



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACION Y ALERTA TEMPRANA  
PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA”**

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del título de

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN**

Presentado por:

**MAURICIO FERNANDO TACURI FERNÁNDEZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**



Agradezco a Dios por haberme permitido lograr cumplir una meta y reto de mi vida, además a mi familia por el apoyo incondicional, un agradecimiento especial al Ing. Gustavo Machado por su gran aporte al presente trabajo y al Ing. Edwin Altamirano por guiarme en el desarrollo del mismo. También agradezco a cada una de las personas que siempre me apoyaron, y que siempre confiaron en mis capacidades, con los que compartí muchos triunfos y fracasos.

Dedico este trabajo al esfuerzo y apoyo de Víctor y Piedad, mis padres, Verónica y Jenny, mis hermanas, quienes siempre confiaron en mí. A Glenda y Mayra, mis grandes compañeras y amigas que siempre estuvieron pendientes de mis pasos. A cada uno de mis grandes amigos con los que compartí grandes momentos y a las personas que han sido víctimas de grandes catástrofes, quienes me inspiraron para aportar en algo a la gestión de riesgo.



NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes <b>DECANO FACULTAD DE            INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
Ing. Pedro Infante <b>DIRECTOR DE LA            ESCUELA ING. ELECTRÓNICA            TELECOMUNICACIONES Y REDES</b>	.....	.....
Ing. Edwin Altamirano <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	.....	.....
Ing. Wilson Baldeón <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	.....
Tlgo. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR DPTO.            DOCUMENTACIÓN</b>	.....	.....
<b>NOTA DE LA TESIS</b>	.....	



“Yo, **Mauricio Fernando Tacuri Fernández**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados  
expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

---

Mauricio Fernando Tacuri Fernández



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ADC:</b>	Conversor Analógico Digital.
<b>AT:</b>	Attention Command.
<b>GLP:</b>	Gas Licuado de Petróleo.
<b>GSM:</b>	Global System for Mobile communications.
<b>LCD:</b>	Display de Cristal Líquido.
<b>NTC:</b>	Negative Termal Coefficient.
<b>PIC:</b>	Peripheral Interface controller.
<b>PTC:</b>	Positive Termal Coefficient.
<b>RF:</b>	Radio Frecuencia.
<b>RTD:</b>	Resistance Temperature Detector
<b>RX:</b>	Recepción.
<b>SCI:</b>	Serial Communications Interface.
<b>SMAT:</b>	Sistema de monitorización y alerta temprana.
<b>SMS:</b>	Servicio de mensajes cortos.
<b>TX:</b>	Transmisión.
<b>USART:</b>	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter.



## ÍNDICE GENERAL

### CAPITULO I

<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>- 26 -</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	- 26 -
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	- 27 -
1.3 OBJETIVOS .....	- 28 -
1.3.1 GENERAL.....	- 28 -
1.3.2 ESPECÍFICOS .....	- 28 -

### CAPITULO II

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>- 31 -</b>
2.1 GESTIÓN DEL RIESGO .....	- 31 -
2.1.1 REDUCCIÓN .....	- 32 -
2.1.2 RESPUESTA .....	- 32 -
2.1.3 RECUPERACIÓN .....	- 32 -
2.1.4 ALERTA TEMPRANA.....	- 33 -
2.2 SISTEMAS DE MONITORIZACION DE ALARMAS .....	- 33 -
2.2.1 MONITOR .....	- 34 -
2.2.2 CENTRAL.....	- 34 -
2.3 MICROCONTROLADORES .....	- 35 -
2.3.1 PIC16F877A .....	- 35 -
2.3.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES .....	- 35 -
2.3.3 DIAGRAMA DE PINES Y FUNCIONES.....	- 36 -
2.3.4 PUERTOS DE ENTRADA/SALIDA .....	- 38 -
2.3.5 COMUNICACIÓN SERIAL.....	- 39 -
2.3.6 CONVERTOR ANALÓGICO/DIGITAL .....	- 41 -
2.4 SENSORES .....	- 43 -
2.4.1 DIGITALES .....	- 43 -
2.4.2 ANALÓGICOS .....	- 44 -

2.4.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL.....	- 44 -
2.4.4 SENSORES DE GAS .....	- 45 -
2.4.5 SENSORES DE TEMPERATURA .....	- 46 -
2.4.6 SENSORES DE HUMO.....	- 51 -
2.5 RADIO FRECUENCIA.....	- 53 -
2.6 TECNOLOGÍA MÓVIL .....	- 55 -
2.6.1 SISTEMA GSM.....	- 55 -
2.6.2 ARQUITECTURA RED GSM.....	- 57 -
2.6.3 COMANDOS AT.....	- 63 -
2.6.4 MENSAJES DE TEXTO.....	- 65 -
2.7 DISPOSITIVOS ANUNCIADORES (ALARMAS) .....	- 67 -
2.7.1 VISUALES (LUCES DE EMERGENCIA).....	- 68 -
2.7.2 AUDITIVOS (SIRENAS).....	- 68 -
2.8 PROGRAMAS INFORMÁTICOS AUXILIARES .....	- 69 -
2.8.1 PROTEUS .....	- 69 -
2.8.2 MICROCODE STUDIO.....	- 70 -
2.8.3 COMPILADOR PICBASIC PRO .....	- 71 -

### **CAPITULO III**

<b>DISEÑO DEL SISTEMA .....</b>	<b>- 72 -</b>
3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES.....	- 73 -
3.2 DISEÑO DE LA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN .....	- 74 -
3.2.1 COMUNICACIÓN ENTRE LOS MÓDULOS DE MONITORIZACION Y CENTRAL .....	- 74 -
3.3 MÓDULO DE MONITORIZACION .....	- 77 -
3.3.1 CIRCUITO DEL MODULO DE MONITORIZACION.....	- 84 -
3.4 MODULO CENTRAL.....	- 84 -
3.4.1 CIRCUITO DEL MÓDULO CENTRAL .....	- 90 -

### **CAPITULO IV**

<b>DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA EL SMAT.....</b>	<b>- 92 -</b>
--	---------------

4.1 PROGRAMA DEL MODULO DE MONITORIZACIÓN .....	- 92 -
4.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL MÓDULO DE MONITOREO .....	- 95 -
4.1.2 DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS.....	- 95 -
4.1.3 FORMA DE COMUNICACIÓN .....	- 97 -
4.2 PROGRAMA DEL MODULO DE CONTROL (CENTRAL) .....	- 98 -
4.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL MÓDULO DE CONTROL .....	- 100 -
4.2.2 DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS.....	- 100 -
4.2.3 FORMA DE COMUNICACIÓN .....	- 102 -
4.3 INTERFACES DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y ALERTA TEMPRANA CON EL USUARIO .....	- 102 -

## **CAPITULO V**

### **FUNCIONALIDAD Y RESULTADOS EXPERIMENTALES .....- 105 -**

5.1 ANÁLISIS DE FUGAS DE GLP .....	- 106 -
5.2 ANÁLISIS INCREMENTO DE TEMPERATURA.....	- 108 -
5.3 ANÁLISIS DE PRESENCIA DE HUMO.....	- 110 -

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.01 Microcontrolador PIC16F877A .....	- 37 -
Figura II.02 Modulo conversor análogo digital.....	- 41 -
Figura II.03 Registro ADCON0 .....	- 42 -
Figura II.04 Señal de un sensor digital.....	- 44 -
Figura II.05 Señal de un sensor analógico .....	- 44 -
Figura II.06 Estructura básica de una RTD.....	- 47 -
Figura II.07 Sensor Temperatura Bimetal.....	- 48 -
Figura II.08 Principio del termopar .....	- 49 -
Figura II.09 Detector por dispersión de luz .....	- 51 -
Figura II.10 Detector por dispersión de luz, con humo.....	- 52 -
Figura II.11 Detector por oscurecimiento .....	- 52 -
Figura II.12 Detector por oscurecimiento, con humo.....	- 52 -
Figura II.13 Estructura celular .....	- 57 -
Figura II.14 Arquitectura sistema celular .....	- 58 -
Figura II.15 Esquema general de una red GSM.....	- 60 -
Figura II.16 Pantalla Principal PROTEUS.....	- 69 -
Figura II.17 Pantalla principal Microcode.....	- 70 -
Figura II.18 Pantalla principal IC Prog .....	- 71 -
Figura III.19 S.M.A.T. Implementado .....	- 73 -
Figura III.20 Diagrama de bloques SMAT .....	- 74 -
Figura III.21 Diagrama de Bloques para la Transmisión de datos .....	- 74 -
Figura III.22 Modulo de Transmisión RF.....	- 75 -
Figura III.23 Diagrama de bloques Recepción de datos.....	- 75 -
Figura III.24 Modulo de Recepción RF.....	- 76 -
Figura III.25 Diagrama de Bloques Monitor .....	- 78 -
Figura III.26 Implementación del modulo de monitorización.....	- 78 -
Figura III.27 Sensor MQ-6 GLP .....	- 78 -
Figura III.28 Circuito para el sensor de GLP .....	- 80 -
Figura III.29 Implementación del Sensor de Gas .....	- 81 -
Figura III.30 Sensor de temperatura LM35.....	- 81 -
Figura III.31 Encapsulados del LM35 .....	- 82 -
Figura III.32 Circuito para el sensor de Temperatura .....	- 83 -
Figura III.33 Implementación del sensor de temperatura. ....	- 83 -
Figura III.34 Circuito de Modulo de Monitorización.....	- 84 -
Figura III.35 Diagrama de Bloques Central .....	- 85 -
Figura III.36 Implementación del modulo central .....	- 85 -
Figura III.37 Pantalla de cristal líquido.....	- 86 -
Figura III.38 Circuito del modulo Central .....	- 90 -
Figura IV.39 Diagrama de flujo del funcionamiento del monitor .....	- 95 -
Figura IV.40 Diagrama de flujo del funcionamiento de la central.....	- 100 -
Figura IV.41 Monitor S.M.A.T. ....	- 103 -
Figura IV.42 Central S.M.A.T.....	- 104 -
Figura IV.43 Mensaje de texto para el usuario.....	- 104 -
Figura V.44 Zonas de Peligrosidad para GLP .....	- 107 -
Figura V.45 Fase Inicial de un incendio .....	- 109 -
Figura V.46 Fase intermedia de un incendio .....	- 109 -

**Figura V.47 Fase final de un incendio..... - 110 -**



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I Descripción de pines del PIC16F877A .....	- 38 -
Tabla II.II Tabla de configuración para el registro ADCON1 .....	- 43 -
Tabla II.III Distribución del espectro radio eléctrico .....	- 54 -
Tabla II.IV Bandas de frecuencias implementadas en diferentes interfaces de radio de GSM .....	- 56 -
Tabla III.V Características técnicas Sensor MQ-6 .....	- 80 -
Tabla III.VI Características NOKIA 3220 .....	- 89 -
Tabla V.VII Factores y consideraciones de funcionamiento .....	- 106 -
Tabla V.VIII Ejemplo de colores de humos .....	- 111 -



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A</b>	Manual de Usuario	
<b>ANEXO B</b>	Datasheet MQ-6 GLP	
<b>ANEXO c</b>	Datasheet	LM35



## INTRODUCCIÓN

*“El primer paso para evitar un desastre natural es saber anticiparse al mismo”*

Que las catástrofes naturales son en muchas ocasiones inevitables es casi un axioma, pero también lo es que su daño será menor cuanto más se esmere el ser humano en vigilar su evolución y en estar preparado para disminuir sus efectos. Por lo tanto, el primer paso para evitar un desastre natural es anticiparse a él.

Evitar incendios, prevenir inundaciones, salvar con vida a personas enterradas entre los escombros, restablecer una red de telecomunicaciones tras un terremoto que permita conectarse con pueblos aislados, localizar a personas accidentadas en zonas remota, todas estas acciones y otras más se han simplificado enormemente con la aparición de las nuevas tecnologías. Éstas están siendo aplicadas a diario, e intensivamente, desde los diversos centros de prevención y emergencias, tanto para educar como para controlar y actuar en caso de que así lo requiera la situación.

Son numerosas las tecnologías que se vienen desarrollando para prevenir emergencias de gran magnitud como otras de corto alcance, como simples accidentes; entran tanto en el campo de la educación de las personas para prepararlas para actuar, como en el de las tecnologías más sofisticadas de control y monitorización de los parámetros ambientales (luz, temperatura, humedad, etc.) con el fin de que cualquier cambio en ellos sirva de alerta.

En la actualidad, la gestión del riesgo se ha convertido en una política de estado en nuestro país, he ahí que las instituciones deben contar con planes de contingencia ante emergencias y desastres. Por ende la ESPOCH también debe contar con mencionados planes, considerando además que cuenta con varios laboratorios, algunos de los cuales son considerados como posibles riesgos.

Basados en estos hechos, se quiere crear un sistema que a más de monitorizar y controlar parámetros ambientales, sea flexible, de fácil manipulación, adaptable a la infraestructura y a los parámetros a monitorizar, y que las diferentes alertas se activen en función a niveles de peligrosidad, para los laboratorios de la escuela de Ingeniería Electrónica.

Los parámetros ambientales a monitorizar son: gas licuado de petróleo, calor, humo, humedad, sin olvidar que con los avances de la tecnología, pueden ser otros parámetros también los monitorizados, para ello hay que identificar los potenciales riesgos en cada uno de los laboratorios.

Los niveles de peligrosidad, con el apoyo de instituciones inherentes al tema e investigación se determinaron de tal forma que las alertas se den en el momento oportuno, ya sea para que se realice una verificación física del lugar, o para evacuar el mismo.



# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 ANTECEDENTES**

Mirar canales de noticias da un panorama real de los irremediables efectos que una emergencia o desastre producen. La misma tecnología que permiten contemplar las consecuencias de los eventos adversos también nos permiten reunir datos sobre la magnitud, y usarlos para una futura prevención y respuesta.

Las telecomunicaciones y la tecnología de la información son componentes claves en la capacidad de respuesta ante emergencias o desastres. Permiten recolectar información a tiempo real y ponerla de inmediato a disposición de todos los participantes en las campañas de asistencia.

En la mayoría de los casos, las emergencias y desastres no se pueden predecir y en otras ocasiones son inevitables es casi un axioma. Se está progresando en algunas áreas como: la predicción de terremotos, huracanes y erupciones volcánicas, pero la ciencia no está ni por asomo tan cerca de predecir los desastres naturales.

A través de la gran evolución de la tecnología, se está más cerca de poder reducir el daño producido por este tipo de eventos adversos, este daño será menor cuanto más se esmere el ser humano en vigilar su evolución y en estar preparado para paliar sus efectos. Por lo tanto, el primer paso para evitar un desastre natural es anticiparse a él.

Son numerosas las tecnologías que se vienen desarrollando tanto para prevenir emergencias de gran calado como otras de corto alcance, como simples accidentes; entran tanto en el campo de la educación de las personas para prepararlas para actuar, como en el de las tecnologías más sofisticadas de control y monitorización de los parámetros ambientales (luz, temperatura, humedad, etc.) con el fin de que cualquier cambio en ellos sirva de alerta.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La Escuela de Ingeniería en Electrónica de la Facultad de Informática y Electrónica, a pesar de ser una Escuela netamente técnica, no ha implementado un sistema de monitorización y alerta temprana ante emergencias o desastres que se pueden ocasionar.

Siendo esta infraestructura también vulnerable, es evidente y se justifica el diseño e implementación de un sistema que monitorice y alerte tempranamente de anomalías dentro de la infraestructura de la escuela.

El sistema utilizara sensores de humo, temperatura, gas, que estarán ubicados en los monitores y se comunicaran con módulos de radio frecuencia a la central, de esta se enviaron mensajes de texto utilizando la tecnología celular al usuario.

La monitorización y el envío de avisos de alerta, tanto a la central como al usuario, permitirá anticiparse al evento, es por eso, que se podrá controlar de alguna manera o minimizar los efectos de los eventos adversos, como el poder evitar o controlar incendios, prevenir inundaciones, activar sistemas de señalización en rutas de evacuaciones, evacuar a personas de lugares de alto riesgo.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 GENERAL**

Diseñar e implementar un sistema de monitorización y alerta temprana para la Escuela de Ingeniería Electrónica.

#### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Establecer el sistema de dos componentes principales, una central y el o los monitores.
- Diseñar un sistema inalámbrico, para una fácil instalación y adaptación a la arquitectura de un lugar determinado.

- Utilizar radio frecuencia como forma de comunicación entre la central y los monitores.
- Utilizar los comandos AT de la tecnología celular GSM como interface de comunicación entre el sistema y el usuario.
- Activar una alarma auditiva (sirena), si los niveles de los parámetros monitorizados son elevados.



## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

En el presente capítulo se desarrolla toda la parte teórica de los dispositivos, protocolos, herramientas y demás, utilizados para el desarrollo del sistema, algunos de los temas se profundiza por lo importancia, mientras que otros simplemente se los cita.

#### **2.1 GESTIÓN DEL RIESGO**

La gestión del riesgo se convierte en la actualidad en la herramienta más importante para enfrentar los desastres, pues trata de manejar los recursos apropiadamente, busca la reducción de las posibilidades de desastres, crea protocolos y acciones determinadas para aminorar efectos negativos, para ello trabaja en las tres etapas de un desastre.

### **2.1.1 REDUCCIÓN**

Es la fase previa al desastre que involucra actividades que corresponden a las etapas de: prevención, mitigación, preparación y alerta. Con ello se busca:

1. Prevenir para evitar que ocurran daños mayores en el impacto del desastre.
2. Mitigar para aminorar el impacto del mismo, ya que algunas veces no es posible evitar su ocurrencia.
3. Preparar para organizar y planificar las acciones de respuesta
4. Alertar para notificar formalmente la presencia inminente de un peligro.

### **2.1.2 RESPUESTA**

En esta fase se ejecutan las actividades de respuesta durante el período de emergencia o inmediatamente después de ocurrido el evento. Estas actividades incluyen la evacuación, la asistencia, la búsqueda y rescate. También se inician acciones con el fin de restaurar los servicios básicos y de reparar cierta infraestructura vital en la comunidad afectada.

En la mayoría de los desastres este período pasa muy rápido, excepto en algunos casos como la sequía, la hambruna y los conflictos civiles y militares. En estos casos este período se podría prolongar por cierto tiempo.

### **2.1.3 RECUPERACIÓN**

A esta fase le corresponde todas aquellas actividades que se realizan con posterioridad al desastre. En general se orientan al proceso de recuperación a mediano y largo plazo. Esta fase se divide en rehabilitación y reconstrucción. Con ello se busca:

- Restablecer los servicios vitales indispensables y el sistema de abastecimiento de la comunidad afectada.

- Reparar la infraestructura afectada y restaurar el sistema productivo con miras a revitalizar la economía.

#### **2.1.4 ALERTA TEMPRANA**

Estado anterior a la ocurrencia de un evento, declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento destructivo. El establecimiento de alertas antes de la ocurrencia de un evento, depende de la predicción que pueda hacerse del fenómeno.

Por las características de duración, desplazamiento y desarrollo, que presentan algunos fenómenos tales como huracanes, deslizamientos, avalanchas e inundaciones, es posible definir estados de alerta en sus tres momentos. Sin embargo, en otros casos la alerta se puede definir sólo en el momento de impacto (sismos y terremotos).

Los estados de alerta se declaran para que la población y las instituciones adopten acciones específicas. Presupone que los organismos de socorro activen también los procedimientos de acción preestablecidos y que la población tome precauciones.

En algunos lugares se utilizan sistemas de alarma, que son señales sonoras o de luz que se emiten para que se adopten instrucciones preestablecidas de emergencia o para indicar el desalojo o evacuación inmediata de una zona de peligro.

Se define las alarmas como el aviso o señal que se da para que se sigan instrucciones específicas debido a la presencia real o inminente de un evento peligroso.

#### **2.2 SISTEMAS DE MONITORIZACION DE ALARMAS**

La evolución y el desarrollo tecnológico han convertido lo que antes eran simples sistemas electrónicos controlados por personal humano, en sistemas totalmente automatizados e integrados, capaces de funcionar por si mismos siguiendo unos protocolos establecidos

previamente y centralizados en un mismo puesto de control reduciendo el personal dedicado a ello y por tanto minimizando costes.

Según las necesidades, estos sistemas se adaptan a estructuras más simples o más complejas. Cada una de estas necesidades se ve cubierta con un tipo de tecnología integrada y compatible entre sí, de forma que todo se gestiona en una misma plataforma intuitiva de fácil comprensión y manejo para cualquier nivel de usuario, además de permitir la redundancia y comprobación de cada alarma desde diferentes rangos.

Un sistema de alarma con monitoreo consiste en la instalación de una serie de equipos electrónicos en los lugares de un hogar, empresa o laboratorio, considerados estratégicos desde el punto de vista de la seguridad y que están conectados o vinculados con una central de monitoreo. Estos dispositivos pueden ser sensores de movimiento, contactos magnéticos, detectores de humo, botón de pánico, entre otros, y éstos enviarán la señal de activación, detección o variación a la central de monitoreo, la que está habilitada para recibir dichas señales.

### **2.2.1 MONITOR**

Dispositivo de un sistema electrónico, cuyo principal objetivo, es el de recolectar información de variaciones, cambios, o evoluciones de ambientes controlados o vigilados.

### **2.2.2 CENTRAL**

Elemento más importante de un sistema electrónico, es aquel dispositivo donde se concentra la mayor parte de las actividades o procesamientos, para luego ejecutar o cumplir con funciones especificar (alarma, abrir, cerrar dispositivos).

## **2.3 MICROCONTROLADORES**

El microcontrolador es un dispositivo encapsulado que tiene la característica de ser programable, capaz de realizar diferentes tareas mediante el procesamiento digital de instrucciones e interactuar con otros dispositivos electrónicos.

Es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, esto es CPU, memorias RAM, EEPROM y circuitos de entrada salida.

El microcontrolador es hoy en día el pilar fundamental para los más exigentes diseños electrónicos de este siglo, constantemente nos vemos rodeados de microcontroladores y en unos años serán indispensables para la vida cotidiana. Los microcontroladores se han desarrollado hasta el punto de estar presente en casi todo elemento de control electrónico.

### **2.3.1 PIC16F877A**

Microcontrolador fabricado por Microchip, por lo que se le conoce también PIC. Entre los principales microcontroladores de esta subfamilia podemos citar a los PIC's 16F873/874/876 y 877. Estos cuentan con una memoria flash programable de 4 a 8 KBytes de 14 bits.

Los PIC's 16F873 y el 16F876 son de 28 pines, mientras que el 16F874 y el 16F877 poseen 40 pines, lo que permite tener hasta 33 líneas de entrada o salida.

En su arquitectura interna incorpora varios TIMER, bus I2C, comparadores, comunicación USART, conversores A/D, siendo estas últimas funcionalidades las razones para elegir al PIC16F877A como la parte principal del sistema.

### **2.3.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

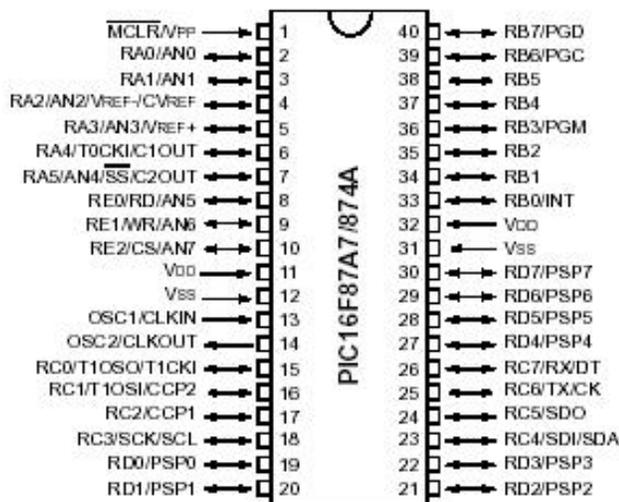
Entre las principales características del microcontrolador a trabajar se cita:

- Procesador de arquitectura RISC avanzada.
- Juego de solo 35 instrucciones con 14 bits de longitud, ejecutas en un ciclo de instrucción.
- Hasta 8Kb palabras de 14 bits para la memoria de programa, tipo flash en los modelos 16F876 y 16F877 y 4Kb de memoria para los 16F873 y 16F874.
- Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas.
- Modos de direccionamiento directo e inverso.
- Power-on Reset (POR)
- Temporizador Power-on y Oscilador Temporizador Start-Up.
- Perro Guardián (WDT).
- Código de protección programable
- Modo SLEEP de bajo consumo.
- Programación serie en circuito con dos pines, solo necesita 5V para programarlo en este modo.
- Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5.5 V.
- Bajo consumo, menor a 2mA, valor para 5V y 4MHz, 20uA para 3V y 32MHz, menor de 1uA en standby.

### **2.3.3 DIAGRAMA DE PINES Y FUNCIONES**

En la figura se describe el nombre y la función de cada uno de los pines que conforman el microcontrolador Pic 16f877A

**PDIP (40 pin)**



**Figura 1 Microcontrolador PIC16F877A**

Donde:

<b>PIN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
OSC1/CLKIN(9)	Entrada para el oscilador o cristal externo.
OSC2/CLKOUT(10)	Salida del oscilador. Este pin debe conectarse al cristal o resonador. En caso de usar una red RC este pin se puede usar como tren de pulsos o reloj cuya frecuencia es 1/4 de OSC1
MCLR/VPP/THV(1)	Este pin es el reset del microcontrolador, también se usa como entrada o pulso de grabación al momento de programar el dispositivo.
RA0/AN0(2)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del convertor AD (canal 0)
RA1/AN1(3)	Similar a RA0/AN0
RA2/AN2/VREF-(4)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del convertor AD (canal 2) o entrada negativa de voltaje de referencia
RA3/AN3/VREF+(5)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del convertor AD (canal 3) o entrada positiva de voltaje de referencia
RA4/T0CKI (6)	Línea digital de E/S o entrada del reloj del timer 0. Salida con colector abierto
RA5/SS#/AN4(7)	Línea digital de E/S, entrada analógica o selección como esclavo de la puerta serie síncrona.
RB0/INT(21)	Puerto B pin 0, bidireccional. Este pin puede ser la entrada para solicitar una interrupción.
RB1(22)	Puerto B pin 1, bidireccional.
RB2(23)	Puerto B pin 2, bidireccional.
RB3/PGM(24)	Puerto B pin 3, bidireccional o entrada del voltaje bajo para programación
RB4(25)	Puerto B pin 4, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado.
RB5(26)	Puerto B pin 5, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado.
RB6/PGC(27)	Puerto B pin 6, bidireccional. Puede programarse como petición de

	interrupción cuando el pin cambia de estado. En la programación serie recibe las señales de reloj.
RB7/PGD(28)	Puerto B pin 7, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado. En la programación serie actúa como entrada de datos
RC0/T1OSO/T1CKI(11)	Línea digital de E/S o salida del oscilador del timer 1 o como entrada de reloj del timer 1
RC1/T1OSI/CCP2(12)	Línea digital de E/S o entrada al oscilador del timer 1 o entrada al módulo captura 2/salida comparación 2/ salida del PWM 2
RC2/CCP1(13)	E/S digital. También puede actuar como entrada captura 1,/salida comparación 1/ salida de PWM 1
RC3/SCK/SCL(14)	E/S digital o entrada de reloj serie síncrona /salida de los módulos SP1 e I2C.
RC4/SDI/SDA(15)	E/S digital o entrada de datos en modo SPI o I/O datos en modo I2C
RC5/SDO(16)	E/S digital o salida digital en modo SPI
RC6/TX/CK(17)	E/S digital o patita de transmisión de USART asíncrono o como reloj del síncrono
RC7/RX/DT(18)	E/S digital o receptor del USART asíncrono o como datos en el síncrono
RD0/PSP0-RD7/PSP7 (19-22, 27-30)	Las ocho patitas de esta puerta pueden actuar como E/S digitales o como líneas para la transferencia de información en la comunicación de la puerta paralela esclava. Solo están disponibles en los PIC 16F874/7.
RE0/RD#/AN5(8)	E/S digital o señal de lectura para la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 5.
RE1/WR#/AN6(9)	E/S digital o señal de escritura para la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 6.
RE2/CS#/AN7	E/S digital o señal de activación/desactivación de la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 7.
Vss(8,19)	Tierra.
VDD(20,32)	Fuente (5V).

Tabla I Descripción de pines del PIC16F877A

### 2.3.4 PUERTOS DE ENTRADA/SALIDA

**EL PUERTO A.** El PIC16f877A dispone de 5 puertos de E/S (Entrada/Salida), las líneas RA0 - RA3 y la línea RA5 admiten niveles de entrada TTL y de salida CMOS, además disponen de líneas de entradas analógicas. La línea RA4/T0CKI dispone de un circuito Schmitt Trigger que proporciona una buena inmunidad al ruido y la salida tiene drenado abierto, RA4 multiplexa su función de E/S con la de entrada de impulsos externos para TMR0.

**EL PUERTO B.** Consta de 8 líneas bidireccionales de E/S, RB7 - RB0, cuya información se almacena en el registro PORTB que ocupa la dirección 6 del banco 0. El registro de configuración TRISB ocupa la misma dirección en el Banco 1. La línea RB0/INT tiene dos

funciones multiplexadas. Además de patita E/S, actúa como patita para la petición de una interrupción externa, cuando se autoriza esta función mediante la adecuada programación del registro INTCON.

**EL PUERTO C.** Puerto de 8 líneas bidireccionales trabaja en forma similar a los dos puertos anteriores.

**EL PUERTO D Y E.** Puerto de 8 líneas bidireccionales las entradas disponen de buffers Schmitt-Trigger, presenta bloques comunes a todos los puertos anteriores tanto el puerto D como el puerto E.

El puerto E solo posee 3 líneas configurables como entradas o salidas, las líneas del puerto E están compartidas con el convertidor análogo/digital, por ello, antes de usarlas deberán ser configuradas como entradas/salidas digitales.

### **2.3.5 COMUNICACIÓN SERIAL**

Existen dos formas de realizar una comunicación binaria, la paralela y la serial. La comunicación paralela como por ejemplo la comunicación de PIC con 4 hilos, tiene la ventaja de que la transferencia de datos es más rápida, pero el inconveniente es que necesitamos un cable por cada bit de dato, lo que encarece y dificulta el diseño de placas, otro inconveniente es la capacitancia que genera los conductores por lo que la transmisión se vuelve defectuosa a partir de unos pocos metros.

La comunicación serial en cambio es mucho más lenta debido a que trasmite bit por bit, pero tiene la ventaja de necesitar menor cantidad de hilos, y además se puede extender la comunicación a mayor distancia, por ejemplo; en la norma RS232 a 15 metros, en la norma RS422/485 a 1200 metros, y utilizando un MODEM, pues a cualquier parte del mundo.

Existen dos formas de realizar la comunicación serial: la sincrónica y la asincrónica, la diferencia entre estas dos formas de comunicación es que la comunicación sincrónica además de la línea para la transmisión de datos, necesita otra línea que contenga los pulsos de reloj, estos a su vez indican cuando un dato es válido. Por otra parte la comunicación serial asincrónica no necesita pulsos de reloj, en su lugar utiliza mecanismo como referencia tierra (RS232) o voltajes diferenciales (RS422/458), en donde la duración de cada bit es determinada por la velocidad de transmisión de datos que se debe definir previamente entre ambos equipos.

Entre las herramientas que disponen los PIC16F8x se encuentra el USART, llamado SCI (Serial Communications Interface), puede funcionar como un sistema de comunicación bidireccional, adaptándose a multitud de periféricos y dispositivos que transfieren información de forma serial, tales como un ordenador. También puede trabajar en modo unidireccional para soportar periféricos como memorias, conversores, etc.

El USART (Transmisor/Receptor Síncrono/Asíncrono Serie) puede trabajar de dos formas: Asíncrono (Bidireccional) y Síncrono (Unidireccional).

En el modo asíncrono, la comunicación serie del USART en los PIC16F8x esta soportada por las líneas RC6/TX/CK y RC7/RX/DT por las que se mueven los bits a la frecuencia interna de reloj. En el modo síncrono, los bits de información circulan en ambos sentidos por la línea DT a la frecuencia de los impulsos que genere el maestro por la línea CK.

En esta forma de comunicación serie, se usa la norma RS-232-C, donde cada palabra de información o dato se envía independientemente de los demás. Suele constatar de 8 o 9 bits y van precedidos por un bit de START (inicio) y detrás de ellos se coloca un bit de

STOP (parada), de acuerdo con las normas del formato estándar NRZ (Non Return-to-Zero) Los bits se transfieren a una frecuencia fija y normalizada. La USART transmite y recibe primero el bit menos significativo.

### 2.3.6 CONVERSION ANALÓGICO/DIGITAL

Un convertidor análogo digital tiene como entrada un nivel de voltaje (valor analógico) y produce en su salida un número binario de n bits proporcionales al nivel de la entrada (valor digital). Los convertidores de señal análoga a digital abrevian ADC o A/D.

Uno de los parámetros que definen al A/D es la resolución como la mínima variación de voltaje en la entrada que produce cambio del valor digital en la salida. Por ejemplo un convertidor de 10 bits tiene un total de  $2^{10}$  valores (1024 valores de 0 a 1023).

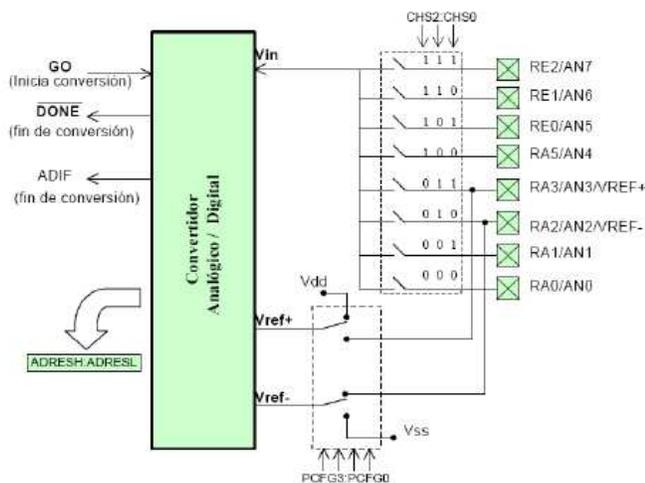


Figura 2 Módulo convertor análogo digital

El módulo convertidor Análogo Digital (A/D) del PIC 16F877 tiene 8 canales de entrada. La conversión de la señal analógica aplicada (a uno de los canales) se plasma en número binario de 10 dígitos. El módulo A/D posee voltajes de referencia que pueden ser seleccionados para emplear las tensiones VDD, VSS del microcontrolador o puede emplear

tensiones aplicadas a los pines RA2 o RA3, incluso es posible establecer combinaciones de los anteriores valores.

Para operar el modulo ADC contamos con 4 registros:

- Registro de resultado de byte alto de la conversión A/D (ADRESH). Banco 0, 0x1E
- Registro de resultado de byte bajo de la conversión A/D (ADRESL). Banco 1, 0x9E
- Registro 0 de control del módulo A/D (ADCON0). Banco 0, 0x1F
- Registro 1 de control del módulo A/D (ADCON1). Banco 1, 0x9F

El detalle del registro ADCON0 se muestra a continuación:

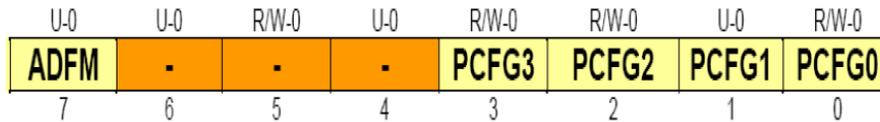


Figura 3 Registro ADCON0

El registro ADCON1 configura las funciones de los pines de entrada al módulo. Como se aprecia se puede configurar los pines del puerto A como entradas analógicas inclusive la línea RA3 puede funcionar como el voltaje de referencia.

PCFG3:	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0	VREF+	VREF-	CHAN/ Refs
PCFG0	RE2	RE1	RE0	RA5	RA3	RA2	RA1	RA0			
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	RA3	VSS	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	VDD	VSS	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	5/1

1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	RA3	RA2	1/2

**Tabla II** Tabla de configuración para el registro ADCON1

## 2.4 SENSORES

Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida. Un sensor sugiere un significado más extenso: la ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos. Un sensor pretende obtener información.

Se lo puede definir también como al instrumento que produce una señal, usualmente eléctrica en la actualidad, (antiguamente se utilizaban señales hidráulicas), que refleja el valor de una propiedad, mediante alguna correlación definida.

### 2.4.1 DIGITALES

Un sensor digital es aquel que entrega una salida del tipo discreta (ver figura). Es decir, que el sensor posee una salida que varía dentro de un determinado rango de valores, pero a diferencia de los sensores analógicos, esta señal varía de a pequeños pasos pre-establecidos.

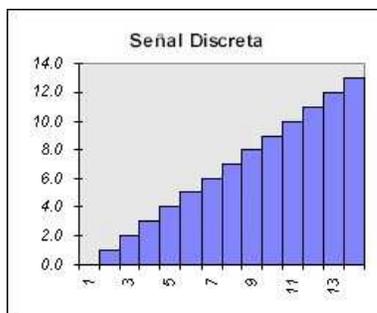


Figura 4 Señal de un sensor digital

### 2.4.2 ANALÓGICOS

Un sensor analógico es aquel que puede entregar una salida variable dentro de un determinado rango (ver figura de la derecha).

Un Sensor analógico, como por ejemplo una Fotorresistencia (estos componentes miden intensidad de luz), puede ser cableado en un circuito que pueda interpretar sus variaciones y entregar una salida variable con valores entre 0 y 5 volts.

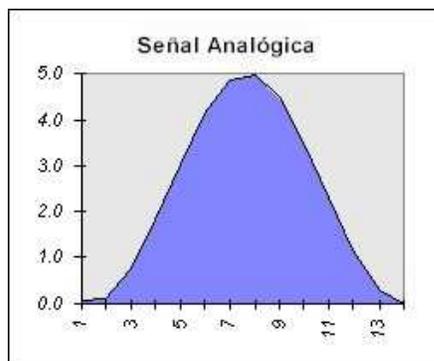


Figura 5 Señal de un sensor analógico

### 2.4.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL

El problema es que la mayoría de los sensores, generan señales que deben acondicionarse antes de que un dispositivo pueda adquirir con precisión la señal.

Los acondicionadores de señal, consisten normalmente en circuitos electrónicos que ofrecen, entre otras funciones, la amplificación, filtrado, adaptación de impedancias y modulación o demodulación.

Si se considera, por ejemplo, el caso en que una de las etapas de tratamiento de la señal de medida es digital, si la salida del sensor es analógica, que es lo más frecuente, hará falta un convertidor A/D.

#### **2.4.4 SENSORES DE GAS**

La detección de mezclas combustibles o tóxicas gas/aire permite prevenir accidentes de bienes y personas, tanto en ambientes industriales como domésticos.

Los sensores de gases más utilizados se basan en óxidos semiconductores cuya conductividad eléctrica se ve modulada como consecuencia de la reacción producida entre el semiconductor y los gases presentes en la atmósfera. El dióxido de estaño es uno de los semiconductores que presenta más interés tecnológico como material activo en sensores de gases. Las propiedades de sensado del SnO<sub>2</sub> (sensibilidad, selectividad y reproducibilidad) dependen de varios factores, siendo los más relevantes el tamaño de partícula, distribución de tamaño de partícula y área superficial específica. La utilización de SnO<sub>2</sub> nanocristalino beneficia sustancialmente el sensado de gases, debido a la magnificación de los efectos superficiales.

El agregado de contaminantes en óxidos metálicos semiconductores permite alterar sus características eléctricas. Mediante la detección de las variaciones de conductividad eléctrica en la película de SnO<sub>2</sub> por el fenómeno de adsorción, se detectan las partículas de gas presentes en el ambiente. (Ante la presencia de un gas, el óxido del metal hace que el gas se disocie en iones cargados con el resultado de una transferencia de electrones.

Un par de electrodos parcialmente embebidos en el óxido del metal mide el cambio de conductividad del sensor. Este cambio es proporcional a la concentración del gas).

Los sensores de gases semiconductores, ya sean de películas gruesas, películas delgadas MOS, micromaquinado, entre otros, requieren ser calefactados de manera localizada y uniforme entre 200 y 450° C. (para mantenerlo a una temperatura óptima para la detección de gas). Debido a que su sensibilidad depende fuertemente de la temperatura de operación, es necesario controlar cuidadosamente dicha temperatura. Por tal motivo, el calefactor integrado de platino cumple la doble función de calefactar y controlar la temperatura deseada.

Los sensores, pueden detectar una gran gama de gases en rangos de ppm o combustibles. Se pueden conseguir diferentes características de respuesta variando los materiales, las técnicas del proceso y la temperatura de trabajo. Su simplicidad de construcción resulta en una vida de 10 a 25 años libre de problemas. Son robustos, aguantan choques y vibraciones siendo válido para servicio anti explosión.

#### **2.4.5 SENSORES DE TEMPERATURA**

La obtención de medias de temperatura, es de las más frecuentes y de mayor importancia en la automatización industrial, es por esto que se vuelve cada vez más importante tener una comprensión clara de las ventajas y desventajas de los distintos métodos de medida de esta variable, para lograr que sistema sea el óptimo.

Dentro de los sensores empleados para la medida de la temperatura, están los basados en resistencias térmicas, básicamente son un enrollamiento de hilo muy fino del conductor entre capas de material aislante, estos son colocados dentro de distintos encapsulados no conductores como el vidrio o la cerámica.

### Resistencia Térmica

Lo constituyen las RTD (Resistance Temperature Detector) o PT100 basadas en la dependencia de la resistividad de un conductor con la temperatura, están caracterizadas por un coeficiente de resistividad positivo PTC (Positive Thermal Coefficient). También lo son las NTC (Negative Thermal Coefficient), que se llaman termistores y están caracterizadas por un coeficiente de temperatura negativo.

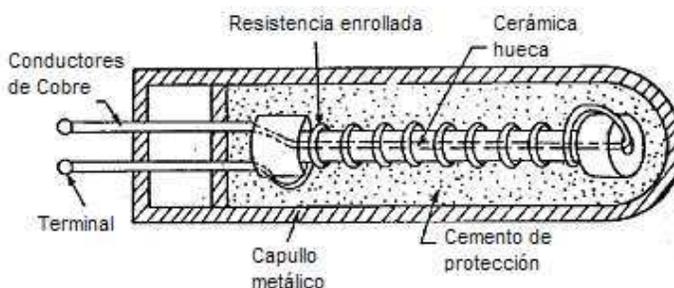


Figura 6 Estructura básica de una RTD

El principio de funcionamiento es la variación su resistencia expresada en ohmios por cada grado que cambia la temperatura su temperatura.

Algunos metales utilizados son: cobre, platino y níquel. La resistencia normal varía entre unos cuantos ohm y kilohms, siendo  $100\Omega$  uno de los valores más comunes.

Su mayor ventaja es que son bastante estables y se pueden representar de forma lineal.

Por otro lado su desventaja es su sensibilidad, ya que es muy corta, pues solo varia alrededor de  $0.4 \Omega/^{\circ}\text{C}$  de cambio en la temperatura para los compuestos de platino y  $0.7 \Omega/^{\circ}\text{C}$  para los basados en níquel.

## Bimetal

Se tiene que algunos sensores de temperatura empleados en la automatización industrial, funcionan con base a una pieza formada por dos metales con distinto coeficiente de dilatación térmica, estos se encuentran fuertemente unidos, esta pieza comúnmente se conoce como Bimetal. La idea de unir y utilizar estos dos metales consiste en exponerlos a cambios de temperatura, de tal manera que los metales se expanden o contraen de manera que forman un arco uniforme. Midiendo el radio de la curvatura de este arco es posible determinar la temperatura. En la figura 14, se muestra la expansión o contracción cuando se pasa de una temperatura inicial  $T_1$  a una temperatura  $T_2$ . Lo común es que la unión Bimetal emplee metales con similares módulos de elasticidad y espesor.

Por lo general el grosor de las placas varía entre los 3 mm y 10  $\mu\text{m}$ . El ámbito de funcionamiento de estos dispositivos va desde  $-75^\circ\text{C}$  a  $540^\circ\text{C}$ .

No solo se emplean como laminas, también se les dispone en hélice, espiral y otras configuraciones y se les mide el desplazamiento o la fuerza.

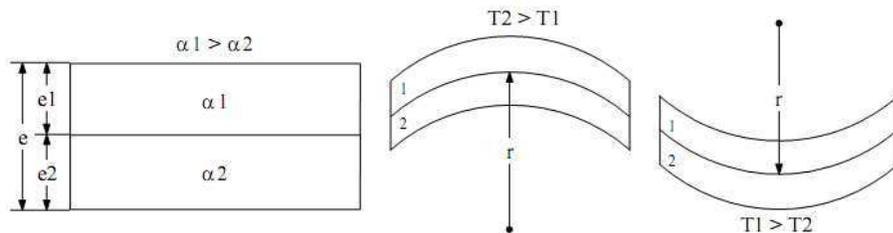


Figura 7 Sensor Temperatura Bimetal

Otro tipo de sensor de temperatura son los termistores, estos son ampliamente utilizados, consisten en un pequeño semiconductor con forma de placas o discos.

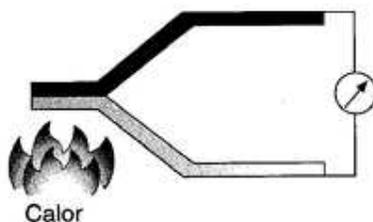
En estos sensores los semiconductores electrónicos presentan un coeficiente de temperatura negativo de valor elevado y presentan una curva característica lineal tensión-corriente, siempre y cuando la temperatura se mantenga en un valor constante.

Comúnmente están fabricados de mezclas de distintos óxidos metálicos de cobalto, níquel y manganeso y son por lo general encapsulados en vidrio. La relación entre la temperatura y la resistencia no es lineal.

Una de sus desventajas es el hecho de que sus ámbitos de funcionamiento no son muy amplios, generalmente van de  $-100^{\circ}\text{C}$  a  $200^{\circ}\text{C}$ . En muchos casos este tipo de dispositivos son empleados en control de temperatura, donde se requiera de una rápida respuesta y su no linealidad no afecte la medición.

### **Termopar**

El termopar o termocupla, este sensor se basa en el efecto de la circulación de una corriente en un circuito formado por dos metales diferentes, cuyas uniones se mantienen a distinta temperatura (unidos en un extremo y abierto en el otro), producen un pequeño y único voltaje según la temperatura, como se ejemplifica en la figura.



**Figura 8 Principio del termopar**

El fenómeno es debido a dos efectos: (Peltier y Thomson). El efecto Peltier provoca la liberación o absorción de calor en la unión de dos metales distintos cuando circula una corriente a través de la unión.

El efecto Thomson consiste en la liberación o absorción de calor cuando una corriente circula a través de un metal homogéneo en el que existe un gradiente de temperatura.

La tensión que pasa por el extremo abierto es función de la temperatura de la unión de los metales utilizados. La unión del termopar nos proporciona una  $T_x$  (temperatura desconocida: 'unión de medida'), en el extremo abierto se tiene  $T_{ref}$  (temperatura fija conocida: 'unión de referencia') y midiendo el valor de  $V$  por medio de un voltímetro,

Dado que los voltajes que generan los diferentes tipos de termocuplas, están estudiadas y documentadas, es posible obtener tablas que asocian un voltaje determinado con una temperatura, por lo que en aplicaciones prácticas se utilizan tablas de calibración

Las termopares se clasifican de acuerdo a si son metálicas o no, dentro de las metálicas se encuentran las de tipo E, J, K y T, se utilizan para temperaturas hasta de  $1000^{\circ}\text{C}$ , mientras los no metálicos como los tipos S, R, B se utilizan para temperaturas de hasta  $2000^{\circ}\text{C}$ .

Dentro de las ventajas de las termopares se pueden mencionar: su bajo costo, rápida respuesta a cambios de temperatura y que poseen un amplio rango para la medición de la temperatura.

Entre las desventajas, se puede mencionar su baja sensibilidad, generalmente en el rango de  $6.5$  a  $80\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ , además proporcionan voltajes bajos que pueden ser afectados por ruido y finalmente dado que este es un dispositivo que varía su comportamiento de

acuerdo a su temperatura tiene rangos de operación no- lineales que pueden ocasionar problemas.

#### **2.4.6 SENSORES DE HUMO**

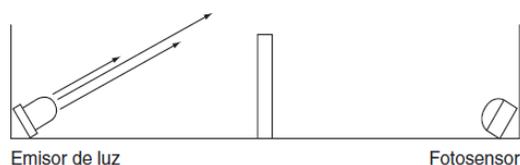
Existen dos tipos básicos de detectores de humo en uso actualmente: los detectores por ionización y los detectores fotoeléctricos. Las cámaras de los sensores tienen diferentes principios de funcionamiento para detectar las partículas de combustión visibles o invisibles liberadas en un incendio.

##### **Funcionamiento de los detectores de humo fotoeléctricos**

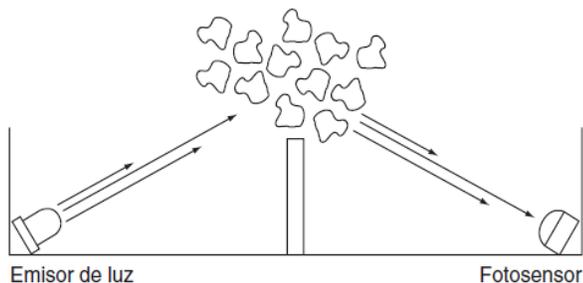
El humo generado en un incendio bloquea u oscurece el medio en el que se propaga un haz de luz. También puede dispersar la luz cuando ésta se refleja y refracta en las partículas humo. Los detectores fotoeléctricos están diseñados para utilizar estos efectos a fin de detectar la presencia de humo.

##### **Detector de humo fotoeléctrico por dispersión de luz**

La mayoría de los detectores de humo fotoeléctricos tienen cobertura localizada (puntual) y funcionan con el principio de dispersión de luz. El haz de un diodo emisor de luz (LED) incide en un área adonde no puede ser captado bajo condiciones normales por un fotosensor, que generalmente es un fotodiodo (Figura 6). Cuando hay presencia de humo en la trayectoria del haz, la luz incide sobre las partículas de humo (Figura 7) y se refleja sobre el fotosensor, que al recibir la luz genera una señal.



**Figura 9 Detector por dispersión de luz**



**Figura 10 Detector por dispersión de luz, con humo**

### **Detector de humo fotoeléctrico por oscurecimiento**

Este tipo de detector también utiliza un emisor de luz y un elemento fotosensor, tal como sería un fotodiodo (Figura 8). Cuando las partículas de humo bloquean parcialmente la trayectoria del haz de luz (Figura 9), se reduce la intensidad de luz recibida por el fotosensor. Esta variación es captada por un circuito electrónico que, al llegar al valor pre calibrado genera una señal de iniciación de alarma. Generalmente, los detectores por oscurecimiento utilizan un haz de luz que barre el área a proteger.

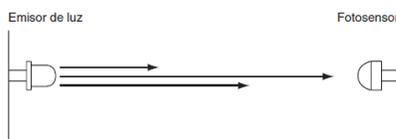


Figura 8: Detector por oscurecimiento

### **Figura 11 Detector por oscurecimiento**

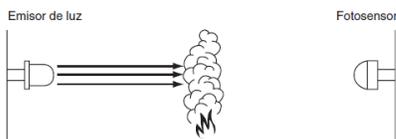


Figura 9: Detector por oscurecimiento, con humo

### **Figura 12 Detector por oscurecimiento, con humo**

## 2.5 RADIO FRECUENCIA

Las bases teóricas de la propagación de ondas electromagnéticas fueron descritas por primera vez por James Clerk Maxwell. Heinrich Rudolf Hertz, entre 1886 y 1888, fue el primero en validar experimentalmente la teoría de Maxwell.

El uso de esta tecnología por primera vez es atribuido a diferentes personas: Alejandro Stepánovich Popov hizo sus primeras demostraciones en San Petersburgo, Rusia; Nikola Tesla en San Luis (Misuri), Estados Unidos y Guillermo Marconi en el Reino Unido.

El primer sistema práctico de comunicación mediante ondas de radio fue el diseñado por Guillermo Marconi, quien en el año 1901 realizó la primera emisión trasatlántica radioeléctrica. Actualmente, la radio toma muchas otras formas, incluyendo redes inalámbricas, comunicaciones móviles de todo tipo, así como la radiodifusión.

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. El Hertz es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo.<sup>1</sup> Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.

La radiofrecuencia se puede dividir en las siguientes bandas del espectro:

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			< 3 Hz	> 100.000 km
Frecuencia extremadamente baja Extremely low frequency	ELF	1	3-30 Hz	100.000–10.000 km

Super baja frecuencia Super low frequency	SLF	2	30-300 Hz	10.000-1.000 km
Ultra baja frecuencia Ultra low frequency	ULF	3	300-3.000 Hz	1.000-100 km
Muy baja frecuencia Very low frequency	VLf	4	3-30 kHz	100-10 km
Baja frecuencia Low frequency	LF	5	30-300 kHz	10-1 km
Media frecuencia Medium frequency	MF	6	300-3.000 kHz	1 km - 100 m
Alta frecuencia High frequency	HF	7	3-30 MHz	100-10 m
Muy alta frecuencia Very high frequency	VHF	8	30-300 MHz	10-1 m
Ultra alta frecuencia Ultra high frequency	UHF	9	300-3.000 MHz	1 m - 100 mm
Super alta frecuencia Super high frequency	SHF	10	3-30 GHz	100-10 mm
Frecuencia extremadamente alta Extremely high frequency	EHF	11	30-300 GHz	10-1 mm
			> 300 GHz	< 1 mm

**Tabla III Distribución del espectro radio eléctrico**

A partir de 1 GHz las bandas entran dentro del espectro de las microondas. Por encima de 300 GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

Las bandas ELF, SLF, ULF y VLF comparten el espectro de la AF (audiofrecuencia), que se encuentra entre 20 y 20.000 Hz aproximadamente. Sin embargo, éstas se tratan de ondas de presión, como el sonido, por lo que se desplazan a la velocidad del sonido sobre un medio material. Mientras que las ondas de radiofrecuencia, al ser ondas electromagnéticas, se desplazan a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio material.

Aunque se emplea la palabra *radio*, las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidos en esta clase de emisiones de radiofrecuencia. Otros usos son audio, vídeo, radionavegación, servicios de emergencia y transmisión de datos por radio digital; tanto en el ámbito civil como militar. También son usadas por los radioaficionados.

## **2.6 TECNOLOGÍA MÓVIL**

En las comunicaciones móviles, en las que emisor o receptor están en movimiento, la movilidad de los extremos de la comunicación, excluye casi por completo la utilización de cables para alcanzar dichos extremos, por tanto utiliza básicamente la comunicación vía radio.

Esta se convierte en una de las mayores ventajas de la comunicación vía radio: la movilidad de los extremos de la conexión, otras bondades de las redes inalámbricas son el ancho de banda que proporcionan, el rápido despliegue que conllevan al no tener que llevar a cabo obra civil, se puede efectuar un sinnúmero de actividades potenciadas por el gran auge de nuevos dispositivos suficientemente pequeños para ser transportados de un lugar a otro y que pueden ser utilizados durante su transporte, con capacidades de almacenamiento y procesamiento de datos como lo es un teléfono celular.

### **2.6.1 SISTEMA GSM**

El sistema global para las comunicaciones móviles (*GSM*, proviene del francés *groupe spécial mobile*) es un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital.

Se define la Red del Sistema Global de Telefonía GSM como aquel servicio portador constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G). Su extensión a 3G se denomina UMTS y difiere en su mayor velocidad de transmisión, el uso de una arquitectura de red ligeramente distinta y sobre todo en el empleo de diferentes protocolos de radio (W-CDMA).

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
<b>GSM 850</b>	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
<b>GSM 900</b>	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	974 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	<i>E-GSM</i> , extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	<i>GSM ferroviario</i> (GSM-R).
<b>GSM1800</b>	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
<b>GSM1900</b>	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas.

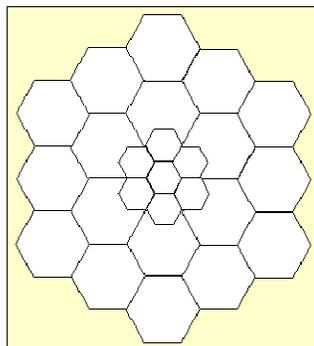
**Tabla IV Bandas de frecuencias implementadas en diferentes interfaces de radio de GSM**

Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

### **2.6.2 ARQUITECTURA RED GSM**

Los sistemas de telefonía móvil automática necesitan conseguir una amplia cobertura y una gran capacidad de tráfico con un limitado número de frecuencias. Ello es posible gracias a la reutilización sistemática de las frecuencias, lo que se logra mediante las estructuras celulares.

Las estructuras celulares consisten en la división del ámbito de cobertura de la red en zonas más pequeñas denominadas células, a las que se les asigna un cierto número de radiocanales, dotándolas de otras tantas estaciones base transmisoras y receptoras. En las células separadas entre sí a una cierta distancia pueden reutilizarse las mismas frecuencias. Esta estructura celular se presenta en la siguiente figura:



**Figura 13 Estructura celular**

La arquitectura de un sistema celular se presenta a continuación:

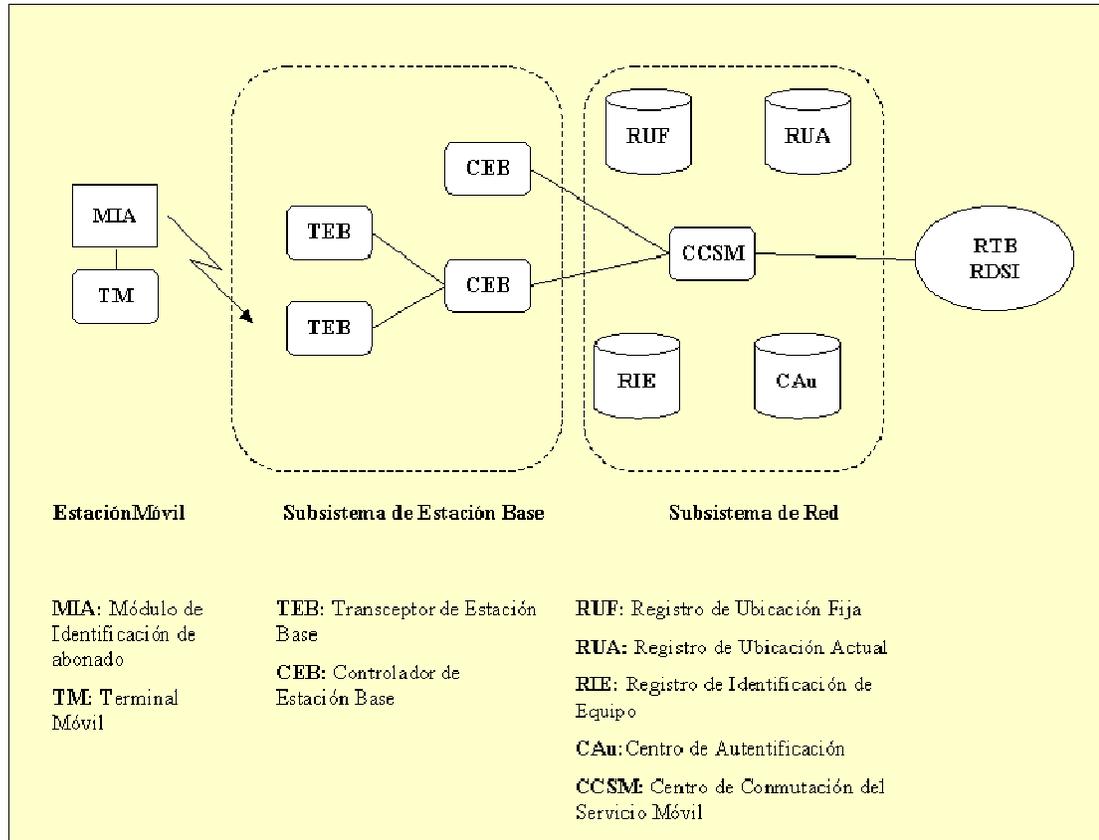


Figura 14 Arquitectura sistema celular

Las estaciones base (EB) de un sistema celular están conectadas a Centros de Conmutación del Servicio Móvil (CCSM), que son centrales de conmutación especializadas para ejecutar las funciones necesarias para el funcionamiento del sistema. La conexión EB-CCSM se realiza mediante enlaces dedicados.

El funcionamiento de un sistema celular requiere la disponibilidad de las siguientes facilidades:

- Localización del móvil y mantenimiento de la misma (radio búsqueda, "paging")
- Facilidad de conexión del móvil dondequiera que esté ("roaming" o servicio de "transeunte")
- Sintonización automática de canales por parte del móvil

- Transferencia o conmutación automática de una llamada en curso cuando el móvil pasa de una célula a otra ("handover").

Estas facilidades implican la disponibilidad de un sistema de señalización avanzado, aplicado sobre canales de control mediante protocolos específicos, seguros y rápidos.

De hecho, el control desempeña un papel primordial en el funcionamiento de un sistema celular, siendo la actividad que impone mayor complejidad tanto de equipo físico como de programación.

Para la función de localización, todo abonado móvil está inscrito en un registro local denominado RUF (Registro de Ubicación Fija). El RUF es una base de datos que contiene información del abonado.

Existe también, dependiendo del MSC, un registro de "transeúntes" llamado RUA (Registro de Ubicación Actual).

Cuando el abonado conecta su equipo, este explora los canales de control de las EB y se sintoniza con aquel en el que reciba mayor señal, retornando su identificación. Si la célula donde se ha identificado el móvil pertenece al CCSM de su RUF, se inscribe en este registro la posición del móvil. Si no es así, se inscribe el móvil como transeúnte en el RUA y se notifica como tal circunstancia a su RUF. De este modo, cuando llegue al CCSM una llamada destinada a un móvil, se interrogará su RUF. Éste indicará dónde debe encaminarse la llamada, la cual se difunde por todos los canales de señalización de las células del racimo (conjunto de células que completan un plan de frecuencias), con un código de llamada propio del móvil ("paging"). El proceso de inscripción se realiza cada cierto tiempo.

Si en el curso de una comunicación la estación móvil (EM) sale de la zona de cobertura de la EB donde está en curso la llamada, para evitar que ésta se corte debe transferirse a la EB de otra célula. Para ello, se acompaña a la señal de voz de un tono de supervisión no audible, que es devuelto por el móvil. La EB mide la calidad de esta señal de retorno. Si no resulta satisfactoria, se envía una alarma al CCSM, quien ordena a la EB en cuestión y a sus vecinas una medición del campo producido por la EM. Los resultados se envían al CCSM, el cual conmuta la llamada a la BS en que se tengan las mejores condiciones de recepción. La conmutación en curso, al efectuarse en función de los niveles de señale recibidos, asegura siempre una calidad de señal superior a cierto umbral mínimo.

El equipo móvil debe ser capaz de acceder a cualquier radiocanal libre entre los asignados a la zona, lo que requiere emplear un sintetizador "ágil", haciendo uso de técnicas digitales.

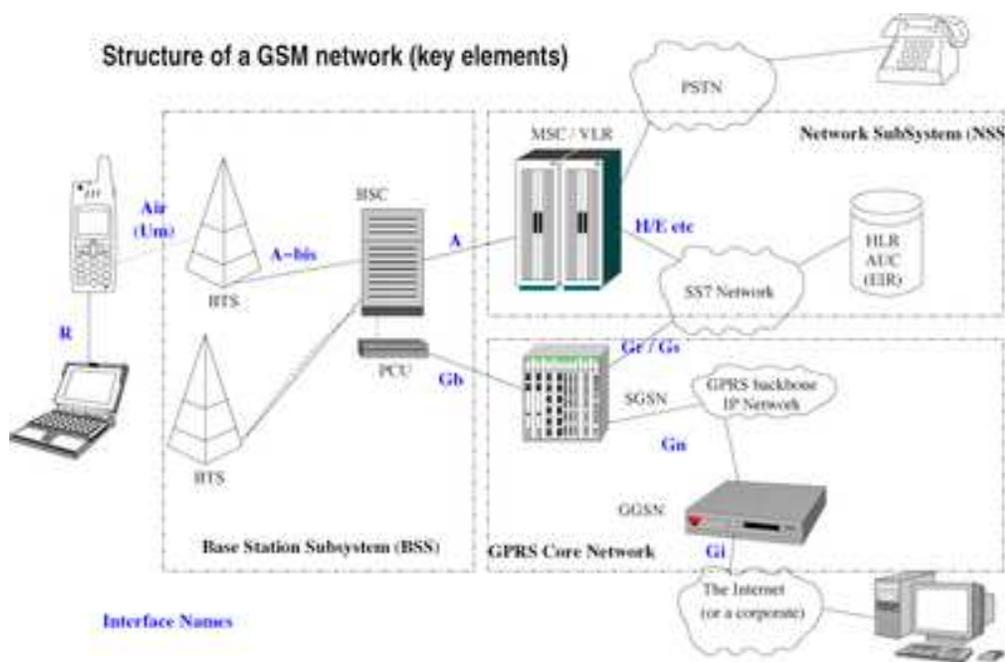


Figura 15 Esquema general de una red GSM.

El sistema debe ser capaz de soportar una gran carga de usuarios, con muchos de ellos utilizando la red al mismo tiempo. Si sólo hubiera una antena para todos los usuarios, el espacio radioeléctrico disponible se saturaría rápidamente por falta de ancho de banda. Una solución es reutilizar las frecuencias disponibles. En lugar de poner una sola antena para toda una ciudad, se colocan varias, y se programa el sistema de manera que cada antena emplee frecuencias distintas a las de sus vecinas, pero las mismas que otras antenas fuera de su rango. A cada antena se le reserva cierto rango de frecuencias, que se corresponde con un cierto número de canales radioeléctricos (cada uno de los rangos de frecuencia en que envía datos una antena). Así, los canales asignados a cada antena de la red del operador son diferentes a los de las antenas contiguas, pero pueden repetirse entre antenas no contiguas.

El área geográfica a la que proporciona cobertura una estación base se llama celda o célula (del inglés *cell*, motivo por el cual a estos sistemas se les llama a veces celulares). A este modelo de reparto del ancho de banda se le denomina a veces SDMA o división espacial.

El empleo de celdas requiere de una capa adicional de red que es novedosa en el estándar GSM respecto a los sistemas anteriores: es el controlador de estaciones base, o BSC, (*Base Station Controller*) que actúa de intermediario entre el “corazón” de la red y las antenas, y se encarga del reparto de frecuencias y el control de potencia de terminales y estaciones base. El conjunto de estaciones base coordinadas por un BSC proporcionan el enlace entre el terminal del usuario y la siguiente capa de red, ya la principal, que veremos más adelante. Como capa de red, el conjunto de BSs + BSC se denomina subsistema de estaciones base, o BSS (*Base Station subsystem*).

Una estación base GSM puede alcanzar un radio de cobertura a su alrededor desde varios cientos de metros (*en estaciones urbanas*) hasta un máximo práctico de 35 km (en zonas

rurales), según su potencia y la geografía del entorno. Sin embargo, el número de usuarios que puede atender cada BS está limitado por el ancho de banda (subdividido en canales) que el BSC asigna a cada estación, y aunque podría pensarse que las estaciones base deberían tener una gran potencia para cubrir mayor área, tienen una potencia nominal de 320 W como máximo (frente a las antenas de FM o televisión, que poseen potencias de emisión de miles de Watts, un valor casi despreciable) y de hecho siempre emiten al menor nivel de potencia posible para evitar interferir con celdas lejanas que pudieran emplear el mismo rango de frecuencias, motivo por el cual es raro que se instalen modelos de más de 40 W. Es más, en zonas urbanas muy pobladas o túneles se instala un mayor número de BSs de potencia muy limitada (menor que 2,5 W) para permitir la creación de las llamadas pico y micro celdas, que permiten mejor reutilización de las frecuencias (cuantas más estaciones, más reutilización de frecuencias y más usuarios admisibles al mismo tiempo) o bien dan cobertura en lugares que una BS normal no alcanza o precisan de gran capacidad (túneles de metro o de carreteras, espacios muy concurridos, ciudades muy pobladas).

Por tanto, en zonas donde exista una gran concentración de usuarios, como ciudades, debe instalarse un gran número de BSs de potencia muy limitada, y en zonas de menor densidad de uso, como áreas rurales, puede reducirse el número de estaciones y ampliar su potencia. Esto asegura además mayor duración de la batería de los terminales y menor uso de potencia de las estaciones base.

Además, el terminal no se encuentra emitiendo durante el transcurso de toda la llamada. Para ahorrar batería y permitir un uso más eficiente del espectro, se emplea el esquema de transmisión TDMA (*Time Division Multiple Access*, o acceso múltiple por división del tiempo). El tiempo se divide en unidades básicas de 4,615 ms, y éstas a su vez en 8 *time slots* o ranuras de tiempo de 576,9  $\mu$ s. Durante una llamada, se reserva el primer *time slot* para

sincronización, enviada por la BS; unos *slots* más tarde, el terminal emplea un *slot* para enviar de terminal a BS y otro para recibir, y el resto quedan libres para el uso de otros usuarios en la misma BS y canal. Así se permite un buen aprovechamiento del espectro disponible y una duración de batería superior, al no usar el emisor del terminal constantemente sino sólo una fracción del tiempo.

### **2.6.3 COMANDOS AT**

Los Comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MODEM. Se denominan comandos AT por la abreviatura de atención.

Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MODEM para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo.

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

Es claro que la implementación de los comandos AT corresponde a los dispositivos GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

### NOTACIÓN DE LOS COMANDOS AT

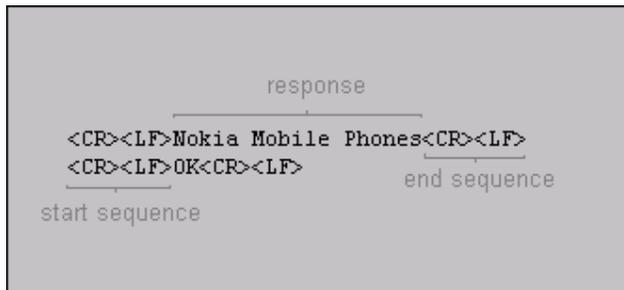
El envío de comandos AT requiere la siguiente estructura:

Petición:



`<CR>`... Carriagereturn

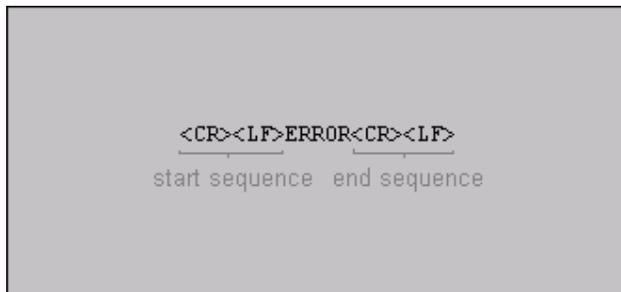
**Respuesta correcta:**



`<CR>` ... Carriage return

`<LF>` ... Line feed

**Respuesta incorrecta:**



<CR> ... *Carriage return*

<LF> ... *Line feed*

#### **2.6.4 MENSAJES DE TEXTO**

El servicio de mensajes cortos o SMS (*Short Message Service*) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G.

Un mensaje SMS es una cadena alfanumérica de hasta 140 caracteres o de 160 caracteres de 7 bits, y cuyo encapsulado incluye una serie de parámetros. En principio, se emplean para enviar y recibir mensajes de texto normal, pero existen extensiones del protocolo básico que permiten incluir otros tipos de contenido, dar formato a los mensajes o encadenar varios mensajes de texto para permitir mayor longitud (formatos de SMS con imagen de Nokia, tonos IMY de Ericsson, estándar EMS para dar formato al texto e incluir imágenes y sonidos de pequeño tamaño).

En GSM existen varios tipos de mensajes de texto: mensajes de texto "puros", mensajes de configuración (que contienen los parámetros de conexión para otros servicios, como

WAP o MMS), mensajes WAP Push, notificaciones de mensajes MMS... En este artículo nos limitaremos a lo que especifica el estándar GSM, puesto que el transporte de todos los tipos de SMS se realiza de la misma forma.

En otros estándares de telefonía móvil (como CDMA2000 o UMTS) el proceso de los mensajes se realiza de otra forma, pero el funcionamiento es transparente de cara al usuario.

### **Mensajes MT-SM (de llegada al teléfono) y MO-SM (originados en el teléfono)**

En un principio, los mensajes SMS se definieron en el estándar GSM como un medio para que los operadores de red enviaran información sobre el servicio a los abonados, sin que éstos pudieran responder ni enviar mensajes a otros clientes. Este tipo de mensajes se denominaban **MT-SM** (*Mobile Terminated-Short Message*, es decir, mensajes que llegan al terminal del usuario). Sin embargo, la empresa Nokia desarrolló un sistema para permitir la comunicación bidireccional por SMS; los mensajes enviados por los usuarios pasaron a denominarse **MO-SM** (*Mobile Originated*, originados en el terminal del usuario).

Es necesario tener claras las diferencias entre ambos tipos de mensaje para comprender el funcionamiento del sistema.

Los mensajes de texto son procesados por un **SMSC** o centro de mensajes cortos (*Short Message Service Center*) que se encarga de almacenarlos hasta que son enviados y de conectar con el resto de elementos de la red GSM.

### ***Parámetros de los SMS***

Cuando un usuario envía un SMS, o lo recibe, se incluyen con su payload (carga útil o cuerpo del mensaje) al menos los siguientes parámetros:

- Fecha de envío (también llamada *timestamp*);
- Validez del mensaje, desde una hora hasta una semana;
- Número de teléfono del remitente y del destinatario;
- Número del SMSC que ha originado el mensaje;

De este modo se asegura el correcto procesamiento del mensaje en el SMSC y a lo largo de toda la cadena.

### ***Envío y recepción vía radio de los SMS***

Los mensajes cortos hacen un uso extremadamente eficaz de la red de radio, y además pueden ser enviados y recibidos en cualquier momento, incluso durante una llamada. La explicación es que, debido a su pequeño tamaño, los SMS no necesitan que se asigne un canal de radio al usuario, como ocurre durante una llamada, sino que se insertan en la información de señalización de la propia red, en los time slots reservados para este fin.

Algunos operadores han implementado el transporte de los mensajes SMS a través del protocolo de paquetes GPRS en lugar del canal de señalización, incrementando la velocidad de transmisión y la capacidad del sistema, pero este cambio opcional en el transporte no se encuentra muy extendido.

## **2.7 DISPOSITIVOS ANUNCIADORES (ALARMAS)**

Son los que detectan la señal inicial de alarma que gracias al avance científico y tecnológico son muy especializados al detectar un cambio anormal de cualquier parámetro a controlar,

además se encuentra en el mercado una gran variedad de marcas de estos dispositivos. El funcionamiento básico de estos elementos opera con dos estados: normal y alarma. Estos dispositivos pueden ser de varios tipos.

### **2.7.1 VISUALES (LUCES DE EMERGENCIA)**

Es un medio visual para indicar una alarma de cualquier tipo de incidente que atente contra la vida humana o material, es especialmente útil en casos de existencia de humo, por la intensidad de la luz utilizada. Existen también combinaciones de los dispositivos anunciadores, sirenas con luz estroboscópica, o parlante con luz.

### **2.7.2 AUDITIVOS (SIRENAS)**

Una sirena es un instrumento acústico. La versión original produciría sonidos bajo el agua, lo que sugiere un vínculo con las sirenas de la mitología griega. Otras sirenas más modernas son las de defensa civil o ataque aéreo, sirenas de tornado o las sirenas de emergencia en los vehículos de servicio, tales como ambulancias, coches de policía y camiones de bomberos. Hay dos tipos generales, neumáticas y electrónicas.

Una sirena es un aparato generador de sonidos mediante las interrupciones periódicas de una corriente de aire o vapor, por uno o más discos con agujeros situados formando un círculo. La sirena emite un sonido de frecuencia igual al producto del número de orificios por el de revoluciones. La sirena de Cagniard de la Tour (1819) es un aparato que utiliza el aire comprimido y con un mecanismo similar a una turbina. Las sirenas son usadas en las locomotoras de vapor y los barcos para hacer señales, y también en las fábricas para indicar la entrada y la salida, y también en las investigaciones acústicas.

Desde el siglo XX, se conoce como sirena a cualquier dispositivo electrónico que produce un sonido similar al de la sirena mecánica, y que se utiliza como señal por los bomberos, ambulancias, policía, etc.

## 2.8 PROGRAMAS INFORMÁTICOS AUXILIARES

Algunas de las herramientas informáticas (software) utilizadas para el desarrollo del sistema de monitorización y alerta temprana son: Proteus para el diseño y simulación de los circuitos; Microcode Studio para la programación de los microcontroladores, Compilador PicBasic Pro para grabar los archivos .hex en los microcontroladores

### 2.8.1 PROTEUS

Una de las herramientas más importantes y disponibles, es el simulador de circuitos PROTEUS de Labcenter Electronics, dispone de una gran variedad de microcontroladores de la familia PIC, INTEL, ATMEL, ZILOG y MOTOROLA, además de una gran variedad de elementos electrónicos como displays de 7 segmentos, LCD, LCD gráficos, teclados, pulsadores, leds, diodos, resistencias, motores PAP, etc.

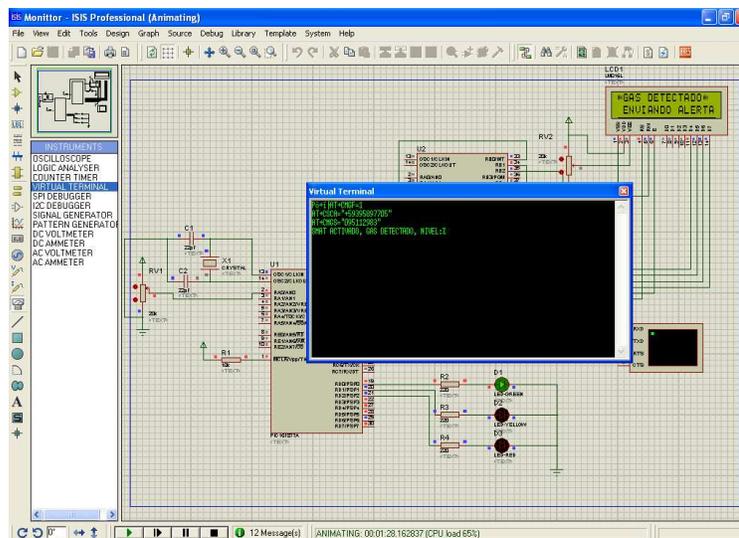


Figura 16 Pantalla Principal PROTEUS

## 2.8.2 MICROCODE STUDIO

Microcode es el software editor en programación en alto nivel como lo es el bloc de notas de Windows, pero con la diferencia que con la diferencia que está hecho exclusivamente para facilitar la programación de los microcontroladores PIC, en la Figura podemos observar la pantalla principal del Microcode Studio en la parte izquierda podemos encontrar las diferentes partes de nuestro proyecto también podemos elegir el tipo de microcontrolador a utilizar, si el programa está bien escrito y sin fallas compilara y mostrara en la parte inferior izquierda el numero de palabras que está utilizando el PIC, y enseguida se creara tres archivos: .mac, .asm y el .hex, este último es el más importante para el PIC y es el que se cargara en el.

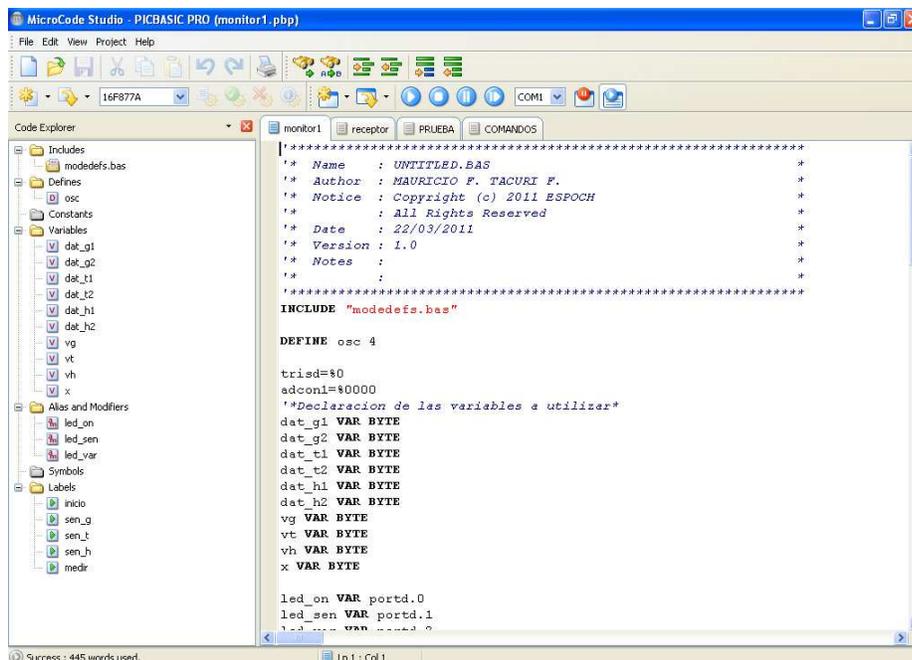


Figura 17 Pantalla principal Microcode

### 2.8.3 COMPILADOR PICBASIC PRO

Este es el compilador que nos facilita la programación de los PIC, ya que Microcode es un editor, el compilador es el encargado de generar el archivo hexadecimal .HEX, necesario para poder grabar en el microcontrolador PIC.

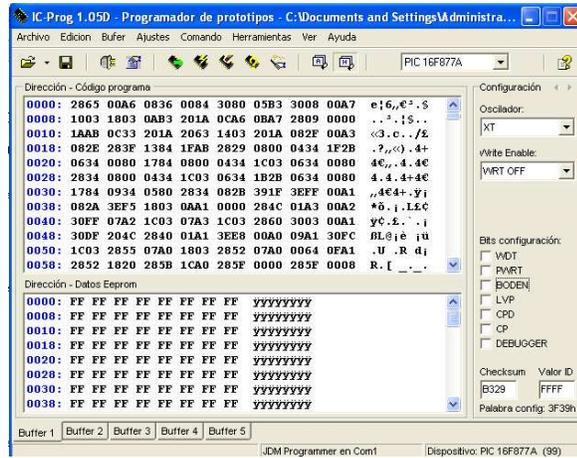


Figura 18 Pantalla principal IC Prog

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA**

En este capítulo se presenta el diseño de hardware así como también el software para la implementación del Sistema de monitorización y alerta temprana SMAT.

El sistema es independiente y autónomo, el mismo que monitorizara cada minuto varios parámetros definidos según las necesidades de control de ciertos tipos de laboratorios. Los sensores pueden variar dependiendo del tipo de laboratorio a monitorizar, es por ello que los más utilizados son los sensores para control de incendios (humo y temperatura), sin olvidarse que en la actualidad existe en el mercado una gran variedad de sensores que pueden ser implementados para que funcione con el sistema.

Al monitorizar cada determinado tiempo, se tendrá un control de las variaciones de los parámetros en vigilancia, por naturaleza del sistema y de algunos parámetros de monitorización, estos pueden tener pequeñas variaciones aceptadas por el sistema, es por ello, que al existir una variación de consideración, el modulo de monitorización enviara a la central el parámetro variado y la cantidad de variación a la central.

La información receptada por la central se procesa y de acuerdo a porcentajes de peligrosidad, este emitirá alertas de detección o alertas de peligrosidad, mediante un indicador auditivo como lo es la sirena y mensajes de texto a los responsables de los laboratorios, para la verificación correspondiente.



**Figura 19 S.M.A.T. Implementado**

### **3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES**

El sistema de monitorización y alerta temprana esta diseñado de una manera tal que sea flexible y adaptable a cualquier infraestructura donde se desee ser implementado, para ello cuenta de varias etapas las mismas que se detallan a continuación:

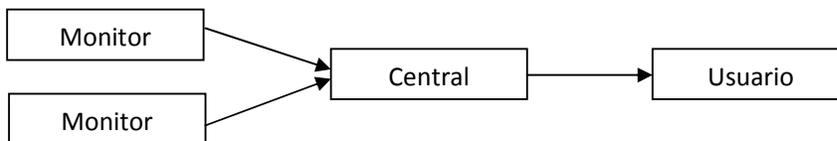


Figura 20 Diagrama de bloques SMAT

**Monitor.-** Dispositivo secundario del sistemas en el cual se encuentran los sensores, el modulo de transmisor inalámbrico.

**Central.-** Dispositivo primario del sistema, el cual consta de un modulo receptor inalámbrico, un modulo de comunicación serial para la comunicación con el modem del teléfono celular, y la alarma auditiva (sirena).

Para comunicar cada una de los componentes del sistema, se cuenta con varias interfaces de comunicación.

La comunicación entre el monitor y la central utiliza módulos inalámbricos de radio frecuencia RF, la comunicación entre la central y el usuario utiliza la tecnología móvil, aprovechando los mensajes de texto propios de la tecnología GSM.

### 3.2 DISEÑO DE LA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

#### 3.2.1 COMUNICACIÓN ENTRE LOS MÓDULOS DE MONITORIZACION Y CENTRAL

Los módulos de radio frecuencia RF FST-4 para transmisión y RF CZS-3 para la recepción se utilizaron para comunicar a los módulos de monitorización y central.

Transmisión de Datos

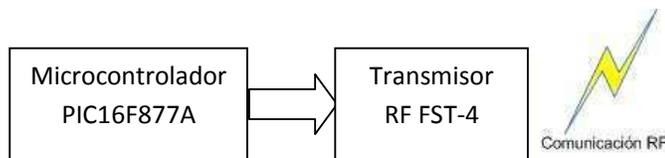


Figura 21 Diagrama de Bloques para la Transmisión de datos

**LA DECLARACIÓN SEROUT.**-Esta declaración sirve para enviar datos seriales en un formato estándar asíncrono usando 8 bits de dato, sin paridad y 1 stop bit, (8N1), y para poder utilizarlo debemos incluir el modo de comunicación, en el caso de Microcode se utiliza el modedefs.bas, que es el modo de comunicación que utiliza mencionado programa.

**SEROUT** puertob.1, N2400, ["D"] ; envía el carácter ASCII "D", por el puerto B1 a 24008N1, en dato invertido.

#### Modulo Tx FST-4



Figura 22 Modulo de Transmisión RF

Voltaje de trabajo: 3 VDC A 12 VDC

Corriente de consumo: 5-45 mA.

Tamaño: 21x22x8 mm.

Distancia máxima: 1000m.

Frecuencia de trabajo: 315 MHz.

#### Recepción de datos

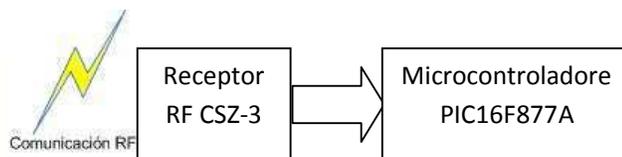


Figura 23 Diagrama de bloques Recepción de datos

**LA DECLARACIÓN SERIN.-** Esta declaración sirve para recibir datos seriales en un formato estándar asincrónico usando 8 bits de dato, sin paridad y 1 stop bit (8N1), y para poder utilizarlo debemos incluir igualmente que para el serout el modo de comunicación, su forma de utilizar es la siguiente:

**SERIN** portb.0, N2400, letra ; esperar un dato serial y guardarlo en una variable previamente creada.

Es importante saber que esta declaración detiene el programa esperando a que ingrese un dato, y solamente cuando haya recibido un dato, continua con la siguiente línea del programa, para hacer que solo espere un determinado tiempo y luego continúe con la siguiente línea debe utilizar **Timeout**.

#### **MODEDEFS.BAS modo de comunicación.**

El modo modedefs.bas contiene algunos de los parámetros para las comunicaciones, por ejemplo en nuestro caso las velocidades de transmisión que son: para dato invertido N300, N1200, N2400, N9600, y para dato verdadero: T300, T1200, T2400, T9600. Los datos invertidos por ejemplos el N2400, quiere decir que un 1 lógico vale 0v, y un 0 lógico vale 5v, en cambio para datos verdaderos por ejemplo el T2400, el 1 lógico vale 5v, y el 0 lógico vale 0v.

#### **Detalle modulo RX CSZ-3**



**Figura 24 Modulo de Recepción RF**

Sensibilidad -103dBm.

Frecuencia: 315 MHz.

Tamaño: 30x14x7mm

Corriente: 5mA.

Voltaje: 5V.

Modo de Modulación: ASK.

Temperatura de trabajo: -20 ~ 70 °C.

**Especificaciones:**

Circuito Oscilador LC, la salida es TTL y se puede aplicar directamente a un decodificador.

El modulo tiene un ancho de banda ancho de +/-10MHz.

Trabaja desde 3VDC a 8 VDC, el uso general es en 5 VDC.

El rango de frecuencia para este modulo es de 315MHz.

La corriente de consumo es normalmente de 5mA.

### **3.3 MÓDULO DE MONITORIZACION**

El modulo de monitorización está constituido por varias etapas, la primera es la de recolección de datos, esta es realizada por los sensores (GLP, Temperatura y humo), cada uno de los sensores cuenta con un acondicionamiento de señal.

La segunda etapa es la de procesamiento de la información, pues al existir una variación considerable de la lectura actual con respecto a la lectura anterior, se envía el parámetro que sufrió dicha variación, acompañado de la cantidad de variación.

Y finalmente una tercera etapa que es la del envío de información a la central.

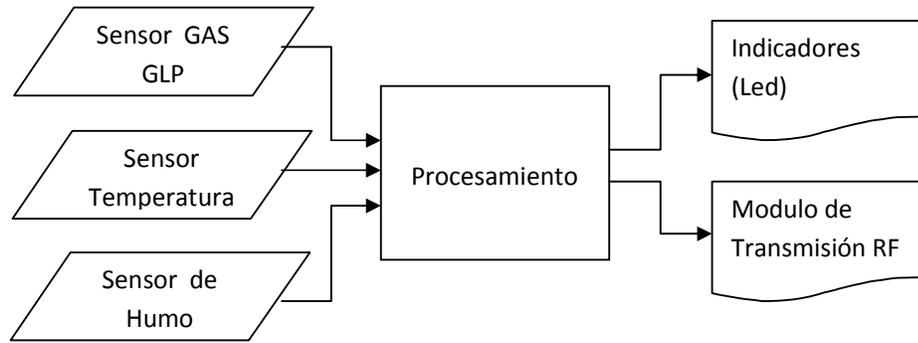


Figura 25 Diagrama de Bloques Monitor

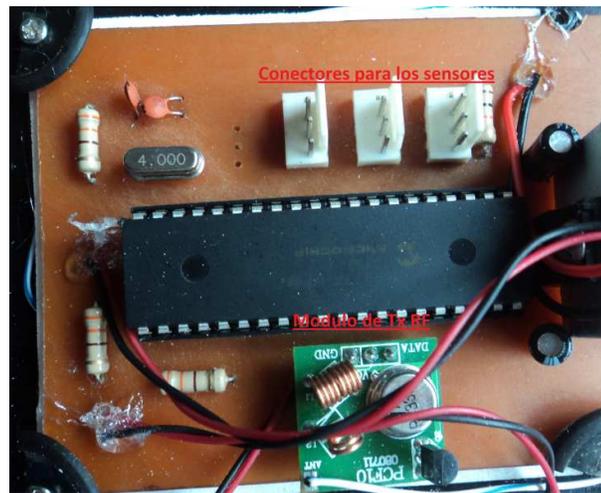


Figura 26 Implementaci3n del modulo de monitorizaci3n

### MQ-6 Sensor de GAS GLP



Figura 27 Sensor MQ-6 GLP

Sensor para medir concentraciones del gas licuado de petróleo, adecuado para detectar las concentraciones de GLP (compuesto en su mayoría de propano y butano)

en el aire. El MQ-6 puede detectar concentraciones de gas entre 200 y 10000ppm (partes por millón).

El material sensible de los gases de sensor de 6 MQ es SnO<sub>2</sub>, que posee menor conductividad en el aire limpio.

**Características:**

- Buena sensibilidad al gas combustible en una amplia gama
- Alta sensibilidad a propano, butano y GLP
- Larga vida y bajo costo
- Simple circuito de impulsión

**Aplicaciones:**

- Detector de fugas de gas domestico
- Detector de gas combustible industrial
- Detector de gas portátil

Modelo No.		MQ-6	
Tipo de sensor		Semiconductor	
Norma encapsulación		Baquelita (baquelita Negro)	
La detección de gas		Isobutano, butano, GLP	
Concentración		300-10000ppm (Butano, propano, GLP)	
Circuito	Lazo de tensión	V <sub>c</sub>	≤ 24 V DC
	Calentador de tensión	V <sub>H</sub>	5.0V ± 0.2V AC or DC
	Resistencia de carga	R <sub>L</sub>	Ajustable

Personaje	Calentador de Resistencia	$R_H$	$31\Omega \pm 3\Omega$ Room Tem.
	Calentador de consumo	$P_H$	$\leq 900$ MW
	Detección de resistencia	$R_s$	$2K\Omega$ - $20K\Omega$ (en 2000 ppm $C_3 H_8$ )
	Sensibilidad	S	$R$ (en aire) / $R$ (1000 ppm $C_4 H_{10}$ ) $\geq 5$
	Pendiente	$\alpha$	$\leq 0,6$ (2000 ppm de I / $R$ GLP 1000 ppm)
Condición	Tem. Humedad		$20 \pm 265\%$ de humedad relativa $\pm 5\%$
	Norma circuito de la prueba		$V_c: 5.0V \pm 0.1V_H$ $V: 5.0V \pm 0.1V$
	Pre caliente el tiempo		Más de 48 horas

Tabla V Características técnicas Sensor MQ-6

Este sensor tiene una alta sensibilidad y un tiempo de respuesta rápido. La salida del sensor es una resistencia análoga. El circuito de interfaz es muy simple, todo lo que se necesita hacer es alimentarlo con 5V, añadir una resistencia de carga y conectar la salida al convertor análogo – digital.

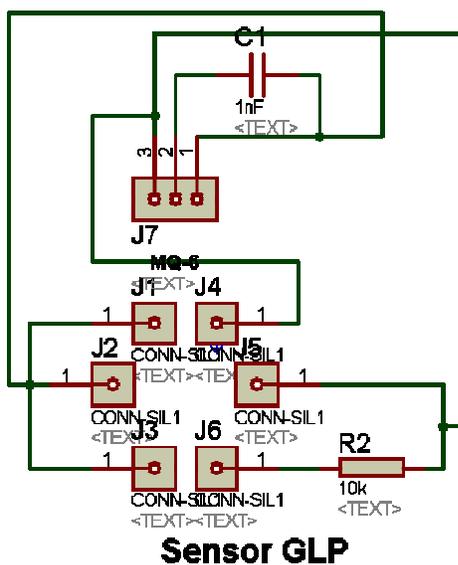


Figura 28 Circuito para el sensor de GLP



Figura 29 Implementación del Sensor de Gas

### LM 35 Sensor de Temperatura

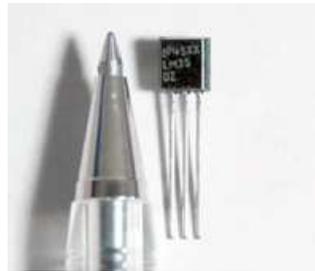


Figura 30 Sensor de temperatura LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Puede medir temperaturas en el rango que abarca desde -55° a + 150°C. La salida es muy lineal y cada grado centígrado equivale a 10 mV en la salida.

#### Características

Sus características más relevantes son:

- Precisión de ~1,5°C (peor caso), 0,5°C garantizados a 25°C.
- No linealidad de ~0,5°C (peor caso).
- Baja corriente de alimentación (60uA).
- Amplio rango de funcionamiento (desde -55° a + 150°C).
- Bajo costo.



Para mejorar la señal se emplea un amplificador operacional, el mismo que permitirá apreciar cambios de temperatura de una mejor manera, pues el objetivo del sensor de temperatura es que se detecte cambios bruscos de temperatura en periodos cortos de tiempo.

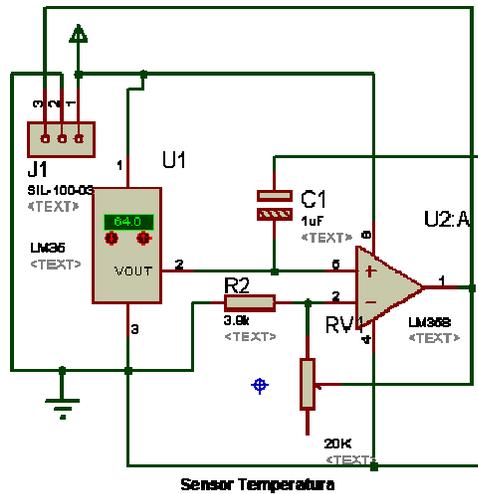


Figura 32 Circuito para el sensor de Temperatura



Figura 33 Implementación del sensor de temperatura.

### 3.3.1 CIRCUITO DEL MODULO DE MONITORIZACION

El microcontrolador utilizado cuenta con 8 canales de conversión, de los cuales se utilizaron 4, estos se conectan a los sensores con una línea de alimentación, otra de GND y la ultima de dato.

El modulo cuenta también con el modulo de transmisión, y su debida alimentación, posee un juego de 3 leds que indicaran los procesos que este está llevando a cabo, entre ellos está el indicar su operatividad, el momento de la adquisición de datos, y el indicador de detección.

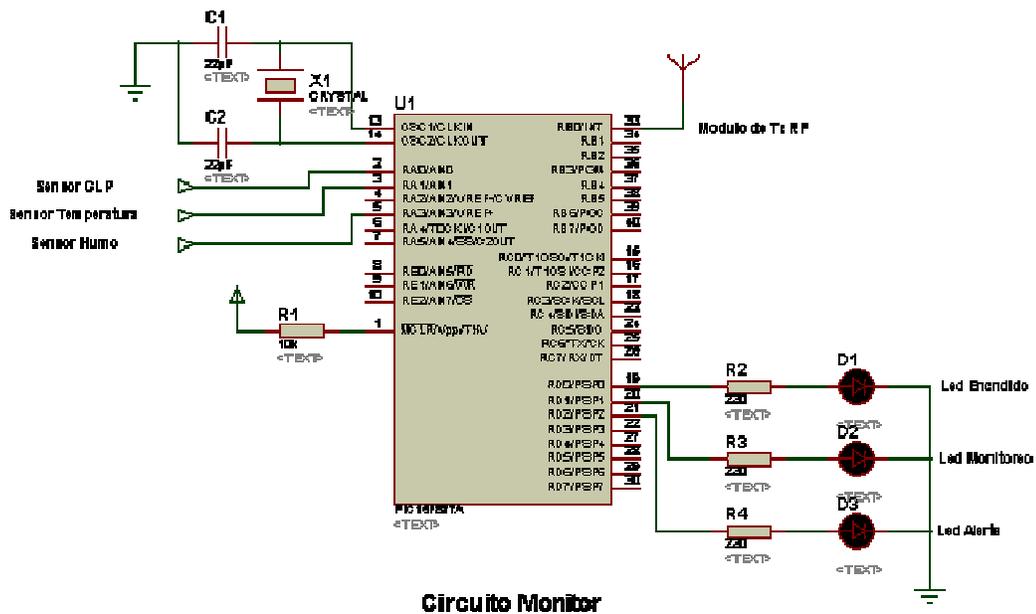


Figura 34 Circuito de Modulo de Monitorización

### 3.4 MODULO CENTRAL

El modulo central posee tres partes principales definidas, la primera es la etapa de recepción de datos, enviados desde cada uno de los módulos de monitorización, la segunda etapa es la de procesamiento de la información, y finalmente cuenta con la fase de alerta, dependiendo

de los niveles monitorizados, se enviaran los mensajes a los usuarios solamente, o se activara la alarma auditiva.

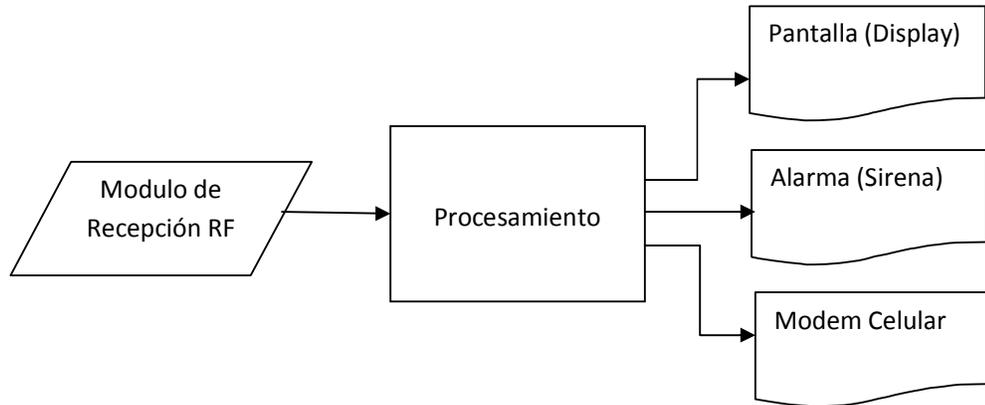


Figura 35 Diagrama de Bloques Central



Figura 36 Implementación del modulo central

## Pantalla de cristal líquido (LCD)

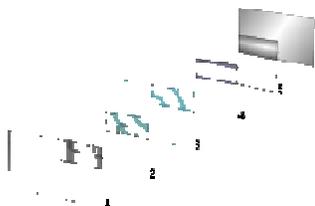


Figura 37 Pantalla de cristal líquido.

Una pantalla de cristal líquido o LCD (acrónimo del inglés *liquid crystal display*) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

Cada píxel de un LCD típicamente consiste de una capa de moléculas alineadas entre dos electrodos transparentes, y dos filtros de polarización, los ejes de transmisión de cada uno que están (en la mayoría de los casos) perpendiculares entre sí. Sin cristal líquido entre el filtro polarizante, la luz que pasa por el primer filtro sería bloqueada por el segundo (cruzando) polarizador.

Importantes factores que se deben considerar al evaluar una pantalla de cristal líquido:

**Resolución.-** Las dimensiones horizontal y vertical son expresadas en píxeles. Las pantallas HD tienen una resolución nativa desde 1280x720 píxeles (720p) y la resolución nativa en las Full HD es de 1920x1080 píxeles (1080p).

**Ancho de punto.-** La distancia entre los centros de dos píxeles adyacentes. Cuanto menor sea el ancho de punto, tanto menor granularidad tendrá la imagen. El ancho de punto suele ser el mismo en sentido vertical y horizontal, pero puede ser diferente en algunos casos.

**Tamaño.-** El tamaño de un panel LCD se mide a lo largo de su diagonal, generalmente expresado en pulgadas (coloquialmente llamada área de visualización activa).

**Tiempo de respuesta.-** Es el tiempo que demora un píxel en cambiar de un color a otro.

**Tipo de matriz.-** Activa, pasiva y reactiva.

**Ángulo de visión.-** Es el máximo ángulo en el que un usuario puede mirar el LCD, es estando desplazado de su centro, sin que se pierda calidad de imagen. Las nuevas pantallas vienen con un ángulo de visión de 178 grados.

**Soporte de color.-** Cantidad de colores soportados. Coloquialmente conocida como gama de colores.

**Brillo.-** La cantidad de luz emitida desde la pantalla; también se conoce como luminosidad.

**Contraste.-** La relación entre la intensidad más brillante y la más oscura.

**Aspecto.-** La proporción de la anchura y la altura (por ejemplo, 5:4, 4:3, 16:9 y 16:10).

**Puertos de entrada.-** Por ejemplo DVI, VGA, LVDS o incluso S-Video y HDMI.

### **Nokia 3220**



El Nokia 3220 es un teléfono móvil GSM. Es una actualización del Nokia 3200.

### Características

- GPRS (Clase 10), EGPRS (Clase 6), HSCSD (Clase 6).
- Acceso a internet (WAP 2.0 – xHTML sobre TCP/IP).
- MMS con audioclip AMR y SMIL
- SIM ATK más recientes.
- Juegos Java MIDP 2.0 preinstalados.
- Envía Mensajes Flash.
- Configuraciones OTA – nuevo gestor de dispositivo.
- MP3 (Reproducción solo en Versión 5.10) \*#0000#
- Envío y recepción de e-mail.
- Gestión de derechos digitales – estándar OMA.
- Altavoz manos libres incorporado.
- Cámara VGA integrada – fotos con Enhanced Imagen Editor para enviar por MMS.
- Redacción sobre el aire (Wave Messaging).
- Cubierta funcional Xpress-On Fun Shell.
- Efectos de luz y sonidos personalizables: encender/apagar, llamadas entrantes y perdidas, SMS, MMS, grupos de llamantes.
- Tonos de timbrado de hasta 16 voces.
- Menú específico del operador.
- Navegador xHTML – nuevo contenido en color.
- Papel de fondo.
- Protector de pantalla.
- Gráficos despertadores.
- Enchufe de cargador DCT.
- Conector Pop-Port.

- Teclado con tecla de navegación de 5 sentidos.
- La memoria del Nokia 3220 no supera los 2,5 MB, que ya están repletos de caricaturas de personajes animados que representa a Nokia Corporated "EMO", screensavers, Wallpapers y ringtones polifónicos.
- imagen para contactos

### Especificaciones

- Triple Banda GSM 900/1800/1900 (3220) y GSM 850/1800/1900
- Peso: 86 g
- Largo: 104,5 mm
- Ancho: 44,2 mm

<b>Nokia 3220</b>	
<b>Pantalla</b>	27.5x27.5 mm 128x128 pixels 65.536 colores
<b>Ringtones</b>	Polifónico 16 canales
<b>Memoria</b>	3 MB compartidos + 1.5 MB para java
<b>Bandas</b>	GSM900/1800/1900 Europa GSM850/1800/1900 America GPRS, EDGE, HSCSD
<b>Conectividad</b>	Pop-Port
<b>Dimensiones</b>	104.5x44.2x18.7 mm
<b>Peso</b>	86 g

Tabla VI Características NOKIA 3220

### 3.4.1 CIRCUITO DEL MÓDULO CENTRAL

El modulo central cuenta con el modulo receptor de RF, que se conecta al microcontrolador para recibir los datos enviados desde los módulos de monitorización, un led que indica el procesamiento de la información, un display lcd, en el cual se visualizan las novedades registradas y los procesos que se realizan, finalmente una sirena que se activara solamente cuando la variación de los niveles, sean muy altos.

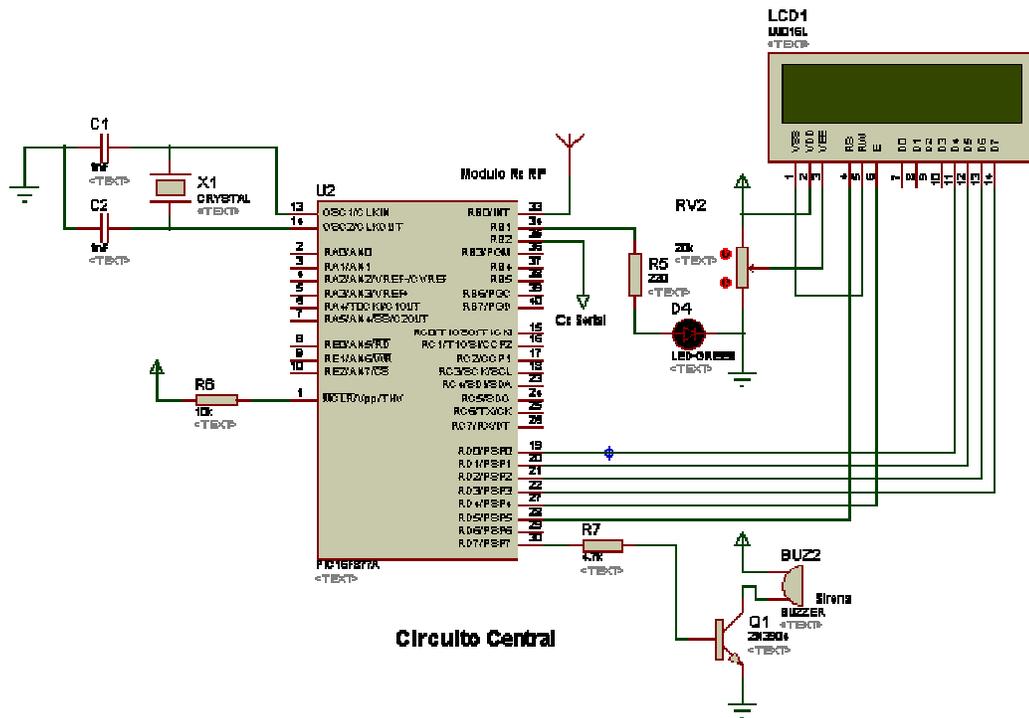


Figura 38 Circuito del modulo Central



## CAPÍTULO IV

### DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA EL SMAT

#### 4.1 PROGRAMA DEL MODULO DE MONITORIZACIÓN

El software del monitor para el sistema de monitorización y alerta temprana, se detalla a continuación:

```
include "modedefs.bas"

define osc 4

trisd=%0
adcon1=%0000
'*Declaración de las variables a utilizar*
dat_g1 var byte
dat_g2 var byte
dat_t1 var byte
dat_t2 var byte
dat_h1 var byte
dat_h2 var byte
vg var byte
vt var byte
```

```
vh var byte
x var byte
```

```
led_on var portd.0
led_sen var portd.1
led_var var portd.2
```

```
high led_on
HIGH led_sen
HIGH led_var
pause 5000
LOW LED_SEN
LOW LED_VAR
```

```
'*Lectura inicial de convertidores*
```

```
adcon0=%1000001
gosub medir
dat_g1=adresh
```

```
adcon0=%1001001
gosub medir
dat_t1=adresh
```

```
adcon0=%1011001
gosub medir
dat_h1=adresh
```

```
'*Programa principal*
```

```
inicio:
```

```
  high led_sen
  pause 250
  gosub sen_g
  gosub sen_t
  gosub sen_h
  low led_sen
  pause 5000
```

```
goto inicio
```

```
'*Subrutina para medir la variacion del sensor de gas*
```

```
sen_g:
```

```
  adcon0=%1000001
  gosub medir
  dat_g2=adresh
  if dat_g1>=dat_g2 then vg=0
  if dat_g2>dat_g1 then vg=dat_g2-dat_G1
  if vg>20 then
    pause 100
    for x=1 to 5
      serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","g",vg]
    next
  high led_var
  pause 2000
```

```
    low led_var
  endif
  if vg<20 then vg=0
  dat_g1=dat_g2
return
'*Subrutina para medir la variacion del sensor de temperatura*
sen_t:
  adcon0=%1001001
  gosub medir
  dat_t2=adresh
  if dat_t1>=dat_t2 then vt=0
  if dat_t2>dat_t1 then vt=dat_t2-dat_t1
  if vt>20 then
    pause 100
    for x=1 to 5
      serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","t",vt]
    next
    high led_var
    pause 2000
    low led_var
  endif
  if vt<20 then vt=0
  dat_t1=dat_t2
return
'*Subrutina para medir la variacion del sensor de humo*
sen_h:
  adcon0=%1011001
  gosub medir
  dat_h2=adresh
  if dat_h1>=dat_h2 then vh=0
  if dat_h2>dat_h1 then vh=dat_h2-dat_h1
  if vh>20 then
    pause 100
    for x=1 to 5
      serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","h",vh]
    next
    high led_var
    pause 2000
    low led_var
  endif
  if vh<20 then vh=0
  dat_h1=dat_h2
return
'*Subrutina para leer el conversor*
medir:
  pauseus 50
  adcon0.2=1
  pauseus 50
return
```

end

Para comprender de una mejor manera el funcionamiento del software del modulo de monitorización, se cuenta con un diagrama de flujo.

#### 4.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL MÓDULO DE MONITOREO

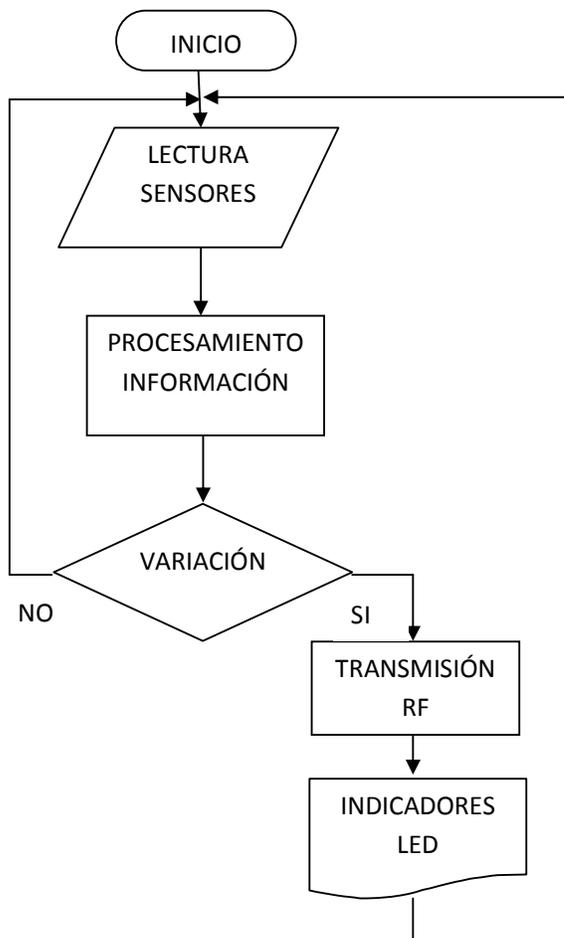


Figura 39 Diagrama de flujo del funcionamiento del monitor

#### 4.1.2 DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS

A continuación de describen algunas de las subrutinas más importantes de una manera más detallada.

Para la adquisición de los datos de los sensores y para la conversión, primero inicializamos el conversor del ADC, luego habilitamos el canal del cual vamos a adquirir los datos.

**\*Subrutina para leer el conversor\***

```
medir:
  pauseus 50
  adcon0.2=1
  pauseus 50
return
```

**\*Lectura inicial de convertidores\***

```
adcon0=%1000001
gosub medir
dat_g1=adresh
```

```
adcon0=%1001001
gosub medir
dat_t1=adresh
```

```
adcon0=%1011001
gosub medir
dat_h1=adresh
```

Seguidamente detallamos la subrutina para el proceso de medición de la lectura actual, lectura anterior, y variación de las dos lecturas, esta variación se compara con una constante dependiendo del tipo de parámetro y del sensor, y si supera la misma, se envía la información.

**\*Subrutina para medir la variación de los sensorres\***

```
sen_g:
  adcon0=%1000001
  gosub medir
  dat_g2=adresh
  if dat_g1>=dat_g2 then vg=0
  if dat_g2>dat_g1 then vg=dat_g2-dat_g1
  if vg>20 then
    pause 100
    for x=1 to 5
      serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","g",vg]
    next
  high led_var
  pause 2000
```

```
    low led_var
  endif
  if vg<20 then vg=0
  dat_g1=dat_g2
return
```

La subrutina antes descrita sirve para los otros sensores, la única diferencia es en el nombre de las variables y las constantes que utiliza para hacer referencia.

Cuando existe una variación sea la cantidad que sea, el led rojo indicara la detección de dicha variación y por consecuente el envió de datos a la central desde el modulo de monitorización.

```
    high led_var
  pause 2000
  low led_var
```

#### 4.1.3 FORMA DE COMUNICACIÓN

La declaración serout permite enviar datos de forma serial de una manera estándar hacia el modulo de transmisión de radio frecuencia de modo asíncrono usando como datos el parámetro que sufrió la variación y el total de la variación.

```
serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","g",vg]    Subrutina para el sensor de gas.
```

```
serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","t",vt]    Subrutina para el sensor de  
temperatura.
```

```
serout portb.0,n2400,[$ff,$ff,"ok","h",vh]    Subrutina para el sensor de humo.
```

Al inicio de la comunicación serial, se envía una serie de parámetros para inicializar la comunicación.

Esta comunicación sirve únicamente entre el modulo de monitorización y el modulo de control o central.

#### 4.2 PROGRAMA DEL MODULO DE CONTROL (CENTRAL)

El software de la central para el sistema de monitorización y alerta temprana, se detalla a continuación:

```
include "modedefs.bas"

define osc 4
define lcd_dreg portd
define lcd_dbit 0
define lcd_rsreg portd
define lcd_rsbit 5
define lcd_ereg portd
define lcd_ebit 4

trisd=%0

dato var byte
v var byte

LED_ON VAR PORTB.1
SIRENA VAR PORTB.7

high LED_ON
pause 200
low LED_ON

lcdout $fe,1,"INICIALIZANDO..."
LCDOUT $FE,$C1,"***.S.M.A.T.****"
PAUSE 5000
lcdout $fe,1,"***.S.M.A.T.****"

RECEPTOR:
  serin portb.0,n2400,["ok"],dato,v
  if dato="g" then
    high LED_ON
    IF V>50 THEN
      HIGH SIRENA
    ENDIF
    V = (V*100)/255
    lcdout $fe,1,"*GAS DETECTADO*"
    lcdout $fe,$c1,"ENVIANDO ALERTA"
    GOSUB ENVIO
```

```
SEROUT PORTB.2,N9600,["GAS DETECTADO, NIVEL:", V,"%",26 ]
pause 5000
low SIRENA
endif
if dato="t" then
high LED_ON
IF V>100 THEN
HIGH SIRENA
ENDIF
V=(V*100)/255
lcdout $fe,1,"*ELEV TEMPERA*"
lcdout $fe,$c1,"ENVIANDO ALERTA"
GOSUB ENVIO
SEROUT PORTB.2,N9600,["AUMENTO TEMPERATURA, NIVEL:", V,"%",26 ]
pause 5000
low SIRENA
endif
if dato="h" then
high LED_ON
IF V>75 THEN
HIGH SIRENA
ENDIF
V=(V*100)/255
lcdout $fe,1,"*HUMO DETECTADO*"
lcdout $fe,$c1,"ENVIANDO ALERTA"
GOSUB ENVIO
SEROUT PORTB.2,N9600,["HUMO DETECTADO, NIVEL:", V,"%",26 ]
pause 5000
low SIRENA
endif
low LED_ON
lcdout $fe,1,"***.S.M.A.T.***"
goto RECEPTOR
```

ENVIO:

```
serout PORTB.2,N9600,["ATZ",10,13]
pause 500
serout PORTB.2,N9600,["AT+CMGF=1",10,13]
PAUSE 500
SEROUT PORTB.2,N9600,["AT+CSCA=",34,"+59395897705",34,10,13]
PAUSE 500
SEROUT PORTB.2,N9600,["AT+CMGS=",34,"095112983",34,10,13]
PAUSE 500
SEROUT PORTB.2,N9600,["SMAT ACTIVADO, "]
PAUSE 500
RETURN
```

End

#### 4.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL MÓDULO DE CONTROL

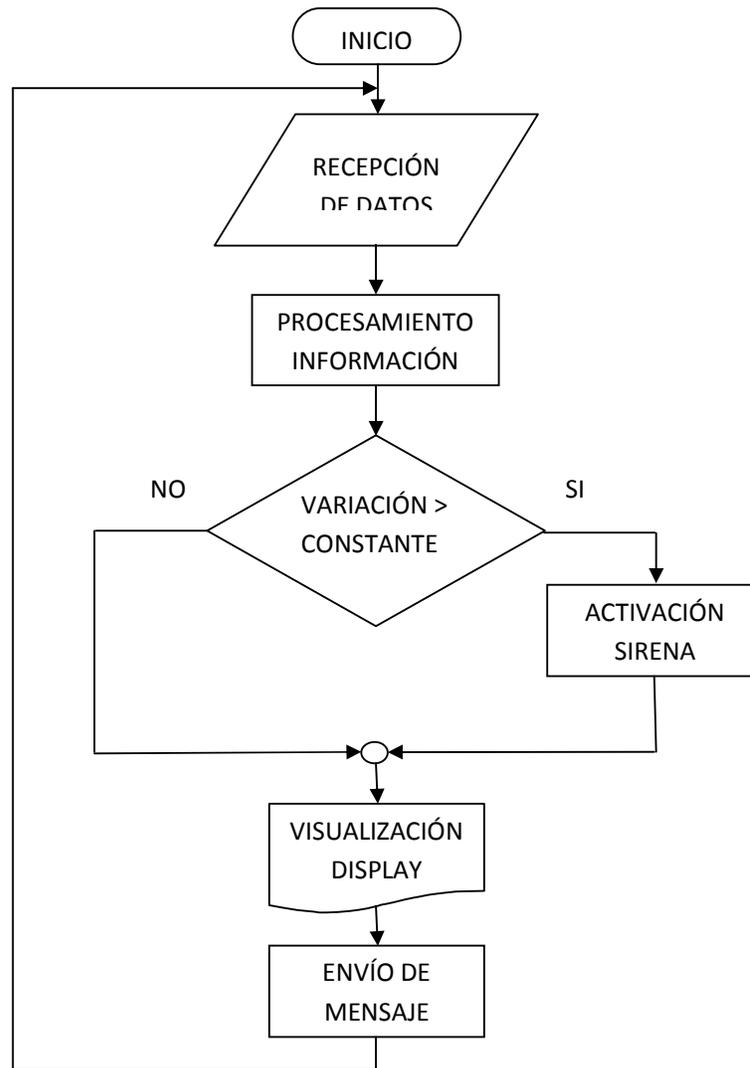


Figura 40 Diagrama de flujo del funcionamiento de la central

#### 4.2.2 DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS

El receptor cuenta con 3 subrutinas importantes, la primera es la de recepción de información, la segunda es la de procesamiento de dicha información, y finalmente la del envío de la información mediante mensaje de texto.

Una vez receptado los datos enviados desde los monitores

```
serin portb.0,n2400,["ok"],dato,v
```

se verifica a qué tipo de sensor corresponde

```
if dato="g" then
  high LED_ON
  IF V>50 THEN
    HIGH SIRENA
  ENDIF
  V = (V*100)/255
  lcdout $fe,1,"*GAS DETECTADO*"
  lcdout $fe,$c1,"ENVIANDO ALERTA"
  GOSUB ENVIO
  SEROUT PORTB.2,N9600,["GAS DETECTADO, NIVEL:", V,"%",26 ]
  pause 5000
  low SIRENA
endif
```

Para luego visualizar la información en el display el en led, o activar la sirena dependiendo sea el caso. Este se convierte en la segunda subrutina importante, que es el tratamiento de la información.

Finalmente se tiene la subrutina para el envío del mensaje de texto desde el microcontrolador.

```
ENVIO:
  serout PORTB.2,N9600,["ATZ",10,13]
  pause 500
  serout PORTB.2,N9600,["AT+CMGF=1",10,13]
  PAUSE 500
  SEROUT PORTB.2,N9600,["AT+CSCA=",34,"+59395897705",34,10,13]
  PAUSE 500
  SEROUT PORTB.2,N9600,["AT+CMGS=",34,"095112983",34,10,13]
  PAUSE 500
  SEROUT PORTB.2,N9600,["SMAT ACTIVADO, "]
  PAUSE 500
RETURN
```



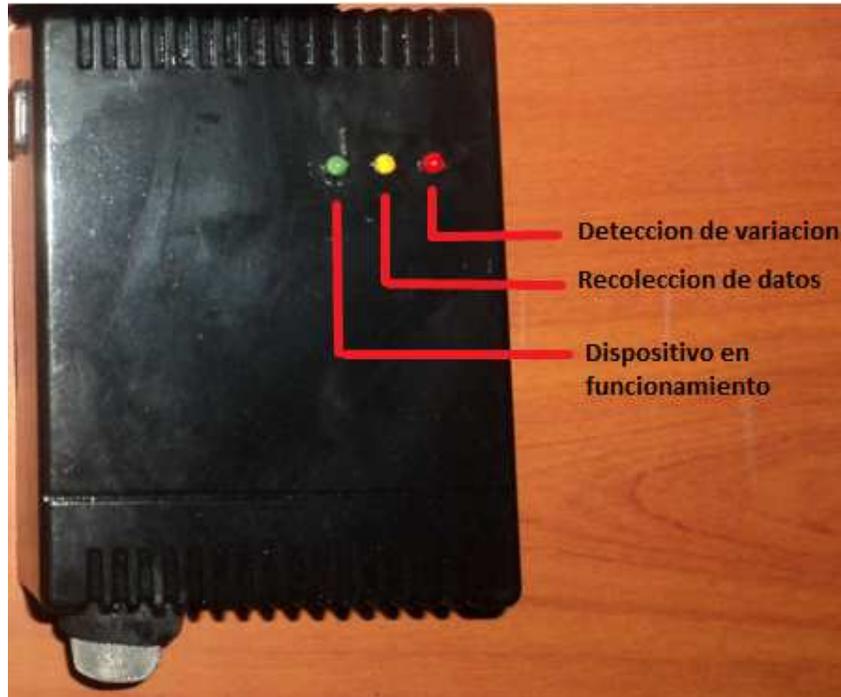


Figura 41 Monitor S.M.A.T.

En el caso del modulo central, se tiene una pantalla (Display) que permite visualizar el parámetro ambiental monitorizado que sufrió una variación alta en un tiempo determinado además de indicar que la alerta al usuario se está enviando.

- S.M.A.T. Cuando el sistema no detecta ninguna variación
- GAS DETECTADO
- AUMENTO TEMPERATURA Dependiendo sea el caso
- HUMO DETECTADO
- ENVIANDO ALERTA Envio de la alerta mediante mensaje de texto.

En el caso de haber detectado niveles peligrosos, el sistema también activara la sirena, con el objetivo de que se realicen las acciones del caso.



Figura 42 Central S.M.A.T.

La información enviada al usuario a través de un mensaje de texto será la siguiente o tendrá la siguiente sintaxis:

**S.M.A.T ACTIVADO**

Activación del sistema.

**GAS DETECTADO**

Parámetro variado o detectado.

**78 %**

Porcentaje detectado en el sensor.

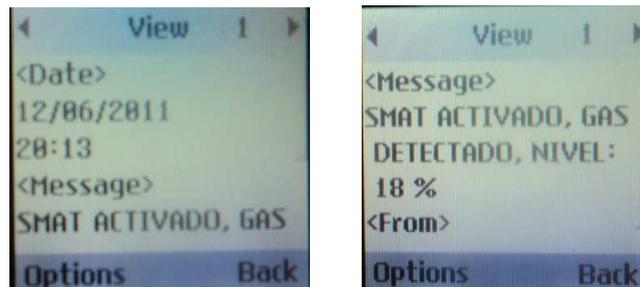


Figura 43 Mensaje de texto para el usuario

## CAPÍTULO V

### FUNCIONALIDAD Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

Al realizar las pruebas para el funcionamiento del sistema, se percato que el funcionamiento depende de algunos factores importantes, en la siguiente tabla se describe lo anteriormente citado.

Sensor	Factores	Consideraciones
Gas Licuado de Petróleo (GLP)	Distancia Tiempo	Menor a los 30 cm, y en lugares de alta concentración Desde 5 segundos.
Temperatura	Tiempo Material	Depende mucho de la acumulación de calor. (Tiempo no determinado) Inflamables o de fácil combustión.
Humo	Tiempo	No determinado

	Tipo	Observar Tabla VIII.
--	------	----------------------

Tabla VII Factores y consideraciones de funcionamiento

## 5.1 ANÁLISIS DE FUGAS DE GLP

### IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

HR: 3 (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC50 (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

### SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de GLP se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar.

Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan

concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire = 1).

### Efectos potenciales para la salud

TWA 1000 ppm (Límite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos)

TWA 350 mg/m<sup>3</sup>; CL 1800 mg/m<sup>3</sup>/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

**TWA:** *Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm ó mg/m<sup>3</sup>.*

### Mezcla Aire + Gas licuado

**Zonas A y B.** En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.

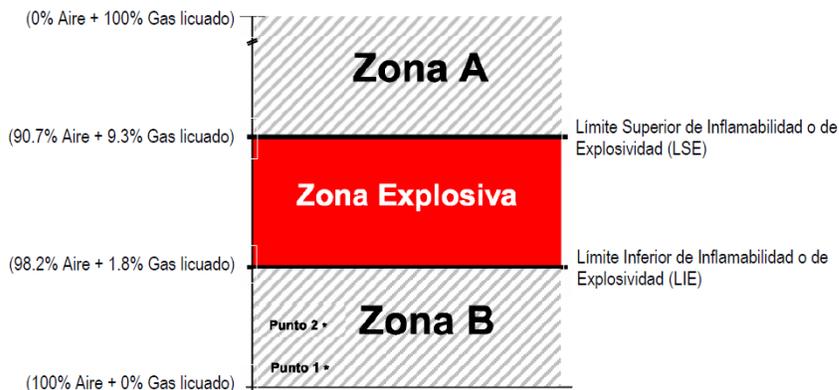


Figura 44 Zonas de Peligrosidad para GLP

Punto 1 = 20% del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60% del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

## **5.2 ANÁLISIS INCREMENTO DE TEMPERATURA**

Los incendios pueden comenzar en cualquier momento del día o de la noche si el peligro existe. Si el incendio ocurre cuando las áreas están ocupadas, existe la probabilidad de que pueda ser descubierto y controlado en la fase inicial. Pero si ocurre cuando el edificio está cerrado y desierto, el fuego puede avanzar sin ser detectado hasta que alcanza mayores proporciones. Un incendio en una edificación cerrada es una de las consideraciones de importancia para la ventilación.

Cuando el fuego se encuentra confinado en una edificación o habitación, la situación que se genera requiere de procedimientos de ventilación cuidadosos y previamente calculados si se desea prevenir mayores daños y reducir los riesgos. Este tipo de fuego se puede entender más fácilmente mediante la investigación de sus tres etapas de progreso.

En la primera fase, el oxígeno contenido en el aire no ha sido significativamente reducido y el fuego se encuentra produciendo vapor de agua, bióxido de carbono, posiblemente pequeñas cantidades de bióxido de azufre, monóxido de carbono y otros gases. Se genera cierto calor y el mismo se está incrementando a medida que el fuego avanza. El fuego puede producir temperaturas de llama por encima de 637 grados °C (1,000 grados °F) y en este momento la temperatura en la habitación puede estar ligeramente incrementada.

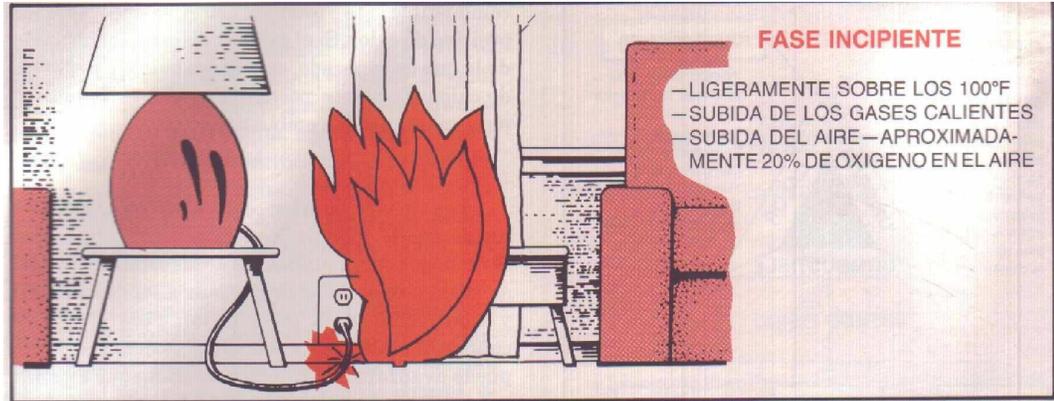


Figura 45 Fase Inicial de un incendio

La segunda fase de combustión involucra las actividades de libre combustión del fuego. Durante esta fase el aire rico en oxígeno es lanzado hacia la llama, a medida que la convección (elevación de gases calientes) lleva el calor a las regiones más altas del área confinada. Los gases calientes se expanden lateralmente desde el techo hasta abajo, forzando el aire frío hacia niveles inferiores, y facilitando así la ignición de materiales combustibles en los niveles superiores de la habitación. La aspiración de este aire súper caliente puede lesionar los pulmones. En este momento la temperatura en las regiones superiores puede exceder los 700 grados °C (1,300 grados °F). A medida que el fuego progresa a las subsecuentes etapas de esta fase, continuará consumiendo el oxígeno libre hasta que se alcanza un punto en que el oxígeno resulta insuficiente para reaccionar con el combustible. El fuego es entonces reducido a la fase latente y requiere del suministro de oxígeno para encenderse rápidamente o explotar.

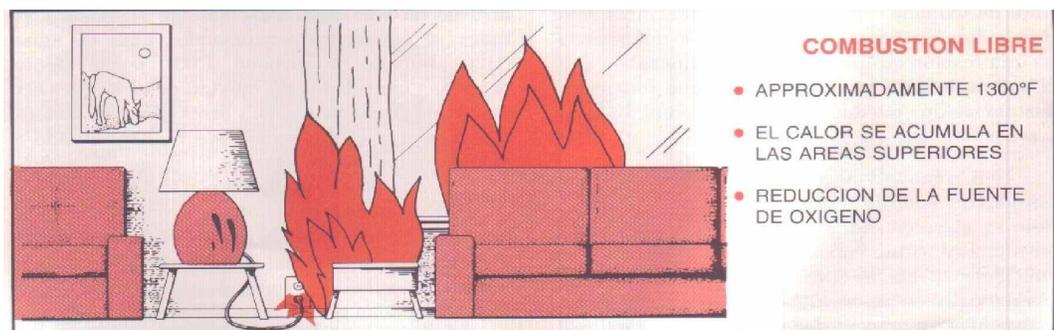


Figura 46 Fase intermedia de un incendio

En la tercera fase, la llama puede dejar de existir si el área confinada es cerrada suficientemente. A partir de este momento la combustión es reducida a ascuas incandescentes. El local se llena completamente con denso humo y gases, hasta un punto que se forzado a salir al exterior por el aumento de la presión. El fuego continuará latente y el local se terminará de llenar de humo denso y gases de la combustión por encima de los 537 grados °C (1,000 grados °F). El intenso calor tenderá a vaporizar las fracciones ligeras de combustibles tales como hidrógeno y metano de los materiales combustibles que se encuentran en el área. Estos gases combustibles serán añadidos a aquellos producidos por el fuego y posteriormente incrementarán el peligro y creará la posibilidad de explosión por flujo reverso.

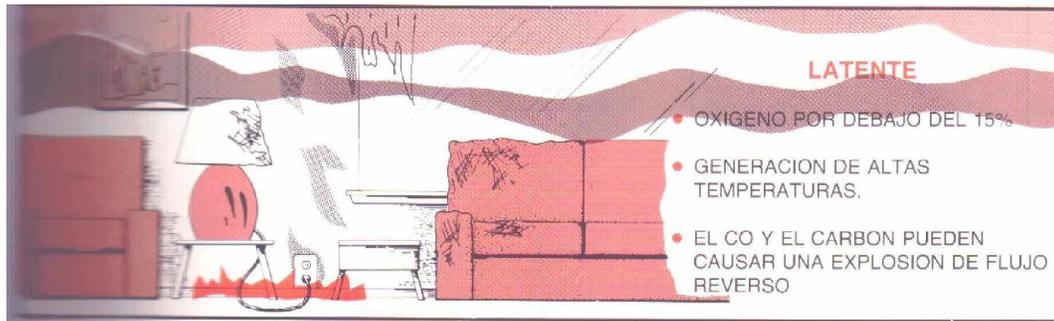


Figura 47 Fase final de un incendio

### 5.3 ANÁLISIS DE PRESENCIA DE HUMO

El humo se produce cuando no existe una oxidación completa del material combustible en el incendio, está compuesto por diferentes gases y partículas liberadas en la quema de las distintas sustancias combustibles, los productos contenidos en el humo varían de acuerdo al tipo de material quemado y su estado físico, los más comunes son: monóxido de carbono, bióxido de carbono, partículas finas de carbón junto con el oxígeno, nitrógeno, vapor de agua y otros.

De ahí que algunos materiales emitan más humo que otros, dependiendo de la composición química. Los combustibles más productores de humo son los derivados del petróleo, tales como los aceites, las pinturas, las gomas y algunos plásticos.

**Ejemplos del color del humo**

<b>MATERIAL INCENDIADO</b>	<b>COLOR DEL HUMO</b>
Aceite de cocinar	Marrón
Gasolina	Negro
Madera o papel	Gris/Marrón
Neumáticos (gomas)	Negro
Pastos	Blanco
Plásticos	Negro
Telas	Gris/Marrón

**Tabla VIII Ejemplo de colores de humos**



## CONCLUSIONES

1. El crear sistemas de monitorización, de control y alerta temprana para parámetros ambientales u otros parámetros, aporta de gran medida a la reducción de riesgos en la gestión del riesgo para prevenir emergencias y desastres.
2. Al diseñar el sistema en varios dispositivos, conseguimos tener una gran área de cobertura para la monitorización, además de que pueda adaptarse a cualquier tipo de infraestructura, siendo esto una característica importante.
3. Para el sistema implementado son importantes los sensores analógicos, pues sus características permiten monitorizar el más mínimo cambio o variación de los parámetros monitorizados, y conjuntamente con la etapa de acondicionamiento de la señal, se puede determinar niveles para definir alertas de verificación física o de alto riesgo.
4. Elegir los correctos y adecuados dispositivos electrónicos, se convierte en una gran tarea, pues de esto depende la sencillez o complejidad para el diseño, y hoy por hoy que existe en el mercado gran variedad de dispositivos, se hace importante buscar varias alternativas y posibilidades.
5. En la prevención de incendios, existen normas internacionales para los dispositivos orientados a esta tarea, por lo cual es importante buscar en el mercado dispositivos que cumplan estos requisitos y adaptarlos al sistema, con ello garantizaríamos el correcto funcionamiento de nuestro sistema.

6. En la actualidad, la sencillez de un sistema, la fácil instalación y la no complejidad del mismo para el usuario son importantes, es por ello que al ser inalámbrico, este cumple con las características antes mencionadas.
7. El sistema cumple solo un objetivo específico, el de alertar cuando los niveles de los parámetros monitorizados cambian o varían drásticamente, para que se tomen las debidas medidas de precaución.
8. El celular Nokia 3220 fue uno de los primeros teléfonos en incorporar varias nuevas tecnologías, es por ello que se convierte en uno de los dispositivos más importantes para el envío de alertas al usuario, aunque no es el único con el que se puede desarrollar el trabajo, pero es el más accesible de adquirir en el mercado.
9. La tecnología hoy por hoy nos permite realizar muchas acciones: como el procesamiento de información con la utilización de microcontroladores, la implementación de tele comandos aprovechando la tecnología de las telecomunicaciones, en este caso con la utilización de comandos AT. Sin embargo hay que saber aprovechar al máximo cada una de estas tecnologías disponibles para la implementación de sistemas electrónicos.



## RECOMENDACIONES

1. Los sistemas deben contar con una interface sencilla o en lo menor posible una interacción con el usuario, pues se dificulta la manipulación de estos sistemas si estos son complejos, o requieren una configuración inicial.
2. El desarrollo de los sistemas o proyectos, se lo debería seguir desarrollando en Windows XP, por sus características, además de que la mayoría de software trabajan perfectamente bajo esta plataforma.
3. Para el manejo de los comandos AT en los celulares hay que tener en cuenta si el celular soporta estas instrucciones, si es necesario contar con el software del cable de datos, el tipo de implementación que se quiere desarrollar, y varios cables de datos propios del celular.
4. Por ser un servicio, los mensajes de texto, se recomienda tener activo el servicio, de no ser así, la alerta al usuario será imposible a menos de que el mismo se encuentre en el sector y pueda escuchar la sirena.
5. Se vuelve importante estudiar los dispositivos de detección ya creados y que cuentan con normas internacionales para ver la posibilidad de adaptación a nuestro sistema.
6. El funcionamiento del sistema se lo debe hacer cuando el lugar a monitorizar se encuentre sin presencia de personas, pero debe ser aun más utilizado cuando exista presencia de personas, pues un objetivo importante es el de evitar pérdidas humanas.

7. Para ubicar los dispositivos del SMAT, se debe tener en cuenta los parámetros monitorizados, por ello se recomienda ubicarlos lo más cerca posible a las potenciales fuentes y a una altura promedio de 1,5 metros sobre el nivel del suelo. Y al existir varios parámetros de monitorización y para cada uno de estos sensores adecuados, se puede implementar algunos otros sensores compatibles con para sistema, además cada dispositivo debe contar con una carcasa o cubierta que no sea tan vulnerable a los posibles riesgos.



## RESUMEN

En mi presente trabajo se diseñó e implementó un sistema de monitorización y alerta temprana, desarrollada para los laboratorios de la escuela de ingeniería electrónica.

Para ello se analizó y comparó, los diferentes elementos disponibles en el mercado como también las tecnologías más apropiadas para el desarrollo del sistema. Entre ellos se menciona al microprocesador PIC16F877A, sensor MQ-6 de GLP, sensor de temperatura Lm35, el sensor QRD1114, los módulos de radio frecuencia Tx FST-4 y RX CSZ-3, display de cristal líquido, cable de datos dku-5, celular Nokia 3220, diodos led, sirenas DC. Además de los software Proteus, Microcode, IcProg.E

Al implementar el sistema, se logró dar alerta en caso de fugas de gas, minutos después de haberse iniciado la fuga, en el caso de la elevación de temperatura, se debió comparar con lecturas más anteriores, y finalmente el sensor de humo tiene características similares al sensor de gas, es decir que con la implementación del sistema se puede prevenir con un 90% incendios causados por fugas de gas, con un mínimo de falsas alertas.

El diseño es de gran ayuda, pues cuenta con características muy importantes, como la alta sensibilidad y la gran adaptación, ya sea para las infraestructuras o para otros tipos de parámetros a monitorizar.

Lo que se debe tener en cuenta, es que el sistema es vulnerable, por lo que hay que tomar las correcciones del caso, y no olvidarse que la correcta calibración de los sensores dará una eficiencia del 100% al sistema.



## SUMMARY

In the present work I have designed and implemented a monitoring system and early warning, developed for the School of Electronic Engineering.

We have analyzed and compared different elements that are available in the market as well as the most appropriate technologies for the development of the system. Among them we mention the microprocessor PIC16F877A, sensor MQ-6 of GLP, temperature sensor Lm35, the sensor QRD1114, RF modules Tx FST-4 y RX CSZ-3, liquid crystal display, data cable dku-5, Nokia cell phone 3220, led diodes, DC sirens, as well as Proteus, Microcode and IcProg software.

When implementing the system, we were able to give alerts in case of gas leakage, a few minutes after the leakage has started. For temperature elevation cases, we had to compare it with older readings. Finally the smoke sensor has similar characteristics to the gas sensor, it means that with a minimum number of false alarms.

This design is of a great help because it counts with very important characteristics such as the high sensibility and great adaption whether for infrastructure or for other types of parameters ready to be monitored.

What has to be taken into consideration is that this system is vulnerable, reason why we have to make corrections and don't forget that the right calibration of the sensor will result in a 100% efficiency of the system.



## **GLOSARIO**

### **ALERTA TEMPRANA**

Aviso o señal que se da para que se sigan instrucciones específicas debido a la presencia real o inminente de un evento peligroso.

### **BAUDIOS**

Unidad de medida usada en las telecomunicaciones, que indica el número de símbolos transmitidos por segundos en una red.

### **CENTRAL**

Parte de un sistema donde llega toda la información para que sea procesado o sirva para tomar decisiones.

### **COMUNICACIÓN**

Intercambio de información entre dos elementos, un emisor y un receptor, que utiliza un medio de comunicación.

### **GESTIÓN**

Procesos destinados o logra un propósito dentro de varias áreas establecidas.

### **MICROCONTROLADOR**

Circuito integrado que posee en su interior, tres unidades funcionales como la de una computadora, unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S.

### **MONITOR**

Elemento destinado a verificar o vigilar cambios que se produzcan en un ambiente monitorizado.

### **POP PORT**

Puerto para accesorios de los teléfonos.

<b>RECUPERACIÓN</b>	Actividades que se realizan con posterioridad al desastre. En general se orientan al proceso de recuperación a mediano y largo plazo.
<b>REDUCCIÓN</b>	Es la fase previa al desastre que involucra actividades que corresponden a las etapas de: prevención, mitigación, preparación y alerta.
<b>RESPUESTA</b>	En esta fase se ejecutan las actividades de respuesta durante el período de emergencia o inmediatamente después de ocurrido el evento.
<b>SENSOR</b>	Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida.
<b>SISTEMA</b>	Conjunto de varios elementos destinados a realizar una o varias funciones, con un solo propósito.
<b>SMAT</b>	Sistema de monitorización y alerta temprana, que alerta cuando uno de los parámetros monitorizados cambia en un determinado intervalo de tiempo.
<b>SUBROUTINA</b>	Pequeño programa dentro de un programa general, que se lo llama cuando se necesita ejecutarlo. Esto ayuda a la programación.



# **ANEXOS**



## **ANEXO A**

## **MANUAL DE USUARIO**

### **HARDWARE.**

El Sistema de Monitorización y Alerta Temprana (SMAT), es un sistema compuesto por dos módulos principalmente, el o los modulo de monitorización y el modulo central o de control.

### **MODULO DE MONITORIZACIÓN**

El modulo de monitorización es un dispositivo muy sensible, pues en él se encuentran los sensores, por lo que se recomienda manejarlo con mayor cuidado.

#### **Vista del Modulo de monitorización.**

En el modulo de monitorización podemos observar entre los elementos más visibles, el sensor de GLP, la alimentación para el sistema y los led's que indican las diferentes procesos que desarrolla el mismo.



**Vista del modulo de monitorización**

### **Instalación del modulo de monitorización.**

Se recomienda seguir los siguientes pasos para la instalación del modulo, y que este trabaje eficazmente.

1. Determinar el lugar más adecuado donde se va a colocar el modulo, Para ello debemos tener en cuenta los siguiente:
  - a. El tipo de factor a monitorizar, es decir, si queremos que se monitorice un solo parámetro, pues el monitor debe ser ubicado lo más cerca posible a la fuente.  
Por ejemplo, si deseamos monitorear fugas de GLP, el monitor debe ser instalado cerca al tanque de GLP.
2. Una vez determinado el lugar, colocar un clavo, caso contrario ubicarlo con cinta doble faz en el lugar elegido. Se recomienda que dicho lugar este cerca a una toma de luz.
3. Fijar el modulo en el lugar determinado, conectar el adaptador para la conexión de alimentación del mismo. Si tiene la correcta alimentación, el modulo encenderá sus 3 indicadores led consecutivamente por 5 segundo. Después de ello solo el led verde seguirá encendido.
4. Cada indicador led, tiene un función específica o indica el proceso en el que se encuentra el modulo, para ello tenemos:

<b>COLOR LED</b>	<b>ACCIÓN</b>
Verde	Modulo en funcionamiento.
Amarillo	Lectura de sensores.
Rojo	Detección de alguna variación.

**Nota:** El sensor de GLP es muy sensible, por lo que se recomienda evitar el contacto directo con las manos.

## **MODULO DE CONTROL O CENTRAL**

El modulo de control o central, es el más importante, por lo que se debe tener precaución al momento de manipularlo, pues en él están la mayoría de componentes necesarios para su funcionamiento.

### **Vista del Modulo de control.**

En el modulo de control cuenta con algunas partes, la caja central, la sirena (que esta fijada a la caja central), el modulo de conexión CAT, y el teléfono celular.



**Vista del modulo central o de control**

### **Instalación del modulo de monitorización.**

La instalación de este modulo se lo debe realizar con los siguientes pasos:

1. Determinar el lugar más apropiado donde se va a colocar el modulo, preferentemente él un lugar donde exista una persona estable en un lugar, aunque no es fundamental.
2. Sujectarlo o fijarlo con tornillos o cinta doble faz.

3. Ubicar el teléfono celular en un lugar seguro y cercano al modulo.
4. Teniendo mucho cuidado con el cable del modulo de conexión CAT, conectarlo al teléfono. En el teléfono celular debe salir el mensaje **ACCESORIO DE DATOS CONECTADO**



Esto nos indicara que la conexión del sistema con el teléfono esta correcto.

5. Conectar el adaptador de alimentación.
6. Si todo está bien, al teléfono de destino llegara un mensaje indicando que el sistema se encuentra activo y listo, **SMAT ACTIVADO Y LISO**, cada vez que se prenda el modulo se enviara el mensaje.
7. Al igual que en la pantalla del monitor se visualizará: **INICIALIZANDO... \*\*\*S.M.A.T\*\*\***



8. Cuando en la pantalla se visualice **\*\*\*S.M.A.T\*\*\***, esto indicara que el dispositivo está listo y en funcionamiento.



9. Cuando se detecte alguna variación en los monitores y la información llegue a la central, la pantalla visualizara el parámetro (sensor) que detecto dicha variación.



10. Seguidamente se visualizara el mensaje **ENVIANDO ALERTA** después de haber enviado el mensaje de texto.



## ANEXO B

### MQ-6 Semiconductor Sensor for LPG

Sensitive material of MQ-6 gas sensor is  $\text{SnO}_2$ , which with lower conductivity in clean air. When the target combustible gas exist, The sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ-6 gas sensor has high sensitty to Propane, Butane and LPG, also response to Natural gas. The sensor could be used to detect different combustible gas, especially Methane, it is with low cost and suitable for different application.

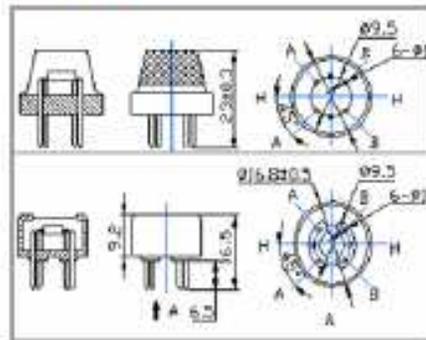
#### Character

- \* Good sensitivity to Combustible gas in wide range
- \* High sensitivity to Propane, Butane and LPG
- \* Long life and low cost
- \* Simple drive circuit

#### Application

- \* Domestic gas leakage detector
- \* Industrial Combustible gas detector
- \* Portable gas detector

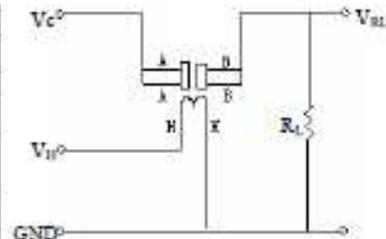
#### Configuration



#### Technical Data

Model No.		MQ-6	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Bakelite (Black Bakelite)	
Detection Gas		Isobutane, Butane, LPG	
Concentration		300-10000ppm ( Butane, Propane, LPG )	
Circuit	Loop Voltage	$V_L$	$\leq 24V$ DC
	Heater Voltage	$V_H$	$5.0V \pm 0.2V$ AC or DC
	Load Resistance	$R_L$	Adjustable
Character	Heater Resistance	$R_H$	$31\Omega \pm 3\Omega$ ( Room Temp. )
	Heater consumption	$P_H$	$\leq 900mW$
	Sensing Resistance	$R_s$	$2K\Omega - 20K\Omega$ ( in 2000ppm $C_2H_6$ )
	Sensitivity	$S$	$R_s(\text{in air})/R_s(10000ppm C_2H_6) \geq 5$
	Slope	$\alpha$	$\leq 0.6$ ( $R_{s(LPG)}/R_{s(air)}$ )
Condition	Tem. Humidity	$20^\circ C \pm 2^\circ C$ , $65\% \pm 5\% RH$	
	Standard test circuit	$V_C: 5.0V \pm 0.1V$ $V_H: 5.0V \pm 0.1V$	
	Preheat time	Over 48 hours	

#### Basic test loop



The above is basic test circuit of the sensor. The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage ( $V_H$ ) and test voltage ( $V_C$ ).  $V_H$  used to supply certified working temperature to the sensor, while  $V_C$  used to detect voltage ( $V_{RL}$ ) on load resistance ( $R_L$ ) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity,  $V_C$  need DC power.  $V_C$  and  $V_H$  could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable  $R_L$  value is needed:  
Power of Sensitivity body ( $P_S$ ):

$$R_s = V_c \cdot I \cdot R_s / (R_s + R_L) \cdot I$$

Resistance of sensor ( $R_s$ ):  $R_s = (V_c / V_{RL} - 1) \cdot R_L$

### Sensitivity Characteristics

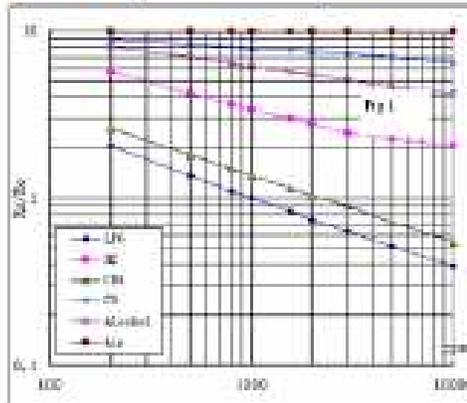


Fig. 1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-6, ordinate means resistance ratio of the sensor ( $R_s/R_0$ ), abscissa is concentration of gases.  $R_s$  means resistance in different gases,  $R_0$  means resistance of sensor in 1000ppm LPG. All test are under standard test conditions.

### Influence of Temperature/Humidity

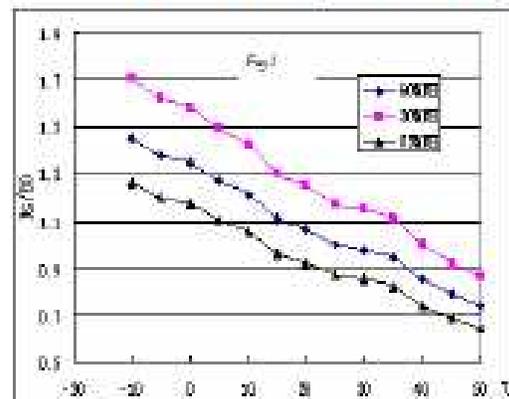
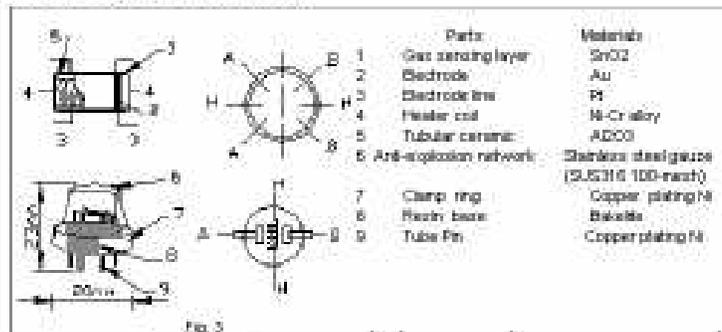


Fig. 2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor ( $R_s/R_0$ ),  $R_s$  means resistance of sensor in 1000ppm Methane under different tem. and humidity.  $R_0$  means resistance of the sensor in environment of 1000ppm Propane, 20°C/65%RH.

### Structure and configuration



Structure and configuration of MQ-6 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro  $Al_2O_3$  ceramic tube, Tin Dioxide ( $SnO_2$ ) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-4 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



---

## **Notification**

### **1 Following conditions must be prohibited**

#### **1.1 Exposed to organic silicon steam**

Organic silicon steam cause sensors invalid, sensors must be avoid exposing to silicon bond, fixture, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment

#### **1.2 High Corrosive gas**

If the sensors exposed to high concentration corrosive gas (such as  $H_2S$ ,  $SO_x$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$  etc), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

#### **1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution**

The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorine.

#### **1.4 Touch water**

Sensitivity of the sensors will be reduced when splattered or dipped in water.

#### **1.5 Freezing**

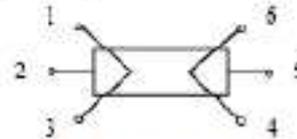
Do avoid icing on sensor's surface, otherwise sensor would lose sensitivity.

#### **1.6 Applied voltage higher**

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, otherwise it cause down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

#### **1.7 Voltage on wrong pins**

For 6 pins sensor, if apply voltage on 1, 3 pins or 4, 6 pins, it will make lead broken, and without signal when apply on 2, 4 pins



### **2 Following conditions must be avoided**

#### **2.1 Water Condensation**

Indoor conditions, slight water condensation will effect sensors performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensor' sensitivity will be decreased.

#### **2.2 Used in high gas concentration**

No matter the sensor is electrified or not, if long time placed in high gas concentration, it will affect sensors characteristic.

#### **2.3 Long time storage**

The sensors resistance produce reversible drift if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airproof without silicon gel bag with clean air. For the sensors with long time storage but no electrify, they need long aging time for stability before using.

#### **2.4 Long time exposed to adverse environment**

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc, it will effect the sensors performance badly.

#### **2.5 Vibration**

Continual vibration will result in sensors down-lead response then reapture. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

#### **2.6 Concussion**

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

#### **2.7 Usage**

For sensor, handmade welding is optimal way. If use wave crest welding should meet the following conditions:

2.7.1 Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine

2.7.2 Speed: 1-2 Meter/ Minute

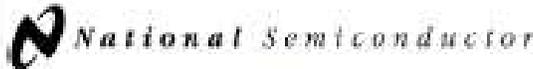
2.7.3 Warm-up temperature:  $100 \pm 20^\circ C$

2.7.4 Welding temperature:  $250 \pm 10^\circ C$

2.7.5 1 time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.





December 1994

# LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D

## Precision Centigrade Temperature Sensors

### General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in  $^{\circ}$ Fahenheit, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of  $\pm 1/2^{\circ}$ C at room temperature and  $\pm 1/2^{\circ}$ C over a full  $-55$  to  $+150^{\circ}$ C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60  $\mu$ A from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1 $^{\circ}$ C in still air. The LM35 is rated to operate over a  $-55^{\circ}$  to  $+150^{\circ}$ C temperature range, while the LM35C is rated for a  $-40^{\circ}$  to  $+100^{\circ}$ C range ( $-10^{\circ}$  with improved accuracy). The LM35 series is

available packaged in hermetic TO-18 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-18 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

### Features

- Calibrated directly in  $^{\circ}$ Celsius (Centigrade)
- Linear  $+100$  mV/ $^{\circ}$ C scale factor
- 0.5 $^{\circ}$ C accuracy guaranteed (at  $+25^{\circ}$ C)
- Rated for full  $-55^{\circ}$  to  $+150^{\circ}$ C range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60  $\mu$ A current drain
- Low self-heating, 0.08 $^{\circ}$ C in still air
- Nonlinearity only  $\pm 1/2^{\circ}$ C typical
- Low impedance output, 0.1  $\Omega$  for 1 mA load

### Connection Diagrams

TO-18  
Metal Can Package\*



LM35C (S)

\* GND is connected to negative (or GND)

Order Number LM35C, LM35CA, LM35D, LM35CA, LM35D  
See NS Package Number 203A

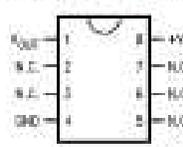
TO-18  
Plastic Package



LM35C (S)

Order Number LM35C, LM35CA, LM35D  
See NS Package Number 203A

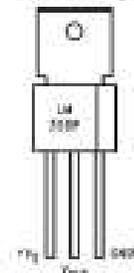
SO-8  
Small Outline Molded Package



LM35D (S)

Top View  
N.C. = No Connection  
Order Number LM35D  
See NS Package Number 203A

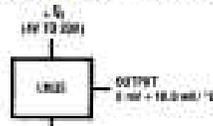
TO-202  
Plastic Package



LM35D (S)

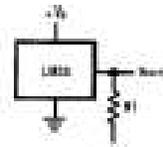
Order Number LM35D  
See NS Package Number 203A

### Typical Applications



LM35C (S)

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor ( $+2^{\circ}$ C to  $+150^{\circ}$ C)



LM35D (S)

Choose  $R_1 = +V_{CC}/60 \mu$ A  
 $V_{OUT} = 1000 \text{ mV/}^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}$   
 $= 100 \text{ mV/}^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}$   
 $= 100 \text{ mV/}^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$   
FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D  
Precision Centigrade Temperature Sensors

\* TO-18CA is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

### Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+0.5V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp., TO-46 Package,	-60°C to +160°C
TO-42 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-60°C to +150°C
TO-202 Package,	-60°C to +150°C

Lead Temp.:

TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C
TO-42 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
TO-202 Package, (Soldering, 10 seconds)	+250°C

SO Package (Note 12):

Vapor Phase (50 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	320°C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V

Specified Operating Temperature Range:  $T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$

(Note 2)

LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

### Electrical Characteristics (Note 1) (Note 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = -10^\circ\text{C}$ $T_A = T_{MAX}$ $T_A = T_{MIN}$	$\pm 0.2$ $\pm 0.3$ $\pm 0.4$ $\pm 0.4$	$\pm 0.5$ $\pm 1.0$ $\pm 1.0$		$\pm 0.2$ $\pm 0.3$ $\pm 0.4$ $\pm 0.4$	$\pm 0.5$ $\pm 1.0$ $\pm 1.0$	$\pm 1.0$ $\pm 1.5$	$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Noted)	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$\pm 0.15$		$\pm 0.25$	$\pm 0.15$	$\pm 0.3$	$^\circ\text{C}$	
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$+10.0$	$+9.9$ , $+10.1$		$+10.0$	$+9.9$ , $+10.1$	mV/ $^\circ\text{C}$	
Load Regulation (Noted) (0.01 mA $\leq$ I mA)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$\pm 0.4$ $\pm 0.5$	$\pm 1.0$	$\pm 3.0$	$\pm 0.4$ $\pm 0.5$	$\pm 1.0$ $\pm 3.0$	mV/mA mV/mA	
Line Regulation (Noted)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ 4V $\leq$ V <sub>CC</sub> $\leq$ 30V	$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 0.05$ $\pm 0.1$	mV/V mV/V	
Quiescent Current (Note 9)	V <sub>CC</sub> = +5V, +25°C V <sub>CC</sub> = +5V V <sub>CC</sub> = +30V, +25°C V <sub>CC</sub> = +30V	5.6 1.05 56.2 105.5	6.7 6.6	1.31 1.33	5.6 9.1 56.2 91.5	6.7 1.14 6.6 1.15	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	
Change of Quiescent Current (Noted)	4V $\leq$ V <sub>CC</sub> $\leq$ 30V, +25°C 4V $\leq$ V <sub>CC</sub> $\leq$ 30V	0.2 0.5	1.0	2.0	0.2 0.5	1.0 2.0	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.5$	$+0.39$	$+0.5$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$	
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, I <sub>L</sub> = 0	+1.5		+2.0	+1.5	+2.0	$^\circ\text{C}$	
Long Term Stability	T <sub>CC</sub> = T <sub>MAX</sub> for 1000 hours	$\pm 0.06$			$\pm 0.06$		$^\circ\text{C}$	

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: ... 40°C  $\leq$  T<sub>J</sub>  $\leq$  80°C for the LM35 and LM35A; ... 40°C  $\leq$  T<sub>J</sub>  $\leq$  110°C for the LM35C and LM35CA; and 0°C  $\leq$  T<sub>J</sub>  $\leq$  110°C for the LM35D, V<sub>CC</sub> = 5Vdc and I<sub>LOAD</sub> = 0  $\mu\text{A}$ , in the circuit of Figure 1. These specifications also apply from -10°C to T<sub>MAX</sub> in the circuit of Figure 1. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 48°C/W (junction to ambient) and 36°C/W (junction to case). Thermal resistance of the TO-42 package is 39°C/W (junction to ambient). Thermal resistance of the small outline molded package is 28°C/W (junction to ambient). Thermal resistance of the TO-202 package is 48°C/W (junction to ambient). For additional thermal resistance information see Table in the Applications section.

## Electrical Characteristics (Note 1) (Note 6) (Continued)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Notes 3)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 3)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		$\pm 0.4$	$\pm 1.0$	$^\circ\text{C}$	
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	$\pm 0.5$			$\pm 0.5$		$^\circ\text{C}$	
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.8$	$\pm 1.5$		$\pm 0.8$	$\pm 1.5$	$^\circ\text{C}$	
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	$\pm 0.8$		$^\circ\text{C}$	
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				$\pm 0.8$	$\pm 1.5$	$^\circ\text{C}$	
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				$\pm 0.8$	$\pm 2.0$	$^\circ\text{C}$	
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				$\pm 0.8$	$\pm 2.0$	$^\circ\text{C}$	
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} < T_A < T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.3$		$\pm 0.5$	$\pm 0.3$		$^\circ\text{C}$	
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} < T_A < T_{\text{MAX}}$	$+10.0$	$+9.8,$ $+10.2$		$+10.0$	$+9.8,$ $+10.2$	mV/ $^\circ\text{C}$	
Load Regulation (Note 9) $I_{\text{CL}} < 1\text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 2.0$		$\pm 0.4$	$\pm 2.0$	mV/mA	
	$T_{\text{MIN}} < T_A < T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.5$		$\pm 5.0$	$\pm 0.5$	$\pm 5.0$	mV/mA	
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.01$	$\pm 0.1$		$\pm 0.01$	$\pm 0.1$	mV/V	
	$4\text{ V} < V_{\text{IS}} < 3.0\text{ V}$	$\pm 0.02$		$\pm 0.2$	$\pm 0.02$	$\pm 0.2$	mV/V	
Quiescent Current (Note 10)	$V_{\text{IS}} = +5\text{ V}, +25^\circ\text{C}$	58	80		58	80	$\mu\text{A}$	
	$V_{\text{IS}} = +5\text{ V}$	10.5		15.0	9.1		$\mu\text{A}$	
	$V_{\text{IS}} = +30\text{ V}, +25^\circ\text{C}$	58.2	82		58.2	82	$\mu\text{A}$	
	$V_{\text{IS}} = +30\text{ V}$	10.5.5		15.1	9.1.5		$\mu\text{A}$	
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{ V} < V_{\text{IS}} < 3.0\text{ V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0	$\mu\text{A}$	
	$4\text{ V} < V_{\text{IS}} < 3.0\text{ V}$	0.5		3.0	0.5		$\mu\text{A}$	
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.7$	$+0.39$		$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$	
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_{\text{CL}} = 0$	$+1.5$		$+2.0$	$+1.5$		$^\circ\text{C}$	
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$ , for 1000 hours	$\pm 0.05$			$\pm 0.05$		$^\circ\text{C}$	

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to loading effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design limits are guaranteed (for our 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to establish shipping quality levels.

Note 6: Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and 100  $^\circ\text{C}$  times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and impedance (expressed in  $^\circ\text{C}$ ).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

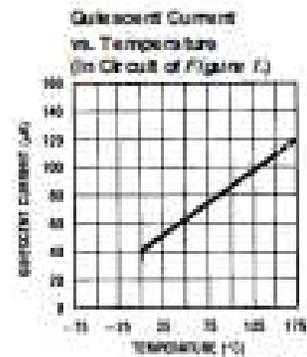
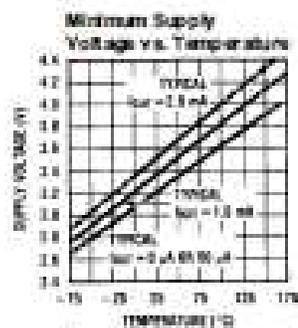
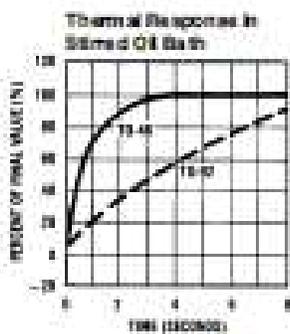
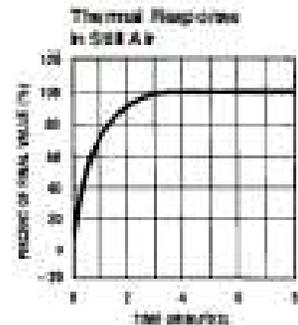
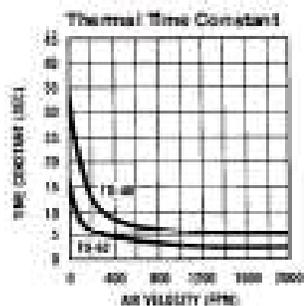
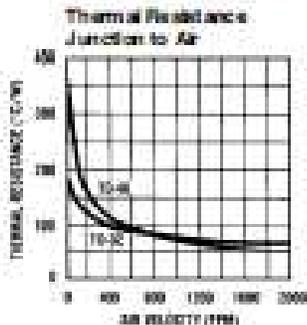
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Minus body mode, 100 pF discharged through a 1.0 k $\Omega$  resistor.

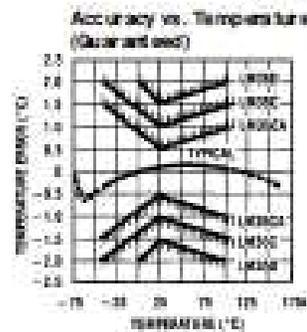
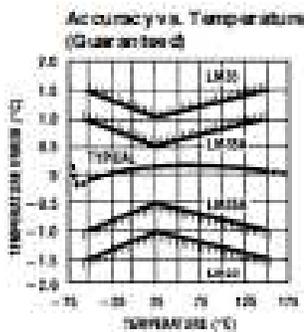
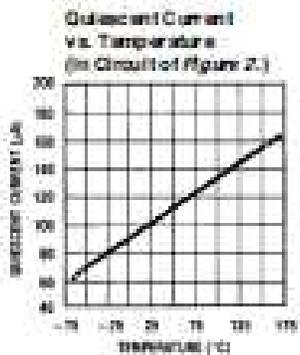
Note 12: See AEC-Q100 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of assembling surface-mount devices.



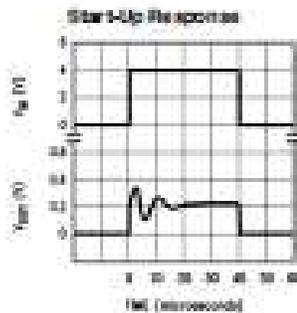
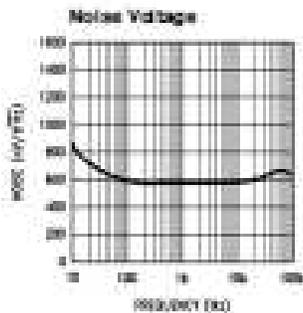
## Typical Performance Characteristics



TL494DB-17



TL494DB-18



TL494DB-19

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

1. PALLAS, R. Sensores y Acondicionadores de Señal. 4ta. Ed. Marcombo. s.l. 2007. pp  
1- 171.
2. RAMIRO, B. Aplicaciones electrónicas con microcontroladores. Primera ed. Ibarra  
Ecuador. s.e. 2008. 104 p.
3. REYES, C.A. Microcontroladores PIC Programación en Basic, 2da. ed. Quito Ecuador.  
RISPERGRAF, 2006. 209 p.
4. ALULEMA, M. Estudio de la comunicación con comandos AT y microcontroladores.  
Tesis Ing. Electrónica. Riobamba Ecuador. Escuela Superior Politécnica de  
Chimborazo. Facultad de Informática y Electrónica. 2010, p. 42.



## BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

### 5. COMANDOS AT

[www.forosdeelectronica.com/.../manual-comandos-at-2665](http://www.forosdeelectronica.com/.../manual-comandos-at-2665)

2011/01/03

[www.forosdeelectronica.com/.../comandos-at-6776/](http://www.forosdeelectronica.com/.../comandos-at-6776/)

2011/01/03

[www.psicofxp.com/.../511211-ayuda-con-conexion-pic-celular-comandos.html](http://www.psicofxp.com/.../511211-ayuda-con-conexion-pic-celular-comandos.html)

2011/01/03

### 6. ENVIÓ MENSAJES DESDE PIC

[www.foroselectronica.es/.../mandar-sms-celular-pic-al-activarse-801.html](http://www.foroselectronica.es/.../mandar-sms-celular-pic-al-activarse-801.html)

2011/03/15

[www.psicofxp.com/.../511211-ayuda-con-conexion-pic-celular-comandos.html](http://www.psicofxp.com/.../511211-ayuda-con-conexion-pic-celular-comandos.html)

2011/03/15

[www.todopic.com.ar/foros/index.php?topic=6592](http://www.todopic.com.ar/foros/index.php?topic=6592)

2011/03/15

### 7. GESTIÓN DE RIESGO

[www.griskm.com/docs/alerta\\_temprana.pdf](http://www.griskm.com/docs/alerta_temprana.pdf)

2010/10/15

[www.nl.gob.mx/?P=sistema\\_alerta](http://www.nl.gob.mx/?P=sistema_alerta)

2010/10/20

## 8. SENSORES

[www.fisicarecreativa.com/guias/sensores-temp.pdf](http://www.fisicarecreativa.com/guias/sensores-temp.pdf)

2010/11/05

[www.mitecnologico.com/.../SensoresDeTemperatura](http://www.mitecnologico.com/.../SensoresDeTemperatura)

2010/11/07

[www.ucontrol.com.ar/PDF/detectordehumo.pdf](http://www.ucontrol.com.ar/PDF/detectordehumo.pdf)

2010/12/15

[www.global-download.schneiderelectric.com/detecto\\_gas\\_hoja](http://www.global-download.schneiderelectric.com/detecto_gas_hoja)

2010/12/15

[www.kotear.pe/.../3477734-sensor-de-gas-glp-inalambrico-para-panel-de-alarma](http://www.kotear.pe/.../3477734-sensor-de-gas-glp-inalambrico-para-panel-de-alarma)

2010/12/15