

CAPITULO II
MARCO TEORICO

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Después de haber revisado diversos trabajos especiales de grado para efecto de esta investigación se seleccionaron los siguientes:

Pereira, E. (1999) Desarrollo de un prototipo de un controlador lógico programable (P.L.C.) utilizando la serie de los microcontroladores 16cXX. Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Trabajo especial de grado; la cual tuvo como objetivo general: Desarrollar un prototipo de un prototipo de controlador lógico programable utilizando la serie de los microcontroladores 16CXX. Fue una investigación tecnológica practica y siguió la metodología del libro de robótica del profesor José Maria Angulo (1983, p.184). Esta investigación buscaba reducir los altos costos en la adquisición de los controladores lógicos programables elaborando un prototipo menos costoso y capaz de realizar todas las operaciones de control que se le asignen a través del diagrama de escalera.

Este antecedente tiene relación con el trabajo de investigación que se está realizando, pues permite el conocimiento de las tecnologías acerca de

los microcontroladores de la serie 16CXX y sus capacidades de operación. Es de suma importancia conocer las capacidades de dichos microcontroladores para si poder utilizarlos de la manera mas eficiente.

Seguidamente Hernández, B. Y Sheila, P. (1999) Desarrollo del prototipo de un sistema de control de temperatura para procesos de limpieza (CIP) en tanques y tuberías, Basado en lógica difusa, utilizando PCL. Caso: Cervecería Modelo, C.A. Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Trabajo especial de grado; la cual tuvo como objetivo general el siguiente: Desarrollar un prototipo de un sistema de control de temperatura para procesos de limpieza (CIP) de tanques y tuberías, basado en lógica difusa, utilizando PLC.

El tipo de investigación descriptiva aplicada con un diseño no experimental transaccional descriptivo, la estructura metodologica es propia de el autor J.M. Angulo. Esta investigación desarrollo un prototipo de un controlador de lógica difusa para ser aplicado en el proceso de limpieza (CIP) realizado desde la sala de control de conocimiento en el área de elaboración de la cervecería Modelo, C.A. El tipo de la invesitagion fue descriptiva aplicada con un diseño no experimental transaccional descriptivo.

Este estudio se relaciona con el presente por los conocimientos que aporta en el área de control de procesos los cuales serán de gran ayuda al momento de desarrollar un sistema de control y monitoreo de temperatura.

En este orden de ideas Arévalo, J. y Figueroa, P. (2001) Automatización del control de temperatura del horno F-201 y el calentador F-203 de planta III. Caso: Refinería Bajo Grande PDVSA. Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Trabajo especial de grado; la cual tuvo como objetivo general el siguiente: Automatizar el control de temperatura del horno F-201 y el calentador F-203 desde la sala de control de planta III de la Refinería de Bajo Grande utilizando el TDC-3000. El tipo de investigación que se aplica en este proyecto es la descriptiva, aplicada y de campo. La metodología seleccionada para el estudio se basa en las necesidades de la empresa, realizándose V etapas para la implantación de la automatización las cuales son el análisis del problema.

Este antecedente es de suma importancia, pues tiene una alta relación con la presente investigación debido a que aporta conocimientos directos sobre los sistemas de control de temperatura, sensores y también información sobre aspectos de automatización de procesos.

Por su Parte Martínez, E. (2001) Robot Tamaño reducido con locomoción en rueda para sortear obstáculos. Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Trabajo especial de grado; la cual tuvo como objetivo general el siguiente: Desarrollar un prototipo de robot de tamaño reducido con locomoción en rueda, utilizando el microcontrolador PIC-16F84 a través del cual le permita sortear obstáculos. Esta investigación fue de tipo descriptiva según el criterio manejado por sabino (1995), y aplicada por los criterios expuestos por

bavaresco (1995) y siguió una metodología aplicada basándose en el autor Angulo J. (1992).

El antecedente previo es importante para esta investigación, pues permite conocimientos sobre distintos motores los cuales serán de gran utilidad al momento de diseñar el aspecto mecánico que permitirá el bloqueo de luz solar a través de la barrera térmica y también permite desarrollar un diseño para que un microcontrolador se encargue de accionar el motor.

De acuerdo con Tuñez, B. Y Tamy, J. (2001) Sistema autónomo de monitoreo con comunicación vía láser para determinar nivel de iluminación. Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Trabajo especial de grado; la cual tuvo como objetivo general el siguiente: Desarrollar un robot móvil semi-autónomo para la movilización. Este estudio esta categorizado como descriptivo y aplicado y su desarrollo se baso en la metodología para el desarrollo del hardware relacionadas en ocho etapas secuenciales. El diseño considero tres aspectos fundamentales para el desarrollo, ellos fueron: visualizar el nivel de iluminación, la medida de iluminación, la comunicación entre el sensor y el computador.

El antecedente previo es importante para esta investigación, permite desarrollar un sistema de monitoreo de iluminación el cual permitirá a un microcontrolador el momento mas adecuado para accionar un motor el cual tendrá como función primordial bloquear el paso de luz solar a través de una barrera térmica.

2.- BASES TEÓRICAS

A continuación se presentan los conceptos y enfoques teóricos requeridos a las variables de estudio:

2.1.-SISTEMAS DE CONTROL

Según Kuo (1996, p. 9), “Los sistemas de control se encuentran en gran cantidad en todos los sectores de la industria, tales como control de calidad de los productos manufacturados, líneas de ensamble automático, control de maquinas-herramientas, tecnología espacial y sistemas de armas, control por computadora, sistemas de transporte, sistema de potencia, robótica y muchos otros”. En general, el objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control.

Los sistemas de control se emplean para conseguir: 1) un incremento de la productividad y 2) un mejor rendimiento de un aparato o sistema.

Los sistemas de control se pueden clasificar en dos tipos:

2.1.1-SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

Según Ogata (1993, p. 5) “son aquellos sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control, en un sistema de control de lazo abierto la salida ni se mide ni se retroalimenta para compararla con la entrada”.

De acuerdo a Kuo (1996, p.9) “Los elementos de un sistema de control de lazo abierto se pueden dividir en dos partes: el controlador y el proceso controlado. En la figura 1, una señal de entrada o comando R se aplica al controlador, cuya salida actúa como señal actuante U ; la señal actuante controla el proceso controlado de tal forma que la variable controlada Y se desempeñe de acuerdo con los estándares preestablecidos”.

Estos Sistemas de control no son tan eficientes que los sistemas de control de lazo cerrado debido a que al momento de colocar la variable de referencia el sistema solo emite la señal necesaria para llegar a la meta pero en ningún momento monitorea la salida para determinar si ya se ha llegado al objetivo o si es necesario realizar alguna modificación en los parámetros para lograr el objetivo.



Figura 1. Sistema de Control de Lazo Abierto.

Fuente: Kuo (1996, p. 9)

2.1.2.-SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO

Según Ogata (1993, p.4) con frecuencia se llama así a los sistemas de control retroalimentado. En la práctica, se utiliza indistintamente la denominación control retroalimentado o control de lazo cerrado. El termino lazo cerrado implica siempre el uso de la acción de control retroalimentado para reducir el error del sistema.

De acuerdo a Kuo (1996, p.9) Es lo que le hace falta a el sistema de control de lazo abierto para que sea mas exacto y mas adaptable. Es una conexión o retroalimentación desde la salida hacia la entrada del sistema para obtener un control mas exacto, en la figura la señal controlada Y debe ser retroalimentada y comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal actuante proporcional a la diferencia de la entrada y la salida a través del sistema para corregir el error.

Este tipo de sistema de control es más eficiente que los sistemas de control a lazo abierto debido a que en todo momento monitorea la señal de salida lo que le permite determinar si se ha llegado a la señal deseada o variar la actuante para lograr llegar a la señal de salida deseada.

Según Maloney (1994, p. 293) Los sistemas de control a lazo cerrado se pueden encontrar en diversos modos de control, se pueden encontrar 4 modos de control básico:

- **Encendido – Apagado (ON-OFF)**

En el modo de control de encendido-apagado, el dispositivo corrector final solo tiene dos posiciones, o estados de operación. Por esta razón, el control de encendido-apagado es también conocido como control de dos posiciones y también como control bang-bang. Si la señal de error es positiva, el controlador envía el dispositivo corrector final a una de sus dos posiciones. El control de encendido-apagado puede adecuadamente considerando que el dispositivo corrector final es una válvula actuada por solenoide.

- **Control Proporcional**

En el modo de control proporcional, el dispositivo corrector final no es obligado a tomar una posición de todo o nada. En cambio, tiene un rango continuo de posiciones posibles. La posición exacta que toma es proporcional a la señal de error. En otras palabras, la salida del bloque de controlador es proporcional a su entrada.

- **Control Proporcional Mas Integral**

El control proporcional estricto puede usarse sólo cuando los cambios de la carga son pequeños y lentos y la variación del punto de ajuste no cambia. Para la mayoría de los procesos comunes, los cambios de la carga son grandes y rápidos, y el punto de ajuste puede variar considerablemente, el modo de control proporcional más integral es más adecuado. El control proporcional más integral también se llama control proporcional mas reajuste.

En el control proporcional más integral, la posición de la válvula de control es determinada por dos cosas:

- a. La magnitud de la señal de error: ésta es la parte proporcional.
- b. La integral de tiempo de la señal de control: en otras palabras, la magnitud del error multiplicada por el tiempo durante el que ha persistido. Esta es la parte integral.

Puesto que la válvula puede responder a la integral de tiempo del error, cualquier error de offset permanente que resulte del control proporcional en algún momento es corregido con el paso del tiempo.

- **Control Proporcional Mas Integral Mas Derivativo**

Aunque el control proporcional más integral es adecuado para la mayoría de las situaciones de control, no es adecuada para todas. Hay algunos procesos que presentan problemas de control muy difíciles que no pueden

ser manejados por el control proporcional más integral. Específicamente aquí hay dos características de proceso que presentan problemas de control de tal dificultad que el control proporcional más integral podría no ser suficiente:

- a. Cambio de carga muy rápidos.
- b. Mucho tiempo de atraso entre la aplicación de la acción correctiva y la aparición de resultados de esa acción correctiva en la medición.

En los casos en los que prevalece alguno de estos dos problemas, la solución podría ser el control proporcional más integral más derivativo. El termino control derivativo también se llama control de razón de cambio. En el control proporcional más integral más derivativo, la acción correctiva (la posición de la válvula) es determinada por tres cosas:

- a. La magnitud del error: esta es la parte proporcional.
- b. La integral de tiempo del error, o la magnitud del error multiplicada por el tiempo que ha persistido. Esta es la parte integral.
- c. La razón de cambio del error con el tiempo. Un rápido cambio del error provoca una mayor acción correctiva que un cambio de error lento. Representa la derivativa.

2.2.- MICROCONTROLADORES

Son dispositivos electrónicos programables utilizados para controlar diversos procesos. Estos dispositivos se encuentran en gran parte de los hogares en diversos aparatos electrónicos como: lavadoras, hornos, lavavajillas, televisores, radios, computadores, equipos de sonido y otros. Estos microcontrolados se han vuelto parte de la vida cotidiana del hombre facilitando diversos procesos y tareas.

Según Angulo (1999, p.295) define microcontrolador como “un computador completo, aunque de limitadas funciones, que esta contenido en el chip de un circuito integrado y se destina a gobernar una sola tarea.”

La aparición de los microcontroladores facilito en gran medida el control de procesos los cuales tenían que ser controlados por medios analógicos.

2.2.1.- DIFERENCIA ENTRE MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES

El microprocesador es un circuito integrado que contiene la Unidad Central de Procesamiento (UCP), también llamada procesador, de un computador. La UCP esta formada por la unidad de control, que interpreta las instrucciones, y el camino de datos, que las ejecuta.

Las patitas de un microprocesador sacan al exterior las líneas de sus buses de direcciones, datos y control, para permitir conectarle con la memoria y los módulos de E/S y configurar un computador implementado por varios circuitos integrados. Se dice que un microprocesador es un sistema abierto porque su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine.

De acuerdo con Angulo (1999, p.3) “Un microprocesador es un sistema abierto con el que se puede construirse un computador con las características que se desee, acoplándole los módulos necesarios.” En cambio un microcontrolador es “un sistema cerrado que contiene un computador completo y de prestaciones limitadas que no se pueden modificar.”

2.2.2.- ARQUITECTURA INTERNA

Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador, pero con unas características fijas que no pueden alterarse. Los microcontroladores poseen una serie de partes las cuales realizan diversas tareas para lograr su cometido.

Las partes principales de un microcontrolador son:

- **Procesador**

El procesador es el cerebro del microcontrolador, es el que se encarga de realizar todos los cálculos necesarios y seguir con su programación. El procesador de los modernos microcontroladores responde a la arquitectura RISC (computadores de juego de instrucciones reducido), que se identifica por poseer un repertorio de instrucciones maquina pequeño y simple, de forma que la mayor parte de las instrucciones se ejecutan en ciclo de instrucción.

- **Memoria de Programa**

El microcontrolador esta diseñado para que en su memoria de programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control. No hay posibilidad de utilizar memorias externas de ampliación.

Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente. Los tipos de memoria adecuados para soportar esta función admiten cinco versiones diferentes:

- **ROM con mascara**

En este tipo de memoria el programa se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante el uso de << mascaras >>. Los altos

costes de diseño e instrumental solo aconsejan usar este tipo de memoria cuando se precisan series muy grandes.

- **Eprom**

La programación de esta memoria se realiza mediante un dispositivo físico gobernado desde un computador personal, que recibe el nombre de grabador. En la superficie de la cápsula del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y emplearla nuevamente.

- **OTP (programable una vez)**

Este modelo de memoria solo se puede grabar una vez por parte del usuario, utilizando el mismo procedimiento que con la memoria EPROM. Posteriormente no se puede borrar. Su bajo costo y sencillez de la programación aconsejan este tipo de memoria para prototipos finales y series de producción cortas.

- **Eeprom**

La grabación es similar a las memorias OTP y EPROM, pero el borrado es mucho mas sencillo al poderse efectuar de la misma forma que el grabado, o sea, eléctricamente. Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser programada y borrada tantas veces se quiera, lo cual la hace ideal en la enseñanza y en la creación de nuevos proyectos.

Aunque se garantizan 1.000.000 de ciclos de escritura y borrado en una EEPROM, todavía su tecnología de fabricación tiene obstáculos para alcanzar capacidades importantes y el tiempo de escritura de las mismas es relativamente grande y con elevado consumo de energía.

- **Flash**

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuitos al igual que las EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. El borrado solo es posible con bloques completos y no se puede realizar sobre posiciones concretas.

Son muy recomendables en aplicaciones en las que sea necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto, como consecuencia del desgaste o cambios de piezas como sucede con los vehículos.

- **Memoria de Datos**

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que les contiene debe ser de lectura y escritura, por lo que la memoria RAM estática (SRAM) son las más adecuadas, aunque sea volátil.

Hay microcontroladores que disponen como memoria de datos una de lectura y escritura no volátil, del tipo EEPROM. De esta forma, un corte en el suministro de la alimentación no ocasiona la pérdida de la información, que esta disponible al reiniciarse el programa. El PIC16C84, el PIC16F83 y el PIC16F84 disponen de 64 bytes de memoria EEPROM para contener datos.

- **Líneas de E/S para control de Periféricos**

A excepción de dos patitas destinadas a recibir la alimentación, otras dos para el cristal de cuarzo, que regula la frecuencia de trabajo y una más para provocar el Reset, las restantes patitas de un microcontrolador sirven para soportar su comunicación con los periféricos externos que controla.

Las líneas de E/S que se adaptan con los periféricos manejan información en paralelo y se agrupan en conjuntos de ocho, que reciben el nombre de puertas. Hay modelos con líneas que soportan la comunicación en serie; otros disponen de conjuntos de líneas que implementan puertas de comunicación para diversos protocolos.

- **Recursos Auxiliares**

Según las aplicaciones a las que orienta el fabricante cada modelo de microcontrolador, incorpora una diversidad de complementos que refuerzan la potencia y la flexibilidad del dispositivo. Entre los recursos más comunes se citan los siguientes:

- Circuito de reloj, encargado de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Temporizadores, orientados a controlar tiempos.
- Perro guardián (<<watchdog>>), destinado a provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado.
- Conversores AD y DA, para poder recibir señales analógicas.
- Comparadores analógicos, para verificar el valor de una señal analógica.
- Sistema de protección ante fallos de la alimentación.
- Estado de Reposo, en el que el sistema queda <<congelado>> y el consumo de energía se reduce al mínimo.

2.2.3.- PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES

La utilización de los lenguajes más cercanos a la máquina (bajo nivel) representan un considerable ahorro de código en la confección de los programas, lo que es muy importante dada la estricta limitación de la capacidad de la memoria de instrucciones. Los programas bien realizados en

lenguaje ensamblador optimizan el tamaño de la memoria que ocupan y su ejecución es muy rápida.

Los lenguajes de alto nivel más empleados con microcontroladores son el C y el BASIC, de los que existen varias empresas que comercializan versiones de compiladores e intérpretes para diversas familias de microcontroladores.

Hay versiones de intérpretes de BASIC que permiten la ejecución del programa línea a línea y, en ocasiones, residen en la memoria del propio microcontrolador. Con ellos se puede escribir una parte del código, ejecutarlo y comprobar el resultando antes de proseguir.

2.3.- SENSORES

Son dispositivos que pueden captar o detectar fenómenos o alteraciones que se producen en un entorno inclusive a cierta distancia, el fenómeno que detecte puede ser foto sensible (luz, sonido, movimiento) y variaciones que ocurran en el ambiente.

Actualmente existen en el mercado una extensa variedad de sensores que van entorno a las exigencias de cada persona. De acuerdo con la pagina Web “Teoría de Sensores” ubicada en la dirección: <http://www.info-ab.uclm.es>, existen diez tipos de sensores dependiendo de la variable a medir, entre ellos se tienen:

2.3.1.- Detectores de Proximidad

Por lo general se trata de sensores con respuesta toda o nada, con cierta histéresis en la distancia de detección, con salida de interruptor estático (transistor, tiristor, triac). Algunos pueden dar una salida analógica proporcional a la distancia.

2.3.2.- Traductores de Temperatura

De acuerdo al principio de funcionamiento de los sensores de temperatura, se pueden distinguir tres grandes grupos:

- Termostatos Interruptores: (Todo-Nada) que conmutan a un cierto valor de temperatura.
- Termo resistencias: Sensores pasivos de tipo analógico basados en el cambio de resistividad eléctrica de algunos metales o semiconductores con la temperatura.
- Pirómetros de radiación: Sensores analógicos para altas temperaturas, basados en los fenómenos de transmisión de calor por radiación en cuerpos muy calientes.

Termostatos:

Los termostatos conmutan a un cierto valor de temperatura, los más sencillos están basados en la diferencia de dilatación de dos metales. Este tipo de sensor normalmente tiene cierta histéresis alrededor del punto de conmutación. Los de tipo bimetalico se utilizan típicamente en sistemas de climatización, o como interruptores de protección. Los hay construidos en base a una sonda analógica de temperatura y un sistema comparador, tienen la ventaja de ser regulables y poder emplear sondas de muy pequeño tamaño (sensores PTC), lo que facilita su colocación en zonas de espacio reducido.

Termopares:

Se trata de sensores activos analógicos basados en el efecto Seebeck. Este efecto consiste en la aparición de una tensión eléctrica entre dos piezas de distintos metales unidas o soldadas por un extremo, cuando este se calienta (unión caliente) y se mantiene los otros dos a una misma temperatura inferior (unión fría), (Figura 2).

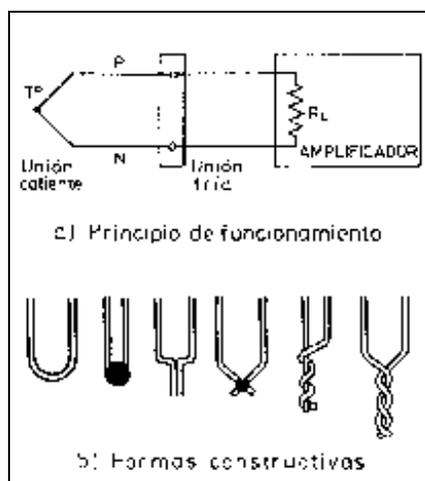


Figura 2. Termopares

Fuente: <http://www.info-ab.uclm.es> (2004-06-10)

Para ciertos materiales existe una relación aceptablemente lineal entre la diferencia de temperaturas y la fuerza electromotriz generada, por tanto resultan ser buenos transductores, sin embargo aparecen problemas al añadir el circuito adicional de recogida de la señal en la unión fría, aparecen nuevas fuerzas electromotrices de contacto que sólo se verán compensadas si las uniones frías se mantienen exactamente a la misma temperatura. Si se requiere buena precisión será necesario compensar las variaciones de temperatura en la unión fría utilizando un sensor adicional (NTC).

Por otro lado los valores de sensibilidad en estos sensores son bastante bajos lo que requiere amplificadores de gran resolución y bajo ruido, aun cuando otra forma de aumentar la sensibilidad es colocar varios termopares en serie, dado que se trata de un sensor económico, y siempre que no haya problemas de espacio.

Termo resistencias Pt100:

Los conductores eléctricos presentan un aumento de resistencia con la temperatura.

$$R_T = R_0 [1 + \alpha(T_T - T_0)]$$

Aprovechando esta propiedad se construyen sondas analógicas de temperatura. Para ello es preciso utilizar un material cuyo coeficiente (coeficiente térmico de resistencia) se mantenga relativamente constante y de una buena sensibilidad. Las sondas industriales se suelen construir a base de Platino cuyo coeficiente térmico es $0.00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, dichas sondas suelen tener un valor nominal de 100 a 0°C , de donde se deriva el nombre Pt100. Las sondas Pt100 son aptas para un rango de temperaturas entre -250°C y 850°C , teniendo muy buena linealidad entre -200°C y 500°C .

Termo resistencias PTC, NTC (Termistores):

Las sondas PTC y NTC son en esencia termo resistencias a base de semiconductor. La sensibilidad de estas es mucho mayor que la de las Pt100 pero a costa de perder linealidad. Las PTC (Positive Temperature Coefficient) son resistencias a base de óxidos de Bario y de Titanio, que muestran cambios muy bruscos de valor a partir de una cierta temperatura. En la figura 2 se muestra la relación resistencia/temperatura a distintas frecuencias para una sonda PTC. El comportamiento poco lineal hace que sean usadas como

detectores de umbral. Las NTC (Negative Temperature Coefficient) están construidas a base de óxidos de Hierro, Cobalto, Manganeso y Níquel dopados con iones de Titanio y Litio.

Pirómetros de radiación:

La medida de temperatura con termopar o termo resistencias implica el contacto directo entre el transductor y el cuerpo cuya temperatura se desea medir. Sin embargo el contacto es imposible si la temperatura a medir es superior al punto de fusión del material del transductor, o si el cuerpo caliente es muy pequeño y cambia su temperatura al efectuar la medida. En estos casos pueden utilizarse los pirómetros de radiación, que miden la temperatura a través de la radiación térmica que emiten los cuerpos calientes. La potencia total (QT) emitida por la superficie de un cuerpo negro (emisión total en todas las longitudes de onda) viene dada por la Ley de Stefan-Boltzmann :

$$Q_T = \sigma AT^4$$

Donde σ es la constante de Kurlbaum para el cuerpo negro ($5.75 \cdot 10^{-8} \text{ Jm}^{-2}\text{K}^{-4}\text{s}^{-1}$) A es la superficie del cuerpo emisor y T la temperatura absoluta del cuerpo. Basándose en esta ecuación y conocida la geometría del cuerpo, se puede conocer su temperatura midiendo la potencia irradiada. La potencia emitida por los cuerpos reales es siempre menor que la del cuerpo negro ideal, y existen factores de corrección en función del material del que se

trate. Los pirómetros de radiación total están contruidos a base de una cámara negra, que recibe la radiación a través de una ventana de superficie conocida. El haz radiado se hace incidir sobre una superficie metálica, que se calentará por efecto de la radiación, La medida de la temperatura de dicha superficie permite conocer la temperatura del cuerpo emisor. Los pirómetros de brillo miden únicamente la radiación emitida en una longitud de onda específica a través de fotocélulas.

2.3.3.- Sensores de Posición

Como el nombre lo indica, estos son dispositivos electrónicos utilizados para determinar la posición angular de motores. Entre los diversos tipos de sensores de posición tenemos: Potenciómetro angular, encoders, sincros y resolvers, sensores inductosyn, sensores laser y otros.

2.3.4.- Traductores de Caudal

Los transductores de caudal se basan en distintos principios según se trate de fluidos compresibles o no. El caudal puede definirse como masa por unidad de tiempo (caudal másico) o como volumen por unidad de tiempo (caudal volumétrico). El caudal volumétrico depende sólo de la sección considerada y de la velocidad del fluido, pero el caudal másico depende además de la densidad del fluido y esta a su vez de la presión y temperatura

del mismo. Para fluidos incompresibles ambos caudales se pueden relacionar por una densidad que puede asumirse como constante, pero para fluidos compresibles no es así. La mayor parte de los sensores miden caudal volumétrico. En el caso de fluidos incompresibles la forma habitual de medición es hallar la velocidad de paso por una sección conocida. Para los compresibles, los métodos más adecuados se basan en el empleo de turbinas.

2.3.5.- Traductores de Presión

Los transductores de presión suelen estar basados en la deformación de un elemento elástico (membrana, tubo de Bourdon, etc), cuyo movimiento bajo la acción del fluido es detectado por un transductor de pequeños desplazamientos (galgas, transformador diferencial, piezoeléctrico, y otros) del que se obtiene la señal eléctrica proporcional a la presión. Los transductores más frecuentes son los de diafragma o membrana. El diafragma es una pared delgada que se deforma bajo el efecto de la presión.

2.3.6.- Sensores Acústicos

Las ondas sonoras se manifiestan por las variaciones de presión y velocidad que ellas generan. En la mayoría de los casos el campo acústico en un punto es el resultado de la superposición de ondas sonoras que han

experimentado reflexiones múltiples. Los micrófonos son los sensores que facilitan la conversión de una señal acústica en eléctrica. Se pueden aplicar diversos principios a su realización siendo la más común la combinación de fenómenos mecánico-acústicos y su conversión electromecánica.

2.3.7.- Sensores Táctiles

En campos como la robótica se han desarrollado conjuntos de detección táctil, capaces de proporcionar una información de contacto sobre un área más amplia que la que puede proporcionar un sensor único basado en transductores de pequeñas deformaciones.

2.3.8.- Traductores de Aceleración

El movimiento de masas a velocidades elevadas requiere un control de aceleraciones para evitar esfuerzos dinámicos excesivos. En la mayoría de los casos en los que se requiere controlar la aceleración también es preciso controlar la velocidad, por lo que la aceleración puede calcularse indirectamente como variación de la velocidad con el tiempo. No obstante existen transductores directos basados en la medición de una fuerza de inercia que actúa sobre una masa conocida.

2.3.9.- Traductores Fuerza Par

La detección de fuerza y par suele realizarse de manera indirecta, a partir de la detección de pequeñas deformaciones que experimenta un sólido bajo la acción de dicha fuerza o par. Los sensores estudiados en el apartado de pequeñas deformaciones constituyen la base de los transductores de fuerza y par, el resto del transductor suele consistir en una pieza susceptible de ser deformada dentro del campo elástico, sobre la cual va colocado el elemento de medida de pequeñas deformaciones.

2.4.- MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas utilizadas en transformar energía eléctrica en mecánica. Son los motores utilizados en la industria, pues combinan las ventajas del uso de la energía eléctrica (bajo costo, facilidad de transporte, limpieza y simplicidad de la puesta en marcha) con una construcción relativamente simple, costo reducido y buena adaptación a los mas diversos tipos de carga. Información sustentada por la página Web sobre Motores eléctricos ubicada en la dirección: <http://alek.pucp.edu.pe>.

De acuerdo a la fuente de tensión que alimente al motor, se puede realizar la siguiente clasificación:

2.4.1.- Motores de Corriente Directa (DC)

Se Utilizan en casos en los que es de importancia el poder regular continuamente la velocidad del eje y en aquellos casos en los que se necesita de un toque de arranque elevado.



Figura 3. Motor DC
Fuente: <http://alek.pucp.edu.pe> (2003-11-15)

Además, utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente continua, como es el caso de trenes y automóviles eléctricos, motores para utilizar en el arranque y en los controles de automóviles, motores accionados a pilas o baterías, entre otros.

Para funcionar, el motor de corriente continúa o directa precisa de dos circuitos eléctricos distintos: el circuito de campo magnético y el circuito de la armadura.

El campo (básicamente un imán o un electroimán) permite la transformación de energía eléctrica recibida por la armadura en energía mecánica entregada a través del eje. La energía eléctrica que recibe el campo se consume totalmente en la resistencia externa con la cual se regula

la corriente del campo magnético. Es decir ninguna parte de la energía eléctrica recibida por el circuito del campo, es transformada en energía mecánica. El campo magnético actúa como una especie de catalizador que permite la transformación de energía en la armadura.



Figura 4. Motor AC

Fuente: <http://alek.pucp.edu.pe> (2003-11-15)

La armadura consiste en un grupo de bobinados alojados en el rotor y en un ingenioso dispositivo denominado colector mediante el cual se recibe corriente continua desde una fuente exterior y se convierte la correspondiente energía eléctrica en energía mecánica que se entrega a través del eje del motor. En la transformación se pierde un pequeño porcentaje de energía en los carbones del colector, en el cobre de los bobinados, en el hierro (por corrientes parásitas e histéresis), en los rodamientos del eje y la fricción del rotor por el aire.

2.4.2.- Motores de Corriente Alterna (AC)

Bajo el título de motores de corriente alterna se pueden presentar los siguientes tipos de motor.

2.4.2.1.- El Motor Síncrono.

Este motor tiene la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Por ejemplo si la fuente es de 60Hz, si el motor es de dos polos, gira a 3600 RPM; si es de cuatro polos gira a 1800 RPM y así sucesivamente. Este motor o gira a la velocidad constante dada por la fuente o, si la carga es excesiva, se detiene.

El motor síncrono es utilizado en aquellos casos en que los que se desea velocidad constante. En el medio laboral sus aplicaciones son mínimas y casi siempre están en relacionadas con sistemas de regulación y control mas no con la transmisión de potencias elevadas.

Como curiosidad vale la pena mencionar que el motor síncrono, al igual que el motor de corriente directa, precisa de un campo magnético que posibilite la transformación de energía eléctrica recibida por su correspondiente armadura en energía mecánica entregada a través del eje.

A pesar de su uso reducido como motor, la maquina síncronica es la mas utilizada en la generación de energía eléctrica. Por ejemplo, en bs países, todas las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas mediante generadores sincrónicos trifásicos. Además, la única fabrica de generadores eléctricos con

la que contamos (ALGESA), fabrica solo generadores sincrónicos, ya sea monofásicos o trifásicos.

2.4.2.2.- El Motor Asincrónico o de Inducción.

Estos motores tienen la peculiaridad de que no precisan de un campo magnético alimentado con corriente continua como en los casos del motor de corriente directa o del motor sincrónico.

Una fuente de corriente alterna (trifásica o monofásica) alimenta a un estator. La corriente en las bobinas del estator induce corriente alterna en el circuito eléctrico del rotor (de manera algo similar a un transformador) y el rotor es obligado a girar.

De acuerdo a la forma de construcción del rotor, los motores asincrónicos se clasifican en:

- **Motor Asincrónico de Rotor Bobinado.**

Se utiliza en aquellos casos en los que la transmisión de potencia es demasiado elevada (a partir de 200 kW) y es necesario reducir las corrientes de arranque. También se utiliza en aquellos casos en los que se desea regular la velocidad del eje.

Su característica principal es que el rotor se aloja un conjunto de bobinas que además se pueden conectar al exterior a través de anillos rozantes.

Colocando resistencias variables en serie a los bobinados del rotor se consigue suavizar las corrientes de arranque. De la misma manera, gracias a un conjunto de resistencias conectadas a los bobinados del rotor, se consigue regular la velocidad del eje. Un detalle interesante es que la velocidad del eje nunca podrá ser superior que la velocidad correspondiente si el motor fuera síncrono.

- **Motor Asíncrono tipo Jaula de Ardilla.**

Finalmente aquí llega el motor eléctrico por excelencia. Es el motor relativamente más barato, eficiente, compacto y de fácil construcción y mantenimiento.



Figura 5. Motor Asíncrono

Fuente: <http://alek.pucp.edu.pe/> (2003-11-15)

Siempre que sea necesario utilizar un motor eléctrico, se debe procurar seleccionar un motor asíncrono tipo jaula de ardilla y si es trifásico mejor.

Por otro lado, la única razón para utilizar un motor monofásico tipo jaula de ardilla en lugar de uno trifásico será porque la fuente de tensión a utilizar sea también monofásica. Esto sucede en aplicaciones de baja potencia. Es poco común encontrar motores monofásicos de más de 3 kW.

La diferencia con el motor de rotor bobinado consiste en que el rotor está formado por un grupo de barras de aluminio o de cobre en formas similares al de una jaula de ardilla.

2.4.3.- MOTORES PASO A PASO

Como todo motor, es en esencia un convertidor electromecánico, que transforma la energía eléctrica en mecánica; pero de un modo tan peculiar que constituye en la actualidad una categoría aparte.

En efecto, mientras que un motor convencional gira libremente al aplicar una tensión comprendida dentro de ciertos límites (que se corresponden de un lado al par mínimo capaz de vencer su propia inercia mecánica, y de otro a sus propias limitaciones de potencia); el motor paso a paso está concebido de tal manera que gira un determinado ángulo proporcional a la "codificación" de tensiones aplicadas a sus entradas (4, 6, y otros.).

La posibilidad de controlar en todo momento esta codificación permite realizar desplazamientos angulares lo suficientemente precisos, dependiendo el ángulo de paso (o resolución angular) del tipo de motor (puede ser tan

pequeño como $1,80^\circ$ hasta unos 15°). De este modo, si por ejemplo el número de grados por paso es de $1,80^\circ$, para completar una vuelta serán necesarios 200 pasos.

De la misma manera que se puede posicionar el eje del motor, es posible controlar la velocidad del mismo, la cual será función directa de la frecuencia de variación de las codificaciones en las entradas. De ello se deduce que el motor paso a paso presenta una precisión y repetitividad que lo habilita para trabajar en sistemas abiertos sin realimentación. En este tipo de motores, como en todos, cabe destacar dos partes principales (rotor y estator).

Dependiendo del tipo de bobinas que se encuentran devanadas simétricamente sobre los estatores (y, por tanto, del modo de crear el campo giratorio) se pueden clasificar estos tipos de motores en:

2.4.3.1.- MOTORES PASO A PASO BIPOLARES

En el esquema de la figura 4 aparece uno de estos motores con dos estatores, sobre cada uno de los cuales se ha devanado una bobina (1 y U), las cuales se encuentran conectadas directamente a unos conmutadores de control que, como se verá más adelante, podrán ser sustituidos por las líneas de entrada y salida de nuestro ordenador debidamente programadas.

Como las bobinas se encuentran distribuidas simétricamente en torno al estator, el campo magnético creado dependerá en magnitud de la intensidad de corriente por cada fase, y en polaridad magnética, del sentido de la

corriente que circule por cada bobina. De este modo el estator adquiere la magnetización correspondiente, orientándose el rotor según ella. Si el interruptor 1.1 se conmuta a su segunda posición, se invierte el sentido de la corriente que circula por T y por tanto la polaridad magnética, volviéndose a reorientar el rotor (el campo ha sufrido una rotación de 90° en sentido antihorario, haciendo girar el rotor 90° en ese mismo sentido). Con esto se llega a la conclusión de que para dar una vuelta completa serían necesarios cuatro pasos de 90° cada uno.

Ahora bien, este tipo de motores también puede funcionar de un modo menos "ortodoxo", pero que nos va a permitir doblar el número de pasos, si bien a costa de la regularidad del par. Esto se consigue de la siguiente manera: en principio, al igual que en el anterior fondo de funcionamiento, por los devanados T y U se hace circular una corriente, de tal modo que el estator adquiere la magnetización correspondiente y por lo tanto el rotor se orienta según ella. Ahora bien, al contrario que en el caso anterior, antes de conmutar el interruptor I.1 a su segunda posición, se desconectará el devanado T, reorientándose por consiguiente el rotor, pero la mitad de un paso (45°).

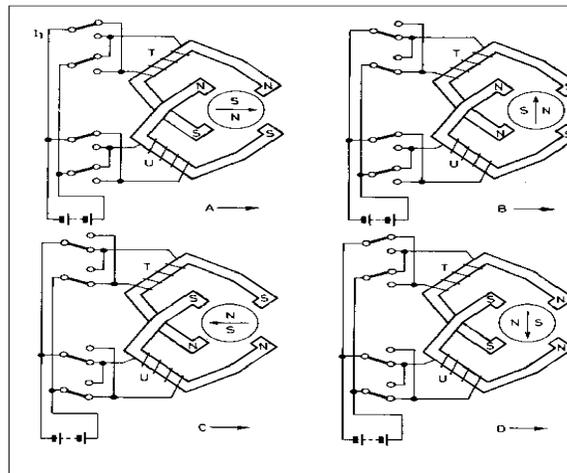


Figura 6. Motor Bipolar
Fuente: <http://pomelo.ivia.es/> (2003-11-15)

2.4.3.2.- MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES

Los motores paso a paso unipolares, en cuanto a construcción son muy similares a los anteriormente descritos excepto en el devanado de su estator. En efecto, cada bobina del estator se encuentra dividida en dos mediante una derivación central conectada a un terminal de alimentación. De este modo, el sentido de la corriente que circula a través de la bobina y por consiguiente la polaridad magnética del estator viene determinada por el terminal al que se conecta la otra línea de la alimentación, a través de un dispositivo de conmutación. Por consiguiente las medias bobinas de conmutación hacen que se inviertan los polos magnéticos del estator, en la forma apropiada. Nótese que en vez de invertir la polaridad de la corriente

como se hacía en los motores paso a paso bipolares se conmuta la bobina por donde circula dicha corriente.

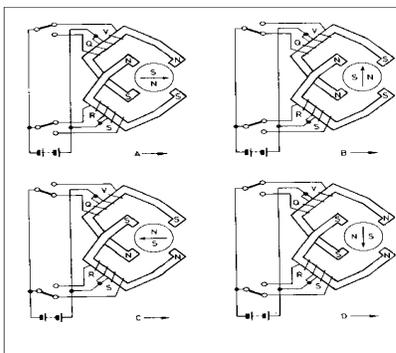


Figura 7. Motor Unipolar

Fuente: <http://pomelo.ivia.es/> (2003-11-15)

Al igual que los motores paso a paso bipolares, es posible tener resoluciones de giro correspondientes a un semipaso. Ahora bien, dado que las características constructivas de estos motores unipolares son idénticas a las de los bipolares, se puede deducir que los devanados tanto en uno como otro caso ocuparán el mismo espacio, y por tanto es evidente que por cada fase se tendrá menos vueltas o bien el hilo de cobre será de una sección menor. En cualquiera de los dos casos se deduce la disminución de la relación de amperios / vuelta. Por tanto, a igualdad de tamaño los motores bipolares ofrecen un mayor par.

Hasta aquí se ha venido describiendo el funcionamiento de los motores paso a paso con dos estatores, si bien es posible aumentar el número de éstos para mejorar la resolución angular.

2.5.- TERMODINÁMICA

Como muchas disciplinas, la termodinámica surge de los procedimientos empíricos que llevaron a la construcción de elementos que terminaron siendo muy útiles para el desarrollo de la vida del hombre.

Creemos que la termodinámica es un caso muy especial debido a que sus inicios se pierden en la noche de los tiempos mientras que en la actualidad los estudios sobre el perfeccionamiento de las máquinas térmicas siguen siendo de especial importancia, más aún si se toma en cuenta la importancia que revisten temas de tanta actualidad como la contaminación.

Su desarrollo fue tomando como objetivo principal el perfeccionamiento de las tecnologías aplicadas con el fin de hacer más fácil la vida del hombre, reemplazando el trabajo manual por la máquina que facilitaba su realización y lograba mayor rapidez, estos avances que gravitaban directamente en la economía, por ello el inicio se encuentra en el bombeo de aguas del interior de las minas y el transporte.

Más tarde se intensificaron los esfuerzos por lograr el máximo de rendimiento lo que llevó a la necesidad de lograr un conocimiento profundo y acabado de las leyes y principios que regían las operaciones realizadas con el vapor.

El campo de la termodinámica y su fuente primitiva de recursos se amplía en la medida en que se incorporan nuevas áreas como las referentes a los motores de combustión interna y últimamente los cohetes. La construcción

de grandes calderas para producir enormes cantidades de trabajo marca también la actualidad de la importancia del binomio máquinas térmicas-termodinámica.

En resumen: en el comienzo se partió del uso de las propiedades del vapor para succionar agua de las minas, con rendimientos insignificantes, hoy se trata de lograr las máximas potencias con un mínimo de contaminación y un máximo de economía.

Para realizar una somera descripción del avance de la termodinámica a través de los tiempos la comenzamos identificando con las primitivas máquinas térmicas y dividimos su descripción en tres etapas, primero la que dimos en llamar empírica, la segunda la tecnológica y la tercera la científica. “Orígenes de la termodinámica” Artículo localizado en la pagina Web <http://www.monografias.com/>

2.5.1.- LEYES DE LA TERMODINAMICA

Debido a diversas investigaciones y proyectos los científicos han desarrollado diversas leyes sobre la termodinámica las cuales se tienen:

2.5.1.1.- Ley cero de la termodinámica

Información extraída de: <http://fluidos.eia.edu.co>

La ley cero, conocida con el nombre de la ley del equilibrio térmico fue enunciada en un principio por Maxwell y llevada a ley por Fowler y dice:

“Dos sistemas en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio térmico entre sí”.

El equilibrio térmico debe entenderse como el estado en el cual los sistemas equilibrados tienen la misma temperatura. Esta ley es de gran importancia porque permitió definir a la temperatura como una propiedad termodinámica y no en función de las propiedades de una sustancia. La aplicación de la ley cero constituye un método para medir la temperatura de cualquier sistema escogiendo una propiedad del mismo que varíe con la temperatura con suficiente rapidez y que sea de fácil medición, llamada propiedad termométrica. En el termómetro de vidrio esta propiedad es la altura alcanzada por el mercurio en el capilar de vidrio debido a la expansión térmica que sufre el mercurio por efecto de la temperatura. Cuando se alcanza el equilibrio térmico, ambos sistemas tienen la misma temperatura.

2.5.1.1.- Primera ley de la termodinámica

La primera ley de la termodinámica es conocida como Ley de la Conservación de Energía. Afirma que la energía puede ser convertida de una forma a otra, pero no puede ser creada ni destruida. Esta ley enseña en

forma concluyente que el universo no se creó a sí mismo. Absolutamente nada en la presente economía de la ley natural podría ser la razón de su propio origen. Este hecho científico está en conflicto directo con el concepto básico de la innovadora evolución naturalista. La presente estructura del universo es de conservación, no de innovación como requiere la teoría evolucionista. “Las leyes de la Termodinámica”, pagina Web ubicada en la dirección: <http://www.geocities.com>.

2.5.1.2.- Segunda ley de la termodinámica

Esta ley, en combinación con la primera ley de la termodinámica, pronostica la dirección que siguen los procesos naturales y las situaciones de equilibrio. A partir de la segunda ley de la termodinámica se establece la imposibilidad de convertir totalmente una cantidad de calor (energía de baja calidad) en trabajo (energía de máxima calidad). Lo anterior puede resumirse así: “la calidad de la energía se destruye en los procesos con flujo de calor, lo cual esta en concordancia con el principio del aumento de entropía del universo: $dS > 0$.”

Los procesos de combustión son la principal fuente de energía del mundo moderno, son un ejemplo de la destrucción de la calidad de la energía. En estos procesos el sentido natural es aquel en el que el combustible se transforma en dióxido de carbono y agua, el sentido contrario no es natural.

La segunda ley de la termodinámica aporta los fundamentos que permiten predecir cuándo un proceso es o no natural. En los procesos cíclicos naturales que en su gran mayoría son isotérmicos e irreversibles no se puede esperar una producción de trabajo, ya que en estos procesos se destruye trabajo:

$$\oint dW < 0$$

Una energía es de alta calidad o energía ordenada cuando puede transformarse totalmente en otra forma de energía ordenada durante un proceso reversible. Si un sistema puede intercambiar energía ordenada (trabajo) con otros sistemas entonces no se presentará intercambios de entropía entre los sistemas.

El intercambio de energía de baja calidad o energía desordenada de un sistema con su entorno, produce cambios en la entropía analizados por la segunda ley de la termodinámica. Para medir la calidad de una forma de energía, se mide el trabajo útil máximo que puede obtenerse a partir de cierta forma de energía en el sistema y sus alrededores, a esta medida se le llama exergía o disponibilidad.

2.5.1.3.- Tercera ley de la termodinámica

“A la temperatura del cero absoluto la entropía de cualquier sustancia cristalina perfecta es cero”. Esta Ley permite calcular la entropía absoluta de cualquier sustancia a una temperatura y presión de referencia. Información obtenida de la página Web: <http://fluidos.eia.edu.co/>

Así, la entropía absoluta estándar: S^0_T será la entropía de un sistema a 1 atm de presión y a la temperatura T, calculada a partir de la tercera Ley de la termodinámica.

Para el agua a 25°C y 1 atm de presión: S^0_{298}

$$S^0_{298} = \int_0^{273} C_p(s) \frac{dT}{T} + \frac{\Delta H_f}{T_f} + \int_{273}^{298} C_p(l) \frac{dT}{T}$$

Los términos que se consideran en el cálculo de la entropía absoluta para el agua a 25°C y 1 atm son: El primer término considera la capacidad calorífica a presión constante del agua sólida, el segundo término corresponde al cambio de estado donde ΔH_f es el calor de fusión y T_f la temperatura de fusión del agua a 1 atm de presión. El tercer término corresponde a la capacidad calorífica del agua líquida a presión constante. En esta ecuación se está despreciando el efecto de la presión sobre la entropía para el sistema sólido y líquido.

Las leyes de la termodinámica permiten modelar los intercambios de energía entre los sistemas y los alrededores y valorar la pérdida de calidad

energética en ellos para permitir al ingeniero hacer propuestas de los mejores caminos por los que se puede dar un proceso disminuyendo el deterioro acelerado del medio ambiente.

2.5.2.- CALOR Y TEMPERATURA

Mediante el contacto de la epidermis con un objeto se perciben sensaciones de frío o de calor, siendo está muy caliente. Los conceptos de calor y frío son totalmente relativos y sólo se pueden establecer con la relación a un cuerpo de referencia como, por ejemplo, la mano del hombre.

Lo que se percibe con más precisión es la temperatura del objeto o, más exactamente todavía, la diferencia entre la temperatura del mismo y la de la mano que la toca. Ahora bien, aunque la sensación experimentada sea tanto más intensa cuanto más elevada sea la temperatura, se trata sólo una apreciación muy poco exacta que no puede considerarse como medida de temperatura. Para efectuar esta última se utilizan otras propiedades del calor, como la dilatación, cuyos efectos son susceptibles.

Con muy pocas excepciones todos los cuerpos aumentan de volumen al calentarse y disminuyen cuando se enfrían. En caso de los sólidos, el volumen suele incrementarse en todas las direcciones se puede observar este fenómeno en una de ellas con experiencia del *pirómetro del cuadrante*.

El, pirómetro del cuadrante consta de una barra metálica apoyada en dos soportes, uno de los cuales se fija con un tornillo, mientras que el otro puede deslizarse y empujar una palanca acodada terminada por una aguja que recorre un cuadrante o escala cuadrada. Cuando, mediante un mechero, se calienta fuertemente la barra, ésta se dilata y el valor del alargamiento, ampliado por la palanca, aparece en el cuadrante.

Otro experimento igualmente característico es el llamado del *anillo de Gravesande*. Este aparato se compone de un soporte del que cuelga una esfera metálica cuyo diámetro es ligeramente inferior al de un anillo del mismo metal por el cual puede pasar cuando las dos piezas están a la misma temperatura. Si se calienta la esfera dejando el anillo a la temperatura ordinaria, aquella se dilata y no pasa por el anillo; en cambio puede volver a hacerlo una vez enfriada o en el caso en que se hayan calentado simultáneamente y a la misma temperatura la esfera y el anillo.

La dilatación es, por consiguiente, una primera propiedad térmica de los cuerpos, que permite llegar a la noción de la temperatura.

La segunda magnitud fundamental es la *cantidad de calor* que se supone reciben o ceden los cuerpos al calentarse o al enfriarse, respectivamente.

La cantidad de calor que hay que proporcionar a un cuerpo para que su temperatura aumente en un número de unidades determinado es tanto mayor cuanto más elevada es la masa de dicho cuerpo y es proporcional a lo que se denomina calor específico de la sustancia de que está constituido.

Cuando se calienta un cuerpo en uno de sus puntos, el calor se propaga a los que son próximos y la diferencia de temperatura entre el punto calentado directamente y otro situado a cierta distancia es tanto menor cuando mejor conductor del calor es dicho cuerpo. Si la *conductibilidad térmica* de un cuerpo es pequeña, la transmisión del calor se manifiesta por un descenso rápido de la temperatura entre el punto calentado y otro próximo. Así sucede con el vidrio, la porcelana, el caucho, entre otros. En el caso contrario, por ejemplo con metales como el cobre y la plata, la conductibilidad térmica es muy grande y la disminución de temperatura entre un punto calentado y el otro próximo es muy reducida.

Se desprende de lo anterior que el estudio del calor sólo puede hacerse después de haber definido de una manera exacta los dos términos relativos al propio calor, es decir, la temperatura, que se expresa en *grados*, y la cantidad de calor, que se expresa en *calorías*.

Habrá que definir después algunas propiedades específicas de los cuerpos en su manera de comportarse con respecto al calor y la conductibilidad térmica.

2.5.3.- ESCALAS DE MEDICION DE LA TEMPERATURA

Información extraída de la página Web: <http://www.monografias.com>

Las dos escalas de temperatura de uso común son la Celsius (llamada anteriormente "centígrada") y la Fahrenheit. Estas se encuentran definidas

en términos de la escala Kelvin, que es la escala fundamental de temperatura en la ciencia.

La escala Celsius de temperatura usa la unidad "grado Celsius" (símbolo $^{\circ}\text{C}$), igual a la unidad "Kelvin". Por esto, los intervalos de temperatura tienen el mismo valor numérico en las escalas Celsius y Kelvin. La definición original de la escala Celsius se ha sustituido por otra que es más conveniente. Si hacemos que T_c represente la escala de temperatura, entonces:

$$T_c = T - 273.15^{\circ}$$

Relaciona la temperatura Celsius T_c ($^{\circ}\text{C}$) y la temperatura Kelvin $T(\text{K})$. Se puede observar que el punto triple del agua ($=273.16\text{K}$ por definición), corresponde a 0.01°C . La escala Celsius se definió de tal manera que la temperatura a la que el hielo y el agua saturada con agua se encuentran en equilibrio a la presión atmosférica - el llamado punto de hielo - es 0.00°C y la temperatura a la que el vapor y el agua líquida, están en equilibrio a 1 atm de presión -el llamado punto del vapor- es de 100.00°C .

La escala Fahrenheit, todavía se usa en algunos países que emplean el idioma inglés aunque usualmente no se usa en el trabajo científico. Se define que la relación entre las escalas Fahrenheit y Celsius es:

$$T_F = 32 + \frac{9}{5} T_c$$

De esta relación se puede concluir que el punto del hielo (0.00°C) es igual a 32.0°F , y que el punto del vapor (100.0°C) es igual a 212.0°F , y que un grado Fahrenheit es exactamente igual $\frac{5}{9}$ del tamaño de un grado celcius.

3.- DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

A continuación se definen una serie de términos los cuales permitirán una mejor comprensión sobre la investigación:

CALOR: es la energía térmica en transferencia. Haberman (1996, p.461).

CONTROL RETROALIMENTADO: el control retroalimentado es una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia, realizándolo sobre la base de esta diferencia. Ogata (1993, p.3).

SISTEMAS: un sistema es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen determinado objetivo. . Ogata (1993, p.3).

PERTURBACIONES: una perturbación es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema, se la denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada. Ogata (1993, p.3)

SISTEMA DE CONTROL RETROALIMENTADO: es aquel que tiende a mantener una relación preestablecida entre la salida y alguna entrada de referencia, comparándolas y utilizando la diferencia como medio de control. Ogata (1993, p.3).

4.- SISTEMAS DE VARIABLES

Esta investigación consta de dos variable: Sistema de Control de Temperatura Ambiental e Intercambio de Calor en una Barrera Térmica.

4.1.- DEFINICIÓN NOMINAL: SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

Definición Conceptual: Los sistemas de control tienen como objetivo controlar las salidas en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control. (Kuo, 1996).

Definición Operacional: Esta variable se evaluará a través de la implementación de diversos conocimientos tecnológicos y de electrónica en el área de controles para el diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y así lograr monitorear y controlar la temperatura de una barrera térmica. Para así garantizar la eficiencia de los sistemas de control de temperatura en áreas diversas.

4.2.- DEFINICIÓN NOMINAL: INTERCAMBIO DE CALOR

Definición Conceptual: La energía térmica es transferida entre dos cuerpos en contacto directo (o regiones de un cuerpo) por interacción molecular. En los gases, líquidos y en la mayoría de los sólidos, las moléculas a niveles de energía más altos (indicados por una temperatura mayor) imparten algo de su energía a las moléculas adyacentes a niveles de energía más bajos. (Haberman, 1996)

Definición Operacional: Esta variable se evaluará a través de la interacción y traspaso de energía entre la barrera térmica y el aire, la energía es transferida por conducción en el cual la energía calórica de la barrera es transferida a las moléculas de aire las cuales se encuentran en movimiento y en contacto directo sobre toda la superficie de la barrera térmica.