

Universidad Tecnológica de El Salvador

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS
CARRERA TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE



TEMA:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE CONTROL DE ACCESO
POR CLAVE COMO APOYO A LA SEGURIDAD PATRIMONIAL DEL
LABORATORIO DE HARDWARE DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL
SALVADOR.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

DANILO RAFAEL HERNÁNDEZ REYES
RAFAEL ANTONIO MARTÍNEZ GEORGE
EDWIN ALEXANDER MÉNDEZ MULATO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE

SEPTIEMBRE, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA.

PÁGINA DE AUTORIDADES

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

RECTOR

LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA ROMERO

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA

DECANO

JURADO EXAMINADOR

TÉC. MAURICIO ORLANDO CHINCHILLA BURGOS

PRESIDENTE

LICDA. LILIAN NOEMÍ ROMERO DE LEIVA

PRIMER VOCAL

TÉC. GERMAN ANTONIO ROSA CASTELLANOS

SEGUNDO VOCAL

SEPTIEMBRE, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Licda. Lilian Noemi Romero de Leiva, Tec. German Antonio Rosa Castellanos,
Tec. Mauricio Orlando Chinchilla Burgos,
a las 12:30m. del día Jueves, 25 de junio de dos mil quince.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1- <u>Edwin Alexander Méndez Mulato</u> | <u>Carnet 28-4858-2013</u> |
| 2- <u>Rafael Antonio Martínez George</u> | <u>Carnet 28-0199-2013</u> |
| 3- <u>Danilo Rafael Hernández Reyes</u> | <u>Carnet 28-1223-2012</u> |

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Diseño y construcción de un dispositivo de control de acceso por clave
como apoyo a la seguridad patrimonial del Laboratorio de Hardware de la
Universidad Tecnológica de El Salvador"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA DEL MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

Aprobado

YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, 25 de junio de dos mil quince.

F.



PRIMER VOCAL

Licda. Lilian Noemi Romero de Leiva

F.



SEGUNDO VOCAL

Tec. German Antonio Rosa Castellanos

F.



PRESIDENTE

Tec. Mauricio Orlando Chinchilla Burgos

INDICE

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	i
CAPITULO I SITUACIÓN ACTUAL.....	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Enunciado del problema	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 General.....	3
1.4.2 Específicos.....	3
1.5 Delimitaciones.....	4
1.6 Alcances	4
1.7 Estudio de Factibilidad	5
1.7.1 Factibilidad Económica	6
1.7.2 Factibilidad Técnica.....	8
1.7.3 Análisis general de factibilidades.....	10
CAPÍTULO II DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	12
2.1 Marco Teórico de Referencia.....	12
2.1.1 ¿Qué es un sistema electrónico embebido?.....	12

2.1.2	Características principales de un sistema electrónico embebido.....	14
2.1.3	Bloques funcionales de un Sistema Embebido.	17
2.1.4	Áreas de aplicación de los sistemas electrónicos embebidos.	21
2.1.5	Preguntas sobre sistemas embebidos y prototipos.....	23
2.2	Marco Teórico de Solución	25
2.2.1	Definición de la solución.	27
2.3	Marco Teórico Conceptual.....	31
2.4	Aspectos de Documentación Técnica.	36
2.4.1	Características generales de Microcontrolador Atmega 2560.	37
2.4.2	Características generales tarjeta Arduino MEGA 2560.....	41
2.4.3	Características generales de la pantalla LCD.	51
2.4.4	Características generales teclado matricial 4x3.....	53
2.4.5	Características generales del módulo RTC (reloj en tiempo real) DS1307.	55
CAPÍTULO III DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....		57
3.1	Propuesta de la Solución.....	57
3.2	CONCLUSIONES	81
3.3	RECOMENDACIONES.....	82
Referencias.....		83

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de precios entre Microcontroladores más utilizados.....	6
Tabla 2: Comparativa entre pantallas de despliegue (LCD).	7
Tabla 3: Comparativa entre teclado matricial más utilizados.....	7
Tabla 4: Factibilidad Técnica de Microcontrolador Arduino.....	8
Tabla 5: Factibilidad Técnica de pantalla LCD.	9
Tabla 6: Factibilidad Técnica Teclado Matricial.	10

INDICE DE FIGURAS

Figura: 2.1 Bloque general de un sistema electrónico embebido.	13
Figura: 2.2 Esquema de bloques de un sistema embebido general.	17
Figura: 2.3 Simulación circuito electrónico ensamblado.	28
Figura: 2.4 Esquema general de las etapas de control y accionamiento.	29
Figura: 2.5 Pinout ATMEGA 2560.	37
Figura: 2.6 Aspecto y dimensiones de la tarjeta Arduino MEGA 2560.	41
Figura: 2.7 Pines de alimentación Arduino Mega 2560.	43
Figura: 2.8 Pines Analógicos.	46
Figura: 2.9 Pantalla LCD (Pantalla de Cristal Líquido) 16x2.	51
Figura: 2.10 Teclado Matricial de 12 teclas (4x3)	53
Figura: 2.11 Esquema eléctrico Teclado Matricial 4x3	54
Figura: 2.12 Modulo RTC DS1307 y fuente de alimentación.	55
Figura: 3.1 Prototipo terminado.	60
Figura: 3.2 Pantalla en funcionamiento.	61
Figura: 3.3 Interactuando con dispositivo.	62

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se tendrá a su disposición información sobre el desarrollo, diseño y construcción del proyecto llamado: Diseño y construcción de un dispositivo de control de acceso por clave como apoyo a la seguridad patrimonial del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Para ello el primer capítulo contiene, características detalladas acerca de la formulación del proyecto, se da a conocer la problemática que se está ocasionando, además contiene el enunciado del problema que es la pregunta del ¿Por qué se hace el proyecto? y para responder a una problemática se presenta una justificación en donde se detalla la solución, que es la implementación de un sistema de control de acceso por clave y los beneficios que se obtendrán como por ejemplo identificación del docente que ingresa al laboratorio, así también el encargado del laboratorio no tendrá que estar esperando a que llegue el docente para retirarse, ya sea porque tenga que impartir una clase en otra aula o tenga que realizar alguna actividad fuera del laboratorio.

Todo estará basado en un objetivo general que es el diseño e implementación de un dispositivo de control de acceso por clave que será cumplido a través de tres objetivos específicos que tienen que ver con la construcción del dispositivo electrónico de seguridad el cual permitirá el acceso al laboratorio, hacer que el usuario sienta confort al ingresar al

laboratorio por medio de solo teclear su clave, además como la elaboración de un manual de usuario.

Por otro lado en este capítulo se encontrarán las delimitaciones las cuales integran una ubicación y un tiempo de ejecución ya para cerrar el capítulo I se podrá ver los alcances que se pretenden cumplir así como el estudio de factibilidad que este tendrá tanto económica como técnica y por último su matriz de congruencia.

El capítulo II contiene cuatro sub contenidos en el que se describe y se detallan las áreas de aplicación en que se fundamenta el proyecto y estos son:

Como primer sub contenido se detalla el Marco Teórico de Referencia el cual contiene toda la información sobre lo que es un sistema electrónico embebido así como sus principales características.

Además se describe cada uno de los bloques fundamentales que forman este sistema y sus principales áreas de aplicación y para concluir con este primer sub contenido se plantean preguntas frecuentes sobre sistemas embebidos y sus prototipos.

Para el segundo sub contenido se describe el Marco Teórico de Solución donde se aclara qué es un dispositivo de control de acceso así como se plantea la definición de la solución y se muestra y detalla cómo estará formado el dispositivo de control de acceso.

En el tercer sub contenido lo conforma el Marco Teórico Conceptual en el cual se describe cada concepto que forma parte de la documentación teórica de este proyecto, alguno de esos conceptos son:

- Sistema
- Electrónica
- Sistema Embebido
- Prototipo
- Hardware
- Software
- Firmware
- Memoria

En el cuarto sub contenido se detalla la documentación técnica de los principales dispositivos eléctricos y electrónicos a utilizar en este proyecto, aquí se encontrara información técnica de:

- Micro controlador Atmega 2560
- Tarjeta Arduino MEGA 2560
- Pantalla LCD
- Teclado Matricial
- Módulo RTC

En el capítulo III en su primera parte, el lector encontrará de forma general la propuesta de solución en la que se describe el funcionamiento del sistema, la manera en que se realizó el dispositivo, cómo está compuesto y cuál es el funcionamiento de cada dispositivo electrónico que lo conforma, así también se describe el por qué se utiliza una clave que permita el acceso solo a personal autorizado mencionando también cómo se formó y la manera por la cual se introduce al sistema.

Por otra parte el lector encontrará información sobre la composición del manual de usuario para el sistema de seguridad el cual consiste en ser una guía de fácil interpretación y análisis, este contiene los pasos sobre el uso del dispositivo de seguridad que se instaló en el Laboratorio de Hardware. Además se encontrará respuestas a algunas inquietudes que el usuario o los usuarios puedan tener como por ejemplo:

¿Qué pasará si se va la energía eléctrica?

¿Qué pasaría si olvidara mi clave?

En este tercer capítulo el lector encontrará además las conclusiones a las cuales se llegó con el desarrollo de este proyecto, así como también el desarrollo de recomendaciones que servirán para un buen uso y manejo de este sistema de seguridad creado y diseñado para restringir el acceso al Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Como última parte de este capítulo III, el lector tendrá información de fuentes que respaldan la base teórica del proyecto a través de la bibliografía que está formada por direcciones de páginas web y referencias bibliográficas que contienen y respaldan toda la información técnica y teórica que forman este proyecto de seguridad.

CAPITULO I SITUACIÓN ACTUAL

1.1 Situación problemática

En la calle arce N°1020 del departamento de San Salvador se encuentra la Universidad Tecnológica del El Salvador institución educativa de estudios superiores cuyo fin es la formación de profesionales.

En esta institución se imparten diversas carreras profesionales, una de ellas es el Técnico en Ingeniería de Hardware que tiene como único laboratorio de prácticas el laboratorio de hardware ubicado en el edificio Morazán N° 1026 en su quinto nivel.

Actualmente el laboratorio no cuenta con un dispositivo de seguridad que asegure el patrimonio del laboratorio. Ya que este solo cuenta con una protección común que consiste en una llave y una chapa.

¿Qué pasaría si esa llave se extraviara o por error o descuido callera en manos ajenas al responsable del laboratorio? Eso pondría en peligro el patrimonio del laboratorio de hardware, patrimonio con el cual los estudiantes realizan de manera satisfactoria sus prácticas, además generaría perdidas a la universidad y los más afectados serían los estudiantes ya que estos no podrían realizar sus respectivas prácticas como se debe, por la falta de materiales y equipo.

1.2 Enunciado del problema

¿Cómo lograr que el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador tenga un dispositivo de control de acceso por clave para ayudar a proteger su patrimonio?

1.3 Justificación

Se hace necesario que la Universidad Tecnológica de El Salvador tenga un dispositivo de control de acceso para el Laboratorio de Hardware de la carrera profesional de Técnico en Ingeniería de Hardware ya que el laboratorio contiene todo el patrimonio que es indispensable para el buen aprendizaje práctico de los estudiantes que hacen uso de dicho lugar.

Para ello se tendrá como primer beneficiario al encargado del laboratorio ya que ayudará a garantizar la seguridad y la protección del patrimonio del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador y como segundos beneficiarios estarán los estudiantes ya que al garantizar el cuidado del patrimonio de dicho lugar se permite que los alumnos tengan a su disposición todo el material y las herramientas que necesiten para llevar a cabo sus prácticas.

Algunos beneficios que la Universidad Tecnológica de El Salvador tendrá en el Laboratorio de Hardware son:

- Un dispositivo automatizado para resguardar el patrimonio con el que este cuenta.
- Protección y seguridad para el Laboratorio de Hardware.
- Identificación del docente que ingrese al laboratorio de Hardware mediante su clave.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Diseñar un dispositivo electrónico de seguridad capaz de permitir el acceso por clave en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador como apoyo a la seguridad patrimonial.

1.4.2 Específicos

- Construir un dispositivo electrónico de seguridad que permita el acceso al Laboratorio de Hardware a personal autorizado.
- Hacer que el usuario tenga un confort al acceso por medio de clave al Laboratorio de Hardware.
- Elaborar un manual de usuario para el encargado del laboratorio y el usuario (Docente), del dispositivo de seguridad como herramienta de ayuda.

1.5 Delimitaciones

Geográfica:

El proyecto se realizó en Calle Arce, entre 19 y 21 avenida Norte, Edificio Francisco Morazán, San Salvador, El Salvador.

Temporal:

El proyecto tendrá una duración entre la segunda semana del mes de marzo y la última del mes de abril de 2015.

Organizacional:

Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC), Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas (FICA), Escuela de Informática.

1.6 Alcances

El producto ofertado “Dispositivo electrónico de seguridad será capaz de permitir el acceso por clave en el Laboratorio de Hardware”, restringir el acceso a docentes y personal no autorizado y brindar seguridad al patrimonio del laboratorio de hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

PROMESA	PRODUCTO
Diseñar un dispositivo electrónico de seguridad que permita el acceso al Laboratorio de Hardware a personal autorizado.	Dispositivo electrónico automatizado que cumpla con la función de acceso por medio de clave.
Hacer que el usuario tenga un confort al acceso por medio de clave al Laboratorio de Hardware.	Clave de acceso numerada para los usuarios autorizados por las autoridades del Laboratorio de Hardware.
Elaborar un manual de usuario para el encargado del laboratorio y el usuario (Docente), del dispositivo de seguridad como herramienta de ayuda.	Manual de usuario mediante CD interactivo.

1.7 Estudio de Factibilidad

Es necesario el estudio de factibilidad Técnica y Económica para el desarrollo e implementación de este dispositivo electrónico de seguridad, para verificar qué componentes son más recomendables en cuanto a lo económico, funcionamiento y características. Para ello se cotizaron precios y marcas de los principales dispositivos

electrónicos que conforman el proyecto final; tales como Arduino, display LCD y Teclado Matricial.

1.7.1 Factibilidad Económica

En la siguiente tabla se muestra una comparación de precios de los diferentes componentes a utilizar en la elaboración del proyecto, con el objetivo de apreciar la factibilidad económica que ofrece cada componente.

MICROCONTROLADOR			
Producto	Arduino UNO	Arduino Mega 2560	Arduino Leonardo
Precio de cotización(USD)	\$22.48	\$37.00	\$20.23
Lugar de Cotización	http://www.arduino.cc/	Electrónica 2001, S.A. DE C.V.	http://www.arduino.cc/
Por lo económico Arduino Leonardo seria el ideal para este proyecto.			

Tabla 1: Comparativa de precios entre Microcontroladores más utilizados.

Para la elección del microcontrolador para el desarrollo de este proyecto electrónico, según la tabla No.1 por su economía el microcontrolador a utilizar por su factibilidad económica seria el Arduino Leonardo ya que es uno de los principales componentes del proyecto y es el de menor costo entre las ofertas presentadas.

PANTALLA DE DESPLIEGUE (LCD).			
Producto	Hd44780 16x2	Hd44780 16x2 Shield	Hd44780 16x2 con Teclado
Precio de cotización(USD)	\$19.70	\$23.41	\$23.41
Lugar de Cotización	Electrónica 2001, S.A. DE C.V.	http://shieldlist.org	www.freetronics.com
Por lo económico se selecciona Hd44780 16x2 cotizado en Electrónica 2001, S.A. DE C.V. ideal para este proyecto.			

Tabla 2: Comparativa entre pantallas de despliegue (LCD).

Elección de pantalla LCD: esta es la encargada de mostrar los datos, en esta ocasión se elige una pantalla de 16 caracteres y 2 líneas, ya que por tener 2 filas se tienen las opciones necesarias para mostrar datos y el costo económico es bastante accesible como para tomarlo en cuenta dentro del proyecto.

TECLADO MATRICIAL			
Características	DE MEMBRANA 3X4	DE MEMBRANA 4X4	MATRICIAL DE 3X4 METALICO
Precio de cotización (USD)	\$6.00	\$8.00	\$25.00
Lugar de Cotización	http://www.adafruit.com/	http://www.vistronica.com	Electrónica 2001, S.A. DE C.V.
Por lo económico se selecciona TECLADO DE MAMBRANA 3x4 cotizado en http://www.adafruit.com/			

Tabla 3: Comparativa entre teclado matricial más utilizados.

Para la elección del teclado a utilizar para el desarrollo de este proyecto electrónico según la tabla No.3 sería el teclado de Membrana de 3 X 4 por su economía siendo este uno de los principales componentes dentro del circuito, ya que mediante él se facilitara también el cambio de clave.

1.7.2 Factibilidad Técnica

Aquí se define la elección de los componentes desde el punto de vista técnico detallados en las tablas No.4, No.5 y No.6 tomando en cuenta las características electrónicas, la capacidad de almacenamiento y velocidad lógica y física del componente o dispositivo, para que el circuito funcione correctamente y puedan cumplirse los objetivos planteados dentro del proyecto.

Factibilidad Técnica de Micro controlador Arduino, se aceptara con un porcentaje mayor o igual al 80%							
Característica Técnica	Ponderación	Arduino UNO		Arduino MEGA 2560		Arduino LEONARDO	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Pines Digitales I/O: Arduino uno(14); Arduino MEGA(54); Arduino LEONARDO(20).	20%	1	20%	2	40%	1	20%
Velocidad de Reloj: Arduino UNO(16 MHz); Arduino MEGA(16 MHz); Arduino LEONARDO(16 MHz)	10%	1	10%	1	10%	2	20%
Memoria de Programa (FLASH): Arduino UNO(32Kb); Arduino MEGA(256Kb); Arduino LEONARDO(32Kb).	20%	2	40%	2	40%	1	20%
Memoria de Datos(SRAM): Arduino UNO(2Kb); Arduino MEGA(8Kb); Arduino LEONARDO(2.5Kb).	10%	1	10%	2	20%	1	10%
Memoria Auxiliar (EEPROM): Arduino UNO(1Kb); Arduino MEGA(4Kb); Arduino LEONARDO(1Kb).	20%	1	20%	2	40%	1	20%
Tipo de Micro controlador: Arduino UNO(Atmega 328); Arduino MEGA(Atmega 2560); Arduino LEONARDO(Atmega 32u4)	20%	2	40%	2	40%	2	40%
TOTAL	100%		140%		190%		130%
	%FINAL	%/2	70%		95%		65%

El valor que se puede calificar es de 0, 1 o 2 en donde 0 = no aplica; 1 = aplica a Medias; 2 = Si aplica en su totalidad.

Tabla 4: Factibilidad Técnica de Microcontrolador Arduino.

Elección del microcontrolador: Se selecciona Arduino Mega 2560 esto debido a que cumple con todos los requisitos técnicos necesarios para la implementación de este proyecto, una de las características más importante es que cuenta con un mayor número de pines lo que permite adicionar más funcionalidades al dispositivo a diferencia de Arduino Leonardo que es reducido su número de pines, además la capacidad de memoria es mucho mayor la del Arduino Mega a pesar de que el Arduino Leonardo es más económico.

Factibilidad Técnica de Dispositivo Pantalla de despliegue LCD, se aceptara con un porcentaje mayor o igual al 80%							
Característica Técnica	Ponderación	LDC 16X2		LCD 16X2 Shield		LCD 16X2 con teclado	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Número de Pines	20%	1	20%	1	20%	2	40%
Color de pantalla	10%	1	10%	1	10%	2	20%
Tamaño	20%	2	40%	2	40%	1	20%
Numero de caracteres	10%	2	20%	2	20%	2	20%
Numero de filas	20%	2	40%	2	40%	2	40%
Consumo de energía	20%	1	20%	1	20%	1	20%
TOTAL	100%		150%		150%		160%
	%FINAL	%/2	75%		75%		80%

El valor que se puede calificar es de 0, 1 o 2 en donde 0 = no aplica; 1 = aplica a Medias; 2 = Si aplica en su totalidad.

Tabla 5: Factibilidad Técnica de pantalla LCD.

Elección de pantalla de cristal líquido (LCD): 16 X 2, se refiere a que la pantalla está formada por dos filas que soportan 16 caracteres lo que significa que el usuario podrá visualizar en ella un máximo de 32 caracteres que pueden ser números o letras, se opta

por este modelo debido a que tiene mejor resolución, tamaño adecuado y un consumo reducido de energía.

Factibilidad Técnica de Dispositivo Teclado Matricial, se aceptara con un porcentaje mayor o igual al 80%							
Característica Técnica	Ponderación	DE MEMBRANA 3X4		DE MEMBRANA 4X4		MATRICIAL 3X4 METALICO	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Número de Teclas	20%	2	40%	2	40%	2	40%
Tamaño	10%	1	10%	1	10%	2	20%
Tipo de conector	20%	1	20%	1	20%	2	40%
Diseño	10%	1	10%	1	10%	2	20%
Voltaje	20%	2	40%	2	40%	2	40%
Consumo de energía	20%	1	20%	1	20%	2	40%
TOTAL	100%		140%		140%		200%
	%FINAL	%/2	70%		70%		100%

El valor que se puede calificar es de 0, 1 o 2 en donde 0 = no aplica; 1 = aplica a Medias; 2 = Si aplica en su totalidad.

Tabla 6: Factibilidad Técnica Teclado Matricial.

Para la elección del teclado por sus características técnicas, resistencia, durabilidad, y tamaño se eligió el teclado matricial 3 X 4 metálico.

1.7.3 Análisis general de factibilidades.

Para el desarrollo de este sistema electrónico de seguridad, el microcontrolador a utilizar es uno de los principales componentes del proyecto, ya que este es el encargado de enviarle las órdenes a los demás componentes dentro del circuito, motivo por el cual se optó por el microcontrolador Arduino Mega 2560, fabricado por la compañía ATMEL, la elección se tomó evaluando características técnicas detalladas en la tabla n°4. A estas

características se les asignó una ponderación de acuerdo a su grado de importancia lo que nos permitía determinar si no aplicaba (0), aplicaba a medias (1) o aplicaba en su totalidad (2), esta evaluación permitió elegir el dispositivo cuyas características técnicas cumplen con los requerimientos para la implementación del dispositivo a pesar de que existen microcontroladores más económicos como lo muestra la tabla n°1.

Se seleccionó la pantalla LCD 16 X 2 por ser ésta la que cumple con las características técnicas necesarias, 16 caracteres formados por 2 filas, además cuenta con un teclado adicional que permite agregar más funcionalidades al dispositivo.

El teclado matricial es uno de los principales componentes dentro del circuito. Se elige por ser el teclado de 12 teclas 3 X 4 hecho de metal, tipo teléfono ofrece mayor resistencia y durabilidad a diferencia del teclado de membrana. En este caso se evaluó más sus características técnicas que la económica ya que existen teclados mucho más económicos como lo muestra la tabla n° 3.

CAPÍTULO II DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

2.1 Marco Teórico de Referencia

Este trabajo presenta información de cada área en las que se fundamentara el proyecto denominado “Diseño y Construcción de un dispositivo de control de acceso por clave como apoyo a la seguridad patrimonial del laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador”

2.1.1 ¿Qué es un sistema electrónico embebido?

Un sistema embebido (SE), es una combinación de electrónica, informática y hasta mecánica, diseñado para la realización de una función, aplicación o tarea específica. En algunos casos estos sistemas embebidos están dentro de un sistema de mayor escala como por ejemplo el sistema de frenado de un vehículo. En la mayoría de los sistemas embebidos los componentes se encuentran incluidos en la placa base del dispositivo. (semanticwebbuilder.org, 2014)

Los sistemas embebidos suelen usar un procesador y una memoria pequeña para reducir los costos y reducir el consumo de energía. Usualmente estos sistemas están basados en microprocesadores o microcontroladores y la tarea o función que realizan esta especificada por el firmware o programa de aplicación específica, el cual se aloja en la memoria del sistema.

En cuanto a la velocidad, dependerá de los elementos que se utilice, ya que lo que se pretende con estos sistemas es simplificar toda la arquitectura haciendo posible que un solo dispositivo realice una función específica de forma práctica y rápida. Para ello un sistema embebido debe estar diseñado para presentar en tiempo real las entradas, activando salidas, en otras palabras su funcionamiento es en tiempo real y según lo que se guarde en sus entradas así se activarán las salidas:

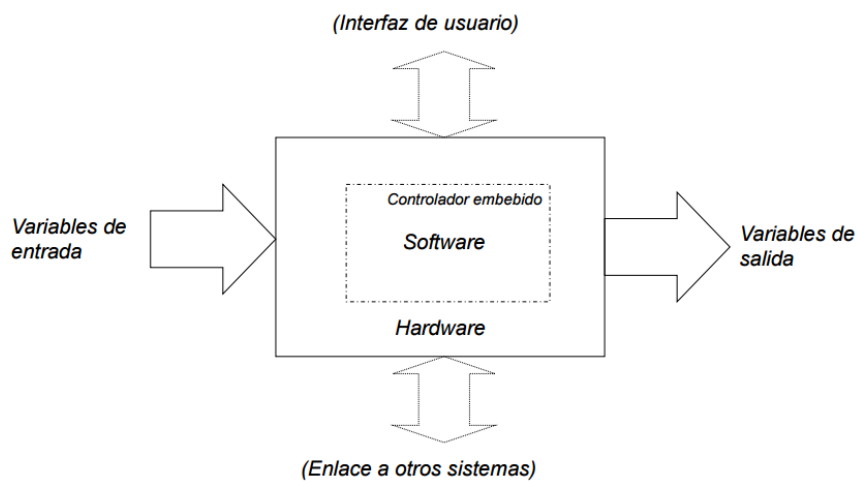


Figura: 2.1 Bloque general de un sistema electrónico embebido.

La figura 2.1 muestra los tres bloques generales que componen un sistema embebido, como lo son las entradas por la que se introducen los datos de un usuario externo, el bloque general de un sistema electrónico embebido de todo el dispositivo en el

que se guarda el firmware, y como salida el dispositivo que mostrará si se ha ingresado correcta o incorrectamente la clave de acceso para la apertura de la cerradura.

Como se mencionó anteriormente, parte fundamental del sistema embebido es el software de aplicación específica o firmware. El firmware funciona para SE de igual diseño e iguales componentes; en otras palabras, es un programa informático para un hardware específico por lo que no es compatible con otro hardware. Este firmware debe ser diseñado en un lenguaje de programación específico para el microcontrolador usado en el SE, normalmente se utilizan lenguajes de alto nivel como C o Basic. (semanticwebbuilder.org, 2014).

2.1.2 Características principales de un sistema electrónico embebido.

Un sistema embebido en general debe poseer ciertas características indispensables con las funciones adecuadas, haciendo posible que el sistema embebido cumpla con la función que se ha diseñado. Estas características se listan y describen a continuación.

Diseño para una tarea específica: Se dice que un sistema embebido debe ser diseñado para realizar una única tarea, por lo que son sistemas muy eficientes y dedicados, logrando así ser sistemas que se integren dentro de sistemas de mayor escala.

Es por eso que los sistemas embebidos son dispositivos electrónicos usados para controlar y operar equipos, dispositivos, máquinas, aparatos domésticos, equipos móviles, automóviles, elementos electrónicos, etc.

Integran hardware y software: Además de ser dispositivos formados por elementos electrónicos, estos sistemas embebidos integran un software o firmware, el cual es un código de programa que se descarga a la memoria del dispositivo, dicho programa debe estar bien diseñado específicamente para responder al hardware electrónico para lo que ha sido diseñado, ya que de él depende el correcto funcionamiento de la parte lógica del dispositivo. Este firmware debe ser escrito en cualquier lenguaje de programa compatible con la CPU o procesador central del sistema embebido.

Trabaja en tiempo real: Existen dispositivos diseñados para realizar funciones específicas como los controladores que se utilizan en centrales telefónicas, ascensores, sistemas de adquisición de datos. Sistemas de diagnóstico y control: todas estas funciones son realizadas en tiempo real. Es decir, el sistema debe ser capaz de responder instantáneamente a cualquier cambio de sus entradas (sensores, pulsadores, interruptores), realizando algún proceso o modificando su entorno.

Manejan entradas: Todo sistema necesitará entradas que procesar, para decidir cómo actuar en dependencia del estado de estas, en el caso de los sistemas embebidos es común el uso de sensores, los cuales son capaces de captar las señales físicas y enviarlas al bloque de control de dispositivos, para que este reaccione de acuerdo a su funcionamiento. Estas entradas pueden provenir del entorno del sistema, por ejemplo, un

sensor de temperatura, un sensor de presencia, etc., estas entradas pueden ser internas al sistema, por ejemplo: la hora actual, el valor de una variable, etc.

Manejan salidas: Como se mencionó, los sistemas reaccionan a sus entradas modificando salidas que pueden ser internas y externas, una salida interna puede ser: la escritura de una posición en memoria, el envío de información a un chip interno, etc., por el contrario una salida externa se define como aquella que puede modificar el entorno externo del sistema, para esto se dota de actuadores que son los encargados de interactuar y/o modificar el entorno físico del sistema embebido, algunos ejemplos de estos son los diodos emisores de luz (LED), parlantes, motores, etc.

Bajo costo económico: Debido a su especialización y a que los sistemas embebidos combinan tanto software como hardware electrónico, su costo de elaboración es relativamente bajo ya que son sistemas para realizar tareas específicas, por lo que el costo de los materiales no es muy elevado, lo que garantiza un costo económico accesible.

Eficiencia (bajo consumo de potencia): Los sistemas embebidos deben ser diseñados teniendo en cuenta el consumo de potencia y la eficiencia de esta, debido a que son sistemas que estarán dedicados a tareas específicas y son sistemas que no dependerán de una constante intervención de un usuario. Por su poca complejidad en su diseño son dispositivos eficientes y su consumo potencial es mínimo, ya que los materiales que se

utilizan son de calidad y por su tamaño que suele ser pequeño su consumo eléctrico es mínimo.

2.1.3 Bloques funcionales de un Sistema Embebido.

Como todo sistema, los sistemas embebidos se pueden estructurar como una unión de bloques funcionales en los cuales se agrupan las sub-funciones internas del sistema. En la figura 2.2 se puede observar un detalle de la estructura general de un SE. Internamente este sistema debe estar compuesto por bloques específicos que cumplen funciones que son parte de un todo, y cada bloque será constituido por diversos componentes de electrónica. (semanticwebbuilder.org, 2014)

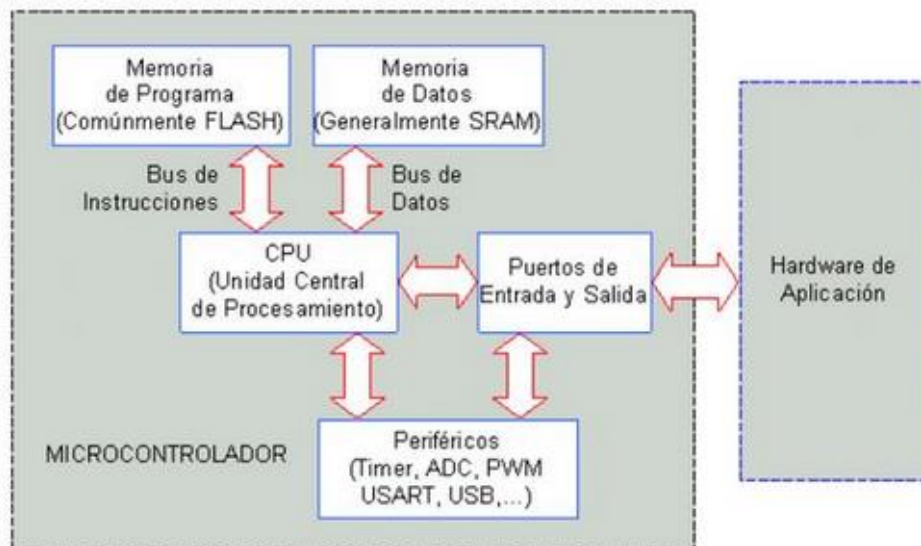


Figura: 2.2 Esquema de bloques de un sistema embebido general.

Puerto de entrada: Es un componente electrónico que hace posible la conexión con su entorno físico, es decir con otro dispositivo, en el caso de los sistemas embebidos los periféricos de entrada le permiten al sistema recibir información desde el equipo externo. Por medio de estos dispositivos se hace posible transferir la información necesaria desde un ambiente físico externo hacia el interior del sistema. Por ejemplo, están los sensores de luz, teclados, micrófonos, pantallas táctiles (touchscreen), etc.

Acondicionamiento de señal de entrada: Este bloque es el encargado de tomar las señales provenientes de los periféricos de entrada y enviársela al bloque correspondiente dentro del sistema embebido, por ejemplo pueden ser los sensores, ya que se encargan de captar la señal física exterior y en algunos casos la convierten en energía eléctrica para enviársela al bloque de control.

Firmware: Todo sistema embebido debe estar controlado por órdenes específicas que dentro de un programa o software, actúa como un sistema operativo de bajo nivel diseñado específicamente para una marca o modelo. Este programa de aplicación puede estar escrito en cualquier lenguaje de programación compatible con el procesador a utilizar. Este firmware puede ser actualizado, pero debe tomarse en cuenta el sistema embebido que se está manejando, ya que de acuerdo a la implementación de hardware que se tenga así debe ser la estructura lógica del firmware que se le debe descargar, para que el dispositivo cumpla con la función que se pretende.

Memoria de Datos: En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos. Se considera importante evaluar la capacidad de almacenamiento de la memoria ya que de ello depende la cantidad de instrucciones que el dispositivo sea capaz de administrar.

Unidad Central de Procesamiento CPU: Este es el bloque encargado de ejecutar las acciones y de dar las órdenes a los demás bloques, con respecto a qué acción realizar, y se localiza en la parte central del esquema en donde se encuentra el microprocesador o microcontrolador. La CPU le aporta capacidad al sistema teniendo la opción de incluir memoria interna o externa.

Puertos de comunicación: Estos dispositivos son parte fundamental en el circuito, ya que proveen al sistema embebido comunicación bi-direccional con otros sistemas por ejemplo: RS-232, I 2C; estos son protocolos que permiten la programación del sistema embebido.

Fuente de Potencia: Para implementar este bloque puede utilizarse una fuente de corriente o baterías, al seleccionarlo se debe tomar en cuenta que el bloque de potencia es el encargado de proveer la energía necesaria a todo el circuito electrónico, en este caso se debe evaluar las exigencias de potencia de cada dispositivo y la finalidad del sistema

embebido para determinar que magnitud de corriente se le debe suministrar a todo el sistema.

Reloj del sistema CLK: El clock, es un reloj que marca el tiempo real, desde MHz hasta GHz, y trabaja con un cristal externo, que permite que su rendimiento se adapte al tiempo real externo y para implementarlo basta con modificar el cristal externo y adaptarlo al tiempo real.

Acondicionamiento de señal de Salida: Como salida están los actuadores, que pueden ser por ejemplo motores. Estos son los encargados de interactuar con el entorno exterior, los que hacen posible el desplazamiento del dispositivo, si este fuera el caso. Este bloque es el que proporciona la energía necesaria a los periféricos de salida, para que sea posible mostrar el funcionamiento del sistema embebido.

Periféricos de Salida: Son los bloques o puertos de conexión encargados de permitir las salidas del sistema, a dispositivos externos o actuadores. Los periféricos o componentes que permiten obtener el resultado final del funcionamiento completo del sistema embebido pueden ser: leds, pantallas LCD, cerraduras electrónicas, etc.

2.1.4 Áreas de aplicación de los sistemas electrónicos embebidos.

En el mundo actual, los sistemas embebidos están inmersos dentro de nuestra vida diaria. Sus aplicaciones abarcan muchos sistemas y aparatos son utilizados por los seres humanos en el diario vivir, a continuación se mencionan: (semanticwebbuilder.org, 2014)

Hogar: En el hogar es muy común encontrar sistemas embebidos, aunque muchas veces no están muy visibles, pero se encuentran por ejemplo en las lavadoras de ropa, dentro de los televisores digitales, sistemas de audio, reproductores MP3, controles remotos, alarmas electrónicas, sistemas de climatización y temperatura, calefacción, sistemas de video como grabadores y reproductores, teléfonos celulares, módems, routers, entre otros.

Oficina: En las oficinas también es posible encontrarlos como en cámaras fotográficas digitales, alarmas digitales, sistemas de control de acceso, aire acondicionado y muchos más.

Transporte: Uno de los ejemplos más comunes e indispensables que se usan en la actualidad son: los automóviles modernos, estas máquinas tienen más de 200 sistemas embebidos en su infraestructura. Para controlar muchas partes del vehículo, se utilizan

sistemas muy precisos como por ejemplo los frenos ABS, el sistema de inyección de combustible, aceleración, carburación, sistema de luces y señalización, luces de cabina, climatización y aire acondicionado, limpia vidrios entre otros.

Comunicaciones: En esta área es fácil identificar muchos aparatos que están basados en sistemas embebidos, entre ellos están los routers, Access point, switches de comunicación administrables remotamente, sistemas de seguridad informática como los cortafuegos, sistemas de filtrado de paquetes TCP/IP, módems, sistemas que utilizan fibra óptica y una gran variedad de sistemas embebidos clasificados en esta área.

Medicina: En el campo de la medicina también se encuentran equipos basados en sistemas embebidos que van desde simples termómetros digitales hasta sistemas de monitoreo para pacientes con problemas cardíacos, ecógrafos digitales, entre otros.

Robótica: La mayoría de robots diseñados en el área de la industria y el entretenimiento se basan en sistemas embebidos, capaces de manejar los sistemas articulares, de video, transporte, dirección y velocidad controlado por motores, en el área de comunicaciones, en oficinas y otras áreas que utilizan sistemas electrónicos embebidos.

2.1.5 Preguntas sobre sistemas embebidos y prototipos.

¿Qué es un prototipo electrónico?

Es un primer modelo que se fabrica y de este modelo se parte para la elaboración de lo que se pretende, un objeto, una herramienta, un dispositivo electrónico, etc.

¿Qué tipo de prototipos electrónicos existen?

Existe una gran variedad de prototipos electrónicos que luego se convierten en modelo para el diseño y desarrollo de sistemas o dispositivos, entre ellos se encuentran: prototipos mecánicos, eléctricos, análogos, digitales, industriales, médicos, hogareños y prototipos diseñados para el área de comunicación, etc.

¿Qué es un Microcontrolador y cómo funciona?

Un microcontrolador es un chip o circuito integrado en cuyo interior incorpora los componentes o bloques básicos para conformar un sistema embebido. Una consecuencia de su pequeño tamaño es que los recursos (memoria, velocidad) están limitados en comparación al microprocesador de una PC cuya velocidad de transmisión de datos es mucho más rápido. (Superrobotica, 2015)

En términos funcionales un microcontrolador es un chip reprogramable que controla un sistema embebido y físicamente el microcontrolador es un chip con pines

(desde 8 hasta más de 40 pines) estos pines son usados para alimentación del reloj, puertos digitales, puertos análogos, comunicación y más.

¿Qué método de programación se debe utilizar?

Existe una amplia gama de software para desarrollar sistemas embebidos, hay programas diseñados específicamente para la descarga de códigos hacia los sistemas embebidos así también existen muchas herramientas diferentes. Lenguajes de programación sencillos como el lenguaje C o de alto nivel como PHP, siendo la herramienta disponible para que el usuario elija la que más le parezca y se adecúe a la finalidad del sistema embebido. (Superrobotica, 2015)

¿Qué es una pantalla LCD?

Una pantalla de cristal líquido o LCD (acrónimo en inglés de liquid cristal display) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos alimentados por pila, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

¿Cómo funciona el buffer de corriente?

Funciona como circuito amplificador de corriente para el correcto funcionamiento de los dispositivos que se utilizan en el circuito electrónico, encargándose de que la corriente que llegue a ellos sea la adecuada.

2.2 Marco Teórico de Solución

Se ha propuesto el diseño y construcción de un dispositivo de acceso por clave que permita el resguardo y seguridad de los diferentes equipos de cómputo, que forman parte del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador, lo que generará confort para el docente que ingrese al laboratorio a impartir su hora clase.

Con su implementación, se permitirá que solo personal autorizado sea este el encargado del laboratorio o el docente que imparta la clase, tengan la facultad de ingresar tan solo con digitar su clave de acceso, la cual tendrá también la función de identificar al docente que ingresa al laboratorio con nombre, fecha y hora con el propósito de deducir responsabilidades en el caso de daños o pérdida de algún material o equipo del laboratorio.

Dispositivo de control de acceso

Para tener una respuesta más acertada a lo que es verdaderamente un dispositivo de control de acceso se define a continuación.

Dispositivo

Es una pieza o conjunto de piezas o elementos preparados para realizar una función determinada y que generalmente forman parte de un conjunto más complejo, por ejemplo: el dispositivo que abre la puerta de los bancos; un dispositivo abre automáticamente el toldo; esta lámpara está provista de un dispositivo que, mediante infrarrojos, capta el movimiento de cualquier persona o vehículo.

Control en Electrónica

Es el conjunto de mandos o botones que regulan el funcionamiento de un dispositivo, aparato o sistema por ejemplo: El control de temperatura en una habitación, el objetivo es mantener la temperatura de una habitación en un valor deseado, aunque la apertura de puertas y ventanas y la temperatura en el exterior hagan que la cantidad de calor que pierde la habitación sean variables (perturbaciones externas). Para alcanzar el objetivo, el sistema de calefacción debe modificarse para compensar esas perturbaciones. Esto se hace a través del termostato, que mide la temperatura actual y la temperatura deseada, y modifica la temperatura del agua del sistema de calefacción para reducir la diferencia entre las dos temperaturas.

Acceso

Un acceso es la entrada o paso por donde se entra o se llega a un sitio, de acuerdo a ello se puede afirmar que un dispositivo de control de acceso es un sistema que contiene un conjunto de mandos que permiten y controlan el paso a un área determinada de un lugar.

2.2.1 Definición de la solución.

La solución propuesta es el diseño y construcción de un dispositivo de acceso por clave, basado en un microcontrolador que permitirá la automatización del sistema electrónico, el cual servirá de apoyo a la institución restringirá el acceso a personal no autorizado al Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador, así como la identificación del docente que ingrese a impartir su hora clase.



Figura: 2.3 Simulación circuito electrónico ensamblado.

En la Figura 2.3 se simula cómo quedará ensamblado el dispositivo electrónico que será el encargado de controlar la apertura de la puerta por medio de clave al laboratorio de hardware. El dispositivo contará con un teclado Matricial 4x3 aunque en la Figura 2.3 se muestra un teclado 4x4, se utilizará el de 4x3 que permitirá el acceso por medio de digitar una clave de 4 números.

Además el teclado permitirá hacer cambio de clave en cualquier momento que el usuario lo requiera. También contará con una pantalla de cristal líquido (LCD) donde se podrá observar mediante un mensaje si el encargado del laboratorio o el docente ingresó

correctamente su clave, además de servir como interface para el cambio de clave si es necesario.

Para el control del tiempo real se tendrá un circuito integrado que funciona como un reloj de tiempo real que contara con una batería de 3 voltios, para cuando haya un corte de energía eléctrica este no se resetee, como salida el sistema embebido o dispositivo maneja un relé que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán se acciona uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos electrónicos independientes, para el caso acciona la apertura de la cerradura eléctrica de la puerta. Como controlador central del dispositivo se tendrá un microcontrolador que funcionará con un firmware diseñado específicamente para este proyecto.

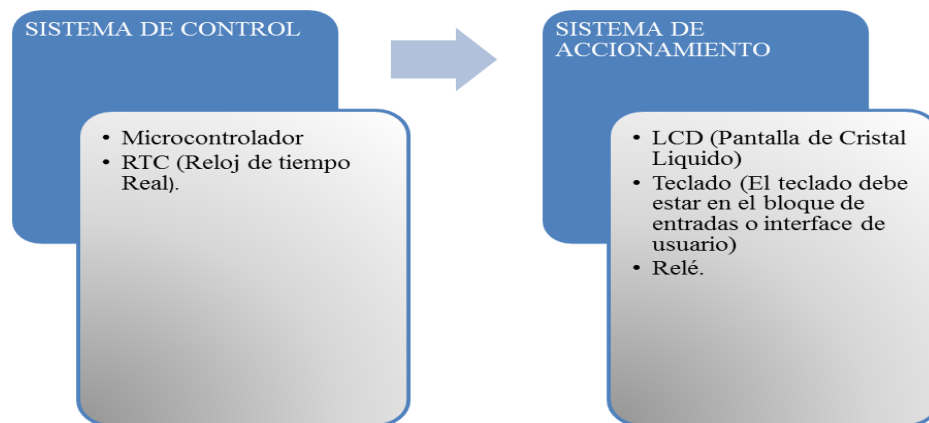


Figura: 2.4 Esquema general de las etapas de control y accionamiento.

Sistema de control del proyecto.

El bloque de control es el encargado de procesar la información programada para realizar las funciones que desarrollará el dispositivo. Está compuesto normalmente por un aparato digital programable, el componente principal que comandará este proceso es el microcontrolador ATMEGA 2560, que es un chip integrado a la placa Arduino MEGA. Este chip, en su interior está compuesto por un sistema en bloques básico necesario para formar una computadora o un sistema embebido.

El microcontrolador lee, decodifica y actúa por medio de los comandos u órdenes que se le introducen; si este chip no funciona por ser considerado el cerebro del dispositivo, juega un papel muy importante en el funcionamiento del sistema a desarrollar.

El bloque de control también contará con circuito integrado DS1307 que será el encargado de calcular el tiempo real, y se comunicará con el microcontrolador para que este decida qué hacer.

Sistema de entrada.

El proyecto tendrá como entrada una interface de usuario, que estará formado por un teclado Matricial 4x3, es decir, contará con 12 teclas para introducir una clave formada por 4 dígitos. Además permitirá el cambio de clave de acceso así como la configuración de fecha y hora.

Sistema de accionamiento.

Es el subsistema que convierte los impulsos recibidos por el sistema de control y lo convierte en pulso eléctrico capaz de accionar la chapa eléctrica permitiendo la apertura de la puerta. Es aquí donde el relé juega un papel importante ya que es accionado por pulsos eléctricos pequeños que es necesario elevar, ya que la salida de voltaje de Arduino es de 5 Voltios y la cerradura para ser accionada necesita 12 Voltios.

2.3 Marco Teórico Conceptual.

A continuación se presenta un listado de conceptos que se han utilizado en el diseño del dispositivo:

- **Sistema:** Conjunto de partes o cosas coordinadas por reglamentos diseñados para un fin, o una aplicación.
- **Electrónica:** La electrónica es la rama de la física y especialización de la ingeniería, que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente. Utiliza una gran variedad de conocimientos, materiales y dispositivos, desde los semiconductores hasta las válvulas termoiónicas. El diseño y la gran construcción de circuitos electrónicos para resolver problemas prácticos forma parte de la electrónica y de los campos de la ingeniería electrónica,

electromecánica y la informática en el diseño de software para su control. El estudio de nuevos dispositivos semiconductores y su tecnología se suele considerar una rama de la física, más concretamente en la rama de ingeniería de materiales.

- **Sistema embebido:** Un sistema embebido (anglicismo "embedded") o empotrado (integrado, incrustado) es un sistema de computación diseñado para realizar una o pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. A diferencia de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general (como por ejemplo una computadora personal o PC) que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas. En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (la tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.) y muchas veces los dispositivos resultantes no tienen el aspecto de lo que se suele asociar a una computadora. Algunos ejemplos de sistemas embebidos podrían ser dispositivos como un taxímetro, un sistema de control de acceso, la electrónica que controla una máquina expendedora o el sistema de control de una fotocopidora entre otras múltiples aplicaciones.
- **Prototipo:** Es un primer modelo o molde original que se fabrica y de este modelo se parte para la elaboración de lo que se pretende. La finalidad de un prototipo es

que sus desarrolladores puedan advertir fallas eventuales en el funcionamiento, ya que de esto dependerá la rentabilidad del producto.

- **Hardware:** Es la parte tangible, lo que se puede ver y tocar de un determinado sistema o equipo electrónico o informático.
- **Software:** Es la parte que en algunos casos no se puede ver y no se puede tocar; es el bloque lógico encargado de identificar qué es lo que se debe hacer, esto según lo que se le haya programado al dispositivo.
- **Periférico:** Son los dispositivos de entrada y salida que permiten la conexión con el entorno físico como entradas de información y salidas, es decir, donde se muestra la función final del equipo o dispositivo.
- **Firmware:** Es un sistema operativo de bajo nivel similar al BIOS en el que todas las aplicaciones más importantes utilizan su funcionalidad. Aunque a diferencia del BIOS, en el firmware no hay una versión común disponible, ya que cada firmware es diseñado específicamente para un modelo, y no hay compatibilidad con otras marcas.
- **Memoria:** Es un dispositivo diseñado y fabricado específicamente para guardar en ella información. La capacidad dependerá del tipo de equipo que se esté implementando, y puede ser que la memoria sea externa o que ya venga incorporada en uno de los dispositivos que se están usando. Estas pueden ser ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, entre otras.

- **CPU:** Significa Unidad Central de Procesamiento, este es un bloque principal dentro de un dispositivo, es el cerebro y se encarga de dar las órdenes a los demás dispositivos, en algunos casos pueden usarse microcontroladores o microprocesadores como parte fundamental del bloque de control.
- **Puertos electrónicos:** Son dispositivos físicos que sirven como puertos de conexión que permite la entrada y salida de información al dispositivo, es el medio donde se conecta la entrada y la salida.
- **Fuente de potencia:** Es el bloque encargado de proporcionar la potencia eléctrica necesaria para que el equipo funcione correctamente, la fuente alimenta al equipo durante el tiempo que está encendido. Además de una fuente, también puede utilizarse baterías, solo debe tomarse en cuenta cuál es la magnitud que se necesita.
- **CLK:** El reloj puede ser interno o externo, este se encarga de mostrar el tiempo en el que trabaja el dispositivo que puede ser en tiempo real o no, esto depende de la finalidad del equipo.
- **Teclado Matricial:** Es uno de los dispositivos de entrada de datos más usados en aplicaciones como introducción de claves, números en calculadoras, registradoras, etc. Está construido con dos placas plásticas delgadas que contienen circuitos impresos flexibles hechos con tinta conductora de electricidad.
- **Robótica:** Es el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli

articuladas, dotados de un determinado grado de inteligencia y destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en muy diversas tareas. (Superrobotica, 2015)

- **Pantalla LCD:** Es una lámina que se sujeta delante o alrededor de la luz artificial, en la cual pueden proyectarse imágenes o textos, lo que ofrece una vista bien definida del objeto o imagen que se proyecta en ella. En este caso la pantalla estará formada con matrices de leds.
- **IDE de Arduino:** Es un Ambiente Integrado de Desarrollo donde se puede editar, compilar y programar el firmware de la aplicación Arduino, el lenguaje de programación es el “lenguaje C/C++”. Una ventaja del sistema Arduino es que su IDE es descargable completamente gratis, de la página www.arduino.cc, además debido a que es una plataforma desarrollada bajo la filosofía Open Source Hardware, (Son aquellos dispositivos de *hardware* cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público) existe una gran base de conocimiento sobre el uso del IDE y ejemplos de programas de aplicación para Arduino. (Flores Cortez, 2013, p.17)
- **Domótica:** Es el término científico que se utiliza para denominar la parte de la tecnología (electrónica e informática), que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio de oficinas o en uno de viviendas o simplemente en cualquier hogar. También, un término muy familiar para todos es

el de “edificio inteligente” que aunque viene a referirse a la misma cosa, normalmente se aplica más al ámbito de los grandes bloques de oficinas, bancos, universidades y edificios industriales. (monografias.com, 2012)

- **Circuito lógico digital:** Es la interconexión de componentes electrónicos con la característica de que estos componentes funcionan con entradas y salidas de datos digitales, es decir, niveles de voltaje discreto de cero o cinco voltios, con su equivalente digital 0 y 1. Estos circuitos también se denominan circuitos combinatorios cuyos componentes principales son las distintas compuertas lógicas digitales.
- **Sistema digital programable:** Son aquellos sistemas que funcionan igual que un circuito lógico con la diferencia de que la función lógica puede ser cambiada vía programación, el componente principal de estos sistemas son dispositivos programables, por ejemplo un Microcontrolador.

2.4 Aspectos de Documentación Técnica.

En la documentación técnica se describen todas las características que poseen cada uno de los componentes que se van a utilizar en este proyecto. (ATMEL [Atmel Corporation], 2014)

2.4.1 Características generales de Microcontrolador Atmega 2560.

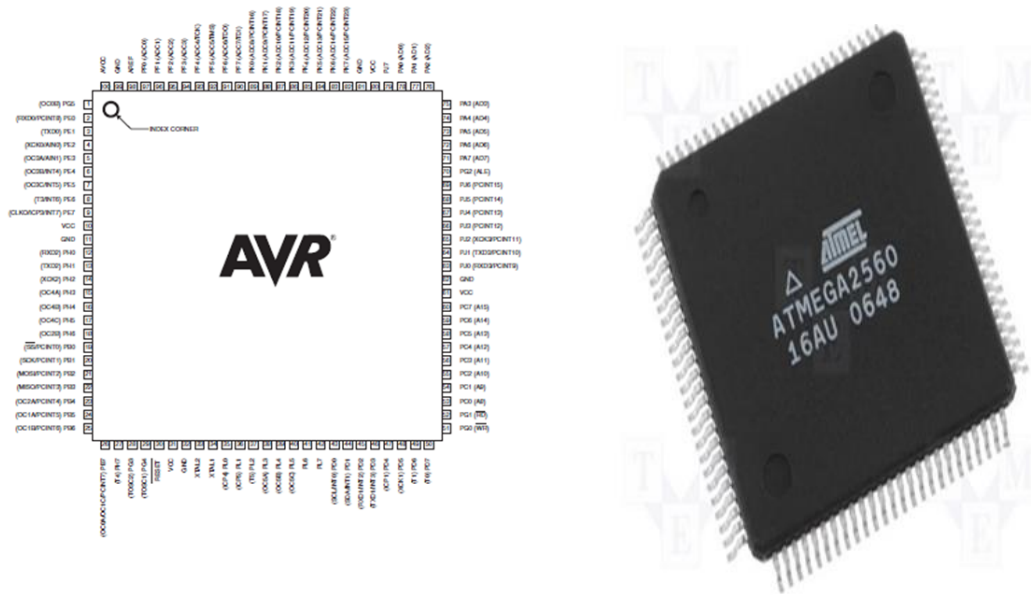


Figura: 2.5 Pinout ATMEGA 2560.

Características:

- Alto rendimiento, baja potencia Atmel AVR ® microcontrolador de 8 bits
- Arquitectura RISC avanzada
 - Instrucciones de gran alcance 135 – más simple ejecución del ciclo de reloj
 - Registros de propósito general trabajo 32×8
 - Operación completamente estática

- Hasta 16 MIPS rendimiento a 16MHz
- 2 ciclo multiplicador de la en-viruta
- Los segmentos de memoria no volátil de alta resistencia
 - 64K / 128K/256KBytes de Flash auto programable en el sistema
 - 4Kbytes EEPROM
 - 8Kbytes interno SRAM
 - Escribir/borrar ciclos: 10, 000 Flash/100.000 EEPROM
 - Retención de datos: 20 años a 85° C/100 años a 25° C
 - Sección de código de arranque opcional con cerradura independiente pedacitos
- Programación en el sistema por el programa de arranque de la en-viruta
- Cierta tiempo-lectura-escritura operación
 - Cerradura programación de Software de seguridad
- Resistencia: espacio de memoria externa opcional de 64Kbytes
- Compatibilidad con bibliotecas QTouch de Atmel ®
 - Ruedas, deslizadores y botones capacitiva táctil
 - Adquisición QTouch y QMatrix ®
 - Hasta 64 canales de sentido
- JTAG (IEEE Std. 1149.1 obediente) interfaz
 - Límite-escaneo capacidades según el estándar JTAG

- Soporte extensa depuración de la en-viruta
- Programación de Flash, EEPROM, fusibles y pedacitos de bloqueo a través de la interfaz JTAG
- Características periféricas
 - Temporizador de 4 a 16 bits /contador con Prescaler separado, compara y modo de captura
 - Contador tiempo Real con oscilador independiente
 - Cuatro canales de PWM de 8 bits
 - Seis/doce canales de PWM con resolución programable de 2 a 16 Bits
 - Salida compara modulador
 - 8/16 canales de 10 bits ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Dos/cuatro programable serie USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Interfaz en serie SPI maestro/esclavo
 - Byte orientada interfaz Serial de 2 hilos
 - Temporizador de vigilancia programable con el oscilador separado de la en-viruta
 - Comparador analógico on-chip

- Interrumpe y Wake-up sobre el cambio de Pin
- Las características especiales del microcontrolador
 - Power-on Reset y detección de apagón programable
 - Oscilador calibrado interno
 - Fuentes de interrupción externos e internos
 - Seis modos de sueño: Marcha lenta, reducción de ruidos del ADC, ahorro de energía, apagado, modo de espera, y extendido en espera.
- Entrada-salida y paquetes
 - Líneas de la entrada-salida programable 54/86
(ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - 64-cojín QFN/MLF, 64-plomo TQFP (ATmega1281/2561)
 - 100 plomo TQFP, CBGA 100-ball (2560/1280/ATmega640)
 - RoHS/completamente verde
- Rango de temperatura:
 - -40 ° C a 85 ° C Industrial
- Ultra bajo consumo de energía
 - Modo activo: 1MHz, 1.8V: 500µA
 - Energía-abajo modo: 0.1µA a 1.8V
- Grado de la velocidad:

- ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V:
 - 0 - 4MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8 MHz @ 2.7V - 5.5V
- ATmega2560V/ATmega2561V:
 - 0 - 2MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8 MHz @ 2.7V - 5.5V
- ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
 - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16 MHz @ 4.5V - 5.5V
- ATmega2560/ATmega2561:
 - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V

2.4.2 Características generales tarjeta Arduino MEGA 2560.

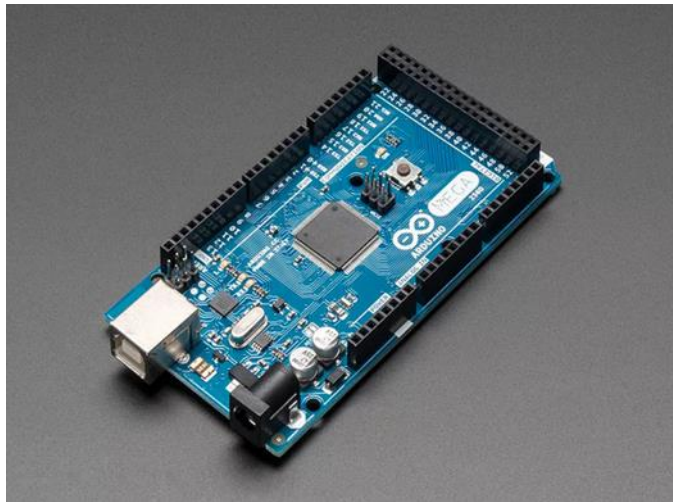


Figura: 2.6 Aspecto y dimensiones de la tarjeta Arduino MEGA 2560.

- Microcontroladores Atmega2560
- Tensión de funcionamiento 5V
- Voltaje de entrada (recomendado) 7-12V
- Voltaje de entrada (límites) 6-20V
- Digital pines I / O 54 (de las cuales 15 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica 16
- Corriente DC por Pin I / O 40 mA
- Corriente DC de 3.3V Pin 50 mA
- Memoria Flash 256 KB de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque
- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- Velocidad del reloj 16 MHz

Energía:

El Mega Arduino puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

El tablero puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco

voltios y la junta puede ser inestable. Si se utiliza más de 12 V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

La figura 2.7 muestra los pines de alimentación del Arduino Mega 2560:

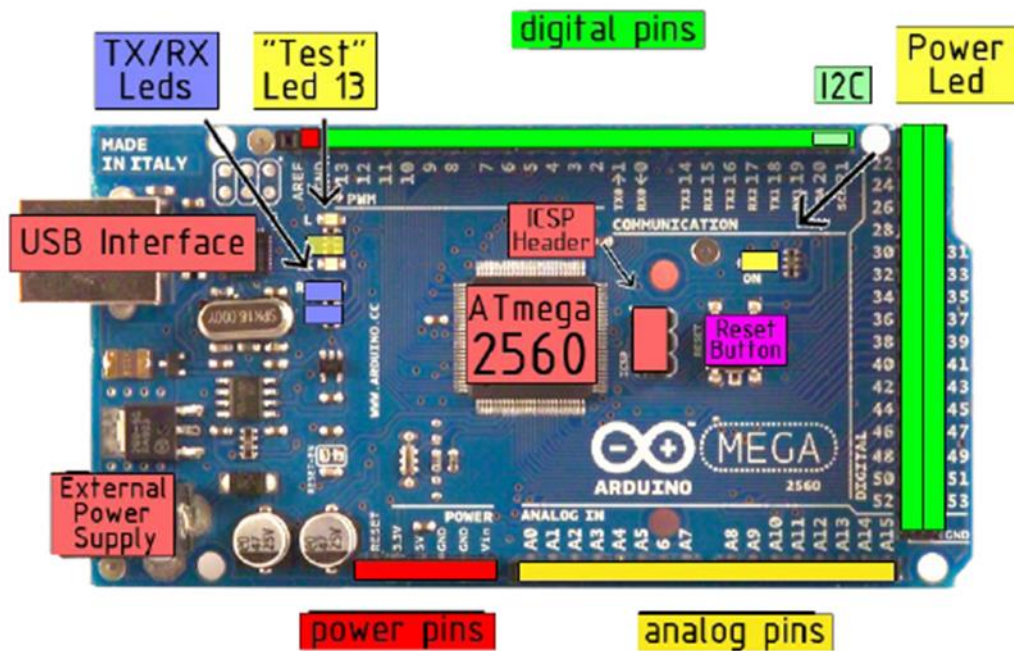


Figura: 2.7 Pines de alimentación Arduino Mega 2560.

- **VIN.** El voltaje de entrada a la placa Arduino cuando se trata de utilizar una fuente de alimentación externa (en oposición a 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de alimentación regulada). Usted puede suministrar tensión a través de este pin, o, si el suministro de tensión a través de la toma de alimentación, acceso a él a través de este pin.

- **5V.** Este pin como salida una 5V regulada del regulador en el tablero. El tablero puede ser alimentado ya sea desde la toma de alimentación de corriente continua (7 - 12 V), el conector USB (5V), o por el pin VIN del tablero (7-12V). El suministro de tensión a través de los pines de 5V o 3.3V no pasa por el regulador, y puede dañar su tablero. No aconsejamos ella.
- **3V3.** Un suministro de 3.3 voltios generada por el regulador de a bordo. Sorteo de corriente máxima es de 50 mA.
- **GND.** Pines de tierra.
- **Instrucción IOREF.** Este pin de la placa Arduino proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un escudo configurado puede leer el voltaje pin instrucción IOREF y seleccione la fuente de alimentación adecuada o habilitar traductores de voltaje en las salidas para trabajar con el 5V o 3.3V.

Memoria:

El Atmega2560 tiene 256 KB de memoria flash para el almacenamiento de código (de los cuales 8 KB se utiliza para el gestor de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM.

Entrada y Salida:

Cada uno de los 54 pines digitales en el Arduino Mega se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()` funciones. Funcionan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- Serial: 0 (RX) y 1 (TX); Serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) y 14 (TX) Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) TTL. Pines 0 y 1 están también conectados a los pines correspondientes del USB-to-TTL chip SerialATmega16U2.
- Interrupciones externas: 2 (interrumpir 0), 3 (alarma 1), 18 (interrumpe 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrumpir 3), y 21 (2) de interrupción. Estos pines pueden configurarse para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.
- PWM: 2 a 13 y 44 a 46. Proporcionar salida PWM de 8 bits con el `analogWrite()` función.
- SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) Estos pines admite la comunicación SPI utilizando la librería SPI. Los pines SPI también se desglosan

en la cabecera ICSP, que es físicamente compatible con el Uno, Duemilanove y Diecimila.

- LED: 13. Hay un LED incorporado conectado al pin digital 13. Cuando el pasador es de alto valor, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.
- TWI: 20 (SDA) y 21 (SCL) Apoyar la comunicación TWI utilizando la librería Wire. Tenga en cuenta que estos pines no están en la misma ubicación que los pines TWI en el Duemilanove o Diecimila.

El Mega 2560 tiene 16 entradas analógicas como se muestra en la figura 2.8, cada uno de ellas proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1,024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el suelo a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango usando el pin AREF y función `analogReference()`.



Figura: 2.8 Pines Analógicos

- AREF. Voltaje de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference()`.

- Restablecer. Traiga esta línea BAJO para reajustar el microcontrolador. Normalmente se utiliza para añadir un botón de reinicio para escudos que bloquean el uno en el tablero.

Comunicación:

El Arduino Mega 2560 tiene una serie de instalaciones para comunicarse con un ordenador, otro Arduino u otros microcontroladores. El Atmega 2560 ofrece cuatro UART hardware para TTL (5V) de comunicación serie. Un Atmega 16U2 (Atmega 8U2 sobre la revisión y revisión de una a dos tablas) en los canales de subir a uno de ellos a través de USB y proporciona un puerto COM virtual para software en el equipo (máquinas Windows necesitarán un archivo. Inf, pero las máquinas OSX y Linux reconoce la junta como un puerto COM de forma automática. El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite a los datos textuales sencillos para ser enviados hacia y desde el tablero. Los LEDs RX y TX en el tablero parpadean cuando se están transmitiendo datos a través de la ATmega 8U2 / Atmega 16U2 chip y conexión USB al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1).

Una biblioteca SoftwareSerial permite la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales del Mega 2560.

El Atmega 2560 también soporta la comunicación TWI y SPI. El software de Arduino incluye una biblioteca de alambre para simplificar el uso del bus TWI. Para la comunicación SPI, utilice la librería SPI. (arduino.cc, 2014)

Programación:

Los Atmega 2560 en la Mega Arduino viene precargado con un gestor de arranque que le permite cargar nuevo código a él sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica mediante el protocolo original STK500.

También puede pasar por alto el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través del ICSP (In-Circuit Serial Programming) cabecera utilizando Arduino ISP o similar.

El Atmega 16U2 (o 8U2 en el rev1 y tableros Rev2) código fuente del firmware está disponible en el repositorio de Arduino. El Atmega 16U2 / 8U2 se carga con un cargador de arranque DFU, que puede ser activado por:

- En las placas Rev1: conectan el puente de soldadura en la parte posterior de la placa (cerca del mapa de Italia) y luego reiniciar el 8U2.
- En las placas Rev2 o posteriores: hay una resistencia que tirando de la línea 8U2 / 16U2 HWB a tierra, por lo que es más fácil poner en modo DFU. A continuación, puede utilizar el software de Atmel FLIP (Windows) o el programador DFU (Mac

OS X y Linux) para cargar un nuevo firmware. O puede utilizar el encabezado de ISP con un programador externo (sobrescribir el gestor de arranque DFU). (arduino.cc, 2014)

Restablecer (Reset) Automático (Software):

En lugar de requerir una prensa física del botón de reinicio antes de que una carga, el Arduino Mega 2560 está diseñado de una manera que permite que sea restablecido por el software que se ejecuta en un ordenador conectado. Una de las líneas de control de flujo por hardware (DTR) de la ATmega 8U2 está conectado a la línea de reposición de los Atmega 2560 través de un condensador 100 nano faradios. Cuando esta línea se afirma (tomada bajo), la línea de restablecimiento pasa el tiempo suficiente para restablecer el chip. El software de Arduino utiliza esta capacidad para permitir que usted cargue código con sólo pulsar el botón de subida en el entorno Arduino. Esto significa que el gestor de arranque puede tener un tiempo de espera más corto, ya que el descenso de DTR puede ser bien coordinada con el inicio de la subida.

Esta configuración tiene otras implicaciones. Cuando el Mega 2560 está conectado ya sea a un ordenador con Mac OS X o Linux, se restablece cada vez que se realiza una conexión a la misma desde el software (a través de USB). Para el siguiente medio segundo o así, el gestor de arranque se ejecuta en el Mega 2560. Mientras que está programado para ignorar los datos malformados (es decir nada, además de una carga de nuevo código),

se interceptará los primeros bytes de datos enviados a la junta después de abrir una conexión. Si un funcionamiento boceto en el tablero recibe la configuración de una sola vez u otros datos cuando se inicia por primera vez, asegúrese de que el software con el que se comunica espera un segundo después de abrir la conexión y antes de enviar estos datos.

El Mega 2560 contiene un rastro que se puede cortar para deshabilitar el reinicio automático. Las almohadillas a ambos lados de la traza se pueden soldar juntos para volver a habilitarlo. También puede ser capaz de desactivar el reinicio automático mediante la conexión de una resistencia de 110 ohmios de 5V a la línea de reposición.

Protección multifunción USB:

El Arduino Mega 2560 tiene un polyfuse reajutable que protege a los puertos USB de sus computadoras. Aunque la mayoría de las computadoras ofrecen su propia protección interna, el fusible proporciona una capa adicional de protección. Si hay más de 500 mA se aplica al puerto USB, el fusible se rompe automáticamente la conexión hasta que el corto o se elimina la sobrecarga.

2.4.3 Características generales de la pantalla LCD.



Figura: 2.9 Pantalla LCD (Pantalla de Cristal Líquido) 16x2.

Descripción:

Estos LCDs requieren bastantes pines digitales, 6 para el control de la pantalla LCD y luego otro pin para controlar la luz de fondo para un total de 7 pines. Es casi la mitad de los pines disponibles en un Arduino clásico. (adafruit, 2014) Con esto en mente, el fabricante ha querido hacer más fácil para la gente conseguir estos LCD en sus proyectos, así que ideó un escudo que le permite controlar un LCD 16 x 2 caracteres hasta 3 pines de teclado de pasadores y 5 contraluz usando solamente los dos pasadores I2C Arduino. La mejor parte es que realmente no pierde esos dos pines, de esa manera se puede agregar sensores basados en i2c, RTC, etc. y así compartir el bus I2C. Esto es una manera muy hábil para añadir una pantalla sin todas las complicaciones de cableado.

Este escudo es perfecto para cuando se desea crear un proyecto independiente con su propia interfaz de usuario. Los 4 botones direccionales y el botón de selección permiten un control básico sin tener que conectar un ordenador voluminoso.

El escudo está diseñado para Arduinos 'clásico' (UNO, Duemilanove, Diecimilla, etc.). Utiliza los pines de conexión I2C analógico 4 y 5. También funcionará perfectamente con Arduino Mega que tienen los pines SDA/SCL I2C extras explotados. De Mega anterior tiene los pasadores I2C en una ubicación diferente y requerirá soldar dos cables de los pin I2C del escudo y conectarlos a los diferentes lugares de I2C Digital 20 y 21.

Detalles técnicos:

- Dimensiones: 2,1 "x 3,2"
- Viene con una retroiluminación azul y blanco de 16 x 2 LCD
- Plug and play con cualquier Arduino 'clásico' - UNO, uno, diecimilla, etc. así como Arduino Mega.
- Utiliza sólo los pernos I2C - analógica 4 & 5 en clásico Arduinos, Digital 20 y 21 en Arduino Mega R3
- Este tablero/chip utiliza la dirección I2C 7-bit 0 x 20
- Tamaño del orificio de montaje es de 2,5 mm.

2.4.4 Características generales teclado matricial 4x3

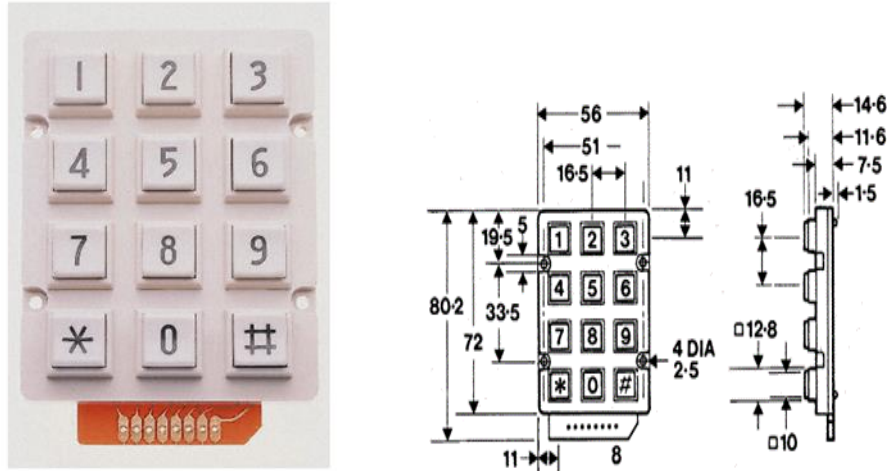


Figura: 2.10 Teclado Matricial de 12 teclas (4x3)

Teclado matricial de 4 x 3 teclas tipo teléfono que resulta especialmente útil para conectarlo al módulo display lcd con conexión serie + I2C S310118, ya que el conector coincide directamente con las conexiones de dicho módulo. El teclado resulta una opción sencilla y barata para introducir datos, claves de acceso, instrucciones, etc. en cualquier sistema microcontrolador.

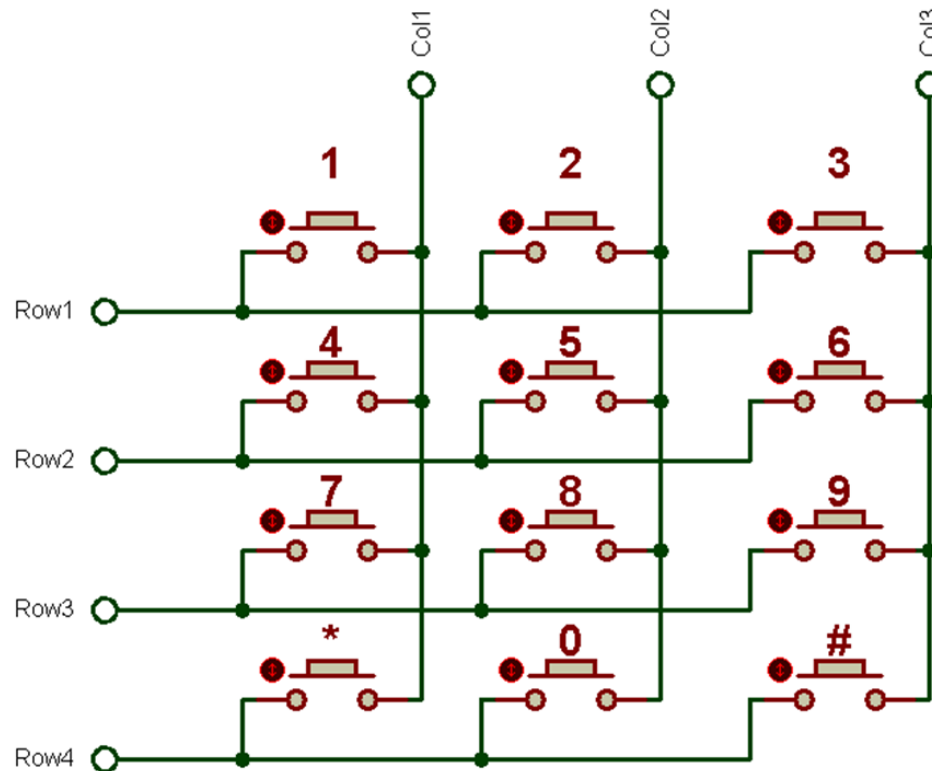


Figura: 2.11 Esquema eléctrico Teclado Matricial 4x3

Características:

- Estos teclados están configurados como una matriz filas-columnas como se muestra en la figura 2.11 con la intención de reducir el número de líneas de entrada-salida del microcontrolador.
- El número de líneas de E/S necesarias es igual a la suma de filas y columnas.

- La organización es tal que cada tecla se conecta a una fila y una columna.
- El número de teclas es igual al producto de filas y columnas.

2.4.5 Características generales del módulo RTC (reloj en tiempo real) DS1307.

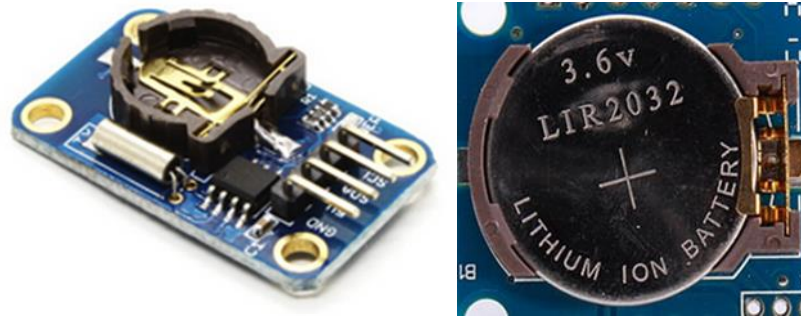


Figura: 2.12 Modulo RTC DS1307 y fuente de alimentación.

Características:

- Cuenta con 56 bytes, con respaldo de batería, no volátil (NV) de RAM para el almacenamiento de datos, dos cables de interfaz en serie, señal cuadrada de salida programable.
- Encendido automático no detectar y cambiar los circuitos.

- Consume menos de 500nA en el modo de copia de seguridad de la batería con un oscilador de funcionamiento.
- Rango de temperatura opcional industrial: -40 °C a +85 °C.
- DIP de 8 pines, Underwriters Laboratory (UL) ha reconocido el DS1307, serie reloj en tiempo real es un bajo consumo de energía, lleno de código binario decimal (BCD) reloj/calendario, más 56 bytes de SRAM NV.
- Dirección y los datos se transfieren a través de una serie de 2 hilos, bidireccional del bus.
- El reloj/calendario provee segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año.
- El fin de mes a la fecha se ajusta automáticamente durante meses con menos de 31 días, incluidas las correcciones de los años bisiestos.
- El reloj funciona tanto en el formato de 12 horas ó 24 horas con indicador AM/PM.
- El DS1307 tiene un circuito integrado de potencia sentido que detecta cortes de energía y cambia automáticamente a la fuente de la batería.
- Su bajo consumo de energía ayuda a que la batería dure entre 5 y 10 años.

CAPÍTULO III DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Propuesta de la Solución

Este proyecto es una recopilación de cuatro partes, las cuales consisten en: diseñar y crear un dispositivo de control de acceso, crear una clave de acceso numerada y realizar un manual de usuario electrónico

La primera de las tres partes es crear y diseñar un dispositivo electrónico que sea capaz de restringir el acceso al laboratorio de hardware. La manera en que se realizó el dispositivo fue diseñando un sistema que dio solución a los problemas que se presentan en el laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador como por ejemplo la protección de su patrimonio y aquellas situaciones en las que por motivos de fuerza mayor al encargado del laboratorio se le hace difícil llegar temprano a abrir.

Para ello se utilizó un sistema electrónico embebido que no es más que una combinación de electrónica, informática y mecánica, diseñado especialmente para la realización de una función, aplicación o tarea específica.

Está formado por una placa Arduino Mega 2560 que es la encargada de recibir y decodificar los datos provenientes de un teclado matricial de 4 X 3 teclas tipo teléfono que permite introducir un código que será procesado por el microcontrolador, este manda una orden de ejecución hacia los actuadores que para este proyecto es una chapa eléctrica

que al recibirla permite que la puerta se abra o se cierre impidiendo o permitiendo así el acceso.

Además cuenta con una pantalla LCD que permite ver de manera digital los datos que se ingresen mediante el teclado. En esta pantalla se puede visualizar cuándo se ha ingresado la contraseña de forma correcta o incorrecta además permite cambiar una clave de acceso. Por otra parte a este sistema se le agregó un reloj de tiempo real el cual se encarga de mantener el sistema actualizado con la fecha y hora nacional.

La segunda de las tres partes fue la creación y establecimiento de una clave que permite el acceso solo a personal autorizado. Esta clave consiste en una combinación de cuatro dígitos comprendidos entre el 0 y el 9 que son establecidos como contraseña, la cual es una parte lógica digital muy necesaria para poder hacer uso de este sistema electrónico de seguridad.

Esta clave o contraseña se creó con el objetivo de permitir el acceso a personal (Docentes) autorizado al laboratorio de hardware y para hacer eficaz el sistema tiene registrado solamente a cada persona que tenga autorización de uso de laboratorio de hardware y para ello se le asignó una clave de acceso personal.

Esta clave es insertada mediante un teclado, que envía pulsaciones eléctricas hacia el Arduino y este muestra en una pantalla LCD si la clave es correcta o incorrecta, y de

ser correcta permite que la chapa eléctrica se abra para dar paso al usuario (Docente) que tengo necesidad de usar el laboratorio de hardware.

La tercera parte de este proyecto fue la creación de un manual para el usuario, que consiste en ser una guía de fácil interpretación y análisis.

En el manual se muestra los pasos necesarios sobre el uso del dispositivo de seguridad instalado en el laboratorio de hardware, en él se describe paso a paso la forma de cómo registrar un nuevo usuario. También se explica la manera de cómo restablecer las contraseñas de los usuarios en caso de que estas sean olvidadas así como también se detallan recomendaciones de uso para lograr un mejor funcionamiento y lograr una mayor durabilidad en el sistema. Este manual se hará de forma digital para una mejor movilidad y disponibilidad.

Los usuarios pueden tener algunas inquietudes como por ejemplo:

¿Qué pasará si se va la energía eléctrica? Pues la solución será que la cerradura de la puerta siempre se podrá abrir con su respectiva llave de acceso.

Otro problema que se puede presentar sería que el usuario olvide su contraseña, pues este proyecto cuenta con un método de reasignación de clave o reseteo de sistema el cual permitirá que todas las contraseñas sean reestablecidas a su forma original permitiendo así que los usuarios puedan recuperar la contraseña perdida.

Sistema electrónico automatizado que cumpla con la función de acceso por medio de clave.

El objetivo de esta fase fue el estudio de las necesidades de información que debe satisfacer el sistema a desarrollar, elaborando una serie de especificaciones formales que describan la funcionalidad del mismo y que permitieron abordar con garantías las siguientes fases, y así obtener un conjunto de especificaciones que contemplarán los aspectos físicos del sistema, considerando las características tecnológicas del entorno específico en el que se implementó y que constituyó el punto de partida para la construcción del sistema.

La figura 3.1 se muestra el diseño del prototipo terminado y funcionando:

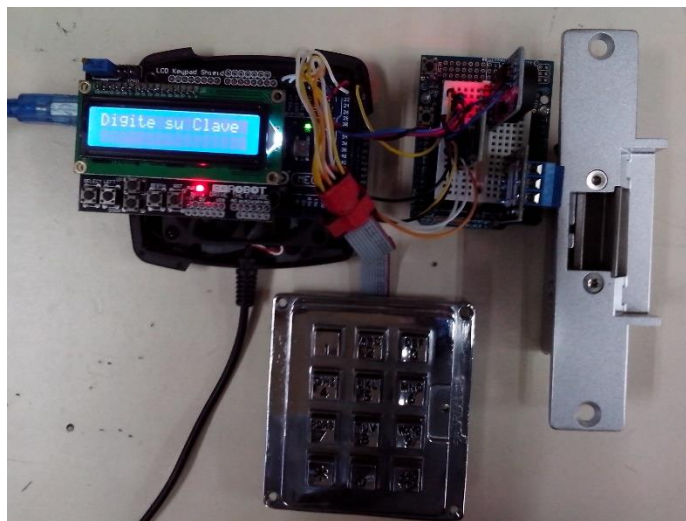


Figura: 3.1 Prototipo terminado.

En la fase de desarrollo y pruebas, se empezó a desarrollar el proyecto. Esto incluyó crear el software y construir la arquitectura adecuada de la base de datos del proyecto. Las pruebas empezaron después de terminar la construcción de los componentes del proyecto.

En la figura 3.2 se muestra la pantalla funcionando en perfectas condiciones:

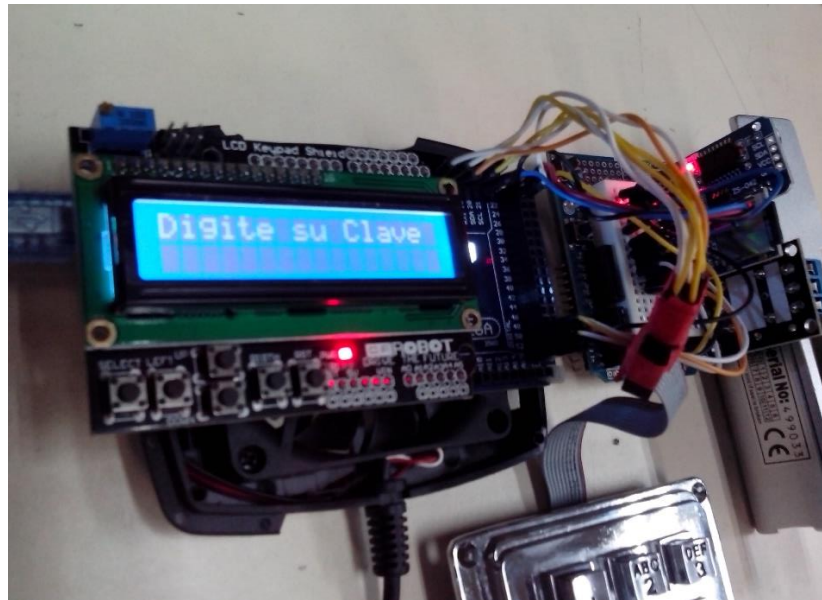


Figura: 3.2 Pantalla en funcionamiento.

En esta fase, luego de que las diferentes unidades de diseño han sido desarrolladas y probadas por separado. Durante su desarrollo, el proyecto se empleó de forma experimental para asegurar que el software no falle, es decir que funcione de acuerdo a sus especificaciones y a la manera que los usuarios esperan que lo haga, y de esta forma

poder detectar cualquier anomalía, antes de que el sistema sea puesto en marcha y se dependa de él.

El objetivo de esta fase fue la puesta en servicio del proyecto construido y conseguir su adaptación final por parte de los usuarios del mismo, para que trate de hacer ver a estos, mediante demostraciones formales (pruebas de aceptación) que el sistema cumple todos los objetivos y requisitos para los que fue desarrollado.

En la figura 3.3 se muestra mensaje mostrado por el dispositivo luego de haber interactuado con él.

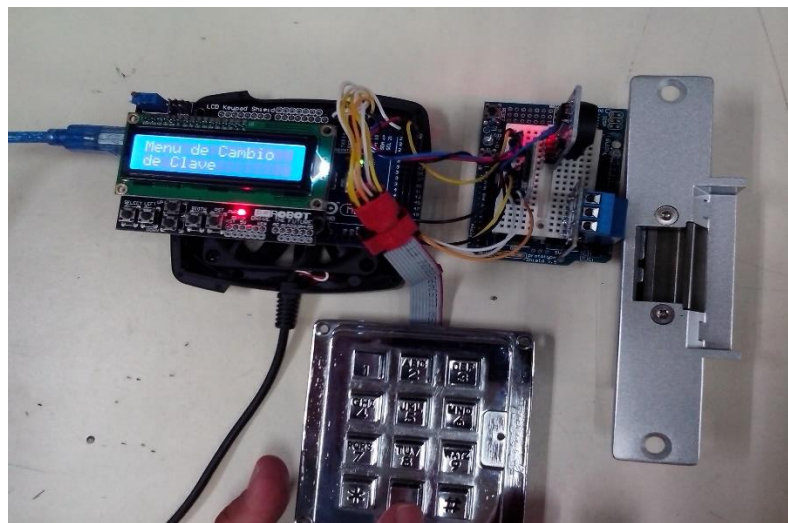


Figura: 3.3 Interactuando con dispositivo.

Luego que el sistema ha estado operando, se debe prestar especial atención a la utilización y la satisfacción de los usuarios finales, ellos constituyeron un indicador del

buen funcionamiento del dispositivo por lo que se crea un manual de usuario que podrá ser consultado electrónicamente o imprimirse si se desea, como apoyo para el uso correcto del dispositivo electrónico.

Clave de acceso numerada para los usuarios autorizados por las autoridades del laboratorio de hardware.

En esta fase fue el estudio de las necesidades de información que debe satisfacer el sistema a desarrollar, para este producto se analizó la cantidad de dígitos necesarios que deben formar la clave de acceso, que solo podrá combinar números comprendidos entre 0 y 9.

Esta fase permitió obtener un conjunto de especificaciones que contemplaron los aspectos físicos del sistema, considerando las características tecnológicas del entorno específico en el que se implantó, que constituyó el punto de partida para la construcción del sistema. Luego que el sistema haya funcionado, se debe prestar especial atención a la utilización y la satisfacción de los usuarios finales, por lo que se creó un manual de usuario el cual podrá ser consultado electrónicamente o imprimirse si se desea, como apoyo para el uso correcto del dispositivo electrónico.

Manual de usuario electrónico.

En esta fase fue el estudio de las necesidades de información que debe satisfacer el sistema a desarrollar, se consideró necesario para un buen uso y funcionamiento del dispositivo electrónico de acceso por clave la creación de un Manual de usuario.

En el manual se encuentra los pasos sobre el uso del dispositivo de seguridad instalado en el Laboratorio de Hardware, dentro de los pasos del manual se detalla la manera de cómo activar el dispositivo. En otras palabras es una guía de fácil interpretación y análisis.

En el desarrollo y pruebas, se crea el manual de uso del sistema. Las pruebas empiezan después de terminar la construcción de los componentes del sistema.

En esta etapa se pretendió reproducir el manual de uso, obtener efectividad y claridad en los contenidos elaborados en el manual.

Manual de Uso:

1. El usuario, verá en la interface de bienvenida el mensaje siguiente: **“Digite su Clave”**



2. El sistema por seguridad, imprime el valor de **XXXX**, para garantizar que otra persona no logre saber la clave.



3. Si el valor de la clave ingresada es correcta el sistema imprime el siguiente mensaje:
"Acceso Correcto"
"USER_2"



4. Otra facilidad que tiene el sistema es el cambio de clave, para lo cual el usuario digita #*#*, y el sistema le imprime el siguiente mensaje:

"Menú de Cambio"

"de Clave"



5. En el caso que no se desee hacer el cambio, y el usuario desiste de la decisión puede presionar la tecla #, y el sistema regresa al menú principal.



Presion # Para
Salir del Menu

6. De no haber presionado la tecla #, el sistema le imprime la siguiente pantalla en la que hay que digitar el número de usuario asignado por ejemplo: 1



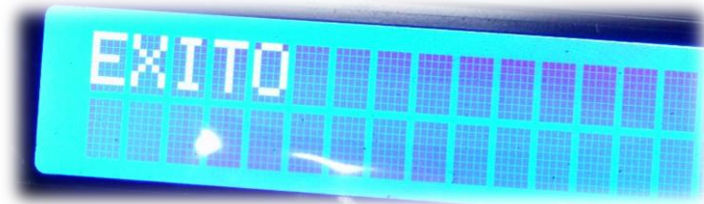
Digite su Numero
de Usuario

7. Paso siguiente, se le pide ingresar la clave actual que tiene que es de 4 dígitos.



Digite su Clave
Actual

8. Si la clave es correcta el sistema lo aprueba y le envía el mensaje: “EXITO”



9. Paso siguiente, le pedirá que ingrese la nueva clave.



10. Nuevamente le pedirá que ingrese la clave nueva, para comprobar que esta coincide y que no habrá ambigüedad.



11. Si todo se realizó en orden y correctamente el sistema lo avala con el mensaje:
“Clave Correcta”



Evaluación: Se evaluará el contenido del manual con el propósito de conocer las fortalezas y debilidades del producto desarrollado para el logro de un mejor resultado.

Programa realizado para este proyecto

```
//*****INICIO-CERRA-  
VAR*****  
  
#include "Keypad.h"  
  
#include <LiquidCrystal.h>  
  
#include <Servo.h>  
  
#include <EEPROM.h>
```

```
String su1,su2,su3,su4;

String Clave="";

int numero=0;

int usuario;

int verdePin = 13;

Servo miServo;

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

// Definiciones para el teclado

const byte FILAS = 4; //four rows

const byte COLUMN = 3; //three columns

// Si tuviéramos u teclado de 16 teclas, se usarían 4 columnas

char teclas[FILAS][COLUMN] = {

    {'1','2','3'},

    {'4','5','6'},

    {'7','8','9'},
```

```

{'*', '0', '#'}

};

// Pines de Arduino conectadas a las filas del teclado

byte filPins[FILAS] = {16, 15, 14, 22};

// Pines de Arduino conectadas a las columnas del teclado

byte colPins[COLUM] = {19, 18, 17};

//creacion del objeto Keypad

Keypad = Keypad( makeKeymap(teclas), filPins, colPins, FILAS, COLUM);

//*****FIN-CERRA-
VAR*****

//*****INICIO-SD-
VAR*****

#include <SD.h>

File archivoSensor;

```

```

#include "Wire.h"

#include "RTCLib.h"

//Se crea el objeto RTC

RTC_DS1307 RTC;


int horas; int minutos; int segundos;

int year_; int month_; int day_;

//*****FIN-SD-
VAR*****

void validar1()

{

    Serial.print("numero en validar");

    Serial.println(numero);

    Serial.print("clave validar");

    Serial.println(Clave);

    limpiar();

```

```
lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

// Imprimir un mensaje.

lcd.print("Digite su Clave");

lcd.setCursor(0, 1);

// Imprimir un mensaje.

lcd.print("Actual");

while(numero<=3)

{

    char te = keypad.getKey();

    if (te)

    {

        lcd.setCursor(numero+7, 1);

        // Imprimir un mensaje.

        lcd.print("*");
```

```
numero++;

// Desplegarla por el monitor serial

delay(500);

Clave.concat(te);

Serial.println(Clave);

Serial.println(numero);

Serial.println(su1);

if (Clave=="*")
{

Serial.print("numero antes de limpiar clave");

Serial.println(numero);

Serial.print("clave antes de limpiar clave");

Serial.println(Clave);

limpiar();

numero=4;
```

```

Serial.print("numero después de limpiar clave");

Serial.println(numero);

Serial.print("clave después de limpiar clave");

Serial.println(Clave);

}else{

    if(su1==Clave)

//#####

    {

        lcd.clear();

        lcd.setCursor(0, 0);

        // Imprimir un mensaje.

        lcd.print("EXITO");

        delay(1000);

        usuario=1;

```

```
revalidar(usuario);//$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
(usuario)= 1 [revalidar(int u)]

    } else {

        if(su1!=Clave && numero>3){

            lcd.clear();

            lcd.setCursor(0, 0);

            // Imprimir un mensaje.

            lcd.print("Clave ERRONEA !!");

            delay(1000);

            Serial.println(numero);

        }

    }

}
```

```

    }

}

limpiar();

} //FIN VALIDAR1

//*****INICIO-SD-
FUNCION*****

void grabarSD(String su,String nU)

{

//*****INICIO-
SD*****

    DateTime now = RTC.now(); // le avisa al DS1307 que se leerán valores

    //leer cada registro y asignarlo a una variable

    horas = now.hour();

    minutos = now.minute();

```

```

segundos = now.second();

year_ = now.year();

month_ = now.month();

day_ = now.day();

delay(100);

//*****FIN-SD-
*****

// Se abre el archivo, para escritura, si no existiera en la SD se creara
archivoSensor = SD.open("labwh.txt", FILE_WRITE);

Serial.println(" ");

// Si se abrió correctamente, escribir

if (archivoSensor) {

    archivoSensor.println("*****-/-INICIO-/-*****");

    archivoSensor.print("Usuario: ");archivoSensor.println(nU);

```

```
archivoSensor.print("Clave: ");archivoSensor.println(su);
```

```
Serial.println("*****-/-INICIO-/-*****");
```

```
Serial.print("Usuario: ");Serial.println(nU);
```

```
Serial.print("Clave: ");Serial.println(su);
```

```
archivoSensor.print("la FECHA actual es: ");
```

```
Serial.print("la FECHA actual es: ");
```

```
archivoSensor.print(day_); archivoSensor.print('/');
```

```
Serial.print(day_);Serial.print('/');
```

```
archivoSensor.print(month_); archivoSensor.print('/');
```

```
Serial.print(month_);Serial.print('/');
```

```
archivoSensor.println(year_);
```

```
Serial.println(year_);
```

```
archivoSensor.print("la HORA actual es:");
```

```
Serial.print("la HORA actual es:");
```

```
archivoSensor.print(horas); archivoSensor.print(':');  
  
Serial.print(horas);Serial.print(':');  
  
archivoSensor.print(minutos); archivoSensor.print(':');  
  
Serial.print(minutos);Serial.print(':');  
  
archivoSensor.println(segundos);  
  
Serial.println(segundos);  
  
archivoSensor.println("*****-/-FIN-/-*****");
```

```
// Cerrar y grabar le archivo:
```

```
archivoSensor.close();  
  
Serial.println("*****-/-FIN-/-*****");  
  
Serial.println(" ");
```

```
} else {
```

```
// Si no se pudo abrir el archivo.
```

```
Serial.println("error al abrir el labwh.txt!");

}

}

//*****FIN-SD-

FUNCION*****
```

3.2 CONCLUSIONES

Uno de los principales beneficios es que se diseñó y se creó el prototipo y sería el primero en implementarse en la Universidad Tecnológica de El Salvador de este tipo, por lo tanto la propuesta es innovadora en la que los beneficiarios serán los docentes y el personal encargado de Laboratorio de Hardware que tendrá acceso mediante una clave que tendrá un nivel de seguridad y así mismo que llega a eliminar la forma tradicional de cerradura con la llave en la cual se está acostumbrado.

Otro beneficio que otorgará el proyecto será la seguridad y el confort al momento de utilizar el sistema de control que mediante una clave el usuario tendrá acceso al Laboratorio de Hardware, como anteriormente se había indicado. La utilización de la llave hace que se tenga múltiples llaves al momento de entrar a una habitación o recinto, con el proyecto la clave será el nivel de acceso ofertado, por lo tanto el confort está garantizando para el usuario.

Para concluir el proyecto el control de acceso por clave será implementado en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador, lo que da la pauta para que los demás laboratorios del alma mater implementen este proyecto innovador.

3.3 RECOMENDACIONES

Una de las recomendaciones que se le puede brindar a la Universidad Tecnológica de El Salvador es que apueste por la implementación de este proyecto, ya que es innovador y traerá modernización a nivel de seguridad en los diferentes laboratorios con los que cuenta la Universidad. Además, debe tomar en cuenta que este tipo de proyecto motiva a los estudiantes al momento de elegir una carrera técnica.

Se debe tener en cuenta que los usuarios (Docentes) tendrán un manual de usuario del sistema de control de acceso por clave, que brindará las instrucciones necesarias para el manejo del sistema antes mencionado. También recordar que el uso del manual permitirá el buen funcionamiento del mismo.

Por último hacer conciencia al usuario (Docente) que el uso de la clave es personal e intransferible, ya que por medio de esta se identificara con nombre, fecha y hora el ingreso al laboratorio de hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador. Es de mencionar también que este dispositivo tiene la capacidad de crecimiento en el sentido de que a futuro si se requiere se le puede adicionar un lector de huella digital conocido como identificación biométrica, identificación con tarjetas RFID entre otros.

Referencias

Adafruit. (2014). *Displays*. Recuperado de <https://learn.adafruit.com/downloads/pdf/rgb-lcd-shield.pdf>.

Arduino. (2014). *Plataforma*. Recuperado de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMeg22560>.

ATMEL [Atmel Corporation]. (2014). *Microcontroladores (ATMEL [Atmel Corporation])*. Recuperado de http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf.

Atmel. (2014). *Imágenes*. Recuperado de <http://www.atmel.com/Images/doc2549.pdf>.

Datasheetcatalog. (2014). *Hojas técnicas*. Recuperado de http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet_pdf/wstar/WH1602A.pdf

Electronicicchip. (2013). *Chips electrónicos*. Recuperado de <http://spanish.electronicicchip.com/sale-2095975-white-on-black-3-3v-character-lcd-display-rohs-16x2-lcd-display.html>

Flores Cortez, Omar Otoniel. (2013). *Aprende Arduino: Guía Teórica Práctica*. San Salvador: Ingeniería Nacional.

Mantech. (2013). *Ficha técnica*. Recuperado de <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf>

Semanticwebbuilder. (2014). *Electrónica digital*. Recuperado de <http://www.semanticwebbuilder.org>.

Superrobotica. (2015). *Ensamblaje de dispositivos*. Recuperado de <http://www.superrobotica.com/interfaces.htm>

ANEXOS

MATRIZ DE CONGRUENCIA		
TEMA: “Diseño y Construcción de un dispositivo de control de acceso por clave como apoyo a la seguridad patrimonial del laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador”		
ENUNCIADO DEL PROBLEMA: ¿Cómo lograr que el laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador tenga un sistema de control de acceso por clave para ayudar a proteger su patrimonio?		
OBJETIVO GENERAL: Diseñar e implementar un dispositivo electrónico de seguridad capaz de permitir el acceso por clave en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador como apoyo a la seguridad patrimonial.		
OBJETIVO ESPECIFICO 1: Construir un dispositivo electrónico de seguridad que permita el acceso al laboratorio de hardware a personal autorizado.	OBJETIVO ESPECIFICO 2: Hacer que el usuario tenga un confort al acceso por medio de clave al laboratorio de hardware.	OBJETIVO ESPECIFICO 3: Elaborar un manual de usuario para el encargado del laboratorio y el usuario (Docente), del dispositivo de seguridad como herramienta de ayuda.
ALCANCE 1: Construir un dispositivo electrónico de seguridad que permita el acceso al laboratorio de hardware a personal autorizado.	ALCANCE 2: Hacer que el usuario tenga un confort al acceso por medio de clave al laboratorio de hardware.	ALCANCE 3: Elaborar un manual de usuario, del dispositivo de seguridad como herramienta de ayuda.
PRODUCTO 1: Dispositivo electrónico automatizado que cumpla con la función de acceso por medio de clave.	PRODUCTO 2: Clave de acceso numerada para los usuarios autorizados por las autoridades del laboratorio de hardware.	PRODUCTO 3: Manual de usuario mediante CD interactivo.

DOCUMENTACIÓN TECNICA**PROYECTO TEMÁTICO:** Electrónica.**DETALLE DEL PRESUPUESTO PROYECTADO:**

DESCRIPCION	UNIDADES	PRECIO
Pantalla LCD Shield	1	\$ 10.00
Arduino MEGA 2560	1	\$ 25.00
Módulo RTC	1	\$ 4.00
Módulo SD	1	\$ 7.00
Teclado metalico 4x3	1	\$ 25.00
Chapa eléctrica	1	\$ 35.00
Fuente de alimentación	2	\$ 20.00
Relé	1	\$ 5.00
Cables	25	\$ 3.00
Micro SD	1	\$ 8.00
Base de acrilico	1	\$ 3.00
	Total	\$ 145.00

OFERTA ECONÓMICA: Nuestra oferta económica incluye el costo de materiales, instalación y manual de usuario.**Precio:** \$230.00