



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“Diseño de un dispositivo de control de asistencia  
inalámbrico para los profesores de la FIEC mediante un  
lector de huella digital”

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA EN TELEMÁTICA**  
**INGENIERO EN TELEMÁTICA**  
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y**  
**TELECOMUNICACIONES**

MARTHA REBECA RAMÍREZ BERMEO  
JEFFERSON ALEXIS DEL BARCO PILOZO  
JOSÉ DANIEL PLÚAS SEGURA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2018

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sincero agradecimiento a Dios por darme la fuerza, voluntad, conocimiento, salud y ganas para poder culminar esta etapa muy importante, también doy gracias a mis padres por el gran esfuerzo y apoyo que me han otorgado para poder culminar mis estudios sin su ayuda no hubiera podido lograr todas mis aspiraciones y a cada miembro de mi familia por el ánimo, cariño y aliento que me brindaron durante este camino largo y de mucho esfuerzo, por último pero no menos importantes quiero agradecer a cada uno de mis amigos por hacer muy ameno este periodo de mi vida en la universidad.

Martha Rebeca Ramírez Bermeo

Agradezco a Dios por la vida que tengo, por permitirme aprender y rodearme de buenas personas. A mi padre por apoyarme y cuidar de mí en todo momento, a mi madre que aunque ya no se encuentre con nosotros me enseñó a ser perseverante, a estar calmado en los momentos de mayor preocupación y por brindarme su amor y comprensión durante mis días de estrés. A mi hermano por recordarme que hay una vida fuera de la universidad y a todos mis amigos y compañeros que compartieron conmigo esta etapa y que supieron ganarse mi respeto y admiración.

José Daniel Plúas Segura

En primer lugar agradezco a Dios por darme vida, conocimiento, salud, perseverancia y permitir llegar a la etapa final de esta meta, donde se pasó momentos muy agradables y difíciles, agradezco a mis padres por estar a mi lado siempre, dando todo su apoyo y esfuerzo para poder culminar mis estudios, brindando su amor y ánimos en todo momento, a cada miembro de mi familia por su calidez y cariño, por ultimo pero no menos importante agradezco a todos mis amigos que compartieron este etapa de mi vida donde han brindado su hombro y apoyo en diferentes circunstancias y han hecho de este camino muy ameno.

Jefferson Alexis Del Barco Pilozo

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mis padres, Wilson Eduardo Ramírez Riera, Jacqueline Patricia Bermeo Pico, a mi hermana Lisbeth Abigail Ramírez Bermeo y a mi tía Magali Ramirez Riera personas muy importantes en mi vida por las cuales me esfuerzo e inspiró para realizar mis logros.

Martha Rebeca Ramírez Bermeo

El presente proyecto lo dedico a mi padre, Isidro Marcelino Plúas Alarcón a mi madre Justa Venancia Segura Calderón, a mi hermano Kevin Daniel Plúas Segura, y a mi mejor amiga y compañera Rebeca Ramírez Bermeo por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento, por ser comprensivos y soportar mis momentos de mal humor.

José Daniel Plúas Segura

El presente proyecto lo dedico a mis padres, Edison Orlando Cruz Guale, Miryam Janeth Del Barco Pilozo que amo con toda mi vida, a mis abuelos Pedro Klever Del Barco Rodríguez, Aida Argentina Pilozo Delgado que están cuidándome y observando desde el cielo, a mi querido hermano Edison Fernando Cruz Del Barco que es la alegría de mi día a día y al resto de mi familia y amigos, los cuales atesoro en mi corazón y son muy importantes para mi vida.

Jefferson Alexis Del barco Pilozo

# TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....  
**PhD. Gabriel Antonio Astudillo Brocel**

PROFESOR DE MATERIA  
INTEGRADORA

.....  
**PhD. José Eduardo Córdova García**

TUTOR ACADEMICO

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....  
Martha Rebeca Ramírez Bermeo

.....  
José Daniel Plúas Segura

.....  
Jefferson Alexis Del Barco Pilozo

## RESUMEN

La facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) no cuenta con un sistema de registro diario de asistencia de los profesores a sus horarios de clase.

Al existir este inconveniente, se filtró la manera adecuada de realizar un prototipo de monitoreo, con el propósito de tener constancia de la asistencia de los docentes usando un lector de huella digital, buscando así incrementar eficientemente el control de entrada y salida del salón de clase.

Para el desarrollo de este proyecto se divide en tres componentes que son: un módulo electrónico con un lector de huellas dactilares, una base de datos en la nube para almacenar información y un servicio web para mostrar los reportes del registro de actividades de los maestros de la facultad.

El proyecto se basa en una tarjeta arduino el cual actúa como controlador de nuestro dispositivo y donde se ejecuta el programa principal, además está conectado el sensor biométrico mediante el cual obtenemos las huellas digitales para ser almacenadas en una base de datos, también contiene un reloj para garantizar la hora exacta de asistencias a las aulas de clase y un módulo Wi-Fi para poder conectarse y enviar la información del docente a la base de datos, al tener almacenado la información de las actividades en la base de datos se usa un servicio web que interactúa con la base de datos para mostrar los reportes.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>ACK</b>	Mensaje de acuse de recibo
<b>ADC</b>	Conversor analógico digital
<b>ADN</b>	Acido desoxirribonucleico
<b>AP</b>	Access Point o punto de acceso
<b>APACHE</b>	Servidor Web HTTP de código abierto
<b>BIT</b>	Unidad fundamental de almacenamiento
<b>BYTE</b>	Conjunto de 8 bits
<b>CHECKSUM</b>	Suma de verificación
<b>DC</b>	Corriente directa
<b>KB</b>	1000 bytes
<b>EEPROM</b>	Memoria de solo lectura programable eléctricamente borrable.
<b>FIEC</b>	Facultad de ingeniería en electricidad y computación.
<b>HTML</b>	HyperText Markup Lenguaje
<b>MYSQL</b>	Sistema de gestión de base de datos relacional
<b>PHP</b>	Hypertext Preprocessor, lenguaje de programación orientado al desarrollo web
<b>PHPMYADMIN</b>	Herramienta de administración de base de datos
<b>RAM</b>	Memoria de acceso aleatorio
<b>TTL</b>	Transistor-transistor logic
<b>WAMP</b>	Permite realizar desarrollo web en Windows, donde se creará aplicaciones web con Apache, PHP y MySQL

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
CAPÍTULO 1 .....	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Justificación del problema .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
1.4. Criterio de tecnología .....	2
1.5. Restricciones y alcance del prototipo electrónico. ....	3
CAPÍTULO 2 .....	4
2. MARCO TEÓRICO. ....	4
2.1. Identificación biométrica.....	4
2.2. Sensor de huella digital. ....	4
2.2.1. Algoritmo de detección de huella dactilar .....	5
2.2.2. Protocolo de comunicación .....	6
2.3. Arduino. ....	7
2.4. Módulo ESP-01 Wi-Fi.....	8
2.5. RTC DS3231 (Real Time Clock) .....	9
2.6. Wamp server.....	10
CAPÍTULO 3 .....	11
3. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO .....	11
3.1. Modulo Electrónico.....	11
3.2. Sistema de Gestión de Base de datos MySQL.....	13
3.3. Servicio Web.....	14
CAPÍTULO 4 .....	16
4. RESULTADOS.....	16
4.1. Registro de usuarios. ....	16
4.2. Almacenamiento del Registro en base de datos. ....	19

4.3. Almacenamiento de Asistencia en base de datos. ....	19
4.4. Presentación de reportes. ....	20
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23

# CAPÍTULO 1

## 1. EL PROBLEMA

La facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) tiene un cuerpo docente de 142 profesionales, quienes deben realizar el registro diario de asistencia a la universidad, en la actualidad no existe un sistema de control de asistencia en la facultad (FIEC), lo cual puede causar incumplimiento de las responsabilidades asignadas, otra debilidad es la inexistencia de evidencia que sustente la presencia del docente en el aula. Uno de los sistemas que generalmente se usan para este propósito es el uso de tarjetas magnéticas, con las cuales se registre la hora de entrada y/o salida del personal, el uso de estas tarjetas no es de máxima eficacia a la hora de corroborar la identificación de una persona ya que la tarjeta puede extraviarse. Así también el uso de computadoras con credenciales como usuario y contraseña no es del todo efectivo ya que conlleva a que la persona dedique un poco más de su tiempo o deba llegar con anticipación para que el registro de asistencia no afecte a su labor profesional. Por este motivo se necesita un sistema de identificación biométrico dentro del aula de clases.

### 1.1. Descripción del problema.

Se requiere de un sistema que realice monitoreo de asistencia de entrada y salida del aula de clases de los docentes de la FIEC. Además, se debe implementar un medio de visualización de los reportes generados por el equipo de monitoreo.

Para alcanzar la implementación del proyecto se debe considerar lo siguiente:

- Se debe contar con un equipo biométrico para obtener información individual y única de cada profesor.
- Debe existir un servicio de bases de datos para el almacenamiento de la información biométrica.
- Se necesita de un equipo que posibilite la conexión entre cada dispositivo y la base de datos de forma inalámbrica.

- Para el equipo biométrico se necesitará un módulo inalámbrico que permita la conexión mediante dicha tecnología a un AP (Punto de Acceso) ubicado en la facultad.
- Para poder visualizar los datos registrados en la base de dato será necesario contar con un servicio web

## **1.2. Justificación del problema**

Este proyecto tiene como propósito principal llevar un registro exacto de la asistencia de los docentes de la facultad de ingeniería en electricidad y computación (FIEC). Esto puede ser útil para obtener un registro de la hora de entrada y salida de clases de cada profesor en su respectivo horario y aula.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Desarrollar un dispositivo de monitoreo que permita verificar la presencia del profesor en su clase respectiva en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC).

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un dispositivo electrónico que permita realizar identificación y registros de asistencia mediante huella dactilar.
- Implementar una base de datos donde se almacenará cada registro de asistencia que realice el profesor.
- Desarrollar un servicio web donde estarán visibles los reportes de asistencia de cada docente.

## **1.4. Criterio de tecnología**

La tecnología inalámbrica idónea para este proyecto sería una red LPWAN que está diseñada para dispositivos de bajo consumo como sensores u otros módulos operados con batería, pero debido a que en nuestra facultad no existe un Gateway con esta tecnología se debieron tomar en cuenta otras opciones [1].

La tecnología a usar para la transmisión de datos en el desarrollo del prototipo en primera instancia era módulos XBee [2]. Esta tecnología fue descartada ya que los XBee trabajan con puertos seriales y para la implementación del proyecto se necesitaría exclusivamente de un pc o punto de acceso con XBee que trabaje como receptor para recibir la información enviada y luego enviarla a la base de datos la cual no resulta conveniente porque cada equipo electrónico (prototipo) necesitaría ser atendido por otra XBee. Debido a estas complicaciones y por motivo de costos la tecnología a usarse será Wi-Fi [3], esta tecnología es conveniente para reducir costos en la implementación, el prototipo a desarrollar podrá conectarse a cualquier Router inalámbrico instalado en la facultad sin problemas, no será necesario tener exclusividad de equipo para cada equipo electrónico e incluso facilita la transmisión de datos hacia una base de datos en la nube.

#### **1.5. Restricciones y alcance del prototipo electrónico.**

El dispositivo no posee un sistema de emergencia que permita que este siga funcionando en caso de un corte de energía.

El envío de datos a la base de datos estará limitado por la cobertura del punto de acceso Wi-Fi.

La información de las huellas digitales será procesada dentro del propio dispositivo, a partir de la imagen se crea una plantilla de menor tamaño que represente dicha huella que podemos almacenar en la base de datos para ser copiada a nuevos dispositivos si se requiere.

El dispositivo biométrico tiene memoria limitada por lo tanto limita la cantidad de docentes registrados.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. MARCO TEÓRICO.**

A continuación, se detallan los conceptos generales de las tecnologías y herramientas de software que forman parte de la solución, así como las características principales de los dispositivos electrónicos utilizados.

#### **2.1. Identificación biométrica.**

La biometría es el estudio de medidas estandarizadas que permiten identificar de manera inequívoca a las personas. Cada persona posee características morfológicas únicas, lo que ha permitido establecer sistemas de identificación basados en la forma geométrica y biológica de nuestro cuerpo [4].

Las principales formas de identificación biométricas son: reconocimiento facial, ADN, patrón de iris, reconocimiento de voz, y la cada vez más famosa huella digital [5].

Dentro de todo el campo de la identificación biométrica, la técnica que más destaca es el reconocimiento mediante huella digital, cuyo primer algoritmo fue desarrollado en 1950 [6]. Actualmente existen dispositivos capaces de realizar el reconocimiento de forma automática, es el caso de los escáneres de huellas dactilares que basan su funcionamiento en un lector o dispositivo de escaneo que permite la adquisición de la huella dactilar, una vez adquirida la huella se necesita un software que permite procesar digitalmente la información escaneada y comparar los puntos de coincidencia basado en algoritmos especializados, y una memoria para almacenar la información biométrica de cada individuo para su comparación.

#### **2.2. Sensor de huella digital.**

Se trata de un sensor óptico que simplifica la tarea de detección y verificación de huellas digitales ya que integra el chip AS601 un DSP de alta potencia que realiza la renderización de la imagen, los cálculos de comparación y la búsqueda. Además de esto se pueden registrar nuevas huellas directamente en el módulo ya que posee una base de datos que permite almacenar hasta 1000 huellas [7].



**Figura 2.1: Sensor de huella digital R305**

**Características principales:**

- Voltaje Operación: DC 3.6V-6.0V
- Corriente de operación: Típica: 100mA Pico: 150mA
- Baud rate:  $(9600 \cdot N)$  bps,  $N=1 \sim 12$  ( $N=6$  por defecto)
- Tiempo de captura:  $<1s$
- Interfaz: UART(TTL) / USB 1.1
- Tamaño de archivo de caracteres: 256 bytes
- Tamaño de plantilla: 512 bytes
- Niveles de Seguridad: 5

**2.2.1. Algoritmo de detección de huella dactilar**

Los Lectores de huella digital realizan dos tareas.

1. Obtiene la imagen de la huella digital.
2. Compara el patrón de valles y crestas de la imagen tomada con la almacenada en el dispositivo.

El método para obtener una imagen de una huella digital es por lectura óptica.

El lector óptico trabaja con un dispositivo CCD (Charged Coupled Device), este tiene conjuntos de diodos que generan una señal eléctrica, cada diodo graba un pixel.

El CCD genera una imagen invertida del dedo con áreas más oscuras que representan las crestas del dedo y las áreas más claras son los valles entre las crestas, la mayoría de los lectores comparan rasgos específicos de la huella digital llamados minucias, los algoritmos de reconocimiento de huella miden las posiciones de las minucias para establecer coincidencias [8].



**Figura 2.2: Huella digital [8]**

### 2.2.2. Protocolo de comunicación

El siguiente protocolo de comunicación describe la forma en que el módulo se comunica y recibe instrucciones. Aplica tanto para la conexión UART como para conexión USB [7].

Formato del paquete:

Cabecera	Dirección	Identificador de paquete	Longitud de paquete	Contenido del paquete (Instrucción, datos, parámetros)	Checksum
----------	-----------	--------------------------	---------------------	--	----------

**Cabecera:** 2 bytes fijos EF01H.

**Dirección:** 4 bytes por defecto 0xFFFFFFFF que pueden ser modificados.

**Identificado de paquete (PID):** Comando (01H), Paquete de datos (02H), Paquete Ack (07H), Paquete de fin de datos (08H).

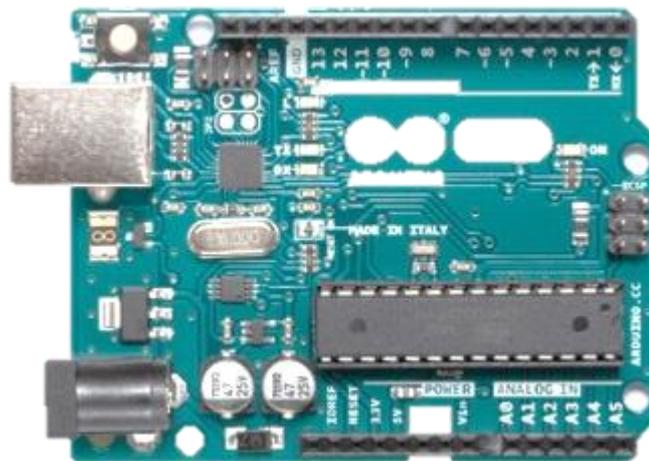
**Longitud de paquete:** 2 bytes, tamaño del paquete + 2(checksum)

**Datos:** Pueden ser comandos, datos, parámetros, ack, etc.

**Checksum:** Suma aritmética del identificador de paquete, longitud de paquete y todo el contenido del paquete.

### 2.3. Arduino.

Arduino es el nombre de una plataforma de código abierto de hardware y software cuyo principal objetivo es facilitar el desarrollo de proyectos electrónicos [9]. El hardware está compuesto por tarjetas electrónicas programables que llevan el nombre de arduino. Cada tarjeta puede ser programada con instrucciones específicas utilizando el lenguaje de programación de arduino, basado en Wiring [10]. Para crear el programa y cargarlo a la tarjeta se usa el entorno de desarrollo integrado (IDE) de arduino el cual está basado en Processing [10], con versiones para diversos sistemas operativos.



**Figura 2.3: Tarjeta Arduino UNO REV3**

#### **Características principales:**

- Procesador: ATmega328P
- Voltaje de operación: 5V / 7 – 12V
- Velocidad de CPU: 16 MHz
- Entradas/salidas analógicas: 6/0
- Puertos digitales/PWM: 14/6
- EEPROM: 1 kB

- SRAM: 2 kB
- Flash: 32 kB
- USB: Regular
- UART: 1

#### **2.4. Módulo ESP-01 Wi-Fi**

Se trata de un módulo Wi-Fi compatible con arduino basado en el microcontrolador ESP8266 [11].

Características principales:

- Soporta los estándares IEEE 802.11 b/g/n.
- MCU integrado de baja potencia 32-bit que puede ser usado como procesador de aplicaciones.
- ADC integrado de 10-bit.
- Stack TCP/IP integrado.
- Velocidad de reloj de hasta 160MHz.
- Soporta UART/GPIO.
- PLL, reguladores y unidades de control de energía integrados.
- Consumo en modo Deep Sleep ~20uA
- Potencia de transmisión típica en modo 802.11b: 16 dBm (@11Mbps).
- Soporta comandos AT para configuración.
- Soporte para programación mediante IDE de Arduino y otros

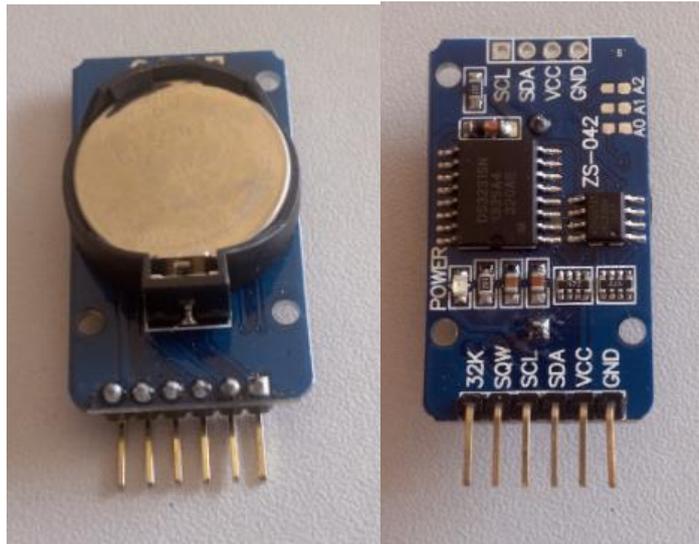


**Figura 2.4: Firmware soportado por ESP8266 [12]**

### **2.5. RTC DS3231 (Real Time Clock)**

Se trata de un reloj en tiempo real preciso y de bajo costo, que utiliza I2C como interfaz de comunicación. Además, incorpora un oscilador de cristal con compensación de temperatura (TCXO). El dispositivo también cuenta con un módulo para batería CR2032 similar a la pila de una PC para mantener la precisión del tiempo cuando la fuente de alimentación principal es interrumpida, para esto utiliza un circuito compensador de temperatura que detecta variaciones en el voltaje para cambiar de forma automática entre la fuente de alimentación principal y la de reserva. También cuenta con una memoria EEPROM AT24C32 con capacidad de almacenamiento de 4K Bytes [13].

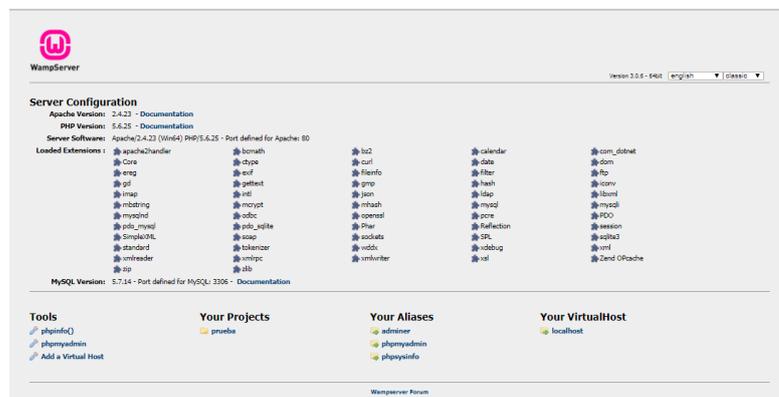
Las funciones del RTC son mantener información de segundos, minutos, horas, número de día, día de la semana, mes y año. La fecha es ajustada automáticamente para meses con menos de 31 días, incluyendo años bisiestos. El formato de hora puede ser configurado en 12 o 24 horas. Incluye además dos alarmas configurables y una salida de onda cuadrada también programable [14].



**Figura 2.5: Modulo RTC-DS3231**

## 2.6. Wamp server.

Es una plataforma de desarrollo web para Windows, que permite crear y administrar aplicaciones web integrando Apache, PHP y MySQL de donde proviene su nombre WAMP. Además de esto podemos administrar fácilmente nuestras bases de datos usando phpMyAdmin que cuenta con una interfaz gráfica fácil de utilizar [15].



**Figura 2.6: Interfaz Wamp Server**

# CAPÍTULO 3

## 3. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

En este capítulo se describen las 3 partes que conforman la solución al problema descrito en el capítulo 1.

### 3.1. Modulo Electrónico

El controlador de nuestro dispositivo es una tarjeta arduino Uno en la que se ejecuta el programa principal. La tarjeta arduino se encarga de recibir los datos provenientes del sensor de huella digital, además obtiene la fecha y hora exactas de reloj RTC DS3231 para luego enviar los datos necesarios a través del módulo Wi-fi Esp8266 a la base de datos. Los datos son enviados a través de conexiones HTTP al servidor.

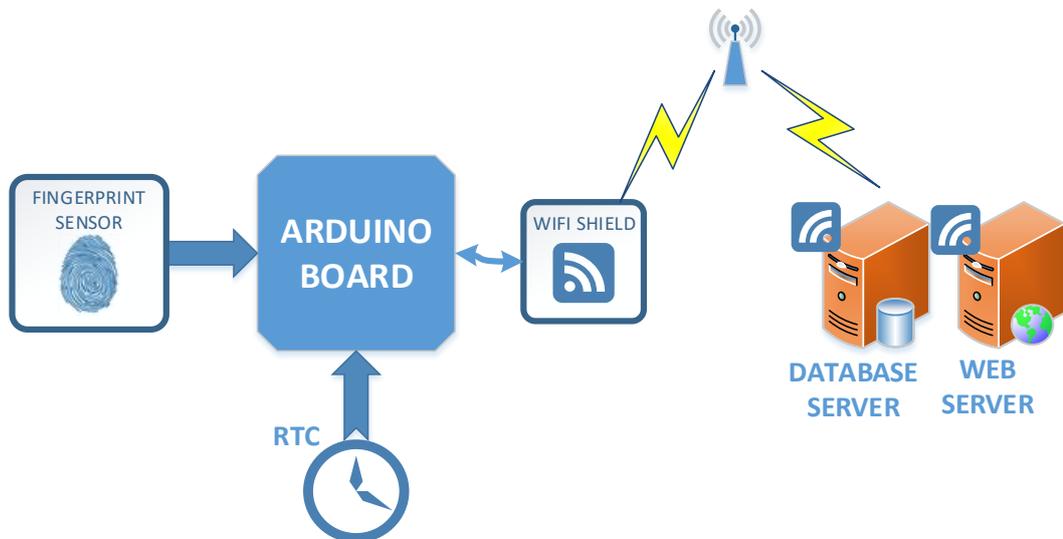
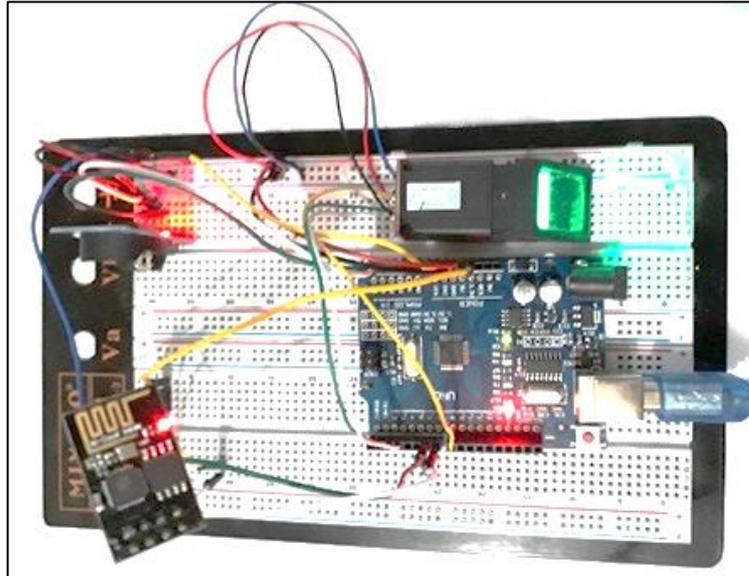
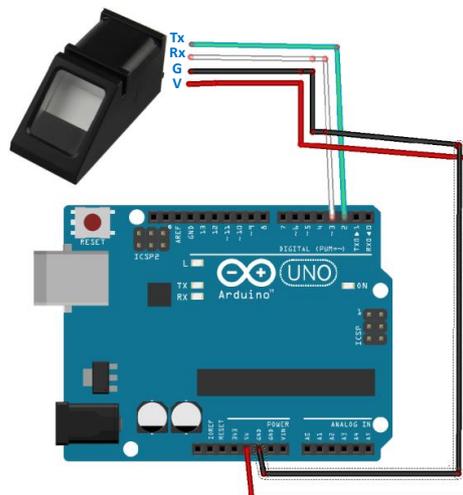


Figura 3.1: Diagrama general del dispositivo

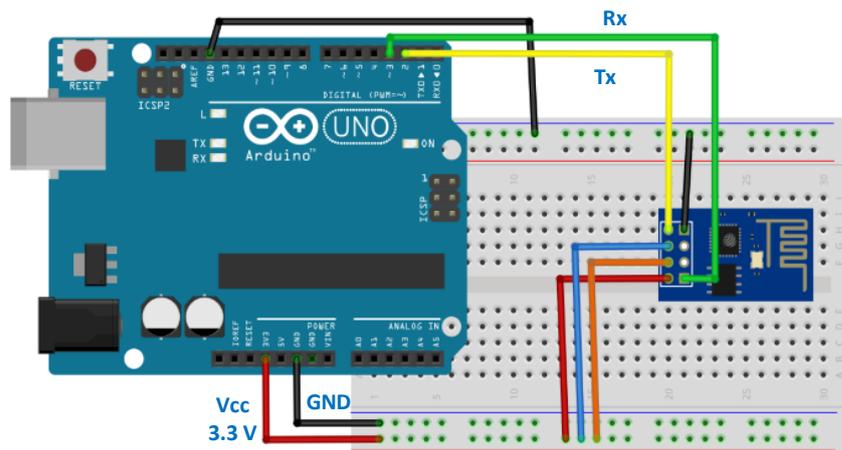


**Figura 3.2: Prototipo del dispositivo electrónico**

El sensor de huella digital se encarga de escanear la huella a través de un sensor óptico, el que genera una plantilla de 512 bytes que se almacena en memoria con la cual se realiza la búsqueda y comparación. Cada vez que un usuario coloca su dedo en el sensor se genera una nueva plantilla que servirá para el registro del usuario o para buscar coincidencias en la base de datos. Cada nuevo dispositivo que se conecte a la red se actualizará con las plantillas de cada usuario por lo que los usuarios tendrán que realizar el registro una sola vez.



**Figura 3.3: Conexión tarjeta arduino uno y sensor R305**



**Figura 3.4: Conexión tarjeta arduino uno y ESP-01**

### **3.2. Sistema de Gestión de Base de datos MySQL**

En esta parte se crea la base de datos y las tablas que serán usadas para almacenar los nombres de los usuarios registrados, las plantillas de las huellas digitales así como la fecha y hora de cada evento de identificación en el dispositivo. Para gestionar esta base de datos se ha utilizado phpMyAdmin que es un software escrito con php.

Contamos con una base de datos llamada “docentes-fiec” la cual contiene una tabla para los registros de los profesores “registro” y una de asistencias “asistencia” donde se registra la asistencia con fecha y hora de cada profesor a su respectiva aula de clase.

Para la administración de esta base de datos se ha utilizado el lenguaje de programación php con el cual realizamos la comunicación entre el arduino y la base de datos creada en MySQL, también se ha usado scripts en php para el registro y control de asistencia de los docentes de la FIEC lo cual se refleja en la respectiva tabla.

A continuación, se presentan las tablas utilizadas con sus respectivos campos.

id	id_profesor	nom_profesor	template
1	1	REBECA RAMIREZ	[BLOB - 512 B]
2	3	JOSE PLUAS	[BLOB - 512 B]
3	2	JEFFERSON DEL BARCO	[BLOB - 512 B]
4	6	JOSE CORDOVA	[BLOB - 512 B]
5	4	ROBERTO MOLINA	[BLOB - 512 B]
6	7	ESTEPHANY QUIMBA	[BLOB - 512 B]
7	5	CATHERINE BURGOS	[BLOB - 512 B]

**Figura 3.4: Tabla de registro**

id	id_profesor	nom_profesor	id_aula	fecha	hora_entrada	hora_salida
1	3	JOSE PLUAS	100	2018-02-22	09:40:08	10:50:33
2	3	JOSE PLUAS	100	2018-02-22	09:45:54	10:50:33
3	3	JOSE PLUAS	100	2018-02-22	09:46:37	10:50:33
4	2	JEFFERSON DEL BARCO	100	2018-02-22	09:50:56	00:00:00
5	1	REBECA RAMIREZ	100	2018-02-22	09:51:17	00:00:00
6	3	JOSE PLUAS	100	2018-02-22	10:01:18	10:50:33
7	4	ROBERTO MOLINA	100	2018-02-22	10:01:36	10:01:56

**Figura 3.5: Tabla de asistencia**

### 3.3. Servicio Web

En esta parte se crea el servicio web, se utiliza las herramientas que ofrece WAMP Server, donde el servidor Apache nos permite utilizar código HTML para poder realizar la estructura de la página web, tomando en cuenta que se utilizó como base para el servicio web la página de Consejerías Académicas de ESPOL, este servicio muestra cuatro pestañas, la primera es la pestaña de Inicio, en la que se muestra el título del proyecto, en la segunda pestaña se encuentra la opción de “Acerca de”, que indica un resumen del proyecto, en la tercera pestaña se genera el reporte donde existen tres opciones de búsqueda, búsqueda por aula, por fecha y por profesor, en la cuarta pestaña es la de contacto y muestra los datos de los integrantes del proyecto.

MySQL permite administrar la base de datos que se tomó en cuenta en el punto 3.2 por medio de código PHP, se programa la búsqueda de la información

requerida con la información que contiene la base de datos, para luego mostrar en la página web el registro que el usuario desea observar.



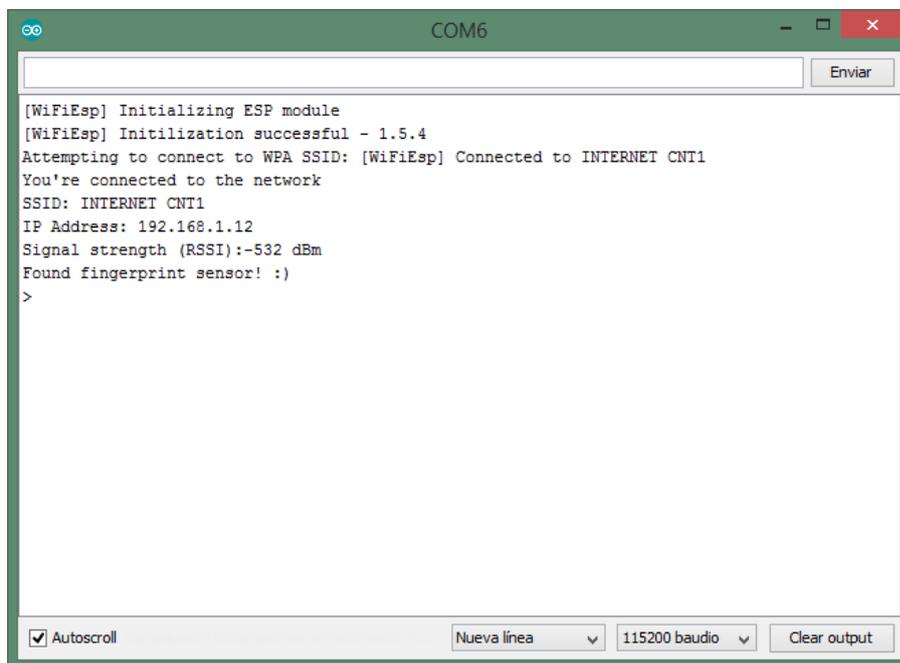
**Figura 3.6: Página Web Reporte de Asistencia**

# CAPÍTULO 4

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Registro de usuarios.

Una vez que el dispositivo este energizado se inicializa el módulo Wi-Fi ESP8266, si esta correcto se conecta a la red inalámbrica pre configurada y obtiene una dirección ip mediante DHCP, luego se verifica si el sensor de huella digital está presente, conectado y funcionando.

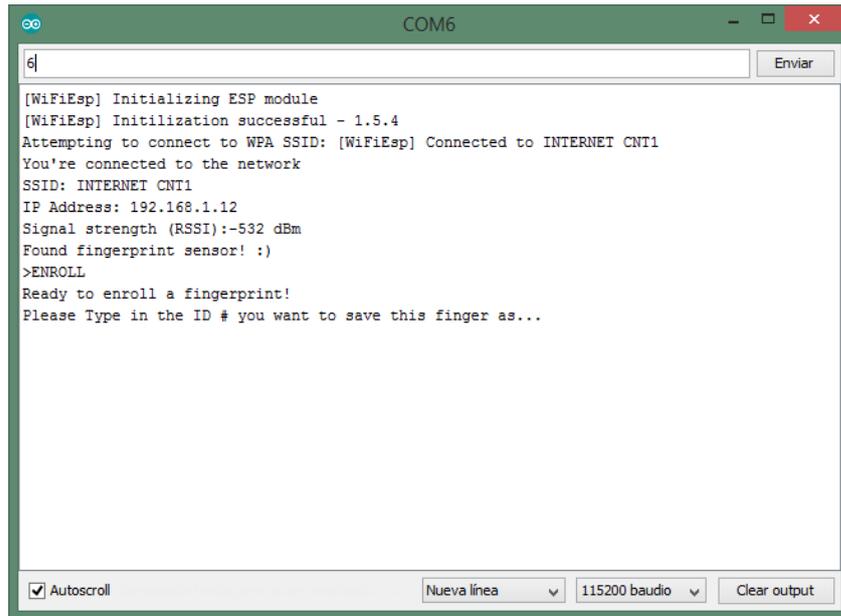


```
[WiFiEsp] Initializing ESP module
[WiFiEsp] Initialization successful - 1.5.4
Attempting to connect to WPA SSID: [WiFiEsp] Connected to INTERNET CNT1
You're connected to the network
SSID: INTERNET CNT1
IP Address: 192.168.1.12
Signal strength (RSSI):-532 dBm
Found fingerprint sensor! :)
>
```

**Figura 4.1: Conexión del dispositivo electrónico a una red Wi-Fi**

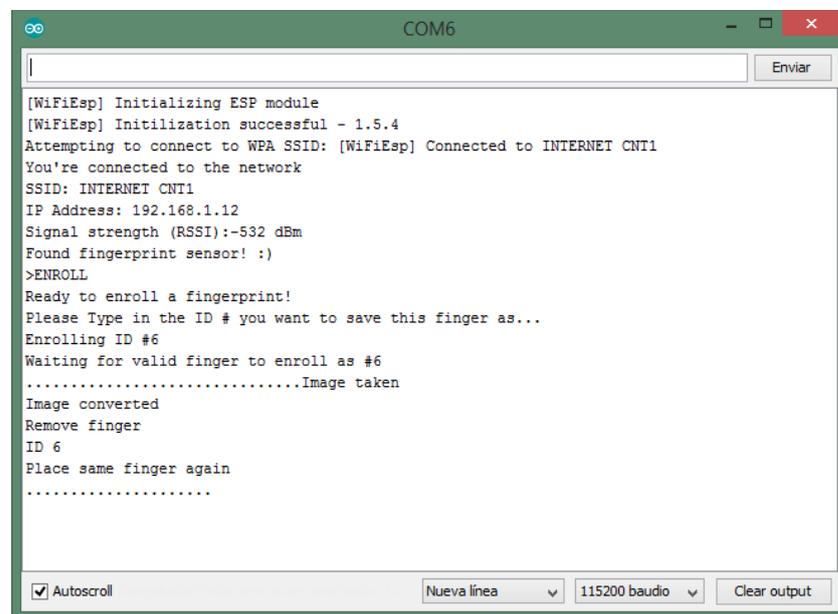
Existen tres comandos pre configurados ENROLL, DELETE Y FIND.

Para registrar un nuevo profesor se utiliza el comando ENROLL, luego se ingresa un id en este caso el id 6.



**Figura 4.2: Enrolando el id 6**

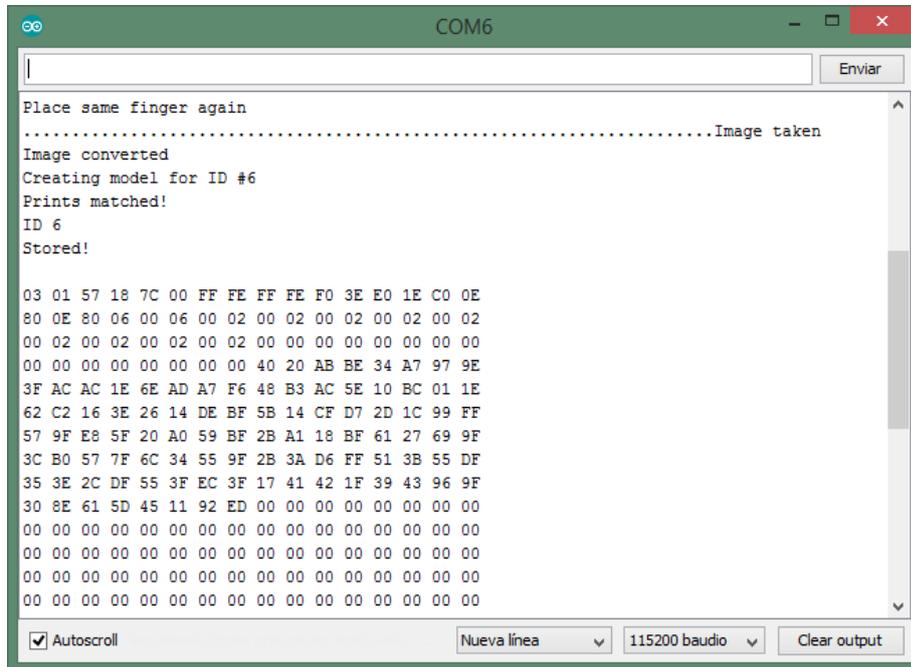
Una vez ingresado el id el lector se activa y espera capturar una huella, la cual es convertida y almacenada en uno de los buffer de caracteres y luego de remover el dedo el lector se activa nuevamente para una segunda captura.



**Figura 4.3: Captura de Huella Digital**

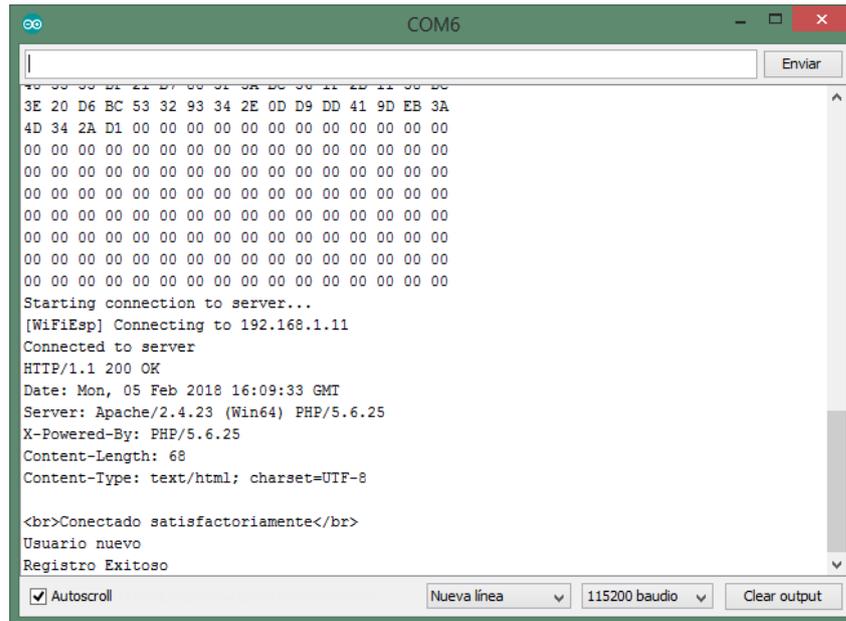
En la siguiente imagen se muestra la captura de la huella por segunda vez y es almacenada en el segundo buffer de caracteres, luego el dispositivo compara las huellas y a partir de los dos archivos de caracteres se crea un modelo o plantilla

de 512 bytes que será almacenado en la memoria flash del dispositivo (lector de huella digital) y este servirá para futuras comparaciones.



**Figura 4.4: Capturando huella por segunda vez**

Finalmente cuando la plantilla es almacenada en el dispositivo empieza la conexión con el servidor de la base de datos mediante una petición http y recibimos el mensaje de confirmación (“Usuario se ha registrado con éxito”).



**Figura 4.5: Registro Exitoso**

#### 4.2. Almacenamiento del Registro en base de datos.

Luego del registro de los datos por medio del dispositivo electrónico los datos son recibidos por el gestor de base de datos MySQL siendo intermediario el lenguaje de programación PHP.

En la siguiente imagen se puede ver el profesor registrado con (id\_profesor=6) que fue enviado desde el dispositivo electrónico.

id_profesor	nom_profesor	template
1	PROFESOR 2	[BLOB - 512 B]
6	PROFESOR 1	[BLOB - 512 B]
3	PROFESOR 3	[BLOB - 512 B]
4	PROFESOR 4	[BLOB - 512 B]
5	PROFESOR 5	[BLOB - 512 B]
2	PROFESOR 6	[BLOB - 512 B]
7	PROFESOR 7	[BLOB - 512 B]
8	PROFESOR 8	[BLOB - 512 B]

**Figura 4.6: Tabla de Registro de Docentes**

#### 4.3. Almacenamiento de Asistencia en base de datos.

También observamos que luego del registro se simula la asistencia a clases del mismo profesor con id\_profesor=6 de nombre PROFESOR1 y su registro de

asistencia a clases se ve reflejado en la siguiente tabla de asistencia alojada en la base de datos.

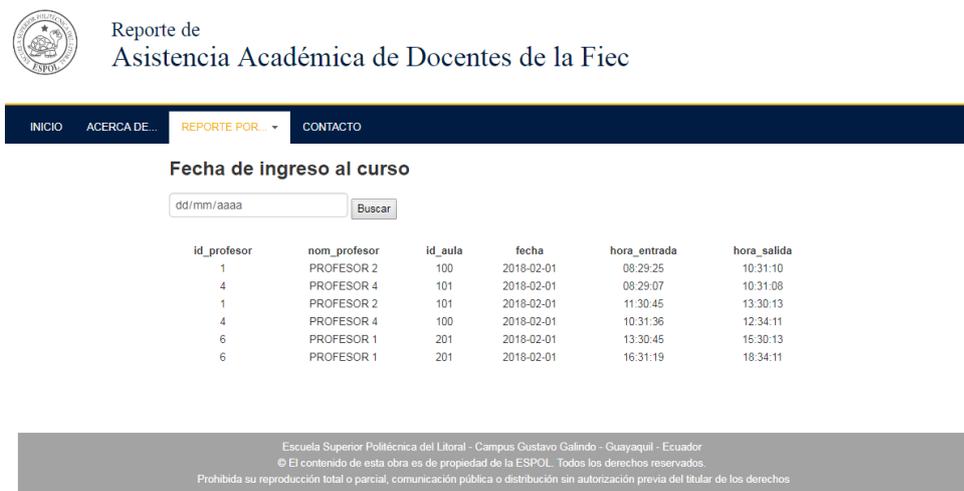
+ Opciones

id_profesor	nom_profesor	id_aula	fecha	hora_entrada	hora_salida
1	PROFESOR 2	100	2018-02-01	08:29:25	10:31:10
4	PROFESOR 4	101	2018-02-01	08:29:07	10:31:08
1	PROFESOR 2	101	2018-02-01	11:30:45	13:30:13
4	PROFESOR 4	100	2018-02-01	10:31:36	12:34:11
6	PROFESOR 1	201	2018-02-01	13:30:45	15:30:13
6	PROFESOR 1	201	2018-02-01	16:31:19	18:34:11

**Figura 4.7: Tabla de Asistencia**

#### 4.4. Presentación de reportes.

En esta sección se puede observar como interactúa el servicio web con la base de datos y finalmente muestra los usuarios que han asistido a clases con su respectiva hora de entrada y salida.



Reporte de Asistencia Académica de Docentes de la Fiec

INICIO ACERCA DE... REPORTE POR... CONTACTO

Fecha de ingreso al curso

dd/mm/aaaa

id_profesor	nom_profesor	id_aula	fecha	hora_entrada	hora_salida
1	PROFESOR 2	100	2018-02-01	08:29:25	10:31:10
4	PROFESOR 4	101	2018-02-01	08:29:07	10:31:08
1	PROFESOR 2	101	2018-02-01	11:30:45	13:30:13
4	PROFESOR 4	100	2018-02-01	10:31:36	12:34:11
6	PROFESOR 1	201	2018-02-01	13:30:45	15:30:13
6	PROFESOR 1	201	2018-02-01	16:31:19	18:34:11

Escuela Superior Politécnica del Litoral - Campus Gustavo Galindo - Guayaquil - Ecuador  
 © El contenido de esta obra es de propiedad de la ESPOL. Todos los derechos reservados.  
 Prohibida su reproducción total o parcial, comunicación pública o distribución sin autorización previa del titular de los derechos

**Figura 4.8: Reporte de Asistencia de los Profesores**



## Reporte de Asistencia Académica de Docentes de la Fiec

INICIO ACERCA DE... **REPORTE POR...** CONTACTO

Ingrese nombre del docente

id_profesor	nom_profesor	id_aula	fecha	hora_entrada	hora_salida
6	PROFESOR 1	201	2018-02-01	13:30:45	15:30:13
6	PROFESOR 1	201	2018-02-01	16:31:19	18:34:11

Escuela Superior Politécnica del Litoral - Campus Gustavo Galindo - Guayaquil - Ecuador  
© El contenido de esta obra es de propiedad de la ESPOL. Todos los derechos reservados.  
Prohibida su reproducción total o parcial, comunicación pública o distribución sin autorización previa del titular de los derechos

**Figura 4.9: Reporte de Asistencia del PROFESOR 1**



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se logró realizar la comunicación entre el Arduino y la base de datos MySQL usando el lenguaje de programación PHP.

Mediante el uso de distintos lenguajes de programación como php, C++ y Lenguaje de texto como HTML se ha realizado recepción y envío de datos entre diferentes tecnologías.

Se elaboró un dispositivo electrónico conformado por un arduino, módulo Wi-Fi, reloj externo y un lector de huella digital, el cual nos permite tomar registros de asistencia a clases de profesores.

Se aprendió que una buena planificación y organización así como la aplicación de métodos de programación para dividir problemas, nos ayuda a cumplir de manera eficiente con los objetivos planteados.

Se observó que el mercado en nuestro país no está abastecido de productos biométricos, debido a esto los precios tienden a ser altos y no se los encuentra con facilidad.

Aprendimos que para entregar un producto adecuado para el cliente hay que saber escuchar y obtener información de manera muy minuciosa.

Como recomendación, para el registro de la hora de asistencia de los docentes se debe usar un reloj externo que mantenga la hora exacta incluso cuando haya cortes de energía y además no depender de la hora de un servidor.

Una mejora en el diseño del dispositivo sería agregar una batería como soporte de emergencia cuando exista un corte de energía eléctrica. Para que la batería sea duradera es recomendable activar la función de bajo consumo del ESP8266 que viene desactivada de fábrica en el módulo ESP-01, a su vez los elementos que no son utilizados en el arduino ya sean indicadores LED o conversores ADC podrían ser retirados para evitar el consumo de energía y espacio.

Otra alternativa recomendada para el ahorro de energía es que el arduino despierte solo cuando existe presencia de un dedo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Usaman R, Parag K, Mahesh S. Low Power Wide Area Networks: An Overview. [En línea]. Disponible en: <http://home.deib.polimi.it/cesana/teaching/IoT/2017/papers/connectivity/LPWANSurvey.pdf>. [Accedido: 10-Enero-2018].
- [2] Digi International Inc. 2009. Xbee-Datasheet. [En línea]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>. [Accedido: 6-Nov-2017].
- [3] Vijay K. Varma. 2012. Wireless Fidelity-WiFi. [En línea]. Disponible en: <https://www.ieee.org/about/technologies/emerging/wifi.pdf>. [Accedido: 6-Nov-2017]
- [4] Bíchlien Hoang, Ashley Caudill. 2012. Biometrics. [En línea]. Disponible en: <https://www.ieee.org/about/technologies/emerging/biometrics.pdf>. [Accedido: 8-dic-2017].
- [5] César Tolosa Borja, Álvaro Giz Bueno. Sistemas Biométricos. [En línea]. Disponible en: [https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web\\_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf](https://www.dsi.uclm.es/personal/MiguelFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf). [Accedido: 8-dic-2017]
- [6] N. V. Boulgouris, N. Plataniotis y Micheli-Tzanakou. “Learning in Fingerprints”, en Biometrics: Theory, Methods, and Applications. Ed. John Wiley & Sons, 29 oct. 2009, pp. 339.
- [7] Hangzhou Zhian Technologies Co., LTd. 2008 Septiembre. ZFM user manual. [En línea]. Disponible en: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ZFM+user+manualV15.pdf>. [Accedido: 26-Nov-2017]
- [8] TEC Electrónica, 2003. Cómo funcionan los lectores de huella digital. [En línea]. Disponible en: <https://tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0903-bio.htm>. [Accedido: 23-Nov-2017]

- [9] Arduino (2018). "What is Arduino?" [En línea]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. [Accedido: 12-dic-2017]
- [10] Casey Reas and Ben Fry. Processing: A programming Handbook for Visual Designers. Diciembre 2014. The MIT Press. [En línea]. Disponible en: [http://cmuems.com/resources/processing\\_a\\_handbook.pdf](http://cmuems.com/resources/processing_a_handbook.pdf)
- [11] ShenZhen Ai-Thinker Technology Co. (2017). Aithinker Esp-01 Datasheet [En línea]. Disponible en: [http://en.ai-thinker.com/\\_media/esp8266/docs/aithinker\\_esp\\_01\\_datasheet\\_en.pdf](http://en.ai-thinker.com/_media/esp8266/docs/aithinker_esp_01_datasheet_en.pdf). [Accedido: 12-dic-2017].
- [12] Luis del Valle Hernández. 2017. Guía para configurar un ESP-01, el módulo basado en ESP8266. [En línea]. Disponible en: <https://programarfacil.com/podcast/como-configurar-esp01-wifi-esp8266/>. [Accedido: 17-Dic-2017].
- [13] Maxim Integrated Products, Inc. 2015. DS3231 Datasheet. [En línea]. Disponible en: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>. [Accedido: 17-Dic-2017].
- [14] Antony García González, 2014 mayo 22. El módulo DS3231, un reloj para Arduino. [En línea]. Disponible en: <http://panamahitek.com/el-modulo-ds3231-un-reloj-para-arduino/>. [Accedido: 16-Dic-2017].
- [15] Albeto Ruiz. 2010, mayo 1. MONOGRÁFICO: Servidores WAMP. [En línea]. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/software/servidores/800-monografico-servidores-wamp>. [Accedido: 11-Dic-2017].