

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño de un Sistema Automatizado de Medición de Temperatura usando
Hardware de Bajo Costo y Software Libre

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Licenciado en Redes y Sistemas Operativos

Presentado por:

Winston Antonio Quinde Segovia

Bryan Paúl Zambrano Calixto

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado primeramente a Dios, quien ha forjado mi camino y me ha permitido levantarme de cada tropiezo. En segundo lugar, a mis padres, quienes han sabido educarme y criarme como persona de bien y han estado de acuerdo en cada decisión que he tomado. A mi novia, mis amigos y familiares, quienes me han apoyado y me han guiado con sus consejos y palabras de aliento, haciéndose presentes en todo momento.

Winston Antonio Quinde Segovia

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado primeramente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar a lo largo de este proceso a pesar de las circunstancias actuales. En segundo lugar, a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mis hermanos y a todas las personas que me han apoyado para que este proyecto se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Bryan Paúl Zambrano Calixto

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios todopoderoso dado que sin El no habría podido llegar hasta aquí. A mis padres: Félix Quinde y Nubia Segovia; por confiar y creer en mí, por los consejos, valores y principios que me han inculcado. A todos los profesores que he tenido a lo largo de mi carrera universitaria, quienes fueron fuente de conocimiento, inspiración y apoyo en todo momento. A los docentes asignados al seguimiento de mi proyecto: Ing. Ronald Criollo, instructor guía de la Materia Integradora, e Ing. Albert Espinal, tutor asignado; quienes han sabido guiarme y corregirme de forma correcta en el desarrollo de este proyecto. A mi Alma Máter, Escuela Politécnica Del Litoral (ESPOL), por haberme permitido formarme como profesional, orgulloso de esta prestigiosa universidad.

Winston Antonio Quinde Segovia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida, por iluminar mi camino a lo largo de mi existencia, por ser apoyo y fortaleza en momentos de dificultad y debilidad. A mis padres, principales responsables de la persona que soy en la actualidad. A los docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria, en especial a mi profesor de Materia Integradora, Ing. Ronald Criollo; y a mi tutor asignado, Ing. Albert Espinal; quienes han sabido guiarnos con paciencia, y su rectitud como docentes.

Bryan Paúl Zambrano Calixto

DECLARACION EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Winston Quinde* y *Bryan Zambrano* damos nuestro consentimiento para que la ESPOLE realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Bryan Zambrano Calixto



Winston Quinde Segovia

EVALUADORES

Ing. Ronald Criollo Bonilla

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Albert Espinal Santana

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La actividad económica y su reactivación, luego de la cuarentena y el estado de excepción, es clave para el crecimiento de un país. Los protocolos y las medidas de bioseguridad van a persistir por mucho tiempo dado que existe el temor de que el virus del COVID – 19 se siga propagando. Las personas actualmente somos más conscientes de la importancia de la higiene y la salud, por lo que, en el presente trabajo se ha diseñado una solución tecnológica que permita la medición de temperatura corporal de las personas que necesiten ingresar a un establecimiento, ya sea este un centro comercial, supermercado, agencia bancaria, o su lugar de trabajo, para que, de esta forma, se pueda determinar si la persona tiene una temperatura apta para poder ingresar o no. La información recolectada se va a almacenar en una base de datos para así poder elaborar cuadros estadísticos que permitan conocer el número aproximado de personas con temperatura elevada que acuden a un establecimiento específico.

Palabras Clave: Bioseguridad, MCU, Sensores, Termómetro, Salud.

ABSTRACT

Economic activity and its reactivation, after the quarantine and the state of exception, is key to the growth of a country. Biosafety protocols and measures are going to persist for a long time as there is fear that the Covid-19 virus will continue to spread. People are currently more aware of the importance of hygiene and health, so, in this work, a technological solution has been designed that allows the measurement of body temperature of people who need to enter an establishment, whether it is this a shopping center, supermarket, bank agency, or your place of work, so that, in this way, it can be determined if the person has a suitable temperature to enter or not. The information collected is going to be stored in a database in order to be able to compile statistical tables that allow knowing the approximate number of people with high temperature who go to a specific establishment.

Keywords: *Biosecurity, MCU, Sensors, Thermometer, Temperature.*

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGIA	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	9
INTRODUCCION	9
1.1 Descripción del problema	9
1.2 Justificación del problema.....	10
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 Marco Teórico.....	11
CAPÍTULO 2	12
2. METODOLOGIA	13
CAPÍTULO 3	18
RESULTADO Y ANALISIS.....	18
3.1 Diseño de la solución.....	18
3.2 Hardware	20
3.3 Software	24
3.4 Plan de trabajo.....	25

3.5	Análisis de costo.....	26
CAPÍTULO 4	27
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
4.1	Conclusiones.....	27
4.2	Recomendaciones.....	27
BIBLIOGRAFIA	28
ANEXOS	30

ABREVIATURAS

CCG	Cámara de Comercio de Guayaquil
Led	Diodo emisor de luz
MCU	Microcontrolador
A/D	Analógico/digital
SMBus	Bus de Administración del Sistema

SIMBOLOGIA

°C	Grados Celsius
bit	Digito binario
cm	Centímetro
KHz	Kilohercio
V	Voltaje
MHz	Megahercio

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa Stakeholders internos y externos de un establecimiento [Autoría Propia]	13
Figura 2.2 Mapa de empatía del guardia de seguridad[Autoría Propia]	14
Figura 2.3 Primer Diseño de la solución [Autoría Propia].....	17
Figura 3.1 Diseño del dispositivo desde diferentes ángulos [Autoría Propia]	19
Figura 3.2 Proceso de función del dispositivo[Autoría Propia]	20
Figura 3.3 Tarjeta Arduino UNO [5]	20
Figura 3.4 Protoboard [6]	21
Figura 3.5 Cables jumper [7].....	21
Figura 3.7 Pines LEDs [9]	21
Figura 3.6 Motor Micro-Servo 9g [8]	21
Figura 3.8 Sensor ultrasónico MLX-90614 [10].....	22
Figura 3.9 Sensor de temperatura HC-SR04 [11]	23
Figura 3.10 Tarjeta ESP32 [12].....	24
Tabla A1.1 Matriz Importancia - Dificultad [Autoría Propia].....	31
Figura A4.1 Diagrama Funcional de los dispositivos internos [Autoría Propia]	35
Figura A4.2 Simulación mediante software del funcionamiento del diseño	36
Figura A4.3 Simulación mediante software del funcionamiento del diseño	37
Figura A4.4 Diagrama eléctrico de los componentes internos	38
Figura A5.1 Ubicación de los sensores de temperatura y proximidad.....	39
Figura A5.2 Ubicación de la pantalla LCD	39
Figura A5.3 Ubicación de los leds.....	40
Figura A5.4 Parte frontal de la solución final donde se muestra la ubicación de la bocina	40
Figura A5.5 Ubicación del dispensador de gel antibacterial.....	41
Figura A5.6 Resumen del manual de usuario	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de decisión [Autoría Propia].....	16
Tabla 3.1 Diagrama de desarrollo e implementación [Autoría Propia].....	25
Tabla 3.2 Costo de componentes electrónicos del dispositivo. [Autoría Propia]	26
Tabla A2.1 Mapa de encuesta de prototipo [Autoría Propia].....	32
Tabla A3.1 Mapa de empatía de clientes [Autoría Propia]	33
Tabla A3.2 Mapa de empatía de trabajadores [Autoría Propia].....	34

CAPÍTULO 1

INTRODUCCION

Actualmente, a nivel mundial, estamos atravesando una crisis debido a la pandemia originada por el virus COVID – 19. Esta pandemia tomó desprevenidos a todos de muchas maneras diferentes ya que no estábamos preparados para una situación de esta magnitud.

Ecuador, como muchos otros países, se encuentra en estado de emergencia sanitaria, y poco a poco se ha ido adaptando a las medidas de bioseguridad que mantiene en la actualidad, pero, en un principio, costó trabajo y esfuerzo, por lo cual nos hizo un blanco fácil para la propagación del virus. Una de las estrictas medidas que dictó el gobierno fue el cumplimiento de un confinamiento o cuarentena, por lo cual, toda institución pública o privada, que no sea de primera necesidad, tuvo que cesar sus funciones, lo que con el pasar de los días, causó pérdidas irreparables y a gran escala en todo el sector económico del país. Todo esto ocurrió por la falta de preparación en el aspecto de bioseguridad alrededor de todo el país, por eso después de casi 3 meses de cuarentena, las empresas y negocios poco a poco están retomando sus funciones, por lo que, es totalmente necesario implementar medidas de bioseguridad para evitar que el virus se siga propagando y recuperar la actividad comercial y productiva del país.

1.1 Descripción del problema

Nuestro problema se centra en la alta tasa de contagios y pérdidas económicas generadas por el COVID - 19, lo cual, desencadena en problemas secundarios ya que en muchas empresas se está empleando a 1 o más trabajadores para cumplir con las medidas de prevención al recibir a las personas en el momento que ingresan al establecimiento, desperdiciando de esta forma recursos humanos que podrían emplearse en otras labores, así como sueldos adicionales para los empleadores. También, muchas veces, se asigna esta tarea a los guardias de seguridad, quienes son los encargados de velar 100% de la seguridad de un local comercial o edificio, pero al no estar concentrados totalmente en sus funciones pueden darse situaciones que pueden llegar a perjudicar el negocio o a las personas que asisten al lugar en mención.

1.2 Justificación del problema

La cuarentena debido al COVID -19 golpeó económicamente a todo el mundo. Según la Cámara de Comercio de Guayaquil (CCG), una ciudad que vive del comercio, tras 39 días de confinamiento, tuvo pérdidas de hasta \$4452 millones en ventas y actualmente están en peligro 100 000 empleos, por lo que es necesario la reactivación económica y que las empresas y negocios comiencen a funcionar paulatinamente tomando las medidas de prevención correspondientes. El dirigente gremial estima que cerca del 30% de los comercios están operativos, aunque no todos funcionan al 100%. [1]

Esto quiere decir que el otro 70% de los comercios se va a ir reintegrando poco a poco con la reactivación económica, por lo que, será necesario que cumplan con las medidas de prevención ya estipuladas como son la medición de temperatura corporal y la desinfección al ingreso del establecimiento, esto como medida obligatoria para la seguridad del trabajador. [2]

Según una encuesta realizada a trabajadores de empresas públicas y privadas, el 80% tiene miedo a contagiarse, ya que las medidas de prevención que se están realizando en su lugar de trabajo no les brinda total confianza. [3]

El presente proyecto plantea una solución a la necesidad que tienen las empresas y establecimientos cumplir correctamente con las medidas de bioseguridad, realizando de manera oportuna la medición de temperatura corporal, sin exponer a sus propios trabajadores y ahorrando mano de obra que bien puede ser utilizada en labores de productividad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un dispositivo que pueda medir automáticamente la temperatura corporal de una persona al momento de su ingreso a una institución para decidir si esa persona es apta para acceder o no.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Automatizar la medición de temperatura corporal al público que ingresa a un establecimiento.
- b. Ayudar a reducir la alta tasa de contagio de COVID – 19.
- c. Agilizar los procesos y las medidas de prevención siguiendo los protocolos de bioseguridad para que más instituciones puedan volver a retomar sus actividades.
- d. Optimizar los recursos humanos y económicos de la empresa manteniendo los protocolos de bioseguridad ya mencionados.

1.4 Marco Teórico

La época actual marca un antes y un después en cuanto a conceptos de bioseguridad. En todas partes es necesario conocer el estado de salud del usuario o de la persona con la que estamos tratando.

La salud merece una atención de primera, y ya no se permite que una persona ingrese simplemente a un establecimiento sin antes haber sido examinada, ya sea, con un escaneo rápido de la temperatura corporal y pasar por un proceso de desinfección.

Las autoridades están tratando de normalizar el proceso de control mediante bioseguridad, con la respectiva desinfección una vez el individuo haya pasado el proceso de medición de temperatura corporal, ya que los estudios indican que existe alrededor de un 65% de infectados con síntomas de fiebre a nivel mundial.[4]

Existen en el mercado varias opciones para realizar este proceso, tal como se muestra en la tabla 1.1, donde se detallan las características de las diferentes tecnologías existentes haciendo una comparación con nuestra solución.

Tabla 1.1 Tabla Comparativa de Tecnologías [Autoría Propia]

Tecnologías	Costo	Tamaño	Funciones
Sistema De Medición Automático de Hardware de Bajo Costo y Software Libre	\$72,00	20cm x 30cm	Mide la temperatura corporal. No necesita ser accionada por una persona. Almacena la información en una base de datos. Incluye dispensador sin contacto de gel antibacterial
Arco con Sensor de Temperatura	\$599,00	2m x 2m x 1.5m	Mide la temperatura corporal. No necesita ser accionada por una persona.
Cámara Térmica	\$800,00	20cm x 8cm	Mide la temperatura corporal Debe ser accionada por una persona.
Termómetro Pistola Infrarrojo	\$30,00	20cm x 8cm	Mide la temperatura corporal. Debe ser accionada por una persona.

Se demuestra que nuestra solución es más económica que la mayoría de las tecnologías existentes y que ofrece más funciones. Los datos y valores de esta tabla fueron tomados de la página web <https://www.mercadolibre.com.ec>.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGIA

Para la elaboración del proyecto se utilizó la metodología Design Thinking, con la ayuda de sus pasos y fases logramos desarrollar una idea para la problemática que decidimos solucionar, la cual es automatizar la medición de temperatura aumentando la bioseguridad en el ingreso a instituciones públicas y privadas.

Iniciamos realizando una investigación de escritorio que nos permitió conocer el mercado al que apuntamos, y las molestias e inconformidades que presentaban, para de esta manera, poder brindar un producto enfatizado a resolver sus necesidades.

Utilizando la herramienta llamada Stakeholders (Mapa de Actores) de la metodología del Design Thinking descubrimos cuales serían nuestros actores tanto internos como externos de nuestra problemática. En la figura 2.1 mostramos nuestro “mapa de actores” donde lo más relevante son nuestros actores internos de los cuales tenemos a: los guardias de seguridad, los empleados de una empresa y el empleador o dueño del establecimiento. Como actores externos tenemos a: los clientes del establecimiento y a los proveedores de recursos tecnológicos.

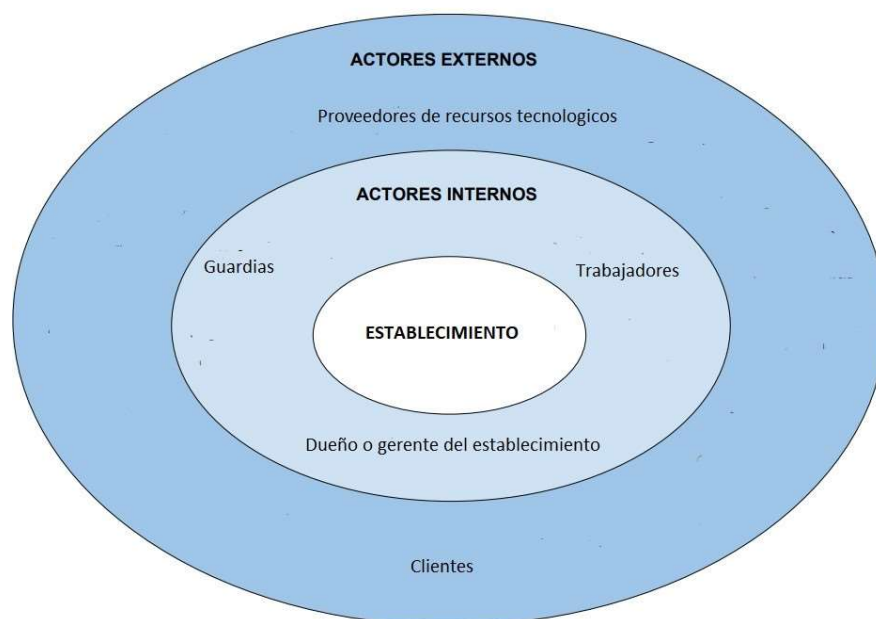


Figura 2.1 Mapa Stakeholders internos y externos de un establecimiento [Autoría Propia]

Definimos a nuestros actores internos (guardias, empleados y empleadores) porque ellos son los que se van a ver beneficiados directamente por la solución que queremos plantear según el análisis que realizamos (Ver Anexo C).

Por ende, en ellos basamos nuestras entrevistas para definir nuestros mapas de empatía y analizar los pensamientos y sentimientos de nuestros actores internos. En la figura 2.2 mostramos el “mapa de empatía” con relación a los guardias de seguridad.

Ángel Palma, guardia de seguridad de un supermercado de la cadena Tía, indica que muchas veces ha tenido inconvenientes con las personas de “mala intención” que merodean el sector u otras que no quieren hacer la fila y aprovechan el descuido del custodio para que, mientras realiza la labor de medición de temperatura y desinfección al cliente, poder ingresar al establecimiento, generando así llamados de atención de parte de su supervisor.

Dentro de las encuestas realizadas a trabajadores de empresas públicas y privadas, se pudo validar que muchos tienen miedo de ir a trabajar presencialmente, ya que sus empresas no están siguiendo correctamente los protocolos de bioseguridad establecidos, por lo que temen contagiarse y luego contagiar a sus familias, además mencionan que ven válido que exista un sistema automatizado que se encargue de medir la temperatura y desinfectar a los trabajadores, así como, el respectivo control y seguimiento periódico al personal.



Figura 2.2 Mapa de empatía del guardia de seguridad [Autoría Propia]

Una vez que se obtuvieron los resultados, se pudo validar los diferentes objetivos de nuestra solución que podemos resumirlos en 3 puntos:

- Optimizar recursos
- Cumplir los protocolos de bioseguridad
- Minimizar costos

Estos puntos están dirigidos hacia los problemas que nuestros actores internos han venido presentando y de esta manera, los guardias cumplirán correctamente con su labor de custodio, los dueños podrán ahorrar recursos humanos y delegar otras funciones a ese personal, y los trabajadores podrán reintegrarse a sus labores con la seguridad de que habrá un control de bioseguridad en el establecimiento al que asistan.

Después de esto, planteamos posibles soluciones que ideamos para atacar las problemáticas de nuestros actores internos, las cuales vamos a enumerar a continuación:

1. Sensor de temperatura corporal con alarma para evitar el ingreso de personas.
2. Arco con sensores de temperatura corporal ligado a una puerta automática.
3. Sensor de temperatura corporal, con luces led de advertencia ligado a un emisor de gel antibacterial.

Estas soluciones fueron evaluadas en una matriz de decisión donde se plantearon los resultados positivos que se querían obtener de cada una como se muestra en la tabla 2.1 y decidimos implementar la que mayor impacto tuvo (Ver Anexo A).

Tabla 2.1 Matriz de decisión [Autoría Propia]

	Sensor de temperatura corporal con alarma	Arco con sensores de temperatura corporal ligado a una puerta automática	Sensor de temperatura corporal, con luces led de advertencia ligado a un emisor de gel antibacterial
Recuperar la inversión en corto tiempo	1	0	1
Aumenta la bioseguridad	1	1	1
Fácil de implementar	1	0	1
Bajo costo de mantenimiento	1	0	0
Disminuir el índice de contagio dentro de establecimientos	1	1	1
Quitarle la carga de control en la entrada al guardia	1	1	1
TOTAL	6	3	5

Cumple	No cumple
1	0

Dentro de las varias ideas planteadas para cumplir con nuestro objetivo, pudimos validar mediante la matriz de decisión que el sensor de temperatura con alarma era la más adecuada a diseñar debido a su bajo costo de implementación y mantenimiento, y cumple con todos los puntos que queremos solucionar.

Al ser económicamente más viable y de una implementación más sencilla para todo tipo de establecimientos, se decidió realizar un prototipado de la solución que obtuvo mayor impacto y que se muestra en la figura 2.3 que es el “Sensor de temperatura corporal con alarma”.

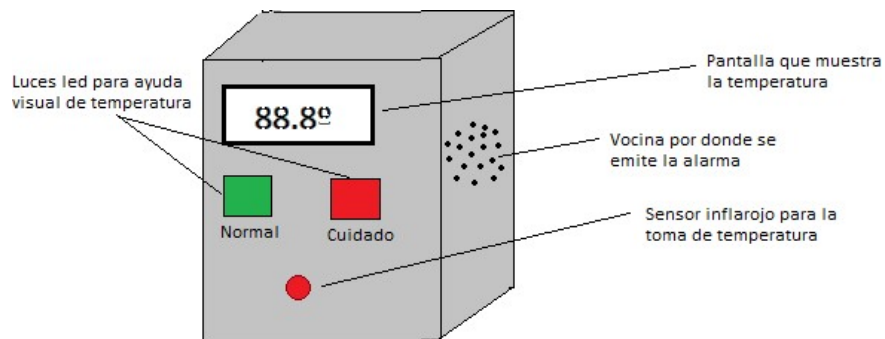


Figura 2.3 Primer Diseño de la solución [Autoría Propia]

CAPÍTULO 3

RESULTADO Y ANALISIS

Después de efectuar las validaciones de nuestros prototipos de bajo y alto nivel con nuestros actores primarios, tuvimos varios puntos que pudimos corregir como un mejor diseño de nuestra solución, visualmente más agradable para el usuario, ubicando el medidor de temperatura y el dispensador de gel antibacterial en la parte central del armazón de nuestro sistema principal, además, presentará una pantalla LED frontal de excelente visibilidad donde se podrá apreciar la temperatura de la persona junto con la fecha y la hora. En la parte lateral tendrá 2 pequeños leds de colores rojo y verde, siendo el color rojo un indicador de alerta y el color verde un indicador de que todo está correcto (ver Anexo B).

Este dispositivo está dirigido principalmente a instituciones que tengan una constante afluencia de personas. El dispositivo es muy fácil de implementar en cualquier tipo de institución, solo se lo debe colocar en la entrada donde se desea analizar a las personas que ingresan en el edificio y encender el dispositivo para que comience a trabajar. Dependiendo del valor mostrado en la pantalla LCD, se encenderá uno de los pequeños leds y también se emitirá una pequeña alarma indicando que por favor se retire en el caso de que la temperatura este fuera del parámetro establecido. En el caso de que todo se encuentre correcto dentro se emitirá un mensaje a la persona indicando que acerque sus manos al dispensador de gel y al final de proceso que proceda a ingresar al edificio.

3.1 Diseño de la solución

El dispositivo a diseñar es un armazón el cual dispone de varios orificios donde van a ir siendo colocados las respectivas partes del sistema, los cuales son: los sensores, el dispensador de gel antibacterial, las luces leds, las bocinas de las alarmas, la pantalla LCD, así como también, una tapa en la parte de atrás y a los costados una entrada cubierta que permitirá retirar el envase del dispensador para rellenarlo en caso de que el gel se acabe o se esté agotando. Dentro del armazón vamos a armar un conjunto de

sensores y activadores, entre los que tenemos, un sensor de medición de temperatura con lector infrarrojo, un sensor ultrasónico o de proximidad, un motor MicroServo y una bocina, que se encuentran interconectados mediante una unidad microcontroladora (MCU), en este caso, una tarjeta Arduino.

El sensor de medición recepta la información correspondiente al objeto detectado por la luz infrarrojo y envía la información a la tarjeta MCU la cual a su vez está programada para convertir esa información en grados centígrados y validar mediante una condición si se encuentra dentro del rango de temperatura aceptado. Si se excede, en nuestro caso, a los 38 grados C., la bocina va a emitir una alerta y se va a encender el led de color rojo, lo que quiere decir, que el usuario no puede acceder. En el caso de que la temperatura se encuentre dentro de los parámetros establecidos, se va a encender el led de color verde, lo cual es señal de que se puede continuar con el proceso. Una vez que se haya tomado la temperatura, el usuario deberá colocar sus manos debajo del sensor de proximidad, que, al detectar la presencia de las manos mediante las ondas de ultrasonido enviará la señal a la tarjeta Arduino, de esta manera mediante una condición se activa el motor que presionará la llave del dispensador y colocará el gel antibacterial. Todos los datos obtenidos serán enviados a una base de datos en la nube para mediante esta recopilación de información se pueda realizar un análisis estadístico. En la figura 3.2 se muestra los pasos que seguirá la información para llegar hasta la base de datos en la nube. A continuación, en la figura 3.1, se muestra el diseño de nuestra solución final y una guía de usuario (Ver Anexo E).



Figura 3.1 Diseño del dispositivo desde diferentes ángulos [Autoría Propia]



Figura 3.2 Proceso de función del dispositivo [Autoría Propia]

3.2 Hardware

El hardware del sistema está compuesto por una tarjeta microcontroladora Arduino UNO que se muestra en la figura 3.3 que es la encargada de leer o recibir la información obtenida de los sensores, validar las condiciones del código, y según estas condiciones emitir la orden a los diferentes actuadores que disponen nuestra solución.

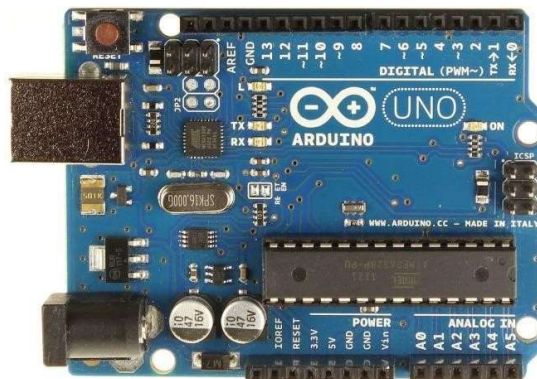


Figura 3.3 Tarjeta Arduino UNO [5]

Se usa un protoboard, el cual se muestra en la figura 3.4, donde están insertados los diferentes cables y componentes de los circuitos. Entre los cables que usamos tenemos los jumper o cables puente que se muestran en la figura 3.5, utilizados para interconectar entre sí los componentes de la protoboard.[7]

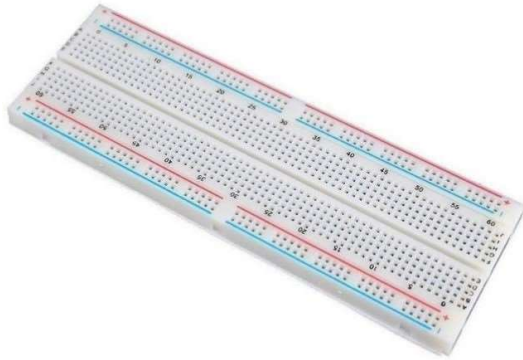


Figura 3.4 Protoboard [6]

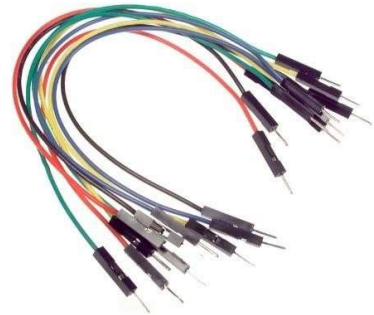


Figura 3.5 Cables jumper [7]

Dentro de los actuadores a usar tenemos el motor Micro-Servo SG90 que se puede visualizar en la imagen 3.6, y será el encargado de activar el dispensador haciendo presión sobre la llave para que fluya el gel antibacterial, así como los leds de color rojo y verde, se pueden visualizar en la imagen 3.7. Estos leds se activan si el límite de temperatura sobrepasa lo establecido o se mantiene dentro del límite, respectivamente.



Figura 3.6 Motor Micro-Servo 9g [8]

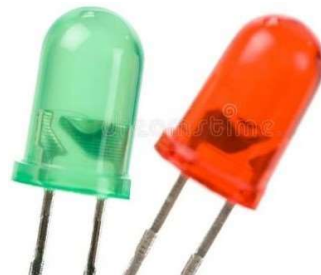


Figura 3.7 Pines LEDs [9]

Finalmente, utilizaremos dos sensores: uno de medición de temperatura corporal y un sensor ultrasónico. El sensor de medición de temperatura corporal, que se observa en la imagen 3.8, 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 con las variaciones de la temperatura ambiente.

El sensor 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 . La salida del sensor es de tipo SMBus, que es muy similar al protocolo I2C, además se puede configurar una salida PWM de 10 bits.



Figura 3.8 Sensor ultrasónico MLX-90614 [10]

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm, se puede visualizar en la imagen 3.9. 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).



Figura 3.9 Sensor de temperatura HC-SR04 [11]

La plataforma ESP32 mostrada en la figura 3.10 ofrece a bajo costo capacidades wifi y bluetooth. Tiene un CPU de dos núcleos de hasta 240Mhz que se pueden controlar independientemente. El cual será utilizado para establecer una conexión WiFi que conectara el MCU a una base de datos, para poder guardar toda la información obtenida por los sensores para su uso a futuro.



Figura 3.10 Tarjeta ESP32 [12]

3.3 Software

Todo el funcionamiento de nuestra solución está desarrollado en Arduino que es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (Ver Anexos D).

En primera instancia, la información que recibe nuestro MCU del sensor de temperatura es medido en voltios, por lo que hay que transformar ese valor a grados centígrados para poder ser presentado en el LCD que se va a configurar, adicional se establece la condición de que si la temperatura obtenida es mayor a 38° el led a encenderse será el de color rojo, si se mantiene entre 30 y 37.9° grados va a encenderse el led de color verde, caso contrario, si no se cumple ninguna de las dos condiciones los leds se mantienen apagados.

La otra parte del código corresponde a nuestro dispensador, y la información será receptada por el sensor de presencia que si detecta un objeto envía una señal al Arduino que va a convertir esta señal en 1 y si el código valida que el resultado es 1 activa el motor que presionara la llave del dispensador, mientras no detecte ningún objeto el resultado será 0 y no se activara el motor (Ver Anexos F).

3.4 Plan de trabajo

Para el desarrollo e implementación del dispositivo, se siguió una planificación de los tiempos estimados que se detalla a continuación en la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Diagrama de desarrollo e implementación [Autoría Propia]

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	☐ Desarrollo de solución	71 días	mié 03/06/20	mié 09/09/20	
2	☐ Información	25 días	mié 03/06/20	mar 07/07/20	
3	Encuestas y entrevistas con personal de establecimientos	10 días	mié 03/06/20	mar 16/06/20	
4	Organización de la información obtenida	5 días	mié 17/06/20	mar 23/06/20	3
5	Investigación de equipos	5 días	mié 24/06/20	mar 30/06/20	4
6	Diseño preliminar de la solución	5 días	mié 01/07/20	mar 07/07/20	5
7	☐ Equipo tecnológico	16 días	mié 08/07/20	mié 29/07/20	2
8	Cotización de equipos	5 días	mié 08/07/20	mar 14/07/20	
9	Adquisición de equipos	5 días	mié 15/07/20	mar 21/07/20	8
10	Configuración del Arduino	3 días	mié 22/07/20	vie 24/07/20	9
11	Armado del equipo	3 días	lun 27/07/20	mié 29/07/20	10
12	☐ Pruebas	30 días	jue 30/07/20	mié 09/09/20	7
13	Ejecución de pruebas	15 días	jue 30/07/20	mié 19/08/20	
14	Monitoreo de resultados	10 días	jue 20/08/20	mié 02/09/20	13
15	Corrección de errores	5 días	jue 03/09/20	mié 09/09/20	14

3.5 Análisis de costo

A continuación, se detallan los valores del dispositivo en la tabla 3.2:

Tabla 3.2 Costo de componentes electrónicos del dispositivo. [Autoría Propia]

Cantidad	Descripción	V. Unitario	Valor
1	NodeMCU	\$10,00	\$10,00
1	Micro Servo Pro Sg90	\$3,00	\$3,00
1	Dispensador de gel	\$1,00	\$1,00
1	Pantalla LCD 0.96 Pulgadas	\$8,00	\$8,00
2	Pin Led (rojo y verde)	\$0,06	\$0,12
1	Bocina Parlante	\$2,00	\$2,00
30	Cables Jumper	\$0.045	\$1.35
1	Protoboard	\$3,00	\$3,00
1	Sensor Ultrasónico	\$2,00	\$2,00
1	Sensor de temperatura IR	\$23,50	\$23,50
1	Tarjeta Esp32	\$8,00	\$8,00
1	Armazón	\$10,00	\$10,00
		Total	\$71,97

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Como resultado de nuestra investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

- Es posible agilizar el protocolo de ingreso a establecimientos siguiendo las medidas de bioseguridad establecidas.
- El empleador puede delegar otras funciones a sus empleados y minimizar costos.
- Los guardias de seguridad tendrán más concentración en su labor de custodio del establecimiento para el que laboran.
- El diseño del dispositivo es atractivo, funcional y de fácil uso para el usuario.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda:

- En establecimientos con mayor afluencia de personas se puede diseñar un dispositivo de mayor tamaño que permita contener más alcohol o gel antimaterial.
- En las empresas, el dispositivo, se puede asociar con el sistema biométrico para llevar un control de los empleados que tengan temperatura alta pudiendo conocer a quien pertenece la información obtenida.
- Realizar un mantenimiento preventivo para evitar que el dispositivo se llene de suciedad internamente dado que será ubicado, en ciertos casos, en la parte externa de un edificio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CAMARA DE COMERCIO DE GUAYAQUIL, [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/impacto-covid-19-economia-escenarios/>. [Actualizado: 17 Abril 2020].
- [2] SECRETARIA GENERAL DE COMUNICACION DE LA PRESIDENCIA, <<comunicacion.gob.ec,>> [En línea]. Available: <https://www.comunicacion.gob.ec/la-reactivacion-economica-del-pais-es-prioridad-para-el-gobierno-nacional/>. [Ultimo acceso: 24 08 2020].
- [3] ASOCIACION NACION DE EMPRESAS DE SEGURIDAD E INVESTIGACION DEL ECUADOR (Anesi). Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/04/23/nota/7821855/covid19-coronavirus-guardias-seguridad-ecuador-guayaquil-quito>. [Publicado: 24 Abril 2020]
- [4] Heloisa Ravagnani (SBI - DF), Paulo Sergio Ramos (Floracruz Recife), OMS< NHS, CDC
- [5] ARDUINO, <<arduino.cl,>> [En línea]. Available: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]
- [6] 330OHMS, <<blog.330ohms.com,>> [En línea]. Available: <https://blog.330ohms.com/2016/03/02/protoboards/>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]
- [7] CLASF, <<<https://www.clasf.co>,>> [En línea]. Available: <https://www.clasf.co/q/micro-servo-motor-sg90/>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]
- [8] DREAMSTIME, <<<https://es.dreamstime.com>,>> [En línea]. Available: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-rojo-verde-led-image9988000>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]
- [9] 330OHMS, <<blog.330ohms.com,>> [En línea]. Available: <https://blog.330ohms.com/2016/02/05/que-son-los-jumpers/>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]

[10] NAYLAMP MECHATRONICS, <<naylampmechatronics.com>> [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/330-sensor-de-temperatura-mlx90614.html/>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]

[11] GEEKBOT ELECTRONICS, <<www.geekbotelectronics.com,>> [En línea]. Available: <http://www.geekbotelectronics.com/producto/hc-sr04-sensor-ultrasonico/#:~:text=El%20HC%20DSR04%20es%20un%20sensor%20de%20distancias%20por%20ultrasonidos,encargada%20de%20hacer%20la%20medici%C3%B3n.> [Ultimo acceso: 30 08 2020]

[12] AV ELECTRONICS, <<https://avelectronics.cc,>> [En línea]. Available: <https://avelectronics.cc/producto/tarjeta-de-desarrollo-esp32-wifi-bluetooth/>. [Ultimo acceso: 30 08 2020]

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz Importancia – Dificultad

La matriz de importancia - dificultad fue realizada a base de un proceso llamada Brainstorming para obtener diferentes ideas que podrían llegar a ser prototipadas basadas en la decisión obtenida por la matriz.

Tabla A1.4 Matriz Importancia - Dificultad [Autoría Propia]

DIFICULTAD	ALTA	<p>Cámara con escáner que emita alarma si una persona esta haciendo mal uso de la mascarilla</p> <p>Fomentar el uso de Mascarilla inteligente</p> <p>Pequeña máquina de biometría que emita una alerta al presenciar temperaturas altas para evitar el ingreso</p>	<p>Dispositivo con sensor de proximidad que alerte a la persona si se está acercando mucho a otra</p> <p>Dispositivo sensor medidor de temperatura corporal adaptable a</p>	<p>Implementar un túnel de desinfección de cuerpo completo que mida un par de metros de largo</p> <p>Cámara con sensor de movimiento que emita una señal de alerta si una persona no mantiene su distancia</p>
	BAJA	<p>Medidor de temperatura que roció alcohol en gel</p> <p>Ofrecer mascarillas y alcohol a las personas que ingresan al establecimient</p> <p>Explicar por medio de anuncios de TV el uso de los nuevos productos de bioseguridad que se están utilizando</p>	<p>Concientizar a las personas que se midan la temperatura corporal antes de salir de sus casas</p> <p>Dispensadores de alcohol y gel antibacterial ubicados al ingreso de cada establecimiento</p> <p>Colocar límites de distancia en las columnas de ingreso</p>	<p>Sensor de medición de temperatura corporal al ingreso del establecimiento</p> <p>Implementar lectura de biometría con un arco que roció alcohol liquido al pasar</p>
		BAJA	IMPORTANCIA	ALTA

ANEXO 2

Mapa de encuesta de prototipo

En el mapa de encuestas se anotaron las respuestas obtenidas de las entrevistas y encuestas realizadas a uno de nuestros actores primarios que en este caso serían los usuarios que utilizarían nuestro equipo.

Tabla A2.5 Mapa de encuesta de prototipo [Autoría Propia]

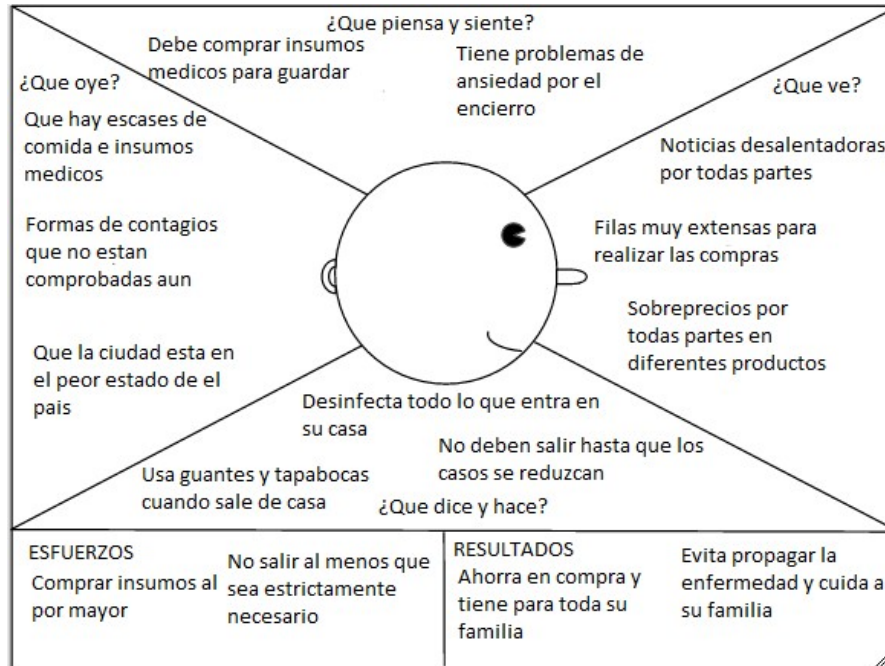
QUÉ LES GUSTÓ	QUÉ NO LES GUSTÓ
<p>Se entiende la idea de la alarma con la temperatura y seguramente servirá mucho en lugares que vayan muchas personas.</p> <p>Aunque muchas personas se enojaran porque no podrán entrar me gusta que sea mas seguro para las personas de adentro.</p> <p>Me agrada que muestre la temperatura que tengo así evito tomármela yo mismo.</p>	<p>Se ve muy pequeño y se me hace difícil de saber dónde está para acercarme.</p> <p>La alarma si es muy fuerte podría alertar a las personas cercanas y podrían hacerle problemas a esa persona.</p>
PREGUNTAS	SUGERENCIAS
<p>¿No entiendo bien como se utiliza, tengo que acercarme a la cajita o poner mi cara ahí?</p> <p>¿Y si es un día muy caluroso como siempre en Guayaquil eso aumentaría me temperatura y no me dejaría ingresar?</p> <p>¿Este dispositivo hace daño de la misma manera que la pistola de calor como dicen los rumores?</p>	<p>Debería ser un dispositivo mas grande para saber dónde debo acercarme</p> <p>Podrían hacerlo más colorido o vistoso para reconocerlo más fácilmente.</p> <p>Y si emite una alarma hablada diciendo también cual es la temperatura de la persona.</p>

ANEXO 3

Mapa de empatía de clientes

En el mapa de empatía de los clientes (ver Anexo 3.1) se puede conocer lo que piensan y sienten los clientes, así como lo que ve, oye, dice y hace.

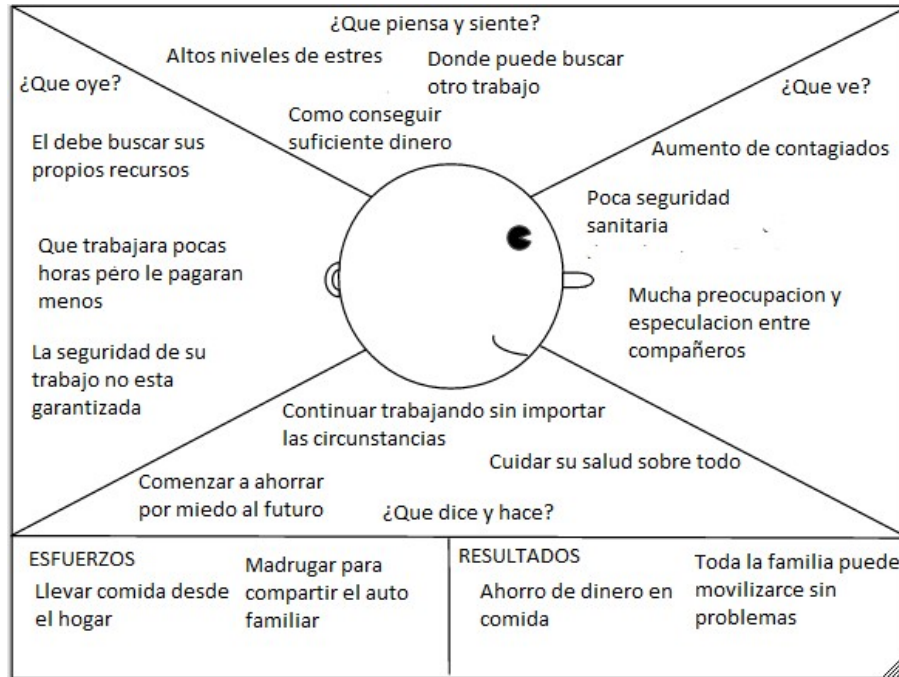
Tabla A3.6 Mapa de empatía de clientes [Autoría Propia]



Mapa de empatía de trabajadores

En el mapa de empatía de los trabajadores (ver Anexo 3.2) se puede conocer lo que piensan y sienten los trabajadores, así como lo que ve, oye, dice y hace.

Tabla A3.2 Mapa de empatía de trabajadores [Autoría Propia]



ANEXO 4

Componentes internos y funcionamiento del prototipo

En la figura A4.1 se puede observar cómo están conectados los componentes internos de nuestra solución. Este diagrama se realizó mediante el software Fritzing.

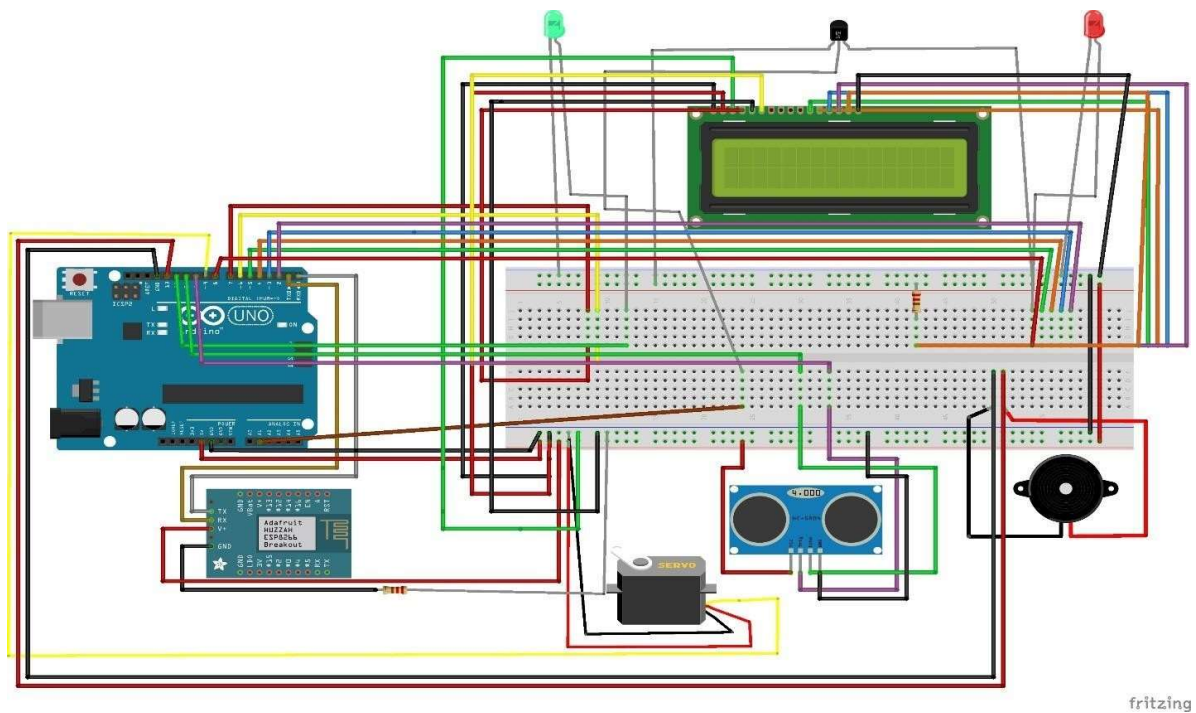


Figura A4.1 Diagrama Funcional de los dispositivos internos [Autoría Propia]

En la figura A4.2 se muestra una simulación realizada en el software de la página web Tinkercad. Este software permite programar en línea una tarjeta Arduino; este sería el primer paso del proceso de medición de temperatura donde como se observa en la pantalla LCD solicita lo indicado al usuario, al no detectar temperatura las luces leds se encuentran apagadas y el servomotor no se activa.

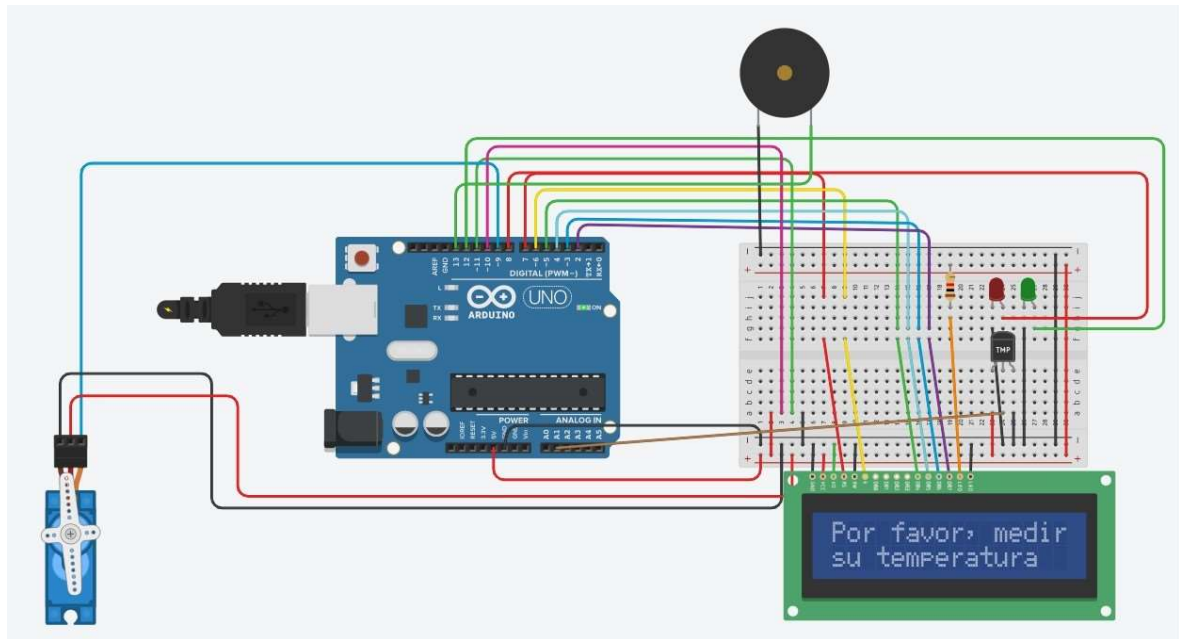


Figura A4.2 Simulación mediante software del funcionamiento del diseño

En esta parte de la simulación se observa en la figura A4.3 que la temperatura captada es de 35 grados centígrados por lo que está encendido el led de color verde y el sensor ultrasónico comienza a detectar la presencia de un objeto a menos de 10 cm lo cual activa el servomotor que va a presionar el dispensador.

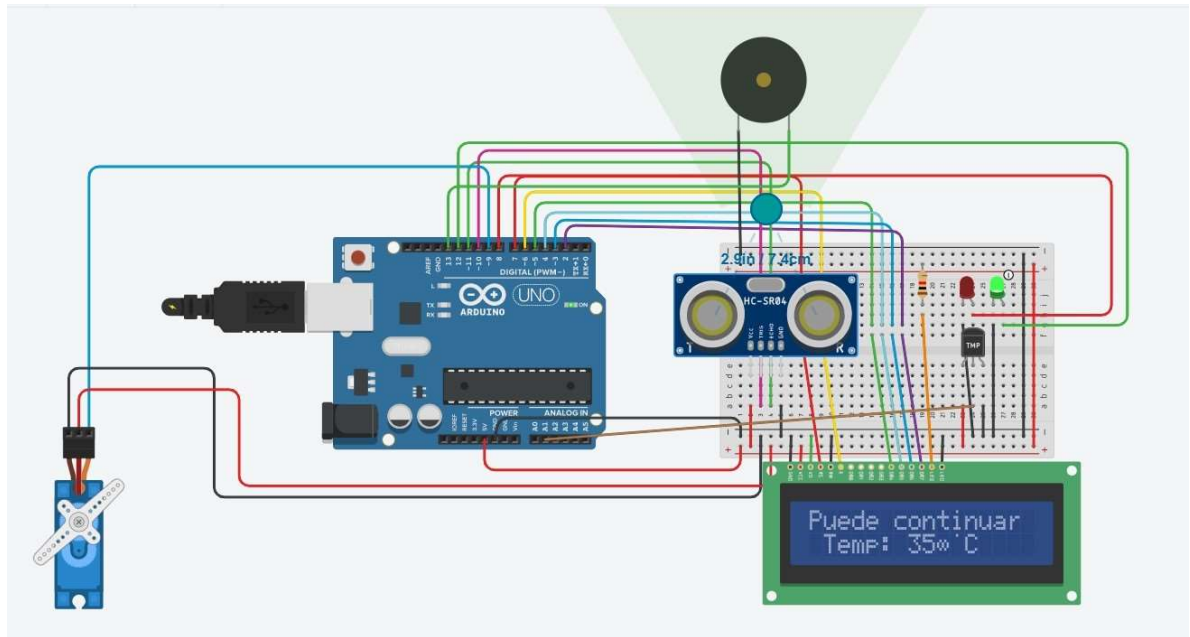


Figura A4.3 Simulación mediante software del funcionamiento del diseño

ANEXO 5

GUIA PARA EL USUARIO

1.- Coloque la frente a 5 centímetros del sensor que se encuentra en la parte superior de la pantalla tal como se muestra en la figura A5.1:



Figura A5.1 Ubicación de los sensores de temperatura y proximidad

2.- Espere unos segundos a que su temperatura actual se muestre en la pantalla tal como se observa en la figura A5.2.



Figura A5.2 Ubicación de la pantalla LCD

3.- Una de las luces a los costados del dispositivo, tal como se muestra en la figura A5.3, se encenderá indicando si su temperatura está entre los límites establecidos o no.



Figura A5.3 Ubicación de los leds.

4.- Se emitirá una alarma que saldrá del lado derecho, tal como se muestra en la figura A5.4, que le indicará que se retire o que proceda a colocar sus manos en el dispensador de gel.



Figura A5.4 Parte frontal de la solución final donde se muestra la ubicación de la bocina

5.- Coloque por favor sus manos en el dispensador para que el sensor pueda detectarlas y de esta forma emita el gel encima de ellas. Nótese en la figura A5.5.



Figura A5.5 Ubicación del dispensador de gel antibacterial

6.- FIN DEL PROCESO: Mensaje “Qué tenga un buen día”



Figura A5.6 Resumen del manual de usuario