

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



“SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA DE PERSONAL
CON CONTEO DE ATRASOS Y ACCESO A BASE DE
DATOS VÍA WIFI PARA PISCINA CANOA ”

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

Por: Manuel Vela Apaza

Tutor: Arturo Marín Thames

LA PAZ - BOLIVIA

2021

DEDICATORIA

Vanessa Aliaga mi esposa se merece todo mi respeto, mi atención y mi vida, por haberme impulsado y apoyado en todo el proceso de este proyecto y en general, ¿sabías que te amo?

A mis padres Juan y Angelica (+) por haber formado mi carácter y mi educación este logro se los debía a ellos.

A mis hijos Veronica y Gabriel por ser mi incentivo para perseverar y seguir adelante siempre.

A mis hermanos Carolina y Pablo que fueron ejemplo y me motivaron para subir este peldaño más.

A mi nueva familia que surgió gracias a mi esposa, principalmente Irene y Carlos mis papas y Raissa mi hermana, quienes coadyuvaron para que siga adelante en este proyecto y colaboraron siempre que hubo la oportunidad.

AGRADECIMIENTOS

Hay mucho que agradecer a la gran casa de estudios, nuestra Universidad Mayor de San Andrés por haberme formado académicamente.

A mis Compañeros de estudio, colegas y futuros colegas, quienes supieron proporcionar la mano en símbolo de apoyo y amistad en el transcurso de los años.

A mi Tutor por la guía y experiencia para llevar adelante este Proyecto.

A mis Tribunales por su atención oportuna y su amabilidad.

RESUMEN DEL PROYECTO

En este documento se detalla el cómo se diseñó un sistema de control de ingreso y salida para el personal de la Piscina Canoa, con acceso a base de datos de ingreso y salida de cada trabajador de esta piscina.

Se identificó la existencia de problemas en relojes digitales con sensor biométrico comerciales, los mismos requieren ser recalibrados cada cierto tiempo, lo cual es un gasto para esta empresa, además que el costo es demasiado elevado. Y la manera de tener una tabla de asistencias y retrasos es complicada de manejar.

Teniendo en cuenta el problema, se escogieron dispositivos que ayuden a controlar el ingreso del personal mediante la huella dactilar, y que su hora sea actualizada constantemente para evitar calibraciones. Además, que se diseñó un método para copiar los informes de fin de mes de forma inalámbrica y con interfaz más sencilla para el administrador.

Realizando una tabla de costos se pudo ver que el primer equipo tiene un precio cercano al de un reloj biométrico convencional, y que los posteriores equipos serán más económicos y tendrán un mejor rendimiento.

INDICE

CAPÍTULO I.....	I
1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	I
1.1. INTRODUCCIÓN.....	I
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	II
1.3. OBJETIVOS.....	III
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	III
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	III
1.4. JUSTIFICACION.....	IV
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....	IV
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	IV
1.4.3. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	IV
1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	IV
1.1. DELIMITACION.....	VI
1.1.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	VI
1.1.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	VI
1.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	VII
CAPITULO II.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	1
2.1. ANTECEDENTES.....	1
2.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	1
2.2.1. Dactiloscopia.....	1
2.2.2. Dactilograma.....	2
2.2.3. AFIS y su Recomendación.....	4
2.2.4. Biometría.....	5
2.2.4.1. Definición.....	5
2.2.4.2. Historia.....	6
2.2.4.3. Forma de distinguir un dactilograma.....	8
2.2.5. Sensores biométricos.....	9
2.2.5.1. Sensores Ópticos.....	10
2.2.5.2. Sensores Termoelectrónicos.....	11
2.2.5.3. Sensores Capacitivos.....	12
2.2.5.4. Sensores E-Field (de Campo Eléctrico).....	13
2.2.5.5. Sensores sin contacto.....	14
2.2.6. Sensor de huella dactilar R307.....	14
2.2.6.1. Características específicas en hardware del detector R307.....	19
2.2.6.2. Protocolo de comunicación del R307.....	20
2.2.6.2.1. Encabezado.....	21
2.2.6.2.2. Dirección.....	22

2.2.6.2.3. Identificador de paquete	22
2.2.6.2.4. Longitud del paquete	22
2.2.6.2.5. Contenido del paquete	22
2.2.6.2.6. Suma de verificación	22
2.2.7. Placa de desarrollo Raspberry Pi	26
2.2.7.1. Definición	26
2.2.7.2. Hardware de Raspberry Pi	27
2.2.7.3. Software de Raspberry Pi	28
2.2.8. Comunicación inalámbrica WIFI	29
2.2.8.1. Definición	29
2.2.8.2. Funcionamiento	30
CAPÍTULO III	31
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	31
3.1. <i>DESARROLLO DEL PROYECTO</i>	31
3.1.1. Elección de dispositivos	31
3.1.1.1. Mini computadora Raspberry Pi Zero W	31
3.1.1.2. Pantalla touchpad XPT2046	31
3.1.1.3. Lector Scanner de Huella digital R307	31
3.1.2. Diseño del sistema	32
3.1.2.1. Circuitos implementados	33
3.1.2.2. Algoritmo del sistema	38
3.1.2.3. Software del sistema	42
3.1.2.4. Funcionamiento del sistema	56
CAPITULO IV	63
4. ANÁLISIS DE COSTOS	63
CAPITULO V	64
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
7. ANEXOS	67
7.1. <i>Anexo I: Códigos del proyecto</i>	67
7.1.1. Reloj de ingreso y salida	67
7.1.2. Nuevo registro	70
7.1.3. Consulta de días trabajados	73
7.1.4. Configuraciones de red local	74
7.2. <i>Anexo II: Cotizaciones de relojes biométricos</i>	79
7.3. <i>Anexo III: Manual de uso del proyecto</i>	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Detalles de una huella digital.....	4
Figura 2: Identificando rasgos de una huella digital	6
Figura 3: Primeras muestras de huella digital.....	7
Figura 4: Diferencias de dactilogramas.....	8
Figura 5: Sensor óptico en lectura de huella dactilar	10
Figura 6: Sensor capacitivo en lectura de huella dactilar	13
Figura 7 Sensor de huella dactilar R307.....	14
Figura 8 Reflexión interna total frustrada en el sensor R307	17
Figura 9 Circuito interno del sensor R307 (sensor de imagen y detector Touch Pad).....	18
Figura 10 Circuito procesador de detector de huella dactilar con CI AS606	18
Figura 11 Diagrama esquemático incompleto del detector R307 en base a AS606.....	19
Figura 12 Comandos R307 y sus códigos en bytes.....	23
Figura 13: Placa Raspberry Pi y sus partes.....	27
Figura 14: Diagrama en bloques del proyecto	32
Figura 15: Raspberry Pi Zero W utilizada en el proyecto	33
Figura 16 Conexión de detector R307 a Raspberry Pi	34
Figura 17 Diagrama completo del esquemático del proyecto.....	36
Figura 18: Algoritmo de toma de huellas dactilares para entrada y salida	39
Figura 19: Algoritmo de ingreso de nuevo trabajador.....	41
Figura 20: Selección de imagen de Sistema Operativo	43
Figura 21: Detección de la tarjeta Raspberry Pi en Fing.....	44
Figura 22: Ingresando a la Raspberry Pi Zero vía SSH.....	45
Figura 23: Pantalla XPT2046 con Sistema Operativo.....	46
Figura 24: Instalación de Apache en la Raspberry Pi.....	47
Figura 25: Instalación de PHP en la Raspberry Pi	48
Figura 26: Instalando phpmyadmin sobre apache2.....	50
Figura 27: Configurando contraseña para MySQL en Raspberry Pi.....	51
Figura 28: phpMyAdmin instalado en la Raspberry Pi	51
Figura 29: Creando base de datos del proyecto	53
Figura 30: Insertando tabla de trabajadores en la base de datos	54
Figura 31: Atributos de la tabla de trabajadores	54
Figura 32: Atributos de las tablas "Días trabajar" y "Días trabajados"	55
Figura 33: Relación entre las tablas de la base de datos.....	56
Figura 34 Tabla "ip" y sus columnas creadas para configuración de red.....	56
Figura 35 Inicio del programa en la Raspberry Pi y la pantalla XPT2046	57
Figura 36 Inicio de la página "usuario" desde otro computador.....	57
Figura 37 Inicio de la página "finger" en un computador	58
Figura 38 Ingreso de nuevo trabajador a la base de datos	58
Figura 39 Detector de huella dactilar en funcionamiento.....	59
Figura 40 Nuevo trabajador registrado en base de datos.....	60

Figura 41 Consulta de horarios de ingreso y salida a la base de datos.....	60
Figura 42 Vista de horarios de ingreso y salida de un trabajador en la base de datos.....	61
Figura 43 Diseño en el software “Fusion” de la carcasa del proyecto	62
Figura 44 Proyecto terminado y funcionando.....	62

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

Cada vez son más empresas que requieren controlar a su personal en cuanto a ingreso y salida del establecimiento, para aumentar el rendimiento de la empresa y evitar que los trabajadores incumplan sus deberes.

Pensando en esto, la mayoría de las empresas levantan un cuaderno de asistencia del personal confiando en la buena fe de los trabajadores y en su cumplimiento a los horarios laborales. Esto suele ser muy deficiente al momento de controlar la hora correcta de ingreso y salida y al momento de transcribir el reporte del mes de todos los empleados, generando varios problemas y errores.

Algunas empresas optan por adquirir marcadores de tarjeta, repartiendo tarjetas a cada trabajador para que puedan marcar en un reloj marcador sus horarios de ingreso y salida. Esto también resulta deficiente por pérdidas de tarjetas o daños, además de que muchos empleados deshonestos piden a su compañero marquen la tarjeta ajena.

Muy pocas empresas adquieren un reloj biométrico, que es mucho más efectivo y personalizado, pero a su vez es demasiado costoso para ser adquirido por la empresa. Además de necesitar un gasto extra por mantenimiento y calibración de hora cada cierto tiempo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Piscina Canoa al igual que muchas empresas tiene problemas para controlar el ingreso y salida de sus empleados y adquirir un reloj biométrico en el mercado le resulta demasiado caro.

Además, a medida que los empleados de la Piscina Canoa van incrementando, es más complicado transcribir un informe para cada empleado realizando descuentos por atraso o falta.

Este problema se debe a que el personal de esta y muchas otras empresas cada vez es más numeroso complicando su control de ingreso y salida.

Esto afecta la productividad de la empresa ya que los empleados no cumplen su horario de trabajo sin tener ninguna sanción o descuento.

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se realiza la siguiente pregunta:

¿Cómo se puede optimizar el control del personal de Piscina Canoa en horarios de ingreso y salida sin realizar un gasto muy alto?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema electrónico de control de asistencia de asistencia de personal con conteo de atrasos y acceso a base de datos vía Wifi para Piscina Canoa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar la variedad de sensores existentes que realicen el escaneo de huellas dactilares.

Diseñar un programa que permita la lectura de huellas dactilares y guarde la imagen en una memoria.

Implementar un software que permita registrar usuarios en una base de datos según su huella dactilar.

Realizar un programa de reloj digital con la opción de marcado de ingreso y salida por huella dactilar.

Instalar un servidor que permita consultas a base de datos de registros de huellas dactilares vía Wifi.

Realizar un programa que señale días de retraso y permita a usuarios realizar consultas de días trabajados mediante el celular o computadora.

1.4. JUSTIFICACION

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

El presente proyecto es una mejora de un reloj biométrico de huella digital convencional, ya que se pretende vencer la deficiencia de tener que calibrar el reloj cada cierto tiempo. Además que, debido a la transmisión de datos en forma inalámbrica del mismo, se hace más sencilla la transcripción de informes detallados acerca del horario de ingreso y salida del personal

1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Debido al avance tecnológico, la sociedad día a día busca solucionar sus problemas de maneras más sencillas. El presente proyecto facilita el control de ingreso del personal y motiva a llegar en horarios fijados por la empresa. También permitirá al mismo personal controlar cuántos atrasos tiene en lo que va del mes y si esto equivale a alguna sanción, este control se podrá realizar desde el celular del mismo usuario dándole la facilidad tener un constante control.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Gracias a los conocimientos adquiridos en electrónica digital e informática, la realización del presente proyecto es factible, a tal modo que se puede pensar en una escalabilidad muy próxima. Esto debido a que también se cuenta con conocimientos de actuadores como chapas electromagnéticas, cámaras entre algunos otros dispositivos que harían del proyecto algo más grande a futuro.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Los relojes biométricos de huella digital estándar tienen un costo un tanto elevado, sin mencionar que cada seis meses es necesario que personal de la empresa proveedora vuelva a calibrar la hora lo cual significa un gasto cada cierto tiempo. Con el presente proyecto

se realizará la actualización de la hora de forma automática lo cual reduce mucho el costo de mantenimiento.

1.1. DELIMITACION

1.1.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL

Si es que se planea implementar el circuito para una sola empresa, y tomando en cuenta que el proyecto empezará de cero, el diseño y fabricación del mismo será de dos meses aproximadamente. La implementación del resto de dispositivos que se quiera aumentar es sumamente rápida, por lo que sólo tardaría un día.

1.1.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL

En cuanto a los límites del proyecto, se puede citar necesidad de un router WiFi para su uso. Para que el dispositivo se comunique con otros dispositivos de forma inalámbrica

1.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el presente proyecto se realizó una investigación experimental, ya que en este proyecto se manipulan las variables de imágenes de dactilogramas, las cuales se deben seleccionar, autenticar y posteriormente reconocer de forma ordenada. Además, se utilizan datos de cada empleado para poder seleccionar el dactilograma reconocido y posteriormente almacenarlos en una base de datos.

1.2.1. ACTIVIDADES Y TAREAS

Se estudiará la forma que tiene un dactilograma, y la forma de identificar las diferencias entre uno y otro.

Teniendo en cuenta este estudio, se elegirá un sensor que sea capaz de realizar capturas de huellas dactilares para luego digitalizarlas.

Logrando digitalizar la imagen de un dactilograma, se creará un software en javascript para almacenar los datos del dactilograma junto a datos personales del dueño del dactilograma.

El almacenamiento se lo realizará en una base de datos MySQL a la que se podrá acceder mientras un empleado esté en la misma red del sistema.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.

El control de personal significa para cualquier empresa una de las labores fundamentales para mantener la disciplina y el orden empresarial. Este control puede ser burlado cuando no se tiene los métodos necesarios y más cuando el administrador no logra estar físicamente en el lugar donde se desarrolla la labor comercial/administrativa.

En ese entendido, a medida que se realizó el análisis de requerimientos de servicios/productos de la empresa “Sauna Piscina CANOA”, en coordinación con su personal Administrativo, se vió por conveniente implementar un “SISTEMA de CONTROL DE ASISTENCIA DE PERSONAL” que mediante se fue abriendo el análisis técnico/administrativo, también se solicitó del acceso a la base de datos de los ingresos y salidas VÍA WIFI para el administrador y opcionalmente para su personal a cargo.

A razón de lo indicado, se optó por elegir el control de personal mediante un Sistema Electrónico de control de asistencia por sensor Biométrico, mismo que garantiza el registro de ingresos y salidas del personal de la empresa, que puede ser revisado por el administrador desde cualquier parte del mundo donde se tenga acceso a internet.

2.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

2.2.1. Dactiloscopia.

Dactiloscopia (Criminología): Es la ciencia que se propone identificar a las personas físicamente consideradas por medio de la impresión o reproducción física de los dibujos formados por las crestas papilares en las yemas de los dedos de las manos.

Fuente: <https://www.ecured.cu/Dactiloscop%C3%ADa>

Dactiloscopia viene del griego Daktylos que significa DEDO, Skopia que significa OBSERVACION. Estudio de las impresiones digitales para identificación de las personas.

La dactiloscopia, término que también puede acentuarse en la segunda I (dactiloscopia), es la disciplina dedicada al análisis de las huellas dactilares. La dactiloscopia es una rama de la lofoscopia (también conocida como lofoscopia o papiloscopia dentro del ámbito de la criminalística, y como dermatoglia en zoología y medicina), una ciencia que se encarga del estudio de los diseños que forman las crestas papilares, los cuales se ubican en la superficie de la piel de las partes del cuerpo que usamos para percibir los estímulos táctiles, para ejercer la función prensil y para la locomoción.

Fuente: <https://definicion.de/dactiloscopia/>

2.2.2. Dactilograma

El dactilograma es el dibujo formado por las crestas papilares de las yemas de los dedos de las manos. Los dactilogramas pueden ser de tres tipos: Dactilograma natural: es el que está en la yema del dedo, formado por las crestas papilares de forma natural. Dactilograma artificial: es el dibujo que aparece como resultado al entintar un dactilograma natural e imprimirlo en una zona idónea. Dactilograma latente: es la huella dejada por cualquier dactilograma natural al tocar un objeto o superficie. Este dactilograma queda marcado, pero es invisible. Para su revelación requiere la aplicación de un reactivo adecuado.

Fuente: <https://educalingo.com/es/dic-es/dactilograma>

La piel del cuerpo humano no es una superficie lisa, sino que en ella encuentran rugosidades que forman papilas dérmicas que sudan constantemente, por eso se puede considerar que cualquier área del cuerpo al tocar una superficie idónea, principalmente las regiones de los pulpejos de las falanges de los dedos y de las palmas de las manos, dejan huellas de sus papilas dactilares y palmares respectivamente, las que están compuestas de salientes y depresiones.

Las salientes se denominan **CRESTAS PAPILARES** y las depresiones **SURCOS INTERPAPILARES**. En los bordes superiores o vértices de las crestas papilares se encuentran los poros sudoríparos, por donde secreta un líquido proveniente de las glándulas sudoríparas, conocido comúnmente como sudor y es el que forma las huellas latentes invisibles a la vista, pero reveladas con algún reactivo se puede apreciar su figura dactilar. Concepto: Dactilograma es el conjunto de papilas dactilares que forman dibujos caprichosos en las yemas de los dedos y los que al ser apoyados sobre determinados objetos, imprimen sus figuras por medio de la secreción sudorípara o por sustancias colorantes.

Los dibujos o figuras formadas por las papilas dactilares en los pulpejos de los dedos, reciben el nombre de dactilograma y el profesor Benjamín Martínez los divide en **NATURALES**, **ARTIFICIALES** e **INVISIBLES**. Son naturales las figuras estampadas por la naturaleza en nuestro cuerpo, artificiales las producidas con esas mismas regiones epidérmicas aplicándolas entintadas sobre una superficie lisa o pulimentada e invisibles las que están formadas por el sudor exudado por las glándulas sudoríparas y por una pequeña cantidad de aceite exudado por las glándulas sebáceas adyacentes. **NATURAL ARTIFICIAL INVISIBLE**

Ante tal situación, las impresiones latentes reveladas de los dactilogramas o las entintadas, presentan líneas coloreadas que son las crestas dactilares y las líneas claras son los surcos interpapilares o intercrestales. Cresta Papilar Poros Sudoríparos Surco Interpapilar Entonces, lo que produce propiamente la huella dactilar o digital, son las papilas dactilares en cuyos vértices contienen pequeñísimos orificios conocidos como poros sudoríparos, los cuales secretan constantemente sudor proveniente de las glándulas sudoríparas.

Partiendo de la definición de Frecon, genéricamente se entiende por huella: Toda figura, señal o vestigio, producidos sobre una superficie, por contacto suave o violento con una región del cuerpo humano o un objeto cualquiera, impregnados o no de sustancias colorantes.



Figura 1: Detalles de una huella digital

Fuente: <https://www.registraduria.gov.co/El-Afis-pilar-de-la-biometria.html>

- HUELLA LATENTE Referente al término latente, Lubián y Arias, dicen: Esta palabra se deriva del latín latens y su significado es oculto y escondido; “que no se manifiesta exteriormente.” Por tanto, las HUELLAS LATENTES son figuras invisibles que se producen al contacto sobre una superficie lisa o pulida por el sudor que emana por los poros sudoríparos de las papilas dactilares.
- HUELLA DACTILAR POSITIVA Es la impresión artificial de la figura dactilar de alguno de los dedos de las manos, sobre alguna superficie utilizando siempre alguna sustancia colorante. Las sustancias colorantes, pueden ser: tinta negra para huellas, grasa, aceite, etc.
- HUELLA DACTILAR NEGATIVA Es la impresión artificial de la figura dactilar de alguno de los dedos de las manos, sobre materias blandas y que registran su relieve. Los cuerpos o materias blandas pueden ser: mastique fresco, plastilina, arcilla, masa, yeso fresco, pintura fresca, jabón suave, etc.

Fuente: <https://es.slideshare.net/Martinjdm27/dactilograma>

2.2.3. AFIS y su Recomendación

El Sistema Automatizado de Identificación Dactilar Colombiano, Afis, o Automated Fingerprint Identification System por sus siglas en inglés, es una base de datos que sirve

para verificar la identidad de una persona, a través de las características de sus huellas dactilares.

Este software crea un modelo computarizado de la huella, que puede obtener a través de múltiples comparaciones un resultado que permite individualizar a las personas dentro de una base de datos, en las que se clasifican y almacenan los registros para poder efectuar los cotejos.

El sistema Afis es el pilar fundamental en la aplicabilidad de la biometría para la individualización de los ciudadanos. La biometría es una tecnología de identificación que mide e identifica alguna característica morfológica que diferencia a una persona de otra. Las huellas dactilares son el elemento más común utilizado para realizar identificación biométrica.

Fuente: <https://www.registraduria.gov.co/El-Afis-pilar-de-la-biometria.html>

2.2.4. Biometría

2.2.4.1. Definición

Esto se refiere al reconocimiento automático de una persona utilizando algunas características físicas, como ya lo sabemos las contraseñas y las tarjetasID han sido utilizadas para guardar cosas personales o bien para controlar el acceso a ciertos lugares, pero estas no son confiables ya que estos sistemas de seguridad son fácilmente violados con el hecho de divulgar tu contraseña o al extraviar la tarjeta, por eso este método de las huellas dactilares es muy seguro y confiable.

Estas huellas se adquieren durante el desarrollo del feto entre los 6 o 7 meses, esto no cambia durante la vida de una persona a excepción de raspaduras, cortadas o quemaduras en las yemas de los dedos.

Por consiguiente que la probabilidad de que se encuentren dos huellas dactilares iguales es 1 en 1000.

2.2.4.2. Historia

Este sistema de identificación dactilar lo creo el doctor Federico Olóriz Aguilera, en España.

Una huella dactilar son aquellas onditas que se encuentran situadas en las yemas de los dedos y al ponerlas sobre una superficie plana se quedan marcadas, para esto casi siempre se pone el dedo índice o el pulgar, esto sin duda es una característica individual de cada persona que sin duda sirve para identificar a las personas, todos tenemos crestas diferentes es por eso que es individual e inconfundible.



Figura 2: Identificando rasgos de una huella digital

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos94/las-huellas-dactilares/las-huellas-dactilares.shtml>

Sabemos que antes de Juan Vucetich ya se estudiaba sobre las huellas digitales o dactilares, Juan Vucetich fue la primera persona en hacer las fichas dactilares del mundo con las huellas de 23 procesados, el 1 septiembre de 1891 y este día se conoce como el "día mundial de la dactiloscopia" pasado el tiempo, con la aprobación de este método se verifico con otras 645 personas pero estas eran reclusos de la cárcel llamada "plata" en

1894, con el tiempo, viendo que este método era muy útil la policía de buenos aires adopto su sistema.

Hasta el siglo XVII, fue cuando se descubrió que nos solo por medio del "Métodos Bárbaros" los cuales son; tatuajes, amputaciones, cicatrices, servía para identificar a los procesados y criminales en fuga, también había más métodos solo por mencionarlos, son: "Método Antropométrico" o "Bertillonaje" y del "Retrato Hablado" todo estos mencionado anteriormente por Bertillón.

Ernesto Abreu Gómez fundo en México el primer archivo dactiloscópico y en el año de 1914 en la ciudad de Mérida, Yucatán.

Las crestas papilares son glándulas de secreción de sudor que se encuentran en la dermis, llamados glándulas sudoríparas.



Figura 3: Primeras muestras de huella digital

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos94/las-huellas-dactilares/las-huellas-dactilares.shtml>

Ya que el sudor sale, se escurre por todas las crestas y se mezcla con la grasa natural que tiene cada persona en la piel; lo que por consecuencia que cuando se toca un objeto apto para la retención de huellas, las huellas quedan registradas en él. Suele llamarse así

"captura en vivo" a la adquisición de la imagen del dactilograma natural mediante lectores electrónicos especializados.

La captura en vivo no requiere usar tinta y suele permitir que se realiza un control de calidad automático. En Babilonia y Persia esto se usaba como un tipo firma para registrar el trabajo en arcilla, pues esto es un carácter único.

El francés Alphonse Bertillon en 1883 propuso algo similar, propuso un método de identificación de las personas, pero este basado en las medidas de varias partes del cuerpo. Este método fue aceptado por la policía de Francia y otras partes del mundo, pero este método fracaso ya que se localizaron a dos personas diferentes que tenían el mismo conjunto de medidas.

En una estructura de las huellas dactilares se puede distinguir: Crossover, Core, Bifurcation, Ridge ending, Island, Delta, Pore.

2.2.4.3. Forma de distinguir un dactilograma

Poniendo mucha atención a esto, encontramos que el dactilograma, que se refiere al conjunto de líneas y espacios se puede distinguir en la mayoría de los casos 3 regiones denominadas basilar, nuclear y central.

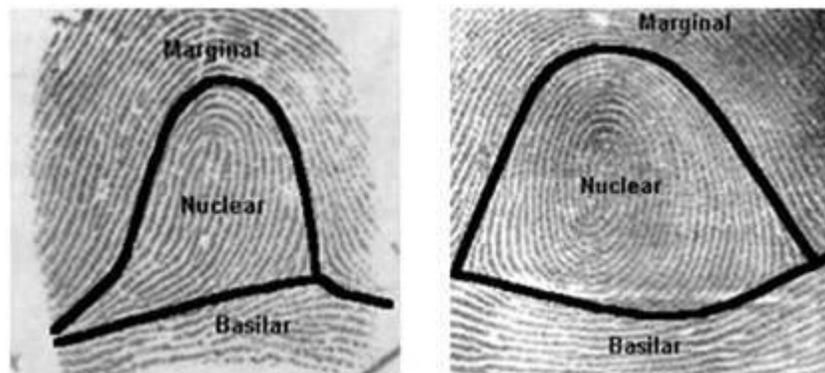


Figura 4: Diferencias de dactilogramas

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos94/las-huellas-dactilares/las-huellas-dactilares.shtml>

Vucetich definió 4 tipos patrones o fundamentales: ARCO: todo dactilograma carente de delta. PRESILLA INTERNA: todo dactilograma que presente uno o más deltas a la derecha del observado. PRESILLA EXTERNA: todo dactilograma que presente uno o más deltas a la izquierda del observador. VERTICILO: todo dactilograma que presente dos o más deltas opuestos.

Las huellas dactilares son características propias de las personas de tal forma que es posible identificarlas por sus huellas dactilares debido a que estas son irrepetibles e inconfundibles.

Por más de un siglo las huellas dactilares ha sido uno de los métodos más eficaz y utilizado para la identificación de las personas de los sistemas biométricos han estado disponibles por estos últimos años.

Como ya lo dijo el señor Rosset y Lago "identidad es el conjunto de características y particularidades de origen congénito o adquirido que hacen que una persona o cosa sea ella misma, con prescindencia de toda otra de la misma especie"

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos94/las-huellas-dactilares/las-huellas-dactilares.shtml>

2.2.5. Sensores biométricos

Tradicionalmente las huellas digitales se adquieren al transferir una impresión de tinta de una huella digital al papel. Este proceso es denominado adquisición o-line. Los sistemas de autenticación existentes están basados en dispositivos que realizan la adquisición de la imagen de la huella dactilar en tiempo real, este proceso es denominado live-scan. Los dispositivos para realizar live-scan suelen estar basados en uno de los esquemas de sensores.

En lo que a sensores para sistemas biométricos se refiere, aunque hay diferentes fabricantes, hablando en términos generales se utiliza el mismo sistema de captación de la característica deseada, es decir, para reconocimiento de iris se emplea una cámara o para reconocimiento de voz un micrófono. El único campo donde parece existir una mayor variedad de métodos es en el de captación de huella dactilar. A continuación, se muestran diferentes tipos de sensores:

2.2.5.1. Sensores Ópticos

El método óptico es uno de los más comunes que suele estar formado por cámaras de vídeo de tipo CCD. Estos sensores se emplean tanto en reconocimiento de huella dactilar como de ojo. El corazón de la cámara es un circuito integrado tipo CCD (Dispositivo de Carga Acoplada). Este dispositivo consiste de varios cientos de miles de elementos individuales (píxeles) localizados en la superficie de un diminuto CI. En la siguiente figura se puede observar el diagrama correspondiente a una cámara de este tipo:

An optical sensor.

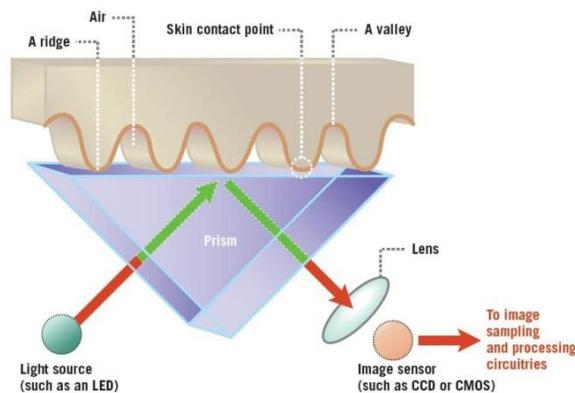


Figure 2

Figura 5: Sensor óptico en lectura de huella dactilar

Fuente: https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf

Cada píxel se ve estimulado con la luz que incide sobre él (la misma que pasa a través de los lentes y filtros de la cámara), almacenando una pequeña carga de electricidad. Los píxeles se encuentran dispuestos en forma de malla con registros de transferencia horizontales y verticales que transportan las señales a los circuitos de procesamiento de la cámara (convertidor analógico-digital y circuitos adicionales). Esta transferencia de señales ocurre 6 veces por segundo.

2.2.5.2. Sensores Termoeléctricos

El método termoeléctrico es menos común. Actualmente sólo existe en el mercado el Atmel Fingerchip™ para reconocimiento de huella dactilar. El Fingerchip™ utiliza un sistema único para reproducir el dedo completo "arrastrándolo" a través del sensor. Durante este movimiento se realizan tomas sucesivas (slices) y se pone en marcha un software especial que reconstruye la imagen del dedo. Este método permite al Fingerchip™ obtener una gran calidad, 500 puntos por imagen impresa de la huella dactilar con 256 escalas de gris. El sensor mide la temperatura diferencial entre las crestas papilares y el aire retenido en los surcos. Este método proporciona una imagen de gran calidad incluso cuando las huellas dactilares presentan alguna anomalía como sequedad o desgaste con pequeñas cavidades entre las cimas y los surcos de la huella. La tecnología termal permite también su uso bajo condiciones medioambientales extremas, como temperaturas muy altas, humedad, suciedad o contaminación de aceite y agua. Además, también cuenta con la ventaja de autolimpieza del sensor, con lo que se evitan las huellas latentes. Se denomina así a las huellas que permanecen en el sensor una vez utilizado, lo cual puede ocasionar problemas no sólo en las lecturas posteriores, sino que permite que se copie la huella para falsificarla y acceder así al sistema. De hecho, este método de arrastre que utiliza la tecnología basada en el calor hace que el Fingerchip esté por encima de otras tecnologías. El Fingerchip™ funciona con bajas temperaturas, alto porcentaje de humedad, etc. Otra ventaja es la reproducción de una imagen grande de alta calidad y siempre un sensor limpio. La desventaja es que la calidad de la imagen depende un poco de la habilidad del usuario que utiliza el escáner. La segunda desventaja es el

calentamiento del sensor que aumenta el consumo de energía considerablemente. Este calentamiento es necesario para evitar la posibilidad de un equilibrio térmico entre el sensor y la superficie de la yema dactilar. El elevado volumen de diseño del escáner permite que su precio sea bajo ya que en el proceso de manufacturación se necesita menos silicona.

2.2.5.3. Sensores Capacitivos

El método capacitivo es uno de los más populares para reconocimiento de huella dactilar. Al igual que otros escáneres, genera una imagen de las crestas y valles del dedo. En la superficie de un circuito integrado de silicona se dispone un arreglo de platos sensores capacitivos conductores cubiertos por una capa aislante. La capacitancia en cada plato sensor es medida individualmente depositando una carga fija sobre ese plato. Una ventaja de este diseño es su simplicidad. Una desventaja es que debido a la geometría esférica del campo eléctrico generado por el plato sensor, tendremos un efecto de solapamiento sobre los platos (píxel) vecinos, lo que provocará que el área sensor aumente de tamaño, trayendo como consecuencia un efecto de información cruzada entre los sensores adyacentes, reduciendo considerablemente la resolución de la imagen. Para dedos jóvenes, saludables y limpios, este sistema trabaja adecuadamente. Los problemas comienzan a presentarse cuando se tienen condiciones menos óptimas en la piel. Cuando el dedo está sucio, con frecuencia no existirá aberturas de aire en valles. Cuando la superficie del dedo es muy seca, la diferencia de la constante dieléctrica entre la piel y las aberturas de aire se reduce considerablemente. En personas de avanzada edad, la piel comienza a soltarse trayendo como consecuencia que al aplicar una presión normal sobre el sensor los valles y crestas se aplasten considerablemente haciendo difícil el proceso de reconocimiento.

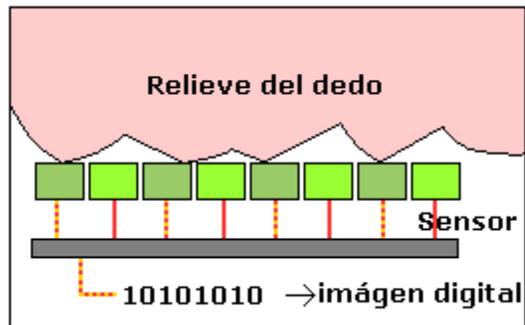


Figura 6: Sensor capacitivo en lectura de huella dactilar

Fuente:https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf

2.2.5.4. Sensores E-Field (de Campo Eléctrico)

El sensor de campo eléctrico funciona con una antena que mide el campo eléctrico formado entre dos capas conductoras (la más profunda situada por debajo de la piel del dedo). La tecnología basada en los campos eléctricos afirma ser útil para cualquiera y poder trabajar bajo cualquier condición, por dura que ésta sea, del "mundo real", como por ejemplo piel húmeda, seca o dañada. Esta tecnología para reconocimiento de huella dactilar origina un campo entre el dedo y el semiconductor adyacente que simula la forma de los surcos y crestas de la superficie epidérmica. Se utiliza un amplificador under-píxel para medir la señal. Los sensores reproducen una imagen clara que se corresponde con mucha exactitud a la huella dactilar y que es mucho más nítida que la producida por sensores ópticos o capacitivos. Esto permite a la tecnología de campo eléctrico la lectura de huellas que otras tecnologías no podrían. En la tecnología de campo eléctrico, la antena mide las características de la capa subcutánea de la piel generando y detectando campos lineales geométricos que se originan en la capa de células de la piel situada bajo la superficie de la misma. Esto contrasta con los campos geométricos esféricos o tubulares generados por el sensor capacitivo que sólo lee la superficie de la piel. Como resultado, huellas que con sensores capacitivos son casi imposibles de leer, se pueden reproducir con éxito por sensores de tecnología de campo eléctrico. Desde hace poco existe también un

sensor más fuerte basado en esta tecnología que saldrá al mercado en pocos meses. Una desventaja es la baja resolución de la imagen y el área pequeña de imagen lo que produce un índice de error alto (EER).

2.2.5.5. Sensores sin contacto

Un sensor sin contacto funciona de forma similar al sensor óptico. Normalmente con un cristal de precisión óptica a una distancia de dos o tres pulgadas de la huella dactilar mientras se escanea el dedo. La yema del dedo se introduce en un área con un hueco. Una desventaja a tener en cuenta es que a través de este hueco pueden llegar polvo y suciedad hasta el cristal óptico con la correspondiente distorsión de la imagen. Otro punto es que las huellas escaneadas son esféricas lo que origina un complejo algorítmico mucho más complejo.

Fuente: https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf

2.2.6. Sensor de huella dactilar R307

El módulo de huellas dactilares R307 es un sensor de huellas dactilares con interfaz TTL UART.



Figura 7 Sensor de huella dactilar R307

Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-771825334-sensor-huella-digital-r307-huellas-fingerprint-as606-a0185-_JM?quantity=1

El usuario puede almacenar los datos de las huellas dactilares en el módulo y configurarlos en modo 1: 1 o 1: N para identificar a la persona.

El módulo sensor de huella dactilar puede interactuar directamente con un microcontrolador de 3.3 o 5v. Se requiere un convertidor de nivel (como MAX232) para interactuar con el puerto serie de la PC. El módulo de huellas dactilares R307 consta de un procesador DSP de alta velocidad, algoritmo de alineación de huellas dactilares de alto rendimiento, chips FLASH de alta capacidad y otra composición de hardware y software, rendimiento estable, estructura simple, con entrada de huellas dactilares, procesamiento de imágenes, comparación de huellas dactilares, búsqueda y almacenamiento de plantillas y otras funciones.

Algunas de sus características son:

Voltaje de alimentación: DC 4.2 ~ 6.0V

Corriente de trabajo: 50mA (típico)

Corriente máxima: 80mA

Tiempo de entrada de imagen de huella digital: <0,3 segundos

Área de la ventana: 14x18 mm

Modo de juego: 1: 1 y 1: N

Tamaño del archivo característico: 256 bytes.

Tamaño de la plantilla: 512 bytes

Capacidad de almacenamiento: 1000 huellas

Nivel de seguridad: 5 (de menor a mayor: 1,2,3,4,5)

Tasa falsa (FAR): <0.001%

Tasa de rechazo (FRR): <1.0%

Tiempo de búsqueda: <1.0 segundos (1: 1000 horas, valor medio)

Interfaz de host: UART USB1.1

Velocidad en baudios (UART): (9600xN) bps Donde N = 1 ~ 12 (valor predeterminado N = 6, es decir, 57600bps)

Ambiente de trabajo:

Temperatura: -20 - +40

Humedad relativa: 40% HR-85% HR (sin condensación)

Entorno de almacenamiento:

Temperatura: -40 - +85

Humedad relativa: <85% H (sin condensación)

Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-771825334-sensor-huella-digital-r307-huellas-fingerprint-as606-a0185-_JM?quantity=1

Este escáner óptico de huellas dactilares funciona según el principio de reflexión interna total (TIR) es un escáner óptico de huellas digitales, se usa un prisma de vidrio para facilitar la TIR. Se permite que la luz de un LED (generalmente de color azul) ingrese a través de una cara del prisma en cierto ángulo para que se produzca la TIR. La luz reflejada sale del prisma a través de la otra cara donde se colocan una lente y un sensor de imagen (esencialmente cámara).

Cuando no hay un dedo en el prisma, la luz se reflejará completamente desde la superficie, produciendo una imagen simple en el sensor de imagen. Cuando ocurre la TIR, se filtra una pequeña cantidad de luz hacia el medio externo y se llama onda evanescente. Los materiales con diferentes índices de refracción (RI) interactúan con la onda evanescente de manera diferente. Cuando tocamos una superficie de vidrio, solo las crestas hacen buen contacto con ella. Los valles permanecen separados de la superficie por paquetes de aire. Nuestra piel y aire tienen diferentes IR y, por lo tanto, afectan el campo evanescente de manera diferente. Este efecto se llama Reflexión interna total frustrada (FTIR). Este efecto altera las intensidades de la luz reflejada internamente y es detectado por el sensor de imagen (como se muestra en la siguiente imagen).

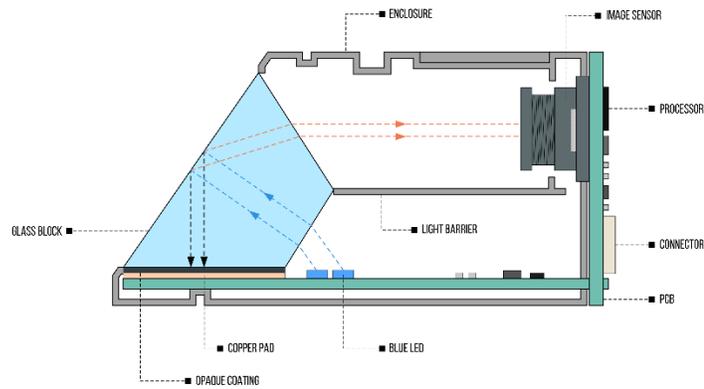


Figura 8 Reflexión interna total frustrada en el sensor R307

Fuente: <https://www.vishnumaiea.in/projects/hardware/interfacing-r307-optical-fingerprint-scanner-with-arduino>

Los datos del sensor de imagen se procesan para producir una imagen de alto contraste que será la versión digital de la huella digital.

En los sensores capacitivos, que son más precisos y menos voluminosos, no hay luz involucrada. En cambio, una serie de sensores capacitivos están dispuestos en la superficie del sensor y se les permite entrar en contacto con el dedo. Las crestas y los paquetes de aire afectan los sensores capacitivos de manera diferente. Los datos del conjunto de sensores se pueden usar para generar una imagen digital de la huella digital.

Desarmando el sensor de su carcasa plástica, se puede ver que tiene un sensor de imagen (cámara) y un detector Touch Pad TTP233D-HA6, como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 9 Circuito interno del sensor R307 (sensor de imagen y detector Touch Pad)

Fuente: <https://file.vishnumaiea.in/hardware/interfacing-r307-fingerprint-scanner/R307-Fingerprint-Scanner-Disassembly-3.jpg>

Del lado reverso a esta imagen mostrada en la figura anterior, se puede ver un circuito en base al circuito integrado AS606. El AS606 es un procesador digital de señales de alta velocidad que se muestra a continuación.

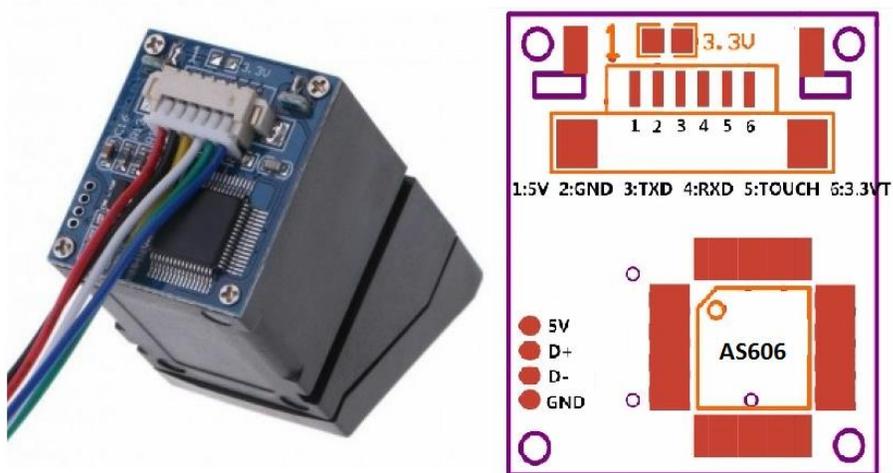


Figura 10 Circuito procesador de detector de huella dactilar con CI AS606

Fuente: <https://www.vishnumaiea.in/projects/hardware/interfacing-r307-optical-fingerprint-scanner-with-arduino>

El sensor de imagen manda las mediciones al DSP AS606, y éste cuenta con pines de comunicación serial UART para que se pueda realizar la comunicación con cualquier microcontrolador que cuente con este tipo de comunicación.

En el manual del R307 se incluye un diagrama esquemático del detector de huella, pero dicho esquema está incompleto. A continuación, se muestra dicho esquema.

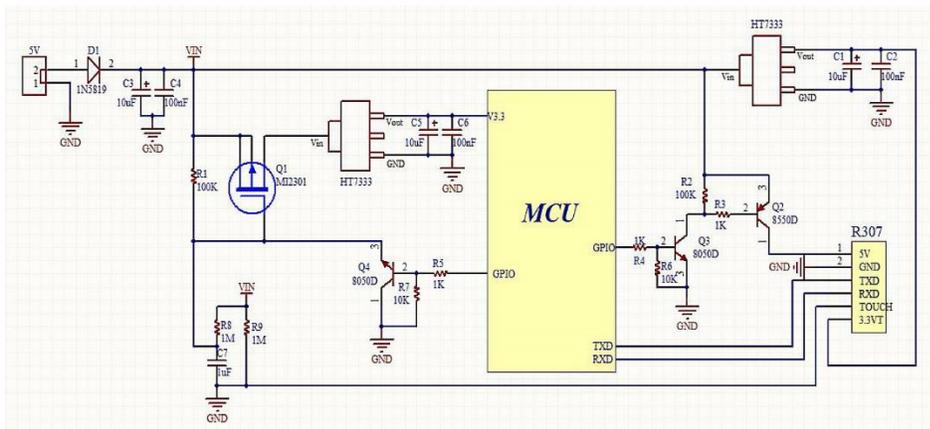


Figura 11 Diagrama esquemático incompleto del detector R307 en base a AS606

Fuente: <https://file.vishnumaiea.in/hardware/interfacing-r307-fingerprint-scanner/R307-FPS-Schematic.jpg>

El esquema está incompleto y lleno de errores. Por ejemplo, en el esquema puede ver que el pin de salida TOUCH está directamente conectado a tierra. Y hay muchas inconsistencias. Si mira los manuales de otros módulos de la serie, se puede ver el mismo esquema incluido en ellos.

2.2.6.1. Características específicas en hardware del detector R307

Block de notas: se trata de 512 bytes de la memoria flash no volátil. Está lógicamente dividido en 16 páginas con 32 bytes cada una. Instrucciones GR_WriteNotepad

GR_ReadNotepadse pueden utilizar para acceder a esta memoria. Al escribir una página, se toma como un todo y se reemplaza el contenido.

Buffer de imagen: el buffer de imagen se usa para almacenar una imagen BMP de tamaño 256 x 288, cada píxel ocupa un byte. Este búfer es parte de la RAM y el contenido se pierde cuando se pierde la energía.

Buffer de archivo de caracteres: un archivo de caracteres es una imagen procesada de alto contraste de una huella digital. Se combinan dos archivos de caracteres de dos escaneos consecutivos para formar un archivo de plantilla que es la versión final de la huella digital que se almacena en la biblioteca de huellas digitales (no debe confundirse con la biblioteca Arduino. La biblioteca de huellas digitales es la memoria utilizada para almacenar hasta 1000 huellas digitales). Los búferes de archivos de dos caracteres son CharBuffer1y CharBuffer2cada uno con un tamaño de 512 bytes.

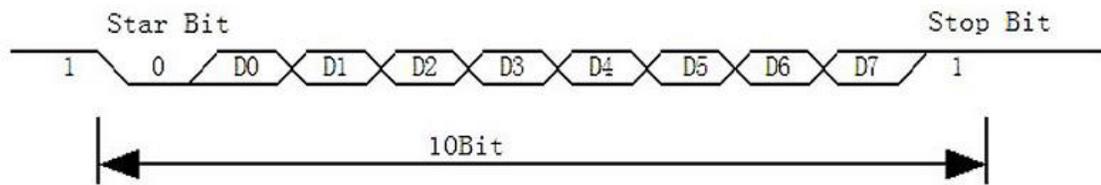
Biblioteca de huellas digitales- Esta es una sección de la memoria flash donde se pueden almacenar 1000 plantillas de huellas digitales. Las plantillas se organizan secuencialmente con numeración de 0 a N-1 (el manual dice 0-N) donde N es la capacidad de la biblioteca determinada por el tamaño de la memoria flash. Hay instrucciones para almacenar, procesar y eliminar plantillas de esta memoria. Se explicarán más adelante.

Registro de configuración del sistema: este es un banco de registro de 16 bytes de longitud que contiene parámetros y estado de funcionamiento. Excepto la dirección del dispositivo que ocupa 4 bytes, el resto de los parámetros son de 2 bytes (a word) de longitud. El comando ReadSysParase puede usar para leer y el comando SetSysParase puede usar para escribir este banco de registro.

2.2.6.2. Protocolo de comunicación del R307

Las interfaces UART y USB utilizan un protocolo de comunicación serie común basado en un formato de paquete (el manual se refiere a los paquetes como "paquetes"). Todos los datos y comandos deben enviarse como paquetes de datos y todas las respuestas del

módulo también serán paquetes. Por lo tanto, debemos enmarcar los datos y comandos como paquetes antes de enviarlos, y debemos extraer los datos de los paquetes de respuesta. El formato de trama UART es de 10 bits con 1 bit de inicio, 1 bit de parada y 8 bits de datos.



El formato del paquete es el siguiente (la longitud en bytes se muestra entre paréntesis)

Encabezado (2)	Dirección (4)	Identificador de paquete (1)	Longitud de paquete (2)	Contenido del paquete (instrucción / datos / parámetro)	Suma de control (2)
-------------------	------------------	---------------------------------	-------------------------------	--	---------------------------

Si se siente confundido, el marco UART es cómo se transfiere un byte de datos a través de la interfaz UART. Un paquete es un grupo de muchos de estos bytes (o marcos). Veamos las definiciones de cada parte.

2.2.6.2.1. Encabezado

Esto indica el inicio de un paquete. Tiene que ser el valor fijo 0xEF01. Tiene una longitud de 2 bytes y el byte alto siempre se transfiere primero.

2.2.6.2.2. Dirección

Esta es la dirección de 32 bits del módulo del escáner. El módulo aceptará instrucciones solo si la dirección que enviamos coincide con la dirección almacenada en el módulo. La dirección predeterminada es 0xFFFFFFFFy puede modificarse con SetAddrinstrucciones.

2.2.6.2.3. Identificador de paquete

Determina qué tipo de paquete estamos enviando o recibiendo. Tiene una longitud de 1 byte y, según el valor que puedan ser los tipos de paquetes,

- 0x01: El paquete contiene un comando.
- 0x02: Paquete de datos. Un paquete de datos debe ser seguido por un paquete de comando o un paquete de reconocimiento.
- 0x07: Confirmar paquete. Es enviado por el módulo en respuesta a un comando.
- 0x08: Fin del paquete de transferencia de datos. Cuando enviamos datos de gran volumen, como una imagen, la transferencia de datos finalizará con este paquete.

2.2.6.2.4. Longitud del paquete

Esta es la longitud total del contenido del paquete y la suma de verificación en bytes. La longitud máxima es de 256 bytes y el byte alto se transfiere primero.

2.2.6.2.5. Contenido del paquete

Pueden ser datos / comandos / parámetros, etc. de longitud variable. La longitud del paquete es el valor que especifica la longitud de los datos aquí en bytes.

2.2.6.2.6. Suma de verificación

Esta es la suma aritmética de todos los bytes en el Identificador del paquete, la Longitud del paquete y el Contenido del paquete. Los bits que se desbordan se ignoran. El byte alto siempre se transfiere primero.

Para que el escáner de huellas digitales funcione, debemos enviar instrucciones o comandos en forma de paquetes. Cada instrucción es simplemente un código de 1 byte que debemos incluir en el paquete. El módulo responde a cada instrucción con un paquete de reconocimiento que describe el resultado y el estado de la ejecución del comando. Cada instrucción tiene un conjunto de códigos de respuesta esperados que se encuentran en el paquete ACK que se denominan códigos de confirmación. Las instrucciones y sus códigos de bytes se agrupan de acuerdo con sus funciones como se muestra a continuación.

code	identifier	Description	Code	Identifier	Description
01H	GenImg	Collect finger image	0DH	Empty	to empty the library
02H	Img2Tz	To generate character file from image	0EH	SetSysPara	To set system Parameter
03H	Match	Carry out precise matching of two templates;	0FH	ReadSysPara	To read system Parameter
04H	Serach	Search the finger library	12H	SetPwd	To set password
05H	RegModel	To combine character files and generate template	13H	VfyPwd	To verify password
06H	Store	To store template;	14H	GetRandomCode	to get random code
07H	LoadChar	to read/load template	15H	SetAdder	To set device address
08H	UpChar	to upload template	17H	Control	Port control
09H	DownChr	to download template	18H	WriteNotepad	to write note pad
0AH	UpImage	To upload image	19H	ReadNotepad	To read note pad
0BH	DownImage	To download image	1BH	HiSpeedSearch	Search the library fastly
0CH	DeletChar	to delete tempates	1DH	TempleteNum	To read finger template numbers

Figura 12 Comandos R307 y sus códigos en bytes

Fuente: <https://www.vishnumaiea.in/projects/hardware/interfacing-r307-optical-fingerprint-scanner-with-arduino>

La siguiente es la lista de códigos de confirmación.

0x00 - Ejecución de comando completa

- 0x01 - Error al recibir paquete de datos
- 0x02 - Sin dedo en el sensor
- 0x03 - No se pudo registrar el dedo
- 0x04 - No se pudo generar el archivo de caracteres debido a la imagen de huella digital demasiado desordenada
- 0x05 - No se pudo generar el archivo de caracteres debido a la imagen de huella dactilar demasiado húmeda
- 0x06 - No se pudo generar el archivo de caracteres debido a la imagen de huella digital demasiado desordenada
- 0x07 - No se pudo generar el archivo de caracteres debido a la falta de punto de carácter o al exceso de tamaño de la imagen de la huella digital
- 0x08 - El dedo no coincide
- 0x09 - No se pudo encontrar un dedo que coincida
- 0x0A - Error al combinar los archivos de caracteres
- 0x0B - El direccionamiento de PageID está más allá de la biblioteca de dedos
- 0x0C - Error al leer la plantilla de la biblioteca o la plantilla no es válida
- 0x0D - Error al cargar la plantilla
- 0x0E - El módulo no puede recibir los siguientes paquetes de datos
- 0x0F - Error al subir la imagen
- 0x10 - Error al eliminar la plantilla

0x11 - Error al borrar la biblioteca de dedos

0x13 - Contraseña incorrecta

0x15 - No se pudo generar la imagen

0x18 - Error al escribir flash

0x19 - Sin error de definición

0x21 - Contraseña no verificada

0x1A - Número de registro inválido

0x1B - Configuración incorrecta del registro

0x1C - Número de página del bloc de notas incorrecto

0x1D - Error al operar el puerto de comunicación

0x41 - Sin dedo en el sensor cuando agrega huella digital por segunda vez

0x42 - No se pudo registrar el dedo para el segundo escaneo de huellas digitales

0x43 - No se pudo generar el archivo de caracteres debido a la falta de punto de caracteres o al tamaño demasiado pequeño de la imagen de la huella digital para el segundo escaneo de huellas digitales

0x44 - No se pudo generar el archivo de caracteres debido a la imagen de huella digital demasiado desordenada para el segundo escaneo de huellas digitales

0x45 - Duplicar huella digital

Fuente: <https://www.vishnumaiea.in/projects/hardware/interfacing-r307-optical-fingerprint-scanner-with-arduino>

2.2.7. Placa de desarrollo Raspberry Pi

2.2.7.1. Definición

Raspberry Pi es una placa computadora (SBC) de bajo costo desarrollada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas. En realidad, se trata de una diminuta placa base de 85 x 54 milímetros en el que se aloja un chip Broadcom BCM2835 con procesador ARM hasta a 1 GHz de velocidad (modo Turbo haciendo overclock), GPU VideoCore IV y 512 Mbytes de memoria RAM. Las últimas placas como la Raspberry Pi 2 y Raspberry Pi 3 tienen 1GB de memoria RAM.

Para que funcione, necesitamos de un medio de almacenamiento (Raspberry Pi utiliza tarjetas de memoria SD o microSD dependiendo del modelo), conectarlo a la corriente utilizando cualquier cargador microUSB de al menos 1000mah para las placas antiguas y de al menos 2500mah para las modernas, y si lo deseamos, guardarlo todo utilizando una carcasa para que todo quede a buen recaudo y su apariencia sea más estética.

En función del modelo que escojamos, dispondremos de más o menos opciones de conexión, aunque siempre dispondremos de al menos un puerto de salida de video HDMI y otro de tipo RCA, minijack de audio y un puerto USB 2.0 (modelos A y A+, el modelo B dispone de dos USB y B+, Raspberry Pi 2 y Raspberry Pi 3 disponen de 4 USB) al que conectar un teclado y ratón.

En cuanto a la conexión de red, disponemos de un puerto Ethernet (los modelos A y A+ no disponen de puerto Ethernet) para enchufar un cable RJ-45 directamente al router o podemos recurrir a utilizar cualquier adaptador inalámbrico WiFi compatible. En este caso, eso sí, conviene que nos decantemos por la Raspberry Pi model B que incorpora dos puertos USB, ya que de lo contrario, no podremos conectar el teclado y el ratón.

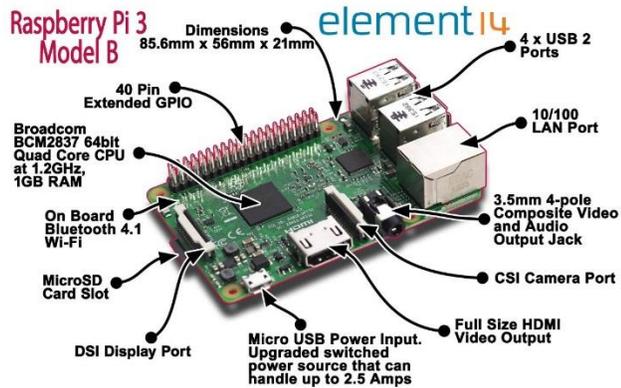


Figura 13: Placa Raspberry Pi y sus partes

Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-697974339-kit-raspberry-pi-3-placa-expansion-gpio-conexion-cascada-_JM

2.2.7.2. Hardware de Raspberry Pi

Con unas dimensiones de placa de 8.5 por 5.3 cm, en el modelo B nos encontramos con unas características muy interesantes. En su corazón nos encontramos con un chip integrado Broadcom BCM2835, que contiene un procesador ARM11 con varias frecuencias de funcionamiento y la posibilidad de subirla (haciendo overlocking) hasta 1 GHz sin perder la garantía, un procesador gráfico VideoCore IV, y 512MB de memoria RAM (la Raspberry Pi 2 y la Raspberry Pi 3 cuentan con 1GB de memoria RAM). Todo ello equivale en la práctica a un ordenador con unas capacidades gráficas similares a la XBOX de Microsoft y con la posibilidad de reproducir vídeo en 1080p.

En la placa nos encontramos además con una salida de vídeo y audio a través de un conector HDMI, con lo que conseguiremos conectar la tarjeta tanto a televisores como a monitores que cuenten con dicha conexión. En cuanto a vídeo se refiere, también cuenta con una salida de vídeo compuesto y una salida de audio a través de un minijack. Posee una conexión ethernet 10/100 y, si bien es cierto que podría echarse en falta una conexión Wi-Fi, gracias a los dos puertos USB incluidos podremos suplir dicha carencia con un adaptador WIFI si lo necesitamos.

Los puertos tienen una limitación de corriente, por lo que si queremos conectar discos duros u otros dispositivos habrá que hacerlo a través de un hub USB con alimentación. En su parte inferior cuenta con un lector de tarjetas SD (microSD para los modelos A+, B+, Pi 2 y Pi 3), lo que abarata enormemente su precio y da la posibilidad de instalar un sistema operativo en una tarjeta de memoria de 4 GB o más (clase 4 o clase 10). De esta forma tenemos también la posibilidad de minimizar el espacio que necesitamos para tener todo un ordenador en un volumen mínimo.

2.2.7.3. Software de Raspberry Pi

La placa Raspberry Pi se entrega sin ningún Sistema Operativo; éste deberemos descargarlo e instalarlo sobre una tarjeta SD / microSD que introduciremos en la ranura de la Raspberry Pi. Tenemos dos opciones, la primera es descargarnos desde la página oficial, de la Fundación Raspberry Pi o desde nuestra página web, todo el software necesario para la instalación en la tarjeta, o bien recurrir a algún programa que haga esto por nosotros.

Entre estos programas encontramos BerryBoot, un programa que se encarga de todo el trabajo de instalación del software desde la propia Raspberry Pi. Una vez copiados los archivos a la tarjeta SD / microSD, la introducimos en nuestra Raspberry Pi y BerryBoot te permitirá elegir el Sistema Operativo descargándolo desde internet.

Otra opción también muy interesante es Noobs, una aplicación que facilita la instalación de diversas distribuciones Linux. Noobs hace innecesario el acceso a Internet durante la instalación en su versión Full. Tan sólo tendremos que descargar Noobs y descomprimirlo en una tarjeta SD / MicroSD de al menos 4GB de capacidad. Al hacerlo se nos dará la opción de instalar soluciones como Raspbian, Arch Linux, RaspBMC, Pidora u OpenELEC sin problemas.

Fuente: <https://www.raspberrystore.com/>

2.2.8. Comunicación inalámbrica WIFI

2.2.8.1. Definición

En informática, se conoce como Wifi (derivado de la marca Wi-Fi) a una tecnología de telecomunicaciones que **permite la interconexión inalámbrica entre sistemas informáticos y electrónicos**, tales como computadores, consolas de videojuego, televisores, teléfonos celulares, reproductores, punteros, etc.

Esta tecnología le permite a dichos dispositivos conectarse entre sí para intercambiar datos, o bien conectarse a un punto de acceso de red inalámbrica, pudiendo tener así conexión a Internet.

Y a pesar de que la marca Wi-Fi identifica a una corporación que certifica los estándares necesarios de la tecnología que cuenta con esta capacidad de conexión, el término Wifi se emplea comúnmente para referirse a esta última y no a la empresa.

El Wifi surgió como respuesta a la necesidad de estandarización y compatibilidad en los modelos de conexión inalámbrica de los diversos dispositivos digitales, superando además otras formas no compatibles de conexión como son el Bluetooth, GPRS, UMTS, etc. A diferencia de estos, el Wifi **emplea las ondas de radio como vehículo de transmisión de la información**.

Esta tecnología está diseñada para conectar dispositivos a distancias relativamente cortas (100 metros como máximo), en especial en entornos que ofrezcan mucha interferencia o ruido a la señal, como la producida por la saturación del espectro radioeléctrico debido a multiplicidad de emisiones. Además, **es una conexión más lenta que la cableada**, pero significativamente más cómoda y versátil.

La otra desventaja de las conexiones de este tipo tiene que ver con la seguridad, dado que **cualquier dispositivo que capte la señal es susceptible de tener acceso al punto emisor**. Para ello se lo suele configurar mediante contraseñas y otros mecanismos de seguridad, pero la posibilidad de una violación cibernética queda siempre latente.

Fuente: <https://concepto.de/wifi/#ixzz61nKfKuAB>

2.2.8.2. **Funcionamiento**

La Wifi opera de manera muy semejante a los teléfonos celulares o los radiotransmisores. Inicialmente, **los datos de una conexión Ethernet son descifrados por un módem ordinario**, que transmite su señal decodificada a un enrutador inalámbrico o router, el cual la transmite en forma de ondas de radio alrededor. En muchos casos ambos aparatos ya consisten en uno solo, que cumple con ambas funciones: recibe la señal de banda ancha y la interpreta como ondas radiales.

Luego, el dispositivo Wifi en nuestro computador o teléfono celular, por citar un ejemplo, interpreta dichas señales de radio y las convierte en información de nuevo. El ciclo entonces se repite cuando nuestro aparato envíe en lugar de recibir información, y así sucesiva y simultáneamente.

Fuente: <https://concepto.de/wifi/#ixzz61nL4RC1T>

CAPÍTULO III

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1.1. Elección de dispositivos

Para la realización del sistema de control, se eligieron los siguientes dispositivos:

3.1.1.1. Mini computadora Raspberry Pi Zero W

De muchas otras placas de desarrollo que existan, se escogió la Raspberry Pi Zero W. Ya que ésta cuenta con una interfaz wlan0 para comunicación Wifi, además de pines de propósito general GPIO para utilizarlos como entradas o salidas, un puerto UART configurable y ranuras para una tarjeta microSD, en las cuales se puede almacenar una base de datos de lo que se requiera.

Esta placa se escogió debido al precio bajo que tiene, su uso comercial y su versatilidad en cuanto a configuración

3.1.1.2. Pantalla touchpad XPT2046

Esta pantalla es compatible con los pines GPIO de una Raspberry Pi cualquiera, y dará la facilidad de poder operar cualquier programa por su interfaz Touch, debido al sensor Touch capacitivo que tiene en su interior. Ya que la interfaz no necesita ser demasiado grande, se utilizó una XPT2046 de 3,5 pulgadas, suficientes para mostrar la interfaz de usuario. Otra ventaja de utilizar esta pantalla, es que no ocupa pines de comunicación UART para su funcionamiento.

3.1.1.3. Lector Scanner de Huella digital R307

Este lector, a diferencia de otros, cuenta con una memoria EEPROM capaz de almacenar hasta 1000 usuarios diferentes. Cuenta con pines de transmisión serial UART, pero cuenta

también con un adaptador de interfaz USB2.0 y es compatible con librerías de Arduino y Python para Raspberry Pi.

3.1.2. Diseño del sistema

A continuación, se muestra el diagrama general del reloj biométrico realizado como proyecto:

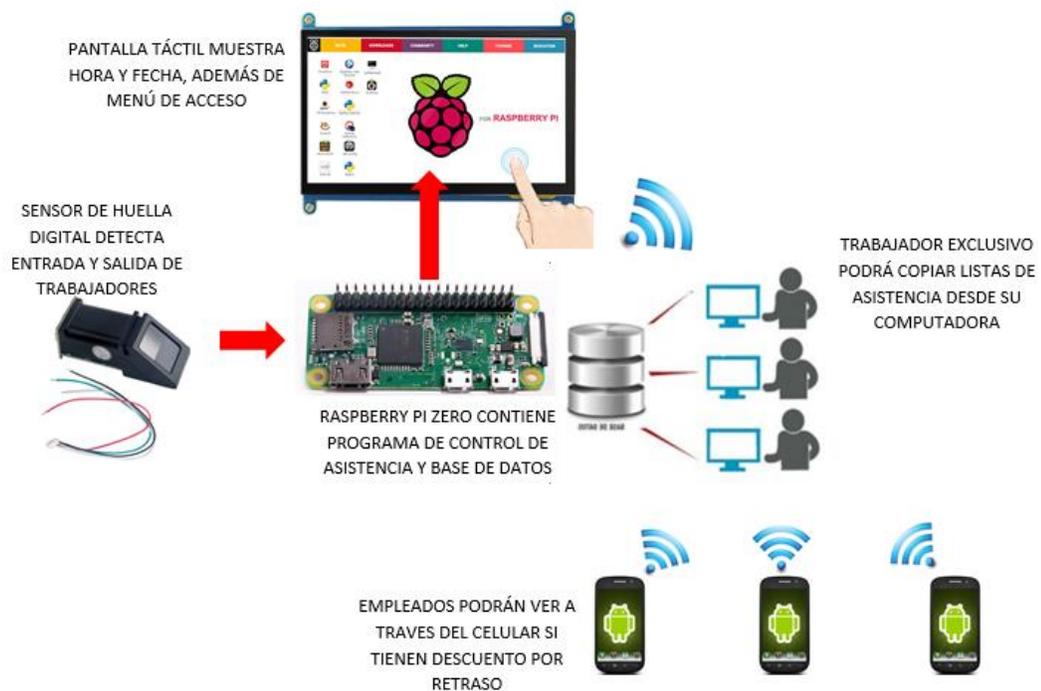


Figura 14: Diagrama en bloques del proyecto

Fuente propia

En la imagen se puede ver que la pequeña computadora Raspberry Pi Zero se encargará de realizar todas las funciones que necesita el proyecto. A ella se le conectó tanto el lector de huella digital, como la pantalla XPT2046.

Inicialmente la pantalla mostrará la hora y fecha. Cuando un usuario ingrese al trabajo o salga, deberá presionar en la pantalla el botón de “ENTRADA” o “SALIDA” y a

continuación la pantalla pedirá que se apoye el dedo en el lector de huella digital, según como haya sido registrado el usuario, la mini computadora guardará la hora de ingreso o salida en una base de datos.

Cuando se desee realizar la planilla de asistencia de cada trabajador, mediante una computadora o celular se podrá comunicar con la Raspberry Pi Zero accediendo a su página Web para usuarios. De esta manera será más sencillo realizar el control de ingreso y salida.

A su vez cada trabajador también podrá acceder a la página de control de asistencia, pero según la contraseña que se le provee, solo podrá ver su propio registro sin poder modificarlo ni ver el de otros.

3.1.2.1. Circuitos implementados

Los dispositivos principales que se eligieron fueron los siguientes:

- Raspberry Pi Zero W

La Raspberry Pi Zero W se encargará de leer los datos del sensor de huella dactilar, de guardarlos en una base de datos local y de mostrarlos en una página web que podrá verse desde cualquier dispositivo que se encuentre en la misma red.

La siguiente figura muestra la apariencia de la Raspberry Pi Zero W.



Figura 15: Raspberry Pi Zero W utilizada en el proyecto

Fuente propia

El modelo W de la Raspberry Pi denota que cuenta con un chip de comunicación Wifi incorporado, se aprovechará éste para realizar la comunicación de la placa con el resto de los dispositivos a través de una red Wifi.

- Detector de huellas dactilares R307

Como ya se detalló anteriormente, el R307 se comunica vía serial UART. Ya que la Raspberry Pi también cuenta con este tipo de comunicación, ambos dispositivos podrán comunicarse sin problemas.

Este detector cuenta con un almacenamiento de 1000 imágenes diferentes, siendo este el rango máximo al cual se podrá llegar en cuanto a trabajadores. Pero la información de estos usuarios quedará en el sensor y no en la Raspberry Pi, así que en caso de que se tuviera que cambiar el detector de huellas dactilares, se perderá la información de los trabajadores registrados.

La forma de conexión del R307 a la Raspberry Pi es como se muestra en la siguiente figura.

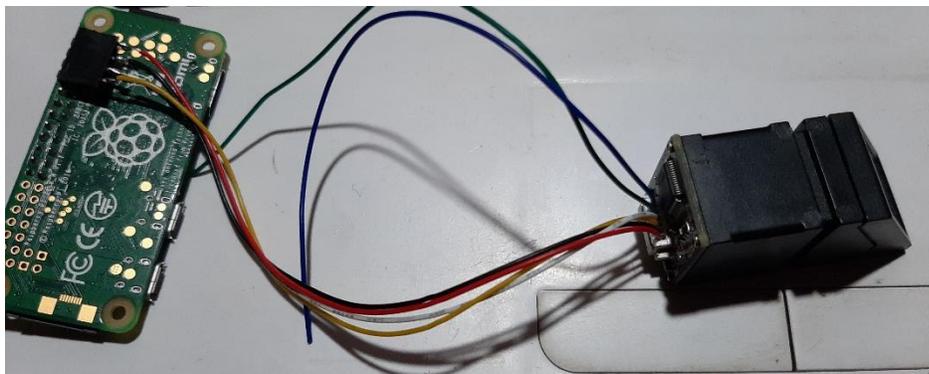


Figura 16 Conexión de detector R307 a Raspberry Pi

Fuente propia

Se puede apreciar que los cables verde y azul quedan sin conexión. Posteriormente se utilizarán para mandar una señal en caso se active el detector Touch Pad.

- Pantalla táctil XPT2046

Este módulo de la pantalla táctil de 3.5 pulgadas está diseñado especialmente para Raspberry Pi, utilizando la última versión de Linux Central (visión 3.18.9), lleva una comunicación SPI para una transmisión de datos más rápida, una solución alternativa ideal para reemplazar a un monitor HDMI y conveniente interfaz HombreMáquina para Raspberry Pi, ocupando un espacio pequeño y un coste menor.

Habiendo elegido los dispositivos principales, se procedió a diseñar el circuito del proyecto. Para ello se definió las características que debe tener el dispositivo final.

- El sensor de huella digital se alimenta de 5v DC.
- La comunicación entre el sensor de huella digital y la Raspberry Pi debe ser vía UART a 9600 bauds.
- Debe existir un breve retardo antes de escanear la huella, para que el cliente tenga tiempo de acomodar su dedo.
- Debe existir leds indicadores de inicio y final de proceso de escaneado de la huella dactilar.
- Los datos de los usuarios deben ser almacenados en una base de datos.
- Debe existir un led indicador de energía.

Identificando las características circuitales, se diseñó el circuito. A continuación, se muestra el diagrama esquemático del proyecto.

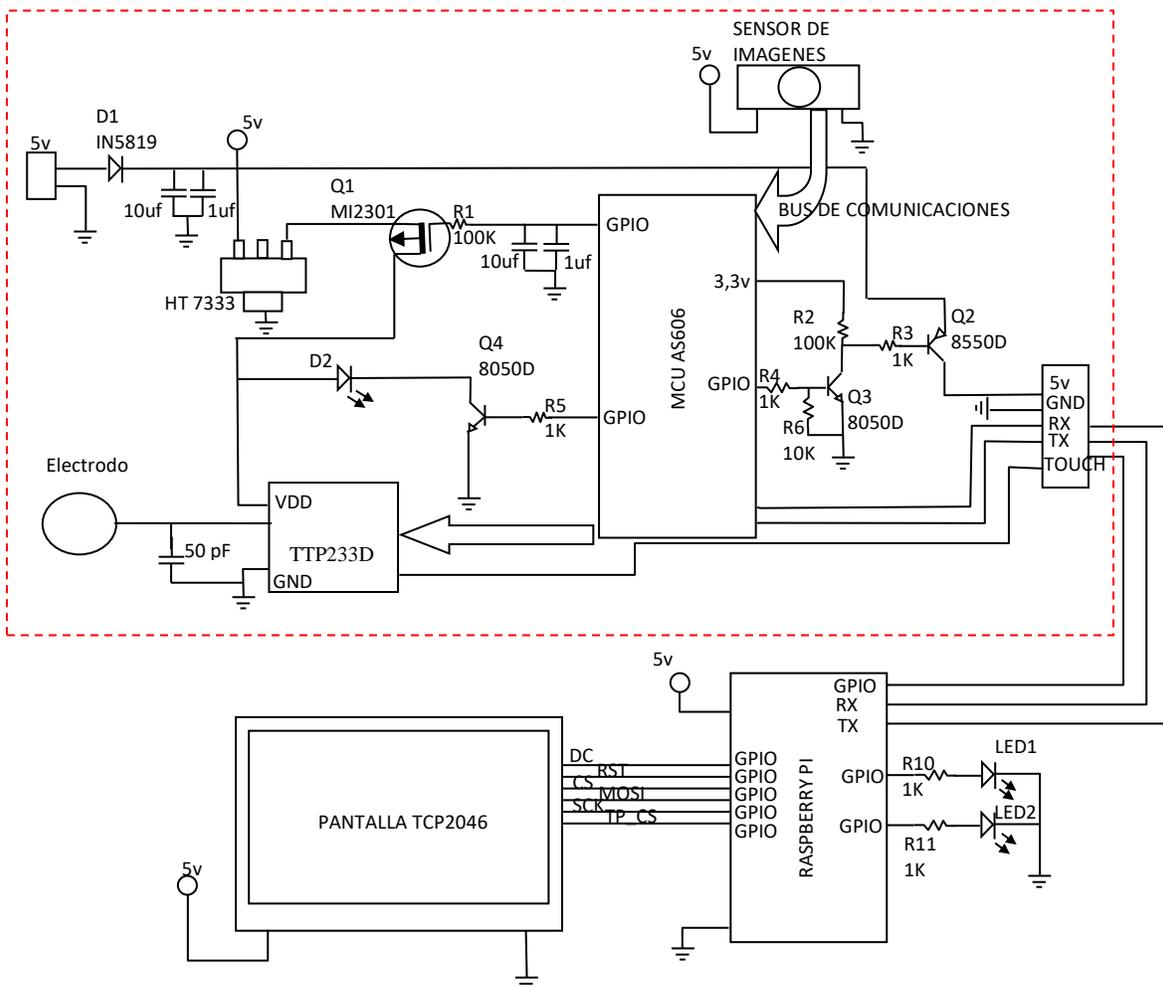


Figura 17 Diagrama completo del esquemático del proyecto
Fuente propia

De la figura se puede observar:

- La parte encerrada en el rectángulo rojo es el circuito del detector de huella dactilar, y el resto es la conexión al resto del proyecto.
- El diodo D1 sirve para evitar corrientes inversas en la fuente, en caso de invertir la polaridad de la fuente. La alimentación a este circuito debe ser de 5v DC.
- Los capacitores de 10 uf y 1uf eliminan picos de voltaje y estabilizan a los microcontroladores. Esto se utiliza cuando se trabajan con fuentes conmutadas y microcontroladores. La fuente conmutada entrega ruido a una alta frecuencia afectando el funcionamiento de cualquier procesador. Los capacitores actúan como filtro pasa bajos eliminando este ruido.
- Hay un regulador de voltaje HT7333, este entregará a su salida un voltaje de 3,3v para alimentar al detector Touch Pad. Para activar este regulador hay un MOSFET Q1 puesto en serie. Este transistor se activa al tener un nivel alto en el pin GPIO al que está conectado. Al encender el detector de huella dactilar, el MCU AS606 envía un pulso alto (5v) al GPIO que va al MOSFET. Esto activa al transistor de modo que cierra el switch habilitando el voltaje de 3,3v del regulador HT7333. La corriente suministrada en estos GPIO es de 50 mA, suficientes para excitar al transistor y llevarlo a corte.
- Una vez cerrado el switch del MOSFET, el detector Touch Pad queda habilitado. Si se acerca el dedo al electrodo de este detector, inmediatamente el detector enviará un pulso al MCU AS606 indicando que está listo para realizar las mediciones.
- El MCU AS606 es un DSP de alta frecuencia. Cuando recibe un comando de realizar la lectura del escáner, envía un nivel alto al pin GPIO que controla el led D2. Cuando el GPIO se pone en nivel alto (5v, 50 mA). El transistor Q4 queda excitado y entra en corte. Por el colector de este transistor se coloca el led D2, con el ánodo en 3,3v. esto permite cerrar el circuito mediante el emisor a GND. El led D2 es de color azul, esto le permite soportar voltajes de 2,7 a 3,8 v.
- El sensor de imágenes es el encargado de realizar la captura de las huellas dactilares. Una vez el led D2 queda encendido, el sensor de imágenes ya puede

realizar lecturas por el efecto de rebote de la luz. La información de los datos leídos la va trasladando al MCU para su posterior procesamiento. Hay un bus de comunicación entre el sensor de imágenes con la MCU AS606 por donde realiza toda la transferencia de datos.

- El MCU AS606 es el encargado del procesamiento de las imágenes y de su posterior comunicación. Recibe las imágenes del sensor y las procesa. Internamente cuenta con una memoria EEPROM en la cual se guardan las imágenes escaneadas. La memoria del MCU alcanza hasta un máximo de 1000 imágenes escaneadas. Mediante los transistores Q2 y Q3 habilita un voltaje de 5v de forma externa. El MCU cuenta con pines de RX y TX para una comunicación UART a 9600 baudios, y es por estos pines que realiza la comunicación a la Raspberry Pi Zero W.
- El pin **TOUCH** que queda inicialmente en 0 lógico es la salida directa del detector de Touch Pad, y cuando se acerque una huella a escanear, este pin cambiará a 1 lógico.
- La Raspberry Pi se encarga de recibir los datos del sensor de huella dactilar a través de los pines RX y TX disponibles en esta tarjeta. También utilizará el pin TOUCH para detectar la presencia de una huella a escanear. También contará con dos leds indicadores: uno para indicar el escaneo de una huella, y otro para indicar que el programa está listo y a la espera.
- La pantalla XPT2046 es compatible con la Raspberry Pi, y utiliza 6 pines más la alimentación de energía para poder funcionar correctamente. Una vez se conecta esta pantalla, es necesario instalar los drivers necesarios en la Raspberry Pi, para poder utilizarla.

3.1.2.2. Algoritmo del sistema

Para entender cómo funciona el sistema que se va a presentar, se debe realizar un algoritmo que explique en cada bloque los pasos que se siguió para realizar el funcionamiento de este sistema, así como ver las posibles modificaciones futuras.

A continuación, se muestra el algoritmo del sistema una vez puesto en funcionamiento.

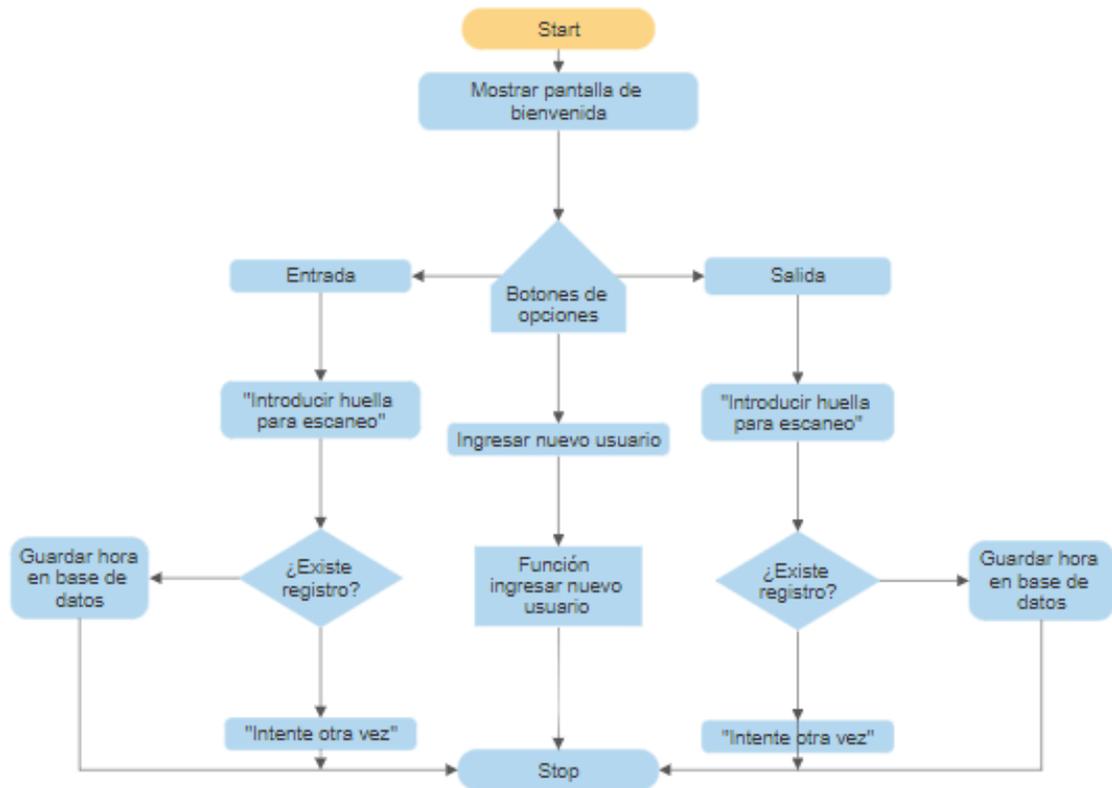


Figura 18: Algoritmo de toma de huellas dactilares para entrada y salida

Fuente propia

Cuando se inicie el sistema, la pantalla mostrará un mensaje de bienvenida donde habrá dos botones. “Ingreso” y “Salida”.

Adicionalmente a eso, existe un botón oculto que permite cerrar la ventana del programa y salir al escritorio donde se puede realizar configuraciones básicas de red, hora y fecha, etc. Cuando el sistema sea instalado y encendido por primera vez en alguna oficina o lugar de trabajo, si o si debe realizarse primero este paso.

Cuando un trabajador ya registrado ingrese o salga de trabajar, debe presionar los botones en la pantalla del programa principal. De inmediato el programa pedirá que se ingrese la

huella digital, y guardará la hora del escaneo en base de datos. Debido a que el programa está compartiendo el reloj de la computadora, no hay errores ni desfases al pasar el tiempo.

En caso de que se introduzca la huella de forma incorrecta, el programa dirá que debe volver a intentarse.

Cuando se quiere introducir un usuario nuevo, puede hacerse desde cualquier computadora o celular que comparta la red. El algoritmo que sigue este programa de registro es el siguiente:

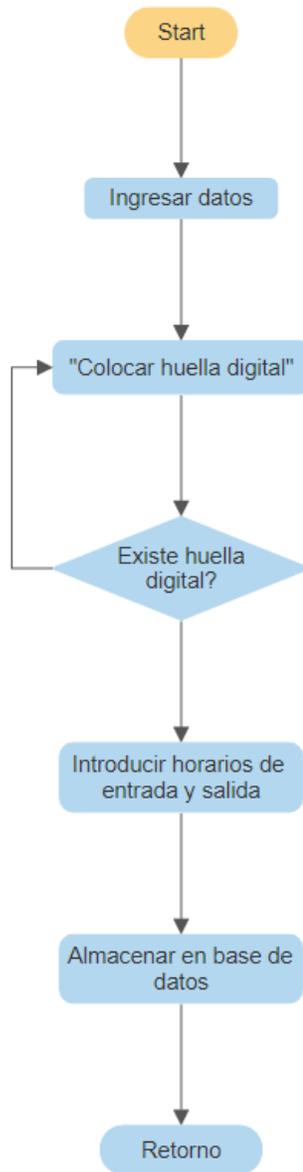


Figura 19: Algoritmo de ingreso de nuevo trabajador

Fuente propia

Cuando se quiere introducir un nuevo usuario, el programa exigirá que se introduzca los siguientes datos: Nombres, Apellidos, carnet de identidad y cargo; al ingresar estos datos, de inmediato el programa pedirá que se introduzca una huella digital para almacenar y

emparejar los datos con la huella registrada. Si el escaneo no fue realizado de forma correcta el programa pedirá que vuelva a realizarse, y en caso de que si se realizó de forma correcta, el programa pedirá introducir los datos de: Días laborales, Horarios de entrada y salida.

Toda esa información se almacenará en una base de datos de la misma computadora Raspberry Pi Zero. Si se desea, también se puede eliminar a un usuario registrado, y el programa borrará toda su información de la base de datos. La información de los escaneos se almacena en la memoria del sensor, pero comparte con la base de datos el número de posiciones, debido a ello, este programa solo puede almacenar un límite de 1000 usuarios.

Finalmente existirá un programa que pida el ingreso de un carnet de identidad. Al ingreso del mismo, si en base de datos se tiene el mismo número, se mostrará los horarios de ingreso y salida del trabajador a quien corresponda el número de carnet. A este programa se podrá ingresar desde cualquier celular o computadora que esté en la misma red del sistema.

3.1.2.3. Software del sistema

Para instalar el software del sistema, se siguió una serie de pasos que se mostrarán a continuación.

Primeramente, se instaló un sistema operativo a la Raspberry Pi Zero. Debido a que esta versión de Raspberry es de baja capacidad comparado con las otras, se le instaló un sistema operativo estándar y no la versión completa.

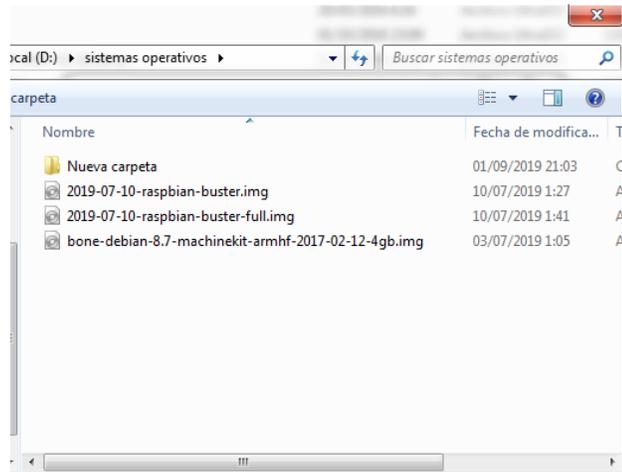


Figura 20: Selección de imagen de Sistema Operativo

Fuente propia

Una vez instalado el sistema operativo se inició la Raspberry Pi Zero y se averiguó su dirección IP. Debido a que en un principio la Raspberry pi no cuenta con una pantalla, fue necesario averiguar su dirección IP desde un celular.

La Aplicación que ayudó a realizar esto se llama Fing. Fing identifica todos los dispositivos conectados a la red que pertenece el celular, entregando la información de dirección IP y Hostname.

A continuación, se puede ver la detección de la Raspberry Pi en Fing.



Figura 21: Detección de la tarjeta Raspberry Pi en Fing

Fuente propia

Se puede ver que hay un dispositivo con el nombre “Volumio” cuya dirección IP es la 192.168.0.20. Volumio es otro nombre que suele tomar la Raspberry Pi Zero, en ese caso se debe asumir que esa es su dirección IP.

Luego de averiguar la IP de la Raspberry Pi Zero, se ingresó a su configuración mediante Putty. Putty es un software que permite comunicar una PC de escritorio con otros dispositivos vía SSH. A continuación, se ve como conectarse con la Raspberry Pi Zero vía SSH con Putty.



Figura 22: Ingresando a la Raspberry Pi Zero vía SSH

Fuente propia

Una vez ingresado a la terminal de la Raspberry Pi Zero, se pudo ver que era el mismo terminal de un sistema operativo Debian, por lo que todos los comandos que se utilizaron funcionan en una computadora con Debian, Ubuntu o algún similar.

Lo primero que se realizó es la instalación de Drivers para la pantalla XPT2046.

Para ello se introdujeron los siguientes comandos en la terminal:

```
git clone https://github.com/goodtft/LCD-show.git
```

```
sudo chmod -R 755 LCD-show
```

```
cd LCD-show/
```

```
3.5" LCD - $ sudo ./LCD35-show
```

Gracias a ello, se la pantalla XPT2046 quedó configurada. A continuación, se puede ver el resultado:



Figura 23: Pantalla XPT2046 con Sistema Operativo

Fuente propia

En la pantalla se puede ver el escritorio propio del sistema operativo Raspbian. Como la pantalla es Touch, no es necesario el uso de un mouse, sin embargo, debido a la incomodidad, se decidió realizar toda la configuración restante desde SSH y no desde su pantalla Touch.

A continuación, se procedió a instalar una base de datos para guardar los horarios de ingreso y salida de todos los empleados. Para ello se decidió instalar la base de datos de Mysql, acompañada de PHPMyadmin, debido a que cuenta con un entorno gráfico para poder realizar consultas de prueba a la base de datos.

Para realizar la instalación de la base de datos se realizaron los siguientes pasos:

- Se instaló el servidor Apache, para que otros dispositivos logren acceder a la base de datos.

```
sudo apt install libapache2-mod-php
```

```
sudo chown -R pi:www-data /var/www/html/
```

```
sudo chmod -R 770 /var/www/html/
```

Una vez ingresado los anteriores comandos, se pudo ingresar a la página del servidor instalado en la Raspberry Pi Zero mediante un navegador de una laptop cualquiera, como se muestra a continuación:

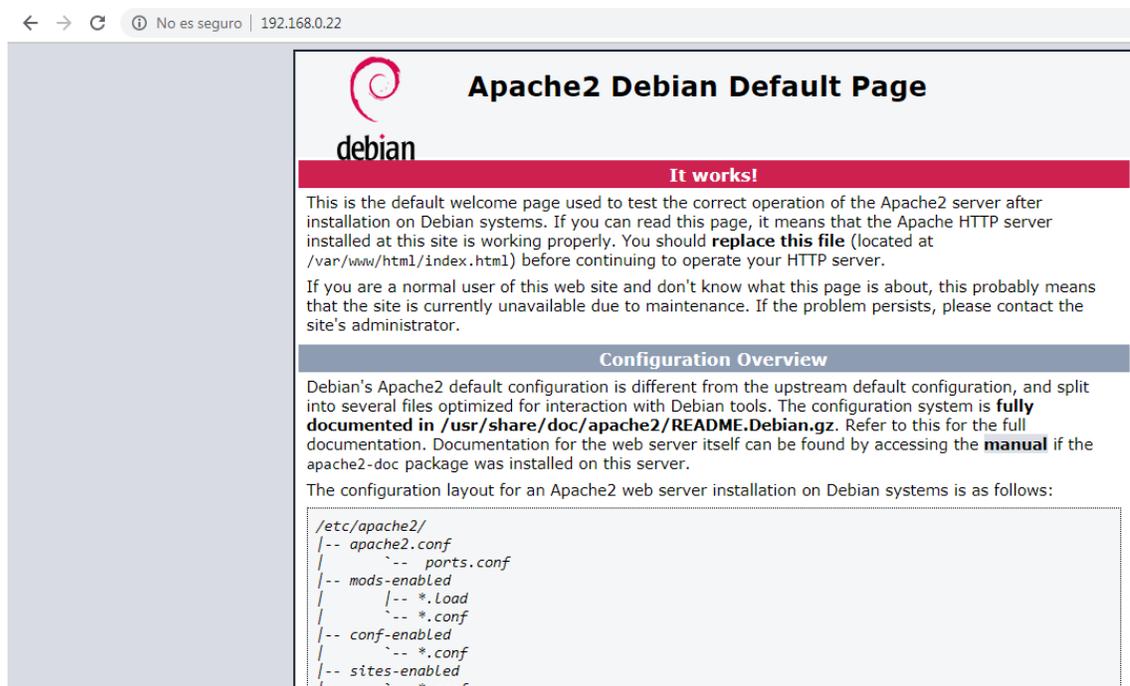


Figura 24: Instalación de Apache en la Raspberry Pi

Fuente propia

- Se instaló php, como requisito previo para instalar Mysql y phpmyadmin:

Se ingresaron los siguientes comandos:

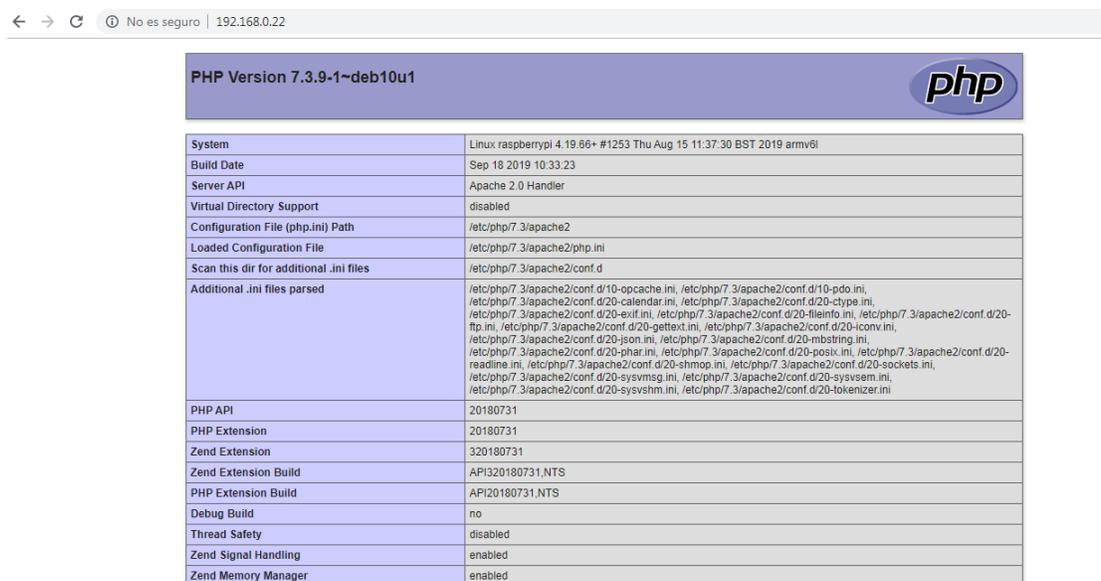
```
sudo apt install php php-mbstring
```

```
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

A continuación, se borró el archivo `/var/www/html/index.html`, y en su lugar se puso un archivo llamado `/var/www/html/index.php` en el cuál se puso el siguiente contenido

```
<?php phpinfo(); ?>
```

Al volver a ingresar por un navegador a la dirección IP se vio la siguiente figura:



PHP Version 7.3.9-1~deb10u1	
System	Linux raspberrypi 4.19.66+ #1253 Thu Aug 15 11:37:30 BST 2019 armv6l
Build Date	Sep 18 2019 10:33:23
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.3/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php/7.3/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php/7.3/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php/7.3/apache2/conf.d/10-opcache.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-calendar.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-type.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-exif.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-fileinfo.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-ftp.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-gettext.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-iconv.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-json.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-mbstring.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-pdo.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-posix.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-readline.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-shmop.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-sockets.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-sysvmsg.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-sysvsem.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-sysvshm.ini, /etc/php/7.3/apache2/conf.d/20-tokenizer.ini
PHP API	20180731
PHP Extension	20180731
Zend Extension	320180731
Zend Extension Build	API320180731.NTS
PHP Extension Build	API20180731.NTS
Debug Build	no
Thread Safety	disabled
Zend Signal Handling	enabled
Zend Memory Manager	enabled

Figura 25: Instalación de PHP en la Raspberry Pi

Fuente propia

- Se instaló Mysql

Debido a la versión de Debian, en lugar de introducir comandos de instalación de Mysql, se introdujo comandos de instalación de MariaDb, que para el caso son exactamente los mismos.

```
sudo apt-get install mariadb-server mariadb-client
```

```
sudo mysql -u root mysql
```

```
update user set authentication_string=PASSWORD('admin') where user='root';
```

```
flush privileges;
```

```
quit
```

Con esto quedó instalada la base de datos.

- Instalar phpmyadmin

Phpmyadmin ayudará a ver de manera gráfica a los cambios realizados en la base de datos, pero el proyecto puede ser implementado sin tener necesariamente que instalar este servicio.

```
sudo apt-get install phpmyadmin
```

```
sudo nano /etc/php/7.3/apache2/php.ini
```

Buscamos en este archivo donde pone «Dynamic Extensions» y añadimos justo debajo la siguiente línea:

```
extension=mysql.so
```

reiniciar raspberry py

```
sudo phpenmod mysqli
```

```
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

```
sudo ln -s /usr/share/phpmyadmin /var/www/html/phpmyadmin
```

Al realizar la instalación, se vió la siguiente imagen:

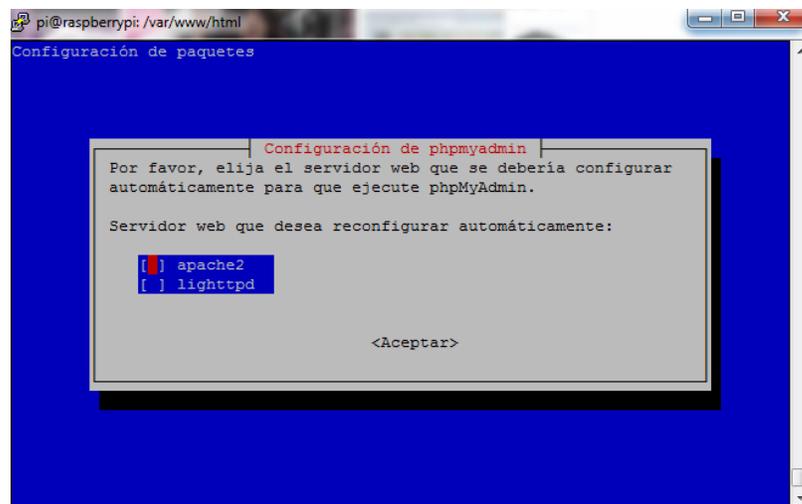


Figura 26: Instalando phpmyadmin sobre apache2

Fuente propia

Se escogió la opción de **apache2**, ya que fue el servidor que se instaló previamente.

En la pantalla se pidió ingresar la contraseña de Mysql, misma que se modificó previamente a “admin”.

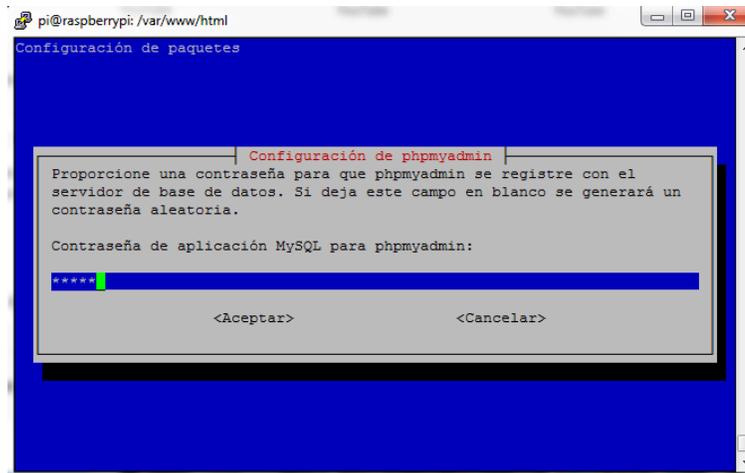


Figura 27: Configurando contraseña para MySQL en Raspberry Pi

Fuente propia

Terminada la instalación y configuraciones, se pudo ingresar mediante el navegador a la base de datos, con la url: **192.168.0.22/phpmyadmin**, y se obtuvo la siguiente figura:

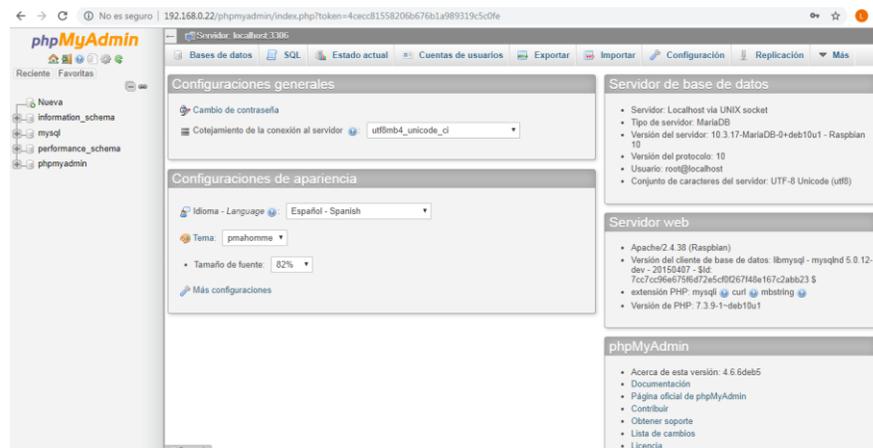


Figura 28: phpMyAdmin instalado en la Raspberry Pi

Fuente propia

A continuación, se creó una base de datos con los parámetros necesarios para poder arrancar el software del proyecto:

La base de datos se llama “sistema” y consta de cuatro tablas como se muestra a continuación:

SISTEMA	TRABAJADORES
	DIAS TRABAJAR
	DIAS TRABAJADOS
	IP

La tabla donde se almacenan los datos de los trabajadores y el código de su huella dactilar es la tabla “trabajadores” con las siguientes columnas:

ID	CARNET	NOMBRES	APELLIDOS	CARGO
0	78472189	JOSE	CARPIO	AYUDANTE

Donde “id_trabajador” es un dato asignado por el sensor de huella digital, “ci” es el espacio para introducir carnet de identidad, y mediante este se podrá realizar consultas individuales.

Posteriormente, el software debe pedir se introduzcan los días y horas en que el trabajador marcará ingreso y salida. Para ello se creó la tabla de “dias_trabajar”.

ID	DIA	ENTRADA	SALIDA	ID DE TRABAJADOR
1	Lunes	08:00	12:00	0

Esta tabla debe tener un campo donde se ponga a que trabajador corresponde el día de trabajo, y para ello se utilizará el ID de la tabla “trabajadores”.

Para las marcaciones de entrada y salida de los trabajadores ya registrados, se elaboró la tabla “dias_trabajados”

ID	FECHA	ENTRADA	SALIDA	ID DE TRABAJADOR
1	05-02-19	8:04	11:55	0
2	05-02-19	8:09	12:20	1
1	06-02-19	8:16	12:02	0

De modo que esta tabla solo almacenará horarios de ingreso y salida de los trabajadores ya registrados. La tolerancia será configurable por el administrador del equipo, y no por los trabajadores.

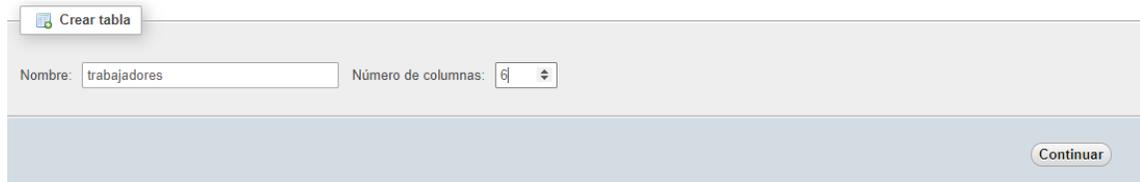
Se procedió a crear las tablas en la base de datos.



Figura 29: Creando base de datos del proyecto

Fuente propia

Se procedió a crear una nueva tabla.



Crear tabla

Nombre: Número de columnas:

Continuar

Figura 30: Insertando tabla de trabajadores en la base de datos

Fuente propia

En la tabla “trabajadores” se ingresó los siguientes atributos:

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
<input type="checkbox"/>	1	id_trabajador	int(11)		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más
<input type="checkbox"/>	2	ci	int(10)		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más
<input type="checkbox"/>	3	apellidos	varchar(30) utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más
<input type="checkbox"/>	4	nombres	varchar(30) utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más
<input type="checkbox"/>	5	cargo	varchar(30) utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más

Figura 31: Atributos de la tabla de trabajadores

Fuente propia

Siendo la llave primaria el campo de “id_trabajador”.

A continuación, se crearon dos tablas de nombres **días_trabajar** y **días_trabajados** donde se introdujeron campos con llaves foráneas, como se muestra a continuación.

The image shows two screenshots of a database management tool interface. The top screenshot displays the structure of the 'dias_trabajar' table, and the bottom screenshot displays the structure of the 'dias_trabajados' table.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id_dias_trabajar	int(10)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
2	dia_trabajo	varchar(15)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
3	hora_entrada	time(5)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
4	hora_salida	time(5)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
5	id_trabajador	int(10)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id_dias_trabajados	int(10)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Primaria Más
2	fecha	date			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Más
3	entrada	time(5)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Más
4	salida	time(5)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Más
5	id_trabajador	int(10)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Más

Figura 32: Atributos de las tablas "Días trabajar" y "Días trabajados"

Fuente propia

La primera tabla es para registrar a nuevos trabajadores y los horarios en los que van a ingresar y salir. La segunda tabla es para registrar los ingresos y salidas de cada trabajador registrado.

Para relacionar todas las tablas se crearon los campos de clave foránea. En la siguiente figura se ve la relación entre tablas:



Figura 33: Relación entre las tablas de la base de datos

Fuente propia

Ya creada la base de datos, se procedió a implementar el software para el funcionamiento del proyecto.

Finalmente se creó la tabla “ip”. Esta tabla almacenará los datos de configuración de red local. Esto es necesario para que un administrador pueda modificar estos parámetros desde el software de forma sencilla. A continuación, se muestra la creación de dicha tabla.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id_ip	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Primaria Único Más
2	ip	varchar(16)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más
3	mask	varchar(16)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más
4	gateway	varchar(16)	utf8mb4_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Primaria Único Más

Figura 34 Tabla “ip” y sus columnas creadas para configuración de red

Fuente propia

3.1.2.4. Funcionamiento del sistema

Terminada la codificación en la Raspberry Pi Zero, se realizaron pruebas en todo el sistema:

Se procedió a encender la Raspberry Pi para ver si el software se abre directamente. Se pudo ver que demora 1 minuto un iniciar la página, pero luego inicia de forma automática como se ve en la siguiente figura:



Figura 35 Inicio del programa en la Raspberry Pi y la pantalla XPT2046

Fuente propia

Como la Raspberry Pi tiene instalado un servidor web, también se puede ver la página desde cualquier otra computadora, esto se muestra en la siguiente figura.

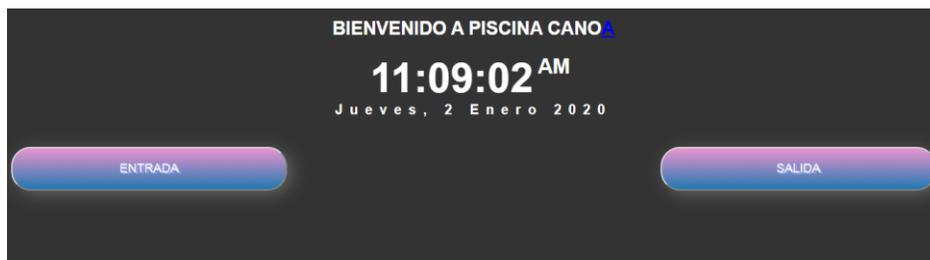


Figura 36 Inicio de la página “usuario” desde otro computador

Fuente propia

Para ingresar a la página del administrador, se debe cambiar la url. Se debe cambiar la dirección de “usuario” por “finger”. Esto muestra la siguiente página.



Figura 37 Inicio de la página “finger” en un computador

Fuente propia

Para agregar a un nuevo trabajador, se ingresa a la pestaña trabajadores y a nuevo registro. La página solicita ingresar todos los datos necesarios del trabajador

Figura 38 Ingreso de nuevo trabajador a la base de datos

Fuente propia

Al hacer clic en Crear Registro, la Raspberry Pi manda la instrucción al detector de huella dactilar a encender el led azul y estar atento a leer una huella.



Figura 39 Detector de huella dactilar en funcionamiento

Fuente propia

Una vez escaneada la huella dactilar, el usuario queda creado en la base de datos del sistema, como se ve a continuación.

Controlador biométrico				
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES		POR: MANUEL VELA		
INICIO	TRABAJADORES	CONSULTAS	AYUDA	
Lista de Trabajadores				
Crear nuevo registro				
Código	Apellidos	Nombres	Cargo	Acciones
0	VELA	MANUEL	OBRERO	Actualizar Eliminar
1	COPA	LUCIO	JEFE	Actualizar Eliminar
2	COPA	EVA	OBRERO	Actualizar Eliminar

Figura 40 Nuevo trabajador registrado en base de datos

Fuente propia

De aquí en adelante, si en la página “usuario” se hace clic en Entrada o en Salida, la Raspberry mandará la señal al detecto de huellas a iniciar escaneo, y si la huella es alguna de las que ya están almacenadas en el detector y en la base de datos, se guarda en base de datos la fecha y hora de ingreso del trabajador, al igual que en la salida.

En la página de “finger” se puede verificar todas las entradas y salida de los trabajadores según los horarios de ingreso y salida de los mismos. Para ello se va a la pestaña consultas.

Controlador biométrico				
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES		POR: MANUEL VELA		
INICIO	TRABAJADORES	CONSULTAS	AYUDA	
Consultas				
Código	Apellidos	Nombres	Cargo	Acciones
0	VELA	MANUEL	OBRERO	Consultar
1	COPA	LUCIO	JEFE	Consultar
2	COPA	EVA	OBRERO	Consultar

Figura 41 Consulta de horarios de ingreso y salida a la base de datos

Fuente propia

Al ingresar a la consulta de alguno de los trabajadores registrados, de inmediato muestra la tabla de todos los días trabajados, sus horarios de entrada y salida. Adicionalmente la fila se pinta de color verde si la entrada y salida se realizaron en el horario correcto, se pondrá de color rojo si el trabajador llegó tarde, y no se pintará de ningún color si el horario de ingreso es totalmente diferente al establecido.

Fecha	Día	Entrada	Salida
21/10/2019	Lunes	01:07:05	03:07:35
24/10/2019	Jueves	16:00:25	16:00:34
27/10/2019	Domingo	23:39:16	23:39:16
27/10/2019	Domingo	23:39:55	23:39:55
27/10/2019	Domingo	23:41:14	23:43:09
01/11/2019	Viernes	00:52:28	01:46:39
01/11/2019	Viernes	01:47:25	02:09:31
01/11/2019	Viernes	02:05:48	02:05:48
01/11/2019	Viernes	02:08:32	02:26:08
01/11/2019	Viernes	15:44:56	15:45:08

Figura 42 Vista de horarios de ingreso y salida de un trabajador en la base de datos

Fuente propia

Se pudo constatar que todos los escaneos de huellas fueron correctos, el sistema no equivocó los nombres ni los horarios, siempre y cuando se introducía de manera correcta la huella dactilar del trabajador.

Luego de comprobar su correcto funcionamiento, se elaboró una carcasa impresa en 3D, para darle un acabado elegante al sistema. A continuación, se muestra el diseño de la carcasa del sistema.

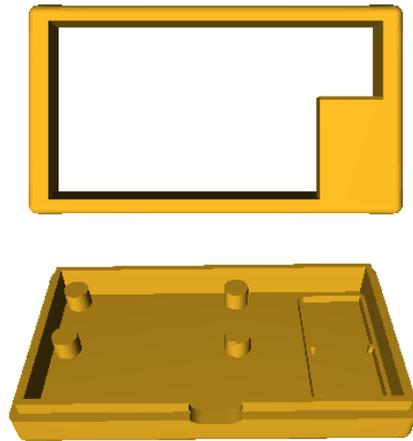


Figura 43 Diseño en el software “Fusion” de la carcasa del proyecto

Fuente propia

Armado el proyecto, y realizando pruebas de funcionamiento óptimas, se tiene el siguiente aspecto que muestra un producto listo para ser implementado en la piscina Canoa.

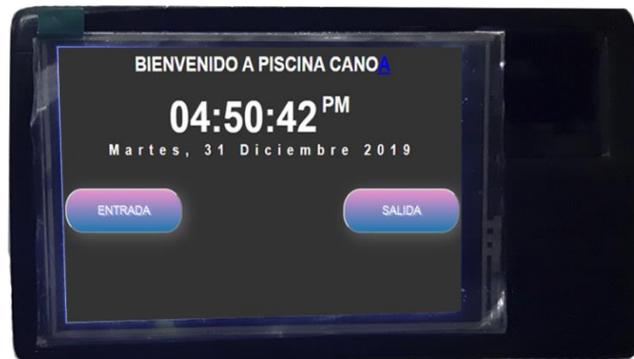


Figura 44 Proyecto terminado y funcionando

Fuente propia

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE COSTOS

A continuación, se detallarán los costos que involucraron el desarrollo del presente proyecto.

Rubro	Cantidad	Costo Unitario Bs.	Costo Total Bs.
Horas de internet en investigación	120	2	240
Raspberry Pi Zero W	1	340	340
Fingerprint R307	1	150	150
Pantalla XPT2046	1	150	150
Resistencia 1k OMH	3	0.5	1.5
Leds 3mm	3	0.5	1.5
Placa vaquelita	1	5	5
Carcasa 3D	1	130	130
TOTAL			1018 Bs

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El sistema que se desarrolló controla con éxito los horarios de ingreso y salida del personal de Piscina Canoa, la elaboración de informes de fin de mes es mucho más fácil de realizar y el rendimiento va en progreso.
- El personal administrativo puede ingresar de manera sencilla a la base de datos que aloja los horarios de ingreso y salida de los empleados, y aún ellos mismos pueden realizar consultas para verificar si tienen descuento por retrasos.
- El dispositivo diseñado es capaz de almacenar en su base de datos hasta mil usuarios por huella digital, además de tener almacenado los horarios de ingreso y salida.
- El programa de acceso al dispositivo permite ver y copiar los horarios de ingreso y salida del personal señalando de forma automática los días en que hubo atraso o falta.
- Para realizar un escaneo de mejor precisión, se recomienda introducir el dedo a escanear antes de iniciar el proceso de escaneo, para que no haya lecturas falsas por mal posicionamiento del dedo.
- Una vez configurada la red y dirección IP del equipo, si desea apagar el equipo, se recomienda encenderlo dos minutos antes de requerirlo, para que el mismo pueda iniciar de forma correcta.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tolosa Borja, C. (2017). *Sistemas Biométricos*. Madrid, España

NOTIMEX. (2018). *Sistemas de medición, la huella digital de las sociedades desarrolladas*. Recuperado de:

<https://www.20minutos.com.mx/noticia/445583/0/sistemas-de-medicion-la-huella-digital-de-las-sociedades-desarrolladas/>

Electrónica Embajadores. (2018). *GT-521F32 - SENSOR BIOMETRICO HUELLAS DACTILARES - LECTOR HUELLA DIGITAL*. Recuperado de:

<https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/SSBIH01/sensores/sensores-biometricos/sensor-biometrico-huellas-dactilares-gt-521f32-lector-huella-digital>

Iglesias, P. (2016). #MundoHacker: *Sensores de huellas digitales ¿Cómo de seguros son?* Recuperado de: <https://www.pabloylesias.com/seguridad-sensor-huella-dactilar/>

ECURED. (2017). *Dactiloscopía*. Recuperado de:

<https://www.ecured.cu/Dactiloscop%C3%ADa>

Definicion.de.(2008). *DEFINICIÓN DE DACTILOSCOPIA*. Recuperado de:

<https://definicion.de/dactiloscopia/>

EDUCALINGO. (2019). *QUÉ SIGNIFICA DACTILOGRAMA EN ESPAÑOL*.

Recuperado de: <https://educalingo.com/es/dic-es/dactilograma>

REGISTRADURIA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL DE COLOMBIA. (2019). *EL AFIS, PILAR DE LA BIOMETRÍA*. Recuperado de:

<https://www.registraduria.gov.co/El-Afis-pilar-de-la-biometria.html>

LinkedIn Corporation. (2019). *Dactilograma*. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/Martinjdm27/dactilograma>

Monografias.com S.A. (2013). Las huellas dactilares. Recuperado de:
<https://www.monografias.com/trabajos94/las-huellas-dactilares/las-huellas-dactilares.shtml>

MercadoLibre S.R.L. (2019). Kit Raspberry Pi 3 + Placa Expansion Gpio Conexion Cascada. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-697974339-kit-raspberry-pi-3-placa-expansion-gpio-conexion-cascada-_JM

Raspberry Shop. (2019). Raspberry Pi. Recuperado de: <https://www.raspberrystore.com/>

Concepto.de. (2019). Concepto de WIFI. Recuperado de:
<https://concepto.de/wifi/#ixzz61nKfKuA>

7. ANEXOS

7.1. Anexo I: Códigos del proyecto

7.1.1. Reloj de ingreso y salida

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <title>Reloj digital</title>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style.css">
</head>
<body onload="startTime()" class="cuerpo">
  <div class="titulo">
    <h1>BIENVENIDO A PISCINA CANO<a href="#" onClick="cerrar();return
false;">A</a></h1>

  </div>
  <h4>
  <div id="clockdate">
    <div class="clockdate-wrapper">
      <div id="clock"></div>
      <div id="date"></div>
    </div>
  </div>
</h4>
<br>
<div>
  <table class="tabla">
    <tr>
      <td rowspan="2" WIDTH="30%" HEIGHT="100%" align="center">
        <input type="submit" class="btn" value="ENTRADA"
onclick="entrada()">
      </td>
      <td WIDTH="40%" HEIGHT="50%" align="center">
        <div id="mensaje1" class="mensaje"></div>
      </td>
      <td rowspan="2" WIDTH="30%" HEIGHT="100%" align="center">
        <input type="submit" class="btn" value="SALIDA"
onclick="salida()">
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td WIDTH="40%" HEIGHT="50%" align="center">
        <div id="mensaje2" class="mensaje"></div>
      </td>
    </tr>
  </table>
</div>
</body>
<script src="js/mqttws31.min.js" type="text/javascript"></script>
<script type = "text/javascript" language = "javascript">
<?php
$conexion = mysqli_connect("localhost", "root", "admin","sistema");
$resultado=mysqli_query($conexion,"SELECT `ip` FROM `ip` WHERE 1");
if ($resultado > 0) {
  while ($row = mysqli_fetch_array($resultado)) {
```

```

?>
var mqtt;
var band=0;
var reconnectTimeout = 2000;
var host="<?php echo $row["ip"]?>"; //change this
var port=9001;
var clientId = "ws" + Math.random();
var client = new Paho.MQTT.Client(host, port, clientId);
var bandera_oncon=2;
<?php
}
}
?>

client.connect({
    //useSSL: true,
    timeout: 30,
    //userName: usuario,
    //password: contrasena,
    onSuccess: onConnect,
    onFailure: onFailure
});

client.onConnectionLost = onConnectionLost;
client.onMessageArrived = onMessageArrived;

function onConnectionLost(responseObject) {
    if (responseObject.errorCode !== 0) {
        console.log("onConnectionLost:",
responseObject.errorMessage);
        setTimeout(function() { client.connect() }, 5000);
    }
}

function onMessageArrived(message) {

    mensaje_recibido=message.payloadString;
    if (message.destinationName == "mensajes1") {
        var texto = "";
        texto =mensaje_recibido;
        document.getElementById("mensaje1").innerHTML = texto;
setTimeout("document.getElementById('mensaje1').innerHTML = '';",5000)
    }
    if (message.destinationName == "mensajes2") {
        var texto = "";
        texto =mensaje_recibido;
        document.getElementById("mensaje2").innerHTML = texto;
setTimeout("document.getElementById('mensaje2').innerHTML = '';",5000)
    }
}

// connect the client

```

```

        function onConnect() {
// Once a connection has been made, make a subscription and send
a message.
        if (bandera_oncon!=1) {
            console.log("Connected ");
            bandera_oncon=1;
            client.subscribe("mensajes1");
            client.subscribe("mensajes2");
        }

        //client.disconnect();
    }

    function onFailure(invocationContext, errorCode, errorMessage) {
        var errDiv = document.getElementById("ph_actual");
        errDiv.textContent = "Could not connect to websocket server,
most likely you're behind a firewall that doesn't allow outgoing
connections to port 39627";
        errDiv.style.display = "block";
        if (bandera_oncon!=0) {
            console.log("Fail");
            bandera_oncon=0;
        }
    }

    function entrada(){
        var dato = "entrada";
        message = new Paho.MQTT.Message(dato);
        message.destinationName = "huella";
        client.send(message);
    }
    function salida(){
        var dato = "salida";
        message = new Paho.MQTT.Message(dato);
        message.destinationName = "huella";
        client.send(message);
    }
    function startTime() {
        var today = new Date();
        var hr = today.getHours();
        var min = today.getMinutes();
        var sec = today.getSeconds();
        ap = (hr < 12) ? "<span>AM</span>" : "<span>PM</span>";
        hr = (hr == 0) ? 12 : hr;
        hr = (hr > 12) ? hr - 12 : hr;
        //Add a zero in front of numbers<10
        hr = checkTime(hr);
        min = checkTime(min);
        sec = checkTime(sec);
        document.getElementById("clock").innerHTML = hr + ":" + min + ":"
+ sec + " " + ap;

        var months = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo',
'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre',
'Diciembre'];
        var days = ['Domingo', 'Lunes', 'Martes', 'Miercoles', 'Jueves',
'Viernes', 'Sabado'];

```

```

var curWeekDay = days[today.getDay()];
var curDay = today.getDate();
var curMonth = months[today.getMonth()];
var curYear = today.getFullYear();
var date = curWeekDay+", "+curDay+" "+curMonth+" "+curYear;
document.getElementById("date").innerHTML = date;

var time = setTimeout(function(){ startTime() }, 500);
}
function checkTime(i) {
    if (i < 10) {
        i = "0" + i;
    }
    return i;
}

function cerrar() {
    if (confirm("Close window?")) {
        close();
    }
}
</script>
</html>

```

7.1.2. Nuevo registro

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style.css">
    <script src="js/mqttws31.min.js"
type="text/javascript"></script>
    <title>Configuraciones</title>
</head>
<body>
    <header>
        <div class="header">
            <h1>Controlador biométrico</h1>
            <div class="optionsBar">
                <p>Electrónica y
Telecomunicaciones</p>
                <span>|</span>
                <span class="user">Por:Manuel
vela</span>
                
            </div>
        </div>
    <nav>
        <ul>
            <li><a href="index.php">Inicio</a></li>
            <li class="principal">
                <a href="#">Trabajadores</a>
            </li>
        </ul>
    </nav>

```

```

href="nuevo.php">Nuevo Registro</a></li>
href="lista.php">Lista de Trabajadores</a></li>
href="consulta.php">Consultas</a></li>
href="ayuda.php">Ayuda</a></li>
</ul>
</nav>
</header>
<section id="container">
  <div class="registro">
    <h1>Nuevo trabajador</h1>
    <hr>
    <div class="alerta" id="alerta"></div>
    <div class="formu">
      <label for="apellido">Apellidos</label>
      <input type="text" name="apellido"
id="apellidos" placeholder="Apellidos">
      <label for="nombre">Nombres</label>
      <input type="text" name="nombre"
id="nombres" placeholder="Nombres">
      <label for="carnet">Carnet de
identidad</label>
      <input type="number" name="carnet"
id="ci" placeholder="Carnet">
      <label for="cargo">Cargo</label>
      <input type="text" name="cargo"
id="cargo" placeholder="Cargo">
      <button type="submit" value=""
class="btn_save" onclick="nuevo()">Crear Registro</button>
    </div>
  </div>
</section>
<script language="JavaScript">
  <?php
  $conexion = mysqli_connect("localhost", "root",
"admin","sistema");
  $resultado=mysqli_query($conexion,"SELECT `ip` FROM
`ip` WHERE 1");
  if ($resultado > 0) {
    while ($row = mysqli_fetch_array($resultado)) {
      ?>
      $row["ip"]?>";
      var client = new Paho.MQTT.Client("<?php echo
9001, "ws01");
      var bandera_oncon=2;
      <?php
    }
  }
  ?>
  client.connect({
    timeout: 30,
    onSuccess: onConnect,
    onFailure: onFailure
  });
  client.onConnectionLost = onConnectionLost;
  client.onMessageArrived = onMessageArrived;

```

```

        function onConnectionLost(responseObject) {
            if (responseObject.errorCode !== 0) {
                console.log("onConnectionLost:",
responseObject.errorMessage);
                setTimeout(function() { client.connect() }, 5000);
            }
        }
        function onMessageArrived(message) {
            mensaje_recibido=message.payloadString;
            var texto = "";
            texto = '<p
class="'+message.destinationName+'">'+mensaje_recibido+'</p>';
            document.getElementById("alerta").innerHTML = texto;
            if (mensaje_recibido.substr(0,21)=="TRABAJADOR
REGISTRADO"){
                setTimeout('location.href='nuevo_dia.php?id='+mensaje_recibido.
substr(22,4)+'"', 3000);
            }
        }
        // connect the client
        function onConnect() {
            if (bandera_oncon!=1) {
                console.log("Connected ");
                bandera_oncon=1;
                client.subscribe("msg_error");
                client.subscribe("msg_save");
            }
        }
        function onFailure(invocationContext, errorCode,
errorMessage) {
            var errDiv = document.getElementById("mensajes");
            errDiv.textContent = "Could not connect to webSocket
server, most likely you're behind a firewall that doesn't allow
outgoing connections to port 39627";
            errDiv.style.display = "block";
            if (bandera_oncon!=0) {
                console.log("Fail");
                bandera_oncon=0;
            }
        }
        function nuevo(){
            if (document.getElementById("apellidos").value
== '' || document.getElementById("nombres").value =='' ||
document.getElementById("cargo").value == '' ||
document.getElementById("ci").value == '') {
                var texto = '<p
class="msg_error">Llenar todos los espacios</p>';
                document.getElementById("alerta").innerHTML = texto;
            }
            else{
                var dato =
"nuevo/"+document.getElementById("apellidos").value+"/"+document.getEl
ementById("nombres").value+"/"+document.getElementById("cargo").value+
"/"+document.getElementById("ci").value;

```

```

        message = new Paho.MQTT.Message(dato);
        message.destinationName = "huella";
        console.log(dato);
        client.send(message);
    }
}
</script>
</body>
</html>

```

7.1.3. Consulta de días trabajados

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style.css">
    <title>Consultas</title>
</head>
<body>
    <header>
        <div class="header">
            <h1>Controlador biométrico</h1>
            <div class="optionsBar">
                <p>Electrónica y
Telecomunicaciones</p>
                <span>|</span>
                <span class="user">Por:Manuel
Vela</span>
                
            </div>
            <nav>
                <ul>
                    <li><a href="index.php">Inicio</a></li>
                    <li class="principal">
                        <a href="#">Trabajadores</a>
                        <ul>
                            <li><a
href="nuevo.php">Nuevo Registro</a></li>
                            <li><a
href="lista.php">Lista de Trabajadores</a></li>
                            <li><a
href="consulta.php">Consultas</a></li>
                            <li><a href="ayuda.php">Ayuda</a></li>
                        </ul>
                    </li>
                </ul>
            </nav>
        </header>
        <section id="container">
            <div id="listas">
                <h1>Consultas</h1>
                <table>
                    <tr>

```

```

        <th>Código</th>
        <th>Apellidos</th>
        <th>Nombres</th>
        <th>Cargo</th>
        <th>Acciones</th>
    </tr>
    <?php
        $conexion = mysqli_connect("localhost",
"root", "admin","sistema");
        $resultado=mysqli_query($conexion,"SELECT *
FROM `trabajadores` WHERE 1");
        if ($resultado > 0) {
            while ($row =
mysqli_fetch_array($resultado)) {
                ?>
                <tr>
                    <td><?php echo
$row["id_trabajador"]?></td>
                    <td><?php echo
$row["apellidos"]?></td>
                    <td><?php echo
$row["nombres"]?></td>
                    <td><?php echo
$row["cargo"]?></td>
                    <td>
                        <a class='editar'
href="dias.php?id=<?php echo $row["id_trabajador"]?>">Consultar</a>
                    </td>
                </tr>
            <?php
            }
        }
    ?>
</table>
</div>
</section>
</body>
</html>

```

7.1.4. Configuraciones de red local

```

<?php
    if(!empty($_POST)){
        if (empty($_POST['ipn']) || empty($_POST['maskn']) ||
empty($_POST['gaten']))){
            $alert='<p class="msg_error">Ingresar todos los
datos.</p>';
        }
        else{
            $ips=$_POST['ipn'];
            $mask=$_POST['maskn'];
            $gates=$_POST['gaten'];
            $conexion = mysqli_connect("localhost", "root",
"admin","sistema");

```

```

        // $resultado=mysqli_query($conexion,"UPDATE
`trabajadores` SET `apellidos` = 'der', `nombres` = $nom, `cargo` =
$car WHERE `trabajadores`.`id_trabajador` = $id_recibido;");
        $resultado=mysqli_query($conexion,"UPDATE `ip`
SET `ip` = '$ips', `mask` = '$masks', `gateway` = '$gates' WHERE
`ip`.`id_ip` = '1';");
        mysqli_close($conexion);
        $alert='<p class="msg_save">Actualizada base de
datos.</p>';
    }
}
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style.css">
    <title>Configuraciones</title>
</head>
<body>
    <header>
        <div class="header">
            <h1>Controlador biométrico</h1>
            <div class="optionsBar">
                <p>Electrónica y
Telecomunicaciones</p>
                <span>|</span>
                <span class="user">Por:Manuel
Vela</span>
                
            </div>
        </div>
    </header>
    <section id="container">
        <h1>Configuraciones</h1>
        <div class="registro">
            <h1>Fecha y hora</h1>
            <hr>
            <div class="alerta" id="alerta"></div>
            <div class="formu">
                <input type="datetime-local"
id="fechas" name="">
                <button type="submit" onclick="hora()"
class="btn_save">ACTUALIZAR HORA</button>
            </div>
            <h1>IP fija y Gateway</h1>
            <hr>
            <div class="alerta" id="alerta"></div>
            <?php
                $conexion = mysqli_connect("localhost",
"root", "admin","sistema");
                $resultado=mysqli_query($conexion,"SELECT * FROM `ip` WHERE
1");
                if ($resultado > 0) {
                    while ($row =
mysqli_fetch_array($resultado)) {
                        ?>

```

```

isset($alert) ? $alert : ''; ?> <div class="alerta"> <?php echo
</div>
<form action="" method="post">
    <label for="ipn">IP
FIJA</label>
    <input type="text" id="ip"
name="ipn" value="<?php echo $row["ip"]?>">
    <label
for="maskn">MASCARA</label>
    <input type="text" id="mask"
name="maskn" value="<?php echo $row["mask"]?>">
    <label
for="gaten">GATEWAY</label>
    <input type="text" id="gateway"
name="gaten" value="<?php echo $row["gateway"]?>">
    <input type="submit"
class="btn_save" value= "ACTUALIZAR DIRECCION IP" onclick="ip_fija()">
    </form>
    <?php
    }
    }
?>
</div>
</section>
</body>
<script src="js/mqttws31.min.js" type="text/javascript"></script>
<script type = "text/javascript" language = "javascript">
    <?php
    $conexion = mysqli_connect("localhost", "root",
"admin","sistema");
    $resultado=mysqli_query($conexion,"SELECT `ip` FROM
`ip` WHERE 1");
    if ($resultado > 0) {
        while ($row = mysqli_fetch_array($resultado)) {
            ?>
            var client = new Paho.MQTT.Client("<?php echo
$row["ip"]?>", 9001, "ws01");
            var bandera_oncon=2;
            <?php
            }
        }
?>

    client.connect({
        //useSSL: true,
        timeout: 30,
        //userName: usuario,
        //password: contrasena,
        onSuccess: onConnect,
        onFailure: onFailure
    });

    client.onConnectionLost = onConnectionLost;
    client.onMessageArrived = onMessageArrived;

    function onConnectionLost(responseObject) {
        if (responseObject.errorCode !== 0) {

```

```

        console.log("onConnectionLost:",
responseObject.errorMessage);
        setTimeout(function() { client.connect() }, 5000);
    }
}

function onMessageArrived(message) {
    mensaje_recibido=message.payloadString;
    if (message.destinationName == "mensajes1") {
        var texto = "";
        texto =mensaje_recibido;
        document.getElementById("mensaje1").innerHTML = texto;
setTimeout("document.getElementById('mensaje1').innerHTML = '';",5000)
    }
    if (message.destinationName == "mensajes2") {
        var texto = "";
        texto =mensaje_recibido;
        document.getElementById("mensaje2").innerHTML = texto;
setTimeout("document.getElementById('mensaje2').innerHTML = '';",5000)
    }
}

// connect the client

function onConnect() {
// Once a connection has been made, make a subscription and send
a message.
    if (bandera_oncon!=1) {
        console.log("Connected ");
        bandera_oncon=1;
        client.subscribe("mensajes1");
        client.subscribe("mensajes2");
    }
}

//client.disconnect();
}

function onFailure(invocationContext, errorCode, errorMessage) {
    var errDiv = document.getElementById("ph_actual");
    errDiv.textContent = "Could not connect to websocket server,
most likely you're behind a firewall that doesn't allow outgoing
connections to port 39627";
    errDiv.style.display = "block";
    if (bandera_oncon!=0) {
        console.log("Fail");
        bandera_oncon=0;
    }
}

function hora(){

```

```

        var fec=document.getElementById("fechas").value;
        var dato
        ="hora/"+fec.substr(5,2)+fec.substr(8,2)+fec.substr(11,2)+fec.substr(1
        4,2);
        console.log(dato);
        message = new Paho.MQTT.Message(dato);
        message.destinationName = "huella";
        client.send(message);
    }

    function ip_fija(){
        var
        temp_ip=document.getElementById("ip").value;
        var
        temp_mask=document.getElementById("mask").value;
        var
        temp_gate=document.getElementById("gateway").value;
        var dato ="ip/"+temp_ip+"/"+temp_mask+"/"+temp_gate
        console.log(dato);
        message = new Paho.MQTT.Message(dato);
        message.destinationName = "huella";
        client.send(message);
    }
</script>
</html>

```

7.2. Anexo II: Cotizaciones de relojes biométricos

SERVICIO GENERAL DE IDENTIFICACION PERSONAL
INGRESO DE ACTIVOS

CITE SEGIP/AF/ING_008/2018

En cumplimiento a los Artículos 126° y 128° del D.S. 0181 de las Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios, se ha realizado la recepción e ingreso de bienes en Almacenes de Activos Fijos.

FECHA: 19 DE JULIO DE 2018

DE ACUERDO A: ORDEN DE COMPRA SEGIP/RPA/CM/CC-107/2018

RECIBIDO DE: SIDECOP

RECIBIDO POR: TECNICO DE ACTIVOS FIJOS SEGIP - CBBA Y RESPONSABLE DE OPERACIONES - COLCAPIRHUA

DOCUMENTO DE RECEPCIÓN: FACTURA NRO. 000504

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	N° FRIE	CÓDIGO	IMPORTE (Bs)	
						UNITARIO	TOTAL
1	1	PIEZA	RELOJ BIOMETRICO PARA EL CONTROL DE PERSONAL MODELO ICLOCK 700	08061000561018000 18	56-00029155	5.000,00	5.000,00
T O T A L							5.000,00

Observación:

[Firma]
RESPONSABLE DE OPERACIONES
 DEPARTAMENTO DE ACTIVOS FIJOS
 SEGIP - CBBA

[Firma]
Lic. Yakyra Narcia Herrera Nogales
RESPONSABLE DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
 DEPARTAMENTO FINANCIERO DPTL CBBA

COMPRA DE BIENES, CONTRATACIÓN DE SERVICIOS Y CONSULTORIAS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS / TÉRMINOS DE REFERENCIA

No.	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción	Valores de referencia (En Bolivianos)	
				Precio Unitario	Importe Total
1	1	PIEZA	RELOJ BIOMÉTRICO ICLOCK 750 Capacidad de huellas: hasta 10000 Capacidad de transacción: 20000 Huellas dactilares por usuario: de 1 a 10 huellas Modo de verificación: 1: 1 y 1: N Fichajes almacenados: hasta 100000 sin descargar Comunicación: USB, Ethernet y pendrive Tipo de lector: Óptico Lector de proximidad: opcional EM, Mifare o HID teclado: 29 teclas (8 teclas de función) Display: 3,5 Digital color TFT Tiempo de registros: < 2 seg. Tiempo de verificación: < 2 seg. De velocidad de lectura: 3.500 comparación por segundo Alimentación: 12V Bateria de alimentación de 2 a 3 horas : opcional dimensiones: 205 mm x 150mm x 42 mm Camara de 1,5 mega pixeles Idiomas Disponibles: Idioma Español Incluye Instalación en colcapirhua Garantía: 1 año Plazo de entrega: Al día siguiente hábil de firmada la orden de compra Validez de la Oferta: 30 días hábiles Multas: 1% por día de retraso o incumplimiento. La suma de las multas no podrá exceder en ningún caso el veinte por ciento (20%) del monto total de la orden de compra. Forma de Pago: Via Sigue contra entrega de productos y factura Lugar de entrega: 1 - En la oficina colcapirhua , av. Blanco Galindo km 61/2, 3 cuadras al norte tras el balneario marina del rey.	Bs 5.000,00	Bs 5.000,00
TOTALES					Bs 5.000,00
Nota.- Las especificaciones Técnicas de los Bienes/Términos de referencia de los servicios y consultorias, solicitados por las Unidades Solicitantes para la compra o contratación, deben ser específicos y detallados en el requerimiento acompañado de documentación de respaldo en original					
Observaciones:					

7.3. Anexo III: Manual de uso del proyecto

Bienvenido al manual del reloj biométrico R07MV. A continuación se describe las partes del equipo:

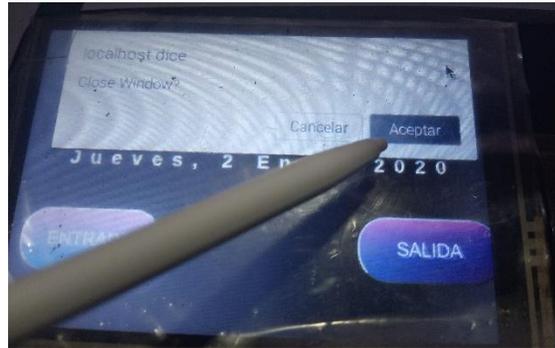


Para encender el equipo basta con conectarlo a la red eléctrica. Se debe esperar por lo menos un minuto, hasta que llegue a la pantalla de BIENVENIDA.

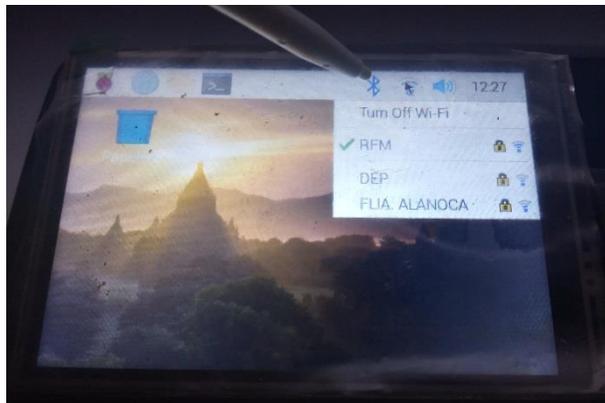
Si es la primera vez que se enciende el equipo en un ambiente nuevo, no podrá conectarse a una red WiFi. Para configurarlo debe salir de la pantalla de BIENVENIDA. Para ello presione con el BOLIGRAFO en la última letra “A”



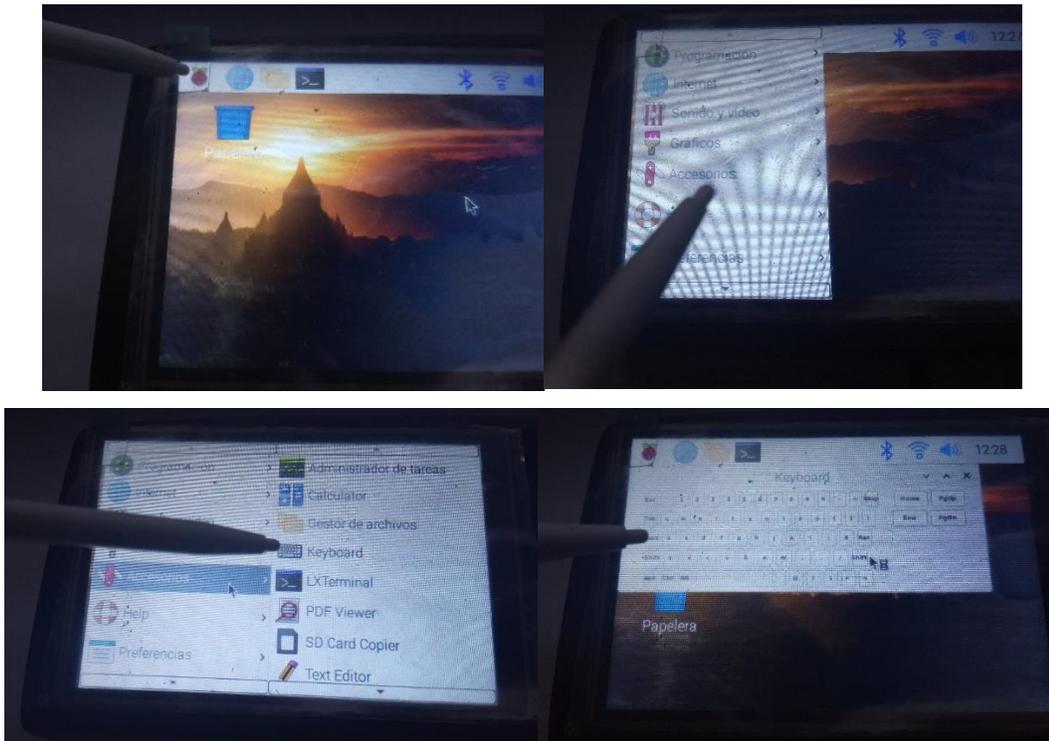
El programa preguntará si está seguro de cerrar la pantalla



Al presionar ACEPTAR mostrará la pantalla de escritorio. Al estar ahí se debe configurar la red WiFi. Para ello presionar el símbolo de señal Wifi donde aparecerán las redes disponibles.

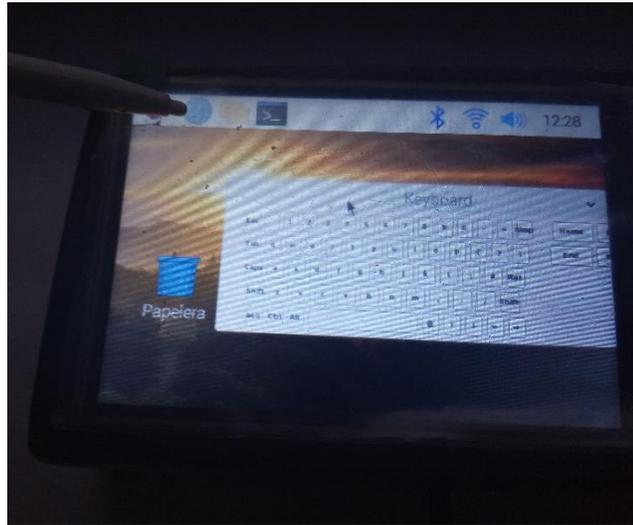


Para poder escribir la contraseña de la red, se debe abrir un teclado virtual. Para ello se irá a Inicio, Accesorios y Keyboard



Abierto el teclado virtual ya es posible configurar el equipo para que quede conectado a la red Local Wifi. Se debe configurar la IP fija del equipo, y la fecha y hora. En caso de contar con salida a internet la fecha y hora se actualizarán solas.

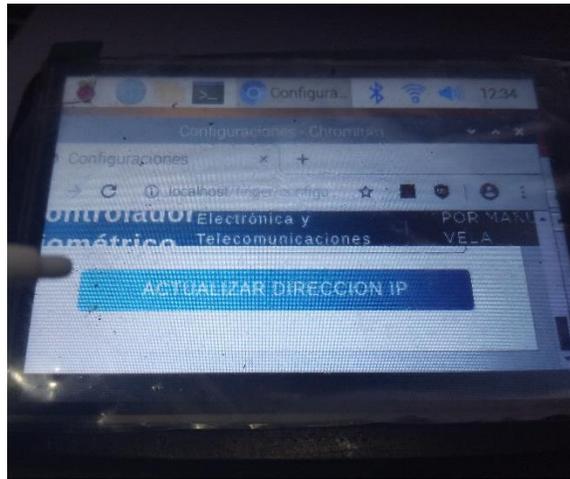
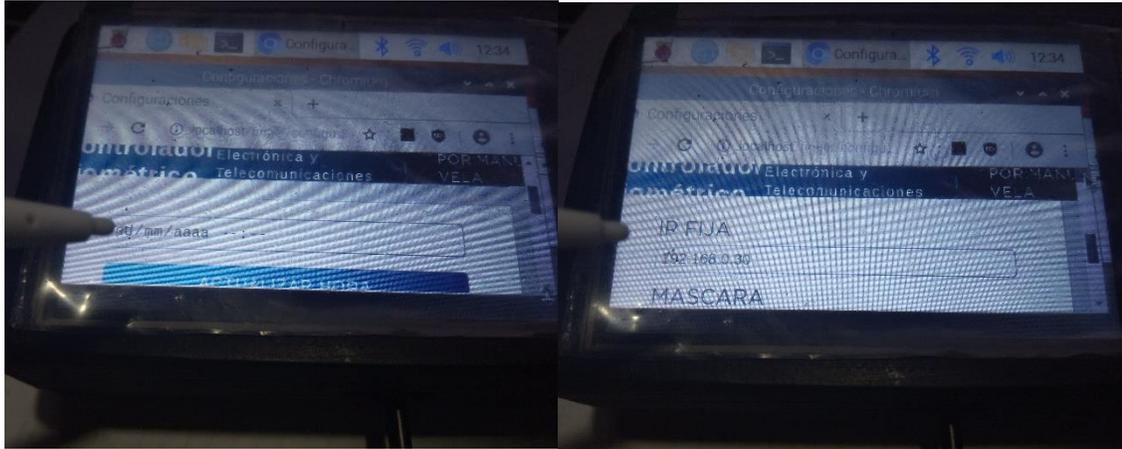
Para entrar al menú de configuraciones, presionar en el ícono del navegador. Doble clic para abrirlo.



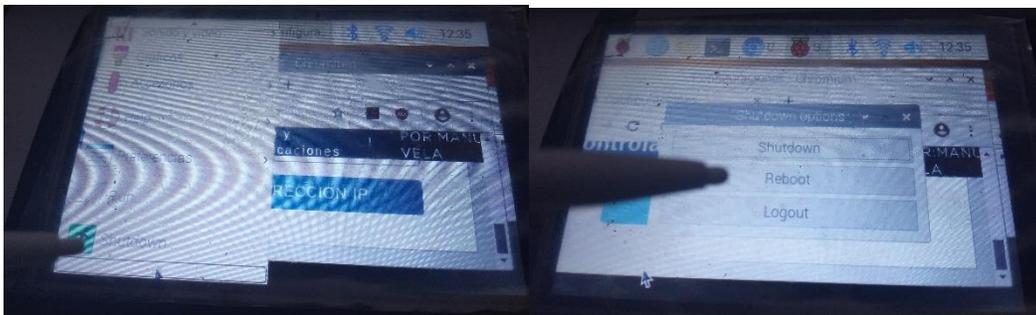
En algunos casos la pantalla podría salir de un tamaño poco legible.



Con la ayuda del teclado virtual, configurar la fecha, hora y datos de dirección IP.



Una vez modificados los parámetros, es necesario reiniciar el sistema para que los cambios se efectúen.



Una vez realizados estos cambios, el equipo está listo para ser utilizado.

Para ingresar a la página de configuraciones y afiliación de nuevos trabajadores, y consulta de tabas desde cualquier dispositivo debe escribirse en la URL lo siguiente:

“dirección IP asignada”/finger

Si desea visualizar el reloj con botones de ENTRADA SALIDA en el navegador de otro dispositivo se debe ingresar a:

“dirección IP asignada”/reloj

Si desea que los demás usuarios puedan visualizar su historial, debe dárselos la siguiente URL: “dirección IP asignada”/consulta

Muchas gracias.