



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TEMA:

**SISTEMA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD CON
CONTADOR PARA PERMITIR ACCESO A PERSONAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención

Del Título de Ingeniero Electrónico

AUTORES: Felix Enrique Villagomez Salazar

Joshua Ronny Coronel Alarcón

TUTOR: PhD. Lenin Estuardo Cevallos Robalino.

Guayaquil - Ecuador Septiembre del 2022

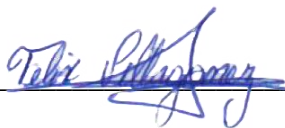
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Felix Enrique Villagomez Salazar con documento de identificación N° 0952010791 y Joshua Ronny Coronel Alarcón con documento de identificación N° 0921711222; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

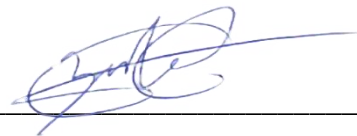
Guayaquil, septiembre del año 2022

Atentamente,



Félix Enrique Villagómez Salazar

CI: 0952010791



Joshua Ronny Coronel Alarcón

CI: 0921711222

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Felix Enrique Villagomez Salazar con documento de identificación N° 0952010791 y Joshua Ronny Coronel Alarcón con documento de identificación N° 0921711222, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: “SISTEMA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD CON CONTADOR PARA PERMITIR ACCESO A PERSONAS”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, septiembre del año 2022

Atentamente,

Félix Enrique Villagómez Salazar

CI: 0952010791

Joshua Ronny Coronel Alarcón

CI: 0921711222

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lenin Estuardo Cevallos Robalino con documento de identificación N° 0603274226, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: SISTEMA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD CON CONTADOR PARA PERMITIR ACCESO A PERSONAS, realizado por Felix Enrique Villagomez Salazar con documento de identificación N° 0952010791 y por Joshua Ronny Coronel Alarcón con documento de identificación N° 0921711222, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, septiembre del año 2022

Atentamente,



PhD. Lenin Estuardo Cevallos Robalino.

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto a todas aquellas personas que creyeron en mí y me dieron consejos cuando más lo necesite.

A mis padres, hermano y familia, que nunca dejaron de ofrecerme su apoyo, a pesar de todos los problemas que tuve en el camino, siempre me dieron la mano y me demostraban su gran amor con cada gesto y acción.

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO TÉCNICO	TEMA DE PROYECTO TÉCNICO
2022	Coronel Alarcón Joshua Ronny Villagomez Salazar Felix Enrique	PhD. Cevallos Robalino Lenin Estuardo	Sistema De Monitoreo De Medidas De Bioseguridad Con Contador Para Permitir Acceso A Personas

El presente proyecto técnico tiene como objetivo la implementación de un sistema de monitoreo de medidas de bioseguridad como la detección del uso de mascarilla, la toma de temperatura y un control de aforo máximo para permitir el ingreso al establecimiento, utilizando una red convolucional pre entrenada para la Raspberry Pi 4 y un Arduino Mega 2560 para las entradas y salidas de los módulos usados.

El proyecto consta de una tarjeta principal en el cual se usa la electrónica necesaria para el control de los módulos a usar, estos módulos se conectan al Arduino mega 2560 en el cual se crea funciones para la realización en orden de las etapas de monitoreo a realizar, la primera etapa de monitoreo será la de detección de mascarilla, luego mediante audios pregrabados indicara los pasos a seguir para terminar con el respectivo monitoreo de las medidas de bioseguridad, por ultimo mediante sensores infrarrojos que lleva el conteo de personas que ingresaron, permitirá la apertura de la puerta a través de una chapa magnética siempre y cuando no supere el valor seteado de aforo máximo.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF TECHNICAL PROJECT	TECHNICAL PROJECT THEME
2022	Coronel Alarcón Joshua Ronny Villagomez Salazar Felix Enrique	PhD. Cevallos Robalino Lenin Estuardo	Sistema De Monitoreo De Medidas De Bioseguridad Con Contador Para Permitir Acceso A Personas

This technical project aims to implement a monitoring system for biosecurity measures such as detection of the use of masks, temperature measurement and maximum capacity control to allow entry to the facility, using a pre-trained convolutional network for the Raspberry Pi 4 and an Arduino Mega 2560 for the inputs and outputs of the modules used.

The project consists of a main board in which the electronics necessary for the control of the modules to be used is used, these modules are connected to the Arduino mega 2560 in which functions are created for the realization in order of the stages of monitoring to be performed, the first stage of monitoring will be the detection of mask, Then, by means of pre-recorded audios, it will indicate the steps to follow to finish with the respective monitoring of the biosecurity measures. Finally, by means of infrared sensors that count the number of people that entered, it will allow the opening of the door through a magnetic plate as long as it does not exceed the set value of maximum capacity.

INDICE GENERAL

Introducción	1
CAPÍTULO I	3
1. Descripción del problema.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Delimitación.....	5
1.3 Beneficiarios de propuesta.....	5
1.4 Propuesta de solución.....	5
1.5 Objetivos de la Investigación.....	6
CAPITULO II	7
2 Marco teórico.....	7
2.1 Antecedentes del estudio.....	7
2.2 Arduino Mega 2560.....	8
2.3 Raspberry PI 4.....	9
2.4 Sensor de temperatura sin contacto MLX90614.....	11
2.5 Sensor Ultrasónico HC-SR04.....	12
2.6 Cerradura Electromagnética.....	13
2.7 Sensor de proximidad Infrarrojo E18-D80NK.....	14
2.8 Webcam.....	16
2.9 Pantalla LCD 16x2.....	17

2.10 DFPlayer Mini MP3	18
2.11 Monitor	20
2.12 Relé.....	20
2.13 Relé de estado sólido (SSR)	21
2.14 Display de 7 segmento.	22
2.15 Sensor PIR HC-SR501	22
2.16 Dispensador Automático De Gel.....	24
.....	25
2.17 Sensor fotoeléctrico de tipo refractivo BJ3M-PDT.....	25
2.18 Circuito Integrado Regulador LM7805.....	26
2.19 Integrado Compuerta Lógica 74LS48	27
2.20 Circuito Integrado Común ULN2803	28
2.21 Fuente de alimentación.....	29
2.22 Alucobond	30
2.23 Reconocimiento de imágenes mediante Deep Learning	30
2.24 Red neuronal convolucional.....	31
2.25 Aprendizaje de características, capas y clasificación.....	32
2.26 Unidad lineal rectificadora (ReLU)	34
2.27 Valores de peso y sesgo compartidos.....	35

2.28 Capas de clasificación	35
2.29 Programas informáticos.....	36
2.30 Librerías	38
CAPITULO III	40
3.1 Diseño e implementación	40
3.2 Diagrama general de Funcionamiento.....	40
3.3 Diagrama general del prototipo.....	42
3.4 Diseño del prototipo de la cabina de medidas de bioseguridad	42
3.5 Diseño electrónico dentro de la cabina	44
3.6 Programación de sistema de monitoreo de bioseguridad con su contador.....	46
CAPITULO IV	56
4.1 Conclusiones	56
4.2 Recomendaciones.....	57
4.3 Análisis de resultados.....	58
Referencias	64
Indice de figuras	70
ANEXOS	1
Esquema de tarjeta principal de sistema de monitoreo de bioseguridad con acceso a personas.....	3

Esquema de tarjeta de led de 7 segmentos de ánodo común.....4

Carta De Entrega De Proyecto De Titulación5

Introducción

En la actualidad la humanidad atraviesa una de las crisis sanitarias, las más duras que jamás haya enfrentado, como lo es el COVID19. Desde su aparición en Asia a finales de 2019, el virus se ha expandido al resto del mundo, por lo que el número de infectados sigue aumentando.

Todo el mundo está en una carrera para tratar de reducir el número de infectados o acabar con este virus de manera definitiva, ya sea tratando de desarrollar una vacuna o adoptando medidas de bioseguridad como mantenerse alejado a una distancia mínima de 2m, uso de mascarilla, desinfección de manos y Ecuador es uno de ellos.

Esto afecta al mismo modo a la salud, al ámbito social, político y económico, dejando grandes pérdidas especialmente en los países donde su índice de infectados es muy alto. Como respuesta para frenar la propagación ha dado lugar a nuevas medidas para evitar la propagación de la enfermedad, como el uso de mascarilla, monitoreo de temperatura corporal por medio de termómetros digitales y desinfección de manos.

Una de las zonas más afectadas en Ecuador por el covid-19 es la ciudad de Guayaquil, en esta se requiere medidas de bioseguridad, además, del uso de mascarillas para reanudar las actividades normales, se ha realizado la medición de su temperatura corporal en todos los lugares de acceso público como como hospitales, restaurantes, municipios, negocios, centros de ayudas entre otros lugares, para detectar posibles contagios, debido a que la fiebre es el síntoma que más se asocia con esta enfermedad.

En los centros de ayuda a la comunidad de la ciudad, en su mayoría solo cuentan con este método mencionado para frenar la enfermedad, de manera que no tienen forma de implementar un control estricto de monitoreo de personas que ingresan al sitio y de controlar su aforo máximo de personas. El proyecto realizado surge de la necesidad de diseñar e implementar un prototipo de cabina que monitoree el uso de mascarilla, de temperatura, desinfección de manos y realice un conteo de las personas y puedan ingresar a un local, además de eso la cabina contara con puertas que se cierran automáticamente mediante chapas electromagnética, lo que abrirá y cerrara automáticamente dependiendo del aforo máximo, temperatura y el uso de mascarilla para mejorar el cumplimiento de las normas de bioseguridad.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar e implementar un sistema de monitoreo y control de medidas de bioseguridad para acceso de persona. De manera de tener una alternativa de mayor exactitud al cumplimiento de medidas de bioseguridad a locales, además de controlar un aforo máximo de ingreso de las personas que pueden ingresar al local.

CAPÍTULO I

1. Descripción del problema

1.1 Planteamiento del problema

A la fecha el mundo se encuentra en vía de recuperación a causa de una de la crisis sanitaria más fuerte ocurrida en el siglo XXI, como lo son las distintas oleadas del (COVID-19), ya que no se ha encontrado una vacuna definitiva para el virus, debido a sus múltiples variantes. Actualmente el planeta se encuentra en una carrera constante por erradicar o disminuir el número de contagios de esta enfermedad y sus variantes. Esto no solo afecta a nivel sanitario, sino que también a nivel económico y humanitario

En el 2021 se vio en países europeos enfrentando terceras olas de contagios, lo que llevo a la duda de que tan viable era el retorno a la antigua normalidad en trabajos y escuelas, creando así posibles focos de contagios si no se tomasen las medidas de precaución respectivas, asimismo las personas estuvieron a las expectativas de las diferentes vacunas del covid-19 que fueron probadas para luego vacunar a la población.

Al presente ha aparecido una nueva variante como lo es ómicron la cual causo muchos contagios a principio del año, a pesar de que la mayoría de la población ya tenía al menos una dosis de la vacuna, posteriormente en los siguientes meses en Ecuador bajo los contagios y síntomas de gravedad de las personas, pero la OMS pidió que no bajen la guardia debido a que el virus ómicron posee sub linajes BA1 Y BA2 que se encuentran bajo vigilancia por la OMS.

La secuencia genética del sub linaje BA.2 difiere de la del BA.1; las diferencias afectan a los aminoácidos de la proteína S y de otras proteínas. Los estudios han demostrado que el sub linaje BA.2 crece más rápido que el BA.1. Se está investigando para conocer las razones de esta ventaja de un sub linaje frente al otro, si bien los primeros datos indican que el BA.2 es intrínsecamente más transmisible que el BA.1, que continúa siendo el sub linaje de la variante ómicron notificado más frecuentemente. Al parecer, esta diferencia de transmisibilidad es mucho menor, por ejemplo, que la existente entre el sub linaje BA.1 y la variante delta. Además, aunque las secuencias del sub linaje BA.2 están aumentando con respecto a los otros sub linajes de la variante ómicron (BA.1 y BA.1.1), el número total de casos en todo el mundo sigue cayendo. (Organización Mundial De La Salud, 2022)

La OMS mantendrá una vigilancia estrecha del sub linaje BA.2 como parte del seguimiento de la variante ómicron y pide a los países que no bajen la guardia, que vigilen y notifiquen secuencias y que realicen análisis independientes y comparativos de los diferentes sub linajes de la variante ómicron. (Organización Mundial De La Salud, 2022)

“El Grupo Consultivo Técnico se reúne periódicamente y continúa examinando los datos disponibles sobre la transmisibilidad y la gravedad de las variantes del SARS-CoV-2 y sus efectos en las pruebas diagnósticas, los tratamientos y las vacunas”. (Organización Mundial De La Salud, 2022)

Teniendo preocupados por la salud de sus socios a la Fundación Alixon Chávez, la cual en sus oficinas recibe visitas constantes sin poder abarcar un monitoreo tan eficaz de las medidas de bioseguridad con sus visitantes.

1.2 Delimitación

a) 1.2.1 Delimitación temporal

Este proyecto se desarrollará en el periodo 2021-2022

b) 1.2.2 Delimitación espacial

Fundación Alixon Chávez, ubicada en la ciudad de Guayaquil en las calles Franco Dávila 105 y Coronel.

c) 1.2.3 Delimitación académica

La elaboración y satisfacción del proyecto se realizará gracias a conocimientos necesarios obtenidos en la carrera, como inteligencia artificial, programación de lenguaje en C, procesamiento digital de señales.

1.3 Beneficiarios de propuesta

Este proyecto busca beneficiar a las personas que trabajen o tengan que visitar lugares cerrados, siendo el objetivo de este proyecto minimizar el número de contagios y evitar el exceso de personas en lugares cerrados.

1.4 Propuesta de solución

La propuesta presentada busca minimizar la propagación del virus Covid-19 mediante la instauración de una cultura de protección personal, como lo es el uso de la mascarilla, toma de temperatura corporal y desinfección de manos obligatorias al momento de ingresar a un establecimiento o lugar de trabajo.

Actualmente las medidas de bioseguridad como el uso de mascarilla y toma de temperatura en su mayoría se lo hace de manera manual lo que lleva a que por diversos motivos no siempre estará

la persona encargada asegurándose que las personas que ingresen acaten dichas normas de ingreso a sus lugares de trabajo, para lo cual se propone un sistema de acceso que controle el ingreso de personas, siempre y cuando se cumplan con las medidas de bioseguridad

1.5 Objetivos de la Investigación

a) 1.5.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo y control de medidas de bioseguridad para acceso de persona.

b) 1.5.2 Objetivos específicos

- Aplicar el algoritmo de red convolucional para el reconocimiento del uso de mascarilla de las personas que ingresen al establecimiento.
- Diseñar un sistema de monitoreo de temperatura corporal y uso de mascarilla por medio de programación con Raspberry Pi.
- Monitorear el número de usuarios que hagan uso del prototipo.

CAPITULO II

2 Marco teórico

2.1 Antecedentes del estudio

Las medidas de bioseguridad como lo es la toma de temperatura, el uso de mascarilla, desinfección de manos y aforo máximo en los locales, son los métodos que ayudan a frenar el contagio de COVID-19, hoy en día la mayoría de locales cuenta con una persona encargada de verificar estas medidas para el ingreso al local, todo esto se hace con el fin de evitar en la medida de lo más posible, que personas infectadas ingresen a lugares cerrados y contagien a los de su alrededor, pero este sistema de personas que controlan el ingreso en base a medidas de bioseguridad y aforo de personas sufre de inconvenientes debido a que la persona encargada no hará el mismo trabajo de forma eficiente a medida que transcurra el tiempo del día debido a varios motivos que se lo impedirá, como por ejemplo el cansancio, su hora de comer el almuerzo, etc.

Con lo mencionado previamente se realizó este proyecto para ayudar en lo más posible reducir el número de infectados por Covid-19 en el centro de ayuda de la ciudad de Guayaquil por medio de esta cabina de monitoreo de medidas de bioseguridad y control de acceso de las personas que lo visiten.

2.2 Arduino Mega 2560

La web Arduino.cl (2022) dice que Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega2560 que posee pines de entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. Esta tarjeta es programada en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede comunicarse a un PC a través del puerto serial (conversión con USB) utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación.

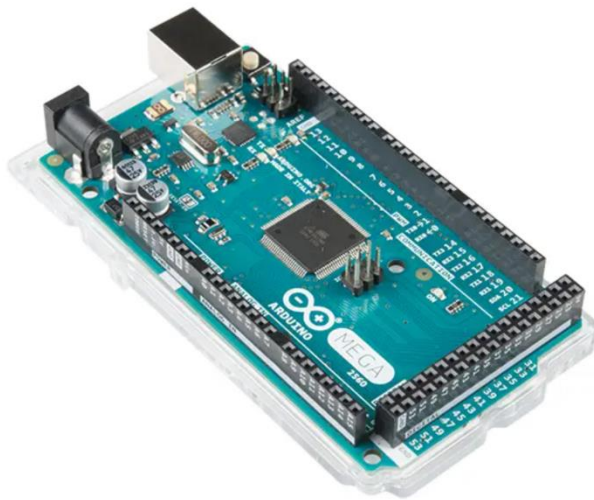


Figura 1 Arduino mega 2560 (Arduino.cl, 2022)

Características de Arduino Mega 2560:

- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje de Operación: 5V
- Voltaje de entrada recomendado: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V

- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de estos 15 pueden ser usados como salida PWM)
- Pines de entrada analógicos: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC que entregada el Pin de 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB del cual 8KB es usado por gestor de arranque o bootloader
- SRAM: 8KB
- Memoria EEPROM: 4KB
- Frecuencia de reloj: 16 MHz

2.3 Raspberry PI 4

La Raspberry Pi cuenta con diferentes modelos, para este proyecto escogimos la Raspberry Pi 4 que es un ordenador de formato compacto, de bajo costo y cuenta con un sistema operativo de código abierto basado en GNU/Linux.

Tal lo menciona Rodríguez de Luis (2018) en la web xataca: La Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, una toma para la alimentación, conexiones para periféricos de bajo nivel, prácticamente lo mismo que si miras la parte de atrás de un ordenador, porque la Raspberry es un ordenador. Eso sí, no tiene interruptor para encenderlo o apagarlo.



Figura 2 : Raspberry Pi 4 (Solé, 2021)

Características de Raspberry Pi 4

- Procesador: ARM Cortex-A72
- Frecuencia de reloj: 1,5 GHz
- GPU: VideoCore VI
- Memoria: 2GB/ 4GB/8GB
- Conectividad: Giga ethernet, Bluetooth 5.0, Wifi 802.11ac
- Puertos:
 - 40 Pines GPIO
 - 2 USB 2.0
 - 2 USB 3.0
 - 2 Micro HDMI
 - CSI (cámara Raspberry Pi)
 - Micro SD

- Conector audio Jack
- USB-C para alimentación

2.4 Sensor de temperatura sin contacto MLX90614

El Sensor de temperatura infrarrojo MLX90614 GY906 es un chip de silicio con una fina membrana micro mecanizada, diseñada para ser sensible a la radiación infrarroja emitida por un objeto a distancia. El sensor posee una etapa de amplificación y digitalización de la señal procedente de la membrana. La salida del sensor es lineal y se compensa de acuerdo a las variaciones de la temperatura ambiente, el sensor GY906 MLX90614 integra un circuito de filtrado de ruido, un conversor A/D de 17 bits de resolución y un procesador digital de señales, entregando un amplio rango de trabajo para objetos desde -70°C hasta 380°C , con una precisión de 0.5°C . (Tecnopura, 2021)



Figura 3 Sensor MLX90614 (ElectroStore, 2022)

Características de sensor mlx90614

- Voltaje de operación: 3.3V - 5V DC
- Rango de temperatura de ambiente: -40°C hasta $+125^{\circ}\text{C}$
- Rango de temperatura de objeto: -70°C hasta $+380^{\circ}\text{C}$

- Comunicación: I2C
- Precisión: ± 0.5 °C

2.5 Sensor Ultrasónico HC-SR04

Naylamp mechatronics, (2021) Dice que el sensor HC-SR04 posee dos transductores, un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar).

La distancia se calcula mediante la fórmula:

$$\text{“Distancia (m) = } \{(\text{Tiempo del pulso ECO}) * (\text{Velocidad del sonido}=340\text{m/s})\}/2\text{”}$$

(Naylamp mechatronics, 2021)



Figura 4 Sensor ultrasónica HC-SR04 (Naylamp mechatronics, 2021)

Características de sensor ultrasónico HC-SR04

- Voltaje de operación: 5V
- Rango de medición: 2cm a 450cm
- Corriente de operación: 15mA
- Frecuencia de trabajo: 40KHz
- Angulo de detección: 15 a 20 grados
- Duración mínima de pulso de disparo: 10 μ s
- Duración del pulso de eco de salida (TTL): 100-2500 μ s

2.6 Cerradura Electromagnética

Las cerraduras electromagnéticas son un tipo de equipo moderno que permite aumentar la seguridad de la puerta, es fácil de instalar, estable, confiable y muy duradera, funcionan gracias a un electro-imán, se colocan en el marco de la puerta y una contra-placa correspondiente a esa cerradura se instala en la puerta. Cuando el imán está encendido y la puerta está cerrada, la contra-placa se mantiene firme al imán. Hay que desbloquear la cerradura electromagnética tanto para entrar como para salir. (arqe, 2021)

La principal ventaja de estas cerraduras es que no están sujetas a la tensión mecánica, por lo que lo facilita las posibles salidas de emergencia en los hospitales, centros comerciales, universidades, laboratorios, hoteles, aparcamientos, ferias... Se adaptan a todo tipo de puertas, marcos y ventanas por lo que pueden servir de sistema de cierre a muchos

mecanismos de seguridad. Otra gran ventaja de estas cerraduras es que no requieren de llaves, no se desgastan y son ideales para sitios de alto tránsito. (arqe, 2021)



Figura 5 cerradura electromagnética (Sekunet, s.f.)

2.7 Sensor de proximidad Infrarrojo E18-D80NK

El sensor de proximidad fotoeléctrico E18-D80NK te permite detectar objetos sin necesidad de contacto en un rango de hasta 80cm. De fácil integración con sistemas digitales como Arduino, Pics o PLCs. Solo es necesario conectar la salida del sensor a una entrada digital del microcontrolador. La salida de este sensor es de tipo NPN normalmente abierto, por lo que al detectar un objeto la salida será GND y en estado de reposo VCC. Puede ser alimentado con 5V y trabajar directamente con Arduino. La sensibilidad del sensor es regulable mediante un potenciómetro dentro del mismo sensor. Además, posee un led que se activa cuando el sensor detecta un objeto, lo que nos permite calibrar y comprobar el buen funcionamiento del sensor.

Naylamp Mechatronics, (2022) menciona que

Los sensores de proximidad fotoeléctricos utilizan como principio de detección el cambio de intensidad de luz. Este sensor fotoeléctrico es de tipo difuso, por lo que tanto el emisor como el receptor de luz están integrados dentro del sensor y no necesita de un espejo fijo adicional (como los de tipo réflex). Su funcionamiento es el siguiente: el emisor emite un haz de luz infrarroja que al impactar sobre un objeto es reflejado, este reflejo es detectado por el receptor fotoeléctrico y se emite una señal de detección. El sensor no emite una señal con la distancia, únicamente muestra estados on/off.



Figura 6 Sensor de proximidad (Naylamp Mechatronics, 2022)

Características de Sensor de proximidad

- Modelo: E18-D80NK
- Voltaje de operación: 5V
- Corriente de trabajo: 20 mA
- Emisor de luz: Led Infrarrojo
- Tiempo de respuesta: 2 ms
- Rango de detección: 3cm -80cm
- Temperatura de trabajo: -25 °C hasta +70 °C

2.8 Webcam

Dispositivo para transmitir video a un monitor o a internet a través de la captura de una serie de imágenes por segundo.



Figura 7 Webcam (Maxitec, 2022)

2.9 Pantalla LCD 16x2

Las pantallas de cristal Líquido (en inglés “Liquid Crystal Displays” -LCD-) sirven para mostrar mensajes de manera rápida y vistosa. El tamaño de esta pantalla es de 16×2, es decir, un display de 2 filas, cada una de las cuales puede mostrar 16 caracteres o símbolos, normalmente alfanuméricos, que se pueden determinar programando con el microcontrolador o tarjeta.

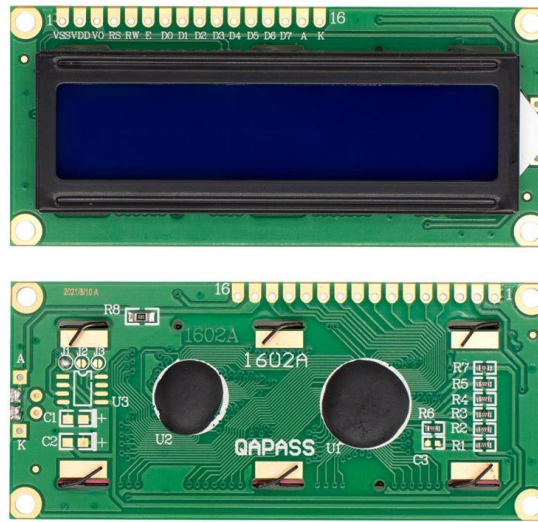


Figura 8 LCD 16X2 (Unit Electronics, 2022)

Tabla 1

LCD 2x16

Numero de Pin	Nombre	Función
1	VSS	GND
2	VDD	5V
3	V0	Control de contraste
4	RS	Selector entre comandos y datos
5	R/W	Escritura/Lectura

6	E	Habilita (Escritura/Lectura)
7 al 14	D0-D7	Pines de datos 8-bit
15	A/LED+	Alimentación de luz de fondo
16	K/LED-	GND luz de fondo

2.10 DFPlayer Mini MP3

DFROBOT, (2022) menciona: El DFPlayer Mini MP3 Player para Arduino es un módulo MP3 pequeño y de bajo precio con una salida simplificada directamente al altavoz. El módulo se puede usar como un módulo independiente con batería, altavoz y botones conectados o se puede usar en combinación con un Arduino UNO o cualquier otro con capacidades RX/TX.

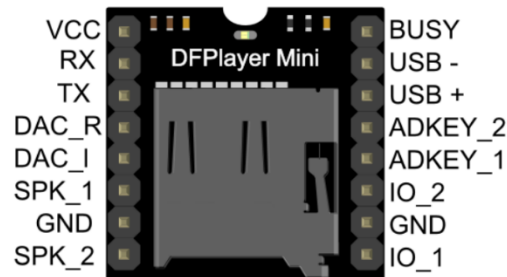


Figura 9 DFPlayer mini mp3 (DFROBOT, 2022)

Tabla 2
DFPlayer Mini MP3

Pin	Descripción	Nota
VCC	Voltaje de entrada	
RX	Entrada de serial UART	
TX	Salida de serial UART	
DAC_R	Salida del audio del canal derecho	Unidad de auriculares y amplificador
DAC_L	Salida del audio del canal Izquierdo	Unidad de auriculares y amplificador
SPK 2	Altavoz -	Unidad de altavoz de menos de 3W
GND	Tierra	GND
SPK1	Altavoz +	Unidad de altavoz de menos de 3W
IO1	Puerto de activación 1	Pulsación corta para reproducir el anterior (pulsación larga para disminuir el volumen)
GND	GND	GND
IO2	Puerto de activación 2	Pulsación corta para reproducir a continuación (pulsación larga para aumentar el volumen)
ADKEY1	Puerto AD 1	Disparar el primer segmento de reproducción.
ADKEY2	Puerto AD 2	Disparar el quinto segmento de reproducción.
USB+	USB+ DP	Puerto USB

USB-	USB- DM	Puerto USB
BUSY	Estado de reproducción	Reproduciendo medios bajo

2.11 Monitor

El Monitor de computadoras es el principal Periférico de salida de una Computadora.

Estos se conectan a través de una Tarjeta gráfica conocida con el nombre de adaptador o

Tarjeta de vídeo. La imagen que podemos observar en los monitores está formada por una

Matriz de puntos de luz, cada punto de luz reflejado en la pantalla es denominado como

un Pixel. (EcuRed, 2022)



Figura 10 Monitor (EcuRed, 2022)

2.12 Relé

El relé o relay es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor

controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán,

se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos

eléctricos independientes. (Electrónica Básica, 2022)



Figura 11 Relé (Electrónica Básica, 2022)

2.13 Relé de estado sólido (SSR)

Arrow, (2017) dijo: Un relé de estado sólido usa una señal eléctrica de baja potencia para generar una señal de semiconductor óptico, generalmente un opto acoplador, que transmite y energiza la señal de salida. Cuando se activa, la señal óptica de entrada actúa como el "conmutador" que permite que una señal de alto voltaje pase a través del componente de salida del SSR. Existen varias formas de hacer esto, aunque la característica en común entre todas ellas es la falta de piezas móviles, y por esto se los conoce como relés de estado sólido.

Los relés de estado sólido tienen la ventaja de ayudar a proteger el circuito de la electricidad estática, no tienen rebotes ni contacto y posee una mayor durabilidad a diferencia de otros relés.

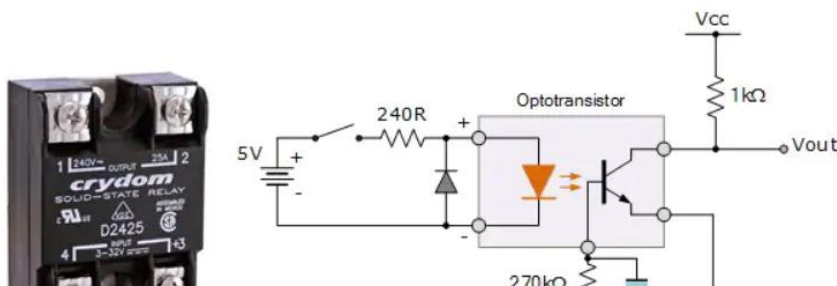


Figura 12 Relé de estado sólido (Arrow, 2022)

2.14 Display de 7 segmentos.

Este componente se utiliza para la representación de números en muchos dispositivos electrónicos. Internamente están constituidos por una serie de diodos LED con unas determinadas conexiones internas, estratégicamente ubicados para que forme un número 8 al unir los segmentos en el gráfico, las partes fundamentales de estos instrumentos son la carcasa, los terminales, los leds, y el punto. (Gslindustrias, 2022)

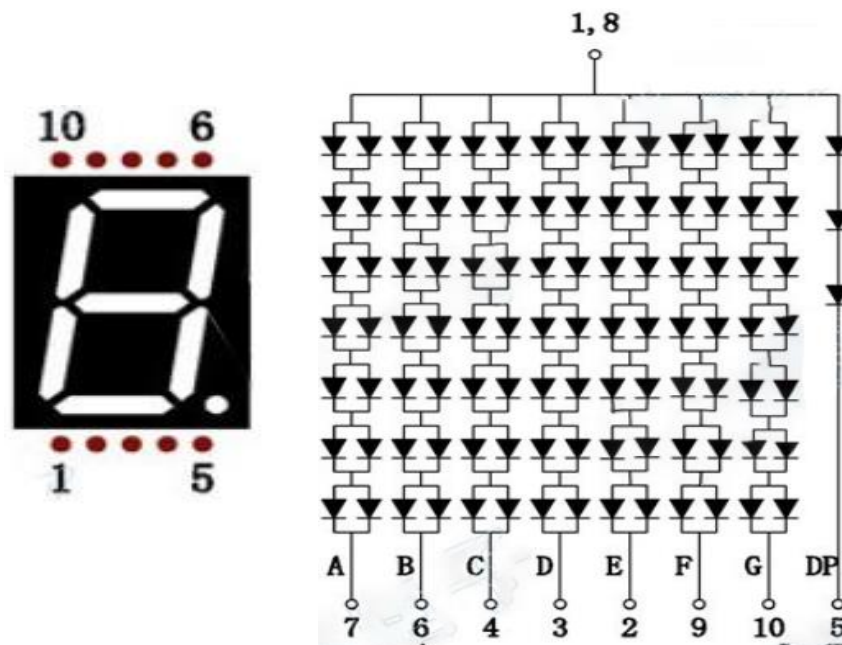


Figura 13 Display 7 segmentos de ánodo común (Aliexpress, 2022)

2.15 Sensor PIR HC-SR501

El módulo PIR modelo HC-SR501 es de bajo costo, pequeño, e incorpora la tecnología más reciente en sensores de movimiento. El sensor utiliza 2 potenciómetros y un jumper que permiten modificar sus parámetros y adaptarlo a las necesidades de la aplicación: sensibilidad de detección, tiempo de activación, y respuesta ante detecciones repetitivas.

Sus especificaciones técnicas son:

- Usa el PIR LHI778 y el controlador BISS0001
- Voltaje de alimentación: de 5 a 12 VDC
- Consumo promedio: < 1 miliampere
- Angulo de detección: cono de 110°
- Ajustes: 2 potenciómetros para ajuste de rango de detección y tiempo de alarma activa.
- Jumper para configurar la salida de alarma en modo mono-disparo o disparo repetitivo.
- Salida de alarma de movimiento con ajuste de tiempo entre 3 segundos a 5 minutos.
- Salida de alarma activa Vo con nivel alto de 3.3 volts, lista para conexión de un led, o un transistor y relevador.
- Tiempo de inicialización: después de alimentar el módulo HC-SR05, debe transcurrir 1 minuto antes de que inicie su operación normal. Durante ese tiempo, es posible que el módulo active 2 o 3 veces su salida.
- Tiempo de salida inactiva: cada vez que la salida pase de activa a inactiva, permanecerá en ese estado los siguientes 3 segundos. Cualquier evento que ocurra durante ese lapso es ignorado.

- Temperatura de operación: -15° a $+70^{\circ}$ C.

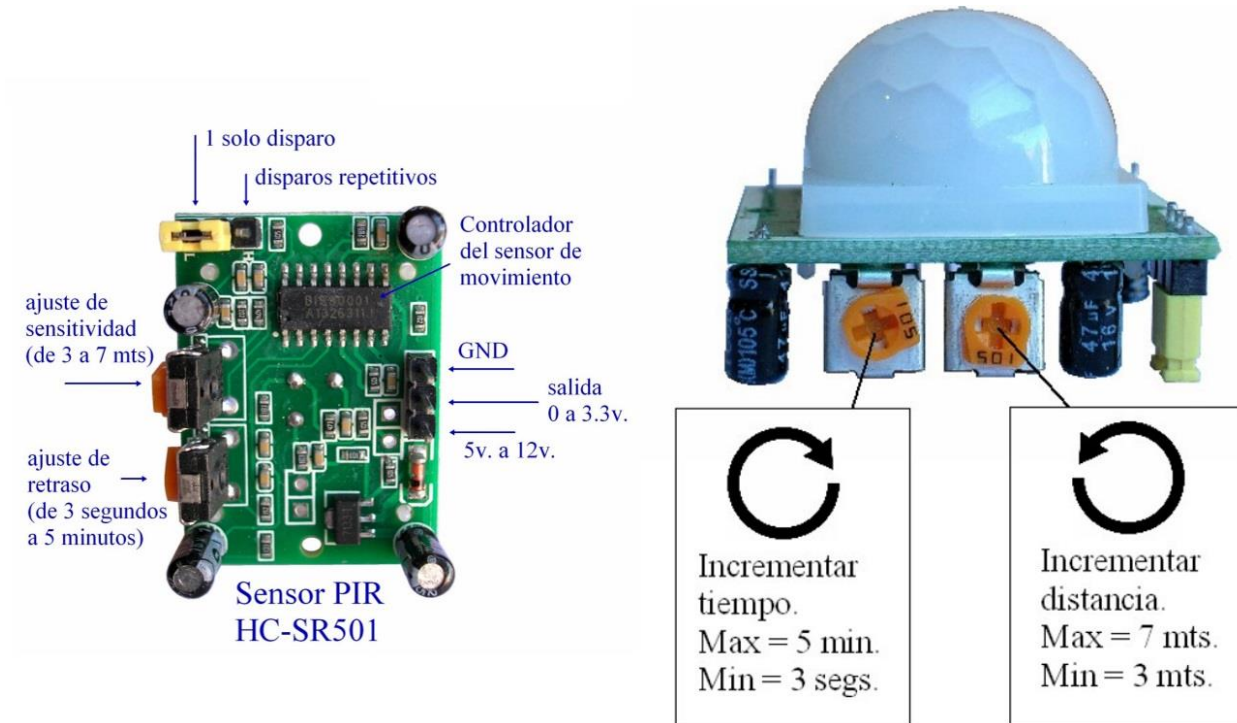


Figura 14 Sensor PIR HC-SR501 (Punto flotante S.A., 2022)

2.16 Dispensador Automático De Gel

Dispensador de Gel anti-bacterial o alcohol que funciona de manera automática, el cual es posible mediante un sensor Infrarrojo, por lo que sólo tendrás que acercar la mano para que dosifique la cantidad de Gel o alcohol necesaria, además de que hay un led indicativo por cada vez que se activa el sensor infrarrojo y tiene una capacidad de 700 ml.



Figura 15 Dispensador de Gel (SUKASA, 2020)

2.17 Sensor fotoeléctrico de tipo refractivo BJ3M-PDT

Newark an avnet company (2022) dice que el BJ3M-PDT-P es un sensor fotoeléctrico de tipo retro reflector polarizado con un rango de detección largo. Polaridad de potencia inversa incorporada, cortocircuito de salida, circuito de protección contra sobre corriente. Función de prevención de interferencias mutuas. Ajuste de sensibilidad VR incorporado. Mejora de la resistencia al ruido y minimiza el efecto de la luz perturbadora.

Características de sensor fotoeléctrico tipo refractivo:

- Modelo: BJ3M-PDT
- Voltaje de operación: 12V a 24V
- Corriente de trabajo: 100 mA
- Salida del sensor: NPN

- Tiempo de respuesta: 1 ms
- Rango de detección: hasta 3m
- Temperatura de trabajo: -25 °C hasta +55 °C



Figura 16 Sensor BJ3M-PDT (Newark an avnet company, 2022)

2.18 Circuito Integrado Regulador LM7805

Es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de regular voltaje positivo de 5V a 1A de corriente, en la mayoría de los desarrollos con Arduino o con programadores Pic estamos obligados a garantizar una fuente de tensión constante, eso disminuye la posibilidad de dañar nuestro circuito debido a oscilaciones en los niveles de tensión, la forma más práctica y simple de lograr esto es mediante el Regulador de voltaje 7805, básicamente es un dispositivo que cuenta con 3 pines. (etools, 2016)

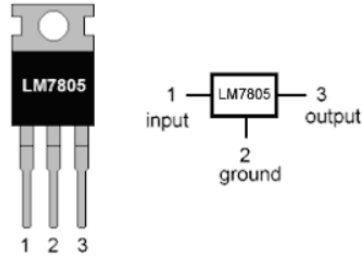


Figura 17 Regulador de tensión LM7805 (etools, 2016)

Condiciones de funcionamiento recomendadas:

Según lo indica Descubre Arduino, (2021):

“-Tensión de entrada: Mínimo 7V, Máximo 25V

- Corriente de salida: 1.5Amp

-Temperatura de la unión virtual en funcionamiento: Mínimo 0, Máximo 125°C”

Recomendación

Si las diferencias entre los voltajes de entrada y de salida no se gestionan bien, el LM7805 puede sobrecalentarse, lo que puede provocar un mal funcionamiento.

Descubre Arduino, (2021) menciona que las soluciones incluyen:

- “Limitación del voltaje de entrada a 2-3 voltios por encima del voltaje regulado de salida
- Colocación de un disipador de calor en el circuito para disipar las soluciones de calor”

2.19 Integrado Compuerta Lógica 74LS48

El 74LS48 es un circuito integrado que convierte el código binario de entrada en formato BCD a niveles lógicos que permiten activar un display de 7 segmentos de cátodo

común en donde la posición de cada barra forma el número decodificado. (AVElectronics, 2022)

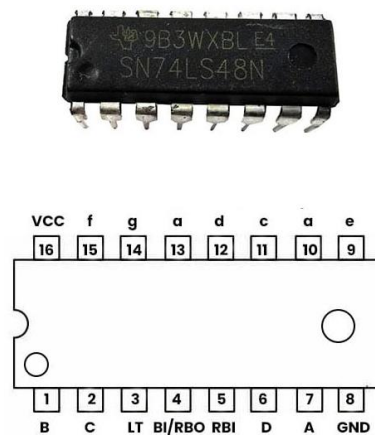


Figura 18 Regulador de tensión LM7805 (Unit Electronics, 2022)

Características:

- Voltaje de operación: 4.75V a 5.25V
- Corriente de trabajo: 8 mA
- Temperatura de trabajo: 0 °C hasta 70 °C

2.20 Circuito Integrado Común ULN2803

Electronica Plug And Play, (2022) hablo sobre el circuito integrado ULN2803 es un Arreglo de 8 transistores Darlington (configuración de dos transistores) con emisor común, cada uno de los ocho transistores es capaz de manejar 0.5A y 50V. Con diodos de protección de voltaje inverso para manejar cargas inductivas. Es un circuito integrado muy usado para controlar servos y motores paso a paso. Cada Darlington cuenta con una capacidad de carga de corriente de pico 600mA (500mA de manera continua). Sus entradas son compatibles TTL y CMOS de 5 V.

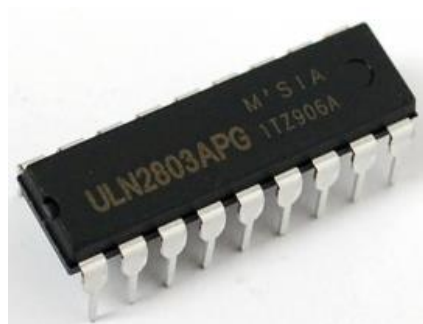


Figura 19 Circuito Integrado Común ULN2803 (Electronica Plug And Play, 2022)

2.21 Fuente de alimentación

Una fuente de alimentación conmutada es un dispositivo electrónico comúnmente conocido como fuente de alimentación, fuente de poder o fuente de alimentación conmutada. En electrónica, se define como una herramienta que convierte la corriente alterna en corriente continua en una o más salidas la cual puede alimentar a diferentes dispositivos electrónicos por ejemplo: motor de CD, leds de potencia, tira de leds, cámaras de CCTV, tarjetas o módulos Arduino, sensores, actuadores, amplificadores, circuitos integrados, etc. (Units Electronics, 2022)



Figura 20 Fuente de alimentación (Unit Electronics, 2022)

2.22 Alucobond

Alucobond es un panel plano, bastante ligero y resistente, compuesto por dos láminas finas de aluminio unidas a un plástico o núcleo a base de compuesto mineral (polietileno) que le confiere rigidez y es difícilmente inflamable o no inflamable, los paneles alucobond se pueden unir entre paneles y otros materiales usando remaches adecuados para el aluminio. Para aplicaciones en áreas al aire libre o de alta humedad, se deben usar remaches de núcleo de acero inoxidable para evitar la corrosión que afecta la superficie de la lámina. (La-Respuesta, 2020)



Figura 21 Alucobond (Spider servicio integral de letreros, 2021)

2.23 Reconocimiento de imágenes mediante Deep Learning

Hudson et al., (2021) dijo que el aprendizaje profundo (Deep Learning) proporciona un marco para diseñar e implementar redes neuronales profundas utilizando algoritmos, modelos y aplicaciones previamente entrenados. Puede utilizar redes neuronales complejas (ConvNets y CNN) y redes de memoria a corto y largo plazo (LSTM) para realizar la clasificación y regresión de imágenes, series de tiempo y datos de texto. Puede crear arquitecturas de red como las redes adversas comunes (GAN) y las redes siamesas mediante discriminación automática, rondas de entrenamiento personalizadas y pesos comunes. Con Deep Network Designer, puede diseñar,

analizar y entrenar su red. La aplicación Experiment Manager lo ayuda a administrar múltiples experimentos de aprendizaje profundo, realizar un seguimiento de los parámetros de entrenamiento, analizar los resultados y comparar el código de diferentes pruebas. Puede ver la activación de la clase y realizar un seguimiento gráfico del progreso del ejercicio.

MATLAB & Simulink (2021). El aprendizaje profundo es particularmente adecuado para aplicaciones de reconocimiento complejas como el reconocimiento facial, la traducción de texto y el reconocimiento de voz. También es una tecnología central utilizada en tareas y sistemas avanzados de asistencia al conductor, incluido el mapeo de carriles y el reconocimiento de señales de tráfico.

2.24 Red neuronal convolucional

Según (Berzal, 2019) nos dice:

Las redes convolutivas son las redes neuronales artificiales que se utilizan habitualmente para resolver múltiples problemas prácticos que requieren procesar imágenes. Por ejemplo, cuando la cámara frontal de un vehículo autónomo capta una señal de tráfico, debe identificar de qué señal concreta se trata (clasificación de imágenes). También puede interesarnos qué tipo de objetos aparece en la imagen correspondiente a una escena y localizarlos dentro de la imagen (detección de objetos).

MathWorks, (2022) plática sobre:

Una red neuronal convolucional puede disponer de decenas o cientos de capas que aprenden a detectar diferentes características de una imagen. Se aplican filtros a cada imagen de entrenamiento con distintas resoluciones, y la salida de cada imagen convolucionada se emplea

como entrada para la siguiente capa. Los filtros pueden variar desde características muy simples, tales como el brillo y los bordes, hasta más complejas, como las características que definen el objeto de manera única.

2.25 Aprendizaje de características, capas y clasificación

Al igual que otras redes neuronales, una CNN está compuesta por una capa de entrada, una capa de salida y muchas capas intermedias ocultas.

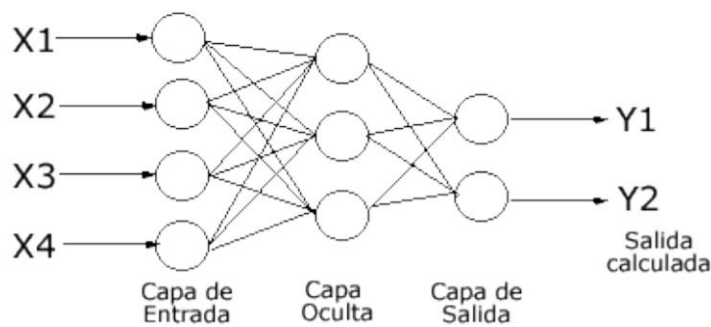


Figura 22 Estructura de red neuronal (Rull, 2016)

Estas capas realizan operaciones que alteran los datos con el objetivo de aprender características específicas de dichos datos. Las tres capas más frecuentes son: convolución, activación o ReLU, y pooling.

“Convolución: somete las imágenes de entrada a un conjunto de filtros convolucionales, cada uno de los cuales activa ciertas características de las imágenes”.

(MathWorks, 2022)

“En procesos digital de señales, cuando utilizamos señales discretas, la operación convolución se representa de la siguiente manera” (Berzal, 2019)

$$(f * g)[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m]g[n - m] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[n - m]g[m]$$

Ecuación 1

Normalmente uno de los operadores de la convolución es la señal que deseamos procesar, $x[n]$, y el otro corresponde al filtro, $h[n]$, con el procesamos la señal. Cuando el filtro es finito y se define solo sobre el dominio $\{0, 1, \dots, K-1\}$, la operación de convolución consiste en, para cada valor de la señal realizar K multiplicaciones y $K-1$ sumas (Berzal, 2019)

$$(x * h)[n] = \sum_{k=0}^{K-1} h[k]x[n - k]$$

Ecuación 2

La operación de convolución, que hasta ahora hemos definido sobre funciones de una variable, se puede extender fácilmente al caso multidimensional. En el caso de señales discretas definidas sobre dos variables a las que se le aplica un filtro de tamaño $K_1 \times K_2$, la convolución se calcula utilizando la siguiente expresión (Berzal, 2019)

$$(x * h)[n_1, n_2] = \sum_{k_1=0}^{K_1-1} \sum_{k_2=0}^{K_2-1} h(k_1, k_2) * x(n_1 - k_1, n_2 - k_2)$$

Ecuación 3

En procesamiento digital de imágenes, en las que las variables $[n_1, n_2]$ corresponden a las coordenadas $[x, y]$ de los píxeles de una imagen, el signo menos que aparece en la definición de la operación de convolución se suele sustituir por un signo más, de forma que la convolución se calcula como (Berzal, 2019):

$$(x * h)[n_1, n_2] = \sum_{k_1=0}^{K_1-1} \sum_{k_2=0}^{K_2-1} h(k_1, k_2) * x(n_1 + k_1, n_2 + k_2)$$

Ecuación 4

2.26 Unidad lineal rectificada (ReLU)

Permite un entrenamiento más rápido y eficaz al asignar los valores negativos a cero y mantener los valores positivos. También se lo denomina activación, dado que solo las características activadas pasan a la siguiente capa (Berzal, 2019)

Pooling: simplifica la salida al disminuir la tasa de muestreo no lineal, reduciendo así el número de parámetros que la red necesita aprender.

“Estas operaciones se repiten en decenas o cientos de capas, de modo que cada capa aprende a identificar diferentes características”. (MathWorks, 2022)

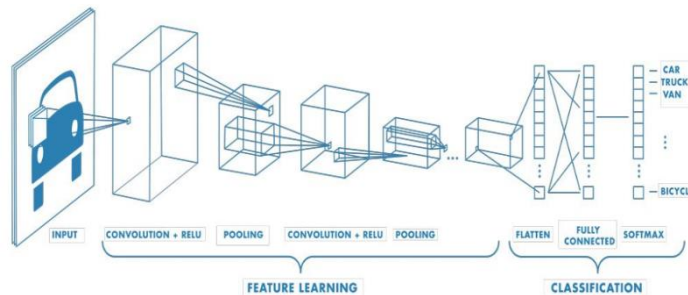


Figura 23 Ejemplo de una red con varias capas convolucionales. (MathWorks, 2022)

En esta imagen podemos observar que se aplican filtros a cada imagen de entrenamiento con distintas resoluciones, y la salida de cada imagen convolucionada se emplea como entrada para la siguiente capa.

2.27 Valores de peso y sesgo compartidos

(MathWorks, 2022) expresa:

Al igual que una red neuronal tradicional, una CNN consta de neuronas con pesos y sesgos. El modelo aprende estos valores durante el proceso de entrenamiento y los actualiza continuamente con cada nuevo ejemplo de entrenamiento. Sin embargo, en el caso de las CNN, los valores de pesos y sesgos son los mismos para todas las neuronas ocultas en una capa concreta. Esto significa que todas las neuronas ocultas detectan la misma característica, como un borde o una mancha, en diferentes regiones de la imagen. Esto hace que la red tolere la traslación de objetos en una imagen. Por ejemplo, una red entrenada para reconocer automóviles podrá hacerlo dondequiera que se encuentre el automóvil en la imagen.

2.28 Capas de clasificación

(MathWorks, 2022) aclara:

Después de aprender las características en varias capas, la arquitectura de una CNN pasa a la clasificación. La penúltima capa está totalmente conectada y proporciona como salida un vector de K dimensiones, donde K es el número de clases que la red será capaz de predecir. Este vector contiene las probabilidades para cada clase de cualquier imagen que se clasifique. La capa

final de la arquitectura de CNN utiliza una capa de clasificación, como softmax (función exponencial normalizada), para proporcionar la salida de clasificación.

2.29 Programas informáticos.

Entorno de trabajo en la programación:

IDE Arduino

Para Arduino.cl, (2022)

Empezar a programar la placa Arduino es necesario descargar un IDE (Integrated Development Environment). El IDE es un conjunto de herramientas de software que permiten a los programadores desarrollar y grabar todo el código necesario para hacer que nuestro Arduino funcione como queramos. El IDE de Arduino nos permite escribir, depurar, editar y grabar nuestro programa (llamados “sketches” en el mundo Arduino) de una manera sumamente sencilla.



Figura 24 IDE Arduino (Arduino.cl, 2022)

Python

Es un lenguaje de programación, multiparadigma y multinivel, con soporte en programación orientada a objetos, imperativa y funcional. Con este tipo de lenguaje se pueden crear aplicaciones nativas e híbridas, y cuenta con una sintaxis accesible para las personas con un nivel de 'alfabetización' básico en lenguajes de programación.

Este es un lenguaje de programación de código abierto, de propósitos generales y es gratuito, por lo que no tendrás que pagar una licencia para utilizarlo. Es interpretado, es decir que no se compila, lo que implica un tiempo mayor de ejecución frente a programas desarrollados con lenguajes compilados. (Caminiti, CoderHouse, 2021)



Figura 25 Python (Caminiti, CoderHouse, s.f.)

2.30 Librerías

Numpy

Numpy es una librería de Python especializada en el cálculo numérico y el análisis de datos, especialmente para un gran volumen de datos, incorpora una nueva clase de objetos llamados arrays que permite representar colecciones de datos de un mismo tipo en varias dimensiones, y funciones muy eficientes para su manipulación. (Aprende con Alf, 2022)

Matplotlib

Matplotlib es una librería de Python la cual se especializa en poder crear y personalizar los gráficos más comunes de dos dimensiones.

Argparse

Argparse es una biblioteca completa de procesamiento de argumentos. Argumentos puede desencadenar diferentes acciones, especificadas por el argumento `action` de `add_argument()`. Las acciones admitidas incluyen almacenar el argumento (individualmente o como parte de una lista), almacenando un valor constante cuando se encuentra un argumento (incluido un manejo especial para verdadero/falso valores para modificadores booleanos), contando el número de veces que un argumento se ve y se llama a una devolución de llamada para usar instrucciones de procesamiento personalizadas.

El módulo `argparse` también genera automáticamente mensajes de ayuda y de uso y muestra errores cuando los usuarios dan parámetros incorrectos al programa. (Schmidt, 2022)

OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision) comenzó como un proyecto de investigación en Intel. Actualmente es la biblioteca de visión por computadora más grande en términos de funciones poseídas. Actualmente, OpenCV contiene implementaciones de más de 2500 algoritmos. Además está disponible de forma gratuita para fines comerciales y académicos. (Marín, 2020)

Imutils

Imutils es una librería que posee una serie de funciones básicas de procesamiento de imágenes como: cambio de tamaño, traducción, clasificación de contornos, rotación, visualización de imágenes Matplotlib, esqueletización, detección de bordes, que trabaja en conjunto con Python y OpenCV (DANIEL, 2020)

Tensorflow

Tensorflow es un ecosistema propuesto por Google que se ha convertido en el entorno más popular para desarrolladores de aplicaciones que requieran Deep Learning. (Torres, 2020)

CAPITULO III

3.1 Diseño e implementación

En el presente capítulo se busca desarrollar una cabina que sea capaz de monitorear medidas de bioseguridad como lo son el uso de mascarilla, la toma de temperatura y el uso de alcohol, además se busca tener un control de aforo máximo, es decir que el acceso de las personas estará restringido a un número específico de personas que podrán entrar al establecimiento, esto se hace con el fin de seguir un aforo permitido de personas que pueden estar al mismo tiempo en dichos lugares cerrados.

Con todo lo mencionado anteriormente detallaremos la presente construcción y funcionamiento del prototipo.

3.2 Diagrama general de Funcionamiento.

El prototipo al usar múltiples sensores se tomó como punto principal diseñar una tarjeta principal en la cual contendrá la mayoría de las conexiones de los diferentes sensores los cuales tomarán datos y también de los que muestran datos a los usuarios, para el presente proyecto se diseñó una tarjeta principal en base a un Arduino Mega 2560, esta decisión se tomó debido a que la red convolucional que realiza la detección de mascarilla necesita bastante recursos computacionales por lo cual se tomó la decisión de usar la Raspberry Pi 4 para la ejecución de la red neuronal convolucional.

Para la tarjeta principal el Arduino Mega 2560 contendrá el manejo de los componentes a usar como los son:

- Sensores infrarrojo difuso y reflexivo
- Sensor de temperatura
- Relé para controlar encendido de tira leds y chapa magnética
- Sensor Ir
- Sensor Pir
- Sensor Ultrasónico
- Pantalla LCD 16x2
- Modulo Df player que se conectara a un parlante
- Display 7 segmentos

Y para la raspberry Pi 4 maneja los siguientes componentes:

- Monitor
- Webcam
- Sensor Pir

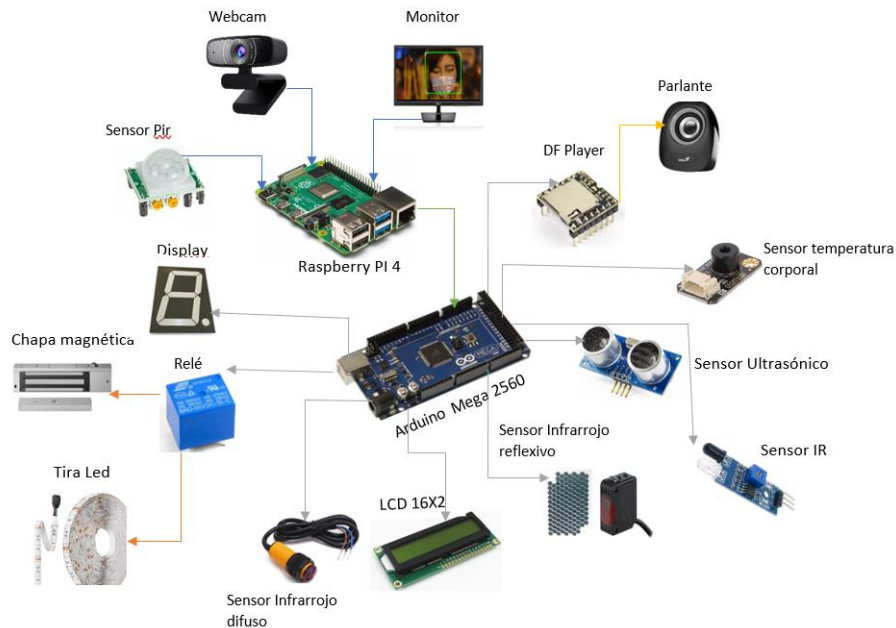


Figura 26 Diagrama general de componentes del proyecto

3.3 Diagrama general del prototipo

Ver anexo

3.4 Diseño del prototipo de la cabina de medidas de bioseguridad

Para la creación del modelo la cabina se visitó la Fundación Alixon Chávez en la cual se estudió el lugar para poder obtener medidas exactas del espacio con el que se contaba para poder hacer que la cabina se ajuste al espacio con el que se cuenta, una vez tomado la medida se diseñó en Autocad 3D el modelo guía de la cabina el cual íbamos a usar para construirla.

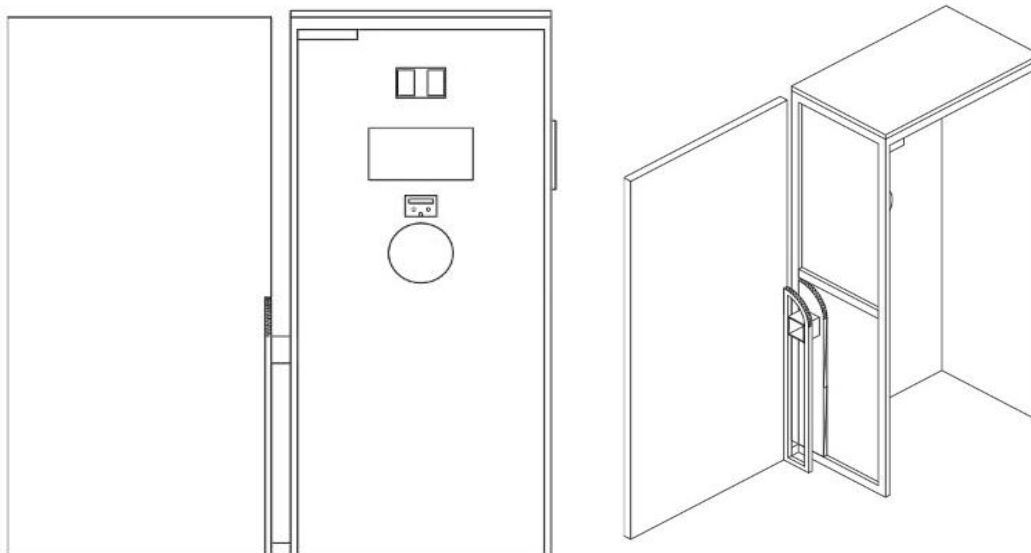
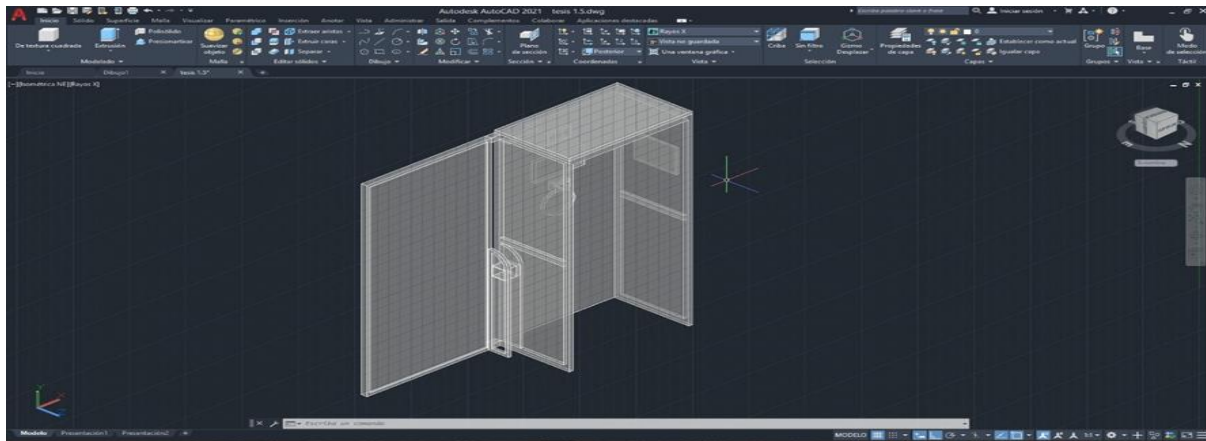


Figura 27 Modelo de cabina de monitoreo de medidas de bioseguridad

En la construcción de la cabina se tomó en consideración el lugar donde se la instalaría, su peso y material de construcción, El objetivo de su construcción es de tal manera que sea lo más desarmable posible con un peso mínimo para poder instalarla y moverla lo más fácil posible, para lo cual se usó materiales livianos y duraderos como el alucobond y aluminio, dando un resultado como el siguiente.



Figura 28 Cabina de monitoreo de medidas de bioseguridad

3.5 Diseño electrónico dentro de la cabina

La parte electrónica del diseño se basa principalmente en una tarjeta principal el cual su parte central se basara en un Arduino mega 2560 quien estará encargado de recibir los datos de los sensores a usar y además de enviar los datos que queremos mostrar que son los datos de temperatura y aforo máximo permitido para ingresas al local o establecimiento mediante una LCD 16x2, también contamos con un muestreo de conteo de personas que han usado la cabina, dicha placa madre tendrá las respectivos elementos como resistencias, diodos, capacitores, y más para el óptimo funcionamiento de los componentes a conectarse al Arduino, además de fusible de protección, cabe mencionar que la detección de la mascarilla se transmite al Arduino mediante un arreglo de transistores que enviara la señal de alto y bajo desde el raspberry pi 4 hacia el Arduino mega 2560.

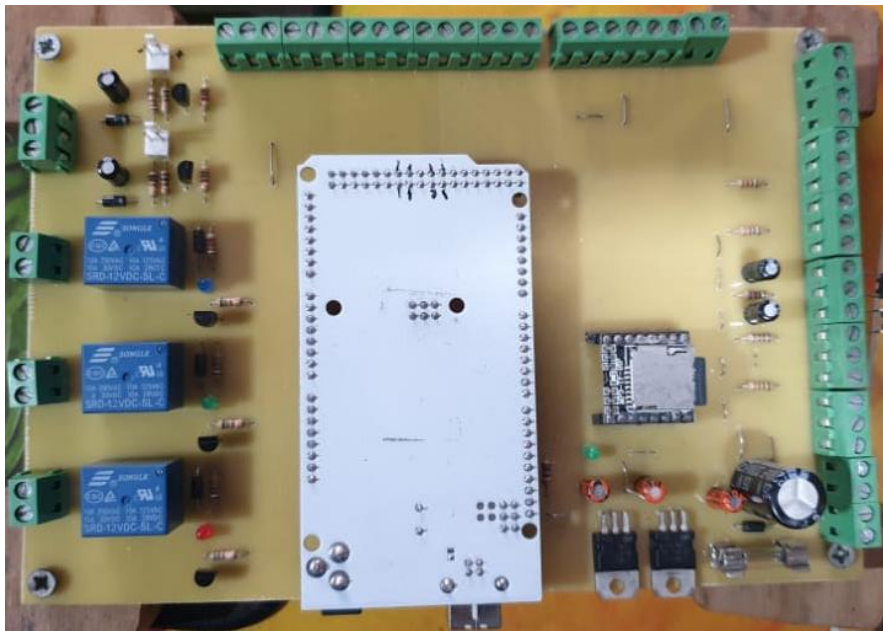


Figura 29 Tarjeta principal de cabina de monitoreo

También podemos ver un esquema del circuito principal en el siguiente anexo:

Esquema de tarjeta principal de sistema de monitoreo de bioseguridad con acceso a personas

A la hora de mostrar el número de personas ingresadas al local o establecimiento usamos leds de 7 segmentos de 5 pulgadas ánodo común por lo cual se tuvo la necesidad de hacer una tarjeta para colocar los Led de 7 segmentos con la electrónica necesaria para su óptimo funcionamiento, entre sus componentes destacados tenemos circuitos integrados de decodificador BCD y arreglo de transistores.



Figura 30 Tarjeta de LED de 7 segmentos de ánodo común

También podemos ver un esquema del circuito 2 en el siguiente anexo:

Esquema de tarjeta de Led de 7 segmento de ánodo común de 5in

Para la parte de conexión electrónica de la raspberry pi 4 se usó dos pines GPIO como salidas digitales para enviar dos señales, El primer pin digital se encargará de enviar un alto en caso de que el usuario use una mascarilla y el segundo pin digital enviara un alto para indicar que el usuario no usa una mascarilla, en la siguiente imagen podremos observar una prueba del funcionamiento de solo detección de mascarilla, en esta prueba se usó un led verde en caso de detección.



Figura 30 Prueba de detección de mascarilla

3.6 Programación de sistema de monitoreo de bioseguridad con su contador

Programación de Raspberry pi 4

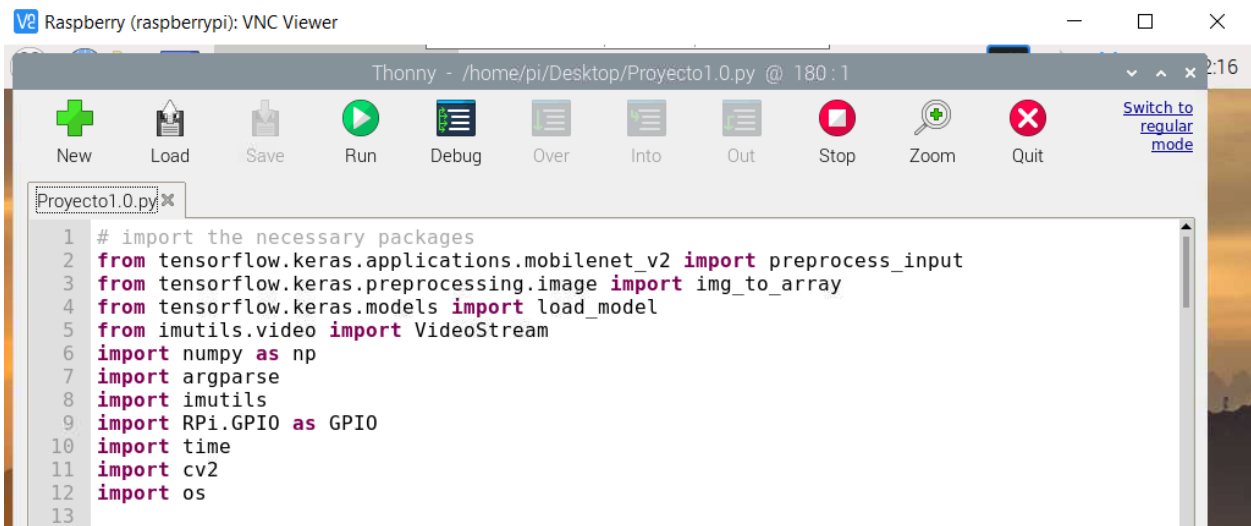
A la hora de programar en una raspberry pi 4, lo primero que se debe hacer es instalar el sistema operativo, para este proyecto se usó el sistema operativo Raspbian, por defecto dicho

sistema viene instalado una versión predeterminada de Python la cual el usuario puede usar o simplemente puede instalar una versión que necesite.

Al momento de encender la Raspberry pi 4 lo primero que se debe hacer es instalar las actualizaciones en el terminal esto con el fin de encontrar en estas actualizaciones mejora de rendimiento, nuevas funciones y parche para posibles errores que tenga el programa, los comandos para actualizar la raspberry se colocan en el terminal y son los siguientes:

- Sudo apt-get update
- Sudo apt-get dist-upgrade

Con lo antes mencionado podemos iniciar nuestro programa en Python para lo cual necesitaremos usar las siguientes librerías con lo cual trabaja nuestro programa de detección de mascarilla.



The image shows a screenshot of a Thonny Python IDE window. The window title is 'Raspberry (raspberrypi): VNC Viewer'. The main window title is 'Thonny - /home/pi/Desktop/Proyecto1.0.py @ 180 : 1'. The code editor shows the following Python code:

```
1 # import the necessary packages
2 from tensorflow.keras.applications.mobilenet_v2 import preprocess_input
3 from tensorflow.keras.preprocessing.image import img_to_array
4 from tensorflow.keras.models import load_model
5 from imutils.video import VideoStream
6 import numpy as np
7 import argparse
8 import imutils
9 import RPi.GPIO as GPIO
10 import time
11 import cv2
12 import os
13
```

Figura 31 Librerías utilizadas en programa de detección de mascarilla

De entre las librerías a utilizar las que más intervienen en la detección de mascarilla son Tensorflow, OpenCV y Imutils.

En vista que deseamos enviar una señal de salida para anunciar los estados de detección de mascarilla que son; con Mascarilla y sin mascarilla le definimos los pines de salida, además vamos usar un sensor Pir con el fin de que el programa de detección de mascarilla no este activo todo el tiempo, solo estará activo cuando el sensor Pir detecte a una persona en su debido rango de detección.

```
14 #Pins and variables
15 pir = 16
16 red = 23
17 green = 24
18
19 #Pin configuration
20 GPIO.setmode(GPIO.BCM)
21 GPIO.setup(red, GPIO.OUT)
22 GPIO.setup(green, GPIO.OUT)
23 GPIO.setup(pir, GPIO.IN)
24
```

Figura 32 Configuración de pines a usar en Raspberry pi 4

En la figura 44 se aprecia la creación de la función de detección de mascarilla y predicción en el cual se construye un blob cuyo propósito es facilitar el procesamiento de imágenes para la clasificación de aprendizaje profundo, los datos que solicita la función son los siguientes; blob=cv2.dnn.blobFromImage(Imagen, factor escalado=1.0, tamaño, media, swapRB=True). (pyimagesearch, 2022)

Lo que hace esta función es una resta media y escalado por algún factor de la imagen a procesar, luego entramos es un bucle for el cual al detectar una cara extrae la coincidencia asociada con la detección filtrando las detecciones débiles y asegurando las coincidencias mayores a la coincidencia mínimas.

```

25 def detect_and_predict_mask(frame, faceNet, maskNet):
26     (h, w) = frame.shape[:2]
27     blob = cv2.dnn.blobFromImage(frame, 1.0, (300, 300),
28                                 (104.0, 177.0, 123.0))
29     faceNet.setInput(blob)
30     detections = faceNet.forward()
31     faces = []
32     locs = []
33     preds = []
34
35     for i in range(0, detections.shape[2]):
36         confidence = detections[0, 0, i, 2]
37
38         if confidence > args["concidencia"]:
39             box = detections[0, 0, i, 3:7] * np.array([w, h, w, h])
40             (startX, startY, endX, endY) = box.astype("int")
41             (startX, startY) = (max(0, startX), max(0, startY))
42             (endX, endY) = (min(w - 1, endX), min(h - 1, endY))
43
44             face = frame[startY:endY, startX:endX]
45             face = cv2.cvtColor(face, cv2.COLOR_BGR2RGB)
46             face = cv2.resize(face, (224, 224))
47             face = img_to_array(face)
48             face = preprocess_input(face)

```

Figura 33 Procesamiento de imagen y filtración de coincidencia de detección

En la figura 35 en la función if realizaremos predicciones en todas las caras, luego se construye y define los argumentos en el cual se llamará al modelo entrenado de detección de mascarilla, se definirá su probabilidad de coincidencia por defecto.

Además, para la detección de mascarilla nos ayudamos con un modelo entrenado de detección de rostro el cual llamaremos a través de los argumentos definidos.

```

54     if len(faces) > 0:
55         faces = np.array(faces, dtype="float32")
56         preds = maskNet.predict(faces, batch_size=32)
57         return (locs, preds)
58 ap = argparse.ArgumentParser()
59 ap.add_argument("-f", "--face", type=str,
60                 default="face_detector",
61                 help="Ruta al directorio del modelo del detector de mascarilla")
62 ap.add_argument("-m", "--model", type=str,
63                 default="my_mask_detector2k.model",
64                 help="Ruta hacia el modelo entrenado de mascarilla")
65 ap.add_argument("-c", "--concidencia", type=float, default=0.5,
66                 help="Probabilidad mínima para filtrar detecciones débiles")
67 args = vars(ap.parse_args())
68 # cargar nuestro modelo serializado de detector de rostros desde el disco
69 print("[INFO] Cargando modelo detección de cara...")
70 prototxtPath = os.path.sep.join([args["face"], "deploy.prototxt"])
71 weightsPath = os.path.sep.join([args["face"],
72                                 "res10_300x300_ssd_iter_140000.caffemodel"])
73 faceNet = cv2.dnn.readNet(prototxtPath, weightsPath)
74 # cargar el modelo de detector de máscara facial desde el disco
75 print("[INFO] Cargando modelo detección de mascarilla facial...")
76 maskNet = load_model(args["model"])

```

Figura 34 Detección de caras por lote, construcción y definición de argumentos

En la figura 34 podemos observar cómo iniciamos un bucle de fotograma de la transmisión de video el cual una vez el sensor Pir detecta movimiento empezara mediante el bucle for a detectar rostro mediante un marco el cual nos indicara si la persona usa mascarilla, una vez predicho luego entraremos a un bucle if que nos indica que si la predicción de mascarilla es mayor a la sin mascarilla el recuadro que muestra la cara a la persona se vuelva verde e indica

```

87 while True:
88     time.sleep(0.1)
89     current_state = GPIO.input(pir)
90     if current_state == 1:
91         frame = vs.read()
92         frame = imutils.resize(frame, width=900)
93         (locs, preds) = detect_and_predict_mask(frame, faceNet, maskNet)
94         GPIO.output(red, False)
95         GPIO.output(green, False)
96         for (box, pred) in zip(locs, preds):
97             (startX, startY, endX, endY) = box
98             (mask, withoutMask) = pred
99             if mask > withoutMask:
100                 label = "Con mascarilla, gracias!"
101                 color = (0, 255, 0)
102                 GPIO.output(green, True)
103                 GPIO.output(red, False)
104             else:
105                 label = " Sin mascarilla..!"
106                 color = (0, 0, 255)
107                 GPIO.output(green, False)
108                 GPIO.output(red, True)

```

un mensaje que dice “ con mascarilla, gracias”, caso contrario el recuadro que muestra la cara de la persona se vuelve rojo e indica un mensaje que dice “Sin mascarilla...!”

Figura 35 Detección de uso de mascarilla.

Programación de Arduino mega 2560

En la programación de la tarjeta principal que contiene al Arduino mega 2560, siendo este quien se comunica y comanda a la mayoría de los sensores usados en este proyecto, de tal manera se incluye las librerías necesarias, esto se aprecia en la Figura 37.

```
1 | #include <Wire.h>
2 | #include <Adafruit_MLX90614.h>
3 | #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4 | #include <SoftwareSerial.h>
5 | #include "DFRobotDFPlayerMini.h"
```

Figura 36 Librerías utilizadas Proyecto.ino

A la hora de programar utilizamos múltiples variables con nombres afín, para ayudarnos a llevar de mejor manera la codificación, de entre esas variables podemos encontrar las configurables como los son:

- Temperatura es la variable a la cual le imponemos al programa que consideramos como temperatura baja, promedio y alta,
- Aforo es la variable que indica el número máximo de personas que pueden ingresar
- Distancia es la variable que controla la distancia de detección de acercamiento de la persona por parte del sensor ultrasónico.

También usamos variables de configuración que se utilizan para poder realizar comparaciones con las variables correspondientes a valores entregados por los sensores y así realizar la configuración del programa.

```
11 //////////////////////////////////////////////////Variables de configuración////////////////////////////////////
12 int valor_de_distancia = 100;
13 int contador_aforo = 2;
14 int contador_persona = 0;
15 float temp_bajo = 10.0;
16 float temp_promedio1 = 25.0;
17 float temp_promedio2 = 37.9;
18 float temp_alta = 38.0;
19 //////////////////////////////////////////////////Variables////////////////////////////////////
20 int val_a = 41;
21 int val_b = 43;
22 const int Trigger = 2;
23 const int Echo = 3;
24 int estado_mascarilla = 0;
25 float val_temp = 0;
26 int sensor_entrada_usuario = 5;
27 int sensor_salida_usuario = 4;
28 byte aux_lcd = 0;
29 byte flag_temp = 0;
30 byte flag_user_cont = 0;
31 int cont_aforo = contador_aforo;
32 int cont_persona = contador_persona;
33 byte sensor_gel = 9;
34 int luz_verde = 47;
35 int luz_roja = 49;
36 int puerta_electrica = 45;
```

Figura 37 Variables a usadas en Proyecto.ino

Una vez definidas nuestras variables a usar, configuramos nuestra placa Arduino mega 2560, toda esta configuración se la realiza en el apartado de void setup. En el cual le indicaremos a nuestra placa Arduino que pines se configuraran como entradas y salida, los cuales se indicara respectivamente de acuerdo con las variables antes mencionadas, además también configuraremos parámetro como frecuencia de trabajo de sensores y módulos, inicialización de componentes como inicio de lcd y volumen del módulo DF player para el audio.

```

62 void setup() {
63   Serial.begin(9600);
64   mlx.begin();
65   DFPlayerSerial.begin(9600);
66   myDFPlayer.begin(DFPlayerSerial);
67   myDFPlayer.volume(30); //De 0 a 30
68   // pinMode(INPUT, btn_bajar);
69   // pinMode(INPUT, btn_subir);
70   pinMode(val_a, INPUT);
71   pinMode(val_b, INPUT);
72   pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin como salida
73   pinMode(Echo, INPUT); //pin como entrada
74   digitalWrite(Trigger, LOW); //Inicializamos el pin con 0
75   pinMode(sensor_gel, INPUT);
76   pinMode(sensor_entrada_usuario, INPUT);
77   pinMode(sensor_salida_usuario, INPUT);
78   pinMode(luz_verde, OUTPUT);
79   pinMode(luz_roja, OUTPUT);
80   pinMode(puerta_electrica, OUTPUT);
81   digitalWrite(luz_verde, HIGH);
82   digitalWrite(luz_roja, HIGH);
83   delay(1500);
84   digitalWrite(luz_verde, LOW);
85   digitalWrite(luz_roja, LOW);
86
87   pinMode(decena_a, OUTPUT);
88   pinMode(decena_b, OUTPUT);
89   pinMode(decena_c, OUTPUT);
90   pinMode(decena_d, OUTPUT);
91
92   pinMode(unidad_a, OUTPUT);
93   pinMode(unidad_b, OUTPUT);
94   pinMode(unidad_c, OUTPUT);
95   pinMode(unidad_d, OUTPUT);

```

Figura 38 Configuración de parámetros y pines de Arduino mega 2560

Nuestro programa principal funciona con el estado del uso de la mascarilla el cual al no detectar mascarilla del usuario mediante la señal recibida por la raspberry entrara a la función de detección() el cual entrara a un bucle hasta que tenga una detección positiva del uso de mascarilla por parte del usuario, una vez que se detecte el uso de las mascarilla del usuario entrara a iniciar una secuencia de funciones que cumplir para lograr un monitoreo de medidas de bioseguridad y llevar un control de aforo máximo a ingresar al local o establecimiento.

Además, cabe mencionar que por cada paso de monitoreo habrá una pista de audio con sus respectivas indicaciones, esto es posibles gracias a la tarjeta DF player quien guarda una lista

de audio a través de una micro SD y se reproduce mediante el número correspondiente al orden de la lista de audios guardados.

```
119 void loop() {
120   if (estado_mascarilla == 0) {
126     deteccion();
127   if (estado_mascarilla == 1) {
131     afdato1 = digitalRead(sensor_entrada_usuario); //Sensor para el conteo ascendente del aforo
132     afdato2 = digitalRead(sensor_salida_usuario); //Sensor para el conteo descendente del aforo
133
134     contador_usuario(); //Conteo de personas que ingresan y salen.
135     activacion_rele(); //Activación de relés
136     desinfeccion(); //Detección del uso de gel desinfectante
137 }
```

Figura 39 Inicio del proceso de monitoreo de medidas de bioseguridad con control de aforo

Como podemos apreciar en la figura 40 las funciones creadas para el uso de nuestro programa son las siguientes:

- Void detección (): la función que cumple es permanecer en un bucle hasta que se detecte mascarilla por parte del usuario.
- Void desinfección (): esta función está diseñada para tomar una señal infrarroja del usuario a la hora de tomar el gel o alcohol para desinfectar sus manos.
- Void activación_rele (): esta función es la encargada de accionar los relés para energizar la chapa magnética y los leds rojo y verde de la puerta de entrada.
- Void contador usuario (): la función esta encargada de contar ascendentemente cada vez que el sensor infrarrojo detecte un cambio de estado en la puerta de entrada y el sensor infrarrojo en la puerta de salida contara ascendentemente cuando detecte u cambio de estado en la puerta de salida
- Float medir_temperatura (): esta función realiza la medición de la temperatura que recibe mediante la comunicación I2C del sensor mlx90614 hacia el arduino mega2560

- Long detector_de_distancia ():
- La función es encargada de detectar la proximidad cercana de la persona hacia el sensor de temperatura, esto con el fin de que mientras más cercano la persona este del sensor a la hora de toma de temperatura más exacto es la toma de temperatura.
- Void mostrador_display (String contador) : en esta función le decimos a los display de 7 segmento el orden de numeración que deben mostrar.
- Void generar_numero_unidad (int valor) : esta función controla la numeración de la unidad de un solo display de 7 segmento
- Void generar_numero_decena (int valor) : esta función controla la numeración de la decena de un solo display de 7 segmento
- Void mostrador_mensaje_inicio (String contador) : esta función mostrara los mensajes de toma de temperatura y aforo máximo en la Lcd

```

139 ///////////////Funciones/////////////////
140 // Recepcion de señal de raspberry pi 4
141 void deteccion() {
163
164 //Acceso de usuarios
165 void detectar_usuario_y_medir_temperatura () {
206
207 // Uso de gel
208 void desinfeccion() {
215
216 //Activación de los relé
217 void activacion_rele() {
242
243 //Conteo de usuarios
244 void contador_usuario() {
260
261 //Medición de temperatura corporal
262 float medir_temperatura() {
267
268 //Medición de distancia
269 long detector_de_distancia() {
282 //Muestreo de mensajes de contador
283 void mostrador_display(String contador) {
296 //decena de display de 7 segmentos
297 void generar_numero_decena(int valor) {
309 //unidad de display de 7 segmentos
310 void generar_numero_unidad(int valor) {
322 //Muestreo de mensajes de inicio en LCD 2x16
323 void mostrar_mensaje_inicio(float temp) {

```

Figura 40 Funciones creadas en el Arduino Mega 2560 para el proyecto

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones

Como resultado del presente proyecto concluye que:

- Se logro aplicar satisfactoriamente un modelo entrenado de red convolucional para la detección del uso de mascarilla en una Raspberry Pi4.
 - o La red en cuestión se concluye que consta con un grado de satisfacción del 97% de reconocimiento correcto en el uso de mascarilla.
 - o El número de iteraciones al momento del entrenamiento influye en el desempeño del modelo de red neuronal. Dando mejores resultados al aumentar el número de estas.
- El algoritmo responsable de la detección de mascarillas resulto ser algo pesado para el equipo propuesto, por lo que se optó transferir la parte de monitoreo de temperatura corporal, control del número de usuarios de la cabina y medidas de bioseguridad, a una tarjeta Arduino Mega. La cual se comunica en tiempo real con el controlador Raspberry Pi4, creando así sistema completo sin sacrificar un uso excesivo de recursos y tiempo de proceso.

4.2 Recomendaciones

- Realización de una exploración a mayor profundidad en las diversas fuentes bibliográficas para un mejor enriquecimiento del conocimiento adquirido.
- Implementar un hardware con mayor capacidad computacional o recursos, para poder ganar mayor velocidad en las pruebas y entrenamiento.
- Alimentar cada sensor o dispositivo, de una fuente diferente a la proporcionada por el microcontrolador, de esta obtenemos beneficios como lo son:
 - Eliminar al máximo el ruido eléctrico producido por oscilaciones en la fuente, producidas básicamente por las operaciones de la misma.
 - El microcontrolador trabaja libre es decir sin estar sobrecargados, no se va a calentar el regulador propio del Arduino mega 2560
- El uso de capacitores o integrados como el 74LS14N para a eliminar rebotes a la hora de trabajar con o elementos mecánicos.
- Siempre es recomendable no conectar los pines de dos hardware diferentes directamente, porque podrían tener diferentes estructuras internas que podrían no acoplarse las señales correctamente.
- No conectar las entradas de dos dispositivos directamente, en su caso utilizar otros tipos de acoplamientos para hardware como lo es el uso de optoacopladores.
- Uso de conexión de resistencias pull-up & pull-down para establecer voltajes de reposo.
- Creación del mínimo número de variables y de preferencia con nombres cortos, entendibles, fáciles de recordar y en inglés.

4.3 Análisis de resultados

Se verifico que el proyecto realice los objetivos previamente planteados, además de corroborar el correcto funcionamiento de los sensores utilizados, módulo de reproducción de audio, leds de 7 segmento y pantalla lcd de 16x2, que se encuentran conectados en la tarjeta principal encargada del funcionamiento de estos, por último, se verifico el monitoreo de detección de mascarilla y su comunicación hacia la tarjeta principal.

La detección de mascarilla cuenta con dos casos. El usuario queda a la vista de la webcam donde será detectado por un sensor PIR, empezando así el reconocimiento del uso de mascarilla, el usuario podrá ver su imagen en tiempo real a través del monitor ubicado en la cabina, donde su rostro quedara encerrado dentro de un recuadro indicativo, además se deberán activar una señal luminosa y una señal acústica indicando el caso en el que se encuentra el usuario.

Siendo el primer caso para el usuario sin mascarilla, indicándolo con un recuadro, señal luminosa roja y un audio: Acceso denegado, usuario sin mascarilla.

Para el segundo caso que indica el usuario con mascarilla, indicándolo con un recuadro, señal luminosa verde y un audio: Usuario con mascarilla, avance y tome su temperatura.

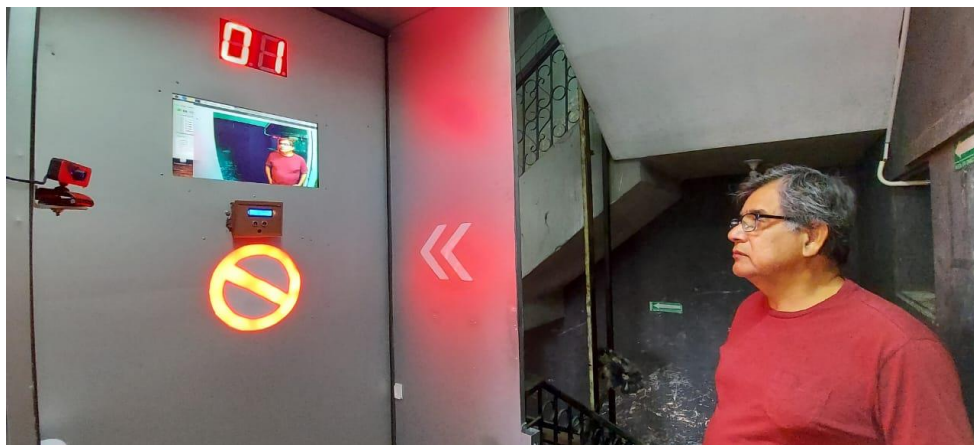


Figura 41 Caso 1

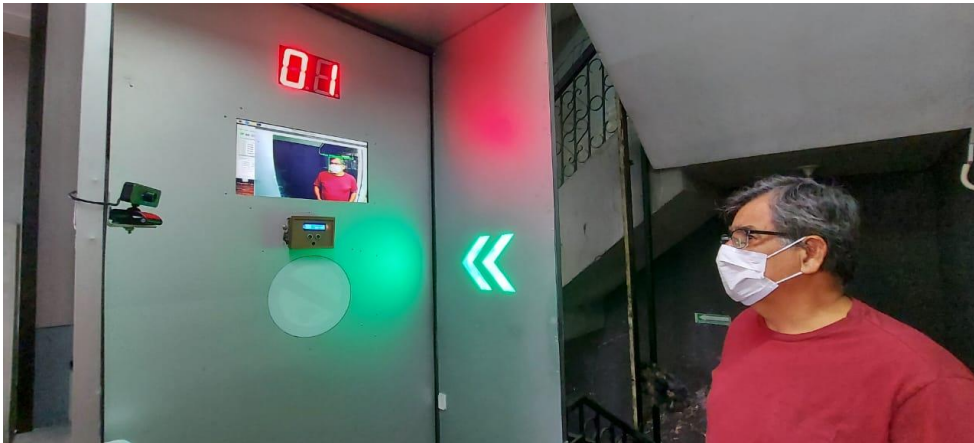


Figura 42 Caso 2

Cabe mencionar que al hacer pruebas de la detección de mascarilla, el sistema de monitoreo está diseñado para el reconocimiento de un usuario a la vez, si la webcam detecta múltiples usuarios, corre el riesgo de colapsar el programa.

Luego de la detección de mascarilla sigue la detección de temperatura, en la cual el usuario ingresará a la cabina en donde encontrará una caja café donde se encuentran:

- Pantalla lcd que muestra la lectura de la temperatura, el número monitoreado de usuario ingresados y el número total de aforo máximo permitido.

- Sensor ultrasónico que detectara al usuario a una distancia de 10cm o menos para poder activar el sensor de monitoreo de temperatura corporal.

- Sensor de temperatura que se encarga de tomar la temperatura corporal.

Al momento de monitorear temperatura si es correcta se encenderá las luces led verdes y reproducirá un audio indicando: temperatura normal

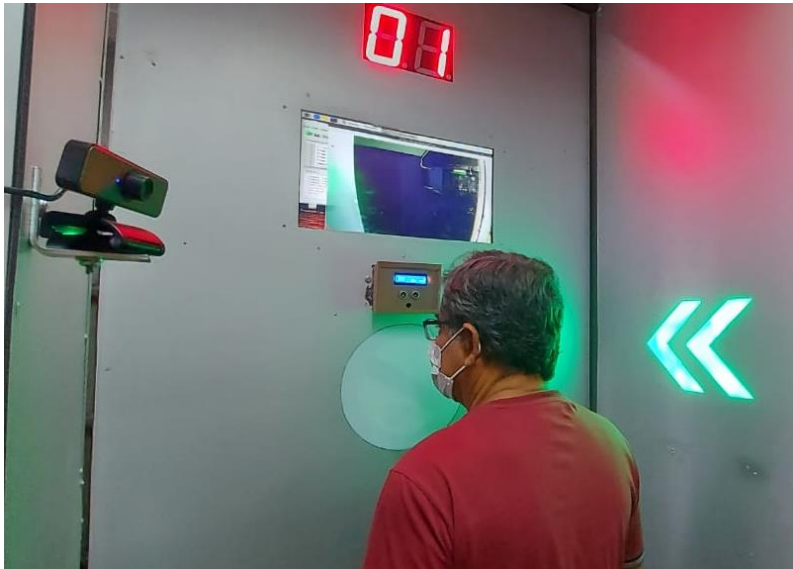


Figura 43 Monitoreo de temperatura rango normal

Si la temperatura es alta se encenderá las luces led roja y se reproducirá un audio indicando: Acceso denegado por temperatura elevada.



Figura 44 Monitoreo de temperatura rango alta

El sistema de monitoreo cuenta con un dispensador de alcohol automático para su libre uso.



Figura 45 Dispensado de alcohol automático

Una vez monitoreada la temperatura y la detección de mascarilla la chapa magnética se desactivará para que el usuario pueda ingresar al establecimiento.



Figura 46 Activación y desactivación de chapa magnética.

Al momento de ingresar se iniciará el conteo de aforo a través de un sensor BJ3M-PDT, el cual dio mejores resultados a la hora de detectar que el E18-D80NK.



Figura 47 Sensor infrarrojo reflectivo.

Consecuentemente que el sensor infrarrojo reflectivo cambie de estado podremos observar que el sistema de monitoreo conto a la persona que ingreso al establecimiento.



Figura 48 Contador ascendente de ingreso de usuario

Por último, el sistema de monitoreo cuenta con un contador infrarrojo difuso para el conteo descendente del usuario que se retira del establecimiento.



Figura 49 Contador descendente de salida de usuario

Referencias

Aliexpress. (12 de FEBRERO de 2022). *Aliexpress*. Obtenido de Aliexpress:

https://es.aliexpress.com/item/2251832398486067.html?srcSns=sns_WhatsApp&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social_params=20543947625&aff_fcid=3dc3eb433ef04e16aaa7566f122ba005-1652313795558-03870-_mPzXd90&tt=MG&aff_fsk=_mPzXd90&aff_platform=defa

Aprende con Alf. (12 de MAYO de 2022). *Aprende con Alf*. Obtenido de Aprende con Alf:

<https://aprendeconalf.es/docencia/python/manual/numpy/>

Arduino.cl. (22 de MARZO de 2022). *Arduino.cl*. Obtenido de Arduino.cl:

<https://arduino.cl/programacion/>

Arduino.cl. (5 de MARZO de 2022). *Arduino.cl*. Obtenido de Arduino.cl:

<https://arduino.cl/?s=arduino+mega+2560>

arqe. (12 de diciembre de 2021). *arqe*. Obtenido de arqe:

<https://arqe.com.ec/tienda/2019/07/12/cerraduras-electromagneticas-caracteristicas-y-beneficios/#:~:text=Sus%20caracter%C3%ADsticas%20son%3A%20Resistencia%20mayor,dise%C3%B1adas%20para%20portones%20y%20rejas.>

Arrow. (31 de MAYO de 2022). *Arrow*. Obtenido de Arrow: <https://www.arrow.com/es->

[mx/research-and-events/articles/crydom-solid-state-relays-vs-electromechanical-relays](https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/crydom-solid-state-relays-vs-electromechanical-relays)

AVElectronics. (21 de ENERO de 2022). *AVElectronics*. Obtenido de AVElectronics:

<https://avelectronics.cc/producto/7448/>

Berzal, F. (2019). Redes Neuronales & Deep Learning. En F. Berzal, *Redes Neuronales & Deep Learning* (pág. 606). Granada: Independently published. Recuperado el 04 de 09 de 2021

Caminiti, G. (31 de agosto de 2021). *CoderHouse*. Obtenido de https://latam.coderhouse.com/blog/que-es-python?utm_term=&utm_campaign=9&utm_source=google_performance_max&utm_medium=cpc&gclid=CjwKCAjwp7eUBhBeEiwAZbHwkXS-KZof0l6FXa8s_nbP3HrfIocJrZeB-6zl5WiI9jDtdDvpfGUWtBoCwTcQAvD_BwE

Caminiti, G. (s.f.). *CoderHouse*. Obtenido de https://latam.coderhouse.com/blog/que-es-python?utm_term=&utm_campaign=9&utm_source=google_performance_max&utm_medium=cpc&gclid=CjwKCAjwp7eUBhBeEiwAZbHwkXS-KZof0l6FXa8s_nbP3HrfIocJrZeB-6zl5WiI9jDtdDvpfGUWtBoCwTcQAvD_BwE

DANIEL, M. O. (18 de diciembre de 2020). *Repositorio Digital Utmach*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15890>

Descubre Arduino. (3 de JULIO de 2021). *Descubre Arduino*. Obtenido de Descubre Arduino: <https://descubrearduino.com/lm7805/>

DFROBOT. (25 de FEBRERO de 2022). *DFROBOT*. Obtenido de DFROBOT: https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299

EcuRed. (3 de ABRIL de 2022). *EcuRed*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Monitor_de_computadora

Electrónica Básica. (6 de FEBRERO de 2022). *Electrónica Básica*. Obtenido de Electrónica Básica: <https://electronicabasica.site/como-funciona-un-rele-o-relay/>

Electronica Plug And Play. (21 de ENERO de 2022). *Electronica Plug And Play*. Obtenido de

Electronica Plug And Play: [https://www.electronicaplugandplay.com/componentes-](https://www.electronicaplugandplay.com/componentes-discretos/product/483-darlington-array-uln2803#:~:text=El%20circuito%20integrado%20ULN2803%20es,y%20motores%20paso%20a%20paso.)

[discretos/product/483-darlington-array-](https://www.electronicaplugandplay.com/componentes-discretos/product/483-darlington-array-uln2803#:~:text=El%20circuito%20integrado%20ULN2803%20es,y%20motores%20paso%20a%20paso.)

[uln2803#:~:text=El%20circuito%20integrado%20ULN2803%20es,y%20motores%20pas](https://www.electronicaplugandplay.com/componentes-discretos/product/483-darlington-array-uln2803#:~:text=El%20circuito%20integrado%20ULN2803%20es,y%20motores%20paso%20a%20paso.)

[o%20a%20paso.](https://www.electronicaplugandplay.com/componentes-discretos/product/483-darlington-array-uln2803#:~:text=El%20circuito%20integrado%20ULN2803%20es,y%20motores%20paso%20a%20paso.)

ElectroStore. (22 de MAYO de 2022). *ElectroStore*. Obtenido de ElectroStore:

[https://grupoelectrostore.com/shop/sensores/infrarrojos/modulo-sensor-infrarrojo-de-](https://grupoelectrostore.com/shop/sensores/infrarrojos/modulo-sensor-infrarrojo-de-temperatura-gy-906-mlx90614/)

[temperatura-gy-906-mlx90614/](https://grupoelectrostore.com/shop/sensores/infrarrojos/modulo-sensor-infrarrojo-de-temperatura-gy-906-mlx90614/)

etools. (9 de MARZO de 2016). *etools*. Obtenido de etools:

<https://www.electrontools.com/Home/WP/regulador-de-voltaje-7805/>

Gslindustrias. (12 de ENERO de 2022). *Gslindustrias*. Obtenido de Gslindustrias:

<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/display-de-7-segmentos>

La-Respuesta. (22 de ENERO de 2020). *La-Respuesta*. Obtenido de La-Respuesta: [https://la-](https://la-respuesta.com/articulos-populares/Que-es-el-material-alucobond/)

[respuesta.com/articulos-populares/Que-es-el-material-alucobond/](https://la-respuesta.com/articulos-populares/Que-es-el-material-alucobond/)

Lector de texto con voz online. (4 de enero de 2022). *Lector de texto con voz online*. Obtenido de

Lector de texto con voz online: <http://texttospeechrobot.com/tts/es/texto-a-voz/>

Marín, R. (12 de FEBRERO de 2020). *Revista digital Inesem*. Obtenido de Revista digital

Inesem: <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/opencv/>

Mas Ferretería. (s.f.). Obtenido de [https://www.masferreteria.com/blog/cierrapuertas-que-es-](https://www.masferreteria.com/blog/cierrapuertas-que-es-para-que-sirve-y-)

[para-que-sirve-y-](https://www.masferreteria.com/blog/cierrapuertas-que-es-para-que-sirve-y-)

tipos/#:~:text=Un%20cierrapuertas%20es%20un%20sistema,golpes%20fuertes%20ni%20sonidos%20molestos.

MathWorks. (17 de febrero de 2022). *MathWorks*. Recuperado el 04 de 9 de 2021, de MathWorks: <https://la.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network-matlab.html>

Maxitec. (22 de marzo de 2022). *Maxitec*. Obtenido de Maxitec: <https://www.maxitec.com.ec/logitech-camara-web-hd-pro-stream-c922-960-001087/p>

Naylamp mechatronics. (6 de diciembre de 2021). *Naylamp mechatronics*. Obtenido de Naylamp mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>

Naylamp Mechatronics. (4 de ENERO de 2022). *Naylamp Mechatronics*. Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/236-sensor-de-proximidad-fotoelectronico-infrarrojo-e18-d80nk.html>

Newark an avnet company. (7 de abril de 2022). *Newark an avnet company*. Obtenido de Newark an avnet company: <https://www.newark.com/autonics/bj3m-pdt-p/photoelectric-sensor-0-1-3m-pnp/dp/22T0671>

Organización Mundial De La Salud. (22 de FEBRERO de 2022). *Organización Mundial De La Salud*. Obtenido de Organización Mundial De La Salud: <https://www.who.int/es/news/item/22-02-2022-statement-on-omicron-sublineage-ba.2>

Punto flotante S.A. (5 de febrero de 2022). C. Obtenido de V:

<https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf>

pyimagesearch. (5 de Mayo de 2022). Obtenido de <https://pyimagesearch.com/2017/11/06/deep-learning-opencv-blobfromimage-works/>

RODRÍGUEZ DE LUIS, E. (15 de JULIO de 2018). *Xataka*. Obtenido de Xataka:

<https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>

Rull, M. V. (21 de AGOSTO de 2016). Reconocimiento de objetos usando Deep Learning.

Reconocimiento de objetos usando Deep Learning. Sevilla, SEVILLA, ESPAÑA:

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Recuperado el 04 de 09 de 2021, de

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/91070/fichero/Marina+Vazquez+Rull+-+Reconocimiento+de+Objetos+usando+Deep+Learning+TFG.pdf>

Schmidt, E. R. (7 de febrero de 2022). *El módulo de Python*. Obtenido de El módulo de Python:

<https://rico-schmidt.name/pymotw->

[3/argparse/#:~:text=argparse%20es%20una%20herramienta%20completa,maneja%20argumentos%20opcionales%20y%20requeridos.&text=En%20este%20ejemplo%2C%20el%20argumento,units%20guarda%20como%20una%20cadena.](https://rico-schmidt.name/pymotw-3/argparse/#:~:text=argparse%20es%20una%20herramienta%20completa,maneja%20argumentos%20opcionales%20y%20requeridos.&text=En%20este%20ejemplo%2C%20el%20argumento,units%20guarda%20como%20una%20cadena.)

Sekunet. (s.f.). Obtenido de [https://www.sekunet.com/products/475/cerradura-electromagnetica-](https://www.sekunet.com/products/475/cerradura-electromagnetica-595-libras)

[595-libras](https://www.sekunet.com/products/475/cerradura-electromagnetica-595-libras)

Solé, R. (18 de JULIO de 2021). *Profesional review*. Obtenido de Profesional review:

<https://www.profesionalreview.com/2021/07/18/que-es-raspberry-pi/>

Spider servicio integral de letreros. (27 de diciembre de 2021). *Spider servicio integral de letreros*. Obtenido de Spider servicio integral de letreros:

<http://www.spiderletreros.com.ar/instalacion-alucobond.html>

SUKASA. (7 de marzo de 2020). *SUKASA*. Obtenido de SUKASA:

<https://www.sukasa.com/accesorios-para-el-bano/72555-dispensador-automatico-de-jabon-liquido-gel-anti-bacterial-con-sensor-6982001300058.html>

Tecnopura. (4 de 12 de 2021). Obtenido de Tecnopura:

<https://www.tecnopura.com/producto/sensor-de-temperatura-infrarrojo-sin-contacto-mlx90614-gy-906-para-arduino/>

Torres, J. (2020). *Python Deep Learning, Introducción práctica con Keras y Tensorflow*. España: Macombo.

Unit Electronics. (5 de enero de 2022). *Unit Electronics*. Obtenido de Unit Electronics:

<https://uelectronics.com/producto/display-lcd-16x2-con-fondo-azul/#:~:text=Este%20display%20tiene%20un%20tama%C3%B1o,microcontrolador%20o%20tarjeta%20de%20desarrollo.>

Unit Electronics. (14 de abril de 2022). *Unit Electronics*. Obtenido de Unit Electronics:

<https://uelectronics.com/producto/74ls48-decodificador-display-7-segmentos-sn74ls48n/>

Units Electronics. (23 de julio de 2022). *Units Electronics*. Obtenido de Units Electronics:

<https://uelectronics.com/producto/fuente-conmutada-12v-2a/#:~:text=Fuente%20conmutada%2012V%202A%20es,en%20una%20o%20varias%20salidas.>

INDICE DE FIGURAS

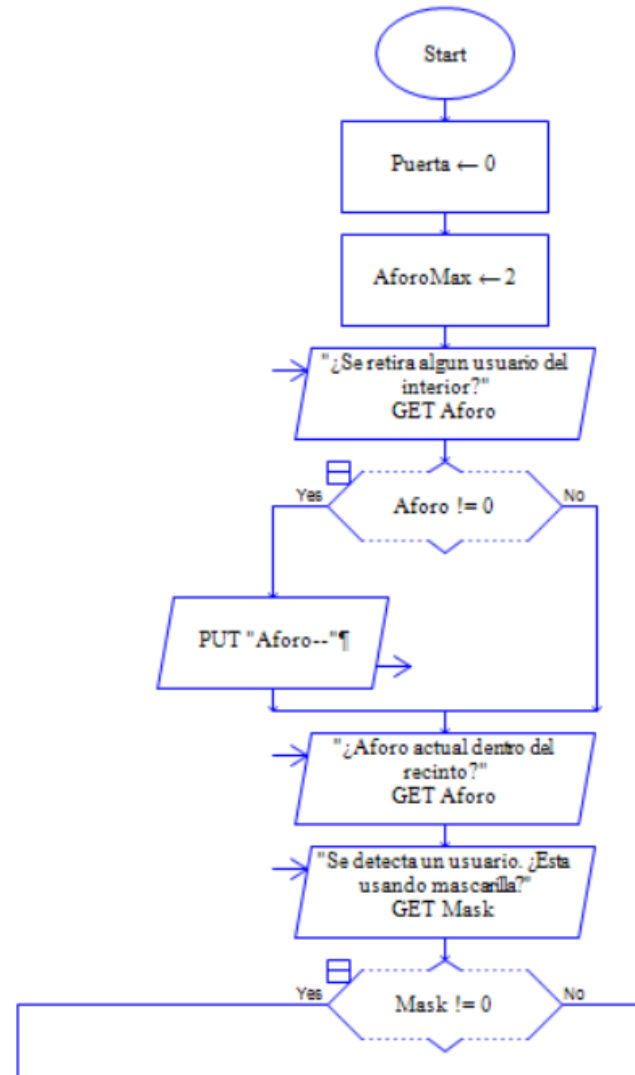
FIGURA 1 ARDUINO MEGA 2560 (ARDUINO.CL, 2022)	8
FIGURA 2 : RASPBERRY PI 4 (SOLÉ, 2021)	10
FIGURA 3 SENSOR MLX90614 (ELECTROSTORE, 2022)	11
FIGURA 4 SENSOR ULTRASÓNICA HC-SR04 (NAYLAMP MECHATRONICS, 2021)	12
FIGURA 5 CERRADURA ELECTROMAGNÉTICA (SEKUNET, S.F.)	14
FIGURA 6 SENSOR DE PROXIMIDAD (NAYLAMP MECHATRONICS, 2022)	15
FIGURA 7 WEBCAM (MAXITEC, 2022)	16
FIGURA 8 LCD 16X2 (UNIT ELECTRONICS, 2022)	17
FIGURA 9 DFPLAYER MINI MP3 (DFROBOT, 2022)	18
FIGURA 10 MONITOR (ECURED, 2022)	20
FIGURA 11 RELÉ (ELECTRÓNICA BÁSICA, 2022)	21
FIGURA 12 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO (ARROW, 2022)	21
FIGURA 13 DISPLAY 7 SEGMENTOS DE ÁNODO COMÚN (ALIEXPRESS, 2022)	22
FIGURA 14 SENSOR PIR HC-SR501 (PUNTO FLOTANTE S.A., 2022)	24
FIGURA 15 DISPENSADOR DE GEL (SUKASA, 2020)	25
FIGURA 16 SENSOR BJ3M-PDT (NEWARK AN AVNET COMPANY, 2022)	26
FIGURA 17 REGULADOR DE TENSIÓN LM7805 (ETOOLS, 2016)	27
FIGURA 18 REGULADOR DE TENSIÓN LM7805 (UNIT ELECTRONICS, 2022)	28
FIGURA 19 CIRCUITO INTEGRADO COMÚN ULN2803 (ELECTRONICA PLUG AND PLAY, 2022)	29
FIGURA 20 FUENTE DE ALIMENTACIÓN (UNIT ELECTRONICS, 2022)	29
FIGURA 21 ALUCOBOND (SPIDER SERVICIO INTEGRAL DE LETREROS, 2021)	30
FIGURA 22 ESTRUCTURA DE RED NEURONAL (RULL, 2016)	32
FIGURA 23 EJEMPLO DE UNA RED CON VARIAS CAPAS CONVOLUCIONALES. (MATHWORKS, 2022)	34

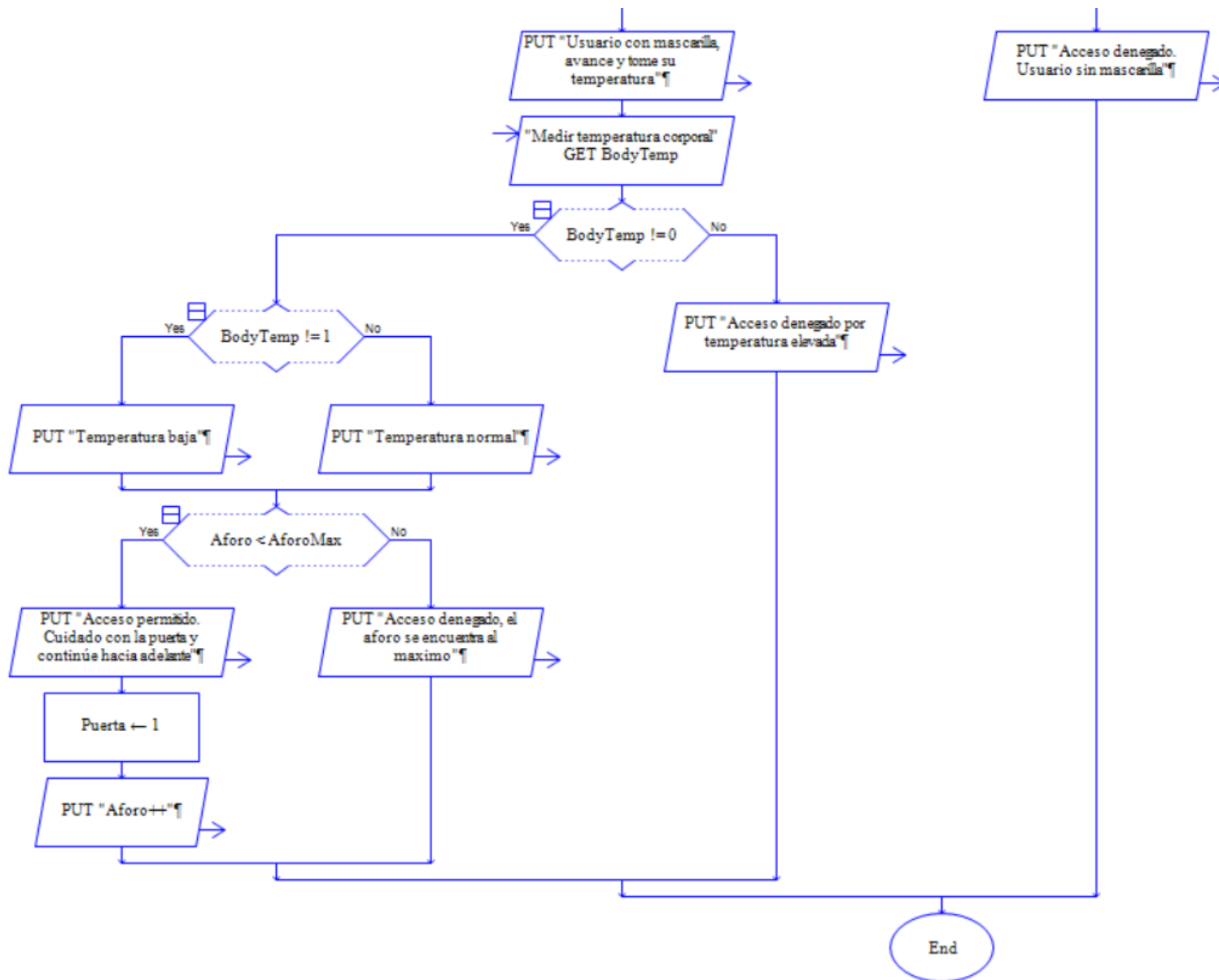
FIGURA 24 IDE ARDUINO (ARDUINO.CL, 2022).....	36
FIGURA 25 PYTHON (CAMINITI, CODERHOUSE, S.F.).....	37
FIGURA 26 DIAGRAMA GENERAL DE COMPONENTES DEL PROYECTO	41
FIGURA 27 MODELO DE CABINA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD	42
FIGURA 28 CABINA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD	43
FIGURA 29 TARJETA PRINCIPAL DE CABINA DE MONITOREO	44
FIGURA 30 PRUEBA DE DETECCIÓN DE MASCARILLA	46
FIGURA 31 LIBRERÍAS UTILIZADAS EN PROGRAMA DE DETECCIÓN DE MASCARILLA.....	47
FIGURA 32 CONFIGURACIÓN DE PINES A USAR EN RASPBERRY PI 4	48
FIGURA 33 PROCESAMIENTO DE IMAGEN Y FILTRACIÓN DE COINCIDENCIA DE DETECCIÓN	49
FIGURA 34 DETECCIÓN DE CARAS POR LOTE, CONSTRUCCIÓN Y DEFINICIÓN DE ARGUMENTOS	50
FIGURA 35 DETECCIÓN DE USO DE MASCARILLA.	51
FIGURA 36 LIBRERÍAS UTILIZADAS PROYECTO.INO	51
FIGURA 37 VARIABLES A USADAS EN PROYECTO.INO.....	52
FIGURA 38 CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS Y PINES DE ARDUINO MEGA 2560.....	53
FIGURA 39 INICIO DEL PROCESO DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD CON CONTROL DE AFORO.....	54
FIGURA 40 FUNCIONES CREADAS EN EL ARDUINO MEGA 2560 PARA EL PROYECTO	55
FIGURA 41 CASO 1	58
FIGURA 42 CASO 2	59
FIGURA 43 MONITOREO DE TEMPERATURA RANGO NORMAL.....	60
FIGURA 44 MONITOREO DE TEMPERATURA RANGO ALTA	60
FIGURA 45 DISPENSADO DE ALCOHOL AUTOMÁTICO	61
FIGURA 46 ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN DE CHAPA MAGNÉTICA.....	61
FIGURA 47 SENSOR INFRARROJO REFLECTIVO.	62
FIGURA 48 CONTADOR ASCENDENTE DE INGRESO DE USUARIO	62

FIGURA 49 CONTADOR DESCENDENTE DE SALIDA DE USUARIO 63

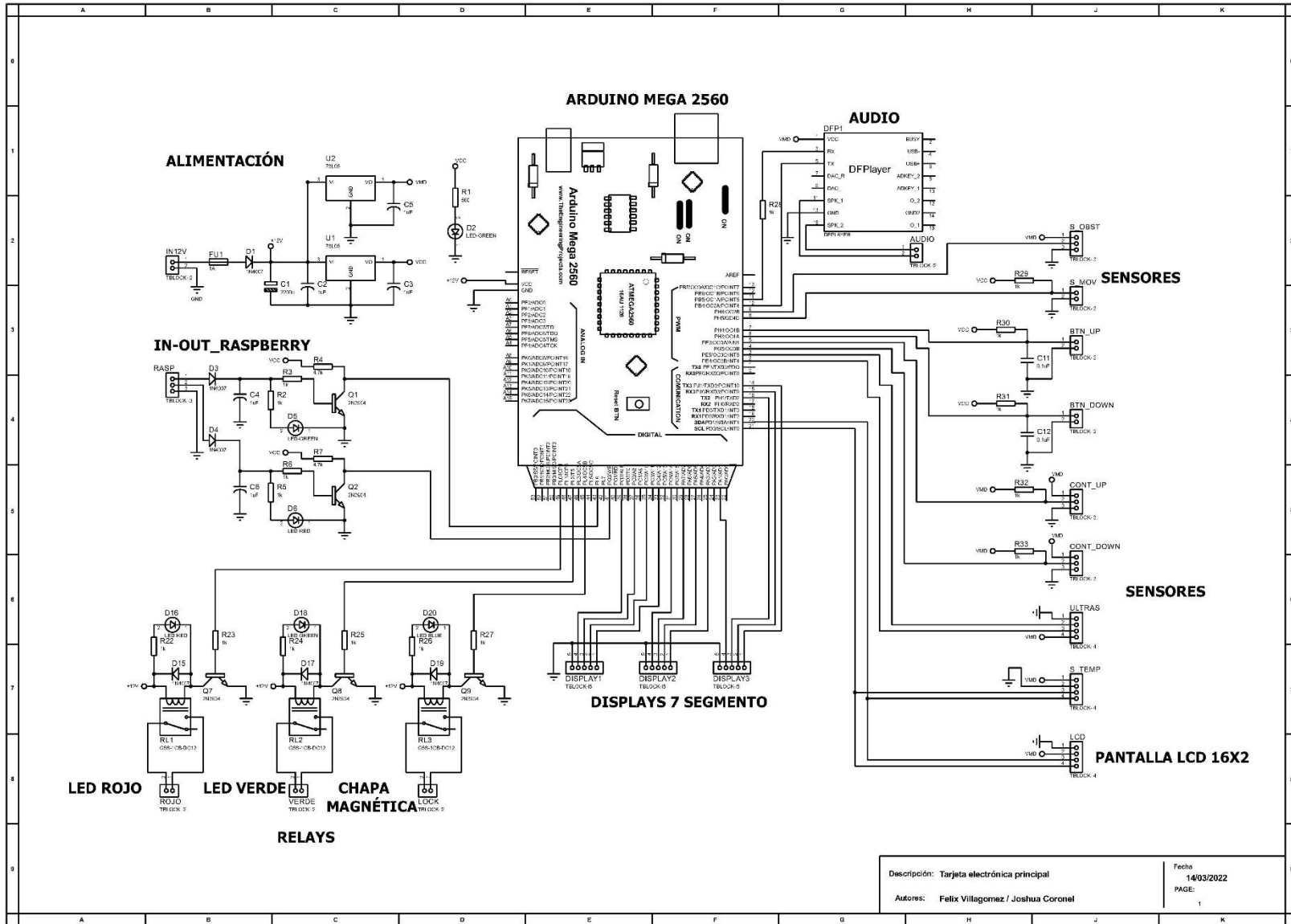
ANEXOS

Diagrama de flujo del prototipo



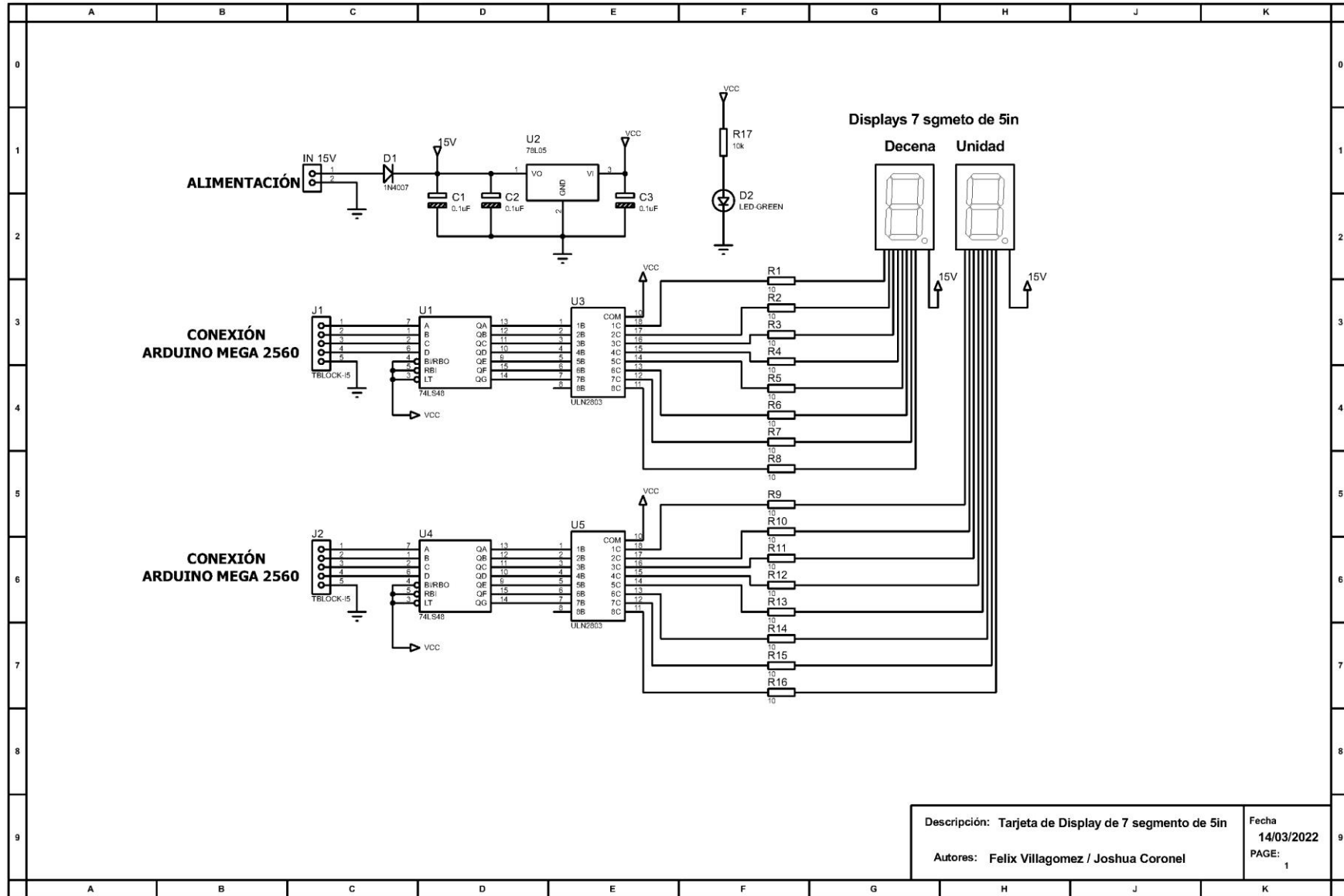


Esquema de tarjeta principal de sistema de monitoreo de bioseguridad con acceso a personas



Descripción: Tarjeta electrónica principal
 Autores: Felix Villagomez / Joshua Coronel
 Fecha: 14/03/2022
 PAGE: 1

Esquema de tarjeta de led de 7 segmentos de anódo común



Descripción: Tarjeta de Display de 7 segmento de 5in
 Autores: Felix Villagomez / Joshua Coronel
 Fecha: 14/03/2022
 PAGE: 1

Carta De Entrega De Proyecto De Titulación



Por una discapacidad con dignidad

Resolución No. MIES-CZ-8-DDG1-2021-0151-R - del 28 de Septiembre del 2021

RUC: 0993368235001



Por una discapacidad con dignidad

Resolución No. MIES-CZ-8-DDG1-2021-0151-R - del 28 de Septiembre del 2021

RUC: 0993368235001

Carta de Entrega de Proyecto de Titulación.

SISTEMA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD CON CONTADOR PARA PERMITIR ACCESO A PERSONAS

En la ciudad de Guayaquil siendo el día 7 de agosto del 2022 en las instalaciones de la Fundación Alixon Chávez en las calles Franco Dávila 105 y Coronel ,Yo Joshua Ronny Coronel Alarcón con número de identificación N° 0921711222 y Félix Enrique Villagómez Salazar N° 0952010791, hacemos la entrega del proyecto de tesis de grado: SISTEMA DE MONITOREO DE MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD CON CONTADOR PARA PERMITIR ACCESO A PERSONAS.

La presente entrega corresponde con los siguientes ítems mencionados a continuación:

1. Cabina de acceso y salida, con monitoreo de medidas de bioseguridad
 - 1.1. Chapa Magnética Anson ASL-3202AS
 - 1.2. 2x Brazo Mecánico Cierra-Puertas MAVIJU KE062-A
 - 1.3. Dispensador automático de jabón líquido / gel anti-bacterial
 - 1.4. Módulo Sensor Infrarrojos de Obstáculos FC-51
 - 1.5. Monitor LG
 - 1.6. Cámara de vídeo conferencia ANERA AE-CAM10802
 - 1.7. Cable extensor de USB 3m EVL
 - 1.8. Pantalla LCD 16x2
 - 1.9. Sensor Ultrasónico HC-SR04
 - 1.10. Sensor de temperatura infrarrojo MLX90614
 - 1.11. Sensor infrarrojo E18D80nk
 - 1.12. Módulo PIR HC-SR501
 - 1.13. Sensor fotoeléctrico de tipo reflectivo BJ3M-PDT
 - 1.14. Base redonda 8 huecos MK2
 - 1.15. Relé 10ª 12VDC EBCHQ 47000
 - 1.16. Fuente switchada con gabinete metálico 12V
 - 1.17. Fuente de alimentación 12VDC/6.5A Anson ASCB-630S
 - 1.18. Regleta POWEST Multinet 1800VA
 - 1.19. CanaKit Raspberry Pi 4 EXTREME Kit
 - 1.19.1. Raspberry Pi 4 Model B with 1.5GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
 - 1.19.2. Samsung EVO+ 128GB High Speed MicroSD Card Pre-loaded with NOOBS
 - 1.19.3. CanaKit 3.5A USB-C Power Supply with Noise Filter (UL Listed)
 - 1.19.4. CanaKit Premium Black Case (High Gloss), CanaKit Fan and Heat Sinks
 - 1.19.5. Set of 2 Micro HDMI to HDMI Cables (6-foot cable)

- 1.20. Parlante
- 1.21. Tarjeta mainboard
- 1.22. Led verde para acceso de persona
- 1.23. Led rojo para acceso de personas

Félix Villagómez

Félix Enrique Villagómez Salazar
 C.C.0952010791

Joshua Ronny Coronel Alarcón

Joshua Ronny Coronel Alarcón
 C.C.0921711222

Leonardo García Franco

Leonardo García Franco
ASESOR SOCIAL-FUNDACION
 C.C.0900179155



- 1.0. Sensor Ultrasonico HC-SR04
- 1.10. Sensor de temperatura intrajo MLX90614
- 1.11. Sensor intrajo E18D80nk
- 1.12. Módulo PIR HC-SR501
- 1.13. Sensor fotoeléctrico de tipo reflectivo B3M-PDT
- 1.14. Base redonda 8 huecos MK2
- 1.15. Relé 10° 12VDC EBCHQ 47000
- 1.16. Fuente switchada con gabinete metálico 12V
- 1.17. Fuente de alimentación 12VDC/8.5A Anson ASCB-6308
- 1.18. Regleta POWERST Multinet 1800VA
- 1.19. Canakit Raspberry Pi 4 EXTREME KIT
- 1.19.1. Raspberry Pi 4 Model B with 1.5GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
- 1.19.2. Samsung EVO+ 128GB High Speed MicroSD Card Pre-loaded with NOOBS
- 1.19.3. Canakit 3.5A USB-C Power Supply with Noise Filter (UL Listed)
- 1.19.4. Canakit Premium Black Case (High Gloss), Canakit Fan and Heat Sinks
- 1.19.5. Set of 2 Micro HDMI to HDMI Cables (6-foot cable)