## Descripción: Logo%20Unet%20Fondo%20azul

Universidad Nacional Experimental del Táchira

Vicerrectorado Académico

Decanato de Docencia

Departamento de Ingeniería Electrónica

Trabajo de Aplicación Profesional

Proyecto Especial de Grado

MÓDULO PROGRAMABLE BASADO EN MICROCONTROLADOR PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

Autor: Jonathan Maykol, Moreno Rey.

Número de cédula de identidad: V- 20.011.312

Correo Electrónico: maykolrey@gmail.com

Tutor: Ing. Cesar Contreras Contreras.

Correo Electrónico: contrecesar@gmail.com

San Cristóbal, Febrero de 2018.

San Cristóbal, Febrero de 2018.

Señores:

Miembros de la Comisión del Trabajo de Aplicación Profesional

Departamento de Ingeniería Electrónica.

Yo, Jonathan Maykol Moreno Rey, titular de la cédula de identidad No. V-20.011.312, inscrito en el período académico 2009-1, estudiante del noveno semestre de la Carrera Ingeniería Electrónica, por medio de la presente, someto a consideración de la Comisión de Trabajo de Aplicación Profesional de este departamento, la propuesta de Proyecto Especial de Grado titulada: **MÓDULO PROGRAMABLE BASADO EN MICROCONTROLADOR PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL**,la cual se desarrollará bajo la tutoría del profesor Cesar Contreras.

Se anexan los recaudos exigidos, de acuerdo a lo dispuesto en la normativa para el Trabajo de Aplicación Profesional de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. La fecha estimada de culminación del proyecto es el 20 de Junio de 2018

.

Sin otro particular a que hacer referencia y en espera de su respuesta,

Atentamente,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Jonathan Maykol Moreno Rey

C.I. V- 20011312

San Cristóbal, Febrero de 2018.

Señores:

Miembros de la Comisión del Trabajo de Aplicación Profesional

Departamento de Ingeniería Electrónica.

Yo, Ing. Cesar Contreras titular de la cédula de identidad No. V-9.226.373, de profesión Ingeniero Eléctrico, adscrito al Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, en la categoría y con dedicación, por medio de la presente expreso mi conformidad y acepto la tutoría de la propuesta de Proyecto Especial de Grado titulada: **MÓDULO PROGRAMABLE BASADO EN MICROCONTROLADOR PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL** presentada por el bachiller Jonathan Maykol Moreno Rey, titular de la cédula de identidad No. V-20011312, para optar al título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional Experimental del Táchira.

Sin otro particular a que hacer referencia, me suscribo de usted,

Atentamente,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Cesar Contreras

C.I. V-9.226.373



Universidad Nacional Experimental del Táchira

Vicerrectorado Académico

Decanato de Docencia

Departamento de Ingeniería Electrónica

Trabajo de Aplicación Profesional

Proyecto Especial de Grado

**Aprobación del Tutor para presentación de la Propuesta del Proyecto Especial de Grado.**

Yo, Cesar Contreras en mi carácter de Tutor del Proyecto Especial de Grado titulado: **MÓDULO PROGRAMABLE BASADO EN MICROCONTROLADOR PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL,** presentado por el bachiller Jonathan Maykol Moreno Rey, titular de la cédula de identidad Nº V-20.011.312, por medio de la presente autorizo la presentación de la Propuesta del Proyecto Especial de Grado, ante la Comisión del Trabajo de Aplicación Profesional del Departamento de Electrónica, en virtud de considerar que reúne los requisitos establecidos en el artículo 16 de las Normas para el Trabajo de Aplicación Profesional de la UNET.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Cesar Contreras

C.I. V-9.226.373

INDICE

Pág.

[CAPÍTULO I 7](#_Toc476467341)

[Planteamiento del Problema 7](#_Toc476467342)

[Objetivos de la Investigación 9](#_Toc476467343)

[Justificación e Importancia 9](#_Toc476467344)

[Alcance y limitaciones 11](#_Toc476467345)

[CAPÍTULO II 12](#_Toc476467346)

[Antecedentes 12](#_Toc476467347)

[Bases Teóricas 13](#_Toc476467348)

[Sistema de control 13](#_Toc476467349)

[Control Todo / Nada (On / Off) 14](#_Toc476467350)

[Controladores digitales 15](#_Toc476467351)

[Controladores digitales discontinuos 15](#_Toc476467352)

[Sistemas de refrigeración 15](#_Toc476467353)

[Microcontroladores PIC 17](#_Toc476467354)

[CAPITULO III 18](#_Toc476467355)

[Enfoque de la investigación 18](#_Toc476467356)

[Tipo de investigación 18](#_Toc476467357)

[Diseño de la investigación 18](#_Toc476467358)

[Fases de Desarrollo 19](#_Toc476467359)

[Fase 1: Determinar las variables críticas para el control de un sistema de refrigeración. 19](#_Toc476467360)

[Fase 2: Desarrollar el programa de control y supervisión de funcionamiento de un sistema de refrigeración comercial 19](#_Toc476467361)

[Fase 3: Realizar el diseño de los circuitos y elementos que requiere el sistema de control y supervisión. 19](#_Toc476467362)

[Fase 4: Elaborar el prototipo del módulo programable 20](#_Toc476467363)

[Fase 5: Desarrollar las pruebas de funcionamiento del módulo programable 20](#_Toc476467364)

[REFERENCIAS 21](#_Toc476467365)

# CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

## Planteamiento del Problema

Desde hace varias décadas, la sociedad ha generalizado el deseo mutuo de automatizar un sin fin de tareas diarias como los sistemas de riego de los jardines, los ciclos de encendido de los aires acondicionados, las luces del hogar, los llenado de tanques de agua domésticos, todo esto con la finalidad de generar comodidad, control, economía en contratación de personal, y ahora popularmente el ahorro energético. La automatización concibe la eficiencia y eficacia de un proceso donde logra realizar tareas repetitivas teniendo siempre el mismo resultado. Madrid, (2007).

El poco desarrollo tecnológico de equipos electrónicos en el país, así como la falta de disponibilidad en el mercado local debido a la caída del precio del petróleo y de la menor disponibilidad de divisas a creado una situación de escasez de equipos electrónicos, el estudio realizado por Rojas, (2015) indicó que la producción de equipos electrónicos cayó casi un 10% en el periodo 2014-2015, cifra que siguió aumentando para el 2016.

Por otra parte, los equipos que existen en el mercado actualmente tienen un costo elevado debido a que ofrecen un número de funciones adicionales que comúnmente no son utilizadas en el control de equipos industriales.

Existen muchas presentaciones para los equipos de control, y a su vez, estos están hechos para diferentes mercados como los domésticos, los comerciales y los industriales. La presentación y el mercado a conquistar con el equipo que se desarrollará será el mercado comercial enfocado en la refrigeración, ya que el universo de los alimentos es muy susceptible a cuantiosas pérdidas sin los equipos precisos.

En los sistemas de refrigeración es de suma importancia la automatización, debido a que son procesos que funcionan de forma cíclica, sabiendo que en el campo de la refrigeración existen dos formas de automatizar la electromecánica y la digital. La electromecánica es un sistema que consiste en un arreglo de contactores y termostatos, el inconveniente de estos sistemas es que son antiguos y presentan poca exactitud a medida que sus horas de usos se incrementan, y más aún, siendo la temperatura un factor muy importante en el caso de los productos lácteos que requieren precisión para su conservación. Los controles digitales son sistemas basados en dispositivos electrónicos lógicos, los cuales hacen uso de microcontroladores, estos sistemas digitales permiten un grado de control mas exacto en comparación con su contraparte electromecánico, además permiten funciones agregables como monitoreo de varias temperaturas, generación de alertas, seguimiento visual de variables y acciones instantáneas por eventos previamente programados. BUN-CA, (2009)

Considerando los planteamientos señalados anteriormente, se exponen a continuación algunos aspectos en forma declarativa que permiten reflejar en términos concretos, explícitos y precisos el problema expuesto en el presente trabajo, los cuales por otra parte, permiten orientar claramente los objetivos de la investigación. A este respecto es necesario señalar lo siguiente: En esta propuesta de Proyecto Especial de Grado el objetivo principal es desarrollar un módulo programable basado en microcontroladores para el control de sistemas de refrigeración comercial, deberá ser un equipo versátil, flexible y de bajo costo, que presente beneficios de funcionalidad para los usuarios a través de un proceso simplificado, óptimo y seguro.

El sistema propuesto facilitaría la realización de control de ciclos de refrigeración y además garantizaría la seguridad de tales procesos. Para ello se necesitará conocer el funcionamiento real de un sistema de refrigeración comercial utilizando metodologías y esquemas adecuados en el análisis de los distintos comandos de programación del sistema.

Además para ser competentes con los dispositivos que hay en el mercado actual es necesario hacer un estudio de circuitos óptimos para generar el mejor desempeño en el controlador. Será necesario crear un firmware que hará el proceso de control.

Es importante señalar, que en caso de no buscarse la solución al problema planteado, tendría las empresas de refrigeración que recurrir a control manual o electromecánico, lo cual ocasionaría mayores complicaciones y deficiencias en el control de la temperatura necesaria o requerida en la conservación adecuada de los alimentos.

El equipo, además de incorporar lo antes mencionado, tendrá además funciones adicionales tales como indicadores de error por fallo de lógica o en caso de que algún sensor esté deteriorado, de esta forma se evita un daño futuro al proceso por mal funcionamiento del equipo, además el usuario contará con un manual donde se especificarán detalladamente la configuración de cada una de las variables.

De acuerdo a lo antes expuesto, la importancia de este trabajo se centra, por una parte, en facilitar a los usuarios la adquisición de un equipo robusto y de bajo costo para el control de sistemas de refrigeración con una implementación simple e intuitiva, y por otra parte, brindar un producto altamente comercial y competitivo con formato comercial.

## Objetivos de la Investigación

### Objetivo General

Desarrollar un módulo programable basado en microcontrolador para sistemas de refrigeración comercial

### Objetivos Específicos

1. Determinar las variables críticas para el control de un sistema de refrigeración.
2. Desarrollar el programa de control y supervisión de funcionamiento de un sistema de refrigeración.
3. Realizar el diseño de los circuitos y elementos del sistema de control y supervisión.
4. Elaborar el prototipo del módulo programable.
5. Desarrollar las pruebas de funcionamiento del módulo programable

## Justificación e Importancia

El presente trabajo tiene una relevancia especial, pues el establecimiento de sistemas como el que se plantea en esta propuesta, permite presentar alternativas válidas que garantizan un mayor y mejor aprovechamiento de los procesos tecnológicos en áreas tan importantes como es la preservación de alimentos, garantizando un mejor aprovechamiento de tales recursos indispensables en el favoreciendo de la salud y por ende en el desarrollo integral de las personas y en el mejoramiento de su calidad de vida. Por otra parte contribuye a mejorar la producción de las empresas dedicadas a esta área, elevando el nivel de competitividad comercial, a través de la optimización de los procesos, garantizando el adelanto y modernización de los esquemas de vida actuales.

Desde el punto de vista metodológico el presente trabajo se justifica, pues la implementación de procesos y métodos investigativos en esta área de la electrónica, permite abrir espacios para activar iniciativas de investigación, sirviendo de aporte a estudios posteriores que se realicen sobre el tema. Igualmente, los planteamientos y descripción de los procesos pudieran coincidir con otros similares, así los resultados obtenidos pueden ser transferidos para contribuir como alternativa en otros casos semejantes.

Por otra parte considerando lo planteado, el presente trabajo se presenta como incentivo al desarrollo de proyectos factibles, confiables, válidos y de bajo costo, en áreas que favorecen la satisfacción de las necesidades de usuarios que buscan mejores alternativas para su desenvolvimiento en la sociedad compleja de hoy. Además, la tecnología empleada facilita el manejo de los diferentes componentes eléctricos y electrónicos haciendo amigables y con mayores niveles de accesibilidad de los usuarios hacia tales tecnologías

La motivación del siguiente proyecto nació a raíz de la amplia demanda en mecanismos de control de cuartos fríos, debido a que los que ya estaban instalados comenzaban a presentar fallas y en el mercado de Venezuela hay poca existencia y con costos muy elevados, debido a que tienen funciones adicionales que no son tan importantes para el control, a raíz de esto nació la idea de crear un proyecto que cumpliera los requisitos más importantes para el control de refrigeración. En este sentido, se plantea como solución la creación de un dispositivo que tenga la capacidad de adaptarse a distintos ciclos de refrigeración, como en caso de carnes, lácteo y vegetal, cumpliendo con los parámetros que son realmente importantes.

## Alcance y limitaciones

Con el presente trabajo se busca demostrar que es posible desarrollar un equipo de control de refrigeración factible y que cumpla con las exigencias usadas comúnmente por el personal técnico en el campo de refrigeración.

Sin embargo solo se explorará la aplicación en sistemas de refrigeración por compresión y donde usan resistencias para el proceso de descarche.

Además el desarrollo de la aplicación del microcontrolador se realizará para su aplicación en equipos de refrigeración por compresión de vapor, de expansión directa en el sector comercial.

# CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

## Antecedentes de investigación

Con base a investigaciones teóricas y experimentales de autores extranjeros que muestran la importancia del adecuado control de sistemas de refrigeración comercial, con el fin de ayudar con investigaciones futuras en el área de la automatización se tiene a Muñoz, (2001) quien en su trabajo de aplicación profesional desarrolló para la empresa Camtronics S.A, un sistema de control y ajuste para un refrigerador de uso doméstico. El sistema desarrollado, se basó en el uso de micros controladores y permitió realizar el control de temperatura de las cámaras del refrigerador de uso doméstico, proteger al mismo contra voltajes de alimentación no adecuados, variar los parámetros de operación del equipo, registrar y visualizar las temperaturas y voltajes de alimentación a los que está y ha estado expuesto el mismo. El objetivo consistió en brindar la posibilidad de llevar un registro del estado del refrigerador para así de estemodo la empresa fabricante de refrigeradores evitara sufrir pérdidas a la hora de ofrecer garantías por equipo que se averían por causas ajenas a las componentes del mismo.

De igual forma Meza, (2001) realizó un trabajo titulado, Sistema de control y monitoreo electrónico para sistemas de refrigeración comercial, que consistió en desarrollar un sistema de control para refrigeración comercial con el fin de minimizar los costos a la hora de mantenimiento ofreciendo la capacidad de llevar un control de los componentes de mayor importancia en un equipo de refrigeración diseñando un control preventivo para lograr hacer mantenimiento antes que el sistema sufriera un daño grave, dicho trabajo fue realizado para la empresa Smartech S.A. en Costa Rica.

Los trabajos que fueron expuestos anteriormente llevan implícitamente una lógica de control estándar para la mayoría de los sistemas de refrigeración por compresión, la diferencia es que los parámetros de control en estos casos son fijos, aun así servirán como base de consulta a la hora de implementar los circuitos de acondicionamientos de sensores y demás componentes del sistema de control a realizar.

Por otra parte a nivel nacional Dugarte, (2011) propone el diseño de un control de temperatura inteligente para incubadoras de recién nacidos, el cual consiste en monitorear el recinto cerrado donde están los recién nacidos, esto lo hace mediante termistores NTC y procesando la información a través de un micro controlador PIC16F877 con el cual enciende o apaga una resistencia en función de los valores de temperaturas medidos. A pesar que el trabajo realizado por Dugarte, no tiene relación con los sistemas de refrigeración, si usa una estrategia de control similar a la planteada en el presente trabajo.

Finalmente a nivel regional tenemos a Guiza, (2016) quien desarrolla un sistema de control de refrigeración comercial mediante la plataforma Arduino, además de esto implementa adicionalmente monitoreo remoto de las variables del sistema por medio del modulo WIFI ESP8266. El aporte de este trabajo es la lógica que aplicó al control de refrigeración de forma local, debido a que la parte de monitoreo no influye en este proceso.

## Bases Teóricas

### Sistema de control

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados denominados consignas.

Dentro de este marco Acedo, (2003) comenta que la mayoría de sistemas de control están compuestos por una salida y una entrada (SISO, Single Input, Single Output) los cuales pueden ser controlados por algoritmos, sin embargo otros sistemas son multivariables y disponen de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO, Múltiple Input, Múltiple Output), por lo que se debe tener en cuenta, que sistema es el estrictamente necesario para cualquier proceso deseado, puesto que la repercusión económica como la complejidad de programación entre estos procesos es considerable.

### Control Todo / Nada (On / Off)

Los controladores "Todo/Nada" son los más básicos sistemas de control. Estos envían una señal de activación cuando la entrada de señal es menor que un nivel de referencia definido previamente y desactiva la señal de salida cuando la señal de entrada es mayor que la señal de referencia.

Los controladores Todo/Nada son utilizados en termostatos de aire acondicionado. Estos activan el mecanismo de enfriamiento cuando la temperatura es mayor que la de referencia y lo desactivan cuando la temperatura ya es menor que la de referencia.

Igualmente puede ser implementados en sistemas de refrigeración doméstica o industrial debido que el principio de funcionamiento es similar. Es el tipo de controlador más usado comercialmente por su gran facilidad de implementación en el sistema, ya que solo se tendría que desactivar el motor y sensar la temperatura y comparase con el valor de referencia programado en el controlador.

Por otra parte estos sistemas de control deben poseer una ventana de histéresis, esta ventana evita que un proceso se vuelva oscilatorio debido a lo lento que podría llegar a ser el sistema. La histéresis está definida como los tiempos de apagado y encendido del controlador. Ogata, (1998).

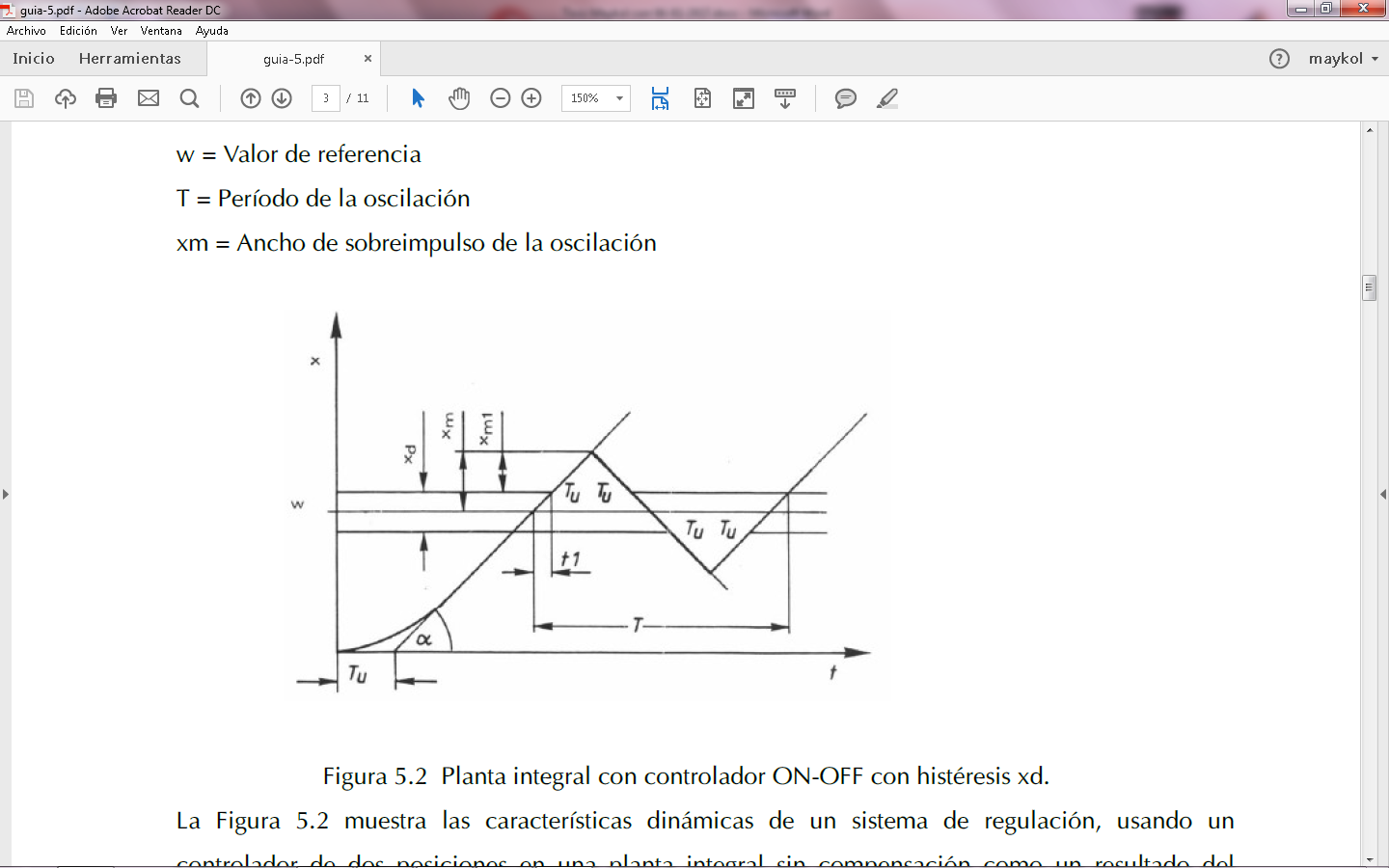


Figura 1.- Controlador ON-OFF con histéresis, t1 es el tiempo de histéresis

### Controladores digitales

Los controladores digitales son pequeños módulos con una lógica de control previamente instalada, cuentan con uno o más sensores con los que recibe información del medio ambiente adicionalmente cuentan con indicadores de las valores medidos y botones con los cuales se fijan los valores a controlar.

Estos controladores cuentan con salidas normalizadas que son un estándar en las industrias (4-20mA), esto depende de la estrategia de control con la que cuente el controlador. Entre estas se encuentras las estrategias de control de salida continua; control P que se refiere a control proporcional, control PI que se refiere a control proporcional-integral y finalmente control PID que se refiere a control proporcional-integral-derivativo. Por otro lado también existen los controladores de salidas discretas que solo cuentan con la activación de un relé o dispositivo de estado sólido.

Adicionalmente están calibrados según el tipo de variable que se desea controlar como pueden ser, temperatura, presión, pH, flujo entre otras.

### Controladores digitales discontinuos

Los controladores discontinuos se destacan por su sencilla lógica de control. Funcionan activando una salida cuando la variable sensada llega al punto de control y se desactiva cuando sale de este punto de control. Es un método de control muy usado debido a su robustez y su bajo costo de implementación.

Son usados especialmente en procesos lentos donde el elemento final de control puede aceptar cambios bruscos sin ser afectados, por ejemplo sistemas de temperatura a través de resistencias eléctricas o para cierre de válvulas de seguridad. pce-iberica, (s.f)

### Sistemas de refrigeración

Un sistema de refrigeración según Guanipa, (2010) en su trabajo titulado sistemas de refrigeración dice:

En la refrigeración mecánica se obtiene un enfriamiento constante mediante la circulación de un refrigerante en un circuito cerrado, donde se evapora y se vuelve a condensar en un ciclo continuo. Si no existen pérdidas, el refrigerante sirve para toda la vida útil del sistema. Todo lo que se necesita para mantener el enfriamiento es un suministro continuo de energía y un método para disipar el calor.

Los dos tipos principales de sistemas mecánicos de refrigeración son el sistema de compresión, empleado en los refrigeradores domésticos grandes y en la mayoría de los aparatos de aire acondicionado, y el sistema de absorción, que en la actualidad se usa sobre todo en los acondicionadores de aire por calor, aunque en el pasado también se empleaba en refrigeradores domésticos por calor.

En otras palabras un sistema de refrigeración funciona haciendo que un fluido refrigerante circule en un circuito cerrado, lo que genera zonas de presiones altas y bajas, a la vez que el fluido absorbe el calor del espacio de refrigeración y lo envía a otro lugar. En la *figura 1* se puede apreciar un esquema donde se logra comprender el sistema de refrigeración.

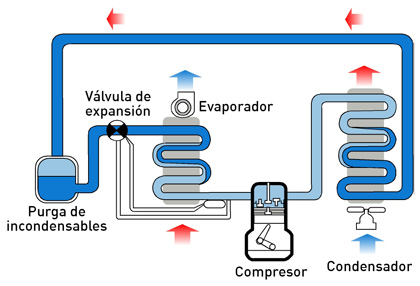


Figura 2.- Esquema básico de un sistema de refrigeración.

### Microcontroladores PIC

Los microcontroladores son circuitos integrados que albergan la estructura básica de una computadora. Microchip Technology en 1989 lanza la primera familia de micro controladores PIC (controlador de interfaz de procesos por sus siglas en ingles), es una familia de microcontroladores que cuenta con varias arquitecturas de programa, entre ellas la más popular es la Arquitectura Harvard que consiste en un área de código y de datos separados.

Los PIC brindan la facilidad de crear proyectos de baja, media y alta complejidad debido a que cuenta con dispositivos de 8bit, 16bit y hasta 32bit siendo estos últimos usados principalmente en la manipulación de señales digitales.

Además los microcontroladores PIC están diseñados para cumplir funciones específicas que se adaptan a las necesidades del diseñador. Algunos PIC mas que cumplir las funciones básicas de cada PIC, traen características adicionales para trabajos específicos como por ejemplo, capacidad de manejo de protocolo TCP/IP, protocolos de comunicación USB, mayor número de puertos análogos digital y comparadores entre otros.Mendoza (2011)

# CAPITULO III

#### MARCO METODOLÓGICO

## Enfoque de la investigación

El enfoque al cual tiende la presente investigación corresponde a un método deductivo, debido a que busca dar solución a un problema partiendo de conocimientos previos así como también de reglas, leyes y normas.

Se estudian investigaciones anteriores así como equipos y estrategias de control ya existentes, sin embargo tratando de cuidar el plagio debido a la pequeña brecha que existe en el tipo de lógica y métodos de control implementados para estos sistemas. Palella, (2012)

## Tipo de investigación

Los datos que se obtendrán están es forma natural en el ambiente de estudio en este caso la temperatura presente en un cuarto o sistemas de refrigeración, se hará un estudio de que temperaturas promedios que se presentan en dichos sistemas así como también las temperaturas adecuadas para los distintos tipos de objetos que serán refrigerados.

## Diseño de la investigación

Se diseñará un proceso del cual ya existe mucha información y métodos de control, por esta razón la investigación se basa en un diseño no experimental según Palella (2012) este diseño no construye una situación específica si no que se observan las que existen.

También Hernández, Fernández y Baptista (2010) dice:

En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Partiendo de estos conceptos se puede reafirmar que la investigación sobre la implementación de un sistema de control de refrigeración comercial es netamente no experimental debido a que las variables independientes ya ocurrieron en este caso los las variables de los sistemas de refrigeración comerciales. En otras palabras solo se observa su comportamiento para tomar acciones sobre el mismo.

## Fases de Desarrollo

### Fase 1: Determinar las variables críticas para el control de un sistema de refrigeración.

Se consultarán libros, artículos y opiniones de expertos en el área de la refrigeración comercial, así como también identificar cuáles son los elementos más importantes en estos sistemas para tomarlo en consideración a la hora de crear las protecciones eléctricas.

En este punto también se buscará establecer un estándar entre los distintos equipos de refrigeración con el fin de crear una solución que sea aplicable a distintos tipo de marcas y potencias manejadas.

### Fase 2: Desarrollar el programa de control y supervisión de funcionamiento de un sistema de refrigeración comercial

Consiste en crear el código en un lenguaje de programación para poder garantizar el control del proceso. En otras palabras es crear las estrategias que serán cargadas al microcontrolador, para permitir al usuario establecer los valores de consignas o set point al cual desea tener la temperatura.

Es esta parte se creará una secuencia de combinación de botones con el cual se habilitarán o deshabilitarán algunas funciones del controlador.

### Fase 3: Realizar el diseño de los circuitos y elementos que requiere el sistema de control y supervisión.

En este punto se realizará el diseño de las placas de circuitos impresos el cual es objeto físico con el cual el usuario va a interactuar. Se estudiará un diseño ergonómico e intuitivo que ofrezca la mayor comodidad y facilidad al momento de manipular el controlador.

### Fase 4: Elaborar el prototipo del módulo programable

En este punto se ensamblará físicamente todo el diseño electrónico propuesto, además se explorará la posibilidad de hacer una impresión de placas de forma semiautomática para el momento de comenzar a reproducir en serie, debido que el objetivo del presente trabajo es crear una solución comercial.

### Fase 5: Desarrollar las pruebas de funcionamiento del módulo programable

Se realizarán pruebas de funcionamiento para verificar: correlación de las temperaturas sensada, los voltajes y el correcto funcionamiento de los actuadores. Esto se realizará usando instrumentos de medición y circuitos de pruebas experimentales

También se inspeccionarán la potencia consumida, así como los tiempos de retardos y las funciones especiales. Adicionalmente se harán las pruebas de protección eléctricas sometiendo el dispositivo a bajas y altas tensiones.

**REFERENCIAS**

Acedo, J. (2003). *Control Avanzado de Procesos: (Teoría y Práctica).* Madrid: Díaz de Santos, S.A.

BUN-CA (2009). *Manual Técnico Refrigeración Comercial*. 1ª edición, San José, Costa Rica

Dugarte, Edinson, Dugarte, Nelson, & Raimonid, Vicenzo. (2011). *Diseño de un* ***control de temperatura inteligente para incubadoras de recién nacidos. Revista del*** *Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, *42*(2), 33-40. Recuperado en 28 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0798-04772011000200005&lng=es&tlng=es.

Guanipa, G. (2010). *Sistemas de refrigeración,* Programa de ingeniería mecánica, Universidad Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo.

Guiza, (2016). *Desarrollo de un sistema de gestión para sistemas de refrigeración basado en el módulo transceiver WiFi serial Esp8266.* Tesis de grado para optar al título de ingeniería electrónica, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal.

Hernández, Fernández y Baptista (2010), *Metodología de la investigación*, México: McGraw-Hill.

Madrid (2007). *La domótica como solución de futuro*. Madrid.

Mendoza, J. (2011). *Diseño y simulación de sistemas microcontrolados en C.* Primera Edición. Colombia.

Meza, C. (2001). *Sistema de control y monitoreo electrónico para sistemas de refrigeración comercial.* Informe de proyecto para optar por el título de ingeniería electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

Muñoz J. (2001). *Sistema de control y ajuste para un refrigerador de uso doméstico.*Informe de proyecto para optar por el título de ingeniería electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

Ogata, K. (1998). *Ingeniería de control moderna.* Tercera Edición. Prentice Hall.

Palella, S. y Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL

*Pce-iberica (s.f). Controladores digitales* [Documento en línea]. Disponible: [*http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/controladores-digitales.htm*](http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/controladores-digitales.htm)[Consulta 2016, Noviembre 12]

Rojas, I. (2015).*Venezuela intenta adaptarse a las tendencias globales.* Debates IESA, Volumen XX, N° 4