



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.

**AUTORES:**

Cupuerán Pozo Mario Adrián  
Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo

**DIRECTOR:**

ING. Hernán Pérez

Ibarra, 2015

DEDICATORIA

**ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director en el trabajo de grado titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**; de los señores egresados: CUPUERÁN POZO MARIO ADRIÁN-ORTIZ BENAVIDES JHONNATAN RODRIGO, previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Eléctrico.

Al ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, afirmo que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.



**Ing. Hernán Pérez**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

Jhonattan Rodrigo Ortiz Benavides

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios, por haberme permitido estar en este lugar y darme la fuerza y la salud necesaria para poder enfrentar este reto, y a pesar de que el camino estuvo lleno de adversidades me dio la fortaleza y la sabiduría para enfrentarlas.

A mis padres Mariana Benavides y Rodrigo Ortiz, por su sacrificio responsabilidad orientación y apoyo entregados a toda mi vida estudiantil.

A mi esposa Mariela y a mi hija Lizeth Ortiz, quienes fueron una parte fundamental en mi vida para lograr alcanzar este objetivo.

A mis hermanos y todos mis amigos que con sus palabras de aliento me apoyaban a nunca desfallecer y siempre seguir a delante.

**Jhonnatan Rodrigo Ortiz Benavides**

## **DEDICATORIA**

El presente Trabajo de grado dedico a Dios por regalarme la vida para cumplir con este sueño.

Con mucho amor va dedicado para mi mamita Magola Pozo con quien alguna vez soñamos juntos lograr esto, y a mi padre Luis Cupuerán que a pesar de las adversidades siempre estuvo a mi lado.

A mi esposa Lady y mi hermano Geovanny, que siempre están conmigo, aunque la vida nos ha dado diversas dificultades pero nunca hemos desmayado y por ser el motivo de salir a delante, a ustedes los amo mucho.

A mis tías, primos y familiares que siempre estuvieron brindándome toda su ayuda cuando más la necesite, los quiero mucho

**Mario Adrián Cupuerán Pozo**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar te agradezco a ti Dios por haberme dado la oportunidad de nacer y crecer con las personas que me supieron formar de la manera más correcta durante todo este camino que he logrado recorrer.

Le agradezco a usted Mariana de Jesús Benavides, madre querida que supiste siempre ser mi guía y mostrarme la dirección correcta para ser un hombre de bien, gracias a ti he logrado cumplir un objetivo más, y no me alcanzara la vida para agradecerte todo el sacrificio que hiciste por mí. A ti padre por apoyarme incondicionalmente.

A Mariela C. y Lizeth Ortiz que a pesar de todas las dificultades que se nos presentaron durante todo este camino, siempre salimos adelante.

A la Universidad Técnica del Norte por darme esta oportunidad de ser un profesional, y a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico quienes supieron compartir sus conocimientos y experiencias, también les estaré eternamente agradecido.

**Jhonnatan Rodrigo Ortiz Benavides**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, ser maravilloso por guiarme y bendecirme durante el transcurso de mi vida.

Le doy gracias a mi madre Magola Pozo que desde el cielo guía mis pasos, a mi padre Luis Cupuerán, por estar a mi lado apoyándome. A mi esposa, hermano, tías y familiares, por su apoyo incondicional y por ayudarme a levantar para poder seguir adelante.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por brindarme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Especial reconocimiento a mi director de tesis, Ing. Hernán Pérez por su dedicación y esfuerzo, quien con sus conocimientos, su experiencia, y motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a todos los que fueron mis Ingenieros durante mi carrera universitaria, a mis Ingenieros Mauricio Vázquez, Pablo Méndez, Ramiro Flores y Fernando Ortega por sus consejos y sus enseñanzas.

**Mario Adrián Cupuerán Pozo**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Delimitación.....	3
1.4.1 Delimitación espacial.....	3
1.4.2 Delimitación temporal .....	3
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo general .....	4
1.5.2 Objetivos específicos.....	4
1.6 Justificación.....	4
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Base legal .....	7
2.2 Inmótica .....	7
2.2.1 Sensores.....	9
2.2.2 Controlador.....	10
2.2.3 Actuador.....	11

2.2.4	HMI.....	12
2.2.5	Acondicionamiento de señales .....	12
2.3	Características del sistema inmótico .....	13
2.3.1	Sistema de arquitectura centralizado.....	13
2.3.2	Sistema de arquitectura descentralizado .....	14
2.3.3	Sistema de arquitectura distribuido.....	15
2.3.4	Arquitectura del sistema inmótico implementado.....	16
2.3.5	Topología estrella .....	17
2.3.6	Topología anillo .....	17
2.3.7	Topología bus.....	18
2.3.8	Topología árbol.....	19
2.3.9	Topología del sistema inmótico implementado .....	19
2.3.10	Transmisión por corrientes portadoras .....	19
2.3.11	Transmisión cableada .....	20
2.3.12	Transmisión por fibra óptica .....	20
2.3.13	Transmisión inalámbrica.....	21
2.3.14	Medio de transmisión usado.....	22
2.4	Protocolo de comunicación .....	24
2.4.1	Tecnología X-10 .....	25
2.4.2	Protocolo EIBus.....	26
2.4.3	Protocolo BACnet.....	27
2.4.4	Protocolo LonWorks .....	28
2.5	Edificios inteligentes.....	30
2.5.1	Inteligencia artificial .....	30
2.5.2	Beneficios.....	31
2.5.3	Características.....	32

2.5.4	Sistema de iluminación.....	32
2.5.5	Sistema de climatización (ventilación) .....	39
2.5.6	Sistema de seguridad.....	49
2.5.7	Sistema de control del flujo de agua.....	51
2.6	Microcontroladores PIC .....	52
2.6.1	Componentes.....	53
2.6.2	PIC 18f2550 características generales .....	54
2.7	Módulos XBee .....	55
2.7.1	Estándar ZigBee.....	56
2.7.2	Estándar IEEE 802.15.4 .....	56
2.7.3	Ventajas de ZigBee .....	57
2.7.4	Desventajas de ZigBee.....	57
2.7.5	Tipos de dispositivos XBee.....	58
2.7.6	Formas de comunicación de los módulos XBee .....	60
2.7.7	Conexión básica del XBee.....	61
2.8	LabVIEW.....	63
2.8.1	Ventajas en el uso de LabVIEW .....	63
2.8.2	Como trabaja LabVIEW .....	64
2.8.3	Descripción de los elementos de LabVIEW .....	64
2.8.4	Como programar en LabVIEW.....	66
2.8.5	Aplicaciones .....	67
2.9	Glosario de términos .....	69
CAPÍTULO III.....		72
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	72
3.1	Tipos de investigación .....	72
3.1.1	Investigación documental .....	72

3.1.2	Investigación tecnológica.....	72
3.1.3	Investigación práctica .....	73
3.1.4	Investigación de campo .....	73
3.2	Métodos de investigación.....	73
3.2.1	Método inductivo-deductivo .....	73
3.2.2	Método diseño tecnológico .....	73
3.2.3	Método científico .....	74
3.3	Técnicas e instrumentos .....	74
3.3.1	Observación .....	74
3.3.2	Criterio de expertos .....	74
CAPÍTULO IV .....		75
4	PROPUESTA.....	75
4.1	Titulo de la propuesta .....	75
4.2	Propósito.....	75
4.3	Diseño del sistema inmótico.....	75
4.3.1	Sistema de iluminación.....	75
4.3.2	Sistema de climatización (ventilación) .....	82
4.3.3	Sistema de seguridad.....	86
4.3.4	Sistema de control del flujo de agua .....	88
4.3.5	Programación del PIC 18f2550.....	89
4.3.6	Programación de los módulos XBee.....	91
4.3.7	Interfaz en LabVIEW .....	92
CAPÍTULO V .....		101
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	101
5.1	Conclusiones .....	101
5.2	Recomendaciones .....	101

Bibliografía.....	103
Libros.....	103
Tesis.....	103
Linkografía.....	105
Anexos .....	106
Anexo 1 Características y especificaciones del sensor fotoeléctrico.....	106
Anexo 2 Características y especificaciones del sensor de temperatura.....	107
Anexo 3 Especificaciones y características de los relés de 2 y 10 amperios .....	108
Anexo 4 Especificaciones y características del PIC 18f2550 .....	112
Anexo 5 Comandos usados para la configuración del módulo XBee .....	113
Anexo 6 Especificaciones del módulo XBee Pro S1 .....	115
Anexo 7 Programación del PIC 18f2550.....	116
Anexo 8 Conexiones de las distintas placas de control.....	134
Anexo 9 Fotografías .....	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Funcionalidades de la inmótica.....	8
Figura 2.2 Sensores .....	10
Figura 2.3 Controlador arduino DUE.....	11
Figura 2.4 Esquema del actuador .....	11
Figura 2.5 Arquitectura centralizada .....	14
Figura 2.6 Arquitectura descentralizada.....	15
Figura 2.7 Arquitectura distribuida .....	16
Figura 2.8 Topología en estrella .....	17
Figura 2.9 Topología en anillo.....	18
Figura 2.10 Modelo del protocolo BACnet .....	28
Figura 2.11 Lámpara incandescente.....	33

Figura 2.12 Lámpara incandescente halógena .....	34
Figura 2.13 Lámpara fluorescente tubular.....	34
Figura 2.14 Lámpara fluorescente compacta .....	35
Figura 2.15 Lámpara fluorescente sin electrodo .....	35
Figura 2.16 Lámpara de halogenuros metálicos .....	36
Figura 2.17 Lámpara de vapor de sodio a baja presión .....	36
Figura 2.18 Lámpara LED.....	37
Figura 2.19 Deformación del bimetalo con la temperatura .....	43
Figura 2.20 Termocupla.....	46
Figura 2.21 Microcontrolador PIC .....	53
Figura 2.22 Diagrama de pines del PIC 18f2550 .....	55
Figura 2.23 Módulo XBee .....	56
Figura 2.25 Explorador regulado XBee .....	59
Figura 2.26 Explorador USB XBee .....	60
Figura 2.27 Conexiones del módulo XBee.....	61
Figura 2.28 Panel frontal de LabVIEW.....	65
Figura 2.29 Diagrama de bloques en LabVIEW .....	66
Figura 4.1 Lámparas dañadas en el edificio de educación técnica .....	76
Figura 4.2 Rediseño del circuito de iluminación .....	77
Figura 4.3 Sensor fotoeléctrico CAMSCO modelo PHS-06A .....	78
Figura 4.4 Relé TDS-0502L 2A.....	79
Figura 4.5 Relé SRD-12VDC-SL-C 10A.....	79
Figura 4.6 PIC 18f2550.....	80
Figura 4.7 Placa de control del sistema de iluminación.....	81
Figura 4.8 Sistema de ventilación existente en una de las aulas .....	82
Figura 4.9 Instalación de ventiladores y extractores .....	83
Figura 4.10 Sensor de temperatura DS1820.....	84
Figura 4.11 Placa de control del circuito de climatización .....	86
Figura 4.12 Cámara robótica Wifi .....	87
Figura 4.13 Electroválvula .....	88
Figura 4.14 Inclusión de las características del PIC 18f2550 .....	90
Figura 4.15 Programación del PIC 18f2550 .....	90
Figura 4.16 Ventana principal del X-CTU.....	92

Figura 4.17 Ventana principal de LabVIEW .....	93
Figura 4.18 Ventana del panel frontal y diagrama de bloques .....	93
Figura 4.19 Paleta de herramientas .....	94
Figura 4.20 Paleta de controles .....	96
Figura 4.21 Paleta de funciones .....	98
Figura 4.22 Selección e introducción de los controles y componentes.....	99
Figura 4.23 Controles en la ventana de diagrama de bloques .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Relación entre los medios de transmisión del sistema inmótico .....	22
Tabla 2.2 Tolerancia de calibración para termocuplas estándar .....	48
Tabla 2.3 Diferencias de las cámaras para CCTV .....	50
Tabla 2.4 Características del estándar ZigBee .....	58
Tabla 2.5 Comparación de tecnologías inalámbricas.....	61
Tabla 4.1 Recomendaciones para el uso de los sensores de iluminación.....	78

## RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de implementar un diseño de un sistema inmótico en el edificio de educación técnica de la Universidad Técnica del Norte, el mismo que tiene fines prácticos y didácticos; y además, para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico conozcan sobre las nuevas tecnologías que se puede incluir en el diseño eléctrico de un edificio. Así como también la creación de una interfaz en LabVIEW, la misma que es amigable para el usuario y que puede adquirir los datos de las distintas placas instaladas, modificarlos y manipular los sistemas de iluminación, climatización, seguridad con el fin de controlar cada sistema a nuestra conveniencia. A continuación, se detalla la estructura del proyecto: CAPÍTULO I, se formuló y delimito el problema de investigación, planteándose un objetivo general y tres objetivos específicos los mismos que nos encaminaron en este trayecto investigativo. CAPÍTULO II, contiene toda teoría sobre los sistemas inmóticos, sus componentes, protocolos y los elementos necesarios para la elaboración de este proyecto. CAPÍTULO III, se describe la metodología de investigación utilizada para el desarrollo del sistema inmótico y los métodos y técnicas aplicadas para su ejecución. CAPÍTULO IV, contiene el desarrollo del proyecto, con diseños de los sistemas que se desea controlar, así como también se describe la creación de la interfaz y las programaciones necesarias para lograr su completo control. Para la programación de los PIC se usó el software PIC C Compiler y para la interfaz hombre-máquina se usó LabVIEW. CAPÍTULO V, se redacta recomendaciones en base a las conclusiones que se obtuvo para el diseño, implementación y uso adecuado del sistema inmótico. También se detallan las fuentes, bibliografías, tesis y linkografías de donde se obtuvo parte de la información para la creación de este sistema, y se incluyen las características y especificaciones de los dispositivos usados en el proyecto y además anexos fotográficos de este.

## **ABSTRACT**

This project implements a design of an automatic system in the Educacion Tecnica building at the Universidad Tecnica del Norte, the same that will have practical and educational purposes and also for Engineering students in Electrical Maintenance know about new technologies that can be included in the electrical design of a building. As well as creating an interface in LabVIEW, it can acquire data, modify and manipulate the lighting, air conditioning, security in order to monitor each system to our convenience. The project structure is as follows: CHAPTER I, It is formulate and define the research problem, considering an overall goal and three specific objectives the same as pointed us in this research path. CHAPTER II, It contains all the theory building automation systems and their components and protocols, and the elements necessary to development of this project. CHAPTER III, It describes the methodology used to develop the building automation system and the methods and techniques used for its execution. CHAPTER IV, It contains the project, with designs from different systems to be controlled, as well as creating the interface and necessary to achieve complete control programming is also described. In this project, is used CCS C Compiler to program the PIC, and also is used LabVIEW to programming the HMI, all that has a user guide that can be used by students. CHAPTER V, It drafts recommendations based on the findings obtained for the design, implementation and proper use of the building automation system. It also includes sources, bibliographies, theses and linkografías where we obtain some information for creating this system. And the features and specifications of the devices used in the project.

## **CAPITULO I**

### **1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

Con el transcurso del tiempo la ciencia y la tecnología han logrado una evolución notable, dando lugar a la creación de nuevas tecnologías, una de ellas es la inmótica, que posee características usadas para la creación de los nuevos edificios inteligentes. Inmótica es el uso de la tecnología (electrónica, electricidad, robótica, informática y telecomunicaciones), que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio, viviendas o simplemente en cualquier lugar aplicando los últimos adelantos tecnológicos, todo esto destinado a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en él, ya sea en confort, seguridad, ahorro energético, posibilidades de entretenimiento y de las facilidades de comunicación. Los orígenes de la inmótica en el mundo se pueden situar alrededor del año 1970, fecha en la que se empiezan a llevar a cabo las primeras iniciativas e investigaciones, debido al desconocimiento de la inmótica tanto en el ámbito tecnológico como de sus posibilidades y aplicaciones, por lo que el interés que suscitaba este adelanto tecnológico era muy limitado y su investigación mínima, en la actualidad se ha ido desarrollando conforme al crecimiento de la demanda con nuevas aplicaciones que requiere la sociedad, la que contribuye a la evolución científica al pasar de los años.

Actualmente la situación en Ecuador se diferencia notablemente respecto a otros países en este campo de la inmótica, ya que la mayoría de

edificios, no se han diseñado o no incluyen las funcionalidades de los nuevos sistemas de control existentes como: redes inalámbricas, redes LAN, sistemas de seguridad, control de iluminación, control de ascensores o escaleras eléctricas, etc., pero no hay lugar a dudas de que en los próximos diez años las instalaciones automatizadas serán un valor añadido de las construcciones, ayudando así al avance y desarrollo tecnológico del país. Es así, entonces que nuestra ciudad de Ibarra viene desarrollando nuevas investigaciones tanto en el campo científico como tecnológico apoyando al engrandecimiento regional y nacional; aportando con diseños de nuevos edificios con sistemas automatizados, como por ejemplo la tesis de “edificios inteligentes para personas con discapacidad”.

Por lo que la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico comprometida con los avances tecnológicos de la región, incursionando en el área de inmótica pretende diseñar y aplicar estos sistemas inteligentes al edificio de educación técnica, para así contribuir con el progreso de la institución.

## **1.2 Planteamiento del problema**

El avance tecnológico de los sistemas inmóticos y la creación de edificios inteligentes han evolucionado notablemente con el transcurso del tiempo cubriendo de cierta forma las necesidades que el ser humano requiere, razón por la cual la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico siendo un eje fundamental del desarrollo científico y tecnológico de la región, carece de sistemas de este nivel; es decir, un edificio que brinde las comodidades necesarias para las personas que hacen uso de dicho edificio. Para lo cual se pretende hacer uso de esta nueva tecnología con la implementación del sistema inmótico en el edificio de Educación Técnica de la Universidad

Técnica del Norte, este sistema ayudara a crear un ambiente óptimo de trabajo y estudio tanto para estudiantes, docentes y personal que hace uso de estas instalaciones de igual forma su fácil y cómoda manipulación para la persona que opere estos sistemas que se desea implementar.

### **1.3 Formulación del problema.**

De acuerdo al problema propuesto se plantea lo siguiente:

¿Se puede realizar el diseño e implementación de un sistema inmótico en el edificio de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte con la tecnología actual?

### **1.4 Delimitación**

#### **1.4.1 Delimitación espacial**

Esta investigación se la realizará en la ciudad de Ibarra, dentro de la Universidad Técnica Del Norte, para el edificio de Educación Técnica.

#### **1.4.2 Delimitación temporal**

El diseño, la implementación y el sustento teórico del sistema inmótico tuvieron una duración de un año y diez meses.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema inmótico, en el edificio de Educación Técnica en la Universidad Técnica del Norte.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Elaborar una fundamentación teórica de los sistemas inmóticos y dispositivos a utilizarse.
- Diseñar y programar el sistema inmótico que se desea implementar.
- Implementar el sistema inmótico en el edificio de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte, el mismo que tendrá fines prácticos y didácticos.

## **1.6 Justificación.**

En la actualidad es muy importante estar de la mano con el progreso de la tecnología para poder satisfacer las necesidades que se originan en los diferentes campos en los que se desenvuelven las personas. Los sistemas inmóticos son diseñados e implementados para mejorar los diferentes ambientes, ya sean en hogares, lugares de trabajo o estudio, con la mayor simplicidad de uso posible; además estos sistemas facilitan la ampliación e incorporación de nuevas funciones, tales como: mejoramiento y control de la iluminación, sistemas de climatización, circuitos cerrados de tv y sistemas de

detención de incendios, sistemas de audio, sistemas de seguridad, manejos remotos desde un dispositivo electrónico como (celular, ipod, tablet, laptop, entre otros).

La implementación de un sistema inmótico en el edificio de educación técnica contribuirá a crear un mejor ambiente de trabajo para el personal que ocupa estas instalaciones, como son estudiantes, docentes y personal administrativo, y de esta manera contribuir con el avance tecnológico de la universidad, la ciudad y el país. Por estas razones es necesario que un futuro ingeniero conozca y aprenda sobre los nuevos sistemas que en la actualidad se están implementando, creando así edificios inteligentes, los cuales están dando un resultado positivo en la sociedad; no obstante, el éxito de los sistemas inmóticos recae sobre la existencia de nuevas tecnologías; este proyecto será sustentado y financiado por los estudiantes como actores principales para su realización. Para la implementación de este proyecto se plantea el diseño específico de:

- Un sistema de control de la iluminación: para ello, se realizara el cambio de luminarias en mal estado y el cableado necesario.
- Un sistema de control de climatización: se usaran los ventiladores existentes, de ser el caso se reemplazaran e implementaran más ventiladores y extractores en los puntos estratégicos y más necesarios.
- Un sistema de control del agua: se lo realizara mediante la incorporación de una electroválvula, la cual brinde la seguridad necesaria y evitar posibles fugas de agua dentro del edificio.

- Un sistema de vigilancia: para ello, se implementara una cámara que será capaz de enviar información al sistema de seguridad para así tener una mejor protección en el edificio de educación técnica.
- Interfaz en LabVIEW: todos los sistemas adquieren datos durante el transcurso del día y los envían a este software, en el cual se pueden monitorear, modificar y guardar estos datos, para ayudar a mejorar la actuación de los sistemas integrados en el edificio.

## **CAPÍTULO II**

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Base legal**

En el Ecuador no existen normas o leyes que regulen las instalaciones inmóticas, o los componentes y dispositivos utilizados para el desarrollo de este sistema, es por eso que nos basamos en normas extranjeras con gran acogida a nivel mundial. La Norma Española EA0026 colaboración con CEDOM (Asociación Española de Domótica e Inmótica), establece los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones de sistemas domóticos e inmóticos para su correcto funcionamiento.

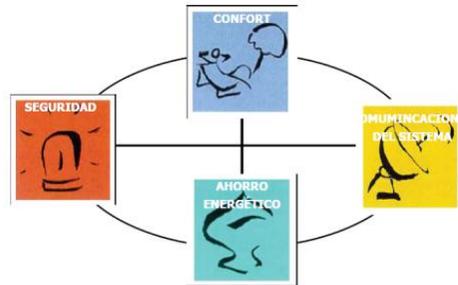
- Aclarar la confusión en el mercado (un detector de gas por sí solo no es un sistema domótico o inmótico)
- Establecer los requisitos mínimos que debe cumplir un sistema domótico e inmótico
- Impulsar el desarrollo del mercado
- Posible certificación de instalaciones domóticas e inmóticas

#### **2.2 Inmótica**

Inmótica engloba el conjunto de soluciones de automatización y control que mediante el uso de las técnicas y tecnologías (de la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica, las telecomunicaciones), se logra un

mejor uso, gestión y control orientado a hoteles, ayuntamientos, museos, bloques de pisos, edificios; en lo que se refiere a seguridad, confort, gestión y comunicación.

**Figura 2.1 Funcionalidades de la inmótica**



**Fuente:** (CEDOM, 2001)

La diferencia que se puede notar entre DOMÓTICA, es que esta busca más calidad de vida en el hogar, mientras que INMÓTICA busca obtener más calidad de trabajo. (CEDOM, Asociación Española de Domótica e Inmótica, 2001).

Además los beneficios que proporcionan la integración de estos sistemas a un edificio, pueden ser, para el propietario de este, quien puede ofrecer una edificación más atractiva, mientras alcanza grandes reducciones en los costos de energía y operación, también para los usuarios del edificio, los cuales mejoran notablemente su confort y seguridad, para el personal de mantenimiento del edificio, que mediante la información almacenada y el posterior estudio de tendencias, puede prevenir desperfectos y para el personal de seguridad, el cual ve facilitada y complementada su tarea con el fin de hacerla mucho más eficiente. (CEDOM, Asociación Española de Domótica e Inmótica, 2001).

También ofrece la posibilidad de monitorización del funcionamiento general del edificio. Los ascensores, el balance energético, el riego, la climatización e iluminación de las áreas comunes, la sensorización de variables analógicas como temperatura y humedad, control y alertas en función de parámetros determinados, el sistema de accesos, sistemas de detección de incendios, etc., del mismo modo permite un mayor control de accesos y el seguimiento continuo de quien haya ingresado al edificio. Se ha aplicado con éxito en edificios residenciales, de oficinas, hoteles, hospitales, museos, centros comerciales, geriátricos, barrios cerrados e industrias. (CEDOM, Asociación Española de Domótica e Inmótica, 2001).

Dentro de los sistemas inmóticos instalados a los distintos edificios, existen varios componentes que permiten su correcto funcionamiento, los cuales se menciona a continuación.

### **2.2.1 Sensores**

Son dispositivos electrónicos que monitorizan de forma permanente un entorno, este elemento es capaz de convertir magnitudes físicas, químicas, biológicas, etc., en magnitudes eléctricas; es decir, convierten una clase de energía en otra, con el objetivo de proporcionar al controlador la información adecuada y necesaria para que este pueda realizar el control de cualquier tipo de sistema de una forma eficaz. Dentro del edificio los sensores que más se incorporan son: temperatura, humedad, humo, iluminación, presencia.

Los sensores de un sistema inmótico son parametrizables y sus variables internas admiten valores comprendidos entre un valor máximo y un valor mínimo. Sus principales características son la amplitud, la calibración, el error, la fiabilidad, la precisión, la rapidez de respuesta y la temperatura a la

que trabaja.

**Figura 2.2 Sensores**



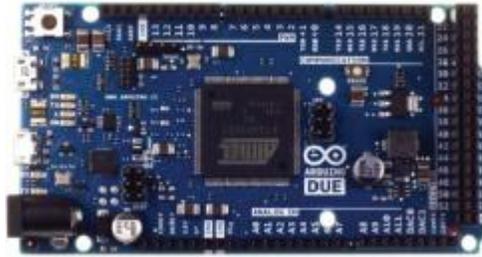
**Fuente:** (Autores)

Además, en la actualidad, en el mercado existen una gran cantidad de sensores para satisfacer las necesidades dentro y fuera de la industria y se los han agrupado de acuerdo a varios criterios de clasificación, los primeros, según su alimentación (activos, necesitan alimentación de una fuente eléctrica y pasivos no necesitan alimentación eléctrica) y los segundos, según el tipo de señal implicada (continuos y discretos)

### **2.2.2 Controlador**

Es el dispositivo principal dentro del sistema inmótico, este actúa como el cerebro de todo el edificio ya que sirve de enlace entre los sensores y actuadores, recibiendo la información y tomando las decisiones para asegurar el correcto funcionamiento de la edificación, en el controlador se encuentran algoritmos escritos en un lenguaje de programación el cual depende del controlador que se utilice, el programa que se encuentra corriendo dentro del controlador será el encargado de enviar las señales para que los actuadores funcionen de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

**Figura 2.3 Controlador arduino DUE**

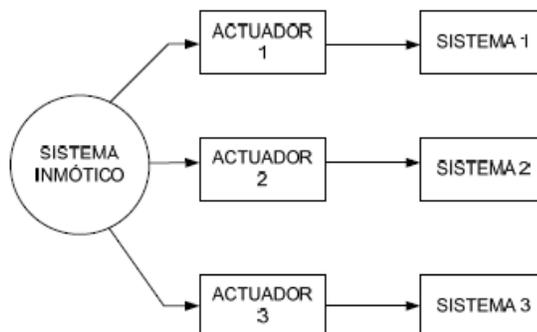


**Fuente:** (Tovar G.; Campos D., Prácticas de laboratorio con arduino, 2014)

### 2.2.3 Actuador

Es un dispositivo electromecánico que recibe información digital o analógica y se activa o desactiva, dependiendo de la parametrización de sus variables (valores máximos y mínimos de actuación). Al recibir una orden del controlador, el actuador realiza una acción que puede ser el encendido o apagado de luminarias, actuación de ventiladores y extractores, apertura o cierre de electroválvulas, etc. A estos dispositivos se los puede clasificar según su constitución en acústicos (sirenas, altavoces), electromecánicos (bobinas, cerraduras eléctricas, contactores, electroválvulas, motores, relés) y luminosos (lámparas, paneles, monitores)

**Figura 2.4 Esquema del actuador**



**Fuente:** (Autores)

## **2.2.4 HMI**

Dentro de un sistema inmótico la creación de un HMI (Interfaz Hombre-Máquina), es muy importante y necesaria porque de esta manera se puede monitorear o visualizar por medio de un computador todo lo que está sucediendo en tiempo real dentro del edificio, además de aumentar el confort de quien opera haciendo su trabajo más eficiente.

Una HMI debe ser amigable, intuitiva y sencilla para que el usuario pueda utilizarlo desde el primer momento sin ningún problema.

## **2.2.5 Acondicionamiento de señales**

Es muy importante tomar en cuenta que las señales salientes del controlador ya sean analógicas o digitales por lo general no son compatibles con las señales de activación de los actuadores, es en esta instancia en que a las señales de baja potencia enviadas por el controlador se les acopla mediante una interfaz para que estas se amplifiquen en voltaje o corriente.

Algunos tipos de interfaces son las etapas de comunicación con transistores, la conmutación de cargas en corriente alterna (AC) con triacs, o en corriente continua (DC) con tiristores, las interfaces para señales de corriente alterna en baja frecuencia, de potencia mediante circuitos integrados, de salida optoacoplada.

Las señales enviadas por el controlador pueden ser utilizadas como señales de control para activar relés y a su vez bobinas de contactores y estos a la vez suministrar energía a los diferentes circuitos de iluminación, ventilación, fuerza, etc.

## **2.3 Características del sistema inmótico**

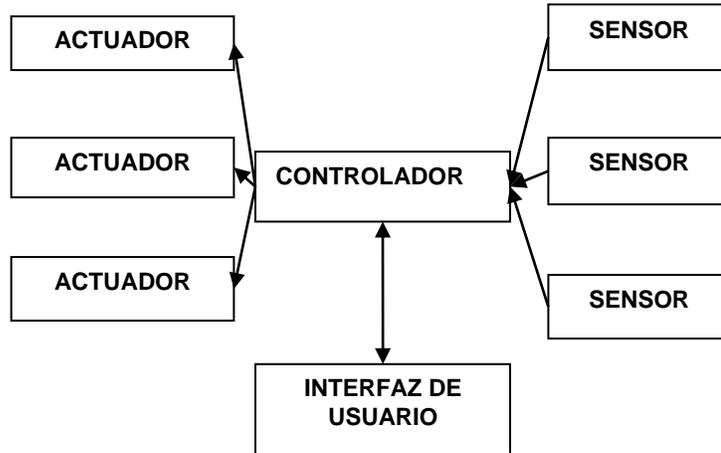
Desde el punto de vista técnico, la arquitectura es una de las principales características dentro del sistema inmótico, ya que aquí se encuentra la forma en la cual se conectan todos los elementos y dispositivos en la edificación. Un sistema inmótico puede tener los siguientes tipos de arquitecturas.

### **2.3.1 Sistema de arquitectura centralizado**

Es aquel en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.), han de cablearse hasta el sistema de control del edificio. Los sensores recogen y envían información al controlador principal en donde este se encarga de tomar decisiones enviando la información a los actuadores para que las realicen.

Entre las ventajas de esta arquitectura, los elementos sensores y actuadores son de tipo universal, tienen un coste reducido o moderado, fácil uso y la instalación es sencilla. Su principal desventaja es el cableado significativo, además de que su sistema depende del funcionamiento óptimo de la central, posee una reducida ampliabilidad y necesita de una interfaz de usuario

**Figura 2.5 Arquitectura centralizada**



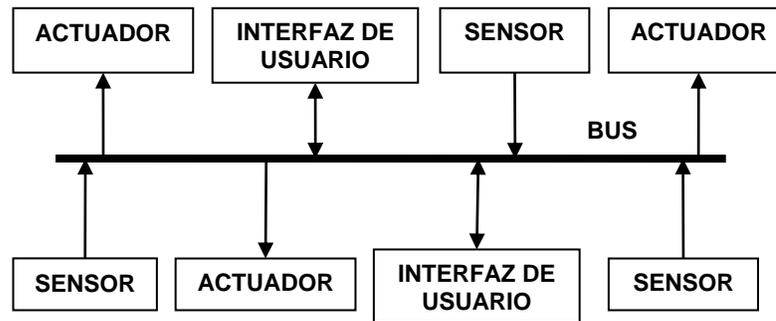
**Fuente:** (Autores)

### **2.3.2 Sistema de arquitectura descentralizado**

En este sistema todos los dispositivos poseen inteligencia esto quiere decir que trabajan independientemente, a pesar de esto la comunicación se lo hace a través de un bus compartido.

Dentro de las ventajas de esta arquitectura, están la seguridad de funcionamiento, la posibilidad de rediseño de la red, su reducido cableado, la fiabilidad de productos y su fácil ampliabilidad. Su principal desventaja es los elementos de red, que no son universales y son limitados a la oferta, además de poseer un coste elevado, y una reducida ampliabilidad, la necesidad de una interfaz de usuario, y una compleja programación.

**Figura 2.6 Arquitectura descentralizada**



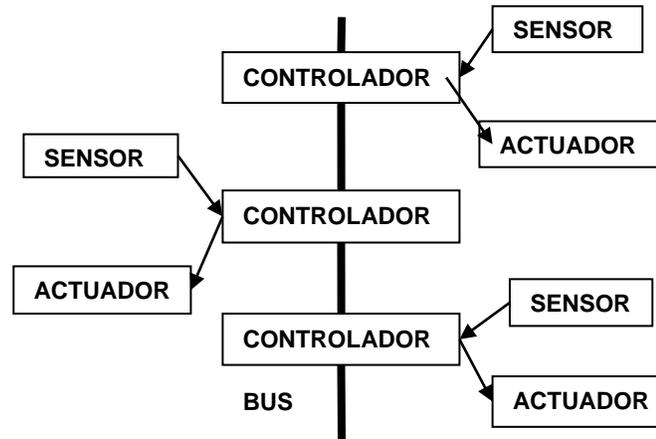
**Fuente:** (Autores)

### **2.3.3 Sistema de arquitectura distribuido**

Es aquel en que el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar la tarea del control se reparte diferentemente entre los distintos elementos controladores.

Sus principales ventajas, es la seguridad de funcionamiento, la posibilidad de rediseño de la red, la fiabilidad de productos, su fácil ampliabilidad y tanto los sensores y actuadores son de tipo universal (económicos y gran oferta). Su principal desventaja es el costo elevado y requiere programación.

**Figura 2.7 Arquitectura distribuida**



**Fuente:** (Autores)

### **2.3.4 Arquitectura del sistema inmótico implementado**

Antes de la implementación del sistema inmótico, se tomo en cuenta las ventajas y desventajas de las distintas arquitecturas que se pueden usar para su instalación. Es así entonces que para el desarrollo de este sistema, se uso la arquitectura distribuida ya que las ventajas que posee con respecto a las otras, son amplias y muy practicas, además tiene solo dos desventajas las cuales pueden ser anuladas y cubiertas gracias al planteamiento de este proyecto.

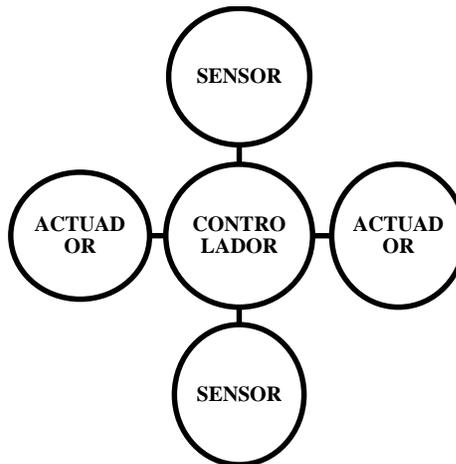
Otra de las características del sistema inmótico es la topología de la red, que no es más que la distribución física de todos los elementos que se encuentran en la instalación, respecto al medio de comunicación, esta posibilita la conexión de los distintos componentes dentro de la edificación. A continuación se definen cada una de las topologías usadas para la creación de estos sistemas.

### 2.3.5 Topología estrella

Es aquella que se basa en el sistema de control centralizado, es decir, que los dispositivos (sensores, actuadores) están conectados a un elemento principal (controlador).

Su principal ventaja es la facilidad en la instalación de nuevos dispositivos y que al producirse una falla en cualquier dispositivo no afecta a todo el sistema en general. Y la mayor desventaja que presenta, es que si el elemento principal falla, colapsa todo el sistema, además su gran cantidad de cableado y que toda la información se guarda en el elemento principal, esto produce la disminución en la capacidad de procesamiento.

**Figura 2.8 Topología en estrella**



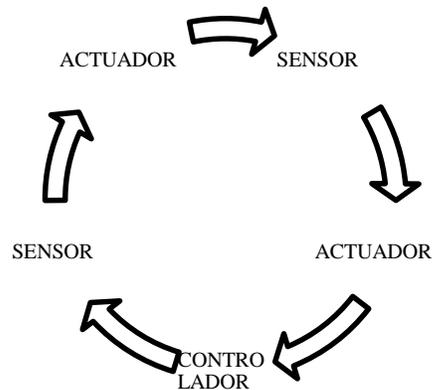
**Fuente:** (Autores)

### 2.3.6 Topología anillo

Es aquel en el cual todos los dispositivos que pertenecen al sistema inmótico se interconectan entre sí formando un anillo además, existe el paso de información entre cada uno de estos dispositivos.

El cableado es menor y posee un control fácil y sencillo, estas como sus principales ventajas. Mientras que sus desventajas, si falla un dispositivo todo el sistema colapsa y que si se requiere aumentar algún dispositivo hay que paralizar todo el funcionamiento del sistema.

**Figura 2.9 Topología en anillo**



**Fuente:** (Autores)

### 2.3.7 Topología bus

Todos los dispositivos están conectados mediante una misma línea de comunicación o bus de comunicación permitiendo que todos ellos envíen y reciban información de los demás dispositivos, cada dispositivo cuenta con su propia dirección lo cual permite identificarlo fácilmente dentro del sistema.

Tiene la facilidad de añadir o quitar dispositivos al sistema, si se produce un error en cualquier dispositivo, no afecta al sistema en general y la velocidad de transmisión de datos es elevada. Pero, los dispositivos integrados a este sistema deben tener cierto grado de inteligencia para poder manejar la información y debe contar con mecanismos de control que no permitan que más de dos dispositivos accedan de forma simultánea a la red.

### **2.3.8 Topología árbol**

Topología mixta; es decir, que es la unión de varias topologías tipo estrella en la cual se establece una jerarquía entre todos los dispositivos conectados en el sistema. Las ventajas y desventajas son las mismas que en la topología tipo estrella.

### **2.3.9 Topología del sistema inmótico implementado**

De igual forma, se estudio las ventajas y desventajas de las distintas formas de conexión de todos los componentes de este sistema, y se llego a definir que la mejor forma de conexión es la de tipo estrella ya que nuestro proyecto cuenta con un coordinador para cada zona de trabajo y este reparte la información a los dispositivos controlados. Y para contrarrestar las desventajas de esta topología, se realizaron modificaciones al proyecto implementado para su correcto funcionamiento.

El medio de transmisión es otra de las características dentro del sistema inmótico, esto es, que los diferentes elementos de control deben intercambiar información unos con otros mediante un soporte físico, a continuación se mencionan las transmisiones más usadas:

### **2.3.10 Transmisión por corrientes portadoras**

La transmisión por corrientes portadoras o también llamada línea de distribución de energía eléctrica no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, pero es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones dado el bajo costo que implica su uso, y que se trata de una

instalación existente y además de ser muy fácil su conexión. Se usan en aquellos casos en los que la velocidad de transmisión no es muy exigente y la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte para dicha transmisión.

### **2.3.11 Transmisión cableada**

En la actualidad la infraestructura de las redes de comunicación, tanto pública como privada, tienen un elevado porcentaje de cables metálicos de cobre como soporte de transmisión de las señales eléctricas que procesa, de las cuales se distinguen dos tipos de cables metálicos, el primero es el coaxial, que permiten el transporte a alta velocidad de las señales de video y señales de datos, es un circuito físico asimétrico, constituido por un conductor filiforme que ocupa el eje longitudinal del otro conductor en forma de tubo, manteniéndose la separación entre ambos mediante un dieléctrico apropiado. El segundo es el par metálico, este tipo de cables pueden transportar voz, datos y alimentación de corriente continua. Están formados por varios conductores de cobre que pueden dar soporte a un amplio rango de aplicaciones en el edificio.

### **2.3.12 Transmisión por fibra óptica**

La fibra óptica resulta de la combinación de dos disciplinas no relacionadas, como son: la tecnología de los semiconductores (que proporcionan los materiales necesarios para las fuentes y los detectores de luz), y la tecnología de guiado de ondas ópticas (que proporcionan el medio de transmisión, el cable de fibra óptica), la luz transportada es generalmente infrarroja, por lo tanto no es visible por el ojo humano.

Sus principales ventajas es la fiabilidad en la transferencia de datos, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencias, su alta seguridad en la transmisión de datos y la transferencia de gran cantidad de datos. Entre las desventajas, la distancia entre los puntos de la instalación es limitada, en el entorno del edificio estos problemas no existen y el elevado coste de los cables y las conexiones.

### **2.3.13 Transmisión inalámbrica**

Dentro de esta transmisión, se pueden distinguir dos tipos, los infrarrojos, esta transmisión se basa en el uso de mandos a distancia, está ampliamente extendida en el mercado residencial para telecomandar equipos de audio y video, también usada en edificios por ejemplo: en las salas donde están los equipos de proyecciones y en equipos de climatización, la comunicación se realiza entre un diodo emisor que emite una luz y un fotodiodo receptor cuya misión es extraer de la señal recibida la información de control, como se trata de un medio de transmisión óptico es inmune a las radiaciones electromagnéticas producidas por los equipos o por los medios de transmisión, pero hay que tomar cuidado en el caso en que las interferencias puedan afectar a los extremos del medio. Y de radiofrecuencia, la introducción de esta transmisión ha venido precedida por la difusión de los teléfonos inalámbricos y sencillos telemandos, esta transmisión, tiene alta sensibilidad a las interferencias y fácil interceptación de las comunicaciones, mientras que posee dificultad para la integración de las funciones de control y comunicación, en su modalidad de transmisión analógica.

### **2.3.14 Medio de transmisión usado en la implementación del sistema inmótico**

Se uso la transmisión por corrientes portadoras, ya que esta, se usa en aquellos casos en los que la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte para dicha transmisión, dado el bajo costo que implica su uso, además se trata de una instalación existente y su conexión resulta muy sencilla.

#### **Tabla 2.1 Relación entre los medios de transmisión del sistema inmótico**

	<b>Par trenzado</b>	<b>Cable coaxial</b>	<b>Red eléctrica</b>	<b>Fibra óptica</b>	<b>Infrarrojos</b>	<b>Radio Frecuencia</b>	<b>Ultrasonidos</b>
<b>Costo</b>	Bajo	Muy elevado	Ninguno	Elevado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
<b>Tipo de señal</b>	Análoga. Digital (<10mbps,50m), Tv comprimida	Análoga, digital, Tv	Análoga, digital	Análoga, digital, Tv	Análoga, digital (depende de la potencia de Tx y Rx)	Análoga, digital	Análoga, digital (poca capacidad)
<b>Ventajas</b>	Económico, fácil manejo, seguro	Muy fiable, posible su multiplexación, transmite señales de video	Instalación en casas ya construidas	Gran Capacidad, insensible a las interferencias	Sin soporte	Sin soporte, atraviesa paredes	Sin soporte
<b>Desventajas</b>	Soporta mal las señales de video	Costo para la instalación en dinero y tiempo	La transmisión no es segura, necesidad de filtros y de una interfaz por corrientes portadoras	Cara, instalación difícil, no transmite alimentación, interfaz optoelectrónica.	Restringido a una sola habitación, necesidad de emisor y receptor, espacio de uso limitado	Poco fiable, sensible a interferencias, necesidad de emisor y receptor	Poco fiable, poco caudal, necesidad de emisor y receptor, restringido a una sola habitación
<b>Tx. de señales de control</b>	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible
<b>Tx. de sonido</b>	Posible	Posible	Posible	Posible	Técnicamente difícil	Posible	Técnicamente difícil
<b>Tx. de imagen</b>	Técnicamente difícil	Posible	Imposible	Posible	Técnicamente difícil	Técnicamente difícil	Técnicamente difícil
<b>Tx. de energía</b>	Posible	Imposible	Posible	Técnicamente difícil	Imposible	Imposible	Imposible

**Fuente:** (Fabára Dávila Carlos Andrés, 2008)

## **2.4 Protocolo de comunicación**

Es la parte esencial dentro del sistema inmótico, ya que mediante este se comunican entre sí los distintos dispositivos de control que se encuentran formando este sistema; entonces se dice que el protocolo es el camino o la vía mediante el cual se interconectan dos o más dispositivos controladores para generar información dentro del edificio, y así lograr la recepción y envío de la información de un lugar a otro.

El Protocolo de comunicación estándar, es aquel en cual el público en general tiene libre acceso, ya que el software es desarrollado por empresas que auspician su producto; este tipo de protocolo sirve para crear dispositivos de control compatibles con varias empresas y así implementar un sistema inmótico con variedad de dispositivos (sensores, actuadores), siendo el mayor beneficiario el usuario porque tiene la posibilidad de abaratar costos y tener una gama de dispositivos más amplia para elegir. Mientras que el protocolo de comunicación propietario, es desarrollado por una empresa la cual tiene su propia marca de productos, protocolos y codificaciones propias del fabricante, los cuales no son accesibles para el público en general y no se pueden comunicar con dispositivos que no sean de esta misma empresa o marca, son más económicos que los protocolos estándar, pero con una gran desventaja que, si por alguna circunstancia o motivo la empresa desarrolladora de este dispositivo desaparece todos los sistemas que cuenten con estos elementos al sufrir algún daño no podrán ser reparados ni sustituidos por falta de repuestos y productos.

Con el transcurso del tiempo y la evolución de la tecnología, se puede lograr que los sistemas domóticos e inmóticos instalados en las viviendas o

edificios se comuniquen mediante varios protocolos o tecnologías de comunicación, mediante los cuales se facilita la interacción con el usuario del sistema; a continuación se describe brevemente los protocolos de comunicación con más relevancia dentro de la aplicación de los sistemas inmóticos.

#### **2.4.1 Tecnología X-10**

También llamada transmisión por corrientes portadoras, fue desarrollada en Glenrothes Escocia por varios ingenieros de Pico Electronics Ltd., entre el año de 1976 y 1978, este sistema proviene de una familia de chips, que son el resultado de los llamados proyectos X. Esta empresa comenzó a desarrollar este proyecto con la idea de obtener un circuito que se pudiera implementar en un dispositivo para ser controlado remotamente; en la actualidad X-10 es un estándar y a su vez un fabricante de dichos productos y desde que empezó su comercialización en 1978, millones de instalaciones en todo el mundo avalan este sistema técnicamente conocido por Power Line Carrier o PLC.

Los elementos que pueden integrar esta tecnología son los actuadores, controladores, el medio de transmisión, los receptores y los sensores. Este sistema, comunica a los transmisores y receptores enviando y recibiendo señales sobre la línea de energía, las transmisiones X-10 se sincronizan con el paso por cero de la corriente alterna, las interfaces a la línea de poder proporcionan una onda de 60Hz, con un retraso máximo de 100 $\mu$ s desde el paso por cero de la corriente alterna, el máximo retraso entre el comienzo del envío y los pulsos de 120KHz es de 50 $\mu$ s, la transmisión completa de un código X-10 necesita once ciclos de corriente, divididos en tres grupos, donde los dos primeros ciclos representan el código de inicio, los cuatro

siguientes ciclos representan el denominado código de casa (letras A-P) y los siguientes cinco ciclos representan el código numérico (1-16) o el código de función (encender, apagar, aumento de intensidad, etc.). Este bloque completo se transmite siempre dos veces, separando cada 2 códigos por tres ciclos de la corriente, excepto para funciones de regulación de intensidad, ya que, éstos se transmiten de forma continua (por lo menos dos veces) sin separación entre códigos.

#### **2.4.2 Protocolo EIBus**

Es una propuesta Europea del EIBA El European Instalation Bus Association, que empezó en el año 1990 y que fue desarrollada por una asociación de 15 empresas y en la actualidad tiene cerca de 100 empresas dedicadas a las instalaciones eléctricas unidas con el propósito de establecer una normativa para los sistemas de administración de edificios en el campo de las instalaciones eléctricas, para encendido y apagado de artefactos o equipos, control ambiental y seguridad, esto para diferentes tipos de edificios, pequeños o grandes, oficinas y departamentos, escuelas, hospitales, o usos domésticos, permite un control de iluminación, ventanas, calefacción, ventilación, aire acondicionado, alarmas, etc., basado en la estructura de niveles OSI tiene una arquitectura descentralizada.

EIBus es un sistema abierto para cubrir toda la automatización de edificios, permite establecer tareas y cambios con un alto rango de eficiencia, los equipos que usan este sistema se alimentan de energía por el medio de comunicación, par trenzado o línea de energía eléctrica, aunque otros equipos adicionalmente requieren de otra fuente de energía, como los sistemas de radio frecuencia que usan baterías, el EIBus es diseñado para proveer un control técnico distribuido para la administración y vigilancia de

edificios, con ello se logra una transmisión de datos en forma serial a través de todos los equipos conectados a la red, volviéndolo compatible con muchos equipos y con un bajo costo de aplicación.

Este protocolo puede ser colocado en cualquier chip o plataforma, pero siempre con una identificación individual de productos, es decir, con la licencia apropiada.

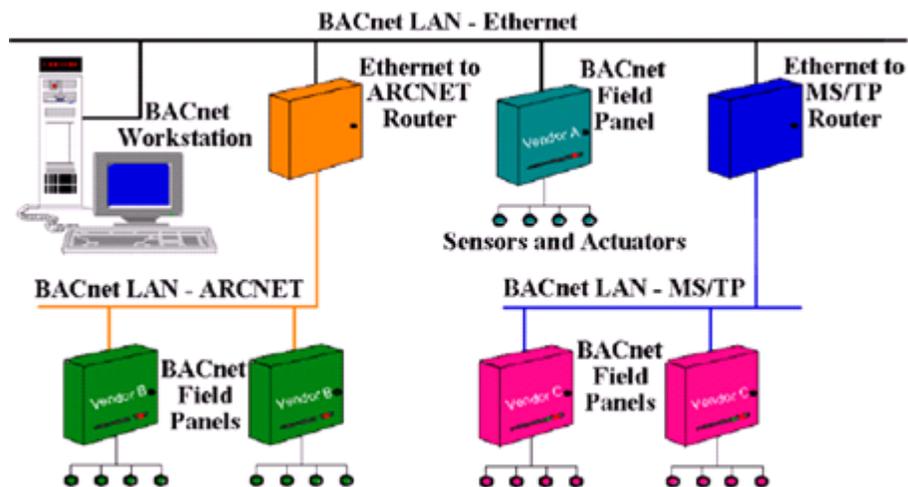
### **2.4.3 Protocolo BACnet**

Protocolo de comunicación de datos para la automatización de los sistemas en los edificios, el cual puede comunicar varios tipos de dispositivos, productos y equipos que pueden ser de distintos fabricantes, pero con un cierto grado de dificultad ya que estos productos se deben conectar a una red en común para lograr la interoperabilidad entre ellos.

BACnet está basado en un modelo denominado “cliente-servidor” y sus mensajes se denominan “demandas de servicio”, una máquina cliente envía un mensaje de demanda de servicio a una máquina servidor, la que realiza el servicio e informa los resultados al cliente, este protocolo proporciona una arquitectura escalonada en la cual existe una estación de trabajo en el extremo superior que controla el siguiente escalón, este controla al siguiente, y así sucesivamente, esta red escalonada requiere de entradas (gateways, convertidor de datos efectiva) para traducir el protocolo usado por las redes de trabajo y los muchos protocolos que pueden usar los equipos escalones abajo, estas entradas son dispositivos de elevado costo que elevan el precio total del sistema, así como su administración y mantenimiento.

Además hay que tomar en cuenta que BACnet presenta muchas dificultades al usar aplicaciones IP y otras aplicaciones empresariales muy comunes, así mismo la interface de aplicación no está definida en este protocolo, a continuación se muestra el modelo de comunicación de este protocolo.

**Figura 2.10 Modelo del protocolo BACnet**



**Fuente:** (Orbe Astudillo Marco, 2012)

#### 2.4.4 Protocolo LonWorks

Esta tecnología fue diseñada por la compañía Echelon como una plataforma universal para cualquier sistema de control, LonWorks es un estándar propietario, desarrollado por esta empresa, este estándar ha sido rectificado por la organización ANSI como oficial en octubre de 1999 y tiene un ámbito de aplicación mundial (ANSI/EIA 709.1-A-1999), este sistema de automatización de edificios tiene especial relevancia debido a su arquitectura e implementación abierta, tanto en sistemas residenciales de pequeña escala

como en grandes infraestructuras como rascacielos, complejos deportivos, aeropuertos.

El estándar de LonWorks se basa en el esquema propuesto por LON (Local Operatig Network), este consiste en un conjunto de dispositivos inteligentes o también conocidos como nodos, que se conectan mediante uno o más medios físicos y que se comunican usando un protocolo en común; cada nodo es autónomo y proactivo que pueden ser programados para enviar mensajes a cualquier otro nodo para cumplirse ciertas condiciones o llevar acabo ciertas acciones en respuesta a los mensajes recibidos. Las partes principales de esta red son:

- Nodos.
- Los equipos de red: modem, tarjetas de pc, routers, repetidores, etc.
- Transceptores: líneas de energía eléctrica.
- Software de comunicación.
- Software de configuración.

Por último la característica que también se debe tomar en cuenta es la velocidad de mediante la cual la información es transmitida de un elemento o dispositivo a otro dentro de la red; las principales causas o factores que afectan esta velocidad de transmisión son, el medio por el cual se transmiten, y el protocolo de comunicación por el cual se comunican. Los sistemas inmóticos se pueden diseñar para utilizar un único protocolo de comunicación, con diferentes medios de transmisión, teniendo en cuenta que la velocidad de transmisión está dada por el medio de transmisión, mas no por el protocolo por el cual se están comunicando.

## **2.5 Edificios inteligentes**

Un edificio inteligente es un edificio domotizado al que se le incorpora inteligencia artificial para simplificar el mantenimiento, hacerlo tolerante a fallos; por lo tanto un edificio inteligente debe ser un edificio domótico o inmótico que además de presentar alguna característica que pueda considerarse como inteligente, como por ejemplo: el manejo inteligente de la información, la integración con el medio ambiente, la facilidad de interaccionar con los habitantes y anticiparse a sus necesidades. (Romero C. Domótica e Inmótica Viviendas y Edificios Inteligentes / 3ED., 2011).

### **2.5.1 Inteligencia artificial**

Para que un edificio pueda considerarse inteligente, no solo ha de incorporar elementos o sistemas basados en las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, sino que debe utilizarlos de forma inteligente para optimizar el control y mantenimiento del edificio. Esta inteligencia se refiere a la simulación de comportamientos inteligentes mediante técnicas de inteligencia artificial como por ejemplo, los sistemas, redes neuronales, algoritmos evolutivos, etc., que permiten que el sistema inmótico o domótico puedan responder automáticamente y de una forma óptima ante diferentes situaciones diarias sin necesidad de una orden directa del usuario. (Romero C. Domótica e Inmótica Viviendas y Edificios Inteligentes / 3ED., 2011).

En la actualidad el término de edificio inteligente, ha ganado gran campo y popularidad, esa es la razón de que en la última década se ha situado muy bien en el mercado a pesar de tener complejidades y limitaciones que involucra hacer inteligente a una construcción. A un edificio se lo considera

como inteligente, cuando los elementos o sistemas que lo conforman logran inteligencia basándose en los métodos de inteligencia humana, como las redes neuronales o la lógica difusa.

De este concepto podemos decir que un edificio inteligente no es más que la unión de varias estructuras, en las cuales se desarrollan diferentes actividades; el cual está diseñado para proporcionar confort y seguridad a sus usuarios y/o visitantes, tomando en cuenta las necesidades reales de ellos, aplicando los últimos adelantos tecnológicos.

### **2.5.2 Beneficios**

Como ya se ha mencionado en los edificios inteligentes se aplican varias tecnologías para mejorar la funcionalidad del edificio y su ambiente, para que los ocupantes de estas instalaciones se sientan en un espacio ideal de trabajo y estudio brindándoles confort, seguridad, accesibilidad, ayudándole así a su productividad, rendimiento y descanso, con la tecnología usada en los distintos sistemas de control, y a sus funcionalidades y eficiencia, los mayores beneficios de un edificio inteligente son los siguientes:

- Normalización en el cableado eléctrico, que a su vez ayuda a las modificaciones y actualizaciones de los sistemas de control.
- Un alto valor del edificio y su arrendamiento por su potencial manejo y su control individual.
- Una gran administración de la energía y su costo, a través de su control programable por zonas.
- Los usuarios del edificio pueden manejar los sistemas de control por medio de una computadora, tablet, celular, etc.

- Gracias a sus sistemas de control se puede detectar fallas o anomalías.

### **2.5.3 Características:**

- Simple y fácil de utilizar: para así promover la aceptación del usuario.
- Flexible: que tenga posibilidades de adaptación futuras.
- Modular: para la gestión independiente de áreas.
- Integral: que tenga comunicación entre las distintas áreas.

En los edificios inteligentes, existen varios sistemas y componentes de control, que realizan distintas funciones dentro de la edificación, a continuación se describen cada uno de estos.

### **2.5.4 Sistema de iluminación**

El sistema de control, es uno de los más importantes dentro del edificio inteligente, por su flexibilidad y su facilidad de operar, hace posible crear ambientes estéticamente acogedores y a la ayuda del ahorro energético, este brinda una iluminación automática, adecuada en cada lugar de trabajo, estudio, oficina, y que considera las condiciones de iluminación natural que proporciona el medio ambiente, para el control de la iluminación hay que tomar en cuenta que a todas las luminarias no se les puede bajar o subir su intensidad lumínica, como ejemplo tenemos las lámparas fluorescentes que mediante el sistema de control, solo pueden ser prendidas o apagadas, sin embargo su uso y la energía eléctrica pueden ser ahorradas, el control de la iluminación juega un papel muy importante dentro de la seguridad, por medio de este sistema se puede detectar intrusiones en lugares que no deberían

estar ocupados por nadie, gracias al encendido automático de las luminarias; este sistema permite:

- Encendido o apagado automático de las luminarias.
- La modificación del nivel de iluminación.
- Controlar todo el sistema mediante un mando central.
- Administrar el uso de la energía.

Dentro de este sistema, hay que tomar en cuenta las distintas lámparas que se usan para la iluminación en el exterior e interior del edificio, y seguidamente se definen cada una de estas.

#### 2.5.4.1 Lámparas incandescentes

- Incandescentes no halógenas: las más empleadas por su bajo precio y facilidad de instalación, su funcionamiento está basado en el flujo luminoso emitido por un filamento de wolframio al ser recorrido por una corriente eléctrica presentan un bajo rendimiento.

**Figura 2.11 Lámpara incandescente**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

- Incandescentes halógenas: incorporan un gas halógeno para evitar la evaporación del filamento y se deposita en la ampolla, presentan un

mayor coste que las no halógenas, un mayor rendimiento y vida útil que éstas.

**Figura 2.12 Lámpara incandescente halógena**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

#### **2.5.4.2 Lámparas de descarga:**

La iluminación se consigue por excitación de un gas sometido a descargas entre dos electrodos, requieren de un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento, son más eficientes que las lámparas incandescentes, se clasifican según el tipo de gas empleado y su presión:

- Lámparas fluorescentes tubulares: son lámparas de vapor de mercurio a baja presión, sus cualidades de color y de baja iluminancia las hace adecuadas para su empleo en salas de reducida altura, son las más empleadas tras las incandescentes.

**Figura 2.13 Lámpara fluorescente tubular**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

- Lámparas fluorescentes compactas: presentan el mismo funcionamiento que las tubulares. están formadas por uno o más

tubos fluorescentes doblados. Son la alternativa de mayor eficacia y vida útil a las lámparas incandescentes.

**Figura 2.14 Lámpara fluorescente compacta**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

- Lámparas fluorescentes sin electrodos: emiten luz en presencia de un campo magnético junto con una descarga en gas, presentan una elevada vida útil (60000 horas) sólo limitada por los componentes electrónicos, se les denomina también lámparas de inducción.

**Figura 2.15 Lámpara fluorescente sin electrodo**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

- Lámparas de vapor de mercurio de alta presión: luminarias de mayor potencia que las de fluorescencia, emiten un mayor flujo luminoso aunque presentan una eficacia algo menor, se suelen emplear en la iluminación de grandes áreas como calles, naves industriales.
- Lámparas de luz mezcla: son una mezcla entre las de vapor de mercurio a alta presión y las de incandescencia, no requieren de balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente.

- Lámparas de halogenuros metálicos: presentan halogenuros metálicos junto al relleno de mercurio mejorando su capacidad para reproducir el color y su eficacia, su uso está muy extendido en aplicaciones de alumbrado público, fachadas, monumentos.

**Figura 2.16 Lámpara de halogenuros metálicos**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

- Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos: nueva familia de luminarias que combinan la tecnología de las luminarias de halogenuros metálicos con las de sodio a alta presión, el tubo de descarga es de material cerámico lo que les permite operar a temperaturas más altas aumentando su vida útil (del orden de 15000 horas), son muy adecuadas para su uso en el sector terciario (comercios, oficinas).
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión: se origina la descarga en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática, son las más eficaces del mercado, pero el color de su luz amarillento, las hace adecuadas para usos como autopistas, túneles.

**Figura 2.17 Lámpara de vapor de sodio a baja presión**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

- Lámparas de vapor de sodio a alta presión: presentan una mejor reproducción cromática que las de baja presión aunque su eficacia disminuye respecto a éstas, en la actualidad está creciendo su uso como sustitutas de las lámparas de vapor de mercurio.

#### **2.5.4.3 Tecnología LED**

Los diodos emisores de luz (LED) están basados en semiconductores que convierten la corriente eléctrica en luz sin necesidad de filamento, su vida útil es elevada (del orden de 50000 horas) siendo un 80% más eficientes que las lámparas incandescentes, se emplean en un gran número de aplicaciones como escaparates, señalización luminosa, iluminación decorativa, etc.

**Figura 2.18 Lámpara LED**



**Fuente:** ([http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm))

Además para lograr el control de este sistema y de las luminarias, se utilizan sensores, y los más conocidos para esta aplicación se detallan a continuación.

#### **2.5.4.4 Sensor ocupacional**

Es un dispositivo capaz de detectar la presencia de personas en locales para realizar el control de iluminación en estos, en este caso el control es de

tipo on/off o encendido y apagado, se pueden distinguir dos tipos:

- Infrarrojo: consisten en opto-resistencias que se hallan colimadas por un lente de Fresnel, detectan la ocupación del espacio por diferencias de temperaturas entre los cuerpos en movimiento y el ambiente, los lentes de Fresnel les otorgan una gran cobertura espacial, la gran ventaja es su economía y su área de control está perfectamente delimitada.
- Ultrasonido: actúan por efecto Doppler, producido por el movimiento de la fuente emisora, la señal ultrasónica de un emisor de cristal de cuarzo, reflejada por los objetos del local, es recibida por uno o más receptores, permitiendo la detección del movimiento por cambios en el tiempo de retorno de la señal, debido a que el sonido se propaga en todas las direcciones, se denominan también detectores volumétricos, característica que deberá considerarse en el diseño de una instalación con este tipo de sensores, en atención a la existencia de fuentes de perturbación que ocasionen falsos disparos

#### **2.5.4.5 Sensor fotoeléctrico**

Es un dispositivo de control electrónico que permite variar el flujo luminoso de un sistema de iluminación en función de la iluminación detectada, es decir, aprovechar la luz natural, estos sensores, no son otra cosa que elementos fotosensibles colimados por una lente enfocada sobre el área de interés.

#### **2.5.4.6 Sensor horario**

Son interruptores horarios programables que poseen más de un ciclo de apagado, precursores de este tipo son los relojes usados desde hace décadas para el control de luces de vidrieras o carteles luminosos de la vía pública, en los modernos relojes de tiempo electrónico y en ciertos PLCs, puede realizarse una programación en forma diaria, semanal, mensual, o anual y hasta incluir feriados. Una memoria no volátil con reserva horaria evita que un eventual corte de energía borre la programación.

Estos dispositivos están indicados preferentemente para locales con un patrón de ubicación muy regular y conocidos, por ejemplo aulas escolares, naves industriales, o locales de oficinas, para la pausa del medio día o al final de la jornada.

#### **2.5.5 Sistema de climatización (ventilación)**

Es el sistema capaz de proporcionar las condiciones adecuadas de temperatura en un lugar específico, para así proveer un ambiente uniforme en todo el edificio, además permite:

- Ajuste y monitoreo de la temperatura en cada lugar de trabajo.
- Ajustar la velocidad del flujo del aire.
- Ajustar la calidad del aire según los estándares de supervivencia.

El ventiladores es una maquina rotativa o turbo-maquina, que tiene como objetivo principal la generación de una corriente de aire permanente, que sin embargo puede variar su intensidad o dirección de acuerdo al interés de

quien lo maneje, está constituido por un motor y una serie de palas con formas y disposiciones diversas. Los ventiladores empleados comúnmente se pueden dividir en tres grupos:

#### **2.5.5.1 Ventiladores de hélice**

Este ventilador consiste en una hélice dentro de un anillo o marco de montaje, la dirección de la corriente de aire es paralela a la flecha del ventilador. Se emplea para trasladar aire de un lugar a otro o hacia el ambiente exterior, también se lo usa para introducir aire fresco. Puede manejar grandes volúmenes de aire a una presión estática baja, raramente a presiones estáticas mayores a 25mm de c.a., se fabrican en muchos estilos y tipos para trabajos específicos. Las unidades con poco número de aspas se usan en ventiladores de baja presión y los que cuentan con un número mayor de aspas se emplean en aquellas aplicaciones que requieren presión, el ancho de las aspas, su ángulo, su velocidad axial y número de etapas, son factores que intervienen en el diseño y la capacidad.

#### **2.5.5.2 Ventilador axial**

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo, se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma, en líneas generales son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones con velocidades periféricas medianamente altas, son en general ruidosos, suelen clasificarse por la forma de su envolvente, de la siguiente manera:

- Helicoidal: ventiladores aptos para mover grandes caudales de aire con bajas presiones, son de bajo rendimiento, la transferencia de

energía se produce mayoritariamente en forma de presión dinámica, se aplica en circulación y extracción de aire en naves industriales, se instalan en pared sin ningún conducto; utilizados con objeto de renovación de aire.

- Tube axial: su rendimiento es algo superior al anterior y es capaz de desarrollar una presión estática mayor, por la forma de su construcción es apto para intercalar en conductos, se utilizan en instalaciones de ventilación, calefacción, y aire acondicionado que requieran altos caudales con presión media a baja, también se utilizan en algunos sistemas industriales como cabinas de pintura y extracciones localizadas de humos.
- Vane axial: tienen un diseño de palas AIRFOIL, permiten obtener presiones medias y altas con buenos rendimientos además de que sus palas pueden ser fijas o de ángulo ajustable, tienen aplicaciones similares a los Tube axial, pero con la ventaja de tener un flujo más uniforme y la posibilidad de obtener presiones mayores.
- Centrifoil: se trata de un ventilador con motor centrífugo pero de flujo axial, es decir, reúne las ventajas del ventilador centrífugo y la facilidad de montaje de un axial con el consiguiente ahorro de espacio, posee las mismas ventajas que el Vane axial.

### **2.5.5.3 Ventilador centrífugo**

Son aquellos en los cuales el flujo de aire cambia su dirección en un ángulo de 90° entre la entrada y salida; es decir, impulsa al aire a lo largo del eje del ventilador y a continuación es desviado rápidamente en forma radial

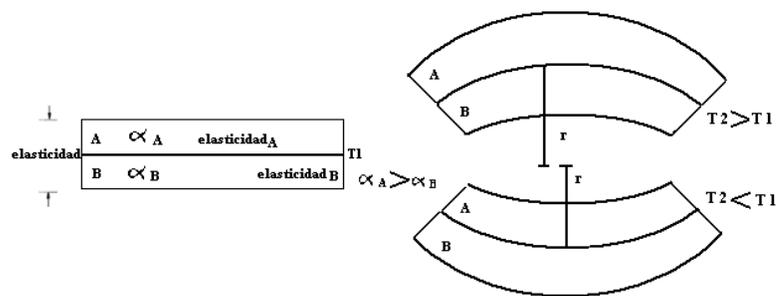
de dicho eje. Se suelen clasificar según la forma de las palas o álabes del rotor, de la siguiente manera:

- **Álabes curvados hacia adelante:** tienen una hélice o rodete con los álabes curvados en el mismo sentido de la dirección de giro, este tipo necesita poco espacio, baja velocidad periférica y son silenciosos, se utilizan cuando la presión estática necesaria es de baja a media, tal como la que se encuentran en los sistemas de calefacción, aire acondicionado o renovación de aire, etc. No es recomendable utilizar este tipo de ventilador con aire polvoriento, ya que las partículas se adhieren a los pequeños álabes curvados y pueden provocar el desequilibrio del rodete.
- **Álabes rectos:** tienen el rodete con los álabes dispuestas en forma radial, la carcasa está diseñada de forma que a la entrada y a la salida debe alcanzar velocidades de transporte de materiales; existen una gran variedad de diseños de rodetes que van desde los de “alta eficacia con poco material”, hasta los de “alta resistencia a impacto”, la disposición radial de los alabes evita la acumulación de materiales sobre la misma. Este tipo de ventilador es el común mente utilizado en las instalaciones de extracción localizada en las que el aire contaminado con partículas debe circular a través del ventilador, la velocidad periférica es media.
- **Álabes curvados hacia atrás:** tienen un rodete con las álabes inclinados en sentido contrario al de rotación, este tipo de ventilador es el de mayor velocidad periférica y mayor rendimiento con un nivel sonoro relativamente bajo y una característica de consumo de energía del tipo “no sobrecargable”; en este tipo, el consumo máximo de energía se produce en un punto próximo al de rendimiento óptimo de

forma que cualquier cambio a partir a este punto debido a cambios de la resistencia del sistema resultara en un consumo de energía menor, la forma de los álabes condiciona la acumulación de materiales sobre ellas.

Para el control de este sistema, es necesario la instalación de sensores, de temperatura, que son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesados por equipos eléctricos o electrónicos. Algunos de los sensores de temperatura utilizados en la industria funcionan en base a una pieza llamada bimetel, formada por dos metales con distinto coeficiente de dilatación térmica, los cuales están unidos firmemente; la idea al emplear dos metales es que al estar expuestos a un cambio de temperatura, estos se expandan o contraigan de manera que formen un arco uniforme, en donde se puede determinar la temperatura, midiendo el radio de la curvatura del arco formado. La siguiente figura ejemplifica este fenómeno pasando una temperatura inicial  $T_1$  a una temperatura  $T_2$ , los metales empleados son similares en módulos de elasticidad y espesor.

**Figura 2.19 Deformación del bimetel con la temperatura**



**Fuente:** (Autores)

De igual forma, a estos sensores se los puede clasificar en tres grandes grupos, los cuales sirven para distintos propósitos y aplicaciones.

#### **2.5.5.4 RTD**

Detector de resistencia metálica (RTD), uno de los más precisos en cuanto a sensores de temperatura; no son más que distintos tipos de metales dentro de encapsulados no conductores, este tipo está basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Los metales empleados normalmente para este propósito son: platino, cobre, níquel, hierro-níquel, de estos, los sensores de platino son más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura. Las características fundamentales de estos metales, es su maleabilidad, la curva de transferencia es estable y repetitiva, son resistentes a la corrosión, su resistencia es lineal a la temperatura y tienen bajo costo. Sus desventajas son la baja sensibilidad, son voluminosos, tienen alta inercia térmica (alto tiempo de respuesta), son medianamente frágiles y su autocalentamiento

#### **2.5.5.5 Termistores**

Este tipo de sensores consisten en un pequeño semiconductor que se comporta como un resistor térmico, con forma de placas o discos, que utilizan como variable su resistencia para detectar variaciones de temperatura; por lo general están hechos por mezclas de distintos óxidos metálicos como: cobalto, níquel, cobre, titanio y manganeso y normalmente son encapsulados en vidrio.

El principal problema de los termistores es la relación entre la temperatura y la resistencia, al ser no lineal, es necesario aplicar formulas complejas para determinar la temperatura según la corriente que circula y son complicados de calibrar, pero una buena solución es que la mayoría de los termistores pueden conectarse por medio de un software a un microprocesador, el cual puede procesar de manera efectiva la información obtenida. Poseen alta sensibilidad, alta precisión ( $\pm 0.02$  °C), un pequeño tamaño, baja inercia térmica (bajo tiempo de respuesta) y tienen estabilidad y respetabilidad a largo plazo. Pero son altamente no lineales y mantienen limitado su rango de utilización (-40 °C a 150 °C). Los termistores pueden ser de dos tipos:

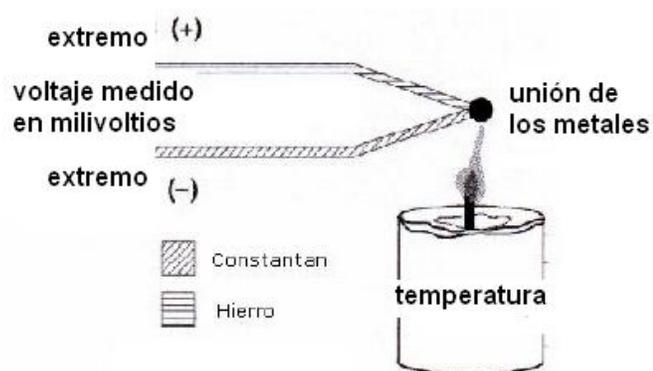
- NTC: coeficiente negativo de temperatura, cuando aumenta la temperatura, disminuye la resistencia, son fabricados de una mezcla de óxidos de Mn, Ni, Co, Cu, Fe y están moldeados en un cuerpo de varios tamaños, típicamente tienen una resistencia entre  $50\Omega$  y  $1M\Omega$  a  $25^{\circ}\text{C}$  y una sensibilidad del 4%, el efecto de coeficiente negativo con la temperatura puede resultar de un cambio extremo de la temperatura ambiente o un calentamiento interno debido al efecto Joule de una corriente que fluye a través del termistor, son los más usados para la medición de la temperatura.
- PTC: coeficiente positivo de temperatura, cuando aumenta la temperatura, aumenta la resistencia, son resistencias que principalmente están compuestas de bario y estroncio con titanio, la adición de dopantes hace que la componente semiconductor dé una característica de resistencia con respecto a la temperatura, son muy poco utilizados.

### 2.5.5.6 Termopar (termocupla)

Las termocuplas son los sensores de temperatura eléctricos más utilizados en la industria, recibe este nombre por estar formada por dos metales de distinto material unidos en un extremo; cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico.

El funcionamiento de una termocupla se basa en el principio físico de la unión de dos alambres de metales diferentes, el voltaje producido en los dos extremos que no se encuentran en contacto dependerá de la temperatura a la cual se encuentra la unión, es decir, que la diferencia de potencial medido en los extremos aumentara o disminuirá en función a la temperatura medida en la unión de los metales. Este principio se llama efecto Seebeck, en memoria a Thomas Seebeck quien lo descubrió en 1821, el voltaje producido en la unión es no lineal con respecto a la temperatura, bastante pequeño del orden de los milivoltios, a continuación se muestra la figura de una termocupla formada por hierro y constantan.

**Figura 2.20 Termocupla**



**Fuente:** (Autores)

Estos dispositivos suelen ir encapsulados en vainas, para protegerlos de las condiciones extremas en ocasiones del proceso industrial, además, según la distancia a los aparatos encargados de tratar la pequeña señal eléctrica de estos transductores, también deben utilizarse cables compensados para transportar esta señal sin que la modifique, los cables compensados tienen una polaridad de conexión (+) y (-), que al conectarse con la termocupla se debe respetar, además las cables deben ser para el tipo que estamos utilizando de lo contrario será imposible obtener una medición sin error.

Durante varios años ha habido diferentes organismos de estandarización de nacionalidades diferentes intentando normalizar la gran variedad de este tipo de sensores e incluso unificar sus criterios de normalización. Las termocuplas se podrían clasificarse dependiendo de ciertos criterios como: material del que están construidas y su tolerancia o desviación.

Según el material de fabricación, las termocuplas pueden ser estándar o no estándar, de las primeras, hay siete tipos de termocuplas que tienen designación con letras elaboradas por el Instrument Society of America (ISA), por su parte, el National Bureau of Standarg (NBS) ha preparado tablas de correlación temperatura fem (fuerza electro motriz), para estas termocuplas, las que han sido publicadas por el American National Standars Institute (ANSI) y el American Society for Testing and Materials (ASTM).

Mientras que las segundas, se fabrican con diversos materiales, además de aquellos que tienen asignada una denominación con letra por la ISA (IEC), estas otras termocuplas exhiben características especiales que no se encuentran en los tipos de termocuplas estándar, lo cual las hace adecuadas para aplicaciones especiales, las características y la fem de salida pueden variar de un fabricante a otro, razón por la que se debe consultar al

fabricante en relación a aplicaciones específicas.

Existe una aleación en particular que debemos considerar por separado, se trata de la aleación hierro-constantan Fe-CuNi, quizás la más difundida antes de la homologación de las normas ANSI MC 96.1 (IPTS - 68) y DIN 43710, las más importantes a nivel mundial.

Además se las puede clasificar según la tolerancia a continuación se muestra la tabla 2.2 para la tolerancia de calibración para termocuplas estándar así como también su material de fabricación y la temperatura a la cual trabajan

**Tabla 2.2 Tolerancia de calibración para termocuplas estándar**

Termocupla	Rango	Clase 1 . Desviación máxima ( $\pm$ ) (1)
Cobre vs. Cobre-níquel, Tipo T	-40 a + 350°C	0,5 °C ó 0,004 (t)
Hierro vs. cobre- níquel, Tipo J	-40a+ 750 °C	1,5 °C ó 0,004 (t)
Níquel-cromo vs. níquel, Tipo K	- 40 a 1.000 °C	1,5 °C ó 0,004 (t)
Platino-rodio 13% vs. platino, Tipo R .	0 a + 1.600°C	1 °C ó 1 + 0,003 (t - 1.100)°C
Platino-rodio 10% vs. platino, Tipo S	0 a + 1.600°C	1 °C ó 1 + 0,003 (t - 1.100)°C
Platino-rodio 30% vs. platino-rodio 6%, Tipo B	--	
Termocupla	Rango	Clase 2 . Desviación máxima ( $\pm$ ) (1)
Cobre vs. cobre-níquel, Tipo T	-40a+ 350°C	1°C ó 0,0075(t)
Hierro vs. cobre-níquel, Tipo J	-40a+ 750 °C	2,5 °C ó 0,0075 (t)
Níquel-cromo vs. níquel, Tipo K	- 40 a + 1.200°C	2.5 °C ó 0.0075 (t)
Platino-rodio 13% vs. platino, Tipo R	0 a + 1.600 °C	1,5 °C ó 0,0025 (t)
Platino- rodio 10% vs. platino, Tipo S	0 a + 1.600 °C	1,5 °C ó 0,0025 (t)
Platino- rodio 30% vs. platino-rodio 6%, Tipo B	+ 600 a + 1700 °C	1,5 °C ó 0,0025 (t)

Termocupla	Rango	Clase 3(2) . Desviación máxima ( $\pm$ ) (1)
Cobre vs. Cobre-níquel, Tipo T	-200 a + 40 °C	1 °C ó 0,015 (t)
Hierro vs. cobre- níquel, Tipo J	-200 a + 40 °C	2,5 °C ó 0,015 (t)
Níquel-cromo vs. níquel, Tipo K	-200 a + 40 °C	2,5 °C ó 0,015 (t)
Platino-rodio 13% vs. platino, Tipo R	--	--
Platino-rodio 10% vs. platino, Tipo S	--	--
Platino-rodio 30% vs. platino-rodio 6%, Tipo B	+600 a + 1.700 °C	4 °C ó 0,005 (t)

**Fuente:** (IEC 584 parte 1, 2008)

- La desviación máxima debe ser calculada como el mayor valor de las dos expresiones: el valor en °C o su equivalente calculando, reemplazando (t) por la temperatura en cuestión.
- Normalmente, las termocuplas y los cables compensados se suministran con tolerancias especificadas por encima de -40 °C. Para termocuplas usadas por debajo de -40 °C, debe entenderse que sus tolerancias son para ese material mayor que las especificaciones en clase 3.

### 2.5.6 Sistema de seguridad

El sistema de seguridad tiene como objetivo fundamental brindar un ambiente seguro a las personas que trabajan, estudian, o realizan cualquier otra actividad en el edificio, así como la seguridad total de las instalaciones, dentro del sistema inmótico el sistema de seguridad es una de las áreas más importantes, ya que de este depende la integridad física de las personas y del inmueble. Para ello se hace uso de los siguientes implementos tecnológicos de los cuales se compone este sistema.

Las Cámaras de vigilancia o cámaras de seguridad juegan un papel muy importante dentro del sistema de seguridad, ya que se emplean para video-vigilancia, es decir, para llevar a cabo tareas de monitoreo y observación visual a distancia de personas, objetos o procesos con fines de control de seguridad. Las cámaras de vigilancia pueden ser analógicas, digitales, cámaras IP o mini-cámaras y se emplean en sistemas de CCTV (Circuitos Cerrados de Televisión).

**Tabla 2.3 Diferencias de las cámaras para CCTV**

Necesidades	Cámara Analógica	Cámara IP
Mejor calidad posible	No tiene pérdidas de imagen	Tiene pérdida al momento de comprimir
Sensibilidad a interferencias	Puede degradar la calidad por una mala instalación	El video digital es menos sujeto a interferencias
Flexibilidad y movilidad	Requiere de transceptores a UTP	Requiere un puerto Ethernet en cualquier lugar de la red LAN
Facilidad de uso y administración	Requiere menor conocimiento técnico	Requiere de mayores conocimientos técnicos
Tráfico en la red	Bajo demanda en el DVR	Requiere por lo menos 2Mb para enviar video de calidad similar a analógica

**Fuente:** (Orbe Astudillo Marcos, 2012)

Otra de las características del sistema de seguridad es la incorporación de un sistema de alarmas, que cada día están más extendidas debido a la necesidad de una mayor seguridad. Hasta hace unos años solo se instalaban sistemas de seguridad en lugares concretos, para evitar robos, atracos o incendios, hoy en día se utilizan en hogares, pequeños negocios, fábricas, además de lugares de alto riesgo de ser robados como bancos y joyerías; un sistema de seguridad no debe proporcionar falsas alarmas, ya que en la práctica es tan poco eficaz como aquel que puede vulnerarse fácilmente,

antes de realizar una instalación habrá que tener en cuenta ciertas consideraciones, ya que van a definir la instalación que se efectuará:

¿Qué es lo que vamos a proteger?

- De quien lo queremos proteger.
- Situación de los objetos que deseamos proteger.
- Entorno de dichos objetos.
- Valor de los objetos.
- Existencia de una reglamentación que condicione la instalación.
- Presupuesto que se dispone.

Además se cuenta con un sistema de detección de incendios, es el sistema capaz de descubrir y avisar que hay un incendio en un determinado lugar, las características que debe tener cualquier sistema de detección en su conjunto son la rapidez y la fiabilidad en la detección, de la rapidez dependerá la demora en la puesta en marcha del plan de emergencia y por tanto sus posibilidades de llegar al éxito; la fiabilidad evita que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema.

Entonces se dice que un detector de humo es un dispositivo capaz de detectar la presencia de humo en el aire, emitiendo una señal acústica de alerta, avisando así el peligro de incendio.

### **2.5.7 Sistema de control del flujo de agua**

El control de flujo del agua se lo hace con la necesidad de evitar y proteger los bienes antes mencionados de posibles fugas de agua que afecten el correcto funcionamiento dentro del edificio, ya que puede

ocasionar malestar, incomodidad, desperdicio del líquido vital, entre otras cosas. Para ello se realiza la implementación de una electroválvula.

### **2.5.7.1 Electroválvula**

Es un dispositivo usado para controlar el flujo de un líquido o fluido cualquiera, con la finalidad de interrumpir o dejar pasar este fluido, a través de una tubería.

## **2.6 Microcontroladores PIC**

Los microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller), son fabricados por la empresa MICROCHIP Technology INC., cuya central se encuentra en Chandler, Arizona, esta empresa ocupa el primer lugar en venta de microcontroladores de 8 bits desde el año 2002. Su gran éxito se debe a la gran variedad (más de 180 modelos), gran versatilidad, gran velocidad, bajo costo, bajo consumo de potencia, y gran disponibilidad de herramientas para su programación. (Reyes Carlos. Microcontroladores PIC Programación en BASIC / 3ED.,2008).

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, esto es CPU, memoria RAM, memoria EEPROM, y circuitos de entrada y salida; los microcontroladores son capaces de llevar a cabo procesos lógicos, los mismos que son programados por el usuario en el lenguaje del microcontrolador y son introducidos a este a través de un programador.

**Figura 2.21 Microcontrolador PIC**



**Fuente:** (Reyes Carlos, Microcontroladores PIC 3ED., 2008)

### **2.6.1 Componentes:**

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de e/s para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertas serie y paralelo, conversores analógico/digital, conversores digital/analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Existen varias ventajas de los productos que incorporan un microcontrolador, entre ellas están:

- Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.

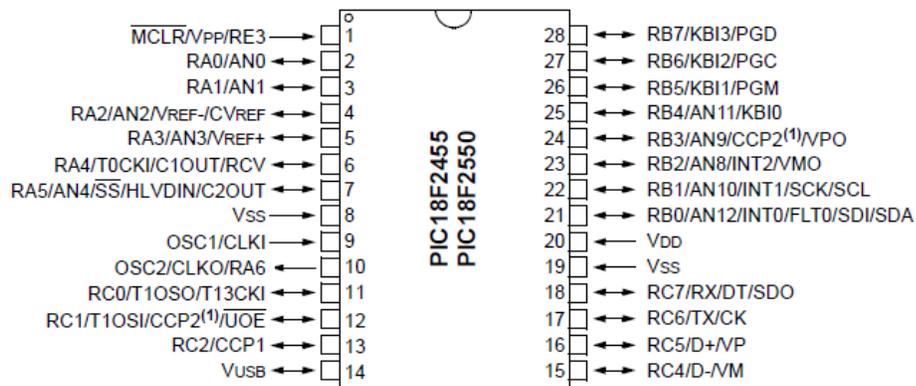
- Aumento de la fiabilidad: al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- Reducción del tamaño en el producto acabado: la integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

### **2.6.2 PIC 18f2550 características generales**

- Conexión USB V2.0.
- Velocidad de 1,5 Mb/s (baja) y 12 Mb/s (alta).
- Soporta transferencias de control, interrupción sincrónica y masiva.
- Soporta hasta 32 end points (16 bidireccional).
- 1 Kbyte de memoria RAM de doble acceso para USB.
- On-chip receptor USB con on-chip regulador de voltaje.
- Interfaz para off-chip receptor USB
- Ejecución: CPU encendido, periféricos encendidos.
- Inactivo: CPU apagado, periféricos encendidos.
- Sleep: CPU apagado, periféricos apagados.
- En modo inactivo, las corrientes generalmente bajan 5.8 $\mu$ A y en modo de suspensión hasta 0.1mA.
- Oscilador de timer 1: 1.1 $\mu$ A generalmente 32KHz y 2V.
- Watch dog timer: 2.1 $\mu$ A.
- Compilador C arquitectura optimizada con opción de extensión del conjunto de instrucciones.

- 100.000 ciclos de borrado/escritura de memoria Flash.
- 1.000.000 ciclos de borrado/escritura de memoria EEPROM.
- Retención de datos Flash/EEPROM  $\geq 40$  años.
- Control auto-programable por software.
- Niveles de prioridad para las interrupciones.
- Temporizador watch dog extendido (WDT): periodo programable de 41ms a 131s.
- Código de protección programable.
- Alimentación simple de 5V en programación serie In Circuit Serial Programming (ICSP) a través de dos pines.
- Depuración In Circuit Debug (CIE) a través de dos pines.
- Amplio rango de voltaje de operación (2.0V a 5.5V)
- Corriente máxima 25mA.

**Figura 2.22 Diagrama de pines del PIC 18f2550**



**Fuente:** (Microchip Technology Inc., 2009)

## 2.7 Módulos XBee

Los módulos XBee son dispositivos que permiten enlaces seriales de señales, utilizan el protocolo IEEE 802.15.4 mejor conocido como ZigBee.

**Figura 2.23 Módulo XBee**



**Fuente:**(<http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>)

### **2.7.1 Estándar ZigBee**

Es un protocolo inalámbrico normalizado para la conexión de una red personal inalámbrica, ha sido diseñado para soportar un diverso mercado de aplicaciones con una conectividad sofisticada y así promover un nuevo estándar para permitir la interoperabilidad entre varios dispositivos fabricados por diferentes compañías. Cada módulo ZigBee, al igual que ocurre con las direcciones MAC de los dispositivos Ethernet, tiene una dirección única, en el caso de estos módulos cada uno de ellos tiene una dirección única de 64bits que viene grabada de fábrica.

### **2.7.2 Estándar IEEE 802.15.4**

Este estándar define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal; sus características más importantes son la flexibilidad de la red, su bajo costo y bajo consumo de energía, además se pueden ser utilizar para muchas aplicaciones.

### **2.7.3 Ventajas de ZigBee**

- Ideal para conexiones punto-punto y punto-multipunto.
- Opera en la banda libre de ISM 2.4GHz para conexiones inalámbricas.
- Diseñado para el direccionamiento de la información y el refrescamiento de la red.
- Reduce tiempos de espera en envío y recepción de paquetes.
- Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.
- Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.
- Son de bajo costo, bajo consumo de energía y de construcción más sencilla.
- Soporta múltiples topologías de red.
- Una red ZigBee puede constar de más de 65.000 nodos distribuidos en subredes de 255 nodos.

### **2.7.4 Desventajas de ZigBee**

- La tasa de transferencia es muy baja y solo manipula textos pequeños.
- No es compatible con Bluetooth.
- Menor cobertura, al pertenecer a redes inalámbricas del tipo WPAN.

**Tabla 2.4 Características del estándar ZigBee**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RANGO</b>
<b>Bandas de frecuencia</b>	868-868.8 MHz (Europa) 902-928 MHz (Norte América) 2400-2483.5 MHz (Todo el mundo)
<b>Alcance</b>	10-75 metros
<b>Retardo (Latencia)</b>	Menor a 15 milisegundos
<b>Número de canales</b>	868-868.8/902-928 MHz: 11 canales 2400-2483.5 MHz: 16 canales
<b>Rango de transmisión de datos</b>	868-868.8 MHz: 20Kbps 902-928 MHz: 40Kbps 2400-2483.5 MHz: 250Kbps
<b>Direccionamiento</b>	64 bits Adicional: corto de 16 bits
<b>Nodos por red</b>	Hasta 65536 Hasta 255 por subred
<b>Canal de acceso</b>	CSMA-CA CSMA-CA Rasurado
<b>Temperatura</b>	-40 a 85 °C

**Fuente:** (Jácome Comina César Augusto, 2013)

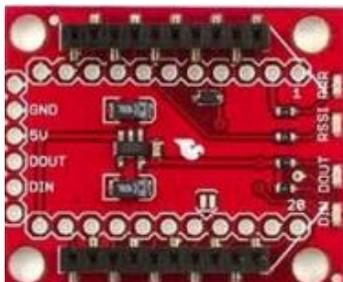
### 2.7.5 Tipos de dispositivos XBee

- **Coordinador ZigBee (ZC):** este dispositivo es el más completo, y tiene la única función de formar una red, es el encargado de establecer el canal de comunicación o también servir de enlaces a otras redes, puede almacenar información de la red y actuar como centro de confianza en la distribución de claves de cifrado.
- **Router ZigBee (ZR):** un router debe primero unirse a una red ZigBee

para poder retransmitir paquetes de otros dispositivos, es un nodo en el cual se crea o mantiene conexión sobre la red para determinar el mejor camino para la transmisión de información o de un paquete de datos.

- Dispositivo final ZigBee End Device (ZED): tiene las funcionalidades necesarias para comunicarse con el nodo máster, es decir, deben interactuar siempre con su nodo padre, ya sea este un coordinador o router, pero no puede transmitir información a otros dispositivos ZED; este tipo de nodo puede permanecer en estado dormido durante la mayor parte del tiempo y así aumentar la vida de sus baterías de las cuales son alimentados, no usa mucha memoria y tiene costos bajos.
- Explorador regulado XBee: este elemento regula el voltaje de 5V a 3.3V, también se encarga del acondicionamiento de señales y de los indicadores básicos de actividad, este dispositivo soporta 16V y 150mA máximos de entrada, además, funciona con todos los módulos XBee, simplemente se lo monta sobre esta placa y se tiene acceso libre a todos sus pines.

**Figura 2.24 Explorador regulado XBee**



**Fuente:** (<http://bricogeek.com/shop/155-placa-xbee-explorador-regulada.html>)

- Explorador USB XBee: se utiliza para la configuración de los módulos XBee ya que permite conectar y utilizar cualquiera de estos,

directamente mediante un puerto USB al PC.

**Figura 2.25** Explorador USB XBee



**Fuente:** (<http://www.zigbe.net/archivos/384>)

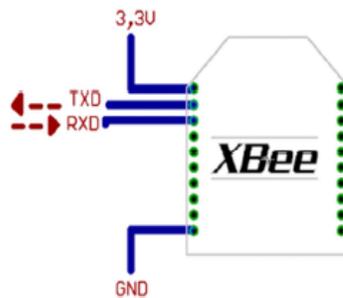
### 2.7.6 Formas de comunicación de los módulos XBee

- **Modo AT:** modo de transmisión serial transparente, la comunicación se parece a una transmisión a través de un puerto serial, ya que este dispositivo se encarga de crear la trama y el dato que llega al pin Tx sea enviado de forma inalámbrica, por lo que es considerado el modo más sencillo para utilizar estos nodos, la principal desventaja es que para enviar la información a distintos nodos es necesario entrar constantemente al modo de configuración para poder cambiar la dirección de su destino.
- **Modo API:** este es otro modo de comunicación, en este caso un microcontrolador externo se debe encargarse de crear un camino específico al tipo de información que se va a enviar, este modo es muy recomendado para redes grandes en donde no se puede perder tiempo entrando y saliendo del modo de configuración, para redes con topología en malla este es el tipo de modo a utilizar.

### 2.7.7 Conexión básica del XBee

El módulo XBee requiere una alimentación desde 2.8 a 3.4 voltios, la conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos por medio del UART (TXD y RXD) para la comunicación con un microcontrolador.

**Figura 2.26 Conexiones del módulo XBee**



**Fuente:** ([http://ftpl.digi.com/support/documentation90000976\\_M.pdf](http://ftpl.digi.com/support/documentation90000976_M.pdf))

En la siguiente tabla se muestra y compara las características de algunas de las tecnologías inalámbricas más usadas.

**Tabla 2.5 Comparación de tecnologías inalámbricas**

Comparación de tecnologías inalámbricas			
	Wifi	Bluetooth	ZigBee
<b>Banda de frecuencia</b>	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz 868/915 MHz
<b>Tamaño de pila</b>	~ 1 Mb	~ 1 Mb	~ 20 Kb
<b>Tasa de transferencia</b>	11 Mbps	1 Mbps	250 Kbps(2.4GHz) 40Kbps(915 MHz)

			20Kbps(868 MHz)
<b>Números de canales</b>	11-14	79	16 (2.4 GHz) 10 (915 MHz) 1 (868 MHz)
<b>Tipos de datos</b>	Digital	Digital (Audio)	Digital (Texto)
<b>Rango de nodos internos</b>	100m	10m-100m	10m-100m
<b>Dispositivos</b>	32	8	255/65535
<b>Requisitos de alimentación</b>	Media (Hora de batería)	Media (Día de batería)	Muy baja (Años de batería)
<b>Introducción al mercado</b>	Alta	Media	Baja
<b>Arquitecturas</b>	Estrella	Estrella	Estrella, árbol, punto a punto y malla
<b>Aplicaciones</b>	Edificios con internet adentro	Computadoras y teléfonos	Control de bajo costo y monitoreo
<b>Consumo de potencia</b>	400 mA transmitiendo, 20 mA en reposo	400 mA transmitiendo, 0.2 mA en reposo	30 mA transmitiendo, 3 mA en reposo
<b>Precio</b>	Costoso	Accesible	Bajo
<b>complejidad</b>	Complejo	Complejo	Simple

**Fuente:** (Jácome Comina César Augusto, 2013)

## **2.8 LabVIEW**

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), es un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucran la adquisición, el control, el análisis y la presentación de datos; permite diseñar interfaces de usuario a través de una consola interactiva.

### **2.8.1 Ventajas en el uso de LabVIEW:**

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones, al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy versátil y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones, por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas, además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos. Además de proporcionar potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

### **2.8.2 Como trabaja LabVIEW**

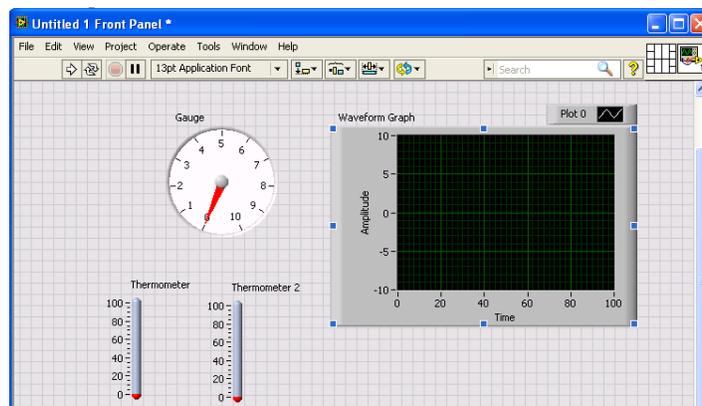
Los programas desarrollados en LabVIEW se denominan instrumentos virtuales (VIs), la razón es que su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real; sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales, los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs, todos estos tienen un panel frontal y un diagrama de bloques; las paletas contiene las opciones que se emplean para crearlos y modificarlos

### **2.8.3 Descripción de los elementos de LabVIEW**

- Panel frontal: es la interfaz gráfica del VI con el usuario, esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas

proporcionadas por el programa, un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc., cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador, los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.

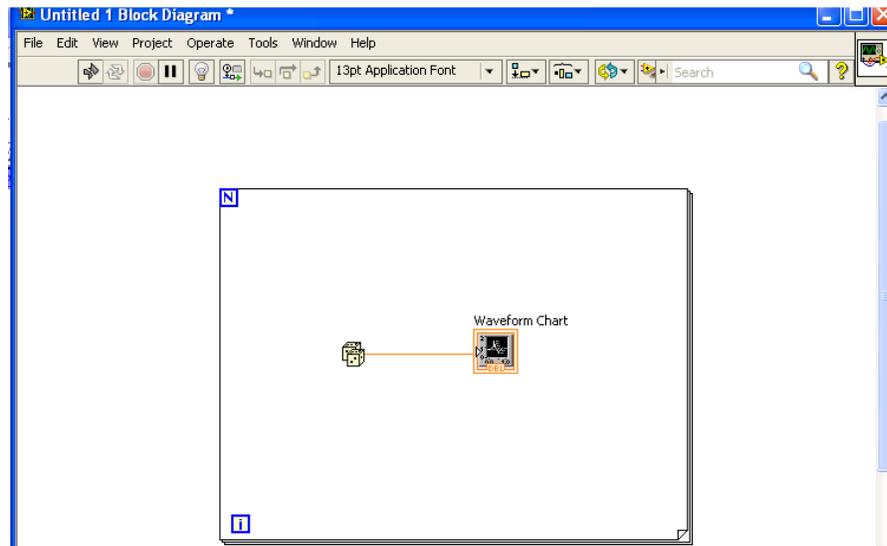
**Figura 2.27 Panel frontal de LabVIEW**



**Fuente:** (Autores)

- Diagrama de bloques: constituye el código fuente del VI, es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal. El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW, en el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales, son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales, los controles e indicadores que se colocaron previamente en el panel frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales.

**Figura 2.28 Diagrama de bloques en LabVIEW**



**Fuente:** (Autores)

#### **2.8.4 Como programar en LabVIEW**

Con el entorno gráfico de programación de LabVIEW se comienza a programar a partir del panel frontal, en primer lugar se definirán y seleccionarán de la paleta de controles todos los controles (entradas que dará el usuario) e indicadores (salidas que presentará en pantalla el VI) que se emplearán para introducir los datos por parte del usuario y presentar en pantalla los resultados, una vez colocados todos los objetos necesarios en el panel frontal, se debe pasarse a la ventana diagram (menú Windows > Show Diagram), que es donde se realiza la programación propiamente dicha (diagrama de bloques), al abrir esta ventana, en ella se encuentran los terminales correspondientes a los objetos situados en el panel frontal, dispuestos automáticamente por LabVIEW.

Se deben ir situando las funciones, estructuras, etc., que se requieran para el desarrollo del programa, las cuales se unen a los terminales mediante cables, para facilitar la tarea de conexión de todos los terminales, en el menú "Help" puede elegirse la opción "Show Help", con lo que al colocar el cursor del ratón sobre un elemento aparece una ventana con información relativa a éste (parámetros de entrada y salida). Además, si se tiene seleccionado el cursor de cableado, al situar éste sobre un elemento se muestran los terminales de forma intermitente.

### **2.8.5 Aplicaciones**

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales, también es muy rápido hacer programas con LabVIEW y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él, los programas en LabVIEW son llamados instrumentos virtuales (VIs), para los amantes de lo complejo, con LabVIEW pueden crearse programas de miles de VIs (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, proyectos para combinar nuevos VIs con VIs ya creados, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación. Presenta facilidades para el manejo de interfaces de comunicación como:

- Puerto serie
- Puerto paralelo
- GPIB

- PXI
- VXI
- TCP/IP, UDP, DataSocket
- Irda
- Bluetooth
- USB
- OPC.

Además, tiene la capacidad de interactuar con varios tipos lenguajes de programación y distintas aplicaciones:

- DLL: librerías de funciones
- .NET
- ActiveX
- Multisim
- Matlab/Simulink
- AutoCAD, SolidWorks, etc.

Así como también posee otras características muy importantes que hacen que este software sea uno de los más usados para la creación de interfaces:

- Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
- Tiempo real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs para control o validación.
- Sincronización entre dispositivos.

## 2.9 Glosario de términos

**ACTUADOR.-** es un dispositivo capaz de recibir la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final.

**AUTOMATIZACIÓN.-** es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

**CLIMATIZACIÓN.-** consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

**CO<sub>2</sub>.-** es un gas llamado dióxido de carbono que se origina de la combustión incompleta de los combustibles inorgánicos

**DETECTOR.-** dispositivo capaz de detectar o percibir cierto fenómeno físico, tal como la presencia de humo proveniente de un incendio, la existencia de un gas en el aire y la presencia de un intruso.

**DISPOSITIVO.-** es un aparato o mecanismo que desarrolla determinadas acciones.

**DOMÓTICA.-** la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado, brindando seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados.

**EDIFICIO INTELIGENTE.-** es aquel que cuya supervisión y control del conjunto de sus instalaciones eléctricas, de seguridad, informática y transporte, se realizan en forma integrada y automatizada, logrando así una

mayor eficacia operativa y, al mismo tiempo, un mayor confort y seguridad para el usuario.

**FACTIBILIDAD.-** se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto.

**INMÓTICA.-** es la incorporación al equipamiento de edificios de uso terciario o industrial (oficinas, edificios corporativos, hoteleros, empresariales y similares), de sistemas de gestión técnica automatizada de las instalaciones, con el objetivo de reducir el consumo de energía, aumentar el confort y la seguridad de los mismos.

**INTEGRACIÓN.-** es un medio por el cual podemos unir varias cosas, sistemas o circuitos.

**LUMINARIAS.-** son dispositivos conectados a una red eléctrica los cuales generan luz, comúnmente conocidas como lámparas.

**PRESUPUESTO.-** cálculo anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica (personal, familiar, un negocio, una empresa, una oficina, un gobierno) durante un período de tiempo.

**RANGO.-** puede hacer referencia al nivel o la categoría de algo.

**REFERENCIAL.-** que sirve de modelo o ejemplo con el cual se puede comparar.

**REQUERIMIENTO.-** petición de algo o de alguien que se considera necesaria para realizar un acto.

**SENSOR.-** es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, y transformarlas en variables eléctricas.

**SISTEMA DE DETECCIÓN.-** es un programa usado para detectar accesos no autorizados o atentados en contra de algo o alguien.

**TIPOLOGÍA.-** se encarga de realizar una clasificación de diferentes elementos.

**TOPOLOGÍA.-** se define como una familia de comunicación usada por los computadores que conforman una red para intercambiar datos.

## **CAPÍTULO III**

### **3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipos de investigación**

Cabe mencionar que la base de toda investigación es el cumplir los objetivos planteados en el proyecto, para lo cual este proyecto se sustento por varios tipos de investigaciones, las cuales se mencionan a continuación:

##### **3.1.1 Investigación documental**

Para lo cual se realizó consultas de fuentes tales como textos, libros, revistas, catálogos, internet, etc., información que permitió tener acceso a los avances tecnológicos más actuales en el campo de la inmótica dirigidos al confort y a la creación de un mejor ambiente de trabajo.

##### **3.1.2 Investigación tecnológica**

Porque se relaciona con una tecnología ya existente en nuestro medio pero no muy usada y además distinguir todos los elementos a usarse en el diseño y la implementación de este sistema inmótico en el edificio de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte.

### **3.1.3 Investigación práctica**

Por que se realizó la implementación de un sistema inmótico en el edificio mencionado que tiene el propósito de una pronta utilización.

### **3.1.4 Investigación de campo**

Porque se ejecutó en la misma institución, mediante el uso de equipos, dispositivos, previamente seleccionados para realizar la implementación de este sistema inmótico.

## **3.2 Métodos de investigación**

### **3.2.1 Método inductivo-deductivo**

Este método se lo utilizara para la deducción de los contenidos y teorías investigadas acerca del tema formulando así una teoría explicativa en base a conclusiones extraídas para un mejor entendimiento del tema propuesto.

### **3.2.2 Método diseño tecnológico**

Este método lo ocupamos en base a la observación de las implementaciones de los sistemas inmóticos ya existentes, asemejando así tecnologías que nos sirvieron para determinar las características de nuestro sistema inmótico conjuntamente con todos sus complementos a usarse.

### **3.2.3 Método científico**

Se aplicó este método para poder valorar los conocimientos tecnológicos obtenidos mediante el estudio, la observación y la experimentación mediante la implementación, en la cual nos sustentamos para realizar un manual para la manipulación de este sistema.

### **3.3 Técnicas e instrumentos**

Las técnicas e instrumentos que apoyarán el desarrollo de este proyecto serán:

#### **3.3.1 Observación**

Es un proceso fundamental en toda investigación para obtener el mayor número de datos los cuales ayudaron a la implementación de este sistema.

#### **3.3.2 Criterio de expertos**

Personas calificadas que opinaron y dieron opciones en el desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 PROPUESTA**

#### **4.1 Título de la propuesta**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### **4.2 Propósito**

Diseñar e implementar un sistema inmótico, en el edificio de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte el mismo que tendrá fines prácticos y didácticos, así como también la elaboración de una fundamentación teórica de los sistemas inmóticos y dispositivos a utilizarse.

#### **4.3 Diseño del sistema inmótico**

##### **4.3.1 Sistema de iluminación**

En el edificio de educación técnica actualmente existen lámparas dañadas y en mal estado, la mayor parte del edificio está conformado por lámparas fluorescentes tubulares 2x40W de vapor de mercurio a baja presión, es decir, que cada lámpara consta de dos tubos y cada uno de estos es de 40W de potencia, en otras partes existen lámparas fluorescentes compactas de 25W, en las mismas condiciones.

**Figura 4.1 Lámparas dañadas en el edificio de educación técnica**



**Fuente:** (Autores)

Para la implementación de este sistema se rediseñaron los circuitos de iluminación, además, en cada aula se dividieron las lámparas al momento del encendido, con el fin de mejorar la visibilidad al momento de usar un proyector.

Así que los principales requisitos previstos para el control de este sistema es el cambio de la distribución del cableado eléctrico de iluminación, asimismo el cambio de lámparas en mal estado o que no estén funcionando correctamente, además de la implementación de los sensores de iluminación y la comunicación a la computadora la cual mediante el software LabVIEW, muestra si se encendieron las lámparas mediante un indicador establecido para cada zona de trabajo. El cable a utilizar es el conductor de cobre flexible Nro.14 AWG.

**Figura 4.2 Rediseño del circuito de iluminación**



**Fuente:** (Autores)

Se mencionó con anterioridad que en las lámpara fluorescentes solo se puede hacer un control de iluminación del tipo on/off, es decir, que estas lámparas solo se las puede controlar en encendido y apagado mas no regular poco a poco su intensidad lumínica(como en las lámparas incandescentes), durante el transcurso del día.

Los sensores a utilizarse para cada parte del edificio son del tipo fotoeléctrico que como se vio anteriormente es un dispositivo de control electrónico que permite variar el flujo luminoso de un sistema de iluminación en función de la iluminación detectada, es decir, aprovecha la luz natural, estos sensores, no son otra cosa que elementos fotosensibles colimados por una lente enfocada sobre el área de interés. Los sensores fotoeléctrico van a ser de la industria CAMSCO el modelo es PHS-06A

**Figura 4.3 Sensor fotoeléctrico CAMSCO modelo PHS-06A**



**Fuente:** (CAMSCO, 2008)

En la siguiente tabla se puede observar los sensores más apropiados según el tipo de ocupación y la cantidad de ocupantes, recomendaciones del Building Research Establishment (BRE) de Gran Bretaña.

**Tabla 4.1 Recomendaciones para el uso de los sensores de iluminación**

Recomendaciones respecto a los sensores más apropiados en distintas circunstancias. (Fuente: BRE, 1983.)				
Tipo de ocupación	Cantidad de ocupantes	Sensor horario	Sensor ocupacional	Sensor fotoeléctrico
Variable	Muchos	+++	+	+
Variable	Uno o dos	+	++	+
Horario Intermitente	Muchos	+++	+	+
Continua	Muchos	+++	Solo en áreas localizadas	+++
Continua	Uno o dos	+	Solo en áreas localizadas	++
Horario Intermitente	Uno o dos	---	+++	+
Eventual	Cualquiera	+++	+++	---

Notas: +++ Muy apropiado ; ++ Aceptable; + No recomendable; --- No aplicable

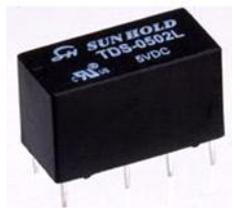
**Fuente:** (Building Research Establishment, 1983)

Para nuestro interés se toma en cuenta que los horarios en cuales el edificio abre sus puertas es a partir de las 07:00 am y finaliza a las 21:00 pm de lunes a viernes por ende su tipo de ocupación es continuo y la cantidad de ocupantes son alrededor de 200 personas entre estudiantes, docentes y personal administrativo, para ello existen dos tipos de sensores que cubren nuestras necesidades y se ha seleccionado los fotoeléctricos.

En el cuarto de archivo existen 2 lámparas fluorescentes compactas, este cuarto se va a controlar mediante un sensor ocupacional, porque este sitio se lo usa eventualmente y sus ocupantes son uno o dos personas, y según la tabla Nro. 4.1, es muy apropiado usar un sensor de estas características, de igual forma en los baños.

Como actuadores de este sistema se contara con relés de 2 y 10 amperios, los cuales procederán a abrir o cerrar el circuito según las necesidades detectadas por los sensores y la orden del controlador.

**Figura 4.4 Relé TDS-0502L 2A**



**Fuente:** (SUN HOLD ELECTRIC INC, 2015)

**Figura 4.5 Relé SRD-12VDC-SL-C 10A**



**Fuente:** (SONGLE RELAY, 2015)

La información y la comunicación se realizara mediante la incorporación del PIC 18f2550 el cual recoge los datos proporcionados por los sensores y manda la información a través de los módulos XBee Pro S1 que como se mencionó anteriormente tienen la ventaja de transmitir y recibir la información mediante una conexión inalámbrica.

**Figura 4.6 PIC 18f2550**



**Fuente:** (Autores)

#### **4.3.1.1 Funcionamiento del sistema de iluminación**

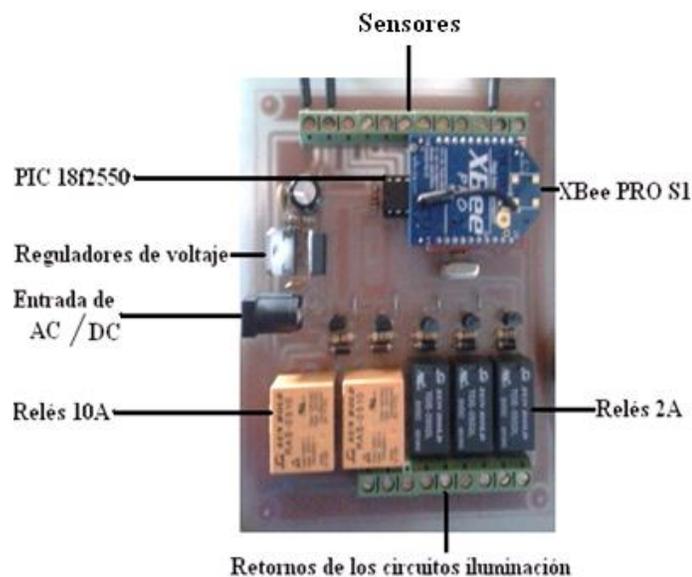
A continuación se explicara paso a paso como está conformado y funcionando el sistema de iluminación en el edificio de educación técnica, en primer lugar se investigó sobre los dispositivos y elementos que mejor se adaptan a este sistema, los que actualmente se encuentran funcionando en el edificio, los que incorporan nuevas tecnologías y el presupuesto, en base a estos factores, se seleccionaron los siguientes componentes:

- Como controlador el PIC 18f2550.
- Para la transmisión y recepción de datos se usó los módulos XBee PRO S1.
- Como actuadores del sistema relés, de 2 y 10 amperios.
- Como sensores se usaron los fotoeléctricos y los sensores de presencia.
- Para la interfaz hombre-máquina se usó LabVIEW.

Los sensores fotoeléctricos se instalaron en la oficina y para cada una de las aulas, estos dispositivos envían los datos adquiridos al PIC 18f2550 que en base a su programación, da las órdenes del cierre o apertura de los relés, mismos que hacen actuar a las lámparas en encendido o apagado.

Toda la información que se encuentra en el PIC 18f2550, por medio de los módulos XBee PRO S1, es enviada a la interfaz con LabVIEW, pudiendo así visualizar los datos y el funcionamiento del sistema de iluminación del edificio gráficamente; este es el funcionamiento en modo automático del sistema de iluminación.

**Figura 4.7 Placa de control del sistema de iluminación**



**Fuente:** (Autores)

En cuanto a lo que respecta al modo manual de operación del sistema de iluminación, se instalaron interruptores que pueden pasar del modo automático al modo manual, es decir, que cada lugar en donde se instaló este sistema es capaz de trabajar en modo manual y que los usuarios lo

controlen según sus conveniencias; pero también gracias a la interfaz lograda, se puede manipular desde LabVIEW, este sistema de forma manual.

En el cuarto de archivo y baños se instalaron los sensores de presencia, ya que estos lugares son utilizados por un rango mínimo de tiempo y por pocas personas, y según la tabla Nro. 4.1, estos sensores son los más óptimos para este caso, además se cuenta con los interruptores que de igual forma pueden pasar del modo automático al modo manual.

#### **4.3.2 Sistema de climatización (ventilación)**

Para la implementación de este sistema de ventilación, las instalaciones de este edificio deben cumplir con ciertas características para que puedan ser compatibles con el sistema antes mencionado, después de realizar la verificación se descubrió que las instalaciones actuales no cumplen con estas características para lo cual se realizó algunas modificaciones en las instalaciones eléctricas.

**Figura 4.8 Sistema de ventilación existente en una de las aulas**



**Fuente:** (Autores)

En una de las tres aulas, existe un sistema de ventilacion que no se encuentra funcionando y que ademas, las instalaciones eléctricas para este se encuentran en pésimas condiciones, con el respectivo estudio realizado en el edificio de educación técnica, se llegó a la conclusión de instalar estos sistemas de ventilación en los lugares que más se los necesita como son: las tres aulas en las que se recibe clases, y en las oficinas, lugares donde se juntan docentes y personal administrativo; como es notable estos lugares son donde mayor cantidad de personas permanecen en el día y al no contar con sistemas de ventilación-extracción de aire adecuados, se llega a sentir fatiga, cansancio y sueño.

Asimismo, para complementar esta parte del sistema inmótico, se realizó la instalación de varios extractores y ventiladores de aire, colocándose un extractor y un ventilador por cada lugar de trabajo, en sitios específicos en donde va funcionar dicho sistema, conectados a una fuente de alimentación de 110V de AC utilizando un cable de cobre flexible Nro. 12 AWG.

**Figura 4.9 Instalación de ventiladores y extractores**

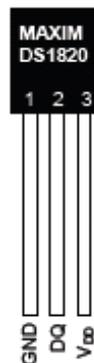


**Fuente:** (Autores)

Así con la implementación de este sistema, se brinda el confort necesario a los estudiantes y docentes que hacen uso de estas instalaciones.

Los sensores de temperatura fueron instalados en lugares específicos, los cuales envían los diferentes valores de temperatura en forma de señales eléctricas de acuerdo a los cambios de temperatura del lugar de trabajo, valores que serán recibidos y procesados por el PIC 18f2550 y este siguiendo las instrucciones de su programación es el encargado de analizar estos datos y tomar decisiones mismas que serán ejecutadas por los relés los cuales cerrarán o abrirán el circuito dejando actuar a los ventiladores y extractores.

**Figura 4.10 Sensor de temperatura DS1820**



**Fuente:** (Maxim Integrated, 2010)

#### **4.3.2.1 Funcionamiento del sistema de climatización**

A continuación se explica paso a paso como está conformado y funcionando el sistema de climatización (ventilación) en el edificio de educación técnica. En primer lugar se investigó sobre los dispositivos y elementos que mejor se adaptan a este sistema, los que actualmente se encuentran funcionando en el edificio, los que incorporan nuevas tecnologías

y el presupuesto, en base a estos factores, se seleccionaron los siguientes componentes:

- Como controlador el PIC 18f2550.
- Para la transmisión y recepción de datos se usó los módulos XBee PRO S1.
- Como actuadores del sistema relés de 2 amperios.
- Como sensores se usaron termómetros digitales DS18S20.
- Para la interfaz hombre-máquina se usó LabVIEW.

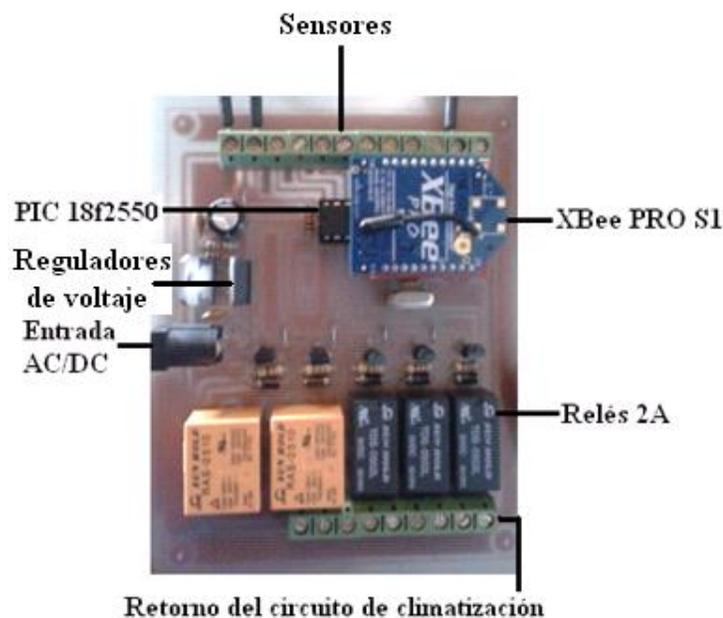
Los sensores DS18S20 se instalaron para cada aula, y la oficina de coordinación de carrera; estos dispositivos envían los datos censados al PIC 18f2550 que en base a su programación y los rangos de temperatura establecidos, da las órdenes del cierre o apertura de los relés, mismos que hacen actuar a los ventiladores y extractores en encendido o apagado.

Toda la información que se encuentra en el PIC 18f2550, por medio de los módulos XBee PRO S1, es enviada a la interfaz con LabVIEW pudiendo así visualizar los datos y el funcionamiento del sistema de climatización del edificio gráficamente, gracias a esta interfaz se puede modificar los valores o rangos de temperatura a los cuales van a trabajar los sensores, y estos nuevos valores son transmitidos al PIC por los módulos XBee, este es el funcionamiento en modo automático del sistema de iluminación.

En cuanto al modo manual de operación del sistema de climatización, se instalaron interruptores que pueden pasar del modo automático al modo manual o viceversa, es decir, que cada lugar en donde se instaló este sistema es capaz de trabajar en modo manual y que los usuarios lo controlen según sus conveniencias; pero también gracias a la interfaz, se puede manipular este sistema desde LabVIEW.

El interruptor de modo manual-automático es un interruptor en común que hace funcionar de manera conjunta al sistema de iluminación y de climatización, es decir, los dos sistemas van a funcionar sea en forma manual o automática.

**Figura 4.11 Placa de control del circuito de climatización**



**Fuente:** (Autores)

### 4.3.3 Sistema de seguridad

En este sistema existen varios factores que determinaran su correcto funcionamiento:

#### 4.3.3.1 Cámaras de seguridad

Su objetivo es vigilar y asegurar el correcto funcionamiento dentro y fuera del edificio, en la Universidad Técnica del Norte existe un cuarto de vigilancia

en el que se monitorea todos los edificios existentes en esta, y las personas que operan este sistema están al tanto de todo lo que sucede en cada uno de los lugares y reportan cualquier anomalía que puede suscitarse en estos sitios, en el edificio de educación técnica no se cuenta con una conexión directa al cuarto de vigilancia, es así entonces el motivo de la implementación del sistema de seguridad.

Este sistema garantiza que al existir algún inconveniente en el edificio, se cuente con el apoyo de seguridad de la universidad y así proteger el bienestar de los estudiantes, docentes, personal administrativo, además de los bienes inmuebles como son: el laboratorio de computación, laboratorio de prácticas, información de cada estudiante y docente.

Por lo cual se realiza la implementación de una cámara que envíe los videos en tiempo real a la guardianía y así puedan vigilar y monitorear el edificio para una mejor seguridad.

**Figura 4.12 Cámara robótica Wifi**



**Fuente:** (Autores)

La cámara instalada tiene tecnología inalámbrica, es decir, que se conecta a la red wifi de la universidad, mediante la incorporación de una IP a este dispositivo, se puede entrar en la cámara y monitorear o vigilar las instalaciones del edificio de educación técnica.

#### **4.3.3.2 Sistema de alarma**

Actualmente el edificio ya tiene instalada una alarma, que de igual forma fue parte de una tesis de estudiantes de la carrera razón por la cual no se procederá a manipular este sistema ya que funciona perfectamente.

#### **4.3.4 Sistema de control del flujo de agua**

La necesidad de la implementación de este sistema, es de cuidar posibles fugas de agua que puedan afectar el correcto funcionamiento dentro del edificio, porque ya ocurrió que al momento de que el edificio se queda sin agua por cualquier circunstancia, los estudiantes entran al baño y no se dan cuenta que dejan abierta la llave del agua, y al momento que se restablece el servicio, puede causar una pequeña inundación, desperdicio del líquido vital, daños del bien inmueble y de las cosas en él, y además, pérdida de clases; para esto se instalara una electroválvula a la entrada de las instalaciones de agua al edificio, que se encuentran en la parte posterior de este, asimismo un nuevo cableado eléctrico para este dispositivo, tomando en considerando el horario en el cual el edificio comienza y termina sus funciones académicas.

**Figura 4.13 Electroválvula**



**Fuente:** (Autores)

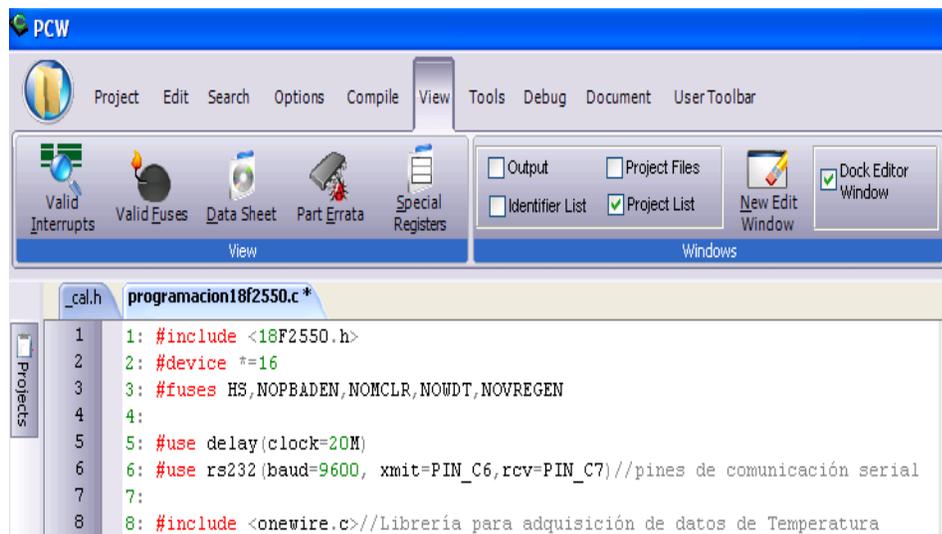
El funcionamiento para este cuarto en modo automático es el siguiente, al detectar presencia o movimiento dentro de este cuarto, los sensores de presencia que se instalaron se activaran, y darán la información al PIC 18f2550, y este a su vez a los relés mismos que activaran las lámparas, además esta información se transmite a LabVIEW, que gracias a su interfaz, se puede controlar los dispositivos desde este software. Para todo este sistema, se contó con los siguientes componentes:

- Como controlador el PIC 18f2550.
- Para la transmisión y recepción de datos se usó los módulos XBee PRO S1.
- Como actuadores del sistema relés de 2 amperios.
- Como sensores se usaron los de presencia
- Para la interfaz hombre-máquina se usó LabVIEW.

#### **4.3.5 Programación del PIC 18f2550**

El PIC puede programarse con distintos software, cada uno de estos tiene comandos específicos para estos dispositivos, muchos de estos comandos son los mismos aplicados en distintos programas, para la programación del PIC 18f2550 se utilizó el software CCS C compiler. En primer lugar se descarga e instala este software en la PC, este programa no necesita una licencia ya que es libre y se lo puede descargar sin inconveniente alguno. Al ejecutarse el programa nos despliega una ventana en la cual primero se define las características del PIC a utilizarse, es decir, su modelo, en nuestro caso es el 18f2550, número de pines, entradas, salidas, pines de comunicación, etc.

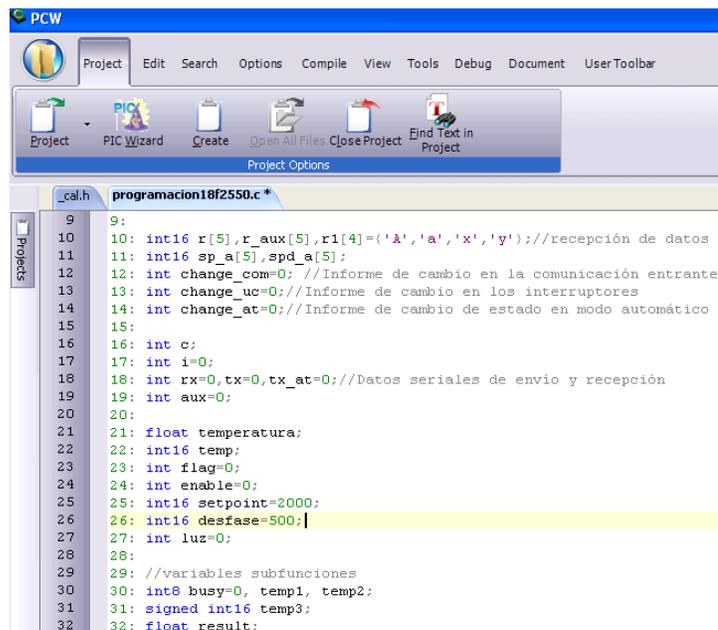
**Figura 4.14** Inclusión de las características del PIC 18f2550



**Fuente:** (Autores)

Seguidamente se continúa a la programación.

**Figura 4.15** Programación del PIC 18f2550



**Fuente:** (Autores)

#### 4.3.6 Programación de los módulos XBee

El primer paso es descargar el software para la programación del XBee, este programa se llama X-CTU, puede ser descargado de la página oficial de XBee; este software permite realizar la programación de una manera más natural, fácil y rápida. Una vez ejecutado se verá una ventana en la cual hay varias opciones o sub pestañas para la configuración del XBee:

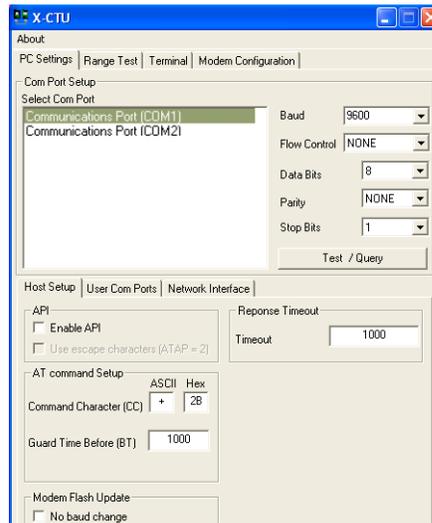
**PC Settings:** en esta pestaña es posible configurar el número y la velocidad del puerto serial.

**Range Test:** es posible enviar una cadena de datos de cualquier tipo para probar el rango de alcance de la señal. Esto genera automáticamente datos y los envía por el módulo, de tal forma que permite verificar si los datos llegan sin inconvenientes o da error si no llegan.

**Terminal:** todo lo escrito aquí, entra directamente al módulo como si estuviera en el modo de comandos.

**Modem Configuration:** permite leer o cargar cierta configuración predeterminada. Permite ver la configuración de cada modem y cambiar alguna característica.

**Figura 4.16 Ventana principal del X-CTU**



**Fuente:** (Autores)

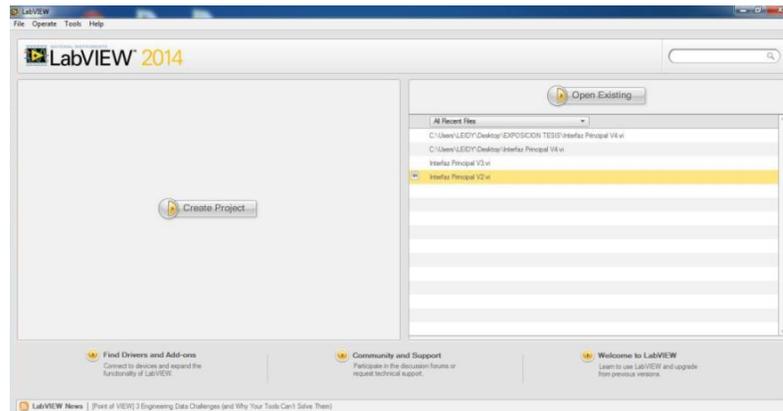
Una vez conectado el XBee al PC, se configura la velocidad, la paridad y el control de flujo según lo deseado, para verificar se presiona el botón que dice Test, y si la comunicación está bien aparece una ventana con la información del módulo XBee., luego se procede con la programación en la pestaña Terminal.

#### **4.3.7 Interfaz en LabVIEW**

En el apartado anterior se mencionó que LabVIEW, es un revolucionario sistema de programación gráfica, adquisición, interpretación y control de datos, y, para poder decir que un edificio es inteligente se requiere contar con una HMI, es decir, una Interfaz Hombre-Máquina que sea intuitiva y fácil de interpretar por los usuarios; es ahí donde entra a trabajar LabVIEW. En esta interfaz, se visualiza el estado de los sistemas inmóticos, como por ejemplo si las luces, los ventiladores, de las aulas u oficinas se encuentran encendidos o apagados, o encenderlos y apagarlos desde este software,

asimismo muestra la adquisición de datos de temperatura proporcionados por los sensores instalados.

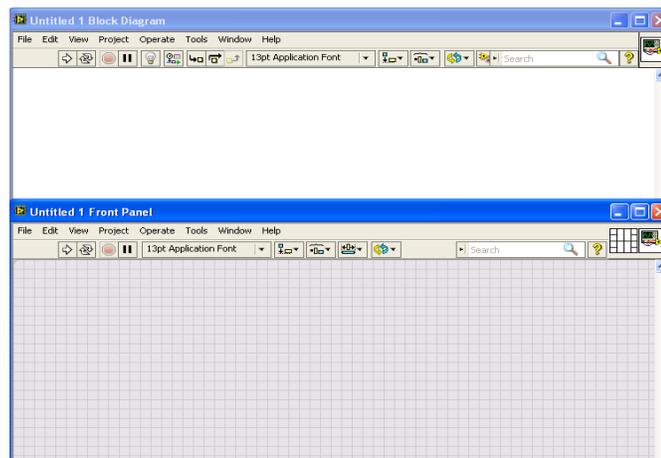
**Figura 4.17 Ventana principal de LabVIEW**



**Fuente: (Autores)**

Una vez ejecutado este software seleccionamos Blank VI para poder realizar nuestra interfaz, luego nos muestra las ventanas del panel frontal y de diagramas de bloques, donde empezaremos con el desarrollo de nuestro proyecto.

**Figura 4.18 Ventana del panel frontal y diagrama de bloques**



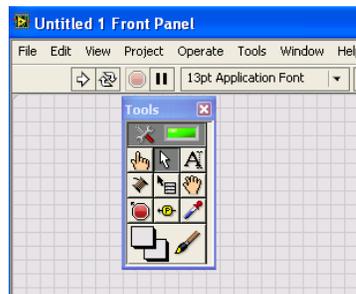
**Fuente: (Autores)**

Para la realización o creación de los proyectos en LabVIEW, se usan las herramientas que este software proporciona, en la ventana del panel frontal se cuenta con dos tipos de paletas.

#### 4.3.7.1 Tools palette (paleta de herramientas)

Esta paleta nos sirve tanto en el panel frontal como en la ventana del diagrama de bloques, sirve para modificar y depurar los objetos añadidos en estas ventanas.

**Figura 4.19 Paleta de herramientas**



**Fuente:** (Autores)



Automatic Tool Selection: con este icono se puede elegir la opción de selección automática de la herramienta, es decir, que con esta función podemos modificar cualquier característica de los objetos del panel frontal, sin necesidad de buscar uno por uno los iconos para modificar las características.



Operate Value: cambia el valor o la posición de los controles.



Position Size Select: cambia de tamaño, selecciona y desplaza los objetos.



Edit Text: crea y edita texto, crea etiquetas en los objetos.



Connect Wire: conecta los objetos en la ventana de diagrama de bloques.



Object Shortcut Menu: despliega el menú de un objeto.



Scroll Window: desplaza la pantalla en cualquier dirección.



Set Clear Breakpoint: fija puntos de interrupción del programa en VIs, funciones y estructuras.



Probe Data: crea puntos de prueba en los cables, en los que se pueda visualizar el valor del dato que fluya por este, en cada instante.



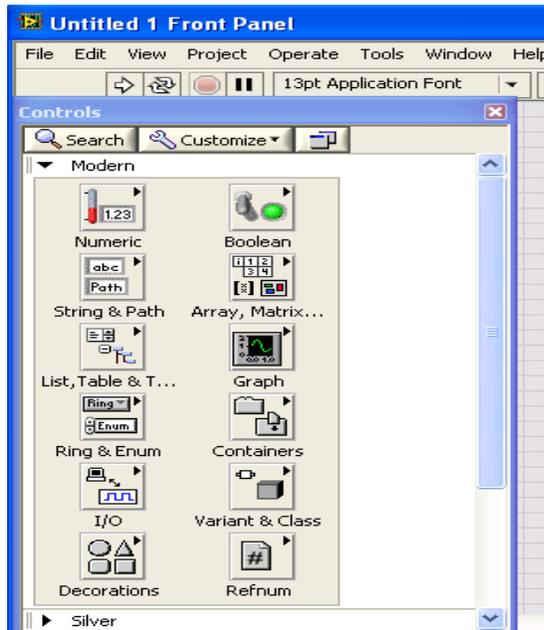
Get Color: copia el color para luego establecerlo, mediante la siguiente herramienta.



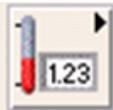
Set Color: establece el color de fondo y de los objetos.

### 4.3.7.2 Controls palette (paleta de controles)

Figura 4.20 Paleta de controles



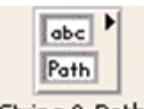
Fuente: (Autores)



**Numeric** Introducción y visualización de cantidades y controles numéricos



**Boolean** Introducción y visualización de controles como pulsadores, interruptores.



**String & Path** Para la entrada y visualización de texto.



Array, Matrix. Agrupa elementos, objetos, y entrada de matrices.



List, Table & Table. Visualiza y selecciona una lista de opciones, listas, tablas, etc.



Graph. Representa los datos gráficamente.



Ring & Enum. Para gestión de archivos.



Containers. En una tabla crea distintas hojas, conteniendo cualquier objeto en ellas.



I/O. Comunicación con un instrumento.



Decorations. Introduce formas de varios objetos como líneas, flechas, triángulos, etc.



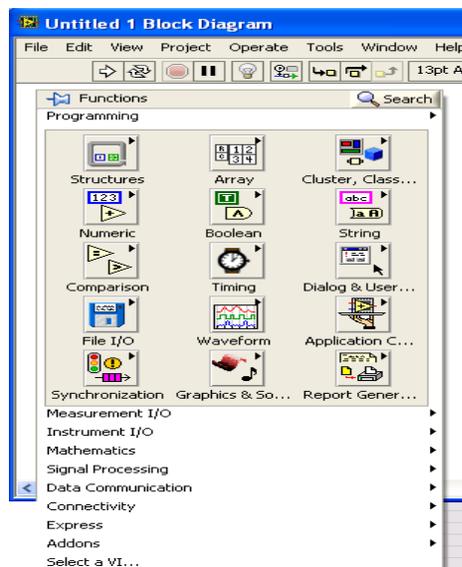
Refnum. Cambia la representación de un control.

En cuanto a lo que respecta con la ventana de diagrama de bloques, existen dos paletas que ayudan a crear y modificar los proyectos, una es la ya mencionada Tools palette (paleta de herramientas), y la otra se describe a continuación.

#### 4.3.7.3 Functions palette (paleta de funciones)

Esta paleta de funciones es específicamente para la ventana del diagrama de bloques.

**Figura 4.21 Paleta de funciones**



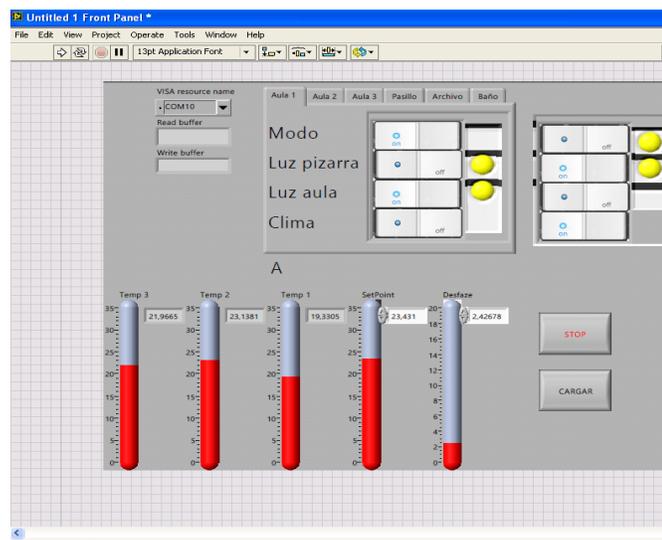
**Fuente:** (Autores)

Como se vio con anterioridad LabVIEW posee una extensa gama de herramientas para la creación de los proyectos o los denominados VIs, además, este software permite importar o agregar desde nuestra computadora, las imágenes de nuestros propios controles.

#### 4.3.7.4 Programando LabVIEW

La programación de LabVIEW empieza en la ventana del panel frontal, en primer lugar se define y selecciona de la paleta de controles todos los componentes necesarios, tanto controles (entradas que da el usuario) como indicadores (salidas que presenta en la pantalla del VI), que se emplearan para definir e introducir los datos. También se puede seleccionar estos componentes desde nuestra computadora previa creación de estos.

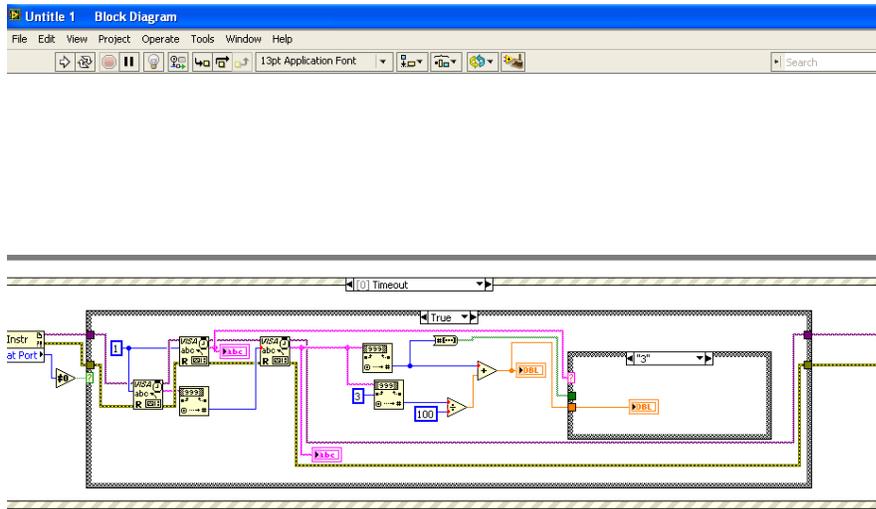
**Figura 4.22 Selección e introducción de los controles y componentes**



**Fuente:** (Autores)

Una vez seleccionados todos los controles, automáticamente estos aparecerán en la ventana del diagrama de bloques, en la cual procederemos a unir los componentes y a crear los enlaces debidos con las demás herramientas de esta ventana.

**Figura 4.23 Controles en la ventana de diagrama de bloques**



**Fuente: (Autores)**

## **CAPÍTULO V**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- Con la elaboración de la fundamentación teórica de los sistemas inmóticos, y los dispositivos usados en ellos, se logró diseñar e implementar este sistema inmótico en el edificio de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte.
- En el sistema inmótico implementado, se usó la arquitectura distribuida para la conexión de los distintos elementos, la topología en estrella para la distribución física de los mismos y para el intercambio de información, la transmisión por corrientes portadoras.
- Para el control y monitoreo del sistema inmótico, se diseñó una interfaz hombre-máquina con el software LabVIEW.

#### **5.2 Recomendaciones**

- Para el diseño de cualquier sistema inmótico hay que tomar en cuenta las necesidades que existen dentro del edificio así como también, las características técnicas de este, y así poder realizar la elección y forma de conexión de todos los componentes que integran el sistema.

- Para la distribución, conexión y transmisión de los distintos dispositivos usados en la implementación del sistema inmótico, es necesario seleccionar de la forma más adecuada, cada una de ellas, tomando en cuenta las ventajas y desventajas que poseen.
- La interfaz hombre-máquina, debe ser intuitiva y amigable, para que los usuarios puedan manipular el sistema de una forma fácil, sencilla y rápida.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros**

BENALCÁZAR GÓMEZ, Marco Arturo (2010) Guía para la elaboración de tesis. Impreso en El Taller Libertario.

BOLSERN, Paolo; SCATTOLINI, Riccardo; SCHIAVONI, Nicola (2009) Fundamentos de control automático Edición Nro. 3 Editorial: Madrid/Mc Graw-Hill.

GUERRA REYES, Frank; NARANJO TORO, Miguel (2012) Los organizadores gráficos interactivos. Imprenta Universitaria Ibarra

HERNÁNDEZ GAVIÑO, Ricardo (2010) Introducción a los sistemas de control: conceptos, aplicaciones y simulaciones con Matlab. Editorial: Pearson Educación.

MORO VALLINA, Miguel (2010) Instalaciones solares fotovoltaicas: electricidad-electrónica; instalaciones eléctricas y automáticas. Editorial: Madrid/Paraninfo.

OGATA, Katsohiko (2010) Ingeniería de control moderna. Edición Nro. 5 Editorial: Pearson Education.

REYES, Carlos A. (2008) Microcontroladores PIC programación en Basic Edición Nro. 3 Impreso por RISPERGRAF Quito-Ecuador

ROMERO, Cristóbal; VÁSQUEZ Francisco (2011) Domótica e inmótica: viviendas y edificios inteligentes. Edición Nro. 3 Editorial: Alfa omega

## Tesis

CARVAJAL GARCIA, Fredy Armando; PORTILLA POZO, Washington (2010) Diseño y montaje de un tablero didáctico de lámparas de alumbrado público equipado con sistemas de protección y medición. Ibarra

FAVARA DÁVILA, Carlos Andrés (2008) Diseño y simulación del sistema inmótico del hospital un canto a la vida. Sangolqui

JÁCOME COMINA, César Augusto (2013) Diseño e implementación de un prototipo de red inalámbrica tipo mesh, para el monitoreo y control de riego en una amplia gama de sectores y cultivos (agrícola o florícola) del cantón Pujilí barrio Danzapamba. Latacunga

LOPEZ JATIVA, Roberto Carlos; OÑATE SUÁREZ, Edwin Rolando (2010) Implementación de un sistema automático de ventilación e iluminación controlado por un microcontrolador en el laboratorio de mantenimiento eléctrico. Ibarra

MONTALVO LOZA, Christian Hernán (2011) Edificios inteligentes para personas con discapacidad. Ibarra

MORILLO CERÓN, Cristian Andrés (2009) Diseño del sistema de automatización para un edificio inteligente. Quito

RIVERA FÁRES, Jorge Luis (2010) Diseño e implementación de un módulo data logger para registros de datos obtenidos de variables analógicas mediante el módulo usb del pic 18f2550 y el software LabVIEW para comunicación con un pc. Latacunga

### 5.3 Linkografía

<http://www.taringa.net/posts/info/3918312/Domotica-casas-inteligente.html>

<http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1343pub.pdf>

<http://www.universalremote.com/products/residential/remotes/mx-6000>

<http://www.nebrija.es/~jmaestro/ATA018/Domotica.pdf>

<http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/generalidades.pdf>

<http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>

<http://xbee.cl>

<http://dalab.ws/ubersonic/arduino-y-xbee/>

[http://ftpl.digi.com/support/documentation90000976\\_M.pdf](http://ftpl.digi.com/support/documentation90000976_M.pdf)<http://www.zigbee.net/archivos/384>

[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

## ANEXOS

### Anexo 1 Características y especificaciones del sensor fotoeléctrico



#### Introduction:

PHS-06A is designed for automatic light control. It can be used to turn on streetlights at night and turn off at dawn.

#### Safety Precaution:

Any improper use of this product can cause short circuit, which can damage product itself or even cause fire. Please read instruction carefully and make sure:

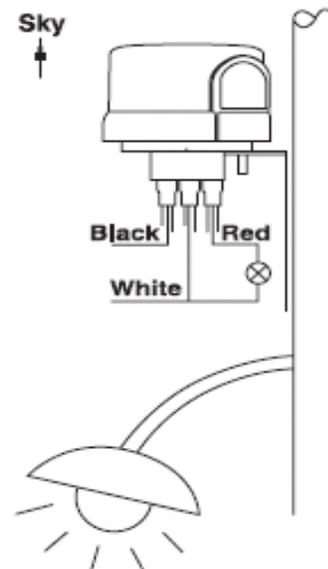
1. Wiring and mounting position are correct according to instruction.
2. Auto lighter must work within rated current and voltage.

#### Technical Data:

- 1) Rated voltage: 105-305VAC
- 2) Rated frequency 50-60Hz
- 3) Current: 10A,
- 4) Max Load: 1000W, 1800VA
- 5) Working Environment: 32 122 °C (0 °C-50 °C)
- 6) Acting time:  
Turn on in 30 seconds when light level :  $\leq 10\text{Lux}$   
Turn off in 2 minutes when light level :  $\geq 70\text{Lux}$
- 7) Specification:  
Weight: 220g  
Size: 110mm x 90mm x 85mm

#### Installation:

- 1) Install with sensor face up to the sky as show in picture
- 2) Window on the sensor should not face potential light sources
- 3) Connect wires to circuit as following:  
Load: Red wire  
Common: White wire  
Source: Black wire
- 4) Mount light sensor to supporting structure with metal support included.



## Anexo 2 Características y especificaciones del sensor de temperatura



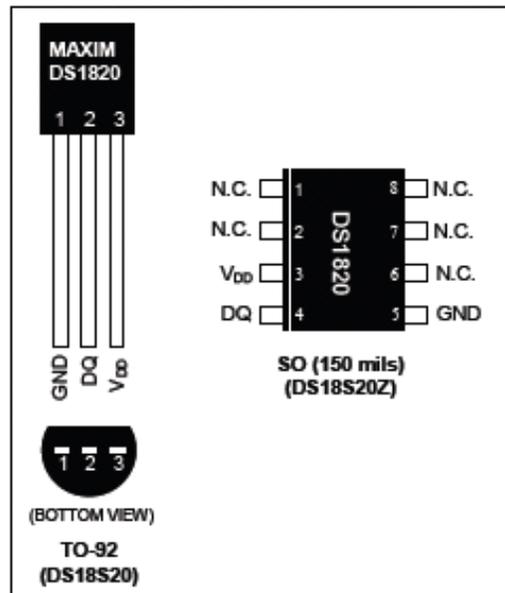
### DS18S20

### High-Precision 1-Wire Digital Thermometer

#### FEATURES

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Each Device has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in an On-Board ROM
- Multidrop Capability Simplifies Distributed Temperature Sensing Applications
- Requires No External Components
- Can Be Powered from Data Line. Power Supply Range is 3.0V to 5.5V
- Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
- $\pm 0.5^\circ\text{C}$  Accuracy from -10°C to +85°C
- 9-Bit Thermometer Resolution
- Converts Temperature in 750ms (max)
- User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings
- Alarm Search Command Identifies and Addresses Devices Whose Temperature is Outside Programmed Limits (Temperature Alarm Condition)
- Applications Include Thermostatic Controls, Industrial Systems, Consumer Products, Thermometers, or Any Thermally Sensitive System

#### PIN CONFIGURATIONS



#### DESCRIPTION

The DS18S20 digital thermometer provides 9-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18S20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to +125°C and is accurate to  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  over the range of -10°C to +85°C. In addition, the DS18S20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18S20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18S20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18S20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

## Anexo 3 Especificaciones y características de los relés de 2 y 10 amperios

I	NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE ( $\Omega$ )( $\pm 10\%$ )	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)( $\pm 10\%$ )	PULL IN VOLTAGE (VDC)	DROP OUT VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
	3V	25 $\Omega$	0.36W	120.0mA	75% MAX.	10% MIN.	150%
	5V	70 $\Omega$		71.4mA			
	6V	100 $\Omega$		60.0mA			
	9V	220 $\Omega$		40.9mA			
	12V	400 $\Omega$		30.0mA			
24V	1600 $\Omega$	15.0mA					

L	NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE ( $\Omega$ )( $\pm 10\%$ )	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)( $\pm 10\%$ )	PULL IN VOLTAGE (VDC)	DROP OUT VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
	3V	45 $\Omega$	0.2W	66.7mA	75% MAX.	10% MIN.	150%
	5V	125 $\Omega$		40.0mA			
	6V	180 $\Omega$		33.3mA			
	9V	405 $\Omega$		22.2mA			
	12V	720 $\Omega$		16.7mA			
24V	2800 $\Omega$	8.6mA					

W	NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE ( $\Omega$ )( $\pm 10\%$ )	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)( $\pm 10\%$ )	PULL IN VOLTAGE (VDC)	DROP OUT VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
	3V	60 $\Omega$	0.15W	50.0mA	75% MAX.	10% MIN.	150%
	5V	167 $\Omega$		29.9mA			
	6V	240 $\Omega$		25.0mA			
	9V	540 $\Omega$		16.7mA			
	12V	960 $\Omega$		12.5mA			
24V	3840 $\Omega$	6.3mA					

### CONTACT RATING

Item	Type	2A
Rated Carrying Current		DC24V 2A AC120V 1A
Max. Allowable Current		2A
Max. Allowable Voltage		AC 150V DC 28V
Max Current (continual)		2A
Contact Material		Ag alloy



## TDS SERIES

### ORDERING INFORMATION

TDS-      

D:0.45W  
 I:0.36W  
 L:0.2W  
 W:0.15W

02:2A

COIL VOLTAGE

TYPE



### FEATURES:

- 2 pole Relay suitable for single circuit.
- Plastic epoxy resin sealed type for washing procedure.
- Small size and lightweight can provide high density PCB mounting.
- DIL pitch terminal.
- RoHS 2011/65/EU compliant

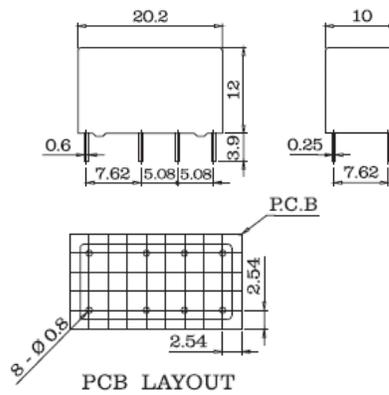
### COIL RATING(at 20°C)

D	NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE ( $\Omega$ )( $\pm 10\%$ )	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)( $\pm 10\%$ )	PULL IN VOLTAGE (VDC)	DROP OUT VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
	3V	20 $\Omega$	0.45W	150.0mA	75% MAX.	10% MIN.	150%
	5V	56 $\Omega$		89.2mA			
	6V	80 $\Omega$		75.0mA			
	9V	180 $\Omega$		50.0mA			
	12V	320 $\Omega$		37.5mA			
	24V	1280 $\Omega$		18.8mA			
	48V	4500 $\Omega$		0.51W			

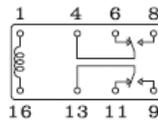
PERFORMANCE(at initial value)

Item	Type	2A
Contact Resistance		100mΩ Max. (Initial value)
Operate Time		6msec Max.
Release Time		4msec Max.
Dielectric Strength between coil & contact between contact		AC1000V (1min) AC500V (1min)
Insulation Resistance		100MΩ Min.(DC500V)
Operating Ambient Temperature		-40°C ~+80°C
Humidity		35 to 85%RH
Vibration Resistance		10G (10~55Hz)(Dual amplitude:1.5mm)
Shock Resistance		10G
Life Expectancy Mechanically Electrically		10,000,000 ops. Min.(1800 ops./h) 100,000 ops. Min. (1200 ops./h)
Weight		5g(approx.)

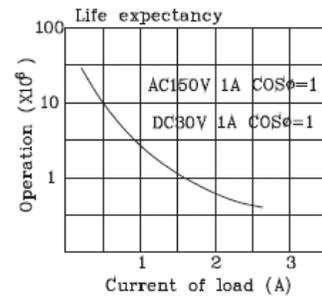
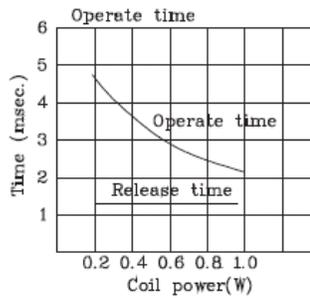
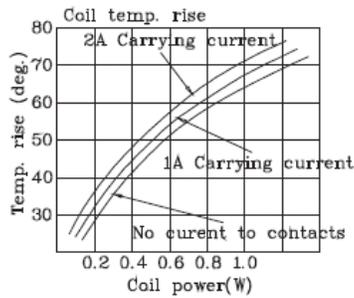
DIMENSIONS(Unit:mm)



WIRING DIAGRAMS(Bottom View)



REFERENCE DATA



# SONGLE RELAY

	<b>RELAY ISO9002</b>	<b>SRD</b>
---	----------------------	------------



## 1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL, CUL, TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

## 2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.  
( Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

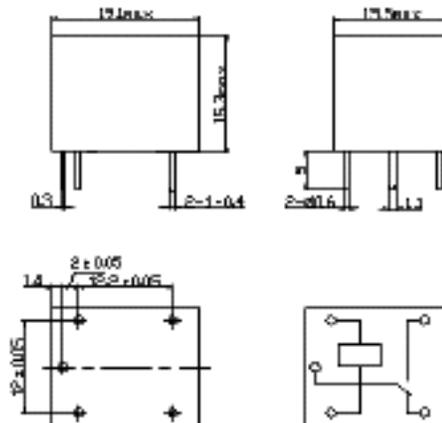
## 3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03, 05, 06, 09, 12, 24, 48VDC	S: Sealed type	L: 0.36W	A: 1 form A
		F: Flux free type	D: 0.45W	B: 1 form B C: 1 form C

## 4. RATING

CCC	FILE NUMBER: CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER: CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

## 5. DIMENSION (unit:mm) DRILLING (unit:mm) WIRING DIAGRAM



## 6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance ( $\Omega$ ) $\pm 10\%$	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max. Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

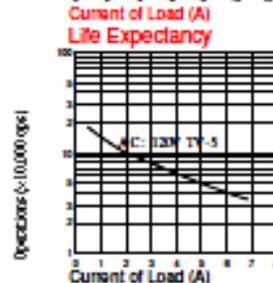
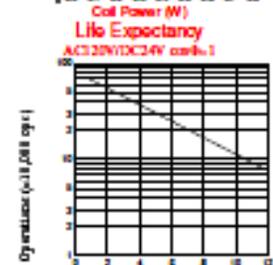
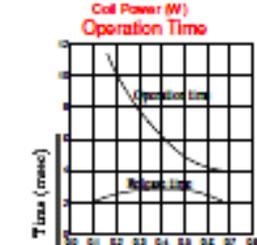
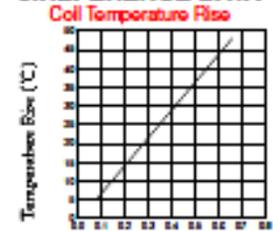
## 7. CONTACT RATING

Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity		7A 28VDC	10A 28VDC
Resistive Load ( $\cos\phi=1$ )		10A 125VAC	10A 240VAC
		7A 240VAC	
Inductive Load ( $\cos\phi=0.4$ L/R=7msec)		3A 120VAC	5A 120VAC
		3A 28VDC	5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

## 8. PERFORMANCE (at initial value)

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100m $\Omega$ Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 M $\Omega$ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 <sup>7</sup> operations. Min. (no load)
Electrically		10 <sup>5</sup> operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

## 9. REFERENCE DATA



## Anexo 4 Especificaciones y características del PIC 18f2550



# MICROCHIP PIC18F2455/2550/4455/4550

## 28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nanoWatt Technology

### Universal Serial Bus Features:

- USB V2.0 Compliant
- Low Speed (1.5 Mb/s) and Full Speed (12 Mb/s)
- Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
- Supports up to 32 Endpoints (16 bidirectional)
- 1 Kbyte Dual Access RAM for USB
- On-Chip USB Transceiver with On-Chip Voltage Regulator
- Interface for Off-Chip USB Transceiver
- Streaming Parallel Port (SPP) for USB streaming transfers (40/44-pin devices only)

### Power-Managed Modes:

- Run: CPU on, Peripherals on
- Idle: CPU off, Peripherals on
- Sleep: CPU off, Peripherals off
- Idle mode Currents Down to 5.8  $\mu$ A Typical
- Sleep mode Currents Down to 0.1  $\mu$ A Typical
- Timer1 Oscillator: 1.1  $\mu$ A Typical, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.1  $\mu$ A Typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

### Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes, including High-Precision PLL for USB
- Two External Clock modes, Up to 48 MHz
- Internal Oscillator Block:
  - 8 user-selectable frequencies, from 31 kHz to 8 MHz
  - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Dual Oscillator Options allow Microcontroller and USB module to Run at Different Clock Speeds
- Fail-Safe Clock Monitor:
  - Allows for safe shutdown if any clock stops

### Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source: 25 mA/25 mA
- Three External Interrupts
- Four Timer modules (Timer0 to Timer3)
- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules:
  - Capture is 16-bit, max. resolution 5.2 ns (TCY/16)
  - Compare is 16-bit, max. resolution 83.3 ns (TCY)
  - PWM output: PWM resolution is 1 to 10-bit
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module:
  - Multiple output modes
  - Selectable polarity
  - Programmable dead time
  - Auto-shutdown and auto-restart
- Enhanced USART module:
  - LIN bus support
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module Supporting 3-Wire SPI (all 4 modes) and I<sup>2</sup>C™ Master and Slave modes
- 10-Bit, Up to 13-Channel Analog-to-Digital Converter (A/D) module with Programmable Acquisition Time
- Dual Analog Comparators with Input Multiplexing

### Special Microcontroller Features:

- C Compiler Optimized Architecture with Optional Extended Instruction Set
- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: > 40 Years
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 41 ms to 131s
- Programmable Code Protection
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins
- Optional Dedicated ICD/ICSP Port (44-pin, TQFP package only)
- Wide Operating Voltage Range (2.0V to 5.5V)

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-Bit A/D (ch)	CCP/ECCP (PWM)	SPP	MSSP		EUSART	Comparators	Timers 8/16-Bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					SPI	Master I <sup>2</sup> C™			
PIC18F2550	32K	16384	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3

## Anexo 5 Comandos usados para la configuración del módulo XBee

<b>Comando</b>	<b>Rango</b>	<b>Descripción</b>
<b>AT</b>		
<b>A1</b>	0 - 0x0F	Describe el modo de Asociación de un módulo. Utilizado como Dispositivo Terminal (CE=0). Defecto=0.
<b>A2</b>	0 - 0x0F	Describe el modo de Asociación de un módulo utilizado como Coordinador (CE=1). Defecto=0.
<b>AC</b>	-	Aplica los cambios realizados explícitamente en la configuración.
<b>AP</b>	0 - 0x02	Habilita el modo de operación API. Defecto=0. 0 Modo API Deshabilitado. 1 Modo API habilitado. 2 Modo API habilitado con carácter de escape.
<b>BD</b>	0 - 0x07	Ajusta la tasa de transmisión entre el módulo y su cliente conectado a través de la interfaz serial. Para valores no-estándar revisar el manual. Defecto=3. 0 1200 1 2400 2 4800 3 9600 4 19200 5 38400 6 57600 7 115200
<b>CC</b>	0 - 0xFF	Establece el carácter de secuencia a ser usado entre tiempos de esperas para entrar al modo de comandos. Defecto=0x2B ( carácter ASCII +)
<b>CH</b>	0x0B - 0x1A	Establece el canal por el cual se realiza la conexión RF entre módulos. Verificar Tabla 5-1 Frecuencia de Canales para configurar este parámetro. Defecto=0x0C.
<b>CE</b>	0 - 1	Indica el comportamiento del módulo. Defecto=0. 0 Dispositivo Terminal. 1 Coordinador.
<b>CN</b>	-	Sale del modo de Comando.
<b>D0-D4</b>	0 - 5	Ajusta la configuración de los pines I/O. 0 Deshabilitado.

		1 -- ADC. 2 3 Entrada Digital. 4 Salida Digital LOW.
<b>D5</b>	0 - 5	Mismas funciones que D0 - D4, exceptuando lo siguiente:
<b>D6</b>	0 - 5	1 Indicador de Asociación. Mismas funciones que D0 - D4, exceptuando lo siguiente: 1 Control de Flujo RTS. 2 No tiene conversor ADC.
<b>D7</b>	0 - 5	Mismas funciones que D0 - D4, exceptuando lo siguiente: 1 Control de Flujo CTS. 2 No tiene conversor ADC.
<b>D8</b>	Sólo 0 y 3	Ajusta la configuración del pin DI-8 (pin 9). 0 Deshabilitado. 3 Entrada Digital.
<b>DB</b>	0x17 - 0x5C (x-1dBm)	Lee la potencia de la señal del módulo del cual provino el último paquete RF recibido.
<b>DL</b>	0 - 0xFFFF FFFF	Ajusta los 32 bits menos significativos para direccionamiento. Defecto = 0.
<b>DH</b>	0 - 0xFFFF FFFF	Ajusta los 32 bits más significativos para direccionamiento. Defecto = 0.
<b>GT</b>	2 - 0x0CE 4 (x 1 ms)	Tiempo de espera antes y después de ingresar el carácter de secuencia para entrar al modo de comandos. Defecto = 0x3E8.
<b>IA</b>	0 - 0xFFFF FFFF FFFF FFF	Utilizado para crear el Cable Virtual. Indica la dirección del módulo de origen de los datos. Defecto= 0xFFFFFFFFFFFFFFFF (no permite el recibo de ningún paquete para cambiar las salidas.)
<b>ID</b>	0 - 0xFFFF F	Ajusta la dirección PAN del módulo. Defecto = 0x3332
<b>IR</b>	0 - 0xFFFF F (x1 ms)	Ajusta la tasa de muestreo de los pines I/O. Defecto = 0.

## Anexo 6 Especificaciones del módulo XBee Pro S1

<b>Detalles</b>		<b>XBEE 802.15.4 (Series 1)</b>
<b>Funciones</b>		
<b>Tasa de datos</b>		254 Kbps
<b>Rango recinto interior</b>		30 m
<b>Rango línea de visión</b>		100 m
<b>Potencia de Transmisión</b>		1 mW (+0 dBm)
<b>Sensibilidad del receptor (1% PER7)</b>		-92 dBm
<b>Características</b>		
<b>Interfaz de Datos Serial</b>		3.3V CMOS UART
<b>Métodos de Configuración</b>		Comandos AT o API, local o sobre el aire.
<b>Banda de frecuencia</b>		2.4 GHz
<b>Inmunidad a la interferencia</b>		DSSS (Direct Sequence Spread Spread Spectrum)
<b>Tasa de Comunicación Serial</b>		1200 bps a 250 Kbps
<b>Conversores ADC</b>		Conversores de 10 bit (hasta 7 disponibles).8
<b>I/O Digitales</b>		Hasta 8 disponibles.
<b>PWM (Pulse Width Modulation)</b>		Hasta 2 disponibles.
<b>Opciones de Antena</b>		Chip, Wire Chip, U.FL y RPSMA.
<b>Redes y Seguridad.</b>		
<b>Encriptación</b>		128 bits
<b>Entrega confiable de paquetes.</b>		(Reintentos/ aviso de recibo de paquetes)
<b>ID's y canales.</b>		PAN ID (personal Area Network), 64-bit IEEE MAC, 16 canales.
<b>Requerimientos de poder</b>		
<b>Voltaje de Alimentación</b>		2.8 a 3.4 Vdc
<b>Corriente al transmitir.</b>		45 mA @ 3.3 Vdc
<b>Corriente al recibir.</b>		50 mA @ 3.3 Vdc
<b>Corriente de apagado.</b>		<10uA @ 25 °C
<b>Regulaciones aprobadas.</b>		
<b>FCC (USA)</b>		OUR-XBEE
<b>IC (Canadá)</b>		4214A-XBEE
<b>ETSI (Europa)</b>		Si
<b>C-TICK Australia</b>		Si
<b>Telec (Japón)</b>		Si

## Anexo 7 Programación del PIC 18f2550 para las aulas del edificio de educación técnica

```
#include <18F2550.h>
#device *=16
#fuses HS,NOPBADEN,NOMCLR,NOWDT,NOVREGEN,NOBROWNOUT

#use delay(clock=20M)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)//pines de comunicación
serial

#include<onewire.c>//Librería para adquisición de datos de Temperatura

int16 r[6],r_aux[6],bloq[6],r1[4]={'A','a','x','y'};//recepción de datos
int16rc=' ';
int16 sp_a[5],spd_a[5];
intchange_com=0; //Informe de cambio en la comunicación entrante
intchange_uc=0;//Informe de cambio en los interruptores
intchange_at=0;//Informe de cambio de estado en modo automático
int a0;

int c;
int i=0;
intrx=0,tx=0,tx_at=0;//Datos seriales de envío y recepción
int aux=0;

floattemperatura;
int16 temp;
int flag=0;
int enable=0;
int16setpoint=2000;
int16 desfase=500;
int luz=0;

//variables subfunciones
int8 busy=0, temp1, temp2;
signed int16 temp3;
float result;

int comp=0;

#int_rda
voidrepcion()
{
```

```

if(i==0)
{
rc=getc();
if(rc=='U')
{
i=1;
rc=' ';
}
}
else
{
r[i]=getc();
i++;
}
if(i==6)
{
i=0;
if(r[5]==r1[0])//Recepción del estado de interruptores
{
r_aux[0]=r1[0];
for(i=1;i<5;i++)
{
if(r[i]==32)//Código ASCII 'espacio'
r[i]=48;//Código ASCII 'cero'
r_aux[i]=r[i]-48;//Transformación ASCII a decimal
}
i=0;
change_com=1;
}
if(r[5]==r1[2])//Recepción de SETPOINT
{
sp_a[0]=r[0];
for(i=1;i<5;i++)
{
if(r[i]==32)
r[i]=48;
sp_a[i]=r[i]-48;
}
i=0;
}
if(r[5]==r1[3])//Recepción de DESFASE
{
spd_a[0]=r[0];
for(i=1;i<5;i++)
{

```

```

if(r[i]==32)
r[i]=48;
spd_a[i]=r[i]-48;
    }
    i=0;
change_com=1;
    }
}
}

#int_ext
voidluminosidad()
{
luz=input_state(pin_b0);
if(luz==1)
ext_int_edge(h_to_l);
else
ext_int_edge(l_to_h);
}

/*Tiempo de adquisición de datos del sensor de temperatura*/
#int_timer0
voidtiempo()
{
enable=1;
set_timer0(59286);
}

/*Cambio de estado de los interruptores*/
void cambio()
{
c=input_b()&0b11110010;//filtro para Aula 1 y 2
tx=rx^swap(c);
if((tx&1)==0)
{
if((tx&0b00000100)==5)
output_a(tx/2+8);
else
output_a(tx/2);
printf("U%04uA",tx);
}
change_uc=0;
}

/*Lectura de los interruptores*/

```

```

#int_rb
void interruptores()
{
    // cambio();
    change_uc=1;
    cambio();
}

/*Condiciones de activación en modo automático*/
void condiciones()
{
    if((tx&1)==1)
    {
        //Control de Temperatura
        if(temp>(setpoint+desfase))
        {
            output_high(pin_a2);
            aux=1;
        }
        if(temp<setpoint)
        {
            output_low(pin_a2);
            aux=0;
        }
        if(aux==1)
            tx_at=9;
        else
            tx_at=1;
        //Control de luminosidad
        output_bit(pin_a0,luz);
        output_bit(pin_a1,luz);
        output_bit(pin_a3,luz);
        tx_at=tx_at+6*luz;
        printf("U%04uA",tx_at);
    }
    change_at=0;
}

void main()
{
    output_a(0);
    delay_ms(1000);
    enable_interrupts(int_rda);
    enable_interrupts(int_rb);
    setup_timer_0(rtcc_internal|rtcc_div_256);
}

```

```

set_timer0(61630);//tiempo de espera 200ms

ext_int_edge(l_to_h);

enable_interrupts(int_timer0);
enable_interrupts(global);
port_b_pullups(true);

i=0;
setpoint=sp_a[1]*100+sp_a[2]*10+sp_a[3]*10+sp_a[4];
desfase=spd_a[1]*100+spd_a[2]*10+spd_a[3]*10+spd_a[4];
a0=input_state(pin_b0);

while (true)
{
luz=input_state(pin_b0);
if(luz!=a0)
{
if(luz==1)
ext_int_edge(h_to_l);
else
ext_int_edge(l_to_h);
change_uc=1;
a0=luz;
}
if(change_com==1)
{
if(r_aux[0]==r1[0])
rx=r_aux[2]*100+r_aux[3]*10+r_aux[4];
if(sp_a[0]==r1[2])
{
setpoint=sp_a[1]*1000+sp_a[2]*100+sp_a[3]*10+sp_a[4];
write_eeprom(1,(sp_a[1]));
write_eeprom(2,(sp_a[2]));
write_eeprom(3,(sp_a[3]));
write_eeprom(4,(sp_a[4]));
}
if(spd_a[0]==r1[3])
{
desfase=spd_a[1]*1000+spd_a[2]*100+spd_a[3]*10+spd_a[4];
write_eeprom(5,(spd_a[1]));
write_eeprom(6,(spd_a[2]));
write_eeprom(7,(spd_a[3]));
write_eeprom(8,(spd_a[4]));
}
}
}

```

```

cambio();
change_com=0;
condiciones();
    }
if(enable==1)
    {
switch(flag)
    {
case 0:
onewire_reset();
onewire_write(0xCC);
onewire_write(0x44);
enable=0;
flag++;
                set_timer0(59286);
break;
case 1:
busy = onewire_read();
if(busy!=0)
    {
flag++;
enable=1;
    }
break;
case 2:
onewire_reset();
onewire_write(0xCC);
onewire_write(0xBE);
                temp1 = onewire_read();
                temp2 = onewire_read();
                temp3 = make16(temp2, temp1);

result = (float) temp3 / 2.0;
temperatura = result*10;
temp=temperatura;
printf("U%04Lua",temp);
enable=0;
flag=0;
                set_timer0(59286);
change_at=1;
break;
    }
}
if(change_at==1)
condiciones();

```

```
}  
}
```

## Código de programación oficina

```
#include<18F2550.h>  
#device *=16  
#fuses HS,NOPBADEN,NOMCLR,NOWDT,NOVREGEN,NOBROWNOUT  
  
#use delay(clock=20M)  
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)//pines de comunicación  
serial  
  
#include<onewire.c>//Librería para adquisición de datos de Temperatura  
#include<onewire1.c>//Librería para adquisición de datos de Temperatura  
  
int16 r[6],r_aux[6],bloq[6],r1[4]={'E','e','x','y'};//recepción de datos  
int16rc=' '  
int16 sp_a[6],spd_a[6];  
intchange_com=0; //Informe de cambio en la comunicación entrante  
intchange_uc=0;//Informe de cambio en los interruptores  
intchange_at=0;//Informe de cambio de estado en modo automático  
  
int c;  
int i=0;  
intrx=0,tx=0,tx_at=0;//Datos seriales de envío y recepción  
  
floattemperatura;  
int16tempa,tempb;  
int flag=0,flag1=0;
```

```

int enable=0,enable1=0;
int16setpoint=2000;
int16desfase=500;
int16 envio=0,salida=0;

//variables subfunciones
int8 busy=0, temp1, temp2;
signed int16 temp3;
float result;

int comp=0;

int b0=0,b1=0,b2=0,b3=0,b4=0,b5=0,b6=0,b7=0;

#int_rda
voidrepcion()
{
if(i==0)
{
rc=getc();
if(rc=='U')
{
i=1;
rc=' ';
}
}
else
{
r[i]=getc();
i++;
}
}

```

```

    }
if(i==6)
    {
        i=0;
if(r[5]==r1[0])//Recepción de estado de interruptores
    {
r_aux[0]=r1[0];
for(i=1;i<5;i++)
    {
if(r[i]==32)//Código ASCII 'espacio'
r[i]=48;//Código ASCII 'cer0'
r_aux[i]=r[i]-48;//Transformación ASCII a decimal
    }
        i=0;
change_com=1;
    }
if(r[5]==r1[2])//Recepción de SETPOINT
    {
sp_a[0]=r[0];
for(i=1;i<5;i++)
    {
if(r[i]==32)
r[i]=48;
sp_a[i]=r[i]-48;
    }
        i=0;
change_com=1;
    }
if(r[5]==r1[3])//Recepción de DESFASE
    {

```

```

spd_a[0]=r[0];
for(i=1;i<5;i++)
    {
if(r[i]==32)
r[i]=48;
spd_a[i]=r[i]-48;
}
    i=0;
change_com=1;
    }
}
}

```

/\*Tiempo de adquisición de datos del sensor de temperatura\*/

```

#include <timer0>
void tiempo()
{
enable=1;
    set_timer0(59286);
}
#include <timer1>
void tiempo1()
{
enable1=1;
    set_timer1(3036);
}
void cambio()
{
c=input_b();
tx=rx^c;

```

```

tx=tx&0b11110111;
tx_at=(tx&16)>>3;
tx_at=tx_at+(tx&1);
switch(tx_at)
{
    //Modo manual of1 y of2
case 0:
salida=((tx&6)>>1)+((tx&96)>>3);
envio=tx;
break;
    //Modo manual en of2
case 1:
if(tempa>(setpoint+desfase))
{
salida=((tx&128)>>7)+((tx&96)>>3)+2;
envio=((tx&112))+((tx&128)>>6)+5;
}
if(tempa<setpoint)
{
salida=((tx&128)>>7)+((tx&96)>>3);
envio=((tx&112))+((tx&128)>>6)+1;
}
break;
    //Modo manual en of1
case 2:
if(tempb>(setpoint+desfase))
{
salida=((tx&6)>>1)+((tx&128)>>5)+8;
envio=((tx&23))+((tx&128)>>2);
}
}

```

```

if(tempb<setpoint)
{
salida=((tx&6)>>1)+((tx&128)>>5);
envio=((tx&23))+((tx&128)>>2);
}
break;
//Modo automático en of1 y of2
case 3:
if(tempa>(setpoint+desfase))
{
if(tempb>(setpoint+desfase))
{
salida=((tx&128)>>5)+((tx&128)>>7)+10;
envio=((tx&128)>>6)+((tx&128)>>2)+85;
}
}
if(tempb<setpoint)
{
salida=((tx&128)>>5)+((tx&128)>>7)+2;
envio=((tx&128)>>6)+((tx&128)>>2)+21;
}
}
if(tempa<setpoint)
{
if(tempb>(setpoint+desfase))
{
salida=((tx&128)>>5)+((tx&128)>>7)+8;
envio=((tx&128)>>6)+((tx&128)>>2)+81;
}
}
if(tempb<setpoint)
{

```

```

salida=((tx&128)>>5)+((tx&128)>>7);
envio=((tx&128)>>6)+((tx&128)>>2)+17;
    }
}
break;
}
envio=envio&0b11110111;
output_a(salida&0b00001111);
printf("U%04LuE",envio);
change_uc=0;
change_at=0;
}
voidlectura()
{
if(b0!=input_state(pin_b0))
    {
        b0=input_state(pin_b0);
change_uc=1;
    }
if(b1!=input_state(pin_b1))
    {
        b1=input_state(pin_b1);
change_uc=1;
    }
if(b2!=input_state(pin_b2))
    {
        b2=input_state(pin_b2);
change_uc=1;
    }
if(b3!=input_state(pin_b3))

```

```

        {
            b3=input_state(pin_b3);
change_uc=1;
        }
if(b4!=input_state(pin_b4))
    {
        b4=input_state(pin_b4);
change_uc=1;
    }
if(b5!=input_state(pin_b5))
    {
        b5=input_state(pin_b5);
change_uc=1;
    }
if(b6!=input_state(pin_b6))
    {
        b6=input_state(pin_b6);
change_uc=1;
    }
if(b7!=input_state(pin_b7))
    {
        b7=input_state(pin_b7);
change_uc=1;
    }
if(change_uc==1)
cambio();
}
void main()
{
output_a(0);

```

```

enable_interrupts(int_rda);
  setup_timer_0(rtcc_internal|rtcc_div_256);
set_timer0(61630);//tiempo de espera 200ms

setup_timer_1(t1_internal|t1_div_by_8);
set_timer0(3036);//tiempo de espera 100ms

enable_interrupts(int_timer0);
enable_interrupts(int_timer1);
enable_interrupts(global);
port_b_pullups(true);
bloqueo=read_eeprom(0);
for(i=1;i<5;i++)
  {
sp_a[i]=read_eeprom(i);
spd_a[i]=read_eeprom(i+4);
  }
  i=0;
setpoint=sp_a[1]*1000+sp_a[2]*100+sp_a[3]*10+sp_a[4];
desfase=spd_a[1]*1000+spd_a[2]*100+spd_a[3]*10+spd_a[4];
output_low(pin_c0);
output_low(pin_c2);
delay_ms(200);
while (true)
  {
lectura();
if(change_com==1)
  {
if(r_aux[0]==r1[0])
rx=r_aux[2]*100+r_aux[3]*10+r_aux[4];

```

```

if(r_aux[0]==r1[0])
rx=r_aux[2]*100+r_aux[3]*10+r_aux[4];
if(sp_a[0]==r1[2])
setpoint=sp_a[1]*1000+sp_a[2]*100+sp_a[3]*10+sp_a[4];
if(sp_d_a[0]==r1[3])
desfase=spd_a[1]*1000+spd_a[2]*100+spd_a[3]*10+spd_a[4];
cambio();
change_com=0;
    }
if(enable==1)
{
switch(flag)
    {
case 0:
onewire_reset();
onewire_write(0xCC);
onewire_write(0x44);
enable=0;
flag++;
                set_timer0(59286);
break;
case 1:
busy = onewire_read();
if(busy!=0)
        {
flag++;
enable=1;
        }
break;
case 2:

```

```

onewire_reset();
onewire_write(0xCC);
onewire_write(0xBE);
    temp1 = onewire_read();
    temp2 = onewire_read();
    temp3 = make16(temp2, temp1);
result = (float) temp3 / 2.0;
temperatura = result*10;
tempa=temperatura;
printf("U%4Lue",tempa);
enable=0;
flag=0;
    set_timer0(59286);
change_at=1;
break;
    }
    }
if(change_at==1)
cambio();
if(enable1==1)
    {
switch(flag1)
    {
case 0:
    onewire_reset1();
    onewire_write1(0xCC);
    onewire_write1(0x44);
    enable1=0;
flag1++;
    set_timer1(3036);

```

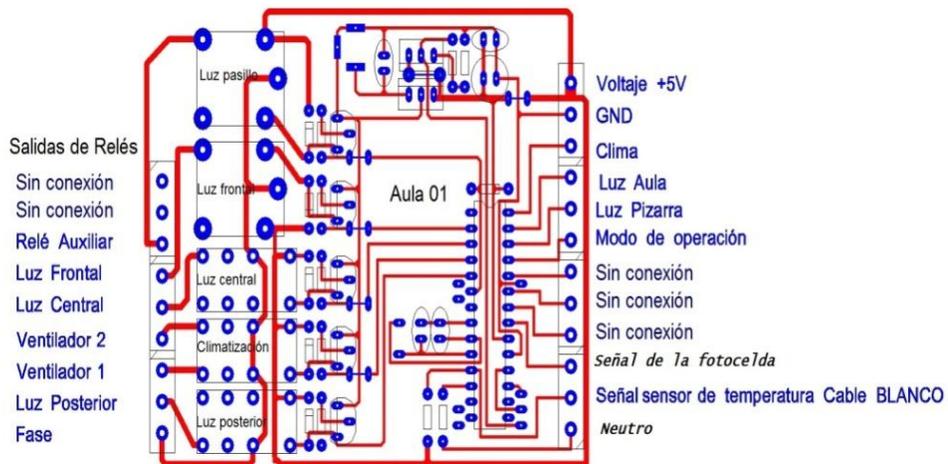
```

break;
case 1:
busy = onewire_read1();
if(busy!=0)
    {
flag1++;
        enable1=1;
    }
break;
case 2:
        onewire_reset1();
        onewire_write1(0xCC);
        onewire_write1(0xBE);
        temp1 = onewire_read1();
        temp2 = onewire_read1();
        temp3 = make16(temp2, temp1);
result = (float) temp3 / 2.0;
temperatura = result*10;
tempb=temperatura;
printf("U%4Luf",tempb);
enable1=0;
        flag1=0;
        set_timer1(3036);
change_at=1;
break;
    }
}
if(change_at==1)
cambio();
}

```

## Anexo 8 Conexiones de las distintas placas de control

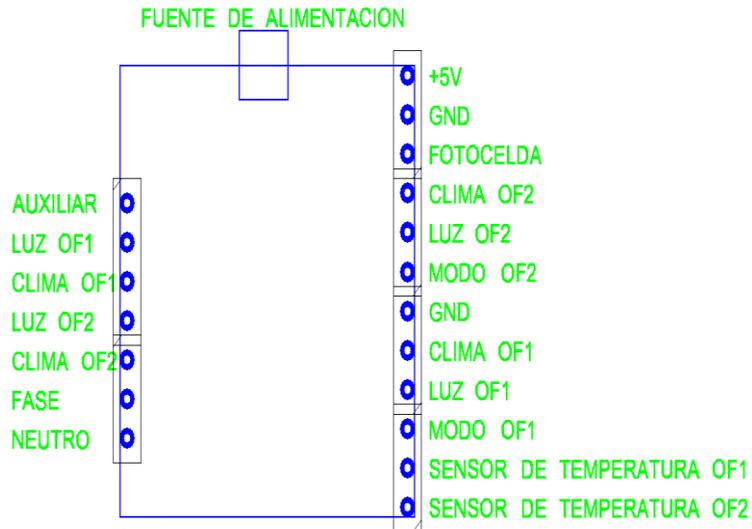
### Aula 1 y 2



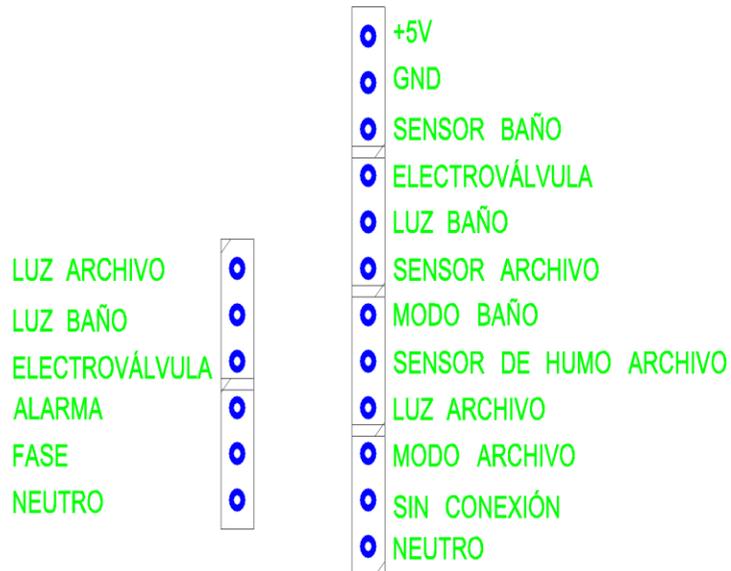
### Aula 3



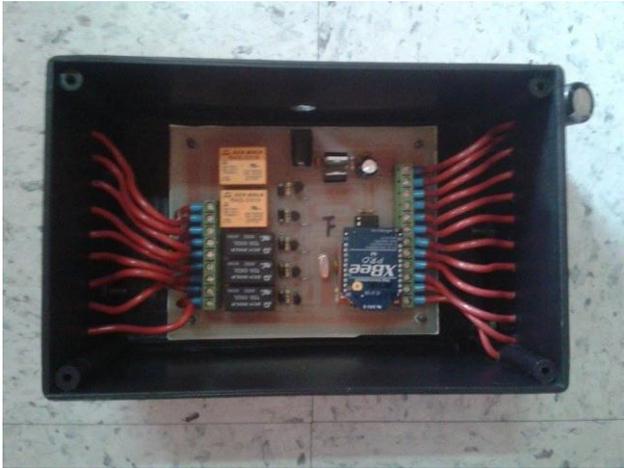
## Oficina



## Baño



Anexo 9 Fotografías





**KOREX**<sup>®</sup>  
MODEL: KX-1803S  
18" STAND FAN  
AC: 110V/60Hz  
OUT PUT POWER: 100W  
MADE IN TAIWAN







**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003266309		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cupuerán Pozo Mario Adrián		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	marioari2009@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2545552	TELÉFONO MÓVIL:	0999126251

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE."
AUTOR (ES):	Cupuerán Pozo Mario Adrián
FECHA: AAAAMMDD	2015-07-24
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	ING. Hernán Pérez

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cupuerán Pozo Mario Adrián, con cédula de identidad Nro. 100326630-9 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 24 días del mes de Julio del 2015

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma).....  
Nombre: Cupuerán Pozo Mario Adrián  
C.I.: 100326630-9

Facultado por resolución de Consejo Universitario

---



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Yo, Cupuerán Pozo Mario Adrián, con cédula de identidad Nro. 100326630-9 pongo en manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

TELEFONO FIJO: TELÉFONO MÓVIL: DIRECCIÓN:

DATOS DE LA OBRA

(Firma).....

Nombre: Cupuerán Pozo Mario Adrián  
C.I.: 100326630-9

AUTOR (ES): Otro: Benavente Jonathan Rodrigo

Ibarra, a los 24 días del mes de Julio del 2015

FECHA:  PREGRADO  POSGRADO

TÍTULO (OBLIGATORIO): Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

ESPORADICAMENTE: ING. Ramón Méndez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1003895172	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo	
DIRECCIÓN:		Ibarra	
EMAIL:		jhonnatanortiz1991@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	2551345	TELÉFONO MÓVIL:	0969532581

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE."
AUTOR (ES):	Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo
FECHA: AAAAMMDD	2015-07-24
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	ING. Hernán Pérez

**2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo, con cédula de identidad Nro. 100389517-2 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

**3. CONSTANCIAS**

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

Ibarra, a los 24 días del mes de Julio del 2015

**EL AUTOR:**

**ACEPTACIÓN:**

(Firma).....  
Nombre: Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo  
C.I.: 100389517-2

Facultado por resolución de Consejo Universitario

---



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo, con cédula de identidad Nro. 100389517-2 pongo en manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO EN EL EDIFICIO DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....  
Nombre: Ortiz Benavides Jhonnatan Rodrigo  
C.I.: 100389517-2

Ibarra, a los 24 días del mes de Julio del 2015