

**SISTEMA DE SEGURIDAD PARA GAS NATURAL RESIDENCIAL EN LA
CIUDAD DE MEDELLÍN**

ARGEMIRO MONTAÑO CARDONA

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN
2014**

**SISTEMA DE SEGURIDAD PARA GAS NATURAL RESIDENCIAL EN LA
CIUDAD DE MEDELLÍN**

ARGEMIRO MONTAÑO CARDONA

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Electrónica

Asesor

Edgar Alberto Betancur Cataño

Ingeniero electrónico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

MEDELLÍN

2014

Quiero dedicar este trabajo a mi familia que tanto me ha apoyado en mi formación personal y a mi novia por tener la paciencia y darme apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera.

Argemiro Montaña Cardona.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a mis docentes, en especial a Germán Andrés Zapata Puerta, y a mis compañeros de clase por sus enseñanzas y por los momentos vividos durante este largo proceso de formación el cual estamos culminando. Agradezco todas las críticas y elogios que me presentaron todos, las cuales me han servido para seguir creciendo como persona y como profesional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
1. EL PROBLEMA.....	11
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. REFERENTES TEÓRICOS.....	14
4.1. MICROCONTROLADOR PIC16F887.....	17
4.2 RELOJ DE TIEMPO REAL.....	18
4.3. ELECTROVÁLVULAS.....	19
4.4. SENSOR DE GAS NATURAL.....	21
4.5. DISPLAY LCD 16X2.....	23
4.6. TECLADO MATRICIAL 4X4 DE MEMBRANA.....	25
4.7. TRANSISTOR DE POTENCIA TIP122.....	26
4.8. REGULADORES DE TENSIÓN LM78XX.....	27
4.9. RELÉ DE ESTADO SOLIDO DA2402P1.....	28
5. METODOLOGIA.....	29
5.1 TIPO DE PROYECTO.....	29
5.2 MÉTODO.....	29
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	29
5.3.1 FUENTES PRIMARIAS.....	29
5.3.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	29
6. RESULTADOS DEL PROYECTO.....	30

7.	CONCLUSIONES.....	40
8.	RECOMENDACIONES	41
	BIBLIOGRAFÍA	42
	CIBERGRAFÍA.....	43
	ANEXOS	44

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química típica del gas natural.....	14
Tabla 2. Asignación de terminales de la pantalla LCD.....	24
Tabla 3. Operación software del microcontrolador.....	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Extracción gas natural.....	15
Figura 2. Red típica de distribución de gas natural.	16
Figura 3. Disposición de pines y apariencia del PIC16f887	18
Figura 4. Disposición de pines y circuito típico.....	19
Figura 5. Partes principales de una electroválvula.....	20
Figura 6. Sensor de gas natural MQ-4.....	22
Figura 7. Conexión típica sensor de gas MQ-4.....	22
Figura 8. Apariencia de la pantalla LCD 16x2.....	23
Figura 9. Conexión interna teclado matricial 4x4 de membrana.	25
Figura 10. Apariencia y circuito equivalente del transistor TIP122.....	26
Figura 11. Conexión típica regulador voltaje LM78XX.....	27
Figura 12. Relé de estado sólido.	28
Figura 13. Fogón modificado.	31
Figura 14. Fogón parte interior.....	31
Figura 15. Esquema de flujo de sistema de alarma de gas natural.	32
Figura 16. Esquema conexión elementos de entrada.....	34
Figura 18. Conexión elementos controlados.....	38

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Microcontrolador pic16f887	44
Anexo B. Reloj de tiempo real ds1307	47
Anexo C. Regulador de tensión lm 78xx.....	49
Anexo D. Sensor de gas natural MQ-4	52
Anexo E. Teclado matricial 4x4 de membrana	54
Anexo F. Circuito eléctrico sistema seguridad para gas natural residencial	56
Anexo G. Código de programación de la etapa de control	58

INTRODUCCIÓN.

El uso del gas natural ha crecido fuertemente siendo utilizado como fuente energética más limpia, barata y con un mejor aprovechamiento de su poder calorífico. Esta fuente energética se está usando en sistemas automotores, producción industrial y residencial.

Este proyecto se enfoca en el ámbito residencial, se busca resolver las inquietudes en cuanto a seguridad por la utilización de gas natural en los hogares de la ciudad de Medellín y ofrecer una adición al servicio de gas natural residencial en cuanto a un sistema que ofrezca seguridad y aviso en caso de un inminente peligro a causa de una fuga del gas en la red interna de los hogares. Además se busca con este sistema de seguridad ofrecer más funciones de las que ofrece un detector de fugas de gas convencional realizando un corte en el suministro de gas, todo esto realizando un control y detección mediante circuitos electrónicos automáticos.

1. EL PROBLEMA

Los escapes o fugas de gas natural residencial producen incendios y explosiones, con muertes o lesiones y daños materiales, causados por averías en la red de distribución, mal uso de los aparatos de combustión a gas o por descuido negligente de los usuarios que consumen este servicio. Un ejemplo claro del descuido negligente es dejar abierta la perilla reguladora de llama de las estufas, pero no siempre es descuido del usuario, muchas veces al estar usando la estufa los alimentos que se cocinan hierven y se derraman fuera de su recipiente apagando la llama y generando un escape de gas, o fuertes corrientes de aire que también pueden apagar la llama, esto hace que se genere un latente peligro de un incendio o explosión.

Por tales motivos se hace necesario un sistema que alerte al usuario que hay una fuga de gas natural para ayudar a prevenir un accidente mediante una alarma auditiva o visual protegiendo a las personas que usan el servicio de gas natural. En el mercado se pueden encontrar muchos tipos de sistemas de alarma de gas los cuales se diferencian por su precio y características de medición, sin embargo estos sistemas solo dan un aviso de alarma de fuga de gas.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Un sistema de seguridad para gas natural residencial reducirá el riesgo de accidentes y economizara el consumo de este combustible?

2. JUSTIFICACIÓN

El uso de gasodomésticos ha ido creciendo fuertemente en el mundo gracias a la explotación del gas natural como alternativa energética más limpia y eficiente. En la actualidad el gas ya no solo hace parte de la industria sino que también es un servicio de red hacia los hogares como lo ha sido el servicio de acueducto, por ejemplo, y que se ha ganado clientes y simpatizantes ya que la relación costo-prestación es muy buena en comparación con las fuentes de calor como las resistencias eléctricas. Esto ha hecho que el gas sea tan cotidiano y corriente en el hogar, que las personas no valoran los peligros que involucra un sistema de gas natural residencial.

Una fuga o escape de gas, ya sea por daño en la red o por haber dejado abierta la válvula reguladora de llama de la estufa sin presencia de llama, puede ser peligroso bajo ciertas condiciones ambientales y locales, aumentado el riesgo de incendio o explosión. Estas fugas o pérdidas de gas pueden causar asfixia, explosiones o deflagraciones las cuales pueden causar la muerte de las personas cercanas a la zona del incidente.

El propósito del proyecto es construir un sistema de seguridad que alerta y previene que el gas residencial de las estufas escape sin ser quemado; ya sea por olvido del usuario que deja abierta la perilla reguladora de llama, por apagado indeseado de la llama o por una fuga en la red, minimizando así el riesgo de accidentes y mejorando el rendimiento del gas natural en los hogares.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Construir un sistema de seguridad para gas residencial en la ciudad de Medellín.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar los riesgos del gas natural residencial para los usuarios.

Verificar la aplicabilidad del sistema de seguridad de gas natural en las residencias de la ciudad de Medellín.

Ensayar el prototipo para el sistema de seguridad de gas natural residencial en una vivienda.

4. REFERENTES TEÓRICOS

El gas natural es una sustancia de origen fósil, procedente de la descomposición orgánica de materia atrapada bajo la superficie terrestre que no ha podido salir a la atmosfera. Se encuentra en la naturaleza en yacimientos en forma de bolsas bajo la superficie terrestre o abajo del suelo marino acompañado de petróleo o totalmente solo.

Está compuesto en gran parte por metano (alrededor del 90% dependiendo de su procedencia) y por otros hidrocarburos gaseosos más pesados como se ve en la tabla 1, es incoloro, no tóxico e inodoro, aunque las empresas distribuidoras de este le añaden sustancias odorizantes para facilitar su detección en caso de fuga, más liviano que el aire

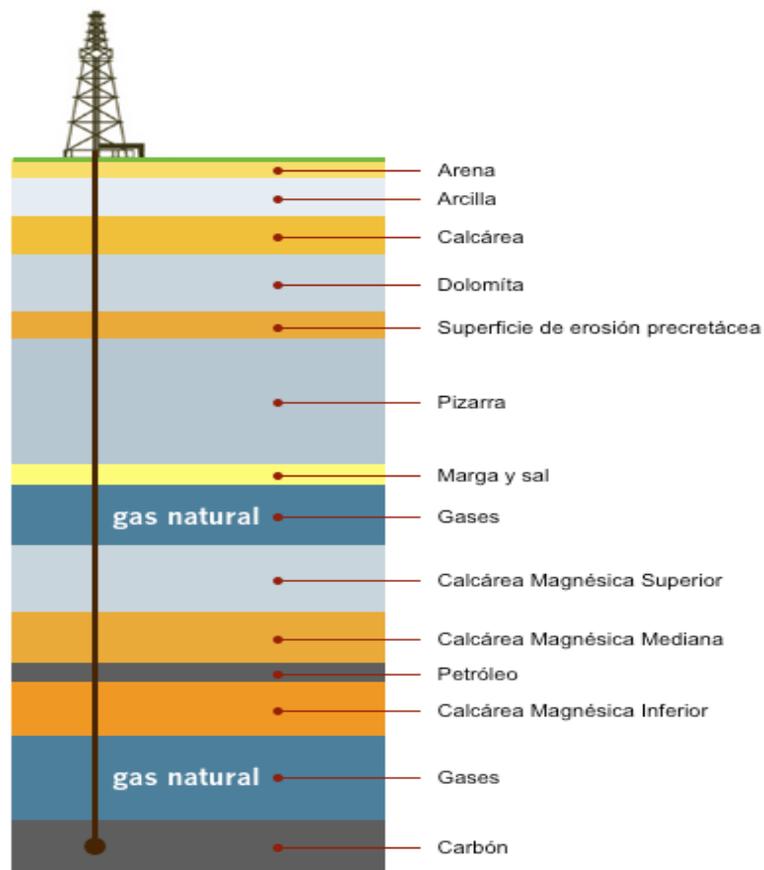
Tabla 1. Composición química típica del gas natural.

Hidrocarburo	Composición Química	Rango (en %)
Metano	CH ₄	91-95
Etano	C ₂ H ₆	2-6
Dióxido de Carbono	CO ₂	0-2
Propano	C ₃ H ₈	0-2
Nitrógeno	N	0-1

Este combustible fósil es el menos contaminante, en comparación con otros combustibles, ya que en su composición química la proporción de hidrogeno es mayor que la del carbono y por su fácil combinación con el aire, lo que hace que su combustión sea más eficiente.

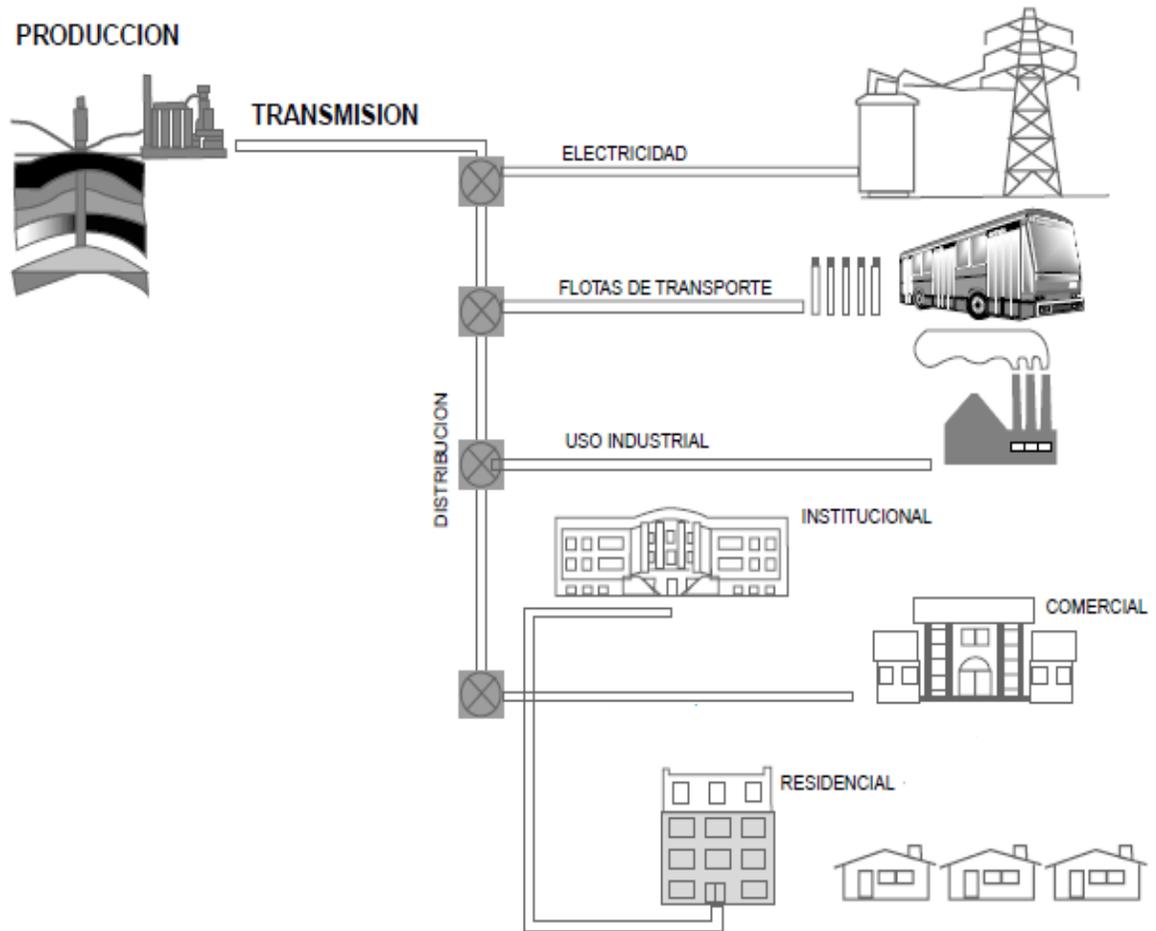
El gas natural se extrae perforando el suelo hasta llegar al yacimiento, esto se hace mediante exploraciones geológicas complejas para poder hallarlos, para llegar al yacimiento hay que pasar por muchas capas del subsuelo (Figura 1).

Figura 1. Extracción gas natural.



El gas se transporta desde las zonas de explotación hasta las zonas de consumo por medio de gasoductos hasta centros de producción y de allí a los diferentes sistemas de distribución.

Figura 2. Red típica de distribución de gas natural.



Actualmente en la ciudad de Medellín el distribuidor de gas natural es la empresa de servicios EPM, con conexiones a 541.887 hogares y 7.828 industrias en el Valle de Aburra, esto nos muestra la gran expansión en la utilización de esta fuente energética. Para elaborar el sistema de seguridad se utilizó:

4.1. MICROCONTROLADOR PIC16F887

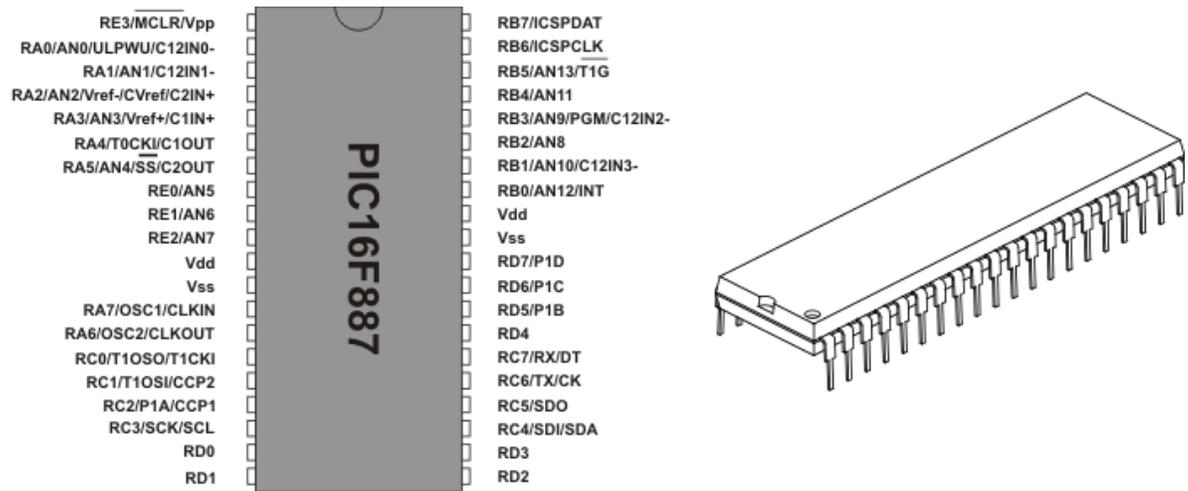
Es un circuito integrado programable el cual realiza las acciones que se le ordenan en un código de máquina que se almacena en su memoria, se compone de tres bloques principales como son la unidad central de procesamiento, memoria y periféricos, también llamados puertos de entrada y salida.

Los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas que los microprocesadores. Estos dispositivos son muy utilizados por su fácil implantación y costo en sistemas complejos, máquinas automáticas, robots, equipos médicos, máquinas de transporte cotidiano, equipos de entretenimiento, entre otros equipos modernos.

Los microcontroladores son dispositivos que tienen un reducido consumo de energía y utiliza menos espacio, ya que en su interior posee circuitos especiales capaces de realizar varias tareas al mismo tiempo reduciendo la necesidad de usar más etapas operativas en un circuito. Las características principales de este microcontrolador son: arquitectura de 8bits, 35 pines I/O, memoria flash de 8192 bytes, SRAM de 368 bytes, EEPROM de 256 bytes, conversor ADC de 10 bits y 14 canales, 2 módulos de comparación y PWM, 2 timers de 8 bits y 1 timer de 16 bits, comunicación EUSART y cristal de oscilador interno.

Este microcontrolador se utilizó para el procesamiento central del sistema de seguridad; se encarga de controlar las electroválvulas de suministro de gas, pantalla de menú y alertas de peligro

Figura 3. Disposición de pines y apariencia del PIC16f887.

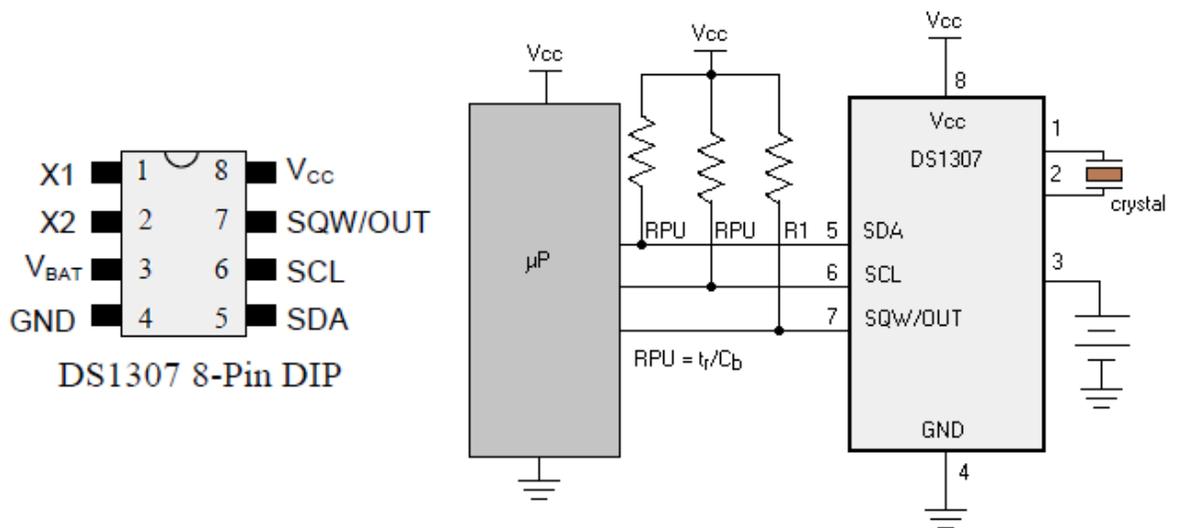


4.2 RELOJ DE TIEMPO REAL

Este dispositivo está basado en el circuito integrado DS1307 el cual es un reloj de tiempo real (RTC), el cual puede contar en segundos, minutos, horas, día del mes y años con una validez hasta el 2100, tiene comunicación serial de dos cables de forma bi-direccional que funciona como esclavo en el bus de datos.

Este dispositivo es usado en este sistema de seguridad como un cronómetro para la temporización de uso de las parrillas del fogón de gas, lo que hace que el programa del microcontrolador sea menos complicado y extenso. El microcontrolador se comunica con el RTC para activar el contador de tiempo y estar verificando si se ha cumplido el tiempo elegido por el usuario.

Figura 4. Disposición de pines y circuito típico.

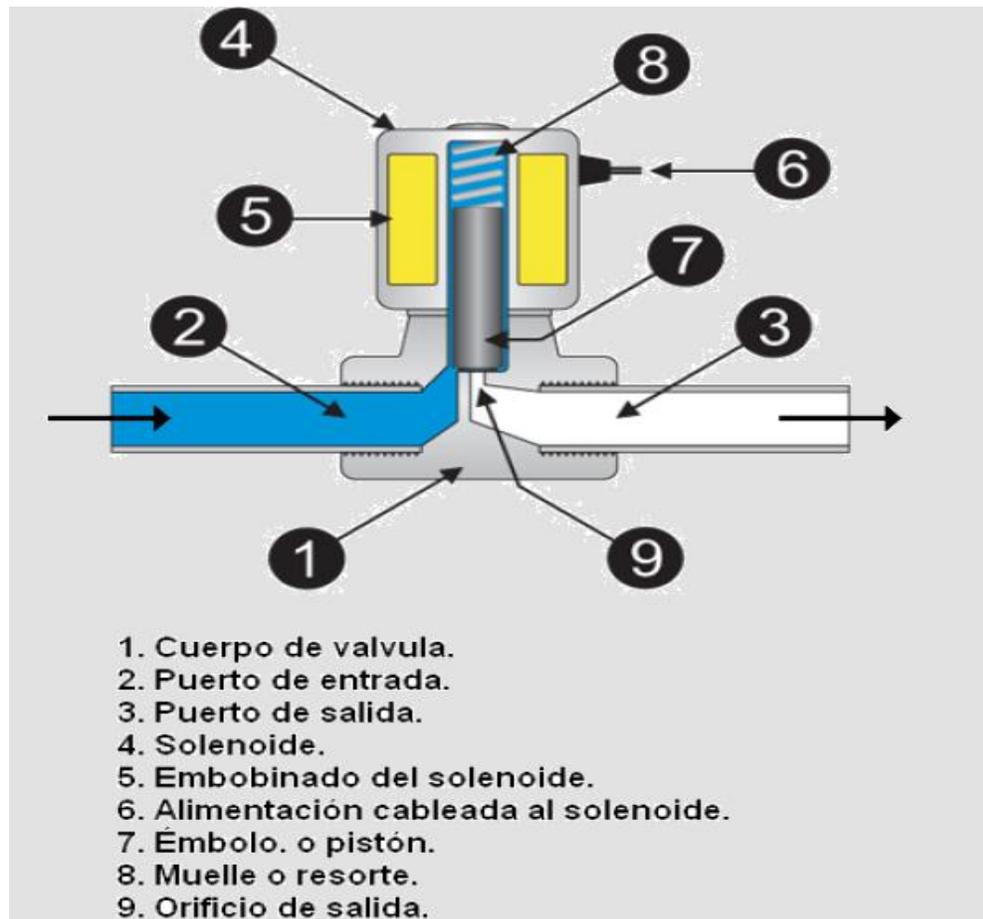


4.3. ELECTROVÁLVULAS

Estos son dispositivos que controlan el paso de un fluido a través de una tubería, combinan el control mecánico con el eléctrico ya que un solenoide actúa sobre la parte mecánica la cual es la encargada de permitir o bloquear el paso del fluido a través de ella. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula, la cual se encarga de permitir o no el paso del fluido.

Cuando el solenoide es activado se genera un campo magnético que hace mover un embolo dentro de él que a su vez mueve la válvula.

Figura 5. Partes principales de una electroválvula.



El control de la bobina del solenoide (5) se realiza por medio de corriente alterna o directa, según el fabricante, la cual al ser activada retrae el émbolo (7) permitiendo el paso del fluido entre el puerto de entrada (2) y el de salida (3), al ser desactivada la bobina del solenoide el émbolo regresa a su posición de reposo por la acción de un resorte (8).

4.4. SENSOR DE GAS NATURAL

Los sensores de gas natural más utilizados son los construidos a base de óxidos de semiconductores donde su conductividad eléctrica se ve alterada por la reacción producida entre el semiconductor y los gases presentes en la atmósfera, el material más utilizado para su construcción es el dióxido de estaño en forma de cristal.

Para que este material pueda trabajar como sensor, debe estar sometido a altas temperaturas localizadas y de manera uniforme entre 200 y 450 °C. Por tal motivo el sensor viene provisto de un calefactor integrado de platino el cual mantiene una temperatura adecuada para que el sensor pueda trabajar óptimamente.

El sensor está construido por la unión de micro-cristales de dióxido de estaño que son atravesadas por una corriente eléctrica; en esta unión es absorbido el oxígeno que forma una barrera entre ellos creando una restricción al paso de la corriente, al haber presencia de gas esta restricción disminuye incrementando el paso de corriente y dando una señal en nivel de voltaje equivalente a la cantidad de gas presente en el ambiente.

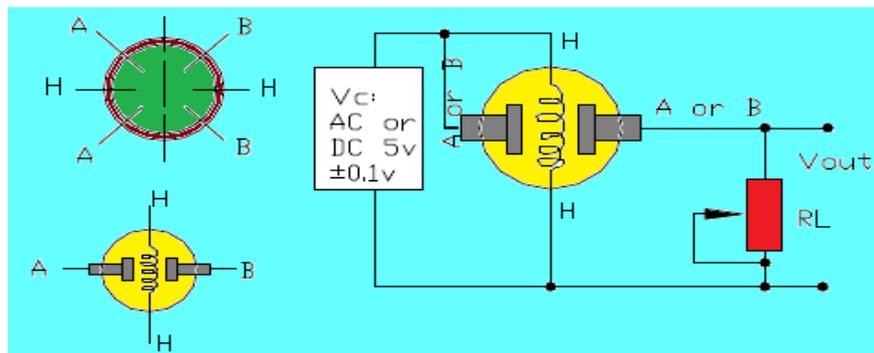
El sensor de gas MQ-4 (figura 5) es utilizado para tal fin de detectar niveles de gas en el ambiente ofreciendo una muy alta velocidad de respuesta, larga vida de operación, fácil instalación y bajo costo. Este sensor es de fácil conexión ya que necesita dos alimentaciones de 5V para el sensado y para el calefactor, respectivamente, además es capaz de sensar entre 200 y 10000ppm de gas natural.

Figura 6. Sensor de gas natural MQ-4.



La salida de señal del sensor es una señal análoga reflejada por cambios en el nivel de voltaje de una resistencia de carga, necesaria para que el sensor opere bien, conectada al final de la salida del sensor, en la figura 6 vemos su conexión típica. Al ser la señal de este sensor análoga es necesario conectar dicha señal a un conversor análogo-digital para el procesamiento de esta información y así ser procesada por un circuito supervisor que generalmente es un sistema de alarma de presencia de gas.

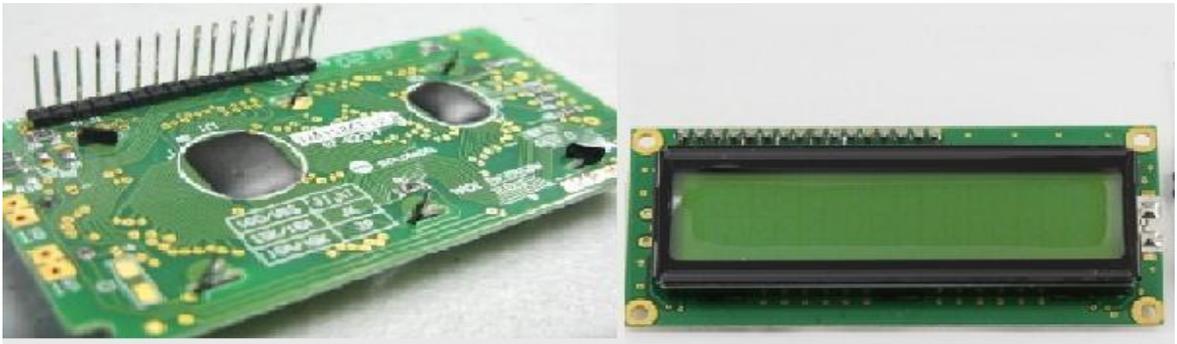
Figura 7. Conexión típica sensor de gas MQ-4.



4.5. DISPLAY LCD 16X2

Son pantallas de cristal líquido que tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información de cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica. El proceso de visualización es gobernado por un microcontrolador incorporado a la pantalla, siendo el Hitachi 44780, el modelo de controlador más utilizado.

Figura 8. Apariencia de la pantalla LCD 16x2.



Las principales características de las pantallas LCD 16x2 son:

- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres Kanji y Griegos.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits.

Tabla 2. Asignación de terminales de la pantalla LCD.

PIN N°	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	Vss	Terminal a tierra
2	Vdd	Alimentación de 5V
3	Vo	Contraste del cristal líquido. Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido de la pantalla.
4	RS	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección del registro de control RS=1 Selección del registro de datos
5	R/W	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído
6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bidireccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona.
15-16	Led +/-	Terminales de iluminación de fondo de la pantalla, por lo general se conecta a la misma alimentación de la pantalla.

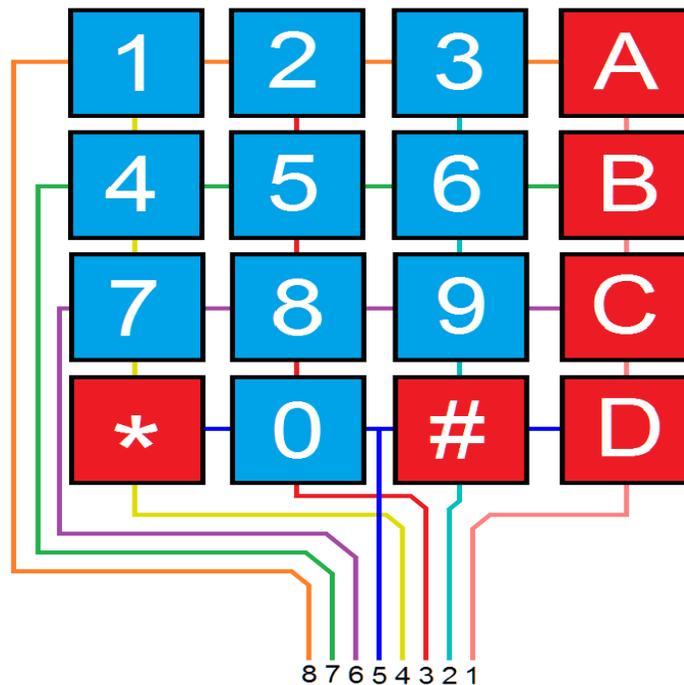
Para que la pantalla LCD realice su trabajo es necesario que un microcontrolador externo lo comande indicándole que caracteres debe mostrar y en qué posición. El microcontrolador PIC16F883 es el utilizado en este caso, el cual mediante el código

de programa en lenguaje C muestra los caracteres asignados, dichos caracteres que reconoce el módulo LCD son los presentes en la tabla ASCII más ocho caracteres que el usuario puede crear.

4.6. TECLADO MATRICIAL 4X4 DE MEMBRANA.

Un teclado matricial es un conjunto de botones conectados entre sí en forma de malla haciendo más reducido la forma de conexión al dispositivo que lo leerá.

Figura 9. Conexión interna teclado matricial 4x4 de membrana.



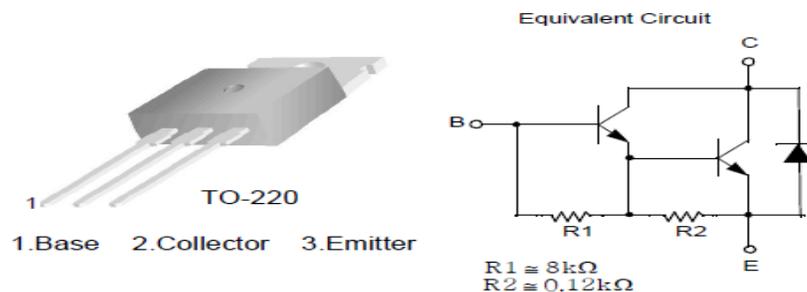
Los botones están conectados en cuatro filas y cuatro columnas, una terminal de un botón está conectada a una fila y la otra terminal a una columna como se muestra en la figura 9.

Esta configuración ahorra la cantidad de conexiones que se necesitan para un dispositivo de detección de dicho teclado. Un microcontrolador tiene la capacidad de detectar que botón fue presionado y así poder ejecutar la operación asignada a dicho botón según el código de programa en su interior.

4.7. TRANSISTOR DE POTENCIA TIP122

Es un transistor para manejo de potencia tipo Darlington (dos transistores conectados en cascada para aumentar la ganancia)

Figura 10. Apariencia y circuito equivalente del transistor TIP122.



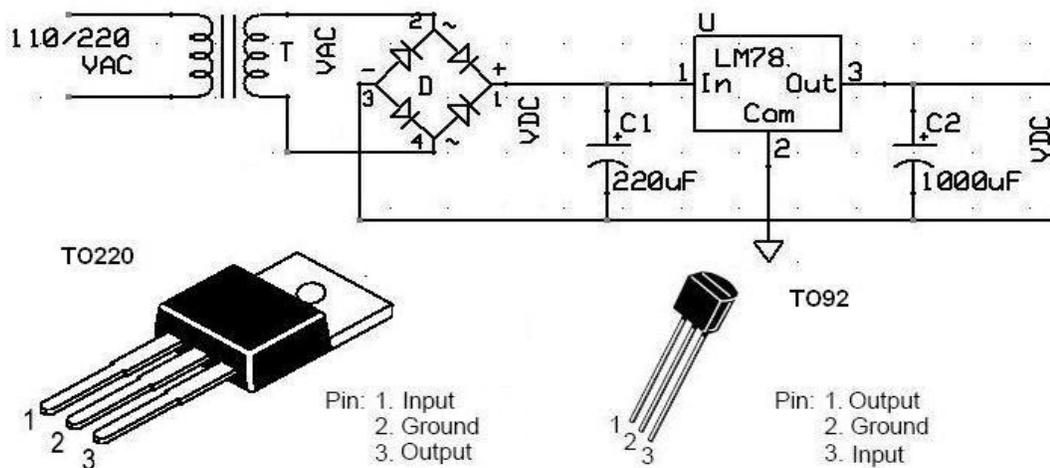
Tiene una capacidad de manejar corrientes hasta de 5A, su ganancia en la zona de amplificación es de 1000 y con un voltaje colector-emisor de hasta 100V. Su elevada ganancia permite conectar su base a un microcontrolador, y el colector a circuitos de elevada potencia, sin ninguna etapa previa.

4.8. REGULADORES DE TENSIÓN LM78XX

Son componentes usados en las fuentes de alimentación y se usan como reguladores de tensión positiva, poseen tres terminales (voltaje de entrada, masa y voltaje de salida) y especificaciones similares que sólo difieren en la tensión de salida suministrada o en la intensidad.

Estos son de gran utilidad ya que protege diferentes dispositivos contra cambios de tensión, manteniéndola estable y por tanto asegurando que la alimentación no sea una causa de error o daño en el circuito que se implementa. Los dos números que siguen después de “78” nos indica la tensión para la cual fue diseñado. En la siguiente figura se ilustra su apariencia y circuito de conexión típico:

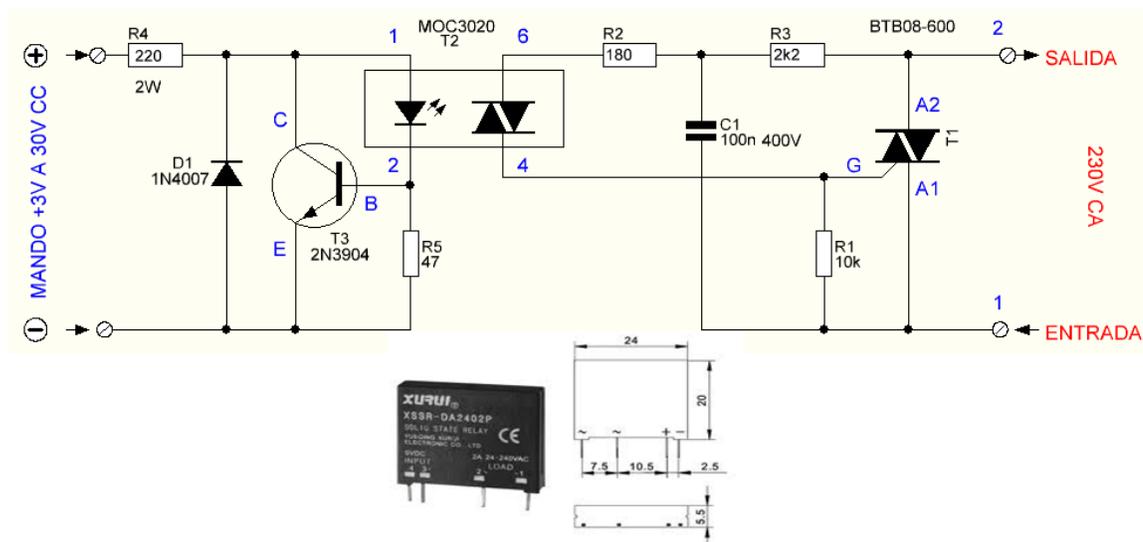
Figura 11. Conexión típica regulador voltaje LM78XX.



4.9. RELÉ DE ESTADO SOLIDO DA2402P1

Un relé de estado sólido SSR (Solid State Relay), es un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor. Poseen muchas ventajas en comparación a los relés de contactos electromecánicos, por ser más livianos, silenciosos, rápidos y confiables, no se desgastan, son inmunes a los choques y vibraciones, generan muy pocas interferencias, conmutan altas corrientes y voltajes sin producir arcos, proporcionan varios kilovoltios de aislamiento entre la entrada y la salida. Sus desventajas están en los altos costos y ser dispositivos de una sola posición, lo que significa que un solo SSR no puede conmutar al mismo tiempo varias cargas independientes como lo hacen los demás relés. En la siguiente figura vemos su aspecto físico y un circuito equivalente.

Figura 12. Relé de estado sólido.



5. METODOLOGIA

5.1 TIPO DE PROYECTO

En el proyecto se implementara el método exploratorio – descriptivo y deductivo, con el que se busca mejorar la seguridad en la utilización del servicio de gas natural en los hogares de la ciudad de Medellín mediante el estudio de las necesidades de seguridad de la población y la enseñanza de la importancia de la utilización de un sistema de seguridad en sus hogares.

5.2 MÉTODO

El método utilizado es deductivo, ya que permite que un proceso manual se convierta en un proceso de control automatizado. El método inductivo apoya un proceso experimental, bajo la lógica de ensayo y error, buscando corroborar las teorías que se exponen, para que el sistema de seguridad funcione adecuadamente y permita los objetivos propuestos.

5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

5.3.1 Fuentes primarias: Se investigaron diferentes técnicas y dispositivos de detección de presencia de gas natural en el ambiente.

5.3.2 Fuentes secundarias: Para complementar la investigación se utilizó libros, folletos e internet.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

Dado el elevado crecimiento del servicio de gas natural por red hacia los hogares se desarrolla este dispositivo como una solución a los posibles riesgos de accidentes y mejorara el consumo de este combustible mediante el control electrónico el cual nos ofrece una gran confiabilidad y exactitud. El sistema está constituido por subsistemas que comprenden etapas de sensado, procesamiento de señales, control de alarmas y control flujo de gas.

El sistema de seguridad para gas natural residencial está compuesto por dos componentes, los cuales consisten en primer lugar modificar el circuito neumático de un fogón a gas y en segundo lugar diseñar el control electrónico de alarma para poder controlar el paso de gas y supervisar el ambiente para determinar si hay alguna fuga.

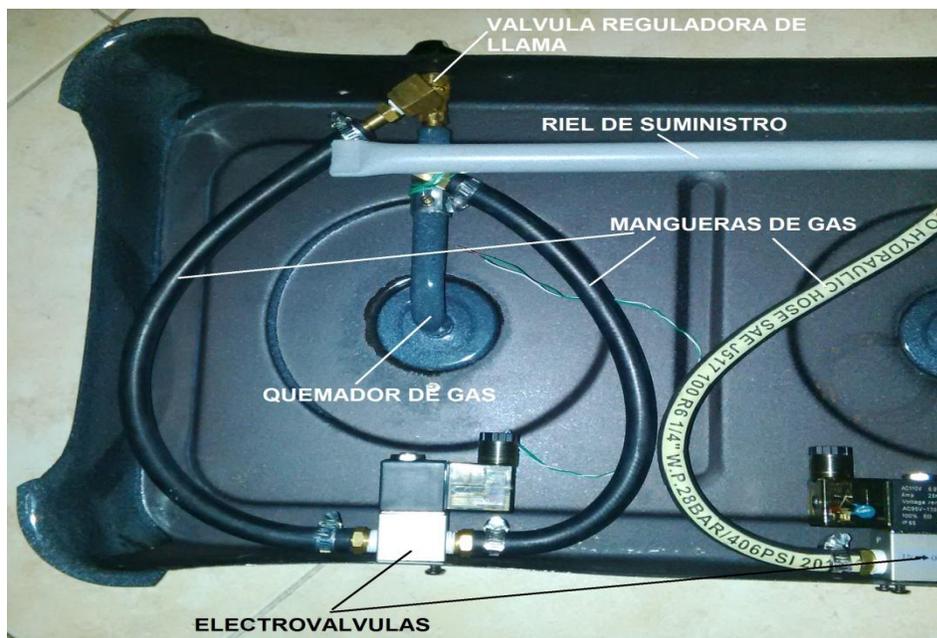
El fogón de gas natural fue modificado en su sistema neumático, se ha instalado las electroválvulas entre las válvulas reguladora de llama y el riel de suministro de gas mediante mangueras de 1/4 de pulgada de diámetro las cuales se ajustan a los acoples de cobre mediante abrazaderas metálicas.

Esta disposición de instalación de las electroválvulas y sus mangueras garantiza que al haber una fuga de gas se corte el suministro hacia los quemadores de gas.

Figura 13. Fogón modificado.

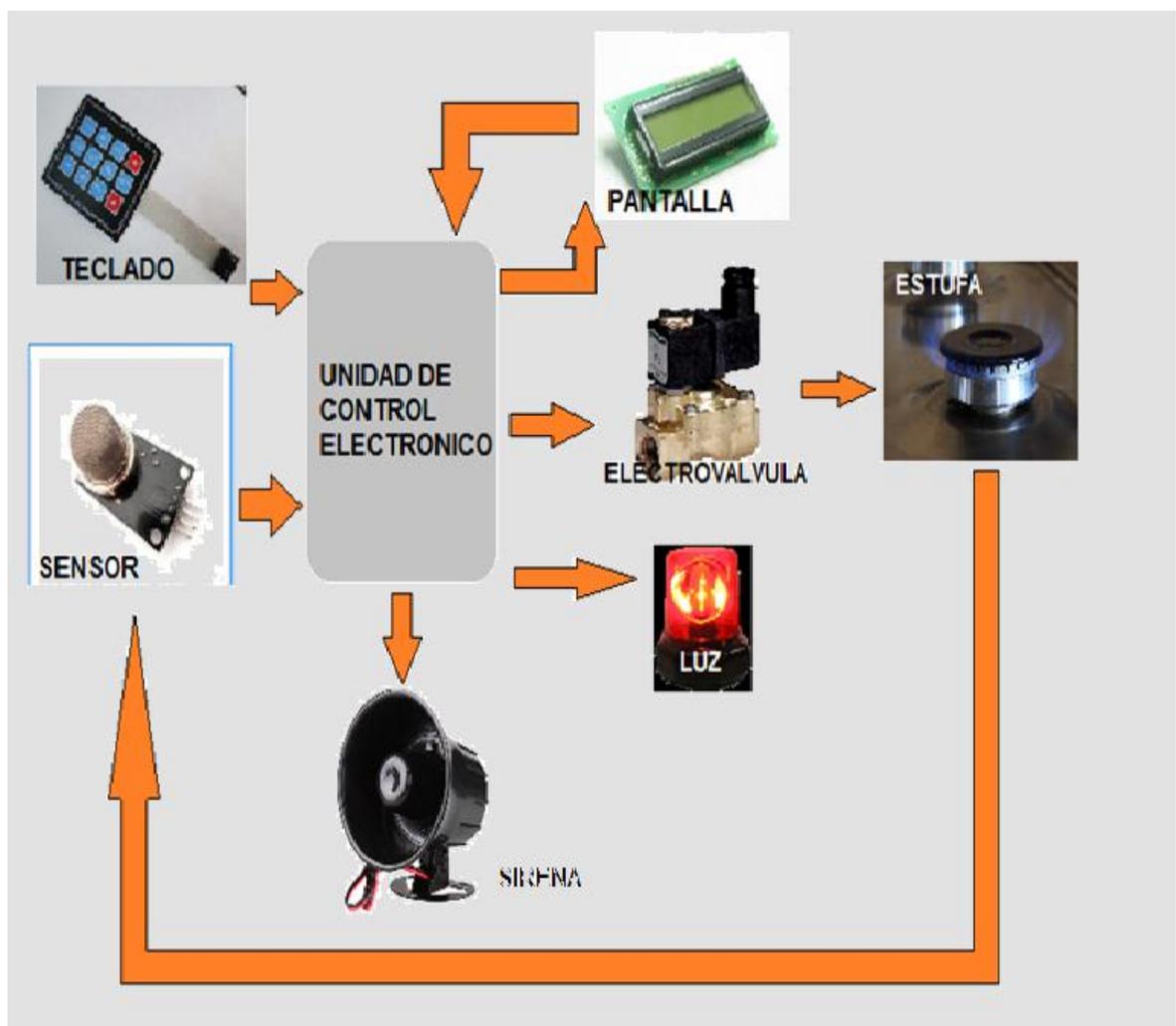


Figura 14. Fogón parte interior.



El módulo de control electrónico consta de un módulo entero que en su interior se compone de varias etapas o circuitos que en conjunto realizan las funciones para las cuales se ha construido. Como todo sistema de control automático está compuesto de elementos de entrada, elementos de procesamiento y elementos controlados o actuadores.

Figura 15. Esquema de flujo de sistema de alarma de gas natural.



Los elementos de entrada pueden ser análogos o digitales, que por lo general son sensores e interruptores. En este sistema contamos con un sensor de gas natural y una red de interruptores los cuales forman el teclado matricial.

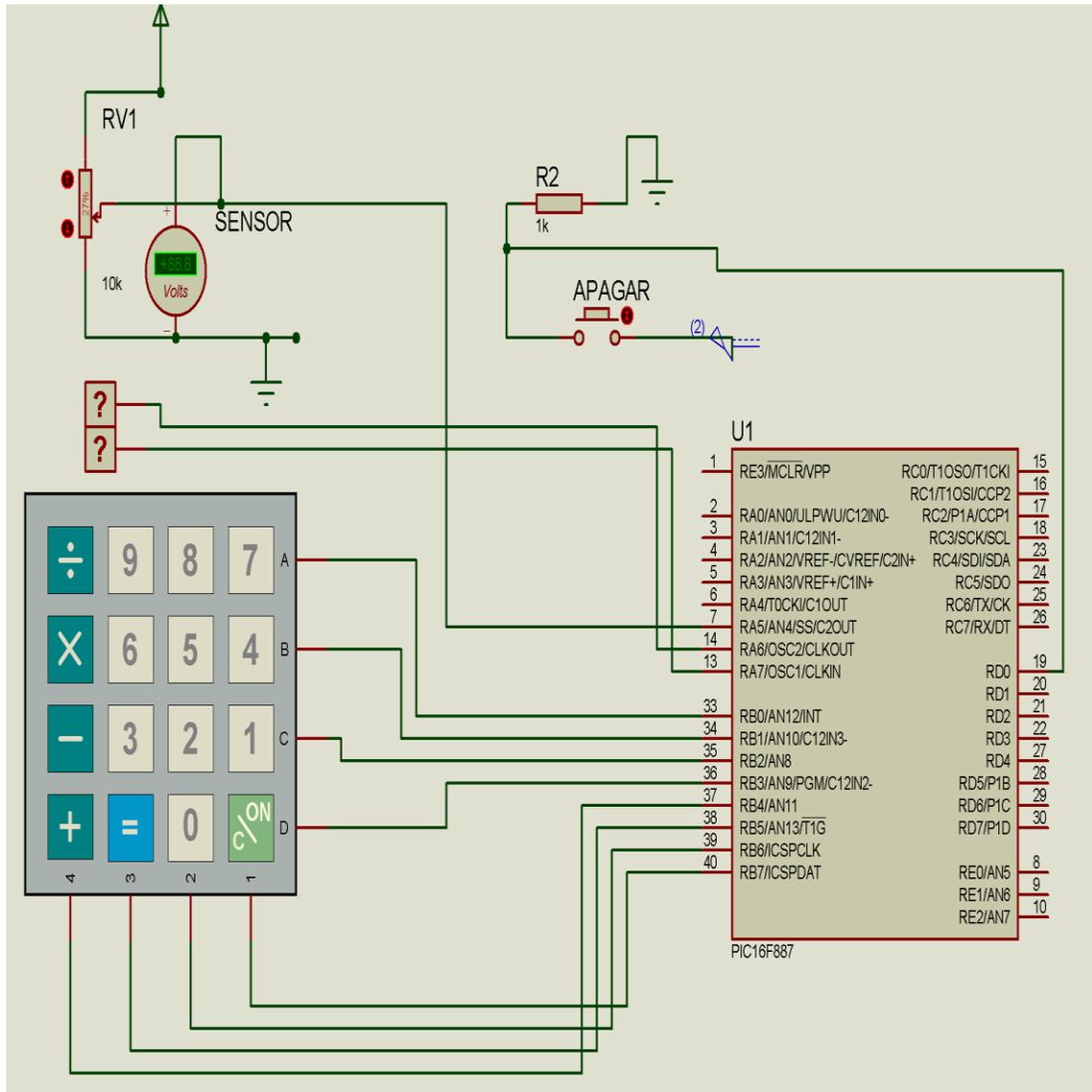
El sensor de gas utilizado es el MQ-4 fabricado por HANWEI ELECTRONICS el cual genera una señal análoga variable en voltaje la cual cambia de manera proporcional a la cantidad de gas presente en el ambiente, esta señal varía entre 0V a 5V donde el nivel más alto de voltaje indica alta presencia de gas en el ambiente. Esta señal es llevada al microcontrolador para ser tratada de acuerdo a los parámetros programados en su interior.

El teclado matricial es la interface entre el usuario y la alarma ya que mediante este se programara el tiempo de utilización del gas en el fogón, está compuesto por una red de interruptores que generan una señal digital hacia el microcontrolador que procesara estas señales y realizara el trabajo asignado.

Los elementos de procesamiento son parte principal de todo el sistema, ya que en esta se realiza todo el procesamiento de las señales de entrada para poder controlar el gas a entregar. El elemento de procesamiento está basado en el microcontrolador PIC16F887 de Microchip el cual fue cargado con código de programación en lenguaje C, ya que este lenguaje es de fácil utilización y además ahorra espacio en la memoria interna de este.

El microcontrolador toma las señales de los sensores y procesa esta información para poder comandar la pantalla LCD, el testigo luminoso, el avisador acústico y las electroválvulas de cierre de gas.

Figura 16. Esquema conexión elementos de entrada.



El software del microcontrolador está ordenado como un menú secuencial en el cual el usuario tendrá varias opciones y avisos como se ve en la siguiente tabla.

Tabla 3. Operación software del microcontrolador.

CONDICIÓN	ACCIÓN	PIN #
Pantalla de inicio.	El usuario seleccionara la parrilla a usar, todos los actuadores apagados.	-----
Parrilla seleccionada.	El usuario seleccionara el tiempo a usar la parrilla.	-----
Tiempo seleccionado.	El microcontrolador activara la electroválvula correspondiente.	27---30
Presencia baja de gas en el ambiente.	Las electroválvulas se cierran. Testigo luminoso se enciende. Avisador acústico activado a 2Hz.	27---30 14 13
Presencia alta de gas en el ambiente.	Las electroválvulas se cierran. Testigo luminoso se activa a 5Hz. Avisador acústico activado a 5Hz.	27---30 14 13
La presencia de gas desaparece.	Las electroválvulas se cierran. Testigo luminoso se apaga. Avisador acústico se apaga. Regreso a la pantalla de inicio.	27---30 14 13
Botón apagar accionado.	El usuario selecciona si desea apagar el sistema.	19
Usuario selecciona apagar el sistema.	La pantalla LCD se apaga. Las electroválvulas se cierran. Testigo luminoso se apaga. Avisador acústico se apaga.	21 27---30 14 13
Botón apagar accionado después de esta apagado el sistema.	La pantalla LCD se enciende. El usuario elige no apagar para encender el sistema. Regreso a la pantalla de inicio.	21 --- --- ---
Presencia de gas cuando el sistema está apagado.	La pantalla LCD se enciende. Las electroválvulas apagadas. Testigo luminoso apagado. Avisador acústico apagado.	21 27---30 14 13

La opción de apagar el sistema lo que hará es apagar la pantalla LCD, el microcontrolador seguirá operando y supervisando la señal del sensor de gas, de manera que si hay una fuga el sistema se enciende completamente.

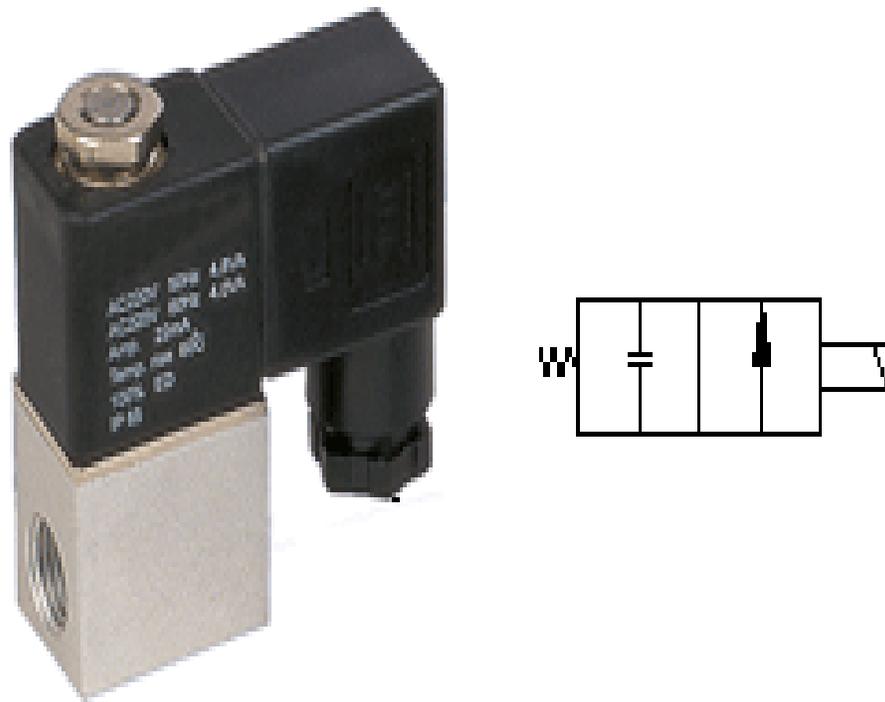
El sistema siempre estará encendido mientras este alimentado, ya que debe estar supervisando la presencia de gas en el ambiente para indicarle al usuario de un peligro inminente; los elementos controlados en este sistema son los encargados de modificar las condiciones físicas del entorno para tener un ambiente seguro para el usuario, estos elementos son los relés de estado sólido, las electroválvulas de suministro de gas, los transistores, el avisador acústico, el avisador luminoso y la pantalla LCD que son comandadas por el microcontrolador de acuerdo al programa guardado en su interior.

Los transistores se encargan de comandar el avisador acústico, los relés de estado sólido y el encendido de la pantalla LCD, con los cuales se comandara la masa de estas cargas. La utilización de los transistores evita que estas cargas sean comandadas directamente por el microcontrolador para protegerlo ya que este utiliza bajas corrientes y no sería capaz de comandar cargas altas.

Los relés de estado sólido comandan las electroválvulas para que abran el paso de gas según sea ordenado por el microcontrolador. Las electroválvulas trabajan con corriente alterna y por tal motivo los relés de estado sólido también, pero solo su accionamiento es por corriente continua ya que el microcontrolador trabaja con este tipo de corriente.

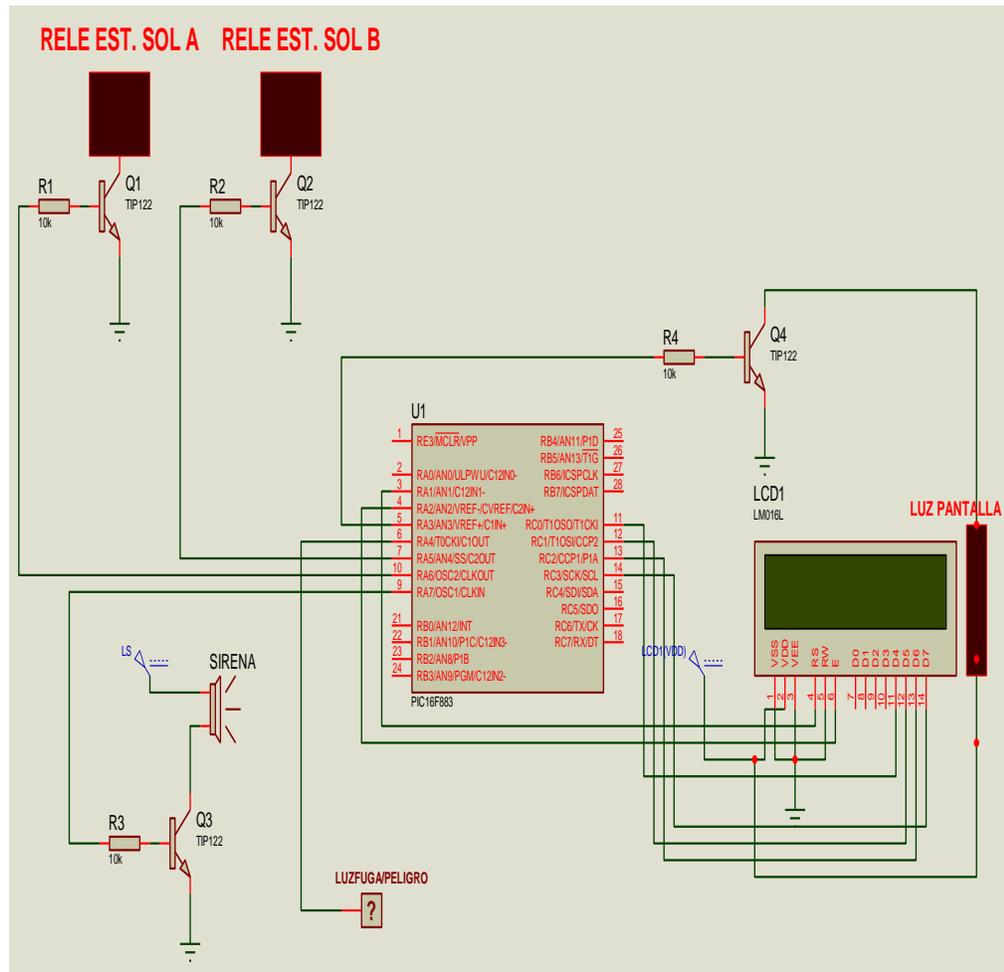
Las electroválvulas utilizadas son de bajo consumo de corriente, por el orden de los 30mA a 110VAC, y de dos vías normalmente cerradas capaz de soportar hasta 115PSI.

Figura 17. Electroválvula de paso de gas.



El microcontrolador tiene un nivel de voltaje bajo, de tan solo 5V, lo que hace necesario utilizar los transistores para comandar las cargas que tienen un nivel de voltaje más alto.

Figura 18. Conexión elementos controlados.



El diseño inicial del sistema de seguridad de gas natural residencial fue montado sobre la protoboard donde se ensayó y encontró errores de programación y de calibración del sensor de gas. La calibración del sensor fallo en cuanto a la sensibilidad para detectar la presencia de gas en el ambiente, lo que hizo necesario ensayar varias veces hasta encontrar el punto exacto en el cual al haber presencia de gas en el ambiente las electroválvulas se cierran cortando el suministro de gas y reiniciándose el sistema.

La programación del microcontrolador tuvo varios inconvenientes en cuanto a la distribución de subrutinas y enlace entre ellas, pero fue corregido con la asesoría técnica de un experto.

Luego de estas correcciones el sistema opera dentro de los parámetros con los cuales se diseñó.

7. CONCLUSIONES

Este proyecto me ha servido para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera cursada, estudiar otros conceptos necesarios para la realización del prototipo expuesto y comprobar físicamente que la teoría funciona correctamente.

El proceso de automatizar un proceso que se está haciendo manual no es tarea fácil, pues dentro de este proceso intervienen múltiples factores, desde humanos, hasta materiales; dentro de los recursos humanos que intervienen, la ideología de las personas que piensan innecesario este tipo de proyectos ya que como ellos dicen “un accidente con el gas nunca me ha pasado, eso es muy seguro”, por lo que es necesario concientizar a los usuarios del gas natural sobre los beneficios que con lleva un sistema de seguridad para el desarrollo de sus actividades. Por otro lado, el aspecto material de una automatización resulta costoso y en ocasiones se podría pensar que es poco accesible, pero en realidad este proyecto maneja un bajo costo donde cualquier usuario del gas natural puede acceder a este tipo de sistema de seguridad.

Con este proyecto se logra solucionar la necesidad de seguridad en los hogares que usan el servicio de gas natural para cocinar, brindándoles un aviso en caso de riesgo de accidentes y una interfaz de fácil operación de su estufa controlando el tiempo de funcionamiento de esta.

8. RECOMENDACIONES

Es un reto para los estudiantes, los profesores y para la Institución Universitaria Pascual Bravo como tal, el análisis y búsqueda de conocimientos dirigidos a resolver los problemas o necesidades del sector productivo, la vida diaria de las familias y habitantes de las ciudades y poblados.

Se recomienda a los usuarios del sistema de seguridad de gas natural residencial realizar las revisiones pertinentes a su red de distribución de gas interno en cuanto a fugas y correcta ventilación de su residencia para la evacuación fácil del gas en caso de fuga; esto ayuda a disminuir el riesgo de accidente.

La unidad central debe montarse en un sitio alejado de las fuentes de calor para que el sistema opere correctamente y el sensor de gas debe instalarse arriba de la estufa de gas natural para que sense efectivamente en caso de una fuga.

En caso de que una fuga de gas en la residencia no se ha controlada por el sistema de seguridad de gas natural residencial es necesario evacuar y llamar a los organismos de socorro para que ellos controlen la situación y eliminen el peligro de un accidente.

BIBLIOGRAFÍA

BOYLESTAD, Nashelsky. Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. Prentice-Hall. 8avaEdición.

SMITH, Carlos. Control automático de procesos, teoría y práctica. 3ra edición.

CIBERGRAFÍA

Hoja de datos de seguridad del gas natural.

http://www.ecopetrol.com.co/documentos/4281081_HOJA_DE_SEGURIDAD_DEL_GAS_NATURAL.pdf

¿Qué es el gas natural?

<http://www.gasnaturalfenosa.es/es/inicio/1285340339971/hogar.html>

Historia, usos y características del gas natural.

<http://www.innergy.cl/historiagas.htm>

Hoja de datos del microcontrolador PIC16f887.

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf>

Hoja de datos del RTC DS1307.

<http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet/maxim/DS1307.pdf>

Programación de microcontroladores PIC.

D:\UNIVERSIDAD\microcontroladores\Ejemplos - Capítulo 4 - Libro
Microcontroladores PIC - Programación en BASIC.htm

Anexo A. Microcontrolador pic16f887



PIC16F882/883/884/886/887

28/40/44-Pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn:
 - All single-cycle instructions except branches
- Operating speed:
 - DC – 20 MHz oscillator/clock input
 - DC – 200 ns instruction cycle
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes

Special Microcontroller Features:

- Precision Internal Oscillator:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$
 - Software selectable frequency range of 8 MHz to 31 kHz
 - Software tunable
 - Two-Speed Start-up mode
 - Crystal fail detect for critical applications
 - Clock mode switching during operation for power savings
- Power-Saving Sleep mode
- Wide operating voltage range (2.0V-5.5V)
- Industrial and Extended Temperature range
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Reset (BOR) with software control option
- Enhanced low-current Watchdog Timer (WDT) with on-chip oscillator (software selectable nominal 268 seconds with full prescaler) with software enable
- Multiplexed Master Clear with pull-up/input pin
- Programmable code protection
- High Endurance Flash/EEPROM cell:
 - 100,000 write Flash endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - Flash/Data EEPROM retention: > 40 years
- Program memory Read/Write during run time
- In-Circuit Debugger (on board)

Low-Power Features:

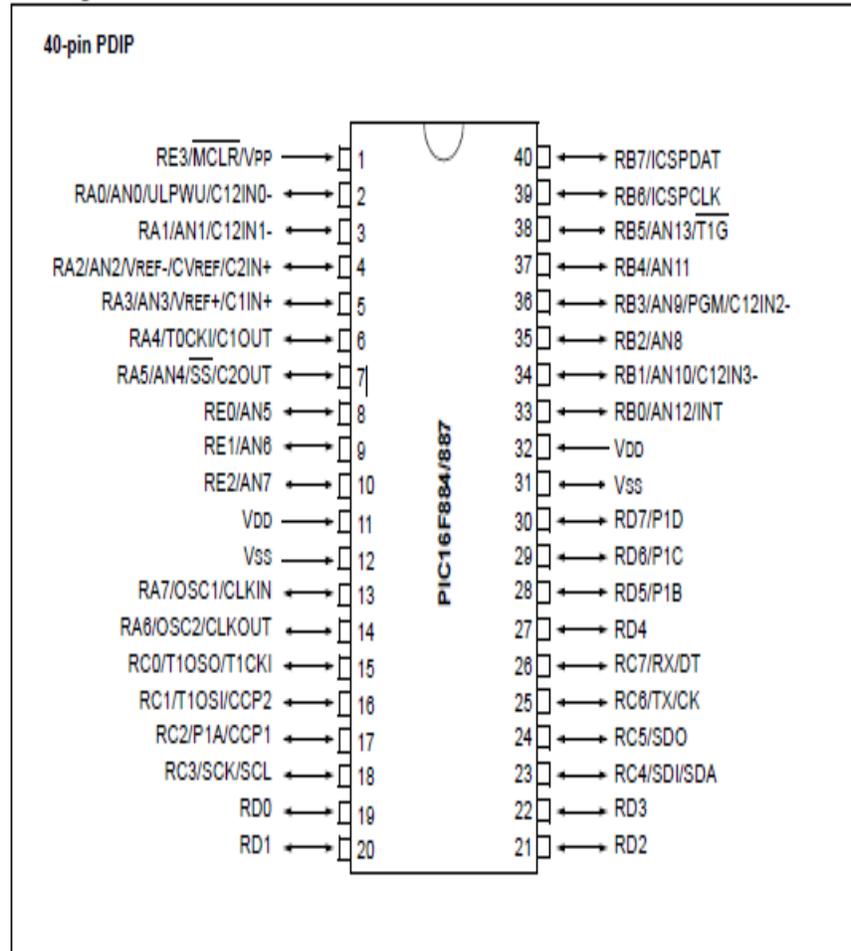
- Standby Current:
 - 50 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
 - 11 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
 - 220 μ A @ 4 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
 - 1 μ A @ 2.0V, typical

Peripheral Features:

- 24/35 I/O pins with individual direction control:
 - High current source/sink for direct LED drive
 - Interrupt-on-Change pin
 - Individually programmable weak pull-ups
 - Ultra Low-Power Wake-up (ULPWU)
- Analog Comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (CVR_{REF}) module (% of V_{DD})
 - Fixed voltage reference (0.6V)
 - Comparator inputs and outputs externally accessible
 - SR Latch mode
 - External Timer1 Gate (count enable)
- A/D Converter:
 - 10-bit resolution and 11/14 channels
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
 - 16-bit timer/counter with prescaler
 - External Gate Input mode
 - Dedicated low-power 32 kHz oscillator
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Enhanced Capture, Compare, PWM+ module:
 - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
 - Compare, max. resolution 200 ns
 - 10-bit PWM with 1, 2 or 4 output channels, programmable "dead time", max. frequency 20 kHz
 - PWM output steering control
- Capture, Compare, PWM module:
 - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
 - 16-bit Compare, max. resolution 200 ns
 - 10-bit PWM, max. frequency 20 kHz
- Enhanced USART module:
 - Supports RS-485, RS-232, and LIN 2.0
 - Auto-Baud Detect
 - Auto-Wake-Up on Start bit
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module supporting 3-wire SPI (all 4 modes) and I²C™ Master and Slave Modes with I²C address mask

PIC16F882/883/884/886/887

Pin Diagrams – PIC16F884/887, 40-Pin PDIP



PIC16F882/883/884/886/887

TABLE 3: PIC16F884/887 40-PIN SUMMARY (PDIP)

I/O	Pin	Analog	Comparators	Timers	ECCP	EUSART	MSSP	Interrupt	Pull-up	Bioclo
RA0	2	ANDULP/WU	C12IN0-	—	—	—	—	—	—	—
RA1	3	AN1	C12IN1-	—	—	—	—	—	—	—
RA2	4	AN2	C2IN+	—	—	—	—	—	—	V _{REF} /CVREF
RA3	5	AN3	C1IN+	—	—	—	—	—	—	V _{REF} +
RA4	6	—	C1OUT	T0CKI	—	—	—	—	—	—
RA5	7	AN4	C2OUT	—	—	—	SS	—	—	—
RA6	14	—	—	—	—	—	—	—	—	OSC2/CLKOUT
RA7	13	—	—	—	—	—	—	—	—	OSC1/CLKIN
RB0	33	AN12	—	—	—	—	—	IOC/INT	Y	—
RB1	34	AN10	C12IN3-	—	—	—	—	IOC	Y	—
RB2	35	AN8	—	—	—	—	—	IOC	Y	—
RB3	36	AN9	C12IN2-	—	—	—	—	IOC	Y	PGM
RB4	37	AN11	—	—	—	—	—	IOC	Y	—
RB5	38	AN13	—	T1G	—	—	—	IOC	Y	—
RB6	39	—	—	—	—	—	—	IOC	Y	ICSPCLK
RB7	40	—	—	—	—	—	—	IOC	Y	ICSPDAT
RC0	15	—	—	T10G0/T1CKI	—	—	—	—	—	—
RC1	16	—	—	T10G1	CCP2	—	—	—	—	—
RC2	17	—	—	—	CCP1/P1A	—	—	—	—	—
RC3	18	—	—	—	—	—	SCK/SCL	—	—	—
RC4	23	—	—	—	—	—	SDI/SDA	—	—	—
RC5	24	—	—	—	—	—	SDO	—	—	—
RC6	25	—	—	—	—	TX/CK	—	—	—	—
RC7	26	—	—	—	—	RX/DT	—	—	—	—
RD0	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RD1	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RD2	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RD3	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RD4	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RD5	28	—	—	—	P1B	—	—	—	—	—
RD6	29	—	—	—	P1C	—	—	—	—	—
RD7	30	—	—	—	P1D	—	—	—	—	—
RE0	8	AN5	—	—	—	—	—	—	—	—
RE1	9	AN6	—	—	—	—	—	—	—	—
RE2	10	AN7	—	—	—	—	—	—	—	—
RE3	1	—	—	—	—	—	—	—	Y ⁽¹⁾	MCLR/VPP
—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	V _{DD}
—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	V _{DD}
—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	V _{SS}
—	31	—	—	—	—	—	—	—	—	V _{SS}

Note 1: Pull-up activated only with external MCLR configuration.

Anexo B. Reloj de tiempo real ds1307



DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

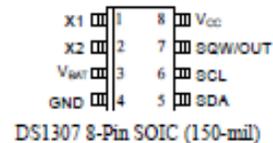
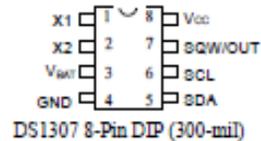
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

V _{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

Anexo C. Regulador de tensión lm 78xx



www.fairchildsemi.com

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

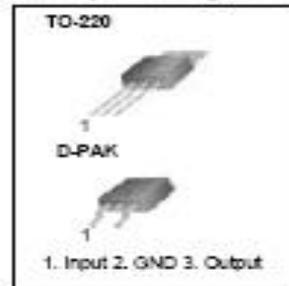
3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Features

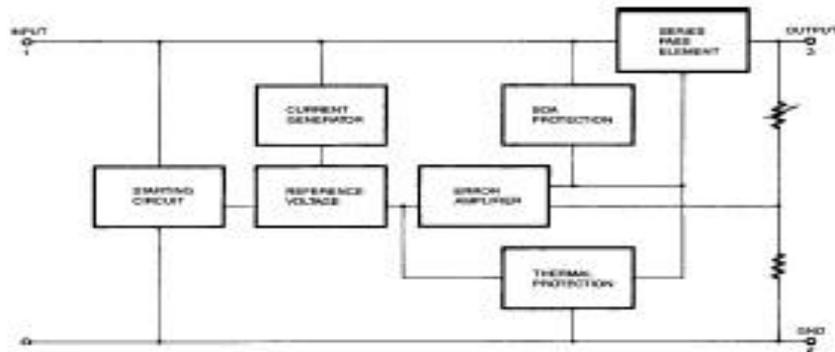
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



Internal Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I	35	V
	V_{I1}	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_Q = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_Q = 5mA$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1A$, $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1KHz$	-	15	-	$m\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Electrical Characteristics (MC7812)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7812			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.5	12	12.5	V	
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$, $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$	11.4	12	12.6		
Line Regulation (Note 1)	Reg _{line}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	-	10	240	mV
			$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	-	3.0	120	
Load Regulation (Note 1)	Reg _{load}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	11	240	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	5.0	120	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.1	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	0.1	0.5	mA	
		$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	-	0.5	1.0		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-1	-	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	76	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ $V_I = 15\text{V to } 25\text{V}$	55	71	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1\text{kHz}$	-	18	-	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Anexo D. Sensor de gas natural MQ-4

TECHNICAL DATA

MQ-4 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to CH₄. Natural gas.
- * Small sensitivity to alcohol, smoke.
- * Fast response .
- * Stable and long life
- * Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of CH₄Natural gas LNG, avoid the noise of alcohol and cooking fumes and cigarette smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _{in}	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R _L	Load resistance	20KΩ	
R ₄₁	Heater resistance	33Ω±5%	Room Temp
P _{in}	Heating consumption	less than 750mw	

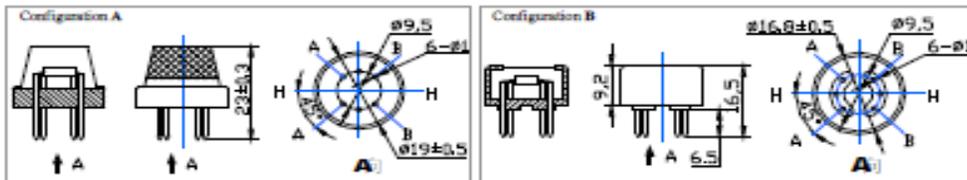
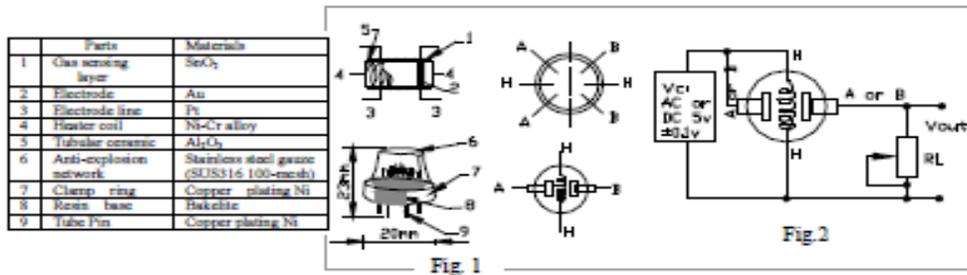
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Temp	-10℃-50℃	
T _{as}	Storage Temp	-20℃-70℃	
R ₄₁	Relative humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R _s	Sensing Resistance	10KΩ - 60KΩ (1000ppm CH ₄)	Detecting concentration scope: 200-10000ppm CH ₄ , natural gas
α (1000ppm/ 5000ppm CH ₄)	Concentration slope rate	≤ 0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20℃±2℃ Humidity: 65%±5%	V _c :5V±0.1 V _h : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



Structure and configuration of MQ-4 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), 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.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2
E. Sensitivity characteristic curve

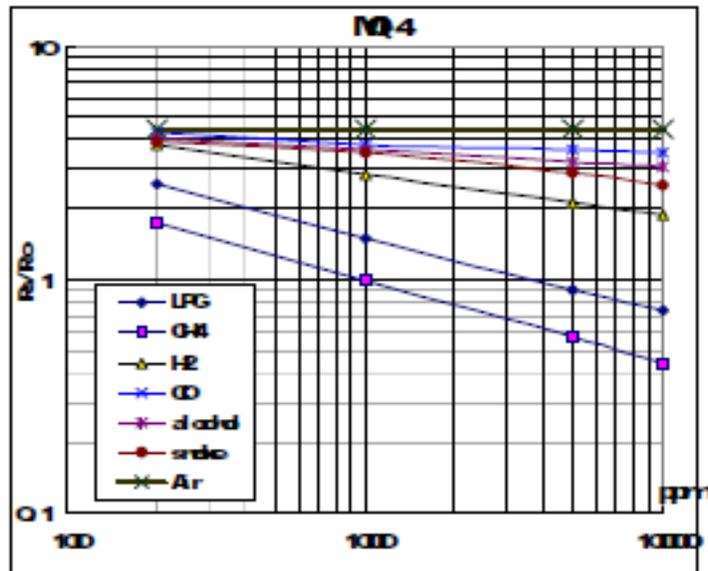


Fig 2 sensitivity characteristics of the MQ-4

Fig 3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-4 for several gases.

in their: Temp: 20°C,
Humidity: 65%,
 O_2 concentration 21%,
RL=20k Ω

R_0 : sensor resistance at 1000ppm of CH_4 in the clean air.
 R_x : sensor resistance at various concentrations of gases.

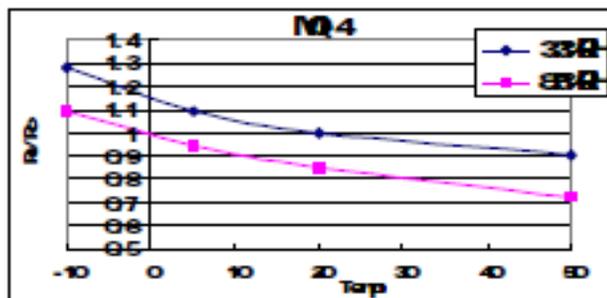


Fig 4 is shows the typical dependence of the MQ-4 on temperature and humidity.
 R_0 : sensor resistance at 1000ppm of CH_4 in air at 33%RH and 20 degree.

R_x : sensor resistance at 1000ppm of CH_4 in air at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-4 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 5000ppm of CH_4 concentration in air and use value of Load resistance (R_L) about 20K Ω (10K Ω to 47K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

Anexo E. Teclado matricial 4x4 de membrana

4x4 Matrix Membrane Keypad

This 16-button keypad provides a useful human interface component for microcontroller projects. Convenient adhesive backing provides a simple way to mount the keypad in a variety of applications.

Features

- Ultra-thin design
- Adhesive backing
- Excellent price/performance ratio
- Easy interface to any microcontroller

Key Specifications

- Maximum Rating: 24 VDC, 30 mA,
Life Expectancy: 1 million closures
Bounce time: ≤ 5 ms
Insulation Resistance: 100M Ohm, @ 100V
Dielectric Withstand: 250VRms (@ 60Hz, 1min)
- Interface: 8-pin access to 4x4 matrix
- Operating temperature: 32 to 122 °F
(0 to 50°C).
- Dimensions:
Keypad, 2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm)
Cable: 0.78 x 3.5 in (2.0 x 8.5 cm)

Application Ideas

- Security systems
- Menu selection
- Data entry for embedded systems



How it Works

Matrix keypads use a combination of four rows and four columns to provide button states to the host device, typically a microcontroller. Underneath each key is a pushbutton, with one end connected to one row, and the other end connected to one column. These connections are shown in Figure 1.

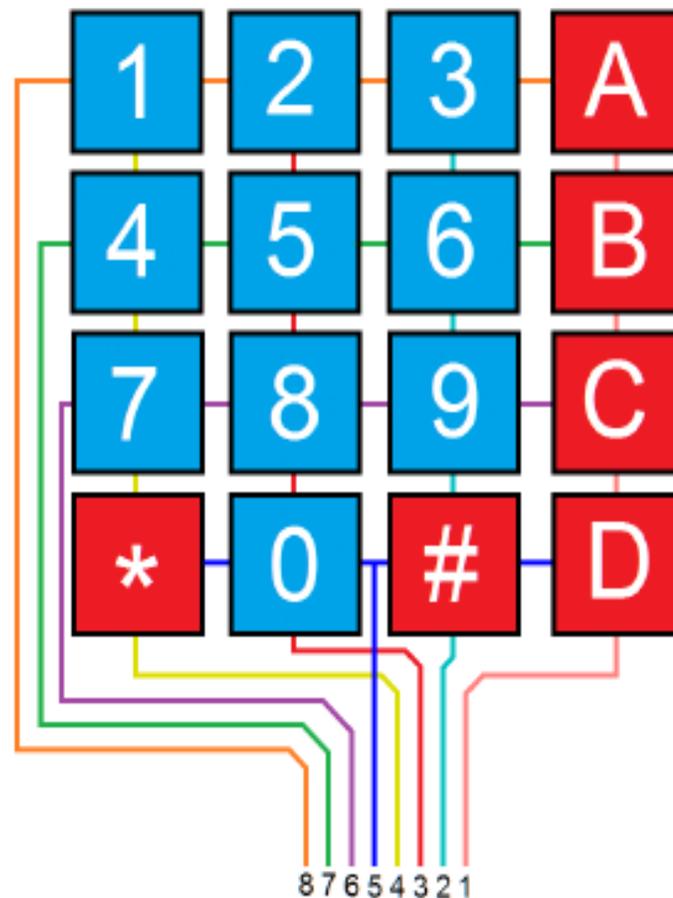
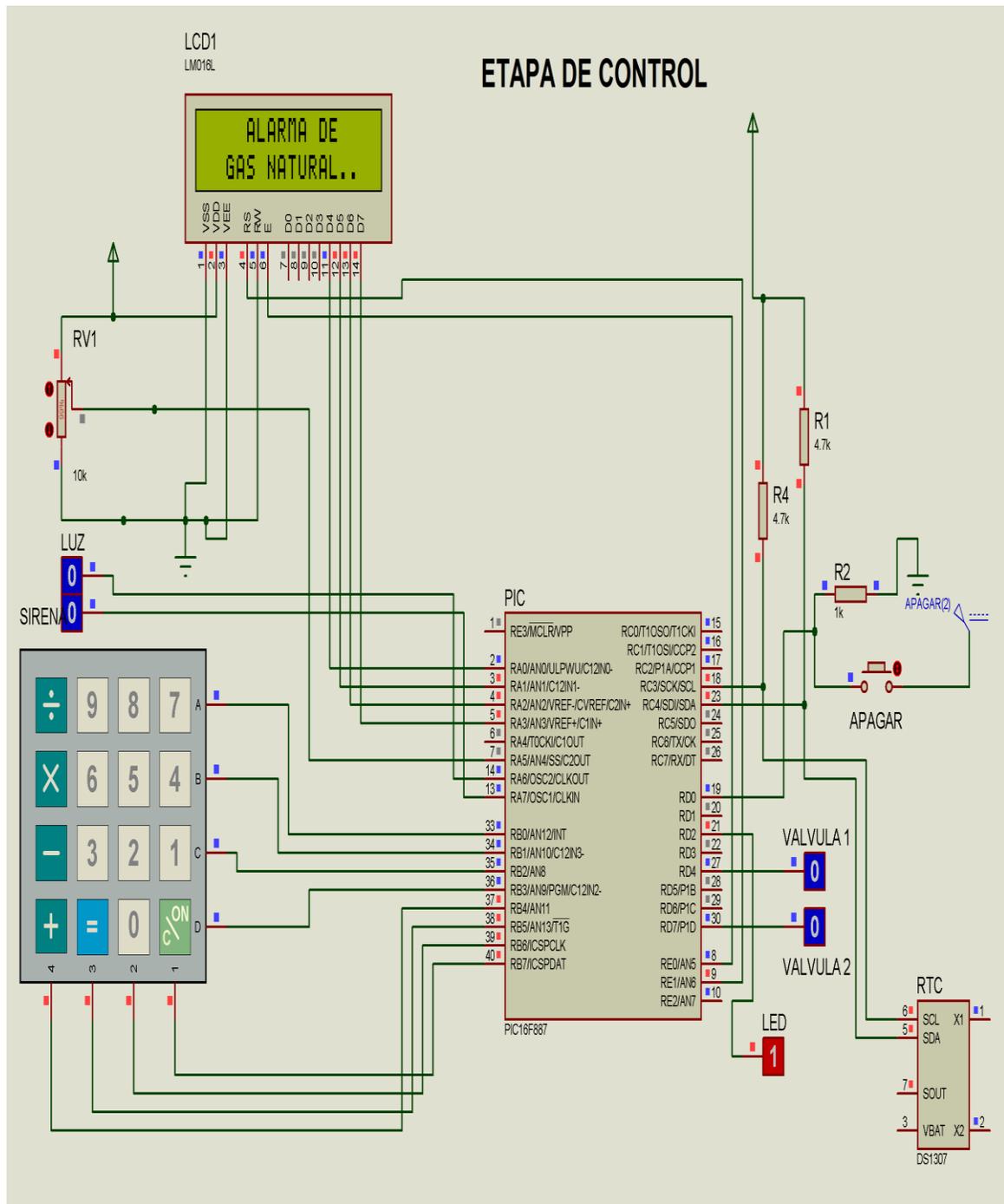


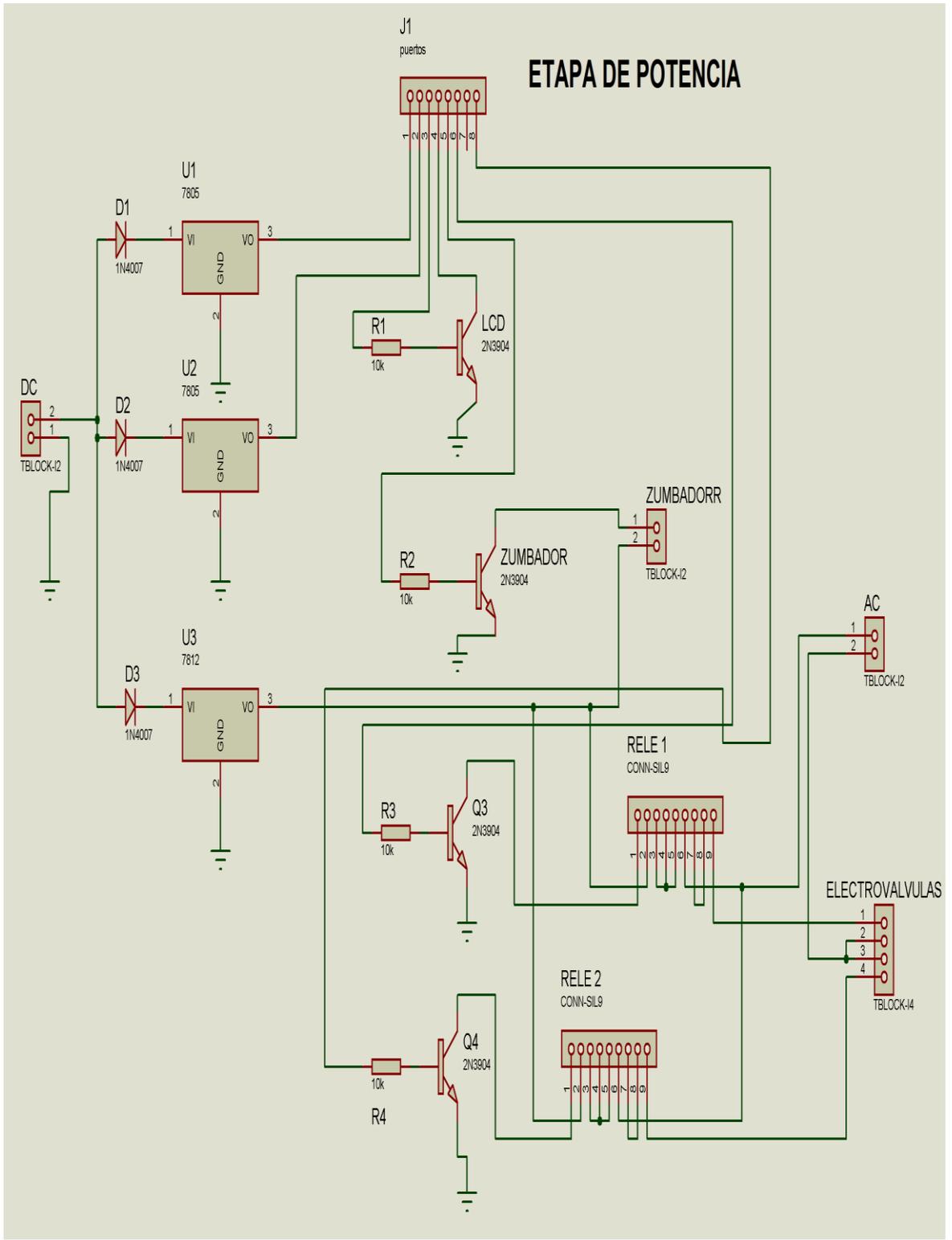
Figure 1: Matrix Keypad Connections

In order for the microcontroller to determine which button is pressed, it first needs to pull each of the four columns (pins 1-4) either low or high one at a time, and then poll the states of the four rows (pins 5-8). Depending on the states of the columns, the microcontroller can tell which button is pressed.

For example, say your program pulls all four columns low and then pulls the first row high. It then reads the input states of each column, and reads pin 1 high. This means that a contact has been made between column 4 and row 1, so button 'A' has been pressed.

Anexo F. Circuito eléctrico sistema seguridad para gas natural residencial





Anexo G. Código de programación de la etapa de control

```
/*
 * File:  estufafinal.c
 * Author: ARGE
 *
 * #include <pic.h>
 * #include <htc.h>
 * #include "lcd.h"
 * #include "keydr.h"
 * #include "i2c.h"
 * #include <xc.h>

//--ESTA ES LA CONFIGURACION DE BITS

// CONFIG1

#pragma config FOSC = INTRC_NOCLKOUT/
#pragma config WDTE = OFF
#pragma config PWRTE = OFF
#pragma config MCLRE = OFF
#pragma config CP = OFF
#pragma config CPD = OFF
#pragma config BOREN = OFF
#pragma config IESO = OFF
#pragma config FCMEN = OFF
#pragma config LVP = OFF

// CONFIG2

#pragma config BOR4V = BOR40V
#pragma config WRT = OFF
#ifdef _XTAL_FREQ
#define _XTAL_FREQ 4000000
#endif

//ESTO SE UTILIZA PARA DEFINIR BITS
#define PORTBIT(adre, bit) ((unsigned)(adre)*8+(bit))
static volatile bit luzfuga @ PORTBIT(PORTA,6);
static volatile bit sirena @ PORTBIT(PORTA,7);
```

```

static volatile bit valvula1 @ PORTBIT(PORTD,4);
static volatile bit valvula2 @ PORTBIT(PORTD,7);
static volatile bit led @ PORTBIT(PORTD,2);
static volatile bit apagado @ PORTBIT(PORTD,0);
//-----
char valor, varauto, tiempo, tiempo1, tiempo2, sel_par, unid, decen;
char min_f1, min_f2, hora_f1, hora_f2, min_a, hora_a, totalmin1, totalmin2, falta1,
falta2;
int GAS;
int dato1,dato2,dato3,dato4,dato5,dato6,dato7;
int seg1,seg2,min1,min2,hora1,hora2,dia1,dia2,mes1,mes2,ano1,ano2;

int manual();
int automatico();
int temporizador();
int sensor_gas();
int apagar();
int apaga_larma();

```

void leer_rtc(void)

```

{
//LECTURA DE LA FECHA Y HORA EN EL DS1307
    i2c_WriteTo(0xD0); /* talk to device 1010111w */
    i2c_PutByte(0x00); /* send data 0x00 */

    i2c_ReadFrom(0xD0);
    dato1 = i2c_GetByte(I2C_MORE);
    dato2 = i2c_GetByte(I2C_MORE);
    dato3 = i2c_GetByte(I2C_MORE);
    dato4 = i2c_GetByte(I2C_MORE);
    dato5 = i2c_GetByte(I2C_MORE);
    dato6 = i2c_GetByte(I2C_MORE);
    dato7 = i2c_GetByte(I2C_LAST);
    i2c_Stop();
    seg2=(dato1&0B00001111);
    seg1=(dato1>>4);
    min2=(dato2&0B00001111);
    min1=(dato2>>4);
    hora2=(dato3&0B00001111);
    hora1=(dato3<<4);

```

```

    dia2=(dato5&0B00001111);
    dia1=(dato5>>4);
    mes2=(dato6&0B00001111);
    mes1=(dato6>>4);
    ano2=(dato7&0B11001111);
    ano1=(dato7>>4);
/*    lcd_clear();
    lcd_goto(0);    // selecciono la primera linea
    lcd_puts("HORA: ");
    lcd_putch(hora1+48);
    lcd_putch(hora2+48);
    lcd_puts(":");
    lcd_putch(min1+48);
    lcd_putch(min2+48);
    lcd_puts(":");
    lcd_putch(seg1+48);
    lcd_putch(seg2+48);
    lcd_goto(0x40);    // selecciono la segunda linea
    lcd_puts("FECHA:");
    lcd_putch(dia1+48);
    lcd_putch(dia2+48);
    lcd_puts("/");
    lcd_putch(mes1+48);
    lcd_putch(mes2+48);
    lcd_puts("/");
    lcd_putch(ano1+48);
    lcd_putch(ano2+48);
    __delay_ms(1000);*/
}
void escribir_rtc(void)
{
    //ESCRITURA DE LA FECHA Y HORA EN EL DS1307
    i2c_WriteTo(0xD0);    /* talk to device 1010111w */
    i2c_PutByte(0x00);    /* send data 0x00 */
    i2c_PutByte(0x00);    //seg
    i2c_PutByte(0x00);    //min
    i2c_PutByte(0x00);    //hora
    i2c_PutByte(0x00);    //# dia
    i2c_PutByte(0x00);    //dia
    i2c_PutByte(0x00);    //mes
    i2c_PutByte(0x00);    //año
    //i2c_PutByte(0x10);    //configuracion

```

```

        i2c_Stop();
        return;
    }
void iniciar_rtc(void)
{
    i2c_WriteTo(0xD0);    /* talk to device 1010111w */
    i2c_PutByte(0x07);    //envia direccion de configuracion
    i2c_PutByte(0x10); //dato de configuracion
    i2c_Stop();
    return;
}

void reset_rtc(void)
{
    if ((tiempo1 == 0) & (tiempo2 == 0))
    {
        escribir_rtc();
        iniciar_rtc();
        __delay_ms(200);
    }
}

void sel tiempo(void)
{
    lcd_clear();
    lcd_goto(0);
    lcd_puts("SEL TIEMPO ");
    lcd_putch(sel_par+48);
    lcd_goto(0x40);
    lcd_puts("C:AUTO D:MANUAL");
    lcd_goto(0x40);
    valor=0;
    while(valor!='#')
    {
        while(valor==0)
        {
            sensor_gas();
            valor=getkey(0);
        }
        switch(valor)
        {
            case 'C': varauto=1;

```

```

        automatico();
        break;
case 'D': manual();
        tiempo=0;
        break;
case '*': varauto++;
        if (varauto>3)
        {
            varauto=1;
        }
        automatico();
        break;
case '1': lcd_clear();
        lcd_goto(0);
        lcd_puts("SOPA");
        if (sel_par == 1)
        {
            reset_rtc();
            tiempo1=30;
            leer_rtc();
            min_f1=((min1*10)+min2);
            hora_f1=((hora1*10)+hora2);
            break;
        }
        else
        {
            reset_rtc();
            tiempo2=30;
            leer_rtc();
            min_f2=((min1*10)+min2);
            hora_f2=((hora1*10)+hora2);
            break;
        }

case '2': lcd_clear();
        lcd_goto(0);
        lcd_puts("FRIJOLES");
        if (sel_par == 1)
        {
            reset_rtc();
            tiempo1=40;
            leer_rtc();

```

```

        min_f1=((min1*10)+min2);
        hora_f1=((hora1*10)+hora2);
        break;
    }
    else
    {
        reset_rtc();
        tiempo2=40;
        leer_rtc();
        min_f2=((min1*10)+min2);
        hora_f2=((hora1*10)+hora2);
        break;
    }
case '3': lcd_clear();
lcd_goto(0);
lcd_puts("SANCOCHO");
if (sel_par == 1)
{
    reset_rtc();
    tiempo1=50;
    leer_rtc();
    min_f1=((min1*10)+min2);
    hora_f1=((hora1*10)+hora2);
    break;
}
else
{
    reset_rtc();
    tiempo2=50;
    leer_rtc();
    min_f2=((min1*10)+min2);
    hora_f2=((hora1*10)+hora2);
    break;
}
case '4': lcd_clear();
lcd_goto(0);
lcd_puts("CHOCOLATE");
if (sel_par == 1)
{
    reset_rtc();
    tiempo1=20;
    leer_rtc();

```

```

        min_f1=((min1*10)+min2);
        hora_f1=((hora1*10)+hora2);
        break;
    }
    else
    {
        reset_rtc();
        tiempo2=20;
        leer_rtc();
        min_f2=((min1*10)+min2);
        hora_f2=((hora1*10)+hora2);
        break;
    }
case '5': lcd_clear();
lcd_goto(0);
lcd_puts("LECHE");
if (sel_par == 1)
{
    reset_rtc();
    tiempo1=10;
    leer_rtc();
    min_f1=((min1*10)+min2);
    hora_f1=((hora1*10)+hora2);
    break;
}
else
{
    reset_rtc();
    tiempo2=10;
    leer_rtc();
    min_f2=((min1*10)+min2);
    hora_f2=((hora1*10)+hora2);
    break;
}
default: break;
}
if (valor != '#')
    valor=0;
}
//temporizador();
}

```

```

int automatico()
{
    sensor_gas();
    if(varauto==1)
    {
        lcd_clear();
        lcd_goto(0);
        lcd_puts("1: SOPA");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("2: FRIJOLES");
        lcd_goto(0x4f);
        lcd_putch(126);
    }
    if(varauto==2)
    {
        lcd_clear();
        lcd_goto(0);
        lcd_puts("3: SANCOCHO");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("4: CHOCOLATE");
        lcd_goto(0x4f);
        lcd_putch(126);
    }
    if(varauto==3)
    {
        lcd_clear();
        lcd_goto(0);
        lcd_puts("5: LECHE");
        lcd_goto(0x4f);
        lcd_putch(126);
    }
}
int manual()
{
    lcd_clear();
    lcd_goto(0);
    lcd_puts("INGRESE TIEMPO ");
    lcd_putch(sel_par+48);
    lcd_puts(":");
    lcd_goto(0x40);
    valor=0;
}

```

```

while((valor==0))
{
    sensor_gas();
    valor=getkey(0);
}
lcd_putch(valor);
tiempo=(valor-48)*10;
valor=0;

while(valor==0)
{
    sensor_gas();
    valor=getkey(0);
}
lcd_putch(valor);
tiempo=tiempo+(valor-48);
if (sel_par == 1)
{
    reset_rtc();
    tiempo1=tiempo;
    leer_rtc();
    min_f1=((min1*10)+min2);
    hora_f1=((hora1*10)+hora2);
}
else
{
    reset_rtc();
    tiempo2=tiempo;
    leer_rtc();
    min_f2=((min1*10)+min2);
    hora_f2=((hora1*10)+hora2);
}
}

```

```

int temporizador()
{
    leer_rtc();

```

```

min_a=(min1*10);
min_a=min_a+min2;
hora_a=(hora1*10);
hora_a=hora_a+hora2;
if (tiempo1 > 0)
{
    valvula1 = 1;
/*    leer_rtc();
min_a=(min1*10);
min_a=min_a+min2;
hora_a=(hora1*10);
hora_a=hora_a+hora2; */
totalmin1=(hora_a - hora_f1);
totalmin1=totalmin1*60;
totalmin1=totalmin1 - min_f1 + min_a;
falta1=tiempo1-totalmin1;

    if (falta1 == 0)
    {
        tiempo1=0;
        valvula1 = 0;
    }

}
else
{
    valvula1 = 0;
}
if (tiempo2 > 0)
{
    valvula2 = 1;
/*    leer_rtc();
min_a=(min1*10);
min_a=min_a+min2;
hora_a=(hora1*10);
hora_a=hora_a+hora2; */
totalmin2=(hora_a - hora_f2);
totalmin2=totalmin2*60;
totalmin2=totalmin2 - min_f2 + min_a;
falta2=tiempo2-totalmin2;

```

```

    if (falta2 == 0)
    {
        tiempo2=0;
        valvula2 = 0;
    }

}
else
{
    valvula2 = 0;
}
//__delay_ms(1000);
lcd_clear();
lcd_goto(0);
lcd_puts("TIEMPO PAR 1: ");
unid = falta1%10;
decen = falta1/10;
lcd_putch(decen+48);
lcd_putch(unid+48);
lcd_goto(0x40);
lcd_puts("TIEMPO PAR 2: ");
unid = falta2%10;
decen = falta2/10;
lcd_putch(decen+48);
lcd_putch(unid+48);

}

int sensor_gas()
{

    GO=1; // INICIAR LA CONVERSION
    while(GO==1);
    GAS=ADRESL+(ADRESH*256);

    while(GAS<428)
    {
        while(GAS=701)
        {
            //onlcd=1;

```

```

    valvula1=0;
    valvula2=0;
    lcd_clear();
    lcd_puts("PELIGRO!...");
    luzfuga=1;
    sirena=1;
    __delay_ms(200);
    sirena=0;
    luzfuga=0;
    __delay_ms(200);
    GO=1; // INICIAR LA CONVERSION
    while(GO==1);
    GAS=ADRESL+(ADRESH*256);
}
while ((GAS>428)&(GAS<700))
{
    //onlcd=1;
    valvula1=0;
    valvula2=0;
    lcd_clear();
    lcd_puts("FUGA!...");
    luzfuga=1;
    sirena=1;
    __delay_ms(500);
    sirena=0;
    __delay_ms(500);
    GO=1; // INICIAR LA CONVERSION
    while(GO==1);
    GAS=ADRESL+(ADRESH*256);
}
}
if(GAS<427)
{
    return;
}
}

```

```

void main(void)
{
    TRISA=0B10010000; //LCD

```

```

TRISB=0B11110000; //TECLADO
TRISC=0B11000000; //I2C:DS1307
TRISD=0B01101011; //RD4:VALVULA1, RD7:VALVULA2, RD2:LED
TRISE=0B11111000; //LCD
ANSEL=0B00010000; //RA4 ENT. ANALOGA
ANSELH=0B00000000; //PORTB DIGITAL
ADCON0=0B11010001; //CONFIGURO EL CONVERTOR ADC CANAL
4,MODULO HABILITADO,RELOJ INTERNO nuev
ADCON1=0B10000000; //justifico a la derecha,referencia -,referencia+ iguales a
la fuente nuev
OPTION_REG=0;
WPUB=0B11110000;
PORTA=0;
PORTB=0;
PORTC=0;
valvula1=0;
valvula2=0;
led=1;
//inicialización de variables
tiempo=0;
tiempo1=0;
tiempo2=0;
falta1=0;
falta2=0;
sel_par=1;
varauto=1;
//-----
lcd_init();
key_init();
iniciar_rtc();
__delay_ms(200);
escribir_rtc();
__delay_ms(200);
lcd_goto(0); //dice donde inicia el comando siguiente que sera letras
lcd_puts(" ALARMA DE");
lcd_goto(0x40);
lcd_puts(" GAS NATURAL..");
__delay_ms(2500);

while (1)
{
    sensor_gas();

```

```
if (apagado==1)
{
    apaga_larma();
}
```

```
valor=0;
while(valor==0)
{
    valor=getkey(0);
    sensor_gas();
}
```

```
valor=getkey(0);
if1 ((tiempo1 > 0) | (tiempo2 > 0))
{
    temporizador();
}
else
{
    lcd_clear();
    lcd_goto(0);
    lcd_puts(" SEL. PARRILLA");
    lcd_goto(0x40);
    lcd_puts(" 1:A    2:B");
    __delay_ms(1000);
}
}
```

```
switch(valor)
{

    case 'A': lcd_clear();
              lcd_goto(0); // selecciono la primera linea
              lcd_puts("PARRILLA 1");
              __delay_ms(1000);
              sel_par = 1;
}
```

```

        seltiempo();
        break;

    case 'B': lcd_clear();
              lcd_goto(0); // selecciono la primera linea
              lcd_puts("PARRILLA 2");
              __delay_ms(1000);
              sel_par = 2;
              seltiempo();
              break;

    default: break;
}

}
}

```

```

void apagar()
{
    lcd_clear();
    led=0;
    sensor_gas();
}

```

```

int apaga_larma()
{
    led=1;
    lcd_clear();
    lcd_goto(0);
    lcd_puts("DESEA APAGAR?");
    lcd_goto(0x40);
    lcd_putch(49);
    lcd_putch(45);
    lcd_puts("SI");
    lcd_goto(0x46);
    lcd_putch(50);
}

```

```

lcd_putchar(45);
lcd_puts("NO");

while((valor==0)&(GAS<427))
{
    //sensor_gas();
    valor=getkey(0);
}

    switch(valor)
    {

        case '1': lcd_clear();
                lcd_puts("APAGANDO.....");
                __delay_ms(3000);
                apagar();
                break;

        case '2': lcd_clear();
                main();
                //break;

        default: break;
    }
return;
}

```