

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE



TEMA:

"Sistema de monitoreo y alerta vía GSM, como apoyo a las labores de mantenimiento del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador".

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

Fuentes Velásquez, Christian Xavier

Pineda Martínez, José Emilio

Rosales Rosales, Felipe Alexander

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE

Abril, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

AUTORIDADES.

**ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ
RECTOR**

**LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA
DECANO**

JURADO EXAMINADOR

**ING. RAMÓN CORNEJO
PRESIDENTE**

**ING. HUGO JOEL ORTIZ
PRIMER VOCAL**

**ING. OMAR OTONIEL FLORES
SEGUNDO VOCAL**

ABRIL 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.



ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Ing. Hugo Joel Ortiz Saldaña, Ing. Omar Otoniel Flores Cortez, Ing. José Ramon Cornejo Hernández, a las 12:30m. del día Sábado, 6 de Diciembre de dos mil catorce.

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

- | | |
|--|----------------------------|
| 1- <u>Christian Xavier Fuentes Velásquez</u> | <u>Carnet 28-1267-2011</u> |
| 2- <u>José Emilio Pineda Martínez</u> | <u>Carnet 28-6457-2012</u> |
| 3- <u>Felipe Alexander Rosales Rosales</u> | <u>Carnet 28-4062-2006</u> |

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Sistema de monitoreo y alerta vía GSM, como apoyo a las labores de mantenimiento 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, 6 de Diciembre de 2014

F. 
PRIMER VOCAL
Ing. Hugo Joel Ortiz Saldaña

F. 
SEGUNDO VOCAL
Ing. Omar Otoniel Flores Cortez

F. 
PRESIDENTE
Ing. José Ramon Cornejo Hernández

AGRADECIMIENTOS.

A Dios Todopoderoso:

Por darme la sabiduría e inteligencia necesaria para culminar con éxito una de mis metas, y por su misericordia.

A mis padres:

Que me brindaron cada uno de sus consejos en su tiempo, y no dejarme desfallecer en el camino.

A mi esposa:

Pues sin la ayuda idónea que Dios me encomendó cuidar, no habría llegado a este momento.

A mi hija:

Por ser ese motor especial que me da fuerzas para seguir adelante, por ti mi princesa.

A nuestro asesor:

Ing. Otoniel Flores, pues gracias a su orientación logramos culminar sin muchas dificultades este proyecto de graduación.

FELIPE ALEXANDER ROSALES.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios Todopoderoso:

Por haberme dado toda la fortaleza y sabiduría necesaria para estar en pie y seguir adelante en todos los obstáculos durante este camino.

A mi madre:

Que fue el pilar fundamental y apoyo que ha estado conmigo en toda mi vida.

A mi tía:

Que siempre ha estado pendiente y me ha ayudado en las cosas que necesito.

A mi esposa:

Por apoyarme en cada momento y estar a mi lado dándome el ánimo necesario.

A mi hija:

Por ser la impulsadora de todos mis logros, por ser la motivación que necesito para que todo salga bien.

A nuestro asesor:

Ing. Otoniel Flores ya que aprendí mucho con las enseñanzas que nos dio durante todo mi carrera.

JOSÉ EMILIO PINEDA MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente agradecerle a Dios por darme la vida y la sabiduría y poder así finalizar mi carrera universitaria como técnico en ingeniería de hardware.

Mi familia que con sacrificio hicieron o me dieron la oportunidad de estudiar y fueron parte fundamental por estar siempre pendiente para que siguieran adelante ya que fueron parte fundamental para terminar mi estudio en la universidad.

De ultimo y no menos importante nuestro asesor Ing. Otoniel flores pues gracias a él lo fue más claro el tema que teníamos que tomar y orientarlo por cualquier error que hubieran siempre está el para decirlo.

CHRISTIAN XAVIER FUENTES VELÁSQUEZ

Indice.

Introducción	i
CAPITULO I SITUACION PROBLEMÁTICA.	1
1.1 Situación Problemática.	1
1.2 Enunciado de el Problema.	1
1.3 Justificación.	2
1.3.1 Beneficios.	2
1.4 Objetivos.	2
1.4.1 Objetivo General.	2
1.4.2 Objetivos Específicos.	3
1.5 Delimitaciones.	3
1.5.1 Delimitación Geográfica.	3
1.5.2 Delimitación Temporal.	4
1.5.3 Delimitación Organizacional.	4
1.6 Alcances (Entregables).	5
1.7 Factibilidades.	6
1.7.1 Factibilidad Economica .	6
1.7.2 Factibilidad Tecnica.	7
1.7.3 Elementos Seleccionados.	8
CAPITULO II MARCO TEORICO.	11
2.1 Marco Teórico de Referencia.	11
2.1.1 Monitoreo.	11
2.1.2 Alerta.	12
2.1.3 GSM (Global System for Mobile Communication).	12
2.1.4 Hardware.	13
2.1.5 Hardware Embebido.	14
2.1.6 Componentes de un Hardware Embebido.	16
2.1.7 Software.	19
2.1.8 Firmware.	19
2.1.9 Arduino.	20
2.1.10 Atmega 328P.	21
2.2 Marco Teorico de la Solucion.	21
2.2.1 Producto 1: Circuito Electrónico de Control.	22
2.2.2 Producto 2: Firmware de Control del Sistema.	24
2.2.3 Producto 3: Implementación del Sistema de Monitoreo Vía GSM.	36
2.3 Marco Teórico Conceptual.	37
2.4 Documentación Técnica.	40
CAPITULO III DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.	44
3.1 Propuesta de la Solución.	44
3.2 Producto 1: Circuito Electronico de Control.	45
3.2.1 Bloque de Entrada.	46
3.2.2 Bloque de Proceso.	47
3.2.3 Bloque de Salida.	48

3.3 Producto 2: Firmware de Control del Sistema.	50
3.3.1 Librerías Arduino C.	50
3.4 Producto 3: Implementación del Sistema de Monitoreo Vía GSM.	53
3.5 Algoritmo.	55
3.6 Flujograma.	55
3.7 Descripción del Ensamblaje.	56
3.8 Conclusiones.	59
3.9 Recomendaciones.	61
Referencias.	63
AnexoS.	66
Matriz de Congruencia	69

Introducción.

Con el afán de dar respuestas a casos concretos sobre domótica/inmódica se desarrolla este documento, pensando en el confort y monitoreo de uno de los laboratorios más importantes con los que cuenta la Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC), como lo es el laboratorio de hardware, base para el desarrollo de las diferentes cátedras que se imparten en la Licenciaturas, Ingenierías, y Técnicos, que dependen de la Cátedra de Hardware, de la Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas, de la UTEC.

El primer capítulo se muestra la situación problemática que contempla los accesos al laboratorio de Hardware de la UTEC, que son mediante autorizaciones que el encargado del laboratorio hace desde la puerta de acceso, no teniendo control o avisos si durante la jornada de descanso (entre las ocho treinta de la noche y seis de la mañana del día siguiente, días festivos) alguien ajeno a la unidad de laboratorio o ajeno a la cátedra de hardware pueda ingresar y causar un daño a los equipos que se encuentran dentro del mismo. Se muestra la justificante del por qué se hará una solución sencilla, eficiente y eficaz para el manejo de alertar y monitoreo del laboratorio de cómputo, incluye el objetivo principal que es a lo que se pretende llegar documentado de tal forma que cualquier persona que lo intente realizar lo lleve a cabo, pero para eso se necesitan también los objetivos específicos que son la guía para la consecución del objetivo principal, pues son estos los que nos guían paso a paso, el cómo se desarrollara el prototipo de la solución que se instalara en el laboratorio de hardware de la UTEC. Sobre las delimitaciones se encontrará con las *Organizacionales, Geográficas y*

Temporales, que son un instrumento útil para conocer a la institución a la cual se le entregará el prototipo funcional y listo para su funcionamiento correcto dentro de las instalaciones del laboratorio designado.

Otra de las partes importantes que se definen en el presente, son los alcancen que se obtendrán al tener instalado y configurado el prototipo de la solución, pues si no lo definimos estos, no sabremos el grado de utilidad que le será a la persona encargada del laboratorio de Hardware de la UTEC, incluyendo las factibilidades económicas, técnicas y sus diferentes tablas de contenido en el cual se apoyó, para la creación del prototipo completo y de su implementación.

Como todo proceso de desarrollo, se necesitan bases conceptuales, que son el pilar para la unificación de procesos y directrices que se tomaran en cuenta para llegar al fin, que en este caso es la integración de la solución en un prototipo electrónico que será gobernado por instrucciones precisas para desempeñar las tareas que se le encomienden, en este caso monitoreo y alerta vía la red de telefonía móvil, mediante mensajes de texto (SMS) como forma de mantener un contacto con el laboratorio en horas no hábiles para la UTEC.

En este apartado se encuentran los diferentes conceptos que serán integrados en el prototipo de solución que está presente en la UTEC, se hablara desde la Domótica y sus diferentes partes de que lo componen, dando concepto sencillos, pero lo suficiente claros, para que pueda ser digerido por personal no técnico, y técnico que desee repetir el ensayo, o simplemente tener como base este prototipo de solución para incorporar

ideas nuevas, y/o agregar funcionalidades al firmware previamente cargado en ATMEGA328p.

De igual manera se presenta el sketch (firmware) que gobernará todo el sistema electrónico para el monitoreo y alertar vía SMS, del laboratorio de hardware, con lo cual el encargado del mismo, tendrá el confort y la seguridad de que ninguna persona ajena a la universidad, o personal sin permiso, pueda ingresar al laboratorio, y así evitar cualquier siniestro que pudiese llegar a ocurrir, ya sea por la inexperiencia o mal uso de los diferentes dispositivos que están presentes en el laboratorio, ocasionando gastos a la UTEC en los cuales no están planeados dentro de sus presupuesto. Los pasos a seguir según los diagramas de bloques que entenderá el circuito de electrónico de control, pues esto será de manera sistemática, ya sea para saber el estado de las instalaciones, y/o los accesos no autorizados al laboratorio de hardware de la UTEC y así poder responder de una manera más eficiente ante cualquier situación que se presente luego del aviso que dará el circuito de electrónico de control.

Así como también la parte de la integración que se hará, del firmware de control y el circuito electrónico de control, para formar el prototipo de la solución con el cual se dará por satisfecho el objetivo principal.

Finalmente un glosario con las palabras que a juicio de los creadores, son claves para el buen entendimiento de todo el documento, y las principales características técnicas de los dispositivos que se utilizaran al momento de integrar el prototipo completo.

En este capítulo se encuentra la solución, de la problemáticas planteada en al enunciado del problema de este documento, presentando de forma consistente y sencilla, el cómo este prototipo será la solución que se espera, pueda llenar por completo el espacio que actualmente ocupa el problema, que son los accesos no autorizados al laboratorio de hardware de la UTEC, brevemente se expondrá como se armar el circuito de electrónico de control (Hardware Embebido) el firmware de control (Software) y la implementación real del prototipo dentro de las instalaciones del laboratorio de hardware de la UTEC, dando respuesta a nuestros objetivos, y alcancebles (promesas) propuestos en la documentación del primer capítulo de este proyecto electrónico, que combina confort y seguridad, a la UTEC, no incurriendo en sistemas que harán lo mismo, pero con un precio bastante elevado, que podría ser discutido por el comité de compras del área financiera de la UTEC.

CAPITULO I SITUACION PROBLEMÁTICA.

1.1 Situación Problemática.

La Universidad Tecnológica de El Salvador, en el edificio Francisco Morazán se encuentra ubicado el Laboratorio de Hardware perteneciente a la Cátedra de Hardware, que es usado por alumnos (Técnicos, Licenciaturas e Ingeniería) así como también por diferentes catedráticos que imparten materia.

El acceso es autorizado por el responsable del laboratorio, mediante una llave tradicional que abre la cerradura sin mayor protección o monitoreo, no permitiendo una reacción inmediata de parte del encargado o coordinador de la cátedra en caso que suceda algún siniestro o acceso no autorizado en horas no laborales, así mismo por las noches, en días festivos o de vacaciones, aumentando el riesgo de alguna pérdida de equipo, causado por alguna persona con el ánimo de dañar la Universidad, como también alguna luminaria que no se apagó correctamente, que pueden elevar los costos económicos de la luz eléctrica, o provocar algún cortocircuito que pudiera devenir en un siniestro para el mismo laboratorio, y tendiendo que invertir nuevamente en equipo de computo (CPU, Monitores, UPS) para este, que siendo, un pilar básico para el aprendizaje de los futuros Técnicos, Licenciados, e Ingenieros que la Universidad forma para integrarlos de manera eficaz y eficiente al mundo laboral.

1.2 Enunciado de el Problema.

¿Es posible brindar al laboratorio de hardware una solución domótica que permita el monitoreo y alerta remota sobre el estado de sus instalaciones?

1.3 Justificación.

El sistema domótico denominado "**Sistema de monitoreo y alerta via GSM como apoyo a la labores de mantenimiento del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador**" es una opción favorable para el Laboratorio de Hardware, teniendo en cuenta la tecnología con la que contará, pues tendrá que realizar una inversión mínima para tener un monitoreo y alerta en tiempo real, sobre el estado de la luminarias y los accesos autorizados y no autorizados que se dan en el laboratorio en horas no hábiles de Domingo a Sábado.

Tendrá la capacidad de reacción de una forma más pronta ante cualquier suceso que pudiera darse en horarios que no debe haber nadie más que lo vigilantes de los edificios.

1.3.1 Beneficios.

- Monitoreo remoto del estado de las instalaciones de el Laboratorio de Hardware.
- Alerta a los encargados acerca de la apertura de la puerta.
- Mejor supervisión del uso de las instalaciones.
- Una solución de bajo costo con tecnología actual.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

- Implementar en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador, un sistema de monitoreo y alerta via GSM que apoye las labores de mantenimiento y seguridad.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Crear un circuito electrónico basado en el microcontrolador ATMEGA 328p que realice el control del sistema domótico.
- Desarrollar un programa de control en lenguaje arduino C de alto nivel que pueda manipular el monitoreo y alerta del sistema domótico.
- Integrar en un solo prototipo para realizar la función de monitoreo y alerta via GSM, de las instalaciones del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador

1.5 Delimitaciones.

1.5.1 Delimitación Geográfica.

A realizarse en el Laboratorio de Hardware ubicado en edificio Francisco Morazán de la Universidad Tecnológica de El Salvador del departamento de San Salvador, El Salvador. C.A.



Figura 1. “Mapa de ubicación de la Universidad Tecnológica de El Salvador”.

1.5.2 Delimitación Temporal.

Programado para el ciclo académico 02 - 2014 que comprende de Julio – Octubre 2014

1.5.3 Delimitación Organizacional.

En el siguiente organigrama se muestra como está estructurado el Laboratorio que pertenece a la Cátedra de Hardware de la Escuela de Informática de la Facultad de Informática y Ciencia aplicada de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

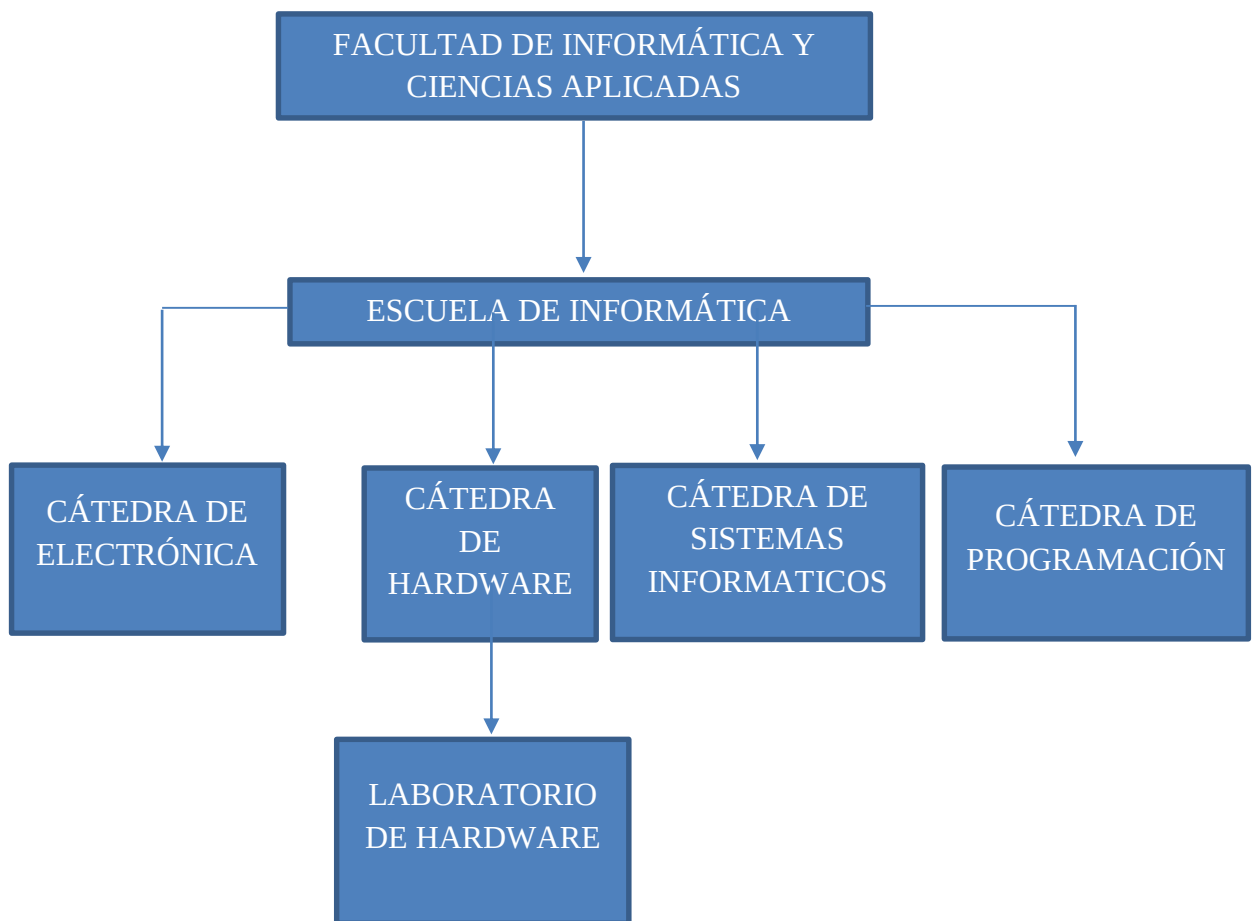


Figura 1.1. “Esquema que muestra la organización de Laboratorio de Hardware”.

1.6 Alcances (Entregables).

Durante la realización de este proyecto se han propuesto diferentes alcances que se convierten en promesas para el desarrollo de este proyecto y su finalización, las promesas se encuentra en el siguiente cuadro juntamente con los productos.

Promesas	Productos
Crear un circuito electrónico basado en un microcontrolador que realice el control del sistema domótico.	Creación de circuito electrónico, que será el hardware que se encargara del control físico de los actuadores
Desarrollar un programa de control en lenguaje arduino C de alto nivel que pueda manipular el monitoreo y alerta del sistema domótico.	Firmware de control, es el responsable del funcionamiento logico del prototipo.
Integrar en un solo prototipo para que realice la función de monitoreo y alerta vía GSM, atravez de SMS (mensaje de texto).	Prototipo funcional, el cual será entregado a la Universidad Tecnológica de El Salvador; cabe destacar que se debe proveer al prototipo de suficiente saldo para el envío de SMS.

1.7 Factibilidades.

1.7.1 Factibilidad Económica .

COMPONENTE: Sensor apertura de puerta.			
Opción	Magnético	Ultrasónico	Infrarrojo
Precio de cotización	\$7.50	\$2.00	\$1.50
Lugar de cotización	www.ebay.es	www.ebay.es	www.ebay.es

Se ha elegido el sensor Infrarrojo ya que es el mas accesible para nosotros poder conseguir y comprar dicho sensor.

COMPONENTE: Microcontrolador.			
Opción	PIC16F84A	PIC16F88	ATMEGA328
Precio de cotización	\$4.33	\$3.12	\$2.95
Lugar de cotización	www.moser.com	www.moser.com	www.moser.com

Luego de observar la tabla anterior, se concluye elegir el microcontrolador Atmega328p, por su bajo costo y su fácil implementación para nuestro prototipo a presentar.

COMPONENTE: Módulo Modem GSM			
Opción	Sim 900	Sim 908	telit
Precio de cotización	\$65.00	\$99.49	\$99.49
Lugar de cotización	www.aliexpress.com	www.aliexpress.com	www.aliexpress.com

Después de observar la tabla anterior se concluye elegir el módulo modem GSM sim 900, pues cumple con toda la característica que hará mas fácil su uso.

1.7.2 Factibilidad Técnica.

COMPONENTE: Sensor apertura de puerta.							
SE REQUIERE UN PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN MÍNIMO DE 100%							
Características	Ponderación	Magnético		Ultrasónico		Infrarrojo	
	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Tamaño	25%	2	50%	1	25%	1	25%
Conexión	25%	2	50%	2	50%	1	25%
Distancia De Acción	25%	2	50%	1	25%	1	25%
Interface	25%	2	50%	2	50%	2	50%
Total	100%		200%		150%		125%
Porcentaje Final	Total/2		100%		75%		62.5%

VALORES: MALO = 0. MUY BUENO = 1. EXCELENTE = 2.

Después de observar la tabla anterior se concluye que el Sensor Magnético cumple con todos los requisitos y características necesarias, debido a sus propiedades físicas que simularía un relé que abriría el circuito anunciando un acceso en horas no hábiles.

COMPONENTE: Microcontrolador. SE REQUIERE UN PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN MÍNIMO DE 90%							
Características	Ponderación	PIC16F84A		PIC16F88		ATMEGA328P	
	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Velocidad	30%	1	30%	1	30%	2	60%
Memoria	30%	1	30%	1	30%	2	60%
Lenguaje de Programación	20%	2	40%	2	40%	2	40%
Número de entradas y Salidas	20%	1	20%	1	20%	2	40%
Total	100%		120%		140%		200%
Porcentaje Final	Total/2		60 %		60%		100%

VALORES: MALO = 0. MUY BUENO = 1. EXCELENTE = 2.

Después de observar la tabla anterior, se elige el microcontrolador Atmega328p debido a que cumple con todas las características, manejo de instrucciones con el lenguaje de programación Arduino C, haciendo de la implementación del prototipo a presentar mucho más amigable a la hora de realizar algunas modificaciones futuras.

COMPONENTE: Módulo Modem G.S.M.							
SE REQUIERE UN PORCENTAJE DE ACEPTACION MINIMO DE 100%							
Características	Ponderación	Sim900		Sim908		Telit	
	%	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Banda de Transmisión	40%	2	80%	2	80%	1	40%
Compatible con Arduino	30%	2	60%	1	30%	2	60%
Puertos Disponibles	30%	2	60%	2	60%	2	60%
Total	100%		200%		170%		140%
Porcentaje Final	Total/2		100%		85%		80%

VALORES: MALO = 0. MUY BUENO = 1. EXCELENTE = 2.

Después de observar la tabla anterior se concluye elegir el módulo modem GSM sim 900, pues cumple con toda la característica necesaria para implementar nuestro proyecto además de su compatibilidad con las redes móviles existentes en el país, y su costo beneficio al momento de la creación, desarrollo e implementación del prototipo a entregar.

1.7.3 Elementos Seleccionados.

Basado en las factibilidades anteriores, tanto económicas como teóricas, se decide elegir los siguientes elementos:

ELEMENTOS	ELECCIÓN
Sensor Magnético	Debido a sus características física , es el ideal para abrir o cerrar el circuito para él envío de notificación
Controlador Atmega328p	Por su capacidad y facilidad de programación, y adaptabilidad, es el indicado para el prototipo
Módulo G.S.M Sim 900	La compatibilidad con las redes móviles es el ideal para la función que se designa.

Tabla 1.2. "Elementos de componentes a utilizar".

CAPITULO II MARCO TEORICO.

2.1 Marco Teórico de Referencia.

En este apartado se presenta información relacionada a teoría, conceptos y aplicaciones de las diferentes ramas que se abarcar, como parte del prototipo que se implementará en la Universidad Tecnológica de El Salvador, con el tema: “Sistema de monitoreo y alerta vía GSM, como apoyo a las labores de mantenimiento del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador”.

2.1.1 Monitoreo.

Se pueden enumerar diferentes conceptos de monitoreo, ejemplo de ello se presentan a continuación:

- ∇ “Rutina que planea las acciones de la personas.” (Schneer, 1998)
- ∇ “Monitoreo es la observación concomitante de la ejecución. Compara lo realizado con lo programado, sobre la base estándares y el rendimiento de otros programas” (Cohen & Franco, 2005)



Figura 2. “Esquema de monitoreo”.

2.1.2 Alerta.

La alerta, es un período anterior a la ocurrencia de un desastre, declarado con el fin de tomar precauciones generales, para evitar la existencia de posibles desgracias.

También se puede definir como; “una situación de vigilancia constante, con el fin de evitar un estado de desgracia, o situación que no pueda controlarse, y poseer mayor reacción ante cualquier eventualidad que pueda suceder”.

2.1.3 GSM (Global System for Mobile Communication).

El GSM es la plataforma estándar y libre en la cual los sistemas embebidos de telefonía móvil, (teléfonos móviles) se conectan e intercambia información, tanto de voz como de datos, mediante SMS (mensajes de texto), acceso a internet, acceso seguro para redes internas de empresas que así lo requieran.

GSM es el estándar predominante en la actualidad, teniendo más del 80% de presencia entre las compañías que proveen este servicio, esto debido a su implementación en el espacio radioeléctrico de cada país, proveyendo de un servicio ágil y accesible, desde cualquier parte del territorio, siempre y cuando sus dispositivos puedan conectarse a la red de antenas distribuida estratégicamente dentro del territorio en el cual operan.

Actualmente la plataforma GSM (Global System for Mobile Communication) es una parte importante en diferentes áreas de las TIC'S desde teléfonos móviles, computadoras, sistemas de monitoreo de cámaras, hasta dispositivos embebidos, que

tiene como núcleo, microcontroladores PIC16F84A, PIC16F88, O ATMEGA328P para diferentes diseños electrónicos, y/o domótico que se pretendan realizar.

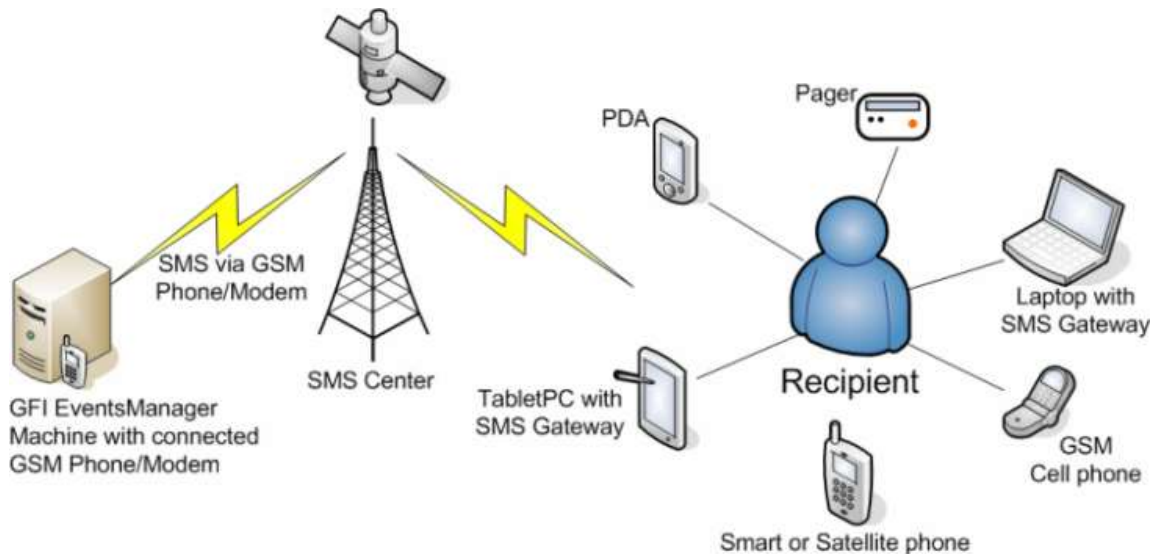


Figura 2.1. “Representación de conexión vía GSM”.

2.1.4 Hardware.

Algunos conceptos de hardware se definen según sus autores:

- ∇ “Formado por aquellos elementos físicos de un sistema informático o sistema embebido, siendo elementos hardware el elemento terminal, los canales y los soportes de información.” (Moreno & Serrano, 2010)
- ∇ “El componente físico y palpable de todo sistema informático, es lo que se denomina Hardware”.

∇ Se denomina Hardware a todos los circuitos electrónicos, capaces de realizar una o varias funciones, según las instrucciones que ellos tengan programados.



Figura 2.2. “Diferentes tipos de hardware”.

2.1.5 Hardware Embebido.

“Como el término lo sugiere, es solo una parte de un “todo” más grande que consiste en muchos componentes, no sólo módulos de computadora, sino también sensores y actuadores.” (Wirth, 2014)

“Se entiende por sistemas embebidos a una combinación de hardware y software de computadora, sumando algunas piezas mecánicas o de otro tipo, diseñado para tener una función específica.” (Galiana, 2014)

Un hardware embebido, es un dispositivo que se construye para un uso específico, desde cajas registradoras, teléfonos móviles, modem-routers ADSL, hasta sistemas complejos de ensambles en las diferentes fábricas que deseen incorporar automatización en su línea de producción.

Una de las diferencias más grande entre un sistema de propósito general y uno embebido, es el cerebro que rige todo el sistema de hardware que posee, el primero está controlado por un Microprocesador, capaz de realizar cálculos complejos y diferentes tareas de manera simultánea, por otra parte el segundo (hardware embebido) lo rige un microcontrolador con instrucciones específicas, que realizan una tarea repetitiva, que genera automatización de procesos en fábricas (Inmotica) y/o tareas para generar confort (domótica), dentro de edificios habitacionales, oficinas o centro de datos como acceso controlado. (Valencia, 2014)

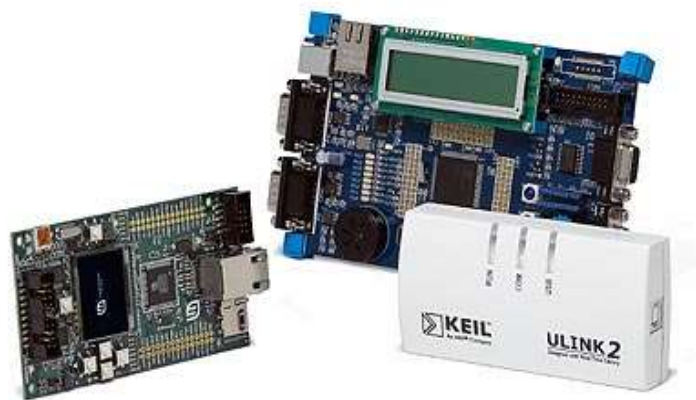


Figura 2.3. "Sistemas embebidos".

2.1.6 componentes de un Hardware Embebido.

Actuadores:

Son los dispositivos capaces de transformar, las señales eléctricas enviadas por el microcontrolador, para la realización de una o varias tareas repetitivas, que generan procesos automatizados para un fin específico que se trata de llevar acabo.



Figura 2.4. “Tipos de actuadores”.

Microcontrolador:

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene todos los componentes de un computador, esto es CPU, memorias RAM, EPROM y circuitos de entrada y salida. (Reyes C. A., 2008)

Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna. Esta última característica es la que le confiere la denominación de «controlador incrustado» (embedded controller). (Garcia Higuera, 2005)



Figura 2.5. "Microcontrolador".

Sensores:

Es un dispositivo eléctrico y/o mecánico, capaz de transformar magnitudes físicas, en valores medibles de dicha magnitud. (Romero Morales, Vázquez Serrano, & de Castro Lozano, 2011)



Figura 2.6. "Sensor LDR".

SRAM:

Memoria Estática de Acceso Aleatorio es un tipo de memoria basada en semiconductores que a diferencia de la memoria DRAM, es capaz de mantener los datos, mientras esté alimentada, sin necesidad de circuito de refresco. (Kulkarni, 2007)



Figura 2.7. “Tipo de memoria estatica”.

Bootloader:

Gestor de arranque (en inglés «bootloader»), es un programa sencillo que no tiene la totalidad de las funcionalidades de un sistema operativo, y que está diseñado exclusivamente para preparar todo lo que necesita el sistema operativo para funcionar. (Reyes C. A., Microcontroladores PIC Programacion en Basic, Tercera Edicion, 2008)

2.1.7 Software.

Todos los documentos asociados y la configuración de datos que se necesitan para hacer que estos programas operen de manera correcta y coherente (IAN, 2005)



Figura 2.8. “Diferente software”.

2.1.8 Firmware.

El firmware es una secuencia de instrucciones (comando - código) escritas en un lenguaje de programación con el objeto de ser ejecutadas en un procesador. (Flores Cortez, 2013)



Figura 2.9. “IDE de arduino”.

2.1.9 Arduino.

Arduino es un objetivo, y ese objetivo es simplificar las creaciones de aplicaciones interactivas o de objetos mediante la simplificación del lenguaje de programación utilizado para crear instrucciones, proporcionando un controlador poderoso y básico que se puede utilizar fácilmente para muchas tareas de programación común sin dejar de ser robusta; suficiente para apoyar el proyecto más complejo. (Noble, 2012)

Sus creadores lo definen: Es una plataforma de desarrollo completa (hardware y software) basada en un Microcontrolador y destinada a ser usada en aplicaciones de Computación Física, su hardware está basado en una sencilla placa electrónica con entradas y salidas analógicas y digitales para la conexión de diversos sensores y actuadores. (Massimo Banzi, 2014)



Figura 2.10. “Tipos de arduinos”.

2.1.10 Atmega 328P.

Es un circuito integrado de propósito general y alto rendimiento, basado en RISC, dotado con una característica de leer-mientras-escribe, fabricado con 1KB (Kilobyte) de memoria re escribible, 2 KB de SRAM y 23 líneas de entrada y salida de propósito general. Opera entre 1.8 Voltios y 5.5 voltio, por lo cual con un cable USB es suficiente para su desempeño sin consumir grandes cantidades de energía. (Coorporation Atmel, 2014)



Figura 2.11. "Chip Atmega 328p".

2.2 Marco Teórico de la Solución.

El sistema de monitoreo y alerta vía GSM a desarrollarse para el Laboratorio de Hardware de la UTEC durante las jornadas diarias permitirá que el encargado de dicho laboratorio pueda tener una mejor seguridad en horas en las cuales no debería de haber nadie o durante la noche.

La solución propuesta es implementar un sistema domótico basado en el microcontrolador Atmega 328p que sirva para poder monitorear la puerta y luminarias del laboratorio vía mensajes de texto utilizando el módulo GSM así mismo alertar a los correspondientes si la puerta se abre en horas no hábiles o si hay una luminaria que haya quedado encendida evitando así el consumo de energía eléctrica.

A continuación se describirá cada uno de los productos planteados anteriormente en el capítulo I, los cuales son: Circuito electrónico de control, Firmware o programa de control y Prototipo funcional instalado en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica. Esta descripción se hará en base la función que realizará cada producto y los componentes electrónicos que lo conformaran.

2.2.1 Producto 1: Circuito electrónico de Control.

El circuito electrónico de control, estará formado por la plataforma Arduino, con un microcontrolador ATMEGA328P que será el encargado del manejo y comunicación de las diferentes partes electrónicas que formaran parte del mismo.

Así mismo se integrara con un módulo GSM modelo SIM 900, que tendrá como función principal la de comunicar el circuito electrónico de control con la red de telefonía móvil, de cualquiera de las compañías que están presente en el territorio de la república de El Salvador, y del envío de las diferentes alertar y/o mensajes que se integraran en el firmware (producto 2) del prototipo a implementar.

También formarán parte los sensores magnéticos que se instalarán en la puerta de acceso al Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador, estos tendrán la función de cerrar o abrir el circuito, y al mismo tiempo, enviar la señal al microcontrolador, para que este por medio del módulo GSM, pueda enviar un SMS al encargado del laboratorio y al coordinador de la cátedra de hardware.

En la siguiente figura 2.12 podemos observar el diagrama diseñado en fritzing para poder tener una visión general de cómo estará compuesto el circuito.

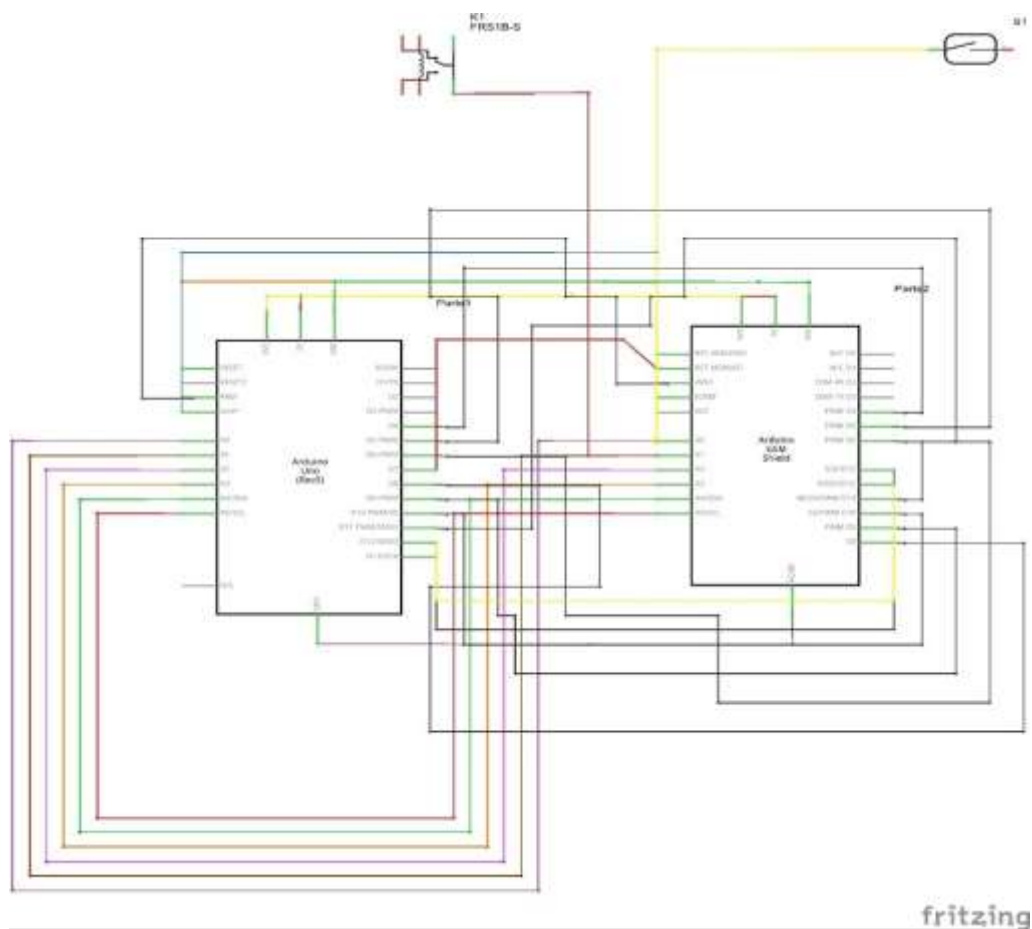


Figura 2.12. "Diagrama del circuito de control".

Estará conformado por 3 bloques los cuales serán de suma importancia para poder combinar cada componente del circuito eléctrico (Producto 1) implementando así el prototipo final que tendrá como resultado la creación del Producto 3.

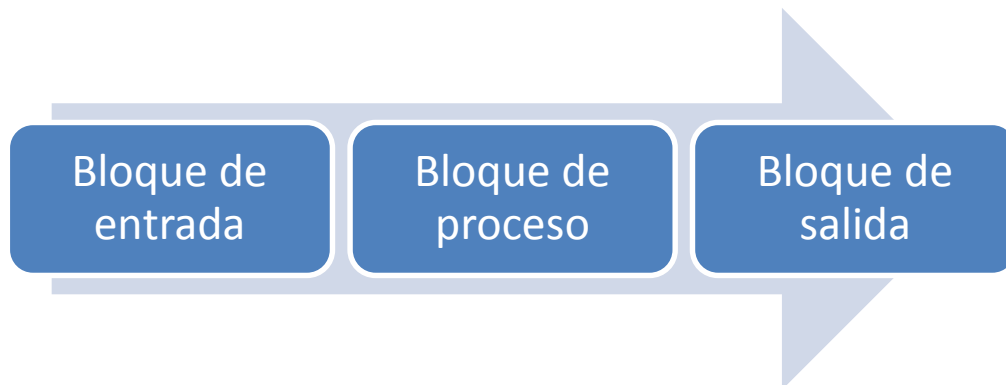


Figura 2.13. “Bloques del circuito”.

2.2.2 Producto 2: Firmware de Control del Sistema.

El firmware o programa informático encargado de controlar las funciones del circuito electrónico (producto 1), será desarrollado especialmente para este proyecto utilizando un lenguaje de programación de alto nivel, llamado Arduino C, con el cual se darán las instrucciones necesarias para la integración de los diferentes dispositivos electrónicos y puedan comunicarse entre sí, haciéndolos funcionar como un solo dispositivo embebido, capaz de enviar y recibir mensajes de texto, por medio de la red de telefonía móvil del país, con cualquier operador (Movistar, Tigo, Claro, Digicel), con lo cual podrá alertar o recibir cualquier orden que se programe previamente, como ejemplo, el estado de las luminarias, se envía desde cualquier teléfono móvil, una palabra clave, para que el circuito de control envíe una respuesta a la palabra clave que recibe,

incluyendo la alerta de acceso no autorizados fuera del horario que presta servicio el Laboratorio de Hardware.

A continuación se presenta el firmware o sketch el cual está diseñado para este sistema domótico y en donde se pueden apreciar todos los términos específicos que lo hacen funcionar.

```
////////*****////////
```

```
//Monitoreo y Control vía Sistema Celular
```

```
//Código en lenguaje Arduino C
```

```
//Estudiantes:
```

```
//Fuentes Velásquez, Christian Xavier
```

```
// Pineda Martínez, José Emilio Pineda Martínez
```

```
// Rosales Rosales, Felipe Alexander
```

```
//Asesor Técnico: Ing. Otoniel Flores
```

```
//Universidad Tecnológica de El salvador
```

```
//Inclusión de librerías a utilizar
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```

//manejo de comunicación serial

#include <string.h>

//Manejo de strings

//Definición de pines serial-modem GSM

SoftwareSerial Sim900Serial(2, 3);

//Definición de variables de uso general

byte buffer[64];

//Arreglo almacenar mensaje recibido

int count=0;

//Índice del arreglo

//Números de celular a los que responderá

//Y notificara Arduino

#define phonenumber "+50370292509"

String num1 = "70292509";

int temp1;

int x,y;

```

```
String textForSMS;

//Función de configuración de hardware Arduino

void setup()

{

    pinMode(14, INPUT);digitalWrite(14, HIGH);

    pinMode(13,OUTPUT);digitalWrite(13, LOW);

    Sim900Serial.begin(19200);

    //Inicia modem GSM

    Serial.begin(9600);

    //Inicia Arduino

    delay(500);

    SIM900power();

    //Encender el modem GSM

    Serial.println("encendido");

    delay(20000);
```



```
//Tiempo para que el modem se conecte a la RED
```

```
Sim900_Inti();
```

```
sendSMSfijo();
```

```
//Confirmar el encender.
```

```
Serial.println("SMS enviado");
```

```
}
```

```
//Procedimiento principal
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
//Verificar si se ha abierto
```

```
//El sensor de la puerta
```

```
if (digitalRead(14)== 1)
```

```
{
```

```
//Enviar SMS de Alerta
```

```
sendSMS("Alerta!!!Puerta ha sido abierta");
```

```

}

//Verificar si se ha recibido SMS

//Para ON OFF luces

if (Sim900Serial.available())

{

    //Si se ha recibido, leerlo SMS

    while(Sim900Serial.available())

    {

        //Almacenarlo en un arreglo

        buffer[count++]=Sim900Serial.read();

        if(count == 64)break;

    }

    Serial.write(buffer,count);

    //Función para verificar el comando recibido

    Cmd_Read_Act();

```

```

    delay(1000);

    clearBufferArray();

}

if (Serial.available())

    Sim900Serial.write(Serial.read());

}


//Fin del Programa Principal


//A continuación se definen


//Las funciones diseñadas


//Para manejo del modem GSM


//Función para enviar un SMS


void sendSMSfijo()

{

```

```

String comAt = "AT + CMGS = \"" + num1 + "\"";

Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");

delay(10 0);

Sim900Serial.println(comAt);

delay(100);

Sim900Serial.println("Sistema de Alerta y Monitoreo ENCENDIDO");

delay(100);

Sim900Serial.println((char)26);

delay(100);

Sim900Serial.println();

delay(5000);

}

void sendSMS(String message)

{

    Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");

    delay(100);

```

```

String comAtSMS = "AT + CMGS = \"" + num1 + "\"";

Sim900Serial.println(comAtSMS);

delay(100);

Sim900Serial.println(message);

delay(100);

Sim900Serial.println((char)26);

delay(100);

Sim900Serial.println();

delay(3000);

}

void clearBufferArray()

{

    for (int i=0; i<count;i++)

        { buffer[i]=NULL;}

}

void Sim900_Inti(void)

```

```

{

    Sim900Serial.println("AT+CMGF=1");

    delay(500);

    Sim900Serial.println("AT+CNMI=2,2");

    delay(500);

}

void SIM900power()

{

    pinMode(7, OUTPUT);

    digitalWrite(7,LOW);

    delay(1000);

    digitalWrite(7,HIGH);

    delay(2000);

    digitalWrite(7,LOW);

    delay(3000);

}

```

```

//Función para leer el mensaje

//Verificar el comando enviado

//Y activar o desactivar los relés de las luces

void Cmd_Read_Act(void)

{

    char buffer2[64];

    char comparetext[25];

    for (int i=0; i<count;i++)

    { buffer2[i]=char(buffer[i]);}

    memcpy(comparetext,buffer2,25);

    //Comparar si el mensaje

    //Proviene del numero correcto

    if (strstr(comparetext,phonenumber))

    {

        Serial.println(buffer2);

        //Si el comando es ON

```

```
    if (strstr(buffer2,"ON"))  
  
    {  
  
        digitalWrite(13,HIGH);  
  
        digitalWrite(12,HIGH);  
  
    }  
  
    if (strstr(buffer2,"OFF"))  
  
    {  
  
        //Si el comando es OFF  
  
        digitalWrite(13,LOW);  
  
        digitalWrite(12,LOW);  
  
    }  
  
}  
  
void SIM900powerDown()  
  
{  
  
    pinMode(9, OUTPUT);
```



```
digitalWrite(9,LOW);
```

```
delay(1000);
```

```
digitalWrite(9,HIGH);
```

```
delay(1000);
```

```
digitalWrite(9,LOW);
```

```
delay(3000);
```

```
}
```

```
//Fin del programa.
```

2.2.3 Producto 3: Implementación del Sistema de Monitoreo Vía GSM.

La implementación del sistema de monitoreo vía GSM se llevara a cabo en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador como un apoyo para las labores del día a día en dicho Laboratorio.

Para poder tener una mejor noción de cual lugar es el adecuado para poder implementar el producto 3 (Prototipo) se estudió las ubicaciones disponibles para tener el mejor espacio y así que este se situara en un lugar estratégico que fuera accesible para las personas autorizadas en caso que se pudiese hacer algún cambio en el Firmware (Producto 2) ya sea para modificar los número de teléfonos de quienes recibirán los

mensajes de textos y de igual forma los números quienes estén autorizados para poder tener comunicación con el prototipo.



Figura 2.14. "Lugar en donde estará el prototipo".

2.3 Marco Teórico Conceptual.

En este capítulo, se presenta una lista de conceptos que se utilizan en nuestro proyecto, y sus respectivos significados.

ARDUINO: Es una plataforma desarrollada a partir en 2005, en un principio su base era el microcontrolador Basic Stamp, pero debido a su coste, se optó por integrarlo junto con el microcontrolador ATMEGA 328P, para el desarrollo de múltiples proyectos en el área de electrónica, automatización, y domótica.

CIRCUITOS: Los circuitos eléctricos son sistemas por los que circula una corriente eléctrica. Un circuito eléctrico tiene los siguientes elementos; intensidad de corriente, fuente de alimentación, hilos conductores, resistencia eléctrica, elementos de protección y control.

DOMÓTICA: La Domótica es la integración de las nuevas tecnologías y el diseño en los espacios habitables, a fin de obtener una mayor funcionalidad y confort. El termino Domótica, que tiene su origen en la palabra del latín “Domus” que significa vivienda (casa) y el sufijo “tica”, que en algunos caso se asocia con el final de palabras como Automática, Robótica o Informática.

ELECTRÓNICA: Estudio y aplicación del comportamiento de los electrones en diversos medios, como el vacío, (Española, 2014) los gases y los semiconductores, sometidos a la acción de campos eléctricos y magnéticos.

FIRMWARE: Está fuertemente integrado con la electrónica del dispositivo siendo el software que tiene directa interacción con el hardware: es el encargado de controlarlo para ejecutar correctamente las instrucciones externas.

HARDWARE: Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora. Parte física encargada de los procesos electrónicos en un equipo de cómputo, o equipo embebido para un uso específico

MICROCONTROLADOR: Es un Chip de silicio en cuyo interior posee la misma arquitectura de un computador personal, (Reyes) este necesita ser programado para

realizar una simple función como el parpadeo de un LED, hasta un sofisticado sistema de control automatizado de una fábrica.

RED MÓVIL GSM: El sistema GSM (Global System for Mobile Communication) puede ser definido como un sistema de radio (Roble Mejia, 2014) comunicaciones, porque está destinado para comunicaciones de media y larga distancia, digital, móvil y celular, lo interesante del sistema es que nos proporciona servicios de datos, e incluye integración de servicios.

RELÉ: El Relé es un dispositivo electromecánico, (Portal Electro Zona, 2014) que funciona por medio de un electroimán con el que accionamos uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

SEGURIDAD: En domótica la seguridad puede ser utilizada contra robos, intrusos, detección de fugas de gas e incendio aviso a los servicios de emergencia, monitoreo de instalaciones, y controles de acceso.

SENSOR: Son capaces de convertir cualquier magnitud física a señales eléctricas interpretadas por el microcontrolador, para ejecutar las instrucciones que el firmware dicta al hardware del prototipo.

2.4 Documentación Técnica.

MÓDULO RELÉ

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
	El módulo relé consiste en un par de contactos ferrosos encerrados al vacío dentro un tubo de vidrio. Cada contacto está sellado en los extremos opuestos del tubo de vidrio. El tubo de vidrio puede tener unos 10 mm de largo por 3 mm de diámetro. Al acercarse a un campo magnético, los contactos se unen cerrando un circuito eléctrico. La rigidez de los contactos hará que se separen al desaparecer el campo magnético. Para asegurar la durabilidad, la punta de los contactos tiene un baño de un metal precioso.

CHIP SIM

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	Es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles y módems HSPA o LTE que se conectan al puerto USB. Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta

ARDUINO ATMEGA328P

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN																								
	El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el ATMEGA328P. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 pueden utilizarse para salidas PWM), 6 entradas analógicas, un 16 MHz resonador cerámico, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador o la batería AC-to-DC para empezar.																								
	<table><tr><td>Microcontroladores</td><td>ATmega328p</td></tr><tr><td>Tensión de funcionamiento</td><td>5V</td></tr><tr><td>Voltaje de entrada (recomendado)</td><td>7-12V</td></tr><tr><td>Voltaje de entrada (límites)</td><td>6-20V</td></tr><tr><td>Digital pines I / O</td><td>14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)</td></tr><tr><td>Pines de entrada analógica</td><td>6</td></tr><tr><td>Corriente DC por Pin I / O</td><td>40 mA</td></tr><tr><td>Corriente DC de 3.3V Pin</td><td>50 mA</td></tr><tr><td>Memoria Flash</td><td>32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por gestor de arranque</td></tr><tr><td>SRAM</td><td>2 KB (ATmega328)</td></tr><tr><td>EEPROM</td><td>1 KB (ATmega328)</td></tr><tr><td>Velocidad de reloj</td><td>16 MHz</td></tr></table>	Microcontroladores	ATmega328p	Tensión de funcionamiento	5V	Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V	Voltaje de entrada (límites)	6-20V	Digital pines I / O	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)	Pines de entrada analógica	6	Corriente DC por Pin I / O	40 mA	Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA	Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por gestor de arranque	SRAM	2 KB (ATmega328)	EEPROM	1 KB (ATmega328)	Velocidad de reloj	16 MHz
Microcontroladores	ATmega328p																								
Tensión de funcionamiento	5V																								
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V																								
Voltaje de entrada (límites)	6-20V																								
Digital pines I / O	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)																								
Pines de entrada analógica	6																								
Corriente DC por Pin I / O	40 mA																								
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA																								
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por gestor de arranque																								
SRAM	2 KB (ATmega328)																								
EEPROM	1 KB (ATmega328)																								
Velocidad de reloj	16 MHz																								

GSM SIM 900

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	
	Este es un módulo completo de banda cuádruple GSM / GPRS en un tipo de SMT y diseñado con un potente procesador de un solo chip de integración AMR926EJ-S núcleo, lo que le permite beneficiarse de pequeñas dimensiones y de soluciones rentables. Ofreciendo un interfaz estándar de la industria, el SIM900 entrega / GPRS 850/900/1800 / 1900MHz GSM para la voz, SMS, datos y fax en un pequeño factor de forma y con bajo consumo de energía. Con una configuración minúscula de 24 mm x 24 mm x 3 mm, SIM900 puede caber casi todos los requisitos de espacio en sus aplicaciones M2M, especialmente para las demandas delgadas y compactas de diseño.	
	Quad-Band	850/900/1800/1900 MHz
	GPRS	clase 10/8 multi-slot
	GPRS	clase de estación móvil B
	Clase 4	2 W @ 850/900 MHz
	Clase 1	1 W @ 1800 / 1900MHz
	Dimensiones:	24 * 24 * 3 mm
	Peso:	3,4 g
	Control a través de comandos AT	GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM
	Suministro rango de tensión	3.4 a 4.5 V
	Temperatura de funcionamiento	-30 ° C a +80 ° C
	GPRS clase 10:	max. 85,6 kbps

SENSOR MAGNÉTICO

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	El sensor magnético es un interruptor de proximidad que se activa con un campo magnético externo. A diferencia del inductivo que genera su propio campo magnético.

CAPITULO III DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.

3.1 Propuesta de la Solución.

El proyecto denominado “Sistema de monitoreo y alerta vía GSM” será un apoyo al control y el ahorro de energía eléctrica del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador con el objetivo de reducir gastos innecesarios del mal uso de las luminarias y monitoreo de la seguridad de dicho espacio de trabajo.

El objetivo central del “Sistema de monitoreo y alerta vía GSM” es de ser un apoyo en la eficiencia a el uso de recursos energético del laboratorio, además de tener un control de las luminarias vía GSM en el caso que se le olvide al encargado de apagar las luces fácilmente con un mensaje de texto pueda apagarlas y saber si efectivamente se apagó.

¿Cómo nace la idea de implementar dicho proyecto? Las causas que se analizaron para poder tomar la decisión final de hacer un proyecto como este fueron:

1- El consumo innecesario de la energía eléctrica; ya que en varias ocasiones los estudiantes después de tener practica solo se limitan a salir asumiendo que el encargado del laboratorio tiene la obligación de apagar las luces, sin embargo ya han quedado encendidas cuando no hay nadie y es por ello el consumo innecesario de la energía eléctrica.

2- Poder tener un control del estado de la puerta; ya que la puerta del laboratorio no dispone de una chapa muy confiable y cualquier persona puede entrar en horas no hábiles es decir cuando no haya nadie y se puedan robar componentes.

En pocas palabras se puede describir a este proyecto como un sistema domótico que ayudara principalmente al ahorro de energía eléctrica y a tener una alerta inmediata del estado de la puerta.

A continuación se describirá cada uno de los productos planteados anteriormente en el capítulo I, los cuales son: Circuito electrónico de control, Firmware o programa de control y Prototipo funcional instalado en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica. Esta descripción se hará en base la función que realizará cada producto y los componentes electrónicos que lo conformaran.

3.2 Producto 1: Circuito Electronico de Control.

El circuito electrónico a diseñar tendrá la función de gobernar todas las lecturas, decisiones y acciones que deberá realizar el “Sistema de monitoreo y alerta” además como elementos electrónicos principales se tendrán los siguientes: Un microcontrolador ATMEGA 328p, una placa Arduino modelo UNO, Módulo modem GSM modelo SIM 900 y un sensor magnético para detectar la apertura de la puerta del laboratorio.

El funcionamiento general de este producto tendrá como entrada un sensor magnético el cual estará ubicado en la puerta del laboratorio, permitiendo tener un monitoreo de esta cuando esté cerrada o abierta, un módulo relé que servirá como interruptor contralado a través de un circuito, este mandara pulsos eléctricos para controlar las luminarias, como salida se tendrá el módulo modem GSM el cual podrá mandar mensajes de alerta cuando la puerta se abra en horas de la noche o cuando no este habilitado para prácticas, así también podrá manejar las luminarias a través de los relé; y como controlador del

sistema de monitoreo se tendrá el microcontrolador ATMEGA 328P funcionando a través de un firmware diseñado para que sea programado correctamente.

El circuito electrónico planteado se dividirá en 3 bloques funcionales, los cuales se pueden apreciar en la siguiente imagen.

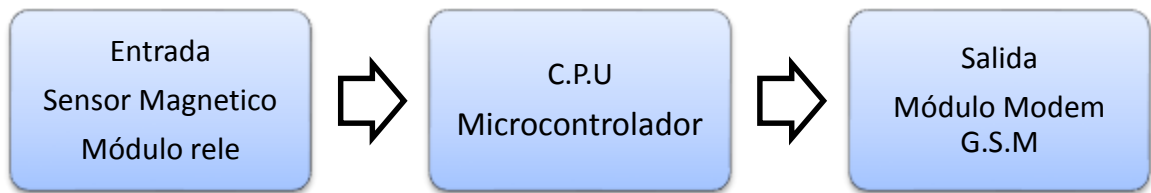


Figura 3. "Esquema de bloques funcionales del circuito electrónico".

3.2.1 Bloque de Entrada.

La función del bloque de entrada del circuito de control será el detectar la apertura de la puerta del Laboratorio de Hardware, para luego esta información ser enviada al bloque de proceso. El dispositivo electrónico principal de este bloque de entrada será un sensor magnético (interruptor magnético), el cual se activará cuando la puerta sea abierta. A continuación se puede observar una imagen real del sensor a utilizar.



Figura 3.1. “Sensor magnético”.

3.2.2 Bloque de Proceso.

El bloque de proceso del circuito de control del proyecto será el encargado de procesar toda la información necesaria para realizar las funciones de dicho sistema: Encargado de leer el sensor magnético, Ejecutar el firmware diseñado para el funcionamiento del proyecto, accionar el modem GSM para el envío de mensajes vía red celular, activación y desactivación de relé según los datos recibidos desde el modem GSM.

El bloque tendrá como componente electrónico principal un dispositivo que puede ser programable tal como el microcontrolador Atmega 328p, que es un circuito integrado el cual es capaz de procesar, actuar y recibir todo esto por medio de un firmware.

Este microcontrolador se usará junto con una tarjeta de desarrollo arduino modelo Uno, en la imagen a continuación se puede apreciar la tarjeta arduino a utilizar.

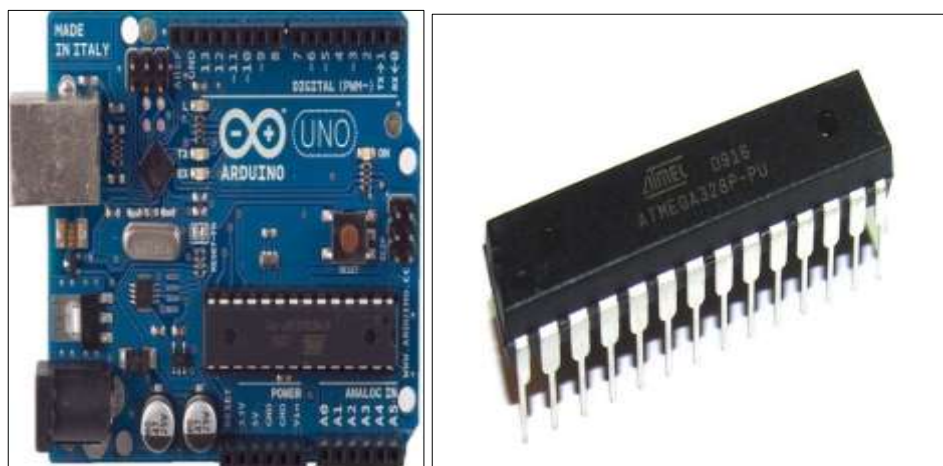


Figura 3.2. “Microcontrolador y tarjeta arduino a utilizar”.

3.2.3 Bloque de Salida.

Este bloque tendrá como función principal la realización de dos tareas:

- 1- La activación y desactivación de las luces del Laboratorio de Hardware.
- 2- El envío de un mensaje vía la red celular como alerta al producirse la apertura de la puerta del Laboratorio de Hardware.

La función será del bloque de salida implementada usando un módulo modem GSM modelo SIM900.

Módulo GSM SIM 900.

El módulo GSM SIM 900 será el encargado de gestionar las peticiones vía red móvil del país, a través de cualquiera de las compañías acá radicas, para comunicar hacia los responsables del Laboratorio de Hardware, sobre alguna anomalía que pueda presentarse en horas no hábiles dentro del laboratorio, así mismo si los encargados necesitan saber, como se encuentran las instalaciones del laboratorio, en caso que lo amerite como parte de un monitoreo activo.

Algunas de las características principales del módulo GSM SIM900 son:

- * Cuatro bandas 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz.
- * SMS vía GSM/GPRS.

* Compatibilidad con Arduino.

* Compatibilidad con Arduino C.



Figura 3.3. “Módulo Modem GSM”.

3.3 Producto 2: Firmware de Control del Sistema.

El firmware o programa informático encargado de controlar las funciones del circuito electrónico (producto 1), será desarrollado especialmente para este proyecto utilizando un lenguaje de programación de alto nivel, llamado Arduino C.

3.3.1 Librerías Arduino C.

Librería: Una librería es un conjunto de recursos (algoritmos) prefabricados, que pueden ser utilizados por el programador para realizar determinadas operaciones. Las

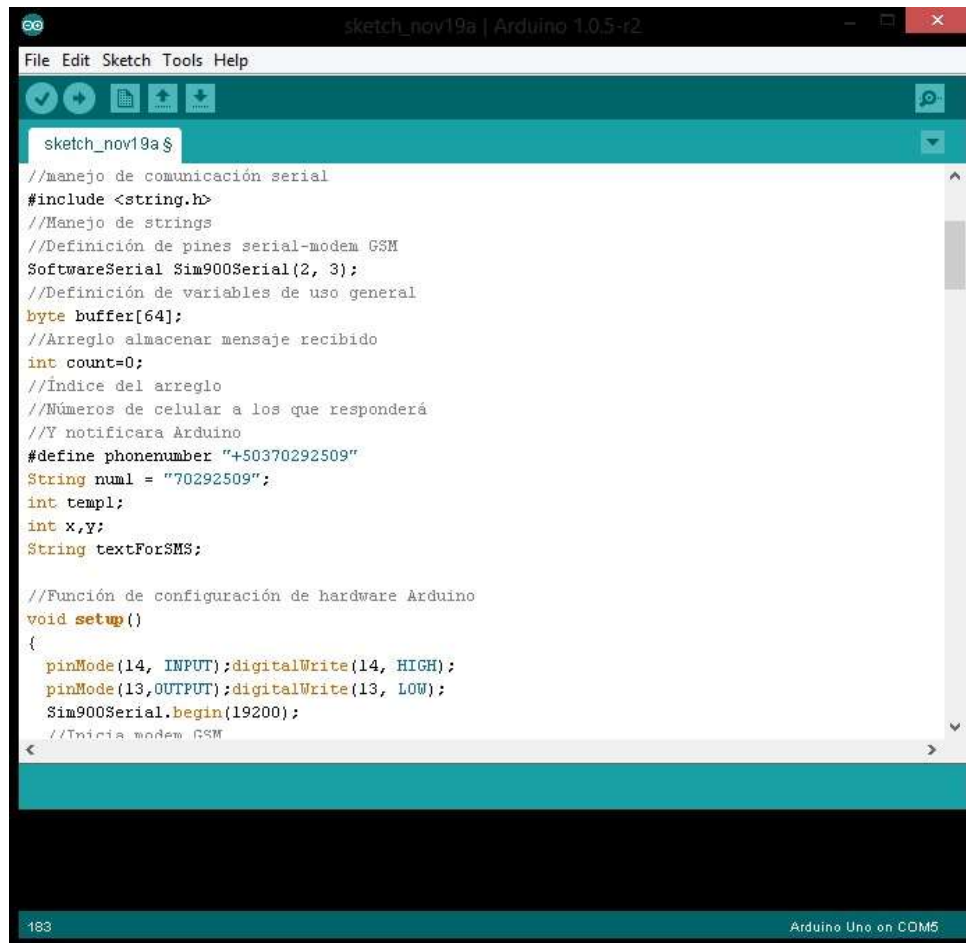
declaraciones de las funciones utilizadas en estas librerías, junto con algunas macros y constantes predefinidas que facilitan su utilización, se agrupan en ficheros de nombres conocidos que suelen encontrarse en sitios predefinidos. (Adolfo Jiménez, 2014)

La librería que se utilizan para la comunicación entre las placas, Arduino, y su módulo GSM SIM900 es:

#include <SoftwareSerial.h> Esta se encarga de la comunicación a nivel de máquina para la transmisión de datos tanto desde arduino hasta el módulo sim y viceversa así como la lectura de frecuencias electromagnéticas de las compañías de telefonía móvil, para el traslado de los mensajes a los diferente encargados del Laboratorio de la Universidad.

#include <string.h> Esta librería guardara todos los número que se le asignen al firmware para que puedan controlar el “Sistema de monitoreo y alerta vía GSM”.

A continuación se muestra algunas captura de pantalla del código en Arduino C implementado, hasta este punto no se tiene el 100% del código pero se muestra un avance del 60%, que es la comunicación entre placa arduino y módulo GSM SIM 900.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar at the top reads "sketch_nov19a | Arduino 1.0.5-r2". Below the title bar is a menu bar with "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Under the "Edit" menu, there are icons for undo, redo, find, and save. The main text area contains C code for handling GSM communication. The code includes comments in Spanish, header files, variable declarations, and a setup function. The status bar at the bottom left shows the line number "183" and the right side shows "Arduino Uno on COM5".

```
sketch_nov19a$  
//manejo de comunicación serial  
#include <string.h>  
//Manejo de strings  
//Definición de pines serial-modem GSM  
SoftwareSerial Sim900Serial(2, 3);  
//Definición de variables de uso general  
byte buffer[64];  
//Arreglo almacenar mensaje recibido  
int count=0;  
//Índice del arreglo  
//Números de celular a los que responderá  
//Y notificara Arduino  
#define phonenumber "+50370292509"  
String num1 = "70292509";  
int temp1;  
int x,y;  
String textForSMS;  
  
//Función de configuración de hardware Arduino  
void setup()  
{  
  pinMode(14, INPUT);digitalWrite(14, HIGH);  
  pinMode(13,OUTPUT);digitalWrite(13, LOW);  
  Sim900Serial.begin(19200);  
  //Inicia modem GSM
```

Figura 3.4. "Código en Arduino C".


```

sketch_nov19a $
//Tiempo para que el modem se conecte a la RED
Sim900_Init();
sendSMSfijo();
//Confirmar el encendido.
Serial.println("SMS enviado");
}

//Procedimiento principal
void loop()
{
    //Verificar si se ha abierto
    //El sensor de la puerta
    if (digitalRead(14) == 1)
    {
        //Enviar SMS de Alerta
        sendSMS("Alerta!! Puerta ha sido abierta");
    }

    //Verificar si se ha recibido SMS
    //Para ON OFF luces
    if (Sim900Serial.available())
    {
        //Si se ha recibido, leerlo SMS
        while(Sim900Serial.available())
        {

```

Figura 3.5. "Código en Arduino C".

```

//Fin del Programa Principal

//A continuación se definen
//Las funciones diseñadas
//Para manejo del modem GSM

//Función para enviar un SMS
void sendSMSfijo()
{
    String comAt = "AT + CMGS = \"" + num1 + "\"";
    Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    Sim900Serial.println(comAt);
    delay(100);
    Sim900Serial.println("Sistema de Alerta y Monitoreo ENCENDIDO");
    delay(100);
    Sim900Serial.println((char)26);
    delay(100);
    Sim900Serial.println();
    delay(5000);
}

void sendSMS(String message)
{
    String comAt = "AT+CMGF=1\r";

```

Figura 3.6. "Código en Arduino C".



Figura 3.7. "Código en Arduino C".

3.4 Producto 3: Implementación del Sistema de Monitoreo Vía GSM.

El tercer producto es la implementación real en el sitio donde será utilizado es decir el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica para esto se realizaran varios pasos:

- 1- Acondicionamiento del circuito actual de interruptores de la instalación eléctrica del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica.
- 2- Construcción del circuito electrónico de control (Producto 1).
- 3- Diseño y construcción de la carcasa que servirá de chasis y protección al circuito de control.
- 4- Instalación y pruebas del sistema dentro del ambiente del laboratorio.

A continuación se muestran imágenes de los componentes reales para poder crear el prototipo, del case y de la ubicación que tendrá en el Laboratorio de Hardware.



Figura 3.8. “Componentes a utilizar en el prototipo”.



Figura 3.9. “Posible carcasa del producto 3”.

3.5 Algoritmo.

A continuación se representa el algoritmo a implementar por el prototipo que tendrá como funcionamiento el “Sistema de monitoreo y alerta vía GSM”.

1. Iniciar programa.
2. Invocación de librerías a utilizar.
3. Declaración de las variables.
4. Definición de los números telefónicos específicos a manipular el sistema domótico.
5. Lectura del sensor magnético.
6. Si: el sensor magnético es activado mandar mensaje de alerta.
7. Lectura del modem GSM.
8. Si: el modem GSM recibe un mensaje con la palabra “especifica”.
9. Activar o desactivar luces del laboratorio.
10. Fin del programa.

3.6 Flujograma.

A continuación se presenta el flujograma correspondiente a el algoritmo ya antes mencionado, se podrá apreciar cada bloque como se enlace con sus respectivas condiciones específicas para poder tener una comunicación entre los componentes.

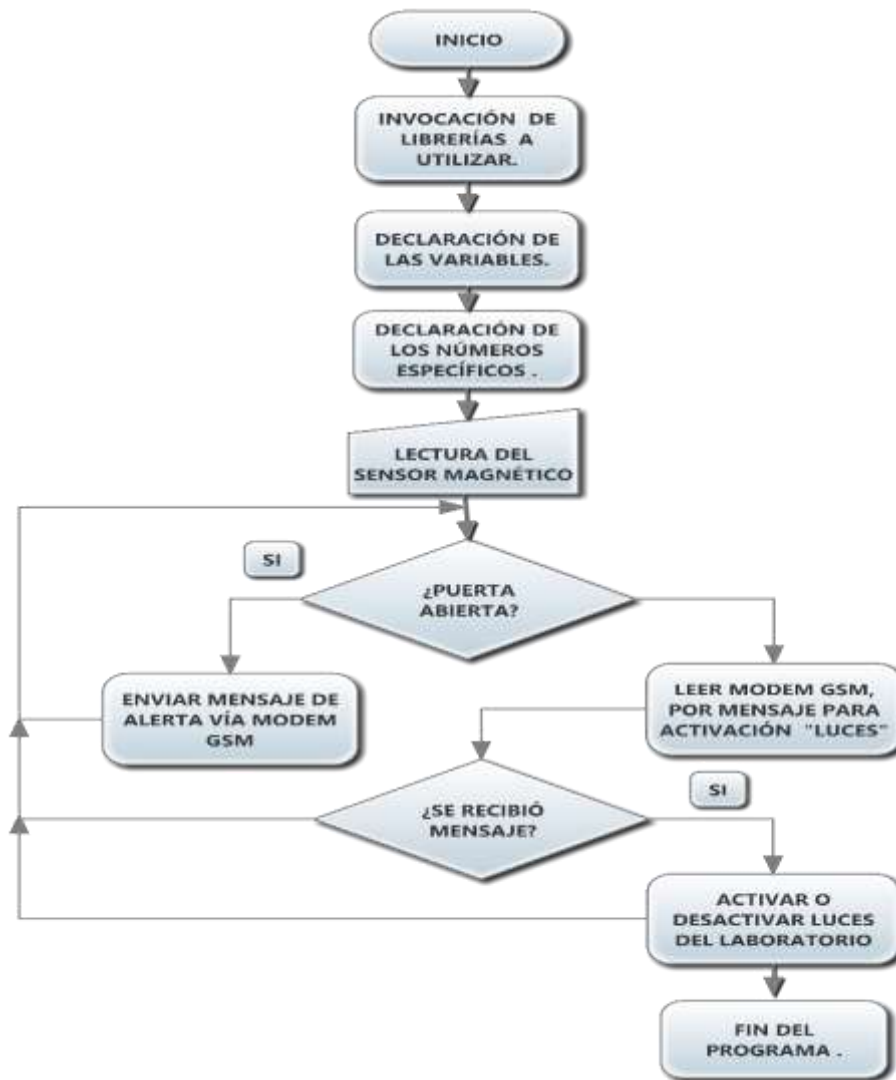


Figura 3.10. “Flujograma del algoritmo”

3.7 Descripción del Ensamblaje.

Una vez que están todos los dispositivos o componentes físicos no queda más que combinarlos para lograr que todo el circuito este completo, además para poder tener una combinación absoluta de todo cabe mencionar que los componentes físicos dependen de tres componentes lógicos (diagrama, algoritmo, firmware) el siguiente paso es construir

el circuito electrónico, para ello hay que tener conocimientos previos para poder identificar las polaridades de los componentes, para saber cuáles son los pines a utilizar y como apoyo guiarse en el diagrama que ya se ha visto.

Los pasos necesarios para poder ensamblar el prototipo están numerados de la siguiente forma:

- 1- Se conecta el módulo modem GSM 900 sim sobre la placa arduino uno tal y como se puede apreciar en la imagen.



Figura 3.11. “Placa arduino + modem GSM”

- 2- Conectar el módulo relé en el arduino.
- 3- Conectar el sensor magnético en sus respectivos pines.



Figura 3.12. "Arduino conectado con sensor magnético"

- 4- Una vez que ya tenemos la placa arduino conectado al módulo GSM, módulo relé y el sensor magnético se procede a protegerlo con el case.



Figura 3.13. "Case para arduino"

3.8 Conclusiones.

Luego de diseño, ensamble del Circuito Electrónico de Control, y el desarrollo del firmware, se concluye que dispositivos sencillos y con instrucciones bien planteadas tienen la misma capacidad de responder de la forma en como el personal encargado de su diseño e implementación lo requiera, pues al unir varios componentes electrónicos, sin un firmware de control no es más que electrónica soldada con estaño, pero debido a sus múltiples usos y aplicaciones se pueden lograr proyecto los suficientemente sólidos para presentarlo a una institución como lo es la Universidad Tecnológica de El Salvador, en este caso un sistema de alerta y monitoreo que se instaló en el Laboratorio de Hardware, ubicado en la quinta planta del edificio Francisco Morazán.

Así mismo se contribuye de forma indirecta con el departamento de mantenimiento ya que por medio de este circuito, es posible gobernar la luminarias en caso de estas últimas, no este apagadas cuando no hay personal o estudiantes que así lo requieran, pues el tiempo de vida útil de esta lámparas se hará más prolongado, incluyendo un menor consumo de energía eléctrica, haciendo más eficiente el uso del Laboratorio de Hardware.

Se incluyó e íntegro todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, en la parte de electrónica, y domótica, pues esta última es una perfecta armonía para la creación de confort y seguridad (que son las áreas que se presentaron en este trabajo), que ahora posee el laboratorio, confort, pues al enviar un SMS para verificar el estado de las luminarias, el automáticamente apaga estas mismas para el ahorro de energía, en la parte

de seguridad, pues en los momentos en los cuales no se imparten clases, o en horarios no laborales, cualquier acceso no autorizado será notificado en tiempo real, tanto al encargado del laboratorio, como al coordinado de la cátedra, para que puedan tomar parte del asunto y dar parte al departamento de seguridad para que puedan verificar este tipo de sucesos que, gracias a esta implementación será mucho más eficaz, y eficiente al dar respuesta inmediatas ante cualquier situación que en un futuro podría ser perjudicial a los intereses de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

3.9 Recomendaciones.

Actualmente el prototipo tiene integrado un chip SIM de la compañía Tigo El Salvador con el cual se han estado probando el funcionamiento, como recomendaciones se tienen las siguientes:

- El chip SIM a utilizar queda a criterio de la Universidad.
- El chip debe de contar con saldo para poder mandar los mensajes de alerta.
- Los planes que se pueden usar quedará bajo criterio de la compañía elegida.
- El chip puede integrarsele una promoción de parte de la compañía Movistar de \$5 al mes para enviar mensajes ilimitados.
- Tigo tiene una promoción de solo enviar mensaje de texto el cual sería ideal para el prototipo, ya que no se necesita el saldo para hacer una llamada telefónica.
- En un futuro otro grupo de proceso de graduación pudiera optar por modificar este proyecto instalando una chapa de seguridad a la puerta.
- Agregar al personal de seguridad de la Universidad Tecnológica de El Salvador, para obtener una mejor respuesta ante cualquier eventualidad.
- Mantener el mismo número telefónico a los encargados a los cuales se les estará notificando,
- Mantener el dispositivo en lugar fresco y seco para evitar daños en los componentes.
- Verificar que el cable de alimentación se mantenga siempre conectado para que el dispositivo este siempre funcionando.

- Mantener fuera del alcance de los alumnos.
- Seguir motivando estudiantes para que sigan el desarrollo de este tipo de proyectos.

Referencias.

Adolfo Jiménez, M. (2014). *Librería*. Recuperado de <http://www.zator.com/Cpp/E5.htm>

Cohen, E. & Franco, R. (2005). *Gestión Social. Cómo lograr eficiencia e impacto en las políticas sociales*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Cooperation Atmel (2014). *Atmega328p*. Recuperado de <http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx>

Definicion.de (2014). *Monitoreo*. Recuperado de <http://definicion.de/monitoreo/>

Flores Cortez, O. (2013). *Aprende Arduino*. San Salvador.

Galiana, A. N. (2014). *Sistemas Embebidos*. Recuperado de www.upv.es: http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/PAEEES/2005-06/A07%20-%20Sistemas%20Embebidos.pdf

García Higuera, A. (2005). *El control automático en la industria*. Madrid: Servicios de Publicaciones Universidad de Castilla-La Mancha.

Ian, S. (2005). *Ingeniería del Software*. Madrid: Pearson Educacion.

Kulkarni, J. P. (2007). Sram. *IEEE Journal*.

Massimo Banzi, D. C. (2014). *Arduino*. Recuperado de

<http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=>

Moreno, J. & Serrano, J. (2010). *Fundamentos de Hardware*. Madrid: RA-MA.

Noble, J. (2012). *Programming Interactivity*. (2d. Ed.). Washignto, D.C.: O'Reilly Media.

Portal Electro Zona. (2014). *Reles*. Recuperado de

http://www.portalelectrozona.com/pdf/electricidad_industrial/RELES_EZ.pdf:

Real Academia Española (2014). *Electrónica*. Recuperado de

<http://lema.rae.es/drae/?val=Electronica>

Reyes, C. A. (2008). *Microcontroladores PIC Programacion en Basic*. (3ª Ed). Quito: RISPERGRAF.

Roble Mejía, U. P. (2014). *Tecnología GSM*. Recuperado de

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/177/2/Capitulo%201.pdf>

Romero Morales, C.; Vázquez Serrano, F. & Castro Lozano, C. de (2011). *Domótica e inmótica :*

viviendas y edificios inteligentes. México, D.F.: Alfa y Omega.

Schneer, M. (1998). *Marketing de Servicios Profesionales*. Buenos Aires: GRANICA.

Valencia, U. P. (2014). *Sistemas Embebidos*. Recuperado de <http://www.upv.es/>: [http://server-](http://server-die.alc.upv.es/assignaturas/PAEEES/2005-06/A07%20-%20Sistemas%20Embebidos.pdf)

[die.alc.upv.es/assignaturas/PAEEES/2005-06/A07%20-%20Sistemas%20Embebidos.pdf](http://server-die.alc.upv.es/assignaturas/PAEEES/2005-06/A07%20-%20Sistemas%20Embebidos.pdf)

Wikipedia. (2014). *Firmware*. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Firmware>

Wirth, N. (2014). *Sistemas Embebidos y Programación en tiempo real*. Argentina.

Wordreference (2014). *Software*. Recuperado de

<http://www.wordreference.com/definicion/software>

Anexos.

CARTA DE ACEPTACIÓN

San Salvador 22 Agosto 2014

Lic. Marvin Elenilson Hernández Montoya.
Coordinador Cátedra de Hardware
Universidad Tecnológica de El Salvador.

Nos dirigimos a usted muy cordialmente los alumnos de la carrera Técnico en Ingeniería de Hardware, de la Universidad Tecnológica de El Salvador, esperando que todas sus actividades estén llenas de éxitos.

El motivo de la presente para solicitar poder desarrollar nuestro trabajo de graduación en las instalaciones del Laboratorio de Hardware, ubicado en el Edificio Francisco Morazán de la Universidad Tecnológica de El Salvador, con el tema: “***Sistema de monitoreo y alerta vis GSM, como apoyo a las labores de mantenimiento del laboratorio de hardware de la Universidad Tecnológica.***” Orientado al desarrollo de prototipos domóticos, diseño de software, diseño de hardware y aplicación.

Esperando una respuesta favorable a nuestra solicitud.

Atentamente.

F. _____

Carné 28-1267-2011
Christian Xavier F

F. _____

Carné 28-6255-2012
José Emilio Pineda Martinez

F. _____

Carné 28-4062-2006
Felipe Alexander Rosales Rosales.

F. _____

Lic. Marvin Elenilson Hernández Montoya
Coordinador Cátedra de Hardware.

Anexos.

En la siguiente tabla se encuentran los precios por componentes, cada uno con su valor detallado y al final se detalla el precio total.

VALOR DEL PROTOTIPO INSTALADO.

DESCRIPCION	COSTO (EN DOLARES)
ARDUINO UNO	\$ 20.00
MODULO MODEM GSM	\$ 65.00
Módulos Relé	\$ 10.00
Sensor Magnético	\$ 5.00
Fuente 9V Arduino	\$ 9.00
Cable conectores	\$ 6.00
Carcasa Acrílica	\$ 15.00
Total	\$ 130.00

Todos los componentes se pueden encontrar en la tienda virtual de Arduino en El Salvador

- <https://www.facebook.com/pages/Ingnaccomm>

El valor de venta que se ofrecería sería de **\$250.00** que incluiría la instalación y capacitación sobre el uso del producto final.

Anexos.

HOJA DE REVISION DESPUES DE LA DEFENSA.

Por este medios los miembros del Jurado evaluador del Trabajo de Graduación titulado:
"Sistema de monitoreo y alerta via GSM como apoyo a la labores de mantenimiento del Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica de El Salvador"

Presentado por:

- 1- José Emilio Pineda Martínez.
- 2- Christian Xavier Fuentes Velásquez.
- 3- Felipe Rosales Rosales.

Después de la Defensa Oral, hemos revisado el Trabajo escrito y se han incluido en el las observaciones realizadas durante la misma.

Por lo que damos por APROBADO y finalizado el Trabajo:

San Salvador, a los 12 días del mes de Diciembre de 2014.

F_____

Ing. Hugo Ortiz.

F_____

Ing. Omar Otoniel Flores.

F_____

Ing. Ramón Cornejo

Matriz de Congruencia.

MATRIZ DE CONGRUENCIA		
TEMA: Sistema de monitoreo y alerta vía GSM, como apoyo a las labores de mantenimiento del laboratorio de hardware de la universidad tecnológica.		
ENUNCIADO DEL PROBLEMA: ¿Es posible brindar al laboratorio de hardware una solución domótica que permita el monitoreo y alerta remota sobre el estado de sus instalaciones?		
OBJETIVO GENERAL: Implementar en el Laboratorio de Hardware de la Universidad Tecnológica, un sistema de monitoreo y alerta vía GSM que apoye las labores de mantenimiento y seguridad.		
OBJ. ESPECIFICO 1 Crear un circuito electrónico basado en el microcontrolador ATMEGA 328p que realice el control del sistema domótico.	OBJ. ESPECIFICO 2 Desarrollar un programa de control en lenguaje Arduino C de alto nivel que pueda manipular el monitoreo y alerta del sistema domótico.	OBJ. ESPECIFICO 3 Integrar en un solo prototipo para que realice la función de monitoreo y alerta vía GSM.
ALCANCE 1 Crear un circuito electrónico basado en el microcontrolador ATMEGA 328p que realice el control del sistema domótico.	ALCANCE 2 Desarrollar un programa de control en lenguaje Arduino C de alto nivel que pueda manipular el monitoreo y alerta del sistema domótico.	ALCANCE 3 Integrar en un solo prototipo para que realice la función de monitoreo y alerta vía GSM a través de SMS (mensaje de texto).
PRODUCTO 1 Circuito electrónico, que será el hardware que se encargara del control físico de los actuadores.	PRODUCTO 2 Firmware de control, es el responsable del funcionamiento lógico del prototipo.	PRODUCTO 3 Prototipo funcional, el cual será entregado a la Universidad Tecnológica de El Salvador; cabe destacar que se debe proveer al prototipo de suficiente saldo para él envío de SMS.