



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO INALÁMBRICO PARA
CONTROLAR PARÁMETROS DOMICILIARIOS Y DE UN ÁREA
EDUCATIVA EN LA CIUDAD DE IBARRA.”**

AUTOR: ORTEGA PATIÑO DIEGO RUBÉN

DIRECTOR: ING. PABLO MÉNDEZ

IBARRA – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento depongo mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401688924
APELLIDOS Y NOMBRES:	DIEGO RUBÉN ORTEGA PATIÑO
DIRECCIÓN:	ESMERALDAS 2-317 Y 13 DE ABRIL
E-MAIL:	dodiegoruben87@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL:	0989428743
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO INALÁMBRICO PARA CONTROLAR PARÁMETROS DOMICILIARIOS Y DE UN ÁREA EDUCATIVA EN LA CIUDAD DE IBARRA.”
AUTOR:	DIEGO RUBÉN ORTEGA PATIÑO
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2016
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
DIRECTOR:	ING. PABLO MÉNDEZ

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Diego Rubén Ortega Patiño, con cédula de identidad Nro. 0401688924 en calidad de autor y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



.....
Firma

Nombre: Diego Rubén Ortega Patiño

Cédula: 0401688924



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Diego Rubén Ortega Patiño, con cédula de identidad Nro. 0401688924 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado. **“DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO INALÁMBRICO PARA CONTROLAR PARÁMETROS DOMICILIARIOS Y DE UN ÁREA EDUCATIVA EN LA CIUDAD DE IBARRA.”** que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento de realizar la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Firma

Nombre: Diego Rubén Ortega Patiño

Cédula: 0401688924



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es **“DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO INALÁMBRICO PARA CONTROLAR PARÁMETROS DOMICILIARIOS Y DE UN ÁREA EDUCATIVA EN LA CIUDAD DE IBARRA.”**, presentado por los señor: Diego Rubén Ortega Patiño, con número de cédula 0401688924 doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

Ing. Pablo Méndez
DIRECTOR DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo de grado quiero dedicarlo a Dios en primer lugar, que en la advocación del Señor de la Buena Esperanza ha sido mi primordial soporte y motivación, ya que después de muchos tropiezos y adversidades gracias a él he tenido las fuerzas para seguir adelante.

También quiero dedicárselo a mis padres Isabel y Hugo que nunca me han dejado solo a mis hermanas Andrea y Evelin y a mi pequeña sobrina.

Y finalmente no menos importantes a mis abuelitos dos que descansan en el sueño eterno y los otros que aún siguen conmigo apoyándome, a mis tíos y tías que están muy pendientes de mi conjuntamente con mis primos, todos ellos son la fuente de mi inspiración y mis deseos de continuar adelante.

Diego Rubén Ortega Patiño



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

De corazón y con la mayor de la sinceridad y gratitud agradezco a todos mis profesores, quienes han logrado que más de un grupo de estudiantes salga y demuestre la calidad de enseñanza que ellos nos brindaron con la mayor de las atenciones, en especial a mi director de trabajo de grado, el Ingeniero Pablo Méndez, ya que con sus acertadas ideas supo ayudarme a finalizar con éxito mi carrera.

Y como no agradecer a la gran casona universitaria la Universidad Técnica del Norte de la cual nos llevamos la mayor experiencia, anécdotas y buenos amigos ha llenado gran parte de mi vida, y con estas experiencias estoy seguro que dejaré muy en alto su nombre con mi esfuerzo y trabajo duro.

Aprovecho también para agradecer a mis padres que han sido un apoyo económico, moral y emocional, sin ellos mis logros no se hubieran concretado.

Diego Rubén Ortega

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de dar a conocer la amplia gama de aplicaciones referentes a la domótica inalámbrica, debido a que en el Ecuador existe un gran índice de desconocimiento y casi nulos casos de aplicación, en realidad son muy pocos los lugares en donde se puede encontrar un conjunto completo de automatizaciones que cumplan con el concepto antes mencionado, peor aún de domótica inalámbrica que tiene una cantidad de ventajas en edificios construidos y con sistemas ya establecidos, ésta opción es bastante versátil porque aumenta notablemente la eficiencia de la instalación, además no se altera en gran proporción la infraestructura del edificio, teniendo en cuenta que en el caso de un tránsito de datos que se realice de forma cableada, supondría necesariamente sobrecargar los ductos o afectar la integridad de paredes, techos y pisos.

Mediante un sistema domótico, se busca llegar a un diseño completo de automatización en la Carrera de Mantenimiento Eléctrico, en dicho lugar se llevará a cabo la instalación y pruebas de algunos micromódulos que cumplen la función de controlar persianas motorizadas.

Este proyecto contribuye al desarrollo de la tecnología, y con la falta de conocimientos por la baja cantidad de importaciones de domótica en el Ecuador, servirá para que los estudiantes despierten la curiosidad a nuevas tecnologías que son ahora en el siglo XXI lo más utilizado alrededor del mundo.

El protocolo utilizado teóricamente es Xbee que es un sistema abierto, estandarizado y para la aplicación una combinación entre radio frecuencia y X10 el cual hace un sistema muy robusto y con la topología de punto a punto hacen un sistema bastante confiable además de contar con una gran capacidad de expansión permite que se pueda instalar en cualquier tipo ambiente.

SUMMARY

This paper aims to raise awareness of the wide range of applications related to wireless home automation, because in Ecuador there is a high rate of ignorance and almost no cases of application, they are actually very few places where you can find a complete set of automation systems that comply with the above concept, worse wireless home automation that has a number of advantages constructed buildings and existing systems, this option is quite versatile because it significantly increases the efficiency of the installation, as well not altered in large proportion infrastructure building, given that in the case of a traffic data is performed so wired, would necessarily overload the products or affect the integrity of walls, ceilings and floors.

Through a home automation system, it seeks to reach a comprehensive design automation Electrical Maintenance Race, in that place will be held installation and testing of some micro-modules that perform the function of controlling motorized blinds.

This project contributes to the development of technology, and lack of knowledge by the low quantity of imports of automation in Ecuador, will help students to awaken curiosity to new technologies that are now in the twenty-first century the most used around the world.

The protocol used is theoretically Xbee is an open, standardized and applying a combination of RF and X10 which makes it a very robust system and topology point-to-point make a very reliable system in addition to a large expandability allows it to be installed in any room type.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	IV
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
CAPÍTULO I.....	1
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4 DELIMITACIÓN.....	2
1.4.1 TEMPORAL.....	2
1.4.2 ESPACIAL.....	2
1.5 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.7 JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. DOMÓTICA.....	4
2.1.1. DEFINICIÓN.....	4

2.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	4
2.1.3. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA.....	5
2.1.4. EVOLUCIÓN.....	5
2.1.5 COMUNICACIÓN	6
2.1.5.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	6
2.1.5.2 VELOCIDAD DE DATOS	7
2.1.5.3 NODOS.....	7
2.1.5.3 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES	7
2.1.6 ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN.....	7
2.2. PROYECTOS EXISTENTES	9
2.2.1. DISEÑO PRÁCTICO INTELIGENTE PARA UN ESPACIO VITAL USANDO BLUETOOTH.....	10
2.2.2. DOMÓTICA BASADA EN RED DE SENSORES INALÁMBRICOS ZIGBEE.....	10
2.2.3. RED DOMÉSTICA CON UN ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN PARA TODOS LOS APARATOS ELÉCTRICOS, UTILIZANDO EL MANDO A DISTANCIA INTEGRADO BASADO EN ZIGBEE.....	11
2.2.4. UNA RED DE MALLA BASADA EN ZIGBEE PARA EL SISTEMA DE CONTROL DEL HOGAR	11
2.3. SISTEMAS DE DOMÓTICA MÁS UTILIZADOS	12
2.3.1 INSTEON.....	12
2.3.2. "X10".....	12
2.3.2.1 TRAMA	14
2.3.3. IHAS	14
2.3.4. MÓDULO XBEE.....	15
2.3.4.1 ARDUINO CON XBEE	16
2.3.4.2 X-CTU.....	17
2.3.4.3 CONFIGURACIONES	17
2.4 COMPARACIÓN DE ESPECIFICACIONES	19
2.4.1 NÚMERO DE DISPOSITIVOS SOPORTADOS	19

2.4.2 TOPOLOGÍA DE RED	19
2.4.3. POTENCIA	19
2.4.4 SEGURIDAD	19
2.5 ANÁLISIS	20
2.7. INSTEON.....	21
2.8. ESPECIFICACIONES DE CONFORT.....	22
2.8.1. TEMPERATURA.....	22
2.8.2. ILUMINACIÓN	22
2.8.3. SONIDO.....	24
CAPÍTULO III.....	26
3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.1.1 TECNOLÓGICA.....	26
3.1.2. BIBLIOGRÁFICA	26
3.2. MÉTODOS.....	26
3.2.1 DISEÑO ELÉCTRICO.....	26
3.2.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	26
3.2.3. ANALÍTICO SINTÉTICO	26
3.2.4. DE MODELACIÓN.....	27
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	27
CAPITULO IV	28
4. PROPUESTA Y DISEÑO.....	28
4.1. DIAGNÓSTICO:.....	28
4.2. TEMA.....	28
4.3. JUSTIFICACIÓN.....	28
4.4. OBJETIVOS.....	29
4.4.1. OBJETIVO GENERAL	29
4.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29

4.5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	29
4.5.1. INTRODUCCIÓN.....	29
4.5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO INALÁMBRICO	30
4.5.3. FUNCIONAMIENTO ESPERADO.....	31
4.5.4. PLANO ESTRUCTURAL DEL ÁREA	31
4.5.5. PLANO ELÉCTRICO EXISTENTE.....	33
4.5.6. DISEÑO DE LA PROPUESTA	34
4.5.7 DISEÑO XBEE.....	39
4.5.7.1 SIMULACIÓN.....	39
4.5.7.2 PROGRAMACIÓN	40
4.5.8 MICROMÓDULOS INSTEON	41
4.5.8.1. MICROMÓDULO LUZ ON/OFF.	41
4.5.8.2. MICROMÓDULO MOTORES.	45
4.5.8.3. AIRE ACONDICIONADO	48
4.5.8.4. CÁMARA IP	49
4.5.8.5. DETECTOR DE PRESENCIA INSTEON	49
4.5.8.6. DETECTOR PUERTA OCULTO	50
4.5.9 PROFORMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO.	50
4.5.10 PROFORMA DE IMPLEMENTACIÓN REAL.	51
4.5.11 PRÁCTICA DEL SISTEMA PILOTO	51
4.5.11.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
4.5.11.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA PRÁCTICA.....	65
CAPÍTULO V	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1. CONCLUSIONES	67
5.2. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
LINOGRAFÍA.....	70
	XIII

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Evolución de la domótica en el mundo.....	5
TABLA 2: Estándares abiertos de comunicación.	8
TABLA 3: Estándares de comunicación privados.....	9
TABLA 4: Resumen de comparaciones	20
TABLA 5: Micromódulos INSTEON.....	21
TABLA 6: Niveles de luminosidad en áreas educativas.	22
TABLA 7: Niveles de luminosidad en áreas de confort y descanso.....	23
TABLA 8: Recomendaciones internacionales de iluminancia en vivienda	23
TABLA 9: Características proyectores.	24
TABLA 10: Niveles máximos de intensidad de sonido	24
TABLA 11: Proforma de implementación.	50
TABLA 12: Proforma final	50
TABLA 13: Proforma de la implementación real INSTEON.....	51
TABLA 14: Proforma de la implementación total.....	51
TABLA 15: Análisis de Resultados.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Formas de envío de señales del protocolo X10 (Forma pedagógica y forma real).	13
FIGURA 2: <i>Trama X10 al pulsar una tecla numérica.</i>	14
FIGURA 3: Trama X10 al pulsar una tecla de función.	14
FIGURA 4: Comunicación XBee.....	15
FIGURA 5: Formato de comandos AT	17
FIGURA 6: Configuración punto a punto.....	17
FIGURA 7: Configuración punto a multipunto	18
FIGURA 8: Configuración Peer-to-peer	18
FIGURA 9: Especificaciones motores.....	31
FIGURA 10: Motor de persiana tubular.....	31
FIGURA 11: Diseño arquitectónico del edificio de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico.....	32
FIGURA 12: Plano estructural de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico	33
FIGURA 13: Señalética utilizada.	34
FIGURA 14: Señalética del diseño	34
FIGURA 15: Plano estructural y eléctrico de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico. ...	35
FIGURA 16: Diseño eléctrico de la implementación.....	36
FIGURA 17: Diseño de la implementación con ubicación de persianas.....	37
FIGURA 18: Diseño eléctrico acoplado al plano ya existente.	38
FIGURA 19: Comunicación del diseño	39
FIGURA 20: Simulación Proteus.	39
FIGURA 21: Declaración de las variables.....	40
FIGURA 22: Distribución de los pines de salida	40
FIGURA 23: Ejecuciones del programa.....	41
FIGURA 24: Micromódulo de luz on/off.	41
FIGURA 25: Control micromódulo on/off con un interruptor.	42

FIGURA 26: Control de micromódulo on/off mediante un simple pulsador.....	43
FIGURA 27: Control micromódulo on/off mediante dos pulsadores.	43
FIGURA 28: Asignación de dirección X10 a micromódulo on/off.	44
FIGURA 29: Comprobación de RF entre módulos.	44
FIGURA 30: Micromódulo motores.	45
FIGURA 31: Control micromódulo motores con un interruptor.....	46
FIGURA 32: Control de micromódulo motores con simple pulsador.	46
FIGURA 33: Control de micromódulo motores con doble pulsador.....	47
FIGURA 34: Otras funciones de programación.....	47
FIGURA 35: Ajustar recorrido de la persiana.....	48
FIGURA 36: Cámara IP.....	49
FIGURA 37: Detector de puerta INSTEON}.....	49
FIGURA 38: Búsqueda de la aplicación en Play Store.....	51
FIGURA 39: Ubicación INSTEON for Hub.	52
FIGURA 40: Información de la aplicación.	52
FIGURA 41: Requerimientos INSTEON for Hub.	53
FIGURA 42: Descarga de INSTEON for Hub.....	53
FIGURA 43: Instalación de INSTEON for Hub.....	54
FIGURA 44: Ícono de INSTEON for Hub.	54
FIGURA 45: Menú principal INSTEON for Hub.....	55
FIGURA 46: Paso 1 crear nueva cuenta.....	55
FIGURA 47: Paso 2 creación de una cuenta en INSTEON for Hub.	56
FIGURA 48: Paso 3 acceso mediante una cuenta existente.....	56
FIGURA 49: Paso 4 ingreso a la cuenta.	57
FIGURA 50: Paso 5 verificaciones de las conexiones.	57
FIGURA 51: Paso 1 Página principal INSTEON for Hub.	58
FIGURA 52: Paso 2 opciones de las acciones de INSTEON for Hub.	58
FIGURA 53: Paso 3 ingreso de los módulos a controlar.	59

FIGURA 54: Paso 4 opciones de reconocimiento de los módulos.	59
FIGURA 55: Paso 5 ingreso manual del módulo a la aplicación.	60
FIGURA 56: Paso 5 búsqueda automática por conexión RF o X10.	60
FIGURA 57: Paso 6 configuración del módulo.....	61
FIGURA 58: Paso 7 presentación de los módulos configurados.....	61
FIGURA 59: Paso 8 pruebas de funcionamiento.	62
FIGURA 60: Creación de una escena.	62
FIGURA 61: Paso 1 configuración de una escena.....	63
FIGURA 62: Paso 2 acoplamiento de los módulos que pertenecen a la escena.....	63
FIGURA 63: Paso 3 pruebas de funcionamiento.	64
FIGURA 64: Programación del temporizador	64
FIGURA 65: Anexo 1 Proforma saycont.	73
FIGURA 66: Factura Persianas.	74
FIGURA 67: Proforma módulos INSTEON	75
FIGURA 68: Instalación de las persianas.	76
FIGURA 69: Instalación control manual.....	76
FIGURA 70: Accionamiento manual de las persianas.....	77
FIGURA 71: Pruebas del control manual.....	77
FIGURA 72: Pruebas de funcionamiento.....	78
FIGURA 73: Cableado eléctrico.	78
FIGURA 74: Instalación del sistema en el laboratorio 1 y pruebas del control Smart....	79
FIGURA 75: Diseño del cajetín para el micromódulo.....	79

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la antigüedad, el ser humano vivía de manera precaria, conociendo únicamente como forma luz al fuego y el sol, al pasar de los años con el descubrimiento de la electricidad el mundo tomó un giro enorme, creyendo que era el mayor logro con la creación de la bombilla eléctrica.

A fines de los años 80 se descubre un nuevo concepto de innovación, una casa autómatas, la cual se enfocaba en la programación de los ambientes del hogar, controlando parámetros como iluminación y temperatura, sin embargo eran programadas más no con libre control.

Ya en los años 90 se propone la idea de un edificio inteligente, el cual funciona con sensores, automatizando escenas con el fin de mejorar el ambiente y el confort, es ya en el siglo XX con el avance de la informática y la electrónica que se define a la domótica como un conjunto de automatizaciones de un edificio, la cual tiene fines de ahorro energético, confort, seguridad y comunicación, y se define el término de domótica.

Domótica viene de la unión de dos palabras *domus* que significa casa y *tica (automática)* casa automática o casa inteligente, por lo que la domótica se encamina a automatizar una casa dependiendo de variables internas o externas para así modificar los dispositivos del domicilio.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen varios tipos de instalaciones domóticas, sin embargo muchos de ellos necesitan de un cableado especial distribuido por el inmueble para el control de los sensores y actuadores, esto aparte de influir en lo económico y en el caso particular de construcciones ya terminadas o antiguas produce un gran inconveniente, si los ductos existentes no son lo suficientemente amplios o no reúnan las condiciones necesarias habría que dañar, picar o alterar la integridad de pisos, paredes o techos.

Por otro lado, las personas se han ido acostumbrando a sistemas automatizados e incluso más seguros, siempre el contacto con dispositivos de una manera u otra significan un riesgo.

Últimamente el consumo innecesario de energía se ha vuelto crítico y ahora la ecología es un tema de amplias aplicaciones y se inmiscuye en todos los campos de aplicación y no es la excepción los sistemas automatizados que siempre priorizan un ahorro energético que se transforma directamente en ahorro económico y en la reducción al impacto ambiental.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el diseño de un sistema domótico inalámbrico que controle parámetros domiciliarios y de un área educativa en la ciudad de Ibarra?

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 TEMPORAL.

Este proyecto se llevará a cabo en ocho meses luego de ser aprobado el tema.

1.4.2 ESPACIAL.

Este proyecto se llevará a cabo en la Universidad técnica del Norte en un aula de la carrera de Mantenimiento Eléctrico, como prototipo.

1.5 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema domótico inalámbrico que controle parámetros eléctricos de confort domiciliario y de un área educativa.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar los diferentes sistemas de domotización más relevantes comerciales y experimentales.
2. Realizar el diseño eléctrico piloto de un sistema domótico inalámbrico en el edificio de la carrera.
3. Implementar una muestra del sistema domótico en dos aulas de la carrera de Mantenimiento Eléctrico.
4. Realizar pruebas sobre el comportamiento del sistema.

1.7 JUSTIFICACIÓN

El proyecto es un aporte para los estudiantes de la carrera de Mantenimiento Eléctrico porque con el avance significativo de la tecnología, es de considerable importancia experimentar con diversos tipos de sistemas de control básicos como de domótica y con este sistema comercial comprobado y seguro se puede ampliar más la comprensión de la tecnología, no solo de manera teórica, sino también en la práctica, despertando el interés en la investigación para mejorar y porque no combinar éstos sistemas con otros tipos de automatización.

Además los sistemas convencionales de instalaciones domiciliarias cada vez tienen una mejor implementación con respecto a la tecnología y la ventaja más representativa es que no necesitamos utilizar cableado para el control, esto es muy conveniente para construcciones ya existentes porque se ahorra en cable e incluso la estética de la casa no se ve muy afectada, además con un plus que es la facilidad de instalación ya que un sistema inalámbrico solo necesita una buena ubicación dentro del inmueble para la transmisión de datos, es adaptable y completamente expandible.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1. DOMÓTICA

2.1.1. DEFINICIÓN

Según la CEDOM (Asociación Española de Domótica e Inmótica) domótica es un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, en donde se pueden controlar consumo energético, seguridad, bienestar y comunicación. Pueden ser integrados interna o externamente con comunicación cableada o inalámbrica los cuales pueden gozar de cierta ubicuidad desde dentro o fuera del hogar.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

- **Sistema sencillo:** Un control que no necesite muchos requisitos y pueda ser usado por todos los usuarios: niños, adultos, adultos mayores, etc. (Fernández)
- **Flexibilidad:** Que se pueda adaptar a las necesidades y limitaciones del usuario.
- **Sistema modular:** En caso de extender o modificar el sistema no requiera de muchas operaciones. (Fernández)
- **Interconectividad:** Sin cambiar las actividades de cada módulo y con diferentes funciones, se puedan intercomunicar entre ellos. (Fernández)
- **Mantenimiento y compatibilidad:** No reducir el sistema a una sola marca. (Fernández)

2.1.3. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA

- **Central de gestión:** Es la parte principal de control, donde llega toda la información y también de donde salen las órdenes a todo el sistema. (Fernández)
- **Sensores:** El fin de estos es apreciar parámetros físicos los cuales pueden determinar un cambio de estado y convertirlo es señales medibles electrónicamente o digitalmente que por lo general son magnitudes eléctricas como voltaje, intensidad, etc. (Fernández)
- **Actuadores:** Realizan todas las acciones que envían las señales de control las cuales actúan sobre el equipo o terminal de servicio para modificar su estado de funcionamiento. (Fernández)

2.1.4. EVOLUCIÓN

En la siguiente tabla se muestra la forma en como la domótica ha ido progresando con el pasar de los años en los países más representativos y en donde ha tenido mayor influencia este concepto.

TABLA 1: Evolución de la domótica en el mundo.

USA	JAPÓN	EUROPA	
1984 "Smart House" por la NAHB (National Association of Home Builders) integra: electricidad, antenas, periféricos de audio-video, teléfono, alarma e informática es el primer país en estandarizar un hogar domótico.	1990 la instalación en casas supera los 600000 usuarios, tratando de incorporar la mayor cantidad de electrodomésticos posibles	1984 programa Eureka con el proyecto IHS (Integrated Home System) en el 87-88 cambió de nombre a ESPRIT y se enfocan en definir normas para sistemas electrónicos y domóticos, analizando los campos de aplicación del proyecto en los mismos.	
CEBus con 17 fabricantes	Home Bus System con la EIAJ (Electronic Industries Association of Japan)	Francia, gran aceptación de la norma por la comunicación de video texto interactivo	España, viviendas demostrativas hidroeléctricas DOMOS, CEDOM.
Hogar Interactivo	Hogar Automatizado		

Fuente: Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la domótica.

2.1.5 COMUNICACIÓN

En la Domótica es parte indispensable la comunicación ya que es si es la encargada de automatizar el sistema ya que sin comunicación sería un sistema netamente mecánico.

- **Soportes de comunicación:** Los más significativos son: tráfico de datos, redes, protocolos, y medios de transmisión.
- **Sistemas integrados:** Es la unión de varios sistemas en un solo soporte, sensores y actuadores de diversos tipos.
- **Sistemas parciales:** Pueden llegar a integrarse pero se refieren a sistemas independientes que cumplen una sola función predeterminada.

2.1.5.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Es el camino por donde se lleva a cabo todo el intercambio de información mediante un soporte físico.

- **Líneas de distribución de energía eléctrica**

Se realiza mediante corrientes portadoras y no es considerada la más eficiente pero si es la más económica ya que en instalaciones existentes, el costo de instalación es extremadamente bajo o nulo.

- **Cables**

Medios metálicos por los cuales fluye la comunicación como: cable trenzado, UTP, coaxial, fibra óptica.

- **Conexión sin Hilos**

El costo de la tecnología inalámbrica con el transcurrir del tiempo disminuye notablemente poniendo a la par tanto a la transmisión cableada como a la inalámbrica, económicamente hablando ya que mayor versatilidad se puede encontrar en los sistemas inalámbricos.

✓ **Infrarrojos:** Banda de 300GHz a 300THz es la más común, por precio, facilidad de uso e instalación, se compone de un diodo emisor de infrarrojo por el cual se envía la información y un fotodiodo receptor que capta toda la señal y la procesa.

✓ **Radiofrecuencia:** Estructuralmente es el más idóneo, ya que posee gran flexibilidad y gracias a la maximización continua de su uso, existen modelos muy económicos y simplificados, sin embargo es un sistema fácil de interceptar.

2.1.5.2 VELOCIDAD DE DATOS

Al hablar de la velocidad de los datos, este es un tema de suma importancia ya que de ésta depende el accionamiento efectivo de los diferentes dispositivos, debe ir en el orden de milisegundos hasta pocos segundos, caso contrario sería un sistema muy lento e ineficiente.

2.1.5.3 NODOS

Se puede definir de manera muy superficial a los nodos como cada uno de los puntos de conexión de una red domótica, ya sean estos emisores o dispositivos de recepción, en una red deben estar conectados todos los nodos entre sí para hacer un sistema robusto.

2.1.5.3 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

Es el lenguaje de codificación con el cual se transmite la comunicación, la forma de cómo se envían y reciben las señales dentro de la red, así se complementa el sistema, teniendo ya una parte física, la velocidad de transmisión y también un protocolo.

- **Abiertos:** Son protocolos sin privatizar, y compatibles entre sí independientemente de la empresa que los fabrica.
- **Propietario:** Son privados, únicamente compatibles entre los de la misma marca.

2.1.6 ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN

A continuación se describen los principales estándares libres más representativos, así como los privativos.

TABLA 2: Estándares abiertos de comunicación.

Estándar	Lugar de Desarrollo	Empresas Asociadas	Forma de Transmisión	Velocidad de transmisión
ETB(European Installation Bus)	Europa	Más de 110	Cableado dos hilos todos con todos, dispositivos adaptables y enchufables.	9600 bps
EHS (European Home System)	Europa	EHSA (European Home System Association)	Corriente transportadora (Réplica europea del X10) utiliza el cableado existente o par trenzado con 256 módulos por segmento y un total en el sistema de 1012.	Mediante corriente transportadora 2400 bps. Mediante par trenzado a 48Kbps.
BatiBus	Europa, más aceptado en Francia	80	Trenzado enlazado con la red eléctrica, admite 7680 dispositivos a un mismo bus.	4800 bps
KONNEX (Convergencia de EIBus, EHS y BatiBus)	Europa	9 Empresas Europeas	Se puede utilizar par trenzado, corriente transportadora radiofrecuencia o Ethernet	
CEBus	Estados Unidos	EIA (Electronic Industries Association)	Señal infrarroja con interfaz a un PC, se comunica por la red eléctrica y par trenzado llegando a 4000 millones de direcciones distintas.	7500 bps con canales para audio y video.
CAL(Common Appliance Language)			Es el lenguaje de CEBus mediante comandos.	
LON WORKS	Estados Unidos y Europa	Más de 3000 fabricantes	Par trenzado	125Mbps
Home Plug			Comunicación entre computadoras por cableado eléctrico, permite que se sigan utilizando redes X10, LonWorks y CeBus.	10Mbps
ZigBee	Europa y Estados Unidos	25 Empresas	Vía radio bidireccional	de 25Kbps a 250 Kbps

Fuente: Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la Domótica.

TABLA 3: Estándares de comunicación privados.

NOMBRE	FABRICANTE	NACIONALIDAD
Altolá System Beghelli	Beghelli, S.R.L.	Italia
CARDIO	Secant	Canadá
Coneleac	Logical Design, S.A.	España
DIALoc	Weidmüller	Alemania
Domaike	Aike Technologies de l´habitat, S.L.	España
Gama DomoScope	Fagor Electrodoméstico, S. Coop. Ltda.	España
GIV (Gestor Integral de Vivienda)	Ceilhit-Eurocable, S.A.	España
Simón VIS (Vivienda inteligente de Simón)	Simón, S.A.	Dinamarca
Simón Vox	Simón, S.A.	España
SSI I	SGI Sistemas	España
Starbox CPL1	Delta Dore	Francia
VANTAGE	Vantage	Canadá
Vivimat compact C y Vivimat compact RF.	Dintel	España

Fuente: Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la Domótica

2.2. PROYECTOS EXISTENTES

En esta sección, se encuentran los sistemas domóticos de investigación más relevantes existentes basados en el sistema Smart casero, los cuales son desarrollados por estudiantes y profesores universitarios

Los principales proyectos de este sistema de casa inteligente entre algunos autores son:

2.2.1. DISEÑO PRÁCTICO INTELIGENTE PARA UN ESPACIO VITAL USANDO BLUETOOTH

Este trabajo fue prácticamente diseñado e implementado para un pequeño espacio de descanso y confort como una sala de lectura, todo el sistema demostró ser un éxito manteniendo todas sus funciones constantes. Para este proyecto se incluyeron algunas técnicas como el desarrollo de software de módulos Bluetooth, el diseño de la transición, una interfaz entre RS-232 y Bluetooth, la decodificación de paquete de mensaje y el modo de comunicación, los fines de estudio del sistema son:

1. Conocer las técnicas relacionadas con módulos Bluetooth y los mecanismos de comunicación implementados en un espacio vital inteligente.
2. Investigar y el desarrollar sistemas de mando a distancia y el monitoreo del mismo con comunicación Bluetooth.
3. Diseñar una interfaz entre el módulo Bluetooth y RS-232, montado en cualquier microprocesador o computador personal.

Aunque el Bluetooth se comunicaba muy bien con un microprocesador, este proyecto se focalizó en darle flexibilidad al sistema con una conexión punto a punto, dejando un poco de lado la conexión directa y más bien intentando formar una malla de transmisión de datos.

2.2.2. DOMÓTICA BASADA EN RED DE SENSORES INALÁMBRICOS ZIGBEE.

El sistema fue preparado y probado en varias obras, consiste en placas de desarrollo basado en microcontroladores como ZigBee, con herramientas de desarrollo gratuito. Su cadena de herramientas incluye hardware de evaluación con un generador de código inteligente BeeKit.

La interoperabilidad y funcionalidad del hardware-software se complementaron pudiendo lograr la cobertura suficiente para una pequeña casa. El siguiente paso fue la realización de la red ZigBee piloto.

La cadena de herramientas por otro lado asegura relativa facilidad en la creación de una red y su modificación, a pesar de que se utilizaron solo tres nodos en la Red ZigBee, se hacen múltiples pruebas con la ambición de realizar la ampliación de la red incluso con diferentes fabricantes.

2.2.3. RED DOMÉSTICA CON UN ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN PARA TODOS LOS APARATOS ELÉCTRICOS, UTILIZANDO EL MANDO A DISTANCIA INTEGRADO BASADO EN ZIGBEE.

La propuesta fue un esquema de mando remoto integrado para controlar aparatos eléctricos en la red doméstica, utilizando el protocolo ZigBee y tecnología de control remoto infrarrojo.

Además, se introdujo un adaptador de corriente ZigBee para algunos aparatos a distancia y así ser conectado en una red doméstica por infrarrojos.

Este sistema se compone de un dispositivo para controlar los electrodomésticos, con opción de configurar y administrar la red doméstica. Un control para los aparatos realizando la conversión de señales ZigBee a señales infrarrojas y ZPA / Off para los aparatos sin un esquema de control remoto por infrarrojos. Este sistema contiene una IRC (Internet Relay Chat) que es un coordinador de la red ZigBee, también se puede conectar a otra red como una sub-red utilizando protocolo ZigBee.

2.2.4. UNA RED DE MALLA BASADA EN ZIGBEE PARA EL SISTEMA DE CONTROL DEL HOGAR

En este trabajo propusieron un sistema de control del hogar inteligente basado en ZigBee, implementando dos tipos de componentes de hardware: un ZG y algunos nodos ZR en una estructura de red de malla, además de la operación humanizada y remota para controlar los dispositivos del hogar en forma sencilla y fiable a través del ZG.

El sistema de control del hogar implementado demostró ser eficiente y está listo para ser utilizado en diversas aplicaciones de domótica requiriendo poca modificación.

2.3. SISTEMAS DE DOMÓTICA MÁS UTILIZADOS

En la actualidad, hay un buen número de protocolos de comunicación para la automatización del hogar, sistemas como INSTEON, X10, IHAS, ZigBee y Z-Wave. Los protocolos de comunicación inalámbricos se eligen para reducir el cableado en los sistemas ya existentes.

2.3.1 INSTEON

Es un protocolo cerrado establecido por Smarthome desde 1992 para el hogar en redes de automatización. La idea inicial era 100% para uso de la empresa, es decir que no se podía diseñar un prototipo comercial basado en su protocolo y probarlo en aplicaciones fuera de la misma, ya que el diseño del equipo que se basa en un protocolo privativo, requiere una cuota de licencia adicional.

Posee una banda dual de comunicación mediante radiofrecuencia y protocolo X10, los módulos tienen la posibilidad de conectarse mediante RF o X10 y en su defecto las dos formas a la vez haciendo el sistema muy robusto y seguro.

Los nodos de éste sistema se interconectan entre sí y cada uno se convierte en maestro y esclavo, es decir envía y recibe códigos de información.

2.3.2. "X10"

Este es capaz de controlar los aparatos electrodomésticos y luces, al convertirlos encendido / apagado y abrigantadores / luces de regulación. Es un sistema muy eficaz ya que se puede instalar desde un solo módulo o múltiples módulos dentro de una casa. La orden principal se define por la Smarthome.

X10 analiza órdenes recibidas de la automatización del sistema. Mientras un comando se procesa, el nuevo comando está en cola. Tan pronto como se realiza el procesamiento de la orden, un mensaje (o un error) es enviado a la base del sistema de automatización y el siguiente comando en cola se analiza y transmite a la Interface.

Utiliza módulos DIN, enchufe (plug & play) y pulsadores, envía sus señales mediante la red eléctrica, es un sistema abierto sencillo de instalar con 256 combinaciones distintas (A-P) y (1-16) con técnicas ASK (de modulación por desplazamiento de amplitud) para la modulación, transformando las señales digitales en analógicas las cuales se sincronizan con el cruce por cero de la forma de onda de la corriente eléctrica (CA) de 60 o 50 Hz (América o Europa), inserta una ráfaga corta de señales de información de la siguiente manera:

Binario 1= un pulso de 120 KHz en un milisegundo.

Binario 0= ausencia de pulso en un milisegundo.

Esto se repite tres veces para asegurar el cruce por cero en las tres fases para el caso de circuitos trifásicos, así la velocidad de transmisión depende únicamente de la frecuencia de la red 50 o 60 bps.

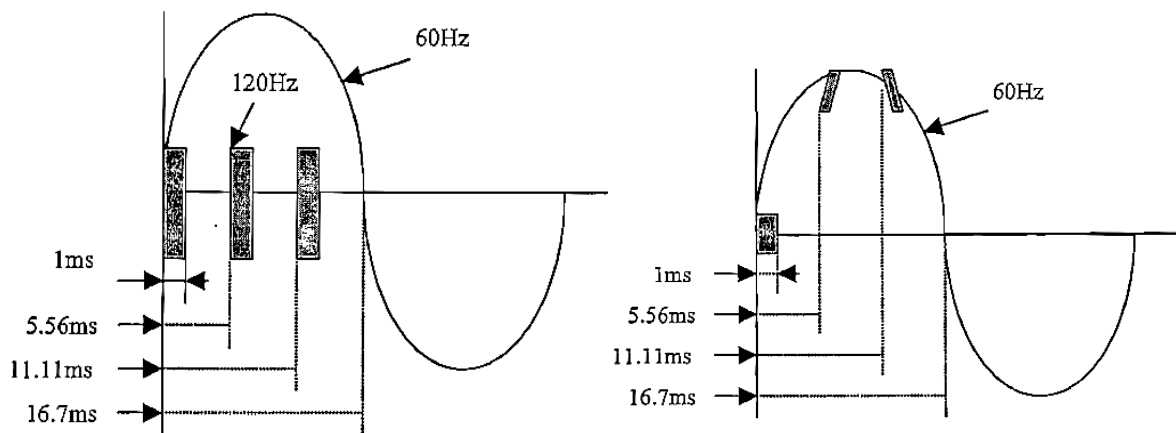


FIGURA 1: Formas de envío de señales del protocolo X10 (Forma pedagógica y forma real).

Fuente: Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la Domótica.

La interface se encarga de la comunicación con el controlador a través de una línea serie asíncrona. Un Smarthome de comandos se traduce a una transmisión X10, eso significa varios paquetes X10.

2.3.2.1 TRAMA

Se necesita de 11 ciclos completos de corriente distribuidos de la siguiente manera ya sea pulsando una tecla numérica o de función.

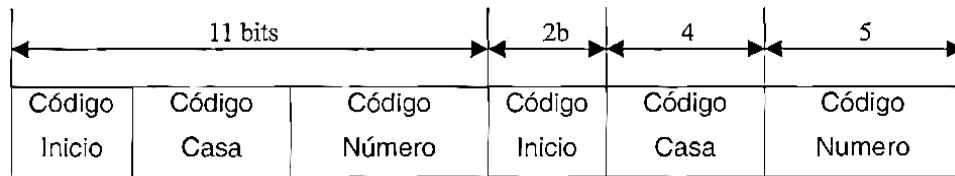


FIGURA 2: Trama X10 al pulsar una tecla numérica.

Fuente: Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la Domótica.

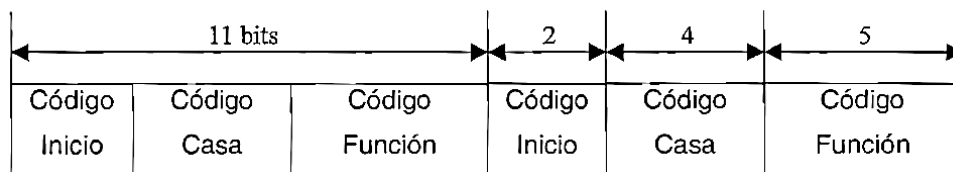


FIGURA 3: Trama X10 al pulsar una tecla de función.

Fuente: Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la Domótica.

La trama se repite dos veces, luego hay un descanso de tres ciclos para volver a enviar un nuevo código, con excepción en la dimerización y control de intensidad ya que ahí se envían tramas en forma seguida.

2.3.3. IHAS

Sistema Inteligente de Domótica (IHAS) es un sistema de automatización de hogares que se basa en comunicación inalámbrica utilizando una interfaz de usuario, permitiendo a las personas controlar dispositivos físicos en su ordenador, su sistema se probó para el control de varios tipos de dispositivos.

Se desarrolló como una alternativa de bajo costo para la tecnología de automatización, ya que no necesita una consola de hardware. El objetivo de este proyecto es reducir el costo asociado a la automatización del hogar, lo que animará más personas para instalar la tecnología domótica en su casa.

Tiene el éxito logrado en la implementación de características básicas como plug and play coordinación de instalación, control y la integración una comunicación cifrada, y la alerta de fallo enviada a una forma de teléfono inteligente Android. Además, la interfaz de control se ha optimizado tanto para el control del ratón y la entrada táctil.

2.3.4. MÓDULO XBEE

Es una especificación para un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel, utilizando pequeñas radios digitales de baja potencia, el protocolo ZigBee ofrece una alta fiabilidad y adaptación gracias a que se pueden interconectar en malla, además bajo precio y potencia media que baja el consumo y está dentro de los estándares de la IEEE 802.15.4.

Dependiendo de la gama, las dimensiones requeridas y el consumo de energía, se puede elegir la configuración más adecuada desde pequeños XBee con una antena poderosa integrada o con un conector para una antena externa.

Los dispositivos pueden conectarse a través de una línea serie asíncrona. No hay ningún problema para conectar un PC normal a la red ZigBee o utilizar un módulo XBee con una tarjeta adaptadora USB.

El plug-in permite monitorear y controlar las entradas / salidas digitales así como de transmisión / recepción de datos. Las conexiones son de energía 3,3 Volts conexión a GND Y Transmisión y recepción.

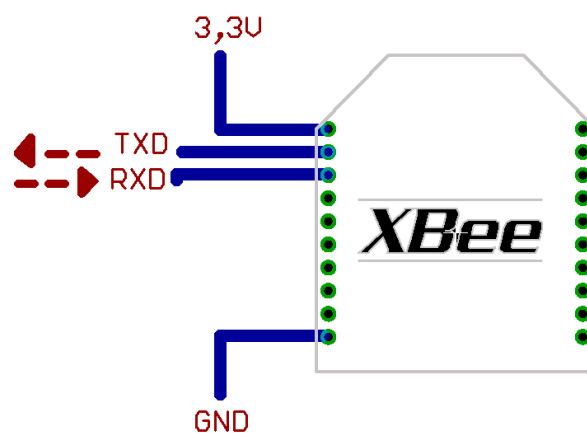


FIGURA 4: Comunicación XBee.

Fuente: Manual XBee 2007

2.3.4.1 ARDUINO CON XBEE

Estas dos plataformas son libres y estandarizadas, lo que hace que con ellas se puedan realizar proyectos sin pagar ninguna licencia o tener limitaciones de aplicación y al crearse un acoplador entre las dos, se obtiene una forma muy interactiva de comunicación con innumerables aplicaciones.

Además Arduino es una plataforma con una programación básica, lo que hace que no tenga lenguajes de comunicación complejos, sino más bien es muy intuitivo y amigable, incluso existen un sinnúmero de sensores compatibles con esta combinación.

La topología de red de este sistema consiste en un centro de mando que puede ser un PLC o un ordenador, en el cual se comandan todas las acciones, el cual puede ser controlado totalmente por el usuario.

Programación Aduino

La estructura básica de programación se divide en dos partes: setup y loop. Setup() constituye la preparación del programa y loop() es la ejecución. En la función Setup() se incluye la declaración de variables y se trata de la primera función que se ejecuta en el programa.

Red ZegBee

Una red ZigBee está formada por los siguientes elementos:

El Coordinador

Establece el canal de comunicaciones del identificador de red y es el encargado de formar una red comunicándose directamente con los otros elementos que la forman.

Los Routers.

Mantienen información sobre la red para determinar la mejor ruta para transmitir un paquete de información.

End Device.

Los dispositivos finales e interactúan directamente con los routers o con el coordinador.

2.3.4.2 X-CTU

Es un software de Windows que permite ingresar comandos AT al módulo Xbee, para configurar, ajustar o modificar parámetros. Permite ajustar parámetros como la dirección propia o la de destino, así como su modo de operación entre otras cosas.

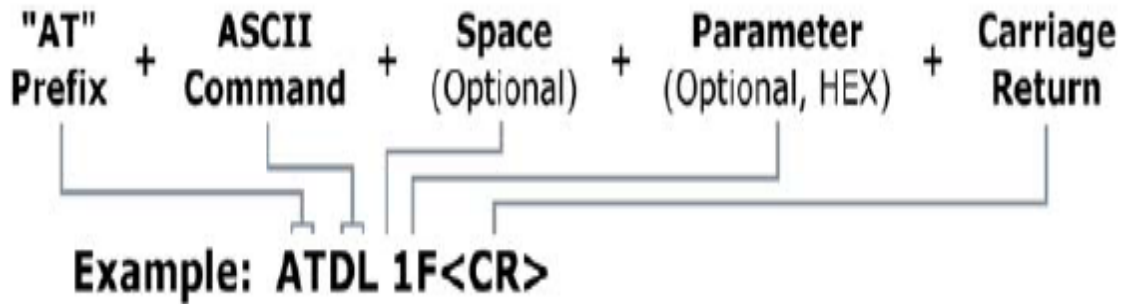


FIGURA 5: Formato de comandos AT

Fuente: Manual XBee 2007

2.3.4.3 CONFIGURACIONES

Punto a punto.

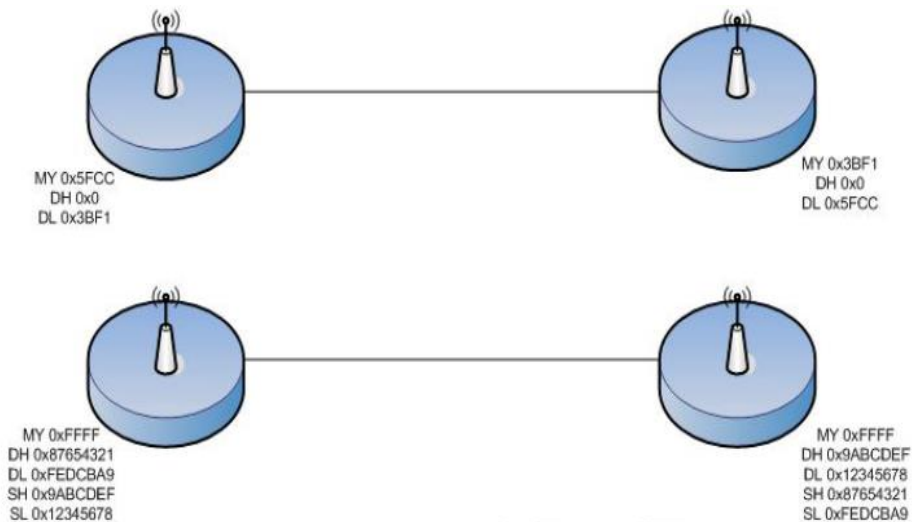


FIGURA 6: Configuración punto a punto

Fuente: Manual XBee 2007

Punto a multipunto.

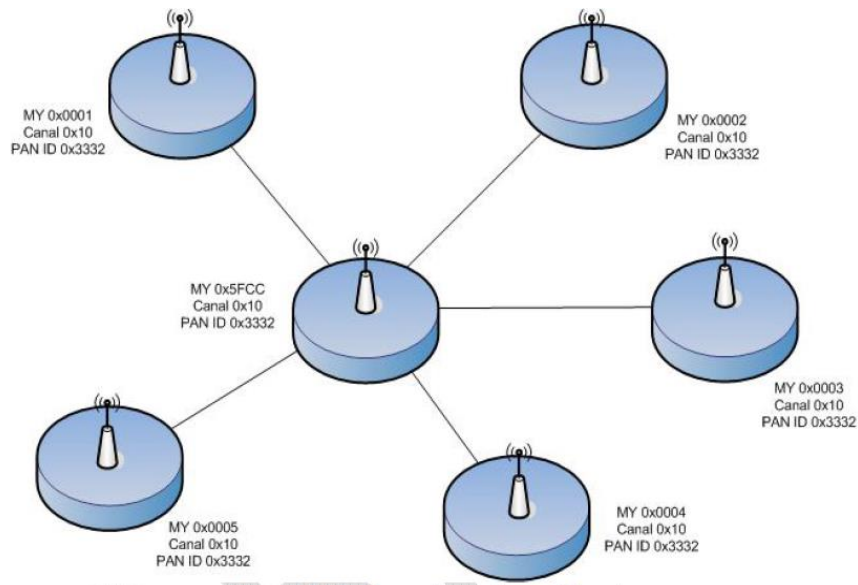


FIGURA 7: Configuración punto a multipunto

Fuente: Manual XBee 2007

Peer-to-peer.

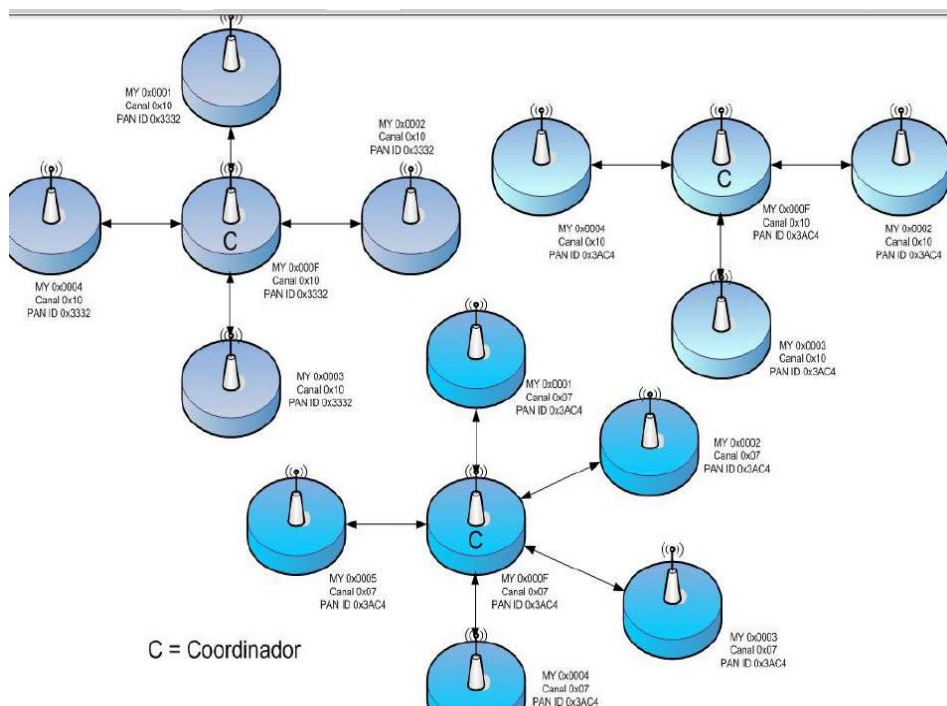


FIGURA 8: Configuración Peer-to-peer

Fuente: Manual XBee 2007

2.4 COMPARACIÓN DE ESPECIFICACIONES

2.4.1 NÚMERO DE DISPOSITIVOS SOPORTADOS

Zigbee podría abordarse hasta 18.450.000.000.000.000 dispositivos (64 bits IEEE dirección) que es prácticamente ilimitadas direcciones, mientras que OneNet sólo podía soportar hasta 4.096 dispositivos únicos).

INSTEON en pruebas reales soporta 400 nodos, sin embargo teóricamente tiene una expansión ilimitada.

2.4.2 TOPOLOGÍA DE RED

ZigBee puede ser configurado para funcionar estrella, malla y par a par.

ONE -NET, por otra parte apoya estrella, malla.

INSTEON tiene una conexión mesh o malla la cual intercambia información interconectando todos los módulos entre sí, permitiendo que la comunicación se distribuya por todo el sistema.

2.4.3. POTENCIA

Tanto el protocolo ZigBee y ONE -NET están diseñados para la automatización de hogares, por lo tanto, ambos protocolos tienen duración de la batería hasta por años. Sin embargo, las iniciativas de energía verde ZigBee provee que sus prototipos e enfocarán en la eficiencia energética, mientras que ONE -NET no tiene ninguna intención para el futuro previsible.

INSTEON no necesita de baterías ya que se conecta directamente al cableado eléctrico de CA por lo tanto es una manera eficiente es así que por el consumo es de 20 a 25W.

2.4.4 SEGURIDAD

ZigBee es un estándar inalámbrico 802.15.4 por lo que utiliza AES (Cifrado por bloques) con 128b de longitud, mientras que ONE-NET utiliza XTEA-2 (Algoritmo extendido de cifrado) con codificación de 32 rondas.

INSTEON tiene dos formas de comunicación utilizando RF y protocolo X10 esto hace que el sistema asegure la conexión inalámbrica como por el cableado.

2.5 ANÁLISIS

Tomando en cuenta las aplicaciones, especificaciones, ventajas y desventajas de la investigación, llegamos a la conclusión que en el proyecto se va a aplicar el sistema INSTEON por su versatilidad, eficiencia y sobre todo la facilidad de adaptación a inmuebles ya construidos, sin embargo el diseño domótico se realizará con una placa de Arduino+Xbee.

TABLA 4: Resumen de comparaciones

	Wi-fi	Bluetooth	ZigBee	INSTEON
Empresa de desarrollo	Norma 802.11 IEEE	Ericsson	Philips	SmartLabs Technology
Bandas de Frecuencias	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz, 868 / 915 MHz	915 MHz
Tamaño de Pila	~ 1Mb	~ 1Mb	~ 20kb	sin pila
Tasa de Transferencia	11Mbps	1Mbps	250kbps (2.4GHz) 40kbps (915MHz) 20kbps (868MHz)	250 Kbps
Números de Canales	11 - - 14	79	16 (2.4GHz) 10 (915MHz) 1 (868MHz)	Ilimitado
Tipos de Datos	Digital	Digital, Audio	Digital (Texto)	Digital
Rango de Nodos Internos	100m	10m - 100m	10m - 100m	10m-100m
Números de Dispositivos	32	8	255 / 65535	400
Requisitos de Alimentación	Media - Horas de Batería	Media - Días de Batería	Muy Baja - Años de Batería	Baja
Introducción al Mercado	Alta	Media	Baja	Baja
Arquitecturas	Estrella	Estrella	Estrella, Árbol, Punto a Punto y Malla	Malla
Mejores de Aplicaciones	Edificio con Internet Adentro	Computadoras y teléfonos	Control de Bajo Costo y Monitoreo	Computadoras y teléfonos
Consumo de Potencia	400ma transmitiendo, 20ma en reposo	40ma transmitiendo, 0.2ma en reposo	30ma transmitiendo, 3ma en reposo	0,17 mA
Precio	Costoso	Accesible	Bajo	Accesible
Complejidad	Complejo	Complejo	Simple	Simple

Fuente: Diseño de un módulo didáctico para sistemas de control domótico con aplicaciones de video vigilancia supervisadas por un teléfono móvil (2015)

2.7. INSTEON

TABLA 5: Micromódulos INSTEON.

SKU	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
2245-222	Insteon Hub	Permite el control Smart, escenas, horarios para ahorro de energía y la visualización en tiempo real del encendido y apagado de los módulos máximo de escenas, 400. Dimensiones: 17.8cm x 10.2cm x 3.8cm; 12gr Necesita conexión al sistema eléctrico y LAN.
2477D	Interruptor dimmer	Interruptor dimerizable. Necesita conexión al sistema eléctrico (110V). Dimensiones 10.41cm x 4.57cm x 3.04cm; 0.102Kg Soporta 17A Resistiva y 1800W incandescente.
2477S	Interruptor relay on/off	Interruptor on/off. Necesita conexión al sistema eléctrico (110V). Dimensiones 10.41cm x 4.57cm x 3.04cm; 0.102Kg Soporta 17A Resistiva y 1800W incandescente
2442-222	Micro Dimmer	Micro módulo 5x5 cm fácil de ocultar en cajetín, dimmer. Soporta 8A en carga resistiva.
2443-222	Micro Relay on/off	Micro módulo 5x5 cm fácil de ocultar en cajetín, on/off. Soporta 8A en carga resistiva.
2444-222	Micro Shutter Control persianas	Micro módulo 5x5 cm fácil de ocultar en cajetín, motor persianas. 8A Resistiva 2.5 motor.
2472DWH	Toma eléctrica dimmer 1T	Tomacorriente Standard dimerizable de una entrada. Necesita conexión al sistema eléctrico (110V). Dimensiones 10.41cm x 4.57cm x 3.04cm; 0.102Kg. Soporta 15A Resistiva y 600W cualquier otra carga.
2473SWH	Toma eléctrica on/off 1T	Tomacorriente Standard on/off de una entrada. Necesita conexión al sistema eléctrico (110V). Dimensiones 10.41cm x 4.57cm x 3.04cm; 0.102Kg. Soporta 15A Resistiva y 600W cualquier otra carga.
2663-222	Toma eléctrica 2T	Tomacorriente Estándar de doble entrada. Necesita conexión al sistema eléctrico (110V). Dimensiones 10.41cm x 4.57cm x 3.04cm; 0.102Kg. Soporta 15A Resistiva y 600W cualquier otra carga.
2992-222	Access Point	Amplificador de señal y salto de fases.
KT6N	Motor tuve 6N	Motor tubular de 40 mm con Suplementos.
FI9816P	Cámara IP	Cámara Wifi robótica 75°
2441TH	Termostato	Termostato a 12V
2845-222	Sensor de apertura	Pequeño sensor ocultable en la puerta.

Fuente: Catálogo INSTEON 2013

2.8. ESPECIFICACIONES DE CONFORT

2.8.1. TEMPERATURA

El Real Decreto 486/1997 (BOE 23-4-97) establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben cumplir los lugares de trabajo, entre ellas la temperatura. En cumplimiento de esta norma, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha elaborado una Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, que aporta los criterios técnicos y las recomendaciones para facilitar la interpretación y correcta aplicación del citado R.D. El R.D. establece que la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27° C.

2.8.2. ILUMINACIÓN

TABLA 6: Niveles de luminosidad en áreas educativas.

Lugar de Iluminación	Luxes	Recomendaciones
Aulas, aulas de tutoría	300	La iluminación debería ser controlable
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	La iluminación debería ser controlable
Sala de lectura	500	La iluminación debería ser controlable
Pizarra	500	Evitar reflexiones espectaculares
Mesa de demostraciones	500	En salas de lectura 750 lux
Aulas de arte	500	
Aulas de arte en escuelas de arte	750	Tcp ≥ 5000 K
Aulas de dibujo técnico	750	
Aulas de prácticas y laboratorios	500	
Aulas de manualidades	500	
Talleres de enseñanza	500	
Aulas de prácticas de música	300	
Aulas de prácticas de informática	300	
Laboratorios de lenguas	300	
Aulas de preparación de talleres	500	
Halls de entrada	200	

Fuente: UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación de interiores (2002)

TABLA 7: Niveles de luminosidad en áreas de confort y descanso.

Lugar de Iluminación	Luxes
Cantinas y despensas	200
Salas de descanso	100
Salas de ejercicio físico	300
Vestuarios, Salas de lavado, servicios	200
Enfermería	500

Fuente: UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación de interiores Domiciliarias (Educativo, 2006)

TABLA 8: Recomendaciones internacionales de iluminancia en vivienda

ZONAS DE VIVIENDA		ILUMINANCIA (lux)
Dormitorios	General	50
	En la cabecera de la cama	200
Cuartos de aseo	General	100
	Afeitado, maquillado	500
Cuarto de Estar	General	100
	Lectura, costura	500
Cocina	General	300
	Zona de trabajo	500
Comedor	General	100
	Comida	300
Escalera		100
Cuarto de trabajo		300
Cuartos de niños		150

Fuente: Datos tomados de Gandolfo,s.f.,p.122.

- **Proyectores**

En la siguiente tabla, se muestran las especificaciones principales de un proyector, el cual necesita de una mínima luz en el ambiente, para tener una resolución máxima y definida.

TABLA 9: Características proyectores.

Características de los proyectores
Brillo: se trata de la luminosidad que es capaz de proyectar, la medida utilizada es el Lumen (unidad de medida del flujo luminoso) y está estandarizado por la ANSI (" <i>Asociation National Standard Institute</i> "), por ello se maneja como X ANSI Lumen, actualmente alcanzan hasta 2500 Lumens.
Distancia de alcance: se mide en pulgadas (") y es la máxima distancia que puede visualizarse de manera correcta sin perder definición.
Consumo: es la cantidad total de energía que utiliza al funcionar, esto incluye la lámpara funcionando, el ventilador interno y todos los circuitos que intervienen. Se mide en Watts.
Resolución: es la cantidad máxima de píxeles que puede mostrar sin pérdida de definición de imagen. Se mide en píxeles ó Megapíxeles (1, 000,000 píxeles).
Tiempo de vida de lámpara y capacidad: dentro del cañón, los proyectores cuentan con una lámpara especial de muy alta intensidad, la cual tiene un promedio de vida definido y un consumo específico en Watts.

Fuente: EPSON

2.8.3. SONIDO

TABLA 10: Niveles máximos de intensidad de sonido

Ambientes (Recintos sin ocupar)	Nivel de intensidad de sonido, en dB	Caracterización
Ambientes para música	30 a 40	Silencio
Ambientes en laboratorios	40 a 45	Conversación en voz baja
Ambientes en Artes y Oficinas	45 a 50	Conversación natural
Ambientes tecnología, baños y depósitos.	Hasta 60	Voz humana en público

Fuente: Norma NTC 4595, Colombia 2.9. Glosario de Términos

Automatizar: Buscar cierta capacidad de autocontrol sobre un dispositivo, que funcione sin necesidad de control manual.

Eficiente: Busca optimizar los recursos reduciendo pérdidas energéticas

Inalámbrico: Es aquella en la que la comunicación (emisor/receptor) no se encuentra unida por un medio de propagación físico.

Interconexión: Conexión de varios elementos

Sensor: Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Ubicuidad: Se dice de cuando podemos estar conectados a la red en todo momento, sin importar el lugar.

Relé: Es un artefacto electrónico que mediante una corriente pequeña realiza un accionamiento mecánico.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 TECNOLÓGICA

Este proyecto se basa en la electrónica y electricidad, usando la teoría de la comunicación inalámbrica se realizará un sistema de domotización de un hogar en el cual no necesitaremos cableado para el control. Con las teorías de la electrónica podremos realizar un módulo de comunicación para controlar elementos básicos de un hogar por lo que el uso de la tecnología es fundamental y la base de este proyecto.

3.1.2. BIBLIOGRÁFICA

Para realizar éste proyecto se tuvo la necesidad de investigar formas de comunicación inalámbrica, elementos que debemos usar y la programación de los dispositivos. Por lo tanto ésta investigación es bibliográfica.

3.2. MÉTODOS

3.2.1 DISEÑO ELÉCTRICO

Se utilizará para el buen funcionamiento de los diferentes dispositivos que se van a usar

3.2.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se utilizará en la creación de un pequeño prototipo y al final para comprobación del sistema.

3.2.3. ANALÍTICO SINTÉTICO

Se utilizará para la investigación, para buscar modelos actuales y eficientes existentes también para poder realizar correctamente la programación de los diferentes dispositivos y así aprovechar al máximo las características propias de estos.

3.2.4. DE MODELACIÓN

Éste nos permitirá realizar un prototipo del sistema para revisar los errores y realizar correcciones.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Análisis de sistemas electrónicos para poder montar el sistema correctamente.

Análisis de comportamiento de los elementos de comunicación así como también de los elementos actuadores y de control.

Mediciones de los parámetro eléctricos (voltaje, corriente, potencia) para ir verificando y testeando el funcionamiento del sistema.

CAPITULO IV

4. PROPUESTA Y DISEÑO

4.1. DIAGNÓSTICO:

Las aulas de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico tienen una amplia infraestructura en la cual se han implementado varios sistemas de automatización, sin embargo existe exceso de luz en algunas de ellas, lo que provoca serias limitaciones en el uso de la tecnología y las herramientas existentes en dichas aulas, en especial en las horas de la tarde cuando el sol descende, ingresa gran cantidad de luz, dejando prácticamente aislados a los proyectores que se están en perfectas condiciones de uso y son de gran utilidad, esto produce un desbalance en la eficiencia del aprendizaje y un déficit grande para el trabajo del docente, ya que hoy por hoy son herramientas indispensables, prácticas y de gran ayuda tanto para el docente como para el alumno.

4.2. TEMA

Diseñar un sistema domótico inalámbrico que controle parámetros domiciliarios y de un área educativa en la ciudad de Ibarra.

4.3. JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las instalaciones actuales y las necesidades urgentes en las aulas de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra se plantea insertar éste sistema de automatización de alta eficiencia y confort en conjunto teniendo como prioridad la urgente implementación de persianas, para hacer uso de las herramientas didácticas existentes ya que éstas nos facilitan el aprendizaje y han estado en desuso por las condiciones naturales del ambiente, además que con éste sistema se obtiene una automatización bastante confortable se hace un uso eficiente de la energía ya que es un sistema de máximo ahorro, y no menos importante mejoramos la estética de las infraestructuras, ya que las cortinas existentes son muy permeables a la luz y se encuentran muy deterioradas.

4.4. OBJETIVOS

4.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un plano eléctrico e implementación de persianas en las aulas de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte.

4.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los materiales, herramientas y módulos que se van a utilizar para hacer la implementación del sistema domótico.
- Comprobar el funcionamiento y eficiencia del sistema.
- Hacer una práctica del sistema piloto.

4.5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para cumplir con la propuesta se hicieron algunos análisis, cálculos y pruebas, de esta manera se implementó la parte eléctrica, de todos los elementos del diseño, así hicimos una comparación real de eficiencia, control, confort y ante todo podremos decidir cuál es la mejor disposición de dichos elementos para abarcar el concepto de ubicuidad conjuntamente con sistema amigable y completamente adaptable al entorno con posibles expansiones y modificaciones.

4.5.1. INTRODUCCIÓN

El diseño del sistema domótico inalámbrico tiene la finalidad de provocar que en una infraestructura arquitectónica sea doméstica o educativa sin automatizar y previamente diseñada, se pueda domotizar sin mayores modificaciones o daños a dicha infraestructura.

El diseño propone una malla con comunicación dual entre módulos ya sea con una malla ZigBee o con micromódulos de INSTEON.

INSTEON es una plataforma privada que ofrece múltiples garantías en el ámbito de eficiencia, control, seguridad, confort y sobre todo de funcionalidad, además

se complementó con unas persianas motorizadas especiales para áreas educativas, ya que ofrecen una gran hermeticidad y además mejoran notablemente la estética.

El sistema es un conjunto de micromódulos los cuáles serán expuestos más adelante, éstos se comunican entre sí para expandir su campo de comunicación haciendo una red domótica de tal manera que mientras más módulos se integren, se obtiene un sistema más fuerte y seguro.

4.5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO INALÁMBRICO

- **Plano estructural del área a domotizar.**

Es el levantamiento estructural arquitectónico del lugar donde se va a implementar el proyecto, el cual se debe conocer para hacer el diseño.

- **Plano eléctrico existente.**

Se refiere al sistema eléctrico ya instalado, ya que depende de este las modificaciones, para así poder tener un diseño eficiente.

- **Diseño de la propuesta.**

En esta sección se presenta el proyecto piloto de domótica que se va a implementar, acoplado a la estructura y el sistema eléctrico existente.

- **Persianas y motores.**

Ya que nuestro proyecto piloto real se enfoca en la instalación de persianas se propone las ubicaciones estratégicas y estéticas para no provocar cambios mayores en la estructura existente.

Son motores tubulares de cuatro hilos con la siguiente placa de especificaciones:

6Nm	33r/min	∅35
110V	60Hz	4min
102W	0.85A	T.P.
1.63kg	Class B	
Tubular Motor		

FIGURA 9: Especificaciones motores
Fuente: EL Autor

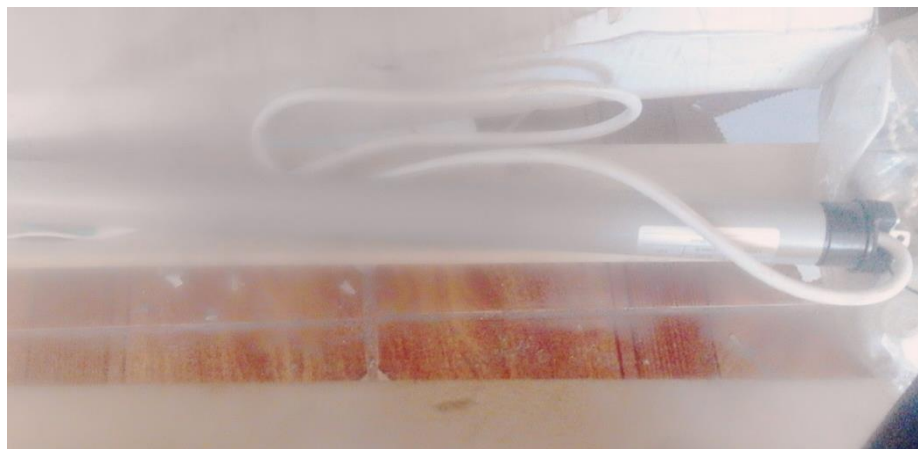


FIGURA 10: Motor de persiana tubular
Fuente: El Autor

4.5.3. FUNCIONAMIENTO ESPERADO

- a) Las persianas instaladas serán capaces de subir y bajar en el momento que el usuario desee, ya sea de forma manual o de manera remota con un Smartphone.
- b) En el momento de instalar el sistema domótico debe existir buena comunicación entre sus componentes.
- c) En caso de requerir en la manera remota se puede hacer el control en conjunto o por unidad de las persianas y los módulos.

4.5.4. PLANO ESTRUCTURAL DEL ÁREA

El área a domotizar se encuentra en la parte este de la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

El plano está diseñado en Autocad, un programa de Autodesk que permite crear y modificar planos arquitectónicos.

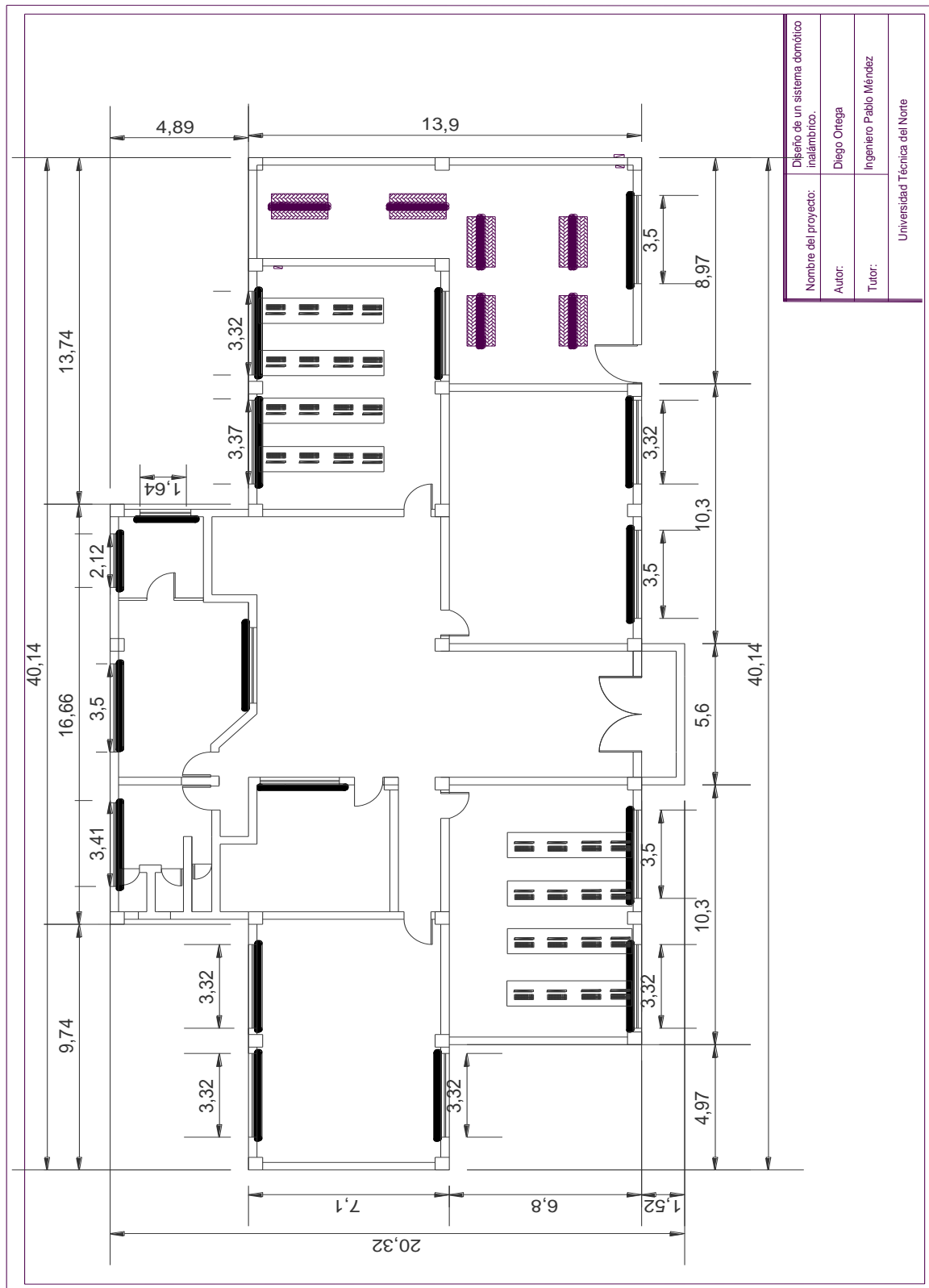


FIGURA 11: Diseño arquitectónico del edificio de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico

Fuente: El autor

4.5.5. PLANO ELÉCTRICO EXISTENTE

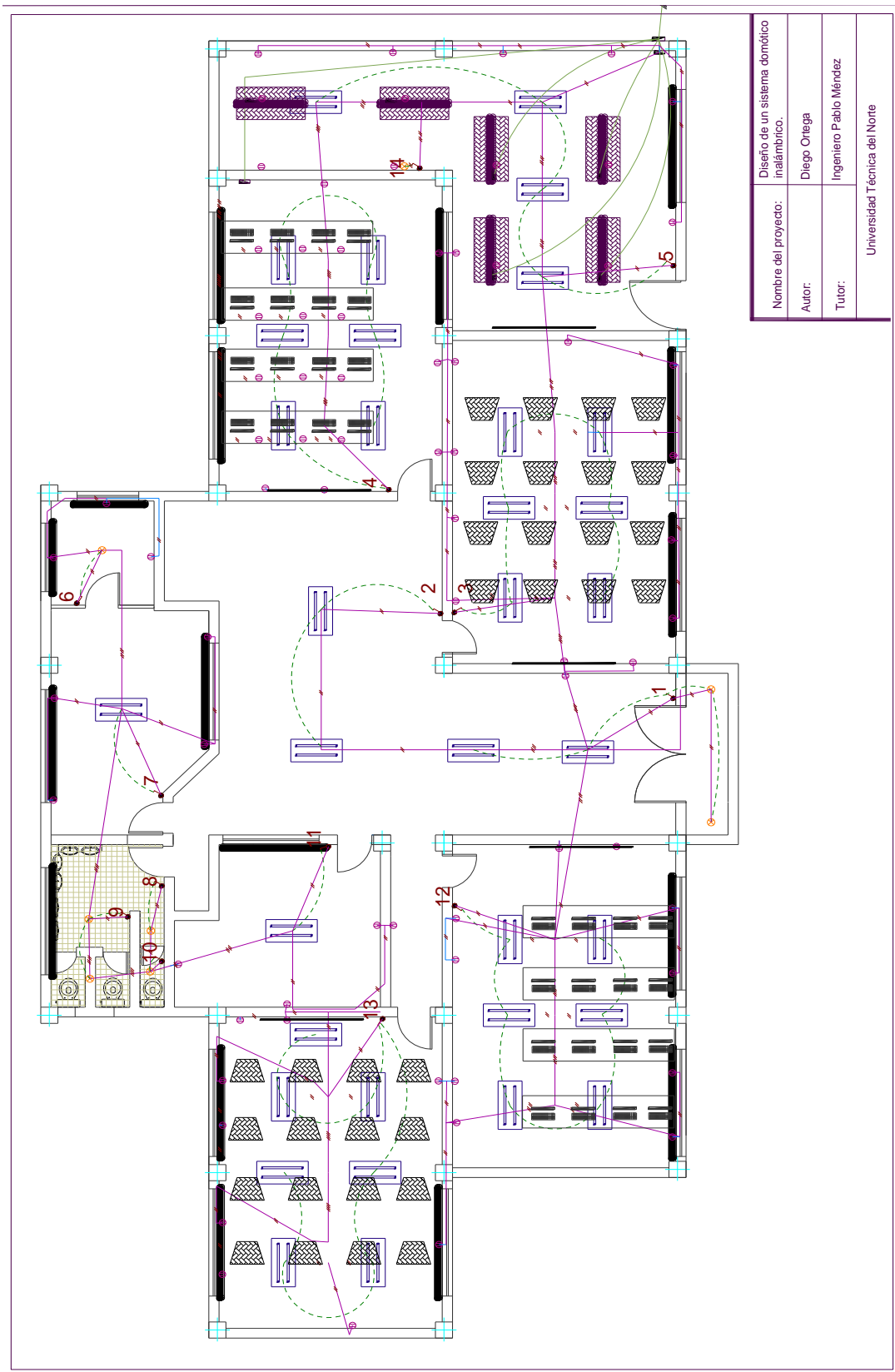


FIGURA 12: Plano estructural de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico

Fuente: El autor

4.5.6. DISEÑO DE LA PROPUESTA

En el diseño de la propuesta se hace un análisis completo de las instalaciones de la carrera de Mantenimiento Eléctrico, mediciones tanto estructurales como eléctricas, y por ello el estudio está hecho para todas las instalaciones.

El diseño cuenta con micromódulos los cuales son diferentes para cada fin a continuación una breve explicación de cada uno, con su funcionalidad, tienen intercomunicación de doble vía, es decir reciben y envían señales de control, además es un sistema con doble respaldo ya que tiene dos sistemas de comunicación inalámbrica.

E..	Nombre	A..	Inu...	Color	Tipo de...	Grosor d...	Estilo de ...	Trazar	Inutilizar en l...	Descripció
	0	☹	☼	216	Continu...	—	Por...	Color_216		
✓	baños	☹	☼	bl...	Continu...	—	Por...	Color_7		
▬	cable por muro	☹	☼	150	Continu...	—	Por...	Color_150		
▬	cable por tierra	☹	☼	190	JIS_02_0.7	—	Por...	Color_190		
▬	cables	☹	☼	204	Continu...	—	Por...	Color_204		
▬	canaleta	☹	☼	184	Continu...	—	Por...	Color_184		
▬	columnas	☹	☼	cián	ACAD_JS...	—	Por...	Color_4		
▬	focos	☹	☼	30	Continu...	—	Por...	Color_30		
▬	interruptores	☹	☼	14	Continu...	—	Por...	Color_14		
▬	lámparas fluorescentes	☹	☼	184	Continu...	—	Por...	Color_184		
▬	módulos	☹	☼	84...	Continu...	0.30 ...	Por...	Color_58		
▬	muros	☹	☼	251	Continu...	—	Por...	Color_251		
▬	secuencia de mando	☹	☼	94	JIS_02_0.7	—	Por...	Color_94		
▬	tomas	☹	☼	212	Continu...	—	Por...	Color_212		
▬	trifásicos	☹	☼	73	Continu...	0.25 ...	Por...	Color_73		
▬	ventanas	☹	☼	bl...	Continu...	—	Por...	Color_7		

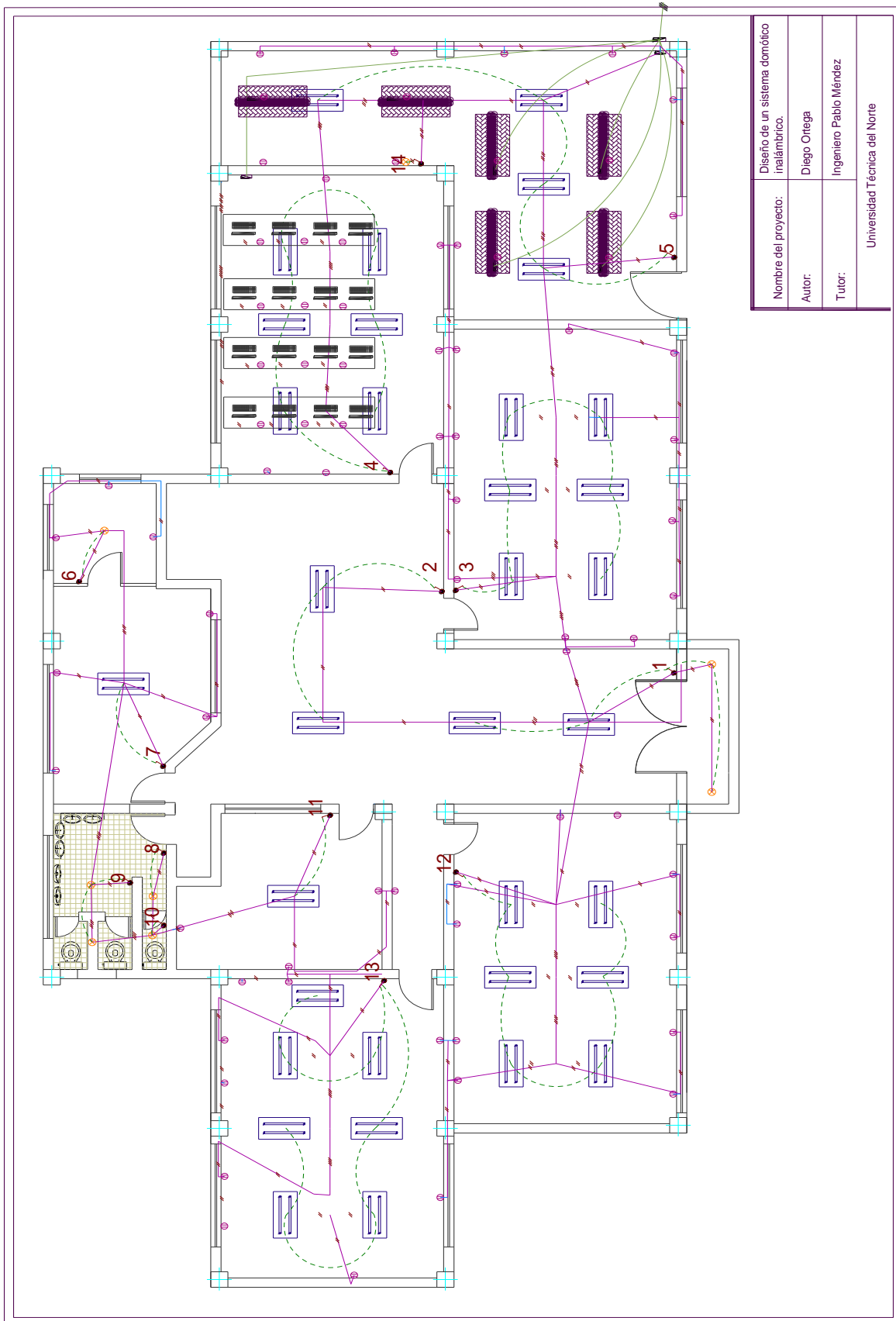
FIGURA 13: Señalética utilizada.

Fuente: El autor

Símbolos estructurales	
	Lavamanos
	Servicio higiénico
Símbolos eléctricos	
	Persiana motorizada
	Caja de distribución
	micromódulo INSTEON
	PC
	Lámpara fluorescente
	Boquilla
	Tomacorriente de dos puertos
	Interruptor
	Cables por ducto
	Ducto
	Canaleta

FIGURA 14: Señalética del diseño

Fuente: El autor



Nombre del proyecto:	Diseño de un sistema domótico inalámbrico.
Autor:	Diego Ortega
Tutor:	Ingeniero Pablo Méndez
Universidad Técnica del Norte	

FIGURA 15: Plano estructural y eléctrico de la Carrera de Mantenimiento Eléctrico.

Fuente: El autor



FIGURA 16: Diseño eléctrico de la implementación.

Fuente: El autor



FIGURA 17: Diseño de la implementación con ubicación de persianas.

Fuente: El autor

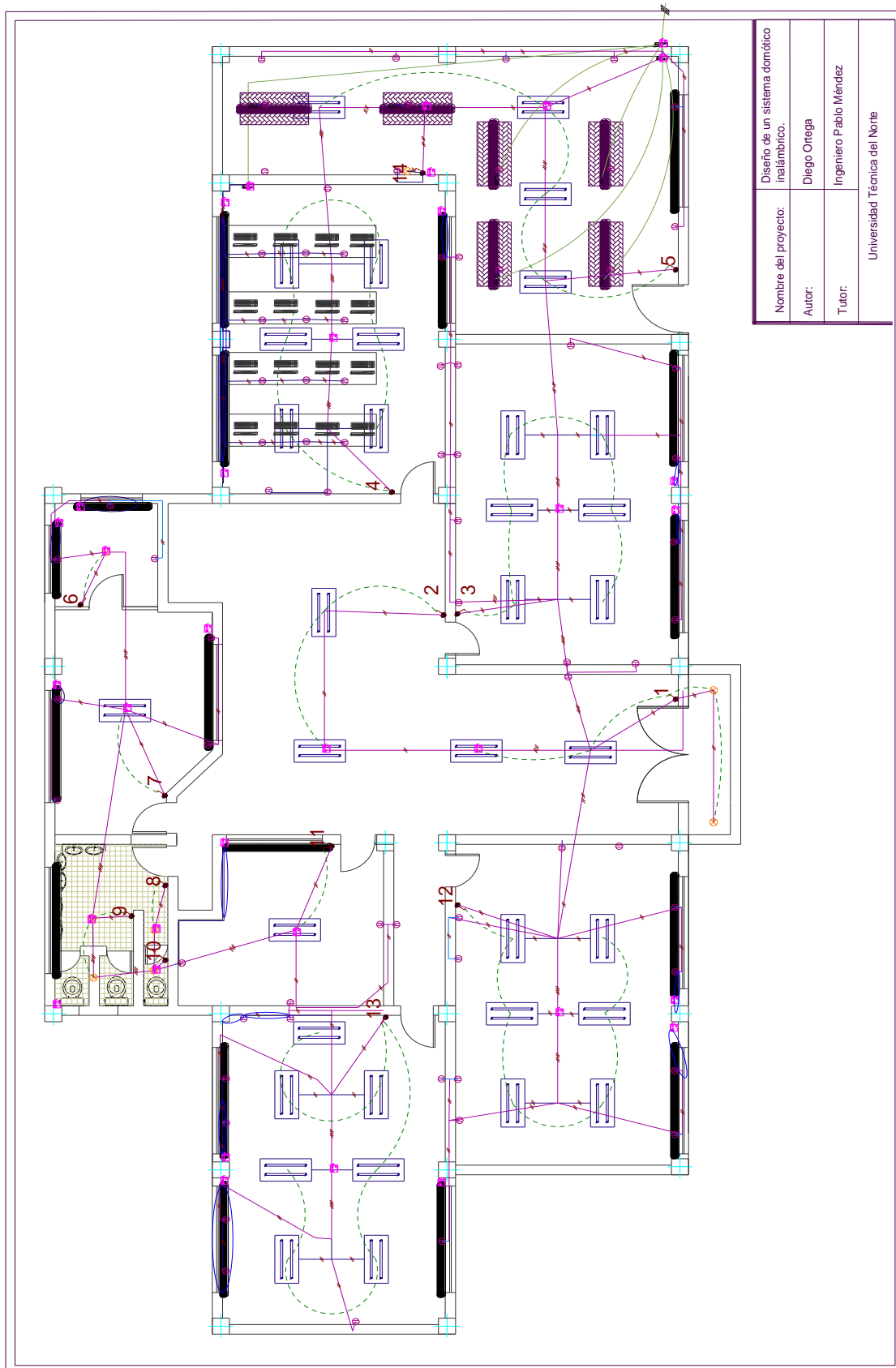


FIGURA 18: Diseño eléctrico acoplado al plano ya existente.

Fuente: El autor

4.5.7 DISEÑO XBEE

El diseño con módulos XBee conjuntamente con Arduino está probado electrónicamente en una simulación

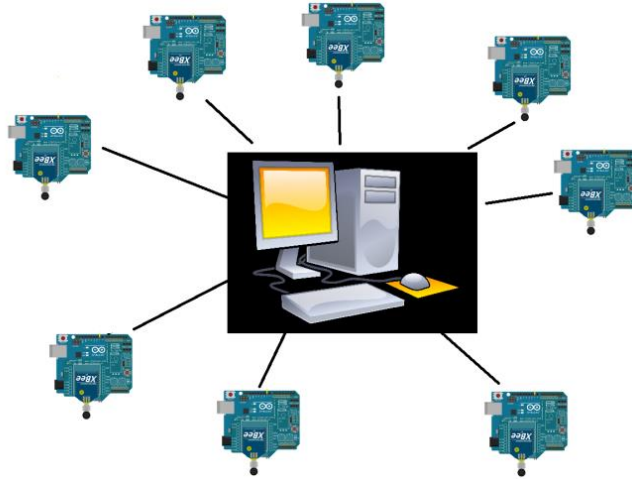


FIGURA 19: Comunicación del diseño

Fuente: El Autor

4.5.7.1 SIMULACIÓN.

La simulación se realizó en un Software llamado Proteus que es un laboratorio virtual de electrónica y ayuda a dar una idea del funcionamiento de un circuito.

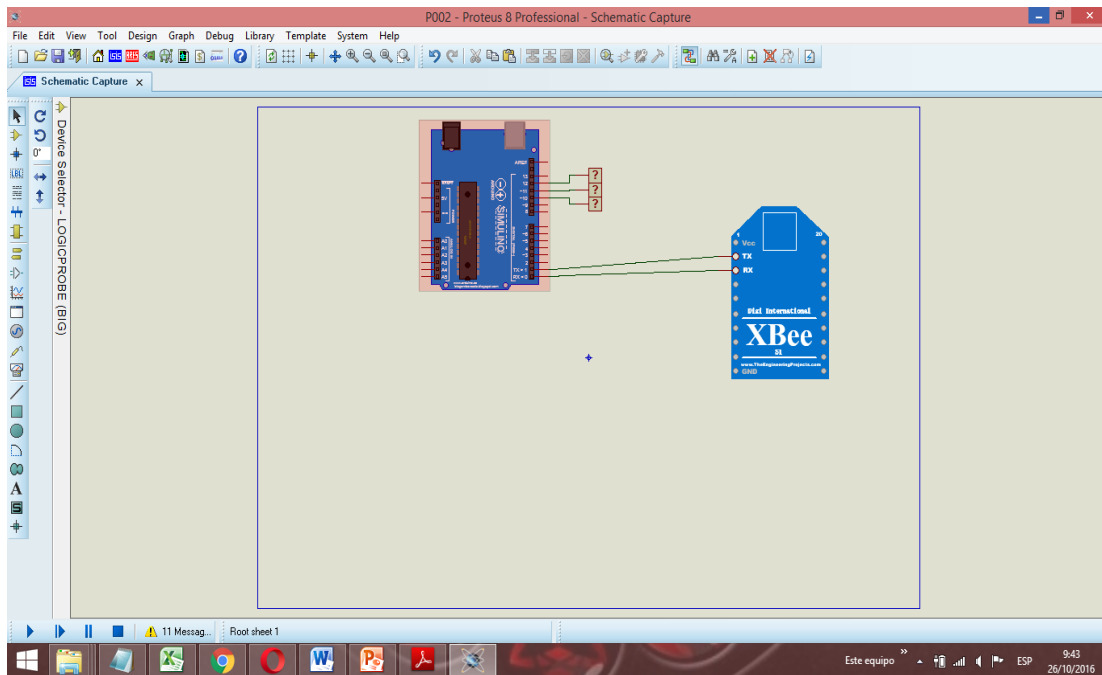
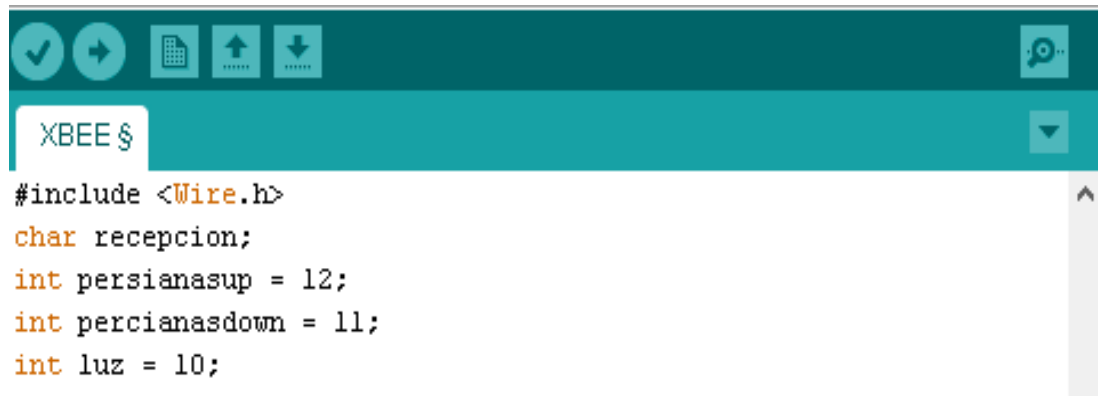


FIGURA 20: Simulación Proteus.

Fuente: El Autor.

4.5.7.2 PROGRAMACIÓN

La programación se realizó en Arduino un software libre del micromódulo del mismo nombre.



```
XBEE $
#include <Wire.h>
char recepcion;
int persianasup = 12;
int percianasdown = 11;
int luz = 10;
```

FIGURA 21: Declaración de las variables

Fuente: El Autor



```
XBEE $
#include <Wire.h>
char recepcion;
int persianasup = 12;
int percianasdown = 11;
int luz = 10;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  pinMode(persianasup, OUTPUT);
  pinMode(percianasdown, OUTPUT);
  pinMode(luz, OUTPUT);
}
|
```

FIGURA 22: Distribución de los pines de salida

Fuente: El Autor

```

void loop ()
{
  recepcion = Serial.read();
  switch(recepcion)
  {
    case 'a':
    {
      digitalWrite(persianasup, HIGH);
      Serial.write('a');
      break;
    }
    case 'b':
    {
      digitalWrite(percianasdown, HIGH);
      Serial.write('b');
      break;
    }
    case 'c':
    {
      digitalWrite(luz, HIGH);
      Serial.write('c');
      break;
    }
    case 'd':
    {
      digitalWrite(luz, LOW);
      Serial.write('d');
      break;
    }
    case 'e':
    {
      digitalWrite(percianasdown, LOW);
      digitalWrite(percianasdown, LOW);
      Serial.write('e');
      break;
    }
  }
}
}

```

FIGURA 23: Ejecuciones del programa.

Fuente: El Autor

4.5.8 MICROMÓDULOS INSTEON

4.5.8.1. MICROMÓDULO LUZ ON/OFF.

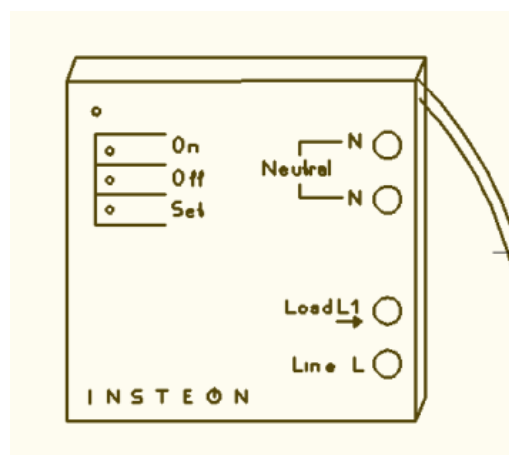


FIGURA 24: Micromódulo de luz on/off.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Control encendido y apagado de un punto de luz o enchufe de hasta 3600w.
- Pequeño tamaño que permite ocultarlo detrás del interruptor o en la caja de empalmes.
- Es totalmente adaptable y no es necesario cambiar los interruptores existentes ya que se acopla a ellos.
- Recibe y repite señales Insteon PLC e Insteon RF.
- Puede funcionar como puente RF en un sistema trifásico eléctrico.
- Recibe señales X10.

Se puede instalar el módulo con interruptor, pulsador o con doble pulsador, en las siguientes imágenes vemos como realizar la instalación y como programarlo una vez instalado.

- **Interruptor**

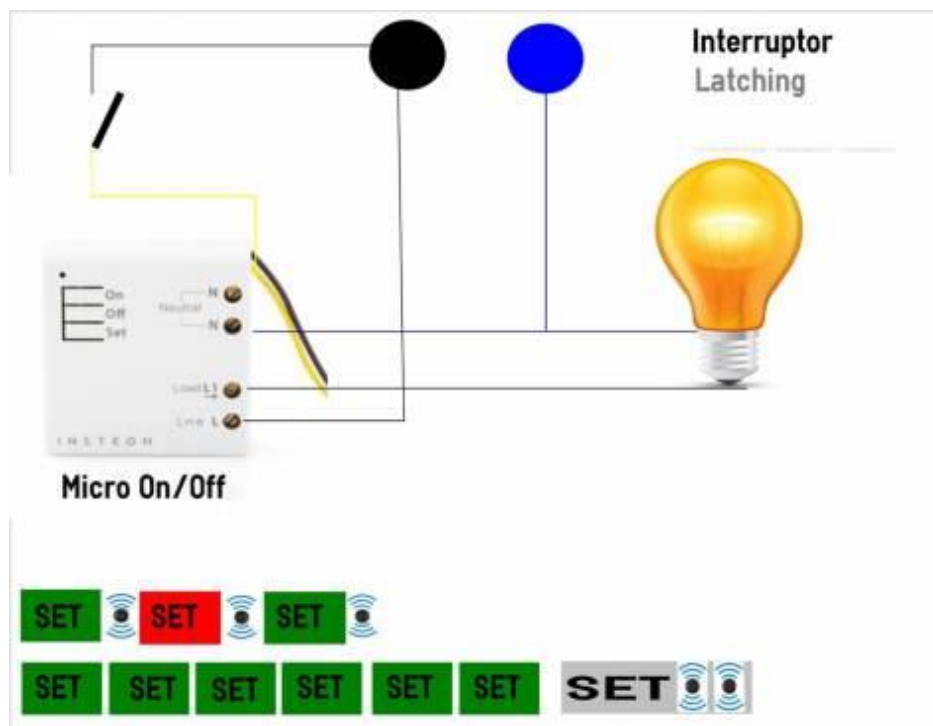


FIGURA 25: Control micromódulo on/off con un interruptor.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Simple pulsador

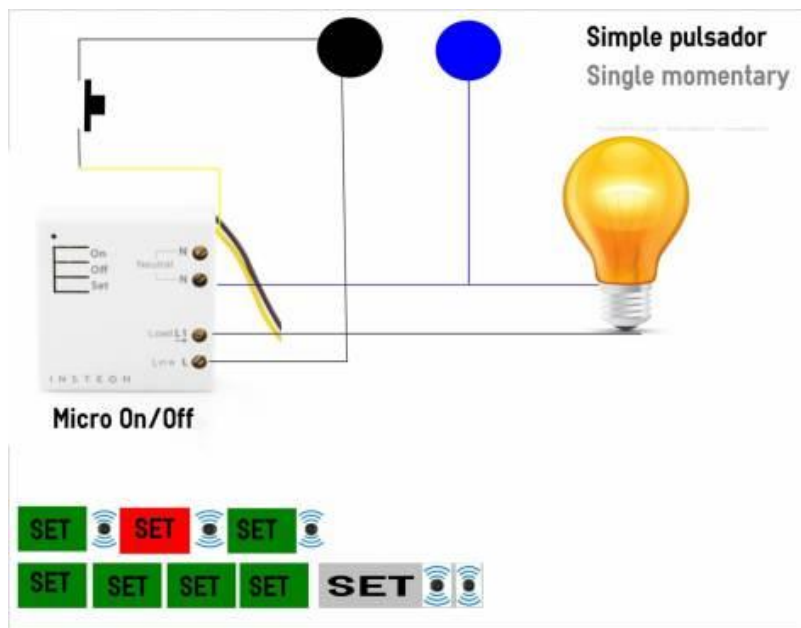


FIGURA 26: Control de micromódulo on/off mediante un simple pulsador.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Doble pulsador

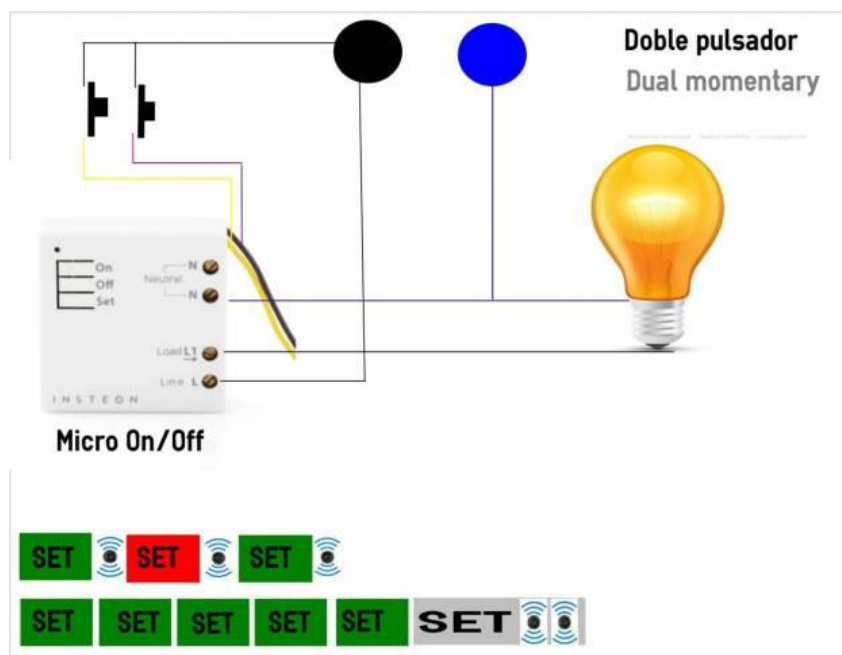


FIGURA 27: Control micromódulo on/off mediante dos pulsadores.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

Con el cable amarillo se enciende la luz y con el pulsador conectado al cable morado se apaga.

- **Asignación dirección X10 y reset de fábrica**

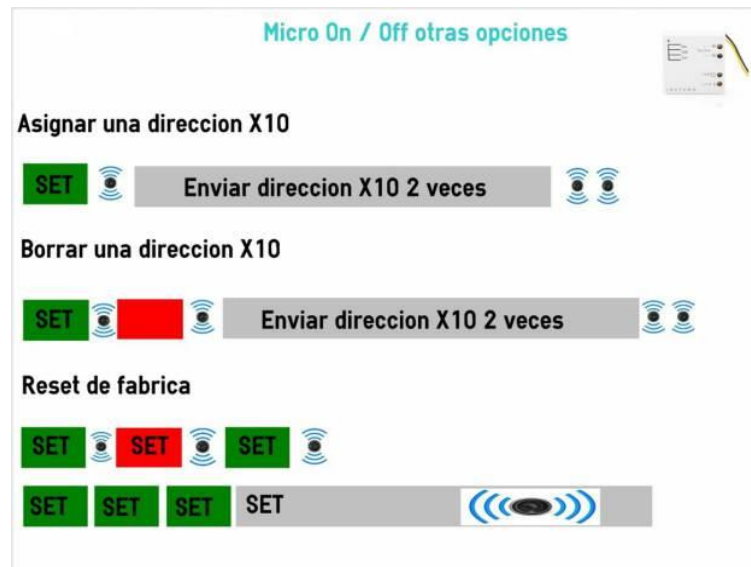


FIGURA 28: Asignación de dirección X10 a micromódulo on/off.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

Los micromódulos On/Off pueden actuar como puente entre fases de un sistema trifásico, para comprobar si dos micromódulos están en la misma o diferente fase o en su caso si están fuera del alcance de la señal RF se debe realizar el siguiente test.

- **Acoplador de fases**

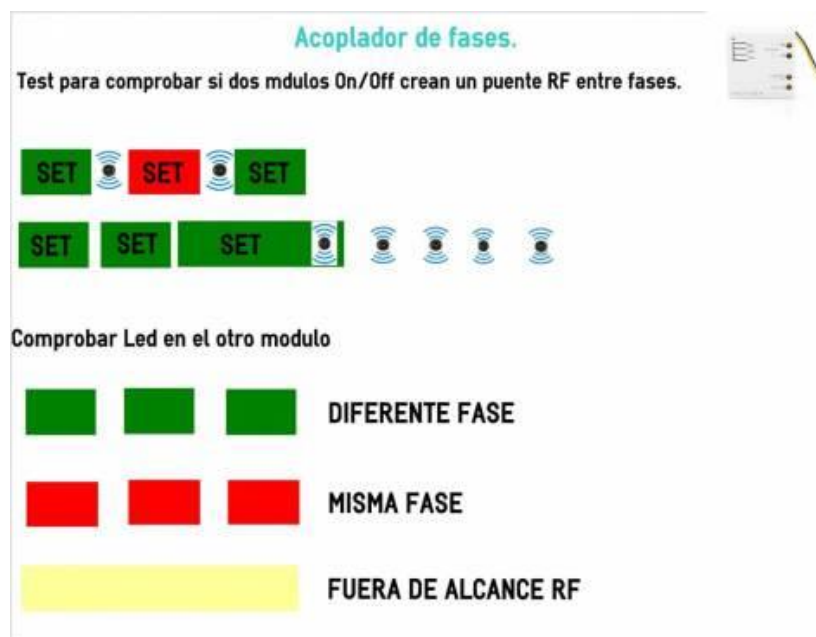


FIGURA 29: Comprobación de RF entre módulos.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

4.5.8.2. MICROMÓDULO MOTORES.

Micromódulo para el control de un motor de 4 hilos, persiana, cortina, toldo, etc. hasta 3 Amperios, 690 vatios.



FIGURA 30: Micromódulo motores.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Su pequeño tamaño permite ocultarlo detrás del interruptor o en la caja de empalmes.
- Es totalmente adaptable y no es necesario cambiar los interruptores existentes ya que se acopla a ellos.
- Permite la regulación de posiciones intermedias de la persiana o cortina, tanto desde el móvil como desde los mecanismos.
- Recibe y repite señales Insteon PLC e Insteon RF.
- Puede funcionar como puente RF en un sistema trifásico eléctrico.
- Recibe señales X10.

- Interruptor

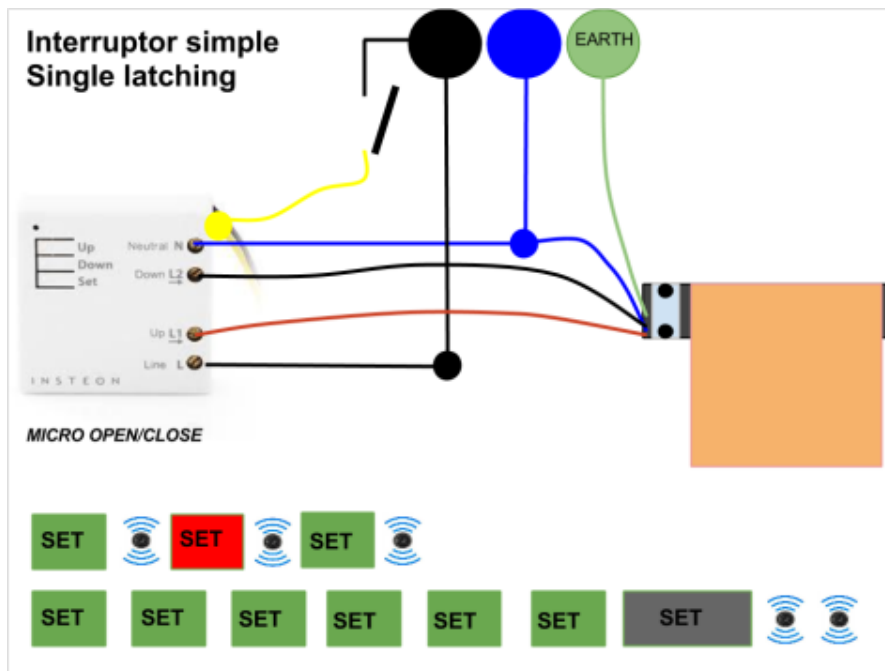


FIGURA 31: Control micromódulo motores con un interruptor.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Pulsador

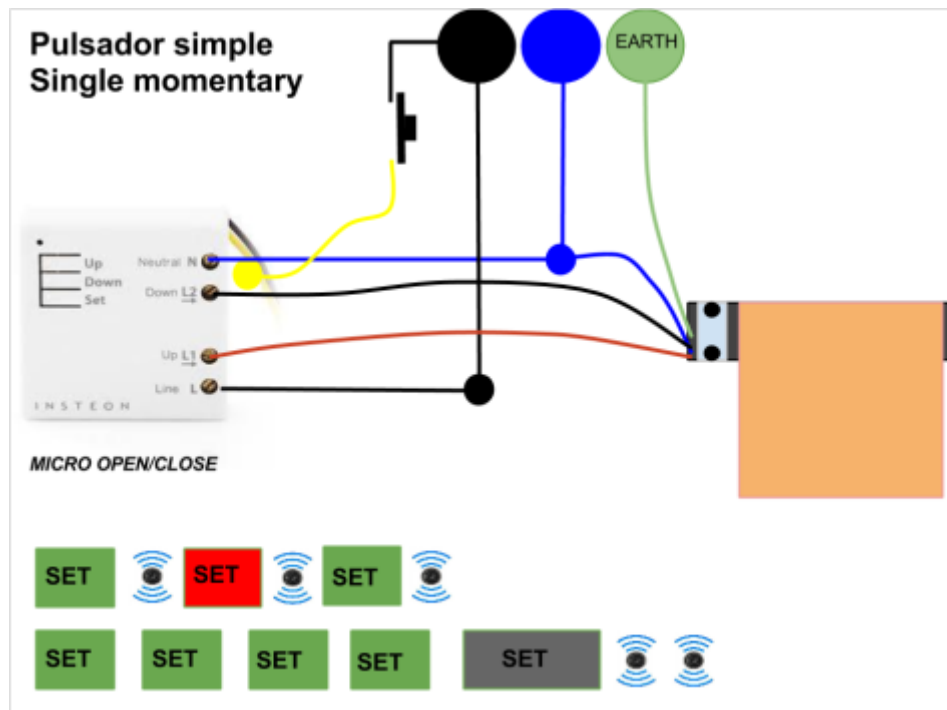


FIGURA 32: Control de micromódulo motores con simple pulsador.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Doble pulsador

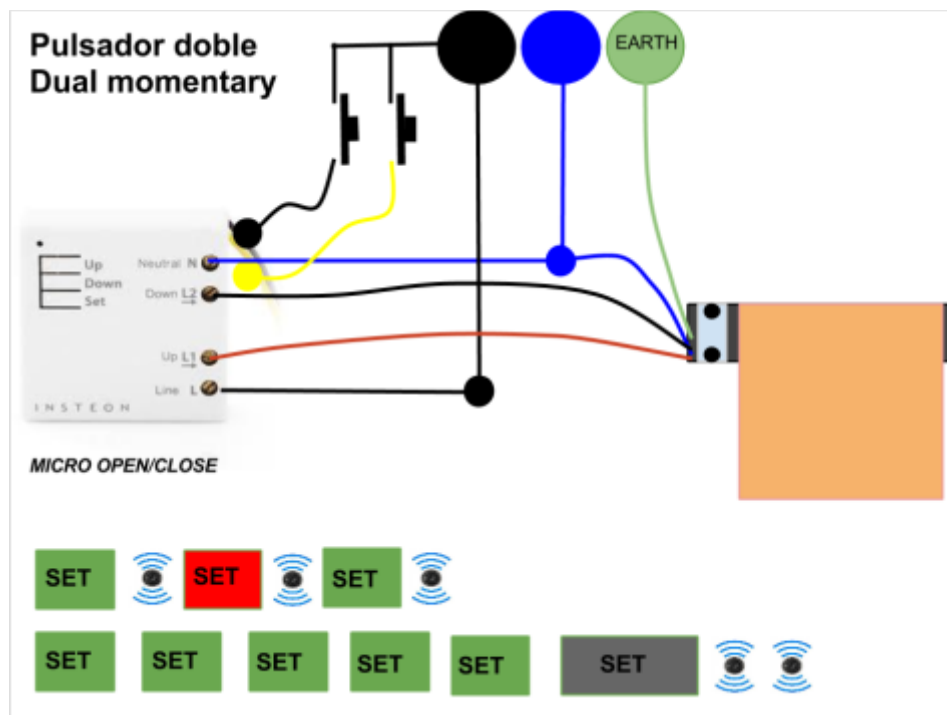


FIGURA 33: Control de micromódulo motores con doble pulsador.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- Otras funciones

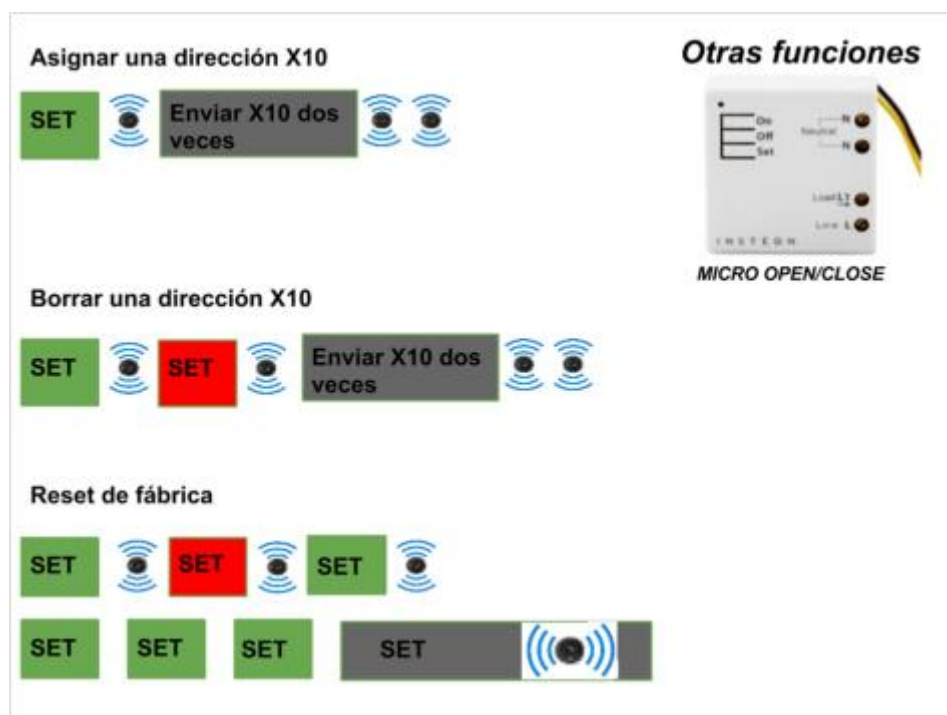


FIGURA 34: Otras funciones de programación.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

- **Ajustar el recorrido.**

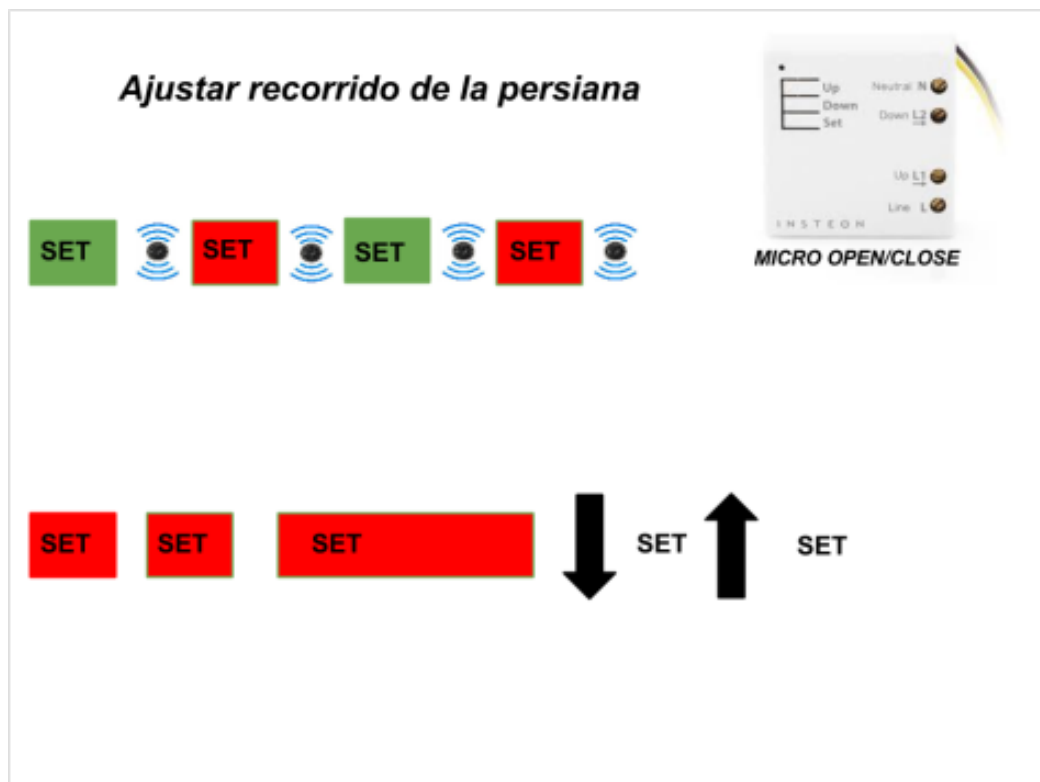


FIGURA 35: Ajustar recorrido de la persiana.

Fuente: INSTEON catálogo 2003

4.5.8.3. AIRE ACONDICIONADO

La mayor parte de equipos de aire acondicionado funcionan con el sistema Inverter, que regula la temperatura variando la velocidad del motor para conseguir ahorros energéticos, en lugar de detener el equipo completamente. En este caso no es conveniente usar el termostato Insteon, ya que se pierde la capacidad de ahorro energético, además de forzar el funcionamiento del equipo con excesivas maniobras de marcha-paro.

En este caso es recomendable instalar el termostato de 5 hilos INSTEON y buscar la compatibilidad con el protocolo de transmisión de datos del equipo de aire acondicionado.

4.5.8.4. CÁMARA IP

Control total de 300° y 120°, respectivamente, mantiene la vigilancia de las habitaciones grandes con facilidad, además con el soporte del dispositivo móvil, se puede hacer vigilancia desde cualquier lugar.



FIGURA 36: Cámara IP

Fuente: INSTEON catálogo 2003

4.5.8.5. DETECTOR DE PRESENCIA INSTEON

Configurar la detección de presencia para que detecte presencia al entrar una persona en el despacho pero no detecte presencia al detectar la presencia de un roedor.



FIGURA 37: Detector de puerta INSTEON}

Fuente: INSTEON catálogo 2003

4.5.8.6. DETECTOR PUERTA OCULTO

Permite controlar luces y persianas al abrir la puerta.

- Señal RF hasta 50 metros de alcance.
- Funciona con pila, no requiere instalación eléctrica.
- Envía Email's o SMS al abrir la puerta siempre que esté activado.

4.5.9 PROFORMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO.

TABLA 11: Proforma de implementación.

SKU	NOMBRE	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO
2245-222	Insteon Hub	1	169,97	169,97
2443-222	Micro Relay on/off	18	77,41	1393,46
FI9816P	Cámara IP	3	110,88	332,64
2441TH	Termostato	1	165,76	165,76
2845-222	Sensor de apertura	2	56,00	112,00
2444-222	Micro Shutter Control persianas	16	77,41	1238,63
2663-222	Toma eléctrica 2T	35	77,41	2709,50
KT6N	Motor tuve 6N	16	246,40	3942,40
			981,25	10064,36

Fuente: Saycont

TABLA 12: Proforma final

Prcianas	17	250	4250
INSTEON			10064,36
			14314,36

Fuente: Saycont, Decor Ambientes "Carolina"

4.5.10 PROFORMA DE IMPLEMENTACIÓN REAL.

TABLA 13: Proforma de la implementación real INSTEON

SKU	NOMBRE	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO
2245-222	Insteon Hub	1	169,97	169,97
2444-222	Micro Shutter Control persianas	2	77,41	154,82
KT6N	Motor tuve 6N	2	246,40	492,8
			981,25	817,59

Fuente: Saycont,

TABLA 14: Proforma de la implementación total

Prcianas	4	250	1000
INSTEON			817,59
			1817,59

Fuente: Saycont,

4.5.11 PRÁCTICA DEL SISTEMA PILOTO

- **Descarga de la Aplicación**

Luego de la instalación y conexión física de los micromódulos se procede con la descarga de la interfaz con el usuario.

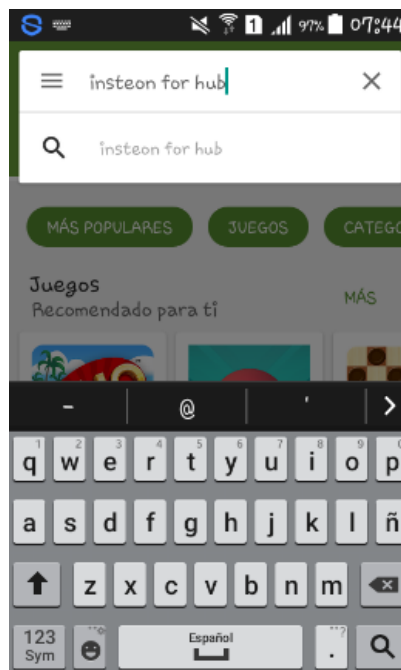


FIGURA 38: Búsqueda de la aplicación en Play Store.

Fuente: El autor

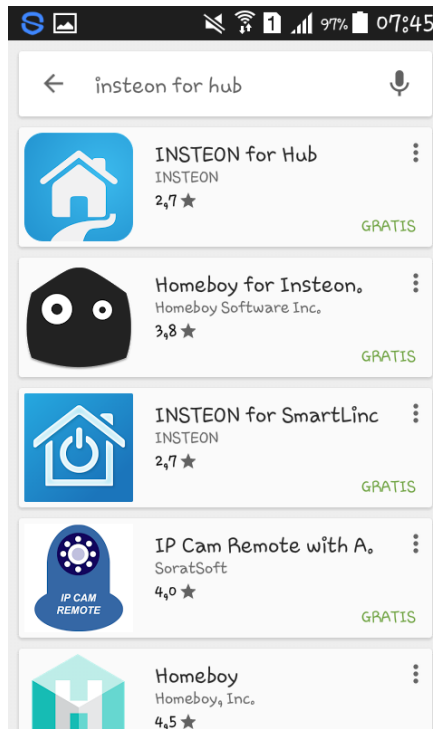


FIGURA 39: Ubicación INSTEON for Hub.

Fuente: El autor



FIGURA 40: Información de la aplicación.

Fuente: El autor

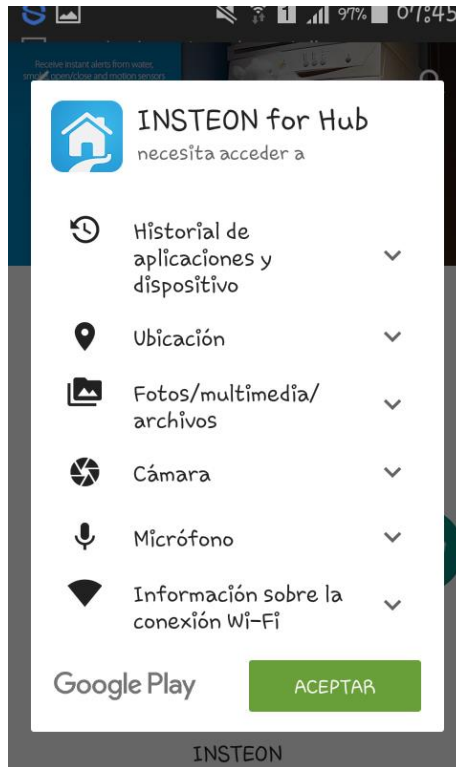


FIGURA 41: Requerimientos INSTEON for Hub.

Fuente: El autor

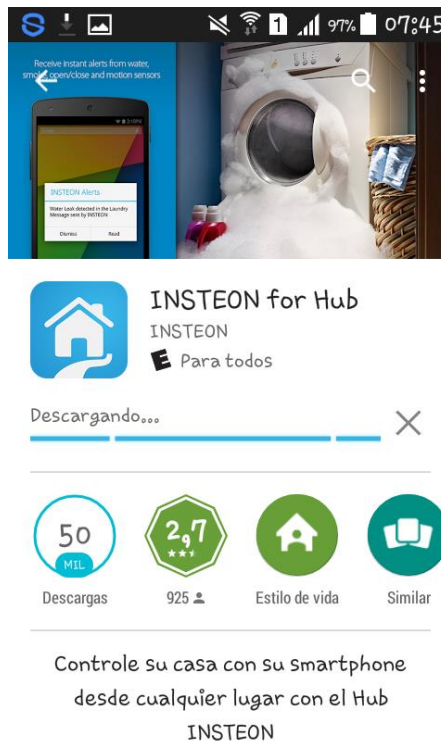


FIGURA 42: Descarga de INSTEON for Hub.

Fuente: El autor

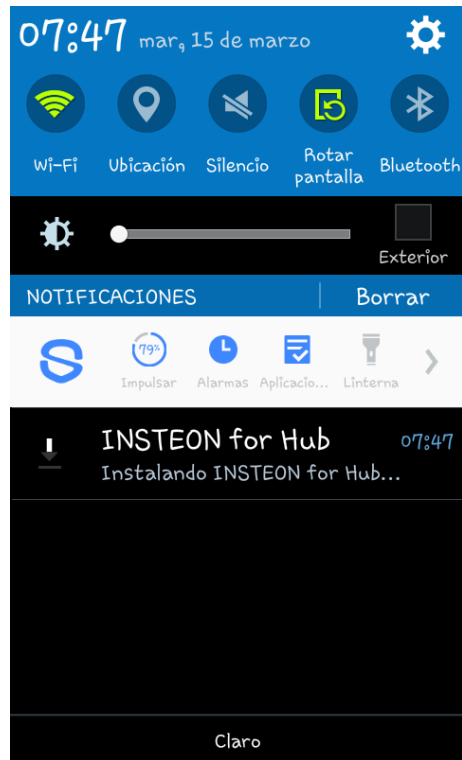


FIGURA 43: Instalación de INSTEON for Hub.

Fuente: El autor



FIGURA 44: Ícono de INSTEON for Hub

Fuente: El autor

- **Configuración de la Cuenta**

Ya con la aplicación android descargada, lo siguiente es crear una cuenta con un correo electrónico esto servirá para tener acceso por internet al control de los micromódulos.

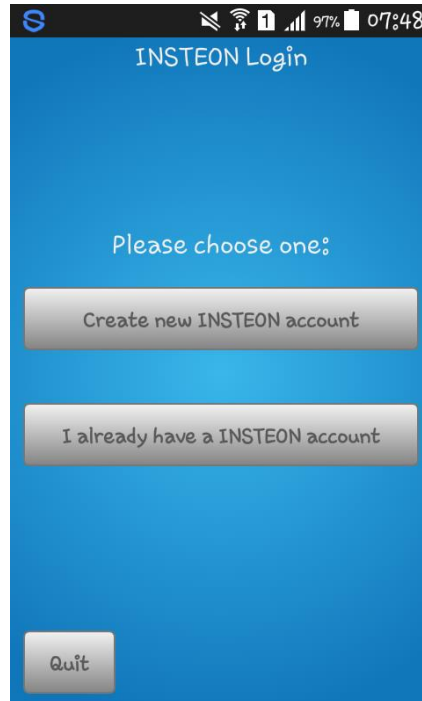


FIGURA 45: Menú principal INSTEON for Hub.

Fuente: El autor

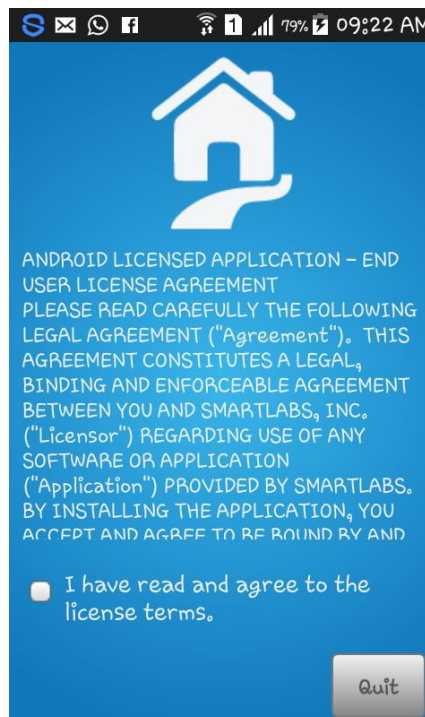


FIGURA 46: Paso 1 crear nueva cuenta.

Fuente: El autor

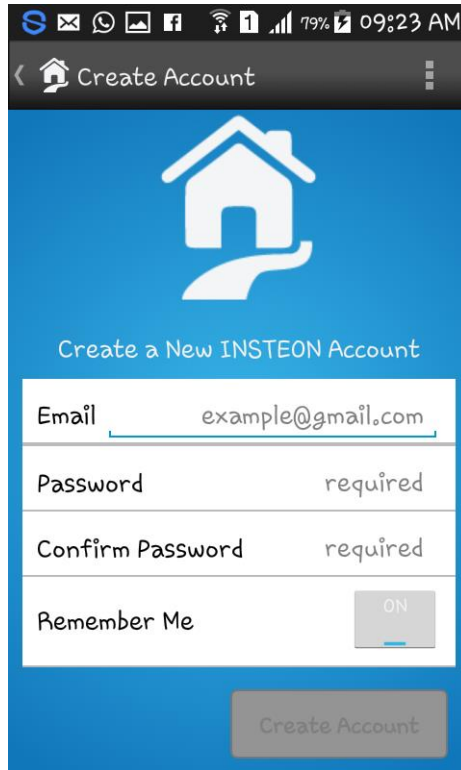


FIGURA 47: Paso 2 creación de una cuenta en INSTEON for Hub
Fuente: El autor

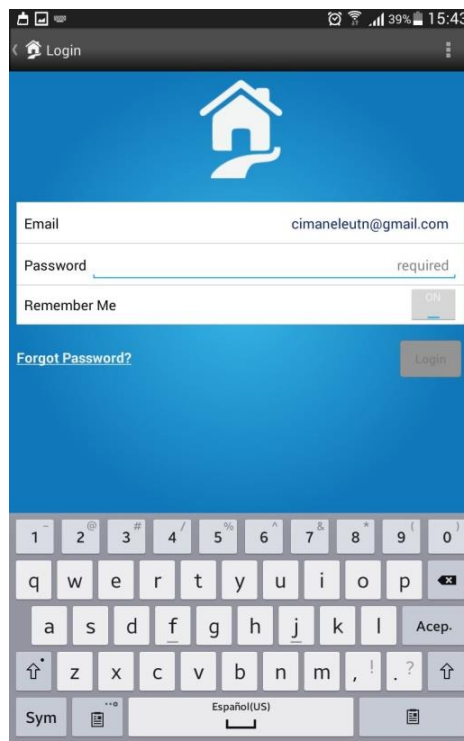


FIGURA 48: Paso 3 acceso mediante una cuenta existente.
Fuente: El autor

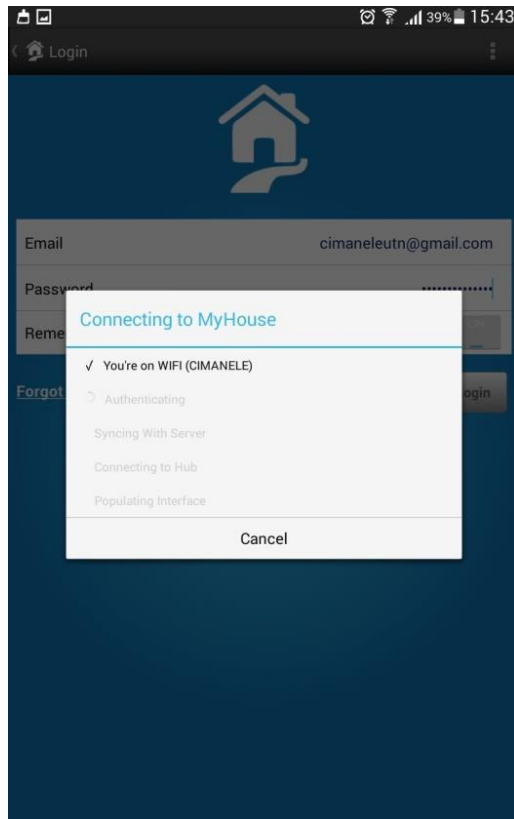


FIGURA 49: Paso 4 ingreso a la cuenta.
Fuente: El autor

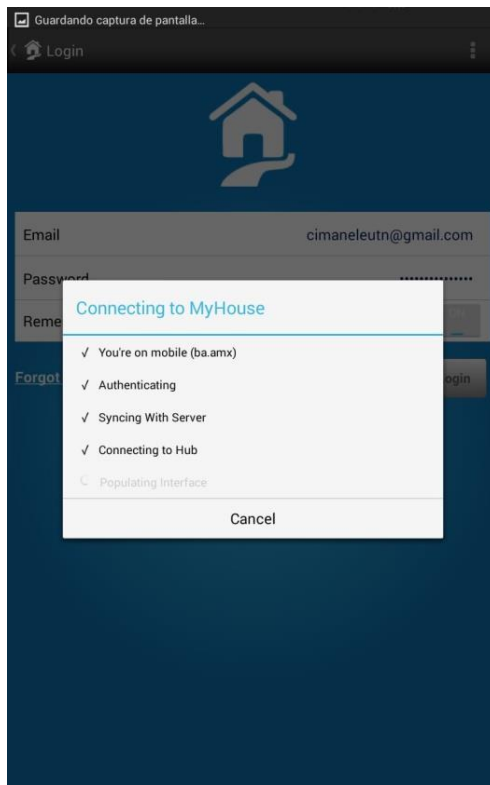


FIGURA 50: Paso 5 verificaciones de las conexiones.
Fuente: El autor

Al configurar el Hub que es el nexo entre los micromódulos y la interfaz podemos ingresar al área de trabajo.

- **Configuración de los micromódulos.**

En la parte inferior de la página principal de la interfaz podemos acceder a la configuración de los módulos los cuales deben ser adoptados en la dirección IP configurada conjuntamente con el Hub.

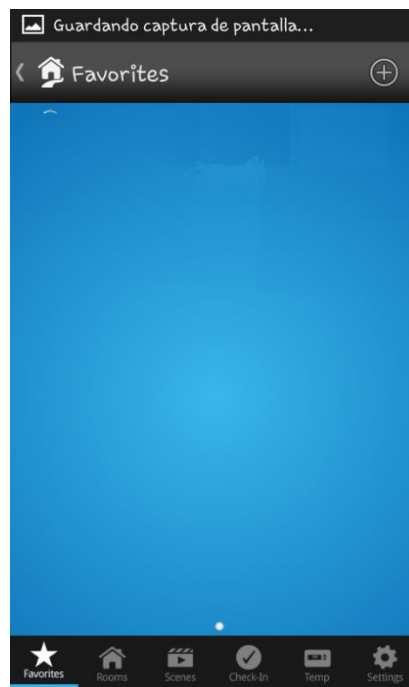


FIGURA 51: Paso 1 Página principal INSTEON for Hub.

Fuente: El autor

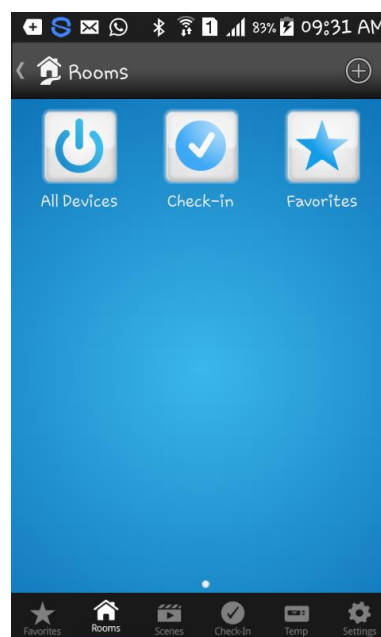


FIGURA 52: Paso 2 opciones de las acciones de INSTEON for Hub.

Fuente: El autor

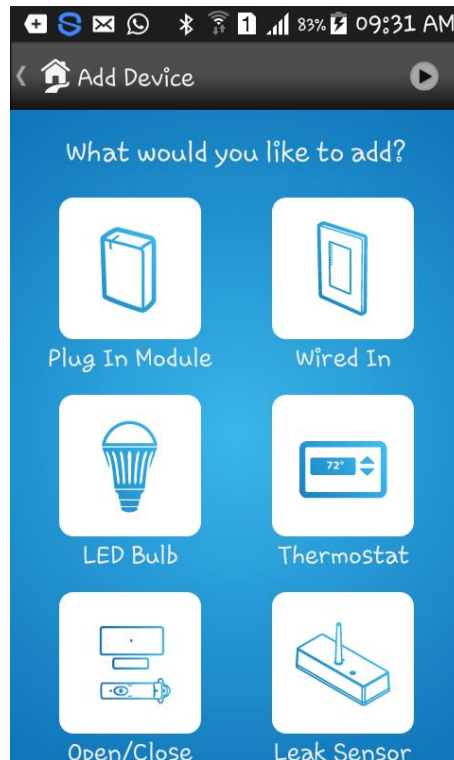


FIGURA 53: Paso 3 ingreso de los módulos a controlar.
Fuente: El autor

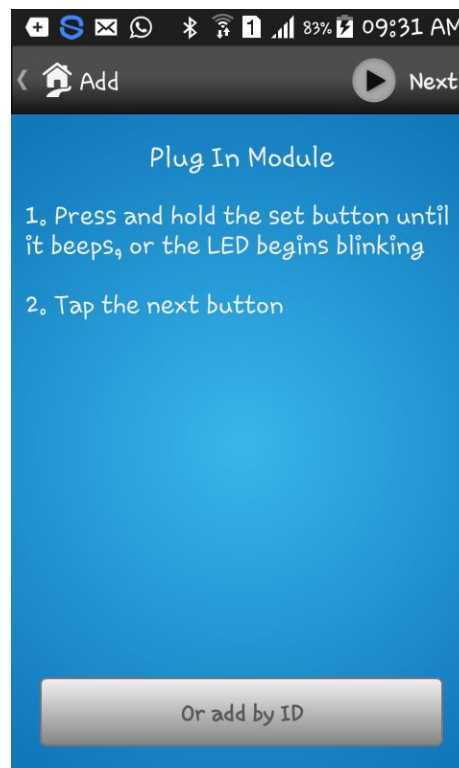


FIGURA 54. Paso 4 opciones de reconocimiento de los módulos.
Fuente: El autor

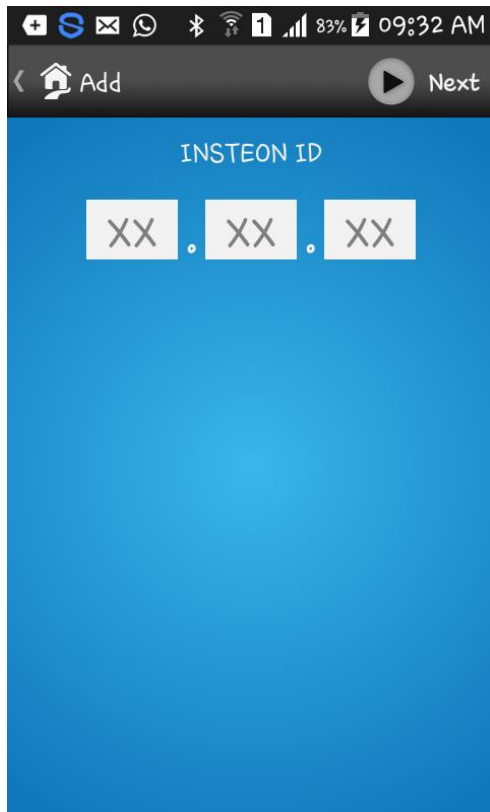


FIGURA 55: Paso 5 ingreso manual del módulo a la aplicación.
Fuente: El autor

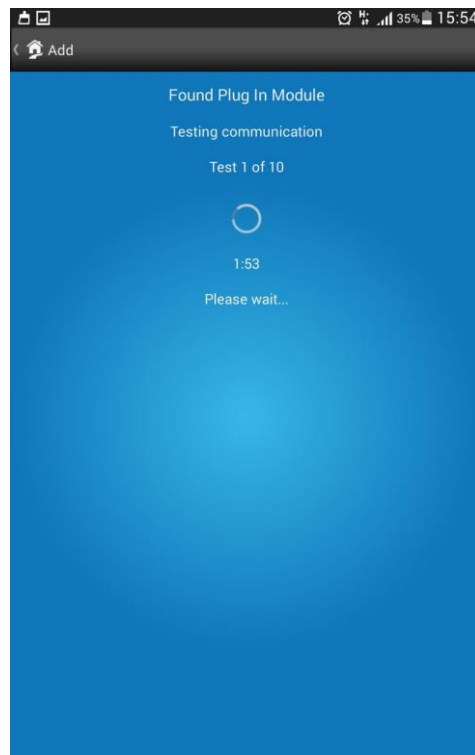


FIGURA 56: Paso 5 búsqueda automática por conexión RF o X10.
Fuente: El autor

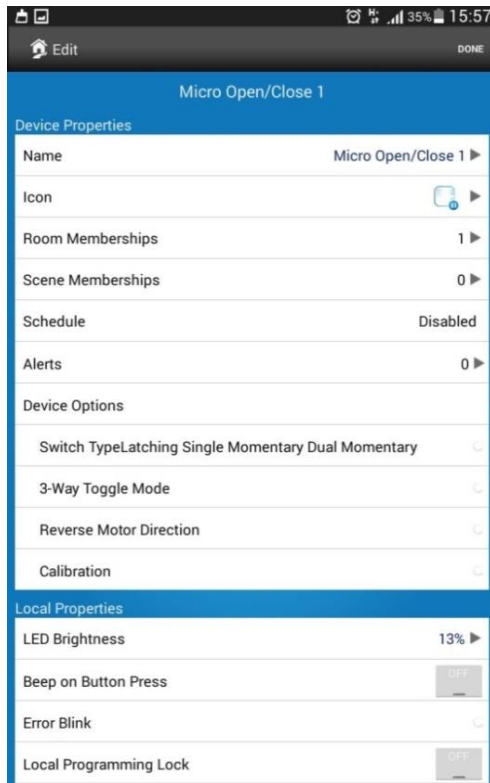


FIGURA 57: Paso 6 configuración del módulo.
Fuente: El autor

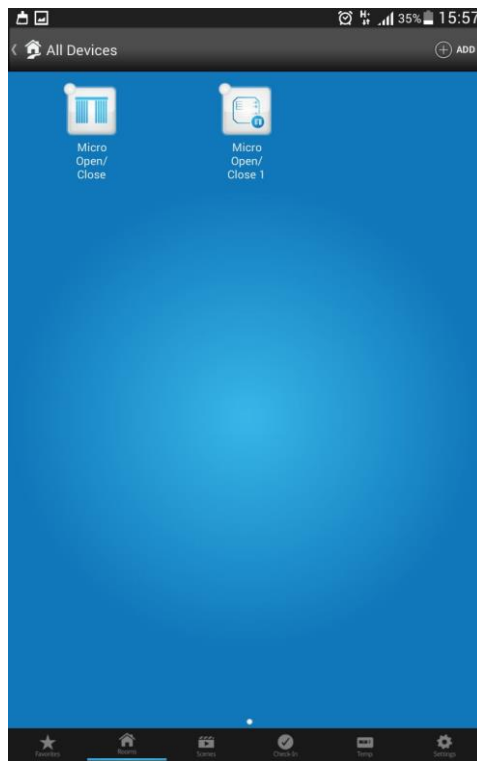


FIGURA 58: Paso 7 presentación de los módulos configurados.
Fuente: El autor

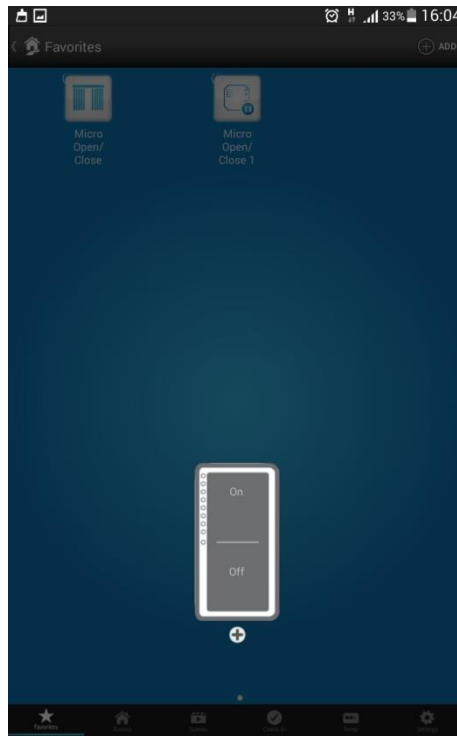


FIGURA 59: Paso 8 pruebas de funcionamiento.
Fuente: El autor

- **Configuración de escenas**

Con la implementación del Hub podemos sincronizar varios micromódulos, los cuales según la configuración actúan simultáneamente.

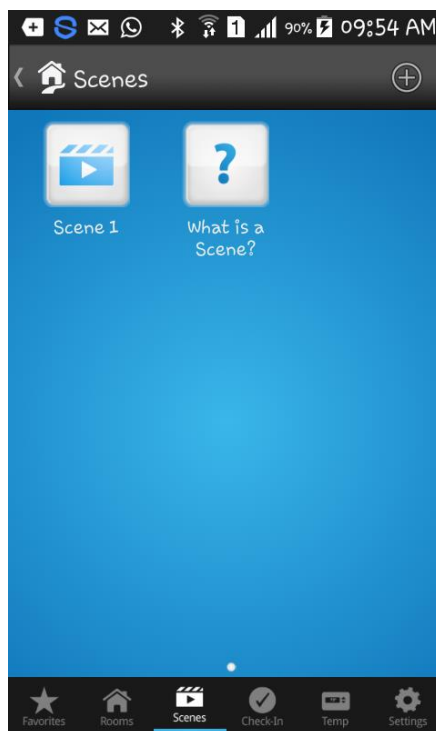


FIGURA 60: Creación de una escena.
Fuente: El autor

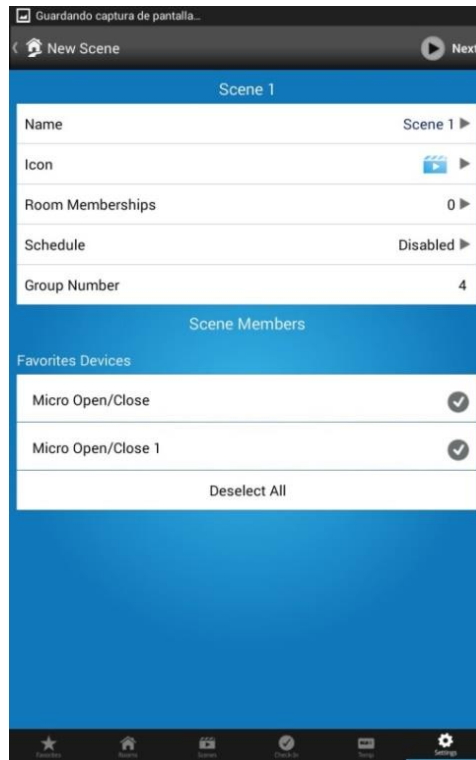


FIGURA 61: Paso 1 configuración de una escena.
Fuente: El autor

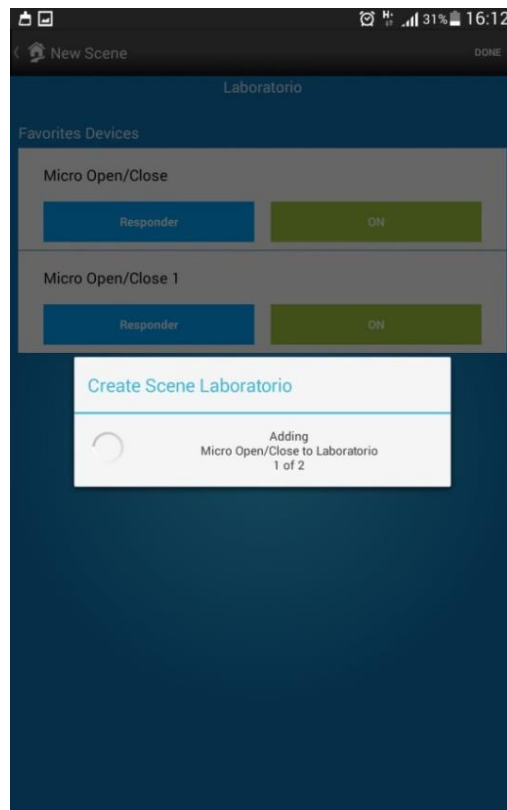


FIGURA 62: Paso 2 acoplamiento de los módulos que pertenecen a la escena
Fuente: El autor

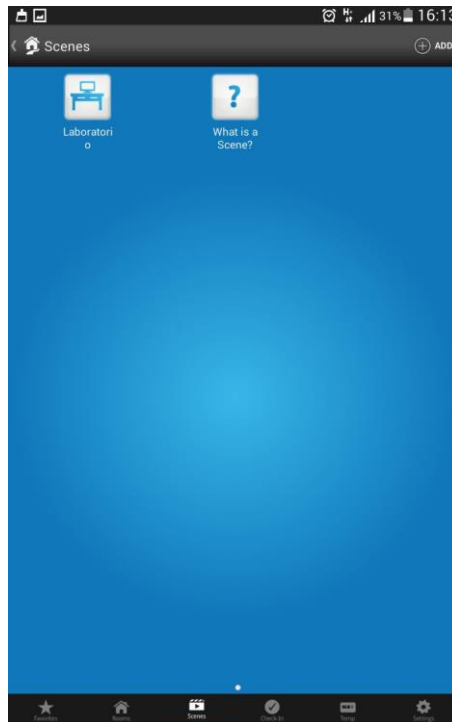


FIGURA 63: Paso 3 pruebas de funcionamiento.
Fuente: El autor

- **Configuración de temporización**

Cada módulo interconectado con el Hub tiene una opción de timer o programación especial, en la cual se puede programar encendido y apagado de los micromódulos por horario y fecha.

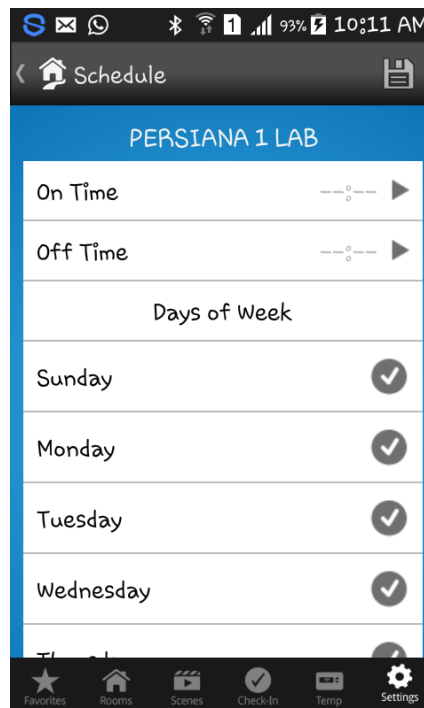


FIGURA 64: Programación del temporizador
Fuente: El autor

4.5.11.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Como resultado de las prácticas realizadas, tanto en Insteon, y en la simulación se obtuvo los siguientes resultados.

TABLA 155: Análisis de Resultados

Descripción	INSTEON	XBee + Arduino
Velocidad	La velocidad en INSTEON es bastante tolerable, tomando en cuenta que depende de la ubicación y el entorno, que tiene doble sistema de comunicación.	XBee tiene una alta velocidad, con comandos de verificación de transmisión.
Comunicación	Es excelente, no solo envía las señales mediante radio frecuencia, sino que también utiliza el cableado eléctrico como medio de transmisión de datos, lo que hace que sea elevadamente efectivo.	Es bastante bueno, con comprobación de recibido, y se realiza únicamente por radiofrecuencia.
Tecnología	Es innovadora, muy confiable, amigable, con un alto grado de actualidad, totalmente expandible y acoplable a casi todo tipo de instalaciones eléctricas.	Es prototipo estudiantil, sin embargo tiene un modelo compacto, programable y con amplias posibilidades de innovación, abierto a la creatividad del usuario.
Aplicabilidad	Es un sistema ya comercial.	Para proyectos educativos es ideal, sin embargo a nivel comercial, tiene muchas complicaciones.
Eficiencia	Elevada	Elevada
Costo	Accesible	Accesible

4.5.11.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA PRÁCTICA

Conclusiones

- Con la práctica se puede ver el gran avance tecnológico en el que estamos inmersos y la importancia de actualizar conocimientos en el ámbito de la electrónica ya que es el campo donde más avances se registran.

- La implementación del sistema ISTEON es muy intuitiva y tiene un gran campo de aplicación dentro y fuera del hogar así como también dentro del área educativa.
- La aplicación para el Smartphone es muy liviana y requiere niveles básicos de inglés porque no existe versión en español.
- La sincronización entre los dispositivos es segura, ya que si de la manera remota no es posible conectar, se puede ingresar un código de 6 dígitos el cual identifica a cada módulo.
- Es compatible con las plataformas IOS, Android y Windows 10.

Recomendaciones

- Para la configuración inicial se debe comprobar que la conexión LAN tenga tráfico de datos.
- Para el perfecto desempeño del sistema, se requiere un mínimo de señal 3G (GSM) en internet móvil.
- Los módulos y el INSTEON Hub deben estar conectados directamente a la red eléctrica no a ningún regulador de voltaje, ya que estos filtran la señal de el protocolo X10 provocando fallas.
- La distancia máxima entre módulos conectados en distintas fases debe ser menor a 8m si están ubicados en diferentes ambientes, ya que podrían haber problemas de comunicación por los elementos existentes en el ambiente, los cuales pueden debilitar la señal de radio frecuencia.
- Como los módulos transmiten mediante el cableado eléctrico es indispensable que para su instalación exista un neutro y una fase.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El Ecuador es un país en el que las importaciones de la tecnología son muy bajas, esto hace que se encuentre muy desactualizado en sistemas domóticos, haciendo comparación con países como Estados Unidos y España los cuales se dedican a innovar la Domótica.
- Para instalar un sistema domótico se necesita tener en cuenta el tipo de estructura, para hacer un diseño ajustado a las necesidades.
- La topología de red es importante el momento de elegir el sistema domótico, en este caso es un sistema malla que es el más recomendable.
- En un sistema domótico si la velocidad de transmisión supera los 4 segundos, estamos afectando seriamente la eficiencia del sistema ya que la transmisión sería demasiado lenta.
- El camino por el cual se transmite el sistema debe ser flexible y totalmente expandible, por ello se utiliza radio frecuencia y sistema X10 como soporte.
- Para hacer un sistema realmente robusto es importante definir un protocolo, que es la forma de codificar la información, INSTEON es un protocolo combinado realmente eficiente.
- La diferencia entre edificio inteligente y automático es que en el primero “yo mando” mientras en el segundo todo funciona automáticamente sin que el usuario pueda hacer cambios.
- Para que un sistema sea domótico necesita tener una interfaz amigable con el usuario y un control total del usuario con una fácil programación.
- Al tener dos sistemas de transmisión el sistema INSTEON se convierte en un sistema muy robusto y confiable, ya que las debilidades del uno se contrarrestan con la actuación del otro.
- Es compatible con las plataformas IOS, Android y Windows 10.

5.2. RECOMENDACIONES

- Aunque INSTEON es compatible con muchos otros protocolos es preferible que en un proyecto si es posible, se instale la mayor cantidad de módulos de la misma marca, para evitar complicaciones.
- Ya que en Ecuador no existe regulación o normas que rijan el uso de la domótica, se sugiere revisar las recomendaciones del fabricante para la instalación, para así tener una referencia del uso y aplicación de la domótica.
- Para una distribución total y robusta, se debería instalar por lo menos un módulo en cada fase, ya sea en un circuito bifásico o de tres fases.

BIBLIOGRAFÍA

(2011). *Boetín oficial del estado*.

Amangandi, J. (2012). Arduino. *Definición de Arduino*, (pág. 1).

Andres Cuenca. (2005). Encoders Informacion Técnica. *Información técnica*, (pág. 1).

BOE. (1997). *Real decreto*.

Educativo, N. C. (2006). NTC 4595. Colombia.

Fernández, M. (s.f.). Beneficios de Instalar domótica. España.

INCUAL-Intranet. (2012). *Desarrollo de proyectos de sistemas domóticos*.

interiores, N. E. (2002). UNE 12464.1.

Jose M. Mansilla. (2011). *Variadores de velocidad y arrancadores electrónicos*.

Junestrand, S., Passaret, X., & Vásquez, D. (2005). *Domótica y Hogar Digital*. Thomson.

Khoshafian, S. (2002). Edificios Inteligentes. España.

OHRTMAN, F. R. (2003). *Wi-Fi Handbook: Building 802.11b*. McGraw-Hill.

Organización de Servicio - SEAT, S.A. (1996). *Conceptos Basicos de Eléctricidad*. Barcelona: 1.

Rodríguez, A., & Casa, M. (2010). *Instalaciones Domóticas*. Lima: Lexus.

LINOGRAFÍA

<http://www.cedom.es/es>

<http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

<https://www.alhenaing.com>

<http://es.slideshare.net>

<https://www.arduino.cc>

<http://www.arduinando.com/>

<http://www.construction21.org>

<http://www.paritarios.cl>

<http://www.insteon.com>


ANEXOS

Quito, 06 de abril de 2016

PROFORMA EQUIPOS INSTEON



Estimado
Sra. Diego Ortega
De mi consideración:

Me permito remitir adjunto la proforma de equipos Insteon y accesorios requeridos para el proyecto de implementación de Domótica para su tesis en curso. Los precios otorgados son parte de la lista de precios de distribuidor.

DETALLE DE COSTOS DE EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN		
CANT.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Controlador Hub Insteon 	\$ 151.76
1	Controlador Insteon HUB PRO 	\$ 244.80
1	Interrupor Dimerizador Insteon SwitchLinc Dimmer \$ 69.12 / unidad 	\$ 414.72
1	Interrupor On/Off Insteon SwitchLinc Relay \$ 69.12 / unidad 	\$ 414.72
1	Tomacorriente On/Off Insteon On/Off Outlet \$ 69.12 / unidad 	\$ 414.72

Dirección: Jacinto Jijón N23-55 y Mercadillo
Edificio Meneses.

Contactos: 512-0567 / 099 8321-892
E-Mail: info@saycont.com

3	Placas blancas Insteon originales Insteon Wall Plate Screwless White \$ 4.12 / unidad		\$ 12.36
4	Módulo de control de persiana Insteon Micro Open/Close \$ 69.12 / unidad		\$ 276.48
Los precios NO incluyen IVA			

Forma de Pago:

La forma de pago para la propuesta de los equipos, se lo realizará de la siguiente forma:

- 50% de anticipo a la aceptación de la propuesta; y
- 50% a la entrega recepción.

Plazo de entrega:

- Importación directa, entrega en 10 días laborables luego de entregar el anticipo.

Tiempo de Garantía:

La garantía técnica del sistema y de los equipos que lo conforman ante defectos de fabricación es de 1 año calendario a partir de la fecha entrega/recepción. Aclarando que la garantía no cubre ante fallas en el sistema eléctrico público e interno, manipulación de las partes del sistema por personas no autorizadas, mal uso de los equipos o negligencia de los operadores.

Esperando poder servirle con la presente propuesta y abierto a cualquier inquietud que tuviese a la presente, le agradezco de antemano su atención.

Atentamente:



Marco Vinicio Velásquez G.

Ing. Electrónico en Automatización y Control

Lic. Profesional No. 03-17-3560 (CIEEPI)

SAYCONT S.A.

Dirección: Jacinto Jijón N23-55 y Mercadillo
Edificio Meneses.

Contáctos: 512-0567 / 099 8321-892
E-Mail: info@saycont.com

FIGURA 65: Anexo 1 Proforma saycont.

Fuente: Saycont

DECOR AMBIENTES "CAROLINA"

REVELO PASTAZ JORGE HERBERTO

R.U.C. 94086432091
FACTURA
 Nº 000003977

6 Hojas C/hoja
 260-2
 988411917
 Date 2018-12-29

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
248 (2)	340 (8)		
135	135		
Unipart de plomo			
color azul			
135	2 denton perfilado	AB	185.10
13.45	alido pvc		15.30
			200.40
Subtotal			185.10
Descuento			
I.G.A. 2%			
I.G.A. 5%			
TOTAL			185.10


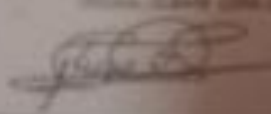

 Jorge Herberto Revelo Pastaz

 Cliente

FIGURA 66: Factura Persianas.
Fuente: Decor Ambientes "Carolina"



INSTEON	SKU	DESCRIPCION	M1
HUB	2245-222	INSTEON HUB V2	\$ 79,99
Botoneras - KEYPADS			
	2334-222	KEYPAD DIMMER, 8 BOTONES, BLANCA	
	2334-232	KEYPAD DIMMER, 6 BOTONES, BLANCA	\$ 79,00
	2487S	KEYPAD ON/OFF, 6 BOTONES, BLANCA	
	2401010	SET 10 BOTONES PARA GRABADO, BLANCO	\$ 6,00
	2401BK58	Black 6/8S Change Kit Keypad/In	\$ 5,50
	2323-232	Keypad Audio Button change kit for Sonos (blanca)	\$ 4,90
INTERRUPTORES			
	2477D	INTERRUPTOR- Dimmer (Dual-Band), BLANCO	\$ 49,50
	2477S	INTERRUPTOR- RELAY (ON/OFF), BLANCO	
Control de dispositivos no visible			
	2442-222	MICRO DIMMER	\$ 49,50
	2443-222	MICRO RELAY (ON/OFF)	
	2444-222	MICRO SHUTTER CONTROL (CORTINAS)	
TOMA CORRIENTE			
	2472DWH	TOMA ELECTRICA - DIMMER, 1 TOMA AUT. 1 ABIERTA, BLANCA	\$ 49,50
	2473DWH	TOMA ELECTRICA - ON/OFF, 1 TOMA AUT. 1 ABIERTA, BLANCA	\$ 45,50
	2663-222	TOMA ELECTRICA - ON/OFF, 3 TOMAS AUT. BLANCA	\$ 59,99
TAPAS para Botoneras, Interruptores y tomas corrientes			
	2422-222	TAPA SENCILLA BLANCA	\$ 3,00
	2423-222	TAPA DOBLE, BLANCA	\$ 5,00
	2423-242	TAPA TRIPLE, BLANCA	\$ 6,99
	2422-252	TAPA CUADRUPLA BLANCA	\$ 8,99
Sensores			
	2842-222	SENSOR DE MOVIMIENTO - INALAMBIRICO, BLANCO	
	2843-222	SENSOR APERTURA - INALAMBIRICO, BLANCO	\$ 35,00
	2845-222	SENSOR APERTURA ESCONDIRIBO- INALAMBIRICO, BLANCO	
	28E2-222	SENSOR DE AGUA - INALAMBIRICO, BLANCO	
CAMARAS			
	FI8816P	Camara IP FOSSCAM H.264 1 Mpx Interior-Robotica WIFI N Plug&Play (1 Mpx / 11 Leds IR-8mts / Filtro IR / F.2.8mm-75° / Dual Stream / HD 1/4" CMOS / G.3000. IP 6055-CAM-16-24-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100-110-120-130-140-150-160-170-180-190-200-210-220-230-240-250-260-270-280-290-300-310-320-330-340-350-360-370-380-390-400-410-420-430-440-450-460-470-480-490-500-510-520-530-540-550-560-570-580-590-600-610-620-630-640-650-660-670-680-690-700-710-720-730-740-750-760-770-780-790-800-810-820-830-840-850-860-870-880-890-900-910-920-930-940-950-960-970-980-990-1000)	\$ 99,00
	FI9803P	Camara IP FOSSCAM H.264 3 Mpx Interior-Robotica WIFI N Plug&Play (3 Mpx / 11 Leds IR-8mts / Filtro IR / F.2.8mm-75° / Dual Stream / HD 1/4" CMOS / G.3000. IP 6055-CAM-16-24-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100-110-120-130-140-150-160-170-180-190-200-210-220-230-240-250-260-270-280-290-300-310-320-330-340-350-360-370-380-390-400-410-420-430-440-450-460-470-480-490-500-510-520-530-540-550-560-570-580-590-600-610-620-630-640-650-660-670-680-690-700-710-720-730-740-750-760-770-780-790-800-810-820-830-840-850-860-870-880-890-900-910-920-930-940-950-960-970-980-990-1000)	\$ 90,00
ENCHUFABLES			
	2692-222	ACCESS POINT	\$ 39,50
	2635-222	APPLIANCE LINK ON/OFF	
	2457D2	APPLIANCE LINK DIMMER	\$ 49,50
	2694-222	ON/OFF PARA EXTERIORES	
	2450	I/O LINC CONTACTO SECO	\$ 45,50
Control Remoto			
	2342-222	CONTROL REMOTO 8 ESCENAS, INALAMB	\$ 44,50
	2444BWH	COMBO 2 SOPORTES CONTROL INALAMB	\$ 5,00
SONORAS			
	2867-222	Alert module	\$ 39,99
OTROS INSTEON			
	2672-222	BOMBILLO LED	\$ 30,00
	2475F	CONTROLADOR VENTILADORES 2 en 1	\$ 69,50
	2441TH	TERMOSTATO 12V	\$ 149,50
	2442TH	TERMOSTATO INALAMBIRICO	\$ 79,00
	2411R	RECEPTOR DE IR/ CONTROL REMOTO	\$ 99,00
PLCs Insteon			
	2413S	Insteon Powerline Modem Serial	
	2413U	Insteon powerline modem USB	\$ 69,00
UNIVERSAL DEVICES			
	IS1904	Universal Device IS1 Insteon	\$ 180,00
	IS1904IR In	Universal Device IS1 Insteon con modulo IR	\$ 240,00
	IS17 904 ZW	Universal Device IS17 Insteon con Z-wave	\$ 210,00
MOTORES CORTINAS CON MODULO INSTEON			
	KTBN2444	KT Motor Tube 6 Ined-Low-volto- driver Insteon 2444-222 40mm (Incluye suplementos)	\$ 90,00
	KT10N2444	KT Motor Tube 10 Ined-Low-volto- driver Insteon 2444-222 50mm (Incluye suplementos)	\$ 108,00
	KTBN	KT Motor central Tube 60 40mm (Incluye suplementos)	\$ 56,00
	KT10N	KT Motor central Tube 60 40mm (Incluye suplementos)	\$ 66,00
AMPLIFICADOR			
	M1A-644	Amplificador 664	\$ 1.600,00
	S197	Touch panel	\$ 960,00
	SHK00	Keyboards	\$ 150,00
	SHK00	Control Remoto	\$ 699,00
PARLANTES			
	ASM57201-2	Profile AIM7 TWO White	\$ 168,00
	AIM272	V2- AIM7 TWO V2 Glass Fiber - E	\$ 430,00
	ASM82731	V1- SPKR-AIM7 THREE	\$ 185,00
	ASM57201-2	Profile AIM7 THREE White	\$ 206,00
	ASM93811	V1- SPKR-AIM8 ONE	\$ 170,00
	AIM75710	V1- SPKR-AIM7 DT ONE	\$ 146,00
Exteriores - OUTDOOR			
	ASM80511	SPKR-OES ONE WHITE - BLACK	\$ 122,00
	ASM80616	SPKR-OES ONE WHITE - BLACK	\$ 185,00
SUBWOOFER			
	ASM99010	V10 - 10" FLOOR STANDING SUBWOOFER	\$ 398,40
	ASM99012	V12 - 12" FLOOR STANDING SUBWOOFER	\$ 568,00
GLOBAL CACHE			
	GC-WZJR	Itach Wired to IR	\$ 110,00
	GCW-WFZJR	Itach WIFI to IR	\$ 135,00
	IR1	Emisor de Infrarrojo 1 Led	\$ 4,90
	IR3	Emisor de Infrarrojo 3 Led	\$ 9,90
	IR2+1B	Emisor de Infrarrojo 2 Led & 1 Blt	\$ 16,90
ON Central - (Compatibles con 3-Bulle)			
	ON-WZJR	Wired IR3	\$ 152,00
	ON-WFZJR	WiFi IR3	\$ 185,00
CERRADURAS			
	K910	Kwikset SmartCode Z-wave Deadbolt. 6 Keys	\$ 159,00
	K916	Kwikset SmartCode Z-wave Touchscreen	\$ 235,00
	9VE	Vera Wave- Z-wave- Insteon Connection module	\$ 150,00

ENCUENTRE LA LISTA DE PRECIOS COMPLETA EN WWW.PRO.INSTEON.CO
 + Precios en Dolares Americanos. liquidado a la base de cambio del día de la compra según www.banripc.com. Entrega de inventario sujeta a disponibilidad. + Precios no incluyen IVA. Envíos fuera de Bogotá tienen un costo adicional de envío el cual será cancelado por el canal al momento de recibir el producto

VRPRODUCTS SAS
 Bog +57 1 2115979 / Celular : +57 3182225779--
www.insteon.com.co www.insteon.com.co www.insteon.com.co

FIGURA 67: Proforma módulos INSTEON

Fuente: VRproducts



FIGURA 68: Instalación de las persianas.

Fuente: El autor



FIGURA 69: Instalación control manual

Fuente: El autor



FIGURA 70: Accionamiento manual de las persianas.

Fuente: El autor



FIGURA 71: Pruebas del control manual

Fuente: El autor



FIGURA 72: Pruebas de funcionamiento.

Fuente: El autor

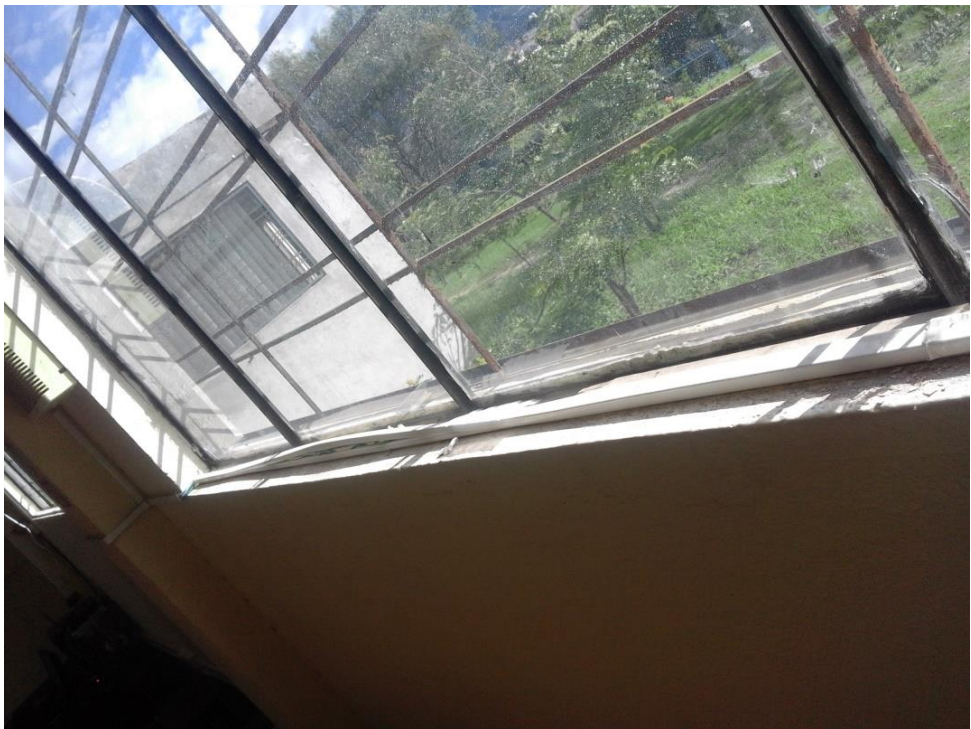


FIGURA 73: Cableado eléctrico.

Fuente: El autor



FIGURA 74: Instalación del sistema en el laboratorio 1 y pruebas del control Smart.

Fuente: El autor



FIGURA 75: Diseño del cajetín para el micromódulo.

Fuente: El