



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA.

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

TEMA:

**Sistema biométrico basado en reconocimiento facial utilizando Tecnología raspberry pi para control de acceso al personal de la miscelánea “Valentina Café”, primer semestre año 2022.**

**AUTORES:**

- Darwing Fabrixci Guido Lara.
- Sharon Daniela Paramo Martínez

**TUTOR:**

Milcíades Delgadillo Sánchez

## **Dedicatoria**

A Dios todo poderoso creador de lo invisible y visible quien me ha dado la vida, protección, fortaleza y sabiduría para poder llegar a este lugar y momento tan importante en mi formación profesional.

A mi madre que siempre me ha dado su apoyo y ejemplo de humildad y fortaleza para ser una persona de bien.

A LA UNAN-MANAGUA, por su apoyo al darnos la enseñanza y por formar parte de nuevos profesionales triunfadores a la libertad por la universidad.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme la fuerza para seguir en este trayecto tan importante en mi vida.

A mis padres por darme el apoyo moral y económico para estar aquí en este lugar formándome, y concluir mi último semestre para poder optar al título de mi carrera y poderme desarrollar en la vida y estar siempre bendecido prosperado y en victoria.

A mis maestros que han tenido la paciencia y empeño de enseñarme, para mi formación profesional, agradeciendo el conocimiento que he adquirido como base de mi formación

A mis compañeros y amigos que nos hemos apoyado mutuamente en el transcurso de los años.

A mi tutor Msc. Milcíades Delgadillo Sánchez Quien participo de manera directa en mi trabajo, dándome consejos para mi preparación profesional.

## **Resumen**

Este proyecto tiene como objetivo el control de acceso a un ambiente mediante reconocimiento facial usando para esto el Raspberry pi 4 b+, el cual mediante la librería OpenCV y extensiones XML de clasificadores podrá reconocer el rostro previamente entrenado y configurado con el clasificador haard cascada luego de esto al detectar el rostro ya guardado con un cierto porcentaje de confiabilidad este guardara en su base de datos un registro el cual se tendrá acceso restringido para llevar un control del personal en el local . La metodología se basa en que el clasificador y el programa trata de reconocer el rostro a tal punto que pueda saber si es o no la persona previamente configurada en la base de datos (cantidad de 300 fotos tomadas con la cámara) creada por esta misma.

Palabras clave: OpenCV, Raspberry PI 4, Haar Cascada,

## Índice

I. Introducción.....	1
II. Antecedentes .....	2
III. Planteamiento del problema.....	4
IV. Justificación.....	5
V. Objetivos.....	7
5.1. Objetivo General .....	7
5.1. 2 Objetivos Específicos.....	7
VI. Fundamentos teóricos .....	8
6.1 Reconocimiento facial:.....	8
6.1.1 El reconocimiento facial es posible gracias a tres fases:.....	9
6.1.2 Fases del reconocimiento facial.....	10
6.1.3 Ecuación del histograma.....	11
6.1.4 Extracción de características del rostro.....	11
6.2. Modelo de forma activa - active shapemodel (asm).....	11
6.3 Reconocimiento.....	12
6.4 Reconocimiento facial 2D y 3D tecnologías básicas.....	13
6.4.1 Reconocimiento facial 2D .....	13
6.4.2 Reconocimiento facial 3D.....	13
6.5 Clasificación de un Sistema Biométrico.....	14
6.5.1 Biometría estática.....	14
6.5.2 Biometría dinámica.....	15
6.6 Computador central .....	15
6.7 Algoritmos para el análisis y reconocimiento de imágenes .....	15
6.7.1 Adquisición o filtrado de imagen.....	16
6.7.2 Segmentación de la imagen.....	17
6.7.3 Extracción de características .....	17
6.7.4 Reconocimiento de formas o comparación.....	18
6.8 Control de acceso.....	18
6.9 Tipos de controles de acceso.....	19
6.10 Métodos de verificación para el control de acceso .....	21

6.10.1 Sistema autónomo o stand alone: .....	21
6.10.2 Método de control acceso vehicular: .....	21
6.10.3 sistemas de control de acceso en red. ....	22
6.10.4 Sistema de verificación de dígitos. ....	23
6.10.5 Sistema RFID.....	23
6.11 Microcontrolador .....	23
6.11.1 Tipos de microcontroladores. ....	24
6.12 Cámaras .....	26
6.12.1 Tipos de cámaras .....	26
VII. Diseño Metodológico .....	27
7.1 Tipo de Estudio .....	27
7.2 Área de estudio.....	27
7.2.1 Ubicación del lugar. ....	28
7.2.2 Plano estructural de Valentina Café .....	29
7.3 Universo y muestra .....	30
7.3.1 Entrevista.....	30
7.4. Operacionalización de variables .....	31
7.5. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos e información. .....	32
7.6 Procedimientos para la recolección de datos e información. ....	33
7.7 Plan de análisis y procesamiento de datos .....	34
VIII. Desarrollo .....	35
Capítulo I .....	35
8.1 Diagnosticar la necesidad de crear un dispositivo de seguridad basado en reconocimiento facial en el local. ....	35
8.1.1 Diagrama eléctrico actual del sistema de seguridad Valentina café. ....	36
8.2 Requerimientos funcionales y los no funcionales. ....	37
8.3 Funcionamiento del sistema según el medio o factores externos.....	38
8.3.2 Diagrama de flujo de todo el funcionamiento .....	39
8.4 La variación de iluminación .....	39
8.5 CAPITULO II .....	40

8.5.1 Diseñar un prototipo de sistema de seguridad electrónico utilizando tecnología Raspberry Pi para que garantice el ingreso seguro al personal que labora en el local.....	40
8.5.2 Diagrama eléctrico nueva estructura.....	42
8.5.2 Análisis del componente .....	42
8.6 Raspberry pi .....	43
8.6.1 Diagrama de bloques de Raspberry pi .....	43
8.6.2 Raspberry pi 4.....	44
8.6.3 Especificaciones de la Raspberry Pi 4 modelo B .....	44
8.6.4 Esquema eléctrico .....	44
8.7 Cámara Raspberry Pi 4AXIS P1354 .....	45
8.7.1 Características .....	46
8.7.2 Requerimientos del Software Raspberry .....	47
8.8 Definición de Requerimientos de la unidad de programación o hardware .....	48
8.9 Requerimientos de la cámara .....	49
8.10 Ergonomía .....	49
8.11.1 Requerimientos del Algoritmo .....	52
8.12 Herramientas de software .....	52
8.12.1 Hardware .....	53
8.12.2 Selección de la técnica de Reconocimiento Facial.....	54
8.13 Eigen-Faces.....	54
8.14 Comparación de desempeño con las técnicas (PCA, ICA y LDA).....	56
8.15 Observación del comportamiento de las técnicas de reconocimiento facial. .....	57
8.15.1 Clasificación de porcentajes y tiempos para el reconocimiento facial.....	58
8.16 Instalación del Sistema Operativo en la Raspberry Pi.....	59
8.16.1 Instalación de OpenCV .....	60
8.16.2 Instalación de la cámara .....	62
8.16.3 Programaciones de base de datos.....	63
8.16.4 Extracción de características y algoritmo de reconocimiento. ....	63
8.17 Sistema de verificación para los usuarios identificados.....	64
8.18 Recopilación de datos de los usuarios .....	64

8.18.1 Programa de verificación: Python main.py .....	65
8.18.2 Detección del rostro y captura .....	65
8.18.3 Declaración de cámara .....	66
8.18.4 Declarar para cerrar y finalizar .....	67
8.18.5 Manipulación de la imagen.....	67
8.18.6 Interfaz Gráfica. ....	67
CAPITULO III.....	68
8.19 Evaluar el funcionamiento del sistema de reconocimiento facial para realizar pruebas piloto.....	68
IX. Conclusión.....	71
X. Recomendaciones.....	72
XI. Bibliografía.....	73
XII. Anexos.....	79

## Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: RECONOCIMIENTO FACIAL .....	9
ILUSTRACIÓN 2: FASES DE RECONOCIMIENTO .....	9
ILUSTRACION 3: FACE DETECTION APPROACHES .....	10
ILUSTRACIÓN 4: COMPUTADOR CENTRAL.....	15
ILUSTRACIÓN 5: ALGORITMOS PARA EL ANÁLISIS Y RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES .....	16
ILUSTRACIÓN 6: SEGMENTACIÓN RECONOCIMIENTO FACIAL. ....	17
ILUSTRACIÓN 7: SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO.....	20
ILUSTRACIÓN 8: SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO RED.....	22
ILUSTRACIÓN 9: MICROCONTROLADORES .....	24
ILUSTRACIÓN 10: DIAGRAMA DE BLOQUES MICROCONTROLADORES.....	25
ILUSTRACIÓN 11: UBICACIÓN DEL LOCAL .....	28
ILUSTRACIÓN 12: PLANO ESTRUCTURAL "VALENTINA CAFÉ".....	29
ILUSTRACIÓN 13: MONITOREO DE CÁMARAS DE SEGURIDAD .....	36
ILUSTRACIÓN 14: DIAGRAMA ELÉCTRICO SISTEMA DE SEGURIDAD "VALENTINA CAFÉ" .....	36
ILUSTRACIÓN 15: DIAGRAMA DE FLUJO FUNCIÓN DE TODO EL SISTEMA .....	39
ILUSTRACIÓN 16: COMPONENTES DEL PROTOTIPO .....	40
ILUSTRACIÓN 17: DIAGRAMA ELÉCTRICO NUEVA ESTRUCTURA .....	42
ILUSTRACIÓN 18: DIAGRAMA DE BLOQUES RASPBERRY .....	43
ILUSTRACIÓN 19: CONEXIONES RASPBERRY PI 4.....	45
ILUSTRACIÓN 20: AXIS P1354 .....	46
ILUSTRACIÓN 21: ANGULO DE INCLINACIÓN.....	51
ILUSTRACIÓN 22: HERRAMIENTAS DE CONFIGURACIÓN DEL OS DE RASPI.....	59
ILUSTRACIÓN 23: HERRAMIENTAS DE CONFIGURACIÓN DEL OS DE RASPI.....	61



ILUSTRACIÓN 24: CÓDIGO FUENTE DE LA LIBRERÍA CV2. ....	61
ILUSTRACIÓN 25: RASPI.....	62
ILUSTRACIÓN 26: VIRTUAL OPENCV. ....	62
ILUSTRACIÓN 27: OPENCV .....	63
ILUSTRACIÓN 28: DIAGRAMA DE FLUJO BASE DE DATOS.....	63
ILUSTRACIÓN 29: DIAGRAMA DE BLOQUE DE ETAPAS DE DETECCIÓN DEL ROSTRO. ....	65
ILUSTRACIÓN 30: DETECCIÓN DEL ROSTRO .....	66
ILUSTRACIÓN 31: PYTHON NÚMERO DE FOTOS .....	66
ILUSTRACIÓN 32: DIAGRAMA DE FLUJO INTERFAZ GRAFICA .....	68
ILUSTRACIÓN 33: PRIMERA PRUEBA DE FOTOGRAFÍA, ESCANEADO DEL ROSTRO DE DARWING.....	69
ILUSTRACIÓN 34: SEGUNDA PRUEBA RECONOCIMIENTO DEL ROSTRO DE DARWING .....	69
ILUSTRACIÓN 35: TERCERA PRUEBA DETECCIÓN DEL ROSTRO DE SHARON. ....	70
ILUSTRACIÓN 36: ANEXO .....	79
ILUSTRACIÓN 37: ANEXO DETECCIÓN DEL ROSTRO. ....	79
ILUSTRACIÓN 38: ANEXO .....	81
ILUSTRACIÓN 39: ANEXO .....	82
ILUSTRACIÓN 40: ANEXO .....	82
ILUSTRACIÓN 41: ANEXO .....	83
ILUSTRACIÓN 42: ANEXO .....	83
ILUSTRACIÓN 43: ENTREVISTA.....	84

### Índice de tablas.

TABLA 1: Operacionalizacion de variables .....	32
TABLA 2: Resultados informados por diferentes grupos de investigación que prueban los tres algoritmos descritos. ....	57
TABLA 3: clasificación de porcentaje y tiempos para el reconocimiento facial .....	58



## **I. Introducción.**

Para cualquier institución es importante la seguridad, es decir, que siempre se encuentre seguro de personas externas que puedan ocasionar daños diferentes. Es por ello que se diseñó un sistema de reconocimiento facial de control de acceso principalmente para el acceso en instituciones del gobierno o empresas privadas.

En consecuencia, para este proyecto, se considera una solución viable la de diseñar un prototipo que identifique a los usuarios que entran y salen desde los puntos de acceso para poder ofrecer la información de quiénes se encuentran dentro, se hace referencia a los responsables encargados del control del Personal, tanto en situaciones ordinarias como en caso de incendio o emergencia.

Un método factible para la identificación de usuarios es la detección facial a partir de una cámara. Para procesar esa información y enviar los datos necesarios, se debería poder trabajar un prototipo con un Hardware que ofrezca ciertas facilidades y amplitud de opciones para el diseño del Software y el montaje de los diferentes periféricos que fueran necesarios. En definitiva, sería interesante trabajar con una estructura similar al de un ordenador convencional, pero de tamaño, prestaciones y precio reducidos para diseñar e implementar un prototipo que satisfaga el problema planteado. Existe en el mercado actual un dispositivo, llamado Raspberry Pi, que cumple con los requisitos descritos para el Hardware del prototipo y que al mismo tiempo dispone de un Sistema Operativo muy completo, con lo que finalmente se ha decidido basar la solución del proyecto con el mismo.

El procesamiento digital de imágenes es un campo de investigación abierto, relacionado con la computación gráfica. El constante progreso de la misma ha sido en conjunto con otras áreas con las cuales está relacionada, como las matemáticas, la minería de datos y el conocimiento cada vez mayor de ciertos órganos del cuerpo humano que intervienen en la percepción y la manipulación de las imágenes. A todo esto, se suma la inquietud del hombre por imitar y usar ciertas características del ser humano como apoyo en la solución de problemas. El avance del procesamiento digital de imágenes

se ve reflejado en la medicina, la astronomía, geología, entre otros. Los sistemas de seguridad basados en reconocimiento facial tienen sustento gracias a estos avances.

## **II. Antecedentes**

Según (DAVID castaño, 2019), realizó un Sistema De Reconocimiento Facial Para Control De Acceso A Viviendas en la universidad Católica de Colombia, cabe aclarar que los dispositivos utilizados se encuentran en el mercado y las herramientas de software son Open source, algunos de estos objetos son la placa de desarrollo Raspberry Pi 3 modelo B+, una cámara full HD Ecam 8000 y una pantalla táctil de 3.5 pulgadas adherida a la placa de desarrollo, en cuanto al software se usó Linux distribución Debian (Raspbian) para Raspberry pi, Python como lenguaje de programación junto con OpenCV para la manipulación de las imágenes.. El objetivo de dicho trabajo consistió en Desarrollar un sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de una vivienda.

Se concluye Al hacer la recopilación de información de las técnicas de reconocimiento facial se evidencia que muchas de ellas eran bastante viables para utilizarlas en este proyecto, sin embargo, se tomó la decisión de usar la técnica de reconocimiento facial Eigen-faces junto al PCA, debido a varias razones que la anteponen. Estas razones son por su baja complejidad computacional y su poca utilización de recursos de la imagen, lo hacen que tenga un tiempo de respuesta muy aceptable, y el reconocimiento sea de un 97% preciso. Además de ser uno de los algoritmos más conocidos y confiables por la comunidad investigadora, este puede acoplarse con otras técnicas para mejorar el entrenamiento de las imágenes de referencia.

Según (Adiact Gutiérrez, 2017), realizó un Sistema de control de acceso peatonal al RURD de la (unan - Managua) utilizando tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Finalmente se presenta una solución para este control de accesos basándonos en su diseño en red, software a utilizar y la tecnología debido a la seguridad que esta presenta y la adaptabilidad que posee para este sistema.

Se concluye que La tecnología se caracteriza por su rápido desarrollo y no se puede permanecer al margen sin participar de los efectos que va produciendo en la sociedad.

En el presente trabajo se pretende modernizar el sistema peatonal de ingreso del gremio estudiantil al Recinto Universitario Rubén Darío de la UNAN - MANAGUA mediante un sistema de control de acceso peatonal basado en tecnología de Identificación por Radio Frecuencia (RFID), la cual permite tener un control automático desde el momento que se genera una credencial hasta que ésta se valida. Inicialmente se analizan las diferentes tecnologías electrónicas de auto identificación, su funcionalidad y cuál de ellas es la más adecuada a utilizar. Posteriormente se describen las etapas, funcionalidad y manera de operación de dicho sistema, así como su diseño y gestión del panel de acceso en red a través del ordenador unificando así las opciones de acceso del peatón.

Finalmente Se presentan los elementos que participan en un sistema de este tipo y pese a que en esta ocasión se orientó al control de acceso, la mayoría de las cuestiones estudiadas aplican para múltiples casos.

Según (Moreano Rojas, 2019) realizo un proyecto de Control de acceso mediante reconocimiento facial, utilizando las tecnología raspberry pi 3, el cual mediante la librería OpenCV y extensiones XML de clasificadores podrá reconocer el rostro previamente entrenado y configurado con el clasificador haard cascada luego de esto al detectar el rostro ya guardado con un cierto porcentaje de confiabilidad este manara la señal al relé para que este pueda abrir la chapa eléctrica. El objetivo de dicho trabajo consistió en Desarrollar un sistema de control de acceso empleando reconocimiento facial basado en OpenCV y Raspberry Pi3.

Se concluye que un reconocimiento facial rápido es bueno usar un clasificador como para este caso el clasificador haarcascade para reconocimiento facial, ya que es menos complejo y más rápido, pero es menos preciso comparado a otros métodos como por ejemplo el HoG y el CNN.

### **III. Planteamiento del problema.**

En la actualidad existen diferentes tecnologías en cuanto a seguridad, registro de personal, en las oficinas o espacios de trabajo suelen ser frecuentadas por las mismas personas durante cada jornada. Hay casos en los que no existe un sistema de registro para los trabajadores o personal autorizado o en los apartamentos, domicilios u hoteles. Por otra parte, en ocasiones existen personas que no trabajan dentro de las oficinas durante la totalidad de su horario. Por estos motivos muchas veces resulta extremadamente difícil saber en cada momento quién sale y quién entro. El problema que existe dentro del ámbito laboral, en algunas empresas, hoteles u domicilios es el mismo el cual resulta difícil hacer un recuento en caso de incendio o simulacro.

Por este motivo, se ha pensado en diseñar un prototipo que identifique a los usuarios que entran y salen por los diferentes puntos de acceso ya sea de domicilios, hoteles, trabajos o cualquier fin de este tipo de prototipo para poder ofrecer valiosa información a los responsables de la seguridad en caso de incendio o cualquier otra emergencia. De la misma forma, la información ofrecida por el prototipo puede ser útil para buscar al personal del negocio.

Este proyecto plantea una solución para el problema, diseñando un sistema para el control de presencia de los usuarios visto de otra forma, este sistema puede identificar al personal que se registre al momento de entrar. La identificación de los usuarios se ha basado en la tecnología de reconocimiento facial a partir de una cámara instalada en el miniordenador Raspberry Pi.

Vivimos tiempos diferentes cada año la tecnología nunca se detiene con este lema surge la idea de la necesidad de innovar, esta idea la cual se trata de un control de personas por medio de reconocimiento facial con el fin de ofrecer un medio de seguridad, control fiable y económico.

¿Cómo resolver el problema de seguridad al momento de ingresar al local?

#### **IV. Justificación**

El propósito en la propuesta surge con la finalidad de desarrollar una innovación tecnológica que permita facilitar el acceso y brindar mayor seguridad a los usuarios. Debido a la necesidad de integrar nuevas medidas y gracias a los avances tecnológicos se han diseñado diferentes alternativas que solventan los problemas de seguridad que se pueden presentar en el local. Por tanto, la propuesta de diseño tiene propósito de mejorar el control de acceso e innovar, haciendo uso del reconocimiento facial.

Cumpliendo con los objetivos que se plantean más adelante, el sistema de reconocimiento facial facilita el control de entrada y salida de cada usuario. El reconocimiento facial es una tecnología capaz de identificar o verificar a un sujeto a través de una imagen, vídeo o cualquier elemento audiovisual de su rostro. Generalmente, esta identificación es usada para acceder a una aplicación, sistema o servicio.

Es una forma de identificación biométrica que se sirve de medidas corporales, en este caso la cara y la cabeza, para verificar la identidad de una persona. La tecnología recoge un conjunto de datos biométricos únicos de cada persona asociada a su rostro y expresión facial para identificar, verificar y/o autenticar a una persona.

**Relevancia social:** Este estudio contribuirá a que los estudiantes de ingeniería electrónica se involucren al uso de este tipo de propuesta mejorando su uso, implementando nuevas ideas emprendedoras. La tecnología Raspberry pi es una herramienta que sirve para la investigación, el desarrollo, comunicación, la seguridad etc. Desde hace mucho tiempo el ser humano ha querido desarrollar sistemas biométricos, con los cuales se pueda llegar a identificar a las personas. La idea es capturar los movimientos del rostro humano con todos los detalles para luego traspasar todos los gestos

**Implicaciones practicas:** La tecnología de reconocimiento facial mediante OpenCV que consta con una Biblioteca Libre, es la más adaptable a este proyecto debido a la sencilla implementación. Permitirá resolver problemas de seguridad y un control de acceso. También la realización de esta investigación permitirá abrir campo en el ámbito laboral en manejos de equipos tecnológicos de este tipo.

**Valor teórico:** Además, con este sistema de control se garantiza al administrador un registro en la base de datos, las horas habilitadas, también al tener un control en las entradas principales se evita inconvenientes y sobre todo otorgar seguridad a las personas que accedan al lugar. La tecnología de reconocimiento facial es algo cada vez más cotidiano, como podemos comprobar en teléfonos en redes sociales en GPS donde sirve como sistema de desbloqueo, o en el control de disturbios, pero en otros ámbitos tampoco para de evolucionar, Este tema de reconocimiento facial tiene un sin número de aplicaciones en las cuales se podrá seguir investigando por muchos años.



## **V. Objetivos**

### **5.1. Objetivo General**

**Proponer un sistema biométrico basado en reconocimiento facial utilizando Tecnología raspberry pi para control de acceso al personal de la miscelánea “Valentina Café”, primer semestre año 2022.**

#### **5.1. 2 Objetivos Específicos.**

- Diagnosticar la necesidad de crear un dispositivo de seguridad basado en reconocimiento facial en el local.
- Diseñar un prototipo de sistema de seguridad electrónico utilizando tecnología Raspberry Pi para que garantice el ingreso seguro al personal que labora en el local.
- Evaluar el funcionamiento del sistema de reconocimiento facial para realizar pruebas piloto.

## **VI. Fundamentos teóricos**

### **6.1 Reconocimiento facial:**

El sistema de reconocimiento facial es una aplicación dirigida por computadora que identifica automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto es posible mediante un análisis de las características en la cara de la persona extraídas de la imagen o de un fotograma clave o de una fuente de vídeo, y comparándolas con una base de datos.

La detección comprende el proceso de analizar características de las imágenes con el fin de identificar la ubicación de una cara o un conjunto de caras, lo que puede llegar a ser complejo ya que depende de muchas variables que no son fácilmente controlables, como la posición e intensidad de la luz, posición e inclinación de la cara, expresión facial, oclusión, orientación de la imagen, etc. Por otra parte, el reconocimiento facial es el proceso de análisis de características específicas de un rostro para determinar a quién corresponde (marina, 2020).

El reconocimiento facial es una tecnología que últimamente está siendo abarcada por varias áreas de la investigación como el análisis de imagen, extracción de características de archivos digitales etc., esto es debido a que este proceso tecnológico puede emular la capacidad del ser humano de reconocer personas siguiendo un patrón específico ubicado en nuestro cerebro, según la revista científica investigación y ciencia “los estudios de neuroimagen han revelado que varias regiones del tamaño de un guisante radicadas en el lóbulo temporal (la zona del cerebro situada bajo la sien) están especializadas en el reconocimiento de las caras.

Los neurocientíficos las llaman áreas faciales, estas zonas toman ciertas características faciales de la persona a reconocer como el color de la piel, tamaño de ojos, nariz y características únicas de cada persona y todo esto es un actividad semiinconsciente dado que en algunas ocasiones el cerebro hace este reconocimiento sin que la persona se percate, teniendo esto en cuenta esta tecnología quiere replicar esta función siguiendo una serie de pasos como detención facial, análisis de

características, comparación con base de datos. Por otra parte, se puede definir el sistema de reconocimiento facial como una aplicación dirigida por ordenador que identifica automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto es posible mediante un análisis de las características faciales del sujeto extraídas de la imagen o de un fotograma clave de una fuente de video, como se logra observar en la figura y estas son comparadas con una base de datos. (Ver ilustración 1)



Ilustración 1: Reconocimiento facial  
(CASCALLANA, 2018).

### 6.1.1 El reconocimiento facial es posible gracias a tres fases:

1. Detección del rostro.
2. Extracción de características.
3. Reconocimiento

En la ilustración 2, se muestra el proceso de reconocimiento facial, la cual sigue una línea donde la imagen pasa por varias fases para ser identificada.

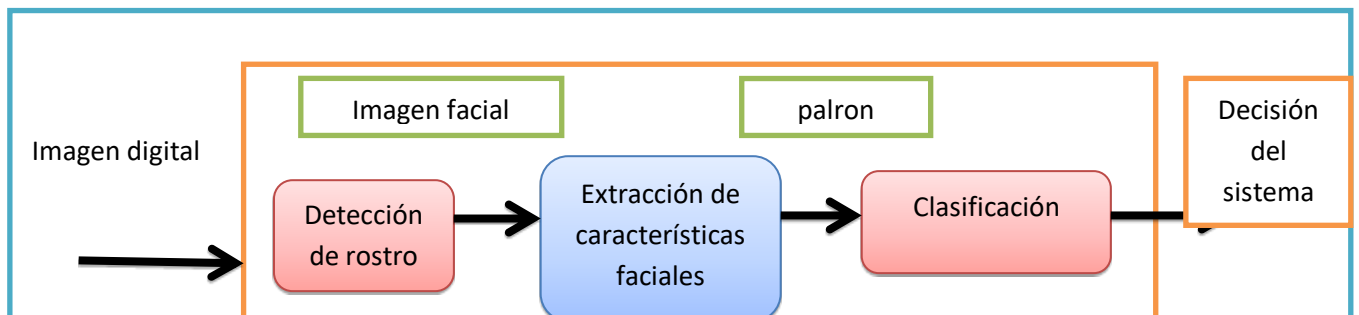


Ilustración 2: Fases de reconocimiento.  
(David Espinoza, 2015)

### 6.1.2 Fases del reconocimiento facial.

En esta parte se van a manejar conceptos teóricos sobre el funcionamiento de los sistemas de control de acceso como el reconocimiento a partir de su proceso de detección facial, la extracción de características con los algoritmos que más adelante se especificarán, reconocimiento que consiste en la clasificación de patrones extraídos del rostro.

Como primera parte se piensa seguir el orden del proceso de reconocimiento facial como se evidencia en la ilustración 3, por lo tanto, se describirán las fases para el reconocimiento facial apoyándose en el mapa conceptual de la ilustración.

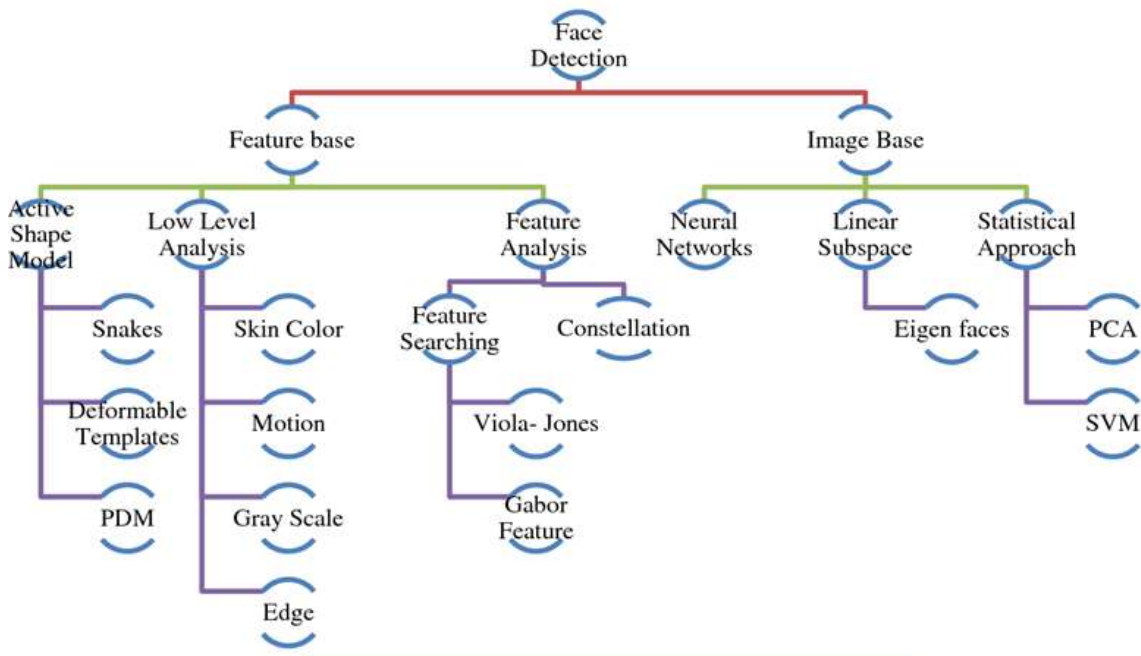


Ilustración 3: Face Détection Approaches

(Mitul Modi, 2014)

### **6.1.3 Ecuación del histograma.**

Las imágenes pueden presentar variabilidad en la luminosidad y en el contraste lo que produce que imágenes similares sean muy diferentes respecto al valor de intensidad de sus píxeles. Mediante la ecualización de su histograma, se pretende que las imágenes que tienen la mayor parte de sus valores de intensidad concentrados en una zona reducida del histograma, pasen a extenderse por todo el rango de valores del histograma. Esto resulta en imágenes con mayor contraste y con menor variabilidad lumínica entre ellas.

### **6.1.4 Extracción de características del rostro.**

La extracción de características se refiere a la obtención de propiedades o parámetros particulares de cada rostro para luego poder ser clasificados, esto puede tomar tres enfoques diferentes.

- Enfoque holístico, basándose en la imagen del rostro como un todo.
- Enfoque mediante características locales, dando mayor importancia a las diferentes partes del rostro (geometría facial).
- Enfoque híbrido, basado en la idea de que el sistema de percepción humana combina características locales y globales para el reconocimiento. Por otro lado, se pueden ver distintos métodos de extracción de características, parecidos a los enfoques anteriormente enumerados.

### **6.2. Modelo de forma activa - active shapemodel (asm).**

Esta característica se centra en rasgos complejos no rígidos, como lo es la apariencia física. El objetivo es localizar los puntos clave que tiene la cara, mediante un modelado estadístico en una imagen, como lo son; la nariz, boca cejas, labios y ojos. El modelo estadístico facial se construye a partir de un conjunto de entrenamiento que contiene

imágenes con puntos de referencia anotados manualmente. Los ASM se clasifican en tres grupos; Snakes, Deformable Templates y Point Distribution Model.

- Snakes: Se utiliza para determinar los límites de la cabeza.
- Deformable templates: Esta clasificación se generó para mejorar el rendimiento de Snakes, llevando la incorporación de información al ojo para mejorar la fiabilidad del proceso de extracción, por esta razón es necesaria esta clasificación.
- Point Distribution Model (PDM): Este representa las formas faciales como vectores. Este modelo aprende constelaciones permitidas de dar forma a los puntos de los ejemplos de entrenamiento y usar componentes principales para construir lo que se llama una Point Distribution Model.

### **6.3 Reconocimiento.**

Esta etapa final está compuesta por dos ítems, los cuales hacen el trabajo de identificación de los patrones enviados por la etapa anterior y la verificación de estos patrones para una comparación de los patrones obtenidos con unos anteriormente establecidos por el sistema.

Este reconocimiento consiste en la clasificación de las características extraídas del rostro detectado, esta clasificación puede ser realizada de manera controlada, lo cual consiste en que un patrón de entrada es identificado como miembro de una clase ya predefinida. Sin embargo, hay una manera que no es controlada y esta es donde el patrón es asignado a un a clase que no está predefinida o en otras palabras a una clase desconocida.

Para el reconocimiento, en cada clase hay un sujeto, por lo tanto, al clasificar las características extraídas de la cara del sujeto se está indicando a que sujeto pertenecen esos patrones, para el diseño de clasificadores se pueden distinguir tres aproximaciones basadas en:

1. Concepto de similitud.
2. Aproximación probabilística.

3. Optimización de un criterio de error.

## **6.4 Reconocimiento facial 2D y 3D tecnologías básicas.**

El rostro de la persona es una característica física que permite la identificación de la persona de manera única y estable. Existen equipos que capturan el patrón 2D (proyección en el plano) y equipos que capturan el patrón 3D (descripción volumétrica del rostro). (BUENO, 2020)

### **6.4.1 Reconocimiento facial 2D**

Los equipos de reconocimiento facial 2D no distinguen si lo que están capturando es realmente un rostro o una fotografía de un rostro, por lo tanto, en la mayoría de aplicaciones de control de acceso no ofrecen un nivel de seguridad suficiente. (BUENO, 2020)

### **6.4.2 Reconocimiento facial 3D.**

Los terminales de reconocimiento facial 3D incluyen la tecnología infrarroja combinada con la 3D, con lo que ya no es posible el uso de caretas o fotografías para falsificar el rostro de la persona. La biometría facial 3D permite la identificación sin contacto de forma muy rápida y segura.

El control de acceso mediante reconocimiento facial 3D sin contacto es ideal para entornos de alta sensibilidad como hospitales y entornos con un elevado número de personas: colegios, institutos y universidades, empresas de fabricación masiva, hospitales, clínicas y centros sanitarios.

Es ideal para todos aquellos trabajadores que utilizan las manos para manipular sustancias corrosivas, grasas y otros materiales en entornos como fábricas, construcción y obras, industria química, empleados de limpieza, restaurantes y hostelería, industria alimentaria y agraria etc. También es ideal en entornos en los que los empleados usan guantes, como pueden ser las empresas farmacéuticas, clínicas u hospitales o laboratorios. (Aguateknica, 2020)

## 6.5 Clasificación de un Sistema Biométrico.

La clasificación de un sistema biométrico se basa en la acción de reconocer las diversas características propias que caracterizan a una persona del resto, las cuales se muestran a continuación:

Por Su Tipo: Los sistemas biométricos se subdividen en dos grupos denominados biometría dinámica y estática como se muestra en la figura.

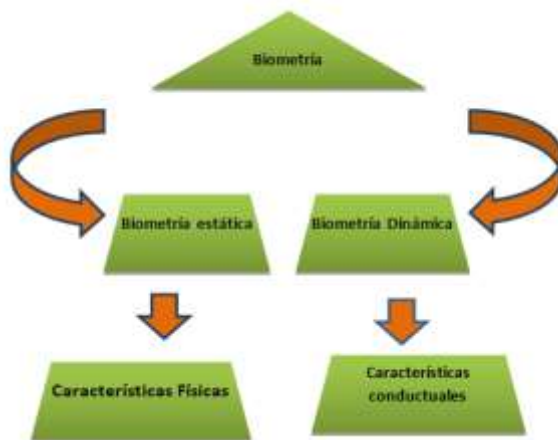


Ilustración 4: Clasificación de un sistema biométrico

(MARTÍNEZ, 2012)

### 6.5.1 Biometría estática.

La biometría estática utiliza rasgos físicos, como el escaneo de la huella dactilar o el reconocimiento facial, para desbloquear teléfonos móviles. La biometría estática es el análisis relacionado con las características físicas del ser humano entre los cuales se puede mencionar:

- Huellas dactilares
- Reconocimiento de rostro
- reconocimiento de voz
- Reconocimiento de iris



- Geometría de la mano (Concreto, 2017)

### 6.5.2 Biometría dinámica.

La biometría dinámica es el análisis de rasgos específicos relacionados con el comportamiento de una persona y entre los cuales se puede mencionar:

- Reconocimiento de la voz humana
- Reconocimiento de la firma
- Reconocimiento del rostro (recfaces, 2020)

### 6.6 Computador central

El computador central es el sistema principal el mismo que está compuesto por hardware y software siendo indispensable al momento de recibir, analizar y procesar los datos por medio de algoritmos, obteniéndose como resultado un mejor desempeño del sistema cumpliendo así objetivos específicos para los cuales fue creado.

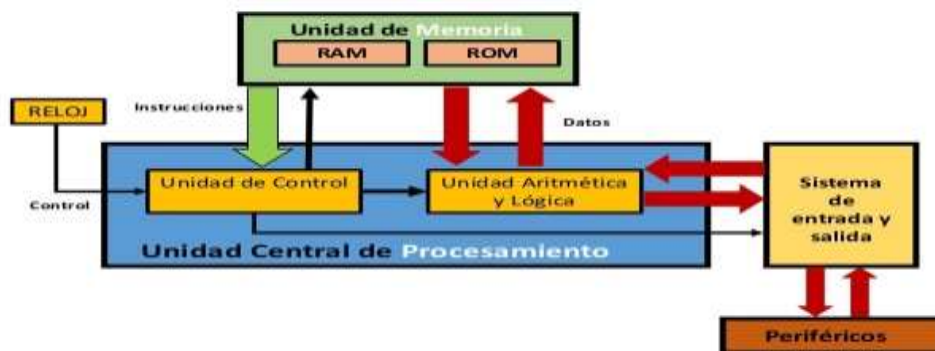


Ilustración 4: computador central

(Álvarez, 2017)

### 6.7 Algoritmos para el análisis y reconocimiento de imágenes

Los algoritmos para el análisis y reconocimiento son técnicas de visión por computadora que varían en relación a los objetivos y técnicas que se utilizan, siguiendo un adecuado procedimiento.

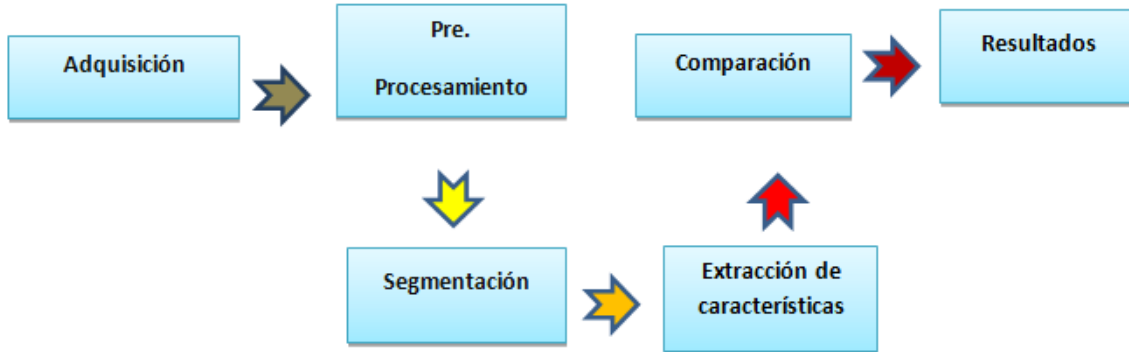


Ilustración 5: Algoritmos para el análisis y reconocimiento de imágenes

(Uribe, 2020)

La primera etapa llamada captura, es donde la cámara capta el objeto, donde depende de distintas variables como lo es la distancia del objeto o persona, la resolución de la cámara (Mpx) y las propiedades que se aplican a la cámara para esta captura de imagen.

El pre procesamiento, visualiza y procesa todo el entorno de la imagen que no es de interés como lo son las interferencias de otras personas, objetos, entre otros que no son de interés para el procesamiento de la imagen.

### 6.7.1 Adquisición o filtrado de imagen.

El filtrado de una imagen es la manipulación de imágenes que son adquiridas con un sistema de captura y las mismas no pueden ser utilizadas directamente dentro de un sistema de visión debido a que poseen variación cierta variación de intensidad la misma que es afectada por diversas fuentes como lo son: ruido, iluminación y al bajo contraste al momento de su detección y obtención, haciéndose necesario la realización de un reprocesamiento con la única finalidad de corregir dicho problema, ayudando también a la identificación de ciertas características específicas buscadas en las imágenes facilitando así el manejo de las mismas en etapas posteriores. (perez, 2018)

## 6.7.2 Segmentación de la imagen

La segmentación subdivide una imagen en sus partes constituyentes u objetos, con el fin de separar las partes de interés del resto de la imagen, por lo tanto, el nivel al que se lleva a cabo esta subdivisión depende del problema a resolver. En el proceso de detectar las partes en una imagen se identifican bordes de la imagen, o se segmenta está en regiones, líneas o curvas, etc. Otra definición considera a la segmentación como la clasificación de los puntos de la imagen (píxeles), indicando las clases a la que pertenecen los diferentes píxeles. (Nora La Serna Palomino)

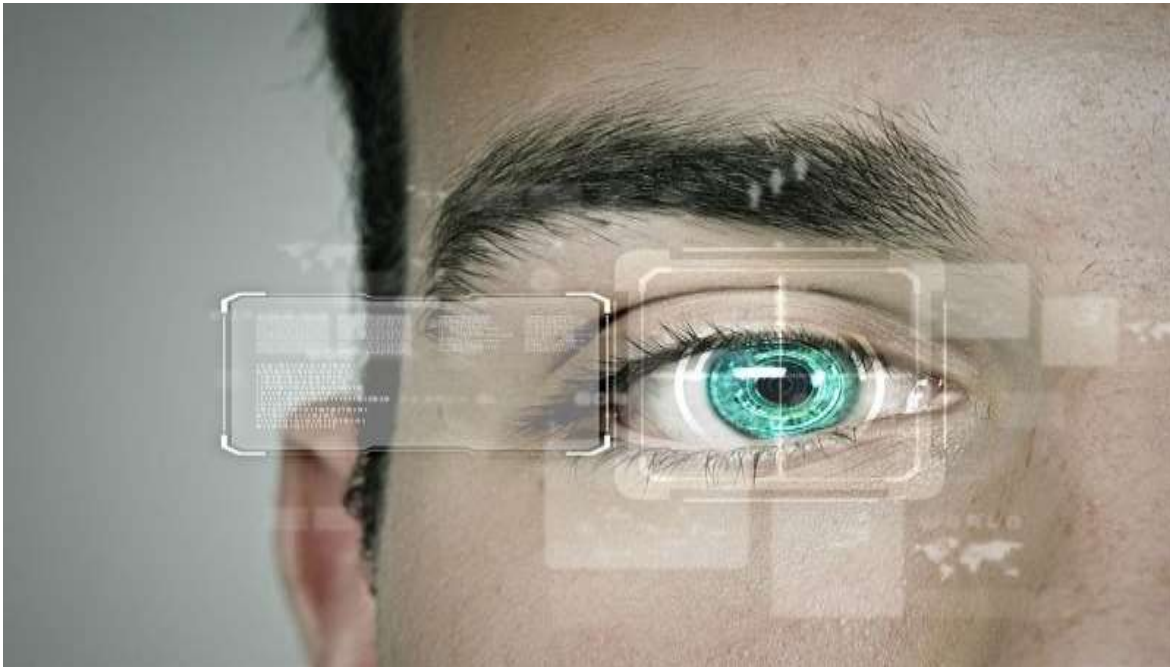


Ilustración 6: Segmentación reconocimiento facial.

(Romero, 2015)

## 6.7.3 Extracción de características

La extracción de características en imágenes y secuencias de imágenes faciales, consiste en extraer información asociada con la activación de los diferentes músculos del rostro, esta tarea puede realizarse en forma global u holística (análisis sobre el que se centrará este documento) en donde se analiza el rostro como un solo conjunto o

localmente en donde se seleccionan regiones de interés del rostro como ojos cejas y boca. Adicionalmente los métodos de extracción de características faciales se pueden clasificar de acuerdo a su enfoque en:

- Características faciales de movimiento.
- Deformaciones del rostro.
- Al análisis de movimiento se le denomina análisis dinámico.(William A. Castrillon, 2008)

#### **6.7.4 Reconocimiento de formas o comparación.**

El reconocimiento de formas es el empleo de técnicas computacionales utilizadas para hacer decisiones una vez los datos hayan sido recogidos por el sistema que adquiere imágenes y las procese mediante operaciones y transformaciones, dicha información es obtenida en forma de vector extrayendo rasgos y características de la imagen que está siendo analizada.

En la industria se utiliza mayormente en aplicaciones encargadas de realizar la inspección y clasificación de objetos, esto desencadena en la necesidad de tener una etapa que realice la selección de características, así como la etapa de aprendizaje, estas etapas se enfocan en reconocer patrones geométricos de formas como lo es el aplicar redes neuronales las cuales pueden desarrollarse mediante un aprendizaje adaptativo. (Guzmán)

#### **6.8 Control de acceso.**

El control de acceso es un término muy usado en cuanto se refiere a la seguridad de un lugar o establecimiento, este es un componente muy importante ya que permite monitorear y controlar electrónicamente el tráfico de personas a través de objetos como puertas, ascensores, talanqueras, entradas principales.

El control de acceso se encuentra en la mayoría de industrias y hogares donde se ve un tipo de automatización en el hogar y esto surge a través de la necesidad antigua de resguardar y proteger bien recursos u objetos o inclusive la propia seguridad del

usuario. En base a esto se desarrolló una serie de soluciones basándose en la tecnología disponible en el mercado utilizando estándares y arquitecturas abiertas lo cual posiciona como referencia dentro del sector de seguridad el control de acceso. (Fernández, 2021)

Algunas de las características más esenciales del control de acceso son:

- Restringir el paso a sitios por horarios, puertas y usuarios.
- Controlar flujo de personas por las instalaciones de una Compañía.
- Trazabilidad (Generación de Reportes)
- Registro de tiempos y asistencia.
- Control automático de entradas y salidas de vehículos o personas.
- Control de personas dentro de una edificación.
- Permite un control exacto del sin necesidad de presencia de supervisores para el registro de los personal ingresos y salida de los empleados.
- Protección de activos, reemplazo de llaves.
- Reemplazo de guardas y personal de seguridad. (Cortés, 2021)

## **6.9 Tipos de controles de acceso.**

Dado que los controles de acceso son sistemas automatizados que permite de forma eficaz, controlar el paso de personas a zonas restringidas en función de ciertos parámetros de seguridad establecidos por una empresa, establecimiento, comercio, institución o cualquier otro ente. Los controles de acceso también hacen posible llevar un registro automatizado de los movimientos de un individuo o varios dentro de un espacio determinado. Hay varias formas de clasificar los controles de acceso: sea por las dimensiones del espacio en el que se van a colocar o por la fuente de información que utilice el lector. Con base a la primera opción, los controles se pueden dividir en:

- Sistemas complejos: implican operaciones en red, destinados a grandes plantas industriales. Generalmente, requieren la apertura de varios controles de acceso o puertas.
- Sistemas para establecimientos comerciales de mediana envergadura donde se suele necesita un control de acceso no tan robusto con la apertura de 2 a 4 puertas.
- Sistemas pequeños destinados a locales de poco metraje o viviendas donde se requiera un control de acceso muy poco frecuente con la apertura de 1 o máximo 2 puertas. (Cortez., 2021).

En la ilustración inferior se puede observar los distintos tipos de acceso que existen teniéndolos como ejemplo.



Ilustración 7: sistema de control de acceso

(Larez, 2015)

## **6.10 Métodos de verificación para el control de acceso**

Los sistemas de Control de Acceso se han caracterizado por su gran acogida en el mercado actual, ya que, al ser independientes, automatizados y seguros a la vez, hacen de los procesos de salida y entrada a una empresa, conjuntos residenciales y viviendas un mecanismo dinámico y eficiente.

Los tipos de Controles de Acceso que existen hasta el momento tienen diferentes características y funciones que le permiten adecuarse a las necesidades de las personas u organizaciones. (Camilo Eduardo Gamba Roa, 2010)

### **6.10.1 Sistema autónomo o stand alone:**

Estos dispositivos trabajan sin ningún tipo de software para su configuración y descarga. Son altamente fiables y de gran utilidad en muchos lugares. Sus métodos de verificación pueden ser claves, tarjetas de proximidad y biometría.

Estos sistemas permiten controlar una o más puertas sin estar conectados a un ordenador o sistema central, quiere decir que este tipo de control de acceso no guarda registro de entradas o salidas. Los controles de acceso autónomos más sencillos funcionan simplemente como una llave electrónica, es decir, solo identifican a la persona y le permiten ingresar o salir de las instalaciones. (Magazin, 2018)

### **6.10.2 Método de control acceso vehicular:**

Se encargan de realizar la lectura tanto de stickers como tarjetas UHF de largo alcance, las cuales son ubicadas en el parabrisas de los vehículos.

Sistemas pequeños destinados a locales de poco metraje o viviendas donde se requiera un control de acceso muy poco frecuente con la apertura de 1 o máximo 2 puertas. (Gonzalez, 2017)

### 6.10.3 sistemas de control de acceso en red.

Estos sistemas son más complejos y cuentan con más funcionalidades que los anteriores, ya que se integran a través de un ordenador con un software que permite llevar el registro de todas las personas que entran o salen del centro, se puede extraer todo tipo de datos como la hora, fecha, también se ha utilizado en identificación, entre otros que se evidencian. Estos sistemas de control de acceso son totalmente personalizables para cada cliente, pudiéndose realizar combinaciones complejas que ofrecen funcionalidades adaptadas a cada necesidad.

Para el control de acceso si utilizan un gran número de métodos para verificar que usuario no es un impostor además de dar acceso al propietario de cualquier cosa que resguarde el control de seguridad, en el mercado existen grandes variedades de control de acceso desde los más complejo como lo son reconocimiento por biometría hasta una talanquera o control por verificación de dígitos. (Esmoris, 2019)

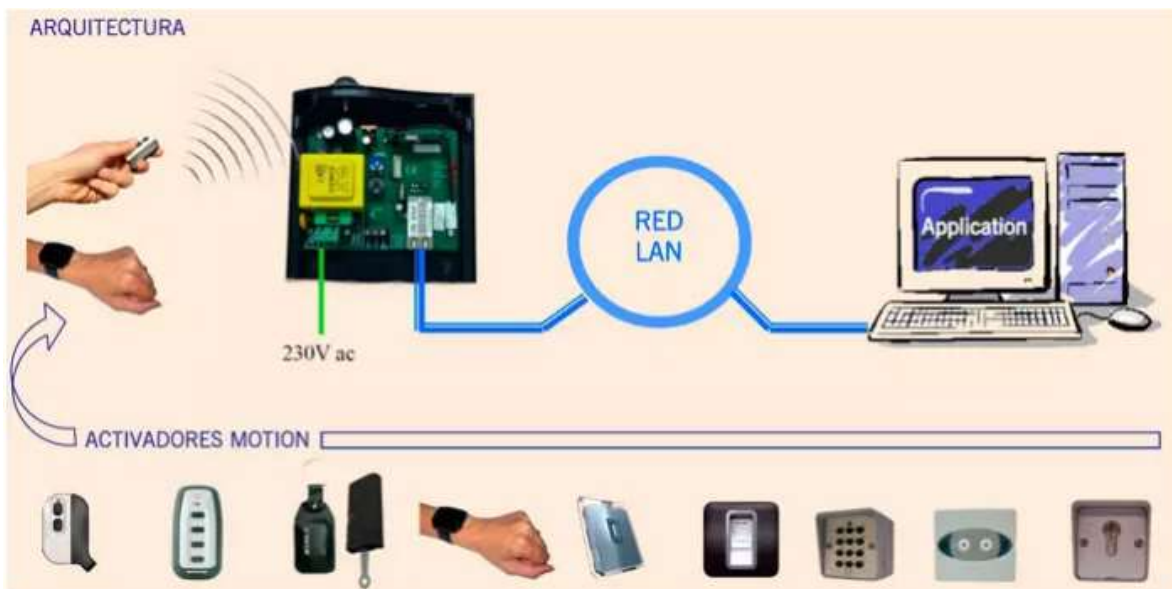


Ilustración 8: Sistema de control de acceso red.

(juan, 2014)



#### **6.10.4 Sistema de verificación de dígitos.**

Es un método tanto físico como digital, y se usa para el control de acceso a una cerradura, compuerta, caja fuerte etc. estos métodos por verificación de dígitos son por lo regular dispositivos con teclado los cuales se ingresa un cierto número de caracteres los cuales verifican la entrada con un clave proporcionado por el usuario principal para a continuación dar acceso a una cerradura. (Leegales, 2020)

#### **6.10.5 Sistema RFID.**

Es un método automático de identificación el cual se basa en el almacenamiento y captura a distancia de datos usando dispositivos etiquetas o tags. Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, que puede ser adherida o incorporada a un producto, o a una persona como una pegatina, con el propósito de identificarlo a distancia usando ondas de radio. Los sistemas RFID se componen básicamente de tres elementos:

Tag RFID: Compuesto por una antena, un transductor de radio y un chip. Los hay de diferentes tipos, principalmente se clasifican en pasivas, activas y sema-activas.

Lector RFID: Compuesto de antenas, un transceptor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si hay algún tag en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de un tag, extrae dicha información y se la pasa al sistema de procesamiento de datos. (marketing, 2018)

Sistema de procesamiento de datos: Es una aplicación que gestiona y procesa los datos recibidos del lector RFID.

#### **6.11 Microcontrolador**

Es un tipo de circuito integrado en el cual se encuentran una CPU, y sus unidades de memoria RAM y ROM. Dependiendo del que vayas a usar, tienen en sus partes cierta cantidad de puertos de entrada y salida y también de periféricos. (chala E. f., 2020)

- Velocidad del reloj u oscilador

- Tamaño de palabra
- Memoria: sram, flash, eeprom, rom, etc.
- I/o digitales
- Entradas analógicas
- Salidas analógicas (pwm)
- Dac (digital to analog converter)
- Adc (analog to digital converter)
- Buses
- Uart
- Otras comunicaciones.

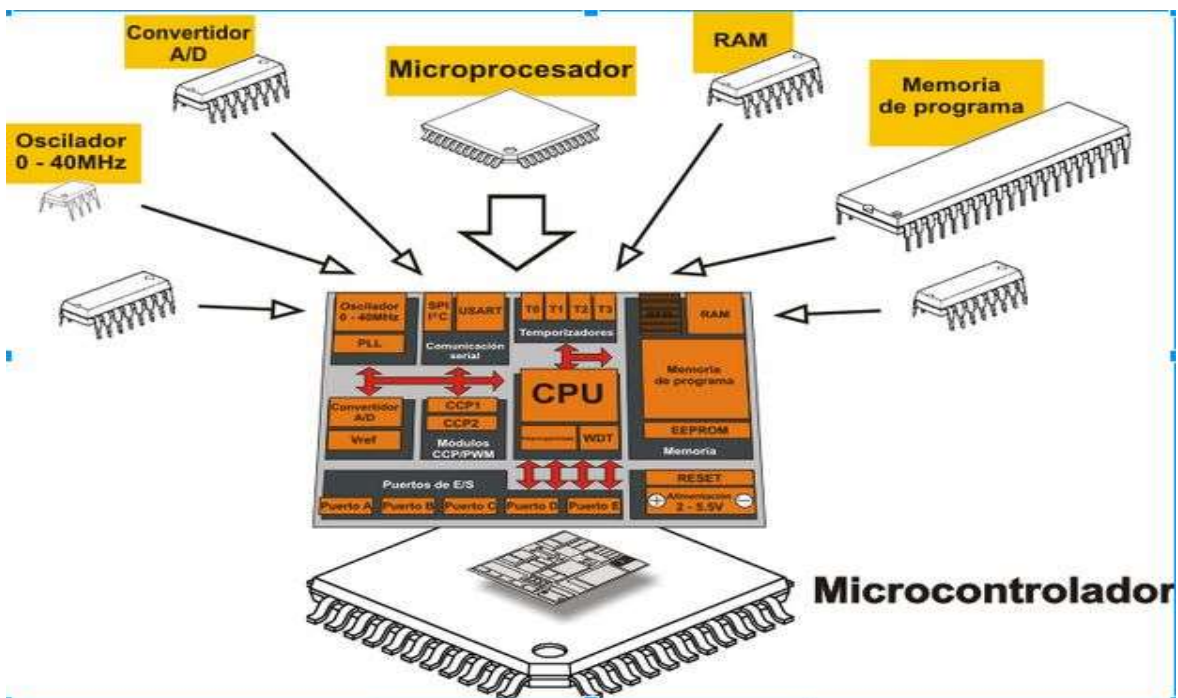


Ilustración 9: Microcontroladores

(chala, 2020)

### 6.11.1 Tipos de microcontroladores.

Un microcontrolador es un solo chip y se denota con  $\mu\text{C}$  o  $\text{uC}$ . La tecnología de fabricación utilizada para su controlador es VLSI. Un nombre alternativo del

microcontrolador es el controlador integrado. En la actualidad, existen diferentes tipos de microcontroladores que existen en el mercado como 4 bits, 8 bits, 64 bits y 128 bits. Es un microordenador comprimido que se utiliza para controlar las funciones del sistema integrado en robots, máquinas de oficina, vehículos de motor, electrodomésticos y otros dispositivos electrónicos. Los diferentes componentes utilizados en un microcontrolador son un procesador, periféricos y memoria. Estos se utilizan básicamente en diferentes dispositivos electrónicos que requieren cierto control por parte del operador del dispositivo. Este artículo analiza una descripción general de los tipos de microcontroladores y su funcionamiento.

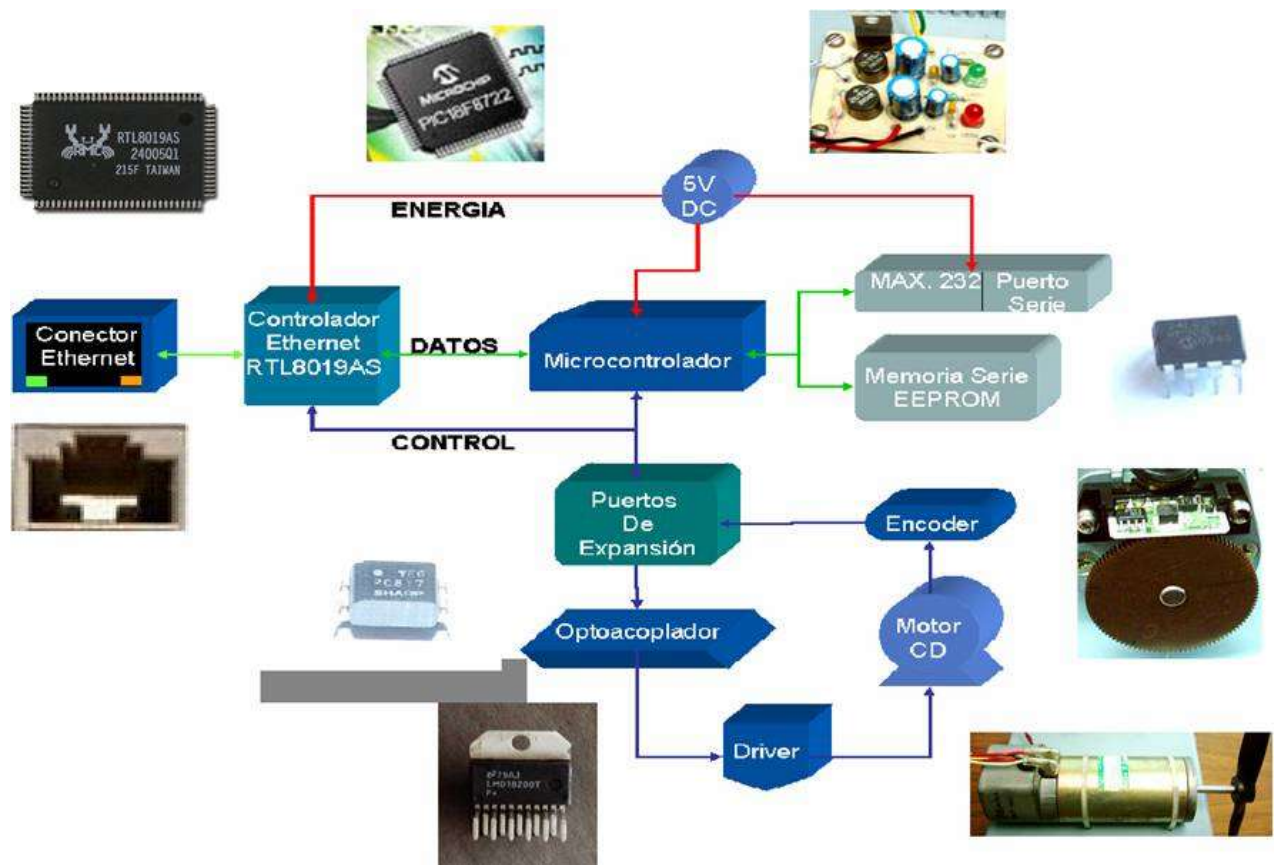


Ilustración 10: Diagrama de bloques microcontroladores.

(Pedraza, 2015)

## 6.12 Cámaras

A nivel muy básico, una cámara fotográfica es una caja oscura en el interior de la cual se sitúa una lente denominada, objetivo cuya función es proyectar sobre una película o sobre un sensor fotosensible los rayos del objeto u objetos que deseamos captar. Dado que la imagen debe ser real (y no virtual, para que se proyecte sobre el elemento fotosensible), la lente debe ser convergente. (Porto)

### 6.12.1 Tipos de cámaras

- Cámara infrarroja. Esta es perfecta para lugares oscuros y aplica para la vigilancia las 24 horas al día, de forma automática enciende el infrarrojo en el momento que hay menos luminosidad.
- Cámara de interiores: Se trata de las cámaras caseras, estas no necesitan de grandes características en cuanto a la luminosidad (nocturnas, infrarrojas, etc.), ya que permanecen en lugares iluminados.
- Cámaras Antirrobo: Este tipo de cámara por lo general está ubicado en zonas urbanas, por lo que debe tener una carcasa resistente a golpes, lluvia, calor, entre otros.
- Cámaras IP: Estas se conectan directamente a internet para enviar o subir la información a la nube, así mismo se puede observar la imagen que esté transmitiendo mediante un dispositivo configurado con la cámara y conectado a internet.
- Cámaras con movimiento y zoom: Se utilizan para circuitos cerrados de Tv (CCTV), donde existe una persona monitoreando la cámara y esta les realiza movimiento o zoom.

- Cámaras ocultas: También llamadas cámaras espías, por lo general se instalan dentro de algún objeto, como; detectores de humo, sensores de movimiento, espejos, tornillos, enchufes, entre otros, de esta forma no se ven y pasan por desapercibidas.
- Cámaras WIFIS o inalámbricas: Son aquellas que no están conectadas directamente por un cable. Normalmente tiene una batería que las hace funcionar y transmiten los datos por medio de WIFI. Son las utilizadas dentro de casa, por ejemplo, para ver cómo están los niños o él bebe, y también tecnología se ha incorporado a las cámaras IP para trabajar de forma directa con el monitoreo por internet. (Ovance)

## **VII. Diseño Metodológico**

### **7.1 Tipo de Estudio**

Se utilizará un enfoque cualitativo puesto que no se integran técnicas cuantitativas en la recolección de datos e información, Es descriptivo puesto que se describirán las características y propiedades del sistema de reconocimiento facial respecto a su funcionamiento. Es transversal porque se realizará el estudio en un momento determinado.

### **7.2 Área de estudio.**

La investigación es aplicada porque se contribuirá a la solución de un problema concreto, lo primero que se tuvo en cuenta es contar con la ubicación del lugar.” **Valentina Café** “, cuya dirección es de la universidad (UNIAV) 1 cuadra y ½ al sur, Barrio el Palenque departamento de Rivas.

## 7.2.1 Ubicación del lugar.

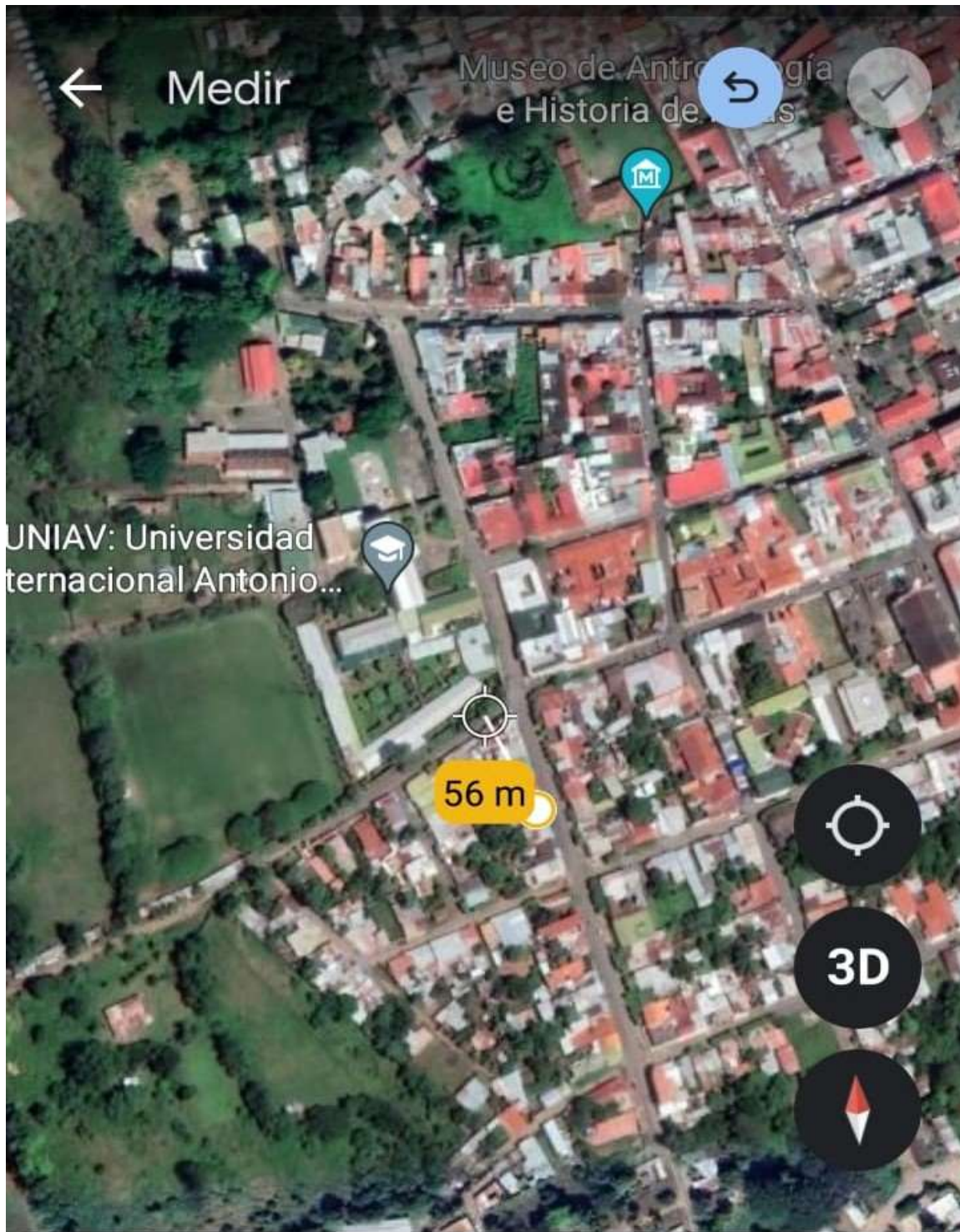


Ilustración 11: Ubicación del local

## 7.2.2 Plano estructural de Valentina Café

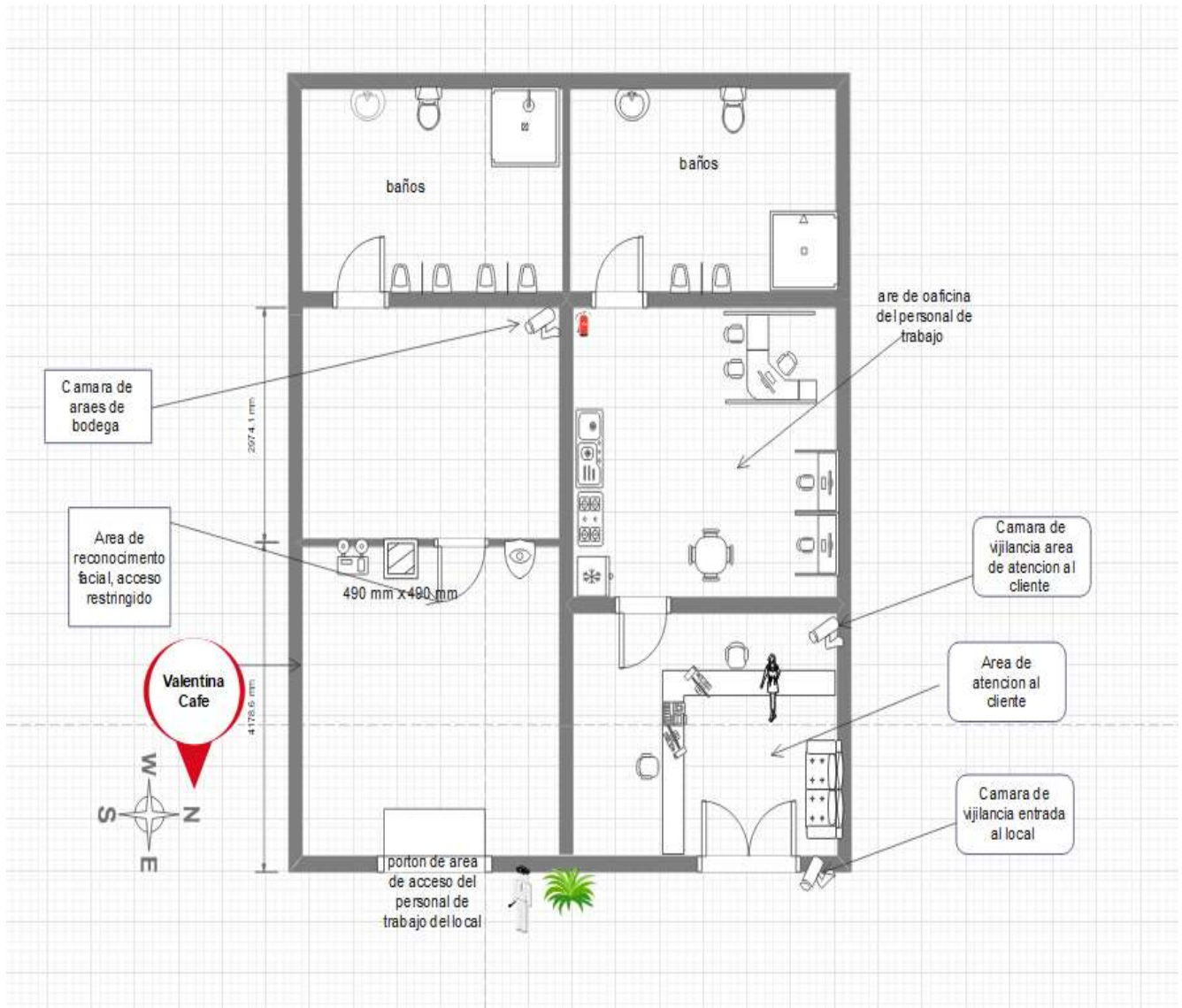


Ilustración 12: Plano estructural "Valentina Café"

Fuente: Autores

Como parte importante para entender bien el proceso del objetivo se realizó el plano estructural del local, tomando en cuenta una perspectiva desde un ángulo más entendible.

### 7.3 Universo y muestra

En las viviendas se cuenta con un número de personas aproximadamente entre 12 a 10 en total las cuales se tomarán de muestra unas 3 a 4 personas sin importar el sexo o color de piel ni edad lo cual representan el 25% la cual es la que permanece en la vivienda, lugar de trabajo, oficina o cuarto de control.

El tipo de muestreo no es probabilístico no se utilizaron formulas estadísticas para obtener el tamaño de la muestra se tomaron bajo el criterio de convivencia.” Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas”.

#### 7.3.1 Entrevista

Durante la visita al negocio conocido como “**Valentina café**” en Rivas se entrevistó primeramente al dueño del local lo cual nos brindó información específica y general de lo que la seguridad ineficiente del local.

El local tiene ya 5 años de brindar servicios lo cual su horario de servicio es de 14 horas diarias, durante la entrevista nos explicó sobre la seguridad actual y su forma de trabajo:

- Cada cuanto tiempo salen y entran del local.
- Con que frecuencia entran personas desconocidas a ingresar por la entrada a proponer de reconocimiento facial.
- Cuanto tiempo de grabación dura el sistema de cámara de seguridad actual.
- Tienen algún proyecto de cambio de infraestructura.
- Que tan inseguro es sin un medio de seguridad de reconociendo facial.

Por otro lado, las cámaras de seguridad no tienen conexión web ni ninguna aplicación que se pueda manipular desde otro punto por lo cual se explicó al personal en que consiste el proyecto: Propuesta de seguridad de reconociendo



facial donde se expresó el alcance del proyecto de seguridad para llevar un buen control de personas que ingresan al área y así evitar robos.

El estudio es de tipo mixto ya que para la presente investigación se asistió a técnicas como la observación directa de las instalaciones, área de atención al cliente, requerimientos y necesidades con las que cuenta actualmente el local.

**Entrevistas directas:** se aplicó a 2 trabajadores del local que atienden a los clientes el cual se brindó información general, técnicas y manejo del software.

**Observaciones:** La visita de campo contribuyo a la recopilación de la información que no se logró obtener por medio de la entrevista.

#### 7.4. Operacionalización de variables

<b>Objetivos Específicos.</b>	<b>Variable Conceptual</b>	<b>Subvariables o Dimensiones</b>	<b>Variable Operativa o Indicador</b>	<b>Técnicas de Recolección de Datos e Información.</b>
Objetivo específico 1. Diagnosticar la necesidad de crear un dispositivo de seguridad basado en reconocimiento facial.	Diferentes tecnologías determinando la mejor utilizando microcontrolador.	Beneficios al usuario. Beneficios al local. Beneficio en cuanto a costo.	Ubicación geográfica del local "Valentina Café". Dispositivos con los que cuenta el local.	Entrevista Observación: visita a las instalaciones del local.
Objetivo específico 2. Diseñar un prototipo de sistema de	Prototipo electrónico de bajo costo	Software de Diseño.	Materiales usados que reduzcan el presupuesto de elaboración del dispositivo	Prototipo

seguridad electrónico utilizando tecnología Raspberry Pi para que garantice el ingreso seguro al personal que labora en el local.				
Objetivo específico 2. Evaluar el funcionamiento del sistema de reconocimiento facial para realizar pruebas piloto.	Evaluando funcionamiento del sistema conforme a pruebas pilotos	Tipos de materiales. Diseño del software.	Materiales usados que reduzcan el presupuesto de elaboración del prototipo. Programas usados para crear un diseño compacto y cómodo.	Observación

TABLA 1: Operacionalización de variable

Fuente: autores

### 7.5. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos e información.

Se recopila información sobre técnicas de reconocimiento facial. Para esto se realiza una investigación avanzada en bases de datos con respecto a trabajos ya realizados y sus aplicaciones. Además, se hizo un estudio de los mecanismos de control del acceso en el local donde se tuvieron en cuenta.

- Entrevista
- Observación: visita a las instalaciones del local.

Se hizo un estudio previo del software ideal para la implementación del reconocimiento facial en un dispositivo. Para esto se realizaron comparaciones con software disponibles en el mercado los cuales en primera parte deben ser de libre acceso (Open source) y segundo, el más eficiente con la herramienta hardware que se utilice. Además, se realizó el estudio y comparación de algunas placas de desarrollo para identificar la compatibilidad de estas con el software. Asimismo, cumplir con ciertas características como ser de bajo costo, ser compatible con una cámara digital para el respectivo análisis de imagen y tener un nivel de procesamiento alto.

#### Definición de requerimientos

Se identificó las condiciones típicas del acceso al sistema donde se tuvo en cuenta varios aspectos como:

- Validar el acceso al reconocer al propietario.
- Impedir acceso si el sistema no reconoce a la persona.
- Interfaz para registrar, modificar, eliminar, y buscar usuarios que tengan acceso al sistema.
- Identificar condiciones de acceso típicas y de entorno controlado
- La influencia de aspectos climáticos.

Se seleccionó la instrumentación requerida por el sistema de reconocimiento facial, así como también las herramientas de software necesarias.

#### **7.6 Procedimientos para la recolección de datos e información.**

Se escogió la técnica que está más acorde a las condiciones típicas que requiere el sistema y se hizo una profundización teórica de la técnica seleccionada.



Ilustración 13: Valentina café.

### **7.7 Plan de análisis y procesamiento de datos**

Para la recolección de datos primeramente se solicita el permiso al local, también se contó con la autorización del dueño, se estudió el tipo de seguridad existente lo cual cuentan con un sistema de cámaras de seguridad, para el acceso de reconocimiento de rostro la entrada de las personas que están en base de datos es una entrada diferente con la intención de que las personas que viven en el local tengan un acceso controlado.

## **VIII. Desarrollo**

### **Capítulo I**

#### **8.1 Diagnosticar la necesidad de crear un dispositivo de seguridad basado en reconocimiento facial en el local.**

En este punto se implementará un diagnóstico del local el cual se hablará de la seguridad con lo que cuenta actualmente y que diferencia habrá al implementar el tipo de acceso de reconocimiento facial y sus dimensiones. El sistema de cámaras de seguridad es un grabador que no está conectado con la red ni ninguna aplicación para que se pueda monitorear.

El área de distribución eléctrica para las cámaras consta de un transformador de 12V con protección de fusibles por una sobre carga está a la vez alimenta al DVR, las 3 cámaras de seguridad tienen aproximadamente 10 metros de distancia del punto central conectado a una pantalla LCD los cables que conectan los valunes al DVR, en las normas eléctricas llamada ley de la industria eléctrica número 272.

Aquí se puede observar la distribución de la energía de una forma básica.



Ilustración 13: monitoreo de cámaras de seguridad

Fuente: Autores.

8.1.1 Diagrama eléctrico actual del sistema de seguridad Valentina café.

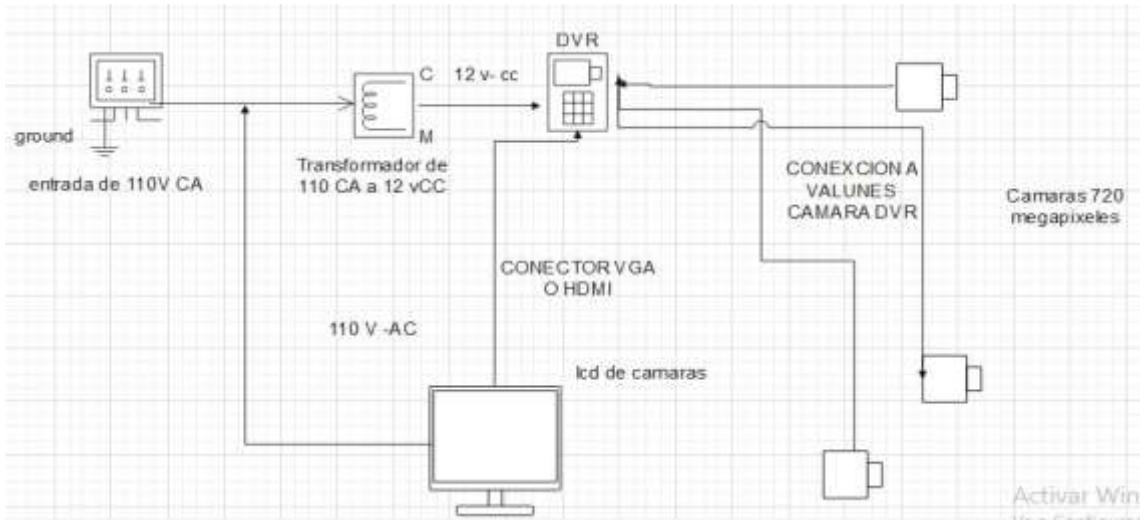


Ilustración 14: Diagrama eléctrico sistema de seguridad "Valentina Café"

Fuente: Autores.

Aquí se puede observar la distribución de la energía de una forma básica.

La idea es que el sistema de reconocimiento facial se ubique en un punto diferente el cual solo tengan acceso personal autorizado. La intención del diagnóstico es brindar la información necesaria para que a la hora de la implementación se tomen en cuenta ciertos parámetros los cuales amenoran los gastos y se hace buen uso del software de diseño para el buen uso de los usuarios en el local.

En las observaciones de la ubicación de la cámara en el local se tomó en cuenta su tipo y su entorno según su función y se determinó que su utilidad en conjunto al sistema de reconociendo facial.

Para desarrollar este objetivo se plantea requerimientos, así como especificaciones del conjunto de tecnologías, también del tipo de microcontrolador y cámara que se utilizaran para el desempeño del prototipo y para finalizar analizaremos la tecnología más idónea para el local. Para el desarrollo del prototipo se recopiló información sobre la técnica de reconocimiento facial y su base de datos tomando en cuenta trabajos ya realizados y sus aplicaciones.

En la ilustración número 15 se detalla el circuito eléctrico de las cámaras actuales, en el acceso que se quiere usar para la instalación del sistema de reconocimiento facial se utiliza una puerta la que existe actualmente, pero sin ningún tipo de restricción, lo cual una vez instalado el sistema esta entrada será de uso exclusivo para el personal que se encuentra registrado en el sistema.

## **8.2 Requerimientos funcionales y los no funcionales.**

### **8.2.1 Funcionales:**

- Ingresar un usuario al sistema.
- Capturar una serie de fotos del usuario a través de una cámara con la posibilidad de guardarla en la placa de desarrollo.
- Asignar un espacio de memoria en la base de datos de cada usuario.
- Extraer características de las fotos almacenadas.

- Comparar las características de la foto de entrada con las características de cada una de la foto de los usuarios almacenados en la base de datos.
- Identificar a una persona por medio de una imagen de su rostro.
- Permitir o denegar el acceso según sea el porcentaje de similitud.
- Eliminar Usuarios.
- Agregar usuarios.

### **8.2.2 No funcionales:**

- El sistema debe funcionar con una cámara estándar y luz artificial en el caso de las horas nocturnas.
- El sistema debe ejecutarse en tiempo real, lo que implica que la eficiencia de la técnica de reconocimiento facial debe ser alta para que las operaciones computacionales se procesen en un tiempo razonable.
- Las actualizaciones del sistema se llevarán al cabo en tiempos prolongados debido a que la eficiencia del sistema pueda variar con respecto a los cambios físicos del usuario.

### **8.3 Funcionamiento del sistema según el medio o factores externos.**

Para el funcionamiento ideal del sistema se debe tener en cuenta algunas características debido a que estas pueden afectar la viabilidad del reconocimiento facial.

**Características de la cámara:** incluso bajo la misma iluminación, la distribución del color de la piel para la misma persona difiere de una cámara a otra dependiendo de las características del sensor de la cámara.

**Etnia:** el color de la piel también varía de una persona a otra debido a que pertenece a diferentes grupos étnicos y de personas de diferentes regiones.

**Características individuales:** características individuales como como la edad, el sexo y las partes del cuerpo también afectan el color de la piel apariencia.



Otros factores: diferentes factores como la apariencia del sujeto (maquillaje, peinado y gafas), colores de fondo, Las sombras y el movimiento también influyen en la apariencia del color de la piel.

### 8.3.2 Diagrama de flujo de todo el funcionamiento

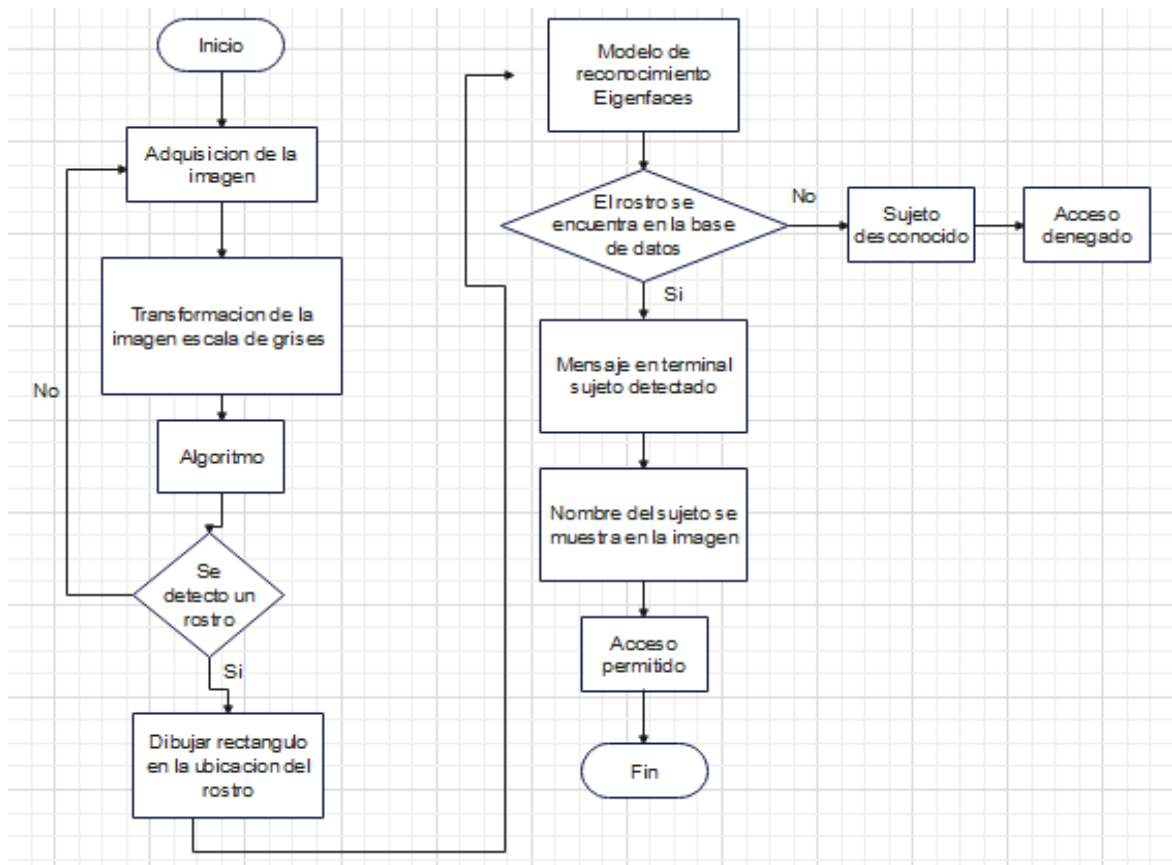


Ilustración 15: Diagrama de flujo función de todo el sistema

### 8.4 La variación de iluminación

Esta una de las características del medio que más afecta al reconocimiento facial, y debido a está, muchos investigadores y científicos buscan la forma de mitigar el efecto dañino que hace la luz para el reconocimiento facial, debido a que es muy difícil identificar patrones o características específicas cuando las tonalidades de la piel o características cambian de color.

## 8.5 CAPITULO II

### 8.5.1 Diseñar un prototipo de sistema de seguridad electrónico utilizando tecnología Raspberry Pi para que garantice el ingreso seguro al personal que labora en el local.

En este punto se plantean los pasos para iniciar las instalaciones típicas de las condiciones antes de desarrollar los algoritmos que permiten el reconocimiento facial y así poder continuar con el último objetivo que en todo caso son pruebas pilotos.



Ilustración 16: Componentes del prototipo

Fuente: autores

En la ilustración se aprecia el diseño y el hardware con que cuenta el prototipo, es una estructura básica, simple y sencilla que está compuesto por tarjeta raspberry pi 4, cámara pi, teclado, mouse y una pantalla LCD sin embargo todo el proyecto se desarrolla en un entorno virtual basado en programación y este es la base donde todo cobra vida.

Según lo planteado en la metodología este proyecto se basa en un desarrollo en cascada, el cual es un modelo lineal donde se plantea una serie de procesos

secuenciales para llegar a un objetivo final. Este objetivo final como bien se sabe, es la implementación de un sistema de reconocimiento facial demostrado en las pruebas pilotos para el control de acceso del local, el cual tiene unas especificaciones y requerimientos. En este capítulo se tomaron todas las consideraciones del capítulo anteriormente descritos para la implementación de dicho sistema.

Para el desarrollo de este sistema se necesitaron varias herramientas las cuales ayudaron en gran proporción a realizarlo. Estas herramientas de software y de hardware tienen que ajustarse a las condiciones establecidas en el apartado de requerimientos, además, de tener en cuentas las condiciones típicas de acceso al local.

Una de estas herramientas es la de hardware, el cual ya se habló en el apartado anterior y se aclaró lo indispensable del uso de dispositivos que cumplan con los requerimientos mínimos, y para esto se tuvieron en cuenta una lista de dispositivos los cuales cumplen con características diferentes y se concluyó lo siguiente:

- La placa de desarrollo Raspberry pi 4 es el ideal para el sistema a desarrollar.
- La cámara Raspberry Pi cumple con los requerimientos necesarios.
- Dispositivo encargado de ofrecer la interfaz de usuario, es una pantalla LCD de 24 pulgadas compatible con Raspberry pi 4.

Las herramientas de software o desarrollo, son utilizadas para crear programas informáticos que a su vez tienen una finalidad, como por ejemplo una aplicación.

Estas herramientas deben poseer características compatibles con la placa ordenadora Raspberry pi 4, por esta razón se concluyó lo siguiente:

- Se usó el sistema operativo Linux distribución Debían, ideal para la Raspberry pi 4.
- El lenguaje de programación que se utilizo es Python versión 3.
- Para la realización de los algoritmos se utilizó OpenCV versión 3.2.0.

- Para el desarrollo de la interfaz del sistema se ha utilizado TKINTER para Python.
- La técnica que se escogió en este proyecto es Eigen-faces, ya que cumple con los requerimientos necesarios.

### 8.5.2 Diagrama eléctrico nueva estructura.

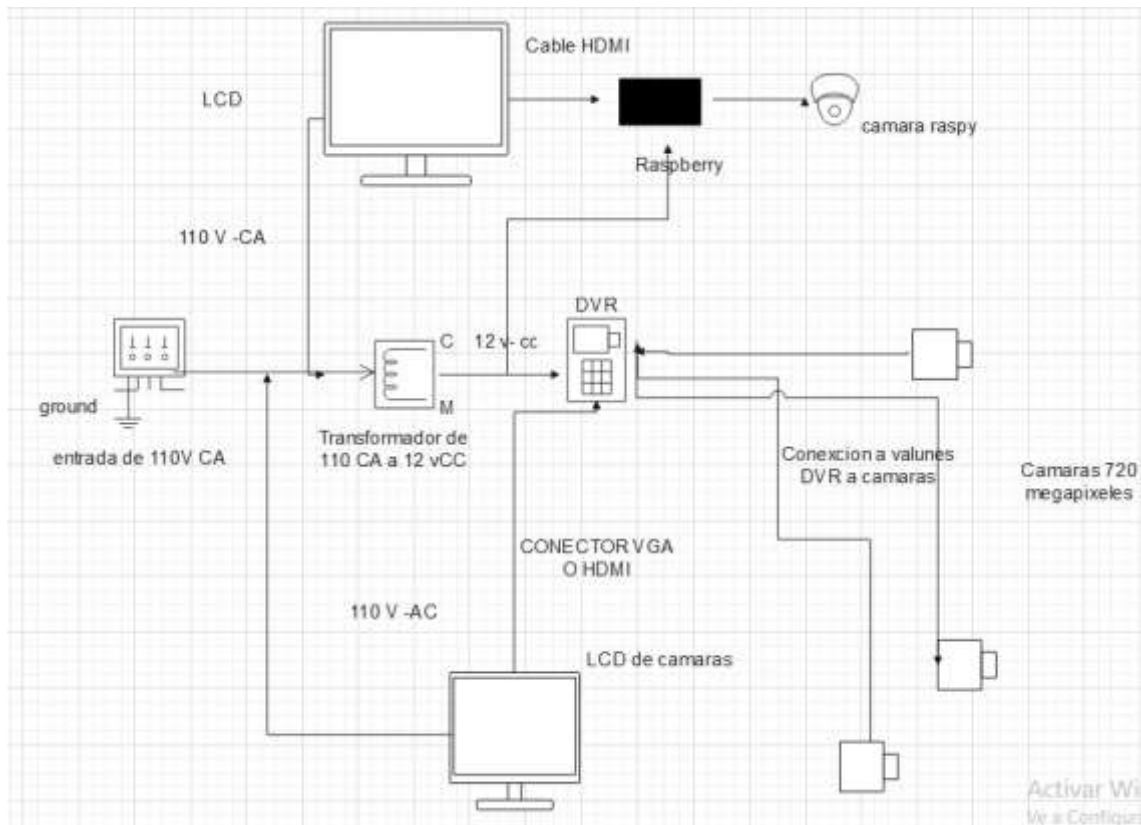


Ilustración 17: Diagrama eléctrico nueva estructura

### 8.5.2 Análisis del componente

Dado que es un componente vital para que el algoritmo de reconocimiento facial funcione a través de él, es imperativo elegir dispositivos (placa de desarrollo y la cámara fotográfica), lo suficientemente eficaces para hacer uso de los procesos ya definidos.

## 8.6 Raspberry pi

La Raspberry Pi es una serie de ordenadores de placa reducida, ordenadores de placa única u ordenadores de placa simple (SBC) de bajo costo desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation, con el objetivo de poner en manos de las personas de todo el mundo el poder de la informática y la creación digital.

### 8.6.1 Diagrama de bloques de Raspberry pi

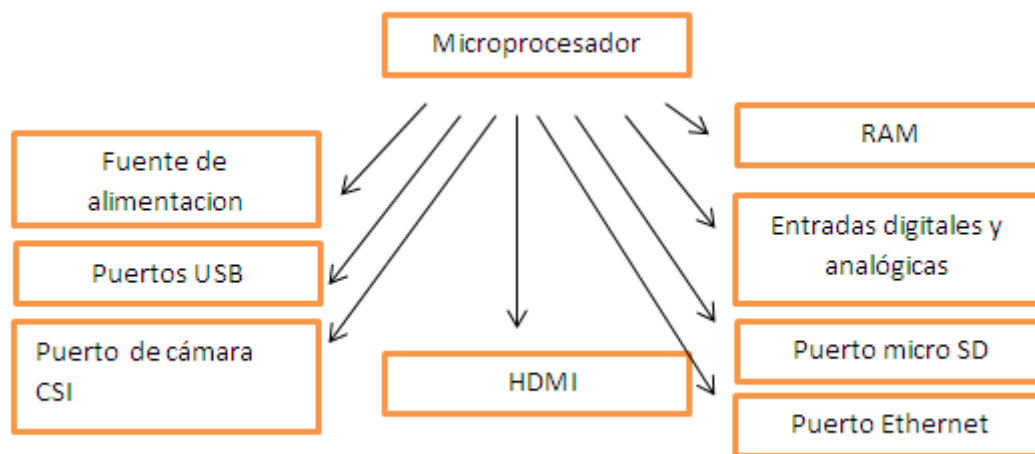


Ilustración 18: Diagrama de bloques raspberry.  
(velazquez).

### **8.6.2 Raspberry pi 4**

La Raspberry Pi 4, que es la versión más moderna cuenta con un conector Gigabit Ethernet y una tarjeta WIFI + Bluetooth integrada. Este modelo más moderno tiene un conector de alimentación del tipo USB-C y dos conectores MIPI, uno para un display y el otro para una cámara.

El raspberry permite (instalado con el OpenCV) procesa y ejecuta los clasificadores que permitirán el entrenamiento de rostro para posterior a esto reconocerlos.

Tomando en cuenta que es la tarjeta más viable para programar este tipo de algoritmo de reconocimiento facial.

### **8.6.3 Especificaciones de la Raspberry Pi 4 modelo B**

En esencia, el Raspberry Pi es una placa de un tamaño minúsculo (cerca de una tarjeta de crédito). Pero que su diminuto tamaño no te engañe, ya que posee un micro procesador ARM con potencia de hasta 1GHz, integrado en un chip Broadcom BCM2835.

(Murcia, 2019)

### **8.6.4 Esquema eléctrico**

El esquema eléctrico es el apartado donde se identificó las partes físicas que componen el proyecto y como conectarlas entre sí para el debido funcionamiento. Para esto es necesario saber que componentes contiene la Raspberry pi 4, en la ilustración, se muestra el diagrama de la Raspberry pi 4 con sus puertos y funcionalidades.

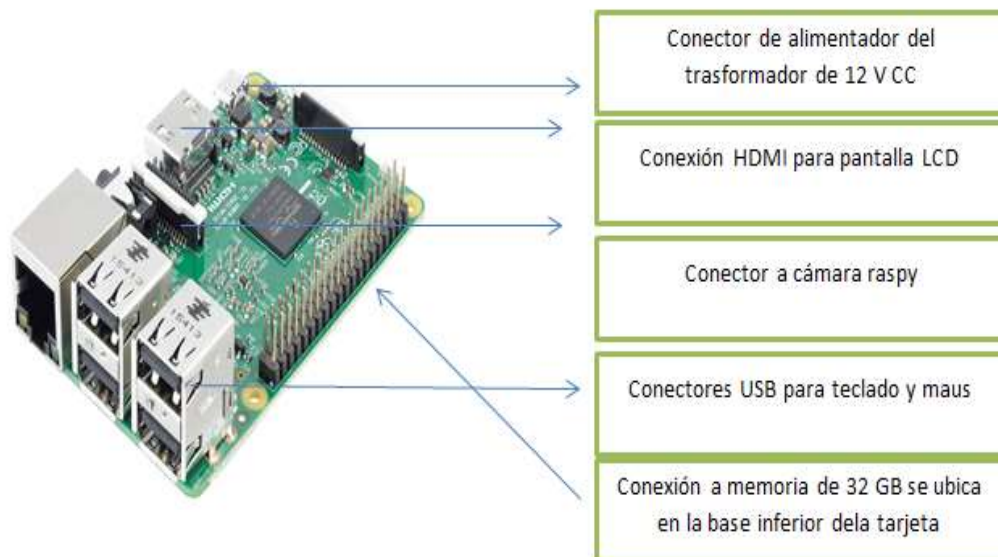


Ilustración 19: conexiones raspberry pi 4

En la parte superior de la ilustración 18, se muestra el diagrama de pines que tiene la Raspberry pi 4B, estos pines son los que se utilizaron para conectar la pantalla LCD. También se puede observar varias entradas en las que permiten las entrada de imagen y video sin embargo para este proyecto como se utilizó la cámara raspberry, esta tiene conexión por un slot, el cual se encuentra en la esquina superior derecha de la Raspberry pi 4, también se puede observar a un costado la entrada de la tarjeta MicroSD, donde está ubicado el sistema operativo del proyecto y a su vez almacenara las imágenes de los usuarios en una base de datos, y por último en la esquina inferior izquierda está ubicada la entrada de alimentación proporcionada por un conector micro USB de 5 voltios.

La pantalla LCD tiene unos puertos HDMI que se conectan a la Raspberry pi 4 estos se ilustran en la figura; estos a su vez se conectan con los puertos GPIO de la Raspberry pi.

### 8.7 Cámara Raspberry Pi 4AXIS P1354

La placa de cámara Raspberry Pi de alta definición (HD) de 8 megapíxeles se conecta a cualquier Raspberry Pi o Compute Module para crear fotografías y

vídeo HD. Utiliza el sensor de imagen IMX219PQ de Sony que ofrece imágenes de vídeo de alta velocidad y alta sensibilidad, figura 3. Dispone también de funciones de control automático como el control de exposición, el balance de blancos y la detección de luminancia. Es una cámara de seguridad, donde tiene una gran longitud de foco graba y toma fotos a grandes distancias.

La cámara permitirá capturar las fotos de los usuarios para formar una base de datos en torno a la misma.

(Geek, 2019)

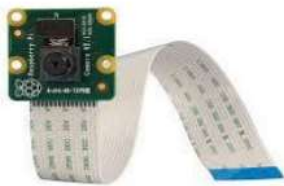


Ilustración 20: AXIS P1354

(Geek, 2019)

### 8.7.1 Características

- Sensor Progressive scan RGB CMOS 1/3.
- Iluminación Color: 0.1 lux, F1.2, B/W: 0.02 lux, F1.2.
- Tecnología Light Finder: Alto rendimiento en condiciones de iluminación difíciles.
- Almacenamiento local.
- Pan-tilt-zoom digital (PTZ), inclinación de la cámara con enfoque.

(DAVID CASTAÑO, 2019)

En la instalación de la cámara se realizaron pruebas que miden la eficiencia del algoritmo con condiciones típicas de acceso tales como: acceso en diferentes tiempos, el uso de accesorios en el rostro, el ángulo de inclinación de la cámara, gestos comunes, y características variantes.



Para estas pruebas se tomaron 2 personas, a las cuales se les tomaron un set de aproximadamente 300 fotos por persona a una mujer y un hombre. Se tomaron en cuenta unos tiempos aceptables de reconocimiento.

### **8.7.2 Requerimientos del Software Raspberry**

El software es donde se realiza las tareas demandas por el algoritmo. Por esta razón es muy importante saber que requerimientos tiene el sistema con respecto al software, dado que estos requerimientos de software son características que debe tener el software instalado en el dispositivo. Estos requerimientos pueden ser de sistema operativo o aplicaciones instaladas.

Los requerimientos con respecto al sistema operativo y de las aplicaciones instaladas van enfocados al uso de software Open Source debido, al costo extra que generaría la adquisición de un software en el mercado. Además, el software debe ser compatible con la placa de desarrollo y con sus requerimientos, por esta razón se debe tener cuidado con que programa, aplicación, sistema operativo y hasta el lenguaje de programación se utiliza en este proyecto.

El Raspberry Pi usa principalmente sistemas operativos GNU/Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debian que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse.

Slackware ARM (también llamada ARMedslack) versión 13.37 y posteriores arranca sin ninguna modificación.

Los 128-4096 MiB de memoria RAM disponible en la Raspberry Pi, cubren los necesarios 64 MiB de RAM para arrancar esta distribución en sistemas ARM y i386 sin usar interfaz gráfica (el administrador de ventanas Fluxbox que funciona bajo X Windows System requiere 48 MiB de memoria RAM adicional).

El software del prototipo es todo aquel soporte lógico que permite el funcionamiento del hardware, y que comprende todos los programas desarrollados para alcanzar la finalidad de este dispositivo. La función principal

del prototipo incluye reconocer a los usuarios registrados, para ello lo más importante es desarrollar un programa de reconocimiento facial.

La Raspberry necesita un sistema operativo (OS) que gestione los recursos del hardware y provenga de servicios a los programas de aplicación necesarios para el objetivo del prototipo, por lo que se dispone a explicar su instalación, así como la posterior instalación de los paquetes asociados al desarrollo de los programas de reconocimiento facial y al servidor web.

## **8.8 Definición de Requerimientos de la unidad de programación o hardware**

Algunos de los parámetros o requerimientos que requiere el sistema son los siguientes.

- CPU y velocidad de reloj: Esto afecta a gran medida el rendimiento en general de la placa y es la que define que tan veloz es la placa para ejecutar cálculos.
- RAM: Esta variable afecta el número de tareas que se pueden ejecutar simultáneamente. También afecta la rapidez los datos se pueden procesar, como el intercambio de datos de RAM a no volátil el almacenamiento incurre en un gran rendimiento gastos generales.
- Unidad de procesamiento gráfico: Una unidad de procesamiento gráfico (GPU) permitirá a la placa de desarrollo ejecutar salida de video (VGA, HDMI, etc.). Una GPU de alto rendimiento es lo más necesario al procesar video e imágenes con la placa de desarrollo.
- Almacenamiento: El almacenamiento afecta el tamaño de los programas, sistemas operativos y datos generados o descargados que pueden almacenarse en una placa de desarrollo.
- Numero de pines de I/O para un propósito en general: Se utilizan para conectar componentes a la placa de desarrollo; por lo tanto, más pines típicamente significa más componentes conectados simultáneamente.

- OPEN-SOURCE: Open source hardware asociación es un código abierto, como tener un diseño que cualquier dispositivo y que esta se pueda hacer, modificar, distribuir y usar. El software asociado con el hardware debe estar suficientemente documentado para escribir software de código abierto o estar bajo una licencia aprobada por open-source. Una placa de desarrollo se etiquetará "parcialmente código abierto "si solo se incluye en la definición de hardware o la definición de software.
- Consumo de energía: Este puede jugar un papel importante en las elecciones de diseño. para proyectos portátiles, o proyectos que necesariamente necesiten una fuente de poder continua, para esto se debe considerar primero los requisitos de tiempo de ejecución y el poder de mando de la placa, también componentes asociados al seleccionar una fuente energía.

## **8.9 Requerimientos de la cámara**

Los requerimientos de la cámara son esenciales ya que estos permitieron tener un concepto más allá de solo tomar una imagen, Estos conceptos ayudaron a tener una mejor perspectiva para el mejoramiento de la imagen del usuario, y como facilitar la captura de imagen con buena calidad para el debido procesamiento. Una de estos conceptos es la ergonomía.

## **8.10 Ergonomía**

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta los sistemas de reconocimiento facial es la ubicación de las cámaras, debido a que en muchos casos la altura o el ángulo donde se encuentra la cámara no es el más adecuado o la cámara no cuenta con tecnologías que eviten el contraste de la luz o incluso la resolución del dispositivo no es muy buena.

La ergonomía es el estudio que utiliza conocimientos científicos para que los sistemas, productos o el ambiente se adapten a las condiciones físicas o mentales del ser humano. Por esta razón el componente principal de la ergonomía está centrada en las personas y en como acondicionar un ambiente

de trabajo para el confort y eficiencia productiva tanto del sistema como el de la persona.

Para este proyecto la ergonomía tiene como objetivo identificar y adaptar el sistema de reconocimiento facial, en un lugar específico para que cumpla con las condiciones de trabajo y las características del usuario que en este caso es la altura del usuario. Además, establecer las condiciones ergonómicas para la adquisición de nuevas herramientas de trabajo como lo es la cámara implementada en el sistema.

Para esto se han puesto unos criterios indispensables para que el sistema sea ergonómico y eficaz a la hora de identificar al usuario y brinde confort a la hora de utilizarlo. Altura. Este aspecto puede ayudar en gran medida a la eficiencia del reconocimiento facial, si se coloca de manera correcta, debido a que en general estas cámaras de reconocimiento facial son colocadas a una altura considerable, es de vital importancia saber el verdadero uso que se les dará. Un ejemplo de esto son las cámaras de seguridad que por su uso están colocadas a una altura no mínimo de 2.20 metros, y están colocadas en los puntos donde se abarcara más campo de visión.

Para este proyecto la cámara tiene que ser colocada en una altura de tal forma que el sistema brinde confort y a la misma vez sea eficiente haciendo que su tiempo de procesamiento sea mínimo. Teniendo esto claro, lo ideal sería instalar el sistema de reconocimiento facial teniendo en cuenta la altura de las personas que residen en el hogar, dando así un sistema, que se adapte a las condiciones de los habitantes de cada hogar. Resolución de la cámara. Al tomar una foto por medio de una cámara, esta tendrá una resolución alta o baja y eso dependerá del número de píxeles de ancho por el número de píxeles de alto. La alta definición HD (1920x1080 píxeles) permite imágenes nítidas, donde claramente se pueden ver características faciales del usuario.

Si bien se sabe la imagen donde se encuentra el rostro, éste solo será una parte de la foto entera, a lo que equivale a un número determinado de píxeles, si se tiene en cuenta la escala donde se toma la foto, es evidente que entre más lejos se tome la foto del rostro del usuario, esta ocupará menos espacio dentro de la foto, por lo tanto, habrá menos píxeles y la resolución disminuiría drásticamente;

Lo que afectaría en gran medida el reconocimiento facial. Debido este problema se es necesario una cámara con una resolución alta para que el algoritmo capte el rostro y extraiga sus características sin importar la distancia, claro está que debe ser una distancia prudente a la cual la cámara en cuestión detecte el rostro.

### 8.11 Angulo de inclinación.

Este es un factor bastante clave, debido a que la mayoría de sistemas de reconocimiento facial trabajan de manera óptima si la cámara es ubicada en un ángulo de inclinación de entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$ .<sup>50</sup> La instalación ideal de la cámara de reconocimiento facial está definida como se ilustra en la ilustración.

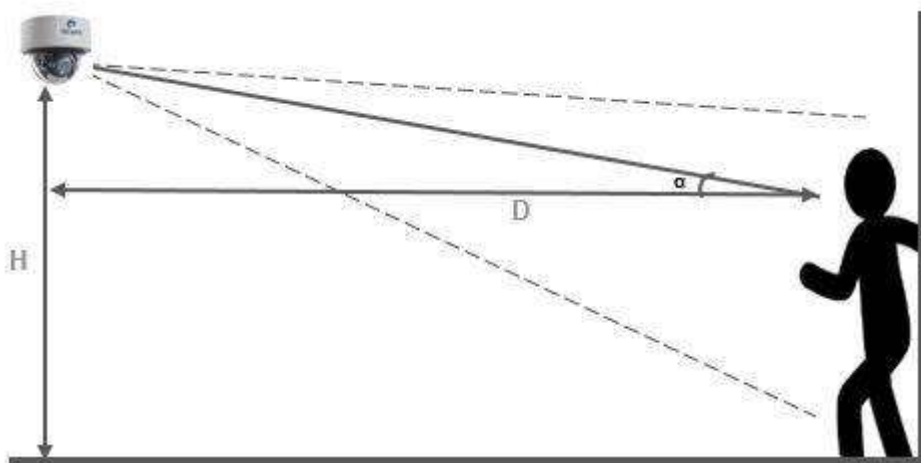


Ilustración 21: Angulo de inclinación

(julian)

En ángulo de instalación de la cámara como se evidencia en la ilustración depende de las características propias de cada local, hogar o punto de trabajo, por esta razón se dan las pautas, Donde la distancia de captura es inversamente proporcional a la nitidez de la foto del rostro en la imagen, por tal motivo se tiene que tomar la foto en un rango prudente. La altura de la instalación de la cámara tiene que ser a una medida superior a la altura promedio de las personas que residen en un hogar.

El contraste es un problema recurrente en las cámaras que se destinan para el control de acceso, debido a que este contraste es generado por la luz del exterior e impide el reconocimiento facial haciendo que la imagen tomada se oscurezca.

Este inconveniente, aunque difícil de evitar y poco se puede hacer con respecto a la luz del exterior. Se puede utilizar tecnologías que recurran a la misma luz para que modifiquen de cierta forma la imagen y la hagan parecer más clara, un ejemplo es el WDR (amplio rango dinámico). Esta tecnología permite ajustar de manera automática la luminosidad de una imagen cuando el lugar presenta bastante luz, disminuyendo en gran medida el contraste.

### **8.11.1 Requerimientos del Algoritmo**

Los requerimientos del algoritmo dieron las pautas para escoger la técnica de reconocimiento facial ideal, ya que esta comprende desde la detección del rostro hasta la comparación y clasificación de la foto. Por lo tanto, este análisis se hizo desde enfoques diferentes, debido a que se tiene que identificar las características ideales y no ideales del comportamiento del algoritmo en entornos controlados y no controlados.

Para esto, se hizo una lista de requerimientos esenciales del algoritmo:

- Capacidad de detectar un rostro
- La eficiencia del algoritmo con cierto número de usuarios.
- La capacidad del algoritmo al reaccionar al contraste de la luz natural.
- Influencia en la variación de aspectos de la cara.
- Eficiencia computacional con respecto a los recursos que utiliza el algoritmo.
- Tiempo de ejecución y respuesta.

### **8.12 Herramientas de software**

El lenguaje de programación que se utilizó para el proyecto es Python, debido a que en la actualidad es muy popular y ha sido utilizado para grandes proyectos. Además, de ser un lenguaje de programación totalmente gratuito ya que su código es totalmente abierto, esto quiere decir que está a disposición del público y no permite vulneraciones al trabajo del programador y su propiedad.

Python también es multiparadigma y multiplataforma, esto quiere decir que es versátil para hacer proyectos, sea para sitios web o inteligencia artificial, Es tal que Python permite desarrollar bajo paradigmas de programación avanzados, tales como:

- Desarrollo de páginas web.
- Desarrollo de diseño y gráficos.
- Aplicaciones financieras.
- Desarrollo de Videojuegos.
- Desarrollo de software.

### **8.12.1 Hardware**

Los requerimientos anteriormente mencionados son fundamentales para la realización del proyecto, por esta razón aspectos como el almacenamiento de información haciendo las veces de base de datos. Capacidad de procesamiento el cual debe ser esencial para un funcionamiento ideal, adaptación de una cámara digital otorgada por algunas librerías, el ensamblaje de dispositivos a una placa de desarrollo y además de eso, el bajo costo que debe tener el proyecto.

El prototipo que se quiere construir consta de diversos componentes de hardware: un ordenador de placa simple Raspberry Pi, que permite alojar el software de reconocimiento facial y envía los datos a un servidor web, así como ciertos componentes. Una cámara es el único periférico esencial para el objetivo del prototipo. Adicionalmente se ha pensado en usar una pantalla LCD para que el usuario pueda verificar visualmente su correcta identificación por parte del prototipo.

Con esto aclarado y obteniendo todas las características de cada placa de desarrollo que anteriormente se evidenció, se pasó a escoger la placa de desarrollo, la cual contenga la mayoría de las características de las condiciones previstas para este proyecto. Y con esto se decide que la placa de desarrollo ideal es la Raspberry Pi modelo B +, debido a su gran procesamiento y su gran capacidad de memoria RAM lo cual mejoraría en gran medida el procesamiento,

que, aunque no tiene memoria interna lo cual sería bastante indispensable para el almacenamiento de imágenes, esta placa de desarrollo contiene un apartado para introducir una memoria externa lo cual facilita algunos procesos.

Además de eso, aunque no está dentro de los dispositivos más económicos su costo es relativamente bajo debido a su capacidad y teniendo en cuenta, en si es open source, supone en gran medida utilizar la parte gratuita para no generar dificultades futuras a la hora de utilizarlo para este proyecto. Además de esto la Raspberry Pi 4 tiene una gran ventaja en cuanto a las otras placas debido a su gran número de librerías y dispositivos que funciona como herramientas junto a esta placa.

El caso es para la utilización de una cámara, y esta placa tiene bastante forma de utilizar una cámara digital como medio de entrada de información y según el apartado de (Marco de referencia, tipos de cámara) el módulo de cámara V2 Raspberry Pi 4 es compatible con esta placa. Con respecto a la cámara, la cual es la entrada de datos al sistema otorgando fotografías de los usuarios para su reconocimiento facial. También se tuvieron en cuenta los requerimientos de la cámara como la resolución en pixeles, tecnologías como CCD o CMOS, incluso la capacidad de mitigar o disminuir el ruido de la imagen y el contraste de la luz con la ayuda del WDR.

### **8.12.2 Selección de la técnica de Reconocimiento Facial.**

La técnica que se ha escogido es Eigenfaces, debido a su gran eficiencia a la hora de procesar imágenes y extrae sus características, además, de su baja tasa de error.

Por esta razón se pensó un poco más sobre el funcionamiento que tiene esta técnica de reconocimiento facial y como puede junto con otras técnicas trabajar para mejorar en gran medida la eficacia del algoritmo.

### **8.13 Eigen-Faces.**

En un principio este término que también se puede ver como una técnica de reconocimiento facial, hace referencia a la visión que tiene un computador hacia



el usuario (exterior). Eigen-Face es un conjunto de vectores propios, por lo cual se puede ver que la palabra completa al momento de desglosarla significa conjunto de vectores aplicados a la cara, ya que el rostro tiene ciertos vectores y ángulos, de esta forma se concluye a un reconocimiento facial mediante esta técnica.

Una gran característica de este término en el campo del reconocimiento facial, es que, al momento de tener un grupo de imágenes ya integrados en una base de datos, Eigen agrupa estas imágenes en una dimensión mucho más pequeña, facilitando la lectura o la comparación al momento de ser necesario para el algoritmo.

Como se había dicho, Eigen, es un conjunto de vectores y estos vectores con las imágenes en conjunto son el resultado de una matriz de covarianza de la distribución de probabilidad sobre el espacio vectorial de alta dimensionalidad de las imágenes de la cara.

Existe un proceso matemático que es el análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés), gracias a este proceso Eigen-Faces se puede tornar como conjunto de imágenes de distintas caras humanas.

El análisis de componentes principales (PCA) se puede ver como una técnica de proyección subespacio ampliamente utilizado para el reconocimiento facial, por esta razón va de la mano con Eigen-faces, PCA se encarga de encontrar un conjunto de vectores de proyección más representativos de la muestra original para que así las muestras que se visualizan tengan una gran parte de la información de las muestras originales, estos vectores más representativos son los más grandes valores de la matriz de covarianza, por otro lado también se habla de otros métodos como el análisis de componentes independientes (ICA) y el análisis discriminantes lineales (LDA), los cuales se describirán a continuación.

Análisis de componentes principales (PCA). Este análisis de componentes es un método para representar de forma eficiente un conjunto de puntos de muestra, haciendo esto reduce la dimensionalidad de la descripción (imagen) proyectando los puntos los ejes principales, donde un conjunto de ejes ortonormales está

mayormente en la matriz de dirección de covarianza máxima de datos. Estos vectores explican mejor la distribución de imágenes faciales ya que PCA minimiza la proyección cuadrada mediante un error para un número dado de dimensiones, también proporciona una medida de importancia (en términos de total error de proyección) para cada eje.

Análisis de componentes independientes (ICA). PCA se basa en la distribución de probabilidades de los datos de entrada que deben ser gaussianos, en resumen, este método solamente se preocupa por las estadísticas de segundo orden que son la varianza, pero puede fallar en el momento que las variaciones más grandes no corresponden a ejes más significativos de PCA.

Mientras que ICA, minimiza el segundo orden y el orden superior lo mantiene dependiendo de la entrada, también mantiene la suposición de linealidad, y aunque ya no usa ciertas cosas de PCA como lo es el espectro de amplitud en el segundo orden, si queda la fase de espectro que se encuentra en las estadísticas del orden superior y estas contienen información estructural en imágenes que impulsan la percepción humana.

ICA es una forma de encontrar líneas no ortogonales de un sistema de coordenadas en cualquier dato multivalente, donde las dos direcciones de los ejes del sistema de coordenadas son determinados tanto por el segundo orden como por el superior.

El objetivo es hacer una transformación lineal, donde el resultado de las variables y de las estadísticas sea independiente entre sí, a continuación, en la figura 9, se demuestra esto en un diagrama de bloques.

#### **8.14 Comparación de desempeño con las técnicas (PCA, ICA y LDA).**

Las tres técnicas la clasificación se realiza proyectando primero las imágenes de entrada en un subespacio a través de una matriz de proyección y luego se realiza la comparación entre el vector de coeficiente de proyección de entrada y todos los vectores de proyección pre almacenados, también llamados clases etiquetadas, esto para determinar la etiqueta de la clase de entrada.

Resultados informados por diferentes grupos de investigación que prueban los tres algoritmos descritos.

Grupo de investigación	Base de datos	Algoritmo probado	Mejor resultado
Zhao	FERET Y USC	LDA Y PCA+LDA	PCA+LDA
BELHMUR	HARVARD Y YALE	CORRELACION ,SUBESPACIO LINEAL ,PCA Y LDA	LDA
NAVARRETE	FERET Y YALE	PCA,LDA Y EP	LDA
BAVERIDGE	FERET	PCA Y PCA + LDA	PCA
BARTLETT	FERET	ICA Y PCA	ICA
BAEK	FERET	ICA Y PCA	PCA
LIU	FERET	PCA,ICA Y LDA	ICA

TABLA 2: Resultados informados por diferentes grupos de investigación que prueban los tres algoritmos descritos.

(appearance, 2019)

### 8.15 Observación del comportamiento de las técnicas de reconocimiento facial.

En este subcapítulo se compararon varias técnicas de reconocimiento facial respecto a su precisión utilizando bases de datos disponibles en el mercado.

En la tabla se comparan métodos de reconocimiento facial como PCA, LDA, DCT, ICA, donde las imágenes o fotos de los usuarios están con cierta variación de pose, esto quiere decir que los usuarios hacen un gesto la cual en la base de datos no está registrada.

### 8.15.1 Clasificación de porcentajes y tiempos para el reconocimiento facial.

Estrategia	Resultados	
Uso de imágenes de cada persona para el entrenamiento de cinco imágenes	Método	Tasa de Reconocimiento %
	PCA	$68/100= 68$
	LDA	$60/100= 60$
	DCT	$67/100= 67$
	ICA	$60/100= 60$

TABLA 3: clasificación de porcentaje y tiempos para el reconocimiento facial

Según lo planteado en la metodología este proyecto se basa en un desarrollo en cascada, el cual es un modelo lineal donde se plantea una serie de procesos secuenciales para llegar a un objetivo final.

Este objetivo final como bien se sabe, es la implementación de un sistema de reconocimiento facial para el control de acceso en el hogar, el cual tiene unas especificaciones y requerimientos. En este capítulo se tomaron todas las consideraciones de los capítulos anteriormente descritos para la implementación de dicho sistema. Para el desarrollo de este sistema se necesitaron varias herramientas las cuales ayudaron en gran proporción a realizarlo.

Estas herramientas de software y de hardware tienen que ajustarse a las condiciones establecidas en el apartado de requerimientos, además, de tener en cuentas las condiciones típicas de acceso a la vivienda. Una de estas herramientas es la de hardware, el cual ya se habló en el apartado anterior y se aclaró lo indispensable del uso de dispositivos que cumplan con los requerimientos mínimos, y para esto se tuvieron en cuenta una lista de dispositivos los cuales cumplen con características diferentes y se concluyó lo siguiente:

- La placa de desarrollo Raspberry pi 4 es el ideal para el sistema a desarrollar.
- La cámara V2 Raspberry Pi cumple con los requerimientos necesarios.
- Dispositivo encargado de ofrecer la interfaz de usuario, es una pantalla LCD compatible con Raspberry pi 4.

## 8.16 Instalación del Sistema Operativo en la Raspberry Pi

Lo primero que se debe hacer al disponer del dispositivo es instalar un sistema operativo que lo gobierne. Se ha optado por el OS oficial de la Raspberry Pi, Raspbian Stretch, en su versión extendida más actual, que dispone de un directorio para poder trabajar de forma más cómoda. Para proceder con la instalación, se debe descargar el OS en formato .iso y quemar esa imagen en una tarjeta micro SD. Para quemar la imagen .iso del OS se ha utilizado Etcher, un programa externo.

A continuación, se procede introduciendo la tarjeta microSD en el puerto habilitado de la RasPi, se enciende conectando el alimentador y se espera unos minutos a que se instale Raspbian Stretch. Puede ocurrir, como en este caso en concreto, que no se detecte el monitor de salida VGA, conectado a la RasPi por vía HDMI. En esa tesitura, se deberían configurar los parámetros de resolución ubicados en el archivo de la root del OS boot/config.txt.



Ilustración 22: Herramientas de configuración del OS de Raspi (jimenez)

Quitando la almohadilla (#) en cada línea de código, se permite leer los comandos del fichero config.txt. En este caso, se activa `hdmi_force_unplug=1`, forzando la salida a través del puerto HDMI. Esto es necesario, pero no suficiente. Se configura de igual forma un parámetro de resolución. Este debe coincidir con la resolución del monitor usado en este proyecto, LG FLATRON L1510S. Después de los ajustes pertinentes y reiniciando la RasPi, se puede visualizar el escritorio del SO y así se procede a terminar de configurar el teclado y ratón si fuese oportuno, así como la conexión WIFI.

### **8.16.1 Instalación de OpenCV**

Una vez ajustados los parámetros para el correcto funcionamiento de la RasPi se procede a la instalación de la librería de Python OpenCV. Se ha decidido utilizar OpenCV por ser la librería más extensa y popular en Python para el reconocimiento facial. OpenCV está basada en Machine Learning, una rama de la inteligencia artificial cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan.

De forma más concreta, se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejemplos. En CV2 existen funciones para el reconocimiento de objetos, que son los que nos servirán para el reconocimiento facial.

La librería está entrenada para detectar rostros humanos con el previo aprendizaje de las facciones de un rostro humano en miles de imágenes suministradas. Para tener una mínima idea de cómo funciona el proceso de aprendizaje, se debe observar que, en el método para el reconocimiento de objetos en imágenes, éstas se tienen que analizar en un formato de matriz numérica, que se genera a partir del valor RGB de agrupaciones de píxeles para ejercer posteriormente complejos procesos matemáticos.

El Machine Learning es, en efecto, un campo contemporáneo objetivamente complejo de las ciencias de la computación. En este proyecto no se considera entrar más en profundidad con la explicación de su funcionamiento, más allá de entender la dinámica de la librería utilizada para el reconocimiento facial.

La instalación de OpenCV en la Raspberry Pi requiere de un seguido de pasos:

Primero de todo, se tiene que expandir el sistema de archivos del OS para abarcar todo el espacio disponible en la tarjeta de memoria microSD.

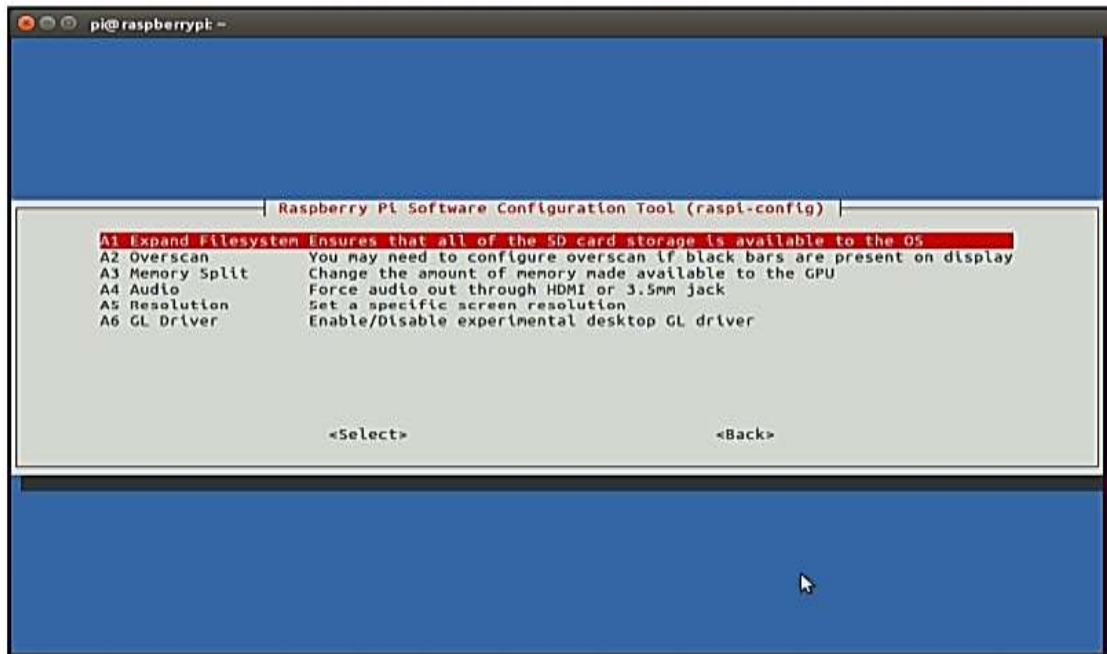


Ilustración 23: Herramientas de configuración del OS de Raspi

(Mareida)

Dependencias necesarias requeridas y actualizar los paquetes necesarios. En este paso se incluye la instalación de CMake, una herramienta de desarrollo que sirve para configurar el proceso de instalación de CV2, paquetes de trato de imágenes, de video, un submódulo de monitoreo de las imágenes en la pantalla, y dependencias referentes a la optimización de operaciones con matrices del CV2.

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry Pi | Shell
$ sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
```

Ilustración 24: código fuente de la librería CV2.

A demás, va a ser necesaria tener instalada la expansión Contrib de CV2 para el programa de detección facial. En este proyecto se usará la versión más reciente de Python, la versión 3.7. A continuación se instala pip, el manager de paquetes de Python, para instalaciones posteriores.

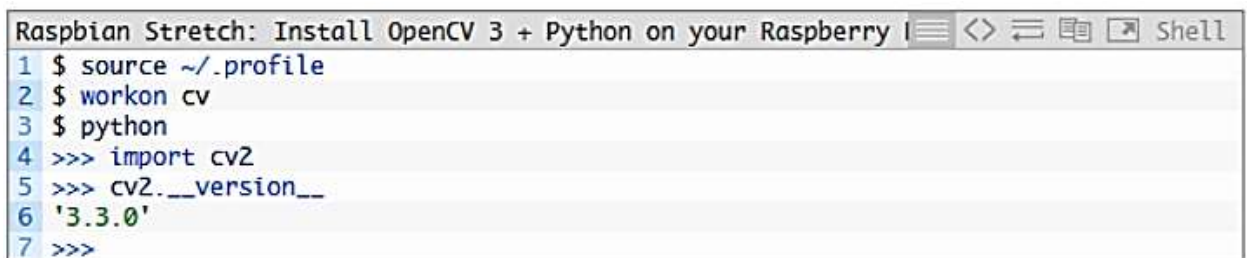
Ya que los diferentes proyectos que se creen en la RasPi pueden depender de versiones diferentes de los paquetes instalados, es altamente recomendable crear entornos aislados para cada uno de los proyectos. Por ello, el próximo paso es crear un entorno virtual de Python.

```
$ sudo pip install virtualenv virtualenvwrapper
$ sudo rm -rf ~/.cache/pip
```

Ilustración 25: raspi

Una vez dentro del entorno virtual de CV2 creado en el terminal, se procede a instalar la única dependencia de Python necesaria para este proyecto, NumPy, usado para el procesamiento matemático.

Finalmente, se crea un enlace simbólico de los enlaces de CV2 dentro del entorno virtual creado. Con los pasos anteriores ya se tiene el entorno preparado para trabajar con CV2. Se puede comprobar de la siguiente forma:



```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ source ~/.profile
2 $ workon cv
3 $ python
4 >>> import cv2
5 >>> cv2.__version__
6 '3.3.0'
7 >>>
```

Ilustración 26: Virtual opencv.

Cada vez que se pretenda ejecutar un programa que use CV2, como en el presente caso un programa de reconocimiento facial, será necesario introducir los comandos anteriores en un terminal del OS para trabajar dentro del entorno virtual de OpenCV.

### 8.16.2 Instalación de la cámara

Para tener configurado correctamente el periférico de cámara conectado en el puerto Camera de la RasPi se tiene que introducir el siguiente comando en el entorno virtual cada vez que se vaya a utilizar:



```
$ sudo modprobe bcm2835-v4l2
```

Ilustración 27: OpenCV

### 8.16.3 Programaciones de base de datos.

Se procede a diseñar el código para la primera fase del reconocimiento facial: la recopilación de datos (01\_dataset.py).

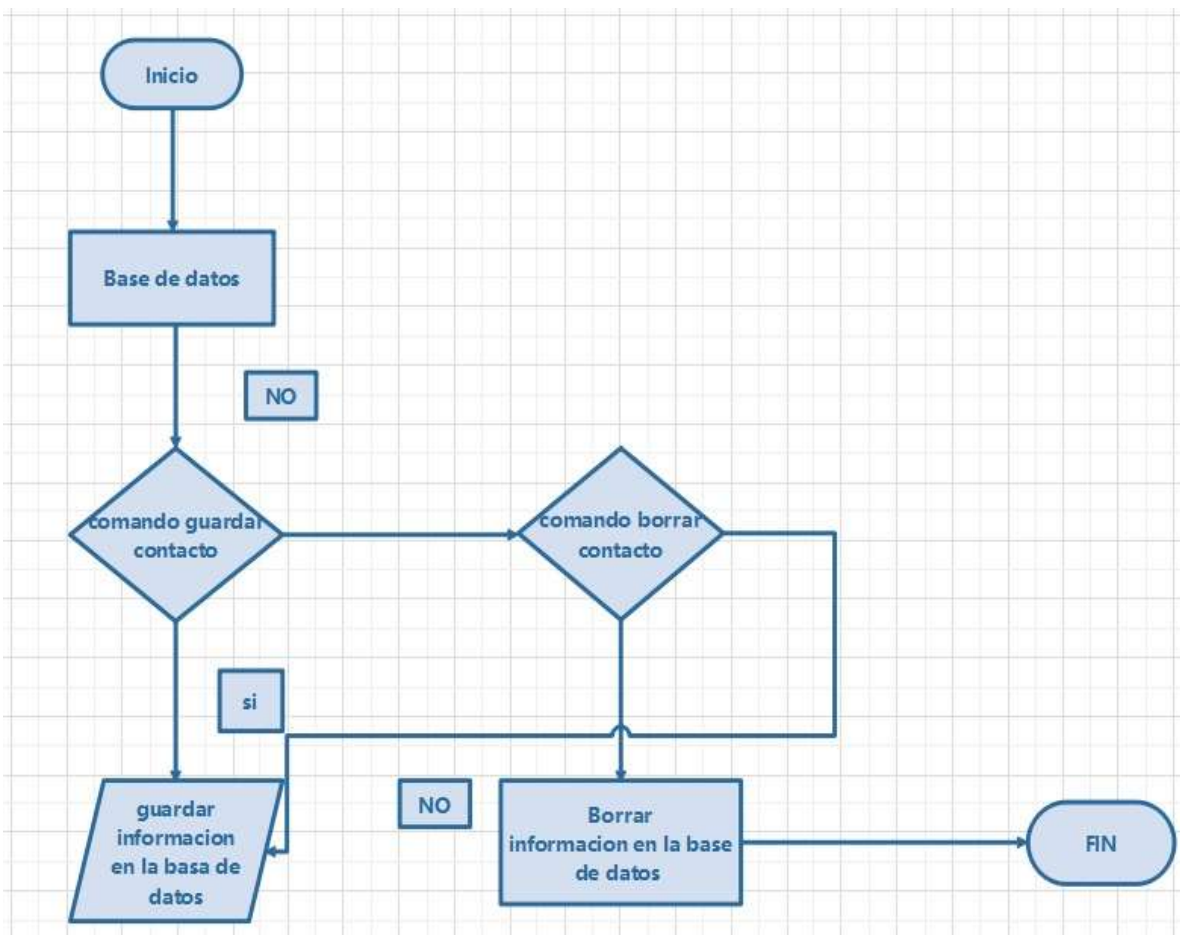


Ilustración 28: Diagrama de flujo base de datos

### 8.16.4 Extracción de características y algoritmo de reconocimiento.

La extracción de características principalmente la realiza el algoritmo ya descrito, teniendo en cuenta estas líneas de código dentro del algoritmo, se entiende que el algoritmo de reconocimiento facial está asociado al algoritmo de captura de

imagen, permitiéndolo cargar dentro de este para que así compile el dataset almacenado.

En la base de datos y ejecute el algoritmo propio de reconocimiento, realizando la comparación necesaria para detectar la persona correcta. El primer paso que realiza el algoritmo es la creación y la carga del método de reconocimiento facial llamado Eigen-faces, a continuación, se muestra un fragmento del código donde se ven los llamados de variables, las declaraciones y sus funciones que realiza para completar el reconocimiento es su primera parte. Teniendo en cuenta las imágenes cargadas del algoritmo llamado **'Python main.py'**.

La línea donde se encuentra el código, se encarga de crear una matriz de imágenes también llamada Numpy, de las dos listas anteriormente creadas y declaradas, de esta forma crea y entrena un modelo a partir de las imágenes captadas en las listas y en la matriz, llevándolas al archivo 'Entrenamiento.XML', como se ve en las líneas donde está el código.

### **8.17 Sistema de verificación para los usuarios identificados.**

Pasos para activar el Reconocimiento facial Estos puntos plantean de una forma simplificando el proceso de reconocimiento facial que se describirán a continuación en el siguiente punto.

- Activación del sistema
- Ejecución de datos de la persona
- Paso para escanear el rostro
- Paso para reconocer el rostro
- Paso para finalizar.

### **8.18 Recopilación de datos de los usuarios**

Antes de todo, se crea un directorio, "**Sourcevenv/bin/activate**", que va a contener para cada usuario identificado un conjunto de imágenes de la porción de cara encuadrada por el detector de caras. Estas imágenes de los rostros.

### 8.18.1 Programa de verificación: Python main.py

Este comando contiene la función que permite ingresar los datos con el nombre y apellido antes de tomar las 300 fotos.

El módulo **Python main.py** contiene dos funciones diferentes escanear y reconocer se activa con R para reconocer y E para escanear y tomar las fotos.

### 8.18.2 Detección del rostro y captura

Ya instaladas las herramientas necesarias en la Raspberry pi 4 se procede a diseñar el algoritmo, donde es necesario de dos scripts para poder realizar el reconocimiento facial, del primero se hablará en este subcapítulo y en el siguiente. Lo primero que se debe entender es el cómo se realiza la captura del rostro que es lo que más importa para este proyecto. Continuación en la ilustración se ven los pasos de la detección del rostro.

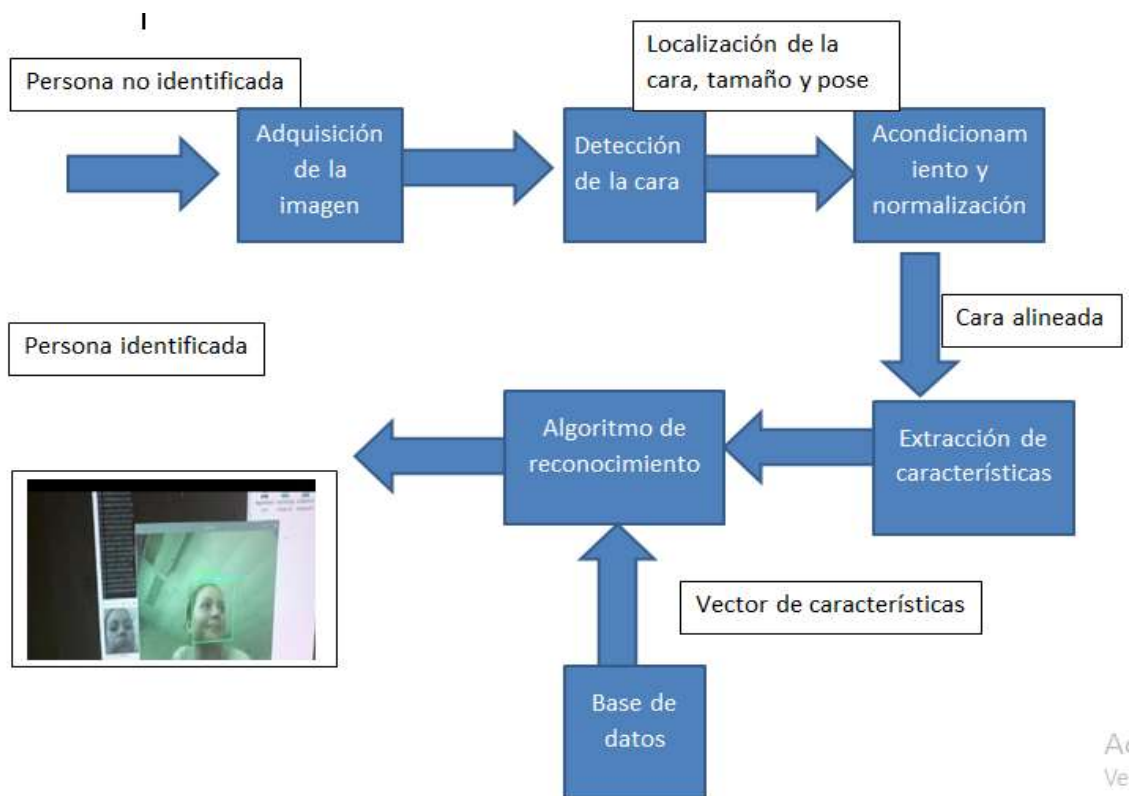


Ilustración 29: Diagrama de bloque de Etapas de detección del rostro.

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que OpenCV ya se instaló y sabiendo que esta biblioteca trata las imágenes y sus características, se debe hablar del archivo en cascada 'haarcascade\_frontalface\_alt.xml' declarado en la figura del código siguiente.

```
11 | fn_haar = 'haarcascade_frontalface_alt.xml'
```

Ilustración 30: Detección del rostro

Este tiene una gran importancia en todo el proyecto, debido a que es el encargado de obtener las características de una persona en cuanto a rasgos faciales como el mismo archivo lo dice, contiene una base de datos de la parte frontal de la cara de miles de personas y previamente ya fue entrenado con todas estas fotos.

Lo que realiza es un algoritmo de comparación entre rasgos faciales y así determina los ojos, la boca, la nariz, las cejas y cada característica facial que puede llegar a tener una persona, de esta manera el entrenamiento que realiza es bastante completo, permitiendo una mayor eficacia en la comparación de características faciales.

### 8.18.3 Declaración de cámara

El algoritmo imprime el número de fotos que le tomará al usuario para poder guardarlas en la base de datos, que en este caso es un fichero que se encuentra en el escritorio de la Raspberry Pi 4 B+ llamado "**facial recognition**", esta cantidad de fotos se declara en la siguiente línea de código de la ilustración.

```
22 | NumeroFotos = 300
```

Ilustración 31: Python número de fotos

Una vez el algoritmo recibe la cantidad de fotos que debe tomar la cámara, abre la interfaz de la cámara permitiendo al usuario ver la cara de sí mismo y rodeándolo un recuadro de color verde que indica que se está reconociendo un rostro, en la parte superior se identifica su nombre y apellido es aquí donde actúa la línea de código, o por el acceso directo de la carpeta ya antes mencionada como facerecognition.

Este entrenamiento se debe realizar solamente cuando el registro de usuarios al sistema haya finalizado de lo contrario no se debe realizar. Se debe tener en cuenta que el entrenamiento puede tardar ciertos minutos por la cantidad de imágenes que debe entrenar, es decir a más personas registras, más fotos, y a más fotos almacenadas, más tiempo dura el entrenamiento del algoritmo con el Dataset.

Lo anterior se almacena en un archivo llamada **'workspace'**, donde lo guarda en la carpeta principal donde se encuentran los algoritmos y el, **'Reconocimiento Facial'**, una vez habiendo ubicado los lugares donde se guardarán las fotos se hace efectivo el proceso al abrirse en la pantalla la opción de escanear con su letra **E** o reconocer con la letra **R**.

#### **8.18.4 Declarar para cerrar y finalizar**

En el script **vactivate** se ejecuta directamente desde la terminal.

#### **8.18.5 Manipulación de la imagen**

Se describe la captura y la detección de rostro de la persona que está al frente de la cámara. El tratamiento de la imagen empieza con lo siguiente, Pixeles (px) de ancho y 92 px de alto, esto lo hace para que la imagen captada como rostro no se mayor o menor a esta resolución ya que muchas veces la persona puede estar alejada.

#### **8.18.6 Interfaz Gráfica.**

Esta es la parte grafica que vera el usuario en el proyecto y es la que tendrá comunicación entre la persona usuario y el sistema. Esta parte es vital para que el usuario maneje las varias opciones que tiene el programa de una forma cómoda y comprensible.

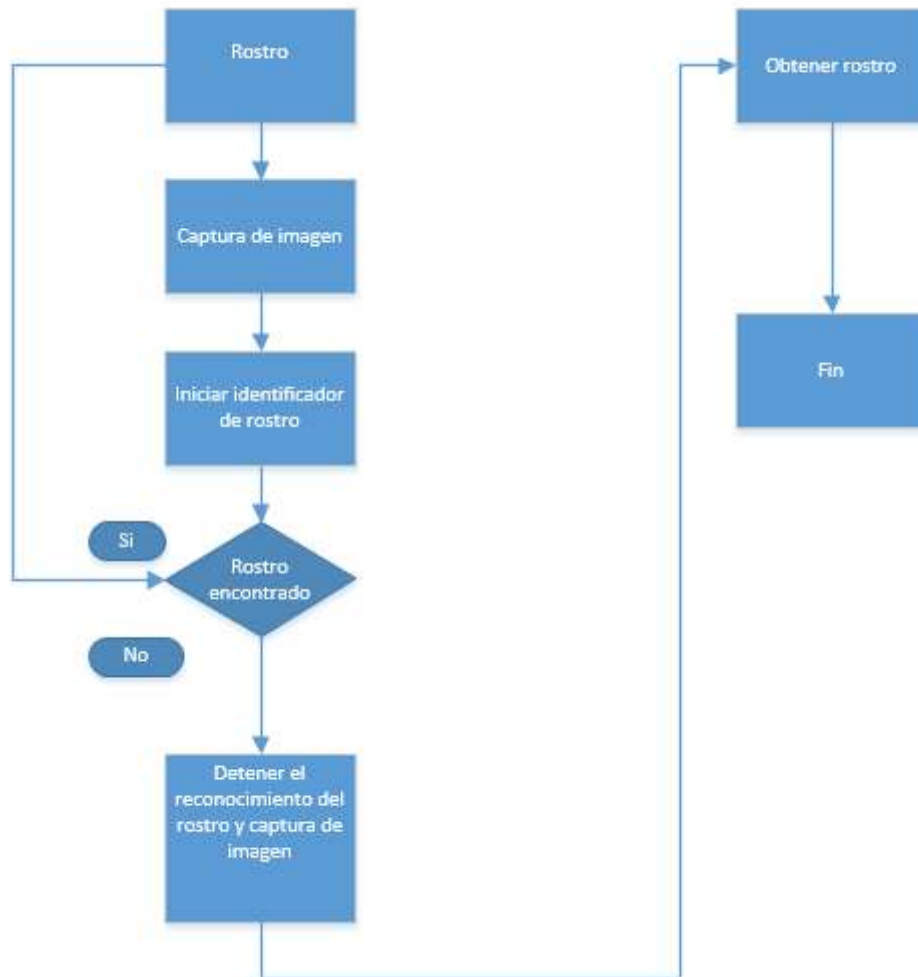


Ilustración 32: diagrama de flujo interfaz grafica

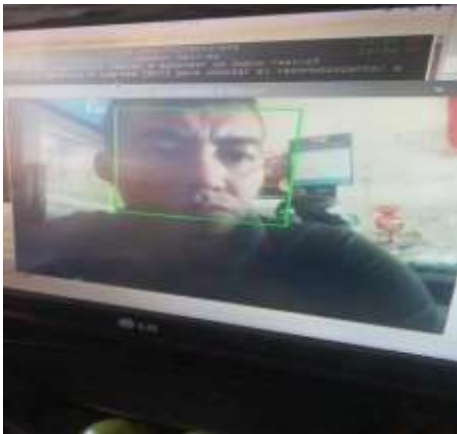
### CAPITULO III

#### 8.19 Evaluar el funcionamiento del sistema de reconocimiento facial para realizar pruebas piloto.

En este capítulo se evaluará en base a pruebas el funcionamiento del sistema de reconocimiento facial tomando en cuenta su fiabilidad y el margen de error para finalizar con la evaluación y poder determinar su uso al medio el cual se valla a desarrollar.

En el momento que se inicializa el algoritmo de reconocimiento facial, se ejecuta en la terminal de la misma manera que se ejecutó la primera parte, **'Python main.py'**, de esta forma se empieza a ejecutar el algoritmo.

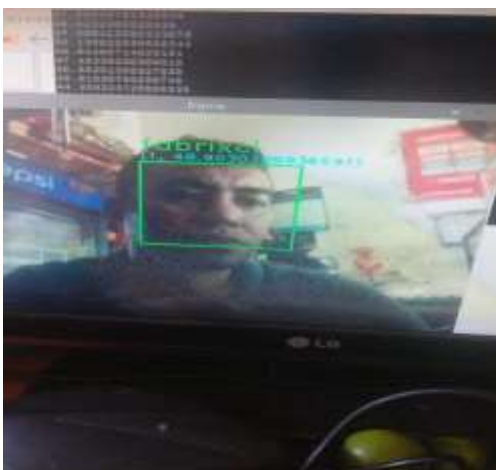
Posteriormente el algoritmo empieza a hacer el reconocimiento facial, pasando por la detección de rostro y el análisis de características, imprimiendo por pantalla a la persona que se reconocer, en este caso es la persona llamada Darwing la cual se puede evidenciar.



a)

Ilustración 33: Primera prueba de fotografía, escaneo del rostro de Darwing

La segunda prueba de reconocimiento facial se realiza con el estudiante y aspirante a ingeniero Darwing Fabrixci, abajo en la ilustración se muestra el reconocimiento facial completo donde después de haber ingresado los algoritmos del rostro se distingue con un nombre en la parte superior de la foto del cuadro verde, la intención de la prueba es poder detectar posibles fallas de programación, fallas de la cámara o enfoque, por ejemplo.



b)

Ilustración 34: segunda prueba reconocimiento del rostro de Darwing

La tercera prueba de reconocimiento facial se realiza con la estudiante y aspirante a Ingeniería llamada Sharon Páramo, ella no contiene en su rostro ningún tipo de aretes, cadenas o piercing, se evidencia la ilustración con la etiqueta de ella y en la parte de arriba el nombre de ella, se prueba una y otra vez el uso constante del equipo e ingresos de datos personales, se concluye con esta prueba dando como eficiente el uso.



c)

Ilustración 35: tercera prueba detección del rostro de Sharon.

Una vez realizado el reconocimiento facial para las personas que sean necesarias, activando la Raspberry Pi 4 B+, esto se realiza mediante código que se dejará en anexos. Cabe aclarar que solo hace la activación para reconocer por medio del algoritmo y activar con la letra e o E Finalmente se evidencia el prototipo final con lo cual se probó el sistema con éxito.



## **IX. Conclusión.**

Durante la definición de requerimientos tanto de las herramientas software, hardware y del algoritmo, todas ellas se basaron en el ambiente de trabajo en la que se implementó el sistema. Estas características pueden afectar el funcionamiento ideal si estas no se toman en cuenta para la implementación del sistema, ya que este podría tener fallas o inclusive hacer que el reconocimiento facial no sea un método seguro para el control de acceso.

Por esta razón los requerimientos que se expusieron en el documento son característicos y condiciones que deben tener el sistema en general para mitigar los efectos de un ambiente no controlado como la luz natural, el color de piel de una persona, rasgos que varían con el tiempo, o inclusive la calidad de la cámara. Se concluye con un resultado satisfactorio.

Al hacer la recopilación de información de las técnicas de reconocimiento facial se evidencia que muchas de ellas eran bastante viables para utilizarlas en este proyecto, sin embargo, se tomó la decisión de usar la técnica de reconocimiento facial Eigen-faces junto al PCA, debido a varias razones que la anteponen.

Estas razones son por su baja complejidad computacional y su poca utilización de recursos de la imagen, lo hacen que tenga un tiempo de respuesta muy aceptable, y el reconocimiento sea de un 97% preciso. Además de ser uno de los algoritmos más conocidos y confiables por la comunidad investigadora, este puede acoplarse con otras técnicas para mejorar el entrenamiento de las imágenes de referencia. Se concluye este capítulo agregando que se llegó satisfactoriamente al objetivo propuesto.

En el momento que se inicializa el algoritmo de reconocimiento facial, se ejecuta en la terminal de la misma manera que se ejecutó la primera parte, `source venv/bin/ activate` seguido del código `'Python main.py'`, de esta forma se empieza a ejecutar el algoritmo.

Posteriormente el algoritmo empieza a hacer el reconocimiento facial, pasando por la detección de rostro, Se concluye este capítulo finalizando el ultimo objetivo con pruebas pilotos satisfactorias.

## **X. Recomendaciones.**

El Desarrollo de este proyecto como se evidencio, busca la seguridad y confort en el negocio, control de personas en un centro de trabajo lo cual se espera que otros proyectos enfocados en lo mismo puedan desarrollarlo en muchas formas o maneras tecnológicas y puedan ser unificados con este proyecto, siendo así parte de un sistema más robusto, el cual tendrá muchas más funcionalidades que el actual proyecto, desde un control lumínico hasta el control de temperatura y todo controlado desde la placa de desarrollo Raspberry pi 4 con una interfaz que varía según su uso o implementación.

- El sistema desarrollado en el presente trabajo puede llevarse a la industria, de tal forma que dote a varios sectores de la economía con un sistema de seguridad que identifique a las personas cuando ingresen a ciertos sectores restringidos, y este a su vez puede funcionar en conjunto con los sistemas ya instalados.
- Este proyecto puede ser usado para proponer mecanismos donde se utilice machine learning o aprendizaje de máquina y dotar al sistema de cierto conocimiento para detectar estados anímicos de la persona que ingreso a los lugares donde estén ubicados estos sistemas, y con esta información se podría gestionar, predecir y controlar desde un buen estado de salud hasta la automatización de hogares para controlar los estados de ánimo o salud como la temperatura a su vez.

## XI. Bibliografía

Adiact Gutiérrez, J. J. (2017). *sistema de control de acceso peatonal al rurd de la unan managua utilizando tecnologia de identificacion por radio frecuencia rfid*. managua.

Aguateknica. (16 de septiembre de 2020). *Blog Post*. Obtenido de Blog Post: <https://www.aquateknica.com/reconocimiento-facial-3d/>

Álvarez, E. (31 de 12 de 2017). *memoria RAM y ROM*. Obtenido de <https://computerhoy.com/noticias/hardware/cual-es-diferencia-memoria-ram-rom-73563> appearance. (19 de 08 de 2019).

BUENO, O. L. (14 de agosto de 2020). Obtenido de [https://elpais.com/retina/2020/08/11/tendencias/1597131119\\_814894.html](https://elpais.com/retina/2020/08/11/tendencias/1597131119_814894.html)

BUENO, O. L. (14 de agosto de 2020). Obtenido de [https://elpais.com/retina/2020/08/11/tendencias/1597131119\\_814894.html](https://elpais.com/retina/2020/08/11/tendencias/1597131119_814894.html)

Camilo Eduardo Gamba Roa, S. M. (06 de 2010). *CONTROL DE ACCESO CON VERIFICACIÓN DE IDENTIDAD*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7043/tesis488.pdf?sequence=1>

CASCALLANA, T. A. (12 de 10 de 2018). *nobbot* . Obtenido de tecnologia para todos: <https://www.nobbot.com/pantallas/mejores-apps-reconocimiento-facial/>

chala. (2020). Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/06/26/microcontroladores-2/>

chala, E. f. (05 de 07 de 2020). *ARQUITECTURA DE MICROCONTROLADORES*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/blog/post/arquitectura-de-microcontroladores.html>

- Concreto, E. (16 de mayo de 2017). Obtenido de <https://elconcreto.com/2017/05/16/sabes-lo-que-es-la-biometria-estatica-ramiro-helmeyer-te-lo-explica/>
- Cortés, N. (28 de 09 de 2021). Obtenido de <https://www.geovictoria.com/cl/mundo-geovictoria/cuales-son-los-tipos-de-control-de-acceso-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Cortez., N. (2021). *control de acceso*. españa: Geovictoria.
- DAVID CASTAÑO, J. A. (2019). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24032/1/Final%20Trabajo%20de%20grado.pdf>
- DAVID castaño, J. A. (2019). *SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA CONTROL DE ACCESO A VIVIENDAS*. COLOMBIA: ESPITIA AGUILERA-2019.
- David Espinoza, P. (12 de 06 de 2015). *reconocimiento facial*. Obtenido de [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-1000/UCD1453\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-1000/UCD1453_01.pdf)
- delgado, h. (s.f.). *Fases y etapas para el desarrollo de un proyecto*. Obtenido de <https://disenowebakus.net/fases-para-el-desarrollo-de-un-proyecto-web.php>
- Escutia, R. F. (2020). *Raspberry Pi 4B*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/17492930/>
- Esmoris, D. (19 de DICIEMBRE de 2019). “*Control de Acceso a Redes*”. Obtenido de <https://postgrado.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/Esmoris.pdf>
- Fernández, L. (29 de 06 de 2021). *control de acceso*. Obtenido de <https://www.redeszone.net/tutoriales/seguridad/control-de-acceso-que-es/>
- Geek, B. (15 de 07 de 2019). Obtenido de : <https://tienda.bricogeek.com/accesorios-raspberrypi/822-camara-raspberry-pi-v2-8-megapixels.html>

Gonzalez, C. (21 de JULIO de 2017). Obtenido de <https://enlacesdelcaribe.com/tipos-de-control-de-acceso/>

Grapher, A. (21 de septiembre de 2019). Obtenido de <https://acegrapher.wordpress.com/2013/06/22/subexposicion-exposicion-correcta-ysobreexposicion>

Guzmán, A. R. (s.f.). *Reconocimiento de FORMAS e inteligencia artificial*. Obtenido de <https://revistaecys.github.io/17Edicion/articulo12.html>

holman Rivera, D. s. (agosto de 2016). Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3163/1/96819.pdf>

jimenez, A. (s.f.). Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Herramienta-de-configuracion-de-Raspberry-Pi-Se-probo-la-conexion-de-la-placa-con-la\\_fig4\\_317225866](https://www.researchgate.net/figure/Herramienta-de-configuracion-de-Raspberry-Pi-Se-probo-la-conexion-de-la-placa-con-la_fig4_317225866)

Jimenez, F. (s.f.). *arduino*. Obtenido de <https://aprendecienciaytecnologia.com/2018/10/04/arduino-definicion-componentes-y-ejemplo-practico/#comments>

juan. (04 de 11 de 2014). Obtenido de <https://www.accesor.com/control-de-acceso-manos-libres-pulseras-tags-emisores/>

julian, c. (s.f.). Obtenido de <https://www.fisimat.com.mx/tiro-parabolico/>

lantigua., s. f. (5 de septiembre de 2019). *Cemel*. Obtenido de <https://clinicemel.com/iluminacion-facial-en-4-sesiones/>

Larez, D. (2015). Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/3349545/>

Leegales. (15 de ENERO de 2020). Obtenido de <https://dianhoy.com/calcular-digito-de-verificacion-en-linea/>

Luis, E. R. (18 de julio de 2018). *xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>

- Magazin. (22 de NOVIEMBRE de 2018). Obtenido de <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>
- Mareida, D. (s.f.). Obtenido de <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-raspberry-pi-3-com-sensor-de-fluxo-de-agua/>
- marina. (6 de noviembre de 2020). Obtenido de <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/reconocimiento-facial/>
- marketing, b. (26 de junio de 2018). *control de acceso*. España: TD SISTEMAS
- MARTÍNEZ, J. S. (2012). *Seguridad Pasiva*. Obtenido de [http://dis.um.es/~lopezquesada/documentos/IES\\_1213/SAD/curso/UT3/ActividadesAlumnos/12/enlaces/biometricos.html](http://dis.um.es/~lopezquesada/documentos/IES_1213/SAD/curso/UT3/ActividadesAlumnos/12/enlaces/biometricos.html)
- Melgoza, A. (<https://slideplayer.es/slide/134598/> de octubre de 2014). analisis de los requerimientos. españa.
- Mitul Modi, F. M. (2014). *Face Detection Approaches*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Face-Detection-Approaches%3A-A-Survey-Modi-Macwan/392a96d8c1e593a0953e7e3c984d0953b3e9301b>
- Moreano Rojas, E. O. (2019). *CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL*. peru.
- Murcia, A. d. (2019). *pc componentes*. Obtenido de <https://www.pccomponentes.com/caracteristicas-raspberry-pi-4>
- Nora La Serna Palomino, U. R. (s.f.). *Técnicas de Segmentación en Procesamiento Digital de*. Obtenido de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/risi/2009\\_n2/v6n2/a02v6n2.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/risi/2009_n2/v6n2/a02v6n2.pdf)
- OLIVES, J. J. (s.f.). Obtenido de <https://1library.co/document/yr383j7y-diseno-implementacion-prototipo-monitoreo-procesos-sistemas-embebidos-raspberry.html>

- Ovance, J. (s.f.). *Cámaras de seguridad*. Obtenido de <https://ovacen.com/camaras-de-seguridad/>
- Pedraza, F. J. (2015). Obtenido de <https://lc.fie.umich.mx/~jfelix/MoCoWEB/ETHERNET.htm>
- perez, v. .. (2018). Obtenido de <https://www.famaf.unc.edu.ar/~pperez1/manuales/cim/cap2.html#transformadas-dicretas-la-transformada-de-fourier>
- PMOINFORMATICA. (2015 de abril de 13). requerimientos no funcionales . MEXICO.
- Porto, J. P. (s.f.). *camara*. Obtenido de <https://definicion.de/camara/>
- recfaces. (01 de Diciembre de 2020). Obtenido de <https://recfaces.com/es/articulos/tipos-de-identificacion-biometrica>
- Rodriguez, V. (29 de NOVIEMBRE de 2020). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Detecci%C3%B3n\\_de\\_caras#:~:text=Algoritmo%20Viola%20%26%20Jones,-Este%20algoritmo%20tiene&text=%E2%80%8B%20Para%20determinar%20si%20en,un%20conjunto%20de%20caracter%C3%ADsticas%20visuales.](https://es.wikipedia.org/wiki/Detecci%C3%B3n_de_caras#:~:text=Algoritmo%20Viola%20%26%20Jones,-Este%20algoritmo%20tiene&text=%E2%80%8B%20Para%20determinar%20si%20en,un%20conjunto%20de%20caracter%C3%ADsticas%20visuales.)
- Rodruiguez, M. (s.f.). *microchip*. Obtenido de <https://www.saberia.com/que-es-un-microchip/>
- Romero, A. (28 de 08 de 2015). Obtenido de [https://www.hosteltur.com/117725\\_reconocimiento-facial-personalizacion-producto-turistico.html](https://www.hosteltur.com/117725_reconocimiento-facial-personalizacion-producto-turistico.html)
- sanz, A. (s.f.). Obtenido de <http://arduinoamujete.blogspot.com/p/raspeberry-pi.html>
- Sordo, A. I. (abril de 15 de 2021). Recolección de datos: métodos, técnicas e instrumentos. *marketing*, 28.

Soto, J. A. (s.f.). *INTEL*. Obtenido de <https://www.geeknetic.es/Intel/que-es-y-para-que-sirve#:~:text=Intel%20es%20una%20empresa%20dedicada,que%20proviene%20de%20INTEgrated%20ELectronics>.

Upton, E. (s.f.). *Raspberry Pi*. Obtenido de [https://www.wikiwand.com/es/Raspberry\\_Pi](https://www.wikiwand.com/es/Raspberry_Pi)

Uribe, L. G. (14 de 12 de 2020). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. Obtenido de <https://santandercto.com/vision-artificial-reconocimiento-imagenes-procesamiento-automatizado/>

Velasco, R. (24 de AGOSTO de 2021). Obtenido de <https://hardzone.es/reviews/perifericos/analisis-raspberry-pi-3-modelo-b/>

velazquez, s. (s.f.). Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-de-bloques-del-modulo-de-procesamiento-de-senales-analogicas-y\\_fig1\\_315075161](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-de-bloques-del-modulo-de-procesamiento-de-senales-analogicas-y_fig1_315075161)

VELEZ, J. (2018). Obtenido de <https://brainly.lat/tarea/53202117>

Villegas Quezada, C. (2015). *identificacion biometrica*. Obtenido de <http://ri.iberomx.mx/handle/iberomx/904>

wikipedia. (4 de mayo de 2021). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Segmentaci%C3%B3n\\_\(procesamiento\\_de\\_im%C3%A1genes\)#:~:text=La%20segmentaci%C3%B3n%20es%20uno%20de,grupos%20de%20p%C3%ADxeles\)%20denominadas%20segmentos](https://es.wikipedia.org/wiki/Segmentaci%C3%B3n_(procesamiento_de_im%C3%A1genes)#:~:text=La%20segmentaci%C3%B3n%20es%20uno%20de,grupos%20de%20p%C3%ADxeles)%20denominadas%20segmentos).

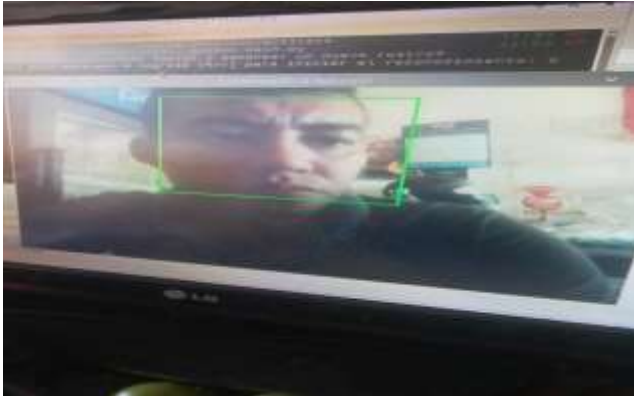
wikipedia. (8 de septiembre de 2021). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)

William A. Castrillon, D. A. (JUNIO de 2008). *TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS EN IMÁGENES PARA EL RECONOCIMIENTO DE EXPRESIONES FACIALES*. Obtenido de <file:///C:/Users/PC-10/Downloads/Dialnet-TecnicasDeExtraccionDeCaracteristicasEnImagenesPar-4748262.pdf>



## XII. Anexos.

Este anexo contiene algunas de las fotos de test que se tomaron para verificar la eficiencia del sistema de reconocimiento facial, estas características son las más relevantes para la persona en cuestión.



d)

Ilustración 36: anexo

En la ilustración, se evidencia fotos de test de Darwing en la cual se puede ver pruebas con gafas y mascarillas, con gestos, también se puede evidenciar que se toma la prueba desde un ángulo de 30°

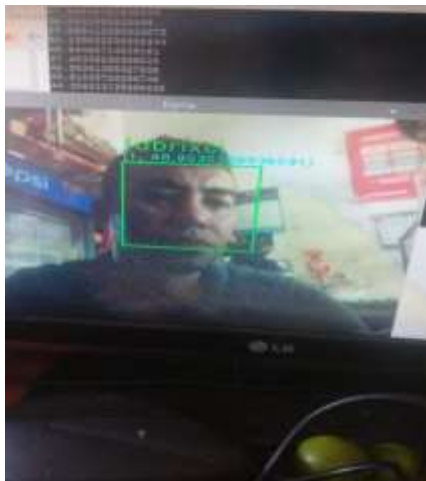


Ilustración 37: anexo detección del rostro.

En la figura, se evidencia las pruebas de reconocimiento de Sharon donde se exponen las fotos con expresiones o gestos faciales, como la de sonrisa o de mueca, además, contiene la prueba de accesorios y un ángulo de 30.

### Presupuesto del prototipo

#### presupuesto

No.	Descripción	cantidad	p/unidad	Total
1	Raspberry pi 4 B	1	\$40	\$40
2	Raspberry pi cámara	1	\$10	\$10
3	Convertidor HDMI a VGA	1	\$7	\$7
4	Memoria micro SD 32GB	1	\$8	\$8
5	Teclado y Mouse	1	\$10	\$10
6	Encapsulado del prototipo	1	\$7	\$7
7	Pantalla LCD	1	\$50	\$50
8	Instalación	1	\$20	\$20
9	Cableado	1	\$20	\$20
10	Gastos varios		\$10	\$10
			Total	\$182

En este punto del presupuesto se detalla el total de los gastos del prototipo y de los materiales que en principio se utilizaran para su instalación, los modelos actuales de reconocimiento facial en el mercado tienen un costo de \$202.4, algunos no incluyen gastos diferentes solo la venta del equipo y su parametrización suele tener este precio estimado.

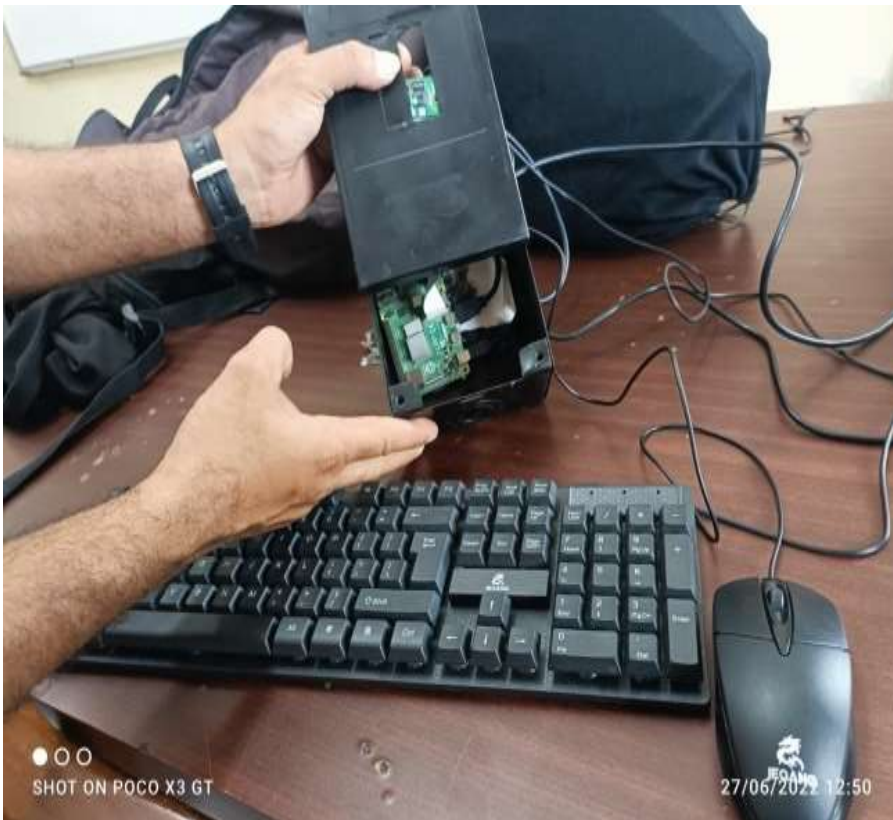


Ilustración 38: anexo



Ilustración 39: anexo



Ilustración 40: anexo



Ilustración 41: anexo



Ilustración 42: anexo

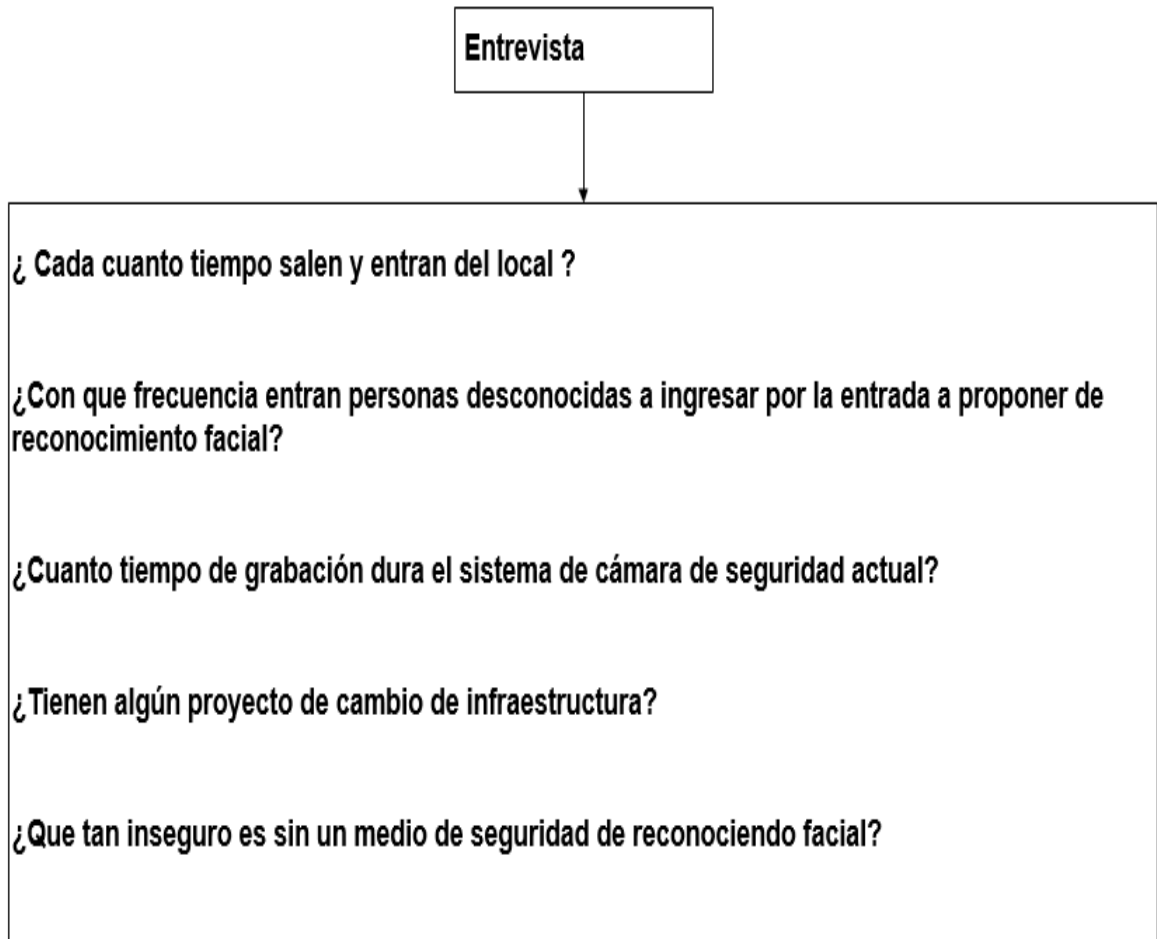


Ilustración 43: Entrevista

### Script del clasificador

Importar cv2

importar sistema operativo

```
dataPath = 'C:/Users/Gaby/Desktop/Reconocimiento Facial/Data' #Cambia a la ruta donde haya almacenado Data
```

```
rutas de imagen = os . listdir ( ruta de datos )
```

```
imprimir ( 'imagePaths=' , imagePaths )
```

```

#face_recognizer = cv2.face.EigenFaceRecognizer_create()
#face_recognizer = cv2.face.FisherFaceRecognizer_create()
reconoce_caras = cv2 .cara _ LBPHFaceRecognizer_create ()

#Leyendo el modelo

#face_recognizer.read('modeloEigenFace.xml')
#face_recognizer.read('modeloFisherFace.xml')
reconocedor de rostros . leer ( 'modeloLBPHFace.xml' )

#cap = cv2.VideoCapture(0,cv2.CAP_DSHOW)
#cap = cv2.VideoCapture('Video.mp4')

caraclasif = cv2 . CascadeClassifier( cv2 . data . haarcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml' )

mientras que es cierto :

    ret , marco = gorra . leer ()

    sired == Falso : romper

    gris = cv2 . cvtColor ( marco , cv2 . COLOR_BGR2GRAY )

    auxFrame = gris . copiar ()

    caras = faceClassif . detectMultiScale ( gris , 1.3 , 5 )

    para ( x , y , w , h ) en caras :

        rostro = auxFrame [ y : y + h , x : x + w ]

```

```
rostro = cv2 . redimensionar ( rostro ,( 150 , 150 ),
interpolación = cv2 . INTER_CUBIC )
```

```
resultado = reconocedor de rostros . predecir ( rostro )
```

```
cv2 .putText ( marco , '{}'.format ( resultado ), ( x , y - 5 ), 1 ,
1.3 , ( 255 , 255 , 0 ), 1 , cv2 . LINE_AA )
```

```
'''
```

```
# caras propias
```

```
si resultado[1] < 5700:
```

```
cv2.putText(marco,'{}'.format(imagePaths[resultado[0]]),(x,y-
25),2,1.1,(0,255,0),1,cv2.LINE_AA)
```

```
cv2.rectangle(marco, (x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)
```

```
más:
```

```
cv2.putText(marco,'Desconocido',(x,y-
20),2,0.8,(0,0,255),1,cv2.LINE_AA)
```

```
cv2.rectangle(marco, (x,y),(x+w,y+h),(0,0,255),2)
```

```
#caradepescador
```

```
si resultado[1] < 500:
```

```
cv2.putText(marco,'{}'.format(imagePaths[resultado[0]]),(x,y-
25),2,1.1,(0,255,0),1,cv2.LINE_AA)
```

```
cv2.rectangle(marco, (x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)
```

```
más:
```



```

cv2.putText(marco,'Desconocido',(x,y-
20),2,0.8,(0,0,255),1,cv2.LINE_AA)

cv2.rectangle(marco, (x,y),(x+w,y+h),(0,0,255),2)

'''

#LBPHCara

si resultado [ 1 ] < 70 :

    cv2 .putText ( marco , '{}' . formato ( imagePathscaminos
de imagen [ resultado [ 0 ] ]),( x , y - 25 ), 2 , 1.1 ,( 0 , 255 , 0 ), 1 , cv2 . LINE_AA
)

    cv2 . rectángulo ( marco , ( x , y ),( x + w , y + h ),( 0 , 255
, 0 ), 2 )

    más :

    cv2 .putText ( frame , 'Desconocido' ,( x , y - 20 ), 2 , 0.8
,( 0 , 0 , 255 ), 1 , cv2 . LINE_AA )

    cv2 . rectángulo ( marco , ( x , y ),( x + w , y + h ),( 0 , 0 ,
255 ), 2 )

cv2 .imshow ( 'marco' , marco )

k = cv2 .tecla de espera ( 1 )

si k == 27 :

    descanso

gorra _ liberación ()

cv2 .destruir todas las ventanas ()

```