

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS
INDUSTRIALES**

**Domótica, implantación en casa habitación aplicada en
iluminación, temperatura, presencia y niveles de agua.**

**TRABAJO RECEPCIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN
INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS INDUSTRIALES**

P R E S E N T A

JOSÉ ALFREDO MARTÍNEZ PÉREZ

Director del trabajo recepcional

M. en I. Luis René Sagredo Hernández

Ciudad de México, Enero de 2017

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS ©

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Dedicatoria

A:

Dios, por estar conmigo en cada paso, haberme dado salud para lograr mis objetivos y poner en mi camino a estas personas.

A mi mamá Isabel Cruz Pérez

Por ser mi ejemplo en esta vida, por saber guiarme, orientarme y exigirme día con día, por estar ahí cuando fué necesario y enseñarme la trayectoria que debo seguir, por mostrarme la fortaleza con la que se enfrentan los conflictos, enseñarme a superarlos y ponerme objetivos aún más alto, por tus consejos, ejemplos y amor.

A mis familiares

A mí mamá Marcelina por tu apoyo y paciencia, a mi hermana Jessica por ayudarme tanto y apoyarme en los momentos más importantes de la tesis, a Alejandra por tu comprensión, paciencia y apoyo, a Antonio, a mi tíos y tías que son ejemplos a seguir. ¡Gracias a ustedes!

A mis profesores

M. I. Luis René Sagredo Hernández por su enorme motivación, confianza, apoyo y tiempo compartido en la elaboración de esta tesis y en la culminación de mis estudios profesionales; a mis lectores y sinodales por el aporte ofrecido en este trabajo y a mis maestros en general por impulsar el desarrollo de mi formación académica y que marcaron cada etapa de mi camino universitario.

A mis amigos

Por el apoyo mutuo en nuestra formación profesional y que seguiremos siendo amigos: Héctor Jiménez y Víctor Gachuz; a mis amigos de Casa Libertad por haber marcado una parte fundamental en mi trayecto universitario, a mis amigos de San Lorenzo Tezonco por haberme aceptado en su círculo y ser parte de este gran paso.

*De igual manera a la **Universidad Autónoma de la Ciudad de México**, a esta casa de estudios por brindarme el apoyo para la impresión y empastado de mí trabajo recepcional.*

Finalmente a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Muchas Gracias!

Tabla de Contenidos

Resumen.....	1
Abstrac	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Introducción	4
Antecedentes	5
Capítulo 1 Implantación de la domótica. Definiciones.....	8
1.1.- Domótica	9
1.2.- Implantación	9
1.3.- Automatización.....	9
1.4.- Inteligencia Artificial.....	9
Capítulo 2 Estándares, Normas y reglamentaciones.....	10
2.1.- Normatividad y reglamentación en México	11
2.2.- Normas a nivel mundial.....	11
2.3.- Sustentabilidad en edificios inteligentes.....	12
2.4.- Factor de seguridad.....	13
2.5.- Niveles de domotización	13
Capítulo 3 Componentes de un sistema domótico.....	15
3.1.- Sensores	16
3.2.- Controlador.....	17
3.3.- Interfaz.....	17
3.4.- Medio de transmisión	18
3.4.1.- Medio de transmisión alámbrico	18
3.4.2.- Medio de transmisión Inalámbrico	18
3.5.- Actuadores	19
Capítulo 4 Caso de estudio, características y componentes.....	20
4.1.- Análisis del lugar a domotizar	21
4.1.1.- Plano de la casa.....	21
4.1.2.- Diagrama eléctrico de la casa	23
4.2.- Necesidad de automatización	24
4.3.- Componentes	26
4.3.1.- Tarjeta de control.....	27
4.3.2.- Elementos primarios	28
4.3.3.- Elementos correctores finales.....	32
4.3.4.- Medio de transmisión	36
4.3.5.- Sistema de alarma.....	38
4.3.6.- Fuente de alimentación y batería de respaldo.....	39
4.3.7.- Gabinete.....	42
4.3.8.- Indicadores.....	43
4.3.9.- Insumos.....	43

Capítulo 5 Propuesta del sistema domótico a implantar	44
5.1.- Cuarto 1 - Control de temperatura	46
5.2.- Cuarto 2 – Monitoreo de llegada	46
5.3.- Sala - comedor y cocina - Control de temperatura y testigo de presencia.....	46
5.4.- Baño - Control de iluminación, temperatura y nivel de agua	47
5.5.- Pasillo - Control de iluminación	49
5.6.- Estacionamiento - Control de la iluminación	49
5.7.- Automatización de luces antirrobo	50
5.9.- Alarma auditiva por SMS, Bluetooth o panel de control	50
5.10.- Batería de respaldo Control con las baterías	51
5.11.- Cotización	51
Capítulo 6 Implementación del proyecto	56
6.1.- Ubicación del gabinete	57
6.2.- Colocación de las fuentes de alimentación	58
6.3.- Diseño y construcción de circuitos impresos	58
6.3.1.- Tarjeta de alimentación de sensores.	59
6.3.2.- Tarjeta de alimentación para los actuadores.	60
6.3.3.- Tarjeta de separación de pines para Arduino Mega (Shield).....	62
6.3.4.- Tarjeta de comunicación.....	63
6.4.- Etapa de detección de falla de energía eléctrica AC	64
6.5.- Interfaz de activación.....	64
6.5.1.- Interfaz física	65
6.5.2.- Interfaz SMS.....	66
6.5.3.- Aplicación para Smart Phone	66
6.6.- Colocación de actuadores	67
6.7.- Colocación de los sensores	68
6.8.- Calibración de sensores	69
6.9.- El interés de México en la domótica	73
6.10.- Encuesta y análisis de factibilidad.....	74
Resultados y discusión.....	77
Ahorro energético	77
Confort	83
Seguridad	83
Plusvalía.....	84
Mediciones.....	84
Resultado numérico del sistema domótico implantado	85
Resultados de la encuesta.....	87
Trabajos futuros	96
Manual de uso	97
Conclusiones	103
Lista de Referencias	105
Apéndice	107

Lista de tablas

TABLA 1. BLOQUES DE VALORACION CEDOM.....	14
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE SÍMBOLOS ELÉCTRICOS.....	24
TABLA 3. NECESIDAD DE AUTOMATIZACIÓN.....	26
TABLA 4. OBSERVACIONES DE FUNCIONAMIENTO.....	26
TABLA 5. CORRIENTES DE CONSUMO GENERAL.....	40
TABLA 6. CONSUMO DE POTENCIA	41
TABLA 7. CONSUMO DE CORRIENTES CON BATERÍA	51
TABLA 8. MANO DE OBRA POR PROYECTO DE UNA SEMANA.....	52
TABLA 9. COTIZACIÓN DE MATERIALES	53
TABLA 10. COSTO DESCRIPTIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	54
TABLA 11. DESCRIPCIÓN DE TIEMPOS EN EL PROYECTO DOMÓTICO	55
TABLA 12. CALIBRACIÓN DE TEMPERATURAS.....	71
TABLA 13. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES SOCIALES	73
TABLA 14. CONSUMO DE ENERGÍA SIN DOMÓTICA	78
TABLA 15. CONSUMO DE ENERGÍA CON DOMÓTICA	79
TABLA 16. AHORRO DE ENERGÍA DIARIA	80
TABLA 17. PAGO Y RECUPERACIÓN.....	81
TABLA 18. SEGUNDA PRUEBA DEL AHORRO CON DOMÓTICA.....	82
TABLA 19. NIVELES DE DOMOTIZACIÓN SEGÚN CEDOM	86

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ELEMENTOS PRINCIPALES	16
FIGURA 2. PLANO ARQUITECTONICO DEL INMUEBLE	22
FIGURA 3. TINACOS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	22
FIGURA 4. DIAGRAMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL PROYECTO	23
FIGURA 5. ARDUINO MEGA Y SUS CARACTERÍSTICAS	27
FIGURA 6. SENSOR DE TEMPERA PRESENCIA PIR	28
FIGURA 7. SENSOR DE TEMPERATURA LM35	29
FIGURA 8. SENSOR DE TEMPERATURA DS18B20	30
FIGURA 9. SENSOR DE LUZ LDR	30
FIGURA 10. SENSOR DE NIVEL CON FLOTADOR.....	31
FIGURA 11. SENSOR DE NIVEL SUMERGIBLE.....	31
FIGURA 12. RELEVADOR ELECTROMECAÁNICO	32
FIGURA 13. CONFIGURACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN CON TRANSISTOR	33
FIGURA 14. CONFIGURACIÓN DE ACTIVACIÓN A RELEVADORES CON VALORES.....	35
FIGURA 15. CONTACTOR Y DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	36
FIGURA 16. CABLE UTP	36
FIGURA 17. DISPOSITIVO SIM800L	38
FIGURA 18. DISPOSITIVO BLUETOOTH HC-05.....	38
FIGURA 19. ALARMA DE SIRENA	39
FIGURA 20. FUENTE DE ALIMENTACIÓN	40
FIGURA 21. BATERIA 12V A 40A.....	42
FIGURA 22. GABINETE	43
FIGURA 23. UBICACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO A IMPLANTAR	45
FIGURA 24. DIAGRAMAS DE FLUJO CUARTO 1, CUARTO 2 Y SALA COMEDOR.....	47
FIGURA 25. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SANITARIO.....	48
FIGURA 26. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PASILLO, ESTACIONAMIENTO Y TINACOS	49
FIGURA 27. SECUENCIA DE LUCES ANTIRROBO.....	50
FIGURA 28. COSTO DEL PROYECTO	54
FIGURA 29. DIAGRAMA GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	57
FIGURA 30. COLOCACIÓN DEL GABINETE Y FUENTES	58
FIGURA 31. FORMA ESQUEMÁTICA DE LA PLACA ALIMENTADORA DE SENSORES	59
FIGURA 32. PLACA DE ALIMENTACIÓN DE SENSORES FINALIZADA	60
FIGURA 33. DISEÑO ESQUEMÁTICO DE LA TARJETA ACTIVADORA DE ACTUADORES.....	61
FIGURA 34. TARJETA DE ACTIVACIÓN DE ACTUADORES	62
FIGURA 35. SHIELD PARA ARDUINO MEGA	62
FIGURA 36. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL CIRCUITO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA..	63
FIGURA 37. TARJETA DE COMUNICACIÓN INALAMBRICA.....	64
FIGURA 38. RELEVADOR TRES POLOS.....	64
FIGURA 39. INTERFAZ FÍSICA CON PUSH BUTTONS.....	65
FIGURA 40. INTERFAZ REGULAR SMS.....	66

FIGURA 41. APLICACIÓN PARA SMART PHONE.....	67
FIGURA 42. UBICACIÓN DE LOS RELEVADORES DEL ENCENDIDO DE LUCES	68
FIGURA 43. CALIBRACION DE LOS SENSORES PIR	69
FIGURA 44. TEMPERATURAS DE LOS SENSORES EN TRES HORARIOS DIFERENTES	70
FIGURA 45. CALIBRACIÓN DEL SENSOR LDR.....	72
FIGURA 46. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA POBLACIÓN.....	74
FIGURA 47. ENCUESTA SOBRE DOMÓTICA	76
FIGURA 48. COSTO DEL KW/H.....	77
FIGURA 49. GRÁFICA DEL CONSUMO SEMANAL SIN DOMÓTICA AGOSTO DE 2016	78
FIGURA 50. GRÁFICA DEL CONSUMO DE ENERGÍA CON DOMÓTICA.....	79
FIGURA 51. GRÁFICA DEL AHORRO DE ENERGÍA	81
FIGURA 52. GRÁFICA DEL AHORRO DIARIO EN KWH Y PESOS DE LA SEGUNDA PRUEBA.	83
FIGURA 53. NIVEL DE DOMÓTICA DEL PROYECTO	87
FIGURA 54. RESULTADO 1 ¿QUÉ ES LA DOMÓTICA?.....	87
FIGURA 55. RESULTADO 2 ¿EN QUE LUGAR LO HAS VISTO?	88
FIGURA 56. RESULTADO 3 ¿TIENES DOMÓTICA EN TU CASA?.....	88
FIGURA 57. RESULTADO 4 ¿TEGUSTARÍA ESA TECNOLOGÍA EN TU CASA?.....	89
FIGURA 58. RESULTADO 5 ¿DÓNDE LA PUEDES CONSEGUIR?.....	90
FIGURA 59. RESULTADO 6 ¿SABES CUANTO CUESTA?.....	90
FIGURA 60. RESULTADO 7 ¿QUÉ VENTAJAS TERDRÍA EL TENERLA EN TU CASA?.....	91
FIGURA 61. RESULTADO 8 ¿QUÉ TE GUSTARÍA OPTIMIZAR EN TU CASA?	93
FIGURA 62. RESULTADO 9 ¿QUÉ LUGAR DE TU CASA AUTOMATIZARIAS?	94
FIGURA 63. RESULTADO 10 ¿LO CONSIDERARIAS?	95

Resumen

Este trabajo aborda la implementación de un sistema domótico a una casa-habitación de un piso. Se describen las reglas básicas para la implementación adecuada de esta tecnología a partir de las normas estandarizadas para su desarrollo y se aborda el proceso de instrumentación y automatización de las distintas áreas habitables: recámaras, sala, comedor, cocina, pasillo, baño y estacionamiento.

Las líneas que incluye este proyecto son: la activación a través de testigos de presencia, la gestión general de iluminación, el control de temperatura, la regulación de los niveles del agua en tinacos y la gestión energética. Así mismo, se hace una descripción de los estándares que definen los niveles de automatización de una vivienda y el sistema de seguridad como una forma necesaria de la domótica personalizada, tanto con el protocolo de comunicación SMS como con el protocolo Bluetooth para la toma de decisiones dentro y fuera del inmueble.

Paralelamente, este trabajo pretende favorecer el interés para integrar la domótica a la vida diaria y su viabilidad en la relación costo-beneficio al favorecer el ahorro económico, racionar el uso de combustibles fósiles y la generación mínima de contaminantes emitidos. Se realizó una encuesta para estudiar el interés y aceptación de la domótica en las casas, y se dió a conocer el panorama del beneficio de esta tecnología aplicada a los diversos factores del hogar como; ahorro, confort, seguridad, y plusvalía. A partir de los resultados obtenidos, se establece la factibilidad y viabilidad de crear una empresa destinada a la domótica de bajo costo.

Abstrac

This work takes into account the implementation of a domotic system for a one-floor family house. The Basic rules for its technological implementation and the standardized norms for its development are described. The instrumentation and automation process of the main rooms considered for this project are bedrooms, living room, dinning room, kitchen, hall, bathroom, and parking place.

The project main lines considered are the activation of signals through a witness assistance, general illumination management, temperature control, water container regulation control, and energy management. A description of automation home standards and the security system are made as a way to develop a required personalized domotic system with a SMS communication protocol, as well as the Bluetooth protocol for taking decisions in and out of the property.

This work aims to create an interest for integrating the domotic system to everyday living and to consider its viability in a cost-benefit relationship. It pretends to save money and fuel resources through a minimum emission of pollutants. Simultaneously, a survey was applied to a group of people in order to evaluate their interest and the possibility of introducing demotic systems in regular houses at low cost. During the surveys people were informed of the benefits of using this technology at home, such as savings, comfort, security and the genuine added value to their homes. After the results, the viability of creating a business unit intended to low cost domotics is assessed.

Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es: implementar un proyecto domótico en una casa habitación que gestione, la temperatura, la iluminación, la seguridad, el ahorro de energía, y el nivel de agua.

Objetivos específicos

Programación del microcontrolador que sirva para automatizar todo el proyecto.

Comunicación por parte del protocolo SMS y Bluetooth.

Diseño e implementación de una interfaz física y desde un celular para la comunicación con el sistema domótico.

Uso de sensores de presencia, temperatura, movimiento, intensidad luminosa y niveles.

Creación de placas de mediana potencia destinadas al uso de la domótica para alimentar los sensores y actuadores.

Estudio del consumo de energía con y sin domótica para observar el ahorro energético.

Análisis del conocimiento de la domótica en México, basados en una muestra de ciudadanos de la delegación Iztapalapa.

Titulación y obtención del grado de Ingeniero en Sistemas Electrónicos Industriales.

Introducción

La evolución tecnológica pasa por uno de sus mejores momentos, debido a los avances sobre nuevos materiales y formas de usarlos, por ello se ingresan nuevas tecnologías en los hogares que dan paso a un horizonte muy prometedor en beneficio de los seres humanos. Tal es el caso de la interpretación, gestión y manipulación del contexto, para obtener beneficios en los temas que maneja diariamente, y al que cualquier hombre moderno está expuesto.

Uno de los principales objetivos que tiene la humanidad, es el de generar día con día mayor confort y simplificación de sus actividades físicas, esto es, disminuir el uso de fuerza y de trabajo, crear dispositivos que puedan remplazar a los humanos en diversas tareas como: maquinas, computadoras o algún elemento relacionado, cada vez más precisas, exactas y confiables.

El hombre moderno le gusta sentirse en óptimas condiciones para disfrutar de la vida, en del área donde se desenvuelve, ya sea para trabajar, descansar, leer, comer, dormir, jugar, etc., lo que implica tener las condiciones ideales, de temperatura, luminosidad, comunicación o seguridad para sentirse en armonía, y poder concebir su mayor desempeño, productividad o descanso. Hoy en día se puede controlar casi cualquier elemento físico, con ayuda de diversos sensores y actuadores, que pueden llegar a hacer la vida bastante simple y comfortable.

Este trabajo se enfoca en técnicas que ayudan en el propósito, la ingeniería realiza el vínculo requerido entre el software y el hardware necesario, para hacer una vida más comfortable, sencilla y productiva, que además fomenten el uso de nuevas tecnologías para estar a la vanguardia con un elemento que tiene como nombre Domótica, y todo lo que implica el desarrollo de la misma. También impulsar el interés del consumo de esta tecnología.

Antecedentes

La primera aparición de la domótica en México fue en la década de los 70's, con el surgimiento de la tecnología "X10"¹, que consistía en la creación de reglas para establecer la comunicación entre algunos dispositivos electrónicos. Para las últimas décadas del siglo XX vino un nuevo tema; la automatización, que hizo sinergia con los primeros pasos de la domótica; se cree que lo que detonó el inicio del uso de dispositivos en los hogares fue la llegada de los microprocesadores, autómatas y los primeros ordenadores.

En el año de 1976, la empresa escocesa Pico Electronics, utilizó el protocolo de comunicación X10, dando así un gran aporte en el desarrollo de la domótica. A la par, la divulgación de esta tecnología en otros países, plasmada en: libros, revistas, artículos y manuales de información que llegaban a México, así generó gran influencia en la sociedad. Para el año de 1984, se estipula que en acorde con el programa SAVE², creado en E.E.U.U, fue factible el desarrollo de los sistemas de control en casas inteligentes.

En los años 90's, el estudio y desarrollo de tres importantes áreas tecnológicas: informática, telecomunicaciones y electrónica, impactaron las diferentes carreras universitarias y tecnológicas en México, generando el interés por el estudio del comportamiento de los transductores y su ingreso al mercado. Estos provenían en su mayoría del continente Asiático, y no importando su origen, el interés de los mexicanos aumentó al saber que estos productos contaban con cierta inteligencia, como su activación con movimiento, palpándose claramente la interacción con el ser humano. De esta manera, la prioridad se basó en la adquisición, estudio e implementación de estos dispositivos en áreas de la vida cotidiana.

Otra de las tecnologías que se empezaron a utilizar en las casas inteligentes fue el WIFI³, en el año 2003, era conocido como WIFI Alliance, apoyada por las compañías Lucent y Nokia (Telecomunicaciones, 2010), mediante el establecimiento de estándares para los equipos compatibles con esta nueva tecnología. Esta competía en el mercado con el Bluetooth⁴, sin embargo durante un tiempo se presentaron muchas dificultades con la banda, y la relación de la velocidad que manejaría. Así la poca información que compartían los países pioneros de estas tecnologías con México, era a través de revistas y documentos

¹ Protocolo de comunicación que opera a través del control remoto.

² Programa creado en Estados Unidos en 1984, que permite lograr la mayor eficiencia con un bajo consumo de energía en los sistemas de control en casas inteligentes, basado en un sistema de cableado estructurado

³ Protocolo de comunicación con ausencia de cables, su tipo de conexión puede unir un sinnúmero de dispositivos móviles a la vez. El alcance que puede llegar debido al internet es ilimitado.

⁴ Protocolo de comunicación igualmente con ausencia de cables, a diferencia del Wifi su alcance es mucho menor y define un solo canal de comunicación.

incluidos en productos ya terminados, como equipos de uso doméstico, telefonía y electrónica.

Para el 2007, el WIFI empezó a posicionarse en México a través de las exposiciones tecnológicas en diferentes puntos del país, con productos como: teléfonos celulares, impresoras, scanners, etc., los beneficios eran muchos, ya no dependían del cableado, la posibilidad de conectar muchos instrumentos de gestión al mismo tiempo, alcances ilimitados siempre y cuando tuvieran un punto de comunicación WIFI. Esto hizo que el Wifi, compitiera con el protocolo de comunicación ZigBee⁵, creada en el año de 1998, con la necesidad de un sistema de bajo costo. Además podía transmitir pequeños paquetes de información como los usados en sensores y actuadores, y maximizar el consumo de las baterías para ser usada en una red inalámbrica de área personal.

Para el año 2005, el ZigBee, era incluido en productos relacionados con la domótica en más de 22 países, entre ellos México, aunque no con mucho auge, sin embargo era un excelente protocolo para el uso de esta tecnología en el país. Uno de los grandes avances fue equipar un sensor con un transceiver ZigBee para alimentarlo con pilas AA y obtener una duración de hasta dos años con las mismas baterías. Puesto que el transmisor consta de menor circuitería analógica, su conexión puede ser en diferentes topologías y sus alcances son de hasta 70 m. Su desventaja ante el WIFI, es pertenecer a las redes inalámbricas WPAN⁶, que tienen cobertura limitada, la tasa de transferencia es muy baja, y no tiene una buena capacidad de soporte para nodos. Aún con sus limitaciones se ha demostrado que es casi perfecta para ser emplear el concepto de domótica.

Hoy en día el ZigBee, con apoyo del protocolo WIFI, amplió el rango de comunicación, alcanzando el instrumento para el uso de técnicas que se usan en la aplicación de casas inteligentes. Estas técnicas nos hacen la vida más fácil, acercándonos al que el concepto de confort sea más apreciado en el hogar. También con estas técnicas llega una mejor supervisión con un sistema de seguridad, con el uso de las nuevas tecnologías en la transmisión por WIFI o SMS⁷, donde el lugar que se supervisa queda totalmente protegido y confiable, y esto se puede lograr con la rápida y emergente comercialización de sensores que antes no se tenían a la mano, pero que en la actualidad está casi a la vuelta de la esquina, y así, el mundo analógico puede ser interpretado casi al cien por ciento, y reescribirlo al mundo digital, ser usuario de la tecnología interpretativa así como de los conocimientos

⁵ Protocolo de comunicación inalámbrica, trabaja a la frecuencia de 2.4 GHz. y es necesaria una coordinación de red.

⁶ Red de área personal, red de computadoras para la comunicación entre dispositivos cercanos a un punto de acceso y su alcance es de pocos metros.

⁷ Servicio de mensajes simples, disponible en teléfonos móviles.

suficientes para el desarrollo de este método, gracias a varias fuentes de comunicación, entre ellas el Internet.

En México no se tiene la cultura de instrumentar el hogar, ni la iniciativa de crear ciudades inteligentes, y aprovechar la domótica como parte de la vida diaria, se debe en gran parte a la economía, costumbre, miedo o desconfianza a la tecnología, o simplemente desconocer esta parte de la automatización, conocida como domótica.

Preguntas de Investigación

¿Por qué en México no se tiene la cultura de la Domótica?

¿Es muy cara la domótica en México?

¿En verdad la domótica hace más fácil y económica la vida?

¿Se encuentran fácilmente productos e información para usar esta tecnología?

¿La población Mexicana está interesada en adquirir estos beneficios?

¿Se necesita una empresa especializada en domótica más económica?

Capítulo 1

Implantación de la domótica.

Definiciones



1.1.- Domótica

La palabra domótica proviene de la unión de las palabras “domo” y del sufijo “tica”, a su vez “tica” se conforma de los vocablos “tic” representando las tecnologías de la información y comunicación, enlazada con la letra “a” haciendo referencia a la automatización. La palabra “domo” proviene del latín domus, cuyo significado es casa.

El término proviene de la palabra francesa *domotique*, donde la enciclopedia Larousse la describe como **“el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.”** (domótica, 2016). El objetivo de la domótica es tener un confort y seguridad en el lugar donde se implementa, dependiendo de las necesidades y del nivel de técnicas usadas en su automatización y gestión.

1.2.- Implantación

Dentro del diccionario de la lengua española se describe como **“Establecimiento de algo nuevo en un lugar, generalmente que ya existía o funcionaba con continuidad en otro sitio o en otro tiempo”** (implantación, 2016), por lo que con sus sinónimos inserción, colocación, imposición da una interpretación de que a un elemento que ya existe se le agrega otro elemento más.

1.3.- Automatización

Cuando alguna cosa se vuelve automática se dice que es parte de la automatización, esto es sin la ayuda directa de alguna persona, tenemos que regresarnos un poco al concepto de automatizar, donde la enciclopedia Larousse describe la palabra automatizar como **“Aplicar procedimientos automáticos a un proceso, a un mecanismo o a un dispositivo”** (Automatización, 2016), este verbo hace la alusión a que las acciones se vuelvan automáticas, donde también se puede incluir que aunque no es directamente dependiente de la robótica y la informática, en la definición armonizan perfectamente.

1.4.- Inteligencia Artificial

Es difícil comprender un concepto tan complejo y con diversos significados hoy en día, cómo diferenciar un objeto con inteligencia artificial cuando existen múltiples artefactos con características semejantes. Una de las definiciones más acertadas dice que consiste en el diseño de procesos que al ejecutarse sobre una arquitectura física, producen resultados que maximizan una cierta medida de rendimiento y que los dispositivos que cuentan con inteligencia artificial, pueden ejecutar distintos procedimientos análogos al comportamiento humano, como la devolución de una respuesta por cada entrada.

Capítulo 2

**Estándares, Normas y
reglamentaciones**



2.1.- Normatividad y reglamentación en México

Las normas estandarizan la innovación tecnológica e intensifican la competencia dentro del contexto de mercados mundiales, volviéndose un instrumento indispensable para la economía y el comercio. Estas se encuentran descritas en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son de carácter obligatorio, ya que contienen certificaciones, pruebas, calibración, confiabilidad, etc., Las normas relacionadas con la domótica entran en el apartado de lineamiento internacional, el cual describe los documentos que emite un organismo reconocido por el gobierno mexicano, así protege a los consumidores de nuestro país.

Uno de los aspectos más importantes en México, es el minimizar el consumo energético, convirtiéndose en un gasto menor para el bolsillo de la población; en este sentido, varias dependencias de gobierno promueven el uso responsable y ahorro de la energía. Una de éstas dependencias, es el SENER (por sus siglas de; Secretaria de Energía), que en su página de Internet en la sección: “**desde el hogar**” (Lang, 2014), realiza una pregunta muy importante: ¿Por qué ahorrar energía en tu casa?

La respuesta sugiere el ahorro por parte de los ciudadanos, economizar y hacer uso eficiente de la misma y así reducir el pago.

Esta institución nos proporciona la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 (ENERGÍA, 2012), hace referencia a las Instalaciones Eléctricas y la forma de utilización; los cables de instrumentación, sistemas de alarma contra incendios, circuitos de comunicaciones, motores, circuitos de motores, controladores, etc.

Un punto muy importante, es preservar los recursos naturales y la disminución del consumo de combustibles fósiles, que son usados para generar energía eléctrica, también contribuir en la reducción de contaminantes al medio ambiente. Esto genera conciencia del consumo, demanda y ahorro energético, que indudablemente ayuda a alimentan a las ciudades inteligentes de una forma responsable, y que esta a su vez de apoya en la domótica.

2.2.- Normas a nivel mundial

Los estándares, normas y reglamentaciones, en lo que respecta a la domótica en México, se basan en las normas mundiales. Específicamente, la reglamentación para la creación de estas normas se tomó de la unión europea; quien fue la pionera en el desarrollo de los lineamientos como consecuencia del interés e influencia de empresas que iniciaban en el campo de la domótica.

Una de las asociaciones más importante a nivel mundial, creadora y propietaria del protocolo de comunicación KNX, es **KNX Association cvba**⁸, quién desarrolló una forma de comunicación con un enfoque uniforme sin la necesidad de centros de control adicional, a través de un lenguaje común, que asegura la comunicación entre los componentes de manera eficiente, independientemente de fabricantes y aplicación. Esta realiza parte del estándar mundial para el control de viviendas y edificios inteligentes, aplicado en la iluminación, control de persianas y toldos, calefacción, gestión energética, etc.

Uno de los objetivos primordiales de asociación es la evolución del estándar KNX; así como de las especificaciones, requisitos y reglas de certificación en más de 125 países, dentro de los cuales se encuentra México.

La comunicación KNX presume de 10 ventajas principales (Association, 2014), pero más allá de sus bondades, sus reglas de operación en domótica están regidas por la Norma internacional ISO/IEC 14543-3, la serie de Normas europeas; EN 50090 CENELEC (CENELEC, 2016), EN 13321-1 y 13321-2 CEN, la Norma china GB/T 20965 y la Norma norteamericana ANSI/ASHRAE 135. En el caso de México estas son sometidas y aceptadas en cada uno de sus rubros y lineamientos, para poder ser aplicadas en el país.

2.3.- Sustentabilidad en edificios inteligentes

Una de las organizaciones mexicanas inmiscuidas en el desarrollo de edificios inteligentes es el IMEI (por sus siglas: Instituto Mexicano del Edificio Inteligente y Sustentable, A.C.) (IMEI, 2016), orientada a la difusión y capacitación en el uso de tecnologías ambientales, sustentabilidad y ahorro de energía principalmente. También, incluye conceptos de mantenimiento, comunicación, operación y seguridad. Esta organización, realiza diversas conferencias orientadas a concientizar a la población, para que favorezca en la reducción del uso de la energía, que va desde el diseño eficiente de los edificios hasta la implantación de la tecnología con el enfoque basado en la eficiencia energética.

En su conferencia, **“Recomendaciones y guías de eficiencia energética: control de alumbrado, sub-medición y verificación energética”** (Sustentable, 2015), señala que casi el 40% del pago a CFE (por sus siglas: Comisión Federal de Electricidad), se debe a la iluminación, y que si se cumple el estándar ASHRAE 90.1, donde dicha norma proporciona los requisitos mínimos para el diseño de alta eficiencia energética de los edificios, se llegaría a obtener un menor consumo energético por iluminación. , esta norma es una referencia indispensable para profesionales involucrados en el ramo de la construcción.

⁸ Organización fundada en 1999 sin fines de lucro.

El expositor, Ingeniero Abel, director de Soluciones Sustentables en Leviton MFG para América Latina, aborda que para registrar menos del 50% de la carga de iluminación, los espacios de un inmueble requieren de sensores de ocupación, que se desactiven después de 10 minutos de desocupación. Además, los espacios deben tener un control manual o automático, haciendo una estrategia simple y eficaz al apagar automáticamente las luces y equipos.

2.4.- Factor de seguridad

Algo que se debe considerar en la seguridad de los sistemas es el monitoreo en el consumo de las corrientes y voltajes que consumen los diferentes dispositivos que forman parte del sistema domótico. Una de las reglas que se deben cumplir para garantizar la seguridad en su funcionamiento (robustez), es lo que se conoce como; “factor de seguridad”, este se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$\text{Factor de Seguridad}_{fuente} = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia requerida}}$$

dónde: *Potencia real* = Potencia máxima que puede proporcionar la fuente (W);
Potencia requerida = Potencia que consume el sistema electrónico (W).

Para que un sistema se considere seguro, el valor resultante de la expresión anterior siempre debe ser mayor que 1; para que se cumpla esto, la potencia real debe ser más grande que el consumo de la potencia requerida, esto considerando posibles excedentes de energía nominales.

También, tomando en cuenta el margen de seguridad, que se encuentra después del factor de seguridad 1, multiplicándolo por 100%, expresándolo en forma de porcentaje, por ejemplo, si el factor de seguridad resultante es 1.5, fácilmente se observa que el .5 está después del factor de seguridad 1, al multiplicarlo por 100% se llega al resultado de 50% de margen de seguridad.

2.5.- Niveles de domotización

Decir que se va implementar un sistema domótico, a través de tecnologías y automatización en una vivienda, implica cumplir con un mínimo de reglas y normas de seguridad. La forma de saber si se está cumpliendo con estos criterios, es mediante una evaluación, inclusive se puede determinar el grado de domotización respecto a tres niveles de establecidos por CEDOM (Asociación Española de Domótica e Inmótica, CEDOM, 2006). Esta asociación ofrece una herramienta que establece los parámetros, mediante una tabla de evaluación,

para saber si alguna casa que cuente con dispositivos existentes y aplicaciones domóticas cubiertas, está dentro de un nivel domótico o de domotización. Los criterios de ubicación de los tres niveles, se basan en las especificaciones técnicas de AENOR EA0026 (AENOR, 2016).

Esta tabla tiene diferentes áreas de llenado:

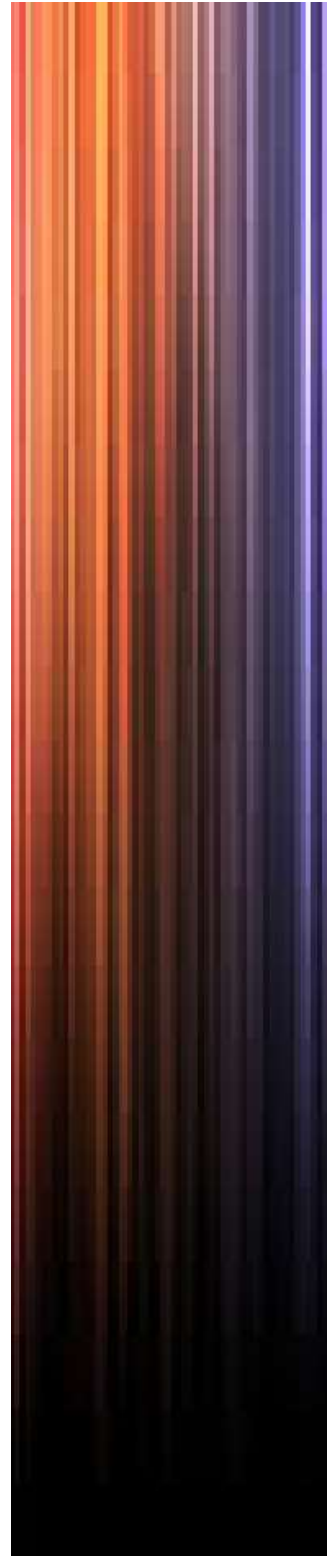
<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas técnicas y de intrusión • Presencia • Programación de horarios estratégicos • Video interfón 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de persianas, clima e iluminación. • Consolas e interfaces • Empresas que suministran voz y datos • Puntos de acceso inalámbrico
---	---

Tabla 1. Bloques de valoración CEDOM

La forma de llenar esta tabla es por bloques, con sugerencias de opción múltiple, donde cada columna de valorización refleja las características de la implantación realizada, con una suma de puntaje que al final proporciona, interpreta y clasifica el nivel de domótica obtenido. Para que un sistema se considere como domótico, debe alcanzar el Nivel 1, considerado como mínimo, sin embargo; también está el intermedio y el nivel 3 (máximo), denominado de excelencia.

Capítulo 3

Componentes de un sistema domótico



Cada sistema domótico, difieren uno de otro, dependiendo de los instrumentos usados, y el nivel de personalización que se desea. Sin embargo, la esencia es la utilización de sensores que me den información del sistema a controlar y los actuadores que modificarán el estado del sistema bajo un elemento central de control. Además, se deben considerar otros parámetros debido a las diferencias climáticas que se tengan en una región y los rangos de cada lectura obtenida.

Dentro de los dispositivos generales que constituyen la domótica, se pueden interpretar como la unión de cinco elementos principales; sensor, bus de datos, controlador, interfaz y actuador. Cada uno cumple con una tarea específica, que contribuye a cumplir con el objetivo de la domotización, y se representa en la siguiente figura.

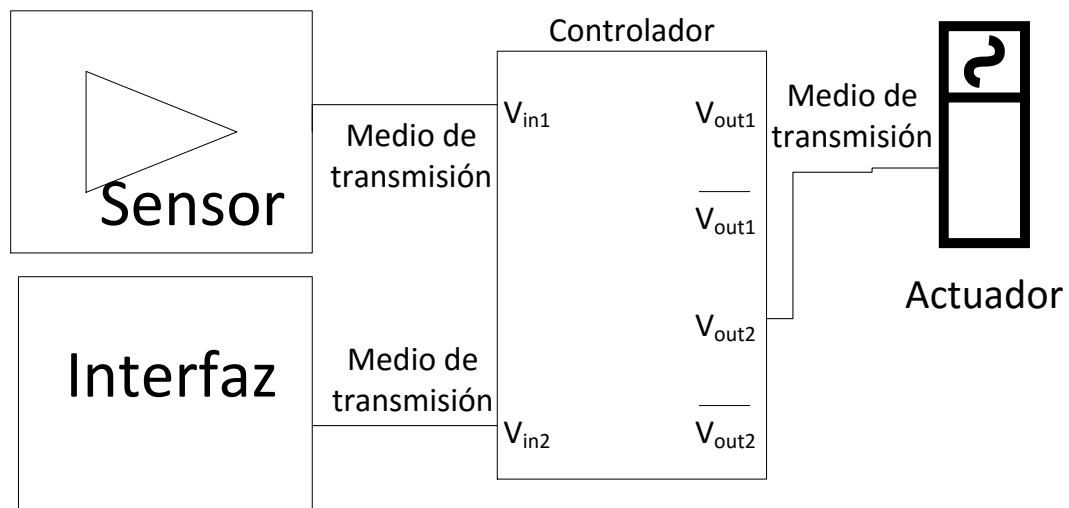


Figura 1. Elementos principales

3.1.- Sensores

Uno de los elementos importantes para la domótica, son los sensores o transductores. Con estos, se puede conocer el estado dinámico de las diferentes variables de una casa habitación. Elegir el sensor adecuado para una tarea definida, implica considerar características tanto estáticas como dinámicas, para la parte estática describe el comportamiento del sensor con cambios muy lentos de variable a medir como; campo de medida, resolución precisión, exactitud, sensibilidad, etc., para la parte dinámica muestra su actuación en régimen transitorio ante la velocidad de respuesta, retardo, tiempo de subida, constante de tiempo, estabilidad, etc. Los factores anteriores, son primordiales para

conocer el comportamiento estático de cada elemento, Sin embargo, características como: dimensiones, peso, forma, tipo de conexión, etc., son factores que complementan la información para un buen desempeño.

Existen diversos tipos de sensores que van desde el registro de entradas de desplazamiento, ángulo, aceleración, vibración, par, fuerza, presión, hasta los inalámbricos destinados a la telemetría. Y dependiendo del nivel de automatización, éstos serán requeridos por el ingeniero en campo.

La mayoría de los sensores en la actualidad en México tiene la ventaja de que en el mismo encapsulado viene la etapa de acondicionamiento, como; la amplificación, filtraje y muy frecuente, definidos bajo un protocolo de comunicación, suficiente para realizar una conexión tan fácil como el llamado plug and play⁹.

3.2.- Controlador

Se le llama controlador a un circuito integrado, que se caracteriza por tener múltiples líneas de entrada y salida, con la capacidad de grabar una serie de instrucciones, es de tamaño muy reducido, actualmente de bajo costo.

Estos microcontroladores son los encargados de gestionar la información que es recibida por los sensores, interfaces graficas o tableros de control. Y de acuerdo a una algoritmo secuencial (programación interna), toman una o varias decisiones y proporcionan una salida adecuada. Otra característica importante, es que su arquitectura les permite realizar comunicación entre varios microcontroladores, operando al mismo tiempo; permitiendo la modularidad y escalabilidad.

3.3.- Interfaz

Una interfaz, es un sistema de comunicación que vincula al usuario con el microcontrolador, como parte de un diálogo basado en órdenes directas o comandos de entrada. El sustento de su diseño consiste en ser lo más amigable posible y generar las señales eléctricas que recibe el microcontrolador. La interfaz, se caracteriza por la transformación de señales atravez de un protocolo de comunicación y generar una respuesta debido al requerimiento inicial, estar interactuando con el sistema cada que el usuario considere que sea necesario.

⁹ Conectar y usar, característica de los dispositivos que solo se conectan y empiezan a usarse sin tanta configuración.

La modularidad de estos sistemas permite incluir una o varias interfaces, pudiendo ser: pantallas, interruptores, dispositivos móviles, computadoras, dispositivos con Internet o dispositivos para comunicación SMS, etc.

3.4.- Medio de transmisión

La información generada por los sensores o interfaces se envía a los microcontroladores a través de una línea física de comunicación.

La vía de comunicación que realiza un vínculo entre los dispositivos, también conocida como “medio de transmisión”, debe tener características básicas como; ser extremadamente confiable, robusta y segura en la información que transporta. En general, se pueden describir dos tipos de transmisión; comunicación alámbrica e inalámbrica.

3.4.1.- Medio de transmisión alámbrico

La comunicación alámbrica, es la forma tradicional que se ha manejado por años. Como ejemplo se tienen las redes eléctricas, redes telefónicas, redes de transmisión de datos, etc. Incluyendo también el cableado para alimentación.

Dentro de la comunicación alámbrica se suele utilizar dos formas de comunicación: medio de transmisión compartida y medio de transmisión propio.

El cableado propio, es el medio de transmisión más común de esta tecnología, donde se trata de introducir una instalación extra en el hogar, destinada únicamente al uso de la domótica, y se programa antes de la construcción del inmueble, o ser implantada una vez construida la vivienda.

El medio de transmisión compartido se trata de la comunicación alámbrica internas, semejante a la red eléctrica que hasta nuestros días usamos, redes similares a la telefónica fija. Una de las características más importantes es que el medio de transmisión se puede usar por diferentes sensores bajo una gestión gerencial (Maestro-Múltiples esclavos). Ejemplo de este tipo son: I2C, MKT, ABC, CDE, etc.

3.4.2.- Medio de transmisión Inalámbrico

Hoy en día, se emplean diversos protocolos de comunicación inalámbrica en domótica, produciendo una solución al cableado excesivo. .

Y aunque esta tecnología puede ser interferida por otros dispositivos, también se cuenta con sistemas de seguridad que encriptan la información antes de ser enviada por la antena.

Existen diversos tamaños y tipos de antenas para establecer la comunicación inalámbrica, la selección, depende mucho del tamaño del inmueble o casa habitación, los obstáculos que se tengan y en el peor de los casos se pueden establecer elementos repetidores¹⁰. Así el medio de transmisión inalámbrica es de los más usados en la actualidad.

3.5.- Actuadores

Los actuadores son los elementos que tienen la capacidad de modificar una variable mediante su acción, siempre dependiendo de la recepción de datos proveniente de algún dispositivo.

Este elemento, ejecuta la orden, de forma instantánea, que recibe del microcontrolador (basada en la información de los sensores y condicionada por la programación interna), realiza un cambio en las características físicas del sistema como; apagar/encender un dispositivo, bajar/subir alguna intensidad, abrir/cerrar o mover un mecanismo, etc. Todo esto bajo un esquema de control en lazo cerrado.

¹⁰ Amplificador de señal, recibe señales de baja intensidad y las vuelve a enviar amplificadas sin alterar el contenido de las mismas, ayudando a alcanzar mayores distancias de comunicación.

Capítulo 4

**Caso de estudio,
características y
componentes**



Los principales objetivos en el caso de estudio son: ahorro energético, confort y seguridad, si se cumplen correctamente estos tres, se adquiere la plusvalía, no solo se tiene que pensar en implementar un circuito eléctrico que funcione correctamente, también analizar y encontrar las necesidades del lugar a domotizar, la selección de los elementos de medición y la adecuada ubicación de los sensores, elegir la tarjeta de control adecuada y programar un algoritmo de control que satisfaga todas las necesidades, además de cumplir con los requerimientos del usuario. No es tarea fácil, pero con base en los conocimientos, instrumentos e ideas, se genera el proyecto que lleva de un simple inmueble, a la implantación de la tecnología de control, llamada domótica.

Esto se realiza en dos vertientes; conociendo el lugar y distribución de sus espacios que se van a domotizar, como: cuartos, pasillos, baños, lugares de esparcimiento, cocina, garaje, etc., y realizando un plano, incluyendo medidas y elementos que integran cada sección como: cama, buro, ropero, sala, mesa, estufa, lavadora, etc.

Además, se requiere de un plano eléctrico del inmueble, que muestre la descripción de la ubicación de focos, contactos, apagadores, centros de carga y elementos que pueden ayudar en la gestión del inmueble como: ventiladores, calefactores, tinacos, puertas, ventanas y cualquier otra descripción que ayude en la toma de decisiones en la implementación.

4.1.- Análisis del lugar a domotizar

La domótica tiene muchas variantes, debido a que todos los inmuebles son diferentes, excepto en desarrollos de complejos habitacionales construidas por inmobiliarias, por lo que se tiene que estudiar la estructura de cada proyecto. Sin embargo, seguir una metodología o técnica de diseño genera un formato base, independientemente del tamaño, forma o distribución de una casa para planear la ubicación de los sensores, determinar los protocolos de comunicación, decidir el tipo de microcontrolador, incluir la interfaz usada para satisfacer las necesidades del usuario y colocar los actuadores para la tarea en común.

En cualquier proyecto se tienen que conocer los objetivos y alcances a lograr. Las ventajas que proporciona el tener automatizada una casa habitación, y sobre todo a quien estará dirigida y personalizada para su satisfacción.

4.1.1.- Plano de la casa

El plano del inmueble es indispensable para cualquier proyecto destinado a la implantación de la domótica, establece las dimensiones que se tienen que cubrir y controlar con la ayuda de los sensores y actuadores. Este plano ayuda a tomar las decisiones del alcance que deben

tener los detectores de presencia, y del protocolo de comunicación más indicado para el proyecto.



Figura 2. Plano arquitectonico del inmueble

Analizando el plano, se observan: dos cuartos dormitorios, una sala comedor, una cocina, un baño completo, un pasillo que une todos los lugares, el centro de lavado, el estacionamiento en la parte del frente, la ubicación de los muebles, el lugar de los closet, una puerta que une la sala con la habitación, y un pasillo ubicado en las entradas de los dormitorios.

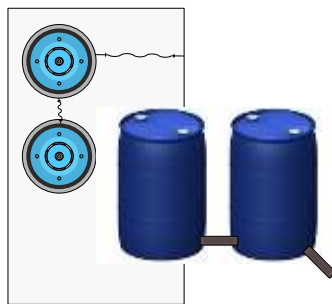


Figura 3. Tinacos para almacenamiento de agua

En la parte superior del baño, se tienen dos tinacos de 200 Lts. Figura 3. Tinacos para almacenamiento de agua, de donde se obtiene el agua de alimentación para el sanitario, lavabo, lavadero y regadera, con sus respectivas conexiones cada uno.

4.1.2.- Diagrama eléctrico de la casa

El diagrama eléctrico de la casa describe la ubicación de cada interruptor, foco o lámpara, contacto, medidor, caja de los interruptores termomagnéticos, etc., y da a conocer la función que desarrolla cada dispositivo dentro del hogar, esto es, proporciona el vínculo que tiene cada foco con su interruptor, también, con base en estos datos se toma la decisión de la colocación de los actuadores.

El diagrama de la vivienda tiene que ser exacta en cada una de las conexiones, pues este proyecto pretende usar las conexiones ya existentes, y transformarlas de su uso manual al automático. En la siguiente figura, se muestra el diagrama eléctrico del inmueble.

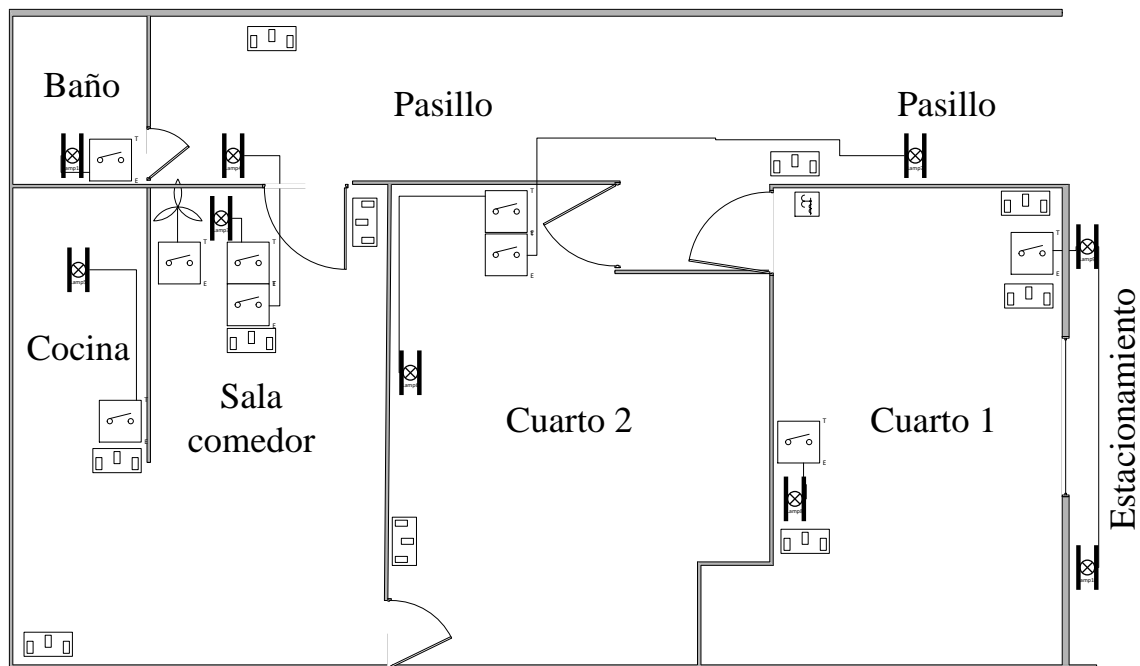


Figura 4. Diagrama eléctrico actual del proyecto

Donde, la simbología del diagrama se describe en la siguiente tabla.


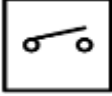

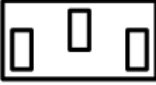

Símbolo	Descripción
	Foco o lámpara, dispositivo de iluminación a 127 V CA, ahorrador o fluorescente.
	Interruptor manual, sirve para el encendido y apagado de los diferentes dispositivos como focos, lámparas, ventiladores, etc.
	Aspas, es la representación de un ventilador que trabaja a 127 V CA.
	Contacto, es el tomacorriente de 127 V, con las tres aberturas que representan la fase, la tierra y el neutro.
	Medidor, determina la ubicación donde se encuentran las entradas de alimentación a la casa.

Tabla 2. Descripción de símbolos eléctricos

En el diagrama eléctrico se describen las conexiones establecidas de la casa habitación que son: contactos, que se usan para diferentes componentes eléctricos, televisiones, radios, DVD, licuadoras, planchas, etc., también los apagadores, algunos están cerca de sus focos y otros relativamente lejanos.

4.2.- Necesidad de automatización

Después de conocer el lugar y saber las condiciones específicas del plano del inmueble y el diagrama eléctrico, es necesario saber cuáles son las necesidades de gestión que se requieren para el inmueble. Así, el dueño de la casa y futuro usuario, determina el grado de domotización que quiere para su hogar, teniendo en cuenta las necesidades de la factibilidad y viabilidad de su inversión.

Necesidad	Descripción
Control de luces de la sala y cocina	Se requiere que las luces de la sala y cocina se enciendan con: <ul style="list-style-type: none"> • La detección de alguna persona y que se mantengan así durante su estancia • Una vez que no se detecte movimiento, las luces tienen que apagarse para ahorrar electricidad.

Control de luces del pasillo	<p>El pasillo debe tener luz, siempre y cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se detecte alguna presencia y sea de noche. • Si alguna persona que se encuentra en el interior de la casa, salga. • Que realicen una secuencia de ahorro energético donde solo se quede activa una luz a la vez, siempre y cuando sea de noche.
Control de luces del estacionamiento	<p>Los focos del estacionamiento tienen que encenderse cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Está llegando el auto, siempre y cuando sea de noche. • Si se detecta algún movimiento, siempre y cuando sea de noche. • Que participen en la secuencia de las luces del pasillo.
Control de luces del baño	<p>El foco del baño tiene que encenderse con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La presencia de un usuario siempre y cuando sea de noche
Control de luz en las puertas de la entrada a los cuartos	<p>La iluminación en la entrada de los cuartos tiene que activarse con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La presencia de un individuo siempre y cuando sea de noche. • Apagarse a la brevedad por ahorro energético.
Control de temperatura en la sala	<p>Se requiere el control de la temperatura de la sala para mayor confort, siempre y cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se detecte movimiento • Se apague si no se detecta movimiento.
Control de la temperatura en el cuarto 1	<p>Se necesita un control de temperatura en el cuarto 1, siempre y cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se solicite en base en una interfaz • Tenga una duración de 6 horas • Se deshabilite en base en una interfaz
Control de temperatura en la regadera	<p>Se tiene que controlar la temperatura del agua cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se le indique que se va a usar la regadera con una interfaz. • Mantenerse así por una hora. • Que avise si esta lista el agua para ser utilizada. • Siempre y cuando haya suficiente líquido en los tinacos.
Control de nivel de los tinacos	<p>Se tiene que controlar el nivel del tinaco cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esté lleno avisar. • Este casi vacío y avisar.
Luz auxiliar	<p>Tiene que existir luces de emergencia para los siguientes caso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un apagón externo o interno.

Timbre automático	Se tienen que encender unas luces de aviso en la sala y el cuarto 2: <ul style="list-style-type: none"> • Durante dos segundos para avisar que llega una persona, siempre y cuando haya pasado por la calle y entrado al pasillo.
Alarma de protección	Se requiere de una alarma cuando: <ul style="list-style-type: none"> • En el caso de existir algún peligro, como temperaturas muy altas, temperaturas extremadamente bajas y presencias no contempladas de extraños. • Que avise por SMS y activar sonidos estruendosos sólo al recibir un SMS o llamada de confirmación. • Activación de forma manual con una interfaz.
Control Bluetooth	Con una aplicación desde un dispositivo móvil se puede: <ul style="list-style-type: none"> • Disponer de todas las luces, activaciones y bocina de alarma de la casa.

Tabla 3. Necesidad de automatización

También se proporcionan las siguientes observaciones y restricciones:

Observaciones y restricciones.	
1	Usar al máximo la instalación eléctrica actual
2	No ingresar más cableado a menos que sea destinado a baja tensión
3	El menor número de modificaciones en la casa
4	La casa pueda volver a ser usada manualmente si así lo quisieran
5	Que todos los aparatos eléctricos actuales sigan funcionando igual

Tabla 4. Observaciones de funcionamiento

Una vez con las exploraciones previas, y los planos desarrollados que nos dan una imagen y visión de lo que se quiere automatizar, así como las necesidades, requerimientos, observaciones y restricciones localizadas en la Tabla 3. Necesidad de automatización y Tabla 4. Observaciones de funcionamiento, se realiza una propuesta que satisfaga todas las necesidades y gustos del usuario, así como pensar en su economía.

Para satisfacer las necesidades se requiere de diferentes componentes que satisfagan la necesidad de gestión.

4.3.- Componentes

Con las necesidades descritas en la Tabla 3. Necesidad de automatización, se tienen los elementos necesarios para iniciar una propuesta de funcionamiento del sistema, se evalúa

cada necesidad del proyecto y se proponen los componentes que cuenten con las características para la implementación de la domótica en el objeto de estudio.

4.3.1.- Tarjeta de control

Es importante resaltar el uso de un sistema de fácil programación, una de las características básicas que requiere tener esta tarjeta es contar con varias entradas analógicas, líneas digitales de la misma forma que las entradas analógicas, entradas destinadas a la comunicación para los diferentes protocolos como: alámbrica e inalámbrica que sea consumidor de bajo voltaje además de económico y de fácil adquisición en tiendas destinadas a este producto.

Por ser parte de un estudio didáctico y cubriendo todas las características necesarias, se decide utilizar el microcontrolador Arduino Mega, que tiene todas las opciones descritas previamente, como la configuración de sus entradas y salidas, es una plataforma de código abierto, lo que facilita el flujo de información en caso de ser requerido, y sus entradas y salidas de comunicación, que son suficientes para este proyecto.

El software de Arduino es de fácil uso, su plataforma IDE se encuentra disponible para ejecutarse en Windows sin costo, así como tener la variedad de sensores disponibles fáciles de adquirir en cualquier tienda de electrónica en México.

Rango de voltaje de 5V a 18V

Corriente de consumo por entrada y salida 20 mili Amperios

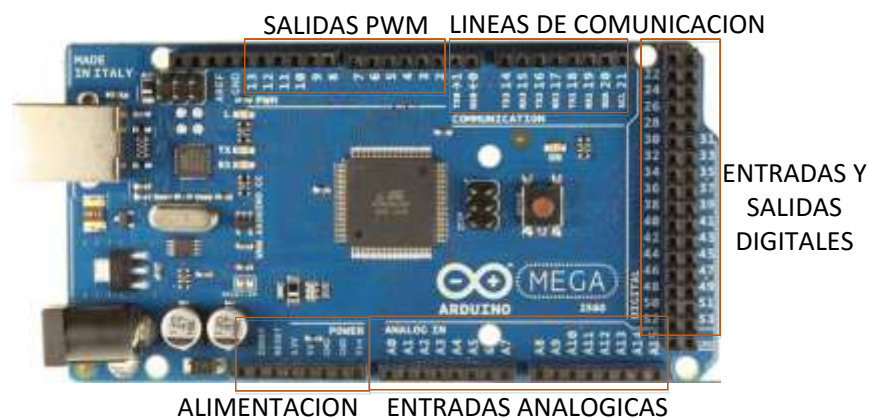


Figura 5. Arduino Mega y sus características

4.3.2.- Elementos primarios

Con el objetivo de gestionar el contexto de la casa habitación y en particular las necesidades descritas en la Tabla 3. Necesidad de automatización, se requieren sensores de: presencia, temperatura, intensidad luminosa y niveles.

4.3.2.1.- Sensor de presencia

Una de las tareas encomendadas en casi todas las áreas del inmueble, es la de monitorear la presencia de los habitantes, por lo que la necesidad de sensores de movimiento es fundamental.

El sensor pasivo infrarrojo conocido como PIR, es el dispositivo idóneo para realizar dicha tarea, detecta la presencia de cualquier persona en las habitaciones; es un dispositivo de fácil colocación y tamaño discreto, cuenta con dos potenciómetros de ajuste, ampliando o disminuyendo el alcance y su sensibilidad:

El Rango de detección se encuentra hasta los 7 metros y con un ángulo de 120°.

Salida digital (3.3V a los 5V)

Corriente de consumo 65 mili Amperes

Corriente en reposo 50 micro Amperes

Voltaje de alimentación de los 5V a los 20V



Figura 6. Sensor de tempera presencia PIR

4.3.2.2.- Sensor de temperatura

Para desarrollar la parte de la gestión de temperaturas, se utilizan dos diferentes sensores, para sensar la sala y la habitación, se colocará el sensor LM35, y para la temperatura del

agua de la regadera se usará el DS18B20, que a diferencia del LM35, éste es un sensor aislado.

Sensor de temperatura LM35

Este sensor es un circuito integrado lineal que ya vienen calibrados para que la respuesta pueda ser obtenida en grados centígrados, su tamaño es muy compacto, discreto y de bajo costo, muchas veces usado de forma didáctica, y de fácil adquisición en cualquier tienda de electrónica.

Rango de medida de los -55°C a los 150°C

Su escala lineal es de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$

Voltaje de alimentación desde los 4V a los 30V

Consumo de corriente de 60 micro Amperios a temperatura ambiente

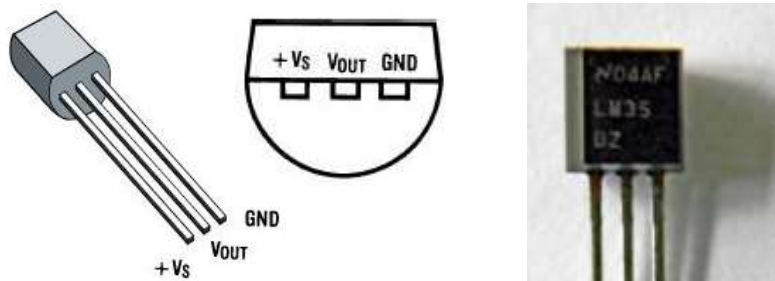


Figura 7. Sensor de temperatura LM35

Sensor de temperatura DS18B20

Es un sensor aislado, que puede ser sumergible debido a que contiene una carcasa aislada que transfiere rápidamente la temperatura, de fácil uso, bajo costo, fácil de encontrar y de bajo consumo de voltaje.

Alimentación desde los 3V a los 5.5V

Rango de medición de los -55°C a los 125°C

Corriente de alimentación de 1.5 mili Amperios

Error de medida de $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$



Figura 8. Sensor de temperatura DS18B20

4.3.2.3.- Sensor de luz

Conocido como LDR (por sus siglas en ingles de; light-dependent-resistor, y en español; resistor dependiente de luz), es una de las herramientas más usadas para monitorear la cantidad de luz dentro de las instalaciones domóticas, es un sistema aislado y listo para usarse en exteriores. Su forma de operar es en la configuración como divisor de voltaje, y dependiendo del valor del resistor pueden variar en cuestión de sus respuestas.

Voltaje de funcionamiento de 1V a 320V dependiendo la marca

Corriente de consumo 75 mili Amperios

Puede llegar a proporcionar desde 1Ω a los 20 Mega Ω dependiendo de la intensidad luminosa.



Figura 9. Sensor de luz LDR

4.3.2.4.- Sensor de nivel

Para gestionar el nivel de los tinacos, se usaran dos diferentes sensores de nivel, el sensor con flotador de bola y el sensor sumergible, que trabajan con el mismo principio similar a un interruptor.

Sensor con flotador de bola

El sensor con flotador de bola se encargará de sensar el nivel de agua superior, funciona como interruptor eléctrico, la parte de la bola se encuentra llena de aire y flotará en el agua cuando haya alcanzado su máximo nivel, enviando 5V a la tarjeta de control que lo interpreta como tinaco lleno.

Consumo de voltaje 5V

Consumo de corriente 10 mili Amperios



Figura 10. Sensor de nivel con flotador

Sensor sumergible

El sensor sumergible se encuentra aislado y funciona igual que el sensor de bola, si el agua está en la parte más baja del tinaco activa el sensor, mandando 5V a la tarjeta de control, hace referencia a que el tanque está casi vacío.

Voltaje de activación de los 5V a los 100V CD

Corriente de activación 10 mili Amperios



Figura 11. Sensor de nivel sumergible

4.3.3.- Elementos correctores finales

Para realizar el control con base en los actuadores, es necesaria la interpretación del contexto de cada espacio a gestionar por los sensores y haber sido sometida a la evaluación de la tarjeta de control, de ser necesaria la modificación del contexto a gestionar, les toca realizar el trabajo a los actuadores, ellos son los encargados de encender ventiladores, calentadores, focos, leds, bombas, resistencias eléctricas, puertas, ventanas, etc., realizar la orden de la tarjeta de control el tiempo que sea necesario, y tantas veces les sea indicado.

Entre el sistema de baja y mediana potencia, se deben considerar los transistores, cada uno con sus resistencias básicas de instrumentación que les proporcione el buen funcionamiento electrónico, para alimentar finalmente a los actuadores.

4.3.3.1.- Relevador electromecánico

Los relevadores conocidos como relé o relay, son un tipo de interruptor, controlados por un circuito eléctrico, que proporciona la corriente necesaria para la inducción de un campo magnético que atrae al electroimán incidiendo en la apertura o cierre de un circuito dependiente de voltaje más intenso, ya sea en CA o CD.

En este proyecto se utilizarán los relevadores electromecánicos para energizar focos, calentadores, ventiladores, etc., y así lograr controlar las diferentes tareas.

Voltaje de activación 5V o 12V dependiendo la entrada del relé

Corriente de activación 100 mili Amperios

Voltaje de conducción 120VCA

Corriente Máxima de conducción 10A

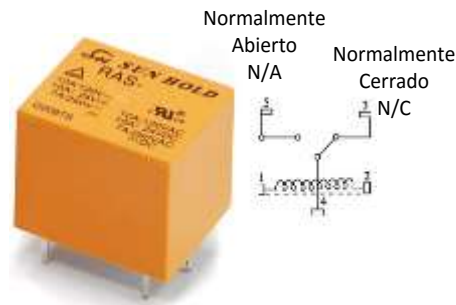


Figura 12. Relevador electromecánico

4.3.3.2.- El transistor como sistema de media potencia

Una vez que el microcontrolador genera una señal, esta debe ser acatada por los actuadores, sin embargo es común que las salidas de los microcontroladores no sean compatibles tanto en voltaje como en corriente con las entradas de los actuadores, por lo que se requiere de una etapa de acondicionamiento; por ejemplo un módulo de transistores.

Este módulo se conforma del transistor BC548 o del transistor TIP31C, cada uno tiene características para cumplir una función en particular.

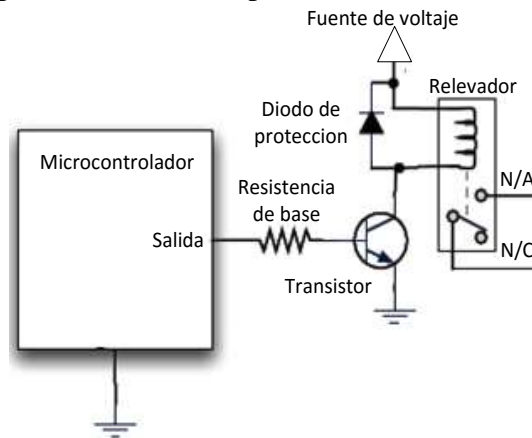


Figura 13. Configuración de instrumentación con transistor

Donde se tiene que calcular la resistencia de base, para que el transistor le proporcione a la carga o relevador la potencia suficiente para su activación, usando la siguiente formula.

$$Resistencia\ de\ base = \frac{(V_{in} - 0.6) * HFE}{I_{carga}}$$

También se recomienda usar un diodo de protección, ya que cuando es desactivado el relé, el campo magnético induce una tensión opuesta a sus terminales, y puede llegar a dañar el transistor, y en el peor de los casos, llegar a dañar hasta la tarjeta de control y dejarlo inservible. Para que no ocurra esto, se le coloca un diodo rectificador en inversa a la bobina, de tal modo que absorba el pico de tensión generada.

En este caso le colocaremos el diodo 1N4001 para solucionar el problema.

Debido a que los transistores que se pretenden usar en este proyecto tienen características diferentes, a cada uno se le debe calcular su resistencia de base, se usará el transistor BC548

para la configuración del relevador de 5V, y el transistor TIP31C para los relevadores de 12V, se tienen que realizar cálculos diferentes aunque sea la misma configuración.

Cálculo de la resistencia de carga del transistor BC548, donde de su hoja de especificaciones tomamos las siguientes características.

$$HFE_{min} = 125, I_{m\acute{a}x} = 500 \text{ mA}, V_{in} = 5V.$$

$$\text{Resistencia de base} = \frac{(V_{in} - 0.6) * HFE}{I_{carga}} = \frac{(5V - 0.6V) * 125}{500mA} = 968\Omega \approx 1K\Omega$$

También necesitamos saber si nuestra tarjeta de control, entregará la corriente suficiente para la activación del transistor, y eso lo podemos saber con la siguiente fórmula.

$$\text{Corriente min necesaria} = \frac{\text{Consumo del relevador}}{\text{Ganancia del transistor}} = \frac{100mA}{110} = 0.0009A \approx 1mA$$

De la misma forma tenemos que realizar los cálculos para el transistor TIP31C, realizando las modificaciones pertinentes encontradas en su hoja de especificaciones.

$$HFE_{min} = 50, I_{m\acute{a}x} = 600 \text{ mA}, V_{in} = 12V.$$

$$\text{Resistencia de base} = \frac{(V_{in} - 0.6) * HFE}{I_{carga}} = \frac{(12V - 0.6V) * 50}{600mA} = 950\Omega \approx 1K\Omega$$

De la misma forma necesitamos saber si nuestra tarjeta de control, entregará la corriente suficiente para la activación del transistor, en este caso, y eso también lo podemos saber con la misma fórmula.

$$\text{Corriente necesaria} = \frac{\text{Consumo del relevador}}{\text{Ganancia del transistor}} = \frac{100mA}{50} = 0.002A = 2mA$$

Por lo que la configuración queda igual para los dos dispositivos, con valores similares y de la misma forma, esta configuración se repetirá tantas veces como relevadores se coloquen, realizando el trabajo de actuadores.

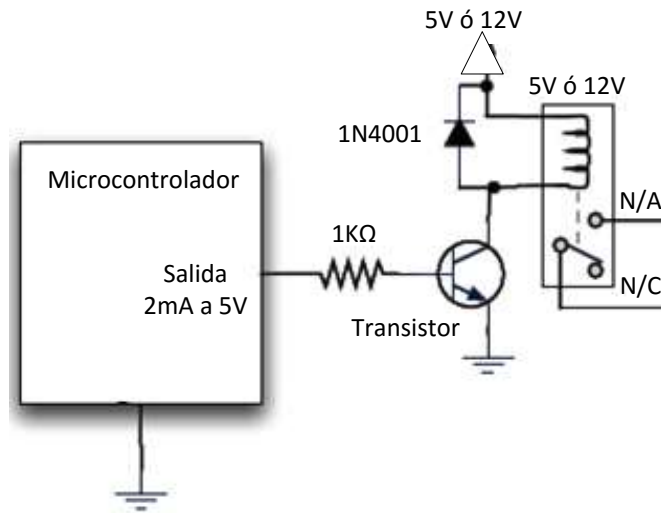


Figura 14. Configuración de activación a relevadores con valores

4.3.3.2.- Contactor

Para los sistemas que consumen más corriente como los calentadores de agua eléctricos y los calefactores, que tiene un consumo alrededor de 8 Amperios y corrientes pico de hasta 12 Amperios, serán necesarios los contactores, ya que son más robustos y conducen corrientes de 20 Amperios o más sin problemas, lo que hace que la instalación eléctrica no este expuesta a sobrecalentamientos o falsos contactos.

La característica principal de los contactores es que su bobina se activa con CA, por lo que se necesita que un relevador que accione al contactor, dando como resultado el siguiente diagrama.

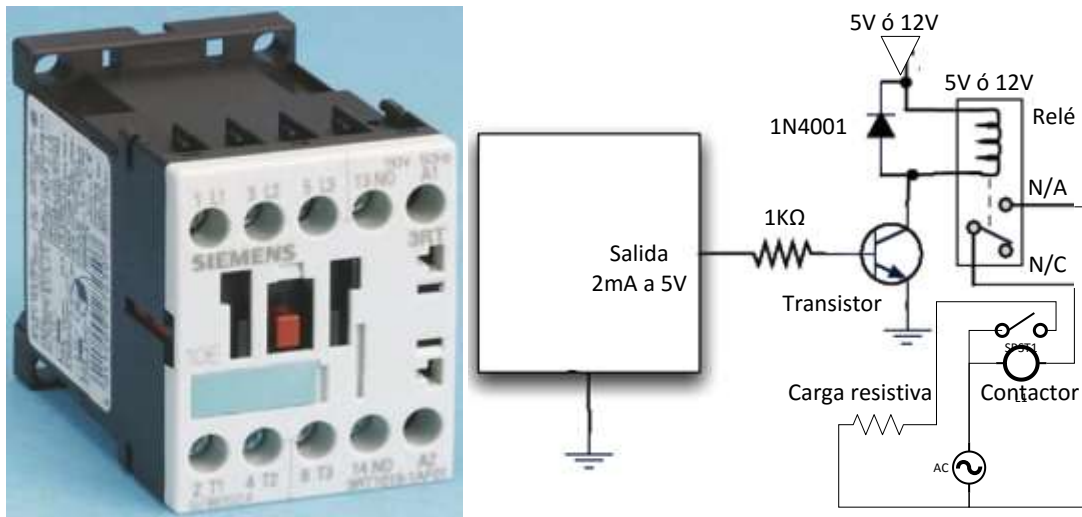


Figura 15. Contactor y diagrama de instalación

4.3.4.- Medio de transmisión

4.3.4.1.- Cable UTP

Para este proyecto el medio de transmisión principal es alámbrico por cable UTP (por sus siglas en inglés: Unshielded Twisted Pair), debido a que las distancias de comunicación no sobrepasan los 10 metros entre dispositivos, tanto para los sensores como para los actuadores. Este tipo de cable es de bajo costo y se encuentran fácilmente en las tiendas de electrónica del país.



Figura 16. Cable UTP

También es necesaria la comunicación a larga distancia, la solución más factible y viable es la comunicación inalámbrica, en este caso se usarán dos diferentes protocolos de comunicación como son: SMS y Bluetooth, además son independientes.

4.3.4.2.- Comunicación SMS

La comunicación inalámbrica es fundamental en cualquier proyecto domótico, la relación de costo beneficio a la hora de decidir cuál es la indicada, muestra una inclinación hacia la mensajería SMS en este proyecto, debido al bajo costo que se paga por periodos muy largos, mientras que la renta de la comunicación wifi es mensualmente alrededor de los \$389.00, con la promesa en la conexión a 10 Mbps, la comunicación por alguna empresa telefónica con base en SMS, cuesta mensualmente la módica cantidad de \$3.33, esto representa 99.14% de ahorro mensualmente, debido a que se tiene que ingresar crédito cada 6 meses para que no sea desactivado el dispositivo SIM¹¹, se recomienda ingresarle \$20.00 cada semestre, y se utilice por mensajería en cobro al receptor, o lo que coloquialmente se le conoce como mensajes y llamadas por cobrar.

Si es cierto que la comunicación Wifi posee grandes ventajas ante la comunicación por SMS como: imágenes y videos en tiempo real, el dispositivo SIM800L es quien se encargará de la comunicación a distancia por SMS y también realiza llamadas en el instante que la tarjeta de control se lo solicita por lo que satisface el requerimiento del aviso inmediato, ya sea por mensaje de texto o llamada, dependiendo de la programación introducida en la tarjeta de control.

El dispositivo SIM800L, es el que mantiene comunicado Arduino Mega con el exterior, recibe y envía llamadas o mensajes cada que se le solicite realizarlo. Éste dispositivo funciona con un Micro-SIM¹² de cualquier compañía telefónica, necesita de un microcontrolador para funcionar, y también sirve para guardar números telefónicos en su agenda digital.

Rango de voltaje de alimentación de 3.5V a los 4.5V

Corriente de consumo 0.7 mili Amperios

Acceso a cuatro bandas de comunicación automáticamente

¹¹ Por sus siglas en inglés: Subscriber Identity Module, en español, Modulo de identificación de abonado, tarjeta inteligente desmontable conocida como chip, almacena de forma segura la información del usuario y sirve de identificación en red.

¹² Tarjeta inteligente desmontable de tamaño reducido, sus medidas son: largo=15 mm, ancho=12 mm, grosor=0.76 mm, la capacidad de almacenamiento va de los 32KB a los 128KB.



Figura 17. Dispositivo SIM800L

4.3.4.3.- Comunicación Bluetooth

Una de las características de la domótica es: saber de la presencia o llegada de los dueños del inmueble, a través de algún protocolo de comunicación inalámbrico. El módulo Bluetooth HC-05 envía y recibe datos en tiempo real de bajo consumo energético, y de rápida respuesta, es muy compacto y fácil de adquirir en las tiendas de electrónica del país.

Voltaje de alimentación 3.6V a 6V
Consumo de corriente 25 mili Amperios

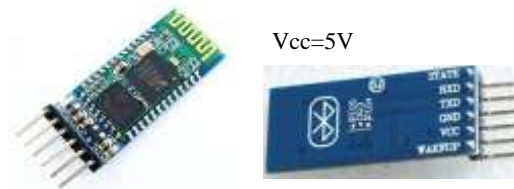


Figura 18. Dispositivo Bluetooth HC-05

4.3.5.- Sistema de alarma

El sistema de alarmas es necesario para todos los sistemas domóticos, provee de un sonido de emergencia en caso de ser requerido, avisa a usuarios del inmueble y vecinos de alguna acción anormal, posible robo, incendio, etc., depende de las decisiones del microcontrolador o puede ser sometido a la activación directa por una interfaz.

El sistema de alarmas consiste de dos bocinas, instaladas previamente con la etapa de amplificación de tal manera que solo necesiten la excitación de una señal proveniente del microcontrolador.

Corriente de consumo 400 mili Amperios
Voltaje de consumo 12V CD



Figura 19. Alarma de sirena

4.3.6.- Fuente de alimentación y batería de respaldo

Cualquier dispositivo electrónico necesita ser alimentado, esto es conectarlos a un sistema de energía eléctrica, ya sea con CD o CA, voltajes que van desde 1V de CD hasta los sistemas que requieren mayor consumo energético, incluso cientos de volts.

Para la elección de la fuente de alimentación de este proyecto, se tiene que tener en cuenta el consumo de corrientes y el voltaje de alimentación de cada elemento, además de la suma total de todos los componentes. Es importante garantizar que la energía proporcionada por la fuente esté por encima del consumo del sistema, de lo contrario, la consecuencia sería que algunos elementos no se lleguen a energizar, y no funcionen adecuadamente. La Tabla 5. Corrientes de consumo general, muestra el consumo de corriente por cada elemento y la suma total de todo el circuito.

La alimentación de todos los dispositivos rondan los 4 Amperios, con consumos de 3.3V, 5V y 12V en CD, por lo que la fuente debe solventar esos requerimientos, más algunos sobrepasos de consumo en el transitorio de cada elemento. Por lo que para no generar riesgo alguno y tener la alimentación adecuada, se requiere de un factor de seguridad mínimo de 2 por cada voltaje, descrito en la Tabla 6. Consumo de potencia.

Consumo de corrientes

Producto	Descripción	Pza	Inom[mA]	Total[A]	Comentario
Arduino	Arduino Mega	1	500.00	0.5000	Out consume 20mA
PIR	Sensor PIR	4	65.00	0.2600	Función todos a la vez
LM35	Sensor de tempera	2	0.06	0.0001	Funcionan las 24 Hrs
DS18B20	Sensor aislado	1	1.50	0.0015	Función con solicitud
LDR	Sensor de luz	1	75.00	0.0750	Funciona las 24 Hrs
Nivel	Sensor con flotador	1	10.00	0.0100	Con tinaco lleno
Nivel	Sensor sumergible	1	10.00	0.0100	Con tinaco vacío
Relevador	Relevadores	15	100.00	1.5000	Pueden funcionar todos
Comunicación	Módulo SIM800L	1	0.70	0.0007	Funciona las 24 Hrs
Comunicación	Bluetooth HC-05	1	25.00	0.0250	Funciona las 24 Hrs
Alarma	Sirena Alarma	2	400.00	0.8000	Sobre solicitud
Indicadores	Indicadores Leds	50	5.00	0.2500	Pueden funcionar todos
Total corriente				3.43	Amperios

Tabla 5. Corrientes de consumo general

Entradas 110V y 220V de CA

Salida 3.3V a 18A, 5V a 20A y 12V a 16A de CD

Entrada 110 V y 220V de CA



Salida 3.3V, 5V, 12V de CD

Figura 20. Fuente de alimentación

Consumo de potencia						
Producto	Piezas	I nominal	Total	V. nominal	Potencia Nominal	
					a 5V	a 12V
Arduino	1	0.500000	0.5000	5	2.50 W	-
PIR	4	0.065000	0.2600	5	0.33 W	-
LM35	2	0.000060	0.0001	5	0.001 W	-
DS18B20	1	0.001500	0.0015	5	0.01 W	-
LDR	1	0.075000	0.0750	5	0.38 W	-
Nivel	1	0.010000	0.0100	5	0.05 W	-
Nivel	1	0.010000	0.0100	5	0.05 W	-
Relevador	15	0.100000	1.5000	12	-	18.00 W
Comunicación	1	0.000700	0.0007	5	0.001 W	-
Comunicación	1	0.025000	0.0250	5	0.13 W	-
Alarma	2	0.400000	0.8000	12	-	9.60 W
Indicadores	50	0.005000	0.2500	5	0.03 W	-
Total general			3.43232	A	3.46 W	27.60 W

Consumo de potencia a 5V	3.46	W
Consumo de potencia a 12V	27.60	W

Tabla 6. Consumo de potencia

Utilizando la expresión proporcionada en la sección 2.4.- Factor de seguridad;

$$\text{Factor de Seguridad}_{fuente} = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia requerida}}$$

Para la alimentación a 5V, la fuente puede proporcionar una potencia máxima de 100W, y un requerimiento de 3.46 W, por lo que la ecuación resultante es;

$$\text{Factor de Seguridad}_{fuente} \text{ a } 5V = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia requerida}} = \frac{100W}{3.46W} = 31.78$$

De la misma forma se realiza el cálculo para la alimentación a 12V, la fuente proporciona 168W como máximo, con un requerimiento energético de 27.6W.

$$\text{Factor de Seguridad}_{\text{fuente a 12V}} = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia requerida}} = \frac{168W}{27.6W} = 6.09$$

Por lo que el factor de seguridad $\gg 2$ para los dos casos, sin ningún problema la fuente puede solventar el requerimiento de energía para la alimentación a 5V y 12V.

Batería de respaldo

Los dispositivos están diseñados para mantener un servicio de 24 horas, los 365 días del año, sin embargo no cuentan con alimentación propia incluida, por lo que es necesaria una alimentación de respaldo, que cuando se valla la luz, alimente gran parte de los dispositivos por algún tiempo, así como mandar información de cada sensor, para intuir que fué lo que ocurrió o generó la falta de corriente proveniente de la institución que proporciona la electricidad, esto también puede ser por seguridad, en caso de que se genere un posible robo y quiten la luz eléctrica, se tendrán disponibles las bocinas y la comunicación inalámbrica para reportar lo ocurrido.

Batería 12 V.
20 A.



Figura 21. Bateria 12V a 40A

4.3.7.- Gabinete

Todos los elementos electrónicos tienen que estar en un lugar seco, seguro y protegidos de alguna perturbación humana externa no planeada. Para eso, en la domótica se utiliza la instalación de gabinetes, muebles destinados a la protección de circuitos electrónicos, comúnmente, se buscan que sean de algún material no conductor para no crear corto circuito entre componentes, así como evitar la oxidación por contacto con el medio ambiente, se busca que sean de fácil instalación y herméticos, cuando se encuentren cerrados protejan a los componentes no solo del contacto por extraños, también de la lluvia o el polvo que puedan introducirse y de tamaño suficiente para poder trabajar dentro del gabinete.



Figura 22. Gabinete

En cuestión de protección el sistema se encontrará dentro del nivel IP-65, donde el símbolo 6 establece el tamaño del objeto entrante, una protección fuerte contra polvo, el polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia, el símbolo 5 establece la protección frente a chorros de agua colocando el equipamiento en su lugar de trabajo habitual, por lo que no debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a un promedio de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30 kN/m² durante un tiempo que no sea menor a 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros, así se asegura que el nivel IP-65 es suficiente para la elaboración de este proyecto

4.3.8.- Indicadores

Cada uno de los procedimientos que se realizarán en la domótica, tienen que estar monitoreados, ya sea la alimentación de dispositivos, sensores o actuadores, cada uno tiene que tener un dispositivo que indique que la señal está llegando a cada módulo, también ayuda a observar que todo funcione correctamente, o indique donde buscar en caso de fallas, así se reduce el área de búsqueda y se puede descartar las errores en caso de encontrarse en el hardware o en el software.

Los indicadores usados en este proyecto son leds, diodos de bajo consumo que indiquen si el sistema está funcionando correctamente al estar encendidos, y en caso de falla se apaguen, además de ser muy económicos.

4.3.9.- Insumos

Dentro de los productos necesarios para llegar a realizar la domotización, es necesaria la materia prima para la electrónica, leds, soldadura, pasta, ácido férrico, cinta de aislar, cinta métrica, placa fenólica, pintura, etc., todos esos productos deben ser considerados en el proyecto, debido a que ocasionan un gasto necesario, algunas cosas son reutilizables de otros proyectos, sin embargo es recomendable comprar todo nuevo.

Capítulo 5

**Propuesta del sistema
domótico a implantar**



5.1.- Cuarto 1 - Control de temperatura

Con la finalidad de la gestión de temperatura del cuarto 1, se coloca un sensor LM35 para obtener la temperatura de este dormitorio. Así, de acuerdo a las condiciones establecidas en el programa principal, este manda señales que energizan al calefactor o al ventilador con el objetivo de regular la temperatura, esta función se realiza basado en condicionales alrededor de un punto de operación supervisado por un esquema de control ON/OFF.

5.2.- Cuarto 2 – Monitoreo de llegada

Esta área no tendrá control de temperatura solo esta implementado un timbre visual que consiste de una tira de leds de 30 cm. Esta se activa cumpliéndose el sensado del PIR de la calle, y un PIR que está a la entrada del cuarto 2.

5.3.- Sala - comedor y cocina - Control de temperatura y testigo de presencia

Para automatizar el encendido de las luces se propone colocar un PIR en la sala-comedor con la orientación adecuada para que detecte la entrada de un habitante. En específico el lugar propuesto se muestra en la Figura 23. Ubicación del sistema domótico a implantar, su funcionamiento se basa en encender las luces cuando se detecte movimiento y apagarlas cuando el PIR no detecte movimiento por 2 minutos.

Además se propone coloca el sensor LM35 para controlar la temperatura de estos espacios con el encendido/apagado del ventilador/calefactor con los que ya contaba la sala, en la Figura 24. Diagramas de flujo cuarto 1, cuarto 2 y sala comedor, se muestran los diagramas de flujo del funcionamiento de cada espacio.

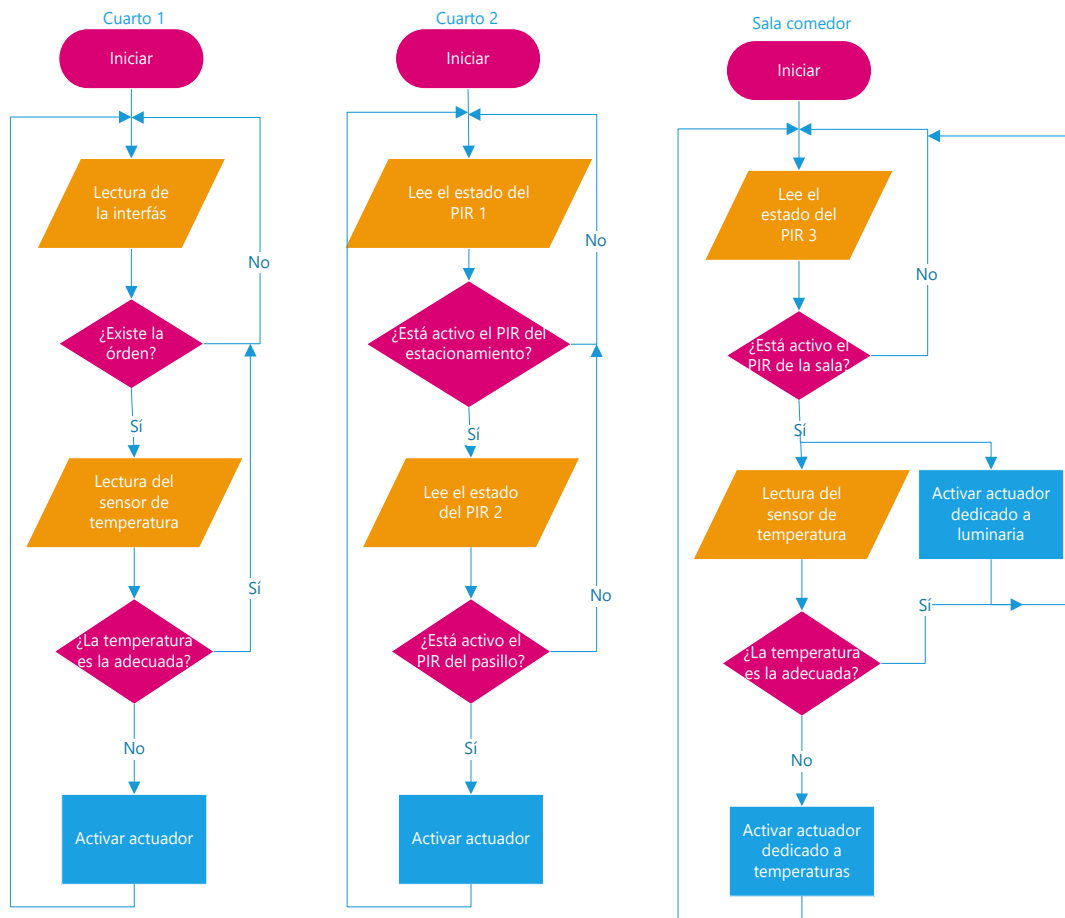


Figura 24. Diagramas de flujo cuarto 1, cuarto 2 y sala comedor

5.4.- Baño - Control de iluminación, temperatura y nivel de agua

Para encender y apagar la luz en automático, se propone colocar un sensor PIR a la entrada del baño con el objetivo de detectar la presencia de un usuario, la forma de operar se muestra en la Figura 25. Diagrama de flujo del sanitario (lado derecho), además se propone colocar un sensor LDR en el pasillo con el objetivo de percibir la luz solar; su principal función es determinar si es de día o noche y condicionar el encendido de la luz del baño

Para la gestión del agua caliente para bañarse, se propone colocar el sensor DS18B20 en la parte interna de los tinacos así como una resistencia eléctrica de 30W (; esta se ubica en el piso del tinaco cerca de la salida que conecta con la regadera).

Con la finalidad de tener seguridad en este sistema se propone colocar dos sensores de nivel de agua descrito en la sección 4.3.2.4.- Sensor de nivel, para asegurar que siempre se encuentre la cantidad mínima suficiente de agua para bañarse. También avisa en el caso de que el agua en los tinacos sea insuficiente o cuando el agua esté lista para usarse con un SMS. El funcionamiento se describe en la Figura 25. Diagrama de flujo del sanitario, del lado izquierdo.

Para consentir el calentamiento del agua puede ser de tres diferentes formas: desde un SMS, interfaz Bluetooth o desde el panel de control.

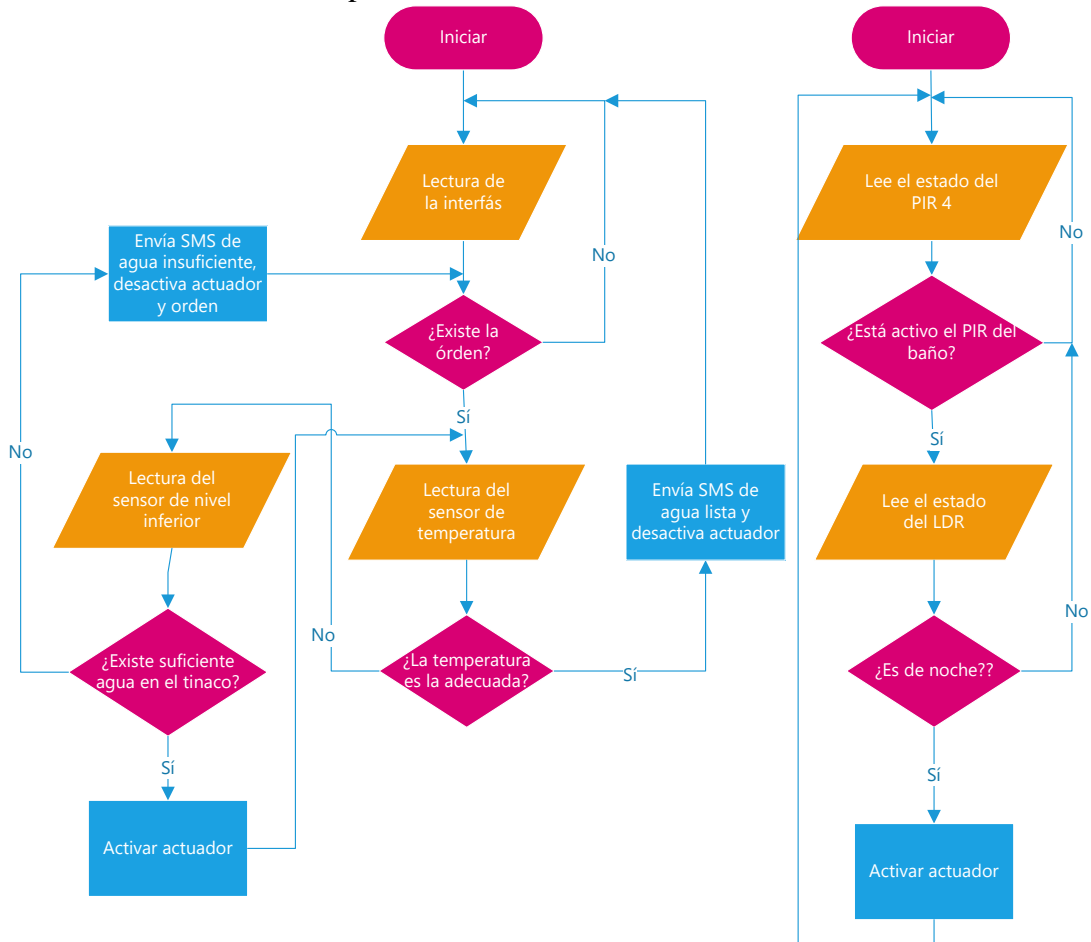


Figura 25. Diagrama de flujo del sanitario

5.5.- Pasillo - Control de iluminación

Para la iluminación automática del pasillo se propone colocar un PIR en la salida del cuarto 2, al igual que otras áreas, está condicionado con un LDR para que el pasillo se ilumine sólo cuando sea de noche. El diagrama de flujo se encuentra en la Figura 26. Diagramas de flujo del pasillo, estacionamiento y tinacos (lado izquierdo).

5.6.- Estacionamiento - Control de la iluminación

Para automatizar la iluminación externa de la casa se propone colocar un PIR en la parte del frente, su objetivo es activar la luminaria cuando detecte la presencia de un automóvil o una persona. El diagrama de flujo está indicado en la Figura 26. Diagramas de flujo del pasillo, estacionamiento y tinacos, describe el comportamiento del sistema (centro).

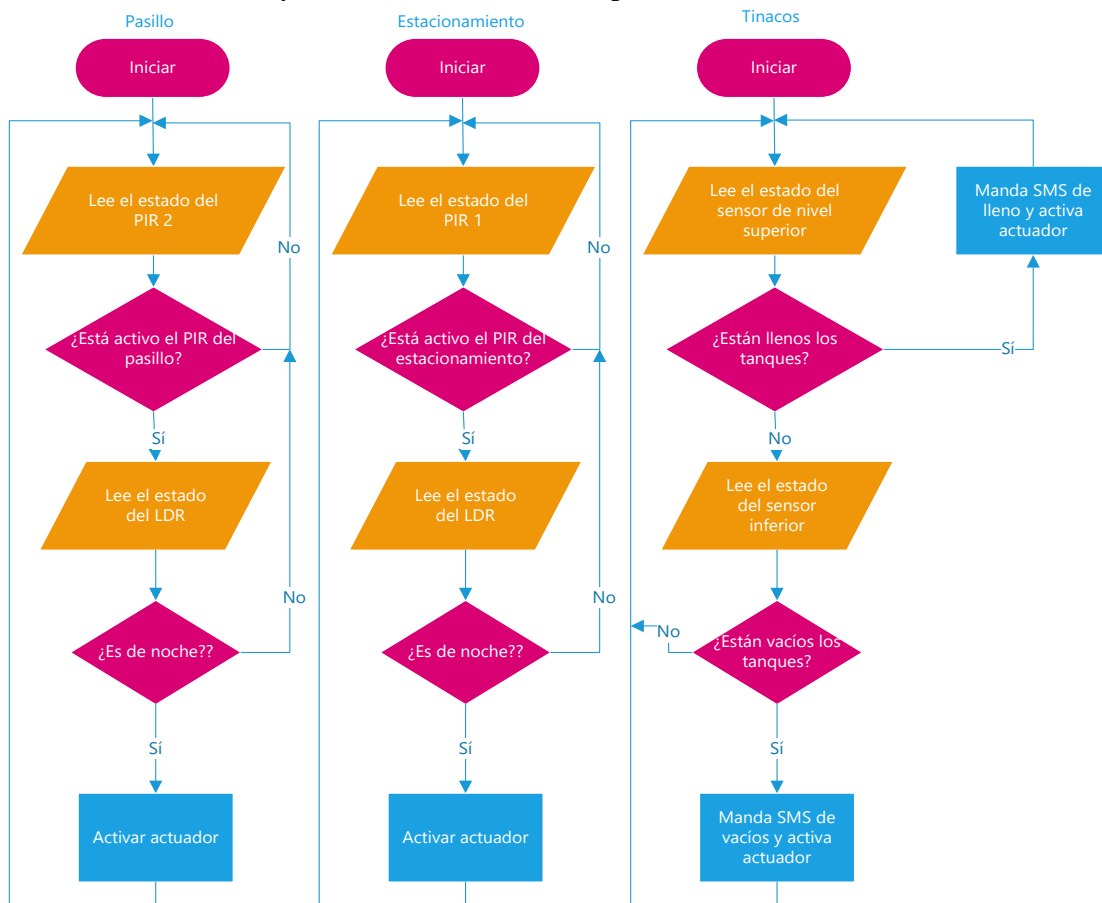


Figura 26. Diagramas de flujo del pasillo, estacionamiento y tinacos

5.7.- Automatización de luces antirrobo

Con el interés de dar seguridad a la casa, sobre todo en tiempo vacacional se propone realizar el encendido de luces de manera secuencial por la noche. La forma de operación se basa en el diagrama de flujo descrito en la Figura 27. Secuencia de luces Antirrobo.

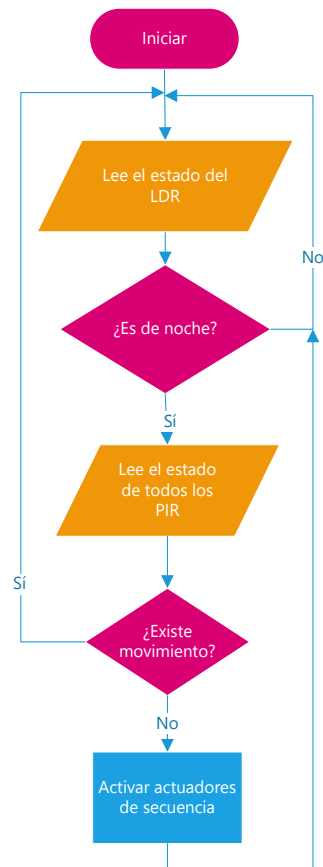


Figura 27. Secuencia de luces Antirrobo

5.9.- Alarma auditiva por SMS, Bluetooth o panel de control

Con el objetivo de salvaguardar el inmueble de posibles daños o robos, se propone instalar un sistema de alarmas auditiva que se activara cuando los sensores de presencia detecten movimiento y/o que los sensores de temperatura registren valores por encima del rango de temperatura máximo.

Un sistema de alarma deberá tener versatilidad, por lo que se propone que se accione desde un push button, vía bluetooth o por SMS; desde el Smartphone o desde el panel de control.

5.10.- Batería de respaldo Control con las baterías

Se propone colocar una batería de respaldo que sea capaz de proporcionar la energía necesaria a la tarjeta de control y a los sensores, en caso de que haya un apagón de forma intencional o accidental. Además, deberá proveer energía para activar las luces de emergencia y la tarjeta de mensajes SIM800L (encargada de informar al dueño de lo que ocurre en la casa). Se propone que el tiempo de abastecimiento de energía sea de al menos 30 minutos, por lo tanto se tiene que hacer un análisis de consumo de corriente por los sensores, tarjetas y luces mostrado en la Tabla 7. Consumo de corrientes con batería.

Consumo de corrientes con batería				
Producto	Descripción	Pzas	Inom[mA]	Total [A]
Arduino	Arduino Mega, Microcontrolador	1	500.00	0.5000
PIR	Sensor de presencia PIR	4	65.00	0.2600
LM35	Sensor de temperatura	2	0.06	0.0001
DS18B20	Sensor de temperatura aislado	1	1.50	0.0015
LDR	Sensor de luz	1	75.00	0.0750
Nivel	Sensor de nivel con flotador	1	10.00	0.0100
Nivel	Sensor de nivel sumergible	1	10.00	0.0100
Comunicación	Módulo SIM800L	1	40.00	0.0407
Comunicación	Módulo Bluetooth HC-05	1	25.00	0.0250
Alarma	Sirena Alarma	2	400.00	0.8000
Indicadores	Indicadores Leds	25	5.00	0.1250
Tira Leds	Leds de emergencia	6	210.00	1.2600
Total consumo de corriente				3.107[A]

Tabla 7. Consumo de corrientes con batería

5.11.- Cotización

De acuerdo a las conversaciones entabladas por el ingeniero que implementará la domótica y el interés del dueño del inmobiliario acerca de satisfacer los requerimientos del sistema a automatizar, se realiza la cotización de los costos para esta propuesta observando calidad y precio. En la cotización se incluyen los insumos mostrados en la Tabla 9. Cotización de

materiales y la mano de obra se contempla inicialmente en la Tabla 8. Mano de obra por proyecto de una semana, donde las variaciones debido al trabajo se ajustará en su momento, más una ganancia del 17% destinada a los gastos de la empresa en inmobiliario, herramientas, uniformes, publicidad, etc.

Tabla mano de obra por proyecto de una semana				
Actividad a realizar	No.	Escolaridad	Sueldo	Total
Programación, colocación de sensores, análisis del proyecto, cotización, pruebas de comunicación y entrega final funcionando.	1	Ingeniería	\$3,000.00	\$ 3,000.00
Trabajos auxiliares como: colocación del cableado, resanar paredes, colocación de gabinetes, soldar cables, pintar.	2	Secundaria o técnica	\$1,500.00	\$ 3,000.00
Total General	3	Empleados		\$ 6,000.00

Tabla 8. Mano de obra por proyecto de una semana

Los costos de la mano de obra de los auxiliares se sacaron con base en el estudio de los sueldos que se tienen en las bodegas de las empresas dedicadas a abastecer productos eléctricos, tiendas de electrónica y albañiles en Iztapalapa sobre la avenida Rojo Gómez.

El sueldo del ingeniero se estimó del censo realizado a profesores de sus ganancias cuando iniciaron su actividad laboral, también se tomó en cuenta el sueldo inicial deseado de los alumnos del plantel San Lorenzo Tezonco del colegio de ISEI¹³ cuando terminen su carrera.

Por último, el 17% de utilidad libre es una propuesta en base al costo de las herramientas como cautín, soldadura, pasta, multímetro, pinzas, desarmadores, tarjetas de presentación, etc., necesarias para la primera implantación de la domótica en una casa habitación.

¹³ Ingeniería en Sistemas Electrónicos Industriales, Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

**COTIZACION DE
MATERIALES**

Núm.	Producto	Descripción	Costo	Pzas	Importe
1	Arduino	Arduino Mega, Microcontrolador	\$ 455.00	1	\$ 455.00
2	PIR	Sensor de presencia PIR	\$ 65.00	4	\$ 260.00
3	LM35	Sensor de temperatura	\$ 20.00	2	\$ 40.00
4	DS18B20	Sensor de temperatura aislado	\$ 75.00	1	\$ 75.00
5	LDR	Sensor de luz	\$ 12.00	1	\$ 12.00
6	Nivel	Sensor de nivel con flotador	\$ 50.00	1	\$ 50.00
7	Nivel	Sensor sumergible inoxidable	\$ 180.00	1	\$ 180.00
8	Relevador	Relevadores electromecánicos	\$ 12.00	15	\$ 180.00
9	Transistor	Transistor TIP31C	\$ 8.00	10	\$ 80.00
10	Transistor	Transistor BC548	\$ 5.00	10	\$ 50.00
11	Resistencia	Resistencias 1K a 1/4 W	\$ 1.00	20	\$ 20.00
12	Contactador	Contactador Siemens	\$ 250.00	1	\$ 250.00
13	Cable	Cable UTP 3 colores 40mts/color	\$ 2.00	120	\$ 240.00
14	Comunicación	Módulo SIM800L C/Chip	\$ 300.00	1	\$ 250.00
15	Comunicación	Módulo Bluetooth HC-05	\$ 90.00	1	\$ 90.00
16	Placa	Fenólica 40 cm. X 40 cm. Una cara	\$ 120.00	1	\$ 120.00
17	Acido	Cloruro férrico	\$ 35.00	1	\$ 35.00
18	Alarma	Sirena Alarma	\$ 50.00	2	\$ 100.00
19	Fuente	Fuente de alimentación	\$ 700.00	1	\$ 700.00
20	Gabinete	Gabinete de instalación	\$ 200.00	1	\$ 200.00
21	Baterías	Batería de respaldo 12V 20A	\$ 300.00	2	\$ 600.00
22	Switch	Dip Switch 8 pines	\$ 30.00	3	\$ 90.00
23	Diodo	Diodos de protección 1N4007	\$ 1.00	20	\$ 20.00
24	Soldadura	Estaño para dispositivos	\$ 120.00	1	\$ 120.00
25	Indicadores	Caja de 50 Leds	\$ 70.00	1	\$ 70.00
26	Pines	Tira de pines hembra	\$ 15.00	1	\$ 15.00
27	Pines	Tira de pines Macho	\$ 15.00	3	\$ 45.00
28	Conexión	Conectores de alimentación	\$ 10.00	4	\$ 40.00
29	Fusibles	Fusibles 4A C/Porta fusibles	\$ 3.00	8	\$ 24.00
30	Cable	Cable Pot Núm. 12	\$ 15.00	5	\$ 75.00
31	Varios	Pinturas, clavos, brochas, etc.	\$ 300.00	2	\$ 600.00

Total general

\$ 5,136.00

Tabla 9. Cotización de materiales

De forma resumida se pueden observar los tres factores fundamentales en la cotización del proyecto descritos en la Tabla 10. Costo descriptivo general del proyecto, donde el total es de \$13,000.00, como punto de partida y cuidando que el producto sea atractivo, económico y con expectativas de crecimiento.

Costo total del proyecto			
Descripción	Costo	Ganancia para la empresa	
Materiales	\$ 5,136.00	17%	\$ 1,893.12
Mano de obra	\$ 6,000.00		
Subtotal	\$ 11,136.00	TOTAL PROYECTO	\$ 13,029.12

Tabla 10. Costo descriptivo general del proyecto

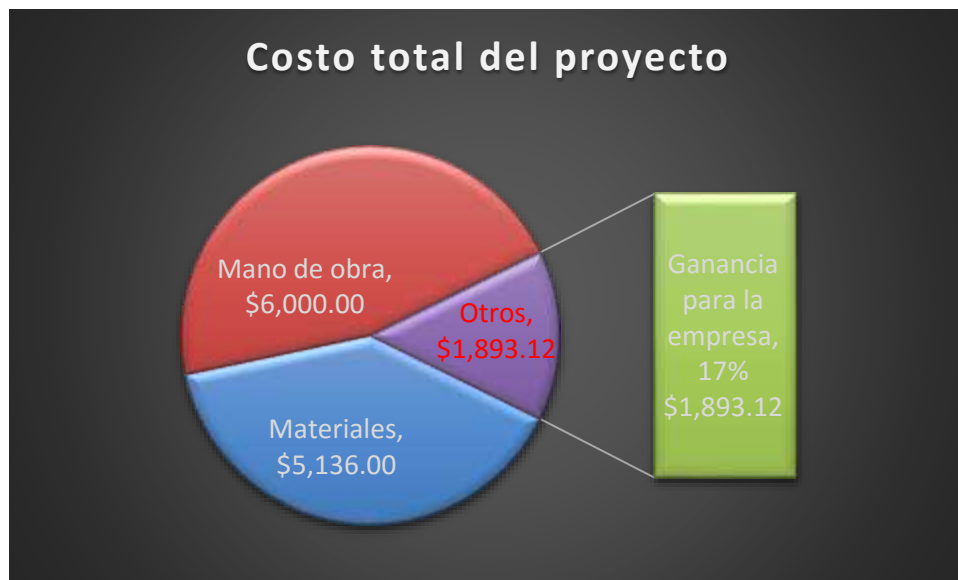


Figura 28. Costo del proyecto

La Tabla 11. Descripción de tiempos en el proyecto domótico, realiza la importancia de seguir los tiempos ideales del proyecto a realizar para su entrega en tiempo y forma.

Tiempos laborales en la elaboración de la domótica		
Horario	Día	Descripción
07:00 a 11:00 hrs.	Lunes	Análisis del inmueble, creación de planos eléctricos, plano con medidas y descripción de los muebles en el lugar.
11:00 a 13:00 hrs.	Lunes	Análisis de las necesidades de automatización y propuesta para cubrir todas las necesidades
14:00 a 15:00 hrs.	Lunes	Cotización de materiales y costos totales incluyendo mano de obra.
15:00 a 16:00 hrs.	Lunes	Planeación y descripción de los lugares a trabajar
07:00 a 09:00 hrs.	Martes	Realización de cálculos matemáticos necesarios para el desarrollo domótico (Consumo eléctrico).
09:00 a 10:00 hrs.	Martes	Descripción de los componentes electrónicos a utilizar y pedido de los mismos a proveedores o ir a comprarlos, todos los consumibles.
10:00 a 13:00 hrs.	Martes	Realización de placas fenólicas a utilizar así como preparar herramientas necesarias para el trabajo
14:00 a 15:00 hrs.	Martes	Cortar, soldar e implementar lo necesario para el trabajo.
15:00 a 16:00 hrs.	Martes	Planear la mejor ubicación de sensores y actuadores
07:00 a 13:00 hrs.	Miércoles	Instalación del cableado, sirenas, sensores y actuadores.
14:00 a 16:00 hrs.	Miércoles	Colocación del panel de control, gabinete y tarjetas de comunicación.
07:00 a 13:00 hrs.	Jueves	Programación, calibración, realización de interfaces para el celular y prueba del sistema
14:00 a 16:00 hrs.	Jueves	Resanado de paredes, pintura, etc.
07:00 a 13:00 hrs.	Viernes	Depuración de errores o debug, realización de manual, comprobación del sistema en uso durante 5 horas consecutivas.
14:00 a 16:00 hrs.	Viernes	Detalles menores y correcciones en caso de existir
07:00 a 12:00 hrs.	Sábado	Entrega del proyecto, y solución de dudas por parte del usuario.

Tabla 11. Descripción de tiempos en el proyecto domótico

Capítulo 6

Implementación del proyecto



Ya realizado el convenio del proyecto, se inicia la adquisición de los productos y su implementación, tomando en cuenta espacios, dimensiones, alimentaciones, iluminación, horarios de trabajo, herramientas necesarias para colocación, y se inicia la implementación.

El diagrama de bloques para la implementación del proyecto se muestra en la Figura 29. Diagrama general de la implementación.

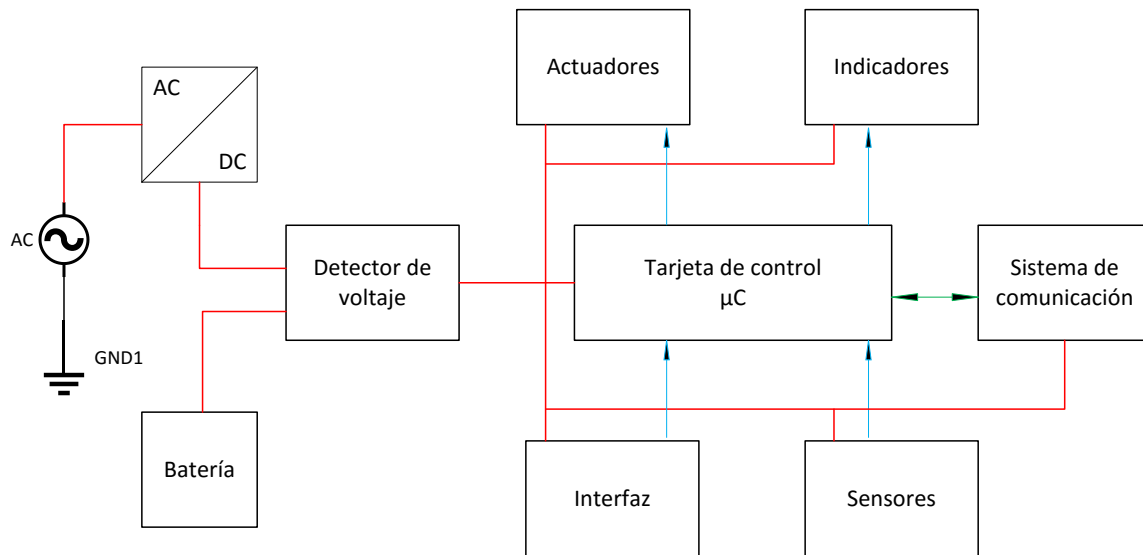


Figura 29. Diagrama general de la implementación

6.1.- Ubicación del gabinete

Uno de los elementos que debe tener más atención en la colocación es el gabinete de control. Este tiene que cumplir con diversas características como: ser colocado en un espacio discreto y amplio, con buena iluminación, seguro, de fácil acceso, y que esté oculto a la vista de cualquier persona ajena al hogar. Para este proyecto, el gabinete se ubica en la parte de la salida de la sala comedor, debido a que por sugerencia del dueño es el lugar que no ocupa. En la Figura 30. Colocación del gabinete y fuentes, se muestra el gabinete colocado en la pared de la sala comedor y en la Figura 29. Diagrama general de la implementación, se muestra el diagrama de bloques de las etapas principales. La colocación tarda aproximadamente tres horas, además se le tiene que colocar fusibles de protección y todos los circuitos muy bien colocados.

6.2.- Colocación de las fuentes de alimentación

Las fuentes de alimentación están en la parte inferior del panel de control, proveen de 5V, 12V y GND, cada cable con sus fusibles e indicadores de funcionamiento, las fuentes tienen sus salidas que están destinadas a alimentar a todo el sistema, la primera fuente alimenta al microcontrolador y los sensores, la segunda al sistema de comunicación inalámbricas, alámbricas, interfaz y actuadores, y así cada uno realice su función correctamente, en la Figura 30. Colocación del gabinete y fuentes, se muestra como fueron colocadas.



Figura 30. Colocación del gabinete y fuentes

6.3.- Diseño y construcción de circuitos impresos

Para establecer la comunicación entre los diferentes dispositivos del sistema se realiza una capa física que se compone de tarjetas, líneas de alimentación y de comunicación.

De acuerdo con el diagrama de bloques Figura 29. Diagrama general de la implementación, se requiere de 4 tarjetas para la automatización del sistema, estas son la tarjeta de sensores, de actuadores, tarjeta de conexión al microcontrolador y de comunicación.

El diseño de los circuitos impresos para cada tarjeta se realizó en un software para diseño de PCBs y el desarrollo fue con placa fenólica realizando la transferencia térmica de pistas (planchado) de manera tradicional y finalmente la inmersión en ácido férrico para la grabación de las pistas.

6.3.1.- Tarjeta de alimentación de sensores.

Con base en la hoja de especificaciones de los dispositivos, a indicadores de activación, se realiza el diseño del diagrama esquemático y elaboración de la placa fenólica que alimente cada uno de nuestros dispositivos, obviamente debe tener todos los niveles de alimentación requerido cada uno con su switch de activación que facilite ir incluyendo y alimentando sensor por sensor.

Esta tarjeta tiene entradas de 3.3V, 5V y 12V, se colocó un switch y un indicador por cada sensor; esto con la finalidad de poder energizar cada sensor de manera independiente y conocer individualmente su estado. La configuración del indicador consta de una resistencia de $1k\Omega$ en serie¹⁴ con un Led rojo. El sensor se alimentará configurado en paralelo¹⁵ con el arreglo del indicador. Repitiendo esta configuración para todos los sensores con sus indicadores, finalizando con la tierra en común.

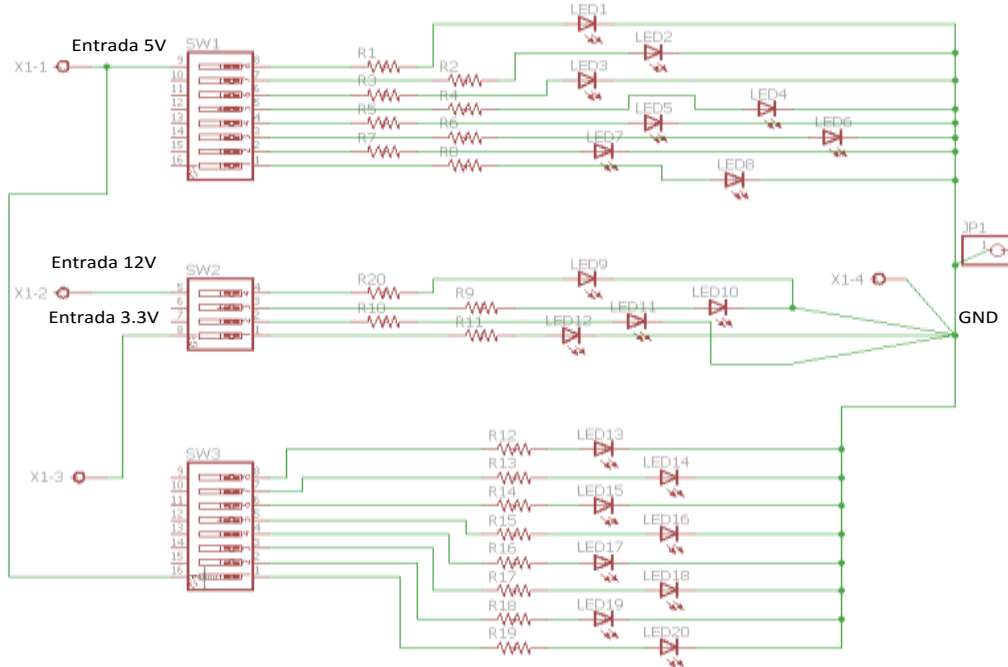


Figura 31. Forma esquemática de la placa alimentadora de sensores

¹⁴ La configuración en serie tiene la característica de que los nodos compartidos están secuencialmente, así la terminal de salida del primer dispositivo está conectada a la entrada del siguiente dispositivo.

¹⁵ La configuración en paralelo es cuando los dispositivos se encuentran compartiendo el mismo nodo en su terminal de entrada y coinciden de la misma forma en su terminal de salida.

En la Figura 32. Placa de alimentación de sensores finalizada se muestra la placa fenólica creada para alimentar un total de 16 sensores a 5V, debido a que la mayoría de los sensores a utilizar requieren ese voltaje, 2 sensores a 12V y 2 sensores a 3.3V, en caso de ser requeridos.



Figura 32. Placa de alimentación de sensores finalizada

6.3.2.- Tarjeta de alimentación para los actuadores.

De acuerdo con la Figura 14. Configuración de activación a relevadores con valores, con base en la hoja de especificaciones se realizó el diagrama esquemático y la elaboración de las tarjetas electrónicas, cada actuador tiene asociado un indicador para conocer visualmente su estado de activación.

Realizando la implementación y tomando en cuenta que se necesitan alrededor de 12 actuadores, y con la posibilidad de incluir algunos más, es necesario realizar la placa fenólica con al menos 16 salidas, 8 con la configuración del TIP31C y 8 con el transistor BC548

Este proyecto tiene contemplado usar el transistor TIP31C para las configuraciones a 12V, designadas para alarmas auditivas, relevadores y focos, también algunos relevadores o focos cuyo voltaje nominal son 12V. Mientras los transistores BC548 están destinados a alimentar relevadores o algún otro actuador que su voltaje nominal sea 5V, cada uno de los arreglos será activado desde la tarjeta de control y en conjunto estar alimentando a los

actuadores. En la Figura 34. Tarjeta de activación de actuadores, se puede apreciar la diferencia entre los dos transistores y la configuración de cada uno implementada.

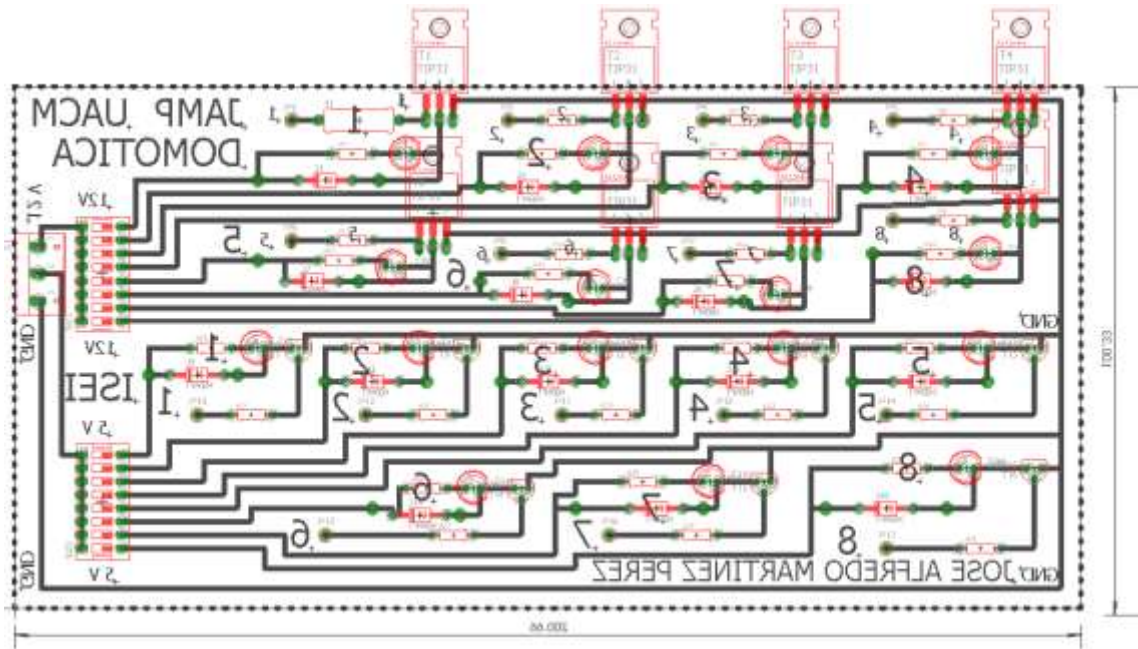


Figura 33. Diseño esquemático de la tarjeta activadora de actuadores

En la siguiente figura se muestra la tarjeta electrónica terminada, cabe mencionar que los transistores no requirieron disipador de calor debido a que en su operación nominal no presentan un calentamiento significativo.



Figura 34. Tarjeta de activación de actuadores

6.3.3.- Tarjeta de separación de pines para Arduino Mega (Shield)

Uno de los problemas iniciales al emplear el Arduino Mega, es cuando se requiere manejar muchos pines, debido a que se encuentran muy juntos, por lo que es necesario realizar una tarjeta de separación de pines, mejor conocida como Shield, de tal manera que no exista el riesgo a hacer corto circuito, además que se pueda alimentar de forma fácil.



Figura 35. Shield para Arduino Mega

Una característica particular de esta tarjeta es que el cobre está expuesto de tal manera que el ingeniero de desarrollo pueda agregar más señales por si se requiriera un escalamiento del proyecto domótico.

Las ranuras que se realizaron (indicadas con flechas en la Figura 35. Shield para Arduino Mega), son para observar los leds que indican encendido y comunicación serial.

6.3.4.- Tarjeta de comunicación

Esta tarjeta realiza la comunicación entre el microcontrolador y el bluetooth para instrucciones de encendido de luces de los diferentes espacios, calentamiento del agua del baño en el inmueble. Además se realiza la comunicación (para grandes distancias) entre el microcontrolador y la SIM800L en términos de la seguridad del hogar. En la Figura 36. Diagrama esquemático del circuito de comunicación inalámbrica, se describe su configuración, donde se observa un regulador de voltaje para la adecuada alimentación de los dispositivos y la etapa de activación de leds de emergencia cuando se detecta la falta de energía eléctrica proveniente de CFE; en este momento el sistema envía un SMS al dueño para alertarlo de un evento de modo anormal de operación.

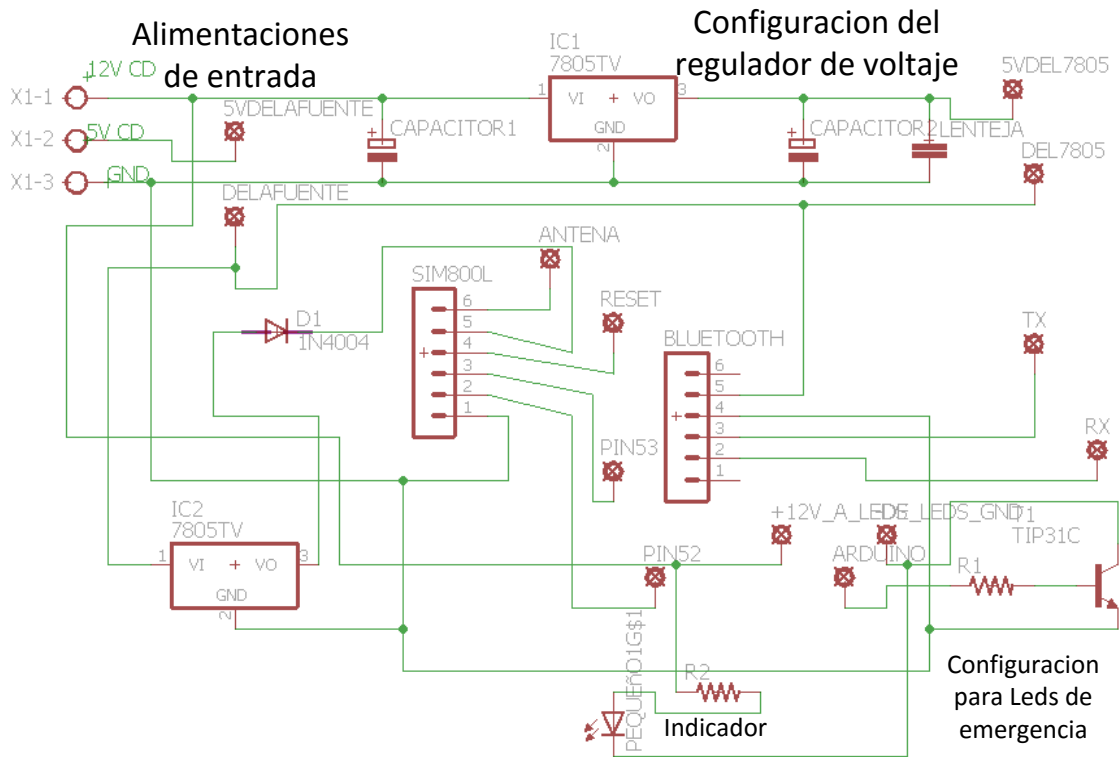


Figura 36. Diagrama esquemático del circuito de comunicación inalámbrica



Figura 37. Tarjeta de comunicación inalámbrica

6.4.- Etapa de detección de falla de energía eléctrica AC

Esta etapa contiene un relevador AR3-5N KU-4400-I configurado de tal manera que cuando haya un fallo en el subministro eléctrico activa la batería de respaldo para energizar el sistema.

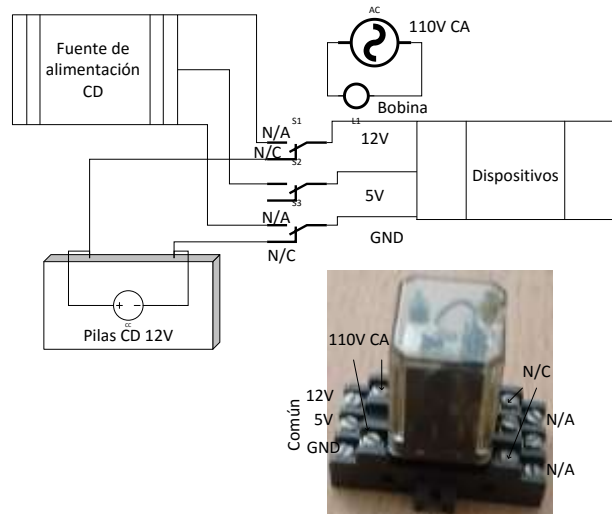


Figura 38. Relevador tres polos

6.5.- Interfaz de activación

Para tener una comunicación entre el usuario y la unidad central de control del sistema domótico, se creó una interfaz hombre-máquina con tres formas de comunicación; a través

de botones ubicados en un panel de control, desde una aplicación realizada para el celular y a través de mensajes SMS. En cualquiera de estas formas de comunicación se puede realizar la operación de activar/desactivar instrucciones como alarma, controles de temperaturas e iluminación, mandar el sistema a un modo de espera por un tiempo determinado.

6.5.1.- Interfaz física

Dentro de los habitantes del inmueble donde se implanta la domótica existe al menos un usuario que no cuenta con la suficiente tecnología para realizar una comunicación inalámbrica, o no tiene la costumbre de utilizar dispositivos electrónicos como celulares, computadoras o tablets, ya sea por miedo o desinterés, por lo que este proyecto tiene una interfaz física, de botones que realizan las instrucciones necesarias para cualquiera de las tareas encomendadas, que será colocada en un panel de control ubicado en el gabinete, que ordene lo que se requieren utilizar, habilitar o deshabilitar algún proceso, y que sirva igual que la interfaz desde el celular, casi con el mismo poder y los mismos dominios.

Para eso se realiza una placa orientada a esta tarea, compuesta de 5 push button, que al ser pulsados, manden una orden a la tarjeta de control para realizar alguna tarea como: encender focos, controlar los calefactores o ventiladores de los cuartos, encender las alarmas, colocarse en modo de espera, etc., así el usuario que no gusta del uso del celular podrá realizar las ordenes físicamente desde esta interfaz.

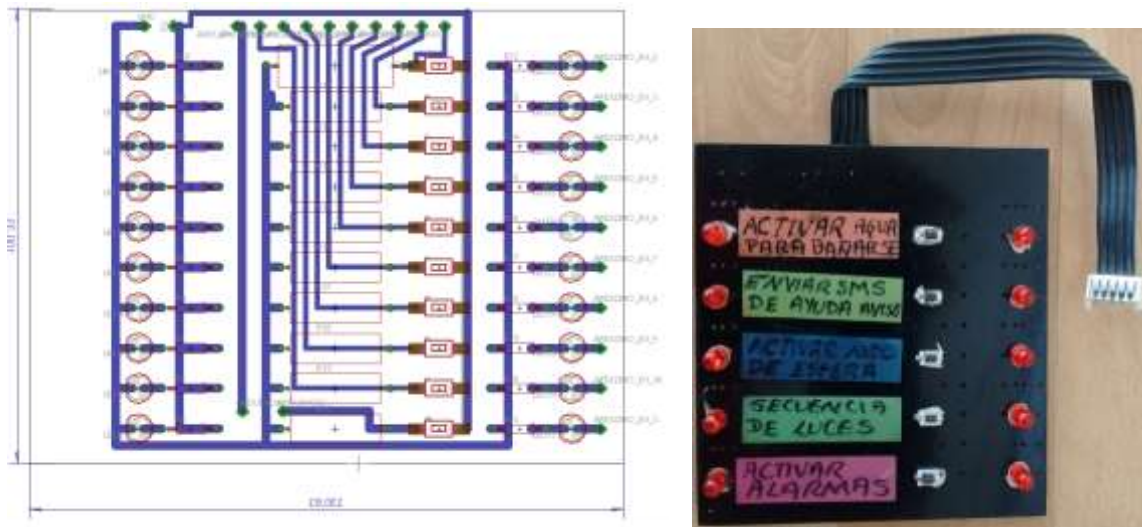


Figura 39. Interfaz física con push buttons

6.5.2.- Interfaz SMS

Consiste en una comunicación entre el usuario y la unidad central de control del sistema domótico a través de mensajes de texto. En total son 10 diferentes mensajes de texto con las cuales se puede establecer el envío de órdenes a la unidad central. La forma nemotécnica de estos mensajes se indican en el apartado Manual de uso para envío de mensajes.

Alguna interfaz lo muestra como una conversación, otros lo realizan en lecturas individuales pero funcionan de la misma forma como el intercambio de información en base a texto.

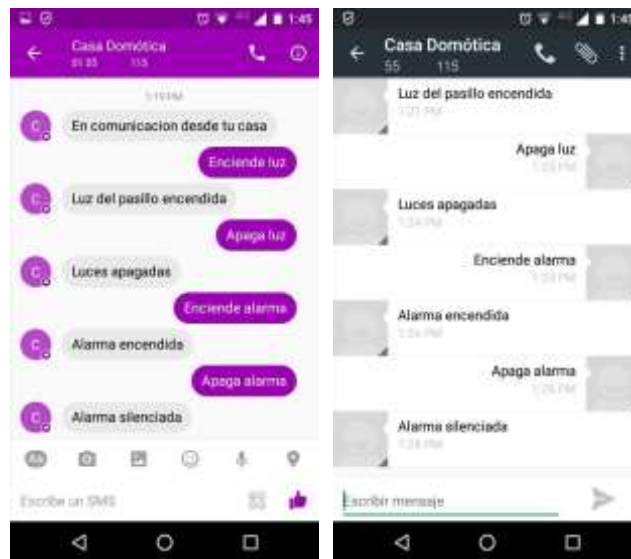


Figura 40. Interfaz regular SMS

6.5.3.- Aplicación para Smart Phone

Se realizó una aplicación para el sistema operativo Android desde APP Inventor¹⁶, que está dirigida al control de algún elemento electrónico como lo puede ser la Domótica.

En este proyecto realiza las acciones del encendido de luces de cada área, activación de alarmas y calentamiento de agua para bañarse, todo cuando el usuario se encuentre dentro del inmueble.

¹⁶ Es una aplicación didáctica sin fines de lucro, la empresa Google proporciona una plataforma que se puede usar, a través de un sistema de bloques, puede llevarse a cabo la programación para del protocolo de comunicación Bluetooth.

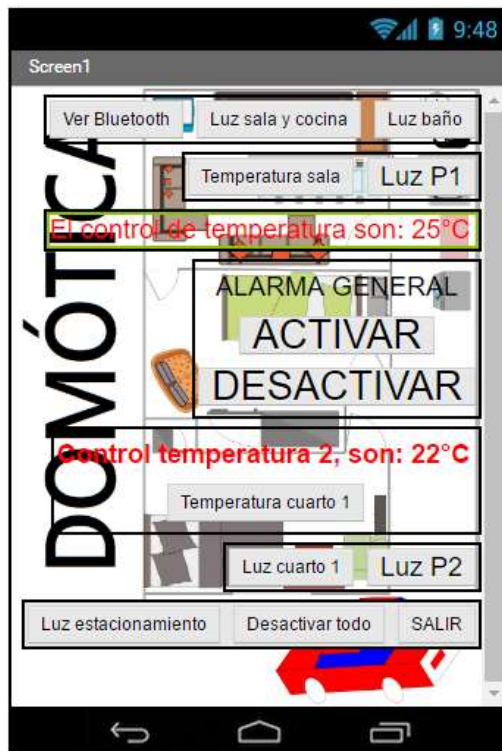


Figura 41. Aplicación para Smart Phone

6.6.- Colocación de actuadores

Para llevar a cabo la tarea de automatización del sistema y control de las variables físicas del proyecto, es necesario colocar los actuadores en los lugares adecuados con características de funcionalidad y estética. Para el encendido de luces se colocaron los relevadores dentro de las chalupas, como se observa en la Figura 42. Ubicación de los relevadores del encendido de luces.

Para la activación del calentador y ventilador se colocaron los contactores a un lado de los contactos eléctricos correspondiente. Finalmente, para la activación de la resistencia eléctrica, encargada de elevar la temperatura del agua, se colocó su contactor a lado del tinaco de la casa; dentro de una caja de aislamiento.



Figura 42. Ubicación de los relevadores del encendido de luces

6.7.- Colocación de los sensores

La ubicación de los sensores es de gran importancia debido a que un lugar incorrecto puede dar valores falsos. Por ello se han seleccionado los lugares adecuados para la colocación de los sensores; para la medición de temperatura ambiental, se colocó un LM35 en el cuarto 1 y el otro en la sala comedor; ambos están a una altura de 1.5 m., del lado contrario a la ubicación de las puertas de acceso. Para la medición de la temperatura del agua se asignó el sensor DS18B20, ubicado en la parte inferior de uno de los tinacos.

Para el caso de los testigos de presencia, se tienen 4 sensores ubicados en el estacionamiento, en el pasillo, en la sala comedor y en el baño, todos ubicados en la parte superior de cada área.

Para conocer si es de día o de noche se emplea un sensor de intensidad luminosa LDR; este se ubica en la parte exterior de la casa junto a la puerta de acceso principal.

6.8.- Calibración de sensores

Cada sensor tiene que ser calibrado de tal manera de validar los valores obtenidos, estos se realizan en un proceso de comparación con un aparato certificado de referencia. Las lecturas obtenidas se comparan validando la información proporcionada en las hojas de especificaciones de ambos dispositivos.

Sensor de presencia

Los sensores de presencia PIR, son caracterizados para mantener una distancia de activación de hasta 7 mts, esto es ajustando un potenciómetro incluido en el dispositivo, también tiene un ángulo máximo de detección de 120°. Para validar la calibración del PIR se miden las distancias correspondientes así como el ángulo requerido, con la ayuda algún usuario del inmueble que se mantenga en movimiento o estático en diferentes lugares, se observa la activación o desactivación del sensor.



Figura 43. Calibración de los sensores PIR

Sensor de temperatura

Para validar los sensores de temperatura LM35 y DS18B20 se realizan pruebas de temperatura en 3 horarios diferentes del día, comparando los resultados con un termómetro digital laser de la marca EXTECH con rango de -50°C a 538°C . En la Figura 44. Temperaturas de los sensores en tres horarios diferentes, se muestra los valores obtenidos por el monitor serial y en la Tabla 12. Calibración de temperaturas, se muestra la comparación de valores obtenidos.

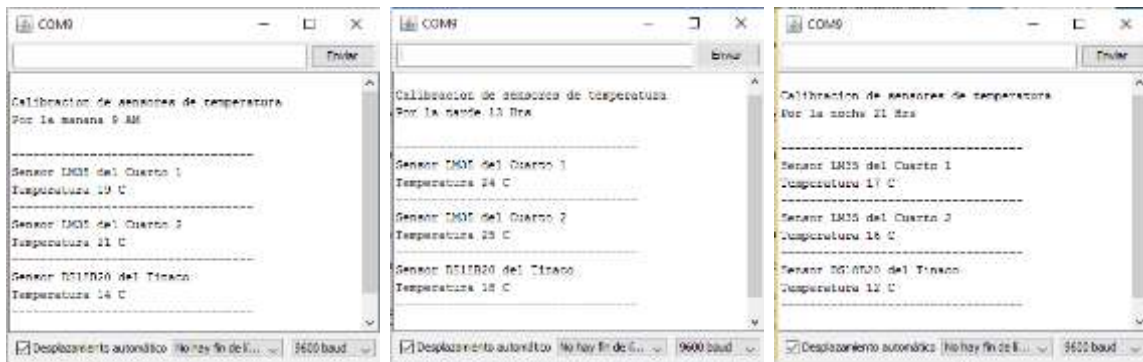


Figura 44. Temperaturas de los sensores en tres horarios diferentes

Calibración de temperaturas					
	Temp	Horario		Temp	Horario
Mañana			Noche		
Cuarto 1 LM35	19.34 °C	09:13 a.m.	Cuarto 1 LM35	17.21 °C	13:03 p.m.
Termómetro	20.65 °C	09:13 a.m.	Termómetro	18.29 °C	13:03 p.m.
Diferencia	-1.31 °C		Diferencia	-1.08 °C	
Cuarto 2 LM35	21.02 °C	09:18 a.m.	Cuarto 2 LM35	16.22 °C	13:12 p.m.
Termómetro	23.39 °C	09:18 a.m.	Termómetro	18.01 °C	13:12 p.m.
Diferencia	-2.37 °C		Diferencia	-1.79 °C	
Tinacos DS18B20	14.89 °C	09:23 a.m.	Tinacos DS18B20	12.07 °C	13:15 p.m.
Termómetro	13.65 °C	09:23 a.m.	Termómetro	10.19 °C	13:15 p.m.
Diferencia	1.24 °C		Diferencia	1.88 °C	
Tarde			Promedio		
Cuarto 1 LM35	24.71 °C	13:03 p.m.	Cuarto 1 LM35	20.42 °C	
Termómetro	26.98 °C	13:03 p.m.	Termómetro	21.97 °C	
Diferencia	-2.27 °C		Diferencia	-1.55 °C	
Cuarto 2 LM35	25.42 °C	13:12 p.m.	Cuarto 2 LM35	20.89 °C	
Termómetro	28.66 °C	13:12 p.m.	Termómetro	23.35 °C	
Diferencia	-3.24 °C		Diferencia	-2.47 °C	
Tinacos DS18B20	18.52 °C	13:15 p.m.	Tinacos DS18B20	15.16 °C	
Termómetro	16.87 °C	13:15 p.m.	Termómetro	13.57 °C	
Diferencia	1.65 °C		Diferencia	1.59 °C	

Tabla 12. Calibración de temperaturas

La tabla indica que la temperatura del Cuarto 1 tiene un offset de -1.55 °C , en el Cuarto 2 de -2.47 °C y en los tinacos, 1.59 °C . Estos valores se contemplan en la programación interna de la tarjeta de control.

Sensor de intensidad luminosa

El sensor LDR a través de la programación del IDE de Arduino entrega valores en un rango de operación que van de 0 a 1023, donde el 0 indica obscuridad de la noche y el 1023 indica que hay luz incidiendo en este dispositivo. Para este proyecto se estableció un umbral de 55 para el encendido de las luces, y 85 para su apagado. En la Figura 45. Calibración del sensor LDR, se muestran los valores máximos y mínimos de este sensor.

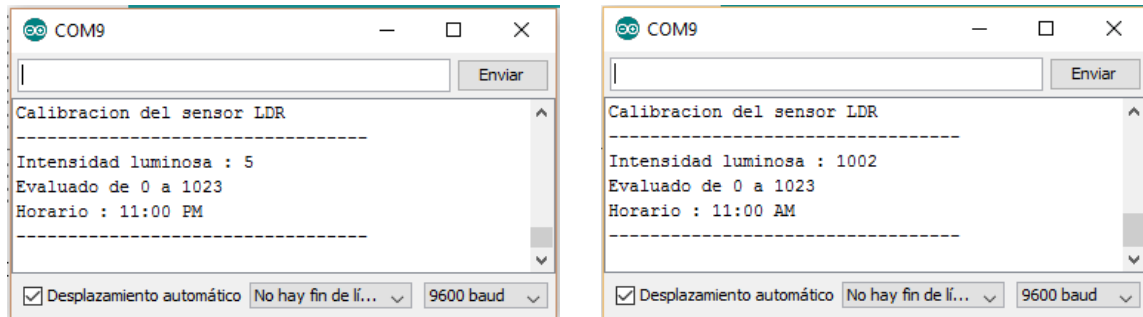


Figura 45. Calibración del sensor LDR

Los sensores de nivel emiten 5V en su modo de activación, por lo que no requieren calibrarse, solo corroborar que tengan el comportamiento solicitado.

¿Qué tan factible es la domótica en México para la clase media?

La inclusión de la idea de poner a la mano nuevas tecnologías a una sociedad clasificada a partir del enfoque socioeconómico, catalogada como media, es un nicho de mercado no explotado por las empresas enfocadas a la domótica ya establecidas.

La tendencia de hoy en día es la tecnificación y automatización de la mayoría de las áreas de vivienda generando confort, seguridad y ahorro en los servicios. Por ejemplo ya se observa la creación de colonias inteligentes en México y el interés de los habitantes en automatizar su casa. En este sentido se analiza la factibilidad de la construcción de una empresa que proporcione la domotización a la clase media.

6.9.- El interés de México en la domótica

Es muy importante saber los mitos y realidades en la relación Domótica-México, para las diferentes clases sociales, resaltando el por qué no se consume la domótica en este país. Según el Diario Oficial de la Federación (SEGOB, 2014), publicado el pasado 08 de mayo del 2014, la población mexicana se clasifica en seis diferentes clases sociales, en base a sus empleos, costumbres, nivel de escolaridad, situación económica y de poder, estratégicamente se describe en la Tabla 13. Descripción de los niveles sociales.

Clase social	Descripción
Baja Baja	Se estima que representa el 35% de la población, y está constituida por trabajadores temporales e inmigrantes, comerciantes informales, desempleados, y gente que vive de la asistencia social.
Baja Alta	Se estima que sea aproximadamente 25% de la población nacional y está conformada principalmente por obreros y campesinos (agricultores). Es la fuerza física de la sociedad, ya que realiza arduos trabajos a cambio de un ingreso ligeramente superior al sueldo mínimo.
Media Baja	Formada por oficinistas, técnicos, supervisores y artesanos calificados. Sus ingresos no son muy sustanciosos pero son estables, se estima que sea el 20% de la población nacional.
Media Alta	Incluye a la mayoría de hombres de negocios y profesionales que han triunfado y que por lo general constan de buenos y estables ingresos económicos. Se estima que sea aproximadamente 14% de la población nacional.
Alta Baja	La integran familias que son ricas de pocas generaciones atrás. Sus ingresos económicos son cuantiosos y muy estables. Se estima que sea aproximadamente el 5% de la población nacional.
Alta Alta	La componen antiguas familias ricas que durante varias generaciones han sido prominentes y cuya fortuna es tan añeja que se ha olvidado cuándo y cómo la obtuvieron. Se estima que sea aproximadamente 1% de la población nacional.”

Tabla 13. Descripción de los niveles sociales

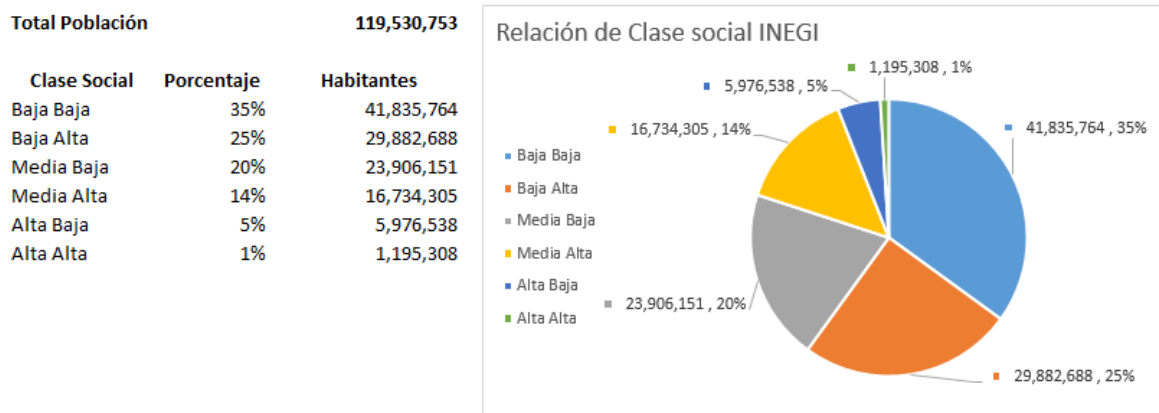


Figura 46. Descripción gráfica de la población

Sumando las clases sociales media baja y media alta, se obtiene un 34% de la población, de esta manera se observa un nicho de mercado de un tercio de la población. De acuerdo con los estudios realizados por el INEGI (por sus siglas de: Instituto Nacional de Estadística y Geografía), esta clase social tienen la economía para realizar un gasto extra en tecnología y por lo tanto es posible que esta clase social apueste por la inversión en la domótica si se le ofrecen los servicios de domotización.

Para saber la opinión de una muestra de población, acerca del conocimiento de la domótica en nuestro país, es necesario realizar una encuesta; en el siguiente apartado se indica su aplicación.

6.10.- Encuesta y análisis de factibilidad.

Las empresas establecidas y orientadas a la domótica ya proveen esta tecnología en el país, pero solo están al alcance de la clase alta, además de que no existen muchos lugares donde adquirirla.

La mayoría de las personas han visto en revistas o películas la automatización de diversas áreas con la idea de adquirirla para sus hogares, incluso los mexicanos saben de lo que se trata sin embargo no saben todos los beneficios que se adquieren al tener domótica en casa.

Para esto, se ha diseñado una encuesta de 10 preguntas, relacionando conceptos del control y automatización, que pueden llegar a adquirir o incluir en un inmueble y tratando de saber su conocimiento sobre domótica. La encuesta se aplicó a una muestra de 50 personas de la delegación Iztapalapa, debido a que según el INEGI, es una de las zonas con mayor

población del país, así como se encuentra inmersa en las dos diferentes clases sociales que se busca trabajar en este proyecto.

La encuesta se divide en tres diferentes bloques: el primer bloque es para saber que tanto se conoce sobre domótica, el segundo bloque se diseñó para saber si hay algún interés para automatizar su casa, en el último bloque, se les da una idea del costo, al que puede llegar a estar sometida esta tecnología para su adquisición, y si les interesaría adquirirla.

Los resultados serán analizados de manera independiente, y finalmente se hacen conclusiones y graficas que ayuden en la interpretación del objetivo de cada pregunta.

La encuesta se presenta en la Figura 47. Encuesta sobre domótica. Esta se realizó en dos formas. De manera presencial y de forma digital al ser enviada por redes sociales; en cualquiera de estas formas se pudo interactuar con el encuestador.



Encuesta para elaboración de Tesis UACM, y obtención del grado de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Electrónicos Industriales

DOMOTICA EN TU HOGAR

Nombre: _____
 Edad: _____
 Colonia: _____ Delegación: _____

1.- ¿Qué es la domótica? R.- _____

Se refiere a las casas automatizadas, inteligentes, que adecuan la luz, el confort, la temperatura, etc.

2.- ¿En que lugar la has visto? R.- _____

3.- ¿Tienes domótica en tu casa?

SI		NO		NO SE
----	--	----	--	-------

4.- ¿Te gustaría esa tecnología en tu casa?

	SI	NO	NO SE
--	----	----	-------

5.- ¿Dónde la puedes conseguir? R.- _____

6.- ¿Sabes cuanto cuesta? R.- _____

7.- ¿Qué ventajas tendría el tenerla en tu casa? R.- _____

8.- ¿Qué te gustaría optimizar en tu hogar?

Luces de encendido automático por la tarde Que cuando pase se encienda la luz Diferente Intensidad de luz en los cuartos Encender las luces desde mi Smartphone La temperatura ideal en mi casa Tener puertas y ventanas inteligentes Un sistema de seguridad inteligente Otras opciones: _____	<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>																			Que mi casa se de cuenta cuando llegue Tener el control de mi casa por Internet Que mi casa me avise por mms cuando peligro Tener y ver las cámaras de mi casa por Internet Tener una pantalla de información de mi casa Tener un jardín automatizado Poder ahorrarme dinero con esta tecnología

9.- ¿Qué lugar de tu casa optimizarías?

Toda mi casa	<input type="checkbox"/>	Sólo la sala y el comedor	<input type="checkbox"/>
Sólo mis cuartos para dormir	<input type="checkbox"/>	Nadamas el jardín	<input type="checkbox"/>
Las luces de la calle	<input type="checkbox"/>	Otro: _____	

10.- ¿Qué opinas sobre esta tecnología en México?

Si costara alrededor de \$13,000.00 domotizar toda tu casa ¿lo considerarías?

SI	NO
----	----

Más información sobre esta encuesta así como progresos y finalización de Tesis en:
<https://iamp1982.wordpress.com/2016/07/25/estudio-de-la-domotica-analisis-respuestas-y-soluciones-tesis-ing/>

Figura 47. Encuesta sobre domótica

Resultados y discusión.

Terminada la implantación de la domótica, se inicia el uso diario de esta tecnología, la aceptación por parte de los usuarios del inmueble es positiva, se acostumbran muy rápidamente al cambio del uso manual al uso automático, sin embargo existe la desconfianza sobre el funcionamiento del sistema debido a las costumbres que padecen por años del uso del inmueble de forma manual, se goza de diferentes beneficios en los que destacan el ahorro energético, el confort, la seguridad, la plusvalía del inmueble, e incluirla como pionera de las ciudades inteligentes en México, también en el consumo de una nueva tecnología que en el futuro seguramente se impondrá como de uso obligatorio.

Ahorro energético

En la bibliografía se observa que la domótica provoca un plus de ahorro al restringir negligencias del usuario en el consumo eléctrico (Romero, Vázquez, & de Castro, 2011); en el tema “**Uso racional de la energía. Estrategia para consumir solo la energía necesaria sin despilfarros**”, donde se destacan descuidos como dejar un foco encendido todo el día, o el uso excesivo del calentador, que es uno de los productos eléctricos que más energía consumen

Con la implantación de la domótica se dio un uso inteligente del consumo de energía eléctrica reduciendo el gasto de corriente que normalmente requería el hogar, realizándose pruebas del consumo energético con y sin la implantación de la domótica. Los resultados se basan en lecturas tomadas del medidor durante 7 días en uso normal, seguido de otros 7 días con el uso del sistema domótico.

El precio de la luz para ese tiempo, se tomó del recibo bimestral que hace llegar CFE a los hogares, y que se puede observar en la Figura 48. Costo del kW/h.



Facturación		
Concepto	kWh	Precio
Básico	150	0.793

Figura 48. Costo del kW/h

En la Tabla 14. Consumo de energía sin domótica, se observa que en los días viernes y sábado se consume la mayor cantidad de energía, y el domingo la menos cantidad, esto puede variar dependiendo de las costumbres familiares y la época del año.

Consumo de energía sin domótica					
Costo kWh	Más IVA	Muestras sin domótica			
\$ 0.793	\$ 0.92	Lectura inicial: 08 de Agosto 2016			2806
Muestra	Día	Día de muestra	kW	Costo/Día	Lecturas
1	MARTES	9 de agosto de 2016	11	\$ 10.12	2795
2	MIERCOLES	10 de agosto de 2016	10	\$ 9.20	2785
3	JUEVES	11 de agosto de 2016	10	\$ 9.20	2775
4	VIERNES	12 de agosto de 2016	12	\$ 11.04	2763
5	SABADO	13 de agosto de 2016	12	\$ 11.04	2751
6	DOMINGO	14 de agosto de 2016	8	\$ 7.36	2743
7	LUNES	15 de agosto de 2016	9	\$ 8.28	2734
Total Consumo		72 kWh		\$ 66.23	
		Promedio			
		10.29		kWh/Día	
		\$ 9.46		Pesos/Día	

Tabla 14. Consumo de energía sin domótica

Realizando el promedio de toda la semana resulta un consumo diario de 10.29 kWh/día a \$9.46 pesos diarios, la gráfica de la Figura 49. Gráfica del consumo semanal sin domótica, muestra la tendencia diaria del gasto energético de todo el inmueble, donde como referencia tiene que apuntarse que el día 9 de agosto de 2016, fue martes.



Figura 49. Gráfica del consumo semanal sin domótica agosto de 2016

De la misma forma se realizó el monitoreo con el sistema domótico operando, bajo las mismas condiciones.

Consumo de energía con domótica					
Costo kWh	Más IVA	Muestras con domótica			
\$ 0.793	\$ 0.92	Lectura inicial: 24 de Octubre 2016			2105
Muestra	Día	Día de muestra	Consumo	Costo/Día	Lecturas
1	MARTES	25 de octubre de 2016	5	\$ 4.60	2100
2	MIÉRCOLES	26 de octubre de 2016	8	\$ 7.36	2092
3	JUEVES	27 de octubre de 2016	4	\$ 3.68	2088
4	VIERNES	28 de octubre de 2016	6	\$ 5.52	2082
5	SABADO	29 de octubre de 2016	7	\$ 6.44	2075
6	DOMINGO	30 de octubre de 2016	7	\$ 6.44	2068
7	LUNES	31 de octubre de 2016	6	\$ 5.52	2062
Total consumo			43 kWh	\$ 39.55	
			Promedio		
			6.14 kWh/Día		
			\$ 5.65 Pesos/Día		

Tabla 15. Consumo de energía con domótica

Se observa que el promedio de consumo bajó de \$9.46 a \$5.65 (pesos por día), la gráfica de la Figura 50. Gráfica del consumo de energía con domótica, muestra el consumo en una gráfica de barras. Como referencia el día 25 de octubre de 2016, fué martes.

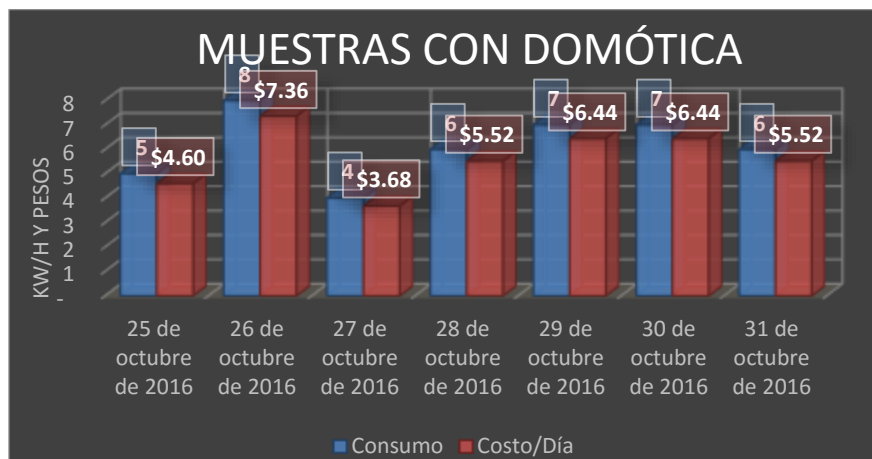


Figura 50. Gráfica del consumo de energía con domótica

Comparando ambos resultados se observa que de los 10.29 kW/día que se consumía en promedio a la semana, bajaron a la cantidad de 6.14 kW/día, y de los \$9.46 pesos/día que se tenían que pagar, ahora solo se pagan \$5.65 pesos/día.

Haciendo la diferencia por día entre la tabla 14 y 15, se observa un ahorro cuyo resultado se indica en la Tabla 16. Ahorro de energía diaria. En promedio, este ahorro representa el 39% en el consumo eléctrico, que representan 4.14 kWh/día en promedio, y una cantidad de \$3.81 pesos/día.

En la Figura 51. Gráfica del ahorro de energía, se muestra la tendencia del ahorro diario, así como los días en los que se obtuvieron mayor ahorro.

Tabla de ahorro de energía por día			
Costo kWh	Más IVA		
\$ 0.793	\$ 0.92		
No. De muestra	Día	Ahorro	Costo/Día %
1	MARTES	6	\$ 5.52 55%
2	MIERCOLES	2	\$ 1.84 20%
3	JUEVES	6	\$ 5.52 60%
4	VIERNES	6	\$ 5.52 50%
5	SABADO	5	\$ 4.60 42%
6	DOMINGO	1	\$ 0.92 13%
7	LUNES	3	\$ 2.76 33%
Total consumo		29	\$ 26.68 39%
		Promedio	
		4.14 kWh/Día	
		\$ 3.81 Pesos/Día	

Tabla 16. Ahorro de energía diaria

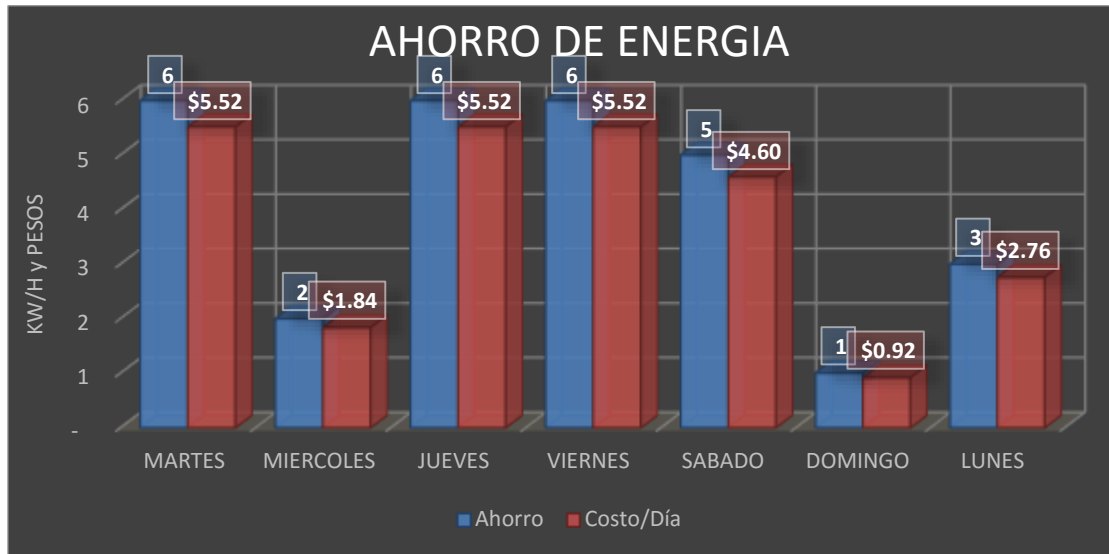


Figura 51. Gráfica del ahorro de energía

Con los valores del consumo energético y el ahorro obtenido con la implementación del sistema domótico se puede realizar una proyección de recuperación en la inversión realizada, en la Tabla 17. Pago y recuperación, se proporcionan los datos de ahorro netos, con IVA incluido, así como el tiempo de recuperación. En términos del costo, el tiempo de recuperación es de 3 años con 9 meses, para el importe total, la recuperación es de 9 años con 4 meses.

Tendencia de pago y recuperación			
	Sin Domótica	Con Domótica	Ahorro
Pago Diario	\$ 9.46	\$ 5.65	\$ 3.81
Pago Semanal	\$ 66.23	\$ 39.55	\$ 26.68
Pago Mensual	\$ 293.31	\$ 175.17	\$ 118.14
Pago Bimestral	\$ 586.62	\$ 350.34	\$ 236.28
Pago Anual	\$ 3,453.49	\$2,062.50	\$ 1,390.99
Costo aproximado de la domótica			\$ 5,136.00
Ganancia			\$ 7,864.00
Importe aproximado de la domótica			\$13,000.00
	Medida	Del Costo	Del Importe
Recuperación	Años	3.7	9.4

Tabla 17. Pago y recuperación

En la tabla anterior se observa que de los \$586.62 proyectados a pagar cada bimestre, se pagarían solo \$350.34, así los \$3,453.49 del pago anual proyectado, solo se pagarían \$2,062.5, mostrando un ahorro anual de \$1,390.99, esto sin tomar en cuenta los mantenimientos semestrales.

Repetitividad del ahorro energético

Se realizó una segunda prueba del uso del inmueble sin y con domótica, del 15 al 21 de noviembre del 2016, obteniéndose un consumo de 83 kWh en una semana y un costo de \$76.35; esto sin domótica. De la misma forma del 22 al 28 de Noviembre del 2016, se obtuvo un consumo de 49 kWh, a un costo de \$45.07 del uso del inmueble, ahora con domótica. El ahorro generado fué del 41% equivalente a 34 kWh, esto es un ahorro de \$31.28 por semana (Tabla 18. Segunda prueba del ahorro con domótica); con estas cifras se proyecta la recuperación de la inversión en 8 años. En la Figura 52. Gráfica del ahorro diario en kWh y pesos de la segunda prueba., se muestra una gráfica del ahorro diario en forma de barras.

Ahorro de la segunda prueba por día			
Día de la semana	Ahorro	Ahorro/Día	%
MARTES	4	\$ 3.68	40%
MIERCOLES	5	\$ 4.60	45%
JUEVES	7	\$ 6.44	58%
VIERNES	6	\$ 5.52	46%
SABADO	6	\$ 5.52	43%
DOMINGO	2	\$ 1.84	17%
LUNES	4	\$ 3.68	36%
Total General	34	\$ 31.28	41%
Promedio	4.86 kWh/Día	\$ 4.47 Pesos/Día	

Tabla 18. Segunda prueba del ahorro con domótica

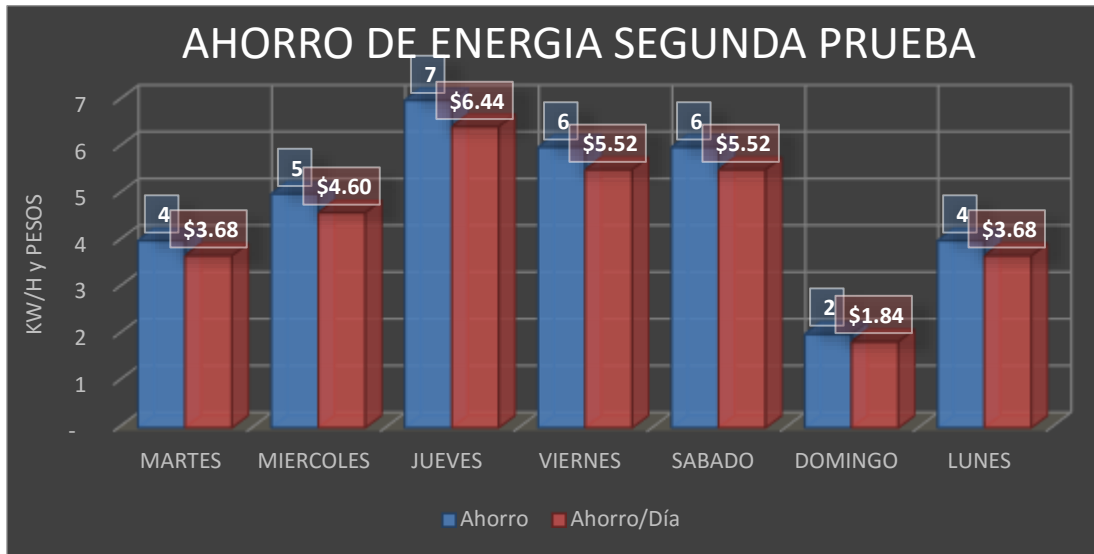


Figura 52. Gráfica del ahorro diario en kWh y pesos de la segunda prueba.

Además del ahorro energético, se tienen otras características que proporcionan la domótica estas son; confort, seguridad y plusvalía del inmueble que hacen atractiva la inversión.

Confort

Durante miles de años, el hombre se ha dedicado a la creación de artefactos que ayuden a ser su vida más cómoda al generar ambientes controlados y garantizar un descanso pleno.

Dentro de la domótica se proporcionan ambientes casi ideales, para la comodidad del usuario que lo lleva a tener el confort en su vida, que es uno de los principales propósitos de esta tecnología, así lo expresa una de las orientaciones de la gestión del confort en viviendas “*El objetivo es el confort y comodidad de sus habitantes por calidad de vida.*” (Romero, Vázquez, & de Castro, 2011), esto incluye, apagado general de todas las luces de la vivienda y automatización del apagado/encendido de cada punto de luz, control de temperatura en los diferentes lugares preferidos, contar con agua caliente en el baño, y la comodidad de monitorear el estado del inmueble desde el celular.

Seguridad

Algunos estudios muestran que una de las preocupaciones de las personas hoy en día, es la seguridad, con un peso mayor según la zona donde se habita. La domótica permite tener una comunicación entre el dueño y el inmueble en términos de conocer el estado del sistema. El conocimiento de variables como temperatura y niveles, proporciona

tranquilidad para el usuario pero el conocimiento de presencias en el inmueble provee de seguridad en el hogar, inclusive cuando se encuentren descansando. Los sistemas domóticos cuentan con alarma ya sean visuales o auditivos que alertan al usuario de que se está efectuando un robo o avisos de una situación anormal.

Para este proyecto el inmueble cuenta con una alarma de seguridad la cual se activa mediante un panel de control, mediante un mensaje SMS o llamada y desde una aplicación para Smartphone. Una vez activado el sistema, se generará un aviso si un intruso se encuentra en el inmueble.

También se puede activar la alarma por una elevación de temperatura, esto en el sentido de enviar una alerta de un posible incendio.

Plusvalía

En estos días, el vender algún producto debe ser sinónimo de ganancia, en especial hablando de los inmuebles, ya que se integran diferentes características como la ubicación, el estado en el que se encuentran, la cantidad de construcción que tienen, etc. Incorporar un sistema domótico en el inmueble tiene la consecuencia de aumentar su valor.

Mediciones

Cada uno de los instrumentos usados en la implementación del proyecto funcionan correctamente, se toman muestras de cada sensor para evaluar su desempeño.

El monitoreo de las temperaturas del cuarto 1 y la sala-comedor se realizaron satisfactoriamente, la calibración del sensor LM35 junto a un filtro digital dentro de la programación de la tarjeta de control, realizan favorablemente el trabajo encomendado. La precisión de este sensor es de 0.5°C , el cuerpo humano se encuentra en armonía siempre y cuando el medio ambiente en el que se desenvuelva se encuentre en el rango de 20°C a 30°C que son las temperaturas de activación del ventilador y el calefactor respectivamente, y dependiendo de cada habitante el frío puede iniciar desde los 15°C a los 20°C , y el calor de los 30°C a los 35°C , por lo que el sensor usado cumple con las necesidades ampliamente. Además el alcance del sensor LM35 sobrepasa por mucho las necesidades del proyecto.

El desempeño de la medición del agua para bañarse se realizó satisfactoriamente. Para el monitoreo de la temperatura del agua realizada por el sensor DS18B20, que tiene un error de medida de 0.5°C , y la tarea encomendada de mantenerla en un mínimo de 35°C y un máximo de 40°C , cumple con las necesidades requeridas, además el rango de medida de este sensor que va de los -55°C a 125°C sobrepasa por mucho los requerimientos del proyecto.

La supervisión de los sensores de presencia en un área de medida de 7 mts., con un ángulo de 120° satisfacen las necesidades de los usuarios, las áreas supervisadas están por debajo de estas medidas, auxiliándonos de la Figura 2. Plano arquitectónico del inmueble, se pueden observar que los lugares gestionados son de máximo 4 mts., por lo que los sensores PIR son los adecuados para cumplir dicha tarea.

La gestión si es noche o es día es monitoreada por el sensor LDR, el amplio rango de medida variando su resistencia, realiza satisfactoriamente la necesidad en comandada, llevando los valores de 0 a 1024 registrados por la tarjeta de control, y gestionando el alcance de la noche con un valor de 50 y el día en un valor de 80, ayudan ampliamente en la encomienda del encendido y apagado de la iluminación.

Los sensores de nivel fueron colocados adecuadamente, monitorean exitosamente los niveles máximos y mínimos del agua de los tanques, ayudando en las decisiones del calentamiento del agua para bañarse.

La implementación de las placas fenólicas funciona correctamente, realizan la activación de los actuadores, alimentan de los sensores y tarjetas de comunicación adecuadamente, las configuraciones de los transistores no sufren calentamientos e instrumentan a la tarjeta de control.

La tarjeta de control cubre ampliamente la tarea encomendada, las entradas y salidas fueron suficientes para el proyecto, y quedaron pines libres para su uso en proyectos posteriores. Así como la comunicación SMS, el Bluetooth, y las interfaces realizadas funcionan correctamente, creando la interacción del usuario con el sistema.

El sistema de alimentación auxiliar funciona adecuadamente, alimentan el sistema en caso de falta de energía proveniente de CFE, su duración es de aproximadamente 3 horas, el tiempo necesario para que regrese la energía o se envíe a alguna persona al inmueble y verifique el motivo de la falta de corriente por parte de CFE.

Resultado numérico del sistema domótico implantado

Para saber el nivel de domótica que se implantó, y tener la seguridad de que se le puede llamar así, se requiere tener una referencia que verifique el trabajo realizado, de acuerdo a las características implementadas, y a la realización y desarrollo del proyecto, se puede verificar el nivel desde la página de CEDOM, basada en la experiencia de muchos expertos que han trabajado con esta tecnología, automatizando viviendas y edificios, ponen sus conocimientos en la gestión de una tabla, apoyada en el informe y los requisitos generales para los sistemas electrónicos realizados en las viviendas, donde evalúan el grado de domotización a través de preguntas de opción múltiple, que analiza la instalación y que

reflejan las características del proyecto estimado. Así en función del resultado obtenido se clasifica en uno de los tres diferentes niveles que proporciona esta página, como mínimo se debe alcanzar el nivel 1 para poder decir que el proyecto entra en la clasificación de domótica, expresado en la Tabla 19. Niveles de domotización según CEDOM, extraída de la página web que CEDOM pone para su uso al público en general.

Nivel	Descripción
Nivel 1	Son instalaciones con un nivel mínimo de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. La suma de los pesos ponderados de los dispositivos incluidos en la instalación domótica debe ser como mínimo de 13, siempre que a su vez cubra al menos 3 aplicaciones domóticas. Es decir, estos 13 puntos deben conseguirse con dispositivos repartidos entre, al menos, 3 aplicaciones distintas que se distinguen por tener diferente color en la tabla. No conseguiría el nivel mínimo de domotización una instalación que alcanza una puntuación de 13 pero que sólo tiene instalados dispositivos de climatización y de control de persianas; necesitaría tener dispositivos instalados en una tercera aplicación como puede ser el video portero.
Nivel 2	Son instalaciones con un nivel medio de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. En este caso la suma de puntos debe ser de 30 como mínimo, siempre que se cubran al menos 3 aplicaciones.
Nivel 3	Son instalaciones con un nivel alto de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. En este caso la suma de puntos debe ser de 45 como mínimo, siempre que se repartan en al menos 6 aplicaciones.

Tabla 19. Niveles de domotización según CEDOM

Después de ingresar los datos del proyecto en esta página, el resultado de los pesos ponderados de este proyecto dan un total de 22 puntos, así mismo se sabe por la lectura del trabajo implementado, que tenemos la gestión de cuatro aplicaciones distintas como son la temperatura, intensidad luminosa, presencia y niveles de agua, lo que ubican el proyecto en el Nivel 1, a 8 puntos del nivel 2. La descripción de la forma del llenado de esta tabla en su totalidad se ubica en el apéndice para mayor información, la siguiente figura, describe el resultado obtenido.

SUMA TOTAL	22
Número de aplicaciones domóticas cubiertas ²⁾	Nota 2: Además de la puntuación total alcanzada, para conocer el nivel de domotización de la instalación evaluada también se debe tener en cuenta el número de aplicaciones domóticas cubiertas. Se deben contabilizar el número de aplicaciones domóticas en las que se ha obtenido puntuación.
	Calcular

Figura 53. Nivel de domótica del proyecto

Resultados de la encuesta

Examinando el primer bloque con la respuesta a la pregunta fundamental del desarrollo de este proyecto, se encuentra dividida la opinión del resultado, donde al parecer se tiene la idea de lo que se trata el tema, una vez que se les dan pistas, no incluyendo el concepto en sí, solo mencionando algunas aplicaciones ya realizadas.

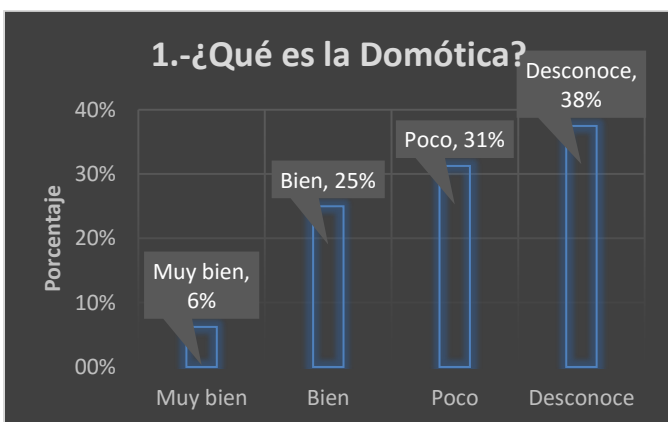
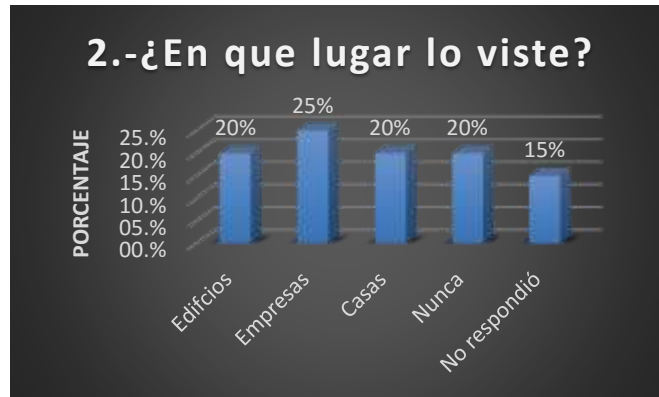


Figura 54. Resultado 1 ¿Qué es la domótica?

Se observa que si saben de la existencia de esta tecnología tal vez descrita de diferente manera, el registro muestra que hay individuos que posiblemente la han visto en algunos documentos o películas, si sumamos los resultados de las muestras: Muy bien, Bien y Poco, representan el 62%, que es casi el doble de las personas que la desconocen.

Ese 62%, comparado con el 38% que lo desconoce totalmente, quiere decir que el tema de la domótica les es familiar, incluso dentro de sus respuestas, mencionan varias veces los aparatos domésticos, el control de luces, sensores, control y hasta el uso del teléfono celular para interactuar.

En el resultado obtenido de la siguiente pregunta, dónde se puede saber la forma de como obtienen la información de lo que es la domótica y como la conocen, los resultados son como mayoría en empresas, mencionando también edificios y residencias, debido a que el nivel económico de las personas que llegan a habitar estos lugares pertenecen a la clase social media alta y hasta la alta alta.



Con el 20% de las muestras se menciona casas, por lo que se entiende que el contexto en el que se desenvuelven, ya sea por trabajo o visita, pueden vivir la experiencia de asistir a una casa automatizada.

Figura 55. Resultado 2 ¿En que lugar lo has visto?

Asumiendo que el 35% nunca la ha visto debido a la suma de Nunca y No respondió, lo que nos indica que posiblemente solo en películas la podrían identificar.

Analizando el conocimiento de la información de las preguntas previas y enfilando el cuestionario a relacionar la domótica en cada uno de los hogares de los individuos muestra, la pregunta tres, como se esperaba, en su mayoría con el 88% se tiene la seguridad de no

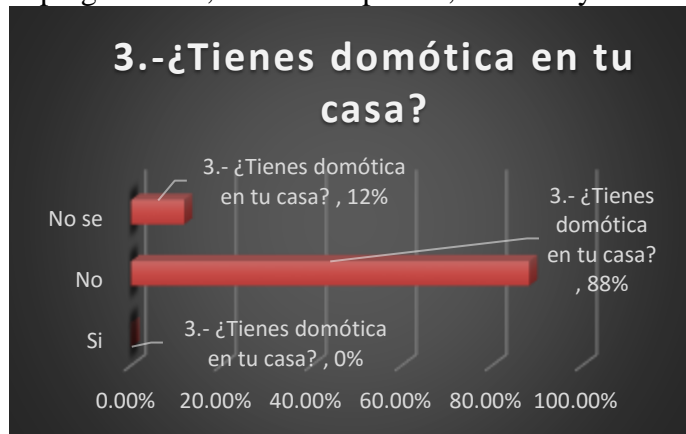


Figura 56. Resultado 3 ¿Tienes domótica en tu casa?

tener domótica en su hogar, sin embargo, el 12% de los individuos no saben si la tiene o no, por lo que se entiende que la domótica, descrita en este documento en el subtema Resultado numérico del sistema domótico implantado, se especifica que para ser llamada así se necesitan algunas características mínimas, y no solo el encendido de las luces con productos a la venta en tlapalerías, aunque funcionan con sensores LDR y encienden las luces cuando se hace de noche, no es domótica.

Así, ninguna persona contestó en el cuestionario que sí tenía domótica en su casa y los que estaban confundidos se les realizó la aclaración de lo que es esta tecnología. Pero de la misma forma saber si existe el interés de la adquisición de este producto, aun sin haber pronunciado el costo o las diversas áreas de gestión controladas con esta tecnología.



Figura 57. Resultado 4 ¿Te gustaría esa tecnología en tu casa?

Con el 94%, la aceptación de la domótica para los individuos muestra les es atractiva. Pero el 6%, no lo sabe debido a que posiblemente su economía no pueda comprarla e incluso se expresó una respuesta que indicó, si le gustaría disponer de esa tecnología pero que fuera móvil pues la casa habitación donde moraba no era propia por lo que en cualquier momento podría irse a vivir a otra parte y dejar la inversión.

Como se observa, la respuesta “No” tiene 0%, por lo que se asume que la población mexicana lleva una tendencia de crecimiento de la mano con las nuevas tecnologías y la aceptación de las mismas en su vida diaria, incluso muchas de las personas mostraban gran interés de localizarla, y hacían preguntas donde asumían si la domótica era controlable desde su dispositivo móvil, si les interesaba.

La información que proporciona la pregunta cinco, del conocimiento que se tiene de los lugares donde se puede adquirir ésta tecnología, nos da como resultado que el 53% desconoce donde adquirirla, algunos hacen alusión a empresas destinadas a la comercialización de algunos productos por separado, nuevamente saliéndose del concepto de domótica que se expresó anteriormente, lo que indica que realmente no se sabe cómo se puede obtener, incluso hubo algunos que insinuaron que les gustaría realizarla ellos mismos, como haciendo mención nuevamente a los productos que se pueden adquirir en tlapalerías o centros comerciales y controlar la iluminación o temperatura con un solo dispositivo.

Con el 0%, también descartaron la posibilidad de encontrarla a través de internet, siendo este el medio más eficaz de contactar a personas especializadas con esta tecnología, o simplemente no se acordaron de esta poderosa herramienta lo que nos pone a pensar que

tampoco se tiene conocimiento del vínculo que tienen el internet sobre la domótica, o si existe alguna relación directa del control que se puede obtener atravez de la web.

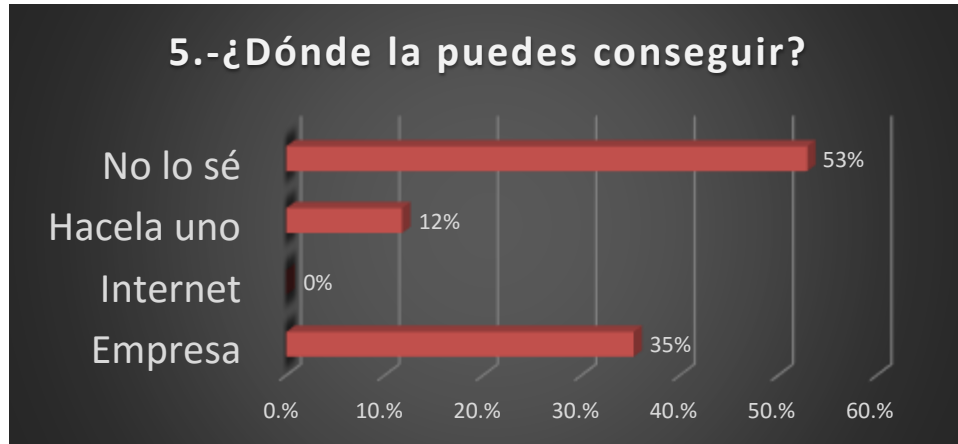
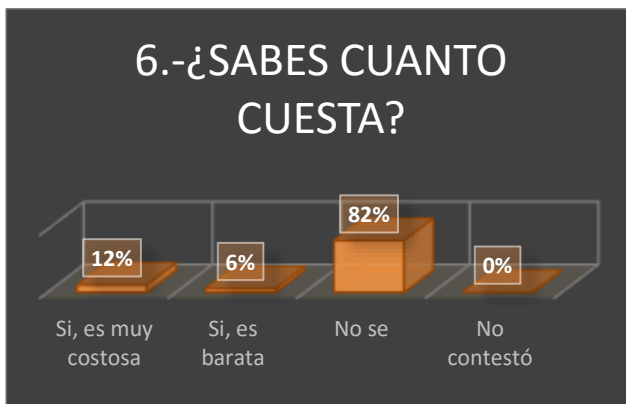


Figura 58. Resultado 5 ¿Dónde la puedes conseguir?

Asumiendo las respuestas anteriores donde demuestran el interés de adquirir esta técnica de gestión del hogar, se inició la indagación de saber un estimado de cuánto cuesta la domótica, aun realizando la errónea comparación de los productos que se venden en las tlapalerías y centros comerciales como lo sugirieron.



El 82%, contestó que no sabía, pero el 6%, asumió que habían encontrado productos muy baratos que realizaban esas tareas, nuevamente considerando, erróneamente, instrumentos individuales de procedencia China, no eran fáciles de obtener, y de muy baja calidad.

Figura 59. Resultado 6 ¿Sabes cuanto cuesta?

Hasta el momento la muestra de población mexicana hace referencia a la falta de información sobre lo que es la domótica, así como su costo y lugares donde se pueda adquirir esta técnica de control, también se ignora si existe personal capacitado para desarrollar esta tecnología, sin embargo, en relación a la información obtenida con la pregunta siete donde se hace referencia a las ventajas de tenerla.

Con el 42% de las respuestas, asumen que tendrán un mayor confort en sus hogares, esto es llegar a su casa y estar más cómodos, realizando el menor esfuerzo dentro del hogar. Seguidos del 29%, que incorporar mayor seguridad en sus casas, ya sea por robo o por accidentes internos como: fugas de gas, incendios, inundaciones, cortos circuitos, etc. Pero también mencionan, con el 21% el ahorro, no solo energético por la simulación de presencia y el encendido y apagado automático, también el ahorro de gas LP, debido al uso de energías renovables como calentadores solares.

Y el resto con un 8% no saben si obtendrán algún beneficio el incluir la domótica en su hogar lo que refuerza las preguntas iniciales del desconocimiento de lo que implica el uso de esta tecnología.



Figura 60. Resultado 7 ¿Qué ventajas terdría el tenerla en tu casa?

La información proporcionada por las siguientes dos preguntas hacen referencia a: qué te gustaría optimizar, y el lugar donde te gustaría tener esa automatización, principalmente se observa la preocupación de la inseguridad en el contexto que se desenvuelven las personas de las que se tomó la muestra, con el 29%, realizando la suma que se refiere a la seguridad inteligente, más un sistema de monitoreo de cámaras supervisadas por internet, donde puedas observar los hechos que están ocurriendo en tiempo real en tu hogar, más un sistema supervisor de actividades que te avise de cualquier problema vía SMS, enfatizando que Iztapalapa es una zona designada con un gran margen de delincuencia, por lo que se hace presente en esta encuesta.

Con un 9%, el sistema automatizado en general de luces de encendido y apagado, realizando un considerable ahorro de energía, trasladándolo a un importante ahorro económico, que se genera no solo para el usuario, ya que también contribuye a minimizar el calentamiento global, y el menor consumo de combustibles para la creación de energía

eléctrica, además de estar indirectamente inmiscuida la seguridad de tener un hogar iluminado.

Después viene la suma de los rubros que determinan el confort, la comodidad, la paz que engloban un 32%. Con un 8%, tener puertas y ventanas inteligentes, lo que auxilia con otro 8% a generar el ambiente y temperatura ideal de la casa, esto varía según la necesidad de cada usuario. Otro 8%, cuando el usuario pase por algún área de la casa encendiendo la luz de forma automática, y se apaguen cuando ya no sean necesarios, estableciendo que el uso de los apagadores quedo atrás y es más que bienvenida la automatización. Otro 8%, originado por la comodidad de tener el control de los diversos dispositivos desde internet.

El uso del Smart Phone es indispensable en la domótica, con un 6%, que encienda las luces de la casa a gusto del usuario, ya sea desde el mismo internet o una aplicación, inclusive poder encender alarmas o modificar el comportamiento de las puertas y ventanas inteligentes.

También el ahorro de energía, establecido con 6% sobre las respuestas de esta encuesta, y otro 6%, controlar diferentes intensidades de luz para los cuartos, que se pueden interpretar como ahorro energético y también comodidad.

Con 4%, el tener un jardín automatizado; que alimente las plantas dependiendo de las condiciones atmosféricas, y que realice mezclas de nutrientes para proporcionarlas y obtener el mejor desarrollo de las plantas del jardín.

La encuesta muestra que el desplegar la información en alguna pantalla no es lo primordial, con el 4%, se encuentra en la penúltima posición de las prioridades del gusto de la gente. Y por último, el 3% restante, la supervisión persona a persona, aunque puede determinar los accesos a ciertas partes restringidas, coloca a la presencia de los dueños cómo lo menos importante en la encuesta.

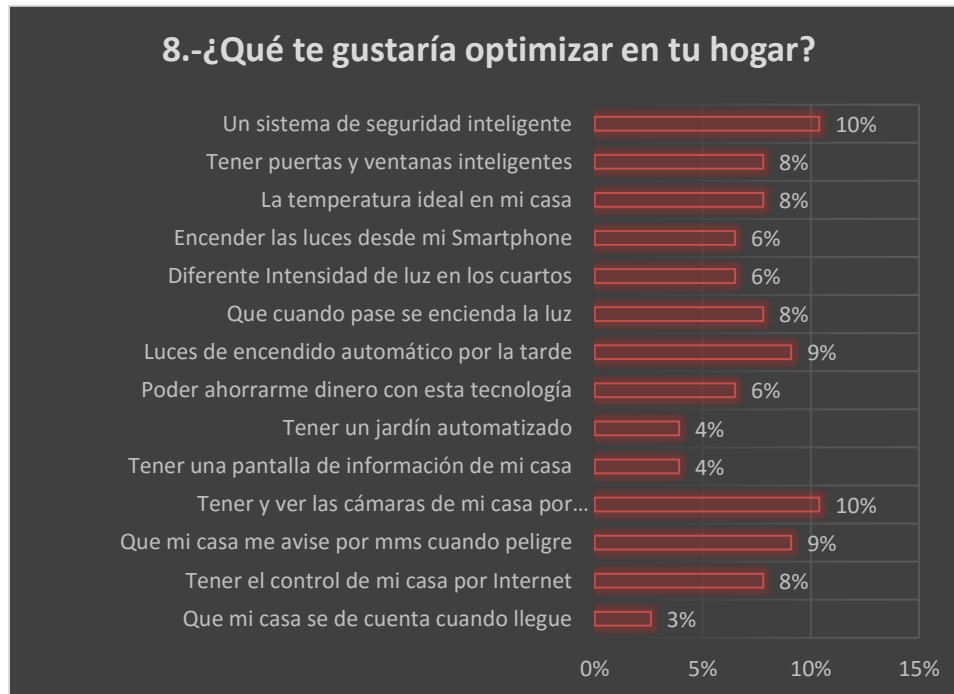


Figura 61. Resultado 8 ¿Qué te gustaría optimizar en tu casa?

Como ya se sabe que les gustaría automatizar en los hogares, la siguiente pregunta establece el lugar donde prefieren colocar esa automatización, y como era de esperarse y por las respuestas obtenidas a lo largo del documento, la tendencia dominante con más de la mitad de respuestas a favor y con un 61%, es la de automatizar toda la casa, aunque implique hacer varias modificaciones en el inmueble.

Con el 9%, las luces de la calle, mostrando la importancia de saber quién podría merodear la casa y que al llegar se tenga la iluminación adecuada para ingresar al inmueble.

Seguida de un 13%, donde los encuestados preferirían solo los cuartos, haciendo énfasis en la iluminación y el control de las temperaturas, así como la seguridad para un descanso total y empatados también con el 13% la sala y el comedor que es uno de los lugares favoritos de las familias.

Al final con un 4%, el jardín, que aunque son las áreas donde las señoras de la casa pasan mucho tiempo, no es de las prioridades en la domótica de los sujetos de estudio de esta encuesta.



Figura 62. Resultado 9 ¿Qué lugar de tu casa automatizarías?

Finalmente, se ingresa la información del costo sometido a la prueba de este proyecto, dándoles a conocer las diferentes estancias que se pueden automatizar a un bajo costo, y teniendo en cuenta el nivel económico de las personas a las que está dirigida, suponiendo que el lugar donde viven consta en su mayoría de dos cuartos, una sala comedor, cocina, baño, estacionamiento y pasillo, especificando que todos los proyectos son diferentes pero pueden entrar en la misma clasificación, se realiza la pregunta si su presupuesto puede admitir la cantidad expresada para obtener los beneficios de la domótica en su casa.

La respuesta dominante con un 71% es SI, claro que lo considerarían, al parecer la cantidad de \$13,000.00 está dentro de las posibilidades económicas de la mayoría de estas muestras de población, restringidas a una domotización similar a la de este proyecto.

Con el 24%, teniendo una inclinación a la respuesta NO, exponen que la domótica aún es muy cara, lo que los lleva a esperarse a que bajen los costos de esta tecnología, pero con un interés de adquirirla en cuanto se dé la oportunidad.

Por ultimo con un 5%, las personas opinaron que no es factible para ellos considerar adquirir el proyecto, es demasiado caro y se encuentra lejos de sus posibilidades incluso para el futuro, además de no tener el gusto por esta tecnología.

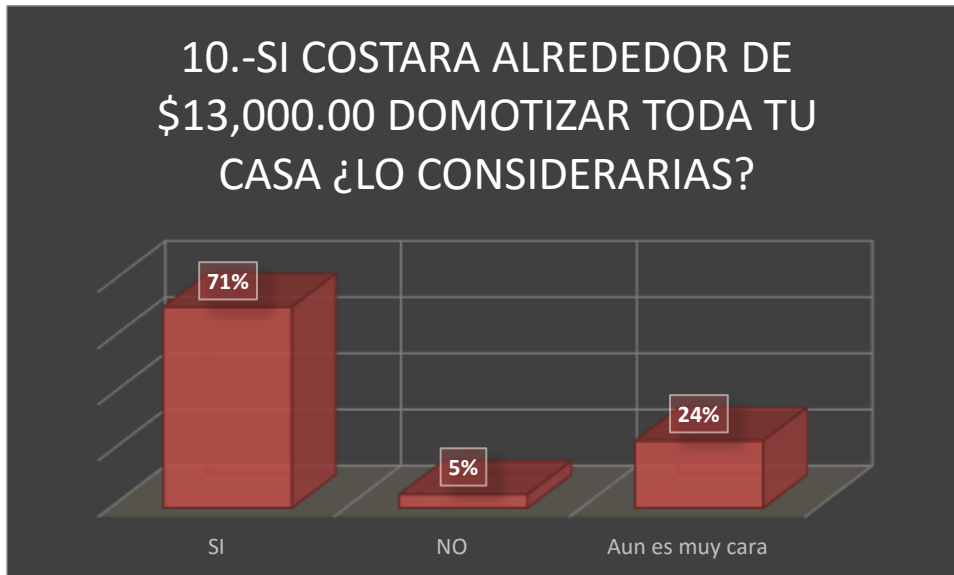


Figura 63. Resultado 10 ¿Lo considerarías?

Con los resultados obtenidos de la encuesta, que muestran la óptima aceptación de esta tecnología, se puede iniciar la comercialización de la domótica de bajo costo, así como la creación de una empresa. También se espera que los precios de los productos bajen un 20%, y así ayuden a amortizar los impuestos del país, que si vemos el desarrollo del mercado en los últimos 5 años, la baja de costos para esta tecnología, ha sido benéfica, ya que los productos han bajado y seguirán con esa tendencia debido a la entrada de nuevas tecnologías, y a la aceptación de nuevos proveedores en México, por los nuevos tratados de comercialización abierta y convenios con los demás países.

Por último el objeto de estudio futuro es analizarlo más detalladamente, documentar el tiempo de vida útil de todo el proyecto, someterlo a diferentes ambientes climáticos y observar sus respuestas, sustituir sensores de diferentes calidades y marcas, incluso cambiar la tarjeta de control para observar los beneficios o inconvenientes y así analizar propuestas de trabajos futuros.

Trabajos futuros

La propuesta para trabajos futuros sobre crecimiento y mejoras al sistema son muchos, sin embargo en los capítulos anteriores se menciona que el sistema tiene que mantenerse en función de un “bajo costo”, así se pueden mencionar los más sobresalientes como:

- Pasar de los mensajes SMS¹⁷ a los MMS¹⁸, esto tiene que incluir un dispositivo que capture imágenes y sonido.
- Incluir al menos un dispositivo LCD¹⁹, tablet o pantalla, donde se muestre la información que se está dando en tiempo real como: temperaturas, presencia en las habitaciones, envío y recepción de SMS, monitoreo de errores, etc.
- Rastrear el consumo de corriente en cada habitación y proponer mejoras para el ahorro de energía.
- Incluir tableros de control en cada área con funciones pertinentes de cada espacio, así sustituir llaves de agua mecánicas por electroválvulas en áreas de lavado y baño.
- Iniciar la comunicación de sensores y actuadores de forma inalámbrica.
- Incluir sensores de intensidad luminosa en cada área y mantener la cantidad luminosa requerida en cada habitación.
- Automatizar puertas y ventanas.
- Incluir sensores de humo, gas y humedad, que ayuden a prevenir accidentes ocasionados por descuidos y aumentar la seguridad.
- Sistema de carga de baterías en automático.
- Introducir un video-interfón con reconocimiento facial y programación de respuestas simples.
- Incluir un protocolo de comunicación wifi e iniciar trabajos con internet de las cosas.
- Incluir un sensor de sismos

Estas mejoras buscan aumentar el nivel numérico del sistema actual según el análisis de CEDOM, así como automatizar todo lo que se pueda un hogar.

¹⁷ Mensajes de texto puro.

¹⁸ Mensajes multimedia, además de texto permite el envío de imágenes y sonidos cortos.

¹⁹ Pantalla de cristal líquido (Liquid Crystal Display).

Manual de uso

Domótica, implantación en casa habitación aplicada en iluminación, temperatura, presencia y niveles de agua.



Contacto:

Ingeniero: José Alfredo Martínez Pérez

Página web: <https://jamp1982.wordpress.com/>

<https://jamp1982.wordpress.com/?s=Domotica>

Correo electrónico

jamp1982@yahoo.com.mx

jamp1982@live.com.mx

Cel. 5551920025



Ahora que tienes en tu hogar una de las tecnologías más asombrosas en el mundo, es necesario seguir las instrucciones de este manual para el buen funcionamiento del sistema.

Tu casa ahora cuenta con un sistema automatizado que te proporciona grandes ventajas como:

- **Seguridad de la casa:** Tu casa te mantendrá al tanto de cualquier evento inesperado por robo o incendio por medio de mensaje SMS o llamadas, podrás activar/desactivar alarmas desde tu celular.
- **Testigos de presencia:** Detectan movimiento que indique habitantes iluminando su trayectoria.
- **Control de Temperaturas:** Las habitaciones mantendrán una temperatura placentera para tu mayor descanso.
- **Comunicación:** Te puedes comunicar con tu hogar por una aplicación con el Bluetooth desde tu recámara por mensaje SMS o llamadas sin importar la distancia.
- **Timbre visual:** Te avisa de la llegada de algún visitante a tu puerta.
- **Luz de respaldo:** En el caso de un fallo en el suministro eléctrico, el sistema de respaldo te brinda iluminación y te avisa del desperfecto.
- **Iluminación automática:** Las luces se encienden de forma automática para iluminar tu casa al anochecer.
- **Tinacos abastecidos:** Estarás informado del nivel de agua cuando lo solicites, así podrás encender la ducha a distancia y cuando llegues entrar directo a bañarte ahorrándote tiempo cuando tienes prisa.

!!! Felicidades por tu adquisición!!!

Primera parte: Encendido del sistema y configuración del chip del celular, mensajes SMS y llamadas

Para este momento, el ingeniero ya revisó los sistemas de comunicación como el Bluetooth y chip del celular de cualquier compañía, al encender el sistema domótico, tu casa iniciará un sistema de configuración interno, por favor sigue las siguientes instrucciones.

Antes de encender el sistema por primera vez, verifica que todas las luces de tu casa se encuentren apagadas, al igual que ventiladores y calentadores, y que exista suficiente agua en los tinacos.

Abre el gabinete y colócate al frente, puedes observar un chip telefónico del tamaño Micro.

Inserta la tarjeta SIM en el dispositivo marcado con la letra **A**, dentro del gabinete de control, como se muestra en la figura, puede ser el chip incluido o algún otro de cualquier compañía siempre y cuando tenga las mismas dimensiones.



Enciende el sistema desde el interruptor general que se encuentra marcado en el interior del gabinete con la letra **B**, este energiza todo el sistema. Una vez que sepas cual es memorízalo y quita la etiqueta, así solo tú sabrás como encender y apagar el sistema.

Espera a ver encendidas todas las placas desde sus indicadores y que te llegue un mensaje de bienvenida.

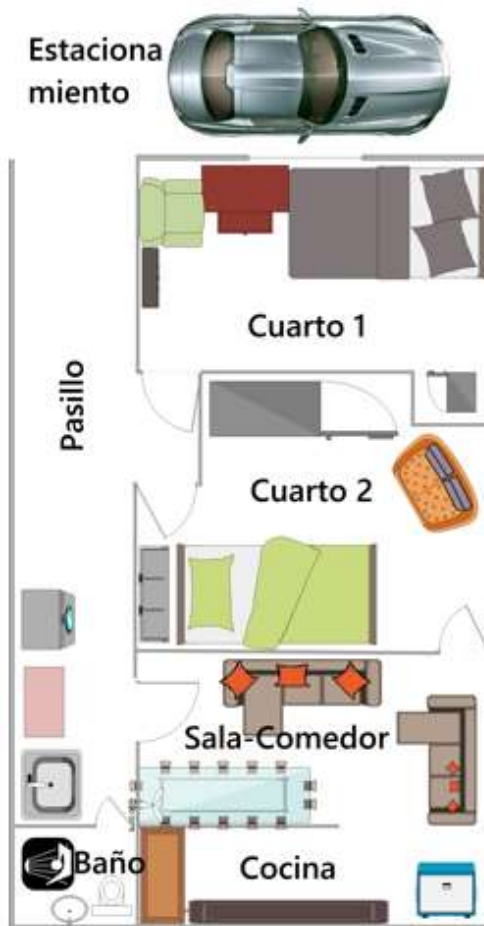
Guarda el número telefónico que te contactó y responde OK en un mensaje de texto, espera unos segundos y recibirás una llamada de ese número, no la contestes sólo es para verificar la comunicación.

A partir de aquí ese número será el vínculo de comunicación con tu casa, donde pueden enviar los siguientes comandos:

1. AAlarma = Activar alarmas
2. DAlarma = Desactivar alarmas
3. MStanbye = Activar modo de espera
4. DStanbye = Desactivar modo de espera
5. ELuz = Encender todas las luces
6. ALuz = Apagar todas las luces
7. EBoiler = Encender boiler
8. ABoiler = Apagar boiler

Se recomiendan las pruebas para cada orden.

DESCRIPCION DEL LUGAR DOMOTIZADO



Del sistema recibirás en tu celular los siguientes mensajes de confirmación y avisos:

- Alarma encendida ON
- Alarma apagada OFF
- Boiler encendido ON
- Boiler apagado OFF
- Modo de espera activado ON
- Modo de espera desactivado OFF
- Luces de la casa encendidas ON
- Luces de la casa apagadas OFF
- Se produjo movimiento en tu casa...Posible PELIGRO!
- Persiste el movimiento en tu casa PELIGRO!!
- Temperatura de tu casa fuera de lo normal PELIGRO!!!
- Fallo del subministro eléctrico, alimentación por baterías.
- Subministro eléctrico recuperado.
- Funcionamiento normal

Cada uno de los mensajes son muy explícitos y se deja a consideración del dueño de la casa para las decisiones a efectuar. En los casos de **peligro**, contactar a la persona más cercana al domicilio y que verifique personalmente el inmueble.

En caso de ser necesario el sistema te llamará sólo 15 segundos antes de activar las alarmas y sólo en caso de extremo peligro; no es necesario que contestes. Una vez activada la alarma, puedes llamar a tu casa y se cancelará o desactivará la orden.

No es necesario que mantengas saldo en la tarjeta SIM, debido a que los mensajes y llamadas son por cobrar, sólo realiza una recarga mínima de la compañía a la que está suscrita el SIM cada 6 meses para no ser deshabilitado.

En el caso de que tengas algún problema con las instrucciones anteriores contacta al ingeniero de soporte.

Segunda parte: Configuración del Bluetooth e instalación de la aplicación en el celular

Para el uso de la comunicación por Bluetooth, es necesario instalar la aplicación exclusivamente diseñada para tu casa. Dicha aplicación se tiene que descargar leyendo el siguiente código QR, desde tu navegador en la siguiente dirección:



<https://drive.google.com/open?id=0B2ksOGpOI4A1TXF1UEp1YzY4Y0U>



Una vez con el archivo descargado se debe instalar en tu Smartphone, la instalación es de manera muy fácil ya que tu celular realiza todo el procedimiento, solo tienes que abrirlo y darle instalar como lo muestra la imagen de la izquierda. Este archivo únicamente se instala en el sistema operativo Android.

Una vez instalada la aplicación aparecerá el icono en el escritorio, es muy fácil identificarlo, pues tiene la misma imagen que la portada de este manual y el nombre de Domótica como se muestra en la imagen (derecha).

Aun no abras la aplicación antes se tiene que configurar el Bluetooth del Smartphone.



Para vincular el bluetooth de la casa con el del celular ingresa desde tu Smartphone a: Configuración > Bluetooth, en ella visualizaras el dispositivo **HC-05** al cual debes seleccionar y te pedirá una contraseña, esta es **1234** y listo, tu Smartphone está vinculado con el Bluetooth de tu casa.

Alarma de protección

Estas se activarán cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Existe algún peligro como: temperaturas muy altas, temperaturas extremadamente bajas y presencias no contempladas de extraños.
- Avisa por mensaje de texto y activa sonidos estruendosos sólo al recibir un comando o llamada de confirmación.
- Activación/Desactivación de forma manual desde el panel de control, y desde la interfaz del Smartphone.

Es importante que compruebes el correcto funcionamiento de cada instrucción.

Cualquier duda por favor no dudes en contactar al ingeniero de soporte.

Control de temperatura en la sala

Para mayor confort, el control de la temperatura de la sala se activa siempre y cuando:

- Se detecte movimiento
- Y se apagará a la brevedad si no se detecta movimiento.

Control de la temperatura en el cuarto 1

El control de temperatura en el cuarto 1 se activa, siempre y cuando:

- Se solicite desde la aplicación del Smartphone; teniendo una duración de 6 horas.
- Se deshabilite desde la misma aplicación.

Control de temperatura en la regadera

- Este se puede activar desde el panel de control, con un mensaje de texto o desde la aplicación del Smartphone; el calentamiento está configurado para mantenerse así por una hora.
- Avisa si esta lista el agua para ser utilizada via SMS.
- Esto pasa siempre y cuando haya suficiente agua en los tinacos.
- Cuando la temperatura del agua llega al valor indicado el sistema envía un aviso por medio de un mensaje de texto.

Indicador de nivel de los tinacos

- Este sistema se encarga de informar al usuario por medio de mensajes de texto cuando los tinacos están llenos o a punto de vaciarse.

Luz auxiliar

Se encienden las luces de emergencia cuando:

- Exista un apagón externo o interno.

Timbre visual automático

- Este consiste de luces tipo led que encienden durante dos segundos avisando de la llegada de una persona.

Una vez vinculados los dispositivos puedes abrir la aplicación que se instaló previamente, y que se encuentra en el escritorio de tu Smartphone, cuyo nombre es Domótica.



Como puedes observar la interfaz se compone de botones touch, que al presionar alguno, según la descripción, realiza la acción de forma inmediata ya sea encendiendo las luces de tu casa, activando la alarma, activando el boiler o desactivando todo en un solo click, también de forma automática te proporciona la temperatura de la sala comedor y del Cuarto 1.

El pasillo cuenta con dos luminarias por lo que Luz P1 y Luz P2 hacen referencia a cada una.

Para conectarte a tu casa por este medio solo debes dar un click en el botón [Ver Bluetooth], escoger el dispositivo previamente vinculado de nombre HC-05 y listo, puedes manejar libremente tu casa desde tu Smartphone, el alcance máximo de 25 metros, por lo que puedes estar en cualquier lugar de tu casa disfrutando de esta tecnología. ¡Felicidades!

Si deseas que otra persona pueda realizar lo mismo desde otro Smartphone, tiene que realizar las mismas indicaciones. **Prueba todo por favor**

Tercera parte: Descripción y uso del panel de control

Después de realizar las pruebas con la comunicación inalámbrica y verificar que todas las placas tienen sus indicadores encendidos, tienes que cerrar muy bien el gabinete ya que es la protección de tu sistema contra agua, polvo e incluso usuarios no autorizados para modificar el sistema. De ser necesario coloca un candado para mayor seguridad.

Al cerrar el gabinete te encuentras un panel de control, compuesto de 5 botones y cada uno con su leyenda para generar las ordenes que les des a tu casa en caso de que quieras realizar de forma manual.



Cada acción que se genere desde este panel de control te será comunicado con un SMS y podrás permitirlo o cancelarlo en el momento que desees.

Si envías un SMS a tu casa con la instrucción:

- Panel_OFF_(número del 1 al 9)

Donde el número que coloques dentro del espacio (número del 1 al 9), dejará desactivado en horas el número que indique, ejemplo:

- Panel_OFF_5

Dejará desactivado el panel de control por un tiempo de 5 horas. Si deseas reactivar este sistema solo manda:

- Panel_ON

Para desactivar cualquier orden realizada desde el panel de control solo necesitas pulsar nuevamente el botón correspondiente.

Cuarta parte: Sistema automatizado de tu casa

Una vez que probaste los sistemas anteriores y ya sabes cómo usarlos, manda un mensaje con la leyenda:

- OK_LISTO

Iniciará la operación manual de forma automatizada del sistema domótico con las siguientes instrucciones:

Control de luces de la sala y cocina

Las luces de la sala y cocina se encenderán con:

- La detección de alguna persona y se mantendrán así durante su estancia
- Una vez que no se detecte movimiento, las luces se apagaran a la brevedad para ahorrar energía.

Control de luces del pasillo

El pasillo tendrá luz, siempre y cuando:

- Se detecte alguna persona y sea de noche.
- Si alguna persona que se encuentra en el interior sale de la casa.
- Realiza una secuencia de ahorro energético donde solo se queda activa una luz a la vez, siempre y cuando sea de noche.

Control de luces del estacionamiento

Los focos del estacionamiento se encienden cuando:

- Se detecta la llegada del auto, siempre y cuando sea de noche.
- Si se detecta algún movimiento, siempre y cuando sea de noche.

Control de luces del baño

El foco del baño se encienden con:

- La presencia de un usuario siempre y cuando sea de noche.

Control de luz en las puertas de la entrada a los cuartos

La iluminación en la entrada de los cuartos se activa con:

- La presencia de un individuo siempre y cuando sea de noche.

Conclusiones

El conocimiento de los estándares, normatividad y reglamentación fueron la base en cada paso de la elaboración del proyecto, mostrando las alternativas y caminos a seguir en el uso de elementos como: sonidos de alarmas de tipo estruendosos, elección del calibre de los cables, el conocimiento de protocolos de comunicación y reglas básicas de instalación para sensores, paneles y gabinetes.

El análisis del lugar a implantar la domótica y los planos realizados con base en la información sustraída de la vivienda, ayudó en cada decisión aplicada en la implementación del proyecto, las medidas mostradas en la Figura 2. Plano arquitectónico del inmueble, fueron fundamentales en el requerimiento de las características de todos los sensores y actuadores que se integraron en el hogar. Respecto al análisis se generó una tabla que proporcionó las necesidades mínimas para realizar la automatización y un análisis de la Figura 4. Diagrama eléctrico actual del proyecto, facilitó la decisión de la mejor ubicación para desarrollar sus tareas.

Para llevar a cabo la implementación del sistema fué necesario el análisis y planeación del caso de estudio. Las propuestas de la domotización se realizaron estudiando las necesidades de automatización de cada área, siempre tomando en cuenta los requerimientos de la Tabla 3. Necesidad de automatización, desde un enfoque de servicio para cubrir cada una de las necesidades descritas, y la cotización de los instrumentos para cubrir cada propuesta fué pensando en la economía del dueño del inmueble.

La implantación del sistema domótico a una casa habitación de un piso se llevó a cabo. Los sensores de presencia se colocaron en lugares estratégicos para evitar puntos ciegos y detectar la presencia de una persona. Para el control de temperatura se estableció un valor de 30°C a partir del cual se activaba el ventilador y que por debajo de 15°C se activaba el calefactor; los efectos de activación de los actuadores en la temperatura fueron notables logrando una brecha en la cual se mantenía la temperatura de la sala comedor y el cuarto 1. Con el sensor de nivel de agua se pudo conocer el momento en el que el tinaco se llenaba o alcanzaba su nivel mínimo. La implementación del sensor de intensidad de luz permitió que las luces de la casa se encendieran alrededor de las 20:00 hrs, y se apagaran alrededor de las 06:00 hrs. La colocación del sensor de temperatura y resistencia eléctrica en el tinaco permitió calentar el agua a una temperatura de 40°C.

La gestión de las variables como temperatura, iluminación, presencia y niveles de agua, dieron resultados como: generar un ahorro energético, el beneficio del confort, plusvalía del inmueble y la seguridad requerida para este proyecto, además de conocer ampliamente los protocolos de comunicación SMS y Bluetooth.

El haber cursado la carrera de ingeniería industrial aportó los conocimientos necesarios para la realización del proyecto. Estos conocimientos se basan en el comportamiento de cada dispositivo, además de cómo se realiza la búsqueda de las características de cada instrumento en sus hojas de especificaciones. Así también para el manejo del software de simulación y de diseño de tarjetas fenólicas y las interfaces usadas en la implementación. La aplicación y dirección del conocimiento adquirido a través de la formación académica en la carrera, la noción del uso de sensores, actuadores, medios de transmisión y diferentes componentes resultaron ser el puente ideal para emprender un proyecto tan novedoso en México como lo es la domótica.

La creación de circuitos impresos a la medida del proyecto permitió la operación adecuada de los sensores y actuadores. El microcontrolador elegido operó adecuadamente en las tareas necesarias del sistema domótico.

Los beneficios obtenidos son la culminación de un buen trabajo, estos se obtuvieron al poner en operación el sistema, aunque la expectativa de la recuperación no es muy atractiva, pues el análisis de la recuperación de la inversión debido al ahorro energético es en un periodo muy largo, aun así el ahorro energético se encuentra entre el 39% al 41% semanal, además del beneficio del confort, la seguridad y plusvalía del inmueble.

La encuesta realizada despertó la curiosidad de las personas que formaron parte de la muestra usada para saber la opinión de la domótica, así se observó el interés del uso de las nuevas tecnologías y la dirección que tomarán las viviendas en un futuro no muy lejano.

Los resultados fueron satisfactorios, la implantación de la domótica a una casa habitación de un piso aplicada en iluminación, temperatura, presencia y niveles de agua, es uno de los proyectos que se tienen que distribuir al mercado.

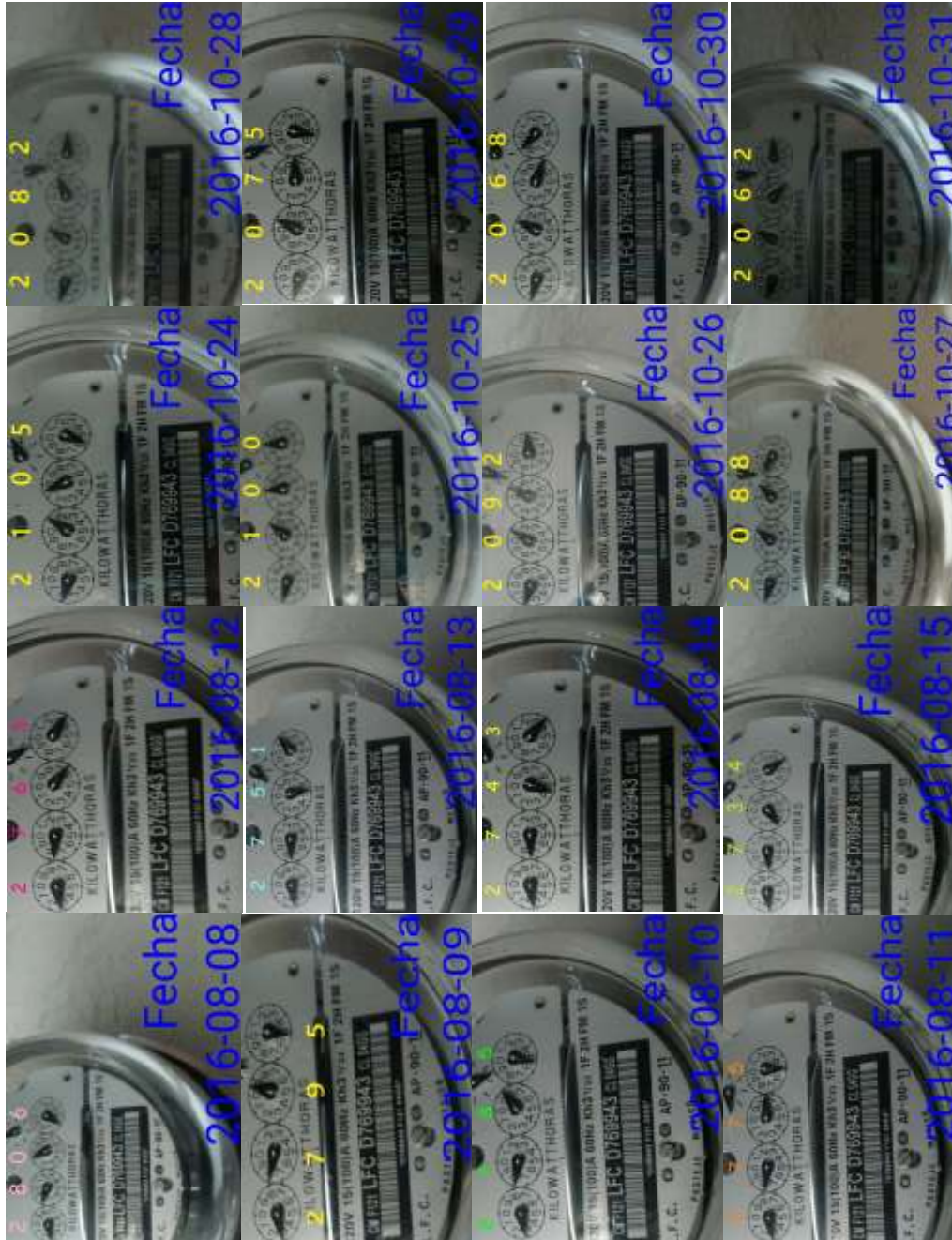
Lista de Referencias

- AENOR. (2016). *La Asociación Española de Normalización y Certificación*. Obtenido de EA 0026:2006: <http://www.aenor.es/aenor/aenor/perfil/perfil.asp>
- Asociación Española de Domótica e Inmótica, CEDOM. (2006). *Tabla de niveles para evaluación de instalaciones domóticas*. Obtenido de Evaluación de instalaciones domóticas: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/evaluacion-de-instalaciones-domoticas#aqui>
- Association, K. (23 de Octubre de 2014). *Introducción*. Obtenido de NATIONAL KNX México: <https://www.knx.org/mx/knx/associacion/introduccion/index.php>
- CENELEC, E. C. (05 de Octubre de 2016). *Normas Evolución y Pronóstico*. Obtenido de CENELEC: <https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:84#top>
- Domótica. (28 de November de 2016). *Gran Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <http://es.thefreedictionary.com/dom%c3%b3tica>
- Economía, S. d. (17 de Marzo de 2016). *Competitividad y Normatividad / Normalización*. Obtenido de <http://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-normalizacion>
- ENERGÍA, S. D. (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Electricas (utilización)*. México DF: NOM-001.
- Glen, M., & Moreno, J. (23 de Mayo de 2012). *ZIGBEE*. Obtenido de <https://sx-dex-wikispaces.com/ZIGBEE>
- Hayt Jr., W. H., Kemmerly, J. E., & Durbin, S. M. (2004). *Análisis de circuitos en ingeniería*. México D.F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANAADITORES S.A. DE C.V.
- IMEI. (2016). *Instituto Mexicano del Edificio Inteligente y Sustentable, A.C.* Obtenido de BOMA, México: <http://imei-mexico.org.mx/quienes-somos/>
- Implantación. (28 de November de 2016). *Gran Diccionario de la Lengua Española*. . Obtenido de <http://es.thefreedictionary.com/implantaci%c3%b3n>
- INEGI, I. N. (s.f.). Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>

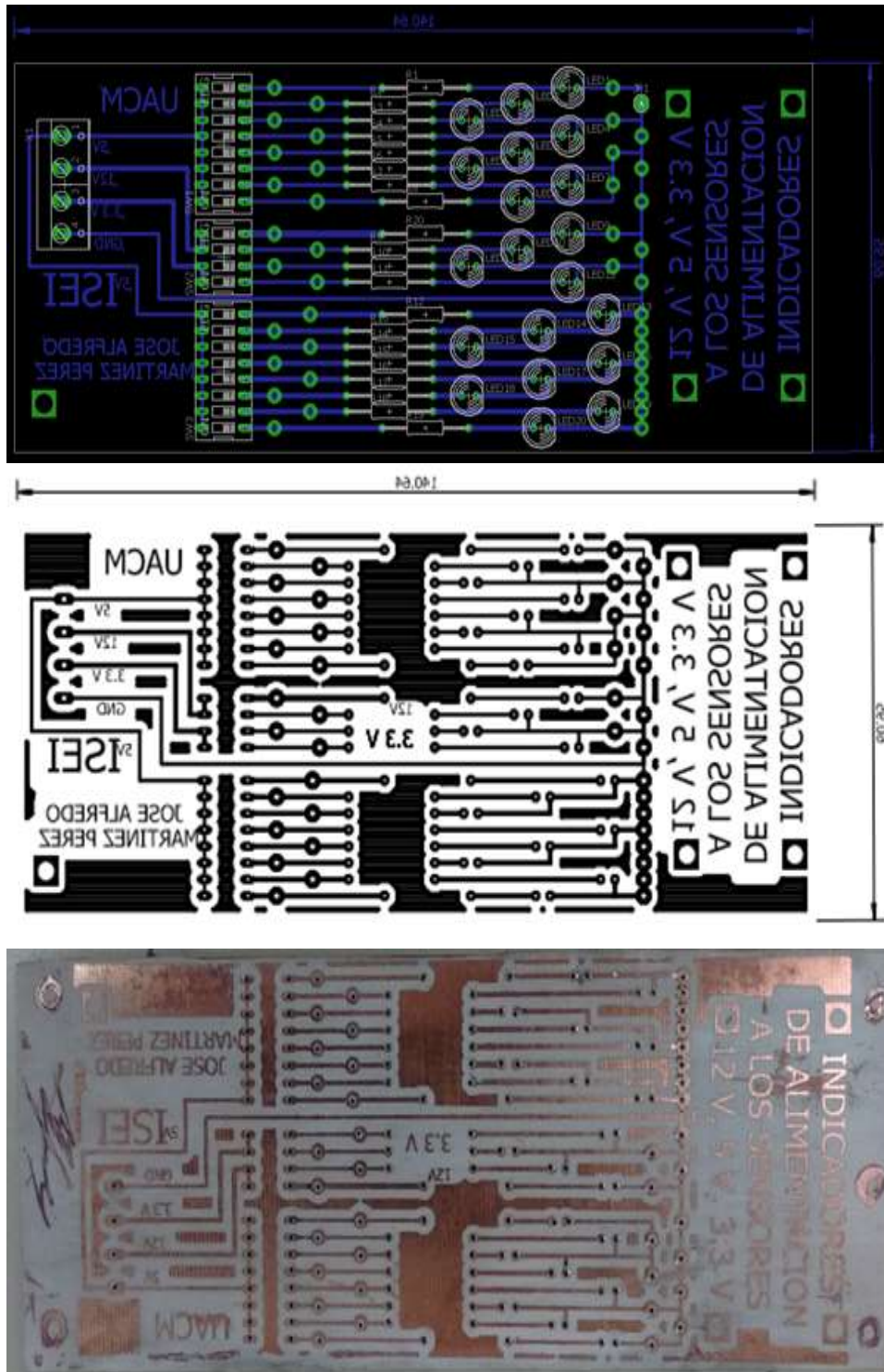
- Inventable.en. (2015). *COMO CONTROLAR UN RELÉ CON UN TRANSISTOR*.
Obtenido de La electronica simple y clara: <http://www.inventable.eu/controlar-rele-con-transistor/>
- Lang, C. E. (08 de Mayo de 2014). *SENER, Secretaría de Energía*. Obtenido de CONUEE, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía:
http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/desde_el_hogar_
- Minitronica.com. (01 de Julio de 2016). *Recibir SMS con Arduino y SIM800L*. Obtenido de Enviar SMS con Arduino y SIM800L:
<http://www.minitronica.com/blog/recibir-sms-arduino-sim800l/>
- NDMX. (09 de Diciembre de 2015). *Cuantos mexicanos somos?* Obtenido de
<http://www.ndmx.co/2015/12/09/cuantos-mexicanos-somos/>
- Ogata, K. (1987). *Discrete-time Control Systems*. New Jersey: PRENTICE-HALL, INC.
- Péres, C., Batalla, E., Iranzo, M., Sebastia, A., & García, A. (1993). *Electrónica Analógica Integrada*. SERVICIO DE PUBLICACIONES.
- Rankia México, L. G. (21 de Mayo de 2015). *Rankia, México*. Obtenido de Diferencias entre SIM, MicroSIM y NanoSIM: <http://www.rankia.mx/blog/tarifas-moviles/1988642-diferencias-sim-microsim-nanosim>
- Romero, C., Vázquez, F., & de Castro, C. (2011). *Domótica e Inmiótica, Viviendas y Edificios Inteligentes*. México , DF: Alfaomega Grupo Editor.
- SEGOB. (08 de Mayo de 2014). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343849&fecha=08/05/2014
- Sustentable, I. M. (23 de Junio de 2015). *ILUMINACIÓN EFICIENTE EN EDIFICIOS*. Obtenido de Potencia, la clave: <http://imei.org.mx/iluminacion-eficiente-en-edificios/>
- Telecomunicaciones, U. (28 de enero de 2010). *WifiClub*. (drpiltrafa, Editor) Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de La red wifi mas amplia del país:
<http://www.wificlub.org/featured/wifi-historia-evolucion-aplicaciones-desarrollos/>
- Usher, M., & Keating, D. (1996). *Sensors and Transducers*. Great Britain: MACMILLAN PRESS LTD.

Apéndice

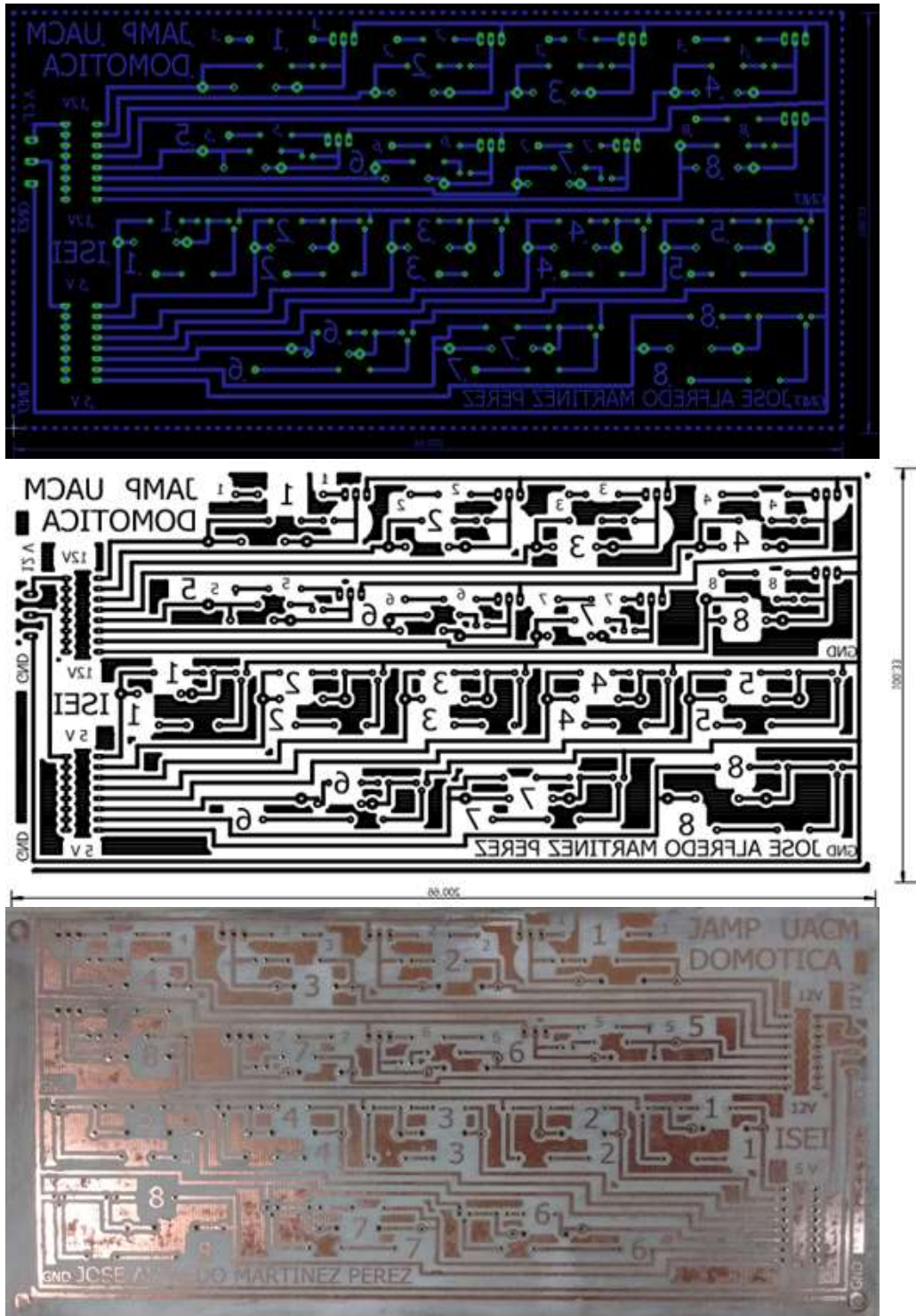
Medidas del consumo energético con y sin domótica



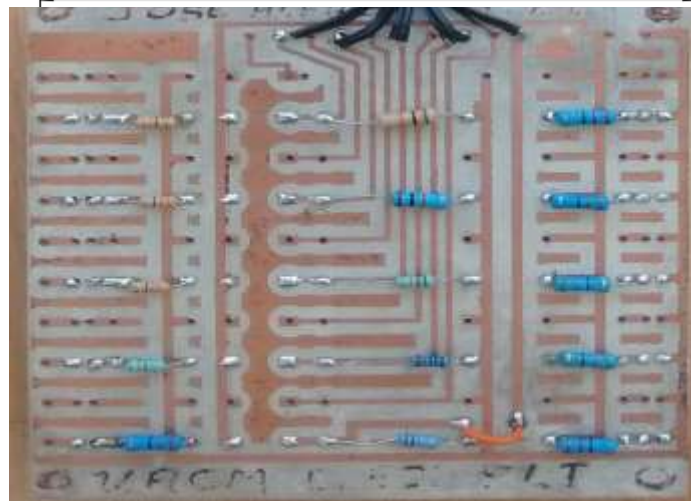
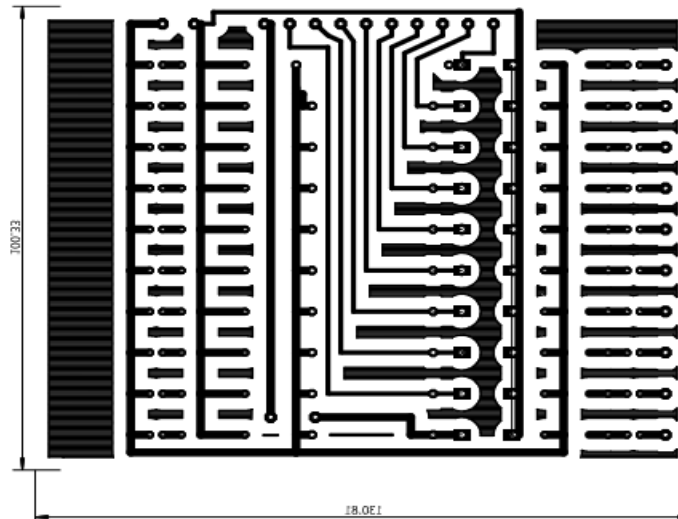
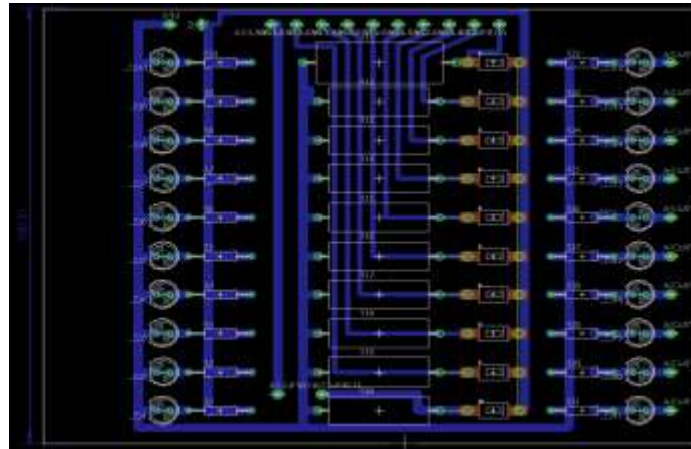
Desarrollo de la tarjeta para la alimentación de sensores



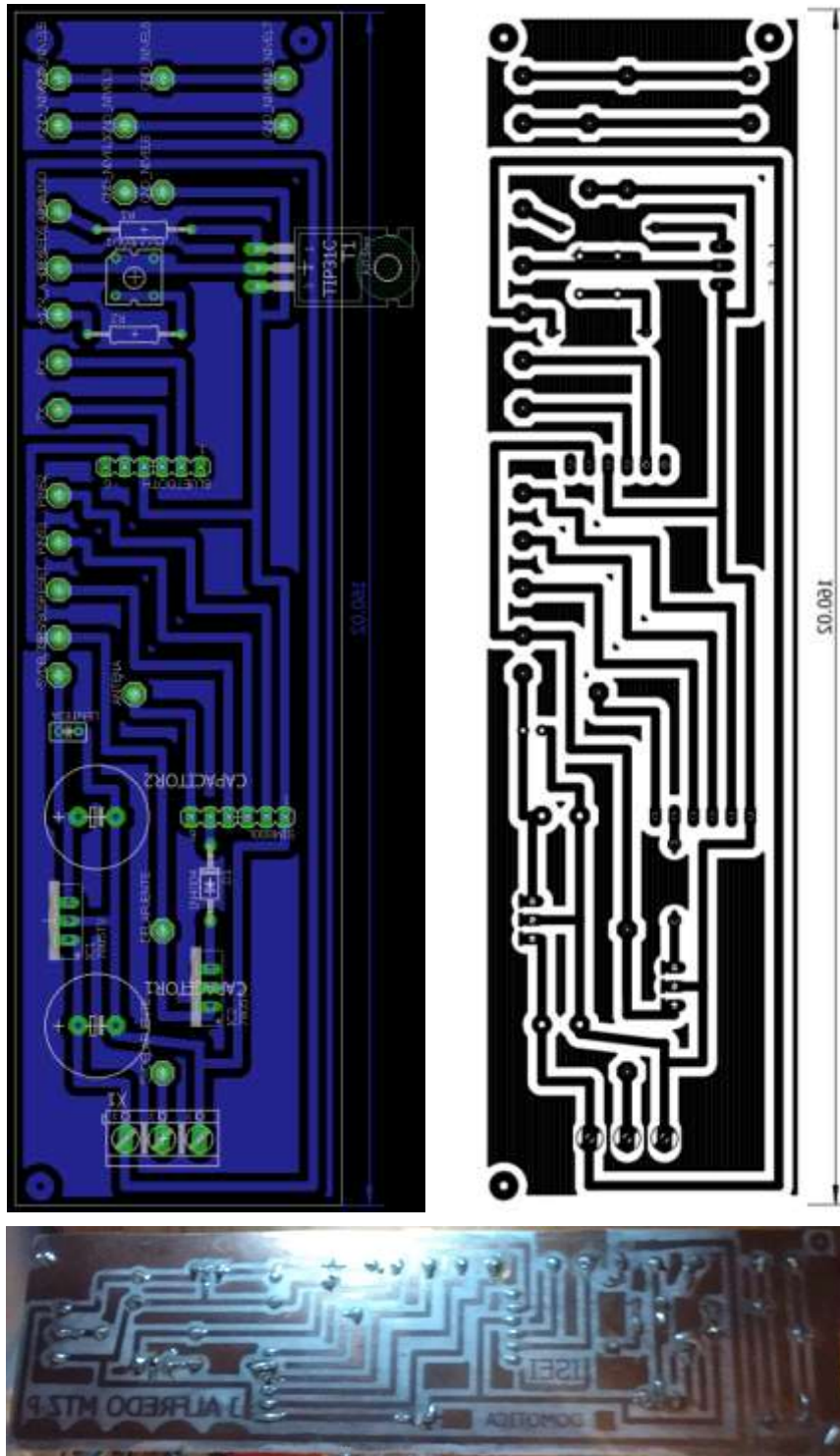
Desarrollo de la tarjeta para la alimentación de actuadores



Desarrollo de la tarjeta del panel de control



Desarrollo de la tarjeta de comunicación



Fusibles de protección de la fuente al sistema (Figura izquierda) y de la CA a las fuentes (Figura derecha)



Hojas de especificaciones



LM35

SNIS159G – AUGUST 1999 – REVISED AUGUST 2016

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

1 Features

- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/°C Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at 25°C)
- Rated for Full -55°C to 150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates from 4 V to 30 V
- Less than 60-μA Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Non-Linearity Only ±¼°C Typical
- Low-Impedance Output, 0.1 Ω for 1-mA Load

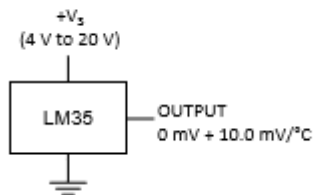
2 Applications

- Power Supplies
- Battery Management
- HVAC
- Appliances

3 Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature devices with an output voltage linearly-proportional to the Centigrade temperature. The LM35 device has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 device does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±½°C over a full -55°C to 150°C temperature range. Lower cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low-output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 device makes interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 device draws only 60 μA from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 device is rated to operate over a -55°C to 150°C temperature range, while the LM35C device is rated for a -40°C to 110°C range (-10° with improved accuracy). The LM35-series devices are available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D devices are available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D device is available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.

Basic Centigrade Temperature Sensor (2°C to 150°C)





DS18B20

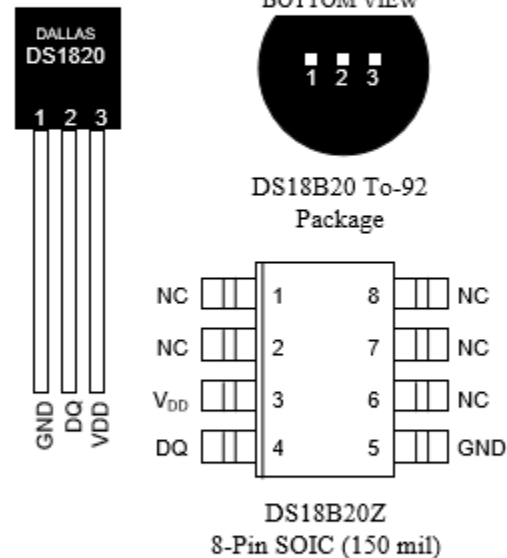
Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer

www.dalsemi.com

FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$. Fahrenheit equivalent is -67°F to $+257^{\circ}\text{F}$
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
 DQ - Data In/Out
 V_{DD} - Power Supply Voltage
 NC - No Connect

Product Discription

HC-SR501 is based on infrared technology, automatic control module, using Germany imported LHI778 probe design, high sensitivity, high reliability, ultra-low-voltage operating mode, widely used in various auto-sensing electrical equipment, especially for battery-powered automatic controlled products.

Specification:

- Voltage: 5V – 20V
- Power Consumption: 65mA
- TTL output: 3.3V, 0V
- Delay time: Adjustable (.3->5min)
- Lock time: 0.2 sec
- Trigger methods: L – disable repeat trigger, H enable repeat trigger
- Sensing range: less than 120 degree, within 7 meters
- Temperature: – 15 ~ +70
- Dimension: 32*24 mm, distance between screw 28mm, M2, Lens dimension in diameter: 23mm



Data Sheet

Light dependent resistors

Two cadmium sulphide (cdS) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Circuit symbol



Guide to source illuminations

Light source	Illumination (Lux)
Moonlight	0.1
60W bulb at 1m	50
1W MES bulb at 0.1m	100
Fluorescent lighting	500
Bright sunlight	30,000

NORP12 (RS stock no. 651-507)

Absolute maximum ratings

Voltage, ac or dc peak	320V
Current	75mA
Power dissipation at 30°C	250mW
Operating temperature range	-60°C to +75°C

NORP12 RS stock number 651-507
NSL19-M51 RS stock number 596-141

Electrical characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$. 2854°K tungsten light source

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Cell resistance	1000 lux	-	400	-	Ω
	10 lux	-	9	-	k Ω
Dark resistance	-	1.0	-	-	M Ω
Dark capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise time 1	1000 lux	-	2.8	-	ms
	10 lux	-	18	-	ms
Fall time 2	1000 lux	-	48	-	ms
	10 lux	-	120	-	ms

1. Dark to 110% R_L

2. To $10 \times R_L$

R_L = photocell resistance under given illumination.

Features

- Wide spectral response
- Low cost
- Wide ambient temperature range.

Dimensions

TIP31 Series(TIP31/31A/31B/31C)

Medium Power Linear Switching Applications

• Complementary to TIP32/32A/32B/32C



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40	W
P_C	Collector Dissipation ($T_B=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	40		V
	: TIP31				
	: TIP31A				
	: TIP31B				
I_{CEO}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
	: TIP31/31A				
I_{CES}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31				
	: TIP31A				
	: TIP31B				
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$	25		
		$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$	10	50	



BC548
BC548A
BC548B
BC548C

NPN General Purpose Amplifier

This device is designed for use as general purpose amplifiers and switches requiring collector currents to 300 mA. Sourced from Process 10. See PN100A for characteristics.

Absolute Maximum Ratings*

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V _{CEO}	Collector-Emitter Voltage	30	V
V _{CES}	Collector-Base Voltage	30	V
V _{EBO}	Emitter-Base Voltage	5.0	V
I _C	Collector Current - Continuous	500	mA
T _J , T _{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.

2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

ON CHARACTERISTICS

h _{FE}	DC Current Gain	V _{CE} = 5.0 V, I _C = 2.0 mA	548	110	800	
			548A	110	220	
			548B	200	450	
			548C	420	800	
V _{CE(sat)}	Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 10 mA, I _B = 0.5 mA		0.25	V	
		I _C = 100 mA, I _B = 5.0 mA		0.60	V	
V _{BE(on)}	Base-Emitter On Voltage	V _{CE} = 5.0 V, I _C = 2.0 mA	0.58	0.70	V	
		V _{CE} = 5.0 V, I _C = 10 mA		0.77	V	

SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

h _{fe}	Small-Signal Current Gain	I _C = 2.0 mA, V _{CE} = 5.0 V, f = 1.0 kHz	125	900	
NF	Noise Figure	V _{CE} = 5.0 V, I _C = 200 μA, R _S = 2.0 kΩ, f = 1.0 kHz, B _W = 200 Hz		10	dB

SONGLE RELAY



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
 - Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil	Contact form
SRD	03 05 06 09 12 24 48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER: CQC03001003729	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER: CQC03001003731	10A/250VDC
UL /CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R50056114	10A/250VAC 30VDC

6. COIL DATA CHART (AT20 ° C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) □ 10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1800				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			