



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN INFORMÁTICA**

**TEMA:
SISTEMA BIOMÉTRICO DE CONTROL DE ACCESO PARA EL
LABORATORIO DE CÓMPUTO DE LA UNIDAD EDUCATIVA
FRANCISCO GONZÁLEZ ÁLAVA**

**AUTORES:
JUAN ROLANDO CEDEÑO NAVARRETE
CARLOS LUIS PÁRRAGA VERA**

**TUTOR:
ING. KELVIN AGUSTÍN ROSADO CUSME, MGS.**

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUTORÍA

Juan Rolando Cedeño Navarrete y Carlos Luis Párraga Vera, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración se cede los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual y su reglamento.

.....
JUAN R. CEDEÑO NAVARRETE

.....
CARLOS L. PÁRRAGA VERA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Kelvin Agustín Rosado Cusme certifica haber tutelado la tesis **SISTEMA BIOMÉTRICO DE CONTROL DE ACCESO PARA EL LABORATORIO DE CÓMPUTO DE LA UNIDAD EDUCATIVA FRANCISCO GONZÁLEZ ÁLAVA**, que ha sido desarrollada por Juan Rolando Cedeño Navarrete y Carlos Luis Párraga Vera, previa la obtención del título de ingeniero en Informática, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL**, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. KELVIN A. ROSADO CUSME, MGS.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO la tesis **SISTEMA BIOMÉTRICO DE CONTROL DE ACCESO PARA EL LABORATORIO DE CÓMPUTO DE LA UNIDAD EDUCATIVA FRANCISCO GONZÁLEZ ÁLAVA**, que ha sido propuesta y desarrollada y sustentada por Juan Rolando Cedeño Navarrete y Carlos Luis Párraga Vera, previa la obtención del título de ingeniero en Informática de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. HIRAIIDA M. SANTANA CEDEÑO, MGS

MIEMBRO

.....
LIC. JOSÉ G. INTRIAGO CEDEÑO, MGS

MIEMBRO

.....
ING. LUIS C. CEDEÑO VALAREZO, MGS

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Conocedores que la gratitud es un valor propio de almas grandes, a través del trabajo de titulación agradecemos a Dios por darnos el don de vida y sabiduría para culminar con éxito este valioso trabajo;

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por su intermedio a la Carrera de Computación que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual estamos forjando nuestros conocimientos profesionales día a día;

Al Ing. Marlon Renne Navia Mendoza, Mgs, por su aporte al desarrollo y ejecución de este trabajo; y

A la rectora de la unidad educativa Francisco González Álava y a todo el equipo de profesionales dotados de los más grandes valores y virtudes por permitir llevar a cabo la ejecución del trabajo de tesis dentro de la institución.

AUTORES

DEDICATORIA

A mis padres, porque han sido uno de los principales promotores de este logro, ya que con su apoyo incondicional que me brindan día a día se convirtieron en esa fortaleza e inspiración necesaria para poder alcanzar mis metas y expectativas profesionales, y

A mis familiares y amigos por darme las fuerzas consejos y ánimos necesarios para culminar con esta etapa estudiantil.

.....
JUAN R. CEDEÑO NAVARRETE

DEDICATORIA

A Dios que es quien guía mis pasos y me da fuerzas para seguir adelante y no desmayar antes lo obstáculos que se presentan; quien me brinda lo necesario para alcanzar todas mis metas,

A mis padres Carlos y Nítida por haberme dado la vida, quienes con mucho esfuerzo me han apoyado incondicionalmente para poder cumplir este objetivo, además de enseñarme que cada meta propuesta se la puede lograr, que un resbalón no es caída, sino una oportunidad para ser cada día más fuerte, y

A mi familia en general que siempre estuvo apoyándome para seguir adelante cuando las cosas se pusieron difíciles.

.....
CARLOS L. PÁRRAGA VERA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
KEYWORDS	xii
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.4. IDEA A DEFENDER.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. SISTEMA BIOMÉTRICO.....	6
2.1.1. RECONOCIMIENTO FACIAL	6
2.1.2. RECONOCIMIENTO DACTILAR	7
2.1.3. RECONOCIMIENTO DEL IRIS.....	7
2.2 COMPONENTES HARDWARE DEL SISTEMA.....	8
2.2.1 HARDWARE LIBRE	8
2.3 COMPONENTES SOFTWARE DEL SISTEMA	10
2.3.1 APLICACIÓN CLIENTE-SERVIDOR	10
2.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	11
2.4.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE HARDWARE LIBRE	11
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	15
3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	15

3.1.1. MÉTODO DEDUCTIVO	15
3.1.2. OBSERVACIÓN	15
3.1.3. ENTREVISTA.....	16
3.1.4. METODOLOGÍA EN HARDWARE LIBRE	16
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. RESULTADOS.....	24
4.2. DISCUSIÓN	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. CONCLUSIONES.....	35
5.2. RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	38

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 3.1 Análisis y reflexión sobre problemas y soluciones.....	17
Cuadro 3.2. Descripción del dispositivo a desarrollar.....	17
Cuadro 3.3 Administración técnica del proyecto.....	18
Cuadro 4.1. Comparación de los procesos del sistema.....	33
Figura 2.1. Esquema de la metodología de hardware libre.....	12
Figura 2.2. Proceso detallado de conceptualización.....	13
Figura 2.3. Proceso de desarrollo de proyectos en hardware libre.....	14
Foto 3.1. Ejecución del código blink en el arduino mega	19
Foto 3.2. Conexión del lector de huella al arduino mega.....	20
Foto 3.3. Conexión del Ethernet shield y servidor al router.....	21
Figura 3.1. Solicitud información del arduino.....	22
Foto 3.4. Conexión de la comunicación maestro-esclavo entre dos arduino.....	23
Figura 4.1. Prototipo del sistema.....	24
Figura 4.2. Caso de uso.....	25
Figura 4.3. Base de Datos.....	27
Figura 4.4. Formulario de inicio de sesión.....	27
Figura 4.5. Página principal del sistema web.....	28
Figura 4.6. Página docente del sistema web.....	29
Figura 4.7. Página horarios del sistema web.....	29
Figura 4.8. Página periodo del sistema web.....	30
Figura 4.9. Página acceso del sistema web.....	31
Figura 4.10. Página usuarios del sistema web.....	31
Figura 4.11. Reportes generados.....	32

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue implementar un sistema biometrico de control de acceso al salón de computación en la Unidad Educativa Francisco González Álava de la ciudad de Calceta, en donde se adquirió un lector de huella que se programó a través de una placa arduino, utilizando su respectiva librería para la fácil manipulación del dispositivo, la cual contiene una base de datos que será la encargada de almacenar tanto la imagen de la huella, como un código de identificación; así mismo el sistema cuenta con una aplicación web desarrollada en PHP que está conectada directamente con el arduino mediante la placa Ethernet shield, la misma que será la encargada de gestionar la información de los docentes, como los datos personales con sus respectivos horarios de clase, además de emitir los reportes de quienes han accedido al salón. En el desarrollo del sistema se utilizó la Metodología de Hardware Libre, que consta de 3 procesos; conceptualización, administración y desarrollo; permitiendo así cumplir con los requerimientos de la institución, ya que con la implementación del sistema se automatiza el proceso de entrada del docente al salón, se emite los reportes de quienes son los docentes que han accedido al laboratorio y se restringe el acceso al personal no autorizado, logrando con ello la optimización de recursos, puesto que se reduce en un 98% los tiempos de ingreso al salón y generación de reportes.

PALABRAS CLAVE

Arduino, identificación biométrica, control de acceso.

ABSTRACT

The goal for this thesis project was to implement a biometric access control system to the computer room at the Francisco González Álava School in Calceta city, where a fingerprint reader was purchased and programmed through an Arduino board to use its Respective library for easy manipulation of the mechanism, which contains a database that will be responsible for storing both the image of the footprint and an identification code; also the system has a web application developed in PHP which is connected directly to the arduino through the Ethernet shield, the same will be in charge of managing the information of teachers, such as personal data with their schedules class, also it issue reports about who have entered the classroom. In the development of the system researchers used the Methodology of free hardware, which consists of 3 processes; Conceptualization, administration and development; Allowing to comply with the requirements of the institution, with the implementation of the system, the process of entry of the teacher into the classroom is automated, reports are issued of who are the teachers who have accessed to the laboratory and restricted access to the staff Authorized, thus achieving the optimization of resources, In summary, it reduces in 98% the times of entrance to the classroom and generation of reports.

KEYWORDS

Arduino, biometric identification, access control.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tecnología cada día crece a pasos agigantados aportando comodidad, seguridad y confiabilidad en las actividades cotidianas del hombre. Sin embargo, a pesar de sus grandes beneficios, la misma se ha convertido en una excelente herramienta para la delincuencia, lo que atenta contra la seguridad del hombre y del lugar que ocupa. Al respecto Ventura (2015) se refiere a la seguridad como la ausencia de riesgos y amenazas, tanto en el campo de los asuntos internacionales como en el ámbito individual de las personas físicas.

Uno de los bienes más preciados que poseen las personas es la información personal, puesto que esta le permite identificarse de los demás dentro de la sociedad, misma que no ha esta apartada del peligro de la delincuencia. La Oficina de Seguridad del Internauta OSI define a la suplantación de identidad como la actividad maliciosa en la que un atacante se hace pasar por otra persona por motivos como: cometer fraudes, ciberacosar, sextorsión, entre otros (OSI, 2014).

Los sistemas biométricos son herramientas que han generado un aporte a la sociedad en general, puesto que con ellas se puede hacer una identificación muy inteligente de cada individuo mediante las características personales que cada uno posee como: facial, dactilar y del iris, esta tecnología ha sido usada desde hace varios años en temas de criminología, en empresas para registrar la entrada y salida de sus empleados, en instituciones para controlar el acceso hacia determinada área, entre otros. Según Sistemas Biometría (2010) los sistemas biométricos son tecnología que permite hacer una identificación a las personas mediante un análisis de aquellas características que cada individuo posee y que lo hace único en comparación con los demás.

La unidad educativa Francisco González Álava, ubicada en el sitio Arrastradero cuenta con un laboratorio de cómputo donde diariamente varios docentes imparten clases a sus estudiantes, dicho salón cuenta con una cerradura normal y sin ninguna seguridad electrónica, que permita autenticar al docente al momento en que este accede al laboratorio, además que mediante este mecanismo no se restringe el acceso a personas no autorizadas, lo que deja abierta posibles entradas de personas sin el correspondiente permiso o autorización.

De ahí la importancia de mejorar el acceso al laboratorio de computación que permita identificar de forma adecuada a los docentes que acceden al mencionado laboratorio.

Dada las circunstancias los autores del proyecto plantean la siguiente interrogante:

¿De qué manera controlar el acceso del docente al laboratorio de computación de la Unidad Educativa Francisco González Álava del cantón Bolívar?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica de acuerdo al reglamento de Tesis de Grado del Manual del Sistema de Investigación Institucional, Capítulo I Artículo 2 que enuncia: “Todo tema de tesis de grado estará relacionado con las líneas de investigación de la carrera del postulante, enmarcado en las áreas y prioridades de investigación establecidas por la ESPAM MFL en concordancia con el Plan Nacional para el Buen Vivir”.

Al efecto, los autores del proyecto dando cumplimiento a lo estipulado en el artículo del Reglamento de Tesis de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ, se enfoca en cuatro aspectos primordiales, sociales, económicos, legales y ambientales.

Asimismo, se justifica completamente en el ámbito económico y ambiental por cuanto los reportes de acceso al salón de cómputo se podrán imprimir, como también se los podrá mostrar en digital por pantalla a través de una computadora colocando directamente la dirección ip del servidor (aplicación web) en un navegador e ingresando el usuario y contraseña correcto, lo que ayudará a la institución a no tener que recurrir a los reportes manuales como se lo viene haciendo hasta el momento, agilizando este proceso y dándole un nuevo ambiente tecnológico a la institución.

Además, que con la implementación del sistema biométrico se restringirán el acceso aquellas personas que no tienen motivos de ingresar al salón, situación que con el sistema actual no se la puede garantizar.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema biométrico en el laboratorio de cómputo de la Unidad Educativa Francisco González Álava del cantón Bolívar para controlar el acceso a los docentes que imparten clases dentro de este salón.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Definir los requisitos y la arquitectura del sistema biométrico.
- ❖ Programar los componentes hardware del sistema.
- ❖ Desarrollar el software de control de acceso.
- ❖ Verificar el correcto funcionamiento del sistema.

1.4. IDEA A DEFENDER

El sistema biométrico permitirá controlar el acceso a cada uno de los docentes que imparten clases en el laboratorio de computación de la Unidad Educativa Francisco González Álava del cantón Bolívar.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMA BIOMÉTRICO

Peralta *et al.*, (2014) señalan que la biometría es un sistema de tecnología, basada en reconocimientos de huellas digitales, reconocimientos a través de óptica y en sistema de reconocimiento de voz, que se ha visto implementado en los últimos tiempos como medida de seguridad y a su vez como registro óptimo de personas, animales y objetos.

Los datos biométricos constituyen información referente a las medidas y características tanto fisiológicas como morfológicas de los seres vivos a través de técnicas manuales o automatizadas (Rodríguez, 2013).

Según Valencia *et al.*, (2014) actualmente, la mayoría de las técnicas de identificación de personas involucran parámetros inherentes al cuerpo del usuario y son clasificadas como sistemas biométricos de identificación. Los sistemas biométricos más empleados son el dactilar, facial y del iris.

2.1.1. RECONOCIMIENTO FACIAL

El sistema de reconocimiento facial es una aplicación dirigida por ordenador que identifica automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto es posible mediante un análisis de las características faciales del sujeto extraídas de la imagen o de un fotograma clave de una fuente de video, y comparándolas con una base de datos (Hernández, 2016).

López y Toro (2012) expresan que la identificación o reconocimiento de una persona por medio del rostro, lo hace una forma muy segura y confiable a la hora de emplear un mecanismo en la identificación de personas, pues se llega incluso a identificar estados anímicos o emocionales por los cuales se puede percibir situaciones anómalas.

2.1.2. RECONOCIMIENTO DACTILAR

Borghello (2011) señala que la identificación por huella dactilar es una de las biometrías más conocidas y publicitadas. Gracias a su unicidad y constancia en el tiempo las huellas dactilares han sido usadas para la identificación por más de un siglo, más recientemente volviéndose automatizada (ej. biométrica) debido a los avances en las capacidades de computación. La identificación por huellas dactilares es popular por su inherente comodidad de adquisición, las numerosas fuentes disponibles para recolección (diez dedos), y su establecido uso y recolección por parte del orden público e inmigración.

Al analizar la huella dactilar como método de identificación se puede establecer la importancia que se ha dado dentro del sector de la seguridad empresarial y en la correcta administración de justicia, evitando suplantaciones e infiltraciones que traen como consecuencia fuga de información y pérdida de recursos tangibles e intangibles (Maya, 2013).

2.1.3. RECONOCIMIENTO DEL IRIS

Es el proceso de reconocer a una persona analizando el patrón al azar del iris. El método automatizado de reconocimiento de iris es relativamente joven, existiendo en patente solamente desde 1994. El iris es un músculo dentro del ojo que regula el tamaño de la pupila, controlando la cantidad de luz que entra en el ojo. Es la porción coloreada del ojo basando su color en la cantidad del pigmento Melatonina dentro del músculo (Bartolo, 2012).

García y Ramírez (2012) manifiestan que, si bien el reconocimiento del iris representa una tecnología con un gran potencial, también es cierto que, para consolidar dicha tecnología biométrica a nivel mundial, se requieren grandes esfuerzos.

2.2 COMPONENTES HARDWARE DEL SISTEMA

2.2.1 HARDWARE LIBRE

Lugo *et al.*, (2014) manifiestan que, al ser Open Hardware, tanto su diseño como distribución son libres, es decir, puede utilizarse sin inconvenientes para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir algún tipo de licencia

2.2.1.1. PLACA ARDUINO

Moreira y Salim (2014) definen a la placa Arduino básicamente como un microcontrolador que gestiona todos los pasos involucrados en la medición y almacenamiento de datos.

De Souza *et al.*, (2011) consideran que el Arduino es un hardware de código abierto, fácil de usar, ideal para la creación de dispositivos que permiten la interacción física entre el medio ambiente, el uso de dispositivos tales como sensores de entrada de temperatura, la luz, el sonido, entre otros y como los LEDS de salida, motores, pantallas, altavoces creando posibilidades ilimitadas de este formulario.

Una de las versiones más extendidas de un Arduino es Duemilanove que tiene seis puertos analógicos y permitir la medida de tensiones externas, es posible recibir información de una serie de sensores, tales como medidores de temperatura, presión, humedad, distancia, sensores de gas, fototransistores, entre otros (Almeida *et al.*, 2011).

Kamogawa y Miranda (2013) se expresan con respecto al modelo Arduino UNO como un código abierto plataforma de hardware, comunicación serie USB de bajo costo, de código abierto y de fácil operación.

Por su parte Vega *et al.*, (2014) menciona que el Arduino es un elemento de fácil conectividad a una red y adicionalmente permite implementar un servidor de protocolos de alto nivel, como el Hypertext Transfer Protocol (HTTP); tiene memoria capacidad de procesamiento autónomo, compiladores de lenguaje de programación como C y puertos físicos para interconectar con dispositivos.

2.2.1.2. LECTOR DE HUELLA

Es un dispositivo de hardware que permite escanear o leer una huella digital de un ser humano con el fin de identificarlo. Un dispositivo de hardware que realiza la adición de detección de huellas dactilares y verificación se conecta a cualquier microcontrolador o sistema con serial TTL y envía paquetes de datos a tomar fotos, buscar y detectar huellas, mientras un led rojo en la lente que se ilumina durante una foto indica que está trabajando (Cacuango *et al.*, 2014).

2.2.1.3. ETHERNET SHIELD PARA ARDUINO

López (2013) menciona que el Ethernet Shield tiene un estándar de conexión RJ45, con un transformador de línea integrado. Posee una ranura para tarjeta micro SD, que puede ser usada para almacenar archivos para proporcionarlos a través de la red. Es compatible con las tarjetas Arduino Uno y Mega (usando la librería Ethernet). Al lector de tarjetas micro SD a bordo se puede acceder a través de la librería SdFat.

2.2.1.4 RELÉ

Unicrom (2015) indica que el relé es un interruptor operado magnéticamente. El relé se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del relé) es energizado (le ponemos un voltaje entre sus terminales para que funcione). Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el relé).

2.2.1.5 CERRADURA ELÉCTRICA

Se utiliza como medio de apertura en lugares donde la entrada debe ser limitada (control de acceso).

Esta cuenta con dos principales piezas, por un lado, el electroimán, y por el otro lado una lámina metálica llamada pieza móvil o pieza solar. El electroimán se coloca en el marco de la puerta, trabaja como imán en medida que circule corriente por su bobina y cierra la puerta; al dejar de recibir de recibir corriente eléctrica permite la apertura de la puerta (Gallery Security, 2015).

2.3 COMPONENTES SOFTWARE DEL SISTEMA

2.3.1. APLICACIÓN CLIENTE-SERVIDOR

Requiere básicamente tres elementos: un programa servidor que atiende las peticiones de los clientes; un programa cliente que se conecta al servidor y; un protocolo de comunicaciones que indica la secuencia de mensajes se pasan un cliente y un servidor. (Peñaloza, 2010)

Mulato (2013) define a la programación cliente/servidor como una arquitectura distribuida que permite a los usuarios finales obtener acceso a la información de forma transparente aún en entornos multiplataforma.

La comunicación entre cliente-servidor se puede realizar mediante el protocolo HTTP. Este protocolo de comunicación, es el método más utilizado para el intercambio de información en la world wide web y es la manera en la que se transfieren las páginas web entre servidores y clientes (Aguilar y Dávila, 2013).

2.3.1.1 PHP

Según Wikilibros (2015) es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor. Originalmente fue diseñado para el desarrollo web

de contenido dinámico. Esta actualmente entre los proyectos de código abierto más populares (gracias en parte a la similitud de su sintaxis con el lenguaje C). El código es interpretado por un servidor web con un módulo procesador de PHP que genera la página web resultante.

2.3.1.2 MYSQL

Rouse (2015) señala que MYSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL), se ejecuta en prácticamente todas las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows.

2.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

2.4.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE HARDWARE LIBRE

Medrano (2011) indica que esta metodología posee tres procesos, en el de conceptualización se busca delimitar los alcances que se requiere para el proyecto en estudio, en el proceso de administración se busca la planificación para el diseño, fabricación y pruebas del dispositivo. Por último, el proceso de desarrollo en el cual se especifican los pasos que en principio se deben cumplir dependiendo de la naturaleza del dispositivo tal como se lo muestra en la figura 2.1.



Figura 2.1 Esquema de la metodología de hardware libre

Fuente: Medrano (2011)

2.4.1.1. PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN DE PROYECTOS

En este proceso se analizan problemas y necesidades de las comunidades que pudiesen requerir de una solución en área de hardware, según lo detalla la figura 2.2. El análisis planteado conlleva a la reflexión sobre los problemas y sus posibles soluciones. La actividad de reflexión tiene como objetivo principal proponer soluciones pertinentes a los problemas planteados, en las cuales se consideren tanto los beneficios como el impacto que dichas soluciones puedan causar sobre la comunidad. En este proceso se debe destacar, que las soluciones planteadas o parte de ellas sean pertinencia de otra área como por ejemplo el desarrollo de alguna aplicación de software requerido para el diseño del hardware (Medrano 2011).

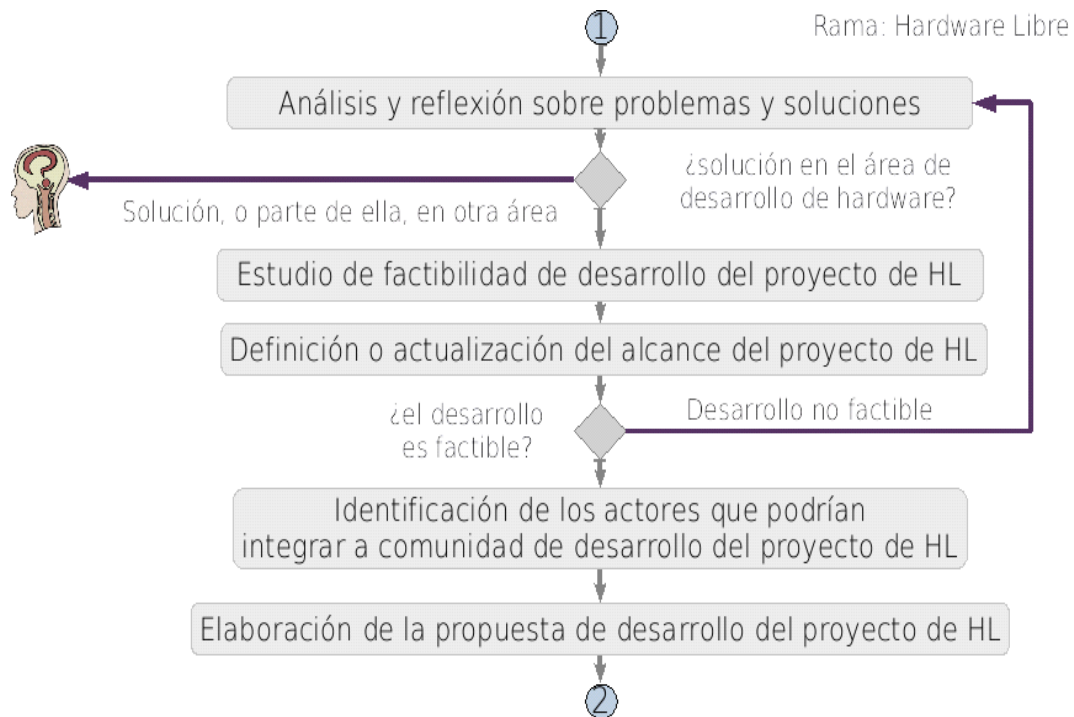


Figura 2.2. Proceso detallado de conceptualización.

Fuente: Medrano (2011)

2.4.1.2. PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE HL

Medrano (2011) destaca que el proceso de administración de la metodología de desarrollo de hardware libre comprende un conjunto de actividades para coordinar y mantener el orden de un proyecto de desarrollo de hardware libre. Estas actividades estarán orientadas a facilitar lo planteado en el proceso de conceptualización. El proceso de administración requiere que se establezca el rol en uno de los integrantes del equipo como coordinador del proyecto de desarrollo de hardware.

El coordinador debe velar por el seguimiento y cumplimiento de las actividades de desarrollo, promover una comunidad de desarrollo y colaboración en torno al proyecto, la cual será la encargada de elaborar el plan del proyecto de desarrollo de hardware.

2.4.1.3. PROCESO DE DESARROLLO DE PROYECTOS EN HARDWARE LIBRE

La figura 2.3. Particulariza el proceso de desarrollo, en esta se parte de una descripción detallada del alcance y características del hardware a desarrollar, descripción que ha sido preparada en los procesos de conceptualización y administración. Al comienzo del proceso de desarrollo dependiendo de la naturaleza del hardware a diseñar, se puede dividir en tres pasos concurrentes: Especificación de hardware estático, programación de dispositivo, desarrollo de IC (circuito integrado).

Estas áreas pueden activarse o no según los requerimientos del proyecto. En todo caso normalmente siempre estará incluida en alguna medida la especificación de hardware estático. Estos pasos de desarrollo se ocupan de generar y depurar los diseños que se necesitan para implementar las características requeridas. Este proceso necesariamente las lleva a trabajar en forma coordinada, para que sus resultados puedan integrarse entre sí (Medrano ,2011).

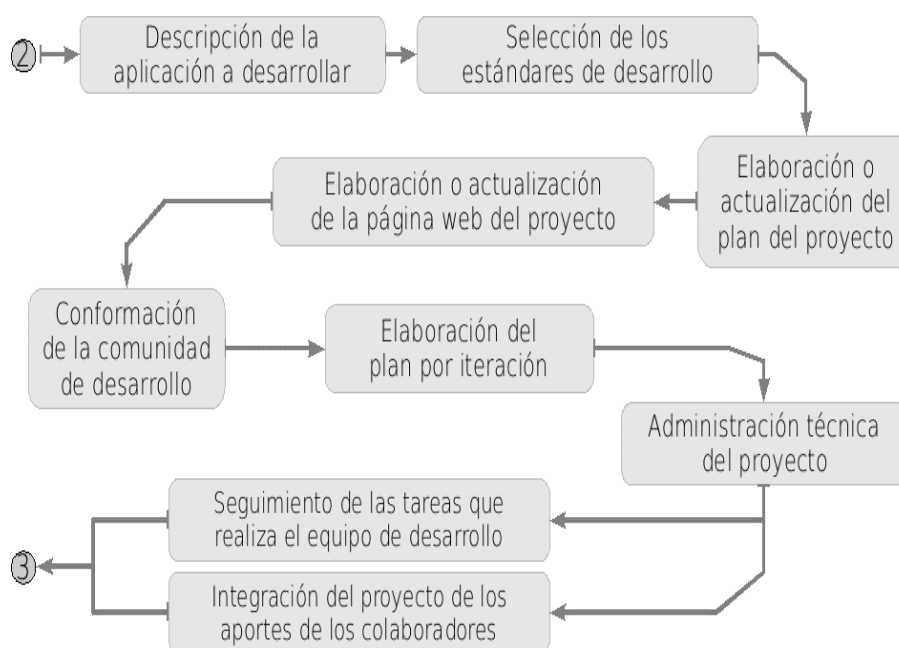


Figura 2.3. Proceso de desarrollo de proyectos en hardware libre.

Fuente: Medrano (2011)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

Los autores realizaron en un periodo de 9 meses la implementación de un sistema biométrico de control de acceso en la Unidad Educativa Francisco González Álava, Sitio Arrastradero, km ½ vía a Chone, con el fin de mantener un control de acceso para los docentes que imparten clases dentro del laboratorio de cómputo de dicha institución.

El sistema biométrico de control de acceso está conformado tanto de componentes de hardware como de software, los cuales fueron programados y desarrollados respectivamente e interactúan a través de una placa arduino, los mismos que de acuerdo a los resultados de algunas condiciones decidirá la apertura de la puerta, de acuerdo a lo detallado más adelante.

3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.1.1. MÉTODO DEDUCTIVO

Se utilizó este método con el fin de argumentar el proceso que mantenían en la institución para el control de acceso al laboratorio de computación, lo que permitió una mejor comprensión al momento de plantear las posibles soluciones para la institución educativa.

3.1.2. OBSERVACIÓN

Se visitó la institución educativa con el fin de obtener información respectiva del área de trabajo, donde se implementó el sistema biométrico de control de acceso, lo que ayudó a los autores a poder definir de manera clara y precisa cada uno de los requerimientos, así como también la arquitectura del sistema a implementar.

3.1.3. ENTREVISTA

Se le realizó a la rectora de la institución, con el fin de recopilar información, permitiendo a los autores del proyecto diseñar y elaborar un sistema biométrico de control de acceso que cumplan con cada una de las expectativas esperadas, misma que evidencia en el anexo 1.

3.1.4. METODOLOGÍA EN HARDWARE LIBRE

A continuación, se detallan los diferentes procesos de la metodología empleada como lo es la metodología de hardware libre.

3.1.4.1 CONCEPTUALIZACIÓN

En el proceso de conceptualización se realizó un análisis de las necesidades de la institución educativa en cuanto al acceso al laboratorio de computación, partiendo de que contaban con una cerradura normal que requería de una llave principal para poder dar apertura al salón, es decir que no existía un control de acceso automático que agilizará el proceso de entrada, restringir el acceso a quienes no tienen autorización de acceder y así como también saber quiénes son los docentes que han accedido al laboratorio en que día y a qué hora.

Con estos antecedentes, los autores realizaron una entrevista informal a la rectora de la institución, donde se definió el alcance de la automatización, la misma que permitiría el ingreso de los docentes al salón de una manera moderna y agilizada, así como también a la institución saber cuáles son los docentes que han ingresado al salón, en qué fecha y a qué hora a través de la emisión de los respectivos reportes.

En el cuadro 3.1 se detallan las fases del proceso de conceptualización:

CUADRO 3.2 Análisis y reflexión sobre problemas y soluciones

ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES					
Actividad	Responsables Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas	Productos
Identificación de problemas y necesidades	Responsable: Los autores Participantes: Los autores Rectora de la institución educativa	Problemas y requerimientos		Técnica: Entrevista informal	Entrevista Ver Anexo(1)
Análisis y reflexión sobre los problemas y sus posibles soluciones	Responsable: Los autores Participantes: Los autores Rectora de la institución educativa		Se consideró la solución más adecuada en cuanto al control de acceso al laboratorio de computación	Técnicas: Planificación estratégica de la ubicación del control y módulos	Automatizar el acceso al laboratorio de computación
Elaboración de la propuesta	Responsable: Los autores Participantes: Los autores	Automatización del control de acceso al laboratorio de computación			

3.1.4.2 ADMINISTRACIÓN

Con los resultados obtenidos en el proceso anterior, se tomaron decisiones en cuanto a la arquitectura, necesidades del sistema y asignación de los componentes de hardware y software como se muestra en los cuadros 3.2 y 3.3:

CUADRO 3. 2 Descripción del dispositivo a desarrollar

DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO A DESARROLLAR					
Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas/	Productos
Automatización del control de acceso al laboratorio de computación utilizando una placa Arduino	Responsable: Los autores Participantes: Los autores		El docente colocara su huella en el lector; si está registrada abre la puerta caso contrario no	Descripción del dispositivo y sus requerimientos	Diagrama electrónico

Cuadro 3.3 Administración técnica del proyecto

ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO					
Actividad	Responsable Participantes	Insumo	Observaciones	Técnicas/Herramientas	Productos
Requerimientos del código fuente control de acceso	Responsable: Los autores Participantes: Los autores		Uso de librerías adecuadas a los módulos del Arduino	Caso de uso	Diagrama de flujo para elaboración del código fuente.

3.1.4.3 DESARROLLO

Una vez concluidos los procesos anteriores se procedió a ejecutar el desarrollo, realizando la especificación del hardware y la programación de los mismos.

ESPECIFICACIÓN DE HARDWARE

En esta etapa se realizó la especificación del hardware estático escogido, considerando la placa arduino, puesto que es una plataforma open hardware, basada en un microcontrolador y con un entorno de desarrollo fácil de usar, para posteriormente hacer la programación del dispositivo, así mismo se programó los demás componentes hardware como el lector de huella y la placa Ethernet shield.

PROGRAMACIÓN DE DISPOSITIVOS

Para la programación de los componentes hardware del sistema fue necesario programar los componentes de forma individual para posteriormente ensamblarlos y programarlos de manera global. Para llevar a cabo la programación de los componentes se descargó el entorno de desarrollo integrado, de la página oficial <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>; y se instaló en una computadora con los respectivos controladores permitiendo que tanto la computadora como el IDE reconozcan correctamente el dispositivo para programarlo y usarlo sin ningún inconveniente.

PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO MEGA

Una vez instalado el IDE se procedió a ejecutar el primer código de prueba llamado blink que se encuentra de ejemplo dentro del programa, permitiendo comprobar que la placa funcionaba de manera correcta y que la conexión era idónea. El código desarrollado consiste en encender y apagar el led 13 de la placa, como se muestra en la foto 3.1, mientras que las líneas del código se encuentran en el anexo 4. Una vez comprobado esto se procedió a programar el lector de huella el cual fue conectado y programado a través desde este dispositivo.



Foto 3.1. Ejecución del código blink en el Arduino Mega

PROGRAMACIÓN DEL LECTOR DE HUELLA

Para utilizar este dispositivo fue necesario soldar pines hembra a los cables, ya que este lector de huella en sus cables no tiene acoplado ningún tipo de conector, una vez soldados se procedió a descargar la librería `Adafruit_Fingerprint.h` además de la librería `SoftwareSerial.h`, mismas que permiten usar correctamente el sensor de huella, este dispositivo contiene 3 ejemplos básicos que son:

REGISTRO DE HUELLA. - Permite ingresar nuevas huellas a las cuales se les asignan un ID y se las almacena en la memoria del lector.

COMPARACIÓN DE HUELLA. - Permite comparar si la huella colocada ha sido registrada y almacenada en la memoria, si está registrada, ésta devuelve el valor del id a quien pertenece dicha huella.

ELIMINACIÓN DE HUELLA. - Permite borrar las huellas que han sido registradas y ya no se necesitan.

Asimismo, contiene 4 cables y la manera de hacer la conexión al arduino es la siguiente:

- Cable negro al pin ground.
- Cable rojo al pin 3.3 V. o al de 5 V.
- Cable verde al pin digital 50
- Cable amarillo al pin digital 51

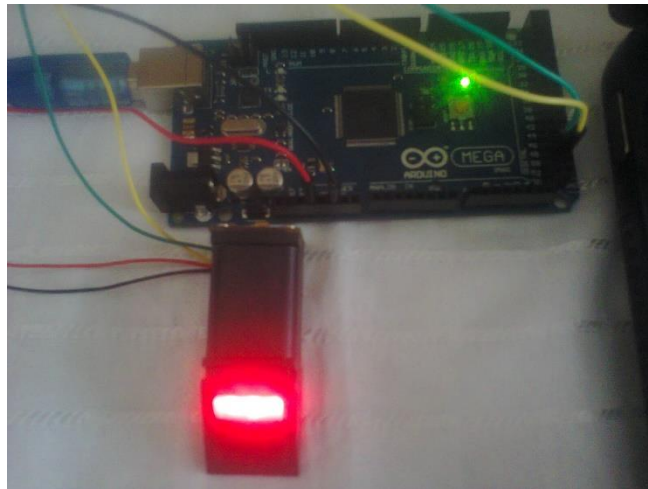


Foto 3.2. Conexión del lector de huella al arduino mega

PROGRAMACIÓN DE LA PLACA ETHERNET SHIELD

La placa Ethernet shield es un dispositivo que permite la comunicación directa una red ya sea local o al internet, para utilizar este componente es necesario montar esta placa encima de la placa microcontroladora.

Una vez conectadas estas placas se debió conectar un cable de red desde la Ethernet shield a un router, asimismo se hizo la conexión de un cable de red desde la computadora o servidor (que contiene el software de control de acceso) al mismo router, para permitir la comunicación directa al servidor.



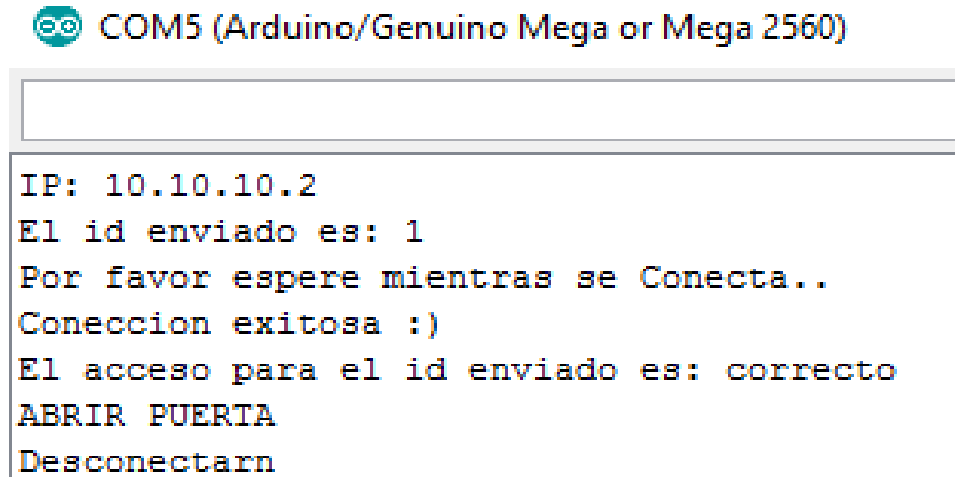
Foto 3.3. Conexión del Ethernet shield y servidor al router

Además, se debe asignar una dirección ip a la placa, la cual debe estar en el mismo rango de red que la del servidor y no debe estar utilizada por otro equipo, para saber la dirección ip del servidor se abrió el cmd y se ejecutó el comando ipconfig

Para utilizar este componente es necesario usar las librerías SPI.h y Ethernet.h, la librería SPI permite la comunicación de las placas a través de los pines 50, 51, 52 y 53 y la librería Ethernet permite la comunicación del Ethernet shield a cualquier red de tipo Ethernet.

El código consiste en realizar una solicitud de información a una base de datos MYSQL, la solicitud inicia con la acción de mostrar la dirección ip utilizada, luego envía un valor de id por método GET al servidor, si logra conectarse al servidor se realiza una consulta a la base de datos; en caso de que la consulta se cumpla exitosamente devuelve un mensaje de correcto y mostrará “abrir puerta”, caso

contrario mostrará un mensaje de incorrecto y mensaje de “no abrir puerta” tal como se lo evidencia en la figura 3.1.



```
COM5 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
IP: 10.10.10.2
El id enviado es: 1
Por favor espere mientras se Conecta..
Coneccion exitosa :)
El acceso para el id enviado es: correcto
ABRIR PUERTA
Desconectarn
```

Figura 3.1. Solicitud información del arduino

COMUNICACIÓN MAESTRO-ESCLAVO

Los componentes fue necesario programarlos (lector de huella y placa ethernet shield) de forma individual; luego se procedió a combinar y unir ambas partes que permitan el funcionamiento idóneo del sistema biométrico de control de acceso, para lo cual fue necesario hacer una configuración maestro-esclavo haciendo uso de dos placas microcontroladoras arduino, el mega 2560(maestro) y el uno (esclavo).

En el mega 2560 (maestro) se procedió a programar y conectar el lector de huellas y en el uno (esclavo) se programó y conecto la placa Ethernet shield.

Esta configuración maestro-esclavo permitió la comunicación serial de ambas placas los cuales se comunican entre sí (envío y recepción de información).

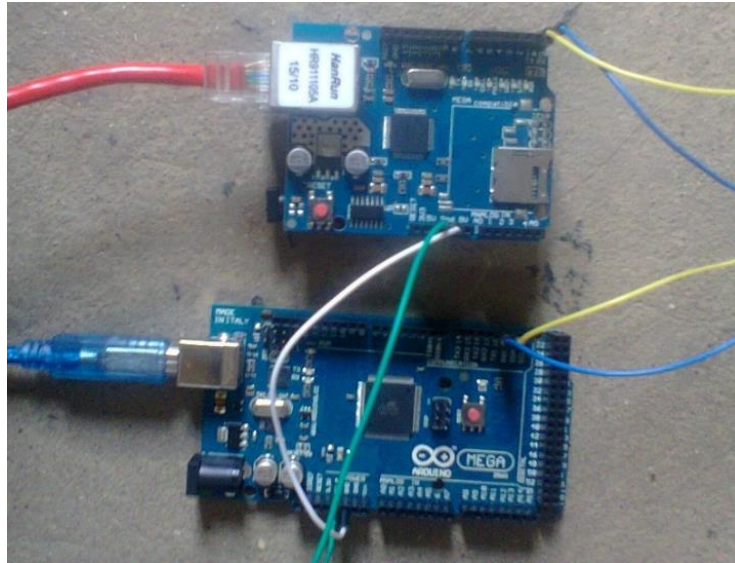


Foto 3.4. Conexión de la comunicación maestro-esclavo entre dos arduinos

DESARROLLO DEL SISTEMA WEB Y BASE DE DATOS

Para el desarrollo del sistema web se hizo uso del IDE de Dreamweaver, así como también del servidor local WAMP SERVER ya que para esta aplicación se utilizó el lenguaje de programación PHP y el sistema gestor de base de datos MYSQL, asimismo se usó para cuestión de interfaz y estilo HTML, CSS y JavaScript.

Para la elaboración de la base de datos fue necesario utilizar el servidor local WAMP SERVER, y PHPMYADMIN, ya que la base de datos fue desarrollada en MYSQL.

PROCESO DE PRUEBA Y PRESENTACIÓN

Finalmente se realizaron las pruebas, con la huella de los docentes que tenían acceso al salón de computación y con la huella de docentes que no estaban registrados en la base de datos, corroborando con esto el correcto funcionamiento del sistema biométrico, misma que se evidencia en el anexo 2.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

A través de la automatización del acceso al laboratorio de cómputo de la Unidad Educativa Francisco González Álava basado en hardware libre, se controla el ingreso a los docentes que imparten clases en dicho laboratorio.

Fue de vital importancia realizar el prototipo del sistema implementar, evidenciándose en la figura 4.1.:

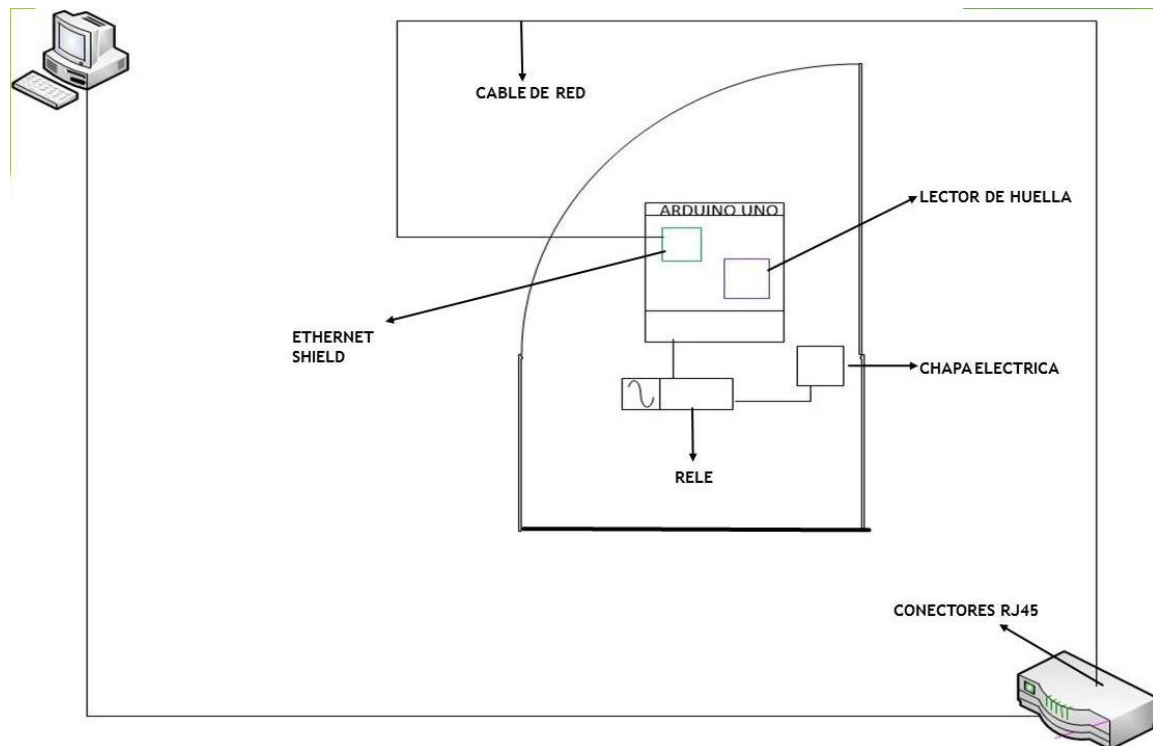


Figura 4.1. Prototipo del sistema

Asimismo, se realizó un caso de uso donde se detallan las funciones del usuario, el mismo que se muestra en la Figura 4.2.:

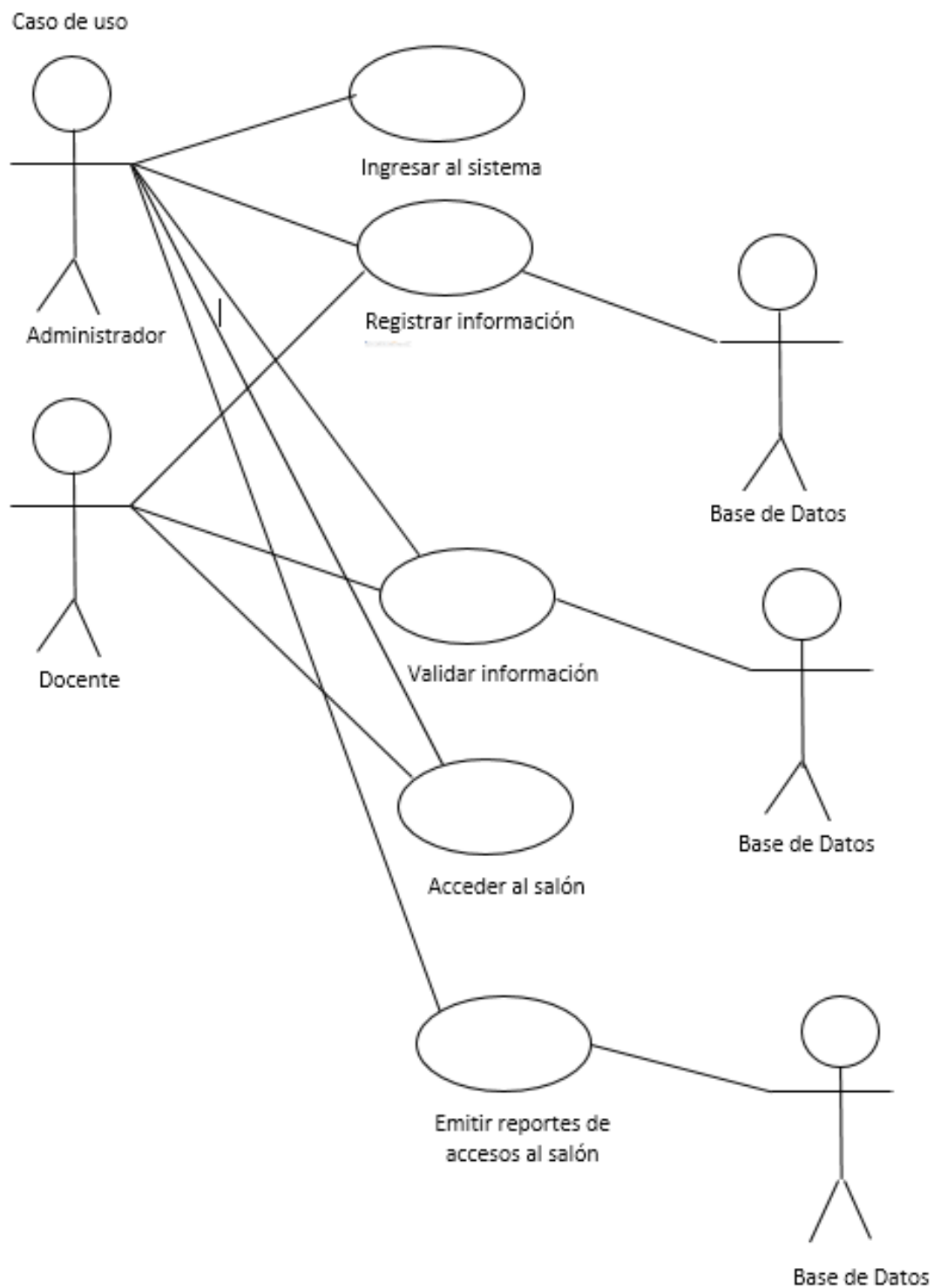


Figura 4.2. Caso de uso

El segundo objetivo hace referencia a la programación de los componentes hardware del sistema, para lo cual fue necesario utilizar un entorno de desarrollo que permitiera poder realizar la programación de cada uno de los dispositivos y

posteriormente se procedió a ensamblarlos y una vez realizado esto se siguió con la siguiente fase que fue la del desarrollo del sistema web.

DESARROLLO DEL SOFTWARE DE CONTROL DE ACCESO (SISTEMA WEB)

La función principal de este sistema web es gestionar la información de cada uno de los docentes como sus códigos, nombres, apellidos, horarios de clase y el respectivo periodo lectivo, también en el mismo se pueden visualizar, descargar e imprimir los reportes de quienes han sido los docentes que han accedido al salón de cómputo con su respectiva fecha y hora de acceso, aquí también se registrara los datos del administrador del sistema web.

En este sistema web además está el script PHP que recibe la petición desde el cliente (sistema biométrico) mediante método GET y que realiza una validación a la base de datos para saber si el docente que está realizando la petición desde el sistema biométrico está registrado en la base de datos y si el día y hora en que realiza la petición está acorde a la del horario de clase del mismo en el periodo lectivo actual. Si la validación se cumple entonces el servidor (sistema web) devuelve al sistema biométrico una respuesta y esta permitirá la apertura del salón de cómputo mediante una señal de relé a la cerradura eléctrica. Además, en el script PHP se hará una consulta de inserción a la base de datos para registrar los datos del docente que accedió al salón, así como también la fecha y hora.

ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Para la elaboración de la misma fue necesario utilizar el servidor local WAMP SERVER, y utilizar PHPMYADMIN, ya que la base de datos fue desarrollada en MYSQL, para la creación de la base de datos se le asignó el nombre “validación_acceso”, para posteriormente crear las respectivas tablas. El número de tablas dentro de esta base de datos es 5, a continuación, se muestra el diagrama entidad relación en la figura 4.3.

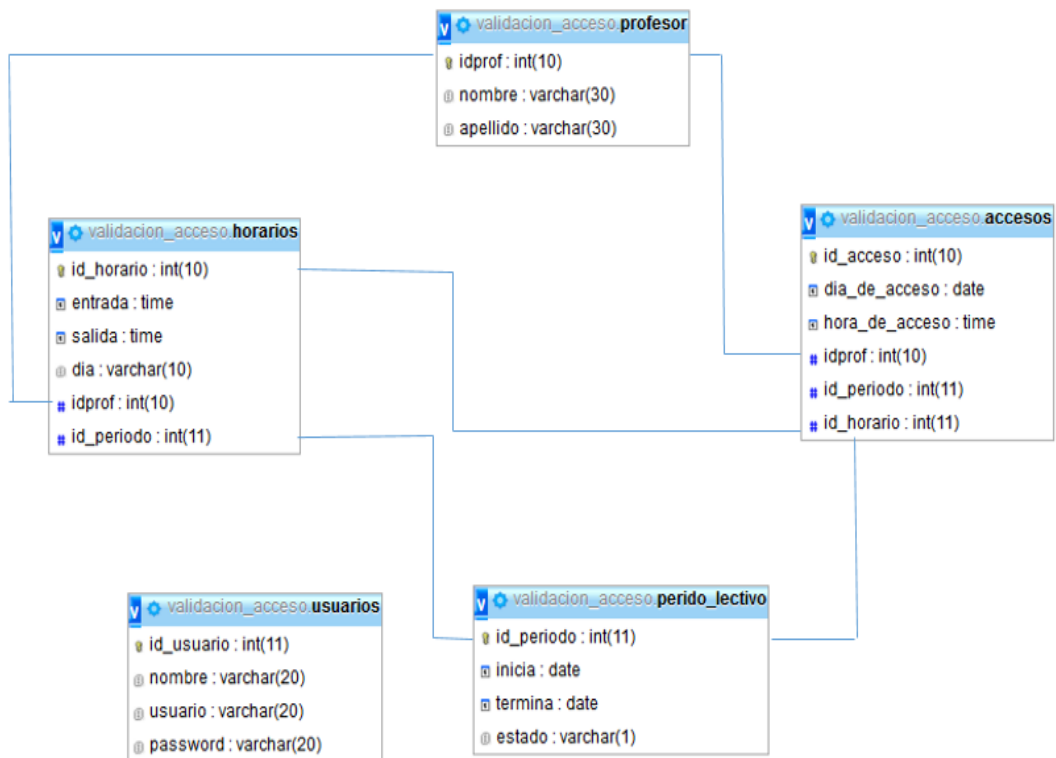


Figura 4.3. Base de Datos

ELABORACIÓN DEL SISTEMA WEB

En el sistema web se elaboró un formulario de inicio de sesión donde el administrador debe ingresar un usuario y contraseña correcta para esta de manera ingresar a la página principal del sistema web, tal como lo muestra la figura 4.4.

Iniciar Sesión

Login

Entrar
Limpiar

Figura 4.4. Formulario de inicio de sesión

La figura 4.5. muestra la página principal del sistema, donde se creó un menú en la parte superior de la misma donde el administrador podrá escoger cualquiera de las diferentes opciones como son la de inicio, docentes, horarios, periodo accesos y usuarios.



Figura 4.5. Página principal del sistema web

En la página de docentes el administrador podrá visualizar los datos de los docentes ya registrados, así como también podrá modificar los datos registrados y eliminarlos, además podrá hacer el ingreso de un nuevo docente en la opción nuevo docente. También podrá visualizar, descargar o imprimir la información de los docentes registrados en la opción ver reportes en formato PDF y podrá cerrar sesión en la opción que lleva el mismo nombre, ver figura 4.6.



Software de Control de Acceso Inicio Docentes Horarios Periodo Accesos Usuarios

Nomina de Docentes



Nuevo Docente



Ver Reportes



Cerrar Sesion

Codigo	Nombres	Apellidos	Modificar	Eliminar
1	Lilia Maria	Mora Vera		
2	Andrea	Velez		

- Tesis ESPAM-MFL Carrera Computación -

Figura 4.6. Página docente del sistema web

En figura 4.7. se muestra la página horarios el administrador podrá visualizar los datos de los horarios ya registrado, así como también podrá modificar los datos registrados y eliminarlos, además podrá hacer el ingreso de un nuevo horario en la opción nuevo horario, en esta página se muestra el periodo lectivo activo y estará la opción para que el administrador pueda cerrar o inactivar dicho periodo, tambien está la opción donde se podrá visualizar, descargar o imprimir la información de los horarios registrados en la opción ver reportes en formato PDF y podrá cerrar sesión en la opción que lleva el mismo nombre.



Software de Control de Acceso Inicio Docentes Horarios Periodo Accesos Usuarios

Nomina de Horarios

Periodo Lectivo 2017-05-08 / 2018-02-08



Nuevo Horario



Ver Reportes



Cerrar Sesion

Dia	Hora de ingreso	Hora de salida	Docente		Modificar	Eliminar
Lunes	12:00:09	13:00:00	Andrea	Velez		
Jueves	12:12:44	22:00:00	Lilia Maria	Mora Vera		
Viernes	12:00:00	17:00:00	Lilia Maria	Mora Vera		

- Tesis ESPAM-MFL Carrera Computación -

Figura 4.7. Página horarios del sistema web

En figura 4.8. se muestra la página periodo, el administrador podrá visualizar los datos de los periodos lectivos ya registrado, también podrá hacer el ingreso de un nuevo periodo en la opción nuevo periodo, adicionalmente está la opción donde se podrá visualizar, descargar o imprimir la información de los periodos lectivos registrados en la opción ver reportes, en formato PDF y podrá cerrar sesión en la opción que lleva el mismo nombre.

Fecha de inicio	Fecha de culminacion	Estado
2016-05-10	2017-02-18	Desactivo
2017-05-08	2018-02-08	Activo

Figura 4.8. Página periodo del sistema web

En la página de accesos el administrador podrá escoger las diferentes formas que existen para visualizar los reportes de los docentes que han accedido al salón de cómputo como son reporte general, reporte por fecha, reporte por docente, reporte entre dos fechas, reporte por docente y fecha, reporte por docente y entre dos fechas, dando la facilidad necesaria para que el administrador tenga varias opciones al momento en que desea saber esta información, como se evidencia en la figura 4.9.



Figura 4.9. Página accesos del sistema web

En la página de usuarios el administrador podrá visualizar los datos de los usuarios ya registrado, así como también podrá modificar los datos registrados y eliminarlos, además podrá hacer el ingreso de un nuevo usuario en la opción nuevo usuario, podrá visualizar, descargar o imprimir la información de los horarios registrados en la opción ver reportes en formato PDF y podrá cerrar sesión en la opción que lleva el mismo nombre, figura 4.10.



Figura 4.10. Página usuarios del sistema web

Cuando un docente desee ingresar al salón, debe colocar su huella en el lector; si la información de la huella existe en la base de datos, el lector devolverá el valor del id a la placa microcontroladora, quien de inmediato se comunica con el servidor a través de la placa Ethernet shield y le pregunta al sistema web través de una consulta MYSQL si el valor de esa id existe en su base de datos y si el día y la hora actual coincide con el horario de clase del periodo lectivo actual de dicho docente, si toda esta información es válida entonces se devolverá un valor de la consulta a la aplicación, la cual se comunica con el arduino, quien manda la señal respectiva al relé para que este accione la cerradura eléctrica.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO

Finalmente se implementó el sistema de control de acceso en la institución, verificando el correcto funcionamiento del mismo, al efecto se realizaron 60 pruebas durante 5 días laborables, obteniendo en todo el resultado deseado; es decir, los docentes tenían acceso al salón de computación cuando cumplieran dos condiciones: estar registrados en la base de datos y estar en su hora de clases. Cabe destacar que se obtuvieron 20 impedimentos de acceso al salón, debido a que las pruebas se las realizó con docentes que no estaban registrados en la base de datos o con docentes registrados, pero ubicando huella no registrada.

Además se realizó un manual de usuario del sistema biometrico de control de acceso, ver el anexo 3, para que el administrador del sistema pueda manipular y usar de manera correcta el sistema biometrico sin ningún tipo de inconveniente.

REPORTES DE ACCESOS AL SALON DE COMPUTACION			
FECHA DE ACCESO	HORA DE ACCESO	NOMBRE	APELLIDO
2016-12-22	15:53:31	Carlos	Parraga
2016-12-22	15:53:47	Carlos	Parraga
2016-12-22	15:54:17	Carlos	Parraga
2016-12-22	15:01:07	Juan	Cedeño
2016-12-22	15:01:33	Juan	Cedeño
2016-12-22	15:02:24	Juan	Cedeño
2016-12-22	15:04:12	Juan	Cedeño
2016-12-22	15:52:48	Juan	Cedeño
2016-12-22	16:20:07	Juan	Cedeño
2016-12-22	16:24:07	Juan	Cedeño
2016-12-22	16:25:18	Juan	Cedeño

Figura 4.11. Reportes generados

En el cuadro 4.1. se muestra la comparación al realizar el ingreso al salón de la manera tradicional; es decir, verificar que realmente le toca la hora al docente, buscar la llave, abrir el candado, y con el sistema implementado actualmente. Se observa claramente que, con la implementación del sistema biométrico, tanto el acceso al salón como la emisión de reportes se realizaron en menor tiempo lo que corrobora la eficiencia del sistema.

Cuadro 4.1. Comparación de los procesos con el antes y después del sistema

Actividad	Manual	Sistema Informático	Optimización	
			Min/Seg	Porcentaje
Ingresos	00:03:40	00:00:10	00:03:30	97,5%
Reportes	No se realizaban	00:00:10	00:00:10	100%
Total:				98,75%

4.2. DISCUSIÓN

De acuerdo con el trabajo desarrollado por Velasco y Villacrés (2012) en la actualidad aún se lleva el proceso lento, engorroso e ineficiente para registrar las asistencias de los docentes a sus horas de clase, ya que se basa en registrar mediante un formulario físico y de manera escrita las asistencias y novedades para cada una de las horas a ser dictadas, el mismo que implica el desperdicio de tiempo y recursos para transformarlo a un medio digital y el posterior seguimiento del estado de las asistencias.

Este sistema propone una solución al problema mencionado, de una manera eficiente, amigable y rápida, mediante el reconocimiento de la huella dactilar de cada docente, garantizando la comprobación de la presencia del docente a su hora clase, ya que se evita la suplantación de identidad, y además se podrá tener acceso a la información de manera oportuna para el monitoreo permanente de asistencias y observaciones registradas por los docentes, mediante reportes generados automáticamente por la aplicación y así facilitar la planificación y cumplimiento de los programas de estudio establecidos.

Finalmente, para que el laboratorio de computación automáticamente se abra, se deben cumplir dos condiciones; estar registrado en la base de datos y que se cumpla el horario de clases del docente. Asimismo, cuenta con un sistema web que permite registrar docentes, horarios y generar reportes acceso; manteniendo la información íntegra y disponible en cualquier momento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La correcta definición de requisitos permitió establecer la base para el desarrollo del sistema biométrico de acuerdo a las necesidades de la institución.
- ✓ El uso de la metodología de hardware libre permitió optimizar recursos en el desarrollo del sistema.
- ✓ El sistema implementado permitirá controlar de manera eficiente el acceso al laboratorio de cómputo de la Unidad Educativa Francisco González Álava, puesto que se deberán cumplir ciertas restricciones para acceder al mismo, como estar registrado en la base de datos y cumplir con el horario de clase.
- ✓ Las pruebas realizadas permitieron verificar la efectividad del sistema, al reconocer positivamente solo las huellas registradas en el mismo.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un análisis exhaustivo de la problemática existente, para definir correctamente los requerimientos y proponer una solución que cumpla con las expectativas planteadas.
- ✓ Mantener actualizada la base de datos del sistema biométrico con los respectivos docentes y su carga horaria para agilizar la apertura del salón.
- ✓ Capacitar al personal correspondiente sobre el adecuado sistema; tanto a los docentes que accederán al laboratorio, como a quien administrará el sistema.
- ✓ Verificar constantemente el correcto funcionamiento de la fecha y hora del computador que sirve de servidor para el sistema biométrico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E; Dávila, D.2013. Análisis, diseño e implementación de la aplicación web para el manejo del distributivo de la facultad de ingeniería. Tesis. Ing. Sistemas. Universidad de Cuenca. Cuenca, EC. p 21.
- Almeida, M; Rodríguez, C; Tavolaro, C; Molisani, E.2011. Física con el arduino para principiantes. Sao Paulo, BR. Revista Brasileña de enseñanza de la física. Vol. 33. Núm. 4
- Bartolo, J. 2012. Reconocimiento del iris. En línea. Formato HTML. Consultado el 22 de noviembre de 2015. Disponible en: <https://prezi.com/tqrkjewxyax/reconocimiento-del-iris/>
- Borghello, C. 2011. Reconocimiento-de-huellas-dactilares. En línea. Formato HTML. Consultado el 22 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://blog.segu-info.com.ar/2011/05/reconocimiento-de-huellas-dactilares.html>
- Cacuango, W; Arteaga, M; Guzmán, S. 2014. Lector de huellas digitales. En línea. Formato HTML. Consultado el 22 de noviembre de 2015. Disponible en: <https://prezi.com/y6-bsfoforef/lector-de-huellas-digitales/>
- De Souza R; Pasi3n, A; Uzeda, D; Dias, M; Duarte, S; Amorim, H. 2011. La placa arduino: unos experimentos de la física de bajo costo asistidos por PC. Sao Paulo, BR. Revista Brasileña de enseñanza de la física. Vol. 33. Núm. 1
- Gallery Security 2015. Cerradura electromagnética. En línea. Formato HTML. Consultado 15 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://gallerysecurity.com/cerraduras-electromagneticas/>
- García, M; Ramírez, A. 2012. Avances en el reconocimiento del iris: perspectivas y oportunidades en la investigación de algoritmos biométricos. Tijuana, MX. Revista de computación y ciencias.Vol. 16. Núm. 3. p 267-276
- Hernández, A. 2016. Reconocimiento facial y dactilar. En línea. Formato HTML. Consultado el 22 de noviembre de 2016. Disponible en: <https://prezi.com/ohnjexvdppb4/reconocimiento-facial-y-dactilar/>

- Kamogawa, M; Miranda, J. 2013. El uso de hardware de código abierto "Arduino" para la conducción de dispositivo de solenoide para el análisis de sistemas de flujo. Sao Paulo, BR. Revista Brasileña de enseñanza de la física. Vol. 36. Núm.8
- López, G. 2013. Diseño e implementación de software y hardware de un registrador de variables eléctricas con comunicaciones Ethernet basado en tecnología arduino y sistema de supervisión HMI. Latacunga, EC. Repositorio digital ESPE.
- López, N; Toro, J. 2012. Tecnicas de biometría basadas en patrones faciales del ser humano. Tesis. Ing. Sistemas y Computación. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, CO. p 14.
- Lugo, O; Villavicencio, G; Díaz, S. 2014. Paquete tecnológico para el monitoreo ambiental en invernaderos con el uso de hardware y software libre. Chapingo, MX. Revista Terra Latinoamericana. Vol. 32. Núm. 1. p 77-84
- Maya, A. 2013. Sistema biométrico de reconocimiento de huella dactilar en control de acceso de entrada y salida. En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11168/1/MayaVargasAdriana2013.pdf>
- Medrano, A. 2011. Metodología de Desarrollo en Hardware Libre. (En línea). VE. Consultado, 14 de may. 2014. Formato PDF. Disponible en http://www.cenditel.gob.ve/files/u1/Cenditel_GestionHLv1_8.pdf
- Moreira, R; Salim, C. 2014. La observación de las mareas atmosféricas: una aplicación de la placa arduino con sensores para la presión barométrica y la temperatura. Revista Brasileña de Enseñanza de la Física. Sao Paulo, BR. Vol. 36. Núm. 3.
- Mulato, D. 2013. Programación en ambiente cliente/servidor. En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en <http://todosobreprogramacionclienteservidor.blogspot.com/>
- OSI (Oficina de Seguridad del Internauta). 2014. En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2014/05/14/como-denunciar-una-soplantacion-de-identidad-en-internet>

- Peñaloza, J. 2010. En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en <http://jorgep.blogspot.com/2010/10/programacion-clienteservidor-basica.html>
- Peralta, D; Quiroz, L; Reinoso; S. 2014. Sistema de seguridad anti atraco y automatizacion del sistema de encendido a través de un biométrico huella dactilar. Latacunga, EC. Repositorio Digital ESPE.
- Rodríguez, V. 2013. Sistemas biométricos en materia criminal: un estudio comparado. Puebla, MX. IUS Revista del instituto de ciencias jurídicas de Puebla A.C. Vol. VII. Núm. 31. p 29.
- Rouse, M. 2015. MYSQL: Definición. En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>
- Sistemas Biometría (2010).En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en <http://sistemasbiometria.blogia.com/temas/definicion-biometria/>
- Unicrom. 2015. Relé. En línea. Formato HTML. Consultado el 22 de enero de 2016. Disponible en <http://unicrom.com/rele-relay-relevador-interruptor-operado-magneticamente/>
- Valencia, J; Cruz, J; Caicedo, L; Chamorro, C. 2014. Extracción de características del iris como mecanismo de identificación biométrica. CO. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Núm. 42. p 185.
- Vega, A; Santamaría, F; Rivas, E. 2014. Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria. Bogotá, CO. Revista Escuela Administración de Negocios. Núm. 77. p 24-41
- Velasco, Y. Villacrés, M. 2012. Desarrollo del sistema control biométrico de docentes de la Universidad Central del Ecuador. Tesis Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática Carrera Informática. Universidad Central del Ecuador. Quito, EC.
- Ventura, J. (2015). Introducción al concepto de seguridad. . En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en

<http://elordenmundial.com/seguridad/introduccion-al-concepto-de-seguridad/>

Wikilibros 2015. Programación en php. En línea. Formato HTML. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Disponible en: https://es.wikibooks.org/wiki/Programaci%C3%B3n_en_PHP

ANEXOS

ANEXO 1: ENTREVISTA

Dirigida a la rectora de la Unidad Educativa Francisco Gonzales Álava Mgs. Con el objetivo de conocer las necesidades de la institución en cuanto al control de acceso de docentes al salón de computación.

¿Cuál es el procedimiento actual por parte de los docentes para poder acceder al salón de computación?

En la actualidad para que los docentes puedan acceder al salón de computación deben usar la llave de la cerradura la cual está a cargo del Tnlgo. Julio Parraga (Director del departamento de TIC de la institución)

¿El procedimiento actual les permite llevar un control de registro automatizado de quienes son los docentes que accedieron al salón?

En realidad no, en la actualidad solo tenemos esa referencia en base al horario de clase y a la información que nos brinda el Tnlgo. Julio Parraga (Director) quien es el encargado de prestar la llave a los demás docentes.

¿A escuchado usted de los sistemas biométricos de control de acceso, le gustaría que se implementara un sistema de este tipo en el laboratorio de computación?

Si he escuchado y sería una excelente idea

El sistema biométrico que le venimos a proponer es en base al horario de clase del docente, es decir que un docente solo puede acceder en su horario de clase. ¿Qué piensa usted de esta propuesta?

Pienso que es una buena propuesta ya que de esta manera el laboratorio solo será usado en el día y hora que corresponde, además que esto los compromete a los docentes a ser más responsable con sus obligaciones ya que se tendrá el registro de la hora en que ingresó el docente al salón de computación.

Para la implementación del sistema biométrico de control de acceso se necesita el uso de un computador (servidor) ¿estaría de acuerdo en facilitarnos un computador para la implementación del mismo?

Si no habría ni un problema en ese caso.

El sistema biométrico contiene un software de control de acceso (sistema web), donde se hace el procedimiento de gestión de información (ingreso, edición y eliminación de docentes y horarios de clase del sistema) y donde se emiten los reportes de registros de accesos, el cual necesita que se usado por un administrador de sistema. ¿Quién será el administrador de este sistema?

Bueno será la persona que hasta el momento es el encargado y responsable de las llaves Tnlgo. Julio Parraga ya que él es (Director)

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS

2-A: INSTALACIÓN



2-B: USO DEL SISTEMA



**ANEXO 3: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA BIOMÉTRICO DE
CONTROL DE ACCESO**

MANUAL DE USUARIO

El sistema biométrico de control de acceso está compuesto por componentes tanto de hardware como de software, para lo cual se deberá realizar los procesos de registros, actualización y eliminación de información en ambas partes para poder utilizarlo de forma correcta.

PROCESO DE REGISTRO, ACTUALIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE INFORMACIÓN DEL DOCENTE EN EL SOFTWARE (SISTEMA WEB)

ACCESO AL SOFTWARE (SISTEMA WEB)

De doble clic en el acceso directo del sistema web que se encuentre en el escritorio de la computadora o abra un navegador web e ingrese esta dirección en la url: <http://10.10.10.1:8080/validacion/login.php>.

Cuando haya ingresado a esta dirección, por cualquiera de los dos métodos le aparecerá un formulario de inicio de sesión como se ilustra en la Figura 3-A: donde deberá ingresar el usuario y contraseña para acceder al sistema web

Iniciar Sesión

Login

Figura 3-A: Formulario de inicio de sesión

Si la información introducida es incorrecta le aparecerá un mensaje de que los datos introducidos son erróneos, si los datos son correctos se le redireccionará a la página principal del sistema web, ver Figura 3-B:



Figura 3-B: Página principal del sistema web

REGISTRAR NUEVO DOCENTE EN EL SOFTWARE (SISTEMA WEB)

Una vez que se encuentre en la página principal podrá visualizar un menú en la parte superior derecha de la página y deberá escoger la opción Docentes dándole clic para de esta manera introducir la información del docente.

Cuando haya ingresado a la página docente deberá escoger la opción Nuevo docente, como indica la Figura 3-C:



Figura 3-C: Página Docente del sistema web

Aquí le aparecerá un formulario donde deberá ingresar los datos del docente como su código, nombres y apellidos y darle clic al botón guardar, a continuación en la Figura 3-D: se muestra un ejemplo.

Ingreso de Docentes

Datos

Codigo	<input type="text" value="3"/>
Nombres	<input type="text" value="Jahayra Beatriz"/>
Apellidos	<input type="text" value="Mora Vera"/>

Figura 3-D: Formulario de ingreso de Docente

REGISTRAR NUEVO PERIODO LECTIVO EN EL SOFTWARE (SISTEMA WEB)

Para registrar el periodo lectivo deberá dar clic en la opción periodo del menú que se encuentra en la parte superior derecha de la página web y posteriormente en la opción Nuevo periodo, esto lo podemos apreciar en la Figura 3-E.

Nomina de Periodos



Figura 3-E: Página Periodo del sistema web

Se le mostrará un formulario donde deberá ingresar los datos del periodo lectivo como la fecha de inicio, fecha de culminación y estado, donde solo existirá la

opción de activo para el estado, solo se podrá tener activo un periodo a la vez, por lo que si ya existe un periodo activo y desea ingresar otro periodo deberá inactivar o cerrar el periodo que ya se encontraba activo, esta opción se encuentra en la página de horarios, y de ejemplo se muestra la Figura 3-F.

Periodo Lectivo 2017-05-08 / 2018-02-08

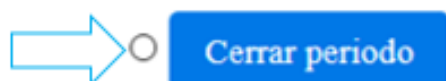


Figura 3-F: Opción de cierre de periodo

Para guardar la información del periodo deberá darle clic al botón guardar, de esta manera se realiza el ingreso del periodo en el sistema web, para guía se muestra la Figura 3-G.

Ingreso de Periodo lectivo

Datos

Fecha de inicio del periodo

Fecha de culminacion del periodo

Estado: ▼

Figura 3-G: Formulario de ingreso de periodo

REGISTRAR HORARIO DE CLASE

Para registrar los horarios de clase deberá dar clic en la opción horario del menú que se encuentra en la parte superior derecha de la página web y posteriormente en la opción Nuevo horario, esto lo podemos apreciar en la Figura 3-H



Figura 3-H. Página Horario del sistema web

Se le mostrará un formulario donde deberá ingresar los datos del horario del docente como su hora de entrada, hora de salida y día y darle clic al botón insertar registro, de esta manera se realiza el ingreso del docente en el sistema web, para guía se muestra la Figura 3-I.

Ingreso de Horarios

Datos

Hora Entrada

Hora Salida

Seleccione un Dia:

Escoja al docente:

Figura 3-I: Formulario de ingreso de horario

ELIMINACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL DOCENTE

Para eliminar la información de un docente, ingrese en la página del mismo nombre y presione la opción eliminar, ver Figura 3-J: de esta forma se borrará toda la información del profesor en el sistema web, para eliminar la información del profesor, este no deberá tener registrado cargas horarias, en caso de tener registrado horarios de clase en el periodo activo no se podrá llevar a ejecución la eliminación del docente.

Codigo	Nombres	Apellidos	Modificar	Eliminar
1	Julio Cesar	Parraga Zambrano		 
2	Lilia Maria	Mora Vera		

Figura 3-J: Opción de eliminación del docente del sistema web

ELIMINACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL HORARIO DE CLASE

Si usted desea eliminar un horario deberá escoger cual es el horario que desea borrar del sistema web dando clic en la opción eliminar, como se muestra en la Figura 3-k: para eliminar la información del horario, este no deberá estar relacionado a los accesos al salón, en caso de estar relacionado a un acceso a laboratorio en el periodo activo no se podrá llevar a ejecución la eliminación del horario.


Dia	Hora de ingreso	Hora de salida	Docente		Modificar	Eliminar
Lunes	07:30:00	09:00:00	Julio Cesar	Parraga Zambrano		
Martes	10:00:00	11:30:00	Julio Cesar	Parraga Zambrano		 
Martes	11:55:00	12:00:00	Lilia Maria	Mora Vera		

Figura 3-k: Opción de eliminación del horario del sistema web

MODIFICAR LOS DATOS PERSONALES DEL DOCENTE

Si desea modificar algún dato personal del docente como nombre o apellido deberá ingresar a la página Docentes y dar clic en la opción modificar del docente que desea editar, de modelo se aprecia la Figura 3-L.

Codigo	Nombres	Apellidos	Modificar	Eliminar
1	Julio Cesar	Parraga Zambrano		
2	Lilia Maria	Mora Vera	 	

Figura 3-L: Opción de modificación de información del docente

Le aparecerá un formulario con los datos del docente y usted deberá modificar los datos y guardar los cambios realizados, mirar Figura 3-M.

Modificar Datos de Docentes

Datos

Nombres

Apellidos

Figura 3-M: Formulario de modificación de información del docente

MODIFICAR LOS DATOS DE HORARIOS DE CLASE DEL DOCENTE

Si desea modificar algún horario de clase de un docente deberá ir a la página Horarios y dar clic en la opción modificar del horario que desea editar, abajo se observa un ejemplo en la Figura 3-N.

Dia	Hora de ingreso	Hora de salida	Docente		Modificar	Eliminar
Lunes	07:30:00	09:00:00	Julio Cesar	Parraga Zambrano		
Martes	10:00:00	11:30:00	Julio Cesar	Parraga Zambrano		
Martes	11:55:00	12:00:00	Lilia Maria	Mora Vera	 	

Figura 3-N: Opción de modificación de información del horario

Le aparecerá un formulario con los datos del horario y usted deberá modificar el dato y dar clic en la opción guardar

Modificar Datos de Horarios

Datos

Hora Inicia:

Hora Termina:

Dia:

Escoja CORRECTAMENTE al Docente

Figura 3-O: Formulario de modificación de información del horario

REGISTRO DE LA INFORMACIÓN DEL ADMINISTRADOR DEL SISTEMA

Si desea ingresar un nuevo administrador deberá ir a la página Usuarios dando clic en la opción Usuarios del menú que se encuentra en la parte superior derecha de la página web y dar clic en la opción Nuevo Usuario, como lo indica la flecha de la Figura 3-P.

Nomina de Usuarios



Figura 3-P: Página de usuarios del sistema web

Se le mostrará un formulario donde deberá ingresar los datos del administrador como su hora de nombre, usuario y contraseña y darle clic al botón guardar, de esta manera se realiza el ingreso del usuario en el sistema web, para guía se muestra la Figura 3-Q.

Ingreso de Usuarios

Datos

Nombre	admin
Usuario	admin
Contraseña	••••
<input type="button" value="Guardar"/> <input type="button" value="Limpiar"/>	

Figura 3-Q: Formulario de registro de usuarios

MODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL ADMINISTRADOR DEL SISTEMA

Si desea modificar la información de algún administrador deberá ir a la página Usuarios dando clic en la opción Usuarios del menú que se encuentra en la parte superior derecha de la página web de ahí debe dar clic en la opción Modificar del administrador que desea modificar.





Nombres	Usuario	Contraseña	Modificar	Eliminar
Juan Rolando	jroli	****		
administrador	admin	****	 ←	

Figura 3-R: Opción de modificación de información de usuario

Se le mostrará un formulario con los datos del administrador y usted deberá modificar el dato que desee y dar clic en la opción guardar, de guía se observa la Figura 3-S.

Modificar Datos de Usuarios

Datos

Nombres	administrador
Usuario	admin
Contraseña	****
Guardar	

Figura 3-S: Formulario de modificación de información de usuario

ELIMINACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL ADMINISTRADOR DEL SISTEMA WEB

Si lo que desea es eliminar algún administrador del sistema web deberá ir a la página Usuarios dando clic en la opción Usuarios del menú que se encuentra en la parte superior derecha de la página web de ahí debe dar clic en la opción Eliminar del administrador que desea eliminar, ver Figura 3-T.


Nombres	Usuario	Contraseña	Modificar	Eliminar
Juan Rolando	jroli	****		
administrador	admin	****		 

Figura 3-T: Opción de eliminación de usuario

VISUALIZAR, DESCARGAR E IMPRIMIR LOS REPORTEES

REPORTES DE LA INFORMACIÓN DE DOCENTES

Si lo que desea es visualizar, descargar o imprimir la información de los docentes deberá ir a la página de Docentes y escoger la opción Ver reportes, ver Figura 3-U.

Nomina de Docentes



Figura 3-U: Opción de visualización de reportes de los docentes registrados

REPORTES DE LA INFORMACIÓN DE HORARIOS DE CLASES

Si lo que desea es visualizar, descargar o imprimir la información de los horarios de clase deberá ir a la página de Horarios y escoger la opción Ver reportes

Nomina de Horarios



Figura 3-V: Opción de visualización de reportes de los horarios registrados

REPORTES DE LOS REGISTROS DE ACCESOS AL SALÓN DE CÓMPUTO

Si lo que desea es visualizar, descargar o imprimir la información de los registros de acceso deberá ir a la página de accesos, dando clic en la opción accesos en el menú que se encuentra en la parte superior derecha del sistema web y ahí le aparecerán diferentes opciones que usted puede escoger al momento que desea saber algún registro de acceso por parte de los docentes al salón de computación, ya se del periodo lectivo actual como de anteriores, como se aprecia en la Figura 3-W.

Periodo Lectivo 2017-05-08 / 2018-02-08



Figura 3-W: Opción de visualización de reportes de los accesos al salón

REPORTES DE LA INFORMACIÓN DE USUARIOS

Para visualizar, descargar o imprimir la información de los usuarios deberá ir a la página de Usuarios y escoger la opción Ver reportes

Nomina de Usuarios



Figura 3-X: Opción de visualización de reportes de usuarios registrados

PROCESO DE REGISTRO Y ELIMINACIÓN DE INFORMACION DEL DOCENTE EN EL COMPONENTE HARDWARE

REGISTRO DE LA HUELLA DEL DOCENTE

Para registrar la huella en el componente hardware (base de datos del lector de huella) deberá ingresar mediante el teclado un id para el docente y posteriormente el docente deberá colocar la huella por dos ocasiones en el lector de huella.

ELIMINACIÓN DE LA HUELLA DEL DOCENTE

Para eliminar la huella en el componente hardware (base de datos del lector de huella) deberá ingresar mediante el teclado el id del docente que desea borrar.

ANEXO 4: CÓDIGO FUENTE ARDUINO IMPLEMENTADO EN EL CONTROL DE ACCESO DEL LABORATORIO DE COMPUTACION

PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO MEGA

```
//código BLINK
void setup () {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode (13, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

PROGRAMACIÓN PARA LA COMPARACIÓN DE HUELLA

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
int getFingerprintIDez();
// pin #50 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #51 is OUT from arduino (WHITE wire)
SoftwareSerial mySerial(50, 51);
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("prueba de dedo");
  // ajusta velocidad del sensor
  finger.begin(57600);
  if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("sensor de huella encontrado!");
  } else {
    Serial.println("sensor no encontrado:");
    while (1);
  }
  Serial.println("Esperando para validar huella...");
}
void loop()
{
  getFingerprintIDez();
  delay(50);
}
uint8_t getFingerprintID() {
  uint8_t p = finger.getImage();
  switch (p) {
```

```

case FINGERPRINT_OK:
    Serial.println("Image taken");
    break;
case FINGERPRINT_NOFINGER:
    Serial.println("No finger detected");
    return p;
case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
    Serial.println("Communication error");
    return p;
case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
    Serial.println("Imaging error");
    return p;
default:
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}
// OK success!
p = finger.image2Tz();
switch (p) {
case FINGERPRINT_OK:
    Serial.println("Image converted");
    break;
case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
    Serial.println("Image too messy");
    return p;
case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
    Serial.println("Communication error");
    return p;
case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
    Serial.println("Could not find fingerprint features");
    return p;
case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
    Serial.println("Could not find fingerprint features");
    return p;
default:
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}

// OK converted!
p = finger.fingerFastSearch();
if (p == FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("Found a print match!");
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Communication error");
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_NOTFOUND) {
    Serial.println("Did not find a match");
    return p;
}

```



```

} else {
  Serial.println("Unknown error");
  return p;
}
// found a match!
Serial.print("Found ID #"); Serial.print(finger.fingerID);
Serial.print(" with confidence of "); Serial.println(finger.confidence);
}
// returns -1 if failed, otherwise returns ID #
int getFingerprintIDez() {
  uint8_t p = finger.getImage();
  if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
  p = finger.image2Tz();
  if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
  p = finger.fingerFastSearch();
  if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
}
  if(finger.fingerID==9)
  {
    Serial.println(" bienvenido Rolando ");
  }
  // found a match!
  Serial.print("Found ID #");
  Serial.print(finger.fingerID);
  Serial.print(" with confidence of ");
  Serial.println(finger.confidence);
  return finger.fingerID;
}

```

CÓDIGO COMUNICACIÓN ARDUINO-SERVIDOR

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
//Asignamos una dirección MAC
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
//Asignar dirección IP
IPAddress ip(10, 10, 10, 2);
//Inicializar instancia de la libreria ethernet
EthernetClient client;
//Dirección IP del servidor con la página PHP
char server[] = "10.10.10.1";
String codigo; //Aquí se almacena la respuesta del servidor
String nombre; //Aquí se almacena el nombre que recuperamos de MySQL
boolean fin = false;
void setup()
{
  Ethernet.begin(mac, ip); // inicializa ethernet shield
  Serial.begin(9600);
  delay(1000); // espera 1 segundo despues de inicializar
  //pinMode(verde, OUTPUT);

```

```

//pinMode(rojo, OUTPUT);
//digitalWrite(verde, LOW);
//digitalWrite(rojo, LOW);
Serial.print("IP: ");
Serial.println(Ethernet.localIP());
int identificador=1;
Serial.print("El id enviado es: ");
Serial.print(identificador);
//llamamos a la función que nos permitira comunicarnos con el servidor
    httpRequest(identificador);
}
int httpRequest(int identificador)
{
    Serial.println("");
    Serial.println("Por favor espere mientras se Conecta..");
    if (client.connect(server, 8080)) {
        Serial.println("Coneccion exitosa :)");
        // Enviar la petición HTTP
        //Dirección del archivo php dentro del servidor
        client.print("GET /validacion/consulta/consulta/ejecuta4.php?idprof=");
        //Mandamos la variable junto a la línea de GET
        client.print(identificador);
        client.println(" HTTP/1.0");
        //IP del servidor
        client.println("Host: 10.10.10.1");
        client.println("User-Agent: arduino-ethernet");
        client.println("Connection: close");
        client.println();
    }
    else {
        // Si no conseguimos conectarnos
        Serial.println("Conexión fallida");
        Serial.println("Desconectando");
        client.stop();
    }
}
delay(500);
//Comprobamos si tenemos respuesta del servidor y la
//almacenamos en el string ----> codigo.
while (client.available()) {
    char c = client.read();
    codigo += c;
    //Habilitamos la comprobación del código recibido
    fin = true;
}
//Si está habilitada la comprobación del código entramos en el IF
if (fin) {
    // Serial.println(codigo);
    //Analizamos la longitud del código recibido
    int longitud = codigo.length();
}

```

```

//Buscamos en que posición del string se encuentra nuestra variable
int posicion = codigo.indexOf("valor=");
//Borramos lo que haya almacenado en el string nombre
nombre = "";
//Analizamos el código obtenido y almacenamos el nombre en el string nombre
for (int i = posicion + 6; i < longitud; i++){
  if (codigo[i] == ';') i = longitud;
  else nombre += codigo[i];
}
//Deshabilitamos el análisis del código
fin = false;
//Imprimir el nombre obtenido
Serial.println("El acceso para el id enviado es: " + nombre);
if(nombre=="correcto")
{
  Serial.println("ABRIR PUERTA");
}
if(nombre=="incorrecto")
{
  Serial.println("NO ABRIR PUERTA");
}
//Cerrar conexión
Serial.println("Desconectarn");
client.stop();
}
//Borrar código y salir de la función//Dirección IP del servidor
codigo="";
return 1;
}
void loop()
{
  delay(5000);
}

```

CÓDIGO HUELLA-SERVIDOR

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
//shield
//Asignamos una dirección MAC
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
//Asignar dirección IP
IPAddress ip(10, 10, 10, 2);
//Inicializar instancia de la librería ethernet
EthernetClient client;
//Dirección IP del servidor con la página PHP
char server[] = "10.10.10.1";
String codigo; //Aquí se almacena la respuesta del servidor

```

```

String nombre; //Aquí se almacena el nombre que recuperamos de MySQL
boolean fin = false;
//lector
int getFingerprintIDez();
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
SoftwareSerial mySerial(2, 3);
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("prueba de dedo");
  // ajusta velocidad del sensor
  finger.begin(57600);
  if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("sensor de huella encontrado!");
  } else {
    Serial.println("sensor no encontrado:");
    while (1);
  }
  Serial.println("Esperando para validar huella...");
  delay(1000); // espera 1 segundo despues de inicializar
  Ethernet.begin(mac, ip); // inicializa ethernet shield
  Serial.print("IP: ");
  Serial.println(Ethernet.localIP());
}
void loop()
{
  getFingerprintIDez();
  delay(50);
}
uint8_t getFingerprintID() {
  uint8_t p = finger.getImage();
  switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
      Serial.println("Image taken");
      break;
    case FINGERPRINT_NOFINGER:
      Serial.println("No finger detected");
      return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
      Serial.println("Communication error");
      return p;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
      Serial.println("Imaging error");
      return p;
    default:
      Serial.println("Unknown error");
      return p;
  }
}

```

```

}
// OK success!
p = finger.image2Tz();
switch (p) {
  case FINGERPRINT_OK:
    Serial.println("Image converted");
    break;
  case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
    Serial.println("Image too messy");
    return p;
  case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
    Serial.println("Communication error");
    return p;
  case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
    Serial.println("Could not find fingerprint features");
    return p;
  case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
    Serial.println("Could not find fingerprint features");
    return p;
  default:
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}
// OK converted!
p = finger.fingerFastSearch();
if (p == FINGERPRINT_OK) {
  Serial.println("Found a print match!");
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR) {
  Serial.println("Communication error");
  return p;
} else if (p == FINGERPRINT_NOTFOUND) {
  Serial.println("Did not find a match");
  return p;
} else {
  Serial.println("Unknown error");
  return p;
}
// found a match!
Serial.print("ID encontrado #"); Serial.print(finger.fingerID);
Serial.print(" with confidence of "); Serial.println(finger.confidence);
}
// returns -1 if failed, otherwise returns ID #
int getFingerprintIDez() {
  uint8_t p = finger.getImage();
  if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;

  p = finger.image2Tz();
  if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;

```

```

p = finger.fingerFastSearch();
if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;

// found a match!
Serial.print("Found ID #");
Serial.print(finger.fingerID);
Serial.print(" with confidence of ");
Serial.println(finger.confidence);
  httpRequest( finger.fingerID);
}
int httpRequest(int finger.fingerID)
{
  Serial.println("");
  Serial.println("Por favor espere mientras se Conecta..");
  if (client.connect(server, 8080)) {
    Serial.println("Coneccion exitosa :)");
    // Enviar la petición HTTP
    //Dirección del archivo php dentro del servidor
    client.print("GET /arduinomysql/valormysql.php?finger.fingerID=");
    //Manda la variable junto a la línea de GET
    client.print(finger.fingerID);
    client.println(" HTTP/1.0");
    //IP del servidor
    client.println("Host: 10.10.10.1");
    client.println("User-Agent: arduino-ethernet");
    client.println("Connection: close");
    client.println();
  }
  else {
    // Si no se consigue conectarnos
    Serial.println("Conexión fallida");
    Serial.println("Desconectando");
    client.stop();
  }
  delay(500);
  //Comprobar respuesta del servidor y se almacena en el string
  while (client.available()) {
    char c = client.read();
    codigo += c;
    //Habilitar la comprobación del código recibido
    fin = true;
  }
  //Si está habilitada la comprobación del código entra en el IF
  if (fin) {
    // Serial.println(codigo);
    //Analizar la longitud del código recibido
    int longitud = codigo.length();
    //Buscar en qué posición del string se encuentra nuestra variable
    int posicion = codigo.indexOf("valor=");

```

```

//Borrar lo que haya almacenado en el string nombre
nombre = "";
//Analizar el código obtenido y almacenamos el nombre en el string nombre
for (int i = posicion + 6; i < longitud; i++){
  if (codigo[i] == ';') i = longitud;
  else nombre += codigo[i];
}
//Deshabilitar el análisis del código
fin = false;
//Imprimir el nombre obtenido
Serial.println("El acceso para el id enviado es: " + nombre);
if(nombre=="correcto")
{
  Serial.println("ABRIR PUERTA");
}
if(nombre=="incorrecto")
{
  Serial.println("NO ABRIR PUERTA");
}
//Cerrar conexión
Serial.println("Desconectarn");
client.stop();
}
//Borrar código y salir de la función//Dirección IP del servidor
codigo="";
return 1;
}

```

CÓDIGO DEL LECTOR DE HUELLA EN EL ARDUINO MEGA MAESTRO

```

#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
int getFingerprintIDez();
// pin #50 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #51 is OUT from arduino (YELLOW wire)
SoftwareSerial mySerial(50, 51);
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("prueba de dedo");
  pinMode(13,OUTPUT);//declaro el pin que usare para control
  // ajusta velocidad del sensor
  finger.begin(57600);
  if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("sensor de huella encontrado!");
  } else {

```

```

    Serial.println("sensor no encontrado:");
    while (1);
}
Serial.println("Waiting for valid finger...");
Serial1.begin(9600); // Configuracion del puerto serial de comunicacion con el
ESCLAVO 1
}
void loop()
{
    getFingerprintIDez();
    delay(50);
    digitalWrite(13,LOW);
}
uint8_t getFingerprintID() {
    uint8_t p = finger.getImage();
    switch (p) {
        case FINGERPRINT_OK:
            Serial.println("Image taken");
            break;
        case FINGERPRINT_NOFINGER:
            Serial.println("No finger detected");
            return p;
        case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
            Serial.println("Communication error");
            return p;
        case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
            Serial.println("Imaging error");
            return p;
        default:
            Serial.println("Unknown error");
            return p;
    }
    // OK success!
    p = finger.image2Tz();
    switch (p) {
        case FINGERPRINT_OK:
            Serial.println("Image converted");
            break;
        case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
            Serial.println("Image too messy");
            return p;
        case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
            Serial.println("Communication error");
            return p;
        case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
            Serial.println("Could not find fingerprint features");
            return p;
        case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
            Serial.println("Could not find fingerprint features");

```



```

    return p;
default:
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}
// OK converted!
p = finger.fingerFastSearch();
if (p == FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("Found a print match!");
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Communication error");
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_NOTFOUND) {
    Serial.println("Did not find a match");
    return p;
} else {
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}
// found a match!
Serial.print("Found ID #"); Serial.print(finger.fingerID);
Serial.print(" with confidence of "); Serial.println(finger.confidence);
}
// returns -1 if failed, otherwise returns ID #
int getFingerprintIDez() {
    uint8_t p = finger.getImage();
    if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
    p = finger.image2Tz();
    if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
    p = finger.fingerFastSearch();
    if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
    //////////SI LA HUELLA EXISTE Y EL ID ES MAYOR A 1
    if(finger.fingerID>=1)
    {
        int num=finger.fingerID; // SE CREA UNA VARIABLE AUXILIAR PARA
        GUARDAR EL VALOR DEL ID

        Serial.println(num);
        Serial1.write(num); // SE ENVIA EL VALOR DEL ID OBTENIDO AL ARDUINO
        ESCLAVO
    }
    return finger.fingerID;
}

```

CÓDIGO DEL ETHERNET SHIELD EN EL ARDUINO UNO ESCLAVO

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
//Asignamos una dirección MAC

```

```

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
//Asignar dirección IP
IPAddress ip(10, 10, 10, 2);
//Inicializar instancia de la libreria ethernet
EthernetClient client;
//Dirección IP del servidor con la página PHP
char server[] = "10.10.10.1";
//Variables que necesita para funcionar
const int led =9;
String codigo;      //Aquí se almacena la respuesta del servidor
String nombre;     //Aquí se almacena el nombre que recuperamos de MySQL
boolean fin = false;
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  // Iniciar puerto serie
  Serial.begin(9600);
  // Dar un respiro a Arduino
  delay(1000);
  //Iniciar la conexión de red
  Ethernet.begin(mac, ip);
  // Imprimir la dirección IP
  Serial.print("IP: ");
  Serial.println(Ethernet.localIP());
}
void loop() {
  if (Serial.available()>0){
    //leemos el identificador
    int identificador=Serial.read();
    // int identificador = Serial.readString().toInt();
    //llamamos a la función que nos permitira comunicarnos con el servidor
    httpRequest(identificador);
  }
}
// Con esta función hacemos la conexión con el servidor
int httpRequest(int identificador) {
  // Comprobar si hay conexión
  if (client.connect(server, 8080)) {
    Serial.println("Conectado");
  }
  // Enviar la petición HTTP
  //Dirección del archivo php dentro del servidor
  //client.print("GET /arduinomysql/valormysql.php?id=");
  client.print("GET /validacion/consulta/consulta/ejecuta4.php?idprof=");
  //Mandamos la variable junto a la línea de GET
  client.print(identificador);
  client.println(" HTTP/1.0");
  //IP del servidor
  client.println("Host: 10.10.10.1");
  client.println("User-Agent: arduino-ethernet");
  client.println("Connection: close");
}

```

```

    client.println();
}
else {
    // Si no conseguimos conectarnos
    Serial.println("Conexión fallida");
    Serial.println("Desconectando");
    client.stop();
}
delay(500);
//Comprobamos si tenemos respuesta del servidor y la
//almacenamos en el string ----> codigo.
while (client.available()) {
    char c = client.read();
    codigo += c;
    //Habilitamos la comprobación del código recibido
    fin = true;
}
//Si está habilitada la comprobación del código entramos en el IF
if (fin) {
    // Serial.println(codigo);
    //Analizamos la longitud del código recibido
    int longitud = codigo.length();
    //Buscamos en que posición del string se encuentra nuestra variable
    int posicion = codigo.indexOf("valor=");
    //Borramos lo que haya almacenado en el string nombre
    nombre = "";
    //Analizamos el código obtenido y almacenamos el nombre en el string nombre
    for (int i = posicion + 6; i < longitud; i++){
        if (codigo[i] == ';') i = longitud;
        else nombre += codigo[i];
    }
    //Deshabilitamos el análisis del código
    fin = false;
    //Imprimir el nombre obtenido
    Serial.println("El acceso para el id enviado es: " + nombre);
    if(nombre=="correcto")
    {
        Serial.println("ABRIR PUERTA");
        digitalWrite(led, HIGH);
        delay(7000);// Encendido del LED del PIN 13
    }
    if(nombre=="incorrecto")
    {
        Serial.println("NO ABRIR PUERTA");
        digitalWrite(led, LOW); // Apagado del LED del PIN 13
    }
    //Cerrar conexión
    Serial.println("Desconectarn");
    client.stop();
}

```

```

}
//Borrar código y salir de la función//Dirección IP del servidor
codigo="";
return 1;
}

```

SCRIPT PHP

```

<?php
/***** CONEXION CON EL SERVIDOR *****/
$con = mysql_connect("10.10.10.1:", "conexionarduino", "r6b8LxuavTtp3ebQ");
if (!$con){die('ERROR DE CONEXION CON MYSQL: ' . mysql_error());}
/***** CONEXION CON LA BASE DE DATOS *****/
$dbase = mysql_select_db("validacion_acceso", $con);
if (!$dbase){die('ERROR CONEXION CON BD: ' . mysql_error());}
//ejecutamos la consulta
$idprof=$_GET['idprof'];
$sql=mysql_query("SELECT nombre, dia, entrada, salida FROM horarios AS h
JOIN profesor AS p ON h.idprof = p.idprof WHERE h.idprof=" . $_GET['idprof'].
" AND entrada < CURTIME() AND salida > CURTIME() AND dia =
DAYNAME(CURDATE())", $con);
// cuenta si existe una coincidencia al ejecutarse la consulta y se almacena en la
variable nombre
$num = mysql_num_rows($sql);
if($num == 1){
$num="correcto";
//si existe una coincidencia la variable nombre es igual a correcto y este es el
valor que se devuelve al arduino
echo "valor=" . $num . ";";
// ademas se realiza una consulta de inserción de datos a la tabla de acceso
mysql_query ("INSERT INTO accesos (dia_de_acceso, hora_de_acceso, idprof)
VALUES (CURDATE(), CURTIME(), '$idprof')");
}
else {
// si la consulta no se cumple la variable nombre es igual a incorrecto y este es
el valor que se devuelve al arduino
$num="incorrecto";
echo "valor=" . $num . ";";
}
?>

```