

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
"De las Fuerzas Armadas"



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE
DESINFECCIÓN AUTOMATIZADA CON MONITOREO VÍA
HERRAMIENTAS IOT PARA PREVENIR EL CONTAGIO DE
GÉRMENES EN EL IESTPFFAA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

CASTILLO RAMÍREZ, Guerssy Joel

LOPEZ YACUPAICO, Jean Carlos

MATAMOROS CCENCHO, Roggers

ROQUE LINARES, Jair Ronald

LIMA, PERÚ

2020

El actual trabajo se lo dedicamos a nuestros padres quienes siempre guían nuestros éxitos y nos ayuda a cumplir nuestras metas y objetivos. A nuestros docentes por todo el apoyo y por su dedicada labor de impartirnos la educación necesaria para ser profesionales.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarnos siempre en el buen camino y permitirnos lograr alcanzar nuestros objetivos, por cuidar de nosotros y protegernos cada día.

A nuestros queridos padres por su apoyo incondicional y su labor de impartirnos valores y principios para ser personas de bien.

Por último, a nuestra casa de estudio Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” (IESTPFFAA) por la dedicada labor de brindar la educación necesaria y al docente de la unidad didáctica Proyectos Electrónicos II, Lic. Juan Carlos Toribio Mendoza, por su apoyo y dedicación profesional.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| Resumen | xi |
| Introducción | xii |
| CAPÍTULO I: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA | |
| 1.1 Formulación del problema | 15 |
| 1.1.1. Problema general | 15 |
| 1.1.2. Problemas específicos | 15 |
| 1.2 Objetivos | 15 |
| 1.2.1 Objetivo general | 15 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 16 |
| 1.3 Justificación | 16 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Estado de arte | 18 |
| 2.2 Bases teóricas | 19 |
| 2.2.1 Microcontrolador | 19 |
| 2.2.2 Sensores | 20 |
| 2.2.3 Actuadores | 20 |
| 2.2.4 Visualización de datos | 21 |
| 2.2.5 Generador de ozono | 23 |
| 2.2.6 Internet de las Cosas (IOT) | 23 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO | |
| 3.1 Finalidad | 26 |
| 3.2 Propósito | 26 |
| 3.3 Componentes | 26 |
| 3.4 Actividades | 29 |
| 3.5 Limitaciones | 67 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | |
| 4.1 Resultados | 69 |
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 5.1 Conclusiones | 71 |
| 5.2 Recomendaciones | 72 |

Página

Referencias Bibliográficas

73

APÉNDICES

Apéndice A Cronograma de actividades

Apéndice B Cronograma de presupuestos

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1. Microcontrolador y sus partes | 19 |
| Figura 2. Sensor Inductivo | 20 |
| Figura 3. Actuadores hidráulicos | 21 |
| Figura 4. Tipos de display | 22 |
| Figura 5. Generador de ozono mediante el método de descarga eléctrica | 23 |
| Figura 6. Plataforma IOT en un sistema de internet de las cosas | 24 |
| Figura 7. Medidas de la estructura de la cámara de desinfección | 30 |
| Figura 8. Diseño 3D de la cámara desinfección | 30 |
| Figura 9. Diagrama del sensor laser y prueba en un protoboard | 31 |
| Figura 10. Monitor serial – lectura de señal analógica | 32 |
| Figura 11. Calibración de la distancia del sensor infrarrojo | 33 |
| Figura 12. Toma de lectura del sensor temperatura | 33 |
| Figura 13. Tabla de límite de exposición del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo | 34 |
| Figura 14. Tabla de límite de exposición al ozono en el Perú | 35 |
| Figura 15. Ficha técnica del generador de ozono | 36 |
| Figura 16. Esquema del circuito electrónico de alimentación a todos los dispositivos | 37 |
| Figura 17. Diseño de la PCB del circuito electrónico de alimentación a todos los dispositivos | 37 |
| Figura 18. Visión en 3D de la PCB del circuito de alimentación a todos los dispositivos | 38 |
| Figura 19. Esquema del circuito electrónico de potencia | 38 |
| Figura 20. Diseño de la PCB del circuito electrónico de la electrónica de potencia | 39 |
| Figura 21. Visión en 3D de la PCB del circuito de la electrónica de potencia | 39 |
| Figura 22. Esquema del circuito de acondicionamiento de los sensores laser | 40 |
| Figura 23. Diseño de la PCB del circuito de acondicionamiento del sensor laser | 40 |
| Figura 24. Visión en 3D de la PCB del circuito de acondicionamiento del sensor laser | 41 |

| | |
|---|----|
| Figura 25. Esquema de conexión para arduino y placas desarrollada | 41 |
| Figura 26. Diseño de la PCB del Esquema de conexión para arduino y placas desarrolladas | 42 |
| Figura 27. Visión en 3D de la PCB del Esquema de conexión para arduino y placas desarrolladas | 42 |
| Figura 28. Esquema de arduino mega | 43 |
| Figura 29. Diseño de la PCB del Esquema de arduino mega | 43 |
| Figura 30. Visión en 3D de la PCB del Esquema de arduino mega | 44 |
| Figura 31. Esquema del ethernet shield 5100w | 44 |
| Figura 32. Diseño de la PCB del Esquema del ethernet shield 5100w | 45 |
| Figura 33. Visión en 3D de la PCB del Esquema del ethernet shield 5100w | 45 |
| Figura 34. Esquema del circuito electrónico del display 7 segmentos | 46 |
| Figura 35. Diseño de la PCB del Esquema del circuito electrónico del display 7 segmentos | 46 |
| Figura 36. Visión en 3D de la PCB del Esquema del circuito electrónico del display 7 segmentos | 47 |
| Figura 37. diseño del engranaje y soporte del servomotor para la automatización del dispensador de alcohol en gel. | 47 |
| Figura 38. Desarrollo del código de programación en el software Arduino IDE | 48 |
| Figura 39. Grabado del código de programación en la tarjeta de arduino mega | 48 |
| Figura 40. Diagrama de flujo de la lógica de programación | 50 |
| Figura 41. Diagrama de flujo de la lógica de configuración y diseño | 52 |
| Figura 42. Diseño terminado de la plataforma IOT y función de los widgets de control y monitoreo | 53 |
| Figura 43. implementación de los circuitos electrónicos al tablero general | 54 |
| Figura 44. Implementación de los dispositivos principales a la cámara de desinfección terminada | 55 |
| Figura 45. Estado de la pantalla lcd cuando está desactivado y activado | 56 |
| Figura 46. Estado de la pantalla lcd y del sensor temperatura cuando está en funcionamiento en la toma de temperatura | 56 |
| Figura 47. Tablero de luces de señalización | 57 |
| Figura 48. Luz de señalización verde activada debido a que la temperatura de la persona es adecuada | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 49. Luz de señalización amarilla activada debido una persona está dentro de la cámara | 57 |
| Figura 50. Luz de señalización roja activada debido a que la temperatura de la persona no es adecuada | 58 |
| Figura 51. Sensor láser energizado | 58 |
| Figura 52. Activación del generador de ozono, display de 7 segmentos y luz amarilla Al detectar el sensor laser de entrada a una persona | 58 |
| Figura 53. Envío de señal del sensor laser de salida al detectar a la persona salir de la cámara | 59 |
| Figura 54. Funcionamiento del Display de 7 segmentos descontando del 9 al 0 | 59 |
| Figura 55. Generador de ozono desactivado | 60 |
| Figura 56. Generador de ozono activado generando ozono | 60 |
| Figura 57. Dispensador de alcohol en gel desactivado | 61 |
| Figura 58. Dispensador de alcohol en gel activado y dosificando alcohol en gel | 61 |
| Figura 59. Botón verde presionado y mensaje de encendido de la cámara | 62 |
| Figura 60. Botón rojo presionado y mensaje de apagado de la cámara | 62 |
| Figura 61. Diseño de lo widgets de control y monitoreo en la plataforma Cayenne IOT | 63 |
| Figura 62. Widget de Monitoreo de la temperatura de una persona antes de ingresar a la cámara de desinfección en la plataforma IOT | 63 |
| Figura 63. Mensaje de alerta al email y celular afiliado, cuando una persona tiene una temperatura mayor a 37°C | 64 |
| Figura 64. Widget de Monitoreo del ingreso de una persona a la cámara de desinfección en la plataforma IOT | 64 |

| | |
|--|----|
| Figura 65. Widget de Monitoreo de la salida de una persona de la cámara de desinfección en la plataforma IOT | 64 |
| Figura 66. Widget de Monitoreo de la dosificación de alcohol en gel en la mano de la persona, después de salir de la cámara de desinfección en la plataforma IOT | 65 |
| Figura 67. Widget de Control del encendido de la cámara de desinfección en la plataforma IOT | 65 |
| Figura 68. Widget de Control de apagado de la cámara de desinfección en la plataforma IOT | 65 |
| Figura 69. Prototipo del tablero general | 66 |
| Figura 70. Prototipo de la cámara de desinfección terminada y en perfecto funcionamiento | 66 |

RESUMEN

El trabajo de aplicación tecnológico denominado “Diseño e implementación de una cámara de desinfección automatizada con monitoreo remoto vía herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA” tiene el objetivo principal eliminar más del 99% gérmenes presentes en el ambiente o superficies, además de disminuir el contagio del virus (covid-19) en estos tiempos de pandemia. Ya que son microscópico y se encuentran presentes en el ambiente, provocando enfermedades infecciosas ante las personas en cualquier momento y cualquier lugar. Por lo tanto, nuestro trabajo de aplicación tiene el propósito de mejorar las camaras de desinfección muy utilizadas hoy en dia mediante la automatización, control y monitoreo a distancia. También a la desinfección de las personas mediante la ozonización que consiste en dispersar una cierta concentración de ozono dentro de la cámara de desinfección la cual elimina a todo tipo de gérmenes que estén expuesto a este sin dañar a las personas.

Así mismo para contribuir con lo antes mencionado nuestra cámara de desinfección cuenta con un sensor de temperatura, la que nos ayuda a detectar si la persona tiene síntomas de alguna enfermedad o contagio del virus (covid – 19) mediante la toma de su temperatura, además cuenta con un sistema automático de desinfección de manos con alcohol en gel la cual las personas deben pasar después de salir de la cámara para asegurar su total desinfección.

Por lo tanto, para diseñar e implementar el sistema de automatización se utilizó las hojas de datos del fabricante de los dispositivos que se utilizaron en la programación y para su instalación o conexión. También se utilizaron instrumentos de medición para la calibración de los sensores de la misma manera realicemos constantes pruebas de conexión en diferentes redes de internet y lugares del Perú, para garantizar el control y monitoreo de la cámara desinfección,

Por último, debido a la constante investigación, a las distintas formas de programación y a la constante configuración con las herramientas IOT, obtuvimos como resultado una eficiente automatización y monitoreo de la cámara de desinfección desde cualquier lugar del mundo para así contribuir con el bienestar de la salud de las personas y generar un nuevo producto tecnológico en el mercado nacional.

Palabras clave: automatización, monitoreo, control, calibración y diseño

INTRODUCCIÓN

Actualmente debido a la crisis sanitaria que estamos siendo azotados a nivel mundial y a las autoridades que están exigiendo un protocolo de bioseguridad para la reactivación de las labores de los distintos centros educativos para prevenir la propagación del contagio del virus(covid-19), así mismo debido las ineficientes cámaras de desinfección que ya existen y a los productos tecnológicos que se utilizan y comercializan para cumplir con los protocolos de bioseguridad, no son eficientes y no dan buenos resultados.

Por lo tanto, hemos decidimos “Diseñar e implementar una cámara de desinfección automatizada con monitoreo remoto vía herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA, la cual garantizara en evitar el contagio del virus entre sus alumnos y el personal que labora en esta institución gracias a nuestra automatización y al sistema de desinfección por ozonización que cuenta nuestra cámara de desinfección por la cual tendrá que pasar todas las personas al ingresar a la institución.

El trabajo aplicativo cuenta con sensores, actuadores, microcontrolador y herramienta IOT, la cual nos permite cumplir con nuestro objetivo de monitorear y controlar automáticamente y manual a distancia y desde cualquier lugar. Además, cuenta con dispositivos de visualización de datos que brindara información como temperatura de la persona, visualización del tiempo que la persona debe permanecer dentro de la cámara, así como también cuenta con luces de señalización que nos permitirán el buen uso de la cámara de desinfección. Asimismo, dejando ineficientes a las camaras que ya existe debido a que las personas que controlan se exponen mucho al contagio de gérmenes al manipularlo durante el dia, para su funcionamiento.

A continuación, nuestro informe está estructurado por los siguientes capítulos:

Capítulo I: En este capítulo detallamos la problemática por la cual da motivo a nuestro trabajo aplicativo y así mismo damos respuestas a estas interrogaciones mediante nuestros objetivos y justificación planteada.

Capítulo II: En este capítulo presentamos toda la información recopilada desde el punto de investigación de cada dispositivo principal de la cual depende nuestro trabajo aplicativo para su funcionamiento y sustento teórico.

Capítulo III: En este capítulo exponemos detalladamente la realización de nuestro trabajo aplicativo desde el punto experimental ya que aquí corregimos y mejoramos nuestros errores de tal modo para que el funcionamiento sea lo más eficiente posible.

Capítulo IV: En este capítulo damos a conocer los resultados obtenidos del trabajo de aplicación, como pruebas calibración y perfección del trabajo.

Capítulo V: En este capítulo manifestamos nuestras conclusiones y recomendaciones de la culminación del trabajo de aplicación. La cual contribuye para su buen funcionamiento y beneficio de uso en un futuro.

CAPÍTULO I
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

Actualmente estamos viviendo una crisis sanitaria por el covid 19 en nuestro país y a nivel mundial, que es altamente contagioso, se transmite rápidamente por la aglomeración de personas.

Es importante el distanciamiento de un metro y medio entre persona para evitar los contagios, el tiempo activo del virus es de 1 y 2 días en superficies de madera, ropa, vidrio y hasta más de 4 días en mascarías quirúrgicas, plástico, billetes y acero inoxidable.

Debido a todo ello se está proponiendo este proyecto para poder disminuir las cifras estadísticas de nuevos contagios por contacto de superficies.

1.1.1 Problema general

1.0 ¿Cómo diseñar e implementar una cámara de desinfección automatizada con monitoreo remoto vía herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA?

1.1.2 Problemas específicos

1.1 ¿Cómo diseñar e implementar una cámara de desinfección automatizada para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA?]

1.2 ¿Cómo diseñar e implementar un generador de ozono para el control de la dispersión del gas para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA?

1.3 ¿Cómo implementar con sensores la cámara de desinfección automatizada para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA?

1.4 ¿Cómo diseñar e implementar un sistema de monitoreo remoto utilizando herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

1.0 Diseñar e implementar una cámara de desinfección automatizada con monitoreo remoto vía herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1.1 Diseñar e implementar una cámara de desinfección automatizada para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA.
- 1.2 Diseñar e implementar un generador de ozono para el control de la dispersión del gas para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA.
- 1.3 Implementar con sensores la cámara de desinfección automatizada para prevenir el contagio de errores en el IESTPFFAA.
- 1.4 Diseñar e implementar un sistema de monitoreo remoto utilizando herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA.

1.3. Justificación

El virus (COVID-19), enfermedad que se dio por primera vez en Wuhan que fue registrada el 31 de diciembre en del 2019 en china por la OMS (Organización Mundial De Salud), el Perú y todos los países a nivel mundial están siendo afectados por esta pandemia, la cual a pesar de las medidas que han tomado las autoridades de nuestro país Sigue el contagio en aumento cada día más. Sin embargo, las autoridades han optado por reactivar las actividades paralizadas de forma gradual, dando nuevos protocolos de bioseguridad para que puedan convivir con el virus sin contagiarse, y de manera responsable (Gestión, 2020).

Por ese motivo y por la gran demanda de insertar nuevos productos al mercado por diferentes empresas tecnológicos para prevenir el contagio de este virus y cumplir con el protocolo de bioseguridad, hemos decidido diseñar e implementar una cámara de desinfección automatizada con monitoreo remoto vía herramientas IOT para prevenir el contagio de gérmenes en el IESTPFFAA. La cual no solo beneficiará a la institución educativa a cumplir con el protocolo de bioseguridad, sino que también a prevenir de contagios de gérmenes que se encuentran en el ambiente a la hora de ingresar los estudiantes y el personal que laboran en esta institución. Aportando con nuevas tecnologías para el bienestar de la salud de las personas de nuestro país.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

Antecedentes Internacionales

García et al., (2020) informan en su trabajo de Revisión de las aplicaciones del ozono y su generación para el uso en mascarillas contra Patógenos, que el ozono es un desinfectante muy eficiente debido a que no tiene límite para eliminar cualquier tipo microorganismos sin importar el tamaño de especie ni lugar donde se encuentren ya que por ser un gas tiene la capacidad de penetrar y ocupar el espacio de difícil acceso. Además, tiene la ventaja también de disolverse en agua para utilizarse como desinfectante en líquido. Según sus investigaciones realizadas y la organización mundial de la salud (OMS).

Antecedentes Nacionales

Flores y Larico (2020) precisan que en el diseño de una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra el covid-19, la radiación UV-C se puede utilizar como esterilizador proyectado en una cámara de desestabilización afín de que esta de encargo de la eliminación de las bacterias, aplicado un control de potencia y considerando un pulso de parte de una placa de desarrollo Arduino, un controlador PID y optoacoplador MOC3031 ,compuestos por diodo emisor de luz y un triac que permite cargar voltaje pico de 200v a 400v que es muy adecuado para activar la lámpara de radiación UV-C ,así evitar que el material ADN o ARN se replique y sea eficiente su desinfección y esterilización de equipo personal médico.

Llanos y Atencio (2019) en su proyecto de “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IOT, caso laboratorio control y automatización – EPIME” precisan que se realiza el control automatización utilizando el IOT en cuya investigación como método científico se implementó un sistema de RFID, donde el uso de tarjetas RFID permite el monitoreo y control de los objetos y automatización del EPIME. La automatización en laboratorios se está popularizando la aplicación de tecnología y aplicación permiten también al usuario controlar todo tipo de electrodomésticos remotamente. Esta automatización inteligente supervisa y controlan los sistemas técnicos en un laboratorio educativo mediante una supervisión y administración de estos sistemas con tecnologías o cables.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Microcontrolador

Rossano (2009) indica que los microcontroladores nacen con la finalidad de reemplazar a los microprocesadores los cuales eran complejos y costosos. Un microcontrolador es una microcomputadora que tiene microprocesador, memoria de datos, memoria de programa y unidades de entrada y salida en un solo circuito integrado IC y desde tamaños muy pequeños que los microprocesadores, debido a lo mencionado este dispositivo electrónico se considera más económico, fácil de usar y programable que cumple con tareas desde lo más simples hasta los más complejos. Su funcionamiento está basado en el procesamiento y ejecución de un lenguaje de instrucción, programado mediante herramientas de software, obteniendo como resultados diferentes clases de inventos y productos donde se requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas y salidas del microcontrolador, es muy utilizado en robótica, domótica, automatización de dispositivos y en sistemas industriales. Además, para mejor y facilitar el uso de esos dispositivos se han creado diversas placas electrónicas basados en microcontroladores como componente principal, la cual establecen conexión de manera más sencilla con los dispositivos de entrada y salida que estén conectado a esta placa, gracias a la arquitectura mejorada de software y hardware creado por diferentes fabricantes que existe en el mercado.

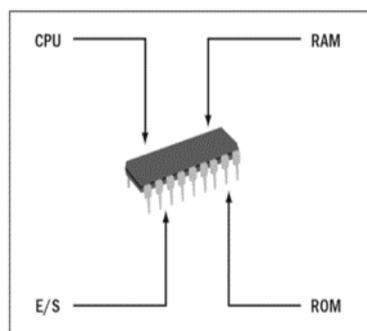


Figura 1. Microcontrolador y sus partes (Rossano, 2009, p. 18).

2.2.2 Sensores

Corona et al., (2014) indican que un sensor es un dispositivo electrónico capaz de transformar una señal física en una señal eléctrica. Dichas señales son de entrada y salida respectivamente. Las señales de salida pueden ser analógicas o digitales y son almacenadas y procesadas para diversas aplicaciones, tales como visualización de datos o activación y desactivación de dispositivos finales como actuadores.

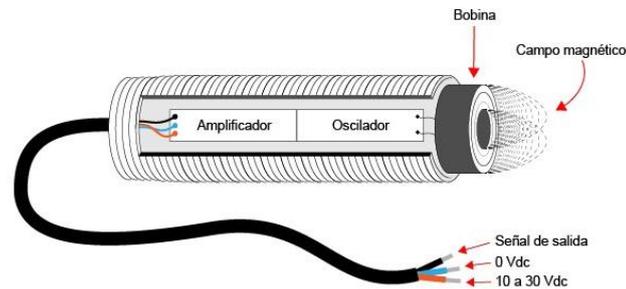


Figura 2. Sensor Inductivo (Contaval, 2017).

2.2.3 Actuadores

Díaz (2004) menciona que los actuadores son dispositivos capaces de generar fuerza a partir de líquidos, electricidad y gas. El actuador recibe comandos del regulador o controlador y proporciona la salida requerida para activar el elemento de control final.

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Estos actuadores se utilizan para impulsar equipos electromecánicos. Generalmente, cuando se requiere energía, el posicionamiento de los neumáticos es simple y los actuadores eléctricos se utilizan ampliamente en robots, se utilizan actuadores hidráulicos. Por ello, es necesario conocer las características de cada actuador para poder utilizarlos correctamente según su aplicación específica, por ejemplo:

Los actuadores hidráulicos se pueden clasificar según el modo de funcionamiento y funcionan con fluido presurizado.

Los actuadores neumáticos son básicamente iguales a los actuadores hidráulicos, en este caso el rango de compresión es mayor, además la diferencia de uso y estructura es pequeña porque casi no tienen viscosidad

La estructura del actuador eléctrico es simple porque solo necesita energía eléctrica como fuente de energía. Dado que el cable se utiliza para transmitir electricidad y señales, tiene una gran versatilidad, de hecho, no hay restricción en la distancia entre la fuente de alimentación y el actuador.



Figura 3. Actuadores hidráulicos (Díaz, 2013)

2.2.4 Visualización de datos

Males y Aleman (2017) mencionan que son dispositivos que muestran información ya sea en formato de texto, figuras, imágenes, números, etc., lo cual la persona pueda manipular, cambiar o comunicar. Cuanto mejor podamos transmitir los puntos visuales de los datos mejor se podrá aprovechar esa información. También menciona que dado el avance de la tecnología las pantallas están adoptándose más a la necesidad de cada usuario dando inicio los siguientes dispositivos de visualización:

- Display de filamento incandescente: actualmente extinguidos que se encuentran en el grupo NIXIE este tipo de visualizador contenía más de 10 cátodos donde 7 segmentos generaban símbolos de segmentos.
- Display de plasma o PDP que también tiene parecido a la función de display de filamento incandescente compuesto por sustrato cerámico de un lado y vidrio del otro, donde el espacio de separación está lleno con neón y algo de mercurio.
- Display fluorescente de vacío: su esquema físico es como del PDP con terminales de un cátodo muy caliente y el ánodo con entradas de 12 a 15 v.
- Display electroluminiscente: fabricado en una fina capa de fósforo con dieléctrico intermedio, el voltaje de aplicación es de 80v a más con frecuencia de 400Hz y 1000Hz
- Display de Leds: se emplean en números dispositivos comunes constituidos por 7 leds en forma de 8 utilizados para representar cualquier número.
- Display de cristal líquido: desarrollado a inicios de lo 70 con propiedades de líquido rotando la luz polarizada en forma relativa.
- Diodo orgánico emisor: led de dispositivo orgánico ideales para para aplicaciones portátiles ya que al aplicar una corriente se emite una luz



Figura 4. Tipos de display (Diosdado, 2020).

2.2.5 Generador de ozono

López y Vásconez (2013) informan que el ozono es una molécula triatómica que está compuesto por tres átomos de oxígeno producto de la combinación de la molécula de oxígeno más el átomo de oxígeno, para su producción es necesario someter el oxígeno a altas energías ya sea de manera naturalmente (radiación ultravioleta o radioquímica) o artificial (descargas eléctricas o electrolisis). Así mismo el método más utilizado para producir el ozono es por descarga eléctrica debido a que es más eficiente y rápido, la cual consiste en aplicar a las moléculas de oxígeno una descarga eléctrica de alto voltaje, la cual debe ser capaz de romper los enlaces que mantienen a los átomos de dicha molécula unidas (O_2), estos átomos a su vez reaccionan juntándose rápidamente con otras moléculas de oxígeno formando así las moléculas de ozono (O_3), para conseguir esta descarga eléctrica es necesario aplicar un alto voltaje a dos electrodos separados por dieléctricos y que estén lo más cerca posible, de esta manera los electrodos se aceleran incrementando su energía cinética provocando choques de fuerzas conocidas como arcos eléctricos que son suficientes para dividir las moléculas de oxígeno que se encuentra en su alrededor o provenientes de corrientes de aire (p. 4).

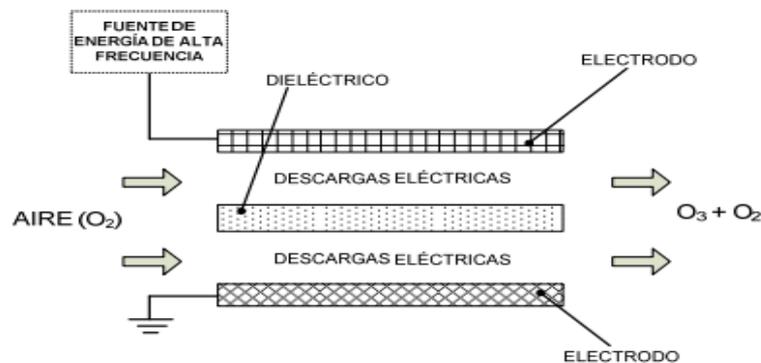


Figura 5. Generador de ozono mediante el método de descarga eléctrica
(López y Vásconez, 2013, p. 38)

2.2.6 Internet de las Cosas (IOT)

Manotas y Martínez (2018) informan que el Internet de las cosas, se basa en la interconexión digital de cualquier dispositivo con cualquier otro de su alrededor, es decir, conectar sensores y dispositivos electrónicos con objetos físicos de usos cotidianos a través de Internet, como también a recolectar e intercambiar datos en cualquier momento o lugar, de manera inalámbrica o alámbrica. Lo que hace que el Internet de las Cosas sea un modelo de negocio reciente, que contribuye con el

crecimiento global en cuanto a innovación y tecnología. Además, cabe resaltar que para facilitar el desarrollo de interconexión y ahorrar tiempo en este proceso existen diversas herramientas IOT, más conocidas como “plataformas IOT” la cual nos permiten realizar el proceso de interconexión de manera más sencilla y didáctica, ya que cuenta con su propia arquitectura de comunicación compatible con el software y hardware a utilizar, Pero para su uso se necesita conocer su entorno de configuración y comunicación ya que existen distintas plataformas en el mercado, pero que cumplen las mismas funciones de: monitoreo, control, optimización, automatización (p. 10).

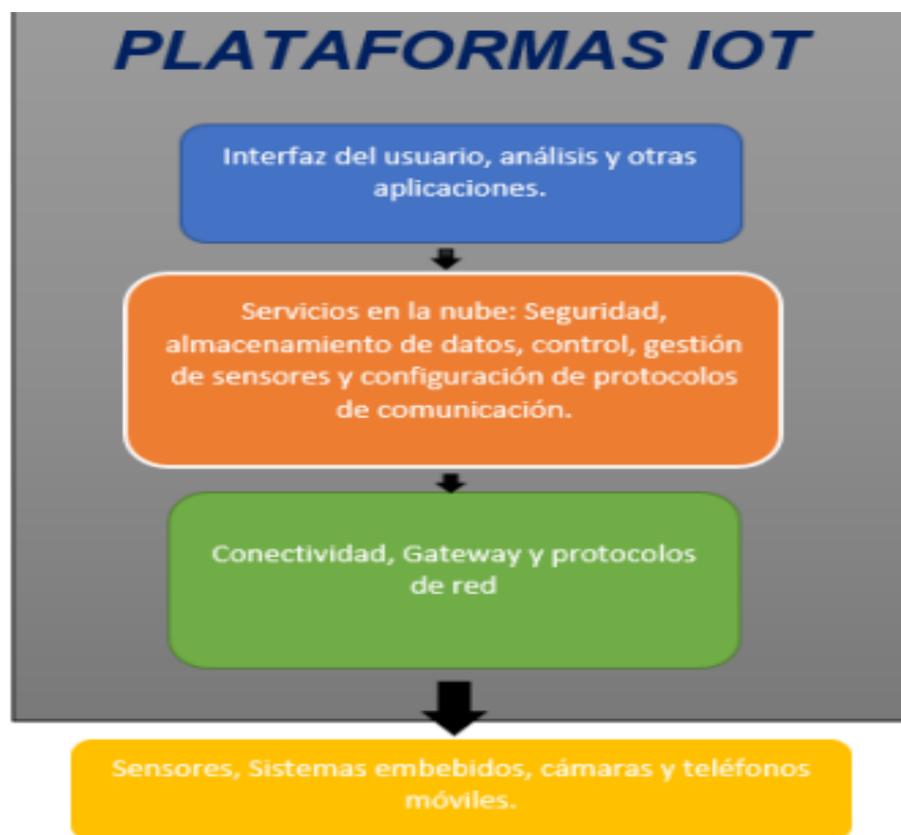


Figura 6. Plataforma IOT en un sistema de internet de las cosas
(Manotas y Martínez, 2018, p. 12)

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad

La finalidad de nuestro trabajo de aplicación es implementar una cabina para desinfección haciendo uso de herramientas IOT para que podamos monitorear, controlar y registrar los usuarios que estén utilizando la cabina de manera remota o local a través de Internet para evitar la propagación de bacterias o virus en IESTPFFAA, y también se pueden usar en lugares públicos con gran cantidad afluencia de personas. Por ello, decidimos utilizar los conocimientos obtenidos en nuestra institución y la información necesaria de nuestra investigación para realizar este trabajo con el fin de lograr buenos resultados en nuestra cabina de desinfección.

3.2 Propósito

El propósito de este proyecto de automatización es mejorar y desarrollar cabinas de desinfección, también pretendemos comercializarlo a nivel nacional, con enfoque en instituciones educativas, empresas estatales y privadas, centros comerciales, etc. Además, nuestros productos con tecnología IOT no solo pueden reducir el virus de COVID-19, sino también eliminar o reducir una gran variedad de gérmenes que pueden existir en el medio ambiente. Este tipo de equipos, mejorará la salud de nuestro país y velar por nuestra seguridad y seguir realizando nuestras tareas laborales.

3.3 Componentes

3.3.1 Arduino Mega 2560

Se seleccionó este dispositivo que está basado en el microcontrolador ATMEGA 2560, el cual por cuenta con mejores prestaciones y características técnicas con respecto a la tarjeta Arduino UNO, lo empleamos como dispositivo principal para la automatización de nuestra cámara de desinfección. Además, debido a los altos requerimientos de memoria y también a la cantidad entradas y salidas que necesitaba nuestro sistema automatizado, usamos este microcontrolador. Por lo tanto, este dispositivo nos permitió lograr con éxito la automatización de la cámara de desinfección.

3.3.2 Ethernet Shield

El Ethernet shield es un dispositivo electrónico que permite la comunicación entre una placa Arduino y una plataforma IOT, la cual es empleada para la interacción a distancia de estos dispositivos. Para poder enviar la información que obtiene el microcontrolador a través de sus

sensores hacia la plataforma IOT, este dispositivo es indispensable y cumple con las características para esta aplicación.

3.3.3 Generador de Ozono

Utilizamos este componente en nuestro sistema automatizado para el proceso de desinfección a partir del gas que este produce. Este dispositivo puede ser programado con un microcontrolador para trabajar por tiempo específico. Cumpliendo con los requisitos para la aplicación de este gas un entorno con seres humanos. La propiedad de este generador es que elimina el 99% de virus y bacterias, dándole aplicaciones en distintos escenarios, como desinfectante en el hogar, eliminador de olores en centros comerciales, y uso medicinal.

3.3.4 Sensor de presencia HC-SR501

Usamos este sensor ya que es confiable, por su bajo costo y su tamaño pequeño, e incorpora la tecnología más reciente en sensores de movimiento, también el sensor nos permite modificar sus parámetros y adaptarlo a las necesidades de la aplicación y puede detectar movimientos de hasta 7 metros de distancia. Básicamente el sensor lo usamos para la detección de las personas que ingresan a la cabina y después de haber pasado por el sensor de temperatura, continua su proceso de desinfección establecido.

3.3.5 Sensor detector IR FC-51

Los sensores infrarrojos lo usamos por su bajo consumo en y su rango de detección, la aplicación de este sensor en nuestro proyecto es para detectar las manos de las personas dentro de una distancia establecida y dispense el alcohol a las manos de las personas.

3.3.6 Sensor de temperatura MLX 90614

Usamos este dispositivo ya que es de uso médico, es recomendable y nos permite hacer las mediciones de temperatura sin la necesidad de estar en contacto con el usuario. Este sensor medirá la temperatura de la persona y enviará la medición a nuestro microcontrolador, para conocer la temperatura de las personas que van a ingresar a la cabina de desinfección.

3.3.7 Pantalla LCD 16 x 2

Elegimos este dispositivo porque es de bajo consumo de energía en comparación con otros dispositivos de visualización, su fácil uso e integración a otros circuitos electrónicos. Por lo tanto, este dispositivo nos permite mostrar los valores numéricos medidos por el sensor de temperatura, de la persona antes de ingresar a la cámara de desinfección.

3.3.8 Display 7 segmentos

Este componente nos permite representar dígitos por medio de los 7 leds que contiene, por lo tanto, empleamos este dispositivo para el conteo del tiempo programado que se expondrá la persona al ozono dentro de la cámara de desinfección.

3.3.9. Relé de estado sólido (triac)

Este Dispositivo se utilizó por su alta capacidad que tiene para trabajar como un interruptor eléctrico activando y desactivando cargas de alta corriente, automáticamente mediante la orden de una señal de baja corriente. así como también aislar nuestra etapa de control y de potencia, por tal motivo nos permite activar y desactivar nuestro generador de ozono, extractor de aire y luces de señalización de forma automática mediante de la señal programada en nuestro microcontrolador así logrando automatizar nuestra cámara desinfección.

3.3.10 Servomotor MG995

Utilicemos este dispositivo por su gran versatilidad de compatibilidad con nuestro microcontrolador, por ser económico, robusto, rápido y preciso. la cual, gracias a sus características de alto torque y control de movimiento en determinadas posiciones, nos ayudó a cumplir con nuestro objetivo de automatizar la botella en gel que mediante una señal de control que le envía nuestro microcontrolador este realiza un movimiento a una posición programada generando fuerza en unos engranajes, para así dosificar el alcohol en gel en determinados tiempos que el microcontrolador ordene.

3.3.11 Extractor

Consideramos este dispositivo eléctrico por su eficiente trabajo que realiza la extracción del aire y el ozono de la parte interna de la cabina, que se considera indeseable de un lugar cerrado. La cual nos ayuda a cumplir con nuestro propósito de mantener ozonizado la cámara de desinfección a una concentración adecuada, además también a mantener ventilado nuestra cámara de desinfección con el aire del ambiente, cuando realicemos el mantenimiento de este en determinadas ocasiones o cuando lo necesité.

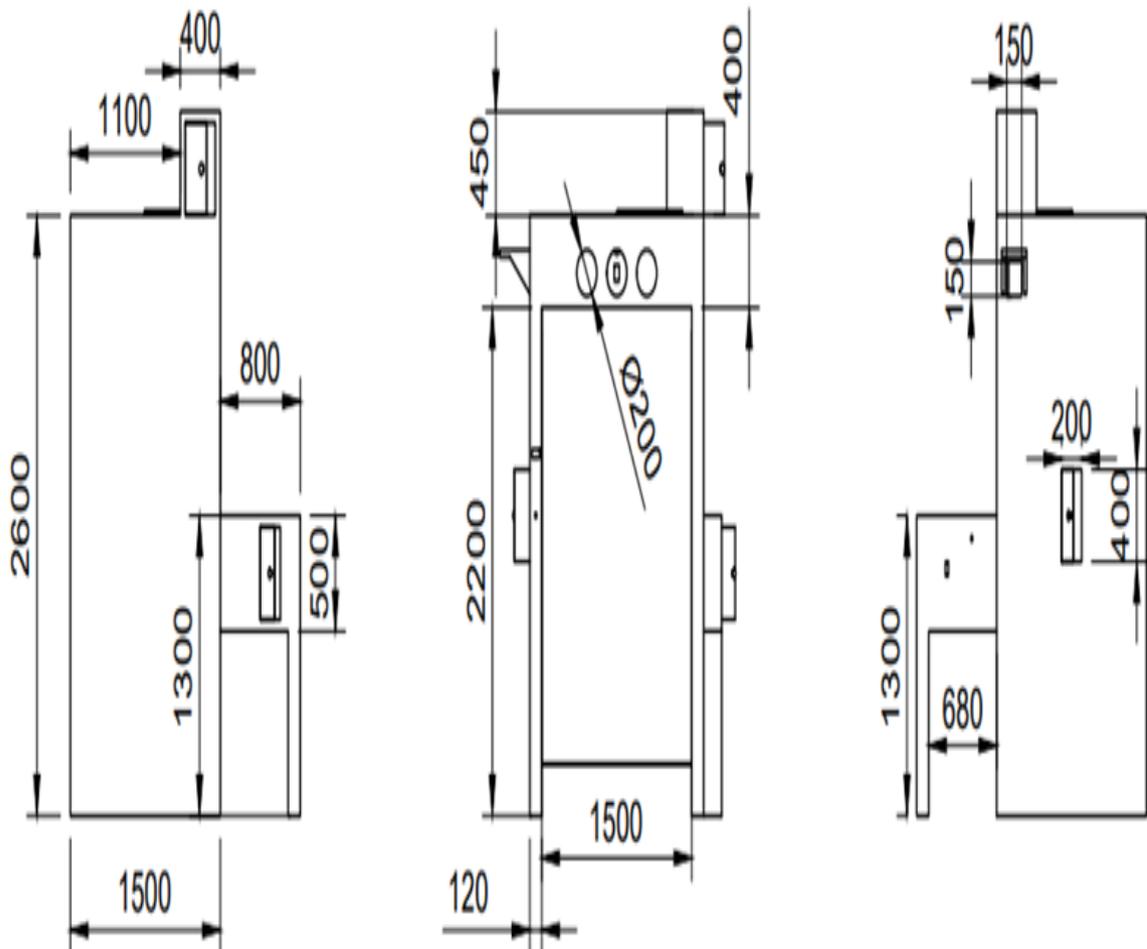
3.3.12 Cayenne my Device

Elegimos esta plataforma IOT porque tiene un didáctico entorno grafico de programación, una alta compatibilidad con nuestro microcontrolador, una arquitectura de comunicación con

internet ya desarrollada y lo más importante en comparación con otras plataformas es gratuita. Además, gracias a su interfaz gráfica personalizable que nos brinda mediante su sitio web y aplicación de Android diseñemos nuestro sistema de control y monitoreo, así logrando con nuestro objetivo principal de monitorear y controlar nuestra cámara de desinfección desde cualquier lugar sin importar la distancia y como también obteniendo información y alertas de nuestros dispositivos en tiempo real.

3.4 Actividades

PRIMERA FASE: en esta fase diseñamos la estructura de la cámara de desinfección en el software FreeCAD, el cual contara con las siguientes medidas en la unidad de milímetros y con el diseño 3D que mostramos a continuación.



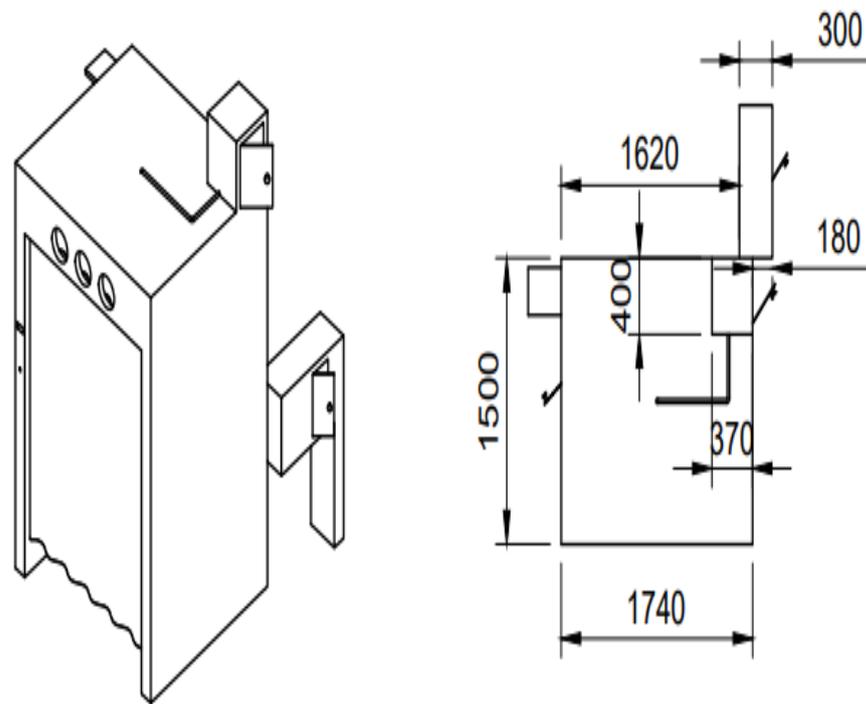


Figura 7. Medidas de la estructura de la cámara de desinfección

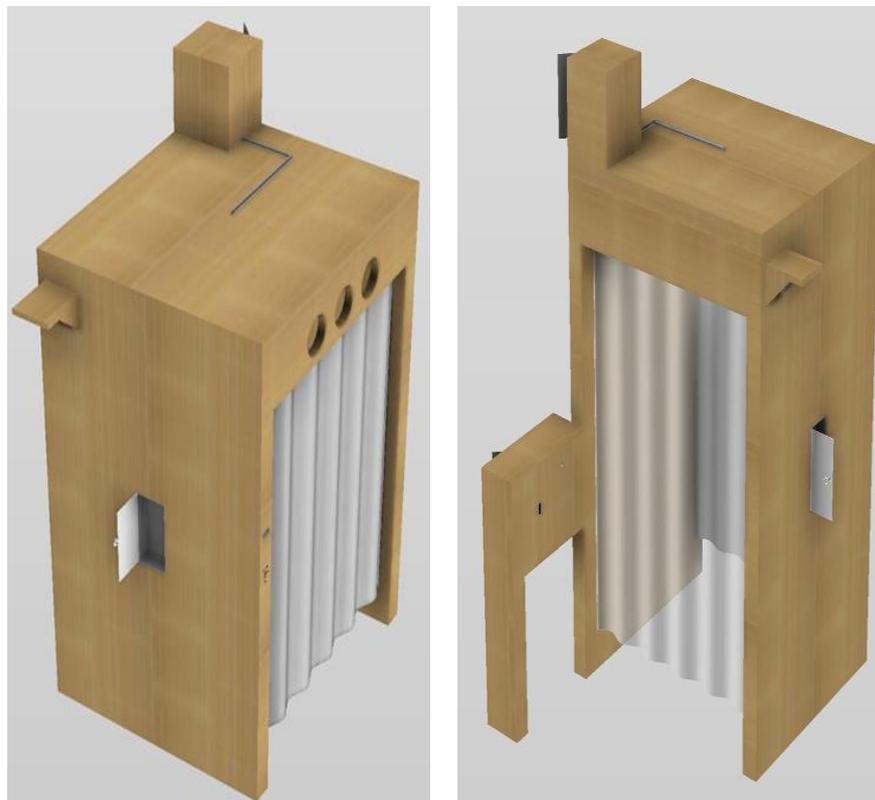


Figura 8. Diseño 3D de la cámara desinfección

SEGUNDA FASE: en esta fase se realizó el acondicionamiento del sensor laser, la calibración del sensor infrarrojo y la toma de lectura del sensor de temperatura. Como también el cálculo del tiempo que permanecerá encendido el generador de ozono, para una adecuada ozonización de la cámara.

1. Acondicionamiento Del Sensor Laser

Acondicionamos este tipo de sensor para utilizarlo en reemplazo del sensor de presencia, debido a que este sensor es más eficaz para la detección de las personas que ingresen y salgan de la cámara. la cual cuenta con los siguientes componentes que mostramos en la figura 17, alimentación de 5v, un LDR, resistencias, potenciómetro, un diodo laser y un transistor. su funcionamiento consiste en emitir un haz de luz con un diodo laser a un LDR que está conectado como divisor de voltaje mediante un potenciómetro, cual varia el voltaje dependiendo la cantidad de luz que incida en el LDR mediante el diodo laser, así controlando el voltaje que pasa por el transistor la cual enviara una señal analógica al arduino mega. Por lo tanto, la señal de este sensor variara cada vez que la persona corte el haz de luz entre el diodo laser y el LDR.

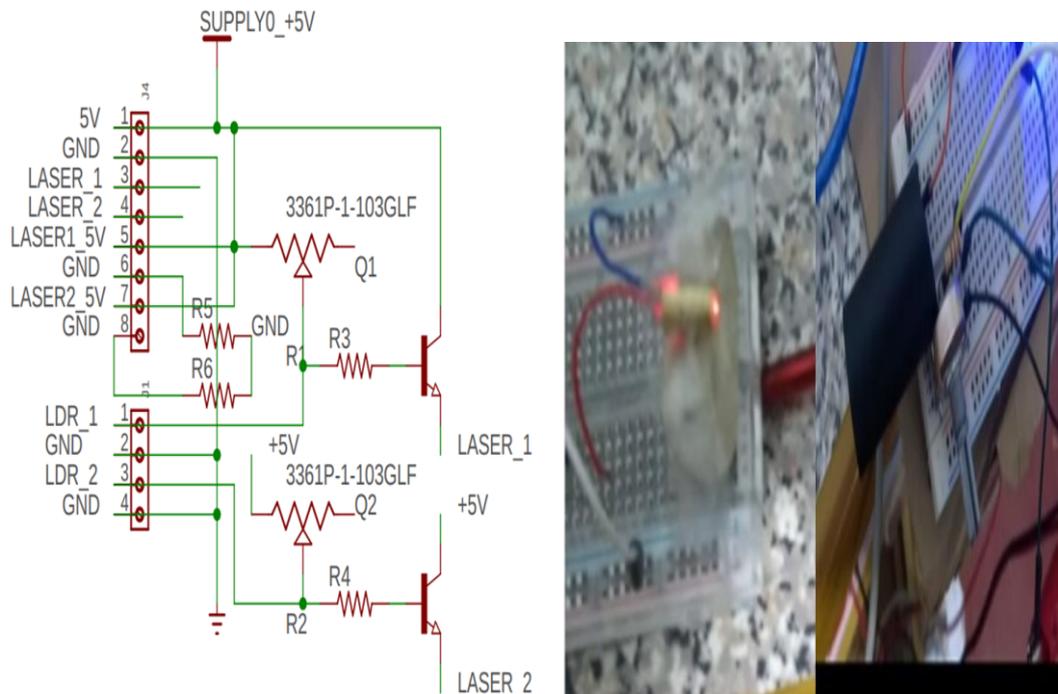


Figura 9. Diagrama del sensor laser y prueba en un protoboard

Para la calibración del sensor laser usaremos el potenciómetro que está en serie con LDR y el monitor serial del ID de arduino, en la cual visualizaremos la entrada de la señal analógica que nos envía nuestro sensor laser que está conectado en la entrada analógica de nuestra arduino mega, de la cual obtuvimos como resultado un valor máximo de 400 que nos entrega el sensor como podemos ver en la figura 18, por lo tanto, consideraremos este valor para la programación que variara en aumento cuando detecte a una persona.

The image shows two overlapping windows from the Arduino IDE. The background window is the sketch editor, displaying a C++ program for an Arduino Mega. The code includes variable declarations for states, millis, and LDR values, and a setup function that configures pins. The foreground window is the serial monitor, titled 'COM14', which displays a series of numerical values: 480, 523, 482, 538, 479, 526, 480, 535, 478, and 528. The serial monitor also shows a 'Enviar' button and a status bar at the bottom indicating 'Autoscroll' and 'Mostrar marca temporal'.

```

arduino_mega_programacion_7_id Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

arduino_mega_programacion_7_id

52 int previousState2 = -1;
53 int currentState2 = -1;
54 int previousState3 = -1;
55 int currentState3 = -1;
56 unsigned long previousMillis = 0;
57 unsigned long previousMillis2 = 0;
58 unsigned long previousMillis3 = 0;
59 //-----
60 int LDR_1 = A0; // PIN SENSOR DE ENTRADA
61 int LDR_2 = A1; // PIN SENSOR DE SALIDA
62 int LASER1 = 7;
63 int LASER2 = 40; // select the pin for the LED
64 int VALOR_LDR_2 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
65 int VALOR_LDR_1 = 0;
66 //-----
67 void setup() {
68 //-----
69 pinMode(PORTA, OUTPUT);
70 pinMode(led_rojo, OUTPUT);

El Sketch usa 35184 bytes (13%) del espacio de almacenamiento
Las variables Globales usan 1768 bytes (21%) de la memoria dinámica

COM14
480
LDR2
523
LDR1
482
LDR2
538
LDR1
479
LDR2
526
LDR1
480
LDR2
535
LDR1
478
LDR2
528
Enviar
Autoscroll Mostrar marca temporal Ambos NL & CR 9600 baudo Limpiar salida
Arduino/Genuino Mega en Mega 2560 en COM14

```

Figura 10. Monitor serial – lectura de señal analógica

2. calibración del sensor infrarrojo

En este sensor calibraremos la distancia de detección mediante el potenciómetro que trae en su diseño, ajustando en sentido horario con ayuda de un led que se desactivara cuando acerquemos un objeto cerca a la distancia que ajustemos en el potenciómetro, ya que este sensor emite un señal de 5v, cuando no detecta nada y cuando detecta un obstáculo envía una señal de 0 v. como resultado calibremos el sensor a una distancia de 4cm con ayuda de un instrumento de medición, ya que es adecuada para que la persona no tenga contacto con el sensor a la hora de la activación de la botella de alcohol en gel.

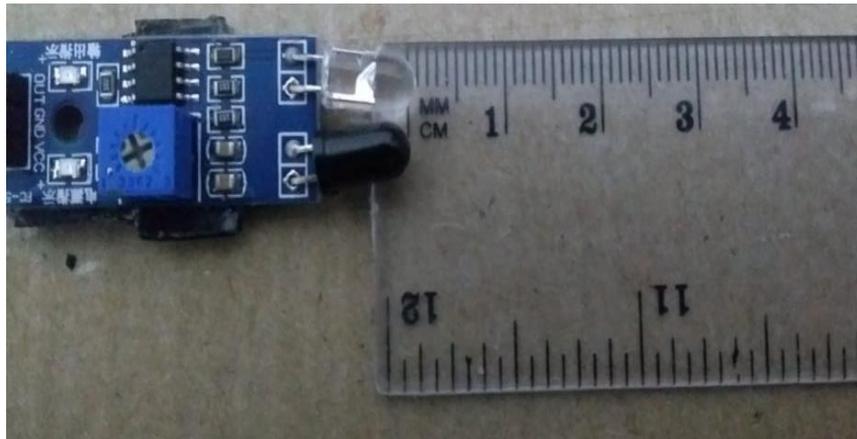


Figura 11. Calibración de la distancia del sensor infrarrojo

2. toma de lectura del sensor de temperatura

Para la toma de lectura de este sensor utilizaremos el monitor serial del ID de arduino donde visualizaremos dos tipos de lectura del sensor, lectura de temperatura de ambiente y lectura de temperatura corporal. Para comprobar si la lectura de temperatura de ambiente es correcta utilizaremos una página web para ver los datos reales de la temperatura del ambiente del lugar donde nos encontremos para así comparar si las lecturas son correctas y para comprobar la temperatura corporal utilizemos un termómetro digital donde tomaremos la temperatura a 5 personas donde así comprobemos si la lectura de nuestro sensor está dentro del rango correcto de toma de temperatura, como resultado obtuvimos que la lecturas están dentro de los rangos de detección como podemos ver en las siguientes imágenes.

```

mlxtest Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
mlxtest$
20 #include <Adafruit_MLX90614.h>
21
22 Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
23
24 void setup() {
25   Serial.begin(9600);
26
27   Serial.println("Adafruit MLX90614 test");
28
29   mlx.begin();
30 }
31
32 void loop() {
33   Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbie
34   Serial.print("\tObject = "); Serial.print(mlx.readOb
35
36
37   Serial.println();
38   delay(500);
39
40
El Sketch usa 5818 bytes (2%) del espacio de almacenamiento
Las variables Globales usan 461 bytes (5%) de la memoria di
COM14
Ambient = 23.75°C   Object = 23.53°C
Ambient = 23.75°C   Object = 23.53°C
Ambient = 23.77°C   Object = 23.57°C
Ambient = 23.75°C   Object = 23.59°C
Ambient = 23.73°C   Object = 23.59°C
Ambient = 23.77°C   Object = 23.59°C
Ambient = 23.77°C   Object = 23.59°C
Ambient = 23.77°C   Object = 23.59°C
Ambient = 23.75°C   Object = 23.63°C
Ambient = 23.77°C   Object = 23.53°C
Ambient = 23.75°C   Object = 23.59°C
Ambient = 23.77°C   Object = 23.51°C
Ambient = 23.83°C   Object = 23.59°C
Autoscroll  Mostrar marca temporal  Ambos NL & CR  9600 baudio  Limpiar salida
  
```

Figura 12. Toma de lectura del sensor temperatura

3. cálculo del tiempo que permanecerá encendido el generador de ozono

Realizamos este cálculo para considerar el tiempo que debe permanecer prendido el generador de ozono cada vez que ingrese una persona a la cámara, para así ozonizar el ambiente en el interior de la cámara con una concentración de ozono adecuada y no sea dañina para las personas, así mismo cumpliendo con su objetivo de desinfectar a las personas.

Para el cálculo del tiempo lo realizamos en dos pasos:

Paso1. En este paso calculamos la cantidad máxima de ozono que se puede concentrar dentro de nuestra cámara de desinfección en la unidad de microgramos, para ello necesitamos saber cuánto es el límite de gramos por metro cúbico de ozono a la cual una persona puede estar expuesta. por lo tanto, para ello tomamos referencia los datos de límites de exposición al ozono por metro cubico de la siguiente tabla establecida por la OMS según el instituto de seguridad y salud en el trabajo (2020) y también según decreto supremo N° 015 2005-3ª publicado en el diario el peruano.

| LÍMITES DE EXPOSICIÓN AL OZONO | |
|---|---|
| INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) | Establece diferentes valores límite de exposición VLA-ED® en función del tipo de trabajo realizado o su duración: |
| | Trabajo PESADO: 0,05 ppm o 0,10 mg/m ³ |
| | Trabajo MODERADO: 0,08 ppm o 0,16 mg/m ³ |
| | Trabajo LIGERO: 0,10 ppm o 0,20 mg/m ³ |
| | Trabajo PESADO, MODERADO O LIGERO ≤ 2 horas: 0,20 ppm o 0,40 mg/m ³ |

Figura 13. Tabla de límite de exposición al Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo (Gobierno de España, 2020)

Lima, miércoles 6 de julio de 2005

NORMAS LEGALES**El Peruano**

Pág. 296145

| N° CAS | AGENTE QUÍMICO | LÍMITES ADOPTADOS | | | | Peso Molecular <gramos> | Notas |
|------------|---|-------------------|-------------------|------|-------------------|----------------------------|-------|
| | | TWA | | STEL | | | |
| | | ppm | mg/m ³ | ppm | mg/m ³ | | |
| 10028-15-6 | Ozono : | | | | | 48 | |
| | ^a Trabajo pesado | 0.05 | 0.1 | | | | |
| | ^a Trabajo moderado | 0.08 | 0.16 | | | | |
| | ^a Trabajo ligero | 0.1 | 0.2 | | | | |
| | ^a Trabajo pesado, moderado o ligero (< 2 horas) | 0.2 | 0.4 | | | | |

Figura 14. Tabla de límite de exposición al ozono en el Perú
(El Peruano, 2005 p. 11)

En conclusión, luego de haber visto la tabla y respondiendo a la incógnita de cuánto es el límite de gramos por metro cúbico de ozono a la cual una persona puede estar expuesta, hemos consideremos el valor de 0.20 mg/m³ la cual es la concentración adecuada de ozono para la persona. Por lo tanto, paramaremos a realizar el cálculo usando la regla de tres simples:

DATOS

5.6 m³ => es la medida de nuestro cámara en metros cúbicos

0.20 mg/m³ => es el límite de concentración de ozono permitido por OMS

0.20 mg _____ 1 m³

X _____ 5.6 m³

$$x = \frac{(5.6 \text{ m}^3 \times 0.20 \text{ mg})}{1 \text{ m}^3} = 1.12 \text{ mg} = \boxed{1120 \text{ ug}}$$

Según nuestro calculo tenemos como respuesta que 1120 ug es la cantidad de ozono que se puede concentrar dentro de nuestra cámara desinfección.

Paso2. En este paso calcularemos el tiempo que estará encendido nuestro generador de ozono para llegar a la cantidad de concentración máxima de ozono dentro de nuestra cámara según el cálculo en el primer paso, para eso necesitamos saber cuántos gramos de ozono genera nuestro generador de ozono en un

determinado tiempo. Por ello acudimos a la ficha técnica del fabricante de nuestro generador de ozono. Como podemos ver en la siguiente figura.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

| | |
|---|---------------------------|
| Dimensiones: 255 x 123 x 94 mm. | Peso: 0,5 kg |
| Alimentación: 230 V 50Hz | Producción: 500 mg/h. |
| Consumo: 30 W | Regulación: Temporizador. |
| Proteccion elect: Fusible (interno) 1 A | Caja: Acero inox. |
| Bajo ruido de emision. | |



Figura 15. Ficha técnica del generador de ozono (Ozosystems Corporation)

Luego de saber que nuestro generador genera 500mg /h de ozono pasamos a calcular cuánto nos genera en 1 segundo, usando la regla de tres simples

Primero convertimos de horas a segundos $1h = 3600 \text{ seg}$.

500mg _____ 3600 seg

X _____ 1 seg

$$X = \frac{(500\text{mg} \times 1 \text{ seg})}{3600 \text{ seg}} = 0.130 \text{ mg} = 130 \text{ ug}$$

Finalmente, luego de realizar los pasos mencionados pasados a calcular el tiempo de encendido de nuestro generador usando una regla de tres simples.

DATOS

138 ug/ seg => este dato es la cantidad de ozono que genera nuestro generador por segundo

1120 ug => este dato es la capacidad máxima de concentración de ozono que puede haber en nuestra cámara que calculemos en el paso 1

130 ug _____ 1 seg

1120 ug _____ X

$$X = \frac{(1120\text{ug} \times 1 \text{ seg})}{130\text{ug}} = 9 \text{ seg}$$

Según los cálculos realizados el tiempo de encendido nuestro generador de ozono Para la desinfección de la persona dentro de la cámara será de 9 segundos.

TERCERA FASE: en esta fase diseñamos los esquemas electrónicos, fabricación de la PCB, montaje y conexión de los componentes en el software eagle y el diseño del engranaje y soporte del servomotor en el software fusión 360 para la automatización del dispensador de alcohol en gel.

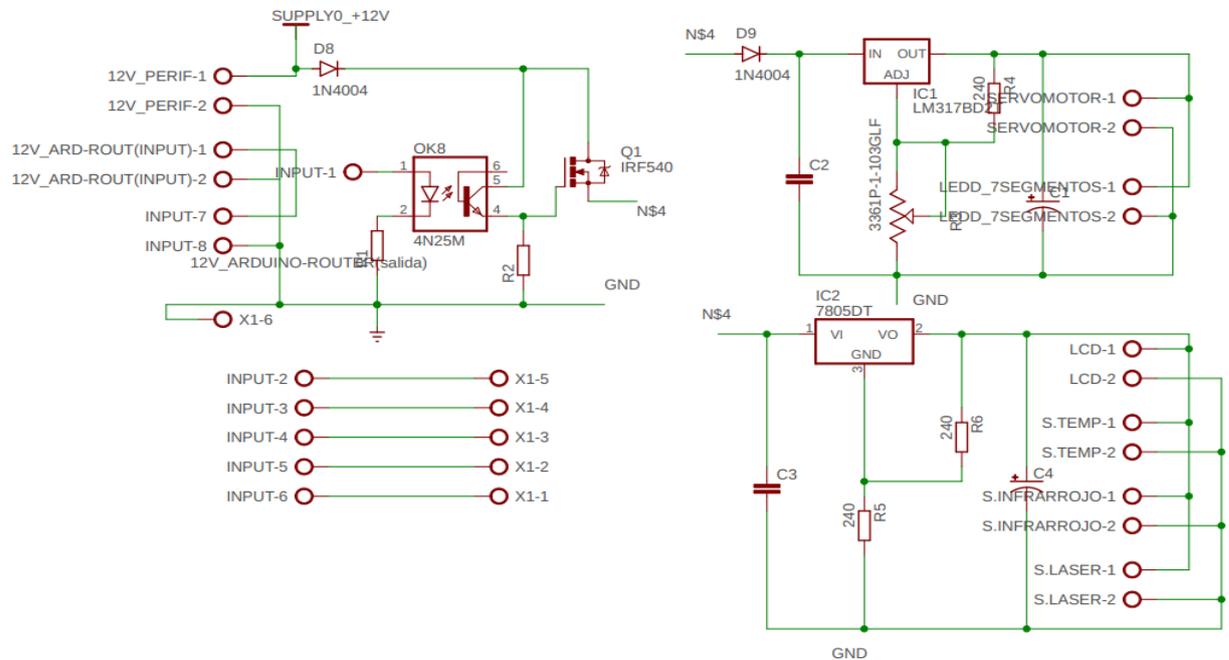


Figura 16. Esquema del circuito electrónico de alimentación a todos los dispositivos

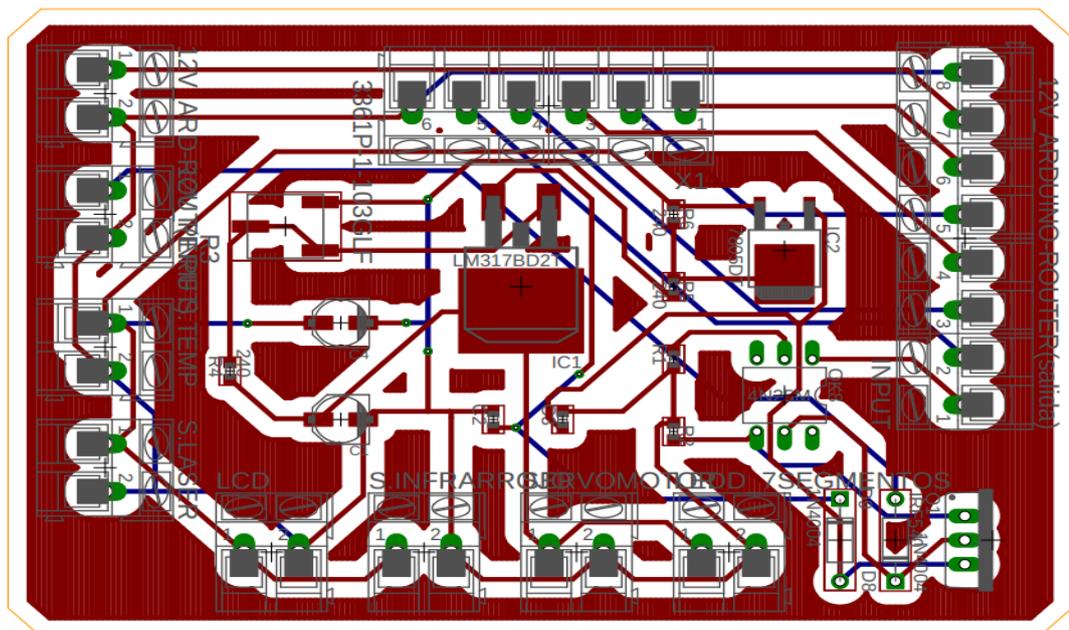


Figura 17. Diseño de la PCB del circuito electrónico de alimentación a todos los dispositivos

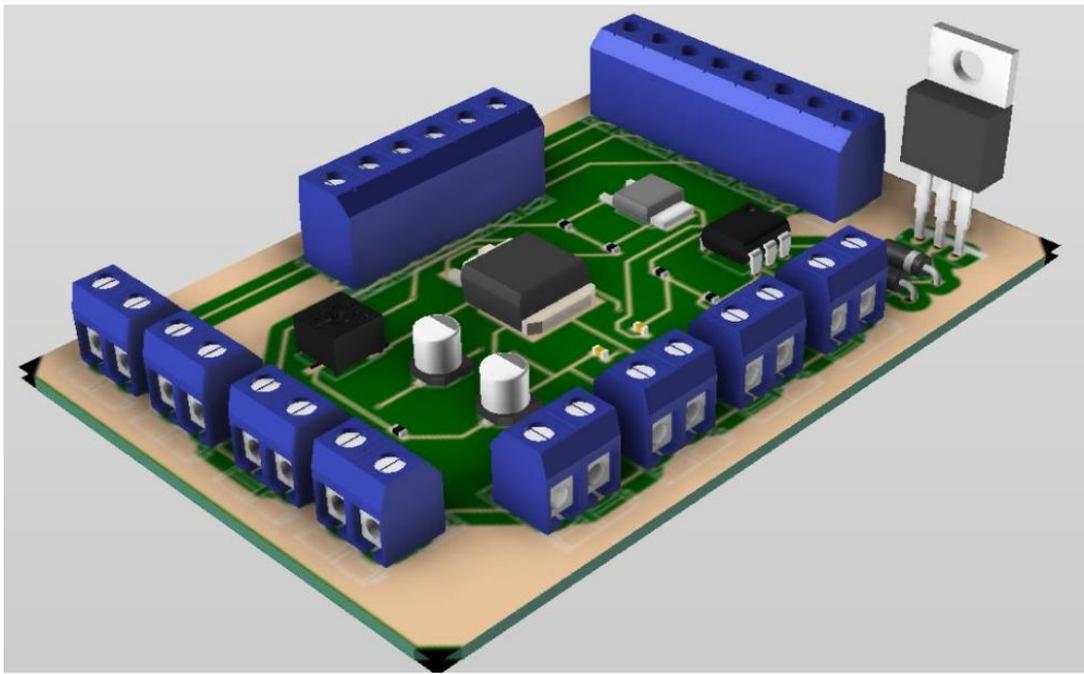


Figura 18. Visión en 3D de la PCB del circuito de alimentación a todos los dispositivos

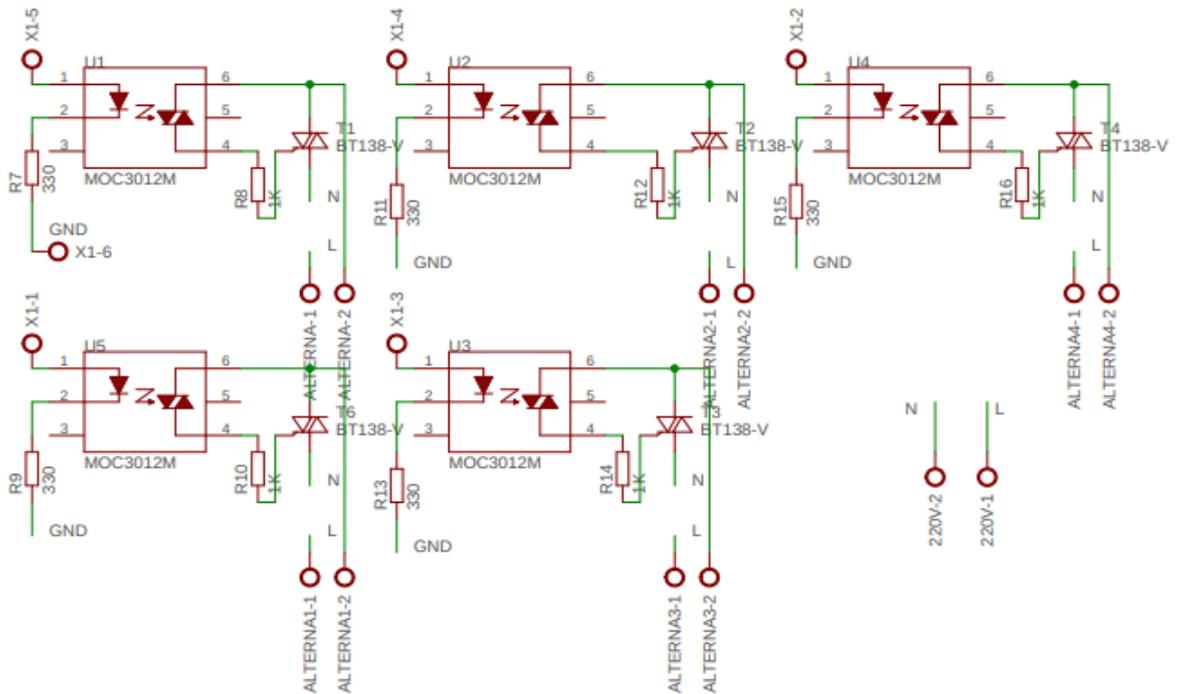


Figura 19. Esquema del circuito electrónico de potencia

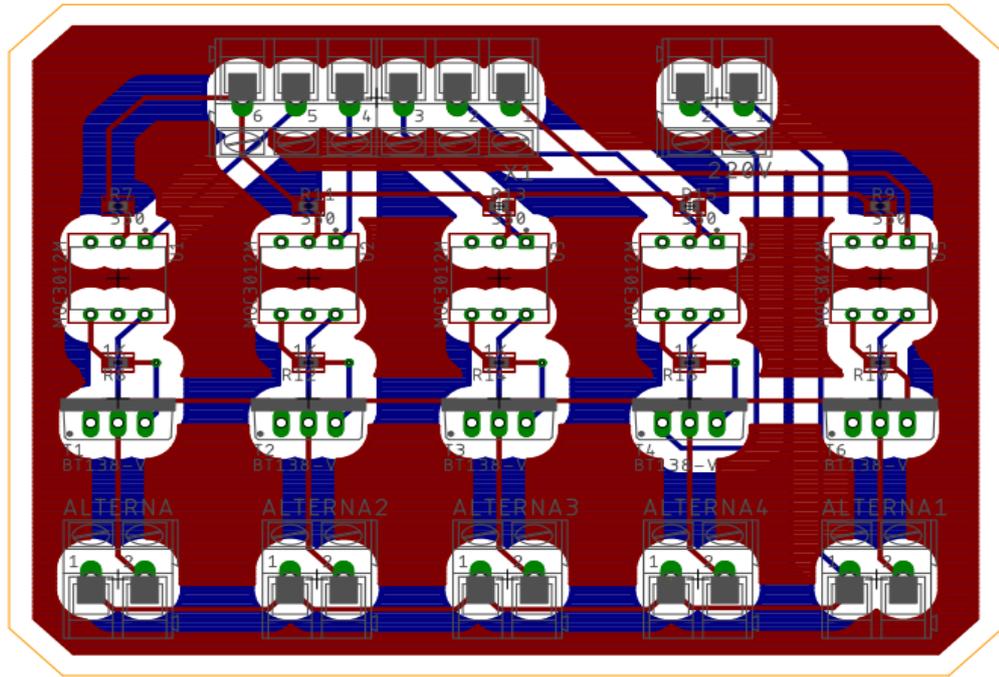


Figura 20. Diseño de la PCB del circuito electrónico de la electrónica de potencia

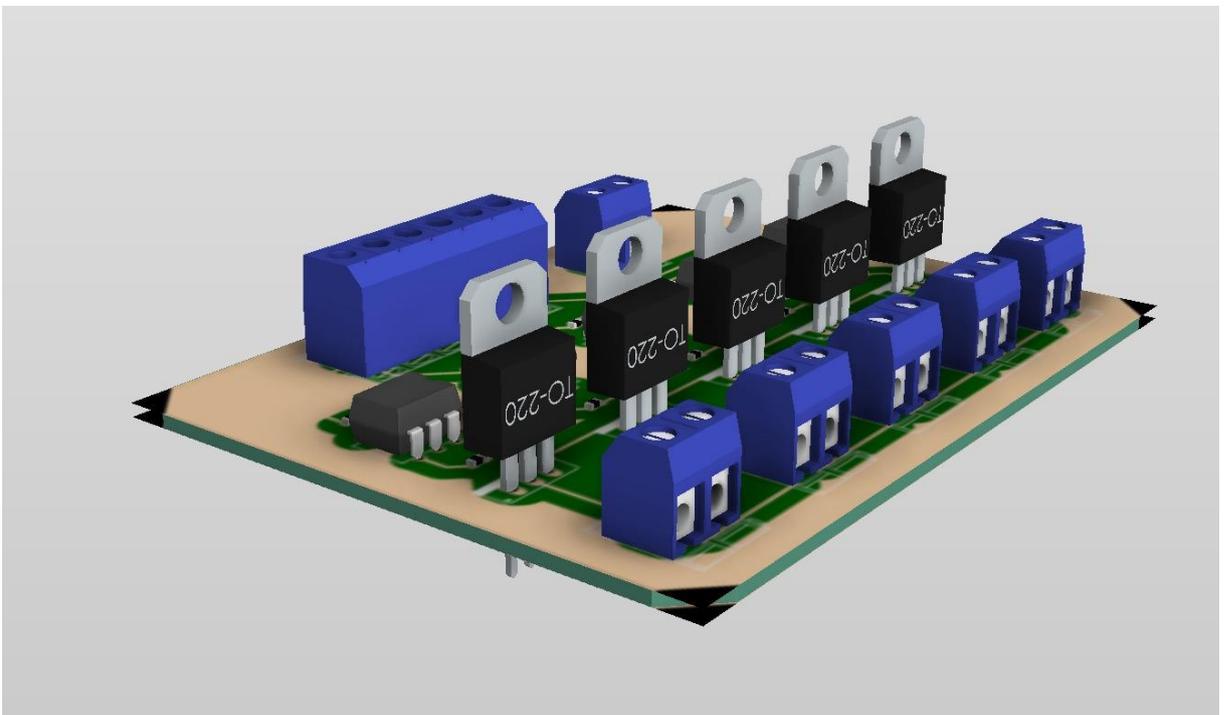


Figura 21. Visión en 3D de la PCB del circuito de la electrónica de potencia

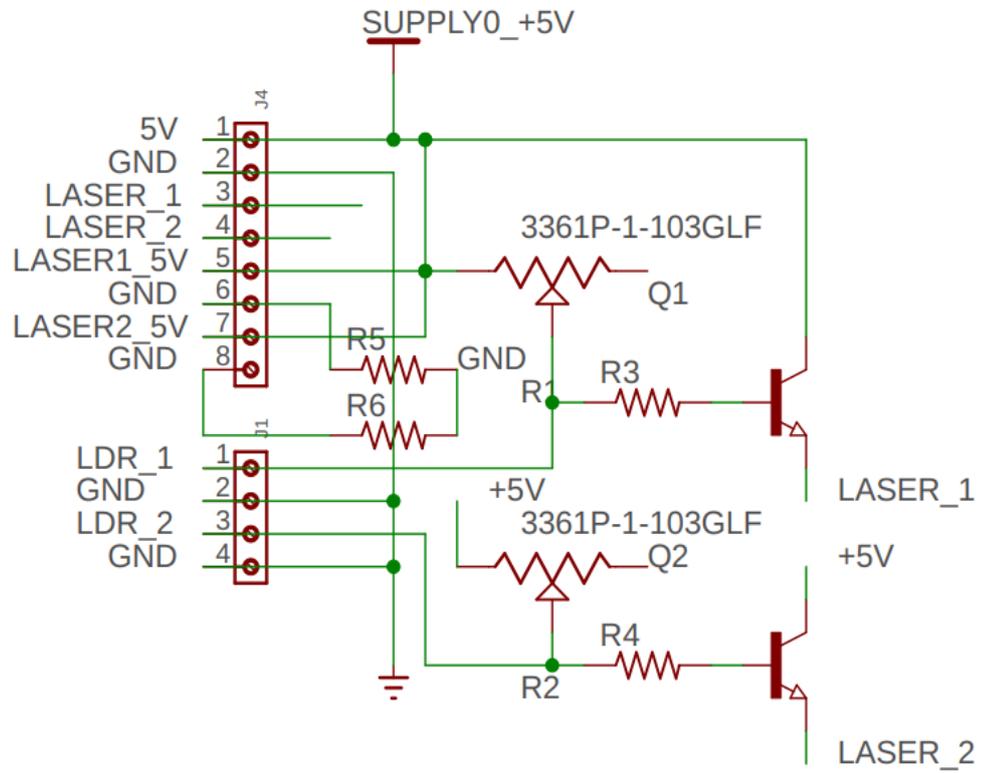


Figura 22. Esquema del circuito de acondicionamiento de los sensores laser

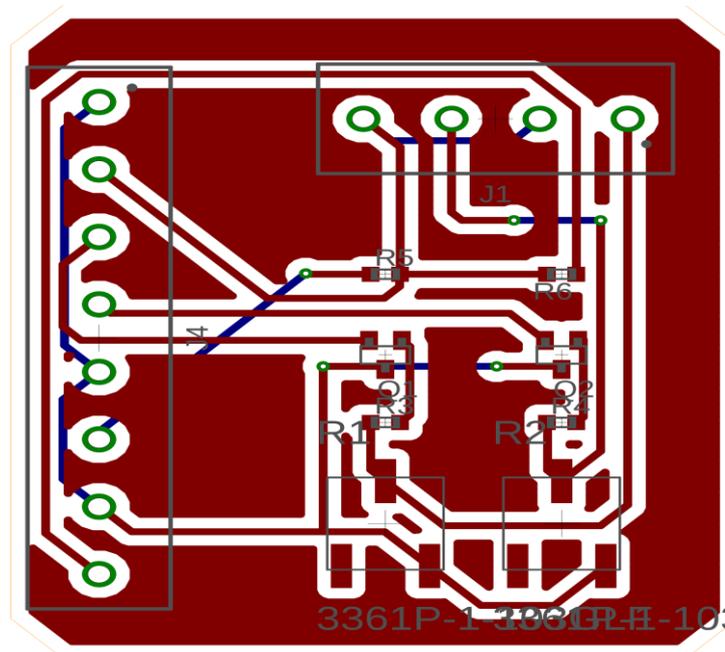


Figura 23. Diseño de la PCB del circuito de acondicionamiento del sensor laser

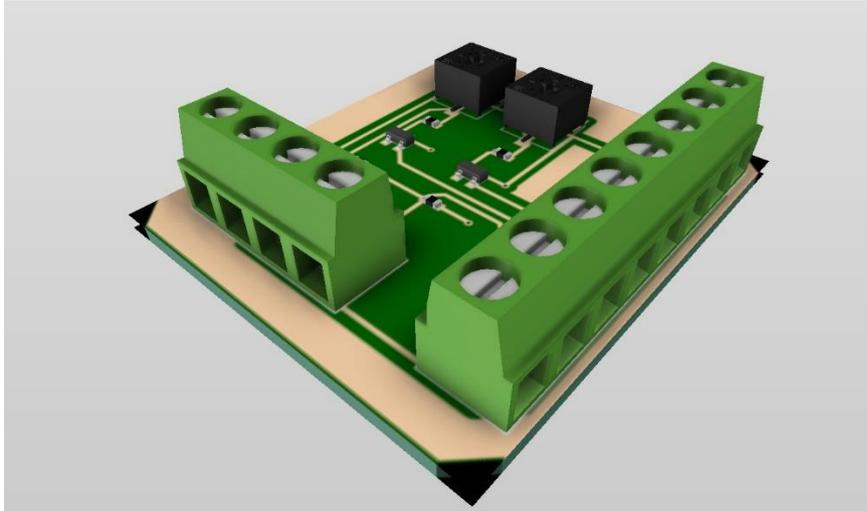


Figura 24. Visión en 3D de la PCB del circuito de acondicionamiento del sensor laser

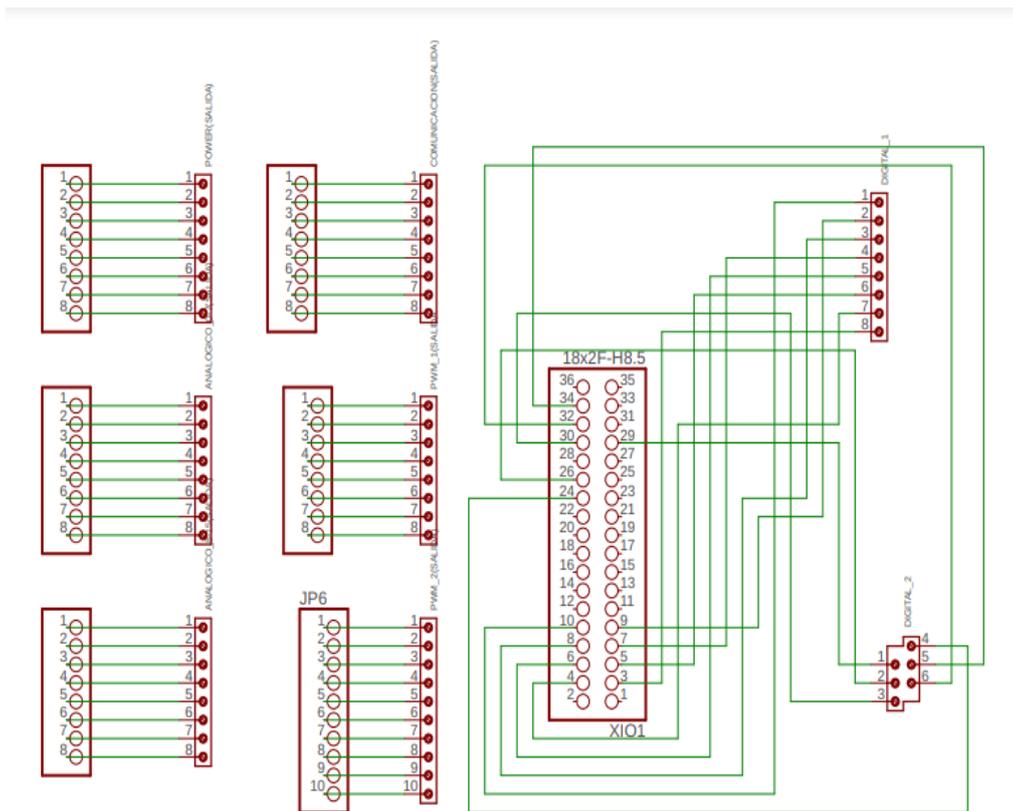


Figura 25. Esquema de conexión para arduino y placas desarrollada

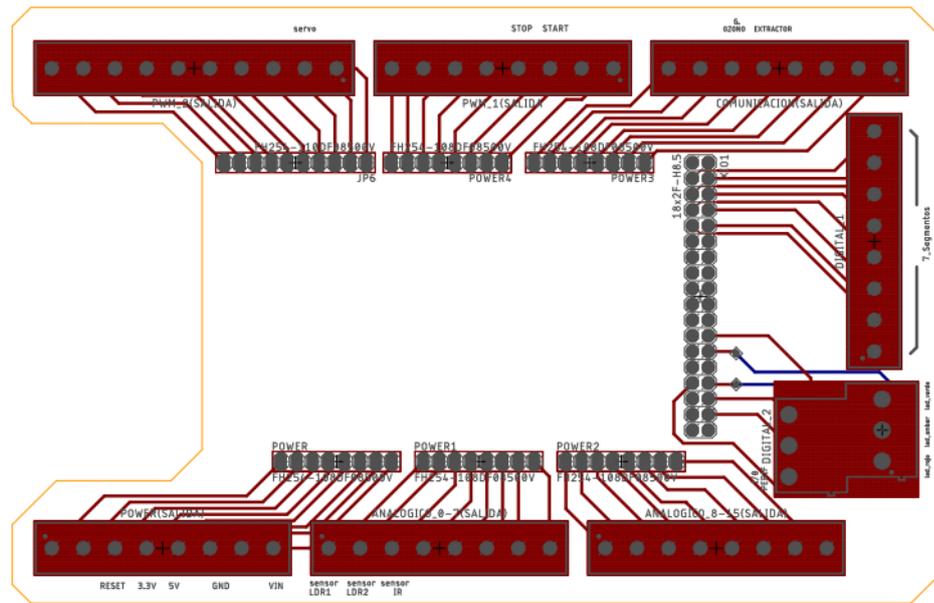


Figura 26. Diseño de la PCB del Esquema de conexión para arduino y placas desarrolladas

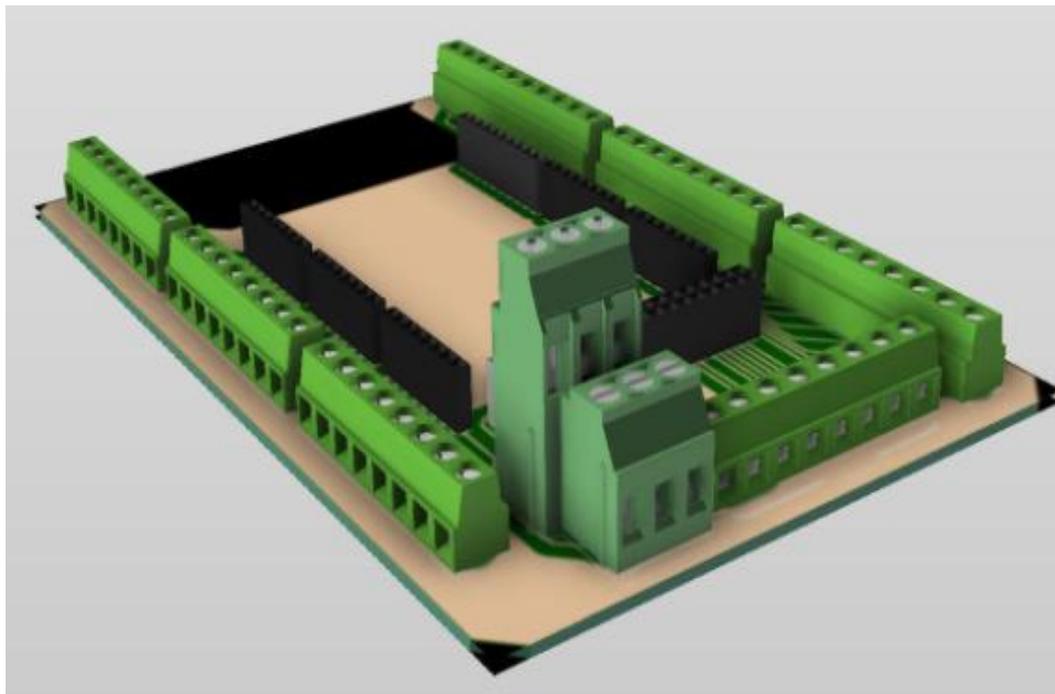


Figura 27. Visión en 3D de la PCB del Esquema de conexión para arduino y placas desarrolladas

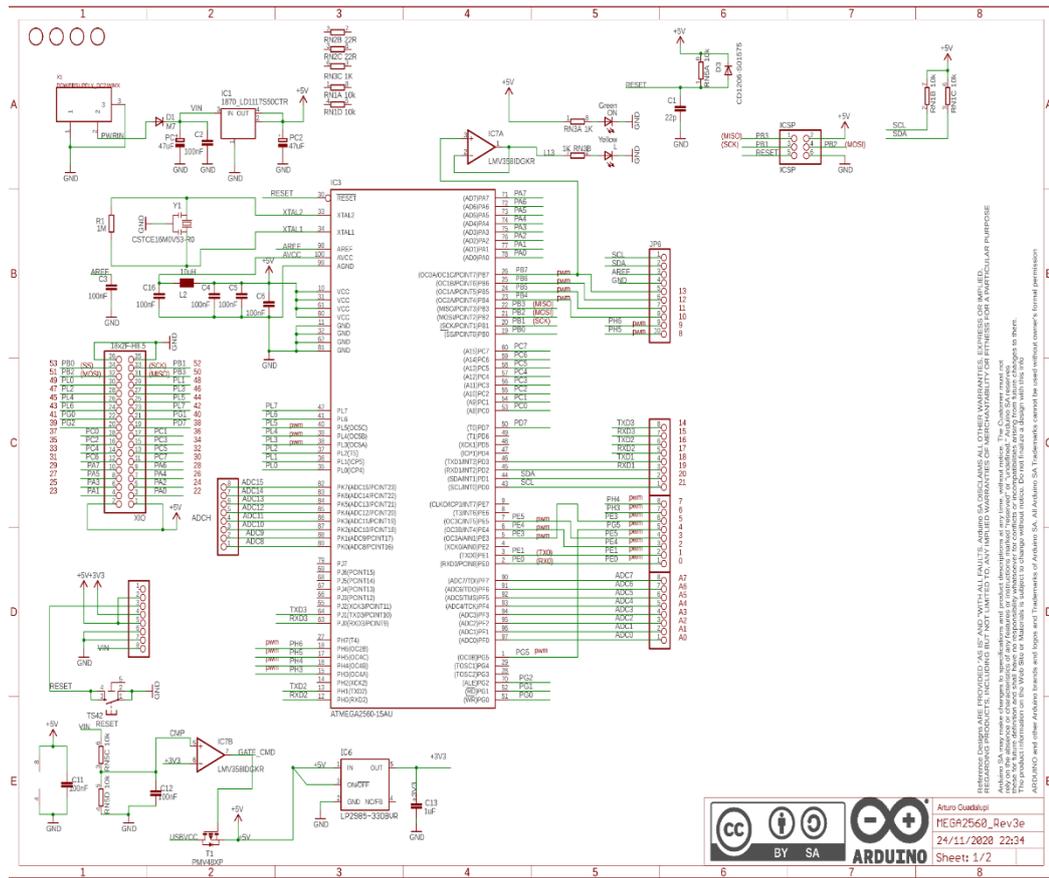


Figura 28. Esquema de arduino mega

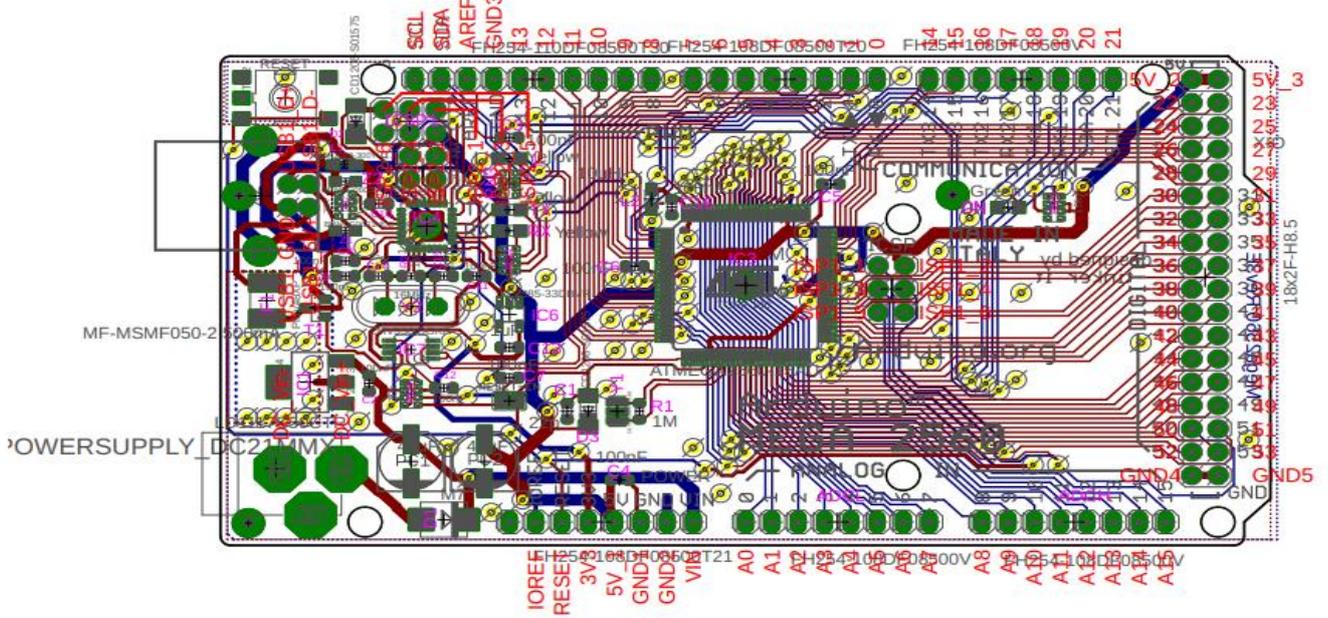


Figura 29. Diseño de la PCB del Esquema de arduino mega

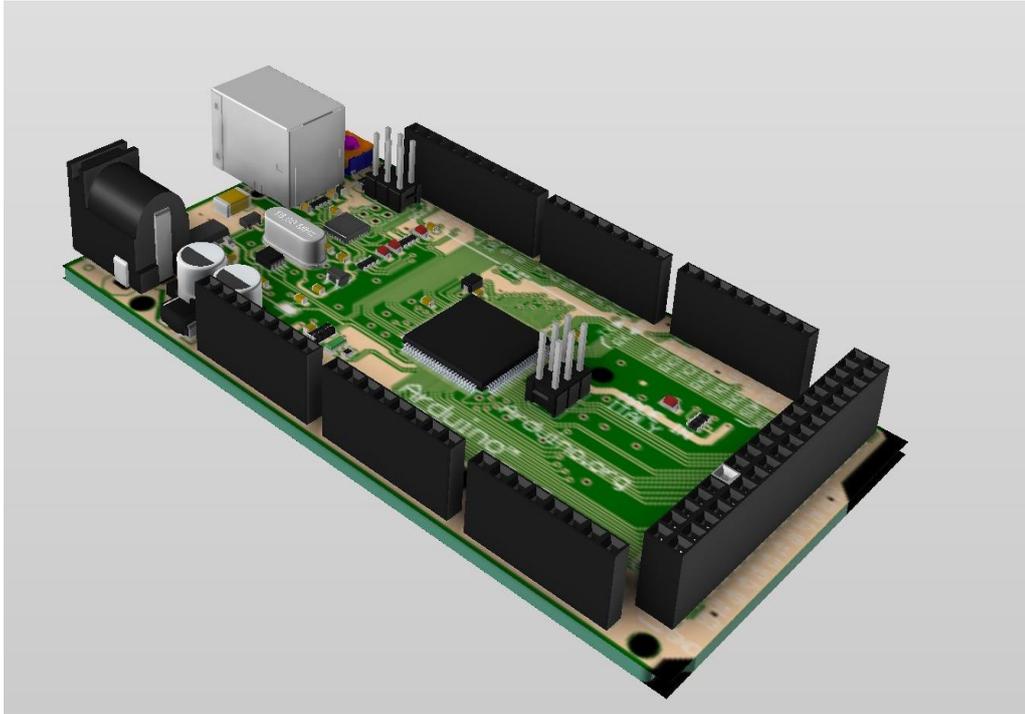


Figura 30. Visión en 3D de la PCB del Esquema de arduino mega

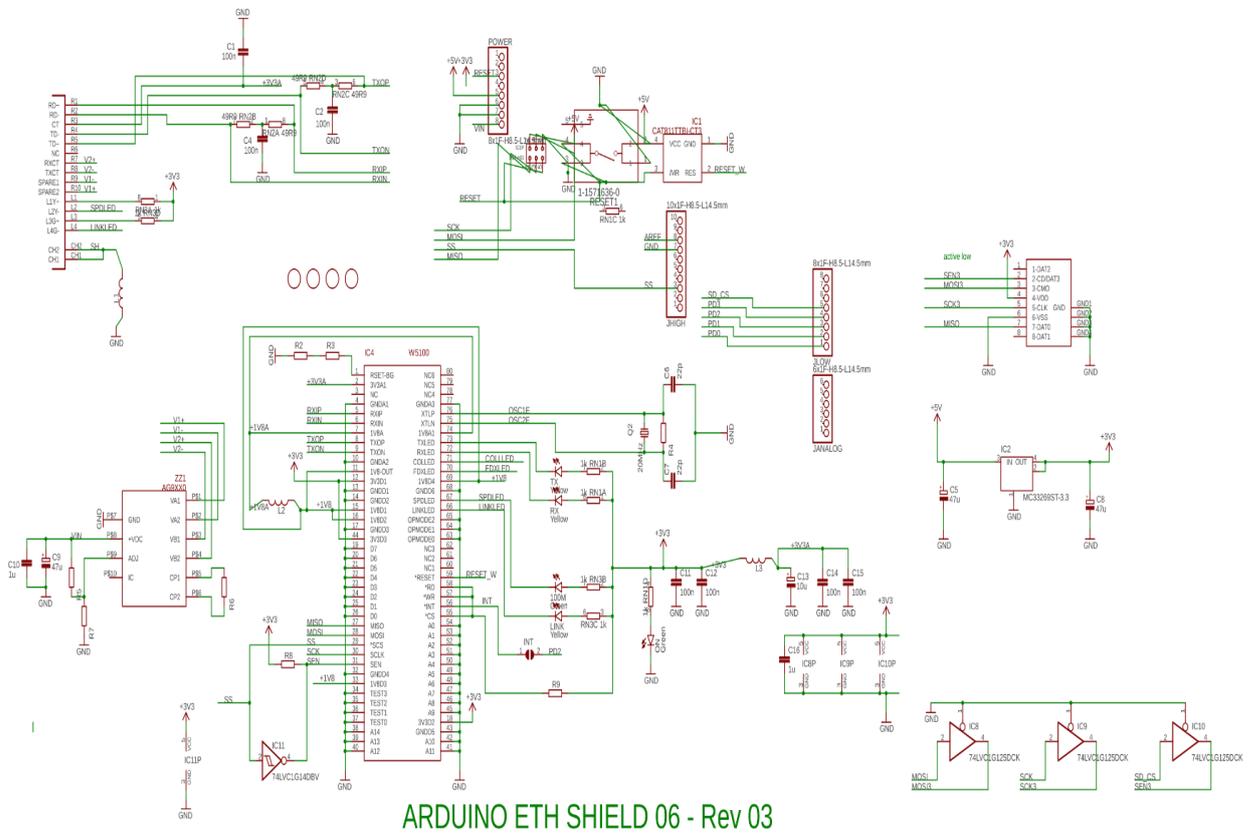


Figura 31. Esquema del ethernet shield 5100w

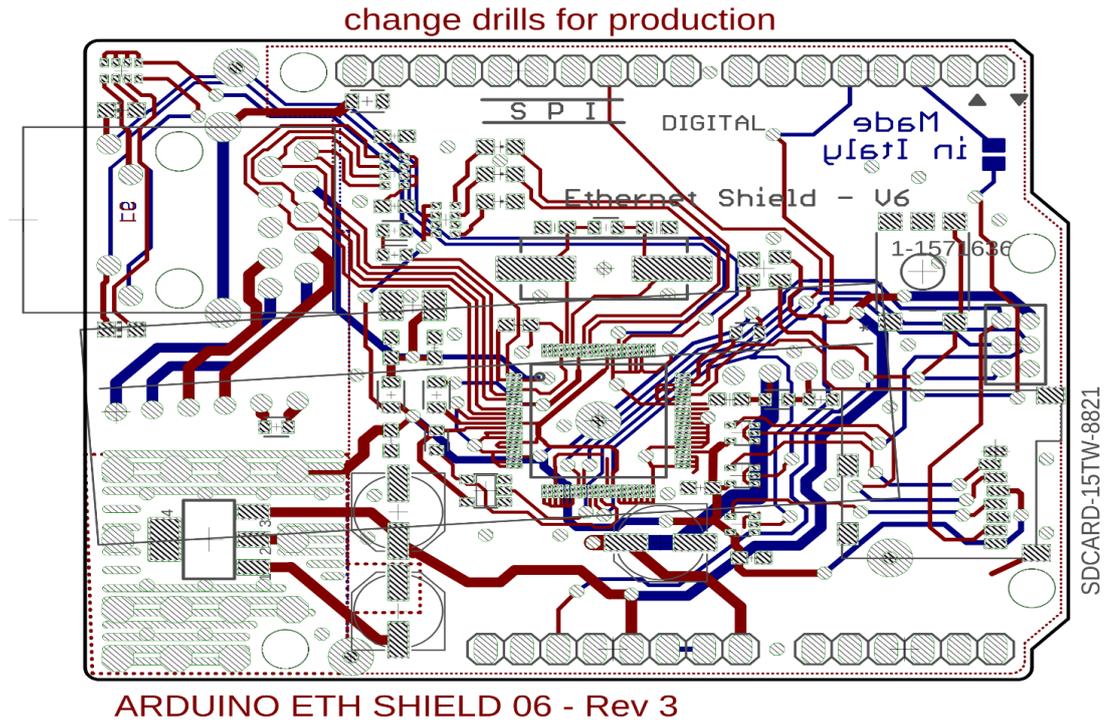


Figura 32. Diseño de la PCB del Esquema del ethernet shield 5100w

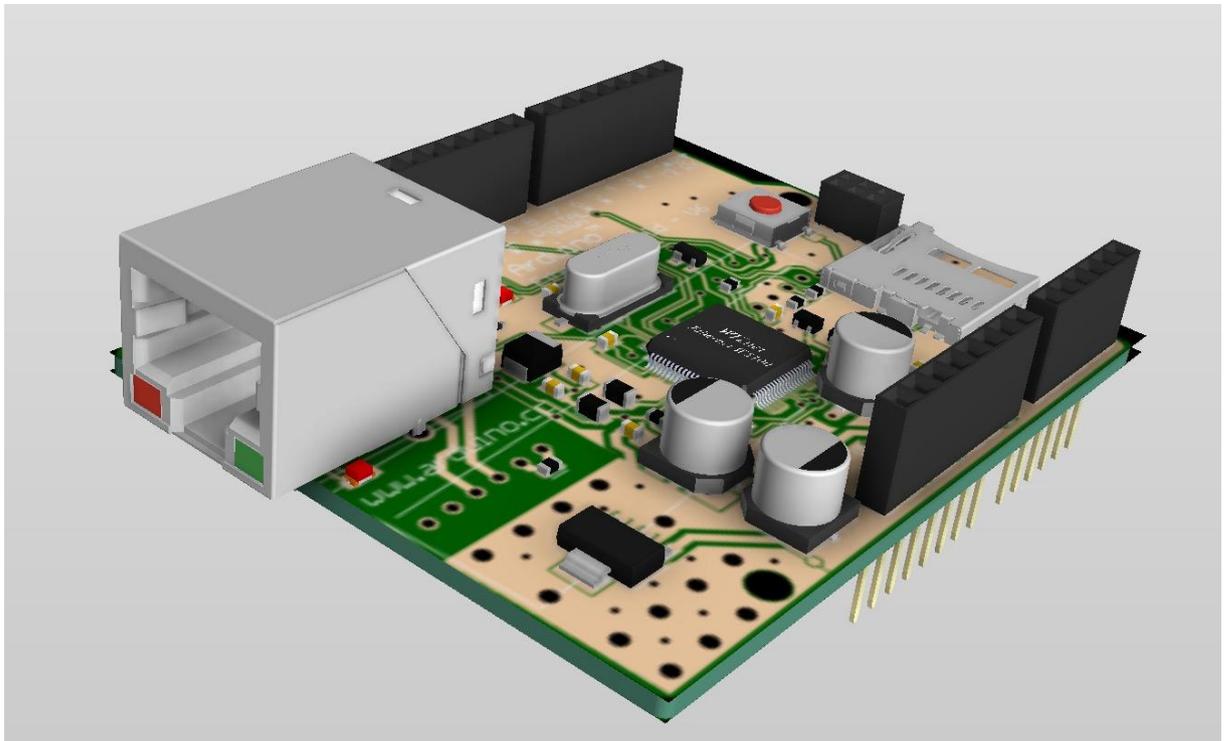


Figura 33. Visión en 3D de la PCB del Esquema del ethernet shield 5100w

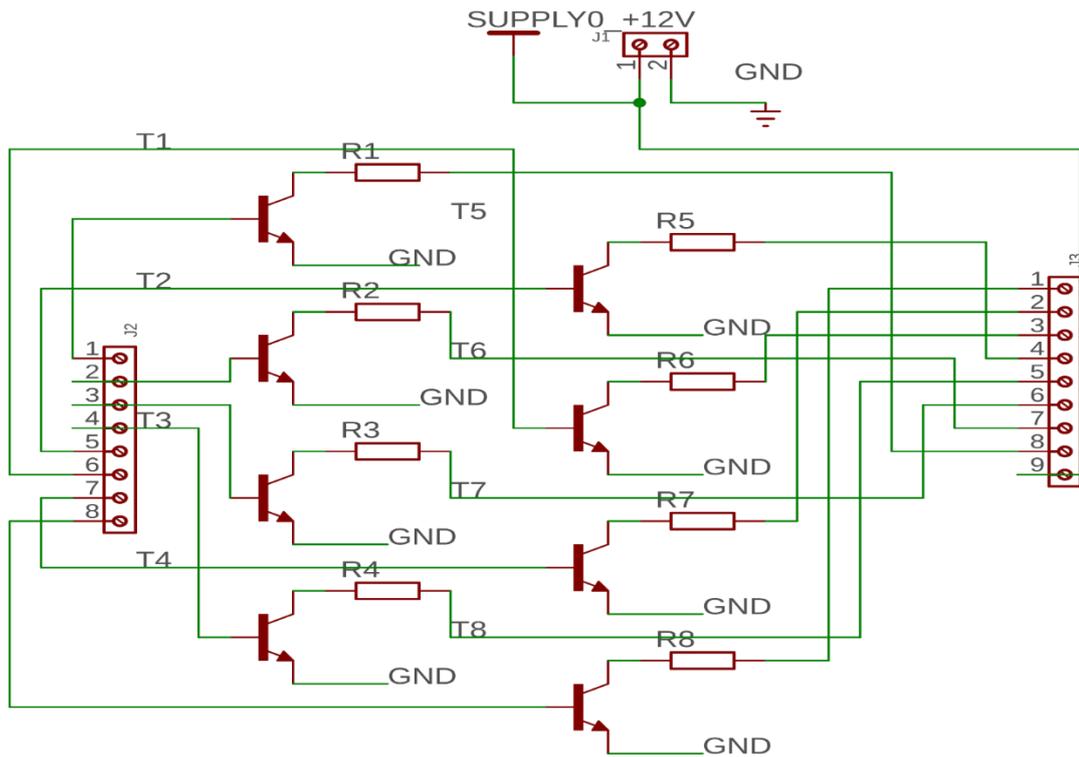


Figura 34. Esquema del circuito electrónico del display 7 segmentos

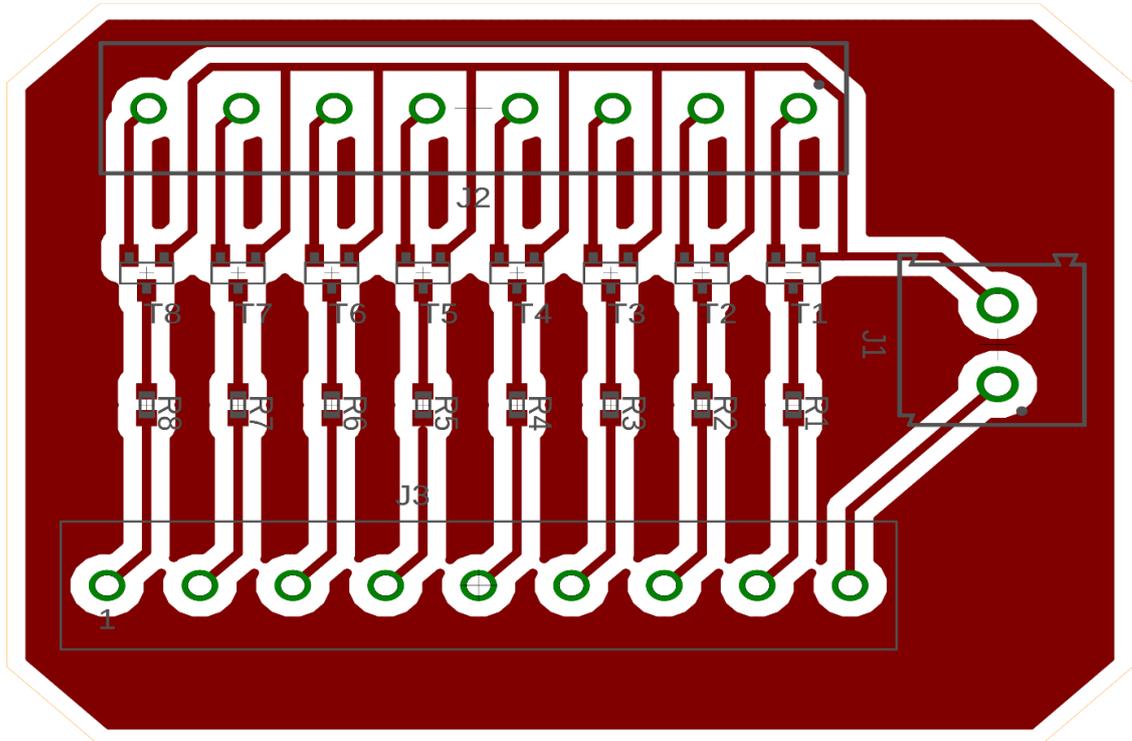


Figura 35. Diseño de la PCB del Esquema del circuito electrónico del display 7 segmentos

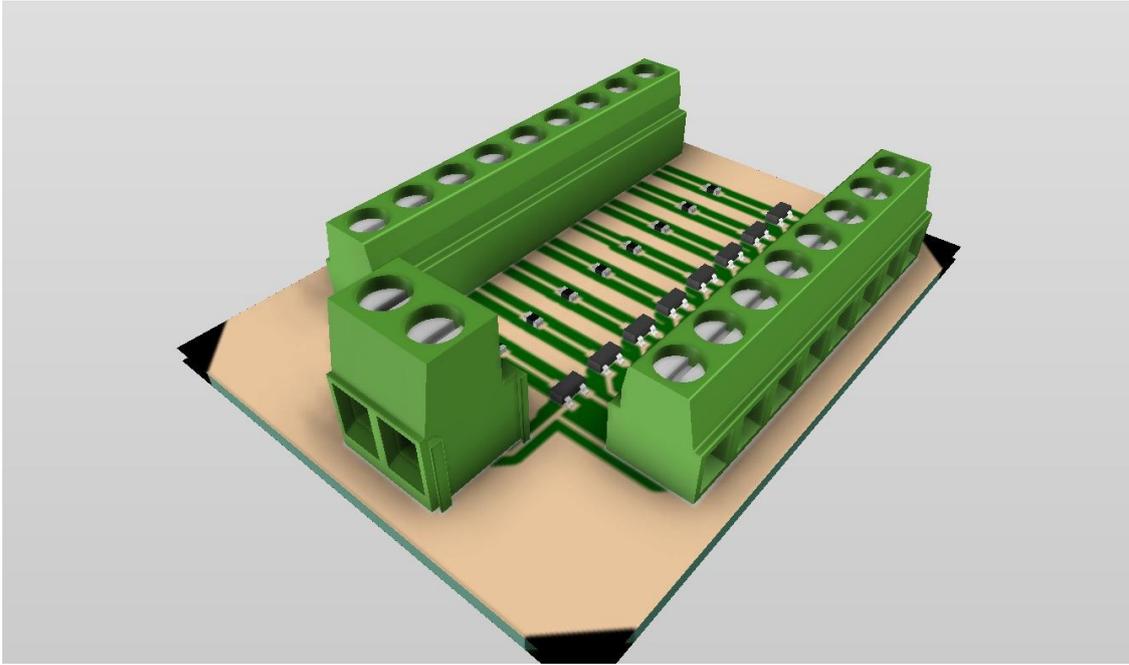


Figura 36. Visión en 3D de la PCB del Esquema del circuito electrónico del display 7 segmentos

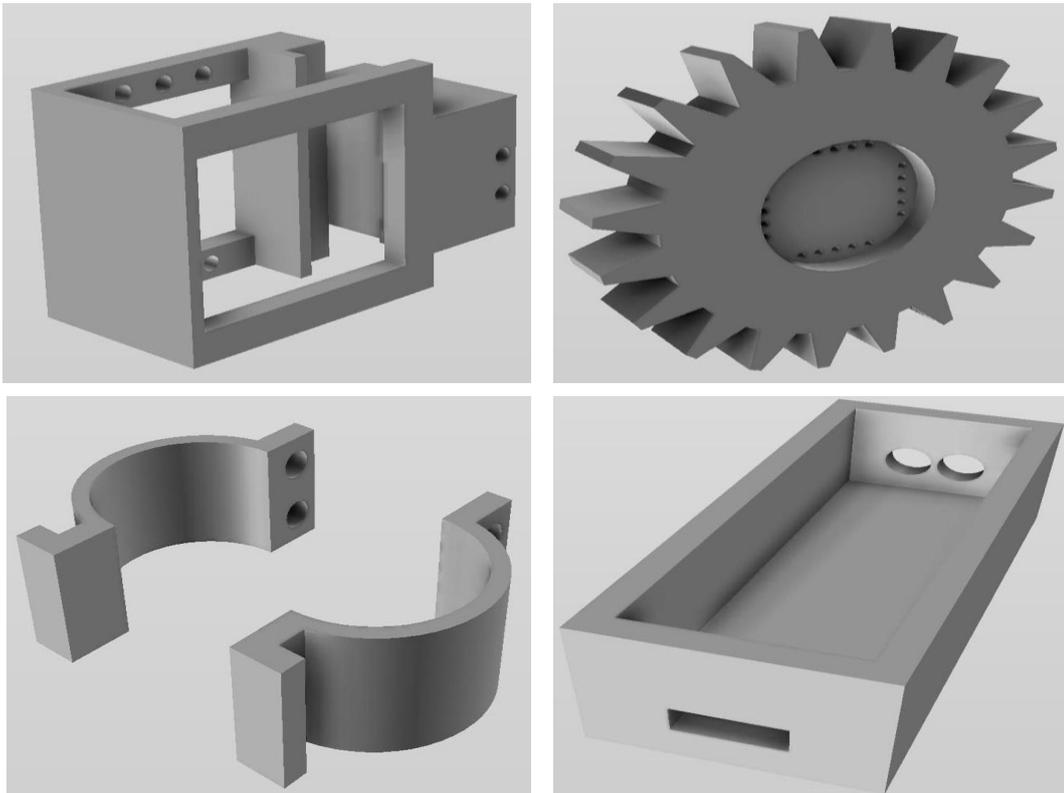


Figura 37. diseño del engranaje y soporte del servomotor para la automatización del dispensador de alcohol en gel.

CUARTA FASE: en esta fase se desarrolló la programación en el software Arduino IDE y el grabado del programa en el arduino mega como podemos ver en la figura 20 y 21, la cual cumple una lógica de programación según el siguiente diagrama de flujo que presentamos en la figura 22.

```

programacion_camara_5_presencia Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

programacion_camara_5_presencia

#define CAYENNE_PRINT Serial // Comment this out to disable prints and save space
#include <CayenneMQTTESP8266.h>

// Cayenne authentication info. This should be obtained from the Cayenne Dashboard.
char username[] = "59a2fab3-daa5-11ea-b67f-1a5b9d92b274";
char password[] = "6c3e734faa270d99d6c22f597d5c1ef7b3c9f";
char clientId[] = "c8541e20-df38-11ea-b767-3fa1af1211ba";

#define VIRTUAL_CHANNEL 5
#define SENSOR_PIN 5 // Do not use digital pins 0 or 1 since those conflict with the use of Serial.

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Cayenne.begin(username, password, clientId);
}

void loop()
{
  Cayenne.loop();
}

// This function is called at intervals to send sensor data to Cayenne.
CAYENNE_OUT(VIRTUAL_CHANNEL)
{
  // Read data from the sensor and send it to the virtual channel here.
  // For example, to send a digital value you can use the following:
  int value = digitalRead(SENSOR_PIN);
  Cayenne.virtualWrite(VIRTUAL_CHANNEL, value, TYPE_DIGITAL_SENSOR, UNIT_DIGITAL);
}

Compilado
El Sketch usa 27916 bytes (66%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las variables globales usan 1251 bytes (41%) de la memoria dinámica, dejando 757 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

```

Figura 38. Desarrollo del código de programación en el software Arduino IDE

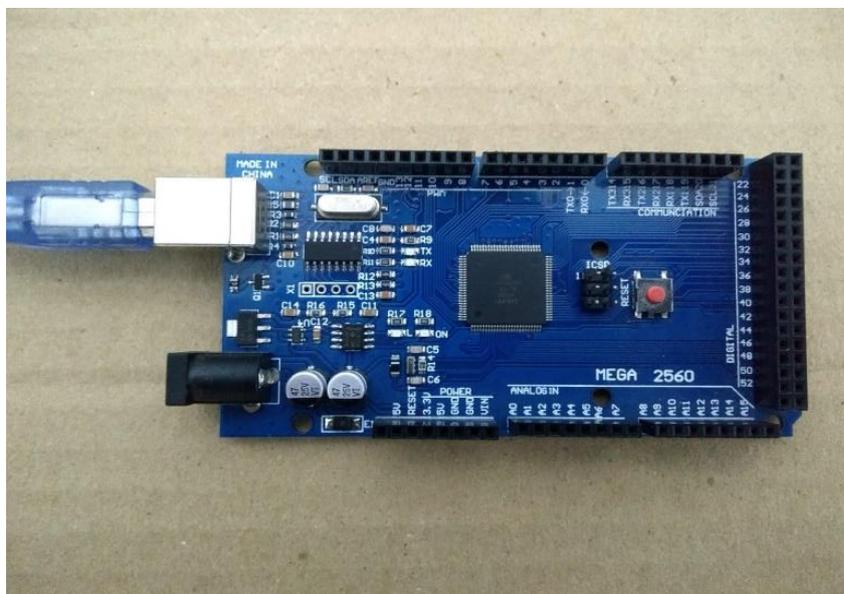


Figura 39. Grabado del código de programación en la tarjeta de arduino mega

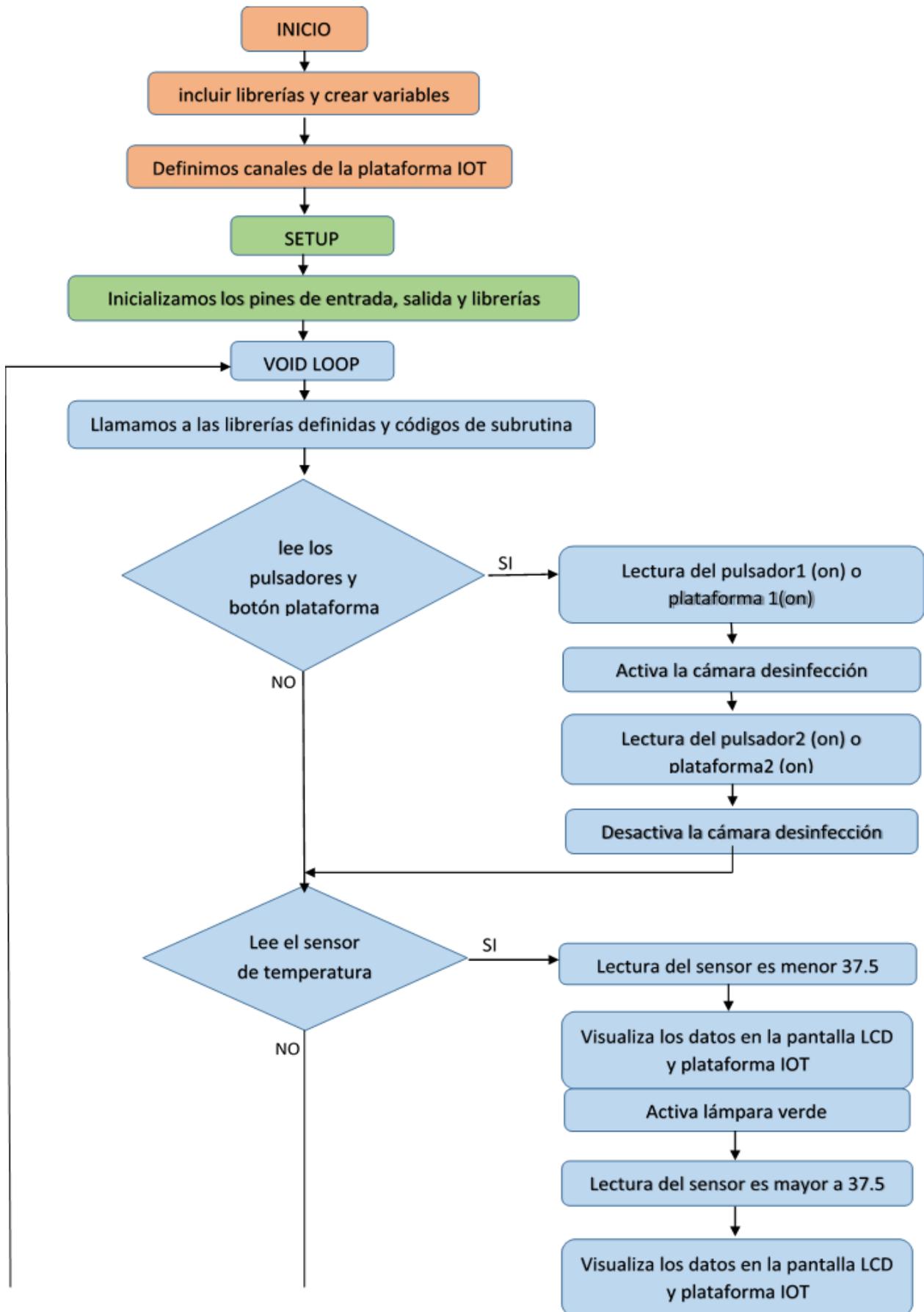
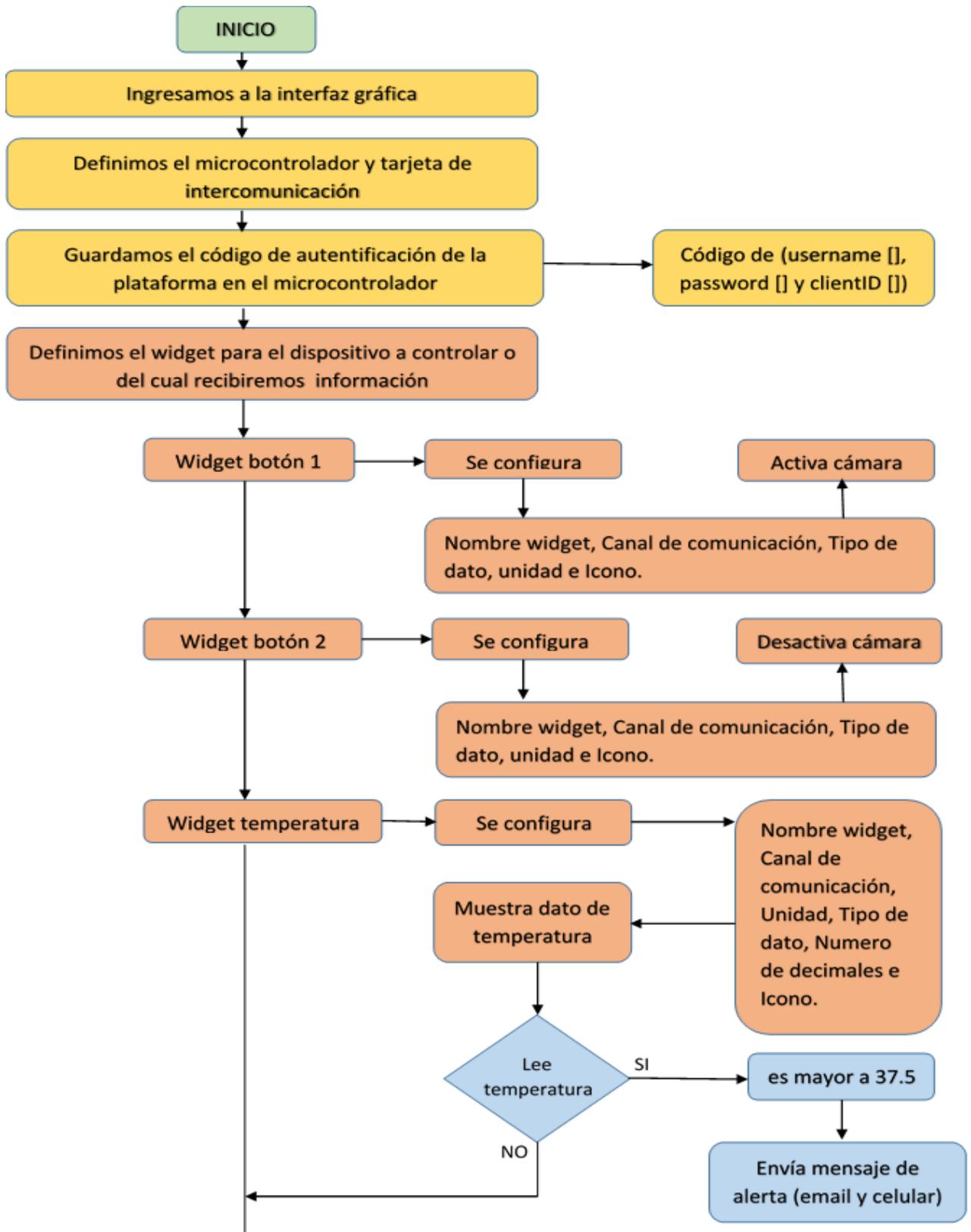


Figura 40. Diagrama de flujo de la lógica de programación

QUINTA FASE: En esta fase realizamos el diseño y configuración de la plataforma IOT Cayenne, para el control y monitoreo de la cámara de desinfección a distancia. Para realizar la configuración y diseño seguimos la lógica del siguiente diagrama de flujo como podemos ver a continuación y el diseño que obtuvimos como resultado.



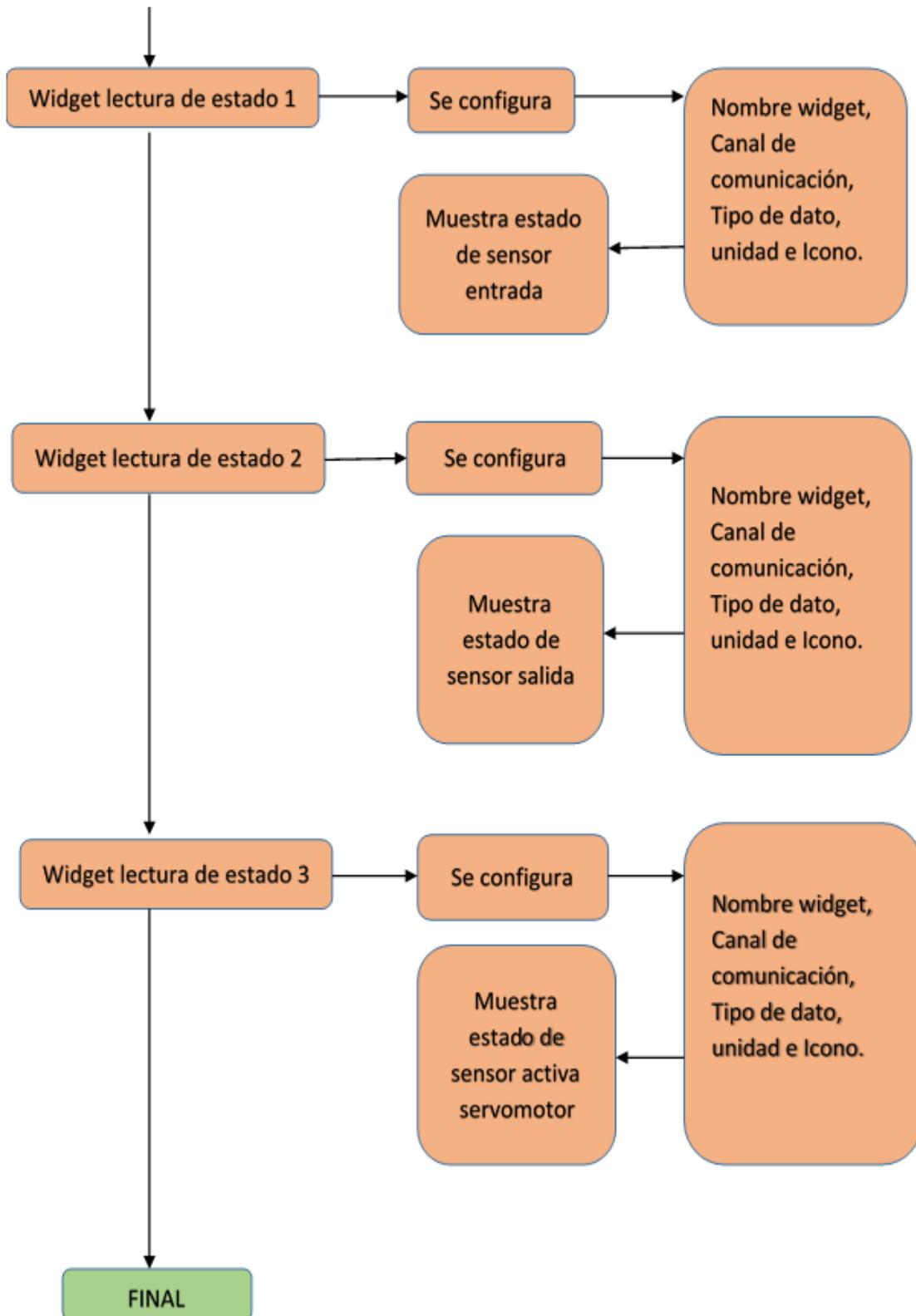


Figura 41. Diagrama de flujo de la lógica de configuración y diseño

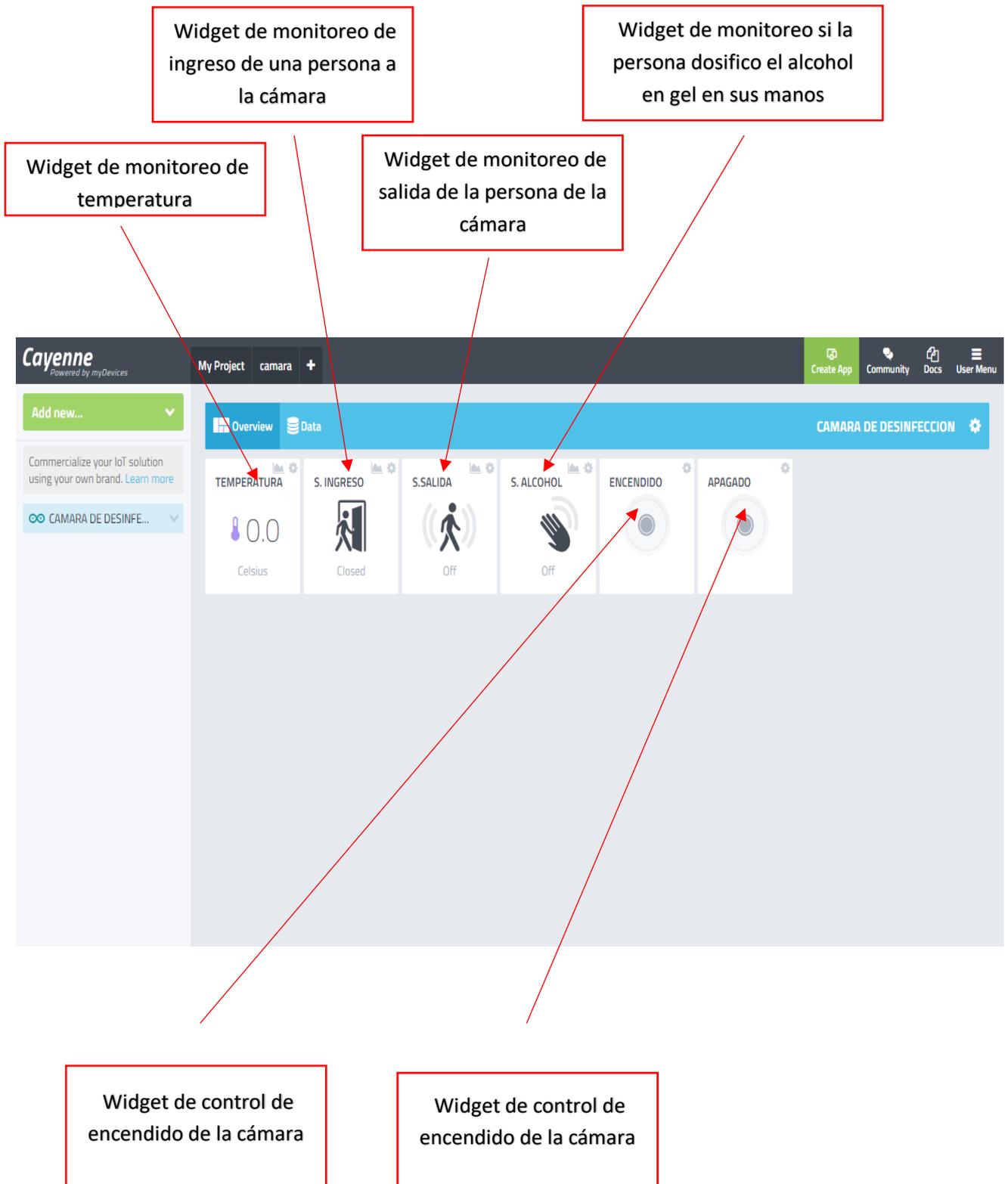


Figura 42. Diseño terminado de la plataforma IOT y función de los widgets de control y monitoreo

SEXTA FASE: En esta fase realizamos la implementación de los circuitos electrónicos, la cual desarrollamos en las fases anteriores al tablero general y la implementación de principales dispositivos al lugar donde fueron diseñados en la cámara de desinfección para su funcionamiento.



Figura 43. implementación de los circuitos electrónicos al tablero general

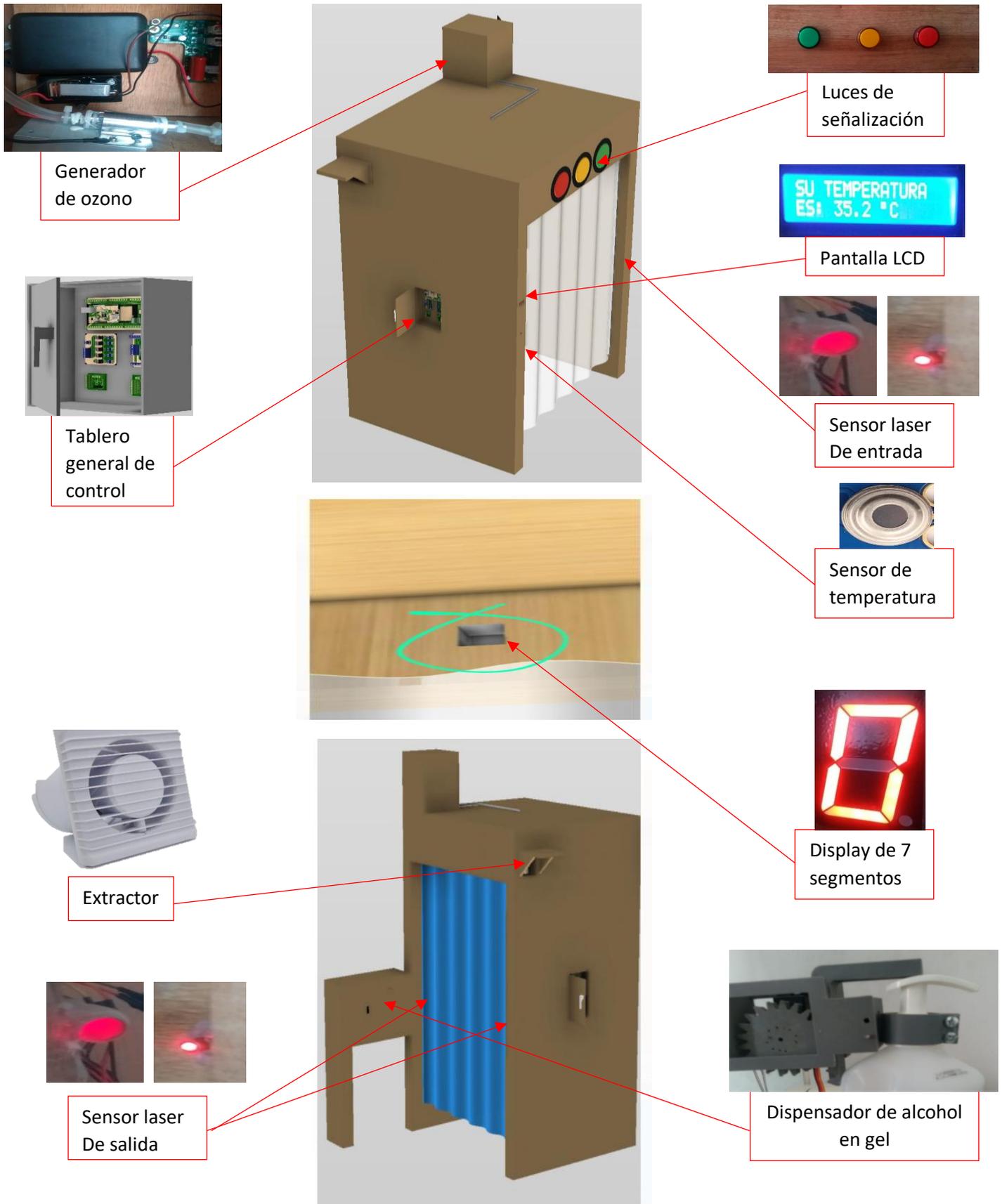


Figura 44. Implementación de los dispositivos principales a la cámara de desinfección terminada

SEPTIMA FASE: en esta fase creamos un prototipo para las pruebas de eficiencia y funcionamiento de nuestra cámara de desinfección, donde implementamos cada uno de los dispositivos principales para ver el funcionamiento como si fuera la cámara de desinfección en tamaño real.

- 1, Funcionamiento del sensor de temperatura mlx96014 y la pantalla LCD, en este proceso se comprobó el correcto funcionamiento de la toma y visualización de temperatura de una persona antes de ingresar a la cámara. La cual dará inicio al proceso de desinfección si cumple con la condición programada.

2.



Figura 45. Estado de la pantalla lcd cuando está desactivado y activado



Figura 46. Estado de la pantalla lcd y del sensor temperatura cuando está en funcionamiento en la toma de temperatura

2. Funcionamiento de las luces de señalización, en este proceso podemos ver el correcto funcionamiento de la activación de cada una de luces, la cual la luz verde se activa cuando la persona tiene una temperatura adecuada menor a 37.5°C y puede ingresar a la cámara, la luz amarilla se activa indicándonos que una persona está dentro de la cámara y tendrá que esperar hasta que la persona se retire de la cámara así desactivándose automáticamente y la luz roja se activa cuando la persona está en una temperatura más de 38°C la cual nos indica que la persona esta con fiebre y no puede ingresar a la cámara de desinfección.



Figura 47. Tablero de luces de señalización



Figura 48. Luz de señalización verde activada debido a que la temperatura de la persona es adecuada



Figura 49. Luz de señalización amarilla activada debido a que una persona está dentro de la cámara



Figura 50. Luz de señalización roja activada debido a que la temperatura de la persona no es adecuada

3. funcionamiento de los sensores láser, en este proceso se comprobó el correcto funcionamiento de los dos sensores láser, el primer sensor laser al detectar rápidamente a una persona al ingresar a la cámara activa la luz de señalización amarilla, generador de ozono y el display de 7 segmentos, el segundo sensor laser al salir la persona detecta rápidamente enviado una señal a la plataforma IOT indicando al monitoreo que la persona ya se retiró.

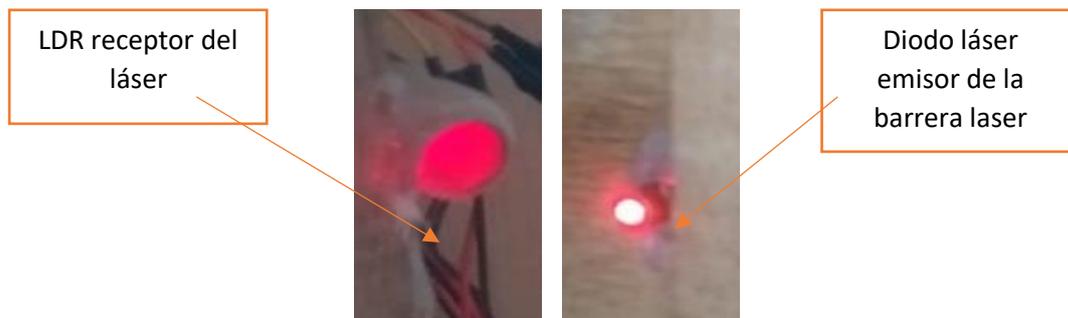


Figura 51. Sensor láser energizado



Figura 52. Activación del generador de ozono, display de 7 segmentos y luz amarilla Al detectar el sensor laser de entrada a una persona

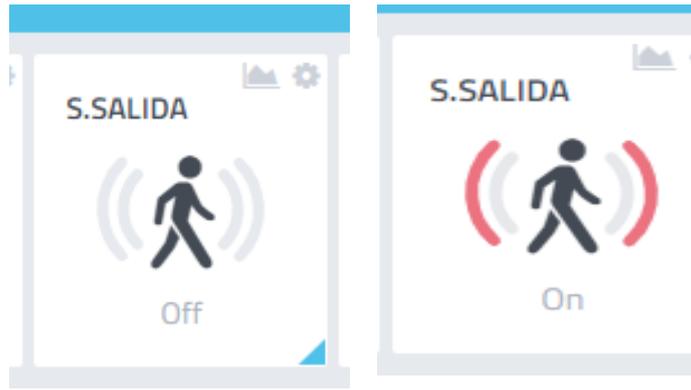


Figura 53. Envío de señal del sensor laser de salida al detectar a la persona salir de la cámara

4. funcionamiento del display de 7 segmentos, en este proceso comprobamos el correcto funcionamiento del display de 7 segmentos al visualizar el descuento numérico del 9 al 0 la cual nos indica el tiempo que permanecerá la persona dentro de la cámara.



Figura 54. Funcionamiento del Display de 7 segmentos descontando del 9 al 0

5. funcionamiento del generador de ozono, en este proceso comprobamos el correcto funcionamiento del generador de ozono que al hacer activado automáticamente al ingresar una persona a la cámara se activa generando ozono y a la vez la electrónica genera ruido, por el alto voltaje que genera para generar el ozono durante el tiempo programado además para estar más seguros si se genera o no el ozono colocamos la manguera de la salida del ozono dentro de un vaso con agua donde podemos observar que al activarse el generador de ozono el vaso con agua empieza a burbujear constante mente por el tiempo encendido del generador



Figura 55. Generador de ozono desactivado

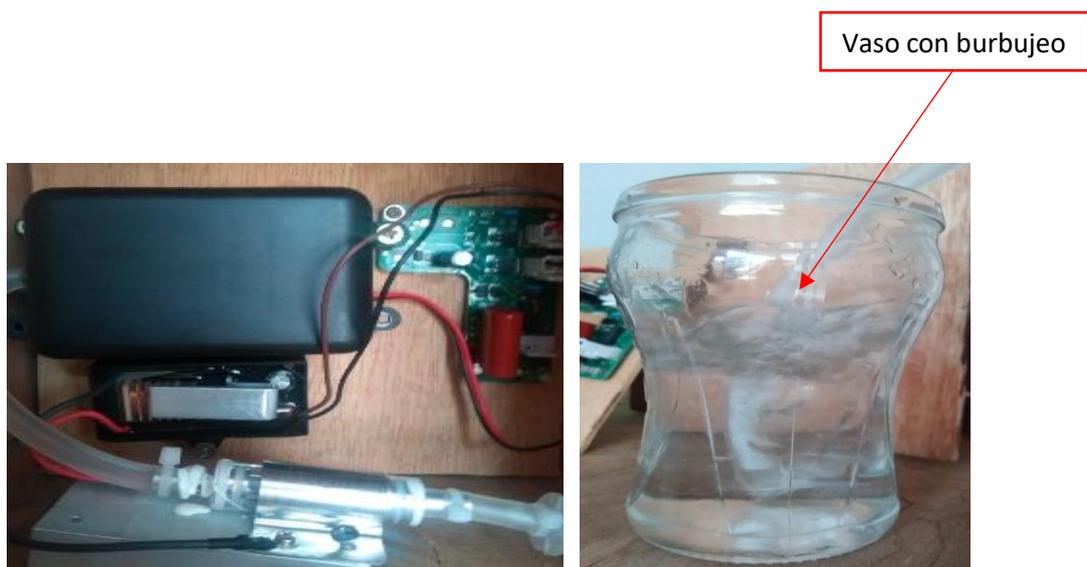


Figura 56. Generador de ozono activado generando ozono

6. funcionamiento de la activación del dispensador de alcohol en gel, en este proceso comprobamos su correcto funcionamiento que cuando el sensor infrarrojo al detectar las manos de la persona a la distancia programada activa automáticamente el dispensador de alcohol en gel, dosificando gel en la mano de la persona y culminado con el proceso de desinfección.



Figura 57. Dispensador de alcohol en gel desactivado



Figura 58. Dispensador de alcohol en gel activado y dosificando alcohol en gel

7 funcionamiento del pulsador de encendido y apagado de la cámara, este es un proceso adicional agregado a la cámara, la cual comprobemos su correcto funcionamiento activando y desactivando la cámara, que cuando al presionar el botón verde se activa la cámara visualizando en la pantalla lcd la temperatura del ambiente y cuando presionamos el botón rojo apaga la cámara de desinfección mostrándonos un mensaje en la pantalla LED “CAMARA APAGADA”



Figura 59. Botón verde presionado y mensaje de encendido de la cámara



Figura 60. Botón rojo presionado y mensaje de apagado de la cámara

8. funcionamiento de la plataforma IOT Cayenne, en este proceso demostramos el correcto funcionamiento del control y monitoreo de la cámara de desinfección donde los widgets de monitoreo de temperatura nos muestra la temperatura de una persona cada vez que ingresa si es adecuada o no, si no es adecuada nos envía un mensaje de alerta al email y celular afiliado

con la temperatura no adecuada de la persona. los widgets de monitoreo de los sensores laser cambian de color cada vez que el sensor laser detecta ingresar a la persona o salir de la cámara, los widgets de control cambian de color cada vez que son presionado así enviando una señal al microcontrolador para que desactive o active la cámara.

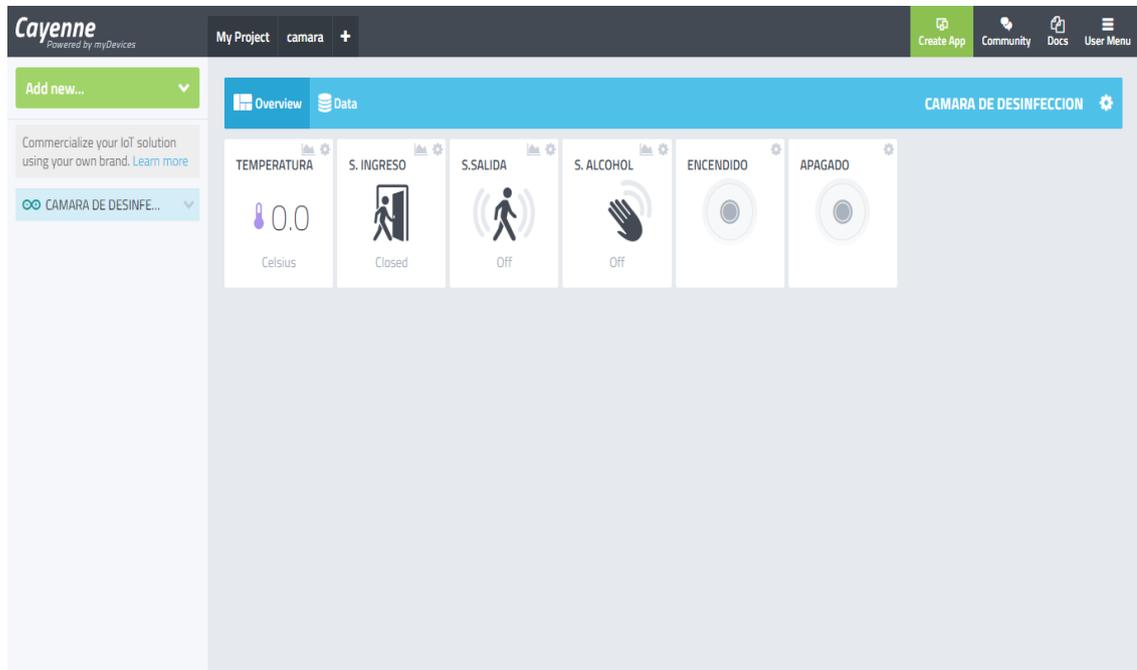


Figura 61. Diseño de lo widgets de control y monitoreo en la plataforma Cayenne IOT

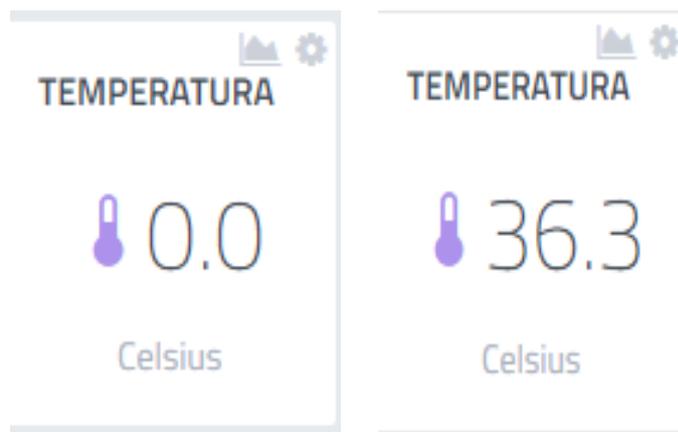


Figura 62. Widget de Monitoreo de la temperatura de una persona antes de ingresar a la cámara de desinfección en la plataforma IOT

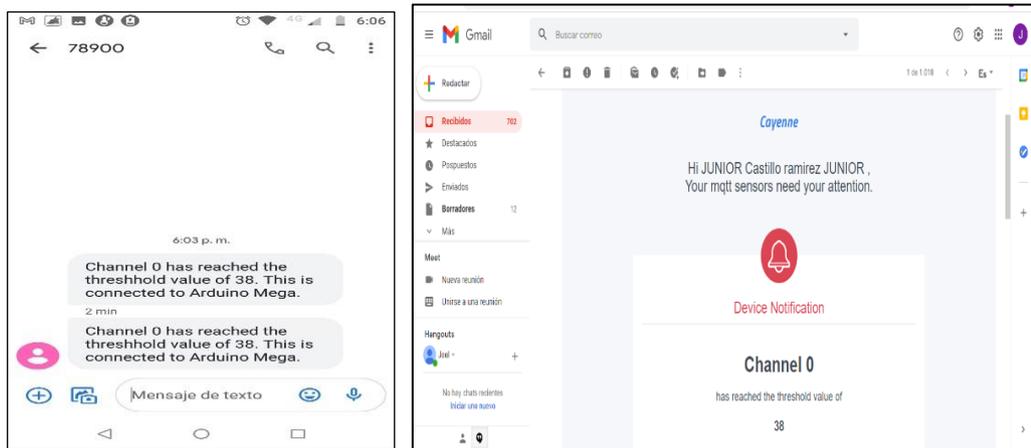


Figura 63. Mensaje de alerta al email y celular afiliado, cuando una persona tiene una temperatura mayor a 37°C



Figura 64. Widget de Monitoreo del ingreso de una persona a la cámara de desinfección en la plataforma IOT

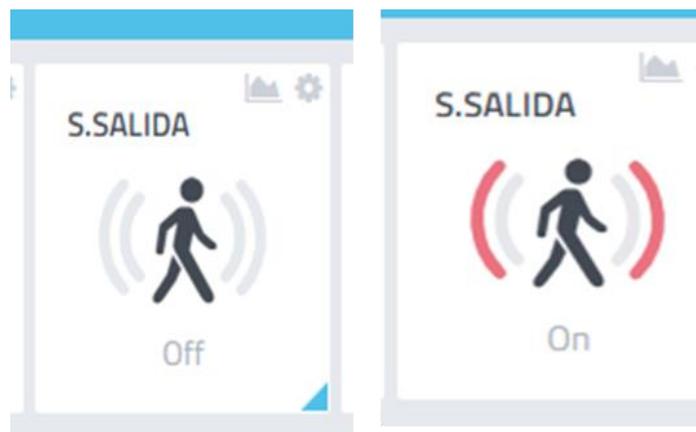


Figura 65. Widget de Monitoreo de la salida de una persona de la cámara de desinfección en la plataforma IOT

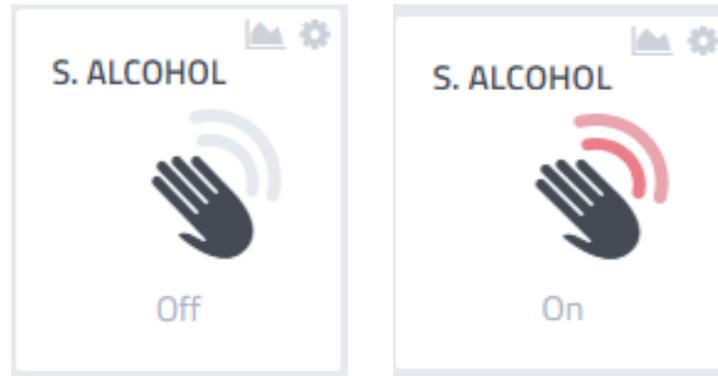


Figura 66. Widget de Monitoreo de la dosificación de alcohol en gel en la mano de la persona, después de salir de la cámara de desinfección en la plataforma IOT



Figura 67. Widget de Control del encendido de la cámara de desinfección en la plataforma IOT

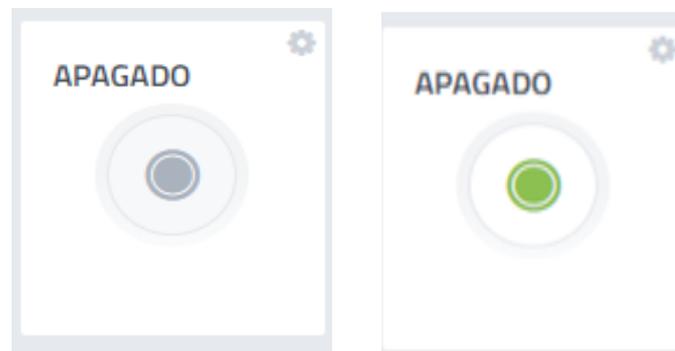


Figura 68. Widget de Control de apagado de la cámara de desinfección en la plataforma IOT



Figura 69. Prototipo del tablero general



Figura 70. Prototipo de la cámara de desinfección terminada y en perfecto funcionamiento

3.5 Limitaciones

- La falta de contar con recursos económicos para realizar el proyecto se creó un prototipo de la cámara de desinfección.
- Por motivo de la pandemia y la falta de disponibilidad de tiempo por trabajo, tuvimos inconvenientes para reunirnos y nos dividimos el trabajo entre todos los integrantes del proyecto.
- En el prototipo utilizamos un ventilador PC, no se cuenta con un extractor de aire debido a su alto costo y falta de economía que teníamos.
- Se nos dificultó realizar la programación en el tiempo propuesto, debido al poco conocimiento que teníamos sobre el software de programación del IDE de Arduino la cual nos tomó más tiempo en desarrollar el proyecto
- No logramos calibrar en un rango exacto y estándar el sensor de toma de temperatura debido a falta de acceso a instrumentos profesionales de temperatura por motivo que no podíamos salir de nuestros hogares, por las recientes medidas tomadas debido a la crisis sanitaria que estamos pasando.
- El alto costo y su escasa comercialización no nos permitió poder adquirir e implementar el sensor de medida de la concentración de ozono.
- Reemplazamos el sensor de presencia por un sensor láser hecho por nosotros mismo, debido a que son muy sensibles a turbulencias que hay en el ambiente y también por la demora que tiene al establecerse al momento de ser energizado y a la hora de enviar la señal para detectar a la persona.
- Se nos presentó un problema con los relés que utilizamos en la electrónica de potencia cada vez que lo activamos nos generaba ruido en nuestro microcontrolador por lo que decidimos cambiarlo por triacs y optotriacs, para así aislar nuestra etapa de control y alimentación a nuestros dispositivos electrónicos con la etapa de potencia así logrando el correcto funcionamiento de nuestro circuito.
- Nos tomó mayor tiempo de lo previsto para poder diseñar los planos y modelo 3D de la cabina debido a la falta de conocimientos en estas herramientas de diseño.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

RESULTADOS

- Después de haber realizado todas las etapas del desarrollo de nuestro proyecto, se comprobó la correcta secuencia de nuestra programación de la cámara de desinfección.
- Se obtuvo el correcto resultado en la pantalla LCD de nuestra medición hecha por el sensor de temperatura hacia el usuario.
- Se obtuvo el diseño en 3D de la cámara como se esperaba.
- Se logró una buena comunicación con la plataforma IOT Cayenne, para el control y monitoreo de la cámara de desinfección en tiempo real y a distancia.
- Logramos implementar con éxito el generador de ozono acoplado a nuestro circuito electrónico y calculando su tiempo de encendido para la ozonización de la cámara de desinfección a concentraciones adecuadas del ozono para evitar que sean dañinas para las personas.
- Obtuvimos un resultado eficiente como esperábamos del acondicionamiento de nuestro sensor laser hecho por nosotros mismos, debido a su rápida detección en comparación con el sensor de presencia reemplazado.
- Gracias a los engranajes que diseñamos y al servomotor que elegimos por sus características logramos automatizar la botella contando con una dosificación adecuada del gel en alcohol.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) Los objetivos que se plantearon al inicio del proyecto, se cumplieron satisfactoriamente obteniendo como resultado la automatización, monitoreo y control de nuestra cámara de desinfección a distancia y en tiempo real.
- b) Las pruebas de funcionamiento de la cámara de desinfección fueron satisfactorias
- c) Las medidas y detección de los sensores son correctas y eficientes en el lugar que fueron ubicados y para el trabajo que realizan.
- d) Los dispositivos como sensores y actuadores implementados en nuestro sistema son compatible con nuestra tarjeta arduino mega y son comerciales en el mercado nacional, por lo que no hubo necesidad de utilizar dispositivos adicionales para sus funcionamientos y por la cual nos da seguridad para su constante funcionamiento y reparaciones a un largo plazo.
- e) Gracias a la implementación de la plataforma IOT nos permite estar informado si la persona ha cumplido con el proceso de desinfección antes de ingresar y al salir de la cámara
- f) Las luces de señalización nos ayudaran a dar el buen uso del funcionamiento de la cámara de desinfección al ser utilizados por las personas.
- g) El proyecto es viable y se puede implementar en diferentes lugares ya sea institutos, colegios, universidades o lugares públicos o privados para prevenir el contagio de todo tipo de gérmenes según las investigaciones realizadas.
- h) Finalmente, se puede decir que además de cumplir con los objetivos propuestos, se logra hacer un importante aporte al conocimiento personal y experiencia en usar las plataformas IOT.

RECOMENDACIONES

- a) A la hora de que el usuario entre a la cámara debe estar el rango de tiempo establecido ya que el ozono le podría afectar.
- b) se debe mantener las cortinas de entrada y salida cerradas al estar en funcionamiento la cámara de desinfección para mantener interior de la cámara ozonizada.
- c) La persona debe levantar la mano con los dedos abiertos y girar en cualquier sentido dentro de la cámara para asegurar una adecuada desinfección.
- d) En caso de no tener acceso a internet no encender la cámara de desinfección debido a que deja inhabilitado la comunicación en el circuito.
- e) Respetar las luces de señalización para el buen funcionamiento de la cámara de desinfección.
- f) Se debe realizar la limpieza y revisión al interior de la cámara de desinfección al termino del día debido a que las personas puedan dejar desperdicios orgánicos, materiales o cosas que puedan ir encontrá de del funcionamiento de la cámara desinfección.
- g) Al presionar los botones de control de la plataforma IOT, ya sea para en el encendido o apagado de la cámara de desinfección se debe devolver los botones a su estado normal ya que funcionan como interruptor y no como pulsador par el buen funcionamiento de la lógica de programación.
- h) Para un futuro trabajo de este proyecto, se debe implementar un sensor que mida la concentración de ozono para asegurar una exacta ozonización de la cámara y así evitar problemas cuando el generador de ozono ya no eficiente en un largo plazo.
- i) Cuando el usuario este dentro de la cámara evitar respirar o abrir la boca.
- j) El usuario debe colocar su muñeca a no menos de 2cm para su correcta lectura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Contaval. (2017, 22 de junio). *Sensores Inductivos Vdc de 3 hilos*
<https://www.contaval.es/sensores-inductivos-vdc-3-hilos/>

Corona Ramírez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., y Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores*. Grupo Editorial Patria.

Decreto Supremo N° 015-2005-SA (2005, 4 de julio) Aprueban Reglamento sobre valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo. *El Peruano*.
https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/DS%20015-2005-SA%20APRUEBAN%20REGLAMENTO%20SOBRE%20VALORES%20LIMITE%20PERMISIBLES%20PARA%20AGENTES%20QUIMICOS%20EN%20EL%20AMBIENTE%20DE%20TRABAJO.pdf

Díaz, C. (2013, 3 de setiembre). Actuadores. Blogspot.
 Hidráulicos.<http://actuadoreshidraulicos.blogspot.com/2013/09/actuadores-hidraulicos.html>

Díaz Tapia, N. (2004, 24 de marzo). Actuadores. Monografías.com.
<https://www.monografias.com/trabajos15/actuadores/actuadores.shtml>

Diosdado, R. (2020, 23 de setiembre). *Tipos de LCD para Arduino*. Zonamaker.com.
<https://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/tipos-de-lcd-para-arduino>

Flores López, M.O. y Larico Apaza, Y. C. (2020) *Diseño de una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra COVID 19*. [Trabajo de investigación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Archivo digital.
<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1105>

García-Chamizo, J. M., Alcañiz Lucas, S., Fernández-Pastor, F. J., Pérez Maciá, J. J., Silveira Madrid, D., y García Pérez, M. (2020). *Revisión de las Aplicaciones del Ozono y su Generación para el Uso en Mascarillas contra Patógenos*. <http://hdl.handle.net/10045/104988>

García González, A. (2013, 23 de enero). Arduino Mega: Características, Capacidades y donde conseguirlo en Panamá. *Panamahitek*. <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama>.

Gestión (2020, 17 de junio). Coronavirus en Perú: casos confirmados se elevan a 240,908 en el país. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/peru/coronavirus-peru-a-240908-se-elevo-el-numero-de-casos-confirmados-de-covid-19-en-el-pais-cuarentena-estado-de-emergencia-nndc-noticia/>

Gobierno de España. (2020) *El ozono como desinfectante frente al coronavirus SARS-COV-2*. https://www.insst.es/documents/94886/712877/El+ozono+como+desinfectante+frente+al+SARS-Cov-2+%2802_07_20%29.pdf/0bc228eb-718d-490f-932d-088d46be701c

Llanos Mamani, R. J., y Atencio Alanoca, R. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IOT, caso laboratorio control y automatización-EPIME*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánica Electrónica, Universidad Nacional del Altiplano]. Archivo digital. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12017>

López Caiza, D. C., y Vásconez Hurtado, J. P. (2013). *Diseño e Implementación de un Prototipo Generador de Ozono para Purificación de Agua para el Consumo Humano*. [Tesis de pregrado de Electrónica y Control (IEC), Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7053>

Ozsystems Corporations (s. f.) Ficha técnica – Generador MOD DEOR OZ -500AC. <https://www.ozsystems.com/wp-content/uploads/2019/02/GENERADOR-DE-OZONO-MOD-OZ-500-AC-1.pdf>

Manotas Campos, J. J., y Martínez Marín, N. (2018). *Exploración de las plataformas IOT en el mercado para fomentar el conocimiento, buen uso y efectividad de los dispositivos IOT creados en la facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano*. [Tesis de pregrado en Ingeniería de Sistemas, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano]. Archivo digital. ES <http://alejandria.poligran.edu.co:80/handle/10823/1215>

López Caiza, D. C., y Vásconez Hurtado, J. P. (2013). *Diseño e Implementación de un Prototipo Generador de Ozono para Purificación de Agua para el Consumo Humano*. [Tesis de pregrado en Electrónica y Control (IEC), Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7053>

Males Cevallos, G. M., y Aleman Chicaiza, P. M. (2007). *Estudio de los LEDs orgánicos (OLEDs), posibles aplicaciones y comparación con tecnologías disponibles para la presentación de información en pantallas planas*. [Tesis de pregrado en Electrónica y Telecomunicaciones (IET), Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/587>

Rossano, V. (2009). *Electrónica & microcontroladores PIC*. USERSHOP.

APÉNDICES

Apéndice B. Cronograma de Presupuesto

| Ítem | Descripción | Precio Unitario (S/.) | Cantidad | Precio Total (S/.) |
|--------------|---|-----------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | Arduino Mega 2560 | 80 | 1 | 80 |
| 2 | Ethernet Shield 5100 | 45 | 1 | 45 |
| 3 | Router 5000unv2 | 180 | 1 | 180 |
| 4 | Sensor detector IR FC-51 | 10 | 1 | 10 |
| 5 | Sensor de temperatura MLX 90614 | 120 | 1 | 120 |
| 6 | Generador de Ozono | 500 | 1 | 500 |
| 7 | Pantalla LCD 16 x 2 | 30 | 1 | 30 |
| 8 | Display 7 segmentos | 6 | 1 | 6 |
| 9 | Relé de estado sólido (triac) | 1 | 5 | 6 |
| 10 | Servomotor MG995 | 30 | 1 | 30 |
| 11 | Extractor | 150 | 1 | 150 |
| 12 | creación de los engranajes del dispensador de alcohol | 100 | 1 | 100 |
| 13 | Cables 22 AWG | 80 | 1 | 80 |
| 14 | Tubos PVC ½" | 5 | 10 mts | 50 |
| 15 | Madera TECA | 60 | 10 m ² | 600 |
| 16 | Focos de señalización | 6 | 3 | 18 |
| 17 | Tablero empotrarle de metal | 120 | 1 | 120 |
| 18 | Pulsadores | 8 | 2 | 16 |
| 19 | Fuente de alimentación de 12v DC | 60 | 1 | 60 |
| 20 | Cortina de lama PVC | 120 | 2 | 240 |
| | Otros | | | 200 |
| Total | | | | 2641 |