



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Electrónica**

**“Diseño de un sistema de control de la climatización e iluminación utilizando un controlador automático TREND”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica**

**Autores: Carlos Andrés Regalado Andrade  
Geovanny Patricio Chasi Pesántez**

**Director: Ing. Francisco E. Vásquez C.**

**Cuenca – Ecuador**

**2010**

# **TRABAJO DE FIN DE CURSO DE GRADUACION**

## **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN E ILUMINACIÓN UTILIZANDO UN CONTROLADOR AUTÓMATA TREND**

### **Resumen**

En este proyecto se presenta el "Diseño de un sistema de control de la climatización e iluminación utilizando un controlador automático TREND" aplicado al local comercial especializado en la venta y reparación de insumos informáticos "TRIONICA COMPUTACION" ubicado en la ciudad de Machala.

Con este sistema se pretende optimizar el funcionamiento del sistema de aire acondicionado e iluminación, reduciendo el tiempo de uso de estos, censando los parámetros de temperatura e intensidad lumínica.

También se realizó el estudio de factibilidad y económico, donde se detalla de manera clara el costo necesario en el caso que se decida instalar este proyecto en el local, tomando en cuenta los precios por importación y transporte, porque en el mercado nacional no se dispone de estos equipos.

### **Abstract.**

This project presents the "Design of a control system for the air conditioning and lighting using an automatic controller TREND" applied to the business specialized in the selling and repairing of informatics equipment "TRIONICA COMPUTATION" located in Machala's city.

This system tries to optimize the functioning of the system of air conditioning and lighting, reducing the time of use of these, sensing the parameters of temperature and light intensity.

Also the studies of feasibility and economically was realized, where the necessary cost is detailed in a clear way in the case that the project is decided to be installed in

the place, taking in it counts the prices for importation and transportation, because on the domestic market does not dispose of these equipment.

### **Resumen ejecutivo:**

En el trabajo de tesina que se presenta a continuación se plantea el proyecto de “Diseño de un sistema de control de la climatización e iluminación utilizando un controlador autómatas TREND” aplicado al local comercial especializado en la venta y reparación de insumos informáticos “TRIONICA COMPUTACION” ubicado en la ciudad de Machala, con la principal finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el curso de graduación sobre “Domótica y las telecomunicaciones aplicadas a esta” impartido en la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Con el diseño de este sistema de automatización se pretende optimizar al máximo el funcionamiento del sistema centralizado de aire acondicionado e iluminación, al reducir en lo posible los tiempos de funcionamiento de estos, adquiriendo los parámetros de temperatura e intensidad lumínica con sensores ubicados estratégicamente en los diferentes espacios, y a su vez canalizando por medio de actuadores para dámper la mayor cantidad de flujo de aire frío hacia las diferentes áreas del local, dando prioridad a los espacios que se encuentran en uso; y al mismo tiempo aprovechando al máximo posible la luz natural para la iluminación del área de exhibición.

Dando una breve descripción acerca del funcionamiento básico de los sistemas de acondicionamiento de aire, los equipos que serán considerados para realizar dicha automatización, con sus respectivas especificaciones, así como las bases para implementar la automatización por medio de un controlador autómatas programable.

También se realizó el estudio de factibilidad y económico, donde se detalla de manera clara el costo necesario en el caso que se decida instalar este proyecto en el local, tomando en cuenta los precios por importación y transporte ya que la mayoría de estos equipos no se encuentran en el mercado nacional; también se indica que tan factible es la implementación de este proyecto, tomando en cuenta el ahorro energético que se obtendría al montar este sistema y a cuantos años se podría recuperar la inversión.

## **1. Fundamentación del proyecto.**

### **1.1 Planteamiento del Tema**

Actualmente en nuestro país se ve la ausencia de edificios que posean alguna clase de automatización en alguna de sus funciones básicas ya sea climatización, iluminación, seguridad, etc., desperdiciando energía que es tan necesaria en estos días; quedándonos atrás con la tendencia mundial del aprovechamiento energético y disminución de la contaminación.

Por este motivo que se propone el diseño de este proyecto el cual tiene como propósito el diseño de un sistema de control de climatización e iluminación completamente automática, en el local comercial TRIONICA COMPUTACION especializado en la venta de insumos informáticos ubicado en la ciudad de Machala, utilizando un controlador automática IQ3x del fabricante TREND.

### **1.2 Antecedentes.**

En estos tiempos donde la disminución en el consumo energético se ha vuelto una necesidad latente, por el gran impacto ambiental y los altos costos necesarios para la generación eléctrica.

Una de las mayores causas de desperdicio energético, es el incorrecto uso de equipos de acondicionamiento de aire e iluminación, ya que en la mayoría de casos no existe un sistema automático el cual controle y regule estos equipos, por lo que estos pasan funcionando al 100% todo el tiempo, desperdiciando de forma innecesaria energía eléctrica, y disminuyendo su vida útil drásticamente, aumentando los costos en mantenimiento y en el pago de planillas eléctricas.

Otro problema generado por la falta de automatización en la climatización es la falta de confort en las personas que se encuentran dentro del local, ya que no al existir un sistema de control no se puede garantizar que las diferentes aéreas del local se encuentren a una temperatura ideal.

### **1.3 Justificación.**

Hoy en día la automatización a base de controladores autómatas ha alcanzado altos niveles en cuanto a aplicaciones se refiere, la mayoría de los sistemas de producción, así como algunos procesos específicos se encuentran bajo el mando de dichos aparatos, hecho que no es de extrañar, pues la implementación de los controladores ha venido a reducir significativamente la complejidad de los sistemas de automatización.

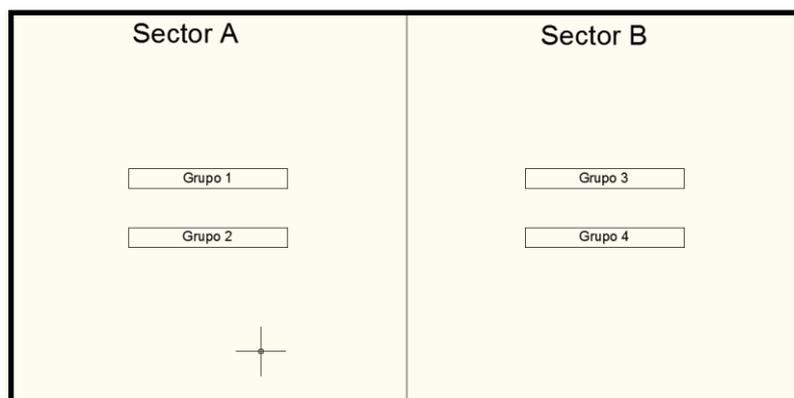
Con nuestra propuesta se busca diseñar un sistema que controlara mediante los correspondientes sensores y a través de un sistema automático e inteligente el aire acondicionado e iluminación.

Todo el control de estos sistemas busca una mayor confortabilidad en los ocupantes y un ahorro energético de entre un 35 a un 40 por ciento en el local.

### **1.4 Delimitación.**

A continuación se presenta el alcance de cada uno de los aspectos de este proyecto:

- El diseño del control de climatización la cual controlara un sistema de aire acondicionado central el cual inyecta aire frío a las diferentes aéreas del local comercial (Área de Exhibición, Dpto. de Mantenimiento, Dpto. Técnico, Sala de Sesiones, Contabilidad, y Gerencia); Cada una de estas constaran de un sensor independiente de temperatura ambiental, con un actuador para dámper el cual controla el paso del aire frío, los cuales regularan la temperatura de cada área en forma independiente.
- El diseño del control de iluminación, será aplicado únicamente en el Área de Exhibición el cual consta de un único ambiente, donde las luminarias serán divididas en dos sectores (A y B); donde cada sector tendrá un sensor del luz ambiental y 2 grupos de lámparas, donde el segundo grupo servirá como respaldo del primero para que este no funcione a su máxima potencia todo el tiempo (como se muestra en la ilustración 1).



**Figura # 1** División de sectores para la iluminación.

### **1.5 Objetivo General.**

Diseñar un sistema de automatización de las funciones ambientales y de iluminación de un local comercial especializado en la venta de insumos informáticos utilizando un controlador automático del fabricante TRENDA.

### **1.6 Objetivos Específicos.**

- Realizar el marco teórico que sustente el proyecto.
- Diseñar el sistema de control de climatización e iluminación utilizando un controlador automático del fabricante TRENDA.
- Realizar un análisis de factibilidad.

## **2. Marco Conceptual**

### **2.1 Domótica.**

En Francia, muy amantes de adaptar términos propios a las nuevas disciplinas, se acuñó la palabra "Domotique". De hecho, la enciclopedia Larousse definía en 1988 el término domótica como el siguiente: "el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.". Es decir, el objetivo es asegurar al usuario de la vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y las facilidades de comunicación. Una definición más técnica del concepto sería: "conjunto de servicios de la vivienda garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar

conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación. Gracias a ello se obtiene un notable ahorro de energía, una eficaz gestión técnica de la vivienda, una buena comunicación con el exterior y un alto nivel de seguridad".

Para que un sistema pueda ser considerado "inteligente" ha de incorporar elementos o sistemas basados en las Nuevas Tecnologías de la Información (NTI).

El uso de las NTI en la vivienda genera nuevas aplicaciones y tendencias basadas en la capacidad de proceso de información y en la integración y comunicación entre los equipos e instalaciones. Así concebida, una vivienda inteligente puede ofrecer una amplia gama de aplicaciones en áreas tales como:

- seguridad
- gestión de la energía
- automatización de tareas domésticas
- formación, cultura y entretenimiento
- teletrabajo
- monitorización de salud
- operación y mantenimiento de las instalaciones, etc.

La definición de vivienda domótica o inteligente presenta múltiples versiones y matices. También aquí son diversos los términos utilizados en distintas lenguas: "casa inteligente" (Smart house), automatización de viviendas (home automation), domótica (domotique), sistemas domésticos (home systems), etc.

De una manera general, un sistema domótico dispondrá de una red de comunicación y diálogo que permite la interconexión de una serie de equipos a fin de obtener información sobre el entorno doméstico y, basándose en ésta, realizar unas determinadas acciones sobre dicho entorno.

Los elementos de campo (detectores, sensores, captadores, etc.), transmitirán las señales a una unidad central inteligente que tratará y elaborará la información recibida. En función de dicha información y de una determinada programación, la unidad central actuará sobre determinados circuitos de potencia relacionados con las señales recogidas por los elementos de campo correspondientes.

En este sentido, una vivienda domótica se puede definir como: "aquella vivienda en la que existen agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse interactivamente entre sí de un bus doméstico multimedia que las integra".

A continuación se detallan las diferentes definiciones que ha ido tomando el término:

- 1) La nueva tecnología de los automatismos de maniobra, gestión y control de los diversos aparatos de una vivienda, que permiten aumentar el confort del usuario, su seguridad, y el ahorro en el consumo energético.
- 2) Un conjunto de servicios en las viviendas, asegurados por sistemas que realizan varias funciones, pudiendo estar conectados, entre ellos, y a redes internas y externas de comunicación.
- 3) La informática aplicada a la vivienda. Agrupa el conjunto de sistemas de seguridad y de la regulación de las tareas domésticas destinadas a facilitar la vida cotidiana automatizando sus operaciones y funciones.

## **2.2 Edificios Inteligentes.**

**Definición.** Es muy difícil dar con exactitud una definición sobre un edificio inteligente, por lo que se citarán diferentes conceptos, de acuerdo a la compañía, institución o profesional de que se trate.

- **Intelligent Building Institute (IBI), Washington, D.C., E.U.**

Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, con las interrelaciones entre ellos. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización.

- **Compañía Honeywell, S.A. de E.U.**

Se considera como edificio inteligente aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia en favor de los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort.

### **Objetivos**

Los objetivos o finalidad de un edificio inteligente, son los siguientes:

#### **Arquitectónicos**

Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio.

- a) La flexibilidad, tanto en la estructura como en los sistemas y servicios.
- b) El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- c) La funcionalidad del edificio.
- d) La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- e) Mayor confort para el usuario.
- f) La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.
- g) El incremento de la seguridad.
- h) El incremento de la estimulación en el trabajo.
- i) La humanización de la oficina.

#### **Tecnológicos**

- a) La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones.
- b) La automatización de las instalaciones.
- c) La integración de servicios

## **Ambientales**

- a) La creación de un edificio saludable.
- b) El ahorro energético.
- c) El cuidado del medio ambiente.

## **Económicos**

- a) La reducción de los altos costos de operación y mantenimiento.
- b) Beneficios económicos para la cartera del cliente.
- c) Incremento de la vida útil del edificio.
- d) La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de espacios.
- e) La relación costo-beneficio.
- f) El incremento del prestigio de la compañía.

Es importante tomar en cuenta que cualquier sistema automatizado que se instale en un edificio, debe estar dentro del sistema central de control desde el cual se localiza el control de cada sensor, se revisa y reporta el estado de cada elemento, se establece el récord impreso de los sucesos diarios y se despliegan en pantalla los planos de instalación.

### **2.3 Grados de inteligencia**

Existen tres grados de inteligencia, catalogados en función de la automatización de las instalaciones o desde el punto de vista tecnológico:

- **Grado 1.** Inteligencia mínima o básica. Un sistema básico de automatización del edificio, el cual no está integrado. Existe una automatización de la actividad y los servicios de telecomunicaciones, aunque no están integrados.
- **Grado 2.** Inteligencia media. Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado. Sistemas de automatización de la actividad, sin una completa integración de las telecomunicaciones.
- **Grado 3.** Inteligencia máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente

integrados. El sistema de automatización del edificio se divide en: sistema básico de control, sistema de seguridad y sistema de ahorro de energía.

El sistema básico de control es el que permite monitorear el estado de las instalaciones, como son: eléctricas, hidrosanitarias, elevadores y escaleras eléctricas, y suministros de gas y electricidad.

El sistema de seguridad protege a las personas, los bienes materiales y la información. En la seguridad de las personas, destacan los sistemas de detección de humo y fuego, fugas de gas, suministro de agua, monitoreo de equipo para la extinción de fuego, red de rociadores, extracción automática de humo, señalización de salidas de emergencia y el voceo de emergencia. Para la seguridad de bienes materiales o de información, tenemos el circuito cerrado de televisión, la vigilancia perimetral, el control de accesos, el control de rondas de vigilancia, la intercomunicación de emergencia, la seguridad informática, el detector de movimientos sísmicos y el de presencia.

El sistema de ahorro de energía es el encargado de la zonificación de la climatización, el intercambio de calor entre zonas, incluyendo el exterior, el uso activo y pasivo de la energía solar, la identificación del consumo, el control automático y centralizado de la iluminación, el control de horarios para el funcionamiento de equipos, el control de ascensores y el programa emergente en puntos críticos de demanda.

## **2.4 ¿Cómo funciona el aire acondicionado?**

La climatización es el proceso de tratamiento del aire de tal forma que se controlan simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución para responder a las exigencias del espacio climatizado.

El calor es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía: el calor. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando así la temperatura.

La humedad, se refiere a la cantidad de agua contenida en el aire y se registra por sensaciones de humedad. Este concepto está directamente relacionado con la

sensación de confort. El aire ambiente se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humidificación o des humidificación del aire ambiente.

Para obtener el confort deseado, es necesario que el aire sea distribuido y circule uniformemente por todo el recinto, sin producir corrientes desagradables. La eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud. Conseguir un adecuado filtraje de aire es una labor básica de un equipo de aire acondicionado. Aunque el confort dependa de las condiciones humanas y tipo de trabajo que se realiza, los sistemas de climatización vienen preparados para controlar los cuatro elementos básicos.

El calor y el frío que el hombre siente no sólo dependen de la temperatura del aire, sino también de la humedad y de la apropiada distribución del aire. En el ciclo de refrigeración circula un refrigerante (para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado, todo esto lo hace el refrigerante) que pasa por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos.

El refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definitiva y vuelve a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan "ciclo de refrigeración". El ciclo de refrigeración simple se compone de cuatro procesos fundamentales.

### **Expansión**

Al principio, el refrigerante está en estado líquido y a una temperatura y presión alta; éste fluye del receptor hacia el control del flujo del refrigerante. La presión del líquido se reduce a la presión del evaporador cuando este líquido pasa por el control de flujo de refrigerante, de tal forma que la temperatura de saturación del refrigerante que entra en el evaporador es inferior a la temperatura del ambiente refrigerado. Una parte del líquido se evapora al pasar por el control del refrigerante para reducir la temperatura del líquido hasta la temperatura de evaporización.

## **Evaporación**

En el evaporador, el líquido se evapora a una temperatura y presión constante, mientras el calor necesario para el suministro de calor latente de evaporación pasa de las paredes del evaporador hacia el líquido que se evapora. Todo el refrigerante se evapora en el evaporador.

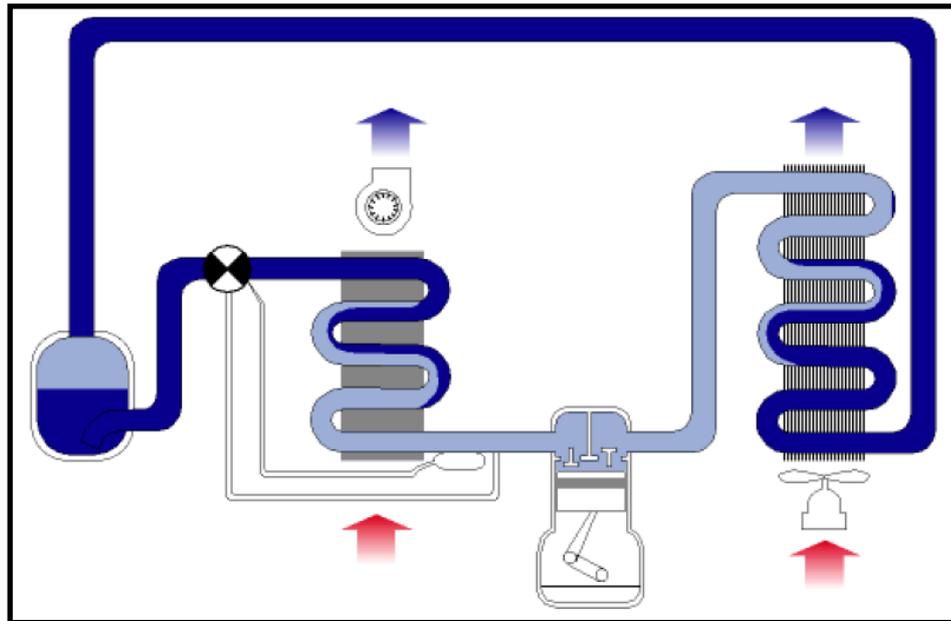
## **Compresión**

Por la acción del compresor, el vapor que resulta de la evaporación se lleva por la línea de aspiración desde el evaporador hacia la entrada de aspiración del compresor. En dicho compresor, la temperatura y presión del vapor aumenta debido a la compresión. El vapor de alta temperatura se descarga del compresor en la línea de descarga.

## **Condensación**

El vapor fluye por la línea de descarga hacia el condensador donde evacua calor hacia el aire relativamente frío que el ventilador del condensador hace circular a través del condensador.

Cuando el vapor caliente evacua calor hacia el aire más frío, su temperatura se reduce a la nueva temperatura de saturación que corresponde a la nueva presión y el vapor se condensa, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante alcance el fondo del condensador se condensa todo el vapor y luego se sub enfría. A continuación el líquido sub enfriado pasa al receptor y queda listo para volver a circular.



**Figura # 2** Funcionamiento del aire acondicionado.

**Fuente:** HITA GAS. 2004. Descripción del Funcionamiento y Tipos de Aire Acondicionados. <http://usuarios.multimania.es/hitagas/aireacondicionado.htm>.

En invierno sucede lo contrario. El calor natural, presente en el aire exterior (incluso con temperaturas muy bajas) es extraído y transferido al interior.

Los sistemas de climatización capaces de refrigerar y calentar se llaman bombas de calor. La bomba de calor permite su uso durante todo el año, a diferencia de los sistemas de calefacción tradicionales.

## 2.5 Tipos de Equipos de Aire Acondicionado.

### Equipo tipo partido o Split individual:

El sistema típico de aire acondicionado consiste en tres componentes básicos: un compresor, un serpentín evaporador y un serpentín condensador. El compresor, que es el corazón del sistema de aire acondicionado, bombea refrigerante a través del sistema. El serpentín del evaporador absorbe el calor del espacio que se debe refrigerar, y el serpentín del condensador elimina o desecha el calor.

Es un equipo de aire acondicionado cuya unidad interna se ubica en una pared o cielo, se les llama así debido a que sus componentes principales son separados unos de otros. (Evaporador: parte interna /Condensador: parte externa).

**Equipo tipo partido o Split de ductos:**

Se le conoce también como sistema separado en el que el serpentín del condensador y el compresor están alojados en un gabinete exterior, mientras que el serpentín del evaporador se encuentra cerca del gestor de aire con el conjunto del ventilador o soplador. Esta disposición brinda un sistema muy flexible y eficaz que se puede adaptar a casi cualquier plano de planta.

Es un equipo de aire acondicionado tipo central en el cual uno o más de los componentes principales son separados unos de otros y que son diseñados para trabajar en conjunto.

**Equipo tipo paquete:**

Los sistemas de aire acondicionado tipo paquete combinan todos los componentes en un paquete que casi siempre se ubica en el exterior de la casa. Los conductos de aire conectan el aire acondicionado de tipo paquete al espacio de vivienda de la casa. Las ventajas de las unidades tipo paquete incluyen bajo costo inicial del equipo, facilidad de transporte e instalación sencilla de baja tecnología.

Es un equipo de aire acondicionado tipo central, en el cual todos los componentes principales son acoplados en un solo gabinete.

**Equipos tipo multi-split:**

Los equipos multi-split permiten la instalación de varias unidades interiores con una sola unidad exterior.

**Equipos portátiles:**

Un sistema alternativo son los equipos tipo portátil. Reúnen muchas de las prestaciones de los equipos fijos y entre sus principales cualidades destacamos la ausencia de instalación y la posibilidad de desplazar el aparato de una estancia a otra. Otro sistema alternativo son los conocidos equipos tipo ventana.

### **Equipos Split tipo inverter:**

Los equipos inverter, incorporan una tecnología que permite controlar la velocidad del compresor. A diferencia de los equipos convencionales, con velocidad de compresor fija, los inverter alcanzan antes la temperatura de confort. En el arranque, el compresor funciona a velocidad máxima. Los inverter evitan fluctuaciones de la temperatura puesto que cuando se alcanza el nivel de confort deseado, reducen la velocidad del compresor al mínimo y como consecuencia:

- Se produce un importante ahorro energético que algunos fabricantes sitúan entre un 30 y un 40% respecto a un sistema convencional.
- Se evitan arranques y paradas con lo cual se alarga la vida útil del compresor, autentico corazón del sistema de climatización.

También se les puede clasificar de la siguiente manera:

- Acondicionador de pared o mural: se trata del equipo con mayor penetración en el sector doméstico actualmente. En muchos casos existen unidades con un mismo aspecto exterior pero con la capacidad de funcionar en modo bomba de calor. La instalación del aparato precisa de la colocación de la unidad exterior y de la prolongación de los tubos de conexión del refrigerante desde la unidad exterior a la interior. La colocación de la unidad interior es sencilla y no precisa de obra. Los diferentes equipos del mercado son capaces de proporcionar una potencia frigorífica de entre 1,7 kW y 10 kW.
- Acondicionador de consola: se colocan en el suelo. La capacidad de difusión del frío es mayor que en el caso de pared, pero precisa de más espacio para su instalación. En general, los fabricantes los ofrecen con más potencia que en el caso de los acondicionadores de pared. Su instalación es más usual en edificios de oficinas sin climatización general. La potencia frigorífica varía desde 2,5 kW a 15 kW.
- Acondicionadores de cassette: se caracterizan por estar empotrados en los falsos techos de oficinas y comercios. Disponen de varias vías de salida de

aire frío, con una de entrada del aire a refrigerar. Se encuentran en potencias frigoríficas desde 5 kW a 15kW.

- Acondicionadores de techo: están fijados al techo. Son aparatos de aspecto semejante al de los de pared. En el diseño se ha tenido en cuenta el peso del aparato para la facilidad de montaje e instalación. Las potencias frigoríficas que son capaces de desarrollar son semejantes a las de cassette.
- Acondicionadores de conductos: precisan de dos canales de comunicación con la estancia: uno para la extracción del aire caliente y otro para la introducción del aire climatizado.
- Los sistemas multisplit son aquellos que utilizando una única unidad exterior acoplan varias unidades interiores, con la posibilidad de climatizar varias estancias.

## **2.6 Compresores**

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración: en primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a un punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la temperatura del medio enfriante disponible para la condensación del vapor refrigerante.

Existen tres tipos básicos de compresores: Reciprocantes, Rotativos y Centrífugos.

Los compresores centrífugos son utilizados ampliamente en grandes sistemas centrales de acondicionamiento de aire y los compresores giratorios se utilizan en el campo de los refrigeradores domésticos. Sin embargo, la mayoría de compresores utilizados en tamaños de menor caballaje para las aplicaciones comerciales, domésticas e industriales son reciprocantes.

## **Compresores Reciprocantes.**

El diseño de este tipo de compresores es similar a un motor de automóvil moderno, con un pistón accionado por un cigüeñal que realiza carreras alternas de succión y compresión en un cilindro provisto con válvulas de succión y descarga. Debido a que el compresor reciprocante es una bomba de desplazamiento positivo, resulta apropiado para volúmenes de desplazamiento reducido, y es muy eficaz a presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.

### *Ventajas:*

- Adaptabilidad a diferentes refrigerantes
- Facilidad con que permite el desplazamiento de líquido a través de tuberías dada a alta presión creada por el compresor.
- Durabilidad
- Sencillez de su diseño
- Costo relativamente bajo

## **Compresores de tipo abierto**

Los primeros modelos de compresores de refrigeración fueron de este tipo. Con los pistones y cilindros sellados en el interior de un Cárter y un cigüeñal extendiéndose a través del cuerpo hacia afuera para ser accionado por alguna fuerza externa. Tiene un sello en torno del cigüeñal que evita la pérdida de refrigerante y aceite del compresor.

### *Desventajas:*

- Mayor peso
- Costo superior
- Mayor tamaño
- Vulnerabilidad a fallas de los sellos
- Difícil alineación del cigüeñal
- Ruido excesivo
- Corta vida de las bandas o componentes de acción directa

Este compresor ha sido reemplazado por el moto-compresor de tipo semihermético y hermético, y su uso continua disminuyendo a excepción de aplicaciones especializadas como es el acondicionamiento de aire para automóviles.

### **Moto-compresores semiherméticos**

El compresor es accionado por un motor eléctrico montado directamente en el cigüeñal del compresor, con todas sus partes, tanto del motor como del compresor, herméticamente selladas en el interior de una cubierta común.

Se eliminan los trastornos del sello, los motores pueden calcularse específicamente para la carga que han de accionar, y el diseño resultante es compacto, económico, eficiente y básicamente no requiere mantenimiento. Las cabezas cubiertas del estator, placas del fondo y cubiertas de Carter son desmontables permitiendo el acceso para sencillas reparaciones en el caso de que se deteriore el compresor.

### **Moto-compresor hermético.**

Este fue desarrollado en un esfuerzo para lograr una disminución de tamaño y costo y es ampliamente utilizado en equipo unitario de escasa potencia. Como en el caso del moto compresor semihermético, el motor eléctrico se encuentra montado directamente en el cigüeñal del compresor, pero el cuerpo es una carcasa metálica sellada con soldadura. En este tipo de compresores no pueden llevarse a cabo reparaciones interiores puesto que la única manera de abrirlos es cortar la carcasa del compresor.

### **Velocidad del compresor.**

Los primeros modelos de compresores se diseñaron para funcionar a una velocidad relativamente reducida, bastante inferiores a 1000 rpm. Para utilizar los motores eléctricos estándar de cuatro polos se introdujo el funcionamiento de los moto compresores herméticos y semiherméticos a 1750 rpm (1450 rpm en 50 ciclos).

La creciente demanda de equipo de acondicionamiento de aire más compacto y menor peso ha forzado el desarrollo de moto compresores herméticos con motores de dos polos que funcionan a 3500 rpm (2900 rpm en 50 ciclos).

Las aplicaciones especializadas para acondicionamiento de aire en aviones, automóviles y equipo militar, utilizan compresores de mayor velocidad, aunque para la aplicación comercial normal y doméstica el suministro de energía eléctrica existente de 60 ciclos limita generalmente la velocidad de los compresores a la actualmente disponible de 1750 y 3500 rpm.

Las velocidades superiores producen problemas de lubricación y duración. Y estos factores, así como el costo, tamaño y peso deben ser considerados en el diseño y aplicación del compresor.

### **Funcionamiento Básico**

Cuando el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión se reduce la presión en el cilindro. Y cuando la presión del cilindro es menor que el de la línea de succión del compresor la diferencia de presión motiva la apertura de las válvulas de succión y fuerza al vapor refrigerante a que fluya al interior del cilindro.

Cuando el pistón alcanza el fin de su carrera de succión e inicia la subida (carrera de compresión), se crea una presión en el cilindro forzando el cierre de las válvulas de succión. La presión en el cilindro continua elevándose a medida que el cilindro se desplaza hacia arriba comprimiendo el vapor atrapado en el cilindro. Una vez que la presión en el cilindro es mayor a la presión existente en la línea de descarga del compresor, las válvulas de descarga se abren y el gas comprimido fluye hacia la tubería de descarga y al condensador.

Cuando el pistón inicia su carrera hacia abajo la reducción de la presión permite que se cierren la válvulas de descarga, dada la elevada presión del condensador y del conducto de descarga, y se repite el ciclo.

Durante cada revolución del cigüeñal se produce una carrera de succión y otra de compresión de cada pistón. De modo que en los moto-compresores de 1750 rpm tienen lugar a 1750 ciclos completos de succión y compresión en cada cilindro durante cada minuto. En los compresores de 3500 rpm se tiene 3500 ciclos completos en cada minuto.

## **Válvulas en el compresor**

La mayoría de las válvulas del compresor recíprocante son del tipo de lengüeta y deben posicionarse adecuadamente para evitar fugas. El más pequeño fragmento de materia extraña o corrosión bajo la válvula producirá fugas y deberá tenerse el máximo cuidado para proteger el compresor contra contaminación.

## **Desplazamiento del compresor**

El Desplazamiento de un compresor recíprocante es el volumen desplazado por los pistones. La medida de desplazamiento depende del fabricante, algunos fabricantes lo publican en pulgadas cúbicas por revolución o en pies cúbicos por minuto.

### **2.7 Consideraciones Iniciales de Diseño.**

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio, se requiere información de diseño detallada de la edificación e información climática a las condiciones de diseño seleccionados.

Generalmente, los siguientes pasos deben ser seguidos:

#### **Características de la Edificación.**

##### **Obtenga las características de la Edificación.**

Materiales de construcción, tamaño de los componentes, colores externos de fuentes y formas son normalmente determinados a partir de los planos de la edificación y especificaciones.

##### **Configuración:**

Determine la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. La sombra de edificaciones adyacentes pueden ser determinadas por un plano del sitio o visitando el sitio propuesto. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada de ser incluida en los cálculos.

**Condiciones Exteriores de Diseño:**

Obtenga información climática apropiada y seleccione las condiciones de diseño exterior. La condición climática puede ser obtenida de la estación meteorológica local o del centro climático nacional.

**Condiciones de Diseño Interior:**

Seleccione las condiciones de diseño interior tales como temperatura de bulbo seco interior, temperatura interior de bulbo húmedo y tasa de ventilación. Incluya variaciones permisibles y límites de control.

**Rutina de Operación:**

Obtenga una rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna. Determine la probabilidad de que el equipo de refrigeración sea operado continuamente o apagado durante períodos de no ocupación (ej. Noches y/o fines de semana).

**Fecha y Tiempo:**

Seleccione el tiempo del día y el mes para realizar los cálculos de la carga de enfriamiento. Frecuentemente varias horas del día y varios meses son requeridos.

**Consideraciones Adicionales:**

El diseño apropiado y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser condicionado.

El tipo de sistema de acondicionamiento de aire, energía de ventilación, ubicación del ventilador, pérdida de calor de los ductos y ganancia, filtración de los ductos, sistemas de iluminación por extracción de calor y tipo de sistema de retorno de aire, todos afectan la carga del sistema y el tamaño de los componentes.

### 3. Levantamiento de la Información Primaria y Secundaria

#### 3.1 Aspectos metodológicos

El presente proyecto se enfocará en las siguientes variables, las cuales son parte de un sistema inmótico:

- Temperatura.
- Intensidad Lumínica.

**Temperatura:** Esta señal es indispensable para que el controlador conozca la temperatura a la que se encuentra cada una de las áreas del local comercial, y de esta manera variar el ángulo del actuador entre 0 y 90 grados y de esta manera interrumpir o permitir el paso del aire frío y estabilizar la temperatura al setpoint configurado por el usuario.

**Intensidad Lumínica:** Esta señal es usada por el controlador para conocer en cuantos luxes se encuentra el área de exhibición y de esta manera variar el voltaje de la salida del controlador y modificar el dimmer para lámpara fluorescente y estabilizar la intensidad hasta llegar al setpoint configurado por el usuario.

#### **Metodología:**

Por la naturaleza del trabajo, las metodologías adecuadas para su desarrollo serán de investigación proyectiva y bibliográfica.

La investigación proyectiva, también conocida como proyecto factible, consiste en la elaboración de una propuesta o modelo para solucionar un problema. Se ubican las investigaciones para inventos, programas, diseños. Se hará uso de material bibliográfico referente al tema, obtenido en la red.

#### **Recursos:**

Para el desarrollo de las diferentes etapas nombradas en este documento, se requerirá el uso de los siguientes recursos.

### Humanos:

Carlos Regalado, Geovanny Chasi: investigación y redacción.

Ing. Francisco Vásquez: director.

### Técnicos:

#### Recursos de software requeridos:

System Engineering Tool v6.0 de la casa TREND

#### Recursos de hardware requeridos:

Controlador IQ3x, sensores, actuadores para dámper del fabricante TREND, y dimmer para lámpara fluorescente.

### Cronograma de trabajo:

| No | Tiempo en Semanas        | Semanas |       |       |       |
|----|--------------------------|---------|-------|-------|-------|
|    |                          | 1 y 2   | 3 y 4 | 5 y 6 | 7 y 8 |
|    | <b>ACTIVIDADES</b>       |         |       |       |       |
| 1  | Marco Teórico            | ■       |       |       |       |
| 2  | Descripción del Proyecto |         | ■     |       |       |
| 3  | Desarrollo del Proyecto  |         |       | ■     |       |
| 4  | Análisis de Factibilidad |         |       |       | ■     |

**Tabla # 1** Cronograma de trabajo.

## 3.2 Actividades realizadas

Para que este proyecto se simplifique y sea posible cumplir con los objetivos planteados, ha sido dividido en varias etapas.

- 3.2.1. Levantamiento de información en el local comercial. Se visitó el local comercial Trionica Computación el cual se encuentra en la ciudad de Machala en la provincia de El Oro; en donde fueron revisados los equipos de aire acondicionado tal como la infraestructura existente, como también el estado de los mismos. Después se procedió a conseguir los planos arquitectónicos del mismo.

- 3.2.2. Análisis de equipos necesarios e investigación de las especificaciones técnicas. Se realizó la lista de materiales necesarios para la realización de este proyecto y se investigó las hojas de datos correspondientes a cada equipo proporcionadas por los respectivos fabricantes.
- 3.2.3. Diseño en plano y programa de control. En este paso se llevó a cabo el diseño utilizando los planos adquiridos, donde se colocaron los sensores y actuadores en las respectivas áreas del local comercial. También se procedió a realizar el programa que controlara la climatización e iluminación utilizando el software System Engineering Tool v6.0.
- 3.2.4. Estudio de factibilidad. Se contactó a los proveedores de TREND a nivel mundial a los cuales se les pidió una proforma con los precios de cada uno de los equipos, también se incluyó en este presupuesto los costos de envío y de importación.

## **4. Gestión de Productos**

### **4.1 Procesamiento de la información levantada.**

#### **1.1.1. Visita a Trionica computación.**

Tras la visita realizada para observar los equipos e infraestructura, se pudo observar que el local posee un equipo de aire acondicionado central el cual abastece completamente a todo el local, y la canalización necesaria para llegar a todas las áreas independientes del mismo.

Con esta información se pudo concluir que no es necesario adquirir equipos nuevos de aire acondicionado ya que el existente es suficiente, como también no es necesaria la construcción o readecuación de ninguna canalización, ya que estas llegan a todas las áreas y poseen los dámper de paso de aire suficientes para la realización de este proyecto.

### 1.1.2. Listado de Materiales y Especificaciones Técnicas de Equipos.

#### Listado de materiales.

| <b>MATERIALES</b>                                  | <b>CANTIDADES</b> |
|--|-------------------|
| Controlador IQ3xact                                | 1 u               |
| IQViewTouchScreenDisplay                           | 1 u               |
| Actuador de dámper ADS10-24 Con retorno de resorte | 6 u               |
| Sensor de temperatura ambiental TB/TS              | 6 u               |
| Sensor de luz ambiental SL                         | 2 u               |
| Actuador dimmer para balasto Bticino T6303F        | 4 u               |
| Cables Sftp Cat6 2 pares                           | 300 m             |

**Tabla # 2** Listado de materiales.

#### Especificaciones Técnicas.

##### Controlador TREND serie IQ3x

Los controladores TREND de la serie IQ3 de Honeywell Technologies, son de los controladores más utilizados en el ámbito industrial por su robustez, exactitud, facilidad de configuración, compatibilidad con cualquier tipo o marca de sensores, y su gran gama de accesorios.

Estos poseen las siguientes características:

#### - **Descripción.**

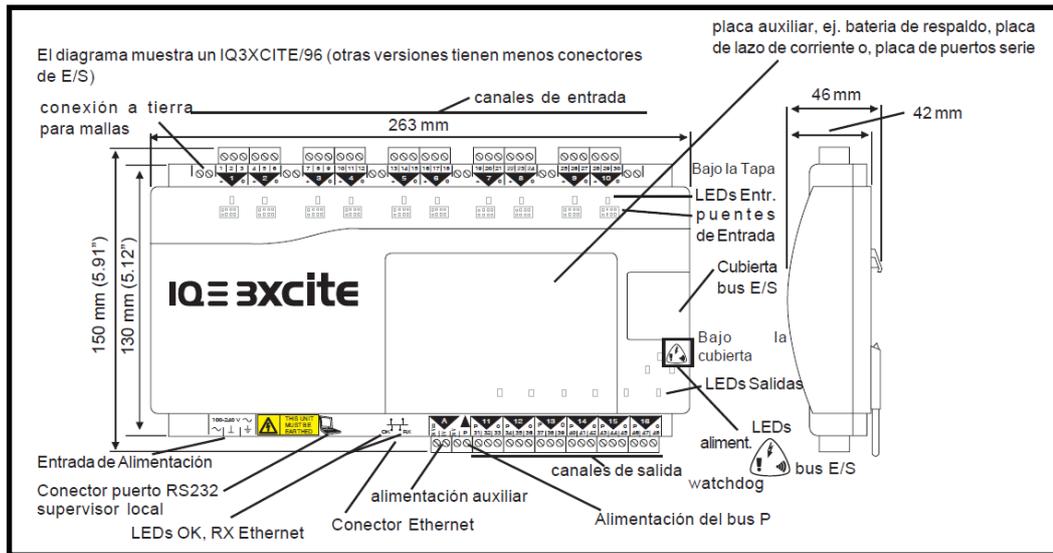
Los controladores IQ3 son controladores del Sistema de gestión de Edificios que usan las tecnologías de Ethernet y TCP/IP con posibilidad de comunicación BACnet. Cada controlador incorpora un servidor web que puede suministrar páginas web específicas del usuario a un PC o dispositivo móvil que utilice un navegador web. Si un sistema se configura correctamente, un usuario con los códigos de seguridad apropiados puede monitorizar o ajustar el controlador desde cualquier punto de acceso a Internet del mundo. También es

compatible con el sistema de IQs tradicional. Esta gama de controladores de montaje en raíl DIN, se compone del controlador IQ3xact, con 12 señales, un controlador básico IQ3xcite, con 16 señales, y un controlador ampliable IQ3xcite, que puede tener hasta 128 puntos añadiendo módulos E/S de montaje en carril DIN. Esta flexibilidad los hace adecuados para una amplia gama de aplicaciones. Se puede conectar un PC local o una pantalla (SDU-xcite) a través del puerto RS232.

- **Características.**

- Red principal Ethernet (ver definición 1) 10 Mbps con protocolo TCP/IP (ver definición 2)
- Servidor web integrado con visualización/control a través web
- Opción protocolo Bacnet IP (ver definición 3)
- Compatible con el protocolo de sistema IQ existente
- IQ3xact 12 puntos de E/S y IQ3xcite 16 puntos de E/S
- IQ3xcite, opción de 80 puntos adicionales con módulos E/S de montaje en carril DIN
- El bus E/S permite la colocación estratégica de módulos E/S
- Número flexible de módulos de estrategia
- Puerto supervisor local RS232
- Versiones de alimentación de 100-240Vac, 24Vac y 24-60Vdc
- Robusto bus de módulos de E/S
- Espacio de ocupación reducido con el montaje en raíl DIN
- Varias opciones placa auxiliar: batería de respaldo, tarjeta de lazo de corriente o, tarjeta con puertos serie (RS422, RS485, RS232)
- Direccionamiento DHCP

- **Descripción Física.**



**Figura # 3** Descripción Física del controlador IQ3x.

**Fuente:** Hoja de datos IQ3x TREND

**Definición 1: Ethernet.**

Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

La Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3. Usualmente se toman Ethernet e IEEE 802.3 como sinónimos. Ambas se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

**Definición 2: TCP / IP.**

Se han desarrollado diferentes familias de protocolos para comunicación por red de datos para los sistemas UNIX. El más ampliamente utilizado es el Internet Protocol Suite, comúnmente conocido como TCP / IP.

Es un protocolo DARPA que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP / IP Proviene de dos protocolos importantes de la

familia, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). Todos juntos llegan a ser más de 100 protocolos diferentes definidos en este conjunto.

El TCP / IP es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa. TCP / IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa del departamento de defensa.

### **Definición 3: BACnet.**

BACnet (de Building Automation and Control Networks) es un protocolo de comunicación de datos diseñado para comunicar entre sí a los diferentes aparatos electrónicos presentes en los edificios actuales (alarmas, sensores de paso, Aire Acondicionado, Calefactores...)

Originalmente diseñado por la ASHRAE actualmente es también un estándar de la ISO y ANSI.

El protocolo BACnet define una serie de servicios usados para intercomunicar dispositivos de un edificio. El protocolo incluye los servicios Who-Is, I-am, Who-Has y I-Have, utilizados para la detección de Objetos y Dispositivos. Otros servicios como Read-Property y Write-Property son usados para la lectura o escritura de datos.

Permite el control desde una central de todos los dispositivos de un edificio de grandes dimensiones.

### **Sensor de Temperatura Ambiental TB/TS.**

#### **- Descripción.**

El sensor de temperatura ambiental tiene un encapsulado de bajo perfil para montar en la pared diseñada con una buena respuesta térmica. Tiene varias opciones, incluido un ajuste Knob (para el setpoint), 2 leds (para indicar el estado).

- **Características.**

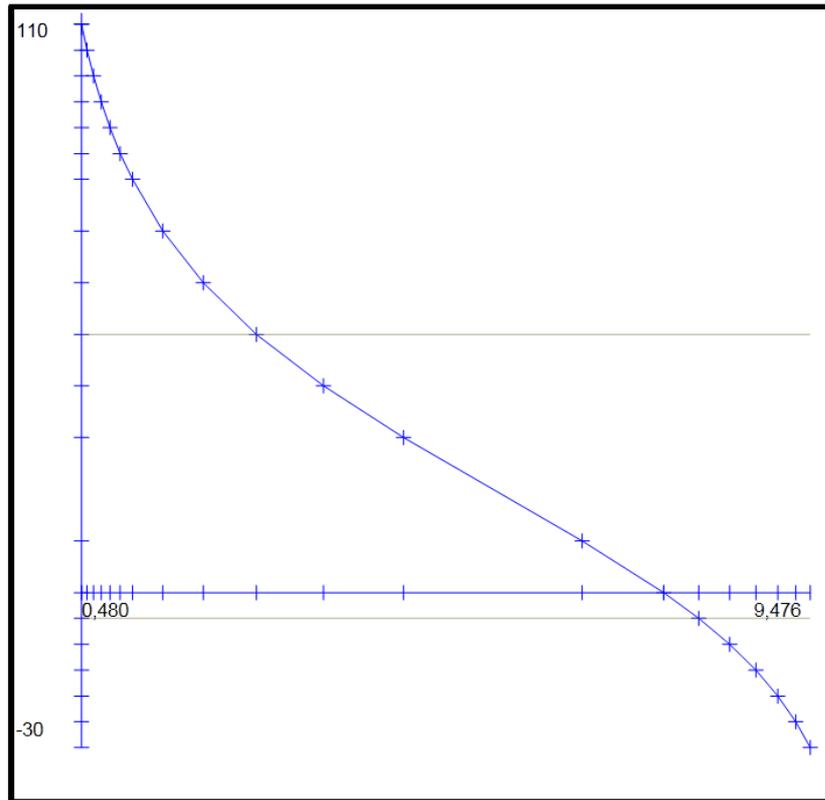
- La superficie de encapsulado encaja en los cajetines eléctricos.
- Un ajuste opcional Knob (1 a 11 KΩ).
- Leds de estado.

- **Tabla de voltajes de salida y curva de nivelación.**

-

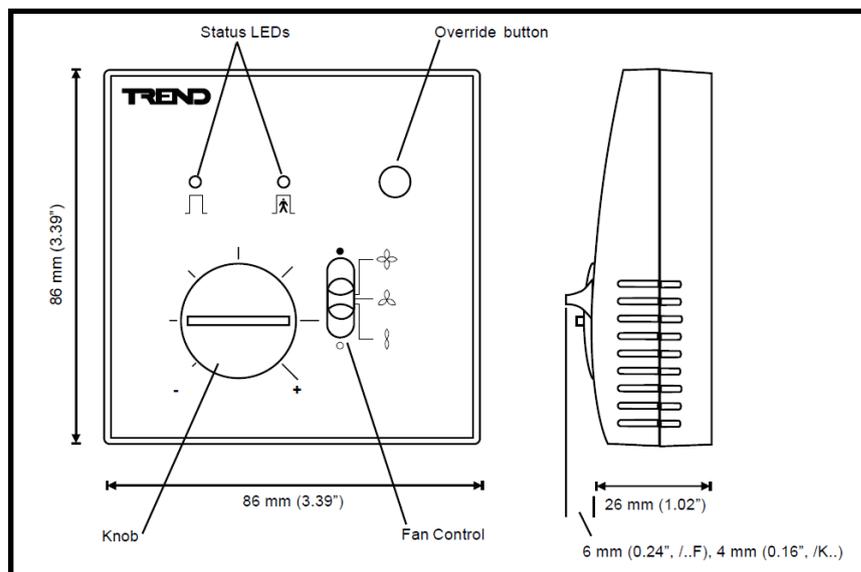
| Tipo de Sensor  | Referencia Única | Rango de escala |
|-----------------|------------------|-----------------|
|                 | Termistor TBTS   | 0 a +40C        |
| Parámetros      | Entrada          | Salida          |
| Tipo de Escala  | 5                |                 |
| Exponente       | 3                |                 |
| Límite Superior | 50               |                 |
| Límite Inferior | -5               |                 |
| 1               | 0,48             | 110             |
| 2               | 0,549            | 105             |
| 3               | 0,63             | 100             |
| 4               | 0,724            | 95              |
| 5               | 0,833            | 90              |
| 6               | 0,961            | 85              |
| 7               | 1,11             | 80              |
| 8               | 1,484            | 70              |
| 9               | 1,985            | 60              |
| 10              | 2,641            | 50              |
| 11              | 3,47             | 40              |
| 12              | 4,46             | 30              |
| 13              | 6,663            | 10              |
| 14              | 7,668            | 0               |
| 15              | 8,102            | -5              |
| 16              | 8,482            | -10             |
| 17              | 8,807            | -15             |
| 18              | 9,078            | -20             |
| 19              | 9,229            | -25             |
| 20              | 9,476            | -30             |

**Tabla # 3** Datos de voltaje de salida a las diferentes temperaturas.



**Figura # 4** Curva de nivelación del sensor de temperatura.

- **Descripción Física.**



**Figura # 5** Descripción Física del sensor de temperatura ambiental.

**Fuente:** Hoja de datos TB/TS TREND

## Sensor de Luz Ambiental LS.

### - Descripción.

El sensor de luz ambiental es un sensor exacto calibrado de Luxes para monitorear y controlar aplicaciones dentro de edificios. El sensor tiene un rango de 0 a 2000 Lux y provee una señal de salida entre 4 a 20mA. El encapsulado del sensor es estándar, y puede ser montado en paredes y tumbados.

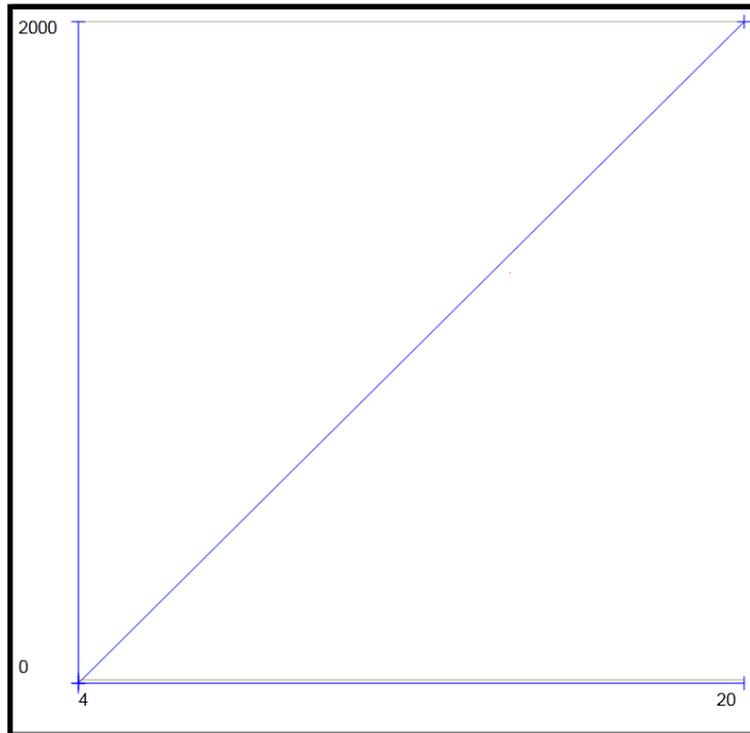
### - Características.

- **Alimentación:** 10 a 33 VDC.
- **Rango:** 0 a 2000 Lux
- **Salida:** 4 a 20 mar
- **Exactitud:** +/- 5% dentro del rango.
- **Angulo de Visión:** 124 grados.
- **Conexión:** Bornera de 2 para cable entre 14 a 20 AWG

### - Tabla y Grafico de nivelación.

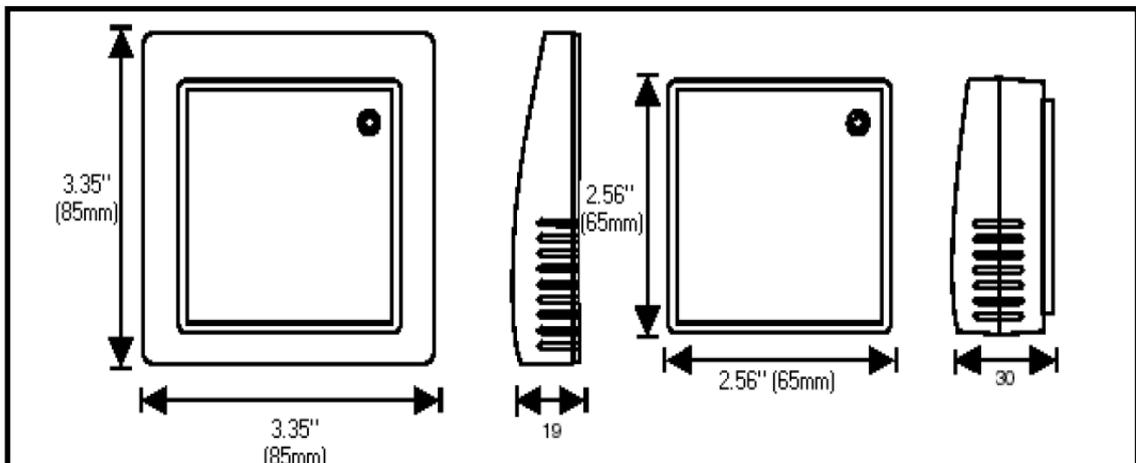
| Tipo de Sensor  | Referencia Única | Rango de escala |
|-----------------|------------------|-----------------|
|                 | 2k Sensor de Lux | 10 a 2000 lux   |
| Parámetros      | Entrada          | Salida          |
| Tipo de Escala  | 5                |                 |
| Exponente       | 4                |                 |
| Límite Superior | 2000             |                 |
| Límite Inferior | 10               |                 |
| 1               | 4                | 0               |
| 2               | 20               | 2000            |

**Tabla # 4** Datos del sensor.



**Figura # 6** Curva de nivelación del sensor de luz.

- **Descripción Física.**



**Figura # 7** Descripción física del sensor de luz ambiental.

**Fuente:** Hoja de datos LS TREND

## **Tablero de control IQView Touch Screen Display**

### **- Descripción**

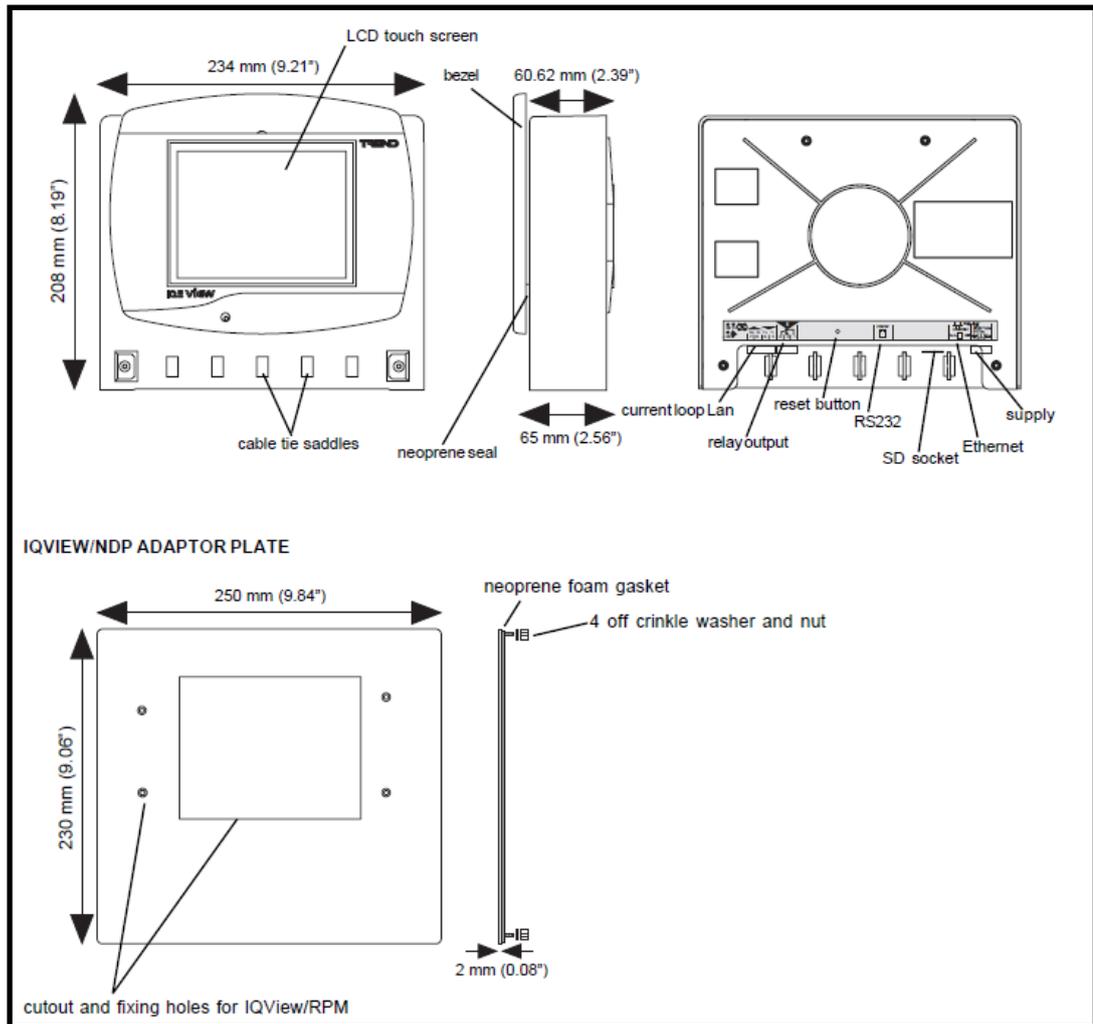
El IQview es un display touch screen el cual provee un interface configurable por el usuario al sistema IQ. El software IQview presenta al usuario con un ambiente familiar del sistema operativo de Windows. El acceso al sistema es provisto como un árbol de navegación, activando la selección de controles, y acceso a los módulos, gráficos, alarmas, y zonas horarias.

La versión monocromática tiene una pantalla a blanco y negro con RS232, y la versión estándar tiene una pantalla a color con RS232, Ethernet, y un anillo de corriente LAN IQ System.

### **- Características.**

- Opciones de conexión, Ethernet, anillo LAN, RS232.
- Voltaje de alimentación 24 Vac o 28 a 36 Vdc.
- Touch Screen.
- Pantalla Blanco y negro o color.
- Comunicación con todos los controles en redes locales o remotas.
- 8 usuarios con derechos de accesos configurables.
- Puede ser conectado directamente a un controlador IQ.
- Monitoreo de entradas, salidas, direcciones, alarmas.
- Ajuste de knobs, interruptores, zonas horarias, hora.
- DHCP activado.

- **Descripción Física.**



**Figura # 8** Descripción del tablero de control.

**Fuente:** Hoja de datos IQView TREND

**Actuador para Dámper.**

- **Descripción**

El adaptador para dámper con acoplamiento directo posee 2 posiciones para el control de:

- Dampers de Aire.
- Unidades VAV.
- Tuberías de Aire.

- **Características.**
  - Adaptador de auto centrado.
  - Cubierta removible.
  - Indicador de posición mecánica.
  - Voltaje de Alimentación.
- **Descripción Física.**

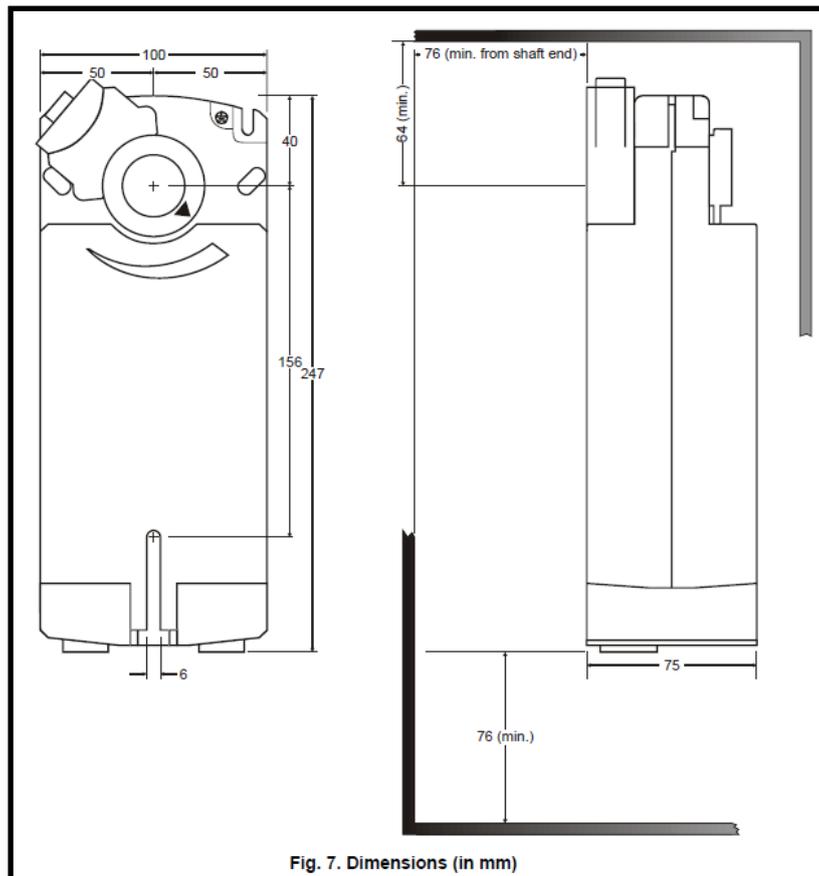


Fig. 7. Dimensions (in mm)

**Figura # 9** Descripción física del actuador para dámper.

**Fuente:** Hoja de datos ADS10-24 TREND.

### **Actuador Dimmer para Balasto.**

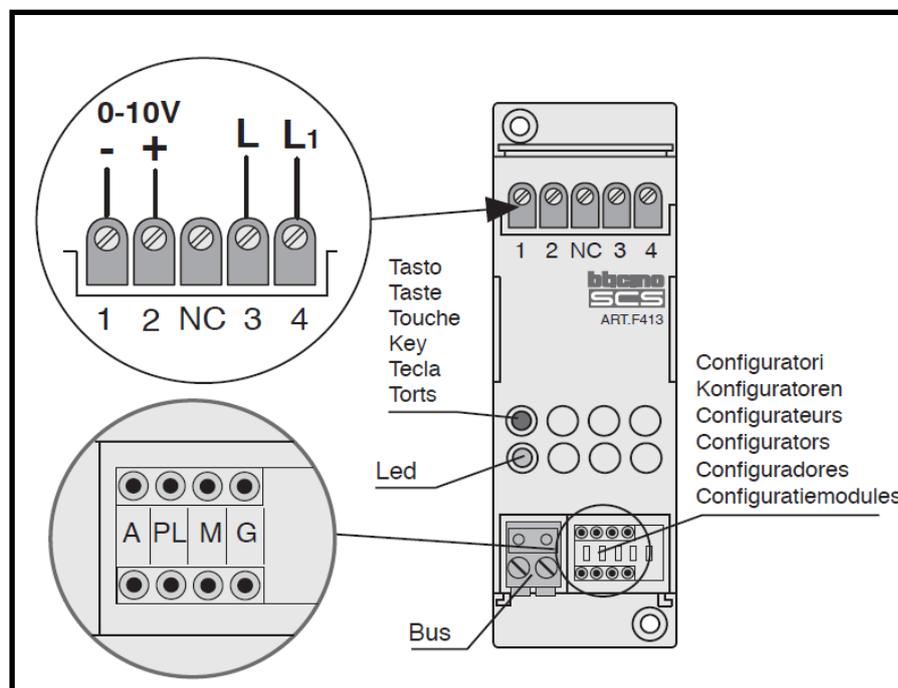
- **Descripción**

El dispositivo es una interfaz entre el Bus y los compensadores electrónicos con reguladores de luz y entrada 1-10V para mandar lámparas fluorescentes T5, T8 y compactas. En base al mando recibido, permite encender, apagar y regular la

intensidad luminosa de las lámparas fluorescentes suministrando al compensador una tensión variable entre 0-10V. Incorpora un relé electromagnético que le permite apagar directamente la carga.

El dispositivo puede ser mandado por el Bus o tecla local. La tecla local permite el encendido, apagado y el ajuste de la luminosidad. Presionando brevemente la tecla, es posible encender o apagar la carga por medio del relé, mientras presionando la tecla por más tiempo, es posible regular la intensidad luminosa.

- **Descripción Física.**



**Figura # 10** Descripción física actuador dimmer para balasto.

**Fuente:** Hoja de datos Bticino T6303F.

**1.1.3. Diseño en Plano y Programa de Control.**

**Diseño en el Plano.**

Como se puede observar en el plano se muestra la ubicación de los sensores en puntos estratégicos en cada área individual del local, para que estos puedan medir la temperatura ambiental, como la intensidad lumínica ambiental de la forma más eficiente posible.

También en este plano se buscó la mejor ubicación de los actuadores para dámper dependiendo del flujo del aire en los ductos que abastecen a las diferentes áreas del local.

La distribución de los sensores y actuadores es la siguiente:

Los sensores de temperatura ambiental (ST1) está ubicado en el área de exhibición, (ST2) en el departamento técnico, (ST3) en el departamento de mantenimiento, (ST4) Gerencia, (ST5) Contabilidad, y (ST6) Sala de sesiones; Los sensores de luz ambiental (SL1) en el sector A del área de exhibición, y (SL2) en el sector B del mismo.

Los actuadores para dámper esta distribuidos (AD1) en el ducto para el área de exhibición, (AD2) en el ducto para el departamento técnico, (AD3) en el ducto para el departamento de mantenimiento, (AD4) en el ducto de gerencia, (AD5) en el ducto de contabilidad, y (AD6) en el ducto de la sala de sesiones; la caja de operación (CO), de donde es controlado y calibrado todo el sistema, está ubicado en el área de exhibición. El armario en donde va el controlador IQ3x (AE) será ubicado en el área de la bodega, en una caja metálica con todas las protecciones a tierra y seguridad requeridas.

Todos estos sensores y actuadores, serán conectados individualmente con un cable Sftp Cat6 2 pares blindado para evitar cualquier pérdida por interferencia o ruido.

Para mayor detalle sobre la distribución de sensores, actuadores, ductos, etc. Consultar en el plano el cual se encuentra en (Anexo 1).

### **Programa de Control.**

A continuación se explicara en forma completa el funcionamiento del programa de control, para esto se dividirá en 3 diferentes partes control Iluminación, control climatización, control aire acondicionado central.

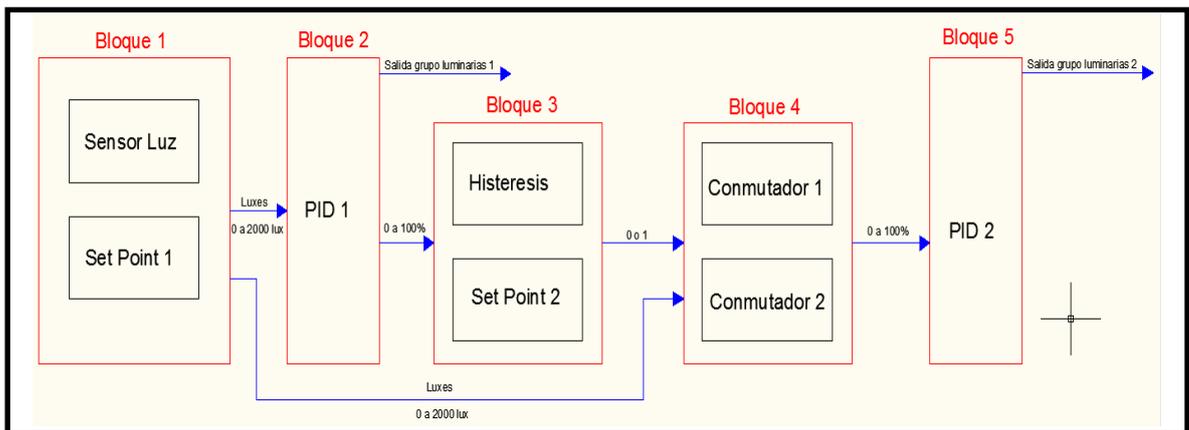
- **Control Iluminación.**

Esta parte del programa tiene 5 diferentes bloques, (Bloque 1) de sensor y set point, (Bloque 2) control PID 1, (Bloque 3) Histéresis, (Bloque 4) conmutadores, y (Bloque 5) control PID 2 como se observa en la figura #11.

El programa funciona adquiriendo en el Bloque 1 la intensidad lumínica del sensor y el valor del setpoint entre 0 a 2000 lux establecida por el usuario en el panel de control, estos datos entran al control PID1 (Bloque 2) el cual regula el voltaje de salida del controlador 0 al 100%, este voltaje a su vez entra al actuador de dimmer y dependiendo de este se regula la intensidad de las grupo de luminarias 1.

En nuestro diseño se agregó también un nivel histéresis (Bloque 3) para controlar el grupo de luminarias 2el cual funcionara como un backup para no sobrecargar al 100% el primer grupo de luminarias y esto se logra adquiriendo un segundo valor de set point entre 50 y 100% establecida por el usuario, este valor es comparado con el valor de salida del grupo de luminarias 1 y cuando llegue a este activa el Bloque de conmutación (Bloque 4) el cual da paso a las señales del Bloque 1 e ingresan al control de PID 2 (Bloque 5) este regula el voltaje de salida para el grupo de luminarias 2 variando su intensidad.

De la misma manera funciona el control del grupo de luminarias 3 y 4.



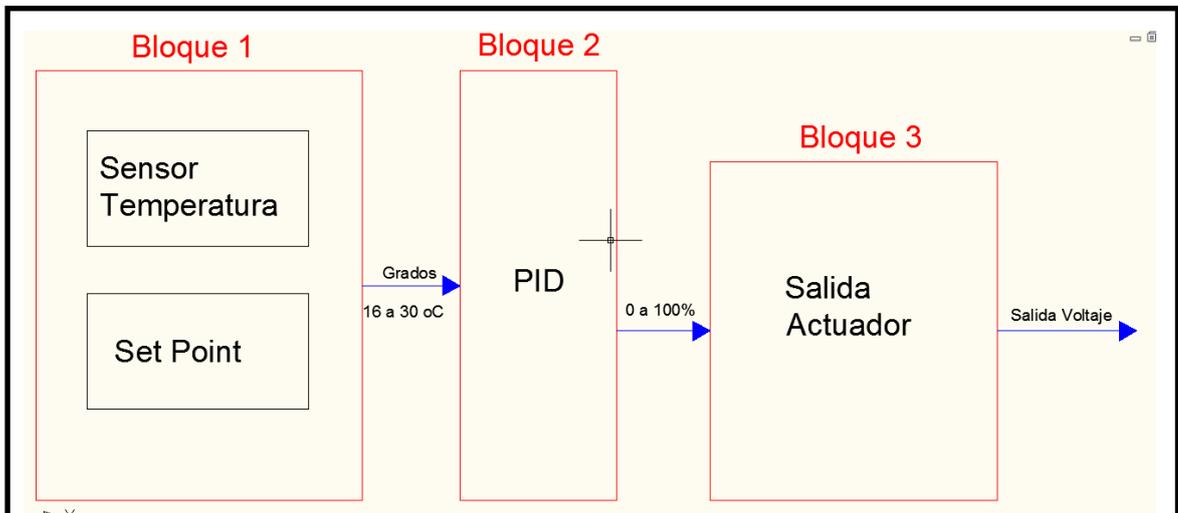
**Figura # 11** Diagrama de bloques del control iluminación.

- **Control Climatización.**

Esta parte será dividida en 3 bloques, (Bloque 1) sensores y set point, (Bloque 2) control PID, y (Bloque 3) salida como se observa en la figura #12.

El programa adquiere los datos del sensor de temperatura ambiental y set point entre 16 y 30 grados centígrados ingresados por el usuario, estos valores entran al control PID (Bloque 2) el cual dependiendo del valor del set point varia el voltaje de salida del controlador entre 0 y 100%, y este voltaje entra al actuador el cual varia su ángulo entre 0 y 90 grados, variando la posición del dámper, dejado o no pasar más flujo de aire enfriando o no la respectiva área.

Este control se repite para las 6 diferentes áreas del local.

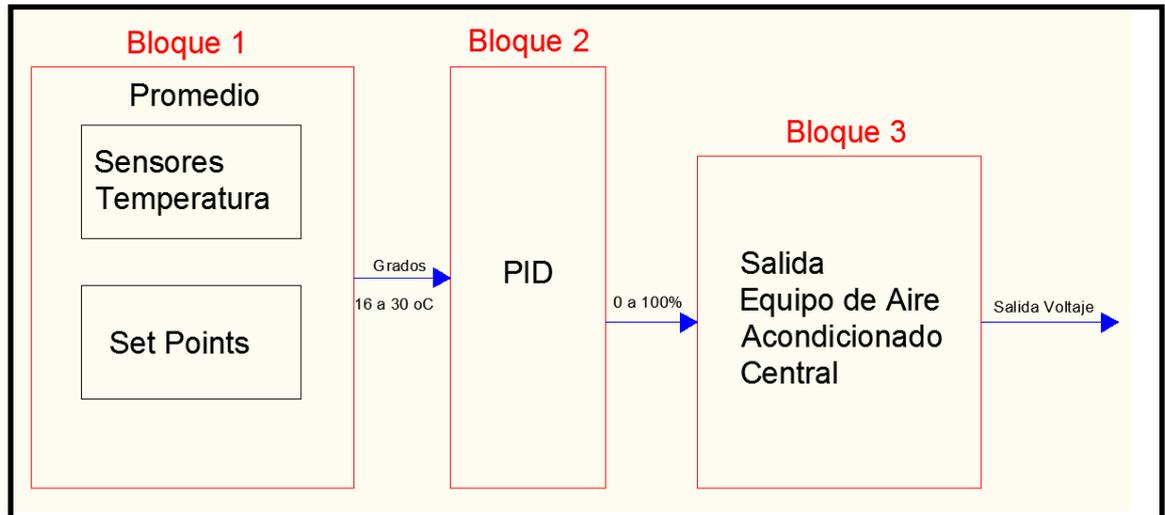


**Figura # 12** Diagrama de bloques del control climatización.

- **Control Aire Acondicionado Central.**

Esta parte será dividida en 3 bloques, (Bloque 1) promedio de sensores y set points, (Bloque 2) control PID, y (Bloque 3) salida.

En el Bloque 1 se saca un promedio de todos los sensores de temperatura y de todos los set points pertenecientes al control de climatización, y estos valores entran al Bloque 2 del control PID, donde este varia otro voltaje de salida del controlador de 0 al 100%, el cual a su vez entra al equipo de aire acondicionado central y varia su potencia para que inyecte o no más aire frio.



**Figura # 13** Diagrama de bloques del control aire acondicionado central.

El programa realizado en el software SystemEngineeringTool v6.0 el cual será cargado en el autómatas TREND se encuentra en (Anexo 2).

#### 1.1.4. Estudio de Factibilidad.

El objetivo de este estudio es determinar la factibilidad financiera para la instalación de controles inteligentes, como el controlador TREND, ya que en los últimos años se ha desarrollado nuevas tecnologías, sistemas y conceptos en iluminación y climatización destinados básicamente para preservar la salud humana y la conservación de medio ambiente. Por otro lado, el costo de la energía juega actualmente un papel importante, especialmente en estas instalaciones que representan las de mayor consumo energético en un edificio.

#### Factibilidad Técnica.

La Factibilidad Técnica consistió en realizar una evaluación de la tecnología existente en la empresa, este estudio estuvo destinado a recolectar información sobre los componentes técnicos que posee la empresa y la posibilidad de hacer uso de los mismos en el desarrollo e implementación del sistema propuesto y de ser necesario, los requerimientos tecnológicos que deben ser adquiridos para el desarrollo y puesta en marcha del sistema en cuestión.

Vale aclarar que el presente estudio de factibilidad se realiza para el DISEÑO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE ILUMINACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE UN LOCAL

DE VENTA DE INSUMOS INFORMÁTICOS, UTILIZANDO UN CONTROLADOR TREND, más no para la implementación del mismo.

### **Factibilidad Económica.**

A continuación se presenta un estudio que dio como resultado la factibilidad económica del desarrollo del nuevo sistema de aire acondicionado. Se determinaron los recursos para el desarrollo del sistema, haciendo una evaluación desde los valores actuales de consumo de energía eléctrica y las proyectadas con la implementación del diseño, lo cual permitió observar de una manera más precisa las bondades del diseño propuesto.

### **Análisis Costos-Beneficios.**

El análisis nos permite hacer una comparación entre la relación de costos del sistema actual de aire acondicionado y los costos que tendría un nuevo sistema con el diseño propuesto, conociendo de antemano los beneficios que la ciencia de la electrónica ofrece (tecnología TREND).

### **Costos del Sistema Actual.**

#### **Consumo de Energía.**

En la Tabla 5 se muestra los costos aproximados de consumo y pago de valores energéticos según la Corporación Nacional de Electricidad S.A. Regional del Oro, en donde se toma como referencia para el cálculo de mismos al mes de Abril del 2010, cuyos valores serán tomados para el estudio.

**CONSUMO ACTUAL DE ENERGÍA DE LA EMPRESA TRIONICA  
COMPUTACIÓN C. L. T**

| <b>CONSUMO DE ENERGIA</b> | <b>AÑO</b> | <b>CONSUMO DE ENERGIA</b> | <b>VALOR ELECTRICIDAD PURO</b> |
|---------------------------|------------|---------------------------|--------------------------------|
| OCTUBRE 2.009             | 2009       | 3.402,00                  | 304,51                         |
| NOVIEMBRE 2.009           | 2009       | 3.304,00                  | 295,73                         |
| DICIEMBRE 2.009           | 2009       | 2.956,00                  | 264,59                         |
| ENERO 2.010               | 2010       | 1.921,00                  | 171,95                         |
| FEBRERO 2.010             | 2010       | 3.827,00                  | 342,55                         |
| MARZO 2.010               | 2010       | 3.876,00                  | 346,93                         |
| ABRIL 2.010               | 2010       | 3.578,00                  | 320,26                         |
| MAYO 2.010 *              | 2010       | 3.490,50                  | 312,43                         |
| JUNIO 2.010 *             | 2010       | 3.490,50                  | 312,43                         |
| JULIO 2.010 *             | 2010       | 3.490,50                  | 312,43                         |
| AGOSTO 2.010 *            | 2010       | 3.490,50                  | 312,43                         |
| SEPTIEMBRE 2.010*         | 2010       | 3.490,50                  | 312,43                         |
| <b>TOTAL</b>              |            | <b>40.316,50</b>          | <b>3608,65</b>                 |

\* Consumo previsto

\* Precio electricidad de referencial mes de abril 2010 para cálculo del valor de la energía

\* Los valores de la electricidad no incluye el pago a terceros (Tasa de Alumbrado Público, Bomberos y Recolección de basura)

**Tabla # 5**Consumo actual de Energía Eléctrica.

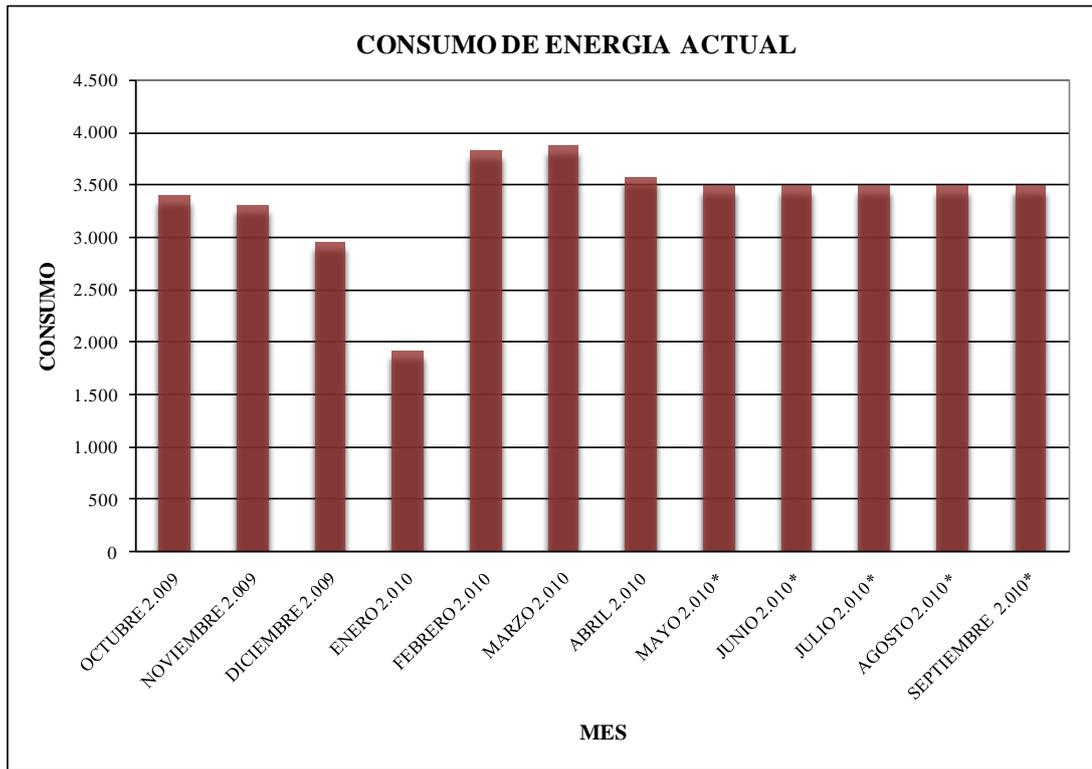


Figura # 14 Consumo de Energía Actual.

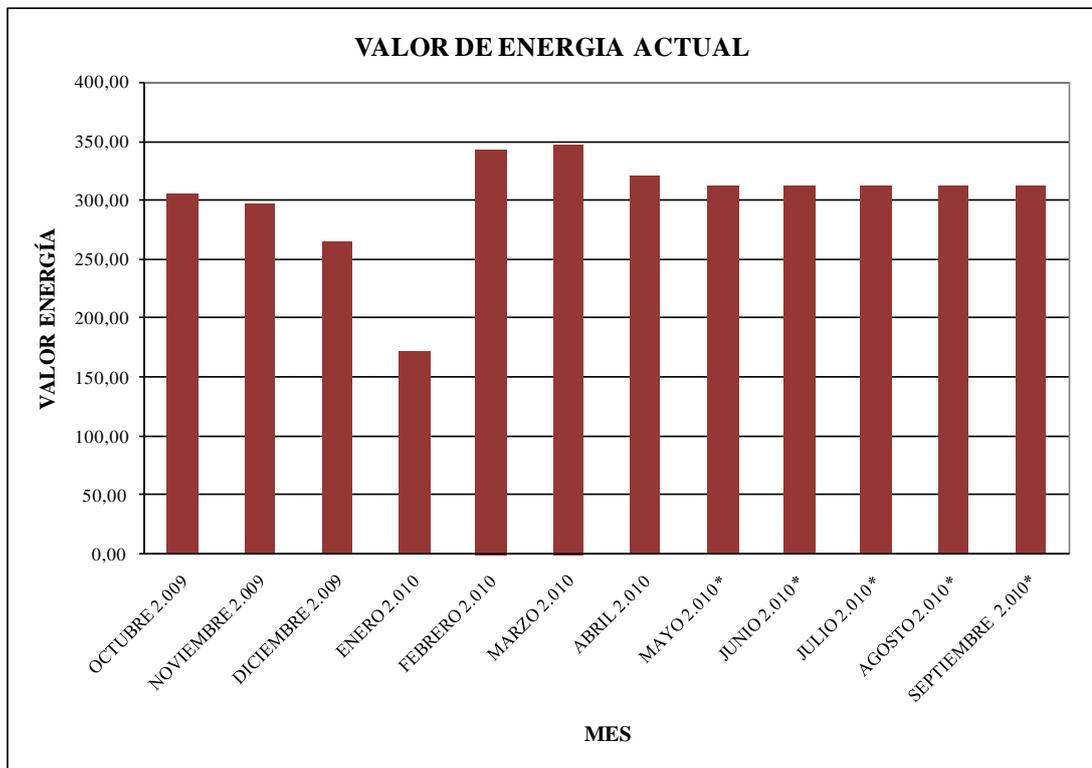


Figura # 15 Valor (\$) actual de Energía Eléctrica



## **Análisis Costo – Benéfico del Sistema Propuesto y el Sistema Actual.**

### **Impacto Económico**

La rentabilidad que produce este proyecto está en función de la vida útil del equipo, el cual tienen una garantía de 2 años por defectos fabricación, pero su funcionamiento con un adecuado mantenimiento se extenderá de 12 a 15 años generando un ahorro muy considerable del 40% en pago de energía eléctrica.

### **Costo de Mano de Obra**

En este tipo de gasto, incluye los generados por el recurso humano, bajo cuya responsabilidad directa está la operación y funcionamiento del sistema y que se muestra en la siguiente tabla:

| <b>NOMBRE</b> | <b>VALOR PRESTACIÓN DE SERVICIO</b> |
|---------------|-------------------------------------|
| Técnico 1     | 440.00                              |
| Técnico 1     | 440.00                              |
| <b>TOTAL</b>  | <b>880.00</b>                       |

**Tabla #6** Costo de Mano de Obra

### **Costo de Materiales**

Los gastos generales se encuentran representados o enmarcados por todos aquellos gastos en accesorios y el material necesarios para realizar el diseño de climatización e iluminación.

| <b>PRODUCTO</b>          | <b>PRECIO UNITARIO</b> | <b>ARANCELES</b> | <b>SUBTOTAL</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>VALOR</b>    |
|--------------------------|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Sensor de temperatura    | 11,06                  | 2,21             | 13,27           | 6               | 79,63           |
| Actuador para damper     | 157,21                 | 31,44            | 188,65          | 6               | 1.131,91        |
| Sensor de Luz            | 12,60                  | 0,00             | 12,60           | 2               | 25,20           |
| Touch Screen Display     | 393,41                 | 78,68            | 472,09          | 1               | 472,09          |
| IQ3xact *                | 1.936,34               | 387,27           | 2.323,61        | 1               | 2.323,61        |
| Dimmer Fluorescente 160W | 60,00                  | 0,00             | 60,00           | 4               | 240,00          |
| Cables Sftp Cat6 2 pares | 0,43                   | 0,00             | 0,43            | 300             | 129,00          |
| <b>TOTAL</b>             |                        |                  |                 |                 | <b>4.401,44</b> |

**Tabla #7** Costo de Materiales

**Costo de diseño del control automático de iluminación y climatización de un local de venta de insumos informáticos, utilizando un controlador TREND.**

|   |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|
| 1. Diseño del Sistema de Climatización y programa |                 | <b>2.000,00</b> |
| 2. Costo de Implentacion del Sistema              |                 | <b>5.281,44</b> |
| A) Costo del Equipo                               |                 | <b>4.401,44</b> |
| <b>PRODUCTO</b>                                   | <b>VALOR</b>    |                 |
| Sensor de temperatura                             | 79,63           |                 |
| Actuador para damper                              | 1.131,91        |                 |
| Sensor de Luz                                     | 25,20           |                 |
| Touch Screen Display                              | 472,09          |                 |
| IQ3xact *   | 2.323,61        |                 |
| Dimmer Fluorescente 160W                          | 240,00          |                 |
| Cablees Sftp Cat6 2 pares                         | 129,00          |                 |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>4.401,44</b> |                 |
| B) Costo de Mano de Obra Directa                  |                 | <b>880,00</b>   |
| <b>SUBTOTAL</b>                                   |                 | <b>7.281,44</b> |
| Impuesto 12% IVA                                  |                 | <b>873,77</b>   |
| <b>TOTAL GENERAL</b>                              |                 | <b>8.155,22</b> |

\* Aranceles de importación se calcula con un 20% (Flete, Seguro, Desaduanización)

**Tabla #8. Costos del Diseño.**

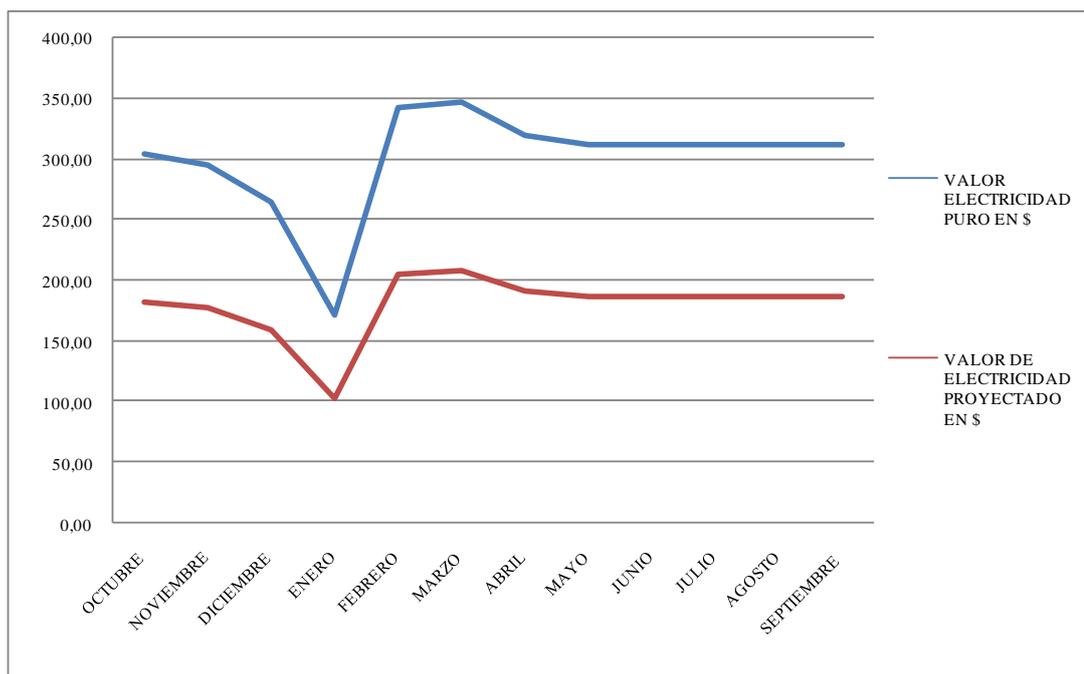
Dentro de los costos del sistema de climatización e iluminación para el diseño se toman en cuenta tanto los costos directos e indirectos, el tiempo de ejecución y los imprevistos que se pueda tener en el trascurso de su desarrollo, incluyendo como uno de los costos los impuestos del estado en importaciones y mantenimiento del sistema por un año.

**COSTO TOTAL DEL DISEÑO 7.281.44**

## AHORRO DE VALOR DE ENERGÍA SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN E ILUMINACIÓN EN \$

| CONSUMO DE ENERGIA | VALOR ACTUAL       |                               | VALOR PROYECTADO              |  |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
|                    | CONSUMO DE ENERGIA | VALOR ELECTRICIDAD PURO EN \$ | ELECTRICIDAD AHORRO 40% EN \$ | VALOR DE ELECTRICIDAD PROYECTADO EN \$ |
| OCTUBRE            | 3.402              | 304,51                        | 121,80                        | 182,70                                 |
| NOVIEMBRE          | 3.304              | 295,73                        | 118,29                        | 177,44                                 |
| DICIEMBRE          | 2.956              | 264,59                        | 105,83                        | 158,75                                 |
| ENERO              | 1.921              | 171,95                        | 68,78                         | 103,17                                 |
| FEBRERO            | 3.827              | 342,55                        | 137,02                        | 205,53                                 |
| MARZO              | 3.876              | 346,93                        | 138,77                        | 208,16                                 |
| ABRIL              | 3.578              | 320,26                        | 128,10                        | 192,16                                 |
| MAYO               | 3.491              | 312,43                        | 124,97                        | 187,46                                 |
| JUNIO              | 3.491              | 312,43                        | 124,97                        | 187,46                                 |
| JULIO              | 3.491              | 312,43                        | 124,97                        | 187,46                                 |
| AGOSTO             | 3.491              | 312,43                        | 124,97                        | 187,46                                 |
| SEPTIEMBRE         | 3.491              | 312,43                        | 124,97                        | 187,46                                 |
| <b>TOTAL</b>       | <b>40.316,50</b>   | <b>3608,65</b>                | <b>1443,46</b>                | <b>2165,19</b>                         |

**Tabla #9** Ahorro de Energía

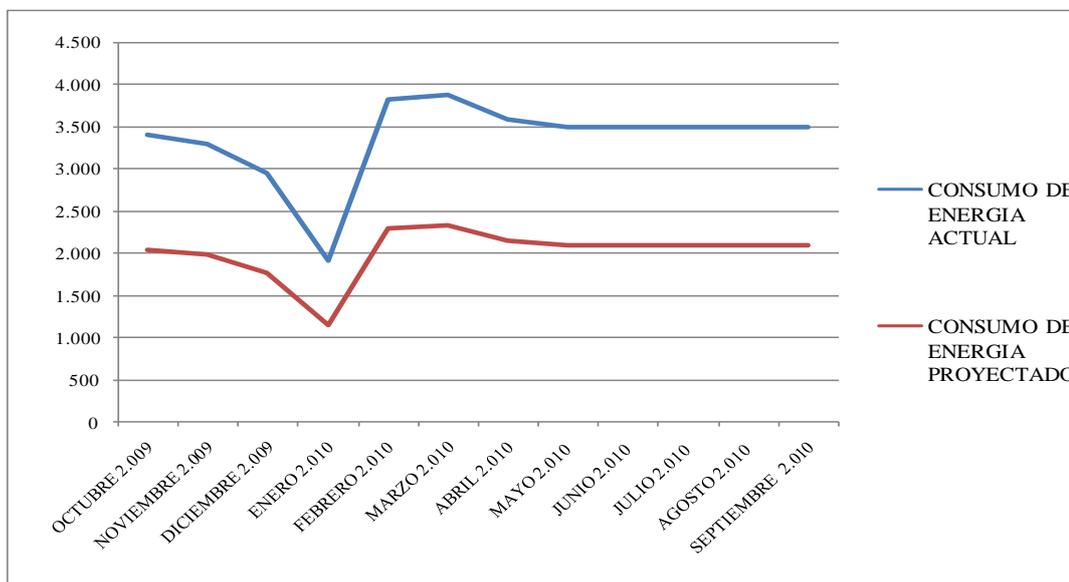


**Figura # 17** Ahorro de Energía

**AHORRO DE CONSUMO DE ENERGÍA SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN E  
ILUMINACIÓN EN KW/h**

| <b>CONSUMO DE ENERGIA</b> | <b>CONSUMO DE ENERGIA ACTUAL</b> | <b>AHORRO DE ENERGIA 40%</b> | <b>CONSUMO DE ENERGIA PROYECTADO</b> |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| OCTUBRE 2.009             | 3.402                            | 1.361                        | 2.041                                |
| NOVIEMBRE 2.009           | 3.304                            | 1.322                        | 1.982                                |
| DICIEMBRE 2.009           | 2.956                            | 1.182                        | 1.774                                |
| ENERO 2.010               | 1.921                            | 768                          | 1.153                                |
| FEBRERO 2.010             | 3.827                            | 1.531                        | 2.296                                |
| MARZO 2.010               | 3.876                            | 1.550                        | 2.326                                |
| ABRIL 2.010               | 3.578                            | 1.431                        | 2.147                                |
| MAYO 2.010                | 3.491                            | 1.396                        | 2.094                                |
| JUNIO 2.010               | 3.491                            | 1.396                        | 2.094                                |
| JULIO 2.010               | 3.491                            | 1.396                        | 2.094                                |
| AGOSTO 2.010              | 3.491                            | 1.396                        | 2.094                                |
| SEPTIEMBRE 2.010          | 3.491                            | 1.396                        | 2.094                                |
| <b>TOTAL</b>              | <b>40.316,50</b>                 | <b>16.127</b>                | <b>24.190</b>                        |

**Tabla #10** Ahorro de Energía en KW/h



**Figura # 18** Ahorro de Energía en KW/h

**Calculo de la Rentabilidad en Dólares.**

Para poder calcular si obtenemos ganancia / perdidas vamos a realizar cálculos para determinar cuál es el valor anual y mensual para cada año:

Costo de Implementación **7.281.44**

Tiempo de Duración 15 años

Ahorro de Energía 40%

Valor de cada año =  $\frac{\text{Costo de Implementación}}{\text{Tiempo de Duración}} = \frac{7.281.44}{15} = 485.43$  **Anual**

Tiempo de Duración 15

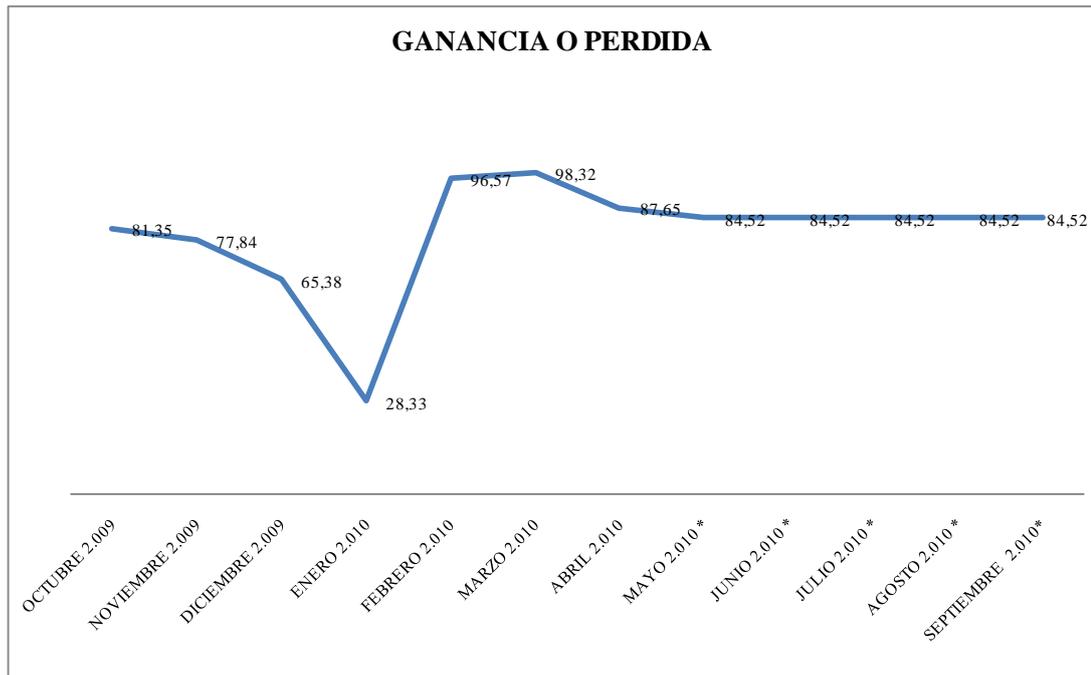
Valor de cada mes =  $\frac{\text{Valor de cada año}}{\text{Numero de meses}} = \frac{485.43}{12} = 40.45$  **Mensual**

Numero de meses 12

| <b>CONSUMO DE ENERGIA</b> | <b>ELECTRICIDAD AHORRO 40% EN \$</b> | <b>PRORRATEO PRIMER AÑO</b> | <b>GANANCIA O PERDIDA</b> |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| OCTUBRE 2.009             | 121,80                               | 40,45                       | 81,35                     |
| NOVIEMBRE 2.009           | 118,29                               | 40,45                       | 77,84                     |
| DICIEMBRE 2.009           | 105,83                               | 40,45                       | 65,38                     |
| ENERO 2.010               | 68,78                                | 40,45                       | 28,33                     |
| FEBRERO 2.010             | 137,02                               | 40,45                       | 96,57                     |
| MARZO 2.010               | 138,77                               | 40,45                       | 98,32                     |
| ABRIL 2.010               | 128,10                               | 40,45                       | 87,65                     |
| MAYO 2.010 *              | 124,97                               | 40,45                       | 84,52                     |
| JUNIO 2.010 *             | 124,97                               | 40,45                       | 84,52                     |
| JULIO 2.010 *             | 124,97                               | 40,45                       | 84,52                     |
| AGOSTO 2.010 *            | 124,97                               | 40,45                       | 84,52                     |
| SEPTIEMBRE 2.010*         | 124,97                               | 40,45                       | 84,52                     |
| <b>TOTAL</b>              | <b>1.443,46</b>                      | <b>485,40</b>               | <b>958,06</b>             |

**Tabla #11** Cálculo de Rentabilidad

Como observamos en la tabla #11 tenemos una ganancia de \$ 958.06 anual.



**Figura # 19 Ganancia/Pérdida**

**Recuperación de la Inversión.**

**VALOR REAL**

|              | <b>VALOR DE ELECTRICIDAD \$</b> |
|--------------|---------------------------------|
| Año 1        | 3.608,65                        |
| Año 2        | 3.608,65                        |
| Año 3        | 3.608,65                        |
| Año 4        | 3.608,65                        |
| Año 5        | 3.608,65                        |
| Año 6        | 3.608,65                        |
| Año 7        | 3.608,65                        |
| Año 8        | 3.608,65                        |
| Año 9        | 3.608,65                        |
| Año 10       | 3.608,65                        |
| Año 11       | 3.608,65                        |
| Año 12       | 3.608,65                        |
| Año 13       | 3.608,65                        |
| Año 14       | 3.608,65                        |
| Año 15       | 3.608,65                        |
| <b>TOTAL</b> | <b>54.129,75</b>                |

**Tabla #12**Valores Reales de Recuperación

### Recuperación y Valor Projectado.

|              | VALOR DE ELECTRICIDAD PROYECTADO | INVERSION TOTAL | AHORRO ELECTRICIDAD | RECUPERACION INVERSION | GANANCIA / PERDIDA |
|--------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| Año 1        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 1.443,46               |                    |
| Año 2        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 2.886,92               |                    |
| Año 3        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 4.330,38               |                    |
| Año 4        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 5.773,84               |                    |
| Año 5        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 7.217,30               |                    |
| Año 6        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 64,15                  | 1.379,31           |
| Año 7        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 2.822,77           |
| Año 8        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 4.266,23           |
| Año 9        | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 5.709,69           |
| Año 10       | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 7.153,15           |
| Año 11       | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 8.596,61           |
| Año 12       | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 10.040,07          |
| Año 13       | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 11.483,53          |
| Año 14       | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 12.926,99          |
| Año 15       | 2.165,19                         | 485,43          | 1.443,46            | 0,00                   | 14.370,45          |
| <b>TOTAL</b> | <b>32.477,85</b>                 | <b>7.281,45</b> | <b>21.651,90</b>    |                        |                    |

**Tabla #13** Tabla de Recuperación de la Inversión – Valor Projectado

En la tabla 3. 7 se muestra la recuperación de la inversión a corto plazo de cinco años, esto significa que al momento de llegar al valor invertido la empresa comienza a ganar en el valor del ahorro que será desde el sexto años.

Utilidad (15 años) = Valor Real Electricidad – Valor Projectado Electricidad

Utilidad = 54.129.75 – 32.477.85

Utilidad = 21.651.90

También podemos considerar que el proyecto es rentable ya que el Valor Real menos el Valor Projectado nos proporciona utilidad, lo que hace que la empresa obtenga más ganancias con la implantación de este diseño.

#### **Factibilidad Operativa.**

La Factibilidad Operativa permite predecir, si se pondrá en marcha el diseño propuesto, aprovechando los beneficios que ofrece, a todos los usuarios involucrados con el mismo. La necesidad y deseo de un cambio en el sistema de climatización e iluminación, expresada por los usuarios y el personal involucrado con el mismo, llevó a la aceptación de un nuevo diseño, que de una manera más sencilla y amigable, cubra todos sus requerimientos.

El mismo que está diseñado para el control de climatización e iluminación la cual controlara un sistema de aire acondicionado central el cual inyecta aire frío a las diferentes áreas del local (Área de Exhibición, Dpto. de Mantenimiento, Dpto. Técnico, Sala de Sesiones, Contabilidad y Gerencia); cada una de estas constaran de un sensor de temperatura ambiental, y un control de caudal de aire electrónico, para su climatización independiente; y también para el control de iluminación, será aplicado únicamente en el Área de Exhibición, la que será dividida en dos sectores, cada uno con un sensor de luz ambiental y un dimmer para control la intensidad de las lámparas.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

Al realizar este trabajo de tesina, nos dimos cuenta de los aspectos a considerar en la realización de un proyecto. La automatización puede parecer sencilla cuando se trata de ejercicios realizados dentro de un aula de aprendizaje, claro que es sencilla pero la implementación de la misma te hace ver todos los aspectos a considerar para poder llevarla a cabo, incluso hasta el más insignificante detalle puede hacer que la automatización de un sistema se torne extremadamente sencillo, o todo lo contrario y requiera de un razonamiento más minucioso para poder conjuntar todos los elementos implicados en dicho proyecto.

Un sistema de automatización, puede ser complicado ya que se debe de plantear un método en el cual sean considerados todos los aspectos generales de funcionamiento de los equipos, así como la función que deben de desempeñar cada uno de los diversos sensores y actuadores; teniendo en cuenta al programar, el funcionamiento lógico del programa y los inconvenientes que pueda generar el accionamiento no deseado de algún sensor que pueda provocar la activación incorrecta de cierto actuador.

Después de la comparación en el análisis económico, nos damos cuenta que a pesar del costo que puede presentar la implementación de un sistema de automatización, este llega a ser redituable después de un periodo de mediano plazo, esto si lo consideramos desde el punto de vista económico. Pero dadas las circunstancias que se presentan hoy en día, cuando el uso desproporcionado de la energía contribuye al sobrecalentamiento global, es menester de todos los que habitamos este planeta, contribuir al ahorro de energía y con este trabajo queda

demostrado que con el simple hecho de tratar de reducir el gasto que generan algunos equipos, podemos incluso colaborar con el cuidado del medio ambiente.

Después de todo lo dicho anteriormente, el beneficio que hemos obtenido al realizar este proyecto, nos ha ayudado a entender lo siguiente: La implementación de un sistema de automatización, puede hacer más eficiente el funcionamiento de un proceso o sistema de producción, reduciendo los tiempos de ejecución y los costos de los mismos; también podemos decir que la automatización pone a prueba la capacidad que tenemos para resolver problemas, así como para entender la lógica que se requiere tener para el correcto funcionamiento de un proceso o de un sistema de producción.

## **6. Fuentes de Información**

HUIDOBRO, Millán. 2008. Edificios Inteligentes, Grados de Inteligencia. Editorial CREACIONES. México.

PERALES, Tomas. 2006. ¿Qué es la Domótica? Editorial CREACIONES. México

HITA GAS. 2004. Descripción del Funcionamiento y Tipos de Aire Acondicionados. <http://usuarios.multimania.es/hitagas/aireacondicionado.htm>. (7 de Mayo del 2010).

HONEYWELL TECHNOLOGIES. 29 de Abril del 2008. Hoja de Datos del Controlador TREND serie IQ3x. Suiza. [https://pnet.trend-controls.com/trendproducts/cd/es/ecatdata/pg\\_iq3pointsel.html](https://pnet.trend-controls.com/trendproducts/cd/es/ecatdata/pg_iq3pointsel.html). Descargado de internet (20 de Abril 2010).

HONEYWELL TECHNOLOGIES. 18 de Junio del 2007. Hoja de Datos del Sensor de Temperatura Ambiental TB/TS. Suiza. <http://www.trendonlineshop.co.uk/tbts---space-temperature-sensor-185-p.asp>. Descargado de internet (20 de Abril 2010).

HONEYWELL TECHNOLOGIES. 9 de noviembre del 2006. Hoja de Datos del Sensor de Luz Ambiental LS. Suiza. <https://www.trendcontrols.com/ES/products/Paginas/default.aspx>. Descargado de internet (20 de Abril 2010).

HONEYWELL TECHNOLOGIES. 10 de enero del 2007. Hoja de Datos del Tablero de Control IQVIEW TOUCH SCREEN DISPLAY. Suiza.

<https://www.trendcontrols.com/es-ES/products/Paginas/default.aspx>. Descargado de internet (20 de Abril 2010).

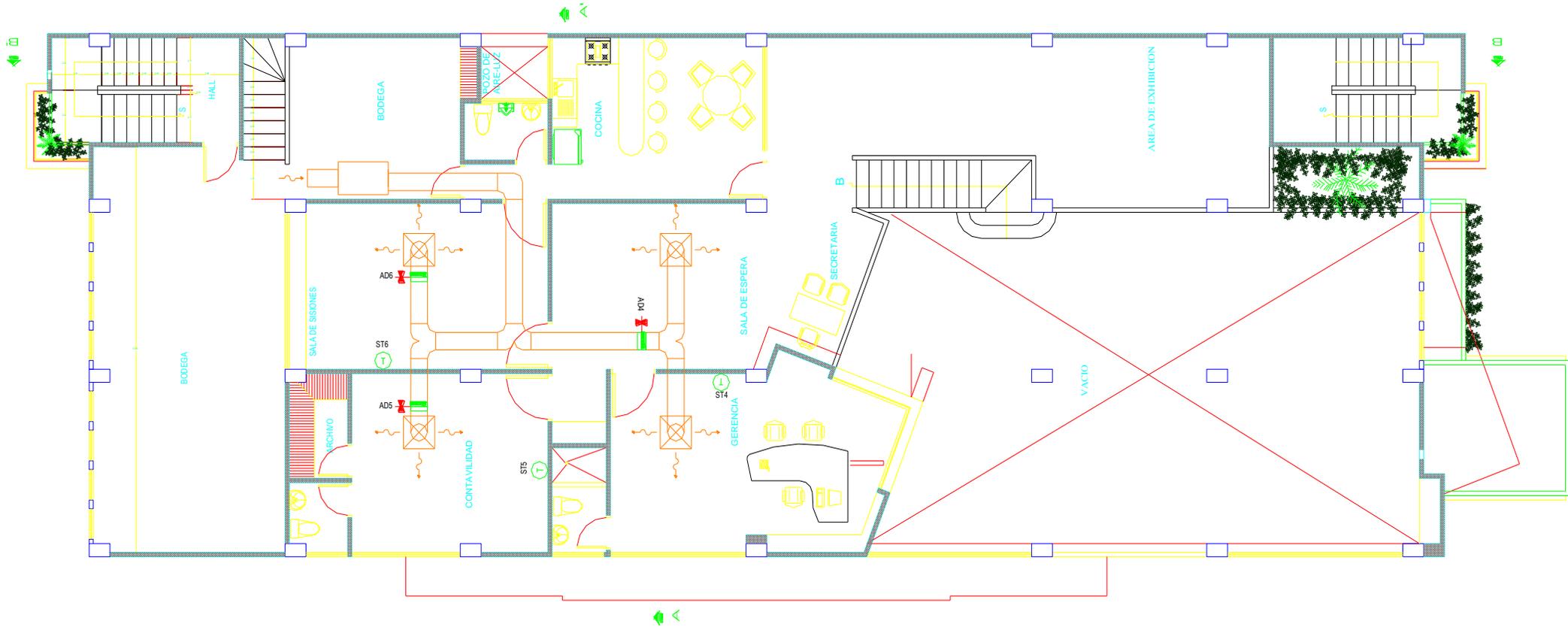
HONEYWELL TECHNOLOGIES. 9 de Junio del 2005. Hoja de Datos del Actuador para Dámper. Suiza. <http://www.trendonlineshop.co.uk/ads10-24---spring-return-10nm-24vac-2-point-control-644-p.asp>. Descargado de internet (20 de Abril 2010).

HONEYWELL TECHNOLOGIES. 1 de Enero del 2001. Manual de Programación y Funcionamiento del Controlador IQ3x y el Software System Engineering Tool. Suiza. <https://www.trendcontrols.com/es-ES/products/Paginas/default.aspx> Descargado de internet (20 de Diciembre del 2009).

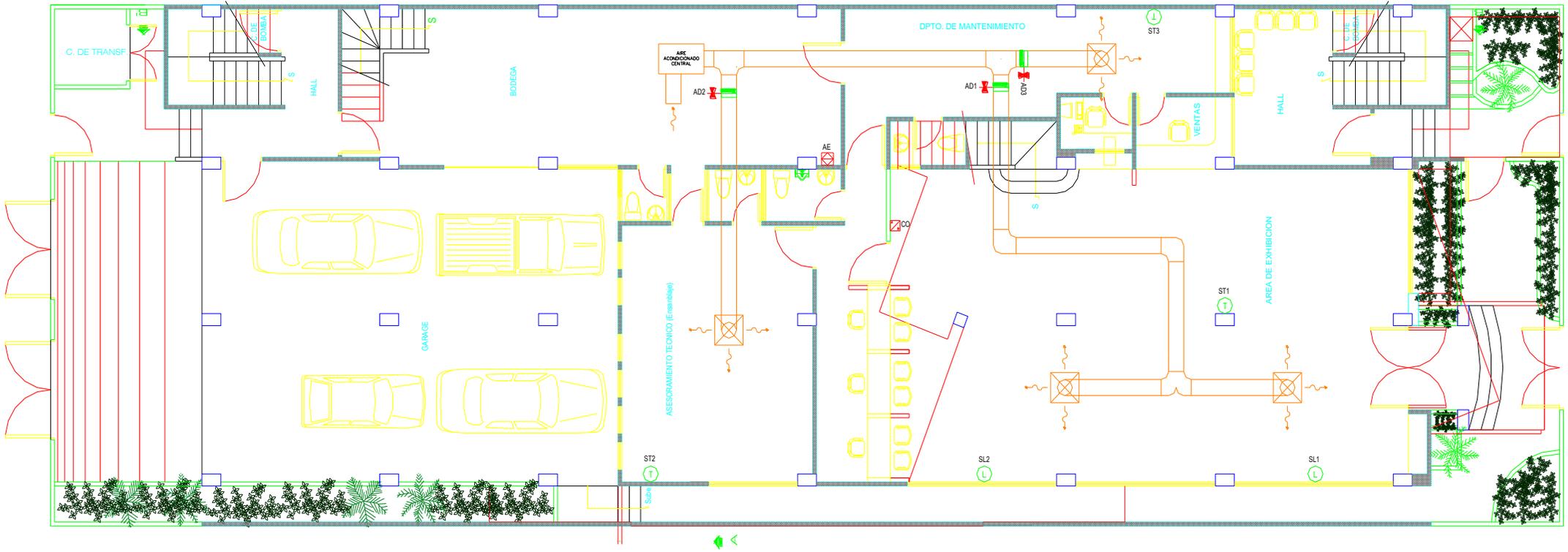
LEGRAND GROUP. 3 de Junio del 2001. Hoja de Datos del Actuador de Dimmer para Balasto. España. [http://www.bticino.com.es/webES/catalog/online/articledetails.do?articleId=ES\\_ESP\\_ARTC1000007825](http://www.bticino.com.es/webES/catalog/online/articledetails.do?articleId=ES_ESP_ARTC1000007825). Descargado de internet (24 de Abril del 2010).

## **7. Anexos**

**Anexo 1**  
**Plano Arquitectónico.**



PLANTA MEZZANINE (Area 286.62 m<sup>2</sup>)

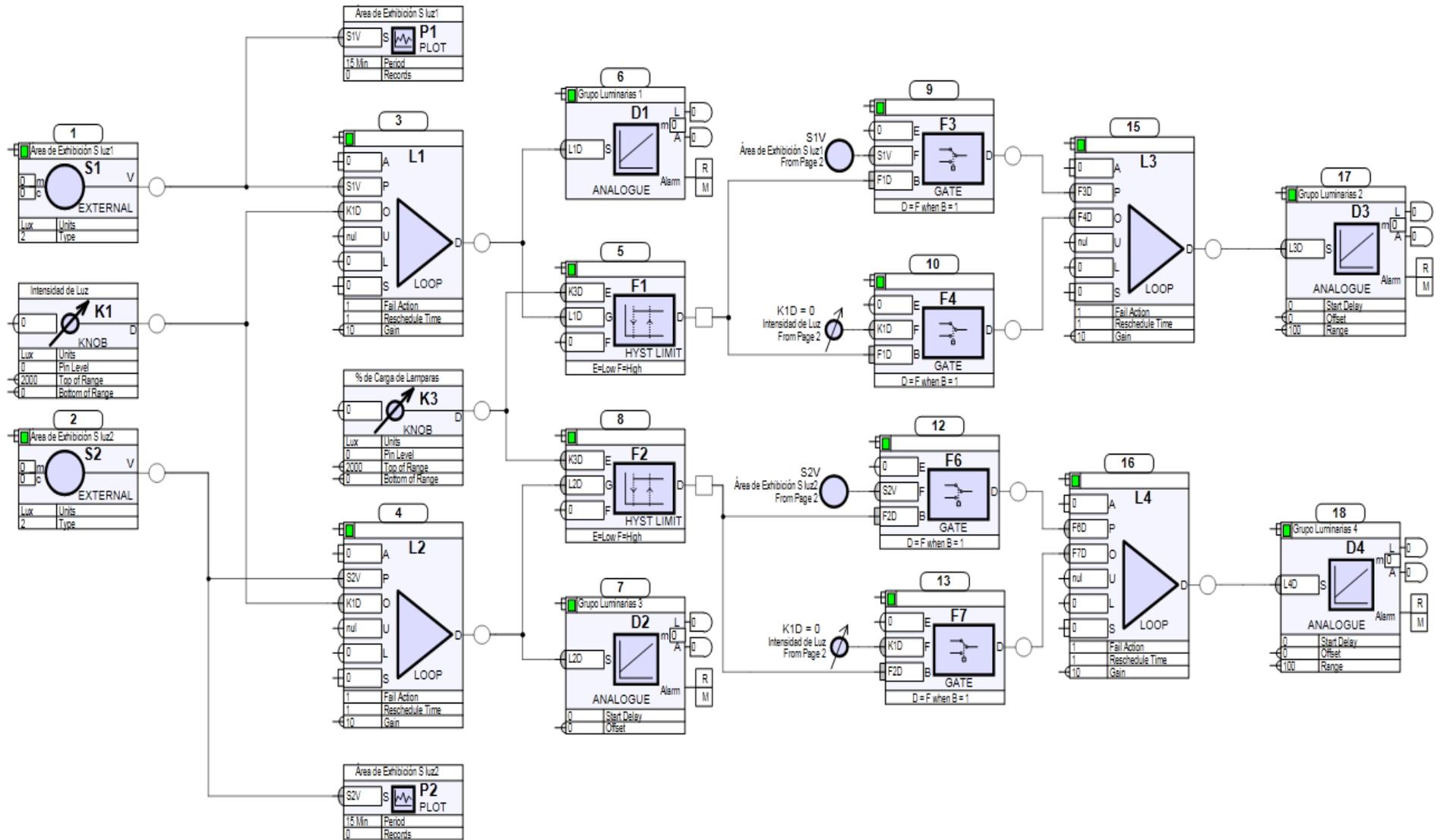


PLANTA BAJA (area 304.75 m<sup>2</sup>)

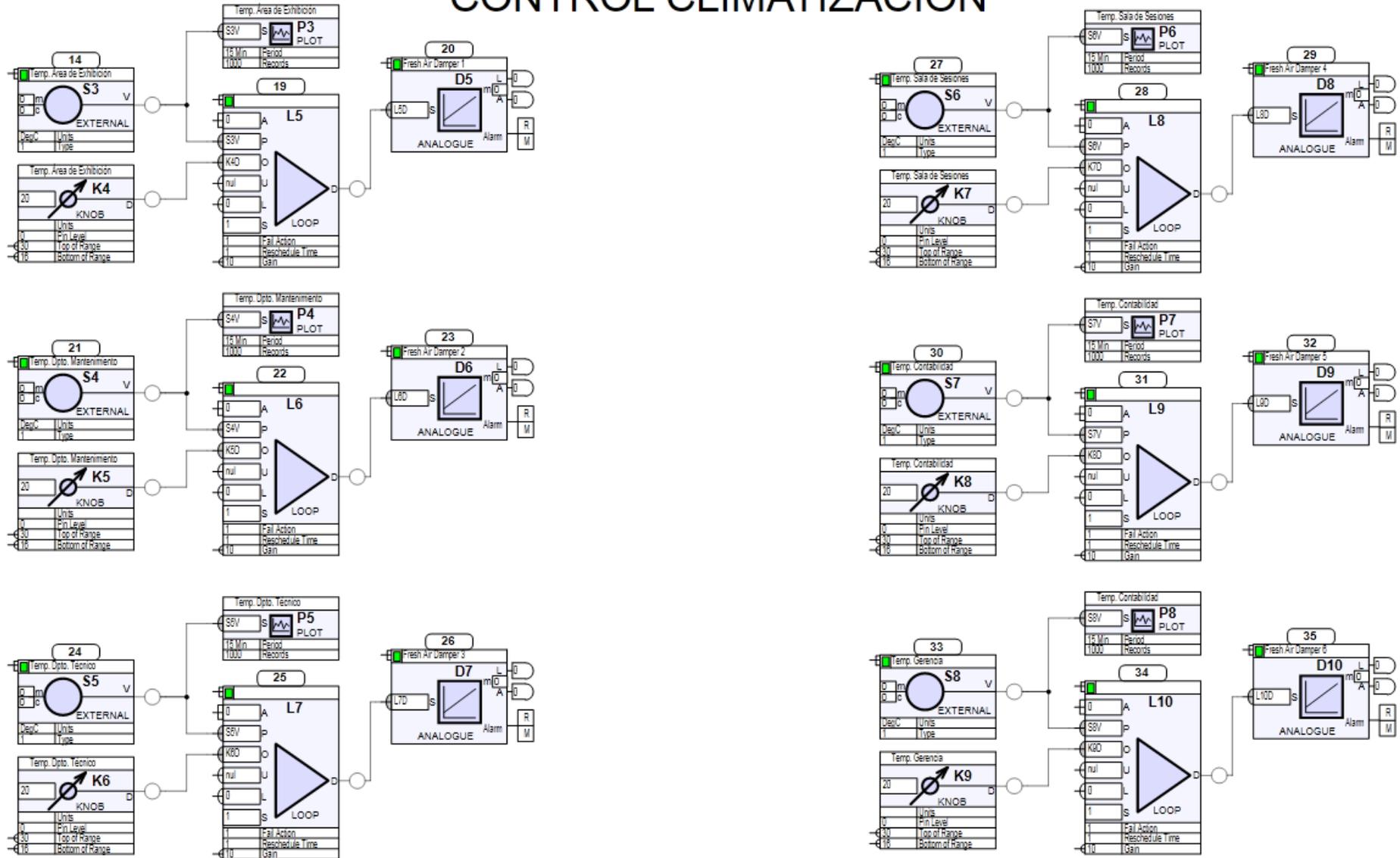
# **Anexo 2**

## **Programa de Control.**

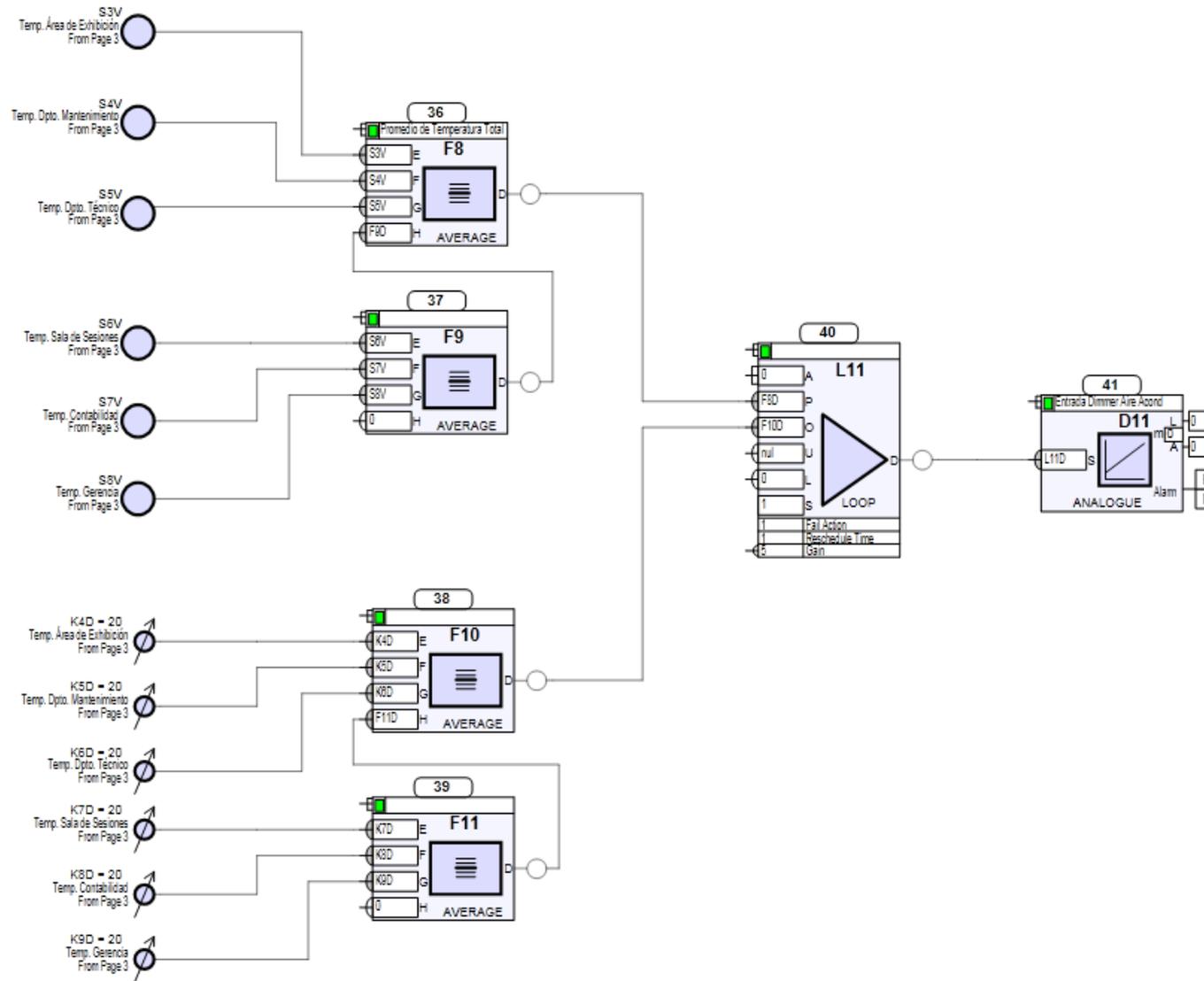
# CONTROL ILUMINACION



# CONTROL CLIMATIZACION



# CONTROL POTENCIA AIRE ACONDICIONADO CENTRAL



## 8. Índices

### 8.1 Índice de Contenidos

|  |    |
|--|----|
| Resumen.....   | 2  |
| Abstract.....  | 2  |
| Resumen Ejecutivo.....   | 3  |
| 1. Fundamentación del proyecto.....                                      | 4  |
| 1.1 Planteamiento del Tema.....  | 4  |
| 1.2 Antecedentes.....  | 4  |
| 1.3 Justificación.....   | 5  |
| 1.4 Delimitación.....  | 5  |
| 1.5 Objetivo General.....  | 6  |
| 1.6 Objetivos Específicos.....   | 6  |
| 2. Marco Conceptual.....   | 6  |
| 2.1 Domótica.....  | 6  |
| 2.2 Edificios Inteligentes.....  | 8  |
| 2.3 Grados de inteligencia.....  | 10 |
| 2.4 ¿Cómo funciona el aire acondicionado?.....                           | 11 |
| 2.5 Tipos de Equipos de Aire Acondicionado.....                          | 14 |
| 2.6 Compresores.....   | 17 |
| 2.7 Consideraciones Iniciales de Diseño.....                             | 21 |
| 3. Levantamiento de la Información Primaria y Secundaria.....            | 23 |
| 3.1 Aspectos metodológicos.....  | 23 |
| 3.2 Actividades realizadas.....  | 24 |
| 4. Gestión de Productos.....   | 25 |
| 4.1 Procesamiento de la información levantada.....                       | 25 |
| 1.1.1. Visita a Trionica computación.....                                | 25 |
| 1.1.2. Listado de Materiales y Especificaciones Técnicas de Equipos..... | 26 |
| 1.1.3. Diseño en Plano y Programa de Control.....                        | 37 |
| 1.1.4. Estudio de Factibilidad.....                                      | 41 |
| 5. Conclusiones y Recomendaciones.....                                   | 53 |
| 6. Fuentes de Información.....   | 54 |
| 7. Anexos.....   | 56 |
| Anexo1.....  | 57 |
| Anexo2.....  | 60 |
| 8. Índices.....  | 64 |
| 8.1 Índice de Tablas.....  | 65 |
| 8.2 Índice de Ilustraciones.....   | 65 |
| 8.3 Índice de Contenidos.....  | 64 |

## 8.2 Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla # 1 Cronograma de trabajo.....                                    | 24 |
| Tabla # 2 Listado de materiales.....                                    | 26 |
| Tabla # 3 Datos de voltaje de salida a las diferentes temperaturas..... | 30 |
| Tabla # 4 Datos del sensor .....  | 32 |
| Tabla # 5 Consumo actual de Energía Eléctrica.....                      | 43 |
| Tabla #6 Costo de Mano de Obra.....                                     | 46 |
| Tabla #7 Costo de Materiales.....                                       | 46 |
| Tabla #8. Costos del Diseño.....  | 47 |
| Tabla #9 Ahorro de Energía.....   | 48 |
| Tabla #10 Ahorro de Energía en KW/h.....                                | 49 |
| Tabla #11 Cálculo de Rentabilidad.....                                  | 50 |
| Tabla #12 Valores Reales de Recuperación.....                           | 51 |
| Tabla #13 Tabla de Recuperación de la Inversión – Valor Proyectado..... | 52 |

## 8.3 Índice de Ilustraciones

|  |    |
|--|----|
| Figura # 1 División de sectores para la iluminación. ....                    | 6  |
| Figura # 2 Funcionamiento del aire acondicionado. ....                       | 14 |
| Figura # 3 Descripción Física del controlador IQ3x.....                      | 28 |
| Figura # 4 Curva de nivelación del sensor de temperatura. ....               | 31 |
| Figura # 5 Descripción Física del sensor de temperatura ambiental. ....      | 31 |
| Figura # 6 Curva de nivelación del sensor de luz.....                        | 33 |
| Figura # 7 Descripción física del sensor de luz ambiental.....               | 33 |
| Figura # 8 Descripción del tablero de control.....                           | 35 |
| Figura # 9 Descripción física del actuador para dámper. ....                 | 36 |
| Figura # 10 Descripción física actuador dimmer para balasto.....             | 37 |
| Figura # 11 Diagrama de bloques del control iluminación.....                 | 39 |
| Figura # 12 Diagrama de bloques del control climatización. ....              | 40 |
| Figura # 13 Diagrama de bloques del control aire acondicionado central. .... | 41 |
| Figura # 14 Consumo de Energía Actual. ....                                  | 44 |

|   |    |
|---|----|
| Figura # 15 Valor (\$) actual de Energía Eléctrica..... | 44 |
| Figura # 16 Planilla de Luz .....                       | 45 |
| Figura # 17 Ahorro de Energía.....                      | 48 |
| Figura # 18 Ahorro de Energía en KW/h .....             | 49 |
| Figura # 19 Ganancia/Pérdida .....                      | 51 |