



Implementación de un prototipo de un sistema de control de iluminación y temperatura utilizando un autómata programable en una vivienda para mantener la iluminación y temperatura en su interior adecuada.

Santos Chamorro, Walter David

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

Ing. Proaño Cañizares, Zahira Alexandra

Latacunga, 17 de junio del 2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de un prototipo de un sistema de control de iluminación y temperatura utilizando un autómata programable en una vivienda para mantener la iluminación y temperatura en su interior adecuada ”** fue realizado por el señor **Santos Chamorro, Walter David** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga 15 de junio del 2021



PROFESORA AUTORIZADA POR:
ZAHIRA ALEXANDRA
PROAÑO CAÑIZARES

.....
Proaño Cañizares, Zahira Alexandra

C. C. 0502272131



Document Information

Analyzed document	1725989972.docx (D108896306)
Submitted	6/14/2021 8:28:00 PM
Submitted by	
Submitter email	wdsantos@espe.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	zapcano.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	ERICK PATRICIO BONINO BONE_1352406_assignsubmission_file_BONINO-ERICK-AVANCE ARTICULO 60%.doc Document ERICK PATRICIO BONINO BONE_1352406_assignsubmission_file_BONINO-ERICK-AVANCE ARTICULO 60%.doc (D52376156)		1
W	URL: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5042/1/T2409.pdf Fetched: 5/2/2021 12:03:28 AM		1
W	URL: https://docplayer.es/75093354-Escuela-tecnica-superior-de-ingenieros-industriales-y-de-telecomunicacion-ingeniero-tecnico-industrial-electrico.html Fetched: 9/14/2020 9:20:48 AM		1
W	URL: http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11049/1/T-UCSG-PRE-ESP-CTSEC-3.pdf Fetched: 12/17/2020 11:42:15 PM		2
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / plagio cbop viteri carlos - copia.docx Document plagio cbop viteri carlos - copia.docx (D25958122) Submitted by: memo43671aeg@hotmail.com Receiver: jspinosae.espe@analysis.orkund.com		1



Proaño Cañizares, Zaira Alexandra
C. C. 0502272131



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Santos Chamorro, Walter David**, con cédula de ciudadanía N° **1725989972**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de un prototipo de un sistema de control de iluminación y temperatura utilizando un autómata programable en una vivienda para mantener la iluminación y temperatura en su interior adecuada”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 17 de junio del 2021

.....
Santos Chamorro, Walter David

C.C.: 1725989972



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Santos Chamorro, Walter David**, con cédula de ciudadanía N° **1725989972**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un prototipo de un sistema de control de iluminación y temperatura utilizando un autómata programable en una vivienda para mantener la iluminación y temperatura en su interior adecuada”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga 17 de junio del 2021

.....
Santos Chamorro, Walter David

C.C.: 1725989972

Dedicatoria

Me encantaría rendir este homenaje a mis padres: Lilian Chamorro y Luis Santos; como meta alcanzada desde el principio en que me vieron nacer y crecer, por haber forjado la persona que en la actualidad soy, inculcándome sus buenos principios y valores, pero sobre todo por su apoyo y su amor incondicional, cada logro que es alcanzado es dedicado a ellos porque siento que Dios me ha bendecido con estos ángeles porque siempre están cuidando de mí.

A mis hermanos Andrés Santos, Daniel Santos; que, si bien pareciera que estamos casi siempre en batallas, existen momentos en que la guerra termina y nos unimos más para lograr nuestras metas y objetivos.

A mi esposa: Lisseth Ramirez: Este proyecto se lo dedico a usted con todo mi amor, como uno de los que me propuse cumplir y como los que seguiré cumpliendo más adelante con su apoyo. Aunque hemos pasado por momentos turbulentos, siempre ha estado conmigo brindándome su apoyo y su comprensión. Gracias por creer en mí y en mis capacidades

A mí amada hija: Keyla Santos, por ser mi fuente de inspiración para superarme cada día más. Y aunque en estos momentos no entiendas mis palabras, pero cuando seas capaz de hacerlo, quiero que sepas lo que significas para mí. Tú, eres la razón de que me levante todos los días y poder esforzarme por el presente y un mañana mejor. Tú eres el mejor regalo que Dios me ha brindado.

A mis abuelos: Por brindarme sus buenos consejos por ver la vida desde otro punto de vista y apreciarla con todos mis seres queridos aprovechando cada minuto que me encuentro con ellos.

WALTER DAVID SANTOS CHAMORRO

Agradecimiento

El presente proyecto es un reto académico y además personal, el cual forma parte de un proceso de investigación a lo largo de mi experiencia como tecnólogo electrónico en el que grandes personas se han manifestado tanto personal como profesionalmente, ellos han sido quienes aportarían en el desarrollo de mis conocimientos teóricos y prácticos o contribuyendo con su interés y de gran apoyo moral.

Por eso quiero expresar mi profundo agradecimiento a los siguientes pilares:

De ante mano quiero agradecer a Dios por la vida que me ha bendecido, por ser parte de su plan divino y ejercer su voluntad.

Quiero agradecer eternamente a mi madre por darme la vida y a mi padre por siempre anhelar lo mejor para mi vida. Ellos han sido los principales promotores de mis sueños.

Dios le pague por cada consejo y por cada palabra que me ha regido durante toda mi vida.

A mi tutora de tesis, Ing. Zahira Proaño por cruzar las barreras como profesora y convertirse en una gran amiga para mí, sus conocimientos y grandes consejos quedarán guardados en mi corazón y los ejerceré como un óptimo profesional al servicio de mi patria.

A todos los docentes a cargo de la carrera de tecnología en Electrónica por brindarme sus conocimientos a lo largo de los ciclos académicos de estudio, que desde ahora en adelante tengo el compromiso de ejercerlos en lo teórico y en lo práctico de mi vida profesional.

WALTER DAVID SANTOS CHAMORRO

Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de tablas.....	14
Índice de figuras.....	15
Resumen.....	17
Abstract.....	18
 Introducción.....	19
Antecedentes.....	19
Planteamiento del problema.....	20
Justificación.....	21
Objetivos.....	21
<i>Objetivo General.....</i>	<i>21</i>
<i>Objetivo Específico.....</i>	<i>21</i>
Alcance.....	22

Marco teórico	23
Revisión histórica.....	23
Domótica	24
Tipos de Arquitectura de control	25
<i>Arquitectura Centralizada</i>	25
<i>Arquitectura Descentralizada</i>	26
<i>Arquitectura Distribuida</i>	27
<i>Arquitectura Híbrida/ Mixta</i>	27
Casa digital	28
Elementos de un sistema de control	29
<i>Sistema de control</i>	29
<i>Controlador</i>	30
<i>Actuadores</i>	32
Calefactor.....	32
Módulo de 4 relés.....	33
<i>Sensores</i>	35
Proceso de escoger un Sensor	36
Sensor de temperatura LM35.....	36
Sensor de Control de Luz Fotorresistor (LDR)	38
Características de una Casa Inteligente.....	39
<i>Integración</i>	39

	10
<i>Interrelación</i>	39
<i>Facilidad de Uso</i>	40
<i>Control Remoto</i>	40
<i>Fiabilidad</i>	40
<i>Actualización</i>	40
Gestión de la domótica	40
<i>Energía Eléctrica</i>	41
<i>Confort</i>	41
<i>Seguridad</i>	41
Seguridad de bienes	42
Seguridad personal	42
<i>Comunicaciones</i>	42
<i>Climatización</i>	42
<i>Sistemas Automatizados</i>	43
<i>Sistemas de Información</i>	43
<i>Tipos de redes</i>	43
Protocolos Propietarios	45
Protocolos Estándar bajo Licencia	45
Protocolos Estándar Libres	45
Estándares de comunicación	46
<i>Power Line Carrier PLC o X.10</i>	46

	11
<i>Lonworks</i>	47
<i>Cebus (Consumer Electronic Bus)</i>	49
<i>EHS (European Home System)</i>	50
<i>Konnex</i>	50
<i>Zigbee</i>	51
<i>Protocolo X10</i>	52
Autómata Programable	54
<i>Estructura interna del Control Lógico Programable (PLC)</i>	54
<i>Diagrama de bloques del sistema interno del PLC</i>	55
<i>Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento</i>	56
<i>Información de la Memoria de la CPU</i>	57
<i>Apertura de información en las zonas de la memoria del CPU</i>	57
<i>Entradas y salidas (E/S)</i>	60
<i>Secuencia de Medición</i>	61
Implementación del prototipo	62
Características del proceso	62
<i>Modo manual</i>	62
<i>Modo automático</i>	62
Selección de hardware	63
<i>Autómata Programable</i>	63
Características técnicas del CPU 1212C AC/DC RLY	64

	12
<i>Sensor de Temperatura</i>	64
Características técnicas	65
<i>Calefactor</i>	66
<i>Sensor de Luz del Día</i>	67
Características técnicas	67
<i>Sistema de control de iluminación</i>	67
Selección de software	68
<i>Programación ladder</i>	68
Diagrama de flujo del sistema	68
Programación en escalera	69
Lista de entradas y salidas en el PLC	72
Programación del bloque main	74
Diagrama de conexiones en el PLC	79
<i>Conexión de las entradas analógicas y digitales al PLC</i>	79
<i>Conexión de las salidas del PLC</i>	81
Implementación del prototipo	81
<i>Caja de control</i>	81
<i>Casa prototipo</i>	82
Conclusiones y recomendaciones	83
Conclusiones	83
Recomendaciones	84

Bibliografía	85
Anexos	89

Índice de tablas

Tabla 1 Memoria del proceso de las entradas.....	58
Tabla 2 Memoria del proceso de las salidas	58
Tabla 3 Zona de marcas	59
Tabla 4 Lista de entradas y salidas a utilizarse en el PLC.....	63
Tabla 5 Características del PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC RELAY	64
Tabla 6 Rango de operación de voltaje y temperatura que trabaja el sensor LM35.....	65
Tabla 7 Lista de rangos de voltaje, resistencia de la fotocelda.....	67
Tabla 8 Descripción del segmento 1	72
Tabla 9 Descripción del segmento 2	72
Tabla 10 Descripción del segmento 3	73
Tabla 11 Descripción del segmento 4	73
Tabla 12 Descripción del segmento 5	73
Tabla 13 Descripción del segmento 6	74
Tabla 14 Descripción del segmento 7	74

Índice de figuras

Figura 1 <i>Primera evolución de la domótica</i>	23
Figura 2 <i>Arquitectura centralizada domótica</i>	26
Figura 3 <i>Arquitectura descentralizada domótica</i>	26
Figura 4 <i>Arquitectura distribuida domótica</i>	27
Figura 5 <i>Arquitectura híbrida/mixta domótica</i>	28
Figura 6 <i>Esquema de una casa conectada en una red</i>	29
Figura 7 <i>Módulos controladores</i>	31
Figura 8 <i>Tipos de actuadores</i>	32
Figura 9 <i>Calefactor eléctrico portátil</i>	33
Figura 10 <i>Partes del módulo de 4 relés</i>	34
Figura 11 <i>Diferentes tipos de sensores y detectores</i>	35
Figura 12 <i>Ilustración del sensor LM35</i>	37
Figura 13 <i>Tipos de encapsulado del sensor LM35</i>	38
Figura 14 <i>Representación de la simbología de la fotocelda</i>	39
Figura 15 <i>Tipos de protocolos para domótica</i>	44
Figura 16 <i>Protocolos estándar para domótica</i>	45
Figura 17 <i>Representación de un ejemplo de casa automatizada</i>	47
Figura 18 <i>Representación de los tipos de protocolos básicos de LonWorks</i>	48
Figura 19 <i>Representación de la tipología CEBus</i>	49
Figura 20 <i>Diagrama de bloques de la estructura interna del PLC</i>	55
Figura 21 <i>Esquema de interfaces de entrada y salida que dispone un PLC</i>	56
Figura 22 <i>Entradas y salidas digitales y entradas analógicas</i>	60
Figura 23 <i>Representación de los sensores y los elementos al inicio del proceso</i>	61
Figura 24 <i>Distribución de pines del LM35</i>	65

Figura 25 <i>Diagrama de conexión del sensor LM35</i>	65
Figura 26 <i>Focos pequeños para proyectos</i>	66
Figura 27 <i>Sensor fotorresistencia LDR</i>	67
Figura 28 <i>Diagrama de conexión de la fotocelda</i>	68
Figura 29 <i>Diagrama de flujo de la programación en el PLC</i>	68
Figura 30 <i>Elaborar un nuevo Proyecto</i>	69
Figura 31 <i>Agregar componentes o dispositivos</i>	70
Figura 32 <i>Elegir y escoger un controlador</i>	70
Figura 33 <i>Comprobar su dirección IP creada</i>	71
Figura 34 <i>Designación de dirección IP</i>	71
Figura 35 <i>Control de los modos de operación manual o automático</i>	74
Figura 36 <i>Control de luces de la sala - comedor</i>	75
Figura 37 <i>Control de la luces de la habitación 2.</i>	76
Figura 38 <i>Señal estandarizada para el control de temperatura de las habitaciones</i>	77
Figura 39 <i>Comparación de los valores de temperatura del calefactor de la sala comedor.</i>	77
Figura 40 <i>Señal estandarizada del control de temperatura de las habitaciones</i>	78
Figura 41 <i>Comparación de los valores de temperatura del calefactor de la habitación máster.</i>	79
Figura 42 <i>Descripción de las conexiones de alimentación y control de las entradas del PLC</i>	79
Figura 43 <i>Diagrama de bloques con respecto a la conexión de entradas digitales del PLC.</i>	79
Figura 44 <i>Diagrama de bloques con respecto a la conexión de entradas digitales del PLC.</i>	80
Figura 45 <i>Descripción de la conexión de salidas del PLC</i>	81
Figura 46 <i>Descripción de la caja de control del circuito.</i>	81
Figura 47 <i>Representación del sistema eléctrico implementada en la casa prototipo</i>	82

Resumen

A lo largo del Siglo XX y XXI se ha comprobado que la domótica ha revolucionado la industria y el hogar, permitiendo brindar comodidad y confort a sus usuarios entre otros beneficios. El presente prototipo de una casa inteligente o domótica, está enfocado a demostrar los avances de la tecnología moderna al trabajar con componentes económicos y de fácil adquisición. Un control de iluminación se implementó en la sala-comedor y en las habitaciones. Este sistema consta de fotoceldas como elementos primarios de control y focos como elementos finales de control. El control de temperatura se implementó en la sala-comedor y en la habitación master. Este sistema consta de sensores de temperatura ambiente, LM35, como elementos primarios de control y calefactores como elementos finales de control. Los dos sistemas tienen como controlador el PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC RELAY. Como resultado se obtuvo un prototipo de casa cuyo accionamiento de los sistemas de control pueden ser seleccionados por el usuario para que funcione en forma manual y automático. El modo manual permite activar las luces y calefactores de acuerdo a la necesidad del usuario mientras que, el modo automático permite que la iluminación y los calefactores sean activados por el controlador dependiendo de las señales captadas del sensor de luz del día y de los sensores de temperatura ambiente.

Palabras clave:

- **DOMÓTICA APLICADA**
- **SENSORES (ILUMINACIÓN Y TEMPERATURA)**
- **CONTROLADOR (PLC)**
- **ACTUADORES (CALEFACTORES)**

Abstract

Throughout the twentieth and twenty-first century it has been proven that home automation has revolutionized the industry and the home, allowing to provide convenience and comfort to its users among other benefits. The present prototype of a smart home or home automation system is focused on demonstrating the advances of modern technology by working with inexpensive and easy to acquire components. A lighting control system was implemented in the living-dining room and in the bedrooms. This system consists of photocells as primary control elements and spotlights as final control elements. Temperature control was implemented in the living/dining room and in the master bedroom. This system consists of room temperature sensors, LM35, as primary control elements and heaters as final control elements. Both systems are controlled by the PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC RELAY. As a result, a prototype house was obtained whose control systems can be selected by the user to operate in manual and automatic mode. The manual mode allows the lights and heaters to be activated according to the user's need while, the automatic mode allows the lighting and heaters to be activated by the controller depending on the signals captured from the daylight sensor and ambient temperature sensors.

Key words:

- **APPLIED HOME AUTOMATION**
- **SENSORS (LIGHTING AND TEMPERATURE)**
- **CONTROLLER (PLC)**
- **ACTUATORS (HEATERS)**

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

TEMA

Implementación de un prototipo de un sistema de control de iluminación y temperatura utilizando un autómatas programable en una vivienda para mantener la iluminación y temperatura en su interior adecuada.

1.1. Antecedentes

El mundo de la Domótica y la Automatización de procesos han revolucionado el mercado industrial y comercial en los últimos años, así como en los sectores laborales para lograr que su producción y sistemas de trabajo sean más eficientes y el sector residencial debido a varias problemáticas que muchas familias enfrentan como es la reducción de costos en la factorización. (Román, 2011).

Desde hace varios años atrás se utilizan diferentes tipos de sistemas que ayudan automatizar de forma individual determinados circuitos en las viviendas. En el ámbito laboral se encuentran una variedad de dispositivos que trabajan de manera autómatas para realizar funciones como: encendido programado de dispositivos, activación de iluminarias ante la presencia de personas, regulación de luminosidad, detección de magnitudes físicas, etc. (Mejía, 2016).

Las prácticas del laboratorio son importantes durante la formación académica, es por esta razón que el señor Marlon Javier Bendaña Mejía de la Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Electrotecnia y Computación en el año 2016. En su proyecto de graduación titulado "Diseño de un módulo de automatización de una vivienda a través del control de iluminación.", determinó a través de un diseño sencillo y práctico, la automatización de una casa estándar tomando en cuenta algunos de los puntos básicos

en el que el usuario o cliente pueda tener un mejor control en la manipulación de su sistema eléctrico domiciliario. (Mejía, 2016).

Así como el señor Roger Alonso Román Jiménez de la Universidad Industrial de Santander, de Bucaramanga en el año 2011. En su proyecto de grado titulado “Diseño de un sistema domótica para control de iluminación y monitoreo de consumo eléctrico.”, determinó que el implementar una interfaz gráfica como un medio de control es más intuitivo y fácil de reconocer por el usuario y además facilita el control del sistema con PLC’s. (Román, 2011).

1.2. Planteamiento del problema

La energía eléctrica es cada vez más costosa y además nos encontramos con la apertura de mercados que permiten el ingreso de una amplia variedad de nuevos electrodomésticos no tradicionales que aumentan el consumo de la energía en hogares y comercios. Esto ha generado una demanda de equipos que ayuden a disminuir el impacto económico del costo de la energía.

Las viviendas han cambiado continuamente con el pasar de los años, aunque en las últimas décadas han presentado cambios vertiginosos con la incorporación de nuevas tecnologías y productos inteligentes con el fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios, pero esto ha provocado que el consumo de energía eléctrica aumente constituyendo un gasto adicional para las familias. Además, la costumbre de mantener las luces encendidas incluso cuando la iluminación exterior es suficiente empeora el problema.

El desconocimiento de los métodos de control de iluminación utilizando autómatas programables evita que los estudiantes dispongan de herramientas que permitan solucionar problemas con respecto al ahorro de energía en el hogar.

1.3. Justificación

El ahorro de energía contribuye a la protección del medio ambiente además disminuye el pago de la planilla de la empresa eléctrica de luz.

Conocer los métodos para el control de iluminación de una vivienda aporta con conocimientos para que los estudiantes puedan hacer de este sistema un medio de trabajo cuando sean profesionales debido a que solucionarán un problema presente en los hogares.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

- Implementar un prototipo de sistema de control de iluminación y temperatura utilizando un autómata programable en una vivienda para mantener la iluminación y temperatura en su interior adecuada.

1.4.2. *Objetivo Específico*

- Establecer las características de los elementos primarios de control con los que se van a trabajar.
- Diseñar en lenguaje LADDER la lógica de programación a usarse en el autómata programable.
- Implementar el diseño del prototipo del sistema eléctrico de una vivienda.

1.5. Alcance

El presente proyecto es el prototipo de una vivienda automatizada para el control de iluminación y temperatura. Se analizará los elementos primarios para medir la iluminación y temperatura, como por ejemplo podría ser una fotocelda, un sensor LM35, el autómata programable S7 1200 ACDC RELAY que será donado al Laboratorio de Control Industrial y los elementos finales de control que será por ejemplo un módulo de relés que activarán las lámparas y calefactores. La implementación de sistema de control de iluminación y temperatura se lo realizará en una maqueta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

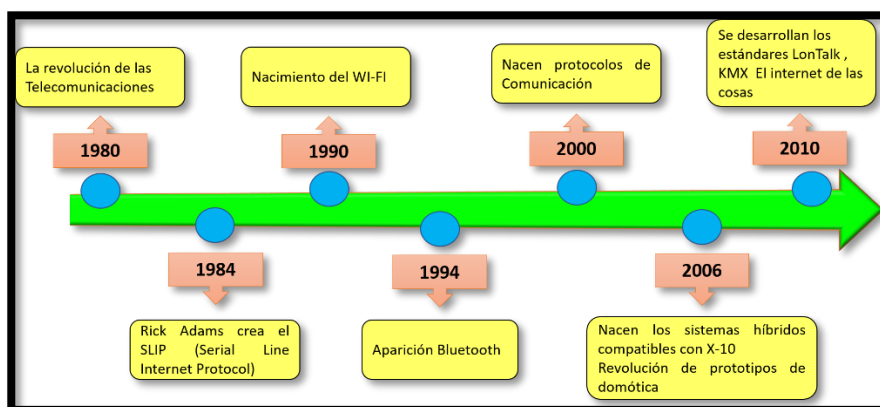
2.1. Revisión histórica

No es exacto definir la fecha en la que se registra el nacimiento de la domótica, debido a que es el resultado de etapas evolutivas que se inició con los controles de edificios y que se han ido encajando en lo que necesitan las viviendas. (Fernandez & Pinzón, 2013).

Con el pasar del tiempo se van creando nuevas necesidades y a la vez ocasionando problemáticas sociales, si bien en el pasado esta tecnología era considerada un lujo para la clase alta, en el tiempo actual se ha transformado en una necesidad de resolver problemas de la vida diaria y con el avance de tecnología a un ritmo más rápido, puede crear la posibilidad de que esta tecnología se encuentre más cercana a la sociedad en general (Fernandez & Pinzón, 2013).

Figura 1

Primera evolución de la domótica.



Nota: La domótica ha seguido una trayectoria de avances con el pasar del tiempo desde que se descubrió la electricidad de la misma.

A partir del año 1984 da origen al nacimiento de la domótica en el continente europeo. Luego en la fecha del 6 de noviembre de 1985 debido a una proposición francesa en Hannover en cual se presentó una iniciativa innovadora llamada Eureka. El proyecto Eureka se basaba en una táctica que se acogió para fortalecer su capacidad industrial frente a sus adversidades. Más adelante aparece el proyecto IHS (Integrated Home System) en el programa Eureka que se logró desarrollar en los años 1987 y 1988 y que dio paso al proyecto actual llamado ESPRIT (European Scientific Programme for Research & Development in Information Technology) esta idea con el fin de posponer los trabajos ejecutados por Eureka (Jama, 2019).

A continuación, en Francia se acudió el nombre de “domotique” se relacionó de vivienda que involucra todos los automatismos en seguridad control de energía, comunicaciones, etc. Se define completamente como la agrupación de servicios de una casa garantizada por el manejo de sistemas que ejecutan varios sistemas, a quienes pueden ser conectados entre sí y a la vez conectados a redes exteriores, interiores de comunicación. De esta manera se puede optimizar el ahorro de energía, además de una estrategia eficaz de una casa, excelente forma de comunicarse con dispositivos del exterior y poseer una categoría alta de seguridad (Jama, 2019).

2.2. Domótica

La domótica proviene de dos palabras del latín “DOMUS” que quiere decir casa u hogar y “AUTOMÁTICA” o comúnmente se conoce como “CASA INTELIGENTE” y en inglés es conocido como: “SMART HOME”. Una casa inteligente es la se compone de varios dispositivos que se encuentran automatizados mediante una red y mediante un dispositivo remoto se puede transformar sus estados o los mismos dispositivos instalados son capaces de efectuar acciones cuando estos hayan detectados cambios en su ambiente **Fuente especificada no válida.** (Hernandez, 2012).

La domótica es enfocada a la ciencia y dependientemente a los componentes relacionados a ella y que brindan automatización a los usuarios en sus viviendas, así como puede referirse a un circuito sencillo como un temporizador para el encendido y el apagado de una lámpara o el algún tipo de componente a una determinada hora por el usuario, hasta los circuitos más difíciles, como interactuar con una serie de componentes eléctricos de la casa. Ahora, dicho esto se puede entender que una casa domótica no es más que una serie de automatismos incorporando estas asignaturas: Electrónica, electricidad, informática, robótica y telecomunicaciones con la idea de incrementar el confort, la seguridad, el ahorro energético y el entretenimiento a los usuarios. Por esta razón el objetivo de la domótica es integrar a todos los componentes del hogar posible, con la menor participación por el usuario y satisfacer de forma global y en conjunto sus necesidades (Huidrobo & Millan, 2010).

2.3. Tipos de Arquitectura de control

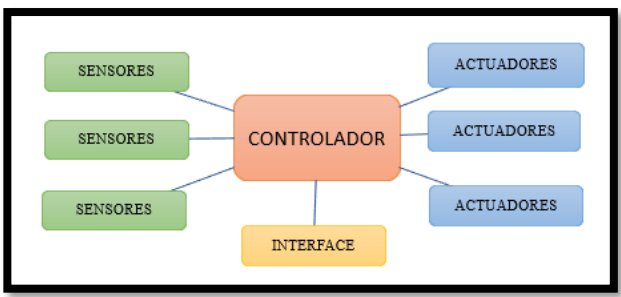
Se puede encontrar la arquitectura de la domótica en dos tipos: De forma centralizada y distributiva. Dicha categorización se puede tomar en cuenta desde un punto de vista físico (Se refiere al cable o los medios entre los componentes) así como de manera lógica (Se refiere a la repartición de comunicaciones que se puede encontrar entre los componentes) De acuerdo a estas características se puede encontrar los diferentes sistemas domóticos (Fernandez & Pinzón, 2013) (Huidrobo & Millan, 2010).

2.3.1. Arquitectura Centralizada

Se asigna este tipo de arquitectura cuando la red es estrella, el sistema de control central es el cerebro de quienes se encuentran enlazados los distintos sensores y actuadores. Dentro de esta tipología no se puede realizar un tipo de comunicación directa con sus componentes debido a que es necesario atravesar el sistema de control centralizado (Fernandez & Pinzón, 2013) (Huidrobo & Millan, 2010).

Figura 2

Arquitectura centralizada domótica.



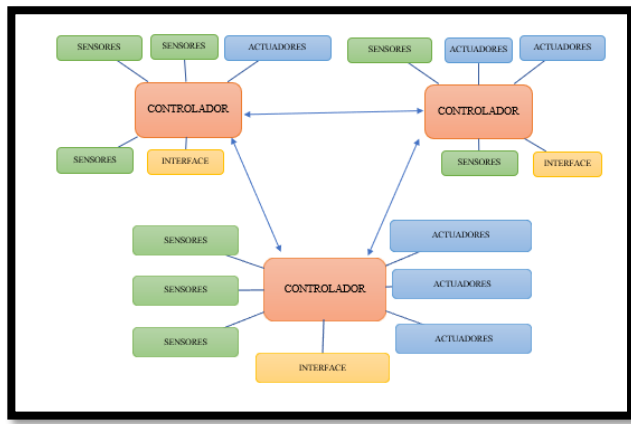
Nota: Representación de la cabeza de la unidad central al controlador

2.3.2. Arquitectura Descentralizada

Se puede asignar esta tipología en el cual existen varios controles de interconectados mediante un bus, que es el encargado de enviar la información entre ellos, interfaces y actuadores que se encuentran conectados a los controladores, de acuerdo al programa los ajustes y la señal que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios (Fernandez & Pinzón, 2013) (Huidrobo & Millan, 2010).

Figura 3

Arquitectura descentralizada domótica



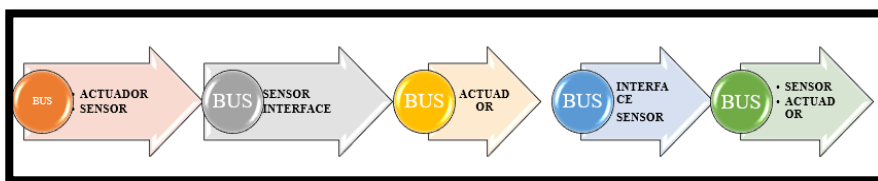
Nota: Serie de controladores enlazados en sí compartiendo información

2.3.3. Arquitectura Distribuida

Se puede analizar desde un punto de vista físico que al momento en el que la tipología de la red se encuentre conectado mediante un bus todos los componentes cuando la arquitectura lógica es de tipo centralizada o distribuida (Fernandez & Pinzón, 2013) (Huidrobo & Millan, 2010).

Figura 4

Arquitectura distribuida domótica.



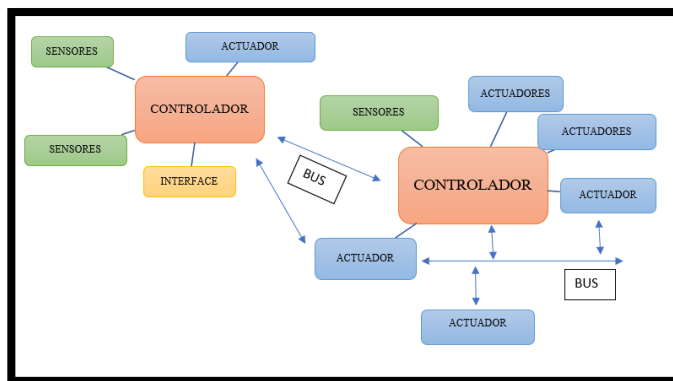
Nota: La arquitectura comparte un solo tipo de bus y es por mediante de este que se envía el mensaje

2.3.4. Arquitectura Híbrida/ Mixta

Dentro de estos sistemas híbridos o también llamados sistemas mixtos se encuentra unidos los sistemas centralizados, descentralizados y distribuidos. También dispone de un controlador central o una variedad de controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces sensores y actuadores también pueden trabajar como controladores, (como ejemplo dentro de un sistema distribuido) la información que se procesa del programa, los ajustes, toda la información que es capaz de recibir por dicho programa y así como ejecutar enviar a otros componentes de la red sin la necesidad de atravesar por otro tipo de controlador (Fernandez & Pinzón, 2013) (Huidrobo & Millan, 2010).

Figura 5

Arquitectura Híbrida/Mixta domótica.



Nota: Sistema que es formado por los tipos de arquitecturas anteriormente mencionados.

2.4. Casa digital

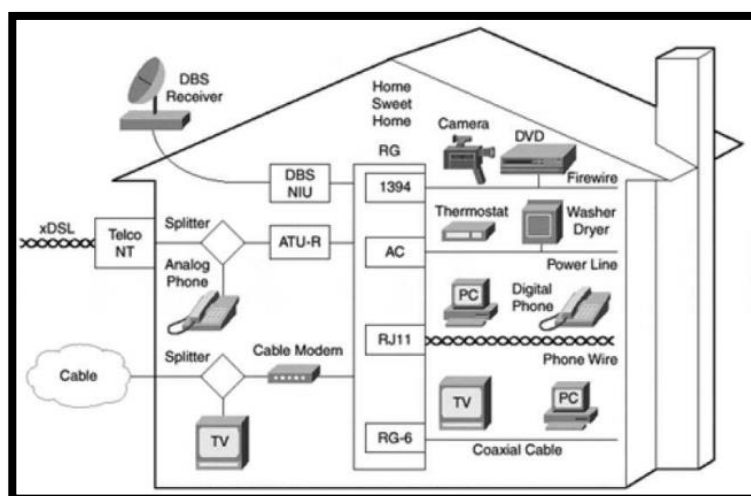
En la actualidad la domótica se le puede relacionar en el campo de las telecomunicaciones a la forma de llamar casa digital o también llamado “home connected” (hogar conectado). Después de un proceso paulatino se da la apertura a la tecnología digital, ya que en el tiempo actual se vive una revolución de servicios para el hogar, donde puentes residenciales con el apoyo de conexiones de banda ancha se enlazan entre sí los componentes de la vivienda. Además, si se refiere en sentido general la casa digital puede llegar a integrar algo más que la domótica, debido a que entiende una variedad de servicios y tecnologías, abarca la automatización del hogar y por supuesto el acceso de banda ancha. (Huidrobo & Millan, 2010)

Actualmente una persona que disponga de una casa con la finalidad de ofrecer el confort y la seguridad que le permita obtener una vida deseada acompañado de la mano con un ahorro de energía, es posible gracias a la domótica satisfacer a sus clientes con sus servicios. (Huidrobo & Millan, 2010),

Para el funcionamiento de una casa inteligente es necesario utilizar los siguientes componentes: Elementos de campo (sensores, detectores, etc) más luego enviarán las señales a una unidad central que recibirá y procesará la información. Esta unidad leerá y entenderá la información mediante el uso de un lenguaje de programación y actuará sobre diferentes tipos de dispositivos de potencia vinculados con las señales recogidas de los elementos de campo respectivos (Román, 2011).

Figura 6

Esquema de una casa conectada en una red



Nota: Serie de componentes enlazados entre sí para formar una red. Tomado de (Román, 2011).

2.5. Elementos de un sistema de control

2.5.1. Sistema de control

Un Sistema de control se define como la agrupación de elementos o dispositivos que se encuentran interconectados entre sí, con el fin de ejecutar la manipulación de un conjunto de variables para satisfacer las necesidades específicas que el usuario desee realizar. De modo que se puede ubicar en 2 sistemas de control que son: de Lazo

abierto (La señal de salida no interviene en el control) y de Lazo Cerrado (La señal de salida se retroalimenta de manera que cumpla su ciclo) (Moya, 2018).

Se puede encontrar como elementos principales de un sistema domótico: Controlador, nodos, actuadores, sensores, pasarela residencial y respectiva al canal de comunicación. En el sistema domótico se puede encontrar una cierta cantidad de redes, que pueden trabajar como control y comunicación; y que se les puede ubicar en el interior o en el exterior de su instalación como por ejemplo las redes de internet trabajan de forma unida con el fin de producir un nivel alto de confort proveer de servicios de control de energía y además servicios de comunicación. En vista que dispone de una combinación de servicios de comunicación desde cualquier punto del mundo es posible control un sistema domótico (Jama, 2019).

2.5.2. Controlador

Es el dispositivo encargado de realizar todas las disposiciones necesarias programadas por el usuario con el fin de recibir la información enviada por los nodos del sistema instalado, como, por ejemplo: medidas de Luminosidad (luz), humedad, temperatura, etc. Recibirlos y además procesarlos con el fin de tomar medidas al respecto. También son los encargados de supervisar los componentes con el fin de automatizar edificios de acuerdo a los segmentos programados por el usuario. Posee conectores tanto de entrada y de salida. Los conectores de entrada son aquellos encargados de la conexión de una gran variedad de componentes y transductores, los conectores de salida son en cambio que permiten la ejecución y control de motores, válvulas, etc. El usuario al ejecutar los conectores de salida se crea en función de los conectores de entrada en coordinación con los componentes o transductores que sean capaces de transmitir al controlador y que el programa además se encuentre almacenado. Los tipos de controladores que se encuentra en el mercado son de

acuerdo a la finalidad y es que se puede encontrar para un sistema domótico y se puede hacer una diferencia entre los controladores fabricados concretamente para tareas de control domótico y por otro lado se encuentran aquellos controladores que no son fabricados para este tipo de tareas, se les puede utilizar y recibir las de igual o de mejor prestación (Jama, 2019) (Fernandez & Pinzón, 2013).

Se puede mencionar una desventaja de los controladores no específicos para los sistemas domóticos es que, al no encontrarse fabricados para el control de casas, la configuración podría ser más difícil, así como sus capacidades desorbitadas en este caso se encuentra el PLC. Los sistemas establecidos con el objetivo del control domótico proporcionan a los programadores ajustes preestablecidos ejecutar las tareas de manera específica y de forma variable por dentro de la casa, se trata de sistemas compactos en general son aquellos que no pueden ejecutar tareas por las cuales no han sido diseñadas. Existe una desventaja entre estos sistemas y los controladores (PLC), es que no disponen de un sistema concreto el cuál pueda realizar la interconexión entre varios elementos de diferentes fabricantes como si los PLC's lo permitirán con sus respectivos buses estandarizados (Jama, 2019).

Figura 7

Módulos Controladores



Nota: Controladores de la marca Siemens Logo. Tomado de (Jama, 2019).

2.5.3. Actuadores

Los actuadores son componentes capaces definir la operación iniciada mediante el controlador y su función es transformar de un tipo de energía en aceleración de cualquier proceso, este componente recibe la señal de control y es capaz de accionar un extractor de aire en el caso que se manifiesta la humedad por encima de un nivel tope o es capaz de accionar una electroválvula de un sistema de riego automatizado o hacia una electroválvula con la función supervisar el agua o el gas en el momento de proyectar si existe algún tipo de fuga, así como también la calefacción la luminosidad el aire acondicionado, enviar un tipo de alarma destinado a una central de seguridad entre otros (Jama, 2019) (Fernandez & Pinzón, 2013).

Figura 8

Tipos de Actuadores



Nota: Representación de una serie de actuadores ya sean: motores, alarmas luces, etc. Tomado de (Fernandez & Pinzón, 2013).

2.5.3.1. Calefactor.

La palabra calefactor es una palabra derivada de calefactus o calefacere que quiere decir calentar, Aquello que ejerce calentamiento por un cuerpo propiciando un aumento de su temperatura. Lo que son capaces de realizar los calefactores es proporcionar un flujo de aire caliente en base una fuente de calor. En el mercado se

encuentran una gran variedad de calefactores de acuerdo a la forma de calentar pueden trabajar ya sea con leña, carbón gasolina gas o electricidad, Un calefactor eléctrico es aquel componente capaz de climatizar efectivamente habitaciones cerradas de acuerdo a las características propuestas por el fabricante (Portátil, s.f.) (Perez J. , 2020).

Figura 9

Calefactor Eléctrico Portátil



Nota: El calefactor eléctrico se le puede graduar la temperatura de acuerdo a la necesidad del usuario. Tomado de (Perez J. , 2020).

2.5.3.2. Módulo de 4 relés

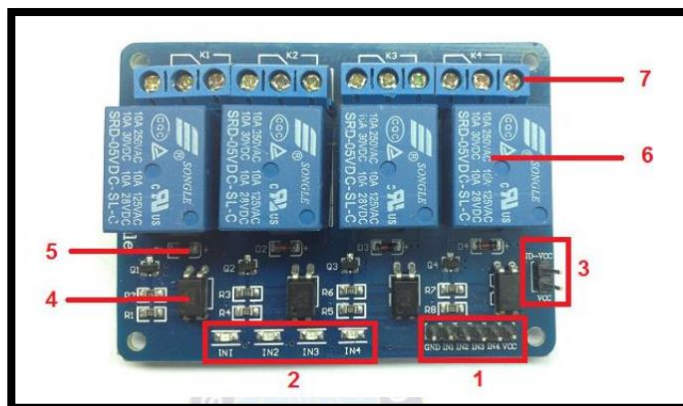
El relé es un componente electromecánico. Trabaja como una serie de interruptores controlados mediante un circuito eléctrico en el cual, a través de la bobina de un electroimán, se activan un contacto o varios que son los encargados de abrir o cerrar diferentes tipos de circuitos eléctricos independientes (Mamaní, 2016).

A continuación, se relatará una descripción de la placa. Es un módulo de 4 relés que operan con 5 voltios, adaptados para soportar cargas de hasta 10A con 250V para su rendimiento trabaja mediante optocopladores en sus entradas, las que se encuentran ubicadas por leds independientes que trabajan como indicadores de su estado (Mamaní, 2016).

Los diferentes dispositivos del módulo se pueden visualizar en la próxima ilustración:

Figura 10

Partes del Módulo de 4 relés



Nota: Fíjese que ciertos módulos trabajan en configuración LOW (0L) en sus entradas que son en este caso el módulo de 4 relés, pero además existen otros que trabajan en configuración High (1L) en sus entradas. Tomado de (Mamaní, 2016).

1. Como se puede visualizar en la imagen la placa posee un conector de IN entradas (IN1-IN4) y alimentación (VCC es positivo y GND es negativo)
2. Se muestra 4 leds que son los que señalan el estado de las entradas
3. Un tipo de jumper selector para poder alimentar a los relés
4. Posee 4 optocopladores de tipo FL817C
5. Dispone de cuatro diodos de protección de la placa.
6. Posee cuatro tipos de relé marca SONGLE con bobinas de 5v y tiene contactos que son los encargados de controlar hasta 10A en una tensión de 250v
7. Provee de cuatro tipos de borneras, con tres contactos cada cual (normal abierto común, normal cerrado) para las salidas que tiene los relés (Mamaní, 2016)

2.5.4. Sensores

Se define a los sensores como encargados de recibir las señales del proceso y envían una salida establecida. Los sensores pueden pertenecer a otros elementos ej: Un transmisor, o a la vez puede encontrarse dividido. Además, se le llama elemento primario debido a que está en contacto con la variable, debido a que absorbe energía del medio controlado para proveer al sistema de comprobación y una representación de la respuesta de la variable (Perez J. , 2019).

Las variables que se van a censar en el interior de una casa son demasiadas y marcan cuantas de estas son utilizadas con el objetivo de controlar las variables comunes (Jama, 2019).

- Humedad en las plantas.
- Humedad relativa
- Luminosidad en los cuartos
- Presencia de calor
- Detector de humo
- Detector de gas.

Figura 11

Diferentes tipos de Sensores y detectores.



Nota: Ilustración de algunos de los sensores que pertenece a la parte industrial.

Tomado de (Martín, 2010)

2.5.4.1. Proceso de escoger un Sensor

Si bien el principio de operación debe relacionarse directamente con la magnitud que se va medir debido a que para una sola magnitud puede aparecer una variedad de principios de operación y por lo tanto una variedad de sensores (Becerra, 2018).

- **Sensibilidad:** Se refiere a la energía relacionada con la medición algunos poseen una gran cantidad de energía y su sensibilidad es limitada y con relación a otros, escasa energía con gran sensibilidad. Con los sensores es necesario que tenga una sensibilidad alta y si existe la posibilidad que sea constante (Becerra, 2018).
- **Rango:** Se define como el alcance (valor mayor-valor menor), que posee un sistema de instrumentación de acuerdo a la magnitud que se va a medir (Becerra, 2018).
- **Linealidad:** Pertenece al grado de coincidencia en una curva de ajuste y una línea determinada (Becerra, 2018).
- **Exactitud:** Se refiere a la cualidad que resalta al instrumento de medida de proporcionar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida (Becerra, 2018)

2.5.4.2. Sensor de temperatura LM35

Se trata de un sensor de temperatura analógico, acoplado su propio circuito de control, el cual proporciona a la salida una tensión o voltaje de manera proporcional a la temperatura. Se puede decir que la salida del LM35 es lineal con respecto a la

temperatura, aumentando el dicho valor a razón de $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ por cada grado centígrado. El rango en el cual se mide es de -55°C (-550mv) a 150°C (1500mv). La precisión de temperatura ambiente es de 0.5°C . Se presenta un derroche menor a 60mamp . El rango de voltaje de operación es de 4V a 30V (Becerra, 2018).

Es opcional el trabajar con este tipo de sensor debido a que su salida es lineal lo que le facilita el acondicionamiento, adicionalmente se encuentra configurado en grados Celsius (centígrados) y que no es necesario algún tipo de conversión ni de configuración externa. La salida es analógica y se la puede medir mediante una entrada analógica del PLC, el rango de temperatura en el que es necesario trabajar es de 30 a 100°C y una ventaja además es que es barato con la diferencia de los termistores o termocuplas que poseen un nivel de rango más alto, por lo que representa irrelevante en este caso y aparte de ello no son lineales y como inconveniente del LM35 es que el ruido es un factor que afecta su medición, es recomendable conectar con cables protegidos o cuidarlos adecuadamente aislándolos en su respectiva zona donde se encontrará ubicado el LM35 (Becerra, 2018).

Figura 12

Ilustración del sensor LM35

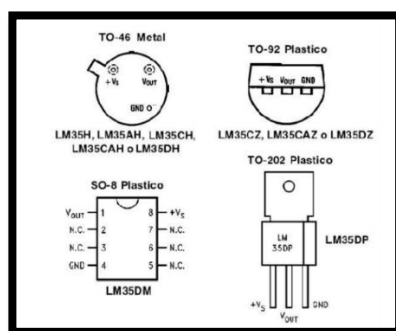


Nota: Esta figura proyecta uno de los encapsulados típicos del LM35 que se encuentra en el mercado. Tomado de (Choque, 2012).

- **Encapsulado:** La presentación del LM35 en el mercado son múltiples, pero la que más se utiliza es la versión to-92 que se encuentra formada físicamente por tres terminales, los dos terminales 1 (+) y 3 (GND) trabajan como alimentación y el terminal 2 (OUT) entrega un rango de voltaje proporcional a la temperatura que el sensor recibe (Choque, 2012).

Figura 13

Tipos de encapsulado del sensor LM35



Nota: El modelo del sensor LM35 que se encuentra la serie, el modelo y la distribución de pines del sensor LM35 se encuentra en el manual o DATASHEET. Tomado de (Choque, 2012).

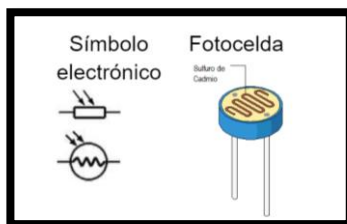
2.5.4.3. Sensor de Control de Luz Fotorresistor (LDR)

Un fotorresistor, fotocelda, LDR (Light Dependent Resistor) no es nada más que un componente en el que su resistencia varía en función de la LUZ captada. Si bien se puede usar este tipo de variación también ser utilizada mediante el uso de entradas analógicas de un componente con el fin de medir una aproximación del nivel de luminosidad detectada. Un fotorresistor se encuentra formado por un material tipo semiconductor elaborado por sulfuro de cadmio (CdS) que al someterse a la luz sobre este mismo los fotones son impregnados causando que los electrones de paso a la banda de conducción y por lo tanto reduzca la resistencia del dispositivo con influencia de luz

sobre este aumentando gradualmente. Sus valores de características pueden oscilar desde 1Ω en total oscuridad y los 50 o también 100Ω sobre la luz brillante (Diaz, 2017).

Figura 14

Representación de la simbología de la fotocelda



Nota: Simbología del sensor de la luz e ilustración física. Tomado de (Diaz, 2017).

2.6. Características de una Casa Inteligente

Las características principales de una casa inteligente y las que se va analizar son las siguientes (Román, 2011).

2.6.1. Integración

El sistema en general es controlado mediante el uso de una computadora. Así que, de esta forma los usuarios no tienen que estar revisando los diferentes equipos autónomos, con su respectiva programación, los indicadores ubicados en diversas estaciones, e interconectar equipos de diferentes fabricantes **Fuente especificada no válida..**

2.6.2. Interrelación

Una de las características fundamentales del sistema domótico es brindar la posibilidad de enlazar varios elementos y alcanzar una amplia versatilidad y categoría en la toma de decisiones. Por ejemplo, es fácil enlazar el principio de operación del aire acondicionado junto con otros electrodomésticos, con la inauguración de ventanas o con que el domicilio se encuentre ocupado o vacío, etc (Román, 2011).

2.6.3. *Facilidad de Uso*

El usuario puede verificar en una pantalla y mantenerse informado de la condición de su casa además puede modificar algún cambio que desee realizarlo presionando un número reducido de teclas. Así como, verificar la temperatura ambiente dentro y fuera del hogar, si se encuentra conectado al aire acondicionado, si se está acercando alguien a la casa, etc (Román, 2011).

2.6.4. *Control Remoto*

Se puede obtener las mismas características de supervisión y control de la casa con la excepción del sonido y la música ambiental a través de una conexión telefónica, mediante una computadora en cualquier parte del mundo (Román, 2011).

2.6.5. *Fiabilidad*

Se debe proveer de un sistema ideal, eficiente con el fin de utilizarlo en aplicaciones domóticas suficiente para operar muchos años sin inconvenientes. Así como, la utilización de computadoras de alto rendimiento, un sistema de alimentación ininterrumpida, apagado automático de pantallas, etc (Román, 2011).

2.6.6. *Actualización*

Al aparecer versiones actualizadas y mejoradas solo tiene que cargar el nuevo programa a su equipo y listo. La lógica de operación se ubica en el software y no en los equipos establecidos. Así que cualquier tipo de instalación puede favorecerse de las versiones actualizadas sin ningún tipo de cambio (Román, 2011).

2.7. *Gestión de la domótica*

La Domótica se enfoca en administrar ante todo los siguientes 4 aspectos del hogar:

2.7.1. Energía Eléctrica

La Domótica se enfoca en administrar el consumo de energía a través del uso de temporizadores, relojes programadores, termostatos entre otros. Además, aprovecha el consumo de energía nocturno a través del uso de acumuladores de carga (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

Se puede enfocar en programar un circuito de determine el encendido y el apagado de todo tipo de componentes electrónicos

2.7.2. Confort

El sistema domótico brinda una cantidad de comodidades, por ejemplo, los servicios controlados automáticamente como (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

- Calefacción
- Agua caliente
- Refrigeración
- Iluminación, entre otros.

En adición del control de accesos tales como: las persianas, las ventanas, el sistema de riego automático con detectores de humedad, entre otros (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

2.7.3. Seguridad

La seguridad que puede brindar un sistema domótico va más allá de lo que puede proveer otro sistema diferente, puesto que abarca tres ámbitos en que se los puede dividir en: (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

2.7.3.1. Seguridad de bienes

Se basa en la administración del control de acceso y presencia así también como la simulación de presencia (Román, 2011).

2.7.3.2. Seguridad personal

Específicamente para las personas mayores de edad, personas discapacitadas. Se puede obtener acceso directo con la policía mediante un modo telefónico (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

Incidentes y Averías A través del uso de sensores se puede localizar la presencia de incendios, fugas de gas y agua y a la vez mediante una llamada reportar a los bomberos (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

2.7.4. Comunicaciones

La principal cualidad de la domótica es la agrupación de sistemas es por esta razón que existen nodos o puntos que vinculan la red domótica con otros dispositivos, así como la red telefónica, las videollamadas etc. Una de las características de las redes domóticas como tecnología de punta es la vinculación de servicios como TV satelital, servicio de telefonía con smartphone compra vía internet etc (Román, 2011) (Hernandez, 2012).

2.7.5. Climatización

Se puede controlar con el actuador electrónico el clima la calefacción del hogar y con otro tipo de controlador Zennio KNX se controla el aire acondicionado; así como se puede programar de forma manual o por escenas, la climatización de cada parte de la casa. Además del encendido y apagado de cualquier tipo de componentes (calderas, toldos, luz, etc.) de acuerdo a las condiciones ambientales. Mantener un orden de las tarifas reducidas (tarifa de la noche). Poseer contadores electrónicos que son los

encargados de informar el consumo de energía (Hernandez, 2012) (Huidrobo & Millan, 2010).

2.7.6. *Sistemas Automatizados*

Son usados estos tipos de sistemas más comúnmente con el fin de relacionar diferentes cuestiones y bien se puede asignar un concepto a un tipo de herramienta para exponer de que se trata y lo que sucede al ejecutar una determinada tarea ya sea económica, social, tecnológica, física, etc (Jama, 2019).

De acuerdo al estudio del presente proyecto se puede definir que Un sistema es todo tipo de plan completo y práctico a la vez con el fin de controlar ejecutar acciones de alguna organización en base a sus políticas y procedimientos que son accionadas por algún tipo de componente físico y un usuario incluido a un plan de corrección (Jama, 2019).

2.7.7. *Sistemas de Información*

Se puede definir como un conjunto o agrupación de abastecimientos técnicos, de usuarios y económicos relacionados de manera dinámica y clasificados de acuerdo al fin de satisfacer los requerimientos de la información en base a un Institución Empresarial para la administración y la correcta toma de decisiones (Jama, 2019).

2.7.8. *Tipos de redes*

Los sensores, actuadores y controladores son componentes que deben estar conectados a través de un medio físico y además tiene que operar con un tipo de protocolo similar con la finalidad de comunicarse entre los mismos por tanto dando origen a la red de control. Se puede decir que este tipo de red posee un bajo ancho de banda debido a que solamente le permite transmitir instrucciones entre los componentes y a la vez enlazar con los edificios, adicionalmente a parte de dicha red domótica se debe ubicar una red que le permita acceso a internet y es aquí donde se

recomienda que el internet sea de banda ancha para poder gozar de una amplia serie de aplicaciones domóticas. Hoy en día la normativa ICT (Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones) es aquella que se encarga de regular la distribución de la red de acceso al internet por el interior del hogar enfocándose de conservar la presencia de un punto de acceso a internet por 2 habitaciones como mínimo descartando lavaplatos y baños. De esta manera es posible facilitar la instalación y la movilización de la pasarela residencial ubicado en uno o en varios puntos de la zona de la vivienda (Fernandez & Pinzón, 2013)

En cambio, que, por otro lado, es más normal que varios de los componentes electrónicos clásicos tienen la capacidad de comunicarse entre ellos y de esta manera efectuar trabajos de manera integrada y compartir datos. La famosa red de multimedia es un tipo de red de alta gama que se trabaja con componentes electrónicos de gastos inteligentes como, por ejemplo: cámaras HD Televisores Android cine en casa entre otros. Para poder distribuir una gran capacidad de información y a la vez pueda realizar su red de datos residencial u otra diferente (Fernandez & Pinzón, 2013).

Figura 15

Tipos de protocolos para domótica



Nota: Ilustración gráfica de los tipos de protocolos de redes.

Existen 3 clases de protocolos fundamentales que en base al uso y se pueden clasificar en: Estándar Abierto, Estándar Bajo licencia, y Protocolos Propietarios.

2.7.8.1. Protocolos Propietarios

Son aquellos que se encuentran formados por protocolos fabricados por constructores solamente para diseños domóticos y específicamente para su uso, dicho esto sus componentes solo pueden ser compatibles entre ellos mismos. Los diseñadores brindar una amplia gama de artículos que son capaces o pueden comunicarse entre sí no pueden ser compatibles con diferentes diseñadores (Jama, 2019).

2.7.8.2. Protocolos Estándar bajo Licencia

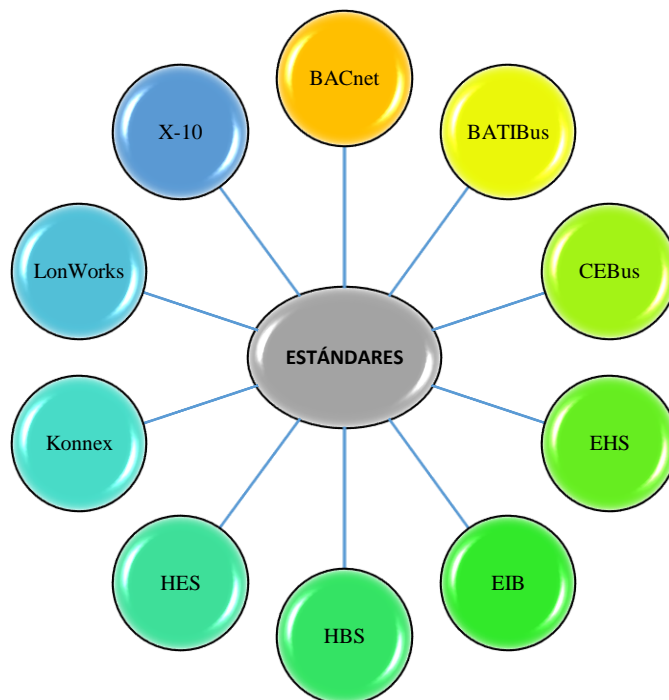
Se trata de protocolos que pueden ser o se encuentran accesibles al público bajo una licencia o términos instalados (Jama, 2019).

2.7.8.3. Protocolos Estándar Libres

Se define de esta manera a los protocolos que son accesibles al público que no requieren de una licencia y pueden ser usados por cualquier diseñador y además puede llegar a aumentar una relación de artículos. Los protocolos con y sin licencia fueron elaborados juntos por diferentes diseñadores y organismos como: la IEEE, ITU, o también la ISO (Jama, 2019).

Figura 16

Protocolos estándar para domótica.



Nota: Ilustración del sistema de protocolos que trabajan con los tipos de redes domóticas.

2.8. Estándares de comunicación

2.8.1. Power Line Carrier PLC o X.10

La entidad PICO ELECTRONICS Ltd fue la encargada de diseñar el protocolo X10 a finales de los años 80's, convirtiéndose en uno de los protocolos más antiguos, se trata de un protocolo estandarizado de lazo abierto y entiende que necesita un solo requerimiento para fabricar artículos con el protocolo X10 y no es nada más que estos componentes trabajen con PICO ELECTRONICS ya que trabaja con emisión de medios de información el tendido eléctrico de una baja tensión mediante corrientes portadoras. Una ventaja más destacada que se puede decir acerca de este tipo de protocolo es que no requiere del abastecimiento de otra red adicional a las que ya existen en la casa, de esta forma se libera o se ahorra espacio al momento de instalar nuevas o inconvenientes redes que son cableadas (Jama, 2019).

Si bien este protocolo además es considerado como uno de tipo descentralizado con gran totalidad de componentes que se comunican entre ellos de 256 poniendo en consideración como la única red domótica disponible, trabajando con la red de bajo voltaje para la comunicación de los componentes de la red X10 si lo piensa bien, es una excelente elección para la implementación de casas (Jama, 2019).

Figura 17

Representación de un ejemplo de casa automatizada



Nota: El usuario puede realizar el control de los dispositivos de casa automatizada incluso desde largas distancia por medio del celular. Tomado de (Orghidan, 2016).

2.8.2. LonWorks

Se define como protocolo estándar dueño que ha sido elaborado por la industria Echelon. Este protocolo se centra en un sistema esquemático de LON (Local Operating Network). Es un tipo de protocolo estándar que posee licencia de un costo elevado. Este protocolo se basa en una agrupación de componentes inteligentes o también nodos que son conectados a través de un medio o varios medios físicos y que a la vez se notifican utilizando un solo tipo de protocolo. Por el término inteligente significa que cada tipo de nodo es independiente y proactivo por lo tanto una opción es que se puede programar para transmitir mensajes a distintos nodos como el fin de haber culminado con ciertas tareas, a ejecutarlas en respuestas a los mensajes receptados. Por lo general este protocolo es aplicado en edificios de oficinas, hoteles o empresas en USA.

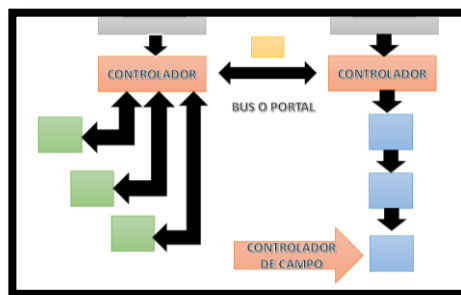
La fuente principal de LonWorks es el micro controlador Neuron Chip fabricado por la industria Motorola y Toshiba. Neuron Chip dispone de 3 tipos de procesadores, 2 con el fin que provee la comunicación y 1 específicamente para sus aplicaciones (Fernandez & Pinzón, 2013) (Jama, 2019).

LonTalk se encuentra como protocolo de comunicación y con respecto al medio físico LonWorks es el encargado de proporcionar una serie de medios de comunicación que se a continuación de analizará (Jama, 2019):

- Cable coaxial
- Radio Frecuencia
- Infrarrojo
- Par trenzado cat 4 de 5 hilos.
- Fibra Óptica
- Fuente de Línea (Power Line)
- RS-232

Figura 18

Representación de los tipos de protocolos básicos de LonWorks.



Nota: Demostración de los sistemas LON WORKS.

2.8.3. CEBus (Consumer Electronic Bus)

Es aquel protocolo elaborado por la Asociación de Empresas Electrónicas en el que fue diseñado con un fin hacia la automatización de casas. Y que a diferencia de Lonworks, CEBus trabaja con cuatro de las siete capas de las que se encuentra en el modelo OSI y que son (Jama, 2019):

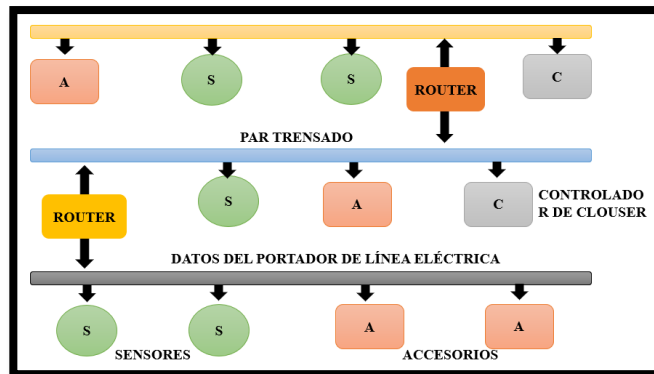
- Capa Física
- Capa de conexión
- Capa de red
- Capa de aplicación

Se define como un protocolo que trabaja con un tipo de arquitectura distribuida en el que cada componente de dicha red es el encargado de operar independientemente. Además, permite la comunicación de datos mediante los siguientes medios (Jama, 2019):

- Red eléctrica
- Par trenzado
- RF Radio Frecuencia
- Cable Coaxial
- Fibra Óptica
- Infrarrojo

Figura 19

Representación de la topología CEBus



2.8.4. EHS (European Home System)

Se define como un tipo de sistema abierto que aporta a la solución a la necesidad creada para conseguir interoperabilidad lo mayor posible en los componentes que son de diferentes constructores domóticos o de sistemas domóticos; este sistema fue elaborado por la Sociedad de Sistemas Europeos del Hogar en que se puede encontrar en el mercado por su fácil instalación y a la vez permite una configuración sencilla por parte del usuario de acuerdo a las urgencias o necesidades que este disponga. Posee de tres capas que pertenece al modelo de referencia OSI, las capas conexión, las físicas y de aplicación (Jama, 2019).

Los medios de comunicación que soporta este tipo de estándar son:

- RF Radio Frecuencia
- Cable Coaxial
- Par trenzado Cat 1 y 2
- Red Eléctrica

2.8.5. Konnex

El propósito principal de este sistema es la bifurcación de los estándares EIB (European Installation Bus), BatiBus, y EHS dando origen por si a un tipo de estándar

europeo y de esta manera obtener la mayor interoperabilidad de componentes en los diferentes tipos de creadores. EIB son protocolos descentralizados presentado por la EIBA, se encuentra como medios de comunicación el par trenzado, la red eléctrica, la RF Radio frecuencia y el infrarrojo. Su principal medio de comunicación es el cable de bajo voltaje de 24v y le permite además conectar aproximadamente de 10000 componentes (Jama, 2019).

2.8.6. Zigbee

Se puede definir como la agrupación de varios tipos de protocolos de interacción de un alto nivel para la finalidad de radiodifusión, para la composición de redes inalámbricas de pequeñas distancias y además con un nivel bajo de velocidad de datos. Trabaja en frecuencias de 868 MHz, 915MHz y 2,4GHz y a la vez puede enviar datos hasta 250 Kbps. Se trata de un protocolo elaborado por Zigbee Alliance quien es una empresa sin fines de lucro que se encarga de fabricar semiconductores y ingeniería de software a fabricantes de componentes OEMs a su vez instaladores. Esta entidad surge en el año 2002, un sistema que incrementa un protocolo acogiendo la normativa IEEE 802.15.4 con el objetivo de cubrir sus primeras capas; las cuales se refiere a la capa física (PHY) y además la subcapa que da apertura al medio (MAC) adicionando la capa red (Dignani, 2011),

Como idea principal su enfoque es trabajar con una conexión inalámbrica con el fin de controlar sensores y conseguir información de hace un periodo prolongado. Se puede encontrar respuestas empleadas en acciones con respecto a la domótica, pero existe un impedimento ya que es incompatible trabajar entre estos sensores, los controles y los equipos procesadores de información que están designados a realizar pasarelas con el fin de conectar ei interconectar componentes de distintas marcas (Dignani, 2011).

Se ha diseñado este tipo de protocolo con las respectivas especificaciones:

- Un ahorro de energía que le permita trabajar con equipos o baterías.
- Un ahorro de precio de componentes e instalación y mantenimiento de los mismos.
- Posee un rango de alcance mínimo (menor de 10 a 75 metros)
- Empleado y mejorado para un ciclo efectivo de envío menor a 0,1%.
- Posee una velocidad de envío de datos menor que 250 Kbps y menor que 20 Kbps.
- Contiene una capacidad de 255 nodos por cada red Zigbee.
- Planificador Zigbee, produce rutas de interacción para cada componente.
- Un router Zigbee, interconecta componentes, aislado de la topología de red.
- Trabaja con bandas sin restricción de 2.4 GHz alrededor del mundo, 868 MHz en continente europeo y 915 MHz en USA.

Se encuentran una variedad de patrones con los que se puede trabajar en redes de un alcance corto como el 802.11 y Bluetooth. Es designado cada uno de ellos para realizar una aplicación determinada. Zigbee es el protocolo más acordado en la actualidad para trabajar en redes de sensores y actuadores que deban funcionar con batería (Dignani, 2011), (Jama, 2019)

2.8.7. Protocolo X10

Se trata de un protocolo de comunicación mediante el uso de corriente y que conecta componentes a dicha red eléctrica, lámparas electrodomésticos y equipos que trabajen con 110v son comandados a través de equipos relacionados con este tipo de tecnología (Jama, 2019).

Se encuentra al protocolo X10 como uno de los más remotos que se ha trabajado en procedimientos domóticos y que hasta el día de hoy se trabaja con este protocolo. Se trata de un protocolo de enlace abierto que no ha sido normalizado por lo que se han hecho ajustes de acuerdo a lo que el diseñador crea conveniente (Zambrano, 2015).

Se considera como el primer estándar utilizado con el fin de aplicaciones domóticas, y hasta el día de hoy se ha convertido en el más difundido, Este protocolo fue diseñado por la entidad Pico Electronics en Glenrothes, Escocia en los años 1975 y 1976, con el fin de intercambiar datos mediante las líneas de alta tensión a una velocidad alta (50 / 60 bps) y de muy bajo costo. Al trabajar con las líneas de tensión de la casa no es obligación exponer nuevos cables para conectar componentes (Jama, 2019).

Luego de algunos años desarrollando la tecnología X10 en el año 1978 comienza a ser vendido los productos X10 en localidades como RADIOSHACK (uno de los repartidores fundamentales de componentes X10 hasta el día de hoy) además localidades como Sears, Pico y BSR (British Sound Reproduction) se combinaron para dar parte a X10 Ltd. realizando una serie de ajustes al protocolo X10 y nombrándolo protocolo X10-BSR, que se basaba en un sistema que abarca 16 canales, posee un módulo para lámparas y otro módulo actuador para electrodomésticos. La organización BSR quiebra de manera que Pico se divide y llega a formar X10 (EEUU). A partir de aquí todo tipo de procedimiento de seguridad se han elaborado con el fin de que funcione con el protocolo X10 (Zambrano, 2015)

Los fabricantes son capaces de elaborar componentes X-10 y ofrecerlos en el mercado y es obligación que se deben usar los circuitos de dicho creador escocés quien se atribuye el diseño de esta tecnología y los microcontroladores que ejecutan el protocolo X-10 poseen un Royalty muy pequeño. (Jama, 2019)

Se encuentra más de 20 años aproximadamente en la industria debido a esto su tecnología se ha vuelto competidor entre varias entidades y utilizada en servicios X-10 y por ende un duro adversario en sus costos, convirtiéndose en la cabeza en la industria en América del Norte y de micro empresas porque es capaz de acceder a las instalaciones de servicios por consumidores finales o personal eléctrico sin poseer cognición de la Domótica (Jama, 2019)

Se puede decir que este estándar se considera una ciencia al alcance de los usuarios con el fin de ejecutar una con éxito el montaje domótico sencillo (Jama, 2019).

- Las características del protocolo X-10 son los siguientes:
- Ser de fácil de instalar.
- El usuario puede trabajar de manera sencilla.
- Ser compatible con productos antiguos y de gama similar del diseñador.
- Tiene la capacidad de ser flexible y de ampliación.

2.9. Autómata Programable

Un autómata programable, conocido como Controlador Lógico Programable (PLC), brinda la facilidad de controlar una serie de acciones de forma automática mediante un programa hecho por el consumidor. Esto se lo realiza de manera constante siguiendo varias instrucciones con el fin de recibir información de sus entradas desde los sensores, los cuales determinan el momento de conmutar sus salidas, adonde se encuentran conectados los accionadores (Perez J. , 2019).

2.9.1. Estructura interna del Control Lógico Programable (PLC)

A continuación, se muestra un ejemplo acerca de la estructura interna del Control Lógico Programable PLC:

Figura 20

Diagrama de bloques de la estructura interna del PLC.



Las partes principales son: EL CPU (Unidad Central de Procesos) seguido de las interfaces tanto de entrada como de salida. El CPU está encargado de ser la cabeza del PLC y se encuentra formado por la Memoria y el Procesador. La función del procesador es efectuar el programa elaborado por el diseñador y este a su vez es almacenado en la memoria. También se puede decir que el procesador puede interactuar con el exterior mediante sus puertos de comunicación y realizar una autoevaluación (Perez J. , 2019).

2.9.2. Diagrama de bloques del sistema interno del PLC.

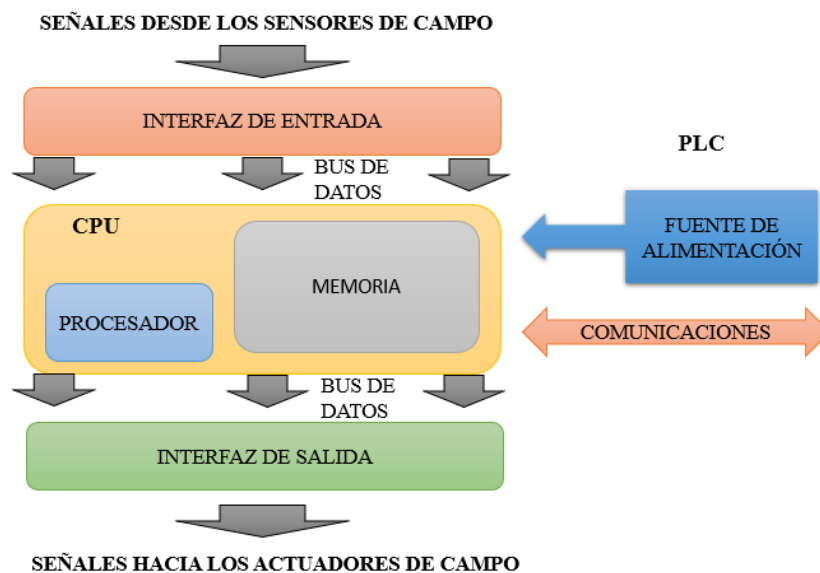
Los puertos de entrada son los encargados de acoplar y recibir señales que provienen de componentes detectores como, por ejemplo: Sistemas de bonotes e interruptores, llaves, límites de carrera, sensores (luz y temperatura), entre otros. A razón de que el CPU pueda entender mediante un programa, enviar a encender algún tipo de elemento de campo, los puertos de salida se enfocan en suministrar la potencia que se necesita para encabezar al actuador (Perez J. , 2019).

El sistema requiere de un procesador escrito por el fabricante llamado firmware con el fin de administrar completamente al sistema. Se puede decir que este programa no se encuentra disponible al consumidor y que se ubica en un tipo de memoria tipo flash,

no volátil y se ubica en el bloque de la Unidad Central de Procesos CPU y su memoria (Perez J. , 2019).

Figura 21

Esquema de interfaces de entrada y salida que dispone un PLC



2.9.3. Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento

La CPU dispone de una gran variedad de ítems para guardar sus datos al momento de ejecutar cualquier tipo de programa que el usuario desee:

Memoria global: La CPU puede brindarles a los usuarios diferentes áreas de memoria incorporando entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). Cualquier tipo de bloque lógico posee libre acceso sin restricción alguna a dicha memoria (Perez J. , 2019).

Bloque de datos (DB): Se puede agregar DB's en el programa que se encuentre diseñando el consumidor con el fin de guardar información en los bloques lógicos. Se archivan los datos almacenados si se ha terminado de ejecutar el tipo de bloque lógico coligado (Perez J. , 2019).

Memoria Temporal: Cuando se selecciona un bloque lógico automáticamente el CPU designa una memoria temporal o local (L) que se trabaja cuando el bloque se encuentra ejecutándose. Y al terminar la ejecución del programa, la CPU vuelve a reasignar la memoria temporal para la ejecución de otros bloques lógicos (Perez J. , 2019).

2.9.4. Información de la Memoria de la CPU

A la mayor parte de información dentro de las zonas de la memoria son: Entradas (I) salidas (Q) marcas (M) bloques de datos (DB) y la memoria local, le permite escoger al usuario datos como bytes, palabras o palabras doble, encontrando en el programa con la opción “dirección de byte”. Para que el usuario pueda ingresar un dato de tipo byte, una palabra o una doble palabra en su memoria, el código debe ser específicamente al código de un bit. Pues bien, se incluye además un identificador de áreas, su tamaño de datos y el código de byte inicial de su valor de byte, palabra o doble palabra. Los asignadores del tamaño son la B de (byte), la W de Word o (palabra) y D (palabra doble), como por ejemplo IB1, MW10 o también QD7. En ciertos casos cuando se encuentren las direcciones de esta manera: I0.2 y Q1.6 son las encargadas de ingresar a la memoria de imagen de aquel proceso. Y para ingresar a una entrada o salida físicamente es necesario agregar “: P” a dicha dirección (ejemplo: I0.2: P, Q1.6:P o también “Stop:P”) (Perez J. , 2019).

2.9.5. Apertura de información en las zonas de la memoria del CPU

Memoria Imagen de proceso de las entradas (I): Previo a la ejecución de un programa, la CPU se encarga de verificar que las entradas se encuentren conectadas físicamente y las revisa de ciclo en ciclo, además registra estos valores en la memoria imagen del proceso de las entradas (I). Se puede ingresar a la memoria imagen del

proceso mediante los diferentes formatos ya sea de tipo bit, byte, palabra o doble palabra (Perez J. , 2019).

Tabla 1

Memoria del proceso de las entradas

M (dirección byte) (dirección (bit)	I0.2
M (tamaño) (dirección de byte inicial)	IB3, IW4, ID11

Nota: Asignación de valores de entradas: (Perez J. , 2019).

Memoria Imagen de proceso de las salidas (Q): Los datos que la CPU recibe son copiados y guardados en la memoria de imagen del proceso de salidas. Se puede ingresar a la memoria imagen del proceso de las salidas mediante los diferentes formatos ya sean de tipo bit, byte, palabra o doble palabra. Además, se puede dar la apertura de acceso de lectura y escritura de la memoria de imagen del proceso de salidas (Perez J. , 2019).

Tabla 2

Memoria del proceso de las salidas

Q (dirección byte) (dirección (bit)	Q0.2
M (tamaño) (dirección de byte inicial)	QB4, QW5, QD20

Nota: Asignación de valores de salida (Perez J. , 2019).

Zona de Marcas (M): La zona de marcas le permite al usuario trabajar con relés de control e información que se guarda su estado en el proceso de una operación u otro

dato de control. Se puede ingresar a la zona de marcas mediante los diferentes formatos ya sean de tipo bit, byte, palabra o doble palabra. Además, se puede dar la apertura de acceso de lectura y escritura de la zona de marcas (Perez J. , 2019).

Tabla 3

Zona de Marcas

M (dirección byte) (dirección (bit)	M1.2
M (tamaño) (dirección de byte inicial)	MB5, MW10, MD30

Nota: Asignación de los valores de marcas (Perez J. , 2019).

Memoria Momentánea (temp): La memoria momentánea es designada por la CPU según sea necesaria La memoria momentánea es designada a un bloque lógico al momento que se inicialice (ejemplo OB) o también puede nombrarse (ejemplo FC o un FB). Sí es destinada la memoria momentánea hacia un bloque lógico es posible trabajar con las mismas posiciones de la memoria momentánea utilizadas más antes en un OB, FB, o FC distinto. La Unidad Central de Procesos no le permite que comience a trabajar la memoria momentánea, cuando ésta se encuentre en el proceso de asignación. Debido a que este tipo de memoria puede disponer de cualquier dato. Se puede parecer la memoria momentánea a la zona de marcas, pero con la diferencia que la zona de marzas posee un límite global y la memoria momentánea posee un límite local (Perez J. , 2019).

Bloque de datos (DB): Se puede describir que la función de los DB's es guardar una serie de datos diferentes, añadiendo el estado intermedio de una acción o distintas medidas de control de FB's así como también se incluye las estructuras de datos para un sin número de instrucciones, ejemplo (temporizadores y contadores). Se puede

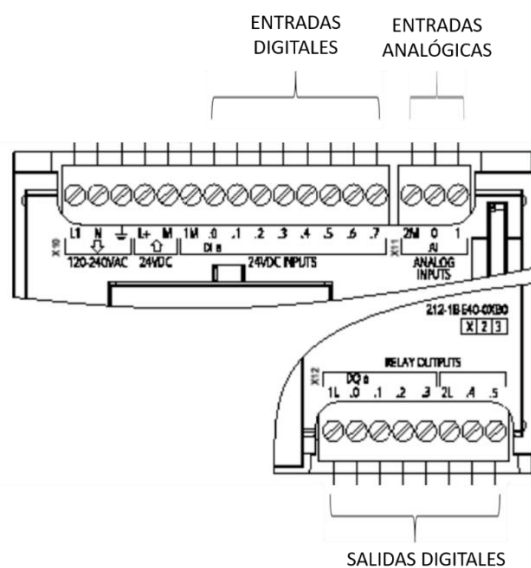
saber con seguridad cuando es un bloque de lectura/escritura o solamente un bloque de lectura. Se puede ingresar a los bloques de datos mediante los diferentes formatos ya sean de tipo bit, byte, palabra o doble palabra. Para todos los bloques de datos les permitan leer y escribir ofrecen comandos de acceso de lectura y escritura. Para los bloques de datos de lectura específicamente se permitirá el acceso de lectura solamente (Perez J. , 2019).

2.9.6. Entradas y salidas (E/S)

De acuerdo a la numeración y características el PLC con el que se va trabajar dispone de 8 entradas digitales, 2 entradas analógicas y además cuenta con 6 salidas digitales de tipo relay acopladas al CPU (Perez J. , 2019).

Figura 22

Entradas y Salidas Digitales, y Entradas Analógicas



Nota: Representación del esquema y distribución de pines del autómata programable.

Tomado de (SIEMENS, 2014).

2.9.7. Secuencia de Medición

Se puede definir como partes importantes para la secuencia de medición se hacer por medio del sensor, transductor y el transmisor.

Figura 23

Representación de los sensores y los elementos al inicio del proceso.



CAPÍTULO III

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Características del proceso

Se desea implementar un sistema de control de iluminación y temperatura en una casa que posee: una habitación master, una habitación sencilla, una sala, un comedor, una cocina y un baño completo.

El control de iluminación se implementará en la sala-comedor y en las habitaciones. Este sistema constará de sensores de luz de día como elementos primarios de control y focos como elementos finales de control.

El control de temperatura se implementará en la sala-comedor y en la habitación master. Este sistema constará de sensores de temperatura ambiente como elementos primarios de control y calefactores como elementos finales de control.

a) Un selector permitirá elegir entre manual o automático.

3.1.1. *Modo manual*

- Las luces de la sala-comedor y los calefactores serán activados y desactivados de acuerdo a las necesidades del usuario.

3.1.2. *Modo automático.*

- Si la iluminación natural es baja o nula, se deberá activar de forma automática las luces de las áreas donde se activen los sensores. Cuando la luz natural sea alta, las luces deberán apagarse.
- Si la temperatura ambiente es menor a 10°C, se encenderá el calefactor de la zona donde se detecte esta temperatura. Si la temperatura es mayor a 18°C, el calefactor deberá apagarse.

- b) Los selectores deberán estar instalados en un panel de fácil acceso para el usuario.

3.2. Selección de hardware

3.2.1. *Autómata Programable*

Se necesita 7 entradas digitales, 2 entradas analógicas y 5 salidas digitales como se puede observar en la tabla.

Tabla 4

Lista de entradas y salidas a utilizarse en el PLC

Dirección	Dirección del Autómata Programable (PLC)	Nombre
Entradas Digitales		
%I0.0	DI 0.0	MANUAL
%I0.1	DI 0.1	AUTOMÁTICO
%I0.2	DI 0.2	LUCES GENERALES
%I0.3	DI 0.3	CALEFACTOR SALA
%I0.4	DI 0.4	FOTOCELDA SALA/COMEDOR
%I0.5	DI 0.5	FOTOCELDA HABITACION 1
%I0.6	DI 0.6	FOTOCELDA HABITACION 1
Salidas Digitales		
%Q0.0	DO 0.0	LUCES SALA/COMEDOR
%Q0.1	DO 0.1	LUCES HABITACIÓN 1
%Q0.2	DO 0.2	LUCES HABITACIÓN 2
%Q0.3	DO 0.3	LUCES CALEFACTOR HABITACIÓN 1
%Q0.4	DO 0.4	LUCES CALEFACTOR HABITACIÓN 2
Entradas Analógicas		
%IW64	AI 0.0	CALEFACTOR HABITACIÓN 1
%IW66	AI 0.1	CALEFACTOR HABITACIÓN 2

Por lo tanto, el autómata programa seleccionado fue el PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1212C.

3.2.1.1. Características técnicas del CPU 1212C AC/DC RLY

Tabla 5

Características del PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC RLY (véase anexo A)

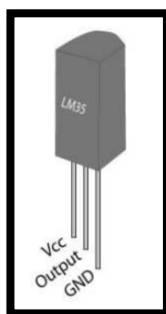
CPU 1212C AC/DC/RLY	
Pérdida de Potencia	11W
Intensidad de Salida	
Para bus de fondo (5V DC) máx. (SM y bus CM)	1000 mA; máx. 5V DC
Alimentación de Sensores	20,4V a 28,8V
Intensidad de entrada	
Consumo Nominal	80 mA con 120V AC; 40mA con 240V AC.
Consumo, máx.	240 mA con 120V AC; 120mA con 240V AC.
Intensidad de cierre, máx.	20A con 264V
Memoria de trabajo	
Integrada	75 kbyte
Ampliable	NO
E/S Digitales Integradas	8 entradas / 6 salidas
E/S Analógicas Integradas	2 entradas
Entradas Digitales	
Tipo	Fuente/Sumidero (M/P)
Tensión	24V DC; (Señal 0L) 5V DC con 1mA; (Señal 1L) 15V DC con 2,5mA
Entradas Analógicas	
Tipo	Tensión (Asimétrica)
Rango	0 - 10V
Rango total (palabras de datos)	0 – 27648
Resolución	10 bit
Salidas Digitales	
Clase	Contacto, Relé
Rango de voltaje	5-30V DC o 5-250V AC
Carga resistiva máx.	2ª
Carga tipo lámpara máx	30W con DC. 200W con AC

3.2.2. Sensor de Temperatura

El sensor de temperatura ambiente seleccionado fue el LM35 debido a que éste mide un rango de temperatura ambiente desde -40°C a 150°C.

Figura 24

Distribución de pines del LM35



Nota: La serie o numeración del componente debe verse de frente y se comenzará a contar los pines de izquierda a derecha. Tomado de (Flores, 2012).

3.2.2.1. Características técnicas

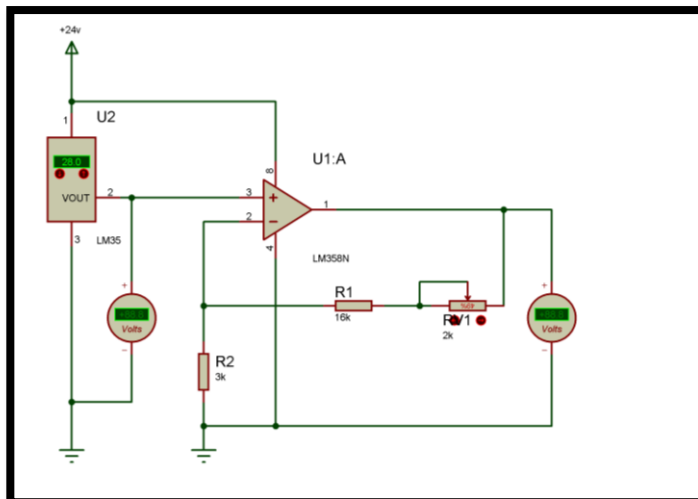
Tabla 6

Rango de operación de voltaje y temperatura que trabaja el sensor LM35 (véase anexo B).

DESCRIPCIÓN	VALOR
Temperatura mínima	-40°C, -55°C
Temperatura máxima	100°C, 110°C, 150°C
Precisión (más o menos) °C	1, 5
Voltaje mínimo de alimentación	4 voltios
Voltaje máximo de alimentación	30 voltios
Ganancia del sensor	10mV/°C
Salida de impedancia	5,3
Empaque	TO220
Número de pines	3

Figura 25

Diagrama de conexión del sensor LM35.



Nota: Descripción del sistema acondicionado del LM35 de 0 a 10v para la conexión de entradas analógicas del PLC S7 1200.

3.2.3. Calefactor

Debido a que es un prototipo, el calefactor seleccionado fue un foco incandescente.

Figura 26

Focos pequeños para proyectos.



Nota: En base al funcionamiento los focos pequeños pueden trabajar con 120V AC 60Hz.

3.2.4. Sensor de Luz del Día

Los sensores de luz del día seleccionados fueron las fotoceldas.

Figura 27

Sensor Fotorresistencia LDR



Nota: Representación de la fotorresistencia en su estado original tomado de (Alvarado, 2018).

3.2.4.1. Características técnicas

Tabla 7

Lista de rangos de voltaje, resistencia de la fotocelda LDR.

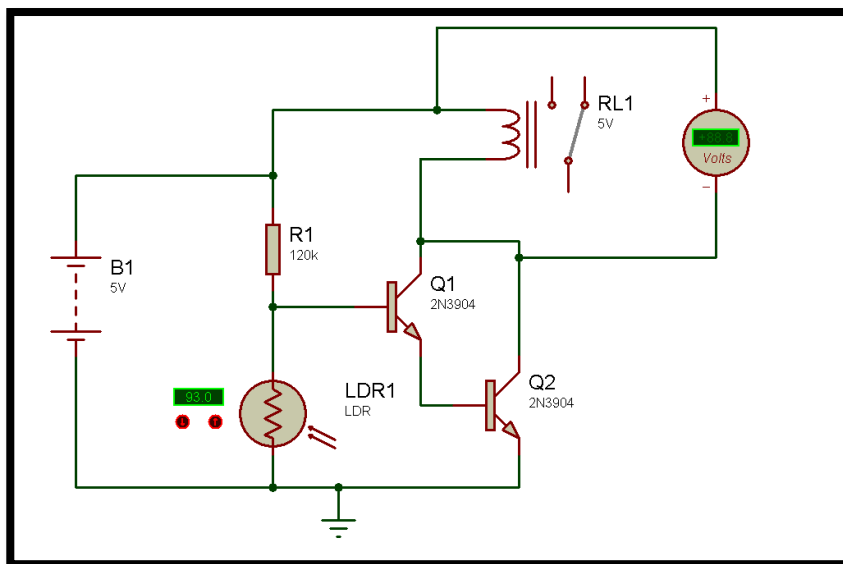
Resistencia a Luz	1 Kohm
Resistencia a Oscuridad	10 Kohm
Voltaje Máximo	150V
Disipación	100 mW máx.
Dimensiones	2 x 4 x 5 mm
Separación entre los pines	4 mm
Largo de terminales	31 mm

3.2.5. Sistema de control de iluminación

Este sistema está conformado por las fotoceldas que detectan la cantidad de iluminación natural que existe en la zona donde fueron instaladas.

Figura 28

Diagrama de conexión de la fotocelda



Nota: Las fotoceldas fueron instaladas en la caja de control acoplado a la placa de transistores y relés cuando detecten la presencia de luz o ausencia de la misma.

3.3. Selección de software

El software seleccionado fue el TIA PORTAL debido a que es compatible con el PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC RLY

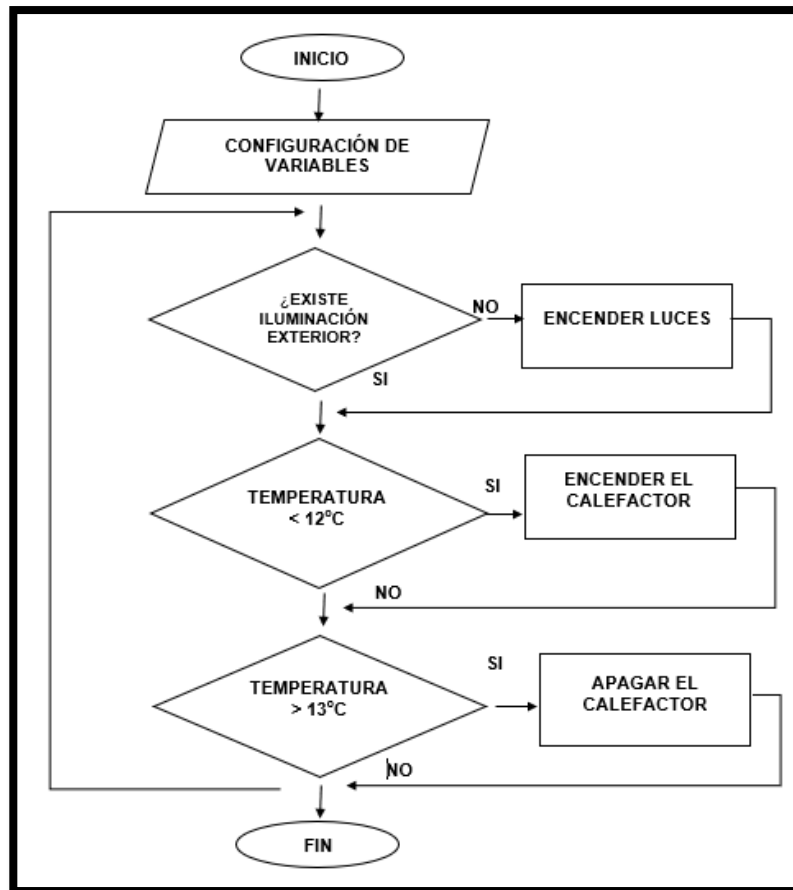
3.3.1. Programación ladder

Para comenzar a programar se debe realizar los siguientes pasos;

3.3.1.1. Diagrama de flujo del sistema

Figura 29

Diagrama de flujo de la programación en el PLC

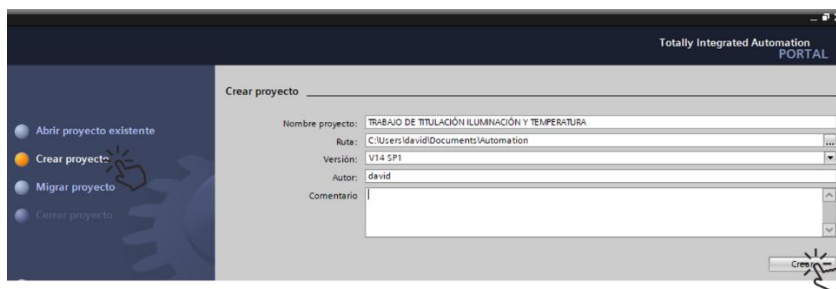


3.3.1.2. Programación en escalera

- a) Dar clic en la opción Crear Proyecto, elegir un nombre para el proyecto, luego se selecciona donde se desea guardar el proyecto dar clic en crear.

Figura 30

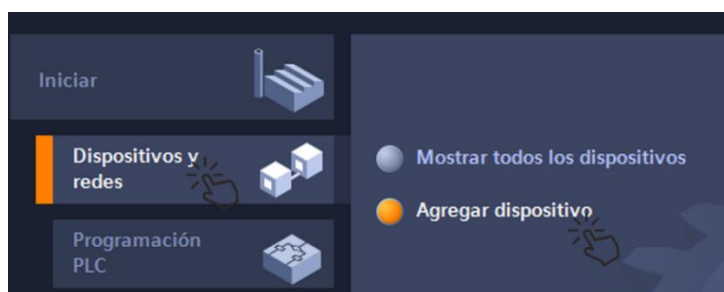
Elaborar un nuevo proyecto



- b) Si desea añadir un componente al proyecto. En la ventana que aparece, seleccione “Dispositivos y Redes” a continuación, seleccione “Agregar Dispositivo” En la ventana del proyecto debajo del nombre dar doble clic en “Agregar en Dispositivo”.

Figura 31

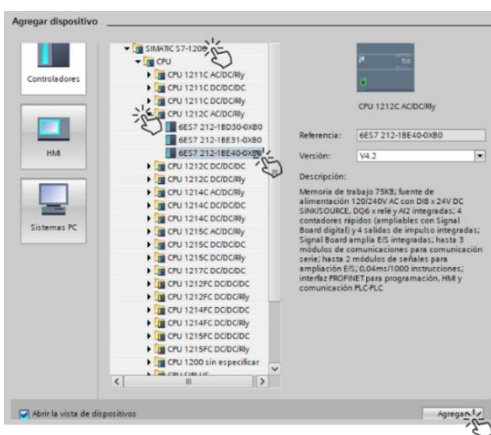
Agregar componentes o dispositivo.



- c) Los ajustes del componente se elaboran añadiendo un CPU en el proyecto. Al momento de seleccionar el CPU en el programa “Agregar un nuevo componente”, se elaboran el rack y el CPU. Dar clic en el CPU 1212C AC/DC/RLY, dar clic en “6” y para finalizar de clic en “aceptar”.

Figura 32

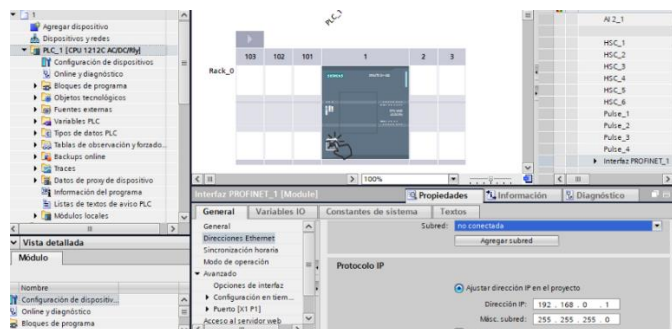
Elegir y escoger un controlador



- d) Para comprobar o designar una nueva dirección IP del PLC se tiene que seguir los siguientes pasos:

Figura 33

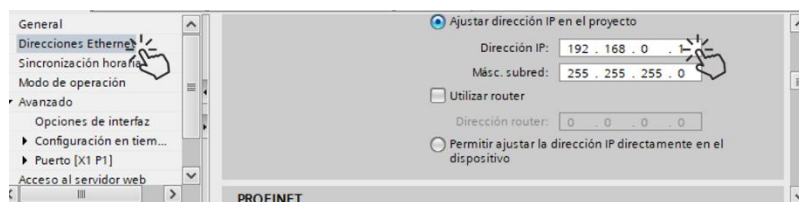
Comprobar su dirección IP creada



- e) Para asignar la nueva dirección IP tiene que dar clic izquierdo en dispositivos y redes que se encuentra ubicada en la sección de dispositivos luego dar clic izquierdo en el cuadro PLC con el fin de ingresar en la Vista de Dispositivos, después dar clic izquierdo en la plataforma PROFINET_1, y a continuación se abrirá los parámetros del PLC, posteriormente, dar clic en la sección GENERAL y para finalizar, dar clic en direcciones ethernet, donde se abrirá un cuadro de diálogo donde se puede revisar la dirección IP del PLC, en este caso es 192.168.0.1.

Figura 34

Designación de dirección IP



- f) Si se debería modificar la dirección IP, escoger “Dirección IP” y ubicar sobre ella la dirección que desee modificar. Y se debe tener en mente que solo se puede modificar el último dígito como, por ejemplo 192.168.0.1.

3.3.1.3. Lista de entradas y salidas en el PLC

A continuación, se muestra la lista de los nombres de las variables con sus respectivas direcciones dentro del PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC REALY.

Tabla 8

Descripción del segmento 1

Nombre	Dirección	Tipo de contacto	Tipo de Variable	
S1	MANUAL	%I0.0	NO	Entrada Digital
S2	AUTOMÁTICO	%I0.1	NO	Entrada Digital
LG	LUCES GENERALES	%I0.2	NO	Entrada Digital
C1	CALEFACTOR	%I0.3	NO	Entrada Digital
F1	FOTOCELDA SALA Y COMEDOR	%I0.4	NO	Entrada Digital
	M. MANUAL	%M0.0	NO	Marca
	M. AUTOMÁTICO	%M0.1	NO	Marca
	Mm Q0.0	%M0.2	NO	Marca
	Mm Q0.3	%M0.3	NO	Marca
	Ma Q0.4	%M0.4	NO	Marca
Q0	LUCES GENERAL SALA Y COMEDOR	%Q0.0		Salida Digital

Tabla 9

Descripción del segmento 2

Nombre	Dirección	Tipo de contacto	Tipo de Variable	
	M. AUTOMÁTICO	%M0.1	NO	Marca
F2	FOTOCELDA DE HABITACIÓN 1	%I0.5	NO	Entrada Digital
Q1	LUCES DE HABITACIÓN 1	%Q0.1		Salida Digital

Tabla 10*Descripción del segmento 3*

Nombre	Dirección	Tipo de contacto	de	Tipo Variable	de
F3	M. AUTOMÁTICO FOTOCELDA DE HABITACIÓN 2	%M0.1 %I0.6	NO NO	Marca	Entrada Digital
Q2	LUCES DE HABITACIÓN 2	%Q0.2			Salida Digital

Tabla 11*Descripción del segmento 4*

Nombre	Dirección	Tipo de dato	Tipo Variable	de
AI0	TEMPERATURA DE ENTRADA 1	%IW64	Int	Entrada analógica
	TEMPERATURA NORMALIZADA 1	%MD60	Real	Dato analógico
	TEMPERATURA ESCALADA 1	%MD80	Real	Dato analógico

Tabla 12*Descripción del segmento 5*

Nombre	Dirección	Tipo de contacto o dato	de	Tipo Variable	de
-	Mm de Q0.3 MAXIMO	%M0.3 %M0.5	NO NO	Marca	Marca (SET) (RESET)
-	CALEFACTOR SALA COMEDOR	%Q0.3			Salida digital
-	TEMPERATURA ESCALADA 1	%MD80	Real		Dato analógico

Tabla 13*Descripción del segmento 6*

Nombre	Dirección	Tipo de dato	Tipo de Variable
AI1	TEMPERATURA DE ENTRADA 1	%IW66	Int Entrada analógica
	TEMPERATURA NORMALIZADA 1	%MD61	Real Dato analógico
	TEMPERATURA ESCALADA 1	%MD81	Real Dato analógico

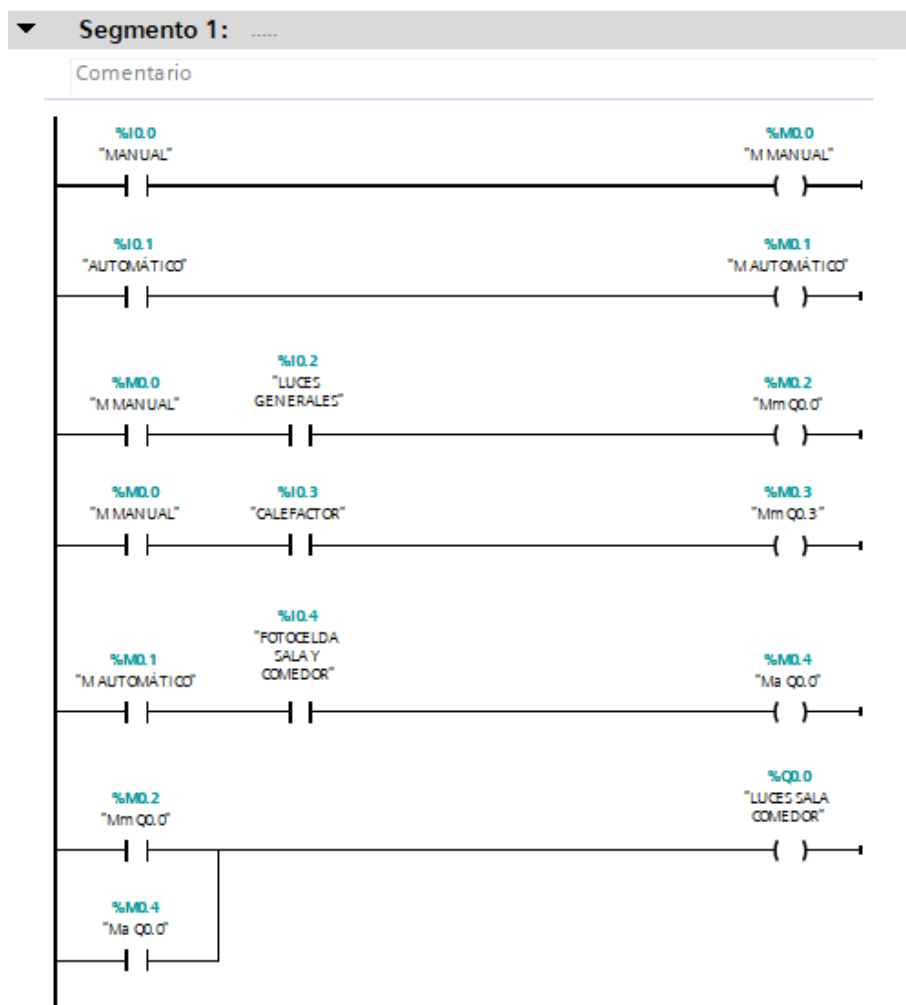
Tabla 14*Descripción del segmento 7*

Nombre	Dirección	Tipo de dato	Tipo de Variable
-	CALEFACTOR HABITACIÓN 2	%Q0.6	Salida digital
-	TEMPERATURA ESCALADA 2	%MD81	Real Dato analógico

3.3.1.4. Programación del bloque main

- Segmento 1: Este segmento posee las líneas de programación para seleccionar el modo manual o automático en el tablero de control (véase en anexo C).

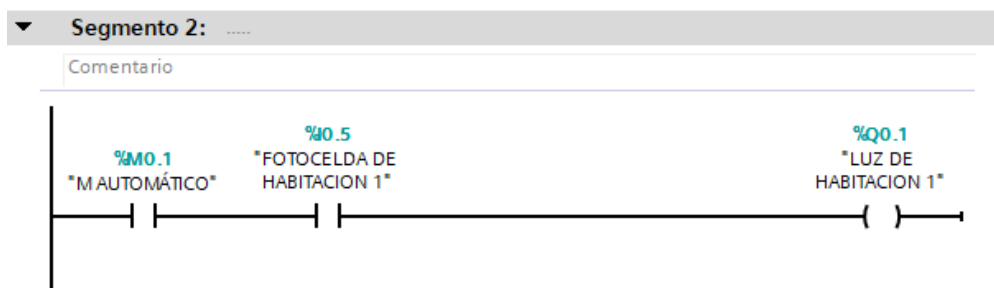
Figura 35*Control de los modos de operación MANUAL o AUTOMÁTICO.*



- Segmento 2: En este segmento redacta acerca del cambio de posición del selector a modo AUTOMÁTICO y si se activa el sensor de la fotocelda 1 (Habitación 1) también, las luces de la habitación 1 se debe encender.

Figura 36

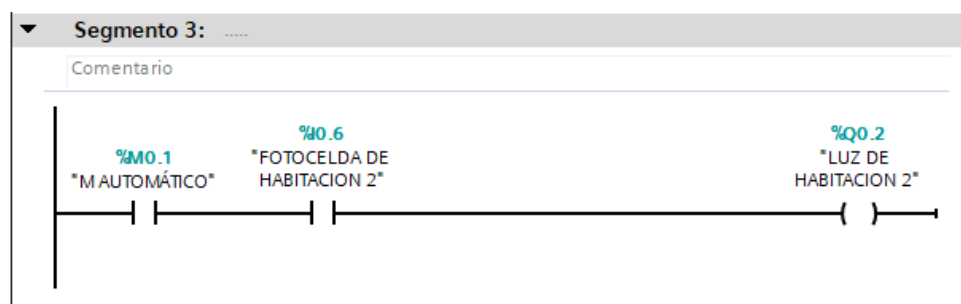
Control de luces de la sala comedor



- Segmento 3: Se escribe las instrucciones para encender la luz de la habitación 2.

Figura 37

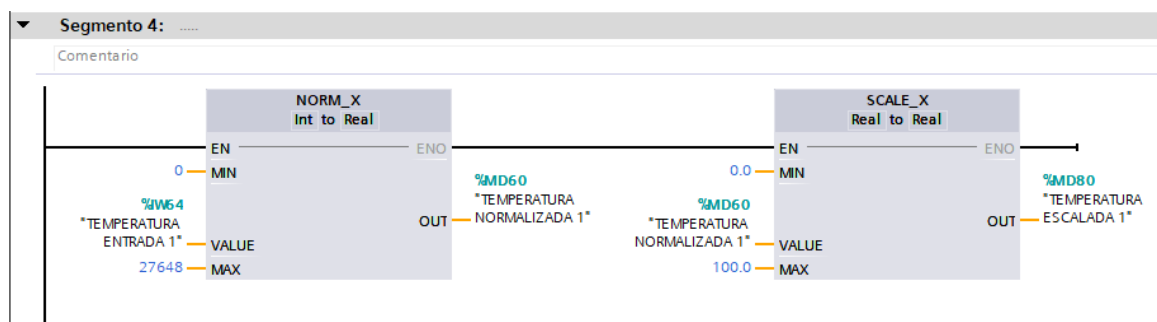
Control de las luces de la habitación 2



- Segmento 4: Dentro de este segmento, la señal de tensión (4 a 20mA) que es de temperatura entregada por el Autómata Programable, es normalizada, escalada, y guardada en la marca "TEMPERATURA ESCALADA 1" con el fin de utilizarla en el próximo segmento 5, y así de esta manera compararla con el nivel de temperatura mínima y máxima. Cuando la temperatura se máxima el calefactor de la sala-comedor es apagado.

Figura 38

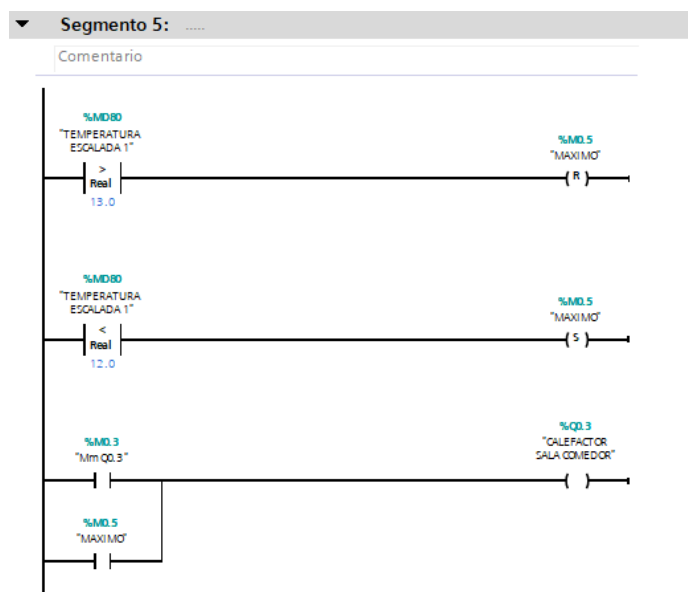
Señal estandarizada para el control de temperatura de las habitaciones.



- Segmento 5: Se trabaja con los valores estandarizados en el segmento anterior y se realiza una comparación, cuando los valores de la marca doble %MD80 sean mayores que 13⁰C se apagará el calefactor y cuando los valores sean menores que 12⁰C se encenderá el calefactor. Además, contiene la configuración en modo manual si el usuario desea acercarse a encender el calefactor (sala-comedor).

Figura 39

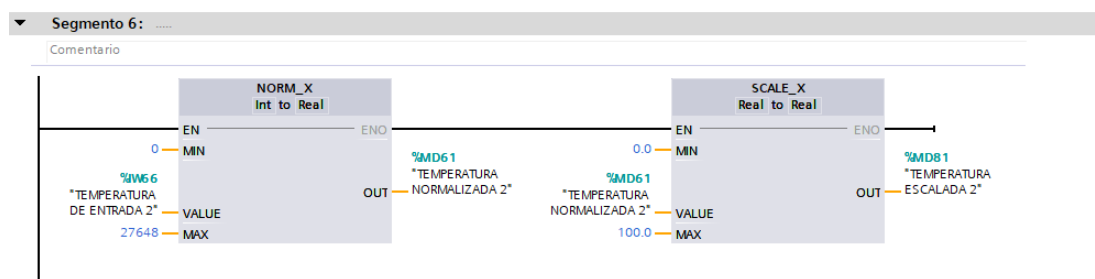
Comparación de los valores de temperatura del calefactor de la sala comedor



- Segmento 6: En este segmento la señal de tensión (4 a 20mA) que es de temperatura entregada por el Autómata Programable ya fue normalizada, escalada, y guardada en la marca “TEMPERATURA ESCALADA 2” por segunda vez, con el fin de utilizarla en el próximo segmento 7, y así de esta manera compararla con el nivel de temperatura mínima y máxima. Cuando la temperatura se máxima el calefactor de la habitación máster es apagado.

Figura 40

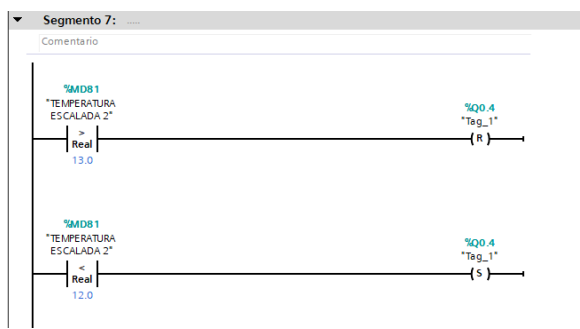
Señal estandarizada para el control de temperatura de las habitaciones.



- Segmento 7: Se trabaja con los valores estandarizados anteriormente y se realiza una comparación, cuando los valores de la marca doble %MD81 sean mayores que 13°C se apagará el calefactor y cuando los valores sean menores que 12°C se encenderá el calefactor de la habitación máster.

Figura 41

Comparación de los valores de temperatura del calefactor de la habitación master

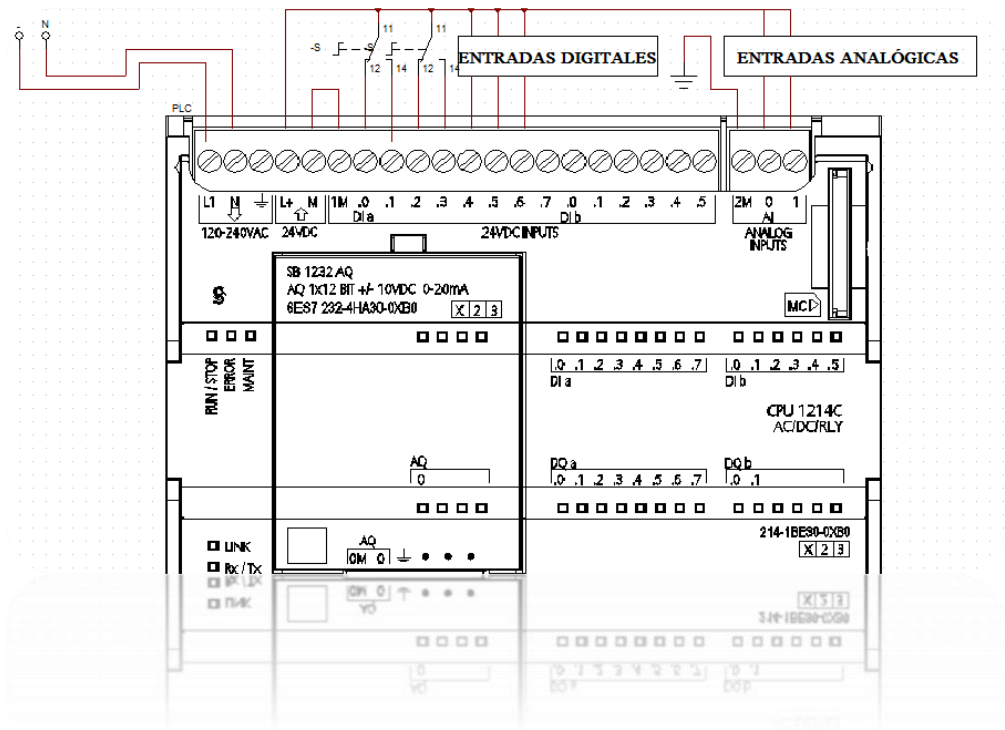


3.4. Diagrama de conexiones en el PLC

3.4.1. Conexión de las entradas analógicas y digitales al PLC

Figura 42

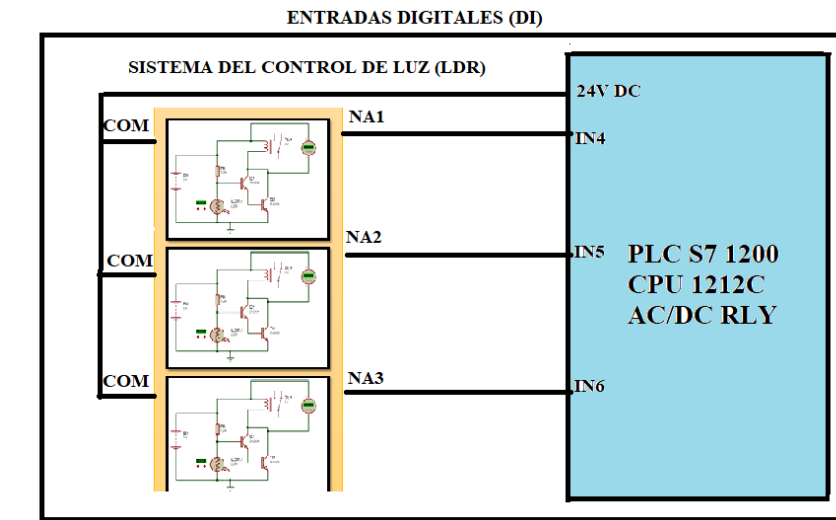
Descripción de las conexiones de la alimentación y control de las entradas del PLC



a) Conexión de las entradas digitales

Figura 43

Diagrama de bloques con respecto a la conexión de entradas digitales del PLC.

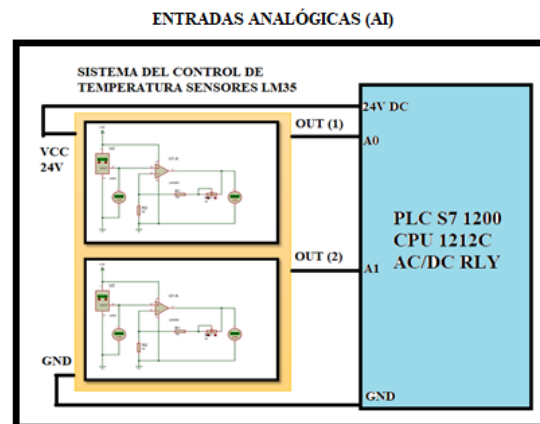


Nota: En esta figura se muestra detalladamente la conexión de las entradas digitales, cuyo gráfico individual se colocó en la fig. 42.

b) Conexión de las entradas analógicas

Figura 44

Diagrama de bloques con respecto a la conexión de entradas analógicas del PLC.

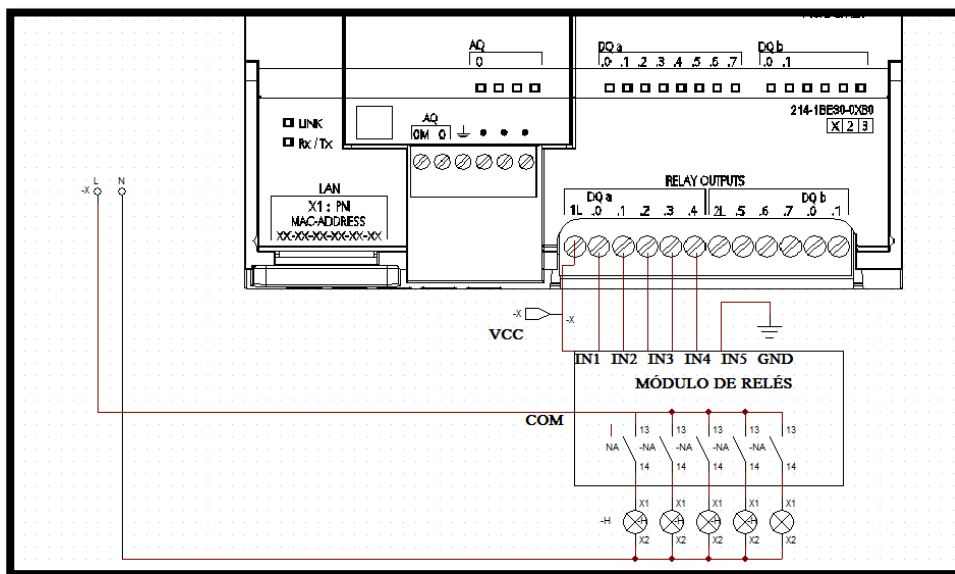


Nota: En esta figura se muestra detalladamente la conexión de las entradas analógicas.

3.4.2. Conexión de las salidas del PLC

Figura 45

Descripción de la conexión de salidas del PLC



3.5. Implementación del prototipo

En esta sección se mostrará las figuras de cómo quedó el sistema implementado

3.5.1. Caja de control

Figura 46

Descripción de la caja de control del circuito

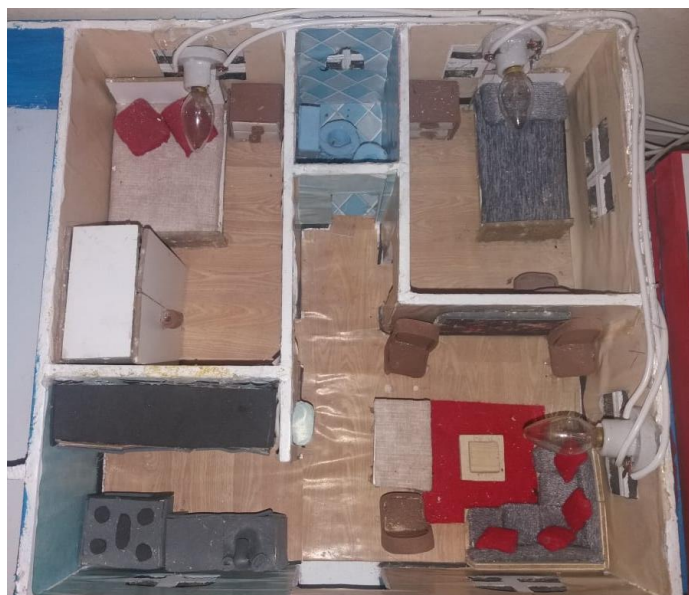


3.5.2. Casa prototipo

Se muestra la maqueta de la casa donde se implementó el sistema de control de iluminación.

Figura 47

Maqueta de una vivienda.



CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Para el sistema de iluminación se seleccionó las fotoceldas debido a que mide la iluminación natural. Para el sistema de temperatura se seleccionó el LM35 debido a que mide la temperatura ambiente en el rango de -40°C a 150°C .
- Cuando la fotocelda detecta iluminación baja o nula, los focos son encendidos, de acuerdo a la zona en la que fue detectado. Cuando la temperatura es menor que 12°C se enciende el calefactor, pero si la temperatura es mayor que 13°C el calefactor se apaga. Si el sensor LM35 detecta valores fuera de rango o que se encuentre enfriando el calefactor, este permanecerá apagado hasta que el sensor detecte el valor programado para que el calefactor nuevamente se encienda.
- Al realizar las pruebas se pudo verificar que el sistema de iluminación mantiene los focos apagados cuando la iluminación natural es adecuada para el usuario mientras que, el sistema de temperatura mantiene un ambiente confortable al usuario.

4.2. Recomendaciones

- Para obtener un voltaje de 0 a 10v en la salida del Im35 se debe realizar un acondicionamiento de señal mediante el uso de un amplificador operacional debido a que es el encargado de proporcionar la ganancia necesaria para entregar a la entrada analógica del PLC. Y se debe verificar el rango de voltaje y corriente en el DATA SHEET que soporta para evitar daños en los componentes.
- El trabajar con módulos de relés en grupo o individuales puede presentar contratiempos, es importante revisar la hoja técnica de los componentes antes de llevar a cabo la práctica. Un módulo de cuatro relés puede trabajar solo en configuración LOW (0L) en las entradas, mientras que un módulo individual de relé puede trabajar en ambos sentidos ya sea HIGH (1L) o LOW (0L) en sus entradas debido a que su configuración es manual.
- El PLC posee una fuente de alimentación de 24v DC, pero para evitar daños en el mismo se puede trabajar con una fuente de poder externa que alimente al sistema de control de luz y de temperatura.

Bibliografía

- Alvarado, K. (2018). Diseño de un sistema domótico basado en tecnología arduino para personas con discapacidad física. *Ingeniera en Teleinformática*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36288/4/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DOM%c3%93TICO%20BASADO%20EN%20TECNOLOG%c3%8dA%20ARDUINO%20PARA%20PERSONAS%20CON%20DISCAPACIDAD%20F%c3%8dSICA-convertido.pdf>
- Becerra, J. (2018). Desarrollo de un sistema de control de temperatura y monitoreo de PH y humedad del proceso de SPIN COATING. *Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones*. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.
- Choque, S. (2012). Sistema remoto de control de temperatura aplicado a un invernadero con el PIC16F877A. *Licenciatura en Electrónica y Telecomunicaciones*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Recuperado el 05 de mayo del 2021, de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15470/EG-1186-Choque%20Jaillita,%20Soledad%20Sonia.pdf?sequence=1>
- Diaz, J. (2017). *Representación gráfica de datos recolectados de una fotocelda a través de Arduino y Processing*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Recuperado el 10 de mayo del 2021, de <http://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/140/252>
- Dignani, J. (2011). Análisis del protocolo ZIGBEE. *Ingeniería en Informática*. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires.

Fernandez, A., & Pinzón, A. (2013). Implementación del sistema de domótica en el hogar. *Ingeniería en Sistemas y Telecomunicaciones*. Universidad Católica de Pereira, Pereira.

Flores, K. (2012). Diseño e implementación de un control domótico en el laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética de la EPN. *Ingeniería en Electrónica*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4946/4/CD-4483.pdf>

Gislason, D. (2008). *Zigbee Wireless Networking*. London: Elsevier.

Gutierrez Torrijos, F. (2015). *Sistema de seguridad con visualizadores de programación gráfica para procesos de control*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Hernandez, R. (2012). Tecnología domótica para el control de una vivienda. *Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena. Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Huidrobo, J., & Millan, J. (2010). *Manual de Domótica*. España: Copyright.

Jama, S. (2019). Diseño e implementación de un sistema domótico para la automatización de los servicios confort y seguridad en los laboratorios con protocolo X10 usando arduino. *Ingeniero en Sistemas Computacionales*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Knisley, J. R. (01 de Abril de 2004). *Los conceptos básicos de LonWorks*. Obtenido de EC&M: Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <https://www.ecmweb.com/content/article/20892561/the-basics-of-lonworks>

Mamaní, E. (2016). Sistema de control domótico basado en la plataforma arduino vía bluetooth. *Licenciatura en Electrónica y Telecomunicaciones*. Universidad Mayor de San Andrés, La paz.

Martín, J. C. (2010). *Instalaciones Domóticas*. Editex.

Mejía, M. J. (2016). *Dieño de un nódulo de automatización de una vivienda a través del control de iluminación, tomacorrientes y climatización*. Managua- Nicaragua.

Moya, S. (24 de 12 de 2018). *MÉXICO INTECH AUTOMATIZACIÓN*. Obtenido de MÉXICO INTECH AUTOMATIZACIÓN: Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2018/12/24/conceptos-basicos-sistemas-de-control/>

Orghidan, R. (2016). Domótica. *Ingeniería en Domótica*. Universidad de Girona, Girona.

Perez, J. (2019). Implementación de un módulo para el control automático de nivel y temperatura mediante una autómatas programable para prácticas de control de procesos. *Tecnología en Electrónica*. Universidad de las Fuerzas Armadas, Latacunga.

Perez, J. (2020). *Definición de Calefactor*. Obtenido de Definición de Calefactor: Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <https://definicion.de/calefactor/>

Piñero Rueda, J. (2015). *Control de un motor de inducción usando un variador de frecuencia*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Portátil, C. (s.f.). *Sistemas de Calefacción*. Obtenido de Sistemas de Calefacción: Recuperado el 11 de junio del 2021, de <https://www.sistemasdecalefaccion.com/?gclid=Cj0KCQjwzYGGBhCTARIsAHdMTQx>

gIGgeMNUelwyxwpW6KhNqVKDERMFWBMj77fFEvGBfs4s5G27cmPYaAhXCEAL
w_wcB

Román, R. (2011). Diseño de un sistema domótico para el control de iluminación y monitoreo del consumo eléctrico. *Ingeniería Industrial*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Santos, D. (2021). Implementación de un prototipo de un sistema de control de iluminación y temperatura utilizando autómatas programables. *Tecnólogo en Electrónica*. UGT-ESPE, Latacunga.

SIEMENS. (30 de 04 de 2014). *Industry Online Support*. Obtenido de Industry Online Support: Recuperado el 20 de mayo del 2021, de <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/91696622?c=60466571019&lc=es-NI>

Zambrano, J. (2015). Diseño e Implementación de un prototipo de sistema domótico para permitir el control centralizado de dispositivos dentro del hogar controlando por FPGA utilizando el protocolo X10. *Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Anexos