

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**  
**Departamento de Ingeniería Industrial**

**SISTEMA ELECTRÓNICO APLICADO A DOMÓTICA**



**TESIS**

**Que para obtener el título de:  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**Presenta:  
JUDAS AMAVIZCA RAMÍREZ**

**Hermosillo, Sonora**

**enero de 2012**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess





UNIVERSIDAD DE SONORA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Hermosillo, Sonora, a 19 de ENERO del 20 12

Ramón A. Luque Morales  
Coor. del Programa de Ing. Mecatrónica  
Presente.-

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el examen profesional del alumno JUDAS AMAVICCA RAMIREZ con expediente No. 207700696 el cual será el día 23 ENERO en el aula SALA LOZANO TAYLOR a las 18 HORAS.

RELACION DE JURADOS:

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>RAFAEL CASTILLO ORTEGA</u>	<u>Rafael Castillo Ortega</u>
SECRETARIO	<u>Jorge Franco Romero Aguilar</u>	<u>Jorge Franco Romero Aguilar</u>
VOCAL:	<u>Ricardo A. Rodriguez C.</u>	<u>Ricardo A. Rodriguez C.</u>
SUPLENTE:	<u>Ramón A. Luque M.</u>	<u>Ramón A. Luque M.</u>

ATENTA MENTE

MIEMBROS DEL JURADO

Formato 4

# ÍNDICE

	Página
Resumen.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.6 ALCANCES Y DELIMITACIONES.....	3
<b>CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1 DOMÓTICA Y SUS APLICACIONES.....	4
2.1.1 ¿Que es la domótica?.....	4
2.1.2 Tipos de viviendas y edificios inteligentes.....	5
2.1.3 los dispositivos utilizados en domótica.....	7
2.1.4 Características de las redes domésticas.....	11
2.1.5 La arquitectura.....	12
2.1.6 Las aplicaciones.....	14
2.1.7 Control de dispositivos.....	17
2.1.8 El control de la iluminación.....	17
2.1.9 Climatización.....	19
2.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES.....	21
2.2.1 ¿Que es un PLC?.....	21
2.2.2 Campos de aplicación.....	22
2.2.3 Modo de funcionamiento.....	23
2.3 CONTROL DE UN SISTEMA DOMÓTICO CON UN PLC VIRTUAL.....	23
2.3.1 ¿Que es un PLC virtual con Python?.....	23
2.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON COMO SOLUCIÓN DE CONTROL.....	24

2.4.1 ¿Que es el lenguaje de programación Python?.....	24
2.4.2 Características de Python .....	25
2.5 REDES DE COMUNICACIÓN PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS DOMOTICOS.....	25
2.5.1 Sistemas domóticos .....	25
2.5.2 Protocolos de comunicación. ....	27
<b>CAPITULO 3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.....	31
3.2 ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA APLICACIÓN DE DOMÓTICA. ....	32
3.2.1 Iluminación.....	32
3.2.2 Climatización.....	43
3.2.3 Control de descargas de agua en sanitarios .....	44
3.2.4 Control de riego.....	49
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO.....	50
3.3.1 Características por su topología.....	50
3.3.2 Características por su arquitectura.....	51
3.3.3 Características del sistema de control.....	51
<b>CAPITULO 4 RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
4.1 APLICACIÓN DE DOMÓTICA EN UN EDIFICIO.....	61
4.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS EN EL EDIFICIO .....	61
4.3 CABLEADO DE TODOS LOS DISPOSITIVOS.....	64
4.4 SISTEMA COMPLETO.....	65
<b>5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.	Aspectos que integran la Domótica. ....	4
2	Representación de los sistemas y servicios que integran un Edificio Inteligente. ....	7
3.	Ejemplo de dispositivos utilizados en Domótica. ....	11
4.	Topologías básicas. ....	12
5.	Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada ....	12
6.	Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada ....	13
7.	Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida ....	13
8.	de Arquitectura de Sistema Domótica Híbrida/Mixta.....	14
9.	Aplicaciones tecnológicas utilizadas en Domótica ....	15
10.	Esquema de un control de iluminación ....	18
11.	Esquema de un control de climatización. ....	20
12.	Equipo experimental del PLC Virtual. ....	24
13.	Edificio 5K. ....	31
14.	Localización del edificio 5K ....	31
15.	Diagrama lógico de control para iluminación en aulas de las lámparas. ....	33
16.	Diagrama de conexión para activación de lámparas ....	34
17.	Diagrama de flujo del funcionamiento lógico de la iluminación en escaleras. ....	35
18.	Diagrama lógico en escalera del control de luces en escaleras ....	36
19.	Esquema grafico de conexión del hardware de la iluminación en pasillos. ....	37
20.	Diagrama de flujo que muestra el funcionamiento del subsistema de las lámparas de los pasillos ....	38
21.	Distribución de sensores en el área de oficinas ....	39
22.	Diagrama de flujo del control de lámparas en oficinas. ....	40
23.	Diagrama de control en escalera para control de iluminación en oficinas. ....	40
24	Diagrama lógico de control de iluminación en escaleras ....	41
25.	Diagrama en escalera del control de iluminación en sanitarios. ....	42
26.	Diagrama de escalera del control de iluminación en el laboratorio de manufactura. ....	42

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
27.	Diagrama de flujo del funcionamiento del encendido del aire acondicionado en aulas y laboratorio.....	43
28.	Esquema de conexión, de señal de salida del distribuidor al controlador de aire acondicionado.....	44
29.	Llave electrónica .....	45
30.	Fluxometro electronico para W.C .....	46
31.	Fluxómetro electrónico para mingitorio.....	47
32.	Secador de manos. ....	48
33.	Topología de conexión en estrella del diseño del sistema domótico del edificio. ....	50
34.	Representación del controlador. ....	52
35.	EasyPort USB .....	53
36.	Terminal atornillable D para cable Centronic. ....	54
37.	Diagrama de asignación de PIN en la terminal D .....	54
38.	Terminal Centronics D24 también conocido como puerto paralelo, conectado a una terminal atornillable D. ....	55
39.	Fuente de alimentación de 24V a 30A .....	55
40.	Representación de la caja de protección del sistema distribuidor de señales .....	56
41.	Representación grafica del sistema distribuidor de señales.....	56
42.	Relevador de activación de bobina de 24vcd .....	57
43.	Especificaciones técnicas Fuente: Grainger México .....	57
44.	Socket DIN para relevador de 8 pines. ....	57
45.	Representación de la distribución de los dispositivos de la segunda planta. ....	62
46.	Representación de la distribución de los dispositivos de la primera planta. ....	62
47.	Representación de la distribución de los dispositivos del área de sanitarios y laboratorio.....	63
48.	Representación grafica de las distribución de dispositivos en el área de oficinas.....	63
49.	Canaleta de PVC.....	64
50.	Sistema desarrollado para atender a las Normas de Cableado Estructurado .....	64
51.	Representación grafica de las distribución de los diferentes dispositivos que forman el sistema. ....	65
52.	Inicio de Sesión.....	67
53.	Página de control de la segunda planta del Edificio 5K parte 1.....	67
54.	Página de control de la primera planta del Edificio 5K parte 2.....	68
55.	Página de control de la planta baja del Edificio 5K parte 3.....	68



## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla	Descripción	Página
1.	Características técnicas de la llave electrónica. ....	46
2.	Especificaciones técnicas del fluxómetro electrónico para W. C. ....	47
3.	Especificaciones técnicas del fluxómetro electrónico para mingitorios. ....	48
4.	Especificaciones técnicas del secador de manos.....	49
5.	Actuadores.....	58
6.	Sensores .....	59
7.	Representación de los dispositivos utilizados en el diseño .....	61
8.	Allocation List del sistema con 3 EasyPort .....	66

Sistema Electrónico Aplicado a Domótica  
Enero 2012  
Judas Amavizca Ramírez

Director de Tesis: M.C. Rafael Castillo Ortega

Este documento muestra el desarrollo que se llevo a cabo para diseñar un sistema domótico aplicado a un edificio dentro de la Universidad de Sonora, para permitir a los usuarios un mejor control de los dispositivos de iluminación, ventilación, riego de áreas verdes y controlar los desperdicios de agua en sanitarios. A si como ahorrarse recursos energéticos y naturales con la implementación de este diseño.

Para desarrollar este proyecto nos apoyamos de diferentes técnicas y tecnologías que se describirán mas adelante, en los siguientes capítulos. Como el uso de controladores lógicos programables, las diferentes maneras de constituir una red de comunicación así como los métodos de control para administrar sistemas domóticos y los dispositivos aplicados a ello.

También explica la distribución de los dispositivos para implementar el sistema domótico en el edificio y los beneficios de este diseño.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis a mi familia, por acompañarme cada día de mi vida en mis aventuras y apoyarme en todo.

A mis padres, por todo lo que me han dado en esta vida, especialmente por sus consejos y por estar a mi lado siempre.

A mis hermanos Gabriel y Miguel, quienes me han acompañado muy de cerca en mi desarrollo personal y profesional.

A mi novia Patricia, por su paciente y apoyo.

A mis amigos, por ser como mis hermanos.

A mi compañero Iván Alejandro Chávez, por colaborar con ideas para este trabajo.

A todo lector de este trabajo, espero que le sea de interés y de gran ayuda.

## **Agradecimientos**

Primeramente a Dios, que me ha permitido llegar a este punto de mi vida y terminar con esta etapa de preparación profesional.

A mis padres Gabriel y Graciela, que siempre me han apoyado.

Al M.C. Rafael Castillo Ortega, mi director de tesis, por darme la oportunidad de participar en este proyecto.

A mi novia Patricia por apoyarme en todo momento.

A mis amigos.

A los revisores de esta tesis: M.C. Jorge Franco Romero Aguilar, por sus correcciones y consejos, al M.C. Ricardo Alberto Rodríguez Carvajal por ser Vocal y Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial, que apoyó en todo momento al desarrollo de esta tesis, al Ing. Ramón Luque Morales Coordinador de Programa de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, a la Dra. Milka del Carmen Acosta Enríquez por su asesoría en corrección gramatical.

A la Universidad de Sonora por permitirme ser búho.

A mis maestros por darme los conocimientos y la formación académica.

Muchas gracias.

# CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se da una breve introducción acerca de la investigación que se llevó a cabo para el Departamento de Ingeniería Industrial y los parámetros a los cuales se limitó.

## 1.1 ANTECEDENTES

Los primeros pasos en el área de automatización se iniciaron durante el siglo XIX con el desarrollo industrial, el cual permitía controlar y establecer secuencialmente los procesos productivos. Con el paso del tiempo y hasta la actualidad, los sistemas han sido perfeccionados hasta llegar al punto en donde las industrias basan gran parte de sus fases de producción en tareas automatizadas o temporizadas. La idea de una casa inteligente y plenamente automatizada tiene una historia sorprendentemente larga. Ya en 1893 la revista *Answers* imaginaba el futuro en forma de vivienda equipada con electricidad en todas sus estancias, luces eléctricas controladas desde la mesita de noche, puertas y ventanas mecánicas con accionamiento eléctrico. En 1959, los diseñadores de la *Miracle Kitchen*, expuesta en la *American National Exhibition* de Moscú, prometieron un futuro cercano en el que las tareas domésticas más molestas para el ama de casa estadounidense se completarían simplemente presionando un botón o dando palmas (Domínguez M. & Sáez F., 2006).

Huidobro J.M. y Millán R. (2004) Determinan que el origen de la Domótica se remonta a los años setenta, cuando en Estados Unidos aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la aún hoy exitosa tecnología X-10, desde 1970 se realizan estudios y análisis sobre el impacto que tiene la automatización en la sociedad y la rentabilidad de la aplicación de esta técnica en las actividades diarias, especialmente en el hogar. En México desde 1991 existe el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI) que es una agrupación de empresas y profesionales vinculados con el concepto de “Edificio Inteligente”, los cuales trabajan para difundir conceptos relacionados con la planeación, construcción, equipamiento y operación de edificios inteligentes, así como el uso adecuado de la tecnología.

En la Universidad de Sonora este proyecto tiene como antecedentes el trabajo de investigación que se realizó en conjunto con alumnos de la carrera de Ingeniería en Mecatronica e Ingeniería en Sistemas de la Información para desarrollar un PLC Virtual con Python, mismo que se expuso en el 8vo. Congreso Nacional de Mecatrónica, en Veracruz, Ver. Noviembre 26 y 27 de 2009. (Castillo, 2009), (Romero, 2009) El propósito principal era él dar a los alumnos una opción económica para realizar proyectos de prototipos de control para sus trabajos de tesis o proyectos personales que deseen desarrollar y que no cuenten con recursos económicos fuertes. Se creó una opción de control con un PLC virtual, mediante una PC de escritorio o una computadora portátil, conectarle puertos externos ya existentes o hacerlos de entradas y salidas controladas por el lenguaje de programación

Python. Con la inquietud de implementar este prototipo a gran escala se optó por la aplicación de éste control en un sistema domótico para un edificio.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

En la actualidad, el desarrollo constante de la tecnología, la información y la comunicación conlleva a la sociedad a cambiar su forma de interactuar con el medio ambiente que la rodea para mejorar su calidad de vida. A consecuencia de esto nuestro estilo de vida ha cambiado adaptándose a un entorno inteligente, una manera de aprovechar la tecnología existente es contando con viviendas y edificios inteligentes. El departamento de Ingeniería Industrial, acorde con la sustentabilidad y consciente del ahorro en la energía, requiere automatizar sus instalaciones. Con el fin de lograr la utilización óptima de los recursos de agua y electricidad, para obtener un ahorro considerable en el consumo de energía eléctrica y agua, y de esta manera mejorar la sustentabilidad de sus instalaciones. Por lo tanto, se propone un sistema automatizado para controlar la gestión de energía eléctrica en los sistemas de iluminación y refrigeración, así como administrar el uso de agua en sanitarios y áreas verdes.

## 1.3 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de ésta tesis es proponer un sistema de control de energía de un edificio, empleando un PLC Virtual como controlador del sistema domótico que permita manipular la iluminación, acondicionamiento de clima, control de agua en sanitarios y riego de las áreas verdes. Este sistema será implementado en el edificio 5K del departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora.

## 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- **Diseñar un sistema de control de iluminación** – Para cumplir éste objetivo el sistema debe controlar toda la iluminación del edificio, para optimizar el uso de energía eléctrica.
- **Diseñar un sistema de control de temperatura en aulas** – Para cumplir éste objetivo se requiere un sistema de control del aire acondicionado en las aulas, oficinas y laboratorio, que enciendan el aire de manera programada o manual para que se utilicen solo cuando sea necesario.
- **Diseñar un sistema de control de agua para áreas verdes** – Para lo cual se requiere un sistema que permita regar las áreas verdes del edificio de manera programada, para mantener la vegetación en buenas condiciones y con el mejor ahorro de agua.
- **Diseñar un sistema de control de agua para sanitarios** - El sistema debe ser independiente y permitir el control de descargas de agua en sanitarios, mingitorios y lavabos, con el fin de ahorrar la mayor cantidad de agua.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

El proyecto surge con el propósito de diseñar un sistema domótico para el control de la iluminación, la climatización, el riego de áreas verdes y de descargas en sanitarios del edificio 5K del departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora. Para mejorar la eficiencia y la productividad del control de estos sistemas, obteniendo como resultado el ahorro de recursos energéticos y monetarios. Actualmente todo tipo de espacio industrial, residencial, comercial o de recreo podrían mejorar al contar con sistemas inteligentes que los complementen, esto impactaría directamente en el ahorro energético. Por esta razón, la Universidad de Sonora emprende este tipo de iniciativas, para que los grupos de investigación y las empresas del país se interesen en desarrollar sus propios aplicativos en sistemas domóticos.

## **1.6 ALCANCES Y DELIMITACIONES**

El alcance de este proyecto es proponer un diseño que permita a un edificio administrar sus sistemas, para brindar confort a los usuarios, y a su vez ahorrar recursos y aumentar la sustentabilidad.

Este trabajo propone un diseño de un sistema domótico que controla solo la iluminación, el clima en aulas, el agua en sanitarios y de riego en jardines. La implementación del sistema quedará supeditada a los recursos económicos del Departamento de Ingeniería industrial para un futuro.

## CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

En éste capítulo se muestra una breve descripción de las técnicas y sistemas utilizados para implementar la domótica en un edificio.

### 2.1 DOMÓTICA Y SUS APLICACIONES

En éste tema se muestra lo que engloba la domótica y sus aplicaciones, en la actualidad es de gran importancia el análisis de la integración de los diferentes sistemas que permiten crear el hogar inteligente.

#### 2.1.1 ¿Que es la domótica?

El término Domótica proviene de la unión de las palabras domus (que significa casa en latín) y *tica* (de *automática*, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar.

Domótica, concepto también asociado al hogar inteligente, es entendido como “vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones y otros servicios” (Morales *et al.*, 2007).

El concepto domótica se refiere a la automatización y control (encendido, apagado, apertura, cierre y regulación) de aparatos y sistemas de instalaciones eléctricas y electrónicos (iluminación, climatización, persianas, puertas, ventanas motorizados, riego de áreas verdes, etc.) de forma centralizada y/o remota. El objetivo del uso de la domótica es el aumento del el confort, el ahorro energético y la mejora de la seguridad personal y patrimonial en la vivienda.



Figura 1. Aspectos que integran la Domótica.



## 2.1.2 Tipos de viviendas y edificios inteligentes

Los espacios habitables con sistemas inteligentes han tenido un importante crecimiento en los últimos años y con el paso del tiempo se han diversificado unas definiciones que resultan confusas para asimilar pero, que con el desarrollo de las nuevas tecnologías se ha llegado a un cierto acuerdo. Esta terminología abarca un gran número de conceptos que se utilizan actualmente para referirse a los edificios y viviendas inteligentes, tanto en español como en lenguas extranjeras, tales como la casa inteligente (“*Smart House*”), sistemas domésticos (“*Home Systems*”), automatización de viviendas (“*Home Automation*”), domótica (“*Domotique*”), edificios inteligentes (“*Intelligent Buildings*”), inmótica, urbótica, gestión técnica de la vivienda y de los edificios, bioconstrucción, viviendas ecológicas, viviendas sostenibles, etc. Todos estas definiciones se refieren muchas veces a un mismo concepto independientemente de la forma en que se utiliza. A continuación se describe una clasificación para diferentes tipos de edificios encontrados en el campo de la domótica según la expone los autores Cristóbal Romero y Francisco Vásquez en su libro “Domótica e Inmótica: viviendas y edificios inteligentes”, páginas 4 a 13.

### Recinto automatizado

Es un término utilizado para referirse a cualquier edificio o vivienda que posea algún tipo de automatismo con sistemas no integrados entre sí, de tal manera que presente una respuesta adecuada ante una solicitud prevista y que se encuentre dentro de un rango específico y ordenado para que actúe consecuentemente. Los centros comerciales y edificios bancarios o financieros son ejemplos típicos de este tipo de edificaciones a las cuales cada vez se han ido agregado nuevos servicios relacionados con el confort, la seguridad y la accesibilidad. El edificio automatizado se ha estado relacionando con un concepto nuevo que es el de la “Ecotrónica”, consistente en la integración de la tecnología con el medio ambiente, el uso y los servicios que puede brindar la automatización electrónica y mecánica para mejorar la calidad de vida de las personas y la preservación del medio.

### Recinto domótico

Se dice que una vivienda es domótica cuando incluye una infraestructura propia de cableado y equipos necesarios para brindar servicios avanzados, optimizando a la vez las funciones dentro del hogar, planteándose el objetivo de permitir una mayor calidad de vida a través de la tecnología, ofreciendo una reducción del trabajo doméstico, un aumento del bienestar y de la seguridad de sus habitantes y un mayor control en el uso de la energía. Existe una diferencia entre los conceptos de automatización y vivienda inteligente o domótica, ya que se necesita integrar los sistemas de control, las telecomunicaciones y la gestión integral de un recinto automatizado dentro de un mismo grupo para que pueda ser llamado recinto domótico.

## **Edificio Inmótico**

Es un término que se refiere a la gestión técnica orientada a los grandes edificios como hoteles, museos, oficinas, bancos, almacenes, etc. Se diferencia con la domótica porque abarca edificaciones más grandes, con distintos fines específicos y se enfoca a la calidad de vida y del trabajo. Aunque emplea las mismas técnicas de automatización de la domótica, los sistemas a integrar se particularizan a las funciones que se desea incorporar. Por ejemplo, en la galería de un museo se pretende tener un control en la iluminación sobre las pinturas y obras de arte o la automatización de la humedad en un museo arqueológico, con ambientes distintos en cada sala y vitrina.

## **Centro Urbótico**

Es un término no muy común y que puede parecer un concepto virtual o futurista de, pero se refiere a la aplicación de la domótica y de los edificios inteligentes a las ciudades, las cuales se podrían denominar ciudades inteligentes. Con la migración de la domótica a la inmótica y de ésta a la urbótica se posibilita hablar en un futuro de la Globótica.

## **Edificio inteligente**

En la actualidad es ampliamente utilizado el concepto de edificios inteligentes, el cual se había comenzado para dar idea a los sistemas con similitud al comportamiento humano, capaces de procesar datos. Así, se debe entender este tipo de inteligencia como la domotización de un edificio que es capaz de simplificar tareas, optimizar su funcionamiento e interactuar con el usuario y el medio ambiente. Los edificios inteligentes presentan unas características que hacen posible su denominación y se presentan mediante factores y criterios importantes como su inteligencia artificial, el ambiente inteligente y la conservación del medio ambiente. La inteligencia artificial se refiere a la simulación de comportamientos por parte del sistema domótico o inmótico mediante técnicas como redes neuronales, sistemas expertos, algoritmos evolutivos, etc. las cuales permiten una respuesta automática y óptima en diferentes situaciones sin la orden directa del usuario.

El ambiente inteligente se entiende como un entorno en donde los usuarios interactúan con el sistema mediante diversos dispositivos integrados y enlazados entre sí para la realización de labores específicas. Las técnicas que se pueden emplear para este tipo de entorno pueden localizarse dentro de conceptos como la computación móvil, el reconocimiento y adaptación de usuarios y de información con interfaces multimodales y la computación ubicua que emplea una tecnología de cálculo y comunicación integrada con el usuario.



Figura 2. Representación de los sistemas y servicios que integran un Edificio Inteligente.

### 2.1.3 Los dispositivos utilizados en domótica

La amplitud de una solución de domótica puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda o edificio. Los distintos dispositivos de los sistemas de domótica se pueden clasificar en los siguientes grupos:

#### Controlador

Los controladores son los dispositivos que administran el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un solo controlador, o varios distribuidos por el sistema. Los dispositivos que se pueden utilizar para aplicaciones domóticas pueden ser:

- PLC (Controlador Lógico Programable)
- Microprocesadores
- Ordenador PC
- Sistemas de instrumentación virtual
- Controladores dedicados a tareas específicas en domótica también llamados drivers (de temperatura, iluminación, etc.)

## **Actuadores**

Los actuadores son dispositivos capaces de recibir una orden procedente de un sistema de control y realizar una acción que modifique el estado de un determinado equipo o instalación: encendido o apagado, subida o bajada, apertura o cierre.

Por ejemplo, al caer la noche puede automatizarse el cierre de las persianas. El sistema de control emitirá entonces una señal al relé de maniobra instalado en el motor de la persiana para que ésta descienda.

Existen varios modelos de actuadores con aplicación en el hogar. Entre los más comunes encontramos los contactores o relés de maniobra, que en esencia permiten el paso de corriente eléctrica hacia el dispositivo al que están conectados (lámpara, motor de puerta de garaje, persiana, aire acondicionado, etc.) según marque el estado de una señal de control. También son frecuentes las electroválvulas de corte de suministro para luz, agua o gas, las válvulas para la regulación de la calefacción por agua caliente, así como las sirenas y demás elementos acústicos para el aviso de las alarmas en curso (Domínguez,2007).

## **Sensores**

Los sensores o detectores son dispositivos capaces de recoger la información de los distintos parámetros que controlan (el nivel de presión de una tubería, la temperatura ambiente, el suministro de gas natural.) y de transmitir esta información para su procesamiento. Existen sensores de muy diferentes características, la instalación de sensores sólo tiene sentido cuando éstos se integran en un sistema domótico de control capaz de captar, analizar y presentar la información recogida y actuar en consecuencia.

Por lo general, los sensores no se conectan a la red eléctrica, sino que incorporan baterías de larga duración. De esta manera se consigue una gran flexibilidad en su instalación, que puede darse con independencia de la presencia de una toma de corriente. En ocasiones, los sensores pueden comunicarse directamente con los actuadores, sin pasar por el sistema de control centralizado; en otros casos se integra en un único equipo toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar. No obstante, la mayoría de soluciones de mercado diferencian sensores de actuadores para proporcionar una flexibilidad mayor y un precio más ajustado.

La variedad de sensores útiles en las viviendas es enorme. Los termostatos de ambiente se emplean para medir la temperatura de la estancia y permitir su modificación a gusto del usuario con la ayuda de los sistemas de calefacción y aire acondicionado. El detector de gas, como ya hemos indicado, se usa para detectar posibles fugas a fin de evitar

intoxicaciones y explosiones. Los sensores de humo y calor se utilizan para detectar incendio. Las sondas de humedad facilitan la detección de escapes de agua con el propósito de evitar inundaciones que dañen la infraestructura del edificio, los sensores de presencia se emplean para la detección de intrusiones no deseadas en la vivienda o bien para automatizar funciones como la iluminación de las distintas estancias. Los detectores de radiofrecuencia pueden emplearse para detectar avisos de alerta médica emitidos por un pulsador de emergencia, de funcionamiento similar a los mandos para apertura de puertas de garaje convencionales (Domínguez, 2007).

## **Bus de datos**

Se le llama bus al medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por la red de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica. La función del bus es la de permitir la conexión lógica entre distintos subsistemas de un sistema digital, enviando datos entre dispositivos de distintos órdenes: desde dentro de los mismos circuitos integrados, hasta equipos digitales completos que forman parte de supercomputadoras. La mayoría de los buses están basados en conductores metálicos por los cuales se transmiten señales eléctricas que son enviadas y recibidas con la ayuda de circuitos integrados que poseen una interfaz del bus dado y se encargan de manejar las señales y entregarlas como datos útiles. Las señales digitales que se transmiten son de datos, de direcciones o señales de control.

Los buses definen su capacidad de acuerdo a la frecuencia máxima de envío y al ancho de los datos. Por lo general estos valores son inversamente proporcionales: si se tiene una alta frecuencia, el ancho de datos debe ser pequeño. Esto se debe a que la interferencia entre las señales (crosstalk) y la dificultad de sincronizarlas, crecen con la frecuencia, de manera que un bus con pocas señales es menos susceptible a esos problemas y puede funcionar a alta velocidad.

El medio de transmisión de la información, interconexión y control, entre los distintos dispositivos de los sistemas de domótica puede ser de varios tipos. Los principales medios de transmisión son:

- **Cableado Propio** – La transmisión por un cableado propio es el medio más común para los sistemas de domótica, principalmente son del tipo: par apantallado, par trenzado (1 a 4 pares), coaxial o fibra óptica.
- **Cableado Compartido** – Varias soluciones utilizan cables compartidos y/o redes existentes para la transmisión de su información, por ejemplo la red eléctrica (corrientes portadoras), la red telefónica o la red de datos.

- **Inalámbrica** – Muchos sistemas de domótica utilizan soluciones de transmisión inalámbrica entre los distintos dispositivos, principalmente tecnologías de radiofrecuencia o infrarrojo.

Cuando el medio de transmisión está utilizado para transmitir información entre dispositivos con la función de “controlador” también se denomina “Bus”. El bus también se utiliza muchas veces para alimentar a los dispositivos conectados a él (por ejemplo European Installation Bus – EIB)

## **Interface**

Los interfaces se refieren a los dispositivos (pantallas, móvil, Internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

Es preciso destacar que todos los dispositivos del sistema de domótica no tienen que estar físicamente separados, sino varias funcionalidades pueden estar combinadas en un equipo. Por ejemplo un equipo de Central de Domótica puede ser compuesto por un controlador, actuadores, sensores y varios interfaces.

A través de la interfaz de usuario convertimos un sistema domótico en una herramienta de convivencia. En este sentido, para que una interfaz de usuario pueda ser considerada como buena, su diseño debe cumplir cuatro criterios (Illich I. 1974):

- Debe ser natural.
- Debe ser fácil de aprender.
- Debe ser fácil de usar.
- Debe ser consistente.

Una interfaz natural es aquella que se maneja intuitivamente, de forma similar a aquella a la que el usuario está habituado, y que por ello no provoca en él sentimiento de rechazo. Adicionalmente, una buena interfaz de usuario debe ser fácil de aprender: ha de proporcionar ayuda suficiente para usuarios inexpertos (sin que esta facilidad en el aprendizaje se convierta en un obstáculo para aquellos usuarios más habituados a su manejo). Finalmente, una buena interfaz debe ser consistente. Una interfaz es consistente cuando mantiene un estilo, asistencia y pautas de interacción uniformes, con independencia de la tarea a realizar (Illich I. 1974).

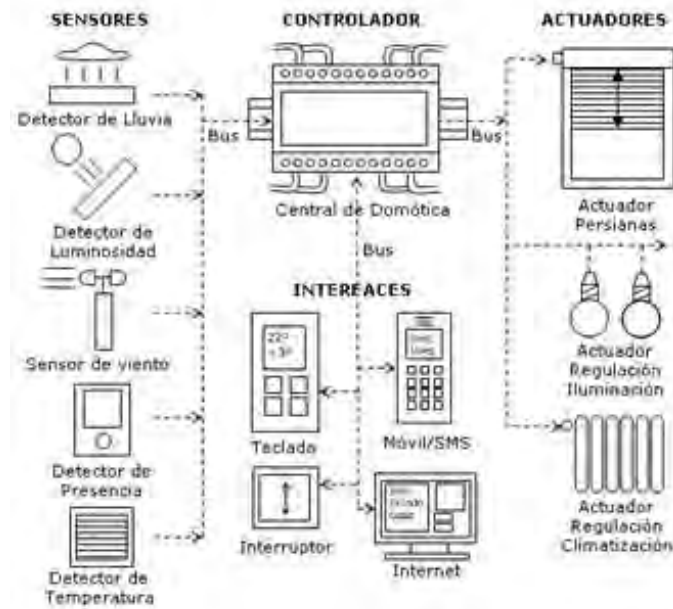


Figura 3. Ejemplo de dispositivos utilizados en Domótica.

### 2.1.4 Características de las redes domésticas

A la hora de definir una red de comunicaciones suele ser preciso identificar en primer término el tipo de información que se administrará, y en función de ésta determinar sus características técnicas. Según su contenido podemos distinguir dos tipos de informaciones para gestionar: la referida a la señal o servicio que cada dispositivo en particular proporciona (vídeo, audio, texto...) y la referida al control de los dispositivos (encendido, apagado, control de intensidad...). En función de esta información se definen la topología, el soporte físico y los protocolos de acceso y comunicación de la red. (Domínguez M. & Sáez F., 2006).

Existen tres estructuras topológicas básicas para el diseño físico de redes, como refleja la figura 4, si bien en la práctica se dan combinaciones entre las distintas estructuras. En cuanto a la inteligencia de la red, hablamos de sistemas centralizados para referirnos a aquéllos que cuentan con un elemento central que recibe, procesa y emite órdenes para todos los dispositivos de la red. En un sistema distribuido, por el contrario, la inteligencia está desplazada hacia los distintos equipos que conforman la red, sin que exista un dispositivo central que intermedie necesariamente entre ellos.

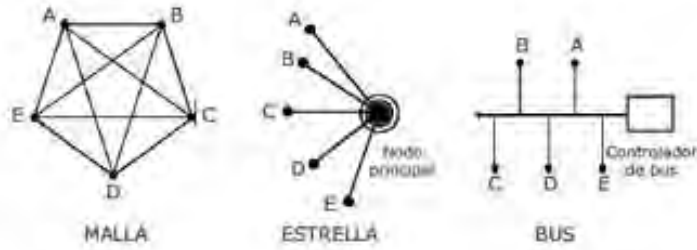


Figura 4. Topologías básicas.

Llamamos soporte al medio físico que se empleará, para la alimentación de los equipos y para la información (señal y control) que éstos intercambien. Al referirnos a un bus hacemos referencia a un conjunto de cables que recorren las distintas estancias del hogar, interconectando los diversos dispositivos. Dadas las características sumamente diferenciadas de la información procesada por los equipos domésticos, se acude a combinaciones de diferentes soportes físicos: cables coaxiales, transmisión por radiofrecuencia, pares trenzados, etc. Finalmente, en cuanto a los protocolos de acceso y comunicación, se trata de establecer procedimientos estandarizados para acceder al bus, establecer comunicaciones a través de él y poder dialogar con las redes de telecomunicaciones externas (Domínguez M. & Sáez F., 2006).

### 2.1.5 La arquitectura

La Arquitectura de los sistemas de domótica hace referencia a la estructura de su red. La clasificación se realiza en base de donde reside el controlador del sistema domótico. Las principales arquitecturas son:

**Arquitectura Centralizada** – Tiene una topología de interconexión tipo estrella. Así, el sistema domótico posee un elemento de control central que es el encargado de manejar todas las señales de control de los diversos dispositivos y a su vez todos los dispositivos están conectados hacia él, por tanto si este elemento central falla o simplemente deja de funcionar, todo el sistema de control colapsa en su totalidad. La principal ventaja de esta arquitectura es la facilidad de conexión y en muchos casos la facilidad de configuración. Su principal desventaja depende del buen funcionamiento del controlador ya que si falla el controlador el sistema queda fuera de servicio.

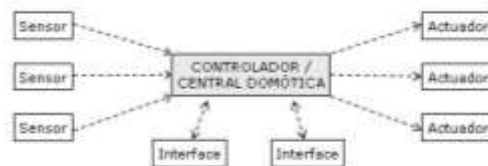


Figura 5. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada



**Arquitectura Descentralizada** – Es la arquitectura en la que todos los sistemas son totalmente independientes en su funcionamiento pero deben estar comunicados entre sí por medio de un bus compartido. Son basados en una o varias unidades de control de gestión y uno o varios módulos receptores o actuadores. Este tipo de arquitectura resulta de una combinación entre los sistemas con arquitectura centralizada y distribuida, aprovechando las ventajas que brindan, entre ellas se puede mencionar la flexibilidad ya que permite que el sistema se pueda configurar con múltiples opciones de acceso a usuario final

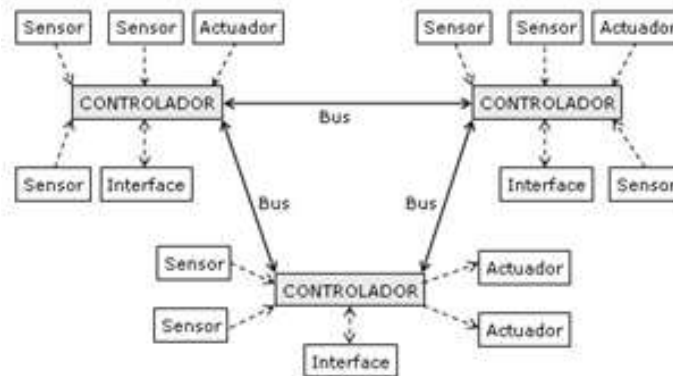


Figura 6. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada

**Arquitectura Distribuida** - Para esta arquitectura, el sistema de control se sitúa próximo al elemento a controlar dando al sistema domótico gran flexibilidad porque si uno de los dispositivos no puede ser controlado no significa que otros no. Los factores más importantes para la utilización de este tipo de arquitectura son los medios de transmisión, la velocidad en las comunicaciones, el tipo de protocolo por lo tanto estas son algunas características a tener en cuenta si se quiere implementar una arquitectura de este tipo.

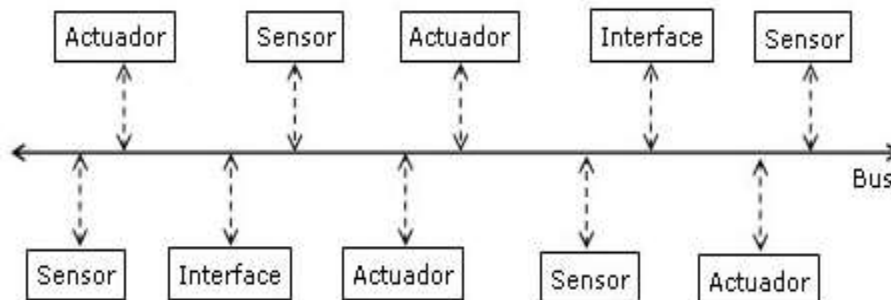


Figura 7. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida

**Arquitectura Híbrida o Mixta** – En un sistema de domótica de arquitectura híbrida (también denominado arquitectura mixta) se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas. A la vez que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores (como en un sistema “distribuido”) y procesar la información según el programa, la configuración, la información que capta por si mismo, y tanto actuar como enviarla a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pasa por otro controlador.

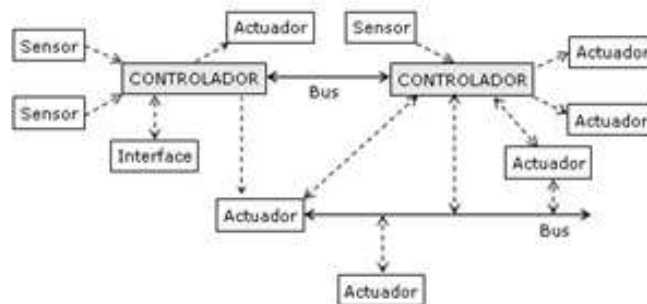


Figura 8. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Híbrida/Mixta

## 2.1.6 Las aplicaciones

La aplicación de la tecnología avanzada ha permitido generar un diseño arquitectónico propio, para integrarlo y desarrollarlo en edificios y casas, para que las personas que habitan y trabajan en ellas tengan una mejor calidad de vida. Existen abundantes aplicaciones y servicios domóticos, desde la programación automática de luces y aire acondicionado a la tele vigilancia profesional, pasando por avanzados sistemas de diagnóstico médico remoto o más sencillos sistemas de difusión de audio en el hogar. Aprovechando la existencia de hogares conectados en los que se ubican múltiples equipos inteligentes, la Domótica permite no sólo que éstos interactúen entre sí, sino también que lo hagan con otros dispositivos que pueden encontrarse en el exterior de la vivienda, puede ser un automóvil o el servidor de un proveedor de servicios externo. De este modo se extiende el establecimiento de nuevos servicios y la mejora de los ya existentes, como son los relativos a seguridad, telecomunicaciones, entretenimiento y confort.

Un sistema domótico integra aplicaciones y servicios aislados, lo que permite la creación de nuevos y sofisticados servicios a partir de otros más básicos, en donde el conjunto es más inteligente que la suma de las partes. Pese a su complejidad creciente, no debemos perder de vista la finalidad básica de estos sistemas, que tienen por objetivo satisfacer necesidades humanas, siguiendo el lema de que “la tecnología debe estar al servicio de las personas”, y nunca a la inversa.

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cuatro aspectos principales:

- Ahorro energético
- Nivel de confort
- Protección patrimonial
- Comunicaciones



Figura 9. Aplicaciones tecnológicas utilizadas en Domótica.

## Ahorro energético

**Climatización:** Según los sistemas instalados, es posible diferenciar zonas de la vivienda con regulación independiente de temperatura. De esta manera se puede optimizar el consumo de aire acondicionado o calefacción. En este mismo campo situaremos el control de ventanas y persianas automáticas, sobre las que se actúa en función de las condiciones climatológicas, la hora del día y lo programado por los usuarios.

**Gestión eléctrica:**

- Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario.
- Reducción de la potencia contratada.
- Uso de energías renovables

## **Nivel de confort**

Nos referimos aquí a aquellas aplicaciones y servicios que permiten mejorar la calidad de vida de los usuarios al aportar soluciones que facilitan la realización de tareas domésticas rutinarias, que suponen una comodidad añadida y que simultáneamente optimizan el consumo energético. Algunos ejemplos de estas aplicaciones se muestran a continuación.

Iluminación:

- Apagado general de todas las luces de la vivienda.
- Automatización del apagado/ encendido en cada punto de luz.
- Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente.

Automatización de todos los distintos sistemas, instalaciones, equipos de control eficiente y de fácil manejo.

- Integración del portero al teléfono, o del video portero al televisor.
- Control vía Internet.
- Gestión Multimedia y del ocio electrónico.
- Generación de macros y programas de forma sencilla para que el usuario controle el entorno de su casa o edificio de acuerdo a sus necesidades.
- Acceso a todos los dispositivos de la casa por medio de dispositivos móviles para su control.

## **Protección patrimonial**

Esto se refiere a toda la tecnología utilizada para proporcionarnos bienestar y seguridad en nuestro entorno.

- Simulación de presencia- Esto permite programar diferentes actividades en el hogar o edificio, para que simule la presencia de usuarios dentro de la casa u oficina.
- Detección de conatos de incendio, fugas de gas, escapes de agua.
- Alerta médica- Estos sistema se contactan con un servicio de emergencias, cuando el usuario lo necesita.
- Cerramiento de persianas y puerta de manera puntual y seguro.
- Acceso a Cámaras IP para monitorear la casa o el edificio desde otro lugar.

## **Comunicaciones**

- Ubicuidad en el control tanto externo como interno- se refiere a tener todo el entorno del edificio comunicado entre si.
- Transmisión de alarmas
- Intercomunicaciones.

## 2.1.7 Control de dispositivos

El siguiente apartado describe las diferentes técnicas para controlar dispositivos en Domótica, adecuándose a las necesidades del usuario.

## 2.1.8 El control de la iluminación

El control de la iluminación en la vivienda como encender, apagar y regular la iluminación, se realiza tradicionalmente a través de interruptores y reguladores de iluminación de pared. Con el control de la iluminación integrado en un sistema de domótica se puede conseguir un importante ahorro energético y gran aumento del confort.

### Método de Control de la Iluminación con Domótica

El cambio del estado de una lámpara es normalmente muy rápida, por lo cual es apto para un control frecuente con el sistema de domótica. Los principales métodos para cambiar el estado de la iluminación mediante la domótica son:

- **Control por Presencia** – El control de presencia (mediante detectores de presencia) puede encender o apagar la iluminación. Por ejemplo, cuando el sistema de domótica detecta la presencia de una persona en una habitación, enciende la iluminación, y cuando no la detecta, la apaga.
- **Medir la Luz** – Medir la luz en un edificio (incluyendo la luz natural aportado por el exterior y la luz que llega de otras fuentes) puede regular la iluminación para garantizar una cantidad de luz establecido con el sistema de domótica. Por ejemplo cuando esta siendo usado un despacho se puede garantizar un nivel mínimo de luz a distintas horas del día.
- **La Actividad/Escenas** – Según la actividad de los usuarios la iluminación se puede adaptar de forma automática (activándose una Escena). La iluminación que forma parte de una escena puede por ejemplo estar programada en la siguientes maneras:
  - Con la escena “Cena” la luz encima de la mesa del comedor se enciende a 100% y la iluminación del ambiente a 50%.
  - Con la escena “Cine en Casa” se apaga toda la iluminación del salón excepto una lámpara de pie que se mantiene 20%.
  - Con la escena “Cocinar” se enciende toda la luz de la cocina a 100% excepto la luz encima de la mesa de comer.

- **Programación Horaria** – Con la programación horaria se puede programar el control del apagado, encendido y regulación de la iluminación con la domótica según la hora del día, y el día de la semana. Por ejemplo la luz del pasillo puede estar apagado durante el día, pero encenderse automáticamente a 25% por la noche (variándose el horario según la época del año) y la luz del baño se programa para que solo se enciende al 50% al encenderse por la noche. Otra función puede ser que la luz del dormitorio se enciende de forma graduada por la mañana, los días laborables, para despertar lentamente al usuario.
- **Simulación de Presencia** – La simulación de presencia tiene como objetivo hacer parecer que la casa esta habitada aunque esta vacía. La iluminación puede ser utilizada (con o sin otros elementos integrados en el control del sistema de domótica) para la simulación de presencia en la vivienda, encendiendo y apagando la iluminación ciertas horas del día, de forma programada, aleatoria, o de unas rutinas aprendidas por el sistema de domótica.
- **Otros Eventos** – Otros eventos en la casa, detectadas por el sistema de domótica, pueden activar la iluminación. Por ejemplo, sí el alarma de seguridad detecta intrusión en el jardín por la noche, automáticamente se puede encender toda la iluminación del exterior y la iluminación de los pasillos de la casa.
- **Control Manual** – El control manual de la iluminación se puede realizar a través de una gran variedad de interfaces, como pulsadores de pared, mandos a distancia, Web e incluso por voz). Es preciso indicar que, aunque se integra el control de la iluminación en un sistema de domótica, normalmente se debe garantizar la posibilidad de controlar la iluminación mediante interruptores tradicionales.

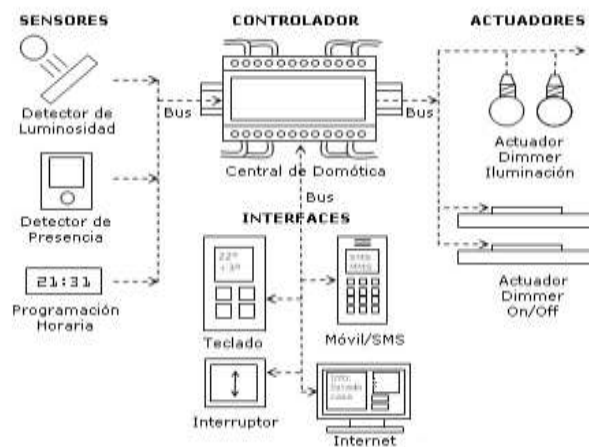


Figura 10. Esquema de un control de iluminación.

## 2.1.9 Climatización

### Conectar y Desconectar todo el Sistema de Climatización

La forma más básica de controlar la climatización (calderas para calefacción, aire acondicionado, etc.) de una vivienda con la domótica es la conexión o desconexión del sistema. Se puede conectar y desconectar la climatización con el sistema de domótica según una programación horaria, según la presencia de personas en el hogar o de forma manual. Esta forma es sin embargo muy básica y no alcanza un nivel óptimo de confort o ahorro energético. También es importante tener en cuenta que este tipo de control domótico no es posible sobre aparatos que al conectarlas se ponen en modo de Stand-by (por ejemplo muchos equipos de aire acondicionados) en vez de ponerse en marcha directamente. A continuación se describe algunas formas más avanzadas del control de la climatización con los sistemas de domótica.

### Niveles de Temperatura

Aunque la temperatura de ambiente preferida depende de cada individuo, la actividad que realiza y la época del año, el control de la climatización (calefacción y refrigeración) con la domótica en una vivienda se suele establecer diferentes tipos de niveles de temperatura de referencia, los más comunes son:

**Temperatura de Confort** – El nivel de temperatura de confort es el estado de la climatización para cuando los usuarios se encuentran en la vivienda y usan una estancia, que sin embargo puede variar según:

**La hora del día** (por ejemplo una temperatura de consigna de 21°C durante el día y 18°C por la noche),

**La época del año** (durante el invierno se puede establecer una temperatura de confort un poco más baja y en verano un poco más alta, para ahorrar energía.

**El carácter de la estancia**, si las estancias son comunes (cocina, salón, pasillo, etc.) o individuales (dormitorio, despacho, etc.)

**Temperatura de Economía** – El nivel de la temperatura de economía es un estado de funcionamiento que se da cuando los usuarios no utilizan una estancia (por ejemplo un dormitorio durante el día o están ausente de la casa durante el día). La temperatura que se establece depende del tipo de la calefacción (el tiempo tarde de volver a la Temperatura de Confort y el ahorro energético que se consigue).

## Derogación de Niveles de Temperatura

El sistema de domótica administra el funcionamiento de la climatización siguiendo el programa introducido en el sistema de domótica. Este seguimiento supone un determinado número de cambios entre los niveles de temperatura. Sin embargo, el usuario debería poder modificar en cualquier momento el nivel de temperatura existente, por ejemplo si se quiere acostarse durante el día cuando la temperatura programada es temperatura de economía. Este cambio puntual, sin embargo, no afecta la programación del sistema. El sistema de domótica seguirá el control de temperatura una vez se restablezca el nivel programado.

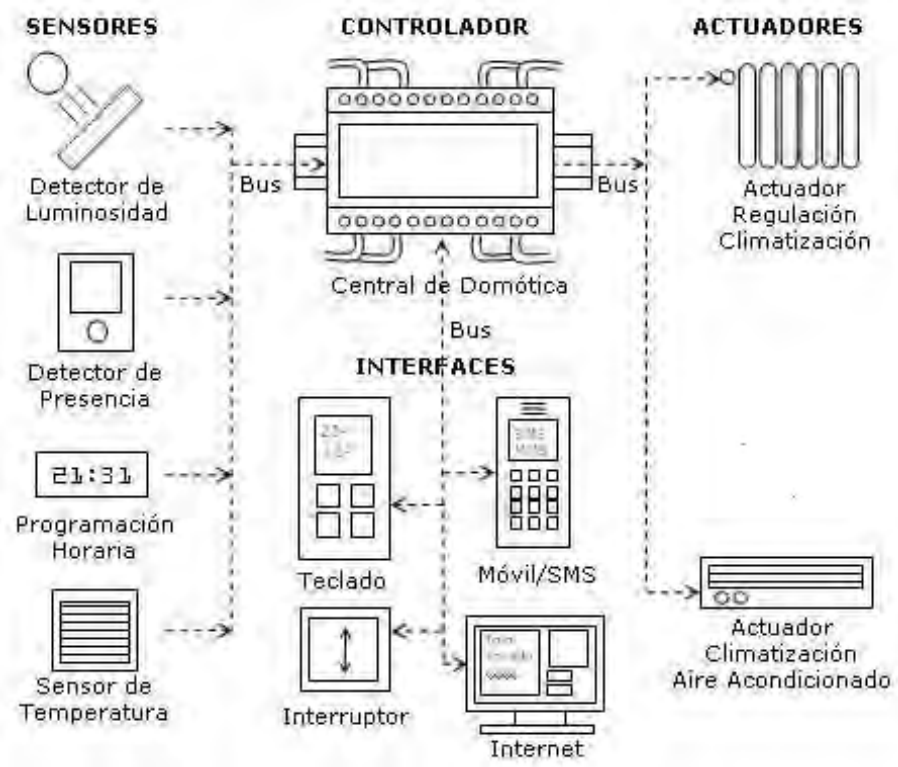


Figura 11. Esquema de un control de climatización.



## **2.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES**

En este apartado se mostrara la evolución del control a nivel industrial por medio de los controladores lógicos programables y su aplicación en el campo de la domótica.

### **2.2.1 ¿Que es un PLC?**

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relevadores. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

El Controlador Lógico Programable (PLC) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra. Los PLC se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al remplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería un estricto mantenimiento planificado. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento. Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño del tamaño de un simple relé.

Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80. El último estándar (IEC 1131-3) intenta unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional.

## 2.2.2 Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.
- Chequeo de Programas
- Señalización del estado de procesos
  
- Automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa).

### **2.2.3 Modo de funcionamiento**

Los Controladores Lógicos Programables son maquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (aplicación): al detectarse cambios en las señales, el autómata reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia básica de operación del autómata se puede dividir en tres fases principales:

- Lectura de señales desde la interfaz de entradas.
- Procesado del programa para obtención de las señales de control.
- Escritura de señales en la interfaz de salidas.

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas). A ésta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

## **2.3 CONTROL DE UN SISTEMA DOMÓTICO CON UN PLC VIRTUAL**

En este capítulo se dará una breve explicación acerca del desarrollo y aplicación de un PLC virtual controlado por el lenguaje de programación Python.

### **2.3.1 ¿Que es un PLC virtual con Python?**

Como producto de un proyecto anterior, desarrollamos el PLC Virtual con Python, mismo que se expuso en el 8vo. Congreso Nacional de Mecatrónica, en Veracruz, Ver. Noviembre 26 y 27 de 2009. El propósito principal era, el dar a los alumnos una opción económica para realizar proyectos de prototipos de control para sus trabajos de tesis o proyectos personales que deseen desarrollar y que no cuenten con recursos económicos fuertes. Se creó una opción de control con un PLC virtual, mediante una PC de escritorio o una computadora portátil, conectarle puertos externos ya existentes o hacerlos de entradas y salidas, controladas por el lenguaje de programación Python.(Castillo R.; Romero A. J. 2009)

El equipo de experimentación lo conformó una laptop, conectando a un puerto estándar USB al EasyPort DP16 de FESTO, que es en sí una tarjeta de adquisición de datos, pero se puede usar cualquier tipo de tarjeta, en nuestro caso utilizamos este equipo por que

contamos con dos de ellos en la universidad. El equipo emite señales de 0 a 24 voltios de corriente directa con lo que podemos controlar directamente actuadores como relevadores y recibir señal de sensores. La plataforma que utilizamos para interactuar con el Hardware fue el lenguaje de programación Python.



Figura 12. Equipo experimental del PLC Virtual.

## **2.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON COMO SOLUCIÓN DE CONTROL.**

En éste apartado se da una descripción de lo que es el lenguaje de programación Python, así como sus principales características y como, por dichas características es una opción muy atractiva para desarrollar aplicaciones.

### **2.4.1 ¿Que es el lenguaje de programación Python?**

Python es un lenguaje de programación interpretado creado por Guido van Rossum en el año 1991. Se compara habitualmente con TCL, Perl, Scheme, Java y Ruby. En la actualidad Python se desarrolla como un proyecto de código abierto, administrado por la Python Software Foundation. Python se utiliza como lenguaje de programación interpretado, lo que ahorra un tiempo considerable en el desarrollo del programa, pues no es necesario compilar ni enlazar. El intérprete se puede utilizar de modo interactivo, lo que facilita experimentar con características del lenguaje, escribir programas desechables o probar funciones durante el desarrollo del programa. Entre sus ventajas esta los tipos de datos dinámicos, la sencillez del código, de licencia de código abierto. Esto resulta en el estudiante un beneficio en lugar de un obstáculo. La ventaja del uso del lenguaje de programación Python radica en ser un lenguaje de alto nivel cuya curva de aprendizaje es

prácticamente nula en comparación de los lenguajes de programación que normalmente se utilizan para este tipo de tareas como C, C++, o Java.

## 2.4.2 Características de Python

Las principales características del lenguaje de programación se describen a continuación.

- Interpretado, un programa escrito en un lenguaje compilado como C o C++ es traducido de un lenguaje fuente (como los mencionados) en uno hablado por la computadora (código binario) empleando un compilador con varias opciones. Cuando ejecutas el programa, el software enlazador/cargador solo guarda el código binario en la memoria de la computadora e inicia la ejecución desde la primera instrucción en el programa. Cuando usas un lenguaje interpretado como Python, no existen compilaciones.
- Orientado a Objetos, Python permite programación orientada a procedimientos así como orientada a objetos. En lenguajes orientados a procedimientos, el programa esta construido sobre procedimientos o funciones los cuales no son nada mas que piezas de programa reutilizables. En lenguajes orientados a objetos, el programa es construido sobre objetos los cuales combinan datos y funcionalidad. Python ofrece una manera muy poderosa y simple de emplear programación orientada a objetos, especialmente, cuando se compara con lenguajes como C++ o Java.

## 2.5 REDES DE COMUNICACIÓN PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS DOMÓTICOS

En ésta sección se describirá la forma de gestionar una red de comunicación así como los diferentes protocolos que se aplican a las redes en domótica.

### 2.5.1 Sistemas domóticos

#### Sistemas Domóticos Ad Hoc

Estos sistemas se basan en la tecnología de comunicación de redes Ad Hoc que son redes inalámbricas descentralizadas. En las redes Ad Hoc( locución latina que significa literalmente «para esto») cada nodo está preparado para reenviar datos a los demás sin utilizar un enrutador. También difiere de las redes inalámbricas convencionales en las que un nodo especial, llamado punto de acceso, gestiona las comunicaciones con el resto de nodos. Las redes Ad Hoc antiguas fueron las PRNETs de los años 70, promovidas por la agencia DARPA del Departamento de Defensa de los Estados Unidos después del proyecto ALOHAnet.(C K Toh,2002).

Estos sistemas están pensados para aplicaciones determinadas y su configuración es muy limitada, como por ejemplo el control de intensidad de una luminaria, el control de riego por temporizador, el encendido de luminarias activadas por sensor de movimiento y así un número de posibles ejemplos para casos concretos. Pero, en definitiva serán pocos elementos, unos cercanos a otros que posiblemente podamos encontrar en estructuras centralizadas con conexión en estrella basadas en bus. La funcionalidad de los sistemas está limitada a la programación establecida por fábrica, dejando poco margen de configuración por parte del usuario, tan solo tendrá libertad para definir unos pocos parámetros, por ejemplo, en un temporizador de regadío, el horario de encendido y de apagado.

Debido a que están pensados para aplicaciones determinadas encontraremos en el mercado los elementos Ad Hoc especializados en algún tipo de aplicación: seguridad, control de clima, alarmas, confort, ahorro energético, etc. Una característica importante es que los elementos no pueden comunicarse entre sí, sin embargo, es viable insertar elementos ad hoc, mediante adaptadores, en un sistema domótico que utilice una de las tres restantes técnicas, pudiendo ser controlado.

### **Sistemas domóticos sobre Red Eléctrica de Baja Tensión**

En éste tipo de instalaciones domóticas, en Redes Eléctricas de Baja Tensión, también conocidas como Power Line (PL), el medio de transmisión es el cableado de la red eléctrica de baja tensión (220 VAC). La transmisión es digital para lo cuál se requiere que la onda sinusoidal sea lo más limpia posible, como máximo tenga una distorsión del 10% sobre la tensión eficaz de 220 VAC y en frecuencia +/- 0.5 Hz. sobre los 50 Hz.

Al emitir una señal de radiofrecuencia el sistema ha estar homologado para cumplir las normas que eviten que dicha señal interfiera en la señal del suministro eléctrico. Además, al ser aditiva dicha interferencia, proveniente de los diversos sistemas domóticos en paralelo, hay que atender a este detalle a la hora de la planificación del proyecto domótico. Aunque normalmente con los sistemas homologados y un buen diseño, en general, los sistemas PL introducen poca interferencia de radiofrecuencia. Otro detalle a tener en cuenta en los sistemas domóticos PL es la impedancia. Ésta genera una disminución de la tensión como consecuencia del decremento de la impedancia, causada por el aumento de la capacidad electrostática (C). Estos pequeños cambios resistivos son detectados por los sistemas domóticos y deben adaptarse dinámicamente a ellos.

Con estos puntos a tener en cuenta la aplicación domótica PL no se debe utilizar, por normativa, en los casos siguientes: a la hora de monitorizar equipos médicos, conectar varios edificios, en redes eléctricas donde estén conectadas maquinarias que sobrepasen los límites de interferencia radioeléctrica (generalmente motores de potencia), cuando exista transformadores en la red eléctrica.

## Técnica sobre Radio Frecuencia

Los elementos empleados para esta técnica utilizan como medio de transmisión el radioeléctrico. Cada sensor y actuador lleva integrado un dispositivo transmisor y receptor. Un solo receptor (o varios, si existen obstáculos insalvables o la vivienda es amplia) es el que recibe las señales de los sensores para procesarla y emitirla a los actuadores. La comodidad de esta técnica es que no hace falta ninguna obra de acometida para la instalación. Incluso pueden adherirse a cristales (como mamparas) haciendo al sistema muy versátil.

La frecuencia utilizada para la transmisión aún no está estandarizada, por ejemplo, Jung, utiliza 433 MHz con una potencia más baja que la empleada en la telefonía móvil. Dicha frecuencia permite una transmisión de 1000 bits/s. La modulación utilizada es ASK (Amplitude Shift Keying). Un "1" ó "0" se asocia a un nivel distinto de señal que se modula con la portadora de 433 MHz. El alcance dependerá de los obstáculos que se encuentren, normalmente cuando el espacio es diáfano la distancia es de 300 m. decreciendo a 50 m. cuando existen obstáculos.

### 2.5.2 Protocolos de comunicación.

Los protocolos de comunicación son los procedimientos utilizados por los sistemas de domótica para la comunicación entre todos los dispositivos con la capacidad del controlador.

Existen una gran variedad de protocolos, algunos específicamente desarrollados para la domótica y otros protocolos con su origen en otros sectores, pero adaptados para los sistemas de domótica. Los protocolos pueden ser del tipo estándar abierto (uso libre para todos), estándar bajo licencia (abierto para todos bajo licencia) o propietario (uso exclusivo del fabricante o los fabricantes propietarios). A continuación solo se mencionan algunos estándares y tecnologías aplicadas en domótica.

Tecnologías y estándares

- **X-10**: EE.UU finales de los 70.
- **EHS** (European Home System): 1992 Unión Europea.
- **EIB** (European Installation Bus)
- **BatiBUS**
- **KONNEX**: EHS + EIB + BatiBUS
- **BIODOM**: desarrollado por españoles.

## Protocolo X-10

X-10 es uno de los protocolos más antiguos que se están usando en aplicaciones domóticas. Fue diseñado en Escocia entre los años 1976 y 1978 con el objetivo de transmitir datos por las líneas de baja tensión a muy baja velocidad (60 bps en EEUU y 50 bps en Europa) y costes muy bajos. Al usar las líneas de eléctricas de la vivienda, no es necesario tender nuevos cables para conectar dispositivos.

X10 es el "lenguaje" de comunicación que utilizan los productos compatibles X10 para hablarse entre ellos y que le permiten controlar las luces y los electrodomésticos de su hogar, aprovechando para ello la instalación eléctrica existente de 220V de su casa, y evitando tener que instalar cables. Este es el principal motivo por el que X10 se considera un sistema de Domótica sin instalación.

A nivel físico hace uso de las líneas de baja tensión (ondas portadoras). La transmisión completa de un orden X-10 necesita once ciclos de corriente. Esta trama se divide en tres campos de información:

- Dos ciclos representan el Código de Inicio.
- Cuatro ciclos representan el Código de Casa (letras A-P),
- Cinco ciclos representan o bien el Código Numérico (1-16) o bien el Código de Función (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etc.).

## Konnex

Es la iniciativa de tres asociaciones europeas con el objetivo de crear un único estándar europeo para la automatización de las viviendas y oficinas. Las compañías son las siguientes:

- **EHS** (European Home System): Está basada en una topología de niveles OSI (Open Standard Interconnection), y se especifican los niveles: físico, de enlace de datos, de red y de aplicación.
- **EIB** (European Installation Bus): es un sistema de domótica basado en un Bus de datos. Utiliza su propio cableado.
- **BatiBUS**: Se basa en la tecnología de par trenzado pudiendo transmitir hasta 4800 bps (comprobar). El sistema es centralizado, pudiendo controlar cada central hasta 500 puntos de control.

La tecnología Konnex contempla varios sistemas de transmisión por cable, radio, ondas portadoras, fibra óptica, entre otras.

Los objetivos de ésta iniciativa, con el nombre de "**Convergencia**", son:



- Crear un único estándar para la domótica e inmótica que cubra todas las necesidades y requisitos de las instalaciones profesionales y residenciales de ámbito europeo.
- Aumentar la presencia de éstos buses domóticos en áreas como la climatización o HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning*).
- Mejorar las prestaciones de los diversos medios físicos de comunicación sobretodo en la tecnología de radiofrecuencia.
- Introducir nuevos modos de funcionamiento que permitan aplicar una filosofía Plug&Play (en español "enchufar y usar") a muchos de dispositivos típicos de una vivienda.

## **LONWORKS**

LonWorks es una tecnología de control domótico propietaria de la compañía americana Echelon Corp.

Al igual que Konnex, LonWorks puede utilizar una gran variedad de medios de transmisión: aire, par trenzado, coaxial, fibra, o red eléctrica. Requiere la instalación de "nodos" a lo largo de la red que gestionan los distintos sensores y actuadores. La instalación y configuración de estos nodos debe ser realizada por profesionales utilizando las herramientas informáticas apropiadas.

LonWorks es una tecnología muy robusta y fiable por lo que está especialmente indicada para la automatización industrial, ámbito del que procede. Está más implantada en Estados Unidos que en Europa.

### **Conceptos Básicos sobre Lonworks**

Cualquier dispositivo Lonworks, o nodo, está basado en un microcontrolador llamado Neuron Chip que actualmente fabrican Toshiba y Cypress. El diseño inicial del Neuron y el protocolo LonTalk fueron desarrollados por Echelon en el año 1990. Actualmente toda la información para implementar LonWorks en otro chip está publicada en medios oficiales pero al estar la familia Neuron chips adaptada y dimensionada exclusivamente para éste objetivo los fabricantes que eligen otras opciones son muy escasos (chips sobredimensionados encarecerán los equipos).

Del Neuron Chip podemos destacar:

- Tiene un identificador único, el Neuron ID, que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control Lonworks. Este identificador, con 48 bits de ancho, se graba en la memoria EEPROM durante la fabricación del circuito.
- Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros.
- El firmware ( es un bloque de instrucciones de maquina para propósitos específicos) que implementa el protocolo LonTalk, proporciona servicios de transporte y routing extremo-a-extremo. Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que se intercambian los nodos.

## CAPITULO 3 METODOLOGÍA.

La propuesta de éste proyecto es aplicar los conocimientos adquiridos durante la preparación en la licenciatura de Ingeniería en Mecatrónica en el campo de la domótica, desarrollando este proyecto en el edificio 5K del departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora.

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.

Es edificio cuenta con tres plantas las cuales están distribuidas de la siguiente manera. En la primera planta se localizan las oficinas administrativas así como el laboratorio de manufactura y los sanitarios tanto para damas como para caballeros, en la segunda y tercera planta cuentan con cinco aulas cada una, además cuenta con 600 m<sup>2</sup> de áreas verdes.

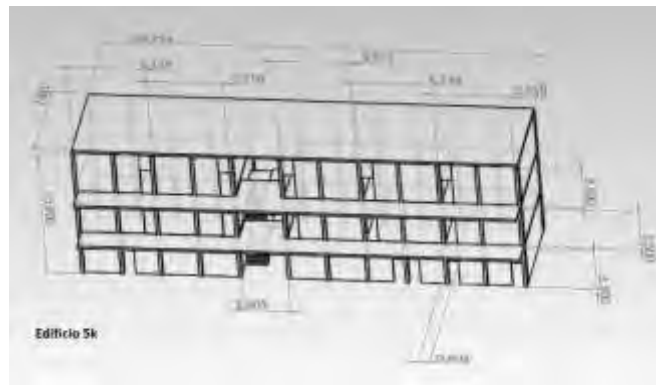


Figura 13. Edificio 5K.

La localización de éste edificio se encuentra dentro de la Universidad de Sonora en el departamento de Ingeniería Industrial, entre las calles Avenida Universidad y La Sabiduría, como se muestra en la figura 14.



Figura 14. Localización del edificio 5K

## **3.2 ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA APLICACIÓN DE DOMÓTICA.**

Las áreas de oportunidad con las que cuenta el edificio para la aplicación de domótica son: la iluminación, aire acondicionado, riego de áreas verdes y descargas de agua en sanitarios. Ninguno de estos aspectos está controlado para optimizar los recursos que utilizan como es la corriente eléctrica y el agua, por lo tanto se propone en éste capítulo los sistemas que se implementarán.

### **3.2.1 Iluminación**

Es de gran importancia la aplicación de esta técnica en domótica ya que este factor consume un porcentaje significativo del total del consumo de energía de un edificio.

#### **Aplicación del control de la Iluminación.**

Actualmente el total del edificio se encuentra iluminado por lámparas fluorescentes de 120V, las cuales son encendidas de manera manual por los usuarios, no teniendo como opción el ahorro de energía ya que si por descuido se pueden quedar encendidas las luces en momentos que no es necesario y por períodos largos de tiempo. El diseño del sistema de iluminación permitirá ahorrar energía eléctrica y a contribuir con el medio ambiente, todo esto acorde con la política de sustentabilidad del departamento de Ingeniería Industrial.

A continuación se describen las aplicaciones y diseños de las técnicas de domótica en el edificio.

Para el control de iluminación dividiremos el conjunto de lámparas de iluminación de acuerdo a su uso y ubicación de esta manera:

- Lámparas utilizadas para iluminar las escaleras.
- Lámparas para iluminar pasillos.
- Lámparas para iluminar aulas.
- Lámparas para iluminar oficinas.
- Lámparas del laboratorio.
- Lámparas para sanitarios.

## Iluminación de aulas

En éste tipo de iluminación tenemos que tomar en cuenta el uso del proyector durante la clase ya que en ocasiones para tener una mejor apreciación de la proyección se requiere apagar las luces, por lo que nuestro sistema de iluminación se dividirá por cada aula en dos, un submodulo para controlar las luces que dificultan la apreciación de las proyecciones y otro submodulo para el resto de las lámparas, el encendido estará condicionado al acceso de aula (Sensor de presencia), a una programación horaria, a un interruptor programable y a un interruptor manual.

Para la iluminación programada de los dos tipos de lámparas del aula se deben de cumplir ciertas condiciones las cuales se aprecian en la figura 15.



Figura 15. Diagrama lógico de control para iluminación en aulas de las lámparas.

Para el control de este subsistema utilizaremos un bit para cada aula y para cada sección de la aula, en total usaremos 20 bits de señal de salida del controlador, además de 10 bits para recibir la señal de los sensores de presencia de cada aula, también usaremos 20 bits para los interruptores programables para dar la opción al usuario de encender las luces si están apagadas y de apagar las luces si están encendidas, permitiendo controlar las lámparas que interfieren con la proyección del cañón y con el resto.

Para contar con un plan de contingencia en caso de que el sistema programado falle, contamos con la opción del encendido manual de la iluminación en las aulas, éste funcionara con un interruptor manual el cual al presionarlo se encenderán todas las lámparas del aula.

Estos interruptores irán conectados a una fuente 24 Volt que será la misma de donde se conecten los relevadores, los interruptores mandarán una señal al relevador de potencia en una conexión física en OR con la señal digital del EasyPort para activar así las lámparas correspondientes, como se muestra en la figura 16.

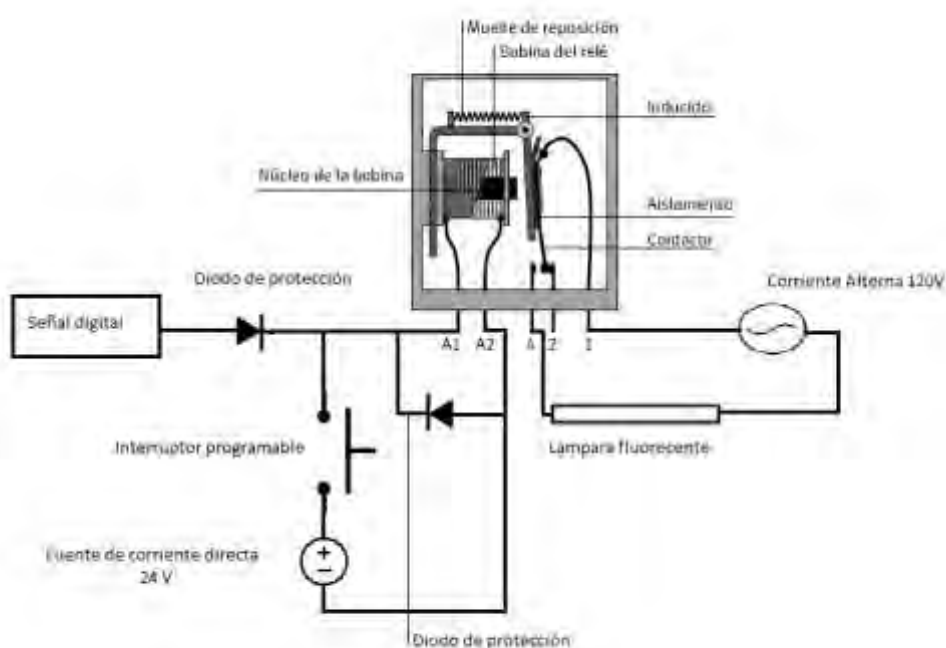


Figura 16. Diagrama de conexión para activación de lámparas

Éste tipo de conexión se hará para todos los sectores donde halla lámparas que encender a través de un interruptor manual. Ésta conexión debe de incluir dos diodos de protección uno para proteger los dispositivos de la corriente que genere la bobina al ser activada y otro diodo que proteja al sistema de distribución de señal, de la corriente que viene del interruptor cuando se presiona.

## Iluminación en escaleras.

Para optimizar el uso de energía en la iluminación de las escaleras, se colocarán sensores de presencia en cada planta donde estén las escaleras para que en el momento que detecten movimiento enciendan, permitiendo al usuario transitar mas cómodamente por las mismas, además estas luces estarán condicionada a encender cuando el nivel de iluminación solar ya no sea adecuado para caminar por ése sector.

Para el control de este subsistema solo utilizaremos un Bit de señal digital del EasyPort para activarlo y ocuparemos 4 bits de entradas digitales para recibir la señal de los cuatro sensores. Además se incluirá un interruptor manual para poder encender las luces en caso de que el usuario así lo desee.

El control lógico funcionara como se muestra en el siguiente diagrama de flujo, las variables serán:

- Sensor planta bajas – SPB.
- Sensor primera planta – SP1.
- Sensor segunda planta – SP2
- Sensor de iluminación solar – SIS.
- Lámpara – L.

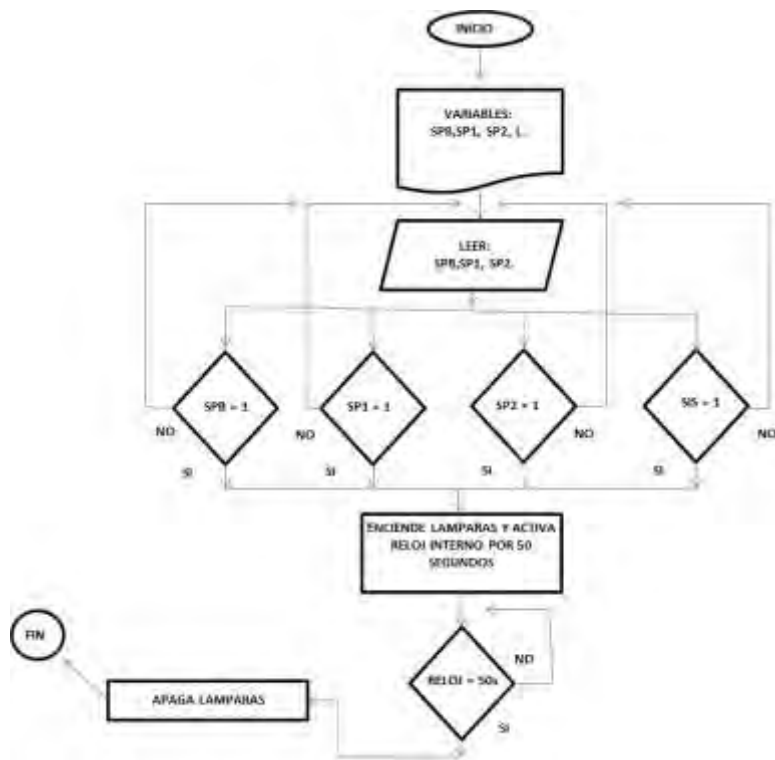


Figura 17. Diagrama de flujo del funcionamiento lógico de la iluminación en escaleras.

Para poder introducir esta lógica en el PLC Virtual con Python es necesario, diseñar el diagrama en lenguaje escalera que se utiliza para programar PLC, para después convertir la lógica en lenguaje estructurado Python. En la figura 18, se muestra el diagrama en escalera que controla el encendido de las lamparas ubicadas en las escaleras.

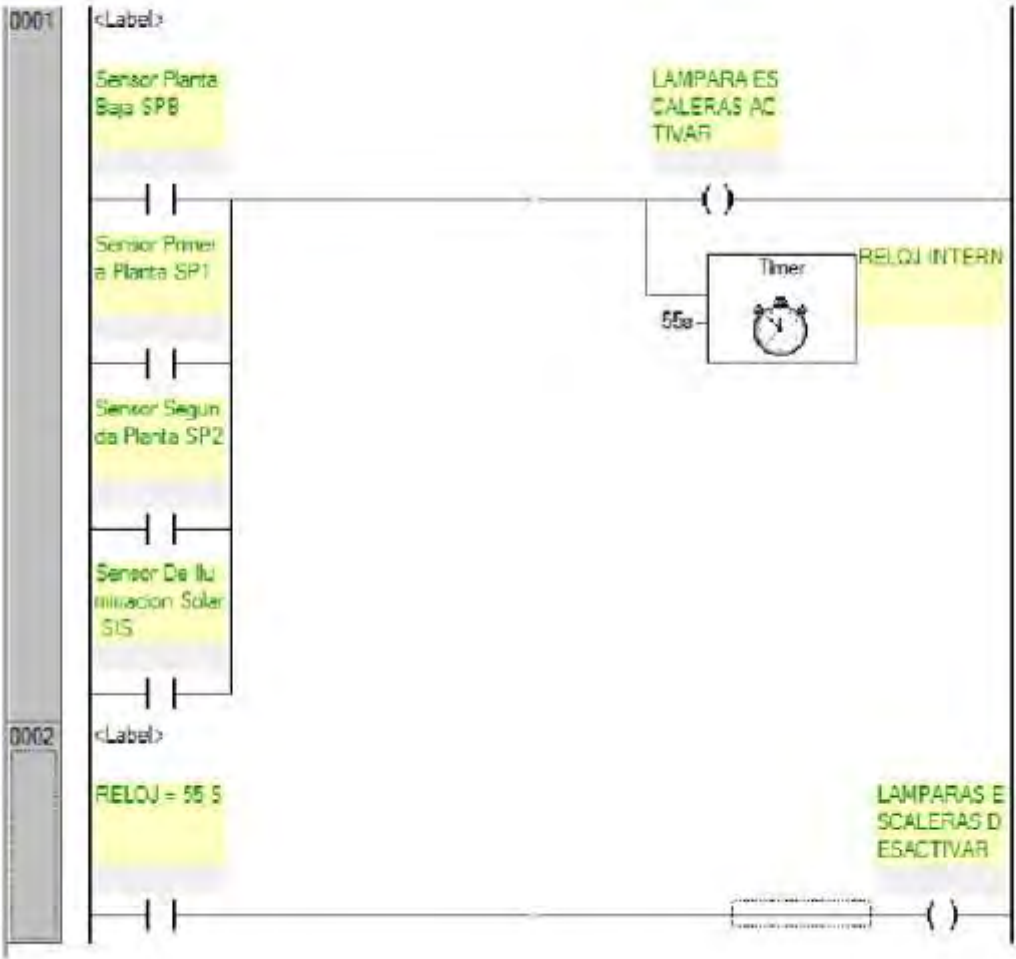


Figura 18. Diagrama lógico en escalera del control de luces en escaleras.



## Iluminación en pasillos.

El subsistema que iluminara los pasillos tendrá como funcionalidad el encender las lámparas cuando la intensidad luminosa del sol no sea adecuada para el confort de los usuarios que estén en dichos pasillos, por lo cual estará condicionada la activación de estas lámparas por un sensor de iluminación solar además de los encendidos manuales por cada planta.

Para el control de este subsistema usaremos tres bit de salida del controlador uno para cada planta donde se encuentran las lámparas, estos bits irán a una etapa de potencia con relevadores de 24 V a 120 V los cuales activaran las lámparas, también se hará un arreglo en OR (condición se activación por dos señales al mismo tiempo o por separado) con un interruptor manual para dar la opción de activación manual a los usuarios como se mencionó anteriormente en la activación manual de las lámparas de las aulas, este control permitirá encender las lámparas del pasillo solo en el momento que se requiera, ésto permitirá el ahorro de energía eléctrica de una manera mas eficiente.

Por otro lado los sensores de iluminación irán conectado a una fuente de 24 Volts y las señales de los mismos irán conectados a dos bits de entrada del EasyPort, el rango de activación de éstos sensores está entre 12 y 24 volts, cuando cualquiera de los dos sensores se activen mandarán una señal al EasyPort el cual procesará esta señal y mandará encender las lámparas de los pasillos.

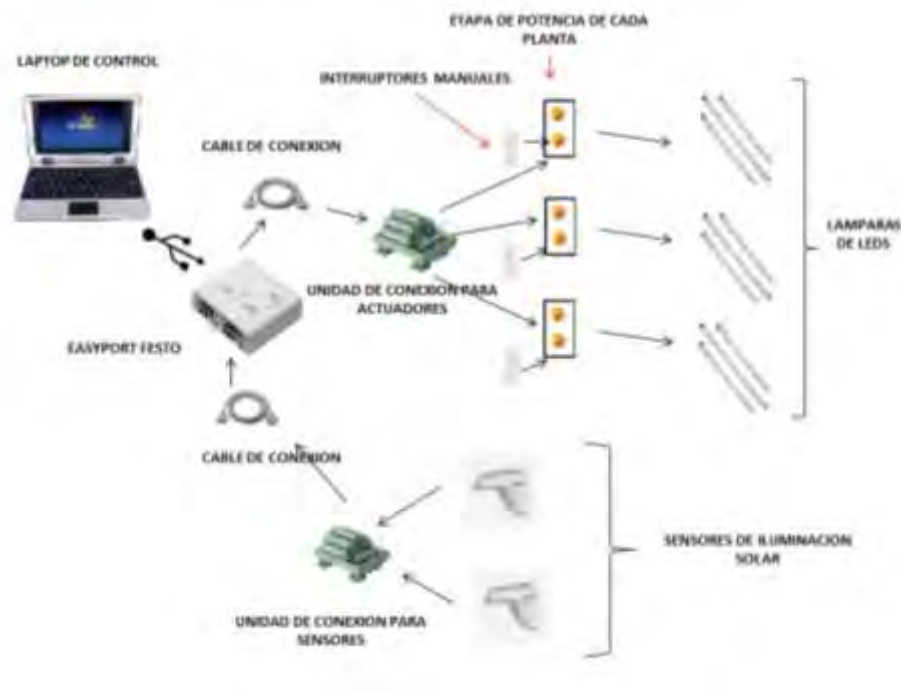


Figura 19. Esquema gráfico de conexión del hardware de la iluminación en pasillos.

La figura 20, muestra el diagrama de flujo que se utilizó para diseñar el control de encendido del sector de los pasillos, las variables que se muestran son las siguientes:

- Sensor de iluminación solar 1 - SIS1
- Sensor de iluminación solar 2 - SIS2
- Lámpara de planta bajas - LP1
- Lámparas de la primera planta - LP2
- Lámparas de la segunda planta - LP3

El término que se muestra como SIS1 = 1 significa que el sensor de iluminación cambio de un estado pasivo a uno activo, por lo tanto manda una señal al controlador para que realice la tarea que ya tiene programada en éste caso encender las lámparas de los pasillos.

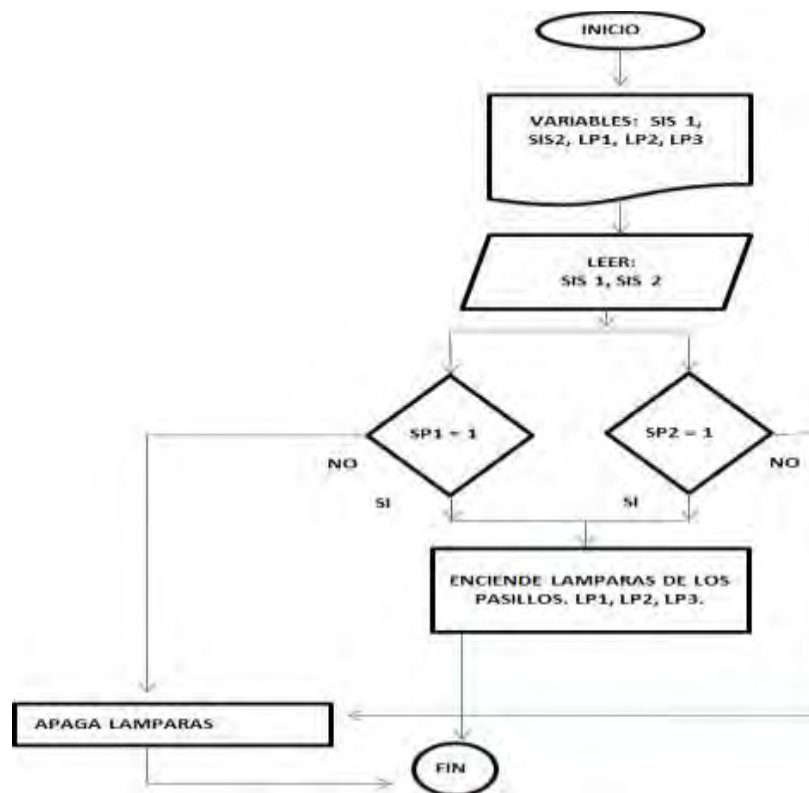


Figura 20. Diagrama de flujo que muestra el funcionamiento del subsistema de las lámparas de los pasillos.

## Iluminación en oficinas.

La iluminación en oficinas se dividirá en cinco partes, tres de ellas para controlar las oficinas de administrativos, una parte para el área de secretarías y cafetería y por último una parte que controle la iluminación del sanitario.

El control en cada oficina de administrativos (Jefe de departamento, secretarías administrativa y académica) estará condicionado a encender la luz cuando un sensor de movimiento detecte algún usuario entrando a la oficina y la luz se mantendrá encendida hasta que el usuario la apague por medio de un interruptor manual o uno programable.

Para el control del área de secretarías y el área de descanso, la iluminación se controlará de manera programada se encenderán a las 6:50 a.m. y se apagará por medio de un interruptor programable o de manera manual. Para encender las lámparas del sanitario de oficinas se activarán cuando un sensor de presencia detecte al usuario y se apagará por la activación de un interruptor programable o manual. La figura 21, muestra la distribución de sensores en el área de oficina, los de color amarillo son sensores de presencia, los de color rojo son los interruptores programables y el de rectángulo de color verde que está en el almacén es el controlador del aire acondicionado.

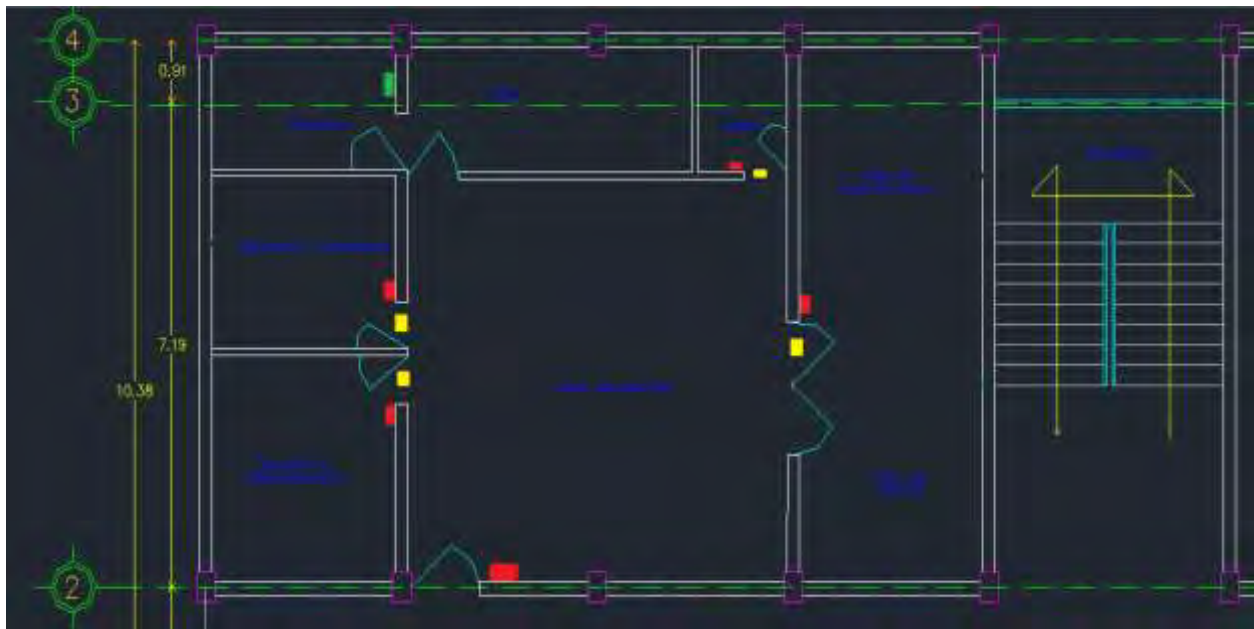


Figura 21. Distribución de sensores en el área de oficinas.

El funcionamiento de la programación de las lámparas de este sector se muestra a continuación en la figura 22.

Las variables que se observan en la imagen son las siguientes:

- Sensor de presencia en oficina – SPO
- Interruptor manual de oficina – IP
- Lámparas de oficina - LO

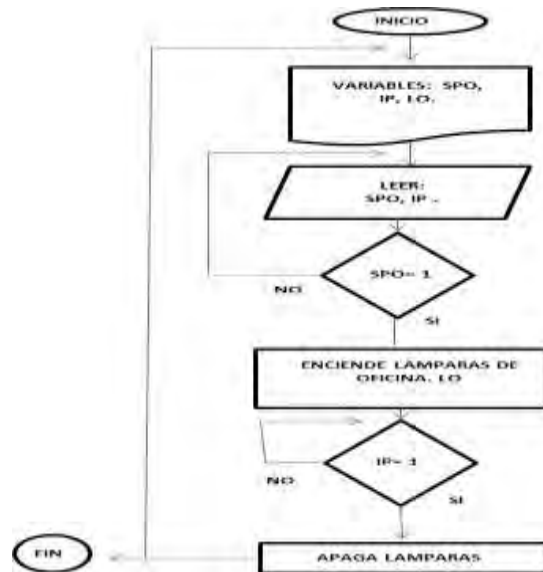


Figura 22. Diagrama de flujo del control de lámparas en oficinas.

La figura 23, muestra el diagrama en escalera del control de iluminación de oficinas, éste diagrama ayudará para convertir ésta lógica en lenguaje estructurado Python.

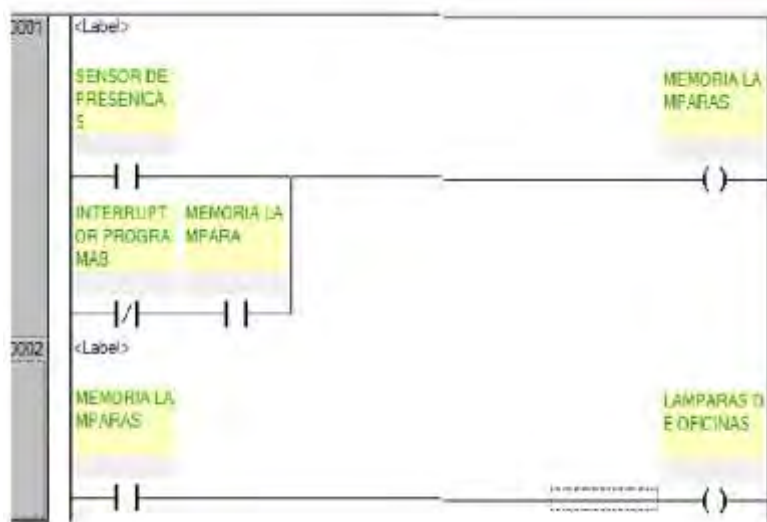


Figura 23. Diagrama de control en escalera para control de iluminación en oficinas.

## Iluminación en sanitarios

La iluminación en sanitarios se administrará de manera programada y manual. Por el lado de la parte programada las luces de los sanitarios se activarán mientras las puertas estén abiertas, si en caso dado que el personal de mantenimiento requiera cerrar la puerta y permanecer adentro del sanitario podrá encender la luz de manera manual por medio de un interruptor.

El detector que se colocará en las puertas es un sensor de activación mecánica, que mandará una señal de 24V al controlador cuando la puerta esté abierta, con esto el controlador mandará una señal de salida a los relevadores de potencia que encenderán las luces del sanitario ya sea el de damas o el de caballeros, si es que se encuentra en una hora programada para encender. Además existirá la opción de encender y apagar las luces con interruptor manual, como se explicó en la sección de iluminación en aulas.

El siguiente diagrama de flujo muestra el funcionamiento del encendido de las lámparas.

Las variables que se utilizaron fueron las siguientes:

- Sensor de puerta en sanitarios –SPS
- Hora programada para iluminar sanitarios – HPS
- Lámparas de iluminación en sanitarios – LS

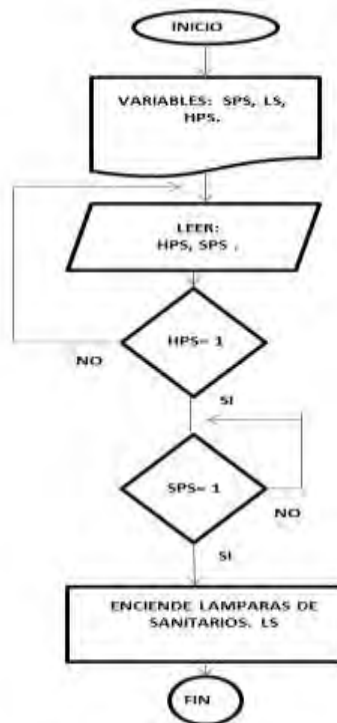


Figura 24. Diagrama lógico de control de iluminación en escaleras.

En la figura 25, se muestra el control lógico en escalera para la iluminación en sanitarios.

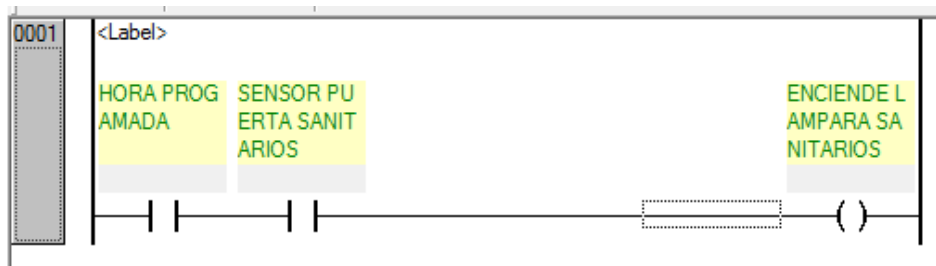


Figura 25. Diagrama en escalera del control de iluminación en sanitarios.

### Iluminación en el laboratorio de manufactura

La iluminación en el laboratorio de manufactura se controlará de manera manual y programada. Las lámparas del laboratorio se activarán en el momento que el sensor de presencia localizado en la puerta de acceso detecte movimiento, las lámparas se apagaran por un interruptor manual o programable. El control de iluminación es el mismo que se aplicará para la iluminación en aulas, además contará con el interruptor manual para encender y apagar las luces cuando el usuario lo requiera. En el siguiente diagrama en escalera muestra la secuencia lógica de activación de las lámparas en el laboratorio de manufactura.

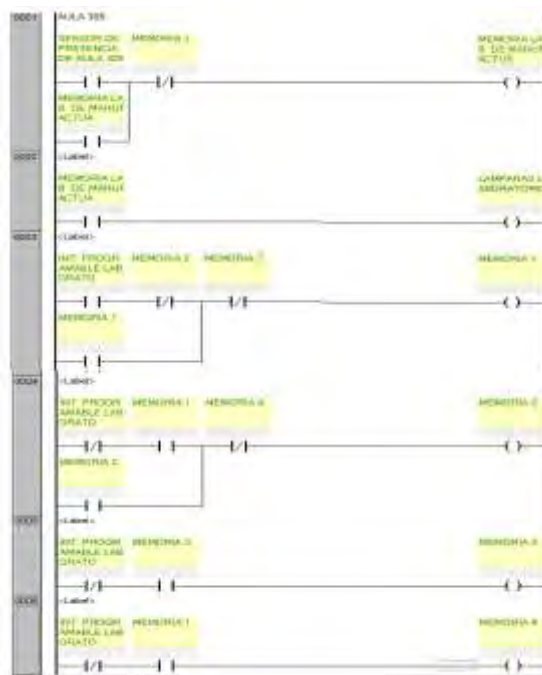


Figura 26. Diagrama de escalera del control de iluminación en el laboratorio de manufactura.

### 3.2.2 Climatización

A continuación se describirá el control de climatización del edificio, éste diseño permitirá ahorrar energía eléctrica, usando los dispositivos sólo cuando sea necesario.

#### Control de climatización en aulas y laboratorio.

Éste control se podrá administrar de manera manual por el usuario en cada aula, oficinas o el laboratorio, también se podrá controlar de manera programada activándose sólo en horarios donde el aula, oficinas o laboratorio estén ocupados además de estar condicionado para la activación del control de temperatura del mismo aire acondicionado que mandará la activación del aire cuando la temperatura del recinto esté por encima del valor de confort que el usuario le programe manualmente y desactivándose cuando alcance el valor de confort previamente programado.

A continuación se describe gráficamente el funcionamiento del sistema de climatización programado. El cual funcionará si esta programado el encendido en la hora que utilicen el aula además estará condicionado por el sensor de presencia, cuando éstas dos condiciones se cumplan el controlador mandara un bit de salida a un relevador de potencia este a su vez enviara una señal al controlador de temperatura, que mandará la orden para que encienda el aire acondicionado.

Las variables que se usaron en este diagrama fueron las siguientes:

- Horario programado para aire acondicionado – HPAC.
- Sensor de presencia de aula o laboratorio – SPA o SPL.
- Encendido del aire acondicionado – AA.

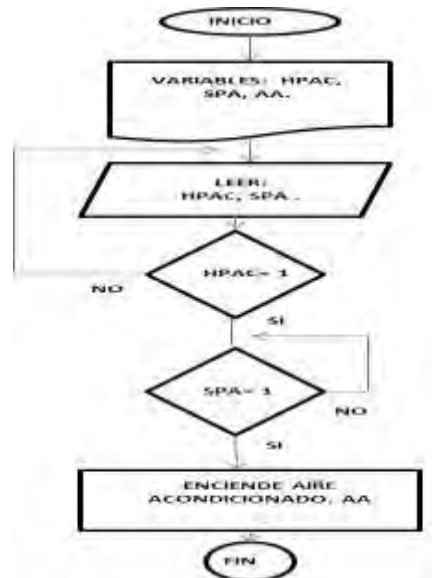


Figura 27. Diagrama de flujo del funcionamiento del encendido del aire acondicionado en aulas y laboratorio.

La figura 28, muestra la conexión que habrá entre el sistema de distribución al controlador de temperatura, el cual le permitirá con ésta señal activar el sistema de refrigeración.

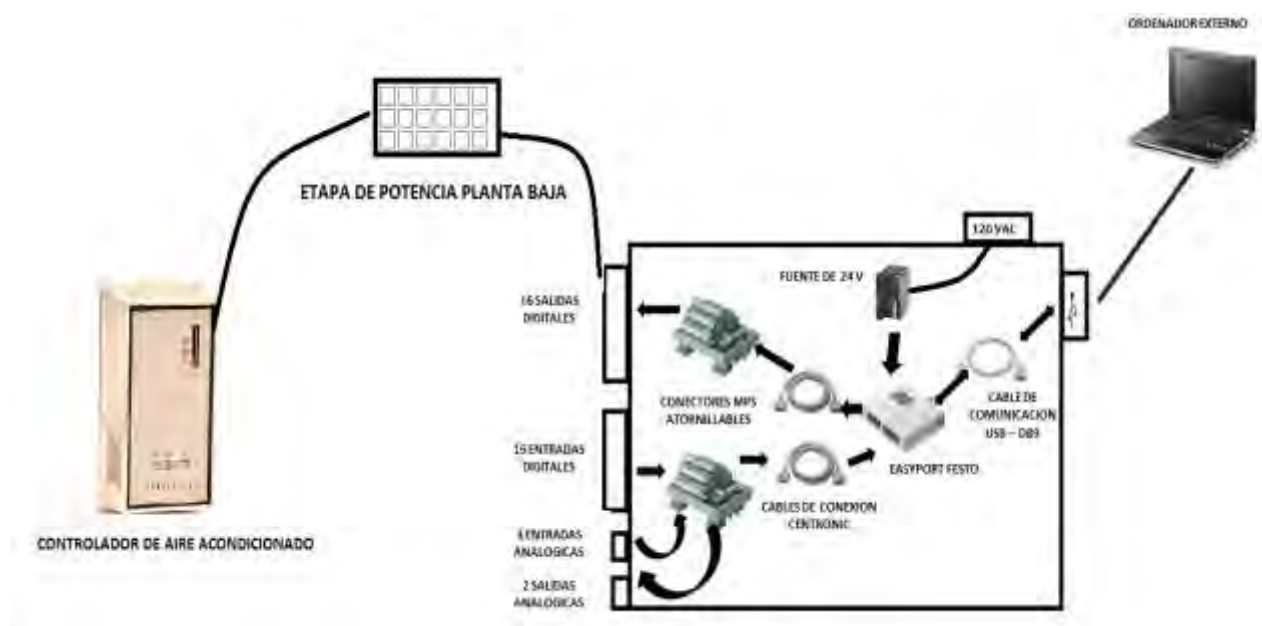


Figura 28. Esquema de conexión, de señal de salida del distribuidor al controlador de aire acondicionado.

### Control de climatización en oficinas administrativas.

En ésta área en especial hay personal administrativo constante desde las 7 a.m. a 9 p.m. por lo cual la activación de aire acondicionado se gestionará por programación horaria el cual el aire acondicionado encenderá a las 7:30 a.m. y se apagará a las 7:30 dando la opción al usuario de extender el horario de encendido del aire, así como, también la programación de la temperatura de confort que se desee.

### 3.2.3 Control de descargas de agua en sanitarios

Puede parecer que el entorno de los sanitarios ha quedado un poco apartado del desarrollo de la tecnología en este sentido los diseñadores se han implicado en el desarrollo de sistemas sanitarios automatizados. En los últimos tiempos ha ido apareciendo e implantándose de manera paulatina un completo equipamiento para el baño que, si bien es cierto no ha supuesto un salto cuantitativo respecto a lo previamente existente, sí que ha sido cualitativamente significativo. Los sistemas tecnológicos para baños se han desarrollado sobre la base de la automatización: inodoros con sensores que detectan la presencia de una persona, los cuales realizan descargas automáticas de la



cisterna una vez se ha finalizado su uso; sistemas de auto limpieza tras el uso de los elementos sanitarios; grifos y duchas con sensores que tratan de minimizar el consumo de agua mediante la detección de presencia; secadores de mano mediante aire con control por detectores o programable.

Actualmente, existen en el mercado muchos dispositivos que nos permiten controlar las descargas en los sanitarios de manera más eficiente que si se hiciera manualmente entre los que utilizaremos se encuentra los siguientes:

- **Llave Electrónica** – Este dispositivo permite descargar agua en los lavabos solo si un usuario tiene colocada sus manos para aseárselas.
- **Fluxómetro Electrónico para W.C.** - Este dispositivo permite hacer las descargas, cuando el usuario se retire del W.C.
- **Fluxómetro Electrónico para Mingitorio** - tiene el mismo funcionamiento que el fluxómetro para W.C.
- **Secadora de manos** –Permite secar las manos con aire a presión ahorrando grandes cantidades de papel.

### **Dispositivos y características**

Los dispositivos que se utilizan para aplicaciones domóticas en sanitarios son muy variados a continuación se muestran algunas características de los dispositivos que se utilizarán.

#### **Llave Electrónica serie H6700**



Figura 29. Llave electrónica.

### Características:

- Fabricada en bronce cromado para mayor durabilidad.
- Sistema de seguridad de apagado automático después de un minuto de flujo continuo.
- Todos los componentes electrónicos son resistentes al agua.
- El indicador LED avisa con anticipación la necesidad del remplazo de la batería Ideal para hoteles, oficinas, aeropuertos, hospitales, clubes deportivos, restaurantes y cualquier otro tipo de establecimiento público o privado.

### Especificaciones técnicas.

<b>Batería</b>	Una batería de litio modelo CR-P2 6VCD tipo cámara con una Vida útil de 3 años, a razón de 50,000 accionamientos por año.
<b>Presión de agua</b>	0.5~8.0kgf/cm <sup>2</sup> (7~114psi)
<b>Rango de sensibilidad</b>	No ajustable
<b>Diámetro de alimentación</b>	1/2"
<b>Rango temperatura de accionamiento del sensor</b>	1°C a 80°C

Tabla 1. Características técnicas de la llave electrónica.

### Flujómetro Electrónico para W.C. serie KT-719

Las principales ventajas de emplear fluxómetros automatizados para sus áreas sanitarias son la economía y la limpieza.



Figura 30. Fluxómetro electrónico para W.C.

## Características

- El cuerpo está fabricado en bronce cromado para mayor durabilidad.
- Todos los componentes electrónicos son resistentes al agua.
- La alimentación es reversible, izquierda o derecha.
- Se requiere llave especial para abrirlo y es resistente al vandalismo.
- El indicador LED avisa con anticipación la necesidad del remplazó de la batería..

## Especificaciones técnicas.

<b>Batería</b>	Una batería de litio modelo CR-P2 6VCD tipo cámara con una vida útil de 3 años a razón de 50,000 accionamientos por año.
<b>Presión de agua</b>	0.5~8.0kgf/cm <sup>2</sup> (7~114 PSI)
<b>Rango de sensibilidad</b>	Ajustable
<b>Tiempo de descarga</b>	de 5 a 13 segundos

Tabla 2. Especificaciones técnicas del fluxómetro electrónico para W. C.

## Fluxómetro Electrónico para mingitorio serie KU-619



Figura 31. Fluxómetro electrónico para mingitorio.

## Características

- El cuerpo está fabricado en bronce cromado para mayor durabilidad.
- Descarga en dos pasos para garantizar mayor limpieza del mueble.
- Se requiere llave especial para abrirlo y es resistente al vandalismo.
- El indicador LED avisa con anticipación la necesidad del replazó de la batería.

## Especificaciones técnicas.

<b>Batería</b>	Una batería de litio modelo CR-P2 6VCD tipo cámara Vida: 3 años (a razón de 50,000 accionamientos/año)
<b>Presión de agua</b>	0.5~8.0kgf/cm <sup>2</sup> (7~114 PSI)
<b>Rango de sensibilidad</b>	Ajustable
<b>Diámetro de alimentación</b>	PF 1/2"
<b>Tiempo de descarga</b>	Pre-descarga: 2 segundos Descarga final: 7 segundos

Tabla 3. Especificaciones técnicas del fluxómetro electrónico para mingitorios.

## Secadora de manos serie KH-180A



Figura 32. Secador de manos.

## Características

- La cubierta se fabrica con una aleación de aluminio para gran durabilidad.
- Los controles electrónicos son resistentes a la humedad.
- Sensibilidad ajustable desde 10 hasta 30 centímetros.
- Sistema de seguridad de apagado automático después de dos minutos de operación continúa.

## Especificaciones técnicas.

<b>Operación</b>	<b>Automática (Sensor infrarrojo)</b>
<b>Voltaje / Frecuencia</b>	<b>110-120 Volts 60 Hz</b>
<b>Motor</b>	<b>1/8 HP motor de inducción 3450 r.p.m. (60Hz)</b>
<b>Velocidad de aire</b>	<b>15 m/seg</b>
<b>Volumen de aire</b>	<b>158 C.F.M. (4.5m<sup>3</sup>/minuto)</b>
<b>Potencia total</b>	<b>1800 wats</b>
<b>Dimensiones</b>	<b>24.8 x 22 x 17 cm (ancho x alto x profundidad)</b>

Tabla 4. Especificaciones técnicas del secador de manos.

Como se pudo observar todos los dispositivos que se utilizarán para administrar la descargas de aguas en sanitario, son autónomos esto quiere decir que no requieren de un controlador externo para realizar las tareas designadas, ni estar conectados a la red eléctrica, por este motivo el sistema de control de descargar no se contempla controlar con el PLC Virtual con Python, permitiendo así un control mas óptimo en el área de sanitarios ya que podrá funcionar este sistema sin energía eléctrica de la red publica, por que cada dispositivo cuenta con su fuente de alimentación a excepción del secador de manos. Estos dispositivos también incluyen sensores, actuadores y un controlador que le permite realizar sus tareas.

### 3.2.4 CONTROL DE RIEGO

El control de riego es muy importante su aplicación ya que con ello podemos ahorrar grandes cantidades de agua, que si se hiciera de manera manual además que este diseño contribuye a la regeneración de las áreas verdes de edificio lo que implica un aporte al medio ambiente y a la política de sustentabilidad del departamento.

El control de éste sistema se hará de manera horaria, ya que no es necesario colocar sensores de humedad, para su activación por el tipo de vegetación que cuentan éstas áreas, por otro lado la programación horaria permitirá encender el riego y apagarlo, a la hora que el usuario lo programe. La activación se mandará del controlador a un relevador de potencia el cual mandará una señal de 24V para activar la bobina que permite el paso de agua en la electroválvula.

Este tipo de control te asegura que las áreas verdes siempre se mantengan en buen estado, ya que con el control tradicional depende mucho del usuario que el área verde este en buenas condiciones. Está demostrado que la importancia de tener áreas verdes dentro del área de trabajo o estudio, permite a los usuarios relajarse con el solo hecho de observar un área verde en buenas condiciones.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

En éste apartado se describirá las características del diseño propuesto así como la justificación de tal diseño.

#### 3.3.1 Características por su topología.

Por su topología o estructura física de la red de control del diseño domótico, se diseñó para que un servidor central procese toda la información que envían los sensores y ejecute las respectivas señales para activar los actuadores. Ésta topología que se propone es en estrella con la opción para trabajos futuros que se implemente otro tipo de topología. La ventaja de este diseño permite una rápida conexión, es mas económica que una topología en red y es mas fácil de configurar que los diseños en topología de bus, además en caso de fallas en el sistema permite detectar de una manera mas rápida el desperfecto.

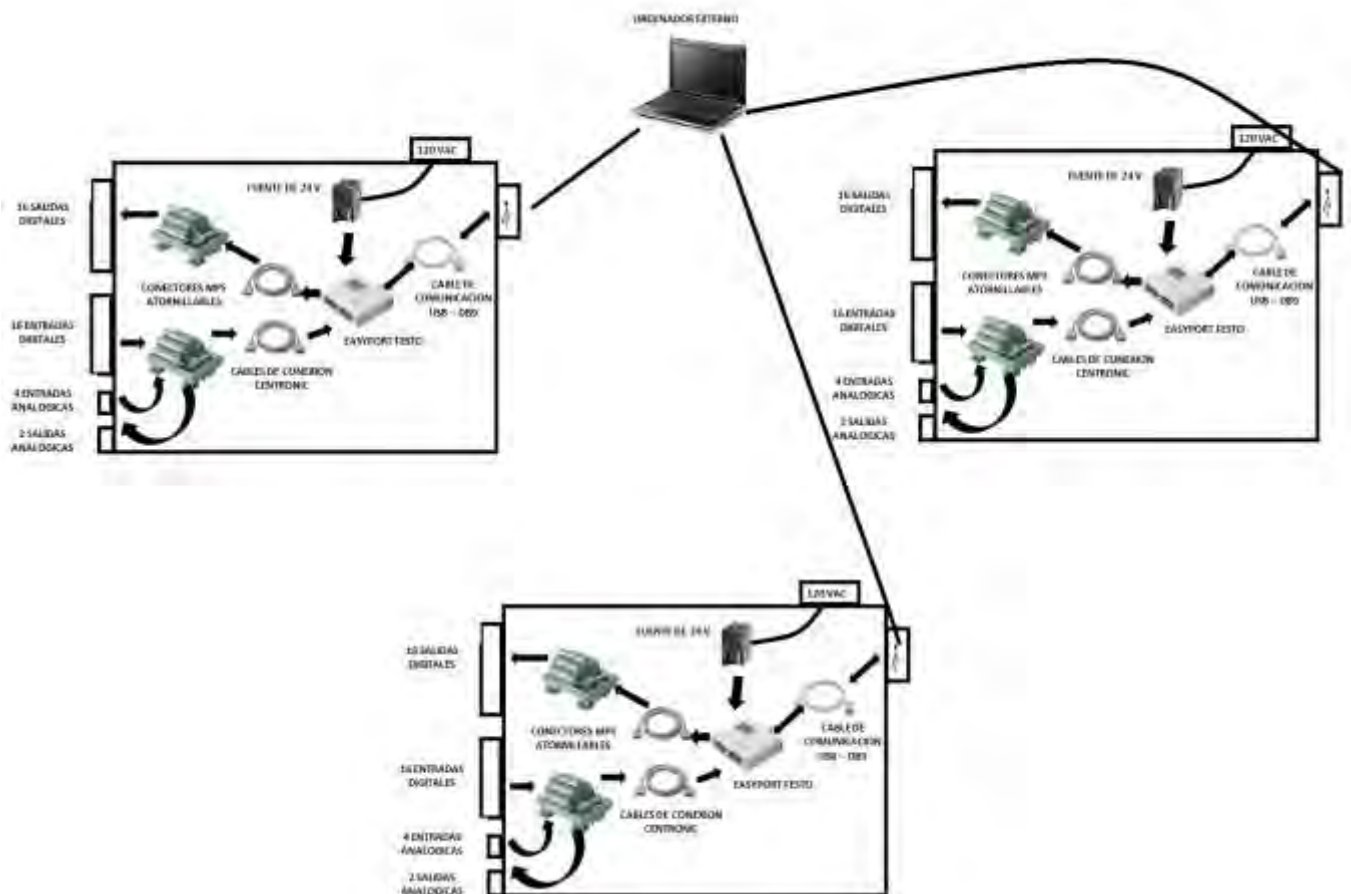


Figura 33. Topología de conexión en estrella del diseño del sistema domótico del edificio.

### 3.3.2 Características por su arquitectura.

Esta característica se refiere a donde reside el control o controlador del sistema, para el caso de este diseño se propone una arquitectura centralizada que nos permite una mayor facilidad de interconexión para los diferentes dispositivos, en éste diseño se permite la opción de una arquitectura descentralizada para aplicaciones futuras, haciendo así mas flexible el diseño para su modificación. Una de las ventajas importantes de ésta arquitectura es la de ahorrar en dispositivos ya que solo utilizaremos un solo servidor.

### 3.3.3 Características del sistema de control.

Antes de empezar a describir las características del sistema de control, se mencionarán las partes del diseño y sus funciones.

- **Controlador** – PLC Virtual, teniendo como plataforma de control una PC o LapTop externa, con el lenguaje de programación Python como sistema de control de las señales.
- **Sistema de distribución de señales** – Estará administrado por una tarjeta de adquisición de datos en este caso un EasyPort de la compañía FESTO.
- **Etapas de potencia** – Estará compuesta por un grupo de relevadores colocados en cajas de control.
- **Actuadores** – Este grupo lo conformarán, lámparas de iluminación entre otros.
- **Sensores** – Este grupo se encargará de recibir las señales del sistema.
- **Interfaz**- Es la parte que interactuará con el usuario para que pueda controlar y visualiza el sistema domótico.

#### Controlador

El controlador como se mencionó anteriormente estará gestionado por una PC o LapTop con el sistema operativo Linux el cual es un software libre y por lo tanto sin costo alguno, a diferencia del sistema operativo de la compañía Microsoft. Se seleccionó el lenguaje de programación Python porque es un lenguaje que es fácil de entender, compilar, portable, puedes hacer páginas web y tiene un fácil desarrollo de librerías para poder controlar dispositivos como el EasyPort.

Si el usuario lo desea, este sistema se puede adaptar al sistema operativo que desee.



Figura 34. Representación del controlador.

### **Sistema de distribución de señales**

Esta parte del sistema está formada por una tarjeta de adquisición de datos en este caso un EasyPort de la compañía FESTO el cual estará conectado al controlador por un cable USB-DB9 que permitirá la comunicación entre ambos.

En la siguiente etapa el EasyPort se comunicará con la etapa de potencia a través de unas terminales atornillables usando como interfaz de conexión cables Centronic (según la norma IEEE 1284) , que permitirán la comunicación entre el EasyPort y las terminales de entradas y salidas, éste sistema estará protegido por una caja de control eléctrico de lámina de acero, la figura 35, muestra una representación gráfica del sistema de distribución de señal, los cuales para nuestro diseño utilizaremos tres sistemas de distribución. A continuación se describen los dispositivos utilizados para el sistema de distribución.

### **EasyPort USB**

El principio de éste dispositivo es simple, la interfaz USB se conecta a la PC. La conexión al equipo de automatización o a dispositivos externos (Actuadores, y sensores) es a través de conectores estándar SysLink(Cable de datos E/S con un conector SysLink según IEEE 488) en el cual se conectan las señales de entrada y de salida para que pueda ser leído en la PC. El EasyPort pueda adaptarse a diferentes situaciones, trabajando como una tarjeta de adquisición de datos. Easyport es compatible con todos los sensores con señales de 24v y puede activar cargas de 24V CD, también recibe y entrega señales analógicas en un rango de 0 a 10 V provenientes de sensores o para activar válvulas proporcionales,etc.





Figura 35. EasyPort USB

#### **Datos técnicos.**

- **Alimentación de 24V** – Es a través de terminales de tornillo o por separado a través de conectores SysLink(Cable de datos E/S con un conector SysLink según IEEE 488).
- **Interfaz con el PC** (con aislamiento galvánico) – USB 2.0, RS-232. Se pueden conectar 4 módulos a través de un concentrador USB con una velocidad de transmisión de 115 kbaudios
- **Interface analógica** - A través de un conector Sub-D de 15 pines con una resolución de 12 bits, 4 entradas analógicas, 2 salidas analógicas, frecuencia de muestreo de 0.5 kHz
- **Interfaz digital** - lo componen 16 entradas digitales, 16 salidas digitales en 2 conectores de 24 pines Centronics (según la norma IEEE 1284) con 8 entradas digitales cada uno de 24V y , 8 salidas digitales de 24V. Las señales digitales son representadas por LEDs.
- **Control** – Controlable a través del control ActiveX de LabVIEW, C + + o Visual Basic.

### Terminal atornillable D.

Esta terminal permite conectar el EasyPort con la etapa de potencia, a través de un cable de comunicación Centronic de conectores de 24 pines. Desde ésta terminal se envían y reciben las señales tanto de los actuadores como de los sensores.



Figura 36. Terminal atornillable D para cable Centronic.

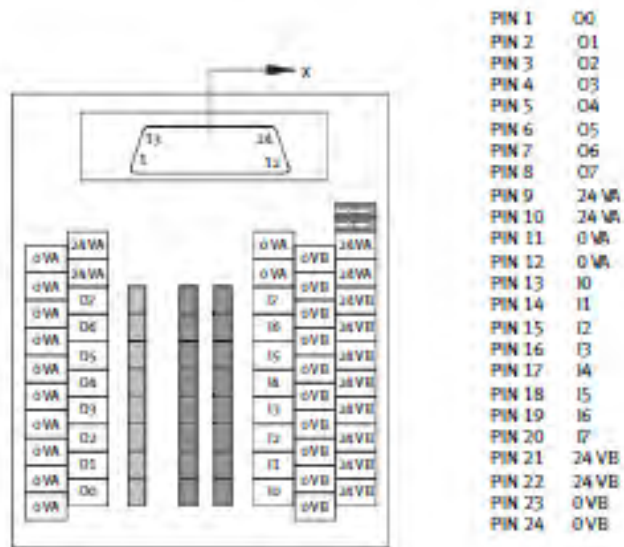


Figura 37. Diagrama de asignación de PIN en la terminal D.

### **Interfaz de comunicación Centronics.**

Este cable es la interfaz de comunicación entre el EasyPort y la etapa de potencia que a su vez conecta a los actuadores, además de recibir la señal de los sensores. El cable centronic va conectado a una terminal atornillable para facilitar el cableado de los dispositivos exteriores.



Figura 38. Terminal Centronics D24 también conocido como puerto paralelo, conectado a una terminal atornillable D.

### **Fuente de alimentación de 24V**

Esta fuente alimentará con 24V al EasyPort así como también a los relevadores de la etapa de potencia y a los sensores que lo requieran. La fuente que se propone utilizar es una fuente de conexión monofásica o bifásica y da un voltaje de salida de 24 volts a 30 amperes.



Figura 39. Fuente de alimentación de 24V a 30A.

El sistema de distribución de señales se protegerá en una caja de control, de lámina de acero de dimensiones (60 cm de alto, 40 cm de ancho y 20 cm de profundidad) la cual estará ubicada en el área de escaleras en la segunda planta, ya que esta zona es la más

estratégica para la distribución de señales. A esta caja se alimentará de 120 volts para las fuentes de corriente directa de 24 volts, además un terminal USB para recibir la señal de la PC controladora.



Figura 40. Representación de la caja de protección del sistema distribuidor de señales.

La figura 41, muestra una representación gráfica del sistema de distribución de señales. Este conjunto de elementos permitirá la comunicación entre el controlador y los diferentes dispositivo que son los actuadores y sensores. El diseño propuesto para el control del edificio cuenta con tres grupos de éstos componentes para realizar la comunicación del sistema

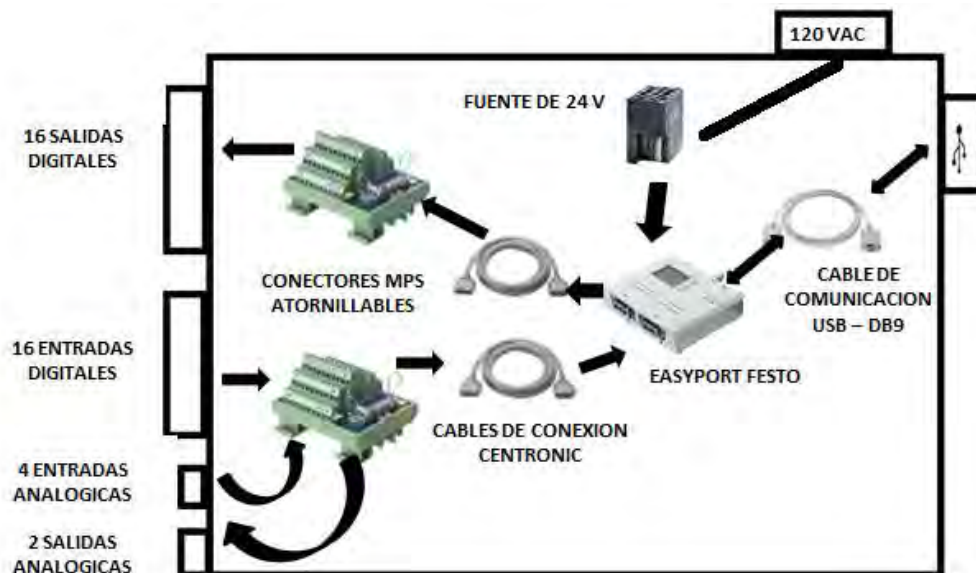


Figura 41. Representación gráfica del sistema distribuidor de señales

## Etapa de potencia

La etapa de potencia se encarga de recibir las señales de salida del Sistema de distribución de señales, a través de relevadores de 8 pines con rango de activación de la bobina de 24V, los cuales estarán localizados en tres sectores del edificio uno por cada nivel, protegido por una caja de control de dimensiones (20cm de largo, 20 cm de ancho y 7 cm de profundidad). De esta etapa se enviará la señal de 120 volts a los actuadores correspondientes y de 24 volts para los controladores del aire acondicionado.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Forma de Contacto:	DPDT
Dado:	5X853
Clasificación de Amperaje de Contacto (Resistivo):	15
Voltaje de Bobina:	12VDC
Pasadores:	8
Clasificación VA de Bobina:	1.22
HP a 240 V:	1/2
HP a 120 V:	1/3
Código del Receptáculo:	C

Figura 42. Relevador de activación de bobina de 24vcd Figura 43. Especificaciones técnicas Fuente: Grainger México.

La siguiente figura muestra las bases en las cuales estarán sujetos los relevadores que a su vez estas bases estarán puestas en un perfil DIN que se atornillara a la caja de protección.



Figura 44. Socket DIN para relevador de 8 pines.

## Actuadores

Aquí se describen los actuadores a utilizar en el diseño del sistema domótico y algunas de sus características. En éste apartado no se incluyen los dispositivos que se utilizarán en sanitarios ya que no se consideran actuadores por que estos dispositivos incluyen sensores, controlador y el actuador.

ACTUADORES	CARACTERÍSTICAS
 <p data-bbox="310 814 675 846">Lámpara fluorescente de tubo.</p>	<p data-bbox="824 617 1433 674">Alimentación de 120 volts consumo de potencia de 35 W</p>
 <p data-bbox="354 1167 631 1199">Electroválvula de riego.</p>	<p data-bbox="824 884 1433 1003">Fabricadas en plástico PVC muy resistente. Presión de trabajo 1,4-10,3 bar. Apertura manual con drenaje interno y externo. Pistón cautivo del solenoide para evitar pérdidas.</p> <p data-bbox="824 1024 1433 1081">Voltaje de alimentación de 24 volts de corriente directa.</p>
 <p data-bbox="191 1545 784 1577">Controlador de temperatura de aire acondicionado</p>	<p data-bbox="824 1297 1433 1478">En esta sección se incluye como un actuador pero en realidad realiza la tarea de sensor, el cual por si solo puede mandar a encender el aire, mas sin embargo con nuestro controlador y la conexión que se describió anteriormente podemos manipular el encendido del aire acondicionado.</p>

Tabla 5. Actuadores

## Sensores

En la siguiente tabla se muestran los sensores que se proponen utilizar y algunas características.

Sensor	Características.
 <p data-bbox="350 663 618 695">Detector de presencia.</p>	<p data-bbox="808 449 1440 657">Zona de detección de 180°, El detector de presencia detecta personas en movimiento en un radio de aprox. 8 m. Las personas sentadas se detectan de forma fiable dentro de un área de 8 m x 4 m. La altura de montaje recomendada es de 2,2 m. Los parámetros se ajustan a través del potenciómetro</p>
 <p data-bbox="326 1052 659 1083">Sensor de iluminación solar.</p>	<p data-bbox="824 877 1390 968">De 120volts de corriente alterna y 24 volts de corriente directa de señal de salida, con potenciómetro para ajustar rango de activación.</p>
 <p data-bbox="350 1430 634 1461">Sensor detector de puerta.</p>	<p data-bbox="824 1224 1440 1377">Limit switch de activación me canica de 3 pines (contacto abierto, contacto cerrado y contacto común), puede se alimentado con cualquier voltaje de corriente directa, la fuerza necesaria para activarse es de 200gf.</p>
 <p data-bbox="431 1787 555 1818">Interruptor</p>	<p data-bbox="824 1623 1440 1713">Interruptor eléctrico sin retención (push botton), se puede alimentar ya sea con corriente directa como con alterna.</p>

Tabla 6. Sensores.

El sistema de control del edificio completo, estará localizado en la primer planta del edificio en el área de escaleras, esto permitirá un fácil acceso y distribución de las señales de los dispositivos. Este contará con una PC controlador que estará ubicada en el área de oficinas administrativas, además contará con tres sistemas de distribución de señal mismo que estará resguardado en la caja de control que estará ubicada en al segunda planta. Para las etapas de potencia se colocarán una en cada planta en el área de escaleras para tener un acceso más fácil para conectar los actuadores.

Para la colocación de los actuadores no será necesario hacer modificaciones ya que se trabajarán con los actuadores ya existentes, con excepción de la electroválvula de riego la cual se conectará a la tubería de agua exactamente antes de la válvula manual que activa el riego esto se hará para mantener un mejor control del agua en caso de que la electroválvula no se cierre por algún desperfecto.

Cabe mencionar que en el diseño propuesto incluimos entradas y salidas de señal analógicas, este tipo de señales se podrán utilizar para aplicaciones futura, como por ejemplo en vez de apagar por completo una luz, la puedan regular la intensidad luminosa que se desee, o también recibir señal de un sensor de temperatura ambiental y poder monitorear la temperatura ya sea afuera del edificio o dentro.



## CAPITULO 4 RESULTADOS

La naturaleza de éste proyecto no es dejar implementado el sistema domótico en el edificio, por lo tanto los resultados que se muestran a continuación son el del diseño del sistema domótico y como se implementaría en el edificio, mostrando el diseño de instalaciones y el lugar donde se colocarían los diferentes dispositivos.

### 4.1 APLICACIÓN DE DOMÓTICA EN UN EDIFICIO

En éste proyecto se propone un diseño con las técnicas de domótica aplicados a un edificio, éste edificio por su sistema de control no se puede considerar edificio inteligente ya que la principal característica de éstos edificios es la integración en su control de inteligencia artificial como lo vimos anteriormente en el marco teórico, por tal motivo se plantea este edificio como un edificio domotizado, que podrá realizar ciertas actividades con facilidad, podrá ser manipulado y monitoreado.

### 4.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS EN EL EDIFICIO

Las siguientes figuras muestran la colocación de los dispositivos en el edificio.

La representación de los dispositivos está en la siguiente tabla.






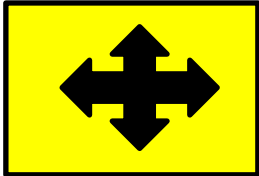
Dispositivo	Representación
Sensores de presencia en aulas y área de escaleras. También se utilizará esta misma representación para los sensores de los sanitarios.	 Por un rectángulo de color amarillo
Interruptores para controlar lámparas de aulas que interfieren con la proyección del cañón	 Por un rectángulo de color azul
Interruptores para controlar el resto de las lámparas de las aulas	 Por un rectángulo en color rojo.
Controlador del aire acondicionado	 Por un rectángulo en color verde
Caja de potencia que contendrá los relevadores de la segunda planta	 Por un rectángulo de color blanco
Sistema de distribución de señales.	 Por un cuadro con flechas dirigidas hacia las esquinas del cuadro

Tabla 7. Representación de los dispositivos utilizados en el diseño.



Figura 45. Representación de la distribución de los dispositivos de la segunda planta.



Figura 46. Representación de la distribución de los dispositivos de la primera planta.

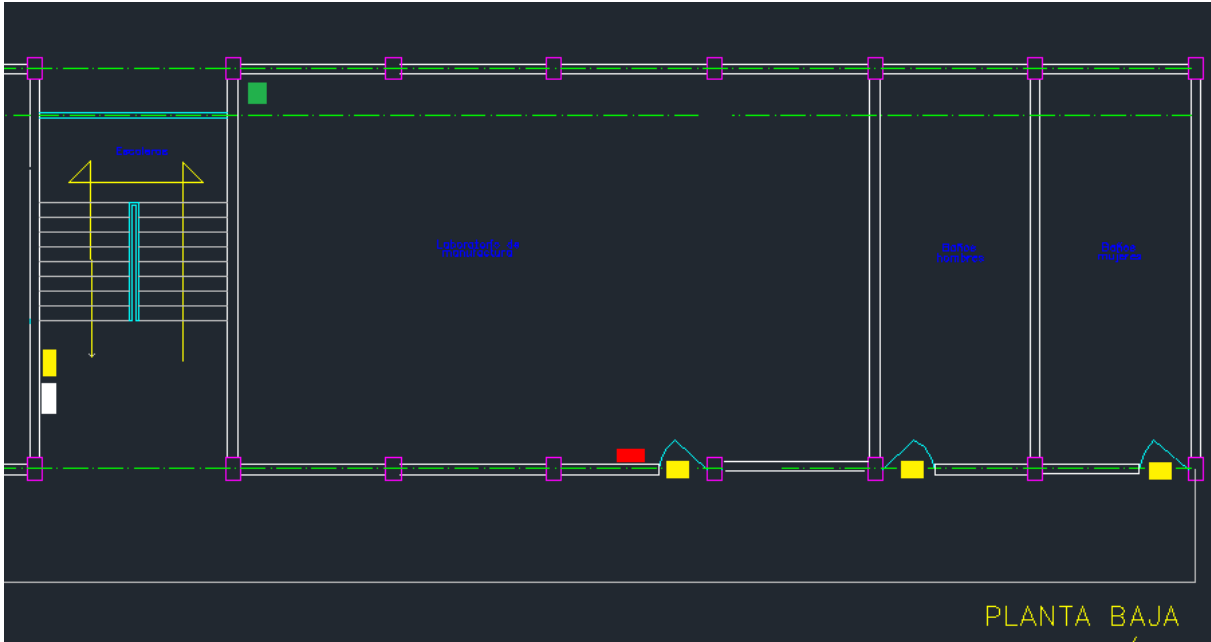


Figura 47. Representación de la distribución de los dispositivos del área de sanitarios y laboratorio.

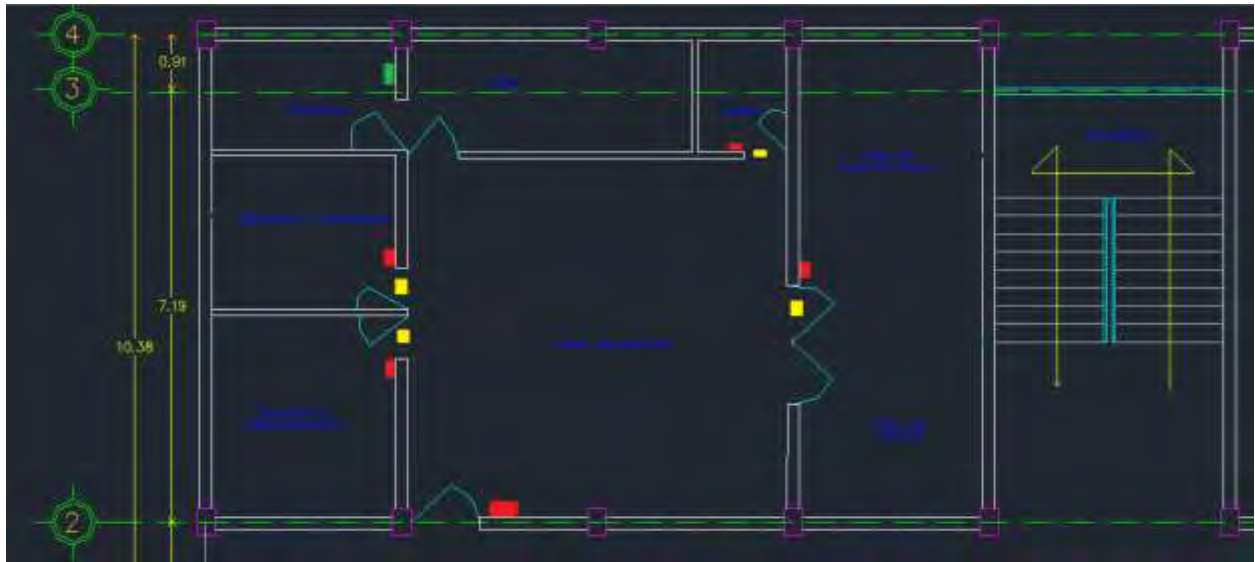


Figura 48. Representación gráfica de las distribución de dispositivos en el área de oficinas.

### 4.3 CABLEADO DE TODOS LOS DISPOSITIVOS.

El cableado del sistema de control se hará a través de cable calibre 18 de tres diferentes colores, el color azul a utilizar conectará los dispositivos con la fuente en el polo negativo, mientras que los cables de color rojo alimentarán los dispositivos con 24Volts y por último los cables de color negro serán los que transmitan los bits de salida y entrada a los y de los diferentes dispositivos. Estos cables irán protegidos por una canaleta de PVC de tres secciones mismas por las cuales se distribuirán los cables en conjunto con su color correspondiente. Este tipo de canaletas permiten una fácil instalación en edificios ya que van adheridas a las paredes sin necesidad de modificar la estructura de la construcción.

Las recomendaciones generales para el uso de canaletas, determinan que el trazado se haga siempre siguiendo líneas verticales y horizontales. En su lugar, se pueden trazar líneas paralelas a las aristas de las paredes. Este sistema facilita la localización de los tubos en caso de avería.

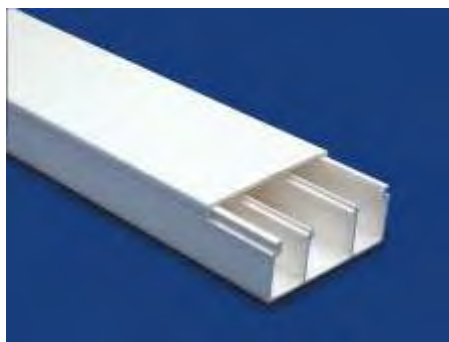


Figura 49. Canaleta de PVC.

La siguiente imagen muestra los diferentes tipos de conectores y formas de instalación que se pueden utilizar al hacer uso de las canaletas, éste tipo de instalación posibilita la separación interna durante todo el cableado, para aplicación de cables de energía y de comunicación.

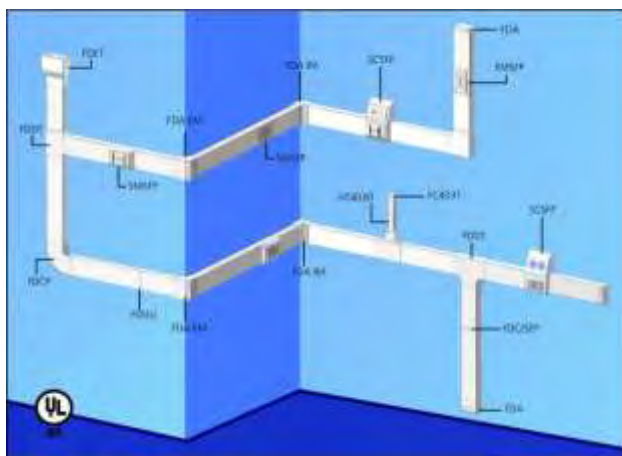


Figura 50. Sistema desarrollado para atender a las Normas de Cableado Estructurado.

## 4.4 SISTEMA COMPLETO

En éste apartado se muestra una representación grafica de la interconexión de los componentes del sistema para apreciar mejor el diseño de éste.

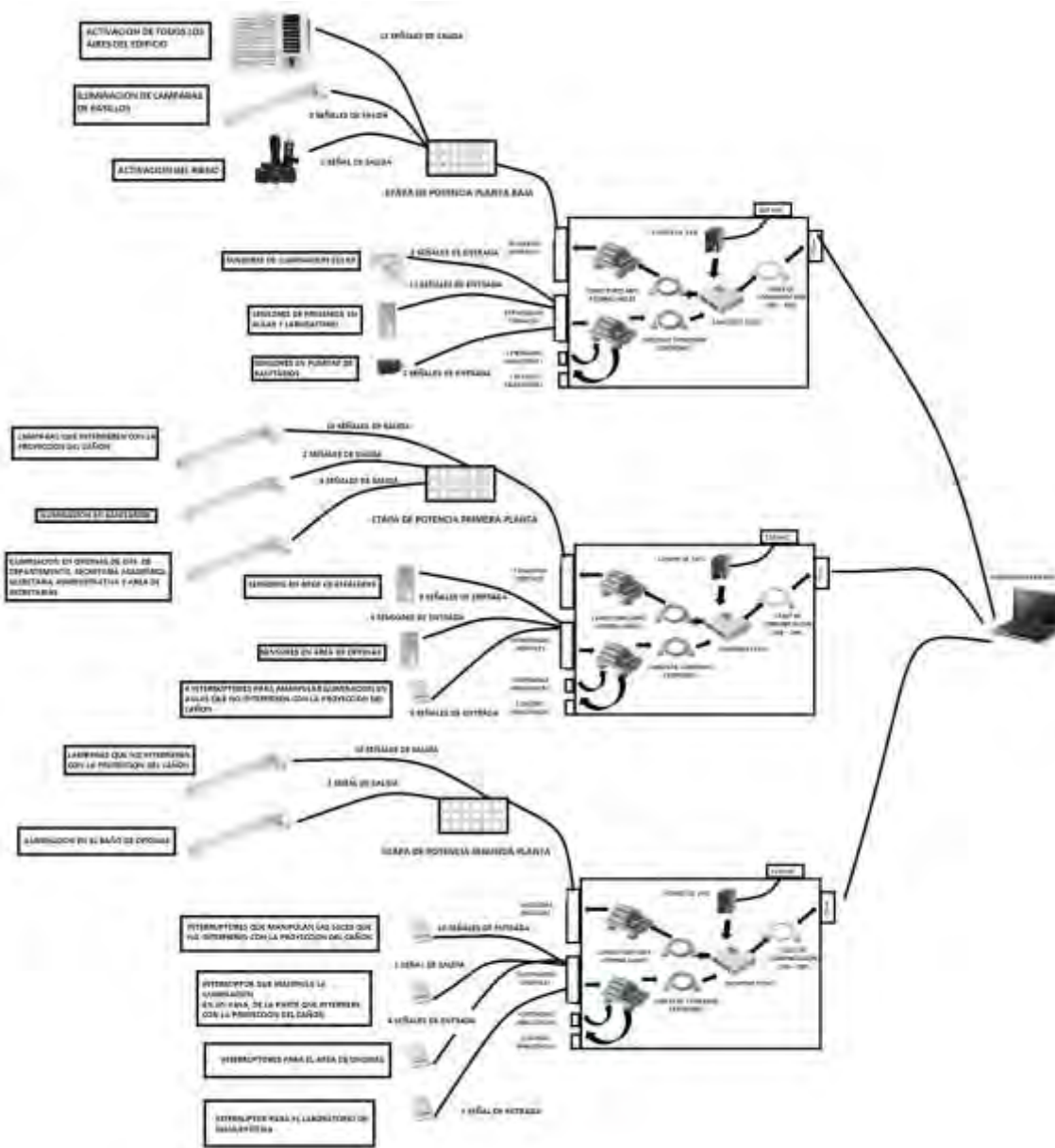


Figura 51. Representación gráfica de la distribución de los diferentes dispositivos que forman el sistema.

ALLOCATION LIST EASYPORT 1			
No. BIT SEÑAL DE SALIDA	DISPOSITIVO	No. BIT SEÑAL DE ENTRADA	DISPOSITIVO
0	AIRE ACONDICIONADO AULA 301	0	SENSOR ILUMINACION SOLAR 1
1	AIRE ACONDICIONADO AULA 302	1	SENSOR ILUMINACION SOLAR 2
2	AIRE ACONDICIONADO AULA 303	2	SENSOR ILUMINACION SOLAR 3
3	AIRE ACONDICIONADO AULA 304	3	SENSOR DE PRESENCIA LAB. DE MANUFACTURA
4	AIRE ACONDICIONADO AULA 305	4	SENSOR DE PRESENCIA OFICINA 1
5	AIRE ACONDICIONADO AULA 201	5	SENSOR DE PRESENCIA OFICINA 2
6	AIRE ACONDICIONADO AULA 202	6	SENSOR DE PRESENCIA OFICINA 3
7	AIRE ACONDICIONADO AULA 203	7	SENSOR DE PRESENCIA SANITARIO DE OFICINA
8	AIRE ACONDICIONADO AULA 204	8	SENSOR DE PRESENCIA SANITARIO DAMAS
9	AIRE ACONDICIONADO AULA 205	9	SENSOR DE PRESENCIA SANITARIO CABALLEROS
10	AIRE ACONDICIONADO OFICINAS	10	INTERRUPTOR LAB. DE MANUFACTURA
11	AIRE ACONDICIONADO LAB. DE MANUFACTURA	11	INTERRUPTOR OFICINA 1
12	ILUMINACION PASILLOS PLANTA BAJA	12	INTERRUPTOR OFICINA 2
13	ILUMINACION PASILLOS PRIMERA PLANTA	13	INTERRUPTOR OFICINA 3
14	ILUMINACION PASILLOS SEGUNDA PLANTA	14	INTERRUPTOR BAÑO OFICINAS
15	ELECTROVALVULA DE RIEGO	15	LIBRE

ALLOCATION LIST EASYPORT 3			
No. BIT SEÑAL DE SALIDA	DISPOSITIVO	No. BIT SEÑAL DE ENTRADA	DISPOSITIVO
0	ILUMINACION BAÑO DE OFICINAS	0	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 301
1	ILUMINACION IP AULA 301	1	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 302
2	ILUMINACION IP AULA 302	2	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 303
3	ILUMINACION IP AULA 303	3	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 304
4	ILUMINACION IP AULA 304	4	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 305
5	ILUMINACION IP AULA 305	5	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 201
6	ILUMINACION IP AULA 201	6	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 202
7	ILUMINACION IP AULA 202	7	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 203
8	ILUMINACION IP AULA 203	8	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 204
9	ILUMINACION IP AULA 204	9	INTERRUPTOR PROGRAMABLE AULA 205
10	ILUMINACION IP AULA 205	10	LIBRE
11	ILUMINACION EN ESCALERAS	11	LIBRE
12	ILUMINACION SANITARIO PARA CABALLEROS	12	LIBRE
13	LIBRE	13	LIBRE
14	LIBRE	14	LIBRE
15	LIBRE	15	LIBRE

ALLOCATION LIST EASYPORT 2			
No. BIT SEÑAL DE SALIDA	DISPOSITIVO	No. BIT SEÑAL DE ENTRADA	DISPOSITIVO
0	ILUMINACION NIP AULA 301	0	SENSOR DE PRESENCIA AULA 301
1	ILUMINACION NIP AULA 302	1	SENSOR DE PRESENCIA AULA 302
2	ILUMINACION NIP AULA 303	2	SENSOR DE PRESENCIA AULA 303
3	ILUMINACION NIP AULA 304	3	SENSOR DE PRESENCIA AULA 304
4	ILUMINACION NIP AULA 305	4	SENSOR DE PRESENCIA AULA 305
5	ILUMINACION NIP AULA 201	5	SENSOR DE PRESENCIA AULA 201
6	ILUMINACION NIP AULA 202	6	SENSOR DE PRESENCIA AULA 202
7	ILUMINACION NIP AULA 203	7	SENSOR DE PRESENCIA AULA 203
8	ILUMINACION NIP AULA 204	8	SENSOR DE PRESENCIA AULA 204
9	ILUMINACION NIP AULA 205	9	SENSOR DE PRESENCIA AULA 205
10	ILUMINACION SANITARIO DAMAS	10	SENSOR DE PRESENCIA ESCALERAS PB
11	ILUMINACION LAB. DE MANUFACTURA	11	SENSOR DE PRESENCIA ESCALERASP1
12	ILUMINACION OFICINA 1	12	SENSOR DE PRESENCIA ESCALERAS P2
13	ILUMINACION OFICINA2	13	LIBRE
14	ILUMINACION OFICINA 3	14	LIBRE
15	AREA DE SECRETARIAS	15	LIBRE

Tabla 8. Allocation List del sistema con 3 EasyPort.

Esta asignación de bits puede ser cambiada como el usuario lo desee.

\* NIP = No interfiere con la proyección

\* IP = Interfiere con la proyección del cañón.



De manera paralela el alumno Iván Alejandro Chávez Morales de Ingeniería en Sistemas de información desarrolló como tema de tesis la parte complementaria a la presente, cuyo director de tesis es M.C. Jorge Franco Romero Aguilar, (proyecto de investigación II111/1542: Domótica en edificio inteligente del departamento de ingeniería industrial aplicando PLC virtual con Python aprobado por el consejo de la División de Ingeniería mediante oficio DII/223) la cual propone un modelo de software para el sistema Mecatrónico de Monitoreo y control que administra la energía eléctrica del edificio y desarrolla una propuesta de interfaz para la administración remota por medio de web ofreciendo a los empleados la administración de la energía de cada aula del edificio sin importar el lugar en donde se encuentren.

El inicio de sesión del sistema es de la siguiente manera: se pedirá el nombre del usuario y su contraseña, de no ser correctas se volverán a pedir hasta escribir el nombre y contraseña correctos, esto dará el acceso a la página que administrará la energía eléctrica del edificio.



Figura 52. Inicio de Sesión

Una vez ingresado los datos correctamente se enviará a la siguiente página web que es la que controla la energía eléctrica del edificio. La Figura 53 muestra como quedaría el manejo de apagado y encendido de cada una de las aulas y pasillo de la tercera planta así como el estado actual. Las demás partes se mostrarán más adelante



Figura 53. Página de control de la segunda planta del Edificio 5K parte 1.

A continuación se muestran los demás pisos a controlar con sus respectivos componentes, que son el la primera planta y la planta baja:



Figura 54. Página de control de la primera planta del Edificio 5 K parte 2.

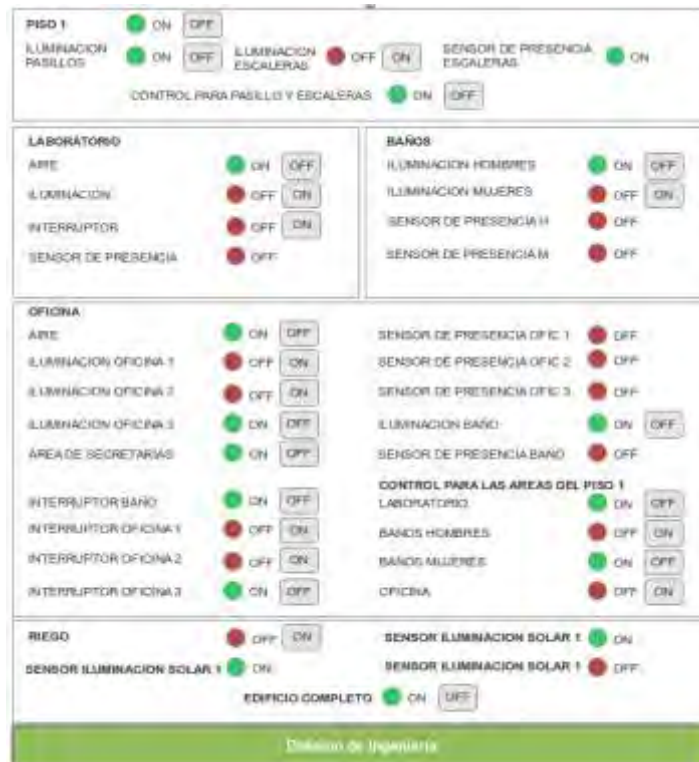


Figura 55. Página de control de la planta baja del Edificio 5K parte 3.



Para su implementación se requiere un servidor, el cual tendrá instalado el sistema operativo Linux, en particular Linux Ubuntu 11.10. Es necesario la instalación de los servicios de Apache y Mysql, uno para que brinde las funcionalidades Web, y el otro para el manejo de la base de datos que son un requisito mínimo para que el sistema funcione con seguridad al momento de inicios de sesión del sistema. Python comúnmente está pre instalado en Linux. Es necesario configurar el servidor Apache para su funcionamiento, como se mencionó anteriormente. Se cuenta como desarrollo anterior de la librería que permite la comunicación con el EasyPort, por lo que solo hay que colocarla en la carpeta en donde estarán los archivos del sistema web (/var/www/sysplc), esta librería permite que la computadora y el EasyPort funcionen como PLC Virtual.

El servidor estará en la planta baja, en las oficinas administrativas en donde se agregará a la red de la Universidad de Sonora, permitiendo que cualquier equipo que se encuentre en el segmento de red de la División de Ingeniería permita ingresar al sistema, y en un futuro que éste pueda ser visto en toda la red de la Universidad y en el mundo, o sea, desde Internet.

## 5 CONCLUSIONES

En éste documento se muestra como el avance de la tecnología aplicado a nuestra vida diaria ha permitido aumentar la calidad de vida de la personas. Es por ello que el diseñar un sistema domótico ya sea para una vivienda, edificio o ciudad los usuarios ya no tendrán que preocuparse por controlar los diferentes requerimientos de su hogar, su área de trabajo o el área donde se divierten. Logrando aumentar el confort para los usuarios y con esto ya no tendrán que preocuparse por su seguridad patrimonial y personal.

El desarrollo de sistemas inteligentes aplicados a la vida diaria permitirá al ser humano, ahorrar recursos naturales y económicos, haciéndola más confortable. Con esto las personas podrán interactuar de manera más amigable con su entorno, sin preocuparse por afectar el medio ambiente con las actividades que realicen.

A simple vista la aplicación de estos sistemas puede parecer muy costosa, pero ésa inversión se puede recuperar rápidamente mediante el ahorro de recursos.

Por último cabe mencionar que desarrollar e implementar la tecnología en nuestra vida diaria, permitirá vivir en armonía con el medio ambiente y administrar de mejor manera los recursos existentes.

## REFERENCIAS

Acebedo A. Enero 2012, El edificio inteligente, [www.arqhys.com/el-edificio-inteligente.html](http://www.arqhys.com/el-edificio-inteligente.html)

Ambriz, J.J. et al. 2000. "Cámaras de Ambiente Controlado para Pruebas de Confort Humano y Eficiencia Energética de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado". Proc. int. conf. on Comfort and thermal performance of buildings. Maracaibo, Venezuela. 21-23 de junio.

Casadomo, 2012. Casadomo Soluciones, S.L.; <http://casadomo.com>

Castillo R. 2009. Manual de prácticas de Laboratorio "Controladores Lógicos Programables". Universidad de sonora. México.

CASTILLO ORTEGA, Rafael, ROMERO AGUILAR, Jorge Franco, AMAVIZCA RAMÍREZ, Judas, PLC Virtual con Python presentado EN: 8º. Congreso Nacional de Mecatrónica, Soluciones y aplicación de la Mecatrónica en la Industria, Veracruz, Veracruz, México. 26 y 27 de Noviembre, 2009. Impreso y hecho en México 2009, pp. 23-25 ISBN: 978-607-95347-0-7

C K Toh. 2002. Ad Hoc Mobile Wireless Networks, Prentice Hall Publishers

Hugo Martín Domínguez, Fernando Sáez Vacas. 2006. Domótica: Un enfoque sociotécnico.

Huidobro J. M.; Millán R. 2004. Domótica. Edificios inteligentes, Creaciones Copyright, Madrid.

Illich I. 1974. "La Convivencialidad". Editorial Barral, Barcelona, España.

J. Knowlton. 2007. Python. Primera edición Editorial Anaya Multimedia-Anaya Interactiva

Lorente S. 2004: Domótica integral. Análisis del entorno, Máster en Domótica, UPM. Págs. 41-52, 67, 73.

Morales, C.R.; Serrano, F.V.; Lozano, C.C. 2007. Domótica e Inmótica. Madrid, Ed. Rama.

PoderPda, 2010, Domótica en México con PoderPda; 14 de noviembre, <http://www.poderpda.com/editorial/domotica-en-mexico/>

ROMERO AGUILAR, Jorge Franco, CASTILLO ORTEGA, Rafael, PEDROZA MONTERO, Francisca, BOOL CASANOVA, Emilio Eduardo, Aplicación del lenguaje de programación Python en sistema de Control Digital presentado EN: InterNACIONAL ANIEI 2009 XXII Congreso Nacional y VIII Congreso Internacional de Informática y Computación, Mexicali, Baja California, México. 21,22 y 23 de Octubre, 2009, Avances en tecnología de la Información CNCIIC 2009, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México pp. 465-468 ISBN: 978-607-7854-36-4

