



BENEMÉRITA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

**Tesis presentada para obtener el grado de
Licenciatura en la ingeniería de la mecatrónica**

Diseño de una caja fuerte IOT

Asesor de Tesis:

M.C. Enrique De la Fuente Morales

Director de Tesis:

M.C. Enrique De la Fuente Morales

Presenta alumno:

MORENO FLORES ANGEL EMMANUEL

Matricula: **201410973**

04/03/2022

Índice General

Introducción.....	5
Problema.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivo Especifico	6
Hipótesis.....	6
Marco Teórico... ..	6
Justificación... ..	7
Aporte.....	7
Capítulo 1	8
1,1 investigación de encuesta	8
1.2 Análisis de encuesta.....	10
1.3 Investigación del problema a tratar/Estado del arte	11
1.4 Propuesta de solución a la problemática.....	13
Capítulo 2: Componentes de la caja fuerte IoT	16
2.1 ESP32-CAM.....	16
2.1.1 Características principales.....	17
2.1.2 Costo.....	18
2.1.3 ESP8266.....	18
2.1.4 Características principales.....	19
2.1.5 Costo.....	20
2.1.6 Arduino	20
2.1.7 Características principales.....	21
2.1.8 Costo... ..	22
2.1.9 Tabla comparativa	22
2.1.10 Opinión.....	23
2.2 OV2640	24
2.2.1 Características principales.....	24
2.2.2 Costo.....	25
2.2.3 OV7670	26
2.2.4 Características principales.....	26
2.2.5 Costo.....	27
2.2.6 OV5640.....	27
2.2.7 Características principales.....	28

2.2.8 Costo.....	28
2.2.9 Comparación y Opinión.....	29
2.3 Push Button	29
2.3.1 Características principales	30
2.3.2 Costo.....	30
2.4 Cerradura radial.....	31
2.4.1 Características principales	31
2.4.2 Costo.....	32
2.4.3 Cerradura estándar	32
2.4.4 Características principales.....	32
2.4.5 Costo.....	33
2.4.6 Cerradura de combinación directa/indirecta	33
2.4.7 Características principales.....	34
2.4.8 Costo.....	34
2.4.9 Tabla comparativa	34
2.4.10 Opinión.....	35
2.5 Tornillos	35
2.6 Goma de protección... ..	36
2.7 Cristal reflejante.....	37
2.8 Pila Triple A.....	38
2.9 Acero inoxidable 304.....	39
2.9.1 Características principales	39
2.9.2 Costo.....	40
2.9.3 Opinión.....	40
2.9.4 Precio total	40
Capítulo 3: Diseño y funcionamiento de la caja fuerte	41
3.1 Diseño de la caja fuerte.....	41
3.2 Análisis de fuerzas en la caja fuerte IoT	48
3.3 Funcionamiento del módulo para la caja fuerte IoT	55
3.3.1 Pseudocódigo.....	56
3.3.2 Funcionamiento del Pseudocódigo	56
3.3.3 Consumo energético... ..	59
Capítulo 4: Comparaciones de cajas fuertes.....	63
4.1 Caja fuerte electrónica	63
4.1.1 Características.....	64

4.1.2 Precio.....	64
4.2 Caja fuerte digital	65
4.2.1 Características.....	65
4.2.2 Precio	66
4.3 Caja fuerte de seguridad	67
4.3.1 Características.....	67
4.3.2 Precio	67
4.4 Cuarta caja fuerte IoT	68
4.4.1 Tabla de especificaciones	68
4.4.2 Precio estimado... ..	69
4.5 Comparaciones... ..	69
4.6 Plan de negocios	70
Conclusión.....	71
Bibliografía.....	71
Referencias del capítulo 1	71
Referencias del capítulo 2	72
Referencias del capítulo 3... ..	73
Referencias del capítulo 4	74

Introducción

A lo largo de los años, las personas han sido víctimas de diversos problemas que se han tratado de solucionar mediante múltiples acciones; las cuales no han tenido el impacto esperado, esto se debe a que muchos de los problemas no solo ocurren en las calles o en los trabajos, estos llegan a ocurrir en las mismas viviendas y/o negocios de las personas, causando tanto inseguridad para la gente honesta, como nuevas oportunidades para otras personas a cometer diferentes tipos de vandalismos.

La inseguridad es un tema y un problema muy importante que siempre ha afectado a las personas, esto se debe a múltiples factores los cuales pueden llegar a ser las zonas en las que viven, la posición económica en la que se encuentra la gente, la educación fomentada a lo largo de los años y aún más importante, la negación de las personas ante la idea de que algún miembro de la vivienda y/o empleado sea quienes cometan algún robo. Es por esta razón, que es importante encontrar soluciones óptimas que puedan ayudar a tener mayor seguridad dentro de sus propias viviendas y negocios.

Problema

Existe un problema muy grande el cual afecta tanto en las viviendas de las personas como en los negocios pequeños y medianos, este problema es “el déficit de seguridad” provocado por diferentes factores en los cuales los más comunes son el robo de bienes por parte de familiares, amigos y/o trabajadores. Este problema se ha tratado de combatir durante mucho tiempo con diferentes dispositivos como las cámaras de vigilancia, el problema de estos dispositivos es que, además de que pueden ser apagados fácilmente por gente interna a las viviendas o negocios, muchas veces provocan que personas externas los tomen como objetivo debido a que las cámaras les indican que dentro existen bienes de gran valor, es por esto que el uso de cajas fuertes en viviendas y negocios tanto pequeños como medianos, es de gran importancia.

Objetivo General

Diseñar una caja fuerte que contribuya a la seguridad en las viviendas y negocios tanto pequeños como medianos de las personas, implementando el módulo ESP32-CAM con la finalidad de que se pueda tener conocimiento de quienes son las personas que acceden a la caja fuerte y en qué momento accedieron.

Objetivos específicos

- Investigar el nivel de seguridad en las viviendas de los ciudadanos del estado de Puebla.
- Identificar el mayor problema de seguridad en las viviendas y negocios
- Diseñar una caja fuerte con la capacidad de tomar fotos de las personas que accedan al contenido y envíe un mensaje al propietario, manteniendo discreción en el módulo ESP32-CAM.

Hipótesis

Al realizar una caja fuerte con la capacidad de tomar fotografías de las personas que ingresan a su contenido y envíe un mensaje de correo a su propietario cuando esto ocurra, aumentara el nivel de seguridad dentro de las viviendas y negocios en donde se implemente, manteniendo un costo accesible para las personas además de un diseño que mantenga la mayor discreción del módulo.

Marco Teórico

Durante todo este trabajo, se pretende mostrar el diseño de la caja fuerte IoT, los componentes que la integran y la función que tendrá dentro de las viviendas y negocios donde se implemente.

Lo primero que se debe saber es el nombre de caja fuerte IoT, esto último proviene de: Internet of things, lo cual la página Redhat nos dice lo siguiente: **“El Internet de las cosas (IoT) es el proceso que permite conectar elementos físicos cotidianos al Internet: desde objetos domésticos comunes, como las bombillas de luz, hasta recursos para la atención de la salud, como los dispositivos médicos”** (RED HAT, 2021). En este caso, la conexión de elementos será el de la caja fuerte con el módulo ESP32-CAM para tener una conexión con el internet.

Para poder conocer más sobre el tema de inseguridad, se realizarán una serie de investigaciones con las cuales se mostrará el nivel de inseguridad en las viviendas de los ciudadanos en el estado de Puebla y los mayores problemas de seguridad que les afectan. Luego se mostrará cómo se llegó a las características que debe llevar la caja fuerte IoT, sus componentes que la integran, su diseño desde la etapa inicial hasta su modelado digital y su funcionamiento.

También se mostrará una comparación de la caja fuerte IoT con otras cajas fuertes que cuenten con un precio similar.

El diseño digital se hará en el software “SolidWorks”, no obstante, también se realizarán análisis de fuerzas en el mismo programa.

Justificación

El robo de bienes dentro de las viviendas y negocios por parte de personas cercanas a los dueños es un problema que se manifiesta mucho. No obstante, al ser el problema que más afecta a las personas, junto con la negación de creer que otros miembros de la familia o gente cercana sean quienes cometan algún robo, es primordial que se genere un dispositivo que sirva para disminuir este problema, mantenido en todo momento un diseño que evite que las personas tengan conocimiento sobre las capacidades del dispositivo.

Aporte

Diseño de una caja fuerte con el módulo ESP32-CAM agregado de manera en que no se pueda ver, con la finalidad de que tenga la capacidad de tomar una serie de fotografías de la persona que acceda a la caja fuerte sin que esta tenga conocimiento de eso, posteriormente las fotos serán almacenadas en una memoria microSD que el propietario podrá ver cuando lo desee, además de que se le dará un aviso por correo electrónico cuando se active el módulo y todo con un precio económicamente accesible para todas las personas.

Capítulo 1

En el capítulo 1, se mostrarán los pasos con los cuales se obtuvo las características que se necesitarían cumplir para realizar el diseño de la caja fuerte IoT, llegando a ser los factores de investigación hasta sus análisis.

1.1 Investigación de encuesta

La inseguridad es un tema basto y grande, existen muchos problemas cuando se trata de este tema a los cuales se les puede ofrecer un sinfín de soluciones, pero, para poder dar a conocer el por qué esta tesis se encuentra enfocada en el robo en casa-habitación, es importante mostrar la investigación que se realizó:

El primer paso realizado fue planificar diferentes preguntas que permitieran encontrar la mayor cantidad de información posible sin tener que molestar a las personas en el proceso de entrevistarlas, a lo cual se dio como resultado las siguientes preguntas:

- 1) ¿En qué parte de la ciudad vive?
- 2) ¿Cuáles son los problemas de inseguridad que afectan con frecuencia la zona?
- 3) ¿Qué tipos de problemas le han afectado directamente?
- 4) ¿Cuál es el mayor problema de inseguridad que le afecta dentro de su propia vivienda?
- 5) ¿Cómo protegen sus bienes materiales dentro de su vivienda?

Estas 5 preguntas fueron seleccionadas para poder identificar en primer lugar cuales son los principales problemas que afectan a las personas, en segundo lugar, para poder empezar a identificar cuál es el problema en común que tienen la mayoría de gente en sus viviendas y en tercer lugar saber cómo protegen sus bienes, claro que teniendo en cuenta en todo momento la contingencia que se presenta actualmente en la ciudad.

El segundo punto fue contactar con diferentes personas que vivan en zonas diferentes de la ciudad de Puebla para poder realizar las preguntas antes mencionadas, no obstante, debido a que muchas de las respuestas coincidían por las zonas, solo se pondrán las respuestas más relevantes que se obtuvieron en las diferentes zonas en el mismo orden que puse las preguntas antes mencionadas:

- 1) María Fernanda Castro Cajicá
 - Vivienda en la Colonia Santa María

- Diferentes tipos de vandalismos como: Grafitis, Asaltos y daños tanto autos como propiedades tanto privadas como públicas
 - Grafitis en su propiedad y daños a propiedad privada
 - Mantener el dinero, objetos importantes e información personal en un lugar seguro.
 - Esconder las cosas en vitrinas y cajas
- 2) Alan Polanco Balcázar
- Vivienda en la Colonia Reforma sur
 - Asaltos en los transportes públicos de la zona y asalto en las calles durante horas nocturnas
 - Asalto en el transporte público y en la calle tras regresar del trabajo a altas horas de la noche
 - Intento de asalto en la puerta de su casa.
 - Usando cajas con candados
- 3) Elías García Loza
- Vivienda en la Colonia Resurgimiento zona centro
 - Asalto a mano armada, vandalismo, daños a propiedad privada y robo dentro de las casas.
 - Asalto a mano armada, vandalismo e intento de robo dentro de su propiedad
 - Intento de robo en su propiedad por parte de vecinos o amigos de vecinos.
 - Escondiendo las cosas en lugares difíciles de encontrar
- 4) Jhair Esteban Martínez Muñoz
- Vivienda en la Colonia 16 de septiembre zona sur
 - Robo en propiedad privada y fraudes
 - Robo en su establecimiento
 - Robo de parte de dinero debido a estar anexado el establecimiento a su propio hogar.
 - Llevando consigo el dinero y dejando sus papeles en su habitación con llave

1.2 Análisis de encuesta realizada

Una vez terminada la investigación, el siguiente paso fue analizar las respuestas obtenidas para poder identificar los problemas más comunes que se enfrentan los ciudadanos del estado de Puebla, en los cuales se encontraron los siguientes problemas:

- Asaltos
- Fraudes
- Robo en casa-hogar
- Vandalismo

Estos problemas son los que más se encuentran presentes y los que la ciudadanía tiene que soportar repetidas veces, debido a diferentes factores que involucran mucha falta de seguridad debido a las zonas en las que se encuentran.

Cabe destacar que existen múltiples soluciones para los problemas antes mencionados, de los cuales algunos ya están poniéndose en marcha y otros no tanto debido al presupuesto de las personas, es por eso que es importante analizar cuidadosamente cual es el problema que se debe tratar.

No obstante, tras analizar los problemas antes mencionados, se terminó por descartar inmediatamente los asaltos, debido a que es un problema que pone en riesgo la vida de las personas y proponer soluciones como objetos de defensa personal puede llevar a muchos problemas legales o incluso agravar el problema. Claro está que una vez que estuvo descartado el problema de los asaltos, se pasó al problema del vandalismo el cual es parecido al problema del asalto pero en una manera un poco menos peligrosa, ya que la mayoría de veces este problema se manifiesta en cosas como el pintar paredes o dañar propiedad ajena, cabe decir que, es un problema que se puede solucionar con diferentes tipos de vigilancia pero esto es algo que ya se implementa en muchas zonas, es por eso que se optó por descartar esta problemática.

No obstante, tras analizar a fondo las problemáticas restantes, se puede conocer que el problema de los fraudes, tiene soluciones muy complejas, ya que la mayoría de este tipo de problemas se realizan por medio telefónico y debido a que el modo en que mayor se realizan los fraudes es engañando a las personas con supuestos secuestros o falsos concursos, la mejor solución para este tipo de problemas es mostrarle a la gente las formas en que se puede evitar caer en un engaño, tales como hacer preguntas clave, mantener un buen contacto con familiares y sobre todo no caer en pánico, pero, al igual que la problemática anterior, son métodos que ya se implementan así que al final se terminó descartando esta problemática.

Una vez obtenido el problema principal al cual se trataría, es importante conocerlo a fondo, es por eso por lo que mostrare a continuación la investigación realizada sobre el robo a las viviendas.

1.3 Investigación del problema a tratar / Estado del arte

El robo a las viviendas es un problema que ocurre en todas partes del mundo y es un algo que jamás acabara, es por eso por lo que, durante cada año, se han desarrollado diferentes formas de seguridad, tanto para las personas como para los inmuebles, no obstante, debido a los costos elevados que conlleva el tener dicha seguridad, muchas personas siguen siendo víctimas de la delincuencia en sus propios hogares. A continuación, hablaré sobre el tema en un lugar más específico, el cual es México, siguiendo como referencia los múltiples medios de comunicación.

Durante el año 2019, diferentes medios de comunicación conocidos tales como la Razón y Excelsior, dieron diferentes informes de los robos a casa habitación que ocurrieron en el transcurso del año. Estos medios de comunicación indican que el robo a casa habitación es uno de los problemas más comunes en todo México. No obstante, esta modalidad de robo no es completamente violento, muchos de estos delitos se encuentran clasificados como no violentos, debido a que gran parte de los robos se efectúan por personas que conocen a los propietarios de las casas afectadas o porque suelen realizar este tipo de asalto cuando no se encuentra ninguna persona en la vivienda.

El medio de comunicación llamado EL ECONOMISTA, nos dice lo siguiente:

“El presidente del Inegi, Julio Santaella, señaló que el 93.2% de los delitos denunciados a través de la encuesta no hubo denuncia, o bien, la autoridad no inició una averiguación previa o carpeta de investigación, lo que demuestra que la llamada “cifra negra” (delitos no denunciados) es muy alta debido a la falta de confianza de los ciudadanos en las autoridades” (Monroy, 2019)

Este tipo de comunicados nos puede indicar que el delito conocido como robo a casa habitación, es tan común en todo México, que gran parte de las personas deciden no acudir a las autoridades cuando suceden este tipo de delitos, ya sea por desconfianza a las mismas autoridades o incluso al acostumbramiento que tienen ante tales actos delictivos.

Ahora bien, teniendo una idea estimada de los robos a las viviendas que ocurren en México, procederé a un lugar aún más específico lo cual es la ciudad de Puebla, siguiendo nuevamente como guía lo que los medios de comunicación informan ante el método delictivo del robo.

En Puebla durante el año del 2019, se mantuvo en una situación bastante grave con respecto al robo en casa habitación, esto se expresa por el medio de comunicación Periódico central, el cual indica lo siguiente:

“En Puebla se han denunciado 51 robos a casa-habitación con violencia entre enero y febrero, la cifra más alta a nivel nacional. Esto arroja que cada 27 horas, una familia poblana es víctima de delincuentes que ingresan a su propiedad” (Guadarrama Castillo, 2019)

No obstante, los medios de comunicación hablan prioritariamente sobre los asaltos que ocurren en las viviendas de las personas que acuden a las autoridades para denunciar lo sucedido, pero, si tomamos en cuenta con lo dicho anteriormente conforme al porcentaje de las personas que no denuncian dichos actos, podemos hacernos una idea del gran problema que ocurre en Puebla al tratarse del robo dentro de las viviendas de las personas. Otro problema que ocurre dentro de este tipo de delincuencia, es cuando parientes o amigos de las familias afectadas son quienes realizan el acto delictivo, esto provoca que las personas muchas veces no denuncien dichos actos, ya que los robos causados por estas personas, suelen ser “mínimos”, ya que los objetos o el monto de dinero que pierde el afectado no es tan grande como para llamar a las autoridades, provocando que este problema siga creciendo sin tener repercusiones grandes para los que hacen este tipo de actos delictivos.

Ahora bien, las personas en múltiples zonas de la ciudad de Puebla, debido a que no poseen suficiente dinero como para poder obtener formas de seguridad eficaces, optan por tener métodos propios para cuidar sus pertenencias y bienes de valor dentro de sus propias casas. Un ejemplo de esto es que en muchas casas ponen muros alrededor de sus viviendas para que los delincuentes no puedan entrar, no obstante, debido a que muchas veces las personas no pueden comprar un tipo de alambrado, cuando realizan dichos muros colocan vidrios o botellas rotos en las cimas para que la gente que intente subir los muros termine cortándose las manos al apoyarse en las zonas con estos cristales puestos. Otro método de seguridad que tienen las personas, pero esta vez dentro de sus propios hogares, es esconder el dinero en diferentes lugares que no sean visibles, siendo un ejemplo tasas, muebles con compartimentos secretos e incluso poniendo los objetos de gran valor bajo la cama, un ejemplo de esto ocurre en zonas de la ciudad de Puebla como lo son las unidades habitacionales conocidas como Infonavit, en estos lugares, la gente suele esconder sus objetos de valor en sus habitaciones, ya que sienten que son los lugares más seguros de sus hogares.

Para poder dar solución a problemas como los antes mencionados, se han realizado diferentes investigaciones, proyectos y trabajos científicos en los cuales destacan el uso de mejoras tecnológicas en cajas fuertes, esto se hace con la finalidad de darles nuevas características a estos dispositivos para aumentar su seguridad. Un ejemplo de lo mencionado anteriormente es el proyecto realizado por un equipo de trabajo de la **Universidad Privada Antenor Orrego** el cual realizó: **“el prototipo de un sistema de cerradura electrónica para una caja fuerte”** (Infante, C. A. B., Mariños, G. F. D. L. C., Ferreyra, P. C. P., & Alarcón, J. L. A. 2019) el cual permite que una caja fuerte tenga la característica de ser desbloqueada por

medio de una aplicación de celular, lo cual permite tener mayor seguridad en comparación con las cajas fuertes convencionales.

Un trabajo destacable en la mejora tecnológica de las cajas fuertes es el realizado en el **Instituto Tecnológico de Nogales-Tecnológico Nacional de México**, en el cual se titula como: **“Cerradura con Seguridad Biométrica y Móvil con Bluetooth”** (Esther, D., & MONTIEL-VILLA, C. A. 2018) Este sistema de seguridad basado en lectura biométrica, aumenta en gran medida la seguridad en comparación con las cajas fuertes convencionales, esto se debe al hecho de que es necesario tener una lectura de la huella dactilar del dueño de la caja fuerte para poder desbloquearla.

Otro ejemplo de los trabajos realizados en los últimos años en cuestiones de cajas fuertes, es el proyecto realizado en la **Universidad Distrital de Colombia** en la cual se desarrolló un proyecto llamado **“Prototipo Caja Fuerte de Seguridad”** (Contreras, L. A. L., Espinosa, J. D. J., & Ávila, B. A. L. 2017) el cual consiste en implementar un método de apertura por medio de una combinación de diferentes sonidos la cual puede ser cambiada por el dueño de la caja fuerte, cabe mencionar que al momento en que se ingresa una combinación diferente a la establecida, el dispositivo está diseñado para emitir una alarma durante 10 segundos para advertir al propietario de que alguien ha intentado desbloquear la caja fuerte.

Debido a la investigación y los trabajos antes mencionados, se puede observar que, gracias a la implementación de diversos dispositivos electrónicos en las cajas fuertes convencionales, la seguridad aumenta en gran manera al utilizarlos, haciendo que sean una opción altamente viable para solucionar el problema principal que se planteó en un inicio.

1.4 Propuesta de solución ante la problemática

Una vez conociendo la problemática principal, se procedió a regresar a la investigación principal para analizar la pregunta clave realizada en la primera investigación: **¿Cuál es el mayor problema de inseguridad que le afecta dentro de su propia vivienda?** Ante esta pregunta, la gran parte de las familias a las cuales se les preguntó respondieron con el mismo problema, el cual, es el robo de bienes por parte de familiares o amigos.

Ahora retomando la última pregunta de la investigación: **¿Cómo protegen sus bienes materiales dentro de su vivienda?** Se encontró diferentes métodos en que la gente del estado de Puebla afronta el problema del robo de bienes dentro sus hogares o “establecimientos”, haciendo énfasis en este último ya que muchas personas cuentan con establecimientos de comercio dentro de sus hogares, tomando de ejemplo las mini tiendas,

en las cuales el problema de robo de dinero por parte de familiares es aún mayor. Cabe destacar que, ante esta problemática, la mayoría de las personas respondieron de las siguientes maneras:

- Escondiendo bienes de gran valor en diferentes zonas
- Manteniendo el dinero en lugares de difícil acceso
- Llevando consigo el dinero o bienes de gran valor
- Usando recipientes con candados y/o pequeñas cajas fuertes

Cabe destacar que, en otras zonas de la ciudad de Puebla, tienen diferentes métodos de seguridad en sus propias casas, pero, entre todos estos métodos, los más comunes son las alcancías, en donde la gente no solo suele guardar su dinero, sino que también guardan objetos de gran valor o información confidencial para ellos, pero, el problema que existe con las alcancías, es que no todas son muy seguras, además de que suelen indicar que dentro contienen dinero u objetos de gran importancia para las personas.

No obstante, existen muchos tipos diferentes de alcancías, entre ellos los que mejor cumplen su objetivo, el cual es mantener el dinero y las pertenencias de sus propietarios a salvo suelen tener costos elevados debido a que entran en una clasificación como mini caja fuerte o solo caja fuerte, llegando a tener un costo de 2300 pesos mexicanos. Un ejemplo claro de estos tipos de alcancías son las que se necesitan un código digital para poder abrirlas, estos pueden tener costos desde 2300 pesos hasta 2800 pesos mexicanos, dependiendo tanto del lugar donde se compran, el renombre que tenga la empresa que los creó y la seguridad extra que ofrecen como lo es el material de la alcancía para evitar aperturas por golpes o con diferentes objetos.

Una de las modas que más se han dado últimamente, son las alcancías inteligentes, las cuales suelen tener costos elevados por el simple hecho de que realizan cosas interactivas con sus usuarios, llegando a ser métodos de puro entretenimiento sin proveer mayor seguridad, hasta tener sensores que contabilicen el dinero que se les ingresa, pero sin dar más seguridad a dichos dispositivos.

No obstante, gracias a toda esta información, se pudo realizar una propuesta que uniría gran parte de las formas en que la gente guarda sus posesiones personales y esto fue desarrollar una “caja fuerte IoT” pero la cual deberá tener las siguientes características:

- Ofrecer seguridad a su propietario

- Tener un espacio amplio para poder ingresar objetos de gran valor
- Tener un registro visual de cualquier persona que abra la puerta de la caja fuerte, ya sea con llave o sin ella.
- Mantener el dispositivo con un diseño discreto para aparentar que solo es una caja fuerte estándar.
- Mantener el costo de la caja fuerte dentro de un margen aceptable para la gente del estado de Puebla

Capítulo 2: Componentes de la caja fuerte IoT

En el capítulo 2, se mostrarán todos los componentes que integran el dispositivo completo, para esto se empezará con los componentes electrónicos los cuales son los que hacen la diferencia con otros productos de este estilo. Para hacer esta comparación, se hará siguiendo los puntos: Nombre con una breve introducción, características principales, costo, comparación de otros componentes y opinión.

2.1 Esp32-CAM

El primer componente utilizado como se puede ver en la imagen 2.1 es el módulo ESP32-CAM, este funcionará como microcontrolador para la parte electrónica ya que además de contar con un consumo muy bajo de energía, cuenta con una ranura para tarjetas microSD en la parte trasera y en la parte frontal viene con la cámara OV2640.

Imagen 2.1

Módulo ESP32-Cam



Nota: Imagen frontal del módulo ESP32-Cam con su cámara integrada y el puerto de almacenamiento para memorias microSD. Tomada de (AI-THINKER, 2017)

2.1.1 Características principales:

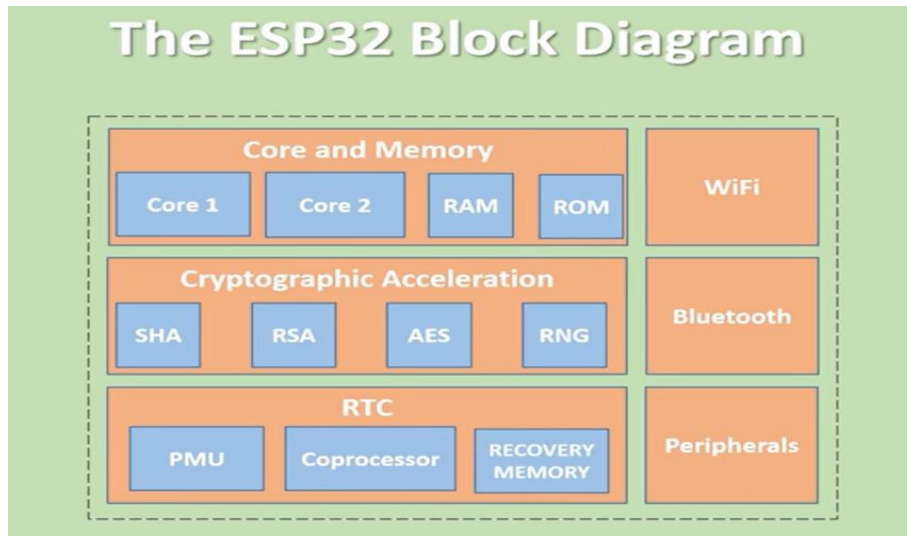
El ESP32-CAM se compone con:

- Un chip ESP32-S
- Una cámara OV2640/OV7670 con capacidad de flash.
- Rango de frecuencia de 2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
- Frecuencia de velocidad de reloj de 160 MHz
- Un CPU de 32 bits de baja potencia
- Rango de consumo energético de 5v.
- Peso de 10g
- Compuerta para tarjeta microSD
- Modos: Active mode, Sleep Mode y Deep Sleep
- RAM interna de 520 KB con capacidad externa de 4M
- Rango de espectro de 2412 a 2484 MHz
- Tamaño de 27*40.5*4.5 mm
- Rango funcional de temperatura de -20°C a 80°C
- Formato de imagen de salida tipo JPG. BMP y GRAYSCALE
- Soporte para actualizaciones de firmware remotos y de puertos seriales locales
- 9 puertos IO
- Consumo bajo de energía.

A continuación, en la imagen 2.2 se puede ver el diagrama de bloques en donde se muestran los módulos que lo integran, los cuales son muy importantes de reconocer, pues, más adelante se mostrara cuáles son los esenciales para mantener encendido el dispositivo teniendo un consumo mínimo de energía.

Imagen 2.2

The ESP32 Block Diagram



Nota: Diagrama de bloques del módulo ESP32-Cam, en él se muestran las áreas donde se encuentra cada componente que lo integran. Tomada de (educ8s.tv, 2018)

2.1.2 Costo:

El costo del componente a nivel mercado mexicano está entre los 225 hasta los 400 pesos, pero consiguiéndolo con distribuidores externos, se puede conseguir en un precio de entre los 140 hasta los 180 pesos por pieza, a nivel mayoreo se puede llegar a conseguir en menor precio dependiendo de los distribuidores.

2.1.3 ESP 8266

Este componente tal y como se ve en la imagen 2.3, es un dispositivo de la familia ESP que puede ser utilizado como un microcontrolador con la capacidad de comunicarse con diferentes dispositivos mediante una conexión WI-FI, cuenta con características similares a otros componentes de la misma familia ESP, pero con un costo ligeramente más económico.

Imagen 2.3

Modulo ESP 8266



Nota: Imagen del módulo ESP8266 donde se puede ver algunos componentes que lo integran. Tomada de (Espressif Systems, 2015)

2.1.4 Características principales:

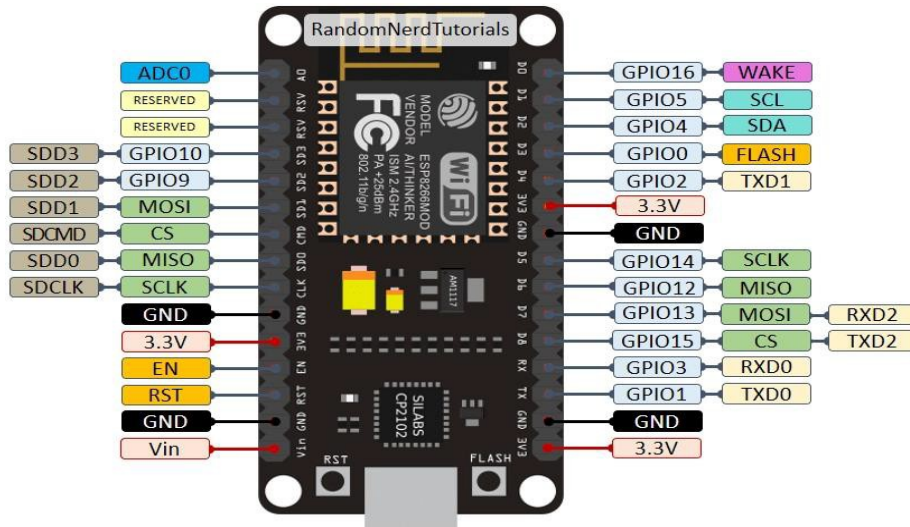
El ESP 8266 cuenta con las siguientes características:

- CPU Tensilica Xtensa L106 32-bit RISC 80Mhz
- Rango de frecuencia de 2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
- MCU de 32 bits
- Tamaño de 5x5mm
- Voltaje de alimentación de 3 a 3.6 v
- RAM de 36kb
- Conversor ADC de 10-bit para las señales.
- Frecuencia de velocidad de reloj de 80 MHz
- Rango funcional de temperatura de -40°C a 125°C
- Modos: Active mode, Sleep Mode y Deep Sleep
- Intensidad 80mA

En la imagen 2.4 se pueden ver las compuertas que tiene el ESP8266

Imagen 2.4

Diagrama de ESP8266



Nota: En la imagen se puede observar los pines utilizables del módulo, los cuales se cuentan clasificados por diferentes colores. Tomada de (naylampmechatronics, 2016)

2.1.5 Costo:

El costo del componente a nivel mercado mexicano está entre los 100 hasta los 215 pesos, lo cual es más económico que el ESP32-CAM y esta cuestión es totalmente lógica, debido a que el ESP8266 no cuenta con algunos componentes como lo es la cámara.

2.1.6 Arduino

Observando la imagen 2.5, podemos ver como se ve físicamente un Arduino UNO R3, este es un componente electrónico muy popular debido a que, al ser un microcontrolador, tiene una gran variedad de usos. No obstante, su gran facilidad para usarlo lo hace un buen competidor contra otros componentes que pueden funcionar como microcontroladores.

Imagen 2.5

Arduino



Nota: En la imagen se puede ver la placa conocida como Arduino uno, en el cual se puede observar cómo es físicamente y gran parte de los componentes que lo integran. Tomada de (Arduino Store, 2021)

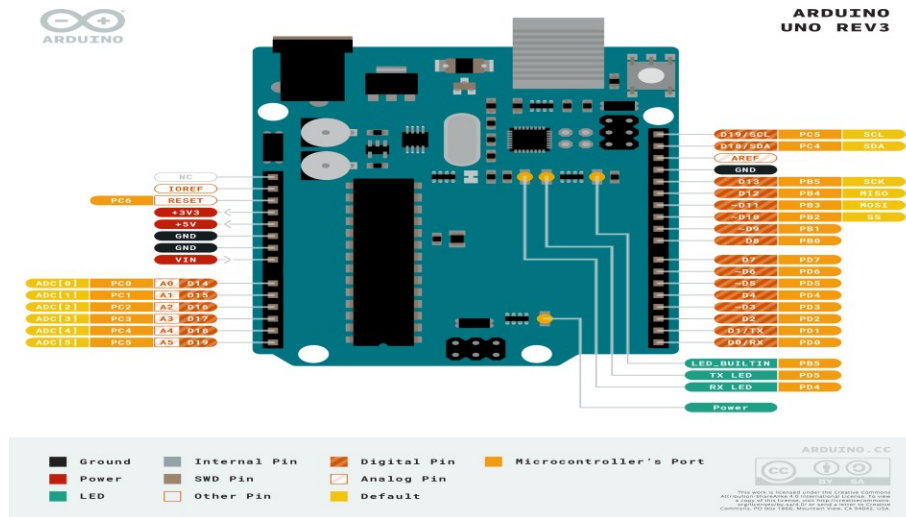
2.1.7 Características principales:

- Microcontrolador ATmega328P.
- Voltaje de entrada recomendado de 7 a 12 v.
- Voltaje mínimo y máximo de entrada de 6 a 20 v.
- 14 entradas y salidas digitales
- 6 entradas y salidas PWM
- 6 entradas analógicas
- SRAM de 2KB
- Clock Speed de 16 MHz
- Peso de 25 g.
- Dimensiones de 68.6 mm x 53.4 mm

En la imagen 2.6 se puede observar un diagrama del componente electrónico.

Imagen 2.6

Diagrama de Arduino uno REV3



Nota: En el diagrama mostrado se puede ver los diferentes pines que contiene y como se encuentran clasificados por colores. Tomada de (Arduino Store, 2021)

2.1.8 Costo:

El Arduino uno R3 tiene un costo de 23 dólares, pero debido a su gran popularidad y venta, en el mercado mexicano se puede encontrar entre los 225 pesos y los 400, aunque este último precio es debido a que contiene un kit para dicho componente.

2.1.9 Tabla comparativa

Una vez teniendo en cuenta las características principales de los anteriores componentes, se pasará a mostrar una pequeña tabla comparativa con los parámetros más importantes a considerar de cada componente.

Tabla 1

Comparaciones entre módulos ESP y Arduino

Características principales	ESP32-CAM	ESP 8266	Arduino
WI-FI	sí	Sí	Con modulo

Cámara	sí	adaptable	adaptable
Bluetooth	sí	adaptable	adaptable
Compuerta para tarjeta microSD	sí	no	adaptable
Rango de frecuencia	2400M a 2483.5M	2400M a 2483.5M	0 a 1023 M
Consumo máximo de energía	5v	3.6	20 v
Costos	225 a 400 pesos	100 a 215 pesos	225 a 400 pesos

Nota: Tabla de comparaciones en donde se muestran las características principales de módulos de la familia ESP con el Arduino.

Observando la tabla comparativa 1, se puede ver que el módulo ESP 8266 tiene características similares al módulo ESP32-CAM, un ejemplo claro está en la capacidad WI-FI el cual es el mismo, su función es la de ser un microcontrolador con la capacidad de comunicarse mediante WI-FI con otros dispositivos, no obstante, a diferencia del ESP32-CAM, este componente no cuenta con una cámara integrada ni puerto para uno, por lo cual es requerido el uso de puertos externos para poder conectarle una cámara, lo cual provocaría que el diseño del sistema electrónico completo sea más grande, es por eso que a pesar de su bajo costo, para poder integrarlo sería necesario más complementos para hacer la comunicación entre los demás componentes, provocando que el precio final sea más elevado.

Ahora comparando el ESP32-CAM con el Arduino uno R3, podemos ver que ambos tienen grandes capacidades, pero la diferencia más importante es que para trabajar con Arduino, se necesitan agregar muchos componentes externos, cosa que el ESP32-CAM no necesita, es por eso que la opción más viable en cuanto tamaño, precio y funcionamiento, sigue siendo el ESP32-CAM.

2.1.10 Opinión:

El ESP32-CAM se escogió ya que viene con una ranura para tarjeta microSD el cual funciona para guardar las imágenes que vaya tomando el dispositivo, esto es de gran ayuda ya que mantendrá en su memoria las fotos tomadas para poder ser revisadas por medio de algún dispositivo electrónico con entrada microSD. No obstante, el hecho de que cuente con una cámara integrada permite que el diseño del dispositivo electrónico final sea más compacto y eficiente.

2.2 OV2640

El componente electrónico conocido como OV2640 es una cámara de bajo voltaje el cual contiene un chip UXGA de resolución 1632x1232, es decir, puede entregar imágenes de 8 bits / 10 bits en diferentes tipos de formatos. En la imagen 2.7 se puede observar cómo se ve este dispositivo de manera física.

Imagen 2.7

Cámara OV2640



Nota: En esta imagen se puede observar la forma física de la cámara ov2640. Tomada de (OmniVision, 2006)

2.2.2 Características principales:

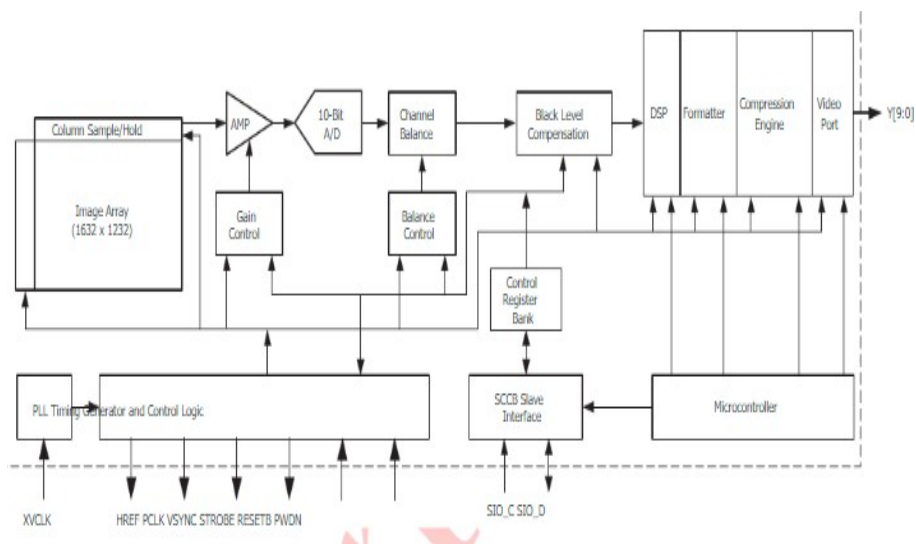
- Formato de imagen JPG. BMP y GRAYSCALE
- Alta sensibilidad para funcionamiento con poca luz
- Bajo consumo de voltaje
- Control de calidad de imagen
- Control en la saturación de color, gamma y nitidez de imagen
- Control en la corrección de lente, cancelación de píxeles blancos y cancelación de ruido
- Detección de iluminación de 50/60 Hz

- Capacidad de tomar videos
- Control en la velocidad de fotogramas para funciones de video
- Control automático de exposición y de ganancia de imagen
- Balance automático de blancos
- Filtro de banda automático
- Calibración automática del nivel de negros

En la imagen 2.8 se puede observar el diagrama de bloques de la cámara OV2640

Imagen 2.8

Diagrama de bloques de cámara OV2640



Nota: En el diagrama de bloques se pueden observar los componentes principales que contiene internamente la cámara. Tomada de (OmniVision, 2006)

2.2.3 Costo:

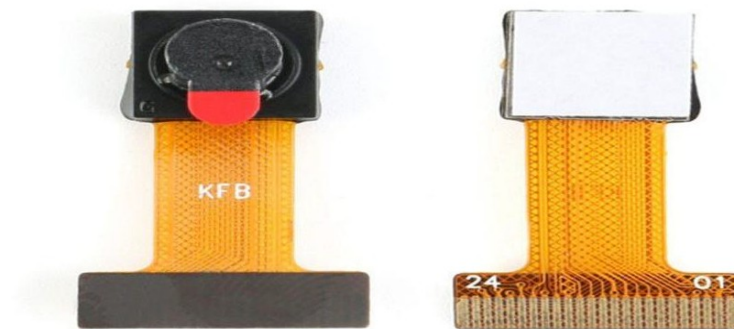
El costo del OV2460 en el mercado mexicano es de 100 pesos, llegando a variar mínimamente los precios entre las tiendas de electrónica donde se encuentran disponibles.

2.2.4 OV7670

En la imagen 2.9 podemos ver el componente conocido como OV7670, el cual es una cámara de bajo consumo de voltaje que tiene un procesador de imágenes de un solo chip para cumplir funciones similares a otras cámaras de mayor tamaño. No obstante, el OV7670 entrega imágenes de 8 bits en diferentes tipos de formatos.

Imagen 2.9

Cámara OV7670



Nota: En la imagen se puede ver el tamaño y forma que tiene la cámara OV7670. Tomada de (DatasheetsPDF, 2014)

2.2.5 Características principales:

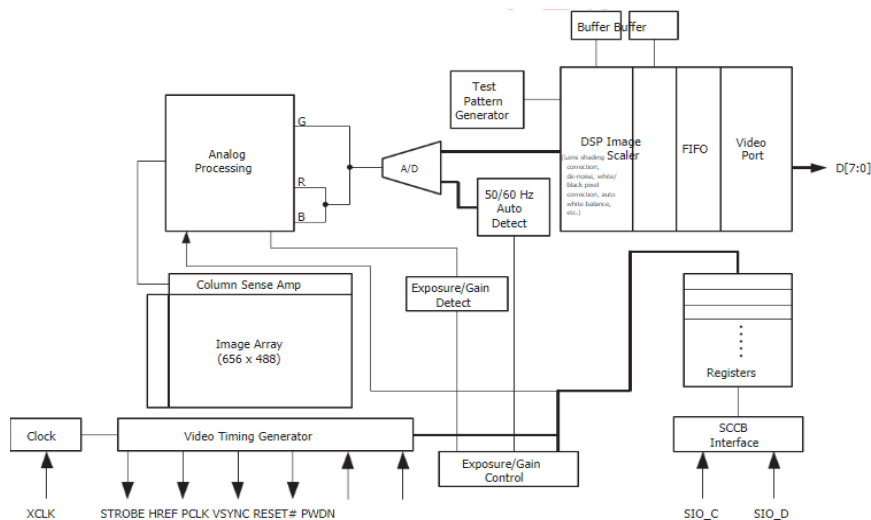
- Formatos de imagen BMP y GRAYSCALE
- Alta sensibilidad para funcionamiento con poca luz
- Bajo consumo de voltaje
- Control automático de exposición y de ganancia de imagen
- Balance automático de blancos
- Filtro de banda automático
- Calibración automática del nivel de negros

- Controles de calidad de imagen
- Control en la saturación de color, tono, gamma y nitidez de la imagen
- Capacidad de tomar videos

En la imagen 2.10 se puede ver el diagrama de bloques de cómo está conformado la cámara OV7670

Imagen 2.10

Diagrama de bloques de cámara OV7670



Nota: En la imagen se puede observar como este compuesto internamente la cámara. Tomada de (DatasheetsPDF, 2014)

2.2.6 Costo:

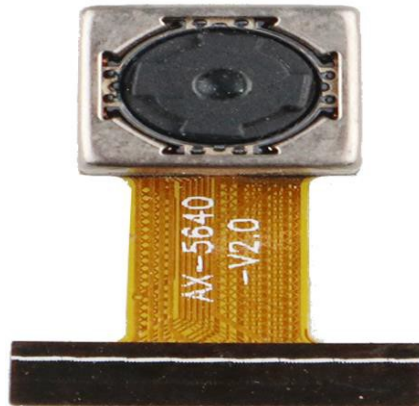
El costo del OV7670 en el mercado mexicano es de 100 pesos, este precio es igual a otras cámaras debido a las pequeñas variaciones que ofrecen.

2.2.7 OV5640

En la imagen 2.11 se puede observar el componente conocido como OV5640, el cual es un sensor de imagen CMOS de bajo voltaje y alto rendimiento, lo cual le permite funcionar como una cámara. No obstante, el OV5640 entrega imágenes de 8/10 bits.

Imagen 2.11

Cámara OV5640



Nota: En la imagen se puede observar la forma física y una longitud aproximada de la cámara. Tomada de (OmniVision, 2011)

2.2.8 Características principales:

- Formato de imagen JPG. BMP y GRAYSCALE
- Control automático de exposición
- Control automático en el balance de blancos
- Filtro de banda automático
- Detección automática de iluminación de 50/60 Hz
- Control de calidad de imagen
- Control en la saturación de color, tono, gamma y nitidez de imagen
- Corrección de lentes y cancelación de ruido

2.2.9 Costo:

El costo del OV5640 al igual que las cámaras anteriormente mencionadas, tiene un precio en el mercado mexicano de 100 pesos, con ligeras variaciones dependiendo de los proveedores.

2.2.10 Comparación y opinión:

Una vez teniendo en cuenta las características principales de las cámaras OV2640, OV7670 y OV5640 se puede notar que todas comparten características muy similares, incluso idénticas en muchas funciones, además, una de las diferencias físicas más notable entre las cámaras está en el largo que tiene el flexor, pero la característica principal que descarta inicialmente a la Cámara OV7670 es la falta del formato JPG, el cual es uno de los formatos más comúnmente usados al momento de hablar sobre imágenes digitales. No obstante, debido a que la Cámara OV2640 ya viene incluida en el componente ESP32-CAM, provoca que sea descartado el uso de la Cámara OV5640.

2.3 Push button

Un push button o también conocido como MicroSwitch, botón o pulsador es un dispositivo pequeño el cual tiene la función de ser un interruptor, esto es gracias a que permite el flujo de corriente eléctrica al ser pulsado, dependiendo de si es normalmente abierto o cerrado puede variar el método en que permita el flujo de corriente. Como se puede ver en la imagen 2.12, el tipo de push button que se utilizara es el que tiene 4 pines.

Imagen 2.12

Push Button



Nota: En la imagen se puede observar la forma física de un Push button de cuatro pines. Tomada de (UNIT ELECTRONICS, 2021)

2.3.1 Características:

- Resistente al agua
- Dimensiones de 6mm x 6mm
- Altura del interruptor de 5mm
- Voltaje Max.:12V
- Corriente Max.: 50mA
- Normalmente abierto.
- Tiene una vida útil de 200,000 operaciones eléctricas y 100,000 mecánicas.

2.3.2 Costo:

El precio de un Push button de 4 pines es de 3 a 6 pesos mexicanos.

2.4 Cerradura radial

La cerradura tipo tubular o cerradura radial, tal como se puede ver en la imagen 2.13, es un mecanismo de cierre/abertura el cual posee una forma circular, de esta manera el mecanismo para poder ser manipulado necesita una llave con la misma forma que la ranura, lo cual implica más seguridad si se compara con una cerradura de tipo lineal.

Imagen 2.13

Cerradura radial



Nota: En la imagen se puede observar cómo es físicamente una cerradura radial y el conjunto de llaves con los que se puede abrir. Tomada de (Cerraduras de seguridad, 2021)

2.4.1 Características principales:

- Buen rendimiento
- Mayor seguridad
- Cerrojo comúnmente utilizados de acero con una
- Uso interno de 7 a 12 pistones para mayor seguridad
- No es común el uso de herramientas para abrir las cerraduras radiales
- Tamaño variados, entre 17mm hasta los 3cm
- Se necesita una ganzúa tubular de 7 pistones para poder forzar la apertura.

2.4.2 Costo:

El costo de una cerradura radial en el mercado mexicano va desde los 150 pesos hasta los 300 pesos, dependiendo del tamaño de la cerradura y sus proveedores.

2.4.3 Cerradura estándar

Este tipo de cerraduras, también conocidas como cerraduras lineales por su forma la cual se puede ver en la imagen 2.14, son las más populares entre las personas debido a su gran cantidad de usos en diferentes lugares tales como puertas, ventanas, candados, muebles, etc. No obstante, debido a su gran popularidad en el mercado global, existen muchas maneras para forzar este tipo de cerraduras.

Imagen 2.14

Cerradura estandar



Nota: En la imagen mostrada, se puede observar la forma de una cerradura estándar de la marca DEXTER. Tomada de (The Home Depot, 2021)

2.4.4 Características principales:

- Precios variantes
- Cilindros de latón sólido con 5 pernos

- Cerraduras de barra fija o doble barra
- rápida instalación y reemplazo de cerradura
- Uso de ganzúa tradicional y objetos lineales para forzar su apertura.

2.4.5 Costo:

El precio de las cerraduras lineales en el mercado mexicano es totalmente variable, dependiendo de la marca y su proveedor, sus precios pueden llegar desde los 150 pesos hasta los 500 pesos abarcando únicamente los que son utilizados con una sola barra.

2.4.6 Cerradura de combinación directa/indirecta

Las cerraduras del tipo combinación directa/indirecta son un mecanismo de seguridad que se caracterizan por ser utilizadas comúnmente en cajas fuertes y bóvedas, en la imagen 2.15 se puede ver de mejor manera el ejemplo de una cerradura de este tipo, no obstante, se utilizan mucho en las cajas fuertes y bóvedas debido a que no poseen una ranura por la cual se pueda forzar su apertura, provocando que esta solo sea manipulada por medio de la combinación exacta para poder abrirla.

Imagen 2.15

Cerradura de combinación directa/indirecta



Nota: La cerradura directa/indirecta se puede identificar fácilmente por su forma cilíndrica como se puede ver en la imagen, la cual necesita de una clave para poder ser desbloqueada. Tomada de (CETEC, 2021)

2.4.7 Características principales:

- Alta seguridad
- Uso interno de discos para su apertura, comúnmente de 2 a 4
- Número de combinaciones extenso, siendo de 26 hasta 100,000,000 dependiendo de la cantidad de discos internos y la combinación si es directa o indirecta
- Necesaria ayuda de un especialista para poder forzar la apertura del mecanismo
- Necesaria la ayuda de un especialista para su instalación y su reemplazo.

2.4.8 Costo:

Los precios de la cerradura de combinación en el mercado mexicano van desde 750 pesos los más económicos hasta los 1500 pesos.

2.4.9 Tabla comparativa

Una vez teniendo en cuenta las características principales de las anteriores cerraduras, se pasará a mostrar una tabla comparativa con los parámetros más importantes a considerar de cada una de ellas.

Tabla 2

Tabla comparativa

	Cerradura radial	Cerradura lineal	Cerradura por combinación
Seguridad	Alta	Media	Muy alta
Facilidad para obtenerlo	Media	Alta	Difícil
Uso de ganzúa para forzar apertura	Sí	Sí	No
Costo	Económico	Variante	Alto

Nota: En esta tabla se muestran las características principales de las cerraduras mostradas anteriormente para poder compararlas.

2.4.10 Opinión:

Observando las características principales de las tres cerraduras en la tabla comparativa 2, se puede notar que las mejores por su seguridad son las de tipo radial y combinacional, debido a que es muy difícil lograr abrirlas por medios convencionales. No obstante, aunque la mejor opción en términos de seguridad es la cerradura por combinación, debido a cosas como: precios elevados, posibilidad de olvidar la contraseña y la posibilidad de que otras personas encuentren la clave en caso de ser anotada, la mejor cerradura para la caja fuerte es la de tipo radial.

2.5 Tornillos:

Los tornillos usados para sujetar la tapa interna de la caja fuerte son M4 con una longitud de 8 mm y cabeza en cruz, en la imagen 2.16 podemos ver un ejemplo de cómo son estos tornillos.

Imagen 2.16

Tornillos de cabeza en cruz



Nota: En la imagen mostrada se pueden observar tornillos de cabeza en cruz con diferentes longitudes. Tomada de (thesolutionshop, 2021)

2.6 Goma de protección:

Para evitar que se encuentren a simple vista los tornillos que mantienen sujeta la tapa interna de la puerta de la caja fuerte, se utilizara unas gomas o tapas de protección para tornillos M4 de color negro, justo como se pueden ver en la imagen 2.17

Imagen 2.17

Gomas de protección para tornillos



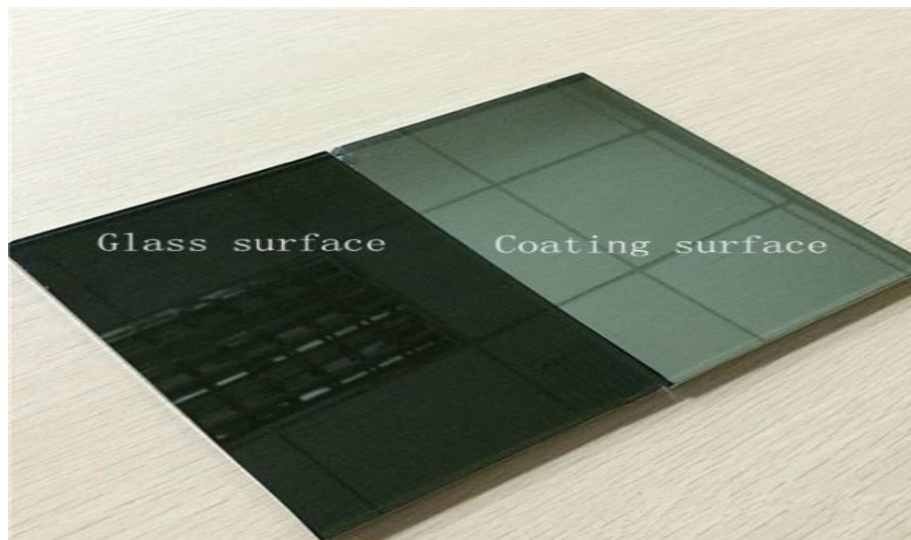
Nota: Existen diferentes protectores para las cabezas de los tornillos, al igual que sus colores, en la imagen se pueden observar algunos de estos protectores. Tomada de (Root Studio, 2021)

2.7 Cristal reflejante:

Para evitar que este a simple vista la cámara, se utilizara un pequeño cuadrado de cristal reflejante de color gris como el que se puede observar en la imagen 2.18, con la intención de que no se pueda ver que se encuentra una cámara tras de este y a su vez no interfiera con la calidad de captura de fotografías.

Imagen 2.18

Cristal reflejante



Nota: El cristal reflejante es utilizado en muchos lugares para mantener privacidad dentro de edificios, pero en este proyecto, será utilizado para evitar que la gente vea la cámara en la puerta de la caja fuerte IoT. Tomada de (JIMY Glass, 2021)

2.8 Pila triple A:

Para la fuente de alimentación del dispositivo ESP32-CAM se utilizarán 2 pilas triple A debido a que cuentan con un tamaño de 10.5 mm de diámetro, 45 mm de altura, un peso de tan solo 10 g y una carga de 1.5 V – 1155 mAh. En la imagen 2.19 se puede mostrar que los diferentes tamaños de pilas en comparación con el que se utilizará.

Imagen 2.19

Pilas marca VARTA



Nota: En la imagen mostrada se pueden observar los diferentes tamaños de pilas, así como sus medidas. Tomada de (Batteries4pro, 2014)

2.9 Acero Inoxidable 304

El acero inoxidable, es un material metálico que se caracteriza por ser una combinación de múltiples aleaciones tales como el hierro, cromo, níquel y el carbono. Existen diferentes tipos de aceros inoxidables tales como el Austenítico el cual es el más utilizado, el 18/18 utilizado comúnmente para remaches y equipos de hospitales, el 18/10 utilizado para utensilios de cocina, el ferrítico, el martensítico y el dúplex. Un ejemplo de este metal se puede apreciar en la imagen 2.20 en la cual se muestran tubos hexagonales de acero inoxidable.

No obstante, se usará el acero inoxidable 304 debido a que este es el más popular a la hora de crear estructuras como alcancías y cajas fuertes debido a sus propiedades.

Imagen 2.20

Tubos de acero inoxidable 304



Nota: El acero inoxidable puede encontrarse en diferentes presentaciones, un ejemplo de esto son los tubos hexagonales. Tomada de (Metalium, 2014)

2.9.1 Características principales:

Las Aleaciones de acero inoxidable 304 (S30400), 304H (S30409) Y 304L (S30403) son reemplazos viables y económicos para aleaciones austeníticas con propiedades de 18 % cromo y 8 % níquel, la aleación más utilizada de la familia de aceros inoxidables y es la más conocida.

-Facilidad en la fabricación

- Excelente formalidad
- Apariencia estética
- Resistencia a la corrosión
- Prevención de la contaminación de productos
- Resistencia a la oxidación
- Facilidad de limpieza
- Alta resistencia y bajo peso
- Buena resistencia y estabilidad a temperaturas criogénicas
- Disponibilidad fácil de una gran diversidad de formas de producto
- Facilidad en su manipulación al momento de soldar
- Reciclable.

Cabe destacar que la dureza del acero inoxidable 304 laminado esta entre los 1200 y 300°C, lo cual le da la capacidad de soportar deformaciones efectivas de 0,17, 0,32 y 0,39 y también cuenta con tasas de deformación entre 0,70 y 1,0 s-1

2.9.2 Costo:

Para poder crear una caja fuerte de dimensiones 30cm de alto x 20cm de ancho x 20 cm profundidad, el costo aproximado es de 1000 pesos mexicanos dependiendo de la persona que machine o forje la estructura.

2.9.3 Opinión:

Debido a todas las características físicas que contiene este tipo de acero, lo económico que puede llegar a ser y debido a que es el más comúnmente utilizado a la hora de hacer cajas fuertes, se vuelve la opción ideal para crear este tipo de mecanismos de seguridad que cumplan su objetivo sin llegar a ser sumamente costoso.

2.9.4 Precio total:

El precio estimado para la producción de la caja fuerte IoT es de 2000 pesos y el precio aproximado a público sería de 2300 a 2400 pesos.

Capítulo 3: Diseño y funcionamiento de la caja fuerte

Para el capítulo 3, se mostrará la parte del diseño físico de la caja fuerte IoT y su funcionamiento general.

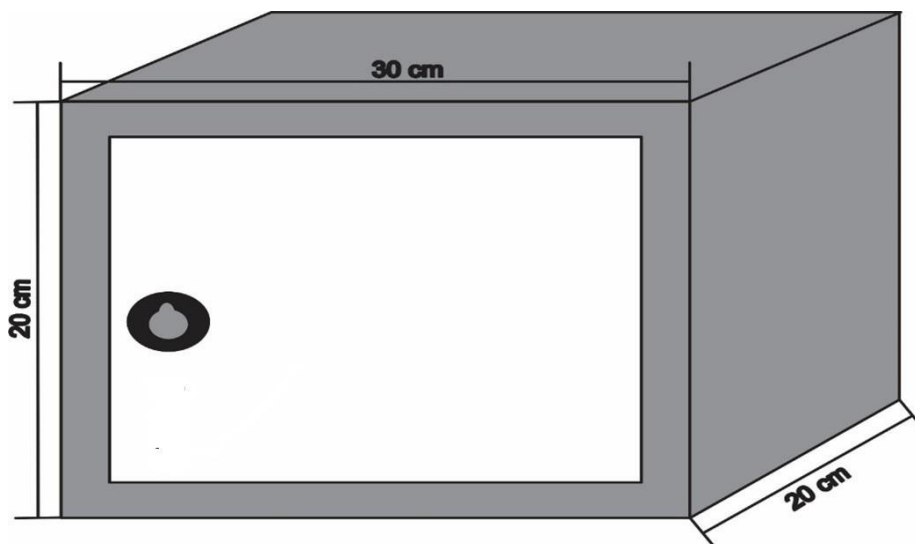
3.1 Diseño

La parte del diseño y el funcionamiento comenzó tras realizarse bocetos de la caja fuerte en Corel para después proceder a realizarlos con el programa conocido como SolidWorks, es por eso por lo que primero se presentaron los bocetos y luego en Solid para mostrar el proceso del diseño físico de la caja fuerte.

Para la primera parte, se diseñó una caja fuerte con medidas estándar, con la finalidad de que esta no ocupara mucho espacio, pero si lo necesario para poder guardar documentos y objetos de valor, es por eso por lo que las medidas de la caja fuerte son las siguientes: 30 cm de ancho x 20 cm de alto x 20 cm de profundidad, medidas que se pueden observar en la imagen 3.1. No obstante, existe una separación entre la pared metálica y la puerta la cual permite que el pasador de seguridad mantenga la puerta bloqueada, dicho espacio es de 2.5 cm.

Imagen 3.1

Boceto frontal de la caja fuerte

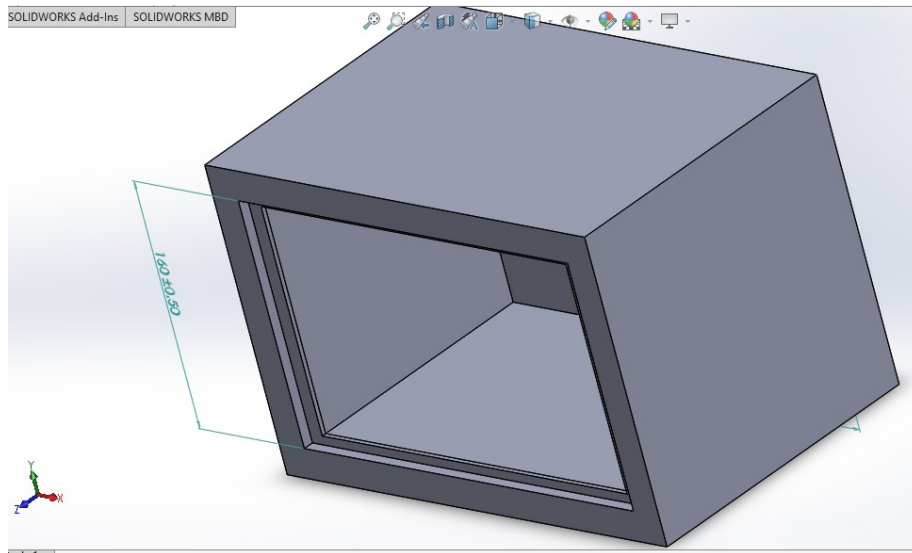


Nota: Boceto base de la caja fuerte con sus medidas principales.

Cabe resaltar que en la imagen 3.1 se encuentra ya plasmada la cerradura. No obstante el diseño de la caja de manera digital se puede ver en la imagen 3.2

Imagen 3.2

Modelado de la caja fuerte en solidworks

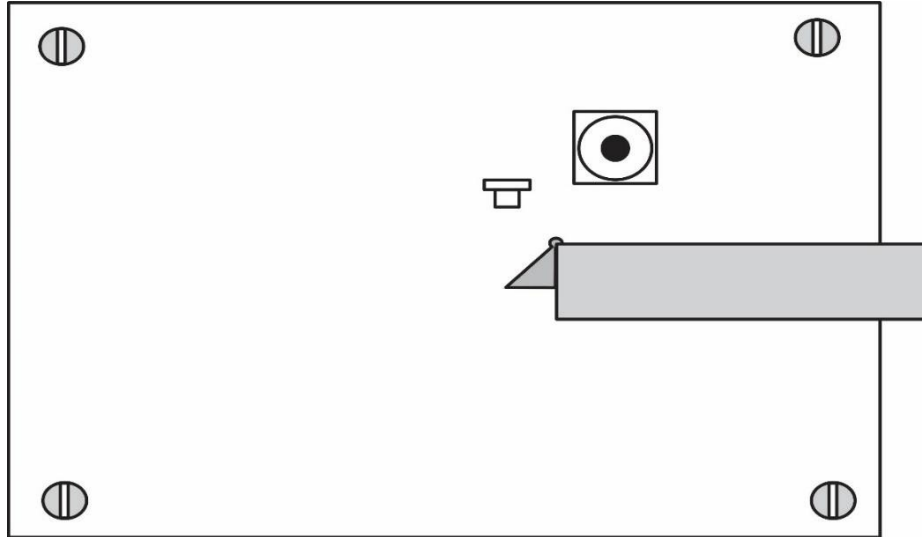


Nota: En la imagen se puede ver el modelado inicial de la caja fuerte sin la puerta.

Una vez obtenido el diseño exterior de la caja fuerte, el siguiente paso fue el diseño de la puerta por la parte trasera con la finalidad de que, al abrir la caja fuerte, el dispositivo ESP 32-CAM quede en un ángulo en él que pueda realizar su objetivo de manera óptima al tomar la foto de la persona que está abriendo la caja fuerte. En la imagen 3.3 y 3.4 se pueden ver los bocetos de la puerta y lo que representa cada símbolo mientras que en la imagen 3.5 se puede ver como quedó la puerta de manera digital viéndola de manera frontal.

Imagen 3.3

Boceto de puerta de la caja fuerte



Nota: El boceto de la puerta cuenta con las posiciones estimadas del pasador de seguridad, el gatillo activador, el push button y la cámara.

Imagen 3.4

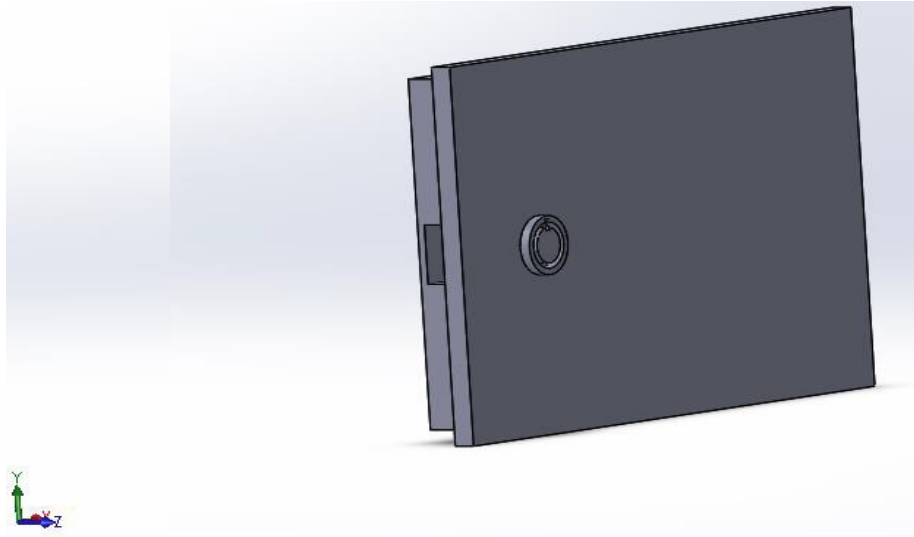
Símbolos de la puerta



Nota: En esta imagen se muestra el significado de cada símbolo mostrado en los bocetos de la caja fuerte.

Imagen 3.5

Modelado de la puerta de la caja fuerte en SolidWorks

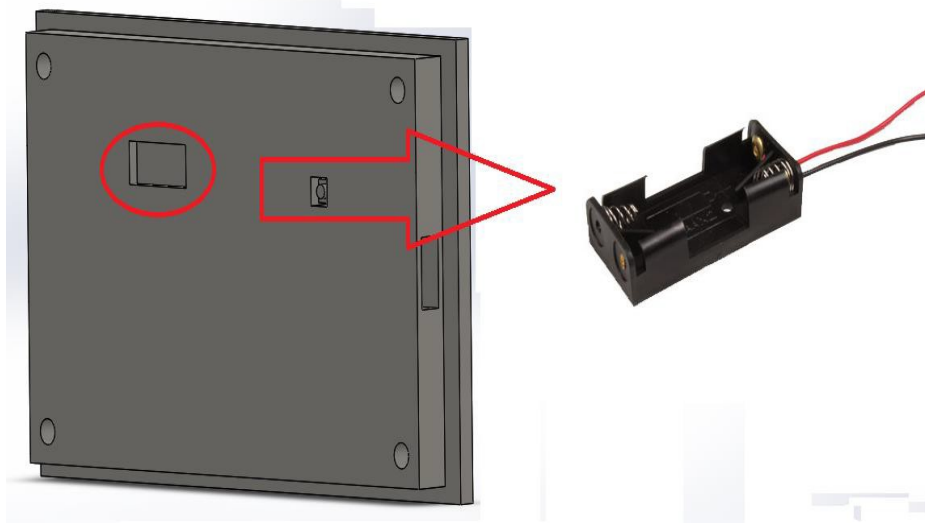


Nota: En esta imagen se puede observar el modelado de la puerta de la caja fuerte.

Para la parte de la ubicación de la cámara, esta se encontrará justo arriba de la cerradura, en la parte trasera de la puerta, pues, al abrirse la caja fuerte, la puerta quedará en un buen ángulo para tomar la foto al rostro de la persona que accione el dispositivo, de igual manera, a un lado del dispositivo se encontrará las ranuras para colocar las pilas al dispositivo, para tener una mejor referencia, se puede observar el ejemplo digital en la imagen 3.6, donde se encuentra señalado en un círculo rojo el lugar donde se encontrara el porta pilas. Cabe resaltar que no se podrán colocar o remover las pilas a menos que se retira la tapa de la parte trasera, esto se hizo con la finalidad de que no se note que la caja fuerte tiene un dispositivo electrónico integrado. Claro está que para evitar que personas externas al dueño puedan ver las ranuras de los tornillos, tendrán unos tapones que a simple vista se verán estéticos, para evitar el problema de que las personas que abran la caja fuerte retiren los tornillos para retirar la microSD.

Imagen 3.6

Imagen 3.6 Modelado de la parte trasera de la puerta en SolidWorks

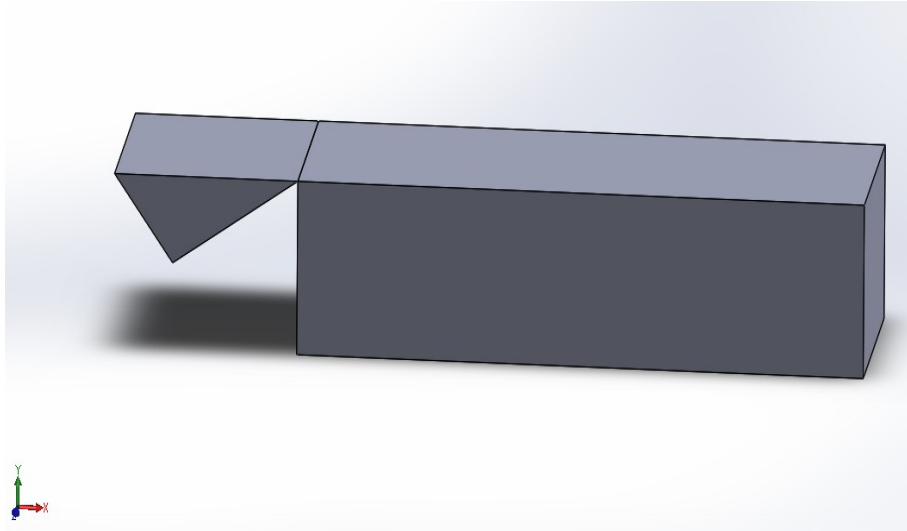


Nota: Vista de la parte posterior de la puerta de la caja fuerte en donde se muestra la ubicación de la porta pilas. Adaptado de (ELECTRONICA EMBAJADORES. 2021)

Para la parte interna de la caja fuerte, su funcionamiento se deberá a un pequeño gatillo de plástico el cual se encontrará justo al lado del pasador de seguridad como se puede ver en la imagen 3.7

Imagen 3.7

Pasador de seguridad y gatillo

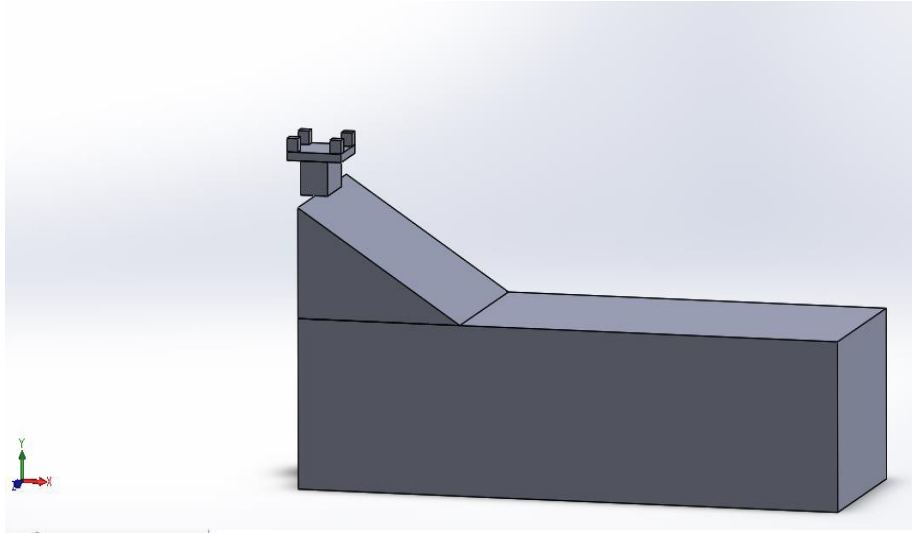


Nota: En esta imagen podemos ver el pasador de seguridad sin accionar el gatillo, lo cual indica que se encuentra bloqueando la puerta.

Esto se ha diseñado de esa manera para que, al momento en que se empieza a girar la llave para abrir la puerta, el mismo pasador de seguridad suba el gatillo de plástico haciendo que este mismo active un botón de presión, el cual mandara un pulso de activación al ESP 32-CAM, provocando que este haga un conteo de 3 segundos para después tomar una serie de fotos. En la imagen 3.8 se puede ver como se ve el pasador cuando este encuentra activando el dispositivo.

Imagen 3-8

Pasador de seguridad accionando el gatillo

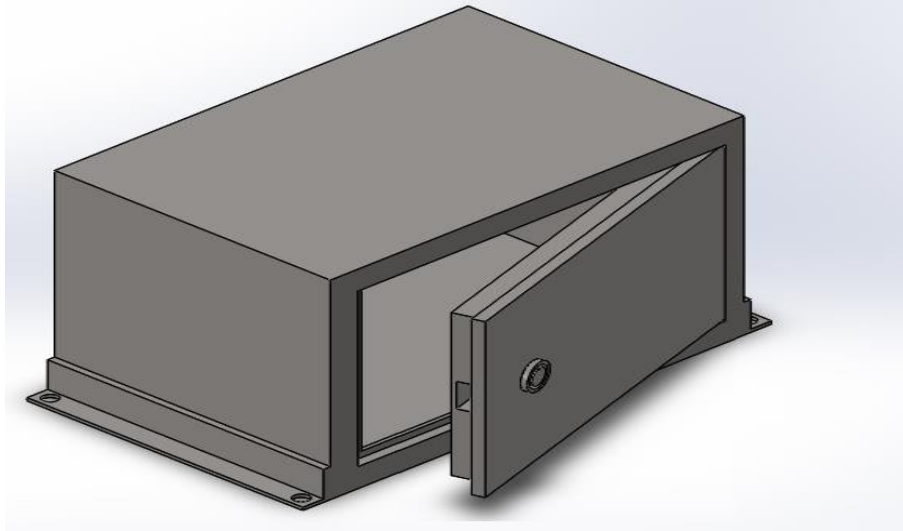


Nota: Al desbloquear el pasador de seguridad, este se mueve hasta levantar el gatillo que presionara el push button, iniciando de esa manera el ciclo de activación.

El diseño final de la caja fuerte se puede observar en la imagen 3.9, donde se encuentra la caja fuerte ensamblada con unas anclas laterales que le permitirán al usuario asegurar su caja fuerte IoT a la superficie donde sea colocado.

Imagen 3.9

Caja fuerte IoT



Nota: El modelado final de la caja fuerte lleva unas anclas laterales que le permitirán sujetar toda la estructura a una superficie resistente.

Una vez que se obtuvo el diseño final, se procedió a realizar un análisis de fuerza física en el programa SolidWork para ver su comportamiento con una fuerza aplicada de 50 N y los resultados fueron los siguientes

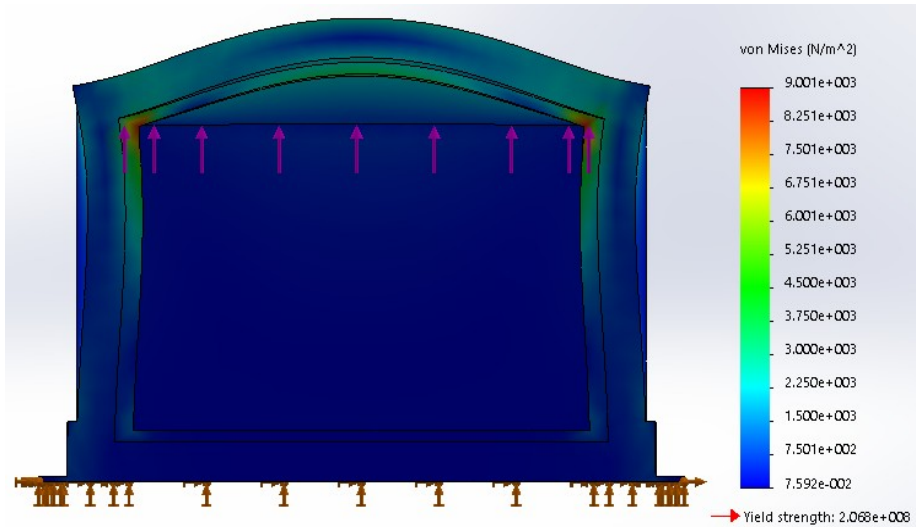
3.2 Análisis de fuerzas en la caja fuerte IoT.

Para realizar un correcto análisis de la resistencia de la caja fuerte, se sometió a una carga de 50 newtons, los cuales representan el caso en el que se intente abrir la caja fuerte por medio de una palanca.

Iniciando por el caso de que se intente abrir la puerta de la caja fuerte desde la parte superior, se aplicó la carga de 50 N. en el borde superior interno de la caja fuerte, esto se puede ver en la imagen 3.10, donde podemos observar como la caja fuerte tiene una deformación hacia la parte superior.

Imagen 3.10

Análisis hacia la tapa superior de la estructura.



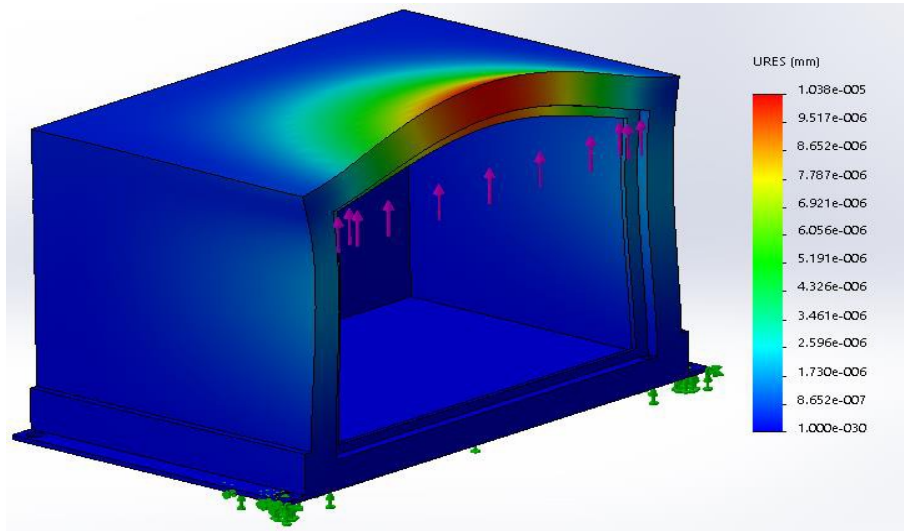
Nota: Las fechas de color naranja son los puntos donde se encuentra fija toda la estructura, mientras que las flechas moradas indican donde se aplicó la fuerza de 50 N.

En este análisis podemos ver que el límite de rotura se encuentra en $2.068e+008$, el cual nos indica que, al pasar de estas cifras, la estructura sufrirá una fractura. En este caso, las zonas más afectadas (Marcadas con color rojo) se encuentran por debajo del límite de rotura, por lo tanto, no habrá ningún tipo de fractura en la caja. (El límite de rotura es el valor máximo de tensión que soporta un material antes romperse)

En la imagen 3.11 se muestra el desplazamiento en milímetros que tiene la caja fuerte. Al ser aplicada una fuerza de 50 N, se puede observar que la deformación solo ocurre en la parte superior de la caja, siendo la zona roja la más afectada, mientras que la zona azul permanece intacta.

Imagen 3.11

Desplazamiento hacia la tapa superior



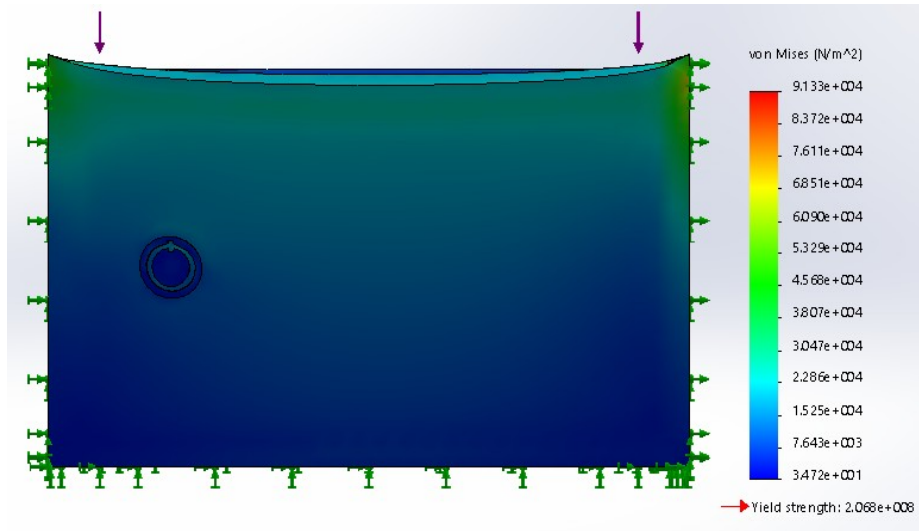
Nota: El mayor desplazamiento que tiene la estructura es la parte que se encuentra en la zona roja, pero no llega a un punto crítico en el cual ocurran fracturas.

En la imagen 3.12, se puede observar el resultado de aplicar una fuerza de 50 N de la parte superior hacia abajo, esto nos muestra que el límite de rotura se encuentra en el valor de $2.068e+008$.

Los puntos afectados que se muestran en color rojo tienen un valor de $9.133e+004$, por lo tanto, la puerta no tendrá ningún tipo de fractura.

Imagen 3.12

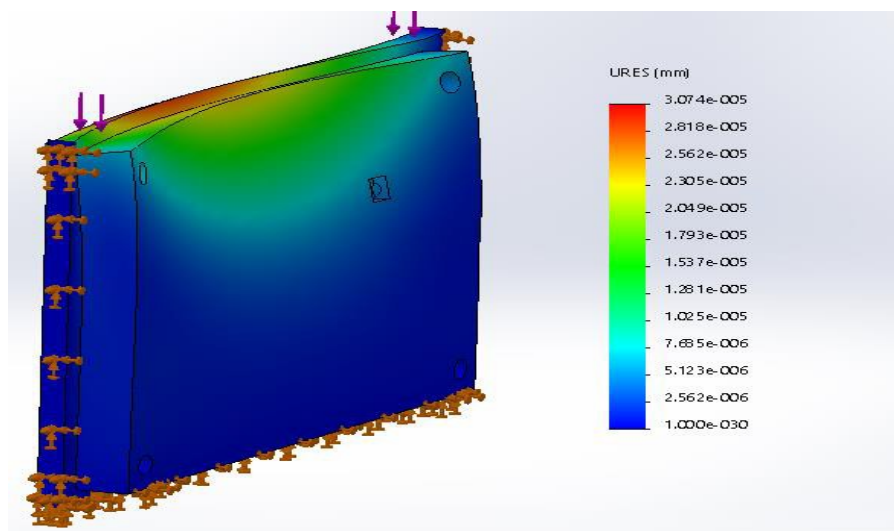
Aplicación de fuerza hacia la puerta por la parte superior



Nota: Las flechas verdes alrededor de la puerta son los puntos de fijación mientras que las flechas moradas indican el punto donde se aplicó la fuerza.

Imagen 3.13

Desplazamiento de la puerta por la parte superior



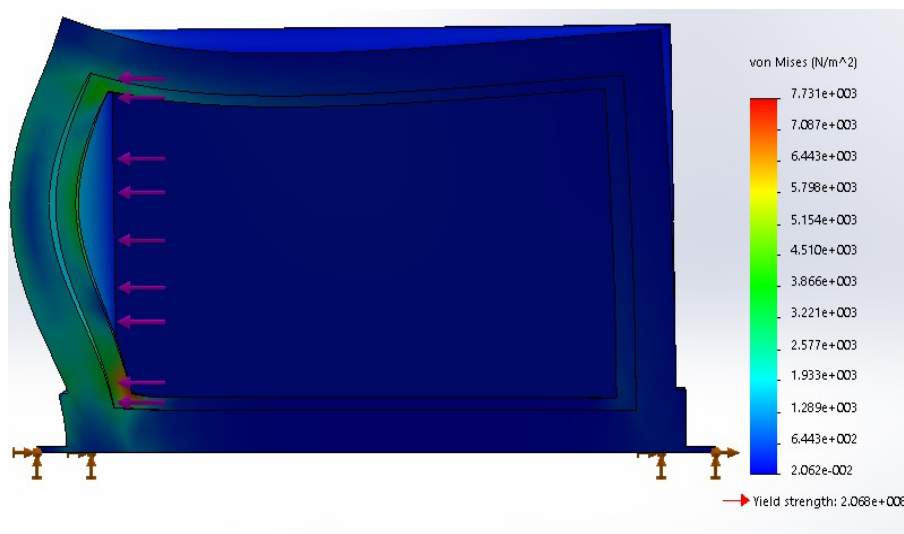
Nota: Las zonas con el color azul más concentrado son las que se encuentran con un desplazamiento mínimo, mientras que las zonas en los demás colores muestran mayor desplazamiento.

En la imagen 3.13 se puede observar el desplazamiento en milímetros de la puerta. Las zonas más afectadas se encuentran marcadas en color rojo, mientras que las zonas en color azul no presentan ningún tipo de desplazamiento. Como se puede observar, el desplazamiento no compromete a la cámara, ni al módulo ESP32-Cam, puesto que se encuentran por debajo de la zona afectada, por lo tanto, no sufrirán ningún riesgo.

Para el segundo análisis de fuerza, se aplicó una carga de 50 N. en el borde izquierdo de la caja, esto se puede observar en la imagen 3.14, donde podemos observar como la caja fuerte tiene una deformación hacia el lado izquierdo. Al igual que en el primer análisis de fuerza, podemos ver que el límite de rotura se encuentra en $2.068e+008$, el cual nos indica que, al pasar de estas cifras, la estructura sufrirá una fractura. En este caso, las zonas más afectadas (Marcadas con color rojo) se encuentran por debajo del límite de rotura, siendo un valor de $7.731e+003$, por lo tanto, no habrá ningún tipo de fractura en la caja.

Imagen 3.14

Fuerza aplicada a un lateral de la estructura

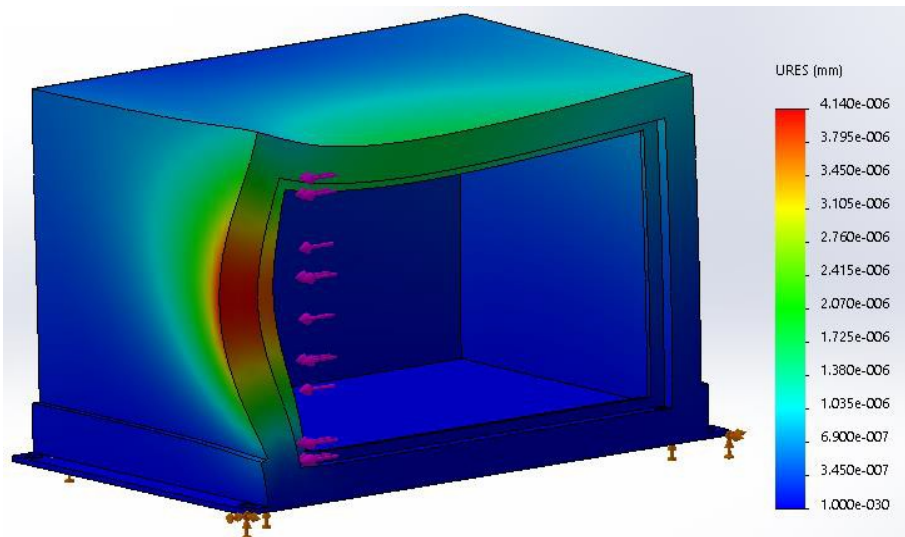


Nota: Los puntos más afectados por la aplicación de la fuerza son las esquinas, las cuales llegan a tener un ligero color naranja como se puede ver en la esquina inferior izquierda.

En la imagen 3.15 se muestra el desplazamiento en milímetros que tiene la caja. Al ser aplicada una fuerza de 50 N en dirección de las flechas moradas, se puede observar que la deformación solo ocurre en una zona de la parte izquierda, siendo la zona roja la más afectada, mientras que la zona azul permanece intacta.

Imagen 3.15

Desplazamiento lateral de la estructura.

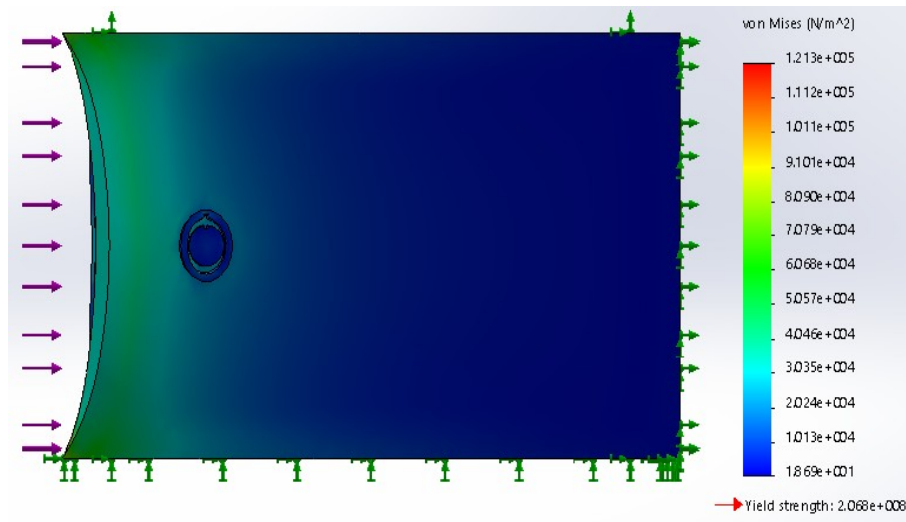


Nota: En la imagen se puede observar que además de la deformación principal mostrada en color rojo, se encuentra marcado en un color azul verdoso la parte superior de la estructura, esto indica que la deformación en esta zona es mínima.

En la imagen 3.16, se puede observar el resultado de aplicar una fuerza de 50 N hacia la puerta justo por uno de sus laterales, en este caso, en el mismo punto donde se aplica la fuerza en la caja, pero en dirección contraria,

Imagen 3.16

Análisis de fuerza aplicada a la puerta por un lateral.



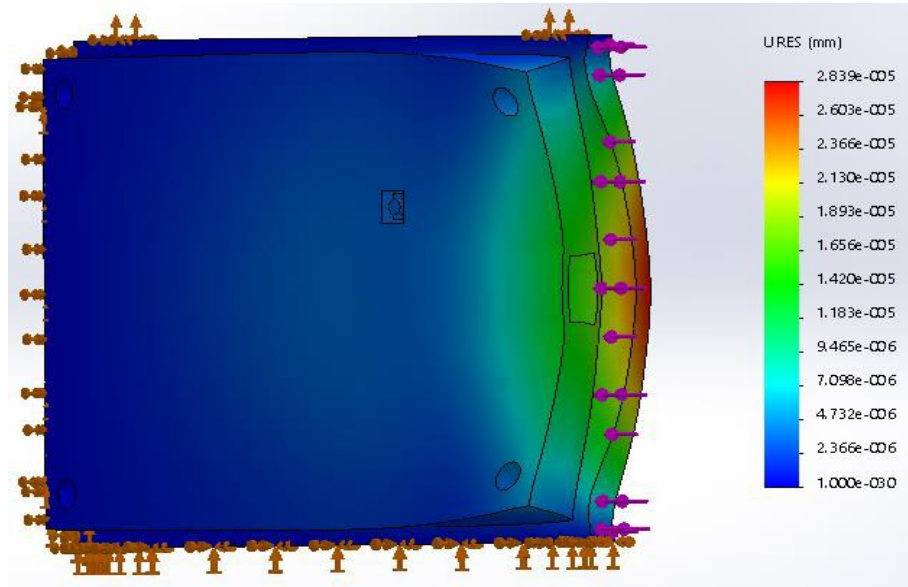
Nota: En el análisis de fuerza hacia la puerta no presenta ningún tipo de marca roja, por lo cual indica que no habrá daños críticos en la puerta.

Los puntos afectados que se muestran en color rojo tienen un valor de $1.213e+005$, por lo tanto, la puerta no tendrá ningún tipo de fractura, debido a que el límite de rotura se encuentra en el valor de $2.068e+008$.

En la imagen 3.17, se puede observar el desplazamiento en milímetros de la puerta tras aplicarle una fuerza de 50 N. Las zonas más afectadas se encuentran marcadas en color rojo mientras que las zonas en color azul no presentan ningún tipo de desplazamiento. Como se puede observar, el desplazamiento no compromete a la cámara, ni al módulo ESP32-Cam, puesto que se encuentran por debajo de la zona afectada, por lo tanto, no sufrirán ningún riesgo.

Imagen 3.17

Desplazamiento de la puerta por un lateral



Nota: El desplazamiento en la puerta, aunque se puede ver a simple vista como un daño crítico, no permite que se pueda acceder al contenido de la caja fuerte, debido a que este quedaría atorado con el pasador de seguridad.

Tras realizar los análisis de fuerzas en diferentes puntos, se puede afirmar que la caja fuerte cuenta con la resistencia necesaria para evitar fracturas en caso de que se intente abrir por medio de una palanca. Otro punto para resaltar de los análisis es que debido a que el programa Solidworks genera desplazamientos exagerados para tener una mejor visualización de cada prueba, en cuestiones más reales y teniendo en cuenta que la puerta contara con un pasador de seguridad, la deformación que tendrá la caja fuerte en cada intento de apertura con palancas será mínimo, evitando que puedan abrir la caja fuerte IoT con facilidad.

3.3 Funcionamiento del módulo para la caja fuerte IoT

En este apartado se mostrarán los elementos necesarios para comprender el correcto funcionamiento del módulo ESP 32-CAM.

3.3.1 Pseudocódigo del módulo ESP32-CAM

A continuación, se mostrará el pseudocódigo utilizado para el funcionamiento del módulo ESP32-CAM.

INICIO

Conexión a internet

Verificar conexión con tarjeta microSD

Si: No existe conexión con tarjeta microSD

Entonces: Reinicia

De lo contrario:

Inicia cuenta regresiva de (s = 0 a 15)

Tomar primera fotografía en (s = 5)

Tomar segunda fotografía en (s = 9)

Tomar tercera fotografía en (s = 13)

Guardar fotos en memoria interna del dispositivo

Conversión de fotos a formato JPG

Si: existe una carpeta para almacenar fotografías en memoria microSD

Entonces: Almacenar fotografías en la carpeta

De lo contrario: Crear carpeta

Entonces: Almacenar fotografías en la carpeta

Hacer petición a IFTTT

Pasar a modo Deep Sleep.

FIN.

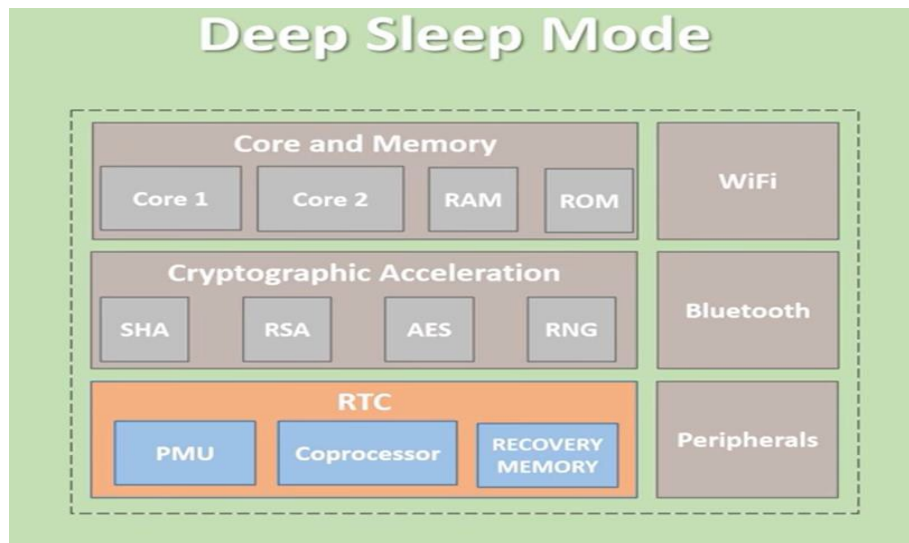
3.3.2 Función del Pseudocódigo:

Lo primero que se debe conocer es que el módulo ESP32-CAM se encontrará en modo Deep Sleep todo el tiempo, esto es para reducir el consumo constante de la batería, alargando así su duración antes de tener que remplazar la fuente de energía que en este caso serían las pilas. El consumo de energía en este modo es aproximadamente 10uA debido a que desactivan

todos los módulos no necesarios para funcionar, en la imagen 3.18 se encuentra una representación más adecuada de lo que ocurre en este modo, las partes sombreadas en gris son las que se desactivan mientras que la parte iluminada (RTC) es la única que se mantiene activa.

Imagen 3.18

Deep Sleep Mode



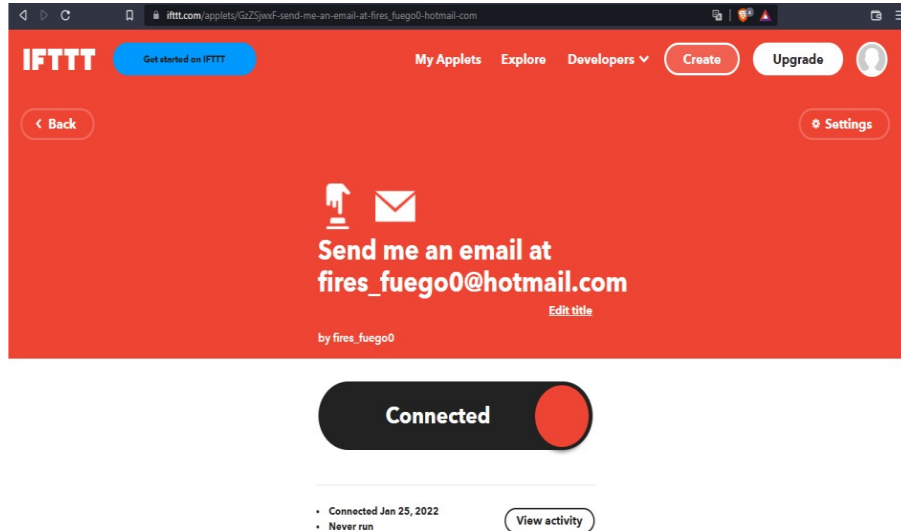
Nota: Las zonas que se encuentran en color gris indican que se encuentra inhabilitada esa zona, mientras que las zonas con colores indican las que si están habilitadas y en funcionamiento. Tomado de (educ8s.tv. 2018)

El código está diseñado para que el módulo ESP32-Cam se active únicamente cuando es presionado el botón de reset (Push button), esto provocara que el dispositivo haga un conteo de 15 segundos en los cuales, inicialmente hará la conexión a internet para después tomar un total 3 de fotos, la primera será al segundo 5, la segunda al segundo 9 y la última foto al segundo 13.

Después de que el módulo tome las fotografías, enviara una señal a la página IFTTT la cual se encargara de enviar un correo electrónico al propietario de la caja fuerte IoT para avisarle que el dispositivo ha sido activado, en la imagen 3.19 se puede ver la página IFTTT.

Imagen 3.19

IFTTT

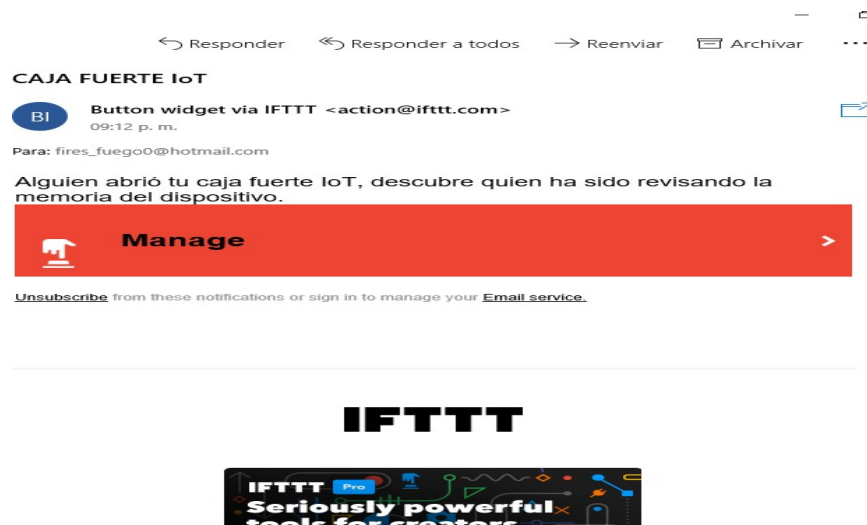


Nota: En este apartado de la pagina se verifica que el correo del propietario sea el correcto para enviar el aviso. Tomada de (IFTTT. 2022)

En la imagen 3.20 se puede ver un ejemplo del correo que envía la página IFTTT.

Imagen 3.20

Correo electrónico de aviso



Nota: El correo electrónico es casi inmediato desde que se envía la señal a la página web.

Al finalizar el conteo el dispositivo regresa al modo Deep Sleep hasta su siguiente activación.

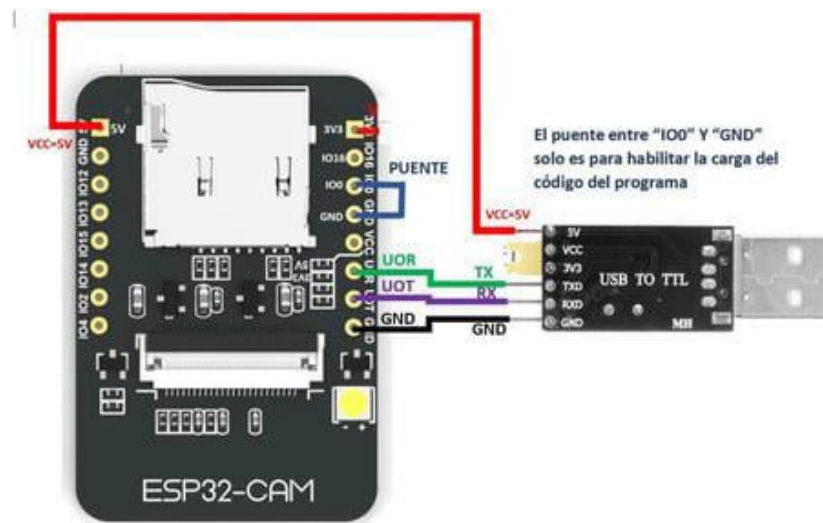
Una vez que el módulo ha tomado las fotos, el dispositivo las guardara en una tarjeta microSD la cual debe tener una capacidad menor o igual de 64GB, debido a que entre menos memoria contenga la microSD, mayor es la velocidad de funcionamiento.

Las fotografías tomadas por el módulo ESP32-CAM tienen un tamaño de 0.024 Mb, al tener una memoria de 64Gb, la capacidad total de fotografías almacenadas es de 2,730,666, por lo tanto, el módulo puede tener 910222 activaciones para llenar la capacidad de la memoria.

Ahora para el método de programación del ESP32 se utilizó un módulo de comunicación USB el cual se puede ver en la imagen 3.21, donde se encuentran conectados los puertos TX, RX y GND con los puertos UOR, UOT y GND del módulo ESP32-CAM.

Imagen 3.21

Comunicación del módulo ESP32-Cam



Nota: En la imagen se muestra la correcta conexión entre el módulo ESP32-Cam y un módulo USB.

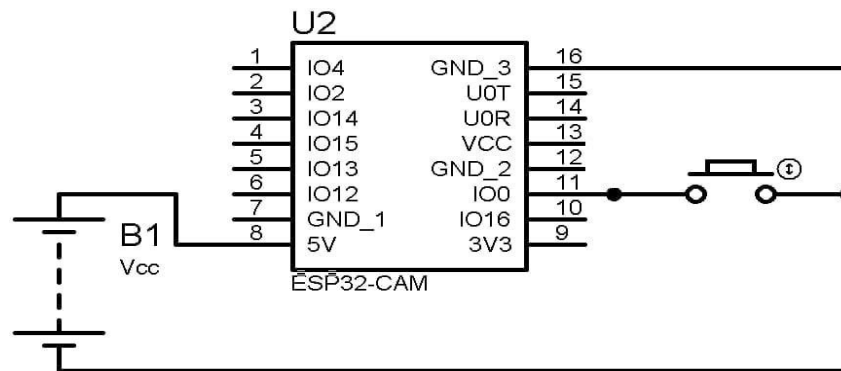
3.3.3 Consumo energético:

El ESP32-CAM en modo Deep Sleep cuenta con un consumo de 10uA, lo cual es igual a 0.01 mA y esto se debe a que, durante este modo, únicamente se mantiene activo tres partes

esenciales del dispositivo. No obstante, para el método de alimentación se utilizarán 2 pilas triple A, esto es por la duración que tienen y el tamaño compacto. En la imagen 3.22 se puede observar el diagrama de alimentación que tiene el módulo ESP32-CAM, en el cual se encuentra la conexión del push Button al módulo y estos a las baterías triple A.

Imagen 3.22

Diagrama de alimentación del ESP32-Cam



Nota: En el diagrama de alimentación se pueden ver los elementos que conforman todo el dispositivo, siendo el módulo ESP32-Cam marcado como U2, la fuente de alimentación como B1 y el push button como la imagen de un botón.

Ahora bien, para saber el tiempo de duración del dispositivo con una pila triple A en condiciones ideales, se necesita usar la siguiente fórmula:

$$\text{Duración de la batería} = \text{capacidad de la batería en mAh} / \text{corriente de carga en mA}$$

Teniendo en cuenta que una pila triple A cuenta con una carga de 900 a 1155 mA, entonces tendríamos la siguiente fórmula:

$$\text{Duración de la batería} = \text{Capacidad de la batería en mAh} / \text{Consumo del dispositivo en mA}$$

Ahora agregando los datos que ya tenemos quedaría así la fórmula:

$$\text{Duración de la batería} = 900 \text{ mAh} / 0.01 \text{ mA} = 90000 \text{ H. MIN.}$$

$$\text{Duración de la batería} = 1155 \text{ mAh} / 0.01 \text{ mA} = 115500 \text{ H. MAX.}$$

Una vez obtenida las horas totales en las cuales el dispositivo Esp32-Cam se mantendrá activo usando el modo Deep Sleep, podemos obtener el tiempo en días lo cual sería de la siguiente manera:

Duración en días de la batería= Número de horas totales/ número de horas al día

Teniendo en cuenta la formula, el tiempo en horas durante un día que es 24H, entonces la formula quedaría de la siguiente manera:

Duración en días de la batería= $90000H / 24H = 3750$ D. MIN.

Duración en días de la batería= $115500H / 24H = 4812$ D. MAX.

Ahora que tenemos los días hábiles en los que el dispositivo funcionará correctamente sin necesidad de cambiar la batería, podemos saber el tiempo en años usando la siguiente formula:

Duración en años de la batería = días totales/ días durante un año

En este punto se realiza esta conversión debido a que hacerla en meses puede ser variante, esto se debe a que la cantidad de días que tienen los diferentes meses del año son variables entre 30 a 29. No obstante, al saber que durante un año se tienen 365 días, entonces obtenemos lo siguiente:

Duración en años de la batería = $3750 / 365 = 10$ MIN.

Duración en años de la batería = $4812 / 365 = 13$ MAX.

Con esto podemos ver que el módulo ESP32-CAM puede mantenerse funcionando durante un tiempo estimado de 10 a 13 años con una pila triple A si se encuentra en todo momento en modo Deep Sleep en condiciones ideales.

Ahora pasando a condiciones no ideales, en primer lugar, es necesario usar 2 pilas triple A, debido a que el voltaje mínimo que necesita el ESP32-CAM para funcionar de manera activa es de 3v. Una vez teniendo en cuenta las pilas que se usaran es necesario saber el consumo energético que tiene el dispositivo cuando pasa a estar activo, a lo cual tendríamos lo siguiente:

0.01 mAs (10uA) en modo Deep Sleep

48 mAs en modo activo

Teniendo en cuenta estos datos, podemos conocer cuanto consumo energético tendrá durante un ciclo de trabajo, en el cual uno solo dura 15 segundos, así que tendríamos lo siguiente:

$48 \text{ mA} \times 15 \text{ segundos} = 720 \text{ mAs}$.

Ahora suponiendo el caso en el que se tenga que activar el dispositivo cada hora tendríamos lo siguiente:

Durante 1 ciclo de activación el dispositivo consumirá 720 mAs, entonces es necesario conocer cuanto consumirá durante 2 minutos en modo inactivo lo cual sería $10\mu\text{A} \times 3600 \text{ seg} = 360 \text{ mAs}$. Entonces sumando el consumo durante la fase activa y la fase en Deep Sleep tenemos 1080mAs

Una vez obtenido el consumo energético que tendrá el dispositivo durante un ciclo completo (Desde que se activa, pasando por la fase de Deep Sleep hasta su siguiente activación) ahora necesitaríamos tener la capacidad de la batería, pero como solo tenemos los datos en mAh, necesitamos convertirlo a mAs por lo cual tendríamos lo siguiente:

$1 \text{ mAh} = 3600 \text{ mAs}$, entonces $900 \text{ mAh} = 3240000 \text{ mAs}$

Ahora para calcular la cantidad de ciclos que tendrá el dispositivo, usaremos el siguiente calculo:

$3240000 \text{ mAs} / 1080 \text{ mAs} = 3000 \text{ ciclos}$.

Ahora que ya tenemos cuantos ciclos tendrá el dispositivo, podemos saber cuánto tiempo de vida útil tendrá antes de que sea necesario cambiar las pilas, a lo cual tendríamos lo siguiente:

$3000 \text{ ciclos} \times 1 \text{ h} = 3000\text{H} = 125 \text{ días}$.

Por lo tanto, teniendo la situación de que se activara el dispositivo cada hora por día, sería necesario cambiar las pilas cada 4 meses para mantener el rendimiento del dispositivo lo mejor posible. No obstante, en casos donde no se utilice tantas veces al día el dispositivo, es recomendable cambiar las pilas cada 6 meses a 7 meses.

Capítulo 4: Comparaciones de cajas fuertes

Realizando una pequeña investigación en los productos considerados como cajas fuertes, logre encontrar que los precios de dichos dispositivos suelen ser elevados para la economía promedio de las personas que viven en la ciudad de Puebla, es por eso por lo que a continuación mostrare algunos productos para después comparar las diferencias con mi dispositivo tipo caja fuerte.

4.1. Caja fuerte electrónica

La caja fuerte electrónica de la marca Steren cuenta con un diseño clásico pero un método de apertura digital, lo cual la vuelve llamativa para el público general, en la imagen 4.1 se puede ver cómo es la caja fuerte electrónica.

Imagen 4.1

Caja fuerte electronica



Nota: En la zona donde se encuentra el panel para ingresar la contraseña, cuenta con una pequeña ranura por donde se puede usar una llave de apertura de emergencia en caso de que se pierda la contraseña. Tomada por (Steren, 2021)

4.1.2 Características:

- Apertura mediante código
- Sistema de apertura por llave en caso de emergencia
- Alimentación de 6 Vcc (4 x AA)
- Dimensiones: 40 cm de frente x 23 cm de alto x 33 cm de fondo
- Emite un ruido de advertencia tras ingresar 3 veces seguidas contraseñas erróneas

4.1.3 Precio:

\$2,890.00

4.2 Caja Fuerte Digital

Como se puede ver en la imagen 4.2, la caja fuerte digital cuenta con un diseño parecido al de la marca Steren pues cuenta con un sistema de apertura digital, pero la diferencia es que esta cuenta con doble pasador de seguridad y su color es negro.

Imagen 4.2

Caja fuerte de digital



Nota: La caja fuerte digital cuenta con un diseño más elegante en comparación con otras cajas fuertes pero su nivel de seguridad es el mismo por su método de apertura. Tomada de (ULINE, 2021)

4.2.1 Características:

- Dimensiones totales (ANCHO x PROF. x ALTO) 14 x 10 x 10"
- Acojinado de espuma en la repisa y la parte inferior.
- Apertura mediante código
- Sistema de apertura por llave en caso de emergencia
- Capacidad de anclar a una estructura o piso
- Alimentación de 4 pilas AA

-Código de apertura modificable

4.2.3 Precio:

\$2,508

4.3 Caja Fuerte de Seguridad

La caja fuerte de seguridad como se puede ver en la imagen 4.3, cuenta con un diseño más robusto pero que a simple vista se puede ver más seguro que los anteriores mostrados, no solo por su tipo de cerradura, si no también, por el material con el cual fue hecho.

Imagen 4.3

Caja fuerte de seguridad



Nota: La caja fuerte de seguridad, aunque tiene un diseño no tan estético, se puede ver a simple vista que su resistencia es superior a otras cajas fuertes. Tomada de (ITZJANA, 2021)

4.3.1 Características:

- Dimensiones de largo externo x Ancho externo x Altura externa: 30 cm x 20 cm x 30 cm
- Posibilidad de cambio de contraseña
- Sistema de apertura por combinación manual

4.3.2 Precio:

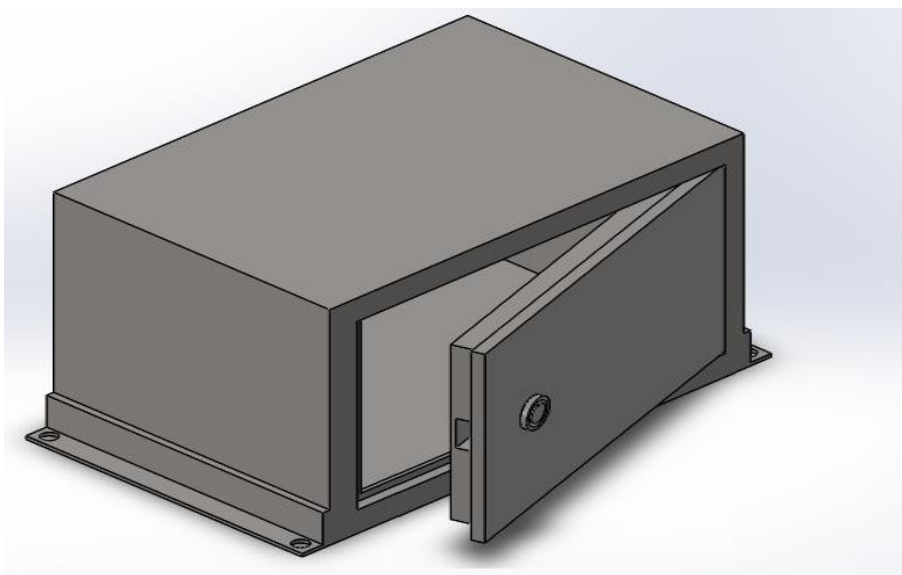
\$3,999

4.4 Caja fuerte IoT

La caja fuerte IoT como se puede ver en la imagen 4.4, cuenta un modelo clásico pero funcional, hecho a la medida para poder guardar dinero y/o documentos importantes.

Imagen 4.4

Caja fuerte IoT



Nota: La caja fuerte IoT cuenta con un diseño clásico, lo cual permite que tenga la mayor discreción posible, evitando que la gente externa al propietario conozca que hay un dispositivo electrónico incorporado.

4.4.1 Tabla de especificaciones:

En la tabla 3 de especificaciones de la caja fuerte IoT se pueden observar las características más importantes para el cliente.

Tabla 3

Tabla de especificaciones

Dimensiones	30 cm de largo	20 cm de ancho	30 cm de alto
-------------	----------------	----------------	---------------

Tipo de captura	Fotografías de 0.024 Mb
Capacidad de memoria	2,730,666 fotografías en una memoria de 64 Gb
Tipo de comunicación	Mensaje por correo electrónico
Alimentación	2 pilas triple A
Peso	10 kg
Material	Acero inoxidable 304
Sistema de apertura	Por llave cilíndrica

Nota: La tabla de especificaciones abarca los puntos generales más importante que debe conocer el usuario.

4.4.2 Precio estimado:

\$2500

4.5 Comparaciones:

Una vez especificadas las características generales de los productos anteriores, se puede notar que las cajas fuertes electrónicas, a pesar de tener un sistema de seguridad mediante un código, este tipo de seguridad no suele funcionar mucho en viviendas debido a que las personas que viven o frecuentan la vivienda, pueden llegar adquirir el código por diferentes medios como por ejemplo en algún descuido del propietario al abrir el dispositivo. No obstante, otra forma de abrir estos dispositivos los cuales suelen ser común en las viviendas de las personas de la ciudad de Puebla es el forzar la cerradura mediante ganzúas y/o accesorios similares, debido a que la cerradura que tienen estos dispositivos es la estándar. No obstante, la caja fuerte IoT, en diferencia de las cajas fuertes electrónicas, posee una cerradura cilíndrica la cual es menos común de lograr forzar, debido a que se necesita una herramienta especializada, además de que, sin importar que logren forzar la apertura de la puerta, el dispositivo interno se activara, tomando una foto a la persona que haya activado el sistema.

Ahora bien, la caja fuerte de seguridad, a pesar de contar con una cerradura extremadamente difícil de abrir y de no necesitar un medio de alimentación para funcionar correctamente, la mayor desventaja que tiene es el precio elevado, lo cual lo hace difícil de costear para las personas. No obstante, la caja fuerte IoT, al no poseer una cerradura como la anterior ni sistemas de seguridad por medio de código, su precio es más económico, consume menos baterías, su duración es más prolongada y lo más importante es que le permite al propietario conocer quién es la persona que abrió la caja fuerte, para después tomar las medidas correspondientes.

4.6 Plan de negocios:

A continuación, se mostrará en la tabla 4 el plan de negocios a seguir para el proyecto de la caja fuerte IoT

Tabla 4

Plan de negocios

Modelo de negocio (canvas)				
Caja fuerte IoT				
Problema o necesidad	Solución	Propuesta única de valor	Ventaja competitiva	Segmentos de clientes
Robo por parte de familiares y/o trabajadores.	Realizar el diseño de una caja fuerte con la capacidad de tomar fotografías y avisar al dueño cuando se active.	Tener una prueba contundente de las personas que acceden al contenido de la caja fuerte, ayudara a mantener y/o recuperar	Caja fuerte con un dispositivo electrónico configurado para tomar fotografías y avisar al dueño cuando se accede al contenido.	Negocios tanto pequeño como medianos e industrias donde se manejen refacciones pequeñas.
Alternativas existentes	Métricas clave	bienes de valor, manteniendo un costo accesible para todo el mundo y la mayor discreción posible.	Canales de comunicación y distribución	Early adopters
Cajas fuertes convencionales – No cuentan con una comunicación con el usuario ni toman evidencia de quien accedió a su contenido. Cámaras de vigilancia - pueden ser	Costo accesible para el público general.		Formas de comunicación: Redes sociales Medios de distribución: Directa del proveedor al consumidor.	Negocios donde exista una gran facilidad de comunicación entre ellos y con el cliente como hoteles o industrias textiles.

desactivadas, burladas y/o incitan a personas externas a cometer robo.				
Estructura de costos		Flujo de ingresos.		
Costo de manufactura estimado: \$2000 Costos de distribución: \$100 por viaje a la instalación de cada equipo dentro de la ciudad de Puebla.		Costo de la Caja fuerte IoT – \$2500 Costo de otras cajas fuertes- \$2900 Formas de pago: Efectivo o tarjeta. Margen de ganancias: \$500		

Nota: La tabla de negocios mostrada indica los puntos más importantes a seguir para que la caja fuerte IoT tenga un óptimo alcance en el mercado.

Conclusión:

A partir de los análisis físicos realizados en la caja fuerte IoT se puede verificar que el diseño físico es óptimo y cumplirá con su función de mantener de manera segura los objetos de valor que se ingresen en su interior. Del mismo modo, en la parte electrónica, el hecho de que la conexión con el módulo ESP32-Cam sea compacto, permite que su implementación se acomode perfectamente a la estructura, permitiendo que se cumpla su función principal de tomar fotografías a las personas que accedan a su contenido y mande un aviso al propietario. Por estas razones el proyecto de la caja fuerte IoT es viable para su venta en el mercado.

Bibliografía

En este apartado se colocarán todas las referencias utilizadas empezando desde el capítulo 1 hasta el capítulo 4.

Referencias del capítulo 1

Infante, C. A. B., Mariños, G. F. D. L. C., Ferreyra, P. C. P., & Alarcón, J. L. A. (2019). Cerradura electrónica controlada por WiFi para un prototipo de caja fuerte. PUEBLO CONTINENTE, 30(1), 109-116.

Esther, D., & MONTIEL-VILLA, C. A. Capítulo 3 Cerradura con Seguridad Biométrica y Móvil con Bluetooth Chapter 3 Biometric Security and Mobile Security Lock with Bluetooth.

Contreras, L. A. L., Espinosa, J. D. J., & Ávila, B. A. L. PROTOTIPO CAJA FUERTE DE SEGURIDAD. sistema, 7, 8.

RED HAT. (2021). What is IoT. 26/01/2021, de redhat Sitio web: <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>

Guadarrama Castillo, N. (25 de Marzo de 2019). Periodico Central. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de <https://www.periodicocentral.mx/2019/pagina-negra/delincuencia/item/6885-ciudad-de-puebla-primer-lugar-nacional-en-robo-a-casa-habitacion-con-violencia-cada-27-horas-ingresan-los-delinquentes-a-un-hogar-poblano>

Monroy, J. (24 de Septiembre de 2019). EL ECONOMISTA. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de <https://www.economista.com.mx/politica/Delitos-no-denunciados-siguen-en-93-20190925-0010.html>

Referencias del capítulo 2

AI-THINKER. (2017). ESP32-CAM Product Specification. 24/08/2021, de AI-THINKER Sitio web: <https://loboris.eu/ESP32/ESP32-CAM%20Product%20Specification.pdf>

Espressif Systems. (2015). ESP8266EX Datasheet. 24/08/2021, de Espressif Systems Sitio web: https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266_Datasheet_EN_v4.3.pdf

Arduino Store. (2021). Arduino Uno Rev3. 24/08/2021, de Arduino Sitio web: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

NAYLAMP MECHATRONICS. (2016). USANDO ESP8266 CON EL IDE DE ARDUINO. 26/01/2021, de naylorlampmechatronics Sitio web: https://naylorlampmechatronics.com/blog/56_usando-esp8266-con-el-ide-de-arduino.html

OmniVision. (2006). OV2640 Datasheet. 24/08/2021, de DatasheetsPDF Sitio web: <https://datasheetspdf.com/pdf/548838/OmniVisionTechnologies/OV2640/1>

DatasheetsPDF. (2014). OV7670 Datasheet PDF. 24/08/2021, de DatasheetsPDF Sitio web: <https://datasheetspdf.com/datasheet/OV7670.html>

OmniVision. (2011). OV5640 datasheet. 24/08/2021, de OmniVision Sitio web: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/LightImaging/OV5640_datasheet.pdf

UNIT ELECTRONICS. (2021). Push Button Contra Agua 4 pines 6*6*5mm. 24/08/2021, de UNIT ELECTRONICS Sitio web: <https://uelectronics.com/producto/push-button-contra-agua-4-pines-665mm/>

Cerraduras de seguridad. (2021). Cerradura Tubular. 24/08/2021, de Cerraduras de seguridad Sitio web: <https://cerradurasde seguridad.info/cerradura-tubular/>

The Home Depot. (2021). CERRADURA PARA MUEBLE CILINDRO CROMO. 24/08/2021, de The Home Depot Sitio web: <https://www.homedepot.com.mx/ferreteria/herrajes/herrajes-para-puertas-y-accesorios/cerradura-para-mueble-cromo-301302>

CETEC. (2021). CERRADURAS PARA CAJAS FUERTE Y BOVEDAS. 24/08/2021, de CETEC Sitio web: <https://www.cerrajeria-tecnica.com.mx/productos/cerraduras-para-cajas-fuerte-y-bovedas/>

thesolutionshop. (2021). Tornillo M4 x 8 mm, cabeza combi . 24/08/2021, de thesolutionshop Sitio web: <https://www.thesolutionshop.com/es/tornillo-m4-x-8-mm-cabeza-combi-en-cruzniquelado.html>

Batteries4pro. (2014). Tamaños y formatos de pilas y baterías. 24/08/2021, de Batteries4pro Sitio web: <https://www.batteries4pro.com/es/blog/26-tailles-et-formats-des-piles-et-batteries>

Root Studio. (2021). Mejores Tapones Tornillos Matricula. 24/08/2021, de Root Studio Sitio web: <https://rootstudio.es/letra-t/tapones-tornillos-matricula/>

Metalium. (2014). Acero inoxidable 304. 24/08/2021, de Metalium Sitio web: <https://metalium.mx/acero-inoxidable-304>

JIMY Glass. (2021). Cristal reflejante de color gris oscuro. 24/08/2021, de JIMY Glass Sitio web: <https://www.glassmanufacturerchina.com/es/products/5.5mm-dark-grey-reflective-glass.html>

Referencias del capítulo 3

ELECTRONICA EMBAJADORES. (2021). Portapilas-2 pilas aaa con cable. 26/01/2021, de electronicaembajadores Sitio web: <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/BA71320/baterias-pilas-y-cargadores/portapilas/portapilas-2-pilas-aaa-con-cable>

Andreas Spiess. (2016). #58 Sensor ESP8266 funciona 17 días con una pila botón/transmite datos a sparkfun.com y ubidots.com. 24/08/2021, de Youtube Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=IYuYTfO6iOs>

educ8s.tv. (2018). ESP32 Deep Sleep Tutorial for Low Power Projects. 24/08/2021, de Youtube Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=y1R2y8dCsIg>

IFTTT. (2021). IFTTT. 24/08/2021, de IFTTT Sitio web: <https://ifttt.com>

Referencias del capítulo 4

Steren. (2021). Caja fuerte electrónica para documentos oficina. 24/08/2021, de Steren Sitio web: <https://www.steren.com.mx/caja-fuerte-electronica-para-documentos-oficio.html>

ULINE. (2021). Caja Fuerte Digital-Estándar. 24/08/2021, de ULINE Sitio web: <https://es.uline.mx/Product/Detail/H-5663/Safes/Digital-Safe-Standard-14-x-10-x-10?pricode=WB7258&gadtype=pla&id=H-5663&gclsrc=ds>

ITZJANA. (2021). Caja Fuerte Seguridad Dinero Rotary Tómbola Rotor Código. 24/08/2021, de Mercado Libre Sitio web: https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-840724157-caja-fuerte-seguridad-dinero-rotary-tombola-rotor-codigo-_JM?variation=68366475896#reco_item_pos=3&reco_backend=machinalis-pads&reco_backend_type=low_level&reco_client=search-pads-btm&reco_id=7a11ce8d-acfb-4cd7-a0d7-66ca06071749&is_advertising=true&ad_domain=SEARCHDESKTOP_BTM&ad_position=4&ad_click_id=MWE3OGQzOTEtZTBkMC00NDkwLTkxOWEtYWVjYmJIN2IxY2Q