

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO EN INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ENTRENAMIENTO BASADO EN TECNOLOGÍA INSTEON  
PARA ESTABLECER UN CONTROL REMOTO DE  
ILUMINACIÓN EN EL HOGAR VÍA WI-FI”**

**MARCO VINICIO VELÁSQUEZ GRANIZO**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2011**

## **CERTIFICADO**

Ing. Paúl Ayala  
Ing. Wilson Yépez

### **CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO BASADO EN TECNOLOGIA INSTEON PARA ESTABLECER UN CONTROL REMOTO DE ILUMINACION EN EL HOGAR VIA WI-FI”, realizado por el Sr. Marco Vinicio Velásquez Granizo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan al Sr. Marco Vinicio Velásquez Granizo que lo entregue al Ingeniero Víctor Proaño, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, Abril / 2011

---

Ing. Paúl Ayala  
DIRECTOR

---

Ing. Wilson Yépez  
CODIRECTOR

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por concederme la posibilidad de superarme, por la educación que con tanto sacrificio y esfuerzo me ha permitido obtener mi profesión; por todo el apoyo incondicional, cariño, cuidado y por los valores que me han sabido inculcar durante todos estos años y que me han servido para formarme como persona de bien. A mis abuelos, ejemplo vivo de lucha, superación y tenacidad para enfrentar todos los desafíos que depara el camino de la vida. A la persona que amo, que me ha impulsado con su apoyo y confianza para superarme cada día y soñar en grande. A toda mi familia, especialmente a mis tíos, y de igual manera a los amigos que han estado siempre presentes con sus consejos oportunos y compartiendo gratos momentos a lo largo de este período estudiantil.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo, fruto de mi esfuerzo, trabajo y dedicación, a mis padres, quienes han confiado en mí y me han otorgado siempre lo mejor para mi bienestar; con el compromiso de seguir superándome y alcanzar objetivos altos en mi vida profesional. De igual manera, a mi hermana, que le sirva como ejemplo y guía de un camino largo que le falta por recorrer, que sea parte del incentivo que necesita para alcanzar sus metas priorizando su desarrollo y crecimiento profesional. A la persona que amo, como muestra de una meta cumplida de las tantas que tenemos por alcanzar. Finalmente, a toda mi familia, especialmente a mis primos, con el deseo de que cumplan todos los objetivos que se han trazado.



## PRÓLOGO

La Domótica, es una rama de la Ingeniería en Automatización y Control que estudia el conjunto de sistemas capaces de automatizar viviendas, otorgando gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que están integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas. Este campo es nuevo en el país y se encuentra en desarrollo debido al gran crecimiento del sector de la construcción e inmobiliario, que buscan en la automatización, una opción ideal como valor agregado para las nuevas construcciones.

En el presente trabajo de investigación se detalla la tecnología Insteon, desarrollada por SmartLabs, como una opción domótica, que cuenta con ventajas importantes para el cliente, convirtiéndose en una solución ideal en inmuebles construidos debido a que no requiere de cableado adicional ya que utiliza como medio físico la línea eléctrica existente y/o la radiofrecuencia, por lo tanto no demanda fuente de energía adicional o cambios en la obra civil, es de fácil y rápida instalación y es una de las tecnologías más económicas de su clase.

La realización del proyecto consiste en detallar todo el funcionamiento de Insteon, que es un protocolo avanzado del X10 y complementado mediante la transmisión dual por radiofrecuencia. Se lo compara con otros protocolos domóticos, y finalmente se elabora el diseño e implementación de un sistema de entrenamiento que muestre la capacidad de dicha tecnología mediante un panel didáctico que estará disponible en los laboratorios del Departamento de Electrónica, Automatización y Control, que permitirá practicar a los estudiantes y conocer acerca de esta tecnología innovadora.

Insteon se presenta como una alternativa única o complementaria para la automatización en viviendas, que permite la ejecución de proyectos por etapas que se ajuste a las necesidades y economía del cliente.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA .....	IV
PRÓLOGO.....	V
ÍNDICE .....	VI

### CAPÍTULO 1

<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	1
1.3. ALCANCE DEL PROYECTO .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3

### CAPÍTULO 2

<b>INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS INSTEON.....</b>	<b>4</b>
2.1. INTRODUCCIÓN .....	4
2.2. FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA INSTEON .....	6
2.3. ESPECIFICACIONES, FUNCIONAMIENTO Y APLICACIONES .....	9
2.3.1. Especificaciones.....	9
2.3.2. Funcionamiento.....	12
2.3.3. Aplicaciones.....	17
2.4. ESTRUCTURA DE MENSAJES .....	18
2.4.1. Direccionamiento de los Dispositivos.....	21
2.4.2. Tipos de Mensajes de Campo.....	21
2.4.3. Banderas de Mensajes .....	22
2.4.4. Datos del usuario.....	26

2.4.5.	Byte de Comprobación del Mensaje .....	27
2.5.	DETALLE DE LAS SEÑALES Y PAQUETE DE DATOS .....	27
2.5.1.	Paquetes de Datos en la Red Eléctrica .....	27
2.5.2.	Paquetes de Datos en Radiofrecuencia.....	29
2.5.3.	Señales Insteon en la Red Eléctrica.....	30
2.5.4.	Señales Insteon en Radiofrecuencia.....	37
2.6.	MANEJO DE LA RED .....	41
2.6.1.	Comandos Insteon .....	42
2.6.2.	Clases de Dispositivos Insteon.....	43
2.6.3.	Seguridad en la Red Insteon.....	48

### **CAPÍTULO 3**

<b>DESARROLLO DE APLICACIONES EN INSTEON .....</b>	<b>51</b>	
3.1.	INTRODUCCIÓN .....	51
3.2.	INTERFACES CON LA RED INSTEON .....	52
3.2.1.	Controlador PowerLinc .....	53
3.2.2.	Modem PowerLinc.....	54
3.2.3.	Comparación entre el PLC y el PLM.....	55
3.2.4.	Aplicaciones de Administrador .....	56
3.3.	PAQUETE DE DESARROLLADOR.....	57
3.4.	APLICACIONES SALAD.....	58

### **CAPÍTULO 4**

<b>ANÁLISIS Y COMPARACION CON OTROS PROTOCOLOS .....</b>	<b>62</b>	
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	62
4.2.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO X10 .....	63
4.2.1.	Detalles del Protocolo X10 .....	63
4.2.2.	Compatibilidad de Insteon con X10.....	66
4.2.3.	Comparación entre Insteon y X10.....	67
4.2.4.	Tabla Comparativa entre Insteon y X10.....	70
4.3.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO LONWORKS.....	72

4.3.1.	Detalles del Protocolo LonWorks .....	72
4.3.2.	Comparación entre Insteon y LonWorks.....	74
4.4.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO ZIGBEE .....	74
4.4.1.	ZigBee .....	74
4.4.2.	Interoperabilidad de ZigBee.....	78
4.4.3.	Insteon comparado con ZigBee.....	78
4.4.4.	Tabla de comparación ZigBee frente a Insteon.....	79
4.5.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO Z-WAVE .....	80
4.5.1.	Comparación entre Insteon y Z-Wave.....	81
4.5.2.	Tabla comparativa entre Insteon y Z-Wave .....	82
4.6.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO WIFI .....	84
4.6.1.	Comparación entre Insteon y WiFi .....	85
4.7.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO BLUETOOTH .....	86
4.7.1.	Insteon comparado con Bluetooth.....	86
4.8.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO WIMAX.....	87
4.8.1.	Insteon comparado con WiMax .....	87

## **CAPÍTULO 5**

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEON.....</b>	<b>89</b>
5.1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO.....	89
5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS .....	95
5.2.1. Interruptor Icon Dimmer Switch .....	95
5.2.2. Interruptor Icon On/Off Switch.....	98
5.2.3. Módulo LampLinc.....	101
5.2.4. Teclado KeypadLinc Relay.....	105
5.2.5. Controlador Central Insteon SmartLinc .....	108
5.2.6. Router con acceso WLAN (Wi-Fi) .....	112
5.3. CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS .....	114
5.3.1. Configuración de los Interruptores Icon Dimmer y On/Off.....	114
5.3.2. Configuración del Módulo LampLinc.....	117

5.3.3.	Configuración del Teclado KeypadLinc Relay .....	120
5.3.4.	Configuración del Controlador Central Insteon SmartLinc .....	126
5.4.	DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN DE LA RED INSTEON .....	128
5.5.	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN PARA TELÉFONOS MÓVILES .....	130
5.5.1.	Instalación del Entorno de Desarrollo de Java Eclipse .....	133
5.5.2.	Instalación del Plug-in BlackBerry de Java .....	133
5.5.3.	Desarrollo de la Aplicación BlackBerry .....	135
5.5.4.	Comandos Insteon enviados desde la Aplicación Móvil.....	139
5.5.5.	Ejecución e instalación de la Aplicación BlackBerry .....	142
<b>CAPÍTULO 6</b>		
<b>IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEON.....</b>		<b>145</b>
6.1.	MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO .....	145
6.1.1.	Montaje del Panel del Sistema de Entrenamiento .....	145
6.1.2.	Especificaciones Eléctricas del Panel de Entrenamiento .....	150
6.1.3.	Especificaciones Generales del Panel de Entrenamiento .....	155
6.2.	CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA .....	156
6.2.1.	Estableciendo los Enlaces Insteon.....	156
6.2.2.	Puesta en Marcha del Router D-Link.....	160
6.2.3.	Puesta en Marcha del Controlador SmartLinc .....	165
6.2.4.	Configuración para acceder desde Internet .....	172
6.3.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	174
<b>CAPÍTULO 7</b>		
<b>PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....</b>		<b>176</b>
7.1.	INTRODUCCIÓN .....	176
7.2.	DESARROLLO DE GUÍAS DE LABORATORIO .....	177
7.2.1.	Práctica de Laboratorio 1 .....	177
7.2.2.	Práctica de Laboratorio 2 .....	183
7.2.3.	Práctica de Laboratorio 3 .....	188
7.2.4.	Práctica de Laboratorio 4 .....	191

**CAPÍTULO 8**

<b>MEMORIA TÉCNICA Y PRESUPUESTO</b> .....	194
8.1. LISTA DE MATERIALES QUE CONFORMAN EL SISTEMA .....	194
8.2. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE COSTOS .....	197
8.3. PRESUPUESTO GENERAL.....	205

**CAPÍTULO 9**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	208
9.1. CONCLUSIONES .....	208
9.2. RECOMENDACIONES .....	210

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS****ANEXOS**

- ANEXO 1: DISEÑO DEL GABINETE DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO
- ANEXO 2: PLANOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO
- ANEXO 3: CÓDIGO DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY
- ANEXO 4: MANUAL DE USUARIO DE LOS DISPOSITIVOS INSTEON

## **CAPÍTULO 1**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

Insteon es una tecnología desarrollada por SmartLabs que emplea como medios de transmisión las líneas del cableado eléctrico implementado en el hogar y un protocolo de radiofrecuencia (RF) donde se comunican los diferentes dispositivos de la red para automatizar los dispositivos electrónicos y las aplicaciones caseras, que funcionan normalmente independientemente. Insteon fue desarrollado, basado en el modelo del protocolo X10, para el control y los usos de detección en el hogar.

La red Insteon es robusta, punto a punto, integrada (combina la radiofrecuencia con el cableado eléctrico existente casero), redundante y no supervisada. Insteon es menos susceptible a la interferencia y ruido encontrado comúnmente dentro del hogar. Todos los dispositivos de Insteon son pares, es decir, que cada dispositivo puede transmitir, recibir, y repetir cualquier mensaje del protocolo, sin requerir un regulador principal o un software complejo de configuración.

#### **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La importancia del presente proyecto consiste principalmente en proporcionar y difundir el sistema de entrenamiento de la tecnología de automatización para el hogar Insteon, basado en el control remoto de iluminación desde un teléfono móvil, el mismo que

puede ser aplicado como complemento en el aprendizaje de los alumnos de la carrera, principalmente en la especialización en Automatización y Control.

Mediante el Sistema de Entrenamiento de Insteon, los usuarios del mismo podrán conocer las prestaciones que brinda dicha tecnología domótica, que fue desarrollada a partir del protocolo X10, siendo este un importante aspecto ya que es completamente compatible con dispositivos de dicho protocolo lo que hace que el sistema tenga una aplicación más amplia. Además la tecnología cuenta con una banda dual de transmisión que permite elaborar una red domótica ya sea por el cableado eléctrico existente en el hogar y/o por radiofrecuencia.

Se destaca también, que por medio del sistema de entrenamiento a implementar en el presente proyecto, se consigue ampliar la base de conocimientos de los alumnos de la carrera, permitiendo experimentar de forma práctica la tecnología provista por Insteon, tomando en cuenta que es un sistema innovador que presenta dos alternativas de transmisión de datos, superando así los inconvenientes de su predecesor X10 y destacando también que el sistema se vuelve en una alternativa importante para aplicaciones en inmuebles ya construidos y habitados, ya que posee una cómoda instalación de cara al propietario de la vivienda porque no se necesita de cableado o estructura adicional.

Insteon tiene una amplia gama de productos que permiten varias aplicaciones en el desarrollo de sistemas automatizados para el hogar orientados al confort, seguridad y ahorro de energía. Algunas aplicaciones que se pueden implementar con la red Insteon, se enlistan a continuación:

- ❖ Escenarios y control remoto de iluminación.
- ❖ Sensores e interfaces de seguridad.
- ❖ Sensores para el hogar (agua, humedad y temperatura).
- ❖ Control de accesos.
- ❖ Manejo y control de calefacción y aire acondicionado.
- ❖ Control de audio y video.
- ❖ Manejo de aparatos.
- ❖ Ahorro de energía.



---

### 1.3. ALCANCE DEL PROYECTO

Incorporar a los laboratorios del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE, un prototipo de sistema de entrenamiento basado en la tecnología Insteon, orientado al control de iluminación en el hogar a través de un teléfono móvil que opere sobre el sistema por medio de comunicación vía Wi-Fi, contando con dispositivos de la tecnología mencionada que permitan realizar el encendido, apagado y dimerización de luces. Todo esto, implementado en un panel pedagógico que permite al usuario del mismo, comprender el funcionamiento y configuración del sistema Insteon, así como apreciar sus beneficios en la automatización y control en el hogar.

### 1.4. OBJETIVOS

#### **General**

Diseñar e implementar un sistema de entrenamiento basado en tecnología domótica Insteon, orientado al control de iluminación en el hogar desde un teléfono móvil por medio de comunicación Wi-Fi.

#### **Específicos**

- ❖ Desarrollar una aplicación para teléfonos móviles que sea capaz de controlar la red Insteon mediante el acceso a la red inalámbrica de datos (Wi-Fi) implementada en el hogar.
- ❖ Implementar el sistema de entrenamiento con dispositivos adecuados que permitan simular el control de iluminación en el hogar.
- ❖ Realizar el estudio y análisis del funcionamiento de los sistemas Insteon, modo de transmisión y comparación con otros protocolos domóticos.
- ❖ Elaborar prácticas de laboratorio que permitan mostrar el funcionamiento y configuración, para complementar el aprendizaje de los sistemas de automatización en el hogar.

## CAPÍTULO 2

### INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS INSTEON

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

Insteon es una tecnología cuyos dispositivos se conectan en una red de topología tipo malla, utilizando como medio de transmisión la red eléctrica, la radiofrecuencia, o ambos medios a la vez. Todos los dispositivos Insteon tienen la misma jerarquía, lo que significa que pueden ser configurados como controladores, actuadores, o repetidores; sin necesidad de un controlador maestro presente en la red o de un software de enrutamiento.

La adición de dispositivos en una red Insteon la hace más robusta ya que la información enviada es reiteradamente retransmitida por todos los miembros de la red (nodos) que se encuentran entre el transmisor y receptor, hasta que la orden se cumpla. Los dispositivos Insteon que transmiten la información por medio de la red eléctrica, son compatibles con dispositivos basados en el protocolo X10.

Insteon fue creada por Smarthome, una de las mayores industrias a nivel mundial en desarrollar soluciones de automatización para el hogar, que provee especialmente dispositivos y equipos de domótica, como control de luces, automatismos, seguridad, sistemas de vigilancia, dispositivos de cuidado de mascotas y aparatos de entretenimiento en el hogar.

Los inmuebles de hoy están llenos de aparatos de alta tecnología, unidades de recreación, computadoras y dispositivos de comunicaciones. Se debe considerar que todas

las utilidades, como la electricidad, iluminación, fontanería, calefacción y aire acondicionado son parte muy importante de la vida moderna. Pero estos sistemas actúan de forma independiente en la mayoría de inmuebles, provocando que se tengan luces encendidas cuando nadie las necesita, aire acondicionado insensible al ambiente y al confort de las personas, tuberías que pueden reventar sin que nadie lo comunique, aspersores que riegan el césped incluso cuando está lloviendo, etc.

Para poder valorar la importancia hoy en día de las comunicaciones se presenta la siguiente cita: “Para que un grupo de objetos y dispositivos independientes, se comporten con un propósito unificado, los objetos deben ser capaces de comunicarse entre sí y cuando lo hacen, nuevas propiedades impredecibles pueden surgir. En biología por ejemplo, los animales surgieron cuando el sistema nervioso evolucionó. El Internet surgió cuando las telecomunicaciones se relacionaron con los ordenadores. La economía global se desprende de las transacciones realizadas a una velocidad asombrosa gracias a las comunicaciones”<sup>1</sup>.

Generalmente, en los hogares no existe una infraestructura o procedimiento de comunicación entre los diferentes dispositivos, por ejemplo, los interruptores de luz enlazados con el PC o con un mando a distancia. Existen sistemas para desarrollar automatización en el hogar existen y ha demandado mucho tiempo el desarrollo de los mismos, pero el limitante es el elevado costo, y como una opción económica surgió el protocolo X10 en la década de 1970, pero dicho protocolo es limitado, poco fiable e inflexible; para ser utilizado como una red domótica.

En 1997, Smarthome comenzó a fabricar la serie "Linc", que consistió en una producción mejorada de dispositivos X10, incluyendo controladores, reguladores de luz, interruptores, interfaces de ordenador y potenciadores de señal. Con estos dispositivos se consiguió mejorar el rendimiento del protocolo X10 que en su mayoría permitían ser instalados por los mismos usuarios debido a que la instalación era sencilla.

Así mismo, CEBus<sup>2</sup> se presento como una solución, pero resulto ser muy costosa debido al sobredimensionamiento de la tecnología con que se desarrollaron los

---

<sup>1</sup> Tomado de la bibliografía: “Insteon Details”, Smarthome Technology, Agosto/2005. Página 3.

<sup>2</sup> CEBus: es un protocolo desarrollado por la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) para hacer posible la interconexión y comunicación entre dispositivos electrónicos en el hogar.

dispositivos. Aunque CEBus se convirtió en una norma oficial (EIA-600), los desarrolladores no elaboraron productos para ser comercializados.

Los protocolos de comunicación de radiofrecuencia, como Z-Wave<sup>3</sup> y ZigBee<sup>4</sup>, requieren complejas estrategias de enrutamiento y una confusa variedad de tipos de maestros y esclavos dentro de la red, adicionalmente la radiofrecuencia por sí sola no puede ser suficientemente fiable ya que se puede encontrar lugares de instalación donde la señal de radiofrecuencia se bloquee o atenúe.

La tecnología Bluetooth posee un alcance de señal demasiado corto, en cambio el Wi-Fi tiene un gran alcance pero es demasiado caro, y los protocolos de línea eléctrica de alta velocidad son muy complejos para ser incorporados en dispositivos para el hogar, tales como interruptores de luz, cerraduras de puertas o sensores. En general, la mayoría de tecnologías inalámbricas o que utilicen la red eléctrica como medio de transmisión, tienen características sobredimensionadas como para aplicarlas en dispositivos para el hogar.

Por esta razón, Smarthome lanza en el 2001, el protocolo Insteon como una red doméstica de control ideal, con el propósito de que sea simple, robusta, económica y que pueda comunicar a todos los dispositivos y aparatos dentro del hogar en una sola red, de forma que se consiga comodidad, seguridad y confort para el usuario.

## 2.2. FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA INSTEON

Insteon se fundamenta principalmente en que prácticamente, en todos los hogares se posee el cableado de la red eléctrica, y las bandas de radiofrecuencia están libremente disponibles para su uso sin licencia en el hogar, por lo que las comunicaciones a través de la red eléctrica o por las ondas de radiofrecuencia, son los medios ideales para las redes domésticas.

---

<sup>3</sup> Z-Wave: es un protocolo propietario de comunicación inalámbrica diseñada para la automatización del hogar, específicamente para aplicaciones de control remoto en entornos residenciales y comerciales.

<sup>4</sup> ZigBee: nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de redes inalámbricas de área personal (WPAN), para la utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4.

Insteon es un protocolo de red orientado a los hogares, que combina el control de la red eléctrica y la comunicación por radiofrecuencia. La línea eléctrica por sí misma es un entorno exigente, debido al ruido eléctrico, atenuaciones variables, y la transición de fase<sup>5</sup>. De igual manera, se sabe que las comunicaciones móviles como la radiofrecuencia, incluso las radios sofisticadas digitales de última generación como los teléfonos celulares de uso diario, están lejos de ser perfectas.

Las redes que dependen solo de las líneas de alta tensión o solo de la radiofrecuencia requieren compensaciones complejas en un intento de lograr fiabilidad, esto hace que se eleven considerablemente los precios.

Insteon se basa en una red de doble malla que utiliza los puntos fuertes de un medio para superar las debilidades del otro, con el propósito de alcanzar una relación precio/rendimiento superior a lo que puede lograrse utilizando un solo medio de transmisión.

Cada vez que un dispositivo Insteon escucha un mensaje destinado a otro dispositivo Insteon, repite de forma sincrónica la información junto con otros dispositivos que escuchan el mismo mensaje. Ya que los mensajes son idénticos, varios dispositivos los envían en el mismo instante, de esta manera se fortalece la señal, ya sea en la red eléctrica o por radiofrecuencia. Los mensajes se transmiten siempre y cuando exista una tormenta de datos, y el número de retransmisiones están limitadas por un contador.

Los principios que impulsaron al desarrollo de la tecnología Insteon y que se encuentran inmersos en los dispositivos de dicha tecnología, se detallan a continuación:

- ❖ **Respuesta inmediata.** Los dispositivos Insteon responden a los comandos sin retraso perceptible. La velocidad de señalización Insteon está optimizada para que el control sea lo suficientemente rápido como para responder con eficiencia y que permita la creación de redes fiables con componentes de bajo costo.

---

<sup>5</sup> Transición de Fase: se refiere a los métodos para lograr intercambiar información entre las fases de la línea eléctrica, utilizada como medio de transmisión, ya que no existe una conexión directa entre las mismas.

- 
- ❖ Fácil de instalar. La instalación en las viviendas existentes no requiere un nuevo cableado, ya que la comunicación Insteon se transmite por la red eléctrica instalada o a través de las ondas de radiofrecuencia.
  - ❖ Fácil de usar. Para configurar y enlazar los equipos controladores con los actuadores se sigue un procedimiento muy sencillo, que consiste en presionar un botón y el dispositivo queda automáticamente vinculado dentro de la red Insteon. Los dispositivos Insteon proporcionan información instantánea a los usuarios, haciéndolos fácil de utilizar y generando una interfaz amigable a los mismos.
  - ❖ Seguro. Una red Insteon se vuelve más robusta y fiable, ya que los mensajes se expanden por todos los dispositivos, repitiendo los mensajes recibidos de otros dispositivos hasta llegar al destinatario. Debido a que se cuenta con una comunicación de doble banda, usando tanto la red eléctrica como la radiofrecuencia, se aseguran múltiples vías para la transmisión de los mensajes.
  - ❖ Asequible. Todos los dispositivos Insteon envían y reciben los mensajes en la misma forma, sin necesidad de un controlador de red especial o de un algoritmo complejo de enrutamiento que eleven los costos. Los dispositivos Insteon son diseñados específicamente para aplicaciones de control básicas en el hogar que no requieren transportar grandes cantidades de datos o altas velocidades de transmisión que incrementen el precio.
  - ❖ Compatible con X10. Los protocolos Insteon y X10 pueden coexistir entre sí en la misma línea eléctrica, sin la interferencia mutua. Abriendo la posibilidad de crear productos híbridos (Insteon/X10) que operan correctamente en ambos entornos y que permite a los usuarios de X10, actualizar fácilmente a una red Insteon.

## 2.3. ESPECIFICACIONES, FUNCIONAMIENTO Y APLICACIONES

### 2.3.1. Especificaciones

Insteon es una red fiable y asequible a nivel del hogar, ya que está optimizada para el mando y control de aplicaciones a nivel del hogar que no necesitan un transporte de datos a alta velocidad.

Los mensajes de control en las redes Insteon son de longitud fija y sincronizada a la red eléctrica mediante los cruces por cero, no contienen información de enrutamiento más allá de una dirección de origen y destino. La figura 2.1 describe la trama del protocolo Insteon para el transporte de datos por medio de la red eléctrica, donde se retransmite la información original hasta cuatro veces sincronizadas con la señal eléctrica garantizando que llegue la información adecuada al destino, y también describe la trama de datos por radiofrecuencia donde se envía un solo paquete de datos que se comprueban cíclicamente (CRC) al final.

Trama del Protocolo Insteon sobre la Red Eléctrica (15 Bytes)														
Paquete de Inicio			Paquete de Cuerpo			Paquete de Cuerpo			Paquete de Cuerpo			Paquete de Cuerpo		
3 Bytes			3 Bytes			3 Bytes			3 Bytes			3 Bytes		
Sincronización	Código de Inicio	Datos	Sincronización	Código de Inicio	Datos	Sincronización	Código de Inicio	Datos	Sincronización	Código de Inicio	Datos	Sincronización	Código de Inicio	Datos
8 Bits	4 Bits	12 Bits	2 Bits	4 Bits	18 Bits	2 Bits	4 Bits	18 Bits	2 Bits	4 Bits	18 Bits	2 Bits	4 Bits	18 Bits

Trama del Protocolo Insteon sobre Radiofrecuencia (14 Bytes)			
Sincronización	Código de Inicio	Datos	CRC
2 Bytes	1 Byte	10 Bytes	1 Byte

Figura 2.1. Trama del Protocolo Insteon

El protocolo Insteon permite que los dispositivos, como interruptores de luz y sensores sean conectados en red en grandes cantidades, a bajo costo. Insteon también puede conectarse mediante puentes a otras redes, tales como Wi-Fi, LAN, Internet, telefonía y sistemas de entretenimiento de distribución.

La tabla 2.1 presenta las principales especificaciones del protocolo Insteon<sup>6</sup>.

Característica	Detalle	
Red	Banda Dual (Red Eléctrica y Radiofrecuencia) Punto a Punto Topología en malla No requiere supervisión No requiere tablas de enrutamiento	
Protocolo	Todos los dispositivos son repetidores de doble vía Identificación de mensajes Repetición de mensaje si no son recibidos Sincronizado con la red eléctrica	
Compatibilidad con X10	Pueden enviar y recibir comandos del Protocolo X10 No pueden repetir ni amplificar el Protocolo X10	
Velocidad de Transmisión	Instantánea	13,165 bits / seg.
	Sostenida	2,880 bits / seg.
Tipos de Mensaje	Estándar	10 Bytes
	Extendido	24 Bytes
Formato de Mensaje	Dirección de origen	3 Bytes
	Dirección de destino	3 Bytes
	Bandera	1 Bytes
	Comandos	2 Bytes
	Datos de Usuario	14 Bytes
	Verificación	1 Byte
Memoria	RAM	80 Bytes
	ROM	3 Kbytes
Dispositivos	Identificación única	16'777.216 identificaciones
	Tipos de dispositivos	65.535 dispositivos
	Comandos	65.536 comandos

<sup>6</sup> Tabla de especificaciones en base a la bibliografía: "Insteon: The Details", SmartHome Technology.



Grupos	Grupos por dispositivo	256 grupos
	Miembros de un grupo	Limitado por memoria <sup>7</sup>
Memoria Requerida en una Aplicación Típica (Interruptor, Dimerización)	RAM	256 Bytes
	EEPROM	256 Bytes
	Flash	7 Kbytes
Instalación de Dispositivos	Conectando directamente al toma corriente Instalando al cableado eléctrico Operado con baterías	
Configuración de Dispositivos	Conectar y Pulsar PC o Controlador	
Seguridad	Posesión del dispositivo físicamente Enmascaramiento de dirección Mensajes encriptados	
Desarrollo de Aplicaciones	IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) SALad (Lenguaje de Interpretación) Kits de Desarrollo de Hardware y Software	
Medio de Transmisión por la Corriente Eléctrica	Frecuencia	131.65 KHz
	Modulación	BPSK
	Nivel de Transmisión Mínima	3.16 Vpp en 5 Ohmios
	Nivel de Recepción Mínima	10 mV
	Comunicación entre fases	Radiofrecuencia o Hardware
Medio de Transmisión por Radiofrecuencia	Frecuencia	904 MHz
	Modulación	FSK
	Sensibilidad	- 103 dbm
	Rango	150 ft

**Tabla 2.1. Especificaciones del Protocolo Insteon**

<sup>7</sup> La limitación del número de dispositivos miembros de un grupo depende de la capacidad de memoria que tiene cada dispositivo, ya que en ella se almacenan los enlaces que se crean entre los dispositivos Insteon.

### 2.3.2. Funcionamiento

Los dispositivos dentro de una red Insteon se comunican entre sí usando dos medios de transmisión, por Radiofrecuencia (RF) y a través de la línea eléctrica o conocido como el “Powerline” (PL). Los diferentes tipos de comunicación que se pueden encontrar dentro de una red Insteon se ilustra a continuación en la figura 2.2.

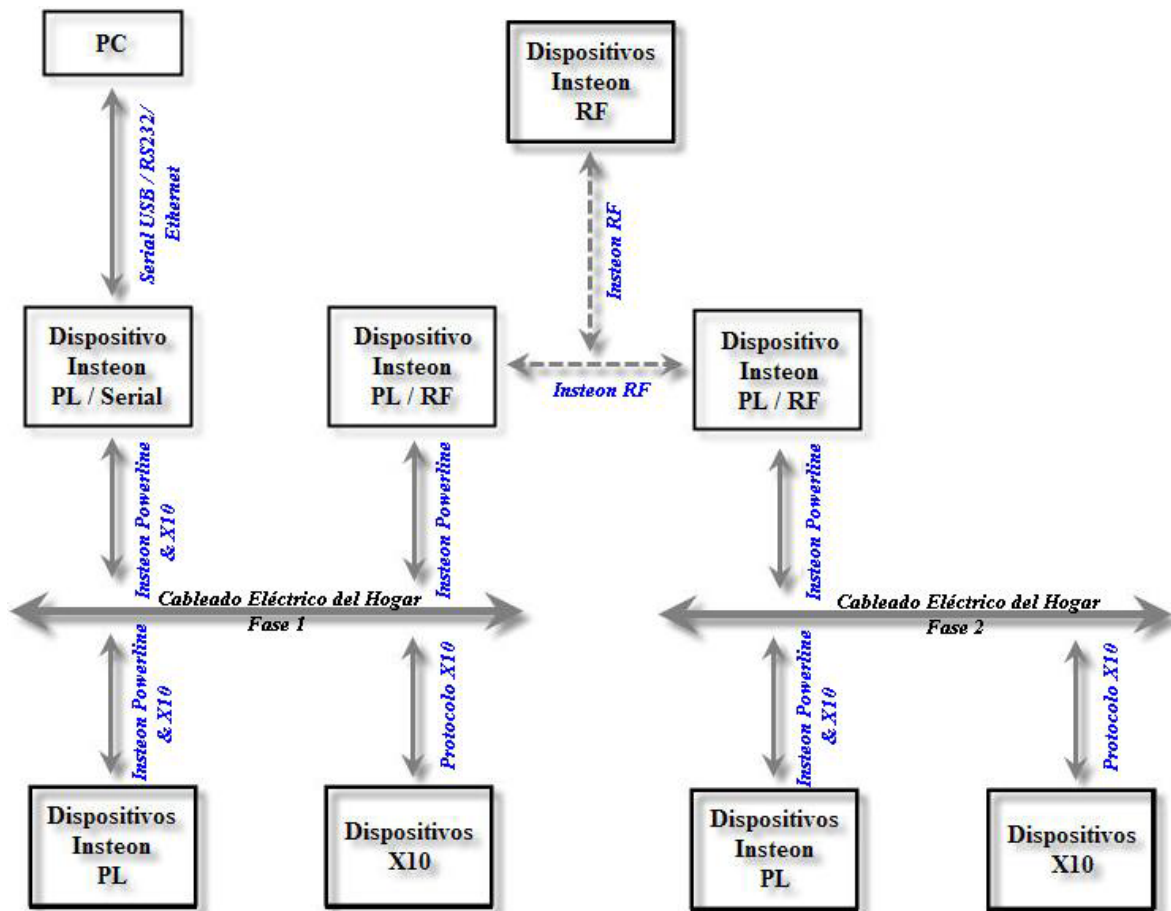


Figura 2.2. La Comunicación en la Red Insteon

Los dispositivos Insteon pueden comunicarse entre sí utilizando como medio de transmisión la línea eléctrica mediante el protocolo Insteon Powerline (PL).

Los dispositivos existentes X10 también pueden comunicarse a través de la red eléctrica. El protocolo Insteon Powerline es compatible con el protocolo X10, lo que significa que los dispositivos Insteon pueden escuchar y controlar a los dispositivos X10. Sin embargo hay que considerar que los dispositivos X10 son insensibles al protocolo Insteon Powerline.

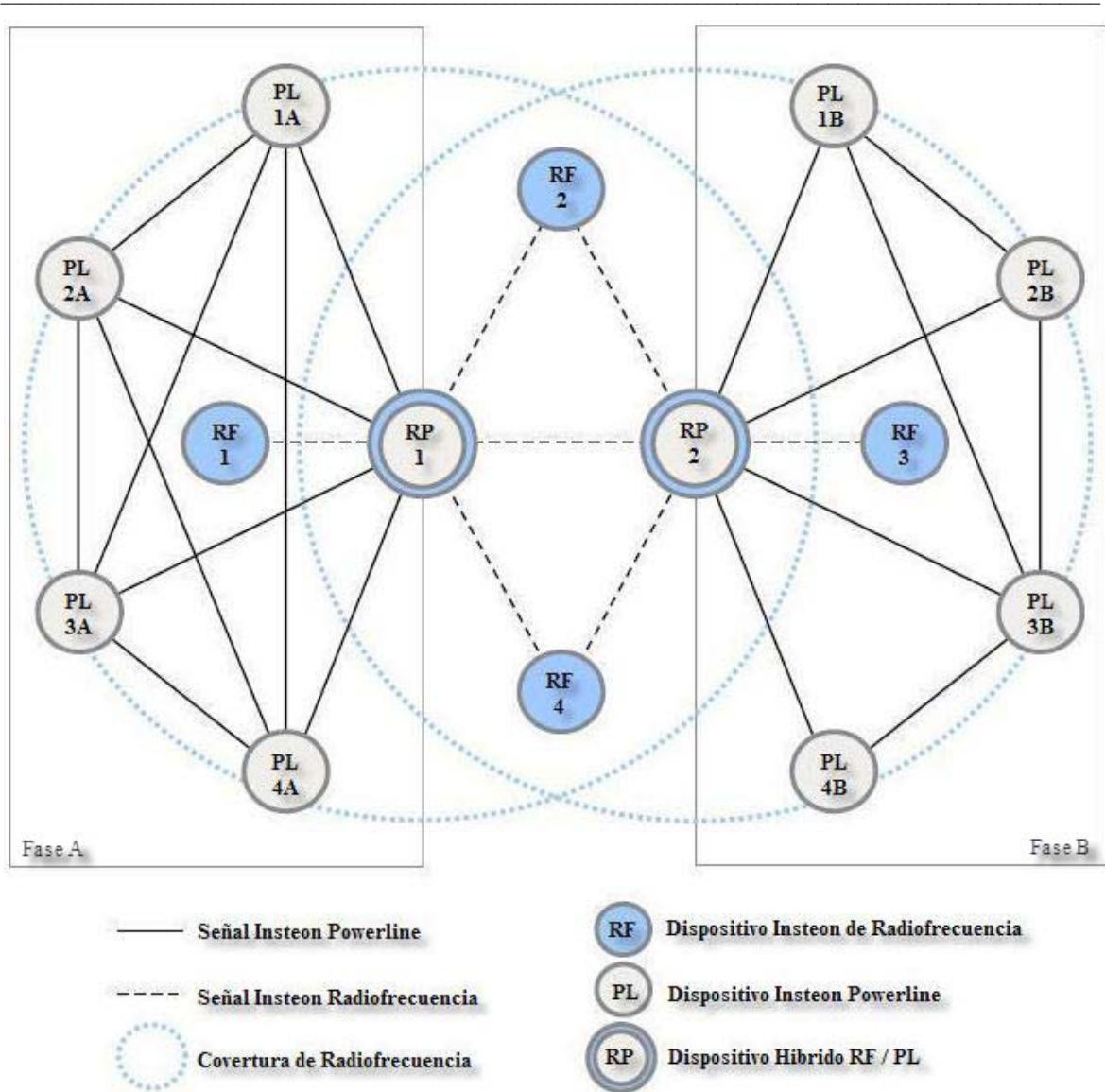
Los dispositivos Insteon pueden utilizar tanto el protocolo Insteon Powerline, como el protocolo Insteon RF (radiofrecuencia) que resuelve el problema más importante que se puede presentar en la comunicación a través de la red eléctrica, cuando se presenta el caso de conexión con dos fases en la acometida eléctrica de la vivienda (transición de fases).

Una solución tradicional al problema mencionado, es conectar un dispositivo de acoplamiento entre las fases de línea eléctrica, con el uso de dispositivos Insteon capaces de transmitir sobre la red eléctrica y por radiofrecuencia. El protocolo Insteon RF actúa como puente de mensajería a través de las fases de la red eléctrica, por tanto, se debe tener por lo menos un dispositivo Insteon PL/RF conectado en cada fase.

Los dispositivos Insteon también pueden comunicarse con las computadoras u otros dispositivos digitales mediante una serie de interfaces dedicadas tales como USB, RS232 o Ethernet. En la figura 2.1 se muestra el ejemplo de un dispositivo puente Insteon/Serial que permite la comunicación de la red Insteon con un PC mediante un enlace serie.

Las comunicaciones de tipo serie pueden acceder a la red Insteon, permitiendo comunicarse con otros dispositivos de una casa, como por ejemplo con las computadoras, con otros nodos en una red local (LAN), o con la red global de Internet. Dichas conexiones permiten que los dispositivos Insteon sean capaces de ejecutar aplicaciones desarrolladas en SALad, que es un lenguaje interpretado por los dispositivos Insteon cuyos detalles se desarrollan más adelante en el Capítulo III.

**2.3.2.1. Repetición de los mensajes Insteon.** La figura 2.3 muestra cómo se mejora la fiabilidad de la red Insteon cuando se añaden más dispositivos a la misma. La figura muestra dispositivos Insteon que se comunican únicamente a través de la línea eléctrica (PL), solo por radiofrecuencia (RF), y por ambos medios de transmisión (PR).



**Figura 2.3. Repetición de mensajes en la Red Insteon**

Todos los dispositivos Insteon son capaces de repetir el mensaje automáticamente desde el momento que son conectados, no hace falta realizar una instalación especial mediante algún procedimiento de configuración de red. La adición de dispositivos aumenta el número de vías en las que los mensajes pueden viajar, lo que permite que exista una mayor probabilidad de que un mensaje llegue a su destino, por lo que entre más dispositivos se aumenten a la red Insteon, esta será mejor.

A modo de ejemplo y tomando en cuenta la red Insteon de la figura 2.2, suponiendo que el dispositivo de radiofrecuencia RF1 desea enviar un mensaje a RF3, pero RF3 está fuera de alcance. El mensaje si será enviado, porque los dispositivos dentro del alcance de RF1, por ejemplo RP1 y RF2, recibirán el mensaje y estos retransmitirán a otros

dispositivos dentro del alcance de sí mismos. Por lo tanto, hay muchas maneras para que el mensaje en cuestión viaje, por ejemplo: de RF1 a RF2 a RF3 (1 retransmisión), de RF1 a RP1 a RP2 a RF3 (2 retransmisiones), y de RF1 a RP1 a RF2 a RP2 a RF3 (3 retransmisiones).

En la línea eléctrica, la diversidad de rutas del mensaje tiene un efecto beneficioso similar. Por ejemplo, en la figura 2.2 se muestra el dispositivo de línea eléctrica PL1B sin una ruta de comunicación directa al dispositivo PL4B. En la realidad, esto puede ocurrir debido a problemas de atenuación de la señal o porque no existe una ruta directa a través del cableado eléctrico. Pero un mensaje de PL1B llegará a PL4B tomando un camino a través de RP2 (1 retransmisión), a través de PL2B a RP2 (2 retransmisiones), o través de PL2B a RP2 a PL3B (3 retransmisiones).

La figura 2.2 también muestra cómo los mensajes pueden viajar entre los dispositivos conectados a la red eléctrica que se instalan en diferentes fases. Para llevar a cabo la transición entre fases, por lo menos un dispositivo Insteon híbrido (RF/PL) debe estar instalado en cada fase de la red eléctrica. En la figura, el dispositivo híbrido RP1 está instalado en la fase A y RP2 está instalado en la fase B. Estos dispositivos van a permitir que los mensajes se propaguen entre las dos fases de la línea eléctrica, a pesar de que no exista una conexión eléctrica directa.

Ya que todos los dispositivos pueden repetir los mensajes, debe haber algún mecanismo para limitar el número de veces que un mensaje puede ser retransmitido, o que el exceso de propagación de mensajes a través de la red cause saturación en la misma. Es por esto que el protocolo Insteon evita este problema al limitar a tres, el número máximo de veces que un mensaje individual puede ser retransmitido.

Todos los dispositivos Insteon son iguales, lo que significa que cualquier dispositivo puede actuar al mismo tiempo como un controlador (enviar mensajes), como actuador (recibir mensajes), o repetidor (reenvía mensajes).

Esta relación se ilustra en la figura 2.4, donde el dispositivo Insteon 1, en calidad de un interventor, envía múltiples mensajes a los dispositivos Insteon 2, 3 y 4 que actúa como

actuadores. A la vez, los dispositivos Insteon 5, 6, y 7 en calidad de controladores también puede enviar mensajes a un solo dispositivo Insteon (3) en calidad de un actuador.

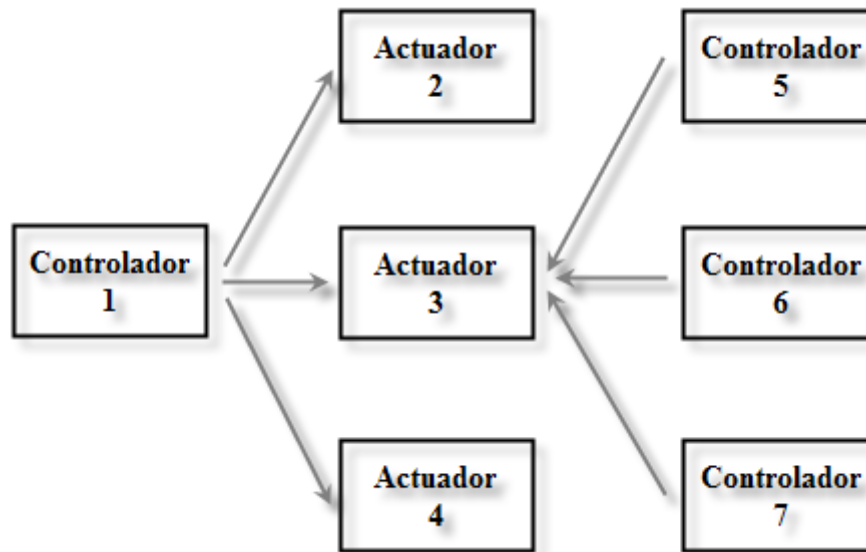


Figura 2.4. Formas de Difusión de mensajes Insteon

Cualquier dispositivo Insteon puede repetir los mensajes, como se muestra en la figura 2.5, el mensaje se retransmite a través del dispositivo B que actúa como repetidor, asegurando que la información enviada desde el dispositivo A llegue al dispositivo C.

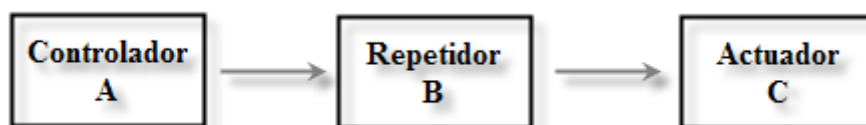


Figura 2.5. Repetición de los mensajes a través de los dispositivos Insteon

### 2.3.3. Aplicaciones

La tecnología Insteon se puede desarrollar sobre diferentes tipos de equipos, y puede interactuar con equipos que no poseen dicha tecnología, a través de puentes de comunicación.

Las aplicaciones que se pueden conseguir con los diversos dispositivos que se encuentran en el hogar son diversas, algunas de las mismas se enlistan a continuación:

- ❖ Gestión de la vivienda, incorporación de sensores, calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), electrodomésticos, iluminación y sistemas de seguridad
- ❖ Mando a distancia de audio y video (A/V)
- ❖ Gestión de la energía
- ❖ Supervisión remota a través de Internet
- ❖ Interoperación con reconocimiento de voz, cámaras y otros sensores

Los sistemas o equipos que se pueden integrar a la tecnología Insteon son:

- ❖ Los aparatos eléctricos de conexión o enchufe (plug-in) y de cableado (wire-in).
- ❖ Electrodomésticos.
- ❖ Anunciadores, termostatos, controles de acceso.
- ❖ Sistemas de piscinas, spa y controladores de riego.
- ❖ Sensores de movimiento o sensores de contacto.
- ❖ PC, pantalla táctil, teclado, PDAs, llaveros controladores.

El uso de puentes con otros estándares de redes, permiten a los dispositivos Insteon operar con otros dispositivos que se comunican mediante WiFi (IEEE 802.11), Bluetooth (IEEE 802.15.1), ZigBee (IEEE 802.15.4), Z-Wave, WiMax (IEEE 802.16), HomePlug, HomeRF, Intellon, Lonworks Echelon, Cibus (EIA-600), entre otros.

De igual manera, una red de dispositivos Insteon, que cuente con al menos un dispositivo que disponga de comunicaciones USB, RS232 o Ethernet, pueden conectarse a una PC o a Internet.

## 2.4. ESTRUCTURA DE MENSAJES

Los dispositivos Insteon se comunican mediante el envío de mensajes entre ellos. Existen dos formas de clasificar los mismos, por su extensión y por el tipo de mensaje de campo. Los mensajes Insteon se clasifican por su extensión en Mensajes Estándar con un tamaño de 10 bytes y los Mensajes Extendidos de 24 bytes. La única diferencia entre ambos es que los mensajes extendidos para 14 bytes son de cara al usuario. Ambos tipos de mensajes se componen por una dirección de origen, una dirección de destino, un byte como bandera (flag), dos bytes de comandos, y un byte que garantiza la integridad del mensaje. La composición de los dos tipos de mensaje Insteon se detallan en tabla 2.2.

Mensaje Estándar Insteon – 10 Bytes				
3 Bytes	3 Bytes	1 Byte	2 Bytes	1 Byte
Dirección de origen	Dirección de destino	Banderas	CRC <sup>8</sup>	Mensaje

Mensaje Extendido Insteon – 24 Bytes					
3 Bytes	3 Bytes	1 Byte	2 Bytes	14 Bytes	1 Byte
Dirección de origen	Dirección de destino	Banderas	CRC	Datos de Usuario	Mensaje

**Tabla 2.2. Composición de los mensajes Insteon**

**Mensaje Estándar.** Los Mensajes Estándar están diseñados para ejercer el mando y control directo sobre los dispositivos. El espacio útil (payload) en este tipo de mensajes es de dos bytes, y se les nombra como Comando 1 y Comando 2.

<sup>8</sup> CRC: Acrónimo de Cyclic Redundancy Check que es la Comprobación de Redundancia Cíclica propia de los mensajes Insteon para comprobar la recepción correcta de los mismos.



Datos		Bits	Contenido
Dirección de Origen		24	Dirección del dispositivo donde se origina el mensaje.
Dirección de Destino		24	Para Mensajes Directos: Dirección del dispositivo que recibirá el mensaje. Para Mensajes de Difusión: Tipo de dispositivo, subtipo, versión del firmware. Para Mensajes de Difusión de Grupo: Número de Grupo (0 a 255)
Banderas	Tipo de Mensaje	1	Difusión / NAK <sup>9</sup>
		1	Grupo
		1	Reconocimiento
	Bandera Extendida	1	Cero (0) para Mensajes Estándar
	Retransmisiones Restantes	2	Contador decremento en cada retransmisión
	Retransmisiones Máximas	2	Número máximo de retransmisiones permitidas
Comando 1		8	Comando a ejecutar
Comando 2			
CRC		8	Comprobación de Redundancia Cíclica

**Tabla 2.3. Composición del Mensaje tipo Estándar**

**Mensaje Extendido.** Los mensajes extendidos tienen la misma composición de los mensajes estándar, pero poseen un campo adicional de 14 bytes que son de cara al usuario para utilizarlos de forma arbitraria para carga y descarga de archivos, encriptación y aplicaciones avanzadas.

<sup>9</sup> NAK: Acrónimo en inglés de “No Acknowledgement” que significa que no reconoce, en este caso los mensajes Insteon.

Datos		Bits	Contenido
Dirección de Origen		24	Dirección del dispositivo donde se origina el mensaje.
Dirección de Destino		24	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Para Mensajes Directos: Dirección del dispositivo que recibirá el mensaje.</li> <li>❖ Para Mensajes de Difusión: Tipo de dispositivo, subtipo, versión del firmware.</li> <li>❖ Para Mensajes de Difusión de Grupo: Número de Grupo (0 a 255)</li> </ul>
Banderas	Tipo de Mensaje	1	Difusión / NAK
		1	Grupo
		1	Reconocimiento
	Bandera Extendida	1	Cero (0) para Mensajes Estándar
	Retransmisiones Restantes	2	Contador decremento en cada retransmisión
	Retransmisiones Máximas	2	Número máximo de retransmisiones permitidas
Comando 1		8	Comando a ejecutar
Comando 2		8	
Dato de Usuario 1		8	Datos definidos por el Usuario
Dato de Usuario 2		8	
Dato de Usuario 3		8	
Dato de Usuario 4		8	
Dato de Usuario 5		8	
Dato de Usuario 6		8	
Dato de Usuario 7		8	
Dato de Usuario 8		8	
Dato de Usuario 9		8	
Dato de Usuario 10		8	
Dato de Usuario 11		8	
Dato de Usuario 12		8	
Dato de Usuario 13		8	
Dato de Usuario 14		8	
CRC		8	Comprobación de Redundancia Cíclica

Tabla 2.4. Composición del Mensaje tipo Extendido

### **2.4.1. Direccionamiento de los Dispositivos**

El primer campo de un mensaje de Insteon es la Dirección de Origen, con un tamaño de 24 bits (3 bytes), que es el número que identifica de forma exclusiva el dispositivo de origen que envía el mensaje. Se pueden identificar 16.777.216 dispositivos Insteon mediante una combinación de 3 bytes. Este número puede ser definido como un código de identificación o como una dirección del dispositivo. Durante la fabricación del mismo, se almacena un único código de identificación que se ubica en una memoria no volátil.

El segundo campo en un mensaje de Insteon es la Dirección de Destino, también con un tamaño de 24 bits. La mayoría de los mensajes Insteon son directos, o de punto a punto (P2P), donde el destinatario es otro dispositivo Insteon único.

Si el mensaje es, en efecto Directo (detalle que es determinado por las banderas), la Dirección de Destino contiene únicamente un código de identificación de 3 bytes del destinatario. Sin embargo, los mensajes Insteon también se pueden enviar a todos los destinatarios dentro del alcance, como son los mensajes de Difusión, o también pueden ser enviadas a todos los miembros de un grupo de dispositivos, como son los mensajes de Difusión de Grupo. En el caso de los mensajes de Difusión, el campo de direcciones de destino contiene 2 bytes de datos, un byte para el tipo de dispositivo y un byte para la versión de firmware. Para los mensajes de Difusión de Grupo, el campo de direcciones contiene el Número de Grupo en un rango de 0 a 255, dado por un byte, por lo que los dos bytes más significativos del campo de tres bytes serán cero.

### **2.4.2. Tipos de Mensajes de Campo**

Existen ocho posibles tipos de mensajes Insteon que son determinados por los tres bits más significativos del campo de las Banderas. Para entender completamente los ocho tipos de mensaje que se detallan en la sección 2.4.3.1, primero se deben definir las cuatro clases básicas de los mensajes Insteon que son: de Difusión, de Difusión de Grupo, Directos, y de Reconocimiento.

- ❖ **Mensajes de Difusión.** Contienen información general sin destino específico. Son dirigidos a todos los dispositivos dentro del alcance, se utilizan ampliamente durante el enlace de dispositivos. Este mensaje no es confirmado por los dispositivos que los reciben.
  
- ❖ **Mensajes de Difusión de Grupo.** Se dirigen a un grupo de dispositivos que se han enlazado previamente al dispositivo que origina el mensaje y no se confirman directamente. Estos mensajes solo existen como un medio para acelerar la respuesta a una orden destinada a múltiples dispositivos. Después de enviar un Mensaje de Difusión de Grupo, el dispositivo de origen envía un mensaje directo llamado "Limpieza de Grupo" a cada miembro del grupo de forma individual, y espera una confirmación posterior de cada dispositivo.
  
- ❖ **Mensajes Directos.** También conocidos como mensajes de punto a punto (P2P), son enviados a un destinatario único y específico. El destinatario responde a los Mensajes Directos mediante un mensaje de reconocimiento.
  
- ❖ **Mensajes de Reconocimiento.** Son mensajes enviados desde el destinatario hacia el dispositivo que originó el mensaje como respuesta de un Mensaje Directo. Pueden ser ACK o NAK. Un mensaje ACK o NAK contiene la información del estado del dispositivo que realiza el reconocimiento.

### 2.4.3. Banderas de Mensajes

El tercer campo en un Mensaje Insteon corresponde a los bytes de las Banderas (Flags), que contienen la información del tipo de mensaje y el número de retransmisiones que se deben efectuar. Los tres bits más significativos corresponden a los parámetros que definen el tipo de mensaje que se transmite, el bit 7 define si el mensaje es de Difusión o Bandera NAK, el bit 6 contiene la Bandera de Grupo y el bit 5 corresponde a la Bandera ACK.

Para determinar que el mensaje es Extendido, se activa la bandera del Bit 4, o de lo contrario se la desactiva, si el mensaje es Estándar. El nibble<sup>10</sup> bajo contiene dos campos de dos bits, que son los campos que controlan la retransmisión de los mensajes.

La tabla 2.4 muestra a detalle los campos de los bits de las Banderas del Mensaje Insteon. El bit más significativo de este campo es el NAK o difusión (bit 7), la bandera del grupo esta dictaminado por el bit 6, la bandera ACK es el bit 5 y juntos conforman los ocho tipos posibles de mensajes.

Posición de Bit	Bandera	Significado
Bit 7 (Broadcast / NAK) (MSB)	Tipo de Mensaje	100 = Mensaje de Difusión
Bit 6 (Grupo)		000 = Mensaje Directo 001 = ACK de Mensaje Directo 101 = NAK de Mensaje Directo
Bit 5 (Reconocimiento)		110 = Mensaje de Difusión de Grupo 010 = Mensaje Directo de Limpieza de Grupo 011 = ACK de Mensaje de Limpieza de Grupo 111 = NAK de Mensaje de Limpieza de Grupo
Bit 4	Extendido	1 = Mensaje Extendido 0 = Mensaje Estándar
Bit 3	Retransmisiones Restantes	00 = 0 retransmisiones de mensaje restantes
Bit 2		01 = 1 retransmisiones de mensaje restantes 10 = 2 retransmisiones de mensaje restantes 11 = 3 retransmisiones de mensaje restantes
Bit 1	Retransmisiones Máximas	00 = no retransmitir el mensaje
Bit 0 (LSB)		01 = retransmitir el mensaje 1 vez máximo 10 = retransmitir el mensaje 2 veces máximo 11 = retransmitir el mensaje 3 veces máximo

**Tabla 2.5. Campos de Bits de las Banderas en los mensajes Insteon**

<sup>10</sup> Nibble: Término en inglés que se usa para referirse al conjunto de cuatro dígitos binarios (bits) o medio octeto. Su interés se debe a que cada cifra en hexadecimal (0, 1, 2,..., 9, A, B, C, D, E, F) se puede representar con un cuarteto

**2.4.3.1. Bits de Bandera que determinan el Tipo de Mensaje.** La bandera llamada “Difusión/NAK” (Bit 7) tiene que ser activada siempre y cuando el mensaje sea de tipo de Difusión o Difusión de Grupo. En estos dos casos la bandera de “Reconocimiento” debe ser desactivada ya que estos tipos de mensajes no necesitan reconocimiento.

Si la bandera de “Reconocimiento” (Bit 5) es activada, el mensaje pasa a ser de tipo de Reconocimiento, entonces la bandera “Difusión/NAK” es activada cuando el mensaje es un NAK, y desactivada cuando es un ACK.

La bandera que define el Grupo (Bit 6) es activada para indicar que el mensaje es de tipo Difusión de Grupo o parte de una Limpieza de conversación de Grupo. Esta bandera debe ser desactivada cuando el mensaje es Directo o de Difusión.

Finalmente, se pueden conformar ocho tipos de mensaje que son determinados por los 3 bits más significativos, combinados en el orden bit 7, bit 6 y bit 5 de la siguiente forma:

- ❖ Mensaje de Tipo Difusión tiene la combinación 100.
- ❖ Mensaje Directo (P2P) tiene la forma 000.
- ❖ ACK de un Mensaje Directo es 001
- ❖ NAK de un Mensaje Directo es 101
- ❖ Mensaje de Difusión de Grupo tiene la combinación 110.
- ❖ Las emisiones de un Mensaje de Grupo son seguidas por un mensaje directo a cada miembro del grupo llamado Mensaje de Limpieza de Grupo y son 010.
- ❖ Cada destinatario de un Mensaje Directo de Limpieza de Grupo devolverá un acuse de recibo con un ACK con un 011 o con un NAK con la combinación 111.

El Bit 4 de la bandera es activado cuando el mensaje es extendido, que consta de 24 bytes, de los cuales 14 bytes son de datos de usuario, y si la bandera está desactivada el mensaje es estándar con 10 bytes de tamaño y no contiene datos de usuario.

**2.4.3.2. Banderas para Retransmisión de Mensajes.** Los dos campos restantes del byte de la bandera, corresponden a las retransmisiones restantes (Bit 2 y 3) y retransmisiones máximas (Bit 0 y 1), bits que gestionan la retransmisión de mensajes Insteon. Como se describió anteriormente, todos los dispositivos Insteon son capaces de retransmitir los mensajes mediante la recepción y retransmisión de los mismos de un dispositivo a otro.

Sin un mecanismo para limitar el número de veces que puede retransmitirse un mensaje, se podría generar una tormenta de datos sin control que podrían saturar la red. Para resolver este problema, los desarrolladores de Insteon configuraron un campo de 2 bits que definen el número máximo de transmisiones a un valor de 0, 1, 2, ó 3, y también establecieron 2 bits de retransmisiones restantes cuyos valores disminuyen en 3, 2, 1 y 0.

Un valor de cero en la bandera “Retransmisiones Máximas” indica que otros dispositivos dentro del rango no retransmitirán el mensaje, un valor mayor a cero en el mismo expresa que los dispositivos dentro del alcance reciben el mensaje para luego retransmitirlo en el número de veces establecido en el campo. Si el valor en el campo “Retransmisiones Restantes” es uno o mayor, el dispositivo destinatario disminuye el valor del campo en uno y vuelve a transmitir la información hasta que el valor del campo llegue a cero.

Todos los dispositivos Insteon retransmiten el mensaje al menos una vez, por lo que el valor en el campo de “Retransmisiones Máximas” es un valor menor que el número de veces que un mensaje realmente pasa de un dispositivo a otro. Por lo que si el número máximo de retransmisiones en el campo son tres, el mensaje se transmite realmente cuatro veces, que consiste en la transmisión original y tres retransmisiones adicionales.

Pueden existir máximo cuatro saltos de transmisión del mensaje que pueden extenderse en una cadena de cinco dispositivos. Esta situación se muestra esquemáticamente en la figura 2.6.

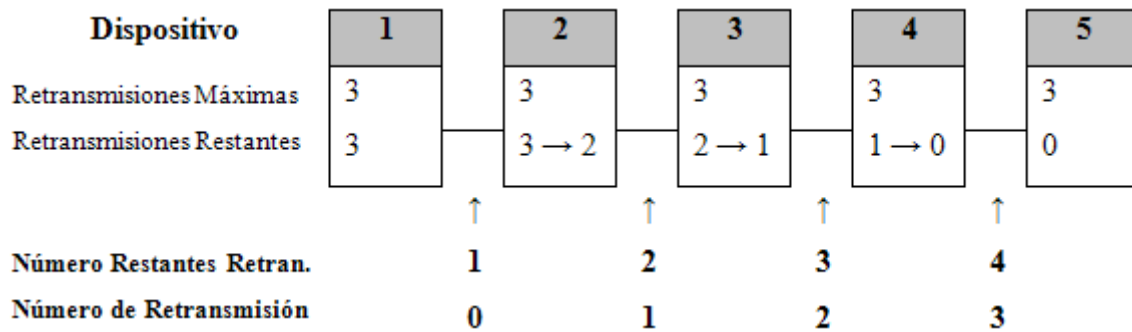


Figura 2.6. Transmisión de mensajes Insteon entre dispositivos

El cuarto campo en un mensaje Insteon se conforma por dos bytes de comandos, llamados Comando 1 y Comando 2. El uso de este campo depende del tipo de mensaje tal como se detalla en la sección 2.6.1.

#### 2.4.4. Datos del usuario

Sólo si el mensaje es de tipo extendido, el mensaje contiene los catorce bytes correspondientes a los Datos de usuario, los mismos que pueden ser arbitrariamente definidos dependiendo de la aplicación requerida.

En el caso de que se necesite transmitir más de 14 bytes de datos de usuario, se deben enviar múltiples mensajes extendidos mediante un método de empaquetamiento de datos que es definido por el usuario de tal manera que el dispositivo receptor pueda desempaquetarlos de manera fiable.

La encriptación de los datos de usuario proporciona privacidad y seguridad en las comunicaciones orientadas a las aplicaciones sensibles como son los sistemas de seguridad, control de accesos y vigilancia.



### 2.4.5. Byte de Comprobación del Mensaje

El último campo en un mensaje Insteon es el byte denominado CRC (Comprobación de Redundancia Cíclica), donde el dispositivo transmisor calcula el CRC sobre todos los bytes del mensaje a partir de la dirección de origen, utilizando un software implementado en 7 bits del registro lineal retroalimentados en los dos bits más significativos. La comprobación abarca 9 bytes para los mensajes estándar y 23 bytes para los extendidos.

El dispositivo receptor calcula su propio CRC sobre el número de bytes del mensaje que recibe. Si el mensaje está dañado o incorrecto, el CRC de recepción no coincidirá con el CRC de transmisión. El firmware propio del dispositivo Insteon maneja el byte de CRC de forma automática, añadiendo dicha información a los mensajes que se envían, y comparándolo dentro de los mensajes que se reciben.

## 2.5. DETALLE DE LAS SEÑALES Y PAQUETE DE DATOS

### 2.5.1. Paquetes de Datos en la Red Eléctrica

Los mensajes enviados a través de la red eléctrica (powerline) se dividen en paquetes, cada paquete es enviado en el cruce por cero de la tensión de CA de la línea eléctrica. En los mensajes Estándar se utilizan cinco paquetes y en los mensajes Extendidos se utilizan once paquetes, como se muestra en la figura 2.7.

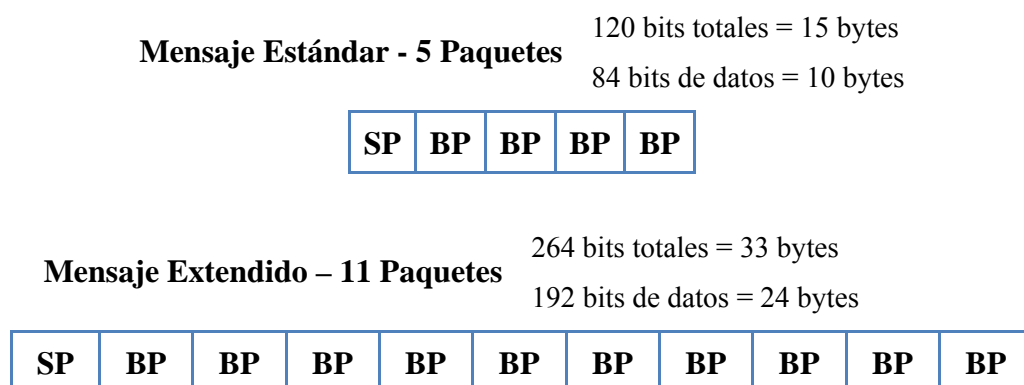


Figura 2.7. Paquetes de datos en la Red Eléctrica según tipo de Mensaje

Se le conoce al Paquete de Inicio como el primer paquete en un mensaje Insteon tanto en el Estándar como en el Extendido, como se muestra en la figura 2.6 con las siglas SP (Start Paquet). Los paquetes restantes en un mensaje se conocen como Paquetes de Cuerpo, representados con las siglas BP (Body Paquet).

Cada paquete contiene 24 bits de información, la cual se interpreta de dos maneras diferentes, como se muestra en la figura 2.8.

SP		Paquete de Inicialización																					
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8 Bits de Sincronización								4 Bits Código de Inicio				12 Bits de Datos											

BP		Paquete de Cuerpo																					
1	0	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2 Bits Sincr.		4 Bits Código de Inicio				18 Bits de Datos																	

**Figura 2.8. Paquetes de datos de Inicio y de Cuerpo en la Red Eléctrica**

Los paquetes de datos en la Red Eléctrica comienzan con una serie de Bits de Sincronización. Existen ocho bits de sincronización dentro del Paquete de Inicio y adicionalmente hay dos bits de sincronización en un Paquete de Cuerpo. La conmutación entre unos y ceros permite al receptor detectar la presencia de una señal.

Seguido de los bits de sincronización existen cuatro bits de Inicio de Código. El patrón de “1001” indica al destinatario que recibirá los Bits de Datos.

Los bits restantes del paquete corresponden a los datos. Se dispone de doce bits de datos en un Paquete de Inicio, y dieciocho bits de datos en un Paquete de Cuerpo.

El número total de Bits de Datos en un mensaje estándar es de 84 o 10 ½ bytes. Los últimos cuatro bits de datos en un mensaje Estándar son ignorados, por lo que la información útil es de 10 bytes. El número total de Bits de Datos en un mensaje Extendido es de 192, o 24 bytes.

### 2.5.2. Paquetes de Datos en Radiofrecuencia

Debido a que la mensajería Insteon sobre radiofrecuencias es mucho más rápida que la mensajería sobre la línea eléctrica, no es necesario dividir los mensajes RF en paquetes más pequeños. El paquete de datos del mensaje estándar de RF y del mensaje extendido RF se muestra en la figura 2.9, en ambos casos el mensaje comienza con dos Bytes de Sincronización seguidos por un byte de Código de Inicio. Los mensajes de RF Estándar contienen 10 Bytes de Datos (80 bits), y los mensajes de RF Extendidos contienen 24 Bytes de Datos (192 bits).

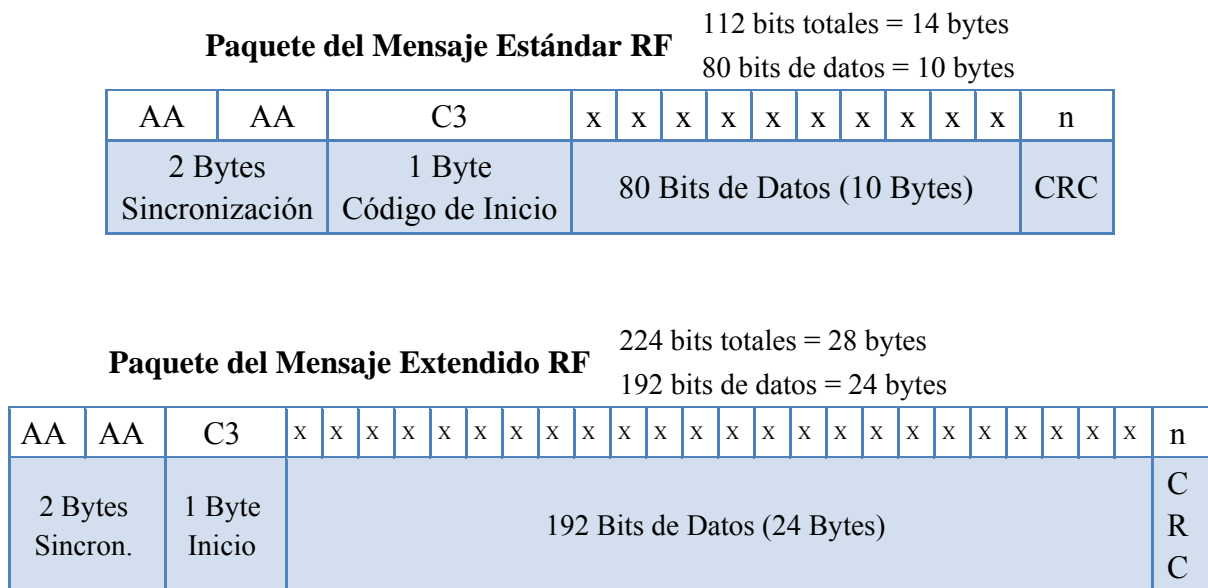


Figura 2.9. Paquetes de datos en Radiofrecuencia según el tipo de mensaje

### 2.5.3. Señales Insteon en la Red Eléctrica

En esta sección se explica la codificación para la transmisión por la red eléctrica y por radiofrecuencia, la sincronización de paquetes de la información transmitida a través de la red eléctrica, la compatibilidad con el protocolo X10, intervalos de tiempo en la mensajería y la tasa de transferencia de datos en las señales Insteon.

Los dispositivos Insteon se comunican a través de la red eléctrica mediante la adición de una señal a la tensión eléctrica, utilizando una frecuencia de portadora de 131,65 KHz, con una amplitud nominal de 4,64 voltios pico a pico en una carga de 5 ohmios.

En la práctica, la impedancia de la red eléctrica es muy variable, dependiendo de la configuración de la misma y de la carga que está conectada, así la medida de la señal Insteon en la línea eléctrica puede llegar a superar los 5 voltios.

Los datos Insteon se modulan con la señal portadora a 131,65 KHz usando la modulación de claves binarias de desplazamiento de fase, o BPSK, que tiene un rendimiento fiable en presencia de ruido aditivo del canal. Un mensaje Insteon se transmite por la red eléctrica desde el byte o bit más significativo al menos significativo.

**Modulación BPSK.** La modulación por desplazamiento de fase o PSK (Phase Shift Keying) es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos. La ventaja de la modulación BPSK es que la potencia de todos los símbolos es la misma, simplificando el diseño de amplificadores y receptores por lo que es empleada en transmisores de bajo coste y que no requieran altas velocidades, razón por la cual se utiliza para la modulación de las señales Insteon.

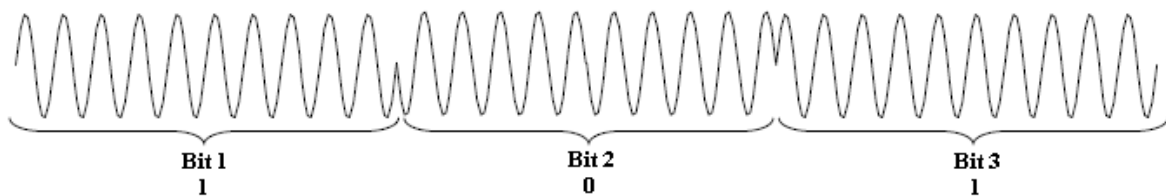
La modulación BPSK o 2-PSK es la más sencilla de todas, debido a que emplea únicamente 2 símbolos, con 1 bit de información cada uno. Presenta mayor inmunidad al ruido, puesto que la diferencia entre símbolos es la máxima ( $180^\circ$ ). Dichos símbolos suelen tener un valor de salto de fase de  $0^\circ$  para el "1" y  $180^\circ$  para el "0", pero, su velocidad de transmisión es la más baja de las modulaciones de fase.

La descripción matemática de una señal modulada BPSK se define en la ecuación 2.1, donde  $m(t) = 1$  para el bit “1” y  $m(t) = -1$  para el bit “0”,  $A$  es la amplitud de la portadora y  $f_c$  su frecuencia.

$$s(t) = A \cdot m(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_c \cdot t)$$

**Ecuación 2.1. Descripción matemática de una señal modulada BPSK**

En la figura 2.10 se muestra la señal de la portadora Insteon sobre la red eléctrica con una frecuencia de 131,65 KHz con desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulando por cada bit.



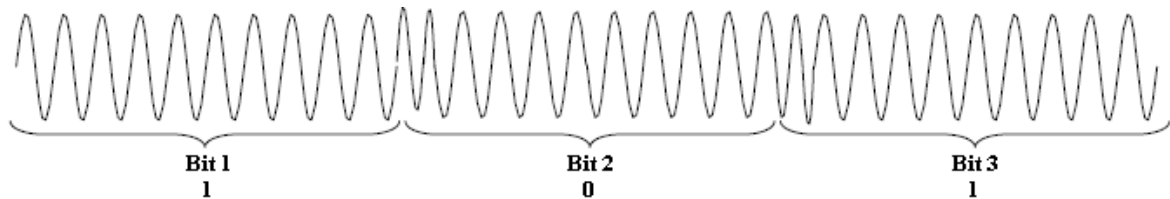
**Figura 2.10. Señal de la Portadora sobre la Línea Eléctrica a 131,65 KHz**

Insteon utiliza 10 ciclos de la señal portadora para cada bit. En la figura anterior el Bit 1, es interpretado como un uno lógico, ya que comienza con un ciclo con pendiente positiva. El Bit 2, interpretado como un cero, comienza con un ciclo con pendiente negativa. El Bit 3 comienza con un ciclo de pendiente positiva, por lo que se interpreta como un uno. Se debe tener en cuenta que las interpretaciones son arbitrarias, es decir, los unos y ceros lógicos pueden invertirse, siempre y cuando la interpretación sea coherente.

Las transiciones de fase sólo se producen cuando se cambia de secuencia de bits de un cero lógico a un uno lógico o viceversa. Un “1” seguido de otro “1”, o un “0” seguido de otro “0”, no dan lugar a una transición de fase. Este tipo de codificación se conoce como NRZ<sup>11</sup>, o no retorno a cero.

<sup>11</sup> NRZ: Non Return to Zero. Se denomina NRZ porque el voltaje no vuelve a cero entre bits consecutivos de valor uno.

Las transiciones de fase bruscas de 180 grados en los límites introducen elementos problemáticos de alta frecuencia en el espectro de la señal, en consecuencia los detectores de fase pueden tener problemas en el seguimiento de dicha señal. Para resolver este problema, Insteon utiliza un cambio de fase progresiva para reducir los componentes de frecuencia no deseados.



**Figura 2.11. Señal de la Portadora sobre la Línea Eléctrica con cambio de fase progresivo**

La figura 2.11 muestra la señal BPSK con disminución gradual de cambio de fase entre cada bit. El transmisor introduce el cambio de fase mediante la inserción de 1,5 ciclos de la portadora a 1,5 veces la frecuencia de 131,65 KHz. De esta forma, en el tiempo empleado por un ciclo de 131,65 KHz, ocurren tres y medio ciclos de la portadora, por lo que la fase de la portadora se cancelará al final del período debido al número impar de medio-ciclos.

**Tiempo de Empaquetamiento.** Todos los paquetes de datos Insteon en la red eléctrica contienen 24 bits. Dado que un bit se transmite durante 10 ciclos de 131,65 KHz de la portadora, se necesitan de 240 ciclos de la señal portadora en un paquete de datos Insteon, el mismo que tiene una duración de 1,823 milisegundos.

El entorno de la red eléctrica como medio de transmisión es complicado debido al ruido incontrolado que afecta a la misma, especialmente en los picos de amplitud causados por motores, reguladores de luz o lámparas fluorescentes compactas. Este ruido es mínimo durante el tiempo que la corriente en la línea eléctrica cambia de dirección, conocido como el cruce por cero. Por lo tanto, los paquetes Insteon se transmiten durante el cruce por cero, como se muestra en la figura 2.12.

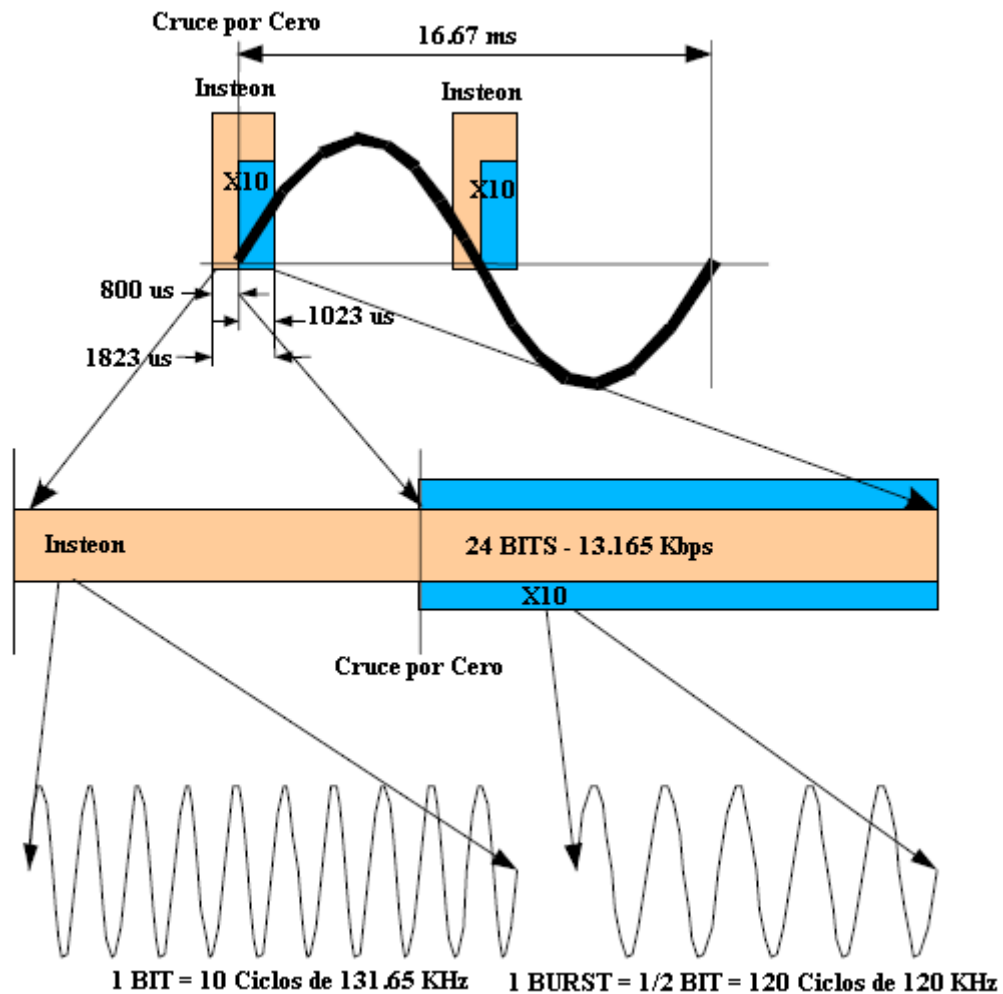


Figura 2.12. Transmisión de Paquetes de Datos Insteon durante el cruce por cero

En la parte superior de la figura 2.12 se muestra un ciclo de la línea eléctrica (120 VAC 60 Hz), donde se pueden observar dos cruces por cero. Un paquete de datos Insteon se muestra en cada cruce por cero, que son inicializados 800 microsegundos antes de comenzar un cruce por cero y se prolongan hasta 1023 microsegundos después del mismo.

**Compatibilidad con X10.** La figura 2.11 muestra también la forma en que las señales X10 se transmiten a través de la red eléctrica. Una característica importante del protocolo Insteon es la compatibilidad con X10, lo que significa que las señales de X10 e Insteon pueden coexistir entre sí, pero también permite disponer de dispositivos híbridos que pueden enviar y recibir tanto señales Insteon como X10.

La señal X10 utiliza un burst de aproximadamente 120 ciclos de 120 KHz como señal portadora, que comienza en el cruce por cero de la línea eléctrica y dura cerca de 1000 microsegundos. Un mensaje de X10 comienza con dos burst<sup>12</sup>, luego transmite un bit positivo seguido por nueve bits de datos.

En el centro de la figura 2.12 se muestra un paquete Insteon con un paquete de X10 superpuestos. La señal X10 se inicia en el cruce por cero, 800 microsegundos después del comienzo del paquete Insteon. Ambas señales finalizan al mismo tiempo, aproximadamente 1023 microsegundos después del cruce por cero.

Los dispositivos Insteon logran la compatibilidad con el protocolo X10 escuchando la señal de inicio Insteon 800 microsegundos antes del cruce por cero. Para validar un dato fiable debe ocurrir hasta 450 microsegundos después del cruce por cero, a pesar de que el dispositivo Insteon empieza a escuchar la posibilidad de un dato X10 disponible en el cruce por cero. Si a los 450 microsegundos, el receptor Insteon confirma que no está recibiendo un paquete Insteon, pero que existe la presencia un paquete X10, el receptor Insteon pasará al modo de X10 y escuchará el mensaje de X10 completo sobre los 11 ciclos siguientes de la red eléctrica. Al contrario, si el dispositivo Insteon detecta que está recibiendo un paquete Insteon, permanecerá en el modo Insteon y no escuchará información de X10 hasta que reciba mensaje Insteon completo.

En la parte inferior de la figura 2.12 se puede divisar que la tasa de bits de datos Insteon es mucho más rápida que la tasa de X10. Un bit Insteon requiere diez ciclos de la portadora a 131,65 KHz o 75,96 microsegundos, mientras que un bit X10 requiere de dos burst de 120 ciclos de 120 KHz de frecuencia cada uno. Un burst X10 tiene 1000 microsegundos, pero como cada burst X10 se envía cada cruce por cero, se necesita 16.667 microsegundos para enviar las dos burst, dando como resultado una tasa de bits constante de 60 bits por segundo. Los paquetes Insteon constan de 24 bits, y un paquete de Insteon se puede enviar en cada cruce por cero, por lo que la tasa de bits nominal de Insteon es 2880 bits por segundo, 48 veces más rápido que X10.

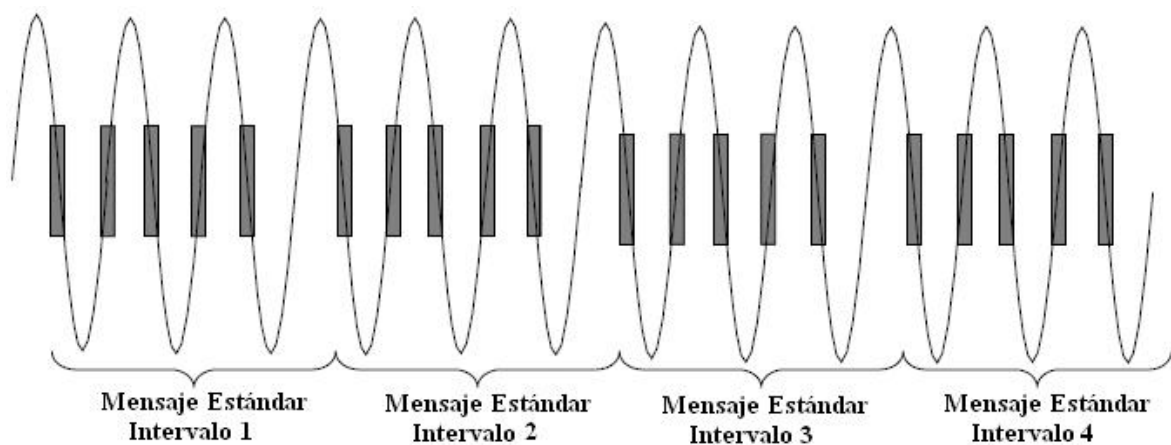
---

<sup>12</sup> Burst: Es un término que se utiliza para definir una cantidad de información enviada o recibida (generalmente en un hardware) en una operación intermitente.



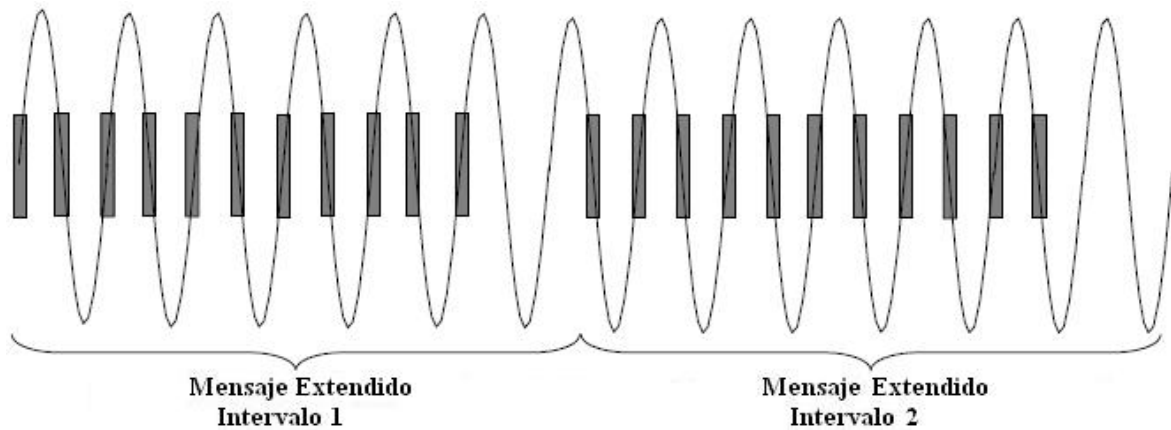
**Intervalos de Tiempo de los Mensajes.** Para permitir una retransmisión de un mensaje desde un dispositivo Insteon de Radiofrecuencia, el transmisor espera por un cruce por cero adicional después del envío de un Mensaje Estándar, o por dos pasos por cero después de enviar un Mensaje Extendido. Por lo tanto, el número total de cruces por cero necesarios para enviar un Mensaje Estándar es de 6 o de 13 para enviar un Mensaje Extendido. Estos números, 6 o 13, constituyen el Intervalo de Tiempo de un Mensaje Insteon (timeslot).

La figura 2.13 muestra una serie de 5 paquetes de Mensajes Estándar enviados a través de la red eléctrica. El transmisor Insteon espera por un cruce por cero después de enviar cada Mensaje Estándar antes de enviar otro, por lo que el Intervalo de Tiempo de los Mensajes Estándar es de 6 pasos por cero de la señal, o 50 milisegundos.



**Figura 2.13. Intervalo de Tiempo para los Mensajes Estándar**

La figura 2.14 muestra una serie de 11 paquetes de Mensajes Extendidos transmitidos por la red eléctrica. El transmisor Insteon espera por dos cruces por cero consecutivos después de enviar el mensaje y antes de enviar otro, por lo que el Intervalo de Tiempo para los Mensajes Extendidos consta de 13 cruces por cero en total, tardando 108.33 milisegundos.



**Figura 2.14. Intervalo de Tiempo para los Mensajes Extendidos**

**Velocidad de transmisión de Datos Insteon.** Los Mensajes Estándar Insteon contienen 120 bits de datos y necesitan 6 cruces por cero, o 50 milisegundos para ser enviados. Los Mensajes Extendidos contienen 264 bits de datos en total y requieren 13 pasos a cero, o 108,33 milisegundos para ser enviados. Por lo tanto, la tasa de bits real para un Mensaje Estándar es de 2400 bits por segundo y 2437 bits por segundo para los Mensajes Extendidos.

Los Mensajes Estándar contienen 9 bytes (72 bits) de datos utilizables, sin contar con los bits de sincronización, de inicialización ni el byte CRC. Los Mensajes Extendidos contienen 23 bytes (184 bits) de datos utilizables con los mismos criterios que el anterior. Por lo tanto, la tasa de bits para los datos utilizables se reducirá a 1.440 bits por segundo para los Mensajes Estándar y 1698 bits por segundo para los Mensajes Extendidos. Si sólo se cuenta con los 14 bytes (112 bits) de datos de usuario en los Mensajes Extendidos, la tasa de bits de datos de usuario es de 1034 bits por segundo.

La tabla 2.6 muestra las tasas netas de datos tomando en cuenta que pueden existir múltiples retransmisiones y reconocimiento de mensajes (ACK).

Condición		Bits por Segundo		
Retransmisiones Máximas	ACK	Mens. Estándar Datos Útiles	Mens. Extendido Datos Útiles	Mens. Extendido Datos de Usuario
0	No	1440	1698	1034
1	No	720	849	517
2	No	480	566	345
3	No	360	425	259
0	Si	720	849	517
1	Si	360	425	259
2	Si	240	283	173
3	Si	180	213	130

**Tabla 2.6. Tasa de Bits de Retransmisión de los Mensajes Insteon**

#### 2.5.4. Señales Insteon en Radiofrecuencia

Los dispositivos Insteon de Radiofrecuencia pueden enviar y recibir los mismos mensajes que se transmiten a través de la red eléctrica. A diferencia de los mensajes que se transmiten por la red eléctrica, los mensajes enviados por RF no se dividen en pequeños paquetes determinados por los cruces por cero, sino que se envían en conjunto. La tabla 2.7 indica las especificaciones de las señales en RF.

Especificación RF	Valor
Frecuencia Central	904 MHz
Método de Codificación	Manchester
Método de Modulación	FSK
Desviación FSK	64 KHz
Taza de símbolos FSK	76.800 símbolos por segundo
Taza de Bits	38.400 bits por segundo
Rango	150 pies / 45 mts en espacio abierto

**Tabla 2.7. Especificaciones de las Señales Insteon RF**

La frecuencia central se encuentra en la banda de 902 a 924 MHz. Cada bit es codificado mediante el Código Manchester<sup>13</sup>, lo que significa que dos símbolos son enviados por cada bit. Un símbolo uno seguido por un símbolo cero indica un bit “1”, y un cero seguido de un símbolo uno indica un bit “0”. Los símbolos se modulan en la portadora utilizando desplazamiento de frecuencia (FSK), donde un símbolo “0” modula la mitad de la señal portadora FSK hacia abajo y un símbolo “1” modula la mitad de la señal portadora FSK hacia arriba. La desviación de frecuencia FSK que utiliza Insteon es de 64 KHz. Los símbolos se modulan a 76.800 símbolos por segundo, dando lugar a una tasa de transferencia de datos de 38.400 bits por segundo. El rango típico para su recepción en espacio libre es de 150 pies o 45 metros aproximadamente, que se reduce en presencia de paredes y otros absorbentes de energía de RF.

Siguiendo la figura 2.15, los mensajes de RF comienzan con dos bytes de sincronización que consiste en el símbolo “AAAA” en hexadecimal, seguido por un byte de código de inicio “C3”. Luego se transmiten diez bytes de datos en el caso de los mensajes Estándar, o veinticuatro bytes en los mensajes Extendidos. Los últimos datos corresponden a un byte CRC que garantiza la integridad del mensaje.

**Paquete del Mensaje Estándar RF**

112 bits totales = 14 bytes  
80 bits de datos = 10 bytes

AA	AA	C3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	n
2 Bytes Sincronización		1 Byte Código de Inicio	80 Bits de Datos (10 Bytes)										CRC	

**Paquete del Mensaje Extendido RF**

224 bits totales = 28 bytes  
192 bits de datos = 24 bytes

AA	AA	C3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	n
2 Bytes Sincron.		1 Byte Inicio	192 Bits de Datos (24 Bytes)																					C R C		

**Figura 2.15. Paquetes de Datos de los Mensajes Insteon RF**

<sup>13</sup> Codificación Manchester: también denominada codificación bifase-L, es un método de codificación eléctrica de una señal binaria en el que en cada tiempo de bit hay una transición entre dos niveles de señal. Es una codificación auto sincronizada, ya que en cada bit se puede obtener la señal de reloj, lo que hace posible una sincronización precisa del flujo de datos.

El tiempo que se tarda en enviar un Mensaje Estándar de 104 bits es de 2,708 milisegundos y 5,625 milisegundos para enviar un mensaje Extendido de 216 bits. Los cruces por cero en la línea eléctrica se producen cada 8,333 milisegundos, por lo que un mensaje RF del tipo Estándar o Extendido puede ser enviado durante un medio ciclo de la línea eléctrica. El tiempo de espera después de enviar un mensaje a través de la red eléctrica, se utiliza para que tenga tiempo suficiente para que los dispositivos Insteon RF puedan retransmitir un mensaje.

**Difusión Simultánea.** Mediante la propagación de mensajes, propia de los sistemas Insteon, se logra un notable aumento de la fiabilidad en las comunicaciones. La razón es que varios dispositivos Insteon pueden transmitir el mismo mensaje al mismo tiempo, dentro de un intervalo de tiempo dado. Los dispositivos Insteon dentro del alcance se ayudan entre sí, garantizando que el mensaje llegue a su destino de manera correcta.

La mayoría de protocolos de red que comparten el medio físico de transmisión, prohíben múltiples transmisiones entre dispositivos de forma simultánea dentro de la misma banda, ya que requieren la adopción de algoritmos complejos de encaminamiento. Por el contrario para Insteon, esta característica que suele ser un problema, se convierte en un beneficio al asegurar que algunos dispositivos retransmitan el mensaje al mismo tiempo en sincronía con los demás.

**Difusión Simultánea con la Red Eléctrica.** Los cristales utilizados en los dispositivos Insteon para generar la frecuencia de transmisión en la red eléctrica son de 131,65 KHz de forma independiente, con una tolerancia de frecuencia de unas pocas décimas de porcentaje. Aunque las fases de dos transmisores se cancelen, es muy poco probable que las amplitudes sean iguales en la localización de un receptor. Los receptores Insteon tienen un rango dinámico amplio, desde mili voltios a cinco voltios, lo que les permite hacer un seguimiento de señales que se pueden perder temporalmente. La adición de transmisores reduce la probabilidad de cancelación de las señales.

La señal portadora Insteon sobre la línea eléctrica Insteon se modula utilizando claves de desplazamiento de fase binaria (BPSK), lo que significa que los receptores están

en busca de cambios de fase de 180 grados para detectar alteraciones en una cadena de bits.

**Difusión Simultánea con Radiofrecuencia.** Dado que Insteon RF es utilizado como una extensión del protocolo por la línea eléctrica, también se basa en la difusión simultánea. Sin embargo, debido a la corta longitud de onda de las señales portadoras de 900 MHz de RF, algunas ondas simultáneas pueden causar interferencia en la señal portadora de RF y reducirla, aun cuando la señal portadora y los datos están perfectamente sincronizados.

Al igual que con las líneas eléctricas, las señales RF deberán ser desplazadas 180 grados en fase y las amplitudes son las mismas, por lo que la cancelación perfecta es prácticamente imposible de obtener. En general, dos señales portadoras localizadas en la misma frecuencia con las relaciones de fase al azar y la misma polarización de la antena se suma a un transmisor un nivel de potencia que lo otorga un 67% del tiempo. Como uno de los transmisores se aleja del receptor, la probabilidad de cancelación de las señales es mayor ya que las amplitudes serán desiguales. Mientras el número de transmisores aumente, la probabilidad de cancelación de señales será casi cero.

Los dispositivos móviles Insteon de RF, al igual que los controladores funcionan con baterías. Para conservar la energía, los dispositivos móviles no están configurados como repetidores, solo como creadores de mensajes para la difusión simultánea de RF. Los dispositivos Insteon que repiten los mensajes de RF están conectados a la red eléctrica, por lo que la mayoría de ellos no serán móviles, lo que significa que la ubicación de los transmisores fijos evitará la cancelación de señales.

**Sincronización entre la Red Eléctrica y RF.** Los dispositivos Insteon de RF conectados a la red eléctrica utilizan el método del cruce por cero para la sincronización de mensajes. Estos dispositivos reciben mensajes Insteon de manera sincronizada a través de la línea eléctrica, de Radiofrecuencia, de repetidores de RF, o posiblemente de forma asincrónica a través de dispositivos móviles RF.

Los mensajes que deben ser retransmitidos tendrán un recuento del contador “Retransmisiones Restantes” mayor que cero. Si el dispositivo Insteon recibe tal mensaje de la línea eléctrica, primero retransmite el mensaje utilizando RF tan pronto como ha recibido el último paquete del mensaje desde línea eléctrica, entonces replicará el mensaje en la línea eléctrica en la siguiente retransmisión.

Si el dispositivo recibe el mensaje a través de radiofrecuencia, en primer lugar, va a retransmitir el mensaje en la línea eléctrica en la iteración siguiente, y luego retransmite el mensaje utilizando RF, inmediatamente después de enviar el último paquete del mensaje sobre la línea eléctrica. De esta manera, el mensaje de RF recibido de forma asincrónica se vuelve a sincronizar a la red eléctrica desde el primer cruce por cero que se presente.

## **2.6. MANEJO DE LA RED**

La mensajería Insteon se puede utilizar de numerosas maneras en los diferentes tipos de dispositivos. Para utilizar adecuadamente el conjunto de posibles tipos de mensajes Insteon, los dispositivos deben tener un conjunto común de especificaciones, como son los valores pre asignados para el número de Comandos, los tipos de dispositivos, los atributos de los dispositivos, y los datos de estado ACK y NAK.

Como los dispositivos Insteon son asignados previamente una dirección de tres bytes en el momento de la fabricación de forma individual, no se necesita de procedimientos complejos para la asignación de direcciones de red. En su lugar, los dispositivos Insteon son enlazados lógicamente entre sí, usando un procedimiento simple y uniforme.

Los mensajes extendidos Insteon permiten a los programadores diseñar todo tipo de aplicaciones para el usuario que pueden ser intercambiadas entre los dispositivos. Por ejemplo, muchos dispositivos Insteon incluyen un intérprete del lenguaje de aplicación, llamada SALad, que se compila en cadenas de señales y se descargan en los dispositivos que utilizan los mensajes extendidos. Adicionalmente, se puede implementar una mensajería segura mediante el envío de mensajes extendidos cifrados.

### 2.6.1. Comandos Insteon

La simplicidad de Insteon proviene del hecho de que los mensajes Estándar, que son los más utilizados, tienen 10 bytes de longitud, y que contienen solo dos bytes de carga útil correspondientes a los Comandos 1 y 2.

Las normas básicas para el manejo de los comandos Insteon dependen de la forma en que se configura el dispositivo, si es como un controlador o como actuador.

Los controladores tienen un repertorio de comandos que pueden enviar, que por lo general vienen establecidos por el firmware propio del dispositivo. Por ejemplo para un controlador de iluminación podría incluir los comandos de encendido, apagado, dimerización, encendido rápido, apagado rápido. Obviamente, un controlador solo puede enviar comandos que conoce dicho dispositivo, y no otros.

Así mismo, los actuadores tienen un repertorio de comandos. Por ejemplo, el firmware para controlar un dimerizador de lámpara puede contener procedimientos para responder a encendido, apagado, dimerización pero no a encendido/apagado rápido. Igualmente solo responderá a los comandos que conoce.

A continuación se detallan los comandos que se manejan dentro de la red Insteon:

- ❖ **Comando 1.** Tiene un número de 8 bits que representa el comando primario a ejecutar.
- ❖ **Comando 2.** La interpretación de este comando depende del Comando 1. A continuación se muestran los diferentes casos:
  - *Parámetro.* El campo del Comando 2 puede ser un parámetro para el comando principal. Por ejemplo, el comando 0x11 (Encendido) tiene un valor de nivel definido en el Comando 2 representando por la luminosidad que va desde 0x00 a 0xFF.



- *Subcomando*. El Comando 2 puede actuar como un subcomando para ciertos comandos Primarios. En conjunto, los 2 bytes primarios más los subcomandos permiten expandir el espacio de comandos.
- *Número del grupo*. Para grupos de dispositivos conectados, los controladores primero envían un mensaje que contiene el Grupo de Emisión en el comando Primario a todos los dispositivos del grupo a la vez. Los actuadores en el grupo ejecutarán el comando pero no responderán con un acuse de recibo. Para asegurar la confiabilidad, el controlador da seguimiento al grupo con un mensaje de Limpieza de Grupo enviado individualmente a cada miembro del grupo, en este mensaje de limpieza el Comando 2 contiene el número del grupo.
- *Acuse de recibo (Acknowledge)*. El Comando 2 puede devolver los datos al dispositivo emisor en un mensaje de confirmación. Por ejemplo, un mensaje de ACK responde a los comandos de encendido, apagado, dimerización con la respuesta de mantener en “nivel de encendido” en el Comando 2. Si uno de estos comandos se envía y la respuesta es un mensaje NAK, el Comando 2 contendrá el código de razón NAK.

### 2.6.2. Clases de Dispositivos Insteon

El número de clases de dispositivos que pueden conectarse a una red Insteon es virtualmente ilimitado. La tecnología Insteon utiliza un método simple para que los dispositivos se identifiquen por sí mismos, mediante la pulsación de un botón (SET) incorporado en cada uno de ellos, transmiten un mensaje que contiene la información de identificación del dispositivo. Esta información se conforma por la categoría del dispositivo, la descripción, los atributos y la versión del firmware, que son enviados en un Mensaje de Difusión en un campo de longitud fija.

**2.6.2.1. Identificación de los Dispositivos Insteon dentro de la Red.** Los dispositivos Insteon se identifican en la red, enviando el mensaje de difusión al pulsar la tecla de SET en el mismo. Este mensaje contiene una serie de campos que describen el tipo de producto y sus capacidades.

El campo del Tipo de Dispositivo contiene la categoría y la descripción del mismo en los 2 bytes más significativos, seguidos de la versión del firmware en el siguiente byte. Un byte de atributos del dispositivo aparece en el Comando 2 del campo. En la tabla 2.8 se muestra la configuración del mensaje de difusión para identificar el dispositivo dentro de la red Insteon.

Mensaje de Difusión al Presionar el Botón Set para Identificación						
Dirección Origen	Dirección Destino		Banderas	Comando 1	Comando 2	
3 Bytes	3 Bytes		1 Byte	1 Byte	1 Byte	
	2 Bytes		1 Byte	1000xxxx	Botón Set Presionado (0x01)	Atributos del Dispositivo
	Tipo de Dispositivo		Versión de Firmware			
	4 Bits	12 Bits				
	Categoría de Dispositivo	Descriptor de Dispositivo				

**Tabla 2.8. Mensaje de Difusión para Identificar un Dispositivo dentro de la Red Insteon**

A continuación se detallan todos los campos mostrados en la tabla 2.8.

**Tipo de Dispositivo.** Cada dispositivo Insteon contiene el Identificador almacenado en 2 bytes que consisten en la Categoría de Dispositivo de 4 bits y el Descriptor del Dispositivo en 12 bits. Esta asignación permite tener hasta 16 categorías diferentes de dispositivos y 4096 descriptores de dispositivos por categoría, teniendo un total de 65.536 diferentes tipos de dispositivos posibles.

<b>Tipo de Dispositivo – 2 Bytes</b>	
<b>Categoría de Dispositivo</b> 4 Bits	<b>Descriptor del Dispositivo</b> 12 Bits
16 Posibles Categorizas 0x0 a 0xF	4096 Descriptores posibles por Categoría 0x000 a 0xFFF

**Tabla 2.9. Identificación de los Tipos de dispositivos Insteon**

**Categoría de Dispositivo.** En este campo de 4 bits se define la clase de dispositivo. En la actualidad, sólo existe una categoría de dispositivos Insteon, que se puede considerar como los iniciales. El fabricante asignará otras categorías cuando se incremente el número de dispositivos disponibles para la red Insteon.

<b>Categoría de Dispositivo</b>	<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
1	0x0	Incluye los primeros dispositivos Insteon producidos
2 a 16	0x1 a 0xF	Disponible para uso futuro

**Tabla 2.10. Categorías de Dispositivos Insteon**

**Descriptor de Dispositivo.** Este campo de 12 bits es diferente para cada aparato de la categoría. Smarthome asigna estos números a los fabricantes de los dispositivos Insteon. En la actualidad, los descriptores se asignan de forma secuencial a cada diseñador que desea desarrollar productos compatibles con Insteon.

**Atributos del Dispositivo.** Cuando un dispositivo Insteon se identifica mediante el envío del mensaje de difusión al ser pulsado el botón SET, el mensaje incluye un byte de atributos en el Comando 2. Aunque actualmente no se utiliza, este byte puede contener banderas individuales que se puede interpretar de manera diferente para cada tipo de dispositivo.

---

**Versión de Firmware.** La versión de firmware del dispositivo se muestra en el byte menos significativo del campo de Dirección de Destino. Los 4 bits más significativos indican el número de versión mayor y los 4 bits restantes la versión menor.

**2.6.2.2. Vinculación de Dispositivos a la Red Insteon.** Cuando un usuario añade un nuevo dispositivo a una red Insteon, el dispositivo recién vinculado se une a la red de forma automática, en el sentido de que puede escuchar los mensajes Insteon y repetir de forma automática según el protocolo Insteon. Por lo tanto, para establecer una red de comunicación Insteon, no es necesaria la intervención del usuario.

Sin embargo, para que un dispositivo Insteon pueda controlar otros dispositivos, deben estar lógicamente unidos entre sí. Por lo que Insteon proporciona dos métodos muy sencillos para ligar a los dispositivos, por enlace manual a través de pulsaciones del botón set, y por medio de mensajes electrónicos.

**Grupos Insteon.** Durante la vinculación, los usuarios crean asociaciones entre los eventos que pueden ocurrir en un controlador de Insteon, como pulsar un botón o un evento con temporización, y establecer las acciones de un grupo de uno o más actuadores.

Un grupo es un conjunto de enlaces lógicos entre dispositivos Insteon. Un enlace es una asociación entre un controlador y un actuador o varios actuadores. Los controladores originan grupos y los actuadores se unen a esos grupos.

Internamente, en una base de datos gestionada por los dispositivos Insteon, un Identificador de grupo se compone de 4 bytes, la Dirección del Controlador en 3 bytes, y el Número de Grupo en un byte. Un controlador asigna los Números de Grupo como sea necesario para los distintos eventos físicos o lógicos que lo sostiene. Por ejemplo, una sola pulsación de un botón puede enviar algunos comandos a un grupo, y una doble pulsación del mismo botón puede enviar comandos a otro grupo. El controlador determina qué comandos se envían a los diferentes grupos.

**2.6.2.3. Métodos para la Vinculación de dispositivos Insteon.** Existen dos maneras de crear enlaces entre los dispositivos Insteon, Vinculación Manual y Enlace Electrónico.

**Vinculación Manual.** Una característica del protocolo Insteon es la fácil configuración y vinculación de los mismos, la forma manual es la más fácil que consiste en los siguientes pasos:

- ❖ Pulsando y manteniendo pulsado el botón Set durante 10 segundos, en el controlador.
- ❖ Luego se mantiene presionado el botón Set en el dispositivo actuador.

La vinculación manual de dispositivos es segura ya que no se envían mensajes para descubrir las direcciones de los mismos sino que el usuario debe tener la posesión física de los dispositivos Insteon con el fin de vincularlos.

Los diseñadores son libres de añadir este procedimiento básico de vinculación. Por ejemplo, cuando varios dispositivos se están conectando a un solo botón en un controlador, el modo de multienlace permite que el usuario evite pulsar el botón Set durante 10 segundos en el controlador para cada nuevo actuador vinculado.

**Vinculación Electrónica.** El enlace electrónico consiste en que un PC u otro dispositivo puede crear vínculos entre los dispositivos Insteon, si sus direcciones son conocidas y si los dispositivos pueden responder a los comandos necesarios.

Para mantener la seguridad, los dispositivos que pueden realizar la interfaz con el PC como el PowerLinc Controller (PLC) realizan un enmascaramiento de los dos primeros bytes de los campos de dirección en los mensajes recibidos desde dispositivos desconocidos. Los dispositivos solo se conocen si hay un vínculo con el dispositivo que almacena la base de datos de enlaces (PLC), o si el mensaje con la Dirección de Destino coincide con el del PLC. Estos vínculos deben haber sido previamente establecidos por el pulsador manual o bien por el ingreso de la dirección de los dispositivos vinculados.

**2.6.2.4. Base de Datos de Enlaces Insteon.** Cada dispositivo almacena una base de datos de Enlaces Insteon en una memoria no volátil, que representa las relaciones controlador / actuador con otros dispositivos Insteon. Los controladores deben saber cuáles equipos actuadores están vinculados, y los actuadores saber qué controladores están vinculados. Los datos de enlace son distribuidos entre los dispositivos en la red Insteon.

Si un controlador está vinculado a un actuador, y este último se retira de la red sin actualizar la base de datos de enlace, el controlador volverá a intentar enviar mensajes destinados a los dispositivos desaparecidos. Los reintentos, que seguramente fallarán en la entrega, agregarán tráfico innecesario en la red. Por eso es muy importante que los usuarios desvinculen los dispositivos actuadores de los controladores cuando sean eliminados. La desvinculación se realiza normalmente de la misma manera como se hace la vinculación, es decir, manteniendo presionado el botón Set en el controlador, y luego se mantiene presionado el botón en el actuador.

Cuando un controlador se elimina de la red, también debe ser desvinculado de todos sus dispositivos actuadores antes de retirarlo, o bien la base de datos de enlace en los actuadores debe ser actualizada quitando los dispositivos eliminados.

### **2.6.3. Seguridad en la Red Insteon**

La seguridad de la red Insteon se mantiene a dos niveles. El control de vinculación garantiza que los usuarios no pueden crear vínculos, de ser el caso, que les permitan controlar los dispositivos instalados en el inmueble adjunto, a pesar de que los dispositivos pueden repetir los mensajes del otro. La encriptación de los mensajes extendidos permite una comunicación completamente segura en las aplicaciones que se requieran.

**Control de Vinculación.** Insteon refuerza el control de vinculación mediante la exigencia de que los usuarios deben tener la posesión física de los dispositivos con el fin de crear vínculos. El firmware de los dispositivos Insteon les prohíbe que identifiquen a otros dispositivos a menos de que un usuario presione el botón set físicamente en el dispositivo.

La vinculación mediante el envío de mensajes Insteon requiere el conocimiento de las direcciones de 3 bytes de los dispositivos Insteon. Estas direcciones (única para cada dispositivo), se les asigna en la fábrica y se muestra en las etiquetas impresas en cada uno de ellos. Los usuarios que tienen la posesión física de un dispositivo pueden leer la dirección del dispositivo de la etiqueta y la introducen de forma únicamente manual cuando el programa en el ordenador lo requiera.

**Enmascaramiento de dispositivos no vinculados a la red de tráfico.** Existen muchas clases de dispositivos Insteon, denominados puentes (bridges<sup>14</sup>), que conectan a una red Insteon con otros protocolos. El puente actúa como otro dispositivo Insteon y debe estar vinculado a otros dispositivos en la red con el fin de intercambiar mensajes con ellos. El usuario debe establecer estos vínculos de la misma manera que para cualquier otro dispositivo Insteon pulsando los botones o escribiendo las direcciones de los mismos.

El PowerLinc Controller (PLC) es un ejemplo de un dispositivo puente que supervisa el tráfico de la red Insteon y la transmite a un ordenador a través de un enlace serie. Para mayor seguridad, el PLC contiene máscaras en el firmware en los campos de dirección de todos los mensajes, a menos de que el tráfico de mensajes se origine desde un dispositivo Insteon vinculado con el PLC o desde un dispositivo que ya conoce la dirección del PLC. De esta manera, el software puede tener en cuenta la existencia de tráfico Insteon sin que los usuarios puedan descubrir las direcciones de los dispositivos que nunca han tenido acceso físico.

Para evitar la suplantación de identidad, donde un atacante se hace pasar por otra persona (haciendo que el PLC envíe mensajes con falsas direcciones), el firmware del PLC siempre inserta el verdadero número de identificación en el campo de Direcciones de Origen en los mensajes que envía.

---

<sup>14</sup> Bridge o Puente: Es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Este interconecta dos segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo el pasaje de datos de una red hacia otra, con base en la dirección física de destino de cada paquete.

---

**Encriptación en los Mensajes Extendidos.** Para aplicaciones tales como cerraduras de puertas y sistemas de seguridad, los mensajes Extendidos pueden contener datos encriptados. Los métodos posibles incluyen el cifrado de código móvil, gestión de clave, y los algoritmos de clave pública. De acuerdo con la simplicidad del protocolo Insteon, el cifrado de código móvil, como el usado para apertura de puertas de garaje y los llaveros de radio para automóviles, es el método preferido por los desarrolladores. El método de cifrado que sea certificado como el estándar Insteon está actualmente en desarrollo.



## CAPÍTULO 3

### DESARROLLO DE APLICACIONES EN INSTEON

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

Insteon, es un protocolo que se enfoca en la simplicidad, confiabilidad y bajo costo optimizados en una sola red. Cuando los dispositivos están conectados en red, incrementa el potencial de coordinación, conducta adaptativa que otorga un alto rendimiento a todos los dispositivos miembros de la red, otorgando grandes beneficios al usuario.

Sin embargo, los dispositivos unidos por una red por sí solos no cambian el comportamiento de los mismos. Un software al nivel de aplicación, creado por los desarrolladores, transforma una red de dispositivos previamente no relacionados en una forma coordinada y adaptable, que resulte en un sistema fiable y flexible.

Existen dos tipos básicos de aplicaciones, que los desarrolladores pueden crear para utilizarlos en una red Insteon, estas son, las aplicaciones externas y las internas.

**Aplicaciones Externas.** Se ejecutan en un dispositivo de computación tales como un PC o PDA. Un tipo especial de módulo llamado “Insteon Bridge” conecta el dispositivo e intercambia mensajes con la red Insteon.

SmartLabs ofrece un puente (bridge) denominado el Contralor PowerLinc (PLC) que conecta un PC a una red Insteon a través de USB o el puerto serie RS232. Los

desarrolladores de aplicaciones pueden utilizar una interfaz simple, llamada “Home Network Language” junto con el dispositivo “Smartlabs Device Manager” (SDM), para interactuar a distancia con toda la red Insteon. El SDM posee una interfaz de DirectX que permite incorporar métodos, propiedades y eventos directamente en otras aplicaciones, o se puede utilizar el SDM como un servidor HTTP para conectarse con Insteon a través de la LAN o Internet.

**Aplicaciones Internas.** Se ejecutan en los mismos dispositivos Insteon. El fabricante Smarhome ha desarrollado un intérprete del lenguaje integrado, llamado SALad, que reside en el firmware de los dispositivos Insteon. Los desarrolladores pueden crear y depurar aplicaciones dentro del Entorno de Desarrollo Integrado de SmartLabs (SIDE) que se comunica con los dispositivos a través de un puente con el PC. Mediante el SIDE se puede interactuar con un PLC externo y a la vez con la red de dispositivos de Insteon, o también, desarrollar aplicaciones SALad utilizando un software de simulación del PLC y dispositivos virtuales Insteon.

Los dispositivos que ejecuten aplicaciones SALad pueden presentar un comportamiento muy sofisticado. Por otra parte, los dispositivos que ya se han instalado en el hogar pueden ser actualizados mediante la descarga de nuevas aplicaciones, dicha capacidad de actualización, permite adaptar los dispositivos a las expectativas del usuario y las necesidades que el mercado demanda.

### 3.2. INTERFACES CON LA RED INSTEON

Un dispositivo que se conecta a la red Insteon con el mundo exterior o con otras redes se llama Puente (Bridge) Insteon. Un tipo de puente es el que comunica la red Insteon con el protocolo Serial RS232, con el cual se puede conectar la red Insteon a un dispositivo informático como una PC, una PDA, o en un dispositivo de interfaz de usuario dedicado con un puerto serie. Otro puente, es el que enlaza Insteon con IP, el mismo que conecta la red Insteon a una red LAN o Internet, ya sea con cables (como Ethernet) o de forma inalámbrica (como WiFi). Sin embargo, otros puentes Insteon puede conectarse a

otras redes como la red de telefonía con cable o inalámbrico, Bluetooth, ZigBee, WiMax, o cualquier otro protocolo.

### 3.2.1. Controlador PowerLinc

El Controlador PowerLinc (PLC) es un puente Insteon a Serial para conectar una red Insteon a un dispositivo informático. Los PLCs están disponibles con interfaz USB o RS232, o también con interfaz de Ethernet, para conectar a una LAN o Internet.

Con el PLC, los desarrolladores de aplicaciones pueden crear interfaces de alto nivel de usuario para los dispositivos dentro de una red Insteon. Las aplicaciones de Administrador son aplicaciones externas que se ejecutan en el computador usando el PLC para enviar y recibir mensajes directamente a los dispositivos Insteon. Las aplicaciones SALad son aplicaciones internas que se ejecutan en dispositivos Insteon, el PLC es un dispositivo habilitado para aplicaciones SALad ya que posee un intérprete de este lenguaje alojado en el firmware.

El PLC contiene un programa SALad de 1200 bytes llamado CoreApp que realiza una serie de funciones que se enlistan a continuación:

- ❖ Cuando el CoreApp recibe mensajes de los dispositivos Insteon, este envía al computador a través del puerto serial, y cuando recibe mensajes con formato Insteon desde el computador a través del puerto serie, los envía por la red Insteon.
- ❖ El CoreApp maneja la vinculación entre los dispositivos Insteon y mantiene la base de datos de los vínculos.
- ❖ El CoreApp maneja eventos, lo que significa que puede enviar mensajes al ordenador basado en una hora determinada u otras incidencias que pueden ocurrir dentro de la red Insteon.
- ❖ A través del CoreApp se puede enviar y recibir comandos X10.

El código fuente de la aplicación CoreApp está disponible para que los desarrolladores modifiquen para sus propios fines. Una vez programado mediante el

lenguaje SALad se puede modificar el PLC, logrando que pueda operar de forma independiente, sin necesidad de estar conectado a un dispositivo informático.

El PLC oculta las direcciones completas dentro de los mensajes Insteon mediante enmascaramiento, a menos de que los mensajes provengan de los dispositivos que ya están vinculados. Las aplicaciones SALad que se ejecutan en el PLC, no permiten recibir mensajes provenientes de los dispositivos desconocidos (no vinculados) para la red Insteon, por lo que un hacker no puede acceder a la aplicación SALad y violar los protocolos de seguridad Insteon.

### **3.2.2. Modem PowerLinc.**

El Modem PowerLinc Modem (PLM) es un módulo puente Insteon a Serial que se conecta a un toma de corriente y que también posee un puerto serie o interfaz Ethernet que se conecta al PC. Utiliza el chip “Powerline IN2680A” que ofrece un conjunto sencillo de comandos ASCII para interactuar con dispositivos Insteon. Las principales funciones de un PLM son:

- ❖ Interfaz con un host a través de un puerto serie RS232.
- ❖ Interfaz con la red eléctrica mediante una fuente de alimentación externa.
- ❖ Envía y recibe mensajes Insteon.
- ❖ Envía y recibe mensajes del protocolo X10.
- ❖ Crea vínculos entre los dispositivos Insteon y gestiona la base de datos de los vínculos creados dentro de la red.
- ❖ Envía los comandos de vinculación a todos los dispositivos en la red y maneja la limpieza de los mismos.
- ❖ Gestión la activación del botón SET y del led indicador del mismo.

El PLM con interfaz RS232 puede comunicarse con el PC mediante el puerto USB con la incorporación de un adaptador de USB a serial.

### 3.2.3. Comparación entre el PLC y el PLM

El PLM es una alternativa de PLC que utiliza un Módem Insteon<sup>15</sup> (IM) en lugar de un programa SALad para implementar una interfaz entre el ordenador y la red Insteon sobre la línea eléctrica. El PLM proporciona un sencillo conjunto de comandos ASCII que realizan en gran parte las mismas funciones que el PLC y adicionalmente administra los detalles de vinculación entre dispositivos.

A diferencia de los PLC, un PLM no puede funcionar en el modo independiente, ya que no puede ejecutar programas de aplicación por sí mismo. Las aplicaciones externas diseñado para trabajar con un PLC, tales como las Aplicaciones de Administrador no funcionarán con un PLM.

En resumen, estas son las principales diferencias entre el PLC y el PLM:

- ❖ El PLM tiene un conjunto de comandos simplificados en comparación con el PLC.
- ❖ El PLM no soporta aplicaciones externas y no funciona en modo independiente.

El PLC ejecuta aplicaciones SALad, pero el PLM no puede ejecutar aplicaciones de cualquier tipo. Un host, como el PLM, siempre debe estar disponible a tiempo completo para ejecutar aplicaciones y administrar al mismo tiempo.

El PLM no tiene un reloj en tiempo real interno y puede soportar al menos 32 enlaces sin necesidad de una memoria externa EEPROM. El PLC tiene una memoria EEPROM externa para almacenar el programa SALad.

---

<sup>15</sup> Módem Insteon (IM): son chips que usan comandos ASCII simples para conectarse con la red Insteon a través del puerto serial. El modem Insteon IN2680A Powerline se conecta a la red mediante el cableado eléctrico de la vivienda y el modem IN2682A se conecta por medio de radiofrecuencia.

### 3.2.4. Aplicaciones de Administrador

La Aplicación de Administrador (Manager App) es un programa externo que se ejecuta en un dispositivo de computación, como una PC o PDA, conectados a una red Insteon a través de un puente. Las aplicaciones de administrador pueden proporcionar interfaces de usuario sofisticadas para dispositivos Insteon, pueden interactuar de forma compleja con el mundo exterior, y organizar comportamientos colectivos que ofrezcan soluciones requeridas por el usuario.

Una aplicación de administrador intercambia mensajes directamente con los dispositivos Insteon, por lo que debe contener un módulo de software que pueda traducir las necesidades del usuario en mensajes Insteon.

Un ejemplo de una Aplicación de Administrador que encapsula estas funciones es el ‘SmartLabs Device Manager’ (SDM) que es un programa para Windows que se conecta a una red a través del Controlador PowerLinc (PLC). El SDM se ocupa de todas las complejidades involucradas con el envío y recepción de mensajes a través de un PLC, posee una interfaz de tal manera que los desarrolladores pueden conectar sus propias aplicaciones personalizadas de alto nivel.

Esta capa superior, que a menudo es una interfaz de usuario, se comunica con el SDM utilizando el protocolo HTTP de Internet o ActiveX de Microsoft, por lo que se puede ejecutar en un navegador de Internet o dentro de un programa de Windows. SDM y la capa superior se comunican mediante un lenguaje simple de secuencias de comandos basada en texto desarrollado por SmartLabs llamada Home Network Language (HNL).

El SDM permite a los diseñadores desarrollar de una forma rápida las aplicaciones de sus productos finales sin tener que tratar directamente con problemas como la mensajería de Insteon.

### 3.3. PAQUETE DE DESARROLLADOR

Smarthome brinda un proceso de desarrollo fácil para los diseñadores que elaboren nuevos dispositivos Insteon a las redes conformadas por los dispositivos existentes o desarrollen aplicaciones externas para una red de dispositivos Insteon. Por lo que se puede acceder a un Kit de Desarrollo de Software (SDK) y una serie de módulos de Desarrollo de Hardware.

**Kit de Desarrollo de Software.** El kit completo de Desarrollo de Software (SDK) que se puede acceder con el fabricante incluye:

- ❖ El Entorno de Desarrollo Integrado Insteon (IDE).
- ❖ Un Controlador PowerLinc (PLC) con interfaz USB o serie RS232.
- ❖ Un módulo de pruebas con atenuador “LampLinc”.
- ❖ Guía para desarrolladores Insteon y formatos de ayuda.
- ❖ El código fuente CoreApp en lenguaje SALad que se ejecuta en el PLC.
- ❖ Aplicaciones de ejemplo SALad.
- ❖ Archivos de cabecera.

**Módulos para el Desarrollo de Hardware.** Los módulos para el desarrollo de hardware que se encuentra disponible son el módulo de red eléctrica aislada, el módulo de línea eléctrica no aislada y un módulo de desarrollo de RF.

El módulo de red eléctrica aislada consta esencialmente de un Controlador PowerLinc (PLC) con una tarjeta de extensión que tiene un área de prototipos y una interfaz de hardware para circuitos internos, incluyendo el micro controlador. Con este módulo, los diseñadores pueden crear interfaces de hardware con los controladores, sensores, actuadores que puedan complementar la red Insteon. La fuente de alimentación externa propia de este módulo asegura que tensiones peligrosas expongan a la red.

La versión no aislada del módulo de desarrollo de línea eléctrica está destinada únicamente a los expertos que están desarrollando productos que deben alcanzar el menor costo posible sin dejar de comunicarse a través de la red eléctrica. Para reducir el número

de partes, la fuente de alimentación está directamente conectada a la red eléctrica de 120 voltios, por lo que tensiones potencialmente letales quedan expuestas.

El módulo de desarrollo de RF contiene una tarjeta especial de RF que se extiende desde un PLC. Con este módulo, los desarrolladores pueden crear productos que se comunican a través de radiofrecuencia, y sólo opcionalmente comunicarse a través de la línea eléctrica. Los dispositivos de RF solo pueden ser alimentados mediante pilas o baterías.

### 3.4. APLICACIONES SALAD

Salad es un intérprete de lenguaje del firmware integrado en los dispositivos habilitados para Insteon. Al escribir y depurar los programas en SALad en el Entorno de Desarrollo Integrado, los desarrolladores pueden crear aplicaciones internas Insteon que se ejecutan directamente en los dispositivos habilitados para SALad.

Debido a que el conjunto de instrucciones SALad es pequeño y los modos de direccionamiento de las instrucciones son muy simétricas, los programas de SALad se ejecutan rápidamente y el código es muy compacto. Los comandos básicos del lenguaje SALad se detallan en la tabla 3.1

Comando SALad	Código	Descripción
SEND	0x03 0x02	Envía mensaje Insteon
KILL	0x03 0x04	Elimina un temporizador pendiente en la pila de eventos
PAUSE	0x03 0x05	Pausa en incrementos de 25 ms.
X10	0x03 0x08	Envía mensaje X10
LED	0x03 0x09	Define el patrón de parpadeo del Led, y la duración del parpadeo 0 a 255 segundos.
RANDOM	0x03 0x0A	Genera números aleatorios y lo guarda en un registro
TIMER	0x03 0x0D	Inicia o reinicia un temporizador



TIMERS	0x03 0x0E	Inicia múltiples temporizadores
X10EXT	0x03 0x10 0x03 0x11	Envía mensaje de X10 extendido
SEND\$	0x03 0x20 0x03 0x21	Envía mensaje Estándar Insteon
SENDEXT\$	0x03 0x30 0x03 0x31	Envía mensaje Extendido Insteon

**Tabla 3.1. Comandos básicos del lenguaje SALad**

SALad se basa en eventos, los mismos se desencadenan cuando el dispositivo recibe un mensaje Insteon, cuando un usuario pulsa un botón, cuando finaliza un temporizador, cuando se recibe un comando X10, etc. Mientras los eventos ocurren, el firmware en un dispositivo habilitado para SALad maneja los mensajes recibidos mediante una cola de eventos, y luego inicia el programa. El programa SALad determina la acción a realizar en función del evento que se inició.

Los programas SALad pueden ser descargados en la memoria no volátil de los dispositivos utilizando la propia red Insteon, o a través de un enlace serial si el dispositivo lo posee. SALad también contiene un depurador pequeño que permite a los programas ejecutarse, detenerse, o ejecutar por pasos, directamente a través de la red Insteon.

La programación en SALad consiste en escribir controladores de eventos. Siguiendo los ejemplos que se incluyen en el Kit Desarrollador de Software, o mediante la modificación del CoreApp.

El Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) es una herramienta completa, que permite crear y depurar aplicaciones internas que se ejecutan directamente en los dispositivos Insteon habilitados para SALad. Con esta herramienta, el programador puede escribir, compilar, descargar y depurar programas de SALad sin tener que salir del IDE. El IDE es un programa de Windows que se conecta a la red utilizando el Controlador PowerLinc. El Entorno de Desarrollo Integrado SALad se compone de los siguientes elementos:

- ❖ Compilador que lee y escribe archivos de código SALad, genera el listado de error, y mapas de variables.
- ❖ Módulo de comunicaciones que puede descargar el código al dispositivo Insteon a través de USB, RS-232, o por la propia red Insteon.
- ❖ Plantillas de códigos para tareas comunes.
- ❖ Depurador a tiempo real basado en la regeneración instantánea desde un dispositivo habilitado para SALad.
- ❖ Una ventana de conversación interactiva para enviar y recibir mensajes Insteon, X10, o ASCII.
- ❖ Simulador de PLC para escribir y depurar aplicaciones SALad sin necesidad de estar conectado a la red Insteon.
- ❖ Diagnóstico de dispositivos Insteon.
- ❖ Diagnósticos de red Insteon.
- ❖ Administrador de base de datos de vínculos entre dispositivos

En la figura 3.1 se muestra cómo las soluciones de software se pueden implementar utilizando el Controlador PowerLine como un dispositivo que actúe como controlador y puerta de enlace (gateway<sup>16</sup>).

---

<sup>16</sup> Gateway: (puerta de enlace) es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

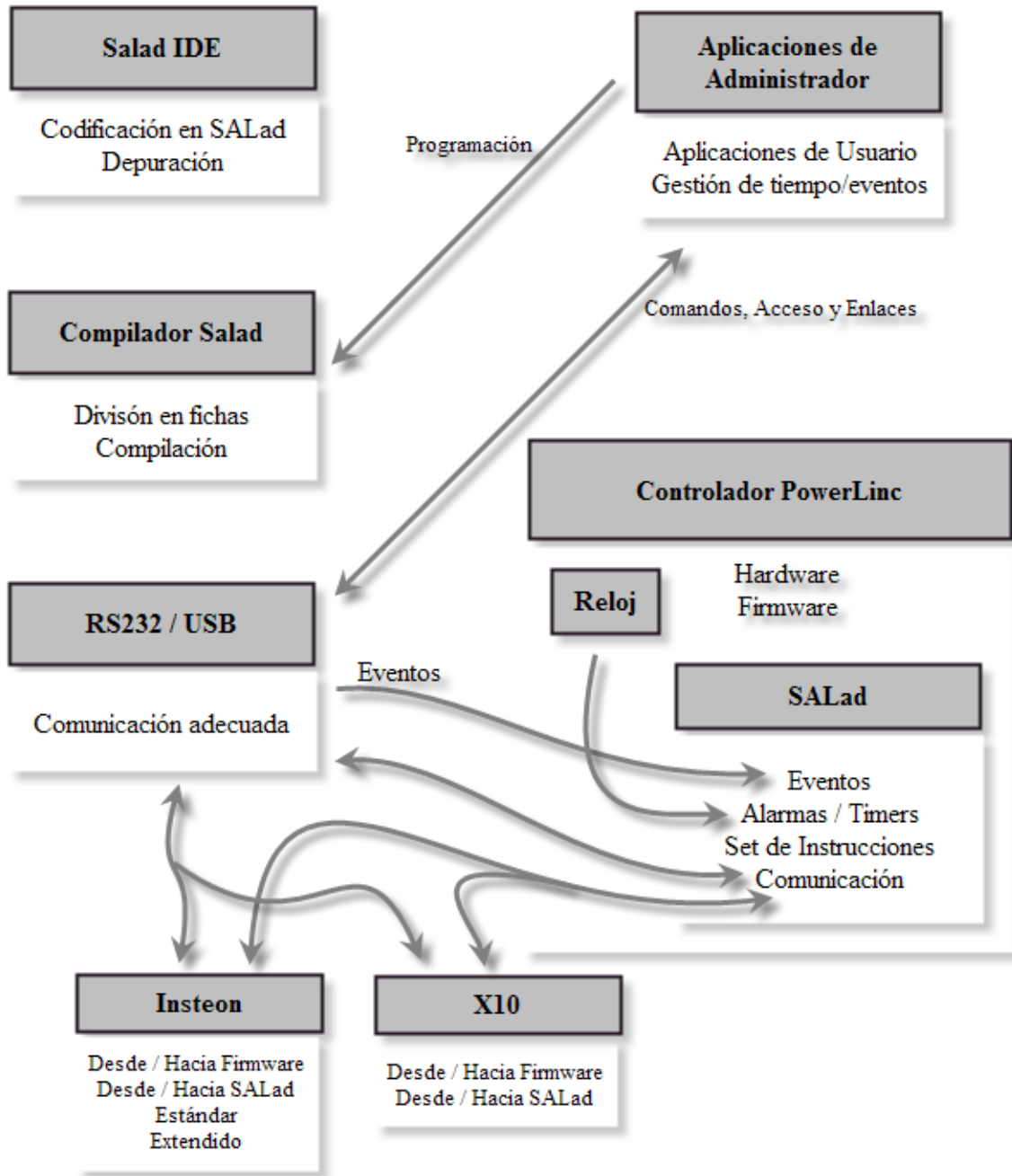


Figura 3.1. Diagrama de Comunicación del PLC con la red Insteon

## **CAPÍTULO 4**

### **ANALISIS Y COMPARACION CON OTROS PROTOCOLOS**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

En los inicios de la tecnología Domótica, la automatización de los equipos domésticos se basaba en el control de su alimentación eléctrica, siendo una manera muy sencilla de gestión, pero de poco atractivo tecnológico ya que no tenían ningún tipo de comunicación eficiente entre los dispositivos.

En este sentido, los desarrolladores en el campo de la Domótica hicieron uso de la informática en conjunto con la tecnología domótica para mejorar la calidad de vida dentro de la vivienda; llevando esto a desarrollar dispositivos especialmente en los campos de la seguridad y ahorro de energía.

En efecto, la domótica, supone la incorporación de una serie de sistemas que permiten controlar y automatizar de forma eficiente los equipos e instalaciones que se encuentran habitualmente en una vivienda. Los sistemas domóticos resultan de la integración de un conjunto de dispositivos como la pasarela, elementos de control, sensores, actuadores, interruptores, aparatos electrónicos y electrodomésticos; todos estos dotados de tecnología digital con capacidad de intercomunicación.

Muchos dispositivos pueden mejorar la capacidad propia al interactuar en una red. Este tipo de mejoras para el hogar logra que los habitantes del mismo consigan seguridad

comodidad y confort, pero sólo puede lograrse con una infraestructura de comunicaciones adecuada, esto es, el protocolo de comunicación domótica.

Los protocolos de control de dispositivos domóticos, objeto del presente capítulo, están enmarcados dentro de los sistemas de control. Los protocolos domóticos de comunicación son los procedimientos utilizados por los sistemas domóticos para la comunicación entre todos los dispositivos con la capacidad de ejercer el control sobre otros.

Existen una gran variedad de protocolos, algunos específicamente desarrollados para la domótica y otros que se originaron en otros sectores, pero que se adaptaron para los sistemas domóticos. Los protocolos pueden ser del tipo estándar abierto (uso libre para todos), estándar bajo licencia (abierto para todos bajo licencia) o propietario (uso exclusivo del fabricante).

## **4.2. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO X10**

La tecnología X10 es un protocolo cuyo medio físico es la red eléctrica que apareció en la década de 1970, pero su adopción temprana es su factor limitante. X10 es poco fiable y carece de flexibilidad, para ser utilizada hoy en día como una infraestructura de red para el control y la automatización en el hogar.

### **4.2.1. Detalles del Protocolo X10**

El protocolo X10 fue inventado en Escocia por Pico Electronics en 1975, resultó un gran avance pionero para esa época, pero a pesar de que el desarrollador fue uno de los primeros en desarrollar circuitos integrados, la tecnología de la década de 1970 causó graves limitaciones en el diseño.

Por ejemplo, sólo puede haber 256 dispositivos X10 diferentes en una sola red eléctrica, ya que a cada dispositivo X10 se puede asignar uno de los 16 posibles “Códigos de Casa” (A hasta P) y uno de los 16 posibles “Códigos de Unidad” (1 a 16).

Por otra parte, X10 define sólo 16 códigos diferentes de comando, pero no todos los dispositivos pueden responder a todos los comandos X10. Los seis comandos X10 más comunes son de encendido, apagado, atenuación, brillo, todo apagado y todo encendido.

X10 transmite un bit de información en cada cruce por cero de la señal de la línea eléctrica. La presencia de un burst de un milisegundo a 120 KHz de la señal portadora representa un bit uno, y la ausencia de la señal portadora representa un bit cero.

Un mensaje X10 se compone de un código de 4 bits de inicio seguido por el código de casa de 8 bits y un código clave de 10 bits. Cada mensaje se envía dos veces, seguido de 6 cruces por cero de silencio antes de iniciar la transmisión de otro mensaje. El intervalo de silencio puede omitirse en ciertos comandos X10, como los de dimerización.

El Código de inicio siempre es 1110, pero el resto del mensaje consiste en pares de bits complementarios (ya sea 01 o 10, pero nunca 00 o 11). Si el código clave termina en 01, los primeros 8 bits se interpretan como un código de unidad, y si el código clave termina en 10, los primeros 8 bits se interpretan como un código de comando.

En la siguiente tabla 4.1 se muestran las posibles 16 combinaciones de los 8 bits complementarios cuando son interpretados ya sea como código de casa, como código de unidad, o como código de comando.

<b>Campo de 8 Bits</b>	<b>Casa</b>	<b>Unidad</b>	<b>Código del Comando</b>	<b>Descripción del Comando</b>
0101 0101	M	13	Todas las unidades apagadas	Apagar todos los módulos en la casa
0101 0110	E	5	Todas las luces apagadas	Enciende todos los módulos de lámparas en la casa
0101 1001	C	3	Encender	Prender el módulo
0101 1010	K	11	Apagar	Apagar el módulo
0110 0101	O	15	Atenuar	Atenuar el módulo de lámpara un paso
0110 0110	G	7	Brillo	Aclarar el módulo de lámpara un paso
0110 1001	A	1	Todas las luces apagadas	Apagar todos los módulos de lámparas en la casa

0110 1010	I	9	Código extendido 1	Designado para datos y control
1001 0101	N	14	Requerimiento	Requerimiento para un módulo para reconocimiento
1001 0110	F	6	Reconocimiento	Respuesta a un requerimiento
1001 1001	D	4	Código extendido 3	Designado para mensajes de seguridad
1001 1010	L	12	Sin usar	
1010 0101	P	16	Código extendido 2	Designado para la lectura de contadores
1010 0110	H	8	Estado de Encendido	Reporta que el módulo está encendido
1010 1001	B	2	Estado de Apagado	Reporta que el módulo está apagado
1010 1010	J	10	Estado de Requerimiento	Requerimiento del estado del módulo

**Tabla 4.1. Combinaciones posibles de los 8 Bits Complementarios en los mensajes X10**

Como ejemplo, a continuación se muestra en la tabla 4.2 una cadena de bits de un mensaje X10 que enciende un módulo A1:

1110 Inicio	0110 1001 Casa A	0110 1001 01 Unidad 1
1110 Inicio	0110 1001 Casa A	0110 1001 01 Unidad 1
00 00 00 Silencio		
1110 Inicio	0110 1001 Casa A	0101 1001 10 Encender
1110 Inicio	0110 1001 Casa A	0101 1001 10 Encender
00 00 00 Silencio		

**Tabla 4.2. Ejemplo de una Cadena de bits de un Mensaje X10**

Un bit X10 se envía cada vez que la señal de voltaje de línea eléctrica de 60 Hz cruza por cero, lo que se produce cada 8,33 milisegundos. En el ejemplo anterior, en total se transmiten 100 bits, por lo que la secuencia completa toma 833 milisegundos para ser enviada.

#### 4.2.2. Compatibilidad de Insteon con X10

El protocolo X10 es utilizado por muchos dispositivos que utilizan la red eléctrica como medio físico de transmisión. La compatibilidad con esta población existente de dispositivos X10 es una característica muy importante de Insteon. Significa que las señales de Insteon y X10 pueden coexistir entre sí, pero la compatibilidad también permite la existencia de dispositivos híbridos que pueden enviar y recibir tanto señales Insteon como X10.

Los dispositivos Insteon logran la compatibilidad con el protocolo X10 mediante la escucha de una señal inicial 800 microsegundos antes del cruce por cero. Los receptores Insteon incluyen en el software la cualidad de recibir un paquete X10 antes de validar un paquete Insteon. La validación del mensaje X10 en los dispositivos Insteon puede ocurrir hasta 450 microsegundos después del cruce por cero, si en la marca de los 450 microsegundos el receptor Insteon confirma que no está recibiendo un paquete Insteon, pero que existe la presencia de un burst X10, el receptor Insteon pasará al modo de X10 y escuchará el mensaje de X10 completo sobre los 11 ciclos siguientes de la línea eléctrica (120 VAC 60 Hz). Al contrario, si el dispositivo Insteon detecta que está recibiendo un paquete Insteon, permanecerá en el modo Insteon y no escuchará mensajes X10 hasta que reciba el resto del mensaje Insteon completo.

La tasa de bits de Insteon es mucho más rápida que para X10. Un bit Insteon está codificado en diez ciclos de la señal portadora a 131,65 KHz, lo que resulta una tasa de bits instantánea de 13.165 bps (bits por segundo) en Insteon. Los paquetes Insteon constan de 24 bits, y un paquete se puede enviar en cada cruce por cero (cada 8.333 microsegundos), por lo que la tasa de bits nominal de Insteon es de 2.880 bps.

Por otra parte, la tasa instantánea de datos de X10 es un bit por cada cruce por cero, o 120 bits por segundo. Pero dos bits complementarios X10 son necesarios para codificar un bit de datos, llamado símbolo, lo que resulta una tasa de datos sostenida de 60 bps. Por lo tanto, la tasa de datos Insteon de 2.880 bps es 48 veces más rápida que la de X10.



### 4.2.3. Comparación entre Insteon y X10

Cuando se inició en la década de 1970, X10 era una solución ideal, ya que por una inversión pequeña se podía controlar de forma remota las luces y electrodomésticos con sólo conectar los controladores X10 en los tomacorrientes de pared existentes. Hoy en día existen varios dispositivos X10 pero este protocolo ya no es una solución viable.

La razón principal es que X10 no funciona con fiabilidad suficiente. Ya que fue desarrollado en la década de 1970 y actualmente no puede cumplir con los propósitos de ser una red de infraestructura de control. X10 tiene una transmisión de datos muy lenta a través de la red eléctrica y la comunicación no tiene incorporado un mecanismo de verificación de errores. A pesar de que X10 implemento los campos de requerimiento de estado y respuesta del estado de los dispositivos, muy pocos los emplean, ya que dedican más tiempo para enviar y recibir los mensajes adicionales.

Las señales X10 por lo general, no cruzan entre las fases de la línea eléctrica, por lo que se necesita de un acoplador de fase activa o pasiva conectado al panel principal. Otra desventaja X10 es la atenuación de la señal por lo que se limita en el control de los dispositivos a cierta distancia, y es probable que se necesiten de filtros de bloqueo para mantener algunos aparatos eléctricos, como computadoras y equipo de entretenimiento, aislados de las señales X10. Adicionalmente, el uso de aplicaciones comunes, como taladros eléctricos o los procesadores de alimentos genera ruido eléctrico en la red que puede confundir a los receptores X10.

Aunque X10 fue 100% fiable, no tiene la flexibilidad suficiente para ser una red de control. Sólo existen 256 combinaciones de códigos de casa y códigos de unidad, por lo que sólo puede haber 256 dispositivos lógicos en una línea eléctrica.

Se puede acceder a dispositivos X10 de control remoto que envían señales de radio a receptores especiales que traducen los comandos de radio en comandos X10 en la red eléctrica. Los comandos X10 de radio son totalmente independientes de los comandos de línea eléctrica, y la radio es de un solo sentido desde el control al receptor. Por lo tanto, la falta de fiabilidad de la radio X10 en un bucle abierto se suma a la falta de fiabilidad de X10 sobre la línea eléctrica, haciendo el sistema aun más frágil.

En 1997, SmartLabs consciente de los problemas de confiabilidad de los dispositivos X10, comenzó a fabricar su propia serie de dispositivos X10 LINC mejorado, incluyendo controladores, reguladores de luz, interruptores, interfaces con el ordenador y potenciadores de señal.

A través de la experiencia directa con X10, SmartLabs decidió sustituirlo por un protocolo mejorado, llamado Insteon, orientado a satisfacer las necesidades y expectativas del mercado de consumo masivo. Además de ser de bajo costo y simple, el nuevo protocolo Insteon, es mucho más fiable y flexible.

Para superar los principales problemas de X10, Insteon incluye las siguientes cinco grandes diferencias con el antecesor:

- ❖ Todos los dispositivos Insteon son repetidores de difusión simultánea.
- ❖ Los dispositivos Insteon son de doble vía y con detección de errores.
- ❖ Las señales de la red eléctrica y radiofrecuencia Insteon se respaldan mutuamente.
- ❖ Insteon es mucho más rápido que el protocolo X10.
- ❖ Insteon posee un campo muy amplio de direcciones y espacio de comandos.

**Difusión Simultánea.** Los dispositivos de forma simultánea Insteon repiten los mensajes de otro dispositivo durante el mismo intervalo de tiempo en el cruce por cero, por tanto agregar más dispositivos a una red Insteon añade más energía a la señal. Es decir, mientras una red Insteon crece, se vuelve más robusta y fiable. Insteon es una red en configuración de malla, con múltiples vías para enviar un mensaje, pero gracias a la difusión simultánea, los mensajes Insteon viajan por todos los caminos posibles, sin necesidad de un controlador de red, router, o de un software complicado de enrutamiento.

**Insteon es una red en lazo cerrado.** Todos los dispositivos Insteon pueden escuchar y transmitir, de tal forma que saben cuando los mensajes se envían a otro dispositivo, y en pocos casos se vuelve a transmitir automáticamente. Del mismo modo, los controladores de Insteon pueden verificar que los actuadores efectivamente hicieron lo que mandaban las instrucciones, proporcionando información a los usuarios que la instrucción dada, sucedió.

**Insteon es de doble malla.** Sabiendo que ningún medio de transmisión es perfecto, Insteon utiliza dos medios de transmisión, la red eléctrica y la radiofrecuencia. Dado que los mensajes Insteon generados en la línea eléctrica son repetidos en radiofrecuencia, y los mensajes RF se repiten en la línea eléctrica, la mensajería Insteon es altamente confiable ya que usa métodos simples de señalización tanto en la línea eléctrica como en radiofrecuencia.

La frecuencia de la portadora Insteon es de 131,65 KHz, que está muy cerca a la de X10 (120 KHz). Es por esto que Insteon no requiere tecnologías más sofisticadas y costosas como DSSS (Espectro Ensanchado por Secuencia Directa) o OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal), ya que en lugar de esto, utiliza una doble difusión simultánea para mejorar la fiabilidad.

Otra ventaja significativa que proviene del uso de la radiofrecuencia y la comunicación a través de la red eléctrica es que RF soluciona el problema de acoplamiento entre fases de la línea eléctrica. Mediante la instalación de al menos un dispositivo Insteon RF en cada fase, la señal de Insteon RF cierra automáticamente la brecha entre fases de la línea eléctrica sin ninguna modificación en el cableado.

**Insteon es más rápido que X10.** Insteon utiliza BPSK (modulación por desplazamiento de fase binaria) para modular la señal portadora sobre la red eléctrica, y X10 utiliza OOK (Codificación On/Off), donde un burst de la portadora está presente o no. En cada cruce por cero de la línea eléctrica (cada 8,33 milisegundos), Insteon envía un paquete entero de 24 bits de información, mientras que X10 sólo envía  $\frac{1}{2}$  bit de información. Por tanto, la tasa de Insteon es más rápida que la de X10 en un factor de 48.

BPSK es más rápido y más fiable que OOK por varias razones. En primer lugar, los dispositivos Insteon utilizan un tipo especial de receptor BPSK, denominado el “Bucle de Costas”, que es muy eficaz en la búsqueda de señales débiles en los canales ruidosos. La atenuación severa y los picos de ruido que son mucho más grandes que la señal Insteon no influye de modo apreciable la capacidad del Bucle de Costas para demodular de forma fiable los datos de un paquete Insteon. En contraste, los receptores X10 consisten de un filtro sintonizado seguido por un detector de umbral, esto genera que la sensibilidad de un

receptor sea baja y los picos de ruido pasen fácilmente a través del filtro, por lo que X10 es susceptible a los falsos negativos y falsos positivos.

En un intento de aumentar la fiabilidad, X10 usa la codificación Manchester, donde un símbolo 1 consiste de un burst seguido de una portadora sin burst, y un símbolo para el cero consiste en una portadora sin burst seguido de una portadora. La codificación Manchester es la razón de que X10 sólo envía  $\frac{1}{2}$  bit de información por cruce por cero. Sin embargo, X10 también especifica que todos los comandos se envían dos veces, con lo que se reduce a la mitad el rendimiento.

**Campo amplio de direcciones y comandos.** Los dispositivos Insteon vienen de fábrica con un número de 3 bytes (24 bits) de dirección grabada en la memoria no volátil. Este número sirve como identificador único de las 16.777.216 posibles direcciones de red Insteon. Para vincular un dispositivo controlador Insteon a un dispositivo actuador, los usuarios simplemente presionan los botones de SET de cada dispositivo, o bien, se puede utilizar el software que se ejecuta en un PC.

Además, Insteon consta de 65.536 comandos básicos, con un mecanismo para aumentar el comando set por medio de mensajes extendidos. Los mensajes extendidos son cifrados con el fin de utilizarlos con dispositivos tales como cerraduras de puertas y paneles de seguridad.

Con una capacidad de más de 16 millones de direcciones y 65 mil comandos básicos, Insteon es claramente superior a X10 con sólo 256 direcciones y 16 comandos.

#### **4.2.4. Tabla Comparativa entre Insteon y X10**

La siguiente tabla resume las diferencias entre los protocolos Insteon y X10.

<b>Propiedad</b>	<b>Insteon</b>	<b>X10</b>
Medio	Línea Eléctrica y Radiofrecuencia	Línea Eléctrica
Tipos de Módulos	Todos son iguales	Controladores Actuadores
Propagación de Mensajes	Repetición con difusión simultánea	Una sola transmisión Regeneradores de señal
Velocidad de Datos RF, bps	38,4 Kbytes instantáneos a 904 MHz	-
RF PHY	FSK en banda ISM	-
Velocidad de Datos PL (bps)	13.165 Instantánea 2.880 Sostenido 1.440 Mensaje Estándar 1.698 Mensaje Extendido 1.034 Datos del usuario	120 Instantánea 60 Sostenido 24 de Carga útil (20 bits en 833 ms)
Comunicación entre Fases PL	RF o Hardware	Hardware
Reconocimiento (ACK)	Si	No
Direccionamiento	Identificación pre asignado de 24-bits (16.777.216 Dispositivos)	16 Códigos de Casa 16 Códigos de Unidad (256 dispositivos por línea eléctrica)
Ingreso a la Red	Automático	Código
Grupos	Base de datos en los módulos	Escenas en algunos controladores
Comandos	2 Bytes (65,536)	16 en Total
Tipos de Dispositivos	3 Bytes (16,777,216)	-
Reloj Global	Cruce por cero de la señal línea eléctrica	Cruce por cero de la señal línea eléctrica
Reintentos	Si	No
Longitud de Mensaje	15 a 33 Bytes	100 Bits (8,5 Bytes)
Anticolisión	Si	No
EEPROM Interna	4 Kbytes	No
EEPROM Externa	256 Bytes	No
Watchdog	Si	No
Desarrollo de Aplicaciones	Lenguaje SALad Aplicación de Administrador	Dispositivos no programables

**Tabla 4.3. Comparación entre los protocolos Insteon y X10.**

### 4.3. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO LONWORKS

LonWorks es una tecnología de red desarrollada en 1988 por parte de la compañía Echelon, Inc., una empresa pública (NASDAQ: ELON), con sede en San José, California. LonWorks es en su mayoría desplegado en la construcción, automatización industrial, control comercial, y aplicaciones con contadores.

#### 4.3.1. Detalles del Protocolo LonWorks

LonWorks es una red sofisticada y de alto rendimiento que utiliza enrutadores y repetidores especiales de lazos abiertos basados en el aprendizaje para entregar de forma fiable los mensajes. LonWorks se implementa en todas las siete capas del modelo OSI (Interconexión de sistemas abiertos). En la capa física, LonWorks puede transmitirse sobre par trenzado, coaxial, fibra óptica, líneas de alta tensión, infrarrojo y radiofrecuencia. La mayoría de las instalaciones utilizan cableado de par trenzado

Capa OSI	Nombre de la Capa	Servicios de Software LonWorks
1	Física	Par trenzado, Coaxial, Fibra Óptica, Línea Eléctrica, Infrarrojo, Radiofrecuencia
2	Enlace	MAC: CSMA predictiva, CA; CD opcional, prioridad
3	Red	Sin conexión, difusión del dominio, libre de bucle
4	Transporte	ACK / NAK multicast, unicast, servidor de autenticación, control de transacciones (pedidos, detección de duplicados)
5	Sesión	Establece, coordina, pone fin a la aplicación de comunicaciones
6	Presentación	Sintaxis de conversión
7	Aplicación	QoS, autenticación, privacidad

Tabla 4.4. Plataforma LonWorks implementada en el Modelo OSI

La plataforma de LonWorks, pretende reemplazar el protocolo BACnet (Red de Control para Automatización de Edificios), utilizando un protocolo llamado LonTalk, formalizado con las normas ANSI / CEA 709.1, y IEEE 1473-L. Los paquetes de LonTalk pueden contener una gran cantidad de información, como se muestra en la tabla.

<b>Campo</b>	<b>Bytes</b>
Enlace de Cabecera	1
Información de Dirección	4
Tipo de Servicio	1
Sesión de Cabecera	2
Presentación de Cabecera	2
Datos	2 a 218
CRC	2

**Tabla 4.5. Información que se transmiten en los paquetes del Protocolo LonTalk**

Echelon ofrece a los fabricantes los chips “Neuron” para la creación de productos, pero el costo de los chips son altos como para desarrollar dispositivos de consumo masivo para los hogares.

Para los desarrolladores de productos, Echelon ofrece un paquete de Generador de Nodos en 5.995 dólares, y un paquete Mini EVK PL en \$395 para aplicaciones para la red eléctrica. La programación de chips Neuron se realiza en Neuron C.

La instalación de los sistemas LonWorks se realiza normalmente por profesionales que apliquen al Paquete de Integración de redes LonPoint, que incluye interfaces de hardware de control, un software bajo Windows LonMaker para la configuración y comunicaciones con TCP / IP y Servicios de Redes LonWorks para la conexión a Internet o intranet. Recientemente, Echelon ha lanzado un software de instalación de red interoperable para simplificar la configuración de la red.

### **4.3.2. Comparación entre Insteon y LonWorks**

Insteon está optimizado para el control del hogar, mientras que LonWorks ha desarrollado aplicaciones sobre todo en los entornos comerciales e industriales. LonWorks es fiable, rápido y flexible, pero esta sofisticación se ve reflejada también en el alto precio de los dispositivos. Aunque LonWorks ha sido desarrollado desde 1988, su relación de precio / rendimiento ha demostrado ser demasiado alto para su adopción generalizada en el mercado de consumo de control doméstico.

Insteon, por el contrario, ha sido diseñada desde cero para satisfacer las expectativas de los consumidores por la sencillez, asequibilidad y fiabilidad. Debido a que es un diseño moderno, Insteon puede tomar ventaja adoptando los avances más recientes en la tecnología. En el corto plazo al menos, Insteon y las redes LonWorks permanecerán en diferentes segmentos del mercado, aunque podrían ser interconectados con dispositivos apropiados de transición o puentes, si surge dicha demanda de mercado.

## **4.4. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO ZIGBEE**

### **4.4.1. ZigBee**

ZigBee es un estándar de comunicaciones inalámbricas diseñado por ZigBee Alliance y llamada así porque sus mensajes en zigzag como el vuelo de una abeja y de ahí el nombre. No es una tecnología, sino un conjunto estandarizado de soluciones que pueden ser implementadas por cualquier fabricante. ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Network, WPAN) y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de las baterías.

ZigBee es promovida por la ZigBee Alliance, la cual, es una comunidad internacional de más de 100 compañías como Motorola, Mitsubishi, Philips, Samsung, Honeywell, Siemens, entre otras; cuyo objetivo es habilitar redes inalámbricas con capacidades de control y monitoreo confiables, de bajo consumo energético y de bajo



costo, que funcione vía radio y de modo bidireccional; todo basado en un estándar público global que permita a cualquier fabricante crear productos que sean compatibles entre ellos.

La especificación 1.0 de ZigBee se aprobó el 14 de diciembre de 2004 y está disponible a miembros del ZigBee Alliance, esta especificación está dividida en niveles. La suscripción para el primer nivel se denomina “Adopter”. Desde sus anuncios ZigBee ha gozado de gran expectativa, incluso corrían los rumores que se trataba del reemplazo de Bluetooth, y no es para menos pues por ejemplo, el nodo ZigBee más completo requiere en teoría cerca del 10% del software de un nodo de Bluetooth o Wi-Fi típico; esta cifra baja al 2% para los nodos más sencillos, pero el tamaño de código en sí es bastante mayor y se acerca al 50% del tamaño del de Bluetooth; no obstante, ZigBee no ha surgido para reemplazar a Bluetooth, pues sus campos de acción son distintos.

IEEE 802.15.4, que se completó en mayo de 2003, define una baja frecuencia en la red de área personal inalámbrica (WPAN) que incluye un espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) de radio como medio físico (PHY) y la capa de control de acceso a medios (MAC) es la capa de software. Varios fabricantes de chips que ofrecen 802.14.4 incluyen microprocesadores y 128 Kbytes de memoria interna para la pila ZigBee.

Algunas de las principales características de ZigBee son:

- ❖ ZigBee opera en las bandas libres ISM (Industrial, Scientific & Medical) de 2.4 GHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (Estados Unidos).
- ❖ Tiene una velocidad de transmisión de 250 Kbps y un rango de cobertura de 10 a 75 metros.
- ❖ A pesar de coexistir en la misma frecuencia con otro tipo de redes como WiFi o Bluetooth su desempeño no se ve afectado, debido a su baja tasa de transmisión y, a características propias del estándar IEEE 802.15.4.
- ❖ Capacidad de operar en redes de gran densidad, esta característica ayuda a aumentar la confiabilidad de la comunicación, ya que entre más nodos existan, mayor es el número de rutas alternas para enviar los mensajes y garantizar que un paquete llegue a su destino.
- ❖ Cada red ZigBee tiene un identificador de red único, lo que permite que coexistan varias redes en un mismo canal de comunicación sin ningún problema.

- ❖ Teóricamente pueden existir hasta 16.000 redes diferentes en un mismo canal y cada red puede estar constituida por 65.000 nodos, obviamente estos límites se ven truncados por factores como memoria disponible, ancho de banda y rango de cobertura.
- ❖ Es un protocolo de comunicación multisalto, es decir, que se puede establecer comunicación entre dos nodos aún cuando estos se encuentren fuera del rango de transmisión, siempre y cuando existan otros nodos intermedios que los interconecten, de esta manera, se incrementa el área de cobertura de la red. Su topología de malla (MESH) permite a la red auto recuperarse de problemas en la comunicación aumentando su confiabilidad.

ZigBee ha definido varios tipos de dispositivos, entre los cuales se tiene:

- ❖ Coordinadores de Red, uno por red, ubicado en la raíz del árbol de la red.
- ❖ FFDs (dispositivos con plenas funciones), que pueden enrutar.
- ❖ RFDs (dispositivos de funciones reducidas), que no pueden enrutar.

Sólo los FFDs pueden formar una red de malla, por lo que ZigBee también define una red en estrella que puede incluir RFDs en el borde de la red, y una red híbrida llamada árbol.

Los desarrolladores de dispositivos ZigBee deben ser miembros de la Alianza ZigBee. Un promedio de inscripción como miembro es de 3.500 dólares por año, pero la participación en la configuración de los estándares ZigBee requiere una membresía de 9.500 dólares o como miembro promotor por \$ 40.000 al año.

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>		
Frecuencia	868 MHz	915 MHz	2.4 GHz
Región	Europa	Estados Unidos	Resto del Mundo
Canales	1	10	16
Modulación	BPSK	BPSK	Q-BPSK
Ancho de Banda	600 KHz	1.2 MHz	2 MHz
Taza de Transmisión	20 Kbps	40 Kbps	250 Kbps

**Tabla 4.6. Especificaciones de las diferentes bandas en las que se desarrolla ZigBee**

El alcance de las radios ZigBee tienen rangos de 10 a 75 metros, siendo habitual los 50 metros. En el entorno del hogar, las frecuencias menores a 2,4 GHz se propagan dos o más veces más lejos debido a la menor absorción de los materiales de construcción.

La capa MAC soporta hasta 64.000 nodos por red. Todos los dispositivos deben tener una dirección IEEE de 8 bytes, pero se puede asignar direcciones cortas de 2 bytes durante la asociación de la red.

El protocolo 802.15.4 se define tanto en mensajería basada en contención libre y contención del canal de acceso. Para las comunicaciones libres de contención, un método garantizado es el (GTS) que se puede utilizar para mensajes de alta prioridad, pero las señales de radio utilizan normalmente el CSMA-CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones) para la mensajería basado en contención del canal.

Los paquetes son de tamaño variable, con una longitud máxima de 128 bytes, o 104 bytes de carga útil máxima. Para el funcionamiento de la batería, 802.15.4 define una súper trama opcional que permite a los dispositivos de baja potencia, activarse periódicamente. Los paquetes de datos tienen una longitud de 15 a 35 bytes, con un adicional de 7 bytes para un cifrado opcional de seguridad, como se muestra en la siguiente tabla:

Capa	Campo	Tamaño (Bytes)	Total (Bytes)
PHY	Preámbulo	4	6
	Inicio	1	
	Longitud de la Estructura	1	
MAC	Control de la Estructura	2	9 - 29
	Número de Secuencia de Datos	1	
	Información de la Dirección	4 - 20	
	Revisión de Secuencia de la Estructura	2	
Seguridad	Conteo de la Estructura	4	7
	Conteo de Secuencia	1	
	Verificación de Código	2	

**Tabla 4.7. Paquetes de Datos que posee cada Capa de ZigBee**

#### 4.4.2. Interoperabilidad de ZigBee

ZigBee tiene un universo amplio de aplicaciones, incluyendo los datos de seguimiento y control, la sustitución de cableado estructurado, los dispositivos que funcionan a base de baterías, gestión de edificios comerciales e industriales, y la domótica.

Para apoyar a estos mercados, ZigBee ha formado una serie de comités para definir las propiedades requeridas para los productos de diferentes campos de aplicación. El único perfil ZigBee de aplicación que está definido actualmente es el control de iluminación en el hogar y permite a los desarrolladores crear perfiles privados para sus propios fines. La lista completa de los perfiles de aplicación que posee ZigBee son:

- ❖ La lectura automática de medidores (AMR)
- ❖ Automatización de Edificios Comerciales (CBA)
- ❖ Supervisión Industrial de la planta (HPM)
- ❖ Automatización Inicial (HA)
- ❖ Calefacción, ventilación, aire acondicionado (HVAC)
- ❖ Control de Interiores, Iluminación (HCL)

#### 4.4.3. Insteon comparado con ZigBee

La especificación ZigBee fue puesta a disposición del público en junio de 2005, por lo que existen muy pocos dispositivos ZigBee orientados al control en el hogar, sin embargo se pueden encontrar unas diferencias notables con Insteon, las principales diferencias son:

- ❖ Insteon es de doble malla (PL y RF), ZigBee utiliza únicamente radiofrecuencia.
- ❖ Insteon se propaga por medio de difusión simultánea de mensajes, por el contrario, los mensajes de ZigBee se envían por rutas establecidas.
- ❖ Los dispositivos Insteon son todos iguales, en cambio, Zigbee cuenta con dispositivos que poseen todas las funciones y dispositivos con funciones reducidas.
- ❖ Insteon proporciona un respaldo de seguridad mediante el PowerLine a las transmisiones realizadas a dispositivos de RF, en cambio Zigbee no tiene un medio que respalde ante fallas de la radio.

Finalmente, se puede mencionar también que ZigBee tiene un costo mayor a Insteon, pero cabe recalcar que la tecnología inalámbrica Zigbee es útil para aplicaciones en grandes redes industriales y comerciales, mientras que Insteon está optimizado para el hogar.

#### 4.4.4. Tabla de comparación ZigBee frente a Insteon

A continuación se presenta en la tabla 4.8 comparativa donde se resume las diferencias entre las tecnologías Insteon y ZigBee.

Propiedad	Insteon	ZigBee
Medio	Línea Eléctrica y Radiofrecuencia	Solo Radiofrecuencia
Tipos de Módulos	Todos son iguales	Coordinador de Red (1 por red) (FFD) Dispositivos con todas las funciones (RFD) Dispositivos con funciones reducidas
Propagación de Mensajes	Repetición con difusión simultanea	Tablas con rutas establecidas
Velocidad de Datos RF, bps	38,4 Kbytes instantáneos a 904 MHz	20 Kbytes instantáneos a 868 MHz 40 Kbytes instantáneos a 915 MHz 250 Kbytes instantáneos a 2.4 GHz
RF PHY	FSK en banda ISM	DSSS en dos bandas ISM
Velocidad de Datos PL, bps	13.165 Instantánea 2.880 Sostenido 1.440 Mensaje Estándar 1.698 Mensaje Extendido 1.034 Datos del usuario	-
Compatible con X10	Si	No
Comunicación entre Fases PL	RF o Hardware	-
Reconocimiento (ACK)	Si	Si
Direccionamiento	Identificación pre asignado de 24-bits (16.777.216 Dispositivos)	Dirección IEEE de 64 bits Dirección Corta de 16 bits (65,536 dispositivos)

Ingreso a la Red	Automático	Procedimiento realizado en instalación
Grupos	Base de datos en los módulos	-
Comandos	2 Bytes (65,536)	Perfiles de Aplicación
Tipos de Dispositivos	3 Bytes (16,777,216)	Perfiles de Aplicación
Reloj Global	Cruce por cero de la señal línea eléctrica	-
Reintentos	Si	Si
Longitud de Mensaje	15 a 33 Bytes	128 bytes máximo
Anticolisión	Si	No
Control de Triac	Si	Si
SRAM	256 Bytes	-
Memoria Flash	4K x 14 bits (7 KBytes)	128 Kbytes
EEPROM Interna	4 Kbytes	-
EEPROM Externa	256 Bytes	-
Watchdog	Si	-

**Tabla 4.8. Comparación entre Insteon y ZigBee**

#### 4.5. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO Z-WAVE

Z-Wave es una red de radiofrecuencia enrutada diseñada por Zensys en Dinamarca. Pensado para aplicaciones inalámbricas en el control en la casa, Z-Wave tiene metas de diseño similares en algunos aspectos a las de Insteon, como son: bajo costo, bajo consumo de energía, fiable, fácil instalación de la red, fácil proceso de asociación, no necesita de gestión de red e interoperabilidad.

Z-Wave envía mensajes usando solo radiofrecuencia y no puede transmitir por ningún otro medio, razón por la cual los diseñadores de Z-Wave se vieron obligados a darle una serie de características relativamente complejas con el fin de que sea lo más fiable posible.

En particular, el envío de mensajes Z-Wave a través de la red se basa en un algoritmo complejo de enrutamiento de origen (SRA). El SRA exige que los dispositivos que originan el mensaje conozcan la disposición de otros dispositivos en la red (topología) de modo que puedan calcular la mejor ruta para enviar los mensajes. El mantenimiento y la distribución de la topología se establecen en una base de datos mediante un software, sobre todo cuando algunos de los dispositivos en la red son móviles. Por tanto, para mantener los costos bajos, Z-Wave define diferentes tipos de dispositivos, teniendo a los dispositivos de menor costo, llamados esclavos, que no pueden enviar mensajes.

Para crear un producto Z-Wave con certificación, los desarrolladores deben ser miembros de pleno derecho de la Alianza Z-Wave, cuyo costo es de 2.500 dólares por año.

Zensys es el dueño de una patente de EE.UU., número 6879806, expedida el 12 de abril de 2005, titulada “Sistema y metodología para la creación de una tabla de enrutamiento de señales en un sistema de automatización”, que cubre algunos aspectos del trabajo en la red Z-Wave.

Pensado para aplicaciones inalámbricas de control en el hogar, las redes de radio Z-Wave están relativamente diseñadas para pocos nodos (20 a 200) que se comunican en promedio cada 5 a 15 minutos. Los mensajes de Z-Wave son de longitud variable, con una carga promedio de 4 a 6 bytes.

#### **4.5.1. Comparación entre Insteon y Z-Wave**

Las radios de Insteon y Z-Wave son invisibles entre ellas, ya que utilizan radios FSK de banda estrecha, pero en diferentes frecuencias. En América, las radios Z-Wave están sintonizadas a 908,42 MHz, mientras que Insteon utiliza la banda de los 903,991418 MHz.

Las principales diferencias entre Insteon y Z-Wave son las siguientes:

- ❖ Insteon es de doble malla, Z-Wave solo utiliza la radiofrecuencia.
- ❖ Insteon se propaga por medio de la difusión simultánea de mensajes, en cambio Z-Wave define rutas para enviar mensajes.
- ❖ Los dispositivos Insteon son iguales, a diferencia de los dispositivos Z-Wave que pueden ser controladores de red o esclavos que no pueden generar mensajes.

La comunicación por radio está lejos de ser 100% confiable. Z-Wave utiliza la banda estrecha FSK (modulación por desplazamiento de frecuencia) de 900 MHz sin licencia ISM (industrial, científica y médica) por lo que están obligados a transmitir a baja potencia. Por esta razón, la doble malla de Insteon hace que la radiofrecuencia y la señal de la red eléctrica pueden respaldarse entre sí haciendo de la red bastante fiable y robusta.

Z-Wave tuvo que recurrir a una red compleja de auto organización y auto curación mediante procedimientos de enrutamiento para maximizar la fiabilidad. Insteon, por el contrario, a pesar de que emplea el mismo tipo de radios de banda estrecha FSK en el rango de los 900 MHz como Z-Wave, consigue una mayor fiabilidad general con procedimientos menos complicados, ya que se basa en el respaldo desde la red eléctrica y la difusión simultánea de mensajes. La difusión simultánea es mucho más simple que el enrutamiento, y más robusta debido a que varios dispositivos envían el mismo mensaje añadiendo potencia a la señal.

#### 4.5.2. Tabla comparativa entre Insteon y Z-Wave

La siguiente tabla resume las diferencias entre Insteon y Z-Wave.

Propiedad	Insteon	Z-Wave
Medio	Línea Eléctrica y Radiofrecuencia	Solo Radiofrecuencia
Tipos de Módulos	Todos son iguales	Controlador Controlador Estático (SUC) Esclavo Esclavo con enrutamiento Esclavo con privilegios Instalador Puente
Propagación de Mensajes	Repetición con difusión simultanea	Tablas con rutas de envío de mensajes
Velocidad de Datos RF, bps	38,4 Kbytes instantáneos a 904 MHz	9600 instantáneos
RF PHY	FSK en banda ISM	FSK en banda ISM



Velocidad de Datos PL, bps	13.165 Instantánea 2.880 Sostenido 1.440 Mensaje Estándar 1.698 Mensaje Extendido 1.034 Datos del usuario	-
Red Eléctrica PHY	Portadora de 131.65 KHz BPSK	-
Compatible con X10	Si	No
Comunicación entre Fases PL	RF o Hardware	-
Reconocimiento (ACK)	Si	Si
Direccionamiento	Identificación pre asignado de 24-bits (16.777.216 Dispositivos)	Identificación de Casa 32 bits Identificación de Nodo 8 bits (232 dispositivos por red)
Ingreso a la Red	Automático	Procedimiento realizado en instalación
Grupos	Base de datos en los módulos	Base de datos en el Controlador
Comandos	2 Bytes (65,536)	Clases de Comandos
Tipos de Dispositivos	3 Bytes (16,777,216)	Clases de Dispositivos
Reloj Global	Cruce por cero de la señal línea eléctrica	No
Reintentos	Si	Si
Longitud de Mensaje	15 a 33 Bytes	Variable
Anticolisión	Si	Si
Control de Triac	Si	Si
SRAM	256 Bytes	2048 Bytes
Memoria Flash	4K x 14 bits (7 KBytes)	32 Kbytes
EEPROM Interna	4 Kbytes	24 KBytes
EEPROM Externa	256 Bytes	-
Watchdog	Si	Si
Desarrollo de Aplicaciones	Lenguaje SALad Dispositivo de Administrador	API en 8051, compilación por C “Compliance Test Tool”

**Tabla 4.9. Comparación entre Insteon y Z-Wave**

## 4.6. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO WIFI

En los últimos años, WiFi (IEEE 802.11) se ha convertido en el estándar más común para las redes LAN inalámbricas (WLAN). WiFi permite compartir archivos, imprimir y utilizar Internet desde cualquier lugar dentro del alcance de radio sin cables.

IEEE 802.11 es el estándar en el que se basa WiFi, en realidad viene en varias versiones diferentes, a, b, g, y n. 802.11a funciona con licencia en la banda de 5 GHz, y es utilizado principalmente por las empresas. La versión b lanzada al mercado en 1999 es capaz de comunicar a 11 Mbps (megabits por segundo), en 2002 se lanzó la versión g con una velocidad de 54 Mbps. La versión n tiene una velocidad de 100 Mbps o más.

<b>Versión WiFi</b>	<b>Taza de Datos</b>	<b>Banda de Radio</b>
802.11a	54 Mbps	5 GHz
802.11b	11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	100 Mbps mínimo	2.4 GHz

**Tabla 4.10. Versiones del Protocolo 802.11 - WiFi**

El rango típico para una radio Wi-Fi dentro de la casa es de 50 metros, o hasta 100 metros con línea de vista directa. El número de nodos por WiFi LAN está limitado a 32, y cada nodo tendrá hasta un megabyte de los recursos del sistema además de un microprocesador moderadamente potente para ejecutar el software Wi-Fi. Al utilizar la tecnología como PBCC (Paquete Binario de Codificación Convolutacional), CCK (Modulación de Código Complementario), y DBPSK (Diferencial de Claves Binarias de Cambio de Fase), WiFi consigue un rendimiento y fiabilidad impresionantes sin grandes costes.

Para formar conexiones de red y de transporte de datos, WiFi utiliza el mismo protocolo que Internet, TCP / IP.

#### 4.6.1. Comparación entre Insteon y WiFi

El uso de la red WiFi junto con los dispositivos de bajo costo, como los interruptores de luz, es teóricamente imposible. La menor especificación de WiFi, 802.15b, ofrece velocidad de datos de 11 Mbps, muy por encima de lo que necesita un interruptor para regular una luz, o un termostato para controlar las necesidades de una estufa. El protocolo TCP/IP que utiliza Wi-Fi, sin duda es el mejor estándar para el enrutamiento de paquetes, requiere un mínimo de 30 bytes de sobrecarga por paquete, con 2 KBytes de búfer de RAM y al menos 14 KBytes de espacio de código sólo para la pila de software, razón por la cual Wi-Fi es ideal para una red de dispositivos que necesiten una velocidad de transmisión y con una tasa de bits muy alta.

Las radios WiFi funcionan muy bien, pero son complicadas, y consumen bastante energía por lo que la única manera de implementar dispositivos operados con baterías es que sean recargables y con capacidad de recarga frecuente. Al igual que con otras redes de un solo medio de comunicación, si la comunicación falla por cualquier razón, el único recurso con WiFi es volver a intentarlo.

En contraste, la tasa de datos de Insteon está optimizada para el control de dispositivos en el hogar. Es lo suficientemente rápido que los usuarios no experimentan un retraso notable cuando controlan dispositivos a distancia, pero no tan rápidos ya que los mensajes de transmisión simultánea podrían bloquearse entre sí.

Todos los dispositivos Insteon dentro del alcance repiten mensajes idénticos al mismo tiempo, por tanto, con la adición de cada dispositivo aumenta la fuerza de la señal, por lo que la difusión simultánea no sólo es radicalmente más simple que el enrutamiento, sino que es más robusto. La simplicidad se traduce en bajo costo, la comunicación por la red eléctrica y la radiofrecuencia ocupa 2600 bytes, por ejemplo una aplicación con un dimerizador de luz reside solamente en 7 Kbytes, que se puede ejecutar en un solo micro controlador de gama baja.

Mediante un Gateway entre una red WiFi y una red Insteon, todos los dispositivos Insteon pueden aparecer como parte de la red WiFi. Sabiendo que WiFi es ideal para la creación de redes con ordenadores, puntos de acceso, impresoras y otros equipos de alto

rendimiento, mediante el Gateway todos los dispositivos del hogar puede unirse a la red LAN y a la vez pueden ser accedidos desde Internet.

#### **4.7. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO BLUETOOTH**

La radio Bluetooth, definida por el Bluetooth SIG (Grupo de Interés Especial) y estandarizado como IEEE 802.15.1, es una red de área personal (PAN) inalámbrica ad-hoc punto a punto.

Diseñado para dispositivos de baja potencia, pero limitada por un radio de alcance de 10 metros, la radio Bluetooth se utiliza sobre todo en auriculares inalámbricos para teléfonos móviles, aplicaciones de manos libres, PDAs y sustituciones de conexiones por cable al PC con los periféricos.

Las radios de Bluetooth operan en la banda de 2,4 GHz, con un salto de frecuencia de espectro ensanchado (FHSS) para lograr una velocidad de datos máxima de hasta 3 Mbps. Una red PAN Bluetooth soporte hasta siete nodos, sin embargo, el software Bluetooth de pila puede ocupar hasta 250 Kbytes de los recursos del sistema.

##### **4.7.1. Insteon comparado con Bluetooth**

Bluetooth fue diseñado para la conectividad personal, es mucho más rápido y más complejo comparado a las aplicaciones necesarias para el control de dispositivos en el hogar.

Teniendo en cuenta los costos de Bluetooth, el rango de cobertura limitado, y la falta de un medio alternativo que respalde ante fallas; Insteon se convierte en una opción superior para la creación de redes con dispositivos masivos del hogar como interruptores de luz.

Bluetooth puede coexistir con Insteon sin ningún problema, ya que Bluetooth ocupa la banda de 2,4 GHz y la radio Insteon utiliza la banda de los 904 MHz.

## **4.8. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN CON EL PROTOCOLO WIMAX**

WiMax, que significa Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas, es una Red de Area Metropolitana (MAN) inalámbrica punto a multipunto, constituida bajo el estándar de “Especificación de Interfaz por Aire”, IEEE 802.16.

WiMax es una tecnología licenciada de banda ancha con acceso inalámbrico presentada como una alternativa para el servicio por cable o teléfono DSL (Línea Digital de Abonado). Utiliza estaciones base conectada a través de fibra, igual que las líneas celulares, para transmitir información hasta 268 Mbps desde las antenas fijas hasta los receptores instalados en las mediaciones de los clientes.

WiMax está concertado con el ETSI (European Telecommunication Standards Institute) mediante las especificaciones HiperMAN, que hace que sea un estándar mundial. Utiliza la banda de 3,3 a 10 GHz para comunicaciones punto a multipunto, WiMax tiene un alcance de 3 a 10 kilómetros. Para las conexiones punto a punto con una línea de vista directa, existe una versión que se transmite de 10 a 66 GHz con un alcance de hasta 48 kilómetros.

La Especificación de Interfaz por Aire IEEE 802.16 es flexible, pero compleja, los datos se transportan mediante ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) o IP (Protocolo de Internet), soportados con calidad de servicio (QoS). La modulación puede ser OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal) con 256 o 2048 portadoras como se utiliza en DSL o también por Multi Tono Discreto (DMT). El canal puede ser compartido utilizando TDD (Duplexación por División de Tiempo) o FDD (Duplexación por División de Frecuencia).

### **4.8.1. Insteon comparado con WiMax**

WiMax e Insteon fueron diseñados para propósitos completamente diferentes, por lo que no podrían competir en el mercado. Sin embargo, WiMax eventualmente proveerá conectividad a Internet de banda ancha para millones de hogares que están actualmente servidos por cable o DSL. Mediante un gateway a Internet, Insteon puede ofrecer una

---

potente interfaz remota para el hogar desde cualquier parte del mundo desde la web. Por ejemplo, las fugas de agua pueden ser detectadas por un sensor, que enviaría una señal a un dispositivo puente IP como el Controlador Central (SmartLinc) y su vez este podría enviar un correo electrónico a un dispositivo móvil a través de Internet mediante WiMax, alertando al instante la alarma generada.

## **CAPÍTULO 5**

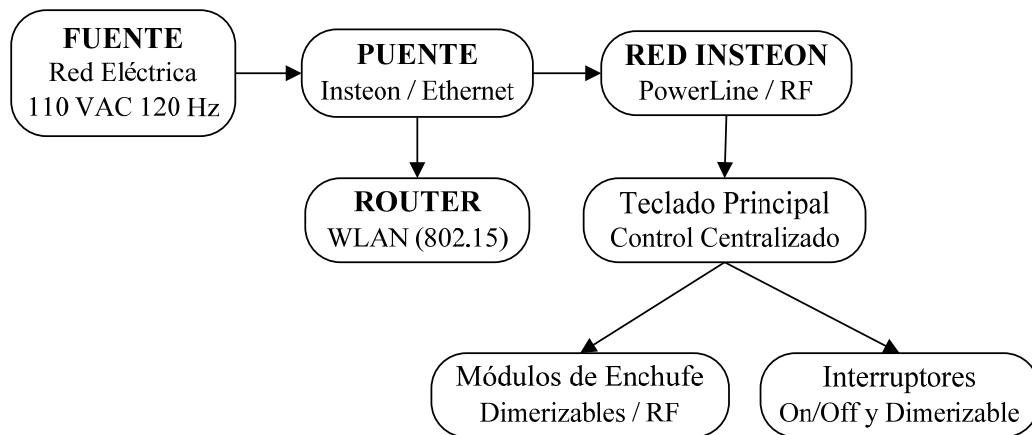
### **DISEÑO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEON**

#### **5.1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

El diseño del Sistema de Entrenamiento Insteon basado en el control remoto de iluminación en el hogar mediante Wi-Fi, consiste en la delineación del posicionamiento, definición de parámetros físicos y eléctricos de los dispositivos que conformarán el sistema, de tal forma que se pueda simular el control de iluminación dentro de un inmueble mediante el protocolo Insteon teniendo en cuenta que dicha tecnología se presenta como una buena alternativa de solución para aplicaciones y control de dispositivos que se encuentran dentro del hogar, especialmente en inmuebles ya construidos donde no son viables los cambios físicos en la vivienda y el cableado adicional es un limitante en el momento de la instalación.

Los dispositivos que conformen el sistema de entrenamiento a implementar serán orientados al control de iluminación dentro de una casa, entre los cuales se puede tener interruptores de pared, dispositivos de dimerización y dispositivos de enchufe que permitan manejar cargas como luces de techo, lámparas de escritorio, lámparas de pedestal, lámparas de mesa, ventiladores, calentadores, etc. Adicionalmente, se requiere de un dispositivo que sirva de puente (bridge) entre el protocolo de comunicación Insteon y el protocolo Wi-Fi, que permita el intercambio de información entre los mismos para poder acceder a la red Insteon desde dispositivos móviles.

Un diagrama de bloques que presenta el diseño inicial del sistema de entrenamiento y de los dispositivos que formarán parte del mismo, se muestra en la figura 5.1.



**Figura 5.1. Diseño preliminar del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon**

El panel donde se aloja el sistema de entrenamiento, pretende mostrar en forma de maqueta las prestaciones de la tecnología Insteon donde se pueda apreciar todos sus componentes y sobre todo el objetivo principal de ser un sistema didáctico que permita a los alumnos del Departamento de Ingeniería Electrónica realizar prácticas sobre el mismo, por lo que el diseño del sistema se basará en un panel en forma de “L”, cuyo diseño primario se muestra en el siguiente figura 5.1 tridimensional, desarrollado en el programa CAD (Diseño Asistido por Computador) llamado SolidWorks<sup>17</sup>, que corresponde a un primer bosquejo del panel a implementar.



**Figura 5.2. Diseño preliminar del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon**

<sup>17</sup> SolidWorks es un programa de diseño asistido por computador para modelado mecánico que permite modelar piezas y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción.







El Sistema de Entrenamiento será desarrollado de tal forma que se pueda demostrar las capacidades de los dispositivos Insteon, las facilidades en la instalación, configuración de los mismos y que puedan ser controlados remotamente por medio de Wi-Fi con la aplicación de un puente con acceso a Ethernet (RJ45) mediante el cual se pueda acceder a un red WLAN mediante un Router Wi-Fi que permita controlar los dispositivos miembros de la red Insteon desde dispositivos móviles con capacidad de conexión Wi-Fi.

Los dispositivos que conformarán el Sistema de Entrenamiento, que cumplan con el objetivo de simular el control de iluminación que se puede presentar en el hogar, se seleccionan en base a los productos que ofrece Insteon y que se detallan a continuación.

**Interruptor de Pared con Dimerización.** Mediante este dispositivo se podrá controlar una carga a través del incremento o atenuación del brillo de la misma, teniendo en cuenta que la capacidad de dimerización se presenta como una alternativa ideal para el manejo de escenas, cambio de ambientes y decoración por medio de luces dentro del hogar.




Los interruptores de pared con dimerización que ofrece Insteon son: el SwitchLinc Dimmer, el SwitchLinc Dimmer High Wattage, el Icon Dimmer 2-Wire Dimmer. En la tabla 5.1 se muestra las características principales de cada uno de los interruptores con capacidad de dimerización que ofrece Insteon.

				
Nombre	<i>SwitchLinc Dimmer</i>	<i>SwitchLinc Dimmer High Wattage</i>	<i>ICON Dimmer</i>	<i>2-Wire Dimmer</i>
Código de Parte	2476D	2476DH	2876DB	2474D
Precio	\$45.99	\$69.99	\$34.99	\$59.99
Tipo de Carga	Incandescente Halógeno	Incandescente Halógeno	Incandescente Halógeno	Incandescente Halógeno
Carga Máxima (Amperios)	5	8	2.5	2.5
Instalación	10 min	10 min	10 min	60 min

**Tabla 5.1. Interruptores de Pared con Dimerización Insteon**

Por tanto, el interruptor con capacidad de dimerización que se va a utilizar para el sistema es el Icon Dimmer ya que tiene suficiente capacidad para la carga que se va a manejar en el panel, entrega las prestaciones requeridas y es el más económico.

**Interruptor de Pared On / Off.** Este interruptor admitirá controlar una carga mediante el encendido o apagado a través de la acción de un relé. Este dispositivo se puede encontrar en aplicaciones del hogar como luminarias que no admitan dimerización, ventiladores, actuadores, etc. Los interruptores de pared on/off que ofrece Insteon son: el SwitchLinc Relay, el Icon Relay, 2-Wire Switch. En la tabla 5.2 se detallan las características principales de los diferentes interruptores.





			
Nombre	<i>SwitchLinc Dimmer</i>	<i>ICON Dimmer</i>	<i>2-Wire Dimmer</i>
Código de Parte	2476S	2876SB	2474S
Precio	\$45.99	\$34.99	\$59.99
Tipo de Carga	Incandescentes Halógenos / Fluorescentes Motores Artefactos electrónicos de baja potencia		
Carga Máxima (Amperios)	13	10	10
Instalación	10 min	10 min	60 min

**Tabla 5.2. Interruptores de Pared On/Off Insteon**

El interruptor que se implementará en el sistema es el Icon Relay ya que tiene suficiente capacidad de manejo de carga (10 amperios) que se va a utilizar en el panel, entrega las prestaciones requeridas y finalmente es el más económico.

**Módulo de Control de Enchufe.** Permitirá controlar una carga mediante enchufe, para utilizarlo en aplicaciones como conexión de lámparas y luces decorativas con las que se pueden manejar escenas, cambio de ambientes y decoración. Los módulos Insteon de

control de luces mediante enchufe son: el LampLinc, el LampLinc (Dual Band), el Icon Plug-in Dimmer y el AplianceLinc.

				
Nombre	<i>AplianceLinc</i>	<i>Icon Plug-in Dimmer</i>	<i>LampLinc</i>	<i>LampLinc (Dual Band)</i>
Código de Parte	2456S3	2856D2B	2456D3	2457D2
Precio	\$34.99	\$29.99	\$34.99	\$49.99
Tipo de Carga	Fluorescente Motores Artefactos	Incandescente Halógeno	Incandescente Halógeno Electrónicos de baja potencia	Incandescente Halógeno Electrónicos de baja potencia
Carga Máxima (Amperios)	13	2.5	2.5	2.5
Compatibilidad	Insteon PL X10	Insteon PL X10	Insteon PL X10	Insteon PL Insteon RF X10

**Tabla 5.3. Módulos de Enchufe Insteon**

El módulo de enchufe que se va a utilizar para la implementación del sistema, es el módulo LampLinc de banda dual, el cual permite manejar cargas de hasta 2 amperios, tiene la capacidad de dimerización para manejo de escenas y el aspecto más importante es que es compatible con Insteon RF, con el cual se puede tener acceso al panel mediante radiofrecuencia y solventando la incorporación de otro medio de transmisión en el sistema de entrenamiento ya que es una característica muy importante de Insteon.

**Teclado.** El módulo de teclado se utilizará en el sistema de entrenamiento de forma que se puedan controlar el resto de dispositivos desde un solo dispositivo centralizado. Insteon ofrece dos tipos de teclados, el KeypadLinc 6-Button Scene y el KeypadLinc 8-Button Scene, cuya única diferencia es el número de botones de escenas. Debido a que se van a incorporar cuatro dispositivos en el panel que manejarán su propia carga, se implementará el teclado de 4 botones, que a la vez controla una carga propia además de

controlar otros dispositivos mediante los botones de escenas (Las características y detalles del Teclado KeypadLinc se detallan en la sección 5.2).

**Puente Insteon / Ethernet.** La incorporación de un puente (bridge) que enlace la red de dispositivos Insteon con la red WLAN, permitirá el acceso de dispositivos móviles con capacidad WiFi (802.11) o desde el computador mediante una conexión LAN directa. La solución brindada para este dispositivo por parte de Insteon es el Controlador Central SmartLinc que se conecta directamente a un tomacorriente para vincularse a la red Insteon a través del Powerline y tiene una salida RJ45 LAN que permite el acceso de dispositivos a la red Insteon. Adicionalmente, el controlador SmartLinc permite controlar los diferentes dispositivos Insteon (Las características y detalles del Controlador SmartLinc se detallan en la sección 5.2).

**Router con acceso WLAN.** Para poder brindar el acceso de dispositivos móviles mediante WiFi (802.11) a la red Insteon se debe adicionar un router WLAN conectado directamente al Puente Insteon/Ethernet, mediante el cual se puede levantar la información generada por el controlador SmartLinc a una red WLAN y se limite el acceso mediante la seguridad del mismo. El router WiFi que se incorporará en el sistema de entrenamiento es el DIR-600 de la marca D-Link, el mismo que cubre las necesidades mencionadas para el sistema, es de bajo costo y de última tecnología. El detalle de las características y especificaciones del router se presentan en la sección 5.2.

Todos estos componentes seleccionados serán ubicados en el panel de tal forma que simulen la ubicación en una vivienda y que manejen cargas similares a las que se manejan a nivel del hogar, garantizando al mismo tiempo la seguridad de los mismos, considerando que los equipos son de fácil acceso para los usuarios del sistema. Los detalles y configuración de los equipos señalados para ser implementados en el Sistema de Entrenamiento se detallan en las siguientes secciones.

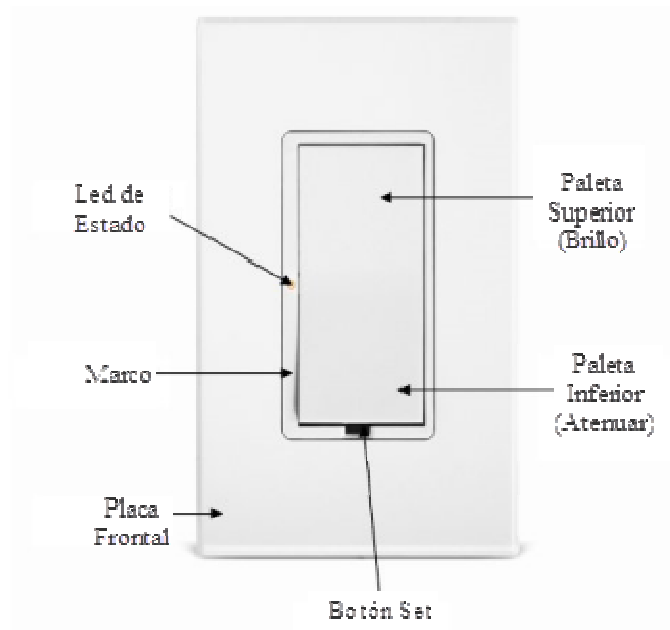
## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

Todos los componentes seleccionados en la sección anterior serán implementados en el panel del Sistema de Entrenamiento Insteon. En la presente sección se detalla minuciosamente las características generales, especificaciones eléctricas y físicas de cada uno de los dispositivos. Los elementos elegidos para formar parte del sistema de entrenamiento son:

- ❖ Interruptor Icon Dimmer Switch
- ❖ Interruptor Icon On/Off Switch\
- ❖ Módulo LampLinc Dual Band
- ❖ Teclado KeypadLinc
- ❖ Controlador Central SmartLinc
- ❖ Router Wi-Fi D-Link DIR600

### 5.2.1. Interruptor Icon Dimmer Switch

El Switch Icon Dimmer Insteon cuenta con 32 niveles de brillo, lo que permite configurar la intensidad deseada de la carga que controla. Este interruptor con dimerización puede controlar cargas incandescentes de hasta 300 vatios. Una imagen del interruptor con sus partes se presenta a continuación en la figura 5.2.



**Figura 5.3. Imagen del Icon Dimmer Switch**

El Switch Icon Dimmer es fácil de instalar y configurar, consiste en retirar el interruptor convencional, conectar los cables de línea, carga y el cable de tierra con la adición del cable neutro cuya conexión es obligatoria para los dispositivos Insteon. Algunas de las características importantes de este componente son las siguientes:

- ❖ Controla lámparas incandescentes de hasta 300 vatios.
- ❖ Atenúa las luces mediante 32 niveles de brillo.
- ❖ Posee un led de estado que muestra cuando se encuentra en modo de configuración y proporciona una luz para ubicación en oscuridad cuando el interruptor está apagado.
- ❖ Responde a los comandos de los controladores X10 y envía comandos a los dispositivos X10.
- ❖ Cableado de conexión igual a un interruptor de pared estándar, requiriendo también una conexión a neutro.

En la figura 5.3 se muestra la forma de conexión del Switch Icon Dimmer.

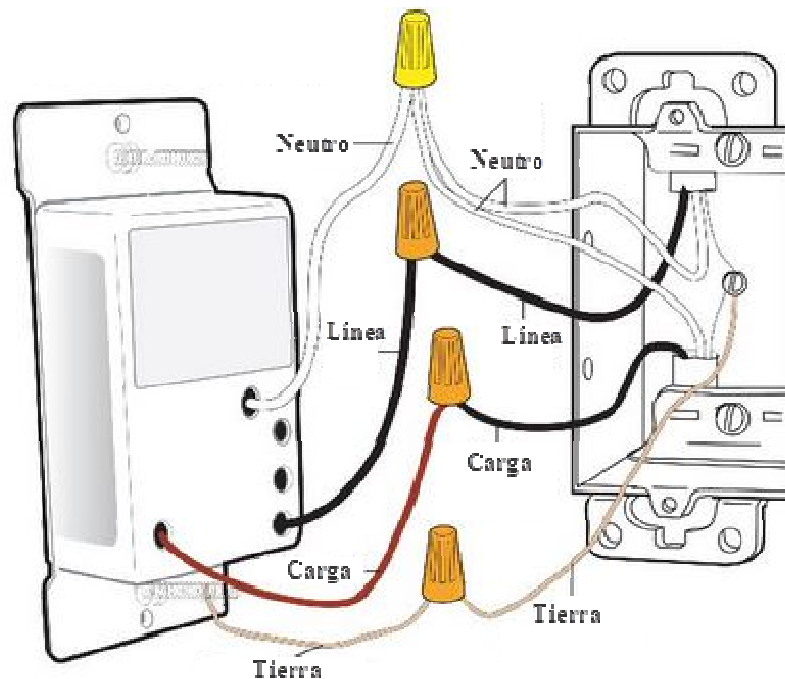


Figura 5.4. Conexión del Switch Icon Dimmer

El Insteon Switch Icon Dimmer es totalmente compatible con X10. Los propietarios de viviendas con redes X10 existentes pueden migrar fácilmente a una red Insteon sin tener

que descartar todos sus dispositivos X10 existentes. Lo que significa que puede responder a los comandos de un controlador X10 y puede enviar comandos a los dispositivos X10.

Todos los ajustes de configuración del Interruptor Icon Dimmer se almacenan en una memoria no volátil y no se pierden durante fallas de energía. Además, en el caso de una pérdida de potencia, la intensidad de iluminación volverá a su nivel de brillo anterior, cuando se restablezca la energía.

<b>Características Generales</b>	
Marca	Smarthome
Número de Producto de Fabrica	2876D, Insteon Icon Dimmer Switch, Blanco
Código (UPC <sup>18</sup> )	891114000082
Número de Patente	Patente U.S. No. 7,345,998
Características de Operación	
Niveles de Encendido	32 niveles localmente e incremental de 1% con software
Indicador	1 Led Indicador
Modos de Operación	Solo Insteon, solo X10 y combinado Insteon con X10
Orden de Mensaje	Insteon, Limpieza de Insteon y X10
Tipos de Circuitos	Control de una sola carga, Miembro de una red de interruptores o miembro de una serie de controladores.
Programa de Instalación	Grabado en memoria no volátil EEPROM
Características Insteon	
Direcciones Insteon	1 código seguro de 16,777,216 posibles
Enlaces Insteon	30
Frecuencia Insteon Powerline	131.65 KHz
Mínimo Nivel de Transmisión Insteon	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel de Recepción Mínimo Insteon	1 mVpp nominal
Repetición de Mensajes	Si
Especificaciones Mecánicas	
Color	Blanco
Condiciones de Operación	Para usar en interiores Temperatura desde 4 °C hasta 40 °C Humedad relativa hasta el 85%

<sup>18</sup> UPC: Iniciales del inglés Universal Product Code o Código Universal de Producto. Es un tipo de código de barras. Fue el primer estándar de codificación para la identificación automática de productos.

Dimensiones	10.41 cm. Alto x 45.72 cm. Ancho x 30.48 cm. Profundidad
Peso	102.06 gramos
Especificaciones Eléctricas	
Voltaje de Alimentación	120 voltios AC + / - 10%, el 60 Hertz, Monofásico
Protección	MOV <sup>19</sup> nominal para 150 voltios
Cable Neutro	Requerido
Cables de Alimentación	Cables de 6" o 15.24 cm de largo. Cable 16 AWG, trenzado, con capacidad de carga de hasta 600V - 105 A, con aislamiento tipo C. Cable de Línea (Negro), Cable de Carga (Rojo) y Cable de Neutro (Blanco).
Amperaje Máximo	5 Amperios
Cable de Tierra	Cable de 6" o 15.24 cm, 18 AWG, trenzado, de cobre sin aislamiento.
Tipos de Carga	Dispositivos de luz incandescente.
Carga Máxima	300 Watts (usa un Triac para dimerización de 12 Amp)
Características X10	
Dirección X10 Primaria	1 Opcional (Sin asignar)
Estado de Respuesta X10	Soportado
Frecuencia Powerline X10	120 KHz
Nivel Mínimo para Transmisión X10	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel Mínimo de Recepción X10	10 mVpp nominal

**Tabla 5.4. Características Generales del Interruptor Icon Dimmer**

### 5.2.2. Interruptor Icon On/Off Switch

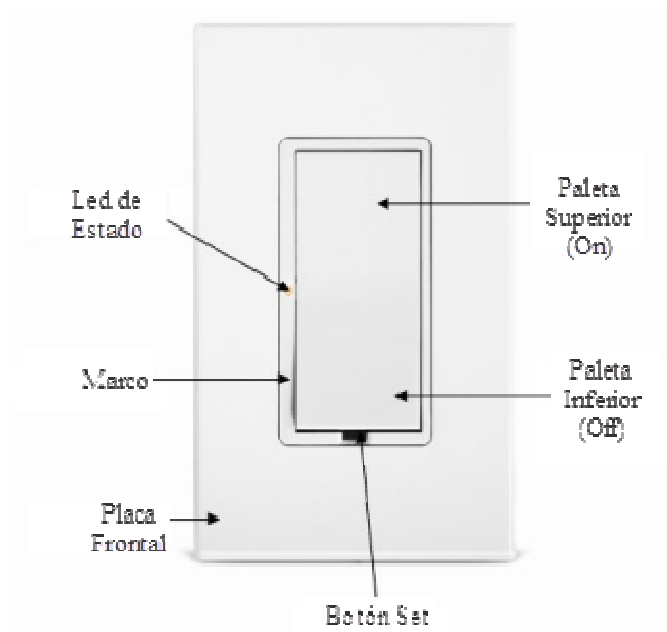
EL Interruptor Icon On/Off es un interruptor con funciones únicas de encendido y apagado sin regulación, que además de controlar cargas luminosas, permite también controlar diferentes cargas como ventiladores, secadores, calentadores que se controlen únicamente en modo On/Off. Este interruptor puede controlar cargas incandescentes de hasta 400 vatios o carga resistiva hasta de 10 Amperios.

<sup>19</sup> MOV: "Varistor de Oxido Metálico" es un elemento de protección contra sobre corrientes.



El interruptor Icon está dotado de un relé más silencioso en comparación con los que comprenden la mayoría de interruptores comunes, tiene una conmutación del 80 por ciento más silencioso que el de los relés tradicionales. Adicionalmente, el relé no absorbe potencia por lo que la tensión en pleno llega a la carga.

El interruptor Icon contiene un led que indica el estado actual de encendido/apagado de la carga que controla. Además, el interruptor está diseñado y fabricado según las especificaciones de gama alta y pasa a través de más de 10 pruebas de control de calidad. En la figura 5.5 se muestra el interruptor Icon con sus partes.



**Figura 5.5. Imagen del Interruptor Icon On/Off**

Se puede configurar circuitos de 3, 4, o 5 vías. El Switch Icon principal conectado a la carga debe tener la conexión de cables estándar: carga, línea, neutro y tierra; en cambio, para los interruptores secundarios sólo necesitan estar conectados los cables de línea, neutro y cable de tierra. De esta forma se pueden crear enlaces directos al controlador principal en cualquier lugar de la casa sin necesidad de tener conexión directa con la carga.

El interruptor On/Off es también compatible con el protocolo X10 teniendo la capacidad de responder y enviar comandos X10, pero no puede formar parte de una escena X10 o repetir mensajes de dicho protocolo (limitante propia de X10).

Como todos los dispositivos Insteon de similares características, éste interruptor también almacena la configuración de funcionamiento en una memoria no volátil cuyos datos no se pierden o alteran durante las fallas de energía y cumple también con el certificado de calidad de fabricación ISO 9001.

<b>Características Generales</b>	
Marca	Smarthome
Número de Producto	2876SB, Icon On/Off Switch
Número de Patente	Patente U.S. No. 7,345,998
<b>Características de Operación</b>	
Indicador Led	1 led que indica el estado de encendido/apagado de la carga
Modos de Operación	Solo Insteon, Solo X10, Modo Combinado
Orden de Mensajería	Mensajes Insteon, Mensajes X10 y Limpieza de mensajes Insteon
Tipos de Circuitos	Control de una sola carga, Miembro de una red de interruptores o miembro de una serie de controladores Insteon.
Configuración de Memoria	Memoria no volátil EEPROM
<b>Características Insteon</b>	
Direccionamiento Insteon	1 dirección segura de 16,777,216 posibles
Enlaces Insteon	30
Frecuencia Insteon Powerline	131.65 KHz
Mínimo Nivel de Transmisión Insteon	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel de Recepción Mínimo Insteon	10 mV
Repetición de Mensajes Insteon	Si
<b>Especificaciones Mecánicas</b>	
Color	Blanco
Condiciones de Operación	Para usar en interiores Temperatura desde 4 °C hasta 40 °C Humedad relativa hasta el 85%
Dimensiones	10.41 cm. Alto x 45.72 cm. Ancho x 30.48 cm. Profundidad
Peso	102 gramos
<b>Especificaciones Eléctricas</b>	
Voltaje de Alimentación	120 Voltios AC +/- 10%, 60 Hz, Monofásico

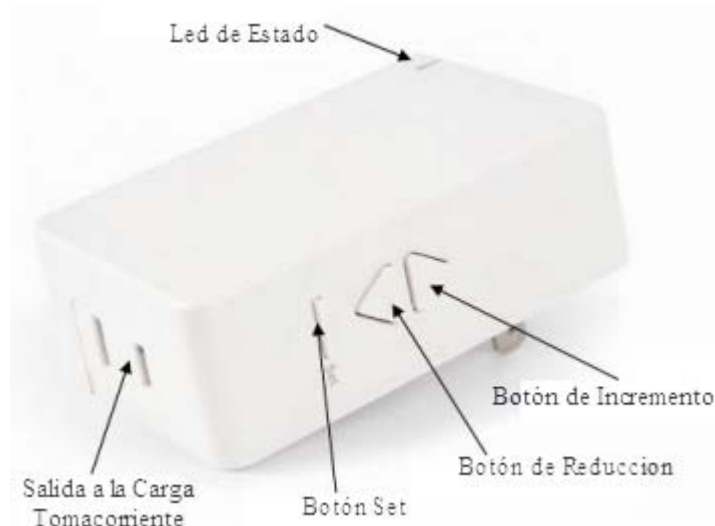
Protección	MOV hasta 150 Voltios
Cables de Alimentación	Cables de 6" o 15.24 cm de largo. Cable 16 AWG, trenzado, con capacidad de carga de hasta 600V - 105 A, con aislamiento tipo C. Cable de Línea (Negro), Cable de Carga (Rojo) y Cable de Neutro (Blanco).
Cable de Tierra	Cable de 6" o 15.24 cm, 18 AWG, trenzado, de cobre sin aislamiento.
Tipos de Carga	Iluminarias incandescentes y Cargas inductivas
Carga Máxima	10 Amperios; 400 Vatios
Características X10	
Dirección Primaria X10	1 Opcional (sin configurar)
Respuesta de Estado X10	Suportado
Frecuencia Powerline X10	120 KHz
Nivel Mínimo para Transmisión X10	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel Mínimo de Recepción X10	10 mVpp nominal
Repetición de Mensajes X10	No

**Tabla 5.5. Características Generales del Interruptor Icon On/Off**

### 5.2.3. Módulo LampLinc

El módulo LampLinc Dimmer es una herramienta de conexión para lámparas mediante enchufe que puede ser manipulado remotamente por medio de un control remoto por radiofrecuencia ya que el módulo tiene la capacidad de recibir señales Insteon RF o por cualquier controlador mediante la red eléctrica (Insteon Powerline), es decir, es un dispositivo de banda dual.

Este módulo tiene características avanzadas como un encendido de rampa ajustable que lleva a la lámpara lentamente a un nivel de luminosidad predeterminado que se almacena dentro de los 32 niveles de brillo que posee. El LampLinc está dotado para ser enchufado en cualquier tomacorriente de pared, este regulador puede controlar cargas incandescentes de hasta 300 vatios.



**Figura 5.6. Imagen del Módulo LampLinc**

El LampLinc de Banda Dual permite recibir comandos RF directamente desde cualquier componente Insteon RF, adicionalmente el dispositivo funciona como un punto de acceso para la retransmisión de señales de RF y de la red eléctrica a otros dispositivos compatibles con Insteon dentro del hogar.

La instalación del módulo para lámparas consiste en la conexión del mismo en un tomacorriente común dentro de la casa donde se encontraba conectada la lámpara para enchufarla en el tomacorriente ubicado en la parte inferior del regulador.

Se puede ajustar el nivel de brillo de la lámpara de control pulsando y manteniendo pulsado el botón de encendido o apagado desde el controlador central y través de los botones de arriba o abajo desde el módulo. Al encender el regulador LampLinc, automáticamente se enciende la carga con el brillo completo y permite preseleccionar entre 32 niveles de brillo a la que se puede encender para manejar diferentes escenas y mediante software se puede controlar los niveles de brillo en incrementos de uno por ciento.

El controlador permite ajustar la velocidad a la que la carga controlada se enciende o apaga, conocido como tipo de rampa. El tipo de rampa es ajustable entre 0,1 segundos y 9 segundos si se programa a nivel local, utilizando los botones arriba / abajo situados en el módulo. El tipo de rampa puede ampliarse hasta 8 minutos (para simular un amanecer o puesta del sol) si se programa de forma remota.

El LampLinc es totalmente compatible con X10, permitiendo responder a comandos X10 y convertirse en un controlador X10. De igual forma todos los ajustes del LampLinc se almacenan en una memoria no volátil.

<b>Características Generales</b>	
Marca	Smarthome
Número de Producto de Fabrica	2457D2, Insteon LampLinc Dimmer, Módulo de Banda Dual de 2 pines
UPC	813922010183
Número de Patente	Patente U.S. No. 7,345,998
Color	Blanco
<b>Características de Operación</b>	
Led de Estado	Rojo y Verde
Niveles de Encendido	32
Nivel de Encendido Preestablecido	Niveles desde 1% al 100%
Tipo de Rampa de Encendido / Apagado	0.125 a 9 segundos si es programado localmente en el módulo. 0.125 segundos a 8 minutos si es programado remotamente
Control Local	Control local de la carga que puede ser desactivado. Unidad equipada con botones de Encendido/Apagado
Modos de Operación	Solo Insteon, Solo X10, Combinación de los protocolos Insteon y X10
Orden de Mensajería	Mensajes Insteon, Mensajes X10 y Limpieza de mensajes Insteon
Configuración de Memoria	Memoria no volátil EEPROM
<b>Características Insteon</b>	
Direccionamiento Insteon	1 dirección segura de 16,777,216 posibles
Enlaces Insteon	417
Frecuencia Insteon Powerline	131.65 KHz
Mínimo Nivel de Transmisión Insteon	3.2 Vpp en 5 Ohmios
Nivel de Recepción Mínimo Insteon	10 mV
Repetición de Mensajes Insteon	Si
Frecuencia de Radio	915 MHz

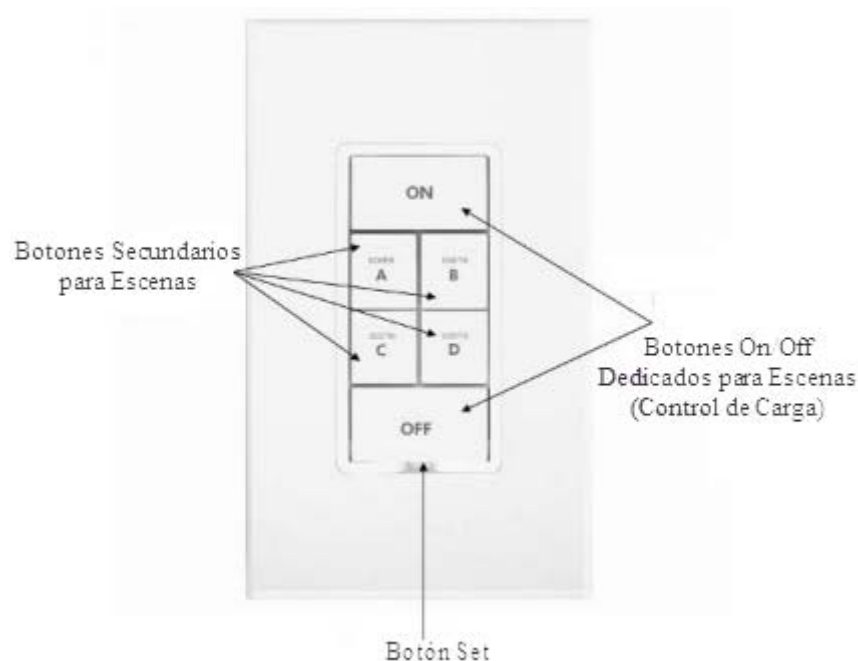
Características X10	
Dirección Primaria X10	1 Opcional (sin configurar)
Dirección de Escenas X10	No Soporta
Respuesta de Estado X10	Suportado
Dimerización X10	Soportado (estableciendo la Dirección X10 Primaria de Encendido en cero)
Frecuencia Powerline X10	120 KHz
Nivel Mínimo para Transmisión X10	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel Mínimo de Recepción X10	10 mVpp nominal
Repetición de Mensajes X10	No
Especificaciones Mecánicas	
Condiciones de Operación	Para usar en interiores Temperatura desde 4 °C hasta 40 °C Humedad relativa hasta el 85%
Dimensiones	8.13 cm. Alto x 6.35 cm. Ancho x 3.81 cm. Profundidad
Peso	94 gramos
Especificaciones Eléctricas	
Voltaje de Alimentación	120 voltios AC + / - 10%, el 60 Hertz, Monofásico
Protección	MOV nominal para 150 voltios
Modo de Enchufe	2 pines polarizados
Salida para conectar la carga	2 pines polarizados
Tipos de Carga	Dispositivos de luz incandescente.
Carga Máxima	300 Watts

**Tabla 5.6. Características Generales del Módulo LampLine**

### 5.2.4. Teclado KeypadLinc Relay

El KeypadLinc Insteon de 6 botones es un controlador que se utiliza para supervisar y controlar cinco dispositivos o grupos de dispositivos, incluso se puede utilizar como un controlador central y donde se puede divisar el estado de encendido/apagado de cada dispositivo enlazado mediante leds indicadores que se encuentran dentro de cada tecla. Todos los ajustes de fábrica del KeypadLinc se almacenan en una memoria no volátil y no se pierden durante fallas de energía.

Cada botón del KeypadLinc puede realizar hasta cuatro funciones diferentes, tales como encendido, apagado, incrementar el brillo, y atenuar. Además contiene los botones de On / Off que permite controlar luces fluorescentes, ventiladores y cualquier otro aparato. Las teclas de On/Off del teclado KeypadLinc sólo funcionan como un interruptor que rige para la carga local conectada, y para el resto de botones (escenas) existen las funciones de On/Off y Control de Dimerización para los dispositivos vinculados a los botones de escenas. Una imagen del teclado de 6 botones Insteon se presenta a continuación en la figura 5.6.



**Figura 5.7. Imagen del Teclado KeypadLinc de 6 Botones**

El KeypadLinc permite personalizar la configuración de control de iluminación sin importar la conexión de la red eléctrica, se puede crear circuitos de 3, 4, o de 5 vías. El controlador principal debe ser conectado a los cables estándar, de carga, línea, neutro y tierra; y los interruptores secundarios sólo necesita ser conectado a la línea, neutro y tierra.

El KeypadLinc Insteon de 6 botones es plenamente compatible con Insteon y X10. El KeypadLinc puede responder a los comandos de un controlador X10 y puede enviar comandos a los dispositivos X10, teniendo en cuenta que los dispositivos Insteon pueden repetir las señales Insteon pero no las señales X10.

El Teclado tiene un certificado de seguridad aprobado. La fábrica de SmartLabs tiene el certificado ISO9001 en todos los productos que produce, la certificación se basa en los sistemas de gestión de alta calidad y el cumplimiento estricto de control de calidad y directrices.

<b>Características Generales</b>	
Marca	Smarthome
Número de Fábrica	2486SWH6, KeypadLinc - INSTEON 6 Button Keypad
UPC	689076407847
Patente Número	Patente U.S. No. 7,345,998
<b>Características de Operación</b>	
Led Indicador	Un led por botón que indica el estado del o los dispositivos asociados a cada botón del teclado.
Modos de Operación	Solo Insteon, Solo X10, o modo combinado Insteon y X10
Orden de Mensajería	Mensajes Insteon, Mensajes X10 y Limpieza Insteon
Tipos de Circuitos	Control de una sola carga, miembro de una red de teclados o miembro de una serie de controladores Insteon.
Memoria	Memoria no volátil EEPROM
Alerta Auditiva	Beeper que puede ser desactivada
<b>Características Insteon</b>	
Dirección Insteon	1 dirección segura de 16,777,216 posibles
Enlaces Insteon	417
Frecuencia Insteon Powerline	131.65 KHz
Mínimo Nivel de Transmisión Insteon	3.2 Vpp en 5 Ohms



Nivel de Recepción Mínimo Insteon	10 mV
Repetición de Mensajes Insteon	Si
Especificaciones Mecánicas	
Tipo de Botones	6 botones mecánicos de tipo contacto momentáneo
Apariencia de Botones	Tapas de plástico solido de color blanco pre-impresos con retro iluminación con led
Condiciones de Operación	Para usar en interiores Temperatura desde 4 °C hasta 40 °C Humedad relativa hasta el 85%
Dimensiones	10.41 cm. Alto x 45.72 cm. Ancho x 30.48 cm. Profundidad
Peso	102 gramos
Especificaciones Eléctricas	
Voltaje de Alimentación	120 Voltios AC +/- 10%, 60 Hz, Monofásico
Protección	MOV hasta 150 Voltios
Cables de Alimentación	Cables de 6" o 15.24 cm de largo. Cable 16 AWG, trenzado, con capacidad de carga de hasta 600V - 105 A, con aislamiento tipo C. Cable de Línea (Negro), Cable de Carga (Rojo) y Cable de Neutro (Blanco).
Cable de Tierra	Cable de 6" o 15.24 cm, 18 AWG, sin aislamiento.
Tipos de Carga	Iluminarias incandescentes y Cargas inductivas
Cable Neutro	Requerido
Carga Máxima	13 Amperios; 480 Vatios
Características X10	
Dirección Primaria X10	1 Opcional (sin configurar)
Direcciones de Escenas X10	255 posibles
Direcciones X10 Controlables	5 direcciones X10 (una por botón)
Respuesta de Estado X10	Suportado
Frecuencia Powerline X10	120 KHz
Nivel Mínimo para Transmisión X10	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel Mínimo de Recepción X10	20 mVpp nominal

**Tabla 5.7. Características Generales del Teclado KeypadLine**

### 5.2.5. Controlador Central Insteon SmartLinc

El Controlador Central SmartLinc es un controlador basado en el control mediante la web de interruptores de pared, lámparas, equipos, termostatos y muchos más dispositivos Insteon. SmartLinc integra la tecnología Insteon con cualquier dispositivo habilitado para la web, lo que permite la configuración y control remoto de los dispositivos Insteon desde una red LAN, WLAN o Internet.

Su instalación es simple, ya que solo se conecta a un tomacorriente para acceder a la red Insteon y por otra parte se conecta la red LAN mediante Ethernet (RJ-45), lo cual permitirá ejercer control desde la mayoría de teléfonos móviles con acceso Web, ordenadores o PDA desde cualquier lugar.



**Figura 5.8. Imagen del Controlador Central SmartLinc**

Como un soporte adicional a la Red Insteon, el SmartLinc incluye soporte para conectar cámaras IP, lo cual otorga la versatilidad para vigilar y controlar el inmueble mediante audio/video a través de cámaras IP mediante la interfaz web habilitada desde el SmartLinc.

---

Algunas de las prestaciones relevantes que brinda el Controlador SmartLinc son:

- ❖ Capacidad de retroalimentación y supervisión de estado que permite obtener la confirmación de que un dispositivo o escena ha sido activada.
- ❖ Soporte de temporizadores, permitiendo encender y apagar las luces automáticamente en función de la salida y puesta de sol, seleccionando la ciudad de ubicación o la vez la latitud y longitud.
- ❖ Comienzo o suspensión de dimerización de luces que permite seleccionar entre el inicio/parada o acción incremental de la atenuación o brillo de las luces.
- ❖ Control avanzado personalizado que permite al usuario modificar comandos con el fin de poder copiar una escena de una habitación a otra, cambiar un grupo de encendido normal a un encendido rápido, crear un encendido o apagado general de todos los dispositivos enlazados al SmartLinc sin tener que volver a vincular los dispositivos y crear desactivaciones con retrasos.
- ❖ Permite incorporar dispositivos X10 dentro de la red.

El Controlador SmartLinc funciona en combinación con el router Wi-Fi para permitir el control y supervisión de todos los dispositivos de la red Insteon dentro del hogar. El programa de instalación requiere unos pocos pasos para identificar la dirección IP del Controlador y luego grabarlo en el PC o dispositivo móvil. Después de completar la instalación, se comienza a enlazar todos los dispositivos Insteon y configurar las diferentes escenas.

Por medio del Controlador Central se tiene la capacidad de aplicar nombres únicos y etiquetas a los dispositivos, escenas y luego organizar por nombres las habitaciones, logrando un manejo de la red sencillo y simple.

Una prestación importante del SmartLinc es que permite incluir una cámara de vigilancia IP a la red Insteon accediendo a la misma desde cualquier dispositivo habilitado para la web, integrando la domótica y la seguridad mediante vigilancia por video.

El SmartLinc está dotado de una salida de CA en la parte frontal de la unidad que no tiene funciones de control, que permite conectar dispositivos sin alterar el controlador, lo que permite que no se pierda el tomacorriente a la cual se conecta el controlador.

El Controlador SmartLinc tiene inteligencia propia (Stand Alone) ya que no necesita ejecutar un programa de automatización o supervisión de tiempo completo. El usuario establece temporizadores directamente desde el PC, sin embargo, los ajustes se almacenan en el módulo, por lo que no se necesitará mantener el PC funcionando para activar las diferentes funciones. SmartLinc posee una memoria EEPROM de 32 KB descargable que no se borrará si falla la energía y un reloj interno que mantiene la hora exacta configurada todo el tiempo respaldado con una batería integrada de 10 años de vida.

<b>Características Generales</b>	
Marca	Smarthome
Número de Fabrica de Producto	2412N
UPC	718122389315
Número de Patente	Patente U.S. No. 7,345,998
Color	Blanco
Reloj Interno	Reloj de Tiempo Real, respaldado con una batería interna
Interface de Red	Ethernet RJ45 (10Mbps)
Actualización de Aplicaciones	JavaScript, HTML
DHCP	Soportado
IP asignado por el usuario	Soportado
DNS Dinámico	Soportado
Rango de Puertos Ethernet soportados	Cualquiera de los puertos estándar de 65K
Características de Operación	
Led de Estado	Parpadeo en Instalación y Trafico local
Led en el Jack de Ethernet	Dos leds de Trafico de Ethernet (verde y ámbar)
Configuración de la Memoria	Instalado en una Memoria No Volátil EEPROM
Pagina Web de Memoria	128 Kbyte
Características Insteon	
Dirección Insteon	1 código seguro de 16,777,216 posibles
Enlaces Insteon	2,016
Frecuencia Insteon Powerline	131.65 KHz
Mínimo Nivel de Transmisión Insteon	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel de Recepción Mínimo Insteon	10 mV
Categoría de Dispositivo Insteon	0x03
Sub-Categoría de Dispositivo Insteon	0x10
Clave de Producto Insteon (IPK)	0x000044

Características X10	
Direcciones X10 Soportadas	256
Frecuencia Powerline X10	120 KHz
Nivel Mínimo para Transmisión X10	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel Mínimo de Recepción X10	20mV en 5 Ohms
Repetición de Mensajes X10	No
Especificaciones Mecánicas	
Condiciones de Operación	Para usar en interiores Temperatura desde 0 °C hasta 50 °C Humedad relativa hasta el 85%
Dimensiones	10.16 cm. Alto x 6.35 cm. Ancho x 3.81 cm. Profundidad
Peso	10 oz
Especificaciones Eléctricas	
Voltaje de Alimentación	120 voltios AC +/- 10%, el 60 Hertz, Monofásico
Protección	MOV nominal para 150 voltios
Modo de Enchufe	3 pines con conexión a tierra
Salida	Salida de 3 pines con conexión a tierra, 120V, 15 <sup>a</sup> (No controlada)
Aplicación Predeterminada	
Número Máximo de Escenas o Dispositivos	240
Número de Habitaciones asignadas por Escenas o Dispositivos	15
Comandos Soportados de Escenas / Dispositivos	Encendido, Apagado, Atenuar, Brillo
Temporizadores Soportados	1 de Encendido y 1 de Apagado por Escena o Dispositivo
Número Máximo de Temporizadores	480 por día (240 para Encender y 240 para Apagar)
Temporizador Diario	Soportado, seleccionando que días de la semana el temporizador es activado
Buscadores Compatibles	Todos los buscadores que sean compatibles con el lenguaje HTML. Buscadores compatibles con Java Script/AJAX son ideales para interfaces de usuario. Buscadores a base de Linux no son compatibles

**Tabla 5.8. Características Generales del Controlador Central SmartLine**

### 5.2.6. Router con acceso WLAN (Wi-Fi)

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente llamada WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local (WLAN).

Aunque se pensaba que el término viene de Wireless Fidelity como equivalente a Hi-Fi, High Fidelity, que se usa en la grabación de sonido, realmente la WECA contrató a una empresa de publicidad para que le diera un nombre a su estándar, de tal manera que fuera fácil de identificar y recordar.

Existen varios dispositivos que permiten interconectar elementos Wi-Fi, de forma que puedan interactuar entre sí. Entre ellos destacan los router o puntos de acceso, que se utilizan para la emisión de la señal Wi-Fi y las tarjetas receptoras para conectar a la computadora personal, ya sean internas (tarjetas PCI) o bien USB.

El router, dispositivo que se va integrar en el Sistema de Entrenamiento a la red Insteon para permitir controlar la misma desde dispositivos con capacidad Wi-Fi, es el que recibe la señal desde el Controlador Central SmartLinc mediante Ethernet. Se encarga de todos los problemas inherentes a la recepción de la señal Wi-Fi, control de errores y extracción de la información, para que los diferentes niveles de red WLAN puedan trabajar. Además, el router efectúa el reparto de la señal, de forma muy eficiente.

El router que se va a incluir en el Sistema de entrenamiento es el Router Wireless D-Link DIR-600. El router usa la tecnología Wireless 150, que brinda mayor velocidad y rango de cobertura que los estándares 802.11g/b. El DIR-600 también contiene un switch Ethernet integrado de 4 puertos 10/100 BASE-TX que permitirá conectar el Controlador Central SmartLinc al mismo a través del cable RJ-45 y ordenadores desde los cuales se pueda acceder a la red Insteon.

El DIR-600 incluye un Firewall de Inspección de Estado de Paquete (SPI) que analiza el tráfico de red y soporta cifrado WEP, WPA y WPA2 para mantener el tráfico de red seguro.

El DIR-600 proporciona una conexión de alta velocidad al conectarse con otros dispositivos con capacidad Wireless 150, alcanzando hasta 150 Mbps de velocidad. También es compatible con 802.11b/g, asegurando la conexión con una amplia gama de dispositivos Wireless. En la siguiente tabla se muestran las especificaciones del router D-Link DIR-600.

<b>Características Generales y Especificaciones del Router D-Link DIR-600</b>	
Estándares Soportados	802.11n, 802.11g/b, 802.3, 802.3u
Puertas	4 Puertas LAN 10/100 Mbps Fast Ethernet MDI/MDIX 1 Puerta WAN 10/100 Mbps Fast Ethernet MDI/MDIX (Soporta Dirección IP estática, DHCP Client, PPPoE, PPTP, L2TP)
Rango de Frecuencia	2.4GHz a 2.497GHz
Técnicas de Modulación	DQPSK, DBPSK, 16QAM, 64QAM, DSSS, OFDM, CCK
Potencia de Transmisión	14 dBm +/-2dB
Antena	1 Antena desmontable tipo dipolo Conector Reverse SMA 2 dB1 de ganancia
Seguridad	Encriptación de Datos WEP 64/128 Bits (Solo en 802.11b/g) Acceso Protegido Wi-Fi (WPA/ WPA2) TKIP, MIC, Expansión IV, Autenticación de Clave Compartida WPS (Wi-Fi Protected Setup) por Botón o PIN
Enrutamiento	32 Rutas Estáticas
Requerimientos Mínimos de Sistema	Windows® Vista, Windows XP SP2, Windows 2000 SP4, o Mac OS X (v10.4) Internet Explorer 6 Firefox v1.5 o superior Tarjeta de Red Ethernet
Rango de Puertos Ethernet soportados	Cualquiera de los puertos estándar de 65K
Consumo	Máximo 6 Vatios
Peso	246 Gramos (0.5 Libras)
Condiciones de Operación	Temperatura desde 0 °C hasta 40 °C Humedad relativa hasta el 90%
Certificaciones	FCC Clase B C-Tick CE

**Tabla 5.9. Especificaciones Generales del Router D-Link DIR-600**

### 5.3. CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

En esta sección se presenta la forma de configurar los diferentes dispositivos que formarán parte del Sistema de Entrenamiento, en donde se detallaran aspectos de configuración individual e independiente de cada uno de los dispositivos, ya que en el siguiente capítulo se describirá la configuración en general como parte del Sistema de Entrenamiento.

La configuración de los dispositivos dentro de la red Insteon, se basan en la forma en que se realizan los diferentes enlaces dentro de la misma con los demás dispositivos del protocolo, se cuenta con diferentes tipos de enlaces como son: el enlace como controlador, en enlace como actuador, el enlace con el controlador central y enlaces múltiples.

#### 5.3.1. Configuración de los Interruptores Icon Dimmer y On/Off

La configuración de los interruptores de pared, Icon Dimmer Switch y Icon On/Off Switch, principalmente son los mismos ya que la vinculación con los demás dispositivos tanto como actuador como controlador sigue el mismo procedimiento en ambos dispositivos, difiriendo únicamente en la configuración de escenas ya que el Icon Dimmer tiene la capacidad de crear escenas con dimerización, y el Icon Relay solo maneja la carga en dos estados, encendido / apagado.

Para utilizar los interruptores como un controlador de Insteon, se siguen los siguientes pasos de asociación:

- ❖ Para establecer vínculos en los interruptores Icon Dimmer e Icon Relay se pulsa y se mantiene pulsado la parte superior de la paleta por 10 segundos hasta que emita un sonido y el led de estado empieza a parpadear.
- ❖ A partir de esto, se tendrá 4 minutos para completar los siguientes dos pasos que se detallan a continuación, de lo contrario, pasara el modo de vinculación a un modo de tiempo de espera.
- ❖ En el actuador, se establece en el estado que se desea activar desde el Interruptor (si se desea que se encienda, que se apague o a la vez que se active una escena). Si el



actuador es un dispositivo con capacidad multi-escena (por ejemplo, un teclado KeypadLinc), se asocia con el botón de escena que se desea controlar hasta que el led indicador del mismo se ilumine.

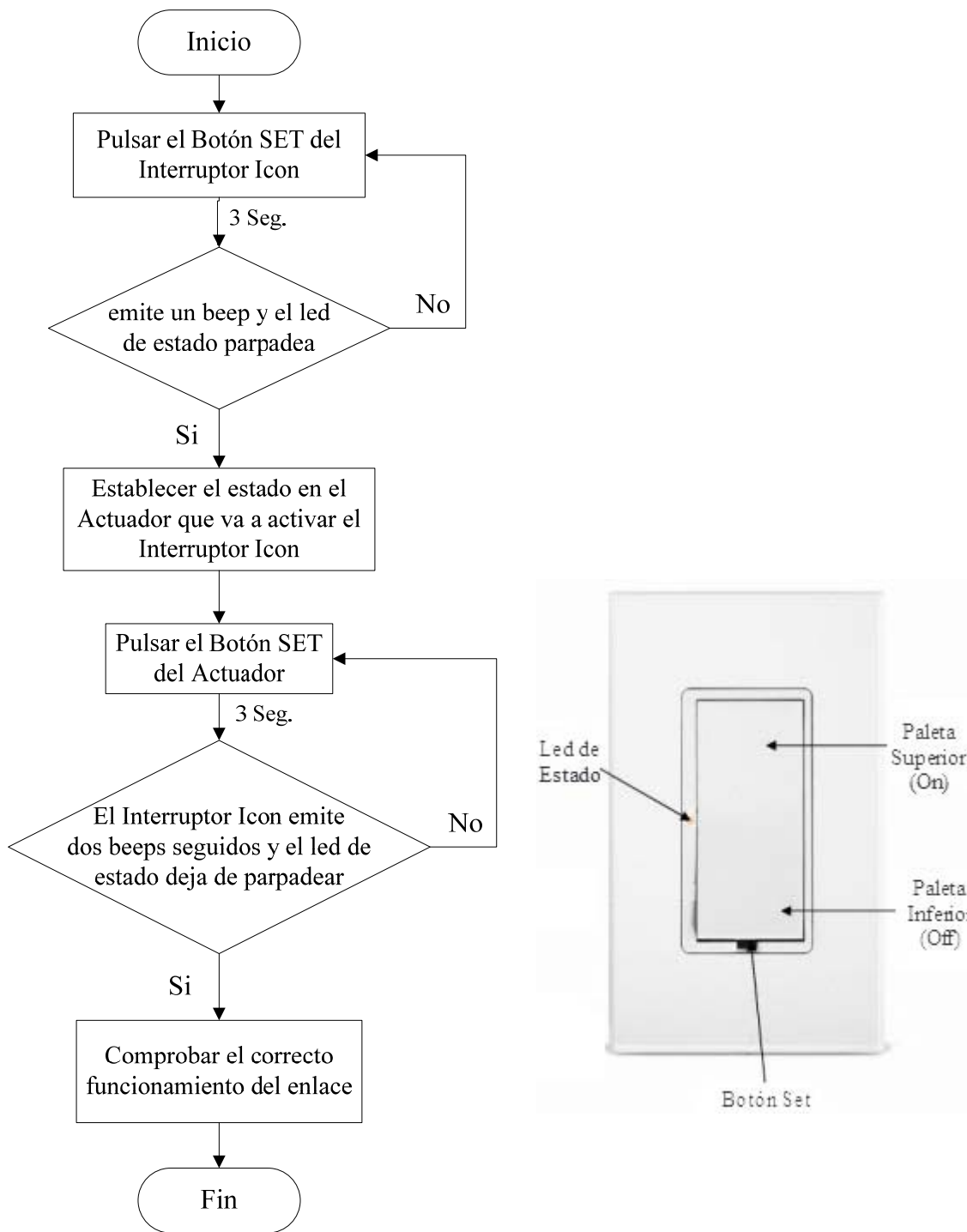
- ❖ Se presiona y se mantiene pulsado el botón Set del actuador durante 3 segundos. El Interruptor ejecuta un doble pitido y el led deja de parpadear.
- ❖ Se confirma que la vinculación se ha realizado correctamente pulsando la parte superior e inferior de la paleta del interruptor, es decir, encendiendo y apagando, verificando que la respuesta en el actuador sea la deseada.
- ❖ Si se desea enlazar múltiples actuadores al Interruptor, creando una escena Insteon, se repiten los primeros 4 pasos de asociación anteriores con cada actuador.

Las escenas Insteon permiten activar estados de iluminación pulsando un solo botón. Por ejemplo, se puede configurar una escena en que todas las luces se atenúen al 50%, o encender algunas luces mientras otras se apagan.

Para crear escenas Insteon se debe vincular más de un actuador Insteon al mismo botón de encendido / apagad. Por tanto, al presionar cualquiera de los botones de mando vinculados, todos los dispositivos Insteon vinculados a la escena responderán como grupo.

Para configurar una escena Insteon, se puede vincular individualmente cada dispositivo a su respectivo controlador. O bien, para ahorrar tiempo al momento de la configuración, creando múltiples enlaces mediante el proceso de Multi Vinculación.

En la figura 5.8, se resume la configuración básica de los interruptores Insteon mediante un diagrama de flujo junto con la imagen del interruptor con sus respectivas partes.



**Figura 5.9. Diagrama de flujo de la configuración de los Interruptores Icon**

### 5.3.2. Configuración del Módulo LampLinc

El Módulo LampLinc está dotado con dos botones (arriba/abajo) para controlar la carga conectada al módulo y cualquier actuador Insteon vinculado. El módulo LampLinc se comporta de diferente forma o tiene una respuesta diferente dependiendo si se pulsa una, dos veces o si se mantiene pulsado el botón. A continuación se detalla algunas funciones que se puede emplear con los botones locales del módulo.

- ❖ Pulsando el botón de encendido una vez se enciende la carga en el nivel programado.
- ❖ Pulsando el botón de abajo se apaga la carga al nivel bajo programado.
- ❖ Al pulsar dos veces el botón de encendido se activa la carga al 100% de brillo al instante. De igual forma, al pulsar dos veces el botón de abajo se apaga completamente la carga al instante.
- ❖ Pulsando y manteniendo pulsado el botón de encendido se activa la carga aumentando su nivel de brillo hasta soltar el botón en el brillo deseado. Mientras tanto, con el botón de abajo se atenúa la carga.

El módulo LampLinc tiene un led que indica el estado en el que se encuentra. En la tabla 5.7 que se muestra a continuación se resume la actividad del led y el estado que representa cada uno de ellos.

Actividad del Led	Estado del Módulo LampLinc
Verde	Carga Encendida
Rojo	Carga Apagada
Verde Parpadeando	Modo de Vinculación
Rojo Parpadeando	Modo de Desvinculación
Doble Parpadeo en Verde	Modo de Multi-Vinculación
Doble Parpadeo en Rojo	Modo de Multi-Desvinculación

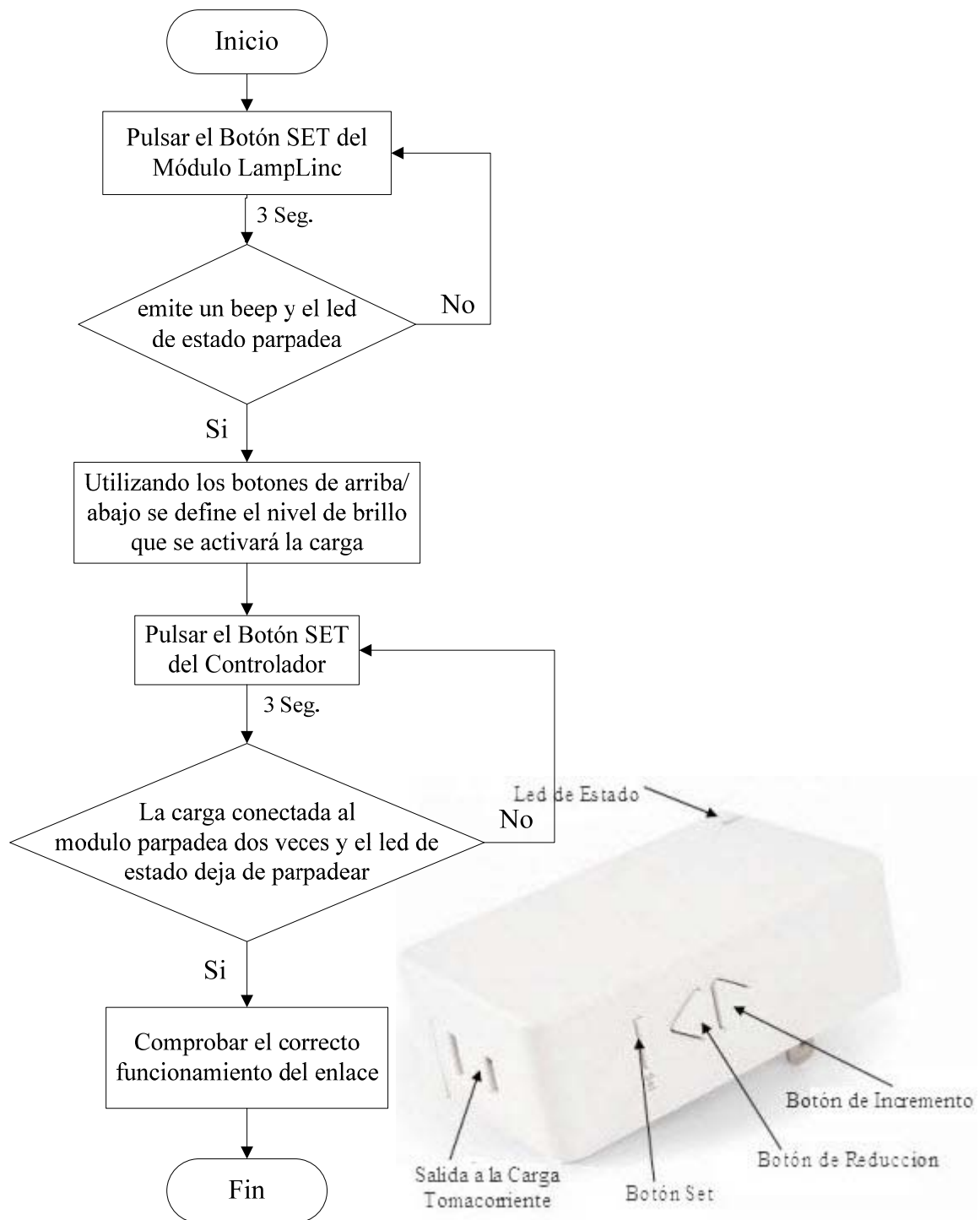
**Tabla 5.10. Actividad del Led y Estado que representa en el Módulo LampLinc**

Para utilizar el módulo LampLinc como actuador de un controlador Insteon (por ejemplo el controlador central SmartLinc), se sigue los siguientes pasos para vincular el módulo LampLinc y el dispositivo controlador conjuntamente. (El procedimiento se gráfica mediante un diagrama de flujo de la figura 5.9)

- ❖ Establecer el modo de vinculación desde el controlador Insteon, pulsando el botón de Encendido o la escena correspondiente durante 10 segundos o el botón Set durante 3 segundos. A partir de ahí, se dispone de 4 minutos para completar los dos pasos siguientes, antes de que el modo de vinculación ingrese en el modo de tiempo de espera.
- ❖ Desde el LampLinc, utilizando los botones de arriba/abajo se ajusta el nivel de brillo deseado. Luego se pulsa y se mantiene pulsado durante 3 segundos el botón Set del LampLinc hasta escuchar dos pitidos. El Led de estado del LampLinc debe parpadear una vez, y después indicar el estado de la carga, la misma que debe parpadear dos veces, lo cual confirma la vinculación.
- ❖ Se procede a confirmar que la vinculación se ha realizado correctamente pulsando los botones relacionados desde el controlador y verificando que la carga conectada al LampLinc responda de manera adecuada.

La tasa de rampa fija de tiempo necesario para que la carga, que está controlada por el Módulo LampLinc, pase del estado de Apagado al nivel de luminosidad deseada es ajustable de 0,1 a 9 segundos. El valor por defecto es de 0,1 segundos.

Los niveles y tasas de rampa se pueden configurar de dos maneras, a nivel local, tocando el botón arriba/abajo en el dispositivo o de forma remota, pulsando el botón encendido/apagado en el controlador vinculado.



**Figura 5.10. Diagrama de flujo de la configuración del Módulo LampLinc**

Un dispositivo Insteon es capaz de almacenar solo un nivel de encendido y su respectiva tasa de rampa, o al mismo tiempo se puede enlazar diferentes niveles y tasas para cada controlador o de cada botón de escena si se trata de un multi-controlador.

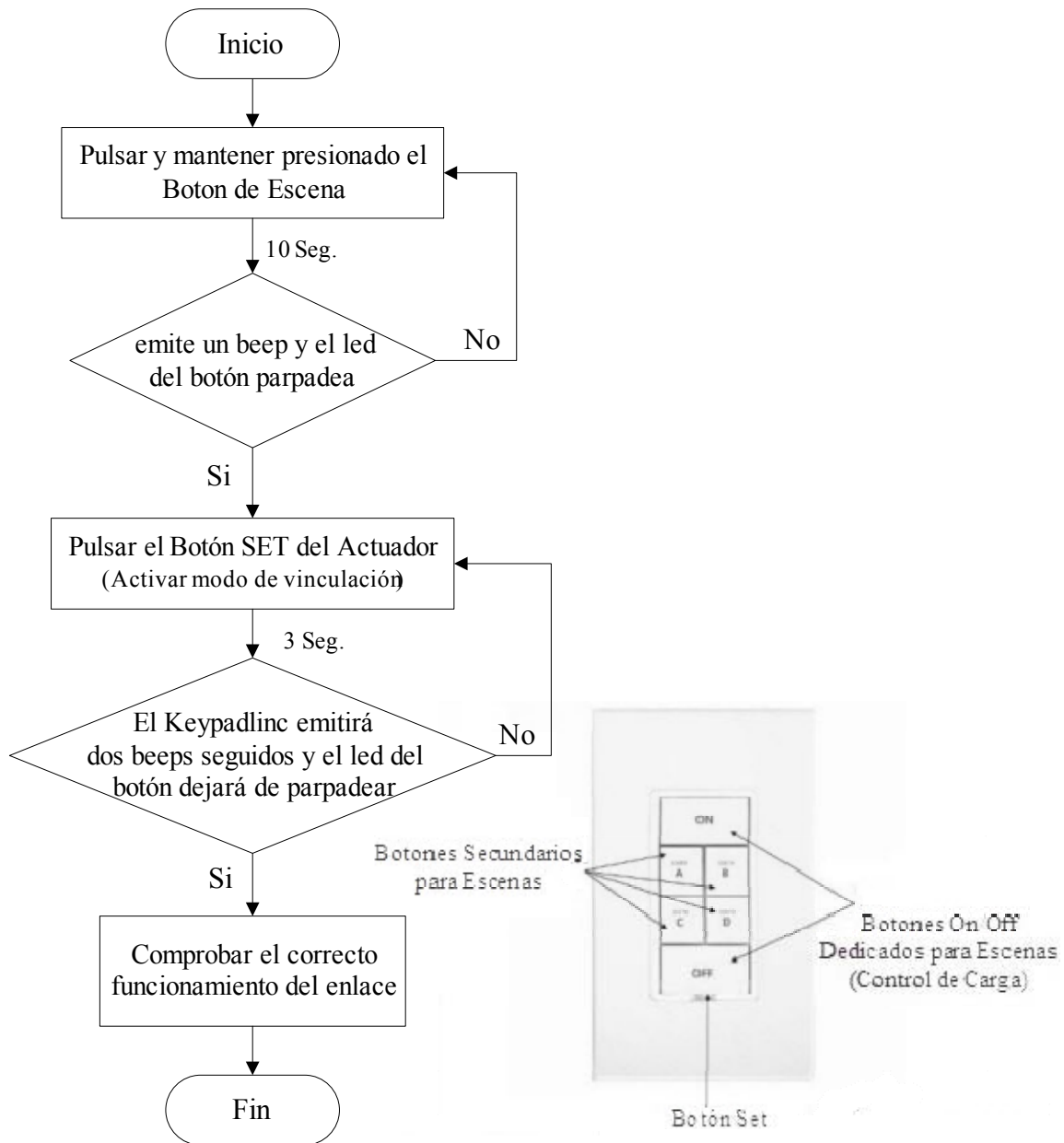
### 5.3.3. Configuración del Teclado KeypadLinc Relay

En el teclado KeypadLinc, cada uno de los botones se considera un "botón de escena", lo que significa que se pueden utilizar para crear escenas Insteon. Cada botón del teclado controla su propia escena, es decir, sólo envía comandos a los dispositivos vinculados específicamente a ese botón. Cada botón está dotado de un led en su interior que muestra el estado del dispositivo o escena asociada, cuando el led está encendido la escena esta activada y cuando el led está apagado, la escena se encuentra desactivada.

Para realizar la vinculación de cada uno de los botones de escenas con otro dispositivo Insteon para actuar como un controlador, se sigue el siguiente procedimiento.

- ❖ Presionar y mantener presionado por alrededor de 10 segundos el botón del teclado que se desea realizar en enlace.
- ❖ El KeypadLinc emitirá un beep y el led del botón comenzará a parpadear. A partir de esto, se dispone de 4 minutos para completar el proceso de vinculación.
- ❖ Seleccionar el dispositivo Insteon que se desea controlar y activar el modo de vinculación (generalmente mediante el botón Set).
- ❖ El KeypadLinc emitirá dos beeps seguidos y el led de estado dejara de parpadear.
- ❖ Confirmar que el enlace se realizó de forma correcta, comprobando el encendido y apagado del actuador pulsando el botón del teclado.

El procedimiento de vinculación se gráfica en el diagrama de flujo de la figura 5.10.



**Figura 5.11. Diagrama de flujo de la vinculación de los botones del KeypadLinc**

En el teclado KeypadLinc se puede cambiar el modo de accionamiento de los botones de escenas, excepto los botones dedicados On / Off de la carga conectada al mismo. Los tres modos de accionamiento de los botones de escena son:

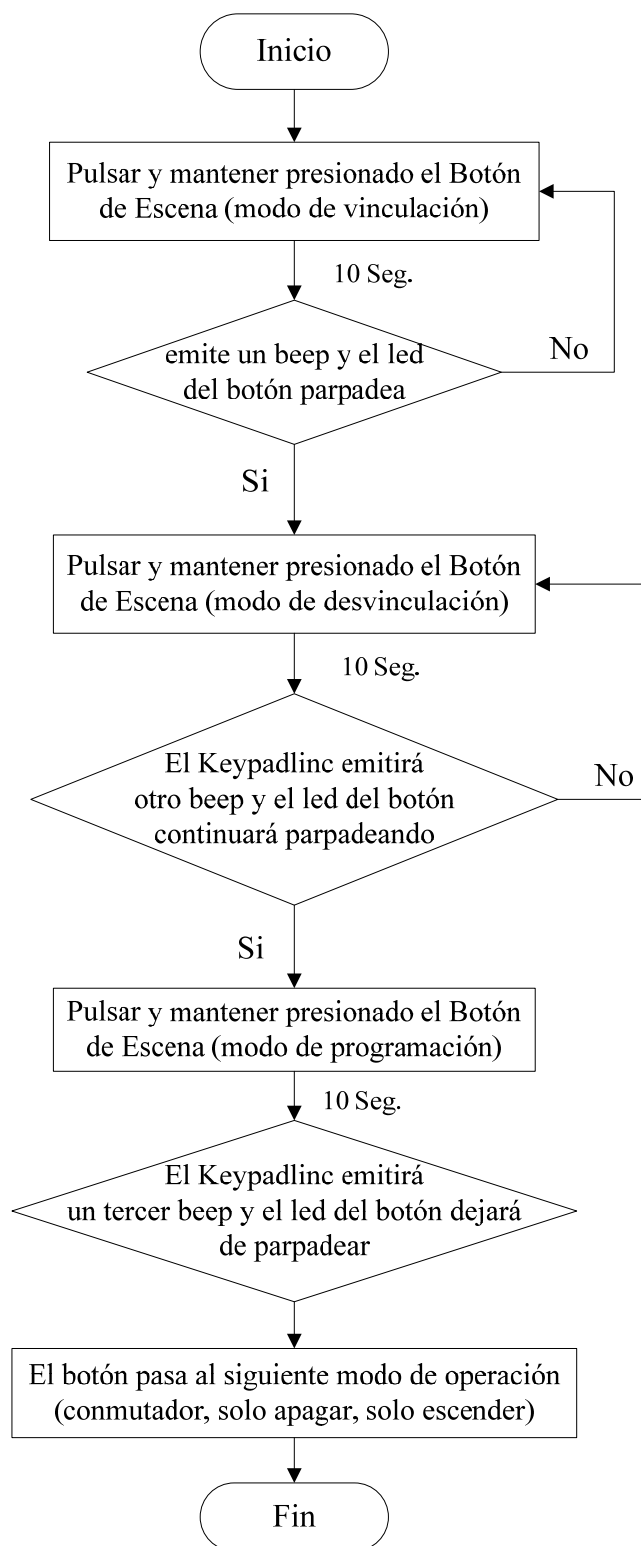
- ❖ Conmutador: Comandos alternan entre encendido y apagado
- ❖ Solo Apagar: sólo envía los comandos de apagado (desactiva la escena)
- ❖ Solo Encender: sólo envía comandos de encendido (activa escena)

---

Por defecto, todos los botones del KeypadLinc operan en el modo de Conmutador y para cambiar el modo del botón se realiza el siguiente procedimiento:

- ❖ Establecer el KeypadLinc en modo de vinculación pulsando y manteniendo pulsado el botón que se desea cambiar de modo durante 10 segundos hasta que emita un sonido y el led del botón comenzará a parpadear
- ❖ Luego, se debe establecer en modo de Desvinculación, pulsando y manteniendo pulsado el botón durante 10 segundos hasta que suene otra vez y led del botón continuará parpadeando
- ❖ Ingresar al modo de programación del botón pulsando y manteniendo pulsado el botón deseado durante 10 segundos hasta que suene una tercera vez y el led del botón dejará de parpad. El Botón pasara al siguiente modo de operación siguiendo el ciclo: Conmutador, Solo Apagar y Solo Encender.
- ❖ Para seleccionar el siguiente modo de operación del botón en el ciclo mencionado en el paso anterior, se debe repetir todos los pasos anteriores.





**Figura 5.12. Diagrama de flujo para el cambio de accionamiento los botones de escenas**

Los botones de escenas del teclado también pueden ser agrupados de forma interdependiente, de tal manera que al pulsar un botón del grupo activa la orden de Encendido para los dispositivos o escenas asignados a ese botón. La agrupación es útil

cuando se tiene varios dispositivos o escenas, y que permita fácilmente de activar un dispositivo o escena y al mismo tiempo desactivar un dispositivo o escena secundaria.

Para mayor claridad, las siguientes instrucciones se refieren al enlace de dos botones que se añaden a un grupo, como el botón A y el botón B del teclado. En primer lugar, se muestra el procedimiento para enlazar los botones A y B con los leds respectivos encendidos.

- ❖ Se pulsa y se mantiene presionado el botón A durante 10 segundos para ingresar en el modo de vinculación.
- ❖ Se pulsa el botón B durante 10 segundos, de igual forma para enlazarlo.
- ❖ Realizar una pausa y verificar que los dos botones estén desactivados.
- ❖ A continuación, pulsar el botón B durante 10 segundos.
- ❖ Finalmente, pulsar el botón A durante 10 segundos y el vínculo de los dos botones estará concluido.

Con el procedimiento anterior se conseguirá una actividad en la que cuando se active el botón A, el botón B se activará automáticamente y los dispositivos o escenas que estén asociados a los mismos. Y viceversa, cuando se active el botón B, se activara el botón A.

A continuación, se muestra la vinculación del botón A y B, pero desde la posición de apagado, es decir, los leds de estado de ambos botones deben estar apagados. Con el procedimiento que se detalla a continuación, se conseguirá que cuando un botón es activado el otro se desactiva.

- ❖ Con los botones desactivados (leds de los botones apagados), presionar y mantener presionado el botón A durante 10 segundos (modo de vinculación).
- ❖ Pulsar el botón B durante 10 segundos de igual forma.
- ❖ Hacer una pausa y asegurarse de que los dos botones están desactivados.
- ❖ Presionar y mantener presionado el botón B durante 10 segundos.
- ❖ Finalmente, presionar el botón A durante 10 segundos.

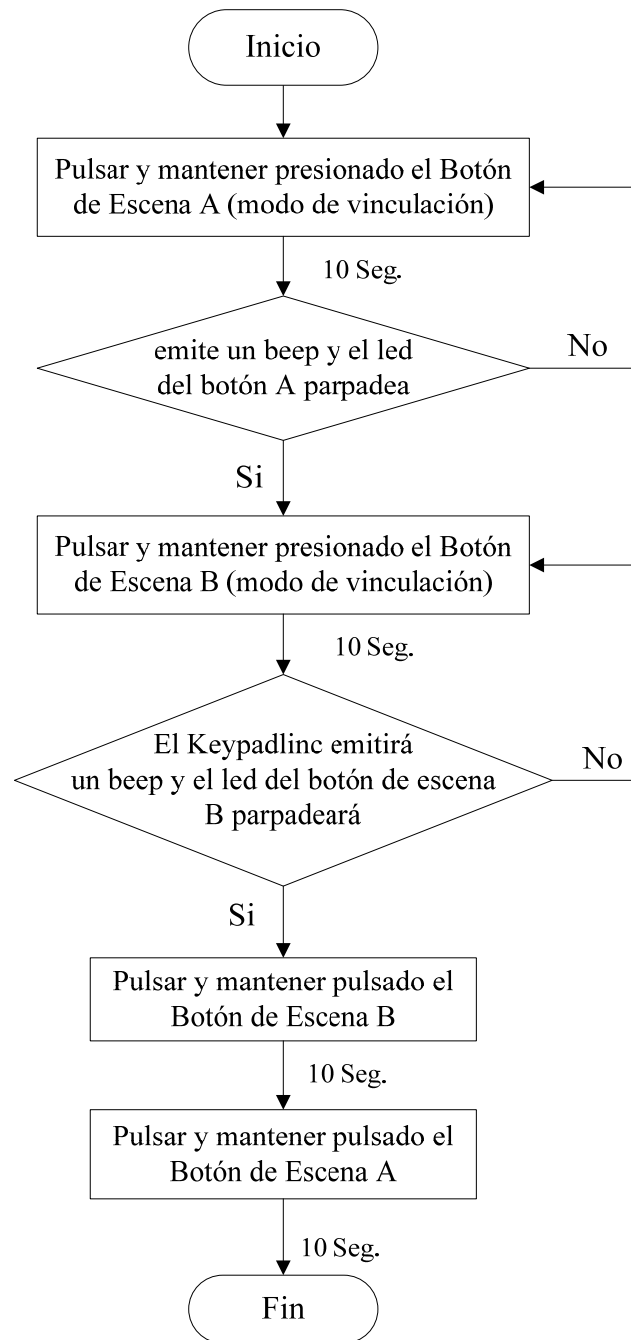
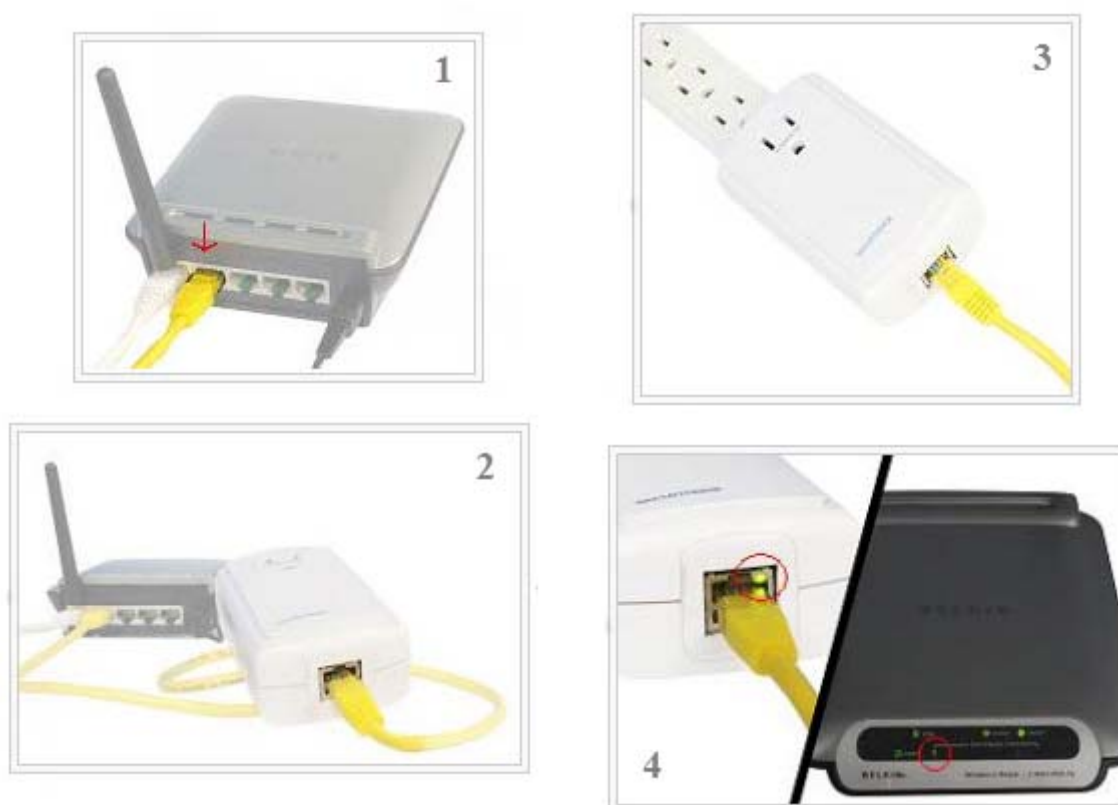


Figura 5.13. Diagrama de flujo para agrupar los botones del KeypadLinc

### 5.3.4. Configuración del Controlador Central Insteon SmartLinc

El SmartLinc dentro del Sistema de Entrenamiento funcionara en combinación con el router Wi-Fi, lo que permitirá habilitar el acceso de dispositivos, con capacidad de comunicación Wi-Fi, de tal manera que se tenga acceso a la red de control Insteon. En la siguiente figura 5.8 se muestra una secuencia de figuras donde se muestra la forma de conexión entre el Controlador Central SmartLinc y el router inalámbrico.



**Figura 5.14. Conexión del Controlador Central SmartLinc**

El programa de instalación, que viene cargado dentro del Controlador en una memoria no volátil EEPROM, requiere de un proceso corto para identificar la dirección IP para acceder desde cualquier dispositivo móvil a nivel local dentro de la red WLAN. Después de completar la instalación básica que se muestra a continuación, se procede a realizar los diferentes enlaces o vínculos Insteon, creación de escenas y agrupación de las mismas en los diferentes grupos.

Para configurar el SmartLinc se debe utilizar un ordenador conectado directamente al router mediante un cable Ethernet o conexión vía Wi-Fi, o a la vez cualquier dispositivo móvil conectado al router a través de Wi-Fi (802.11). El proceso inicial para obtener la dirección IP asignada al Controlador Central comprende del siguiente proceso.

- ❖ Desde el explorador de internet del PC, PDA o teléfono móvil se ingresa a la dirección electrónica "http://smartlinc.smarthome.com".
- ❖ Se accede a una ventana como se muestra en la parte derecha de la figura 5.9, donde se accede a la opción "I'm at Home". A continuación se mostrara una ventana (mostrada en la figura 5.9 en la imagen de la izquierda) donde se muestra la dirección IP del SmartLinc instalado previamente. Dicha dirección IP permitirá el acceso al Controlador Central cualquier momento y sin necesidad de tener conexión a Internet.



Figura 5.15. Proceso para obtener la dirección IP del SmartLinc

Uno de las principales prestaciones del Controlador Central SmartLinc, es el que permite el acceso al mismo desde cualquier lugar mediante la web, en donde el usuario puede controlar y supervisar los dispositivos miembros de la red Insteon.

Pare ello se debe configurar la red y firewall en el router inalámbrico, cabe recalcar que para el acceso desde la web el router tiene que tener acceso a internet. El proceso que se debe seguir para configurar el reenvío de puertos en el router es la que se detalla en la sección 6.2.4.

#### 5.4. DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN DE LA RED INSTEON

La red Insteon se basa en la conexión y comunicación de los dispositivos Insteon mediante la ejecución de los diferentes vínculos entre los mismos, en donde se definen la capacidad o función de cada uno de los miembros de la red, estableciendo los dispositivos controladores y actuadores, tomando en cuenta que los dispositivos Insteon pueden tomar dichas características en cualquier momento ya que todos tienen la misma jerarquía e importancia dentro de la red, es decir, se encuentran al mismo nivel y todos pueden retransmitir los mensajes Insteon por cualquiera de los dos medios, la red eléctrica (Powerline) o por radiofrecuencia (RF), según sea el caso.

Los dispositivos que conformarán el Sistema de Entrenamiento se detallan en la tabla 5.8 donde se muestra el código de identificación único de fábrica, que constituye un número combinado de 3 bytes mostrado en formato hexadecimal almacenado en una memoria no volátil, y el medio de transmisión por el cual se conectan a la red Insteon.

<b>Dispositivo</b>	<b>Dirección Insteon</b>	<b>Medio de Transmisión</b>
Icon Dimmer Switch	15.AF.95	Powerline
Icon On/Off Switch	15.51.24	Powerline
KeypadLinc	15.64.89	Powerline
LampLinc	14.24.32	Powerline / RF
LampLinc	14.24.06	Powerline / RF
Controlador SmartLinc	15.1A.E9	Powerline Ethernet

**Tabla 5.11. Dispositivos Insteon que conforman el Sistema de Entrenamiento**

La red Insteon del Panel de Entrenamiento constará de dos interruptores, uno con capacidad de dimerización y otro con acción de relé (on/off), un teclado que controla su carga propia y a la vez permite controlar escenas sobre el resto de dispositivos dentro de la red, todos estos teniendo como medio de transmisión la red eléctrica (powerline). Adicionalmente, se cuenta con dos módulos para lámparas con capacidad de dimerización con capacidad híbrida, es decir, es un dispositivo de banda dual que puede transmitir por powerline o por radiofrecuencia.

Finalmente, el sistema posee un controlador SmartLinc que actúa como puente entre los protocolos Insteon y Ethernet, que es conectado a un router Wi-Fi como punto de acceso a la red W-LAN que permitirá controlar y monitorear el sistema desde los dispositivos móviles.

En la figura 5.16, se muestra gráficamente la comunicación a través de los diferentes medios de transmisión que se conectan los dispositivos mencionados anteriormente.

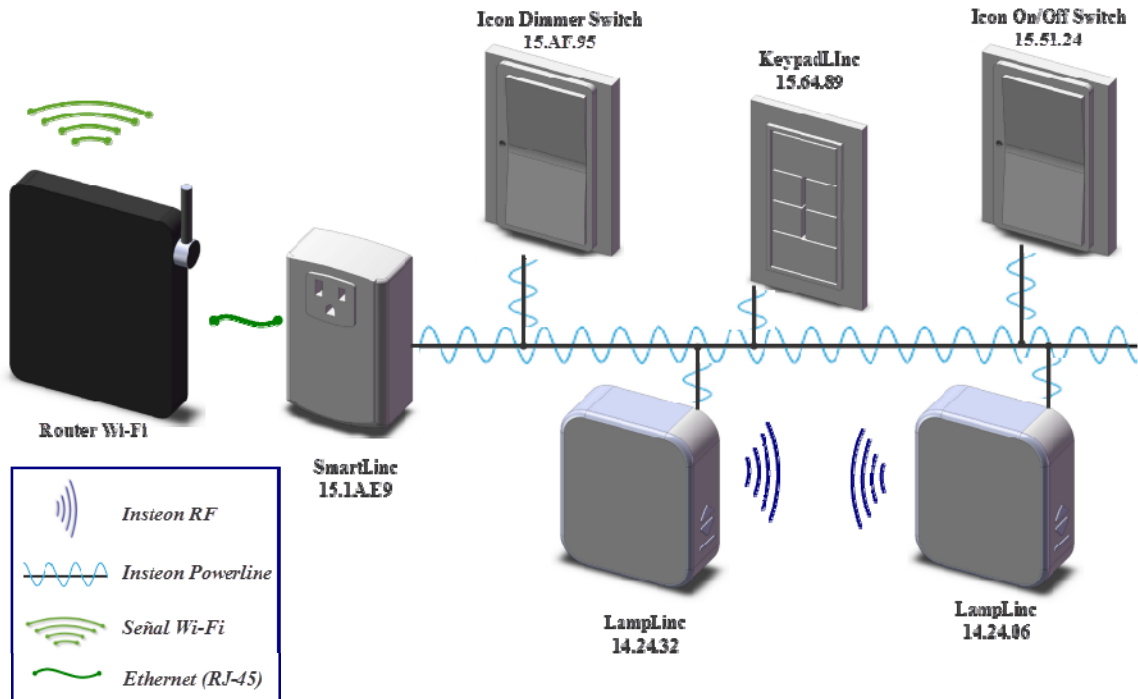
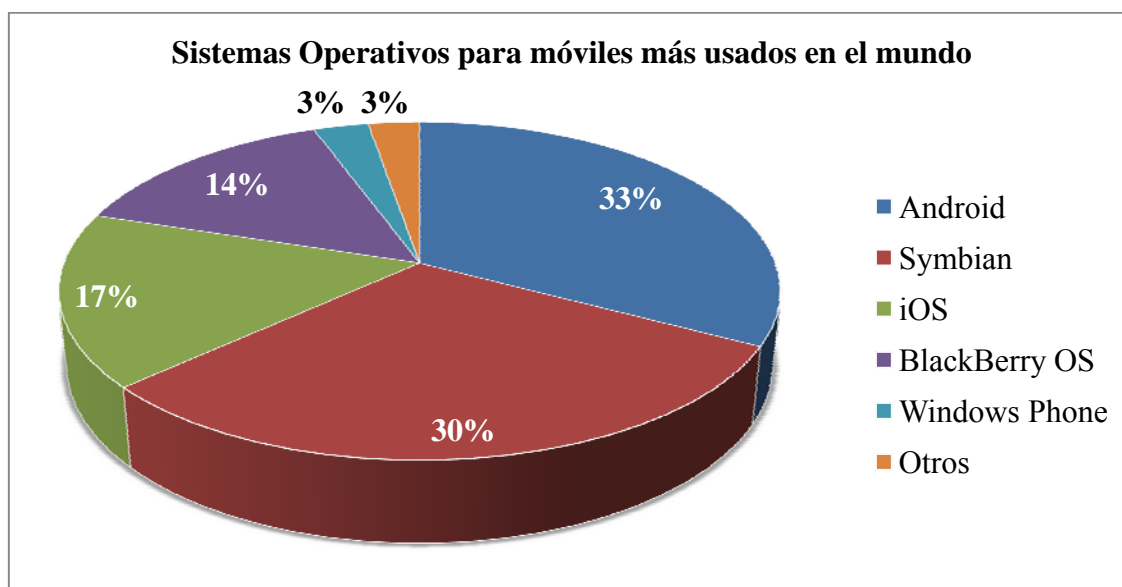


Figura 5.16. Comunicación en la Red Insteon del Sistema de Entrenamiento

## 5.5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN PARA TELÉFONOS MÓVILES

Mediante los teléfonos móviles, en especial los teléfonos llamados inteligentes (smartphones), los usuarios pueden acceder a datos y aplicaciones en cualquier parte del mundo mediante acceso a internet. Una característica importante de casi todos los teléfonos inteligentes es que permiten la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos, conectividad y el acceso a Internet mediante el plan de datos manejado por la compañía de servicios móviles o vía Wi-Fi.

Los sistemas operativos para móvil más usados, a nivel mundial, en los teléfonos inteligentes se detalla en la figura 5.17 (datos a diciembre de 2010)<sup>20</sup>:



**Figura 5.17. Sistemas Operativos para móviles más usados**

En Ecuador, el sistema operativo más utilizado es el de BlackBerry con más del 70% del mercado en teléfonos inteligentes, según una investigación realizada por la revista Líderes donde se cita lo siguiente: “Los teléfonos inteligentes llegaron al país en el año 2002 y se masificaron desde el 2006. El mercado de los smartphones se duplicó entre el 2009 y 2010. La plataforma de BlackBerry de RIM es la marca preferida en el mercado local.”<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Datos obtenidos del artículo “Gartner Says Worldwide Mobile Phone Sales Grew 35 Percent in Third Quarter 2010” del portal Gartner Newsroom. Autores: Ben Tudor, Christy Pettey.

<sup>21</sup> Tomado del artículo “El ecuatoriano se adapta más a los smartphones” publicado en la revista Líderes, cuyos autores son Ivanna Zauzich, Pedro Maldonado y Talina Mosquera.



Los dispositivos BlackBerry, se han convertido en el equipo más utilizado por los usuarios ecuatorianos, aunque no se explotan todas las funcionalidades. Según una estimación de “Location World”, en el país funcionan alrededor de 400.000 teléfonos BlackBerry (70% del mercado) y el 30% restante son usuarios de las marcas de Nokia, Apple, LG, Samsung, etc.

El desarrollo de la aplicación que se ejecutará en un teléfono móvil para poder controlar el Sistema de Entrenamiento Insteon se basa en una aplicación desarrollada en lenguaje de programación Java<sup>22</sup> capaz de enviar comandos mediante Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) directamente al Controlador SmartLinc. La aplicación permitirá el acceso al control local de los diferentes dispositivos miembros del Sistema de Entrenamiento, un acceso al control remoto desde internet mediante la infraestructura del servidor de SmartLabs y finalmente un acceso a configuración, que accede a la página principal del firmware del Controlador Central.

La plataforma escogida para el desarrollo de la aplicación móvil es la de BlackBerry ya que en el país es la plataforma más utilizada. RIM actualmente permite el desarrollo de aplicaciones para los productos BlackBerry mediante el plug-in<sup>23</sup> para el Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) para Java, Eclipse. El Entorno de Desarrollo de Java RIM se libero hasta la versión 4.6 en el 2008. El JDE se fusionó con el plug-in para ejecutarlo bajo Eclipse en su versión final 1.1.2 en Septiembre del 2010.

Eclipse es IDE multifacético que permite trabajar con varias versiones de la máquina virtual de java, pudiendo configurarle desde las variantes de IBM, pasando por las GPL como OpenJava y llegando a las propietarias como RIM.

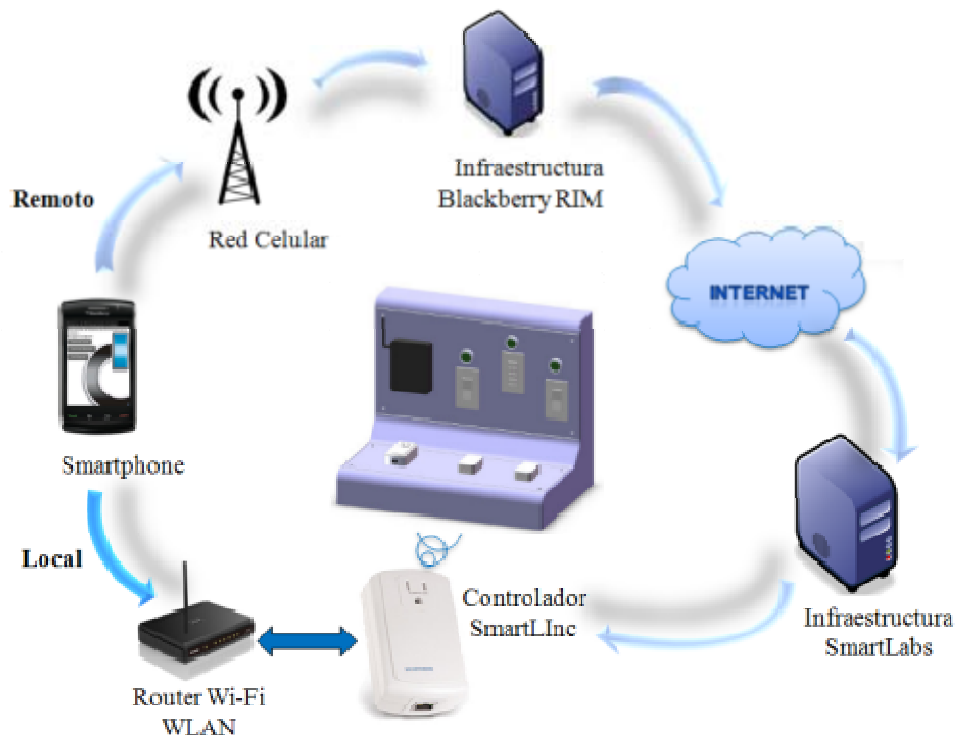
RIM tardaría mucho tiempo crear un IDE completo con todas las opciones básicas, es por eso que creó un plug-in para Eclipse que cuenta con un excelente depurador, búsqueda, optimización, formateo de código, optimización y entorno amigable.

---

<sup>22</sup> Java: es un lenguaje de programación orientado a objetos que permite la ejecución de un mismo programa en múltiples sistemas operativos, desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90.

<sup>23</sup> Plug-in: es un módulo de hardware o software que añade una característica o un servicio específico a un sistema más grande.

La aplicación móvil para BlackBerry a desarrollar en el presente proyecto, se detalla de forma básica en la figura 5.18.



**Figura 5.18. Funcionamiento de la Aplicación BlackBerry**

El plug-in de RIM está limitado para trabajar con la versión 3.5 de Eclipse, y todos los recursos están desarrollados para ser ejecutados bajo la plataforma de Windows en 32 bits. Los requerimientos básicos para desarrollar una aplicación para BlackBerry son los siguientes:

1. Desarrollador de Java Eclipse 3.5 (Galileo).
2. La versión disponible del Kit de Desarrollo Java (JDK), 32 bits.
3. Windows XP o superior (32 bits).
4. RAM de 2 GB o superior.
5. Espacio en Disco Duro de 3GB como mínimo.
6. CPU con procesador Pentium 4 de 2.5Ghz, o superior.
7. Resolución mínima en el monitor de 1024x768.

### 5.5.1. Instalación del Entorno de Desarrollo de Java Eclipse

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma para desarrollar aplicaciones de cliente enriquecido. Esta plataforma, típicamente ha sido usada para desarrollar entornos de desarrollo integrados (IDE), como el IDE de Java llamado Java Development Toolkit (JDT). La versión que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones BlackBerry es la Galileo, que corresponde a la versión 3.5 de Eclipse y que puede ser descargada desde la siguiente dirección:

<http://www.eclipse.org/downloads/download.php?file=/technology/epp/downloads/release/galileo/SR2/eclipse-java-galileo-SR2-win32.zip>

Eclipse no requiere ser instalado, ya que una vez instalado el JDK de java funciona con solo ejecutar el archivo “eclipse.exe” que se encuentra dentro del archivo comprimido descargado desde la página indicada.

Se recomienda dejar al programa Eclipse en la estructura de carpeta más corta posible, preferiblemente en la raíz de alguna unidad.

### 5.5.2. Instalación del Plug-in BlackBerry de Java

El Plug-in BlackBerry de Java para Eclipse es un complemento que mejora la productividad mediante un entorno específico de desarrollo, depuración y simulación integrado en los smartphones BlackBerry.

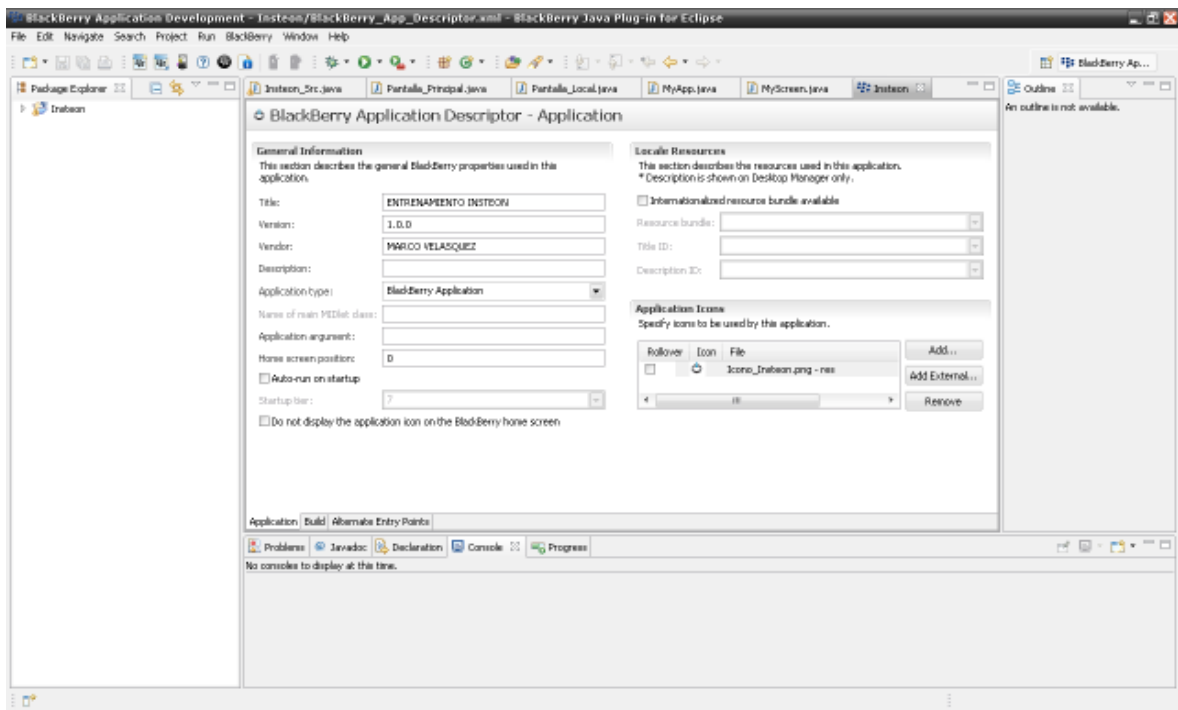
El Plug-in se puede descargar directamente de la siguiente dirección:

<http://na.blackberry.com/eng/developers/javaappdev/devtools.jsp>

El instalador consta de un archivo de 380MB, es importante descargar el Plug-in para la versión del sistema operativo de los dispositivos BlackBerry para el cual se desea desarrollar. El último sistema operativo es la versión 6 aunque no todos los modelos soportan el sistema operativo. Para la aplicación a desarrollar en el presente proyecto, se desarrollará la aplicación para los dispositivos con sistema operativo versión 5. A continuación, se presenta el proceso para instalar el Plug-in BlackBerry:

- ❖ Ejecutar el Instalador.
- ❖ Seleccionando la ruta en donde se instaló Eclipse.
- ❖ Aceptar los términos de la licencia y continuar con la instalación.
- ❖ Al finalizar, se puede iniciar Eclipse automáticamente seleccionando la opción que ofrece el instalador el final o manualmente.
- ❖ Iniciar Eclipse

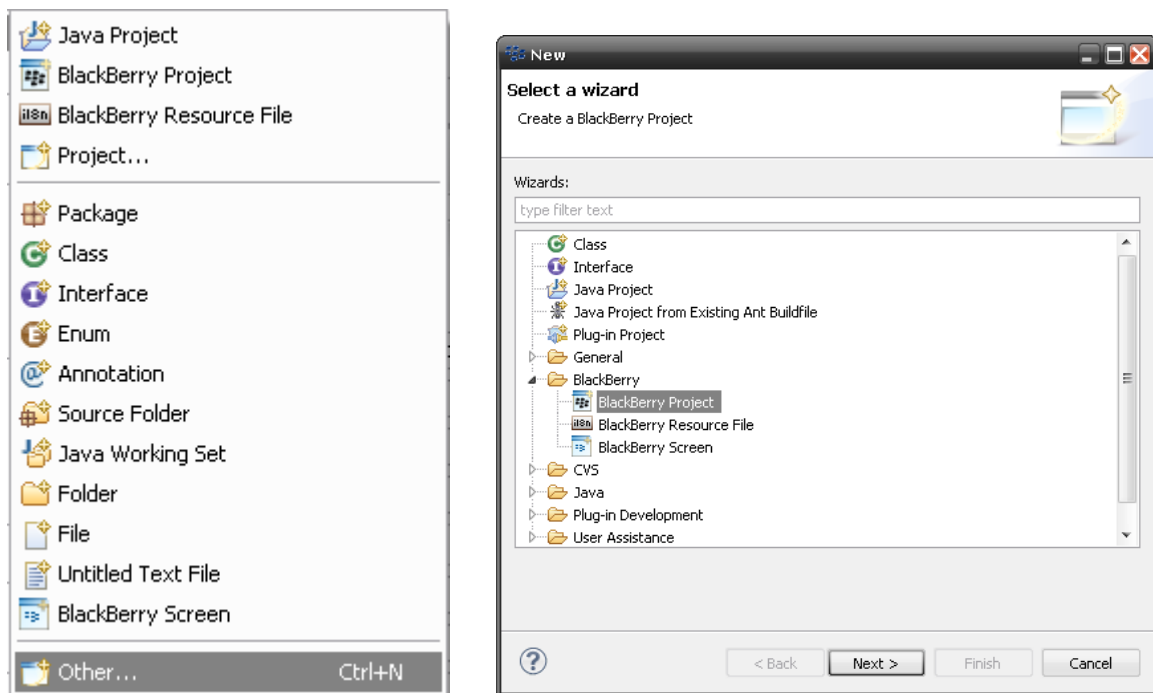
Al momento de arrancar el programa, seleccionar el espacio de trabajo en el cual se van a guardar todos los proyectos realizados en Eclipse organizados por carpetas cuyos nombres serán igual al proyecto. Se recomienda utilizar un directorio corto posible y con un nombre de carpeta sin espacios. En la figura 5.19 se muestra la ventana principal de Eclipse instalado el Plug-in BlackBerry.



**Figura 5.19. Ventana Principal del software Eclipse con el Plug-in BlackBerry**

### 5.5.3. Desarrollo de la Aplicación BlackBerry

Primero, se crea un nuevo proyecto BlackBerry, en el menú principal escoger la opción “New” y luego escoger la opción “Other”. Desplegar la carpeta “BlackBerry” y seleccionar “BlackBerry Project”.



**Figura 5.20. Crear un nuevo proyecto java para BlackBerry**

Se despliega una ventana, en donde se define el nombre del proyecto y la versión del sistema operativo BlackBerry para el cual se va a realizar la aplicación. En esta sección se escogerá la opción del JRE 5.0. Si se desea desarrollar para la versión 6.0 se debe descargar la Plug-in para esa versión y modificar dentro de la opción “Java Build Path” dentro de la ventana de propiedades del proyecto.

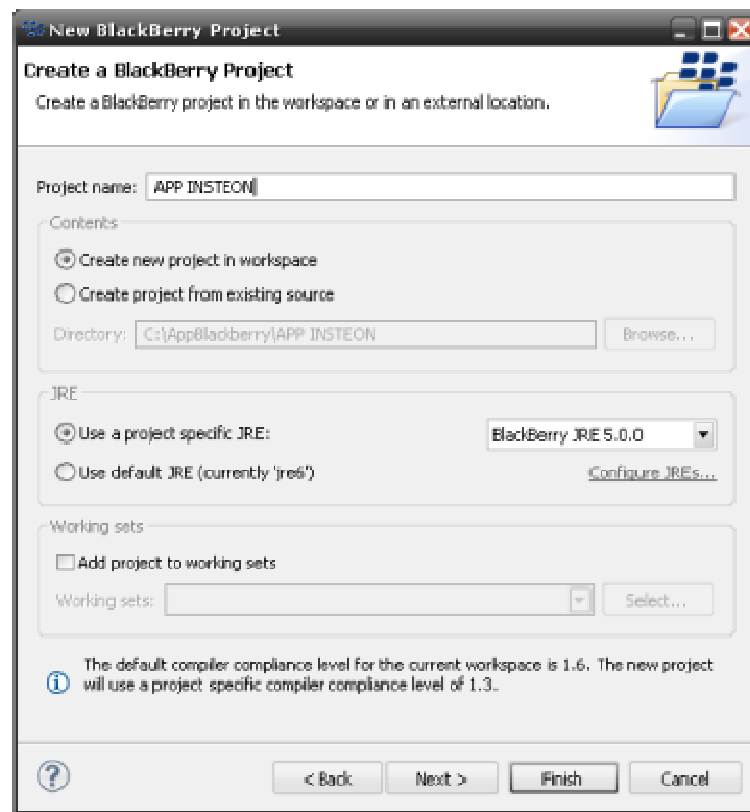


Figura 5.21. Definir los parámetros de la aplicación BlackBerry

Se finaliza la configuración inicial del proyecto y se crean todas las carpetas para desarrollar la aplicación. En la ventana “BlackBerry Application Descriptor” se establece algunas propiedades del proyecto como el icono con el que se identificara la aplicación, el nombre del desarrollador, versión y algunas otras propiedades que aparecerán en las propiedades de la aplicación.

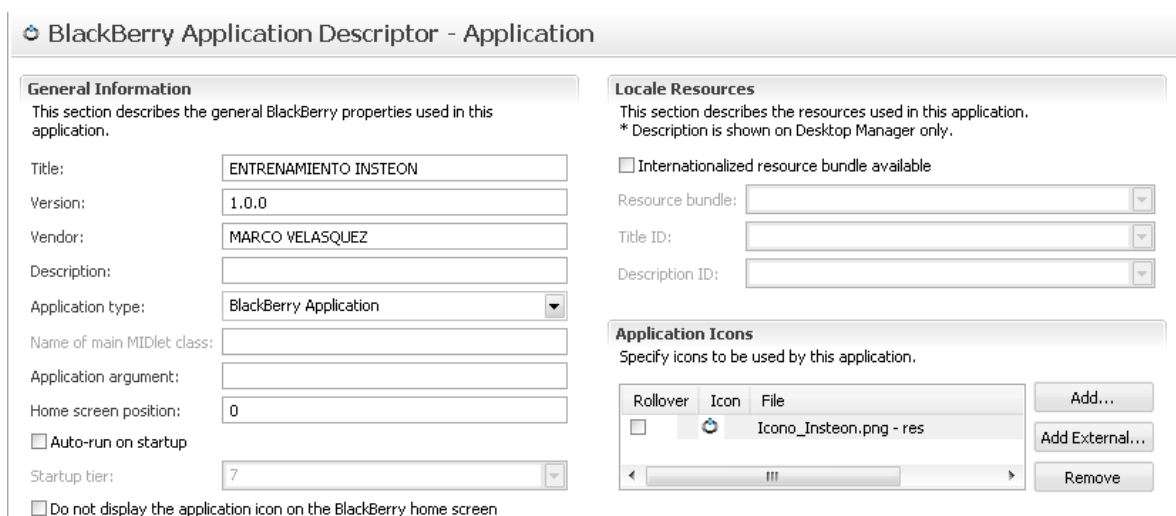


Figura 5.22. Ventana de descripción de la aplicación BlackBerry

La aplicación constara de dos clases, la primera será la clase principal en la cual se mostrara la pantalla principal, donde se tienen tres botones como opciones, la primera opción será el “Control Local” en el cual se accederá a una nueva clase en donde se encuentran ubicados los botones de control de cada uno de los dispositivos que conforman el Sistema de Entrenamiento. El segundo botón (Control Remoto) actuará como un hipervínculo donde se desplegará la pagina principal de control remoto (I’m not at home) en el cual se ingresa la clave y usuario para acceder al controlador desde internet. (La configuración para el control remoto desde internet se detalla en la sección 6.2.4). Finalmente, en la tercera opción se puede acceder a la página principal del firmware propio del Controlador SmartLinc (detallada en la sección 6.2.3) mediante un hipervínculo directo a la dirección local IP del controlador, ejecutado en el Explorador de Internet del dispositivo o Browser.

En la figura 5.23 se muestra la captura de la pantalla principal de la aplicación desarrollada, tomada del simulador BlackBerry Smartphone 5.0 del modelo 9550. El simulador de cualquier modelo de Smartphone puede ser descargado de la siguiente dirección: <http://us.blackberry.com/developers/resources/simulators.jsp>.



**Figura 5.23. Pantalla Principal de la Aplicación BlackBerry**

En la figura 5.24 se muestra la captura de la pantalla de control local, en la cual se procede a controlar los diferentes dispositivos miembros del Sistema de Entrenamiento, mediante botones de Apagado / Encendido y botones de porcentajes del 25, 50 y 75 por ciento que controlan el nivel de brillo de las cargas conectadas a los dispositivos que permiten dimerización. Al final se encuentran dos botones de control de Encendido/Apagado Total que controlan todos los dispositivos.



**Figura 5.24. Pantalla de Control Local de la Aplicación BlackBerry**

El código de programación en java utilizado para el desarrollo de la aplicación BlackBerry para controlar el Sistema de Entrenamiento Insteon se detalla al final del presente documento como Anexo 3. El código puede utilizarse como base para el desarrollo para aplicaciones para dispositivos que funcionen con otro sistema operativo como Android o Symbian, debido a que la estructura de la aplicación sería la misma, difiriendo en las librerías utilizadas dependiendo del Pug-in de desarrollo con el que se esté trabajando. Los comandos de control que se envían directamente al Controlador SmartLinc se detallan en la siguiente sección.



#### 5.5.4. Comandos Insteon enviados desde la Aplicación Móvil

El Controlador Central SmartLinc de Insteon tiene incorporado un servidor HTTP que puede recibir órdenes directas a través del protocolo HTTP para controlar los dispositivos Insteon que se encuentran vinculados al mismo. Mediante el envío de comandos básicos en donde se indique la identificación única de Insteon del dispositivo, el comando a ejecutar (encendido, apagado, encendido rápido, etc.) y el nivel de encendido (en el caso de los dispositivos que admitan dimerización) se puede enviar mensajes directos a través del protocolo de hipertexto.

La mayoría de los comandos HTTP que se detallan a continuación y el formato del comando que se deben enviar para que el controlador los entienda han sido recopilados desde los foros activos de desarrolladores de Insteon, ya que en el manual de usuario solo se detallan los comandos básicos de control y de nivel de rampa de encendido en formato hexadecimal, pero no se especifica el formato del comando HTTP que se debe enviar al controlador.

Para enviar los comandos HTTP al Controlador SmartLinc desde la aplicación BlackBerry se utilizará un llamado al Browser (Explorador de Internet) del dispositivo y mediante el intérprete de comandos cURL se enviará los comandos Insteon con sintaxis URL, debido a que es un formato que se puede utilizar en cualquier plataforma de programación que se esté trabajando ya que se basa en el ingreso de una dirección local host, en este caso de la dirección de IP privado del Controlador Central. El formato del código HTTP para enviar los mensajes directos al Controlador Central SmartLinc se detalla en la tabla 5.12.

Recurso HTTP	Bandera	ID Insteon	Bandera	Comando	Nivel	Terminación
Dirección IP del Controlador SmartLinc	Comando Directo (HEX)	Único de cada dispositivo Insteon	Mensaje Estándar (HEX)	Encendido Apagado	Brillo del 0% al 100%	Finalización de código HTTP
http://192.168.0.100/3?	0262	15.AF.95	0F	11	FF	=I=3
http://172.30.1.101/3?026215AF950F11FF=I=3						

**Tabla 5.12. Formato del Código HTTP para enviar al Controlador SmartLinc**

Para enviar los comandos HTTP al Controlador SmartLinc desde la aplicación BlackBerry se utilizará un llamado al Browser (Explorador de Internet) del dispositivo y mediante el intérprete de comandos cURL se enviará los comandos Insteon con sintaxis URL, debido a que es un formato que se puede utilizar en cualquier plataforma de programación que se esté trabajando ya que se basa en el ingreso de una dirección local host, en este caso de la dirección de IP privado del Controlador Central. El formato del código HTTP para enviar los mensajes directos al Controlador Central SmartLinc se detalla en la tabla 5.12.

- ❖ Recurso HTTP de recursos. Consta de la dirección IP privada del controlador SmartLinc adicionando la inicialización del recurso /3 en el servidor web.
- ❖ Bandera de comando directo. Indica que se está enviando una orden directa al dispositivo, este comando es constante para cualquier tipo de mensaje que se envíe a un dispositivo en particular. Para enviar mensajes de difusión, como el encendido/apagado total se utiliza el código 0261 y en el campo de la dirección del dispositivo, se coloca la dirección FF que abarcan a todos los dispositivos vinculados al Controlador.
- ❖ ID Insteon del dispositivo. Consta de la dirección única y propia de los dispositivos Insteon que constan de 24 bits (6 números hexadecimales). La dirección única Insteon de los dispositivos se detallan en la tabla 5.13.

<b>Dispositivo</b>	<b>Dirección Insteon</b>
Icon Dimmer Switch	15.AF.95
Icon On/Off Switch	15.51.24
KeypadLinc	15.64.89
LampLinc	14.24.32
LampLinc	14.24.06
Controlador SmartLinc	15.1A.E9

**Tabla 5.13. ID único de los dispositivos Insteon que conforman el Sistema**

- ❖ **Bandera de mensaje estándar.** Indica que se está enviando un mensaje de tipo estándar. No se puede enviar mensajes extendidos al Controlador Central SmartLinc ya que no soporta los mismos. Este código de bandera se utiliza para los mensajes directos (con ID único) y para los mensajes de difusión (enviados a todos los dispositivos) éste campo se anula.
  
- ❖ **Comando.** En este campo se define el comando u orden que se envía al dispositivo. Los comandos Insteon se detallan en la tabla 5.14.

<b>Comando (HEX)</b>	<b>Acción sobre el Dispositivo Insteon</b>
11	Encendido
12	Encendido rápido
13	Apagado
14	Apagado rápido

**Tabla 5.14. Tabla de Comandos Insteon**

En la tabla 5.14 se puede observar que existen dos tipos de comandos, el encendido/apagado normal y el encendido/apagado rápido. El primero se refiere a que el dispositivo se enciende o apaga a una velocidad de acuerdo a la rampa a la cual se encuentra programado (funciona solo en los dispositivos que admiten dimerización y nivel de rampa) y el modo rápido se refiere a que la conmutación es en forma de relé (instantáneo).

- ❖ **Nivel.** Campo en donde se define el nivel de brillo en el que se desea que el dispositivo se encienda, se puede configurar el nivel desde el 0% de brillo que representa el código en hexadecimal 00, hasta el 100% que es el código FF.

Para los comandos de apagado/encendido rápido (12 y 14) el nivel que se define es el FF ya que como son apagados instantáneos (en forma de relé) no se necesita definir el nivel, por lo que el código en este campo por defecto es el FF. En la tabla 5.15 se detallan los niveles de brillo de encendido de la carga en porcentaje y los correspondientes códigos en hexadecimal.

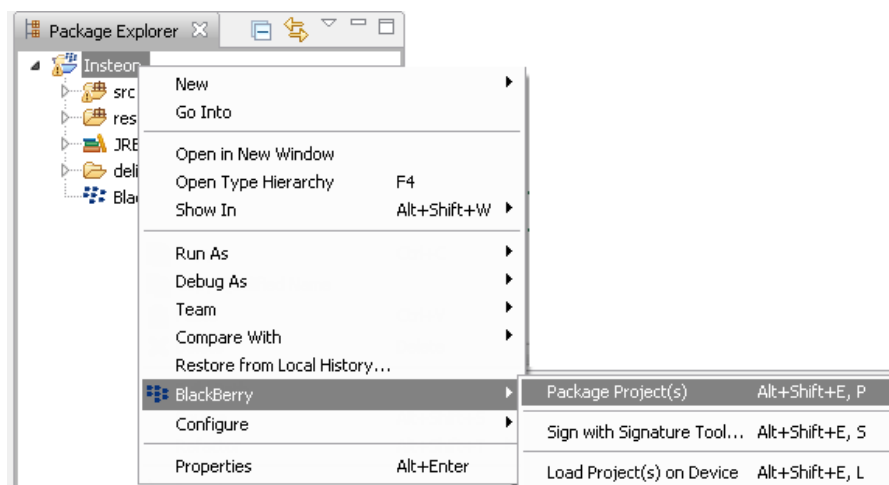
Nivel (HEX)	Porcentaje de Brillo
00	0%
19	10%
40	25%
7F	50%
BF	75%
E6	90%
FF	100%

**Tabla 5.15. Códigos de Nivel de Brillo en Hexadecimal**

- ❖ Terminación. El código =I=3 al final es la terminación para el código HTTP. Sin este código al final de la instrucción, el mensaje no se puede enviar al controlador y es indispensable en el manejo del protocolo HTTP (no forma parte del código Insteon).

### 5.5.5. Ejecución e instalación de la Aplicación BlackBerry

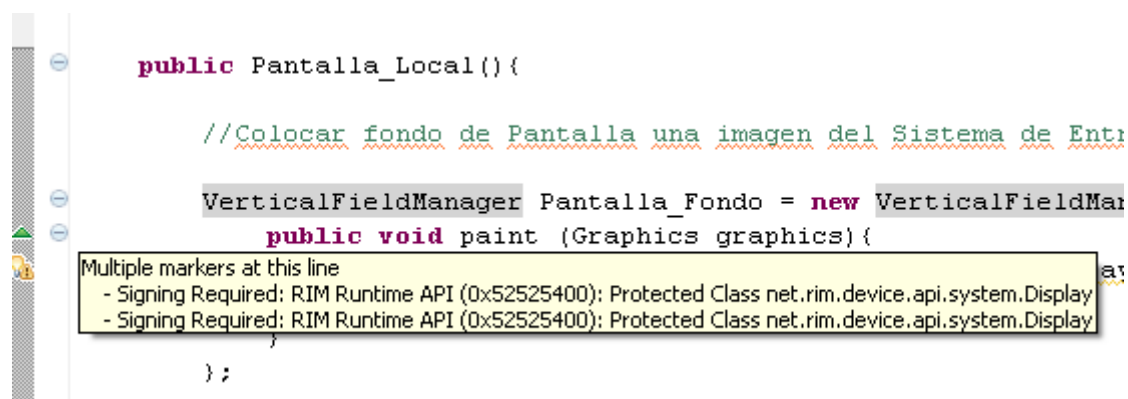
Para poder ejecutar el proyecto desde el simulador primero se debe compilar el programa. Para esto se debe activar el menú del proyecto mediante un clic derecho sobre la carpeta principal del proyecto, luego escoger el submenú “BlackBerry” y finalmente la opción “Package Project”. Con esto el proyecto es compilado y se puede proceder a simularlo directamente desde Eclipse, pulsando el comando “Control+F11”.



**Figura 5.25. Compilar el proyecto de aplicación BlackBerry**

Todas las aplicaciones desarrolladas para BlackBerry se pueden cargar en el simulador de cualquier modelo de la marca, pero no todas las aplicaciones se pueden cargar y ejecutarlas en un dispositivo, ya que para ello se necesita adquirir una licencia de desarrollador. La licencia permite a Research In Motion (RIM) realizar un seguimiento del uso de algunas Interfaces de Programas de Aplicación (API's) de BlackBerry como parte de un control de seguridad, como por ejemplo, que la aplicación no sea desarrollada para tomar información confidencial del dispositivo.

Si se utiliza una librería con clases APIs, deben estar firmadas con una clave o firma, que proporciona RIM antes de que se puede cargar la aplicación mediante el archivo de extensión .cod en el dispositivo BlackBerry. Si es que la aplicación no se encuentra firmada, al ejecutar la aplicación en el dispositivo, se generará un error. La firma no es necesaria para ejecutar la aplicación en el simulador, solo para cargarla en un dispositivo.



```
public Pantalla_Local(){  
  
    //Colocar fondo de Pantalla una imagen del Sistema de Entr  
  
    VerticalFieldManager Pantalla_Fondo = new VerticalFieldMan  
        public void paint (Graphics graphics){  
        }  
};
```

Multiple markers at this line  
- Signing Required: RIM Runtime API (0x52525400): Protected Class net.rim.device.api.system.Display  
- Signing Required: RIM Runtime API (0x52525400): Protected Class net.rim.device.api.system.Display

Figura 5.26. Aviso de existencia de API en la aplicación BlackBerry

Para poder firmar las aplicaciones, se necesita pagar \$20 previo registro en la dirección: <https://www.blackberry.com/SignedKeys/>. Luego de 24 a 48 horas aproximadamente, se recibirá tres correos electrónicos de RIM, cada uno tendrá adjunto tres archivos diferentes, los mismos que se debe descargar y ejecutar según las instrucciones que se detallan en los correos. Las firmas adquiridas son para utilizarlas en un solo computador de desarrollo, es decir se instalan una sola vez.

Para cargar la aplicación en un dispositivo BlackBerry se debe tener instalado los drivers del mismo en el computador, compilar el programa y firmar mediante la clave generada que es requerida en el proceso de compilación. Conectar el dispositivo con cable USB y luego dentro de Eclipse ingresar al menú del proyecto, ingresar al submenú

“BlackBerry” y escoger la opción “Load Project on Device”. Esperar a que se cargue la aplicación que será guardada dentro la carpeta “Downloads” del dispositivo.

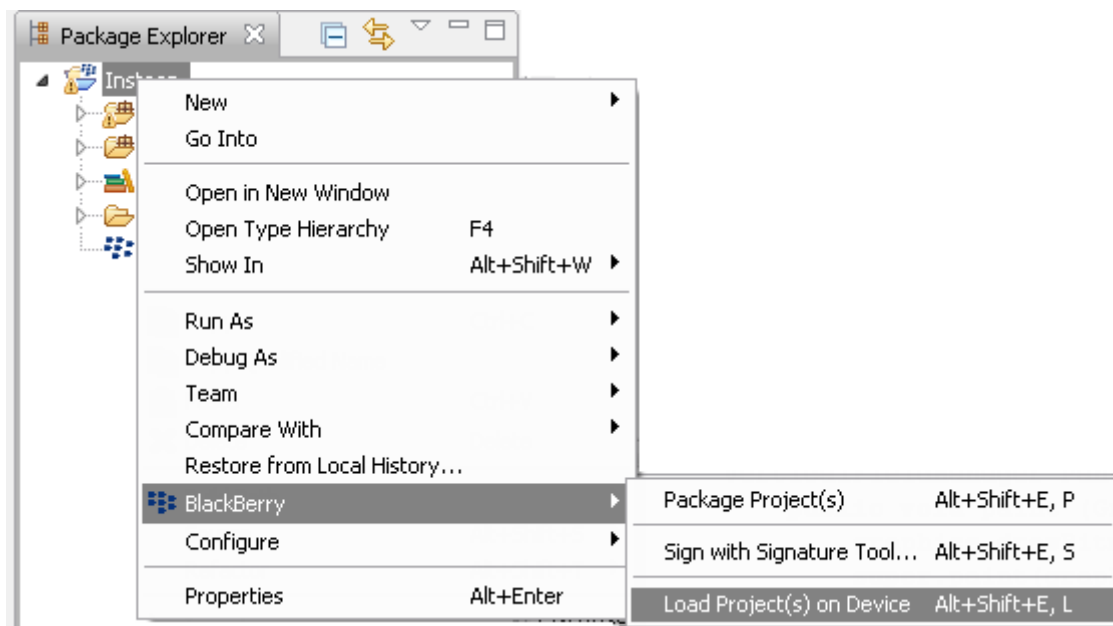


Figura 5.27. Instalación de la aplicación en el dispositivo BlackBerry

## **CAPÍTULO 6**

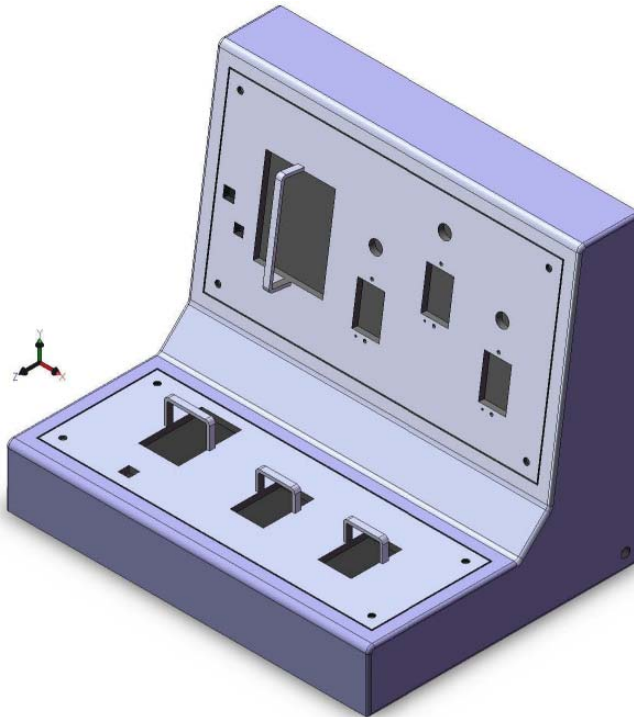
### **IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEON**

#### **6.1. MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

Para el montaje del Sistema de Entrenamiento Insteon, se diseñó un panel en forma de “L” basado en el diseño básico presentado en la figura 5.2. El panel fue diseñado en el programa CAD Solidworks, el mismo que fue ajustado a las medidas de los dispositivos que forman parte del sistema (las medidas de cada uno de los dispositivos están detalladas en la sección 5.2), pensado en un modelo que sea didáctico, de fácil manejo para el usuario y garantizando la seguridad de los elementos. El diseño final del panel para el sistema de entrenamiento se muestra en la figura 6.1 y cuyas medidas se presentan detalladamente en el Anexo 1, al final del presente documento.

##### **6.1.1. Montaje del Panel del Sistema de Entrenamiento**

Las medidas cúbicas del panel son 50 cm de alto, 60 cm de ancho y 45 cm de profundidad, es decir ocupa un espacio superficial de 2.7 metros cuadrados. El panel es vaciado en su interior para la colocación y fijación de los diferentes elementos, adicionalmente cuenta con un doble fondo que permite fijar los diferentes dispositivos y canalizar los cables de conexión. Con el fin de que se otorgue mantenimiento al panel en el futuro y que se pueda solventar cualquier daño o falla que se presente, el panel cuenta con dos tapas que se desmontan mediante tornillo, una en la pared vertical y otra en la pared horizontal del panel.



**Figura 6.1. Diseño final del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon**

A partir del diseño detallado del panel, las medidas exactas para la colocación de los diferentes dispositivos y considerando los elementos de seguridad para los mismos, se envió a fabricar el panel en la planta de “Sistemas Eléctricos Industriales”, empresa con mucha experiencia en la fabricación de paneles de control industriales. El panel fue elaborado en Tol y cuenta con acabado de pintura electroestática. El resultado del gabinete fabricado se muestra en la imagen de la figura 6.2.



**Figura 6.2. Gabinete fabricado para el Sistema de Entrenamiento Insteon**



A partir del panel fabricado, se procedió a colocar los diferentes elementos que permiten la interconexión de los dispositivos. Primero, se colocaron borneras de conexión para ramificar el cableado de los interruptores, bornera de tierra y dos porta fusibles; todos estos colocados en una riel DIN fijada a la superficie del doble fondo mediante remaches como se muestra en la figura 6.3



**Figura 6.3. Porta fusibles y borneras colocados en el Panel**

En la superficie vertical del panel de entrenamiento se ubican los interruptores Icon Dimmer, Icon On/Off, el teclado de cuatro botones KeypadLinc, con sus respectivas cargas individuales, y el router Wi-Fi D-Link DIR600. Las cargas que se implementaron son luces indicadoras LED de 22 mm de diámetro. Adicionalmente, con el fin de conectar el adaptador de alimentación del router, se implemento una caja plástica con toma polarizado fijada en el doble fondo de la sección vertical del panel, la misma que se muestra en las imágenes de la figura 6.4.





**Figura 6.4. Sección vertical del panel del sistema de entrenamiento**

Con el propósito de conseguir desmontar la tapa de la sección vertical del panel, las conexiones de los interruptores y del teclado, que se encuentran fijados en la tapa, se realizaron mediante terminales tipo riel de desconexión RF25, que se pueden desconectar para poder desmontar completamente la tapa vertical del panel aunque cuenta con un cableado de unos 30 cm de longitud para poder retirarla con facilidad.

En el plano horizontal del panel se colocaron los módulos de enchufe LampLinc Dimmer y el Controlador Central SmartLinc, conectados en tomacorrientes colocados en una caja F/S de 1/2 con un tomacorriente polarizado, simulando la conexión en el hogar. Desde el controlador SmartLinc hasta el Router se conecta un cable de red par trenzado de

4 hilos UTP Categoría 5e. Todos los cables de conexión son protegidos y canalizados mediante Canaletas Dexson perforadas de 25 x 25 cm. fijadas en el doble fondo del panel. Los cables aéreos son protegidos mediante espiral plástico.



**Figura 6.5. Sección horizontal del panel del sistema de entrenamiento**

La implementación final física del panel que aloja el sistema de entrenamiento Insteon resultó igual al diseño preliminar elaborado en la herramienta CAD, Solidworks, presentado en la figura 6.1. En la construcción del panel se encontraron inconvenientes al momento del montaje de los tomacorrientes de la sección horizontal del panel (donde se conectan los módulos LampLinc y el controlador SmartLinc) y en la colocación del router debido a que se tuvo que utilizar unas alzas para que los elementos se fijen al nivel exacto de la superficie de las tapas, de tal manera que los elementos sean de fácil acceso y manipulación para los usuarios. El resultado final de la implementación del panel se muestra en las imágenes de la figura 6.6.



**Figura 6.6. Panel del Sistema de Entrenamiento Implementado**

### 6.1.2. Especificaciones Eléctricas del Panel de Entrenamiento

Es importante en toda aplicación que involucre un circuito eléctrico, en este caso del panel, presentar esquemas para poder interpretar y comprender fácilmente las conexiones, señales y funcionamiento de cada elemento, en el caso de que se presente una avería, que se pueda reparar fácilmente y que se posible innovar en el mismo.

La incorporación de protecciones a los sistemas eléctricos, garantizan el funcionamiento óptimo de todo el proceso, permitiendo proteger los componentes del sistema cuando exista alguna operación que se encuentre fuera del régimen normal de

trabajo, o ante la presencia de sobrecargas o perturbaciones que afecten el normal funcionamiento del sistema, que permitan una respuesta adecuada del sistema. A continuación, se detallan los diferentes dispositivos como de protección, de maniobra, conductores y canalizaciones que se utilizaron en la implementación en el panel del sistema de entrenamiento Insteon.

**Elementos de Maniobra.** Para la conexión exterior del panel de entrenamiento se utiliza el dispositivo de maniobra tipo enchufe, el cual posee las mismas características que los interruptores de unión o interrupción, a diferencia de que constan de dos partes que no están montadas conjuntamente, en este caso se utiliza un Enchufe Blindado Polarizado (15A, 110 V) con pin de tierra, de tal forma que al ser polarizado y conectarlo al tomacorriente, se asegura que se conecte a la red de la línea eléctrica en las salidas de la línea y neutro del tomacorriente correctamente, tomando en cuenta que los dispositivos Insteon requieren de cable neutro y de una conexión correcta ya que el medio de transmisión es la línea eléctrica. En la figura 6.7 se puede observar el enchufe que se utilizó para conectar el panel al exterior.



**Figura 6.7. Enchufe blindado polarizado utilizado para conectar el panel al exterior**

Para la puesta en marcha o encendido del sistema de entrenamiento, es necesario utilizar aparatos de maniobra, los mismos que son capaces de unir, interrumpir, conmutar o seleccionar uno más circuitos eléctricos. En este caso particular, el aparato de maniobra utilizado es un interruptor rotativo unipolar que permite la conexión o desconexión de la alimentación principal para energizar el sistema con la línea monofásica de 120 VAC – 60Hz, garantizando el cierre o apertura de tensión en el panel. El interruptor rotativo



utilizado para poder energizar es el selector de dos posiciones de marca Telemecanique que se lo puede divisar en la figura 6.8.



**Figura 6.8.** Selector de dos posiciones Telemecanique para energizar el Sistema

**Elementos de Protección.** El panel cuenta también con elementos de protección, como son los fusibles, que son elementos de protección destinados a desconectar circuitos automáticamente contra las corrientes de cortocircuito o intensidades muy elevadas. Para el panel del sistema de entrenamiento Insteon, es necesario la instalación de fusibles de 2 [A] para la línea (fase) y otro para el neutro.

Las características de los elementos de protección, deberán ajustarse dos criterios dentro del circuito a proteger, el primero es determinar la corriente de proyecto ( $I_p$ ) del circuito o instalación y el segundo depende de la sección del conductor. Determinados los dos factores se debe seguir la relación especificada en la ecuación 6.1, para definir los elementos de protección del circuito.

$$I_p \leq I_n \leq I_c \quad \rightarrow \quad I_p = 1.82 \text{ A}$$

Donde:

$I_p$ : Corriente de proyecto de la línea a proteger.

$I_n$ : Corriente nominal de la protección.

$I_c$ : Corriente admitida por el conductor de la línea a proteger.

**Ecuación 6.1. Relación de intensidades de protección**

**Conductores.** Los conductores eléctricos se dimensionan en base a dos criterios, la intensidad de corriente que impone la carga y la caída de tensión que se produce en la línea.

Según el diámetro de cada conductor, se asocia directamente la capacidad de transporte de corriente (Amperios), en la cual también influye el material aislante o recubrimiento, y el método de canalización que se emplea (tubería, bandeja, etc.). Por ejemplo, un conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$ , con aislación del tipo NYA<sup>24</sup>, canalizado en tubería, puede transportar hasta 15 A, mientras que el mismo conductor, pero tendido al aire libre, puede transportar hasta 23 A. Para el dimensionamiento del conductor que debe ser utilizado para conectar un circuito se sigue la relación presentada en la ecuación 6.2.

$$I \text{ carga} < I \text{ disy} < I \text{ cond} \quad (I \text{ carga} = 1.82 \text{ A})$$

Donde:

I carga : Corriente nominal de la carga o consumo eléctrico

I disy : Corriente nominal del interruptor automático que protegerá al circuito

I cond : Capacidad máxima de transporte de corriente del conductor seleccionado.

#### **Ecuación 6.2. Relación de intensidades para dimensionar el conductor**

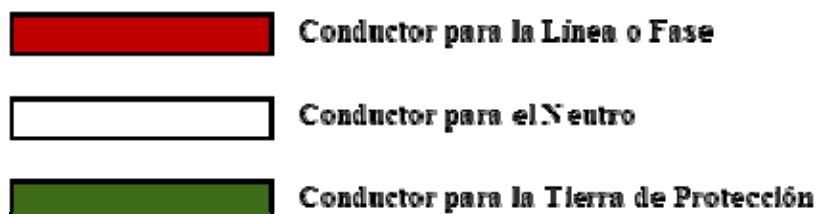
El segundo criterio, que se refiere a la caída de tensión, tiene relación con la distancia a la que se encuentre el punto de consumo del punto de suministro, entre mayor sea la distancia, la caída de tensión en el extremo de la línea será mayor. Esto puede solucionarse empleando conductores de mayor diámetro. Este criterio, no se aplica para el dimensionamiento de los conductores dentro del panel de entrenamiento, ya que máximo alcanzan una longitud de 3 metros, por lo que no afecta la caída de tensión debido a la longitud del conductor.

A nivel domiciliario, comúnmente se emplean conductores con aislación del tipo NYA, de  $1,5 \text{ mm}^2$  (16 AWG) para circuitos de iluminación y de  $2,5 \text{ mm}^2$  (14 AWG) para circuitos de enchufes. El uso de los colores del recubrimiento se encuentra normalizado según el estándar para identificar los distintos conductores, los conductores de fase deben

---

<sup>24</sup> Aislación de tipo NYA: consiste en una aislación termoplástica de PVC, generalmente de colores (blanco, rojo, negro, azul y verde), se utiliza para uso en instalaciones interiores de ambiente seco colocado dentro de tubería embutida o sobrepuesta, o directamente sobre aisladores.

ser de color azul, negro o rojo, el neutro debe ser de color blanco y el conductor de la puesta a tierra de protección debe ser de color verde o verde amarillo. En el Panel de Entrenamiento Insteon que tiene una alimentación monofásica 120 V – 60 Hz se implementaron conductores 16 AWG<sup>25</sup> en donde el conductor de la línea o fase tiene un recubrimiento de color rojo, el neutro de color blanco y la tierra de protección de color verde. El código de colores utilizado se muestra de forma gráfica en la figura 6.9.



**Figura 6.9. Código de colores de los conductores utilizados en el panel**

Los conductores utilizados en el interior del panel de entrenamiento son los cables 16 AWG con aislación del tipo NYA con los diferentes colores de recubrimientos normalizados presentados en la figura 6.9, todos canalizados mediante Canaletas perforadas Dexson de 25x25 y las secciones de cable que no sean cubiertas por las mismas, se cubren mediante una cinta espiral de 1/4" de diámetro. Para la conexión exterior del panel se utiliza un cable sucre de 3 hilos x 16 AWG cada uno. En la tabla 6.1 se detallan las especificaciones de los conductores utilizados en el panel.

<b>Valores Normalizados del Cable 16 AWG</b>	
Diámetro	1.291 mm
Sección	1.31 mm <sup>2</sup>
Número de espiras por cm	7.2
Kg por Km	11.6
Temperatura	105 °C máximo
Resistencia	12.9 Ω/Km.
Capacidad	3.7 A, 300V

**Tabla 6.1. Especificaciones de los conductores utilizados en el panel**

<sup>25</sup> AWG: Acrónimo de American Wire Gauge (Calibre de Cable Estadounidense). es una referencia de clasificación de diámetros de los conductores, cuanto más alto es este número, más delgado es el alambre. El alambre de mayor grosor (AWG más bajo) es menos susceptible a la interferencia, posee menos resistencia interna y, por lo tanto, soporta mayores corrientes a distancias más grandes.



### 6.1.3. Especificaciones Generales del Panel de Entrenamiento

<b><i>Características Generales</i></b>	
Nombre	Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon
Tecnología	Insteon de SmartLabs
Sistema	Control Remoto de Iluminación por medio de Wi-Fi
Propósito	Proyecto previo a la obtención del título en Ingeniería
<b><i>Características de Operación</i></b>	
Frecuencia Insteon Powerline	131.65 KHz
Mínimo Nivel de Trasmisión Insteon	3.2 Vpp en 5 Ohms
Nivel de Recepción Mínimo Insteon	10 mV
Frecuencia de Radiofrecuencia	915 MHz
<b><i>Especificaciones Mecánicas</i></b>	
Condiciones de Operación	Para usar en interiores Temperatura desde 4 °C hasta 40 °C Humedad relativa hasta el 85%
Dimensiones	50 cm de alto, 60 cm de ancho y 45 cm de profundidad
Superficie que ocupa	2.7 metros cuadrados (60 cm x 45 cm)
Peso	30 libras, 13.59 kilogramos
<b><i>Especificaciones Eléctricas</i></b>	
Voltaje de Alimentación	120 Voltios AC +/- 10%, 60 Hz, Monofásico
Tipo de Alimentación	Polarizado (15A, 110 VAC)
Protección	Fusible Cerámico 10x38, 2A, 500V en línea y neutro
Cables de Alimentación	Cable 16 AWG, trenzado, con capacidad de carga de hasta 600V - 105 A, con aislamiento tipo NYA Cable de Línea (Rojo) y Cable de Neutro (Blanco)
Cable de Tierra	Cable 16 AWG con protección del tipo NYA (verde)
Tipos de Carga	Iluminarias incandescentes y Cargas inductivas (LampLinc)
Cable Neutro	Requerido para todos los dispositivos
Carga Máxima	300 Vatios máximo (LampLinc)
Consumo	18 Vatios (sin cargas en los LampLinc) 220 Vatios (con cargas de 100 vatios en los LampLinc)
Corriente máxima	1.82 Amperios

Tabla 6.2. Tabla de Especificaciones del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon

## 6.2. CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

En esta sección se detalla la configuración inicial del panel del sistema de entrenamiento Insteon. Los dispositivos Insteon se configuraran de tal forma que desde el teclado KeypadLinc se pueda controlar localmente desde un solo dispositivo el resto de los dispositivos en el cual se indique el estado en que se encuentren cada uno de ellos mediante los leds incluidos en cada uno de los botones de escenas del teclado. Para esto se deben crear enlaces de cada uno de los dispositivos con los botones de escenas.

Adicionalmente, cada uno de los dispositivos debe estar enlazado al controlador central SmartLinc para poder formar una red de control Insteon y acceder de forma remota a través de Wi-Fi. Existen dos procedimientos diferentes para crear vínculos entre los diferentes dispositivos miembros de la red Insteon y el controlador central. La primera, es ejecutando el enlace de forma local en cada punto mediante el procedimiento con el procedimiento de búsqueda mediante el botón Set. El segundo método de vinculación es mediante software en donde se ingresa al firmware del controlador SmartLinc y se realiza la búsqueda de los dispositivos Insteon aunque la confirmación de la vinculación se lo realiza mediante el pulso en el botón Set en cada dispositivo por motivos de seguridad sobre la red Insteon.

Es importante recalcar que el controlador central SmartLinc solo ejecuta comandos y controla dispositivos que se encuentren enlazados al mismo, aunque todos los dispositivos Insteon son capaces de retransmitir los mensajes convirtiéndose en un punto de red mas. A continuación se muestra el procedimiento de configuración de todos los dispositivos que incluyen el sistema de entrenamiento Insteon.

### 6.2.1. Estableciendo los Enlaces Insteon

Para establecer los enlaces entre los botones de escenas del teclado y los cuatro dispositivos a controlar (el Icon Dimmer, el Icon On/Off y los dos módulos LampLinc) se debe hacer mediante el procedimiento de vinculación mediante el botón Set, de tal manera que se pueda controlar desde el teclado todos los dispositivos restantes conociendo el estado de los mismos (encendido/apagado) mediante el led indicador incluido en cada

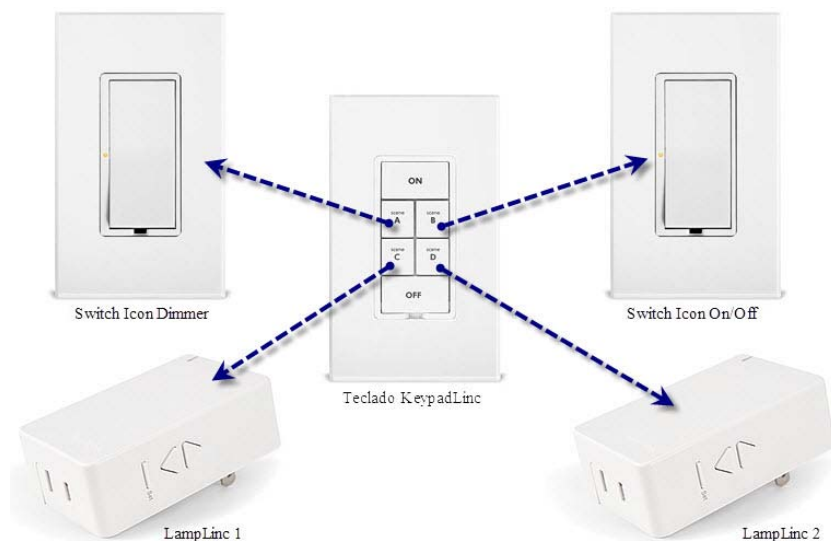
botón de escena del teclado. El procedimiento para establecer el enlace se detalla a continuación:

- i. Presionar y mantener presionado por alrededor de 10 segundos el botón de escena del teclado que se desea realizar el enlace con otro dispositivo.
- ii. El KeypadLinc emitirá un beep y el led del botón de escena comenzará a parpadear. A partir de esto, se dispone de 4 minutos para completar el proceso de vinculación.



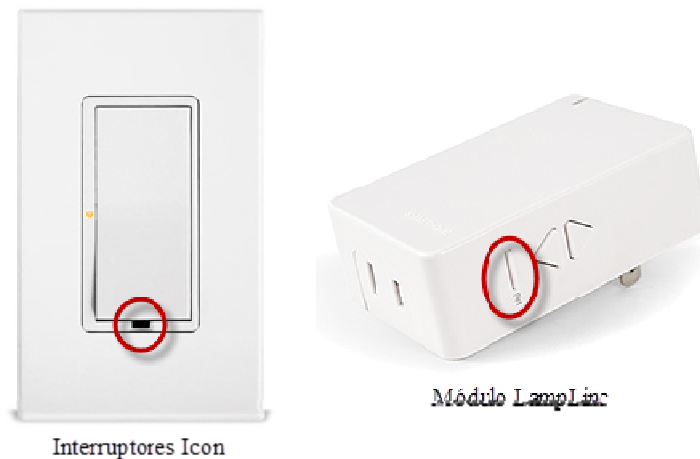
**Figura 6.10. Botón de escena del teclado KeypadLinc**

- iii. Seleccionar el dispositivo al cual se va a vincular el botón de la escena. Para obtener una forma ordenada, se vinculará según la posición física de cada dispositivo, de tal forma que, el botón de la Escena A estará vinculado al Interruptor Icon On/Off, el botón de la Escena B al Interruptor Icon Dimmer, el botón de Escena C controlará al Módulo LampLinc de la izquierda y el botón de Escena D al LampLinc de la derecha.



**Figura 6.11. Enlaces Insteon en el Sistema de Entrenamiento**

- iv. Establecer en modo de vinculación el dispositivo que se desea enlazar con el botón del teclado. Para establecer el modo de vinculación en los interruptores Icon o en los módulos LampLinc, se debe pulsar y mantener pulsado por 3 segundos el botón Set para que se ejecute el enlace, los dispositivos emitirán dos beeps seguidos.



**Figura 6.12. Botón Set de los interruptores Icon y de los módulos LampLinc**

- v. El KeypadLinc emitirá dos beeps seguidos y el led de estado dejara de parpadear.
- vi. Finalmente confirmar que el enlace se realizo de forma correcta, activando y desactivando el botón de la escena y verificando que el dispositivo vinculado responde correctamente. Otra forma de verificar el enlace es activar y desactivar el dispositivo de forma local y verificar que el led de estado del botón de escena responde acorde a la actividad del dispositivo enlazado.

En los dispositivos que admiten dimerización como el interruptor Icon Dimmer y los módulos LampLinc se puede configurar el nivel de encendido (brillo) al cual se desea activar las cargas. Para lograr esto, se debe establecer el nivel de brillo en el cual se debe encender en el cuarto paso (iv), antes de presionar el botón set, mantener presionado la paleta superior en el caso del Icon Dimmer o el botón de incremento en el LampLinc hasta alcanzar el nivel de brillo deseado y presionar el botón Set para ingresar en el modo de vinculación. En la figura 6.13 se presenta un diagrama de flujo del procedimiento para realizar los enlaces Insteon entre los botones de escenas del KeypadLinc y el resto de dispositivos Insteon.

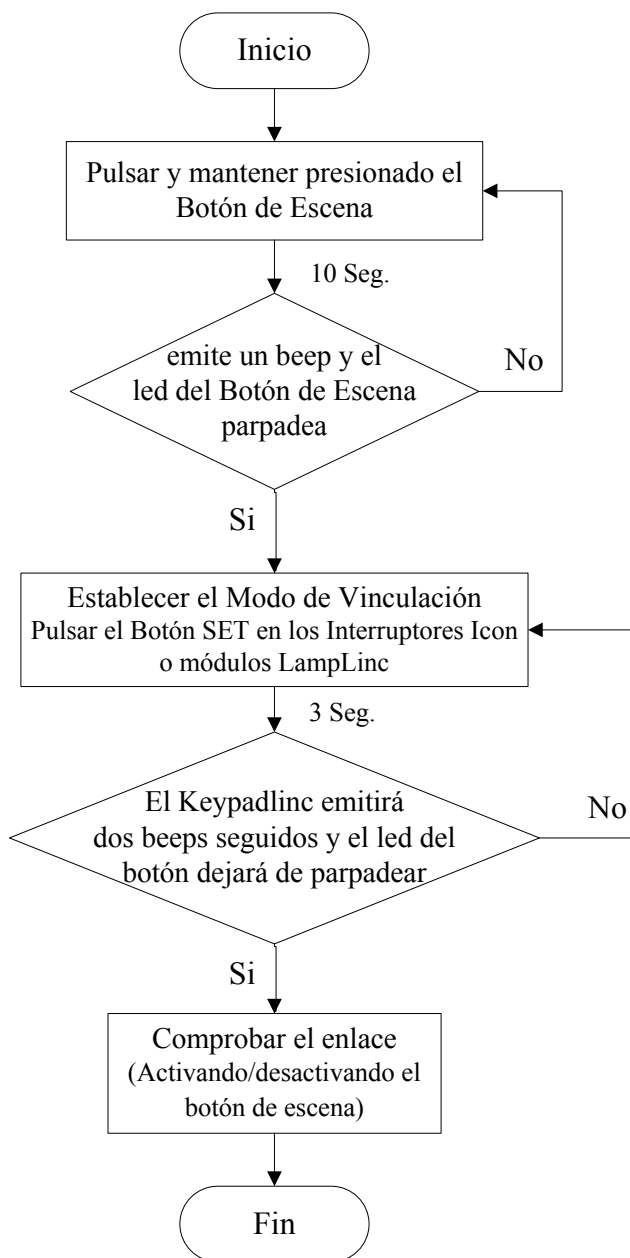


Figura 6.13. Diagrama de flujo para ejecutar los enlaces Insteon

## 6.2.2. Puesta en Marcha del Router D-Link

Para configurar el router inalámbrico D-Link DIR600 debe estar encendido y se debe realizar una conexión con el ordenador con el cual se va a proceder a configurarlo, ya sea mediante una conexión Wi-Fi o con un cable de red conectado a uno de los puertos LAN del router.

Para realizar la conexión al router mediante el puerto inalámbrico WLAN del ordenador, se debe realizar la búsqueda de una nueva red inalámbrica y conectarse a la misma. Por defecto, la configuración inicial de fábrica del router tiene como nombre de la red WLAN como “dlink” como se muestra en la figura 6.14 y se conecta a la misma directamente ya que no tiene una clave de red todavía configurada.

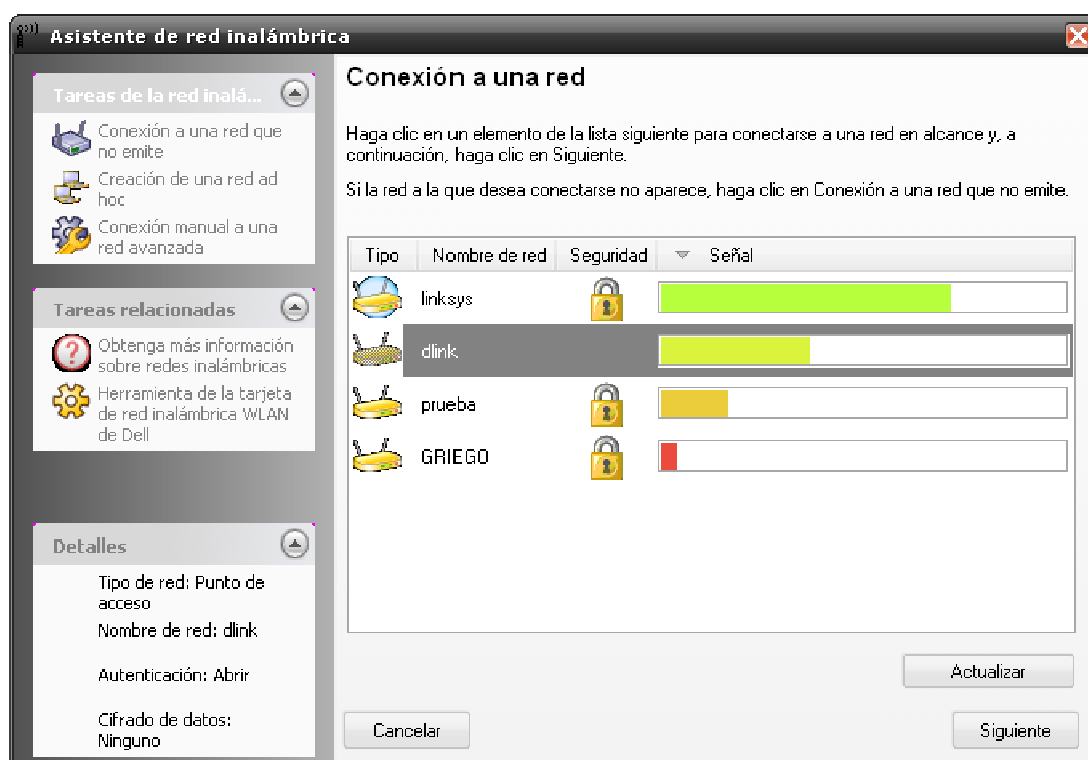
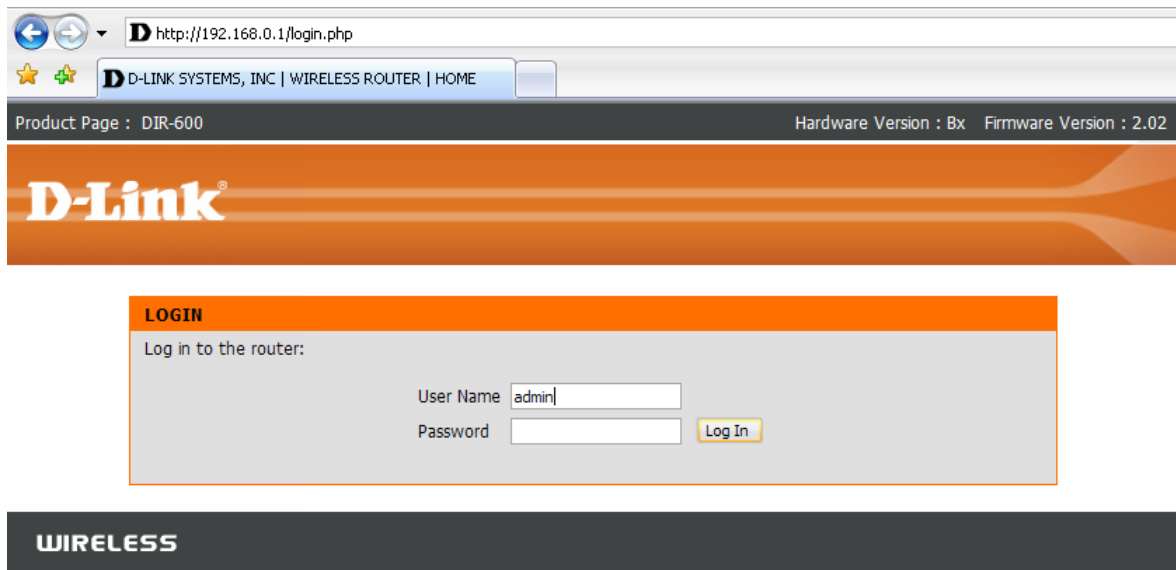


Figura 6.14. Nombre de la red WLAN por defecto del router D-Link

La dirección IP por defecto del router D-Link es la 192.168.0.1, la cual se escribe en la barra de navegación del explorador de internet que se disponga y se ingresa al firmware del router para proceder a la configuración del mismo, el nombre de usuario (User Name) es “adimm” y la clave de acceso (Password) se la deja en blanco, siendo estos los valores por defecto de fabrica.



**Figura 6.15. Ingreso al firmware del router D-Link**

Para cambiar el nombre de la red inalámbrica y generar una clave de acceso a la misma, en el menú principal del firmware del router se ingresa en la opción “Setup” (Configurar) y dentro del mismo se escoge la opción “Wireless Setup” (Configuración Inalámbrica) se escoge la opción de “Manual Wireless Connection” (Configuración Manual Inalámbrica). Para cambiar el nombre de la red inalámbrica se cambia el nombre de “dlink” en el casillero de “Wireless Network Name” (Nombre de la Red Inalámbrica), para el caso del panel se le asignara como “Insteon\_WiFi” y la seguridad será del tipo WEP, escogiendo la opción “Enable WEP Wireless Security” en la sección “Wireless Security Mode” donde se ingresara la clave con la cual se podrá acceder a la red en el casillero de “WEP Key”, que se establece como “12345”, finalmente se guardan los cambios, pulsando en el botón “Save Settings”

DIR-600	SETUP	ADVANCED	MAINTENANCE	STATUS
Internet Setup	<b>WIRELESS NETWORK</b>			
Wireless Setup	Use this section to configure the wireless settings for your D-Link router. Please note that changes made in this section may also need to be duplicated on your wireless client.			
LAN Setup	To protect your privacy you can configure wireless security features. This device supports three wireless security modes including: WEP, WPA and WPA2.			
Time and Date	<input type="button" value="Save Settings"/> <input type="button" value="Don't Save Settings"/>			
Parental Control	<b>WI-FI PROTECTED SETUP (ALSO CALLED WCN 2.0 IN WINDOWS VISTA)</b>			
Logout	Enable : <input checked="" type="checkbox"/> Current PIN : <b>72460894</b> <input type="button" value="Generate New PIN"/> <input type="button" value="Reset PIN to Default"/> Wi-Fi Protected Status : Enabled / Not Configured <input type="button" value="Reset to Unconfigured"/> <input type="button" value="Add Wireless Device with WPS"/>			
	<b>WIRELESS NETWORK SETTINGS</b>			
	Enable Wireless : <input checked="" type="checkbox"/> Always <input type="button" value="New Schedule"/> <b>Wireless Network Name : Insteon_WiFi (Also called the SSID)</b> Enable Auto Channel Selection : <input checked="" type="checkbox"/> Wireless Channel : 6 Transmission Rate : Best (automatic) (Mbit/s) WMM Enable : <input checked="" type="checkbox"/> (Wireless QoS) Enable Hidden Wireless : <input type="checkbox"/> (Also called the SSID Broadcast)			
	<b>WIRELESS SECURITY MODE</b>			
	Security Mode : Enable WEP Wireless Security (basic)			
	<b>WEP</b>			
	WEP is the wireless encryption standard. To use it you must enter the same key(s) into the router and the wireless stations. For 64-bit keys you must enter 10 hex digits into each key box. For 128-bit keys you must enter 26 hex digits into each key box. A hex digit is either a number from 0 to 9 or a letter from A to F. For the most secure use of WEP set the authentication type to "Shared Key" when WEP is enabled.  You may also enter any text string into a WEP key box, in which case it will be converted into a hexadecimal key using the ASCII values of the characters. A maximum of 5 text characters can be entered for 64-bit keys, and a maximum of 13 characters for 128-bit keys.			
	Authentication : Open WEP Encryption : 64Bit Default WEP Key : WEP Key 1 <b>WEP Key : 12345 (5 ASCII or 10 HEX)</b>			
	<input type="button" value="Save Settings"/> <input type="button" value="Don't Save Settings"/>			

Figura 6.16. Configuración del nombre de red y clave en el router



Finalmente, el router guarda los cambios y se reinicia automáticamente, reiniciando también la conexión con el mismo, por lo que se procede a realizar una nueva conexión ya con el nuevo nombre de la red WLAN, “Insteon\_WiFi” e ingresando la clave de seguridad tipo WEP como “12345” para establecer la conexión con el mismo.

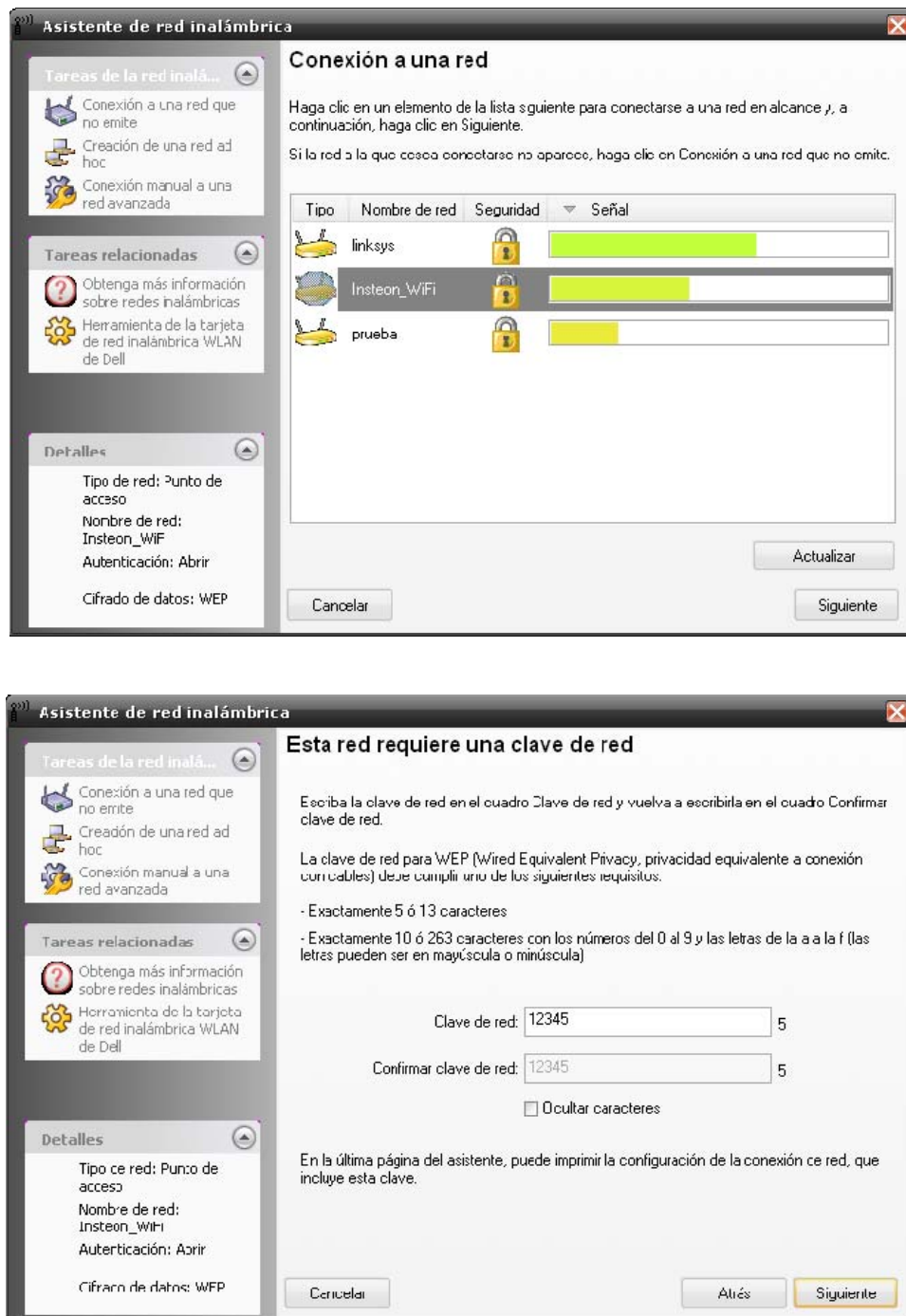


Figura 6.17. Router configurado e ingreso de clave de acceso

Para la configuración del acceso a internet, depende de las características de la red con conexión a internet que se tiene en el lugar donde se conecte el router. Los parámetros de configuración de la conexión a internet se ingresan en la opción de “Internet Setup” (Configuración de Internet) en el menú de la opción “Setup” del menú principal del firmware del router, en el cual se escoge el tipo de conexión a internet (puede ser por dirección fija o direccionamiento dinámico).

Product Page : DIR-600 Hardware Version : Bx

**D-Link**

**DIR-600** // **SETUP** **ADVANCED** **MAINTENANCE** **STATUS**

Internet Setup  
Wireless Setup  
LAN Setup  
Time and Date  
Parental Control  
Logout

**INTERNET CONNECTION**

Use this section to configure your Internet Connection method. There are several connection methods to choose from: Static IP, DHCP, PPPoE, PPTP, L2TP, Russian PPTP(Dual Access) and Russian PPPoE(Dual Access). If you are unsure of your connection method, please contact your Internet Service Provider.

**Note:** If using the PPPoE option, you will need to remove or disable any PPPoE client software on your computers.

Save Settings Don't Save Settings

**ACCESS POINT MODE**

Use this to disable NAT on the router and turn it into an Access Point.

Enable Access Point Mode

**INTERNET CONNECTION TYPE**

Choose the mode to be used by the router to connect to the Internet.

My Internet Connection is : Dynamic IP (DHCP)

**DYNAMIC IP (DHCP) INTERNET CONNECTION TYPE**

Use this Internet connection type if your Internet Service Provider (ISP) didn't provide you with IP Address information and/or a username and password.

Host Name : DIR-600

MAC Address : - - - - - (optional)  
Clone MAC Address

Primary DNS Address :

Secondary DNS Address : (optional)

MTU : 1500

Save Settings Don't Save Settings

Figura 6.18. Configuración de la conexión a internet en el router

Si es que la conexión es por dirección IP fija, se deben ingresar las direcciones con la que se conecta al internet (las mismas con las que se encuentra configurada la computadora que se conecta al internet en ese lugar) y se ingresan las direcciones DNS primaria y secundaria si es que así se requiere. Caso contrario, si la conexión es por direccionamiento dinámico y no se necesita fijar direcciones DNS, no se necesita realizar ninguna configuración, ya que automáticamente el router se conectara al internet cuando se conecte un cable de red en el puerto de “Internet” del router con un punto de red donde se tenga acceso a internet.

### 6.2.3. Puesta en Marcha del Controlador SmartLinc

Para configurar el Controlador SmartLinc, debe estar conectado mediante el cable de red a uno de los puertos LAN del router y que este último esté tenga acceso a Internet. Solo para la primera configuración es indispensable que el panel de entrenamiento tenga acceso a internet ya que por medio del servidor propio de Insteon se va a acceder al controlador SmartLinc y conseguir la dirección IP del mismo por motivos de seguridad.

Establecida la conexión a Internet, se accede desde cualquier dispositivo con capacidad Wi-Fi y que cuente con un navegador de internet. Se procede a la búsqueda del controlador SmartLinc ingresando a la siguiente dirección electrónica: “<http://smartlinc.smarthome.com/>” en donde se muestra la pantalla de la figura 6.19.

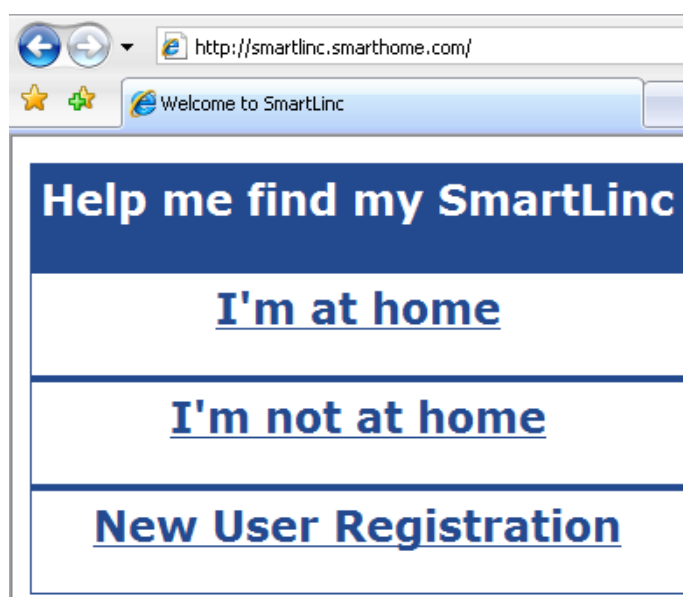
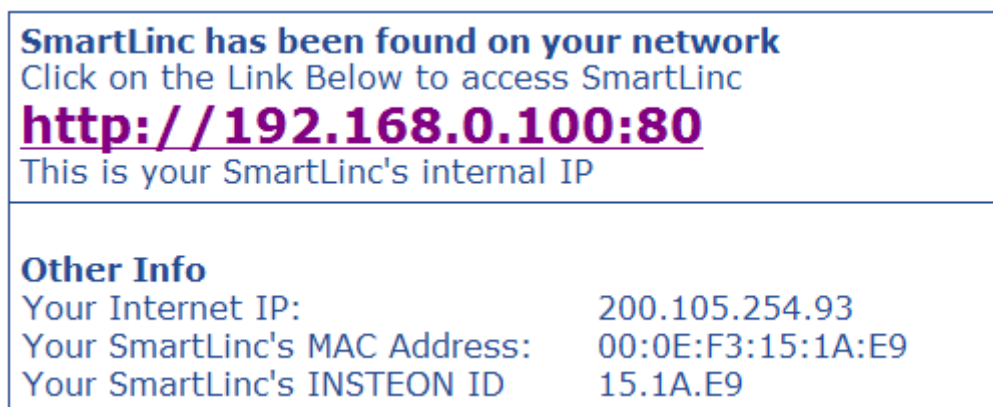


Figura 6.19. Ventana principal para buscar el controlador SmartLinc

Se selecciona la opción “I’m at home” (Estoy en casa) para que realice la búsqueda y entregue los datos de direccionamiento del controlador SmartLinc dentro de la red. La segunda opción “I’m not at home” se utiliza para acceder a la red Insteon desde cualquier parte del mundo a través de la web. (Ver la sección 6.2.4). Los datos de direccionamiento entregados se detallan en la figura 6.20.



SmartLinc has been found on your network  
Click on the Link Below to access SmartLinc  
<http://192.168.0.100:80>  
This is your SmartLinc's internal IP

---

**Other Info**

Your Internet IP:	200.105.254.93
Your SmartLinc's MAC Address:	00:0E:F3:15:1A:E9
Your SmartLinc's INSTEON ID	15.1A.E9

Figura 6.20. Detalle de direcciones del Controlador SmartLinc

Luego, se ingresa al firmware del controlador central haciendo clic sobre la dirección IP que se muestra como hipervínculo (<http://192.168.0.100>), con esa dirección también se puede ingresar directamente en cualquier momento desde el navegador de cualquier dispositivo conectado directamente a WLAN “Insteon\_WiFi”. Se accede a la página principal del firmware del controlador y se accede a configurar los Parámetros Generales (General Settings) haciendo clic en el icono en forma de llave de tuercas como se muestra en la figura 6.21.

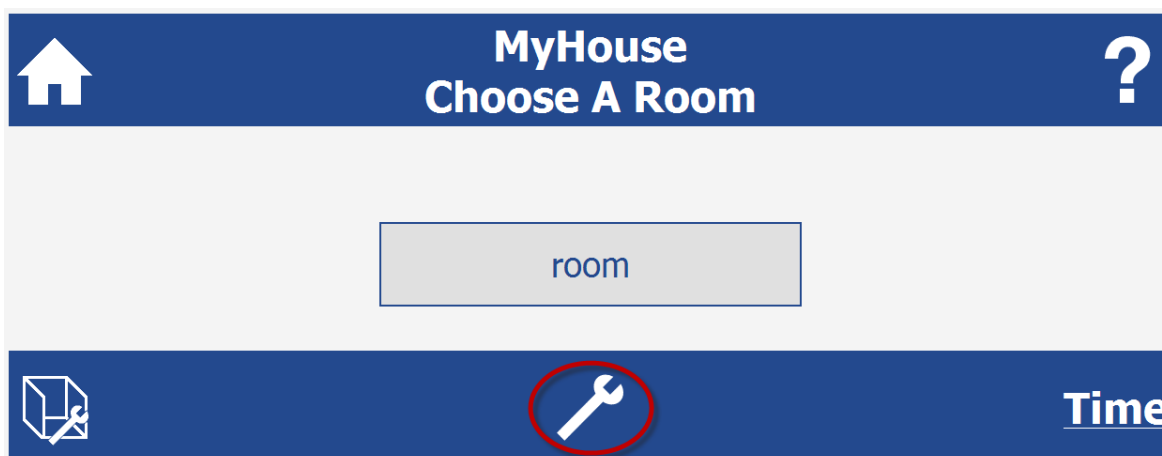


Figura 6.21. Detalle de direcciones del Controlador SmartLinc

Se configura la hora y la fecha aunque generalmente se iguala al tiempo configurado en el dispositivo desde el cual se está configurando por lo que se tiene que confirmar los datos, como nombre de la casa (Set House Name) se define como “DEEE\_ESPE”. Para guardar los cambios se debe hacer clic sobre cada botón “Set”.

**MyHouse**  
**General Settings**

23:01:11 Tuesday

[Set Time](#) 23:00  AM  PM


[Set Day](#)  Mon  Tue  Wed  Thur  Fri  Sat  Sun

[Set House Name](#) DEEE\_ESPE

[Los Angeles, CA 02/01](#)

[Back to Last Room](#)

[Open X10 Controller](#)

  
Setup Rooms

**Current Network Settings**

PLM Version: 92  
Firmware Version: 3.0 Build Jul 15 2009  
Insteon ID: 15.1A.E9  
MAC Address: 00:0E:F3:15:1A:E9  
Port: 80  
Mask: 255.255.255.0  
DHCP: Enabled  
GateWay: 192.168.0.1  
IP: 192.168.0.100

[Change Network Settings](#)

[Download New Application Version](#)

Version: iPhone  
2.0

[Authentication](#)

Figura 6.22. Parámetros Generales de configuración del SmartLine

Para configurar la zona horaria se ingresa en el menú de configuración de la locación en donde está ubicado el sistema (Quito-Ecuador), el mismo que se accede dando clic en el botón “Los Angeles, CA 02/01” que es la ubicación configurada de fabrica. Debido a que solo se pueden escoger las ciudades principales de USA, se debe escoger la opción “Enter Lat/Long” en “Select City” para ubicar la latitud y longitud en grados, minutos y segundos de Quito, las mismas que son 0° 15' 0" S, 78° 35' 24" W y el UTC es 5. Se guardan los cambios y se calculan los horarios del amanecer y anochecer.

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
6:15AM	6:25AM	6:24AM	6:15AM	6:08AM	6:08AM	6:14AM	6:17AM	6:11AM	6:01AM	5:55AM	6:00AM
6:21PM	6:31PM	6:30PM	6:22PM	6:15PM	6:16PM	6:22PM	6:25PM	6:18PM	6:07PM	6:01PM	6:07PM

**Figura 6.23. Configuración de ubicación geográfica en el SmartLine**

Para acceder a vincular los diferentes dispositivos, el controlador tiene la capacidad de encontrar los mismos y agruparlos en cuartos (rooms), para configurar sus nombres de los cuartos se accede en el menú principal al icono que tiene la llave dentro de un cubo (Para acceder desde cualquier ventana al menú principal se da clic en el icono de la casa).



Figura 6.24. Acceder a configurar los grupos de dispositivos del sistema

Para el Sistema de Entrenamiento se va a configurar un solo grupo (room), dentro del cual se tendrán los controles de los dispositivos miembros del sistema, la configuración del grupo con el nombre de “SISTEMA INSTEON” se presenta en la figura 6.25.

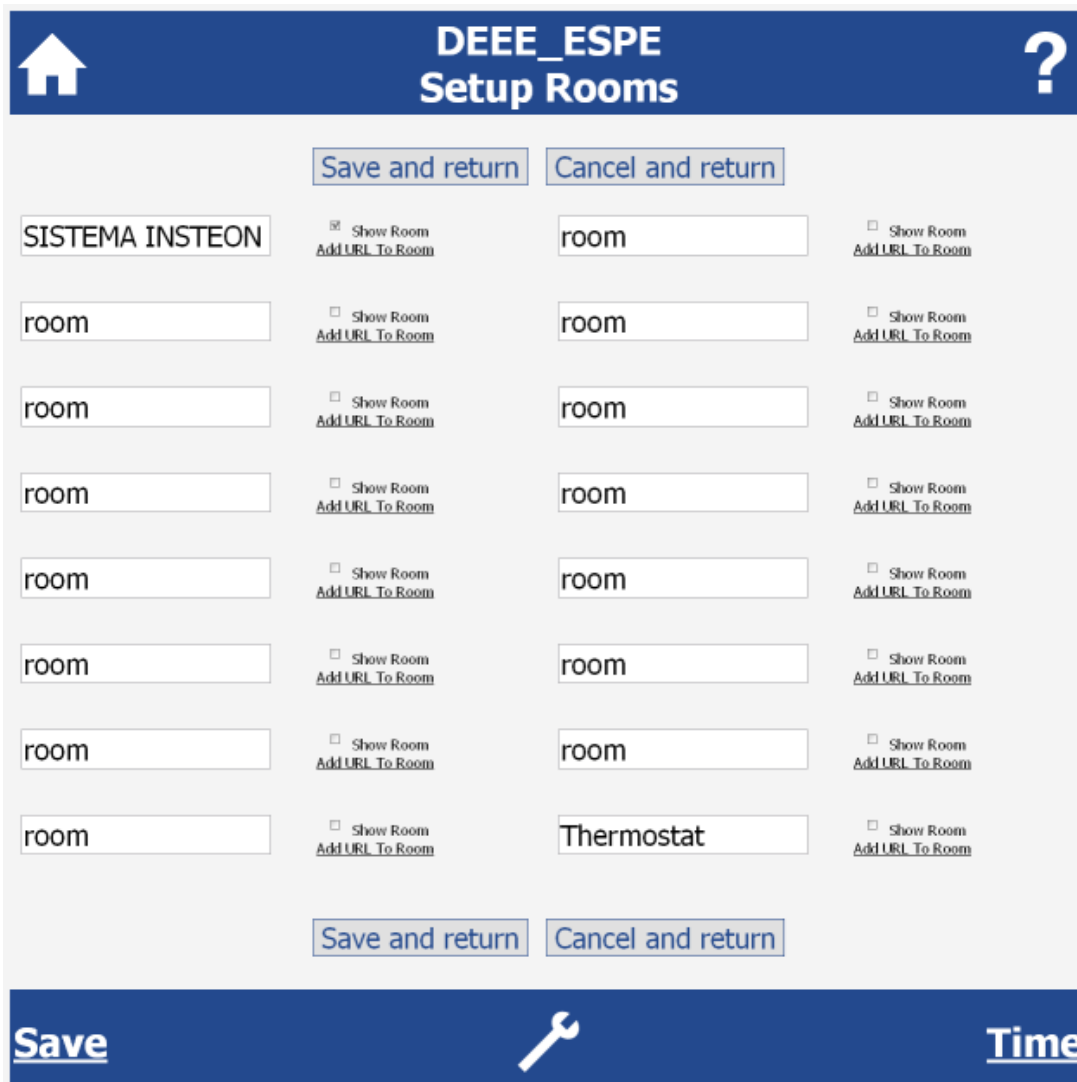


Figura 6.25. Configuración de los grupos en el Controlador SmartLine

Para vincular los dispositivos Insteon a los diferentes grupos creados en el controlador, se ingresa al grupo que se creó en el paso anterior y se hace clic sobre el enlace llamado “escene” para configurar el enlace y control de cada uno de los dispositivos miembros del sistema. Para completar la vinculación, el controlador pide presionar el botón Set del dispositivo y éste quedará enlazado. Este procedimiento, detallado en la figura 6.26, se repite para cada uno de los dispositivos.



Figura 6.26. Procedimiento para vincular los dispositivos con el Controlador

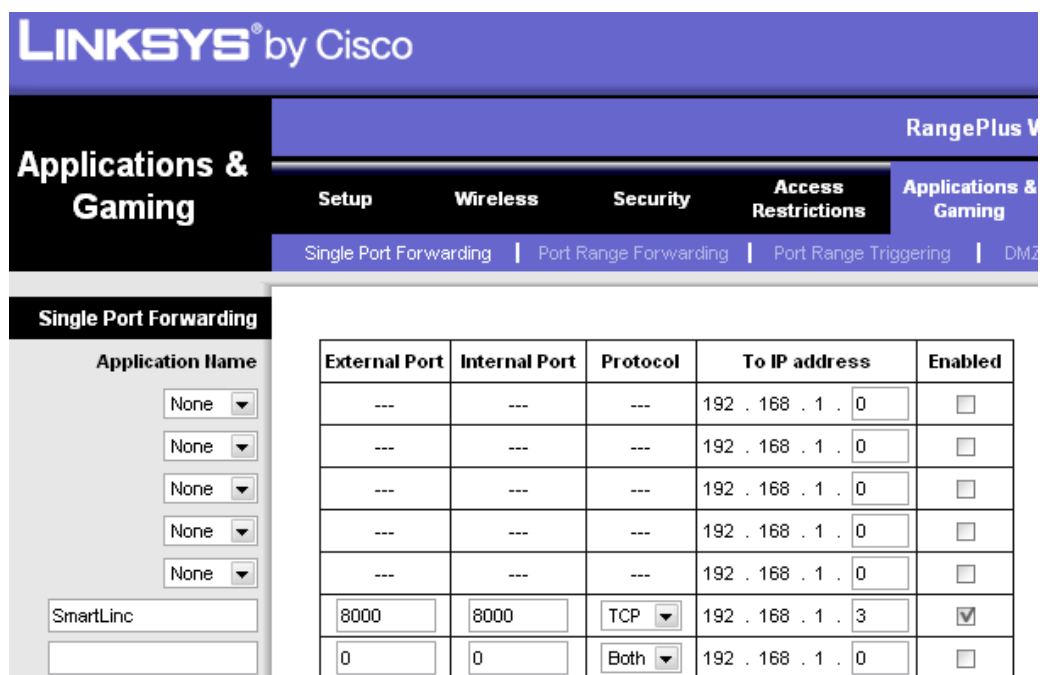


En el caso particular del encendido y apagado completo de todos los dispositivos al mismo tiempo, primero se crea otra escena con el nombre de “TODO” con el mismo procedimiento que en el detallado en la figura 6.26. En este caso no se vincula dispositivos a la misma, sino que se crea un control especial (accediendo a la opción “Click Here to Edit Customized Controls”) y se crean dos escenas, que se muestran en la figura 6.27, mediante los comandos Insteon de encendido/apagado total revisados en la sección 5.5.4.

Figura 6.27. Procedimiento para Encendido/Apagado Total en el Controlador

### 6.2.4. Configuración para acceder desde Internet

Para poder acceder al Controlador Central SmartLinc, y a través del mismo poder controlar y supervisar la red de control Insteon, desde el exterior, por medio de internet, se debe reservar un puerto para una dirección IP fuera del rango DHCP fijada en el router. Activar un servidor virtual con esa dirección IP en el puerto 8000 (interno y externo).



External Port	Internal Port	Protocol	To IP address	Enabled
---	---	---	192 . 168 . 1 . 0	<input type="checkbox"/>
---	---	---	192 . 168 . 1 . 0	<input type="checkbox"/>
---	---	---	192 . 168 . 1 . 0	<input type="checkbox"/>
---	---	---	192 . 168 . 1 . 0	<input type="checkbox"/>
---	---	---	192 . 168 . 1 . 0	<input type="checkbox"/>
8000	8000	TCP	192 . 168 . 1 . 3	<input checked="" type="checkbox"/>
0	0	Both	192 . 168 . 1 . 0	<input type="checkbox"/>

Figura 6.28. Activación del servidor virtual para acceso desde internet

Para agregar seguridad a la red Insteon se debe acceder a la configuración dentro de la página principal del Controlador SmartLinc, ingresar en la opción “Authentication” y configurar un nombre de usuario y clave que será pedido cada vez que se ingrese al firmware del controlador.

A continuación, en la misma ventana de configuración o “Settings” del controlador, acceder a la opción ‘Change Network Settings’ donde se debe fijar la dirección IP y el puerto, determinados en la configuración del servidor virtual del router (primer paso de apertura de puertos). Para realizar los cambios, se debe desconectar el Controlador SmartLinc, esperar 10 segundos y volverlo a conectar. Comprobar los cambios accediendo

al firmware del controlador desde el buscador con la dirección IP fijada seguido de dos puntos y el puerto configurado, como por ejemplo: <http://192.168.0.100:8000>.

**Figura 6.29. Configuración de dirección IP y puerto en el Controlador**

Para poder acceder al controlador desde cualquier parte a través de internet, se utilizará la infraestructura propia de SmartLabs cuyo servidor proveerá una conexión segura mediante la identificación única del controlador. Para ello se debe acceder a la dirección: <http://smartlinc.smarthome.com>, escoger la opción “New User Registration”. Se crea un nombre de usuario, una clave de acceso y se registra el número ID único Insteon del Controlador SmartLinc. Para acceder desde internet se accede a la página mencionada, se escoge la opción “I’m not at home” y se ingresan los datos de usuario y clave antes configurados.

<h2>User and Device Registration</h2>	
Create a login and enter the INSTEON ID of your SmartLinc.	
<b>Username</b>	<input type="text"/> Up to 10 letters and numbers
<b>Password</b>	<input type="password"/> Up to 10 letters and numbers
<b>Confirm password</b>	<input type="password"/>
<b>INSTEON ID</b>	<input type="text"/> 8 characters, including dots
<input type="button" value="Submit"/>	

**Figura 6.30. Registro del Controlador SmartLinc**

### 6.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Luego de desarrollar todas las configuraciones de los dispositivos miembros de la red de control Insteon del Sistema de Entrenamiento, se procede a comprobar el funcionamiento del mismo.

Las pruebas que se realizaron se basaron en el control desde los botones de escenas del teclado donde se presionaban las mismas y se comprueba que los diferentes dispositivos vinculados respondan a cada acción de escena. Luego, se procede a activar y desactivar localmente los dispositivos Insteon y se comprueba que su estado sea indicado por los leds incorporados en los botones de escena del teclado KeypadLinc.



**Figura 6.31. Prueba de Funcionamiento con Teclado KeypadLinc**

Otra prueba de funcionamiento se basa en el control remoto desde el firmware propio del Controlador SmartLinc, accediendo a los diferentes dispositivos mediante los controles dentro de la escena principal configurada, accionando los botones de “On”, “Off” y las flechas de dimerización y comprobando que los dispositivos respondan adecuadamente a las acciones generadas desde la pagina principal del firmware del controlador.



**Figura 6.32. Prueba de Funcionamiento con firmware del SmartLine**

Finalmente, se realiza la prueba de funcionamiento desde la aplicación BlackBerry desarrollada. Para ello se debe activar la antena Wi-Fi el menú de “Manejo de Conexiones”, configurar y acceder a la red WLAN “Insteon\_WiFi”. Una vez conectado, acceder a la aplicación (instalada en la carpeta de descargas) e ingresar a la opción “Control Local”. Se presiona los diferentes comandos y se comprueba que los dispositivos respondan correctamente.



**Figura 6.33. Prueba de Funcionamiento con la aplicación BlackBerry**

## **CAPÍTULO 7**

### **PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

#### **7.1. INTRODUCCIÓN**

La elaboración de manuales de prácticas de laboratorio es una herramienta que se presenta con el fin de facilitar al estudiante el desarrollo de capacidades relacionadas con la tecnología Insteon a través del Sistema de Entrenamiento basado en el control de iluminación mediante Wi-Fi, conocer el funcionamiento de dicha tecnología, así como la configuración y puesta en marcha de los dispositivos que conforman el sistema.

El desarrollo de prácticas de laboratorio sobre el sistema de entrenamiento tiene como objetivo incentivar y permitir al estudiante seguir investigando la tecnología Insteon como una alternativa para la automatización del hogar; de forma que el alumno tenga la opción de escoger, dentro de su nivel de formación, el grado de profundización en dichas temáticas y ampliar las opciones para brindar soluciones domóticas.

La importancia de las prácticas de laboratorio en el proceso de aprendizaje radica en el vínculo de la teoría con la práctica, ya que otorga al estudiante la posibilidad de comprobar, generalizar, concluir y crear a partir del conocimiento teórico. Por tanto, se convierte en una parte indispensable en el aprendizaje, más aun cuando Insteon es una tecnología cuya configuración y puesta en marcha se realiza localmente sobre el hardware.

---

## 7.2. DESARROLLO DE GUÍAS DE LABORATORIO

A través de las prácticas de laboratorio, los alumnos pueden realizar actividades sobre el sistema de entrenamiento, de tal manera que le permiten al docente, valorar el nivel de asimilación de los conocimientos y las habilidades que va adquiriendo el estudiante sobre la tecnología Insteon. A continuación se presentan unas prácticas de laboratorio iniciales sobre el Sistema de Entrenamiento Insteon.

### 7.2.1. Práctica de Laboratorio 1

La primera práctica de laboratorio para el Sistema de Entrenamiento Insteon consiste en la introducción a esta tecnología, las características principales del protocolo domótico y los procedimientos de vinculación y desvinculación en los dispositivos del sistema.

**7.2.1.1. Título de la Práctica de Laboratorio 1.** Introducción de la tecnología Insteon y creación de enlaces.

**7.2.1.2. Objetivo.** Conocer los detalles del protocolo de comunicación Insteon, los dispositivos que conforman el sistema de entrenamiento y aprender a realizar los enlaces Insteon en los diferentes dispositivos de forma local.

**7.2.1.3. Introducción teórica.** Insteon es una tecnología cuyos dispositivos se conectan en una red de topología tipo malla, utilizando como medio de transmisión la red eléctrica, la radiofrecuencia, o ambos medios a la vez. Todos los dispositivos Insteon tienen la misma jerarquía, lo que significa que pueden ser configurados como controladores, actuadores, o repetidores; sin necesidad de un controlador maestro presente en la red o de un software de enrutamiento.

La adición de dispositivos en una red Insteon la hace más robusta ya que la información enviada es reiteradamente retransmitida por todos los miembros de la red

(nodos) que se encuentran entre el transmisor y receptor, hasta que la orden se cumpla. Los dispositivos Insteon que transmiten la información por medio de la red eléctrica, son compatibles con dispositivos basados en el protocolo X10.

Los dispositivos Insteon se identifican en la red, enviando el mensaje de difusión al pulsar la tecla de SET en el mismo. Este mensaje contiene una serie de campos que describen el tipo de producto y sus capacidades.

Cuando un usuario añade un nuevo dispositivo a una red Insteon, el dispositivo recién vinculado se une a la red de forma automática, en el sentido de que puede escuchar los mensajes Insteon y repetir de forma automática según el protocolo Insteon. Por lo tanto, para establecer una red de comunicación Insteon, no es necesaria la intervención del usuario.

Sin embargo, para que un dispositivo Insteon pueda controlar otros dispositivos, deben estar lógicamente unidos entre sí. Por lo que Insteon proporciona dos métodos muy sencillos para ligar a los dispositivos, por enlace manual a través de pulsaciones del botón set, y por medio de mensajes electrónicos.

Durante la vinculación, los usuarios crean asociaciones entre los eventos que pueden ocurrir en un controlador de Insteon, como pulsar un botón o un evento con temporización, y establecer las acciones de un grupo de uno o más actuadores.

Un grupo es un conjunto de enlaces lógicos entre dispositivos Insteon. Un enlace es una asociación entre un controlador y un actuador o varios actuadores. Los controladores originan grupos y los actuadores se unen a esos grupos.

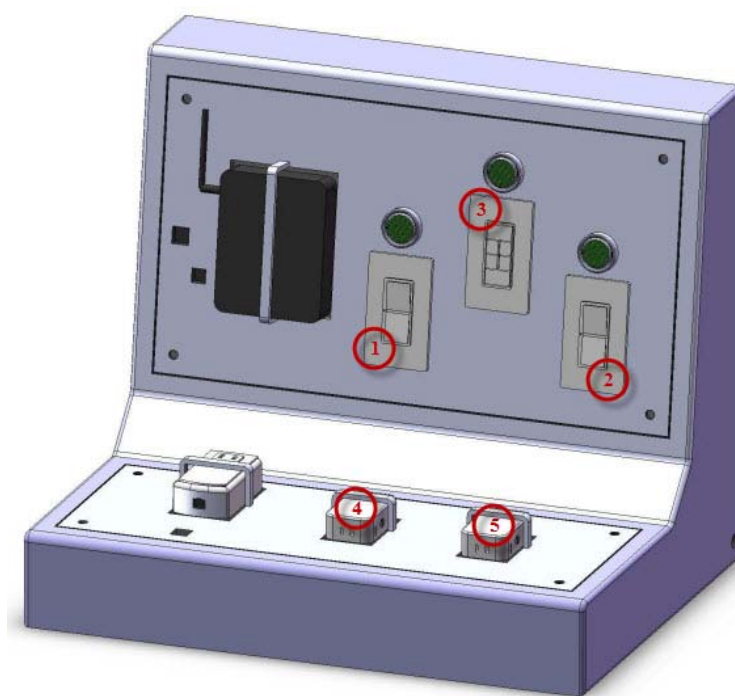
Internamente, en una base de datos gestionada por los dispositivos Insteon, un Identificador de grupo se compone de 4 bytes, la Dirección del Controlador en 3 bytes, y el Número de Grupo en un byte. Un controlador asigna los Números de Grupo como sea necesario para los distintos eventos físicos o lógicos que lo sostiene. Por ejemplo, una sola pulsación de un botón puede enviar algunos comandos a un grupo, y una doble pulsación del mismo botón puede enviar comandos a otro grupo. El controlador determina qué comandos se envían a los diferentes grupos.



**7.2.1.4. Equipos y materiales a utilizar.** Principalmente se utilizará todos los dispositivos Insteon de conmutación y enchufe del Sistema de Entrenamiento Insteon, estos son:

Núm.	Dispositivo	Dirección Insteon	Medio de Transmisión
1	Icon Dimmer Switch	15.AF.95	Powerline
2	Icon On/Off Switch	15.51.24	Powerline
3	KeypadLinc	15.64.89	Powerline
4	Módulo LampLinc 1	14.24.32	Powerline / RF
5	Módulo LampLinc 2	14.24.06	Powerline / RF

**Tabla 7.1. Lista de Dispositivos a utilizar en la Practica 1**

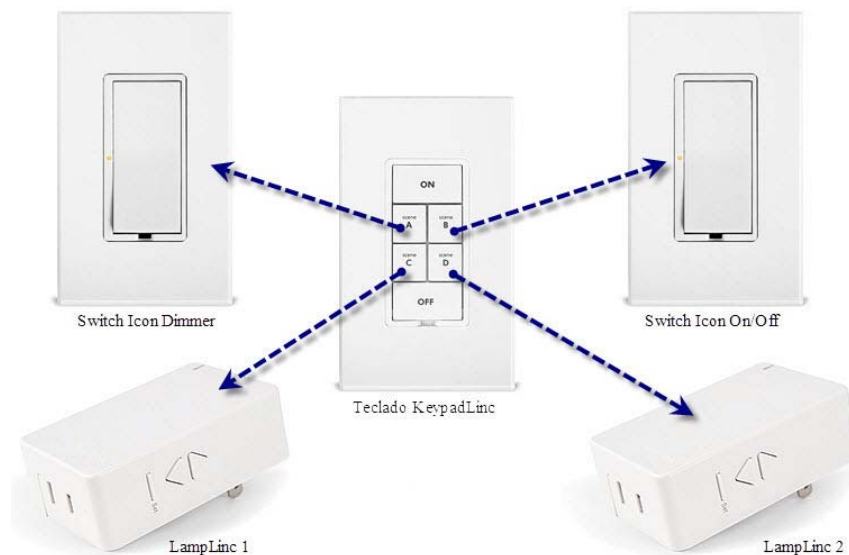


**Figura 7.1. Ubicación de los Dispositivos a utilizar en la Practica 1**

Los materiales adicionales que se deben utilizar son dos cargas lumínicas que se conecten mediante un enchufe de dos pines polarizado para conectarlas en los módulos

LampLinc. Las cargas deben permitir dimerización y deben tener una carga máxima de 300 vatios. Se recomienda utilizar cargas de diferente tipo y potencia.

**7.2.1.5. Alcance de la Práctica.** El Sistema de entrenamiento tiene una distribución de enlaces original Insteon de tal forma que se tengan vínculos según la posición física de cada dispositivo, de tal forma que, el botón de la Escena A estará vinculado al Interruptor Icon On/Off, el botón de la Escena B al Interruptor Icon Dimmer, el botón de Escena C controlará al Módulo LampLinc de la izquierda y el botón de Escena D al LampLinc de la derecha.



**Figura 7.2. Distribución Original de los Enlaces Insteon en el Sistema de Entrenamiento**

La práctica de laboratorio consiste en modificar los enlaces Insteon bajo las siguientes condiciones:

- ❖ Al activar la Escena A enciende la carga que maneja el Switch Icon Dimmer a una intensidad del 50% aproximadamente y que encienda la carga manejada por el Switch Icon On/Off. Al desactivar la Escena A que se apaguen las dos luces.
- ❖ Al activar el botón de la Escena B que se enciendan las cargas de los dos Switch Icon al mismo tiempo al 100% de la intensidad pero que al desactivar la escena las cargas se mantengan encendidas.

- ❖ Al activar la Escena C encienda la carga que maneja el módulo LampLinc 1 a una intensidad del 50% aproximadamente y que encienda la carga manejada por el LampLinc 2 a una intensidad del 75% aproximadamente. Al desactivar la Escena C que se apaguen las dos luces.
- ❖ Al activar el botón de la Escena D que se apaguen las cargas de los dos módulos LampLinc al mismo tiempo pero que al desactivar la escena las cargas se mantengan apagadas.

#### **7.2.1.6. Orden de realización de la práctica.**

- i. Realizar la desvinculación total de todos los enlaces originales del Sistema.
- ii. Realizar todos los procedimientos de vinculación con cada botón de Escena del teclado KeypadLinc de tal manera que se consiga el funcionamiento detallado en la sección anterior y comprobar el funcionamiento correcto de los enlaces.
- iii. Al final, realizar la desvinculación total de todos los enlaces realizados y volver a configurar los enlaces a la forma original del sistema (figura 7.2).

#### **7.2.1.7. Cuestionario.**

- ❖ ¿Cuál es la diferencia al realizar el vínculo de la tecla de escena como controlador al dispositivo asociado y en dirección opuesta, del dispositivo a la tecla de escena?
- ❖ Elaborar en forma de diagrama de flujo los pasos para ejecutar los diferentes enlaces tanto para la configuración original como la propuesta en la práctica.
- ❖ ¿Por qué se debe eliminar los enlaces relacionados con un dispositivo que se retire de la red Insteon?

---

**7.2.1.8. Elaboración de los resultados.** En esta sección se deben incluir las conclusiones a las cuales el estudiante arribó después de realizar la primera práctica de laboratorio e incentivar al estudiante a la investigación complementaria sobre las diferencias y semejanzas con otros protocolos domóticos como Lonworks, ZigBee, X10, Z-Wave.

**7.2.1.9. Bibliografía.** Para el desarrollo de la presente gráfica se debe referir a las Guías de Inicio Rápido, que se presentan como Anexo 4, donde se exponen los pasos para realizar los enlaces con los diferentes dispositivos. Adicionalmente consultar el Manual de Usuario (Owner's Manual) cuya dirección web se expone al final de las guías de inicio rápido de cada dispositivo.

## 7.2.2. Práctica de Laboratorio 2

Para la segunda práctica de laboratorio se enfocara en el Controlador Central de la red Insteon, SmartLinc, que hace de puente entre la red de control domótica y la red informática, con el que se consigue ejercer el control de la red Insteon desde dispositivos inalámbricos con acceso Wi-Fi y también desde la web.

**7.2.2.1. Título de la Práctica de Laboratorio 2.** El Controlador Central de la red Insteon: SmartLinc

**7.2.2.2. Objetivo.** Aprender a utilizar el firmware del controlador central SmartLinc, conocer las características, configuración, menú de opciones y creación de enlaces con el resto de dispositivos Insteon.

**7.2.2.3. Introducción teórica.** El Controlador Central SmartLinc es un controlador basado en el control mediante la web de interruptores de pared, lámparas, equipos, termostatos y muchos más dispositivos Insteon. SmartLinc integra la tecnología Insteon con cualquier dispositivo habilitado para la web, lo que permite la configuración y control remoto de los dispositivos Insteon desde una red LAN, WLAN o Internet.

Algunas de las prestaciones relevantes que brinda el Controlador SmartLinc son:

- ❖ Capacidad de retroalimentación y supervisión de estado que permite obtener la confirmación de que un dispositivo o escena ha sido activada.
- ❖ Soporte de temporizadores, permitiendo encender y apagar las luces automáticamente en función de la salida y puesta de sol, seleccionando la ciudad de ubicación o la vez la latitud y longitud.
- ❖ Comienzo o suspensión de dimerización de luces que permite seleccionar entre el inicio/parada o acción incremental de la atenuación o brillo de las luces.
- ❖ Control avanzado personalizado que permite al usuario modificar comandos con el fin de poder copiar una escena de una habitación a otra, cambiar un grupo de encendido

normal a un encendido rápido, crear un encendido o apagado general de todos los dispositivos enlazados al SmartLinc sin tener que volver a vincular los dispositivos y crear desactivaciones con retrasos.

- ❖ Permite incorporar dispositivos X10 dentro de la red.

El Controlador SmartLinc funciona en combinación con el router Wi-Fi para permitir el control y supervisión de todos los dispositivos de la red Insteon dentro del hogar. El programa de instalación requiere unos pocos pasos para identificar la dirección IP del Controlador y luego grabarlo en el PC o dispositivo móvil. Después de completar la instalación, se comienza a enlazar todos los dispositivos Insteon y configurar las diferentes escenas.

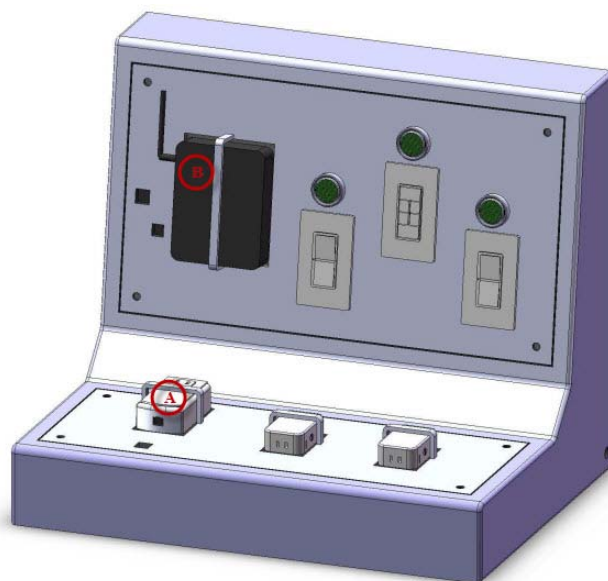
Por medio del Controlador Central se tiene la capacidad de aplicar nombres únicos y etiquetas a los dispositivos, escenas y luego organizar por nombres las habitaciones, logrando un manejo de la red sencillo y simple.

El Controlador SmartLinc tiene inteligencia propia (Stand Alone) ya que no necesita ejecutar un programa de automatización o supervisión de tiempo completo. El usuario establece temporizadores directamente desde el PC, sin embargo, los ajustes se almacenan en el módulo, por lo que no se necesitará mantener el PC funcionando para activar las diferentes funciones. SmartLinc posee una memoria EEPROM de 32 KB descargable que no se borrará si falla la energía y un reloj interno que mantiene la hora exacta configurada todo el tiempo respaldado con una batería integrada de 10 años de vida.

**7.2.2.4. Equipos y materiales a utilizar.** Para la presente práctica de laboratorio se utilizarán todos los dispositivos Insteon pero está enfocada a la configuración y puesta en marcha de los siguientes dispositivos:

Núm.	Dispositivo	Dirección	Medio de Transmisión
A	Controlador SmartLinc	15.1A.E9	Powerline / Ethernet
B	Router Wi-Fi	192.168.0.1	Ethernet / WiFi

**Tabla 7.2. Lista de Dispositivos a utilizar en la Práctica 2**



**Figura 7.3. Ubicación de los Dispositivos a utilizar en la Práctica 2**

Los materiales adicionales que se deben utilizar son dos cargas lumínicas que se conecten mediante un enchufe de dos pines polarizado para conectarlas en los módulos LampLinc. Las cargas deben permitir dimerización y deben tener una carga máxima de 300 vatios. Se recomienda utilizar cargas de diferente tipo y potencia.

**7.2.2.5. Alcance de la Práctica.** La configuración original del controlador central SmartLinc comprende una configuración basada en cinco grupos (rooms) diferentes, uno por cada dispositivo, los mismos que tienen asociadas las escenas de cada uno de ellos, a excepción del teclado KeypadLinc que tiene asociado como escenas cada uno de los botones y los botones On/Off que controla la carga local del teclado. El nombre de la locación u hogar (home) se define como: DEEE\_ESPE, todos estos nombres, detalles de ubicación geográfica, zona horario y manejo de escenas puede ser configurado de la forma en que el usuario lo desee.

Para poder entrenarse en la configuración del controlador central, se propone un ejercicio en el cual se configure el controlador desde el principio, para lo cual se debe realizar un reinicio a los parámetros de fábrica del SmartLinc, previo a la desvinculación de todos los dispositivos asociados al mismo, y luego se procede a configurar paso por paso el controlador de tal forma que se simule el área social de una casa en donde se manejen tres luminarias de techo (dos controladas por los dos interruptores Icon y una por

el teclado KeypadLinc), dos lámparas de enchufe (controladas por los módulos LampLinc). Las escenas que se vinculen a los dispositivos Insteon deben actuar de la siguiente forma:

- ❖ Dividir los dispositivos en dos grupos o cuartos (rooms), comedor y sala.
- ❖ Añadir un tercer grupo en el cual se encienda/apaguen todos los dispositivos al mismo tiempo, es decir, crear una escena de encendido/apagado general.
- ❖ En cada uno de los cuartos (rooms) elaborar encendidos/apagados individuales para cada dispositivo.
- ❖ Crear Escenas en cada uno de los cuartos utilizando todos los dispositivos y la capacidad de dimerización.

#### **7.2.2.6. Orden de realización de la práctica.**

- i. Realizar la desvinculación total de todos los enlaces originales en el SmartLinc.
- ii. Respalidar la configuración original del controlador.
- iii. Restablecer todos los valores de fabrica del controlador mediante el reinicio.
- iv. Configurar completamente todo el controlador SmartLinc mediante el acceso desde cualquier dispositivo móvil por medio del Wi-Fi, accediendo a la red Insteon\_WiFi (la clave WEP de red es: 12345) administrada por el router D-Link DIR600.
- v. Realizar todas las pruebas de funcionamiento.
- vi. Volver a colocar los parámetros originales del controlador SmartLinc.

#### **7.2.2.7. Cuestionario.**

- ❖ Elaborar en forma de diagrama de flujo los pasos para realizar la configuración del controlador SmartLinc de manera general.
- ❖ Elaborar en forma de diagrama de flujo los pasos para realizar los diferentes enlaces Insteon.
- ❖ ¿Cómo realizar el procedimiento para la vinculación múltiple de dispositivos en una escena?



- 
- ❖ ¿Se puede vincular un dispositivo mediante software únicamente, sin necesidad de realizar un procedimiento localmente en el dispositivo? Si o No y ¿Por qué?

**7.2.2.8. Elaboración de los resultados.** En esta sección se deben incluir las conclusiones a las cuales el estudiante arribó después de realizar la presente práctica de laboratorio. Adicionalmente, incentivar la investigación de los diferentes dispositivos Insteon que se pueden contar como solución para control de persianas, audio/video, aire acondicionado, accesos, seguridad y alarmas. De tal forma que se obtenga una perspectiva general sobre las soluciones que brinda Insteon para poder contar con un conjunto de sistema integrados con dicha tecnología.

**7.2.2.9. Bibliografía.** Para el desarrollo de la presente gráfica se debe referir a las Guías de Inicio Rápido, que se presentan como Anexo 4, donde se exponen los pasos para realizar los enlaces con los diferentes dispositivos. Especialmente al Manual de Usuario (Owner's Manual) del Controlador Central SmartLinc donde se detallan todos los pasos para la configuración del controlador, se lo puede obtener en la siguiente dirección electrónica:

[http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412\\_Manual\\_rev\\_2.0](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412_Manual_rev_2.0)

### 7.2.3. Práctica de Laboratorio 3

En la presenta práctica se pretende explicar el funcionamiento de la aplicación para los dispositivos móviles, la forma en que se puede enviar comandos directamente al controlador SmartLinc a través del protocolo HTTP y los diferentes comandos de control Insteon.

**7.2.3.1. Título de la Práctica de Laboratorio 3.** Aplicación móvil para el control de los dispositivos Insteon a través de comandos HTTP.

**7.2.3.2. Objetivos.** Desarrollar una aplicación en forma de pagina web, mediante código HTTP que permita controlar mediante comandos Insteon a los dispositivos del Sistema de Entrenamiento.

**7.2.3.3. Introducción teórica.** El Controlador Central SmartLinc integra la tecnología Insteon con cualquier dispositivo habilitado para la web, lo que permite la configuración y control remoto de los dispositivos Insteon desde una red LAN, WLAN o Internet.

El Controlador Central SmartLinc de Insteon tiene incorporado un servidor HTTP que puede recibir órdenes directas a través del protocolo HTTP para controlar los dispositivos Insteon que se encuentran vinculados al mismo. Mediante el envío de comandos básicos en donde se indique la identificación única de Insteon del dispositivo, el comando a ejecutar (encendido, apagado, encendido rápido, etc.) y el nivel de encendido (en el caso de los dispositivos que admitan dimerización) se puede enviar mensajes directos a través del protocolo de hipertexto.

Para enviar los comandos HTTP al Controlador SmartLinc desde la aplicación BlackBerry se utilizará un llamado al Browser (Explorador de Internet) del dispositivo y mediante el intérprete de comandos cURL se enviará los comandos Insteon con sintaxis URL, debido a que es un formato que se puede utilizar en cualquier plataforma de programación que se esté trabajando ya que se basa en el ingreso de una dirección local

host, en este caso de la dirección de IP privado del Controlador Central. El formato del código HTTP para enviar los mensajes directos al Controlador Central SmartLinc se detalla en la tabla 5.12.

Recurso HTTP	Bandera	ID Insteon	Bandera	Comando	Nivel	Terminación
Dirección IP del Controlador SmartLinc	Comando Directo (HEX)	Único de cada dispositivo Insteon	Mensaje Estándar (HEX)	Encendido Apagado	Brillo del 0% al 100%	Finalización de código HTTP
http://192.168.0.100/3?	0262	15.AF.95	0F	11	FF	=I=3
http://172.30.1.101/3?026215AF950F11FF=I=3						

**Tabla 7.3. Formato del Código HTTP para enviar al Controlador SmartLinc**

**7.2.3.4. Equipos y materiales a utilizar.** Para la presente práctica de laboratorio se utilizará un programa de desarrollo de páginas web, conjuntamente con el controlador SmartLinc y el Router D-Link, realizando la conexión adecuada a la red WLAN “Insteon\_WiFi” del computador donde se ejecute la pagina web.

**7.2.3.5. Alcance de la Práctica.** Para esta práctica, se tiene como objetivo principal elaborar una página web (aplicación) animada y con interfaz amigable para controlar el Sistema de Entrenamiento en donde se pondrá en práctica la creatividad al momento de diseñar la aplicación.

**7.2.3.6. Orden de realización de la práctica.**

- i. Definir un programa de desarrollo de páginas web.
- ii. Investigar acerca de los comandos Insteon.
- iii. Desarrollar la aplicación.
- iv. Comprobar el funcionamiento de la aplicación.

---

**7.2.3.7. Cuestionario.**

- ❖ Investigar acerca del procedimiento y requisitos para desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles (smartphones y PDA's) de distintas plataformas.

**7.2.3.8. Elaboración de los resultados.** En esta sección se deben incluir las conclusiones a las cuales el estudiante arribó después de realizar la presente práctica de laboratorio.

**7.2.3.9. Bibliografía.** Para el desarrollo de la presente gráfica se debe referir específicamente al Manual de Usuario (Owner's Manual) del Controlador Central SmartLinc donde se detallan todos los pasos para la configuración del controlador. El manual de usuario se lo puede obtener en la siguiente dirección electrónica:

[http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412\\_Manual\\_rev\\_2.0](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412_Manual_rev_2.0)

#### 7.2.4. Práctica de Laboratorio 4

Para la cuarta práctica, se incursionará en una de las prestaciones más importantes que otorga el Controlador Central SmartLinc, que es la de controlar cámaras de vigilancia IP conectadas a la red informática, para ello se deberá conseguir una cámara IP que va a ser conectada a un puerto LAN del router del Sistema de Entrenamiento.

**7.2.4.1. Título de la Práctica de Laboratorio 3.** Control y supervisión de una Cámara IP a través del SmartLinc

**7.2.4.2. Objetivo.** Configurar el Controlador SmartLinc y el router Wi-Fi del Sistema de Entrenamiento de tal manera que se pueda vigilar mediante audio/video, con la utilización de una cámara IP que se integre a la red Insteon, desde un dispositivo móvil.

**7.2.4.3. Introducción teórica.** El Controlador Central SmartLinc integra la tecnología Insteon con cualquier dispositivo habilitado para la web, lo que permite la configuración y control remoto de los dispositivos Insteon desde una red LAN, WLAN o Internet.

Su instalación es simple, ya que solo se conecta a un tomacorriente para acceder a la red Insteon y por otra parte se conecta la red LAN mediante Ethernet (RJ-45), lo cual permitirá ejercer control desde la mayoría de teléfonos móviles con acceso Web, ordenadores o PDA desde cualquier lugar.

Como un soporte adicional a la Red Insteon, el SmartLinc incluye soporte para conectar cámaras IP, lo cual otorga la versatilidad para vigilar y controlar el inmueble mediante audio/video a través de cámaras IP mediante la interfaz web habilitada.

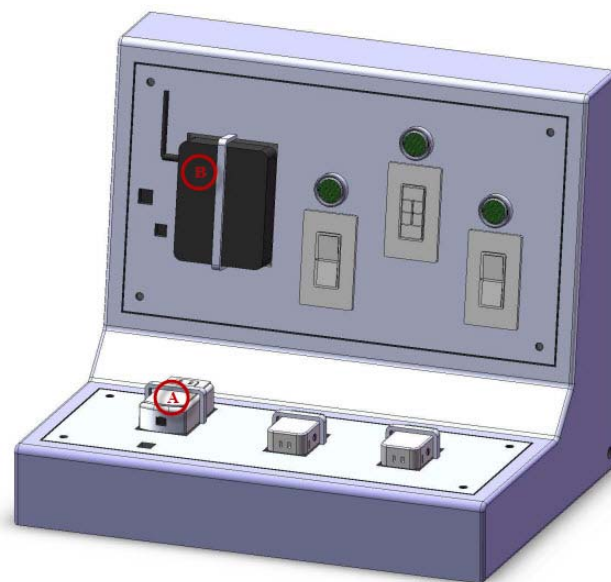
Las Cámaras IP (también conocidas como cámaras Web o de Red) son videocámaras especialmente diseñadas para enviar las señales (video, y en algunos casos audio) a través de Internet desde un explorador (por ejemplo el Internet Explorer) o a través de concentrador (un HUB o un SWITCH) en una Red Local (LAN). En las cámaras IP pueden

integrarse aplicaciones como detección de presencia (incluso el envío de mail si detectan presencia), grabación de imágenes o secuencias en equipos informáticos (tanto en una red LAN o en una red WAN), de manera que se pueda comprobar la detección de presencia y se graben imágenes de lo sucedido.

**7.2.4.4. Equipos y materiales a utilizar.** Para la presente práctica de laboratorio se utilizaran todos los dispositivos Insteon pero está enfocada a la configuración y puesta en marcha de los siguientes dispositivos:

Núm.	Dispositivo	Dirección	Medio de Transmisión
A	Controlador SmartLinc	15.1A.E9	Powerline / Ethernet
B	Router Wi-Fi	192.168.0.1	Ethernet / WiFi

**Tabla 7.4. Lista de Dispositivos a utilizar en la Práctica 3**



**Figura 7.4. Ubicación de los Dispositivos a utilizar en la Práctica 3**

Adicionalmente, se necesitara un cámara IP para ser conectada al Sistema de Entrenamiento Insteon, el cable de red será conectado a un puerto LAN del router y la alimentación será tomada en la salida no controlada del Controlador SmartLinc.

**7.2.4.5. Alcance de la Práctica.** Para esta práctica, se tiene como objetivo realizar la configuración y puesta en marcha del router D-Link DIR 600 y del Controlador Central SmartLinc, ambos miembros del sistema, de tal forma que se pueda supervisar la cámara IP remotamente mediante la prestación adicional del firmware propio del Controlador para poder controlar este tipo de cámaras.

**7.2.4.6. Orden de realización de la práctica.**

- v. Conectar y configurar la cámara IP.
- vi. De ser necesario, realizar cambios en la configuración del router.
- vii. Realizar los procedimientos de configuración para enlazar la cámara IP con el Controlador Central mediante el firmware.
- viii. Comprobar el funcionamiento mediante la supervisión de la cámara mediante un dispositivo móvil y mediante internet.
- ix. Volver a colocar los parámetros originales del controlador SmartLinc.

**7.2.4.7. Cuestionario.**

- ❖ Elaborar en forma de diagrama de flujo los pasos para realizar la configuración del controlador SmartLinc para enlazar cámaras IP.
- ❖ ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar el firmware del Controlador SmartLinc para acceder a la cámara IP desde el internet?

**7.2.4.8. Elaboración de los resultados.** En esta sección se deben incluir las conclusiones a las cuales el estudiante arribó después de realizar la presente práctica de laboratorio.

**7.2.4.9. Bibliografía.** Para el desarrollo de la presente gráfica se debe referir específicamente al Manual de Usuario (Owner's Manual) del Controlador Central SmartLinc donde se detallan todos los pasos para la configuración del controlador. El manual de usuario se lo puede obtener en la siguiente dirección electrónica:

[http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412\\_Manual\\_rev\\_2.0](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412_Manual_rev_2.0)

## CAPÍTULO 8

### MEMORIA TÉCNICA Y PRESUPUESTO

#### 8.1. LISTA DE MATERIALES QUE CONFORMAN EL SISTEMA

Para detallar la lista de materiales que conforman el Sistema de entrenamiento Insteon, se dividirá en dos grupos, en el primero se enlistan los dispositivos que integran la red Insteon, detallados en la figura 5.7 (Diagrama de la red Insteon del Sistema de Entrenamiento). Y la segunda lista donde se muestran todos los materiales utilizados para la implementación del panel y que conforman el mismo para interconectar los diferentes dispositivos.

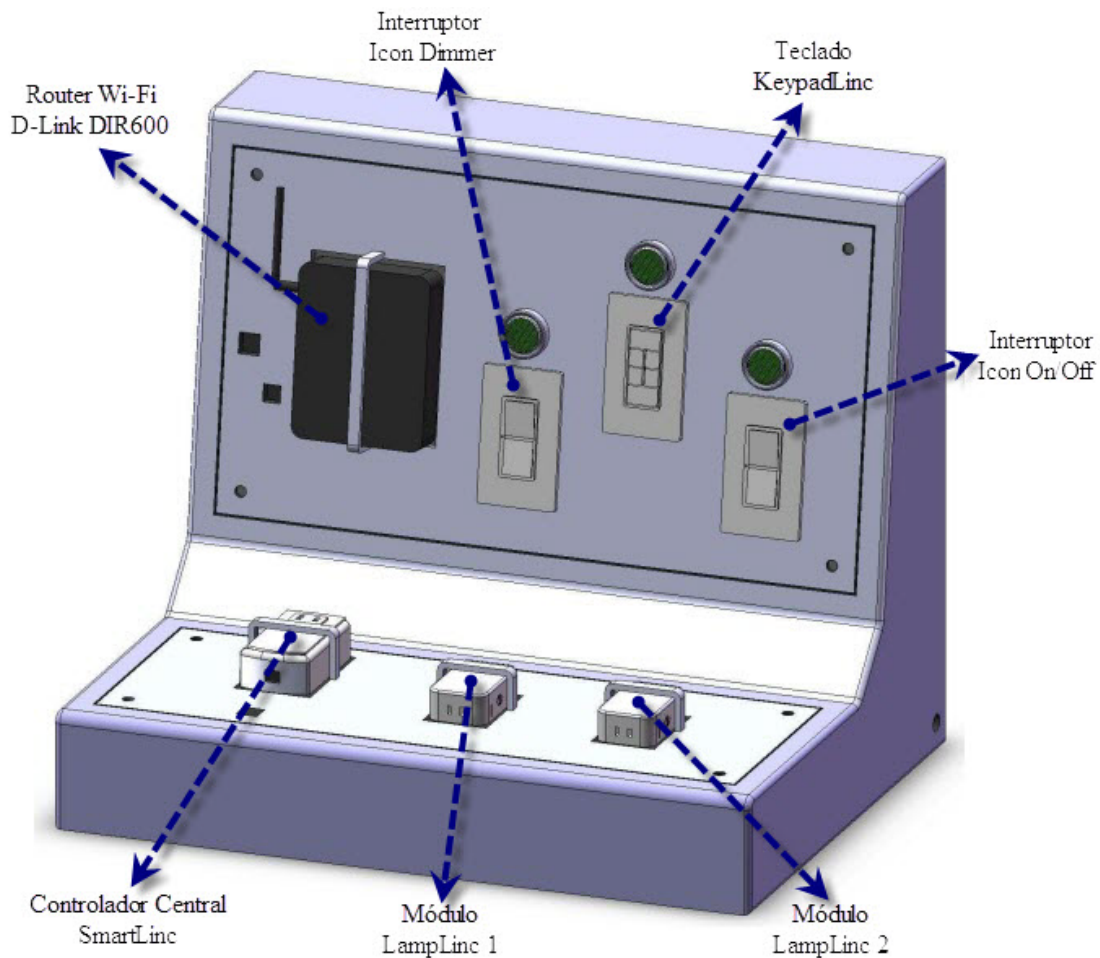
Los dispositivos que son parte de la red Insteon de control de iluminación por medio de Wi-Fi en el sistema de entrenamiento se detallan en la tabla 8.1.

Nombre del Dispositivo	Cantidad	Marca
Interruptor Icon Dimmer	1	Insteon SmartHome
Interruptor Icon On/Off	1	Insteon SmartHome
Módulo LampLinc Dual Band	2	Insteon SmartHome
Placa Decora	3	Leviton
Teclado KeypadLinc	1	Insteon SmartHome
Controlador Central SmartLinc	1	Insteon SmartHome
Router DLink DIR-600 Wireless 150 802.11g	1	D-Link

**Tabla 8.1. Lista de dispositivos que conforman la Red Insteon del Panel**



La disposición física en el panel de los diferentes dispositivos que conforman la red Insteon del sistema de entrenamiento se presenta en la figura 8.1.



**Figura 8.1. Disposición física de los dispositivos Insteon**

Los materiales utilizados para la implementación del panel de entrenamiento, interconexión y montaje de los diferentes dispositivos se detallan en la tabla 8.2., la misma que se divide en materiales eléctricos y materiales para la construcción del panel.

Cod.	Nombre del Dispositivo	Cantidad	Unidades	Marca
Materiales Eléctricos				
001	Canaleta 25x25 perforada	1	uni	Dexson
002	Caja F/S de ½	3	uni	
003	Caja plástica para toma polarizado	1	uni	
004	Toma polarizado	4	uni	

005	Tapa plástica para toma	4	uni	
006	Selector de 2 posiciones	1	uni	Telemecanique
007	Luz indicadora led verde	3	uni	
008	Borne de Tierra	1	uni	
009	Porta fusible	2	uni	
010	Borneras para riel DIN	3	uni	
011	Enchufe blindado polarizado 15A, 110V	1	uni	Eagle
012	Terminal en U 5/32 16-22 AWG	20	uni	
013	Terminal de enchufe macho rojo	12	uni	
014	Terminal riel hembra rojo RF25	12	uni	
015	Cinta Espiral 6mm / 10 mts 1/4"	10	mts	Camsco
016	Cable UTP Cat 5e	3	mts	
017	Cable Flexible #16 5NG-5RJ (Rojo)	10	mts	Phelps Dodge
018	Cable Flexible #16 5NG-5RJ (Blanco)	10	mts	Phelps Dodge
019	Cable Flexible #16 5NG-5RJ (Verde)	10	mts	Phelps Dodge
020	Cable Sucre 3*16 AWG	3	mts	Phelps Dodge
021	Terminal RJ45 8 hilos	2	uni	
022	Protector para el terminal RJ45	2	uni	
023	Fusible Cerámico 10x38, 2A, 500V	2	uni	Phelps Dodge
Construcción de Gabinete				
024	Gabinete para panel en forma de L con doble fondo	1	uni	
025	Base 120 x 140 x 110 (cm)	1	uni	
026	Base 30 x 110 x 70 (cm)	3	uni	

**Tabla 8.2. Lista de materiales utilizados para la implementación del panel**

Los materiales utilizados para la implementación del panel de entrenamiento presentados en la tabla 8.2 se encuentran ubicados en diferentes lugares del gabinete, en la figura 8.2 se especifica el sitio en donde se encuentran los diferentes elementos, ubicados por el número de código definido en la tabla anterior.



Figura 8.2. Ubicación de los elementos en el panel de entrenamiento

## 8.2. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE COSTOS

Para el análisis de costos y cálculos de los mismos, el estudio económico se basará en el uso de la tecnología Insteon, las diferentes soluciones que ofrece la misma y las prestaciones que brinda este protocolo de banda dual. El motivo del enfoque del estudio solo en los dispositivos Insteon se debe a que el objetivo del presente trabajo es el de presentar una tecnología alternativa al usuario de poder tener un inmueble automatizado al nivel deseado y que lo consiga sustituyendo dispositivos convencionales por otros con capacidad de controlar y convertirse en un actuador al mismo tiempo, como son los

productos Insteon, y convirtiéndose en una solución muy favorable para lugares ya construidos en donde es muy limitado la adición de cableado e instalación que involucre una obra civil adicional.

Los dos últimos aspectos mencionados, resultan en un ahorro o un factor económico decisivo para la selección de la tecnología Insteon. Si bien es cierto el costo inicial del uso de los productos Insteon es muy elevado en comparación con el costo que involucra el uso de elementos convencionales (interruptores, tomacorrientes, dimerizadores), las prestaciones y beneficios que envuelve el uso de la tecnología Insteon no es comparable con los mismos ya que se pueden encontrar aplicaciones como el control remoto de los dispositivos mediante radiofrecuencia, control mediante dispositivos móviles, control sobre internet, control centralizado, manejo de escenas, decoración, automatización, etc. Todos son factores que otorgan un valor agregado al inmueble y que puede llegar a ser muy atractivo tanto para los habitantes de los inmuebles, como los constructores.

Los productos Insteon tienen la ventaja que entre más puntos de red o dispositivos se aumenten a la misma, se incrementara la fiabilidad y la red será más robusta, por lo que entre más elementos formen parte de la red Insteon, mejor será la red de control ya que se incrementaran los caminos para la retransmisión de mensajes. Esto permite también ejecutar proyectos por etapas que se ajuste a la economía del usuario, por ejemplo, primero automatizar las luces mediante el cambio de interruptores, luego cambiar los tomacorrientes donde se conecten dispositivos electrónicos o lámparas, implementar el controlador central para tener acceso desde la red LAN o Internet, instalar módulos de entradas/salidas para control de persianas, puertas, garaje, etc. Algunas de las principales aplicaciones que brindan los dispositivos Insteon se presentan en las figuras 8.3 y 8.4.

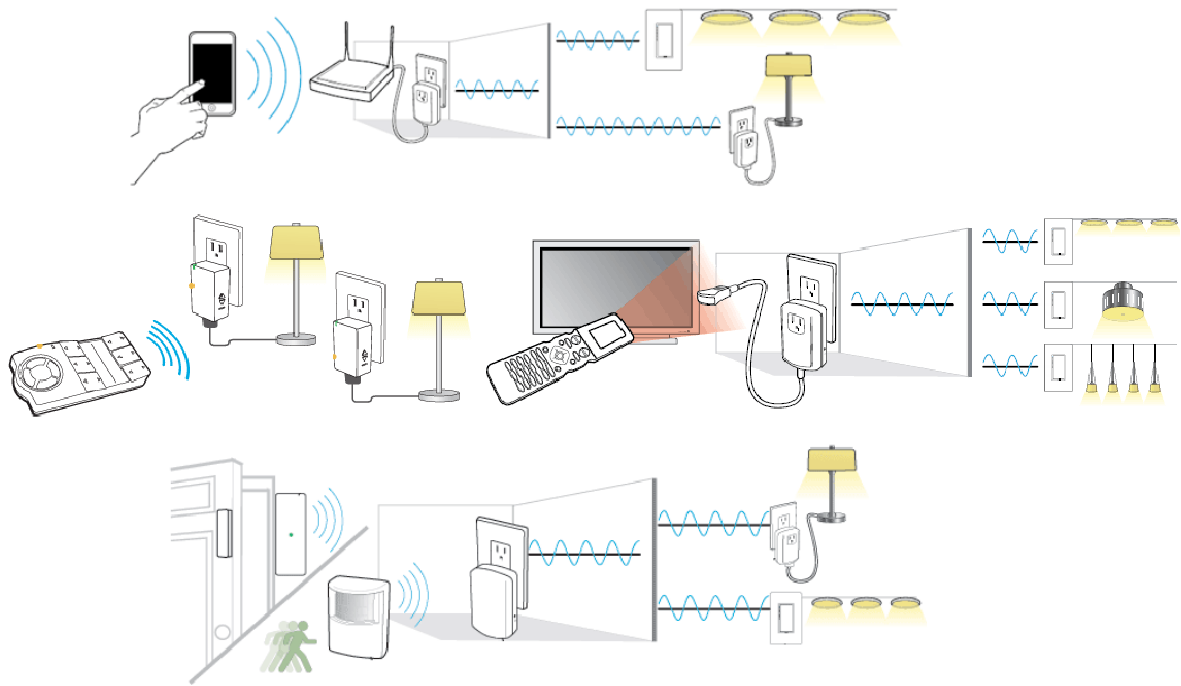


Figura 8.3. Aplicaciones para iluminación con Insteon

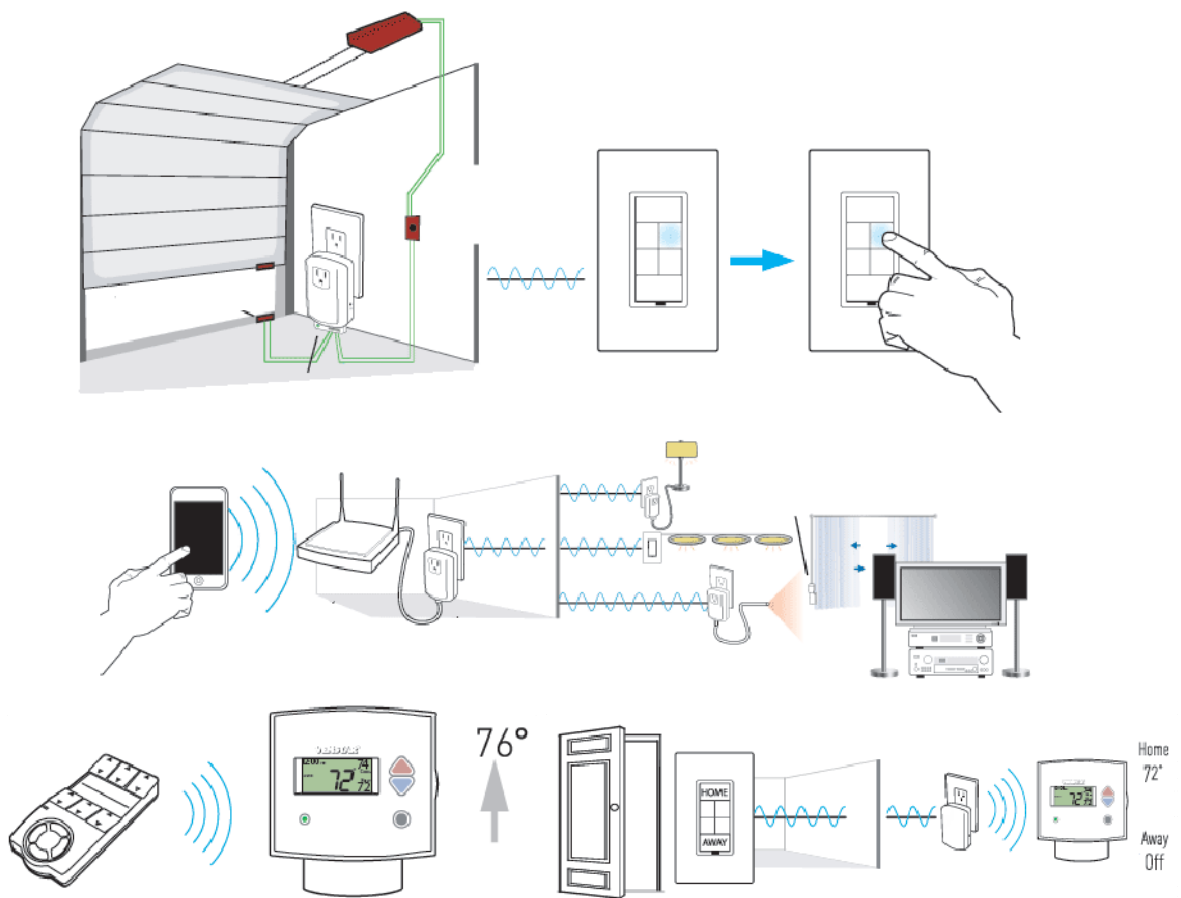


Figura 8.4. Otras Aplicaciones que se logran con Insteon

En la tabla 8.3 se presentan algunos costos referenciales de los principales productos que ofrece Insteon a los usuarios. Hay que recalcar que los dispositivos Insteon se encuentran en pleno desarrollo y se busca de abarcar todas las necesidades que se encuentren en un inmueble, por ejemplo, en el mes de diciembre de 2010 se anunció el lanzamiento de un interruptor con dimerización que tiene la capacidad de banda dual, cuya principal aplicación es la de crear enlaces con el control remoto RF y poder vincularlo directamente con el sensor de presencia inalámbrico Insteon. Adicionalmente, Insteon brinda módulos de entradas/salidas que permiten conectar sensores de contacto y actuadores de 12VDC o 121 VAC. En la figura 8.5 se muestra los módulos I/O y algunas aplicaciones que se pueden obtener con los mismos.

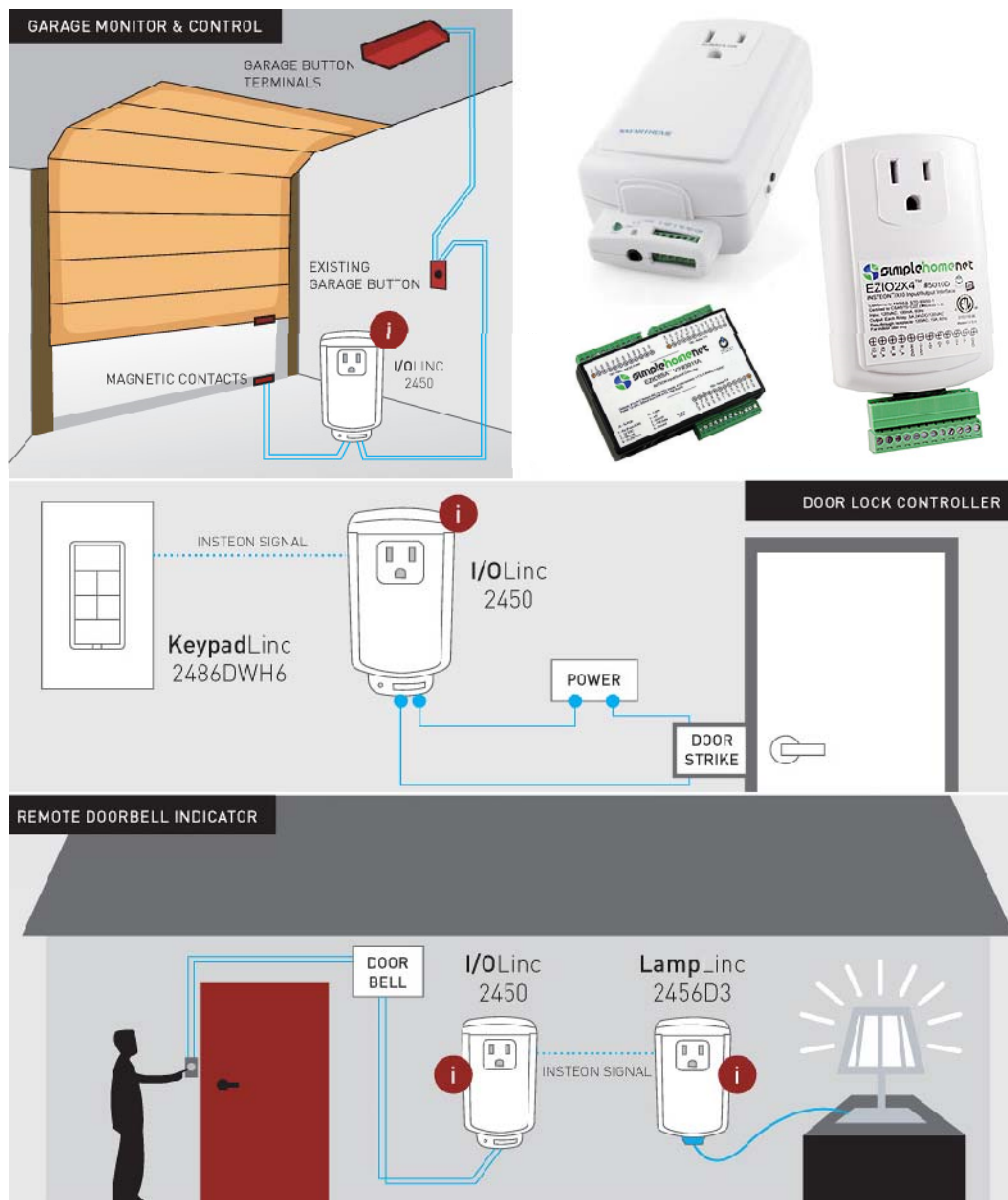


Figura 8.5. Módulos I/O's Insteon y sus aplicaciones

Nombre del Dispositivo Insteon	Imagen	Costo
Interruptor SwitchLinc Dimmer 600W		\$ 45.99
Interruptor SwitchLinc Dimmer Banda Dual		\$ 59.99
Teclado KeypadLinc 8 botones		\$ 69.99
LampLinc Banda Dual		\$ 49.99
Tomacorriente OutletLinc		\$ 45.99
Módulo interno In-LineLinc Relay		\$ 49.99
Sensor de movimiento inalámbrico (RF) Insteon		\$ 32.48
Contacto de puerta/ventana inalámbrico (RF) Insteon		\$ 32.48
Control Remoto Remote Linc RF - Insteon		\$ 49.99
Módulo I/O Linc (1 entrada/1salida)		\$ 45.99
Módulo I/O Linc (7entradas/8salidas)		\$ 134.99
Controlador Central SmartLinc		\$ 129.99

**Tabla 8.3. Costo de los dispositivos que conforman la red Insteon<sup>26</sup>**

<sup>26</sup> Costos según lista de precios al 31 de enero de 2010 tomado de la página principal de SmartHome.



Para comparar los costos de los dispositivos Insteon con otros productos de similares, se presenta a continuación algunos costos de elementos similares a los utilizados en el panel del sistema de entrenamiento, aunque no llegan a cumplir la misma función, es muy importante conocer algunos dispositivos alternativos que pueden cumplir con algunas funciones que brindan los elementos Insteon utilizados en el panel.

Primero, se presenta interruptores de pared convencionales que se usan generalmente y que es el producto más vendido en una de las principales cadenas de ferreterías, los interruptores y placas de la marca italiana Veto con la línea Nieve, es el producto preferido hoy en día en el mercado, en la tabla 8.4 se detallan los costos de algunos interruptores y dimerizadores de la línea en mención y se los presenta en la figura 8.6.

Aunque el propósito inicial de los dispositivos convencionales es el mismo comparados con los dispositivos de control de luces Insteon, no se puede realizar una diferenciación ya que los dispositivos Insteon son elementos mucho más avanzados, al contar con un protocolo de comunicación, pueden formar parte de una red de automatización y tienen muchas más prestaciones que los elementos convencionales, como el de acceder de forma remota a los mismos y por ejercer control sobre dispositivos móviles o internet. Por todos estos motivos, no es factible realizar una comparación del costo-beneficio ya que es claro que los beneficios que brindan los dispositivos Insteon son muy superiores a los elementos convencionales de conmutación, pero es importante conocer la diferencia en los costos.

<b>Nombre del Dispositivo</b>	<b>Costo</b>
Interruptor Simple LP Blanco Nieve	\$ 3.96
Conmutador 4 vías Simple LP Blanco Nieve	\$ 7.28
Interruptor doble LP Blanco Nieve	\$ 7.91
Dimmer Simple 200W Nieve	\$ 15.99

**Tabla 8.4. Costo de los elementos convencionales de la línea Veto<sup>27</sup>**

<sup>27</sup> Costos según proforma generada el 24 de enero de 2011 en la Agencia 015 de MegaKywi.





**Figura 8.6. Interruptor Simple y Dimmer Simple de la línea Veto Nieve**

Para poder comprar los precios y prestaciones con dispositivos parecidos a los disponibles en Insteon, se presenta un alista de precios de los dispositivos que ofrece la marca Lutron, uno de los desarrolladores más importantes en protocolos de iluminación de tipo propietario en el mundo. Los interruptores presentados en la figura 8.7 tienen la capacidad de comunicarse mediante radiofrecuencia con otros interruptores, tienen la capacidad de dimerización y pueden ser controlados remotamente mediante un control RF (Pico). El precio de los interruptores Lutron se detallan en la tabla 8.5.

En un análisis breve, la diferencia principal entre los dispositivos Lutron y los de Insteon es que los últimos tienen la capacidad de comunicarse por dos bandas diferentes, garantizando la comunicación ya sea mediante la línea eléctrica (powerline) o de forma inalámbrica mediante RF. Los dispositivos Lutron pueden formar un sistema de hasta 10 dispositivos como máximo y pueden alcanzar un rango de hasta 9 metros mediante radiofrecuencia, es decir, son dispositivos muy limitados.

La ventaja de usar los elementos Insteon es que se pueden crear grandes sistemas de control y al incrementar el número de nodos, mejora la calidad de la red. Los dispositivos Insteon son económicos y poseen gran variedad de artículos que permitan satisfacer necesidades como manejar cargas de diferentes tipos, variedad de interruptores, activación mediante relé o dimerización mediante triacs. Y también ofrece variedad en los colores (se pueden obtener dispositivos con placas en color gris, almendra, negro, marfil y café) para adaptarse al diseño del inmueble.

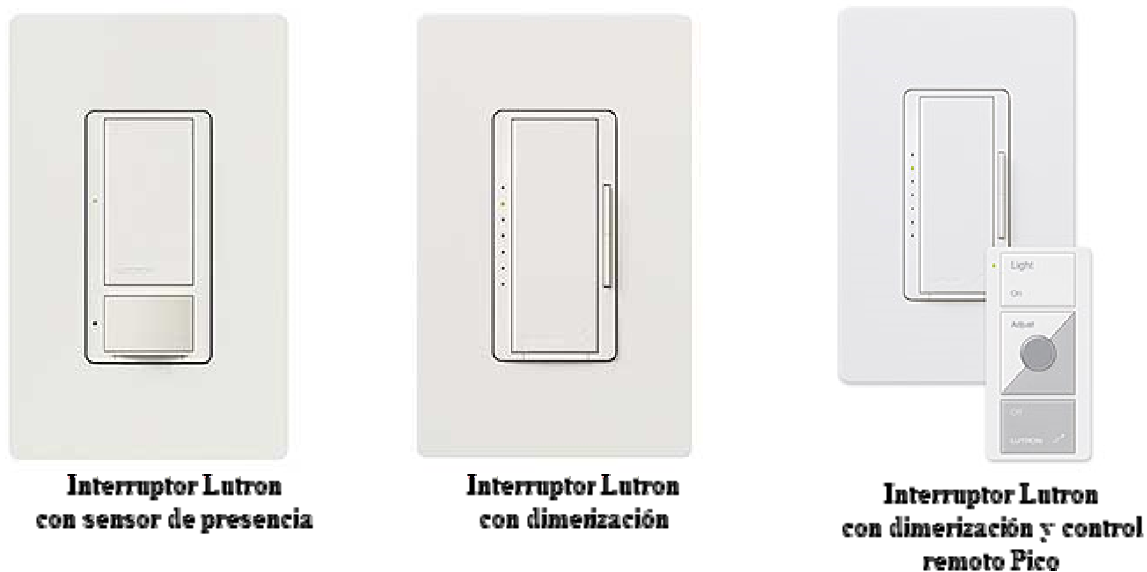


Figura 8.7. Interruptores Lutron

Nombre del Dispositivo Lutron	Costo
Interruptor con sensor de movimiento	\$ 52.00
Interruptor Maestro RF 600W	\$ 88.00
Kit Interruptor RF 600W con Control Remoto Pico	\$ 99.00
Control Remoto inalámbrico Pico	\$ 40.99

Tabla 8.5. Costo de los dispositivos Lutron

En la tabla 8.5 se muestra el costo del Interruptor Maestro de Lutron, que tiene la capacidad de comunicarse mediante RF. Comparando con un interruptor SwitchLinc de doble banda (con capacidad de transmisión por PL y RF) que posee la misma capacidad en manejo de carga, tiene un costo de US\$ 59.99.

El dispositivo Insteon es un 30% más económico que su similar de Lutron y el principio de controlar remotamente una carga mediante RF es el mismo, la diferencia radica en que mediante un solo interruptor se pueden controlar diferentes dispositivos al mismo tiempo y mediante la adición de un controlador, se pueda ejercer un control remoto mediante dispositivos móviles, generando una red de control de alto nivel.

Finalmente, al utilizar dispositivos Insteon se tiene un costo inicial relativamente alto en comparación con los elementos convencionales, pero las prestaciones futuras como el confort, control centralizado, ambientes, ahorro energético, dimerización compensan el costo inicial y se convierte en una inversión que se la puede realizar por fases implementando dispositivos por necesidad y ajustarlos a la capacidad económica del usuario.

### 8.3. PRESUPUESTO GENERAL

El presupuesto general se detalla en dos secciones detalladas en las tablas 8.6 y 8.7. De igual manera se dividen el detalle de los costos de los elementos que conforman el sistema, en el primer grupo (tabla 8.6) se muestran los valores de los dispositivos Insteon que conforman parte de la red de control de iluminación, con un costo total de US\$409.11, presupuesto con el cual se puede control tres cargas diferentes controladas desde interruptores de pared, dos cargas de conexión a enchufe y todas las cargas pudiendo ser controladas desde un solo teclado y pudiendo acceder a controlar las mismas desde un dispositivo habilitado con Wi-Fi o desde la web mediante la integración de un controlador central y del router inalámbrico.

Dispositivo	Cantidad	Val. Uni.	Costo
Interruptor Icon Dimmer	1	\$ 34.99	\$ 34.99
Interruptor Icon On/Off	1	\$ 34.99	\$ 34.99
Módulo LampLinc Dual Band	2	\$ 49.99	\$ 99.98
Placas Decora Leviton	3	\$ 2.23	\$ 6.69
Teclado KeypadLinc	1	\$ 69.99	\$ 69.99
Controlador Central SmartLinc	1	\$ 129.99	\$ 129.99
Router DLink DIR-600 Wireless 150 802.11g	1	\$ 32.48	\$ 32.48
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 409.11</b>

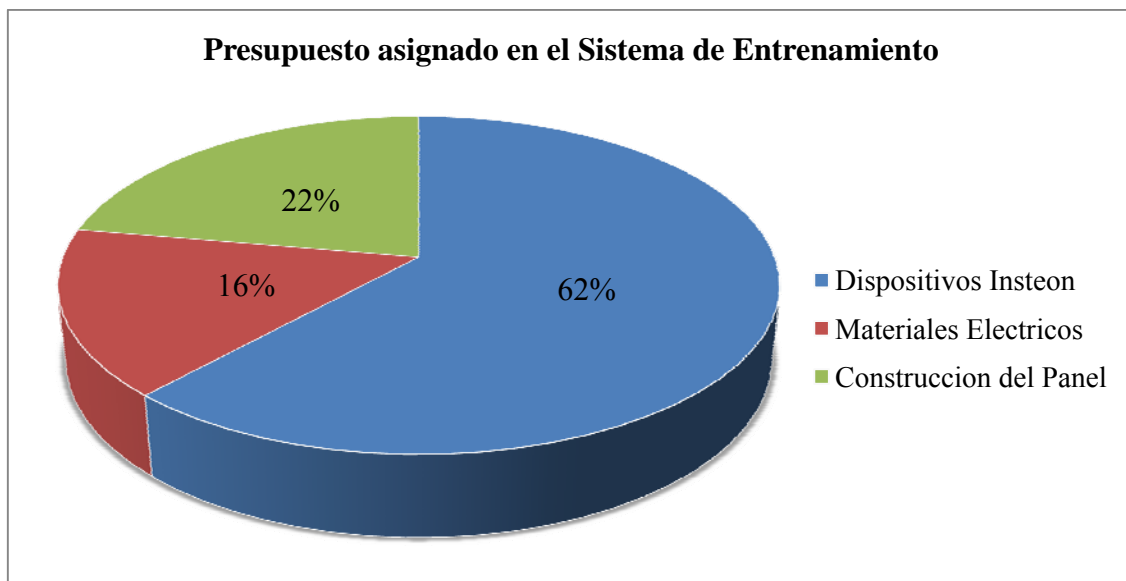
**Tabla 8.6. Costo de los dispositivos que conforman la red Insteon**

En la tabla 8.7 se detallan todos los costos del panel y materiales utilizados para la implementación del mismo, con un total de US\$ 249.14 de presupuesto se consiguió implementar el panel de tal manera que sea de fácil acceso al usuario y cumpla el objetivo de tener un sistema didáctico para entrenarse en la tecnología Insteon.

Material	Cantidad	Val. Uni.	Costo
Materiales Eléctricos			
Canaleta 25x25 perforada	1	\$3.64	\$3.64
Caja F/S de ½	3	\$4.90	\$14.70
Caja plástica para toma polarizado	1	\$1.99	\$1.99
Toma polarizado	4	\$1.00	\$4.00
Tapa plástica para toma	4	\$4.60	\$18.40
Selector de 2 posiciones	1	\$18.00	\$18.00
Luz indicadora led verde	3	\$5.50	\$16.50
Borne de Tierra	1	\$0.25	\$0.25
Bornera para riel DIN	3	\$0.50	\$1.50
Porta fusible	2	\$3.25	\$6.50
Enchufe blindado polarizado 15A, 110V	1	\$1.87	\$1.87
Terminal en U 5/32 16-22 AWG	20	\$0.04	\$0.74
Terminal de enchufe macho rojo	12	\$0.11	\$1.32
Terminal riel hembra rojo RF25	12	\$0.11	\$1.32
Cinta Espiral 6mm / 10 mts 1/4"	10	\$0.15	\$1.50
Cable UTP Cat 5e	3	\$0.37	\$1.11
Cable Flexible #16 5NG-5RJ (Rojo)	10	\$0.22	\$2.24
Cable Flexible #16 5NG-5RJ (Blanco)	10	\$0.22	\$2.24
Cable Flexible #16 5NG-5RJ (Verde)	10	\$0.22	\$2.24
Cable Sucre 3*16 AWG	3	\$1.05	\$3.16
Terminal RJ45 8 hilos	2	\$0.10	\$0.20
Protector para el terminal RJ45	2	\$0.10	\$0.20
Fusible Cerámico 10x38, 2A, 500V	2	\$0.26	\$0.52
	TOTAL		\$104.14
Construcción de Gabinete			
Gabinete para panel en forma de L	1	\$120.00	\$120.00
Base 120 x 140 x 110 (cm)	1	\$10.00	\$10.00
Base 30 x 110 x 70 (cm)	3	\$5.00	\$15.00
	TOTAL		\$145.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 249.14</b>

**Tabla 8.7. Costo de los materiales utilizados para la implementación del panel**

En definitiva, con un total de US\$ 658.25 de presupuesto se ha conseguido construir e implementar el sistema de entrenamiento Insteon para control de iluminación mediante Wi-Fi. Teniendo un 62% de presupuesto destinado a los dispositivos y un 38% para los materiales que integran el panel, y de este último un 58% (22% del total) utilizado en el gabinete y el restante 42% (16% del total del presupuesto) destinado a los materiales eléctricos. En la figura 8.8 se muestra gráficamente el porcentaje de presupuesto destinado a los diferentes grupos de elementos que conforman el sistema de entrenamiento Insteon.



**Figura 8.8. Gráfico de porcentajes del presupuesto del sistema**

## CAPÍTULO 9

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1. CONCLUSIONES

Insteon es un protocolo propietario desarrollado por SmartLabs, inventado para corregir las limitaciones inherentes del protocolo X10 (preservando la compatibilidad con dicha tecnología). El principio de funcionamiento se basa en el envío de paquetes de 24 bits con modulación BPSK (Binary Phase-Shift Keying), en cada cruce por cero de la tensión de la red eléctrica (120 VAC, 60 Hz), utilizando una señal portadora de 131,65 KHz, consiguiendo una tasa de transmisión efectiva de 2.880 Kbit/s.

Una gran ventaja de los dispositivos Insteon, es que son de banda dual garantizando la transmisión de información por cualquiera de los dos medios, mediante la línea eléctrica o por radiofrecuencia en FSK (Frequency Shift Keying) a 904 MHz, con la característica de que todos los dispositivos funcionan como repetidores en una red (topología en malla) que puede estar constituida por hasta 16.777.216 nodos. De este modo se consiguen dos objetivos; asegurar que el mensaje llega al destino y garantizar redundancia para verificar si se han producido errores. (Si el destino no confirma la correcta recepción, el mensaje es reenviado).

Insteon es una tecnología basada en la simplicidad, reflejada principalmente en la instalación de los dispositivos ya que se utiliza el cableado existente de la línea eléctrica del inmueble y no se requiere de cableado adicional o de elementos secundarios para ponerlos en marcha. Adicionalmente, a nivel de red, su topología es en malla, por lo que no

requiere de un controlador principal para funcionar y todos los dispositivos son iguales (actúan de actuadores, controladores y transmisores al mismo tiempo). Finalmente, el usuario ve reflejado la sencillez de los dispositivos Insteon al evitar inscribir los dispositivos a la red ya que cuentan con una dirección única definida de fábrica y la vinculación entre los mismos consiste solamente en pulsar un botón.

Siendo la simplicidad como una característica principal, se garantiza fiabilidad, ya que entre más simple sea una red de dispositivos, disminuye el margen de error en la comunicación, utilizando la menor cantidad de memoria posible y considerando que la velocidad de transmisión (2.88 bits/segundo) es suficiente para aplicaciones dentro del inmueble como un interruptor de luz. Con todos estos detalles, resulta un producto de menor costo comparado con sus similares en el mercado.

La capacidad de transmisión mediante RF, genera que existan dispositivos inalámbricos que funcionen con baterías, como los sensores de seguridad y mandos a distancia. En consecuencia, los dispositivos inalámbricos se pueden configurar para que no actúen como retransmisores de mensajes y sólo actúen como generadores de mensajes, disminuyendo el consumo de energía; sin embargo, dicha configuración se debe realizar solo en dispositivos que no sean indispensables en la transmisión de mensajes a distancia, que sirvan de puente para incrementar el alcance.

La compatibilidad de Insteon con el protocolo X10, se basa en la coexistencia de las señales provenientes de ambos protocolos al mismo tiempo sin interferirse entre sí, ya que Insteon se transmite a una frecuencia diferente a sin interferencia mutua. Los dispositivos Insteon no pueden retransmitir o amplificar las señales de X10, pero la compatibilidad radica en que pueden ser dispositivos híbridos que transmiten una señal a la vez, operando de manera similar en los dos entornos.

Insteon es una opción ideal para inmuebles ya construidos en los cuales se desee implementar un sistema automatizado, ya que bastaría con reemplazar los dispositivos existentes de conexión, conmutación y enchufe por dispositivos Insteon que permitan desarrollar un sistema integral automatizado sin cableado adicional, fuentes de energía especiales o cambios civiles en el inmueble.

Los dispositivos de la tecnología Insteon permiten una instalación por etapas o fases, acomodándose a las necesidades y en especial a la economía del cliente, ya que una red Insteon no necesita de un controlador para poder funcionar o marcar los caminos de transmisión de los mensajes, adicionalmente, al incrementar dispositivos la red se vuelve más robusta y no afecta al desempeño de la misma.

## 9.2. RECOMENDACIONES

Debido a que el protocolo Insteon tiene como medio de transmisión la línea eléctrica, es indispensable que se cuente con el cable neutro en cada punto de la comitada eléctrica, especialmente en los puntos donde se ubican los interruptores, ya que generalmente en estos puntos solo se cuenta con un retorno de carga y no con una conexión a neutro. Esto permitiría una implementación, fácil y rápida, de este tipo de dispositivos.

De igual manera, se debe contar siempre con instalaciones polarizadas para los dispositivos Insteon de enchufe, siguiendo la norma americana, para que no existan problemas en la transmisión de información a través del protocolo y asegurando una correcta conexión a la línea y neutro.

Para que no exista inconvenientes al momento de configurar el Controlador Central SmartLinc dentro de la red interna LAN, se recomienda que el direccionamiento del router al cual está conectado el controlador, sea de forma dinámica (DHCP) y en los routers que lo permitan, realizar la reserva de dirección IP al controlador SmartLinc para mantener siempre fija la dirección de acceso al mismo. El Router Linksys, modelo WRT610N – Versión 1, ha sido declarado incompatible con el controlador SmartLinc.

Se sugiere siempre revisar el manejo de tipo de carga y potencia máxima permitida para cada uno de los dispositivos Insteon, sin llegar al límite permitido; caso contrario, se podrían generar daños irreversibles. De igual manera, se recomienda que las cargas que se conecten a los módulos de ingreso de carga LampLinc, se enchufen cuando el panel se encuentre apagado.



---

Finalmente, se recomienda la implementación de un controlador central dentro de la red Insteon ya que las prestaciones que otorga a la misma son muy importantes y permiten el acceso de control y monitoreo, de forma local y remota a través del internet, mediante dispositivos de uso diario como computadores, celulares, PDA's. El uso del controlador no es obligatorio ya que la red Insteon no necesita del mismo para actuar, pero se obtiene una red de control de alto nivel al incluirlo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DARBEE Paul, *Insteon The Details*, SmartHome Technology, Irvine, CA-EEUU, 11 de agosto de 2005.
- DARBEE Paul, *Insteon Compared*, SmartHome Technology, Irvine, Irvine, CA-EEUU, 2 de enero de 2006.
- MORGAN Bill, DARBEE Paul, NGUYEN Caroline, *Insteon Developer's Guide*, Segunda Edición, SmartHome Technology, Irvine, CA-EEUU, 23 de febrero de 2009.
- MATTHEW STREBE, *Insteon: Smarthomes for Everyone: The Do-It-Yourself Home Automation Technology*, iUniverse, marzo de 2009.
- MADERO SERRANO Pedro J., *Domótica y Aplicaciones para el Hogar*, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada.
- BERROTAN SILVA Omar D, *Iniciando a Desarrollar para BlackBerry*, septiembre 2010.
- RESEARCH IN MOTION, **BlackBerry Java Application UI and Navigation: Development Guide**, 20 de agosto de 2010, Versión 5, Canadá.
- <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/INSTEON>, WordLingo, Insteon.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Domotica>, Wikipedia, Domótica.

- <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>, CasaDomo, Introducción a la Domótica.
- [http://www.varona.rimed.cu/revista\\_orbita/index.php?option=com\\_content&task=view&id=755&Itemid=832](http://www.varona.rimed.cu/revista_orbita/index.php?option=com_content&task=view&id=755&Itemid=832), Orbita Científica, Sugerencias metodológicas para la realización de prácticas de laboratorio.
- [http://mx.blackberry.com/developers/resources/tutorials.jsp#tab\\_tab\\_development](http://mx.blackberry.com/developers/resources/tutorials.jsp#tab_tab_development), Tutoriales para desarrolladores, BlackBerry Java Development Environment
- <http://movilarena.com/2011/01/03/desarrollo-de-aplicaciones-para-blackberry-en-espanol-capitulo-4/>, Desarrollo de aplicaciones para BlackBerry, Movilarena.
- [http://www.smarthome.com/forum/topic.asp?TOPIC\\_ID=6298](http://www.smarthome.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=6298), SmartLinc web automation solved, Smarthome Forum.
- <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1466313>, Gartner Newsroom, Gartner Says Worldwide Mobile Phone Sales Grew 35 Percent in Third Quarter 2010, Ben Tudor y Christy Pettey.
- <http://www.revistalideres.ec/2010-10-04/Informe.aspx>, El ecuatoriano se adapta más a los smartphones, Revista Lideres, Ivanna Zauzich, Pedro Maldonado y Talina Mosquera.

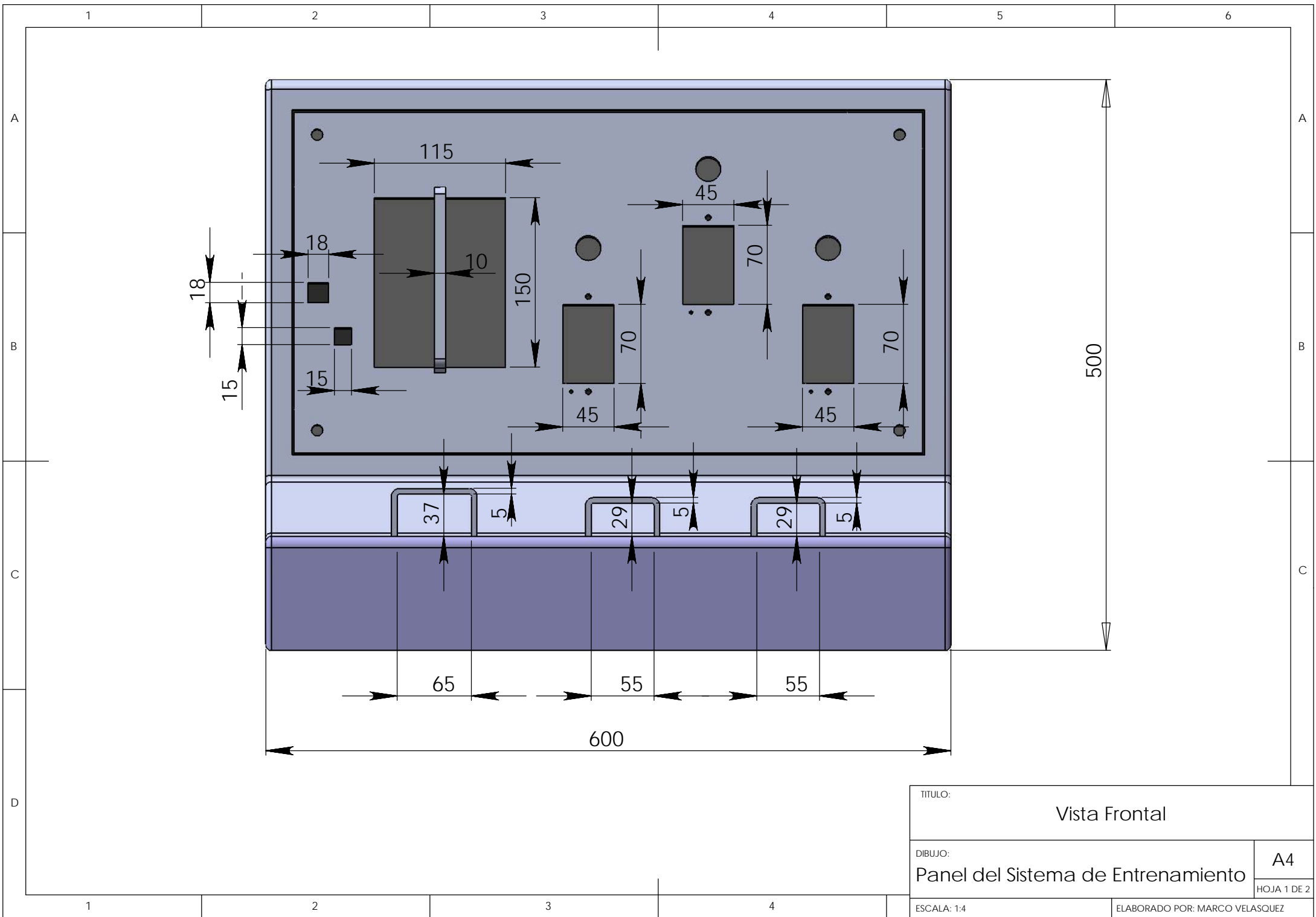
## **ANEXO 1**

### **DISEÑO DEL GABINETE DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**



TITULO:		Isometría Ensamblada Final	
DIBUJO:		Panel del Sistema de Entrenamiento	
ESCALA: 1:6		ELABORADO POR: MARCO VELASQUEZ	
		A4	
		HOJA 1 OF 1	

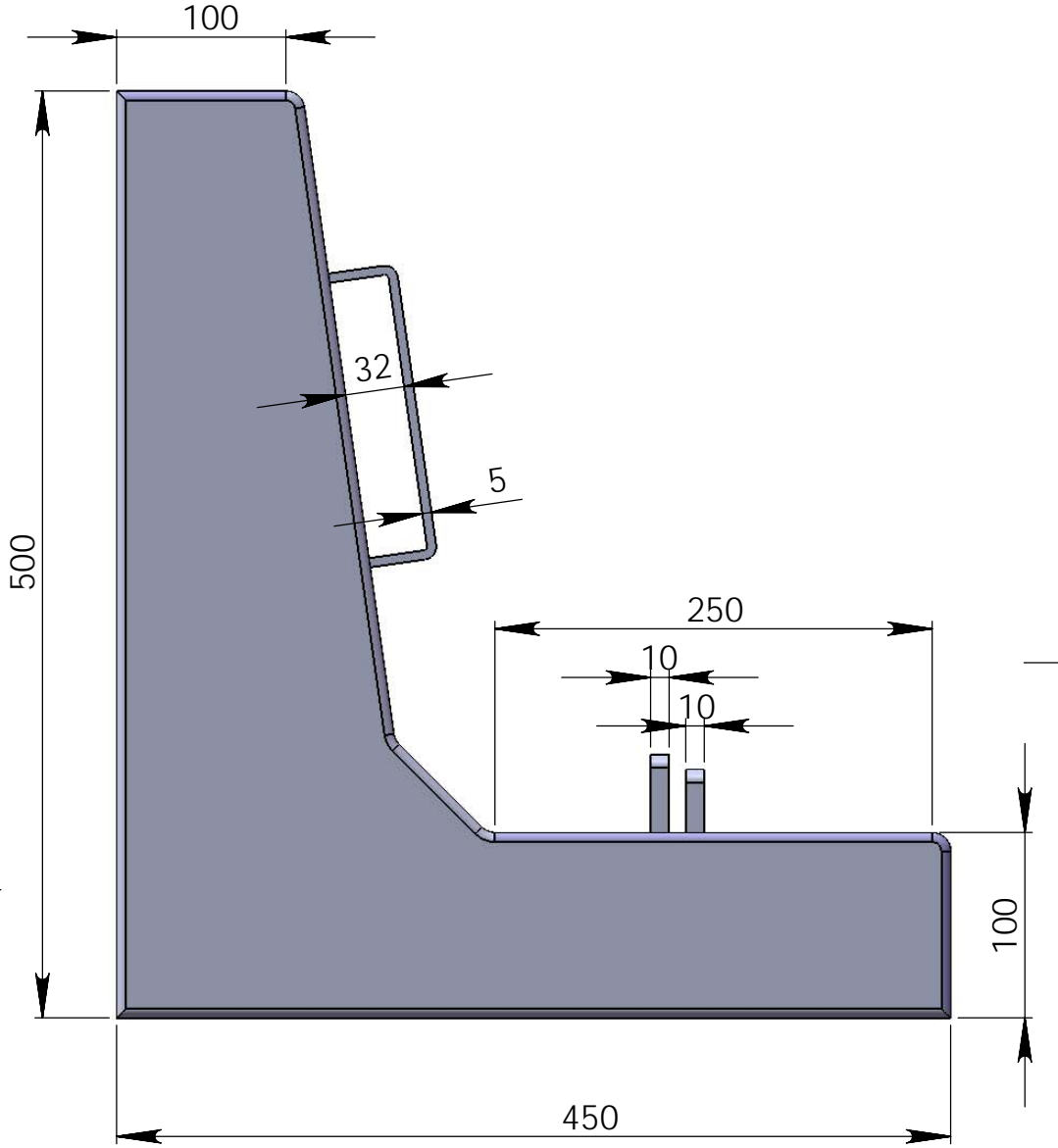
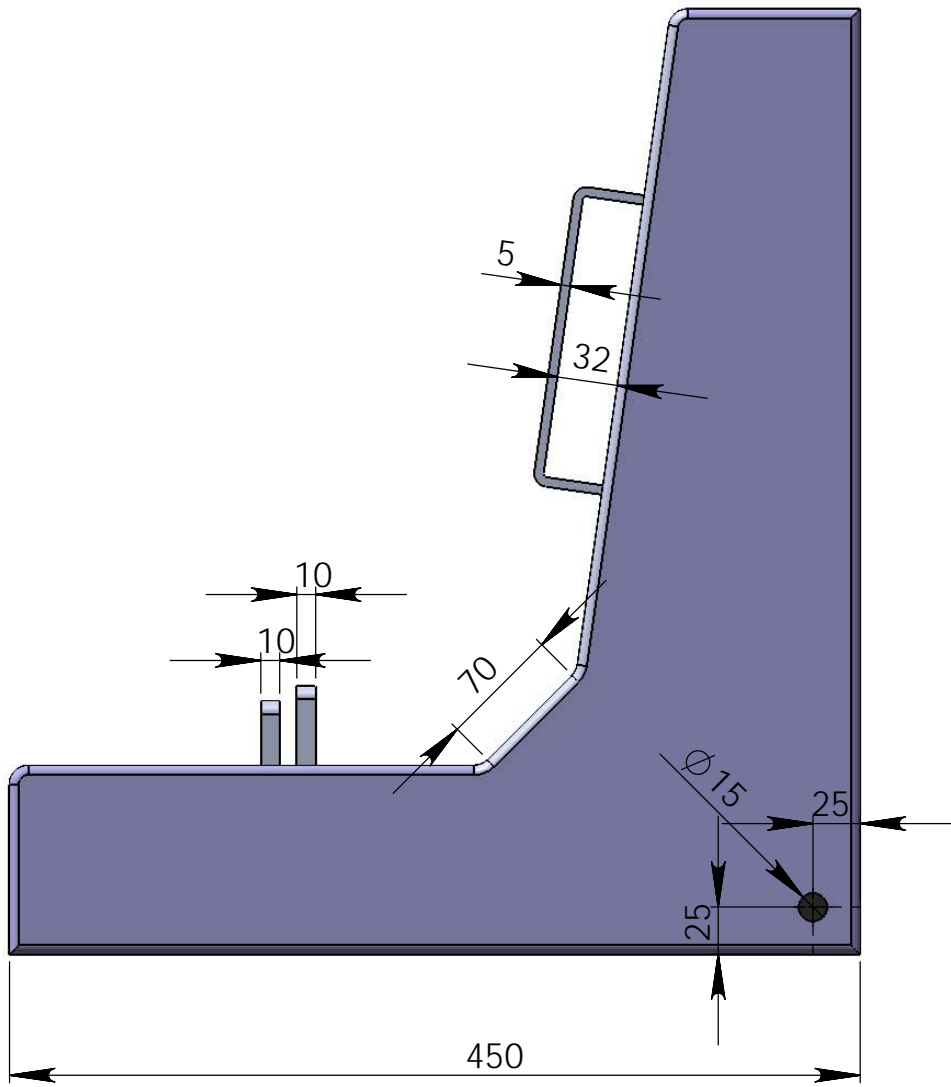




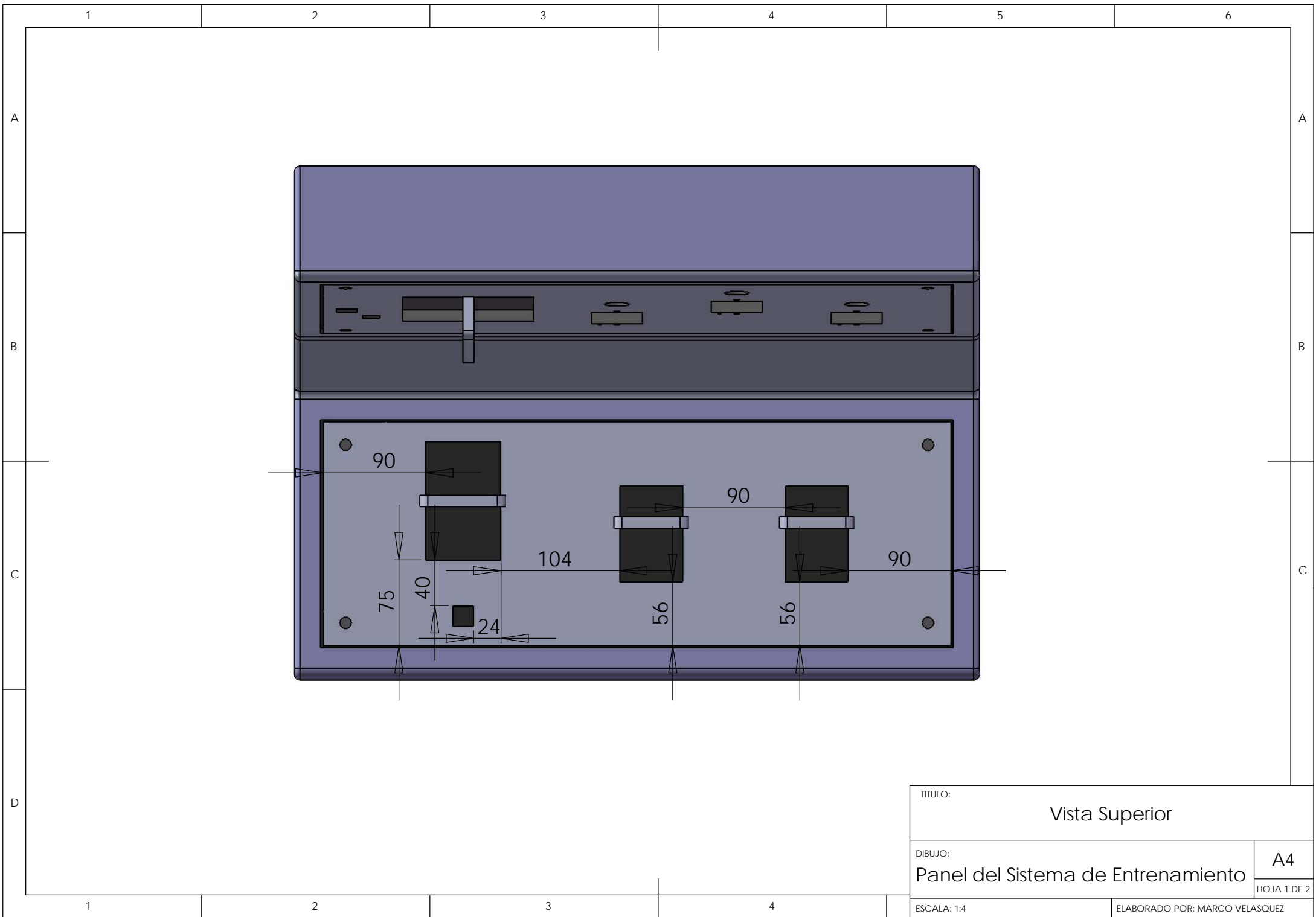
TITULO:		Vista Frontal	
DIBUJO:		A4	
Panel del Sistema de Entrenamiento		HOJA 1 DE 2	
ESCALA: 1:4		ELABORADO POR: MARCO VELASQUEZ	







TITULO:		Vistas Laterales	
DIBUJO:		A4	
Panel del Sistema de Entrenamiento		HOJA 1 DE 1	
ESCALA: 1:4		ELABORADO POR: MARCO VELASQUEZ	



1 2 3 4 5 6

A

A

B

B

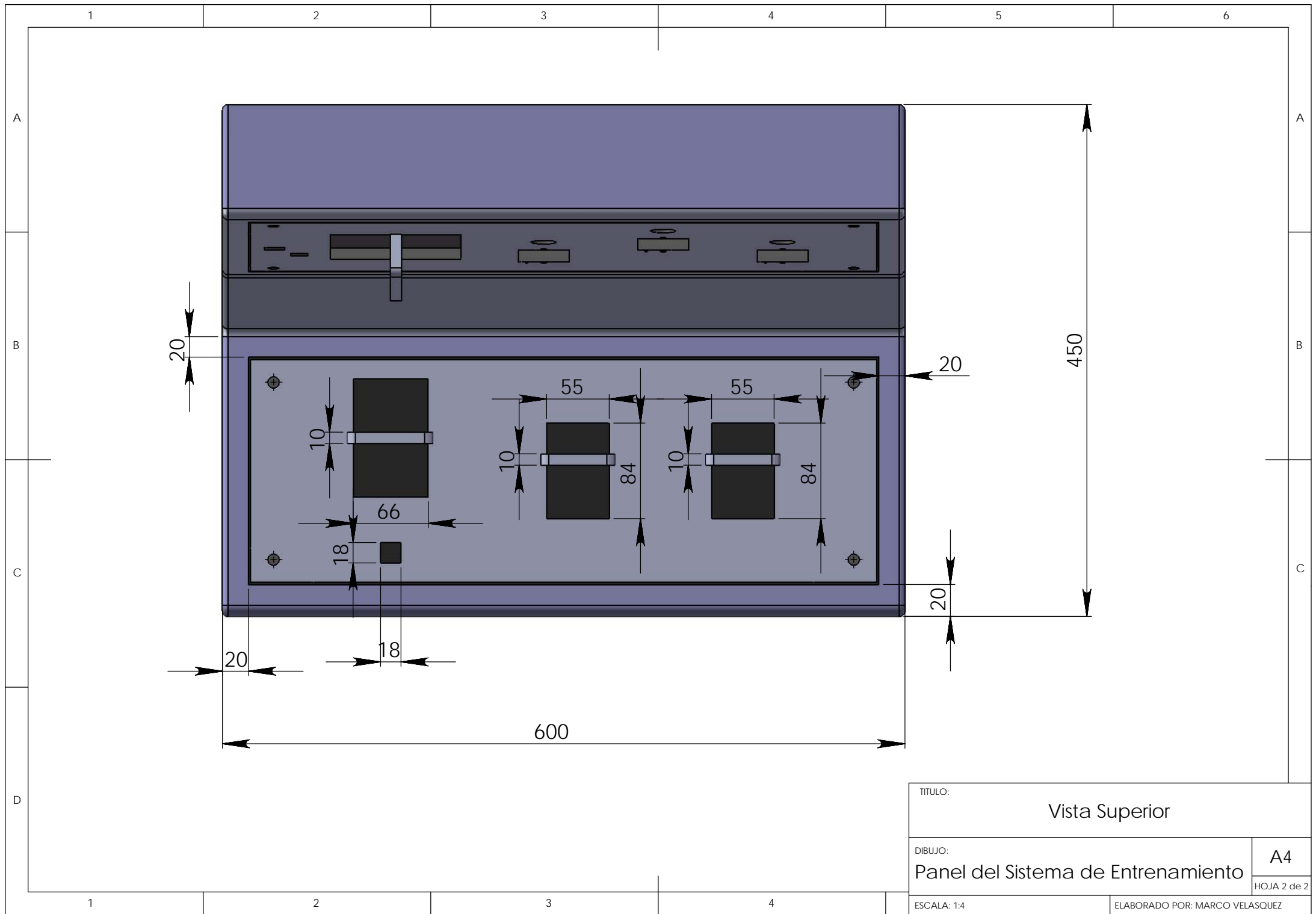
C

C

D

1 2 3 4 5 6

TITULO:		Vista Superior	
DIBUJO:		A4	
Panel del Sistema de Entrenamiento		HOJA 1 DE 2	
ESCALA: 1:4		ELABORADO POR: MARCO VELASQUEZ	

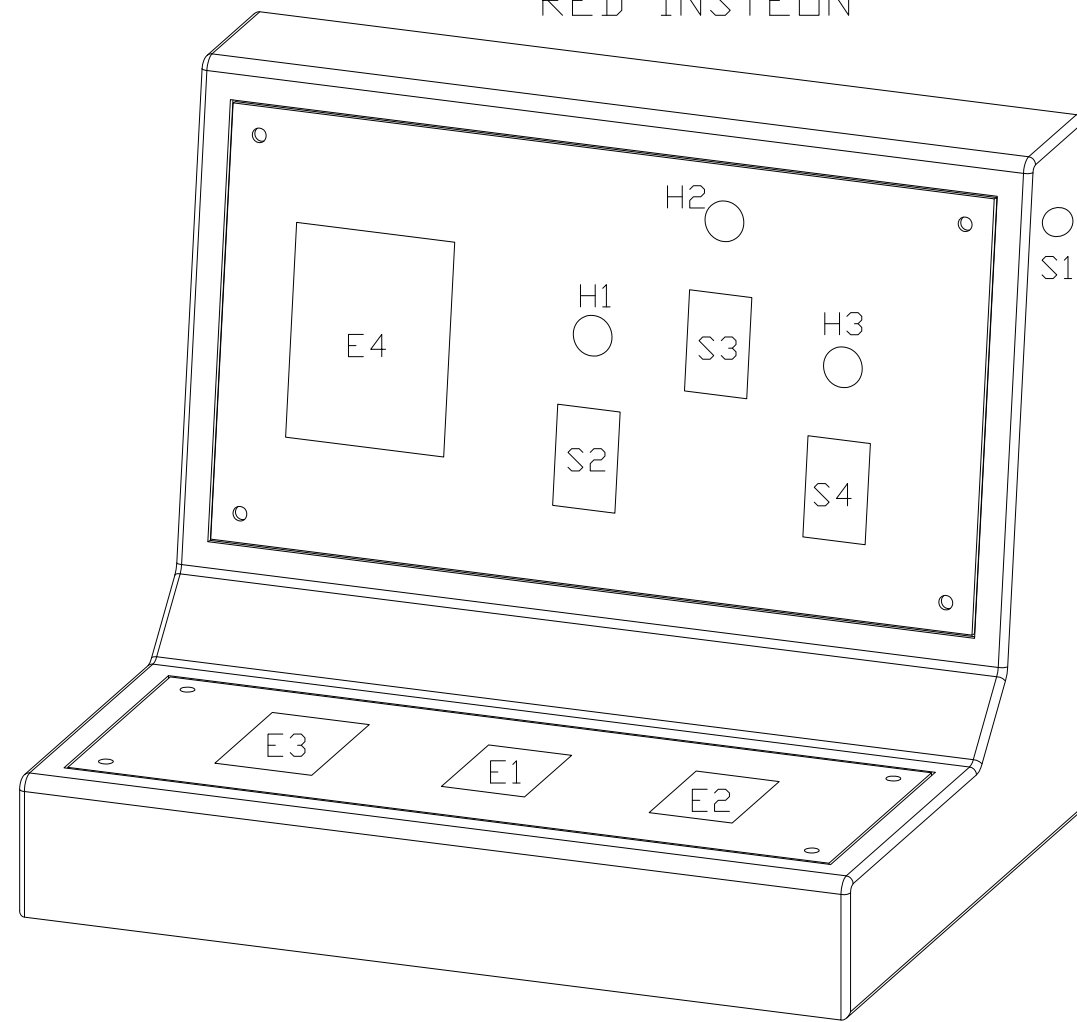


TITULO:		Vista Superior	
DIBUJO:		A4	
Panel del Sistema de Entrenamiento		HOJA 2 de 2	
ESCALA: 1:4		ELABORADO POR: MARCO VELASQUEZ	

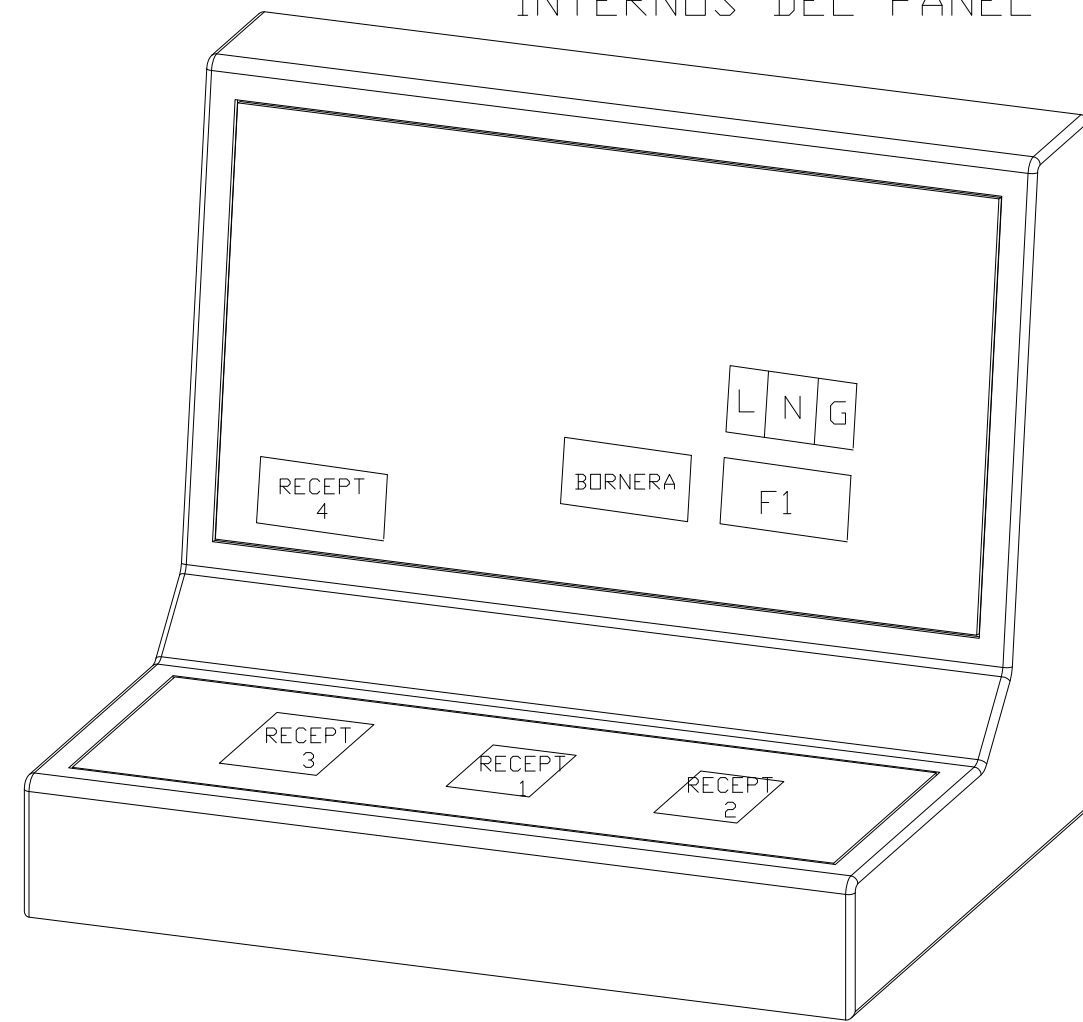
## **ANEXO 2**

### **PLANOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

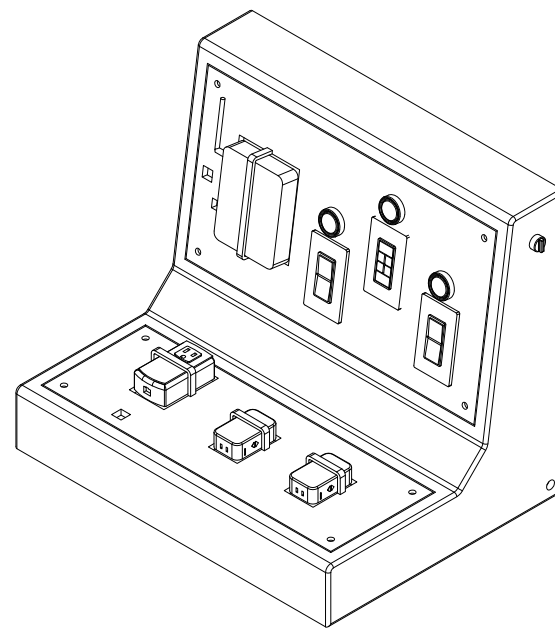
BLOQUES DE DISPOSITIVOS  
RED INSTEON



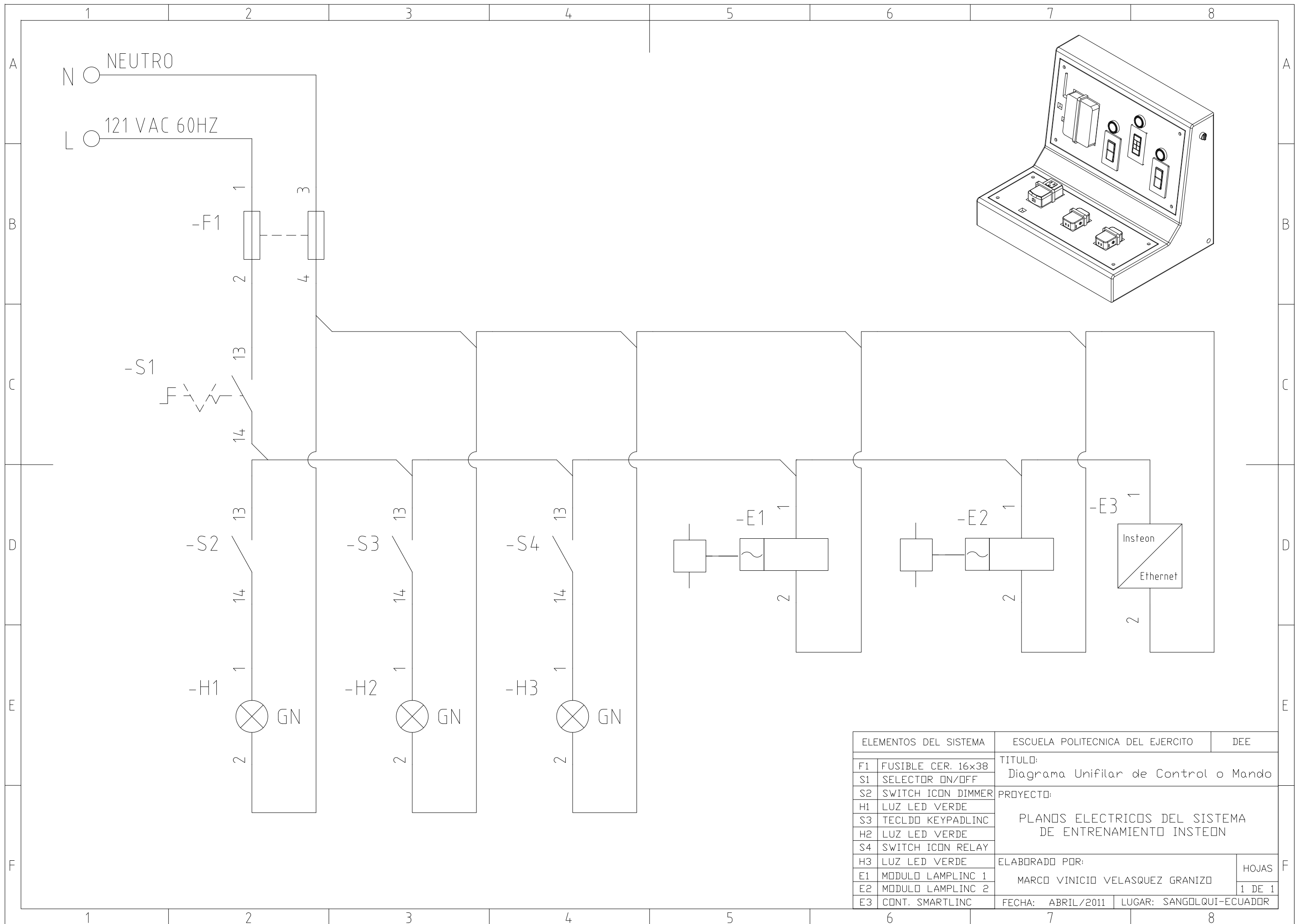
BLOQUES DE ELEMENTOS  
INTERNOS DEL PANEL



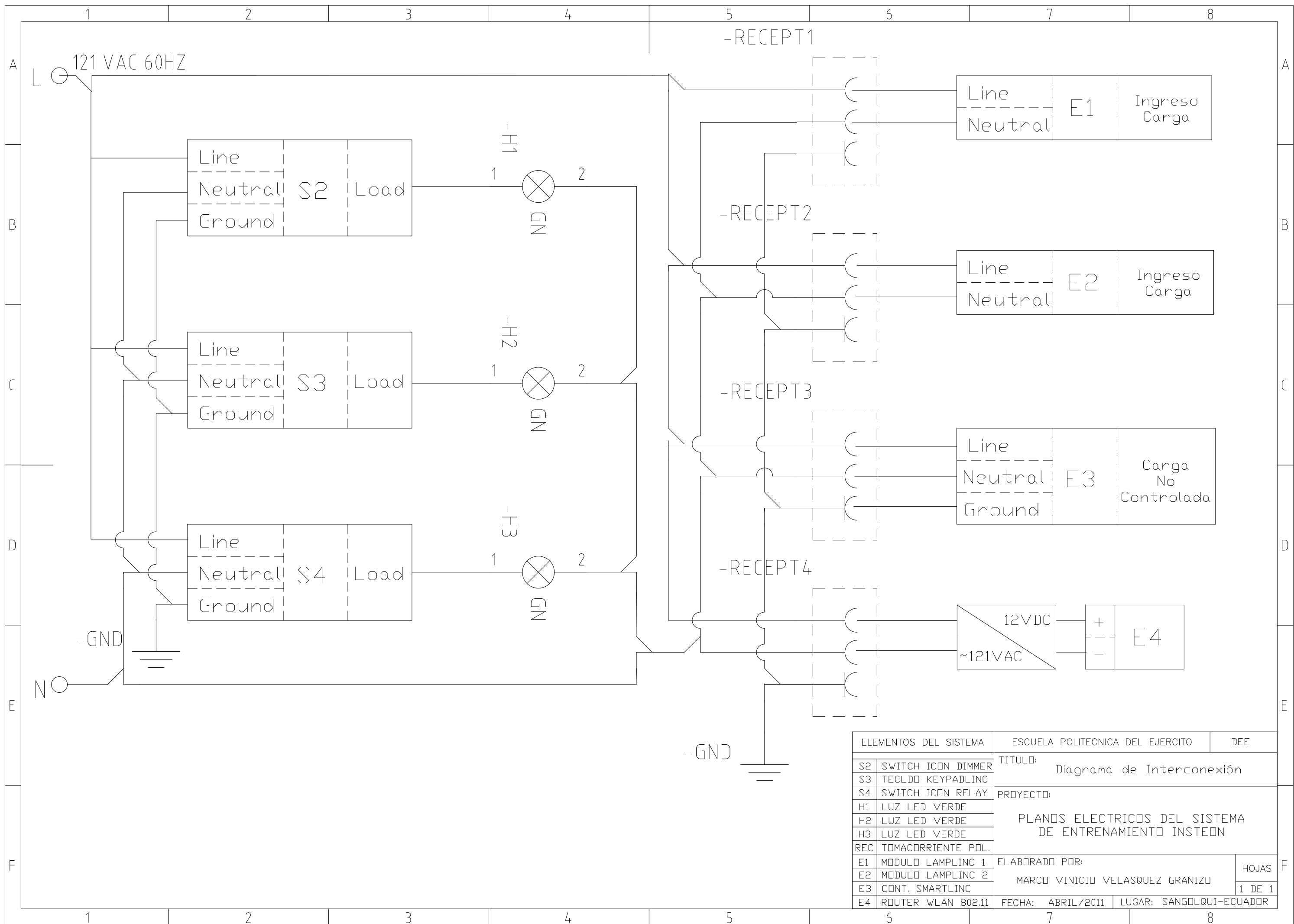
ISOMETRIA ENSAMBLADA FINAL



ELEMENTOS DEL SISTEMA		ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO	DEE
F1	FUSIBLE CER. 16x38	TITULO: Diagrama de Bloques	
S1	SELECTOR ON/OFF		
S2	SWITCH ICON DIMMER	PROYECTO: PLANOS ELECTRICOS DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEON	
H1	LUZ LED VERDE		
S3	TECLDO KEYPADLINC		
H2	LUZ LED VERDE		
S4	SWITCH ICON RELAY	ELABORADO POR: MARCO VINICIO VELASQUEZ GRANIZO	
H3	LUZ LED VERDE		
E1	MODULO LAMPLINC 1	HOJAS 1 DE 1	
E2	MODULO LAMPLINC 2		
E3	CONT. SMARTLINC	FECHA: ABRIL/2011	LUGAR: SANGOLQUI-ECUADOR



ELEMENTOS DEL SISTEMA		ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO	DEE
F1	FUSIBLE CER. 16x38	TITULO: Diagrama Unifilar de Control o Mando	
S1	SELECTOR ON/OFF	PROYECTO:	
S2	SWITCH ICON DIMMER	PLANOS ELECTRICOS DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEON	
H1	LUZ LED VERDE	ELABORADO POR:	
S3	TECLDO KEYPADLINC	MARCO VINICIO VELASQUEZ GRANIZO	
H2	LUZ LED VERDE	FECHA: ABRIL/2011	
S4	SWITCH ICON RELAY	LUGAR: SANGOLQUI-ECUADOR	
H3	LUZ LED VERDE	HOJAS	
E1	MODULO LAMPLINC 1	1 DE 1	
E2	MODULO LAMPLINC 2		
E3	CONT. SMARTLINC		



ELEMENTOS DEL SISTEMA		ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO	DEE
S2	SWITCH ICON DIMMER	TITULO: Diagrama de Interconexión	
S3	TECLDO KEYPADLINC		
S4	SWITCH ICON RELAY	PROYECTO: PLANOS ELECTRICOS DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO INSTEDON	
H1	LUZ LED VERDE		
H2	LUZ LED VERDE		
H3	LUZ LED VERDE		
REC	TOMACORRIENTE POL.	ELABORADO POR: MARCO VINICIO VELASQUEZ GRANIZO	
E1	MODULO LAMPLINC 1		
E2	MODULO LAMPLINC 2		
E3	CONT. SMARTLINC		
E4	ROUTER WLAN 802.11	FECHA: ABRIL/2011	LUGAR: SANGOLQUI-ECUADOR
		HOJAS 1 DE 1	

## **ANEXO 3**

### **CÓDIGO DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY**



## CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

Programa utilizado para el Desarrollo: BlackBerry Java Plug-in para Eclipse (Versión: 1.3.0)

El plug-in de RIM está limitado para trabajar con la versión 3.5 de Eclipse, y todos los recursos están desarrollados para ser ejecutados bajo la plataforma de Windows en 32 bits. Los requerimientos básicos para desarrollar Aplicaciones BlackBerry Java son:

1. Desarrollador de Java Eclipse 3.5 (Galileo).
2. La versión disponible del Kit de Desarrollo Java (JDK), 32 bits.
3. Windows XP o superior (32 bits).
4. RAM de 2 GB o superior.
5. Espacio en Disco Duro de 3GB como mínimo.
6. CPU con procesador Pentium 4 de 2.5Ghz, o superior.
7. Resolución mínima en el monitor de 1024x768.



**Código de Programa de la Clase Fuente (Insteon\_Src.java)**

```
import net.rim.device.api.ui.UiApplication;
import java.lang.String;
import javax.microedition.io.Connector;

public class Insteon_Src extends UiApplication{

    public static void main(String[] args) {
        Insteon_Src instancia = new Insteon_Src();
        //Instancia de la Clase Principal
        instancia.enterEventDispatcher();
        //Permite a la aplicación responder a los eventos del dispositivo
    }
    public Insteon_Src(){
        pushScreen(new Pantalla_Principal());
        //Acción que permite abrir la clase de la Pantalla Principal cuando se inicie la Aplicación
    }
}
```

ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

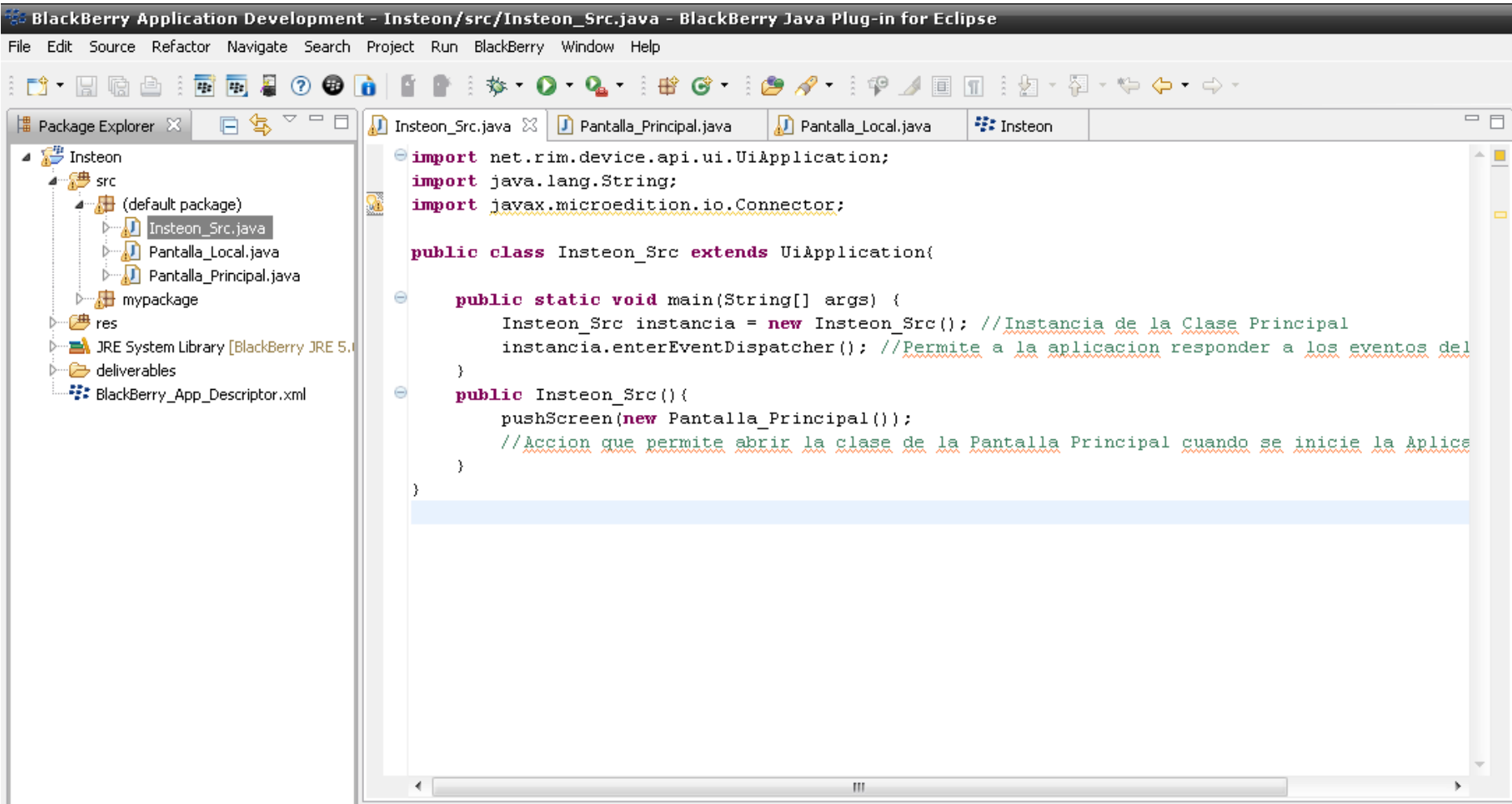


Figura A3.1. Captura de Pantalla del Código de Programa de la Clase Fuente

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

**Código de Programa de la Clase de la Pantalla Principal (Pantalla\_Principal.java)**

```

import net.rim.device.api.ui.*;
import net.rim.device.api.ui.component.*;
import net.rim.device.api.ui.container.*;
import net.rim.blackberry.api.browser.*;
import net.rim.device.api.ui.Graphics;
import net.rim.device.api.system.Bitmap;
import net.rim.device.api.system.Display;

public class Pantalla_Principal extends MainScreen {

    //Definición de Variables
    LabelField Titulo_Aplicacion;
    ButtonField Control_Local, Control_Remoto, Configurar;
    Bitmap Fondo = Bitmap.getBitmapResource("Imagen Insteon.jpg");

    public Pantalla_Principal(){
        super();

        //Colocar fondo de Pantalla una imagen del Logo de Insteon

        VerticalFieldManager Pantalla_Fondo = new
        VerticalFieldManager(VerticalFieldManager.USE_ALL_WIDTH|VerticalFieldManager.USE_ALL_HEIGHT){
            public void paint (Graphics graphics){
                graphics.drawBitmap(0,0,Display.getWidth(),Display.getHeight(),Fondo,0,0);
                super.paint(graphics);
            }
        };

        Titulo_Aplicacion = new LabelField ("Sistema de Entrenamiento Insteon"); //Objeto que contiene el titulo
        setTitle(Titulo_Aplicacion);
        //Comando de MainScreen que define el titulo de la Aplicación

```



## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Agregar Texto de Bienvenida a la Pantalla

RichTextField Bienvenida = new RichTextField ("Bienvenido al Sistema de Entrenamiento Insteon...");
Pantalla_Fondo.add (Bienvenida); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla

RichTextField Mensaje_Escoger = new RichTextField ("Escoger la Opcion:");
Pantalla_Fondo.add (Mensaje_Escoger); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla

//Agregar los Botones de Selección de Control Local o Remoto

Control_Local = new ButtonField ("Control Local", ButtonField.CONSUME_CLICK);
//El campo Consume_Click permite que al presionar el boton no se despliegue el menú de Switch Application
Control_Local.setChangeListener(Local);
//Permite ejecutar los comandos de la función Local al pulsar el botón
Pantalla_Fondo.add (Control_Local);
//Agrega el botón a la pantalla de Control Local que permite abrir los controles de los dispositivos

Control_Remoto = new ButtonField ("Control Remoto", ButtonField.CONSUME_CLICK);
//El campo Consume_Click permite que al presionar el boton no se despliegue el menú de Switch Application
Control_Remoto.setChangeListener(Remoto);
//Permite ejecutar los comandos de la función Remoto al pulsar el botón
Pantalla_Fondo.add (Control_Remoto);
//Agrega el boton a la pantalla de Control Remoto que vincula al servidor del SmartLinc

Configurar = new ButtonField ("Configurar", ButtonField.CONSUME_CLICK);
Configurar.setChangeListener(Config);
//Permite ejecutar los comandos de la función Configurar al pulsar el botón
Pantalla_Fondo.add (Configurar);
//Agrega el botón a la pantalla de Configurar que vincula al firmware del SmartLinc

add(Pantalla_Fondo);

}
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones

FieldChangeListener Local = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        synchronized (UiApplication.getApplication().getEventLock()) {
            UiApplication.getUiApplication().pushScreen(new Pantalla_Local());
        }
    }
};

FieldChangeListener Remoto = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserSession session = Browser.getDefaultSession();
        session.displayPage("https://smartlinc.smarthome.com/where.asp");
    }
};

FieldChangeListener Config = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserSession session = Browser.getDefaultSession();
        session.displayPage("http://192.168.0.100");
    }
};

//Para que la aplicación ejecute un mensaje al salir
public boolean onClose(){
    Dialog.alert("Gracias por usar el Sistema de Entrenamiento Insteon");
    //Texto que se muestra en cuadro de dialogo al salir
    System.exit(0); //Para salir de la aplicación
    return true;
}
}
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

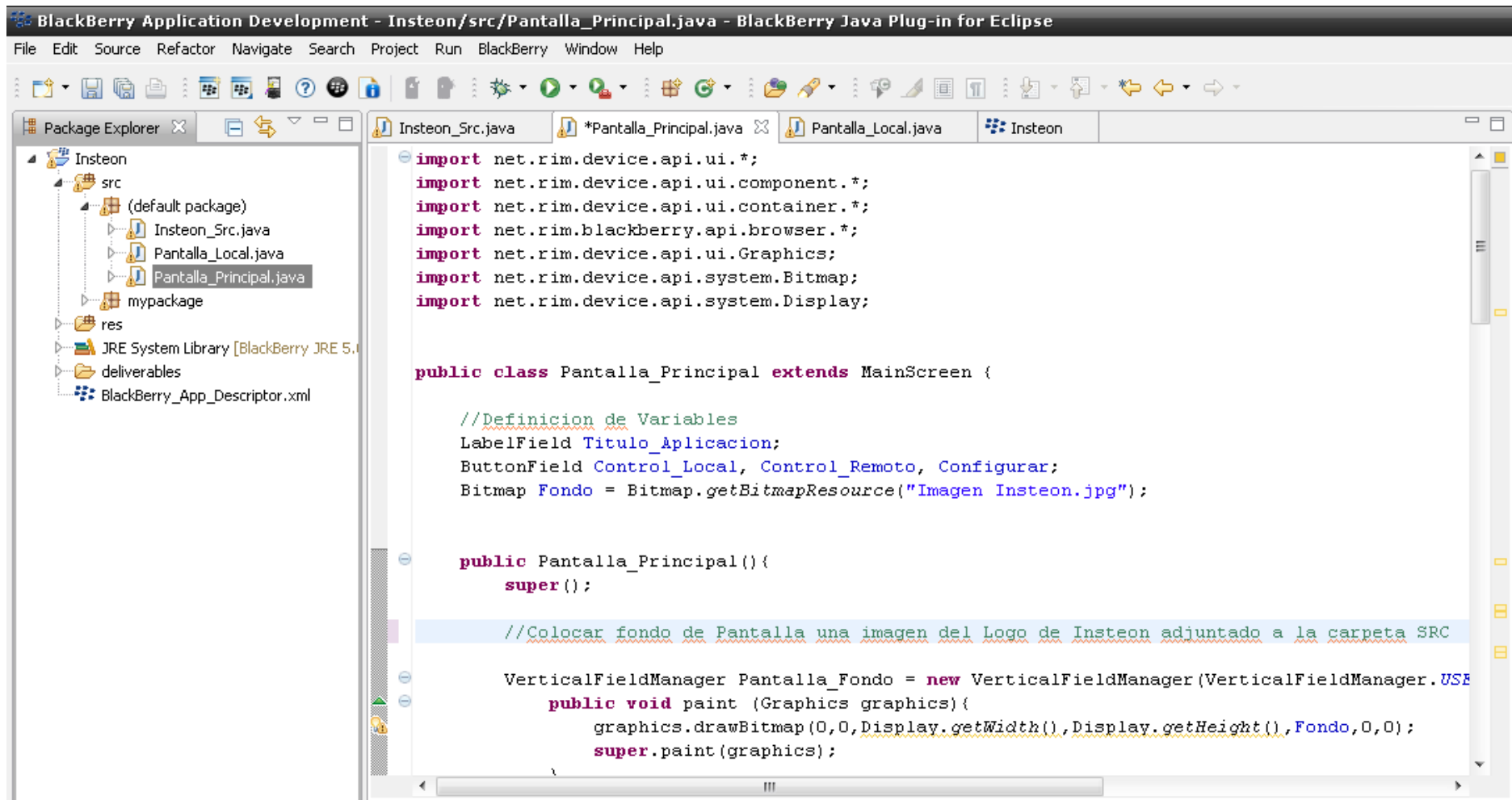


Figura A3.2. Captura de Pantalla del Código de Programa de la Clase Pantalla Principal

### Código de Programa de la Clase de la Pantalla de Control Local (Pantalla\_Local.java)

```

import net.rim.device.api.ui.*;
import net.rim.device.api.ui.component.*;
import net.rim.device.api.ui.container.*;
import net.rim.device.api.ui.Graphics;
import net.rim.device.api.system.Bitmap;
import net.rim.device.api.system.Display;
import net.rim.device.api.ui.container.HorizontalFieldManager;
import net.rim.device.api.browser.field2.*;

public class Pantalla_Local extends MainScreen {

    //Definición de Variables
    ButtonField IconDimmer_ON, IconDimmer_OFF, IconRelay_ON, IconRelay_OFF;
    ButtonField Teclado_ON, Teclado_OFF;
    ButtonField LampLinc1_ON, LampLinc1_OFF, LampLinc2_ON, LampLinc2_OFF;
    ButtonField IconDimmer25, IconDimmer50, IconDimmer75;
    ButtonField LampLinc125, LampLinc150, LampLinc175;
    ButtonField LampLinc225, LampLinc250, LampLinc275;
    ButtonField Total_ON, Total_OFF;

    Bitmap Fondo = Bitmap.getBitmapResource("Imagen Panel.jpg");

    public Pantalla_Local(){

        //Colocar fondo de Pantalla una imagen del Sistema de Entrenamiento adjuntado a la carpeta SRC

        VerticalFieldManager Pantalla_Fondo = new
        VerticalFieldManager(VerticalFieldManager.USE_ALL_WIDTH|VerticalFieldManager.USE_ALL_HEIGHT){
            public void paint (Graphics graphics){
                graphics.drawBitmap(0,0,Display.getWidth(),Display.getHeight(),Fondo,0,0);
                super.paint(graphics);
            }
        };
    }
};

```





## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Agregar el Titulo de la Pantalla de Control Local

RichTextField Titulo_Local = new RichTextField ("Control Local:");
Pantalla_Fondo.add (Titulo_Local); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla

//Agregar el Titulo del dispositivo Icon Dimmer

RichTextField IconDimmer_Titulo = new RichTextField ("Interruptor Icon Dimmer");
Pantalla_Fondo.add (IconDimmer_Titulo); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla

//Agregar los Botones de para el Icon Dimmer agrupados horizontalmente

HorizontalFieldManager IconDimmer = new HorizontalFieldManager();

IconDimmer_ON = new ButtonField ("Encender", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconDimmer_ON.setChangeListener(ID_ON);
IconDimmer.add (IconDimmer_ON);

IconDimmer_OFF = new ButtonField ("Apagar", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconDimmer_OFF.setChangeListener(ID_OFF);
IconDimmer.add (IconDimmer_OFF);

Pantalla_Fondo.add (IconDimmer); //Agrega el botón a la pantalla sobre la imagen de fondo

//Agregar los Botones de para dimerización del Interruptor Icon Dimmer

HorizontalFieldManager IconDimmer_Dim = new HorizontalFieldManager();

IconDimmer25 = new ButtonField ("25%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconDimmer25.setChangeListener(ID_25);
IconDimmer_Dim.add (IconDimmer25);

IconDimmer50 = new ButtonField ("50%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconDimmer50.setChangeListener(ID_50);
IconDimmer_Dim.add (IconDimmer50);
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
IconDimmer75 = new ButtonField ("75%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconDimmer75.setChangeListener(ID_75);
IconDimmer_Dim.add (IconDimmer75);

Pantalla_Fondo.add (IconDimmer_Dim);

//Agregar el Titulo del dispositivo Teclado KeypadLinc
RichTextField Teclado_Titulo = new RichTextField ("Teclado KeypadLinc");
Pantalla_Fondo.add (Teclado_Titulo); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla

//Agregar los Botones de para el Teclado agrupados horizontalmente
HorizontalFieldManager Teclado = new HorizontalFieldManager();

Teclado_ON = new ButtonField ("Encender", ButtonField.CONSUME_CLICK);
Teclado_ON.setChangeListener(KP_ON);
Teclado.add (Teclado_ON);

Teclado_OFF = new ButtonField ("Apagar", ButtonField.CONSUME_CLICK);
Teclado_OFF.setChangeListener(KP_OFF);
Teclado.add (Teclado_OFF);

Pantalla_Fondo.add (Teclado);

//Agregar el Titulo del dispositivo Icon Relay
RichTextField IconRelay_Titulo = new RichTextField ("Interruptor Icon ON/Off");
Pantalla_Fondo.add (IconRelay_Titulo); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Agregar los Botones de para el Icon Relay agrupados horizontalmente

HorizontalFieldManager IconRelay = new HorizontalFieldManager();

IconRelay_ON = new ButtonField ("Encender", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconRelay_ON.setChangeListener(IR_ON);
IconRelay.add (IconRelay_ON);

IconRelay_OFF = new ButtonField ("Apagar", ButtonField.CONSUME_CLICK);
IconRelay_OFF.setChangeListener(IR_OFF);
IconRelay.add (IconRelay_OFF);

Pantalla_Fondo.add (IconRelay);

//Agregar el Titulo del dispositivo LampLincl

RichTextField LampLincl_Titulo = new RichTextField ("Modulo de Control de Carga LampLincl");
Pantalla_Fondo.add (LampLincl_Titulo); //Agrega el elemento de texto a la Pantalla

//Agregar los Botones de para el LampLincl agrupados horizontalmente

HorizontalFieldManager LampLincl = new HorizontalFieldManager();

LampLincl_ON = new ButtonField ("Encender", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLincl_ON.setChangeListener(LL1_ON);
LampLincl.add (LampLincl_ON);

LampLincl_OFF = new ButtonField ("Apagar", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLincl_OFF.setChangeListener(LL1_OFF);
LampLincl.add (LampLincl_OFF);

Pantalla_Fondo.add (LampLincl);
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Agregar los Botones de para dimerización del Modulo LampLinc1
HorizontalFieldManager LampLinc1_Dim = new HorizontalFieldManager();

LampLinc1_25 = new ButtonField ("25%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc1_25.setChangeListener(LL1_25);
LampLinc1_Dim.add (LampLinc1_25);

LampLinc1_50 = new ButtonField ("50%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc1_50.setChangeListener(LL1_50);
LampLinc1_Dim.add (LampLinc1_50);

LampLinc1_75 = new ButtonField ("75%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc1_75.setChangeListener(LL1_75);
LampLinc1_Dim.add (LampLinc1_75);

Pantalla_Fondo.add (LampLinc1_Dim);

//Agregar el Titulo del dispositivo LampLinc2
RichTextField LampLinc2_Titulo = new RichTextField ("Modulo de Control de Carga LampLinc2");
Pantalla_Fondo.add (LampLinc2_Titulo);

//Agregar los Botones de para el LampLinc2 agrupados horizontalmente
HorizontalFieldManager LampLinc2 = new HorizontalFieldManager();

LampLinc2_ON = new ButtonField ("Encender", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc2_ON.setChangeListener(LL2_ON);
LampLinc2.add (LampLinc2_ON);

LampLinc2_OFF = new ButtonField ("Apagar", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc2_OFF.setChangeListener(LL2_OFF);
LampLinc2.add (LampLinc2_OFF);

Pantalla_Fondo.add (LampLinc2);
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Agregar los Botones de para dimerización del Modulo LampLinc1

HorizontalFieldManager LampLinc2_Dim = new HorizontalFieldManager();

LampLinc225 = new ButtonField ("25%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc225.setChangeListener(LL2_25);
LampLinc2_Dim.add (LampLinc225);

LampLinc250 = new ButtonField ("50%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc250.setChangeListener(LL2_50);
LampLinc2_Dim.add (LampLinc250);

LampLinc275 = new ButtonField ("75%", ButtonField.CONSUME_CLICK);
LampLinc275.setChangeListener(LL2_75);
LampLinc2_Dim.add (LampLinc275);

Pantalla_Fondo.add (LampLinc2_Dim);

//Agregar los Botones de para el Encendido/Apagado Total

HorizontalFieldManager Total = new HorizontalFieldManager();

Total_ON = new ButtonField ("Encender TODO", ButtonField.CONSUME_CLICK);
Total_ON.setChangeListener(ALL_ON);
Total.add (Total_ON);

Total_OFF = new ButtonField ("Apagar TODO", ButtonField.CONSUME_CLICK);
Total_OFF.setChangeListener(ALL_OFF);
Total.add (Total_OFF);

Pantalla_Fondo.add (Total);
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Inclusión de un campo de navegador en la aplicación para permitir enviar los comandos http

BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
Pantalla_Fondo.add(myBrowserField);

add(Pantalla_Fondo);
}

//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones del Icon Dimmer
FieldChangeListener ID_ON = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?026215AF770F12FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener ID_OFF = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?026215AF770F14FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones de Dimmer del Icon Dimmer

FieldChangeListener ID_25 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?026215AF770F1105=I=3;interface=wifi;deviceside=true");

    }};

FieldChangeListener ID_50 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?026215AF770F111F=I=3;interface=wifi;deviceside=true");

    }};

FieldChangeListener ID_75 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?026215AF770F1132=I=3;interface=wifi;deviceside=true");

    }};
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones del Teclado

FieldChangeListener KP_ON = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621564890F12FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener KP_OFF = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621564890F14FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones del Icon Relay

FieldChangeListener IR_ON = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621551240F12FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener IR_OFF = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);
        myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621551240F14FF=I=3");
    }};
```



## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones del modulo LampLinc1

FieldChangeListener LL1_ON = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424060F12FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener LL1_OFF = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);
        myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424060F14FF=I=3");
    }};

//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones de Dimer del LampLinc1

FieldChangeListener LL1_25 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424060F1140=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener LL1_50 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424060F117F=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```
FieldChangeListener LL1_75 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424060F11BF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");

    }};

//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones del modulo LampLinc2

FieldChangeListener LL2_ON = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424320F12FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener LL2_OFF = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);
        myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424320F14FF=I=3");
    }};

//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones de Dimer del LampLinc2

FieldChangeListener LL2_25 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424320F1140=I=3;interface=wifi;deviceside=true");

    }};
```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

```

FieldChangeListener LL2_50 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424320F117F=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener LL2_75 = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?02621424320F11BF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

//Interfaz para poder adquirir las ordenes al pulsar los Botones de Encendido/Apagado Total

FieldChangeListener ALL_ON = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);

myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?0261FF12FF=I=3;interface=wifi;deviceside=true");
    }};

FieldChangeListener ALL_OFF = new FieldChangeListener(){
    public void fieldChanged(Field field, int context) {
        BrowserField myBrowserField = new BrowserField();
        add(myBrowserField);
        myBrowserField.requestContent("http://192.168.0.100/3?0261FF14FF=I=3");
    }};
}

```

## ANEXO 3: CODIGO DE PROGRAMA DE LA APLICACIÓN JAVA BLACKBERRY

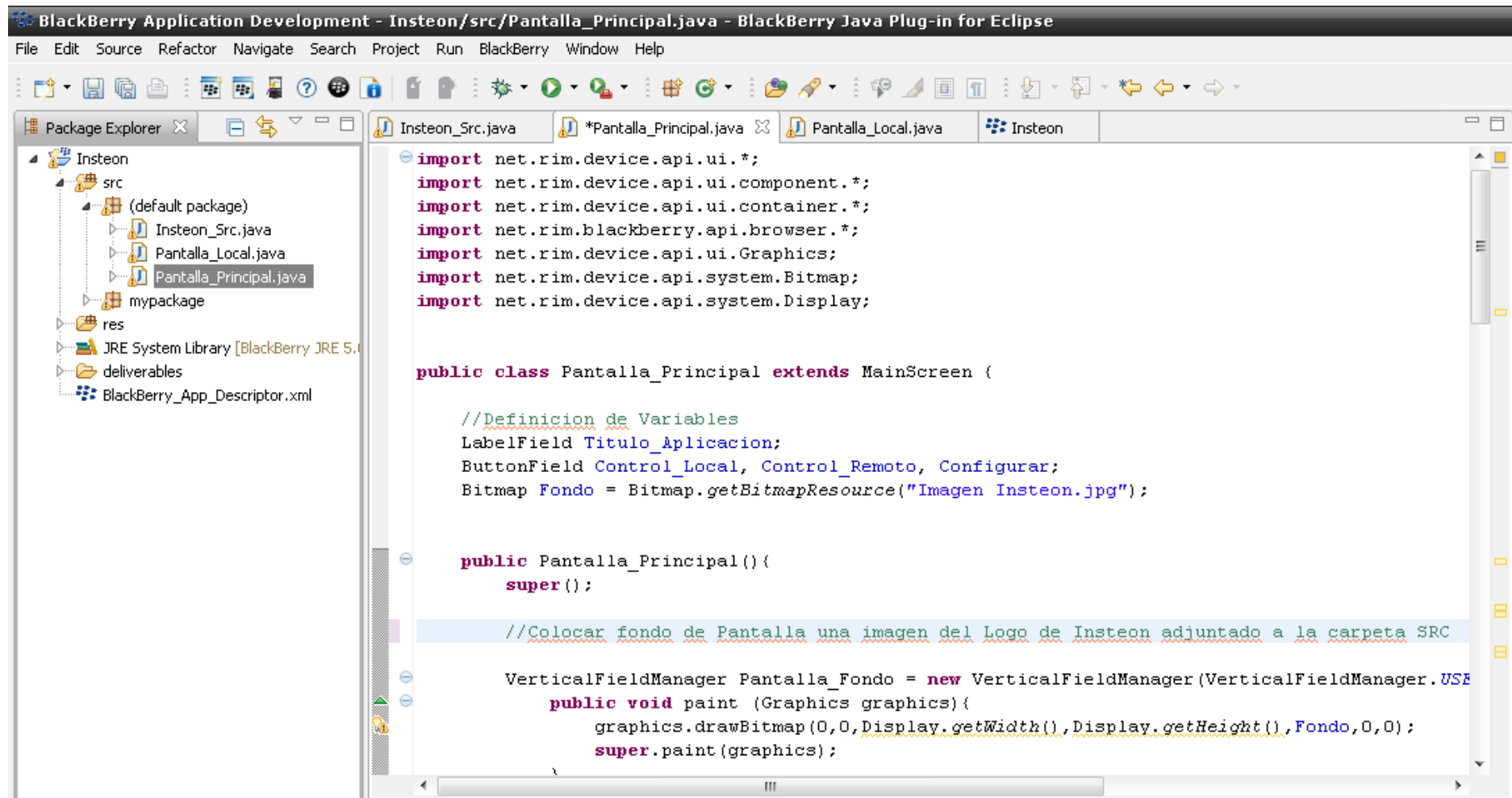


Figura A3.3. Captura de Pantalla del Código de Programa de la Clase Pantalla DE Control Local

## **ANEXO 4**

### **MANUAL DE USUARIO DE LOS DISPOSITIVOS INSTEON**

# Quick-Start Guide

## ICON Dimmer - INSTEON® Remote Control Dimmer Switch

Model: 2876DB (300 Watt), Rev 5.0+



### Introduction

Remotely controls and dims lights in your home at the touch of a button. Send commands to ICON Dimmer from an INSTEON Controller. Or, conveniently control other Linked INSTEON devices by using the paddle on ICON Dimmer.

### Preparation

Installation should be performed only by a qualified electrician or by a homeowner who is familiar and comfortable with electrical circuitry. If you have any questions regarding installation, we suggest consulting an electrician. If you have any questions regarding setup, contact INSTEON Gold Support Line.

### Tools Needed

- Phillips screwdriver
- Wire cutter / stripper
- Voltage tester to identify wires inside the junction box

### Installation (Typical, 2-Way Circuit)

**Note:** For Multi-Way Circuit installation, refer to the Owner's Manual.

- 1) At the circuit breaker or fuse panel, disable the circuit supplying power to the switch
- 2) Remove the wallplate from the existing switch, then unscrew the switch and pull it out from the junction box
- 3) Disconnect the wires from the switch you are replacing and ensure you have 1/2" of bare wire on the ends
- 4) To correctly identify the LINE, LOAD, NEUTRAL, and GROUND wires, enable power to the switch from the circuit breaker or fuse panel, use a line voltage meter, then turn the breaker off again. See Figure 1 to properly connect your wires to ICON Dimmer.

**Note:** Mechanical switches don't utilize NEUTRAL wires, but they are usually available in the back of the switchbox.

- 5) Ensure that all wire connectors are firmly attached and that there is no exposed copper except for the GROUND wire
- 6) Orient ICON Dimmer with the Status LED at the left, gently place it into the junction box, and then screw it into place
- 7) Enable power to the fixture from the circuit breaker or fuse panel
- 8) Test that ICON Dimmer is working properly by turning the light on and off
- 9) Reinstall the wallplate

### Using ICON Dimmer

- **Tap** the paddle top to turn your light on
- **Tap** the paddle bottom to turn your light off
- **Double-tap** the paddle top to turn your light on quickly
- **Double-tap** the paddle bottom to turn your light off quickly

### Using ICON Dimmer as a Controller

- 1) Set ICON Dimmer to Linking Mode\* by pressing & holding the paddle top until it beeps (10 seconds)  
*The ICON Dimmer Status LED should begin blinking*
- 2) At the Responder, set it to the state you wish to activate from ICON Dimmer
- 3) Press & hold the Responder's Set button for 3 seconds  
*ICON Dimmer should double-beep and its LED should stop blinking and turn off*
- 4) Confirm that Linking was successful by tapping the paddle on ICON Dimmer on, and then off  
*The Responder should respond appropriately*

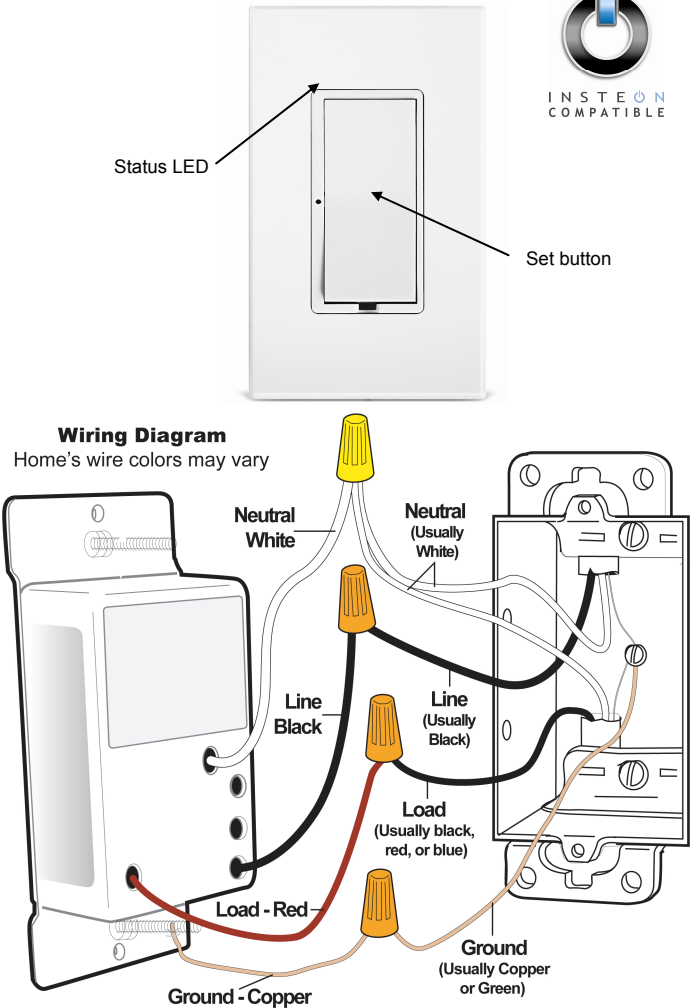


Figure 1

### Using ICON Dimmer as a Responder

- 1) Set your INSTEON Controller to Linking Mode\*. (For most Controllers, press & hold an On or Scene button for 10 seconds or the Set button for 3 seconds.)
- 2) Press & hold the paddle top on ICON Dimmer until it double-beeps (10 seconds)  
*The ICON Dimmer Status LED should flash once*
- 3) Confirm that Linking was successful by tapping the button you just Linked to on the Controller  
*ICON Dimmer should respond appropriately*

### Complete Instructions, Troubleshooting, and Tech Support

Owner's Manual: [http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2876DB\\_Manual](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2876DB_Manual)  
Call: INSTEON Gold Support Line at 800-762-7845

### ETL/UL Warning

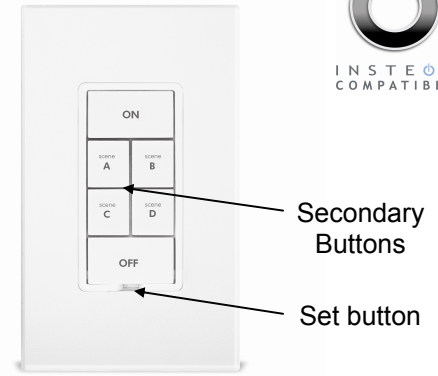
CAUTION - To reduce the risk of overheating and possible damage to other equipment do not install to control a receptacle, a motor-operated appliance, a fluorescent lighting fixture, or a transformer-supplied appliance.  
Gradateurs commandant une lampe à filament de tungstène – afin de réduire le risque de surchauffe et la possibilité d'endommagement à d'autres matériels, ne pas installer pour commander une prise, un appareil à moteur, une lampe fluorescente ou un appareil alimenté par un transformateur.

\*Setup Modes will automatically time out after 4 minutes

# Quick-Start Guide

## KeypadLinc™ Relay – INSTEON® Remote Control On/Off Switch (Non-Dimming)

Model: 2486S – 6 button, Rev 5.0+ (V5.0 or higher label located on bottom right screw tab)  
Control lights and other non-dimmable devices in your home at the touch of a button



### Preparation

Installation should be performed only by a qualified electrician or by a homeowner who is familiar and comfortable with electrical circuitry. If you have any questions regarding installation, we suggest consulting an electrician. Software such as HouseLinc™ 2 can make management and setup of INSTEON devices much easier. If you have any questions regarding setup, contact Tech. Support at SmartLabs.

### Tools Needed

- Phillips and Standard screwdrivers
- Wire cutter / stripper
- Voltage tester to identify wires inside the junction box

### Installation (Typical, 2-Way Circuit)

**Note:** For Multi-Way Circuit installation, refer to the Owner's Manual.

- 1) At the circuit breaker or fuse panel, disable the circuit supplying power to the switch
- 2) Remove the faceplate from the existing switch, then unscrew the switch and pull it out from the junction box
- 3) Disconnect the wires from the switch you are replacing and ensure you have 1/2" of bare wire on the ends
- 4) To correctly identify the LINE, LOAD, NEUTRAL, and GROUND wires, enable power to the switch from the circuit breaker or fuse panel, use a line voltage meter, then turn the breaker off again. See Figure 1 to properly connect your wires to the INSTEON device.  
**Note:** Mechanical switches don't utilize neutral wires, but they are usually available in the back of the switch box
- 5) Ensure that all wire connectors are firmly attached and that there is no exposed copper except for the GROUND wire
- 6) Orient the KeypadLinc with the On button on top, gently place it into the junction box, and then screw it into place
- 7) Enable power to the switch from the circuit breaker or fuse panel
- 8) Test that the KeypadLinc is working properly by turning the light on and off
- 9) Reinstall the faceplate

### Wiring Diagram

Home's wire colors may vary

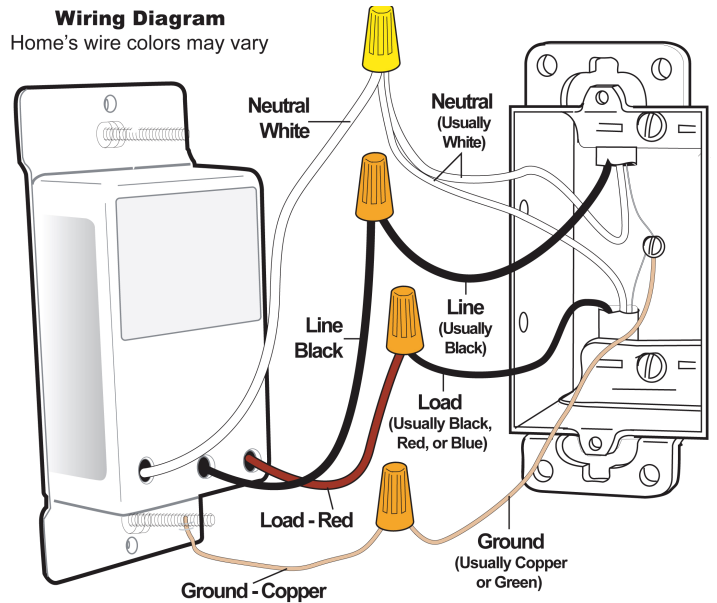


Figure 1

### Using the KeypadLinc as a Controller

- 1) Press and hold the KeypadLinc's button you wish to Link (the On button or any of the secondary buttons) for about 10 seconds  
*The KeypadLinc will beep once and the LED will begin flashing. You will have four minutes to complete the next step.*
- 2) Select an INSTEON device you'd like to control, and activate its Linking mode  
*The KeypadLinc will beep twice and the LED will stop blinking*
- 3) Confirm the link by tapping the KeypadLinc's button (on then off)  
*The device the KeypadLinc is controlling should respond appropriately*

### Using the KeypadLinc as a Responder

- 1) Select an INSTEON-compatible Controller and activate its Linking mode  
*The LED on the Controller will begin blinking. You will have four minutes to complete the next step.*
- 2) Press and hold the KeypadLinc Relay's On button for about 10 seconds  
*The KeypadLinc will beep twice, the INSTEON Controller's LED will stop blinking, and the KeypadLinc load and On button will turn on indicating a successful Link.*
- 3) Confirm the Link by tapping the On and Off buttons on the controller you selected  
*The load should respond appropriately*

### Complete Instructions, Troubleshooting, and Tech Support

**Owner's Manual:** [http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2486S\\_Manual](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2486S_Manual)

**Call:** Tech. Support @ 1-800-SMARTHOME (800-762-7846)

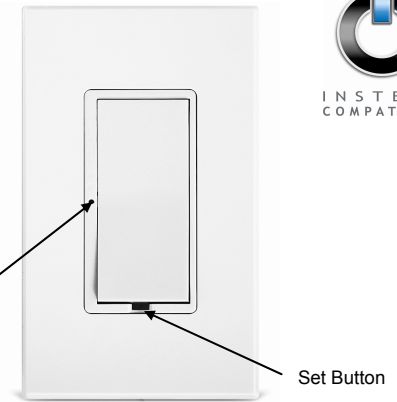
**Contact Us Online:** <http://www.smarthome.com/contactus.html>

SmartLabs Limited Warranty – SmartLabs warrants to original consumer of this product for a period of 2 years from date of purchase, this product will be free from defects in material & workmanship & will perform in substantial conformity with its Owner's Manual. Warranty shall not apply to defects caused by misuse or neglect.  
U.S. Patent No. 7,345,998, International patents pending © Copyright 2009  
SmartLabs, 16542 Millikan Ave., Irvine, CA 92606, 1-800-SMARTHOME (800-762-7846)

# Quick-Start Guide

## ICON Relay - INSTEON® Remote On/Off Switch (Non-Dimming)

Model: 2876SB (400 Watt), Rev 5.0+ (V5.0 or higher label located on bottom right screw tab)  
Your new ICON On/Off Switch allows you to control lights and other non-dimmable devices in your home at the touch of a button



### Preparation

Installation should be performed only by a qualified electrician or by a homeowner who is familiar and comfortable with electrical circuitry. If you have any questions regarding installation, we suggest consulting an electrician. Software such as HouseLinc™ 2 can make management and setup of INSTEON devices much easier. If you have any questions regarding setup, contact Tech. Support at SmartLabs.

### Tools Needed

- Phillips screwdriver
- Wire cutter / stripper
- Voltage tester to identify wires inside the junction box

### Installation (Typical, 2-Way Circuit)

**Note:** For Multi-Way Circuit installation, refer to the Owner's Manual.

- 1) At the circuit breaker or fuse panel, disable the circuit supplying power to the switch
- 2) Remove the faceplate from the existing switch, then unscrew the switch and pull it out from the junction box
- 3) Disconnect the wires from the switch you are replacing and ensure you have 1/2" of bare wire on the ends  
To correctly identify the LINE, LOAD, NEUTRAL, and GROUND wires, enable power to the switch from the circuit breaker or fuse panel, use a line voltage meter, then turn the breaker off again. See Figure 1 to properly connect your wires to the ICON On/Off Switch.  
**Note:** Mechanical switches don't utilize NEUTRAL wires, but they are usually available in the back of the switch box.
- 4) Ensure that all wire connectors are firmly attached and that there is no exposed copper except for the GROUND wire
- 5) Orient the ICON On/Off Switch with the Status LED at the left, and gently place it into the junction box, and then screw it into place
- 6) Enable power to the fixture from the circuit breaker or fuse panel
- 7) Test that the ICON On/Off Switch is working properly by turning the light on and off
- 8) Reinstall the faceplate

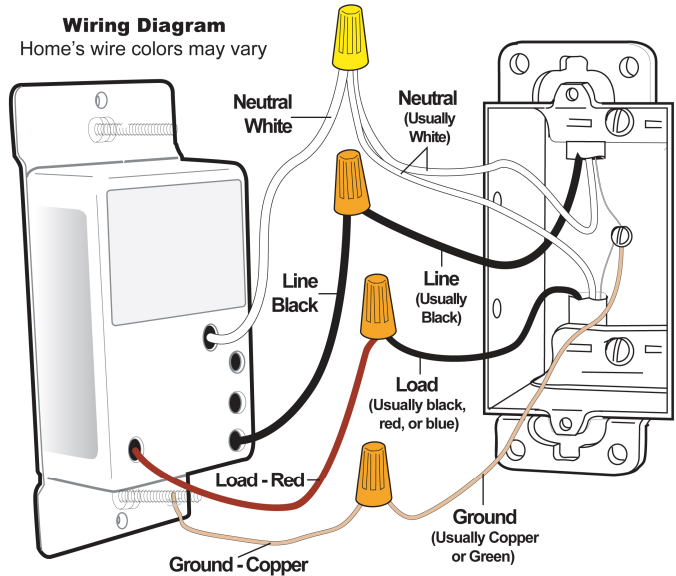


Figure 1

### Using ICON On/Off Switch as a Controller

- 1) Press & hold ICON On/Off Switch's paddle top for about 10 seconds  
*The ICON On/Off Switch will beep once and the LED will begin blinking. You will have 4 minutes to complete the next step.*
- 2) Select an INSTEON device you'd like to control, and activate its Linking Mode  
*The ICON On/Off Switch will beep twice and its LED will stop blinking*
- 3) Confirm the Link by tapping ICON On/Off Switch's paddle (on then off)  
*The device ICON On/Off Switch is controlling should respond appropriately*

### Using ICON On/Off Switch as a Responder

- 1) Select an INSTEON-compatible Controller and activate its Linking Mode  
*The LED on the Controller will begin blinking. You will have 4 minutes to complete the next step.*
- 2) Press & hold ICON On/Off Switch's paddle top for about 10 seconds  
*The Load will turn on. ICON On/Off Switch will beep twice and its LED will flash once*
- 3) Confirm the Link by tapping the On and Off buttons on the Controller you selected  
*The controlled light should respond appropriately*

### Complete Instructions, Troubleshooting, and Tech Support

Owner's Manual: [http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2876SB\\_Manual](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2876SB_Manual)

Call: Tech. Support @ 1-800-SMARTHOME (800-762-7846)

Contact Us Online: <http://www.smarthome.com/contactus.html>

SmartLabs Limited Warranty – SmartLabs warrants to original consumer of this product for a period of 1 year from date of purchase, this product will be free from defects in material & workmanship & will perform in substantial conformity with its Owner's Manual. Warranty shall not apply to defects caused by misuse or neglect.  
U.S. Patent No. 7,345,998, International patents pending © Copyright 2009  
SmartLabs, 16542 Millikan Ave., Irvine, CA 92606, 1-800-SMARTHOME (800-762-7846)



# Quick-Start Guide

## LampLinc™ – INSTEON® Plug-In Lamp Dimmer Module (Dual-Band), 2-Pin

Model: 2457D2

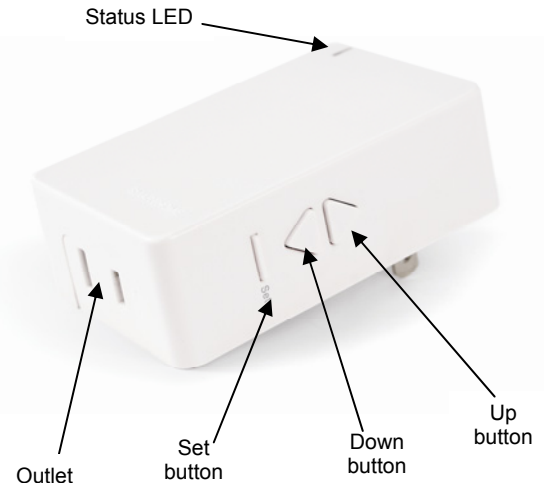


### Introduction

LampLinc can dim and remotely control any lamp or other plug-in device in your home at the touch of a button. Send commands to LampLinc from an INSTEON Controller. Or conveniently control other Linked INSTEON devices by using the buttons on the side of LampLinc. Or use the Load Sensing feature to control Linked INSTEON devices by turning the device on and off from the switch on the device itself. LampLinc also works as an INSTEON signal repeater and can be used to bridge the power phases in your home (like an Access Point, #2443).  
Use indoors only.

### Installation

- 1) Plug the lamp or device (the load) you want to control into the outlet on the bottom of LampLinc
- 2) Plug LampLinc into an unswitched wall outlet  
*The load may turn on*  
*If the LED is solid green, installation is complete*  
*If the LED is solid red, tap the Up button*  
*The LED should turn to solid green*  
*The load should turn on*
- 3) If the load does not turn on, turn it on manually using the switch on the load itself



### Using LampLinc

The LampLinc buttons will control the load and any Linked Responders. LampLinc or the Responders will behave differently depending on whether you tap, double-tap, or hold down the buttons.

Button	Tap	Double-Tap	Press & Hold
Up	Ramp to On-Level	Full-bright instantly	Brighten until released
Down	Ramp to Off	Full-off instantly	Dim until released

### Linking LampLinc to an INSTEON Controller

- 1) Use the Up and Down buttons to adjust the load to the desired brightness
- 2) Set your INSTEON Controller to Linking Mode\*. (For most Controllers, press an On or Scene button for 10 seconds or the Set button for 3 seconds).
- 3) Press & hold the Set button on LampLinc until it double-beeps (3 seconds)  
*The LampLinc Status LED should flash once, and then turn on solid green if the load is on or solid red if it is off*  
*The load should flash twice*
- 4) Confirm that Linking was successful by tapping the button you just Linked to on the Controller  
*The LampLinc load should respond appropriately*

### Using LampLinc to Bridge Phases

LampLinc can help bridge the phases in your home like an Access Point, allowing RF-only devices (e.g., RemoteLinc) access to power line-only devices (e.g., ApplianceLinc). For the best INSTEON network performance, it is recommended that you install at least two dual-band INSTEON products. Search for dual-band INSTEON products at <http://www.smarthome.com/dualband>.

Use the following procedure to test that the phases have been bridged:

- 1) Install a second dual-band INSTEON device if you don't already have one installed
- 2) Start Phase Bridging Detection Mode\* by tapping the Set button on LampLinc four times quickly  
*LampLinc should begin beeping and the LED should be solid green*  
*The load may turn on or flash*
- 3) Check the LED behavior of your other dual-band devices to see if they are on the opposite phase  
*If at least one of your other dual-band device LEDs is blinking green, or is bright solid white or blue, the device is on the opposite phase. Continue to step 4*  
If none of your dual-band devices exhibit the behavior above, they are on the same phase. Try one or both of the following:
  - Move a dual-band device to another location until it exhibits the desired LED behavior
  - Follow steps 2 and 3 with your other dual-band devices to see if they are bridging the phases
- 4) Tap the Set button on LampLinc to exit Phase Bridging Detection Mode  
*LampLinc should stop beeping and the Status LED should remain solid green if the load is on or turn solid red if it is off*

### Complete Instructions, Troubleshooting, and Tech Support

Owner's Manual: [www.smarthome.com/manuals/2457D.pdf](http://www.smarthome.com/manuals/2457D.pdf)

Call: INSTEON Gold Support Line at 800-762-7845

\*Setup Modes will automatically time out after 4 minutes.

# Quick-Start Guide

## SmartLinc™ - INSTEON® Central Controller

Model: #2412N, rev 2.0+



### Introduction

An Internet web server interface to your INSTEON products, optimized for mobile devices (especially iPhone / iPod touch). Also gives you the ability to create downloaded timers.

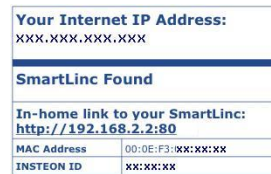
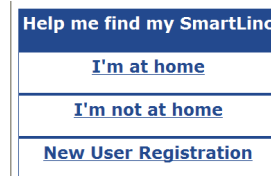
### Installation

- 1) Plug the included Ethernet cable into an open LAN port on your router
- 2) Plug the other end of Ethernet cable into the SmartLinc Ethernet jack
- 3) Plug SmartLinc into an AC outlet  
*The SmartLinc white Status LED should turn on dimly*
- 4) Verify proper connection between SmartLinc and your router:  
*Router's LED for the port SmartLinc is plugged into should be on*  
*Green LED on SmartLinc's Ethernet jack should be on*



### Log into SmartLinc while at Home

- 1) Open a browser on your PC, PDA, or mobile phone while connected to the Internet  
NOTE: JavaScript support is required for default web server application. HTML version is available for devices that do not support JavaScript. Both versions of SmartLinc can be accessed simultaneously. For access to the HTML version, see step 4.
- 2) Type <http://smartlinc.smarthome.com>
- 3) Click on "I'm at home"
- 4) Click on the link that begins with <http://>
  - To access HTML version, type [hindex.htm](#) to the end of your web address



*The SmartLinc Home Page will appear*  
*"You should check the clock" text will disappear once you set the clock*

**Note:** If you experience any issues or would like more information, please visit [http://wiki.smarthome.com/index.php?title=SmartLinc\\_Help](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=SmartLinc_Help)

**SmartLinc Icons**

Home Screen



Returns you to the SmartLinc Home Screen

Settings



Takes you to SmartLinc general settings

Help



Takes you to the SmartLinc Help page on the Smarthome Wiki

Room Settings



Takes you to the Room Settings screen where you can add, remove, and rename your rooms

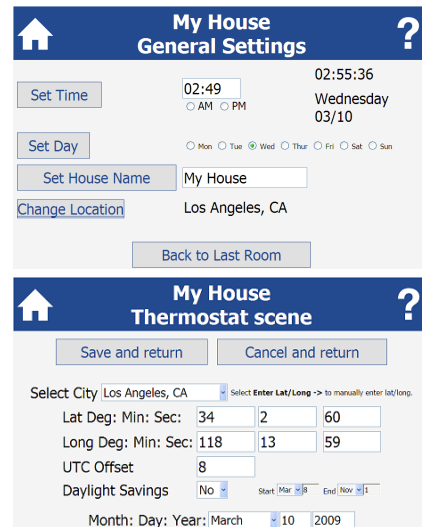
Scene Settings



Takes you to the Scene Settings screen where you can add, remove, and

**Setting the Time, Day, House Name and Location**

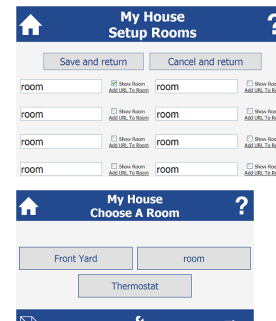
- 1) Click on the Settings icon (Wrench, bottom center)
- 2) Type in the correct time and click "Set Time"
- 3) Click on the correct day of week and click "Set Day"
- 4) If desired, type in a name for your house and click "Set House Name"
- 5) If you'll be using sunrise/sunset timers, click "Change Location"
- 6) Select your city (or nearby city) from the drop-down list, or if you prefer, enter your latitude / longitude
- 7) Select / confirm the appropriate daylight savings time settings
- 8) Confirm the correct date and click "Save and return"



**Setup a Room, a Device (Scene) and a Timer**

Let's say you would like to create a room called "Front Yard", with the device/scene "Front Lights" that you would like to turn on weekdays at 7pm and go off at 11pm.

- 1) Click the Room Settings icon (lower left corner of homepage)
- 2) Type "Front Yard" over the first room label (room indicates that no name had been assigned yet)
- 3) Ensure the Show Room checkbox to the right of the room name is checked
- 4) Click "Save and Return"
- 5) Click on "Front Yard"



## Setup a Room, a Device (Scene) and a Timer (cont'd)

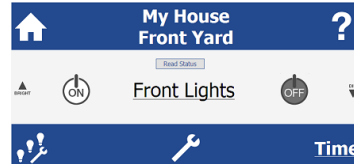
6) Click the Scene Settings icon (lower left)



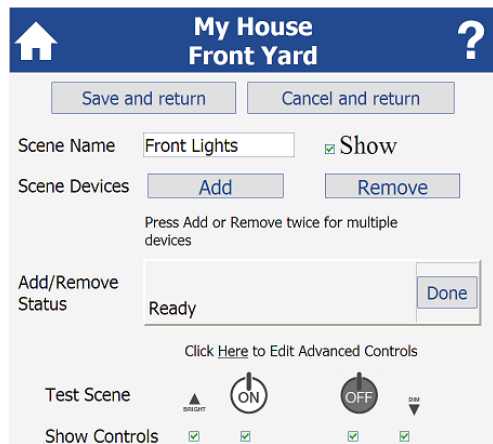
- 7) Type "Front Lights" over the first scene label
- 8) Click the Show checkbox to the right of the scene name
- 9) Click "Save and Return"



10) Click on "Front Lights"



- 11) Click on "Add"  
*The Add/Remove Status will change to "waiting".....*
- 12) Activate the Linking Mode of the INSTEON device controlling the front lights. (For most INSTEON devices, press & hold the Set button for 3 seconds.)  
*The Add/Remove Status will change to "Done" – and display the INSTEON ID of the device you added (e.g. 0D425B).*



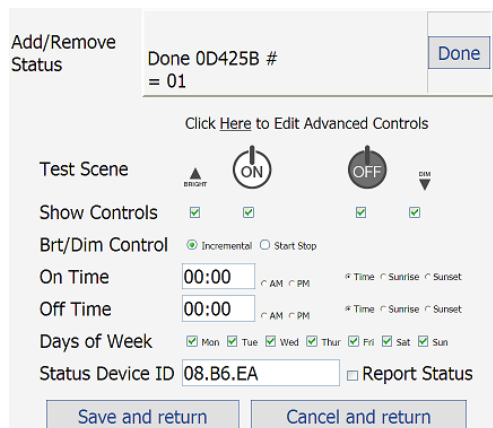
- 13) Click the On and Off icons  
*Your lights will turn on and off*  
SmartLinc will now monitor and display the status of the device controlling the front lights or whichever device in the scene was Linked first. If you wish to change this, scroll down to the bottom of the page and either enter a new INSTEON ID in the Status Device ID field or uncheck "Report Status" to disable status reporting for this scene.

- 14) Type 07:00 into the On Time box and click "PM".  
**Hint:** You may also select "Sunset" for your timer to turn on at sunset.

- 15) Type 11:00 into the Off Time box and click "PM".  
**Hint:** You may also select "Sunrise" for your timer to turn off at sunrise.

16) Click on "Sat and Sun" (to uncheck these days)

17) Click on "Save and Return"



## Complete Instructions, Troubleshooting, and Tech Support

Owner's Manual: [http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412\\_Manual\\_rev\\_2.0](http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412_Manual_rev_2.0)

Call: Tech. Support @ 1-800-SMARTHOME (800-762-7846)

Contact Us Online: <http://www.smarthome.com/contactus.html>

# GLOSARIO

## **Insteon**

Insteon es un protocolo domótico de tipo propietario desarrollado por SmartLabs, es de banda dual (powerline y radiofrecuencia), lo que permite garantizar la transmisión de información por cualquiera de los dos medios.

## **Domótica**

Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar.

## **Protocolo**

Conjunto de reglas usadas por computadoras para comunicarse unas con otras a través de una red. Un protocolo es una regla o estándar que controla o permite la comunicación en su forma más simple, un protocolo puede ser definido como las reglas que dominan la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación.

## **Radiofrecuencia (RF)**

Se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.

## **Powerline (PL)**

Término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales para propósitos de comunicación.

## **Ethernet**

Estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones). El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

## **Wi-Fi**

Marca de la Wi-Fi Alliance, la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

## **CRC**

La Comprobación de Redundancia Cíclica es un tipo de función que recibe un flujo de datos de cualquier longitud como entrada y devuelve un valor de longitud fija como salida. El término suele ser usado para designar tanto a la función como a su resultado.

## **BPSK**

La modulación por desplazamiento de fase binaria es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos.

## **FSK**

La modulación por salto de frecuencia es un tipo de modulación de frecuencia cuya señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía entre valores predeterminados.

## **PLC**

El PowerLine Controller es un ejemplo de un dispositivo puente que supervisa el tráfico de la red Insteon y la transmite a un ordenador a través de un enlace serie.

## **PLM**

Modem PowerLine Modem es un módulo puente Insteon a Serial que se conecta a un toma de corriente y que también posee un puerto serie o interfaz Ethernet que se conecta al PC.

## **HTTP**

Hypertext Transfer Protocol o HTTP (en español protocolo de transferencia de hipertexto) es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web. Define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos de software de la arquitectura web.

## **CAD**

El diseño asistido por computadora u ordenador, más conocido por sus siglas inglesas CAD (computer-aided design), es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades.

## **Java**

Lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

## **RIM**

Research In Motion Limited es una compañía canadiense de dispositivos inalámbricos más conocido como el promotor del dispositivo de comunicación de mano BlackBerry.

## **Smartphone**

El teléfono inteligente (smartphone en inglés) es un término comercial para denominar a un teléfono móvil que ofrece más funciones que un teléfono celular común.

## **IP**

Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red del protocolo TCP/IP.

## **DHCP**

Sigla en inglés de Dynamic Host Configuration Protocol - Protocolo de configuración dinámica de host. Es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Trama del Protocolo Insteon.....	9
Figura 2.2. La Comunicación en la Red Insteon .....	12
Figura 2.3. Repetición de mensajes en la Red Insteon.....	14
Figura 2.4. Formas de Difusión de mensajes Insteon.....	16
Figura 2.5. Repetición de los mensajes a través de los dispositivos Insteon.....	16
Figura 2.6. Transmisión de mensajes Insteon entre dispositivos .....	26
Figura 2.7. Paquetes de datos en la Red Eléctrica según tipo de Mensaje .....	27
Figura 2.8. Paquetes de datos de Inicio y de Cuerpo en la Red Eléctrica .....	28
Figura 2.9. Paquetes de datos en Radiofrecuencia según el tipo de mensaje .....	29
Figura 2.10. Señal de la Portadora sobre la Línea Eléctrica a 131,65 KHz .....	31
Figura 2.11. Señal de la Portadora sobre la Línea Eléctrica con cambio de fase progresivo .....	32
Figura 2.12. Transmisión de Paquetes de Datos Insteon durante el cruce por cero .....	33
Figura 2.13. Intervalo de Tiempo para los Mensajes Estándar .....	35
Figura 2.14. Intervalo de Tiempo para los Mensajes Extendidos .....	36
Figura 2.15. Paquetes de Datos de los Mensajes Insteon RF .....	38
Figura 3.1. Diagrama de Comunicación del PLC con la red Insteon.....	61
Figura 5.1. Diseño preliminar del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon .....	90
Figura 5.2. Diseño preliminar del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon .....	90
Figura 5.3. Imagen del Icon Dimmer Switch .....	95
Figura 5.4. Conexión del Switch Icon Dimmer.....	96
Figura 5.5. Imagen del Interruptor Icon On/Off.....	99
Figura 5.6. Imagen del Módulo LampLinc .....	102
Figura 5.7. Imagen del Teclado KeypadLinc de 6 Botones .....	105
Figura 5.8. Imagen del Controlador Central SmartLinc.....	108
Figura 5.9. Diagrama de flujo de la configuración de los Interruptores Icon .....	116
Figura 5.10. Diagrama de flujo de la configuración del Módulo LampLinc .....	119



Figura 5.11. Diagrama de flujo de la vinculación de los botones del KeypadLinc.....	121
Figura 5.12. Diagrama de flujo para el cambio de accionamiento los botones de escenas.....	123
Figura 5.13. Diagrama de flujo para agrupar los botones del KeypadLinc.....	125
Figura 5.14. Conexión del Controlador Central SmartLinc.....	126
Figura 5.15. Proceso para obtener la dirección IP del SmartLinc.....	127
Figura 5.16. Comunicación en la Red Insteon del Sistema de Entrenamiento.....	129
Figura 5.17. Sistemas Operativos para móviles más usados.....	130
Figura 5.18. Funcionamiento de la Aplicación BlackBerry.....	132
Figura 5.19. Ventana Principal del software Eclipse con el Plug-in BlackBerry.....	134
Figura 5.20. Crear un nuevo proyecto java para BlackBerry.....	135
Figura 5.21. Definir los parámetros de la aplicación BlackBerry.....	136
Figura 5.22. Ventana de descripción de la aplicación BlackBerry.....	136
Figura 5.23. Pantalla Principal de la Aplicación BlackBerry.....	137
Figura 5.24. Pantalla de Control Local de la Aplicación BlackBerry.....	138
Figura 5.25. Compilar el proyecto de aplicación BlackBerry.....	142
Figura 5.26. Aviso de existencia de API en la aplicación BlackBerry.....	143
Figura 5.27. Instalación de la aplicación en el dispositivo BlackBerry.....	144
Figura 6.1. Diseño final del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon.....	146
Figura 6.2. Gabinete fabricado para el Sistema de Entrenamiento Insteon.....	146
Figura 6.3. Porta fusibles y borneras colocados en el Panel.....	147
Figura 6.4. Sección vertical del panel del sistema de entrenamiento.....	148
Figura 6.5. Sección horizontal del panel del sistema de entrenamiento.....	149
Figura 6.6. Panel del Sistema de Entrenamiento Implementado.....	150
Figura 6.7. Enchufe blindado polarizado utilizado para conectar el panel al exterior.....	151
Figura 6.8. Selector de dos posiciones Telemecanique para energizar el Sistema.....	152
Figura 6.9. Código de colores de los conductores utilizados en el panel.....	154
Figura 6.10. Botón de escena del teclado KeypadLinc.....	157
Figura 6.11. Enlaces Insteon en el Sistema de Entrenamiento.....	157
Figura 6.12. Botón Set de los interruptores Icon y de los módulos LampLinc.....	158
Figura 6.13. Diagrama de flujo para ejecutar los enlaces Insteon.....	159
Figura 6.14. Nombre de la red WLAN por defecto del router D-Link.....	160
Figura 6.15. Ingreso al firmware del router D-Link.....	161
Figura 6.16. Configuración del nombre de red y clave en el router.....	162
Figura 6.17. Router configurado e ingreso de clave de acceso.....	163
Figura 6.18. Configuración de la conexión internet en el router.....	164
Figura 6.19. Ventana principal para buscar el controlador SmartLinc.....	165

Figura 6.20. Detalle de direcciones del Controlador SmartLinc .....	166
Figura 6.21. Detalle de direcciones del Controlador SmartLinc .....	166
Figura 6.22. Parámetros Generales de configuración del SmartLinc .....	167
Figura 6.23. Configuración de ubicación geográfica en el SmartLinc .....	168
Figura 6.24. Acceder a configurar los grupos de dispositivos del sistema.....	169
Figura 6.25. Configuración de los grupos en el Controlador SmartLinc .....	169
Figura 6.26. Procedimiento para vincular los dispositivos con el Controlador.....	170
Figura 6.27. Procedimiento para Encendido/Apagado Total en el Controlador .....	171
Figura 6.28. Activación del servidor virtual para acceso desde internet.....	172
Figura 6.29. Configuración de dirección IP y puerto en el Controlador .....	173
Figura 6.30. Registro del Controlador SmartLinc .....	173
Figura 6.31. Prueba de Funcionamiento con Teclado KeypadLinc .....	174
Figura 6.32. Prueba de Funcionamiento con firmware del SmartLinc.....	175
Figura 6.33. Prueba de Funcionamiento con la aplicación BlackBerry .....	175
Figura 7.1. Ubicación de los Dispositivos a utilizar en la Practica 1 .....	179
Figura 7.2. Distribución Original de los Enlaces Insteon en el Sistema de Entrenamiento .....	180
Figura 7.3. Ubicación de los Dispositivos a utilizar en la Práctica 2 .....	185
Figura 7.4. Ubicación de los Dispositivos a utilizar en la Práctica 3 .....	192
Figura 8.1. Disposición física de los dispositivos Insteon .....	195
Figura 8.2. Ubicación de los elementos en el panel de entrenamiento.....	197
Figura 8.3. Aplicaciones para iluminación con Insteon .....	199
Figura 8.4. Otras Aplicaciones que se logran con Insteon .....	199
Figura 8.5. Módulos I/O's Insteon y sus aplicaciones .....	200
Figura 8.6. Interruptor Simple y Dimmer Simple de la línea Veto Nieve.....	203
Figura 8.7. Interruptores Lutron.....	204
Figura 8.8. Gráfico de porcentajes del presupuesto del sistema.....	207

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Especificaciones del Protocolo Insteon.....	11
Tabla 2.2. Composición de los mensajes Insteon.....	18
Tabla 2.3. Composición del Mensaje tipo Estándar.....	19
Tabla 2.4. Composición del Mensaje tipo Extendido .....	20
Tabla 2.5. Campos de Bits de las Banderas en los mensajes Insteon.....	23
Tabla 2.6. Tasa de Bits de Retransmisión de los Mensajes Insteon.....	37
Tabla 2.7. Especificaciones de las Señales Insteon RF.....	37
Tabla 2.8. Mensaje de Difusión para Identificar un Dispositivo dentro de la Red Insteon.....	44
Tabla 2.9. Identificación de los Tipos de dispositivos Insteon .....	45
Tabla 2.10. Categorías de Dispositivos Insteon .....	45
Tabla 3.1. Comandos básicos del lenguaje SALad .....	59
Tabla 4.1. Combinaciones posibles de los 8 Bits Complementarios en los mensajes X10.....	65
Tabla 4.2. Ejemplo de una Cadena de bits de un Mensaje X10 .....	65
Tabla 4.3. Comparación entre los protocolos Insteon y X10. ....	71
Tabla 4.4. Plataforma LonWorks implementada en el Modelo OSI .....	72
Tabla 4.5. Información que se transmiten en los paquetes del Protocolo LonTalk.....	73
Tabla 4.6. Especificaciones de las diferentes bandas en las que se desarrolla ZigBee .....	76
Tabla 4.7. Paquetes de Datos que posee cada Capa de ZigBee.....	77
Tabla 4.8. Comparación entre Insteon y ZigBee.....	80
Tabla 4.9. Comparación entre Insteon y Z-Wave .....	83
Tabla 4.10. Versiones del Protocolo 802.11 - WiFi.....	84
Tabla 5.1. Interruptores de Pared con Dimerización Insteon .....	91
Tabla 5.2. Interruptores de Pared On/Off Insteon.....	92
Tabla 5.3. Módulos de Enchufe Insteon.....	93
Tabla 5.4. Características Generales del Interruptor Icon Dimmer.....	98
Tabla 5.5. Características Generales del Interruptor Icon On/Off.....	101

Tabla 5.6. Características Generales del Módulo LampLinc .....	104
Tabla 5.7. Características Generales del Teclado KeypadLinc .....	107
Tabla 5.8. Características Generales del Controlador Central SmartLinc .....	111
Tabla 5.9. Especificaciones Generales del Router D-Link DIR-600 .....	113
Tabla 5.10. Actividad del Led y Estado que representa en el Módulo LampLinc .....	117
Tabla 5.11. Dispositivos Insteon que conforman el Sistema de Entrenamiento .....	128
Tabla 5.12. Formato del Código HTTP para enviar al Controlador SmartLinc .....	139
Tabla 5.13. ID único de los dispositivos Insteon que conforman el Sistema .....	140
Tabla 5.14. Tabla de Comandos Insteon .....	141
Tabla 5.15. Códigos de Nivel de Brillo en Hexadecimal .....	142
Tabla 6.1. Especificaciones de los conductores utilizados en el panel .....	154
Tabla 6.2. Tabla de Especificaciones del Panel del Sistema de Entrenamiento Insteon .....	155
Tabla 7.1. Lista de Dispositivos a utilizar en la Practica 1 .....	179
Tabla 7.2. Lista de Dispositivos a utilizar en la Práctica 2 .....	184
Tabla 7.3. Formato del Código HTTP para enviar al Controlador SmartLinc .....	189
Tabla 7.4. Lista de Dispositivos a utilizar en la Práctica 3 .....	192
Tabla 8.1. Lista de dispositivos que conforman la Red Insteon del Panel .....	194
Tabla 8.2. Lista de materiales utilizados para la implementación del panel .....	196
Tabla 8.3. Costo de los dispositivos que conforman la red Insteon .....	201
Tabla 8.4. Costo de los elementos convencionales de la línea Veto .....	202
Tabla 8.5. Costo de los dispositivos Lutron .....	204
Tabla 8.6. Costo de los dispositivos que conforman la red Insteon .....	205
Tabla 8.7. Costo de los materiales utilizados para la implementación del panel .....	206

## **HOJA DE ENTREGA**

Este proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica, y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a \_\_\_\_\_ de 2011

---

**Sr. Marco Vinicio Velásquez Granizo**  
**AUTOR**

---

**Ing. Víctor Proaño**  
**COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA EN**  
**ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**