



Implementación de un sistema de desinfección de virus y bacterias mediante luz ultravioleta en el Centro De Nivelación Académica “Bachiller”.

Correa Sánchez, Jhoan Xavier.

Departamento Eléctrica & Electrónica.

Carrera De Tecnología En Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica.

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica.

Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz.

Latacunga

2021



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO ELÉCTRICA & ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN

INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE VIRUS Y BACTERIA MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA EN EL CENTRO DE NIVELACIÓN ACADÉMICA “BACHILLER” fue realizado por el señor **Correa Sánchez, Jhoan Xavier** el cual ha sido revisada y analizada 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, 2021

Una firma manuscrita en azul sobre una línea horizontal.

Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz.

C. C.: 0502779697

Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document	Monografía_Correa_Sánchez_Jhoan_Xavier.pdf (D98412955)
Submitted	3/15/2021 3:42:00 PM
Submitted by	
Submitter email	jxcorrea@espe.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	sealpusig.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://calderon.cud.uvigo.es/bitstream/handle/123456789/224/Diufain%20Flethes,%20%... Fetched: 1/18/2021 8:25:50 AM		1
W	URL: https://teslabem.com/nivel-intermedio/fundamentos/ Fetched: 3/15/2021 6:34:00 PM		1
W	URL: https://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-arduino/ Fetched: 3/15/2021 6:34:00 PM		2
W	URL: https://www.trojanuv.com/es/uv-basics Fetched: 3/15/2021 6:34:00 PM		4
SA	1612151104_477__Proyecto_ConsolaDomotica_Bermeo.pdf Document 1612151104_477__Proyecto_ConsolaDomotica_Bermeo.pdf (D94257673)		1
SA	TESIS CONCLUIDA ANCHUNDIA-GOMEZ Para Urkund.docx Document TESIS CONCLUIDA ANCHUNDIA-GOMEZ Para Urkund.docx (D80443578)		1
W	URL: http://celticobot.blogspot.com/2014/06/primeros-pasos-con-el-pic16f84a.html Fetched: 3/15/2021 6:34:00 PM		1

Ing. Alpúsig Cuichán, Silvia Emperatriz.

C. C.: 0502779697



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO ELÉCTRICA & ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN

INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Correa Sánchez, Jhoan Xavier**, con cédula de ciudadanía N° **1719060459**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE VIRUS Y BACTERIA MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA EN EL CENTRO DE NIVELACIÓN ACADÉMICA “BACHILLER”**, es de mi 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, 2021

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Jhoan Correa'.

Correa Sánchez, Jhoan Xavier

C.C.: 1719060459



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO ELÉCTRICA & ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN

INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Correa Sánchez, Jhoan Xavier** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE VIRUS Y BACTERIA MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA EN EL CENTRO DE NIVELACIÓN ACADÉMICA “BACHILLER”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 2021

Una firma manuscrita en tinta que parece decir 'Jhoan Correa'.

Correa Sánchez, Jhoan Xavier

C.C.: 1719060459

Dedicatoria

Dedico este trabajo de fin de carrera a mis padres Juan Correa y Nelly Sánchez quienes, con su amor, paciencia, esfuerzo, son mi motor y mi mayor inspiración, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mi hermano Jonathan Correa y a mi pareja Katheryne Campaña por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Correa Jhoan

Agradecimiento

Quiero expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad; también hago extenso este reconocimiento a todos los maestros que forman parte de la carrera de Tecnología en Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica, quienes me han dado las pautas para mi formación profesional; y por último a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, por haberme abierto las puertas permitiéndome acceder a una educación superior en sus instalaciones.

Correa Jhoan

Tabla de Contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Abla de contenidos.....	8
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
Resumen	14
Abstract.....	15
Planteamiento del problema de investigación	14
Tema de investigación.....	14
Antecedentes.....	14
Planteamiento del problema	16
Justificación	16
Objetivos	18
<i>Objetivo general</i>	18
<i>Objetivos específicos</i>	18
Alcance.....	18

Marco teórico	19
Control automático	19
<i>Sistema</i>	<i>19</i>
<i>Controlador</i>	<i>20</i>
<i>Accionador o actuador</i>	<i>20</i>
Tipos de sistemas de control	20
<i>Sistema de control de lazo abierto.....</i>	<i>20</i>
Microcontrolador arduino	21
<i>Componentes de la placa arduino uno.....</i>	<i>22</i>
Módulo i2c.....	30
Pantalla lcd	30
<i>Pines de conexión de la pantalla lcd</i>	<i>32</i>
Protocolo de comunicación i2c.....	32
Módulo rtc	33
Módulo de relés.....	34
<i>Alimentación y consumo.....</i>	<i>35</i>
Luz ultravioleta	37
<i>Radiación uv-a.....</i>	<i>37</i>
<i>Radiación uv-b.....</i>	<i>38</i>
<i>Radiación uv-c.....</i>	<i>39</i>
Desinfección con luz ultravioleta.....	41

<i>Características</i>	42
<i>Ficha técnica</i>	42
Ventajas de la desinfección por luz ultravioleta	43
Precauciones de la desinfección por luz ultravioleta	43
Desarrollo	45
Descripción del sistema a implementar	45
Conexiones utilizadas	54
Horario de desinfección	55
Conclusiones y recomendaciones	57
Conclusiones.....	57
Recomendaciones	58
Bibliografía	59
Anexos	63

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Pines de conexión de la pantalla LCD</i>	32
Tabla 2. <i>Librerías Utilizadas</i>	52
Tabla 3. <i>Líneas de programación</i>	52
Tabla 4. <i>Horario de desinfección</i>	56

Índice de figuras

Figura 1. <i>Componentes de un control automático.</i>	19
Figura 2. <i>Elementos de un sistema de control de lazo abierto.</i>	20
Figura 3. <i>Placa Arduino Uno.</i>	21
Figura 4. <i>Ubicación de los pines digitales en la placa Arduino Uno.</i>	23
Figura 5. <i>Estados de la señal digital.</i>	23
Figura 6. <i>Ubicación de los pines analógicos en la placa Arduino Uno.</i>	24
Figura 7. <i>Forma de onda de una señal analógica.</i>	25
Figura 8. <i>Ubicación del botón reset en la placa Arduino Uno.</i>	25
Figura 9. <i>Ubicación del puerto USB en la placa Arduino Uno.</i>	26
Figura 10. <i>Ubicación del puerto de alimentación en la placa Arduino Uno.</i>	27
Figura 11. <i>Partes del software Arduino.</i>	29
Figura 12. <i>Módulo I2C.</i>	30
Figura 13. <i>Pantalla LCD.</i>	31
Figura 14. <i>Módulo I2C con pantalla LCD.</i>	31
Figura 15. <i>Comunicación I2C.</i>	33
Figura 16. <i>Módulo RTC.</i>	34
Figura 17. <i>Módulo de relés.</i>	35
Figura 18. <i>Alimentación con Arduino.</i>	36
Figura 19. <i>Alimentación con dos fuentes.</i>	37
Figura 20. <i>Efectos en la piel de la radiación UV-A.</i>	38
Figura 21. <i>Efectos en la piel de la radiación UV-B.</i>	39

Figura 22. <i>Ubicación de la radiación UV-C.</i>	40
Figura 23. <i>Tipos de luces ultravioletas.</i>	40
Figura 24. <i>Lámpara de luz ultravioleta (UV).</i>	41
Figura 25. <i>Descripción del proceso.</i>	45
Figura 26. <i>Instalación de lámparas.</i>	47
Figura 27. <i>Planos Layout del tablero de control.</i>	48
Figura 28. <i>Tablero electrónico.</i>	49
Figura 29. <i>Instalación del tablero electrónico.</i>	50
Figura 30. <i>Fecha y hora impresa en la LCD.</i>	50
Figura 31. <i>Lámparas Encendidas.</i>	51
Figura 32. <i>Pantalla LCD.</i>	53
Figura 33. <i>Programación con el comando if.</i>	54
Figura 34. <i>Circuitos de conexiones del sistema de desinfección.</i>	55

Resumen

En la presente monografía se realizó la implementación de un sistema de desinfección mediante lámparas de luz ultravioleta que se encenderán en horarios específicos dentro de las aulas del Centro de Nivelación Académica “Bachiller”, para que las mismas se encuentren libres de cualquier virus o bacteria que pueda ser perjudicial tanto como para el personal, como para los alumnos que se encuentran en las instalaciones, para el mencionado proyecto se utilizó el microcontrolador Arduino uno, este dispositivo se comunica a través del protocolo I2C con el módulo RTC (Real Time Connection), el cual nos indica la hora actual del día, y con esta información se podrá establecer el horario de encendido y apagado de las lámparas UV, a través de relés que se activan y desactivan con señales digitales enviadas desde el controlador. Las lámparas están diseñadas para trabajar con un voltaje de 110 VAC mientras que el arduino trabaja con un voltaje de 5 VDC, el proyecto en mención funciona con un control automático, esto debido a que cuando el sistema lo requiere el controlador envía una señal para encender el actuador y cuando termine la desinfección esta señal cambia de estado provocando que el actuador se apague por completo.

Palabras clave:

- **DESINFECCIÓN**
- **ARDUINO**
- **VIRUS Y BACTERIAS**
- **CONTROL AUTOMÁTICO**

Abstract

In this monograph we implemented a disinfection system using ultraviolet light lamps that will be turned on at specific times in the classrooms of the Academic Leveling Center "Bachiller", so that they are free of any virus or bacteria that can be harmful to both the staff and the students who are in the facilities, For this project we used the Arduino microcontroller one, this device communicates through the I2C protocol with the RTC module (Real Time Connection), which tells us the current time of day, and with this information we can set the schedule on and off the UV lamps, through relays that are activated and deactivated with digital signals sent from the controller. The lamps are designed to work with a voltage of 110 VAC while the arduino works with a voltage of 5 VDC, the project works with an automatic control, this because when the system requires it the controller sends a signal to turn on the actuator and when the disinfection is finished this signal changes state causing the actuator to turn off completely.

Key words:

- **DISINFECTION**
- **ARDUINO**
- **VIRUS AND BACTERIA**
- **AUTOMATIC CONTROL**

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Tema de investigación

Implementación de un sistema de desinfección de virus y bacterias mediante luz ultravioleta en el Centro De Nivelación Académica “Bachiller”.

1.2. Antecedentes

El Centro de Nivelación Académica “Bachiller” se encuentra ubicado en la ciudad de Quito en el sector de la Pio XII, dicho establecimiento brinda servicios académicos, así como tareas dirigidas, proyectos en el campo de la electrónica, entre otros servicios.

Dada la situación por la que atraviesa el país y el mundo, el Centro de Nivelación Académica "Bachiller", al igual que todos los centros educativos se han visto en la necesidad de cerrar sus puertas al público en general, debido a la pandemia causada por el nuevo virus que tuvo origen en Wuhan - China denominado SarsCov-2 o más conocido como Coronavirus o Covid-19.

El Centro de Nivelación Académica “Bachiller”, no dispone de un sistema de desinfección, y a causa de la situación que atravesamos se exige que cada establecimiento de servicios posea algún sistema de desinfección en sus instalaciones, para prevenir la propagación del mencionado virus, cada aula que el Centro de Nivelación posea debe tener implementado un sistema de desinfección y así brindar seguridad a cada uno de los alumnos y maestros que hagan uso de las instalaciones.

Con la finalidad de implementar un sistema de desinfección en el Centro de Nivelación Académica Bachiller se han investigado trabajos que permitan viabilizar el presente proyecto. Entre los trabajos investigados se mencionan:

Trabajo realizado por los Srs. (Sánchez, Villalobos, Gutiérrez, & Caldera, 2012) cuyo tema investigativo fue: “Diseño de un equipo de desinfección por luz ultravioleta para el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización”. Cuya conclusión fue: “Un sistema de desinfección ideal debería garantizar la máxima eficiencia de remoción de microorganismos patógenos sin generar subproductos tóxicos e indeseables. La desinfección con radiación ultravioleta (UV) representa un tipo de desinfectante físico que no deja efecto residual, se ha demostrado su eficiencia en la remoción de microorganismos desde aguas residuales domésticas e industriales con la finalidad de ser reutilizadas”.

Trabajo realizado por el Sr. (López, 2008) cuyo tema investigativo fue: “Diseño de un sistema de control de temperatura ON/OFF para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural”. Cuya conclusión fue: “El sistema de control diseñado otorgaría cierta autonomía al invernadero sin depender constantemente de la mano del hombre”.

La situación amerita que el Centro de Nivelación Académica “Bachiller” requiera de un sistema de desinfección que funcione de manera óptima y autónoma en cada una de las aulas de dicho establecimiento para que así el espacio del Centro de Nivelación se mantenga limpio de partículas que pueden ser maliciosas para las personas que se encuentran dentro del establecimiento.

1.3. Planteamiento del problema

El Centro de Nivelación Académica fue creado en el 2019 para brindar los servicios antes mencionados, pero actualmente no posee un sistema de desinfección.

Esto ha dado origen a:

- El establecimiento educativo se encuentre cerrado los últimos meses del presente año.
- Los alumnos habituales dejarán de asistir al Centro de Nivelación.
- Pérdidas económicas.
- Virus y bacterias acumulados en el espacio del Centro de Nivelación Académica.

De no solucionarse este inconveniente el Centro de Nivelación Académica no volverá a funcionar completamente y esto traerá pérdidas económicas a los dueños del establecimiento.

Por lo expuesto es necesario que el Centro de Nivelación Académica implemente un sistema de desinfección para así solventar todos los problemas actuales.

1.4. Justificación

Es primordial que el Centro de Nivelación Académica tenga un adecuado y óptimo sistema de desinfección, así se puedan realizar las actividades en cada una de las aulas del establecimiento, para garantizar la seguridad de todas las personas presentes en el lugar.

Debido a la progresiva reactivación que se encuentra el país el Centro de Nivelación “Bachiller” ha optado por implementar un sistema de desinfección en donde

su espacio físico se encuentre libre de virus y bacterias, para que de esta manera el Centro de Nivelación empiece a reactivar sus funciones con las debidas normas de bioseguridad.

El sistema de desinfección que se implementará, ayudará a:

- Evitar la propagación de virus y bacterias en el espacio del establecimiento.
- Mantener la seguridad del personal, así como clientes que se encuentren dentro del establecimiento.
- Conservar desinfectado cada una de las aulas del Centro de Nivelación Académica.
- La reapertura del Centro de Nivelación, así como a sus funciones habituales.

El Centro de Nivelación Académica “Bachiller”, se beneficiará del sistema de desinfección, así como el personal del establecimiento, con esto el Centro de Nivelación contará con un nuevo sistema de desinfección de virus y bacterias para el espacio físico del establecimiento ya que debido a la situación actual el Centro de Nivelación lo requiere para volver a sus actividades de costumbre, el sistema funcionará únicamente cuando el aula este desocupada, es decir se desinfectará en horarios establecidos.

Por lo tanto, es importante que el Centro de Nivelación Académica “Bachiller” posea un nuevo sistema de desinfección a través de luz ultravioleta mediante un control ON/OFF.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Implementación de un sistema de desinfección de virus y bacterias mediante luz ultravioleta en el Centro de Nivelación Académica “Bachiller”.

1.5.2. Objetivos específicos

- Establecer información acerca de la desinfección de virus y bacterias mediante luz ultravioleta.
- Desarrollar un control ON/OFF con la ayuda de un controlador lógico programable (controlador digital).
- Seleccionar los equipos y dispositivos que se utilizarán en la implementación del sistema de desinfección.

1.6. Alcance

El presente trabajo de investigación abarca la implementación de un sistema de desinfección de virus y bacterias para las cuatro aulas que posee el Centro de Nivelación Académica “Bachiller” utilizando lámparas de luz ultravioleta.

La solución propuesta se implementará a través de un sistema controlador que permita mantener el espacio del Centro de Nivelación libre de cualquier virus o bacterias.

Cada una de las aulas que posee el Centro de Nivelación Académica tendrá su lámpara de luz ultravioleta para la desinfección de virus y bacterias.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

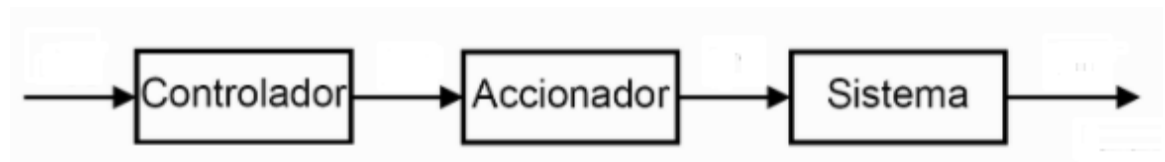
2.1. Control automático

Los controladores o reguladores automáticos son parte de varios dispositivos que nos rodean. Mientras se mantenga el ajuste de velocidad, movimiento, temperatura, o exista la activación de algún dispositivo se le denomina control. (Pardo, 2021).

En la Figura 1 se expondrá los componentes de un sistema automático en donde encontraremos el controlador, el accionador o actuador y el sistema.

Figura 1

Componentes de un control automático.



Nota. La figura nos indica los componentes de un control automático. Tomado de (Pardo, 2021).

Dentro de un sistema de control automático existen diferentes términos que son necesarios definirlos como son:

2.1.1. Sistema

A veces llamada planta, es el lugar donde se desea realizar el control.

2.1.2. Controlador

Es el encargado de recibir las señales y proporcionar una decisión sobre una señal de salida.

2.1.3. Accionador o Actuador

Es conocido como elemento final de control, estos ejecutan una acción.

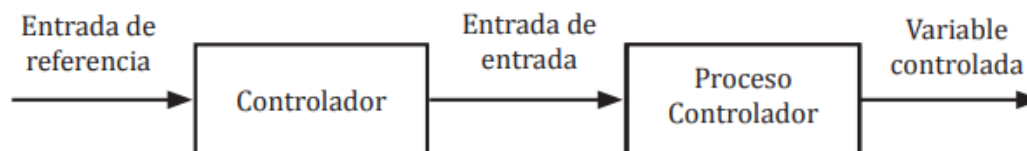
2.2. Tipos de sistemas de control

2.2.1. Sistema de control de lazo abierto

Es el sistema en donde la salida no se ve afectada por una señal de entrada, la señal de salida no es realimentada para ser comparada con la señal de entrada, este sistema de control posee una sola línea de secuencia como se observa en la Figura 2.

Figura 2

Elementos de un sistema de control de lazo abierto.



Nota. La figura nos indica la secuencia y orden de un control de lazo abierto. Tomado de (Carrillo, 2011).

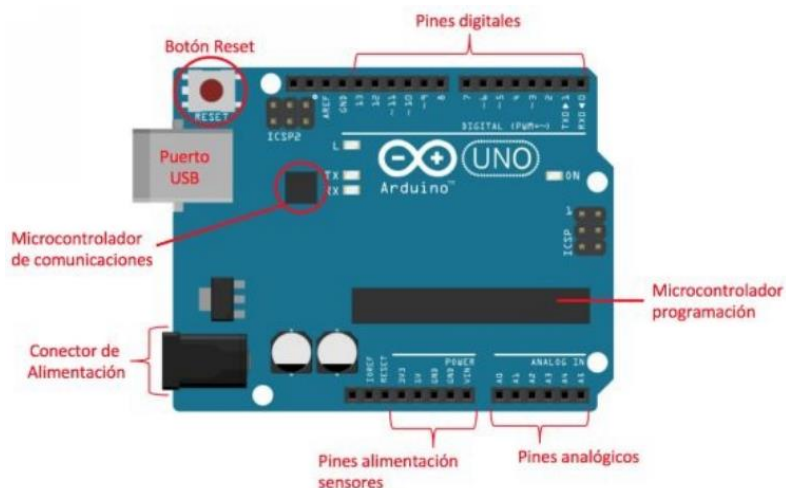
2.3. Microcontrolador Arduino

Arduino está basado en lo que conocemos como microcontroladores, esto significa que se le puede grabar nuevas instrucciones, es decir, se le puede volver a programar cuantas veces sea necesario para que la placa pueda interactuar correctamente con los circuitos que previamente son armados. Una placa Arduino posee puertos de entrada y salida, los mismos son definidos en la programación, a partir de esto el microcontrolador puede recibir y procesar señales de dispositivos externos (pulsadores, sensores, señales), también puede enviar datos a otros dispositivos (pantallas LCD, actuadores, altavoces), esto depende del programa previamente realizado. (Alfredo, 2012).

La placa Arduino Presenta una serie de circuitos que están integrados en la placa, podemos encontrar los componentes de la placa como se expone en la Figura 3.

Figura 3

Placa Arduino Uno.



Nota. La figura nos indica la placa Arduino físicamente y sus componentes que posee.

Tomado de (Alfredo, 2012).

2.3.1. Componentes de la placa Arduino UNO

Pines digitales

Una señal digital solo posee dos estados, que son los siguientes:

- 0 (LOW, bajo, false): Indica 0V de tensión enviados desde la placa.
- 1 (HIGH, alto, true): Indica 5V de tensión enviados desde la placa.

(Alfredo, 2012)

Eso significa que cuando colocamos en alto (HIGH) un pin digital de la placa, esta nos suministrara un voltaje de 5 por el pin que lo hayamos definido y si lo cambiamos a bajo (LOW) este pin nos entregara 0 voltios (Figura 5), estos valores no son siempre exactos, pero siempre son aproximados.

Los pines digitales de la placa son 14 y van enumerados del 0 al 13 y se nos permite utilizarlos tanto, de entrada, como de salida. Estos se encuentran en la parte superior de la placa como se indica en la Figura 4.

Figura 4

Ubicación de los pines digitales en la placa Arduino Uno.



Nota. En la figura se observa la ubicación de los pines digitales en la placa. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Figura 5

Estados de la señal digital.



Nota. En el grafico se muestra los estados digitales que puede ser 1 lógico (ON) y 0 lógico (OFF). Tomado de (Pérez & Pina, 2015).

Pines analógicos

En los pines analógicos la placa puede leer valores que estén dentro de un rango de 0V hasta 5V, representado todos estos valores en una escala de 0 a 1023, esto para una representación de 10 bits, también se puede presentar en un rango de 0 a 255, para una representación de 8 bits. (Alfredo, 2012)

Estos pines se encuentran en la parte inferior de la placa como indica la Figura 6.

Figura 6

Ubicación de los pines analógicos en la placa Arduino Uno.

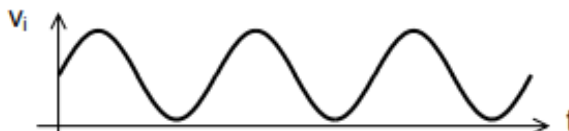


Nota. En la figura se observa la ubicación de los pines analógicos en la placa. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Una señal analógica (Figura 7) es aquella que puede tomar diferentes valores. Su forma característica se llama señal de onda sinusoidal y se representa en el dominio del tiempo.

Figura 7

Forma de onda de una señal analógica.



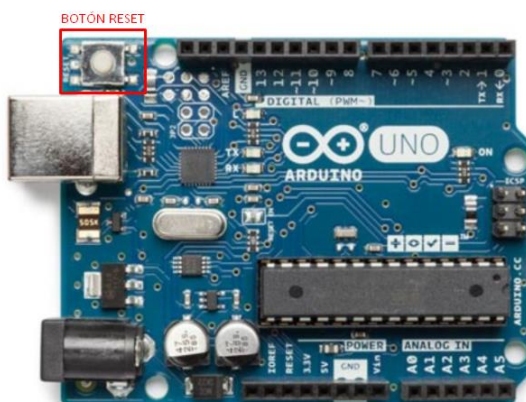
Nota. En esta figura podemos observar los valores cambiantes que toma una señal analógica a través del tiempo. Tomado de (Miyara, 2004).

Botón reset

El botón Reset (Figura 8) permite reiniciar el programa que se ha cargado en el microcontrolador interrumpiendo la ejecución actual. Recuerde, no eliminará el programa cargado, solo lo reiniciará. (Alfredo, 2012).

Figura 8

Ubicación del botón reset en la placa Arduino Uno.



Nota. En la figura se observa la ubicación del botón reset en la placa. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017)

Puerto USB

El puerto USB (Figura 9) es el puerto mediante el cual nos comunicaremos con la placa de Arduino. Sus funciones principales son:

- Alimentación
- Cargar los programas en el microcontrolador.
- Envío de información desde la placa al ordenador. (Alfredo, 2012).

Figura 9

Ubicación del puerto USB en la placa Arduino Uno.



Nota. En la figura se observa la ubicación del puerto USB en la placa. Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017)

Conector de alimentación

Arduino dispone de un puerto de alimentación externo (Figura 10) que nos permitirá hacer funcionar la placa sin utilizar un ordenador. Tienes que tener en cuenta el no alimentar la placa con más voltaje del que soporta, ya que podrías dañarla. Se recomienda suministrar energía entre 7V y 12V. (Alfredo, 2012).

Figura 10

Ubicación del puerto de alimentación en la placa Arduino Uno.



Nota. En la figura se observa la ubicación del puerto de alimentación en la placa.

Tomado de (Ingeniería Mecafenix, 2017).

Software de programación Arduino

Es un software informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación, este programa ha sido etiquetado como un programa de aplicación, es

decir que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica, adicionalmente incorpora una herramienta para cargar el programa ya compilado en la memoria de la placa Arduino. (Alfredo, 2012)

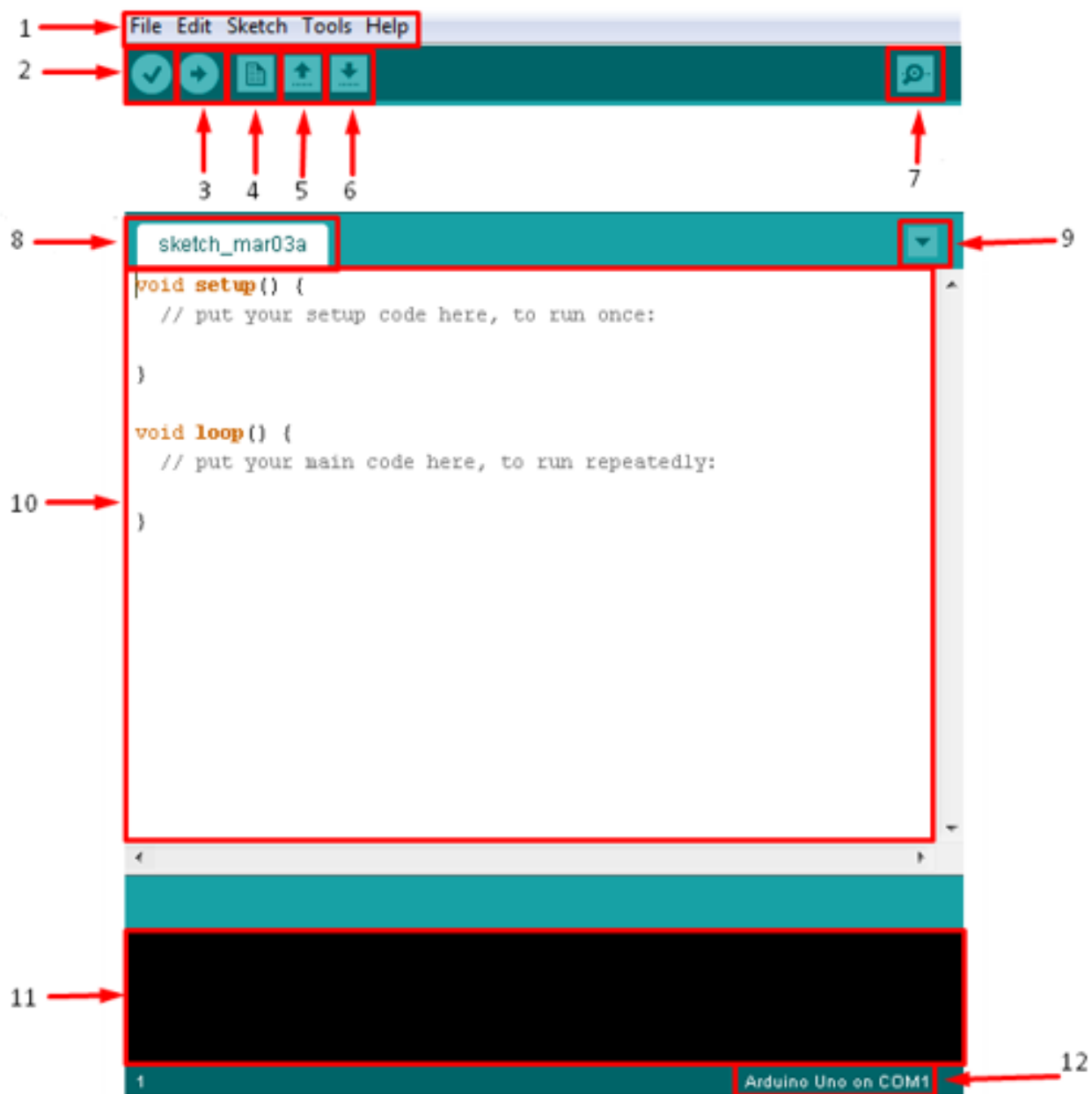
Partes del software Arduino

Las partes del software (Figura 11) son:

1. Menús desplegables.
2. Verificar.
3. Subir al Arduino.
4. Nuevo.
5. Abrir.
6. Guardar.
7. Abrir monitor Serie.
8. Nombre del proyecto.
9. Pestaña de menú.
10. Área de codificación.
11. Notificaciones.
12. Indicador de puerto.

Figura 11

Partes del software Arduino.



Nota. En la figura se observa las partes enumeradas del software Arduino. (Teslabem, 2017)

2.4. Módulo I2C

El módulo I2C (Figura 12) nos ayuda a mejorar el manejo de la pantalla LCD, nos permite ahorrar puertos de nuestra placa arduino, ocupa una interfaz de comunicación de bus I2C.

La comunicación I2C es muy útil para la conexión de múltiples dispositivos ya que los dispositivos comparten las mismas conexiones, el pin de SCL y SDA y el común que es tierra.

Figura 12

Módulo I2C.



Nota. En la figura se puede observar la forma física del módulo I2C. tomado de (Naylamp, 2020)

2.5. Pantalla LCD

La pantalla LCD (Figura 13), llamada así por sus siglas en inglés “Liquid Crystal Display” y en español “Pantalla de Cristal Líquido”, esta pantalla está formada por una

cantidad determinada de píxeles distribuidos en filas y columnas, son ideales para proyectos debido a su bajo consumo de corriente. (Bembibre, 2008).

El módulo I2C y la pantalla LCD se completan como se puede observar en la Figura 14.

Figura 13

Pantalla LCD.



Nota. Se puede apreciar una pantalla LCD con unas dimensiones de 16x2. Tomado de (Bembibre, 2008).

Figura 14

Módulo I2C con pantalla LCD.



Nota. En la figura se puede observar la conexión entre el módulo I2C con la pantalla LCD. Tomado de (Naylamp, 2020).

2.5.1. Pines de conexión de la pantalla LCD

Tabla 1

Pines de conexión de la pantalla LCD.

Pin	Símbolo	Función
1	GND	Alimentación a GND
2	Vcc	Alimentación positiva
3	V0	Control de contraste
4	RS	Selector entre comandos y datos
5	RW	Escritura y lectura para datos y comandos
6	E	Sincronización de lectura y escritura
7 - 14	DB0 – DB7	Líneas de bus de datos
15	+5 V	Alimentación del backlight de la pantalla
16	GND	

Nota. En la tabla muestra los pines que posee la pantalla LCD.

2.6. Protocolo de comunicación I2C.

Es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Phillips Semiconductors en la década de 1980. Básicamente, fue creado para poder comunicarse con múltiples chips simultáneamente dentro del televisor. (Teslabem, 2017).

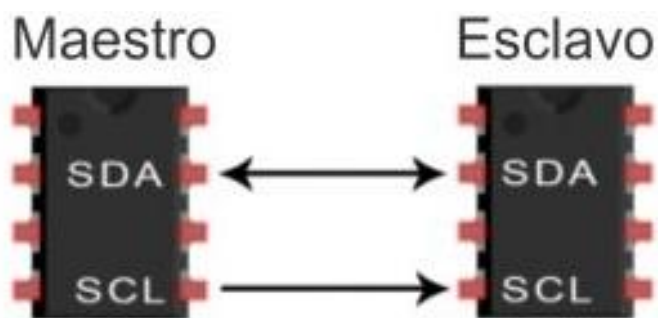
Con I2C, podemos tener múltiples maestros para controlar uno o más esclavos. Esto puede resultar útil cuando se utilizan varios microcontroladores para almacenar

registros de datos en una única memoria o mostrar información en una única pantalla.

I2C solo utiliza cables de comunicación o de dos vías (Figura 15).

Figura 15

Comunicación I2C.



Nota. En la figura se puede observar la comunicación I2C entre el esclavo y su maestro.

Tomado de (Teslabem, 2017).

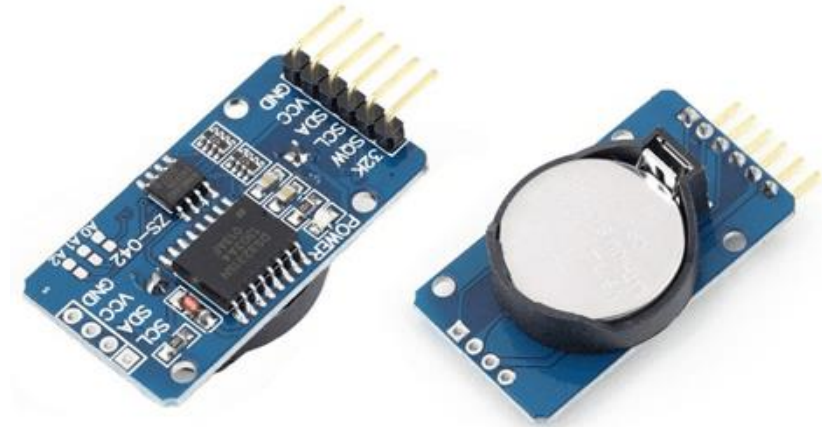
2.7. Módulo RTC

Un módulo RTC (Figura 16) es un reloj de tiempo real que nos permite obtener mediciones de tiempo, este dispositivo es lo más parecido que existe a los relojes convencionales dado que nos proporciona información en segundos, minutos, horas, días, semanas, meses y años. (Del Valle, 2019).

La comunicación que utiliza el RTC es de un bus I2C por lo que es mucho más sencillo obtener los datos medidos, una característica importante de este módulo es que posee una batería externa la cual mantiene los datos al momento de retirar la alimentación, esta batería es capaz de mantener alimentado al módulo por varios años.

Figura 16

Módulo RTC.



Nota. Se puede observar en la figura el estado físico del módulo RTC. Tomado de (Del Valle, 2019)

2.8. Módulo de relés

Las salidas de la placa arduino son ideales para cargas que no consuman mucha corriente, pero para salidas que necesiten una alta corriente o que requieran de una fuente de corriente alterna, es necesario del uso de módulos de relés (Figura 17), la función de este módulo es separar la parte de control con la parte de potencia. (Tolocka, 2015)

Figura 17

Módulo de relés.



Nota. En la figura se observa el módulo de relés de 4 dispositivos. Tomado de (Tolocka, 2015).

2.8.1. Alimentación y consumo

La primera forma de alimentar (Figura 18) el módulo es desde Vcc y GND desde el mismo Arduino, manteniendo el jumper en su lugar, esta configuración tiene dos limitaciones que son:

- Se pierde la aislación eléctrica que brinda los optoacopladores, lo que aumenta la posibilidad de daño al Arduino con una posible sobrecarga.
- Cada bobina consume al menos 90 mA y las 4 juntas al menos 360 mA, sin contar las otras salidas, con estas cargas el Arduino trabajaría a su máximo y esto podría causar que se queme la placa.

Figura 18

Alimentación con Arduino.



Nota. En la figura se observa que el módulo es alimentado por el Arduino. Tomado de (Tolocka, 2015).

Para la alimentación con una fuente externa (Figura 19) se retira el jumper y se alimenta la placa de relés con dos fuentes, la fuente del Arduino se conecta a Vcc y la segunda con el positivo a JD-Vcc y el negativo a GND, sin que este esté unido a la tierra del Arduino.

Esta conexión tiene ventajas como:

- Existe una oscilación completa entre la carga y el arduino.
- El consumo de los relés se toma de la segunda fuente y no consume corriente del Arduino.

Figura 19

Alimentación con dos fuentes.



Nota. En la figura se observa la alimentación del módulo de relés con fuente externa.

Tomado de (Tolocka, 2015).

2.9. Luz Ultravioleta

El sol además de la luz visible emite una luz “invisible”, esta luz posee una longitud de onda más corta que la luz azul y violeta, debido a esa característica se le denominó “ultravioleta”, de toda la radiación que el sol emita a la tierra solo un pequeño porcentaje entre el 6% y 7% es radiación ultravioleta (UV). (Bidault, 2018).

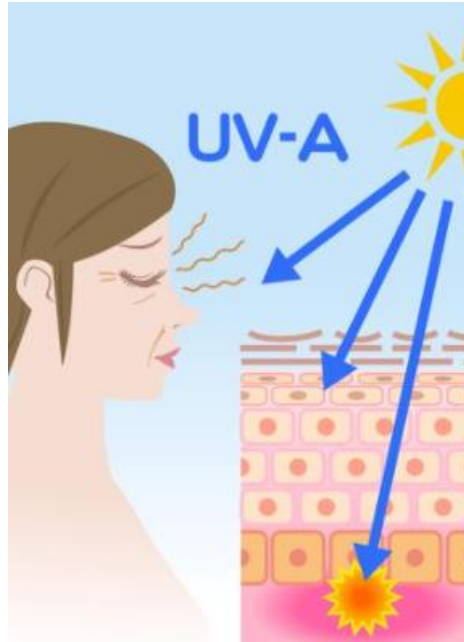
La radiación ultravioleta (UV) de acuerdo con su longitud de onda puede ser biológicamente más perjudicial, y esta se clasifica en (Figura 23):

2.9.1. Radiación UV-A

Constituyen el 95% de los rayos ultravioleta que llegan a la tierra desde el sol, penetran profundamente en nuestra piel (Figura 20), destruyen las células y se cree que causan hasta el 80% del envejecimiento cutáneo.

Figura 20

Efectos en la piel de la radiación UV-A.



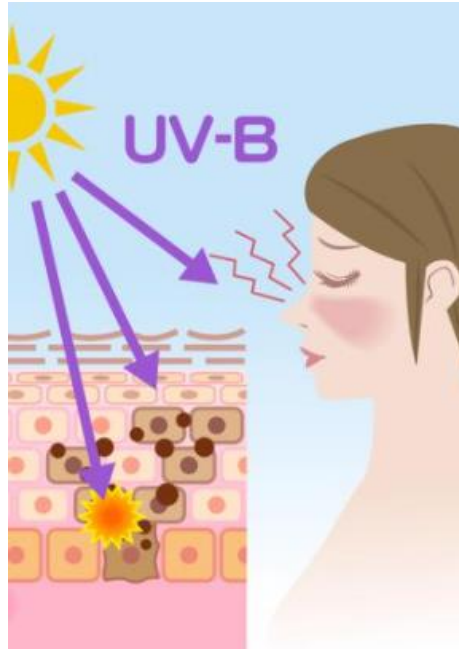
Nota. Se puede apreciar como la radiación UV-A llega hasta la capa de la Dermis en la piel del humano. Tomado de (Araceli, 2016).

2.9.2. Radiación UV-B

El 5% restante de los rayos ultravioleta llegará a la tierra desde el sol y solo actuará sobre la capa superficial de nuestra piel (Figura 21), lo que dañará su ADN, provocará quemaduras solares y eventualmente cáncer de piel.

Figura 21

Efectos en la piel de la radiación UV-B.



Nota. Se puede apreciar como la radiación UV-B llega hasta la capa de la Epidermis en la piel del humano. Tomado de (Araceli, 2016).

2.9.3. Radiación UV-C

Es la longitud de onda más corta y energética. No puede llegar a la tierra de forma natural porque la capa de ozono absorbe esta radiación antes de que nos llegue (Figura 22), pero puede fabricarse artificialmente. Son particularmente buenos para destruir el material genético en partículas de virus.

Figura 22

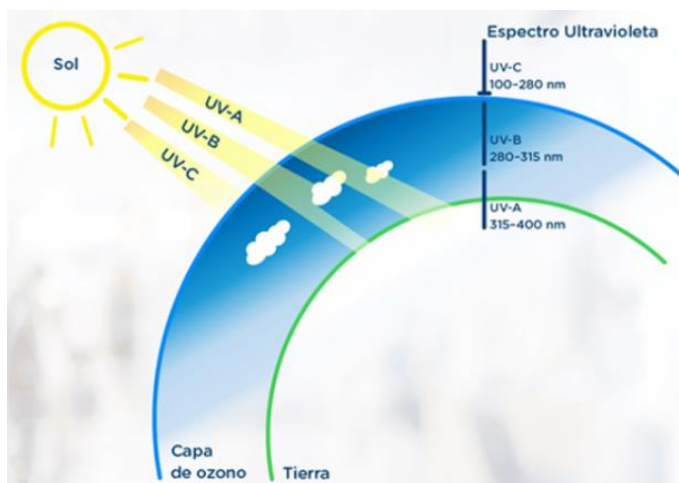
Ubicación de la radiación UV-C.



Nota. En la figura se muestra como la radiación UV-C se queda gran parte la capa de ozono de nuestro planeta. Tomado de (Dermasthetic, 2014).

Figura 23

Tipos de luces ultravioletas.



Nota. En la figura se muestra a los 3 tipos de radiación ultravioletas y su exposición al planeta. Tomado de (noticias, 2019).

2.10. Desinfección con luz ultravioleta

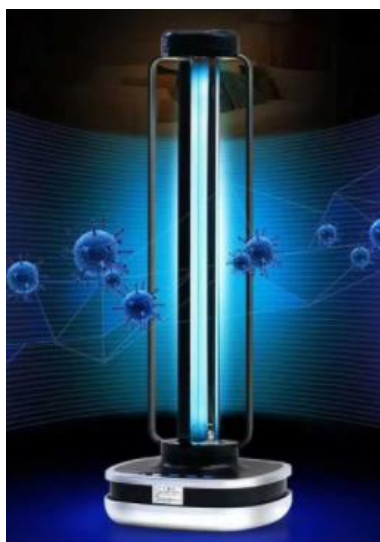
Cuando las bacterias, los virus y los protozoos se exponen a la longitud de onda germicida de la luz ultravioleta, no podrán multiplicarse ni infectar. Se ha demostrado que los rayos ultravioletas son efectivos contra microorganismos patógenos como los que causan cólera, poliomielitis, fiebre tifoidea, hepatitis y otras enfermedades bacterianas, virales y parasitarias. (Trojan, 2019).

La radiación ultravioleta (UV) impide la reproducción de los organismos perjudicando su ácido nucleico, adicionalmente es un proceso químico y al serlo así no produce ningún residuo.

Comúnmente para la desinfección a través de la radiación ultravioleta (UV) se utiliza lámparas de luz. (Figura 24).

Figura 24

Lámpara de luz ultravioleta (UV).



Nota. En la figura se muestra una lámpara germicida de luz ultravioleta (UV). Tomado de (Trojan, 2019).

Las características y la ficha técnica de las lámparas a utilizar son las siguientes:

2.10.1. Características

- Lámpara UV germicida de 15W de potencia.
- Abarca espacios de esterilización de hasta 20m².
- Cuenta con entradas de voltaje para poder conectar diferentes lámparas en serie para armar una excelente red UV de esterilización.
- La lámpara germicida genera luz en el espectro ultravioleta (UV-C), altamente efectiva para esterilizar grandes áreas y superficies.
- Destruye el 99.9% de bacterias, virus, protozoos y esporas de moho en un tiempo aproximado de 30 minutos, además, previene su propagación.
- Emite luz UV-C que contiene las longitudes de onda más efectivas para esterilizar los ambientes.
- No causa intoxicación.
- Libre de ozono o químicos tóxicos.

2.10.2. Ficha técnica

- Input Voltaje: 110v
- Material: Aluminio
- Temperatura de trabajo: -20°C ~ +55°C
- Característica: Desinfección de 360°, mata el 100% de los ácaros, mata el 99,9% de las bacterias.
- Área de irradiación: 10-20 metros cuadrados
- Dimensiones: 46*3,1*5 Cm.

2.11. Ventajas de la desinfección por luz ultravioleta (Trojan, 2019).

- Este es un proceso libre de químicos que no agrega nada más que luz ultravioleta, lo que lo convierte en un producto amigable con el medio ambiente.
- Los rayos ultravioletas no necesitan transportar, almacenar o procesar productos químicos tóxicos o corrosivos, lo cual es beneficioso para la seguridad de los operadores de la fábrica y los residentes circundantes.
- El tratamiento ultravioleta no producirá los subproductos cancerígenos de la desinfección.
- La desinfección ultravioleta puede inactivar eficazmente varios microorganismos, incluidos patógenos resistentes al cloro como *Cryptosporidium* y *Giardia*.
- Los rayos ultravioletas (usados solos o en combinación con peróxido de hidrógeno) se pueden usar para descomponer contaminantes químicos tóxicos durante la desinfección.
- El costo operativo de la desinfección UV está determinado por el reemplazo de lámparas y el consumo de electricidad cada año.
- Los rayos ultravioletas eliminan o reducen los riesgos de seguridad directos causados por el cloro sin incurrir en nuevos costos a largo plazo relacionados con el uso de productos químicos, el transporte y la distribución.

2.12. Precauciones de la desinfección por luz ultravioleta

- La radiación de luz UV-C es dañina para los ojos y la piel: utilice la lámpara sin personas, animales ni plantas.

- No mire directamente a la lámpara germicida cuando esté encendida.
- No ingrese al espacio de desinfección inmediatamente después de esterilizar la lámpara UV-C. Espere al menos 30 minutos.

CAPÍTULO III

3. Desarrollo

3.1. Descripción del sistema a implementar

Figura 25

Descripción del proceso.



Nota. En la figura se muestra el proceso que realiza nuestro control automático.

Para la implementación del proyecto de desinfección de virus y bacterias en el Centro de Nivelación Académica “Bachiller”, se utilizó un módulo RTC que permite obtener datos de fecha y hora, estos datos serán leídos por el controlador Arduino Uno que compara con el horario establecido vía programación, el controlador enviará una señal al módulo de relés el cual activará las lámparas ultravioletas para así eliminar los virus y bacterias que se encuentren en el ambiente.

Debido a la situación que atraviesa el país es necesario que todos los centros de estudios cuenten con un sistema de desinfección de virus y bacterias de manera que se

pueda disminuir el riesgo de contagio por el virus conocido como SARS COV 2 – Coronavirus, para esto se ha implementado la desinfección a través de lámparas fluorescentes, las mismas que serán controladas desde un módulo de relés que recibe una señal desde una programación del Arduino UNO, la programación ha sido desarrollada de tal manera que adquiere la señal de la hora y la fecha a través del módulo RTC, utilizando comunicación I2C y se compara con los datos guardados en la memoria de programa del microcontrolador, para activar el sistema durante un tiempo de 30 minutos, este tiempo es recomendado por el fabricante de las lámparas como se muestra en la ficha técnica del equipo, del mismo modo el fabricante recomienda abandonar el área desinfectada durante el proceso de desinfección y 30 minutos después.

Con la información proporcionada del fabricante, el sistema se ha desarrollado para que su primera desinfección sea antes de que el personal y los alumnos lleguen a las instalaciones, mientras que el segundo es en la hora del almuerzo y por último el tercero cuando todas las actividades del día hayan concluido y el personal abandone el sitio de trabajo, de esta manera el sistema de desinfección no interrumpe con las actividades diarias del Centro de Nivelación.

La esterilización ultravioleta es el proceso de eliminación de toda la vida microscópica a través de la radiación ultravioleta (Benavides, 2010). Este tipo de fotones irradiados en forma de luz pueden actuar como fungicida. Cuando los microorganismos en el aire son atravesados por ondas de luz, serán eliminados, penetrando así en la pared que protege la información genética, destruyendo así su estructura.

Para la implementación del sistema se instaló las lámparas UV en cada una de las aulas del Centro de Nivelación Académica como se muestra en la Figura 26.

Figura 26

Instalación de lámparas.



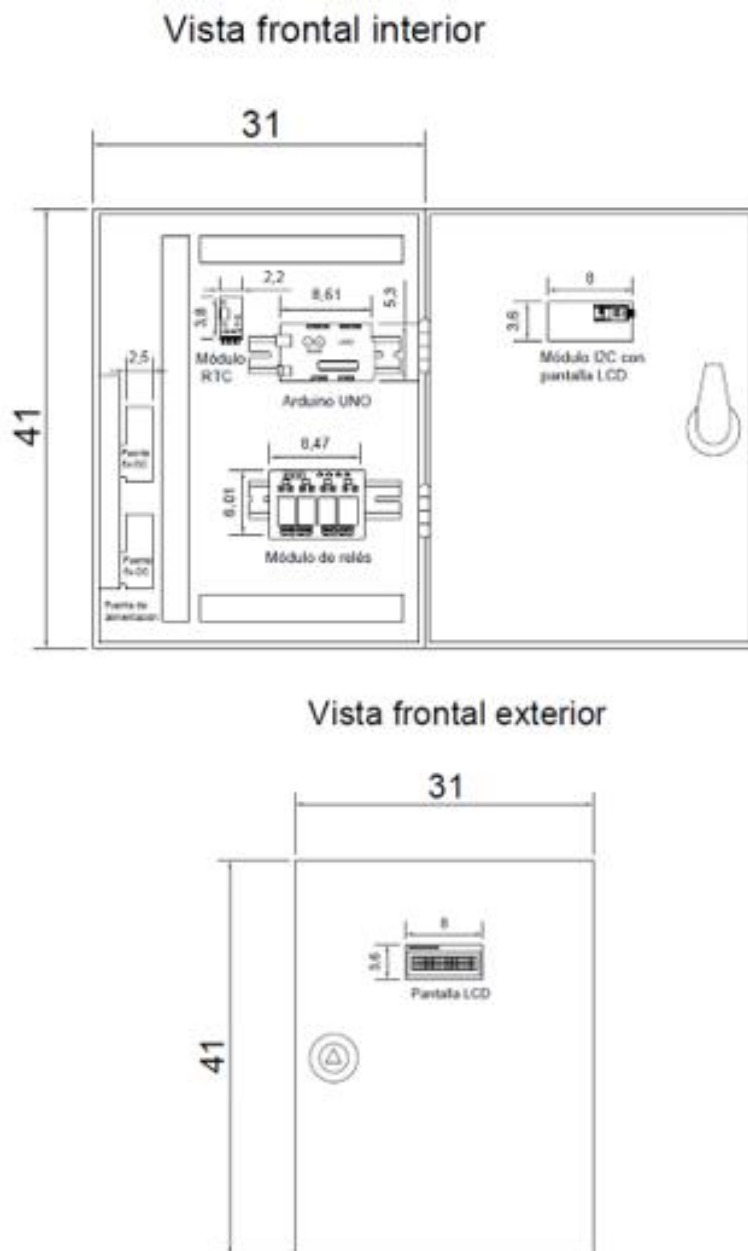
Nota. En la figura se muestra la instalación de las lámparas de radiación ultravioleta.

Una vez instaladas las lámparas se procede a instalar la caja de control donde se encuentran los elementos electrónicos.

Para esto primero se diseñó plano Layout, el cual nos permite apreciar el lugar que ocupara cada uno de los componentes electrónicos dentro de la caja de control como se muestra en la figura 27.

Figura 27

Planos Layout del tablero de control.



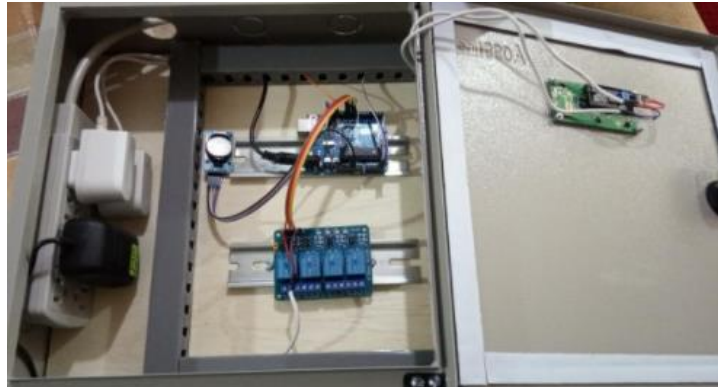
Las medidas del plano están dadas en cm.

Nota. En la figura se muestra la distribución de los equipos y dispositivos en la caja de control.

En la caja se realiza la instalación y el conexionado de los equipos utilizados en el proyecto entre ellos el Arduino, el módulo de relés y los dispositivos auxiliares para el funcionamiento del sistema como se muestra en la Figura 28.

Figura 28

Tablero electrónico.



Nota. En la figura se muestra el tablero instalado en el Centro de Nivelación Académica.

Construida la caja de conexión se instala en el Centro de Nivelación como se muestra en la figura 29.

Figura 29

Instalación del tablero electrónico.



Nota. En la figura se muestra el tablero instalado en el Centro de Nivelación Académica.

Realizadas todas las instalaciones se procede a realizar las pruebas de funcionamiento del sistema previo a la desinfección como se muestra en la figura 30.

Figura 30

Fecha y hora impresa en la LCD.

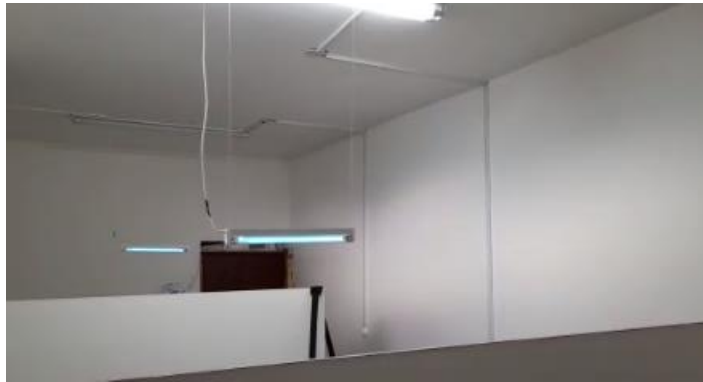


Nota. La figura muestra la lectura del módulo RTC del tablero de control.

Posteriormente a la prueba del sistema, se realiza la prueba de funcionamiento de las lámparas como se muestra en la figura 31.

Figura 31

Lámparas Encendidas.



Nota. La figura muestra el encendido de las lámparas ultravioletas.

Para la programación del Arduino Uno se utilizó algunos comandos y librerías que se muestran a continuación.

Librerías

Tabla 2

Librerías Utilizadas.

Librería	Funcionamiento
<i>Wire.h</i>	Permite la comunicación con otros dispositivos a través del bus I2C
<i>LiquidCrystal_I2C.h</i>	Permite habilitar el módulo I2C de nuestra pantalla LCD
<i>Sodaq_DS3231.h</i>	Habilita la comunicación con el módulo RTC que estamos utilizando.

Nota. En la tabla se muestra cada una de las librerías y su funcionamiento.

Bloque de programación Void setup

Tabla 3

Líneas de programación.

Línea de programación	Funcionamiento
<i>Wire.begin();</i>	Inicia la comunicación I2C.
<i>rtc.begin();</i>	Inicia la comunicación con el módulo RTC

Nota. en la tabla se muestra líneas de programación con su respectivo funcionamiento.

En el bloque de programación declaramos los pines digitales 8, 9, 10 y 11 como salidas, las mismas que servirán para activar los relés.

Bloque de programación Void loop

En esta sección de la programación se comienza con la línea:

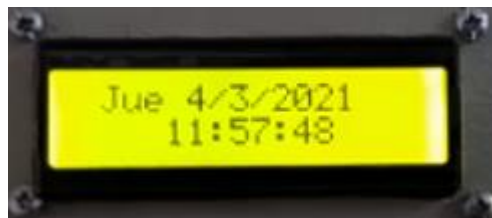
```
DateTime now = rtc.now ();
```

Cuando se arranca la aplicación esta línea de instrucción ajusta la hora y la fecha que se coloca en la variable ***DateTime***, una vez inicializado el sistema se coloca como comentarios los datos de hora y fecha, para que los datos sean entregados por el módulo RTC.

Después se imprime todas las variables en la pantalla LCD con el siguiente formato: día de la semana, día, mes y año, en la parte superior de la pantalla, en la parte inferior se imprime: hora, minutos y segundos, como se muestra en la figura 32.

Figura 32

Pantalla LCD.



Nota. En la figura se muestra el formato de impresión

Para evaluar las condiciones de encendido y apagado de las lámparas se utilizó la expresión condicional ***if***, como se muestra en la figura 33.

Figura 33

Programación con el comando if.

```
if(now.hour()== 06 && now.minute() == 00 && now.second() == 00){  
  digitalWrite(8,false);  
  digitalWrite(9,false);  
  digitalWrite(10,false);  
  digitalWrite(11,false);  
}  
if(now.hour()== 06 && now.minute() == 30 && now.second() == 00){  
  digitalWrite(8,true);  
  digitalWrite(9,true);  
  digitalWrite(10,true);  
  digitalWrite(11,true);  
}
```

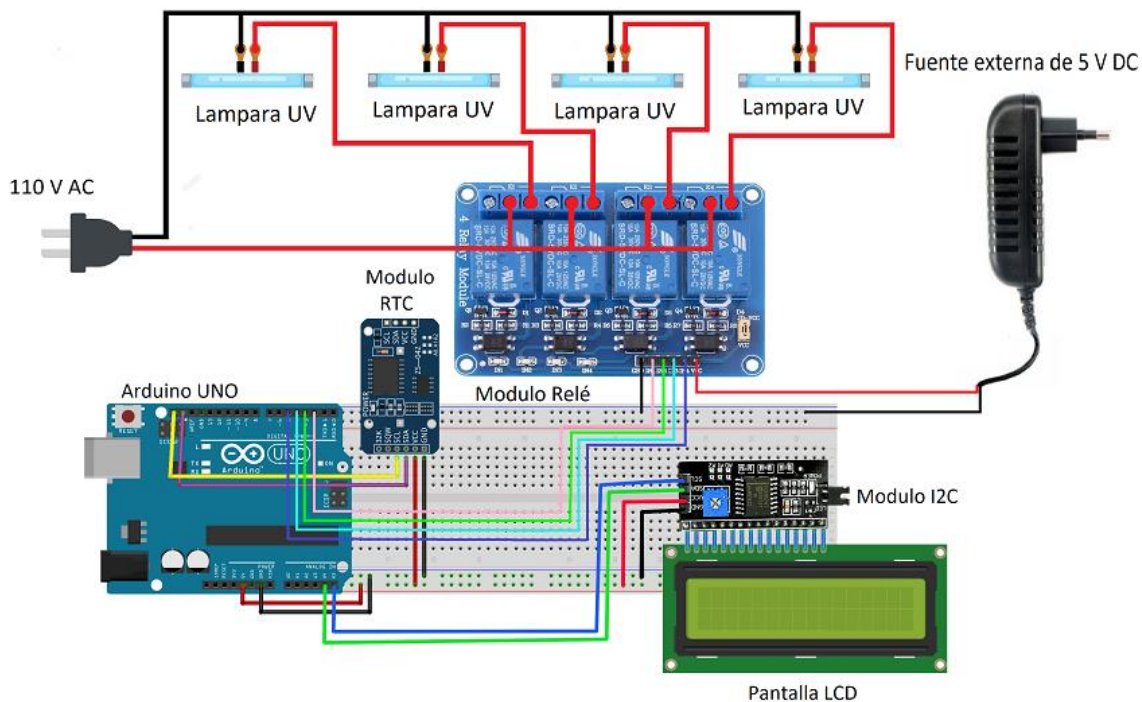
Nota. En la Figura se muestra el encendido y apagado de las lámparas en el horario de 6:00 am a 6:30 am

3.2. Conexiones Utilizadas

Se realizó las conexiones revisando previamente las características técnicas de los componentes utilizados, el diagrama eléctrico del circuito como se expone en la figura 33.

Figura 34

Circuitos de conexiones del sistema de desinfección.



Nota. En la figura se expone las conexiones realizadas para la implementación del proyecto técnico.

3.4. Horario de desinfección

El horario de desinfección será el siguiente:

Todos los días se desinfectarán las aulas del Centro de Nivelación, el primer encendido se realizará a las 06:00 hasta las 6:30, dejando que las aulas puedan ser utilizadas desde las 7:00, la segunda desinfección será a las 12:00 hasta las 12:30, pudiendo usar las aulas a las 13:00, la última desinfección se realizara a las 22:00 hasta las 22:30 debido a que a ese horario el Centro de Nivelación estará deshabitada.

El horario de desinfección se detalla en la **Tabla 4**.

Tabla 4*Horario de desinfección.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Aulas con las lámparas ultravioletas encendidas						
6:00	Reposo de aulas con las lámparas ultravioletas apagadas						
7:00							
8:00							
9:00	Jornada laboral						
10:00							
11:00							
	Aulas con las lámparas ultravioletas encendidas						
12:00	Reposo de aulas con las lámparas ultravioletas apagadas						
13:00							
14:00							
15:00	Jornada Laboral						
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00	Aulas con las lámparas ultravioletas encendidas						

Nota. La tabla muestra el horario de desinfección en el centro de nivelación.

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- A partir de la investigación realizada, se encuentra que los virus y bacterias que se exponen a la longitud de onda de la luz ultravioleta, no podrán multiplicarse ni infectar, porque los fotones irradiados impiden la reproducción de los organismos perjudicando su ácido nucleico, de esta manera los organismos serán eliminados, adicionalmente es un proceso libre de productos tóxicos y de residuos.
- Se implementó el sistema automatizado de desinfección con la ayuda del controlador digital Arduino UNO, verificando sus características técnicas y utilizando el lenguaje de programación de tal manera que se logró comunicar los dispositivos auxiliares exitosamente a través de la comunicación I2C.
- Se implementó el sistema de desinfección, una vez revisada las características técnicas del controlador, este dispositivo utiliza líneas de programación para adquirir los datos de fecha y hora en los que establece un horario en donde el personal del Centro de Nivelación no se encuentre en las oficinas.
- Se realizó el control automático para el encendido y apagado de los relés, respetando el tiempo de desinfección que el fabricante de las lámparas nos indica en su ficha técnica.

4.2. Recomendaciones

- Verificar los pines de alimentación del Arduino con la hoja técnica del mismo, ya que un sobre voltaje mayor a los 5 voltios que soporta los pines puede ocasionar daños internos en los integrados con controlador.
- El personal no puede encontrarse dentro de las aulas durante la desinfección, porque de acuerdo con la información encontrada con respecto a la luz ultravioleta, nos indica que la exposición del ser humano con a este tipo de luces por un largo periodo de tiempo puede ocasionar quemaduras graves en la piel, se informó al personal sobre los riesgos a la exposición de la luz ultravioleta.
- De acuerdo a la ficha técnica de las lámparas ultravioletas se recomienda esperar 30 minutos después que se realizó la desinfección, para que el personal pueda ingresar a las oficinas.

Bibliografía

Alfredo, M. (2012). *Aprende Arduino*. Time of Software. Recuperado el 20 de Enero de 2021

Angulo. (2004). *Tegnología de sistemas de control*. Barcelona: Edicions UPC.
Recuperado el 18 de Enero de 2021

Apaza, D. (2010). *Microcontroladores PIC*. Arequipa: Universidad Autónoma San Francisco. Recuperado el 21 de Enero de 2021

Araceli, N. (5 de Septiembre de 2016). *Mujer hoy*. Recuperado el 13 de Enero de 2021,
Obtenido de Quemaduras solares:
<https://www.mujerhoy.com/belleza/tratamientos/201608/01/quemaduras-solares-remedios-aliviar-20160801160651.html>

Bembibre, V. (Diciembre de 2008). *definicionabc*. Recuperado el 18 de Enero de 2021,
Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/pantalla-lcd.php>

Benavides, H. (Febrero de 2010). *Información Técnica sobre la radiación ultravioleta*.
Bogotá: IDEAM. Recuperado el 22 de Enero de 2021

Bidault, O. (10 de Agosto de 2018). *Waterlogic*. Recuperado el 19 de Enero de 2021,
Obtenido de Qué es la luz ultravioleta: <https://www.waterlogic.es/blog/que-es-la-luz-ultravioleta/>

Carrillo. (2011). *Sistemas Automáticos de Control*. Santa Rita, Venezuela: UNERMB
Recuperado el 22 de Enero de 2021.

Del Valle, L. (2019). *Programarfacil*. Obtenido de Reloj con Arduino, cómo controlar los tiempos con un RTC. Recuperado el 21 de Enero de 2021

Dermasthetic. (17 de Agosto de 2014). Recuperado el 21 de Enero de 2021, Obtenido de La radiación ultravioleta y sus efectos sobre la piel:

<https://dermasthetic.com/la-radiacion-ultravioleta-y-sus-efectos-sobre-la-piel/>

Ingeniería Mecafenix. (25 de Abril de 2017). *ingmecafenix*. Recuperado el 19 de Enero de 2021, Obtenido de ¿Qué es arduino?:

<https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>

López, L. (2008). *Diseño de un sistema de control de temperatura ON/OFF para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural*. Recuperado el 22 de Enero de 2021

Miyara, F. (2004). *Convertidores D/A y A/D*. Rosario. Recuperado el 17 de Enero de 2021

Navarrete, I. (13 de Enero de 2021). *TEC*. Recuperado el 15 de Enero de 2021,

Obtenido de Bacterias: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/02/19/cientificos-tec-descubren-nueva-bacteria>

Naylamp. (2020). *naylampmechatronics*. Recuperado el 9 de Enero de 2021, Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/35_tutorial-lcd-con-i2c-control-a-un-lcd-con-solo-dos-pines.html

Negrón, M. (2018). Bacterias. En S. Molgatini, *Microbiología estomatológica*. Buenos Aires: MÉDICA PANAMERICANA S.A.C.F. Recuperado el 9 de Enero de 2021

Negrón, M., & González, M. (2018). Virus: generalidades. En S. Molgatini, *Microbiología estomatológica* (pág. 752). Buenos Aires: MÉDICA PANAMERICANA S.A.C.F. Recuperado el 10 de Enero de 2021

- noticias. (12 de Febrero de 2019). *farras.live*. Recuperado el 11 de Enero de 2021,
Obtenido de CONOCES LOS BENEFICIOS DE LA LUZ ULTRAVIOLETA:
<https://farras.live/conoces-beneficios-luz-ultravioleta-tipo-c-uv-c/>
- Pardo, C. (Marzo de 2021). *Picuino*. Recuperado el 6 de Enero de 2021, Obtenido de
Control Automático: <https://www.picuino.com>
- Pérez, J., & Pina, D. (26 de Agosto de 2015). Recuperado el 8 de Enero de 2021,
Obtenido de La radiofonía, señales analógicas y digitales.:
<http://radiofoniaperezypina.blogspot.com/2015/08/senales-digitales.html>
- Rabotron. (1 de Junio de 2014). *Celticobot*. Recuperado el 8 de Enero de 2021,
Obtenido de Primeros pasos con el PIC16F84A:
<http://celticobot.blogspot.com/2014/06/primeros-pasos-con-el-pic16f84a.html>
- Sánchez, M., Villalobos, N., Gutiérrez, E., & Caldera, Y. (2012). *Diseño de un equipo de
desinfección por luz ultravioleta para el tratamiento de aguas residuales con
fines de reutilización*. Recuperado el 22 de Enero de 2021
- Teslabem. (4 de Febrero de 2017). Recuperado el 7 de Enero de 2021, Obtenido de
Fundamentos I2C – Aprende.: [https://teslabem.com/nivel-
intermedio/fundamentos/](https://teslabem.com/nivel-intermedio/fundamentos/)
- Tolocka, E. (9 de Mayo de 2015). *Profetolocka*. Recuperado el 19 de Enero de 2021,
Obtenido de Módulo de 4 relés para Arduino:
[https://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-
arduino/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20m%C3%B3dulo,sirven%20como%20indicadores%20de%20estado.](https://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-arduino/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20m%C3%B3dulo,sirven%20como%20indicadores%20de%20estado.)

Trojan. (2019). *Introducción a la desinfección por UV*. Recuperado el 10 de Enero de 2021, Obtenido de trojanuv: <https://www.trojanuv.com/es/uv-basics>

Anexos