



# **UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

Facultad de Ciencias de la Administración

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática

## **Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de:

**Ingeniero de Sistemas y Telemática**

Autor:

**Byron Vinicio Medina Loza**

Director:

**Ing. Fabián Carvajal**

Cuenca, Ecuador

**2016**

## Dedicatoria

A mis padres que supieron apoyarme a lo largo de toda la carrera universitaria, que me brindaron apoyo y creyeron en mis capacidades para conseguir el objetivo trazado de ser un profesional y se sientan orgullosos por mis logros.

A mi familia que siempre me brindaron una mano amiga a lo largo de estos años, a mi hermano Víctor Medina que siempre estuvo ahí para darme fuerzas para no decaer apoyándome con lo necesario para culminar la carrera, por creer en mí, a todos ellos dedico este triunfo porque siempre estuvieron pendiente de mi futuro.

## **Agradecimientos**

Van para la Universidad del Azuay, a todos los profesores que supieron brindar su apoyo, a sus enseñanzas, a sus experiencias que compartieron conmigo durante todos estos años, que supieron guiarme y enfocarme al autoaprendizaje a descubrir nuevos rumbos que me hagan mejor profesional, a compartir el conocimiento con los amigos, compañeros que formamos durante el transcurso de la carrera.

A mis padres y hermanos que me dieron su apoyo incondicional, me hicieron mejor persona para poder ser un buen profesional y seguir siendo una persona sencilla y humilde.

A Fabián Carvajal, Francisco Salgado por guiarme en la elaboración de un buen trabajo de titulación y brindarme su apoyo durante todo este tiempo, por creer en mis capacidades y experiencias para demostrar que con esfuerzo y perseverancia se logró el objetivo.

A Esteban Crespo, Kenneth Palacio, por la confianza que me brindaron, por sus palabras de motivación, experiencias que me orientaron en ser mejor profesional y seguir superando en la vida.

## Contenido

<b>Dedicatoria</b>	<b>II</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>III</b>
<b>Índice Ilustraciones</b>	<b>VI</b>
<b>Índice Tablas</b>	<b>VIII</b>
<b>Resumen</b>	<b>IX</b>
<b>Abstract</b>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<b>I. Capítulo 1: Marco Teórico</b>	<b>1</b>
<b>I.1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>I.2 Fundamentos Teóricos</b>	<b>2</b>
I.2.1 Historia de Edificios Inteligentes	2
I.2.2 Edificio Automatizado	2
I.2.3 Edificio Domótico	3
I.2.4 Edificio Inmótico	3
I.2.5 Edificio Inteligente	3
I.2.6 Edificio Digital	4
I.2.7 Edificio Ecológico	4
I.2.8 Edificio Urbótico	5
<b>I.3 Enfoques a nivel mundial sobre la inmótica</b>	<b>5</b>
I.3.1 Visión americana	5
I.3.2 Visión japonesa	5
I.3.3 Visión europea	6
<b>I.4 Domótica</b>	<b>6</b>
I.4.1 Características de la domótica	8
I.4.2 Aplicaciones de la domótica	9
I.4.3 Elementos básicos de un sistema domótico	10
I.4.4 Sistemas comerciales para domótica	12
I.4.5 Estudios y publicaciones sobre la domótica	13
<b>I.5 Inmótica</b>	<b>14</b>
<b>I.6 Hardware</b>	<b>15</b>
I.6.1 Arduino	15
I.6.1.1 Arduino TIAN	17
I.6.1.2 Arduino YÚN	18
I.6.1.3 Arduino MEGA	18
I.6.1.4 Arduino UNO	19
I.6.1.5 Arduino MICRO	20
I.6.1.6 Arduino NANO	20
I.6.1.7 Arduino MINI	21
I.6.1.8 Tabla de características Arduino	22
I.6.2 Shields de Arduino	25
I.6.2.1 Arduino Ethernet Shield 2	25
I.6.2.2 Arduino Ethernet Shield	26
I.6.2.3 Arduino Wi-Fi Shield	26
I.6.2.4 Arduino 4 Relays Shield	27

1.6.2.5	Arduino GSM Shield 2 -----	28
1.6.2.6	Arduino Motor Shield-----	29
1.6.2.7	Tabla compatibilidad Shields de Arduino-----	29
1.6.3	Sensores Arduino-----	30
1.6.3.1	Arduino KY-013: Modulo Sensor de Temperatura -----	30
1.6.3.2	Arduino KY-015: Módulo Sensor de Temperatura y Humedad-----	30
1.6.3.3	Arduino KY-024: Modulo Sensor de Campo Magnético Lineal -----	31
1.6.3.4	Arduino KY-026: Modulo Sensor de Llamas-----	31
1.6.3.5	Arduino KY-037: Modulo Sensor de Micrófono Sensible-----	32
1.7	Software -----	33
1.7.1	Android-----	33
1.7.2	Versiones Android -----	34
<b>II.</b>	<b>Capítulo 2: Metodología y Desarrollo -----</b>	<b>36</b>
11.1	Metodología -----	36
11.2	Desarrollo-----	37
11.2.1	Investigación-----	37
11.2.2	Antecedentes del proyecto-----	37
11.2.3	Determinar los parámetros a controlar por el sistema inmótico -----	38
11.2.4	Diseño del sistema inmótico -----	38
11.2.4.1	Esquema del sistema inmótico -----	39
11.2.4.2	Selección de componentes para el circuito -----	40
11.2.4.3	Modelo del Sistema Inmótico -----	46
11.2.4.4	Diseño de los circuitos-----	46
11.2.4.5	Desarrollo del circuito inmótico -----	54
11.2.4.6	Placa de Circuito Impreso -----	56
11.2.5	Diseño del software de control: Arduino -----	59
11.2.5.1	Descripción de la programación en Arduino-----	60
11.2.6	Análisis y diseño de la aplicación móvil -----	67
11.2.6.1	Desarrollo de la aplicación -----	67
11.2.6.2	Alcance de la aplicación-----	68
11.2.6.3	Objetivos de la aplicación -----	68
11.2.6.4	Análisis Orientado a Objetos (AOO)-----	69
11.2.6.5	Diseño de interfaz -----	70
11.2.6.6	Descripción de la programación por bloques-----	72
<b>III.</b>	<b>Funcionamiento y Pruebas -----</b>	<b>75</b>
	<b>Conclusiones -----</b>	<b>82</b>
	<b>Referencias -----</b>	<b>84</b>

## Índice Ilustraciones

Ilustración I-1 Edificio Inteligente (ROBSAN, 2013) .....	4
Ilustración I-2 Control Domótico (Ramírez, 2011) .....	7
Ilustración I-3 Hogar Domótico (Informaticxp, 2013) .....	8
Ilustración I-4 Aplicación para la Domótica (Célleri, 2014) .....	10
Ilustración I-5 Esquema básico domótico (domoticaudem, 2014) .....	12
Ilustración I-6 Edificio Inmótico (Adesvatecnologia, 2015) .....	15
Ilustración I-7 Arduino TIAN (Arduino, 2015) .....	17
Ilustración I-8 Arduino YÚN (Arduino, 2015) .....	18
Ilustración I-9 Arduino MEGA (Arduino, 2015) .....	19
Ilustración I-10 Arduino UNO (Arduino, 2015) .....	19
Ilustración I-11 Arduino MICRO (Arduino, 2015) .....	20
Ilustración I-12 Arduino NANO (Arduino, 2015) .....	21
Ilustración I-13 Arduino Mini (Arduino, 2015) .....	21
Ilustración I-14 Arduino Ethernet Shield 2 (Arduino, 2015) .....	25
Ilustración I-15 Arduino Ethernet Shield (Arduino, 2015) .....	26
Ilustración I-16 Arduino Wi-Fi Shield (Arduino, 2015) .....	27
Ilustración I-17 Arduino 4 Relays Shield (Arduino, 2015) .....	28
Ilustración I-18 Arduino GSM Shield 2 (Arduino, 2015) .....	28
Ilustración I-19 Arduino Motor Shield (Arduino, 2015) .....	29
Ilustración I-20 Modulo Sensor de Temperatura (Arduino F. , 2014) .....	30
Ilustración I-21 Módulo Sensor de Temperatura y Humedad (Arduino F. , 2014) .....	30
Ilustración I-22 Modulo Sensor de Campo Magnético Lineal (Arduino F. , 2014) .....	31
Ilustración I-23 Modulo Sensor de Llamas (Arduino F. , 2014) .....	31
Ilustración I-24 Modulo Sensor de Micrófono Sensible (Arduino F. , 2014) .....	32
Ilustración II-1 Esquema del Sistema Inmótico .....	39
Ilustración II-2 Listado de componentes electrónicos .....	42
Ilustración II-3 Listado de componentes eléctricos .....	43
Ilustración II-4 Arduino UNO .....	43
Ilustración II-5 Ethernet Shield .....	44
Ilustración II-6 Modelo del sistema .....	46
Ilustración II-7 Proteus Instalación Licencias .....	47
Ilustración II-8 Proteus Instalación Librerías .....	47
Ilustración II-9 Proteus v8.3 SP2 .....	48
Ilustración II-10 Rectificador de media onda (UNAD, 2015) .....	48
Ilustración II-11 Rectificador onda completa (UNAD, 2015) .....	49
Ilustración II-12 Optoacoplador 4N25 (g7electronica, 2015) .....	49
Ilustración II-13 Funcionamiento de Rectificador con Optoacoplador 4N25 .....	50
Ilustración II-14 Optoacoplador MOC3021 (Electronicasmd, 2015) .....	50
Ilustración II-15 TRIAC BT136 (Baudaelectronica, 2016) .....	51
Ilustración II-16 Funcionamiento del TRIAC BT136 con Optoacoplador MOC3021 .....	51
Ilustración II-17 Funcionamiento del TRIAC BTA16 .....	52
Ilustración II-18 Formas de onda de un TRIAC (Bueno, 2015) .....	53
Ilustración II-19 PWM Modulación por ancho de pulsos (Racso, 2014) .....	53
Ilustración II-20 Circuito para control de potencia PWM con Arduino .....	54
Ilustración II-21 Esquema de la placa .....	56
Ilustración II-22 Esquema de la placa con pistas y etiquetas .....	56

Ilustración II-23 Placa Circuito Impreso en 3D.....	57
Ilustración II-24 Placa de Circuito Impreso .....	57
Ilustración II-25 Proceso para crear la Placa de Circuito Impreso .....	58
Ilustración II-26 Placa de Circuito Impreso Terminado.....	59
Ilustración II-27 Onda Senoidal .....	63
Ilustración II-28 Modelo de Casos de Uso .....	69
Ilustración II-29 App Inventor 2.....	71
Ilustración II-30 Crear Proyecto App Inventor .....	71
Ilustración II-31 Diseño de la Aplicación.....	72
Ilustración III-1 Computador Portátil.....	75
Ilustración III-2 Dispositivos Móviles .....	76
Ilustración III-3 Router TP-LINK .....	76
Ilustración III-4 Cable de Red Y USB .....	76
Ilustración III-5 Arduino UNO y Ethernet Shield .....	76
Ilustración III-6 Placa Control Iluminación PWM .....	77
Ilustración III-7 Conexión del Sistema .....	77
Ilustración III-8 Conexión Placa control Iluminación PWM.....	77
Ilustración III-9 Prueba del Sistema Monitor Serie .....	78
Ilustración III-10 Prueba Cliente Web.....	79
Ilustración III-11 Prueba Dispositivos Móviles.....	80
Ilustración III-12 Prueba estado mínimo de iluminación .....	80
Ilustración III-13 Prueba estado medio de iluminación .....	80
Ilustración III-14 Prueba estado máximo iluminación .....	81

## Índice Tablas

Tabla I-1 Características Arduinos .....	25
Tabla I-2 Compatibilidad Shields de Arduino.....	29
Tabla I-3 Características Sensores Arduino .....	33
Tabla I-4 Versiones Android (Android, 2016) .....	36
Tabla II-1 Listado de Elementos.....	42
Tabla II-2 Clasificación de componentes .....	44
Tabla II-3 Componentes Seleccionados.....	45
Tabla II-4 Descripción del Programa Arduino .....	67
Tabla II-5 Descripción Casos de Uso .....	70
Tabla II-6 Descripción código Aplicación Móvil .....	75

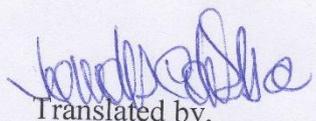
## Resumen

El proyecto consiste en desarrollar un sistema de automatización inmótica para monitoreo del sistema de control de variación de potencia de la iluminación, controlado desde un cliente web o desde una aplicación móvil desarrollada en Android, que estén en misma red local. El sistema interactúa con el dispositivo Ethernet Shield de Arduino, que crea un servidor web, y este a su vez interactúa con los dispositivos a controlar. El sistema se ha diseñado y desarrollado en base a un prototipo que demuestra su funcionamiento de control respuesta con el circuito.

## ABSTRACT

The project aims to develop a building automation system (BAS) for the monitoring of the lighting power variation control system, controlled from a web client or from a mobile application developed using Android, which is on the same local network.

The system interacts with the Arduino Ethernet Shield device, which creates a web server, and this in turn interacts with the devices to be controlled. The system has been designed and developed based on a prototype that shows its control-response performance with the circuit.



Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

## I. Capítulo 1: Marco Teórico

### I.1 Introducción

La domótica consiste en utilizar las nuevas tecnologías para automatizar en gran parte las necesidades diarias de las personas como las actividades que se realizan en el hogar dando seguridad y confort. El campo que resulta de aplicar esta tecnología a edificios que no están destinados para vivienda se le denomina inmótica.

Los avances en la tecnología invaden nuestro medio en todos los ámbitos de la sociedad, la arquitectura no se queda atrás. Con el desarrollo de la computación, teléfonos inteligentes, conlleva a perfeccionar sistemas para controlar una edificación y las nuevas tecnologías de comunicación, han surgido el concepto de edificios inteligentes que son capaces de reaccionar ante determinadas circunstancias dando una solución rápida.

En la actualidad los dispositivos móviles han reemplazado la mayoría de actividades que se las realizaba por separado, es decir, con la revolución de la tecnología los dispositivos móviles son capaces de controlar y procesar todo tipo de información, dando un grado de inteligencia a dispositivo móvil. Como lo son las aplicaciones desarrolladas para el uso en estos dispositivos, con tendencia a mejorar cada día tanto con sus aplicaciones, como en la capacidad de procesar información, y en incorporar muchas de las funciones cotidianas y de importancia para el ser humano, como controlar sensores, manejo de seguridad y confort entre otros. En el Ecuador las aplicaciones desarrolladas para estos dispositivos, no abarcan todavía un gran mercado de consumidores, y mucho menos aplicaciones orientadas para automatización en domótica e inmótica, debido tal vez a sus altos costos o a que aún no se han difundido plenamente los posibles beneficios que estas tecnologías puedan proporcionar a las personas.

La domótica es un tema que gracias al avance de la tecnología en nuestro medio se ha ido desarrollando en mejorar cada día el confort de las personas. Se invita a leer y dar seguimiento a este importante tema que utiliza las nuevas tecnologías Arduino y dispositivos móviles que están en auge hasta hoy en día.

## I.2 Fundamentos Teóricos

### I.2.1 Historia de Edificios Inteligentes

En los años ochenta se consideró la idea de integrar sistemas a nivel comercial. En aquella época se trataba de edificios terciarios que luego fueron llamados edificios inteligentes, la idea de integrar sistemas en el sector doméstico a nivel comercial se desarrolló conjuntamente con la evolución del internet, dando un avance tecnológico en control a distancia. En los noventa empezaron varios sistemas autónomos como la domótica, siendo Japón, Estados Unidos y algunos países en el norte de Europa los pioneros en implementar este tipo de sistemas. Sin embargo la introducción de esta tecnología domótica en el mercado no tuvo el impacto esperado, debido a que los equipos no contaban con un tipo de comunicación eficiente con el sistema domótico, por ello, la domótica estaba relegada a un mercado reducido, y por sus limitaciones a dar respuesta a necesidades de control de un edificio. (Cobos y otros, 2006)

Debido a que existen varios conceptos en la aplicación de tecnología a los edificios, estos resultan confusos por su similitud siendo utilizados de forma indistinta. A continuación se describen algunos de los más utilizados según: (Romero y otros, 2006)

### I.2.2 Edificio Automatizado

Es un término utilizado para definir a un edificio que contenga algún tipo de automatización, la idea no tardó en automatizar cualquier tipo de edificio. Sus primeras aplicaciones en automatizar fueron las ya conocidas en la actualidad como son los controles de temperatura y de consumo eléctrico. Un ejemplo que las caracteriza son edificios de centros comerciales con sistemas de aire acondicionado, escaleras y puertas mecánicas, mando de la iluminación, que eran controladas desde un cuarto central. (Romero y otros, 2006)

### I.2.3 Edificio Domótico

Es un edificio que cuenta con un sistema de automatización capaz de controlar y gestionar la energía eléctrica, seguridad, confort y accesibilidad entre otras aplicaciones domésticas. (Romero y otros, 2006)

### I.2.4 Edificio Inmótico

Es un edificio que cuenta un sistema de automatización de igual forma de controlar varias tareas como un edificio domótico, pero dicho sistema no solo está orientado a mejorar la calidad de vida de las personas sino a la calidad de trabajo. De esta forma es importante definir y determinar sus variables específicas a controlar, para implementar un sistema inmótico. (Romero y otros, 2006)

### I.2.5 Edificio Inteligente

Es un término que se da cuando a una casa o edificio se le otorga un grado de “inteligencia”, es decir que al sistema de automatización se le integra con inteligencia artificial, de esta forma el sistema es capaz del autoaprendizaje de rutinas que hace, con el fin de anticiparse a sus necesidades. (Romero y otros, 2006)

Actualmente este concepto es utilizado debido al calificativo de inteligente, es decir que se pretende dar un comportamiento similar al ser humano con la capacidad de procesar datos como ser autonomo simplificando tareas de mantenimiento, ser tolerante a fallos, etc. Pero el termino es mucho mas amplio debido a que se refiere a muchos aspectos del edificio como interactuar con el usuario y con el medio ambiente. Por lo que un edificio inmótico debe tener características que se consideren inteligentes como: integrar la informacion del medio ambiente, facil interaccion con los habitantes, anticiparse a sus necesidades. (Cobos y otros, 2006)

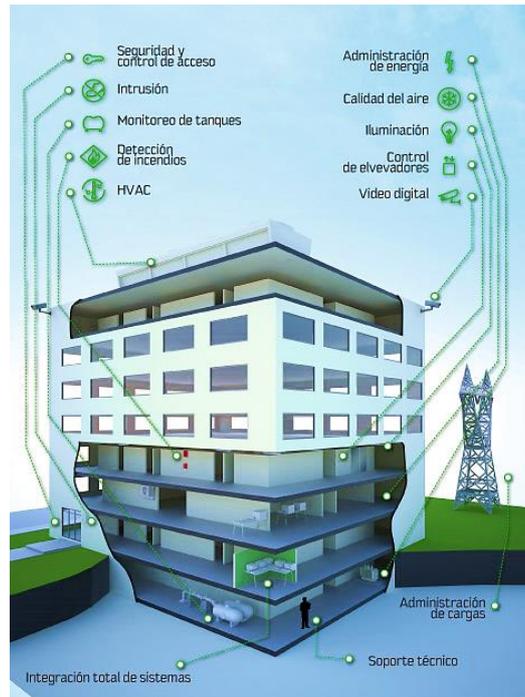


Ilustración I-1 Edificio Inteligente (ROBSAN, 2013)

### I.2.6 Edificio Digital

Se lo llama también hogar digital, este concepto ha surgido con la idea de que en un futuro el hogar este digitalizado y sea controlado por tecnologías mucho más avanzadas. Teniendo como objetivo principal la automatización en los servicios más utilizados en la actualidad como son los de entretenimiento, comunicación, gestión digital del hogar y de infraestructuras, mediante la comunicación de redes de banda ancha, conectadas todas en una misma red formando así una red que controla el hogar. (Ortiz, 2011, pág. 7)

### I.2.7 Edificio Ecológico

Este tipo edificio cuenta con la optimización del uso de recursos energéticos, materiales de construcción, mantenimiento y reciclaje de los mismos. Se aplican procesos de bioconstrucción, además de realizar estudios de geobiológico del terreno a edificar, como identificar correctamente los materiales, pinturas ecológicas, instalaciones eléctricas, técnicas de ahorro energético, racionalizar el espacio, energías renovables, etc. Todo esto para asegurar la calidad, confort biológico y salubridad. (Ortiz, 2011, pág. 7)

### I.2.8 Edificio Urbótico

Este tipo de edificio urbótico termino algo futurista y poco utilizado, se refiere a la integración de la tecnología domótica y la de edificio inteligente aplicada a las ciudades, se las llama ciudades inteligentes. Es decir que debido a la acogida por automatizar y controlar todo desde dispositivos inalámbricos, es claro ver la evolución de la domótica a la inmótica, y a su vez a la urbótica, en un futuro posible a la globótica. Se define como la ciudad inteligente, donde se aplican los conceptos de ordenación urbana, distribución de espacios, telecomunicaciones digitales y automatización coherente, dando como objetivo mejorar la calidad de vida de sus habitantes. (Romero y otros, 2010)

### I.3 Enfoques a nivel mundial sobre la inmótica

Según Romero (2010) hay varias perspectivas a nivel mundial sobre la inmótica, de acuerdo al énfasis u orientación que se enfoque de sus varios aspectos, tales como:

#### I.3.1 Visión americana

Está orientada hacia el hogar interactivo (intercomunicado), como su principal objetivo de permitir el control a distancia. Siendo el primer país en implementar un estándar para gestión técnica de los edificios. El CEBus (*Consumer Electronic Bus*), teniendo como principales fabricantes americanos (AT&T, Johnson, Tandy, Panasonic y otros). En 1984 se lanzó el proyecto *Smart House*, dirigido por la Asociación de Constructores NAHB (*National Association of Home Builders*) como su principal principio es de utilizar un cable unificado que reemplaza a los sistemas de electricidad, antenas, periféricos, teléfono y otros. En EEUU los sistemas más usados son CEBus, X-10, LonWorks. (Ortiz, 2011, pág. 8)

#### I.3.2 Visión japonesa

Está orientada hacia el hogar automatizado más que a interactuar con él, su principal objetivo es el de abarcar el máximo de aparatos electrodomésticos y sistemas entre sí. La EIAJ (*Electronic Industries Association of Japan*) es la asociación más activa en Japón, como su principal proyecto es HBS (*Home Bus System*), el cual realizo la proyección sociológica, es decir una casa fue preparada para simular el

estilo de vida de la próxima generación. Esto produjo rechazo debido a que el país tiene evoluciones sociológicas lentas. (Ortiz, 2011)

### I.3.3 Visión europea

Está orientada a un carácter técnico y económico donde lo más importante es la calidad de vida, la salud y bienestar de los habitantes. En 1984 Europa empezó con la iniciativa de la inmótica. Eureka y seis empresas europeas crearon el primer proyecto IHS (*Integrated Home System*) fue mejorado años más tarde entre 1987-1988 y se creó SPIRIT (*European Scientific programmed for Research & Development in Information Technology*), con la finalidad de crear una norma de integración de los sistemas electrónicos. Los países que más invirtieron en inmótica fueron Francia y Alemania. El proyecto de estándar Konnex integra EIB, EHS y Batibus. (Ortiz, 2011, pág. 12)

## I.4 Domótica

“La palabra domótica se deriva del latín “domus” que quiere decir “casa” y el sufijo “tica” que hace referencia a “automática”, otros investigadores como CEDOM (Asociación Española de Domótica) mantienen que el término “tica” se divide en “tic” de tecnologías de la información y de la comunicación, y “a” de “automatización””. (Pérez y Urdiales, 2013)

La RAE, la define como: “Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”. (RAE, Real Academia Española, 2015)

La CEDOM, la define como: “La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la 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, Asociación Española De Domótica E Inmótica, 2015)



*Ilustración I-2 Control Domótico (Ramirez, 2011)*

Domótica concepto no muy claro en la sociedad actual, trae confusión con la terminología, está basado en la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el hogar. Las tecnologías se orientan en la automatización de la mayoría de acciones realizadas en el hogar, logrando la comunicación con los dispositivos electrónicos y automatizándolas. (Matachana, y Peñalver, 2004)

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en un llamado hogar inteligente, ofrece una amplia gama de aplicaciones en base a su utilización como en la comunicación entre equipos e instalaciones, en áreas como: seguridad, gestión de la energía, automatización de tareas domésticas, operación y mantenimiento de instalaciones, etc. (Huidobro, 2012)

La evolución de la domótica es una área joven, sin embargo sus tecnologías que utilizan son maduras, hace unos 15 años la domótica tuvo su popularidad, debido al uso de la tecnología y sus altos costos frenaron el avance e implantación en la sociedad, en la actualidad esto ya no es un problema debido al avance significativo de la tecnología y con la ayuda del internet propiciando su evolución, creando numerosos sistemas siguiendo estándares para hacer que sistemas tan complejos funcionen perfectamente. (Muñoz, y otros, 2003).

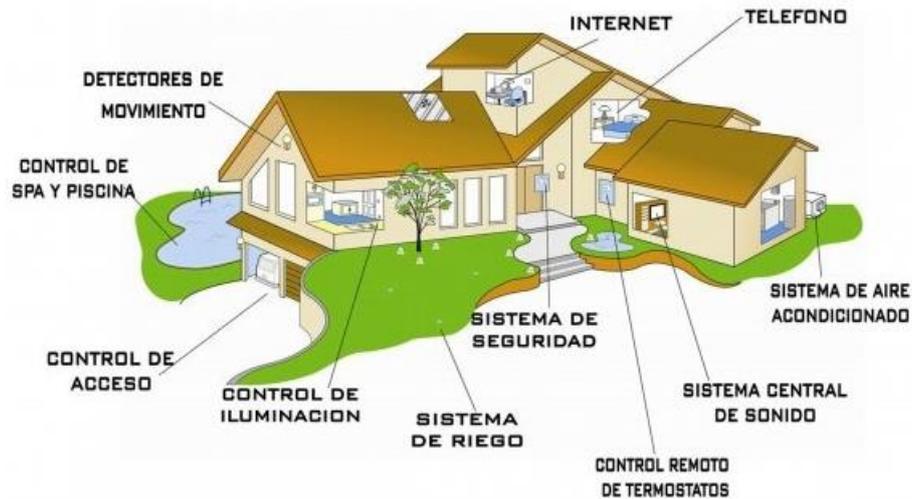


Ilustración I-3 Hogar Domótico (Informaticxp, 2013)

#### I.4.1 Características de la domótica

Las características con la que debería contar un sistema de automatización en un edificio se resumen las siguientes: (Romero y otros, 2006)

**Simple y fácil de utilizar:** Se debe utilizar un interfaz sencilla y fácil de utilizar, que permita una correcta retroalimentación, brindando un mayor confort y mejor aceptación por el usuario final.

**Flexible:** Debe estar diseñado para prever adaptaciones para su futura modificación o ampliación del sistema.

**Modular:** En la implementación del sistema deberá estar diseñado por módulos que permitan funcionar de forma independiente, evitando fallos que inutilicen completamente al sistema y faciliten la ampliación a nuevos servicios.

**Integral:** De igual forma, el sistema debe estar diseñado para que en su implementación permita la comunicación entre diferentes tipos de plataformas tecnológicas.

Estas características definen a un sistema que permita satisfacer las necesidades de los usuarios, de igual forma que cumpla con los objetivos como la gestión energética. Además de que el usuario requerirá un sistema que sea sencillo manejarlo como añadir nuevas funcionalidades al sistema.

#### I.4.2 Aplicaciones de la domótica

La domótica principalmente se encarga de gestionar estos cuatro de grupos que son: confort, energía, seguridad, comunicación.

**Confort:** la domótica nos proporciona gran número de comodidades de control automático como iluminación, calefacción, aire acondicionado y gestión de elementos como acceso a la vivienda, garaje, ventanas, riegos. Como también está presente en la hotelería en: control de temperatura y humedad en las habitaciones, centralizada o individual, regulación de la calidad de aire. (Ortiz, 2011)

**Energía:** un aspecto muy importante de la inmótica ya que se concentra en el ahorro energético, gestionando: monitoreo y control de equipos conectados a la red eléctrica, como de la iluminación, desconexión de equipos en la red. De igual forma para la hotelería la gestión de energía se encarga de controlar su consumo utilizando temporizadores, relojes programadores, termostatos, sus funciones son: programación de la climatización, detección y apertura de ventanas, racionalizar las cargas eléctricas. (Pascual, 2005)

**Seguridad:** este punto es fundamental analizarlo ya que abarca la seguridad de las personas, seguridad de los bienes, incidentes y averías, entre sus principales funciones son: gestión de acceso y control de presencia, alarma de intrusiones, sensores de detección de escape de humos, incendios, fugas de gas y agua. (Huidobro, 2012)

**Comunicación:** la gestión de las comunicaciones se encarga de captar, almacenar, transportar, procesar y difundir datos o información, sus aplicaciones son: “Comunicaciones de información con el exterior, esto incluye la telefonía, radio, televisión y acceso a Internet, Transmisión de alarmas mediante llamadas telefónicas, alertas por SMS, mensajes de voz, etc. “ (Pascual, 2005)

Según (Célleri) afirma que el funcionamiento automático de los equipos no es lo mismo que la domótica, es decir que además de la automatización que ofrece la domótica es necesario el control de los dispositivos bajo demanda del usuario como también monitorearlos, revisar sus funciones y el consumo de energía.

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

Que además hoy en día se tiene un control a distancia ya sea por la red interna o desde fuera por el internet y este a su vez con dispositivos inteligentes que controlen de manera eficiente los dispositivos automatizados en el hogar.

## DOMÓTICA

Con este sistema se pueden automatizar varios dispositivos para el control de:

- **Climatización:** (apagar o prender AC).
- **Control de persianas:** (abrir y cerrar las persianas).
- **Gestión eléctrica:** desconexión de equipos que no están siendo usados y monitoreo de consumo eléctrico.
- **Iluminación:** apagado o regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad.
- **Confort:** activación o desactivación de equipos de entretenimiento. Integración del portero al teléfono, o del videoportero al televisor.
- **Seguridad:** Detectar la presencia de personas extrañas en la vivienda.
- **Emergencias:** detectores y alarmas de detección de incendios y escapes de agua. Informes de consumo y costos a través de un correo.

Domótica es un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación.



A través de un cerebro, instalado en una especie de modem wifi y colocado en una parte de la casa, este envía señal a todos los dispositivos para controlarlos por medio de un mando que puede ser celular, ipad o botonera de interruptores.

Ilustración I-4 Aplicación para la Domótica (Céleri, 2014)

### I.4.3 Elementos básicos de un sistema domótico

Está compuesto básicamente por los siguientes elementos. (Romero y otros, 2006)

**Sensores:** Componentes que son capaces de detectar una magnitud física o química son los encargados de detectar todo tipo de información, permitiéndoles tomar a sus variables valores entre un valor máximo y un valor mínimo. Se los puede definir en dos categorías debido a que pueden controlar distintos parámetros: sensores con funciones de seguridad y sensores con funciones de confort. (Pérez, y Urdiales, 2013).

Sensores con función de seguridad:

- Detectores de humo.
- Detectores de fugas de gas.
- Detectores de humedad.

- Detectores de presencia.

Sensores con función de confort:

- Detectores de temperatura.
- Detectores de consumo energético / consumo de agua.
- Detectores de iluminación.
- Detectores de clima exterior.

**Actuadores:** Son aquellos que al recibir una señal eléctrica, digital o analógica producen una acción, se activan o desactivan dependiendo de la parametrización de sus variables (valores máximos y mínimos). Es decir realizan una acción sea esta de: encendido/apagado, subida/bajada de persianas, etc. (Cobos, y otros, 2006)

**Controladores:** es un operador domótico que actúa de enlace entre un sensor y un actuador, es decir un controlador es el que recibe la información de sensores y envía la señal de activación a los actuadores, además de ser la comunicación del usuario con el sistema, en este reside la inteligencia de todo el sistema y tiene interfaces de usuario para presentar la información como tableros con pantallas táctiles para acceder y controlar el sistema.

En una instalación inmótica pueden existir varios controladores en el sistema, los dispositivos más usados son:

- PLC (Controlador Lógico Programable)
- Computador
- Microprocesadores
- Controladores propios de distintos fabricantes

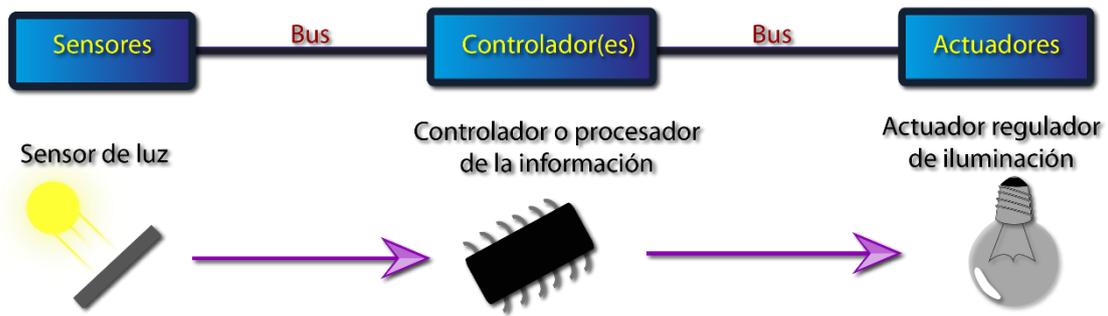


Ilustración I-5 Esquema básico domótico (domoticaudem, 2014)

Según la normativa de guía técnica de aplicación, se define la siguiente terminología.

- **Nodo:** Es cualquier sistema capaz de recibir información y procesarla, además de comunicar con otras unidades dentro del mismo sistema.
- **Actuador:** Dispositivo que controla algún elemento del sistema como: el control de motores, electroválvulas.
- **Dispositivo de entrada:** Dispositivo que recibe y envía información al sistema nodo, como: sensores, control remoto, teclado.

#### I.4.4 Sistemas comerciales para domótica

El lenguaje utilizado para el modelado de aplicaciones domóticas es HAMON (*Home Automation Modeling Language*), partiendo de sus principales funciones que son: catálogo de servicios, modelado del sistema, especificación detallada del sistema entre otros. (Muñoz, y otros, 2003)

Una alternativa de comunicaciones para mejorar el desempeño de un sistema inmótico es PLC (*Power Line Communications*), como su función principal evitar la congestión en la transmisión de datos sobre la red de distribución eléctrica. “Esta es una tecnología que transmite información multiplexada en el dominio de la frecuencia a través de la red AC; por un canal se distribuye la energía eléctrica de consumo y por otro se transmiten los datos modulados digitalmente.” (Penagos, y otros, 2006, pág. 101)

La necesidad de controlar todo ha sido una demanda constante de propietarios y usuarios, llevando a su evolución de estos sistemas, sus beneficios, su comodidad, que proporcionan confort, seguridad y ahorro energético. La

Corporación Echelon presentó la tecnología LonWorks en el año 1992. Se está utilizando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y automatización, tiene éxito en EEUU y algunos países de Europa en su utilización debido a su gran fiabilidad, está orientado a grandes edificios debido a sus altos costos en su implementación. (Cobos y otros, 2006). “LonWorks ofrece una solución con arquitectura descentralizada, extremo a extremo, que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control.” (Cobos y otros, 2006, pág. 5)

#### I.4.5 Estudios y publicaciones sobre la domótica

Instituciones y organismos están promoviendo el avance en el sector de la domótica teniendo en estos últimos años buenos resultados como ventajas que traen los sistemas para el control inteligente de la casa.

Según la (CEDOM, Asociación Española De Domótica E Inmótica, 2015), explica en una publicación la importancia que tiene la domótica dando a conocer la contribución que tiene al ahorro de energía y fomentar el consumo responsable de la misma, se indican cómo se gestiona elementos que contribuyen al ahorro como: de agua, energía y combustibles, definiéndolos en dos aspectos sus efectos que causan.

- **Económico:** Saber si tenemos un control apropiado del consumo de energía, se incrementa la posibilidad de ahorrar y tener menor costo por el uso del servicio.
- **Ecológico:** Al tener un menor consumo de energía, se disminuye el impacto negativo que provoca al medio ambiente.

El ahorro de electricidad se puede lograr de distintas formas estas dependerán del área y de la forma de sus instalaciones eléctricas. En cuanto a la iluminación, se puede aprovechar la luz natural para evitar consumir cuando sea innecesario utilizando persianas o toldos automáticos, en exteriores con control automático de iluminación, en la climatización, se controla la temperatura interior en función de la exterior de manera automática, también aprovechando la luz

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local solar en sistemas de acumulación de energía, además de controlar o programación automática de desconexión de líneas eléctricas sin uso en electrodomésticos. (CEDOM, Asociación Española De Domótica E Inmótica, 2015)

La domótica como solución del futuro presenta datos de estudios realizados en España se tuvo un incremento promedio de 20% entre los años 2001 y 2005 se aumentó en un 40% las emisiones de gases invernadero y hoy en día la tendencia se mantiene. (EIA, 2011)

## 1.5 Inmótica

La palabra inmótica proviene de la combinación de las palabras “inmueble” y “automatización”, es decir su concepto es similar a la domótica, con la diferencia de que inmótica hace referencia propiamente a la gestión técnica de hoteles, centros comerciales, hospitales, parques, bancos, edificios no residenciales, es decir de edificaciones de gran capacidad. (Pérez, y Urdiales, 2013)

La CEDOM la define como: “La inmótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema”. (CEDOM, Asociación Española De Domótica E Inmótica, 2015)

Para monitorear y automatizar un edificio inmótico es necesario un sistema robusto de alta calidad y evitando la tolerancia a fallos, ya que en la actualidad la programación de su funcionalidad está hecha a bajo nivel, es decir en lenguaje ensamblador esto proporciona un alto grado de funcionalidad y robustez pero esto evita su ampliación y modificación. La domótica todavía se encuentra en un estado inicial donde los sistemas no son excesivamente complejos, debido a que pueden crecer e ir aumentando su complejidad, de esta forma si se utiliza modelos conceptuales se evitará una previsible “crisis de las aplicaciones domóticas”. (Muñoz, y otros, 2003)

En la implementación de la inmótica se tiene muchos inconvenientes al momento de utilizar el concepto de Hogar Digital con relación a lo mencionado anteriormente,

por otra parte se tiene muchos protocolos no estandarizados que interrumpen el mercado, esto es un problema debido a que pocos conocen su funcionamiento y en pocos casos las empresas desarrollan un protocolo no estandarizado y no lo mantiene actualizado quedando desechado a corto plazo. (Matachana, y Peñalver, 2004)

Un Hogar Digital del futuro se caracterizará principalmente porque se adaptará a cada individuo y a su calidad de vida, en este concepto se basará en los sistemas de Inteligencia Ambiental, las tecnologías que involucran este concepto abarcan áreas muy diversas, como : Robótica, Interfaces Inteligentes, Nanotecnologías, Inteligencia Artificial, Comunicaciones Inalámbricas etc. (Navarro, y otros, 2008)



Ilustración I-6 Edificio Inmótico (Adesvatecnologia, 2015)

## I.6 Hardware

### I.6.1 Arduino

Es una plataforma de circuito impreso *open-hardware*, que contiene componentes electrónicos de avanzada tecnología capaces de procesar

información, gracias a que su placa se integra con un microcontrolador, que es el que controla sus entradas y salidas (E/S) analógicas y digitales, que son programables en el lenguaje de programación de alto nivel *processing*, bajo código abierto de fácil utilización similar a C++, debido a que es utilizado para la enseñanza y para realizar pequeños proyectos pero de gran complejidad, que al estar basado en java esto le convierte en una herramienta poderosa, siendo el más utilizado por su bajo costo y sus características. Este dispositivo nos ofrece gran variedad de usos ya que cuenta con varios modelos orientados a cada tipo trabajo en el que se lo quiera implementar, además de tener gran variedad de sensores que nos facilitan el controlar e interactuar con el mundo exterior y las cosas cotidianas que se hacen todos los días como: controlar la iluminación, la temperatura, el sistema de vigilancia, es decir automatizar una casa, un edificio, siguiendo los parámetros necesarios para hacerlo como la domótica y la inmótica.

En el mercado existe variedad de microcontroladores que siguen las mismas características que Arduino y en algunos dispositivos llegando a superarlo, pero esto implica que su funcionamiento y programación sean complejas, orientándolos a tener un alto conocimiento para poder utilizarlos, Arduino simplifica todo el proceso que requiere controlar un microcontrolador.

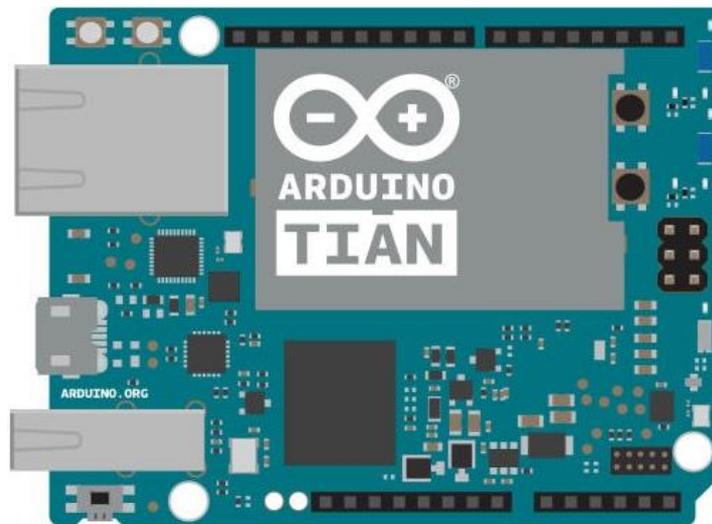
Entre sus principales características Arduino es una de las placas de fácil uso y accesibles a su programación comparadas con otras plataformas. Además de ser multiplataforma soportado en los sistemas operativos comunes de hoy en día como: Windows, Macintosh y Linux. De esta forma el software Arduino está publicado bajo una licencia libre, que beneficia a los que recién empiezan a utilizarlo como a los programadores y desarrolladores que continúan y mejoran los proyectos dando una mayor acogida a la comunidad que siguen Arduino permitiéndole avanzar y evolucionar a esta plataforma.

Arduino cuenta con variedad de modelos que se diferencian por su capacidad de procesar la información como las mejoras que tienen, entre las principales son:

- Arduino TIAN
- Arduino YÚN

- Arduino MEGA
- Arduino UNO
- Arduino MICRO
- Arduino NANO
- Arduino MINI

#### 1.6.1.1 *Arduino TIAN*



*Ilustración I-7 Arduino TIAN (Arduino, 2015)*

Tian es la reciente creación de Arduino lanzado hasta la fecha Noviembre del 2015, siendo el que mejor características tiene como son: su microcontrolador Atmel® SAM D21 MCU a 32bits con su núcleo ARM Cortex® M0 y Qualcomm Atheros AR9342, siendo un procesador MIPS: (*Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages*) microprocesador sin bloqueos en las etapas de segmentación, que opera hasta los 560MHz. Además cuenta con su módulo Wi-Fi de doble banda que funciona en frecuencia desde 2.4 a 5 GHz. Soporta Linux basado en OpenWRT llamado Linino, tiene 4 GB de memoria eMMC para cargar el sistema operativo como para construir sus propios productos. Esta versión de Arduino tiene características similares a un Smartphone pero dando la

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local  
posibilidad de su programación interna para controlar sistemas complejos desde  
este pequeño dispositivo.

### 1.6.1.2 Arduino YÚN



*Ilustración I-8 Arduino YÚN (Arduino, 2015)*

Esta placa contiene entre sus principales características el microcontrolador ATmega32u4, con su procesador MIPS de 400MHz Atheros AR9331, contiene un cristal oscilador de 16 MHz, se le incorpora Ethernet y Wi-Fi, tiene 20 pines de entrada / salida digitales 7 son salidas PWM y 12 como entradas analógicas, soporta la distribución Linux basada en OpenWrt llamado Linino siendo el primer Arduino en combinar Linux con el fácil uso que estos dispositivos tienen.

### 1.6.1.3 Arduino MEGA



Ilustración I-9 Arduino MEGA (Arduino, 2015)

La placa Arduino Mega 2560 tiene el microcontrolador Atmega2560 contiene un cristal oscilador de 16 MHz, integra 54 pines de entrada / salida digitales 14 se las puede utilizar como salidas PWM, 16 entradas analógicas, 4 UARTs puertos serial. Es uno de los dispositivos con más pines teniendo la capacidad de controlar proyectos que requieran gran demanda pudiendo reemplazar a varios Arduinos anteriores para fusionarlo en uno solo. Además que es compatible con la mayoría de shields diseñados para Arduino siendo uno de los más completos gracias a la capacidad y compatibilidad que ofrece para realizar cualquier reto que se ponga en frente.

#### 1.6.1.4 Arduino UNO

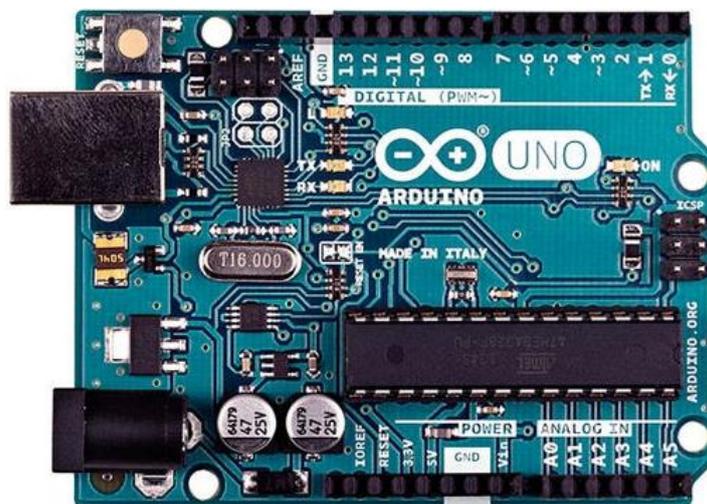


Ilustración I-10 Arduino UNO (Arduino, 2015)

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

*El Arduino UNO R3 tiene el microcontrolador ATmega328 a diferencia de sus versiones anteriores que venían con el ATmega16U2, entre sus nuevas mejoras tiene ratios más rápidos y más memoria, además de adaptar nuevos pines para mejorar la conexión con los shields en cuanto al voltaje, contiene un cristal oscilador de 16 MHz, cuenta con 14 pines de entrada / salida digitales, 6 se los puede utilizar como salidas PWM, 6 entradas analógicas. Esta placa es la más utilizada debido a la gran acogida que tiene alrededor de todo mundo por lo que tiene mucha documentación siendo el más popular de los Arduinos para empezar a construir nuevos proyectos, ya que está abierto para todas las personas que tienen conocimientos básicos de programación y electrónica.*

#### *1.6.1.5 Arduino MICRO*



*Ilustración I-11 Arduino MICRO (Arduino, 2015)*

Es una placa basada en el mismo microcontrolador ATmega32u4 que tiene el Arduino YÚN con la diferencia de no tener las mismas características debido a su tamaño, contiene un cristal oscilador de 16 MHz, tiene 20 pines digitales de entrada / salida 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 entradas como analógicas, debido a su tamaño puede ser colocado en una placa o para realizar pruebas en un protoboard.

#### *1.6.1.6 Arduino NANO*

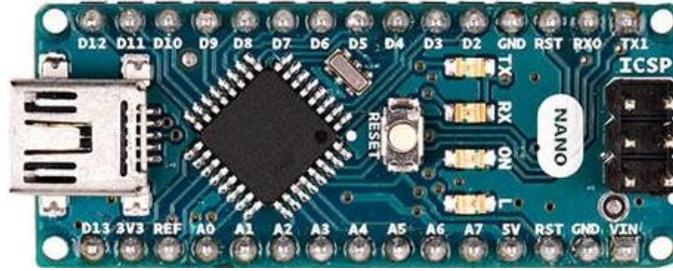


Ilustración I-12 Arduino NANO (Arduino, 2015)

Es una placa basada en el mismo microcontrolador ATmega328 que tiene el Arduino UNO con la diferencia de no tener las mismas características debido a su tamaño ya que además necesita una fuente de alimentación externa, contiene un cristal oscilador de 16 MHz, tiene 14 pines digitales de entrada / salida 6 se pueden utilizar como salidas PWM y 8 entradas como analógicas, debido a su tamaño pero a su gran capacidad puede llevar a cabo tareas destinadas para espacios pequeños y de igual forma para hacer pruebas directamente en un protoboard.

#### I.6.1.7 Arduino MINI

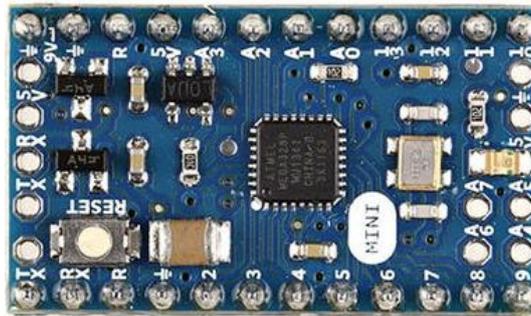


Ilustración I-13 Arduino Mini (Arduino, 2015)

El Arduino MINI 05 es una placa pequeña pero utiliza el mismo microcontrolador ATmega328 que está presente en algunos Arduinos básicos pero que dan una buena capacidad de procesar la información, de igual forma que el Arduino NANO contiene un cristal oscilador de 16 MHz, tiene 14 pines digitales de entrada / salida 6 se pueden utilizar como salidas PWM y 8 entradas como analógicas, para su programación es necesario un adaptador USB de serie.

Fue diseñado para ser utilizado en espacios sumamente limitados y de difícil acceso.

*1.6.1.8 Tabla de características Arduino*

ARDUINO	Arduino TIAN	Arduino YÚN	Arduino MEGA	Arduino UNO R3	Arduino MICRO	Arduino NANO	Arduino MINI 05
<b>Base de ARM</b>	ARMCortex-M0	AVR microcontrolador					
<b>Microcontroladores</b>	SAMD21G 18, 48 pines LQFP	ATmega32u4	ATmega2560	ATmega328	ATmega32u4	ATmega328	ATmega328
<b>Tensión de funcionamiento</b>	3.3V	5V	5V	5V	5V	5 V	5V
<b>Voltaje de entrada (recomendado)</b>		5V	7-12V	7-12V	7-12V	7-12 V	7.9 V
<b>Voltaje de entrada (límites)</b>			6-20V	6-20V	6-20V	6-20 V	
<b>Pines digitales E / S</b>	20, y UART	20	54	14	20	14	14
<b>Canales PWM</b>	12 PWM	7 PWM (3,5,6,9,10,11,13)	15 PWM (2-13, 44-46)	6 PWM (3,5,6,9,10,11)	7 PWM (3,5,6,9,10,11,13)	6 PWM (3,5,6,9,10,11)	6 PWM (3,5,6,9,10,11)
<b>Pines de entrada analógica</b>	6, canales ADC de 12 bits	12	16	6	12	8	8
<b>Pines de salida analógica</b>	1, 10-bit DAC						

<b>Interrupciones Externas</b>	No especifica	4 Interrupts. Pin3 - Int 0, pin2 - int 1, pin0 - int 2, pin1 - int 3, pin7 - int 4	5 Interrupts. Pin2 - Int 0, pin3 - int 1, pin21 - int 2, pin20 - int 3, pin19 - int 4, pin18 - int 5	2 Interrupts Pin2 - Int 0, pin3 - int 1)	2 Interrupts. Pin2 - Int 0, pin3 - int 1	2 Interrupts. Pin2 - Int 0, pin3 - int 1	
<b>Corriente DC por pin E / S</b>	7mA	40mA	40mA	40mA	40mA	40mA	40mA
<b>Corriente DC de pin 3.3V</b>		50mA	50mA	50mA	50mA		
<b>Memoria flash</b>	256 KB	32KB (4KB utiliza gestor de arranque)	256KB (8KB utiliza gestor de arranque)	32KB (0,5KB utiliza gestor de arranque)	32KB (4KB utiliza gestor de arranque)	32KB (2KB utiliza gestor de arranque)	32KB (2KB utiliza gestor de arranque)
<b>SRAM</b>	32 KB	2,5 KB	8 KB	2 KB	2,5 KB	2 KB	2 KB
<b>EEPROM</b>		1 KB	4 KB	1 KB	1 KB	1 KB	1 KB
<b>Velocidad de reloj</b>	48 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz
<b>Largo</b>		73 mm		68,6 mm	48 mm	45 mm	30 mm
<b>Anchura</b>		53 mm		53.4 mm	18 mm	18 mm	18 mm
<b>Peso</b>		32 g		25 g	13 g	5 g	
<b>Dimensiones</b>						0,73 "x 1,70"	
<b>Linux Microprocesador</b>							

<b>Procesador</b>	Procesador MIPS Atheros AR9342 74Kc MIPS	Procesador MIPS Atheros AR9331					
<b>Arquitectura</b>	procesador que funciona hasta 560MHz	MIPS @ 400MHz					
<b>Ethernet</b>		IEEE 802.3 10/100 Mbit / s					
<b>Wi-Fi</b>	IEEE802.11n 2x2 2.4 / 5 GHz de doble banda	IEEE 802.11b / g / n					
<b>USB</b>		USB Tipo-A 2.0 Host					
<b>Lector de tarjetas</b>		Sólo Micro-SD					
<b>RAM</b>	64MB DDR2	64 MB DDR2					
<b>Memoria flash</b>	16 MB	16 MB					
<b>eMMC de Flash</b>	4 GB						
<b>Modo dual</b>	Bluetooth con EDR / BLE 4.0						
<b>Bluetooth 4.0</b>	CSR8510						
<b>Soporte PoE 802.3af tarjeta</b>		si					

<b>compatible</b> <b>(consulte la nota</b> <b>más abajo)</b>							
<b>Voltaje de</b> <b>entrada (micro</b> <b>USB)</b>	5V / 1A						
<b>La temperatura</b>	Funciona- miento 0 ° ~ 60 ° C						
	De almacena- miento - 10 ° ~ 60 ° C						

Tabla I-1 Características Arduinos

## I.6.2 Shields de Arduino

### I.6.2.1 *Arduino Ethernet Shield 2*

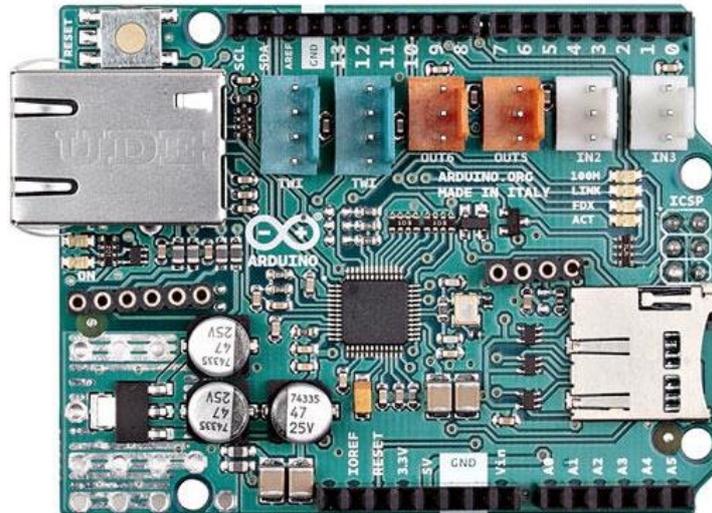
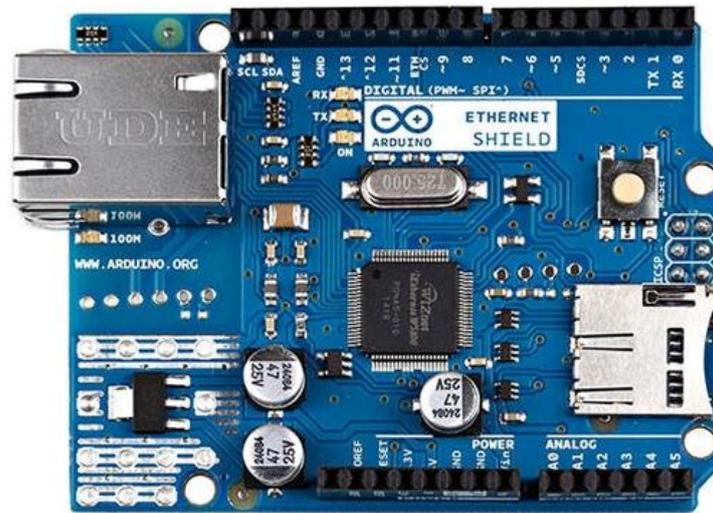


Ilustración I-14 Arduino Ethernet Shield 2 (Arduino, 2015)

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

Esta placa permite la conexión a internet o controlarlo desde una red local, depende de una placa Arduino compatible que tenga soporte con SPI, se basa en el chip Wiznet W5500 Ethernet que permite la conexión RJ-45 estándar en red (IP) soporta hasta ocho conexiones de socket simultaneas mediante los puertos TCP y UDP, para su programación en red se requieren de sus librerías correspondientes para conectar con una placa Arduino compatible.

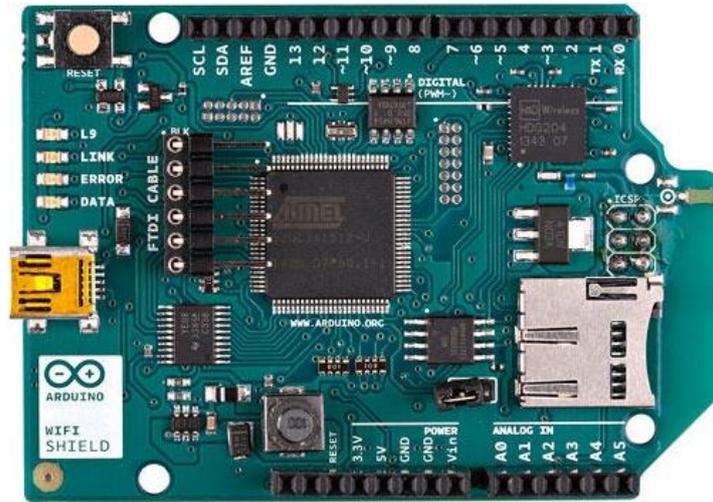
### 1.6.2.2 *Arduino Ethernet Shield*



*Ilustración I-15 Arduino Ethernet Shield (Arduino, 2015)*

Esta placa permite la conexión a internet o controlarlo desde una red local, depende de una placa Arduino compatible que tenga soporte con SPI, se basa en el chip Wiznet W5100 Ethernet que permite la conexión RJ-45 estándar en red (IP) soporta hasta ocho conexiones de socket simultaneas mediante los puertos TCP y UDP, para su programación en red se requieren de sus librerías correspondientes para conectar con una placa Arduino compatible.

### 1.6.2.3 *Arduino Wi-Fi Shield*



*Ilustración I-16 Arduino Wi-Fi Shield (Arduino, 2015)*

Esta placa permite la conexión a internet o controlarlo desde una red de forma inalámbrica, depende de una placa Arduino compatible que tenga soporte con SPI, se basa en el chip Atmel AT32UC3 que permite la conexión utilizando la norma 802.11(Wi-Fi) en red (IP) mediante los puertos TCP y UDP, pudiendo conectarse a redes inalámbricas que operan con las especificaciones 802.11b y 802.11g, para su programación en red se requieren de sus librerías correspondientes para conectar con una placa Arduino compatible.

#### *1.6.2.4 Arduino 4 Relays Shield*

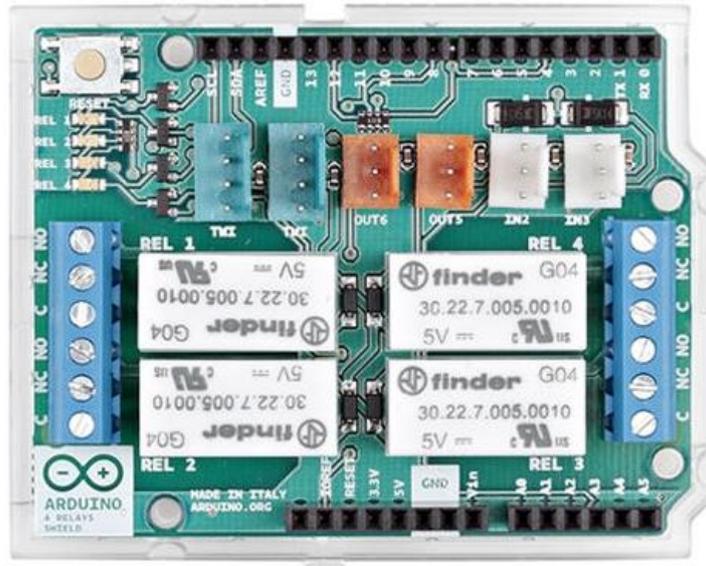


Ilustración I-17 Arduino 4 Relays Shield (Arduino, 2015)

La placa Arduino 4 Relays Shield dedicado para conducir cargas de alta potencia que no pueden ser controladas por los pines entrada / salida digitales de un Arduino común, debido a que tienen limitaciones de la intensidad y tensión del controlador.

#### I.6.2.5 Arduino GSM Shield 2



Ilustración I-18 Arduino GSM Shield 2 (Arduino, 2015)

Esta placa permite la conexión a internet mediante la red inalámbrica GSM/GPRS, depende de una placa Arduino compatible que tenga soporte para esta placa, se basa en el chip Quectel de radio M10 que un modem cuatribanda GSM/GPRS que funciona bajo las frecuencias GSM850MHz, GSM900MHz, DCS1800MHz y PCS1900MHz compatible con los puertos TCP, UDP y HTTP, pudiendo conectarse a una red celular como también la opción de enviar y recibir

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

llamadas, por lo que es necesario una tarjeta SIM, para su programación se requieren de sus librerías correspondientes para conectar con una placa Arduino compatible.

#### 1.6.2.6 Arduino Motor Shield

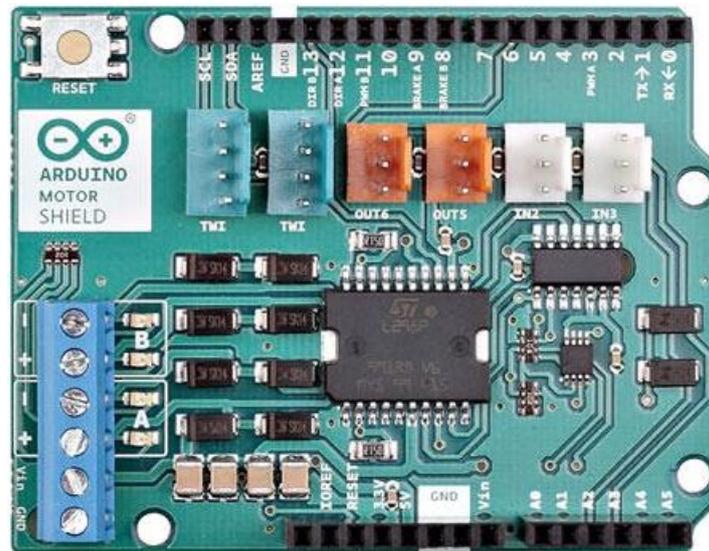


Ilustración I-19 Arduino Motor Shield (Arduino, 2015)

La placa Arduino Motor Shield basado el chip L298 que es un controlador de puente completo para manejar cargas inductivas como los relés, solenoides DC y motores paso a paso, dedicado para conducir motores de corriente continua, controlar su velocidad y dirección de forma independientes, también se pueden medir la absorción de corriente del motor.

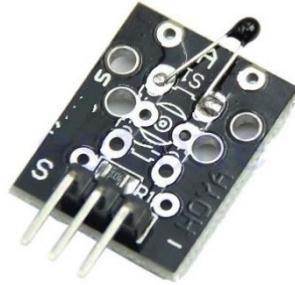
#### 1.6.2.7 Tabla compatibilidad Shields de Arduino

Shields	Arduino TIAN	Arduino YÚN	Arduino MEGA	Arduino UNO R3	Arduino MICRO	Arduino NANO	Arduino MINI 05
Arduino Ethernet Shield 2	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Arduino Ethernet Shield	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
Arduino Wi-Fi Shield	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
Arduino 4 Relays Shield	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Arduino GSM Shield 2	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Arduino Motor Shield	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Tabla I-2 Compatibilidad Shields de Arduino

### I.6.3 Sensores Arduino

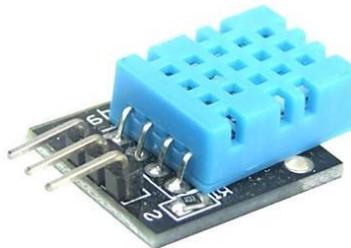
#### I.6.3.1 *Arduino KY-013: Modulo Sensor de Temperatura*



*Ilustración I-20 Modulo Sensor de Temperatura (Arduino F. , 2014)*

Este módulo contiene un termistor, es decir una resistencia que varía según la temperatura del ambiente, obtiene los distintos valores de temperatura del ambiente en tiempo real que posteriormente son enviados a un dispositivo compatible para recibirlos como lo es conectándolo al Arduino en uno de sus pines analógicos, se puede aplicar varios proyectos por ejemplo, alarmas térmicas, para control de un aire acondicionado.

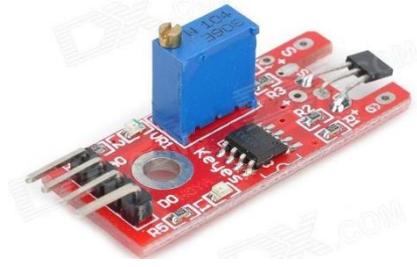
#### I.6.3.2 *Arduino KY-015: Módulo Sensor de Temperatura y Humedad*



*Ilustración I-21 Módulo Sensor de Temperatura y Humedad (Arduino F. , 2014)*

Este módulo integra un sensor de temperatura y humedad DHT11, obtiene distintos valores de la temperatura ambiente y la humedad, el cual envía una señal digital a su salida para ser procesada en un dispositivo compatible como Arduino para recibir los datos correspondientes. Debido a su tamaño compacto, además del bajo consumo de energía y a su señal de transmisión a distancia de hasta 20 metros, es utilizado en varios proyectos complejos y robustos.

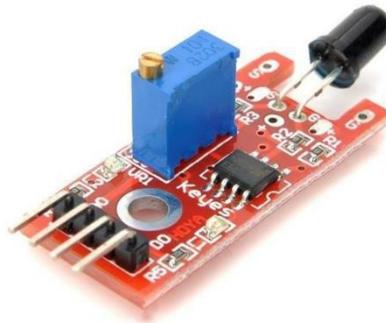
### **I.6.3.3** *Arduino KY-024: Modulo Sensor de Campo Magnético Lineal*



*Ilustración I-22 Modulo Sensor de Campo Magnético Lineal (Arduino F. , 2014)*

Este módulo integra un sensor de campo magnético que se puede calibrar según sea el caso, es compatible con el dispositivo Arduino, en el cual deberá conectarse al pin 13, debido a que al detectar un campo magnético el LED se encenderá de lo contrario permanece apagado, de esta manera que genera una alerta para ser procesada desde Arduino.

### **I.6.3.4** *Arduino KY-026: Modulo Sensor de Llamas*



*Ilustración I-23 Modulo Sensor de Llamas (Arduino F. , 2014)*

Este módulo integra un sensor de ondas infrarrojas que se puede calibrar según sea el caso, es compatible con el dispositivo Arduino, funciona entre las longitudes de onda infrarroja 760 nm a 1100 nm, es más sensible utilizando dos salidas a 60 grados. Salida analógica: señal analógica de tensión conectada a una resistencia térmica. Señal digital: cuando la temperatura alcanza ciertos umbrales la salida del sensor sube y baja en conjunto con la temperatura.

**I.6.3.5 Arduino KY-037: Modulo Sensor de Micrófono Sensible**



*Ilustración I-24 Modulo Sensor de Micrófono Sensible (Arduino F. , 2014)*

Este módulo integra un sensor de micrófono sensible al ruido, que se puede calibrar el umbral según sea el caso, es compatible con el dispositivo Arduino, tienen dos salidas para la detección de sonido: salida analógica, la señal de tensión de salida en tiempo real del micrófono, salida digital cuando la intensidad del sonido alcanza un cierto umbral, la salida de señal de alta y baja.

	<b>Arduino KY-013</b>	<b>Arduino KY-015</b>	<b>Arduino KY-024</b>	<b>Arduino KY-026</b>	<b>Arduino KY-037</b>
<b>Sensor</b>	Temperatura	Temperatura y Humedad	Campo Magnético Lineal	Llamas	Micrófono Sensible
<b>Rango de Medición Temperatura</b>	-55°C ~ +125°C	0 ~ 50 °C.			
<b>Rango de Medición Humedad</b>	20-90% RH				
<b>Rango de Medición onda infrarroja</b>				760 nm a 1100 nm	
<b>Precisión Temperatura</b>	±0.5°C	±2 °C.			
<b>Precisión Humedad</b>	±5% RH				
<b>Resolución Humedad</b>		1% RH			

<b>Resolución Temperatura</b>		1 °C.			
<b>Voltaje de Suministro</b>	5v DC	3.3 ~ 5.5V DC	5v DC	5v DC	5v DC
<b>Salida</b>	Analógica	Digital	Digital	Analógica / Digital	
<b>Conexión</b>					
<b>Pin Conexión Arduino</b>	Pin 5, Señal	Pin 8	Pin 13	Pin 3 analógico, o, Pin 4 digital	Pin 3 analógico, Pin 4 digital
	Pin GND	Pin GND	Pin GND	Pin GND	Pin GND
	Pin 5V	Pin 5V	Pin 5V	Pin 5V	Pin 5V
<b>Estabilidad a Largo Plazo</b>		<± 1% RH / Año.			

Tabla 1-3 Características Sensores Arduino

## I.7 Software

### I.7.1 Android

Es un sistema operativo está basado en Linux, que es un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma, diseñado para teléfonos móviles prácticamente desconocido hasta el año 2005 debido a que Google lo compro. Su primera versión fue en el año 2007 con la creación de la *Open Handset Alliance*, que agrupa a muchos fabricantes de teléfonos móviles, como de procesadores y Google para la creación de estándares que se complementarían con los dispositivos móviles, junto con el SDK (Software Development Kit) para los programadores empiecen a crear aplicaciones para este sistema operativo. Aunque su avance fue lento debido a que primero se creó el sistema operativo antes que el primer dispositivo compatible que cumpla con requerimientos para funcionar con Android. (Robledo & Robledo, 2012)

Android es el sistema operativo utilizado en más de mil millones de teléfonos inteligentes, *tablets* o *smartphones*, y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Las versiones de Android estaban basados en el dicho

“Estos dispositivos nos endulzan la vida”, por eso ponen a cada versión de Android el nombre de un dulce. Cada versión de Android hace que algo nuevo sea posible, como obtener direcciones, controlar sensores, cortar en rodajas en una fruta virtual.

### I.7.2 Versiones Android

Versiones Android			
A:		Apple Pie (1.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarta de manzana.</li> </ul>
B:		Banana Bread (1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pan de plátano.</li> </ul>
C:		Cup cake (1.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magdalena.</li> </ul>
D:		Donut (v1.6) Rosquilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda la información del mundo a tu alcance: busca en la Web, obtén indicaciones... o simplemente mira videos de gatos.</li> </ul>
E:		Éclair (v2.0/v2.1) Pepito o relámpago.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haz lo que quieras con tu pantalla principal. Organiza las aplicaciones y los widgets en varias pantallas y dentro de carpetas. Los increíbles fondos de</li> </ul>

			<p>pantalla animados responden al tacto.</p>
F:		<p>Froyo (v2.2) Yogur helado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo tienes que hablar para usar el Dictado por voz que te permite ingresar texto y las Acciones de voz que te dejan controlar el teléfono.</li> </ul>
G:		<p>Gingerbread (v2.3) Pan de jengibre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los nuevos sensores hacen que Android sea excelente para juegos. Puedes tocar, presionar, inclinar y pasarte el día jugando.</li> </ul>
H:		<p>Honeycomb (v3.0/v3.1/v3.2) Panal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizada para tablets, esta versión abre nuevos horizontes donde quiera que estés.</li> </ul>
I:		<p>Ice Cream Sandwich (v4.0) Sandwich de helado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Android madura con un nuevo y refinado diseño. Sencillo, atractivo y más inteligente.</li> </ul>
J:		<p>Jelly Bean (v4.1/v4.2/v4.3) Gominola o pastilla de goma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Android es rápido y funciona a la perfección con gráficos definidos. Con Google Now, consigues la información que necesitas en el momento justo.</li> <li>• Y con más de un millón de aplicaciones en Google Play y miles de dispositivos Android, tienes la libertad de hacer lo que quieras en el dispositivo que más te guste.</li> </ul>

K:		KitKat (v4.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligente, simple y realmente tuyo. Diseño perfeccionado, rendimiento mejorado y nuevas funciones.</li> </ul>
L:		Lollipop (v5.0/v5.1) Piruleta63.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahora Android es mucho más tentador. Obtén la potencia de Android en pantallas grandes y pequeñas con la información que necesitas en el momento justo.</li> </ul>
M:		Marshmallow (v6.0) Malvavisco o nube 64.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduce un modelo de permisos rediseñado: ahora hay únicamente ocho categorías de permisos, y las aplicaciones ya no conceden automáticamente todos sus permisos específicos en el momento de la instalación.</li> </ul>

Tabla I-4 Versiones Android (Android, 2016)

## II. Capítulo 2: Metodología y Desarrollo

### II.1 Metodología

Este proyecto de grado fue desarrollado bajo la modalidad de dispositivo tecnológico, en el cual se quiere diseñar e implementar un dispositivo que cumpla con los requerimientos planteados, que además ofrezca la posible solución a un problema práctico para satisfacer las necesidades de la institución, basados en la modalidad de documentación y metodología de investigación analítica, siendo lo primordial la obtención de información sobre el tema tratado: la inmótica.

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

Para empezar con el desarrollo del proyecto es necesario recolectar la información pertinente sobre el tema y estar actualizado con los nuevos avances que tenga a nivel mundial. Se determinó tres etapas que se describen a continuación según su importancia: en la primera etapa se evalúa los dispositivos a controlar y se levanta la información necesaria. La segunda es la de diseñar el sistema en la que se definen los componentes necesarios a utilizar, como también los dispositivos microcontroladores que se utilizarán, además de conocer sus características y especificaciones. En la última etapa se analiza y se verifica su correcto funcionamiento evaluando al sistema y anticipando a sus posibles errores, para tener como resultado el producto final.

Luego de haber cumplido todas las etapas con los resultados obtenidos se puede concluir teniendo en cuenta las observaciones que se presenten en el desarrollo del proyecto.

## II.2 Desarrollo

### II.2.1 Investigación

Luego de haber obtenido la información del tema de la domótica e inmótica y de la investigación realizada sobre el tema, se describen sus conceptos y sus características como también de los componentes que se utilizarán como los dispositivos Arduino, se resume las principales tecnologías que están en el mercado de la automatización, se describen algunas siendo las más utilizadas, de las cuales según sus características y sus costos se eligen las más convenientes para llevar a cabo el dispositivo tecnológico planteado en el tema. Se documentó también información para la toma de decisiones del diseño del sistema y herramientas que se utilizarán para el desarrollo del proyecto.

Se consultó distintas fuentes digitales como: libros, publicaciones, páginas web de los fabricantes, con el fin de obtener la información necesaria para tener una base fundamental para sustentar el proyecto.

### II.2.2 Antecedentes del proyecto

Las aplicaciones de la domótica e inmótica para el control de la iluminación ya habían sido pensadas anteriormente, sin embargo su funcionamiento no el ideal

ya que dependían de un computador para su funcionamiento, que era el encargado de procesar la información, de esta forma se quiere lograr algo diferente, un dispositivo que sea independiente y eficiente que con solo conectarlo a la red local se pueda controlar a distancia diferentes opciones que interactúan con el dispositivo.

### II.2.3 Determinar los parámetros a controlar por el sistema inmótico

Luego de haber analizado la información obtenida y su funcionamiento se determinó que se controlará el sistema de iluminación utilizando la técnica PWM es decir, controlar la potencia con la que se encenderán las lámparas, para implementar un sistema de control automatizado, de la misma forma este sistema está previsto para funcionar no solo para el control de la iluminación, si no, para controlar cualquier equipo que funcione con la variación del voltaje o potencia como: ventiladores, motores, electrodomésticos, etc. Los parámetros que se analizaron son:

- **Gestión de energía**
  - Monitoreo de luces que estén encendidas.
  - Control a distancia de encendido y apagado de luces.
  - Variación en la potencia de la iluminación desde un valor bajo, medio y alto.

### II.2.4 Diseño del sistema inmótico

Para realizar el diseño del sistema propuesto, se sigue en base al siguiente razonamiento, describiendo los criterios, requerimientos y configuraciones.

- El sistema que se está diseñando parte desde la investigación realizada como también desde los conocimientos y destrezas adquiridos en la carrera teniendo como base una visión académica como su principal objetivo el de realizar un sistema inmótico que sugiera una solución práctica para el ahorro de energía.
- El hardware diseñado para este sistema es sencillo pero capaz de tener compatibilidad con las placas Arduino, además de que su fabricación sea a bajo costo y pueda ser probado en la universidad.

- El software diseñado está basado en programación orientada a objetos en una versión sencilla en la que demuestre su funcionamiento de control respuesta con el hardware.
- Para el hardware se diseñará el circuito con sus componentes en base al reducido espacio que debe contener para ser adaptable a los pines del Arduino.

#### II.2.4.1 Esquema del sistema inmótico

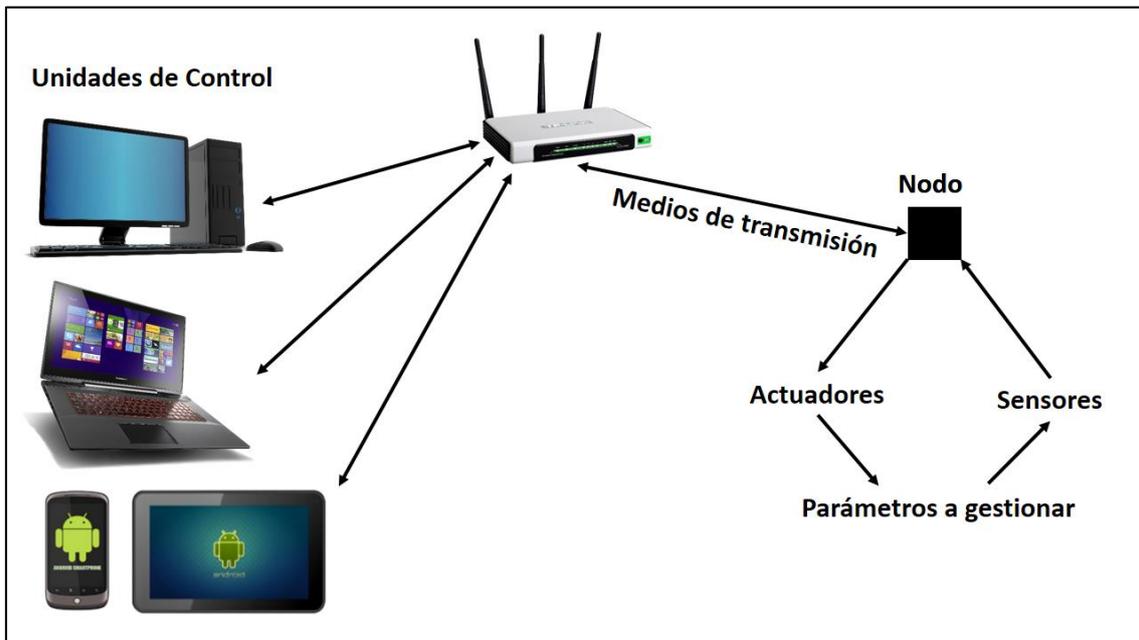


Ilustración II-1 Esquema del Sistema Inmótico

Con lo descrito anteriormente en la investigación del marco teórico en el capítulo 1 (ver I.4.3 Elementos básicos de un sistema domótico), están compuestos de tres grupos: Nodos (son los que agrupan a otros elementos como el hardware), actuadores y dispositivos de entrada, que utilizando algún tipo de comunicación como los medios de transmisión que se utilicen, son controlados por medio de diferentes unidades de control de forma remota que pertenezcan a la misma red local. El esquema se muestra en la Ilustración II-1

Siguiendo el esquema, y tomando en cuenta los parámetros que ya se definieron anteriormente, se tienen las siguientes etapas y dispositivos.

- **Control de Actuadores:** Son los que permiten ejercer control sobre los elementos que forman parte de los parámetros definidos (ver II.2.3)

- **Procesamiento de Datos:** Para que haya la comunicación con los nodos es necesario que las unidades de control envíen la información y exista retroalimentación con el sistema, generalmente son la parte física el hardware, una computadora, un Smartphone. Sobre estos dispositivos de control se lanzará el software que interpretará y enviará comandos al sistema para accionar a los actuadores y ejecutar la programación según sea el caso, se mostrará una interfaz de usuario que interactúe con el sistema para su manejo y control.

- **Transmisión de datos:** Es necesario que exista una comunicación, que se pueda recibir y enviar información entre los dispositivos de red.

Para la comunicación entre los actuadores y las unidades de control, la señal que se envía puede no ser equivalente es decir, que la parte del hardware (Arduino) del circuito debe interpretarla para que se complete la comunicación y reciba la respuesta de que se completó con éxito la orden enviada. La interfaz mostrada al usuario permite acoplar estas señales para que se establezca la comunicación.

La infraestructura necesaria para que todos los dispositivos se comuniquen entre sí, dependerá de cómo están definidos en los objetivos planteados anteriormente. Para ello existen diversas formas de realizar la instalación, en este caso se utilizará cableado para una red local, donde las unidades de control se conectarán a la misma red por medio de un router que permite conectar de forma inalámbrica Wi-Fi como también por cable de red, y el nodo que controlará al circuito también tiene la opción de conectarse a la misma red local, por medio de una tarjeta de Ethernet. Con lo referente a la alimentación necesaria para su funcionamiento se podría usar de dos formas, por medio de cableado eléctrico o a través de baterías externas.

#### *II.2.4.2 Selección de componentes para el circuito*

Para la elección de los elementos que conformarán el circuito se tomó en cuenta los parámetros descritos anteriormente se basa en las siguientes consideraciones y de sus características:

- Los componentes a utilizarse dependen de dos opciones, la dimensión y el alcance que tendrá el sistema, principalmente del alcance ya que, si el sistema es extenso requerirá componentes con mejores características y de mayor complejidad en su funcionamiento, para este sistema se definió una dimensión estándar compatible con Arduino es decir, que se lo pueda anclar en sus respectivos pines.
- Como se describe anteriormente también se debe tomar en cuenta los requerimientos técnicos que debe tener el sistema, con sus características que cumplan las prestaciones para las que está diseñado.
- Debido a que en nuestro mercado no hay mucha disponibilidad de los componentes debido a sus características, se debe tomar en cuenta para la selección, y buscar alguno con similares características que cumplan con los requerimientos del circuito o prever con tiempo la hacer la importación de dichos componentes del exterior y sus costos.
- Realizar un diseño sencillo pero que permita implementar las funciones del sistema, y que sean de fácil construcción y que se tengan información para revisar su funcionamiento y características internas.
- Además se requiere que el circuito y sus componentes sean elegidos de acuerdo a su costo debido a que su implantación requerirá la menor inversión posible.

Siguiendo con las consideraciones descritas antes, y los requerimientos necesarios para su funcionamiento, los componentes que se seleccionaron para el diseño del sistema son los descritos a continuación.

	<b>Listado de Elementos</b>
1	Triac BT136 4A o BTA16 16A
1	Optoacoplador 4N25
1	Optoacoplador MOC3021
2	Socalos 4x4
1	Rectificador de onda de 1 Amperio
2	Resistencias de 30K $\Omega$ a ½ Watt
1	Resistencia de 1K $\Omega$ a ½Watt
1	Resistencia de 10K $\Omega$ a ½Watt

1	Resistencia de 560Ω a ½Watt
1	Fusible
1	Porta Fusible
2	Borneras dobles
1	Peineta hembra
1	Peineta Macho
1	Foco
1	Boquilla
1	Funda de Cloruro Férrico
1	Placa de cobre

Tabla II-1 Listado de Elementos

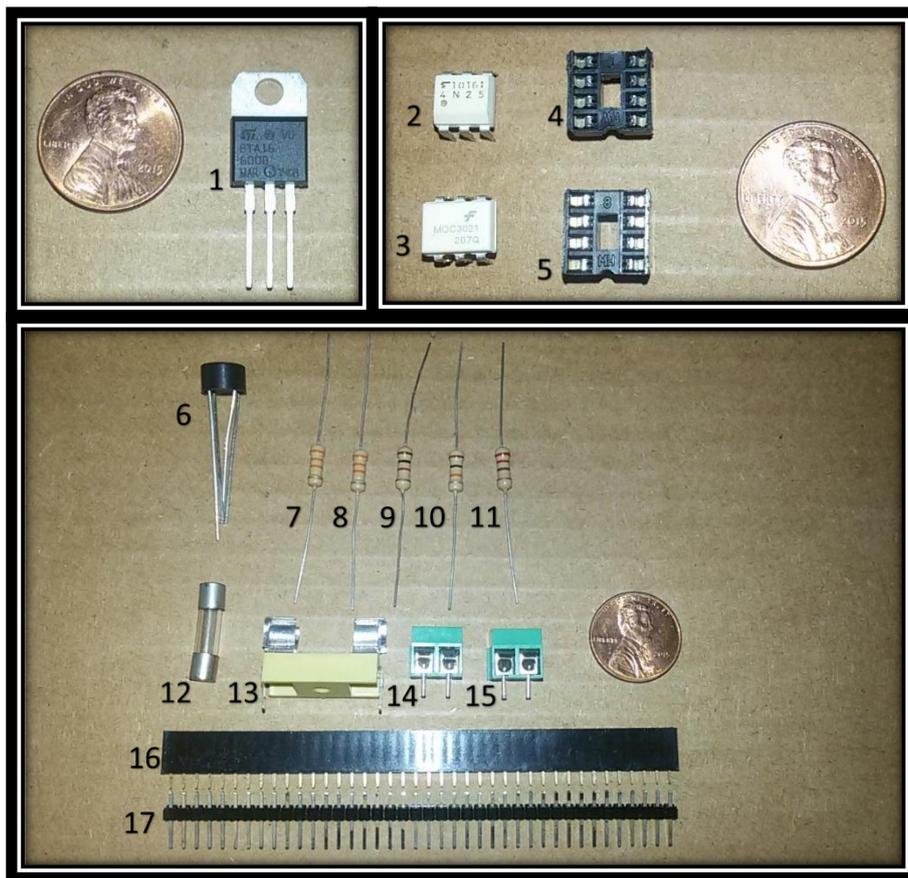
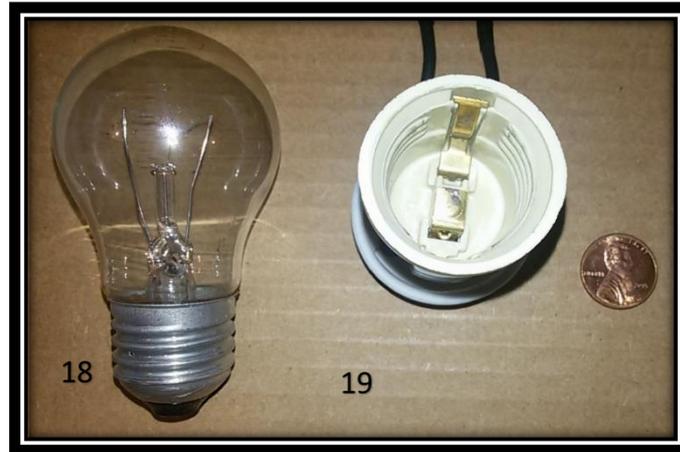


Ilustración II-2 Listado de componentes electrónicos



*Ilustración II-3 Listado de componentes eléctricos*

Para el control desde un microcontrolador se utilizará Arduino, según las especificaciones mostradas en el capítulo 1 (ver I.6.1.4 Arduino UNO), se usara este por sus especificaciones que son las necesarias para desarrollar el proyecto ya que cuenta con la opción para PWM, además de conseguirlo a bajo costo y siendo el más utilizado de los Arduinos hasta el momento.



*Ilustración II-4 Arduino UNO*

Para el control a distancia del dispositivo siguiendo las características descritas en el capítulo 1 (ver I.6.2.2 Arduino Ethernet Shield), se utilizará la siguiente para la conexión en una red local y a su vez al Arduino UNO que es compatible con esta shield.

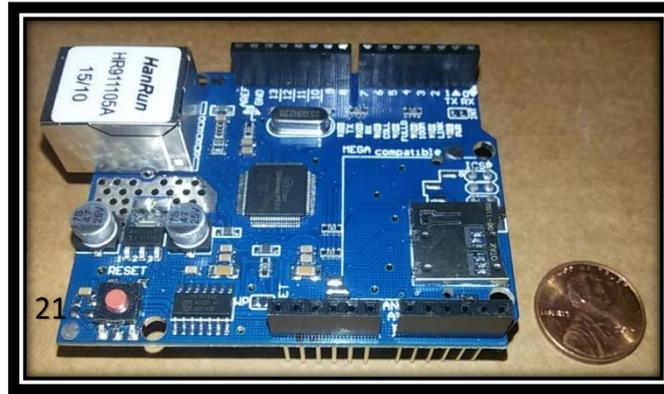


Ilustración II-5 Ethernet Shield

Los números en las Ilustraciones corresponden a los componentes necesarios para desarrollar el proyecto, se los agrupará por grupos dependiendo de sus funciones en la siguiente tabla.

Actuadores	Son los que permiten la ejecución de acciones, como el control de iluminación
Microcontroladores	Placas programables que tienen que funcionan como unidades de control
Integrados	Circuitos integrados desarrollados bajo especificaciones que controlan funciones específicas.
Placa de circuitos	Componentes necesarios para la elaboración del circuito
Varios	Componentes varios

Tabla II-2 Clasificación de componentes

Componentes		
Componente	Descripción	Fuente
Optoacoplador 4N25, MOC3021	Permite aislar eléctricamente voltajes altos, por medio de un diodo led encapsulado con un fototransistor.	2,3
Arduino Uno	Microcontrolador ATmega328, su cristal oscilador es de 16MHz, 14 pines de entrada / salida (6 PWM), 6 entradas analógicas.	20

Ethernet Shield	Permite la conexión a internet o desde una red local, compatible con soporte SPI depende de un Arduino.	21
TRIAC BT136 o BTA16 600B	Su función es la de un interruptor en corriente alterna, cualquiera de los dos triac cumplen con su funcionamiento para este circuito, la diferencia varia en que el BT136 soporta 4A y el BTA16 soporta 16A si se quiere controlar componentes más grandes.	1
Rectificador de onda	Convierte la señal de voltaje alterno en voltaje continuo, necesario para que el Optoacoplador 4N25 funcione.	6
Socalo de 4x4	Necesarios para proteger a los optoacopladores del calor provocado al soldar.	4,5
Bornera	Bornera doble para conectar cables externos, de 120V y de la luminaria (foco)	14,15
Peineta Macho / Hembra	Necesarios para montar en la placa, que serán montados sobre Arduino.	16,17
Porta fusible	Necesario para montar un fusible	13
Fusible	Su función la de permitir el paso de la corriente al circuito en voltaje alterno 120v y proteger de algún posible cortocircuito.	12
Resistencias	Utilizadas para limitar el paso de corriente y proteger a los componentes del circuito.	7-11
Foco	Utilizado para comprobar el funcionamiento del circuito permitiendo variar la intensidad de la iluminación	18
Boquilla	Necesario para montar el foco	19

*Tabla II-3 Componentes Seleccionados*

Los números fuente corresponden a cada uno de los componentes mostrados en la Ilustraciones II-2 al II-5 respectivamente.

### II.2.4.3 Modelo del Sistema Inmótico

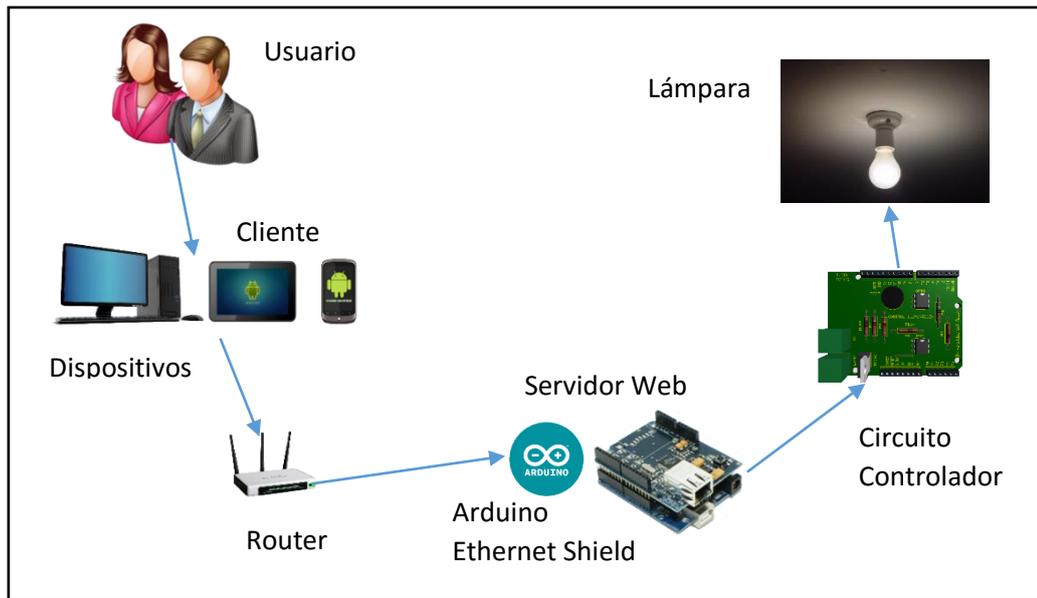


Ilustración II-6 Modelo del sistema

El modelo utilizado para el sistema es el de cliente / servidor como se indica en la Ilustración II-6, por la parte del cliente se puede utilizar el navegador del pc o también desde una aplicación móvil, que deberán estar en la misma red para que se establezca la comunicación con el servidor, es decir, que tanto los dispositivos como el Arduino Ethernet deben conectarse al mismo router o pertenecer a la misma red local, el servidor web está configurado en Arduino por lo tanto espera peticiones de los clientes y a su vez se comunica con el circuito para el control de potencia de la iluminación.

### II.2.4.4 Diseño de los circuitos

Para desarrollar el diseño del circuito es necesario utilizar una herramienta que nos permita hacer la simulación del circuito, se utilizará Proteus y con la ayuda de las librerías necesarias para Arduino se simulará el funcionamiento del circuito, se describirán los componentes a utilizar y su funcionamiento por partes para luego finalmente unirlos.

- **Proteus:** es una herramienta software orientada para la creación y simulación de circuitos electrónicos, utilizando en sus últimas versiones simulación de microcontroladores, con la finalidad de hacer más real la simulación, ya que si no se cuenta con estos dispositivos físicos fácilmente se los puede probar, además Proteus permite crear los circuitos impresos en

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

base al circuito creado, es decir para pasarlo a una placa utilizando varios métodos como: revelado, dibujado, transferencia térmica, serigrafía.

- **Instalación Proteus:** es necesario instalar una versión de Proteus compatible con las librerías de Arduino, recomendando utilizar superior a la versión 8, en este caso se utilizará la versión 8.3 SP2

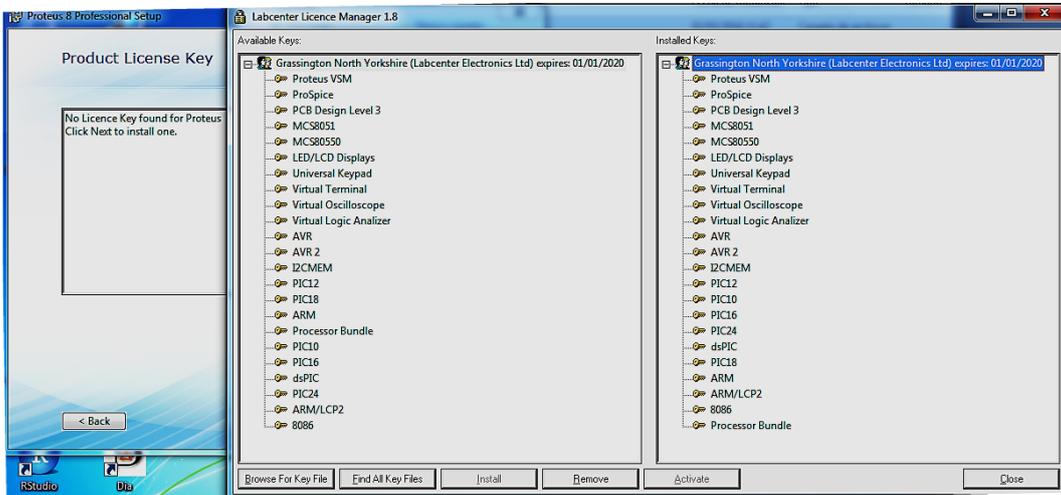


Ilustración II-7 Proteus Instalación Licencias

Es necesario tener el archivo que contiene las licencias para poder utilizar los componentes electrónicos en Proteus como se ve en la Ilustración II-7, cada una de las licencias instaladas contienen las distintas variedades de componentes electrónicos como son: resistencias, condensadores, integrados, microcontroladores, periféricos, etc.

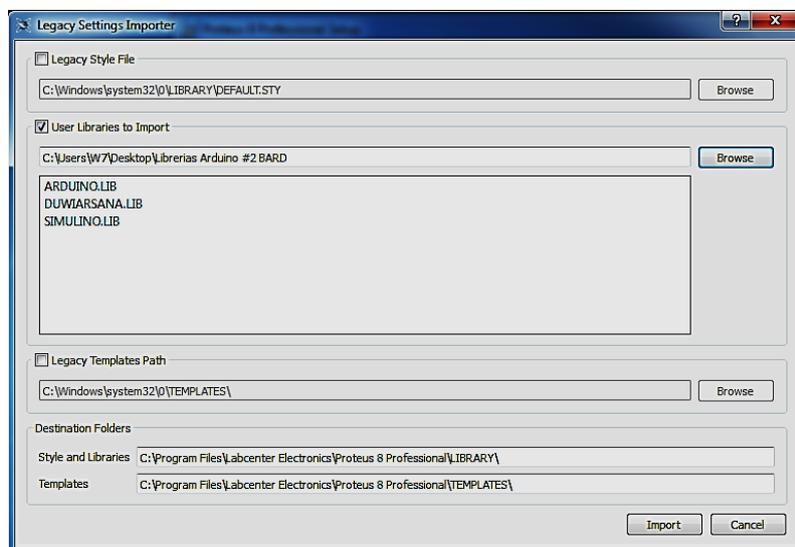


Ilustración II-8 Proteus Instalación Librerías

Para utilizar la simulación de Arduino desde Proteus es necesario instalar las librerías mostradas en la ilustración II-8, que contienen algunos de los componentes de Arduino como son: sensor de ultrasonido, simulino, UNO, MEGA, estos serán agregados a la lista de componentes del Proteus para poder utilizarlos y empezar a simular los proyectos como también verificar su funcionamiento, además de poder compilar código en el Arduino incluido en Proteus.

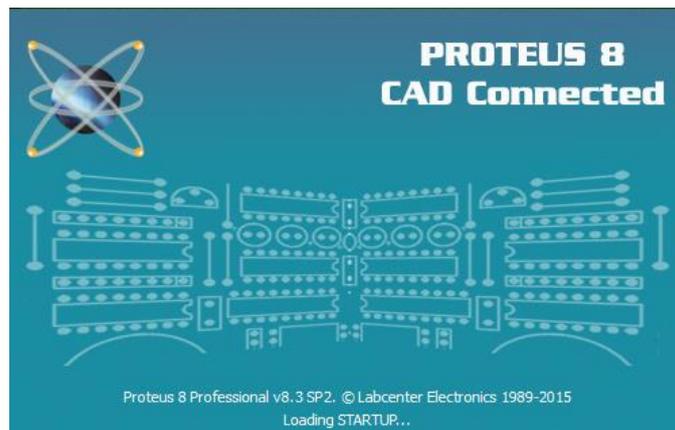


Ilustración II-9 Proteus v8.3 SP2

- **Rectificador de onda:** Los diodos rectificadores se utilizan para convertir la señal de corriente alterna (AC) a la señal de corriente directa (DC), son capaces de tomar la señal senoidal completa para obtener una salida que invierte los semiciclos negativos de la señal de manera que todos los ciclos vayan del lado positivo.

Existen dos tipos de rectificadores, el rectificador de media onda, que de la señal de entrada elimina el ciclo negativo, por tanto, la onda de salida tiene solo ciclos positivos cada medio periodo de la señal como se muestra en la Ilustración II-10

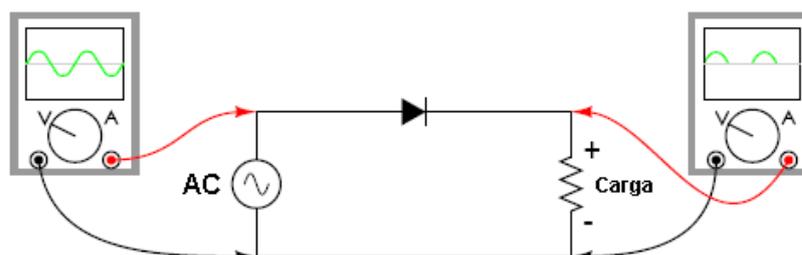


Ilustración II-10 Rectificador de media onda (UNAD, 2015)

El rectificador de onda completa, toma toda la señal de entrada e invierte el ciclo negativo y lo vuelve positivo obteniéndose una salida en la cual todos los ciclos de la señal son positivos, como se indica en la Ilustración II-11.

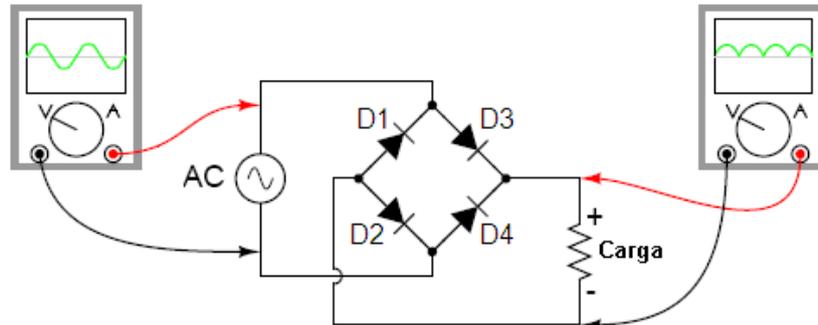


Ilustración II-11 Rectificador onda completa (UNAD, 2015)

- **Optoacopladores:** llamado también aislador acoplado ópticamente, su función la de emitir una luz por un diodo LED integrado que satura un componente interno generalmente un fototriac o fototransistor, su funcionamiento similar a un interruptor. Una de sus características entre la más importante la que convierte la señal eléctrica en una señal luminosa modulada para luego volver a convertir a señal eléctrica, motivo por el que es necesario utilizar un optoacoplador para desarrollar el circuito debido a su funcionamiento para obtener la señal eléctrica y enviarla a Arduino para procesarla.



Ilustración II-12 Optoacoplador 4N25 (g7electronica, 2015)

- **Optoacoplador 4N25:** Este optoacoplador es el que internamente lleva encapsulado un fototransistor que al entrar en saturación hace la función de un interruptor.

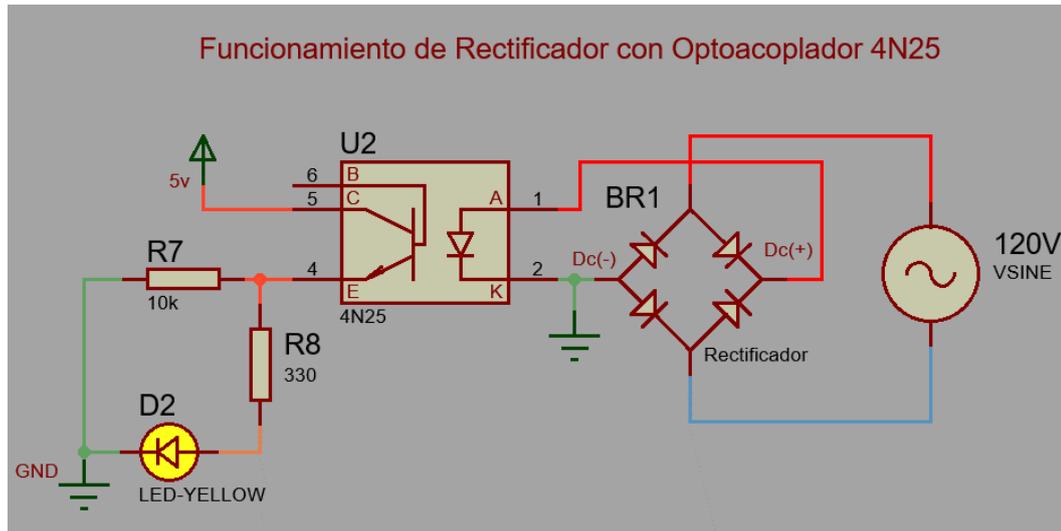


Ilustración II-13 Funcionamiento de Rectificador con Optoacoplador 4N25

Como se muestra en la Ilustración II-13, el componente tiene encapsulado a un fototransistor y un diodo led aislados internamente, al conectar el voltaje ac 120v el Rectificador envía el voltaje dc necesario al 4N25 en el pin 1 ánodo (+) y pin 2 cátodo (-) para que el diodo emita una luz al fototransistor, el pin 5 tiene 5v al saturar el componente hace las veces de un interruptor dando paso al pin 4 los 5v de entrada necesario para cerrar el circuito y encender el diodo led mostrado en la Ilustración II-13 demostrando su funcionamiento.

- **Optoacoplador MOC3021:** Este tipo de optoacoplador en cambio internamente lleva encapsulado un fototriac que al entrar en saturación hace la función de interruptor pero con la diferencia de que este puede soportar altas cargas de voltaje, ideal para el propósito del circuito que maneja voltaje de 120v. Igualmente están aislados internamente y entra en saturación mediante la luz emitida por diodo led.



Ilustración II-14 Optoacoplador MOC3021 (Electronicasmd, 2015)

Este tipo de optoacoplador es comúnmente utilizado para el control de válvulas, motores, lámparas para el control de potencia, por la carga que pueden soportar, con la alimentación desde 115/240Vac. El fototriac de

salida, en estado de corte, soporta picos de hasta 400Vac, tiene un buen aislamiento de hasta 7.500Vac a 60Hz. durante no más de 5 segundos.

- **TRIAC:** Es un componente proveniente de la familia de los tiristores dedicados para corriente alterna, diferenciándose de los tiristores comunes que son unidireccionales y el TRIAC es bidireccional, se puede decir que su función es la de un interruptor. Está compuesto de 3 electrodos T1 - T2 y Gate, las terminales T1 y T2 son los que cierran el circuito, el terminal G es la puerta o cebador, al entrar en saturación se abre el interruptor o pasa a tener continuidad entre T1 y T2 alimentando la carga. Los TRIACS tienen muchos modelos y tamaños generalmente se diferencian por el voltaje y la corriente que pueden soportar, algunos que manejan corrientes altas necesitan enfriamiento y se recomienda un disipador de calor para mantenerlo estable.



Ilustración II-15 TRIAC BT136 (Baudaelectronica, 2016)

- **TRIAC BT136:** Utilizado generalmente en circuitos de conversión de frecuencia, en ajuste y control tensión ac.

Actúa como un práctico conmutador para un circuito de corriente alterna, este TRIAC soporta una corriente de hasta 4 Amperios y picos de hasta 600v, funciona entre 120v a 220v ac, ideal para el control de potencia de la iluminación.

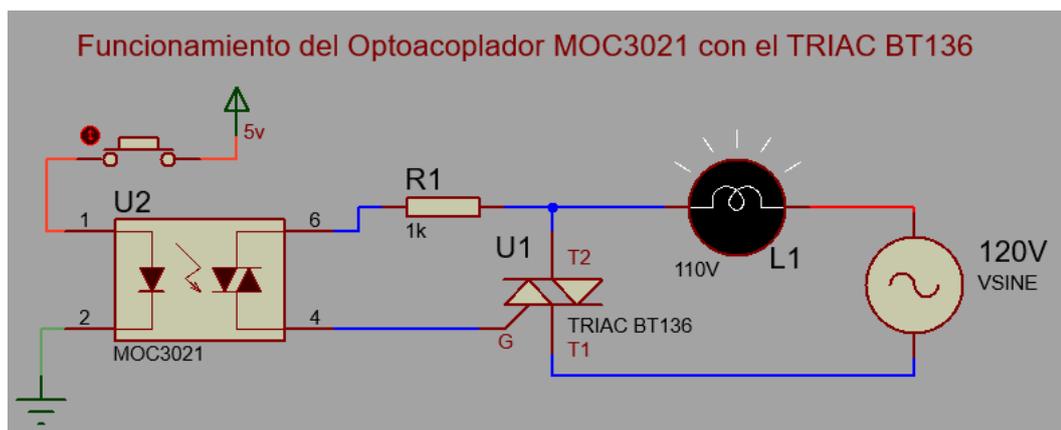


Ilustración II-16 Funcionamiento del TRIAC BT136 con Optoacoplador MOC3021

Como se muestra en la Ilustración II-16, este optoacoplador tiene encapsulado un diodo led y un fototriac aislados internamente, al conectar un voltaje 5v dc al MOC3021 en el pin 1 ánodo (+) y tierra en el pin 2 cátodo (-) son necesarios para encender el diodo led y emita una luz al fototriac, para saturar el componente haciendo las veces de un interruptor permitiendo la continuidad entre el pin 4 y pin 6 del componente, que son necesarios para cebar al terminal G del TRIAC BT136 permitiendo que de la misma forma exista continuidad entre los terminales T1 y T2 para cerrar el circuito y encender la lámpara que funciona a 120v ac.

- **TRIAC BTA16:** Tiene la misma configuración de sus pines que el anterior TRIAC, es adecuado para aplicaciones tales como aire acondicionado, lavadora, horno microondas, aspiradoras etc.

Utilizado para soportar más corriente que consumen los electrodomésticos, funciona entre 120v a 220v ac, soporta picos de hasta 600v y una corriente de hasta 16 amperios en este tipo de TRIAC se recomienda utilizar un disipador de calor al utilizarlo en su corriente máxima y para proteger al componente.

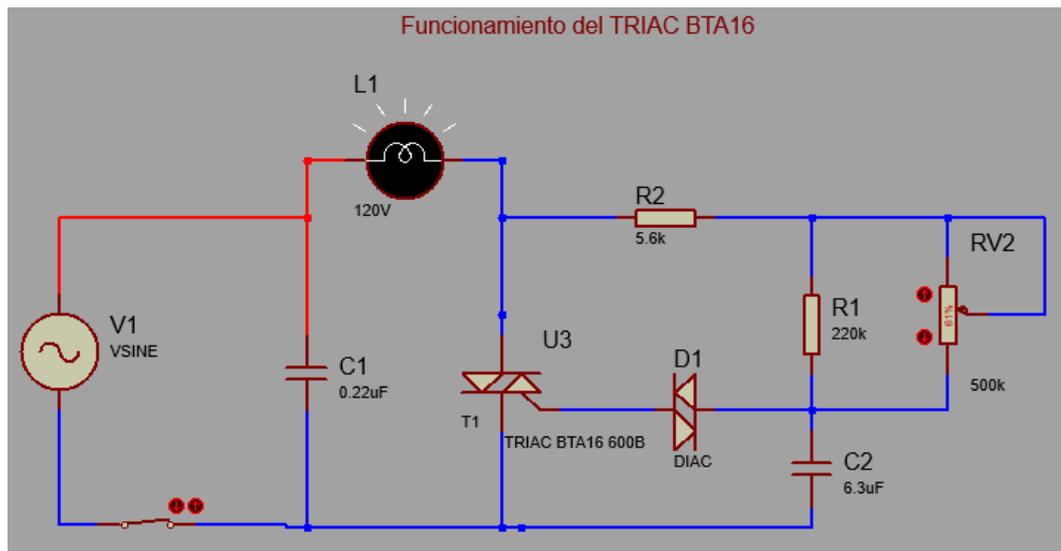


Ilustración II-17 Funcionamiento del TRIAC BTA16

El circuito que se muestra en la Ilustración II-17, pertenece al funcionamiento del TRIAC BTA16 utilizado en una aspiradora con alto consumo de corriente, el diagrama está diseñado para funcionar de forma analógica, el control de potencia es controlado por un potenciómetro que al variar la resistencia

tienen más o menos corriente que permite en este caso aumentar o disminuir la iluminación, en un motor utilizado en una aspiradora este varía en la velocidad de aspiración.

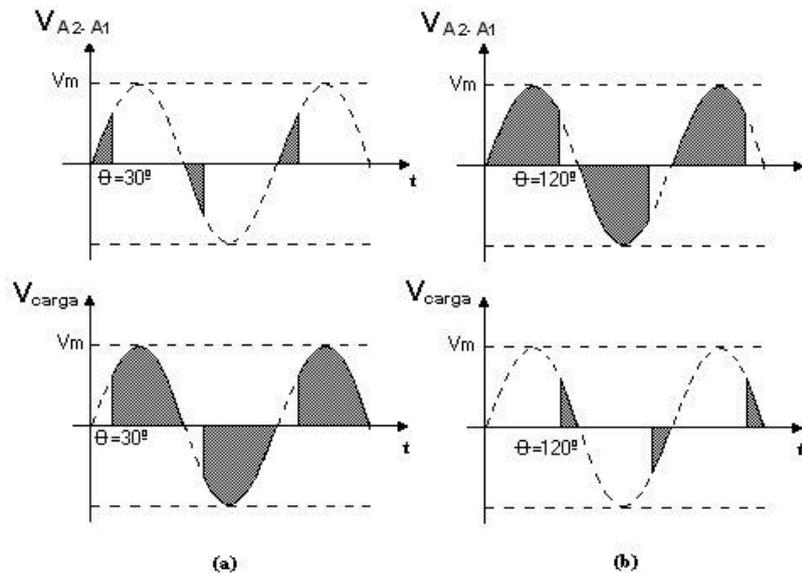


Ilustración II-18 Formas de onda de un TRIAC (Bueno, 2015)

- PWM: (Pulse Width Modulation)** la modulación por ancho de pulsos, es una técnica utilizada en circuitos digitales que se necesita emular una señal analógica. El control digital se utiliza para crear una onda cuadrada, una señal cambia entre encendido y apagado, que varía el control de potencia utilizando la señal de la onda senoidal y dependiendo del ángulo de inclinación de la señal.

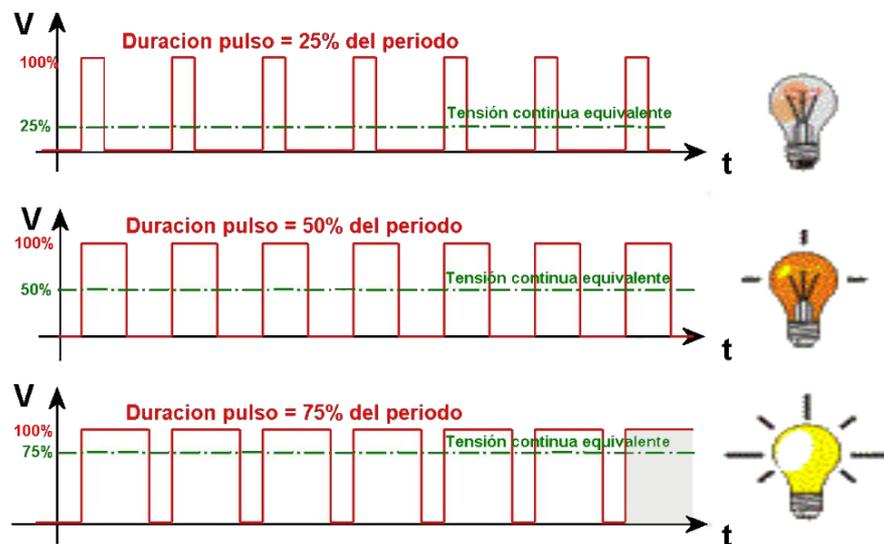


Ilustración II-19 PWM Modulación por ancho de pulsos (Racso, 2014)

## Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

Como se muestra en la Ilustración II-19, este tipo de señales son de tipo cuadrado que cambian el ancho de la duración del pulso respecto al periodo, este cambio es llamado ciclo de trabajo y se lo representa con porcentajes.

$$D = \frac{\tau}{T} * 100\%$$

D= ciclo de trabajo

$\tau$ = tiempo en que la señal es positiva

T= periodo

Al cambiar el ciclo de trabajo se puede emular una señal analógica, por lo tanto para utilizarlo con Arduino es necesario tener un valor promedio de voltaje entre 0v y 5v aproximadamente, ya que entre estos valores soporta el PWM de Arduino.

### II.2.4.5 Desarrollo del circuito inmótico

Para desarrollar el circuito que se utilizará para el sistema inmótico se debe considerar el análisis hecho previamente. Se utiliza Proteus con las librerías que contienen los componentes Arduino para realizar la simulación y ver el funcionamiento del circuito.

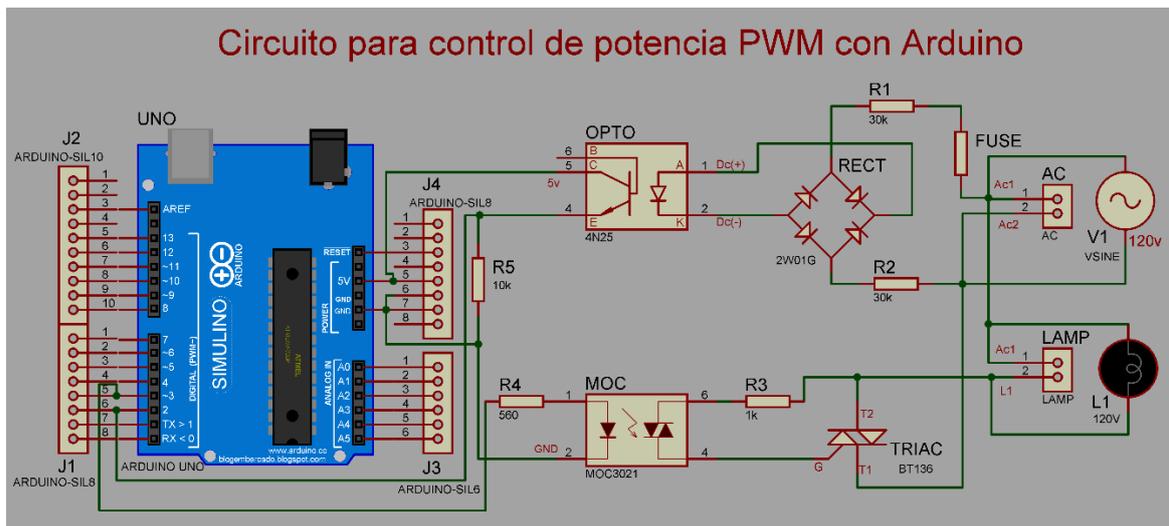


Ilustración II-20 Circuito para control de potencia PWM con Arduino

Como se muestra en la Ilustración II-20, este será el circuito que se utilizará para el sistema inmótico que controla la variación de la iluminación con la modulación de ancho de pulso PWM desde una entrada con señal analógica a una señal digital que es procesada por Arduino que controlará la duración del ciclo de trabajo que es proporcional a la señal de onda cuadrada (ver Ilustración II-19).

Se utiliza resistencias de  $30K\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  Watt para conducir el voltaje AC 120v al rectificador de onda que proporciona una señal rectificada a un optoacoplador 4N25, que al encender el led satura al fototransistor que pasa a nivel bajo con una frecuencia de 60Hz y la señal en el colector a nivel alto a una frecuencia de 60Hz enviando la señal de la onda sinusoidal completa AC.

Además se puede ver que los circuitos antes descritos en las Ilustraciones II-13 y II-16 están incluidos, con la diferencia que ahora dependen de Arduino para procesar la información de entrada y dar una respuesta de la salida a los componentes, Arduino recibe una señal del optoacoplador 4N25 en su pin 2 configurado como entrada digital para procesar la interrupción *zero\_crosss\_int* (cruce por cero) que se utiliza para el control de la atenuación de la iluminación que al ejecutar la interrupción se envía la señal de voltaje al pin ~3 (ver Arduino UNO Tabla I-1) que está configurado como salida PWM que es necesario para saturar al fototriac del optoacoplador MOC3021 y dar paso a la señal que el TRIAC deberá tener en su ciclo de trabajo (ver Ilustración II-19) según la duración del pulso que tenga en la onda sinusoidal, esta puede ser regulada solo una parte de la iluminación de la lámpara. Por tanto es necesario tener un punto de referencia para calcular cuando la lámpara debe estar encendida, siguiendo la forma de la señal de la onda sinusoidal, el punto de referencia es cuando existe un cruce por cero, debido a que cuando pasa por cero hay la mitad de la onda disponible para encender la lámpara. Entonces lo que Arduino debe procesar en la interrupción es el *zero\_crosss\_int* (cruce por cero) y dar un tiempo específico para que la onda sinusoidal encienda el TRIAC.

### II.2.4.6 Placa de Circuito Impreso

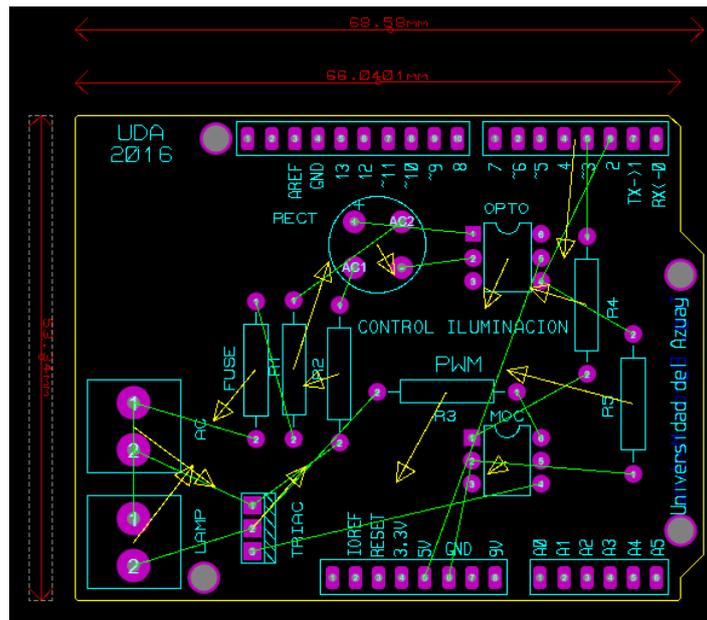


Ilustración II-21 Esquema de la placa

En la Ilustración II-21 se muestra el diseño para crear el ruteo de las pistas, se utiliza la herramienta de Proteus PBC Layout para generar la placa de circuito impreso a partir del esquema mostrado en la Ilustración II-20. Al abrir la herramienta PBC Layout nos muestra el espacio donde debemos colocar cada uno de los componentes según se acomode a su ruta más cercana o dependerá de la apariencia que se le quiera dar a la placa, es necesario tener las librerías de Arduino instaladas para que nos muestre el tamaño exacto del componente para poder crear una placa con las mismas dimensiones como una placa shield para Arduino que se pueda sobre montar y reutilizar los pines restantes.

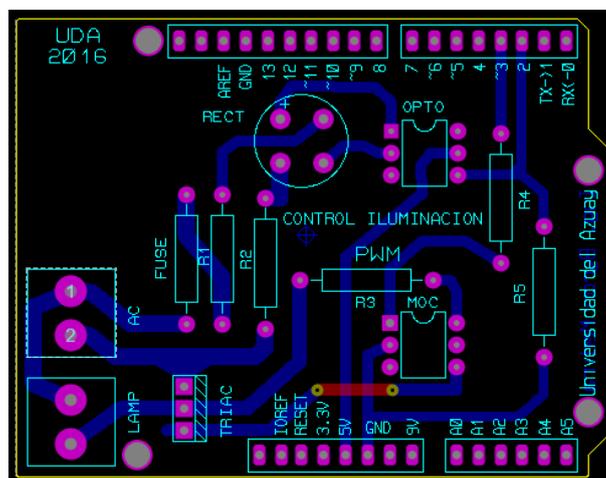


Ilustración II-22 Esquema de la placa con pistas y etiquetas

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

Una vez colocado los componentes en el lugar destinado para la placa se realiza el auto ruteo de las pistas, para luego personalizar el ancho, añadir etiquetas con los nombres de los componentes o cambiarlas para una mejor apariencia como se muestra en la Ilustración II-22.

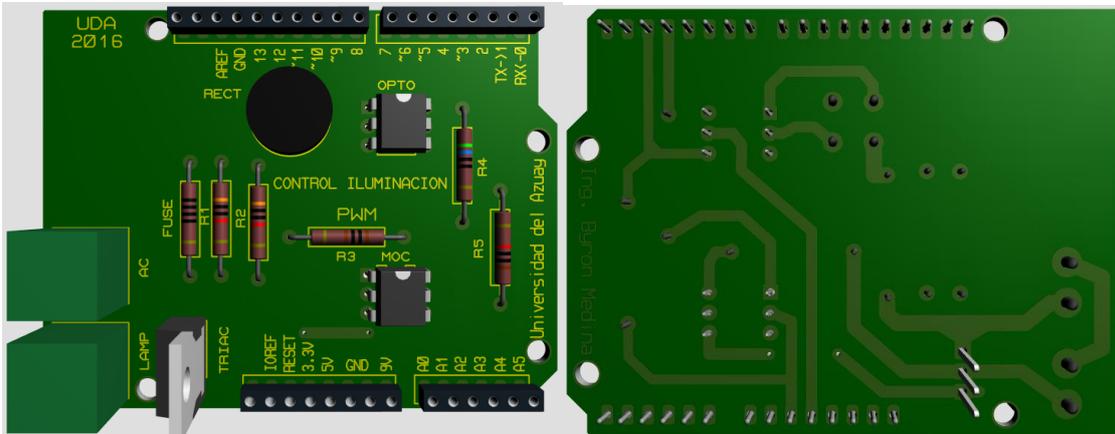


Ilustración II-23 Placa Circuito Impreso en 3D

Con la herramienta 3D Visualizer de Proteus se puede visualizar la placa con todos los componentes haciendo una simulación de cómo se podría ver el producto terminado como se muestra en la Ilustración II-23.

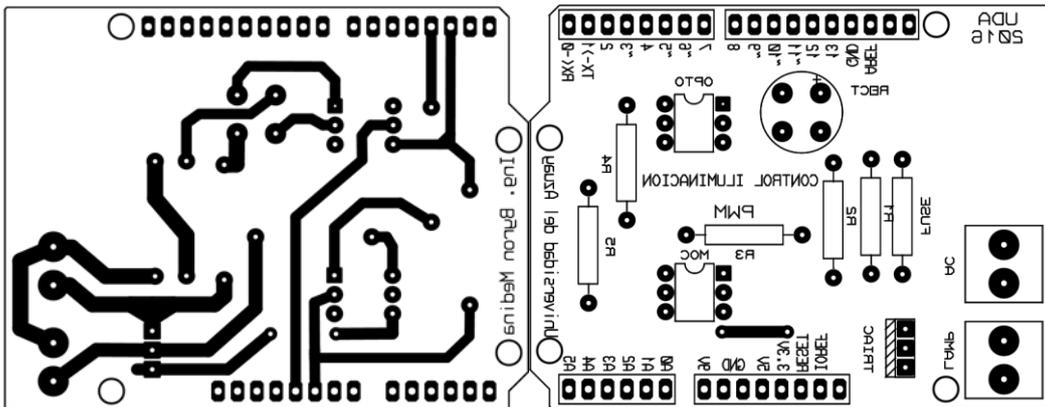


Ilustración II-24 Placa de Circuito Impreso

Terminado el diseño de la placa y luego de haber visualizado que todos los componentes estén en el orden correcto, se realiza la impresión del circuito con sus pistas y de las etiquetas que corresponden a los componentes este se lo realiza en modo espejo como se indica en la Ilustración II-24.



*Ilustración II-25 Proceso para crear la Placa de Circuito Impreso*

El proceso que se utiliza para hacer la placa de circuito impreso es el de transferencia térmica, se necesita de la impresión láser en un tipo de papel esmaltado puede ser papel de acetato, papel de foto, para que luego se pueda transferir a la placa de cobre previamente ya cortado a la dimensión del circuito y lijado para evitar que por la suciedad no se adhiera el tóner contenido en el papel impreso. Sobre la parte de cobre se coloca el papel que contiene el circuito, se utiliza una plancha con el calor suficiente para transferir el tóner a la placa de cobre durante unos 5 a 10 minutos tratando de cubrir toda la superficie el circuito, con la ayuda de un recipiente se coloca en agua la placa para retirar el papel con suaves movimientos, nos quedará transferido el tóner a la placa de cobre para luego retirar el sobrante de cobre con el cloruro férrico que se mezcla con un poco de agua en un recipiente de preferencia del mismo tamaño que la placa, luego de 15 minutos veremos como el cobre va desapareciendo en su totalidad una vez terminado este proceso se verifica con el multímetro que todas las pista tengan continuidad y que estén en correcto estado para luego realizar los orificios que contendrán a los componentes con la ayuda de un taladro. Siguiendo el mismo procedimiento se realiza la transferencia de la parte superior de la placa que contiene las etiquetas como se muestra en el procedimiento en la Ilustración II-25.

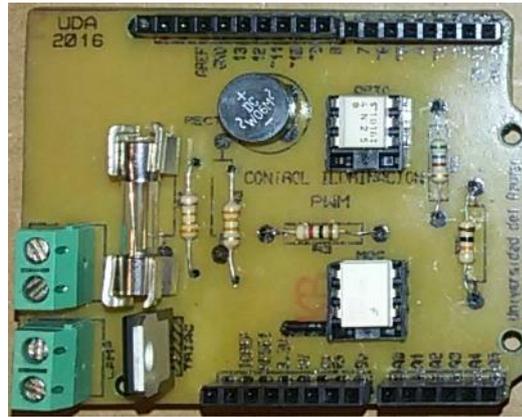


Ilustración II-26 Placa de Circuito Impreso Terminado

Finalmente se colocan los componentes para luego soldarlos con estaño con un cautín como se muestra en la Ilustración II-26 teniendo el producto terminado, ahora la placa esta lista para realizar las pruebas que comprueben su funcionamiento.

### II.2.5 Diseño del software de control: Arduino

Se realizará el diseño del software en base al siguiente razonamiento.

- En base a los protocolos de comunicación, utilizando protocolos estándar que permitan compatibilidad entre los dispositivos y permitan intercambiar información bajo el mismo lenguaje.
- Según el medio de transmisión que utilizan los elementos para intercambiar información entre ellos, pueden ser por medios inalámbricos, por cableado estructurado capaces de poder transportar voz, datos y voltaje de alimentación.
- Por la velocidad de intercambio de información entre los dispositivos del sistema, debido a que dependen del medio de transmisión y del protocolo que se utilizará, generalmente se suelen usar varios medios de transmisión.
- El protocolo que se utilizará es TCP/IP debido a que el dispositivo Arduino Ethernet Shield tiene comunicación por cable de red, para responder como servidor web y mantener una estabilidad en la comunicación y velocidad de transporte de paquetes de 10/100Mb hacia los clientes.
- El protocolo que se utiliza para la comunicación desde el servidor hacia los clientes web es mediante HTTP en base al lenguaje de presentación llamado HTML que es utilizado para internet.

- Se deberá seguir la norma para poder acceder a TCP, Arduino Ethernet Shield deberá tener un identificador llamado MAC, una dirección IP, que debe definirse en el dispositivo Arduino
- Es necesario utilizar las librerías de Arduino para controlar las funciones Ethernet del dispositivo.

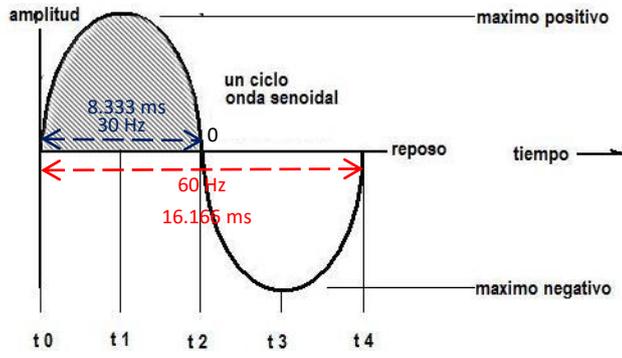
### II.2.5.1 Descripción de la programación en Arduino

Arduino corre bajo un lenguaje de propio basado en C/C++ por lo que soporta funciones estándar de C y C++. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes programación como Java, Python, Visual Basic, etc. Debido a que Arduino se comunica mediante transmisión de datos en serie, permitiendo que sean compatibles estos lenguajes.

Código	Descripción
<pre>//Universidad del Azuay //2015-2016 //Byron Medina  #include &lt;SPI.h&gt; //importar librería comunicación SPI #include &lt;Ethernet.h&gt; //importar librería Ethernet #include &lt;String.h&gt;</pre>	<p>Importación de librerías necesarias para utilizar comandos y funciones dependientes de estas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPI: esta librería sirve para la comunicación a nivel de circuitos integrados, para la transmisión de datos en serie.</li> <li>• Ethernet: librería que contiene la información para establecer la comunicación desde Arduino con la tarjeta Ethernet, además de permitir arrancar el servidor web y recibir peticiones de los clientes.</li> </ul>	
<pre>byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED}; IPAddress ip(192,168,0,2); IPAddress gateway(192,168,0,1); IPAddress subnet(255,255,255,0); EthernetServer servidor(80); //inicia servidor web (Http)</pre>	<p>Declaración de variables de entorno para Ethernet</p>
<p>Se inicializa la cabecera de red de la tarjeta Ethernet utiliza comandos dependientes de la librería Ethernet, arranca el servidor web en el puerto 80 el puerto por defecto HTTP, la MAC debe ser única en la red.</p>	

<pre>// Utilizamos pin 3 para encender el TRIAC int salidaPWM = 3; int Byte_entrada=0; // Se inicializa valor de nivel de atenuación de la lámpara de (1-255) 255=ON, 0=OFF int variacionIluminacion=0; // para guardar datos de petición del cliente String readString = String(30); //para recibir el estado de la iluminación String estado=String(6);</pre>	<p>Declaración de variables iniciales</p>
<p>Se declaran las variables que se utilizará, para referirnos al pin ~3 de Arduino se declara con el nombre de salidaPWM, la variable (variacionIluminacion) hace referencia a los valores que se pueden utilizar para cambiar la potencia de la iluminación de la lámpara, la variable estado guarda el estado de la lámpara si se modificó del lado del cliente.</p>	
<pre>void setup() { //Declaramos los pines que vamos a utilizar de salidas pinMode (salidaPWM, OUTPUT); // Selecciona la interrupción de cruce por cero attachInterrupt (0, zero_crosss_int, FALLING); //inicializar la comunicación serial Serial.begin (9600);  // Inicia la conexión Ethernet y el servidor. Ethernet.begin (mac, ip, gateway, subnet); servidor.begin(); //Se muestra por el monitor serial que la conexión está establecida Serial.print ("Iniciando Servidor "); Serial.println(Ethernet.localIP()); //inician el valor de las variables estado="OFF"; salidaPWM,HIGH; }</pre>	<p>Método void setup()</p>

<p>Este método realiza la configuración de lo que se utiliza en Arduino como, el pin que se utiliza como salida digital (pin ~3 salidaPWM), el tipo de interrupción que se utilizará 0 para indicar que es la primera interrupción que corresponde al pin digital 2 y es cruce por cero (zero_crosss_int), y <b>FALLING</b> indica el momento en que debe ejecutarse dependiendo de sus valores posibles HIGH o LOW cuando cambie el valor del pin de HIGH a LOW.</p> <p>Se configura la velocidad de conexión para la comunicación con el puerto serial a (9600).</p> <p>Con los parámetros antes descritos de la cabecera de red, se inicia la conexión Ethernet para que pueda ser detectado en la red local, como también se inicia el servidor web.</p> <p>Se puede verificar que el servidor está funcionando si abrimos un monitor serial que nos mostrará que el servicio está funcionando.</p>	
<pre>// método que controla la interrupción de cruce por cero para variar la iluminación void zero_crosss_int () {   // Cálculo del Ángulo de disparo:   // 1 onda de 60Hz completa = 1/60 = 0.016s--&gt; 16.66 ms/2 = 8.33 ms   // 8.33 ms / 255 (8 bits) = 0.03266 ms   // 0.03266 * 1000 = 32.6784314 us (aprox)    int tiempoCero = (32.67973856 * variacionIluminacion);   // tiempo del ciclo cruza por cero   delayMicroseconds (tiempoCero);   // salida activa disparo al triac   digitalWrite (salidaPWM, HIGH);   // Triac en retardo de propagación (para uso 60Hz 8,333 )   delayMicroseconds (8.333);   // apagar salida al Triac   digitalWrite (salidaPWM, LOW); }</pre>	<p>Método Zero_crosss_int()</p>
<p>Método que controla el disparo de la interrupción de cruce por cero, para el control de potencia de la variación de la iluminación, para conocer el tiempo en que se detecta el cruce por cero de la señal de entrada se requiere hacer los cálculos</p>	

<p>correspondientes basados en la frecuencia de la corriente alterna AC, se demuestra a continuación:</p>	
<p>Frecuencia <math>f = 60\text{Hz}</math></p> $f = \frac{1}{T}$ $T = \frac{1}{f}$ $T = \frac{1}{60\text{Hz}} = 0.01666 \text{ s}$ $T = 16.1666 \text{ ms}$ $T = \frac{16.1666 \text{ ms}}{2} =$ $T = 8.333 \text{ ms}$ $T_a = \frac{8.333 \text{ ms}}{255} =$ $T_a = 0.032678 \text{ ms}$ $T_a = 0.032678 \text{ ms} * 1000$ $T_a = 32.678 \mu\text{s}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La forma para detectar el cruce por cero será utilizando la onda señal senoidal del voltaje de entrada.</li> </ul>  <p style="text-align: center;"><i>Ilustración II-27 Onda Senoidal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sabe que la frecuencia total de la onda es de 60Hz, pero para detectar el tiempo en el que cruza por cero solo se utiliza la mitad de la onda porque es justo cuando pasa por cero y es lo que se necesita detectar desde Arduino, utilizamos la fórmula de la frecuencia para sacar el tiempo que se demora la mitad del ciclo en llegar a cero como se muestra en la Ilustración II-27.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para que Arduino pueda procesar este tiempo es necesario convertir a la arquitectura del microcontrolador que maneja 8 bits entonces su sistema binario es de <math>2^8</math> (256), que es el valor por el que se debe dividir para obtener el tiempo en milisegundos.</li> <li>• Debido a que Arduino en sus librerías Ethernet recibe un tiempo menor al tiempo calculado debe convertirse a microsegundos, que será el valor que debe multiplicarse por el de (variacionIluminacion) que contiene los valores correspondientes al ángulo de inclinación de la señal senoidal (ver Ilustración II-18).</li> </ul>	
<pre>void loop () {</pre>	<p>Método de void loop()</p>

```

// Escucha a los clientes que se conecten al servidor
EthernetClient cliente = servidor.available();
//verifica si hay un cliente conectado
if (cliente)
{
// muestra en monitor serie el mensaje
Serial.println ("cliente conectado");
// envía respuesta desde el servidor con espacio en blanco
boolean lineaenblanco = true;

while (cliente.connected())
{
if (cliente.available())
{
// guarda la información de un cliente conectado
char estadoCliente = cliente.read();

if (readString.length() < 30)
{
// Lee la petición HTTP carácter a carácter
// que envía el cliente y los almacena
readString.concat(estadoCliente);
}
// Si la petición HTTP ha finalizado
if (estadoCliente == '\n' && lineaenblanco)
{
// lee los caracteres que acompañan a la cadena de texto
int PWM = readString.indexOf ("PWM=");
// verifica que los caracteres correspondan a la cadena de texto
if (readString.substring(PWM,PWM+7)=="PWM=OFF")
{
variacionIluminacion=255;
estado = "OFF";
}
else if (readString.substring(PWM,PWM+7) == "PWM=MIN")
{
// cambia el valor a multiplicar en la interrupción
// para variar la intensidad de la iluminación en mínimo
variacionIluminacion=200;
estado = "MINIMO";
}
}
}
}

```

```

    }
    else if (readString.substring(PWM,PWM+7)== "PWM=25")
    {
        variacionIluminacion=180;
    }
    else if (readString.substring(PWM,PWM+7)== "PWM=MED")
    {
        variacionIluminacion=160;
        estado = "MEDIO";
    }
    else if (readString.substring(PWM,PWM+7)== "PWM=75")
    {
        variacionIluminacion=100;
    }
    else if (readString.substring(PWM,PWM+7)== "PWM=MAX")
    {
        variacionIluminacion=50;
        estado = "MAXIMO";
    }
    // envía cabecera de respuesta HTTP estándar
    cliente.println("HTTP/1.1 200 OK");
    cliente.println("Content-Type: text/html");
    cliente.println();
    cliente.println("<html>");
    cliente.println("<head>");
    cliente.println("<title>POTENCIA LAMPARA </title>");
    cliente.println("</head>");
    // se crea el cuerpo de la web con sus parámetros
    cliente.println("<body width=100% height=100%>");
    cliente.println("<center>");
    cliente.println("<h1>POTENCIA LAMPARA MIN/MED/MAX</h1>");
    cliente.println("<br><br>");
    //muestra el estado de lámpara si hay un cambio desde el cliente
    cliente.println("Estado de la lámpara: ");
    cliente.println(estado);
    cliente.println("<br><br><br><br>");
    // muestra el menú de opciones de la web
    cliente.println("<input type=submit value=Minimo
style=width:200px ;height:75px
onClick=location.href='./?PWM=MIN\>");

```

<pre>         cliente.println("&lt;input type=submit value=Medio style=width:200px;height:75px onClick=location.href='./?PWM=MED\&gt;");         cliente.println("&lt;input type=submit value=Maximo style=width:200px;height:75px onClick=location.href='./?PWM=MAX\&gt;");         cliente.println("&lt;/center&gt;");         // cierra el cuerpo y finaliza la web         cliente.println("&lt;/body&gt;");         cliente.println("&lt;/html&gt;");         //para la conexión con el cliente         cliente.stop();         readString="";     } } } } </pre>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de repetición que funciona todo el tiempo esperando algún cambio en la programación, al estar el servidor activo en espera de un cliente este procedimiento se lo puede comprobar abriendo el monitor serie que mostrará que un cliente está conectado.</li> <li>• Cuando el cliente envía petición al servidor utilizando la dirección ip configurada en el servidor, se muestra la página web codificada en código HTML en el servidor que es transformada por el navegador para visualizar en un entorno accesible para el usuario y pueda interactuar con el sistema.</li> <li>• Al interactuar con la web el usuario envía peticiones al servidor, que se capturan por métodos de lectura de caracteres y se verifica que correspondan con las opciones programadas, que dependen del valor que se envié para modificar el valor de la variable que controla el estado de la iluminación estos sean mínimo, medio y máximo. Este valor de la variable es enviado al interactuar con la web al presionar los botones que internamente envían los caracteres que cambian el estado de la iluminación de la lámpara.</li> <li>• La variable estado sirve para comprobar que existe comunicación con el servidor, caso contrario al no haber respuesta del servidor el estado no se modifica por lo tanto no abra cambios en la iluminación.</li> </ul>	

<pre>// verifica si hay comunicación serial if (Serial.available()&gt;0) { //Lee los datos enviados desde monitor serie Byte_entrada = Serial.read(); // verifica el valor ingresado correspondan a la cadena de texto if (Byte_entrada == '1') { //cambia valor para variar la intensidad de la iluminación en mínimo variacionIluminacion=200; } else if (Byte_entrada == '2') { variacionIluminacion=160; } else if (Byte_entrada == '3') { variacionIluminacion=50; } else { ; variacionIluminacion=Byte_entrada; } } }</pre>	<p>Parte final Método de void loop()</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La comunicación serial desde Arduino es utilizado para comprobar el funcionamiento en modo comandos, al utilizar la herramienta de monitor serie de Arduino conectado con el cable USB de alimentación, se establece la conexión serial y al enviar un valor que corresponda al código se puede verificar el funcionamiento del sistema. Por ejemplo si se envía un valor de 1 este corresponde al estado mínimo de encendido de la lámpara.</li> </ul>	

Tabla II-4 Descripción del Programa Arduino

## II.2.6 Análisis y diseño de la aplicación móvil

### II.2.6.1 Desarrollo de la aplicación

La aplicación que se pretende desarrollar nos sirve para el control de un sistema inmótico, que utiliza Arduino con Ethernet shield para establecer la

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local comunicación con el servidor web que controla los parámetros del circuito de control de potencia PWM para la variación de iluminación. Para el desarrollo del sistema se utiliza software libre.

Se utiliza la herramienta de App Inventor que nos facilita la programación de aplicaciones móviles, que es un entorno visual de diseño y desarrollo de aplicaciones para móviles Android.

#### *II.2.6.2 Alcance de la aplicación*

El alcance es crear una aplicación sencilla operativa en Android para dispositivos móviles para el control de sistema inmótico compatible con Arduino. La aplicación debe ser dinámica y mostrar el estado de la iluminación cuando el usuario realice un cambio en los parámetros del sistema, además de ser intuitiva y de fácil uso orientada para todo tipo de usuarios y que exista una retroalimentación con la aplicación. Como resultado se desarrollará un prototipo de la aplicación que demuestre el control respuesta con el sistema inmótico.

#### *II.2.6.3 Objetivos de la aplicación*

- Tener una apariencia visual agradable para el usuario
- Que haya consistencia y se visualice correctamente los componentes en la interfaz
- El control de la aplicación debe ser de fácil uso
- Captar la atención del usuario con una rápida respuesta a las peticiones del usuario con la aplicación
- Informar el estado actual de los cambios realizados en la aplicación en respuesta del sistema

II.2.6.4 *Análisis Orientado a Objetos (AOO)*

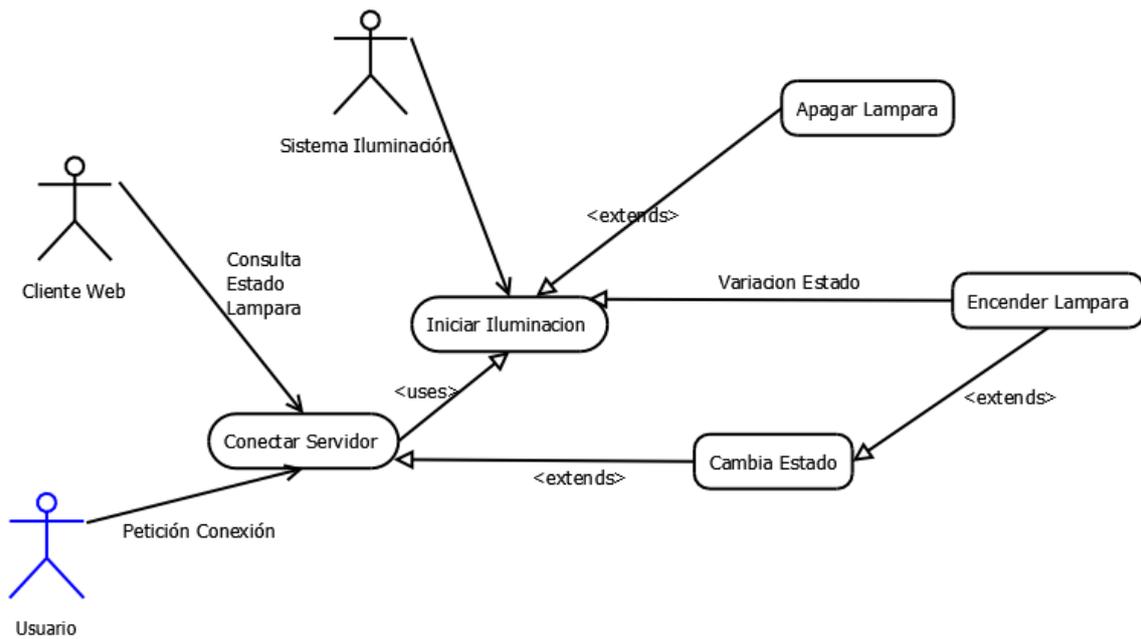


Ilustración II-28 Modelo de Casos de Uso

- **Descripción de actores**

**Usuario:** Representa a los clientes que utilizan el sistema como desde la aplicación móvil o desde un navegador web.

**Cliente Web:** Realiza la consulta del estado de la lámpara al servidor web.

**Sistema Iluminación:** Controla la variación de la iluminación según sea el estado desde apagado, mínimo, medio, máximo de la lámpara.

- **Descripción Casos de Uso**

<b>Caso de uso 1</b>	Conectar Servidor
<b>Actor:</b>	Usuario
<b>Descripción:</b>	Permite que los usuarios (aplicación móvil y navegador web) establezcan comunicación con el servidor para tener acceso al sistema.
<b>Caso de uso 2</b>	Iniciar Iluminación
<b>Actor:</b>	Sistema Iluminación
<b>Descripción:</b>	Permite a los usuarios la conexión con el servidor, para controlar los estados de variación de potencia de la iluminación.

<b>Caso de uso 3</b>	Encender Lámpara
<b>Actor:</b>	Sistema Iluminación
<b>Descripción:</b>	Permite al servidor cambiar el estado de la iluminación, la variación de estado es de mínimo, medio y máximo de la iluminación de la lámpara.
<b>Caso de uso 4</b>	Apagar Lámpara
<b>Actor:</b>	Sistema Iluminación
<b>Descripción:</b>	El servidor verifica que no hay cambios en el estado de la lámpara y la mantiene apagada.
<b>Caso de uso 5</b>	Cambia Estado
<b>Actor:</b>	Cliente Web
<b>Descripción:</b>	Permite al cliente web enviar la petición al servidor que hubo un cambio de estado de la iluminación, y consulta al sistema de iluminación si se produjo el cambio para modificar el valor del estado de la lámpara.

Tabla II-5 Descripción Casos de Uso

#### II.2.6.5 Diseño de interfaz

Para el diseño de la aplicación se realizará desde App Inventor desde un entorno visual de diseño y desarrollo de aplicaciones móviles.

Se utilizará imágenes que se relacionen con la acción que debe producirse al presionar los botones correspondientes que controlan al sistema de iluminación.

Se colocará etiquetas para mostrar el estado de la iluminación al presionar los botones que modifican el valor del estado de la iluminación que tendrán respuesta desde el servidor, si se produjo el cambio.



Ilustración II-29 App Inventor 2

- **App Inventor:** Para utilizar la herramienta se debe vincular con una cuenta de Google, y nos mostrará la interfaz para crear un nuevo proyecto se puede elegir el idioma de preferencia, que modifica por completo las etiquetas de los componentes como de la programación por bloques que utiliza esta herramienta.

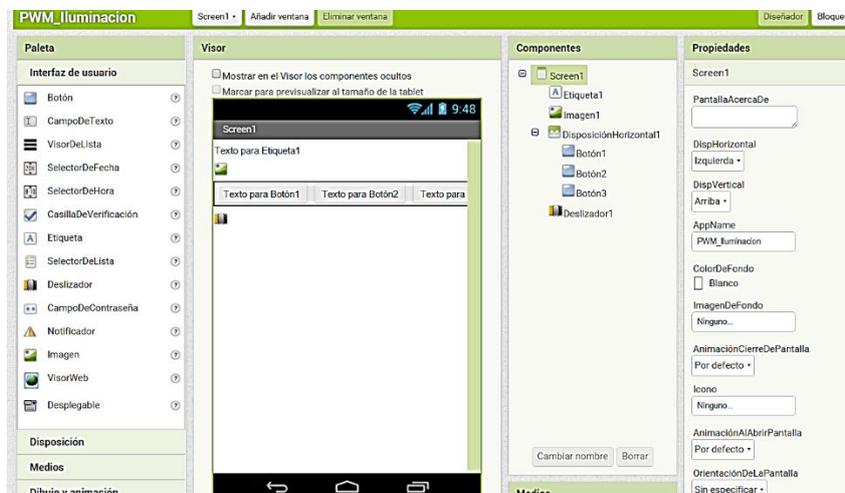


Ilustración II-30 Crear Proyecto App Inventor

Al crear un nuevo proyecto nos mostrará la interfaz de diseño de la aplicación orientada a objetos como se muestra en la Ilustración II-29, para empezar a seleccionar los componentes que se utilizarán en la aplicación. De la paleta de componentes se utilizarán los siguientes para crear la aplicación.



Ilustración II-31 Diseño de la Aplicación

- **Interfaz de usuario (User Interface)**
  - Etiqueta (TextBox):** Contiene el título que se muestra en la interfaz, se modifica el tamaño del texto en sus propiedades.
  - Imagen (Image):** Contenedor de imagen, se debe subir una imagen al servidor para seleccionarla en propiedades del componente.
  - Botón (Button):** Utilizado para realizar una acción al ser presionado, la de cambiar el estado de la iluminación.
  - Deslizador (Slider):** Utilizado para modificar distintos valores del estado de la iluminación.
- **Disposición (Layout)**
  - DisposicionHorizontal (HorizontalArrangement):** Tabla contenedor utilizado para guardar una apariencia ordenada y agregar a componentes, contiene a los botones en sentido horizontal.
- **Conectividad (Connectivity)**
  - Web:** Es el que establece la comunicación para envío y recepción de comandos http mediante código HTML con el servidor web.

#### II.2.6.6 Descripción de la programación por bloques

El protocolo de comunicación que se utiliza para la aplicación Android es el Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) que funciona como un

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local  
protocolo de petición / respuesta entre un cliente y el servidor, los métodos que se utilizan son HttpGet y HttpPost.

Get: es el que realiza peticiones al servidor en espera de datos, pueden almacenar en cache, se deben utilizar para recuperar datos, tienen restricción de longitud de datos, no debe ser utilizado con datos sensibles.

Post: es el que realiza solicitudes al servidor y adjunta los datos y los procesa, no permite guardar en cache, no permanece en el historial del navegador, no tienen restricción de longitud de datos.

App Inventor utiliza programación grafica por bloques utilizando métodos, funciones con relación a los componentes utilizados en el diseño de interfaz de la aplicación, se describe a continuación los bloques utilizados en la aplicación.

The image shows three code blocks from the App Inventor visual programming environment. Each block starts with a 'cuando' (when) trigger and an 'ejecutar' (execute) block containing two sub-blocks: 'poner Web1 . Url como' (set Web1 . Url to) and 'llamar Web1 . Obtener' (call Web1 . Obtener).

- Block 1:** Triggered by 'Screen1 . Inicializar'. The URL is set to 'http://192.168.0.2'.
- Block 2:** Triggered by 'BtnMinimo . Clic'. The URL is set to 'http://192.168.0.2/?PWM=MIN'.
- Block 3:** Triggered by 'BtnMedio . Clic'. The URL is set to 'http://192.168.0.2/?PWM=MED'.
- Block 4:** Triggered by 'BtnMaximo . Clic'. The URL is set to 'http://192.168.0.2/?PWM=MAX'.

Cuando inicia la aplicación móvil, realiza la petición al servidor web para comprobar si existe respuesta, y conectarse al servidor web.

```
cuando Deslizador1 . PosiciónCambiada
  posiciónDelPulgar
  ejecutar
    poner Final . Texto como Deslizador1 . PosiciónDelPulgar
    si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≤ 5
      entonces poner Web1 . Uri como "http://192.168.0.2/?PWM=OFF"
    si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≥ 6
      entonces si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≤ 10
        entonces poner Web1 . Uri como "http://192.168.0.2/?PWM=MIN"
      si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≥ 11
        entonces si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≤ 15
          entonces poner Web1 . Uri como "http://192.168.0.2/?PWM=25"
        si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≥ 16
          entonces si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≤ 20
            entonces poner Web1 . Uri como "http://192.168.0.2/?PWM=MED"
          si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≥ 21
            entonces si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≤ 25
              entonces poner Web1 . Uri como "http://192.168.0.2/?PWM=75"
            si Deslizador1 . PosiciónDelPulgar ≥ 26
              entonces poner Web1 . Uri como "http://192.168.0.2/?PWM=MAX"
    llamar Web1 . Obtener
```

Estos bloques de código corresponden al evento clic en los botones, que al ser presionados envían la petición HTTP al servidor utilizando la dirección ip y la cadena de caracteres que corresponden a cambiar el estado de la iluminación de la lámpara (ver Tabla II-3) esperando la verificación de la petición para poder realizar el cambio del valor del estado de la lámpara.

Esto se realiza internamente y no es visible al usuario, evitando que ocurran errores al enviar los caracteres para que sean verificados por el servidor.



cuando Web1 .ObtuvoTexto

url códigoDeRespuesta tipoDeRespuesta contenidoDeRespuesta

ejecutar

- si contiene texto cadena "MINIMO" tomar contenidoDeRespuesta entonces poner Estado . Texto como "Estado Minimo"
- si contiene texto cadena "MEDIO" tomar contenidoDeRespuesta entonces poner Estado . Texto como "Estado Medio"
- si contiene texto cadena "MAXIMO" tomar contenidoDeRespuesta entonces poner Estado . Texto como "Estado Maximo"

El siguiente bloque de código obtiene la respuesta del servidor a la petición hecha en el evento clic del botón luego de haber verificado que el valor de la cadena sea correcta, el servidor envía el valor del nuevo estado en el que se encuentra la lámpara al cliente para poder visualizarlo en la aplicación móvil, que se mostrará en la etiqueta (estado) que está debajo de los botones.

Si se pierde la comunicación entre el cliente / servidor y la aplicación sigue funcionando al presionar los botones mostrará un mensaje de error debido a que no se tiene respuesta del servidor.

Tabla II-6 Descripción código Aplicación Móvil

### III. Funcionamiento y Pruebas

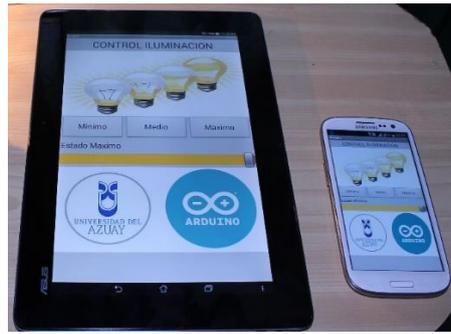
Para demostrar el funcionamiento del sistema es necesario realizar pruebas de los componentes que se utilizan, según el esquema del sistema (ver Ilustración II-1) se identifican las unidades de control que se utilizarán, los medios de transmisión, Nodos, Actuadores y parámetros a controlar. Que se muestran a continuación:

#### Computador Portátil:



Ilustración III-1 Computador Portátil

**Celular y Tablet:**



*Ilustración III-2 Dispositivos Móviles*

**Router:**



*Ilustración III-3 Router TP-LINK*

**Cables:**



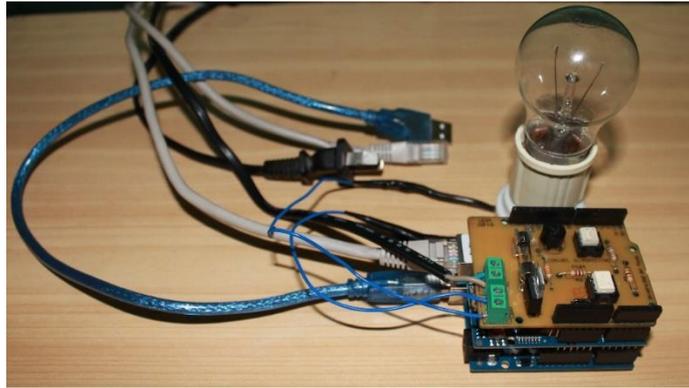
*Ilustración III-4 Cable de Red Y USB*

**Arduino:**



*Ilustración III-5 Arduino UNO y Ethernet Shield*

### Placa Control Iluminación PWM:



*Ilustración III-6 Placa Control Iluminación PWM*

Identificados todos los elementos que se utilizan, se realiza la instalación correspondiente siguiendo el modelo del sistema (ver ilustración II-6), y se configuran los dispositivos. Para realizar las pruebas que demuestren su funcionamiento.



*Ilustración III-7 Conexión del Sistema*

La conexión de los dispositivos es la siguiente (ver Ilustración III-7), la placa Arduino UNO con Ethernet Shield tiene la conexión por cable de red al router que lo identifica en la red local con la placa control iluminación PWM.



*Ilustración III-8 Conexión Placa control Iluminación PWM*

## Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

Se conectan a las borneras el cable de alimentación a 120v y la lámpara siguiendo las etiquetas impresas en la placa como se muestra en la Ilustración III-8.

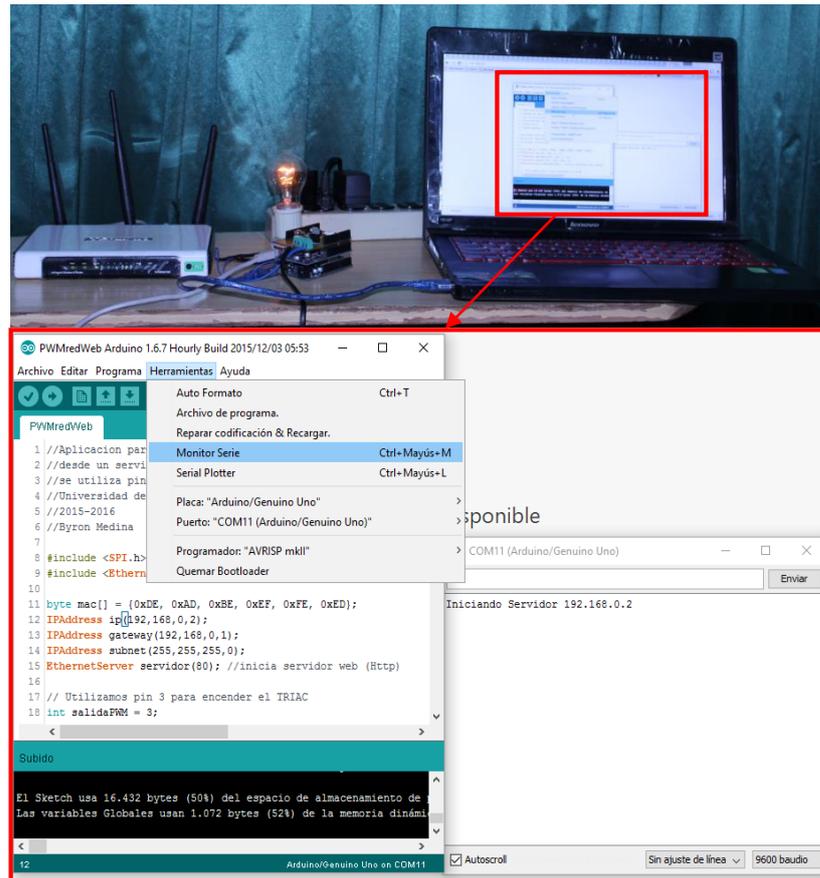


Ilustración III-9 Prueba del Sistema Monitor Serie

Para realizar la prueba de la placa control iluminación PWM y verificar que funcione se utiliza la herramienta del software de Arduino monitor serie como se muestra en la ilustración III-9. El sistema al detectar una petición desde el monitor serie, envía un mensaje de que se inició el servidor, y se estableció la comunicación con el cliente, para probar el funcionamiento se envía un comando (1) que corresponde a prender la lámpara en estado mínimo de iluminación verificando que funciona correctamente.



*Ilustración III-10 Prueba Cliente Web*

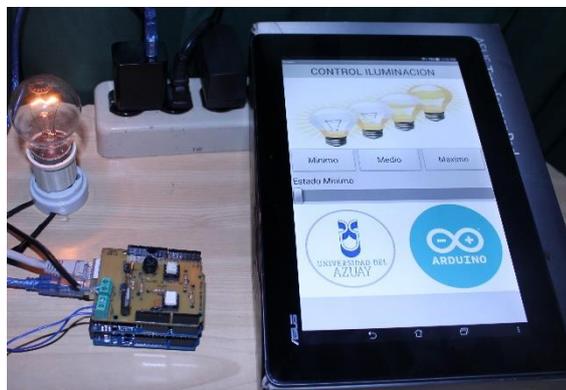
Para probar el funcionamiento del sistema desde un cliente web se utiliza el navegador, para enviar la petición al servidor web se debe poner la dirección ip 192.168.0.2 que es la que identifica al servidor (ver II-3), que se obtiene como respuesta la siguiente página (ver Ilustración III-10), que indica que existe comunicación entre cliente / servidor, y se puede verificar su funcionamiento al presionar sobre los botones de la página que controlan los estados de la iluminación de la lámpara indicando el estado en que encuentra si se produce algún cambio.

## Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local



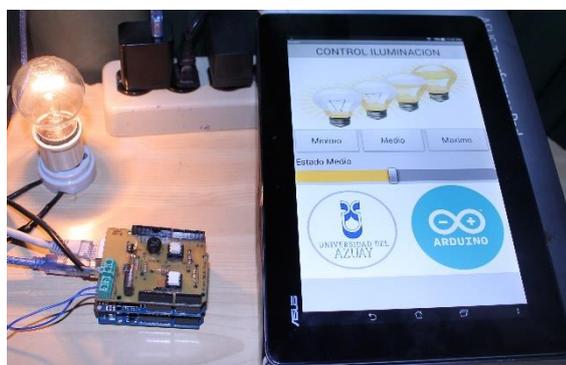
*Ilustración III-11 Prueba Dispositivos Móviles*

Para realizar la prueba desde los dispositivos móviles deben haberse conectado al router por Wi-Fi, y tener la aplicación instalada. Al iniciar la aplicación se envía la petición al servidor, para establecer la comunicación y controlar el sistema, de lo contrario se muestra un mensaje que no se recibió respuesta del servidor.



*Ilustración III-12 Prueba estado mínimo de iluminación*

Se realiza la prueba del estado mínimo de la iluminación



*Ilustración III-13 Prueba estado medio de iluminación*

Se realiza la prueba del estado medio de la iluminación



*Ilustración III-14 Prueba estado máximo iluminación*

Se realiza la prueba del estado máximo de la iluminación

Todas las pruebas realizadas para verificar su funcionamiento fueron desarrolladas exitosamente, Arduino Ethernet soporta hasta cuatro peticiones de clientes al mismo tiempo, esto dependerá de la velocidad de la red para el control respuesta del sistema.

## Conclusiones

Con el desarrollo del sistema inmótico y en base a los conocimientos y experiencias adquiridas sobre la domótica, con la implementación y sus pruebas respectivas se concluye lo siguiente.

Luego de haber sistematizado una amplia búsqueda de información de interés común con la inmótica y analizado artículos referentes a la automatización fueron de gran ayuda para dar solución al sistema que se desarrolló, fue orientado a dar solución al consumo de energía que existe en la actualidad.

La domótica ofrece mejorar la calidad de vida de las personas permitiéndoles automatizar acciones que las realizan todos los días, como es encender y apagar lámparas, ventiladores, en el hogar, además de que todo funcione de forma remota, controlado desde un sistema.

Debido a que existen sistemas de domótica e inmótica en el mercado internacional a costos de implementación elevados y orientados para edificios de gran tamaño, se pretende desarrollar un sistema propio que cumpla con alguno de los beneficios que ofrecen estos sistemas, con el análisis realizado de la tecnologías que se puede utilizar para realizar estos sistemas a un costo mucho menor, corresponde a utilizar Arduino para la construcción y programación de hardware con dispositivos electrónicos para el control del sistema, además que Arduino es fácilmente programable ya que existe mucha información en internet y es el más recomendado para empezar a desarrollar proyectos con buenos resultados de implantación.

Con el análisis realizado sobre Arduino se determinó que entre los productos que ofrecían se encontró uno que cumplía con los requerimientos necesarios para desarrollar el sistema de control de la iluminación, y a un bajo costo. Además que tenía compatibilidad con otros dispositivos que brindaban mejores prestaciones para establecer una comunicación inalámbrica y en red local. El producto que se analizó es Arduino UNO que cumple con las características para hacer el control de variación de potencia PWM y para la comunicación en red local Ethernet Shield.

Para determinar los componentes que utilizaron para desarrollar el control de la iluminación, se tomó como referencia a lo aprendido y experiencias de desarrollo de

proyectos de electrónica culminados a lo largo de la carrera. Se busca proteger a los componentes electrónicos de posibles fugas o sobre voltajes que dañarían al circuito, se utilizaron optoacopladores que cumplen con esta función la de proteger al resto de componentes si estos fallan y a la placa Arduino.

Para realizar el diseño del circuito se utilizó Proteus, es necesario instalar las librerías que contienen a los elementos de Arduino para la simulación del circuito y verificar el funcionamiento. Además de contar con las dimensiones de los componentes para crear la placa de circuito impreso, se debe comprobar que el diagrama está funcionando, se recomienda probarlo en un protoboard antes realizar la placa, de no ser así suelen haber fallas al crear la ruta de las pistas en la placa.

En el desarrollo de la programación del servidor web en Arduino es importante no olvidar importar las librerías de lo contrario no compilara el programa, es recomendable utilizar la función que controla la conexión serie, para realizar pruebas rápidas del funcionamiento y la comunicación con el circuito.

Al realizar las pruebas los resultados fueron satisfactorios, sin embargo se debe tomar precauciones ante posibles fallos, ya sea con la comunicación con el router en la red local debido a que no detecta al dispositivo Arduino, se debería verificar si la dirección mac esta correcta, la dirección ip corresponde a la misma red o si algún equipo está utilizando la misma dirección ip.

## Referencias

- Adesvatecnologia. (2015). Domótica. Valladolid, España. Recuperado el 18 de Diciembre de 2015, de <http://www.adesvatecnologia.com/servicios.php#>
- Android. (20 de Enero de 2016). *Historia Android*. Obtenido de <https://www.android.com>
- Arduino. (2015). Productos Arduino. Italia. Recuperado el 20 de Diciembre de 2015, de <http://www.arduino.org/products>
- Arduino, F. (2014). Sensores. Recuperado el 13 de Enero de 2016, de <http://forum.arduino.cc/>
- Baudaelectronica. (2016). Circuitos Electronicos. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://www.baudaelectronica.com.br/triac-bt136-600e.html>
- Bueno, A. (2015). Regulador de intensidad luminosa. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de [http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web\\_impreso/actividades/act\\_regulador\\_in\\_tensidad\\_luminosa.html](http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_impreso/actividades/act_regulador_in_tensidad_luminosa.html)
- CEDOM, Asociación Española De Domótica E Inmótica. (16 de junio de 2015). "Qué es Domótica e Inmótica". Obtenido de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>
- Célleri, I. M. (20 de Julio de 2014). La casa de hoy. *Larevista*. Ecuador. Recuperado el 18 de Diciembre de 2015, de <http://www.larevista.ec/actualidad/vivienda-y-decoracion/la-casa-de-hoy>
- Cobos, M. J., Loayza, A. A., & Garay, F. A. (2006). DISEÑO INMOTICO PARA AHORRO ENERGÉTICO, SEGURIDAD Y CONTROL DE INSTALACIONES PARA EL NUEVO EDIFICIO DE LA FIEC. pag. 269. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Recuperado el 4 de Mayo de 2015
- domoticaudem. (2014). *Componentes*. Recuperado el 20 de Octubre de 2015, de <https://domoticaudem.files.wordpress.com/2012/05/componentes-013.png>
- EIA. (2011). *U.S. Energy Information Administration (EIA)*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2015, de [https://www.eia.gov/forecasts/steo/pdf/steo\\_full.pdf](https://www.eia.gov/forecasts/steo/pdf/steo_full.pdf)
- Electronicasm. (2015). Optoacopladores. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://www.electronicasm.com/productos/circuitos-integrados/optocopladores/>
- g7electronica. (2015). 4N25. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://www.g7electronica.net/pt/ics/247-4n25.html>
- Galeano, J. G. (2005). Diseño de un sistema domótico de altas prestaciones destinado a viviendas residenciales. *Universitat Politècnica de Catalunya*. Barcelona, España. Recuperado el 16 de junio de 2015, de <http://hdl.handle.net/2099.1/2859>
- Huidobro, J. M. (2012). La domotica entra en nuestras casas. (A. -A.-T. Académicos, Ed.) *ACTA(Autores Científico Tecnicos y Academicos)*, 89-94. Recuperado el 2 de Mayo de 2015
- Informaticxp. (30 de Octubre de 2013). Domótica: confort, ahorro y seguridad. Obtenido de <http://informaticxp.net/?s=domotica>

- Matachana, E. G.-S., & Peñalver, F. J. (2004). EL ESTADO DEL ARTE DE LA TECNOLOGÍA AL SERVICIO. *Informes de la Construcción*, Vol. 56, nº 494, 19-26. Recuperado el 1 de Mayo de 2015
- Muñoz, J., Fons, J., Pelechano, V., & Pastor, O. (2003). Hacia el Modelado Conceptual de Sistemas Domóticos. *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado el 3 de Mayo de 2015
- Navarro, R. V., Gabiña, M. Á., & Gonzales, M. D. (2008). Presente y Futuro Hogar Digital. Una visión desde Andalucía. Andalucía. Recuperado el 4 de Mayo de 2015
- Ortiz, M. A. (2011). OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA INMOTICO EN EL HOTEL RENAISSANCE DE BARCELONA. *Universidad Política de Catalunya*. Barcelona, España. Recuperado el 4 de Mayo de 2015
- Pascual, J. G.-S. (2005). REDES DE COMUNICACIONES EN HOTELES: CONTROL, AUTOMATIZACIÓN Y CONECTIVIDAD. *La Salle Universidad Ramon Llull*. (E. i. Salle, Ed.) Barcelona, España. Recuperado el 4 de Mayo de 2015
- Penagos, H. P., Tache, G. D., Ballesteros, R. F., Velandia, V. L., Cañón, Á. R., Calderón, J. C., & Fosca, L. A. (2006). Automatización del laboratorio de ingeniería electrónica G-204 de la ECI a través de una red inmótica. *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 26*, 100-112. Recuperado el 3 de Mayo de 2015
- Pérez, M. E., & Urdiales, W. E. (2013). ESTUDIO Y DISEÑO INMÓTICO PARA EL PARQUE ACUÁTICO. Recuperado el 1 de Mayo de 2015
- Rasco. (21 de Mayo de 2014). Modulación por ancho de pulso (PWM). Arduino Universidad Federico Santa María. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de <http://www.arduino.utfsm.cl/modulacion-por-ancho-de-pulso-pwm/>
- RAE, Real Academia Española. (16 de junio de 2015). *Diccionario de la lengua española (22.ª ed.)*. Obtenido de <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=dom%F3tica>
- Ramírez, H. C. (21 de Mayo de 2011). Casa Domótica. *Universidad del Quindío*. Armenia. Recuperado el 18 de Diciembre de 2015, de <http://losavancesdelaingenieria.blogspot.com/2011/05/la-domotica.html>
- Robledo, C., & Robledo, D. (2012). *Programación en Android*. España: Ministerio de Educación. Recuperado el 20 de enero de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?id=Zi8bAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=Zi8bAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- ROBSAN, E. S. (2013). Edificio Inteligente. Mexico. Recuperado el 18 de Diciembre de 2015, de <http://www.robsan.com.mx/index.html>
- Romero, C., Vazquez, F., & Castro, C. (2010). *DOMOTICA E INMOTICA. VIVIENDAS Y EDIFICIOS INTELIGENTES. 3ª EDICION*. Madrid: RA-MA EDITORIAL. Recuperado el 20 de julio de 2015, de <http://www.ra-ma.es/libros/DOMOTICA-E-INMOTICA-VIVIENDAS-Y-EDIFICIOS-INTELIGENTES-3-EDICION/26767/978-84-9964-017-4>
- UNAD. (2015). Circuitos Rectificadores. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de

Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/243006/Contenidos/Circuitos\\_con\\_diodos/circuitos\\_rectificadores.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/243006/Contenidos/Circuitos_con_diodos/circuitos_rectificadores.html)

Doctora Jenny Ríos Coello, Secretaria de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Azuay,

### CERTIFICA:

Que, el Consejo de Facultad en sesión del 05 de noviembre de 2015, conoció la petición del (los) estudiante(s) **Byron Vinicio Medina Loza** con código(s) **46929**, registrado(s) en la Unidad de Titulación Especial, quien(es) denuncia(n) su trabajo de titulación denominado: **"ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA INMOTICO PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN EN UNA RED LOCAL"** en la modalidad: Dispositivo Tecnológico y presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Telemática. -El Consejo de Facultad acoge el informe de la Junta Académica y aprueba la denuncia. Designa como Director(a) a Ing. Fabián Carvajal Vargas y como miembro del Tribunal Examinador a Ing. Francisco Salgado Arteaga. De conformidad con el cronograma de la Unidad de Titulación el (los) peticionario(s) debe presentar su trabajo de titulación hasta el 11 de marzo de 2016.

Cuenca, 06 de noviembre de 2015



Dra. Jenny Ríos Coello  
**Secretaria de la Facultad de  
Ciencias de la Administración**



Oficio Nro. 166-2015-DIST-UDA

Cuenca, 29 de Octubre de 2015

**Señor Ingeniero**  
**Xavier Ortega Vázquez**  
**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN**  
**Presente.-**

De nuestras consideraciones:

La Junta Académica de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática, reunida el día 29 de octubre del 2015, recibió el proyecto de tesis titulado "Estudio y diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local", presentado por el estudiante Byron Vinicio Medina Loza, estudiante de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática, y revisado por el Ing. Fabián Carvajal, previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Telemática.

Por lo expuesto, y de conformidad con el Reglamento de Graduación de la Facultad, recomienda como director y responsable de aplicar cualquier modificación al diseño del trabajo de graduación posterior a al Ing. Fabián Carvajal y como miembro del Tribunal a Francisco Salgado Ph.D.

Atentamente,



Ing. Marcos Orellana Cordero  
Director Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática  
Universidad del Azuay

## CONVOCATORIA

Por disposición de la Junta Académica de Ingeniería de Sistemas y Telemática, se convoca a los Miembros del Tribunal Examinador, a la sustentación del Protocolo del Trabajo de Titulación: "Estudio y diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local" presentado por el estudiante **Byron Vinicio Medina Loza** con código 46929 previa a la obtención del grado de Ingeniero de Sistemas y Telemática, para el día **JUEVES 29 DE OCTUBRE DE 2015 A LAS 07h30.**

Cuenca, 28 de octubre de 2015



Dra. Jenny Ríos Coello  
Secretaria de la Facultad

Ing. Fabián Carvajal

Ing. Francisco Salgado Arteaga





ACTA

SUSTENTACIÓN DE PROTOCOLO/DENUNCIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

- 1.1 Nombre del estudiante: Byron Vinicio Medina Loza
- 1.2 Código 46929
- 1.3 Director sugerido: Ing. Fabián Carvajal Vargas
- 1.4 Codirector (opcional): \_\_\_\_\_
- 1.5 Tribunal: Ing. Francisco Salgado Arteaga
- 1.6 Título propuesto: "Estudio y diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local"
- 1.7 Resolución:

1.7.1 Aceptado sin modificaciones

1.7.2 Aceptado con las siguientes modificaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1.7.3 Responsable de dar seguimiento a las modificaciones: Ing. Fabián Carvajal Vargas

1.7.4 No aceptado

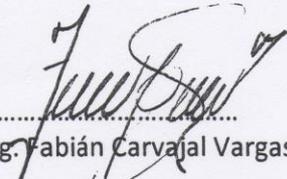
• Justificación:

\_\_\_\_\_

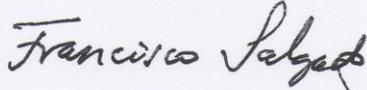
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tribunal

  
 .....  
 Ing. Fabián Carvajal Vargas

  
 .....  
 Sr. Byron Vinicio Medina Loza

  
 .....  
 Ing. Francisco Salgado Arteaga

  
 .....  
 Dra. Jenny Ríos Coello  
 Secretario de Facultad

Fecha de sustentación: Jueves 29 de octubre de 2015 al as 07h30



**RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**1.1 Nombre del estudiante:** Byron Vinicio Medina Loza

1.1.1 **Código** 46929

**1.2 Director sugerido:** Ing. Fabián Carvajal Vargas

**1.3 Codirector (opcional):**

**1.2 Título propuesto:** "Estudio y diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local"

**1.4 Revisores (tribunal):** Ing. Francisco Salgado Arteaga

**1.5 Recomendaciones generales de la revisión:**

	Cumple totalmente	Cumple parcialmente	No cumple	Observaciones (*)
<b>Línea de investigación</b>				
1. ¿El contenido se enmarca en la línea de investigación seleccionada?	✓			
<b>Título Propuesto</b>				
2. ¿Es informativo?	/			
3. ¿Es conciso?	/			
<b>Estado del arte</b>				
4. ¿Identifica claramente el contexto histórico, científico, global y regional del tema del trabajo?	/			
5. ¿Describe la teoría en la que se enmarca el trabajo	/			
6. ¿Describe los trabajos relacionados más relevantes?	/			
7. ¿Utiliza citas bibliográficas?	/			
<b>Problemática y/o pregunta de investigación</b>				
8. ¿Presenta una descripción precisa y clara?	/			
9. ¿Tiene relevancia profesional y social?	/			
<b>Hipótesis (opcional)</b>				
10. ¿Se expresa de forma clara?				
11. ¿Es factible de verificación?				
<b>Objetivo general</b>				
12. ¿Concuerda con el problema formulado?	/			
13. ¿Se encuentra redactado en tiempo verbal infinitivo?	/			
<b>Objetivos específicos</b>				



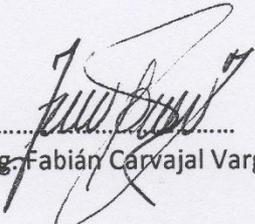
14.¿Concuerdan con el objetivo general?	/			
15.¿Son comprobables cualitativa o cuantitativamente?	/			
<b>Metodología</b>				
16.¿Se encuentran disponibles los datos y materiales mencionados?	/			
17.¿Las actividades se presentan siguiendo una secuencia lógica?	/			
18.¿Las actividades permitirán la consecución de los objetivos específicos planteados?	/			
19.¿Los datos, materiales y actividades mencionadas son adecuados para resolver el problema formulado?	/			
<b>Resultados esperados</b>				
20.¿Son relevantes para resolver o contribuir con el problema formulado?	/			
21.¿Concuerdan con los objetivos específicos?	/			
22.¿Se detalla la forma de presentación de los resultados?	/			
23.¿Los resultados esperados son consecuencia, en todos los casos, de las actividades mencionadas?	/			
<b>Supuestos y riesgos</b>				
24.¿Se mencionan los supuestos y riesgos más relevantes?	/			
25.¿Es conveniente llevar a cabo el trabajo dado los supuestos y riesgos mencionados?	/			
<b>Presupuesto</b>				
26.¿El presupuesto es razonable?	/			
27.¿Se consideran los rubros más relevantes?	/			
<b>Cronograma</b>				
28.¿Los plazos para las actividades son realistas?	/			
<b>Referencias</b>				
29.¿Se siguen las recomendaciones de normas internacionales para citar?	/			
<b>Expresión escrita</b>				
30.¿La redacción es clara y fácilmente comprensible?	/			
31.¿El texto se encuentra libre de faltas ortográficas?	/			

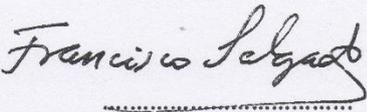
(\*) Breve justificación, explicación o recomendación.



- Opcional cuando cumple totalmente,
- Obligatorio cuando cumple parcialmente y NO cumple.

.....  
.....  
.....

  
.....  
Ing. Fabián Carvajal Vargas

  
.....  
Ing. Francisco Salgado Arteaga



UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY

Cuenca, 4 de noviembre 2015

Señor.

Xavier Ortega Vázquez

DECANO DE LA FACULTAD DE ADMINISTRACION

Su Despacho

De mi consideración:

Yo Byron Vinicio Medina Loza, con código 46929, estudiante de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Telemática, de la Facultad de Administración, solicito comedidamente se me apruebe el tema de tesis "Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local" que será desarrollado en Arduino con Android, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas y Telemática.

Atentamente,

Byron Medina

46929

CI:0104200944



UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY

29-10-2015

Universidad del Azuay  
Facultad de Administración  
Escuela de Sistemas y Telemática

“Estudio y Diseño de un sistema inmótico para  
control de iluminación en una red local”

Autor:

Byron Medina

Director:

Ing. Fabián Carvajal



Universidad del Azuay

Ingeniería de Sistemas y Telemática

**1. Datos generales**

**1.1. Nombre del estudiante:**

Medina Loza Byron Vinicio.

**1.1.1. Código:**

46929

**1.1.2. Contacto:**

Teléfonos (072818728/ 0991195827)

E-mail ([byronvini@yahoo.com](mailto:byronvini@yahoo.com))

**1.2. Director sugerido:**

Ing. Carvajal Vargas Fabián Marcelo.

**1.2.1. Contacto:**

E-mail ([fabianc@uazuay.edu.ec](mailto:fabianc@uazuay.edu.ec))

**1.3. Co-director sugerido:**

Ninguno.

**1.4. Asesor metodológico:**

Ing. Salgado Arteaga Francisco Rodrigo.

**1.4.1. Contacto:**

E-mail ([fsalgado@uazuay.edu.ec](mailto:fsalgado@uazuay.edu.ec))

**1.5. Tribunal designado:**

**1.6. Aprobación:**

**1.7. Línea de Investigación de la carrera:**

1.7.1. 1203 Informática de computadoras

**1.7.2. Tipo de trabajo:**

- Dispositivo tecnológico

751A070



### **1.8. Área de estudio:**

Sistema de automatización.

### **1.9. Título propuesto:**

“Estudio y Diseño de un sistema inmótico para control de iluminación en una red local”.

### **1.10. Estado del proyecto:**

Es un proyecto tecnológico orientado a la inmótica de la Universidad del Azuay, ha tenido investigación en el área de domótica.

## **2. Contenido**

### **2.1. Motivación de la investigación:**

En la actualidad estamos rodeados por la tecnología para facilitar las actividades diarias del ser humano como mejorar su calidad de vida. Sin embargo, el uso de estas tecnologías ha tenido un impacto negativo con los procesos de consumo de energía eléctrica, que es necesario disminuir. De esta manera se ha planteado realizar una investigación de inmótica y estimar los beneficios de su posible implementación en los laboratorios de la UDA.

### **2.2. Problemática:**

Con este trabajo de graduación se quiere investigar la aplicación de un sistema inmótico para su posible futura implementación al edificio de laboratorios de la Universidad del Azuay, ya que al momento no cuenta con un sistema de automatización que permita controlar y disminuir el uso de energía.

### **2.3. Resumen:**

El proyecto consiste en desarrollar un sistema de automatización inmótica para monitoreo del sistema de control de variación de potencia de la iluminación, controlado desde una aplicación móvil que esté en la red local, es decir que el sistema pueda interactuar con el dispositivo Arduino, y este a su vez interactúe con los dispositivos a controlar, que previamente serán diseñados y desarrollados en base a un prototipo que demostrara su funcionamiento.

#### 2.4. Indagación exploratoria y base conceptual:

La domótica consiste en utilizar las nuevas tecnologías para automatizar en gran parte las necesidades diarias de las personas como las actividades que se realizan en el hogar dando seguridad y confort. Al aplicar esta tecnología a edificios que no están destinados para vivienda se le denomina inmótica.

Según el estudio presentado por la CEDOM 2011, en el mercado español de domótica e inmótica se analiza la realidad del mercado desde el año 2007 al 2010 ha tenido una corta evolución. En el cual se analiza las tendencias históricas y como ha afectado la crisis del sector inmobiliario. (DE DOMÓTICA, 2011)

La domótica según el estudio de la CEDOM 2011, está dirigida a todo tipo de viviendas, desde el tipo de vivienda protegida a las de alta posición. Existen diversidad de productos de fácil uso adaptada a cualquier perfil de usuario, a menor costo. (DE DOMÓTICA, 2011)

**Edificio Automatizado:** Es un término utilizado para definir a un edificio que contenga algún tipo de automatización, la idea no tardo en automatizar cualquier tipo de edificio. Sus primeras aplicaciones en automatizar fueron las ya conocidas en la actualidad como son, controles de temperatura y de consumo eléctrico. Un ejemplo que las caracteriza son edificios de centros comerciales con sistemas de aire acondicionado, escaleras y puertas mecánicas, control de la iluminación, que eran controladas desde un cuarto central. (Romero, y otros, 2006)

**Domótica:** “La palabra domótica se deriva del latín “domus” que quiere decir “casa” y el sufijo “tica” que hace referencia a “automática”, otros investigadores como CEDOM (Asociación Española de Domótica) mantienen que el término “tica” se divide en “tic” de tecnologías de la información y de la comunicación, y “a” de “automatización””. (Pérez, y Urdiales, 2013, pág. 3)

La RAE, la define como: “Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”. (RAE, Real Academia Española, 2015)

**Inmótica:** La palabra inmótica se deriva de la combinación de las palabras “inmueble” y “automatización”, es decir su concepto es similar a la domótica, con la diferencia de que inmótica hace referencia propiamente a la gestión técnica de hoteles, centros comerciales, hospitales, parques, bancos, edificios no residenciales, es decir de edificaciones de gran capacidad. (Pérez, y Urdiales, 2013)



La CEDOM la define como: “La inmótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema”. (CEDOM, Asociación Española De Domótica E Inmótica, 2015)

**Características de la domótica:** Las características con la debería contar un sistema de automatización en un edificio se resumen las siguientes: (Romero, y otros, 2006)

**Simple y fácil de utilizar:** Se debe utilizar un interfaz sencilla y fácil de utilizar, que permita una correcta retroalimentación, brindando un mayor confort y mejor aceptación por el usuario final.

**Flexible:** Debe estar diseñado para prever adaptaciones para su futura modificación o ampliación del sistema.

**Modular:** En la implementación del sistema deberá estar diseñado por módulos que permitan funcionar de forma independiente, evitando fallos que inutilicen complemente al sistema y faciliten la ampliación a nuevos servicios.

**Integral:** De igual forma el sistema debe estar diseñado para que en su implementación permita la comunicación entre diferentes tipos de sistemas.

El lenguaje que comúnmente se utiliza para el modelado de aplicaciones domóticas es HAMON (*Home Automation Modeling Language*), como sus principales funciones son: catálogo de servicios, modelado del sistema, especificación detallada del sistema entre otros. (Muñoz, y otros, 2003)

Una alternativa para mejorar las comunicaciones y mejorar el desempeño de un sistema inmótico es PLC (*Power Line Communications*), su principal objetivo es evitar la congestión en la transmisión de datos sobre la red de distribución eléctrica. “Esta es una tecnología que transmite información multiplexada en el dominio de la frecuencia a través de la red AC; por un canal se distribuye la energía eléctrica de consumo y por otro se transmiten los datos modulados digitalmente.” (Penagos, y otros, 2006, pág. 101)

“LonWorks ofrece una solución con arquitectura descentralizada, extremo a extremo, que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control.” (Cobos y otros, 2006, pág. 5)

Una visión de Hogar Digital del futuro se caracteriza debido a que está adaptada a cada individuo y como a su calidad de vida, en este concepto se basara en los sistemas de Inteligencia Ambiental, las tecnologías que involucran este concepto abarcan áreas diversas, como : Robótica, Interfaces Inteligentes,

Nanotecnologías, Inteligencia Artificial, Comunicaciones Inalámbricas etc. (Navarro, y otros, 2008)

**Arduino** es un componente electrónico de código abierto para hardware y software de fácil uso, está dedicada para construir proyectos electrónicos para automatizarlos. Arduino es una placa con componentes electrónicos programable (llamado también micro-controlador) y un entorno de desarrollo o IDE (*Integrated Development Environment*) ejecutable desde un computador, que puede escribir y cargar código de computadora a la tarjeta.

**PWM** (*Pulse Width Modulation*) la modulación por ancho de pulsos, o PWM, es una técnica para obtener resultados análogos con medios digitales. El control digital se utiliza para crear una onda cuadrada, una señal cambia entre encendido y apagado. (Hirzel, 2015) 2015)

### **2.5. Objetivo general:**

Diseñar un prototipo de un sistema inótico con la capacidad de monitorizar el control de variación de potencia de la iluminación, controlado desde Arduino por una aplicación móvil en la red local.

### **2.6. Objetivos específicos:**

- Sistematizar la información obtenida en la investigación de inmótica, para el control del sistema de iluminación.
- Identificar los parámetros específicos a ser controlados por el sistema inmótico para el control de iluminación.
- Determinar las tecnologías adecuadas a utilizar para dotar al sistema la capacidad de controlar la variación de potencia, con la técnica PWM (*Pulse Width Modulation*), que se controlara desde Arduino.
- Diseñar la simulación un sistema inmótico: topología, arquitectura y elementos, será desarrollado en Proteus.
- Desarrollar la versión alfa del software para el sistema de control, que será desarrollado en PHP, Java, Android, Arduino con la comunicación en la red local.
- Realizar una simulación del sistema en un prototipo con la finalidad de probar control respuesta del software con los elementos básicos del sistema.
- Estimar los beneficios que se esperan obtener al utilizar el sistema inmótico en relación al consumo eléctrico.



### 2.7. Metodología:

El proyecto está definido en dos etapas: la primera que será de investigación del tema, para luego analizar la información necesaria, que ayudara a determinar las tecnologías a utilizar, como determinar las plataformas más convenientes, al igual que fijar parámetros de los dispositivos a controlar y a los cuales se les realizara el estudio.

La segunda parte está enfocada al desarrollo del sistema inmótico, es decir que el sistema pueda interactuar con el dispositivo Arduino, y este a su vez interactúe con los dispositivos a controlar, que previamente serán diseñados y desarrollados en base a un prototipo que demostrara su funcionamiento.

Para la etapa de pruebas serán desarrolladas en: Simulación por software de los dispositivos electrónicos, del sistema de control, para verificar su funcionamiento. Simulación en un prototipo que tendrá físicamente los dispositivos básicos a controlar, para verificar el control respuesta del software al sistema.

### 2.8. Alcances y resultados esperados:

Se pretende desarrollar un prototipo, con los dispositivos básicos a controlar, al igual que los componentes electrónicos necesarios para su funcionamiento, además del sistema que interactúe con el prototipo a desarrollar.

El prototipo permitirá generar cuadros que proyecten el ahorro energético en los laboratorios. También se realizaran cuadros comparativos del consumo actual y del consumo en el caso de implementar el sistema inmótico. Los resultados serán simulados en el prototipo.

### 2.9. Supuestos y riesgos:

**Falta de equipos.-** Debido al desarrollo del prototipo se requieren de componentes electrónicos que son necesarios para su correcto funcionamiento, además de que el dispositivo Arduino, cuenta con varios módulos independientes pero son necesarios comunicarlos a más de uno. Se tienen el riesgo de no conseguir fácilmente estos módulos pueden ser (WiFi, Tarjeta de Red).

**Incompatibilidad de software.-** Para lograr la intercomunicación con los distintos dispositivos, es necesario que sean compatibles, de esta forma se adaptara fácilmente las configuraciones necesarias para la implementación. Para prevenir que esto ocurra se analizara el software a utilizar, como también su compatibilidad con el sistema Arduino.

#### 2.10. Presupuesto:

Rubro-Denominación	Costo USD (detalle)	Justificación ¿para qué?
Internet	\$100	El uso de internet dentro de este proyecto es primordial ya que mediante este se puede obtener toda la información necesaria
Impresiones	\$100	Que servirán para entregar los documentos físicos del proyecto a realizarse.
Equipos y Suministros	\$300	Debido a la depreciación de los equipos utilizados dentro del proyecto.
Componentes Electrónicos	\$200	Gastos de compra: de placa Arduino con sus módulos necesarios, componentes electrónicos para armado de prototipo.
Gastos Varios	\$50	En los que se incluye transportación e imprevistos que puedan presentarse dentro del proyecto

#### 2.11. Financiamiento:

El financiamiento del proyecto está a cargo de Byron Vinicio Medina Loza, quien será el desarrollador del trabajo.

#### 2.12. Esquema tentativo:

Portada

Dedicatoria

Agradecimientos

Abstract

Índice De Imágenes

Índice De Tablas



Introducción

Objetivo General

Objetivos Específicos

Justificación

Capítulo 1 - Marco Teórico

Introducción

Fundamentos Teóricos

Historia De Edificios Inteligentes

Enfoques A Nivel Mundial Sobre La Inmótica

Domótica

Inmótica

Características De La Domótica

Aplicaciones De La Domótica

Elementos Básicos De Un Sistema Domótico

Capítulo 2 – Metodología Y Desarrollo

Metodología

Desarrollo

Capítulo 3 – Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

**2.13. Cronograma:**

Objetivo Específico	Actividad	Resultado esperado	Tiempo (semanas)
Sistematizar la información sobre de inmótica, para el control del sistema de iluminación.	Lectura e Investigación acerca de la inmótica.	Conocer su historia y conceptos básicos.	2 semanas
Identificar los parámetros	Determinar los	Conocer su	1 semanas



YALDA

específicos a ser controlados	componentes eléctricos para el control de iluminación.	funcionamiento.	
Determinar las tecnologías adecuadas a utilizar para dotar al sistema la capacidad de controlar la variación de potencia, utilizando Arduino	Analizar el hardware necesario a utilizar, como sus componentes electrónicos.	Conocer los componentes necesarios a utilizar y su funcionamiento.	1 semanas
Diseñar la simulación un sistema inmótico	Diseñar el diagrama del circuito con sus respectivos componentes a utilizar	Simular el funcionamiento del diagrama con sus respectivos componentes electrónicos a utilizar.	2 semanas
Desarrollar la versión alfa del software para el sistema de control	Determinar los componentes a monitorear y controlar, conexión con Arduino y componentes electrónicos.	Ejecución y pruebas de control y monitoreo con los componentes a controlar.	2 semanas
Realizar una simulación del sistema en un prototipo	Verificar la aplicación con sus respectivas conexiones y control del prototipo a controlar.	Comprobar su correcto funcionamiento del sistema.	3 semanas
Estimar los beneficios que se esperan obtener al utilizar el sistema inmótico en relación al consumo eléctrico.	Analizar la información de consumo eléctrico.	En base a estimados en el ahorro de energía, dar a conocer los beneficios de implementarlo.	1 semanas

071A070



## 2.14. Referencias:

CEDOM, Asociación Española De Domótica E Inmótica. (16 de junio de 2015). "Qué es Domótica e Inmótica". Obtenido de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

Cobos, M. J., Loayza, A. A., & Garay, F. A. (2006). DISEÑO INMOTICO PARA AHORRO ENERGÉTICO, SEGURIDAD Y CONTROL DE INSTALACIONES PARA EL NUEVO EDIFICIO DE LA FIEC. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Recuperado el 4 de Mayo de 2015

DE DOMÓTICA, E. I. (2011). ESTUDIO CEDOM 2011: "TENDENCIAS DEL MERCADO ESPAÑOL DE DOMÓTICA E INMÓTICA". *CEDOM*, 25.

Hirzel, T. (18 de Octubre de 2015). Obtenido de [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc):  
<https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Tutorial/PWM>

Muñoz, J., Fons, J., Pelechano, V., & Pastor, O. (2003). Hacia el Modelado Conceptual de Sistemas Domóticos. *Universidad Politecnica de Valencia*. Recuperado el 3 de Mayo de 2015

Navarro, R. V., Gabiña, M. Á., & Gonzales, M. D. (2008). Presente y Futuro Hogar Digital. Una vision desde Andalucía. Andalucía. Recuperado el 4 de Mayo de 2015

Penagos, H. P., Tache, G. D., Ballesteros, R. F., Velandia, V. L., Cañón, Á. R., Calderón, J. C., & Fosca, L. A. (2006). Automatización del laboratorio de ingeniería electrónica G-204 de la ECI a través de una red inmótica. *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 26*, 100-112. Recuperado el 3 de Mayo de 2015

Pérez, M. E., & Urdiales, W. E. (2013). ESTUDIO Y DISEÑO INMÓTICO PARA EL PARQUE ACUÁTICO. Recuperado el 1 de Mayo de 2015

RAE, Real Academia Española. (16 de junio de 2015). *Diccionario de la lengua española* (22.a ed.). Obtenido de <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=dom%F3tica>

Romero Cristobal, V. F. (2006). *Domotica e Inmotica. Vivienda y Edificios Inteligente*. Madrid: ISBN:74-7897-729-5.

**2.15. Firma de responsabilidad (estudiante)**

Byron Medina

Byron Vinicio Medina Loza.

**2.16. Firma de responsabilidad (director sugerido)**



Ing. Fabián Marcelo Carvajal Vargas.

**2.17. Fecha de entrega:**

29 de Octubre de 2015