

**PROTOTIPO DE CONTROL AUTOMÁTICO, PARA MONITOREAR EL  
FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES DE AIRE DE UN CENTRO  
HOSPITALARIO**

**DIEGO FERNANDO OSPITIA TORRES  
STEVEN EFRAIN DIAZ PASTRANA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA DE ELECTRÓNICA  
GIRARDOT  
2009**

**PROTOTIPO DE CONTROL AUTOMÁTICO, PARA MONITOREAR EL  
FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES DE AIRE DE UN CENTRO  
HOSPITALARIO**

**DIEGO FERNANDO OSPITIA TORRES  
STEVEN EFRAIN DIAZ PASTRANA**

**Trabajo de Grado para optar el título de Tecnología de Electrónica**

**Asesor  
EDWIN PALACIOS  
Ingeniero Electrónico**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA DE ELECTRÓNICA  
GIRARDOT  
2009**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

-----  
-----  
-----  
-----

-----

**Presidente del Jurado**

-----

**Jurado**

-----

**Jurado**

**Girardot, 27 de Febrero de 2009**

## DEDICATORIA

Para lograr nuestras metas profesionales, los seres humanos debemos mostrar que hemos aprendido las enseñanzas que la vida, se encarga de otorgarnos a través de las personas que intervienen en nuestra rutina diaria, y por lo tanto le dedicamos este trabajo a las siguientes personas que cada día directa o indirectamente contribuyen a nuestra formación personal y profesional.

Con dedicación le ofrecemos este trabajo a:

- Nuestra familia, la cual se compone de los siguientes miembros:

Papá y Mamá: Seres que nos dieron la vida, que nos protegen y nos brindan la mejor educación posible, para tener un futuro prometedor.

Hermanos y hermanas: Son las personas con quienes compartimos nuestra infancia y crecimiento, además son compañeros en la vida hasta que cada uno escoge su camino.

Abuelos. Primos y tíos: Personas que intervienen en nuestro núcleo familiar y que en muchas ocasiones, pueden ser maestros de enseñanzas para nuestra vida.

- Nuestros Amigos y compañeros de estudio, personas que en un principio desconocemos, pero que a medida del tiempo fraternizamos con ellos, y son puertas que nos conducen a tener una convivencia social con otros seres humanos que están fuera de nuestro círculo familiar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para la realización de este proyecto nos permitimos rendirle agradecimientos a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Regional Girardot y a los entes que pertenecen al programa de Tecnología en Electrónica, los cuales nombraremos a continuación:

- Ingeniero Armando Darío Tovar Daniel, Coordinador del programa.
- Los profesores encargados de dictar las temáticas para formar a los estudiantes en el campo de la electrónica.
- Asesores Metodológicos de Proyecto de Grado.

Los cuales nos brindaron su apoyo y conocimientos pertinentes para la complementación del proyecto de grado, y formación de nuestro perfil tecnológico.

También, queremos brindarles nuestros agradecimientos a la familia y a las personas de nuestro vínculo social que nos apoyaron.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>9</b>
<b>1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>9</b>
<b>1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>10</b>
<b>1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>10</b>
<b>2 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>12</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>13</b>
<b>4 MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>14</b>
<b>4.1 MARCO HISTÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>4.2 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>14</b>
<b>4.2.1 AIRE COMPRIMIDO</b>	<b>14</b>
<b>4.2.1.1 Propiedades del Aire Comprimido</b>	<b>15</b>
<b>4.2.2 COMPRESOR DE AIRE</b>	<b>16</b>
<b>4.2.2.1 Compresores de émbolo o de pistón</b>	<b>17</b>
<b>4.3 SENSORES</b>	<b>19</b>
<b>4.3.1 SENSORES ÓPTICOS</b>	<b>19</b>
<b>4.3.1.1 Los diodos emisores de luz infrarroja y Los fotodiodos</b>	<b>19</b>
<b>4.3.2 SENSORES DE TEMPERATURA</b>	<b>20</b>
<b>4.3.2.1 Sensor de temperatura LM35</b>	<b>20</b>
<b>4.3.3 SENSOR DE PRESIÓN</b>	<b>21</b>
<b>4.3.3.1 El Presostato</b>	<b>22</b>
<b>4.4 LOGO</b>	<b>23</b>
<b>5. METODOLOGÍA DEL PROTOTIPO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES DE AIRE DE UN CENTRO HOSPITALARIO</b>	<b>24</b>
<b>5.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>24</b>
<b>5.2 RECURSOS</b>	<b>24</b>
<b>5.2.1 Recursos Físicos y Económicos</b>	<b>25</b>
<b>5.2.2 Recursos Humanos</b>	<b>25</b>
<b>5.3 ACONDICIONAMIENTO DE LOS RECURSOS FISICOS AL COMPRESOR DE AIRE PROTOTIPO</b>	<b>25</b>
<b>5.3.1 ACONDICIONAMIENTO DEL PROGRAMADOR LOGICO PROGRAMABLE O LOGO</b>	<b>25</b>
<b>5.3.2 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE MOVIMIENTO EN LA POLEA</b>	<b>27</b>
<b>5.3.3 ACONDICIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA</b>	<b>29</b>
<b>5.3.4 ACONDICIONAMIENTO DEL PRESOSTATO VERIFICADOR DE PRESIÓN</b>	<b>30</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>32</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
<b>Ilustración 1. Funcionamiento de un compresor de aire</b>	16
<b>Ilustración 2. compresor de aire de 100 Libras de Presión</b>	17
<b>Ilustración 3. Figura de Pistón de Embolo</b>	18
<b>Ilustración 4. Diodos emisores y fotodiodos de luz infrarroja</b>	20
<b>Ilustración 5. Sensor de Temperatura LM35</b>	21
<b>Ilustración 6. contactos metálicos del presostato para la conducción de corriente eléctrica</b>	22
<b>Ilustración 7. Prototipo de Control Automático</b>	26
<b>Ilustración 8. Plaquetas Electrónicas de los Sensores</b>	26
<b>Ilustración 9. Programa del LOGO</b>	27
<b>Ilustración 10. Foto de Sensor de Infrarrojo</b>	28
<b>Ilustración 11. Diagrama Esquemático del Sensor Infrarrojo</b>	28
<b>Ilustración 12. Foto de Sensor de Temperatura LM35</b>	29
<b>Ilustración 13. Diagrama Esquemático Sensor de Temperatura</b>	30
<b>Ilustración 14. Presostato de Corriente Alterna y Presostato de Emergencia</b>	32

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1. Lista de Materiales</b>	25

## INTRODUCCIÓN

La neumática es la disciplina que se encarga de aprovechar el aire comprimido en los procesos industriales para la satisfacción de necesidades de los seres humanos. Específicamente uno de los elementos o máquinas que manejan la neumática, son los compresores de aire. Estos compresores succionan el aire por un filtro, para comprimirlo por medio de un sistema de pistones entre otros y luego el producto se deposita en un tanque para su posterior uso.

Esta capacidad que tienen los compresores además de ser utilizada en la industria, también se emplea para aplicaciones hospitalarias, por ejemplo la mezcla de aire comprimido con gas medicinal, esta propiedad se fundamenta porque los seres humanos son individuos que respiramos, no solo oxígeno que corresponde a la categoría de gas medicinal, también otros gases como el nitrógeno, los gases nobles (en proporciones pequeñas) entre otros, que ofrece el aire comprimido. Para los centros hospitalarios esta función es muy útil para las áreas de cuidados intensivos en donde se encuentran las personas que necesitan aparatos médicos de esta clase, para poder vivir, debido a que algún accidente haya dañado su integridad humana.

Con respecto a esa necesidad, los compresores de aire son supervisados para que funcionen continuamente, con el fin de que no paren de hacer su ocupación. Por lo tanto se ha pensado en crear un prototipo que pueda monitorizar los posibles daños que puedan tener los compresores de aire.

La creación del prototipo de este trabajo se basa en crear un circuito electrónico que maneje las variables de presión, temperatura, y movimiento, de las partes de un compresor de aire, las cuales son más propensas a dañarse cuando se tiene funcionando reiteradamente para contribuir con la aplicación hospitalaria mencionada. Los sensores que se colocaran estarán manejados por una unidad de control programable llamada LOGO, y circuitos acondicionadores de señal, que permitirán el control y manejo del sistema de monitoreo para el compresor de aire.



## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los centros hospitalarios de la ciudad de Girardot como la Nueva Clínica San Sebastián es un edificio de 6 pisos y dos sótanos, ubicado en el barrio Alto de la Cruz, con dirección Carrera 5 N° 20ª-37); la cual presta los servicios de Cirugía General, Gineco-Obstetricia, Pediatría y medicina interna. Esta institución, se encuentra habilitada para prestar servicios de cuarto nivel de complejidad, cuenta con un amplio y cómodo servicio de urgencias con 22 camas de observación, 120 camas para hospitalización, 9 camas para cuidados intensivos adultos, 3 incubadoras para cuidados intensivos neonatal (atención para niños) y 8 cunas pediátricas. Además se encuentran los departamentos de administración, cocina, lavandería y mantenimiento.

El departamento de mantenimiento se encuentra ubicado en el sótano 2, conformado por una ingeniera biomédica y 3 auxiliares, los cuales realizan un control diario en la mañana y otro en la tarde de los equipos electrónicos y mecánicos, que ofrecen los servicios de aire acondicionado, gas propano, oxígeno, planta eléctrica, subestación eléctrica, UPS (Fuente de poder que evita que un sistema se apague inmediatamente al haber un corte eléctrico), sistema hidroneumático y el sistema de compresión de aire.

El sistema de compresión de aire marca Full Duplex que tiene este centro hospitalario, posee un tablero eléctrico con contactores magnéticos y un par de LOGOS (dispositivos que permiten el control de una máquina) con Pantalla LCD, dos motores de Corriente Alterna que funciona con dos compresores de pistones de embolo oscilante que son impulsados por un sistema de poleas y correas en V, que se alternan cada 10 minutos y son los encargados de abastecer un tanque vertical de 120 galones con presión de 80 a 100 psi (del inglés *Pounds per Square Inch*) o una unidad de presión (cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada). Este aire que proviene de esos tanques de almacenamiento tienen un presóstato para controlar el diferencial de presión y así abastecer la red de acuerdo al consumo.

La instalación de la red de aire comprimido se distribuye a partir del sótano 2, donde se ubica el sistema de compresión, el cual envía aire comprimido a través de tuberías de cobre al segundo piso donde se encuentran tres tomas de aire en las salas de Cirugía, dos tomas en la sala de Partos, cinco tomas una por cada cubículo en la Unidad de Cuidados Intensivos para Adultos (UCI – Adultos) y cinco tomas una por cada cubículo en la Unidad de Cuidados Intensivos para niños (UCI –Neonatal). También se distribuye aire comprimido en el tercer piso para la Unidad de Cuidados Intensivos Intermedia (UCI – Intermedia), la cual cuenta con cuatro tomas una por cada cubículo.

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

A partir de lo explicado respecto al sistema de compresión de aire, se deduce que es un equipo que tiene una gran demanda por parte de las pacientes que están en estado de coma, o que su cuerpo no es capaz de ordenar a los órganos vitales para procesar el aire. Por tal motivo, este sistema tiene que funcionar interrumidamente generando desgaste en las siguientes partes del sistema:

1. La ruptura de las correas que unen el eje del motor con el del compresor, mediante poleas ocasionando que este deje de funcionar y baje la presión del tanque de almacenamiento, y que este no pueda suministrar la adecuada cantidad de aire que se este necesitando.
2. Que los anillos del compresor se desgasten, y que ocurra que sus pistones se detengan, sobrecalentando el compresor hasta el daño definitivo.
3. Que la parte eléctrica del motor se desgaste y por consiguiente no ejerza la fuerza de rodamiento necesaria a la correa, la cual es el punto de unión entre el compresor y el motor.

El sistema cuenta con una alarma o un aviso de fallo que se muestra en la pantalla LCD de los LOGOS, el cual tiene que ser verificado por el funcionario encargado; aunque a nuestro parecer esta manera de monitoreo no es seguro, porque el personal de mantenimiento tiene que ocuparse de otros deberes, en caso de que llegase a presentarse un imprevisto que no pueda ser atendido a tiempo, porque no se hizo el respectivo control.

Por lo tanto se necesitaría de una alarma que permita conocer o monitorear el estado óptimo de las principales partes del sistema de compresión, en caso de que haya una desventaja en el funcionamiento.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo crear un prototipo de control automático, para monitorear el funcionamiento de los compresores de aire de un centro hospitalario?

## 2 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de grado se presenta con el motivo de plasmar los conocimientos adquiridos durante la carrera de tecnología en electrónica vinculada a la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO), se quiere demostrar las habilidades y/o destrezas que se han incorporado en el proceso educativo, a partir de la creación de un prototipo que permita controlar por medio de sensores de presión, temperatura y movimiento, en compresores de aire a nivel industrial y / o hospitalario, siendo estos muy empleados.

La solución que se presenta tiene como fin reducir el porcentaje de error que los seres humanos pueden ejercer en caso de que se dañe un equipo o máquina capaz de comprimir aire, que en un centro hospitalario denominado Nueva Clínica San Sebastián de la Ciudad de Girardot es de mucha utilidad.

Además esta propuesta beneficiaría a los usuarios de los servicios de Cirugía General, Gineco-Obstetricia, Pediatría y medicina interna de la Nueva Clínica San Sebastián, a no tener ausencia en ningún caso, de aire comprimido en los instrumentos de salud como las mezcladoras de aire medicinal, en donde es muy requerido para atender asuntos de salud humana.

Si el proyecto se realiza con eficiencia y eficacia, esto beneficiaría a la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO), porque en sus resultados o documentos académicos mostraría este proyecto como un logro ante las entidades de Educación Superior.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Crear un prototipo de control automático, para monitorear el funcionamiento de los compresores de un centro hospitalario.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Acondicionar el compresor de aire prototipo con sensores de presión, como el presostato que nos permita identificar las variaciones de presión.
- Colocar en las carcasas o blindajes donde se contiene el motor de corriente alterna (AC) y el pistón de compresión de aire, sensores de térmicos que identifiquen los cambios de temperatura.
- Instalar en las poleas que están unidas a los ejes de los motores sensores ópticos que verifiquen el movimiento del motor de corriente alterna (AC).

## 4 MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO HISTÓRICO

En la antigua Grecia procede la expresión "Pneuma", que designa la respiración, el viento y, en filosofía, también el alma. Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto **Neumática que trata los movimientos y procesos del aire**. Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, solo desde el año 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

Hay que destacar que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramas de explotación como por ejemplo en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles (frenos de aire comprimido).

La incursión verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que llegó a hacerse más acuciante la necesidad de una automatización de los procesos de trabajo.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en las ramas industriales más variados se utiliza aparatos neumáticos.<sup>1</sup>

### 4.2 MARCO CONCEPTUAL

#### 4.2.1 AIRE COMPRIMIDO

El aire es una mezcla de gases de la atmósfera que permite la supervivencia de los seres vivos que habitan el planeta Tierra. Los gases que la componen, son el nitrógeno (78,08 %), el oxígeno (20,94 %), el dióxido de carbono (0,035%) y los gases nobles como el argón y el criptón (0,94%).

Además de ser una fuente de vida para los seres vivos, se utiliza en la industria como aire comprimido, es decir, el aire puro que se encuentra en la atmósfera es extraído por máquinas compresoras que procesan el aire a presiones muy altas.

---

<sup>1</sup> Neumática: Conceptos Básicos y Aplicaciones (on line). (Citado Septiembre 16 de 2008)  
<http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

#### 4.2.1.1 Propiedades del Aire Comprimido

El aire comprimido es una fuente de energía que se utiliza actualmente en muchos procesos industriales, esto a causa de las siguientes propiedades<sup>2</sup>:

- **Abundante:** Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- **Transporte:** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- **Almacenable:** No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- **Temperatura:** El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- **Antideflagrante:** No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- **Limpio:** El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- **Constitución de los elementos:** La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico.
- **Velocidad:** Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
- **A prueba de sobrecargas:** Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- **Preparación:** El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- **Compresible:** Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- **Fuerza:** El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).

---

<sup>2</sup> Neumática: Conceptos Básicos y Aplicaciones (on line). (Citado Mayo 2 de 2008)  
<http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

- **Escape:** El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- **Costos:** El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento (cadencias elevadas).

#### 4.2.2 COMPRESOR DE AIRE

Es una máquina que succiona el aire atmosférico y por medio de procesos mecánicos disminuye el volumen de la cantidad de aire succionado, permitiendo que el aire se comprima y pueda ser depositado en tanques de almacenamiento para sus posteriores aplicaciones.

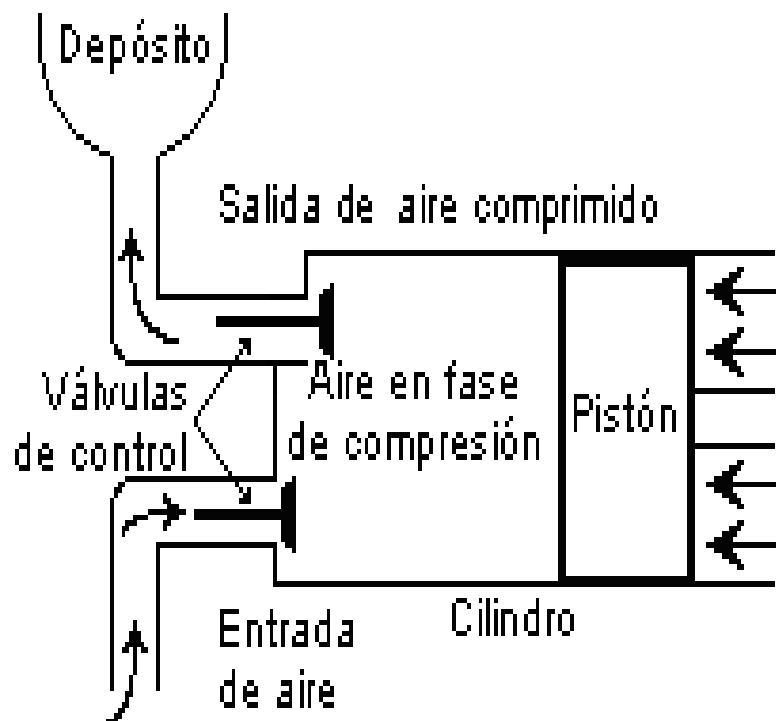


Ilustración 15. Funcionamiento de un compresor de aire





**Ilustración 16. compresor de aire de 100 Libras de Presión**

A continuación se presenta una clase de compresor:<sup>3</sup>

#### **4.2.2.1 Compresores de émbolo o de pistón**

Este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 .100 kPa (1 bar) a varios miles de kPa (bar).

Este compresor funciona en base a un mecanismo de excéntrica que controla el movimiento alternativo de los pistones en el cilindro. Cuando el pistón hace la carrera de retroceso aumenta el volumen de la cámara por lo que aumenta el volumen de la cámara, por lo que disminuye la presión interna, esto a su vez provoca la apertura de la válvula de admisión permitiendo la entrada de aire al cilindro. Una vez que el pistón ha llegado al punto muerto inferior inicia su carrera ascendente, cerrándose la válvula de aspiración y disminuyendo el volumen disponible para el aire, esta situación origina un aumento de presión que finalmente abre la válvula de descarga permitiendo la salida del aire comprimido ya sea a una segunda etapa o bien al acumulador.

---

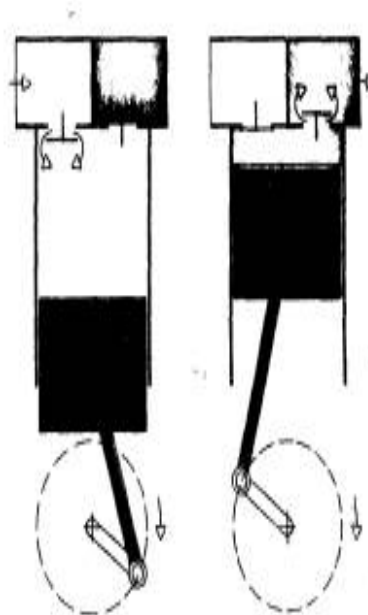
<sup>3</sup> Tipos de compresores (on line). (Citado Mayo 2 de 2008) <http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

Es el compresor mas difundido a nivel industrial, dada su capacidad de trabajar en cualquier rango de presión. Normalmente, se fabrican de una etapa hasta presiones de 5 bar, de dos etapas para presiones de 5 a 10 bar y para presiones mayores, 3 o mas etapas.

Algunos fabricantes ya están usando tecnología denominada libre de aceite, vale decir, sus compresores no utilizan aceite lo que los hace muy apetecibles para la industria químico farmacéutica y hospitales.

Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa por el primer émbolo, seguidamente se refrigera, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo. El volumen de la segunda cámara de compresión es, en conformidad con la relación, más pequeño. Durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema refrigeración.

Los compresores de émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que se precisan son:



**Ilustración 17. Figura de Pistón de Émbolo**

## **4.3 SENSORES**

Los sensores electrónicos son componentes que permiten medir las magnitudes físicas, para que los seres humanos puedan interpretarlas, y poder utilizar esas magnitudes para construir circuitos electrónicos que acceden a monitorear y controlar esas variables.

### **4.3.1 SENSORES ÓPTICOS**

Los sensores ópticos son elementos electrónicos que manejan la lógica básica de la comunicación, emisor y receptor, en donde su emisor es la luz ultravioleta o la luz infrarroja y su receptor es un elemento electrónico compuesto por materiales semiconductores fotosensibles como el sulfuro de cadmio, el silicio, el germanio, entre otros. Su principio de funcionamiento se basa en que la luz o espectro visual se refleje en el foto receptor (elemento electrónico sensible a la luz), permitiendo la circulación de electricidad en un circuito donde se encuentre conectado el elemento receptor, lo cual, quiere decir que este sistema óptico funciona como un interruptor. Un ejemplo de este tipo de sensores son: las fotoceldas o fototransistores, los fotodiodos y los fototransistores.

Estos sensores son utilizados en la seguridad, en procesos industriales, entre otros.

#### **4.3.1.1 Los diodos emisores de luz infrarroja y Los fotodiodos**

Son elementos electrónicos fabricados por materiales semiconductores (silicio o el germanio), contruidos por unión PN (material positivo y negativo). Estos elementos tienen un sentido normal de corriente denominado polarización directa, es decir, flujo de electrones o corriente eléctrica, entra por la parte positiva o Ánodo y sale por la parte negativa o Cátodo produciendo el funcionamiento del diodo o fotodiodo. La principal característica de los diodos emisores radica en que emiten luz infrarroja, la cual es una luz que no se puede ser vista por los ojos humanos, pero si existe la posibilidad de ser observada por máquinas electrónicas como las cámaras digitales; en cambio los fotodiodos son dispositivos receptores de luz infrarroja, los cuales, pueden estar conectados a un circuito que funcione cuando la luz infrarroja que transmite el diodo emisor sea recepcionada por el fotodiodo. Se utilizan en circuitos conmutables (apagado/encendido) y en sistemas de seguridad.



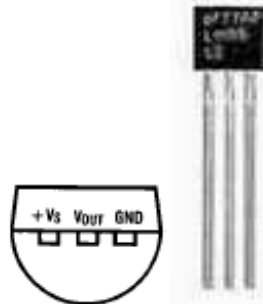
**Ilustración 18. Diodos emisores y fotodiodos de luz infrarroja**

### **4.3.2 SENSORES DE TEMPERATURA**

Los sensores de temperatura son componentes electrónicos que permiten conocer las variaciones que puede tener este fenómeno físico. Usualmente este tipo de sensores son construidos a base de dos metales de diferente material, debido a que cada metal tiene diferente coeficiente de temperatura, es decir, hay metales donde la propagación de calor es más rápida que en otros. Esta forma de fabricación es aplicado en los sensores denominados termocuplas o bimetálicos. Pero, también existen sensores de temperatura fabricados a base de materiales semiconductores como los termistores, los diodos o integrados para medición de temperatura. Son aplicados en los equipos meteorológicos (equipos que informan sobre los cambios climáticos) y en la industria.

#### **4.3.2.1 Sensor de temperatura LM35**

Este circuito integrado de precisión que sensa temperatura, tiene salida de voltaje, la cual es proporcional a la temperatura medida, es decir, que si la salida del LM35 es de 0.10 Voltios equivale a 10 grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) de temperatura, que puede ser provocada por una fuente de calor, por ejemplo un blindaje metálico que esté caliente, y no requiere de una calibración externa. Ese sensor tiene un rango de medición entre -55 hasta 125 grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ). Opera desde 5 a 30 Voltios de corriente continua, además se encuentra en encapsulado TO92, parecido a un transistor de baja potencia.



**Ilustración 19. Sensor de Temperatura LM35**

### **4.3.3 SENSOR DE PRESIÓN**

Los sensores de presión son dispositivos electrónicos que se utilizan en la robótica, en la industria y en los equipos hospitalarios. Estos elementos funcionan de distintas formas de operación para sensar el aumento o disminución de la presión, de las cuales tenemos las siguientes:

1. **Electromecánicas:** Como los sensores de presión resistivos, los cuales se componen de un elemento elástico que varía la resistencia con la presión de un potenciómetro (resistor variable), que esta conectado a un puente de wheatstone (sistema de componentes resistivos que sirven para medir o calibrar un componente electrónico).
2. **Electrónicas:** Por ejemplo los bimetálicos que son dispositivos que contiene una espiral con diferentes metales y se encuentran conectadas a una fuente de calor estabilizada, generando diferencia de potencia. Además tiene una entrada de presión la cual produce una deflexión, es decir, una desviación de corriente, en el espiral permitiendo medir la presión en una escala de medición.
3. **Mecánicas:** Tubo de Bourdon, el cual es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi, completo, cerrado por un extremo. Tendiendo a enderezarse cuando hay un aumento de presión, teniendo la posibilidad de controlar esa propiedad para conectarla a un platino o aguja medidora.

#### **4.3.3.1 El Presostato**

Este es un dispositivo que regula o controla la presión o depresión en los campos de la neumática e hidráulica, los cuales son disciplinas que requieren de la electrónica. El funcionamiento de los presostatos se basa en un mecanismo de un pistón interno acoplado a un resorte, el cual mueve el pistón hacia abajo por la

disminución de presión uniendo unos contactos metálicos que sirven para dar corriente eléctrica a otros contactos que pone en marcha un dispositivo de corriente alterna, por ejemplo, un motor de corriente alterna (AC) de un compresor de aire; en caso contrario, cuando existe el aumento de la presión, el pistón se mueve hacia arriba separando los contactos e interrumpiendo el fluido eléctrico.

Los presostatos frecuentemente cumplen las siguientes funciones:

- Controlan el funcionamiento de los compresores neumáticos, según la presión que se encuentre en el depósito o tanque de almacenamiento.
- Limitar la presión de máquinas o herramientas. Por ejemplo: Pistola de pintura o Aerógrafos.
- Detener el funcionamiento de una máquina en caso que exista una baja presión.



**Ilustración 20. contactos metálicos del presostato para la conducción de corriente eléctrica**

#### **4.4 LOGO**

Es un controlador lógico programable o modular lógico universal creado por la empresa SIEMENS, el cual permite la realización de un programa que controle dispositivos eléctricos o electrónicos. El LOGO tiene las siguientes características:

- Unidad de operación y visualización
- Entrada de Fuente de alimentación de 12 y 24 VCC(Voltaje de Corriente Continua) o 115 y 230 VCA (Voltaje de Corriente Alterna), según el equipo lógico adquirido.
- Interfaz para módulos de ampliación

- Interfaz para conexión de un Computador.
- Tiene un temporizador integrado, el cual se designa con la letra C en la superficie del LOGO. Por ejemplo: LOGO! 230RC.
- Tiene 36 funciones distintas: Funciones básicas integradas funciones como las compuertas lógicas AND, OR, NOT; y las funciones especiales como relé auto enclavador típicas de electrotecnia y automatización.
- Confección del programa enlazando simplemente las funciones consignadas pulsando una tecla o mediante software de PC.
- Entradas para conexión de dispositivos internos.
- Salidas para los dispositivos que controlan por medio del LOGO, las cuales son compuestas por un Relé, indicándose en la superficie del modulador lógico por la letra R; si en aso contrario hay ausencia de la letra R, esto quiere decir que el LOGO tiene salidas a base de transistores. Por ejemplo: LOGO! 230RC.
- Se puede programar para funciones de control, por ejemplo:
  - Control de Instalaciones domésticas (iluminaciones, persianas, toldos, portales, control de entrada, barreras, sistemas de aire acondicionado).
  - Constructores de máquinas y aparatos (bombas, prensas pequeñas, compresores, plataformas elevadoras, cintas transportadoras).
  - Controles especiales para invernaderos domésticos e industriales.
  - Procesamiento de señales para otros controles.

## 5. METODOLOGÍA DEL PROTOTIPO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES DE AIRE DE UN CENTRO HOSPITALARIO

### 5.1 INTRODUCCIÓN

El prototipo de control automático para el funcionamiento de los compresores de aire de un centro hospitalario, está compuesto por los dispositivos que se explicaron con anterioridad principalmente, y según pruebas e investigación se consideraron convenientes para este prototipo.

### 5.2 RECURSOS

#### 5.2.2 Recursos Físicos y Económicos

Se presentara una relación de dispositivos electrónicos y materiales pertinentes para la realización de del prototipo de control automático:

Cantidad	Articulo o Material	Vr Unitario	Valor Total
1	Compresor de Aire de 100 Libras	270.000	270.000
1	LOGO! RCL 230 SIEMENS	750.000	750.000
1	Triac BT134	1.800	1.800
1	Transformador de 110 a 18 VCA de 1 Amperio	12.000	12.000
1	Lámina de Hierro 3 Mts de Largo x 1 Metro de Ancho	20.000	20.000
1	Circuito integrado LM567	2.000	2.000
1	Base de 4 pines	500	500
2	sensores de Temperatura	5.000	10.000
2	Circuito Integrado TDA2005	3.800	7.600
2	Circuito integrado LM324	1.500	3.000
2	Fusibles de 1 Amperio Largo	250	500
2	Condensadores de 2200 Microfaradios	1.500	3.000
3	Sensor Infrarrojo (Diodo Emisor y Fotodiodo)	1.000	3.000
3	Reguladores de Voltaje de 5V, 12V, -12V	2.000	6.000
3	Bases de 14 pines	1.000	3.000
3	Condesadores Cerámicos 33 Microfaradios	200	600
5	Plaquetas de Cobre	2.800	14.000
4	Cable UTP par trenzado por Metro	500	2.000
4	Bolsas de Cloruro Ferrico	1.000	4.000
4	Parlantes 1/2 Watio	2.000	8.000
4	Circuito integrado MOC3010	1.800	7.200
6	Soldaura de Estaño por metro	600	3.600



6	Indicadores de Luz 110V	1.000	6.000
6	Interruptores de Botón Cuadrado	1.000	6.000
6	Diodos 1N4004	200	1.200
6	Condesadores Cerámicos 104 Microfaradios	200	1.200
6	Condesadores Cerámicos 103 Microfaradios	200	1.200
7	Bornes de 3 Pines	800	5.600
9	Bornes de 2 pines	400	3.600
12	Tornillos de 1/4 con Tuerca	250	3.000
1	Presostato Jaguar 120 Libras de Presión	25000	25.000
30	Resistencias (1/2 Watio)	100	3.000
TOTAL			1.187.600

**Tabla 1. Lista de Materiales**

Según lo expuesto en la tabla podemos observar que el presupuesto que se invirtió en este proyecto fue alrededor de UN MILLON CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS PESOS (\$ 1.187.600=).

### **5.2.3 Recursos Humanos**

Los recursos humanos para realizar este prototipo son los autores de este proyecto y las asesorías que nos brindaron los profesores de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

## **5.3 ACONDICIONAMIENTO DE LOS RECURSOS FISICOS AL COMPRESOR DE AIRE PROTOTIPO**

### **5.3.1 ACONDICIONAMIENTO DEL PROGRAMADOR LOGICO PROGRAMABLE O LOGO**

El LOGO es un controlador lógico programable, el cual se utilizara con el objetivo de regular el funcionamiento de los sensores de temperatura, presión y movimiento, y también de las alarmas visuales y auditivas que se activarán según el registro o condición que se programe en los respectivos sensores. Este modulador lógico fue escogido por su manejo y sus diferentes gamas de aplicaciones, que permite adecuar las funciones que necesita el proyecto. Este dispositivo lógico se instaló en una caja de control metálica conectada con los sensores. A continuación se ilustra el programa, registro fotográfico del LOGO y la caja de control donde se contiene las plaquetas electrónicas de los sensores.



**Ilustración 21. Prototipo de Control Automático**



**Ilustración 22. Plaquetas Electrónicas de los Sensores**

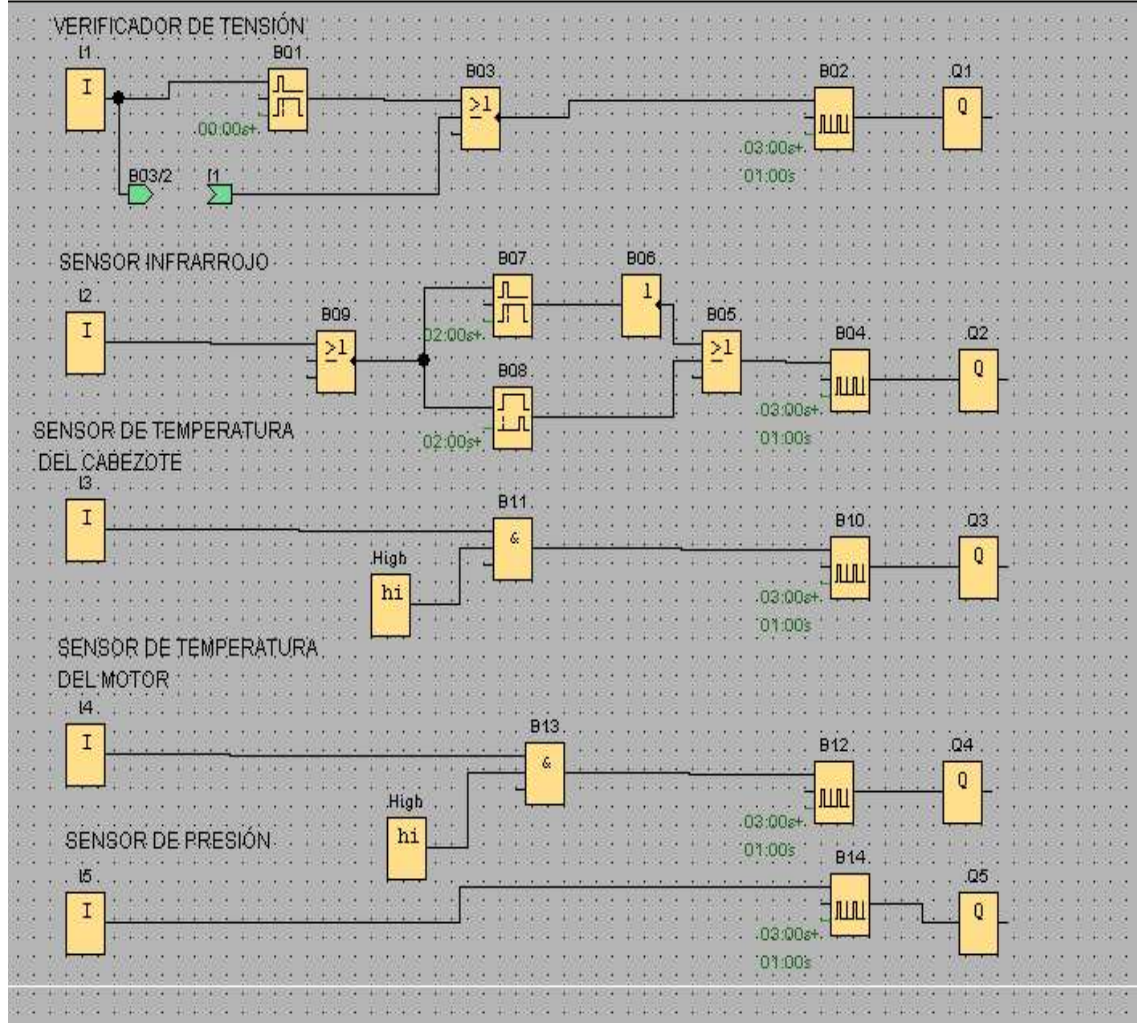


Ilustración 23. Programa del LOGO

### 5.3.2 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE MOVIMIENTO EN LA POLEA

El sensor de movimiento que se acondicionara en el prototipo de control automático, es un detector de proximidad de luz infrarroja, el cual se desempeña principalmente con un diodo emisor de Luz, un fotodiodo receptor de luz, un diodo LED que permite observar que hay conexión o interrupción de luz infrarroja, y un circuito integrado decodificador/generador de pulsos LM567. Su funcionamiento consiste en que el circuito integrado controla por medio de los condensadores electrolíticos que también se encuentran presentes en el detector de proximidad la intensidad o la cantidad de pulsos de luz infrarroja que transmite el diodo emisor, al fotodiodo, el cuál esta a una distancia, que accede a conocer el paso de un objeto , y de acuerdo a esa circunstancia, cuando hay una interrupción de luz

infrarroja, el diodo LED, que esta conectado al detector de proximidad brilla intensamente y cuando ocurre una situación adversa la intensidad disminuye.

Por lo tanto, este detector de proximidad se puede acondicionar de la siguiente forma: El compresor de aire prototipo tiene un volante con aspas implementado con la polea que esta acoplada en la carcasa donde se encuentra el pistón compresor, a este volante se le adapta por medio de dos soportes donde se encuentre en cada uno un diodo emisor y el fotodiodo receptor a la altura de la carcasa del pistón. Debido a esta característica se le puede adaptar a este volante un pedazo de metal en el borde que sea nuestro objeto interruptor de luz infrarroja, lo cual nos permita conocer de acuerdo a lapso de tiempo, que será programado en el LOGO, que está funcionando el motor AC y el pistón.



Ilustración 24. Foto de Sensor de Infrarrojo

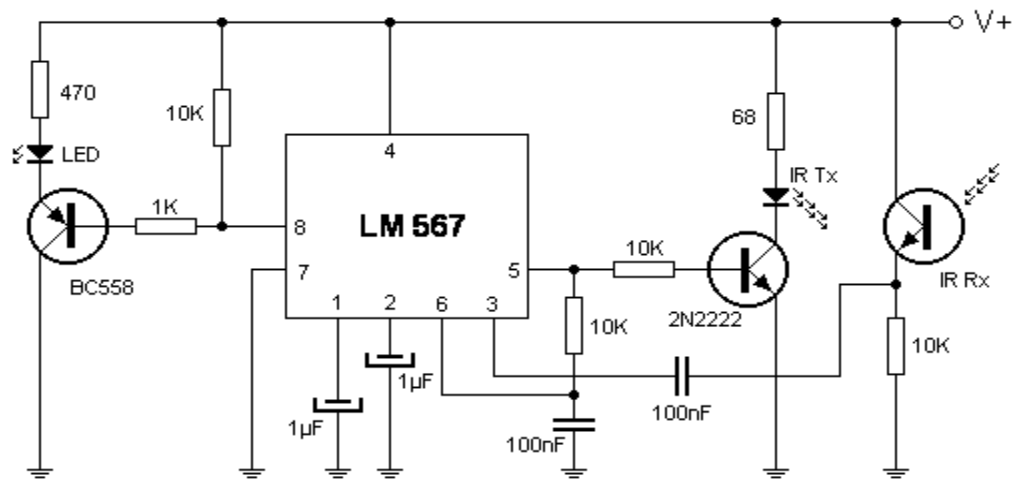


Ilustración 25. Diagrama Esquemático del Sensor Infrarrojo

### 5.3.3 ACONDICIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA

Los sensores de temperatura para el prototipo de control automático se utilizarán en la carcasa donde se contiene el pistón, y en la carcasa del motor AC del compresor de aire, se monitoreará la temperatura, la cual no debe exceder un rango máximo de 70 Grados Centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ). Esta regulación se hará por medio del sensor LM35, el cual esta encapsulado con una protección de aluminio que impedirá hasta cierto grado el deterioro del mismo. Este sensor tiene una capacidad de medir temperatura con respecto a un rango de  $-55$  a  $125^{\circ}\text{C}$  y su pin de salida envía voltajes, debido a que la comprensión de cada grado centígrado equivale a  $10\text{ mV}$ (Milivoltios), es decir,  $0.01\text{ V}$ (Voltios), permitiendo su adecuación para la condición que se quiera imponer con respecto a la calibración de los grados centígrados.

El sensor de temperatura además tendrá un comparador de voltaje compuesto por los amplificadores operacionales, teniendo en cuenta el circuito integrado LM324. Este comparador, tiene dos entradas (inversora y no inversora) que permitirá conocer la entrada de voltaje que transmitirá el LM35, y otra entrada de voltaje que será entregada por una fuente de alimentación de Voltaje de Corriente Continua, la cual será regulada por un potenciómetro lineal. De acuerdo a lo anterior, se formula el siguiente ejemplo: El LM35 detectó  $70^{\circ}\text{C}$  equivalente a  $0.70\text{ V}$ , que será la entrada de voltaje inversora del comparador; la segunda entrada de voltaje conectada a la no inversora será entregada por la fuente de alimentación, la cual estará graduada a  $0.70\text{ V}$ . Cuando haya esta igualdad de Voltajes el comparador transmitirá en su salida un voltaje positivo, que puede ser aprovechada por una alarma audiovisual, indicando que hay un problema en el prototipo.



Ilustración 26. Foto de Sensor de Temperatura LM35



el presostato y póstumamente accionado el automático que entregará la señal al LOGO, para que este active la alarma.



**Ilustración 28. Presostato de Corriente Alterna y Presostato de Emergencia**

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Neumática: Conceptos Básicos y Aplicaciones (on line).  
<http://www.sapiensman.com/neumatica/index.html> (Citado Mayo 2 de 2008)
- ❖ Neumática: Tipos de compresores (on line).  
<http://www.sapiensman.com/neumatica/index.html>. (Citado Mayo 2 de 2008)
- ❖ CARLETTI, Eduardo. Sensores- Conceptos Generales (on line).  
[http://www.robots-argentina.com.ar/Sensores\\_general.html](http://www.robots-argentina.com.ar/Sensores_general.html)  
(Citado Mayo 2 de 2008).
- ❖ MALONEY, Timothy. Transductores de Temperatura (on Line).  
<http://www.monografias.com/trabajos3/transductores/transductores.shtml>  
(Citado Mayo 20 de 2008).
- ❖ Molina Marticorena, José Luis. Sensores (on line)  
[http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/sensores.html](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/sensores.html)  
(Citado Enero 15 de 2009).
- ❖ Molina López, Francisco José .Detector de Proximidad Infrarrojo (on line).  
<http://www.electronicafacil.net/circuitos/Detector-de-proximidad-por-infrarrojos.html> (Citado Diciembre 20 de 2008).
- ❖ Sensor de precisión de Grados de Temperatura ,LM35 (on line).  
<http://www.datasheetcatalog.net/es/>(Citado Enero 16 de 2009 ).