ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

SISTEMA AUTOMATIZADO DE BIOSEGURIDAD Y DE CONTROL DE INVENTARIO PARA EMPRESAS DE SUPERMERCADOS

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Telemática

Presentado por:

Bryan Joel Alvarado Cornejo

Juan Pablo Cadena Aguilar

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios, por darme las fuerzas para alcanzar esta meta a pesar de los obstáculos presentados en el proceso.

A mis padres, en especial a mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio, por haberme inculcado los valores, pilar fundamental para alcanzar este objetivo, pues sin su apoyo durante toda mi carrera nada de esto hubiese sido posible. Hoy les dedico este trabajo porque es suyo.

A mis hermanos, que con su experiencia me aconsejaron a lo largo de esta etapa académica.

A mi profesor tutor por su valiosa guía y paciencia, y a mi compañero de tesis por acompañarme en este camino.

Sólo él sabe lo complicado que ha sido la elaboración de este trabajo.

Además, quiero añadir los años de éxito que sean necesarios para contribuir con la paz de mi familia, la paz de Ecuador, con el fortalecimiento por el respeto de los derechos humanos, con el fortalecimiento del poder civil, y con el fortalecimiento para el crecimiento de mi querida patria ecuatoriana.

Joel Alvarado Cornejo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser el pilar fundamental de las decisiones en mi vida a través de estos años.

A mi familia y en especial a mi hermana Albania por apoyarme en las situaciones más difíciles de mi carrera universitaria.

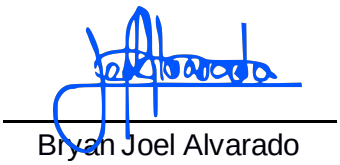
Agradezco a la formación inculcada por mis profesores de ESPOL, en especial a los del programa de Ingeniería en Telemática de la FIEC; a mi profesor de Materia Integradora, Vladimir Sánchez Padilla, por ser un gran apoyo y guiarme a la meta académica.

Agradezco a mi novia por confiar en mí para cada reto profesional y académico presentado durante estos últimos semestres lo cual me motivó a mejorar mi desempeño y así obtener el título universitario.

Juan Pablo Cadena Aguilar

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Bryan Joel Alvarado Cornejo* / *Juan Pablo Cadena Aguilar* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL 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 Joel Alvarado Cornejo

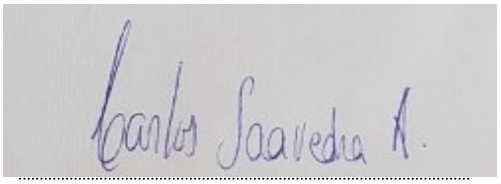
Juan Pablo Cadena Aguilar

EVALUADORES

Firmado electrónicamente por:
VLADIMIR SANCHEZ

Vladimir Sánchez Padilla

PROFESOR DE LA MATERIA



Carlos Andres Saavedra Arancibia

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el contexto de la pandemia del COVID-19, uno de los aspectos más importantes es la provisión de alimentos. Los espacios o centros de abastos, supermercados, comisariatos centran su atención en estrictos protocolos de bioseguridad tendientes a prevenir el riesgo de contagio de sus empleados y de los clientes que acuden en busca de sus servicios. Así mismo, la elevada demanda de los alimentos y otros bienes genera problemas en el inventario, lo cual nos lleva la idea de emprender el desarrollo de un sistema automatizado de bioseguridad y de control de inventario para empresas y supermercados con la finalidad de minimizar la probabilidad de contagios del virus SARS-CoV-2.

Se realizaron encuestas para conocer la opinión pública sobre los protocolos de bioseguridad en supermercados de Guayaquil. Se implementó un prototipo de termómetro infrarrojo sin contacto con comunicación WiFi a través del NodeMCU ESP8266 y el sensor MLX90614. Además, se diseñó un sistema de detección de personas basado en aprendizaje de máquina con el microcontrolador ESP32-CAM para una eficiente limpieza y se propuso un modelo de optimización al proceso y gestión de control de inventario de los supermercados.

Se pudo diseñar un prototipo de bajo nivel que ofrece mejoras en comunicación y precios frente a los productos actuales del mercado, en cuanto a termómetros, también se redujo notablemente el tiempo de registro de productos en la gestión de inventario, mediante la lectura de sus códigos de barras a través de una aplicación móvil para su posterior visualización en un aplicativo web.

Palabras Clave: ESP8266, ESP32-CAM, Azure, Firebase, IoT.

ABSTRACT

In the context of the COVID-19 pandemic, one of the most important aspects is the food provision. The areas for supply centers, such as supermarkets or grocery stores, focus their attention on strict biosecurity protocols aimed at preventing the risk of contagion of their employees and of the customers who come for service provision. Likewise, the high demand for food and other goods generates inventory problems, which leads us to the idea of undertaking the development of an automated biosafety and inventory control system for companies and supermarkets in order to minimize the probability of infections of the SARS-CoV-2 virus.

Surveys were carried out to find out public opinion on biosafety protocols in supermarkets in Guayaquil. A non-contact infrared thermometer prototype with WiFi communication was implemented through the NodeMCU ESP8266 and the MLX90614 sensor. In addition, a machine learning based people detection system was designed with the ESP32-CAM microcontroller for efficient cleaning and an optimization model was proposed to the supermarket inventory control process and management.

It was possible to design a low-level prototype that offers improvements in communication and prices compared to current products on the market. In terms of thermometers, the time for registering products in inventory management was also significantly decreased by reading their barcodes through a mobile application for a later checking in the web application.

***Keywords**: ESP8266, ESP32-CAM, Azure, Firebase, IoT.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES 6
RESUMEN I
ABSTRACT II
ÍNDICE GENERAL III
ABREVIATURAS V
SIMBOLOGÍA VI
ÍNDICE DE FIGURAS VII
ÍNDICE DE TABLAS VIII
CAPÍTULO 1 1
1. Introducción 1
1.1 Descripción del problema 1
1.2 Justificación del problema 2
1.3 Objetivos 3
1.3.1 Objetivo General 3
1.3.2 Objetivos Específicos 3
1.4 Marco teórico 3
1.4.1 Bioseguridad 3
1.4.2 Sistema de control de inventario 5
1.4.3 Internet de las Cosas 6
CAPÍTULO 2 7
2. Metodología 7
2.1 Software 7
2.1.1 Front-End: 7
2.1.2 Back-End: 7

2.1.3 Aplicación lector de código de barras 8
2.1.4 RPA (Robotic Process Automation) 8
2.1.5 Paradigma Modelo-Vista-Controlador (MVC) 8
2.1.6 Arduino IDE: 9
2.1.7 Azure: 10
2.1.8 Oracle MySQL: 11
2.1.9 Firebase: 12
2.1.10 Detección y conteo de personas 13
2.2 Hardware: 13
2.2.1 Especificaciones: 13
2.2.2 Diseño y arquitectura de hardware 15
CAPÍTULO 3 19
3. Resultados Y ANÁLISIS 19
3.1 Implementación de software 20
3.2 Análisis de Costos 22
3.3 Pruebas de rendimiento 25
3.3.1 Procesamiento 25
CAPÍTULO 4 26
4. Conclusiones Y Recomendaciones 26
Conclusiones 26
Recomendaciones 27
BIBLIOGRAFÍA 28
APÉNDICE 31

ABREVIATURAS

API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheets
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GB	Gigabyte
GPIO	General Purpose Input/Output
GUI	Graphical User Interface
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Integrated Development Environment
I2C	Inter Integrated Circuits
IOT	Internet of Things
JS	JavaScript
LCD	Liquid Cristal Display
MV	Máquina Virtual
MVC	Modelo-Vista-Controlador
NTP	Network Time Protocol
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
RPA	Robotic Process Automation
RTC	Real-Time clock
SAAS	Software as a Service
SCRUM	Metodología ágil de gestión de proyectos
SPI	Serial Peripheral Interface
SQL	Structured Query Language
SRAM	Static Random-Access Memory
TB	Terabyte
USB	Universal Serial Bus

SIMBOLOGÍA

bits	bits
B	bytes
MB	Megabyte
pixel	pixel
V	Volts
mA	miliAmperes
GB	Gigabyte

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de gestión de inventario 9
Figura 2. Diagrama general del sistema IoT 15
Figura 3. Diseño de la topología de red del termómetro 16
Figura 4. Diseño del sistema de video 17
Figura 5. Conexión del ESP32-CAM con el convertidor USB a Serial 18
Figura 6. Circuito referencial para el convertidor elevador 18
Figura 7. Gráfica de aceptación de ubicación de productos en la página web de supermercados 19
Figura 8. Sección de productos - página web supermercado 20
Figura 9. Consumo de la base de datos en tiempo real de Firebase **Error! Bookmark not defined.**
Figura 10. Registros de temperaturas por el ESP8266 en Firebase 21
Figura 11. Gráficos estadísticos de toma de temperatura – página web supermercado 22
Figura 12. Tiempo en guardar producto en la base de datos 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro comparativo de los proyectos mencionados.....5
Tabla 2. Tablas creadas en la base de datos con sus respectivos campos 11
Tabla 3. Termómetro Infrarrojo 13
Tabla 4. Cámara detectora..... 14
Tabla 5. Costos para el termómetro infrarrojo..... 23
Tabla 6. Costos para el sistema de detección de personas 23
Tabla 7. Costos para el sistema IoT general a gran escala..... 24

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la pandemia del COVID-19, uno de los aspectos más importantes es el de la provisión de alimentos. Los espacios o centros de abastos, supermercados, comisariatos han centrado su atención en estrictos protocolos de bioseguridad tendientes a prevenir el riesgo de contagio de sus empleados y de los clientes que acuden en busca de sus servicios.

Por otro lado, la elevada demanda de los alimentos y otros bienes ha generado problemas en el inventario, puesto que, estas empresas no estaban preparadas para una emergencia de esta magnitud.

1.1 Descripción del problema

El proyecto enfoca las nuevas necesidades de los supermercados en el ámbito de la bioseguridad y la gestión del control de inventarios. Actualmente, se miden las temperaturas de las personas que ingresan a este sitio mediante termómetros infrarrojos que se usan cientos de veces en el día. Esta variable, al ser un dato de tipo flotante, tiene un valor importante el cual no se aprovecha para estudios a mayor escala. Con el prototipo propuesto se busca almacenar esta información y mostrar en tiempo real el comportamiento de esta variable física. Con ello, el personal encargado del local puede tomar una decisión frente a un valor aberrante o que supere el límite recomendado por el Ministerio de Salud Pública de Ecuador, 37°C en una arteria al lado del conducto lacrimal [1]. Además, se logra conservar muchos datos para un análisis estadístico en término de los sujetos que ingresan según el día, y rango de horas.

Otro problema presentado en las cadenas de supermercados es el sistema de control de inventario. Se propone mejorarlo mediante el uso de un aplicativo web a través de la captura de los códigos de barra en los productos mediante un proceso de automatización para actualizar y mantener en buen rendimiento el catálogo del establecimiento.

Para optimizar el proceso de limpieza debido a la alta concentración de personas en ciertos pasillos del supermercado, se implementa un sistema de detección de personas basado en un módulo de procesamiento de bajo costo. Este sistema incluye una cámara para determinar la cantidad de personas dentro de ciertos periodos de tiempo en el día y así agilizar el rocío del líquido de limpieza a través de las mangueras ubicadas en el cielorraso del local.

Al implementar un sistema IoT se deben realizar pruebas bajo ciertas restricciones debido a la actual pandemia. No se puede ir a un supermercado para realizar las mediciones con nuestro equipo, aunque el presente trabajo presentar gráficas de pruebas realizadas en un ambiente controlado.

1.2 Justificación del problema

El proyecto proporcionará un sistema de mucha utilidad a los supermercados, ya que optimizará el inventario de los productos. El fin es que sus clientes puedan ser guiados a través de la página web para obtener los productos de manera más rápida en los locales. También se proporcionará una limpieza en los pasillos de estos para evitar contagios. Adicionalmente se remarca que, en la actualidad, las empresas implementan sistemas de control de inventarios muy costosos, a diferencia del que estamos proponiendo, que tiene como característica principal, que es de un costo accesible.

El desarrollo de este proyecto no afecta a los procesos que se encuentran usando los supermercados. Por el contrario, se puede trabajar de manera óptima y eficaz para mejorar la productividad y brindar un mejor servicio al cliente.

Mediante la investigación y uso de las herramientas de software y hardware necesarias se puede desarrollar este sistema para superar el problema presentado, con el fin de lograr que estas empresas no se cataloguen como alto riesgo de contagio del COVID-19.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema automatizado de bioseguridad y de control de inventario mediante herramientas open source para supermercados con el fin de evitar contagios de COVID-19.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar los protocolos de bioseguridad y de control de inventario de supermercados para el mejoramiento continuo de sus sistemas.
2. Implementar un prototipo de termómetro infrarrojo para el análisis estadístico de los resultados obtenidos de los usuarios.
3. Diseñar un sistema automatizado para la detección de personas en los pasillos de un supermercado.
4. Optimizar el proceso y gestión del inventario de productos de un supermercado en su aplicativo web mediante un lector de código de barras inalámbrico para una rápida búsqueda de productos.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Bioseguridad

La bioseguridad se puede definir como un conjunto de normas basadas en protocolos de prevención y disminución de riesgos de infecciones durante actividades que involucren el contacto con agentes como virus, bacterias, hongos, parásitos, y otros microorganismos por medio de otros seres vivos [4]. Por otro lado, el COVID-19, causado por el virus SARS-CoV-2, ha tomado la vida de casi 470000 personas en el mundo atacando principalmente vías respiratorias hasta el 21 de junio del 2020. Varios de los síntomas presentados a partir de los dos a catorce días de haber sido infectado por el virus incluyen tos seca, fiebre con temperatura mayor a 38°C, perdida de olfato y gusto, dificultad de respirar, diarrea, dolor de garganta, cansancio, entre otros [3].

Ante ello, entidades gubernamentales han tomado varias medidas como estados de emergencia y toque de queda por lo que el movimiento es restringido por horas y también para vehículos por días también [20]. Empresas y lugares públicos van disminuyendo las restricciones mientras aumentan las medidas de bioseguridad para las personas como:

- La entrada únicamente de una persona por familia a mercados y supermercados.
- Recomendación de no andar personas de la tercera edad y niños.
- Uso obligatorio de mascarillas para cubrir la boca y nariz.
- Distanciamiento personal de por lo menos 2 metros.
- Lavado de manos con jabón progresivamente.
- La limpieza de manos con alcohol y cloro en objetos personales y vestimenta.
- Medición de temperatura a las personas que ingresen a estos sitios.
- Encuestas y registros de estado de salud diario para determinar los síntomas de la enfermedad.
- Ocupación de transportes y espacios públicos limitados a su capacidad máxima. [3]

La gestión del uso de termómetros infrarrojos o sistemas de imágenes térmicas es una medida muy útil durante la actual pandemia. Según los recursos disponibles en las compañías, se utilizan algunos de esos dispositivos de medición sin contacto. El uso de estos equipos ha ido creciendo en distintos sitios de aglomeración pública debido a que permite medir la temperatura del cuerpo humano, alimentos y superficies sin realizar contacto alguno y así poder identificar una posible fiebre lo cual podría llevar a una enfermedad como el COVID-19. [5]

1.4.2 Sistema de control de inventario

Inventario

El inventario corresponde a los bienes que una empresa tiene para la venta, los cuales, mediante un monitoreo se registran aquellos que ingresan y aquellos que tienen para ser consumidos y transformados en productos tangibles que posteriormente serán comercializados. [6]. Adicionalmente, el mantener un inventario (existencia de bienes o recursos en ocio) para su venta o uso futuro es una práctica común en el mundo de los negocios empresariales. [19]

Las empresas de venta al menudeo, los mayoristas, los minoristas, los productores y aún los bancos de sangre (actualmente, también hay banco de órganos) por lo general almacenan bienes o artículos. [7]. Más aún, hoy en día existen varios proyectos orientados a la optimización y automatización del control y gestión de inventarios, mediante el uso de herramientas de hardware y desarrollo de aplicativos webs, como podemos observar en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Cuadro comparativo de los proyectos mencionados

Año	Autor	Proyecto	Diferencias
2020	Pantoja Meneses, Cristian Fernando	Desarrollar un sistema web con software libre para fortalecer la gestión y control de procesos de inventarios y facturación del micromercado kisopm en la ciudad de Ibarra. [13]	Mediante el uso de la Metodología XP desarrollar un sistema web de inventario, el cual permite el ingreso de productos solo por la página web.
2017	Leonardo David Torres Valverde	Software como servicio (SaaS) para la gestión de inventario en las pymes del cantón Ambato. [14]	Implementación de Servicio (SaaS) para la gestión de inventario.

1.4.3 Internet de las Cosas

Soluciones innovadoras en el mercado son manejadas mayormente por sistemas basados en el internet de las cosas (IoT). Este término se refiere a conectar varias cosas como televisores, celulares, sensores, casas, carros, etc., en un entorno para mejorar la vida de los seres vivos. Estos sistemas contienen cuatro componentes principales, tales como el servicio que ofrece, la plataforma que utiliza, la red de comunicación y el dispositivo [8].

En los últimos años se ha incrementado el surgimiento de varias plataformas para el desarrollo basado en microcontroladores, como Arduino, Raspberry Pi y BeagleBone que sirven en varios proyectos educacionales, hogareños (DYI) e incluso industriales.

Al implementar un sistema IoT, se necesita un equipo que interactúe con el usuario mientras mide ciertas variables en su entorno. Una plataforma de bajo costo y de código abierto es la serie de NodeMCU que ejecuta su firmware en microcontroladores de la familia ESP como el ESP8266 y una variación de su sucesor ESP32-CAM. Estos incluyen unidades de procesamiento de bajo consumo de con arquitectura de 32 bits y su propia antena de 2.4 GHz para conectividad inalámbrica WiFi (802.11b/g/n).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Se utilizó un modelo de metodología ágil SCRUM para estructurar la solución del proyecto. Esto permitió trabajar colaborativamente, dividiendo las tareas por fecha y de esa manera ir cumpliendo poco a poco hasta culminar el desarrollo obteniendo los mejores resultados. El aplicativo que permitió implementar esta metodología es Jira Software en su versión gratuita.

2.1 Software

2.1.1 Front-End:

Vue.js: Marco progresivo para construir interfaces de usuario. Es un marco de trabajo de Javascript accesible, versátil y de buen rendimiento que permite crear una base de código mucho más fácil de mantener, probar y dividir una página web en componentes reusables. [15]

Bootstrap: Conjunto de herramientas de código abierto que facilita la maquetación de sitios web, y permite mejorar el diseño de esta mediante librerías CSS, usando componentes que este entorno de trabajo proporciona.

2.1.2 Back-End:

Laravel: Marco de trabajo de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web. Permite la comunicación con el servidor, encargado de la lógica del a página web. [15]

PHP: Es un lenguaje de código abierto para desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Se eligió Laravel sobre otros *frameworks* como Node.Js y Spring Boot, ya que este tiene una arquitectura limpia por su sintaxis pragmática, códigos amigables para desarrolladores. Mediante los conceptos básicos de PHP en back-end se puede codificar sin problemas. Respecto a seguridad, Laravel utiliza la contraseña cifrada y las almacena en forma cifrada en la base de datos, ofreciendo un mayor rendimiento y escalabilidad.

2.1.3 Aplicación lector de código de barras

Scan-IT to Office: Aplicación que funciona como lector de código de barras. Permite capturar códigos, siendo de utilidad para la gestión del inventario de los productos, permitiendo almacenar la información de estos en hojas de cálculo de Excel.

2.1.4 RPA (Robotic Process Automation)

La automatización robótica de procesos es una tecnología que permite configurar un "robot" que realice tareas repetitivas mediante bloques de programación. El fin es integrar las interacciones humanas en sistemas digitales para ejecutar un proceso comercial. Los robots permiten manipular aplicaciones de escritorio, web y realizar toda actividad que una persona logra hacer en una computadora. [9]

UiPath: Plataforma amigable que permite automatizar un proceso y tareas repetitivas sin la necesidad de tener conocimientos avanzados de programación. Se seleccionó esta herramienta debido a su ambiente amigable. Esta herramienta permite tomar los datos de los productos guardados en un archivo Excel y enviarlos a la base de datos cada vez que sean digitalizados por la aplicación Scan-IT to Office.

2.1.5 Paradigma Modelo-Vista-Controlador (MVC)

Es un patrón de arquitectura de aplicaciones. Divide la lógica de negocio de la interfaz de usuario.

- **Vista**: La página en HTML, con diseño CSS
- **Controlador:** Permite la comunicación del modelo con la vista, obtiene datos dinámicamente y los muestra en la interfaz de usuario.
- **Modelo:** La información almacenada en la base de datos, la misma que mediante el controlador se logra visualizar en la página web.[16]

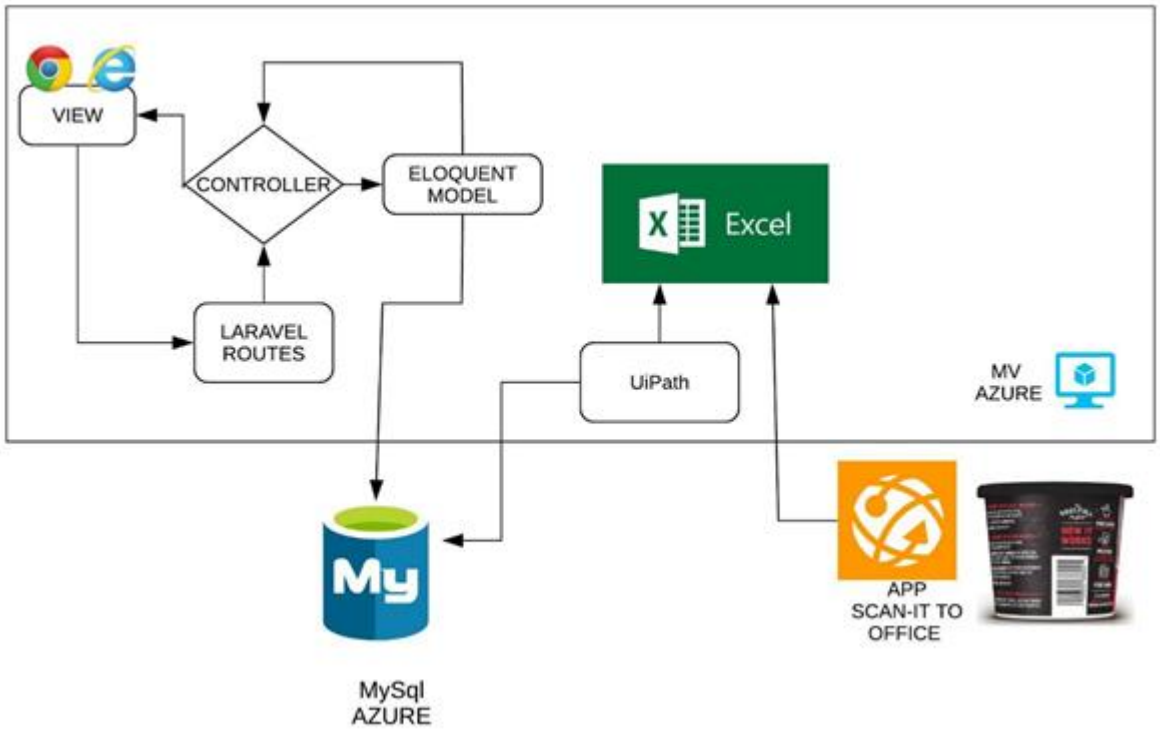


Figura 1. Esquema de gestión de inventario

En la Figura 1 se muestra el esquema del funcionamiento de la gestión del inventario. Mediante el uso de la aplicación SCAN-IT TO OFFICE se hace un *escaneo* del código de barra del producto. Luego se ingresa el nombre del producto, precio, categoría, nombre/número de pasillo, el stock, con una foto de este. Después se envía a llenar un archivo de Excel que se encuentra conectado con esta aplicación. Un sistema guarda estos datos a la base de datos para actualizar la página web en la sección de productos.

2.1.6 Arduino IDE:

Entorno de Desarrollo Integrado de código abierto para programar y subirlo a las placas ESP8266 y ESP32-CAM mediante un lenguaje que combina sentencias de C++ y C y haciendo uso de múltiples librerías para la compatibilidad con diferentes servicios y protocolos.

Se prefirió este programa sobre otras opciones como Atom.IO, Eclipse o Netbeans debido a su interfaz amigable, variedad de herramientas, menos consumo de recursos de cómputo y su gran documentación entre la comunidad de código abierto.

2.1.7 Azure:

Es un servicio de computación en la nube de Microsoft para el desarrollo de aplicaciones basadas en infraestructura de servidores lo cual permite la virtualización de entornos informáticos. Entre los servicios que ofrece están:

- Windows Azure Compute para el despliegue de una máquina virtual.
- Windows Azure Storage: Maneja el almacenamiento a Azure mediante tablas
- Windows SQL Azure: Base de datos basada en SQL Server
- Azure Virtual Network: conjunto de funciones para una configuración optimizada de recursos en la red.

Uno de los motivos que se eligió Microsoft Azure fue por su integración natural con productos de Windows, así como el convenio de Microsoft con ESPOL [10] en su cuenta de tipo estudiantil que resulta mucho más asequible que otros servicios en la nube como Amazon Web Services en términos económicos. La arquitectura de la máquina virtual utilizada está resumida a continuación:

- Procesador: Intel Xeon E5-2673 v3 2.4 GHz
- Memoria: 16 GB
- Sistema Operativo: Windows Server 2019 Datacenter 64-bits
- Almacenamiento: 128 GB para el SO y 1 TB para almacenamiento adicional

La comunicación con la máquina virtual se realiza mediante el protocolo Remote Desktop Protocol propietario de Microsoft con su respectiva autenticación. Para la creación de la Máquina Virtual en Azure se creó un Grupo de Recursos, el cual contiene los siguientes tres recursos:

- Recurso N°1: MV: IP Estática, conexión por RDP
- Recurso N°2: Interfaz de Red
- Recurso N°3: Servidor de Azure Database for MySQL

2.1.8 Oracle MySQL:

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, con mayor poder de procesamiento, multiproceso, multiusuario y robusto. Mediante el uso de esta herramienta se creó una base de datos, la cual permitió crear tablas y guardar la información de los productos del supermercado, los datos de la temperatura corporal tomada a los que ingresen al establecimiento y mostrarlos en la página web [17]. En la base de datos creamos 2 tablas:

Tabla 2. Tablas creadas en la base de datos con sus respectivos campos

TABLAS	DESCRIPCIÓN	CAMPOS
Users	Guarda la información de los usuarios que se registren en la aplicación web.	• Id • name • email • password
Products	Guarda la información de los productos obtenidos al momento de realizar el inventario mediante el uso del escáner de código de barras.	• Id • barcode • product_name • price • stock • category • aisle • shelf_level • path_image • created_at • updated_at

2.1.9 Firebase:

Plataforma en la nube para desarrollo de aplicaciones web y móviles de Google que ofrece múltiples herramientas y servicios como:

- **Base de datos**: conjunto de datos relacionados para un análisis.
- **Autenticación**: se ejecutan para identificar a los usuarios mediante el email o las redes sociales.
- **Nube de almacenamiento**: almacenamiento y envío de archivos a la escala de Google.
- **Alojamiento**: se usa para publicar nuestra página web.
- **Configuración remota**: se emplea para modificar ciertos aspectos del aplicativo sin la necesidad de actualizar la misma.
- **Laboratorio de pruebas**: es para probar la aplicación antes de publicarla.
- **Informe de pruebas**: se utiliza para reportar errores de la aplicación.

Se optó por utilizar esta plataforma en su versión gratuita, que permite hasta 100 conexiones simultáneas, 1GB almacenado y 10 GB descargados por mes. Además, ofrece un sistema de base de datos en tiempo real basada en bases de datos NoSQL, lo cual ofrece mayor flexibilidad y optimización al momento de definir la estructura de los datos. Se utilizó objetos de tipo JSON, los cuales siguen una forma de árbol jerárquico para su manipulación y se crean nodos hijos según las claves de inserción realizada desde el ESP8266.

Esta plataforma es eficiente al ser fácil de utilizar y ajusta de manera correcta el uso de sus servicios internos, además que maneja una buena seguridad basada en claves de acceso a la cual se le puede agregar una autenticación más rígida para administrar los roles de los usuarios permitidos en el proyecto.

Para proyectos de IoT, la disponibilidad de datos es esencialmente importante durante el diseño. Al momento de desplegar el sistema propuesto a mayor escala, se tendrán muchos sensores en diferentes centros de datos, lo cual caracteriza a las bases de datos NoSQL.

2.1.10 Detección y conteo de personas

Para la sección de cómputo en el sistema embebido, se utilizó TensorFlow Lite como *framework* de aprendizaje profundo de código abierto para dispositivos móviles y de IoT. Para identificar objetos y personas, es necesario un modelo entrenado, siendo en este caso el Coco-ssd. Este modelo permite identificar con una alta exactitud hasta del 75%, de tal manera que se generará una solicitud web a través del ESP32-CAM que actúa como servidor con la IP local asignada en la red Wifi a la que está conectado y así obtener un contador del número de personas en el pasillo. Con esta información es capaz de validar bajo ciertas duraciones de tiempo y de activar una de sus salidas digitales para alimentar al relé para realizar la limpieza del lugar en el momento oportuno.

2.2 Hardware:

2.2.1 Especificaciones:

Se requirieron equipos de bajo consumo eléctrico, pero con buen rendimiento para el procesamiento de datos inmediato, esto es, obtención y medición de variables y remitirlas a los sistemas complementarios donde son manipulados y estructurados correctamente para la posterior presentación en los aplicativos. Para el monitoreo de temperatura corporal de clientes a la entrada del supermercado se necesitó un sensor infrarrojo conectado al ESP8266 en una pequeña placa de circuito impreso a manera de un sistema embebido con su respectivo botón de encendido/activación para su interacción con el personal encargado de la empresa responsable de esta actividad.

Tabla 3. Termómetro Infrarrojo

NodeMCU ESP8266 0.9 (Modulo ESP-12)
MELEXIS MLX90614ESF-BAA-000-TU-ND
Pantalla LCD de 16x2
Botón de encendido
Resistores

El uso del ESP32 fue una posible opción como reemplazo para el termómetro debido a su mejora en procesamiento y rendimiento o de otro ESP32-CAM para automatizar el proceso y el equipo reconozca cuando hay una persona.

La telemetría y telecontrol de la limpieza del pasillo se implementó con el ESP32-CAM un sistema ciber-físico que maneja el rocío del líquido de limpieza en el espacio más concurrido mediante la activación del relé a manera de actuador.

Tabla 4. Cámara detectora

Placa KeeYees ESP32-CAM con módulo de cámara OV2640 de 2MP y convertidor FT232RL de USB FTDI a Serial TTL.
Relé de 5V
Arduino UNO Rev3

2.2.2 Diseño y arquitectura de hardware

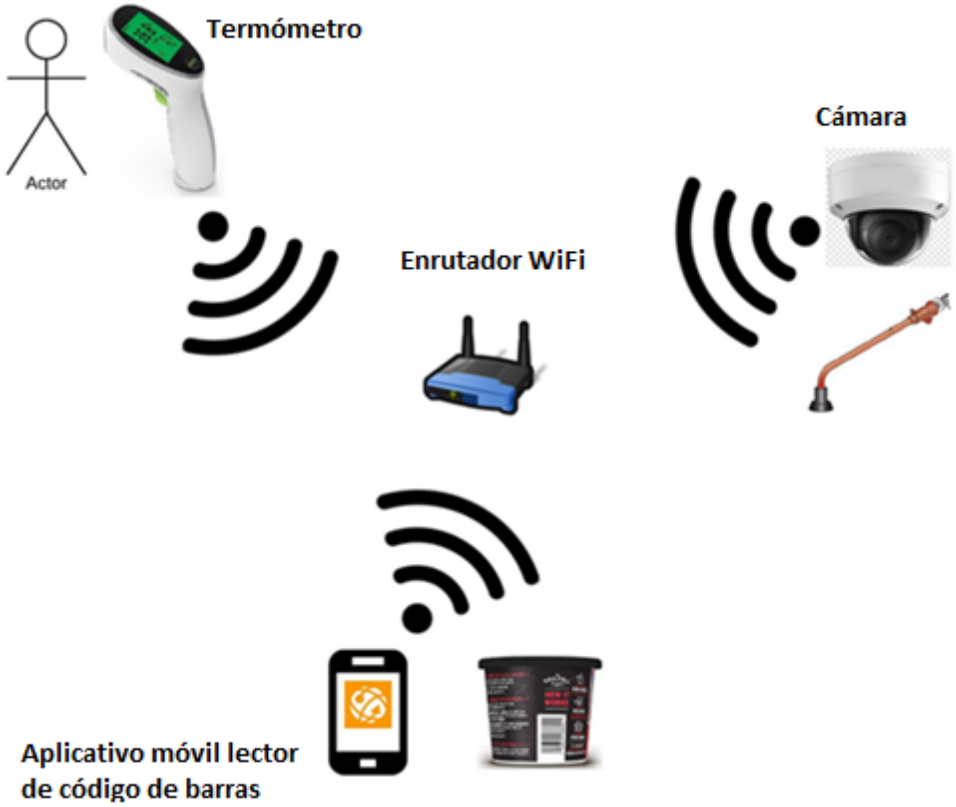


Figura 2. Diagrama general del sistema IoT

El primer nodo conformado por el ESP8266, el sensor de temperatura infrarrojo, la pantalla LCD y su alimentación energética, se encargan de obtener dicha variable para mostrarla en la pantalla haciendo uso del protocolo I2C en paralelo, permitiendo la comunicación del microcontrolador con el periférico de salida y el sensor sin contacto. A su vez, se seleccionó el sensor de temperatura infrarrojo MLX90614 debido a su bajo costo, fácil integración en sistemas digitales, alta precisión en medición de temperatura ambiental y corporal sin contacto mediante el uso de luz infrarroja y su amplia documentación y compatibilidad con varias placas de desarrollo.

Para establecer la comunicación inalámbrica, se prefirió trabajar con Wi-Fi, a pesar de su alto consumo de energía y poco alcance de cobertura. Sin embargo, considerando el ambiente cerrado de los supermercados, se descartó emplear redes LPWAN o tecnología celular. Además, estos espacios cuentan con buena

conectividad debido a sus planes empresariales con proveedores de servicios de Internet mediante el uso de fibra óptica, redundancia de ISP y equilibrio de carga, velocidades altas de transmisión de subida y bajada, múltiples puntos de acceso, entre otros.

Este dispositivo es independiente del entorno, por lo que la fuente de energía debe ser autosuficiente y de buena calidad como baterías LiFePO4 de 3.3 V para una correcta suministración eléctrica. También es capaz de realizar peticiones de inserción en la base de datos de tiempo real de Firebase siguiendo una estructura jerárquica de tipo JSON de tal manera que se agregan secuencialmente las lecturas de temperatura en las personas que ingresan al supermercado con un identificador único para el método de escritura “Push”.

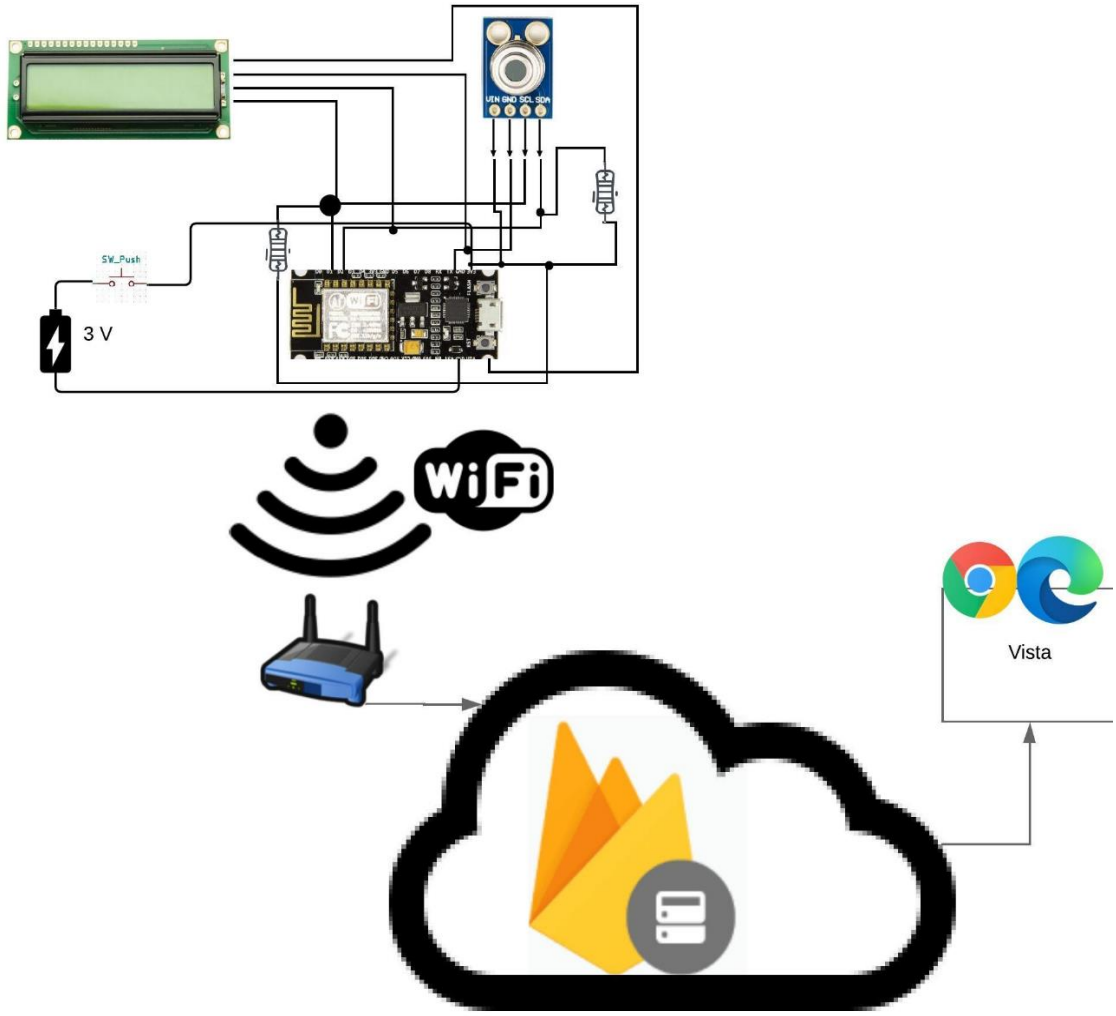


Figura 3. Diseño de la topología de red del termómetro

El segundo nodo conformado por el ESP32-CAM y el relé fueron diseñados a manera de un detector de una gran afluencia de personas en el pasillo a monitorear complementando su decisión mediante un algoritmo de aprendizaje automático y plasmándolo en el actuador electrónico de tal manera que se abra el paso de un sistema de riego biomédico de una sustancia para la limpieza del ambiente.

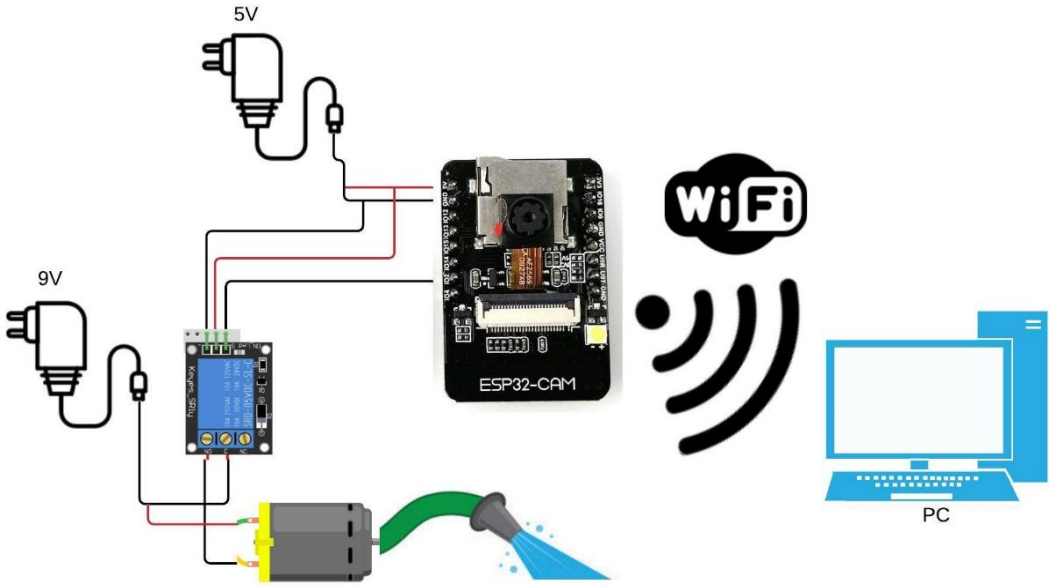


Figura 4. Diseño del sistema de video

Se eligió este módulo basado en el ESP32 debido a que integra la cámara OV2640 que es capaz de distinguir personas y objetos en su entorno a diferencia de la PixyCam2 que no cuenta con un sistema en chip de Wifi. Se limita al uso de una cámara para otras placas, pero no siendo mejor que la OpenMV H7, que cuenta mejor procesamiento y productividad al utilizar visión de máquina para sistemas más robustos. Se requirió además un dispositivo USB que integre el protocolo I2C mediante una interfaz UART para cargar los programas al SoC del ESP32-CAM como se muestra en la siguiente imagen:

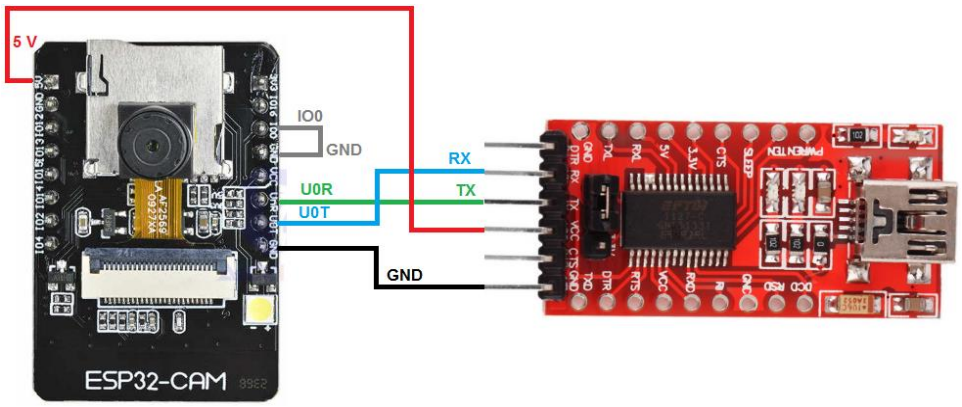


Figura 5. Conexión del ESP32-CAM con el convertidor USB a Serial

El diseño plantea la utilización de la salida de voltaje DC de 5V del motor para ser utilizado en un convertidor elevador o "*boost*" de tal manera que se obtenga una salida de 12V que se utiliza comúnmente en circuitos eléctricos de tipo industrial. De esta manera sería factible implementar un prototipo con alimentación de energía eléctrica hacia una bomba a través de un tomacorriente de 110V para así realizar el rocío automático del líquido de limpieza en el pasillo identificado.

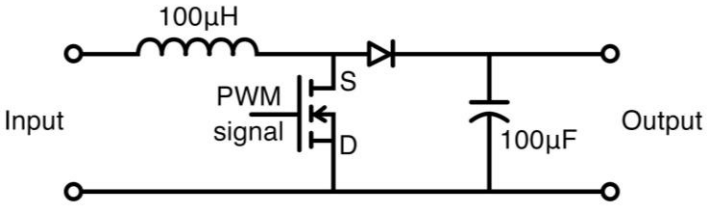


Figura 6. Circuito referencial para el convertidor elevador

Esta propuesta se enfoca a un futuro proyecto en el cual sea posible realizar un acercamiento con un cliente para llegar a desarrollar el prototipo y probarlo en un ambiente real de un supermercado, lo cual no se pudo desplegar debido a las restricciones que impuso la pandemia del COVID-19 durante el periodo que se desarrolló esta tesis.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Según la encuesta realizada, mostrada en el Apéndice E, el porcentaje de personas que indicaron que en los supermercados no hay un estricto control de bioseguridad es mayor (95,7%) de las que se manifestaron sentirse seguras (4,3%) con los protocolos implementados. Como se observa en la Figura 7, hay una diferencia amplia en el tiempo que toma realizar la gestión de inventario de manera manual, esto es, usando softwares y hojas de cálculo, comparado ello a nuestro sistema automatizado. Esto generó mayores respuestas positivas (88,5%) por parte de clientes, comentando que sería de mucha utilidad conocer la ubicación de los productos en la página web para no perder tiempo buscándolos y así disminuir el riesgo de contagio.

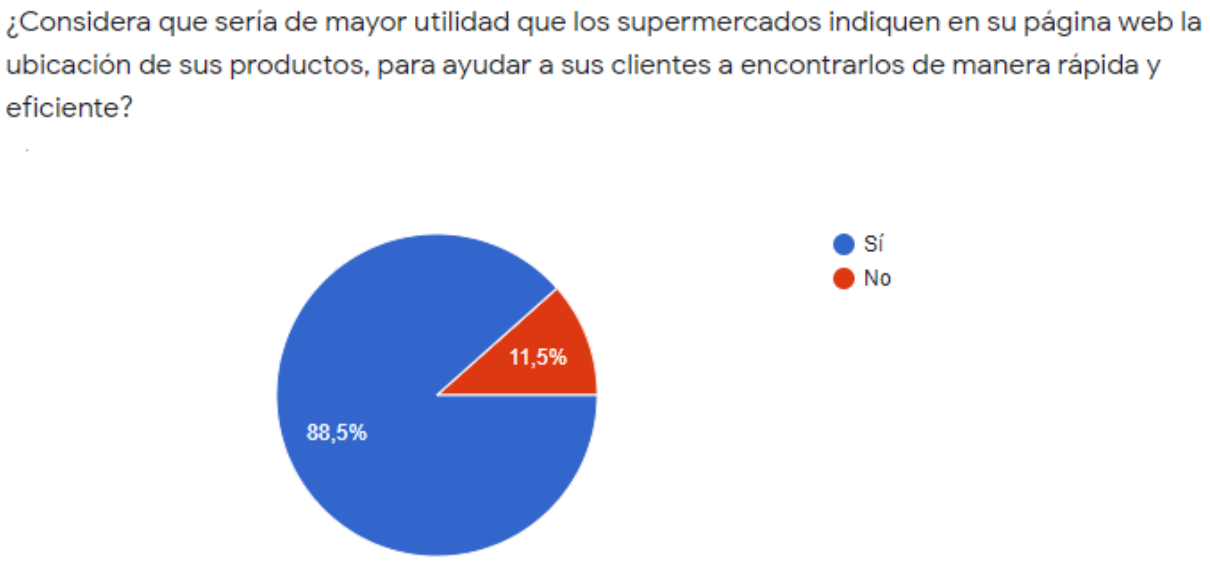


Figura 7. Gráfica de aceptación de ubicación de productos en la página web de supermercados

De esta manera se consolidó en el mercado ecuatoriano el uso de aplicativos de entrega de productos de supermercados como Picker, Uber, entre otros, ya que la pandemia causó miedo a las personas para realizar sus compras de alimentos y artículos de primera necesidad y optaron por realizar pedidos a domicilio. A su vez, esto implicó un aumento de manera indirecta el consumo de fundas y otros plásticos desechables en nuestro ecosistema siendo este uno de los efectos indirectos más importantes causados a nivel mundial debido a la pandemia. [18]

3.1 Implementación de software

Se implementó un sistema que optimiza el inventario de productos en un supermercado, el mismo que se divide en varias secciones:

Digitalización de código de barra de productos y almacenamiento automatizado, lo cual permitió mostrar en la página web la información necesaria, como la ubicación en el pasillo y el nivel de percha en el que se encuentre un producto. De esta manera el cliente pueda reducir el tiempo que toma en realizar sus compras y evitar que se produzcan aglomeraciones en los pasillos. Esto se puede apreciar en la Figura 8 donde están los nombres de los productos, las imágenes referenciales tomadas con el aplicativo móvil, su ubicación y precio. La obtención de datos de temperatura corporal tomada a las personas que ingresan al supermercado se muestra de forma estadística en la página web.

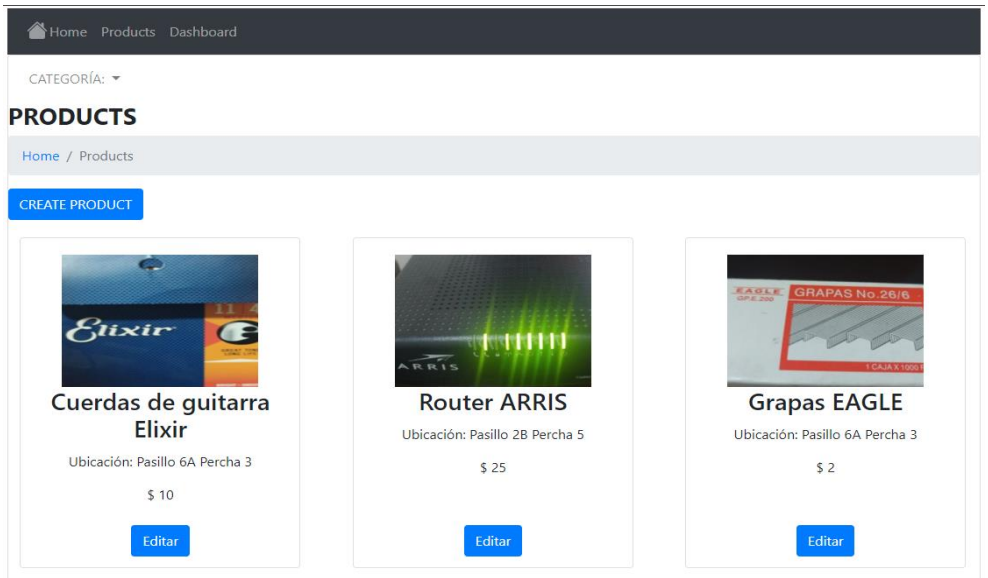


Figura 8. Sección de productos - página web supermercado

A continuación, se pueden apreciar gráficas sobre el consumo de descargas y almacenamiento para las pruebas realizadas para el prototipo de termómetro infrarrojo en el sistema de base de datos en tiempo real de Firebase. Estos números relativamente bajos se deben a que la transmisión de datos es de un solo valor flotante con su respectiva clave de inserción en formato JSON que representa apenas 50 bytes lo cual sigue una estructura sencilla con 3 padres previos a cada clave, estos son: el nombre del proyecto: “tlmg1031-2020-I-g4”, el nombre del microcontrolador: “ESP8266” y el nombre del sensor: “MLX90614” (Ver Figura 9).

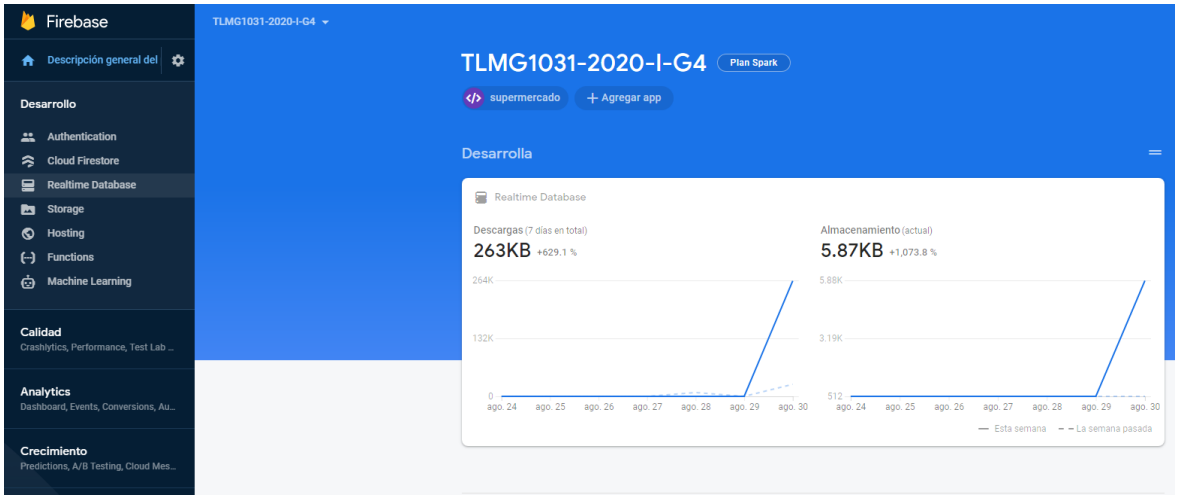


Figura 9. Registros de temperaturas por el ESP8266 en Firebase

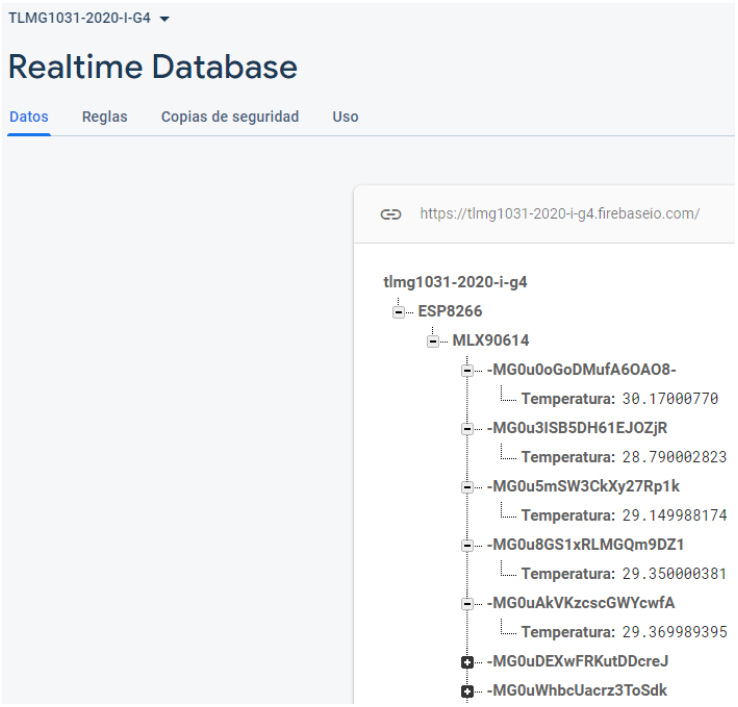


Figura 10. Registros de temperaturas por el ESP8266 en Firebase

La comunicación de Firebase con la página web se realiza a través de una implementación en código Javascript para tomar dichos valores y presentarlos mediante gráficos estadísticos los cuales permiten analizar la información obtenida, como se puede ver en la Figura 11.

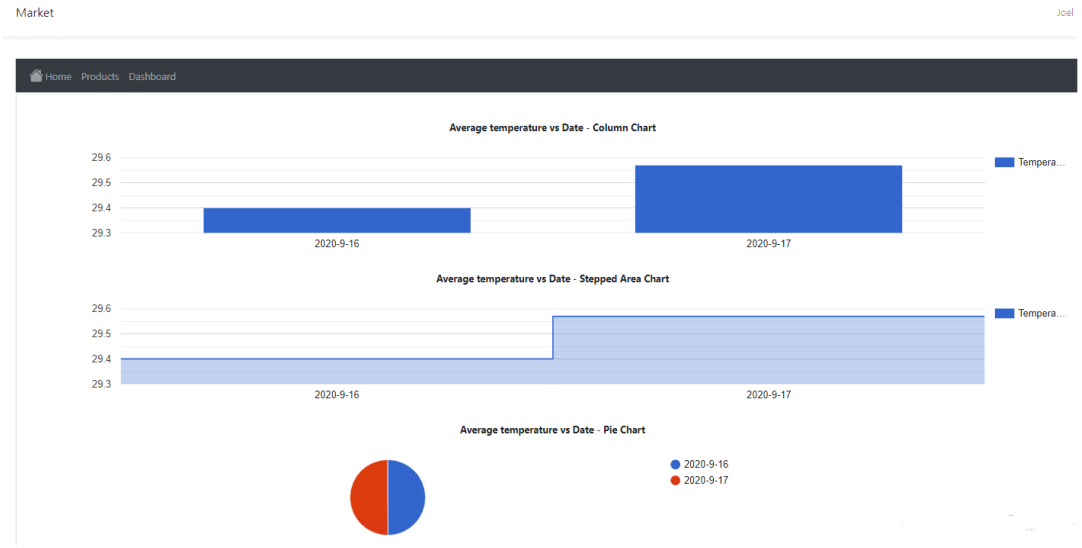


Figura 11. Gráficos estadísticos de toma de temperatura – página web supermercado

Para el sistema de detección se añadió un Arduino UNO para que cumpla la función de esclavo con respecto al ESP32-CAM y encienda el relé y motor a través del protocolo I2C.

3.2 Análisis de Costos

El costo para el nodo de temperatura se detalla en la utilizando precios referenciales a través de comercio electrónico internacional como AliExpress(*) y locales de electrónica en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 5. Costos para el termómetro infrarrojo

Material	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
NodeMCU ESP8266 0.9 (Modulo ESP-12)	1	$6	$6
MELEXIS MLX90614ESF-BAA-000-TU-ND *	1	$25	$25
Pantalla LCD de 16x2	1	$4	$4
Interruptor de botón	1	$0.50	$0.50
Resistores	2	$0.05	$0.10
Total			$35.60

La diferencia primordial con respecto a los termómetros comerciales en el mercado actual ecuatoriano se da en una diferencia de alrededor de $10 menos, ya que algunos de estos equipos llegan a costar hasta $50.

También se contrasta la implementación de comunicación inalámbrica WiFi que el prototipo de bajo nivel ofrece, así como un registro ilimitado en memoria en comparación a los 10 o 20 que permiten los termómetros comerciales.

El costo para el nodo de reconocimiento facial se detalla en la Tabla #5, utilizando precios referenciales a través de comercio electrónico internacional como Amazon (*) y locales de electrónica en Guayaquil como Electrónica Castro.

Tabla 6. Costos para el sistema de detección de personas

Material	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Placa KeeYees ESP32-CAM con módulo de cámara OV2640 de 2MP y convertidor FT232RL de USB FTDI a Serial TTL*	1	$15	$15
Módulo de Relé de 5V	1	$1	$1
Motor de 5V	1	$1	$1
Arduino UNO Rev3	1	$20	$20
Total			$37

La implementación de los prototipos del sistema alcanza un total de $72.60 a lo cual para agregar un aspecto físico más atractivo se debería añadir un apartado sobre la carcasa en forma de pistola, el cual puede ser diseñado a través de un modelado e impreso en 3D.

Para optimizar costos se cotizó comprar a gran escala, 20 unidades o más, de tal manera que tendríamos otros valores para los dispositivos como el microcontrolador ESP8266 que saldría a $4 por unidad. Así mismo, el sensor MLX90614 saldría a $5, la pantalla LCD a $1.5, el ESP32-CAM a $5 y se reemplazaría el Arduino UNO Rev3 por un Arduino Nano a $4.
Considerando la producción a 100 unidades sin considerar el ensamblaje y construcción de PCB y del modelado 3D se tendrían los siguientes valores en la Tabla 7.

Tabla 7. Costos para el sistema IoT general a gran escala

Material	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
NodeMCU ESP8266 0.9 (Modulo ESP-12)	1	$4	$4
MELEXIS aMLX90614ESF-BAA-000-TU-ND *	1	$5	$5
Pantalla LCD de 16x2	1	$1.5	$1.5
Interruptor de botón	1	$0.50	$0.50
Resistores	2	$0.05	$0.10
Placa KeeYees ESP32-CAM con módulo de cámara OV2640 de 2MP y convertidor FT232RL de USB FTDI a Serial TTL*	1	$5	$5
Módulo de Relé de 5V	1	$1	$1
Motor de 5V	1	$1	$1
Arduino Nano	1	$4	$4
Total			$22.10

Por lo que la construcción individual de un termómetro en términos electrónicos sería de $11.10 y del sistema de detección $11.

3.3 Pruebas de rendimiento

3.3.1 Procesamiento

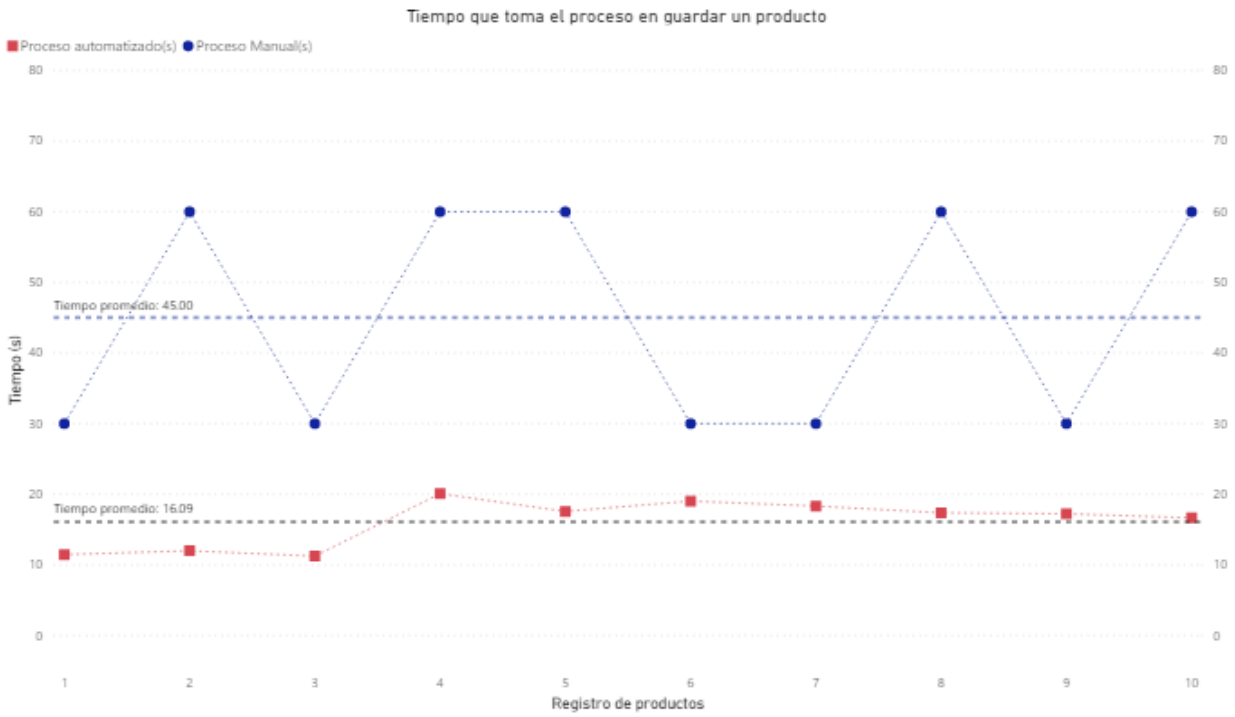


Figura 12. Tiempo en guardar producto en la base de datos

Como podemos observar en la Figura 12 existe una reducción notable en el tiempo(segundos) que toma en guardarse la información de cada producto escaneado por el lector de código de barras inalámbrico, los mismos que automáticamente se presentan en la página web y de esa manera optimizar la gestión de inventario en los supermercados. Actualmente se realiza este proceso de manera manual, mediante el uso de documentos Excel o software que permiten ingresar la información de cada producto, luego se envía esta información al área encargada de guardarla y de esa manera poder mostrarla en la página web, es un proceso que en este proyecto se lo ha automatizado, mejora los tiempos y la precisión de lo que se registra.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante la encuesta realizada y visitas frecuentes a supermercados en Guayaquil durante el estado de emergencia sanitaria debido a la pandemia por el COVID-19, se identificaron deficiencias en los protocolos de bioseguridad y de control de inventario de supermercados. Esto demuestra que se necesita de manera urgente una mejora en estos procesos.
- Se desarrolló un prototipo de bajo costo de un termómetro con herramientas de hardware y software de código abierto lo cual permite la continuación y mejora del proyecto a un futuro donde el COVID-19 sea una amenaza controlada y se pueda implementar en otros ámbitos empresariales para no desaprovechar la información obtenida a través del dispositivo.
- Se planteó una medida de limpieza automatizada a través del diseño de detección de personas en los pasillos de un supermercado utilizando un módulo de cámara de bajo costo el cual puede ser implementado en el mercado según los requerimientos de ubicación del equipo y restricciones en espacio de la empresa. El fin de este punto es evitar aglomeraciones y reduce el riesgo de contagio en estos establecimientos.
- Finalmente, con la finalidad de disminuir el riesgo de contagio en los supermercados, se diseñó el sistema automatizado de gestión de inventario. Este sistema reduce el tiempo en el ingreso de productos y muestra a los clientes mediante su página web su ubicación. Ello permite realizar sus compras de manera eficiente y rápida para de forma similar al punto anterior evitar aglomeraciones en los pasillos.

Recomendaciones

- Como primer punto, se recomienda ajustar este sistema automatizado de gestión de inventario de acuerdo con las necesidades y requerimientos de los diferentes establecimientos comerciales para así mejorar sus procesos y tiempos de registro de bienes o productos para llevar un control más preciso y brindar un mejor servicio a sus clientes.
- Se requirió el uso de otra placa de desarrollo para el diseño del sistema de detección de personas debido a complicaciones en el manejo de los pines GPIO de la ESP32-CAM, agregando un proceso más de procesamiento en el sistema general, pero obteniendo el resultado esperado debido a la eficiencia de los protocolos e instrumentos utilizados.
- El modelo propuesto recomienda realizar la medida de temperatura a las personas en una zona más acertada como la frente para no tener valores aberrantes como o engañosos que alteran los datos almacenados ya que usualmente se suelen tomar la temperatura con termómetros infrarrojos apuntando al antebrazo como se sugiere en varios artículos científicos basados en estudios médicos, tal como se manifiesta en [11].

BIBLIOGRAFÍA

[1] Alcaldía de Guayaquil. (2020). *Oficio No. AG-CV-2020-06602*. Guayaquil: Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

[2] *U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, "Enforcement Policy for Telethermographic Systems During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Public Health Emergency", U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, Rockville, 2020.*

[3]Comité de Operaciones de Emergencia Nacional, "Informe 034 de Situación COVID-19 Ecuador", Ministerio de Salud Pública, 2020.

[4]"USDA APHIS | Biosecurity", *Aphis.usda.gov*, 2020. [Online]. Available: https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/animal-disease-information/avian/defend-the-flock-program/dtf-biosecurity. [Accessed: 18- Jul- 2020].

[5] G. CHEN, “Validity of the Use of Wrist and Forehead Temperatures in Screening the General Population for COVID-19: A Prospective Real-World Study”, Iran J Public Health, vol. 49, no. Supple 1, pp. 57-66, Apr. 2020.

[6] R. Arasa and J. Achuora, “Strategic Inventory Management Practices and the Performance of Supermarkets in Nairobi County, Kenya”, EJBMR, vol. 5, no. 2, Apr. 2020

[7] P. Rajkumar, Retail Marketing Modelling for Inventory Management in Supermarket Supply Chain. Chennai, 2020 [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Rajkumar_Paulrajan2/publication/342469367_Retail_Marketing_Modelling_for_Inventory_Management_in_Supermarket_Supply_Chain/links/5ef5e91f4585155050729ee2/Retail-Marketing-Modelling-for-Inventory-Management-in-Supermarket-Supply-Chain.pdf. [Accessed: 14- Jan- 2014]

[8] Lee, S., Bae, M. and Kim, H., 2017. Future of IoT Networks: A Survey. *Applied Sciences*, 7(10).

[9] P. Matres, "Asignación automática de tareas mediante tecnología de robotización RPA", Maestría, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla, 2020.

[10]G. ESPOL, "ESPOL: Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información - Licencias", *Serviciosti.espol.edu.ec*, 2020. [Online]. Available: https://www.serviciosti.espol.edu.ec/ui/es/content/licencias/licencias.aspx. [Accessed: 18- Jul- 2020].

[11] H. Daanen et al., "COVID-19 and thermoregulation-related problems: Practical recommendations", Temperature, pp. 1-11, 2020. Available: 10.1080/23328940.2020.1790971 [Accessed 23 September 2020].

[12] R. Kansara, P. Bhojani and J. Chauhan, "Designing Smart Wearable to measure Health Parameters," 2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET), Mumbai, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSCET.2018.8537314.

[13] C. Pantoja, "DESARROLLAR UN SISTEMA WEB CON SOFTWARE LIBRE PARA FORTALECER LA GESTIÓN Y CONTROL DE PROCESOS DE INVENTARIOS Y FACTURACIÓN DEL MICROMERCADO KISOPM EN LA CIUDAD DE IBARRA.", Ingeniería, UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, 2020. [3]

[14] L. Torres, "Software como servicio (SaaS) para la gestión de inventario en las pymes del cantón Ambato", Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato (UTA), 2017.

[15] L. GUANOLEMA, "DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE COMPRA Y VENTA EN LA MICROEMPRESA RAZA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA LARAVEL Y VUE.JS BAJO UN ENFOQUE DE DESARROLLO DIRIGIDO POR PRUEBAS (TDD)", Ingeniería, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2019.

[16] J. Oh, W. H. Ahn and T. Kim, "MVC architecture driven restructuring to achieve client-side web page composition," 2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), Beijing, 2016, pp. 45-53, doi: 10.1109/ICSESS.2016.7883013.

[17] C. Guevara, "DESARROLLO DE UN SISTEMA EN ENTORNO WEB PARA EL CONTROL DE LA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE LA EMPRESA CUENCA LLANTAS, UTILIZANDO COMO FRAMEWORK DE DESARROLLO LARAVEL", Licenciatura, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2017.

[18] M. Zambrano-Monserrate, M. Ruano and L. Sanchez-Alcalde, "Indirect effects of COVID-19 on the environment", Science of The Total Environment, vol. 728, 2020.

[19] H. Guo, C. Li, Y. Zhang, C. Zhang, and M. Lu, “A Location-Inventory Problem in a Closed-Loop Supply Chain with Secondary Market Consideration,” Sustainability, vol. 10, no. 6, Jun. 2018.

[20] M. Allam et al., "COVID-19 Diagnostics, Tools, and Prevention", Diagnostics, vol. 10, no. 6, p. 17-22, 2020. Available: 10.3390/diagnostics10060409.

APÉNDICE

APÉNDICE A

Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz (2400 MHz ~ 2483.5 MHz)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: –91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: –75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: –72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5 V ~ 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	–40 °C ~ 125 °C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

Ilustración 1: Especificaciones técnicas del ESP8266

APÉNDICE B

Product Specifications

Module Model	ESP32-CAM
Package	DIP-16
Size	27*40.5*4.5（±0.2）mm
SPI Flash	Default 32Mbit
RAM	520KB SRAM +4M PSRAM
Bluetooth	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
Wi-Fi	802.11 b/g/n/
Support interface	UART、SPI、I2C、PWM
Support TF card	Maximum support 4G
IO port	9
UART Baudrate	Default 115200 bps
Image Output Format	JPEG(OV2640 support only),BMP,GRAYSCALE
Spectrum Range	2412 ~2484MHz
Antenna	Onboard PCB antenna, gain 2dBi
Transmit Power	802.11b: 17±2 dBm (@11Mbps) 802.11g: 14±2 dBm (@54Mbps) 802.11n: 13±2 dBm (@MCS7)
Receiving Sensitivity	CCK, 1 Mbps : -90dBm CCK, 11 Mbps: -85dBm 6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm 54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm
Power Dissipation	Turn off the flash lamp:180mA@5V Turn on the flash lamp and turn on the brightness to the maximum:310mA@5V Deep-sleep: Minimum power consumption can be achieved 6mA@5V Moderm-sleep: Minimum up to 20mA@5V Light-sleep: Minimum up to 6.7mA@5V
Security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
Power Supply Range	5V
Operating Temperature	-20 ℃ ~ 85 ℃
Storage Environment	-40 ℃ ~ 90 ℃ , < 90%RH

Ilustración 2: Especificaciones técnicas del ESP32-CAM

APÉNDICE C

6 Electrical Specifications

6.1 MLX90614Axx

All parameters are preliminary for T_A = 25 °C, V_{DD} =5V (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supplies						
External supply	V_{DD}		4.5	5	5.5	V
Supply current	I_{DD}	No load			1	mA
Supply current (programming)	I_{DDpr}	No load, erase/write EEPROM operations			1.5	mA
Zener voltage	Vz	Iz = 75…400 uA	5.6	5.75	5.8	V
Zener voltage	Vz(Ta)	Iz=70…400uA, full temperature range	5.15	5.75	6.24	V
Power On Reset						
POR level	V_{POR}	Power-up, power-down and brown-out	2.7	3.0	3.3	V
V_{DD} rise time	T_{POR}	Ensure POR signal			3	ms
Output valid (result in RAM)	Tvalid	After POR		0.15		s
Pulse width modulation[1]						
PWM resolution	PWMres	Data band		10		bit
PWM output period	$PWM_{T,def}$	Factory default, internal oscillator factory calibrated		1.024		ms
PWM period stability	$dPWM_T$	Internal oscillator factory calibrated, over the entire operation range and supply voltage	-4		+4	%
Output high Level	PWM_{HI}	I_{source} = 2 mA	V_{DD}-0.2			V
Output low Level	PWM_{LO}	I_{sink} = 2 mA			V_{SS}+0.2	V
Output drive current	$Idrive_{PWM}$	Vout,H = V_{DD} - 0.8V		20		mA
Output sink current	$Isink_{PWM}$	Vout,L = 0.8V		20		mA
Output settling time	Tset	100 pF capacitive load, full operating Ta range		500	TBD	ns
Output settling time	$Tset_{RC}$	220 Ohm in series with 47nF load on the wire, full Ta operating range	20		50	us

Ilustración 3: Especificaciones técnicas del MLX90614

APÉNDICE D

Features

- High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash progam memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
  - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
  - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C(1)
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Temperature Measurement
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
    - Temperature Measurement
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I^2C compatible)
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
  - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
  - Active Mode: 0.2 mA
  - Power-down Mode: 0.1 µA
  - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)

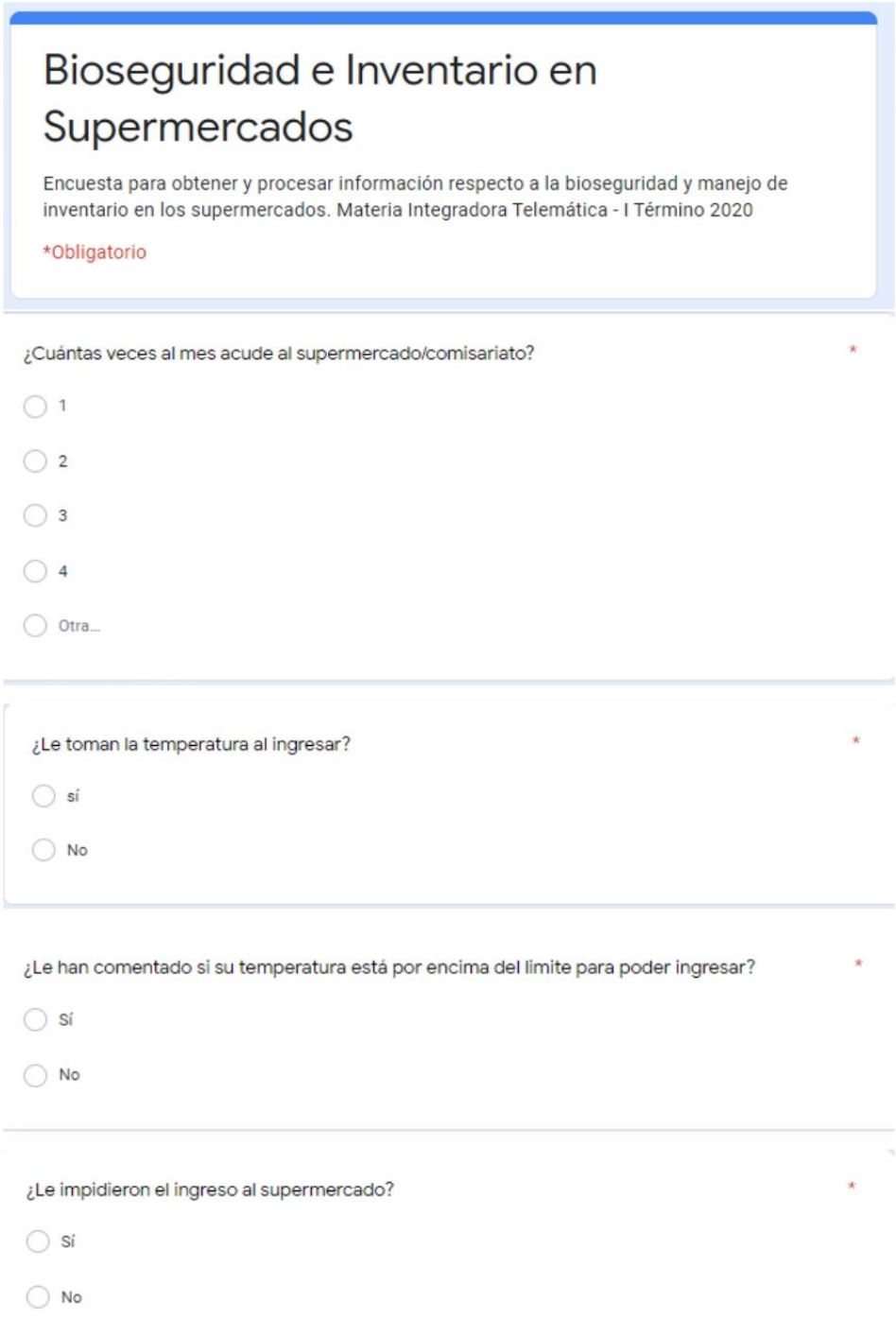
8-bit AVR® Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

Rev. 8161D–AVR–10/09

Ilustración 4: Especificaciones técnicas del Arduino UNO Rev3

APÉNDICE E



Bioseguridad e Inventario en Supermercados

Encuesta para obtener y procesar información respecto a la bioseguridad y manejo de inventario en los supermercados. Materia Integradora Telemática - I Término 2020

*Obligatorio

¿Cuántas veces al mes acude al supermercado/comisariato? *

1

2

3

4

Otra...

¿Le toman la temperatura al ingresar? *

sí

No

¿Le han comentado si su temperatura está por encima del límite para poder ingresar? *

Sí

No

¿Le impidieron el ingreso al supermercado? *

Sí

No

Ilustración 5: Encuesta realizada sobre protocolos de bioseguridad

¿Considera que el encargado en tomar la temperatura realiza dicha actividad de manera plena, fijándose en el valor registrado? *

- Sí
- No

¿Considera que sería de mayor utilidad que los supermercados indiquen en su página web la ubicación de sus productos, para ayudar a sus clientes a encontrarlos de manera rápida y eficiente? *

- Sí
- No

¿Considera que la limpieza de los pasillos es más frecuente durante el estado de emergencia debido a la pandemia del COVID-19? *

- Sí
- No

Ilustración 6: Encuesta realizada sobre protocolos de bioseguridad (continuación)