

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación

Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales



PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO AL LABORATORIO DE
INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA DEL EDIFICIO J1 DEL CAMPUS IIT
DE LA UACJ, MEDIANTE HUELLA DIGITAL

Reporte Técnico de Investigación presentado por:

Luis Brandy Lucero Urista 132183

Requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Asesor: Gabriel Bravo

Co-Asesor: Francisco Javier Enríquez Aguilera

Ciudad Juárez, Chihuahua

5 de noviembre del 2019

Ciudad Juárez, Chihuahua, a 5 de noviembre del 2019
Asunto: Liberación de Asesoría

Mtro. Ismael Canales Valdiviezo
jefe del Departamento de Ingeniería
Eléctrica y Computación
Presente. –

Por medio de la presente me permito comunicarle que, después de haber realizado las asesorías correspondientes al reporte técnico PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO AL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA DEL EDIFICIO J1 DEL CAMPUS IIT DE LA UACJ, MEDIANTE HUELLA DIGITAL, del alumno Luis Brandy Lucero Urista, de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales, considero que lo ha concluido satisfactoriamente, por lo que puede continuar con los trámites de titulación intracurricular.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

Gabriel Bravo Martinez
Profesor Investigador IIT

Francisco Javier Enríquez Aguilera
Profesor Investigador IIT

Ccp:

Coordinador del Programa de Sistemas Computacionales
Luis Brandy Lucero Urista
Archivo

Ciudad Juárez, Chihuahua, a 5 de noviembre del 2019
Asunto: Autorización de Impresión

C. Luis Brandy Lucero Urista
Presente. -

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos solicitados, informo a usted que se autoriza la impresión del documento de PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO AL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA DEL EDIFICIO J1 DEL CAMPUS IIT DE LA UACJ, MEDIANTE HUELLA DIGITAL, para presentar los resultados del proyecto de titulación con el propósito de obtener el título de Licenciado en Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Mtra. Ivonne Haydee Robledo Portillo
Profesor Titular de Seminario de Titulación II

Declaración de Originalidad

Yo, Luis Brandy Lucero Urista, declaro que el material contenido en esta publicación fue elaborado con la revisión de los documentos que se mencionan en el capítulo de Bibliografía, y que la solución obtenida es original y no ha sido copiada de ninguna otra fuente, ni ha sido usada para obtener otro título o reconocimiento en otra institución de educación superior.

Luis Brandy Lucero Urista

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por presentarme todas las herramientas posibles para alcanzar mi objetivo, tales como las personas que me orientaron a lograrlo y todos los recursos que me dispuso para terminar el proyecto de titulación.

Agradezco a mis asesores: Gabriel Bravo y Francisco Javier Enríquez; y a mi maestra de seminario II Ivonne Robledo por su apoyo y amor a su profesión, ya que me guío para la persona exitosa que anhelo. Agradezco al profesor Efrén Alvarado Olivas, por regalarme la enseñanza más noble que un profesor le puede dar a sus alumnos; el valor del trabajo y del esfuerzo. Al coordinador de la carrera Rene Noriega, por estar dispuesto a ayudar en cualquier situación.

Agradezco a mis amigos y compañeros de trabajo, que me ayudaron a ver el lado bueno a todo tipo de situación, de animarme para poder concluir mis estudios, especialmente a Alex, Santos, Carlos, Rodrigo, Paola, Diana, Felix, Emanuel, Luis y Oscar.

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico a Dios. El dispuso de todas las herramientas para poder lograr el objetivo.

A mis padres, por el amor incondicional, trabajo y sacrificio que están dando para poder lograr mis objetivos y metas. Es un orgullo y privilegio ser hijo de los mejores padres. Estoy totalmente agradecido, les debo todo.

A mi novia, por darme el ejemplo de que el trabajo duro se obtiene la mejor recompensa. De trabajar por los que amamos y por uno mismo; por enseñarme a ser dedicado y responsable en todo lo que me comprometa.

A mis hermanos; Hector, Yahel y Frida, por estar presentes, apoyándome en cualquier obstáculo.

Índice de contenido

Resumen	1
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1 Planteamiento del Problema.....	2
Antecedentes.....	2
1.1 Definición del problema.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Alcances y Limitaciones	4
CAPÍTULO 2 Marco Teórico y Tecnológico.....	6
2.1 Control de acceso a cerraduras automatizadas.	6
2.2 Software	6
2.2.1 Lenguaje de programación	6
2.2.2 Arduino IDE	8
2.3 Hardware de Arduino	9
2.3.1 Memoria de Arduino.....	9
2.3.2 Microprocesador.....	10
2.3.3 Arduino MEGA.....	11
2.3.4 Sistema electrónico	12
3.1 Propuesta de solución.....	13
3.2 Descripción de la metodología.....	13
3.3 Fases.....	14
3.3.1 Análisis.....	14
3.3.1.1 Costos de los componentes	16
3.3.2 Diseño	16
3.3.3 Implementación	18
3.3.4 Verificación.....	20
3.3.5 Mantenimiento	20
4.1 Presentación de resultados.....	21
4.2 Análisis de resultados.	23
5.2 Recomendaciones en futuras aplicaciones	24
Bibliografía.....	26

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura de Arduino.	7
Figura 2. Declaración de variables en Arduino.....	7
Figura 3. Funciones en Arduino.....	8
Figura 4. Presentación del entorno desarrollador de Arduino.	8
Figura 5. Representación de memorias de Arduino.	9
Figura 6. Arduino MEGA 2560	11
Figura 7. Metodología de cascada	14
Figura 8. Arduino IDE.	15
Figura 9. Esquema lógico.....	17
Figura 10. Inkscape.	18
Figura 11. Pagina inicial de interfaz.	19
Figura 12. sección de oprimir rectángulo.....	19
Figura 13. sección de colocar huella.....	19
Figura 14. Página de inicio.	21
Figura 15. Opción de seleccionar huella digital.	22
Figura 16. Opción de insertar huella.....	22

Índice de tablas

Tabla 1. Costo de prototipo.....	16
----------------------------------	----

Resumen

Para desarrollar un sistema de control de acceso, es un trabajo complejo, ya que se implementa software y hardware para un solo prototipo. En este proyecto se lleva a cabo la programación de software libre y librerías para la comunicación del programa con los componentes físicos (Microcontrolador de Arduino, memoria volátil, memoria no volátil, reloj en tiempo real, pantalla TFT, sensor dactilar y electroimán). Lo antes mencionado solo son los componentes que se llegaron a utilizar, falta destacar las herramientas que forman parte importante porque son los que se encargan en la creación, interacción e implementación del prototipo; tal y como fue *Arduino IDE* para la programación, *Inkscape* para el diseño de las imágenes que se muestran en la pantalla táctil, *AutoCAD* para el diseño del estuche donde se resguarda el control de acceso, *Createely* para el diseño de los diagramas que se utilizaron para el desarrollo de todo el proyecto. Actualmente el laboratorio de instrumentación electrónica del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ tiene como control de acceso el uso de las llaves físicas. EL objetivo principal de este prototipo ofrece fácil acceso y mayor seguridad. El prototipo sustituye al control de acceso mediante llaves físicas. Las llaves pueden ser hurtadas o hasta clonadas. El prototipo cumple con su objetivo, ya que el resultado de obtener es el acceso al área delimitada con las huellas registradas en el sistema del Arduino. Se pueden almacenar hasta 146 huellas diferentes.

Palabras clave: control de acceso, sensor biométrico, Arduino, Software libre, Pantalla TFT.

Abstract

To develop an access control system, it is a complex job, since software and hardware are implemented for a single prototype. In this project, the programming with free software and libraries for the communication of the program with the physical components (Arduino microcontroller, volatile memory, non-volatile memory, real time clock, TFT screen, finger sensor and electromagnet) is carried out. The aforementioned are only the components that were used, it is necessary to highlight the tools that are an important part because they are the ones responsible for the creation, interaction and implementation of the prototype; as was Arduino IDE for programming, Inkscape for the design of the images shown on the touch screen, AutoCAD for the design of the case where access control is protected, Creately for the design of the diagrams that were used for The development of the entire project. Currently, the electronic instrumentation laboratory of the UACJ Institute of Engineering and Technology has access control to use the physical keys. The main objective of this prototype offers easy access and greater security. The prototype replaces access control by physical keys. The keys can be stolen or even cloned. The prototype fulfills its objective, since the result of obtaining; is the access to the area delimited with the traces registered in the Arduino system. Up to 146 different fingerprints can be stored.

Keyword: Access control, biometric sensor, Arduino, Free software, TFT display.

Introducción

En la actualidad llaves físicas son el único método de seguridad de acceso que tiene el personal del laboratorio de instrumentación electrónica del edificio J1 del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ. Lo cual presenta un riesgo potencial del sistema actual al permitir personas no autorizadas accedan. Se propuso la implementación del control de acceso con huella digital, por el motivo de aumentar la protección del sitio, el control y gestión de las entradas de los usuarios que disponen a utilizar las instalaciones. A pesar de las demás tecnologías que hay en el mercado, esta, presenta comodidad al usuario, ya que le facilita la entrada con el uso de una huella. Las peculiaridades de los demás controles de acceso se limitan a cosas físicas que no otorgan más opciones, cómo estar portando físicamente la llave metálica para poder entrar, donde la implementación sugerida se encuentra justamente en los dedos y es totalmente única. Con una interfaz que proporcionará la pantalla táctil y dispositivos electrónicos se podrá incrementar la comodidad, seguridad y satisfacción de los usuarios. La memoria externa se utiliza para el almacenamiento de las imágenes que se proyectan en la pantalla [1].

A continuación, se explica brevemente lo que se verá en el documento

En el capítulo 1 se presentan los datos principales del proyecto, donde se darán a conocer para poder llegar a una conclusión y respectivamente a el resultado final.

Por lado, en el capítulo 2, se mostrará el marco teórico donde se darán a conocer los conceptos y puntos importantes que se utilizarán en la elaboración del prototipo.

En el capítulo 3, se implementa el desarrollo, donde se verá la solución y la problemática. Se encontrarán las herramientas que se llegarán a utilizar y su procedimiento respectivamente.

Capítulo 4, se determinan los resultados obtenidos con el prototipo.

Al final, el capítulo 5, se demuestran las conclusiones y recomendaciones para trabajo a futuro.

CAPÍTULO 1 Planteamiento del Problema

En el primer capítulo se presentará las principales características del protocolo, esto significa, cual es el problema que se pretende resolver, los objetivos que se cumplirán en el desarrollo del proyecto, la causa de la creación del prototipo, cual método será utilizado. Se dará una visión general de lo que se verá en el proyecto.

Antecedentes

Los sistemas de control de accesos son utilizados para permitir o denegar a zonas restringidas para ciertos usuarios. Los sistemas se utilizan en diversas áreas y de diferentes maneras. Se pueden encontrar sistemas electrónicos más importantes que se pueden encontrar en el mercado (biométricos, acceso mediante tarjetas, claves, códigos de barra, etcétera) [2].

Un control de acceso requiere disponibilidad para que no haya delimitaciones en la movilidad por cambios que producen los permisos de los usuarios. Se necesitan cumplir protocolos y términos para que se implementen los permisos correspondientes a cada persona. Y también es necesario que se tenga suficiente capacidad para que se puedan almacenar cada dato de los diferentes usuarios [2].

Los sistemas de gestión de acceso se clasifican en dos formas:

Controles manuales: Se basan en los que son guardias de seguridad, personal administrativo que otorgan o limitan el permiso de acceso. Para que el sistema funcione, se requiere planificación y moral de las personas encargadas, por lo que la opción adecuada sería que los administradores del sistema identifiquen a todo el personal que está autorizada a acceder al área delimitada. El problema de este tipo de funciones es cuando el grupo de personas es muy grande o el personal cambia a menudo [2].

Controles semi-manuales: Son equipos electromecánicos que se utilizan para gestionar y la evaluación del personal de la solicitud de entrada/salida [2].

1.1 Definición del problema

El sistema de control de acceso provee la prevención, es decir, restringe o controla el acceso al área del laboratorio a usuarios no autorizados. Esto es para evitar una situación de riesgo, lo que lo convierte en un sistema de seguridad preventivo.

La confianza del administrador y la seguridad de poseer el acceso de lector de huella dactilar es el objetivo que se quiere aumentar ya que, al tener acceso controlado al sitio delimitado del edificio del campus desde un lector de huella genera integridad de lo que se resguarda en el laboratorio del edificio, donde quiera que se encuentre el personal autorizado a acceder, ayuda a disminuir el riesgo.

1.2 Justificación

El control de accesos de huella digital en el edificio J1 del campus IIT de la UACJ, determina el aumento de seguridad del sitio y que los usuarios autorizados tengan mayor gestión, seguridad y control al querer acceder. La importancia del control de acceso es generar mayor facilidad y seguridad al ingresar. Definiendo un conjunto de elementos que conforma el control de acceso como el hardware (Arduino, pantalla tft led, lector de huella, reloj de tiempo real.), software (programación en lenguaje C para Arduino) que trabajarán en un mismo sistema para cumplir con los requisitos del edificio J1. Todo eso para prevenir las problemáticas que se generan con el sistema actual del uso de llaves físicas.

1.3 Objetivos

En esta sección se presentan los objetivos generales y específicos del proyecto.

- Objetivo General.

Generar un control de acceso al laboratorio de instrumentación electrónica del edificio J1 del campus IIT de la UACJ, mediante huella digital.

- Objetivos Específicos

1. Indicar qué control de acceso requiere un individuo para que sea verificado con su huella

dactilar que es única.

2. Definir los componentes de un control de accesos.
3. Establecer un sistema inteligente de control de accesos.
4. Identificar solo los usuarios que son autorizados al acceso al edificio J1.
5. Generar un registro de los usuarios autorizados al área.

1.4 Alcances y Limitaciones

Alcances:

1. Proveer acceso a personal autorizado.
 - Control de acceso a personal encargada en el área delimitada del laboratorio (Docentes, administrativos e intendencia).
 - Ingreso a visitantes (estudiantes, usuarios externos), exclusivamente acompañado con usuarios que proveen acceso al laboratorio.
2. Poder tener acceso a una cerradura electrónica mediante un sistema de control de acceso fijo en la pared.
3. Reducir el tiempo en acceder a la cerradura.
4. Solo los usuarios que tengan ya almacenada su huella serán los que gozarán con la facilidad de acceso, ya que se abrirá finalmente la cerradura.
5. No hay ningún tipo de falsificación.
6. La identificación del usuario es personal y único.

Limitaciones:

1. No funcionará la cerradura a falta de energía eléctrica. En este caso se tendrá una llave física que respaldará el sistema.

2. Los usuarios son registrados en el programa principal, que se encuentra en el ordenador del administrador principal.
3. No se podrá utilizar el control de acceso si no se tiene autorización.
4. Espacio limitado de la memoria del control de acceso.
5. Aplicado únicamente al laboratorio del J1.

CAPÍTULO 2 Marco Teórico y Tecnológico

En este capítulo, que se desarrolla a continuación, permite conocer todos los conceptos teóricos y tecnológicos básicos fundamentales para el entendimiento del desarrollo este proyecto.

Se divide con la definición de los temas utilizados para el protocolo correcto que permite llevar a cabo el proceso de la investigación y la gestión del sistema a implementar. Con este marco teórico y tecnológico se podrá comprender el desarrollo que el proyecto implementa para resolver la problemática.

2.1 Control de acceso a cerraduras automatizadas.

Es el permiso que se le otorga a los usuarios para dar entrada o negación de acceso al sitio donde se requiere entrar. En este caso es una sección restringida para cualquier usuario, donde cierta cantidad de usuarios capacitados pueden introducir. Con este sistema de entradas incrementa la seguridad de la información y de lo que se resguarda.

Los sistemas de verificación autentifican la identidad de los usuarios mediante la comparación de los rasgos biométricos con el lector de huellas [4].

2.2 Software

Factores lógicos, que interpretan en los sistemas informáticos, el compuesto de tareas específicas de los gestores de acceso mediante los microcontroladores de Arduino y los componentes a utilizar.

2.2.1 Lenguaje de programación

El lenguaje de programación de Arduino es dividido en tres partes importantes:

- **Estructura**

La estructura de Arduino se divide en dos partes: loop y setup.

Setup:

es la forma de preparación del programa, la incorporación de variables y es la primera función que se ejecuta en el programa. Se genera solamente una vez y se utiliza para configurar el

pinMode (función que permite configurar cada pin de la placa) [5].

Loop:

Es la ejecución donde se encuentra el código, donde se puede ver una representación en la siguiente imagen (figura 1). [5]

```
1 void setup() {  
2   pinMode(pin, OUTPUT);    // Establece 'pin' como salida  
3 }  
4 void loop() {  
5   digitalWrite(pin, HIGH); // Activa 'pin'  
6   delay(1000);             // Pausa un segundo  
7   digitalWrite(pin, LOW);  // Desactiva 'pin'  
8   delay(1000);  
9 }
```

Figura 1. Estructura de Arduino.

- Variables

Son declaradas para almacenar datos específicos, puede ser de diferentes tipos de datos; como por ejemplo hay variables de tipo entero, valores tipo flotante (figura 2). Puede ser declarada en el inicio del programa [5].

```
1 int v;           // 'v' es visible en todo el programa  
2 void setup() {  
3   // no se requiere setup  
4 }  
5 void loop() {  
6   for (int i=0; i<20;) // 'i' es visible solo en el bucle  
7     i++;  
8   float f; // 'f' es visible únicamente en la función loop()  
9 }
```

Figura 2. Declaración de variables en Arduino.

- Funciones

Es un bloque de código identificado por un nombre y que es ejecutado cuando función es llamada. La declaración es una función incluye en el primer lugar el tipo de datos que devuelve una función. Para mejor entendimiento del programa, después del tipo de dato se especifica el nombre de la función (figura 3) [5].

```

1 int v;          // crea una variable temporal 'v'
2 v = analogRead(pot);    // lee el valor del potenciómetro
3 v /= 4;          // convierte los valores 0-1023 a 0-255
4 return v;        // devuelve el valor final de la variable
5

```

Figura 3. Funciones en Arduino.

2.2.2 Arduino IDE

Entorno desarrollador de Arduino. El lenguaje que se maneja en el IDE son C/C++. Las funciones de los lenguajes de programación proporcionadas por el compilador generan polémica cuando se implementa la extracción de entradas y salidas desde el punto de vista de un desarrollador de computadoras. Se necesita de librerías para programar con la tarjeta específica, como también se necesitan para la gestión de diferentes tipos de componentes. Este entorno de desarrollo es de software libre. Ejemplo se muestra en la siguiente imagen (figura 4) [6].

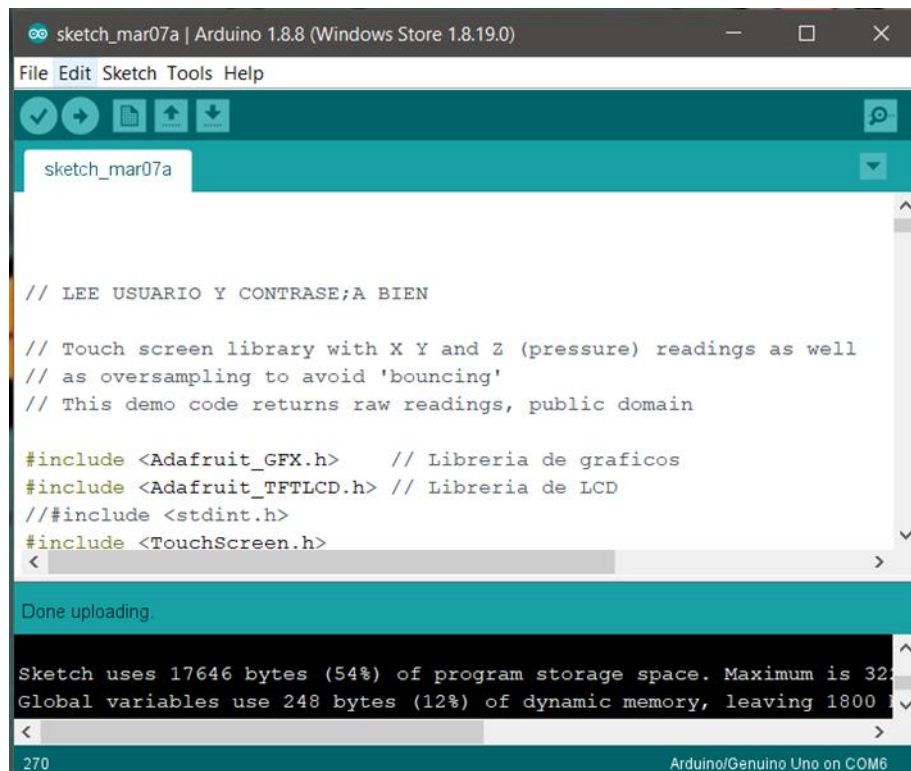


Figura 4. Presentación del entorno desarrollador de Arduino.

2.3 Hardware de Arduino

Es una placa de “open hardware” que asocia un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra que permiten la comunicación de sensores.

Arduino es una placa de circuito impreso. Son espacios creados de materiales no conductores sobre las cuales aparecen unidas pistas de material conductor. Se utilizan para conectar eléctricamente, a través de los conductores, componentes electrónicos.

Arduino maneja diferentes modelos de placas, cada una con características específicas (tamaño, cantidad de pines, modelo del microcontrolador, cantidad de memoria utilizable, entre otras cosas). Su funcionamiento es parecido entre sí [7].

2.3.1 Memoria de Arduino

Son generalmente los encargados de resguardar instrucciones y los datos que necesita el Arduino. De tal manera toda la información estará disponible para cuando lo requiera el CPU. Los microcontroladores cuentan con memoria volátil y no volátil (figura 5). En ese caso se tiene:

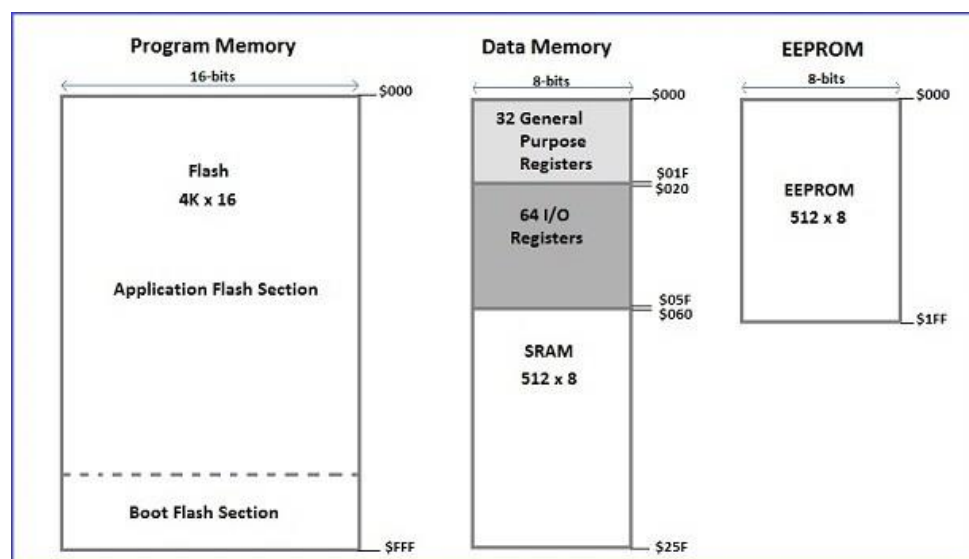


Figura 5. Representación de memorias de Arduino.

- **Memoria EEPROM**

Memoria donde se almacenan datos una vez apagado el microcontrolador para poder utilizar esa información después de prender y apagar el Arduino. En la memoria EEPROM (donde se encuentran datos) está separada de la memoria que tiene introducida instrucciones (memoria Flash), donde los dos tipos de memoria se comunican con el CPU de forma independiente y en paralelo, adquiriendo optimización y velocidad. Sirven para almacenar por cierta cantidad de tiempo los resultados de las instrucciones ejecutadas y para almacenar instrucciones que en el momento se están ejecutando [7].

- **Memoria FLASH**

Es la memoria donde se conserva de forma permanente el programa que ejecuta el microcontrolador. No se puede utilizar el espacio de la memoria flash porque existen 512 bytes que son usados por el código que proviene de fabrica (llamado “gestor de arranque”), donde se puede utilizar el Arduino de manera simple sin tener conocimiento previo del interior [7].

- **Memoria SRAM**

Memoria volátil donde se encuentra la información del programa que requiere usar en ese momento. Son datos pueden estar cambiando por el paso del tiempo de ejecución de cada programa. El valor del tipo de dato, su valor siempre será borrado cuando deje de ser alimentado de electricidad la placa [7].

2.3.2 Microprocesador

Es la simplificación de una computadora en circuito impreso. La computadora está formada por elementos que funcionan de diferentes maneras en torno al procesador. Los elementos

mencionados se dividen en cuatro partes: memoria volátil, memoria no volátil, procesador y los conectores que comunican con la interfaz. Son diferentes los componentes que constituyen la computadora, pero trabajan juntos para garantizar el funcionamiento de un ordenador.

La interfaz del microcontrolador es una serie de conexiones que permiten la comunicación con el ordenador ya sea de un ratón, teclado o pantalla (hardware) [8].

2.3.3 Arduino MEGA

Se puede alimentar por el puerto de USB cuando se conecta a la computadora a través de la entrada de alimentación. La fuente de alimentación que proporciona mejor voltaje será el que el Arduino utilice. EL Arduino tiene una entrada tipo (VIN), un conector 5V, un conector 3.3V y las tomas de tierra. Se dividen en dos partes los conectores de entradas y salidas:

Los 54 conectores de entrada y de salida se usan para dar flujo, utilizando las funciones pinMode, DigitalRead y DigitalWrite.

La tarjeta dispone potencial alto, por el número de entradas y de salidas digitales y análogas; permite el control de objetos interconectados entre ellos. Dispone de un procesador y memoria potente a diferencia de las demás tablillas de Arduino. Microprocesador se muestra en la siguiente imagen (figura 6) [8].

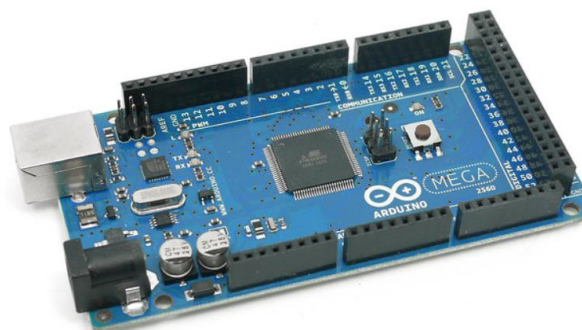


Figura 6. Arduino MEGA 2560

2.3.4 Sistema electrónico

Conjunto de sensores, circuitos de procesamiento, control y fuente de alimentación.

Los sensores consiguen información del mundo físico externo y la convierten en una señal eléctrica que es manipulada por los circuitos internos de control. Existen sensores de diferentes tipos: de temperatura, humedad, movimiento de sonido, etc.

Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan una señal eléctrica. La manipulación de la señal depende del diseño de los componentes del hardware, como el conjunto lógico de instrucciones que provienen del programa.

La fuente de alimentación proporciona energía necesaria para que pueda hacer todo el proceso. Ejemplo de fuentes son las pilas, adaptadores de corriente alterna [7].

CAPÍTULO 3 Desarrollo del proyecto

En este capítulo se explica el desarrollo utilizado durante la implementación del control de acceso mediante huella digital.

En primera, se describe la propuesta de solución y problemática del proyecto. Dónde también se detallan los materiales implementados, como los programas que se utilizaron en el diseño y codificación, y posteriormente se describen como fueron utilizados esos recursos.

3.1 Propuesta de solución

La problemática que se presenta en el laboratorio de instrumentación electrónica en el edificio del J1 del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ, es la falta de control de acceso de este, por lo cual se propone un acceso controlado por medio de un sensor biométrico (sensor dactilar) y de acuerdo con un sistema electrónico se le dará acceso al personal autorizado. La razón con la que se propone la implementación es el aumento de seguridad y comodidad para el usuario. Dónde el factor de la seguridad es el control de acceso, indicando quien tiene entrada y quien no. La comodidad que implementa el sistema al ingresar es que solo se requiere una huella dactilar por persona.

3.2 Descripción de la metodología

Conforme el planteamiento del proyecto, se implementó la metodología de cascada, cómo su nombre describe el enfoque metodológico que se establece por etapas de desarrollo de software. En la implementación de etapas no se pueden saltar si no se concluye la etapa anterior. Al concluir cada fase se realiza una revisión que indica si el proyecto está listo para avanzar. El ejemplo se puede analizar en la siguiente figura 3.1

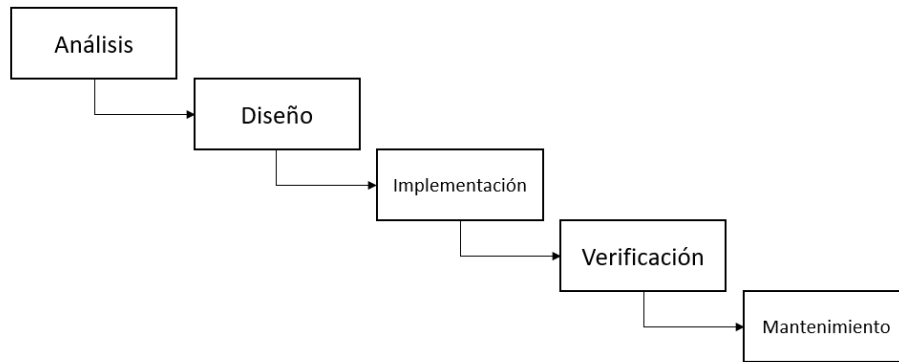


Figura 7. Metodología de cascada

3.3 Fases

Se mostrará a continuación el protocolo a seguir de la metodología implementada.

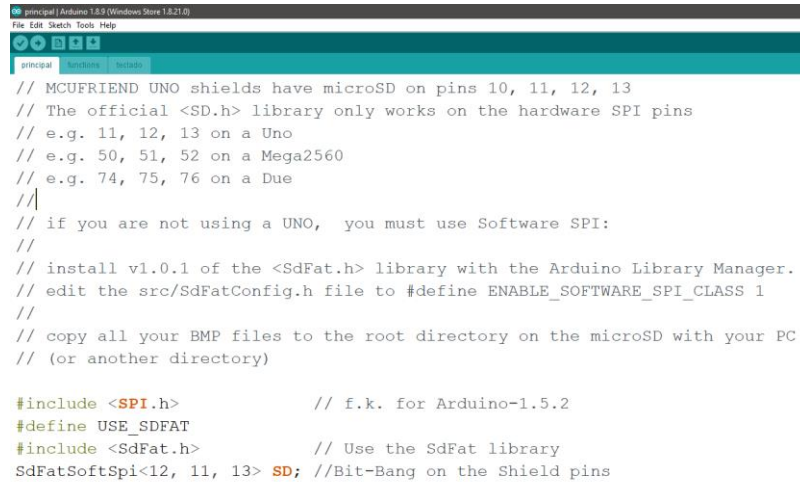
3.3.1 Análisis

- **Arduino MEGA**

Se eligió Arduino por el desarrollo de Open Source que se implementa en las tablillas. Su bajo costo es importante, es fácil de manipular y se aprende el uso de electrónica.

- **Arduino IDE**

Se puede conectar diferentes tipos de hardware (que se irán indicando en el transcurso del capítulo 3). Se puede utilizar programación tipo C en la plataforma de Arduino IDE. Las librerías son puntos importantes del desarrollo del proyecto. Se puede mostrar en la siguiente Figura 8.



```
principal | Arduino 1.8.5 (Windows Store 1.8.21.0)
File Edit Sketch Tools Help

principal | Sketchbook | Testado

// MCUFRIEND UNO shields have microSD on pins 10, 11, 12, 13
// The official <SD.h> library only works on the hardware SPI pins
// e.g. 11, 12, 13 on a Uno
// e.g. 50, 51, 52 on a Mega2560
// e.g. 74, 75, 76 on a Due
//\
// if you are not using a UNO, you must use Software SPI:
//
// install v1.0.1 of the <SdFat.h> library with the Arduino Library Manager.
// edit the src/SdFatConfig.h file to #define ENABLE_SOFTWARE_SPI_CLASS 1
//
// copy all your BMP files to the root directory on the microSD with your PC
// (or another directory)

#include <SPI.h> // f.k. for Arduino-1.5.2
#define USE_SDFAT
#include <SdFat.h> // Use the SdFat library
SdFatSoftSpi<12, 11, 13> SD; //Bit-Bang on the Shield pins
```

Figura 8. Arduino IDE.

- **Pantalla TFT**

Con el transistor de película delgada (por sus siglas en inglés), se utilizará para mostrar la interfaz del prototipo. Dando una mejor interacción hombre-maquina. Facilita el flujo de control de acceso haciendo uso de imágenes acomodadas en posiciones definidas en la pantalla del dispositivo.

- **Inkscape**

Es el programa de open Source que se utilizara para la creación de imágenes que se plasmaran en la pantalla tft. Con el propósito de crear una interfaz para el usuario. Donde se posicionarán imágenes en vectores gráficos, para mostrar lo que leerá el usuario para poder presionar en la pantalla la superficie deseada.

- **Creately**

Esta herramienta basada en web permitirá que se creen diagramas, para el diseño del prototipo. Un mejor entendimiento al sistema que se emplea para cualquier usuario que lo desee interpretar.

- **Sensor de huella dactilar**

Este dispositivo digital, será el que leerá, guardará e identificará las huellas dactilares de los usuarios autorizados para acceder al laboratorio de instrumentación.

- **AutoCAD**

Herramienta que se utilizará para la creación de la caja donde se resguardará el Arduino y los demás componentes del prototipo. Esta herramienta no es open Source, pero la universidad otorga licencias para los estudiantes. Las dimensiones de la caja se basarán en las dimensiones de los componentes del control de acceso.

3.3.1.1 Costos de los componentes

El valor monetario del prototipo desarrollado es de US\$ 98.03 (Dólares). Realizando un resumen total se puede indicar en la tabla mostrada la siguiente información:

Concepto	Moneda	Precio	Cantidad
Microcontrolador Arduino MEGA	US\$	14.99	1
Pantalla TFT	US\$	8.99	1
Sensor Dactilar	US\$	21.99	1
Impresión en 3D de la caja	US\$	23.5	1
Cerradura Magnética Electroimán	US\$	25.99	1
Reloj de tiempo real	US\$	2.57	1
Costo total	US\$	98.03	6

Tabla 1. Costo de prototipo

3.3.2 Diseño

En el desarrollo del sistema se siguió el protocolo que indica el método de cascada y con la implementación de idea de mejora, el manejo y control de acceso del sitio resguardado que se indican en esta sección.

Se analizaron requerimientos para el reconocimiento de huella. Se implementó el equipo especializado la detección de huella, para determinar los requerimientos de software y hardware.

Se diseñó un algoritmo lógico (se muestra en la figura 9) para implementar la funcionalidad del sistema de control de accesos. Se utilizó un estado de máquina para indicar las fases del sistema.

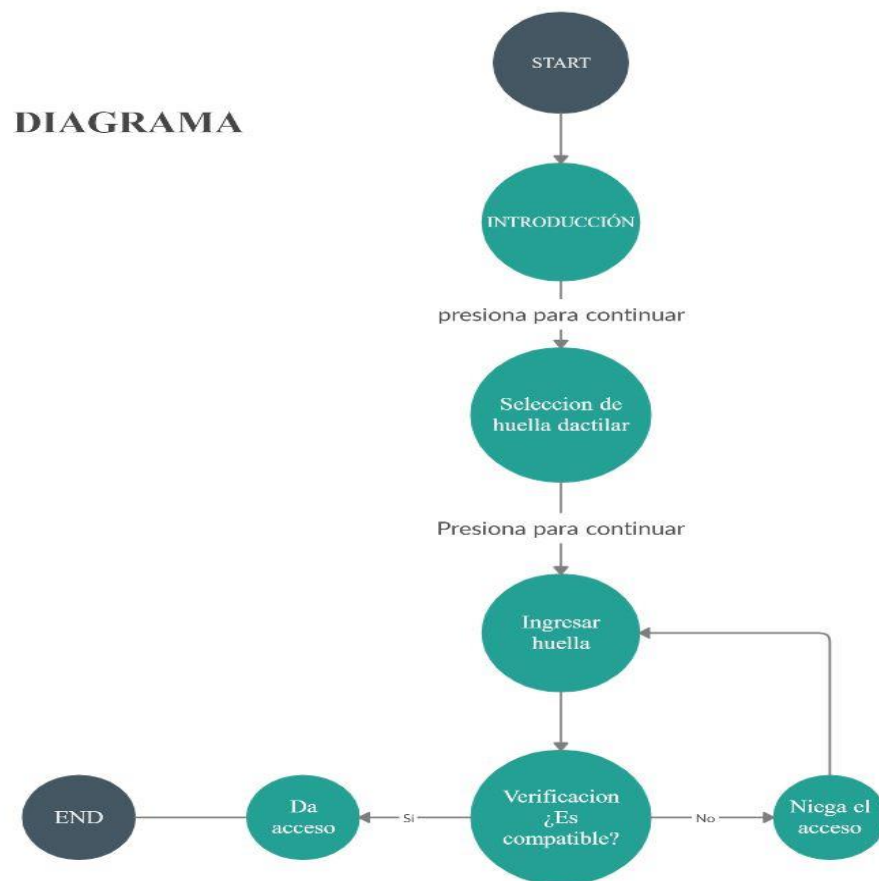


Figura 9. Esquema lógico

Los requerimientos de las actividades se diseñan con un algoritmo que reconozca a la persona mediante su huella con un lector de huellas. Si la persona es identificada correctamente y tiene

permitido el acceso, entonces se le abrirá automáticamente la puerta para que la persona acceda. En caso de lo contrario, solo se le indicará que no es conocida qué intente una vez más.

3.3.3 Implementación

Inkscape es un editor de gráficos vectoriales libre y de código abierto, donde puede crear y editar diagramas, líneas, gráficos e ilustraciones complejas. En este proyecto se utilizó para la creación de pestañas de la interfaz que se ilustra en el control de accesos. Se utilizó para crear archivos de tipo bmp (formato de imágenes). Ver figura 10.

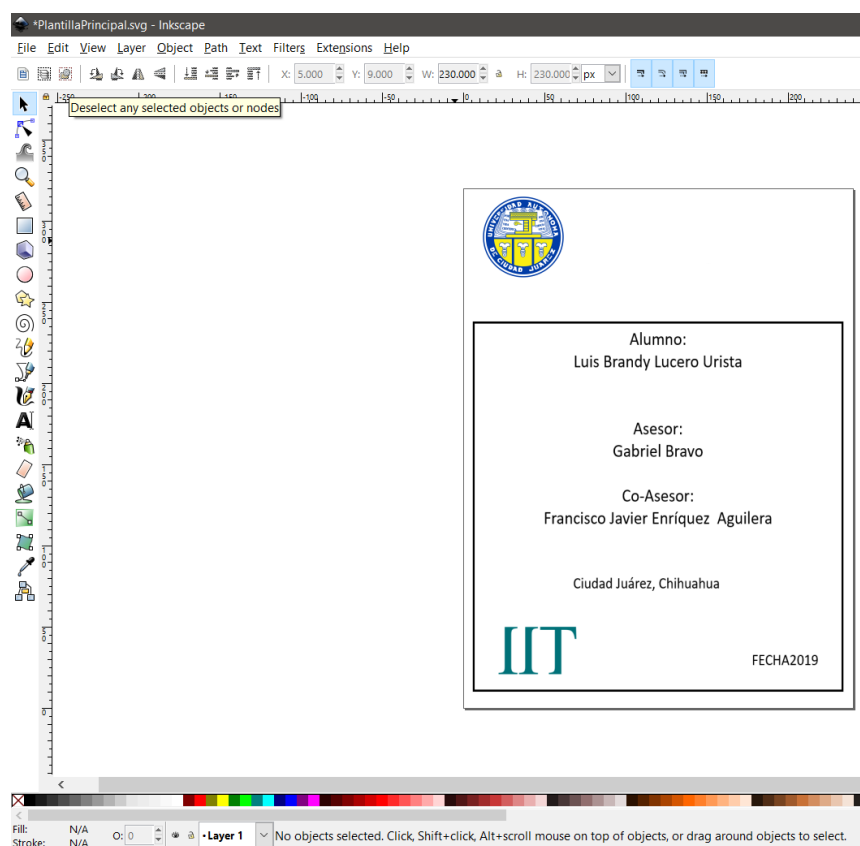


Figura 10. Inkscape.

Se implementó un estándar de imágenes ya que la pantalla de Arduino tiene un margen de 320x240 px. En las siguientes ilustraciones se muestran las coordenadas y las imágenes.

Posición de logo UACJ: 11 x, 264 y	
Contenido de página principal; Posición 5 x, 9 y (estos datos seleccionados son estandarizados en las demás imágenes).	Alumno: Luis Brandy Lucero Urista Asesor: Gabriel Bravo Co-Asesor: Francisco Javier Enriquez Aguilera Ciudad Juárez, Chihuahua  FECHA2019 <i>Figura 11. Pagina inicial de interfaz.</i>
Selección de opciones; Posición 5 x, 9 y	Forma de Acceso: Oprima el rectángulo Huella Digital <i>Figura 12. sección de oprimir rectángulo.</i>
Imagen que indica colocar huella: Posición 5 x, 9 y	 Coloque huella: <i>Figura 13. sección de colocar huella.</i>

3.3.4 Verificación

Se llevó acabo la comprobación del dispositivo, tomando en cuenta las especificaciones de las necesidades del proyecto. Consistió en realizar las pruebas con la huella dactilar de varios usuarios. En este proceso se pudo percatar de varios sucesos que se generaban en la colocación de los dedos de las personas que querían utilizar el lector. Los usuarios que tenían el dedo húmedo (sudor, crema corporal) presentaban problemas en la lectura del dedo.

3.3.5 Mantenimiento

En esta fase es cuando se entrega el producto al cliente (UACJ), donde se verificará ya con el uso de los usuarios y su comportamiento, con el objetivo de optimizar, facilitar y mejorar el prototipo para mejor uso del él. Solo se trabaja en esta fase cuando el producto se le otorga a el usuario final.

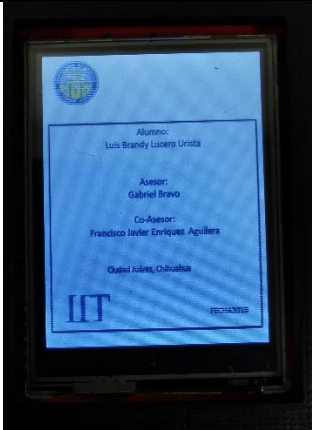
CAPÍTULO 4 Resultados de investigación

En el presente capítulo se determinan los resultados realizados con el control de accesos.

4.1 Presentación de resultados.

En el sistema de control de accesos se implementó bajo el método de cascada. Se adquirieron aprendizajes de las librerías de los diferentes tipos de componentes a utilizar.

De acuerdo con los resultados ilustrados, el control de acceso cumple con los objetivos que es; el acceso a usuarios que tienen almacenada su huella dactilar; previamente almacenados desde el ordenador donde se resguarda el programa. Se pueden almacenar hasta 146 huellas diferentes.

Indicación del suceso:	Pantalla final:
página de inicio:	 <i>Figura 14. Página de inicio.</i>

Página de opción de huella dactilar:



Figura 15. Opción de seleccionar huella digital.

Sección de insertar huella:

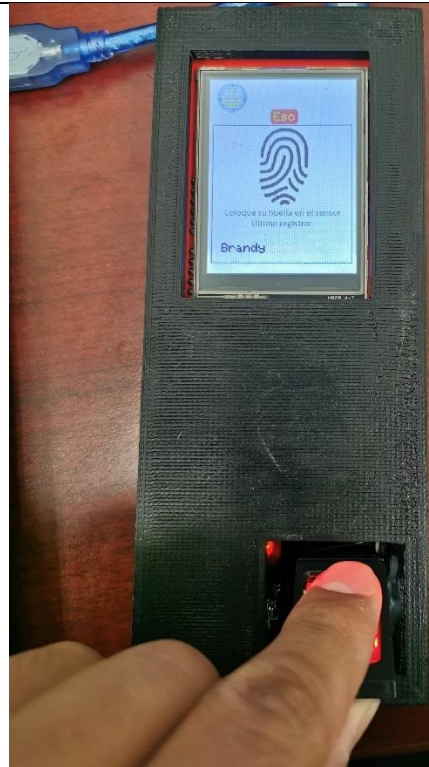


Figura 16. Opción de insertar huella.

4.2 Análisis de resultados.

Para probar el sistema, se introdujeron varias huellas, erróneos y acertados. Durante una semana, para determinar que no tenga problemas con ingresar.

Se realizaron pruebas al control de acceso implementándolo sobre la pared donde se hará el registro. Se esperaban pruebas exitosas, el resultado de detectar a un usuario es eficaz, mientras a un usuario externo (no perteneciente dentro del grupo de personas autorizadas) no le permitió la entrada.

Se notó que al tener la huella del dedo que tenga sudor, es difícil para el lector de huellas detectar a el usuario.

Capítulo 5. Discusiones, conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se destacan las conclusiones y discusiones con lo que se llevó la elaboración del control de acceso, a partir de los materiales, protocolos y resultados que se vieron en el proyecto.

5.1 Con respecto al objetivo de la investigación

A partir de la investigación y al proyecto realizado, se puede concluir:

- Los usuarios autorizados tienen el acceso. Ellos tienen que ser parte del cuerpo administrativo del laboratorio, para poder tener acceso. El encargado del departamento de instrumentación electrónica debe gestionar las huellas de los demás usuarios.
- El Arduino junto con los demás componentes funcionan como control de acceso para definirlo como tal.
- Los usuarios autorizados para ingresar tienen que firmar documentación que la empresa maquiladora indica, para cumplir con los protocolos de información.

5.2 Recomendaciones en futuras aplicaciones

El área de implementación es enorme donde se puede recopilar mucha información y recursos.

Se propone para las siguientes investigaciones.

- Trabajar con diferentes tipos de modelos de Arduino, para comparar los distintos componentes y funcionalidades que tiene cada uno.
- Probar con diferentes componentes como el Raspberry, microcomputadoras.

- Añadirle una base de datos para mejorar la calidad de almacenamiento de las huellas y de las contraseñas con los respectivos datos de los usuarios.
- Hacer que el control de acceso no tenga que estar dependiendo de la luz eléctrica, agregándole un UPS, por si la luz eléctrica del Instituto se ausente.

Bibliografía

- [1] P. Díaz Yeregui, J. Ogalla Ramírez, “Generación de código del control de acceso orientado a aspectos: Un enfoque por metamodelos”, B. S. proyecto, Facultad de Informática, UCM, Madrid, España, 2008.
- [2] R. J. Chapañan (2019, Feb 5). Supervisión y manejo efectivo de centro de control [Online]. Disponible: <https://www.slideshare.net/fidelbances/fafafafafafaf-130549711>
- [3] F. Serratos, “La biometría para la identificación de las personas”, Editorial UOC, España, Tech. PID_00195448, 2012.
- [4] J. Pomares Baeza, “Manual de programación de Arduino”, Grupo de Innovación Educativa en Automática, Universidad de Alcalá, España, Tech, vol. 1, p. 2, 2009.
- [5] S. Barrachina Mir, G. Fabregat Lluca, J. V. Martí Avilés, (2015, julio, 10). Utilizando Arduino Due en la docencia de la entrada/salida [Online]. Disponible: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76760/JENUI2015_68-75.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [6] O. Torrente Artero, Arduino Curso práctico de formación. Primera Edición. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [7] N. Goilav y L. Geoffrey, Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes. Barcelona: Ediciones ENI, 2016.