

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
AUTOMATIZADO PARA CONTROL REMOTO DE
ILUMINACIÓN EN CONFORMIDAD DE LA
TECNOLOGÍA INSTEON Y OPTIMIZACIÓN DEL
SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV EN EL EDIFICIO
GIMPROMED”

RONALD MARCELO MORENO TOMALÁ

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2012

CERTIFICADO

Ing. Diego Morillo

Ing. Rodolfo Gordillo

CERTIFICAN

Que el proyecto de grado titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA CONTROL REMOTO DE ILUMINACIÓN EN CONFORMIDAD DE LA TECNOLOGÍA INSTEON Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV EN EL EDIFICIO GIMPROMED”, realizado por el señor Ronald Marcelo Moreno Tomalá, 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 proyecto de análisis, diseño e implementación, 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 señor Ronald Marcelo Moreno Tomalá que lo entregue al Ingeniero Víctor Proaño, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, 2 de Abril de 2012

Ing. Diego Morillo
DIRECTOR

Ing. Rodolfo Gordillo
CODIRECTOR

RESUMEN

El presente proyecto contempla la implementación de un sistema automatizado y la optimización del sistema de seguridad CCTV (circuito cerrado de televisión) para el edificio GIMPROMED.

El sistema estará basado en la tecnología INSTEON y se orientará principalmente al control remoto de iluminación, y del equipo de climatización (aire acondicionado). La monitorización, supervisión y control del sistema se realizará a través de un software propietario desarrollado en lenguaje de programación de alto nivel JAVA, con un diseño personalizado y en base a los requerimientos del usuario.

INSTEON, es nueva tecnología diseñada para la automatización de inmuebles que combina una serie de ventajas y contrarresta las limitaciones presentes en otros protocolos, haciendo de ella una solución ideal para edificaciones que ya encuentran operativas y buscan una tecnología flexible, confiable y con costos asequibles. Dentro de esta red se manejan una amplia gama de dispositivos orientados a controlar y monitorear varios eventos y aplicaciones con el fin de brindar confort, seguridad y ahorro energético al usuario o empresa.

La optimización del circuito cerrado de televisión traerá consigo la implementación de un sistema flexible que permite integrar los dispositivos analógicos con las nuevas tecnologías existentes a fin de ofrecer una solución eficiente, robusta y fiable.

En suma, este proyecto, coadyuvará al desarrollo integral de la empresa, y proporcionará un ambiente productivo y eficiente a través de la automatización con el fin de brindar seguridad y respaldo a las personas que trabajan en ella.

DEDICATORIA

A Dios por ser un amigo incondicional, que me dio la sabiduría para tomar correctamente mis decisiones en el camino de la vida. A mis padres Guillermo y Mercy, un ejemplo de lucha, perseverancia y amor; pilar fundamental en mi educación, cuyos valores y principios hicieron de mí una persona con grandes ideales y sueños. A mis hermanos, en quienes siempre encontré consejos, compañía y ayuda incondicional. A mis abuelitos, con su paciencia y cariño estuvieron en todo momento para regalarme una sonrisa. A mi querida familia y amigos que siempre confiaron en mí, no les he defraudado y ahora junto todos mis seres queridos puedo compartir la consecución de esta meta que me catapultó hacia el inicio de nuevos objetivos y experiencias.

Ronald Marcelo Moreno Tomalá

AGRADECIMIENTO

La consecución de esta meta no hubiese sido posible sin el apoyo y soporte de personas que han sido partícipes de alguna u otra forma en la culminación de esta etapa de mi vida. Es así que deseo agradecer:

A mis queridos padres que me otorgaron esta gran oportunidad para crecer profesionalmente, guiado siempre por los valores y principios impartidos en el hogar. A mi padre Guillermo, ejemplo de superación y humildad, virtudes que lo convierten en un gran hombre, digno de respeto y admiración. Me enseñó a valorar la vida, a conocer que los obstáculos no son piedras en nuestro camino, sino son experiencias que nos enseñan día a día y nos acercan cada vez más a nuestros objetivos. A mi madre Mercy, una mujer abnegada, tierna, con un amor incondicional, que ha entregado todo por sus hijos. Siempre estuvo pendiente de nuestro bienestar. Su amor, respaldo y apoyo trajeron tranquilidad y sosiego aún en los momentos más difíciles. Sus enseñanzas, guiaron nuestro caminar por el sendero de la felicidad.

A mis hermanos, con quienes he compartido gran parte de mi vida, entre juegos, travesuras, discusiones hemos mantenido una gran relación. Aún un cuando son menores he aprendido mucho de ellos y es por eso que quiero retribuirles con el mejor ejemplo y enseñarles que el esfuerzo tiene su recompensa y así incentivarles a alcanzar sus metas.

A mis abuelitos, con su paciencia, y cariño siempre estuvieron a mi lado para brindarme una sonrisa. A una persona especial, quien me acompañó en este largo camino, junto superamos muchos obstáculos y nos dimos la mano en los momentos más difíciles, así mismo compartimos grandes triunfos y anécdotas que estarán grabadas en mi corazón.

A toda mi familia y amigos, personas incondicionales que han estado siempre presentes con sus consejos y han depositado su confianza en mí. Es por eso que a lo largo de este trayecto se convirtieron en un engranaje importante para alcanzar este logro.

A la universidad y sus docentes, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias para hacer de nosotros excelentes profesionales con un alto nivel de análisis crítico y con herramientas que nos permitan desenvolvernos de la mejor manera frente a un mundo lleno de oportunidades y desafíos.

Ronald Marcelo Moreno Tomalá

PRÓLOGO

La Automatización de viviendas y edificios (domótica/inmótica) ha tenido una gran evolución e impacto en los últimos tiempos, dejando atrás ideologías utópicas para convertirse en una realidad actual y ordinaria en un mundo globalizado. Es así que ahora en día es muy común hablar de temas relacionados a: Internet, comunicaciones inalámbricas, teléfonos inteligentes, control de luminarias desde dispositivos electrónicos, sistemas de seguridad, de entretenimiento, telefonía móvil, televisión digital, y en definitiva varios avances que han sido desarrollados para satisfacer las exigencias que demanda el mercado y ofrecer una mejor calidad de vida.

Los sistemas automatizados se definen como la integración de dispositivos o subsistemas que pueden interactuar entre sí o independientemente, para crear aplicaciones que brinden confort, seguridad, ahorro energético y aumenten la productividad. Actualmente la oferta de sistemas domóticos en el mercado ecuatoriano es reducida, pero se encuentra en un crecimiento gradual ya que las condiciones de mercado en el sector inmobiliario denotan un futuro promisorio, además esta industria ofrece un valor agregado en las nuevas construcciones.

El presente proyecto busca dar solución a los problemas existentes en el edificio GIMPROMED, a través de la automatización. Es así que se implementará un sistema para control remoto de iluminación en conformidad de la tecnología INSTEON y optimización del sistema de seguridad CCTV. INSTEON, es nueva tecnología diseñada para la automatización de inmuebles que combina una serie de ventajas y contrarresta las limitaciones presentes en otros protocolos, haciendo de ella una solución ideal para edificaciones que ya encuentran operativas y buscan una tecnología flexible, confiable y con costos asequibles.

El proyecto consiste en realizar un análisis completo de la edificación para seleccionar los dispositivos adecuados que permitan implementar un sistema estable, eficiente y acorde a las necesidades. Además se desarrollará una aplicación propietaria para el control, monitorización y supervisión del sistema de iluminación y de seguridad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4
1.4. OBJETIVOS	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos	7
CAPÍTULO 2	8
GENERALIDADES	8
2.1. SISTEMAS DOMÓTICOS E INMÓTICOS	8
2.1.1. Características Generales.....	9
2.1.1.1. Arquitecturas.....	11
2.1.1.2. Medios de Transmisión.....	13
2.1.2. Ventajas y Desventajas.....	14
2.1.2.1. Ventajas	14
2.1.2.2. Desventajas	16
2.1.3. Mercado, Oferta y Demanda en el Ecuador.....	17
2.1.3.1. Oferta Disponible.....	17
2.1.3.2. Demanda Real.....	18
2.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD	20
2.3. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN	21
2.3.1. Clasificación Sistemas CCTV	22
2.3.1.1. Sistemas CCTV Analógicos	22
2.3.1.2. Sistemas CCTV Digitales	23
2.3.2. Aplicaciones	25
CAPÍTULO 3	27
FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA INSTEON	27
3.1. INTRODUCCIÓN	27
3.2. ESPECIFICACIONES Y FUNCIONAMIENTO	29
3.2.1. Especificaciones	29
3.2.2. Funcionamiento	31
3.2.2.1. Mecanismo para Transmisión de Mensaje.....	33

3.3.	MENSAJES Y SEÑALES	34
3.3.1.	Mensajes.....	34
3.3.1.1.	Paquetes de Datos	38
3.3.2.	Señales.....	39
3.3.2.1.	Señales a través de la Línea Eléctrica	39
3.3.2.2.	Señales RF	42
3.4.	RED, INTERFACES Y COMANDOS	43
3.4.1.	Red e Interfaces	43
3.4.2.	Comandos.....	45
3.4.3.	Aplicaciones INSTEON	46
3.5.	ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTRAS TECNOLOGÍAS	47
3.5.1.	INSTEON vs. Protocolo X10	49
3.5.1.	INSTEON vs. Protocolo UPB	50
3.5.2.	Comparación INSTEON vs. LonWorks	51
3.5.3.	Comparación INSTEON vs. ZigBee	52
3.5.4.	Comparación INSTEON vs. WiFi.....	53
3.5.5.	Comparación INSTEON vs. Bluetooth	54
CAPÍTULO 4	56	
DISEÑO DE LA RED INSTEON Y OPTIMIZACIÓN SISTEMA CCTV PARA EL EDIFICIO GIMPROMED	56	
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN	56
4.1.1.	Análisis Requerimientos del Usuario	58
4.2.	SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO GIMPROMED	60
4.2.1.	Características y Distribución del Sistema de Alumbrado	61
4.3.	DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS INSTEON	66
4.3.1.	SwitchLinc 2476S	67
4.3.2.	KeypadLinc 2486SWH6	68
4.3.3.	In-LineLinc 2475S2	70
4.3.4.	Transmisor IRLinc 2411T	73
4.3.5.	SmartLinc 2412N	75
4.4.	DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE LA RED INSTEON.....	78
4.4.1.	Red INSTEON P2 - Oficinas Centrales	80
4.4.2.	Red INSTEON P3 - Bodega Auxiliar 1.....	83
4.4.3.	Red INSTEON P4 - Bodega Auxiliar 2.....	83
4.5.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA CCTV ACTUAL	84
4.5.1.	Cámaras, Ubicación y Almacenamiento.....	84
4.5.2.	Cableado Eléctrico y de Datos	87
4.6.	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA CCTV	87
4.6.1.	Tarjeta Capturadora de Video Híbrida NV-5000	87
4.6.2.	Cámaras de Seguridad.....	90
4.6.2.1.	Cámara IP Exteriores Vivotek IP8332.....	91
4.6.2.2.	Cámara IP Domo Trendnet TV-IP252P.....	92

CAPÍTULO 5 94

**IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INSTEON E INTEGRACIÓN CON SISTEMA
CCTV EN EDIFICIO GIMPROMED 94**

5.1.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS INSTEON	94
5.1.1.	Instalación SwitchLinc y KeypadLinc	94
5.1.1.	Instalación In-LineLinc	96
5.1.2.	Instalación IRLinc y SmartLinc	98
5.1.3.	Instalación SmartLinc.....	99
5.2.	REAJUSTES E INSTALACIÓN DEL SISTEMA CCTV.....	100
5.2.1.	Instalación y Conexión de Cámaras IP.....	101
5.2.1.1.	Instalación Cámara Vivotek IP8332	102
5.2.1.2.	Instalación Cámara Trendnet TV-IP252P.....	103
5.2.2.	Instalación Tarjeta Video NV-5000	104
5.3.	CONFIGURACIÓN DE LA RED INSTEON	105
5.3.1.	Enlace KeypadLinc con In-LineLinc	106
5.3.2.	Configuración Circuito Múltiple INSTEON	107
5.3.3.	Configuración y Enlace IRLinc	109
5.4.	CONFIGURACIÓN DE SMARTLINC Y DEL SOFTWARE PROPIETARIO	110
5.4.1.	Configuración Inicial.....	110
5.4.2.	Enlace Controlador Central con Módulos	113
5.4.2.1.	Enlace Múltiple INSTEON.....	114
5.4.3.	Configuración Acceso Remoto.....	115
5.5.	CONFIGURACIÓN Y ENLACE DEL SISTEMA CCTV A LA RED	117
5.5.1.	Configuración Cámaras IP	117
5.5.2.	Configuración Servidor Video	119
5.5.2.1.	Configuración Red Local	120
5.5.2.2.	Acceso Remoto	121
5.5.2.3.	Configuración Cámaras Analógicas e IP	122
5.5.2.4.	Configuración de Usuarios	123
5.5.2.5.	Grabación.....	124
5.5.3.	Configuración Software Cliente	126
5.5.3.1.	Consola Remota.....	126
5.5.3.2.	WebView.....	127
5.5.3.3.	Software Smartphone.....	129

CAPÍTULO 6 130

DESARROLLO DE APLICACIÓN/SOFTWARE PROPIETARIO..... 130

6.1.	DESCRIPCIÓN SOFTWARE PROPIETARIO	130
6.2.	DESARROLLO DE LA INTERFAZ HMI.....	132
6.2.1.	Diseño de Pantallas	133
6.2.2.	Diseño Ventana Principal	135
6.2.2.1.	Ventanas de Autenticación	136
6.2.3.	Diseño Ventanas Sistema de Iluminación	138
6.2.3.1.	Ventana Inicial Oficinas Centrales Piso 2.....	138
6.2.3.2.	Áreas Oficinas Centrales y Bodegas Auxiliares	140
6.2.4.	Diseño Ventana Sistema de Aire Acondicionado.....	143
6.2.5.	Diseño Ventana Temporizadores.....	143
6.2.6.	Diseño Ventana Acceso Sistema CCTV	145

6.3.	DESARROLLO DEL SOFTWARE	146
6.3.1.	Inicio Aplicación Propietaria.....	146
6.3.2.	Proceso Sistema de Iluminación.....	150
6.3.2.1.	Subproceso Verificar Estado Luminarias.....	153
6.3.3.	Proceso Sistema de Aire Acondicionado.....	155
6.3.4.	Proceso Temporizadores	156
6.3.4.1.	Subproceso Actualización de Temporizadores	157
6.4.	INTERCONEXIÓN SOFTWARE PROPIETARIO, SISTEMA INSTEON Y SOFTWARE	
REMOTO CCTV	158	
6.4.1.	Accionamiento Individual de Luminarias	160
6.4.2.	Accionamiento Grupal y Total de Escenas.....	162
6.4.3.	Envío Comandos a Equipo de Aire Acondicionado	163
6.4.4.	Estado Luminarias	163
6.4.5.	Configuración Temporizadores	165
6.4.6.	Estado Temporizador	167
6.4.7.	Autenticación	168
6.4.8.	Acceso Software Remoto Sistema CCTV	169
6.5.	COMPILACION Y EJECUCIÓN SOFTWARE	169
6.5.1.	Creación Archivo Ejecutable (.exe).....	169
6.5.2.	Paquete Instalador	173
6.5.3.	Instalación del Software Insteon Gimpromed	176
6.6.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS	177
6.6.1.	Resultados	179
6.6.1.1.	Ahorro Energético.....	180
CAPÍTULO 7	183	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	183	
7.1.	CONCLUSIONES.....	183
7.2.	RECOMENDACIONES.....	185
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	187	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1. Comparación Sistema CCTV Digital y Analógico	25
Tabla. 3.1. Especificaciones de Tecnología INSTEON	30
Tabla. 3.2. Dispositivos Red INSTEON.....	31
Tabla. 3.3. Estructura Mensaje INSTEON Estándar y Extendido.....	35
Tabla. 3.4. Tipos de Mensajes INSTEON	37
Tabla. 3.5. Velocidad de Transmisión Mensajes INSTEON.....	42
Tabla. 3.6. Especificaciones Señales RF INSTEON	42
Tabla. 3.7. Comandos Básicos INSTEON	46
Tabla. 3.8. Comparación INSTEON vs. Protocolos Domóticos	55
Tabla. 4.1. Distribución Pisos Edificio GIMPROMED	56
Tabla. 4.2. Sistema Eléctrico Principal Edificio GIMPROMED	60
Tabla. 4.3. Distribución Circuitos Iluminación, Fuerza y Cargas Especiales	61
Tabla. 4.4. Luminarias Piso 1 - Bodegas Principales	62
Tabla. 4.5. Luminarias Piso 2 - Oficinas Centrales	65
Tabla. 4.6. Luminarias Piso 3 - Bodega Auxiliar y Departamento Técnico.....	65
Tabla. 4.7. Luminarias Piso 4 - Bodega Auxiliar y Archivo	66
Tabla. 4.8. Especificaciones Técnicas SwitchLinc 2476S	68
Tabla. 4.9. Especificaciones Técnicas KeypadLinc 2486SWH6	70
Tabla. 4.10. Especificaciones Técnicas In-LineLinc 2475S2	72
Tabla. 4.11. Especificaciones Técnicas Transmisor IRLinc 2411T.....	74
Tabla. 4.12. Especificaciones Técnicas - SmartLinc 2412N.....	77
Tabla. 4.13. Direcciones Físicas Controladores SmartLinc	80
Tabla. 4.14. Distribución Circuitos - Controladores Centrales Piso 2	81
Tabla. 4.15. Dispositivos INSTEON para Subsistema de Iluminación Piso 2.....	82
Tabla. 4.16. Distribución Escenas KeypadLinc - In-LineLinc Piso2.....	82
Tabla. 4.17. Dispositivos INSTEON para Sistema de Aire Acondicionado	83
Tabla. 4.18. Dispositivos INSTEON para Subsistema de Iluminación Piso 3.....	83
Tabla. 4.19. Dispositivos INSTEON para Subsistema de Iluminación Piso 4.....	84
Tabla. 4.20. Cámaras Sistema CCTV GIMPROMED	85

Tabla. 4.21. Especificaciones Técnicas DVR Orbix	86
Tabla. 4.22. Especificaciones Servidor de Video.....	90
Tabla. 4.23. Cámaras IP.....	90
Tabla. 5.1. Direcciones IP y Número de Puerto SmartLinc	112
Tabla. 5.2. Número de Escenas SmartLinc	115
Tabla. 5.3. Direccionamiento Lógico Cámaras IP.....	118
Tabla. 5.4. Configuración Red Servidor Video	120
Tabla. 6.1. Grupo de Luminarias por Subsistema	140
Tabla. 6.2. Tipo de Luminarias – Interfaz Gráfica	142
Tabla. 6.3. Estado de Luminarias – Interfaz Gráfica.....	142
Tabla. 6.4. Estado Temporizadores – Interfaz Gráfica.....	142
Tabla. 6.5. Bandera <i>flag_actualizar</i>	151
Tabla. 6.6. Sintaxis URL General – SmartLinc.....	158
Tabla. 6.7. Métodos Aplicación Propietaria	160
Tabla. 6.8. Sintaxis URL - Accionamiento de Módulos	161
Tabla. 6.9. Comandos INSTEON.....	161
Tabla. 6.10. Sintaxis URL Accionamiento Grupal de Escenas.....	162
Tabla. 6.11. Sintaxis URL Verificar Estado.....	164
Tabla. 6.12. Decodificación Respuesta Servidor.....	164
Tabla. 6.13. Sintaxis URL Configuración de Temporizadores	165
Tabla. 6.14. Tipos de Horario Temporizador	167
Tabla. 6.15. Sintaxis URL - Lectura Estado Temporizador	167
Tabla. 6.16. Sintaxis URL Autenticación	168
Tabla. 6.17. Sistema de Archivos - Proyecto Instalación.....	175
Tabla. 6.18. Resumen Consumo Eléctrico GIMPROMED	181
Tabla. 6.19. Resumen Facturación Consumo Eléctrico GIMPROMED	182
Tabla. 6.20. Análisis Comparativo Consumo Eléctrico GIMPROMED.....	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Ubicación Geográfica GIMPROMED	2
Figura. 1.2. Edificio GIMPROMED	3
Figura. 1.3. Aplicaciones de red INSTEON	5
Figura. 2.1. Sistema Automatizado – Aplicaciones Domóticas	9
Figura. 2.2. Sistema Automatizado Centralizado	11
Figura. 2.3. Sistema Automatizado Descentralizado	12
Figura. 2.4. Sistema Automatizado Distribuido	13
Figura. 2.5. Datos de TIC en Ecuador (Fuente INEC)	19
Figura. 2.6. Equipamiento TIC en hogares - Nivel Urbano	20
Figura. 2.7. Equipamiento TIC en hogares - Nivel Rural.....	20
Figura. 2.8. Sistema CCTV Analógico	22
Figura. 2.9. Sistema CCTV Digital	23
Figura. 2.10. Sistema CCTV Digital IP	24
Figura. 3.1. Esquema Básico Red INSTEON.....	32
Figura. 3.2. Propagación Señales INSTEON	33
Figura. 3.3. Red INSTEON Punto a Punto.....	34
Figura. 3.4. Mecanismo Retransmisión Mensajes INSTEON.....	37
Figura. 3.5. Modulación BPSK	40
Figura. 3.6. Señal Portadora INSTEON	40
Figura. 3.7. Transmisión de Paquetes INSTEON y X10 sobre la línea eléctrica.....	41
Figura. 3.8. Enlace Dispositivos INSTEON.....	44
Figura. 3.9. Enlace Red INSTEON con Red WiFi.....	47
Figura. 4.1. SwitchLinc 2476S	67
Figura. 4.2. KeypadLinc 2486SWH6	69
Figura. 4.3. In-LineLinc 2475S2	71
Figura. 4.4. IRLinc 2411T	73
Figura. 4.5. Controlador Central SmartLinc 2412N	76
Figura. 4.6. Esquema General Red INSTEON - LAN	78
Figura. 4.7. Diagrama Lógico Red INSTEON-LAN GIMPROMED	79

Figura. 4.8. DVR Orbix 16CH y Monitor VGA.....	85
Figura. 4.9. Tarjeta Capturadora de Video Híbrida NV-5000.....	88
Figura. 4.10. Cámara IP Vivotek IP8332	91
Figura. 4.11. Cámara IP Trendnet TV-IP252P	92
Figura. 5.1. Instalación SwitchLinc y KeypadLinc	94
Figura. 5.2. Circuito Conmutación Tradicional.....	96
Figura. 5.3. Circuito Múltiple INSTEON - Conmutación.....	96
Figura. 5.4. Características Físicas Módulo In-LineLinc	97
Figura. 5.5. Conexión IRLinc a Toma Corriente.....	98
Figura. 5.6. Instalación Emisor IR - Módulo IRLinc	98
Figura. 5.7. Conexión Controlador Central SmartLinc	99
Figura. 5.8. Tablero Control - Oficinas Centrales	100
Figura. 5.9. Diagrama de Red Sistema CCTV	101
Figura. 5.10. Conexión Dispositivo PoE Inyector.....	102
Figura. 5.11. Instalación Cámara Vivotek IP8332	102
Figura. 5.12. Instalación Cámara Trendnet TV-IP252	103
Figura. 5.13. Instalación Tarjeta NV-5000.....	104
Figura. 5.14. Instalación Tarjeta Expansión NVD4VIEXT	104
Figura. 5.15. Tarjetas Principal NV-5000 y de Expansión Instaladas.....	105
Figura. 5.16. Distribución Botones KeypadLinc	106
Figura. 5.17. Enlace KeypadLinc con In-LineLinc	107
Figura. 5.18. Circuito Múltiple INSTEON 2 Módulos.....	108
Figura. 5.19. Enlace Circuito Múltiple INSTEON	108
Figura. 5.20. Aprendizaje Comandos IR	109
Figura. 5.21. Búsqueda y Acceso SmartLinc	111
Figura. 5.22. Ventana Principal - Controlador SmartLinc	111
Figura. 5.23. Configuración Red - SmartLinc	112
Figura. 5.24. Enlace Controlador SmartLinc con módulos INSTEON	113
Figura. 5.25. Creación de Usuario y Contraseña - SmartLinc.....	116
Figura. 5.26. Interfaz Gráfica Servidor SME	116
Figura. 5.27. Configuración Reenvío de Puertos Servidor SME.....	117
Figura. 5.28. Ventana Configuración Vivotek IP8332.....	118
Figura. 5.29. Ventana Configuración Trendnet TV-IP252P	118
Figura. 5.30. Ventana Principal Software Servidor Video	119

Figura. 5.31. Opciones Configuración Servidor	120
Figura. 5.32. Configuración Principal de Red	120
Figura. 5.33. Configuración Número Puerto - WebViewer	121
Figura. 5.34. Configuración Reenvío de Puertos – Servidor Video	122
Figura. 5.35. Configuración Cámaras.....	122
Figura. 5.36. Configuración Cámaras IP	123
Figura. 5.37. Usuario Sistema CCTV	124
Figura. 5.38. Configuración de Usuario - Sistema CCTV.....	124
Figura. 5.39. Directorio Grabación Sistema CCTV	125
Figura. 5.40. Opciones de Grabación	125
Figura. 5.41. Configuración Servidor Video Remoto	126
Figura. 5.42. Ventana Autenticación Usuario - Consola Remota.....	127
Figura. 5.43. Consola Remota Sistema CCTV	127
Figura. 5.44. Ventana Autenticación Usuario - WebViewer	128
Figura. 5.45. WebViewer Sistema CCTV	128
Figura. 5.46. Aplicación AVerViewer - iPhone	129
Figura. 6.1. Mapa de Navegación - Interfaz HMI	132
Figura. 6.2. Elementos y Distribución de una Ventana	133
Figura. 6.3. Ventana Principal Aplicación	135
Figura. 6.4. Submenú de Navegación - Ventana Principal.....	136
Figura. 6.5. Ventana de Autenticación.....	136
Figura. 6.6. Ventana Error Autenticación	137
Figura. 6.7. Ventana Configuración de Usuario - Autenticación.....	137
Figura. 6.8. Ventanas Emergentes - Configuración Usuario.....	138
Figura. 6.9. Ventana Inicial Sistema iluminación Piso 2.....	139
Figura. 6.10. Mapa de Acceso – Departamentos Piso 2	139
Figura. 6.11. Ventana Sistema de Iluminación.....	141
Figura. 6.12. Ventana Sistema Aire Acondicionado	143
Figura. 6.13. Ventana Temporizador	144
Figura. 6.14. Ventanas Emergentes Temporizadores	145
Figura. 6.15. Ventana Sistema CCTV	146
Figura. 6.16. Diagrama de Flujo - Inicialización Aplicación y Autenticación	149
Figura. 6.17. Diagrama de Flujo - Sistema Iluminación Piso 2 Principal	150
Figura. 6.18. Diagrama de Flujo - Sistema Iluminación Departamentos Piso 2	152

Figura. 6.19. Diagrama de Flujo - Sistema Iluminación Bodegas.....	153
Figura. 6.20. Diagrama de Flujo - Subproceso Verificar Estado Luminarias	154
Figura. 6.21. Diagrama de Flujo - Sistema de Aire Acondicionado	155
Figura. 6.22. Diagrama de Flujo - Configurar Temporizadores	156
Figura. 6.23. Diagrama de Flujo - Actualización de Temporizadores	157
Figura. 6.24. Respuesta Servidor HTTP - Estado Luminarias	164
Figura. 6.25. JSmooth - Selección de Esqueleto	170
Figura. 6.26. JSmooth - Configuración parámetros ejecutable	171
Figura. 6.27. JSmooth - Configuración Aplicación.....	172
Figura. 6.28. JSmooth - Compilación Archivo Ejecutable .exe	172
Figura. 6.29. Archivo Ejecutable Insteon Gimpromed.exe	173
Figura. 6.30. Creación Nuevo Proyecto Instalación.....	174
Figura. 6.31. Carpetas Paquete Instalación.....	174
Figura. 6.32. Archivos Instalación.....	175
Figura. 6.33. Asistente Instalación Insteon Gimpromed	176
Figura. 6.34. Acceso Directo en Escritorio - Insteon Gimpromed.....	177
Figura. 6.35. Prueba Funcionamiento – Enlace Dispositivos INSTEON.....	177
Figura. 6.36. Prueba Funcionamiento – Control de Iluminación Software Propietario	178
Figura. 6.37. Prueba Funcionamiento – Control Aire Acondicion. Software Propietario	178
Figura. 6.38. Prueba Funcionamiento – Acceso Sistema CCTV Software Propietario	179
Figura. 6.39. Consumo Eléctrico Edificio GIMPROMED.....	181

GLOSARIO

Protocolo: reglas que gobiernan las comunicaciones entre los dispositivos que forman de una red o en un intercambio de información directo. Establecen los requerimientos para sincronizar, mantener o cancelar la comunicación.

Peer to Peer: red de comunicación que interconecta dos o más computadoras para compartir recursos sin la necesidad de un servidor dedicado. Cada dispositivo (peer) puede desempeñar funciones de cliente o servidor.

Broadcast: modo de transmisión en el que un emisor envía información de manera simultánea a un grupo de receptores dentro de la red.

Simulcast: es la difusión de información simultánea de varios emisores a través de un mismo medio de comunicación. Esta difusión puede tener áreas donde exista superposición de señales provenientes de múltiples transmisores. O en su defecto es la transmisión de más de un servicio a través de un mismo medio.

Firmware: es un programa de propósitos específicos que se encuentra grabado en la memoria no volátil del dispositivo.

LAN: red de datos local que se extiende a un área geográfica pequeña, usualmente administrada por una sola organización y que interconecta estaciones de trabajo, periféricos u otros dispositivos.

WLAN: red inalámbrica de área local en la que una serie de dispositivos se comunican entre sí utilizando tecnologías de radiofrecuencia. Ofrecen mayor flexibilidad y movilidad a los usuarios.

Ethernet: tecnología de red definida por el estándar IEEE 802.3, que opera a nivel de las capas: Enlace de Datos y Física, correspondientes al Modelo OSI. Incorpora el método de acceso al medio CSMA/CD.

TCP/IP: el modelo TCP/IP es un estándar abierto que describe el diseño e implementación de los protocolos de red para la comunicación de dispositivos. Su arquitectura consta de cuatro capas.

CRC: Chequeo de Redundancia Cíclica es una técnica para detectar errores en la transmisión de datos. Con este método se añade un cierto número de bits de chequeo al mensaje transmitido, para que el receptor pueda determinar si los datos son correctos.

BPSK: (Modulación Binaria por Desplazamiento de Fase) Modulación que consiste en variar la fase de la señal portadora tomando en cuenta la transición de dos símbolos en la señal digital

NRZ: (No retorno por cero) Codificación Binaria en la cual los bits "1" son representados por una condición significativa, y los "0" por una condición no neutral, esta última dependerá del tipo de modulación empleada.

Manchester: Método de codificación sincrónica que añade la señal de reloj al mensaje binario. Cada bit de la señal original es representado por dos bits de datos codificados Manchester. Donde un bit "1" se representa por la transición de un nivel bajo a un nivel alto, mientras que un nivel alto seguido por un nivel bajo, representa un bit "0".

FSK: (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia), modulación que utiliza una frecuencia diferente para cada estado significativo de la señal de datos. Este tipo de modulación es utilizada en enlaces Asincrónicos.

Transceptor: dispositivo que realiza funciones de transmisión y recepción, utilizando los mismos componentes electrónicos. Proveen una comunicación semi-duplex; es decir que no se puede realizar dos funciones simultáneamente.

HTTP: (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) permite que un navegador web establezca conectividad con un servicio web administrado por un servidor. Este protocolo sigue el esquema petición y respuesta, definiendo el tipo de mensaje entre el cliente-servidor o viceversa.

URL: (localizador uniforme de recursos) dirección utilizada para identificar, localizar y acceder a cualquier recurso o servicio de la red desde un navegador web.

UTP: (par trenzado no blindado) es un tipo de cable formado por 4 pares de cable, codificados por colores, trenzados y cubiertos por un protector de plástico flexible. Generalmente es utilizado como un medio de transmisión de datos en redes LAN. La categoría define la tasa de transmisión.

NTSC: Estándar de codificación y transmisión de televisión análoga, empleado por la mayor parte de América y Japón.

Java: Lenguaje de Programación de alto nivel orientado a objetos, cuya sintaxis es muy similar a C y C++. Incluye cientos de clases y métodos en su librería estándar. Adicionalmente permite crear aplicaciones que pueden ser ejecutadas en un navegador web.

JRE: (java runtime environment) contiene la máquina virtual de java para ejecutar aplicaciones y otros archivos de soporte, como librerías. No contiene herramientas de desarrollo y compilación.

PoE: (power over the ethernet) tecnología que permite suministrar alimentación eléctrica a un dispositivo de red través del mismo cable que se utiliza para la transmisión de datos. Cumple con el estándar 802.3af, para no reducir el alcance de red y mantener el rendimiento de la transmisión.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

GIMPROMED Cía. Ltda., es una empresa líder en el campo de la salud que se dedica a la importación y distribución de equipos e insumos médicos; entre sus principales clientes se destacan las instituciones hospitalarias tanto privadas como públicas a nivel Nacional.

En Agosto de 2008, GIMPROMED inauguró sus nuevas oficinas, las mismas que fueron diseñadas con ambientes vanguardistas, en los que no se escatimó recursos con el afán de ofrecer un lugar acogedor tanto para el personal interno como el cliente externo. Se instalaron nuevos equipos para mejorar el sistema de seguridad de la empresa y así monitorear, controlar y registrar los eventos que dan lugar en el edificio.

GIMPROMED Cía. Ltda. se encuentra ubicada en un lugar estratégico dentro de la ciudad de Quito (ver Figura. 1.1), exactamente en la calle Pascual de Andagoya Oe3-297 y Avenida América, sector Belisario Quevedo y en sus instalaciones (Edificio de 3 pisos y subsuelo) funcionan las oficinas administrativas, sala de exhibición, sala de reuniones, bodegas, departamento técnico y de sistemas. En la Figura. 1.2, se muestra una vista frontal del edificio.

Durante este tiempo la empresa ha desempeñado de una manera eficiente sus actividades administrativas y técnicas; sin embargo, con el pasar del tiempo, se han evidenciado algunos problemas relacionados con el consumo de energía ya que al disponer de gran cantidad de lámparas para los ambientes internos, iluminación externa ornamental,

y equipos de diferente índole, el consumo de energía eléctrica ha aumentado considerablemente.

Un factor relevante que ha incidido en este incremento, es el descuido por parte de los colaboradores, ya que en varias ocasiones luego de finalizar su jornada de trabajo dejan encendidas las luces de las oficinas, salas de exhibición, entre otras áreas, las mismas que permanecen en ese estado hasta altas horas de la noche, lo cual representa un gran rubro de desperdicio de energía eléctrica. Adicionalmente, existen dispositivos que exigen un alto consumo energético como es el caso del: aire acondicionado y las luminarias externas del edificio, los mismos que no están controlados por temporizadores y presentan irregularidades en el horario de encendido y apagado.

Por otro lado, actualmente el edificio tiene instaladas cámaras analógicas, para el monitoreo y seguridad del edificio; algunas de ellas presentan inconvenientes de transmisión y fallas en la visualización de imágenes. Adicionalmente se requiere mayor número de cámaras para supervisar otros puntos importantes; de ahí que existe la necesidad de optimizar el sistema de circuito cerrado de televisión para cumplir los requisitos exigidos por la empresa de seguridad.



Figura. 1.1. Ubicación Geográfica GIMPROMED



Figura. 1.2. Edificio GIMPROMED

1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto en forma global contempla la implementación de un sistema domótico para el edificio GIMPROMED (3 pisos), el mismo que estará basado en la tecnología INSTEON¹. Este sistema se orientará principalmente al control remoto de iluminación, a través de un software propietario y como complemento se realizará el control remoto del equipo de climatización (aire acondicionado) ubicado en el área de servidores.

Por otro lado y de acuerdo a los requerimientos de la empresa, se optimizará el sistema CCTV (circuito cerrado de televisión), el mismo que presenta fallas tanto en la transmisión como en la calidad de imágenes. Por esta razón se rediseñará el sistema actual y se instalarán nuevas cámaras de seguridad donde se requiera.

¹ Los fundamentos técnicos de la tecnología INSTEON se detallan en el Capítulo 3 del presente proyecto.

El proyecto comprenderá los siguientes puntos, los mismos que se explicarán con más detalle en los capítulos subsiguientes:

- Análisis completo del sistema eléctrico del edificio GIMPROMED (3 pisos y un subsuelo) así como del sistema CCTV y su respectivo cableado.
- Diseño de la red INSTEON para cada piso del edificio de acuerdo a las aplicaciones necesarias en cada instancia.
- Optimización del circuito cerrado de televisión CCTV.
- Redistribución de los circuitos eléctricos con el fin de optimizar el uso de los equipos INSTEON.
- Desarrollo de un software propietario en lenguaje de programación de alto nivel.
- Instalación de los dispositivos y comunicación entre las redes de cada piso.
- Elaboración de un Manual del Operador, que contenga todo lo concerniente al uso, configuración y solución de posibles problemas.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En los últimos años, se ha evidenciado que la automatización no solo toma un papel importante a nivel de la industria sino que ahora también es de gran interés en aplicaciones relacionadas a implantar edificios u hogares inteligentes. De ahí que, se están desarrollando diferentes protocolos y tecnologías para crear redes domóticas.

Los beneficios que conlleva la automatización son múltiples, entre ellos y como el más importante se puede mencionar que se incrementa la eficiencia y eficacia en el control de los equipos electrónicos instalados. Sin embargo, el tema económico en cuanto a costos de dispositivos siempre ha sido un gran limitante.

INSTEON es una tecnología de red domótica de banda dual, la misma que utiliza como medio de transmisión las líneas de cableado eléctrico ya existentes o radiofrecuencia RF. Dentro de esta red se manejan una amplia gama de dispositivos orientados a controlar y monitorear varios eventos y aplicaciones con el fin de brindar confort, seguridad y ahorro energético al usuario o empresa.

Esta tecnología ofrece dispositivos con un costo relativamente bajo en comparación con equipos de funcionalidad similar. Se basa en una red peer en la que cualquier dispositivo puede transmitir, recibir o repetir los mensajes sin la necesidad de un controlador maestro. Mientras existan más dispositivos, la red INSTEON será más robusta.

Tomando en cuenta que estos dispositivos no necesitan de otro medio adicional a la red eléctrica instalada en el hogar o empresa, la acogida por esta tecnología cada vez es mayor ya que sin ocasionar cambios radicales en cableado y estructura, es posible convertir una infraestructura común y corriente en una edificación inteligente, donde todas las actividades que antes se realizaban de manera independiente se pueden integrar y controlar remotamente. En la Figura. 1.3 se detallan algunas aplicaciones que se pueden implementar con la red INSTEON.



Figura. 1.3. Aplicaciones de red INSTEON

Con el fin de ofrecer soluciones integrales a los problemas y necesidades existentes la empresa, se desarrollará el presente proyecto que consiste en el diseño y la implementación de un sistema para el control remoto de iluminación de ciertas áreas del edificio, y de la optimización del sistema de CCTV.

Como primer punto se destaca el Ahorro de Energía, ya que al disponer de un nuevo sistema para el control de iluminación, se ofrece al usuario la posibilidad de monitorear y controlar el estado de las luces y del equipo de climatización de forma remota. Así mismo, con el uso de configuraciones predefinidas se pueden establecer horarios tanto para el encendido y apagado de los dispositivos, evitando así el desperdicio de energía.

Por otro lado, considerando que la edificación tiene algunos pisos y que para trasladarse de uno a otro solo se utilizan las escaleras, el sistema centralizado brindará la opción de controlar las luminarias de cualquier área sin la necesidad de estar físicamente en el sitio, permitiendo así agilizar y dinamizar el trabajo de la persona encargada de esta labor.

La optimización del circuito cerrado de televisión traerá consigo la implementación de un sistema flexible que permite integrar los dispositivos analógicos con las nuevas tecnologías existentes a fin de ofrecer una solución eficiente, robusta y fiable. Conjuntamente con la integración de este sistema a la red central, se permitirá llevar un control completo de las lámparas y cámaras instaladas en el edificio. De esta manera se busca colaborar con el personal de seguridad y cumplir con los requerimientos establecidos por el ente que los controla.

En suma, este proyecto, coadyuvará al desarrollo integral de la empresa, y proporcionará un ambiente productivo y eficiente a través de la automatización con el fin de brindar seguridad y respaldo a las personas que trabajan en ella.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Diseñar e Implementar un sistema automatizado para el control remoto de iluminación basado en la tecnología INSTEON y optimización del sistema CCTV en el edificio GIMPROMED.

1.4.2. Específicos

- Fundamentar los aspectos técnicos referentes a la tecnología INSTEON.
- Realizar el análisis y diagnóstico, tanto de la infraestructura como del sistema eléctrico actual del edificio.
- Diseñar la red domótica en base a los requerimientos de la empresa.
- Desarrollar una aplicación propietaria en un lenguaje de programación de alto nivel que permita controlar la red INSTEON instalada en el edificio mediante el acceso a la red de la empresa.
- Implementar la red INSTEON y el nuevo sistema CCTV en la empresa GIMPROMED.
- Realizar pruebas de funcionamiento para evaluar los resultados de la implementación.

CAPÍTULO 2

GENERALIDADES

Años atrás era una quimera pensar que el mundo entero se encuentre frente a una era en la que la tecnología y la ciencia sean el eje central y peor aún que toda la sociedad gire en torno a ella.

Este sueño dejó de ser una fantasía para convertirse en realidad, y es así que en los últimos tiempos, se ha evidenciado la evolución de la ciencia a gran escala de tal forma que ahora en día es muy común escuchar tópicos relacionados a la Internet, comunicaciones inalámbricas, teléfonos inteligentes, ordenadores con procesadores de alta velocidad, telefonía móvil 3G, televisión digital, automatización de industrias y en definitiva varios avances que han traído consigo una serie de beneficios relacionados a ofrecer una mejor calidad de vida.

De ahí también que las exigencias y necesidades por parte de los usuarios han cambiado, dando así una gran apertura para que la automatización de casas y edificios tengan una buena aceptación entre la sociedad y pueda implementarse exitosamente en el mercado.

2.1. SISTEMAS DOMÓTICOS E INMÓTICOS

El término Domótica proviene de los vocablos domo (hogar) y tica (automática); de ahí que hace referencia a la integración de los dispositivos multimedia existentes en el hogar, y a la automatización, control de aplicaciones domésticas, como se muestra Figura. 2.1. En la actualidad se manejan conceptos muchos más amplios como el de Casa Digital u Hogar Inteligente, tomando en cuenta que en una edificación automatizada se

interrelacionan: sistemas de seguridad, sistemas de comunicación, sistemas de control y monitorización,; todos conectados a través de una red robusta y segura. [1]

También existen sistemas automatizados para edificios y todas los inmuebles con características similares, tales como; hospitales, oficinas, hoteles, centros de almacenamiento, entre otros; con la diferencia que estos sistemas son más complejos y tienen mayor número de prestaciones dependiendo las necesidades del usuario y el alcance del proyecto; el término que referencia a este tipo de aplicaciones es: *Inmótica*².



Figura. 2.1. Sistema Automatizado – Aplicaciones Domóticas

2.1.1. Características Generales

La mayoría de sistemas domóticos/inmóticos presentan características y herramientas similares que les han permitido catalogarse como una nueva tecnología con altas prestaciones dentro del hogar y la oficina.

² Inmótica: término que hace referencia a la automatización y control de aplicaciones propias de edificios e infraestructuras similares.

La **automatización** es el eje principal de todos los sistemas domóticos, en los que el control, monitorización de las diferentes aplicaciones es más eficiente y no requiere la participación del hombre, salvo para la programación y solución de fallas. Por otro lado, la **integración** e **interrelación** de las diferentes tecnologías en un mismo sistema central, permite llevar un control completo de toda la información generada en la vivienda o edificio.

Estos sistemas presentan gran **robustez** y **fiabilidad**, tomando en cuenta que permanecen conectados la mayor parte del tiempo, y necesitan entregar información correcta y oportuna al usuario. En la mayoría de ocasiones el monitoreo se realiza desde un lugar externo a la edificación por lo que se debe garantizar una comunicación que no presente fallas, interrupciones o colapse por un tráfico de datos elevado.

Esta industria forma parte de las *TIC*³ con el fin de llevar un control más seguro y eficiente de la información tanto en la transmisión, procesamiento, recepción y almacenamiento.

Entre las aplicaciones domóticas que tienen mayor demanda y aceptación entre los usuarios, se pueden mencionar:

- Control de Iluminación
- Control Automático de Persianas
- Sistema de Alarma y Seguridad
- Sistema Contra Incendios
- Control de Climatización (Aire Acondicionado y Calefacción)
- Control de Acceso Interno y Externo
- Control de Riego para Jardines

Evidentemente la integración de estos sistemas demandará que el edificio o la vivienda tenga instalada una red de comunicación en su propiedad, con el objetivo de enlazar los diferentes dispositivos y asegurar la transmisión, recepción de información

³ TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación: Nueva tendencia que se está adoptando en el manejo de las comunicaciones con el fin de llevar un control eficiente y eficaz de la información.

entre los equipos. En este punto, es propio denotar que existen algunos tipos de configuraciones para las instalaciones automatizadas, cada una con características, protocolos y tipologías diferentes; esto dependerá directamente de las condiciones del lugar físico y el presupuesto económico disponible.

2.1.1.1. Arquitecturas

Para la instalación de los sistemas domóticos/inmóticos se pueden establecer tres tipos de configuraciones básicas tomando en cuenta la disposición de los controladores: Sistema Centralizado, Sistema Descentralizado y Sistema Distribuido. La selección de una u otra tipología estará determinada por aspectos como: tipo de la edificación, alcance del proyecto, presupuesto disponible, entre otros factores.

- **Sistema Centralizado**

Una red centralizada es aquella que tiene un solo controlador maestro como se muestra en la Figura. 2.2, el mismo que está encargado de recibir la información de todos los dispositivos de entrada (sensores), procesarla y enviar las señales de control a los equipos de salida, en base a las configuraciones establecidas. Además desempeña funciones adicionales como: supervisión y almacenamiento de datos. [2]

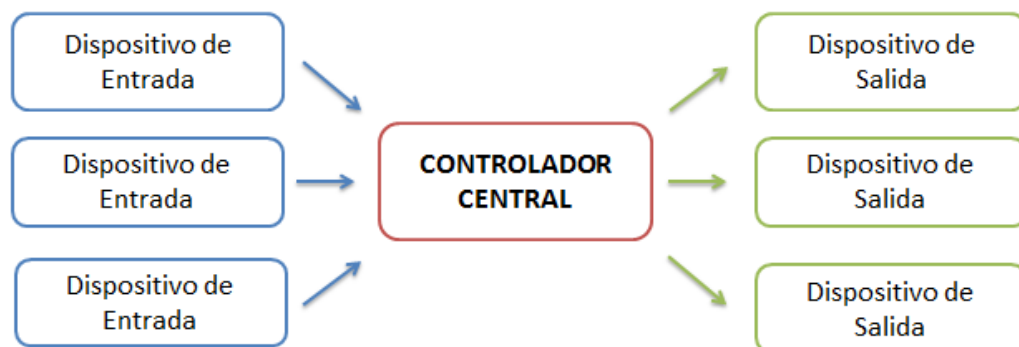


Figura. 2.2. Sistema Automatizado Centralizado

- **Sistema Descentralizado**

Un Sistema de Control Descentralizado se basa en una serie de subsistemas los mismos que tienen un controlador propio y que están interconectados entre sí a través de un bus, como se muestra en la Figura. 2.3. Estos controladores desempeñan las mismas funciones de un controlador maestro presente en una configuración centralizada, con la diferencia que la información también se transmite entre los otros sistemas con el fin de alcanzar una solución integral.

El trabajar con este tipo de sistemas facilita el diseño de la red, la detección de errores, evita el uso excesivo de cableado y además ofrece flexibilidad en cuanto es posible ampliar el sistema sin la necesidad de limitarse a las especificaciones de un controlador central.

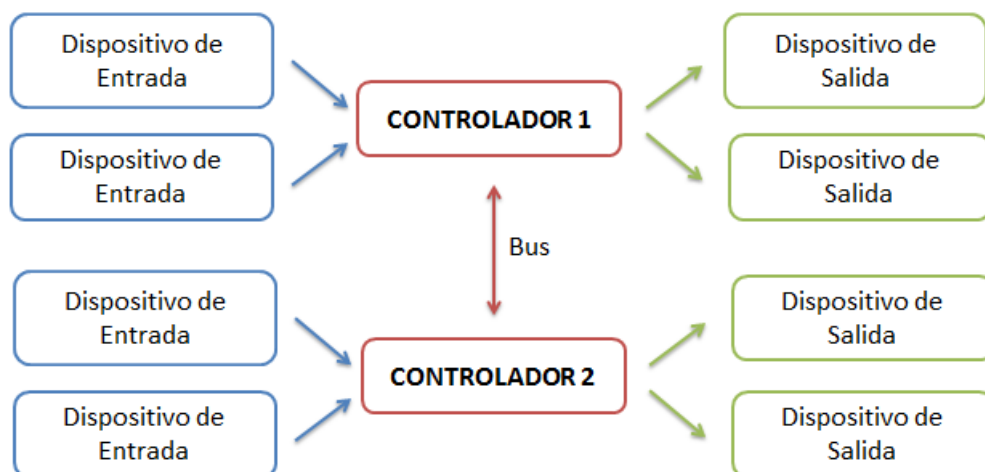


Figura. 2.3. Sistema Automatizado Descentralizado

- **Sistema de Control Distribuido**

En los sistemas de control distribuido (DSC) la capacidad de control y procesamiento se encuentra distribuida entre todos los dispositivos del sistema, los mismos que utilizan un bus de comunicación para transmitir los mensajes o enviar la información hacia otros nodos del sistema. Estos equipos pueden actuar sin la necesidad de un controlador central,

como se muestra en Figura. 2.4, solo depende de la configuración establecida por el usuario, de la información captada por sí mismos o la que reciben desde otros dispositivos.

Entre las ventajas sobresalientes de este tipo de arquitectura se destacan, la facilidad de escalamiento, alta velocidad de comunicación, no dependencia de un dispositivo central, reducción de cableado, flexibilidad, entre otras. Empero, debido a las características y funcionalidad más compleja de estos equipos, los costos de los dispositivos son más elevados en comparación a otras arquitecturas.



Figura. 2.4. Sistema Automatizado Distribuido

2.1.1.2. Medios de Transmisión

Los sistemas automatizados utilizan diferentes medios de comunicación para la transmisión y recepción de mensajes. Entre los más importantes se encuentran los detallados a continuación:

- **Cableado Eléctrico**

Los datos son transmitidos a través del cableado eléctrico ya existente en las edificaciones; las señales viajan a una frecuencia diferente a la utilizada por la red eléctrica y se superponen con la onda de corriente. Este medio de comunicación trae consigo una serie de ventajas; sin embargo, también existen riesgos ya que las señales pueden verse afectadas por la presencia del ruido en la línea eléctrica (ruido de 60 Hz) y por las variaciones de voltaje producto del uso de electrodomésticos.

- **Cable Propio**

Este es un medio muy común entre los sistemas domóticos actuales, ya que es mejor utilizar un medio propio para la comunicación a buscar soluciones compartidas. Dentro de este tipo de se encuentran: cable trenzado, cable coaxial, fibra óptica. Este medio de transmisión es ideal para edificaciones que están en etapa de diseño o construcción, tomando en cuenta que se requiere mayor trabajo en la etapa de cableado e instalación.

- **Comunicación Inalámbrica**

Las señales se transmiten a través de ondas electromagnéticas, no existe una conexión física (cables). Este medio es conveniente para lugares inaccesibles o que demandan mayor complejidad en la instalación; sin embargo, hay que tomar en cuenta otras consideraciones como: distancia entre los equipos, señales ajenas que ocasionan interferencia en la transmisión.

2.1.2. Ventajas y Desventajas

Los sistemas inteligentes han sido siempre diseñados con el fin de ofrecer un mejor estilo de vida al usuario, reduciendo el nivel de complejidad e incrementando el confort y seguridad; sin embargo, todavía existen algunos inconvenientes que no han permitido que esta nueva tecnología este completamente aceptada en el mercado actual, de ahí que existen algunas ventajas y desventajas en cuanto a la automatización de hogares y edificios.

2.1.2.1. Ventajas

- **Automatización e Integración**

Una de las características de los sistemas domóticos está relacionada a la automatización e integración de equipos y aplicaciones, la misma que es considerada como una de las principales ventajas de esta tecnología, ya que permite la comunicación entre algunos sistemas instalados en el hogar u oficina, aun cuando, presenten estándares

diferentes. Además el control y monitorización se puede realizar desde la red local o de un lugar remoto a través de teléfonos inteligentes u otros dispositivos.

- **Confort y Seguridad**

Como ya se mencionó en apartados anteriores los sistemas automatizados han sido diseñados para brindar confort y seguridad al usuario final, permitiéndole alcanzar un mejor estilo de vida.

Hoy en día la inseguridad es un tema muy controversial en la sociedad, y es por eso que se han desarrollado sistemas con características que a más de coadyuvar con el diario vivir de las personas, ayuden a disuadir, contrarrestar o alertar al usuario en el caso que existan personas que hayan sobrepasado los límites de seguridad establecidos.

- **Ahorro Energético**

La realidad actual del mundo en cuanto a la conservación del medio ambiente, ha llevado a que la mayoría de empresas enfoquen su producción y desarrollo a productos cuyas características eviten la contaminación del planeta. De igual forma, se está concientizando a la sociedad en temas relacionados al ahorro de energía, no desperdicio de agua, reciclaje, uso de productos ecológicos, entre otros que coadyuven a mantener vivo el planeta Tierra.

Los sistemas domóticos presentan características ideales para colaborar con este problema neurálgico ya que la instalación de sistemas automatizados permitirá incrementar la eficiencia en el uso de dispositivos en el hogar u oficina y así incrementar el ahorro energético, tomando en cuenta que las acciones que antes se realizaban de forma manual, ahora estarán controladas de automáticamente bajo parámetros previamente establecidos.

- **Flexibilidad y Sencillez**

En un inicio muchos sistemas domóticos fracasaron porque presentaban funciones complejas en cuanto a la configuración, manejo y control de los dispositivos. Sin embargo, con el pasar del tiempo las empresas fabricantes se han enfocado en el desarrollo de

sistemas más sencillos con el fin de permitir que el usuario final, tomando en cuenta que no tiene conocimientos en campos como: electrónica, sistemas, etc, pueda fácilmente operar los equipos y las funcionalidades del sistema.

Es así que los sistemas que se encuentran actualmente en el mercado manejan interfaces sencillas, amigables e interactivas en las que se puede navegar y acceder a las funciones sin la necesidad de contactar a un experto.

Por otro lado, el uso de nuevas tecnologías ha estado siempre ligado a la flexibilidad, considerando que las configuraciones de los sistemas pueden ser modificadas y se adaptan de acuerdo a las necesidades y exigencias del consumidor. La industria domótica ha impulsado el desarrollo de sistemas flexibles con el fin de no limitar las funcionalidades, no establecer parámetros fijos de configuración y así permitir que la instalación de esta tecnología se la pueda realizar en diferentes ambientes y para una amplia gama de aplicaciones.

2.1.2.2. Desventajas

- **Sector Inmobiliario**

Uno de los principales problemas que enfrenta la industria domótica es la falta preparación del sector inmobiliario, ya que las edificaciones no son diseñadas para acoger estas tecnologías y por lo tanto se hace muy difícil instalar dispositivos con este tipo de prestaciones. En el mercado actual la oferta está más enfocada al lanzamiento de productos diseñados para viviendas en etapa de construcción. Sin embargo, con el pasar del tiempo, se han ido desarrollado nuevos sistemas con el fin de cubrir las demandas de este sector.

- **Protocolos de Comunicación y Limitaciones**

Por otro lado, la ausencia de protocolos de comunicación estandarizados no ha permitido que los sistemas domóticos actuales se integren de una forma rápida y confiable a los equipos domésticos. Esto se debe a que los desarrolladores y empresarios todavía están a la expectativa de los resultados y de la aceptación de la sociedad en cuanto a las

nuevas soluciones tecnológicas. Por lo el momento los sistemas automatizados ofrecen funcionalidades más complejas con el fin de poder adaptarse a toda clase de equipo existente en el mercado; sin embargo, este rubro se ve reflejado en lo económico.

- **Aspecto Económico**

El aspecto económico es un factor determinante e incidente en cuanto al desplazamiento de esta industria en algunos sectores de la sociedad ya que parte de los usuarios ven como un lujo la adquisición de estos sistemas, más no un producto imprescindible para la vivienda. El costo elevado de estos sistemas se debe a la variedad de prestaciones que ofrecen, el alto nivel de integración con equipos existentes en el hogar y sobre todo a que esta tecnología es relativamente nueva y la competencia es reducida.

2.1.3. Mercado, Oferta y Demanda en el Ecuador

Antes de analizar la situación de la industria domótica en el Ecuador, es necesario caracterizar el mercado actual, en base a dos parámetros: oferta disponible y la demanda real existente.

2.1.3.1. Oferta Disponible

El sector inmobiliario del Ecuador ha tenido un crecimiento considerable en los últimos años, debido a la tendencia a la baja en los niveles de inflación, la disminución en las tasas de interés y en especial la mayor disponibilidad de créditos e incentivos para el comprador de vivienda. Es por eso que en la actualidad se ha incrementado el volumen de construcción tanto a nivel residencial como comercial.

Según las estadísticas del censo de población y vivienda del año 2010, realizado por el INEC⁴, el número de casas y departamentos registra un crecimiento del 33.2% en el parque ecuatoriano de viviendas en comparación a años anteriores. Sin embargo, la mayor parte de estas construcciones alcanzan costos no mayores de \$35,000, lo que deja entrever

⁴ Estadística de Viviendas a Nivel Nacional, INEC (Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos), 2010

que los acabados son medios y que las viviendas están ubicadas en sectores perimetrales y con plusvalía baja. Los proyectos actuales de las constructoras están dirigidos en mayor porcentaje a cubrir las necesidades de clase media baja. [3]

Pese a esto, algunas inmobiliarias ya están incursionando gradualmente en la industria domótica ya que el desarrollo y la tecnología son parte del mundo actual y no hay como evadirlas. Es así, que dentro de la oferta de viviendas y edificios ya se encuentran construcciones con diseños vanguardistas e ideales para satisfacer las expectativas de los consumidores que buscan comodidad y seguridad. De ahí que la domótica ha experimentado un inicio lento pero que con el pasar del tiempo, seguirá evolucionando y alcanzando mayor aceptación en el mercado, dado que se incrementará la variedad de productos y servicios para sistemas automatizados y por ende se reducirán los costos.

Con todo lo mencionado anteriormente, se puede afirmar que la oferta actual de sistemas domóticos en el mercado ecuatoriano todavía es reducida, y se encuentra en un progreso ascendente; es por eso que muchos profesionales y empresarios ven como un buen nicho de mercado a futuro, el incursionar en la industria de la automatización.

2.1.3.2. Demanda Real

Según los datos entregados por el INEC referentes al uso de las tecnologías de la información y comunicación TIC correspondientes a los años 2008, 2009 y 2010 (ver Figura. 2.5), se puede denotar que los ecuatorianos en los últimos años han buscado de una u otra manera, el acceso a las nuevas tecnologías, ya sea: telefonía móvil, internet, televisión, entre otros. [4]

Este criterio coincide con lo que expresa Manuel Vega, de la agencia de estudios digitales RPD, quien afirma: *“El ecuatoriano tiene facilidad para adaptarse a nuevas tecnologías; el mejor ejemplo es la telefonía móvil, que es parte de la vida diaria de los ecuatorianos”*⁵. [5]

⁵ Cita Textual de Manuel Vega, tomado de la Revista Líderes. [5]

El equipamiento de TIC es más amplio a nivel urbano que en áreas rurales, como se muestra en las estadísticas de las Figura. 2.6 y Figura. 2.7. Estas diferencias se deben a la situación geopolítica del país.

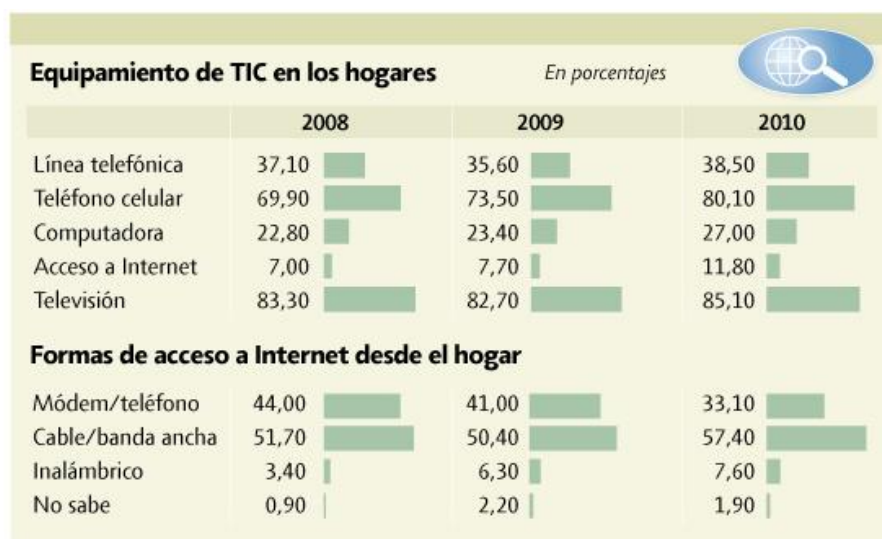


Figura. 2.5. Datos de TIC en Ecuador (Fuente INEC)

De los resultados analizados se puede determinar que en la actualidad el mercado que tiene mayor demanda en cuanto al uso de equipamiento tecnológico en el hogar se encuentra localizado a nivel urbano, por lo que la aceptación a la industria domótica en este sector alcanzaría un porcentaje relativamente alto, tomando en cuenta que las personas buscan una mejor calidad de vida en base a las prestaciones que brinda la tecnología.

Sin embargo esta afirmación se puede ver contrastada por la capacidad adquisitiva de los ciudadanos, considerando que en el Ecuador, esta nueva tecnología se encuentra en una etapa introductoria y los costos de los sistemas son altos. Este factor no tendrá mayor incidencia en el futuro ya que con seguridad la oferta de estos productos aumentará, permitiendo así que se comercialicen diferentes tipos y modelos con funcionalidades adecuadas para cubrir todo el mercado urbano, de acuerdo a las necesidades y recursos del usuario. Un claro ejemplo se ve reflejado en el alto porcentaje de hogares que disponen de televisiones, electrodoméstico que con el pasar de los años ha ido cambiando de tecnología, reduciendo los costos para modelos anteriores y permitiendo que gran parte de familias tengan acceso a este producto.

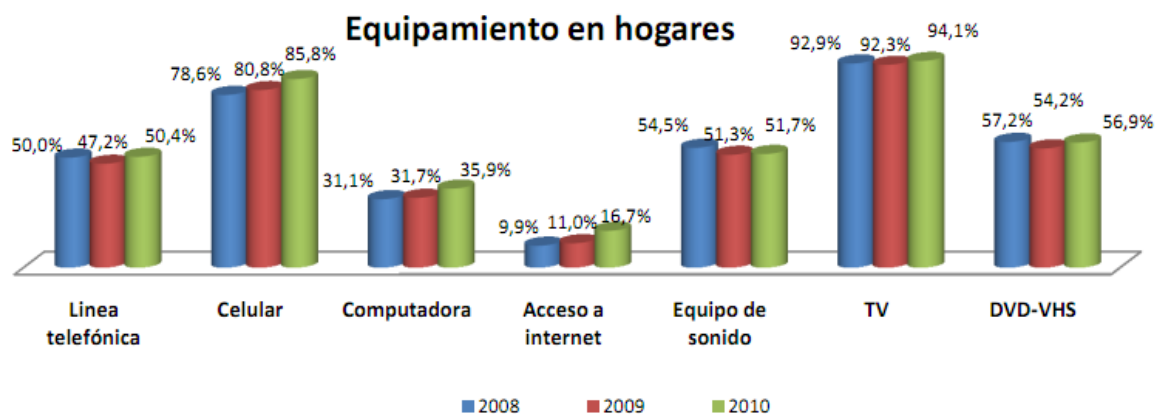


Figura. 2.6. Equipamiento TIC en hogares - Nivel Urbano

En cuanto al área rural, la expectativa para la aceptación de esta tecnología todavía es reducida, ya que las prioridades de este sector están enfocadas en cubrir aspectos importantes como: educación, vivienda y salud.

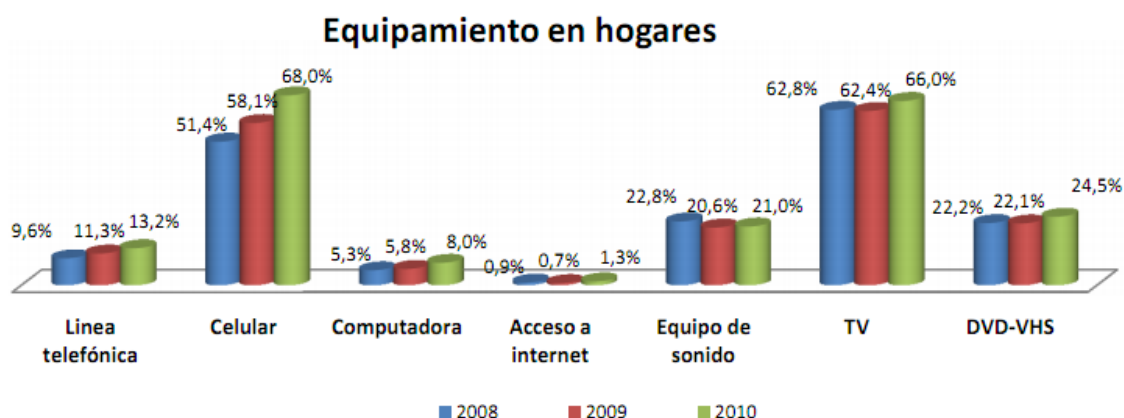


Figura. 2.7. Equipamiento TIC en hogares - Nivel Rural

2.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD

La seguridad es un tema de actualidad y de gran interés en todos los ámbitos de la sociedad ya sea: social, económico, informático o tecnológico. Es por eso que en ahora en día, existe mayor demanda por productos y servicios, en los que se ofrecen soluciones integrales para sosegar las consecuencias que traen consigo los problemas relacionados a la inseguridad.

En el sector inmobiliario, el desarrollo y la aceptación de estos sistemas ha tenido un crecimiento considerable ya que proporcionan servicios automatizados, que ayudan a proteger tanto a las viviendas, edificios como a las personas que habitan en ellos frente a desastres o actos delictivos. Entre las principales funciones que ofrecen estos sistemas se pueden destacar las siguientes:

- Alertas Técnicas (Detección de fugas, Alarmas disuasivas)
- Detección de Intrusos
- Video Vigilancia
- Simulación de Presencia
- Control y Registro de Acceso de Personal

En la actualidad los sistemas de seguridad que mayor demanda tienen son: circuito cerrado de televisión, control de accesos, sistemas de alarmas disuasivas y contra incendios. Cabe mencionar que este tipo de sistemas son una parte esencial dentro de la automatización en la industria domótica.

2.3. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

Un circuito cerrado de televisión o también conocido como CCTV, es un sistema autónomo que presenta características y prestaciones ideales para realizar monitorización y control de determinadas áreas en un edificio o vivienda, a través de la transmisión de video y/o audio por medio de una conexión directa a un equipo receptor. En algunos casos, también se realiza el registro de actividades que ocurren dentro o fuera del inmueble.

El acceso a este tipo de sistemas es limitado y restringido, dado que la información que se transmite es privada, propiedad de la empresa. Es por eso que no se consideran como una red pública y es necesario otorgar privilegios a usuarios seleccionados dentro de la red instalada cuya responsabilidad es de supervisión y vigilancia.

Un sistema CCTV está conformado por una serie de componentes de video los mismos que se interconectan entre sí a través de un medio de transmisión adecuado. Entre

los dispositivos principales se encuentran: Cámaras de Vigilancia, Monitores, Controlador Central, Grabador de Video (Almacenamiento) y otros accesorios. La cantidad, especificaciones y distribución de los equipos está determinada en base a ciertos parámetros tales como: los requerimientos del usuario, áreas peligrosas, tiempo de grabación, compresión de video, entre otros.

2.3.1. Clasificación Sistemas CCTV

Los sistemas CCTV de acuerdo al medio de transmisión se clasifican en: sistemas analógicos y digitales, cada uno con ventajas y desventajas que los caracteriza. [6]

2.3.1.1. Sistemas CCTV Analógicos

En estos sistemas las señales que se transmiten desde las cámaras hacia el dispositivo de visualización o grabación son analógicas; es decir, son señales continuas que presentan variaciones y por lo tanto no son uniformes. Se utilizan dos conductores para cada línea (transmisión y recepción de información), de ahí que el cable más utilizado para estos sistemas es el coaxial. Generalmente un sistema de este tipo está compuesto por: multiplexores, grabadores de video cassette, monitores de visualización y cámaras analógicas como se muestra en la Figura. 2.8.

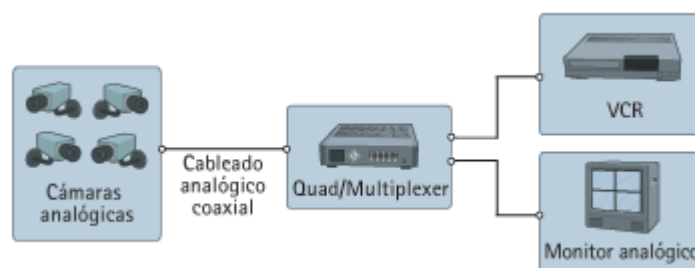


Figura. 2.8. Sistema CCTV Analógico

Los sistemas de CCTV analógicos requieren un mantenimiento continuo, no ofrecen accesibilidad remota, y sobre todo es muy difícil la integración con otros sistemas. Por otro

lado las señales transmitidas son susceptibles a las interferencias eléctricas, por lo que es necesario la utilización de filtros que no siempre garantizan una comunicación confiable.

2.3.1.2. Sistemas CCTV Digitales

La característica principal de un sistema CCTV digital es la transmisión de video a través de impulsos eléctricos conocidos como bits o números binarios. El uso de señales digitales facilita la transmisión e incrementa la fiabilidad del sistema. La tecnología digital ofrece un sin número de ventajas tales como: accesibilidad remota, escalabilidad, flexibilidad y sobre todo una excelente calidad de imagen.

Estos sistemas también son compatibles con las cámaras analógicas, sin embargo, primero es necesario digitalizar las señales transmitidas ya sea a través de la Modulación por Código de Pulso (PCM) u otros métodos conocidos. Esta función es llevada a cabo por el DVR (Grabador de Video Digital) el mismo que recibe la onda análoga proveniente de la cámara, muestrea la señal en intervalos a lo largo del tiempo y convierte las muestras obtenidas en bits para posteriormente transmitir una señal digital al monitor. De ahí que una imagen estará constituida por varios puntos conocidos como pixeles, dispuestos en arreglos de filas y columnas. El número de bits determinará la resolución de la imagen; es decir, la cantidad de colores y formas de grises. La arquitectura básica de un sistema CCTV digital se muestra en la Figura. 2.9.

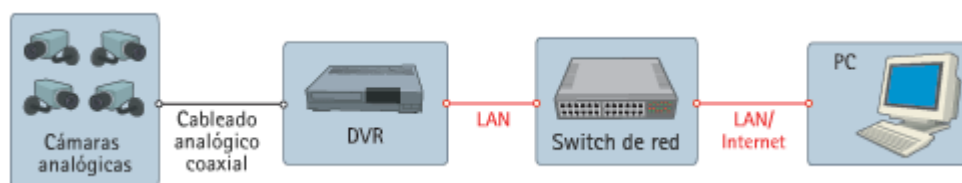


Figura. 2.9. Sistema CCTV Digital

Los sistemas CCTV digitales solo representan el primer nivel en la evolución del video digital, ya que en la actualidad el desarrollo tecnológico ha permitido alcanzar niveles superiores, en los que se destacan los servidores de video y cámaras con tecnología IP, los mismos que ofrecen mayor número de prestaciones y beneficios.

- **CCTV IP**

La solución de video IP parte del concepto de los sistemas digitales, con la diferencia que estos sistemas no necesitan de un equipo para digitalizar y comprimir la señal. Las cámaras IP son dispositivos más avanzados que se conectan directamente a la red y que a través de un conmutador transmiten las señales al PC para la grabación y gestión del video utilizando un software propietario (ver Figura. 2.10).

Esta tecnología aumenta los beneficios de los sistemas de vigilancia, permitiendo la transmisión inalámbrica, utilización de la red Ethernet para la alimentación eléctrica (*PoE* – *Power over the Ethernet*), mejor resolución de imágenes, funciones de audio, entradas y salidas de propósito general y además se puede expandir fácilmente el sistema, puesto que no existe un limitante para el número de cámaras.

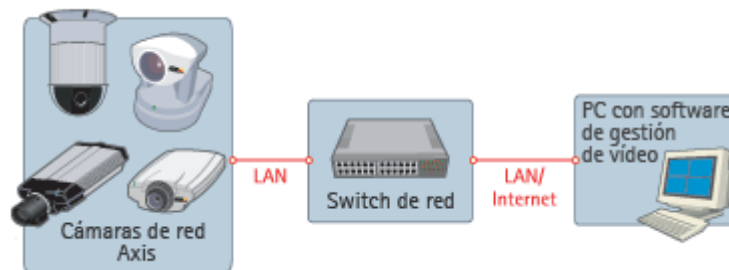


Figura. 2.10. Sistema CCTV Digital IP

La principal diferencia entre los sistemas CCTV analógico y digital radica en la codificación de la señal. En la Tabla. 2.1 se muestra las diferencias más relevantes entre estos dos tipos de sistemas.

	SISTEMA CCTV DIGITAL	SISTEMA CCTV ANALÓGICO
Tipo de Señal Transmitida	Señal Digital	Señal Analógica
Grabación	La única limitación está dada por la capacidad de almacenamiento que dispone el servidor.	Las cintas de video deben ser cambiadas regularmente ya que existe el riesgo de sobre-escribir los datos.

Calidad de imagen	La calidad de Imagen es superior y no se degrada conforme se hagan copias.	Cuando se copia las cintas de video, la imagen pierde calidad.
Simultaneidad	Permiten una grabación simultánea de todas las cámaras instaladas.	Los sistemas analógicos solo permiten grabar el video de una cámara a la vez.
Acceso remoto	Acceso disponible desde un sitio remoto a través del Internet.	Solo acceso local
Integración	Facilidad para integrar otros sistemas	Sistema cerrado
Dispositivos de Grabación y Control	Computadores, DVR (grabadores de video digital), tarjetas de captura, servidores de video en red.	Multiplexores, VCR (grabadores de cintas de video), conmutadores de video.
Costos	Costos medios altos en conformidad a las prestaciones de esta tecnología.	Costo inicial bajo, sin embargo demanda mayor compra de suministros y mantenimiento.

Tabla. 2.1. Comparación Sistema CCTV Digital y Analógico

2.3.2. Aplicaciones

La principal aplicación de los sistemas CCTV está direccionada al ámbito de la seguridad. Estos sistemas han tenido mayor acogida en el sector empresarial/comercial, ya que las empresas tienen mayor poder adquisitivo y pueden hacer uso de esta tecnología para instalarla en sus edificios, bodegas, u otras construcciones similares. Sin embargo, en los últimos años, la oferta de estos productos también ha sido direccionada hacia el nivel residencial ya que se han desarrollado dispositivos con funciones y características básicas para adaptarse a las necesidades de una vivienda

En el sector residencial, los usuarios utilizan los sistemas de televisión cerrada, para monitorizar sus hogares desde sitios remotos y así poder supervisar a sus hijos, empleados o simplemente para verificar que no existan personas intrusas. De esta manera se puede llevar un control y registro de los eventos que se dan lugar en el hogar y en sus alrededores.

El uso de estos sistemas en el sector comercial está dirigido hacia el control, supervisión de ciertas áreas del edificio, que estén expuestas a sufrir daños, robos o acciones que pongan en riesgo la integridad de los clientes internos o externos. CCTV es

un instrumento necesario para colaborar con la labor diaria de los guardias de seguridad, en cuanto, la persona encargada puede mantener desde un mismo lugar, el control de todos los eventos que ocurren en el edificio. Por otro lado, las cámaras actuales tienen incorporados sensores que permiten sectorizar un lugar determinado y así poder emitir una alarma cuando una persona no autorizada haya sobrepasado los límites establecidos.

Las aplicaciones de los sistemas de seguridad CCTV son múltiples y de seguro irán incrementando su rango de acción conforme los avances tecnológicos impulsen el desarrollo de nuevos dispositivos con funcionalidades más avanzadas.

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA INSTEON

3.1. INTRODUCCIÓN

Smarthome, una compañía líder en sistemas automatizados, en el afán de buscar una alternativa para solucionar los problemas de flexibilidad y no confiabilidad presentes en los sistemas que funcionaban bajo el protocolo X10⁶, desarrolla una nueva tecnología, denominada INSTEON.

Esta tecnología domótica se basa en una infraestructura de red *de banda dual*⁷ y red *peer to peer*⁸, la misma que utiliza la línea eléctrica o radiofrecuencia RF para la transmisión de señales. También es compatible con dispositivos que trabajan con señales X10. Las ventajas más representativas de esta tecnología frente a otras existentes en el mercado, radica en la simplicidad, confiabilidad y costos de los dispositivos que integran el sistema.

En el 2001, INSTEON incursiona en el mercado tecnológico con el objetivo de crear el hogar del futuro. A partir de ese año se inicia el desarrollo de una variedad extensa de dispositivos orientados a controlar varios eventos y aplicaciones, con el fin de brindar confort, seguridad y ahorro energético al usuario o empresa. El desarrollo de los productos INSTEON estará normado bajo los principios que rige esta tecnología, tales como: respuesta instantánea, facilidad de instalación, simplicidad de uso, confiabilidad, costos asequibles y compatibilidad con otros sistemas.

⁶ X10: Tecnología domótica que utiliza como medio de transmisión la línea eléctrica para el control de aplicaciones en el hogar.

⁷ Red Banda Dual: Infraestructura de red que utiliza dos medios de transmisión para la comunicación entre los dispositivos.

⁸ Red Peer to Peer: (red punto a punto) Dos o más dispositivos están conectados a través de una red y pueden compartir recursos sin la necesidad de tener un servidor dedicado. Cada equipo puede funcionar como un servidor o cliente.

- **Respuesta Instantánea**

Los retrasos en el envío y recepción de mensajes entre los dispositivos INSTEON son imperceptibles, permitiendo así, que la respuesta a los comandos enviados por el usuario sea inmediata. Las señales de esta tecnología optimizarán el sistema de control, dado que se transmiten a una velocidad adecuada para alcanzar respuestas rápidas sin perder la confiabilidad de la red.

- **Simplicidad y Facilidad en Instalación**

Los productos INSTEON son diseñados de tal forma que los parámetros y comandos de configuración sean homogéneos y sencillos, permitiendo así, que el usuario pueda interactuar fácilmente con estos dispositivos. Por otro lado, la instalación de este sistema no demandará recursos extras tanto en materiales como en mano de obra, puesto que esta tecnología no necesita de un cableado dedicado para la transmisión de mensajes

- **Confiabilidad**

Esta tecnología está caracterizada por la confiabilidad de la red y esto se debe a que por una parte existe redundancia en la comunicación ya que hay dos vías para la transmisión de mensajes: la línea eléctrica y ondas RF. Además, la red INSTEON se torna más robusta conforme se expande y se incrementen los dispositivos en el sistema, ya que cada uno de ellos a más de transmitir y recibir mensajes, también hacen las veces de repetidores.

- **Costos Reducidos**

Los dispositivos de esta tecnología mantienen costos reducidos en comparación a otras soluciones, considerando que no trabajan con algoritmos de enrutamiento complejos, no transportan gran cantidad de información, utilizan un medio de transmisión ya existente y no necesitan de un controlador especial en la red para el manejo y sincronización de todo el sistema.

- **Compatibilidad con otros Sistemas**

Tomando en cuenta que en la actualidad todavía existen dispositivos que funcionan bajo el protocolo X10, INSTEON ha sido diseñada de tal forma que sus señales puedan ser transmitidas por el mismo medio físico (línea eléctrica) sin provocar interferencia mutua y así permitir la interacción de estos dos sistemas. De ahí que en el mercado actual se ofertan productos híbridos que tienen compatibilidad para los dos entornos: INSTEON y X10.

3.2. ESPECIFICACIONES Y FUNCIONAMIENTO

3.2.1. Especificaciones

La tecnología INSTEON ha sido diseñada en base a ciertos parámetros del protocolo domótico X10, sin embargo, con el fin de optimizar el sistema se ha hecho hincapié en la solución de problemas fehacientes de los dispositivos X10, los cuáles se detallarán más adelante. Las principales características y especificaciones técnicas de esta tecnología se pormenorizan en la Tabla. 3.1. [7]

PROPIEDAD	ESPECIFICACIÓN	
Red	Banda Dual (Línea Eléctrica y RF) Punto a Punto (<i>Peer to Peer</i>) Topología tipo Malla No supervisada No existen tablas de enrutamiento	
Protocolo	Todos los dispositivos son repetidores de dos vías Identificación de Mensajes Retransmisión si los mensajes nos son identificados Sincronizados con la línea eléctrica	
Capa Física (Línea Eléctrica)	Frecuencia	131.65 kHz
	Modulación	BPSK
	Nivel Min. Transmisión	3.16 Vpp en 5 Ohm
	Nivel Min. Recepción	10 mV
	Fase de Transición	INSTEON RF o hardware

Capa Física (RF)	Frecuencia	904 MHz
	Modulación	FSK
	Sensibilidad	-103 dbm
	Rango	45m sin obstáculos línea de vista
Compatibilidad X10	Dispositivos INSTEON pueden recibir y enviar comandos X10 INSTEON no repiten o amplifican señales X10	
Tasa de Transmisión	Instantánea	13,165 bits/sec
	Sostenida	2,880 bits/sec
Tipos de Mensajes	Estándar	10 Bytes
	Extendidos	24 Bytes
Dispositivos Soportados	16,777,216	
Requerimientos de Memoria Motor INSTEON	RAM	80 Bytes
	ROM	3 kBytes
Requerimientos de Memoria Aplicaciones Típicas	RAM	256 Bytes
	EEPROM	256 Bytes
	FLASH	7 kBytes
Instalación de Dispositivos	Conectados al Toma Corriente Conectados a la Línea Eléctrica Operados por Baterías	
Seguridad	Enmascaramiento de dirección Encriptación de Mensajes	

Tabla. 3.1. Especificaciones de Tecnología INSTEON

La compatibilidad del protocolo INSTEON sobre la línea eléctrica con el protocolo X10, ha permitido que los diseñadores creen dispositivos INSTEON para comunicarse sin ningún inconveniente con componentes X10. Sin embargo, esta característica no está presente en los equipos de tecnología X10 ya que estos solo pueden comunicarse bajo su propio protocolo.

3.2.2. Funcionamiento

Los dispositivos de esta red domótica se comunican entre sí, utilizando el protocolo INSTEON, sobre la Línea Eléctrica (*PowerLine - PL*) y/o por Radiofrecuencia (*RF*), como se ilustra en la Figura. 3.1. Por otro lado, en este esquema, también se muestra la compatibilidad con señales y equipos X10, y la conexión a redes externas.

La funcionalidad de transmitir los mensajes bajo los dos protocolos (*PowerLine* y *RF*) está presente solamente en ciertos dispositivos. Esta característica ha sido diseñada con el fin de acoplar las dos fases de un sistema eléctrico, permitiendo así que todos los componentes de una red INSTEON puedan comunicarse, sin importar la fase eléctrica a la que estén conectados. Los mensajes INSTEON RF permiten realizar un puente de las fases eléctricas, siempre y cuando al menos un dispositivo INTEON PL/RF, este instalado en cada fase del sistema.

En la Tabla. 3.2, se detallan los dispositivos que pueden estar presentes en una red INSTEON, el protocolo que utilizan y sus características generales.

DISPOSITIVO	PROTOCOLO	CARACTERÍSTICA
INSTEON PL	<ul style="list-style-type: none"> • INSTEON Línea Eléctrica • X10 	Se comunican con otros dispositivos sobre la línea eléctrica. También es compatible con X10.
INSTEON RF	<ul style="list-style-type: none"> • INSTEON Radio Frecuencia 	Se comunican con otros dispositivos que tiene estructura para radiofrecuencia RF.
INSTEON PL/RF	<ul style="list-style-type: none"> • INSTEON Línea Eléctrica • INSTEON Radio Frecuencia • X10 	Soporta los dos protocolos INSTEON. Permiten acoplar las fases de un sistema eléctrico. Compatible con señales X10.
INSTEON PL/Serial	<ul style="list-style-type: none"> • INSTEON Línea Eléctrica 	Permite conectar la red INSTEON a una red externa.
X10	<ul style="list-style-type: none"> • X10 	Solo se comunican bajo su propio protocolo.

Tabla. 3.2. Dispositivos Red INSTEON

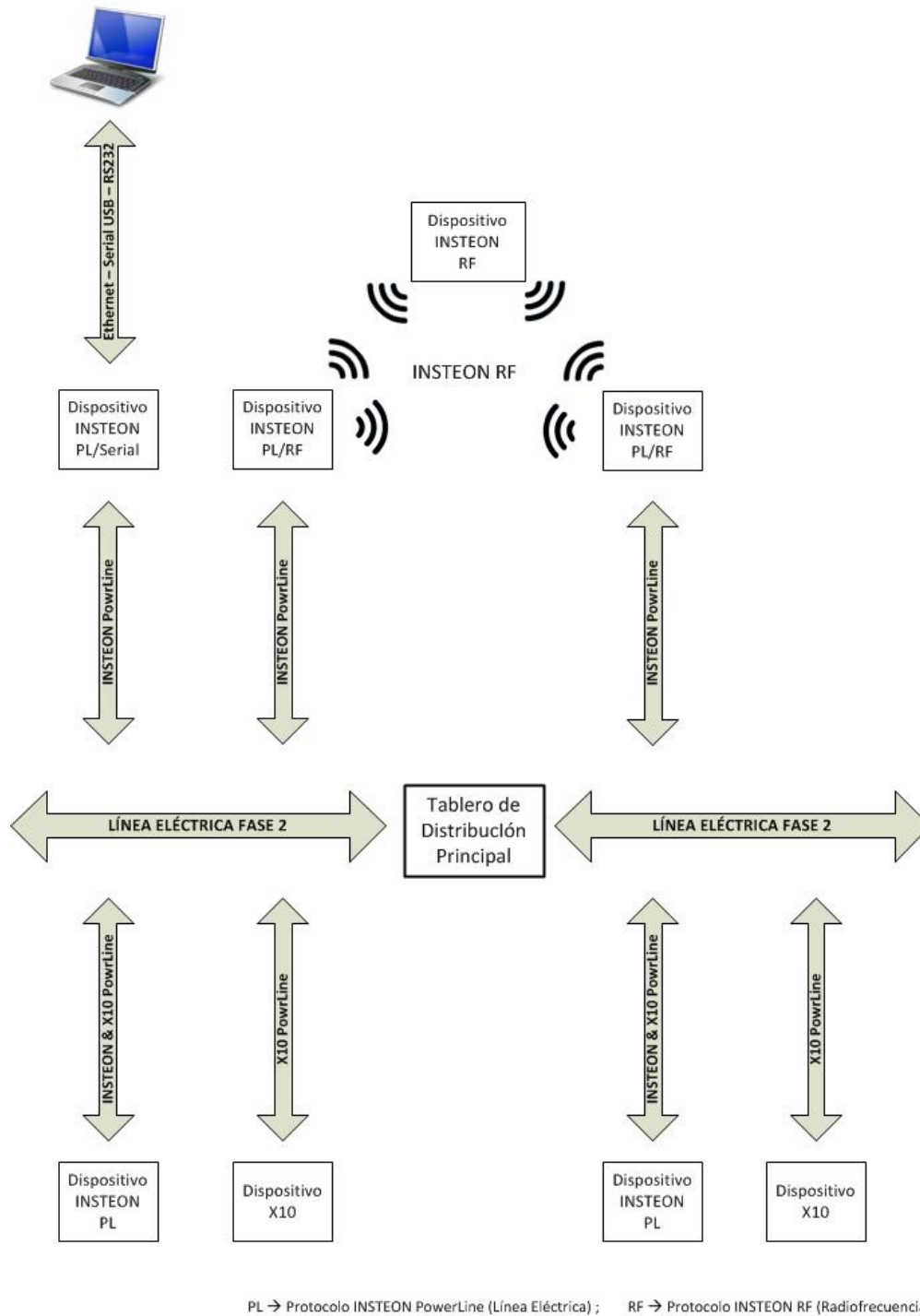


Figura. 3.1. Esquema Básico Red INSTEON

Esta tecnología funciona por sí sola, no necesita de una red externa o un controlador maestro para transmitir la información; sin embargo, también puede conectarse a otras redes tales como: LAN, WLAN, Internet, a través de un medio de comunicación adecuado (RS232, USB o Ethernet). Estas redes permiten controlar y monitorizar las

aplicaciones automatizadas desde una interfaz gráfica e interactiva a través de computadores, teléfonos inteligentes, etc.

3.2.2.1. Mecanismo para Transmisión de Mensaje

En una red de tecnología INSETON todos los dispositivos son *peers*; es decir, desempeñan tres acciones principales: envío (controlador), recepción (receptor) y repetición (repetidor) de mensajes con el fin de optimizar la comunicación y no permitir que la señal pierda fuerza. Por esta razón, el incrementar dispositivos en la red INSTEON, robustece e incrementa la fiabilidad de la red. De ahí que la diversidad de caminos existentes para la transmisión, propagación de los mensajes, aumenta la probabilidad de que la información llegue a al destino establecido.

En la ilustración Figura. 3.2, se muestra como se propagan las señales en la red. Cada círculo simboliza un producto compatible con INSTEON, “T” corresponde al dispositivo que transmitirá un mensaje y “R” el equipo que recibirá el mismo.

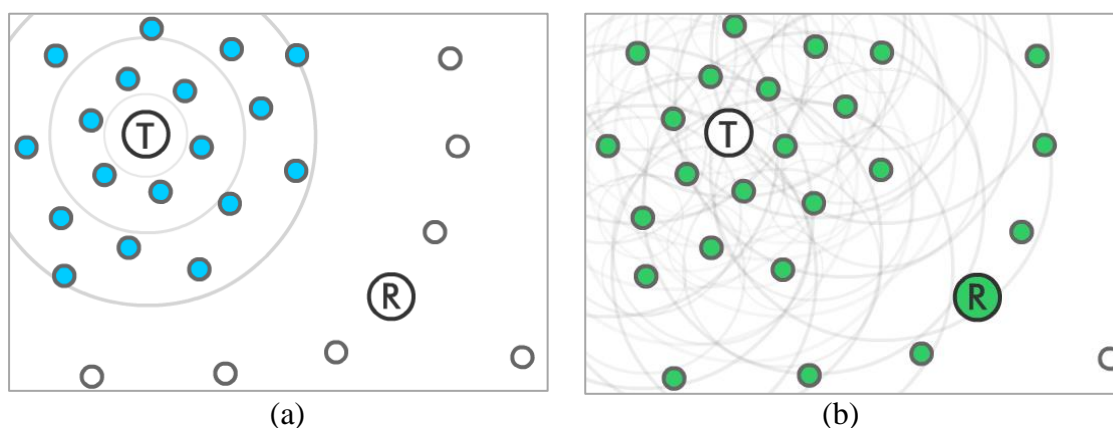


Figura. 3.2. Propagación Señales INSTEON

En una primera instancia el mensaje original transmitido por el equipo “T” alcanzará la mayoría de dispositivos INSTEON cercanos (ver Figura. 3.2 (a)). Como cada componente del sistema, actúa como repetidor, el mensaje será repetido simultáneamente, con lo que la señal será amplificada. La mayoría de los dispositivos, si no son todos, recibirán la señal repetida, (ver Figura. 3.2 (b)).

Como un factor de seguridad y para aumentar la confiabilidad de la red, una segunda y tercera repetición se llevará a cabo; de esta manera, con toda la red repitiendo el mensaje, todos los dispositivos recibirán la información. Cada vez que se recibe un mensaje, se envía una conformación y si se detecta algún error, el mensaje es automáticamente reenviado.

Tomando en cuenta, que los dispositivos estarán constantemente retransmitiendo la información, el protocolo INSTEON limitará la repetición de mensajes a tres veces, con el fin de evitar que la red se sature.

Es importante mencionar que múltiples dispositivos INSTEON actuando como controladores pueden enviar mensajes a un solo receptor y de similar forma, un controlador puede enviar mensajes a múltiples receptores, como se muestran en Figura. 3.3.

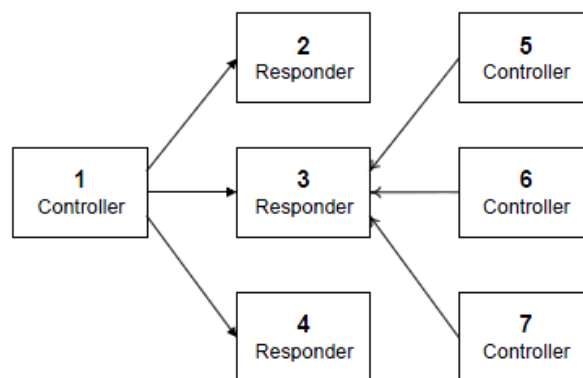


Figura. 3.3. Red INSTEON Punto a Punto

3.3. MENSAJES Y SEÑALES

3.3.1. Mensajes

Los dispositivos de esta tecnología se comunican a través de mensajes, los mismos que no contienen información de enrutamiento, solo están estructurados de tal forma que disponen de la dirección fuente, dirección de destino, banderas y mensaje de comandos.

Existen dos clases de mensajes INSTEON tomando en cuenta su longitud: mensaje estándar de 10 bytes, el mismo que está diseñado solo para envío de comandos directos; y mensaje extendido de 24 bytes que contiene información adicional para descargas, encriptación y aplicaciones avanzadas. La diferencia de los 14 bytes en comparación con el mensaje estándar básicamente radica en que el mensaje extendido contiene datos arbitrarios del usuario. La estructura de los mensajes se detalla en la Tabla. 3.3.

DATOS		BITS	CONTENIDO
Dirección Origen		24	Dirección Física del dispositivo que origina el mensaje
Dirección Destino		24	<i>Para Mensajes Directos:</i> Dirección del dispositivo receptor <i>Para Mensajes Broadcast:</i> Tipo de dispositivo, subtipo, versión Firmware. <i>Para Mensajes Grupales Broadcast:</i> Número de Grupo [0 -255]
Banderas	Tipo Mensaje	1	Broadcast/NAK ⁹
		1	Grupo
		1	Mensaje Reconocido
	Bandera Extendida	1	0 → para mensajes estándares 1 → para mensajes extendidos
	Salto Restantes	2	La cuenta decremента en cada retransmisión
	Max. # Saltos	2	Máximo número de retransmisiones permitidas
Comando 1		8	Comando a ejecutar
Comando 2		8	
Datos del Usuario (D1– D14)		112	Datos definidos por el Usuario (presente solo en mensajes extendidos)
CRC		8	Chequeo de Redundancia Cíclica

Tabla. 3.3. Estructura Mensaje INSTEON Estándar y Extendido

Cada dispositivo INSTEON estará identificado por un *IDCode* único que equivale a la dirección (origen-destino). Esta dirección es un número de 3 bytes (24bits) que se encuentra almacenado en la memoria no volátil del equipo y que generalmente se lo expresa en hexadecimal.

⁹ NAK: (reconocimiento negativo) señal enviada por un receptor cuando el mensaje o paquetes de datos ha sido rechazado.

El byte correspondiente a las banderas del mensaje, determinará el tipo de mensaje transmitido, así como el control para la retransmisión. De ahí que existen 8 tipos de mensajes, los cuáles se agrupan en cuatro clases básicas, detalladas a continuación:

- **Mensajes de Broadcast**

Mensajes que tienen información general y sin destinatario específico. Estos mensajes no tienen reconocimiento y son dirigidos hacia todos los dispositivos que se encuentren en el sistema. Se utilizan generalmente para los enlaces entre equipos.

- **Mensajes de Broadcast de Grupo**

Estos mensajes son direccionados a un grupo específico de dispositivos y son utilizados para acelerar la respuesta a un comando enviado a múltiples equipos. Estos mensajes no son reconocidos directamente. Después de generar el mensaje Broadcast, se envía un mensaje “Limpieza de grupo” a cada miembro del grupo, los mismos que emitirán un ACK si el mensaje fue recibido.

- **Mensajes Directos**

A estos mensajes también se los denomina mensajes punto a punto ya que son enviados directamente a un destinatario específico. Los receptores responden a estos mensajes a través de un mensaje de reconocimiento. Por ejemplo, un comando directo podría indicar a un dispositivo de control de una lámpara, que encienda a la misma.

- **Mensajes con Reconocimiento**

Son mensajes originados en el receptor, y son enviados al dispositivo que originó el mensaje. Pueden existir mensajes de reconocimiento (ACK), cuando la información ha sido recibida correctamente y de no reconocimiento (NAK), al presentarse alguna falla en la comunicación.

En base a los cuatro mensajes básicos explicados anteriormente, se obtienen los 8 tipos de mensajes INSTEON, los mismos que estarán definidos por los tres bits más

significativos del byte *flag message*, en la estructura del mensaje (bit 7, bit 6 y bit 5), como se muestra en la Tabla. 3.4.

Tipo Mensaje	Descripción
000	Mensaje Directo (P2P)
001	ACK de un Mensaje Directo
010	Mensaje Directo de Limpieza de Grupo
011	ACK de limpieza de Grupo
100	Mensaje Broadcast
101	NAK de un Mensaje Directo
110	Mensaje Broadcast de Grupo
111	NAK de limpieza de Grupo

Tabla. 3.4. Tipos de Mensajes INSTEON

Para maximizar la confiabilidad de la comunicación, existen dos mecanismos de repetición de mensajes: salto (*hopping*) y reenvío. El mecanismo de salto es utilizado por todos los dispositivos INSTEON para retransmitir los mensajes, mientras que los mensajes de reenvío tendrán lugar cuando no se ha recibido el mensaje de reconcomiendo (ACK) por parte del destinatario.

Los mensajes pueden ser retransmitidos máximo tres veces con el fin de evitar tormentas de datos y provocar colisiones en la comunicación. Esta retransmisión se realiza en base a las banderas: Saltos Restantes y Saltos Máximos. En la Figura. 3.4, se ilustra el mecanismo de saltos empleado por los dispositivos para la transmisión y retransmisión de mensajes.

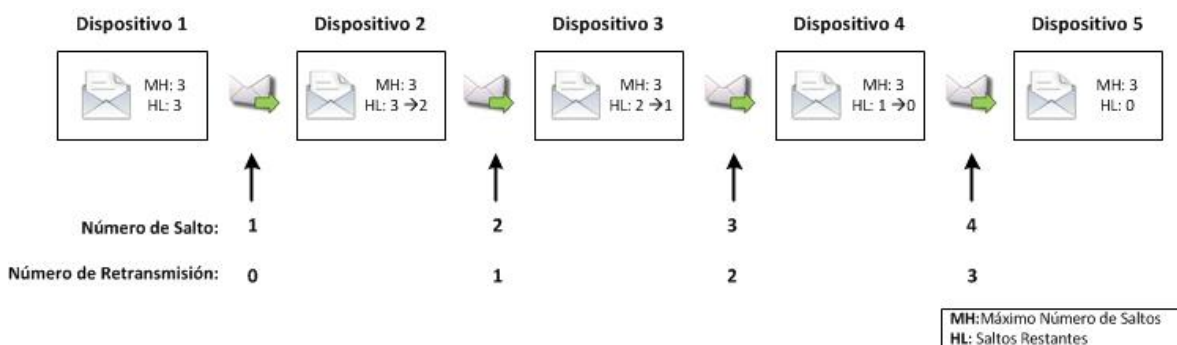


Figura. 3.4. Mecanismo Retransmisión Mensajes INSTEON

El número de saltos máximos se configura en el dispositivo donde se origina el mensaje, y este viajará las veces que sean necesarias para cumplir con el parámetro establecido, aun cuando el mensaje haya llegado al destino final. Cabe mencionar, que el dispositivo receptor no retransmitirá el mensaje, independientemente del número de saltos restantes.

En la transmisión de mensajes directos, si el dispositivo que ha originado el mensaje no recibe un mensaje de reconocimiento por parte del receptor, el controlador automáticamente tratará de reenviar el mensaje, hasta cinco veces. Por cada vez que se vuelva a reenviar el mensaje, el número de saltos máximos incrementará, eso sí, sin sobrepasar el límite permitido de tres saltos.

3.3.1.1. Paquetes de Datos

La segmentación y sincronización de los mensajes, estará definida tomando en cuenta el medio de transmisión utilizado, ya sea: la línea eléctrica o radiofrecuencia.

Cuando se utiliza el protocolo INSTEON sobre la línea eléctrica, los mensajes son divididos en segmentos más pequeños, denominados paquetes, los mismos que son enviados a través de la red y sincronizados con el cruce por cero de la onda de voltaje AC. Esta segmentación se la realiza con el fin de no provocar retrasos en la transmisión de datos. Los mensajes estándares se dividirán en cinco paquetes, mientras que los mensajes extendidos serán fraccionados en once paquetes. Cada paquete contiene 24 bits de información, de cuales los primeros bits están encargados de la sincronización.

Para la transmisión de mensajes a través de radiofrecuencia, los mensajes no son divididos en paquetes, ya que este medio es más rápido, en comparación a la mensajería por línea eléctrica. Solo es necesario añadir un encabezado para la sincronización e inicio de la conversación.

3.3.2. Señales

Los mensajes INSTEON viajan a través de la línea eléctrica o por medio de ondas aéreas (radiofrecuencia) y a diferencia de otras redes tipo malla, INSTEON no tiene tablas de enrutamiento para escoger la mejor vía y evitar colisiones. Los dispositivos de esta tecnología realizan *simulcast*¹⁰ en base a ciertas reglas. La transmisión simultánea es posible debido a que este protocolo utiliza un reloj global para sincronización, como lo es: el cruce por cero en las ondas eléctricas.

3.3.2.1. Señales a través de la Línea Eléctrica

Los dispositivos INSTEON que utilizan el protocolo PowerLine, añaden una señal al voltaje de línea eléctrica. Estas señales utilizan una frecuencia de portador de 131.65 kHz con una amplitud nominal de 4.64V pico a pico sobre una carga de 5 ohm. La impedancia de las líneas eléctricas variará dependiendo la carga conectada y por consiguiente el voltaje de una señal INSTEON oscilará entre mV a más de 5 V.

La información enviada es modulada en la señal portadora de 131.65 kHz utilizando BPSK¹¹ (modulación binaria por desplazamiento de fase), la misma que presenta un desempeño confiable en presencia de ruido.

INSTEON utiliza 10 ciclos de la portadora para cada bit, como se ilustra en la Figura. 3.5. La transición de fase se da lugar cuando el flujo de bits cambia de cero a uno o viceversa; sin embargo entre bits iguales, no existen cambios de fase. A este tipo de codificación se conoce como NRZ¹²(*Non-Zero Return*). [8]

¹⁰ Simulcast: (Simultaneous Broadcast) Transmisión simultánea de una misma información a través de medios diferentes.

¹¹ BPSK: (Modulación Binaria por Desplazamiento de Fase) Modulación que consiste en variar la fase de la señal portadora tomando en cuenta las transición de dos símbolos en la señal digital. [8]

¹² NZR (Non-Zero Return): Codificación Binaria en la cual los bits “1” son representados por una condición significativa, y los “0” por una condición no neutral, esta última dependerá del tipo de modulación empleada.

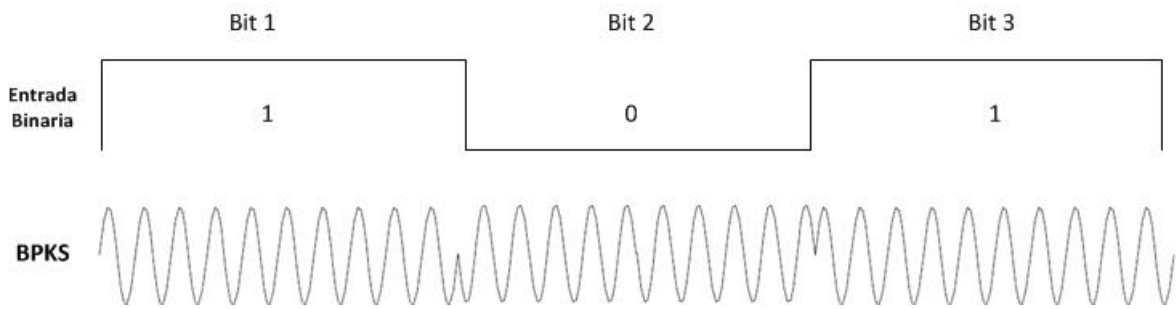


Figura. 3.5. Modulación BPSK

Los cambios abruptos presentes en la señal portadora, producto del cambio de fase, introducen componentes de alta frecuencia en la señal; lo cual provoca problemas en el rastreo y detección de señales. Por esta razón, INSTEON utiliza un cambio de fase gradual para reducir los componentes de frecuencia no deseados, como se ilustra en la Figura. 3.6. donde se aprecia las transiciones casi imperceptibles entre los bits.

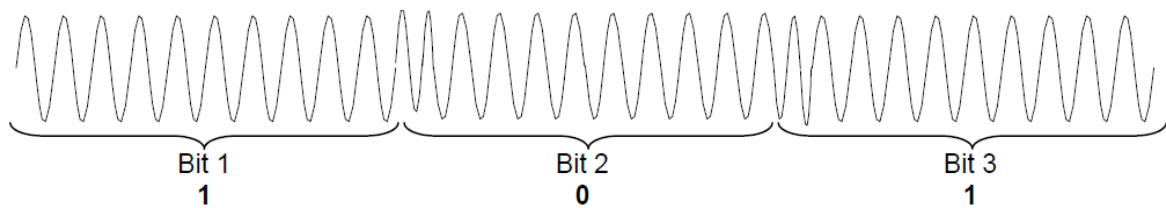


Figura. 3.6. Señal Portadora INSTEON

Todos los paquetes que se transmiten sobre la línea eléctrica tienen 24 bits, por esta razón, para la transmisión de un paquete INSTEON se utilizarán 240 ciclos de la señal portadora, lo que equivale a una duración de 1.823 milisegundos.

El medio del cableado eléctrico siempre se ha caracterizado por la presencia de ruido no controlado, especialmente causado por encendido de motores, luces fluorescentes, entre otros. Esta interferencia es mínima durante el instante de tiempo en que la onda de corriente en la línea eléctrica cambia de dirección, tiempo conocido como: *zero-crossing* (cruce por cero). Por esta razón, los paquetes INSTEON están sincronizados para ser transmitidos durante el *zero-crossing*. La transmisión inicia 800 microsegundos antes del cruce por cero y termina 1023 después.

La Figura. 3.7 ilustra, la transmisión de los paquetes de datos INSTEON durante el cruce por cero, la duración de los mismos, así como la compatibilidad con las señales X10; tomando en cuenta que las dos señales pueden coexistir sin causar interferencia una a otra. La señal X10 utiliza 120 ciclos de una portadora de 121 kHz para la transmisión de datos, iniciando también en el cruce por cero, y finalizando aproximadamente después de 1 milisegundo.

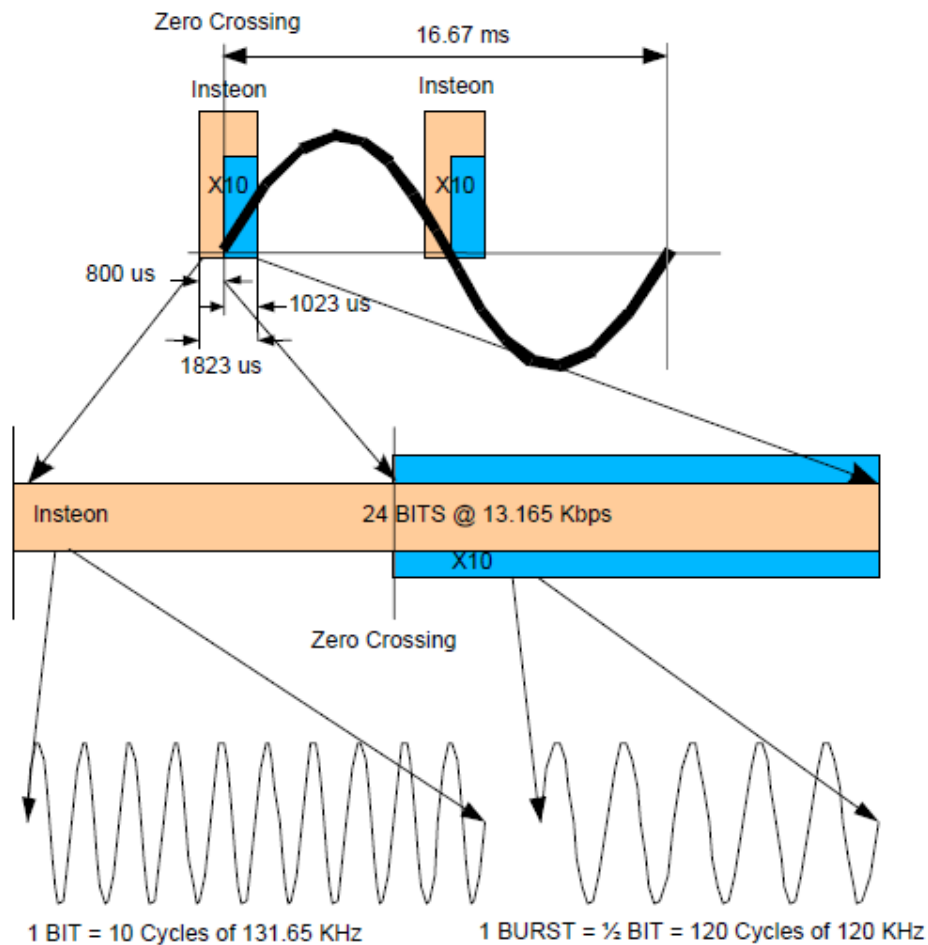


Figura. 3.7. Transmisión de Paquetes INSTEON y X10 sobre la línea eléctrica

Los dispositivos INSTEON, esperan un cruce por cero después de enviar un mensaje Estándar o dos cruces por cero en mensajes Extendidos, con el fin de dar tiempo suficiente para las retransmisiones. De ahí que los cruces por cero necesarios para enviar un mensaje son: 6 para un Mensaje Estándar (50 milisegundos) y 13 para un Mensaje Extendido (108.33 milisegundos).

El intervalo de tiempo empleado para la transmisión de mensajes es denominado: *timeslot* y representa el tiempo durante el cual un mensaje puede ser transmitido, reconocido o retransmitido. La velocidad de transmisión de un mensaje INSTEON a través de la línea eléctrica dependerá de la longitud del mensaje, como se detalla en la Tabla. 3.5.

TIPO DE MENSAJE	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN
Estándar Completo (5 Paquetes de Datos)	2.4 kbps
Estándar solo con Datos útiles (sin bits de sincronización e inicio de transmisión)	1.44 kbps
Extendido Completo (11 Paquetes de Datos)	2.432 kbps
Extendido solo con Datos útiles (sin bits de sincronización e inicio de transmisión)	1.698 kbps

Tabla. 3.5. Velocidad de Transmisión Mensajes INSTEON

3.3.2.2. Señales RF

Los dispositivos INSTEON RF pueden enviar y recibir los mismos mensajes que se transmiten sobre la línea eléctrica, con la diferencia que los mensajes RF no son divididos en paquetes. La Tabla. 3.6 muestra las especificaciones de las señales RF:

ESPECIFICACIÓN RF	VALOR
Frecuencia Central	904 MHz
Método de Codificación de Datos	Manchester
Método de Modulación	FSK
Desviación FSK	64 kHz
Velocidad de Transmisión de Símbolos FSK	76,800 símbolos por Segundo
Velocidad Transmisión	38,400 bits por Segundo
Alcance	45.6 m

Tabla. 3.6. Especificaciones Señales RF INSTEON

Cada bit de los mensajes RF son codificados por el método Manchester¹³, en la que dos símbolos son enviados por cada bit. Los símbolos son modulados en una señal portadora utilizado FSK¹⁴ (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia), con desviación FSK de 64 kHz. El alcance típico de la señal RF es de 45.6m, distancia que puede ser menor en presencia de obstáculos.

La transmisión de datos utilizando el protocolo INSTEON RF tiene una duración de 2.708 milisegundos para el envío de mensajes estándares y 5.625 milisegundos para mensajes extendidos. Los dispositivos INSTEON RF retransmiten estos mensajes en el intervalo de tiempo disponible después de enviar cada mensaje por la línea eléctrica.

Si un dispositivo, que utiliza los dos protocolos INSTEON, recibe un mensaje por la línea eléctrica, este mensaje será retransmitido en una primera instancia utilizando RF, y luego se retransmitirá por medio de la línea eléctrica. Y si el mensaje recibido es por medio de radiofrecuencia, para la retransmisión primero se utilizará la línea eléctrica y luego RF. De esta manera los mensajes RF que son recibidos de forma asincrónica, serán sincronizados con el cruce por cero de la línea eléctrica.

3.4. RED, INTERFACES Y COMANDOS

3.4.1. Red e Interfaces

La tecnología INSTEON está basada en una red malla en la que no hay necesidad de tablas de enrutamiento para establecer las direcciones de red de cada dispositivo, ya que todos los equipos de esta tecnología tienen pregrabado una dirección de tres bytes, asignada en el momento de fabricación.

Para el enlace de los dispositivos INSTEON, el controlador envía un mensaje Broadcast, denominado: *Set Button Pressed*, el mismo que contiene toda la información del

¹³ Método Manchester: Método de codificación sincrónica que añade la señal de reloj al mensaje binario. Cada bit de la señal original es representado por dos bits de datos codificados Manchester.

¹⁴ FSK: (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia), modulación que utiliza una frecuencia diferente para cada estado significativo de la señal de datos. Utilizada en enlaces Asíncronicos. [8]

equipo (tipo del producto y capacidades). Este mensaje permitirá que cualquier actuador que forma parte del sistema pueda conectarse. El flujo de información para el enlace de dispositivos se muestra en Figura. 3.8.

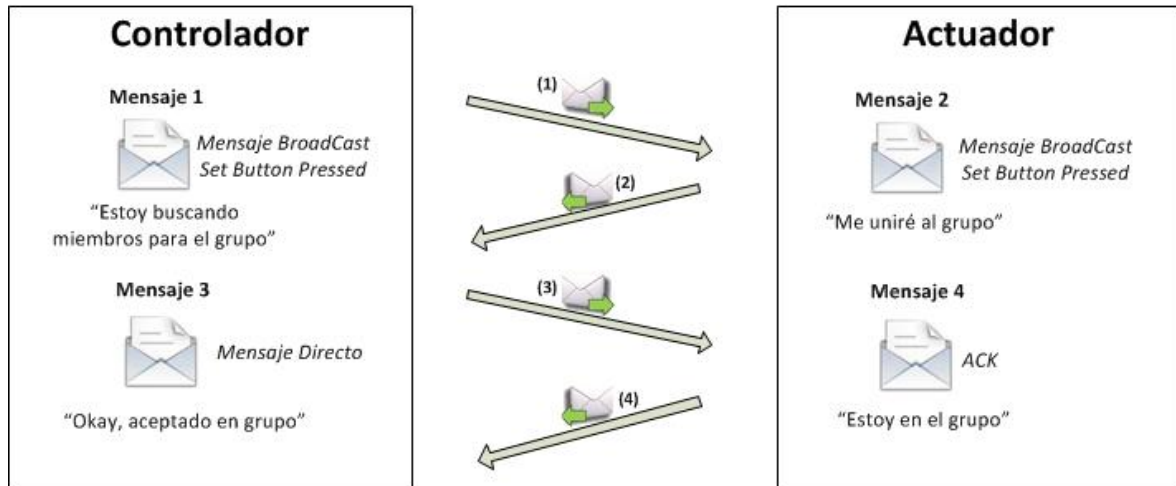


Figura. 3.8. Enlace Dispositivos INSTEON

Existen dos métodos que permiten enlazar lógicamente los dispositivos INSTEON: enlace manual (presionando un botón) o enlace electrónico utilizando mensajes INSTEON.

- **Enlace Manual**

Los dispositivos INSTEON pueden enlazarse de una manera sencilla utilizando este procedimiento: Primero es necesario presionar y mantener en este estado durante 10 segundos el botón SET del controlador. A continuación se debe presionar y mantener el botón SET del dispositivo que será controlado.

- **Enlace Electrónico**

El enlace se lo realiza enviando un mensaje INSTEON, por lo que una PC u otro dispositivo debe conocer la dirección del dispositivo receptor y este a su vez debe responder a los comandos necesarios.

Cada terminal almacena en una memoria no volátil una base de datos de todos los enlaces realizados, representado la relación entre los controladores y actuadores

INSTEON. Por lo tanto si se requiere desconectar algún dispositivo, es necesario seguir el mismo procedimiento detallado anteriormente, ya que caso contrario, el controlador continuará enviando el mensaje a un actuador que no existe y esto provocará tráfico no necesario en la red.

Los enlaces entre equipos nos permiten crear uno o más grupos de dispositivos, los mismos que son originados por los controladores. Es así que al presionar un botón se puede enviar un comando a todos los terminales de un Grupo.

La seguridad de la red INSTEON está definida en dos niveles. El primero hace referencia al control de enlace en el que los usuarios no pueden conectarse a otros sistemas INSTEON, ya que para realizar el enlace de los dispositivos es necesario presionar físicamente un botón, o conocer la dirección propia del equipo. Por otro lado, con el fin de asegurar una comunicación segura y confiable, los mensajes INSTEON son encriptados, evitando así que la información sea descifrada y utilizada para otros fines.

3.4.2. Comandos

Los dispositivos INSTEON comparten un conjunto específico de valores pre asignados para los dos bytes de Comandos presentes en un mensaje, con el fin de poder entender la orden enviada. Las reglas básicas para el manejo de los comandos INSTEON dependen si el equipo está actuando como controlador o actuador.

- Comando 1 → Representa el comando primario a ser ejecutado
- Comando 2 → Este comando depende del comando primario

El campo del comando 2 puede contener un parámetro, subcomando, número de grupo o un ACK. Por ejemplo, el comando 1 dado por (0x11) = ON, tiene un parámetro específico definido en el comando 2, el mismo que contempla valores en un rango desde 0x00 a 0xFF, representando el nivel del estado ON. Este mensaje es usualmente enviado para el control de intensidad en una luminaria.

En la Tabla. 3.7 se muestran las instrucciones más utilizadas para el Comando 1. Los comandos específicos para cada tipo de mensaje se encuentran detallados en el documento [9].

ACCIÓN	COMANDO 1
ON	0x11
ON Rápido	0x12
OFF	0x13
OFF Rápido	0x14

Tabla. 3.7. Comandos Básicos INSTEON

3.4.3. Aplicaciones INSTEON

INSTEON permite la comunicación entre los equipos domésticos comunes como: interruptores de luz, seguros de puertas, aire acondicionado, sistemas de entretenimiento, entre otros, los mismos que no pueden enlazarse por sí solos ya que los sistemas no son compatibles.

Para transformar la red a un sistema coordinado, adaptativo y que mejore el estilo de vida del usuario, es necesario la conexión de los dispositivos con aplicaciones a nivel de software. Existen dos clases de aplicaciones que pueden ser creadas por los desarrolladores:

- **Aplicaciones Internas:** Estas aplicaciones se ejecutan en los mismos dispositivos INSTEON. Smarthome ha desarrollado una aplicación denominada SALad, la misma que es un interpretador de lenguaje embebido.
- **Aplicaciones Externas:** Este tipo de aplicaciones son desarrolladas para ser ejecutadas en un computador o un equipo de características similares. Para enlazar este equipo con el sistema INSTEON, es necesario de un módulo INSTEON tipo puente.

Existen diferentes dispositivos INSTEON tipo puente (ver Figura. 3.9) que permiten el enlace a redes que trabajan bajo estándares diferentes tales como: Ethernet (IEEE 802.3), WiFi (IEEE 802.11), Bluetooth (IEEE 802.15.1), ZigBee (IEEE 802.15.4), WiMax (IEEE 802.16), Lonworks, Cibus (EIA-600) u otras tecnologías. Es así que una red de dispositivos INSTEON con al menos un equipo con conectividad a USB, RS232 o Ethernet, permitirá el acceso, el control y monitorización del sistema a través de un computador o desde el Internet, utilizando aplicaciones que ofrecen mayor interactividad y herramientas al usuario.

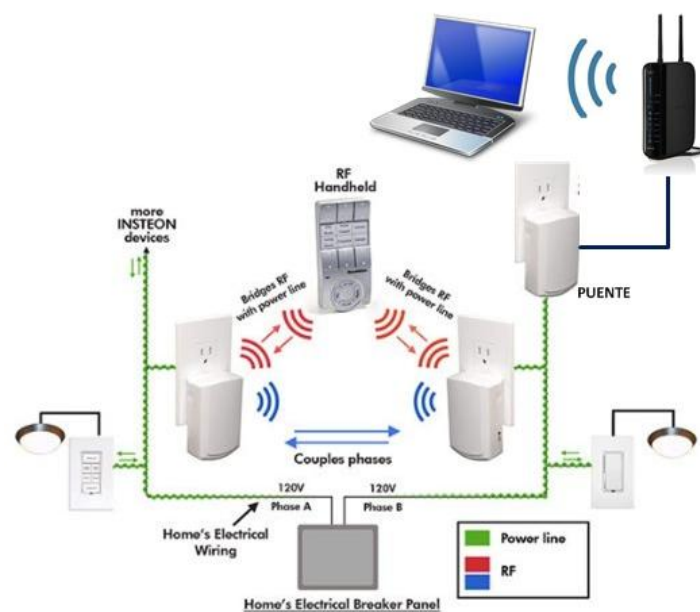


Figura. 3.9. Enlace Red INSTEON con Red WiFi

3.5. ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTRAS TECNOLOGÍAS

El crecimiento de la demanda en el mercado doméstico, ha impulsado a las empresas desarrolladoras de software y hardware a la creación de nuevas tecnologías para sistemas automatizados, tomando en cuenta que la aceptación por esta clase de productos va en aumento y cada vez son más las personas que buscan seguridad, confort y un mejor estilo de vida. Por esta razón, en la actualidad existe una variedad de redes, que operan bajo estándares diferentes pero con un mismo objetivo: brindar servicios y aplicaciones dentro del campo doméstico.

INSTEON es una tecnología relativamente nueva, que incorpora una serie de características propias, las cuales le permiten catalogarse como una red confiable y segura. Existen dos diferencias básicas generales entre INSTEON y otras redes domóticas: la topología de red y el mecanismo de propagación de mensajes. [10]

En cuanto a la topología de red, INSTEON es la única tecnología en el campo domótico que combina la línea eléctrica y las radio-comunicaciones para la transmisión de mensajes. Cada medio de transmisión, por sí solo presenta algunos inconvenientes, por ejemplo: la línea eléctrica se ve afectada por el ruido de 60Hz, atenuación de variables y problemas para conectar las fases; mientras que la comunicación a través de ondas es susceptible a fallas por la presencia de otros equipos que generen interferencia, o simplemente existe limitaciones por el alcance máximo de la red.

Algunos sistemas que utilizan un solo medio de transmisión ya sea: línea eléctrica, o RF, en el afán de alcanzar alta confiabilidad en sus redes, han desarrollado dispositivos más complejos que permitan solventar los problemas existentes; sin embargo, este desarrollo se ve reflejado tanto en el precio de los equipos, como en la dificultad para utilizar los mismos.

La red tipo malla-banda dual de INSTEON utiliza las fortalezas de una medio para contrarrestar las debilidades del otro, sin dejar a un lado los pilares que caracterizan a esta tecnología como son: respuesta instantánea, flexibilidad, simplicidad, confiabilidad y sobre costos asequibles para el usuario.

La otra diferencia radica en el mecanismo de propagación de mensajes, ya que INSTEON utiliza mensajes *simulcast*, los mismos que son repetidos sincrónicamente por todos los dispositivos que se encuentran en el sistema, con el fin de robustecer la señal e incrementar las posibilidades para que llegue a su destino final. Los otros protocolos, en su defecto, utilizan tablas de enrutamiento, lo cual demanda mayor complejidad y dispositivos más costosos.

A continuación se analizará con más detalle las diferencias existentes entre INSTEON y los protocolos domóticos existentes.

3.5.1. INSTEON vs. Protocolo X10

X10 es uno de los protocolos pioneros en la integración de sistemas para la automatización de casas y edificios, el mismo que utiliza la línea eléctrica como medio de transmisión. Esta tecnología por varios años tuvo una gran acogida en la industria domótica; sin embargo, los problemas en confiabilidad y flexibilidad del sistema, impidieron que lograra consolidarse como una tecnología líder en este mercado.

Los sistemas que funcionan bajo este protocolo presentan algunas limitantes en las comunicaciones. Por ejemplo, X10 es un sistema de lazo abierto que no dispone de un mecanismo para verificar si el mensaje fue entregado o no; por lo tanto, al realizar el control de alguna aplicación, desde un sitio remoto, no se sabe a ciencia cierta si la acción requerida fue ejecutada. Por otro lado, la flexibilidad que ofrece X10, también es reducida, ya que solo pueden existir 256 dispositivos en un sistema.

Este tipo de sistemas requieren de una serie de dispositivos adicionales para ofrecer una solución integral en automatización y contrarrestar en parte sus problemas de confiabilidad. Entre algunos equipos necesarios se pueden mencionar:

- Amplificadores para robustecer la señal y permitir que alcance lugares más distantes.
- Filtros para bloquear el ruido eléctrico y evitar que los equipos eléctricos conectados absorban las señales.
- Equipos especiales que permitan a los dispositivos X10 comunicarse vía RF, sin embargo, los mensajes transmitidos no serán compatibles con el otro medio de transmisión.

Es así que SmartLabs desarrolló INSTEON, un nuevo proyecto enfocado a la casa del futuro, y todos sus esfuerzos fueron direccionados a resolver los problemas que presentaba el protocolo X10. Entre las principales ventajas de las redes INSTEON en comparación con X10, se pueden mencionar:

- Todos los dispositivos INSTEON son repetidores simulcasting
- INSTEON se basa en una topología de red tipo malla de banda dual (dos medios de transmisión)
- INSTEON es un sistema de lazo cerrado, en el que todos los dispositivos pueden transmitir, recibir y repetir los mensajes.
- Las señales INSTEON sobre la línea eléctrica y RF se respaldan unas a otras
- En el envío de comandos, INSTEON es 16 veces más rápido que X10 ya que utiliza modulación BPSK
- INSTEON ofrece un gran número de direcciones para dispositivos y comandos de ejecución.

En la Tabla. 3.8 se detallan las diferencias que existen entre INSTEON y X10.

3.5.1. INSTEON vs. Protocolo UPB

UPB (*Universal Powerline Bus*), es una red domótica de baja velocidad que utiliza la línea eléctrica como medio de transmisión. Los dispositivos de esta tecnología envían mensajes con información codificada en el tiempo a través de pulsos con amplitudes altas. La señal de pulso, nominalmente 40 [V], se asemeja a un pico de ruido generado los motores eléctricos, por esta razón las interferencias generadas en la misma ventana pueden distorsionar la señal UPB y provocar fallas en la comunicación.

Las señales INSTEON y UPB no interfieren una a otra ya que INSTEON es banda corta mientras que UPB es banda ancha. INSTEON ha sido designada para ser altamente tolerante a los picos de banda ancha ya que este tipo de ruido es muy común en la línea eléctrica.

Normalmente estos equipos no repiten ni amplifican las señales transmitidas; se necesita un amplificador adicional para realizar estas acciones. La velocidad de transmisión media de las señales UPB es 480 bps, por lo que toma aproximadamente 133 ms para enviar un mensaje de 8 bytes.

Se necesitan herramientas especiales para gestionar las direcciones de cada dispositivo UPB y así configurar la red. Las diferencias más relevantes entre estos dos protocolos se enlistan a continuación:

- INSTEON es una red de banda dual, UPB solo transmite sobre la línea eléctrica
- INSTEON repite mensajes en simultáneo, mientras que UPB no repite los mensajes
- Las señales INSTEON no son susceptibles a interferencias generados por los Triacs
- La configuración de los dispositivos INSTEON no requieren de un *software* o *hardware* especial

Las propiedades mostradas en la Tabla. 3.8 resumen las diferencias que existen entre los protocolos INSTEON y UPB.

3.5.2. Comparación INSTEON vs. LonWorks

LonWorks es una red sofisticada, de alto desempeño, que utiliza enrutadores y repetidores para entregar los mensajes de forma segura. LonWorks implementa las siete capas del Modelo OSI¹⁵ y en la capa física puede comunicarse a través de: par trenzado, coaxial, fibra óptica, infrarrojo o radio. Los paquetes de mensajes contienen gran cantidad de información. La instalación de los sistemas LonWorks es normalmente realizada por profesionales, utilizando herramientas de integración, que incluyen control de hardware y configuración por software. Esta plataforma es segura, rápida y flexible, pero la combinación de todas estas características se ve reflejado en los altos costos de los equipos.

LonWorks está direccionada a aplicaciones dentro del mercado comercial e industrial, mientras que INSTEON es optimizada para control de aplicaciones básicas. Sin embargo, INSTEON y LonWorks pueden comunicarse utilizando un dispositivo puente apropiado.

¹⁵ Modelo OSI (Open Systems Interconnection): Es una representación abstracta y por capas creada como una guía para el diseño de protocolos en una red y para la estandarización de las funciones de los sistemas de comunicación.

Por otro lado, INSTEON ha sido diseñada para cumplir con las expectativas del cliente para brindar simplicidad, confiabilidad y asequibilidad. El diseño moderno, le permite a INSTEON tomar ventaja de la mayoría de los avances tecnológicos actuales.

3.5.3. Comparación INSTEON vs. ZigBee

Zigbee es un estándar de red enrutado que transmite la información a través de ondas aéreas. Utiliza los radios de espectros IEEE 802.15.4 pero con un software adicional especificado por la Alianza ZigBee. Su uso está direccionado a diversas aplicaciones, desde dispositivos alimentados por baterías hasta el manejo de edificaciones industriales o comerciales.

El estándar IEEE 802.15.4 define una red WPAN¹⁶(red inalámbrica personal) que incluye DSSS¹⁷ (espectro ensanchado por secuencia directa) en la capa física y control de acceso al medio (MAC) en la capa de software. Para las comunicaciones los radios utilizan normalmente CSMA-CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones)

Esta tecnología trabaja con 3 clases de dispositivos básicos: Coordinadores de Red, FFDs (Dispositivos con todas las funciones) y RFDs (dispositivos con funciones reducidas). Dependiendo de los dispositivos que se utilicen en el sistema, se define la topología de red, que puede ser: tipo malla, estrella o híbrida.

ZigBee puede operar en la frecuencia de 2.4 GHz en todo el mundo, a 915 MHz en USA y a 868 MHz en Europa. En esta red, los mensajes se transmiten en forma de zigzag. Estos radios tienen rangos de alcance desde 10 hasta 75 metros, lo cual dependerá del ambiente en que se utilice estos sistemas.

¹⁶ WPAN: es una red inalámbrica que interconecta los dispositivos dentro del espacio de trabajo individual de cada persona. El alcance de estas redes por lo general es corto.

¹⁷ DSSS: es una técnica de modulación en la que la señal transmitida toma más ancho de banda que la señal de información que está siendo modulada

Las señales RF de INSTEON pueden coexistir con ZigBee ya que INSTEON es una banda corta en los 904 MHz, mientras que Zigbee solo ocupa 1.5 MHz en 2.4 GHz. INSTEON es como una señal delgada casi invisible frente a las señales de Zigbee. DSSS aparece como ruido a los receptores INSTEON.

Las principales diferencias entre estas tecnologías, se detallan a continuación:

- ZigBee es una red que utiliza solo medio aéreo para la transmisión, mientras que INSTEON es una red de banda dual.
- INSTEON propaga los mensajes simultáneamente, ZigBee utiliza rutas para los mensajes.
- Los dispositivos INSTEON son peer, ZigBee tiene dispositivos completos y con funciones reducidas
- INSTEON utiliza FSK en una sola banda, mientras que Zigbee utiliza DSSS es más de una banda, dependiendo el mercado

Es decir las ventajas que ofrece Zigbee, se ven reflejadas en costos altos y complejidad. Por lo que este tipo de redes es ideal para la industria y a nivel comercial. La Tabla. 3.8 muestra en resumen las diferencias entre estas redes.

3.5.4. Comparación INSTEON vs. WiFi

En los últimos años WiFi (IEEE 802.11) se ha convertido en el estándar ideal para las comunicaciones inalámbricas en redes de área local LAN. El rango típico de alcance para el radio WiFi comprende desde 50 metros hasta 100 metros, siempre y cuando no existan obstáculos en la línea de vista. Para la transmisión de datos, WiFi utiliza el Modelo TCP/IP.

El desempeño, que alcanza este estándar, es seguro y confiable ya que utiliza tecnologías óptimas para la modulación y transporte de datos; sin embargo, el costo de implementación es alto. Es por eso que el utilizar esta tecnología para el control de aplicaciones básicas, como el apagado y encendido de luminarias o control de aire

acondicionado, no es lo ideal, ya que las funcionalidades que ofrecen los equipos WiFi estarían sobredimensionadas para este tipo de sistemas.

Por el contrario, INSTEON ha sido diseñada específicamente para cubrir las necesidades del mercado domótico. Es así que las especificaciones de esta tecnología ofrecen una solución segura, confiable y a un bajo costo. Por ejemplo, la tasa de transmisión de mensajes en una red INSTEON es la ideal para el control de estas aplicaciones, con el fin de no provocar retrasos en las comunicaciones.

Sin la necesidad de incorporar WiFi en los dispositivos INSTEON, es posible la comunicación entre estas dos redes, a través de un dispositivo puente que establece una puerta de enlace para la red Wifi e INSTEON, como se muestra en la Figura. 3.9. De esta forma es posible acceder a todas las funcionalidades que ofrece una red inalámbrica de área local.

3.5.5. Comparación INSTEON vs. Bluetooth

Bluetooth es una tecnología inalámbrica para redes PAN (redes de área personal). Está estandarizada como IEEE 802.15.1. y ha sido diseñada para aplicaciones que demandan bajo consumo de energía como: comunicación entre celulares, dispositivos manos libres para autos, entre otros. El radio de operación de Bluetooth es 2.4 Ghz, y el alcance está limitado a 10 metros.

Considerando el costo de Bluetooth, el alcance limitado y la falta de respaldo de la línea eléctrica como medio de transmisión; INSTEON es mejor opción para redes domóticas. Las dos redes pueden coexistir ya que ocupan diferentes bandas de frecuencia para la transmisión de datos.

Propiedad	INSTEON	X10	UPB	ZigBee
Medio de Transmisión	Línea Eléctrica y RF	Solo línea Eléctrica	Solo línea Eléctrica	Solo Radio
Tipos de Módulos	Todos los equipos son peer	Controladores Actuadores Actuadores con Status	La mayoría de los equipos son peer Repetidores Herramientas de Instalación	Coordinador de Red FFD (Dispositivo Completo) RFD (Dispositivo con Funciones Reducidas)
Propagación de Mensajes	Repetidores Simulcasting	Transmisión Simple Opcional: Amplificadores de Señal	Transmisión Simple Opcional: Amplificadores de Señal	Tablas de Enrutamiento
Velocidad de Transferencia de Datos en RF [bps]	38.4k Instantáneo en 904 MHz	UHF normal	No Aplica	20k Instantáneo en 868 MHz 40k Instantáneo en 915 MHz 250k Instantáneo en 2.4 GHz
Modulación de Señal RF	FSK	No Aplica	No Aplica	DSSS
Velocidad de Transferencia de Datos en Línea Eléctrica [bps]	13,165 Instantáneo 2,880 Sostenido 1,440 Mensaje Estándar 1,698 Mensaje Extendido 1,034 Datos de Usuario	120 Instantáneo 60 Sostenido 24 Mensaje (20 bits in 833 ms)	480 Instantáneo 480 Sostenido	Ninguno
Frecuencia de Portadora en Línea Eléctrica	131 kHz, BPSK	120 kHz, OOK	Pico de 40[V], PPM	Ninguno
Compatible con X10	Si	Si	No, pero pueden coexistir	No Aplica
Puente entre fases	RF o Hardware	Solo Hardware	Solo Hardware	No Aplica
Reconocimiento de Mensajes (ACK)	Si	No	Si	Si
Cantidad de Dispositivos	16,777,216	256 por línea eléctrica	Variable	65,536
Grupos	En las base de datos de los dispositivos	Escenas en algunos controladores	No especifica	No especifica
Retransmisión	Si	No	Si	Si
Evita colisiones	Si	No	Si	Si
Comandos	2-byte (65,536)	16 Total	Variable	Perfiles en la Aplicación
EEPROM Externa	4k Bytes	No	No Especifica	No Especifica
EEPROM Interna	256 Bytes	No	No Especifica	No Especifica

Tabla. 3.8. Comparación INSTEON vs. Protocolos Domóticos

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED INSTEON Y OPTIMIZACIÓN SISTEMA CCTV PARA EL EDIFICIO GIMPROMED

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

Antes de iniciar el diseño de la red INSTEON, es importante conocer las características de la edificación, distribución de ambientes, sistema eléctrico, los requerimientos del usuario y el alcance de la red, con el fin de determinar: la cantidad de nodos, tipo de dispositivos, distribución de cargas, materiales, y demás factores que permitirán realizar un diseño óptimo y confiable.

El edificio GIMPROMED es una estructura de ladrillo dividida en 4 pisos y una terraza. A lo largo de la edificación existe un ducto que interconecta cada piso y por el cual atraviesan cables eléctricos, cableado de red, tuberías de agua, y todo lo que necesite distribuirse desde un piso a otro.

La distribución general de cada piso, se detalla en la Tabla. 4.1. Para una ubicación exacta de cada ambiente, referirse a los planos arquitectónicos del edificio – ANEXO 1.

PISO	DISTRIBUCIÓN GENERAL
P1	Bodega Principal, Oficina de Despachos, Garita Guardianía, Estacionamientos y Baño
P2	Recepción, Facturación, Gerencia, Contabilidad, Sala de Reuniones, Ventas, Cafetería, Cuarto de Servidores, 3 Baños, Patio Posterior
P3	Departamento Técnico, Bodega, 2 Baños y Patio Posterior
P4	Bodega, Archivo y Baño

Tabla. 4.1. Distribución Pisos Edificio GIMPROMED

El piso P1 cuenta con acabados medios. El pavimento tiene un recubrimiento de vinyl en las áreas de oficina y despacho; mientras que en la bodega principal, el suelo es de cemento con malla electrostática. El techo no tiene acabados especiales, y las luminarias son sobrepuestas. En el piso P1, se encuentra el gabinete de control automático para el generador eléctrico, equipo que está ubicado en la terraza del edificio.

El piso P2 tiene acabados de primera, con un diseño vanguardista, tomando en cuenta, que esta área está designada para los departamentos administrativos y de atención al cliente. El techo ha sido construido con Gypsum, lo que permite la instalación de luminarias empotrables. Cada lugar de este piso está iluminado con lámparas que guardan homogeneidad para ambientes de oficina y permiten tener un nivel de luminosidad adecuado para las actividades que se desempeñan. Por otro lado, en este piso se encuentra el cuarto de servidores, donde se ubican los equipos centrales, ups, central telefónica, aire acondicionado, dispositivos de audio, entre otros. Este es el área principal desde donde se maneja toda la red de datos y comunicación de la empresa.

El piso P3 del edificio en un inicio fue diseñado para ser utilizado como un departamento habitacional, por lo que la distribución de ambientes es acorde a este tipo de espacios; sin embargo, las necesidades de la empresa llevaron a que esta área sea designada para bodegas auxiliares y para el área técnica. Los acabados de este piso son básicos, y no dispone de estructuras arquitectónicas especiales.

En cuanto al cuarto piso (P4), es una sola área que no cuenta con divisiones de paredes y es utilizado como bodegas auxiliares y para el almacenamiento de documentación (archivo). Los acabados son básicos. El techo no tiene acabados especiales, y las luminarias son sobrepuestas.

La fachada externa del edificio, así como los lugares de acceso están completamente iluminados por reflectores y lámparas para exteriores. Además el edificio cuenta con un rótulo grande en el que se muestra el logo de la empresa y que cuenta con iluminación propia.

4.1.1. Análisis Requerimientos del Usuario

Es menester detallar los problemas actuales que tiene la edificación con el objetivo de definir adecuadamente los dispositivos, estructuras, materiales y demás segmentos que conformarán el sistema automatizado. En base a los requerimientos del usuario y los problemas existentes se ha determinado los puntos más críticos, los mismos que se detallan a continuación:

- **Sistema de Iluminación.**

El edificio GIMPROMED cuenta con un nivel de iluminación adecuado para cada lugar de la edificación. No se han escatimado recursos económicos, con el afán de construir un lugar acogedor tanto para los clientes internos y externos.

El principal problema está relacionado al descuido por parte del personal de la empresa, ya que en varias ocasiones las luminarias permanecen encendidas por un tiempo indefinido, aun cuando los empleados han terminado su jornada de trabajo y sus oficinas están inutilizadas. Este mismo inconveniente y con mayor frecuencia se da lugar en los pisos destinados a las bodegas auxiliares de la empresa, ya que la mayor parte de veces, estos lugares no son muy transitados y por su misma distribución de espacios, es difícil percatarse si hay o no luces encendidas. Este problema no se presente en las luminarias externas del edificio ya que están controlados por un temporizador, el mismo que se ajusta a los horarios de encendido y apagado.

- **Sistema de Aire Acondicionado**

Este edificio dispone de un sistema de aire acondicionado únicamente para el área de servidores, tomando en cuenta que este lugar necesita mantener una temperatura constante para la refrigeración de los equipos ahí instalados. En un principio, el sistema permanecía encendido las 24 horas y los siete días de las semanas; sin embargo, el rubro por consumo de energía eléctrica, incrementó considerablemente y existieron recomendaciones por parte de la Empresa Eléctrica. Por esta razón, se optó por mantener encendido el sistema durante 12 horas y solo en días laborables. Este dispositivo de refrigeración, no dispone de características que permitan configurar una hora de encendido y apagado del equipo; por lo

que, estas acciones se deben realizar manualmente. El designar a una persona como responsable de esta actividad, no es rentable para la empresa ya que muchas veces se deja a un lado las labores principales para realizar el control del dispositivo o viceversa. Además existen otros inconvenientes como la disponibilidad del personal responsable, el descuido involuntario y otros factores que no permiten mantener un control eficiente.

- **Circuito Cerrado de Televisión CCTV**

El Sistema CCTV del edificio GIMPROMED en los últimos tiempos ha presentado fallas en cuanto al funcionamiento de algunas cámaras ya que ellas operan de forma intermitente; es decir, en ciertas ocasiones se pierda la señal y no se puede visualizar el área que cubre ese dispositivo. Este problema acontece especialmente con las cámaras que se encuentran instaladas en la parte externa del edificio, y por lo tanto los guardias de seguridad son los más perjudicados ya que en estos casos, el personal responsable está con la incertidumbre y temor de no saber que sucede en los exteriores del edificio.

Por otro lado, las cámaras del sistema CCTV solo están distribuidas en el primer piso (bodegas), segundo piso (oficinas centrales), y exteriores del inmueble; ya que en un inicio cuando fue diseñado el sistema, el alcance establecido cumplía con los requerimientos del usuario. No se previó que un futuro se vaya a necesitar mayor cantidad de bodegas y por lo tanto se requiera ocupar los pisos superiores. Es así que actualmente no existen puntos disponibles para ampliar el sistema e instalar nuevos equipos. Otra limitación del sistema CCTV actual está relacionada a no permitir el acceso remoto desde un sitio externo a la red ya que solo es posible monitorizar las cámaras desde computadores que se encuentran dentro del dominio local.

Después de analizar estos puntos críticos en el sistema de iluminación, de aire acondicionado y CCTV, se optó por la instalación de un sistema automático centralizado en base a los siguientes parámetros:

- Control de Iluminación
- Control de Encendido y Apagado del Sistema de Aire Acondicionado
- Optimización Circuito Cerrado de Televisión

- Interfaz Gráfica Propietaria

El sistema de control de iluminación del Edificio GIMPROMED a través de la tecnología INSTEON será diseñado únicamente para los pisos P2, P3, y P4, dado que las luminarias del piso P1 y la iluminación externa del edificio, actualmente se encuentra controlada por sensores de movimiento y/o temporizadores mecánicos. El análisis del sistema eléctrico si se realizará para toda la edificación tomando en cuenta que se implementará un sistema flexible y está abierta la posibilidad de en cualquier momento integrar el sistema de alumbrado externo y del primero piso para controlarlo desde la red INSTEON.

4.2. SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO GIMPROMED

Para plantear una solución viable previamente se ha realizado un análisis actual del sistema eléctrico del edificio GIMPROMED. Esto permitirá seleccionar adecuadamente los dispositivos a utilizar y realizar ajustes en los circuitos eléctricos existentes si fuese el caso.

El edificio, cuenta con tres acometidas, distribuidas de tal forma que cada una proporciona energía eléctrica a una parte específica de la edificación, como se detalla en la Tabla. 4.2. Es así que cada piso maneja un sistema eléctrico diferente.

Tipo de Acometida	Área
Trifásica	Piso 1 y 2 - Exteriores
Dos Fases	Piso 3
Dos Fases	Piso 4

Tabla. 4.2. Sistema Eléctrico Principal Edificio GIMPROMED

En la Tabla. 4.3 se muestra la distribución actual de los circuitos de iluminación, fuerza y de cargas especiales correspondientes a cada piso del edificio, así como el consumo promedio en base a la carga conectada. Para mayor referencia y ubicación, ver ANEXO 2 (Planos Eléctricos).

Área del Edificio	Circuito Eléctrico	Tipo de Carga	Consumo [A]	Fase
Piso 1	CI11	Lámparas Fluorescentes	6.5	2-A
	CI21	Lámparas Fluorescentes	1.6	2-A
	CI31	Lámparas Fluorescentes	1.5	2-A
	CF11	Equipos Electrónicos	2.4	3-A
Piso 2	CI12	Lámparas Fluorescentes	7.5	1-A
	CI22	Lámparas Fluorescentes	6	1-A
	CI32	Lámparas Fluorescentes	4.56	2-A
	CI42	Lámparas Fluorescentes	5.34	2-A
	CI52	Lámparas Fluorescentes	13.2	3-A
	CI62	Lámparas Fluorescentes	7.8	3-A
	CF12	Equipos de Eléctricos	3.4	1-A
	CF22	Equipos de Eléctricos	1.56	1-A
	CF32	Equipos de Eléctricos	2	2-A
	CF42	Equipos de Eléctricos	2.3	2-A
	CF52	Equipos de Eléctricos	1	3-A
	CE12	Equipos de Eléctricos - UPS	16	3-A
	Piso 3	CI13	Lámparas Fluorescentes	1.6
CI23		Lámparas Fluorescentes	1.7	1-B
CF13		Equipos Electrónicos	1	2-B
CF23		Equipos Electrónicos	1	2-B
Piso 4	CI14	Lámparas Fluorescentes	4.9	1-C
	CI24	Lámparas Fluorescentes	1.5	1-C
	CF14	Equipos Electrónicos	0.6	2-C
	CF24	Equipos Electrónicos	1	2-C

Tabla. 4.3. Distribución Circuitos Iluminación, Fuerza y Cargas Especiales

4.2.1. Características y Distribución del Sistema de Alumbrado

La distribución del sistema de alumbrado del Edificio GIMPROMED está definida de acuerdo al tipo de actividad que se desarrolla en cada ambiente, a las dimensiones y limitaciones arquitectónicas del lugar y a los efectos decorativos requeridos. Es así que existen diferentes tipos de luminarias instaladas dentro y fuera del edificio.

A continuación se especifica las características de los subsistemas de alumbrado de cada piso de la edificación, así como la potencia consumida por cada grupo de carga y el circuito de iluminación al que pertenecen. De esta manera se podrá redistribuir los circuitos en caso sea necesario y seleccionar adecuadamente los dispositivos para el sistema propuesto.

- **Sistema Alumbrado - Piso 1**

El primer piso del edificio cuenta con un sistema de alumbrado primario general; es decir, los niveles de iluminación son uniformes para toda el área, tomando en cuenta, que este lugar ha sido designado para las bodegas de almacenamiento y de despacho. Las luminarias instaladas son tubos fluorescentes compactos de 2 x 32W, cuyo tipo de montaje es sobrepuesto y tiene un flujo luminoso directo, ideal para esta clase de ambientes. Cabe mencionar que en este piso no existe un sistema de iluminación secundario o decorativo.

Actualmente los circuitos de iluminación de este piso se encuentran controlados por sensores de movimiento dado que es un área muy extensa con varios interruptores ubicados en lugares de difícil acceso y donde la iluminación del día es casi nula por lo que se requiere encender constantemente las luminarias.

La Tabla. 4.4 detalla las luminarias existentes en este piso, su ubicación física y tipo de iluminación por ambiente y la potencia consumida por cada grupo de carga.

Ambiente	Grupo Carga	Ubicación	Luminaria	Tipo Iluminac.	Circuito Iluminac.	Potencia Consumida
Bodega Principal	P1-1	Entrada Posterior	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI11	160[W]
	P1-2	Centro 1	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI11	160 [W]
	P1-3	Centro 2	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI21	160 [W]
	P1-4	Área Posterior	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI31	160 [W]
Oficinas y Despacho	P1-5	Entrada Principal	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI11	160 [W]
	P1-6	Central 1	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI11	160 [W]
	P1-7	Pasillo Baño	Tubos Fluorescentes Blancos	General	CI11	80 [W]

Tabla. 4.4. Luminarias Piso 1 - Bodegas Principales

- **Sistema Alumbrado - Piso 2**

El piso 2 del edificio dispone de un sistema de alumbrado primario y secundario dado que en esta área funcionan las oficinas centrales y existen diferentes niveles de iluminación para cada ambiente. En cuanto al sistema principal se maneja un alumbrado localizado para áreas de oficinas donde se requiere iluminación específica en el área de

trabajo. Se utilizan lámparas fluorescentes 2 x 26W, cuya luminaria es empotrable y proporciona un flujo luminoso semi-directo. En pasillos y áreas de tránsito, se dispone de un alumbrado general con lámparas fluorescentes compactas de 2 x 26W, de igual manera para mantener homogeneidad y estética, las luminarias son empotradas en el techo.

Con respecto al sistema de alumbrado secundario, las oficinas disponen de iluminación decorativa y de acentuación, para resaltar objetos y partes arquitectónicas con el fin de ofrecer un ambiente acogedor. Para la iluminación decorativa de cuadros se utilizan luminarias dicroicos empotrables de 50 W, mientras que la acentuación de formas y estilos se maneja lámparas fluorescentes de color azul y blanco sobrepuestas de 17 W, que se ubicarán en lugares estratégicos dentro del diseño arquitectónico.

La Tabla. 4.5 muestra el tipo luminaria existente en cada área correspondiente al piso 2. Además se detalla la ubicación exacta y el grupo de carga al que pertenece el circuito de iluminación.

Ambiente	Grupo Carga	Ubicación	Luminaria	Tipo Iluminac.	Circuito Iluminac.	Potencia Consumida
Sala de Reuniones	P2-1	Entrada	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI52	115.2 [W]
	P2-2	Central – Mesa General	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	Localizada	CI52	115.2 [W]
	P2-3	Lateral Izquierdo	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI52	129.61 [W]
	P2-4	Posterior	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI52	86.4 [W]
	P2-5	Lateral Derecho – Iluminac. Pared	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI52	396 [W]
	P2-6	Contorno - Centro	Tubos Fluorescentes Azules	Decorativa	CI52	338.4 [W]
	P2-7	Contornos	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI52	288 [W]
	P2-8	Exterior	Luminaria Fluorescente	Decorativa	CI52	21.6 [W]
Cafetería	P2-9	Centro 1	Redonda Fluorescente Empotrable (1 x 11 W)	General	CI52	28.61 [W]
	P2-10	Centro 2	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI52	10.94 [W]
	P2-11	Muebles	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI52	230.4 [W]
Departamento Ventas	P2-12	Ventas Centro	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W) y Fluorescente (1 x 11 W)	Localizada	CI62	79.2 [W]
	P2-13	Ventas Contorno	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W) y Fluorescente (1 x 11W)	General	CI62	345.6 [W]
	P2-14	Iluminación Cuadro	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI62	48 [W]

	P2-15	Contorno - Centro	Tubos Fluorescentes Azules	Decorativa	CI62	
	P2-16	Contornos	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI62	168 [W]
	P2-17	Pasillo Baños	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI62	34.8 [W]
	P2-18	Pasillo Vendedores	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI62	165.6 [W]
	P2-19	Contorno Pasillo	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI62	208.8 [W]
Contabilidad y Facturación	P2-20	Fact. Centro	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	Localizada	CI42	69.6 [W]
	P2-21	Fact. Contorno	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI42	258.48 [W]
	P2-22	Contabilidad 1	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W) y Fluorescente (1 x 11W)	Localizada	CI42	85.84 [W]
	P2-23	Contabilidad 2	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W) y Fluorescente (1 x 11W)	Localizada	CI42	85.84 [W]
	P2-24	Contornos Contabilidad	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI42	258.48 [W]
Asistencia Gerencia y Recepción	P2-25	Asist. Gerencia Centro	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	Localizada	CI32	48 [W]
	P2-26	Asist. Gerencia Laterales	Redonda Fluorescente Empotrable (1 x 11 W)	General	CI32	48 [W]
	P2-27	Asist. Gerencia Contorno 1	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI32	48 [W]
	P2-28	Asist. Gerencia Contorno 2	Tubos Fluorescentes Blancos	Decorativa	CI12	105.84 [W]
	P2-29	Recepción Central	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W) y Fluorescente (1 x 11W)	Localizada	CI12	83.52 [W]
	P2-30	Recepción Posterior	Redonda Fluorescente Empotrable (1 x 11 W)	General	CI12	50.4 [W]
	P2-31	Puerta Principal	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI12	48 [W]
	P2-32	Pasillo Principal	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI12	95.75 [W]
	P2-33	Mueble Exhibición y Pared	Tubos Fluorescentes Azules y Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI12	85.84 [W]
	P2-34	Mueble Exhibición 2	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI12	144 [W]
	P2-35	Contorno Centro Recepción	Tubos Fluorescentes Azules y Blancos	Decorativa	CI12	345.6 [W]
	P2-36	Puerta Acceso Posterior	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI12	11.52 [W]
Gerencia	P2-37	Centro Oficina	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	Localizada	CI22	85.84 [W]
	P2-38	Centro, Contorno y Rótulo	Tubos Fluorescentes Azules y Blancos	Decorativa	CI22	250.56 [W]
	P2-39	Iluminac. Cuadro	Redonda Dicroico Empotrable (1 x 50W)	Decorativa	CI22	120 [W]
	P2-40	Lateral Oficina	Redonda Fluorescente Empotrable (1 x 11 W)	General	CI22	27.36 [W]
Área Servidores y Baños	P2-41	Servidores Central	Luminaria Sobrepuesta (2x16W)	General	CI62	31.4 [W]
	P2-42	Baños Central	Redonda Fluorescente Empotrable (2 x 26 W)	General	CI	28.61 [W]
	P2-43					
	P2-44					

	P2-45					
	P2-46 P2-47 P2-48	Espejo Baños	Aplicado Pared – Dicroico (1 x 50W)	Decorativa	CI	48 [W]

Tabla. 4.5. Luminarias Piso 2 - Oficinas Centrales

- **Sistema Alumbrado - Piso 3**

El piso 3 de la edificación cuenta con un sistema de alumbrado primario general para las bodegas y pasillos; mientras que para el área correspondiente al departamento técnico y talleres se dispone de un sistema de iluminación localizado. Las luminarias instaladas son tubos fluorescentes en la mayor parte de áreas. Cabe mencionar que en este piso no existe un sistema de iluminación secundario o decorativo.

El tipo de luminarias y lámparas utilizadas por el sistema de alumbrado de este piso se detallan en la Tabla. 4.6.

Ambiente	Grupo Carga	Ubicación	Luminaria	Tipo Iluminac.	Circuito Iluminac.	Potencia Consumida
Bodega Auxiliar 1	P3-1	Área Frontal	Luminarias Fluorescente Sobrepuestas (2 x 32 W) y Luminaria Fluorescente 20W	General	CI13	108 [W]
	P3-2	Área Posterior y Pasillos	Luminaria Fluorescente 20W	General	CI21	72 [W]
Departamento Técnico	P3-3	Central	Luminaria Fluorescente 20W e Incandescente 100W	Localizada	CI21	115 [W]
	P3-4	Baños	Luminaria Fluorescente 20W	General	CI31	50 [W]

Tabla. 4.6. Luminarias Piso 3 - Bodega Auxiliar y Departamento Técnico

- **Sistema Alumbrado - Piso 4**

El sistema de alumbrado del piso 4 se caracteriza por ser de tipo general y directo puesto que no se desarrollan actividades que requieran niveles de iluminación para áreas específicas. Este piso ha sido designado para bodegas auxiliares y de archivo. No existe

gran cantidad de luminarias instaladas ya que no hay paredes que dividan ambientes y el área total no es extensa.

Las luminarias instaladas en su gran mayoría son tubos fluorescentes de 2 x 32W, cuyo tipo de montaje es sobrepuesto y con flujo luminoso directo. La Tabla. 4.7 muestra las luminarias instaladas en este piso, así como su distribución física por ambientes.

Ambiente	Grupo Carga	Ubicación	Luminaria	Tipo Iluminac.	Circuito Iluminac.	Potencia Consumida
Bodega Auxiliar 2	P4-1	Bodega Frontal y Pasillo	Luminarias Fluorescente Sobrepuestas (2 x 32 W)	General	CI14	316.8 [W]
Archivo y Muestras	P4-2	Área Posterior	Luminarias Fluorescente Sobrepuestas (2 x 32 W) y Luminaria Fluorescente 20W	General	CI24	79.2 [W]

Tabla. 4.7. Luminarias Piso 4 - Bodega Auxiliar y Archivo

- **Sistema Alumbrado Exteriores:**

El sistema de alumbrado externo está conformado por una serie de reflectores que se encuentran ubicados tanto en la parte inferior como superior del edificio, con el fin de dar realce a la fachada externa de la edificación. Por otro lado, también cuenta con luminarias fluorescentes ubicadas estratégicamente para iluminar espacios de tránsito tanto de personas como de automóviles. El rótulo de la empresa dispone de iluminación propia.

Cabe mencionar que el encendido y apagado de las luminarias externas y las del rótulo se encuentran controlados por un temporizador, el mismo que se ha configurado con horarios preestablecidos por el usuario.

4.3. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS INSTEON

Una vez analizado el sistema eléctrico y de alumbrado del edificio se ha seleccionado los dispositivos INSTEON más idóneos para la implementación del sistema automatizado. A continuación se detallan las características y especificaciones técnicas más relevantes de cada equipo, así como el uso de cada uno de ellos dentro del sistema propuesto.

4.3.1. SwitchLinc 2476S

SwitchLinc (ver Figura. 4.1) es un interruptor on/off, compatible con la tecnología INSTEON que controla una gran variedad de cargas desde: luminarias incandescentes, fluorescentes, ventiladores, hasta motores. Este modelo de interruptor no tiene características de dimerización, solo permite el control entre dos estados: encendido y apagado. En la parte lateral frontal, cuenta con LEDS que muestran el estado del equipo controlado.



Figura. 4.1. SwitchLinc 2476S

- **Características y Especificaciones Técnicas**

- Controla cargas resistivas e inductivas.
- Indicadores LED que muestran el estado de encendido o apagado.
- El interruptor y la placa frontal pueden ser reemplazados con kits de diferentes colores para mantener homogeneidad con la decoración de la habitación.
- Responde a comandos X10 y también puede enviar señales a dispositivos X10.
- El cableado es similar al que se necesita para un interruptor mecánico estándar, con la diferencia, que también se requiere el cable de Neutro para alimentar el equipo.
- Puede controlar más de un circuito virtualmente.
- Todas las configuraciones son almacenadas en una memoria no volátil.
- El Relé integrado es un 80% más silencioso que los réles estándares.

La Tabla. 4.8 muestra las características mecánicas y eléctricas más relevantes del dispositivo INSTEON SwitchLinc 2476S [11], [12].

SWITCHLINC 2476S		
MECÁNICAS		
Montaje	Compatible con cajetines eléctricos rectangulares	
Condiciones de Operación	Solo para Interiores: 4.4 a 40° C, con 85% de humedad relativa	
Dimensiones	10.41cm x 4.57cm x 3.04cm	
Peso	0.102 Kg	
ELÉCTRICAS		
Voltaje Suministro	120 VAC +/-10%, 60 Hz	
Cables de Conexión	Cable sólido 16 AWG 600 V, 105°C aislamiento, terminales descubiertas y estañadas Fase (Negro), Rojo (Carga), Neutro (Blanco)	
Cable a Tierra	18 AWG, de cobre	
Tipos de Cargas	Luminarias incandescentes y cargas inductivas	
Máxima carga	Resistiva	13 A
	Inductiva	480 W
Mínima Carga	No se requiere una carga mínima	
Consumo Energético	0.67 W	
Certificación	ETL #3017581	

Tabla. 4.8. Especificaciones Técnicas SwitchLinc 2476S

- **Ubicación y Uso de Dispositivo**

Este dispositivo será utilizado en las áreas de oficina y bodegas, puesto que en estos ambientes la mayor parte de luminarias instaladas son fluorescentes y no es posible realizar el control de intensidad. En cuanto al control de las luminarias incandescentes, se utilizará el mismo equipo INSTEON ya que estas luminarias actúan como luces indirectas y el uso de un dispositivo con características de dimmer no sería aprovechado.

4.3.2. KeypadLinc 2486SWH6

KeypadLinc es un dispositivo INSTEON que actúa tanto como un interruptor on/off y un controlador automático de pared. Puede controlar hasta cinco escenas o dispositivos

diferentes. En cada botón tiene integrado luces LED que permiten visualizar el status de cualquier dispositivo enlazado. En la Figura. 4.2 se muestra el modelo KeypadLinc 2486SWH6 que no tiene la opción de dimmer, dispone de 6 botones y puede controlar una sola carga de forma directa.



Figura. 4.2. KeypadLinc 2486SWH6

- **Características y Especificaciones Técnicas**

- Es un equipo que actúan como un controlador y un interruptor on/off local de pared.
- Dispone de 6 botones, que permite enlazarse con cinco circuitos diferentes o múltiples escenas de luces.
- Controla cargas resistivas e inductivas.
- Permite visualizar el estado de los dispositivos enlazados.
- El cableado es similar al utilizado por un interruptor mecánico estándar, con la diferencia, que también se requiere el cable de Neutro para alimentar el equipo.
- La botonera y la placa frontal pueden ser reemplazados con kits de diferentes colores para mantener homogeneidad con la decoración de la habitación.
- Todas las configuraciones son almacenadas en una memoria no volátil, para evitar pérdidas de información en ausencia de energía eléctrica.
- Responde a comandos X10 y también puede enviar señales a dispositivos X10.
- Su funcionamiento es silencioso, sin importar el tipo de carga que tenga conectado.

La Tabla. 4.9 muestra las características mecánicas y eléctricas más relevantes del dispositivo INSTEON KeypadLinc 2486SWH6 [13].

KEYPADLINC 2486SWH6		
MECÁNICAS		
Tipo de Botones	6 Botones de contactos momentáneos	
Montaje	Compatible con cajetines eléctricos rectangulares estándares	
Condiciones de Operación	Solo para Interiores: 4.4 a 40° C, con 85% de humedad relativa	
Dimensiones	10.41cm x 4.57cm x 3.04cm	
Peso	0.102 Kg	
ELÉCTRICAS		
Voltaje Suministro	120 VAC +/-10%, 60 Hz	
Cables de Conexión	Cable sólido 16 AWG 600 V, 105°C aislamiento, terminales descubiertas y estañadas Fase (Negro), Rojo (Carga), Neutro (Blanco)	
Cable a Tierra	18 AWG, de cobre	
Tipos de Cargas	Luminarias incandescentes y cargas inductivas	
Máxima carga	Resistiva	13 A
	Inductiva	480 W
Mínima Carga	No se requiere una carga mínima	
Consumo Energético	0.72 W	
Certificación	ETL #3017581	

Tabla. 4.9. Especificaciones Técnicas KeypadLinc 2486SWH6

- **Ubicación y Uso de Dispositivo**

Tomando en consideración que las oficinas principales del edificio cuentan con un gran número de luminarias y que cada circuito de iluminación es controlado por interruptores individuales, es necesario utilizar el dispositivo KeypadLinc, el mismo que permitirá monitorizará y controlará el encendido y apagado de hasta cinco grupos de luminarias. Cabe mencionar que este dispositivo se conecta directamente con un solo circuito y con los cuatro restantes se realizará un enlace virtual.

4.3.3. In-LineLinc 2475S2

Este módulo INSTEON (ver Figura. 4.3) actúa como un interruptor on/off con sensor de voltaje incluido. Generalmente es utilizado para el control de circuitos de luminarias

donde no se requiera un interruptor de pared. Las señales de encendido o apagado son determinadas por el sensor que puede estar conectado a un detector de movimiento; caso contrario, las órdenes son enviadas desde un controlador que se encuentra en la misma red INSTEON. El modelo 2475S2 no tiene opciones para control de intensidad.



Figura. 4.3. In-LineLinc 2475S2

- **Características Generales y Especificaciones Técnicas**

- Módulo que actúa como interruptor on/off con sensor integrado.
- Controla cargas resistivas e inductivas que no requieren un interruptor de pared.
- Este dispositivo se instala generalmente en techos falsos o en cajetines junto a la carga que se desea controlar
- Utiliza un relé de contactos para garantizar que no existan pérdidas de voltaje y evitar que el dispositivo se sobrecaliente.
- Se puede enlazar a una red con tecnología X10.
- Las configuraciones son almacenadas en una memoria no volátil con el fin de mantener los parámetros establecidos aun cuando exista ausencia de energía eléctrica.
- Su funcionamiento es silencioso, sin importar el tipo de carga que tenga conectado.

La Tabla. 4.10 muestra las características mecánicas y eléctricas más relevantes del dispositivo INSTEON In-LineLinc 2475S2 [14].

IN-LINELINC 2475S2		
MECÁNICAS		
Montaje	Para ser instalado en techos falsos o en cajetines cercanos a la carga a controlar	
Condiciones de Operación	Solo para Interiores: 4.4 a 40° C, con 85% de humedad relativa	
Dimensiones	6.98 cm x 4.44 cm x 2.24 cm	
Peso	0.08 Kg	
ELÉCTRICAS		
Voltaje Suministro	120 VAC +/-10%, 60 Hz	
Cables de Conexión	Cable sólido 18 y 14 AWG 600 V, 105°C aislamiento, terminales descubiertas y estañadas Fase (Negro), Rojo (Carga), Neutro (Blanco), Sensor (Amarillo)	
Cable a Tierra	14 AWG, de cobre	
Tipos de Cargas	Luminarias incandescentes y cargas inductivas	
Máxima carga	Resistiva	15 A
	Inductiva	480 W
Mínima Carga	No se requiere una carga mínima	
Consumo Energético	0.68 W	
Certificación	UL-507	

Tabla. 4.10. Especificaciones Técnicas In-LineLinc 2475S2

- **Ubicación y Uso de Dispositivo**

Los módulos In-LineLinc se instalarán en las oficinas principales del edificio para el control de iluminación, tomando en cuenta, que este piso dispone de un gran número de lámparas y por estética no es posible utilizar un interruptor simple para el control de cada circuito existente. Por otro lado estas áreas cuentan con el espacio físico ideal (Gypsum) para el montaje de este módulo.

Cabe recalcar que el dispositivo no dispone de un interruptor de pared, por esta razón, funcionará conjuntamente con el controlador KeypadLinc, enlazándose a través de la red INSTEON. El sensor incluido en el módulo será deshabilitado puesto que no se requiere la dependencia de otro equipo.

4.3.4. Transmisor IRLinc 2411T

El módulo IRLinc es un dispositivo de altas prestaciones que puede convertir señales INSTEON a comandos IR y de esta manera controlar una variedad de equipos electrónicos tales como: televisiones, componentes de audio/ video, y toda clase de dispositivo que funcione con señales IR. IRLinc capta las señales de cualquier control remoto, las almacena en su memoria no volátil y se enlaza a un controlador de la red INSTEON desde el cual se puede acceder a los comandos aprendidos y así controlar los equipos. Este módulo se puede enlazar a cualquier controlador de la red, y formar parte de un grupo para realizar diferentes acciones simultáneamente.

En la Figura. 4.4 se muestra el dispositivo IRLinc, el mismo que dispone de dos emisores y un receptor IR. Este equipo se conecta directamente a un toma corriente de tres terminales y tiene incorporado un toma corriente para no dejar inhabilitado este punto eléctrico.



Figura. 4.4. IRLinc 2411T

- **Características Generales y Especificaciones Técnicas**
 - Aprende comandos IR directamente de cualquier dispositivo control remoto.
 - Se puede controlar varias funcionalidades de equipos electrónicos simplemente con presionar un botón o hacer un clic.
 - Cuenta con una toma corriente incorporado de tres terminales que permite conectar cargas hasta 15 A.

- Enlace directo a una red de tecnología INSTEON y X10.
- Los comandos son almacenados en una memoria no volátil para no perder la información en caso de interrupciones de energía eléctrica.
- Incluye emisores IR con adhesivos para mejor fijación en el área IR del equipo eléctrico a controlar.

La Tabla. 4.11 muestra las características mecánicas y eléctricas más relevantes del dispositivo INSTEON Transmisor IRLinc 2411T [15].

TRANSMISOR IRLINC 2411T	
MECÁNICAS	
Condiciones de Operación	Solo para Interiores: 0 a 40° C, con 85% de humedad relativa
Dimensiones	10.16 cm x 6.35 cm x 3.81cm
Peso	0.27 Kg
ELÉCTRICAS	
Voltaje Suministro	120 VAC +/-10%, 60 Hz
Protección contra SobreVoltajes	Máximo 150V
Conector Eléctrico	3 Terminales (Fase, Neutro y Tierra)
Toma Corriente Incorporado	3 Terminales (Fase, Neutro y Tierra)
Carga Máxima para Toma Corriente	15 A
Consumo Energético	1.71 W
Certificación	UL-507
INFRARROJO IR	
Comandos IR	Máximo 128 códigos IR
Rango de Frecuencia IR	20kHz – 70kHz
Distancia Máxima para Grabación	Hasta 10.16 cm
Conector IR	Conector Mini 1/8"
Pausa Requerida entre códigos IR	0.5 segundos

Tabla. 4.11. Especificaciones Técnicas Transmisor IRLinc 2411T

- **Ubicación y Uso de Dispositivo**

Como parte del proyecto de automatización del Edificio GIMPROMED, está el control temporizado del equipo de climatización ubicado en el área de servidores. Cabe recalcar que este equipo, dispone de opciones para control remoto a través de señales IR,

de ahí que el módulo IRLinc 2411T de la tecnología INSTEON es el dispositivo adecuado para controlar el encendido y apagado del aire acondicionado.

Este módulo no dispone de un controlador incorporado que permita manejar los comandos IR de forma directa; por esta razón, es necesario enlazarlo a través de la red INSTEON con un dispositivo de estas características. En el presente proyecto el módulo IR se conectará directamente al controlador central de la red para configurar los temporizadores de acuerdo a los requerimientos del usuario.

4.3.5. SmartLinc 2412N

SmartLinc es un dispositivo tipo puente que actúa como un controlador central, permitiendo el enlace de la red INSTEON a una red LAN tradicional, con el fin de monitorear y controlar el estado de los equipos o aplicaciones (luces, temperatura, electrodomésticos, etc.) remotamente ya sea desde un computador local, un teléfono inteligente, un tablet o cualquier equipo con acceso a la Internet. Tiene incorporado un sistema de reloj que permite configurar eventos temporizados y así crear un sistema automatizado más completo y eficiente. Este módulo puede controlar casi todos los dispositivos de una red INSTEON ya sea: interruptores de pared, lámparas, termostatos, bombas, motores entre otros [16].

En la Figura. 4.5 se muestra el dispositivo SmartLinc 2412N, el mismo que se conecta como cualquier equipo eléctrico a un toma corriente. Además cuenta con un toma de 3 terminales incorporado con el objetivo de no dejar deshabilitado ese punto de energía y permitir al usuario conectar cualquier carga que requiera. En la parte inferior dispone de un puerto Ethernet para enlazarse a la red LAN.



Figura. 4.5. Controlador Central SmartLinc 2412N

- **Características Generales y Especificaciones Técnicas**

- Se enlaza a la mayoría de dispositivos INSTEON, controlando y monitorizando su estatus.
- Permite el control automático de los módulos en un horario determinado, gracias a la configuración de temporizadores.
- Es un dispositivo tipo puente que enlaza dos redes diferentes: INSTEON y LAN.
- Dispone de una interfaz gráfica vía web para configurar, enlazar, controlar y monitorizar los equipos INSTEON.
- Permite un control avanzado de escenas, grupos, enlaces o comandos X10.
- En combinación con un router y configurando el reenvío de puertos permite el acceso remoto desde un sitio externo a la edificación.
- Soporta el enlace con el sistema de seguridad de cámaras IP para brindar así un sistema integrado.
- Tiene una memoria no volátil de 32KB donde se almacenará las configuraciones por lo que en caso exista una falla eléctrica, no se perderá la información. Además cuenta con respaldo de baterías.
- Este controlador central mantiene exacto el reloj interno y permiten el control de la red sin necesidad que un computador este activo.

La Tabla. 4.12 muestra las características mecánicas y eléctricas más relevantes del controlador central INSTEON SmartLinc 2412N.

CONTROLADOR CENTRAL SMARTLINC 2412N	
MECÁNICAS	
Condiciones de Operación	Solo para Interiores: 0 a 40° C, con 85% de humedad relativa
Dimensiones	10.16 cm x 6.35 cm x 3.81cm
Peso	0.27 Kg
ELÉCTRICAS	
Voltaje Suministro	120 VAC +/-10%, 60 Hz
Protección contra SobreVoltajes	Máximo 150V
Conector Eléctrico	3 Terminales (Fase, Neutro y Tierra)
Toma Corriente Incorporado	3 Terminales (Fase, Neutro y Tierra)
Carga Máxima para Toma Corriente	15 A
Consumo Energético	5.4 W
Certificación	ETL #3017581
RED E INTERFAZ	
Mecanismo de Transporte	100BaseT
Tipo de Cable Conexión	UTP ¹⁸ (Par Trenzado no blindado)
Tipo de Conector	RJ-45 Ethernet
Velocidad de Transmisión Ethernet	100 Mbps
Interfaz Gráfica Predefinida	Interfaz en Lenguaje HTML ¹⁹ - Javascript ²⁰
Memoria EEPROM	32 kByte

Tabla. 4.12. Especificaciones Técnicas - SmartLinc 2412N

- **Ubicación y Uso de Dispositivo**

El control de iluminación de las áreas seleccionadas del edificio y del equipo de aire acondicionado debe estar centralizado con el fin de tener acceso desde cualquier lugar remoto y poder configurar las acciones requeridas. El módulo SmartLinc 2412N, permitirá controlar todos los dispositivos instalados en la red INSTEON y enlazarse a la red central del edificio. De esta manera, se tendrá acceso a todas las opciones del sistema automatizado a través de cualquier equipo autorizado, con capacidad de acceso Web y que esté conectado a la red ya sea dentro o fuera del dominio local.

¹⁸ UTP (Unshielded Twisted Pair): Cable de par trenzado no blindado utilizado en comunicaciones, emplea conectores RJ.

¹⁹ HTML: Lenguaje utilizado principalmente para la elaboración de páginas web, describiendo su estructura y contenido.

²⁰ Javascript: Lenguaje de programación orientado a objetos que se utiliza en páginas web HTML para mejorar su interfaz gráfica. Se basa en la sintaxis de C pero con parámetros de Java.

Además este módulo central permitirá configurar los horarios determinados por el usuario para el encendido y apagado del equipo de climatización y/u otro seleccionado.

4.4. DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE LA RED INSTEON

La red INSTEON del Edificio GIMRROMED constará de interruptores de pared y de línea, botoneras, transmisores IR, controladores centrales y de otros componentes eléctricos necesarios para implementar un sistema integrado que permita el control y monitorización de las luminarias instaladas en los pisos P2, P3, P4 y del equipo de aire acondicionado. Adicionalmente el controlador central hará las veces de dispositivo puente permitiendo el enlace de la red INSTEON a la red LAN de la empresa, como se muestra en la Figura. 4.6.

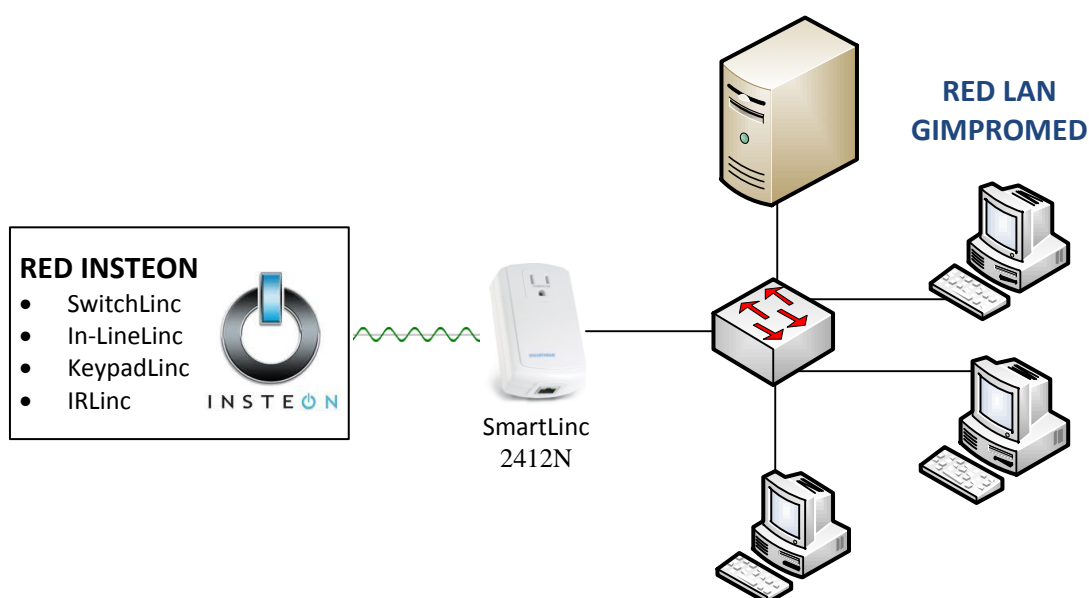


Figura. 4.6. Esquema General Red INSTEON - LAN

Dado que la edificación utiliza tres sistemas eléctricos independientes, es necesario la utilización de un controlador central SmartLinc por cada piso ya que las señales que se transmiten a través de la línea eléctrica no pueden enlazarse de un sistema eléctrico a otro.

Como caso especial, en el piso P2, donde existe un sistema eléctrico trifásico de 4 hilos, se instalarán dos controladores centrales SmartLinc; esto es debido a la gran cantidad de luminarias instaladas y a que en este piso se encuentra el equipo de aire acondicionado que

tiene un gran consumo energético. No es posible conectar toda la carga de iluminación a una sola fase del sistema eléctrico ya que esto sobrepasaría las especificaciones máximas del alimentador y se generaría una falla eléctrica por sobrecarga. En la Figura. 4.7, se muestra la distribución de los módulos y controladores SmartLinc de todo el Sistema INSTEON, así como el enlace a la red LAN de GIMPROMED y a una red externa remota o celular.

Si bien es cierto, esta tecnología dispone de equipos que permiten acoplar dos fases en un mismo sistema eléctrico a través de señales de radio, pero esta característica solo se aplica para sistemas de dos fases, donde existe un desfase de 90° entre una línea de corriente y otra. Para sistemas trifásicos, las fases se encuentran desfasadas en 120° por lo que en este tipo de sistemas el correcto funcionamiento de los dispositivos acopladores INSTEON no es garantizado. De ahí que es necesario la utilización de dos controladores SmartLinc, que trabajen independientemente en cada fase F1 y F3, tomando en cuenta que la mayor parte de circuitos de iluminación están conectados a estas fases de acuerdo a la distribución del sistema de alumbrado mostrado en la Tabla. 4.5.

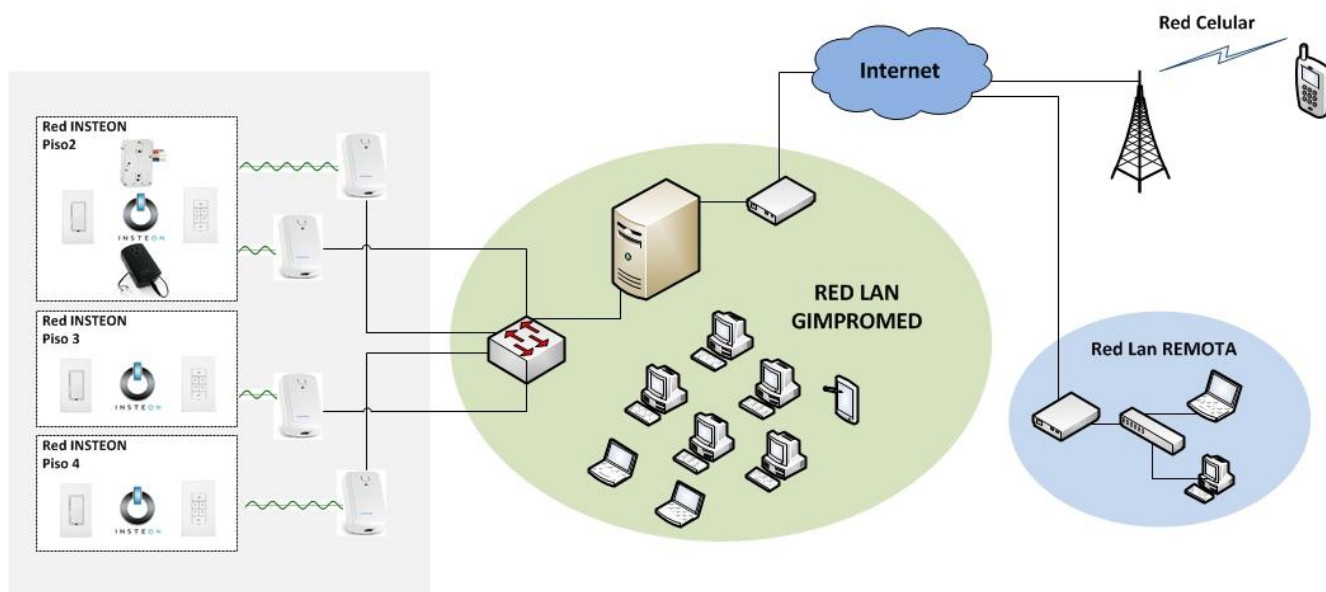


Figura. 4.7. Diagrama Lógico Red INSTEON-LAN GIMPROMED

En la Tabla. 4.13 se especifica los controladores SmartLinc que formaran parte de la red INSTEON, su dirección física y la ubicación dentro de la edificación.

SmartLinc Referencia	Dirección INSTEON	Dirección MAC	Ubicación
SM1	16.F8.A8	00:0E:F3:16.F8.A8	Piso 2
SM2	16.FD.7A	00:0E:F3:16:FD:7A	Piso 2
SM3	16.F8.97	00:0E:F3:16.F8.97	Piso 3
SM4	17.00.3D	00:0E:F3:17.00.3D	Piso 4

Tabla. 4.13. Direcciones Físicas Controladores SmartLinc

El control de iluminación se realizará a través de los dispositivos: SwitchLinc, In-LineLinc y KeypadLinc ya descritos en el subcapítulo anterior, los mismos que se enlazarán al controlador correspondiente dependiendo el piso y la fase donde hayan sido instalados, este último factor solo se aplicará para equipos instalados en las oficinas centrales.

La carga total de cada circuito depende del tipo de luminaria y la cantidad de lámparas instaladas por grupo. Cuando la carga supere los 480W en un circuito integrado por luminarias fluorescentes compactas (carga inductiva), se debe utilizar un relé el mismo que soportará mayor corriente; de esta manera, se puede controlar cualquier circuito de iluminación aun este cuando supere las especificaciones máximas de un módulo INSTEON.

Para un mejor detalle y explicación, se procederá al diseño de la red INSTEON por cada piso de la edificación.

4.4.1. Red INSTEON P2 - Oficinas Centrales

La red INSTEON del piso 2 estará formada tanto por circuitos de iluminación como por el sistema de aire acondicionado. El control de las luminarias estará a cargo de los dispositivos SwitchLinc 2476S, In-LineLinc 2475S2 y KeypadLinc 2486SWH6, los mismos que cumple con las especificaciones requeridas para controlar los circuitos detallados en la Tabla. 4.5. Por otro lado el control y monitorización del equipo de aire acondicionado, será responsabilidad del módulo Transmisor IRLinc 2411T.

Dado que cada área de las oficinas centrales dispone de un gran número de luminarias y solo se existen uno o dos cajetines de interruptores disponibles, se instalarán los módulos In-LineLinc y KeypadLinc. Estos dos equipos trabajarán en conjunto, ya que

se requiere enlazar virtualmente cada módulo In-LineLinc a los botones de escena de un dispositivo KeypadLinc, el mismo que estará instalado en la pared y permitirá el control manual de los circuitos de iluminación. De ahí que se utilizará una botonera por cada área principal del piso 2, esto es: Recepción, Gerencia, Ventas y Sala de Reuniones. Para los circuitos de iluminación independientes se instalará el módulo SwitchLinc en reemplazo del interruptor simple actual.

Tomando en cuenta que en este piso se encuentran la mayor cantidad de luminarias y se trabaja con un sistema eléctrico trifásico, se utilizarán dos controladores centrales SmartLinc: SM1 y SM2. Las áreas y circuitos asignados a cada controlador se detallan en la Tabla. 4.14. Cabe mencionar que para la distribución y asignación de circuitos se ha tomado en cuenta la fase eléctrica a la que se encuentran conectadas las cargas con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema INSTEON.

SmartLinc Referencia	Dirección INSTEON	Fase Eléctrica	Circuitos Asignados
SM1	16.F8.A8	Fase 1	Luminarias Sala de Reuniones
			Luminarias Departamento de Ventas
			Luminarias Pasillo Posterior y Facturación
SM2	16.FD.7A	Fase 3	Sistema Aire Acondicionado
			Luminarias Gerencia
			Luminarias Recepción
			Luminarias Pasillo Principal y Entrada

Tabla. 4.14. Distribución Circuitos - Controladores Centrales Piso 2

La dirección INSTEON de los dispositivos que formarán parte de este subsistema y los circuitos de iluminación asignados se detallan en la Tabla. 4.15.

Dispositivo INSTEON	Dirección INSTEON	Nombre Escena	Grupo Carga	Controlador SmartLinc	Potencia Consumida
<i>Sala de Reuniones</i>					
KeypadLinc - KP1	18.5B.92	SR_Entrada	P2-1	SM1	115.2 [W]
In-LineLinc - IL1	17.15.B3	SR_Central	P2-2	SM1	115.2 [W]
In-LineLinc - IL2	17.12.FE	SR_Lateral_Izq.	P2-3	SM1	129.6 [W]
In-LineLinc - IL3	17.14.D5	SR_Lateral_Der.	P2-5	SM1	396 [W]
<i>Departamento Ventas y Facturación</i>					
KeypadLinc - KP2	18.59.51	V_Pasillo	P2-18	SM1	165.6 [W]

In-LineLinc - IL4	17.15.A8	V_Central	P2-12	SM1	79.2 [W]
In-LineLinc - IL5	17.15.BF	V_Izquierda	P2-14	SM1	48 [W]
In-LineLinc - IL6	17.14.1E	V_Derecha	P2-16	SM1	168 [W]
In-LineLinc - IL7	17.14.3C	V_Contorno	P2-19	SM1	208.8 [W]
Recepción					
KeypadLinc – KP3	18.5C.72	R_Puerta_Posteri	P2-36	SM2	11.52 [W]
In-LineLinc - IL8	17.14.54	R_Pasillo	P2-32	SM2	95.75 [W]
In-LineLinc - IL9	17.12.91	R_Central	P2-29	SM2	83.52 [W]
In-LineLinc - IL10	17.12.74	R_Exhibición	P2-30	SM2	50.4 [W]
SwitchLinc - SW1	18.33.A4	R_Puerta_Princip.	P2-31	SM2	48 [W]
Gerencia					
KeypadLinc - KP4	18.5A.DE	G_Decoración	P2-38	SM2	250.56 [W]
In-LineLinc - IL11	17.12.A9	G_Asiistencia	P2-39	SM2	120 [W]
In-LineLinc - IL12	17.15.B9	G_Contorno	P2-40	SM2	27.36 [W]
SwitchLinc - SW2	18.42.9F	G_Central	P2-37	SM2	85.84[W]

Tabla. 4.15. Dispositivos INSTEON para Subsistema de Iluminación Piso 2

La Tabla. 4.16, muestra la asignación de los módulos In-LineLinc a cada botón-escena de los dispositivos KeypadLinc, los mismos que se enlazarán virtualmente.

KeypadLinc			In-LineLinc	
Referencia	Dirección INSTEON	Botón Escena	Referencia	Dirección INSTEON
KP1 Sala de Reuniones	18.5B.92	A	IL1	17.15.B3
		B	IL3	17.14.D5
		C	IL2	17.12.FE
KP2 Ventas	18.59.51	A	IL4	17.15.A8
		B	IL6	17.14.1E
		C	IL5	17.15.BF
		D	IL7	17.14.3C
KP3 Recepción	18.5C.72	A	IL8	17.14.54
		B	IL9	17.12.91
		C	IL10	17.12.74
		D	SW1	18.33.A4
KP4 Gerencia	18.5A.DE	A	IL11	17.12.A9
		B	IL12	17.15.B9
		C	SW2	18.42.9F

Tabla. 4.16. Distribución Escenas KeypadLinc - In-LineLinc Piso2

En cuanto al Sistema de Aire Acondicionado, la dirección INSTEON del módulo transmisor IRLinc que formará parte de este subsistema, se detalla en la Tabla. 4.17

Dispositivo INSTEON	Dirección INSTEON	Nombre Escena	Controlador SmartLinc
IRLinc - IR1	11.D1.F1	Sistema_Aire	SM1

Tabla. 4.17. Dispositivos INSTEON para Sistema de Aire Acondicionado

4.4.2. Red INSTEON P3 - Bodega Auxiliar 1

La red INSTEON P3 controlará los circuitos de iluminación correspondientes al piso tres. Se utilizarán módulos SwitchLinc 2476S para este fin, tomando en cuenta la distribución, tipo y potencia consumida de las luminarias de este piso (ver Tabla. 4.6). Este dispositivo reemplazará al interruptor mecánico de un polo. El controlador central de este subsistema corresponde al módulo SmartLinc SM3.

Cabe recalcar que no es posible utilizar un módulo In-LineLinc, dado que la estructura física de esta área no permite la instalación de dispositivos empotrables en techo. La dirección INSTEON de los dispositivos que formarán parte de este subsistema y los circuitos de iluminación asignados se detallan en la Tabla. 4.18.

Dispositivo INSTEON	Dirección INSTEON	Nombre Escena	Grupo Carga	Controlador SmartLinc	Potencia Consumida
SwitchLinc – SW3	18.3B.BF	P3_Frontal	P3-1	SM3	84 [W]
SwitchLinc – SW4	18.3C.6C	P3_Posterior	P3-3	SM3	72 [W]

Tabla. 4.18. Dispositivos INSTEON para Subsistema de Iluminación Piso 3

4.4.3. Red INSTEON P4 - Bodega Auxiliar 2

Para el control de los circuitos de iluminación del piso 4 se utilizarán dispositivos INSTEON SwitchLinc 2476S, tomando en cuenta los datos de la Tabla. 4.7 donde se detalla la distribución, tipo y potencia consumida de las luminarias de este piso. Este

dispositivo reemplazará al interruptor mecánico de un polo. El controlador central de este subsistema corresponde al módulo SmartLinc SM4.

La dirección INSTEON de los dispositivos que formarán parte de este subsistema y los circuitos de iluminación asignados se detallan en la Tabla. 4.19.

Dispositivo INSTEON	Dirección INSTEON	Nombre Escena	Grupo Carga	Controlador SmartLinc	Potencia Consumida
SwitchLinc – SW5	18.3D.FD	P4_Frontal	P4-1	SM4	435 W
SwitchLinc – SW6	18.3E.8E	P4_Posterior	P4-2	SM4	108.9 W

Tabla. 4.19. Dispositivos INSTEON para Subsistema de Iluminación Piso 4

4.5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA CCTV ACTUAL

El edificio GIMPROMED cuenta con un sistema de seguridad CCTV Digital, cuya central está ubicada en el área de servidores. El acceso a este sistema es limitado ya que solamente se puede monitorear las cámaras dentro de la red local.

4.5.1. Cámaras, Ubicación y Almacenamiento

El sistema CCTV actual está compuesto por 12 cámaras de video analógicas distribuidas en puntos estratégicos tanto al interior como exterior de la edificación. La Tabla. 4.20, detalla los tipos de cámaras existentes así como su ubicación y estado.

Tipo Cámara	Ubicación		Infrarrojo	Estado
Mini Domo	Entrada Principal	Piso 2	Si	Bueno
Mini Domo	Recepción	Piso 2	Si	Bueno
Mini Domo	Pasillo	Piso 2	Si	Bueno
Mini Domo	Entrada Posterior	Piso 2	Si	Bueno
Mini Domo	Bodega Principal	Piso 1	Si	Bueno
Mini Domo	Bodega Acceso Principal	Piso 1	Si	Bueno
Mini Domo	Oficina Despacho	Piso 1	Si	Bueno
Bala	Bodega Acceso Posterior	Piso 1	Si	Bueno
Bala	Parqueaderos	Externa	Si	Bueno

Bala	Pasillo Ingreso Edificio	Externa	Si	Bueno
Bala	Exterior Edificio	Externa	Si	Averiado
Pequeña	Puerta Ingreso Externa	Externa	No	Bueno

Tabla. 4.20. Cámaras Sistema CCTV GIMPROMED

Todas las cámaras funcionan con un voltaje continuo de 12 VDC, el mismo que es suministrado por los convertidores AC~DC, propios de cada cámara. Estos transformadores están conectados a varias regletas (115 VAC) del rack en el área de servidores.

Para el control y almacenamiento de video se dispone de un equipo central DVR (Grabador de Video Digital) de marca Orbix (ver Figura. 4.8) con capacidad para 16 canales. Este equipo tiene integrado un disco duro con conexión SATA, el mismo que permite almacenar las grabaciones realizadas durante un periodo determinado. Adicionalmente posee puertos GPIO (Entradas y Salidas de propósito general) para la activación de algunos dispositivos externos y la detección de sensores de acuerdo a los requerimientos del usuario.

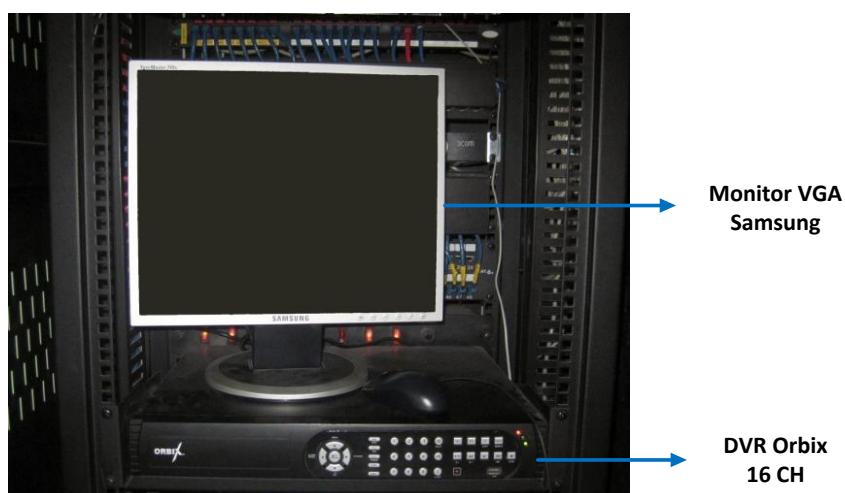


Figura. 4.8. DVR Orbix 16CH y Monitor VGA

Cabe mencionar que este equipo solo soporta cámaras analógicas, de ahí que los conectores requeridos por el DVR para entrada de video son BNC²¹. Las características y especificaciones más relevantes de este equipo se detallan en la Tabla. 4.21.

DVR 16CH ORBIX		
Especificación		Característica
Video	Sistema de Video	Detección Automática
	Entrada	16CH BNC
	Salida Principal	1CH BNC
	VGA	Seleccionado desde panel
Audio	Entrada	1 CH RCA
	Salida	1 CH RCA
Sensores Salidas	Entrada	16 CH Entradas de Alarmas
	Salidas	1 CH Salida Relé
Almacenamiento	Dispositivo	2 Discos Duros Satas Max 1TB
	DVD-Writer	Incluido
Pantalla	División	1,4,7,9,10,13,16
	Zoom	2X
Grabación	Compresión	H.264
	Resolución	720x480, 720x240, 360x240 (NTSC)
	Velocidad Grabación	NTSC → 60, 120, 240 FPS
Control	Detección de Movimiento	Selección de área por cada cámara
	Cámaras PTZ²²	Si
Red	Interfaz	16CH Client Viewer, Web Browser
	Velocidad	120 FPS
	Protocolo	TCP/IP, SMTP, HTTP, DHCP, DDNS

Tabla. 4.21. Especificaciones Técnicas DVR Orbix

La monitorización de las cámaras se realiza a través del monitor VGA que se encuentra conectado de forma directa al dispositivo de grabación; sin embargo, la comunicación presenta fallas ya que la presentación del video es intermitente.

Adicionalmente, este equipo permite la conexión del sistema CCTV a toda la red local, permitiendo así, el acceso desde cualquier computador que cuente con los privilegios

²¹ Conector BNC: (Bayonet Neill-Concelman) Tipo de conector para ser utilizado con cable coaxial.

²² Cámaras PTZ: (Pan-Tilt-Zoom) Cámara de un circuito cerrado de televisión con orientación remota y control de zoom.

otorgados por el administrador; sin embargo, esto no permite restringir el acceso a algunas cámaras por lo que todos los usuarios pueden visualizar el sistema completo.

4.5.2. Cableado Eléctrico y de Datos

El sistema CCTV cuenta con un cableado UTP Cat5 (par trenzado de 8 hilos), de los cuales se utilizan cuatro conductores para la transmisión de video y dos para el suministro de energía. Estos cables conectan las cámaras desde el lugar de instalación hasta el cuarto de servidores.

Los terminales de los dos pares del cable trenzado destinados para la transmisión de video, se conectan a un Transceptor Pasivo. Estos dispositivos permiten enviar la señal de video a larga distancia sobre un cable UTP y conectar los extremos del cable (conectores BNC macho) a la cámara y al equipo de grabación DVR. La longitud máxima entre el extremo que se conecta a la cámara y el extremo que se conecta a la salida de vídeo oscila entre 300 y 500 metros. Existe un total de 24 baluns pasivos en el sistema CCTV.

4.6. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA CCTV

En base al análisis realizado del sistema CCTV actual y a los requerimientos del usuario, se optado por una solución que optimice la mayor parte de recursos disponibles (cámaras, cableado, monitor, etc) siempre y cuando se encuentren en buen estado y permitan la integración de nuevos equipos para así crear un sistema eficiente y flexible que contrarreste los problemas actuales.

4.6.1. Tarjeta Capturadora de Video Híbrida NV-5000

El nuevo sistema CCTV incluirá una tarjeta de video híbrida NV-5000 de marca Avermedia (ver Figura. 4.9) que permite integrar tanto cámaras analógicas como IP. Es importante recalcar, que la mayor parte de cámaras de seguridad instaladas formarán parte de este sistema, dado que se encuentran en buen estado y el adquirir nuevos dispositivos

solo representaría un gasto innecesario. Esta tarjeta por si sola admite un máximo de 4 cámaras, por lo que es necesario adicionar 3 tarjetas que expanden la capacidad del sistema a 16 cámaras.

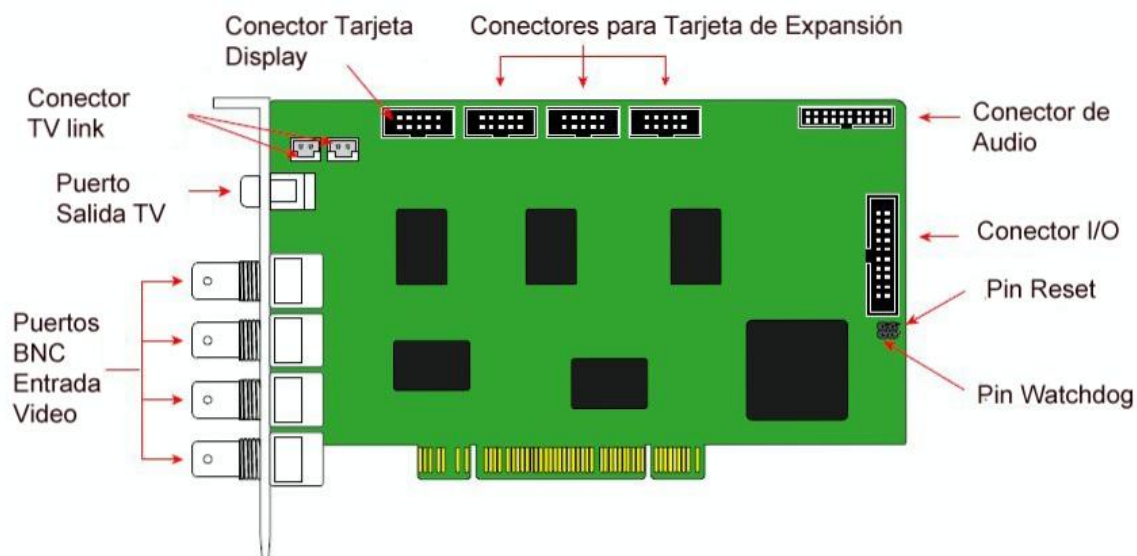


Figura. 4.9. Tarjeta Capturadora de Video Híbrida NV-5000

El software de esta plataforma está basada en el sistema operativo Windows cuya interfaz permite la visualización de imágenes, grabación de video, gestión remota del sistema y demás funciones. Todas estas características ofrecen una solución confiable y robusta para satisfacer las necesidades y exigencias del usuario. Entre las características más sobresalientes de esta tarjeta se pueden detallar las siguientes [17]:

- **Video y Visualización**

- Expandible hasta 16 entradas: cámaras analógicas (conectores BNC) y/o cámaras IP. Máximo 16 canales por sistema
- Formato de vídeo: NTSC²³ y PAL²⁴
- Soporta las resoluciones de cámara: 320x240, 640x480 y 720x480 en color Real de 16 bits

²³ NTSC “National Television System Committee”: Sistema de codificación análogo utilizado por la mayor parte de países de América y Japón.

²⁴ PAL “Phase Alternating Line”: Sistema derivado del estándar NTSC utilizado en países africanos, asiáticos, europeos y algunos de sudamérica como Brasil.

- Máximo 4 entradas de audio
- Resolución ajustable en cada cámara
- Modo pantalla completa, en mapas de 1, 4, 8, 9, 13, 16 cámaras.
- Soporte cámaras PTZ
- Característica de Visión Nocturna (mejora de imagen por software)

- **Grabación y Reproducción**
 - Compresión de vídeo: MPEG4 / H.264
 - Modos de grabación: iniciado por alarma / por sensor / por detección de movimiento / continua / programada / por voz.
 - Zonas de enmascaramiento múltiple por zonas
 - Reciclado de disco
 - Fácil interfaz de uso, programaciones seleccionables en intervalos de 15 minutos.
 - Reproducción a Pantalla completa
 - Control de Reproducción y zoom digital seleccionable
 - Exportación de imágenes, segmentos de video
 - Búsqueda visual por fecha, hora, minuto y segundos.

- **Acceso Remoto y Control de Usuarios**
 - Permite el monitoreo, grabación y reproducción Remota
 - Intercomunicador de voz bidireccional
 - Divisiones en pantalla: 1, 4, 9 y 16 canales.
 - Repartidor de carga de servidor
 - Puede dar de alta los usuarios que necesite
 - Cada usuario posee un nivel de privilegios totalmente configurable

Para su instalación se requiere una sola ranura PCI 32x, las tarjetas de expansión se integrarán a la tarjeta principal sin la necesidad de utilizar otra ranura PCI. Las especificaciones técnicas del ordenador donde se instalará la tarjeta capturadora de video se detalla en la Tabla. 4.22, así como los requerimientos mínimos del sistema.

	Requerimientos Mínimos	Equipo Actual
CPU	Pentium 4 2.8Ghz o mayor	Core 2 Duo 3,16 Ghz
Tarjeta Madre	Intel 865, 915, 925, 945, 955, NVIDIA nFORCE4 SLi – Intel Edition Chipset	Intel Edition Chipset
Sistema Operativo	Windows XP 32 bit / Windows Vista 32bit / Windows 7 32/64 bit	Windows XP Service Pack 3 32 bit
Ranuras de Expansión	1 x 32-bit PCI 2.1	2 x 32-bit PCI 2.1
RAM	DDR 512MB o mayor	2 GB
Disco Duro	120GB de espacio en disco duro	200 GB de espacio en disco duro
Media	CD-ROM drive	DVD-RW drive
Audio	Tarjeta de Sonido y parlantes	Tarjeta de Sonido y parlantes
Ethernet	10/100/1000 Base-T Tarjeta Ethernet	10/100/1000 Base-T Tarjeta Ethernet

Tabla. 4.22. Especificaciones Servidor de Video

4.6.2. Cámaras de Seguridad

El nuevo sistema CCTV incluirá las 11 cámaras analógicas del sistema actual que se encuentran en buen estado, y 2 nuevas cámaras IP (ver Tabla. 4.23). Una reemplazará a un dispositivo averiado en los exteriores del edificio y otra se ubicará en un punto estratégico que requiere vigilancia. Todas las cámaras se integrarán en mismo sistema, sin diferenciar el tipo o modelo de la cámara.

Cámara	Tipo	Ubicación
Vivotek IP8332	Bala, para exteriores	Exteriores Edificio
Trendnet TV-IP252P	Domo, para interiores	Cuarto Piso

Tabla. 4.23. Cámaras IP

Adicionalmente con este nuevo sistema queda abierta la posibilidad de instalar tres nuevas cámaras IP, cuando el propietario lo requiera.

4.6.2.1. Cámara IP Exteriores Vivotek IP8332

Es una cámara tipo bala diseñada para una serie de aplicaciones externas (ver Figura. 4.10). Tiene una cubierta IP66 a prueba de agua, lluvia y polvo. Para adaptarse a los cambios de luz externos, dispone de luminarias infrarrojas IR efectivas hasta 15 metros. Las características más importantes de este dispositivo se detallan a continuación [18]:

- Sensor 1/4" CMOS en resolución 1280 x 800
- Longitud focal 3.6 mm
- IR integrados para iluminación efectiva hasta 15 metros
- Compresión a tiempo real: H.264, MPEG-4 and MJPEG
- Múltiple Streams simultáneamente
- Cubierta a prueba de agua con estándar IP66
- Compatible con tecnología PoE - Opcional
- Entrada digital para sensores externos
- Incorpora ranura para tarjetas de almacenamiento MicroSD/SDHC
- Fuente de Alimentación 12 VDC.
- Comunicación: 10/100 Mbps Ethernet, RJ-45
- Características avanzadas incluyen detección de movimiento y otras opciones complementarias



Figura. 4.10. Cámara IP Vivotek IP8332

- **Ubicación:**

Este dispositivo reemplazará la cámara analógica tipo bala ubicada en la parte externa del edificio dado que la cámara anterior se encuentra averiada y su funcionamiento es intermitente. Esta área es de gran importancia puesto que los guardias de seguridad

requieren visualizar los eventos que acontecen en los exteriores del edificio y para ello requieren un monitoreo constante.

4.6.2.2. Cámara IP Domo Trendnet TV-IP252P

Esta cámara (ver Figura. 4.11) es ideal para uso en interiores. Su diseño tipo domo permite la instalación sobre superficies planas ya sean: paredes o techos. Entre sus características más relevantes se detallan las siguientes [19]:

- Variación manual del ángulo de inclinación (160°) y de visualización panorámica (350°).
- Compatible con tecnología PoE (power over the Internet).
- Características avanzadas incluyen detección de movimiento, alertas de email y opciones complementarias.
- Compresión de Imágenes Dual Streaming MPEG-4/MJPEG
- Soporta dos vías de audio
- Puertos GPIO de Entrada y Salida
- Zoom digital 3x
- Sensor 1/4" CMOS, Longitud Focal: 4mm
- Resolución de imágenes: 640 x 480 pixels
- Alimentación de 12 VDC.
- Comunicación: Puerto Ethernet RJ-45 PoE 1 x 10/100Mbps
- Soporta una red TCP/IP, SMTP Email, HTTP, Samba y otros protocolos de Internet



Figura. 4.11. Cámara IP Trendnet TV-IP252P

- **Ubicación:**

Esta cámara se ubicará en la entrada principal del cuarto piso ya que en esta área se mantiene los archivos pasivos de la empresa y se almacenan productos críticos. Actualmente no se dispone de ningún dispositivo de seguridad en este piso.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INSTEON E INTEGRACIÓN CON SISTEMA CCTV EN EDIFICIO GIMPROMED

5.1. INSTALACIÓN DE EQUIPOS INSTEON

5.1.1. Instalación SwitchLinc y KeypadLinc

Estos dispositivos han sido diseñados para ser calzar en el cajetín rectangular de pared, en lugar de un interruptor mecánico, como se muestra en la Figura. 5.1. Cabe mencionar que estos módulos se conectan de forma física solamente a un circuito de iluminación cuya carga no sobrepase las especificaciones permitidas.



Figura. 5.1. Instalación SwitchLinc y KeypadLinc

Las instalaciones eléctricas actuales del edificio solo cuentan con dos cables conductores en los cajetines para interruptores (fase y retorno), tomando en cuenta que para un control mecánico el principio básico radica en permitir o interrumpir el paso de energía eléctrica hacia la carga. En la instalación de los módulos INSTEON, a más de estos dos cables se requiere un conductor Neutro para suministrar 110V al dispositivo, dado que internamente está compuesto por una serie de elementos electrónicos.

Por esta razón antes de iniciar con la instalación de los dispositivos SwitchLinc y KeypadLinc se requiere llevar el Neutro al punto del cajetín. Para esto se ha efectuado un reajuste de cables considerando que los interruptores anteriores controlaban desde 2 hasta 3 circuitos de luminarias dependiendo el área y con el nuevo sistema algunos de estos conductores quedarán en desuso ya que un módulo INSTEON solo se conectará físicamente a un grupo carga y para el control de los circuitos restantes, se realiza un enlace virtual-lógico a través de la red eléctrica.

Es necesario constatar cuáles son los cables correspondientes a: fase, neutro y retorno (carga) del sistema eléctrico para no ocasionar corto-circuitos. En el caso de estos módulos INSTEON, se mantiene un estándar en los colores de cables para identificar fácilmente los diferentes conductores:

- Rojo → Retorno (Carga)
- Negro → Fase
- Blanco → Neutro

Cuando se requiera un circuito conmutado, es decir controlar un grupo de luminarias desde varios interruptores, es necesario instalar los módulos INSTEON en base a un circuito múltiple. A diferencia de un conmutador tradicional (ver Figura. 5.2), los circuitos múltiples INSTEON no requieren de cables para interconectar los dos interruptores, como se muestra en la Figura. 5.3. La conmutación entre los dos dispositivos se realiza a través de la red utilizando las configuraciones de enlace de cada equipo. Este circuito se instalará solamente en el pasillo de las oficinas centrales (piso 2) [20].

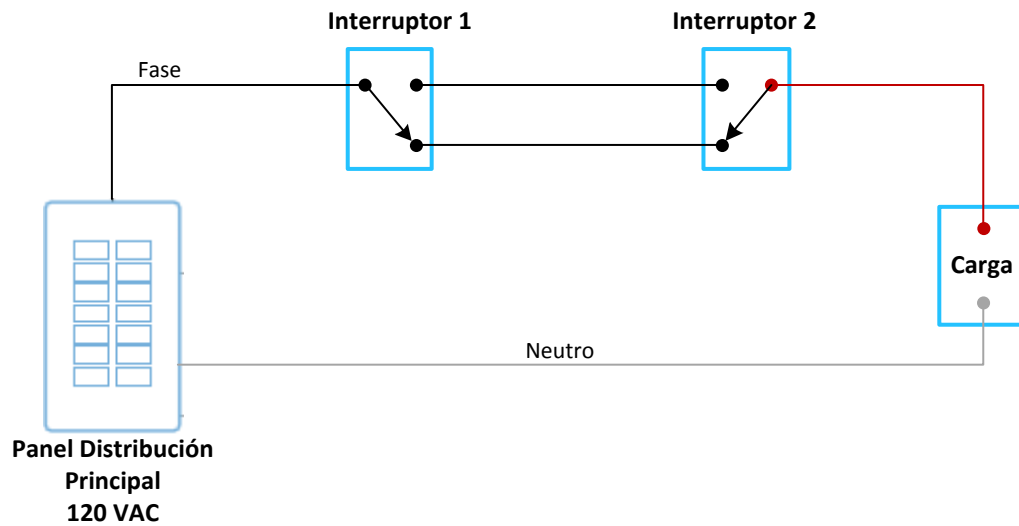


Figura. 5.2. Circuito Conmutación Tradicional

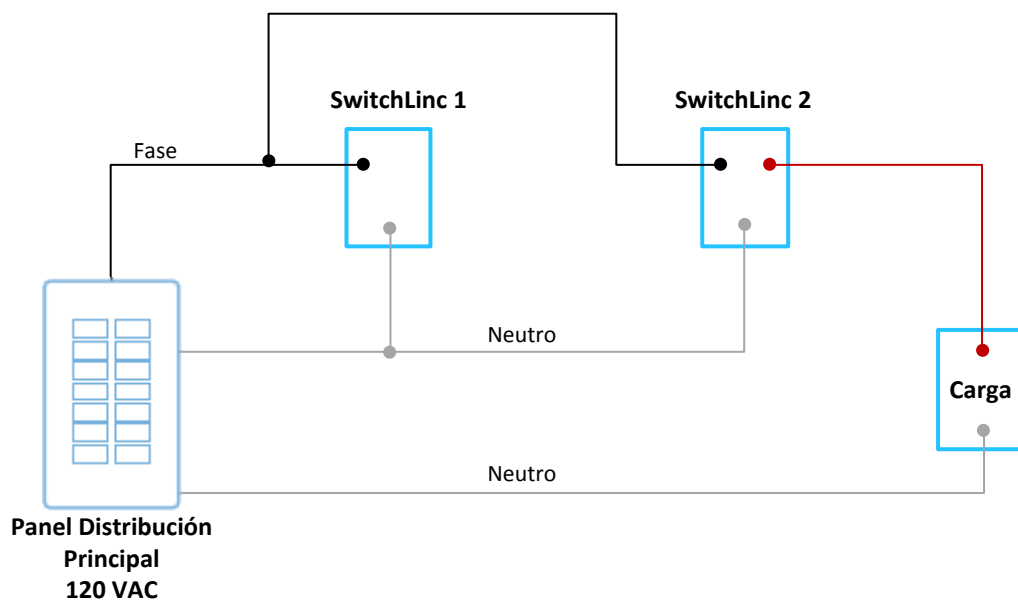


Figura. 5.3. Circuito Múltiple INSTEON - Conmutación

5.1.1. Instalación In-LineLinc

El dispositivo In-LineLinc se instalará solamente en el piso 2, junto a las luminarias dado que esta área dispone de techo Gypsum y es posible ocultar este módulo INSTEON sin ningún problema. Para la instalación de este equipo al igual que todos los dispositivos INSTEON se requiere de los conductores: fase, retorno y neutro. En este caso, localizar el

cable Neutro será mucho más factible puesto que este dispositivo no tiene un interruptor de pared y se ubicará cerca del circuito de carga.

Los cables de este módulo INSTEON (ver Figura. 5.4) tienen la siguiente secuencia de colores, la misma que se mantiene en todos los equipos de este tipo, con el fin de facilitar la identificación de los conductores.

- Rojo → Retorno (Carga)
- Negro y Azul → Fase
- Blanco → Neutro
- Amarillo → Sensor

Este dispositivo dispone de dos botones (On y Off) a más del botón de configuración, como se muestra en la Figura. 5.4, los mismos que permiten controlar el encendido y apagado del circuito de iluminación y de esta manera verificar si la instalación del dispositivo ha sido exitosa.

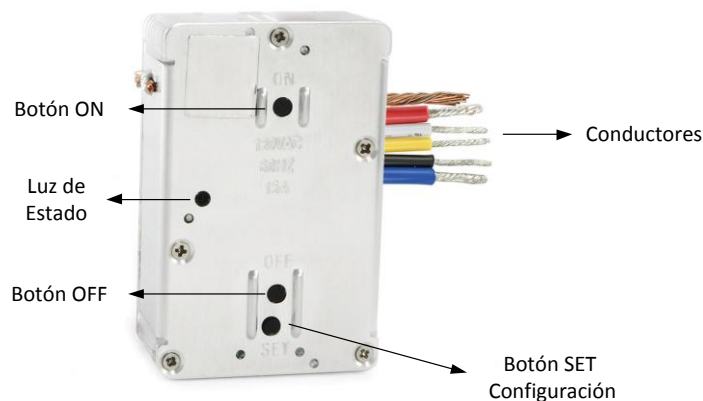


Figura. 5.4. Características Físicas Módulo In-LineLinc

Dado que no se utilizará sensores para controlar el encendido de estas luminarias, el cable amarillo quedará deshabilitado. En un apartado subsiguiente se detallará los pasos necesarios para configurar y enlazar este dispositivo hacia un interruptor de pared a través de la red INSTEON y así controlar el encendido y apagado de las luminarias respectivas.

5.1.2. Instalación IRLinc y SmartLinc

El dispositivo IRLinc se instalará en el cuarto de servidores, dado que en esta área se encuentra el equipo de aire acondicionado. Este equipo no requiere de una instalación compleja ya que cuenta con un enchufe de tres terminales y se conecta directamente a un toma corriente de iguales características, como se muestra en la Figura. 5.5.



Figura. 5.5. Conexión IRLinc a Toma Corriente

Los emisores del dispositivo IRLinc deben estar en contacto directo con la ventana del receptor IR del equipo de aire acondicionado, como se muestra en la Figura. 5.6, de esta manera se garantizará un funcionamiento óptimo del módulo INSTEON. Si el emisor se ubica incorrectamente puede ocasionar que la operación sea intermitente. Para localizar el lugar exacto del sensor IR se puede cubrir parcialmente las áreas del equipo y verificar si el control remoto funciona; si no es así, se continuará aislando las secciones descubiertas hasta reducir el área donde puede encontrarse el sensor [21].

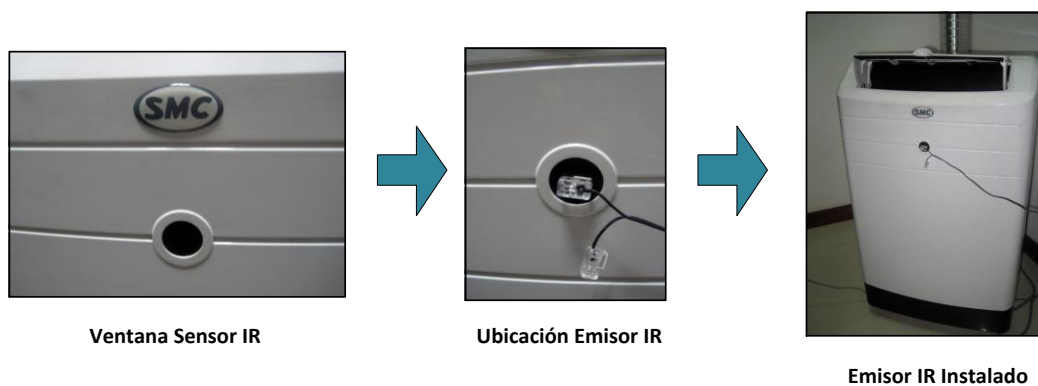


Figura. 5.6. Instalación Emisor IR - Módulo IRLinc

5.1.3. Instalación SmartLinc

Los dos dispositivos SmartLinc encargados del control de iluminarias del piso 2 se ubicarán en el cuarto de servidores, mientras que los otros dos módulos serán instalados en el ducto de la edificación.

Antes de conectar el dispositivo SmartLinc al sistema eléctrico, se requiere conectar este equipo a la red LAN a través de un cable directo UTP Cat 5e, desde el puerto Ethernet ubicado en la parte inferior del módulo SmartLinc, (ver Figura. 5.7(a)), hasta un puerto disponible del equipo conmutador de la red LAN (Switch 3Com de 24 Puertos), que se encuentra en el Rack de servidores.



Figura. 5.7. Conexión Controlador Central SmartLinc

La instalación de estos dispositivos a la red eléctrica no es compleja, ya que cuenta con un enchufe de tres terminales que se conecta directamente a un toma corriente de iguales características, como se muestra en la Figura. 5.7 (b). Cabe mencionar, que estos módulos no se pueden conectar en cualquier toma corriente de la edificación ya que no todos están enlazados a la red INSTEON. Previamente es necesario constatar con que fase o línea eléctrica trabaja cada circuito.

Los controladores SmartLinc (SM1 y SM2) del piso 2-Oficinas centrales y el dispositivo IRLinc se instalarán en el cuarto de servidores en un tablero de doble fondo de dimensiones 30x30x15 cm, como se muestra en la Figura. 5.8.



Figura. 5.8. Tablero Control - Oficinas Centrales

5.2. REAJUSTES E INSTALACIÓN DEL SISTEMA CCTV

El diagrama de red que se ilustra en la Figura. 5.9, muestra los dispositivos y conexiones del nuevo sistema CCTV. Cabe mencionar que se utilizarán algunos recursos del antiguo sistema como son: cámaras analógicas, transceptores, cableado (UTP Cat 5e), monitor VGA entre otros materiales y equipos. En base al análisis realizado en la subcapítulo 4.5.1, las cámaras analógicas que se encuentren en buen estado no sufrirán modificación alguna; utilizarán el mismo medio de transmisión, esto es: 4 pares del cable UTP para transmitir video y 2 para el suministro de energía.

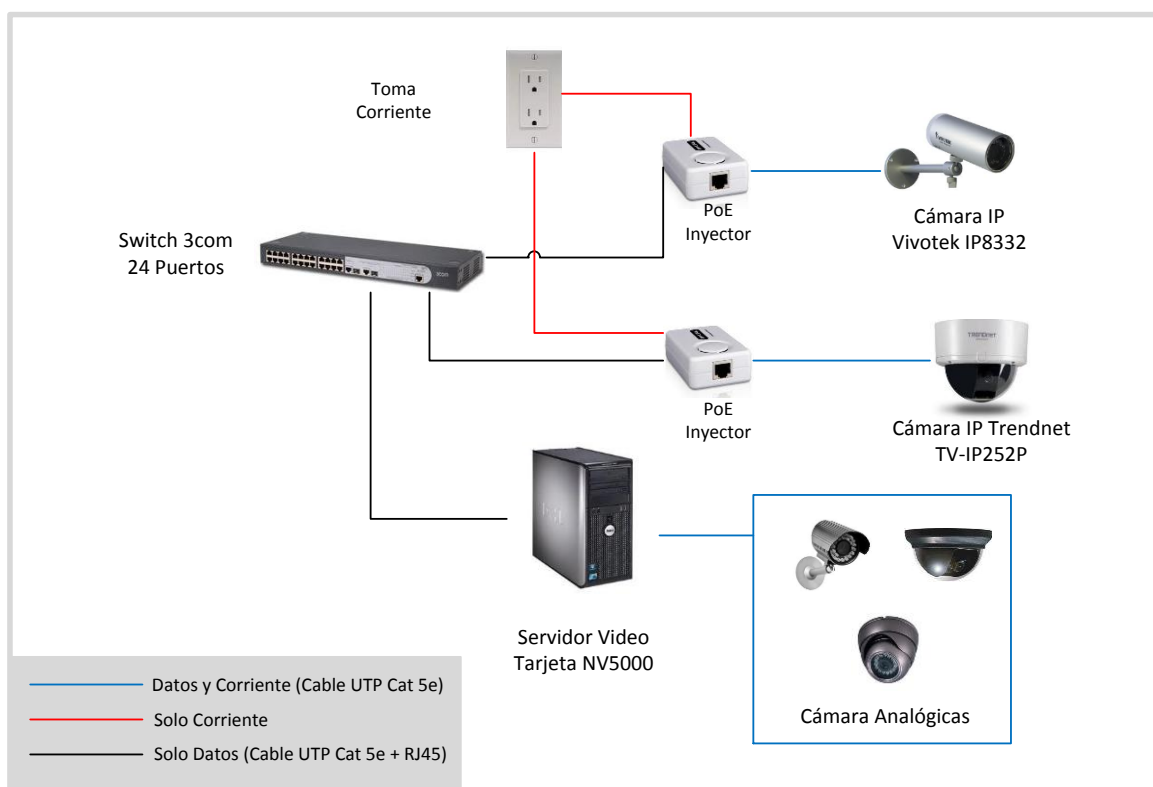


Figura. 5.9. Diagrama de Red Sistema CCTV

5.2.1. Instalación y Conexión de Cámaras IP

Para la conexión de las nuevas cámaras IP se utilizará el cable UTP ya instalado en la edificación. Tanto la cámara Vivotek IP8332 como la cámara Trendnet TV-IP252P soportan el estándar 802.3af (Power over ethernet), por esta razón se transmitirá datos y se suministrará energía a través del mismo cable. Es necesario el uso del dispositivo inyector PoE TL-POE150S de marca TP-Link, debido a que el conmutador de la red no soporta el estándar 802.3af. Este equipo ajustará automáticamente el nivel de energía requerida por cada cámara y al mismo tiempo transmitirá los datos de video.

El dispositivo PoE inyector tiene dos puertos Ethernet, el uno identificado con la etiqueta *LAN In* que se conectará al switch a través de un cable directo. El cable de red proveniente de la cámara IP se conectará al otro puerto denominado *Power-Data Out*, como se muestra en la Figura. 5.10. Adicionalmente se conectará el cable de poder a una toma corriente disponible. La luz Led del dispositivo se encenderá una vez que haya detectado el sistema PoE.

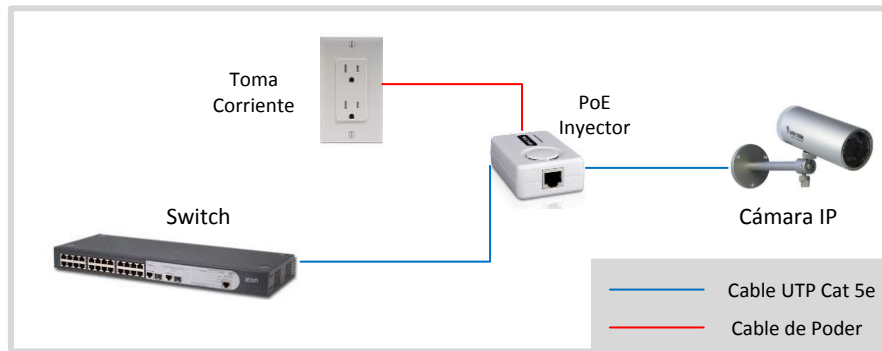


Figura. 5.10. Conexión Dispositivo PoE Inyector

5.2.1.1. Instalación Cámara Vivotek IP8332

Esta cámara IP será instalada en los exteriores del edificio, en lugar de la cámara analógica averiada, ya que por su ubicación representa un punto estratégico para monitorización. Además este punto se encuentra a una altura adecuada para evitar daños vandálicos.

Para el montaje del equipo se utilizará el soporte y base que viene incluido en el paquete. Una vez ajustada la base en la columna se procederá a determinar la posición final de la cámara ubicando el mejor ángulo de visualización. En la Figura. 5.11 se muestra la cámara IP Vivotek IP8332 en su ubicación final.



Figura. 5.11. Instalación Cámara Vivotek IP8332

Para la conexión de la cámara, se utilizará un adaptador hembra-hembra que permite conectar el cable Ethernet proveniente del cuarto de servidores, y el cable de datos propio de la cámara. No se requiere instalara el adaptador de poder ya que la energía se suministrará a través del mismo cable UTP.

5.2.1.2. Instalación Cámara Trendnet TV-IP252P

La cámara tipo domo se instalará en el cuarto piso del edificio en la parte superior de una pared, como se muestra en la Figura. 5.12. Desde esta ubicación se podrá direccionar el lente de tal forma que su ángulo de visulización comprenda toda la entrada de este piso. Adicionalmente este punto se encuentra cerca del ducto de cables, por lo que la conexión de la cámara no será un inconveniente.



Figura. 5.12. Instalación Cámara Trendnet TV-IP252

La cámara tiene integrado un puerto Ethernet hembra por lo que no es necesario utilizar un adaptador adicional para conectar el cable proveniente del cuarto de servidores. Dado que el dispositivo trabaja bajo el estándar 802.3af (Power over the ethernet), no se requiere el adaptador de poder.

5.2.2. Instalación Tarjeta Video NV-5000

Para la instalación de la tarjeta NV-5000 se requiere seguir el siguiente procedimiento:

- a) Remover la cubierta de la computadora.
- b) Remover las tapas que cubren las ranuras PCI.
- c) Presionar firmemente la tarjeta NV-5000 en la ranura PCI, como se muestra en la Figura. 5.13.
- d) Asegurar la tarjeta al case del computador con tornillos.
- e) Posteriormente se conectan las tres tarjetas de expansión NVD4VIEXT, en los sockets correspondientes, como se muestra en la Figura. 5.14.
- f) Finalmente se colocan las tarjetas en la ranura PCI y se ajustan al case del computador.

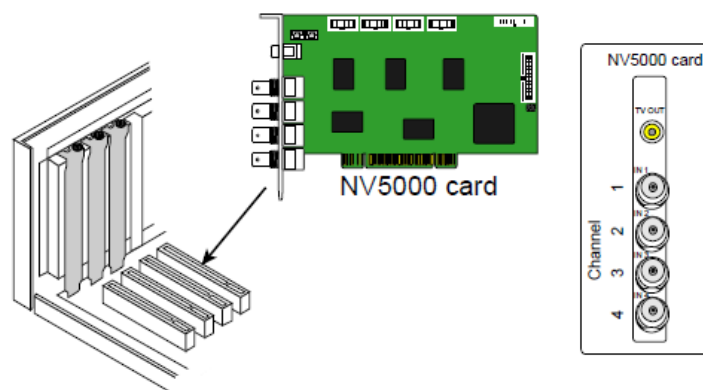


Figura. 5.13. Instalación Tarjeta NV-5000

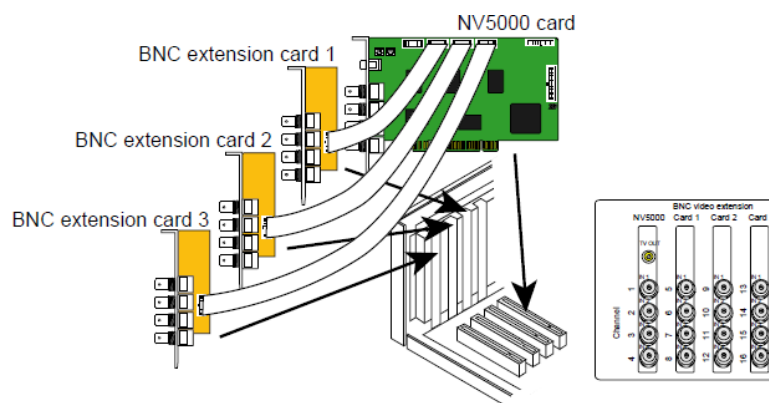


Figura. 5.14. Instalación Tarjeta Expansión NVD4VIEXT

La secuencia de las cámaras analógicas se especifica en el número correspondiente a cada conector BNC de la tarjeta principal o de la tarjeta de expansión según sea el caso. En la Figura. 5.15, se muestra la disposición final de las tarjetas captadoras de video del nuevo sistema CCTV.



Figura. 5.15. Tarjetas Principal NV-5000 y de Expansión Instaladas

5.3. CONFIGURACIÓN DE LA RED INSTEON

En este apartado se detalla la configuración de cada dispositivo INSTEON, con el fin de crear los enlaces necesarios y así permitir el control local de los circuitos de iluminación. Es necesario determinar el comportamiento de cada módulo dentro de la red para cada enlace (controlador o receptor) ya que el procedimiento de configuración en cada caso es diferente. Cabe mencionar que estos equipos pueden operar en más de un modo al mismo tiempo.

Así mismo, todos los dispositivos de la red se deberán enlazar al controlador central SmartLinc, para permitir el control y monitorización del sistema de iluminación desde cualquier host conectado a la red LAN de GIMPROMED, a través del software propietario.

5.3.1. Enlace KeypadLinc con In-LineLinc

El dispositivo KeypadLinc controlará cinco grupos de carga diferentes. Los botones principales (ON/OFF) no necesitan ser configurados ya que estos controlan la carga conectada directamente a las terminales del equipo. Los 4 botones restantes deberán enlazarse a un dispositivo In-LineLinc (ver Figura. 5.16), cada uno responsable de un circuito de iluminación. Para esta escena, los módulos KeypadLinc actuarán como controladores, mientras que los dispositivos In-LineLinc se limitarán a la recepción de señales.

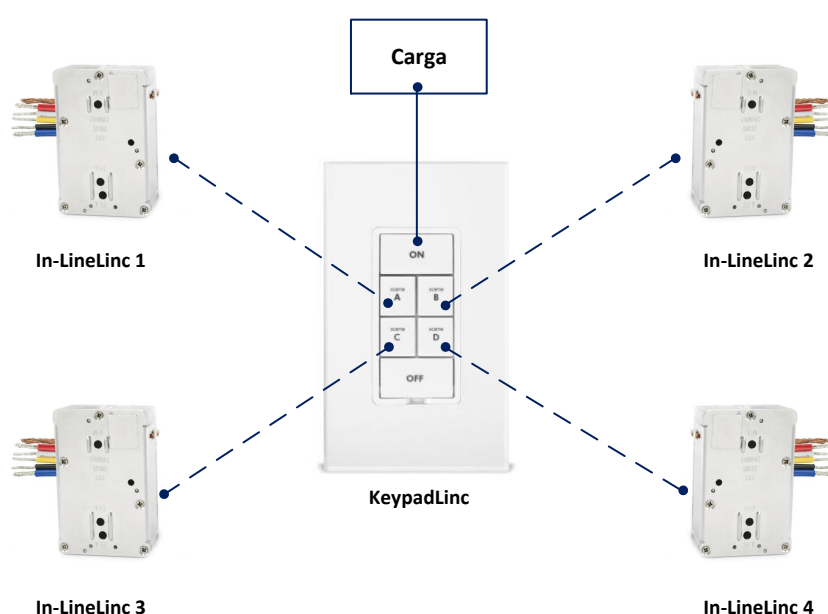


Figura. 5.16. Distribución Botones KeypadLinc

Para el enlace de cada equipo In-LineLinc a un botón del teclado KeypadLinc, es necesario seguir los siguientes pasos [22]:

- Poner en modo enlace el dispositivo controlador (KeypadLinc), para lo cual se debe presionar el botón de una escena (Figura. 5.17 – Paso 1) y mantener en este estado durante 10 segundos, hasta escuchar un beep. El parpadeo de la luz Led en el botón del teclado indicará que el módulo está listo para enlazarse a otro dispositivo; a partir de esto se dispone de 4 minutos para continuar con la configuración.

- b) Posteriormente se debe presionar y mantener el botón SET del módulo In-LineLinc (Figura. 5.17 – Paso 2) durante 3 segundos hasta escuchar dos beeps seguidos. La luz indicadora de estado del módulo permanecerá encendida si la carga está apagada o viceversa, mientras que la luz Led del dispositivo KeypadLinc dejará de parpadear.
- c) Finalmente se debe confirmar el enlace exitoso, presionando el botón del controlador configurado para constatar el funcionamiento del mismo (Figura. 5.17 – Paso 3).

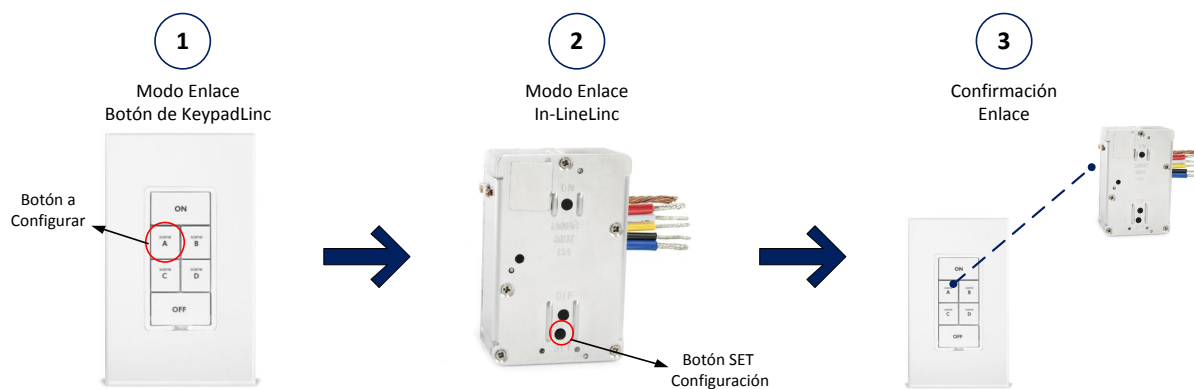


Figura. 5.17. Enlace KeypadLinc con In-LineLinc

Este mismo procedimiento se realiza para el enlace de los otros dispositivos In-LineLinc con los otros botones del teclado KeypadLinc.

5.3.2. Configuración Circuito Múltiple INSTEON

El circuito múltiple INSTEON controlará la luminaria de acceso principal del piso 2. Como se detalló en el subcapítulo anterior, esto reemplaza al circuito de conmutación utilizado para encender y apagar las luminarias desde dos sitios diferentes. Los dispositivos empleados para este circuito son un teclado KeypadLinc que controlará directamente las luminarias, y el módulo SwitchLinc que se enlazarán a través de la red INSTEON, como se muestra en la Figura. 5.18.

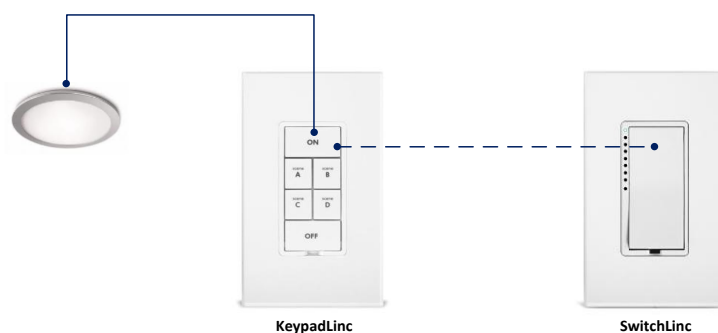


Figura. 5.18. Circuito Múltiple INSTEON 2 Módulos

El módulo SwitchLinc desempeñará funciones de controlador, mientras que el dispositivo KeypadLinc solo recibirá comandos. La configuración de estos dos equipos para este modo de operación se detalla a continuación:

- Poner en modo enlace el dispositivo controlador (SwitchLinc), para lo cual se debe presionar el parte superior del interruptor (Figura. 5.19– Paso 1) y mantener en este estado durante 10 segundos, hasta escuchar un beep. El parpadeo de la luz Led superior indicará que el módulo está listo para enlazarse a otro dispositivo; a partir de esto se dispone de 4 minutos para continuar con la configuración.
- Presionar y mantener en este estado el botón ON del módulo KeypadLinc durante 10 segundos (Figura. 5.19 – Paso 2). El dispositivo emitirá dos beeps seguidos y luz Led del dispositivo SwitchLinc dejará de parpadear, esto indicará que el enlace se ha realizado exitosamente.
- Finalmente se debe confirmar el enlace, presionando el botón del controlador configurado para constatar el funcionamiento del mismo (Figura. 5.19 – Paso 3).

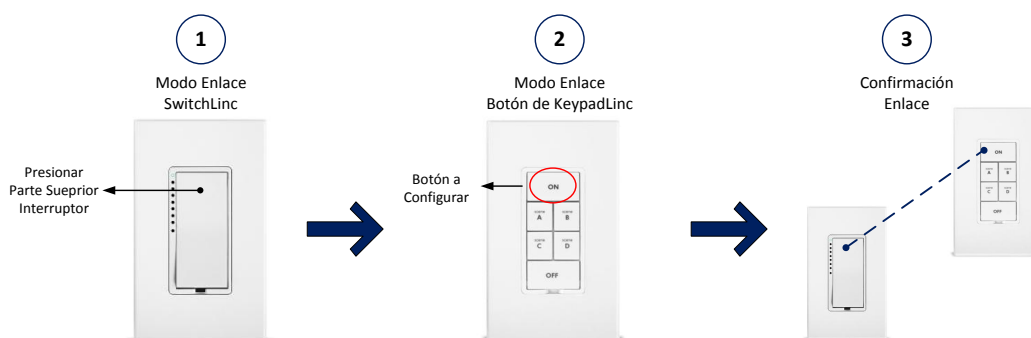


Figura. 5.19. Enlace Circuito Múltiple INSTEON

5.3.3. Configuración y Enlace IRLinc

El módulo IRLinc controlará el equipo de aire acondicionado, para lo cual es necesario que aprenda los comandos IR tanto de encendido como de apagado del equipo. Antes de empezar con la configuración del módulo se debe constatar que los emisores IR se encuentren instalados correctamente en el sensor del aire acondicionado²⁵. Los pasos para la configuración y aprendizaje de comandos se detalla a continuación [23]:

- a) Primero se debe presionar dos veces el botón SET de configuración del módulo IRLinc; este dispositivo emitirá dos beeps seguidos y la luz de estado empezará a parpadear.
- b) Posteriormente se debe apuntar el control remoto IR del aire acondicionado hacia el Sensor IR ubicado en la base del módulo IRLinc, como se muestra en la Figura. 5.20. Luego se presiona el botón, cuyo código se requiere aprender. Si el enlace se realizó correctamente, se deberá escuchar dos beeps, y la luz Led permanecerá encendida.



Figura. 5.20. Aprendizaje Comandos IR

- c) Para probar si el dispositivo aprendió exitosamente el código IR, se debe presionar una vez el botón SET. El módulo INSTEON emitirá un beep.

²⁵ Referencia Subcapítulo 5.1.2 Instalación IRLinc

Este procedimiento de aprendizaje se realizará tanto para el código de encendido y apagado del equipo de aire acondicionado. Los comandos IR aprendidos serán controlados desde el equipo central SmartLinc, de ahí que el módulo IRLinc debe enlazarse a este dispositivo. Para este enlace, el equipo transmisor de comandos infrarrojos actuará como un receptor de señales siendo su configuración la que se detalla a continuación:

- a) Poner en modo enlace el dispositivo controlador (SmartLinc), lo cual se detallará en el siguiente subcapítulo.
- b) Presionar y mantener el botón SET del módulo IRLinc (Figura. 5.17 – Paso 2) durante 3 segundos hasta escuchar dos beeps seguidos. Después de algunos segundos se volverá a escuchar dos beeps. No proceder hasta que el módulo haya emitido los dos sets de beeps dobles.
- c) Finalmente se debe confirmar el enlace exitoso, presionando el botón del controlador configurado para constatar el funcionamiento del mismo (Figura. 5.17 – Paso 3).

5.4. CONFIGURACIÓN DE SMARTLINC Y DEL SOFTWARE PROPIETARIO

El dispositivo SmartLinc dispone de un firmware instalado en su memoria no-volátil el mismo que permite acceder a las funciones propias del equipo. Antes de continuar con la configuración del dispositivo, es muy importante constatar que la conexión del controlador central con la red LAN sea exitosa.

5.4.1. Configuración Inicial

El acceso al módulo SmartLinc se realiza a través de un computador conectado a la misma red y que tenga acceso a un navegador web [24].

Desde el navegador de internet se accede a la dirección electrónica: <http://smartlinc.smarthome.com>. Esta página desplegará tres opciones, como se muestra en la Figura. 5.21. El primer enlace (*I'm at home*) permitirá buscar todos los controladores SmartLinc instalados en la red. De igual forma, desde este sitio web, se puede acceder a la red INSTEON de forma remota, a través del enlace *I'm not at home*, siempre y cuando se

haya creado un usuario con la opción (*New User Registration*) y el controlador este correctamente configurado para este fin.

Una vez que se accede a los controladores instalados en la red, se visualizará una nueva ventana con la dirección IP asignada de forma aleatoria a cada dispositivo (ver Figura. 5.21) y con un link para acceder a la Página Inicial de configuración del equipo.



Figura. 5.21. Búsqueda y Acceso SmartLinc

En la página Home del SmartLinc (ver Figura. 5.22) existen una serie de íconos que permiten el acceso a las diferentes funciones del controlador central, ya sea la configuración general del dispositivo o funciones específicas como el acceso a cada escena para el enlace de dispositivos.

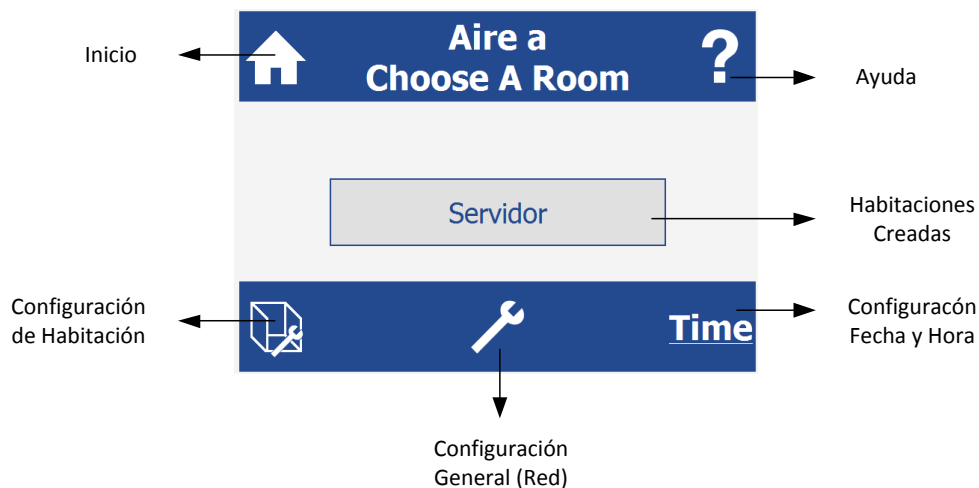


Figura. 5.22. Ventana Principal - Controlador SmartLinc

Es necesario asignar un socket fijo (dirección IP fija y número de puerto específico) a cada dispositivo SmartLinc de acuerdo a la distribución lógica dispuesta por el administrador de la red. Estas direcciones permitirán la identificación y acceso al dispositivo INSTEON desde la red LAN. La Tabla. 5.1, detalla las direcciones asignadas a cada módulo central de la red INSTEON.

SmartLinc Referencia	Dirección INSTEON	Dirección IP	Puerto #
SM1	16.F8.A8	172.16.28.214 / 24	1024
SM2	16.FD.7A	172.16.28.215 / 24	1025
SM3	16.F8.97	172.16.28.216 / 24	1026
SM4	17.00.3D	172.16.28.217 / 24	1027
Puerta de Enlace (Gateway):		172.16.28.200	

Tabla. 5.1. Direcciones IP y Número de Puerto SmartLinc

En la Figura. 5.23, se muestra la ventana de configuración de red (*Ruta de acceso: Configuración General → Cambiar Configuración de Red*) del módulo SmartLinc, donde se asignará la dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace y número de puerto de acuerdo a los datos de la Tabla. 5.1. Además se debe deshabilitar la opción DHCP para que el módulo no adquiera estos parámetros aleatoriamente. Una vez ingresadas las direcciones correctamente, se presiona el botón “Save” y se procede a reiniciar el módulo SmartLinc para que los cambios surtan efecto.

Figura. 5.23. Configuración Red - SmartLinc

5.4.2. Enlace Controlador Central con Módulos

Para el enlace de dispositivos INSTEON al controlador central SmartLinc, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- 1) Desde la página principal, escoger la habitación donde se instalará el dispositivo (ver Figura. 5.24 – Paso 1).
- 2) Posteriormente se escoge la escena o el grupo del que formará parte el circuito de iluminación (ver Figura. 5.24 – Paso 2).
- 3) A continuación se hace click en el botón “Add” y en el cuadro de estado aparecerá un mensaje indicando que el controlador está en Modo Enlace y esperando por otro dispositivo para vincularse o desvincularse si es el caso. (ver Figura. 5.24 – Paso 3).
- 4) Luego se procede a configurar el dispositivo receptor en modo enlace (para la mayoría de dispositivos se debe presionar y mantener en este estado el botón SET durante 3 segundos, hasta escuchar un beep). Inmediatamente cambiará el texto del cuadro de estado por “Done” y aparecerá la dirección INSTEON del módulo vinculado y el número de dispositivo dentro de la escena (ver Figura. 5.24 – Paso 4).



Figura. 5.24. Enlace Controlador SmartLinc con módulos INSTEON

- 5) Para confirmar que el enlace se realizó exitosamente se debe hacer click en los botones On y Off de la opción *Test Scene*. El dispositivo vinculado debería responder sin ningún problema a estos comandos.

Para el sistema de Aire acondicionado se debe realizar un enlace por cada comando que aprenda el módulo Transmisor IRLinc. Una vez realizados todos los enlaces de los dispositivos INSTEON con el controlador central SmartLinc, a cada módulo y grupo se le asignará un número de escena, el mismo que será importante conocer para el envío de comandos a través de la aplicación propietaria. Los números de escenas individuales y grupales de los módulos del Sistema de Iluminación, así como las escenas correspondientes a cada comando aprendido para el Sistema de Aire Acondicionado se detallan en la Tabla. 5.2.

5.4.2.1. Enlace Múltiple INSTEON

Para enlazar varios dispositivos INSTEON a un solo grupo del controlador SmartLinc, se sigue el mismo procedimiento detallado en el subcapítulo 5.4.2, con la diferencia de que en el paso 3 se debe presionar dos veces el botón “Add”, para indicar al controlador que se va a realizar un enlace múltiple. Posteriormente se ejecuta el paso 4 para el enlace del dispositivo y se vuelve a repetir este paso por cada módulo que formará parte del grupo. En el mensaje de estado se mostrará el número de dispositivos enlazados a esa escena.

Grupo	Nombre Escena	Dirección INSTEON	Número de Escena	Número Grupo-Escena	Controlador SmartLinc
<i>Sala de Reuniones</i>					
A	SR_Entrada	18.5B.92	11	0F	SM1
	SR_Central	17.15.B3	12		SM1
	SR_Lateral_Izq.	17.12.FE	14		SM1
	SR_Lateral_Der.	17.14.D5	13		SM1
<i>Departamento de Ventas y Facturación</i>					
B	V_Pasillo	18.59.51	02	05	SM1
	V_Central	17.15.A8	04		SM1
	V_Izquierda	17.15.BF	06		SM1
	V_Derecha	17.14.1E	07		SM1

Recepción					
C	R_Pasillo	17.14.54	02	07	SM2
	R_Central	17.12.91	03		SM2
	R_Exhibición	17.12.74	04		SM2
	R_Puerta_Princip.	18.33.A4	06		SM2
Gerencia					
D	G_Central	18.42.9F	08	0D	SM2
	G_Asistencia	17.12.A9	09		SM2
	G_Contorno	17.15.B9	10		SM2
	G_Decoración	18.5A.DE	11		SM2
Bodega Auxiliar –Piso 3					
E	P3_Frontal	18.3B.BF	01	FF	SM3
	P3_Posterior	18.3C.6C	03		SM3
Bodega Auxiliar –Piso 4					
F	P4_Frontal	18.3D.FD	01	FF	SM4
	P4_Posterior	18.3E.8E	03		SM4
Sistema de Aire Acondicionado					
G	Encendido Equipo ON	11.D1.F1	11	N/A	SM2
	Apagado Equipo OFF		18		
	Temperatura 17°C		17		
	Temperatura 19°C		12		
	Temperatura 21°C		16		
	Temperatura 23°C		15		
	Temperatura 25°C		13		
	Temperatura 26°C		14		

Tabla. 5.2. Número de Escenas SmartLinc

5.4.3. Configuración Acceso Remoto

Antes de configurar los parámetros necesarios para permitir el acceso remoto a la red INSTEON desde un dispositivo externo al dominio local, es recomendable asignar un nombre de usuario y contraseña para restringir el acceso a personal no autorizado.

Para la autenticación de usuarios se debe ingresar a la ventana de Acceso (*Ruta: Configuración General → Autenticación*), donde se establecerá el Nombre de Usuario (*User Name*) y Contraseña (*Password*), como se muestra en la Figura. 5.25. La longitud máxima es de 10 caracteres que pueden estar combinados entre números, letras y el

símbolo “@”. Cabe mencionar que estos campos si diferencian entre minúsculas y mayúsculas.

Figura. 5.25. Creación de Usuario y Contraseña - SmartLinc

Una vez ingresados los campos requeridos, se procede a guardar presionado el botón “Save”. De esta manera la próxima vez que se intente acceder al controlador central, se solicitará un usuario y contraseña para autorizar el ingreso.

Dado que se requiere acceder al controlador central SmartLinc desde una red externa al dominio local, se debe configurar el Servidor Linux SME²⁶ de la red LAN, el mismo que entre algunos de sus servicios, controla el acceso remoto de usuarios. De ahí que es necesario reservar y re-direccionar los puertos de cada controlador INSTEON, detallados en la Tabla. 5.1.



Figura. 5.26. Interfaz Gráfica Servidor SME

²⁶ Servidor SME (Small and Medium Server): es una distribución de Linux, con los principales servicios de red y comunicaciones necesarios para ser administrados en una empresa.

Este servidor tiene una interfaz gráfica amigable que se puede acceder a través de navegador web (ver Figura. 5.26). La dirección de acceso al servidor SME es: <http://172.16.28.200/server-manager> Ya en la ventana principal se procede a configurar el reenvío de puertos, asignando la dirección IP de cada controlador INSTEON a cada número de puerto correspondiente, como se muestra en la Figura. 5.27. pas

Configurar el reenvío de puerto

Seleccione el protocolo, el puerto que desea reenviar, la computadora central de destino y e una gama de puertos, escriba los límites inferior y superior, separados por un guión. El puer debe dejar inalterado el puerto de origen.

Protocolo	TCP
Puerto(s) de origen	1024
Dirección IP de la computadora central de destino	172.16.28.214
Puerto(s) de destino	1024



Figura. 5.27. Configuración Reenvío de Puertos Servidor SME

Esta configuración permitirá acceder al firmware de cada controlador desde cualquier red fuera del dominio local, a través de la dirección IP fija de la empresa (200.110.78.142) y el número de puerto respectivo, ya que el servidor re-direccionará el puerto solicitado a la dirección IP asignada. Cabe recalcar que también se puede acceder ingresando el dominio de la empresa: *www.gimpromed.com:#Puerto*.

5.5. CONFIGURACIÓN Y ENLACE DEL SISTEMA CCTV A LA RED

5.5.1. Configuración Cámaras IP

Dado que las cámaras IP son dispositivos que se conectan directamente a la red LAN, es necesario configurar los parámetros IP de estos equipos; es decir, asignar una dirección lógica estática en base a la distribución determinada por el administrador, la misma que identificará el dispositivo dentro del domino local. En la Tabla. 5.3 se muestran las direcciones que se asignarán a cada cámara IP instalada en la edificación.

Cámara	Dirección IP	Máscara de Subred	Puerta de Enlace	DNS
Vivotek IP8332	172.16.28.61	255.255.255.0	172.16.28.200	172.16.28.200
Trendnet TV-IP252P	172.16.28.63	255.255.255.0	172.16.28.200	172.16.28.200

Tabla. 5.3. Direccionamiento Lógico Cámaras IP

Cada cámara IP dispone de un CD de instalación que permite realizar la configuración inicial del dispositivo. Posteriormente si se requiere acceder al servidor web propio de cada cámara, es necesario ingresar la dirección IP asignada, en un navegador web. Desde este software se podrá modificar los parámetros de configuración (ver Figura. 5.28 y Figura. 5.29) o simplemente visualizar el video captado por el dispositivo.

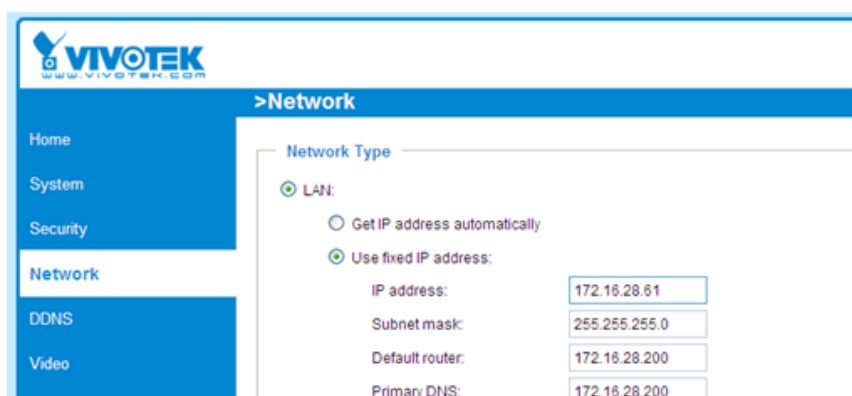


Figura. 5.28. Ventana Configuración Vivotek IP8332

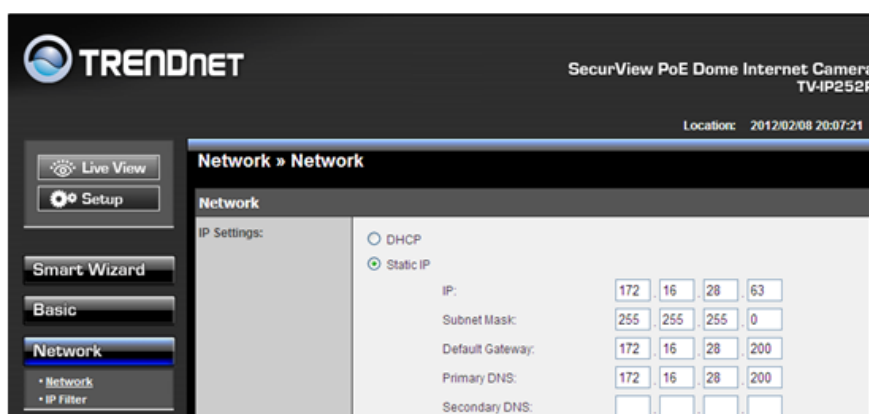


Figura. 5.29. Ventana Configuración Trendnet TV-IP252P

5.5.2. Configuración Servidor Video

Una vez que se haya conectado correctamente la tarjeta capturadora de video NV-5000 y las tarjetas de expansión NVD4VIEXT, se procede a instalar el software de vigilancia en el servidor. Un Asistente de Instalación guiará paso a paso en este proceso, en el cuál se solicitará el ingreso del número de serie del programa, usuario y contraseña del Administrador, entre otros parámetros que realizarán la configuración inicial del sistema.

Finalizada la instalación del software, se procede a ejecutar el programa **NV5000 Series**, el mismo que solicitará el ingreso del nombre de usuario y contraseña, especificados durante el proceso de instalación. La Figura. 5.30 muestra la pantalla principal del software servidor.



Figura. 5.30. Ventana Principal Software Servidor Video

Para continuar con la configuración del servidor se debe presionar el botón **Setup**, el mismo despliega una ventana (ver Figura. 5.31) donde se encuentran todas las opciones que pueden ser configuradas.



Figura. 5.31. Opciones Configuración Servidor

5.5.2.1. Configuración Red Local

En el Menú **Network** (ver Figura. 5.32), se configurará los parámetros de red del servidor. Para ello es necesario asignar una dirección IP estática en base a la distribución lógica dispuesta por el administrador de la red. Esta dirección permitirá identificar y acceder al servidor desde la red LAN. LaTabla. 5.4, muestra la configuración de red que se asignará al servidor de video.

Figura. 5.32. Configuración Principal de Red

Configuración Red Servidor Video			
Dirección IP	Máscara de Subred	Puerta de Enlace	DNS
172.16.28.104	255.255.255.0	172.16.28.200	172.16.28.200

Tabla. 5.4. Configuración Red Servidor Video

Adicionalmente se debe especificar el número de puerto que identifique el servicio solicitado cuando se accede al servidor a través de la Consola Remota; por defecto este parámetro es: **5550**.

5.5.2.2. Acceso Remoto

Para monitorizar y controlar el servidor de video desde un computador de una red externa, es necesario configurar ciertos parámetros que permitan asignar a la aplicación un número de puerto específico y además modificar las reglas del firewall; para permitir que los dispositivos externos puedan acceder directamente a los servicios del servidor privado en la red LAN.

En primer lugar se debe asignar un número puerto disponible para identificar la aplicación WebViewer (ver Figura. 5.33), la misma que se podrá acceder desde un navegador web. Tomando en cuenta la distribución de la red, y el rango de puertos que pueden ser utilizados para servicios propietarios, el número de puerto será: **1040**.

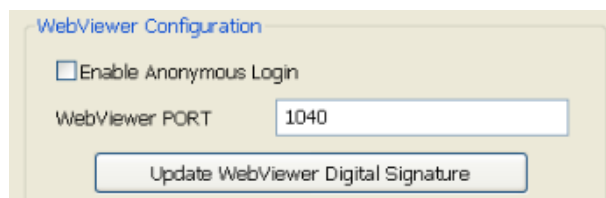


Figura. 5.33. Configuración Número Puerto - WebViewer

Posteriormente se ingresa al servidor SME Server para configurar el re-direccionamiento de puerto, como se muestra en la Figura. 5.34; de esta manera, todo el tráfico entrante hacia el puerto especificado será direccionado al servidor de video.

Configure Port Forwarding

Select the protocol, the port you wish to forward, the destination host, and the port on the destination lower and upper boundaries separated by a hyphen. The destination port may be left blank, which

Protocol	TCP
Source Port(s)	1040
Destination Host IP Address	172.16.28.104
Destination Port(s)	1040

Figura. 5.34. Configuración Reenvío de Puertos – Servidor Video

5.5.2.3. Configuración Cámaras Analógicas e IP

Para configurar una cámara en el sistema CCTV, es preciso ingresar al Menú **Camera**, el mismo que desplegará la ventana que se muestra en la Figura. 5.35. Desde esta pantalla se puede acceder a las propiedades de cada cámara.

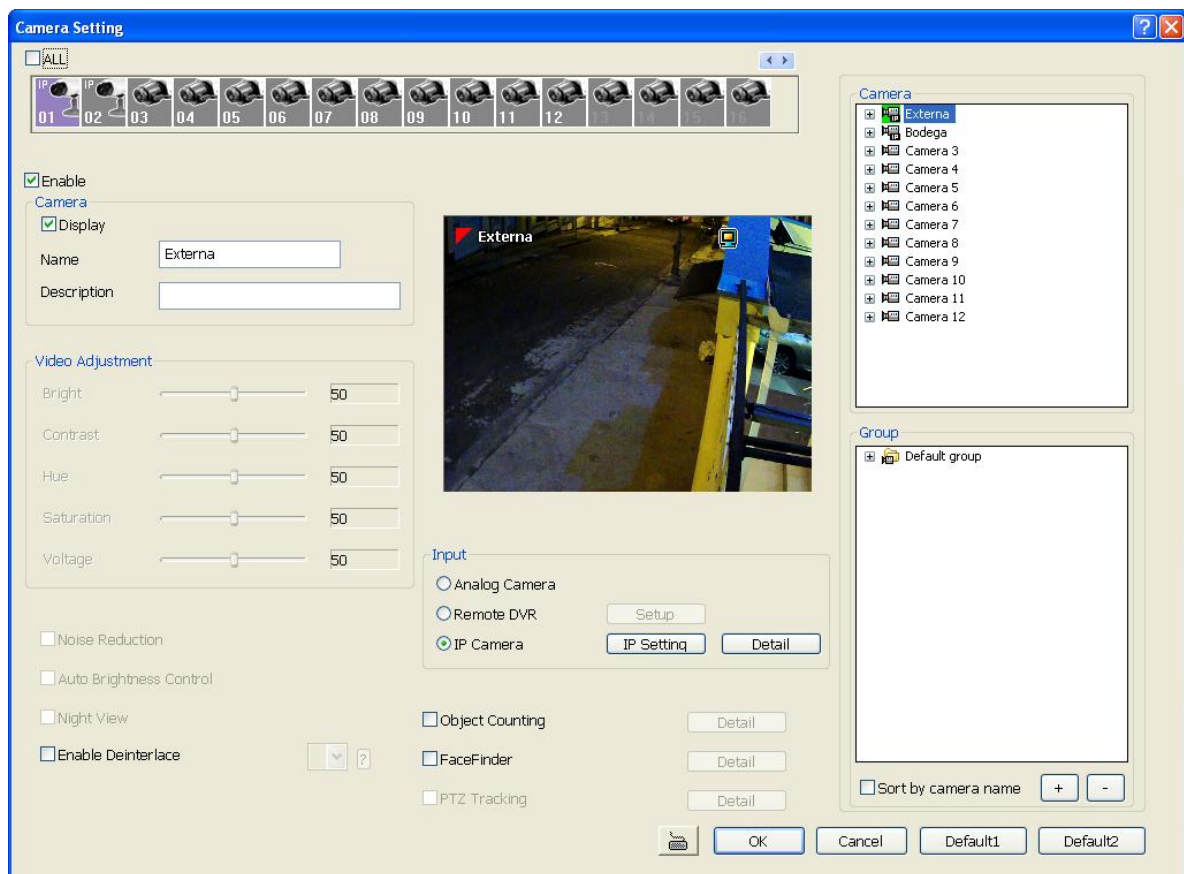


Figura. 5.35. Configuración Cámaras

Las cámaras analógicas no necesitan una configuración avanzada, simplemente se debe constatar que la opción *Analog Camera*, este seleccionada. En el caso de las cámaras IP, se debe seleccionar la opción *IP Camera* y presionar el botón *IP Setting* para configurar los parámetros individuales. La Figura. 5.36 muestra la ventana de configuración para una cámara IP.

En esta ventana se debe especificar la dirección IP de la cámara, el modelo, marca y los parámetros de autenticación, en base a la información mostrada en la Tabla. 5.3. Cabe mencionar que la cámara Trendnet TV-IP252P no puede ser configurada por este método ya que no se encuentra entre los modelos de cámara soportados por la tarjeta; sin embargo, se puede utilizar la opción URL, que permite ingresar la dirección correspondiente a la fuente de video esto es: `http://172.16.28.63:80/cgi/jpg/image.cgi`.

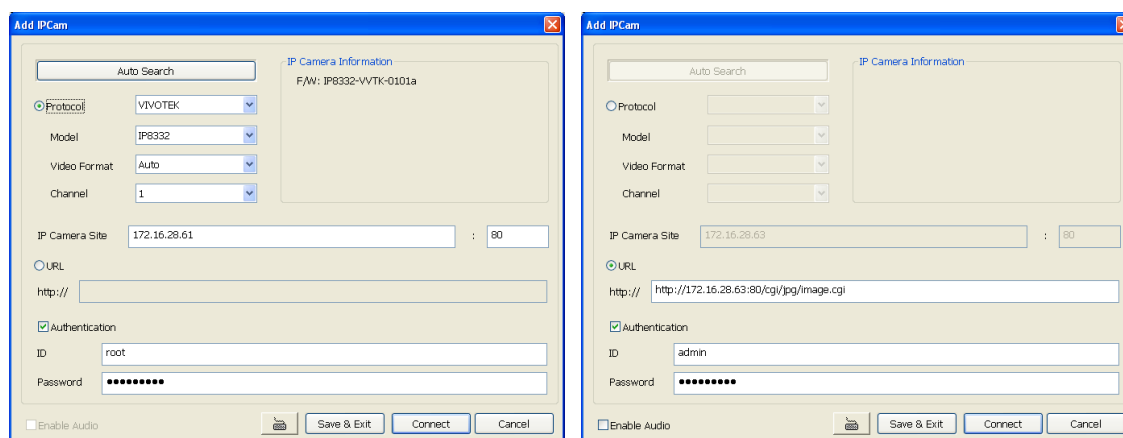


Figura. 5.36. Configuración Cámaras IP

5.5.2.4. Configuración de Usuarios

Al realizar la configuración inicial del servidor de video, se creó un usuario de categoría Administrador, el mismo que goza de todos los privilegios de control, monitorización y acceso dentro del sistema. Adicionalmente se necesita crear otro usuario, cuyo nivel de acceso este restringido a visualizar solo las cámaras externas del edificio. Para ello se debe ingresar al menú **Users** (ver Figura. 5.37) desde donde se podrá añadir, editar, eliminar o simplemente visualizar los usuarios existentes.

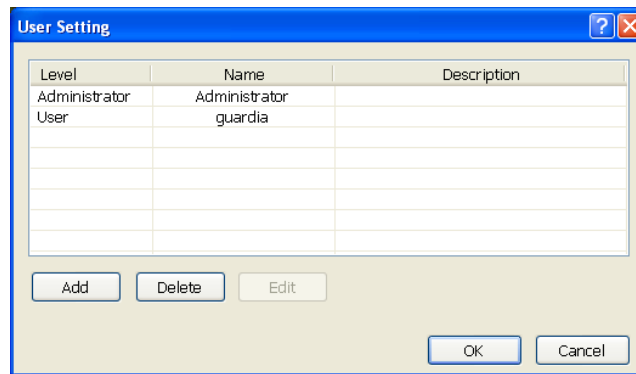


Figura. 5.37. Usuario Sistema CCTV

El nuevo usuario será denominado “guardia” y será asignado al operador del departamento de seguridad. La configuración del nivel de autorización y privilegios se realizará a través de la pantalla mostrada en la Figura. 5.38.

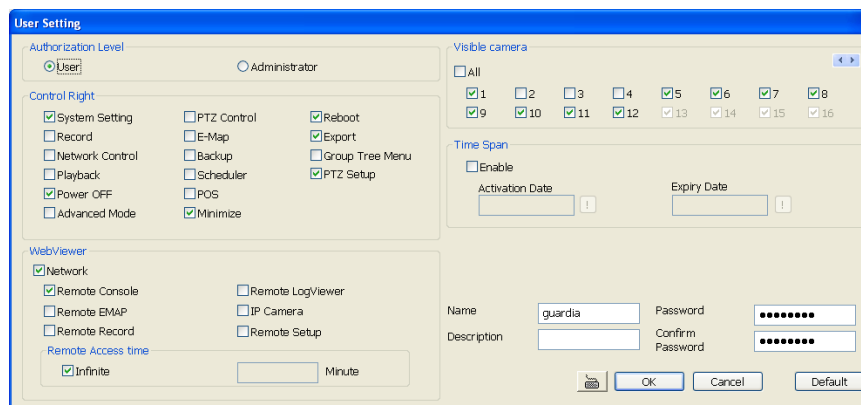


Figura. 5.38. Configuración de Usuario - Sistema CCTV

5.5.2.5. Grabación

Dado que es un sistema de monitorización es muy importante considerar la función de grabación. En la opción **System** (Figura. 5.39) se especifica el directorio donde se almacenarán las grabaciones y además se seleccionan las opciones que se requieran habilitar.

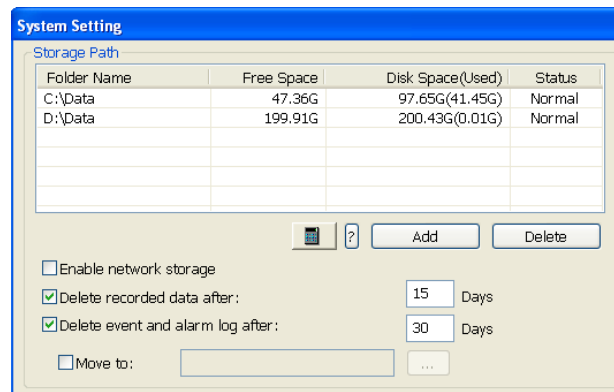


Figura. 5.39. Directorio Grabación Sistema CCTV

Cabe recalcar que los archivos de video demandan gran espacio en disco por lo que es recomendable grabar el video siempre y cuando las cámaras detecten movimiento; de esta manera se ahorra espacio en memoria, y solo se graba cuando es necesario. Para habilitar esta opción, se accede a la ventana de configuración **Recording** (Figura. 5.40), donde seleccionará la opción *Motion Recording*; adicionalmente se puede escoger los horarios de grabación y otras opciones de acuerdo a las necesidades del usuario.

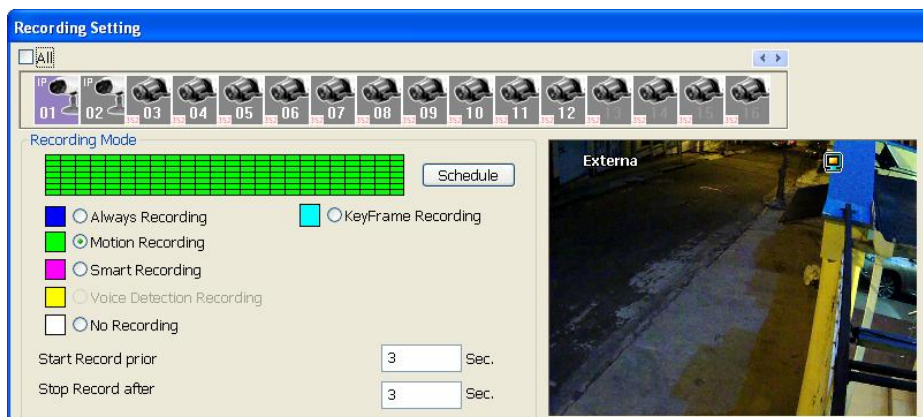


Figura. 5.40. Opciones de Grabación

5.5.3. Configuración Software Cliente

5.5.3.1. Consola Remota

Para acceder al servidor de video y monitorizar las cámaras desde cualquier computador dentro de la red local, se requiere instalar el programa *Remote Console*. Este software permitirá conectarse al servidor y visualizar las cámaras instaladas en el sistema CCTV. Dependiendo de los privilegios asignados al usuario, dispondrá de las siguientes funciones:

- Visualización de video en tiempo real
- Reproducción de video almacenado
- Acceso a alarmas y eventos
- Configuración de parámetros avanzados

Una vez instalado el software remoto es necesario acceder a la ventana de configuración (ver Figura. 5.41) a través de la opción **Setup**, para establecer los parámetros del servidor; aquí se detallará el Nombre del Servidor, dirección IP y número de puerto.

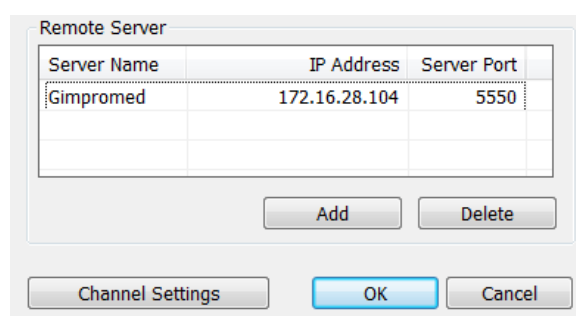


Figura. 5.41. Configuración Servidor Video Remoto

Posteriormente presionará el botón **Network**, para conectarse con el servidor de video. Si los parámetros fueron ingresados correctamente, se desplegará una ventana de autorización, como se muestra en la Figura. 5.42, donde se ingresará el nombre de usuario y contraseña; caso contrario se mostrará un mensaje de error, indicando que existieron problemas en la conexión.

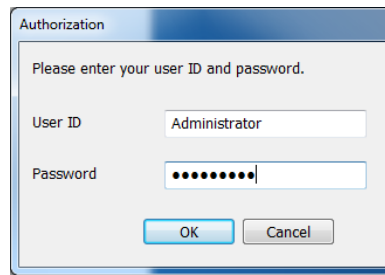


Figura. 5.42. Ventana Autenticación Usuario - Consola Remota

Una vez autorizado el ingreso, la consola remota mostrará el video capturado por las cámaras y el operador podrá hacer uso de las funciones habilitadas por el administrador. La Figura. 5.43, muestra la pantalla principal del software remoto.

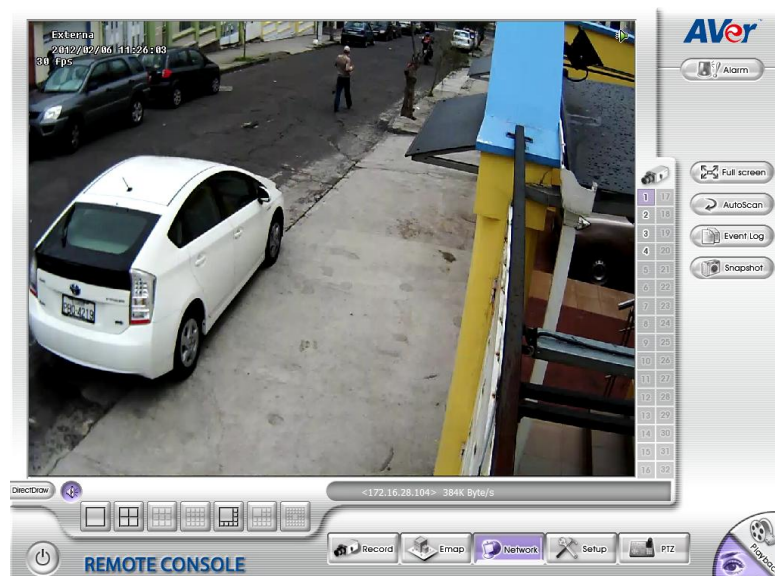


Figura. 5.43. Consola Remota Sistema CCTV

5.5.3.2. WebViewer

En caso de que el usuario final no disponga del software remoto para instalarlo en su computador, el sistema CCTV también ofrece la posibilidad de acceder al servidor de video, a través de un navegador web, descargando el plug-in *WebViewer*.

Para acceder a esta aplicación, se requiere ingresar la dirección IP del servidor de video y el puerto correspondiente a la aplicación *WebViewer*, esto es:

http://172.16.28.104:80. Una vez que la aplicación se conecte al servidor, se solicitará el ingreso de parámetros de autenticación, a través de la ventana emergente que se ilustra en la Figura. 5.44.

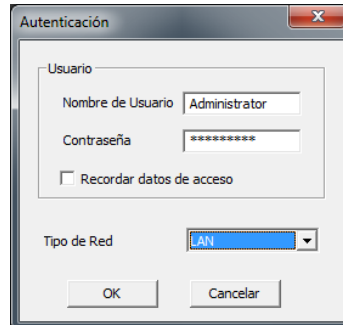


Figura. 5.44. Ventana Autenticación Usuario - WebViewer

Si los parámetros ingresados corresponden a un usuario con privilegios asignados por el administrador para visualizar las cámaras, el navegador web mostrará las imágenes de video y las herramientas habilitadas, como se muestra en la Figura. 5.45.

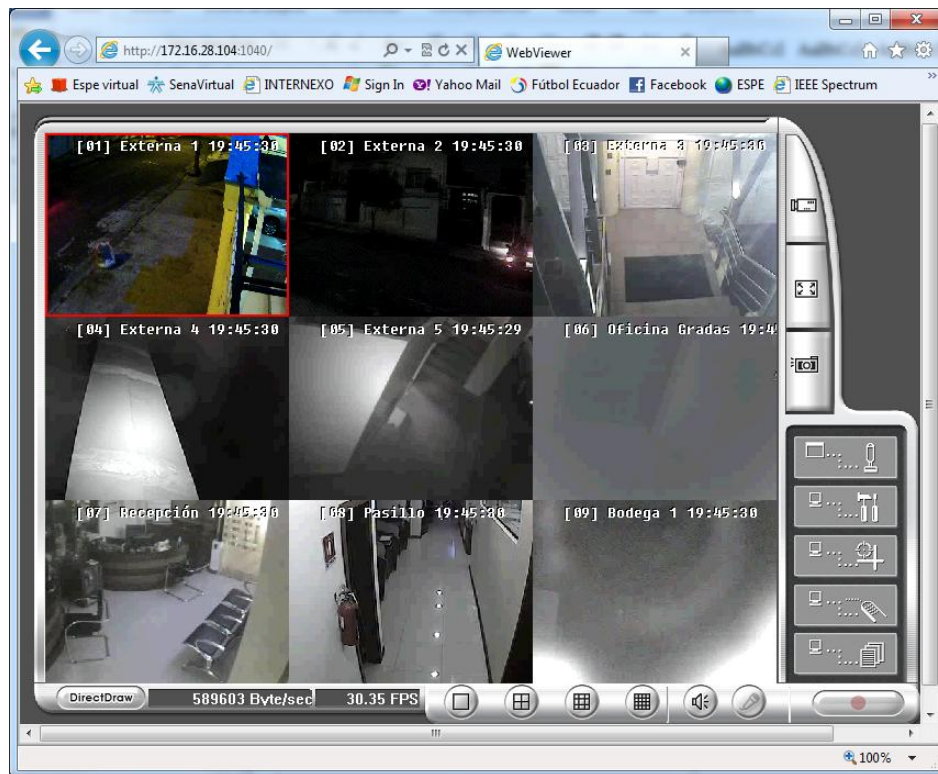


Figura. 5.45. WebViewer Sistema CCTV

5.5.3.3. Software Smartphone

El nuevo sistema CCTV también ofrece la opción de monitorización y supervisión de las cámaras a través de un teléfono inteligente (smartphone) o una tablet. Este sistema tiene aplicaciones compatibles con: iPhone, Android, Blackberry y Windows Mobile.

En caso de los teléfonos o tablets Apple, la aplicación requerida se denomina AVerViewer, la misma que no tiene un costo adicional para la descarga. Una vez instalada la aplicación se procederá a configurar los parámetros del servidor de video para establecer la comunicación con el sistema CCTV desde el dominio local o desde una red externa. En la Figura. 5.46, se muestran las opciones de acceso disponibles y el video capturado por cada cámara, una vez que se haya establecido la conexión con el servidor.

Cabe mencionar que desde esta aplicación solo se puede monitorizar las cámaras y realizar tomas fotográficas, no es posible acceder a la configuración del sistema.

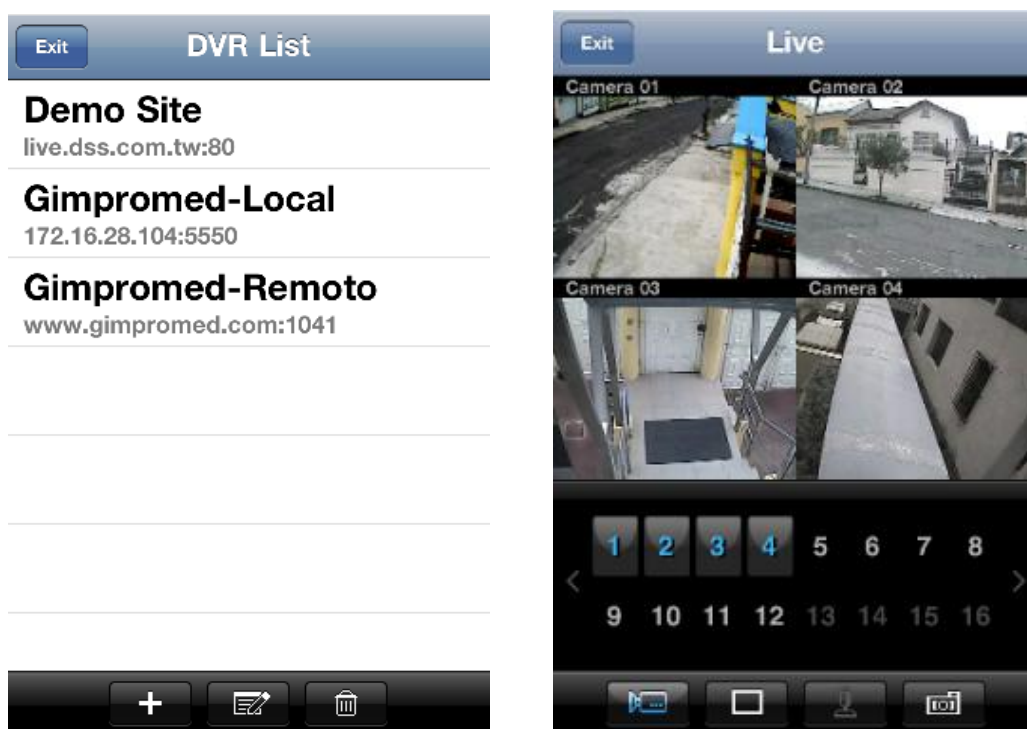


Figura. 5.46. Aplicación AVerViewer - iPhone

CAPÍTULO 6

DESARROLLO DE APLICACIÓN/SOFTWARE PROPIETARIO

El control y monitoreo de la red INSTEON se realizará a través de una solución propietaria, dado que los programas existentes en el mercado, desarrollados bajo licencias pagadas, ofrecen herramientas muy generales, que están direccionadas para cubrir proyectos de hogar o simplemente para controlar aplicaciones básicas. Estas limitantes no permiten que un programa de estas características se adapte a las necesidades específicas del sistema instalado.

6.1. DESCRIPCIÓN SOFTWARE PROPIETARIO

El software propietario será diseñado en base a los requerimientos del usuario, subsistemas INSTEON instalados, aplicaciones a controlar y a la distribución de espacios. Es preciso mencionar, que el desarrollo del software se realizará en Java²⁷, un lenguaje de programación que ofrece las herramientas necesarias para diseñar una interfaz gráfica a la medida del sistema.

Esta aplicación permitirá controlar y monitorizar todos los módulos que integran la red INSTEON del edificio GIMPROMED a través de comandos enviados al controlador central SmartLinc. Entre las características más relevantes del software propietario se detallan las siguientes:

- Autenticación de acceso
- Interfaz Gráfica amigable para el usuario
- Configuración de usuario y contraseña

²⁷ Java: Lenguaje de Programación de alto nivel orientado a objetos. Incluye clases y métodos en su librería estándar. Adicionalmente permite crear aplicaciones que pueden ser ejecutadas en un navegador web.

- Control independiente por cada aplicación y circuito de iluminación
- Control total de grupo de cargas
- Control del sistema de climatización
- Configuración de temporizadores
- Actualización y monitorización de estado de luminarias

Para mayor detalle se explicarán algunas características del software propietario a desarrollarse:

- **Autenticación de Acceso:**

Esta característica otorga niveles de seguridad al software ya que restringirá el acceso al sistema INSTEON a personal no autorizado, ya sea que intente acceder desde un computador local o remoto. Es así, que solo ciertos usuarios podrán controlar y monitorizar el estado de las luminarias y equipo de aire acondicionado. Cabe mencionar que el usuario y contraseña podrán ser modificados si así lo dispone la persona encargada.

- **Interfaz Gráfica Amigable:**

La interfaz gráfica del software propietario estará diseñada de tal forma que el usuario pueda acceder a las distintas herramientas y comandos sin mayor contratiempo. De igual forma, se mantendrá homogeneidad en el diseño de las diferentes ventanas con el fin de establecer un mismo esquema en el manejo de la aplicación.

En cuanto al sistema de iluminación, el programa proporcionará una interfaz en la que se muestre la distribución exacta de las luminarias para que el usuario tenga una mejor percepción del espacio físico y pueda controlar con mayor facilidad las aplicaciones.

- **Temporizadores:**

La aplicación desarrollada permitirá la configuración de temporizadores para cada circuito de iluminación de la red INSTEON, es así que se podrá establecer las horas de encendido y apagado, los días de la semana de forma independiente por cada grupo de luminarias.

- **Actualización y Monitorización de Estados:**

El software actualizará automáticamente los estados de las luminarias luego de ejecutar un comando, abrir la aplicación o simplemente cada cierto intervalo de tiempo. De esta manera, se mostrará al usuario el estado actual de las luminarias, así como la fecha y hora de la última actualización. Esta característica es importante ya que las luminarias pueden ser controladas desde la aplicación o desde el interruptor ubicado en sitio.

6.2. DESARROLLO DE LA INTERFAZ HMI

La interfaz de la aplicación a nivel estructural estará distribuida jerárquicamente, como se muestra en la Figura. 6.1. La ventana principal permitirá ingresar al Sistema de Iluminación, al Sistema de Aire Acondicionado o al Sistema CCTV según sea el caso. Con este tipo de distribución de ventanas se define un orden secuencial de acceso.

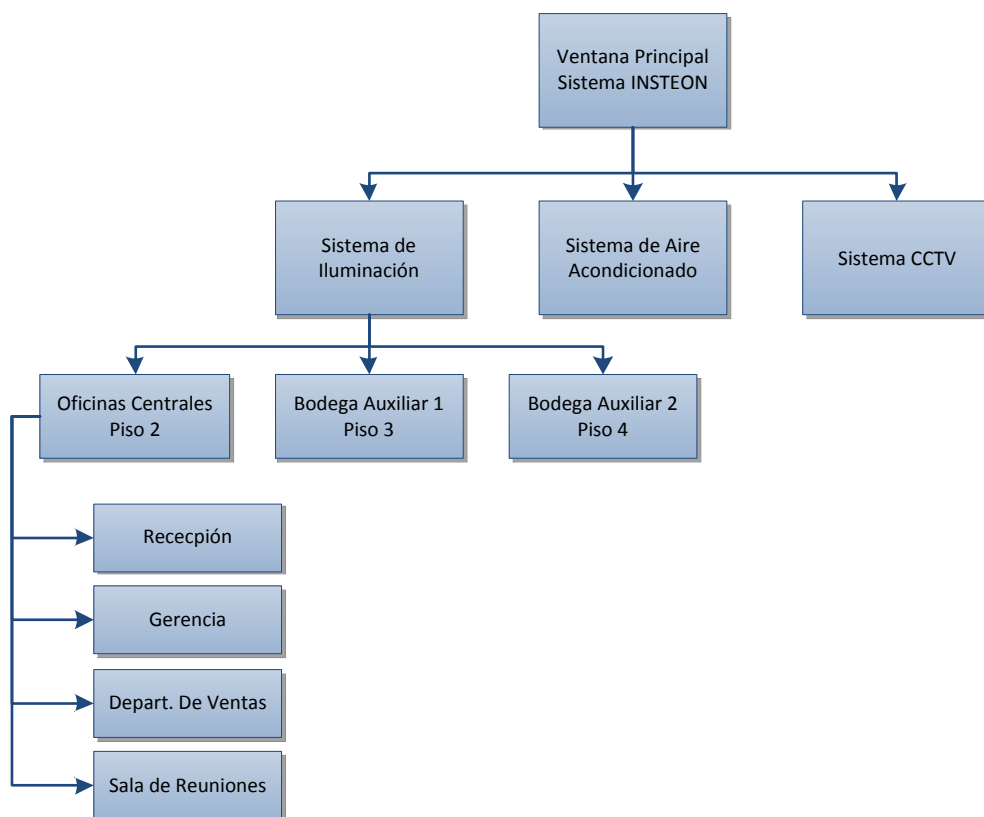


Figura. 6.1. Mapa de Navegación - Interfaz HMI

A partir del panel de Sistema de Iluminación se podrá acceder a las ventanas de las áreas: Oficinas Centrales, Bodega Auxiliar1 y Bodega Auxiliar2, donde se encuentra instalada la red INSTEON. Debido a la gran cantidad de luminarias en el piso 2, se ha dividido en 4 sub-secciones: Recepción, Gerencia, Ventas y Sala de Reuniones.

6.2.1. Diseño de Pantallas

Para el diseño de las pantallas de visualización se ha tomado en cuenta una serie de parámetros, tales como: color, tamaño, etiquetas, animaciones, distribución de objetos, facilidad de interacción, contraste visual, entre otros, que permitan crear una aplicación práctica cuyo manejo sea intuitivo y que el usuario no tenga contratiempos para operarla.

Las pantallas mantendrán un diseño ergonómico, mostrando únicamente la información necesaria para responder a las expectativas del usuario. La distribución general de elementos, cuadros de control y barras de herramientas en una ventana de esta aplicación se muestra en la Figura. 6.2.

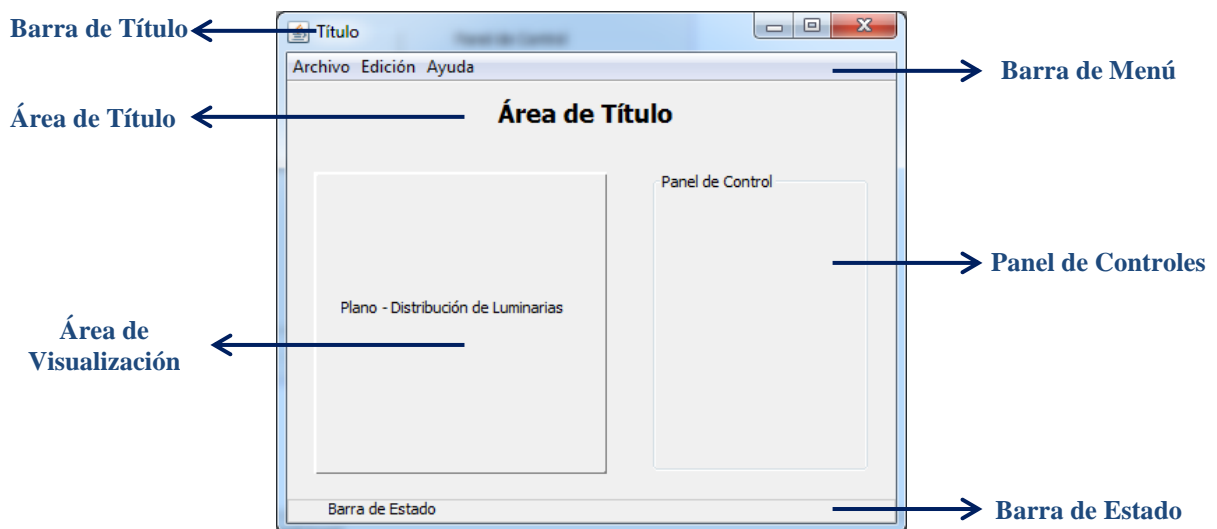


Figura. 6.2. Elementos y Distribución de una Ventana

- **Barra y Área de Título**

Ubicada en la parte superior de cada ventana, contiene el tipo de Sistema INSTEON y el nombre de la sección. Además cuenta con tres botones en la posición lateral derecha para minimizar, maximizar o cerrar la aplicación. El área de título también detalla el nombre general de la ventana.

- **Barra de Menú**

Esta barra contiene tres submenús: *Archivo*, *Edición* y *Ayuda*, que proporcionan herramientas para acceder a configuraciones, manual de usuario, ejecutar comandos o simplemente para cerrar la aplicación.

- **Área de Visualización**

En el Sistema de Iluminación muestra el plano arquitectónico de cada área, así como la distribución y estado actual de las luminarias. De esta manera el usuario puede conocer a simple vista la ubicación de los circuitos de iluminación en cada área del edificio.

- **Panel de Controles**

En este panel se encuentran los controles que permiten accionar los comandos para encendido y apagado del sistema de iluminación y de aire acondicionado, ejecutar acciones grupales, salir de la aplicación o regresar al menú principal. También se muestran los estados actuales de las luminarias y de los temporizadores.

- **Barra de Estado**

Ubicada en la parte inferior de cada ventana, contiene la fecha y hora de la última actualización del sistema. Además posee un recuadro que muestra la hora actual. Esta información permite al usuario configurar los temporizadores y conocer si el estado de las luminarias es reciente.

Todas las pantallas estarán definidas con un fondo de color gris que no causa fatiga visual al usuario y contrasta con el color negro del texto, permitiendo así identificar fácilmente los diferentes elementos de la aplicación.

6.2.2. Diseño Ventana Principal

La ventana principal (ver Figura. 6.3) de la aplicación HMI contiene los botones de acceso hacia el sistema de iluminación, sus respectivas subredes, al sistema de aire acondicionado y al sistema CCTV; cada uno muestra claramente la pantalla que desplegará al ser presionado. Adicionalmente, ésta pantalla permite el acceso a las diferentes ventanas a través del Menú *Archivo*, donde se desplegará un submenú con la estructura de navegación, como se muestra en la Figura. 6.4



Figura. 6.3. Ventana Principal Aplicación

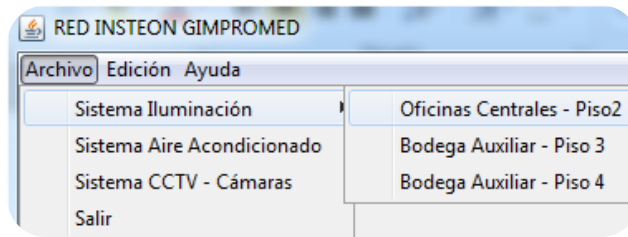


Figura. 6.4. Submenú de Navegación - Ventana Principal

El Menú *Ayuda*, se encuentra presente en todas las pantallas de la aplicación y desde aquí se puede acceder al *Manual de Usuario* del software propietario, documento que detalla las herramientas y funcionalidades del programa, el papel que desempeñan todos los elementos de la aplicación, y una guía rápida de aprendizaje. Para mayor referencia ver ANEXO 5. Además existe otro sub-menú: *Acerca de* que describe brevemente el sistema y la versión del software.

6.2.2.1. Ventanas de Autenticación

La ventana de autenticación (ver Figura. 6.5) se desplegará únicamente si el usuario ha activado esta opción. Esta pantalla solicitará el ingreso del Nombre de Usuario y la Contraseña. La validación de los datos se realizará una vez que se haya presionado el Botón *Ingresar*. El botón *Salir* permitirá cerrar la aplicación y cancelar todo proceso.

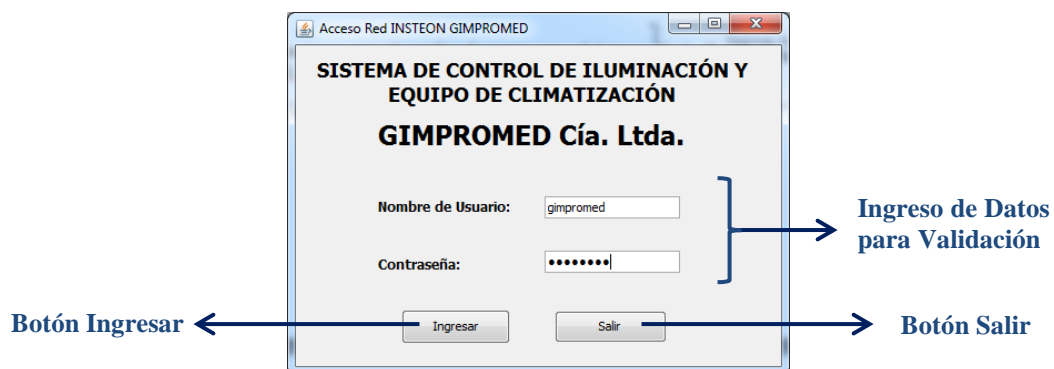


Figura. 6.5. Ventana de Autenticación

Cabe mencionar que el cuadro de texto Contraseña, es de tipo password. Esta opción permite la encriptación de caracteres, la visualización del texto en forma de puntos y que no sea posible copiar o cortar la información de este campo.

Si el nombre de usuario o contraseña fuesen ingresados incorrectamente se desplegará una pantalla emergente indicando que existe un error en la información proporcionada, como se muestra en la Figura. 6.6.

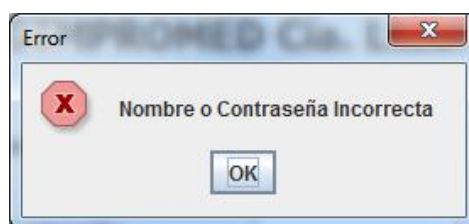


Figura. 6.6. Ventana Error Autenticación

En la Figura. 6.7 se muestra la pantalla de Configuración de Usuario, la misma que se puede acceder desde el menú *Edición* en la ventana principal de la aplicación. Esta ventana dispone en su parte superior de dos botones de selección que permiten Desactivar o Activar la opción de Autenticación del Sistema INSTEON.

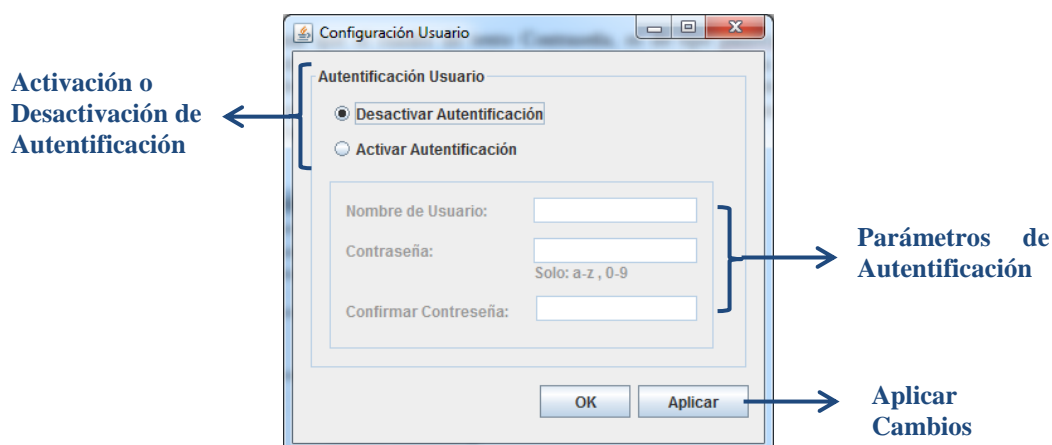


Figura. 6.7. Ventana Configuración de Usuario - Autenticación

Si se selecciona la opción Activar Autenticación, los campos de usuario y contraseña son habilitados para que el usuario pueda ingresar los nuevos parámetros de

acceso. Todo cambio surtirá efecto cuando se presione el Botón *Aplicar*. Si los dos campos de contraseña no son iguales, aparecerá la ventana emergente Figura. 6.8 (a), indicando este error. Caso contrario, si todos los datos son correctos, se mostrará la pantalla de confirmación Figura. 6.8 (b).

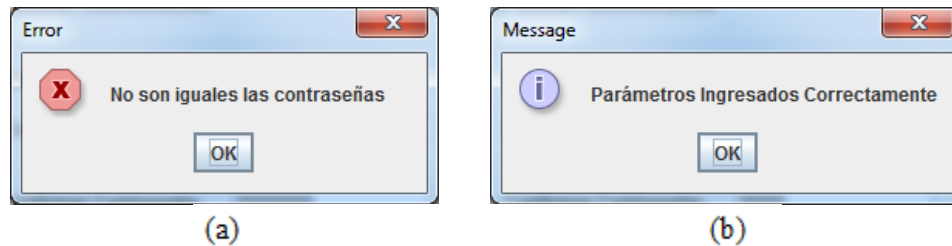


Figura. 6.8. Ventanas Emergentes - Configuración Usuario

Para salir de la ventana Configuración de Usuario es preciso presionar el Botón *OK*, o la opción Cerrar ubicada en la esquina superior derecha.

6.2.3. Diseño Ventanas Sistema de Iluminación

La interfaz gráfica del sistema de iluminación desplegará los datos de salida en forma de imágenes y texto, con el fin de que el usuario pueda determinar fácilmente el estado de las luminarias y ejecutar las acciones requeridas. Cada botón de comando estará etiquetado con la función correspondiente, permitiendo así, identificar y seleccionar los botones sin contratiempos.

6.2.3.1. Ventana Inicial Oficinas Centrales Piso 2

Dado que el piso 2 dispone de una gran cantidad de luminarias, es necesario distribuir los circuitos de iluminación por áreas: Recepción, Gerencia, Ventas y Sala de Reuniones. La ventana inicial del Sistema de Iluminación correspondiente a las Oficinas Centrales (ver Figura. 6.9), permitirá el acceso a las pantallas de los diferentes departamentos.

El área de visualización de esta pantalla muestra el plano arquitectónico de todo el piso 2 y las áreas donde se encuentra instalada la red INSTEON.

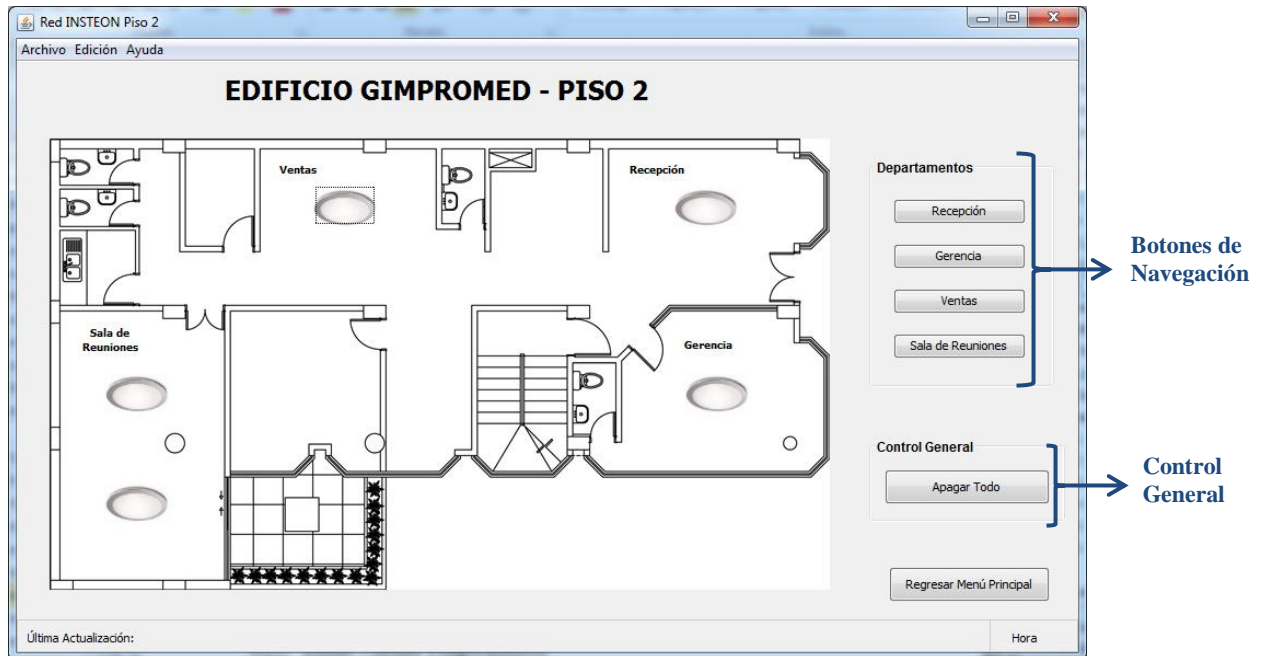


Figura. 6.9. Ventana Inicial Sistema iluminación Piso 2

El acceso a las ventanas de las diferentes áreas se realiza a través de los botones ubicados en el panel *Departamentos*, navegando desde el Menú *Archivo* que se muestra en la Figura. 6.10 o haciendo clic sobre las luminarias de cada área.

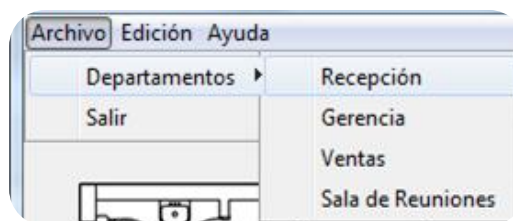


Figura. 6.10. Mapa de Acceso – Departamentos Piso 2

Cabe mencionar que cada luminaria mostrará el estado global del grupo correspondiente; por ejemplo, si alguna lámpara de gerencia se encuentra encendida, la luminaria de esta área cambiará de color indicando su estado actual.

Por requerimiento del usuario, se ha incluido un botón *Apagar Todo*, el mismo que ejecuta comandos en serie para apagar todas las luminarias del piso 2.

6.2.3.2. Áreas Oficinas Centrales y Bodegas Auxiliares

Las ventana correspondientes a las oficinas centrales (piso 2) y bodegas auxiliares (piso 3 y 4) mantendrán un diseño homogéneo entre ellas, solo variará el plano arquitectónico de cada área, cantidad de luminarias y número de circuitos a controlar. En la Tabla. 6.1 se detalla los grupos de luminarias correspondientes a cada área o subsistema.

Piso	Subsistema	Luminarias
Piso 2 Oficinas Centrales	Recepción	Área Central
		Pasillo Recepción
		Sala Exhibición
		Entrada Principal - Externa
	Gerencia	Área Central
		Asistencia Gerencia
		Contornos Oficina
		Luminarias Azules
	Ventas	Pasillo Ventas
		Área Central
		Ventas Izquierda
		Ventas Derecha
	Sala de Reuniones	Entrada
		Área Central
		Lateral Izquierda
		Pasillo
Piso 3 Bodega Auxiliar 1	Bodega Auxiliar Frontal	
	Bodega Auxiliar Posterior	
Piso 4 Bodega Auxiliar 2	Bodega Auxiliar Frontal	
	Muestras y Archivo	

Tabla. 6.1. Grupo de Luminarias por Subsistema

La Figura. 6.11 muestra la distribución general de los elementos en una ventana del Sistema de Iluminación. La ejecución de comandos se realiza a través de botones de accionamiento directo, es decir; que no es necesario mantener presionado el botón para

ejecutar la acción programada. Cada botón muestra en breves palabras la acción que realizará cuando sea presionado.

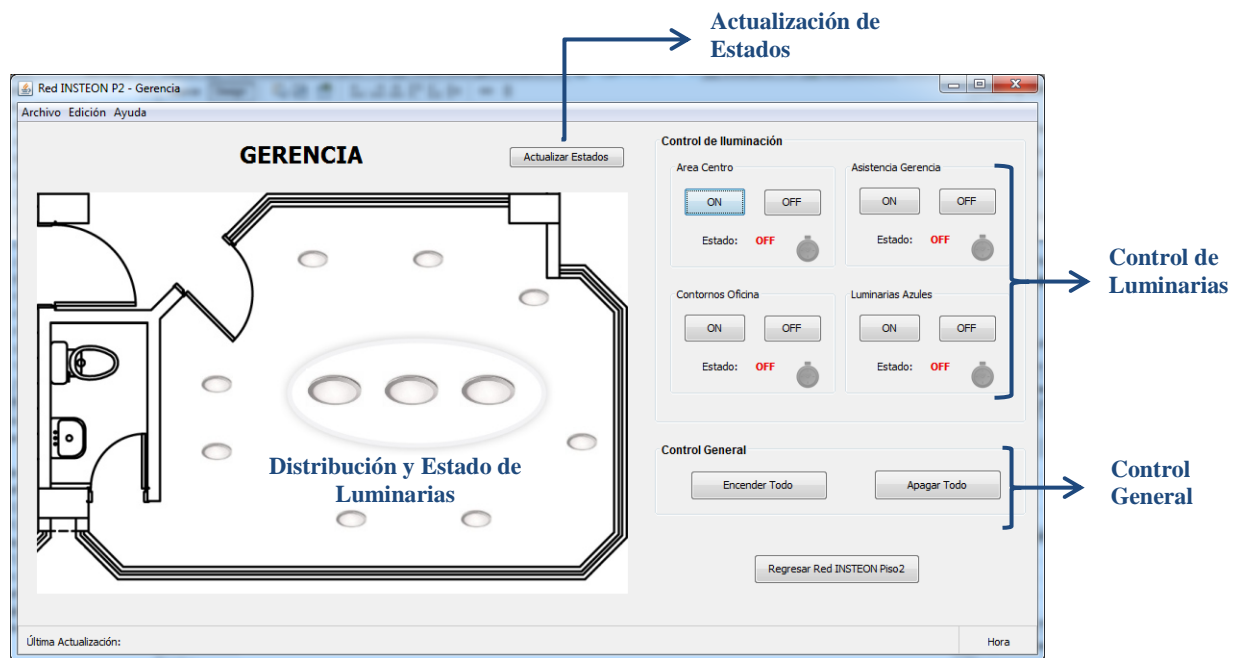


Figura. 6.11. Ventana Sistema de Iluminación

El panel *Control de Luminarias*, contiene los botones de accionamiento (ON y OFF) distribuidos en dos o cuatro sub-paneles, dependiendo el número de circuitos de iluminación existentes en cada área; desde aquí se ejecutarán los comandos para encender o apagar las luminarias de forma independiente. Cada sub-panel muestra el estado actual del grupo de luminarias y del temporizador correspondiente.

Adicionalmente, esta pantalla dispone de un panel de *Control General*, desde donde se ejecutarán los comandos grupales (Encender y Apagar Todo) para controlar todas las luminarias del área o piso.

La actualización del estado de las luminarias se puede realizar de distintas formas; ya sea presionando el botón *Actualizar*, ubicado en la parte derecha del título general, accediendo al menú *Edición*, o utilizando la tecla de acceso directo F5. La fecha y hora de la última actualización se desplegará en la barra de estado.

Para representar las diferentes luminarias controladas en el edificio, se han determinado como base tres lámparas básicas, las mismas que por su tamaño y forma se

asemejan a las existentes. La Tabla. 6.2 detalla las luminarias utilizadas en la interfaz gráfica y muestra su imagen correspondiente.




Luminaria	Tipo de Iluminación	Imagen
Redonda – Empotrable Grande	Fluorescente	
Redonda – Empotrable Pequeña	Incandescente y Fluorescente	
Tubos Decorativos	Tubos Fluorescentes Azules	

Tabla. 6.2. Tipo de Luminarias – Interfaz Gráfica

Dado que las imágenes tienen mayor impacto visual para el usuario, la interfaz gráfica de esta aplicación muestra los estados de encendido y apagado de las luminarias a través de texto (ON y OFF) e imágenes (Luz Encendida o Apagada). Los colores e imágenes utilizadas para representar cada estado se muestran en la Tabla. 6.3.

	Estado Encendido	Estado Apagado
Texto	ON	OFF
Imagen		

Tabla. 6.3. Estado de Luminarias – Interfaz Gráfica

El estado de cada temporizador se muestra tanto en la pantalla de configuración de timers como en una imagen ubicada en el panel de control de cada grupo de carga. Esta imagen se habilita una vez que la configuración del timer haya sido activada (ver Tabla. 6.4).


	Temporizador Activado	Temporizador Desactivado
Imagen		

Tabla. 6.4. Estado Temporizadores – Interfaz Gráfica

6.2.4. Diseño Ventana Sistema de Aire Acondicionado

La pantalla que despliega los controles para el sistema de Aire Acondicionado se muestra en la Figura. 6.12. El panel *Temperatura* dispone de una lista desplegable que permite seleccionar el valor de temperatura deseado en grados Celsius. Los valores desplegados se encuentran en el rango de 17 a 27 °C, en intervalos de 2 grados.

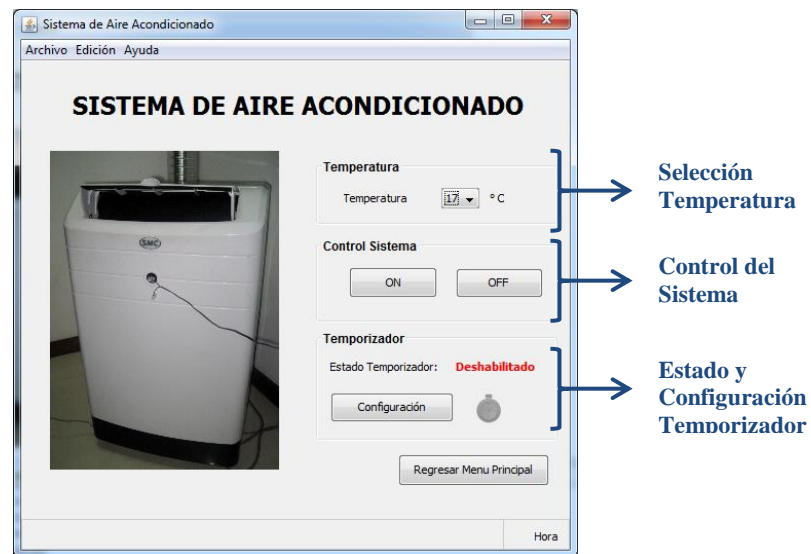


Figura. 6.12. Ventana Sistema Aire Acondicionado

El panel *Control Sistema* contiene los botones ON y OFF para accionar el sistema o apagarlo según sea el caso. Adicionalmente se dispone de un área para la monitorización del estado del temporizador y acceso a su configuración. El estado del timer se muestra a través del texto (habilitado o deshabilitado) y utilizando la imagen de un reloj, tal y como se detalló en un apartado anterior.

6.2.5. Diseño Ventana Temporizadores

Tanto el sistema de iluminación como el sistema de aire acondicionado pueden ser controlados por temporizadores, de ahí que cada subsistema dispone de una pantalla para configurar cada temporizador de forma independiente. El acceso a esta ventana se puede realizar de dos métodos diferentes, ya sea ingresando a través del menú *Edición*, o simplemente presionado la tecla de acceso directo F2.

En la Figura. 6.13, se muestra el diseño de la ventana de configuración. Esta pantalla será muy similar para todos los subsistemas, solo variará la cantidad de áreas y por lo tanto el número de temporizadores.

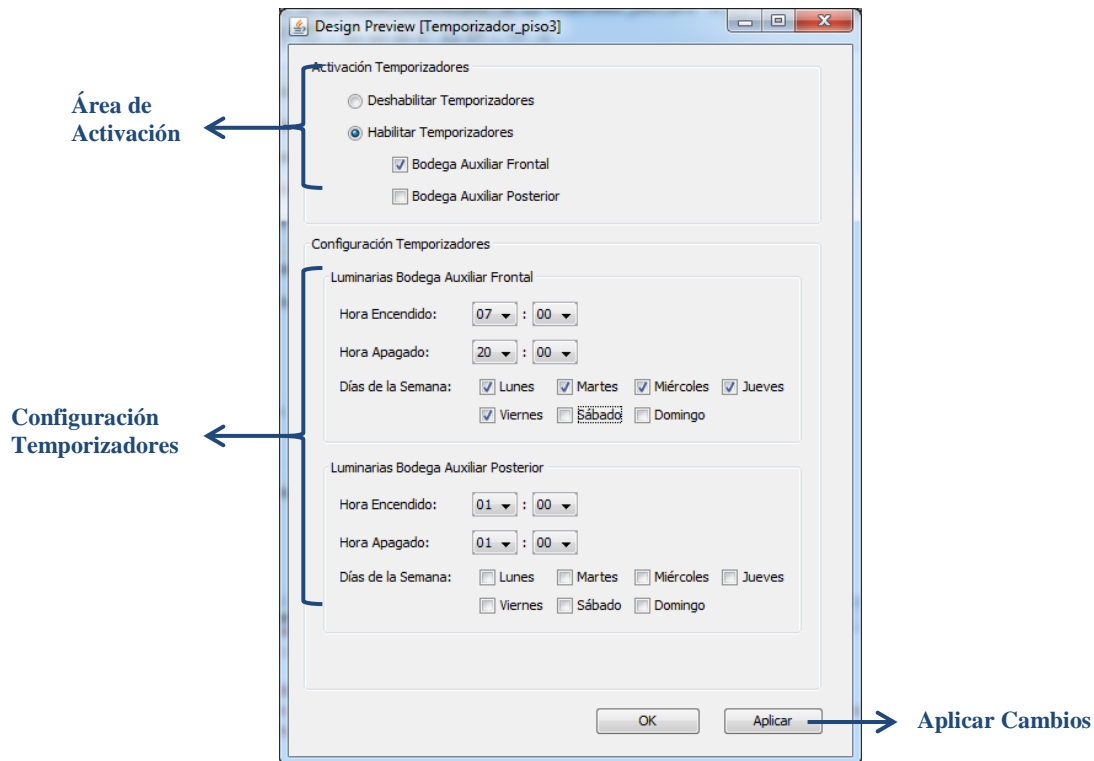


Figura. 6.13. Ventana Temporizador

En el Panel *Activación Temporizadores* existen dos botones de selección para escoger la opción deseada. Si se habilitan los timers, es necesario seleccionar al menos una casilla de verificación correspondiente a las áreas disponibles. En el Sistema de aire acondicionado no hay la opción de escoger áreas ya que solo se controla una carga.

Para configurar la hora de encendido y apagado del temporizador la pantalla despliega una lista combobox para escoger la hora y otra para seleccionar los minutos. Se trabaja con un formato de 24 horas. Además se dispone de 7 casillas de verificación cada una etiquetada secuencialmente con un día de la semana (Lunes a Domingo), estas opciones determinarán los días que estará activo el temporizador. Cabe mencionar que para que todo cambio surta efecto se deberá presionar el botón *Aplicar*.

Las ventanas de emergentes para confirmar la configuración o desplegar los errores, se muestran en la Figura. 6.14. Cada una de ellas muestra un mensaje en el que se detalla la acción realizada.

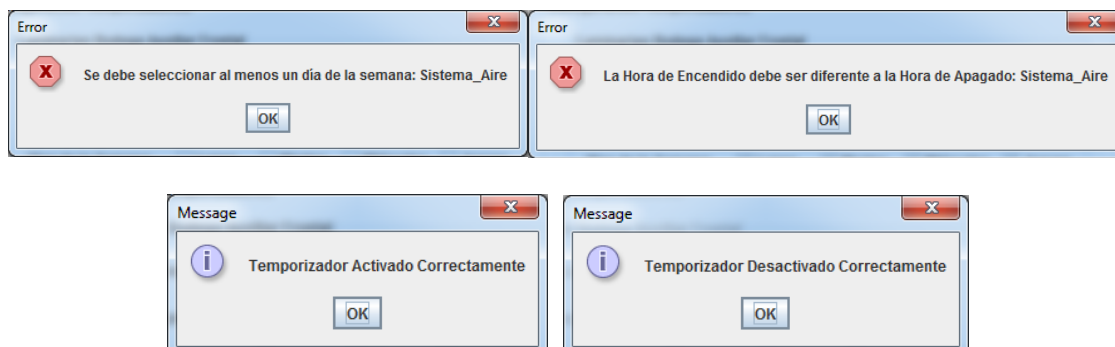


Figura. 6.14. Ventanas Emergentes Temporizadores

Para salir de la ventana configuración de temporizadores se debe presionar el Botón *OK*, o a su vez la opción *Cerrar*, ubicada en la esquina superior derecha.

6.2.6. Diseño Ventana Acceso Sistema CCTV

El sistema CCTV dispondrá de un software remoto independiente para la monitorización y control de cámaras, el mismo que se podrá acceder a través de la Ventana Principal de la aplicación propietaria. En la Figura. 6.15 se muestra el diseño de la ventana del Sistema CCTV.

Una vez que se accede a esta pantalla la aplicación se enlazará inmediatamente al software del sistema CCTV y permitirá manejar los controles, monitorizar las cámaras, configurar propiedades y demás funciones disponibles en el programa. Para salir de esta ventana se debe presionar el Botón *Salir* en el Menú *Archivo*, o a su vez la opción *Cerrar*, ubicada en la esquina superior derecha.



Figura. 6.15. Ventana Sistema CCTV

6.3. DESARROLLO DEL SOFTWARE

Las acciones a ejecutarse en la aplicación propietaria están definidas bajo una secuencia ordenada de eventos con el fin de que no existan retardos en el envío de mensajes, colisiones o problemas de comunicación. De esta manera todos los comandos que requiere ejecutar el usuario se completarán exitosamente y si existiese algún cambio de estado se mostrará en la interfaz gráfica. En los siguientes subcapítulos se detalla los procesos principales y secundarios del sistema. Para mayor referencia del código de programación, referirse al ANEXO 4.

6.3.1. Inicio Aplicación Propietaria

Al ingresar a la aplicación propietaria, el programa identificará si el sistema tiene habilitado o no la opción de autenticación, como se muestra en el diagrama de flujo Figura. 6.16. Para verificar el estado de este parámetro se utilizan las clases *java.net.Authenticator* y *java.net.PasswordAuthentication*, cuyos métodos permiten constatar si un sitio web requiere el ingreso de un nombre de usuario y contraseña para

acceder a su contenido. A continuación se muestra el código del programa en el que se detalla la declaración de la clase Authenticator:

```
static class MyAuthenticator extends Authenticator {
    public PasswordAuthentication getPasswordAuthentication() {
        System.err.println("Feeding username and password for "+getRequestingScheme());
        return (new PasswordAuthentication("user", "pass".toCharArray()));
    }
}
```

El objeto de esta clase se creará al inicializar la aplicación y cuando se presione el botón para verificar los datos ingresados. El código que declara la creación de este objeto se detalla en el siguiente fragmento:

```
try {
    Authenticator.setDefault(new MyAuthenticator());
    URL url = new URL("http://172.16.28.214:1024");
    InputStream ins = url.openConnection().getInputStream();

} catch (IOException ex) {
    Logger.getLogger(Main.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
}
```

Si la opción de control de acceso está activa, esta clase realizará un cierto número de iteraciones de autenticación con el nombre de usuario y contraseña ingresado por el usuario. Una vez que se haya autenticado el ingreso se inicializará el hilo *Tiempo*, el mismo que permitirá mostrar en todas las pantallas de la aplicación, la hora actual del sistema. El hilo permanecerá activo hasta salir del programa.

Paralelamente se activa el hilo *Actualizar*, el mismo que verifica los estados de las luminarias cada cierto intervalo de tiempo (2 minutos). Este hilo contiene funciones propias para cada subsistema de iluminación, las mismas que se activarán dependiendo del valor que adquiera la bandera *flag_actualizar* (ver Tabla. 6.5). Esta bandera se inicializa con valor cero e irá cambiando conforme se acceda a los diferentes subsistemas.

El proceso continua desplegando la pantalla principal de la aplicación, desde donde se puede tener acceso a los subsistemas INSTEON, software de visualización del sistema

CCTV, Manual de Usuario, Configuración de Usuario, o simplemente se puede ejecutar la opción salir del sistema, . Al presionar los botones de acceso, se iniciarán diferentes subprocesos dependiendo la opción seleccionada, como se ilustra en el diagrama de flujo Figura. 6.16

En cuanto a la opción de Configurar Usuario, el sistema mostrará una ventana pop-up sobre la pantalla principal. Desde aquí se configura la opción de autenticación y una vez que se hayan verificado los cambios, estos se almacenarán en la memoria del controlador SmartLinc.

Para el acceso al Manual de Usuario, se utiliza el método *abrir_pdf()* cuyo código se muestra a continuación. En primera instancia se determina la dirección de la carpeta *Archivos de Programa* donde se almacenará la carpeta propia de la aplicación y por ende el documento requerido. Posteriormente se procede a abrir el archivo siempre y cuando se encuentre en la dirección especificada, caso contrario se mostrará un mensaje advirtiendo lo ocurrido.

```
String total_path = System.getenv("ProgramFiles") + path;
try {
    if ((new File(total_path)).exists()) {
        Process p = Runtime
            .getRuntime()
            .exec("rundll32 url.dll,FileProtocolHandler "+total_path);
        p.waitFor();
    } else {
        System.out.println("File is not exists");
    }
    System.out.println("Done");
} catch (Exception ex) {
    ex.printStackTrace()
}
```

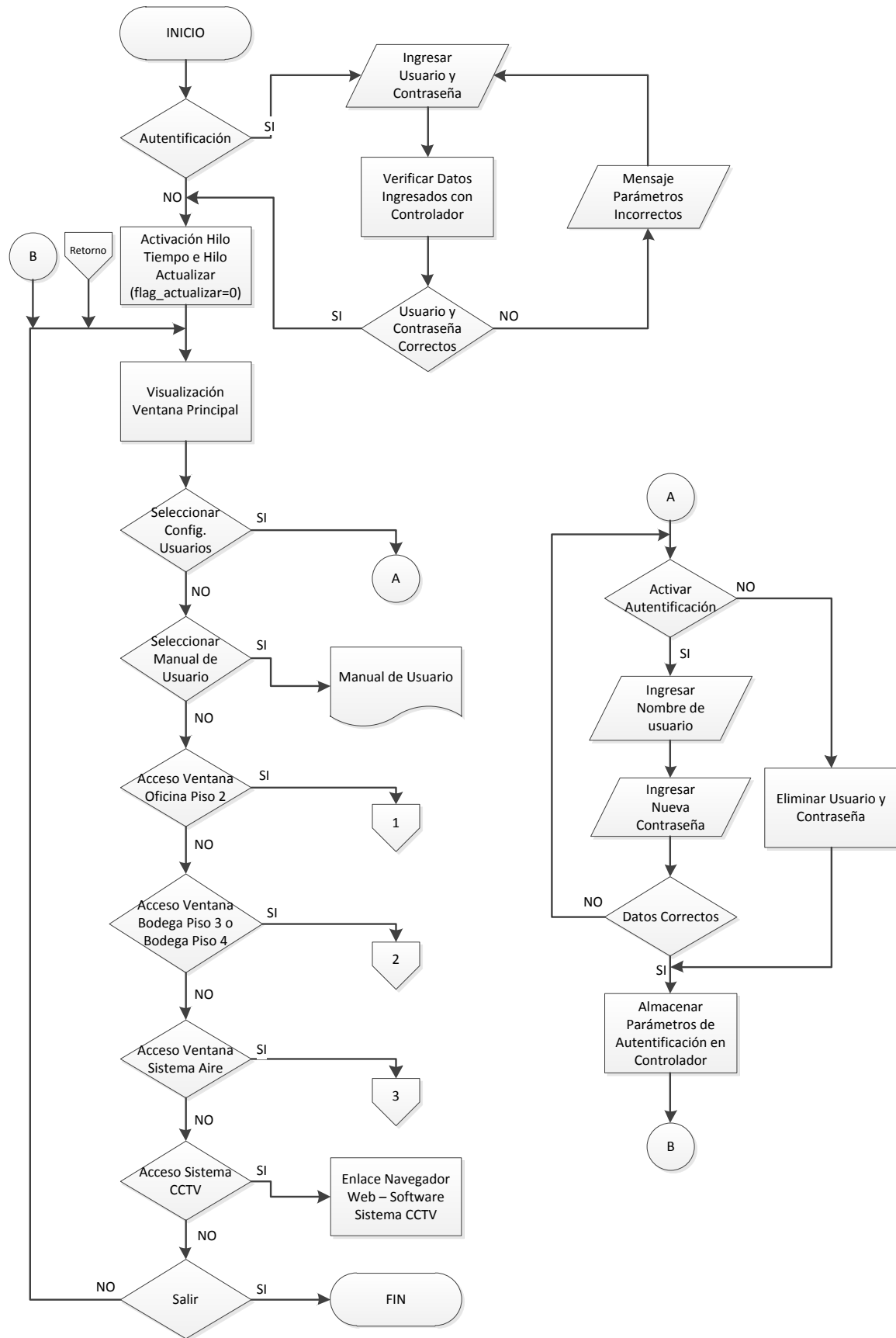



Figura. 6.16. Diagrama de Flujo - Inicialización Aplicación y Autenticación

6.3.2. Proceso Sistema de Iluminación

Desde la ventana principal se puede acceder tanto al Sistema de Iluminación de las oficinas centrales como al de las bodegas auxiliares. En el diagrama de flujo de la Figura. 6.17, se describe el proceso que se lleva a cabo al ingresar al Sistema INSTEON del piso 2.

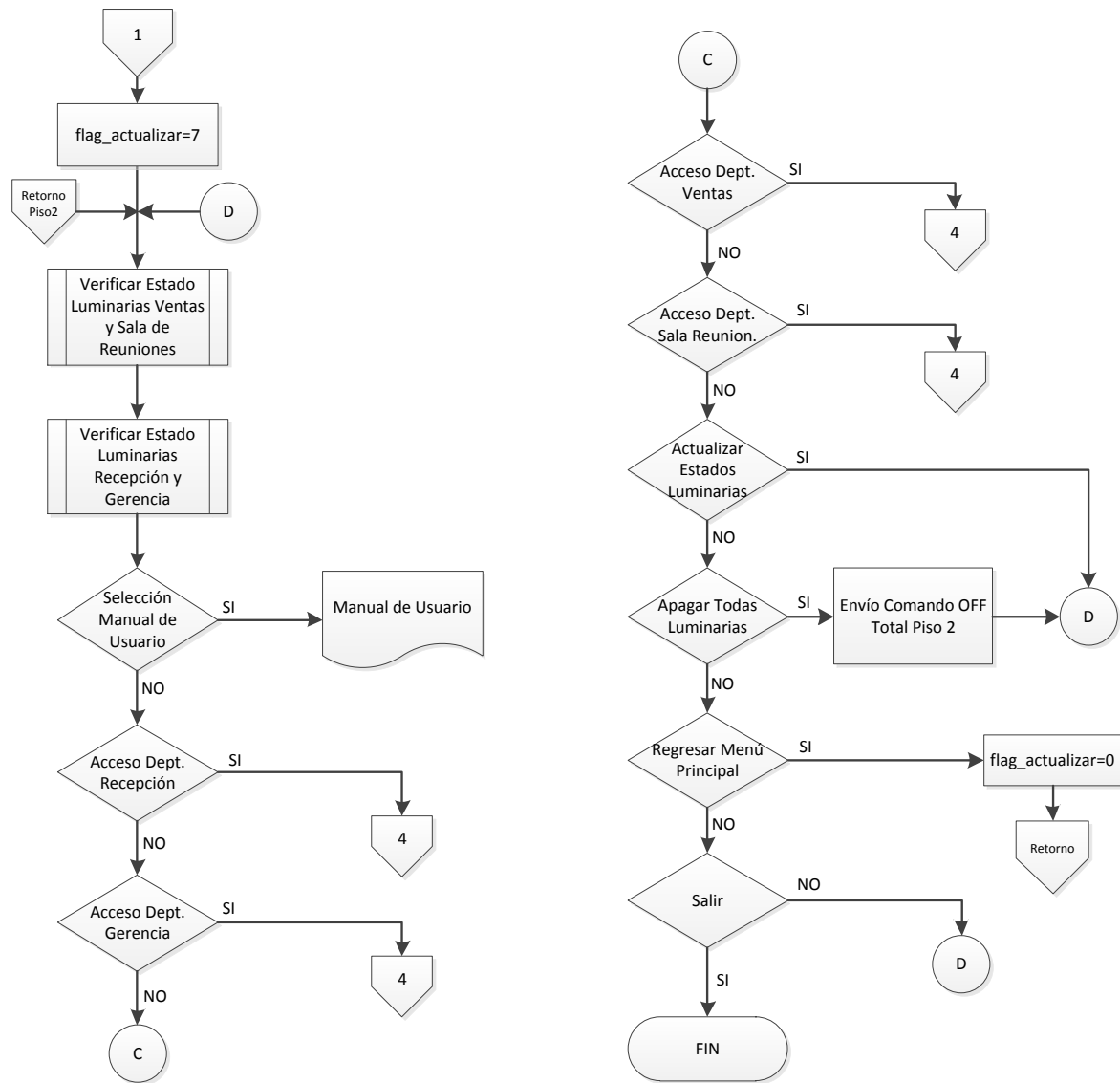


Figura. 6.17. Diagrama de Flujo - Sistema Iluminación Piso 2 Principal

Cabe mencionar que cada vez que se ingrese a esta pantalla o se ejecute el comando *Apagado Total*, se inicializan los subprocesos: Verificar Estado de Luminarias, con el fin de actualizar los estados de cada circuito de iluminación.

En todos los departamentos o áreas del piso 2, el sistema de iluminación está distribuido en cuatro grupos de luminarias, por lo que la secuencia de eventos en estas pantallas es muy similar. Los procesos que se dan lugar en estos subsistemas se ilustran en el diagrama de flujo Figura. 6.18.

Para los pisos 3 y 4, el sistema de iluminación mantiene una misma distribución, por lo que el control y monitorización de cada subsistema es realiza en base al mismo proceso que se muestra en la Figura. 6.19.

Al ingresar por primera vez a la ventana de cada subsistema, se determinan las direcciones de red LAN e INSTEON de los dispositivos que forman parte de la red; estos parámetros permitirán inicializar los subprocesos Actualizar Temporizadores y Verificar Luminarias (ver Figura. 6.23 y Figura. 6.20 respectivamente). Así mismo se asignará un valor a la bandera *flag_actualizar* dependiendo el subsistema que este activo, en base a la Tabla. 6.5. Esta bandera regresará a su valor inicial: cero, cada vez que se presione el botón de retorno al menú principal.

Bandera <i>flag_actualizar</i>	Subsistema
0	Hilo Desactivado
1	Recepción Piso 2
2	Gerencia Piso 2
3	Sala de Reuniones Piso 2
4	Ventas Piso 2
5	Bodega Auxiliar Piso 3
6	Bodega Auxiliar Piso 4
7	Principal Piso 2

Tabla. 6.5. Bandera *flag_actualizar*

Posteriormente se constata si el usuario ha ejecutado algún comando ya sea para accionar las luminarias, configurar los temporizadores (ver Figura. 6.22), acceder al manual de usuario, actualizar los estados, regresar al menú anterior o simplemente salir del sistema. Al ejecutar cualquier comando de control (encendido o apagado de luminarias) se envía un mensaje directo a uno o varios dispositivos INSTEON, según sea el caso, para cumplir con la orden solicitada. Una vez que se ha ejecutado el comando, se inicializará el

subproceso para verificar el estado de las luminarias, con el fin de que el usuario constate los cambios del sistema.

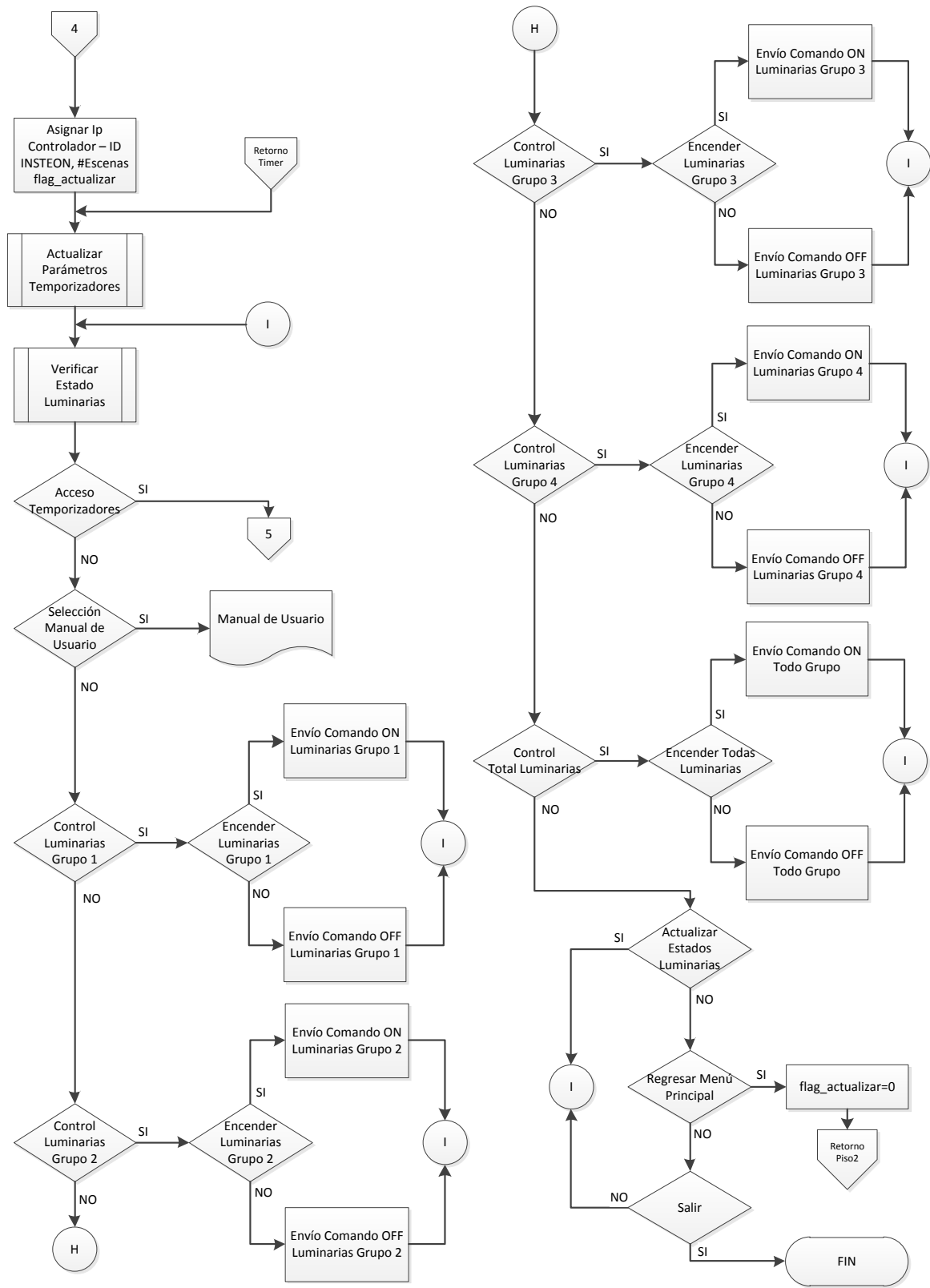


Figura. 6.18. Diagrama de Flujo - Sistema Iluminación Departamentos Piso 2

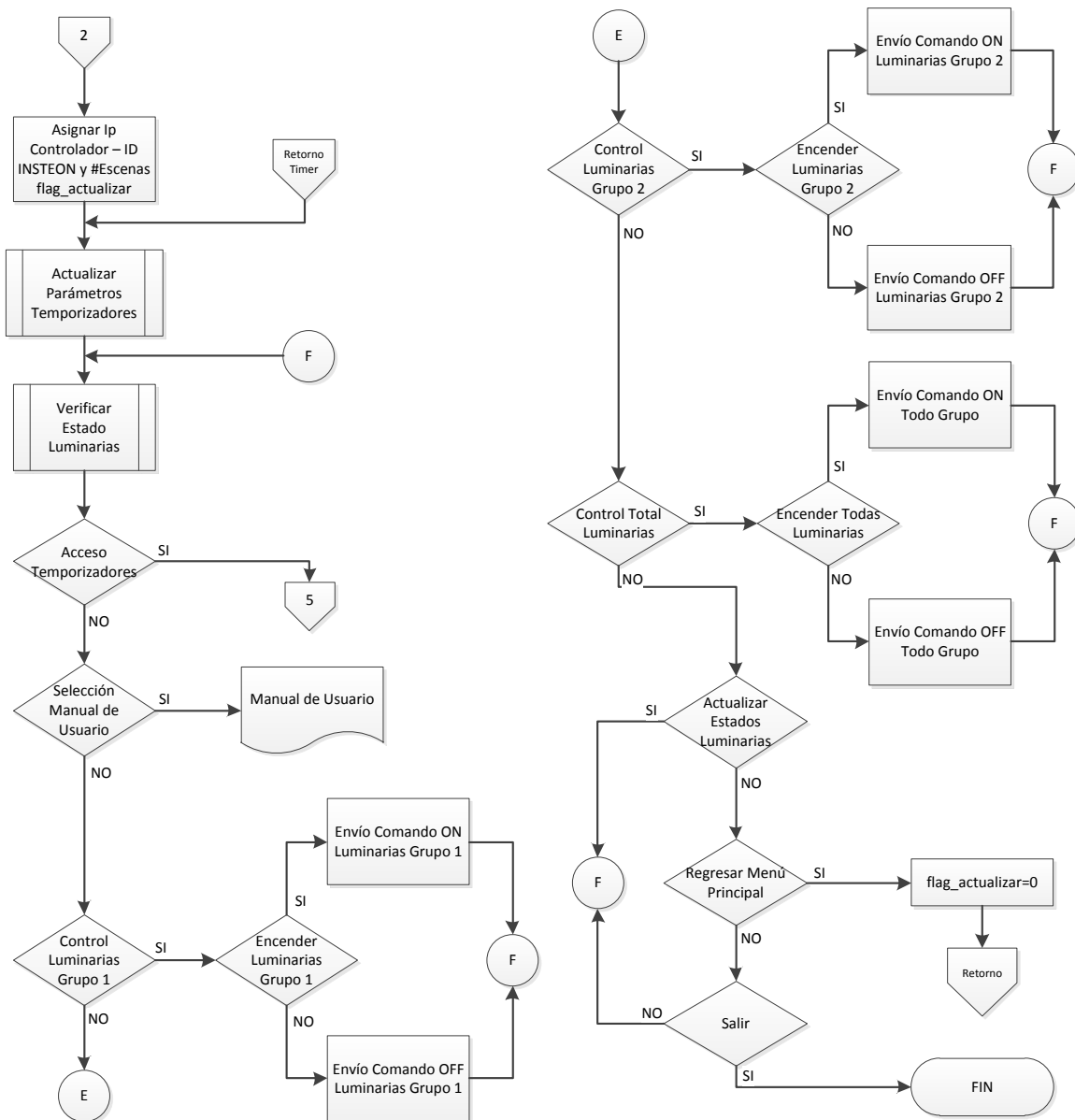


Figura. 6.19. Diagrama de Flujo - Sistema Iluminación Bodegas

6.3.2.1. Subproceso Verificar Estado Luminarias

En cada subsistema se requiere verificar el estado de sus luminarias, ya sea luego de abrir la aplicación, ejecutar un comando o simplemente cada cierto intervalo de tiempo. Es así que este subproceso se inicializa constantemente mientras el sistema de iluminación está activo.

En la Figura. 6.20, se ilustra el proceso que se lleva a cabo cuando se llama a la subrutina verificar estado de las luminarias, en el que se envía un comando al controlador

para conocer si las lámparas están encendidas; dependiendo de la respuesta se mostrará la imagen y texto que ilustra la activación de la carga o en su defecto la que denota el estado de apagado. Este lazo se repetirá por cada grupo de luminaria existente. Finalmente se mostrará en pantalla la hora y fecha de la última actualización dando así por terminado el proceso de esta subrutina.



Figura. 6.20. Diagrama de Flujo - Subproceso Verificar Estado Luminarias

6.3.3. Proceso Sistema de Aire Acondicionado

Este proceso se da inicio cuando se accede al Sistema de Aire Acondicionado desde de la pantalla principal de la aplicación. El diagrama de flujo ilustrado en la Figura. 6.21 esquematiza la secuencia de eventos que se dan lugar en este subsistema INSTEON.

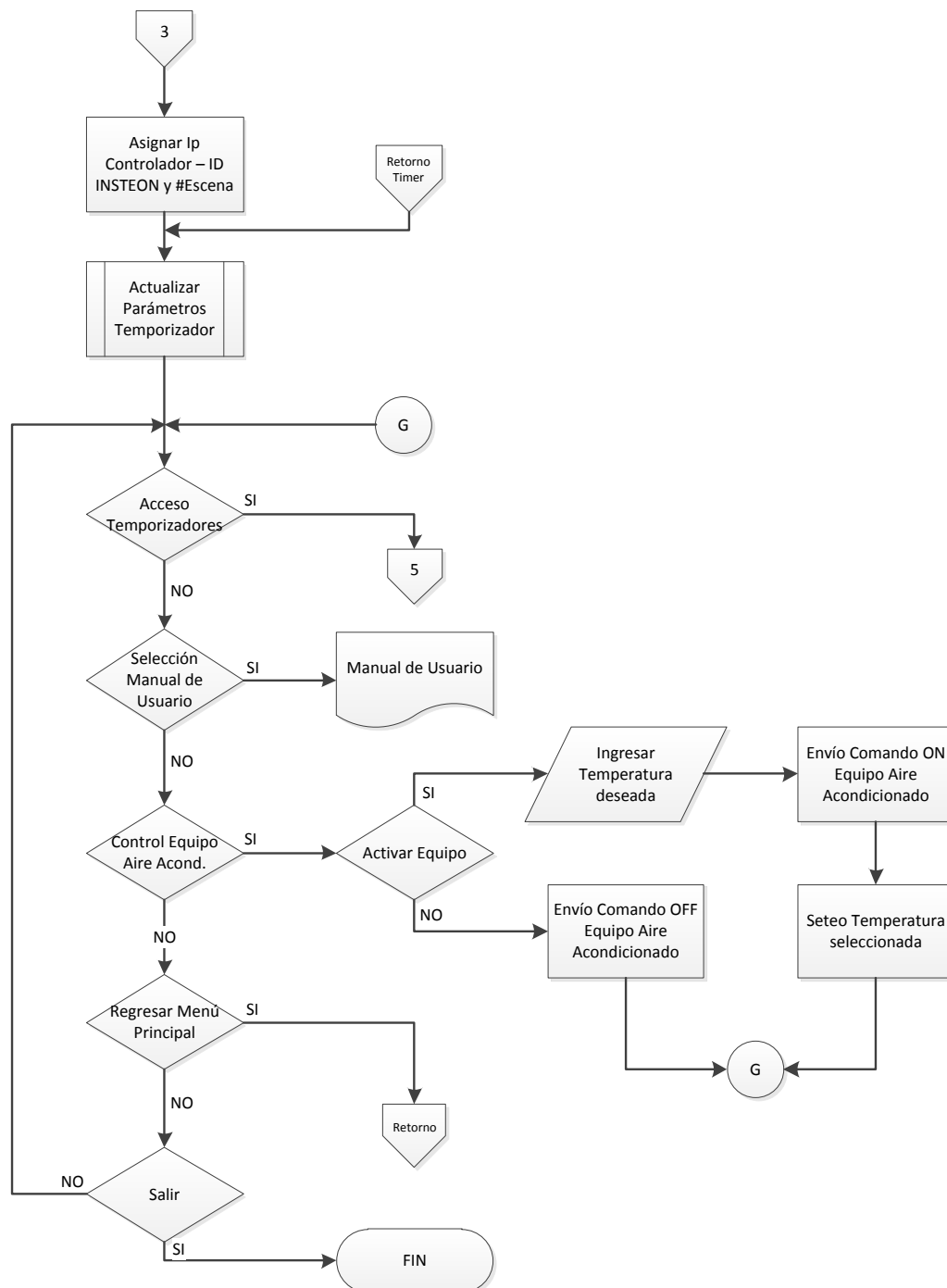


Figura. 6.21. Diagrama de Flujo - Sistema de Aire Acondicionado

En la parte inicial de este esquema se procede a la asignación de la dirección IP e INSTEON del controlador y módulo transmisor respectivamente, para poder direccionar correctamente los mensajes y actualizar los parámetros del temporizador (ver Figura. 6.23). Posteriormente la aplicación esperará por la acción que requiera realizar el usuario, ya sea: acceder a la configuración del temporizador (Figura. 6.22), controlar el equipo de aire acondicionado, regresar al menú principal o salir del sistema.

El control de este sistema consiste en la activación y desactivación del equipo de aire acondicionado. Para activarlo, primero se selecciona la temperatura deseada y luego se envía el mensaje al controlador para ejecutar la orden. Un proceso similar se lleva a cabo cuando se desactiva el sistema, con la diferencia que ya no se toma en cuenta la temperatura ingresada.

6.3.4. Proceso Temporizadores

El esquema de la Figura. 6.22, muestra el proceso para configurar los temporizadores, el mismo que se puede acceder desde cualquier subsistema, dado que cada módulo INSTEON dispone de un temporizador independiente.

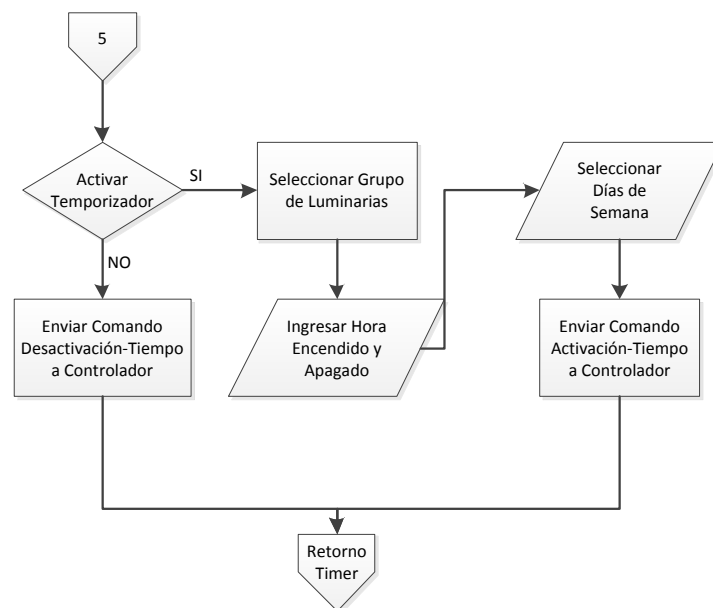


Figura. 6.22. Diagrama de Flujo - Configurar Temporizadores

Este proceso comprende: la selección de uno o varios grupos de luminarias, el ingreso de fecha, hora y la habilitación de los días de la semana deseados; con estos parámetros se envía un comando de activación al controlador SmartLinc para habilitar los timers. Caso contrario, si se desea desactivarlos, se envía un comando con parámetros preestablecidos para deshabilitar esta opción. Al terminar este proceso, simplemente se retorna a la ventana del subsistema desde donde se accedió a la configuración.

6.3.4.1. Subproceso Actualización de Temporizadores

Al acceder a cada subsistema INSTEON ya sea de iluminación o de aire acondicionado, primeramente se carga la configuración actual de los temporizadores, para lo cual la aplicación realiza una llamada a la subrutina cuyo proceso se ilustra en la Figura. 6.23.

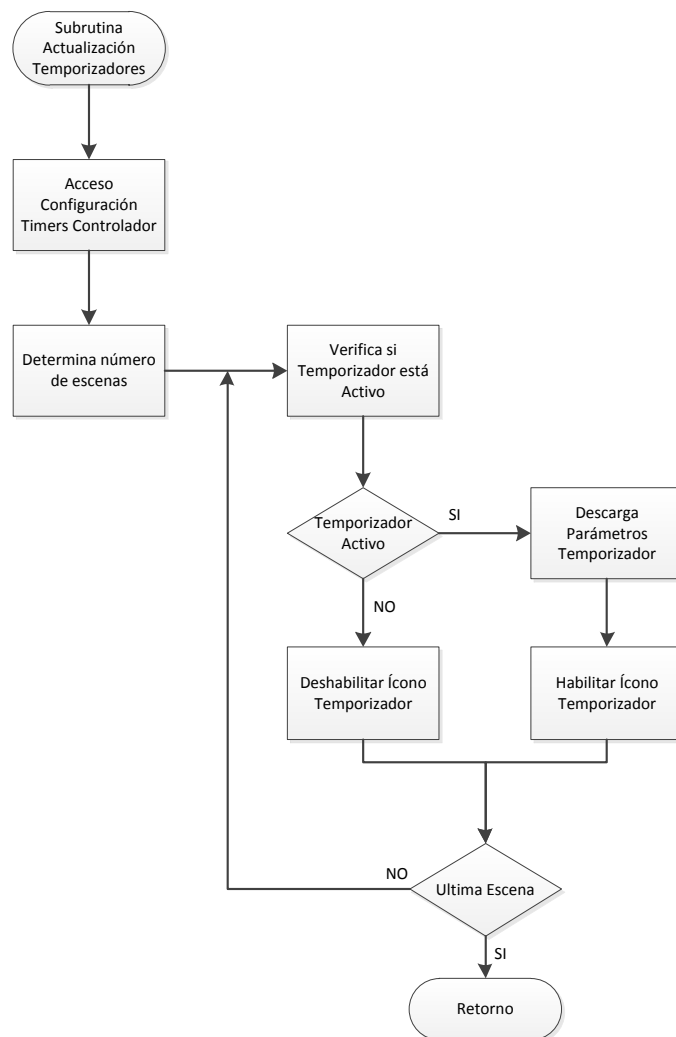


Figura. 6.23. Diagrama de Flujo - Actualización de Temporizadores

En este subproceso se accede a la información propia del controlador y se verifica si cada escena tiene activo su temporizador. Caso afirmativo, se procede a cargar los parámetros en la aplicación y a habilitar el ícono en el panel de la escena. Al terminar la subrutina se continúa con el proceso del subsistema desde donde se realizó la llamada.

6.4. INTERCONEXIÓN SOFTWARE PROPIETARIO, SISTEMA INSTEON Y SOFTWARE REMOTO CCTV

El controlador SmartLinc tiene integrado un servidor HTTP²⁸, el mismo que acepta una serie de comandos de este protocolo para controlar y monitorizar los dispositivos INSTEON a través de la red.

En la programación de la aplicación se utilizará la librería *java.net.URL* de la plataforma Java, que permite conectarse a recursos de red a través de localizadores URL²⁹. El software procesará estas cadenas de caracteres y enviará los comandos al servidor HTTP del controlador SmartLinc.

La sintaxis general de las URL utilizadas en este sistema se detalla en la Tabla. 6.6. Donde el esquema corresponde al protocolo HTTP ya que el servidor del SmartLinc solo aceptará este tipo de peticiones. El nombre de dominio y número de puerto hace referencia al host, en este caso la dirección IP y puerto asignado al controlador (ver Tabla. 4.13). Por último la dirección que permite acceder a un recurso del dominio corresponde al Comando que se enviará para controlar los módulos de la red.[25]

Esquema Protocolo	Nombre de Dominio	Nº Puerto de la Aplicación	Dirección para acceder a un recurso del dominio
http://	172.16.28.214:	1024/	<i>Comando</i>

Tabla. 6.6. Sintaxis URL General – SmartLinc

²⁸ HTTP: (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) permite que un navegador web establezca conectividad con un servicio web administrado por un servidor.

²⁹ URL: (Uniform Resource Locator): dirección utilizada para identificar, localizar y acceder a cualquier recurso o servicio de la red desde un navegador web

Para enviar la petición HTTP request al servidor del controlador se utilizará el siguiente código de programación, donde se crea un objeto URL que tiene como parámetro la dirección url requerida. Con este objeto se procede a realizar la conexión con el dominio, a través del método `openConnection()`; si se tiene una respuesta exitosa se lee la información enviada por el servidor, caso contrario se activa una excepción del método por falta de conectividad. No siempre el controlador enviará una respuesta luego de haber recibido y ejecutado un comando http.

```
try
{
    String command = "http://" + ip_SmartLinc + "/3?0262" + id_modulo + 0F + comando + "FF=I=3");
    URL url = new URL(command);
    URLConnection connection = url.openConnection();
    connection.setDoInput(true);
    InputStream inStream = connection.getInputStream();
    BufferedReader input = new BufferedReader(new InputStreamReader(inStream));
    String line = "";
    while ((line = input.readLine()) != null)
        System.out.println(line);
}
catch (Exception e)
{
    System.out.println(e.toString());
}
```

El proyecto del software propietario está dividido en tres paquetes fuente: Controlador, images e insteon_gimpromed.

- **Paquete Controlador:** este paquete contiene la clase *Insteon*, donde están declarados todos los métodos utilizados en la aplicación. Desde aquí se ejecutan los comandos para el control y monitoreo de la red INSTEON.
En la Tabla. 6.7 se detallan los métodos de control más importantes del proyecto, así como los parámetros requeridos con su descripción respectiva.
- **Paquete images:** contiene todas las imágenes que forman parte de la interfaz gráfica del proyecto: luces, planos arquitectónicos, temporizador, entre otras.
- **Paquete insteon_gimpromed:** está conformado por todas las clases JFrame (ventanas) de la aplicación, donde se diseña la interfaz gráfica de las pantallas y se asigna los métodos requeridos.

Método	Parámetros Requeridos	Descripción Parámetro
enviar_comando()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	String id_modulo	ID INSTEON del módulo a controlar
	String comando	Comando a ejecutar: Encendido → 12 ó Apagado → 14
enviar_todogrupo()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	String comando	Comando a ejecutar: Encendido → 12 ó Apagado → 14
	String escena	Número de escena – grupo de luminarias
status_individual()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	int indice	Número de la escena
status_completo()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
timer()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	String escena	Número de escena – grupo de luminarias
	String modulo	ID INSTEON del módulo a controlar
	String nombre_escena	Nombre del escena
	String horaon	Hora de encendido
	String horaoff	Hora de apagado
String [] dias	Días de la Semana	
autenticacion_off()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
autenticacion_on()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	String user	Nombre de Usuario
	String pass	Contraseña
status_timer()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	String escena	Número de la escena – grupo de luminarias
status_timer_aire()	String ip_SmartLinc	Dirección IP del controlador SmartLinc
	String escena	Número de la escena – grupo de carga
abrir_pdf()	String path	Dirección del archivo con extensión .pdf que se requiere abrir
fecha_hora()	N/A	N/A

Tabla. 6.7. Métodos Aplicación Propietaria

6.4.1. Accionamiento Individual de Luminarias

Para encender/apagar cada grupo de luminarias o el equipo de aire acondicionado, se utiliza el método *enviar_comando()*, el mismo que envía un comando directo al controlador SmartLinc a través del URL detallado en la Tabla. 6.8.

Dominio HTTP	Bandera	ID Módulo	Bandera	Comando 1	Comando 2	Terminación
Dirección IP SmartLinc	Comando Directo	ID INSTEON	Mensaje Estándar	Encendido o Apagado	Nivel de Iluminación	Fin Mensaje
http://172.16.28.214:1024/3?	0262	185B92	0F	12	FF	=I=3
URL: http://172.16.28.214:1024/3?0262185B920F12 FF=I=3						

Tabla. 6.8. Sintaxis URL - Accionamiento de Módulos

Cada parámetro correspondiente al esquema del URL mostrado en la Tabla. 6.8 se detalla a continuación:

- *Dominio HTTP:* Corresponde al socket del dispositivo controlador SmartLinc (dirección lógica IP y número de puerto). Se adiciona la dirección del recurso: /3?, que corresponde a la bandera de inicialización para manejo de mensajes INSTEON.
- *Bandera Comando Directo:* El comando 0262 indica que se requiere enviar un mensaje directo a un dispositivo INSTEON específico. Por esta razón es necesario especificar la identificación del módulo después de esta bandera.
- *ID Módulo:* Dado que se está enviando un mensaje directo se requiere especificar la dirección INSTEON del módulo que receptorá y ejecutará el comando. Esta identificación deberá ser ingresada sin puntos intermedios.
- *Bandera Mensaje Estándar:* Esta bandera indica que se está enviando un mensaje con longitud estándar.
- *Comando 1:* Define la acción a ser ejecutada en el módulo INSTEON. La Tabla. 6.9 detalla los comandos que pueden ser utilizados en este campo.

Comando	Descripción
11	Encendido
12	Encendido Rápido
13	Apagado
14	Apagado Rápido

Tabla. 6.9. Comandos INSTEON

Los comandos 0x11 y 0x13 son utilizados para controlar dispositivos INSTEON con opción de dimerización y van relacionados directamente al comando 2, donde se especifica el nivel de brillo de la luminaria. Para los módulos sin esta característica, los comandos para encendido y apagado de la carga son: 0x12 y 0x14 respectivamente, los mismos que enviarán la orden de conmutación instantánea.

- *Comando 2:* Este comando regula la intensidad de luz desde el 0% hasta el 100%, cada porcentaje es representado por un número hexadecimal equivalente. Cabe mencionar que estos códigos solo son válidos para dispositivos que tienen la opción de dimerización, para los módulos que no tienen esta característica, el código por defecto es FF.
- *Terminación:* Indica el código de finalización del recurso, en este caso: =I=3. Cabe destacar que este código este directamente relacionado a la bandera de inicialización.

6.4.2. Accionamiento Grupal y Total de Escenas

La dirección URL mostrada en la Tabla. 6.10 permite encender/apagar grupos de escenas o todos las cargas pertenecientes a un subsistema. El método de la aplicación utilizado para enviar este código es: *enviar_todogrupo()*. Si no se especifica en el argumento del método el número de escena, se asumirá por defecto que se requiere activar todos los módulos enlazados al controlador. Para mayor referencia de los números de escena correspondientes a cada grupo ver Tabla. 5.2.

Dominio HTTP	Bandera	Bandera	Comando 1	Bandera	Terminación
Dirección IP SmartLinc	Comando Grupo	Escena	Encendido o Apagado	Escena	Fin Mensaje
http://172.16.28.214:1024/3?	0261	FF	12	FF	=I=3
URL: http://172.16.28.214:1024/3?0261FF12FF=I=3					

Tabla. 6.10. Sintaxis URL Accionamiento Grupal de Escenas

Los parámetros de la dirección URL mostrada en la Tabla. 6.8 se detalla a continuación:

- *Dominio HTTP:* Corresponde al socket del dispositivo controlador SmartLinc (dirección lógica IP y número de puerto). Se adiciona la dirección del recurso: /3?, que corresponde a la bandera de inicialización para manejo de mensajes INSTEON.

- *Bandera Comando Grupo:* El comando 0261 indica que se requiere enviar un mensaje directo a un grupo de dispositivos INSTEON. De ahí que es necesario especificar el número de escena.

- *Bandera Escena:* Esta bandera indica el número de escena correspondiente a un grupo de luminarias. Cabe mencionar que si se requiere enviar el comando a todos los módulos INSTEON enlazados, se debe especificar el valor FF en este campo.

- *Comando 1:* Define la acción a ser ejecutada en el módulo INSTEON. Se utilizarán los comandos 0x12 y 0x14 para activar o desactivar los módulos respectivamente, en base a la explicación de la Tabla. 6.9 en el subcapítulo 6.4.1.

- *Terminación:* Indica el código de finalización del recurso, en este caso: =I=3. Cabe destacar que este código este directamente relacionado a la bandera de inicialización.

6.4.3. Envío Comandos a Equipo de Aire Acondicionado

El envío de comandos al módulo IRLinc que controla el Equipo de aire acondicionado se realiza a través del método *enviar_todogrupo()*. Se utiliza la URL detallada en la Tabla. 6.10. En el campo: Bandera Escena, se deberá especificar el número de escena correspondiente al comando IR aprendido por el módulo INSTEON. La Tabla. 5.2 muestra los comandos para el Sistema de Aire Acondicionado con su número de escena respetivo.

6.4.4. Estado Luminarias

Para verificar el estado de las luminarias se utilizan los métodos: *status_individual()* y *status_completo()*, los mismos que envían el código HTTP mostrado en la Tabla. 6.11. El

servidor responde a esta petición con una secuencia de números (ver Figura. 6.24), cuyos valores representan el estado de cada módulo INSTEON. En la Tabla. 6.12, se muestra la decodificación de los valores que pueden estar presentes en la respuesta del servidor.

Dominio HTTP	Dirección de Recurso
Dirección IP SmartLinc	Recurso Estado
http://172.16.28.214:1024/	statusD.xml
URL: http://172.16.28.214:1024/ statusD.xml	

Tabla. 6.11. Sintaxis URL Verificar Estado

```
<?xml version="1.0"?>
- <response>
  <CDS>9111119111191999</CDS>
</response>
```

Figura. 6.24. Respuesta Servidor HTTP - Estado Luminarias

Este comando no envía mensajes directos a los módulos INSTEON de la red, simplemente accede a la información que proporciona el servidor HTTP del controlador SmartLinc. Si se obtiene una respuesta que contiene solo números 2, se reenviará la petición HTTP, hasta obtener una respuesta válida.

El método *status_individual()* verificará el estado de una sola escena, mientras que el método *status_completo()* mostrará el estado de todos los módulos enlazados al controlador SmartLinc. Estos métodos se complementan con: *verificar_estado()*, el mismo que muestra en pantalla el estado de las luminarias y cambia el texto estado de acuerdo a la respuesta obtenida.

Respuesta Servidor	Descripción
2	Respuesta Inválida
0	Luminaria Encendida
9 ó 1	Luminaria Apagada

Tabla. 6.12. Decodificación Respuesta Servidor

6.4.5. Configuración Temporizadores

La configuración de los temporizadores se realiza a través del método *timer()*, el mismo que permite habilitar el temporizador de cada módulo y especificar los parámetros como: hora de encendido, apagado y días de la semana entre los más importantes. . El formato de código HTTP para este propósito se detalla en la Tabla. 6.13.

Dominio HTTP	Dirección IP y N°Puerto SmartLinc	http://172.16.28.214:1024/2?S
Parámetros Escena	Número Escena	02
	Nombre Escena	=Pasillo_Ventas=2
	Activar Escena	=t
Parámetros Temporizador	Hora Encendido	=07:30=ff
	Hora Apagado	=20:00=ff
	Días de la Semana Activos	=t=t=t=t=t=f=f
	Activa Controles	=t=t=t=t
Módulo INSTEON	ID Módulo	=18.59.51
	Activar Lectura Estado	=t
	Módulo Dimerizable	=f
Parámetros Selección Tiempo	Tiempo Encendido	2
	Tiempo Apagado	2
URL: http://172.16.28.214:1024/2?S02=Pasillo_Ventas=2=t=00:00=ff=00:00=ff=f=f=f=f=f=f=f=f=t=t=t=18.59.51=t=f22		

Tabla. 6.13. Sintaxis URL Configuración de Temporizadores

En algunos parámetros se utilizan banderas cuyos valores están representados por: f (desactivado) ó t (activado). A continuación se explica con más detalle el esquema de esta dirección URL.

➤ *Dominio HTTP:* Corresponde al socket del dispositivo controlador SmartLinc (dirección lógica IP y número de puerto). Se adiciona la dirección del recurso: /2?, que corresponde a la bandera de inicialización para configurar los parámetros de un módulo INSTEON.

- *Número de Escena:* En este campo se especificará el número de escena asignado por el controlador SmartLinc (ver Tabla. 5.2). Cada dispositivo INSTEON tendrá un parámetro diferente.
- *Nombre de Escena:* Se asignará el nombre de la escena que corresponda al área donde esté instalado el módulo INSTEON, con un máximo de 15 caracteres.
- *Activar Escena:* Esta bandera permite activar el temporizador del dispositivo INSTEON.
- *Hora de Encendido y Apagado:* Define la hora de encendido y apagado del temporizador, en formato 24 horas. Si se desea deshabilitar el temporizador estos campos deben ser completados con 00:00.
- *Días de la semana:* Son 7 banderas que representan los días de la semana en orden consecutivo, desde Lunes hasta Domingo. Para su configuración, se utiliza el siguiente patrón: “f” (desactivado) y “t” (activado).
- *Activación de Controles:* Este parámetro configura la interfaz gráfica propia del controlador y muestra los botones de control para la interacción con el usuario.
- *ID Módulo:* Dado que cada módulo INSTEON dispone de un temporizador independiente se requiere especificar la dirección INSTEON del dispositivo en el que se desea activar esta opción. La identificación deberá ser ingresada con el formato original; es decir, sin obviar los puntos intermedios.
- *Activar Lectura Estado:* Esta bandera permite activar el reporte de estados de cada módulo y así poder visualizar el estado de las luminarias en la interfaz propia del controlador.
- *Módulo Dimerizable:* Define si el módulo utilizado tiene opciones para control de nivel de iluminación
- *Tiempo Encendido y Apagado:* El controlador SmartLinc tiene la opción de establecer dos horas de forma predeterminada: Sunrise y Sunset. Estas banderas permiten

determinar si el temporizador trabajará en estos horarios o si regirá al horario ingresado en los campos Hora Encendido y Apagado. Los valores que se pueden ingresar en este campo se detallan en la Tabla. 6.14.

Tipo Horario	Valor	Descripción
Sunrise	1	Horario Predeterminado Amanecer
Time	2	Horario Definido por Usuario
Sunset	3	Horario Predeterminado Atardecer

Tabla. 6.14. Tipos de Horario Temporizador

6.4.6. Estado Temporizador

Los estados de cada temporizador se determinan accediendo al código fuente de la configuración del controlador, a través de la dirección URL mostrada en la Tabla. 6.15. En la aplicación se utiliza el método `status_timer()`, el mismo que retorna los parámetros del temporizador correspondientes a la escena seleccionada.

Dominio HTTP	Dirección Recurso	Bandera	Bandera	Terminación
Dirección IP SmartLinc	Recurso Config.	Escena	Área	Fin URL
http://172.16.28.214:1024/	/setup.htm?	02	=01	=F
URL: http://172.16.28.214:1024/setup.htm?02=01=F				

Tabla. 6.15. Sintaxis URL - Lectura Estado Temporizador

Los parámetros de la dirección URL que muestra la configuración de los temporizadores se detallan a continuación:

- *Dominio HTTP:* Corresponde al socket del dispositivo controlador SmartLinc (dirección lógica IP y número de puerto).
- *Dirección Recurso:* Identifica la dirección del recurso que se desea acceder, en este caso la página de configuración del módulo INSTEON.

- *Bandera Escena:* Esta bandera indica el número de escena correspondiente a un grupo de carga. Para mayor referencia de las escenas existentes ver Tabla. 5.2
- *Bandera Área:* Define el área del controlador donde se enlazaron los módulos INSTEON. Para todo el sistema de iluminación, el valor de este campo será 01, mientras que para el sistema de aire acondicionado, será 02.
- *Terminación:* Indica el código de finalización del recurso, en este caso: =F.

6.4.7. Autenticación

Para activar o desactivar la opción de autenticación se utilizarán los métodos *autenticacion_on()* y *autenticacion_off()*, respetivamente. Cada uno enviará la dirección URL mostrada en Tabla. 6.16, con ciertos cambios en los valores ingresados, dependiendo de la acción a ejecutar.

Dominio HTTP	Dato 1	Bandera	Dato 2
Dirección IP SmartLinc	Nombre de Usuario	Autentif.	Contraseña
http://172.16.28.214:1024/1?L	=admin	=1	=adminpass
URL: http://172.16.28.214:1024/1?L=admin=1=adminpass			

Tabla. 6.16. Sintaxis URL Autenticación

El detalle de cada parámetro correspondiente a dirección URL Autenticación es el siguiente:

- *Dominio HTTP:* Corresponde al socket del dispositivo controlador SmartLinc (dirección lógica IP y número de puerto). Se adiciona la dirección del recurso: /1?L, que corresponde a la bandera de inicialización para manejo de configuración del controlador.
- *Nombre de usuario:* Este campo corresponde al nombre de usuario que permitirá el ingreso a la aplicación, en caso que se requiera activar la opción Autenticación. Cabe

recalcar que el sistema si se diferencia entre mayúsculas y minúsculas. Si se desea desactivar esta opción, simplemente se ingresa el caracter “*”.

- *Bandera Autenticación:* Por defecto esta bandera tiene asignado el valor de 1.
- *Contraseña:* Contiene la contraseña que validará el ingreso a la aplicación. Cualquier texto con caracteres alfanuméricos es permitido. Para desactivar la opción de Autenticación se debe ingresar el caracter “*” en este campo.

6.4.8. Acceso Software Remoto Sistema CCTV

Para acceder al software remoto del sistema CCTV, se utiliza la librería java: *Native Swing*, la misma que permite crear un navegador web a partir de una interfaz gráfica de Java y a través de esta acceder a todos los controles propios del sitio web que se haya especificado. [26]

En el proyecto INSTEON, la clase *CCTV_open.java*, es la responsable de enlazar la aplicación propietaria al software remoto de las cámaras. Para ello es necesario especificar la dirección URL del servidor de video, como se muestra a continuación:

```
webBrowser.navigate("http://172.16.28.104:1040");
```

Cabe mencionar que si el sistema CCTV requiere autenticación, al iniciar el enlace se solicitará el ingreso de estos parámetros para establecer la conexión exitosamente.

6.5. COMPILACION Y EJECUCIÓN SOFTWARE

6.5.1. Creación Archivo Ejecutable (.exe)

Cuando se trabaja bajo el sistema operativo Windows en cualquiera de sus versiones, es común encontrar programas ejecutables con extensión *.exe*. De ahí que, para mantener este estándar, se requiere utilizar el programa JSmooth versión 0.9.9-7, de licencia libre,

que permite construir archivos ejecutables de Windows (.exe) con toda la información necesaria para ejecutar una aplicación desarrollada en la plataforma Java.

Adicionalmente este programa ofrece características de detección y control para algunos problemas de desarrollo, como la verificación del estado del JRE³⁰ (*java runtime environment*), soluciones en caso de que el computador no disponga del paquete para ejecutar las aplicaciones Java o comprobación de requerimientos mínimos de memoria.

A continuación se detallan los pasos a seguir para la construcción de archivos ejecutables .exe a partir de un proyecto Java [27]:

- a) Ejecución del programa JSmooth versión 0.9.9-7.
- b) *Selección del Esqueleto*: En la Figura. 6.25 se muestra la ventana desde donde se configura el comportamiento que tendrá la aplicación una vez que se haya ejecutado; es decir, si trabajará en modo consola o si mostrará su propia interfaz gráfica.

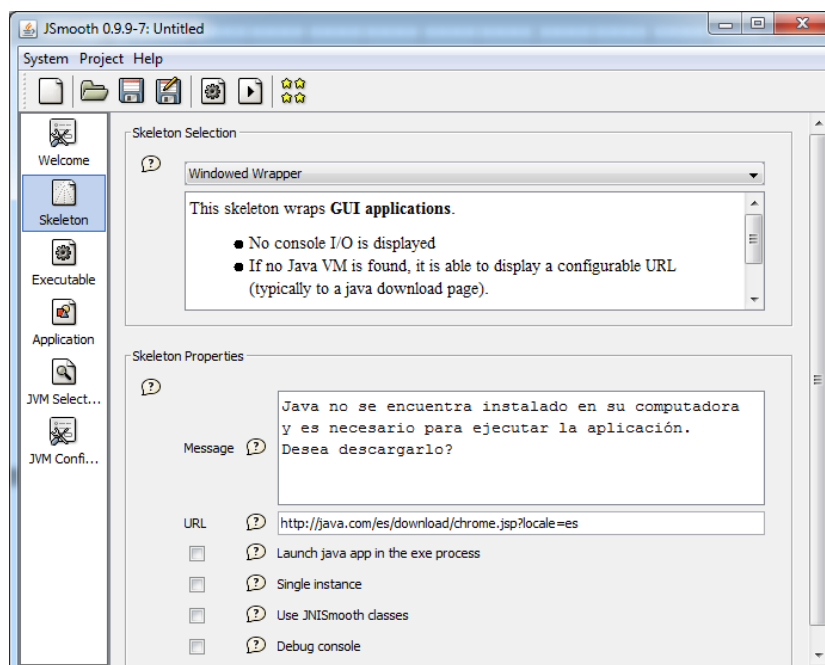


Figura. 6.25. JSmooth - Selección de Esqueleto

³⁰ JRE: (java runtime environment) contiene la máquina virtual de java para ejecutar aplicaciones y otros archivos de soporte, como librerías. No contiene herramientas de desarrollo y compilación.

Dado que este proyecto está desarrollado sobre una aplicación gráfica se ha seleccionado la opción: *Windows Wrapper*. Adicionalmente se configuran las acciones a realizar en caso de que los paquetes Java, necesarios para ejecutar la aplicación, no se encuentren instalados en el sistema.

c) *Configuración de Ejecutable*: En esta pantalla (Figura. 6.26) se configuran los parámetros del archivo ejecutable en Windows tales como: nombre, ícono y directorio. El nombre de la aplicación será *Insteon Gimpromed.exe*, mientras que el logo seleccionado identificará claramente al sistema INSTEON.

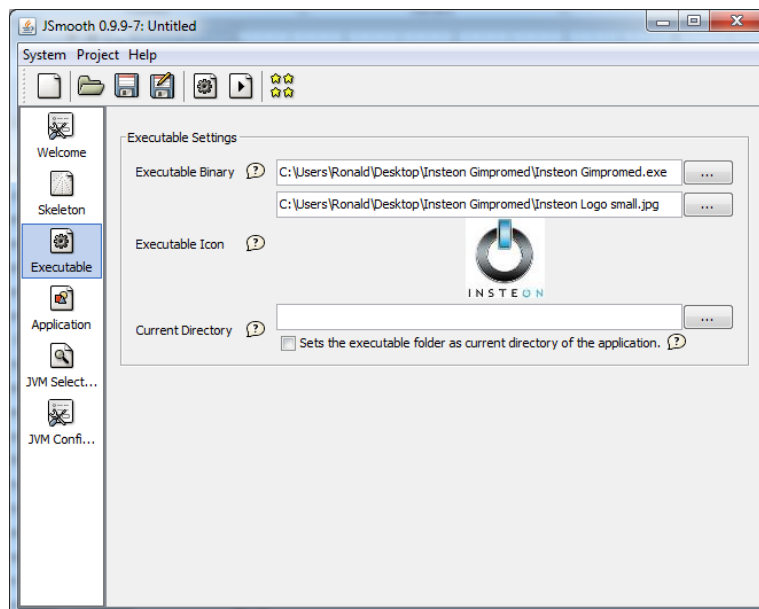


Figura. 6.26. JSmooth - Configuración parámetros ejecutable

d) *Configuración de Aplicación*: En este paso se seleccionan los parámetros propios de la aplicación Java: el paquete ejecutable *.jar*, la clase principal desde donde se iniciará el programa y las librerías necesarias para ejecutar la aplicación. Cabe recalcar que el directorio donde estarán almacenadas estas librerías es: *C:/Insteon Libraries*. En la Figura. 6.27 se muestran los parámetros seleccionados y exportados para este proyecto.

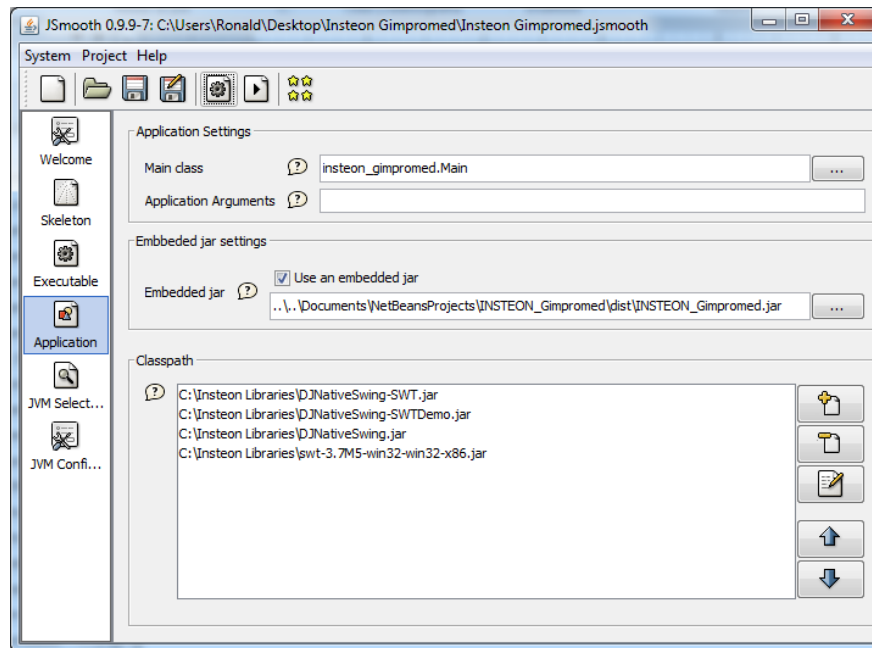


Figura. 6.27. JSmooth - Configuración Aplicación

- e) Una vez configurados todos los parámetros requeridos para la creación del archivo *.exe* se procede a compilar la aplicación, como se ilustra en la Figura. 6.28. Terminado este proceso, el archivo ejecutable *Insteon Gimpromed .exe* se almacenará en el directorio seleccionado como se ilustra en Figura. 6.29.

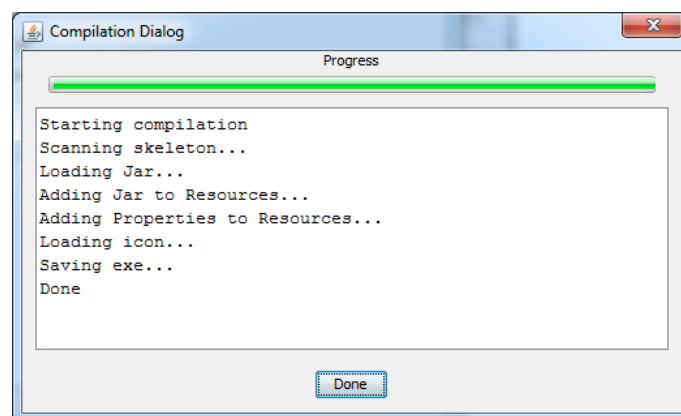


Figura. 6.28. JSmooth - Compilación Archivo Ejecutable .exe

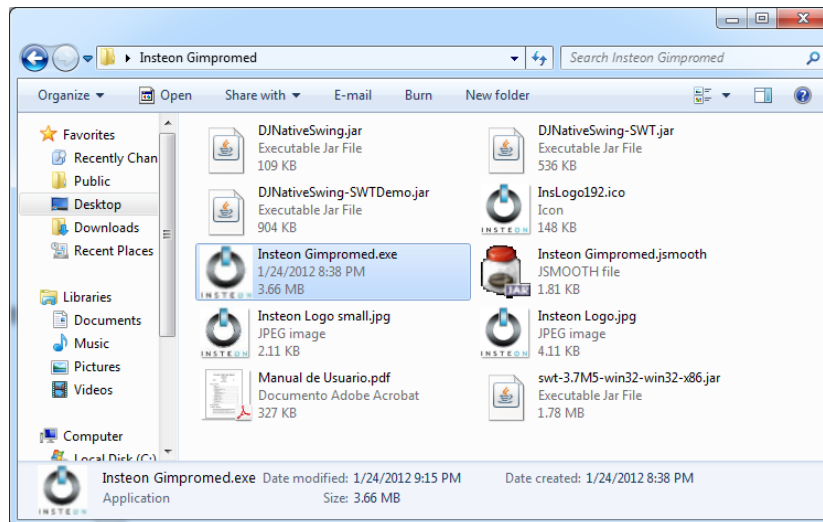


Figura. 6.29. Archivo Ejecutable Insteon Gimpromed.exe

De esta manera queda implementada la aplicación propietaria que permitirá controlar y monitorizar los Sistemas de iluminación, de aire acondicionado y circuito cerrado de televisión CCTV en una solución integrada y centralizada. La creación del paquete de instalación se detalla en el siguiente subcapítulo.

6.5.2. Paquete Instalador

El paquete de instalación Windows Installer se creará utilizando las herramientas proporcionadas por el entorno de desarrollo Visual Studio 2010. Este proyecto almacenará todos los archivos en los directorios apropiados, creará los accesos directos tanto en el escritorio como en el Menú Inicio y guiará al usuario paso a paso en el proceso de instalación, permitiendo así que la aplicación propietaria se instale correctamente y que al ejecutarla no existan errores [28].

De igual manera este proyecto permitirá generar el archivo de desinstalación, el mismo que eliminará completamente la aplicación, incluyendo carpetas y archivos, en caso de que el usuario así lo requiera.

Una vez que se accede al entorno Visual Studio, se debe iniciar un nuevo proyecto de instalación, como se muestra en la Figura. 6.30. El asistente permitirá configurar ciertos

parámetros del proyecto; sin embargo, para adecuar el proyecto a las necesidades de la aplicación se configurarán otras propiedades que se detallan más adelante.

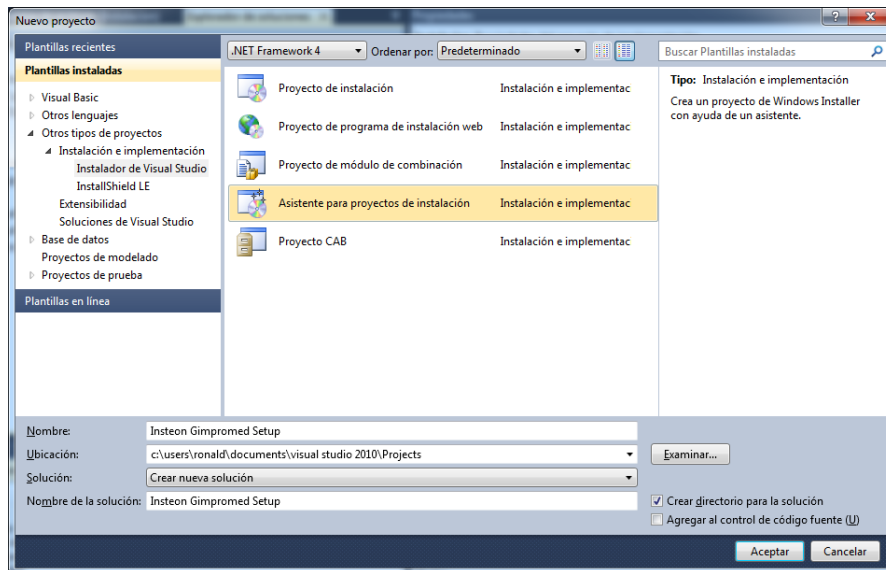


Figura. 6.30. Creación Nuevo Proyecto Instalación

Las carpetas que formarán parte del proyecto se muestran en la Figura. 6.31. Cada una contiene los archivos de la aplicación que se instalarán en diferentes directorios del sistema dependiendo la acción a ejecutar.

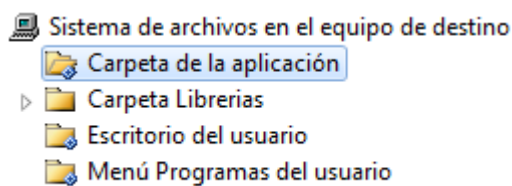


Figura. 6.31. Carpetas Paquete Instalación

En la Tabla. 6.17 se detallan los archivos y directorios de cada carpeta. La carpeta de la aplicación contiene el ejecutable del programa y el manual de usuario, mientras que los accesos directos se instalarán en el escritorio y Menú programas. Adicionalmente existe otra carpeta que almacenará todas las librerías extras utilizadas por el software propietario.

Carpeta Proyecto Instalación	Directorio Sistema Destino	Subcarpetas y Archivos
Carpeta de Aplicación	[ProgramFilesFolder]\ [ProductName]	Manual de Usuario.pdf Manual de Usuario Cámaras.pdf Insteon Gimpromed.exe InsLogo192.ico
Carpeta de Librería	C:\	Insteon Libraries - swt-3.7M5-win32-win32-x86.jar - DJNativeSwing.jar - DJNativeSwing-SWTDemo.jar - DJNativeSwing-SWT.jar
Escritorio del Usuario	DesktopFolder	Insteon Gimpromed (Acceso Directo)
Menú Programas	ProgramMenuFolder	Insteon Gimpromed -Manual de Usuario.pdf - Manual de Usuario Cámaras.pdf -Insteon Gimpromed (Acceso Directo)

Tabla. 6.17. Sistema de Archivos - Proyecto Instalación

Una vez que se hayan añadido los archivos se procede a compilar el proyecto y a generar el archivo Windows Installer con extensión *.msi* (ver Figura. 6.32). Este paquete contiene el programa propietario y a través de su archivo ejecutable guiará al usuario en el proceso de instalación. Para distribuir la aplicación e instalarla en diferentes computadores, solo se requiere disponer de este paquete.

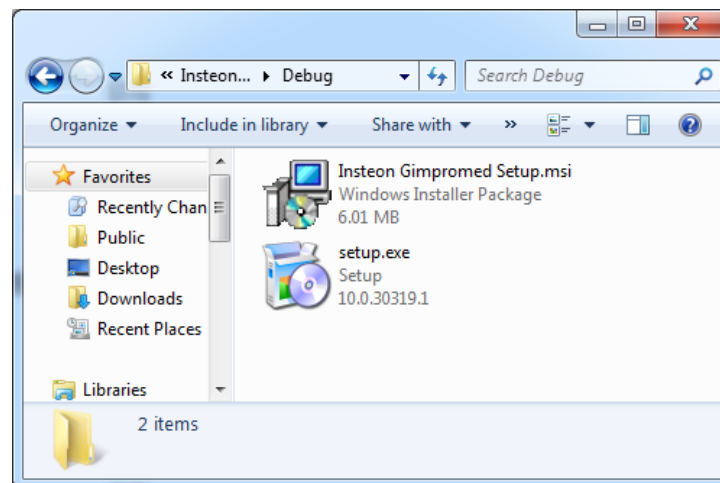


Figura. 6.32. Archivos Instalación

6.5.3. Instalación del Software Insteon Gimpromed

Para realizar la instalación del Software Propietario *Insteon Gimpromed*, se requiere ejecutar el archivo *setup.exe*, el mismo que abrirá un Asistente de Instalación para guiar al usuario en este proceso. En la Figura. 6.33 se muestran las ventanas de este Asistente desde donde se selecciona el directorio de la aplicación en el equipo, se muestra el progreso de instalación y se informa al usuario si este proceso se ha cumplido exitosamente.

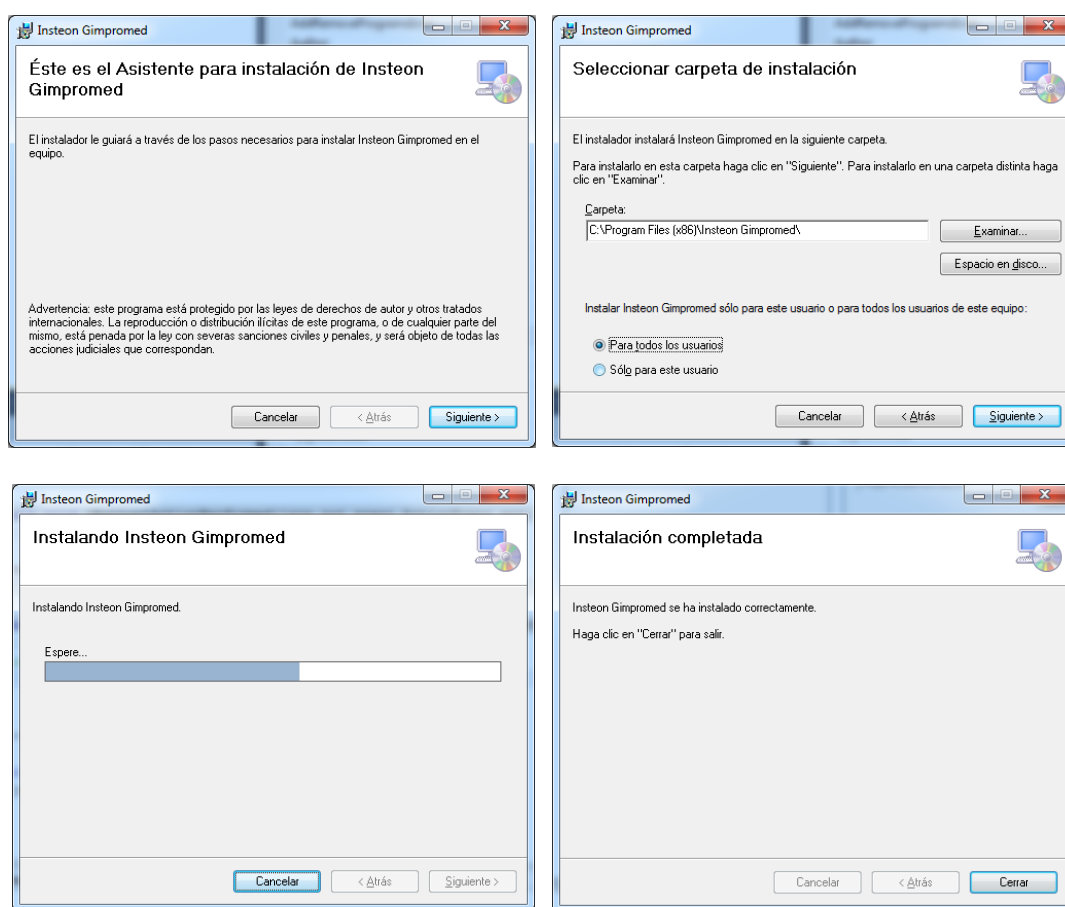


Figura. 6.33. Asistente Instalación Insteon Gimpromed

Finalmente una vez completada la instalación del software, se puede acceder a la aplicación desde el acceso directo ubicado en el Escritorio, como se muestra en la Figura. 6.34, el mismo que será identificado claramente por el ícono que representa a la red INSTEON o caso contrario se accederá a través del Menú de Programas.



Figura. 6.34. Acceso Directo en Escritorio - Insteon Gimpromed

Cabe mencionar que desde la carpeta de la aplicación ubicada en el Menú de Programas, también se puede acceder a los Manuales de Usuario para al manejo del Software propietario Insteon Gimpromed y del software que controla el sistema CCTV.

6.6. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

Una vez configurada toda la red INSTEON e instalado el software Insteon Gimpromed, se procede a realizar las pruebas necesarias para constatar el correcto funcionamiento del sistema.

En las primeras pruebas se verifica el accionamiento de las luminarias desde los interruptores de pared (ver Figura. 6.35), de esta manera se comprueba que los enlaces entre los dispositivos In-LineLinc y KeypadLinc, se hayan realizado correctamente.



Figura. 6.35. Prueba Funcionamiento – Enlace Dispositivos INSTEON

Luego se procede a activar las luminarias de cada área desde la aplicación propietaria, como se ilustra en la Figura. 6.36. Se verifica la activación de las luminarias y el cambio de estado en la interfaz gráfica desarrollada. Así mismo se efectúan activaciones locales en los dispositivos INSTEON y se comprueba que el estado mostrado en el software se actualice luego de un tiempo máximo de 2 minutos desde la última actualización.

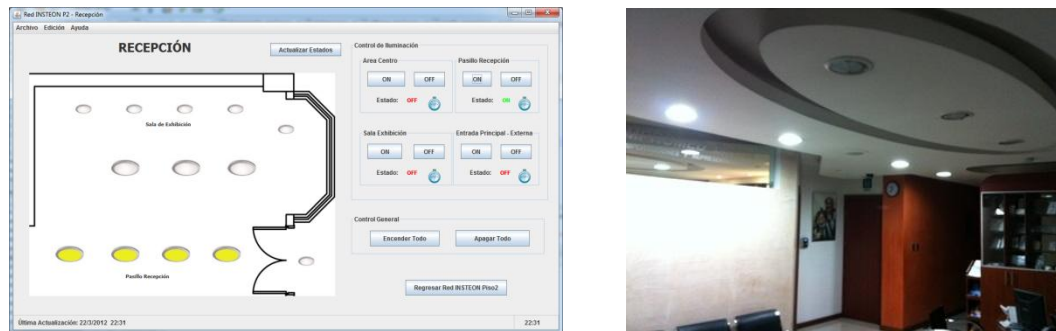


Figura. 6.36. Prueba Funcionamiento – Control de Iluminación Software Propietario

En cuanto al sistema de aire acondicionado, se requiere comprobar que el dispositivo IRLinc haya aprendido y almacenado correctamente los comandos para el control de este sistema. Una vez seleccionada la temperatura a la que se requiere que funcione el equipo y después de haber activado el mismo en el software, se constata físicamente que el sistema se encuentre funcionando a los parámetros establecidos (ver Figura. 6.37).



Figura. 6.37. Prueba Funcionamiento – Control Aire Acondicion. Software Propietario

Adicionalmente se comprueba el enlace del software Insteon Gimpromed, con el software propio del sistema CCTV implementado. Una vez ingresados los parámetros de autenticación requeridos se verifica el correcto funcionamiento del servidor de video, visualizando el video de cada cámara instalada, como se muestra en la Figura. 6.38.



Figura. 6.38. Prueba Funcionamiento – Acceso Sistema CCTV Software Propietario

También se han realizado pruebas para verificar cada una de las herramientas que ofrece la aplicación propietaria, con el fin de garantizar la puesta en marcha del sistema instalado.

6.6.1. Resultados

La implementación del Sistema INSTEON y la optimización del sistema CCTV han sido desarrollados satisfactoriamente, cumpliendo a cabalidad con todas las exigencias demandadas por el cliente; de esta manera, se entrega un sistema diseñado a la medida, estable, confiable y con un funcionamiento garantizado. Entre los resultados obtenidos luego de la implementación del presente proyecto se detallan los siguientes:

- Control Local en el encendido de luminarias a través de los interruptores de pared instalados.
- Control Remoto del Sistema de Iluminación y del Sistema de Aire Acondicionado desde cualquier ordenador que se encuentre dentro del dominio local.

- Temporización para el encendido y apagado de luces y equipo de aire acondicionado.
- Software Propietario y Centralizado que permite acceso a la Red INSTEON y al Sistema CCTV.
- Acceso Remoto a la red INSTEON desde una red externa.
- Manual de Usuario para el Software Propietario Insteon Gimpromed.
- Ahorro Energético.
- Sistema CCTV Híbrido que soporta cámaras analógicas e IP.
- Optimización de recursos para la instalación del nuevo sistema CCTV: cámaras, cableado, monitor, etc.
- Cámaras IP con mejor resolución, alcance y nitidez.
- Niveles de usuario y configuración de privilegios.
- Monitorización y acceso remoto al sistema CCTV

6.6.1.1. Ahorro Energético

Uno de los resultados de la implementación del presente proyecto, es la reducción del consumo energético en el Edificio Gimpromed. La instalación de los módulos INSTEON para el control de iluminación y el equipo de aire acondicionado, ha permitido normalizar el horario de apagado a través de la configuración de temporizadores tanto de las luminarias como del equipo de climatización. De esta manera, el problema ocasionado por dejar las luminarias encendidas hasta altas horas de la noche ha sido solucionado completamente.

Para verificar el ahorro generado se ha realizado un análisis del consumo energético desde el mes de Agosto 2011 hasta el mes de Febrero 2012. Como se puede constatar en la Tabla. 6.18, una vez que se implementó la red INSTEON en las oficinas centrales (suministro trifásico 1 y 2 piso) en el mes de Diciembre 2011, el consumo de energía en esta área se redujo considerablemente en comparación a la energía consumida en meses anteriores (Promedio Agosto – Noviembre 2011). De igual manera, este efecto se ve reflejado en los otros suministros eléctricos correspondientes a los pisos 3 y 4 respectivamente una vez que se procedió a la instalación de los dispositivos del sistema automatizado.

Consumo Eléctrico [kWh] Suministro Eléctrico	Promedio Agosto - Noviembre 2011	Diciembre 2011	Enero 2012	Febrero 2012
Trifásico 1er y 2do Piso	2511	2094	2115	2077
Bifásico 3er Piso	125	122	117	107
Bifásico 4to Piso	120	140	121	106
Total	2756	2356	2353	2290

Tabla. 6.18. Resumen Consumo Eléctrico GIMPROMED

En la Figura. 6.39 se ilustra un diagrama de barras para representar las diferencias de consumo energético total en los meses de Agosto 2011 hasta Febrero 2012. Claramente se puede apreciar la reducción de kWh utilizados luego de la instalación del Sistema INSTEON.

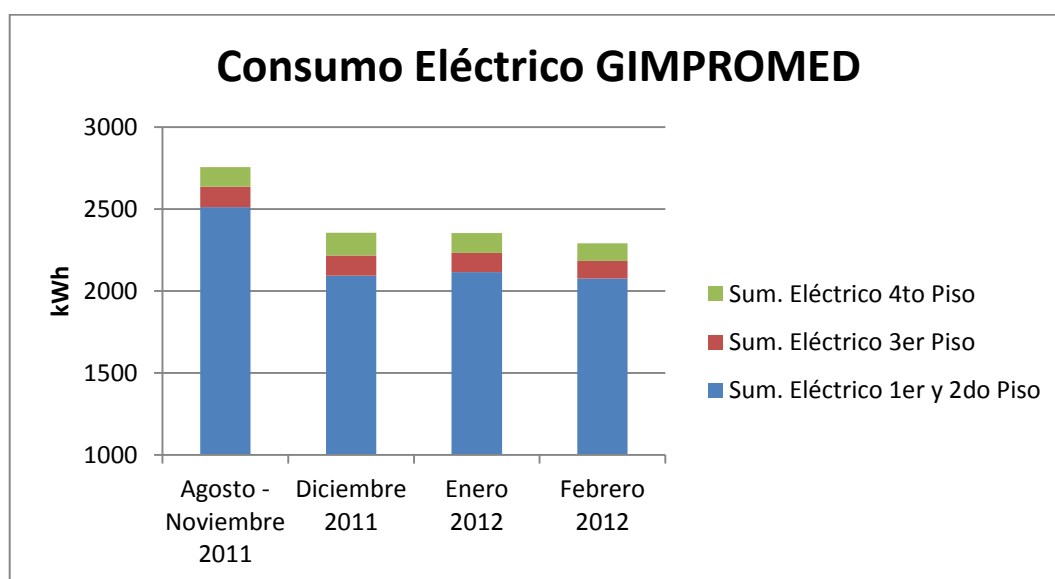


Figura. 6.39. Consumo Eléctrico Edificio GIMPROMED

El ahorro energético también se ve reflejado en la facturación por parte de la Empresa Eléctrica como se puede constatar en la Tabla. 6.19. Cabe mencionar que la tarifa por kWh es distinta para los suministros eléctricos dado que el consumo de energía es mayor en las oficinas centrales y bodega principal.

	Tarifa kWh	Agosto - Noviembre 2011	Diciembre 2011	Enero 2012	Febrero 2012
Suministro Eléctrico 1er y 2do Piso	\$ 0.08	\$ 200.88	\$ 167.52	\$ 169.2	\$ 166.16
Suministro Eléctrico 3er Piso	\$ 0.07	\$ 8.75	\$ 8.54	\$ 8.19	\$ 7.49
Suministro Eléctrico 4to Piso	\$ 0.07	\$ 8.4	\$ 9.8	\$ 8.47	\$ 7.42
Total		\$ 218.03	\$ 185.86	\$ 185.86	\$ 181.07

Tabla. 6.19. Resumen Facturación Consumo Eléctrico GIMPROMED

La Tabla. 6.20 muestra un análisis resumido del consumo eléctrico y la facturación recibida de cada suministro antes de la implementación del Sistema automatizado y después de la instalación de los dispositivos INSTEON. Así mismo se detalla el ahorro generado que asciende a 469 kWh en el periodo de un mes, lo que significa un ahorro de \$37.17 equivalente a un 17% en relación a lo que se pagaba anteriormente.

	Sin Sistema INSTEON		Con Sistema INSTEON		Ahorro	
	Consumo [kWh]	Facturación	Consumo [kWh]	Facturación	Consumo [kWh]	Facturación
Suministro Eléctrico 1er y 2do Piso	2511	\$ 200.88	2077	\$ 166.16	434	\$ 34.72
Suministro Eléctrico 3er Piso	121	\$ 8.47	107	\$ 7.49	14	\$ 0.98
Suministro Eléctrico 4to Piso	127	\$ 8.89	106	\$ 7.42	21	\$ 1.47
Total	2759	\$ 218.24	2290	\$ 181.07	469	\$ 37.17

Tabla. 6.20. Análisis Comparativo Consumo Eléctrico GIMPROMED

El ahorro energético no solo se ve reflejado en la disminución de facturación de la planilla energética, sino también es de gran interés en aspectos relacionados al cuidado y protección del medio ambiente.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Los sistemas domóticos que utilizan como medio de transmisión el cableado eléctrico ya existente en una edificación ofrecen mayor flexibilidad ya que es posible expandir el sistema e incrementar el número de nodos sin la necesidad de efectuar trabajos adicionales que afecten la estética del inmueble.
- INSTEON es una tecnología domótica basada en el protocolo X10 que contrarresta sus problemas y limitaciones, añadiendo nuevas funcionalidades para incrementar la confiabilidad y robustez del sistema. Es así que esta tecnología utiliza una infraestructura de red de banda dual con dos medios de transmisión: línea eléctrica y radiofrecuencia RF a través de una topología tipo malla.
- Esta tecnología mantiene costos reducidos en comparación a otras soluciones, considerando que sus dispositivos no trabajan con algoritmos de enrutamiento complejos, utilizan un medio de transmisión ya existente y no necesita de un controlador especial en la red para el manejo y sincronización de todo el sistema.
- La red tipo malla-banda dual de INSTEON utiliza las fortalezas de un medio transmisión para contrarrestar las debilidades del otro, y así garantizar una comunicación confiable y fidedigna entre los dispositivos de la red. Adicionalmente el mecanismo simultáneo de propagación, característico de esta tecnología, permite que todos dispositivos presentes en el sistema repitan el mensaje para robustecer la señal y asegurar que llegue a su destino final.

- Si bien es cierto, INSTEON no ha desarrollado un dispositivo que permita acoplar las fases de un sistema trifásico; solo existen módulos de acoplamiento para dos fases. Sin embargo, como solución a esta limitación, se ha instalado controladores centrales SmartLinc por cada fase que se desea controlar, sin que exista interferencia entre subsistemas.
- La optimización del circuito cerrado de televisión, ha permitido implementar un sistema de seguridad eficiente y flexible que contrarresta los problemas actuales, utilizando la mayor parte de recursos disponibles (cámaras, cableado, monitor, etc.), integrando cámaras analógicas e IP en una misma solución y adaptándose a las nuevas tendencias tecnológicas y de mercado.
- El nuevo sistema CCTV híbrido ofrece características para monitorización remota, permitiendo que un usuario con la autorización respectiva pueda acceder al sistema para visualizar las cámaras desde un entorno fuera del dominio local, ya sea utilizando el software remoto o un navegador web, siempre y cuando se haya descargado el plug-in requerido.
- La utilización de los dispositivos PoE inyector TL-PoE150S de la marca TP-Link, permitieron transmitir datos y señal eléctrica a través del cable UTP Cat 5e, tecnología soportada por las cámaras IP instaladas; de esta manera, se evitó realizar conexiones temporales para el suministro de energía a las cámaras y así reducir los puntos de falla que puedan ocasionar problemas en el funcionamiento del dispositivo.
- El desarrollo de una aplicación propietaria para el control de un sistema de automatización es la solución más efectiva ya que el diseño del software se realiza en base a las necesidades del usuario y al alcance del proyecto. De esta manera se obtiene una aplicación interactiva con herramientas personalizadas, controles y elementos de visualización fácilmente identificables.
- El software Insteon Gimpromed integra los sistemas de iluminación, de aire acondicionado y circuito cerrado de televisión en una solución centralizada, permitiendo que el usuario pueda monitorizar y controlar estos sistemas desde una

misma aplicación, desarrollada bajo el sistema operativo Windows, cuya interfaz es de fácil manejo, de gran aceptación y posicionamiento en el mercado.

7.2. RECOMENDACIONES

- En un sistema INSTEON es recomendable instalar la mayor cantidad de módulos posibles, para robustecer la red; ya que mientras más dispositivos existan, se dispondrá de nuevas rutas para la transmisión de mensajes, mejorando la comunicación y asegurado el mensaje no sea eliminado y llegue a su destinatario final.
- En caso de que el sistema INSTEON presente fallas en la comunicación; es decir, que los comandos enviados no lleguen al dispositivo final, se recomienda utilizar un dispositivo filtro que ayuda a eliminar las interferencias (ruido de 60 Hz) y evitar que las señales INSTEON sean absorbidas por las fuentes de los equipos eléctricos.
- En un sistema trifásico, antes de instalar el controlador central SmartLinc es importante verificar que todos los circuitos o grupos de cargas a controlar se encuentren en la misma fase de la red eléctrica con el fin de que el controlador puede enviar sin ningún inconveniente los comandos requeridos.
- Comprobar la carga consumida por del grupo de luminarias y las características de las lámparas para seleccionar el módulo INSTEON apropiado y determinar si es necesario la utilización de un relé; de esta manera no se sobrecargará el dispositivo y se evitará que existan fallas de operación.
- Dado que la tecnología INSTEON transmite sobre la línea eléctrica, es necesario disponer del cable de neutro en cada punto donde se instalen los módulos del sistema. Por lo general en los interruptores no se cuenta con una conexión a neutro, solo existe el cable de fase y retorno de carga, por lo tanto es importante considerar esta recomendación antes de la instalación.

- Al configurar el acceso remoto para el sistema CCTV o de iluminación INSTEON, es importante configurar los puertos de reenvío para las cámaras, dispositivos o software central; de esta manera, al acceder a un servicio web en el dominio ww.gimpromed.com, desde una red externa, se re direccionará a la aplicación o dispositivo especificado.
- Si se requiere iniciar una segunda fase del proyecto para implementar el Sistema INSTEON en el piso 1 y exteriores del edificio Gimpromed, se recomienda revisar el análisis del sistema eléctrico y distribución de cargas realizado en el presente documento, para seleccionar los grupos de carga que se necesite controlar y los módulos INSTEON adecuados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Saavedra, Rubén**, *Automatización de Viviendas y Edificios*, ed. Ediciones Ceac, Barcelona España, 2009.
- [2] **Casa Domo**. [Citado: 29 de Septiembre de 2011]; <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14,>.
- [3] **Municipio de Quito**. [Citado: 30 de Septiembre de 2011]; http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/inec_entrego_resultados_del_censo_2010_al_municipio_de_quito--4406.
- [4] **Mintel**, *Reporte Anual de Estadísticas Sobre Tecnologías de Información y Comunicaciones TIC's*, 2010.
- [5] **Revista Líderes**. *Tecnología el hogar ecuatoriano consume más*. [Citado: 29 de Septiembre de 2011]; <http://www.revistalideres.ec/2011-04-18/Informe.aspx>.
- [6] **Axis Communication**. *La evolución de los sistemas de vigilancia por vídeo*. [Citado: 3 de Octubre de 2011]; http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/evolution.htm.
- [7] **Derbee, Paul**, *INSTEON The Details*, Smarthome Technology, 2005.
- [8] **TextosCientíficos.com**. *Señales de transmisión analógicas y señales de datos digitales*. [Citado: 14 de Octubre de 2011]; <http://www.textoscientificos.com/redes/modulacion/analogica-digital>.
- [9] **Darbee, Paul**, *INSTEON Command Tables*, SmartLabs Technology, Irvine CA, 2006.
- [10] **Darbee, Paul**, *INSTEON Compared*, SmartLabs Technology, 2006.
- [11] **SmartHome**. *SwitchLinc Relay*. [Citado: 5 de Noviembre de 2011]; <http://www.smarthome.com/2476S/SwitchLinc-Relay-INSTEON-Remote-Control-On-Off-Switch-Non-Dimming-White/p.aspx>.
- [12] **SmartLabs, Inc.**, *SwitchLinc Relay User's Guide*, Irvine, CA, 2006.

- [13] **SmartHome**. *KeypadLinc Relay*. [Citado: 5 de Noviembre de 2011]; <http://www.smarthome.com/2486SWH6/KeypadLinc-Relay-INSTEON-6-Button-Scene-Control-Keypad-with-On-Off-Switch-Non-Dimming-White/p.aspx>
- [14] **SmartHome**. *In-LineLinc Relay*. [Citado: 5 de Noviembre de 2011]; <http://www.smarthome.com/2475S2/INSTEON-In-LineLinc-On-Off-Module-Non-dimming-w-Sense/p.aspx>.
- [15] **SmartHome**. *IRLinc Transmitter* [Citado: 6 de Noviembre de 2011]; <http://www.smarthome.com/2411T/IRLinc-INSTEON-IR-Transmitter/p.aspx>.
- [16] **SmartHome**. *SmartLinc*. [Citado: 6 de Noviembre de 2011]; <http://www.smarthome.com/2412N/SmartLinc-INSTEON-Central-Controller/p.aspx>.
- [17] **AVerMedia Information, Inc.**, *Datasheet NV5000 Hybrid Caputer Card*.
- [18] **Vivotek**, *User's Manual Network Camera IP 8332*.
- [19] **Trendnet**, *Datasheet Internet Camera TV-IP252P*, 2009.
- [20] **SmartHome Wiki**. *2476S Manual*. 2005 [Citado: 19 de Noviembre de 2011]; http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2476S_Manual_%28Rev_5.5%29.
- [21] **SmartLabs, Inc.**, *IRLinc Transmitter Owner's Manual* Irvine, CA 2011.
- [22] **SmartHome Wiki**. *2486S Manual*. 2005 [Citado: 19 de Noviembre de 2011]; http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2486S_Manual.
- [23] **SmartHome Wiki**. *IRLinc Transmitter IR Compatibility*. 2005 [Citado: 20 de Noviembre de 2011]; http://wiki.smarthome.com/index.php?title=IRLinc_Transmitter_IR_Compatibility.
- [24] **SmartHome Wiki**. *2412 Manual*. 2005 [Citado: 20 de Noviembre de 2011]; http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2412_Manual_rev_2.0.
- [25] **Scott Newman**. *The Insteon SmartLinc 2414N HTTP API for Insteon Devices*. 2011 [Citado: 20 de Diciembre de 2011]; <http://www.leftovercode.info/smartlinc.html>.
- [26] **Christopher Deckers**. *The DJ Project - Native Swing*. [Citado: 3 de Enero de 2012]; <http://djproject.sourceforge.net/ns/>.
- [27] **Reyes, Rodrigo**, *JSmooth 0.9.9-7 User Manual*, 2007.

- [28] **Kubben.** *Visual Studio Windows Application Setup Project.* [Citado: 10 de Enero de 2012]; <http://www.codeproject.com/Articles/12548/Visual-Studio-Windows-Application-Setup-Project>.
- [29] **Junestrand, Stefan, Passaret, Javier, y Vasquez, Daniel,** *Domótica y Hogar Inteligente*, ed. Thomson Ediciones, Madrid, 2005.
- [30] **Harwood, Emily,** *Digital CCTV a Security Professional's Guide*, ed. Elsevier Academic Press, London, 2008.
- [31] **Axis Communcation,** *Converting an Analog CCTV System to IP-Surveillance*, 2002.
- [32] **Velásquez, Marco,** *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.* Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control Sangolquí, 2011.
- [33] **SmartHome Wiki.** *2475S2 Manual.* 2005 [Citado: 19 de Noviembre de 2011]; http://wiki.smarthome.com/index.php?title=2475S2_Manual.
- [34] **Punk Labs.** *Converticon.* [Citado: 11 de Enero de 2012]; <http://converticon.com/>.
- [35] **AVerMedia Information, Inc.,** *User Manual NV Card Series*, 2010.

HOJA DE ENTREGA

El presente proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica, y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____ de 2012

Sr. Ronald Marcelo Moreno Tomalá
AUTOR

Ing. Víctor Proaño
COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL