

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**



**TESIS DE GRADO**

**“SISTEMA DOMÓTICO DE SEGURIDAD PERIMETRAL BASADO EN ARDUINO”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA  
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

**POSTULANTE:** MELISSA KATHERINE CONDORI CHOQUE

**TUTOR METODOLÓGICO:** Ph.D. YOHONI CUENCA SARZURI

**ASESOR:** M. Sc. ALDO RAMIRO VALDEZ ALVARADO

LA PAZ- BOLIVIA

**2016**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA**



**LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## DEDICATORIA

*A mis hijos Jael Jazmin y Daryl Cristofer  
Que son mi más grande motivación en esta vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme esa fortaleza en esos momentos de debilidades que se me presentaron, por acompañarme, darme sabiduría, y ser un refugio en el que me puedo proteger.

A mi mamita hermosa María, quien ha estado ahí cuando más la necesitaba, me enseñó a valorar todo lo que la vida me puede ofrecer en base a su esfuerzo ha logrado que alcance mis metas.

A mi papá Saturnino quienes me han brindado su apoyo y comprensión a lo largo de mi vida.

A mi esposo Arnold quien ha sabido ser perseverante con migo y darme su apoyo incondicional como pareja, como amigo, y compañero.

A mi hermana Melina Gabriela por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar profesionalmente y ser un ejemplo de superación.

A mi asesor M.Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado por su gran colaboración y aportes.

A mi tutor metodológico Ph.D. Yohoni Cuenca Sarzuri quien me ayudo a fortalecer mis conocimientos como estudiante, y brindo total apoyo en este proceso.

Agradecida con los resultados de este proyecto, a la Universidad Mayor de San Andrés, y a todas aquellas personas que de alguna forma han invertido en mi desarrollo como estudiante dentro de esta prestigiosa Universidad.

## RESUMEN

Debido al índice de robos de hogares en nuestra ciudad surge la necesidad de incrementar el nivel de la seguridad en el hogar, por lo que se propone diseñar e implementar un prototipo de un sistema domótico de seguridad que permita detectar la intrusión de personas ajenas al hogar, a lo largo del perímetro establecido, en el cual se emplea el módulo electrónico "ARDUINO UNO" que realiza un control de acceso para ingresar al interior del recinto, y utilizando la red celular mediante un Módulo GSM (SIM900) se envía alertas.

En el hogar se ubican sensores de movimiento, alarmas en puertas, luces automáticas que son controladas con el ARDUINO UNO dependiendo de las circunstancias.

Se realiza un Sistema de seguridad en la vivienda, el cual detecta los dispositivos electrónicos que quedan encendidos en el momento de abandonar el domicilio, alertando al usuario mediante SMS y llamadas telefónicas.

### **Palabras Claves**

*Red GSM, SMS, Arduino, Domótica, Seguridad, Sensor, Intruso, Comandos AT.*

## **ABSTRACT**

DUE index Theft Households in Our City surge the need to increase the level of safety at home, so it is important to design and implement the UN prototype UN Home automation system Security to detect the intrusion of People outside the home, along the perimeter established, in which the "ARDUINO UNO" electronic module that performs the control of the United Nations access to enter the interior of the enclosure is used, and using the cellular network by UN GSM modem (SIM900) alerts Send.

At Home Motion sensors, alarms are located in doors, automatic lights are controlled With Arduino Uno depending on the circumstances.

UN Security System Performs in Housing, which is Detects Electronic Devices That turn solid time to leave home, alerting the user via SMS or phone calls.

### **Keywords**

*GSM network, SMS, Arduino, Home Automation, Security, sensor, Intruder, AT Commands.*

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 OBJETIVOS GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 HIPÓTESIS.....	4
1.5.1 VARIABLES.....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	5
1.6.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	5
1.6.3 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....	5
1.6.4 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	6
1.7 ALCANCES.....	6
1.8 METODOLOGÍA.....	6

## CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 INTRODUCCIÓN.....	8
2.2 LA DOMÓTICA.....	8
2.2.1 SERVICIOS Y BENEFICIOS QUE SE BUSCAN CON LA DOMÓTICA.....	9
2.2.1.1 CONFORT.....	10
2.2.1.2 CONTROL ENERGÉTICO.....	10
2.2.1.3 TELECOMUNICACIONES.....	11
2.2.1.4 SEGURIDAD.....	12
2.2.2 TOPOLOGÍA DE LAS REDES DOMÉSTICAS.....	14
2.2.3 ARQUITECTURA.....	16
2.2.4 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	19
2.3 METODOLOGÍA.....	20
2.3.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE PROYECTOS DOMÓTICOS.....	20

2.3.1.1	PRE ESTUDIO .....	21
2.3.1.2	DEFINICIÓN .....	22
2.3.1.3	INSTALACIÓN.....	23
2.3.1.4	ENTREGA.....	23
2.3.2	METODOLOGÍA DE V.....	24
2.4	ARDUINO.....	27
2.4.1.	ARDUINO UNO .....	27
2.4.2	DISPOSITIVOS ACOPLABLES A ARDUINO .....	30
2.4.2.1	SENSOR DE MOVIMIENTO INFRARROJO (PIR).....	31
2.4.2.2	MÓDULO RELÉ DE 4 CANALES .....	32
2.4.2.3	MÓDULO GPRS/GSM .....	32
2.4.3	COMANDOS AT .....	33
2.5	TECNOLOGÍA GSM .....	35
2.5.1	ARQUITECTURA DE LA RED GSM.....	35

### **CAPÍTULO III**

MARCO APLICATIVO.....	37
3.1 INTRODUCCIÓN .....	37
3.2 DESARROLLO DE LA MÉTODOLÓGIA EN V .....	37
3.2.1 FASE 1 DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES.....	32
3.2.2 FASE 2 DISEÑO GLOBAL .....	43
3.2.3 FASE 3 DISEÑO EN DETALLE .....	44
3.2.4 FASE 4 CODIFICACIÓN .....	48
3.2.4.1 CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.....	49
3.2.5 FASE 5 TEST UNITARIO .....	54
3.2.6 FASE 6 INTEGRACIÓN .....	56
3.2.7 FASE 7 TEST OPERACIONAL DEL SISTEMA.....	58

### **CAPÍTULO IV**

EXPERIMENTOS Y PRUEBAS.....	59
4.1. INTRODUCCIÓN .....	59
4.2. INICIO DE SISTEMA .....	59
4.3. DETECCIÓN DE MOVIMIENTO EN EL PERÍMETRO.....	61
4.4. DETECCIÓN DE APERTURA DE PUERTAS.....	62
4.5. PARAR LA ALARMA .....	63



4.6. ENCENDER Y APAGAR LUCES .....	64
4.7. DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS .....	68

## **CAPÍTULO V**

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....	70
5.1 INTRODUCCIÓN .....	70
5.2 CONCLUSIONES .....	70
5.3 RECOMENDACIONES.....	71
5.4 TRABAJOS FUTUROS.....	71

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>72</b>
---------------------------	-----------

<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
ANEXO A: ARBOL DE PROBLEMAS .....	75
ANEXO B: ARBOL DE OBJETIVOS .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Modelo en V.....	7
Figura 2.1: Domótica.....	8
Figura 2.2: Funciones básicas en instalaciones domóticas. ....	9
Figura 2.3: Control Remoto.....	10
Figura 2.4: LAN .....	11
Figura 2.5: Tipos de seguridad en domótica .....	12
Figura 2.6: Seguridad.....	14
Figura 2.7: Red en estrella.....	15
Figura 2.8: Red en anillo .....	15
Figura 2.9: Red en bus.....	16
Figura 2.10: Esquema de arquitectura de sistema domótica centralizada .....	17
Figura 2.11: Esquema de arquitectura de sistema domótica descentralizada .....	17
Figura 2.12: Esquema de arquitectura de sistema domótica distribuida .....	18
Figura 2.13 : Soporte fisico .....	19
Figura 2.14: Fases y criterios a tener en cuenta en un proyecto domótico .....	21
Figura 2.15: Ciclo de vida del Modelo en V .....	25
Figura 2.16: Arduino UNO .....	27
Figura 2.17: Elementos de la placa Arduino Uno.....	28
Figura 2.18: Sensor de movimiento PIR.....	31
Figura 2.19: Modulo Rele de cuatro canales.....	32
Figura 2.20: Modulo GPRS/GSM SIM900.....	33
Figura 2.21: Esquema de funcionamiento de un sistema GSM.....	36
Figura 3.1: Diagrama general del sistema.....	38
Figura 3.2: Diagrama de casos de uso.....	39
Figura 3.3: Plano de ubicación de los dispositivos .....	43
Figura 3.4: Esquema del sistema de seguridad .....	43
Figura 3.5: Esquema de hardware para la conexión con el Modulo GSM .....	44
Figura 3.6: Esquema Hardware Sensor PIR .....	45
Figura 3.7: Esquema de Hardware para la detección de la puerta. ....	46
Figura 3.8: Esquema de Hardware par a la conexión del encendido de luces. ....	47
Figura 3.9: Uso de librerías e inicialización de variables. ....	49
Figura 3.10: Declaración de variables. ....	50

Figura 3.11: Funciones que permiten enviar SMS y realizar llamada. ....	51
Figura 3.12: Control del sensor PIR .....	52
Figura 3.13: Recepción de SMS y control del sensor magnético .....	53
Figura 3.14: Implementación sensor PIR .....	54
Figura 3.15: Funcionamiento sensor PIR .....	54
Figura 3.16: Implementación de sistema de alarma con el sensor magnético.....	55
Figura 3.17: Funcionamiento del sensor magnético .....	55
Figura 3.18: Encendido de luces automáticas mediante SMS .....	56
Figura 3.19: Recepción de SMS.....	56
Figura 4.1: Prototipo.....	59
Figura 4.2: Iniciación de sistema .....	60
Figura 4.3: Calibración del sistema .....	60
Figura 4.4: Detección de movimiento .....	61
Figura 4.5: Detección y notificación del sensor PIR al sistema .....	62
Figura 4.6: Apertura de puerta.....	62
Figura 4.7: Llamada de alerta por el sistema de seguridad .....	63
Figura 4.8: Parar alarma .....	63
Figura 4.9: Todas las luces encendidas .....	64
Figura 4.10: Todas las luces encendidas vista de exterior .....	64
Figura 4.11: Todas las luces apagadas.....	65
Figura 4.12: Todas las luces apagadas vista exterior .....	65
Figura 4.13: Encendido de la luz de la sala.....	66
Figura 4.14: Encendido de la luz del dormitorio .....	66
Figura 4.15: Encendido de la luz del baño .....	67
Figura 4.16: Encendido de la luz del corredor.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Componentes de Arduino Uno .....	28
Tabla 2.2: Principales Comandos AT .....	34
Tabla 3.1: Requisito funcional Activar/Desactivar el sistema de seguridad .....	40
Tabla 3.2: Requisito funcional detección de intrusión en el perímetro .....	40
Tabla 3.3: Requisito funcional detección en la puerta .....	40
Tabla 3.4: Requisito funcional parar la alarma.....	41
Tabla 3.5: Requisito funcional Encender/Apagar las luces .....	41
Tabla 3.6: Elementos para la implementación del sistema de seguridad .....	41
Tabla 3.7: Distribución de pines al Arduino .....	48
Tabla 3.8: Documento de prueba 1 .....	57
Tabla 3.9: Documento de prueba 2 .....	58
Tabla 4.1: Comandos para el control del sistema .....	68

**CAPÍTULO I**  
**MARCO REFERENCIAL**

---



# CAPÍTULO I

## MARCO REFERENCIAL

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías de información están integrándose en el hogar de forma paulatina. Este proceso está dando lugar a un nuevo tipo de sistema informático; esto es los sistemas domóticos.

Un sistema domótico nos permite integrar y comunicar interactivamente desde unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a unos hacia los actuadores o salidas. Que permite al usuario final interactuar con el sistema de forma sencilla acceder a redes exteriores de comunicación o información.

Así los sistemas domóticos nos brindan mayor confort, ahorro de energía, comunicación, seguridad técnica y seguridad perimetral o de intrusión, que es uno de los puntos en el que nos enfocaremos.

La seguridad perimetral hace referencia a la intrusión, es decir que ningún intruso pueda acceder al interior de una hogar, además de detectar algún tipo de actividad sospechosa en una zona delimitada del exterior del mismo.

Cada vez más el ser humano siente la necesidad de sentirse seguro por lo que opta por el uso de algún sistema de seguridad para su protección personal y material; pero estos sistemas de seguridad tienen un gran valor económico y una complejidad que hacen que no pueda ser posible su instalación en gran cantidad de hogares. Por otra parte muchos de los sistemas más económicos ofrecen muy pocas prestaciones que hacen que no sea una buena elección su instalación.

La propuesta de este trabajo de investigación es crear un sistema domótico donde priorizaremos la seguridad perimetral, a través de sensores que detecten y alerten con llamadas y SMS la intrusión, además de automatización en el encendido de luces a distancia, como medio de simulación de presencia para el domicilio. Asimismo se podrá tener un control, a través de una comunicación con tecnología GSM, convirtiéndolo en un hogar seguro, integrando servicio de alarma en puertas detección de movimiento, permitiendo al usuario sin importar donde se encuentre estar informado de los eventos que suceden en su hogar por medio de un aparato telefónico móvil.

Para tal efecto, utilizaremos placas de bajo coste Arduino, Modulo GSM y otros dispositivos como sensores, actuadores y comunicadores, para poder construir un sistema domótico en términos económicos y sociales.

## 1.2. ANTECEDENTES

A continuación mencionaremos algunos de los proyectos desarrollados:

Alarmas comunitarias proyecto que fue realizado por el Gobierno Autónomo de La Paz (2015). Las alarmas comunitarias podrán ser activadas por los vecinos y usuarios titulares que tendrán un pulsador inalámbrico y por los usuarios secundarios, desde sus celulares. En ambos casos los policías de los módulos policiales y de las estaciones integrales policiales recibirán un mensaje de alerta.

EL trabajo “Desarrollo e Implementación de un Sistema de Seguridad y Confort Para Hogares Monitoreando y Administrado a través de una Aplicación Web”, que fue desarrollado por los estudiantes Carpio, Cárdenas & Chavez,(2013). Con este proyecto se pretende brindar ayuda para que más hogares no sufran más estos ataques y además de esto permitir a las personas monitorear su hogar.

La tesis de Brun (2014) titulada “Sistema de seguridad perimetral programable inteligente”, en este documento explica cómo ha sido desarrollado el sistema desde un primer análisis del estado actual, pasando por la especificación y el diseño del sistema hasta llegar a la implementación del mismo. Se busca recorrer todo el proceso llevado a cabo para desarrollar el sistema, el cual puede ser aplicado a muchos otros proyectos. El producto final permite poder disponer de un sistema de seguridad instalable en multitud de lugares que ofrece una muy buena relación prestaciones/costes.

La tesis “Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino” por Lledò (2012). En esta memoria se han descrito los conocimientos básicos para entender que es y cómo funciona un sistema domótico y cómo utilizando el hardware libre de Arduino se puede crear un sistema estable con un presupuesto muy inferior al de las viviendas de alta categoría.

El proyecto de grado “Sistema domótico orientado al ahorro de energía mediante lógica difusa” que fue desarrollado por Coronel (2012). Que demuestra la posibilidad de reducir el consumo de energía eléctrica mediante la implementación de un prototipo de un sistema

domótico, para el control de energía eléctrica se realiza el control de dispositivos como la iluminación y la temperatura de una vivienda.

También se desarrolló un proyecto de grado "Sistema Domótico para obtener una infraestructura Inteligente mediante sistemas Móviles" por Tantani (2014). Que realiza el control de un prototipo de vivienda a través de dispositivos móviles, control de luces, control de temperatura dentro de una vivienda mediante tecnología Android.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

En la actualidad uno de los problemas más graves con que se enfrenta la sociedad en su conjunto es la creciente falta de seguridad en sus bienes y su familia, lo que integrado a las técnicas cada vez más sofisticadas que emplean los delincuentes para cometer sus ilícitos, surge la necesidad cada vez más imperiosa de adquirir sistemas de protección.

Numerosas denuncias reflejan cómo la mayoría de robos a domicilio se pudieron evitar; sin embargo, el descuido y la imprudencia es el principal aliado de los delincuentes, que esperan que las viviendas queden sin ocupantes para ingresar violentando puertas o ventanas y sustraer cuando objeto de valor encuentran en su interior.

Según El Día (2011), para el comandante de Radio Patrulla 110, teniente coronel Óscar Méndez, los robos a domicilios ocurren por el exceso de confianza porque el momento de ausentarse de sus viviendas ni siquiera les encargan o le hacen notar a sus vecinos de su calle que les miren sus casas o que les llamen ante la presencia de algún sospechoso. "La gente no es precavida hasta cuando sale a la esquina deja su puerta abierta exponiendo a su familia al peligro de los delincuentes".

En nuestro país el mayor número de casos registrados corresponde a la división Propiedades. En 2012 los casos llegaron a 14.585, lo que representa un incremento de 32,86% respecto al 2011. Cuando fueron anotadas 12.420 denuncias. En esa repartición policial son atendido caso como hurto, allanamiento a domicilio, robo, robo agravado<sup>1</sup>, entre otros (La Razon Digital, 2013).

Este incremento de robos a los hogares se debe a las siguientes causas:

- Hogares deshabitados a causa de (trabajo, viajes y otros).

---

<sup>1</sup> Uso de armas.



- Carencia de la vigilancia en el área perimetral.
- Medios de seguridad insuficientes.
- Área perimetral desprotegida.
- Insuficiente Control policial.

Tomando en cuenta los anteriores problemas y realizando un análisis de los mismos, el problema de investigación es el siguiente:

¿De qué manera se puede mejorar la seguridad de un hogar?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un sistema domótico de seguridad que permita detectar y alertar la intrusión de personas ajenas al hogar, a lo largo del perímetro establecido.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Implementar mecanismos de disuasión, para ahuyentar algún sospechoso.
- Instalar sensores de movimiento al rededor del perímetro.
- Diseñar el sistema tanto Hardware como Software.
- Verificar mediante un prototipo que se ha cumplido los objetivos.
- Conocer comandos AT<sup>2</sup> para la comunicación con el hogar.
- Desarrollar un sistema de luces automáticas.
- Instalar sensores de apertura de puertas con alarmas.

## **1.5. HIPÓTESIS**

El desarrollo de un sistema domótico de seguridad basado en sensores, y SMS<sup>3</sup> será capaz de detectar y alertar, la presencia de personas ajenas y de mantener seguro el hogar, las veinticuatro horas del día, sin presentar dificultades.

### **1.5.1. VARIABLES**

---

<sup>2</sup> Instrucciones para programar el módulo GSM.

<sup>3</sup> Servicio de mensajes cortos.

La operacionalización de variables viene dada de la siguiente forma:

- **Variables independientes:** Sistema de seguridad, sensores, GSM, SMS.
- **Variables intervinientes:** Detectar, alertar.
- **Variable dependiente:** Seguridad.

## **1.6. JUSTIFICACIÓN**

### **1.6.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Con este trabajo de investigación se pretende dar una confianza en la seguridad a los miembros del hogar; ya que podremos evitar robos, también a que el personal de la policía actúe de manera adecuada, y las aseguradoras tengan más confiabilidad en prestar sus servicios. Así mismo el usuario tendrá la facilidad y la tranquilidad al saber que cuenta con un sistema de seguridad que puede ser controlado desde donde se encuentre.

### **1.6.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

En la actualidad, no muchos ciudadanos cuentan con un sistema de seguridad en su hogar ya sea por los altos costos que tienen los sistemas domóticos, por ello el sistema domótico que se realizara, permitirá fortalecer la seguridad en su hogar permitiendo tener el control a larga distancia.

Desde el punto de vista económico, la seguridad en el hogar viene a ser asumida como un bien y una condición preponderante para alcanzar el desarrollo de los países, en esta perspectiva, el gasto en seguridad contra robos en el hogar viene a ser una inversión, cuyas ganancias se refleja en un escenario social apto para que los miembros del hogar puedan desarrollar sus actividades con total libertad y de no ser víctimas de algún acto delictivo.

### **1.6.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

La presente tesis de grado quiere dar a conocer las facilidades que nos ofrecen Arduino y sus componentes, nos ayudan a la automatización de los ambientes de un hogar, y así convertirla en una casa inteligente.

En el mercado actual podemos encontrar la diversidad de modelos Arduino, kits de Arduino básicos, sensores, actuadores, comunicadores y componentes electrónicos, que nos ayudaran a cumplir con nuestro objetivo.

#### **1.6.4. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA**

Se espera que con el desarrollo de este proyecto contribuya a la investigación científica y en especial a despertar el interés por conocer más sobre el interesante mundo de la automatización aplicada en viviendas y edificios, que en nuestro país aún no ha sido explotada al cien por ciento.

#### **1.7. ALCANCES**

Para cumplir con el objetivo principal de esta tesis de grado, el sistema tiene las siguientes funcionalidades:

- Alertar la presencia de anomalías en el perímetro del hogar, a través de una llamada telefónica a través del módulo GSM.
- Sensores PIR para controlar el perímetro.
- Sistema de luces automáticas.
- Sistema de alarma solo en puerta.
- Incorporar sensores magnéticos.
- Ser capaz de recibir instrucciones mediante el uso de teléfonos celulares.

#### **1.8. METODOLOGÍA**

Para la ejecución del presente proyecto se aplica la metodología inductiva, ya que desde esta nos permite obtener conclusiones generales a partir de premisas particulares. En esta metodología pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de los hechos; la derivación inductiva que parte y permite llegar a una generalización, y la contrastación (Sampieri, 2003).

Esto supone que, tras una primera etapa de observación, análisis y clasificación de los hechos, se logra postular una hipótesis que brinda una solución al problema planteado. Una forma de llevar a cabo el método inductivo es proponer, mediante diversas observaciones de los sucesos u objetos en estado natural, una conclusión que resulte general para todos los eventos de la misma clase descrito en Sampieri (2013).

Para la parte de desarrollo, en la elaboración del presente trabajo utilizaremos el Modelo en V o de cuatro niveles.

El modelo en V es un proceso que representa la secuencia de pasos en el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto. Describe las actividades y resultados que han de ser producidos durante el desarrollo del producto. La parte izquierda del modelo en V representa la descomposición de los requisitos y la creación de las especificaciones del sistema. El lado derecho de la metodología en V representa la integración de partes y su verificación (Inteco, 2009).

En la siguiente figura 1.1 muestra los niveles del Modelo en V. Según Inteco (2009) el primer nivel corresponde a la etapa o fase de especificación donde se define los requerimientos del sistema, el segundo nivel la fase de diseño donde definimos el diseño global del sistema, el tercer nivel que corresponde a la fase de desarrollo donde empezamos con la implementación del sistema y por último la fase de codificación, donde desarrollamos los módulos del sistema de forma unitaria para luego realizar el correspondiente testeo en todas las fases de la metodología en V.

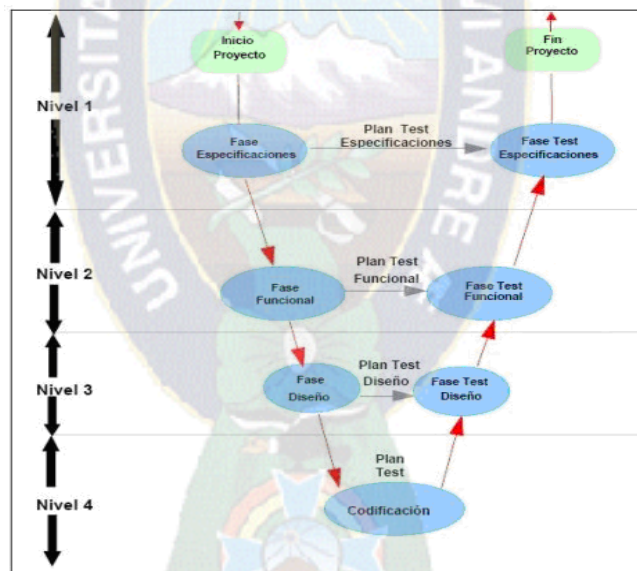


Figura 1.1: Modelo en V  
Fuente: (Universidad Bolivariana, s.f.)



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado repasaremos algunos conceptos teóricos sobre domótica y seguridad, también repasaremos la plataforma Arduino y los sensores que vamos a emplear para desarrollar el sistema de seguridad. Además de la tecnología GSM y comandos AT.

#### 2.2. LA DOMÓTICA

La domótica es el conjunto de tecnologías, descritas en la figura 2.1, aplicadas al control y la automatización inteligente de una vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema (Cedom, 2001).



Figura 2.1: Domótica

Fuente: (InformaticaXP, 2010)

Para Cedom (2011). Domótica es la unión entre domus casa en latín y robótica de robota, esclavo o servidor en checo. La domótica es el conjunto de sistemas electrónicos que pueden automatizar una vivienda y pueden formar una red para comunicarse entre sí.

Si precisamos un poco más un sistema domótico es aquella que permite integrar y comunicar interactivamente desde unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a

unos hacia los actuadores o salidas. Que permite al usuario final interactuar con El sistema de forma sencilla acceder a redes exteriores de comunicación o información.

Sin embargo, la domótica no limita su campo de acción a las viviendas sino que existe otro tipo de edificaciones.

Desde la perspectiva hay que hacer notar la diferencia que existe entre la implantación de un sistema domótico en una vivienda unifamiliar, en un edificio o en una ciudad. Así, aparecen nuevos términos como inmótica edificios para el sector terciario como oficinas, hoteles, etc. y urbótica para las ciudades o edificios inteligentes.

La domótica permite dar respuesta a los cambios sociales y las nuevas tendencias de nuestra forma de vida, facilitando la flexibilidad y polifuncionalidad del diseño de casas y hogares más humanos, más personales.

### 2.2.1. SERVICIOS Y BENEFICIOS QUE SE BUSCAN CON LA DOMÓTICA

Básicamente los beneficios que busca cubrir un recinto domótico son: el confort, el ocio y el entretenimiento, la seguridad, así como la climatización; el ahorro energético y en ciertos casos, algunos servicios de interés comunitario reflejadas en la figura 2.2.

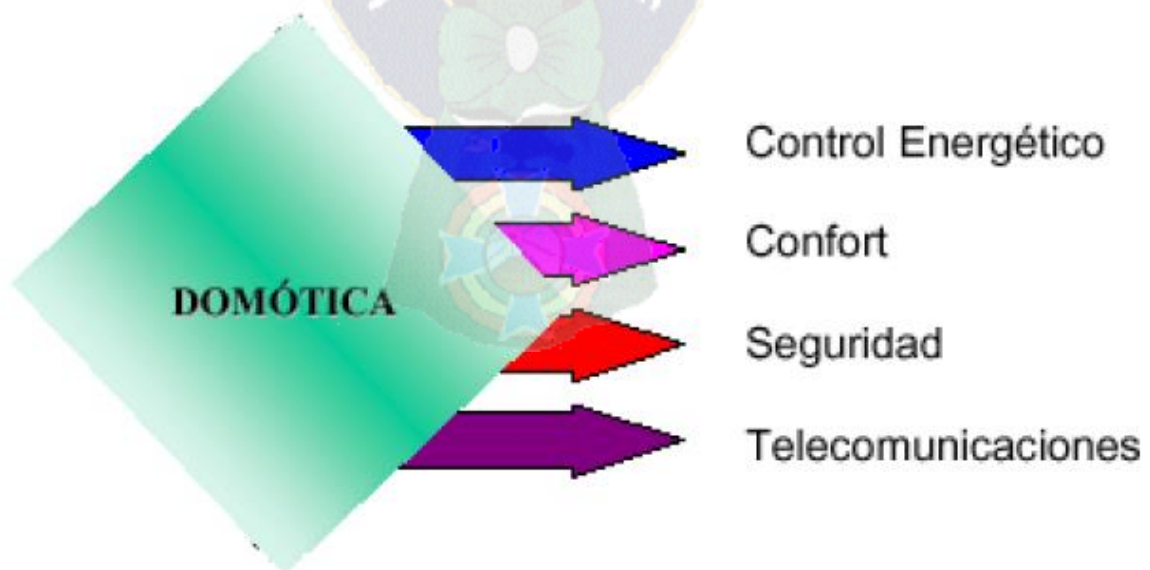


Figura 2.2: Funciones básicas en instalaciones domóticas.  
Fuente:(Vargas, 2012).

### 2.2.1.1. CONFORT

Para Vargas (2012), el concepto de confort de la figura 2.3 va dirigido principalmente a la instalación CVC<sup>4</sup>, aunque se incluye en este campo todos los sistemas que contribuyan al bienestar, la comodidad así como la reducción del trabajo doméstico.

Entre los sistemas destinados al confort cabe destacar, además de las instalaciones CVC:

- Control por infrarrojos de distintos automatismos.
- Control local y remoto de la automatización.
- Automatización en el riego de jardines.
- Apertura automática de puertas.
- Centralización y supervisión de todos los sistemas de vivienda.
- Accionamiento automático de sistemas de toldos y persianas, en base a datos del entorno ya sea tormenta, viento, entre otros.
- Información de presencia de correo en el buzón.



*Figura 2.3: Control Remoto  
Fuente: (Vargas, 2012).*

### 2.2.1.2. CONTROL ENERGÉTICO

Según Vargas (2012). La finalidad es satisfacer las necesidades al mínimo coste. Se pueden distinguir tres aspectos diferenciados:

- **Regulación:** con la que se pueda obtener la evolución del consumo energético de la vivienda o edificio.

---

<sup>4</sup> Climatización, ventilación, calefacción.



- **Programación:** para programar distintos parámetros como temperatura según horarios, días de la semana, mes, entre otros.
- **Optimización:** el aprovechamiento de la energía y reducción de su consumo, es uno de los apartados más importantes en la instalación de un sistema domótico, puesto que revierte a medio y largo plazo en su automatización, además de estar muy ligadas al concepto de confort.

### 2.2.1.3. TELECOMUNICACIONES

Vargas (2012) destaca entre las posibilidades de telecomunicación existentes son:

- Sistemas de comunicación en el interior.
- Megafonía, difusión de audio/video, intercomunicadores, etc.
- Red de área local domestica figura 2.4.



*Figura 2.4: LAN  
Fuente: (Vargas, 2012).*

- Teleducación, teletrabajo, telecompra.
- Sistemas de comunicación con el exterior. Telefonía básica, videoconferencia, e-mail, Internet, TV digital, TV por cable, fax, radio, transferencia de datos, etc.
- Mensajes de alarma como fugas de gas, agua, etc., y telecontrol del sistema domótico a través de la línea telefónica o conexiones a redes de datos (Internet).
- Control de instalaciones domesticas mediante SMS.

- Domoportero
- Teleasistencia y Telemedicina.

#### 2.2.1.4. SEGURIDAD

El término seguridad posee múltiples usos. A grandes rasgos, puede afirmarse que este concepto que proviene del latín securitas hace foco en la característica de seguro, es decir, realiza la propiedad de algo donde no se registran peligros, daños ni riesgos. Una cosa segura es algo firme, cierto e indubitable. La seguridad, por lo tanto, puede considerarse como una certeza, (Teoría de la seguridad, 2001).

El sistema de seguridad tiene la misión de proteger a las personas, los bienes y los mismos inmuebles. Actualmente, para los sistemas domóticos seguridad, es la función más desarrollada y puede aplicar múltiples aplicaciones, especialmente si se encuentra integrada dentro de un sistema domótico.

Vargas (2012) indica dos tipos de seguridad como en la figura 2.5, la seguridad técnica y la seguridad perimetral que se describe a continuación:



*Figura 2.5: Tipos de seguridad en Domótica*

**a) Seguridad técnica:** Delegada a informar sobre posibles fallos en diversos elementos del hogar donde se incluyen tareas como:

- Alumbrado automático en zonas de riesgo por detección de presencia.
- Detección de enchufes de corriente para evitar contactos.
- Manipulación a distancia de interruptores en lugares húmedos.
- Detectores de fugas de gas o de agua que cierren las valvulas de paso a la vivienda en el caso de producir escapes.
- Alarmas de salud. En el caso de personas con neseidades especiales (ancianos, personas discapacitadas) se didponen pulsadoeres cuya activacion

genera un aviso a una central receptora, un familiar o un hospital para solicitar ayuda sanitaria urgente.

**b) Seguridad perimetral:** Es un conjunto de sistemas de detección electrónica diseñado para proteger perímetros internos y externos. La característica que hace que la seguridad perimetral sea más efectiva que los sistemas de seguridad convencionales o no-perimetrales es que detecta, disuade y frena al intruso con mucha más antelación. Estos sistemas detectan las señales provenientes del perímetro protegido, generado por escalamiento, intentos de corte, o golpes en las vallas o bien simples pisadas en el interior del área protegida.

La detección perimetral de intrusión se realiza, como su nombre indica, sobre el perímetro de la vivienda o parcela. Existen dos tipos de detección perimetral, según la zona donde se realice dicha detección:

Perímetro interior o de vivienda, cubriendo los huecos de acceso a la vivienda. La protección se realizará en la propia casa, cubriendo puertas y ventanas. A grandes rasgos, plantean la ventaja de ser sistemas más económicos y fiables, por el contrario, normalmente son soluciones menos seguras, más incómodas de usar hay que cerrar todas la ventanas y de reacción más tardía.

Perímetro exterior o de parcela, cubriendo el acceso a la parcela desde fuera de la vivienda. Son los sistemas teóricamente ideales, aunque presentan los inconvenientes de ser más costosos y de sufrir mayor número de alarmas “no deseadas”.

En cuanto a la seguridad perimetral se refiere figura 2.6, Vargas (2012) define las funciones principales son:

- Aviso a distancia. En ausencia del usuario se emiten avisos en casos de alarma(bien acusticos o telefonicos).
- Deteccion de intrusos. Incluye la instalacion de diversos sensores:
- Sensores volumetricos para deteccion de presencia.
- Sensores de hiperfrecuencia para cristales rotos.
- Sensores magneticos para apertras de puertas y ventanas.
- Simulacion de presencia.
- Alarmas tecnicas.
- Barreras de rayos infrarrojos.

- Detectores de movimiento.
- Detectores enterrados que funcionan por presión o movimiento.
- Detectores subacuáticos.



*Figura 2.6: Seguridad  
Fuente: (Vargas, 2012).*

## 2.2.2. TOPOLOGÍA DE LAS REDES DOMÉSTICAS

Las redes domésticas se caracterizan por la topología del sistema de control, los medios de transmisión utilizados y los protocolos de acceso y comunicación usados.

Para Molina (2015) la topología de la red depende del sistema de control que se emplee y el cableado que se tienda en función de los requerimientos del sistema. Las formas más comunes son:

### a. Red en estrella

Es una configuración utilizada en los sistemas de control centralizados, donde existe un solo EC<sup>5</sup> por el que pasa toda la información figura 2.7. Todos los componentes de la red deben conectarse al equipo de control central. Cuando este detecta cualquier orden en sus E<sup>6</sup>, activa la S<sup>7</sup> o salidas correspondientes según su programación.

El sistema posee una gran flexibilidad, ya que puede utilizar distintas velocidades de transmisión y protocolos de comunicación, lo cual facilita la localización de las averías. Los

---

<sup>5</sup> EC: Equipo de control.

<sup>6</sup> E: Entrada.

<sup>7</sup> S: Salida.

principales inconvenientes son que una avería en el controlador puede bloquear la red y el elevado cableado (Molina, 2015).



Figura 2.7: Red en estrella  
Fuente: (Molina, 2015)

#### b. Red en anillo

En la configuración en anillo figura 2.8, cada equipo de control está conectado a otros dos y así sucesivamente, hasta formar un anillo. La comunicación entre equipos de control se suele realizar de forma unidireccional, con lo que se facilita el procedimiento de comunicación, aunque también puede ser bidireccional.

Con este sistema se simplifica el envío de mensajes a todos los equipos de control, aunque existe el inconveniente de que una avería en un controlador puede afectar a toda la red (Molina, 2015).

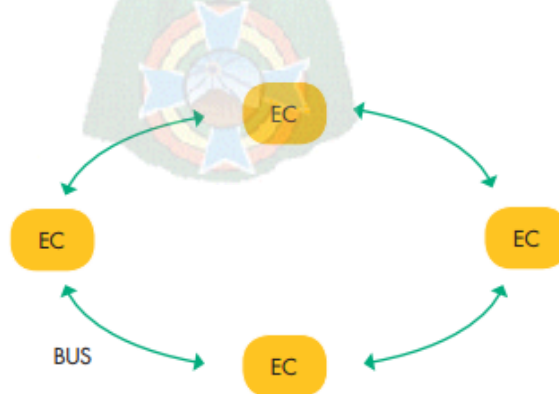


Figura 2.8: Red en anillo  
Fuente: (Molina, 2015)

### c. Red en bus

Esta topología figura 2.9 requiere que todos los componentes de la red conectados a ella tengan estructura de equipos de control. Se conectan a un elemento llamado bus, compuesto por un par de conductores.

El bus es el medio de comunicación por el que circula toda la información entre los componentes de la red; también es utilizado en ocasiones para alimentar la electrónica de todos los elementos conectados a él. Todos los equipos transmiten y reciben información a través de la misma línea de bus; por ello, los componentes conectados al bus deben poseer una identificación para su localización, mientras que los mensajes han de presentar un direccionamiento que indique el origen y el destino (Molina, 2015).

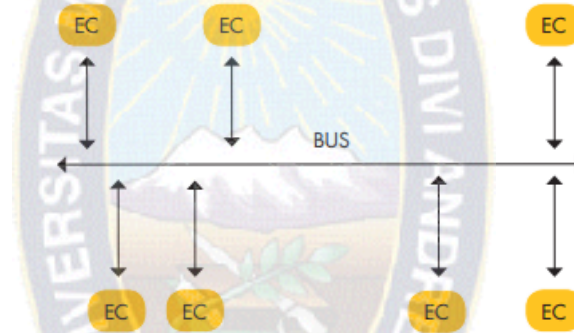


Figura 2.9: Red en bus  
Fuente: (Molina, 2015)

### 2.2.3. ARQUITECTURA

El concepto de arquitectura hace referencia a la estructura de una red y que está muy ligada a la ubicación de la inteligencia dentro de un sistema domótico. Las principales arquitecturas son:

#### a. Arquitectura Centralizada

En un sistema de domótica de arquitectura centralizada figura 2.10, un controlador centralizado, envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios (Vargas, 2012).



Figura 2.10: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada  
Fuente: (Vargas, 2012).

### b. Arquitectura Descentralizada

En un sistema de domótica de Arquitectura Descentralizada figura 2.11, hay varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios (Vargas, 2012).



Figura 2.11: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada  
Fuente: (Vargas, 2012).

### c. Arquitectura Distribuida

En un sistema de domótica de arquitectura distribuida figura 2.12, cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos del sistema. Cada elemento del sistema tiene su propia capacidad de proceso y puede ser ubicado en cualquier parte de la vivienda. Esta característica proporciona al instalador domótico una libertad de diseño que le posibilita adaptarse a las características físicas de cada vivienda en particular (Vargas, 2012).

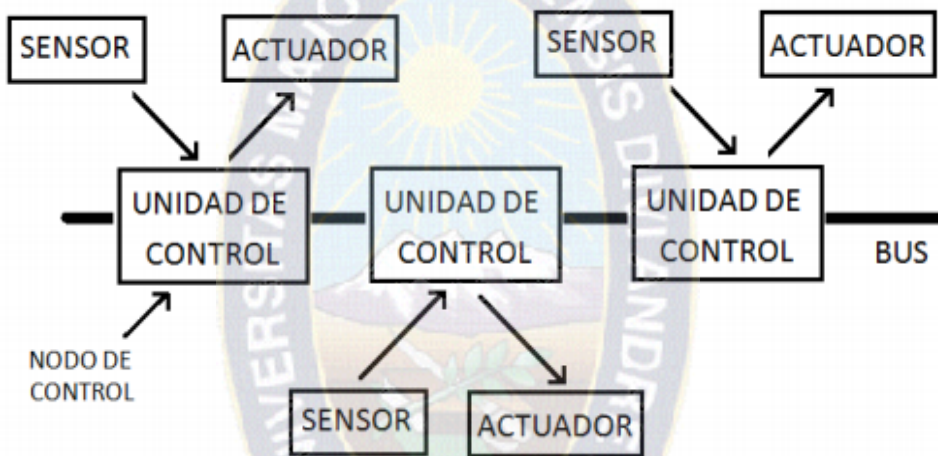


Figura 2.12: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida  
Fuente: (Vargas, 2012).

### d. Arquitectura Híbrida / Mixta

En un sistema de domótica de arquitectura híbrida (también denominado arquitectura mixta) se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas. A la vez que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores (como en un sistema “distribuido”) y procesar la información según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo, y tanto actuar como enviarla a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pasa por otro controlador (Vargas, 2012).



## 2.2.4. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

En todo sistema domótico los diferentes elementos de control deben intercambiar información unos con otros a través de un soporte físico como en la figura 2.13, tales como: par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radio-frecuencia, infrarrojos, entre otros.



*Figura 2.13: Soporte físico.  
Fuente:( Vargas, 2012).*

Cada protocolo utiliza un medio de transmisión específico. A continuación citaremos los siguientes tipos de medios:

### **a. Líneas de distribución de energía eléctrica (corrientes portadoras)**

Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, sí es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domésticas dado el bajo coste que implica su uso, ya que se trata de una instalación existente.

Para aquellos casos en los que las necesidades del sistema no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión, la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte de dicha transmisión. Dada las especiales características de este medio y, sobretodo, su idoneidad para las instalaciones domésticas lo hacen poseedor de una serie de ventajas e inconvenientes tales como el nulo coste de instalación, la facilidad del conexionado y la poca fiabilidad además de la baja transmisión de datos (Vargas, 2012).

### **b. Soportes metálicos**

La infraestructura de las redes de comunicación actuales, tanto públicas como privadas, tiene en un porcentaje muy elevado de cables metálicos de cobre como soporte

de transmisión de las señales eléctricas que procesa. En general se pueden distinguir dos tipos de cables metálicos: el par metálico y el coaxial.

### **c. Par metálico**

Son cables formados por varios conductores y pueden dar un soporte a un amplio rango de aplicaciones en el entorno doméstico. Están diseñados para transportar señales de voz, datos y alimentación de corriente continua (Vargas, 2012).

### **d. Coaxial**

Está formado por dos conductores cilíndricos concéntricos, entre los cuales se coloca un material dieléctrico. El conductor externo suele ser una malla metálica, que sirve de protección frente a las interferencias. El cable está cubierto por un aislante que lo protege de la humedad y lo aísla eléctricamente. Se usa para la transmisión de datos a alta velocidad y a grandes distancias. En edificios y viviendas se usa para llevar la señal de televisión desde el amplificador de antena hasta el televisor (Molina, 2015).

### **e. Fibra óptica**

Para Molina (2015) la fibra óptica es el resultado de combinar dos disciplinas no relacionadas, como son la tecnología de semiconductores, y la tecnología de guiado de ondas ópticas.

La fibra óptica está constituida por un material dieléctrico transparente, conductor de luz, compuesto por un núcleo con un índice de refracción menor que el del revestimiento, que envuelve a dicho núcleo. Estos dos elementos forman una guía para que la luz se desplace por la fibra. La luz transportada es generalmente infrarroja, y por lo tanto no es visible por el ojo humano.

## **2.3. METODOLOGÍA**

### **2.3.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE PROYECTOS DOMÓTICOS**

Según Huidobro (2007), para llevar a cabo exitosamente la domótización de un edificio o vivienda, es importante seguir una metodología clara y detallada, que permita controlar y conocer en todo momento lo que se está haciendo y lo que se podrá hacer en el futuro. El seguimiento de este procedimiento será más importante, a mayor complejidad de la instalación a cometer.

El proyecto domótico puede ser dividido en cuatro fases: preestudio, definición, instalación, entrega. Las fases por las que ha de pasar un proyecto domótico se encuentran recogidas en el diagrama de la figura 2.14.



Figura 2.14: Fases y criterios a tener en cuenta en un proyecto domótico.  
Fuente: (Huidobro, 2007)

La fase de preestudio determinara que aplicaciones a ofrecer a los usuarios, así como que tecnología o tecnologías y que suministradores en concreto se utilizaran para satisfacerlas. Esta fase requiere un conocimiento exhaustivo del mercado. El resto de fases, pueden ser realizadas con el apoyo de herramientas de software (Huidobro, 2007).

### 2.3.1.1. PRE ESTUDIO

En el desarrollo de los proyectos domóticos se debe tener una visión global de la tecnología implicada y conocer la amplitud del proceso de instalación, se deberá empezar con un proceso de análisis previo al desarrollo del proyecto, La utilidad de esta fase de análisis junto a la de planificación realizada tras su finalización (Huidobro, 2007).

Las principales recomendaciones que da Madrid (Huidobro), a tener en cuenta en esta fase inicial, son:

- Conocer lo más detalladamente posible las necesidades y expectativas de los usuarios, con el fin de poder satisfacerlas. Es importante determinar qué tipos de usuario va a utilizar, y basándose en ello, estudiar sus necesidades actuales y futuras. Las necesidades de los usuarios determinaran que aplicaciones serán soportadas inicialmente, y estas las redes y dispositivo a instalar.

- Conocer la oferta en el país, en materia domótica en cuanto a instaladores, consultores, distribuidores, entre otros. En relación a los productos, se debe conocer: El precio, la fiabilidad, la factibilidad de uso, el tipo y número de aplicaciones soportadas. Es importante también asegurarse de que el fabricante, distribuidor o instalador de los sistemas seleccionados, respondan con una garantía y servicio de postventa adecuados.
- Conseguir establecer un conjunto de aplicaciones fáciles de usar y mantener, con un coste acorde a las prestaciones ofrecidas y un nivel máximo de fiabilidad. En los primeros proyectos, es preferible implementar un número reducido de aplicaciones soportadas.
- Utilizar sistemas domóticos fácilmente aplicables con el fin de que el usuario pueda ir incluyendo prestaciones según sus futuros deseos, es decir instalar sistemas que sean flexibles y modulares y que no se queden obsoletos.

#### **2.3.1.2. DEFINICIÓN**

Para Huidobro (2007), una vez que se conozca a detalle la tecnología concreta a desplegar para cubrir las necesidades más importantes de la mayor parte de los usuarios, el paso siguiente es planificar lo que se va a hacer, teniendo presente el presupuesto establecido. Es decir, se definirá un proyecto que será utilizado como guía durante todo el proceso de instalación, siendo recomendable su continua revisión y actualización.

En el documento deberá describirse detalladamente lo siguiente:

- Las aplicaciones implantadas en el sistema domótico como por ejemplo, detección de intrusión, detección de fugas de agua y gas, automatización, confort, entre otros.
- Los elementos que intervienen en la instalación domótica.
- La ubicación idónea de cada uno de los dispositivos domóticos, así como las posibles redes de cable utilizadas por dichos dispositivos, teniendo en cuenta su posible ampliación futura. Se consideran tanto criterios funcionales como estéticos, tratando también de que no afecten negativamente a la operativa del resto de instalaciones domésticas.
- La duración necesaria para llevar a cabo la instalación y el momento de actuación de cada uno de los actores involucrados en el proceso de construcción.

- Las pruebas y ensayos a realizar para verificar el correcto funcionamiento de la instalación domótica, tanto durante el proceso de construcción como antes de la entrega al usuario.
- La identificación de la documentación que se entrega al cliente. Es importante no sobrecargar al usuario con grandes y complejos manuales que desincentiven el uso de la instalación domótica.

### **2.3.1.3. INSTALACIÓN**

Durante la instalación del sistema, es importante asegurarse continuamente de que todo marcha acorde a lo planificado. Algunos puntos clave a tener en cuenta para Huidobro (2007) durante esta fase de implementación, son:

- Contar, en infraestructura de especial envergadura, además de contar con la presencia de un especialista que supervise todos los trabajos.
- Verificar periódicamente la evolución de la instalación, posibilitando que los errores sean subsanados lo antes posibles y no vuelva a cometerse.
- Comprobar exhaustivamente el funcionamiento del sistema domótico instalado antes de la entrega del edificio al usuario, pues un mal funcionamiento podría afectar muy negativamente a la imagen y percepción de la utilidad de la domótica en general.
- Verificar continuamente la calidad del proyecto realizado, es decir: si la ubicación de los dispositivos ha afectado a su eficacia o a la estética del conjunto del recinto, si el comportamiento de los dispositivos o agentes implicados es acorde al esperado.

### **2.3.1.4. ENTREGA**

Finalmente, cuando se proceda a la entrega, es importante seguir una serie de normas para facilitar al usuario el uso del sistema domótico. Algunas de las posibles recomendaciones que nos da Huidobro (2007) para esta última fase son:

- Formar al usuario sobre el uso básico del sistema domótico, con el fin de que pueda utilizar y apreciar la instalación domótica desde el primer momento. Entre las posibilidades de formación están: el manual de uso un teléfono de consulta, una o varias vistas de formación, y un video explicativo. La selección de una o varias de

estas opciones dependerá de cada caso concreto, siendo el manual de uso siempre prácticamente imprescindible y las vistas de formación únicamente aconsejables cuando el número de viviendas involucrado sea muy alto y pueda darse una formación conjunta. El manual de uso de la instalación debe ser claro, conciso, sencillo y completo.

- Garantizar la entrega al usuario de toda la información necesaria sobre el funcionamiento de la instalación domótica. El usuario solo podrá explotar al máximo las posibilidades del sistema domótico, si conoce exhaustivamente dicho sistema; por lo cual deberá poseer: manual de uso, plano de las instalaciones, entre otros. Esta documentación ira asociada a la información relacionada con el resto de instalaciones de vivienda, siendo actualmente obligatoria su aportación al usuario en muchas comunidades autónomas.

### **2.3.2. METODOLOGÍA DE V**

Para Soria (2009) el modelo en v dice que las pruebas necesitan empezarse lo más pronto posible en el ciclo de vida. También muestra que las pruebas no son sólo una actividad basada en la ejecución. Hay una variedad de actividades que se han de realizar antes del fin de la fase de codificación. Estas actividades deberían ser llevadas a cabo en paralelo con las actividades de desarrollo, y los técnicos de pruebas necesitan trabajar con los desarrolladores y analistas de negocio de tal forma que puedan realizar estas actividades y tareas y producir una serie de entregables de pruebas. Los productos de trabajo generados por los desarrolladores y analistas de negocio durante el desarrollo son las bases de las pruebas en uno o más niveles.

El modelo en v de la figura 2.15 es un modelo que ilustra cómo las actividades de prueba verificación y validación se pueden integrar en cada fase del ciclo de vida. Dentro del modelo en v, las pruebas de validación tienen lugar especialmente durante las etapas tempranas, por ejemplo, revisando los requisitos de usuario y después por ejemplo, durante las pruebas de aceptación de usuario (Soria, 2009).

El modelo en v es un proceso que representa la secuencia de pasos en el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto. Describe las actividades y resultados que han de ser producidos durante el desarrollo del producto. La parte izquierda de la v representa la descomposición de los requisitos y la creación de las especificaciones del sistema. El lado derecho de la v representa la integración de partes y su verificación. V significa “Validación y Verificación” (Inteco, 2009).

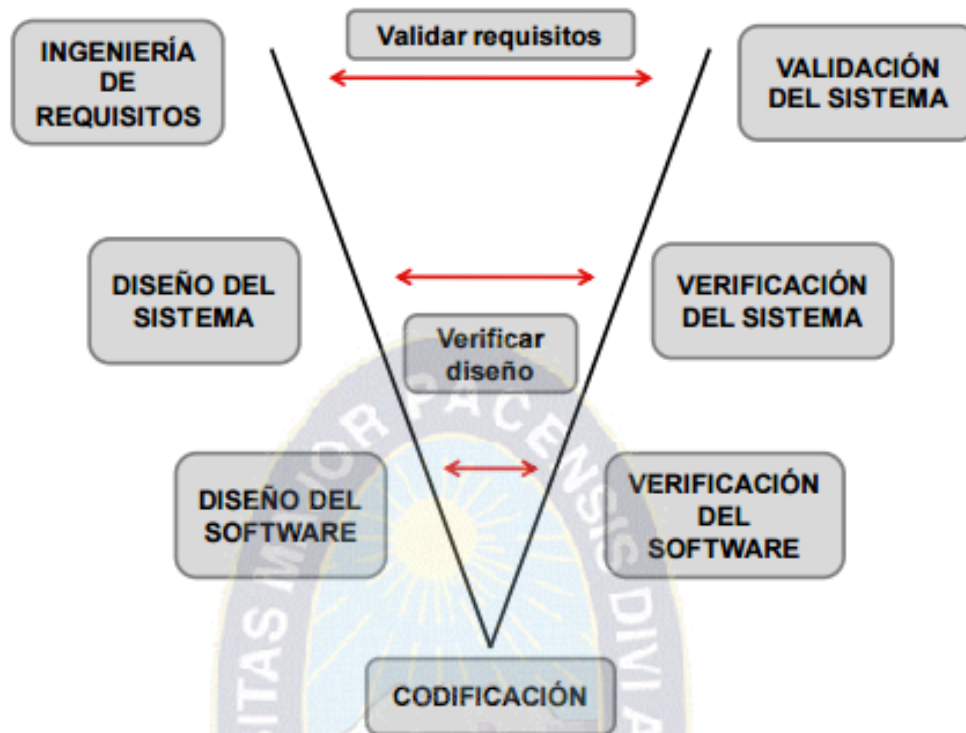


Figura 2.15: Ciclo de vida del Modelo en V  
Fuente: (Inteco, 2009).

Para Perez, Berreteaga, Ruiz, Urkidi, & Perez (2006), el modelo en V define las siguientes etapas o fases de desarrollo:

- a. **Definición de especificaciones:** Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del sistema a desarrollar, identificando los valores numéricos más concretos posibles. Entre ellos debe estar la especificación del nivel de integridad, o SIL, en caso de ser requerido.
- b. **Diseño global:** También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema.
- c. **Diseño en detalle:** Consiste en detallar cada bloque de la fase anterior.
- d. **Implementación:** Es la fase en la que se materializa el diseño en detalle.
- e. **Test unitario:** En esta fase se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.

- f. Integración:** En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Como en el caso anterior, ha de generarse un documento de pruebas. Por una parte, se debe comprobar en todo el sistema el funcionamiento correcto, y por otra, en caso de tratarse con un sistema tolerante a fallos, debe verificarse que ante la presencia de un fallo persiste el funcionamiento correcto. Se comprueba el cumplimiento de los requisitos establecidos.
- g. Test operacional del sistema:** Se realizan las últimas pruebas pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

### Ventajas

Perez et al. (2006) destaca las ventajas de la siguiente manera:

- Es un modelo simple y fácil de utilizar.
- En cada una de las fases hay entregables específicos.
- Tiene una alta oportunidad de éxito sobre el modelo en cascada debido al desarrollo de planes de prueba en etapas tempranas del ciclo de vida.
- Es un modelo que suele funcionar bien para proyectos pequeños donde los requisitos son entendidos fácilmente.
- Con las pruebas unitarias y de integración se consigue obtener exactitud en los programas.

### Inconvenientes

Entre los inconvenientes y las críticas que se le hacen a este modelo para Perez et al. (2006) cita las siguientes:

- Es un modelo muy rígido, como el modelo en cascada.
- Tiene poca flexibilidad y ajustar el alcance es difícil y caro.
- El software se desarrolla durante la fase de implementación, por lo que no se producen prototipos del software.
- Las pruebas de cada fase ayudaran a corregir posibles errores sin tener que esperar a que sean rectificadas en la etapa final del proceso
- El modelo no proporciona caminos claros para problemas encontrados durante las fases de pruebas.



## 2.4. ARDUINO

Arduino<sup>8</sup> es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un IDE<sup>9</sup>, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, que pueden abarcar desde sencillas aplicaciones electrónicas domésticas hasta proyectos más elaborados para la industria. Su principal ventaja es su facilidad de programación, al alcance de cualquiera (Arduino, 2016).

### 2.4.1. ARDUINO UNO

Arduino Uno de la figura 2.16 es una placa electrónica basada en el ATmega328P. Es la última versión de la placa básica de Arduino. Ha sido la evolución de la Duemilanove. Se conecta al ordenador mediante un cable USB estándar y contiene todo lo necesario para comenzar a programar y utilizar la placa. Sus funcionalidades se pueden ver incrementadas gracias a que existen multitud de Shields perfectamente compatibles con este modelo. A diferencia de la antigua Duemilanove, integra un nuevo chip USB-serie y cuenta con un nuevo diseño de etiquetado, facilitando la identificación de las distintas entradas y salidas de la placa (Castro, 2013).

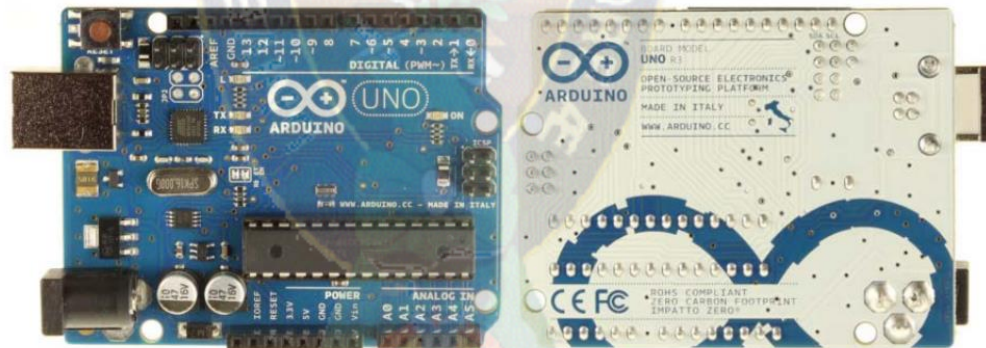


Figura 2.16: Arduino UNO

Fuente: (Castro, 2013)

Es el último modelo diseñado y distribuido por la comunidad Arduino. La placa tiene un tamaño de 75x53mm. Su unidad de procesamiento consiste en un Microcontrolador ATmega328. Puede ser alimentada mediante USB o alimentación externa y contiene pines tanto analógicos como digitales. La tabla 2.1 resume sus componentes:

---

<sup>8</sup> <http://www.arduino.cc/es>.

<sup>9</sup> Entorno desarrollo integrado.

Tabla 2.1: Componentes de Arduino Uno

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Micro controlador	ATmega328
ATD Voltaje operativo	5V
Voltaje de entrada(recomendada)	7-12 V
Voltaje entrada(limites)	2-20 V
Pines digitales E/S	14(de los cuales 6 proporciona salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para pines E/S	40 mA
Corriente continua para pines de 3.eV	50 mA
Memoria flash	32 KB(ATmega328) de los cuales 0.5 KB son para el Bootloader
SRAM	2 KB(ATmega328)
EEPROM	1 KB(ATmega328)
Velocidad de reloj	15MHz

Fuente: (Lledo, 2012)

A continuación se muestra en la figura 2.17 donde están ubicados los elementos más importantes que componen la placa Arduino Uno que son descritos según Lledo (2012):

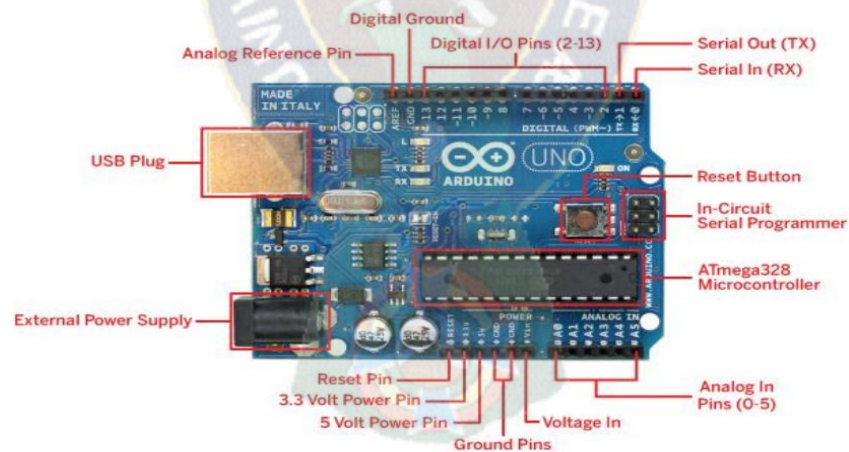


Figura 2.17: Elementos de la placa Arduino Uno

Fuente: (Lledo, 2012)

#### a. Referencia para pines analógicos (AREF)

Tensión de referencia para entradas analógicas. Se utiliza con la función `analogReference()`.

## **b. Pines de tierra (GND)**

Masa del circuito para pines, es decir es la tensión de referencia de 0V.

## **c. Pines digitales de entrada y salida**

En estos pines conectaremos la patilla de dato del sensor/actuador. Desde ellos podremos leer la información del sensor o activar el actuador. Hay 14 pines digitales que pueden utilizarse como entrada o salida con las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()`. Operan a 5 voltios. Cada pin proporciona o recibe como máximo 40mA y disponen de una resistencia pull-up<sup>10</sup> de 20-50 kOhmios. Ciertos pines son reservados para determinados usos:

- Serie: 0(RX) y 1(TX). Utilizados para recibir (RX) y transmitir (TX) datos serie. Están directamente conectados a los pines serie del micro controlador. Utilizando estos pines podremos conectarnos con otras placas.
- Interrupciones externas: 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para activar interrupciones.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10 y 11. Proporcionan una salida de 8 bits en modo PWM.
- SPI: 10-13. Estos pines soportan la librería de comunicación de dispositivos.

## **d. Conector USB**

Existen varios tipos de conectores USB, en concreto esta placa utiliza el tipo B hembra. Con lo cual se necesitará un cable tipo B macho – tipo A macho que deberá conectarse a un conector tipo A hembra. La placa se puede alimentar con la tensión de 5V que le proporciona el bus serie USB. Cuando carguemos un programa a la placa desde el software de Arduino se inyectará el código del ordenador por este bus.

## **e. Botón Reset**

Utilizando este botón podremos reiniciar la ejecución del código del microcontrolador.

## **f. ICSP (In Circuit Serial Programming)**

Es un conector utilizado en los dispositivos PIC<sup>11</sup> para programarlos sin necesidad de tener que retirar el chip del circuito del que forma parte.

---

<sup>10</sup> Desconectada por defecto.

<sup>11</sup> Controlador de interfaz periférico.

#### **g. Microcontrolador ATmega328**

El microcontrolador es el elemento más importante de la placa. Es donde se instalará y ejecutará el código que se haya diseñado. Ha sido creado por la compañía Atmel, tiene un voltaje operativo de 5V, aunque se recomienda como entrada de 7-12V con un límite de 20V. Contiene 14 pines digitales de entrada y salida, 6 pines analógicos que están conectados directamente a los pines de la placa Arduino comentados anteriormente.

Dispone de 32KB de memoria flash. En la memoria flash se instalará el programa a ejecutar. El bootloader será el encargado de preparar el microcontrolador para que pueda ejecutar nuestro programa. También tiene una memoria EPROM de 1KB que puede ser leída o escrita con la librería EEPROM.

En la parte de procesamiento dispone de un reloj de 16Mhz y 2KB de memoria RAM.

#### **h. Fuente de alimentación externa**

La placa puede ser alimentada también mediante corriente continua suministrada por el conector jack de 3.5mm que podrá recibir entre 7 y 12V.

#### **i. Pin de Reset**

Podemos imitar el funcionamiento del botón reset suministrando un valor LOW<sup>12</sup> (0V) para reiniciar el microcontrolador.

#### **j. Pin de 3.3V**

Desde aquí podremos suministrar 3.3V a los dispositivos que lo necesiten con una corriente máxima de 50mA. Es generada gracias al chip FTDI integrado en la placa.

#### **k. Pin de 5V**

Este pin saca una tensión de 5v del regulador de la placa. El regulador es necesario puesto que puede ser alimentada con distintos voltajes.

### **2.4.2. DISPOSITIVOS ACOPLABLES A ARDUINO**

Para conseguir las características de un sistema domótico es necesario que además del órgano central que controle el sistema tengamos a disposición sensores que puedan recoger datos sobre la situación de cada habitación de la vivienda. Dependiendo de estos datos el

---

<sup>12</sup> Bajo.

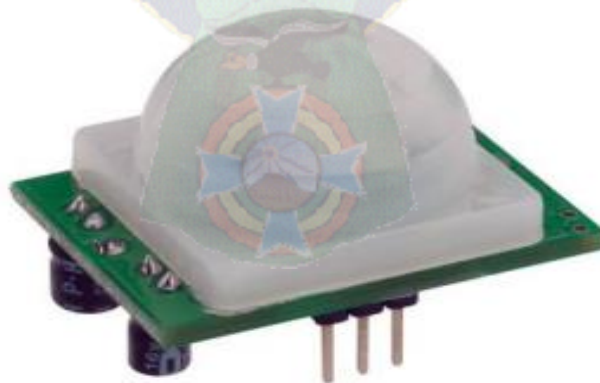
sistema domótico debe ser capaz de comunicarse con los actuadores para mejorar la situación de la vivienda. También deben existir elementos con los que el usuario pueda comunicarse con el sistema y pueda hacer los cambios oportunos manualmente.

#### **2.4.2.1. SENSOR DE MOVIMIENTO INFRARROJO (PIR)**

Los sensores PIR de la figura 2.18 están compuestos por dos ranuras, cada una de ellas sensible a los IR. Cuando un cuerpo caliente pasa por delante del campo de detección del sensor, una de las dos mitades detecta la diferencia de calor, y provoca un diferencial entre las dos mitades de las ranuras. Ocurre lo mismo cuando el cuerpo sale de la zona de detección, la otra mitad detecta un cambio y provoca otra diferencia de potencial igual pero de sentido contrario. De esta manera el sensor es capaz de distinguir si ha habido movimiento en la habitación (Brun, 2014).

Son sensores de infrarrojo pasivo porque, por un lado, capturan los infrarrojos, y por el otro, como no irradian ninguna energía sobre los objetos, son pasivos.

Las lentes de Fresnel juegan un papel decisivo en los sensores PIR, ya que consiguen ampliar su campo de detección. Para Brun (2014) una lente de Fresnel es una lente plano-convexa que se utiliza para conseguir focalizar una mayor cantidad de radiación sobre el sensor. Las ventajas de usar sensores PIR es que son baratos, pequeños y fáciles de usar.



*Figura 2.18: Sensor de movimiento PIR  
Fuente: (Brun, 2014).*

### 2.4.2.2. MÓDULO RELÉ DE 4 CANALES

Este módulo de relevadores (relés) de la figura 2.19, para conmutación de cargas de potencia. Los contactos de los relevadores están diseñados para conmutar cargas de hasta 10A y 250VAC (30VDC), aunque se recomienda usar niveles de tensión por debajo de estos límites. Las entradas de control se encuentran aisladas con optoacopladores para minimizar el ruido percibido por el circuito de control mientras se realiza la conmutación de la carga. La señal de control puede provenir de cualquier circuito de control TTL<sup>13</sup> o CMOS<sup>14</sup> como puede ser un microcontrolador (DT, 2015).

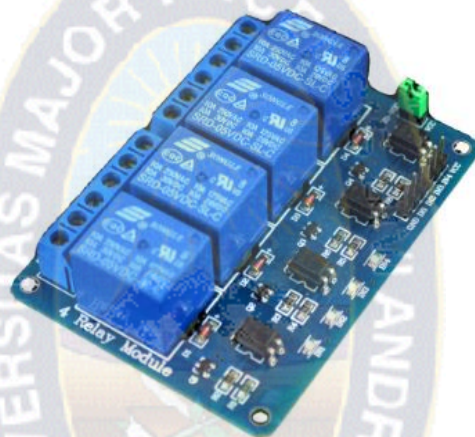


Figura 2.19: Módulo Relé de cuatro canales  
Fuente: (DT, 2015).

### 2.4.2.3. MÓDULO GPRS/GSM<sup>15</sup>

Este módulo provee una conexión para usar la red celular GSM. Con este módulo GPRS/GSM se puede recibir o enviar datos desde un lugar remoto, obviamente el lugar debe tener cobertura del operador GSM que dispongamos (Amay & Tacuri, 2014).

A continuación aremos una descripción del módulo sim900 de la figura 2.20. Este módulo es un desglose y sistema mínimo del módulo SIM900 GSM/GPRS de Cuatro bandas. Se comunica con controladores mediante comandos AT (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands) y soporta encendido y reinicio por software. Incluye la antena GSM.

<sup>13</sup> Lógica transistor a transistor.

<sup>14</sup> Semiconductor complementario de óxido metálico.

<sup>15</sup> Sistema global para las comunicaciones móviles



*Figura 2.20: Módulo GPRS/GSM SIM900*

Para Amay et al. (2014) describe las características del módulo GSM de la siguiente manera:

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+Class 4 (2 W @850/ 900 MHz)
- Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Control mediante comandos AT (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Bajo consumo de potencia: 1.5mA(modos dormido)
- Temperatura de operación: -40°C to +85 °C
- Tamaño de placa: 6.4 x 5.1 x 1.2cm
- Nivel de voltaje de operación : Digital 5V

### **2.4.3. COMANDOS AT**

Para Getech (2015) los Comandos AT son instrucciones que se utilizan para programar los módems GSM, en este caso el SimCom SIM900; con la utilización de estos códigos se puede comunicar y controlar el Módem GSM desde el microcontrolador, aprovechando los servicios de realización de llamadas y envío de mensajes que ofrece el módulo.

En la tabla 2.2 se indican los códigos de los principales Comandos AT, los cuales de acuerdo a la necesidad del proyecto se los debe agregar en el código fuente del ARDUINO.

Tabla 2.2: Principales Comandos AT

APLICACIÓN	COMANDO	DESCRIPCIÓN
LLAMADAS	ATA	Se pone en modo respuesta y espera una señal portadora del modem remoto.
	ATD número	Llama al número de teléfono solicitado.
	ATH	Descuelga el teléfono
	ATI	Revisa la ROM del modem
	ATL	Programa el volumen del altavoz
	ATM	Programa conexión/desconexión del altavoz
	ATO	Vuelve a estado on-line desde el estado de comandos.
	ATS	Visualiza/cambia contenidos de los registros
	AT&Y	Especifica que perfil de configuración usuario de los almacenados se va a utilizar
	AT&W	Almacena perfil configuración del usuario
GENERALES	AT+CGMI	Identificación del fabricante
	AT+CGSN	Obtener número de serie
	AT+CIMI	Obtener el IMSI.
	AT+CPAS	Leer estado del modem
SERVICIO DE RED	AT+CSQ	Obtener calidad de la señal
	AT+COPS	Selección de un operador
	AT+CREG	Registrarse en una red
	AT+WOPN	Leer nombre del operador
SEGURIDAD	AT+CPIN	Introducir el PIN
	AT+CPINC	Obtener el número de reintentos que quedan
	AT+CPWD	Cambiar password
AGENDA DE TELÉFONOS	AT+CPBR	Leer todas las entradas
	AT+CPBF	Encontrar una entrada



	AT+CPBW	Almacenar una entrada
	AT+CPBS	Buscar una entrada
	AT+CPMS	Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
SMS	AT+CMGF	Seleccionar formato de los mensajes
	AT+CMGR	Leer un mensaje SMS almacenado
	AT+CMGL	Listar los mensajes almacenados
	AT+CMGS	Enviar mensaje SMS
	AT+CMGW	Almacenar mensaje en memoria
	AT+CMSS	Enviar mensaje almacenado
	AT+CSCA	Establecer el centro de mensajes a usar
	AT+WMSC	Modificar el estado de un mensaje

*Fuente: (Getech, 2015)*

## 2.5. TECNOLOGÍA GSM

La red GSM (Sistema global de comunicaciones móviles), a comienzos del siglo XXI, es el estándar más usado de Europa. Se denomina estándar de segunda generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo totalmente digital (Bellaceti, 2013).

En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencia de 900MHz y 180MHz. Sin embargo, en los estados unidos se usa la banda de frecuencia de 1900 MHz.

Según bellaceti (2015) el estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo, por ejemplo, mensajes de texto SMS<sup>16</sup> o mensajes multimedia MMS<sup>17</sup>.

### 2.5.1. ARQUITECTURA DE LA RED GSM

En la red GSM de la figura 2.21, la terminal del usuario se llama estación móvil. Una estación móvil está construida por una tarjeta SIM<sup>18</sup>, que permite identificar de manera única al usuario y a la terminal móvil, o sea, al dispositivo del usuario<sup>19</sup> (Bellaceti, 2013).

<sup>16</sup> SMS: Servicio de mensajes cortos.

<sup>17</sup> MMS: Servicio de mensajes multimedia.

<sup>18</sup> SIM: Modulo de identificación del abonado.

<sup>19</sup> Telefono Portatil.

Los dispositivos se identifican por medio de un número único de identificación de 15 dígitos denominado IMEI<sup>20</sup>. Cada tarjeta sim posee de un número de identificación único y secreto denominado IMSI<sup>21</sup>. Este código se puede proteger con una clave de cuatro dígitos llamado código PIN.

Por lo tanto, la tarjeta Sim permite identificar a cada usuario independiente de la terminal utilizada durante la comunicación con la estación base. Las comunicaciones entre una estación móvil y una estación base se producen a través de un vínculo de radio, por lo general denominado interfaz de aire.

Todas las estaciones de base de una red celular están conectadas a un controlador de estaciones base (o BSC), que administra la distribución de los recursos. El sistema compuesto del controlador de estaciones base y sus estaciones base conectadas es el subsistema de estaciones base(o BSS).

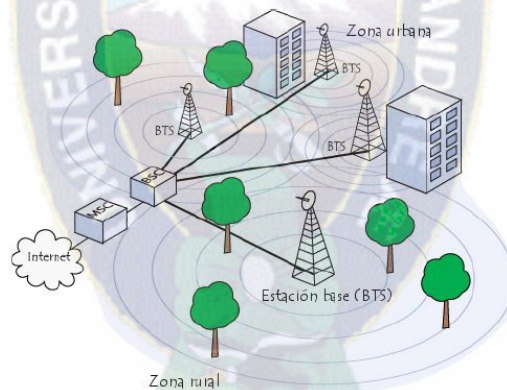


Figura 2.21: Esquema de funcionamiento de un sistema GSM.

Fuente:( Bellacetin, 2013)

Por último los controladores de estaciones base están físicamente conectados a centro de conmutación móvil (MSC) que conecta con la red de telefonía pública y con internet; lo administra el operador de la red telefónica. El MSC pertenece a un sub sistema de conmutación de red (NSS) que gestiona las identidades de los usuarios, su ubicación y establecimiento de comunicaciones con otros usuarios (Bellacetin, 2013).

<sup>20</sup> IMEI: Identificador internacional de equipos móviles

<sup>21</sup> IMSI: Identificador internacional de abonados móviles



**CAPÍTULO III**  
**MARCO APLICATIVO**

---

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO APLICATIVO**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se realizara el diseño y desarrollo de Hardware y Software para la implementación del prototipo sobre la plataforma Arduino Uno, siguiendo las etapas de la Metodología en V ligada a las etapas de cada fase de la metodología de desarrollo de proyectos domóticos, que se describió en el capítulo II.

#### **3.2. DESARROLLO DE LA MÉTODOLÓGIA EN V**

##### **3.2.1. FASE 1 DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES**

Antes de definir las especificaciones detallaremos el preestudio que se realizó para el desarrollo de los proyectos domóticos. Donde se describe un análisis previo al desarrollo del proyecto donde los principales puntos en esta fase inicial se enfocan:

- Las necesidades que tiene el usuario principalmente es el de mantener seguro el hogar contra posibles intrusiones, además de estar informado dentro y fuera de casa.
- Actualmente los sistemas domóticos tiene un precio muy alto de instalación con lo cual solo es posible verlo en casa de lujo, estos suelen utilizar buses de transmicion de información que posibilitan una domótica robusta como son el EIB, X10, CEBus, Lonworks, LowTalk y Zigbee. Una alternativa más barata y casera es la utilización de placas Arduino.
- El sistema Domótico propuesto se enfoca en la seguridad perimetral, que tiene las siguientes funcionalidades; esta alertara al usuario de cualquier intrusión mediante un mensaje de texto, también se cuenta con la detección de apertura de puertas y procediendo a la activación de una alarma y dar una llamada al dueño de casa, se incorporara un sistema de luces automática como parte de una simulación de presencia.
- En este proyecto utilizaremos la plataforma Arduino en la que nos apoyaremos con otro dispositivos como sensores, actuadores, y comunicadores para poder construir un sistema domótico simple. Abra que dotar al sistema de la lógica necesaria para que puedan comunicarse las placas que están controlando el hogar.

Aclarados estos puntos continuaremos con la descripción de la definición de especificaciones.

El sistema de seguridad, se basa en un control de detección de personas ajenas en el perímetro y además cuando se logra ingresar al hogar, se las detecta utilizando sensores de movimiento y de detección de apertura de puerta, alarmas de detección y dispositivos electrónicos que son acoplados al Arduino Uno y finalmente se envía alertas de prevención al propietario del hogar utilizando el servicio de mensajes de texto y llamadas telefónicas de la red GSM.

En la figura 3.1 se muestra el diagrama general del proyecto propuesto.

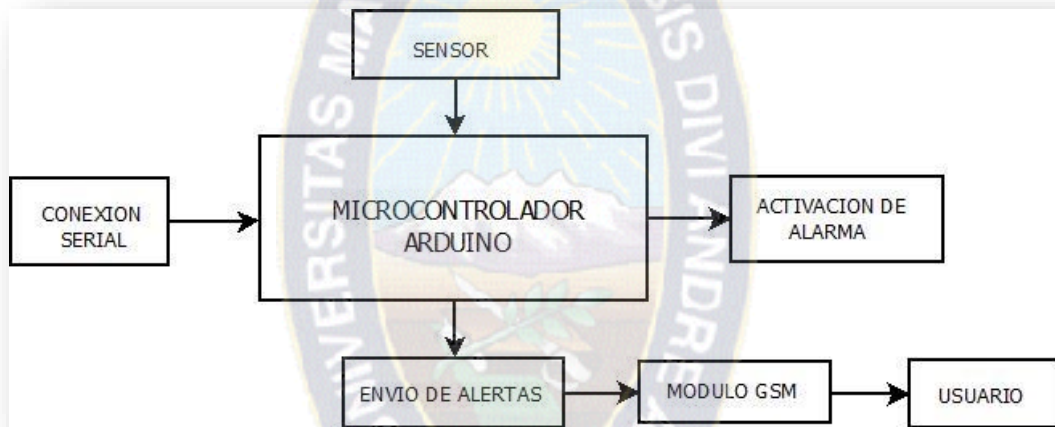


Figura 3.2: Diagrama General del sistema

El sistema de seguridad es manejado a través de una tarjeta de desarrollo ARDUINO UNO que es el encargado de realizar las activaciones o desactivaciones del sistema de seguridad como por ejemplo, activar o desactivar la alarma, detectar presencia de intrusos, censar el estado de la puerta, simular presencia con el encendido de luces automáticas.

Establecimiento de actores: Definimos los actores que están involucrados en el sistema. Los actores pueden ser personas o dispositivos que se usan en el sistema dentro de un contexto o función. Donde representan roles de personas o dispositivos como se ilustra en la figura 3.2.

El Dueño de casa, quien se encargará de hacer acciones al sistema y a quien se notificará de las posibles intrusiones, los sensores que detectarán la intrusión.

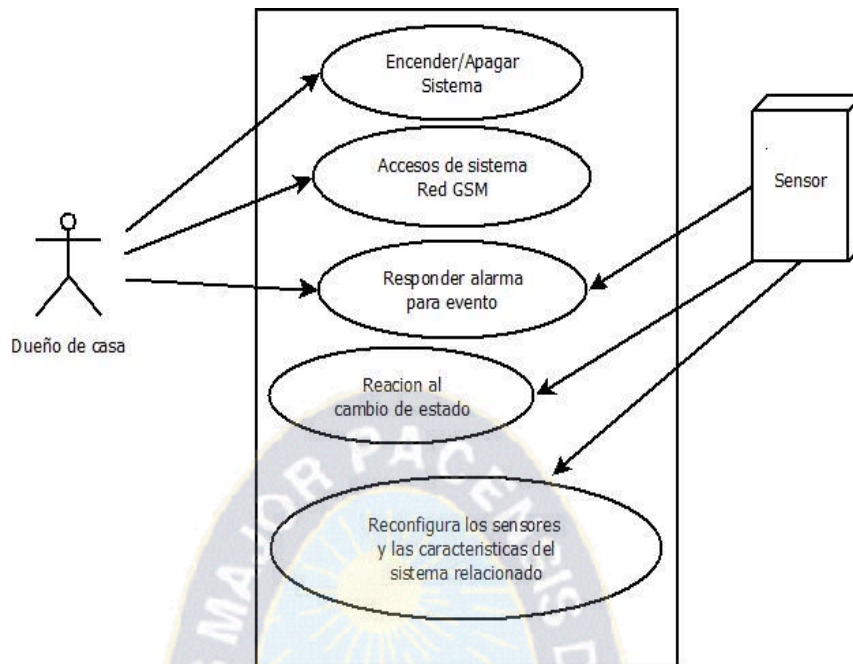


Figura 3.3: Diagrama de casos de uso

La parte de transmisión y recepción de la información se hace a través de un módulo GSM SIM900. El usuario comienza activando el sistema de seguridad mediante un mensaje de texto al número de celular del módulo GSM, en caso de que se active los sensores el sistema realizara una llamada telefónica al usuario, a quien se le alertara de forma eficiente.

A continuación se hará la definición del proyecto domótico es decir, se definirá un proyecto que será utilizado como guía durante todo el proceso de instalación, siendo recomendable su continua revisión y actualización.

Las aplicaciones implementadas que tiene el propósito del documento será la realización de una especificación de requisitos que deberá cumplir el sistema a desarrollar para posteriormente realizar su correcta validación.

Para empezar el usuario debe poder activar y desactivar el sistema de seguridad las veces que sea necesario, además de brindar un tiempo de reposo donde pueda inicializarse el sistema para que el usuario pueda salir de casa sin que se encienda ningún sensor.

Su funcionamiento se detalla en la tabla 3.1, que indica cómo se activa y desactiva el sistema y el proceso que realiza.

*Tabla 3.3: Requisito Funcional Activar/Desactivar el sistema de seguridad*

R.F. Activar /Desactivar el sistema de seguridad	
<b>Introducción</b>	El sistema de seguridad se activa y desactiva de forma remota desde el módulo GSM.
<b>Entrada</b>	Acción a realizar, mediante un SMS.
<b>Proceso</b>	Envío de acción al sistema Arduino.
<b>Salida</b>	Se envía la acción de encender o apagar la alarma al Aduino.

Una vez encendido el sistema de seguridad los sensores ya calibrados empiezan a censar, si se detecta movimiento dentro del perímetro el sistema enviara una SMS de notificación de movimiento según un proceso que se detalla en la tabla 3.2.

*Tabla 3.4: Requisito Funcional Detección de intrusión en el perímetro*

R.F. Detección de intrusión en el perímetro	
<b>Introducción</b>	El sistema permite detectar la entrada de algún individuo en el perímetro protegido.
<b>Entrada</b>	Sensor-PIR.
<b>Proceso</b>	El sistema Arduino analiza la señal de los sensores para ver donde se ha producido la alarma y produce la salida correspondiente.
<b>Salida</b>	Activación de actuadores correspondientes y se envía una notificación del evento de intrusión a través de módulo GSM.

Seguidamente en caso de que el intruso ingrese a casa, el sistema realizara una llamada al dueño de casa (usuario), al mismo tiempo se encenderá la alarma de intrusión su funcionamiento se describe en la tabla 3.3.

*Tabla 3.3: Requisito Funcional Detección en la puerta*

R.F. Detección en la puerta	
<b>Introducción</b>	El sistema permite detectar una apertura de puerta.
<b>Entrada</b>	Sensor Magnético.
<b>Proceso</b>	La acción de sensor magnético es enviada al Arduino para ser procesada para luego mandar una operación al módulo GSM.
<b>Salida</b>	El módulo GSM realiza una llamada al usuario y se acciona la alarma.

La tabla 3.4 hace relevancia a modo de paro de alarma, cuando el usuario identifique una falsa alarma y da una orden al Arduino Uno.

Tabla 3.4: Requisito funcional Parar la Alarma

R.F. Parar la Alarma	
<b>Introducción</b>	El sistema permite parar la alarma en caso de que este activada.
<b>Entrada</b>	Envío de un SMS de parar la alarma al módulo GSM.
<b>Proceso</b>	El módulo GSM envía al Arduino la acción de parar la alarma al sistema.
<b>Salida</b>	El sistema Arduino desactiva los actuadores que están activos.




El sistema tendrá la opción de encendió de luces de forma remota, como medio de simulación de presencia de esa forma se podrá disuadir al intruso. Además que se podrá hacer en cualquier punto del país donde se tenga cobertura de telefonía móvil. Su procedimiento es como describe tabla 3.5.

Tabla 3.5: Requisito Funcional Encender/Apagar las luces

R.F. Encender / apagar Las luces	
<b>Introducción</b>	El sistema permite apagar y encender las luces que se deseen.
<b>Entrada</b>	Envío de un SMS de ON/OFF al módulo GSM.
<b>Proceso</b>	El módulo GSM envía al Arduino la acción de Encender o apagar las luces del sistema.
<b>Salida</b>	El sistema Arduino desactiva o activa los actuadores.

Los elementos que se usaran en la construcción para el sistema domótico de seguridad perimetral están descritos en la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Elementos para la implementación del sistema de seguridad

Cantidad	Elemento	Grafico	Voltaje
1	Arduino Uno		5V-500mA
1	Módulo GSM		5V
2	Sensor PIR		5V



1	Cable USB tipo AB		5V-100mA
1	Buzzer Activo		5V
1	Sensor magnético		5V
1	Módulo Relay de cuatro canales		5V
4	Sockets		220V
4	Foco		220V
3	Leds		5V-400Ma

El Software para el desarrollo del sistema a usar IDE Arduino basado en el lenguaje de programación processing. Que puede ser empleada en todos los sistemas operativos. En cuanto a su instalación del sistema domótico de seguridad se implementara en una maqueta de casa a escala 1:20, y los dispositivos se distribuyen en el plano de la figura 3.3.

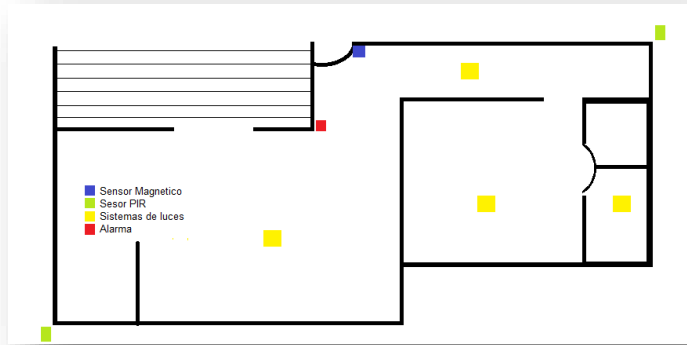


Figura 4.3: Plano de ubicación de los dispositivos

### 3.2.2. FASE 2 DISEÑO GLOBAL

También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema. Para la implementación del sistema de seguridad se montara el circuito del esquema de la figura 3.4, con los materiales mencionados anteriormente.

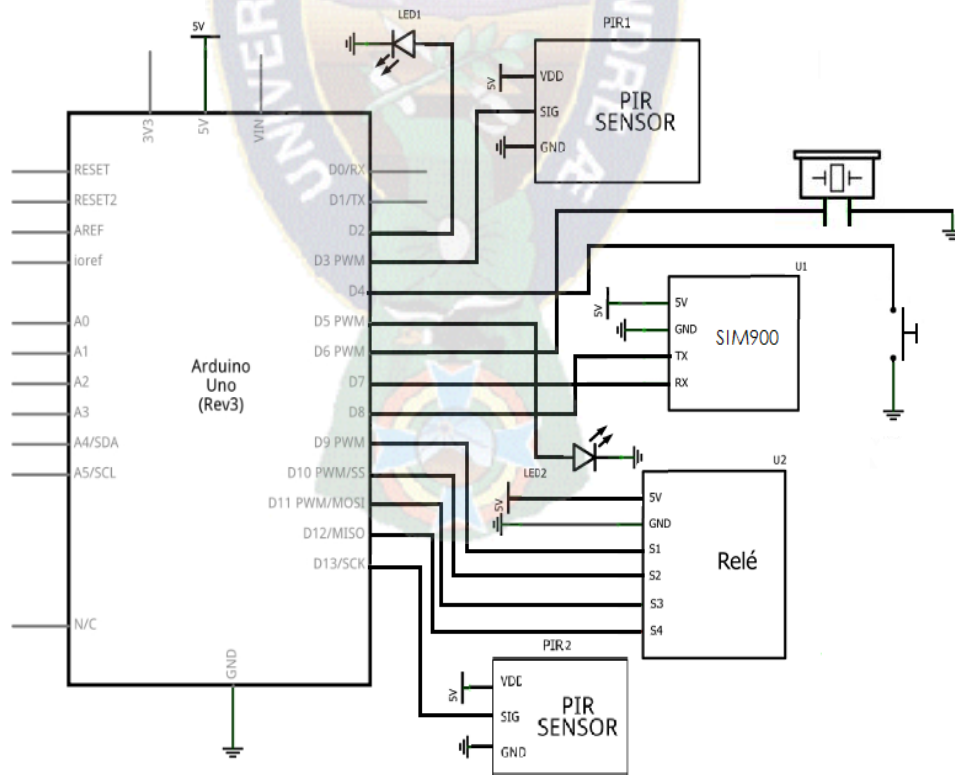


Figura 3.5: Esquema del sistema de seguridad

### 3.2.3. FASE 3 DISEÑO EN DETALLE

A continuación se muestra el esquema hardware donde se aprecia la forma de conexión de los diferentes componentes del sistema. Para simplificar el esquema los dividiremos en cuatro secciones, en la primera sección mostraremos el primer esquema de conexión con el módulo GSM que nos permitirá realizar llamadas, mandar y recibir SMS, en la segunda sección el esquema del sensor PIR, y como tercera sección mostraremos el esquema de la conexión de la alarma con el dispositivo de entrada que corresponde al sensor magnético, que indica su estado, y por último el esquema de simulación de presencia que constituye el encendido de las luces automáticas.

- **Conexión con el módulo GSM**

El modelo de módulo GSM que se utilizó para la implantación del sistema tiene incorporado la tarjeta SIM900 que no incluye los pines para montarlo directamente sobre el ARDUINO Uno, pero no causará problemas en la conexión ya que es controlado por el puerto serial y solo necesitamos TX y RX.

En la figura 3.5 Vemos la conexión con el módulo GSM, con el Arduino Uno. Para la conexión de Software Serial (RX, TX) utilizamos los pines D7 y D8 del Arduino uno en la salida RX del módulo GSM debe ir al pin D8 y El TX del módulo GSM al pin D7.

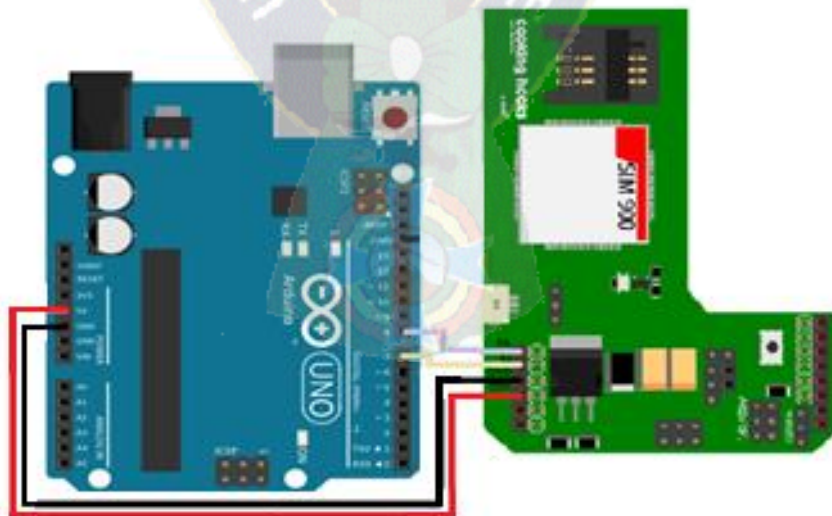


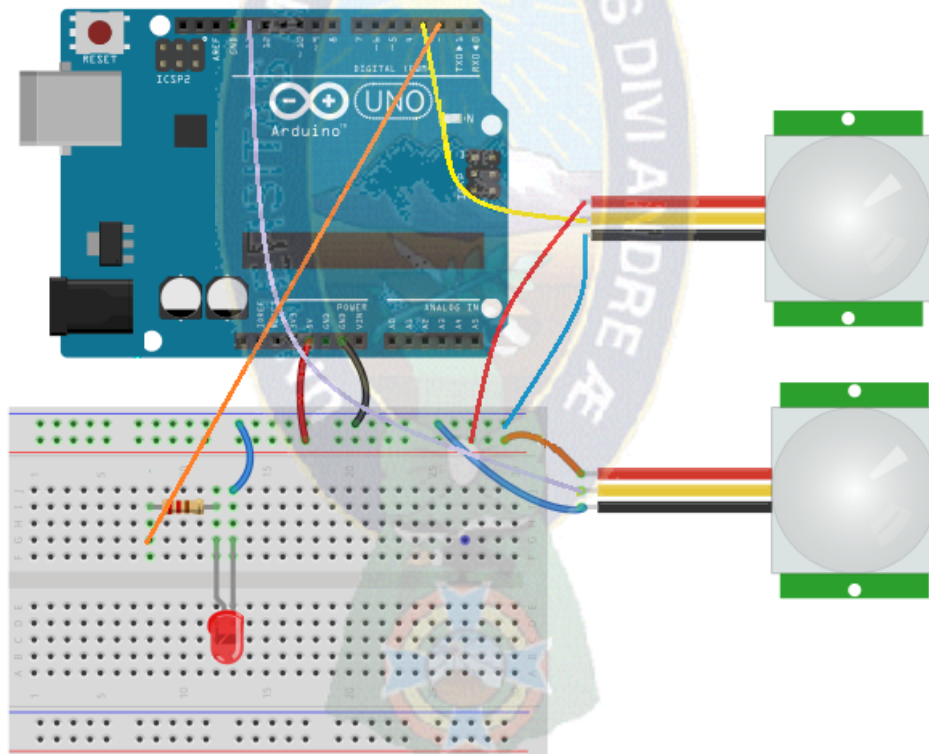
Figura 3.6: Esquema de hardware para la conexión con el Modulo GSM

- **Conexión para el sensor PIR**

El sensor PIR tiene 3 pines, el extremo izquierdo lo vamos a conectar a tierra (GND), el del extremo derecho a 5V (VCC) y el del centro lo conectaremos a un pin digital de nuestro Arduino UNO, el cual se pondrá HIGH cuando haya detectado un objeto y estará LOW mientras no detecte nada.

La figura 3.6 indica la conexión con el sensor PIR usamos las salida del Arduino, el pin D2 para el sensor PIR 1 y el pin D13 para el PIR 2, como está indicado en el esquema del circuito, además una conexión a tierra, y una a 5V.

Para simular la detección utilizamos las luces de aviso, que se han empleado con diodos led pin D2 del Arduino uno.



*Figura 3.7: Esquema Hardware Sensor PIR*

Además el sensor PIR, tiene dos potenciómetros, justo al otro extremo de donde se encuentran los pines donde:

S: ajusta la sensibilidad del sensor, que tiene una relación directa con la distancia a la que el sensor puede detectar movimiento.

T: ajusta el tiempo de respuesta que el sensor necesita detectar el movimiento para hacer saltar una alarma. Este potenciómetro lo vamos a usar para reducir las falsas alarmas.

- **Conexión alarma**

Para la instalación de la alarma debemos saber que el buzzer activo es un dispositivo que emite un sonido cuando lo conectamos a GND y 5V. Esto quiere decir, que si en lugar de conectarlo a 5V lo conectamos a cualquier pin digital de nuestro Arduino, podemos controlar cuando emite el sonido. La diferencia entre un buzzer pasivo y un buzzer activo es que al primero tenemos que meterle la onda para que emita sonidos, mientras que el buzzer activo ya tiene en su circuito interno esa onda, por lo que cuando el pin esté HIGH emitirá el sonido. El coste que tiene esta ventaja es que con el buzzer pasivo podemos emitir más de un tono, con el buzzer activo solo uno.

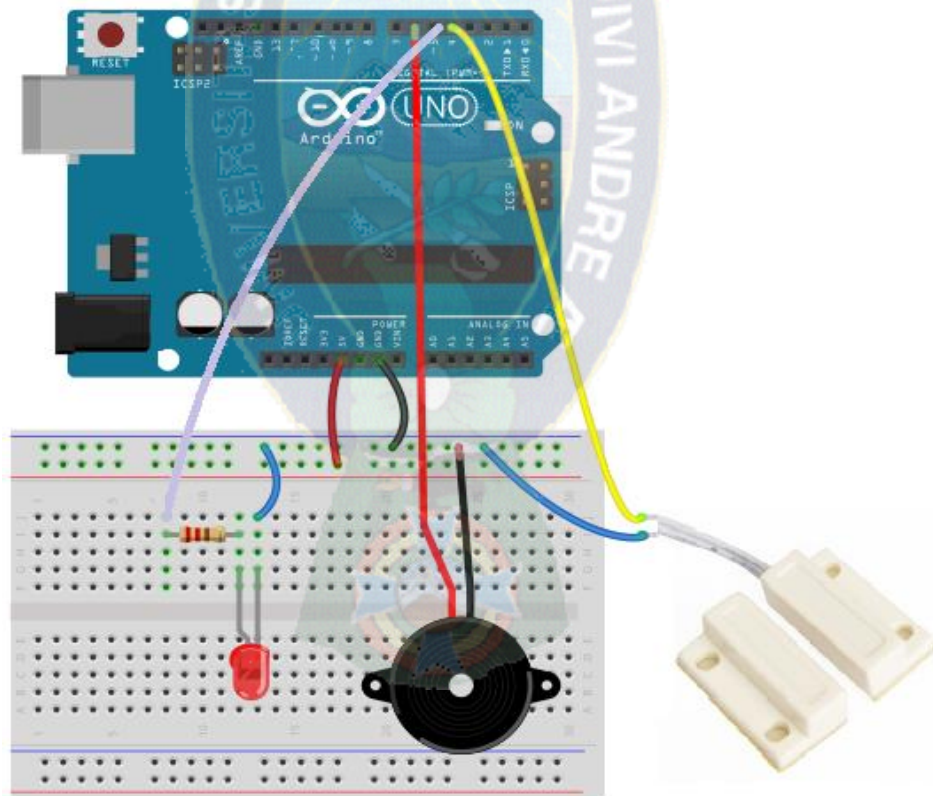


Figura 3.8: Esquema de Hardware para la detección de la puerta.

En el esquema anterior de la figura 3.7 notamos la conexión de los sensores magnéticos que irán instalados en puertas para detección de apertura de puertas, cuando

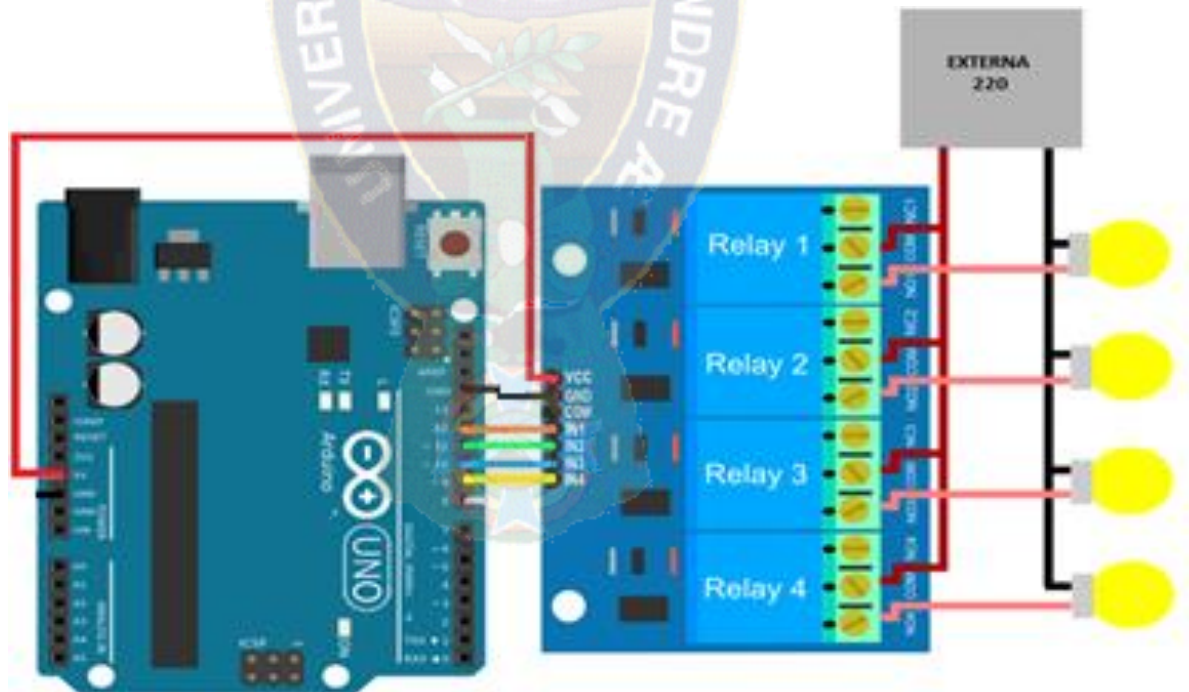
llegue a estar abierto pre sentará una acción de pulsación donde indicara que se abrió y se accionara la alarma que está conectado en el esquema.

La señal para la activación de las cerraduras son transmitidas por el pin D4 del Arduino Uno la acción del buzzer son emitidas por el pin D6 además el led que se encenderá cuando el estado del sensor magnético este en Activo a través de pin D5

- **Conexión de luces automáticas**

Para la conexión del rele que nos facilitara el encendido de luces automáticas, utilizaremos ellos pines D8, D9, D10, D11 del Arduino uno y son conectadas a las entradas uno, dos, tres y cuatro (IN1, IN2, IN3, IN4) del Módulo de Relé, esta señal para activar las bobinas de los relés debe pasar de estado alto a bajo es decir con lógica invertida de la figura 3.8.

Los bombillos son conectados a los contactos normalmente abiertos y los normalmente cerrados a 220V de los relés para que al recibir la señal correspondiente del Arduino se activen. Se debe realizar con mucha precacion ya que puede generar choques electricos.



*Figura 3.9: Esquema de hardware par a la conexión del encendido de luces.*

Hasta este momento se utilizó las salida digitales del Arduino que se detallan en la tabla 3.7 y que refleja la distribución de los pines del Arduino UNO con los

dispositivos tanto sensores como actuadores que se utilizaron para su implementación del sistema domótico de seguridad perimetral .

*Tabla 3.7: Distribución de pines al Arduino*

PIN	DESCRIPCIÓN
D0, D1	Hardware Serial
D2	Led 1
D3	Sensor PIR 1
D4	Sensor Magnético
D5	Led 2
D6	Buzzer
D7, D8	Software Serial Módulo GSM
D9,D10, D11, 12	Módulo rele
D13	Sensor PIR 2

### 3.2.4. FASE 4 CODIFICACIÓN

En esta fase describiremos el desarrollo de los módulos del programa. El código de programación del prototipo está constituido de la siguiente manera:

- Inclusión de librerías tanto para la comunicación serial
- Creación de los puertos seriales virtuales
- Declaración de las variables
- Definición de las entradas para realizar el monitoreo de los dispositivos electrónicos y el control de acceso.
- Definición de las salidas para activar y desactivar las cerraduras electromagnéticas.
- Inicialización del puerto serie para establecer la comunicación entre el módulo GSM y el Arduino UNO.
- Creación de las funciones para realizar las llamadas, el envío de mensajes
- Definición de los comandos AT para el texto que será enviado, el número del usuario, y el tiempo en el que se colgara las llamas realizadas.
- Sentencias para realizar el sistema de seguridad y los parámetros requeridos para activar y desactivar la alarma invocando a la función respectiva, al igual que a la función que realiza el envío de alertas.
- instrucciones que detecten movimiento.

- Instrucciones para realizar el Sistema de seguridad de los dispositivos electrónicos con la utilización de comparadores e invocación de las funciones para alertar al usuario.
- Instrucciones para que el arduino pueda realizar una acción,
- Finalización del programa y la repetición del ciclo mediante el void loop.

### 3.2.4.1. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN UTILIZADO PARA EL PROTOTIPO

A continuación se muestra el código que se realizó para que el ARDUINO mediante los módulos acoplados en el mismo, realice el sistema de seguridad perimetral.

La figura 3.9 describe el uso de librerías y la iniciación de variables y declaración de salidad digitales.

```

Sistema_de_Seguridad $
#include <SoftwareSerial.h> //libreria comunicacion serial
#include <string.h> //libreria para el manejo de cadenas

SoftwareSerial ModuloGsm(7, 8); // (RX, TX)
int ledPin = 2; // pin para el LED de deteccion de movimi
int inputPin = 3; // Sensor PIR1
int inputPin2 = 13; // Sesor PIR2
int pirState = LOW; // PIR1 de inicio no hay movimiento
int pirState2 = LOW; // PIR2 de inicio no hay movimiento
int val = 0; //Estado de PIR1
int val2 = 0; //Estado de PIR2
byte buffer[64]; //Flojo de datos de typo byte
int count = 0;
int relay1 = 9; // pin rele 1
int relay2 = 10; // pin rele 2
int relay3 = 11; // pin rele 3
int relay4 = 12; // pin rele 4
int boton = 4; //Sensor Magnetico
int led = 5; // LED el estado de la alarma
int buzzer = 6 ; // pin de alarma
int estado = 0; // Estado de alarma
int swuno = 0;
int ton = 0;

```

Figura 3.10: Uso de librerías e inicialización de variables.

En la figura 3.10 declaramos las variables de entrada y de salida, además de iniciar la velocidad de comunicación serial, y habilitamos el modo mensaje para la validación de iniciación de sistema.

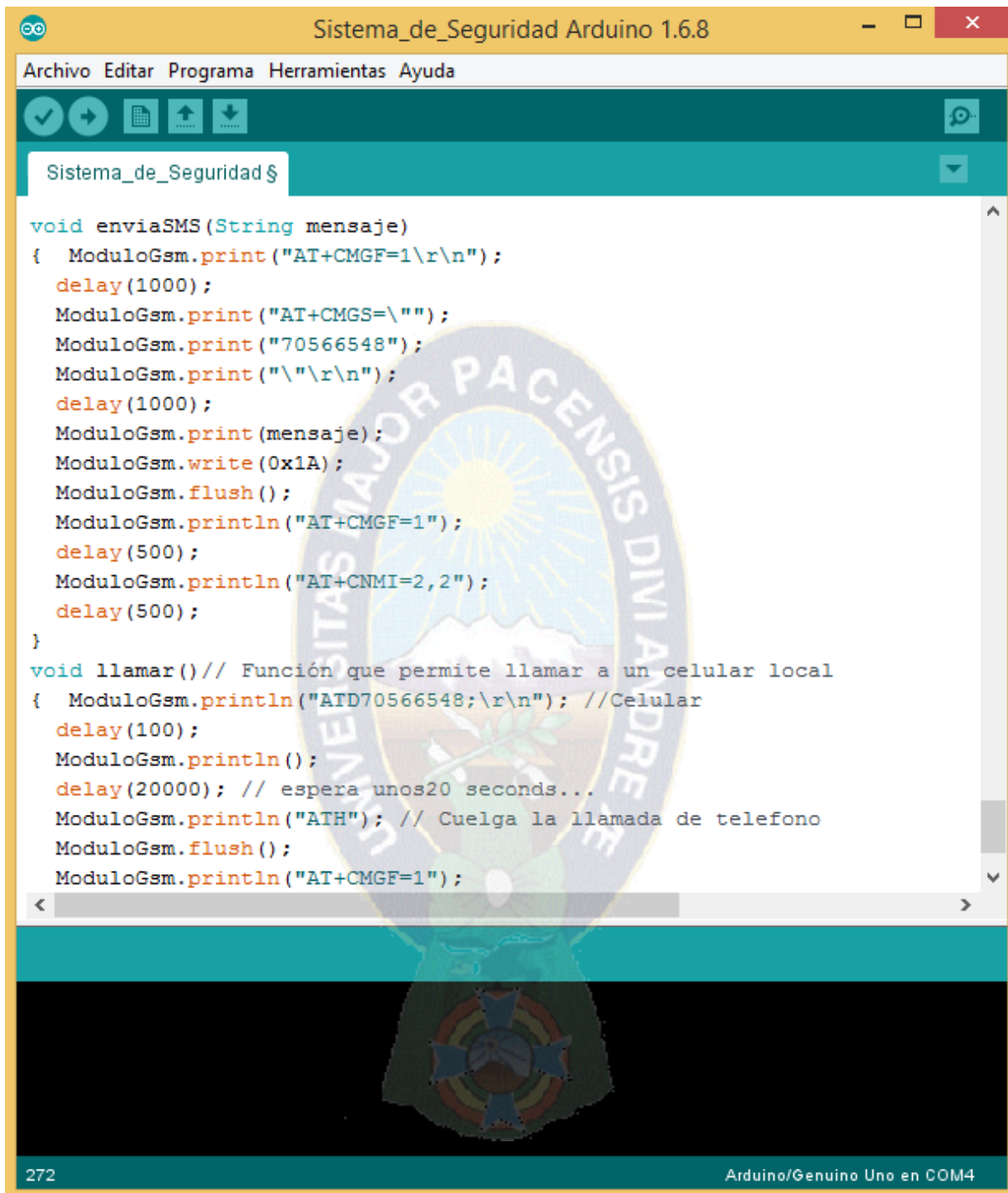




```
void setup() {
  ModuloGsm.begin(19200); //Velocidad para la transmicion de dato en s
  Serial.begin(19200); //Velocidad para la transmicion de dato en s
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // declarar LED como salida
  pinMode(inputPin, INPUT); // declarar sensor pirl como entrada
  pinMode(inputPin2, INPUT); //declarar sensor pirl como entrada
  pinMode(buzzer, OUTPUT); // declarar BUZZER como salida
  pinMode(led, OUTPUT ); // declarar LED como salida
  pinMode(boton, INPUT_PULLUP ); // declarar LED como Entrada
  pinMode(relay1, OUTPUT); // declarar LEDR como salida
  pinMode(relay2, OUTPUT); // declarar LEDR como salida
  pinMode(relay3, OUTPUT); // declarar LEDR como salida
  pinMode(relay4, OUTPUT); // declarar LEDR como salida
  digitalWrite(relay1, HIGH);
  digitalWrite(relay2, HIGH);
  digitalWrite(relay3, HIGH);
  digitalWrite(relay4, HIGH);
  ModuloGsm.println("AT+CMGF=1");//MODO mensaje
  delay(500);
  ModuloGsm.println("AT+CNMI=2,2");// mensaje a leer
  delay(500);//
}
```

Figura 3.11: Declaración de variables.

La figura 3.11. muestra el procedimiento de envío de SMS a través del módulo GSM con una conexión serial, además la realización de llamadas desde el módulo.




```
Sistema_de_Seguridad Arduino 1.6.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Sistema_de_Seguridad $
void enviaSMS (String mensaje)
{ ModuloGsm.print ("AT+CMGF=1\r\n");
  delay (1000);
  ModuloGsm.print ("AT+CMGS=\"");
  ModuloGsm.print ("70566548");
  ModuloGsm.print ("\r\n");
  delay (1000);
  ModuloGsm.print (mensaje);
  ModuloGsm.write (0x1A);
  ModuloGsm.flush ();
  ModuloGsm.println ("AT+CMGF=1");
  delay (500);
  ModuloGsm.println ("AT+CNMI=2,2");
  delay (500);
}
void llamar()// Función que permite llamar a un celular local
{ ModuloGsm.println ("ATD70566548;\r\n"); //Celular
  delay (100);
  ModuloGsm.println ();
  delay (20000); // espera unos20 seconds...
  ModuloGsm.println ("ATH"); // Cuelga la llamada de telefono
  ModuloGsm.flush ();
  ModuloGsm.println ("AT+CMGF=1");
}
272 Arduino/Genuino Uno en COM4
```

Figura 3.12: Funciones que permiten enviar SMS y realizar llamada.

La figura 3.12 establece el reconocimiento del sensor PIR, una vez detectado un movimiento se hace un envío de SMS indicando movimiento en la parte detectada.

El programa realiza un testeo de el estado del Sensor Pir si el sensor Pir esta activo (High), inmediatamente enciende el led indicado que se detecto un movimiento a la vez envia mensaje, este proceso se realiza para los dos sensores de movimiento que fueron instalados en los extremos del recinto.



```
Sistema_de_Seguridad Arduino 1.6.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Sistema_de_Seguridad$
void loop() {
  val = digitalRead(inputPin);
  if (val == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    if (pirState == LOW) {
      pirState = HIGH;
      enviaSMS("Se Detecto movimiento en la parte trasera de la casa");
    }
  }
  else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    if (pirState == HIGH) {
      pirState = LOW;
    }
  }
  val2 = digitalRead(inputPin2);
  if (val2 == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);

    if (pirState2 == LOW) {
      pirState2 = HIGH;
      enviaSMS("Se Detecto movimiento en el Frontis de la casa");
    }
  }
}
```

115 Arduino/Genuino Uno en COM4

Figura 3.13: Control del sensor PIR

Para la lectura de SMS verificamos si hay datos en la conexión serial del modulo GSM. Los leemos a través del hardware serial y almacenamos en un buffer para su respectiva acción como se ve en la figura 3.13 además de hacer el control respectivo del sensor magnético para

encender la alarma. Ahí que reconocer que los datos obtenidos son byte, para hacer su respectiva comparacion.



```
Sistema_de_Seguridad Arduino 1.6.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Sistema_de_Seguridad §

if ( ModuloGsm.available() )
{
  while ( ModuloGsm.available() ) //Leyendo datos del arreglo d
  {
    buffer[count++] = ModuloGsm.read(); //Almacenando los datos del
    if (count == 64)break;
  }
  Serial.write(buffer, count);
  Cmd_Read_Act();
  clearBufferArray();
  count = 0;
}
if (Serial.available()) // Verifica si se dispone de datos
  ModuloGsm.write(Serial.read());
estado = digitalRead(boton);
if (ton == 1) {
  digitalWrite(led, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
}
else
{
  if (estado == 1)
  {
```

115 Arduino/Genuino Uno en COM4

Figura 3.14: Recepción de SMS y control del sensor magnético

### 3.2.5. FASE 5 TEST UNITARIO

En esta fase se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.

La siguiente figura 3.14 expone los elementos de hardware que involucra la construcción del sistema de seguridad muestra la conexión del sensor PIR.

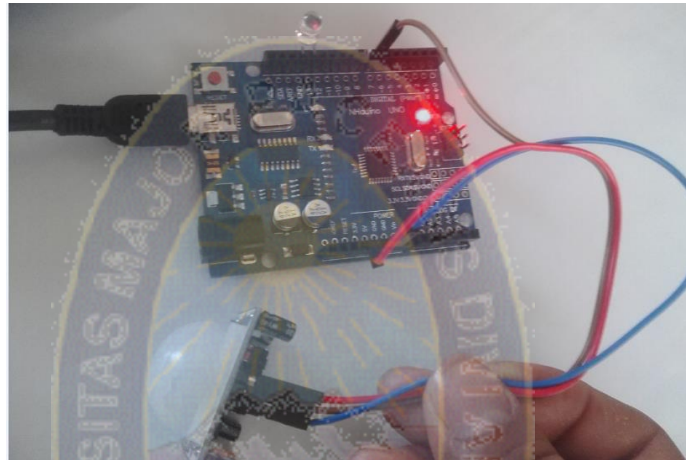


Figura 3.15: Implementación sensor PIR

La figura 3.15 muestra el funcionamiento de la implementación del sensor y la detección del sensor PIR a través del puerto serial.

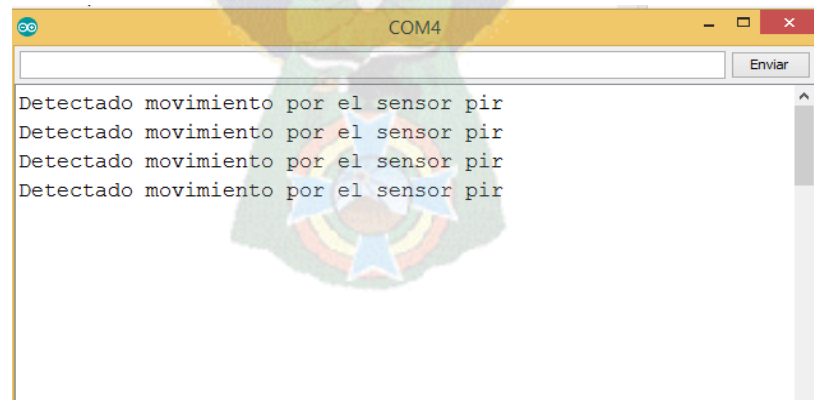
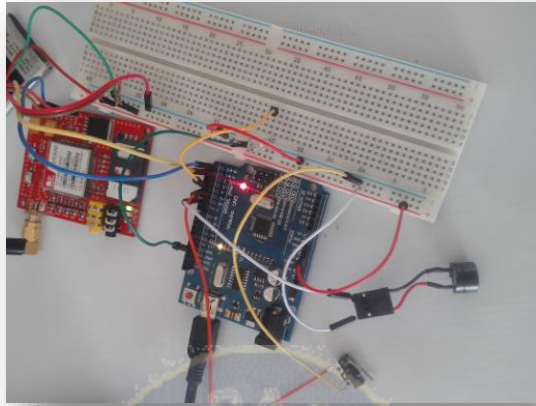


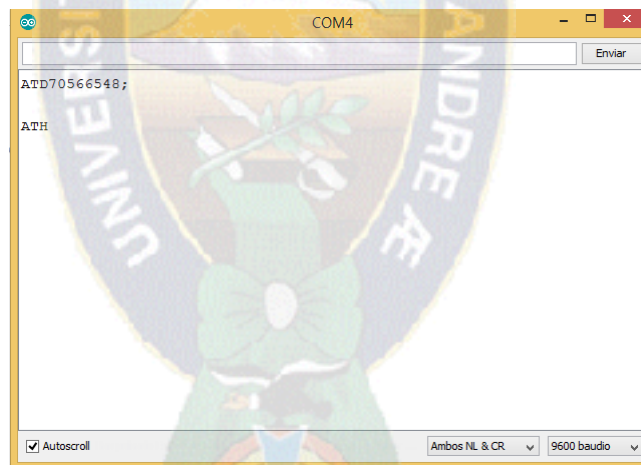
Figura 3.16: Funcionamiento sensor PIR

La figura 3.16 ilustra la implementación del sistema de alarma donde se procedió a instalar el sensor magnético, el buzzer además del módulo GSM.



*Figura 3.17: Implementación de sistema de alarma con el sensor magnético*

La figura 3.17. Muestra la funcionalidad del sistema de alarma donde el sensor magnético da la orden para que se pueda encender la alarma y realizar una llamada de advertencia al dueño de casa.



*Figura 18: Funcionamiento del sensor magnético*

En las figura 3.18 por un lado muestra el montaje del circuito para el sistema de luces automáticas así mismo por el otro lado podemos verificar su funcionamiento con los datos recibidos y su respectiva acción ya sea el de encender o apagar las luces que seleccionemos tenemos la opción de encender/apagar todas las luces, o la de las sala, del dormitorio, baño, corredor.



Figura 3.19: Encendido de luces automáticas mediante SMS

La figura 3.19 muestra los datos recibidos por el módulo GSM y que luego son transmitidos por el Arduino, donde nos indica el número del remitente, la fecha, hora, y el contenido del mensaje recibido.



Figura 3.20: Recepción de SMS

### 3.2.6. FASE 6 INTEGRACIÓN

En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Como en el caso anterior, ha de generarse un documento de pruebas. Por una parte, se debe comprobar en

todo el sistema el funcionamiento correcto, y por otra, en caso de tratarse con un sistema tolerante a fallos, debe verificarse que ante la presencia de un fallo persiste el funcionamiento correcto. Se comprueba el cumplimiento de los requisitos establecidos.

La tabla 3.8 redacta un documento de pruebas de los módulos del sistema, y verifica la actividad que realiza cada módulo y verificar la instalación y el cumplimiento de las funciones y procesos que realizan cada módulo e indica si hubo tropiezos, fallas al momento de ser ejecutadas.

Para poder así solucionarlas y corregir las observaciones que se presentaron en las pruebas realizadas.

*Tabla 3.8: Documento de prueba 1*

<b>Documento de prueba 1</b>	
<b>Modulo</b>	Arduino, PIR, Sensor Magnetico
<b>Actividad</b>	Detectar y alertar una intrusión en el perímetro.
<b>Detalle de observación</b>	<p>Las pruebas realizadas se observaron:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La sensibilidad del sensor PIR no está ajustada para el prototipo, por las pruebas que se realizaron se mantiene sus estado de activación.</li> <li>2. Al usar los comandos AT, la captura del fragmento de mensaje que se necesitaba era incorrecto y existían muchas variaciones.</li> </ol>
<b>Soluciones o correcciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La solución al primer punto es el calibrado manual del sensor PIR donde ajustamos al mínimo en el potenciómetro de distancia, esto por la escala del prototipo.</li> <li>2. Para la obtención del fragmento de mensajes utilizamos un buffer de tipo byte y de esa forma aemos comparaciones utilizamos la librería tring.h&gt; para algunas operaciones.</li> </ol>



### 3.2.7. FASE 7 TEST OPERACIONAL DEL SISTEMA

En esta última fase se realizan las últimas pruebas del sistema domótico de seguridad como producto final pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

La tabla 3.9 muestra la documentación del funcionamiento del sistema domótico de seguridad perimetral, donde las pruebas que se realizaron fueron sobre un escenario real.

Además de dar soluciones y correcciones a la falla del sistema en general para su uso y funcionamiento adecuado para el sistema en general.

Tabla 3.9: Documento de prueba 2

Documento de prueba 2	
<b>Modulo</b>	Arduino, PIR, Sensor magnético, Teléfono móvil GSM
<b>Actividad</b>	Detectar y alertar una intrusión en el perímetro
<b>Detalle de observación</b>	<p>Las pruebas realizadas en un escenario real se observaron:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. La transmisión de mensaje de texto del teléfono al sistema viene siendo con mucha demora, esto debido a que existe un retardo en el tiempo de recepción del mensaje de texto por la empresa de telefonía móvil.</li><li>2. Una vez que se encendía la alarma y realizaba la llamada para hacer su respectiva notificación al propietario, el sistema no permitía recepción de mensajes.</li></ol>
<b>Soluciono o correcciones</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Para solucionar el primer problema se hizo pruebas con diferentes operadores de telefonía móvil, y se encontró el más óptimo, para el módulo GSM.</li><li>2. Tras una configuración para la recepción de mensajes, instanciando en cada cambio de estado del módulo GSM debe actualizarse el modo de recepción o lectura de SMS para poder ser identificado.</li></ol>





**CAPÍTULO IV**  
**EXPERIMENTOS Y PRUEBAS**

---

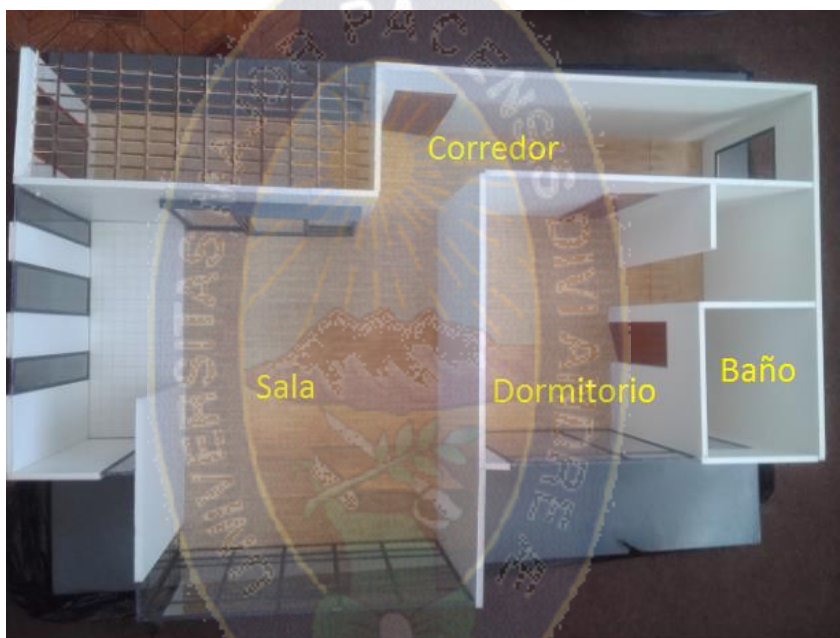
## CAPÍTULO IV

### EXPERIMENTOS Y PRUEBAS

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

A continuación describiremos el diseño y la implantación que se realizó en el prototipo de nuestro sistema.

El sistema de seguridad se implementó los dispositivos fueron instalados como se describió en el capítulo III en un modelo de casa escala de 1:20 la que está ilustrado en la figura 4.1.



*Figura 4.21: Prototipo*

Al ser puesto en funcionamiento el sistema domótico de seguridad perimetral se procedió a realizar las pruebas de verificación de operación del sistema, Durante las pruebas finales del sistema no se detectaron errores de funcionamiento y de operación. Los resultados obtenidos han demostrado una operación óptima y eficiente del sistema.

#### 4.2. INICIACIÓN DE SISTEMA

Para la inicialización del sistema se debe enviar un mensaje de texto con la palabra Enciende al número móvil del módulo GSM. Tal como se ve en la figura 4.2, se debe considerar la diferencia de palabras mayúsculas y minúsculas.

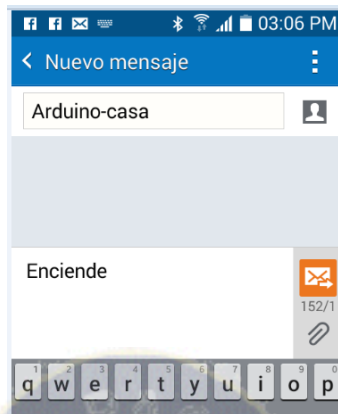


Figura 4.22: Iniciación de Sistema

Seguidamente el sistema hace la recepción del mensaje, y empieza a ser el calibrado de los sensores del sistema, antes de arrancar el sistema nos da un minuto para que podamos salir o en otro caso verificar si la puerta está cerrada, para que no se active la alarma, además debemos estar fuera del área protegida por el sensor PIR.

Una vez transcurrido el tiempo el sistema domótico perimetral se activa como se ve el resultado de la figura 4.3 y los sensores inicia con su función.

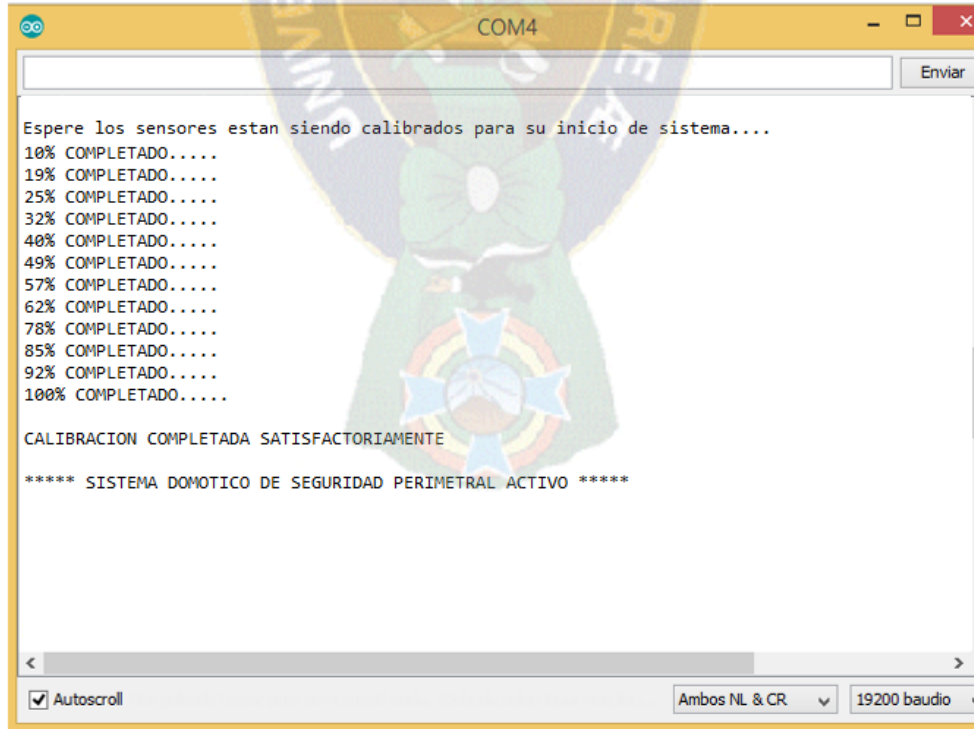


Figura 4.23: Calibración del sistema

### 4.3. DETECCIÓN DE MOVIMIENTO EN EL PERÍMETRO

El sensor de movimiento censara siempre y cuando el individuo se encuentre dentro del área protegida, en nuestro caso se tuvo que proteger al sensor PIR con barreras ya que el sensor está fabricado para instalaciones reales de hasta 7 metros de distancia y la mínima distancia es de 3 metros protegiendo un ángulo de 140 grados, tuvo que protegerse porque el censado era continuo y no era eficiente en las pruebas de detección que se realizó, con esa modificación se logró un censado de forma lineal en el perímetro apuntado de frente, la esquina del hogar cubriendo ambos extremos.

La figura 4.4. Nos muestra el frontis de la casa así también la parte trasera, pudiendo evidenciar el censado e identificado al individuo.



*Figura 4.24: Detección de movimiento*

Las figura 4.5 es el resultado de la detección que ha sido identificado por el sensor PIR comunicados a través del puerto serial, son el resultado de la detección de sensor de movimiento donde el sistema hace su registro y envía su notificación al usuario mediante un SMS utilizando comandos AT, donde indica donde se registró el censado, Si fue en la parte trasera de la casa o si fue en el frontis. Y por el otro lado podemos evidencia que el mensaje ha sido recepcionado por el dueño de casa indicando la respectiva notificación.

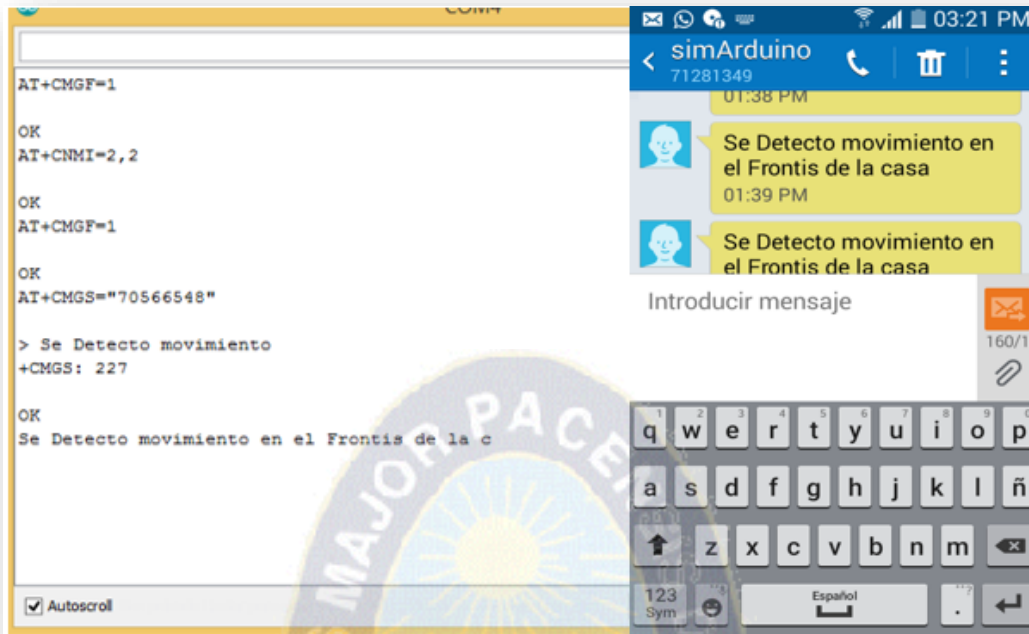


Figura 4.25: Detección y notificación del sensor PIR en el sistema

#### 4.4. DETECCIÓN DE APERTURA DE PUERTAS

Cuando el intruso logre entrar por la puerta como se ve en la figura 4.6 actualiza el cambio del estado de la puerta y que es detectada por el sensor magnético e inmediatamente procede a realizar una llamada al dueño de casa, además de encender una alarma.

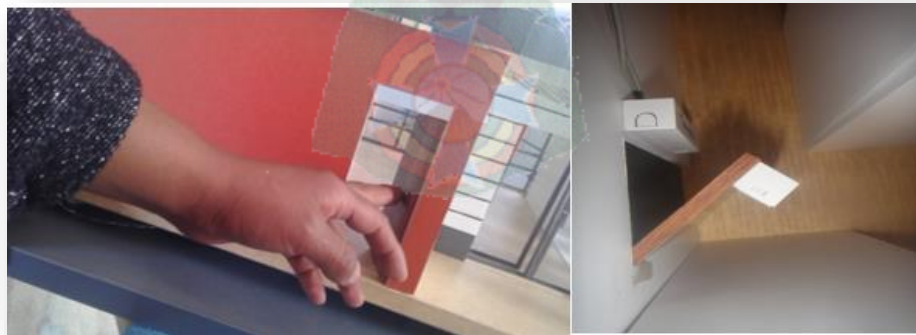


Figura 4.26: Apertura de Puerta

La figura 4.7 es el reflejo de la llamada del sistema indicado una posible intrusión, donde ayudara al dueño del hogar en la toma de decisiones para salvaguardar su hogar.

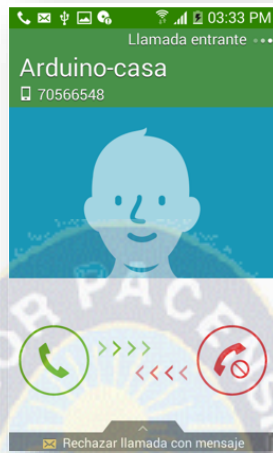


Figura 4.27: Llama de alerta por el Sistema de Seguridad

#### 4.5. PARAR LA ALARMA

En caso de que la alarma haya sido activada por un descuido por ejemplo haber olvidado apagar el sistema antes de ingresar al hogar, o falsa alarma o no deseamos que este activa pero que los demás dispositivos sigan su curso se envía un mensaje de texto como se ve en la figura 4.8.

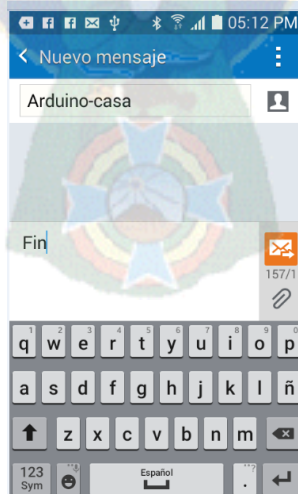


Figura 4.28: Parar alarma



## 4.6. ENCENDER Y APAGAR LUCES

Cuando el intruso este cerca de casa y el sensor de movimiento se active y recibamos la notificación respectiva y no estamos en casa podemos utilizar como forma de simulación de presencia, el encendió y apagado de luces, de esa forma disuadir al intruso.

### a) Primer caso: encender todas las luces

La figura 4.9 muestra el resultado de una de las pruebas que se realizaron, donde acciona el encendido de todas las luces a través de un mensaje de texto.

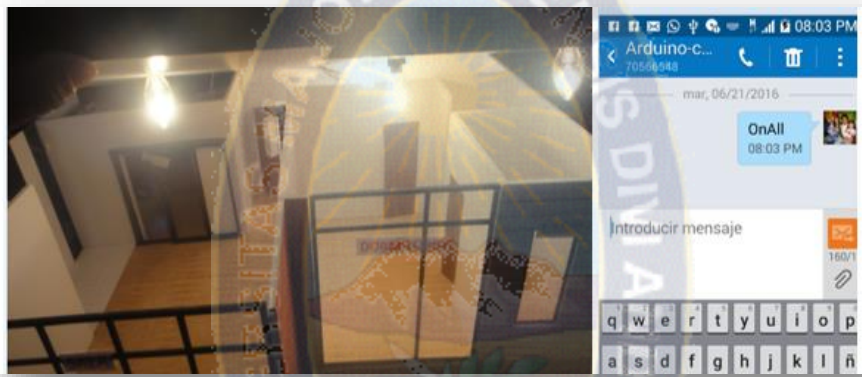


Figura 4.29: Todas las luces encendidas

La figura 4.10 es el resultado de las pruebas, vista exterior del hogar haciendo notar que todas las luces se encendieron por medio del mensaje que se envió en la anterior figura.



Figura 4.30: Todas las luces encendidas vista de exterior

**b) Segundo caso: Apagar todas las luces.**

Para apagar todas las luces se debe enviar un mensaje de texto como se en la figura 4.11.



*Figura 4.31: Todas las luces Apagadas*

Los resultados del envío que se realizó para el sistema de luces automáticas se reflejan en la figura 4.12 donde muestra que todas las luces fueron apagadas.



*Figura 4.32: Todas las luces Apagadas vista exterior*

**c) Tercer caso: Selección de encendido de luces**

Se pueden encender las luces que deseemos como ser: la luz de la sala, dormitorio, baño y corredor a través de un mensaje de texto.

La siguiente prueba se realizó enviando un mensaje de texto con la palabra "Ons" como se ve en la figura 4.13 para el encendido únicamente de la sala.

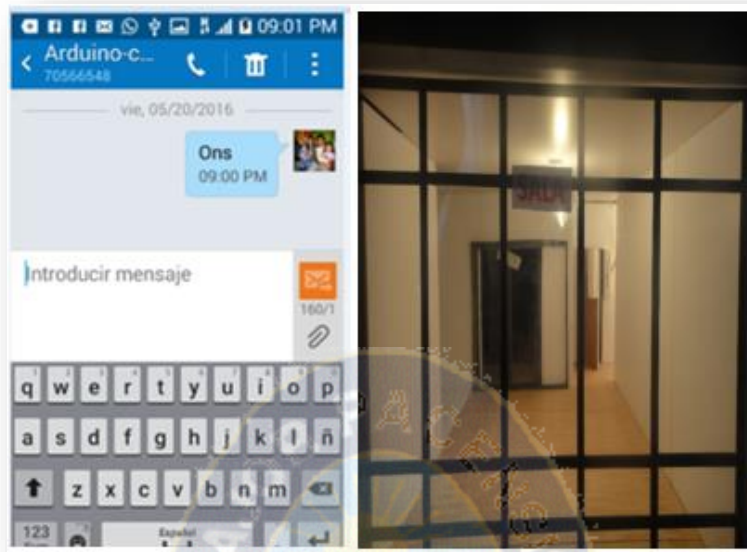


Figura 4.33: Enciende luz de la sala

En la figura 4.14 se comprobaron el encendido del dormitorio mediante el mensaje de texto que fue enviado por el usuario.

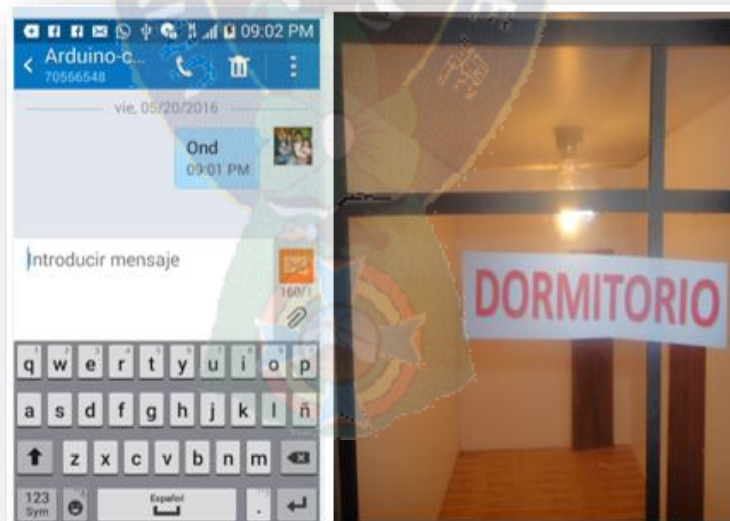


Figura 4.34: Enciende luz del dormitorio

También se hicieron pruebas para el encendido de luces del baño como se ve en la figura 4.15, que muestra su funcionamiento.

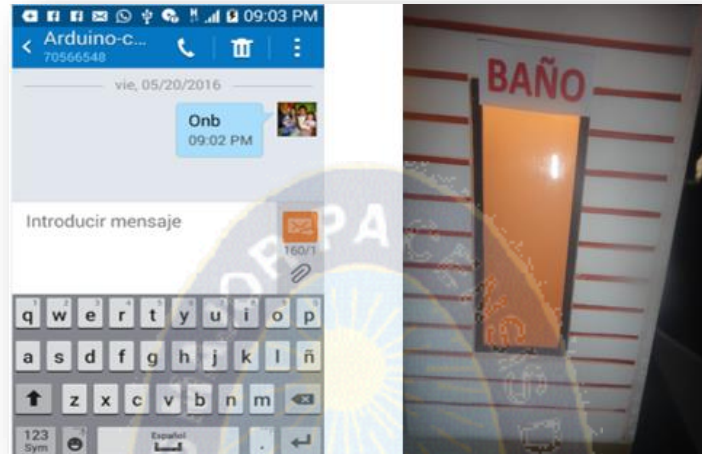


Figura 4.35: Enciende luz del baño

Así mismo se corroboró el encendido de luces para el corredor que fue activado un mensaje de texto como se ve en la figura 4.16, el procedimiento es el mismo para el apagado de los mismos.

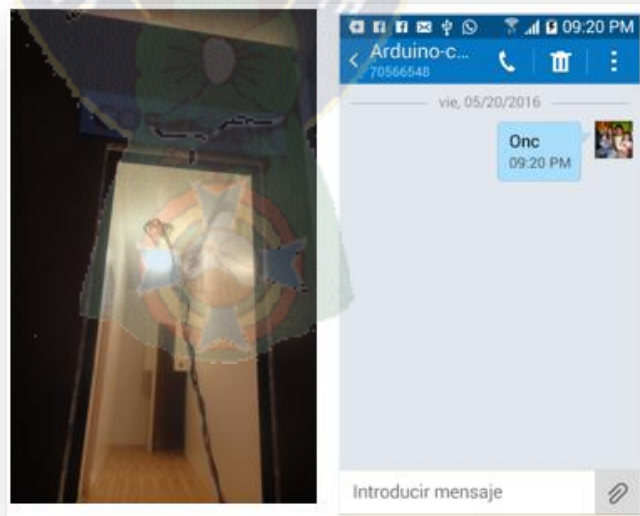


Figura 4.36: Encendido de la luz del corredor

Para el control del sistema, se tomaron en cuenta las siguientes tramas que indica la tabla 4.1. Para el envío de mensaje de texto y su respectiva acción.

*Tabla 4.5: Comandos para el control del sistema*

Mensaje	Acción
Ons	Enciende la luz de la sala
Offs	Apaga la luz de la sala
Onc	Enciende la luz del corredor
Offc	Apaga la luz del corredor
Ond	Enciende la luz del dormitorio
Offd	Apaga la luz del dormitorio
Onb	Enciende la luz del baño
Offb	Apaga la luz del baño
OnAll	Enciende todas las luces
OffAll	Apaga todas las luces
Enciende	Enciende el sistema de seguridad
Apaga	Apaga el sistema de seguridad
Fin	Apaga la alarma

Todas estas pruebas se realizaron con tres operadores distintos: Ente, Tigo, Viva; pudimos comprobar que el más eficiente en cuanto a tiempos de reconocer y envío de mensajes fue el operador Viva, además que nos ofrece un servicio de compra de mensaje por un precio muy económico y que se complementa a nuestro sistema.

#### **4.7. DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS**

Al aplicar el sistema de domótica comprobado en un prototipo su funcionamiento se observa que brinda la seguridad necesaria para poder reducir el impacto que ocasiona la delincuencia en la ciudad, y brinda la posibilidad también que el usuario pueda estar informado de los sucesos que se presentan.

En el instante que un intruso invade la vivienda forzando la puerta se comprueba que los sensores instalados estratégicamente dentro y fuera de la misma realiza las dos acciones propuestas como son activar la alarma y enviar SMS o llamadas respectivamente, a los celulares grabados en el sistema realizando así la acción automática de avisar al dueño de casa a la distancia y alertar a la vecindad de que existe una invasión.

Con las pruebas y cambios realizados pudimos evidenciar el cumplimiento de nuestra hipótesis de nuestro sistema domótico de seguridad perimetral por lo tanto queda demostrado que:

El desarrollo de un sistema domótico de seguridad basado en sensores y SMS será capaz de detectar personas ajenas y mantener seguro el hogar.





**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se detallan las conclusiones respecto al trabajo de investigación junto a los objetivos cumplidos tanto general como específicos.

Para llegar a cubrir las expectativas del objetivo general se realizaron pruebas utilizando el prototipo, de esa forma ir modificando el funcionamiento del mismo de tal forma que el funcionamiento sea óptimo.

#### 5.2. CONCLUSIONES

- Se logró diseñar e implementar un sistema domótico de seguridad que detecta y además alerta la intrusión de personas ajenas al hogar, protegiendo el perímetro, con esta afirmación hicimos el cumplimiento de nuestro objetivo general.
- El objetivo específico: “Implementar mecanismos de disuasión, para ahuyentar algún sospechoso” se implementó un sistema de alarma y un sistema de luces automáticas para de esa forma disuadir al intruso.
- El objetivo específico: “instalar sensores de movimiento alrededor del perímetro”, Se comprueba satisfactoriamente su instalación de los sensores de movimiento que cubren todo el perímetro comprobados que fueron probados.
- El objetivo específico: “Diseñar el sistema tanto hardware como software”, se logró el diseño de hardware, envase a esquemas electrónicos que fueron implementados en nuestro prototipo incorporando una lógica en la codificación del sistemas para su funcionamiento software.
- El objetivo específico: “Verificar mediante un prototipo que se ha cumplido con los objetivos”, se logró verificar su respectivo funcionamiento del sistema demótico de seguridad con las pruebas necesarias.
- El objetivo específico: “Conocer Comandos AT para la comunicación con el hogar”, se llegó a conocer los comandos necesarios, como para la realización de llamadas,



envió de mensajes de texto, así como la lectura de mensaje recibidos por el módulo GSM.

### **5.3 RECOMENDACIONES**

- Extender el circuito de control de los sensores y actuadores para abarcar una mayor cantidad de dispositivo.
- Proteger el prototipo, mediante plomo para evitar el ruido y las frecuencias, en el microcontrolador
- El momento de programar el Arduino uno es necesario tomar en cuenta los puertos de comunicación a ser empleados, debido a que si no se reconoce el puerto serial será necesario buscar los instaladores necesarios para cargar el programa en la placa Arduino uno.
- El Modulo GSM debe ser registrado con el número de serie (IMEI), en la empresa que sea de su uso.

### **5.4. TRABAJOS FUTUROS**

- En cuanto a trabajos posteriores se invita a completar los módulos el sistema domótico de seguridad, con instalación de cámaras web, sensores de rotura de vidrio, control de persianas, entre otros.
- Además se sugiere la investigador el de reemplazar al módulo GSM, por teléfonos móviles que están en desuso o simplemente pasados de moda, puede utilizarse los Nokia 1100, modelos Siemens, Motorola, entre otros, que permiten el uso de comandos AT.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G. (2015). *Sistema de control y monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto*. Universidad técnica de Ambato, Ecuador.
- Aide, E. (2015). *Desarrollo de proyectos domóticos*. Universidad de Oviedo, España.
- Alvarez, J. (2013). *Diseño, Construcción y configuración de un sistema de control mediante SMS aplicado a la domótica*. Universidad del Azuay, Ecuador.
- Aviles, A. & Cobeña, K. (2015). *Diseño e implementación de un sistema de seguridad a través de cámaras, sensores y alarma, monitorizado y controlado teleméricamente para el centro de acogida "Patio mi Pana" perteneciente a la fundación proyecto salesiano*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- Arduino (2015). *Página oficial de Arduino* [en línea] <<http://www.arduino.ccs>> [consultado:10 noviembre 2015].
- Astudillo, G. (2014). *Programación en c para Arduino*. Chile: Escuela de ingeniería civil Informática.
- Bedoya, Y. & Salazar, C. (2013). *Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS*. Universidad Técnica de Pereira, Colombia.
- Bellacetin, M. (2013). *Sistema de localización y bloqueo de maquinaria agrícola vía GSM/GPS*. Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, México D.F.
- Brun, J. (2014). *Sistema de seguridad perimetral programable inteligente*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Carpio, M., Cárdenas, T., & Chavez, P. (2013). *Desarrollo e implementación de un sistema de seguridad y confort para hogares monitoreado y administrado a través de una aplicación web*. Escuela Superior Politécnica Litoral. Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Guayaquil, Ecuador.

Castro, A. (2013). *Sistema de control de temperatura a través de Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Escuela Técnica superior de ingeniería y sistemas de telecomunicaciones, España.

Cedom (2001). *Asociación española de domótica: que es domótica* [en línea] <<http://ww.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>> [consultado: 5 noviembre de 2015].

Congreso universitario móvil, (2013). *Taller 3g Arduino iniciación* [Video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=daYf-qaUE54>.

Coronel, R. (2014). *Diseño e implementación de un sistema domótico para un control de energía eléctrica*. Universidad Mayor de San Andres, Bolivia.

Cuzco, G. & Layana, W. (2010). *Sistema de alarma automatización y control de equipos a distancia a través de línea telefónica y pagina web*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Diosdado, R. (2014). *Manual de Arduino Programación y conceptos básicos*. España: ZonaMaker.

Evans, B. (2011). *Arduino Programming notebook*. España: Ardumania

Vargas, (2012). *Estado del arte de la domótica en el 2012 y sus avances en iluminación LED y alarmas inteligentes*. Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería, Costa Rica.

Getech, (2015). *Arduino GPRS Shield* [En línea]. Available: <[http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino\\_GPRS\\_Shield](http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield)>.

Gobierno Autonomo de La Paz, (2015). *Alarmas comunitarias pueden ser activadas desde domicilios y celulares*. [En línea] <<http://www.lapaz.bo>> [consultado: 20 de noviembre de 2015].

InformaticaXp, (2005). *Que es Domótica* [en línea] <<http://informaticaxp.net/imagenes/diagrama-domotica.jpg>> [consultado: 5 noviembre 2015].

Instituto nacional de tecnologías de comunicación, (2009). *Ingeniería del software: metodología y ciclos de vida*. Laboratorio nacional de calidad del software de inteco.

La Razón Digital, (2013). *Seguridad ciudadana*. [En línea] .La Razón Digital.21 de enero de 2013. <<http://www.la-razon.com>> [consultado: 10 de noviembre].

Lledó, E. (2012). *Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Huidobro, J. (2007). *La domótica como solución de futuro*. Fundación de la energía de la comunidad de Madrid. Madrid, España. Recuperado de [www.madrid.org/bvirtual/BVCM005729.pdf](http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005729.pdf).

Molina, L. (2015). *Instalaciones domóticas*. [En línea]. <[https://www.mhe.es/cf/c\\_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446\\_catalogo%20promocional.pdf](https://www.mhe.es/cf/c_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446_catalogo%20promocional.pdf)> [consultado: 20 de enero].

Perez, A., Berreteaga, O., Ruiz, A., Urkidi, A., & Perez, J. (2006). *Una metodología para el desarrollo de Hardware y Software embebidos y Sistemas críticos de Seguridad*. *Sistemas Cibernética e Informática*, 3(2),6-2.

Sampieri, R. (2003). *Metodologías de la Investigación*.

Soria, D. (2009). *Metodologías de Desarrollo* [en línea] <[http://ingenieriadesoftware.mex.tl/61885\\_Modelo-V.html](http://ingenieriadesoftware.mex.tl/61885_Modelo-V.html)> [consultado: 11 de Noviembre de 2015].

Tantani, E. (2014). *Sistema Domótico para obtener infraestructura inteligente mediante sistemas móviles* Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Torrente, O. (2013). *Arduino. Curso Práctico de formación*. México: Editorial Alfaomega.

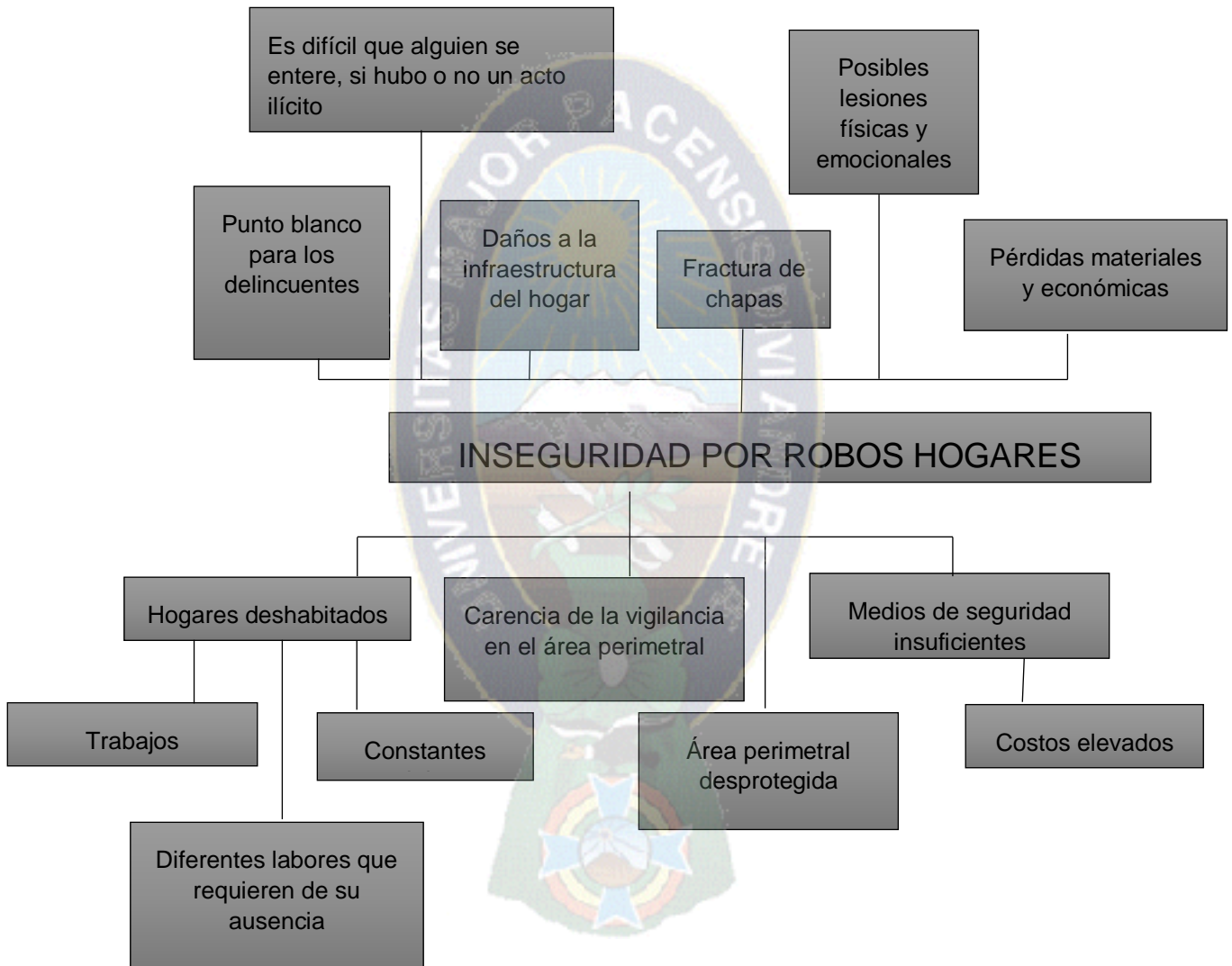


**ANEXOS**



# ANEXOS

## ANEXO A: ÁRBOL DE PROBLEMAS



## ANEXO B: ÁRBOL DE OBJETIVOS

