

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN  
Y CONTROL

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN  
INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO  
PARA EL CONTEO AUTOMÁTICO DE PERSONAS, CON  
SERVICIOS DE COMUNICACIÓN REMOTA Y GESTIÓN DE  
AVISOS AUDIBLES PARA LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE  
SERVICIO PÚBLICO

SILVIA ELIZABETH FLORES SUÁREZ

MIGUEL FERNANDO FUERTES MONCAYO

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2009

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA EL CONTEO AUTOMÁTICO DE PERSONAS, CON SERVICIOS DE COMUNICACIÓN REMOTA Y GESTIÓN DE AVISOS AUDIBLES PARA LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE SERVICIO PÚBLICO”, fue desarrollado en su totalidad por la señorita Silvia Elizabeth Flores Suárez y el señor Miguel Fernando Fuertes Moncayo, bajo nuestra dirección.

---

Ing. Hugo Ortiz  
DIRECTOR

---

Ing. Jaime Andrango  
CODIRECTOR

## **RESUMEN**

El prototipo electrónico para el conteo automático de personas, con servicios de comunicación remota y gestión de avisos audibles para las unidades de transporte de servicio público tiene como finalidad determinar el número de personas que ocuparon la unidad de transporte durante una jornada de trabajo, mediante dispositivos de detección tales como alfombras y sensores fotoeléctricos; además brindar a los usuarios el servicio de anuncio de paradas, recolección de pasajes y alertas por exceso de pasajeros de una forma audible, finalmente este dispositivo constituye una herramienta de seguridad y control, para el propietario, pues remotamente podrá conocer datos sobre posición, velocidad, alarmas y número de personas de la unidad de transporte.

El prototipo consta de cuatro etapas: instrumentación, control, comunicación remota y gestión de mensajes pregrabados, las cuales para su implementación fueron agrupadas en dos módulos, lo que le da al proyecto una característica de independencia, pues dichos módulos pueden funcionar en conjunto o por separado. El módulo central es el encargado de la detección y el conteo de personas, la generación de tramas de usuario (comunicación remota) y control en general, finalmente el módulo gestor de mensajes de voz pregrabados realiza principalmente la reproducción audible de avisos y despliegue de la hora actual previo su seteo.

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a Dios,  
a mi papi y a mi mami quienes  
con mucho sacrificio y amor me  
han enseñado los más valiosos valores,  
amor y respeto, y me han brindado  
lo mejor de sus vidas.*

***Silvia***

*Dedico este trabajo a mis padres,  
a mi tía y a mi abuelita,  
ejes fundamentales de mi vida.*

***Fernando***

## **AGRADECIMIENTO**

*A quien me dio vida y es digno de recibir  
la gloria y el honor a Dios,  
A mi familia por su amor y apoyo en cada etapa de mi vida,  
A Ferna por su apoyo incondicional, sus palabras  
de ánimo y su inmensa comprensión,  
A mis amigas y amigos ya que compartimos  
momentos inolvidables durante la carrera universitaria,  
A los maestros de vida que me enseñaron  
a ser una buena profesional,  
A mis asesores de tesis Ing. Hugo Ortiz e  
Ing. Jaime Andrango por su guía durante este proceso,  
Y a todas aquellas personas que facilitaron el desarrollo  
y culminación de este proyecto.*

**Silvia**

*En primer lugar a Dios por haberme iluminado y guiado  
para vencer todos los obstáculos en mi vida,  
A mis padres, hermanos y familia por todo el amor y apoyo  
incondicional que siempre me brindan,  
A mi tía y abuelita por ser una fuente de alegría  
y fuerza en mi vida, y enseñarme siempre  
a llevar una sonrisa,  
A Silvi compañera de alegrías, triunfos y dificultades,  
por sus consejos y apoyo brindado en todo momento,  
A mis asesores de tesis Ing. Hugo Ortiz e  
Ing. Jaime Andrango por su profesionalismo  
y valiosa guía,  
Finalmente quiero agradecer a mis amigos, profesores  
y a todas aquellas personas que facilitaron la  
culminación de este proyecto.*

**Fernando**

## PRÓLOGO

*El presente trabajo describe el diseño e implementación de un prototipo electrónico para el conteo automático de personas, con servicios de comunicación remota y gestión de avisos audibles para las unidades de transporte de servicio público basándose principalmente en el uso de circuitos integrados tales como microcontroladores, dispositivos de almacenamiento de voz y sensores.*

*Este prototipo tiene la finalidad de determinar el número de personas que han utilizado la unidad de transporte mediante dispositivos de detección: alfombras de presencia y sensores fotoeléctricos; de brindar un servicio adicional a los pasajeros, el cual les permite conocer las paradas actuales, alarmas por exceso de pasajeros y recolección de pasajes, todo esto de una forma audible y finalmente constituye una herramienta de seguridad y control para el propietario pues remotamente podrá conocer datos sobre posición, velocidad, alarmas y número de personas de la unidad de transporte.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE HOJAS TÉCNICAS .....	X
1. CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	1
1.3. ALCANCE DEL PROYECTO .....	2
Características funcionales del prototipo.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. General .....	4
1.4.2. Específicos.....	4
1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	5
1.5.1. Etapa de instrumentación.....	5
1.5.2. Etapa de control.....	5
1.5.3. Etapa de comunicación remota.....	6
1.5.4. Etapa de gestión de mensajes pregrabados.....	6
1.5.5. Etapa de aplicación.....	6
2. CAPÍTULO 2 .....	7
FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	7
2.1. MICROCONTROLADORES .....	7
2.1.1. PIC16F877A.....	7
2.2. TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES INFRARROJOS REFLEXIVOS CON SUPRESIÓN DE FONDO .....	9
2.2.1. RADIACIÓN INFRARROJA .....	9
2.2.2. PRINCIPIO DE TRIANGULACIÓN .....	9
2.2.3. SENSOR DE PROXIMIDAD SHARP GP2Y0A700 .....	10
2.3. CIRCUITO INTEGRADO GRABADOR/REPRODUCTOR DE AUDIO ISD25120.....	12
2.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	14

---

2.4.1. Protocolo UDP (User Datagram Protocol - Protocolo de Datagrama de Usuario) .....	15
2.4.2. Protocolo IP (Internet Protocol - Protocolo de Internet) .....	16
2.4.3. Protocolo PPP (Point to Point Protocol - Protocolo Punto a Punto) .....	19
3. CAPÍTULO 3 .....	21
DISEÑO DEL PROTOTIPO .....	21
3.1. REQUERIMIENTOS .....	21
3.2. DISEÑO .....	21
3.2.1. Diseño de la etapa de instrumentación .....	22
3.2.1.1. Diseño de la alfombra de detección de presencia.....	23
3.2.1.2. Diseño del acondicionamiento de las señales emitidas por los sensores fotoeléctricos .....	25
3.2.2. Diseño de la etapa de control.....	26
3.2.3. Diseño de la etapa de comunicación remota .....	33
3.2.4. Diseño de la etapa de gestión de mensajes pregrabados .....	35
3.2.4.1. Diseño del grabador/reproductor de mensajes de voz.....	35
3.2.4.2. Diseño del gestor de mensajes de voz pregrabados.....	37
3.3. ESPECIFICACIONES .....	48
3.3.1. Especificaciones de la etapa de control .....	48
3.3.2. Especificaciones del grabador/reproductor de mensajes de voz .....	48
3.3.3. Especificaciones del gestor de mensajes de voz pregrabados .....	48
3.4. PLANOS.....	49
3.4.1. Plano eléctrico general de la etapa de control .....	49
3.4.2. Planos de la etapa de gestión de mensajes pregrabados .....	50
3.4.2.1. Plano eléctrico del grabador/reproductor de mensajes de voz .....	50
3.4.2.2. Plano eléctrico del gestor de mensajes de voz pregrabados .....	51
4. CAPÍTULO 4 .....	52
DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL PROTOTIPO .....	52
4.1. SOFTWARE DE CONTROL .....	52
4.1.1. Software para la etapa principal de control .....	52
4.1.1.1. Función del menú (men).....	53
4.1.1.2. Función de grabación (grabacio) .....	57
4.1.1.3. Función borrar (borrar).....	58
4.1.1.4. Función de conversión (sencanti).....	58



4.1.1.5.	Función de presentación (tiempp)	58
4.1.1.6.	Función de presentación (tiempp3)	59
4.1.1.7.	Función de presentación (tiempp4)	59
4.1.1.8.	Función de presentación (tiempp2)	59
4.1.1.9.	Función de envío (envio)	60
4.1.1.10.	Función de grabación o presentación en LCD (panta)	60
4.1.1.11.	Función de detección de presencia (cuenta1)	60
4.1.1.12.	Función para el cálculo del CRC (crc)	61
4.1.1.13.	Función de conversión (datoasii)	61
4.1.1.14.	Función de la trama (dato6)	62
4.1.1.15.	Interrupción del TIMER0	62
4.1.1.16.	Interrupción del TIMER1	64
4.1.1.17.	Interrupción de RB0/INT	66
4.1.1.18.	Interrupción del conversor analógico/digital	66
4.1.1.19.	Interrupción por cambio de estado de los bits más significativos del PUERTO B.	66
4.1.2.	Software para el grabador/reproductor de mensajes de voz	69
4.1.3.	Software para el gestor de mensajes de voz pregrabados	74
4.1.3.1.	Función presentar hora ( <i>reloj</i> )	77
4.1.3.2.	Función igualar reloj ( <i>igualar</i> )	79
4.1.3.3.	Función presentar y convertir a BCD ( <i>presentar</i> )	79
4.1.3.4.	Función reproducir mensaje ( <i>reproducir</i> )	80
4.1.3.5.	Función fin reproducción ( <i>finrep</i> )	80
4.1.3.6.	Función reproducir mensaje siguiente parada ( <i>parada</i> )	81
4.1.3.7.	Función detectar botón ( <i>botones</i> )	81
4.1.3.8.	Interrupción del TIMER0	83
4.1.3.9.	Interrupción del TIMER1	85
4.1.3.10.	Interrupción del TIMER2	87
4.1.3.11.	Interrupción de RB0/INT	89
4.1.3.12.	Interrupción de CCP1	90
4.1.3.13.	Interrupción por cambio de estado de los bits más significativos del PUERTO B.	91
4.2.	SOFTWARE DE COMUNICACIONES	94
5.	CAPÍTULO 5	96

---

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO .....	96
5.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES .....	96
5.2. CONSTRUCCIÓN .....	97
5.3. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA .....	102
5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	104
6. CAPÍTULO 6 .....	106
PRUEBAS DE OPERATIVIDAD Y RESULTADOS .....	106
6.1. PRUEBAS .....	106
6.2. RESULTADOS .....	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	111
CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES .....	112
ANEXOS .....	114
ANEXO 1 .....	115
ANEXO 2 .....	118
ANEXO 3 .....	119
ANEXO 4 .....	120
ANEXO 5 .....	121
ANEXO 6 .....	122
ANEXO 7 .....	123
ANEXO 8 .....	124
ANEXO 9 .....	125
ANEXO 10 .....	126
ANEXO 11 .....	127
ANEXO 12 .....	128
ANEXO 13 .....	129
ANEXO 14 .....	130
ANEXO 15 .....	131
ANEXO 16 .....	132
ANEXO 17 .....	133
ANEXO 18 .....	134
ANEXO 19 .....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	136

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Descripción de pines del chip grabador/reproductor de audio ISD25120.....	14
Tabla 3.1. Tabla de funcionamiento del codificador de teclado.....	28
Tabla 3.2. Tabla de funcionamiento del multiplexor de 2 a 1 líneas para el LCD.....	30
Tabla 3.3. Tabla de funcionamiento del multiplexor de 2 a 1 líneas para el envío de tramas. .....	34
Tabla 3.4. Tabla de funcionamiento del codificador de 16 a 4 líneas para botones.....	39
Tabla 3.5. Tabla de funcionamiento del codificador de botones de 3 a 2 líneas para el RTC. .....	40
Tabla 3.6. Descripción de pines del DS1307. ....	44
Tabla 3.7. Tabla de funcionamiento del multiplexor de 2 a 1 líneas para el audio. ....	45
Tabla 4.1. Características de configuración del TIMER0. ....	63
Tabla 4.2. Características de configuración del TIMER1. ....	64
Tabla 4.3. Asignación de direcciones para los mensajes de audio. ....	70
Tabla 4.4. Características de configuración del RTC DS1307.....	78
Tabla 4.5. Características de configuración del TIMER0. ....	83
Tabla 4.6. Características de configuración del TIMER1. ....	86
Tabla 4.7. Características de configuración del TIMER2. ....	88
Tabla 4.8. Características de configuración del CCP1. ....	91
Tabla 5.1. Detalle de costos del sistema. ....	104
Tabla 6.1. Porcentaje de error en la detección de personas. ....	107
Tabla 6.2. Cuadro de resultados de comunicación remota. ....	107
Tabla 6.3. Cuadro de resultados del módulo de control. ....	109
Tabla 6.4. Cuadro de resultados del módulo gestor de mensajes de voz pregrabados. .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama de bloques del prototipo. ....	5
Figura 2.1. Diagrama interno de un microcontrolador. ....	7
Figura 2.2. Diagrama de pines del microcontrolador PIC16F877A. ....	8
Figura 2.3. Funcionamiento del sensor infrarrojo. ....	10
Figura 2.4. Funcionamiento del PSD. ....	10
Figura 2.5. a) Diagrama de pines. b) Diagrama de bloques interno del sensor GP2Y0A700. .....	11
Figura 2.6. Curva característica del voltaje de salida Vs. distancia del sensor GP2Y0A700. .....	12
Figura 2.7. Diagrama de bloques del chip grabador/reproductor de audio ISD25120. ....	13
Figura 2.8. Diagrama de pines del chip grabador/reproductor de audio ISD25120. ....	13
Figura 2.9. Trama del protocolo UDP. ....	15
Figura 2.10. Pseudocabecera para el cálculo del checksum. ....	16
Figura 2.11. Trama del protocolo IP. ....	17
Figura 2.12. Tipo de servicio. ....	17
Figura 2.13. Trama del protocolo PPP. ....	19
Figura 3.1. Diagrama de bloques general del prototipo. ....	22
Figura 3.2. Diagrama de bloques de la etapa de instrumentación. ....	22
Figura 3.3. Esquema de funcionamiento de la alfombra de detección de presencia. ....	23
Figura 3.4. Confección de la alfombra de detección de presencia. ....	23
Figura 3.5. Alfombra terminada. ....	24
Figura 3.6. Circuito antirebote para la alfombra de detección de presencia. ....	24
Figura 3.7. Diseño del acoplador de señal. ....	25
Figura 3.8. Diagrama de bloques de la etapa de control. ....	26
Figura 3.9. Diagrama esquemático del control de alimentación. ....	26
Figura 3.10. Diseño del control de alimentación. ....	27
Figura 3.11. Formas de onda de switcheo del codificador. ....	29
Figura 3.12. Diseño del codificador de teclado. ....	29
Figura 3.13. Diseño del multiplexor de 2 a 1 líneas para el LCD. ....	30
Figura 3.14. Descripción de pines utilizados del PIC16F877A. ....	31

---

Figura 3.15. Diagrama de bloques de la etapa de comunicación remota. ....	33
Figura 3.16. Diseño del multiplexor de 2 a 1 líneas para el envío de tramas. ....	35
Figura 3.17. Diagrama de bloques del grabador/reproductor de mensajes de voz. ....	35
Figura 3.18. Asignación de pines entre la PC y el circuito integrado para almacenamiento de audio. ....	36
Figura 3.19. Diseño del amplificador de audio. ....	37
Figura 3.20. Diagrama de bloques del gestor de mensajes de voz pregrabados. ....	38
Figura 3.21. Diseño del codificador de 16 a 4 líneas para botones. ....	39
Figura 3.22. Diseño del codificador de botones de 3 a 2 líneas para el RTC. ....	41
Figura 3.23. Configuraciones básicas de botones. ....	41
Figura 3.24. Diseño del circuito antirebote para botones. ....	42
Figura 3.25. Ubicación de las resistencias RPU en el circuito del RTC. ....	43
Figura 3.26. Diagrama de pines del DS1307. ....	44
Figura 3.27. Asignación de pines entre el microcontrolador y el circuito integrado para almacenamiento de audio. ....	45
Figura 3.28. Diseño del multiplexor de 2 a 1 líneas para Audio. ....	46
Figura 3.29. Descripción de pines utilizados del PIC16F877A. ....	46
Figura 4.1. Diagrama de flujo para la etapa principal de control. ....	53
Figura 4.2. Diagrama de flujo de la función <i>men</i> (primera parte). ....	54
Figura 4.3. Diagrama de flujo de la función <i>men</i> (segunda parte). ....	55
Figura 4.4. Diagrama de flujo de la función <i>men</i> (tercera parte). ....	56
Figura 4.5. Diagrama de flujo de la función <i>grabacio</i> . ....	57
Figura 4.6. Diagrama de flujo de la función <i>borrar</i> . ....	58
Figura 4.7. Diagrama de flujo de la función <i>sencanti</i> . ....	58
Figura 4.8. Diagrama de flujo de la función <i>tiempp</i> . ....	58
Figura 4.9. Diagrama de flujo de la función <i>tiempp3</i> . ....	59
Figura 4.10. Diagrama de flujo de la función <i>tiempp4</i> . ....	59
Figura 4.11. Diagrama de flujo de la función <i>tiempp2</i> . ....	59
Figura 4.12. Diagrama de flujo de la función <i>envio</i> . ....	60
Figura 4.13. Diagrama de flujo de la función <i>panta</i> . ....	60
Figura 4.14. Diagrama de flujo de la función <i>cuenta1</i> . ....	61
Figura 4.15. Diagrama de flujo de la función <i>crc</i> . ....	61
Figura 4.16. Diagrama de flujo de la función <i>datoascii</i> . ....	62
Figura 4.17. Diagrama de flujo de la función <i>dato6</i> . ....	62

---

Figura 4.18. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER0.....	64
Figura 4.19. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER1.....	65
Figura 4.20. Diagramas de flujo de la interrupción de INT. ....	66
Figura 4.21. Diagramas de flujo de la interrupción del conversor. ....	66
Figura 4.22. Diagramas de flujo de la interrupción por cambio de estado del PUERTO B<7:4>. ....	67
Figura 4.23. Diagrama de flujo para el grabador/reproductor de mensajes de voz (primera parte).....	71
Figura 4.24. Diagrama de flujo para el grabador/reproductor de mensajes de voz (segunda parte).....	72
Figura 4.25. Diagrama de flujo para el grabador/reproductor de mensajes de voz (tercera parte).....	73
Figura 4.26. Diagrama de flujo principal del gestor de mensajes de voz pregrabados. ....	76
Figura 4.27. Diagrama de flujo de la función <i>reloj</i> . ....	77
Figura 4.28. Mapa de direcciones (registros) del RTC DS1307. ....	78
Figura 4.29. Diagrama de flujo de la función <i>igualar</i> . ....	79
Figura 4.30. Diagramas de flujo de la función <i>presentar</i> . ....	80
Figura 4.31. Diagramas de flujo de la función <i>reproducir</i> . ....	80
Figura 4.32. Diagramas de flujo de la función <i>finrep</i> . ....	81
Figura 4.33. Diagramas de flujo de la función <i>parada</i> . ....	81
Figura 4.34. Diagramas de flujo de la función <i>botones</i> . ....	82
Figura 4.35. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER0.....	85
Figura 4.36. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER1.....	87
Figura 4.37. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER2.....	89
Figura 4.38. Diagramas de flujo de la interrupción de INT. ....	90
Figura 4.39. Diagramas de flujo de la interrupción de CCP1.....	91
Figura 4.40. Diagramas de flujo de la interrupción por cambio de estado del PUERTO B<7:4>. ....	92
Figura 4.41. Diagrama de flujo de comunicación. ....	94
Figura 5.1. a) Ruteado capa superior. b) Ruteado capa inferior del grabador/reproductor de mensajes de voz.....	98
Figura 5.2. Caja del grabador/reproductor de mensajes de voz.....	98

---

Figura 5.3. a) Ruteado capa superior. b) Ruteado capa inferior de la etapa principal de control.....	99
Figura 5.4. a) Ruteado capa superior. b) Ruteado capa inferior del gestor de mensajes de voz pregrabados.....	100
Figura 5.5. Caja de la etapa principal de control.....	101
Figura 5.6. Caja del gestor de mensajes de voz pregrabados.....	101
Figura 5.7. Ubicación de dispositivos de detección en la unidad de transporte.....	102
Figura 5.8. Vistas: frontal y lateral de la instalación de los sensores en la unidad de transporte.....	103
Figura 6.1. Recorrido realizado por la unidad de transporte.....	108

## ÍNDICE DE HOJAS TÉCNICAS

Hojas Técnicas: Sensor Sharp GP2Y0A700 .....	118
Hojas Técnicas: Microcontrolador PIC16F87XA .....	119
Hojas Técnicas: Dispositivo de Reproducción/Grabación de voz ISD25120 .....	120
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Reloj en Tiempo Real DS1307 .....	121
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Codificador de teclado 74C922 .....	122
Hojas Técnicas: Transistor de propósito general 2N3904 .....	123
Hojas Técnicas: Mini Relé Bosch .....	124
Hojas Técnicas: Micro Relé N4078 .....	125
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Regulador de Voltaje LM7805 .....	126
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Codificador de 8 a 3 líneas con prioridad 74LS148 ..	127
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Multiplexor de 2 a 1 líneas cuádruple 74LS157 .....	128
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Switch bilateral cuádruple analógico HCF4066B ....	129
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Amplificador Operacional Dual LM358 .....	130
Hojas Técnicas: Circuito Integrado Amplificador de Audio LM386 .....	131
Hojas Técnicas: Compuerta negadora con histéresis 74LS14 .....	132
Hojas Técnicas: Compuerta OR de 2 entradas 74LS32 .....	133
Hojas Técnicas: Compuerta AND de 2 entradas 74LS08 .....	134
Hojas Técnicas: Compuerta AND de 3 entradas 74LS11 .....	135



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES**

RapidWalk Telecomunicaciones Cia. Ltda., es una empresa dedicada a brindar un sistema de rastreo satelital para la seguridad y control en la administración de vehículos personales, flotas de transporte de pasajeros y carga. Es así que dentro del área de transporte público se han detectado diversas necesidades, las mismas que han sido expuestas por los dueños, especialmente las encaminadas al control de la afluencia de pasajeros.

En nuestro país normalmente los propietarios de las unidades de transporte público realizan la contratación tanto de conductores profesionales como de sus ayudantes, los cuales administran el dinero recaudado durante la jornada de trabajo, generando síntomas de preocupación y zozobra en los propietarios. Este problema fue solucionado con el montaje de tornos mecánicos en todas las unidades, pero a raíz de la resolución administrativa 023 de la Empresa Metropolitana de Servicios y Administración del Transporte (EMSAT), vigente desde el 14 de marzo de 2005, estos dispositivos debían ser retirados de todos los vehículos de transporte urbano e interparroquial del Distrito Metropolitano; esto se lo efectuó ante el pedido del Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS), en colaboración con la EMSAT y la Defensoría del Pueblo.

Por tal razón la empresa RapidWalk Telecomunicaciones Cia. Ltda., con el afán de expandir sus servicios y gracias a las nuevas tecnologías existentes en el mercado, ha tomado como iniciativa implementar un sistema que permita gestionar el flujo de pasajeros, los cuales utilizan estos medios de transporte para su movilización diaria.

### **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La administración del dinero recaudado durante la jornada de trabajo es un aspecto de trascendencia para los propietarios de las unidades de transporte público, por lo tanto debido a esta necesidad la empresa RapidWalk Telecommunication Cía. Ltda. ha enfocado sus objetivos en este nicho de mercado, como una oportunidad de ampliar sus prestaciones.

El desarrollo de un prototipo que permita solventar los problemas anteriormente mencionados es una propuesta viable, pues por un lado los propietarios de las líneas de transporte tendrán una referencia confiable sobre el total del dinero a recibir por parte de sus trabajadores al finalizar la jornada de trabajo, además podrán conocer la ubicación de la unidad de transporte así como su velocidad, todo esto mediante el acceso a la Internet; con estas facilidades los propietarios tendrán un control directo sobre sus trabajadores. Por otra parte el sistema de conteo automático no incomodará a los pasajeros con discapacidad pues tendrán fácil acceso por los pasillos del transporte sin tener que pasar por tornos mecánicos, adicionalmente el gestor semiautomático de avisos audibles brindará un mejor servicio a los usuarios pues podrán conocer las paradas en las que se encuentran y preparar su pasaje después de los respectivos anuncios de mensajes de voz pregrabados. Finalmente a partir de los datos obtenidos por este sistema prototipo los propietarios podrán realizar un análisis en cuanto a sus ganancias y el requerimiento de nuevas unidades, así como también la reducción de la congestión de los buses en busca de pasajeros.

### **1.3. ALCANCE DEL PROYECTO**

El proyecto está dividido en cinco etapas, las cuales comprenden el diseño de hardware, el desarrollo del software, la implementación, la realización de pruebas de operatividad y el análisis técnico – económico de un sistema electrónico prototipo que permita gestionar la afluencia de personas en las unidades de transporte público.

En la etapa del diseño se proyecta la definición de los requerimientos del prototipo, con el propósito de tener una visión general sobre los elementos que lo conforman. Posteriormente se realiza el diseño como tal, el cual entre otros aspectos incluye el estudio de los componentes que forman parte del prototipo, con el fin de determinar sus especificaciones técnicas, costos y disponibilidad en el mercado. Adicionalmente se realizan todos los planos del sistema, los cuales incluyen diagramas eléctricos, electrónicos y de instrumentación.

La segunda etapa corresponde al desarrollo del software del prototipo, el cual comprende software de comunicaciones y software de control, el primero de ellos permite la comunicación del elemento central de control con el sistema remoto (AVL) para la transferencia de información; por otra parte el software de control permite que los dispositivos externos interactúen entre sí y a la vez con el elemento central de control.

En la etapa de implementación se estipula realizar la selección de los elementos a ser utilizados en el montaje del sistema, basándose en una concordancia entre las especificaciones técnicas, los requerimientos del cliente y las funcionalidades adicionales, posteriormente se planea la construcción, instalación y puesta en marcha del prototipo en una unidad de transporte de servicio público.

En la etapa de pruebas de operatividad se proyecta realizar principalmente un análisis de resultados a partir del cual se determinarán las condiciones óptimas de funcionamiento y la confiabilidad del prototipo.

En la etapa final del proyecto, se prevé efectuar un análisis técnico – económico, con el cual se obtiene un presupuesto referencial sobre el costo-beneficio del prototipo.

### **Características funcionales del prototipo**

- El sistema realiza el conteo de personas discriminando la dirección de estas, es decir permite reconocer si el usuario ingresa o sale de la unidad de transporte.
- El prototipo cuenta con una pantalla LCD para la visualización de los datos obtenidos de la cuenta, opción disponible únicamente para el propietario del vehículo.
- Pensando en el confort y comodidad del usuario el prototipo incorpora un gestor de mensajes de voz pregrabados que alertarán el exceso de pasajeros, anuncios de recaudación del pasaje y de próximas paradas.
- El gestor de mensajes de voz pregrabados cuenta con una funcionalidad adicional (hardware y software), a fin de que de una manera rápida y sencilla, el usuario pueda editar los mensajes, con lo cual podrá eliminar, modificar o grabar nuevos mensajes manteniendo una configuración similar a la programada inicialmente en el sistema.
- El dispositivo cuenta con una interfase de operador, constituida por un teclado y botones, utilizados para ingresar códigos de acceso y para la programación de la reproducción de mensajes de voz pregrabados.

- El prototipo tiene la capacidad de intercambiar datos con un sistema de localización vehicular AVL (requerimiento de la empresa RapidWalk Telecommunications Cia. Ltda.), para lo cual se debe establecer la comunicación física a través del puerto serial mediante el estándar RS-232 y desarrollar la comunicación lógica mediante los protocolos UDP, IP y PPP, es decir se proyecta realizar un sistema embebido de comunicación lógica que permita realizar la transmisión y recepción de datos entre el prototipo y el sistema AVL. Esta tarea se la realiza con el fin de dar solución a la transferencia (hacia la estación base de la compañía) de datos externos, distintos a los configurados por el fabricante e implícitos en este tipo de equipos (longitud, latitud, rumbo).
- Cabe señalar que el propietario del vehículo podrá acceder a los datos proveídos por el prototipo ingresando al sitio WEB de RapidWalk Telecommunications Cia. Ltda., para lo cual se desarrollará una aplicación de software que podrá añadirse al sistema de monitoreo de la empresa mencionada.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. General**

- Diseñar e implementar un prototipo electrónico que permita el conteo automático de personas, con servicios de comunicación remota y gestión de avisos audibles para las unidades de transporte de servicio público.

### **1.4.2. Específicos**

- Recopilar información que sea necesaria para el diseño e implementación del prototipo, con el propósito de determinar las características y los elementos que conformarán el mencionado sistema.
- Diseñar cada una de las etapas del prototipo: instrumentación y adquisición, lógica de control, grabación de mensajes, interfase de operador y comunicación remota.
- Realizar planos y diagramas eléctricos, electrónicos y de instrumentación para el prototipo.
- Desarrollar el software para el prototipo.

- Seleccionar los elementos que mejor se adapten a las condiciones de trabajo del prototipo.
- Implementar el prototipo.
- Instalar el prototipo en una unidad de transporte público, realizar las pruebas de operación y verificar su funcionamiento.
- Documentar las condiciones de fiabilidad del prototipo tras haber efectuado las pruebas de operatividad.
- Documentar apropiadamente el proyecto.

## 1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El prototipo electrónico para el conteo automático de personas está conformado por cinco etapas principales (ver Figura 1.1), las cuales son: etapa de instrumentación, etapa de control, etapa de comunicación remota, etapa de gestión de mensajes de voz pregrabados y etapa de aplicación; cada una de las cuales cumple con una función específica que se detalla a continuación.

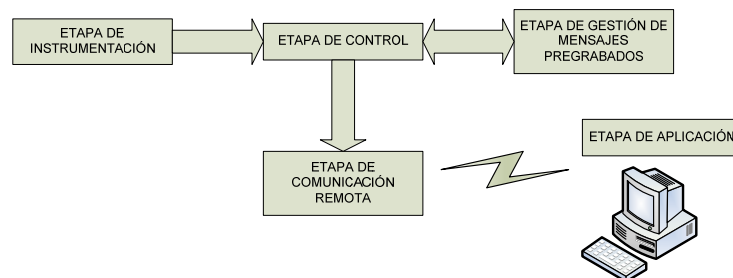


Figura 1.1. Diagrama de bloques del prototipo.

### 1.5.1. Etapa de instrumentación

Esta etapa es la encargada de realizar la detección de personas y el acondicionamiento necesario para que las señales de instrumentación sean apropiadamente recibidas por el hardware de control.

### 1.5.2. Etapa de control

La etapa de control constituye el elemento central del prototipo ya que además de determinar el número de pasajeros, es la encargada de comunicarse con las etapas de comunicación remota y de gestión de mensajes de voz pregrabados.

**1.5.3. Etapa de comunicación remota**

La cual está conformada por hardware-software que permite a la etapa de control enviar datos hacia el módulo de comunicación remota (AVL) suministrado por RapidWalk Telecommunications Cía. Ltda.

**1.5.4. Etapa de gestión de mensajes pregrabados**

Esta etapa está constituida por hardware-software que inicialmente permite grabar y editar mensajes para posteriormente reproducirlos de forma audible dentro de la unidad de transporte.

**1.5.5. Etapa de aplicación**

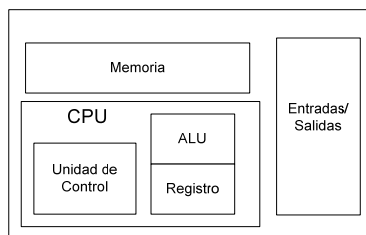
La etapa de aplicación es la encargada de recibir los datos enviados remotamente y transformarlos en información útil para el propietario de la unidad de transporte.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. MICROCONTROLADORES

Un micro controlador es un circuito integrado, internamente compuesto, según se observa en la Figura 2.1, por un procesador, una memoria y periféricos E/S, que son las unidades básicas de un computador, es decir, se trata de un pequeño ordenador dedicado, en un solo chip, orientado para controlar el funcionamiento de una determinada tarea asignada.



**Figura 2.1. Diagrama interno de un microcontrolador.**

Actualmente los microcontroladores son empleados en diversos sistemas debido a las ventajas que presentan, como son: precio bajo, tamaño reducido (Embedded Controller), bajo consumo de potencia, alta inmunidad al ruido, herramientas de desarrollo gratuitas y sobre todo la flexibilidad y facilidad de uso.

Existen varias empresas que se dedican a la fabricación, investigación y soporte de los microcontroladores, entre las principales se encuentran: Atmel, Intel, Motorola, Microchip, etc.

##### 2.1.1. PIC16F877A<sup>1</sup>

El microcontrolador PIC16F877A es fabricado por MicroChip, familia a la cual se le denomina PIC (Peripheral Interface Controller), dentro de sus principales características se pueden destacar:

---

<sup>1</sup> Fuente: Hojas Técnicas Microcontrolador PIC16F87XA.

**Arquitectura:** Pertenece a la gama media, es decir, instrucciones de 14 bits, con un bus de datos de 8 bits. Para su manejo se disponen de 35 instrucciones (tipo RISC) y tiene una arquitectura tipo Harvard.

**Alimentación:** 5 voltios compatible con dispositivos TTL.

**Memorias:** Consta de tres memorias: memoria de programa tipo FLASH (programable eléctricamente) de 8 K x 14 palabras, memoria de datos tipo RAM de 368 x 8 bytes y memoria de datos tipo EEPROM de 256 x 8 bytes.

**Periféricos:** Posee 33 pines configurables como entradas o salidas distribuidos en 5 puertos.

**Periféricos de comunicación:** Tiene un módulo universal sincrónico asincrónico transmisor receptor (USART), un puerto serie síncrono master (MSSP), y un puerto paralelo esclavo (PSP).

**Periféricos de control:** Dispone de 3 timers, 2 módulos de Capture/Compare/PWM, 15 fuentes de interrupción.

**Recursos especiales:** Dispone de un convertor analógico - digital de 10 bits, un watchdog (WDT), 2 comparadores analógicos, un módulo de bajo consumo (sleep) y circuitos especiales de protección (BOR, POR, PWRT y OST).

La distribución de pines del PIC16F877A se presenta en la Figura 2.2.

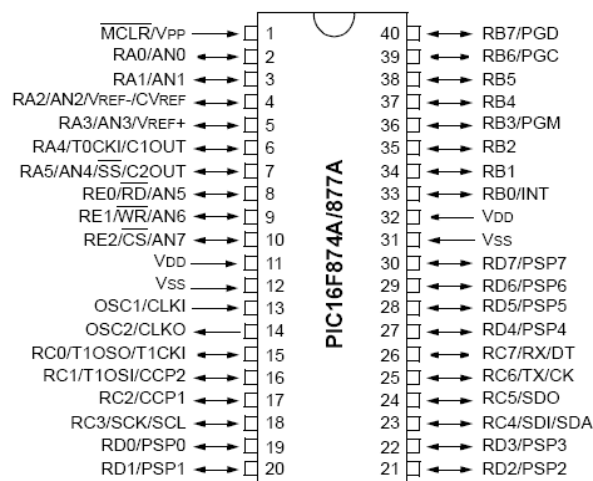


Figura 2.2. Diagrama de pines del microcontrolador PIC16F877A.



## **2.2. TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES INFRARROJOS REFLEXIVOS CON SUPRESIÓN DE FONDO<sup>2</sup>**

### **2.2.1. RADIACIÓN INFRARROJA**

La radiación infrarroja es un tipo de radiación electromagnética cuyo rango de longitud de onda va desde 700 nanómetros a 1 milímetro, dicha radiación es emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor a -273 grados Celsius.

El espectro infrarrojo está subdividido en infrarrojo lejano (1 mm a 15  $\mu\text{m}$ ), infrarrojo medio (15  $\mu\text{m}$  a 1.1  $\mu\text{m}$ ) e infrarrojo cercano (1.1  $\mu\text{m}$  a 0.7  $\mu\text{m}$ ).

La radiación infrarroja es ampliamente usada en el sector industrial en aplicaciones tales como secado de pinturas, termo-fijación de plásticos, detección de objetos, entre otras. En cuanto a los equipos emisores de infrarrojo, existen cuatro tipos, en función de la longitud de onda.

- Emisores de infrarrojo de onda corta.
- Emisores de infrarrojo de onda media rápida.
- Emisores de infrarrojo de onda media.
- Emisores de infrarrojo de onda larga.

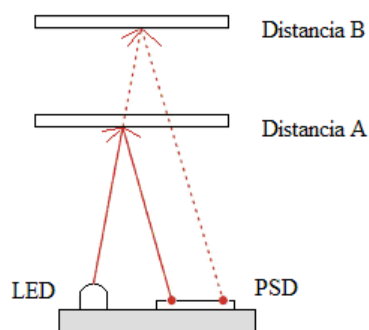
Para el caso de detección de objetos, los emisores de los sensores generalmente se encuentran ubicados en el infrarrojo de onda corta, ya que su rango de operación está entre 1.1  $\mu\text{m}$  a 0.7  $\mu\text{m}$  (infrarrojo cercano).

### **2.2.2. PRINCIPIO DE TRIANGULACIÓN**

Los sensores infrarrojos reflexivos con supresión de fondo basan su funcionamiento en el principio de triangulación. Un haz de luz es emitido por un led infrarrojo, cuando dicho haz choca contra un objeto, es reflejado hacia las proximidades de su fuente emisora y detectado por un PSD (Position Sensing Device). Dependiendo de la distancia en la que se encuentre ubicado el objeto que reflejó la luz, el haz incidente será captado de diferente forma por el PSD (Ver Figura 2.3).

---

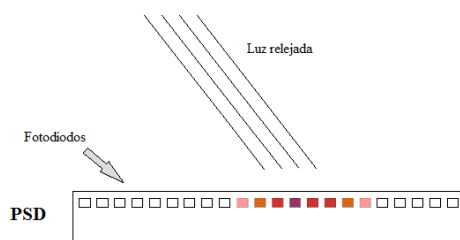
<sup>2</sup> Fuente: <http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/Tutorial%20Eletronica%20-%20Aplicacoes%20e%20funcionamento%20de%20sensores.pdf>, **Funcionamiento sensores**.



**Figura 2.3. Funcionamiento del sensor infrarrojo.**

El PSD está fabricado de varios componentes sensibles a la luz (fotodiodos). Un módulo de procesamiento monitorea la respuesta del PSD, con lo cual logra identificar la posición en la que el rayo incidió en el componente. Debido a que la posición depende de la distancia del objeto que reflejó el haz de luz, el módulo procesa esas señales de tal manera que produce una salida correspondiente a la distancia.

La luz reflejada incide en el PSD y acciona algunos fotodiodos, un módulo procesa esa información, para que en la salida haya una tensión correspondiente a la distancia del objeto, como se presenta en la Figura 2.4.



**Figura 2.4. Funcionamiento del PSD.**

### 2.2.3. SENSOR DE PROXIMIDAD SHARP GP2Y0A700<sup>3</sup>

Es un sensor de infrarrojos que proporciona una lectura continua de la distancia medida. El voltaje proporcionado como salida de este dispositivo es analógico. Algunas de sus principales características se detallan a continuación.

- Fuente única de 5 VDC.
- Rango de detección: 100 centímetros a 500 centímetros (100 cm a 500 cm).
- Voltaje de salida: 2.9 voltios de DC a 0.6 voltios de DC (2.9 VDC a 0.6 VDC).  
(Ver Figura 2.6).

<sup>3</sup> Fuente: Hojas Técnicas del Sensor Sharp GP2Y0A700.

- Tiempo de respuesta: 17 milisegundos (17 ms).
- Consumo promedio de corriente: 30 miliamperios (30 mA).
- Longitud de onda infrarroja del emisor: 870 nanómetros  $\pm$  70 nanómetros ( $\lambda = 870 \text{ nm} \pm 70 \text{ nm}$ ).
- Compatibilidad con microcontroladores que posean conversor análogo digital.
- Temperatura de operación:  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Tanto la distribución de pines así como el diagrama de bloques interno del sensor GP2Y0A700 son presentados en la Figura 2.5, en el cual se puede observar que tiene tres líneas de conexión de las cuales dos de ellas son: alimentación (2 y 3) y tierra (1 y 5), y una dedicada al voltaje de salida (4). En cuanto al esquema interno puede apreciarse que está formado por tres partes: el emisor (LED), el receptor (PSD) y un circuito dedicado a procesar la señal captada por el receptor para transformarla en voltaje dependiendo de la distancia en la que se encuentre el objeto sensado.

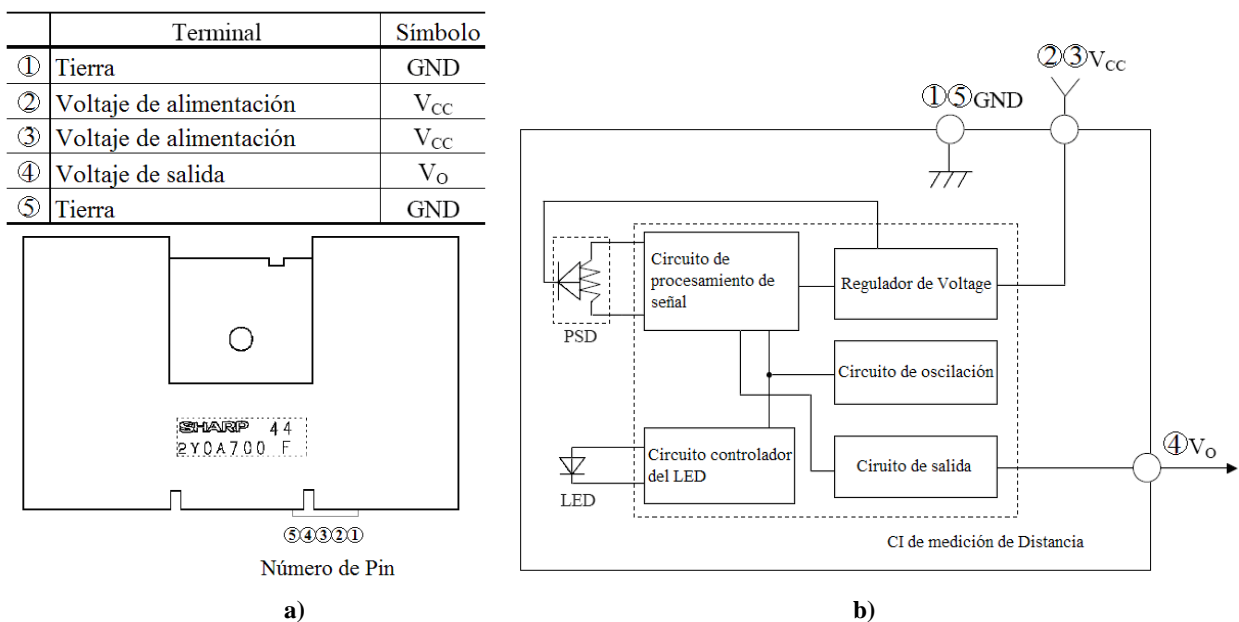


Figura 2.5. a) Diagrama de pines. b) Diagrama de bloques interno del sensor GP2Y0A700.

En la Figura 2.6 se presenta la curva característica del voltaje de salida analógico versus la distancia de sensado de acuerdo a la cual, se puede apreciar que su relación es inversa pero no proporcional.

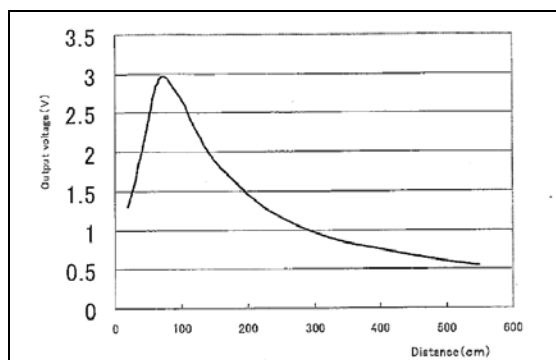


Figura 2.6. Curva característica del voltaje de salida Vs. distancia del sensor GP2Y0A700.

### 2.3. CIRCUITO INTEGRADO GRABADOR/REPRODUCTOR DE AUDIO ISD25120<sup>4</sup>

En cuanto al circuito integrado ISD25120, es un dispositivo CMOS que permite la grabación y reproducción de sonidos, entre sus principales características se encuentran:

- Alta calidad, reproducción de voz/audio natural.
- Compatibilidad con microcontroladores.
- Frecuencia de muestreo 4 kHz.
- Duración máxima de 120 segundos.
- Conexión en cascada para lograr una duración mayor.
- Almacenamiento de mensajes en memoria no volátil sin necesidad de baterías de respaldo.
- Totalmente direccionable para manejar múltiples mensajes.
- 100 años de retención de mensajes en memoria.
- 100.000 ciclos de grabado.
- Fuente de reloj interno.
- Fuente única de 5 VDC.
- Encapsulados DIP, SOIC y TSOP.
- Temperatura de operación: 0°C a +50°C.

Este dispositivo incluye un oscilador interno, preamplificador de micrófono, control automático de ganancia, filtro antialiasing, amplificador para altavoz y una matriz de alta densidad para el almacenamiento multinivel del sonido de 480 K, en la Figura 2.7 puede apreciarse el diagrama de bloques de este dispositivo.

<sup>4</sup> Fuente: Hojas Técnicas del Dispositivo de Reproducción/Grabación de voz ISD25120.

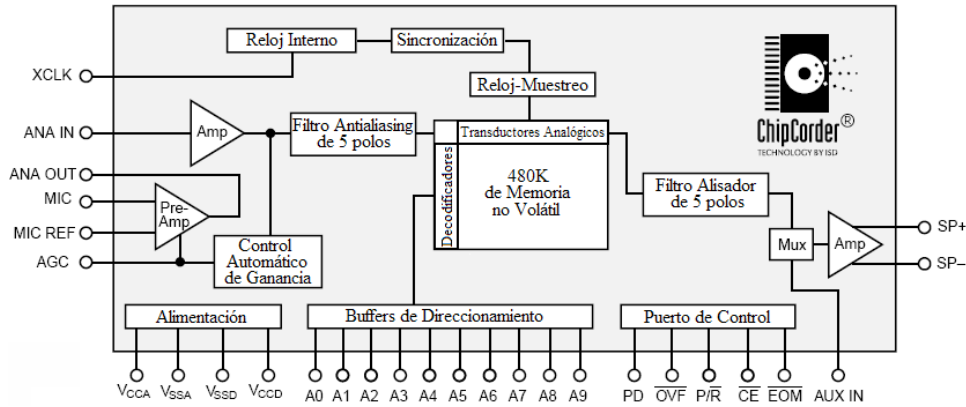


Figura 2.7. Diagrama de bloques del chip grabador/reproductor de audio ISD25120.

Las muestras de audio se almacenan directamente dentro de la memoria no volátil sin usar digitalización ni compresión, el directo almacenamiento analógico provee un natural sonido en la reproducción. El espacio en la memoria (480 k) es divisible en 600 incrementos con direcciones válidas de 0x00 a 0x257 en hexadecimal, aquellas direcciones que sobrepasan el valor de 0x257 en hexadecimal están consideradas en otros modos de operación. El incremento de tiempo es de 0.2 segundos (Ver Ecuación 2.1), es decir que por cada dirección se pueden almacenar 0.2 segundos de un archivo de voz.

$$\frac{\text{duración ISD25120}}{\text{número de incrementos}} = \frac{120(s)}{600} = 0.2(s)$$

Ecuación 2.1.

La distribución de pines del chip de almacenamiento de audio ISD25120 se presenta en la Figura 2.8 y la descripción de cada uno de ellos en la Tabla 2.1.

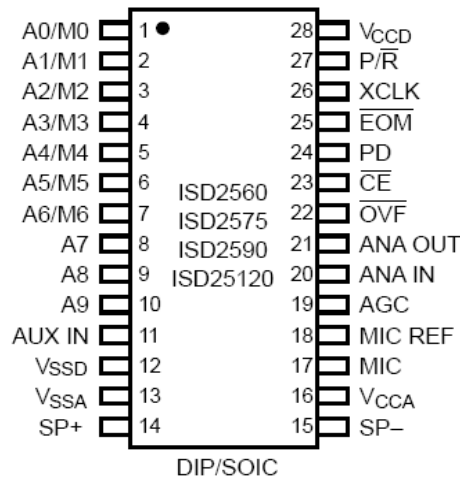


Figura 2.8. Diagrama de pines del chip grabador/reproductor de audio ISD25120.

**Tabla 2.1. Descripción de pines del chip grabador/reproductor de audio ISD25120.<sup>5</sup>**

Nombre del Pin	Número de Pin	Función
Ax/Mx	1 - 10	<b>Dirección/Modo</b> (entradas): estos pines tienen dos funciones dependiendo del nivel de los bits más significativos (A8 y A9). Si uno o dos de los MSBs están en bajo entonces todos los pines son interpretados como direcciones. Si los dos MSBs están en alto entonces los pines Mx son interpretados como bits de modo. Los modos de operación y el direccionamiento son mutuamente exclusivos.
AUX IN	11	<b>Entrada auxiliar</b> : es usada cuando se realiza una configuración en cascada, con lo cual la señal de reproducción del siguiente dispositivo es conectado a la AUX IN del dispositivo precedente.
VSSD, VSSA	12, 13	<b>Tierras</b> (entradas): VSSD, representa la tierra digital. VSSA, representa la tierra analógica; deben ser conectados separadamente a través de una pista de baja impedancia a la tierra común.
SP+/SP-	14, 15	<b>Salidas a parlante</b> : el chip posee un controlador interno para parlantes de 16 ohms manejando una potencia de 50mW. Las salidas pueden ser usadas individualmente pero si se usan diferencialmente se puede mejorar la potencia de salida de 4:1. No se deben conectar las salidas de parlantes en paralelo ya que pueden dañar al dispositivo.
VCCA, VCCD	16, 28	<b>Alimentación</b> (entradas): para minimizar el ruido, los circuitos análogos y digitales en el chip usan líneas de alimentación separadas (pines distintos), sin embargo deben conectarse juntas tan cerca como sea posible a la fuente de alimentación.
MIC	17	<b>Micrófono</b> (entrada): se encarga de transferir la señal de audio al preamplificador interno del chip. Un circuito automático de ganancia (AGC) controla la ganancia del preamplificador desde -15 a 24 dB. El micrófono externo debe ser acoplado mediante un capacitor en serie a la resistencia interna de 10 ohms.
MIC REF	18	<b>Referencia de micrófono</b> (entrada): es la entrada inversora al amplificador del micrófono. Esto provee una cancelación del ruido de entrada cuando se conecta un micrófono diferencial.
AGC	19	<b>Control automático de ganancia</b> (entrada): se encarga de ajustar dinámicamente la ganancia del preamplificador y así compensa el amplio rango de niveles que entrega un micrófono. Además permite grabar audio con un mínimo de distorsión.
ANA IN	20	<b>Entrada analógica</b> : transfiere una señal analógica al chip para grabarla. Si se conecta un micrófono, el pin ANA OUT debe ser conectado con un capacitor al pin ANA IN.
ANA OUT	21	<b>Salida analógica</b> : es la señal de salida del preamplificador interno del chip.
OVF	22	<b>Desbordamiento de memoria</b> (salida): proporciona un pulso de salida en bajo cuando se llega al final del espacio en memoria. Puede ser usado para conexiones en cascada.
CE	23	<b>Habilitación</b> (entrada): cuando es puesto en bajo se habilitan las operaciones de grabación o reproducción. En flanco descendente, las entradas de dirección y reproducción/grabación son leídas.
PD	24	<b>Bajo consumo</b> (entrada): tiene dos funciones importantes la primera de ellas es poner al chip en un modo de bajo consumo de corriente (PD=1), y la segunda resetear el puntero de dirección cuando ocurre un desbordamiento de memoria.
EOM	25	<b>Fin de mensaje</b> (salida): Cuando se graban mensajes de audio un marcador no volátil (pulso en bajo) es automáticamente colocado al final y permanece ahí hasta que sea sobrescrito otro mensaje.
XCLK	26	<b>Entrada de reloj externo</b> : se usa para mejorar la precisión del tiempo de muestreo, y debe usarse un reloj de 512 KHz. Si esta señal no es usada debe ser conectada a tierra.
P/R	27	<b>Reproducción/Grabación</b> (entrada): un nivel alto selecciona el modo de reproducción en tanto que un nivel bajo permite grabación. Para un ciclo de grabación, las direcciones de entrada proveen la dirección de inicio de grabación y termina cuando PD o CE cambian de estado y se inserta una marca de EOM. Para un ciclo de reproducción las direcciones de entrada proveen la dirección de inicio de reproducción hasta que se detecte la marca de EOM.

## 2.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

De acuerdo a las especificaciones técnicas del equipo Hunter X60, se conoce que los protocolos que utiliza para la transmisión y recepción de datos son UDP, IP y PPP. A continuación se realiza una descripción de cada uno de ellos.

<sup>5</sup> Fuente: Hojas Técnicas del Dispositivo de Reproducción/Grabación de voz ISD25120.

### 2.4.1. Protocolo UDP (User Datagram Protocol - Protocolo de Datagrama de Usuario)<sup>6</sup>

Está definido en el RFC (Request for comment – Petición de comentarios)<sup>7</sup> 768, es un protocolo de transporte basado en el intercambio de datagramas, permite el envío de estos a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión. Aunque proporciona muy pocos servicios de recuperación y ningún mecanismo de corrección de errores entre la fuente y el destino; este protocolo ofrece en su lugar, una manera directa de enviar y recibir datagramas a través de una red IP. Es ampliamente usado cuando la velocidad es un factor importante en la transmisión de la información, por ejemplo en RealAudio.

Una trama UDP está compuesta por una cabecera de 8 bytes y un segmento de datos como se presenta en la siguiente figura (Figura 2.9).

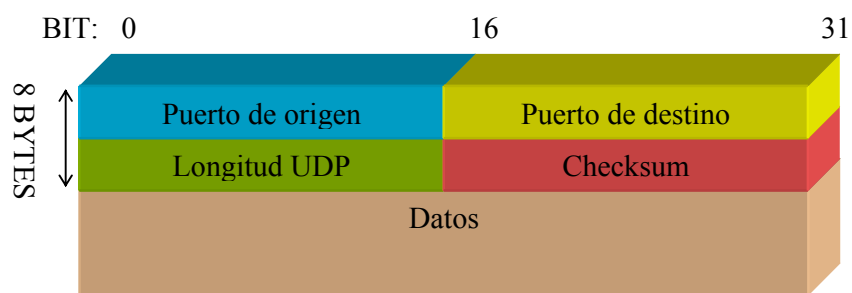


Figura 2.9. Trama del protocolo UDP.

**Puertos de origen y destino** (4 bytes): Estos campos identifican el proceso o punto terminal de origen y recepción, además el puerto de origen es opcional y debe ser puesto a cero en caso de no ser utilizado. El rango de valores válidos va desde 0 a 65.535.

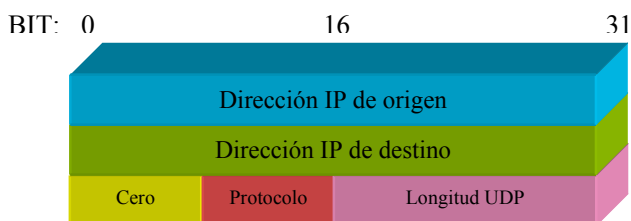
- Puerto 0 reservado, pero es permitido como puerto origen si el proceso emisor no espera recibir mensajes como respuesta.
- Puertos 1 a 1023 se llaman puertos "bien conocidos".
- Puertos 1024 a 49.151 son puertos registrados.
- Puertos 49.152 a 65.535 son puertos efímeros y se utilizan como puertos temporales, sobre todo por los clientes al comunicarse con los servidores.

<sup>6</sup> Fuente: <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/Indice.html>, **Protocolos de comunicación**.

<sup>7</sup> RFC, documento que especifica los estándares sobre los protocolos, su objetivo es proporcionar información o describir el estado de desarrollo de los mismos.

**Longitud UDP** (2 bytes): Este campo indica la longitud total de la trama UDP, incluye tanto datos como a los 8 bytes de la cabecera, su valor mínimo es de 8 bytes. Debido a que posee un tamaño de 2 bytes, los datos no pueden exceder el valor de 65527 bytes.

**Checksum o suma de comprobación** (2 bytes): Es el último byte de la cabecera y puede ser opcional, permite controlar la integridad de toda la trama; para obtener su valor en bytes se debe realizar una suma de 16 bits con aritmética complemento a1, dicha suma debe incluir una pseudocabecera (Figura 2.10), la cabecera UDP (excluyendo el campo de *suma de comprobación*) y los datos, rellenados de ser necesario.



**Figura 2.10. Pseudocabecera para el cálculo del checksum.**

**Datos** (variable): Representan la carga útil de la trama y poseen una longitud variable, tomando en consideración que no deben exceder el valor de 65527 bytes.

#### 2.4.2. Protocolo IP (Internet Protocol - Protocolo de Internet)<sup>8</sup>

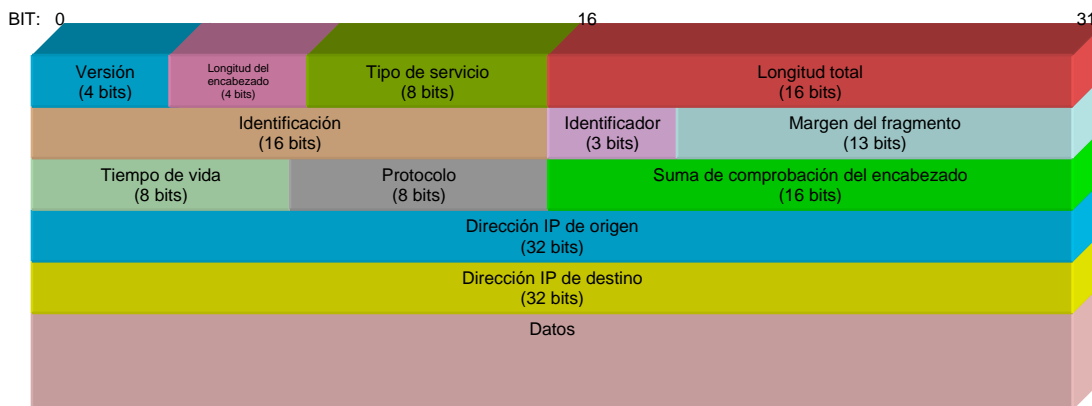
Está definido por el RFC 791, es un protocolo orientado a la no conexión que permite el desarrollo y transporte de datos a través de una red de paquetes conmutados, aunque sin garantizar su "entrega". Este protocolo cubre tres aspectos importantes:

- Define la unidad básica para la transferencia de datos en una red, especificando el formato exacto de un datagrama IP.
- Realiza las funciones de enrutamiento.
- Define las reglas para que los Host y Routers procesen paquetes, los descarten o generen mensajes de error

Para lo cual emplea los datagramas IP (paquetes IP) los cuales constan de una cabecera de tamaño fijo (con campos de tamaño fijo en posiciones específicas) y una parte de datos (payload) de tamaño variable, tal como se muestra en la Figura 2.11.

<sup>8</sup> Fuente: <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/Indice.html>, **Protocolos de comunicación.**





**Figura 2.11. Trama del protocolo IP.**

**Versión** (4 bits): Es la versión del protocolo IP que se está utilizando, para verificar la validez del datagrama. Está codificado en 4 bits. La versión más popular es el IPv4.

**Longitud del encabezado o IHL por Internet Header Length (Longitud del encabezado de Internet)** (4 bits): Es la cantidad de palabras de 32 bits que componen el encabezado (Importante: el valor mínimo es 5). Este campo está codificado en 4 bits.

**Tipo de servicio** (8 bits): Indica la forma en la que se debe procesar el datagrama, su estructura es (Figura 2.12):



**Figura 2.12. Tipo de servicio.**

La prioridad (0 = Normal, 7 = Control de red) permite implementar algoritmos de control de congestión más eficientes. Los tipos D, T y R solicitan un tipo de transporte dado: D = Procesamiento con retardos cortos, T = Alto desempeño y R = Alta confiabilidad, estos bits son solo "sugerencias", no es obligatorio para la red cumplirlo

**Longitud total** (16 bits): Indica el tamaño total del datagrama en bytes. El tamaño de este campo es de 2 bytes, por lo tanto el tamaño total del datagrama no puede exceder los 65536 bytes. Si se lo utiliza junto con el tamaño del encabezado, este campo permite determinar dónde se encuentran los datos.

**Identificación, indicadores y margen del fragmento:** Son campos que permiten la fragmentación de datagramas, cuando sobrepasan el tamaño del *MTU* (Unidad de

transmisión máxima), para tener en cuenta la fragmentación, cada datagrama cuenta con diversos campos que permiten su rearmado:

- Campo Margen del fragmento (13 bits): campo que brinda la posición del comienzo del fragmento en el datagrama inicial. La unidad de medida para este campo es 8 bytes (el primer fragmento tiene un valor cero);
- Campo Identificación (16 bits): número asignado a cada fragmento para permitir el rearmado;
- Campo Longitud total (16 bits): esto se vuelve a calcular para cada fragmento;
- Campo Indicador (3 bits): está compuesto de tres bits:
  - El primero no se utiliza.
  - El segundo (denominado **DF**: *no fragmentar*) indica si se puede fragmentar el datagrama o no. Si el datagrama tiene este bit en uno y el router no puede enrutarlo sin fragmentarlo, el datagrama se rechaza con un mensaje de error.
  - El tercero (denominado **MF**: *más fragmentos*) indica si el datagrama es un fragmento de datos (1). Si el indicador se encuentra en cero, esto indica que el fragmento es el último (entonces el router ya debe contar con todos los fragmentos anteriores) o que el datagrama no se ha fragmentado.

**TTL o tiempo de vida** (8 bits): Este campo especifica el número máximo de routers por los que puede pasar un datagrama. Por lo tanto, este campo disminuye con cada paso por un router y cuando alcanza el valor crítico de 0, el router destruye el datagrama. Esto evita que la red se sobrecargue de datagramas perdidos.

**Protocolo** (8 bits): Este campo, en notación decimal, permite saber de qué protocolo proviene el datagrama.

- ICMP: 1
- IGMP: 2
- TCP: 6
- UDP: 17

**Suma de comprobación del encabezado** (16 bits): Este campo contiene un valor codificado en 16 bits que permite controlar la integridad del encabezado para establecer si se ha modificado durante la transmisión. La suma de comprobación se obtiene al realizar una suma de 16 bits con aritmética complemento a 1 (se excluye el campo *suma de comprobación*).

**Dirección IP de origen** (32 bits): Este campo representa la dirección IP del equipo remitente y permite que el destinatario responda.

**Dirección IP de destino** (32 bits): Dirección IP del destinatario del mensaje.

#### 2.4.3. Protocolo PPP (Point to Point Protocol - Protocolo Punto a Punto)<sup>9</sup>

Es un protocolo de enlace definido en RFC 1661 y 1662, que permite la delimitación de tramas y la detección de errores; además ofrece un mecanismo para negociar las opciones de la capa de red (NCP Network Control Protocol), un protocolo de control de enlace (LCP Link Control Protocol), para activar líneas, probarlas, negociar opciones y desactivarlas, y permite usar protocolos para la autenticación de los datos de usuario (PAP Password Authentication Protocol y CHAP Challenge Handshake Authentication) La trama de este protocolo se presenta en la Figura 2.13.

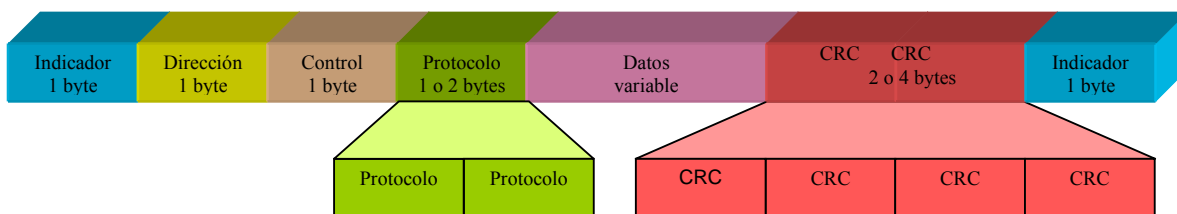


Figura 2.13. Trama del protocolo PPP.

**Indicador** (1 byte): Este campo permite determinar el inicio o fin de la trama PPP, está representado por la secuencia 0x7E en hexadecimal (01111110 en binario).

**Dirección** (1 byte): Este campo representa la dirección de broadcast, su valor siempre es 0xFF en hexadecimal (11111111 en binario), lo cual indica que es una trama de difusión.

<sup>9</sup> Fuente: <http://www.it.uniovi.es/docencia/Telematica/fundamentostelematica/material/FT-T7.pdf>, **Protocolos de comunicación**.

**Control** (1 byte): Este campo siempre tiene un valor de 0x03 en hexadecimal (00000011 en binario), lo cual significa que realiza una llamada para la transmisión de los datos de usuario en una trama no numerada.

**Protocolo** (1 o 2 bytes): Este campo cuyo valor puede ser de 1 o 2 bytes, indica el protocolo encapsulado en el campo de datos de la trama. Puede ser LCP (0xC021), NCP (0x8031), IP (0X0021), IPX (0X002B), entre otros.

**Datos** (variable): Representa la carga útil de la trama ya que contienen el datagrama del protocolo especificado en el campo *protocolo*, posee una longitud variable pero con un máximo de 1500 bytes.

Una consideración que se debe tener en cuenta es que para bytes incluidos en el ACCM (Async Control Character Map) que son menores a 0x20, el caracter de escape (0x7D) y el caracter de guión (0x7E), se calculan con la Ecuación 2.2 y deben ser precedidos por un caracter de escape (0x7D).

$$caracter = valor \oplus 0x20$$

**Ecuación 2.2.**

**CRC (Cyclic Redundancy Check) o comprobación de redundancia cíclica** (2 o 4 bytes): Se trata de un método matemático a través del cual se detecta el error en la información, trabaja al nivel de mensaje, agregando varios caracteres de control al final de la trama a transmitir, siendo lo más común 2 o 4 bytes de control.

El concepto de CRC consiste en tratar un mensaje como un simple número binario, el cual puede ser dividido por una cantidad que es constante, al efectuar la división (a módulo 2) se obtiene un cociente y un residuo, este último es transmitido después del mensaje y comparado en la estación receptora con el residuo obtenido al efectuar la división de los datos recibidos por el mismo valor constante, si son iguales los residuos se acepta el mensaje, de lo contrario se supone un error de transmisión.

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO DEL PROTOTIPO

#### 3.1. REQUERIMIENTOS

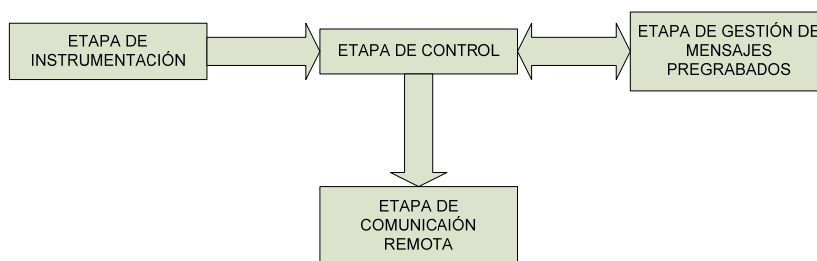
El prototipo electrónico para el conteo automático de personas brinda las siguientes funcionalidades.

- Un dispositivo central de control, con la capacidad de comunicarse serialmente con un dispositivo de comunicación remota (AVL); además, cuenta con los elementos que se describen a continuación.
  - Un dispositivo de ingreso de datos (contraseñas, selección de opciones, parámetros de ingeniería) manuales.
  - Un dispositivo de visualización de datos.
  - Dispositivos para detección de presencia.
  
- Un dispositivo de comunicación remota con una interfase serial (hardware) compatible con el dispositivo central de control.
  
- Un dispositivo para gestión de mensajes pregrabados, compatible con el dispositivo central de control, además cuenta con los siguientes elementos.
  - Un reproductor de mensajes pregrabados.
  - Botones de selección para mensajes pregrabados.
  - Un reloj en tiempo real (RTC).
  - Botones de configuración del RTC.
  - Un dispositivo de visualización de datos.
  
- Un dispositivo de grabación de mensajes pregrabados, compatible con el puerto paralelo (DB25) de una PC.

#### 3.2. DISEÑO

La interacción entre las diferentes etapas del prototipo electrónico es uno de los aspectos que se tomó en cuenta para el diseño de hardware. Como se indica en la Figura 3.1, la etapa de control tiene una relación unidireccional con las etapas de instrumentación

y comunicación remota, mientras que con la etapa de gestión de mensajes pregrabados mantiene una interacción bidireccional.



**Figura 3.1. Diagrama de bloques general del prototipo.**

El diseño de cada una de las etapas mencionadas anteriormente se presenta a continuación.

### 3.2.1. Diseño de la etapa de instrumentación

Esta etapa está constituida por todos los elementos necesarios para realizar la detección de las personas que ingresan o salen de la unidad de transporte de servicio público, así como el debido acondicionamiento de las señales emitidas por dichos elementos y que serán recibidas por la etapa de control.



**Figura 3.2. Diagrama de bloques de la etapa de instrumentación.**

Como puede apreciarse en la Figura 3.2, la etapa de instrumentación está constituida básicamente por las subetapas de entradas y de acondicionamiento.

La fase de entradas está conformada por dos tipos de elementos, los cuales son: alfombras de presencia y sensores fotoeléctricos, que serán los encargados de realizar la detección de personas. Además existe una fase de acondicionamiento que será la encargada de acoplar las señales enviadas por los dispositivos de detección a la etapa de control.

Como puntos relevantes en la etapa de instrumentación se encuentran el diseño de la alfombra de detección de presencia y el acondicionamiento de las señales emitidas por los sensores fotoeléctricos, los mismos que se explican a continuación.

### 3.2.1.1. Diseño de la alfombra de detección de presencia

La alfombra fue concebida como un mecanismo de confirmación en cuanto a la detección de presencia, su funcionamiento se basa en la conmutación de una señal que atraviesa la alfombra, al existir una presión sobre la misma.

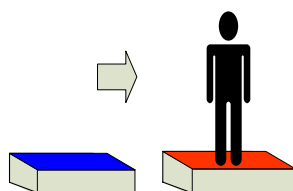


Figura 3.3. Esquema de funcionamiento de la alfombra de detección de presencia.

Para su elaboración se utilizó una base de caucho, la cual fue cubierta por una lámina de aluminio; la misma que fue revestida en su perímetro por un hilo de cobre. Posteriormente se adhirió cinta de armaflex para envolver el perímetro, y en el resto de la superficie se colocaron pequeños pedazos de armaflex con una separación constante entre los mismos (Ver Figura 3.4).

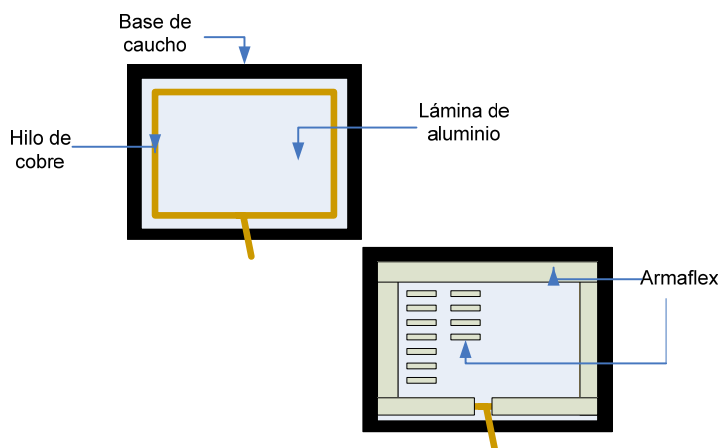
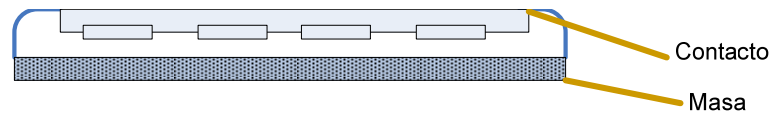


Figura 3.4. Confección de la alfombra de detección de presencia.

Por último se confeccionó la contra alfombra, en la cual se siguen los mismos pasos de la anterior pero sin el armaflex.<sup>10</sup>

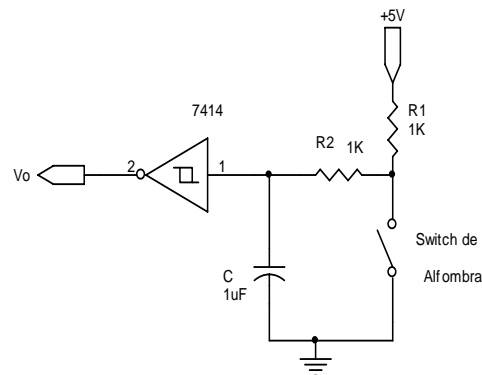
<sup>10</sup> Fuente: <http://anilandro.googlepages.com/home>.



**Figura 3.5. Alfombra terminada.**

Otro punto a considerar es el acondicionamiento de la señal enviada por la alfombra, en tal razón se diseñó un circuito antirebote, con el cual se lograron eliminar las oscilaciones producidas en el instante de cerrar el circuito interno de la alfombra.

Para el diseño del circuito antirebote se utilizó una red RC, tomando como consideración especial que el tiempo de rebote ( $t_r$ ) nunca sea mayor a cinco centésimas de segundo. Tanto los cálculos realizados así como el esquema de diseño de la red RC (Figura 3.6) se detallan a continuación.



**Figura 3.6. Circuito antirebote para la alfombra de detección de presencia.**

#### **Dimensionamiento:**

$$t_r \leq 0.05s$$

$$T_{CARGA} = (R_1 + R_2)C$$

$$T_{DESCARGA} = R_2C$$

$$R_1 \leq 2K\Omega$$

$$R_2 \leq 2K\Omega$$

$$C \geq 100pF$$

$T$  unos pocos milisegundos



Si:

$$C = 1\mu F$$

$$T_{CARGA} = 2ms$$

$$T_{DESCARGA} = 1ms$$

$$R_2 = \frac{T_{DESCARGA}}{C}$$

$$R_2 = \frac{1ms}{1\mu F}$$

$$R_2 = 1000\Omega = 1K\Omega$$

$$R_1 = \frac{T_{CARGA}}{C} - R_2$$

$$R_1 = \frac{2ms}{1\mu F} - 1K\Omega$$

$$R_1 = 1K\Omega$$

### 3.2.1.2. Diseño del acondicionamiento de las señales emitidas por los sensores

#### fotoeléctricos

Los sensores fotoeléctricos de Sharp al detectar un objeto dentro del rango de sensamiento emiten una señal analógica de voltaje, la misma que oscila entre 0.4 voltios a 2.5 voltios dependiendo de la distancia en la que se encuentre el objeto.

Con el fin de que la corriente del sensor sea baja y exista un acoplamiento de impedancias, fue necesario realizar una etapa de acondicionamiento, la cual está constituida por un amplificador operacional, cuya configuración es la de un seguidor de voltaje con ganancia unitaria como se indica en la Figura 3.7.

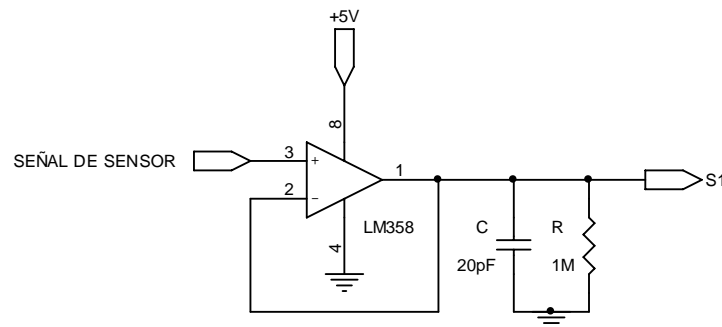


Figura 3.7. Diseño del acoplador de señal.

### 3.2.2. Diseño de la etapa de control

La etapa de control está constituida por tres fases: la primera de ellas es el control de alimentación, la segunda el ingreso de datos mediante un teclado y la última la visualización de datos a través de un LCD, en la Figura 3.8 se puede apreciar el diagrama de bloques de esta etapa.

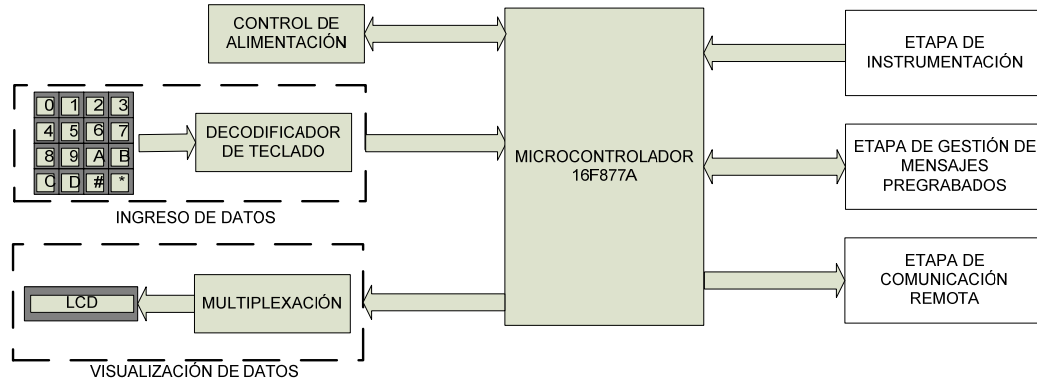


Figura 3.8. Diagrama de bloques de la etapa de control.

La sección de control de alimentación fue concebida teniendo en cuenta que el funcionamiento del circuito está regido por las horas de trabajo de la unidad de transporte, en consecuencia esta etapa permitirá optimizar el tiempo de operación del sistema.

El control está formado por 2 relés de 2 polos cada uno, que permitirán realizar un enclavamiento de la alimentación y tener un control directo de apagado con el microcontrolador (Ver Figura 3.9).

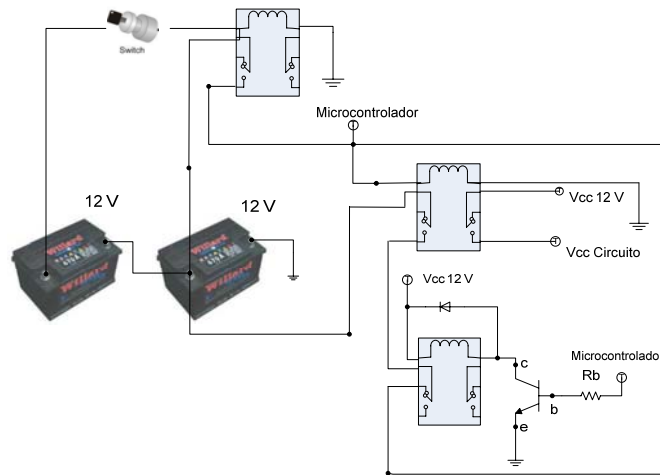
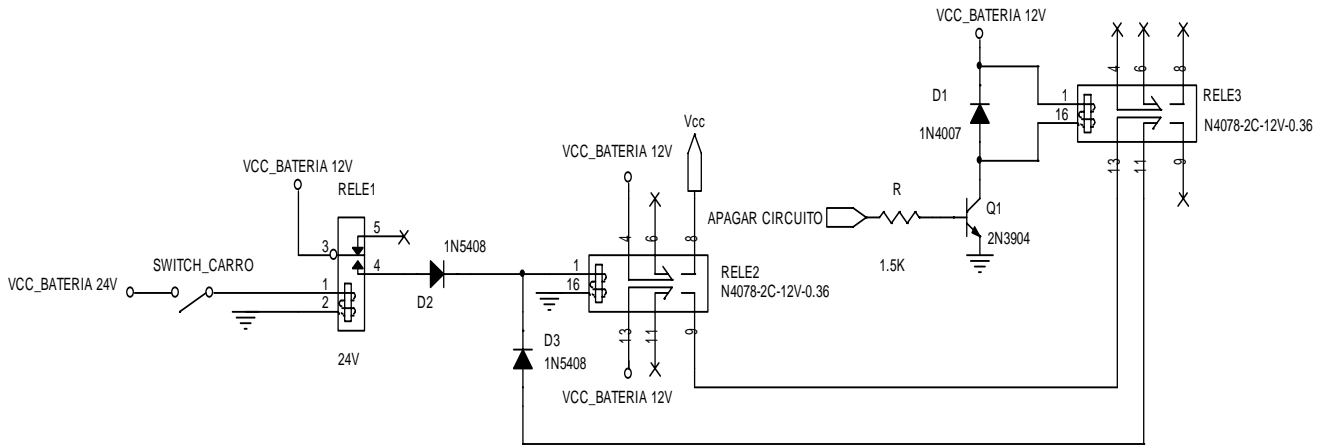


Figura 3.9. Diagrama esquemático del control de alimentación.

Para el accionamiento del segundo relé a través del microcontrolador, se empleó el transistor 2N3904 que funcionará en modo de corte y saturación, los cálculos para hallar la resistencia de la base se realizan a continuación.

**Dimensionamiento:**

$V_{be} = 0.7V$ $V_{uC} = 5V$ $V_{Bateria} = 12V$ $P_{relé} = 0.36W$ $\beta_{DC} = 10$	$P_{relé} = V_{Bateria} I$ $I = \frac{P_{relé}}{V_{Bateria}}$ $I = \frac{0.36W}{12V}$ $I = 0.03A$ $I = I_{c_{sat}}$ $I_{c_{sat}} = 0.03A$	$I_b \cong \frac{I_{c_{sat}}}{\beta_{DC}} = \frac{0.03A}{10}$ $I_b = 0.003A$ $V_{Rb} = V_{uC} - V_{be}$ $V_{Rb} = 5V - 0.7V$ $Rb \cdot I_b = V_{uC} - V_{be}$ $Rb = \frac{V_{uC} - V_{be}}{I_b}$ $Rb = \frac{5V - 0.7V}{0.003A}$ $R = 1433.33\Omega \approx 1.5K\Omega$
--	---	---



**Figura 3.10. Diseño del control de alimentación.**

Cabe señalar que para la protección contra la carga inductiva fue colocado un diodo en paralelo a la conexión de la bobina del relé.

La sección de ingreso de datos está constituida básicamente por un teclado; para obtener directamente el código de la tecla seleccionada y para reducir el número de entradas/salidas usadas, se utilizó el codificador de teclado 74922, cuya tabla de funcionamiento se presenta a continuación (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1. Tabla de funcionamiento del codificador de teclado.**

ENTRADAS																A	B	C	D
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Y1,X1	Y1,X2	Y1,X3	Y1,X4	Y2,X1	Y2,X2	Y2,X3	Y2,X4	Y3,X1	Y3,X2	Y3,X3	Y3,X4	Y4,X1	Y4,X2	Y4,X3	Y4,X4				
L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H				
L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	H	H				
L	L	L	L	H	H	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H				
L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H				

H = 1; L = 0

De acuerdo al diseño presentado en las hojas técnicas del codificador 74922 (Figura 3.12) es necesario realizar el cálculo de los capacitores  $C_{KBM}$  (Key Bounce Elimination) y  $C_{OSC}$  (oscilador externo) pues dichos elementos permitirán eliminar los rebotes producidos por los contactos mecánicos de las teclas (Figura 3.11), los cálculos se presentan a continuación.

**Dimensionamiento:**

$$T_1 \approx T_2 \approx RC_{KBM} \quad \text{Ver Figura 3.11}$$

$$\text{Donde: } R \approx 10K\Omega$$

Si:

 $T$  unos pocos milisegundos

$$T_1 \approx T_2 \approx 0.001s$$

$$C_{KBM} = \frac{T}{R}$$

$$C_{KBM} = \frac{1ms}{10K\Omega}$$

$$C_{KBM} = 0.1(\mu F)$$

$$C_{KBM} = 10C_{OSC}$$

$$C_{OSC} = \frac{C_{KBM}}{10}$$

$$C_{OSC} = \frac{0.1\mu F}{10}$$

$$C_{OSC} = 0.01\mu F$$

$$T_{OSC} = RC_{OSC}$$

$$T_{OSC} = 10K\Omega * 0.01\mu F$$

$$T_{OSC} = 0.0001s$$

$$T_{OSC} = \frac{1}{F_{OSC}}$$

$$F_{OSC} = \frac{1}{0.0001s}$$

$$F_{OSC} = 10KHz$$

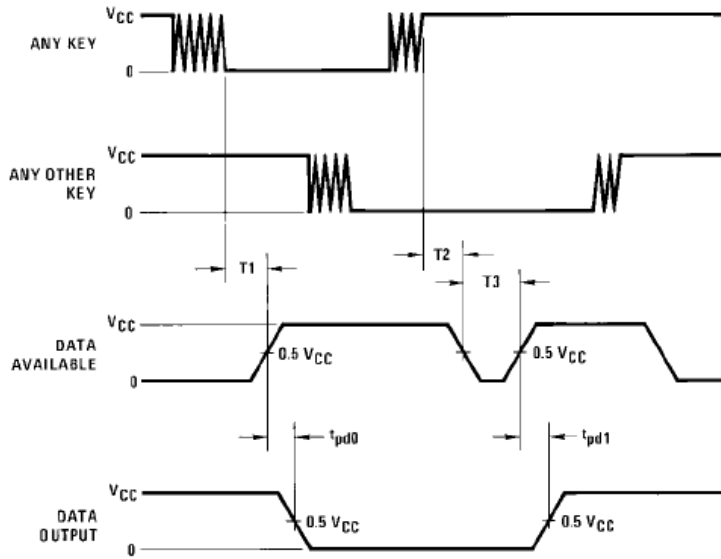


Figura 3.11. Formas de onda de switcheo del codificador.

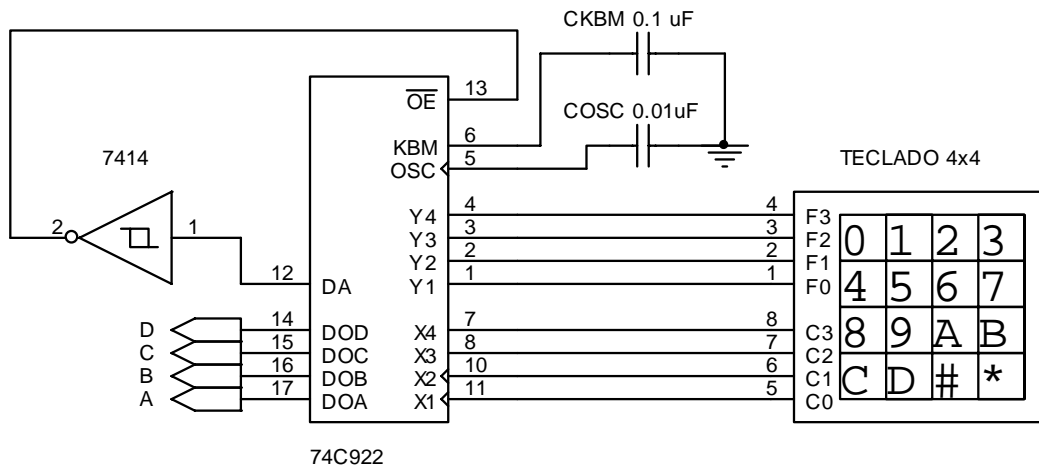


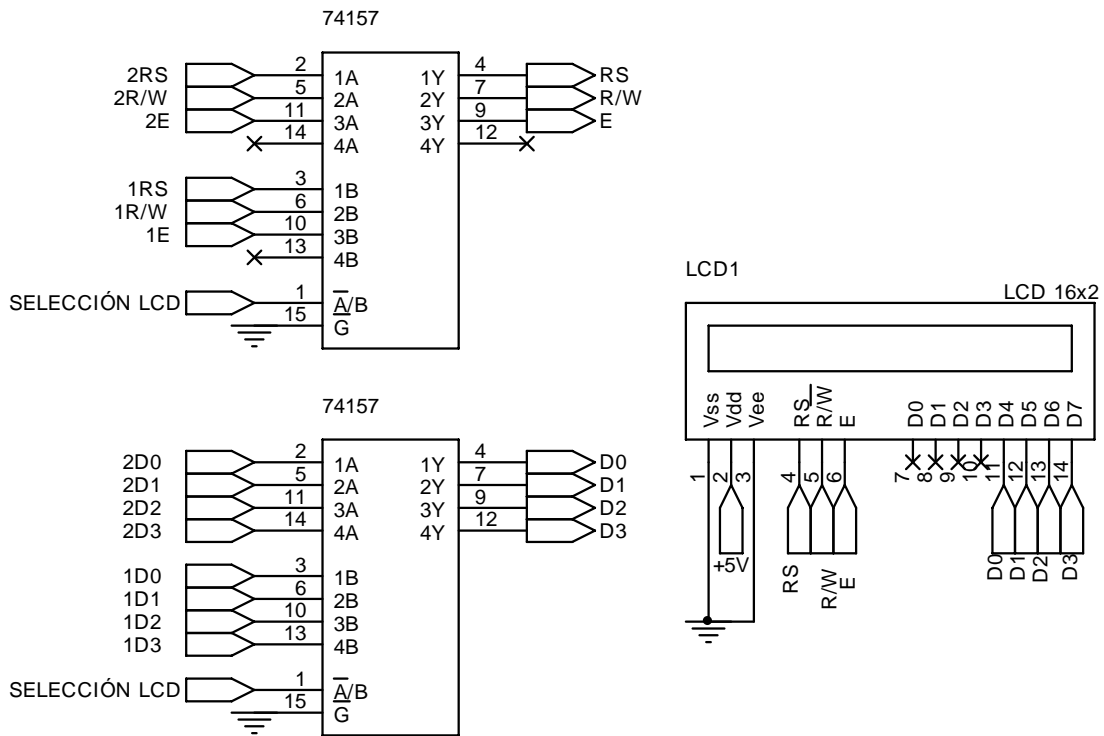
Figura 3.12. Diseño del codificador de teclado.

La sección de visualización de datos está representada por un LCD, el mismo que será compartido entre la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados y la etapa de control, por este motivo se requirió realizar el diseño de un circuito multiplexor cuyo funcionamiento se presenta en la Tabla 3.2. Para el diseño de este circuito se requirió usar dos multiplexores 74157 como se indica en la Figura 3.13, de acuerdo a la cual se puede apreciar que dicho circuito está controlado por la etapa de control, mediante una señal externa (SELECCIÓN LCD) la cual es encargada de seleccionar las señales que se enviarán al LCD; por tanto si SELECCIÓN LCD = 0, se habilitarán las señales (2RS, 2R/W, 2E, 2D0, 2D1, 2D2 y 2D3) enviadas por la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados y si por el contrario SELECCIÓN LCD = 1 se habilitarán las señales (1RS, 1R/W, 1E, 1D0, 1D1, 1D2 Y 1D3) enviadas por la etapa de control.

**Tabla 3.2. Tabla de funcionamiento del multiplexor de 2 a 1 líneas para el LCD.**

ENTRADAS				SALIDAS
HABILITADOR	SELECCIÓN LCD	SEÑALES2	SEÑALES1	SEÑALES LCD
G	A/B	A	B	Y
H	X	X	X	L
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H

H = 1; L = 0; X = irrelevante



**Figura 3.13. Diseño del multiplexor de 2 a 1 líneas para el LCD.**

El microcontrolador PIC16F877A, es el dispositivo encargado de recibir las señales enviadas por el teclado y las etapas de: instrumentación y gestión de mensajes pregrabados, así como también de generar las señales necesarias que serán enviadas a la sección de visualización de datos y las etapas de: comunicación remota y gestión de mensajes pregrabados, es decir su principal función es tomar las señales enviadas externamente e interpretarlas de tal manera que produzcan salidas de activación para circuitos exteriores.

### Descripción de pines del microcontrolador PIC16F877A

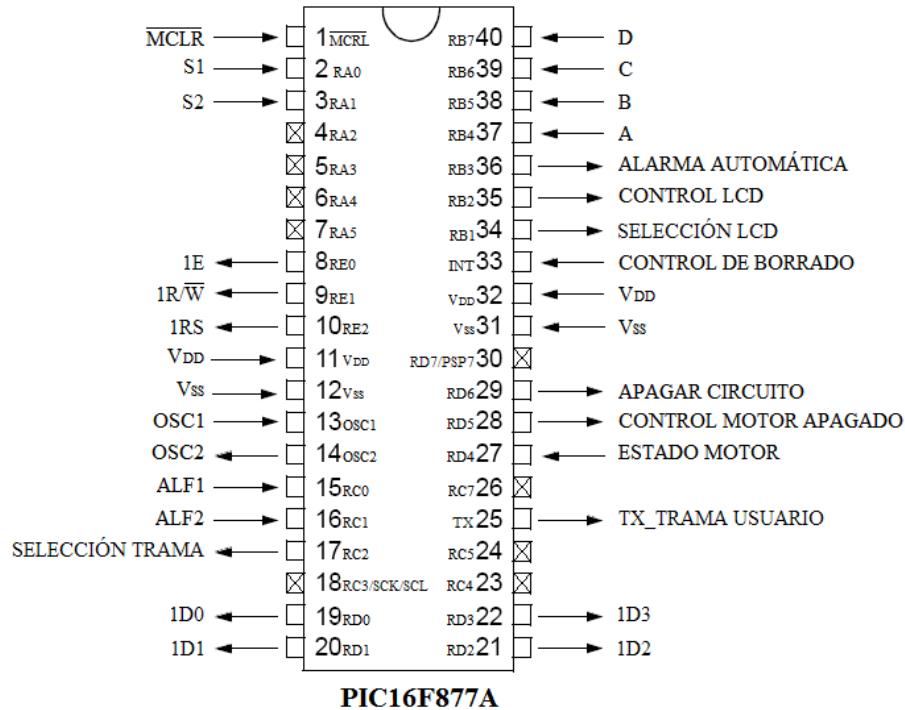


Figura 3.14. Descripción de pines utilizados del PIC16F877A.

**$\overline{MRCLR}$  (Master Clear):** Este pin activado en bajo representa el reset del microcontrolador y por ende el reinicio del sistema principal de control.

**$S1$ ,  $S2$ :** Entradas provenientes de los sensores fotoeléctricos, luego de haber pasado por una etapa de acondicionamiento.

**$1E$ ,  $1R\overline{W}$ ,  $1RS$ :** Salidas que representan las señales de control que serán enviadas al LCD, sin embargo previamente deben pasar por una etapa de multiplexación.

**$V_{DD}$ ,  $V_{SS}$ :** Entradas que representan la alimentación ( $V_{DD}$ ) y referencia a tierra ( $V_{SS}$ ) del microcontrolador.

**$OSC1$ ,  $OSC2$ :** Representan la entrada ( $OSC1$ ) y salida ( $OSC2$ ) del oscilador externo (cristal).

**$ALF1$ ,  $ALF2$ :** Señales de entrada provenientes de los dispositivos de detección tipo alfombra, luego de pasar por la etapa de acondicionamiento.

**SELECCIÓN TRAMA:** Salida que representa la señal de selección de tramas en la fase de multiplexación de la etapa de comunicación remota.

**ID0, ID1, ID2, ID3:** Estas salidas representan los datos que serán enviados al LCD, sin embargo previamente deben pasar por una etapa de multiplexación.

**TX\_TRAMA USUARIO:** Pin de salida, se encarga de realizar la transmisión serial (RS-232) hacia el módulo de comunicación remota.

**ESTADO MOTOR:** Señal de entrada, indica si el motor del carro está encendido o apagado.

**CONTROL MOTOR APAGADO:** Pin de salida encargado de informar a la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados que el motor del vehículo fue apagado y debe iniciar el timer de 30 minutos.

**APAGAR CIRCUITO:** Señal de salida que realiza el apagado automático de todo el circuito.

**CONTROL DE BORRADO:** Señal de entrada, es enviada por la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados e indica a la etapa de control que debe realizar el borrado automático de los datos de la cuenta y apagar automáticamente todo el sistema.

**SELECCIÓN LCD:** Salida que representa la señal de selección para la fase de multiplexación del LCD.

**CONTROL LCD:** Pin de salida, indica a la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados que la etapa de control desea usar o dejó de usar el LCD.

**ALARMA AUTOMÁTICA:** Señal de salida, indica a la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados que se ha generado una alarma por exceso de pasajeros.

**A, B, C, D:** Entradas provenientes del teclado, previo haber pasado por una etapa de codificación.

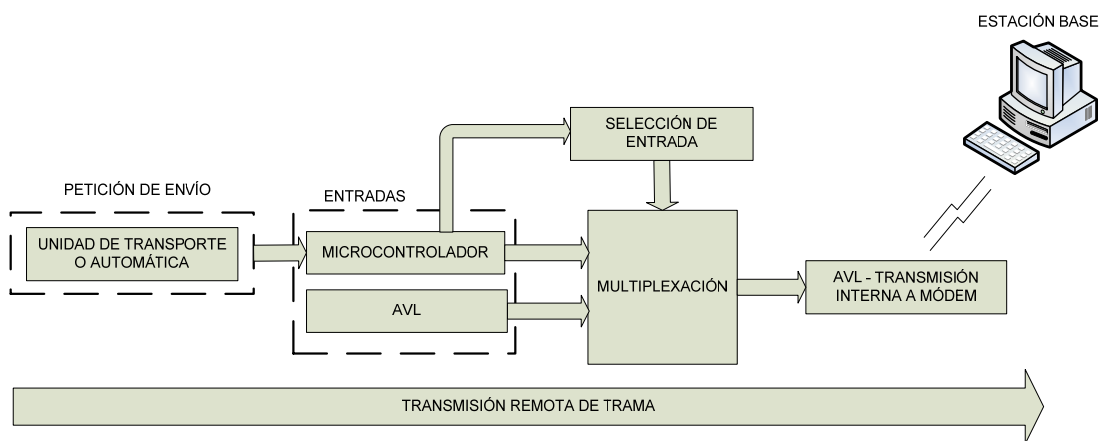


### 3.2.3. Diseño de la etapa de comunicación remota

Para el diseño de esta etapa se realizó un análisis interno del módulo de comunicación remota, con lo cual se determinó que este dispositivo está constituido por tres placas; en la primera se encuentra la parte de recepción de la señal GPS, la siguiente está dedicada al control propiamente dicho, pues es la encargada de recibir señales, interpretarlas y transmitir las hacia el módem, LCD o el puerto RS-232 (destinado únicamente para configuración del equipo) y en la última placa se encuentra el módem para la transmisión de datos.

Debido a características propias del dispositivo proporcionado por la empresa RapidWalk Telecommunications Cía. Ltda., la comunicación directa con el puerto RS-232 no es posible, por lo cual se requirió interactuar con la electrónica interna del dispositivo.

Para una mejor comprensión de esta interacción y propiamente del proceso de transmisión remota de la trama, a continuación se realiza una explicación basándose en el diagrama de bloques de la Figura 3.15.



**Figura 3.15. Diagrama de bloques de la etapa de comunicación remota.**

La trama a ser enviada hacia el módem interno del AVL proviene de dos fuentes, la primera de ellas se encuentra dentro del dispositivo (placa de control del AVL) y genera sus propias tramas con datos relacionados a conexión, posición (latitud, longitud) y estado (alarmas); y por último existe una fuente externa (MICROCONTROLADOR externo - etapa de control) la cual genera tramas relacionadas con el reporte del número de pasajeros y alarmas (tramas de usuario).

Para que las tramas del AVL o las de usuario sean enviadas al módem, previamente deben pasar por una etapa de multiplexación, la cual se encarga de transmitir la señal deseada. La selección de dicha trama (SELECCIÓN DE ENTRADA) está controlada por una señal externa enviada por la etapa de control (MICROCONTROLADOR), en condiciones normales de funcionamiento la trama seleccionada será por default la enviada por el microcontrolador interno del AVL (AVL); en tanto que para enviar tramas de usuario primero debe existir una petición (PETICIÓN DE ENVÍO), la cual puede ser automática, emitida cada cinco minutos por la misma etapa de control, o manual generada desde la unidad de transporte mediante el teclado.

Finalmente cuando la trama ha sido seleccionada esta es transmitida hacia el módem interno del AVL (AVL - TRANSMISIÓN INTERNA A MÓDEM), quien será el encargado de enviarla hacia la estación base.

Para la etapa de multiplexación se requirió realizar el diseño de un circuito multiplexor cuya tabla de funcionamiento se presenta en la Tabla 3.3. Para el diseño de este circuito se requirió usar un multiplexor 74157 como se aprecia en la Figura 3.16. Además, es preciso mencionar que este circuito será controlado por la etapa principal de control, mediante una señal externa (SELECCIÓN TRAMA), la cual es encargada de seleccionar la señal que se enviará al módem del AVL (RX\_AVL), es así que si SELECCIÓN TRAMA = 0 entonces se habilitará la señal (TX\_AVL) enviada por el microcontrolador interno del AVL y si por el contrario SELECCIÓN TRAMA = 1 se habilitará una señal (TX\_TRAMA USUARIO) que es enviada por la etapa principal de control y contiene las tramas de usuario.

**Tabla 3.3. Tabla de funcionamiento del multiplexor de 2 a 1 líneas para el envío de tramas.**

ENTRADAS				SALIDAS
HABILITADOR	SELECCIÓN TRAMA	TX_AVL	TX_TRAMA USUARIO	RX_AVL
G	A/B	A	B	Y
H	X	X	X	L
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H

H = 1; L = 0; X = irrelevante

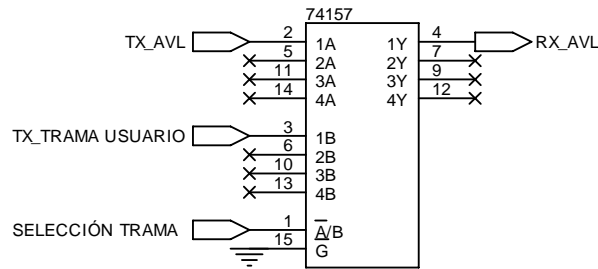


Figura 3.16. Diseño del multiplexor de 2 a 1 líneas para el envío de tramas.

### 3.2.4. Diseño de la etapa de gestión de mensajes pregrabados

El diseño de la etapa de gestión de mensajes pregrabados está dividido en dos secciones, la primera dedicada a la realización del hardware para el grabador/reproductor de mensajes de voz y la segunda en la cual se desarrollará el gestor de mensajes de voz pregrabados.

#### 3.2.4.1. Diseño del grabador/reproductor de mensajes de voz

Debido a los requerimientos del usuario y para una fácil ejecución de pruebas previas de grabación y reproducción, fue necesario realizar el diseño del hardware de un grabador/reproductor de mensajes de voz para el circuito integrado de almacenamiento de audio (ISD25120). El diseño de este dispositivo tiene dos fases importantes, las cuales son: fase de entradas/salidas y fase de reproducción como se indica en la Figura 3.17.

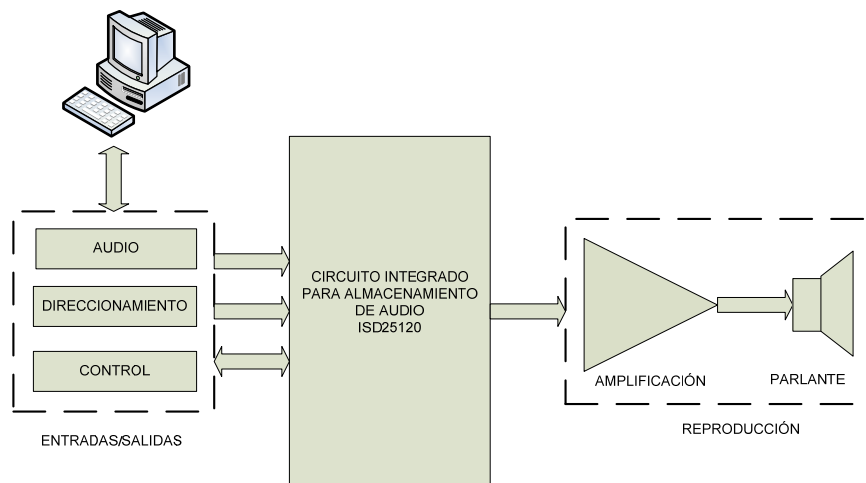
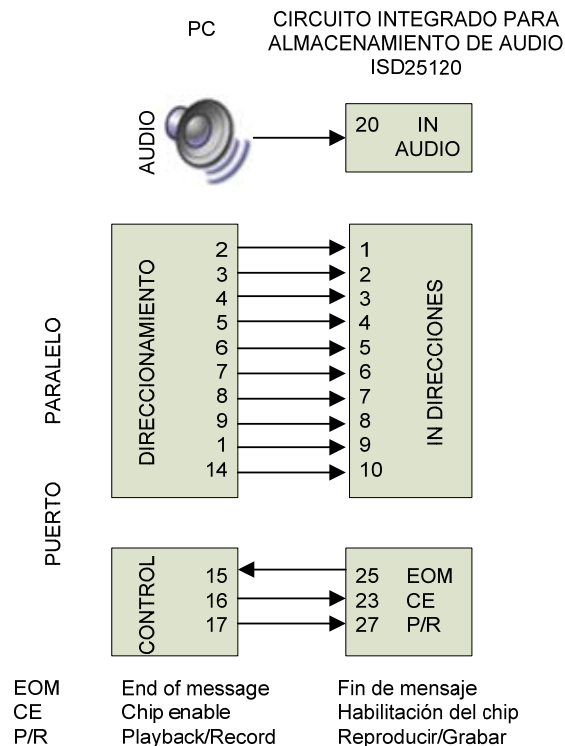


Figura 3.17. Diagrama de bloques del grabador/reproductor de mensajes de voz.

La fase de entradas/salidas está controlada por una PC que posea un puerto paralelo y una salida de audio, en esta fase se realizan tres acciones principales las cuales son: la transmisión del audio (mensajes de alarma, anuncios, paradas) que va a ser grabado en el

circuito integrado para almacenamiento de audio ISD25120; el direccionamiento, mediante el cual se selecciona una única dirección para la grabación y posteriormente la reproducción de los mensajes de voz, y finalmente el control mediante el cual se envían señales que indican habilitación del chip, grabación o reproducción y se reciben señales de fin de reproducción.

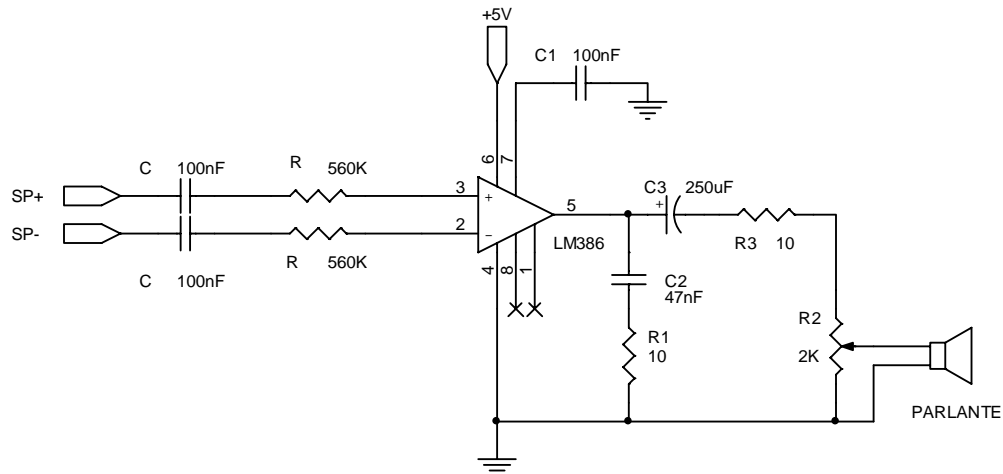
La Figura 3.18 indica un esquema básico de las conexiones entre la PC y el circuito integrado de almacenamiento de audio ISD25120.



**Figura 3.18. Asignación de pines entre la PC y el circuito integrado para almacenamiento de audio.**

En cuanto al circuito integrado ISD25120, en el modo de grabación estará encargado de almacenar todos los mensajes de audio tomando en cuenta que su capacidad máxima es de 120 segundos (2 minutos) y en el modo de reproducción será quien envíe la señal de audio hacia la siguiente etapa.

Por último se encuentra la fase de reproducción encargada de amplificar las señales de voz que posteriormente saldrán de forma audible por el parlante (Ver Figura 3.19).



**Figura 3.19. Diseño del amplificador de audio.**

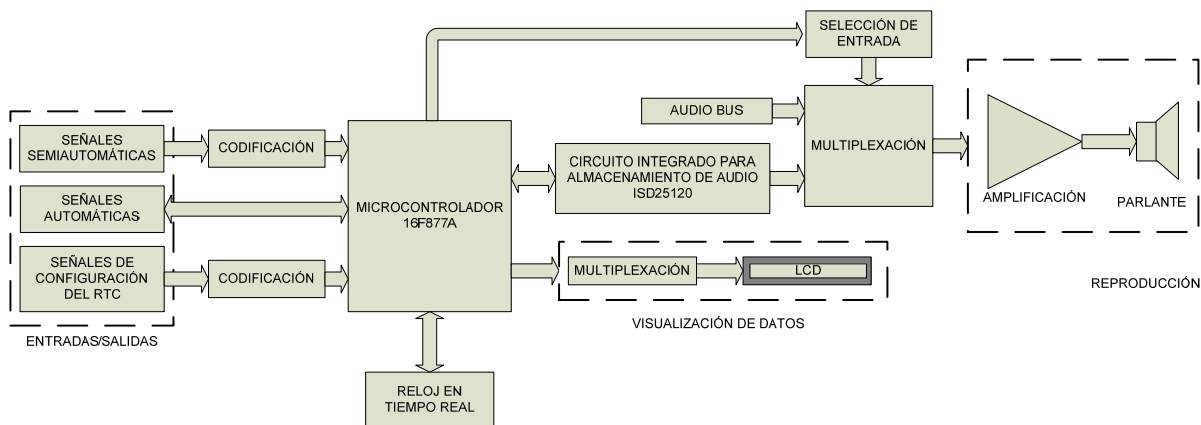
El amplificador operacional LM386 es un amplificador de bajo consumo de energía, sus características más relevantes se mencionan a continuación:

- Operación con batería.
- Uso mínimo de partes externas.
- Amplio rango de voltajes de alimentación (5 VDC- 18 VDC)
- Ganancias de voltaje de 20 a 200.
- Entrada de referencia a tierra.
- Baja distorsión.
- Reducido tamaño.
- Temperatura de operación: 0°C a +70°C.

### 3.2.4.2. Diseño del gestor de mensajes de voz pregrabados

Para el diseño de esta subetapa se tomaron en consideración dos aspectos importantes, el primero de ellos corresponde a las funcionalidades que brindaría y el segundo al número de entradas/salidas que serían necesarias para su funcionamiento.

Por los criterios mencionados anteriormente fue necesaria la utilización de un segundo microcontrolador, el cual se encargaría de gestionar tanto mensajes como alarmas que se encuentran previamente grabados en el circuito integrado grabador/reproductor de audio ISD25120. Otra funcionalidad de este módulo es la presentación de la hora actual previo su seteo. La Figura 3.20 representa el diagrama de bloques de esta etapa, la explicación detallada del mismo se realiza a continuación.



**Figura 3.20. Diagrama de bloques del gestor de mensajes de voz pregrabados.**

Las señales semiautomáticas (etapa de entradas/salidas) corresponden a un conjunto de catorce botones encargados de seleccionar el tipo de mensaje a ser reproducido, debido a que el número de entradas/salidas del microcontrolador es limitado fue necesario realizar una fase de codificación de estas señales con lo cual se redujo notablemente el número de entradas.

La activación del codificador se la realiza en bajo e igualmente el resultado es en bajo, en la Tabla 3.4 puede apreciarse su funcionamiento de acuerdo a la entrada que sea activada.

La etapa de codificación (Figura 3.21) está conformada por un codificador de 16 a 4 líneas, para su diseño se utilizaron dos codificadores de 8 a 3 líneas (74148) además de las compuertas lógicas AND para obtener el código en binario codificado; es preciso mencionar que tanto la PRIORITY FLAG (PF) así como la entrada D0 no fueron utilizadas debido al diseño cuyo requerimiento es de catorce botones y al limitado número de entradas/salidas.

Tabla 3.4. Tabla de funcionamiento del codificador de 16 a 4 líneas para botones.

ENTRADAS (BOTÓN <sub>X</sub> )																SALIDAS				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	D	C	B	A	PF
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	L	H	L	L
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	L	L	H	L	L
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L	H	L
X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	L	L
X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	L	L
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = 1; L = 0; X = irrelevante

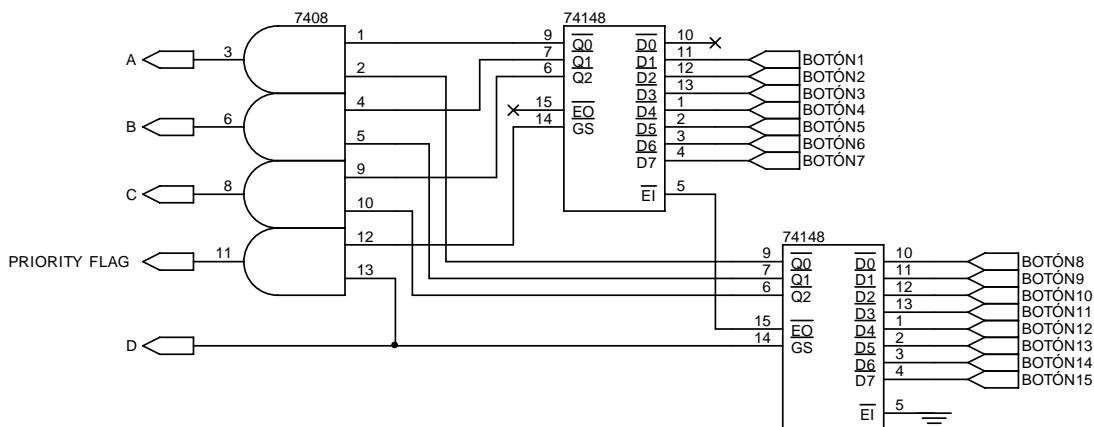


Figura 3.21. Diseño del codificador de 16 a 4 líneas para botones.

Las señales automáticas (etapa de entradas/salidas) están representadas por las alarmas, en este caso la alarma de exceso de pasajeros; por una señal de activación para el LCD ya que será compartido con la etapa de control; por una señal de entrada la cual indica que el motor de la unidad de transporte fue apagado y por una señal enviada a la etapa de control al terminar la jornada de trabajo, esta señal luego de ser captada por la etapa de control permitirá el borrado automático de los datos de la cuenta. Las señales mencionadas anteriormente son habilitadas en bajo, excepto la señal que indica el estado del motor.

Las señales de configuración del RTC (etapa de entradas/salidas) están representadas por tres botones los cuales tienen la funcionalidad de igualar al reloj externo (RTC DS1307), uno de los botones representa el reset del reloj con lo cual se podrá acceder y salir de la configuración del mismo, el siguiente botón se utiliza para disminuir las horas o minutos y el último para aumentarlas. Como ya se ha mencionado anteriormente, debido al limitado número de entradas/salidas fue necesario realizar una etapa de codificación con lo cual se redujo de tres a dos entradas, por lo cual se diseñó un codificador de 3 a 2 líneas.

La siguiente tabla (Tabla 3.5) muestra la lógica de funcionamiento del codificador, de ahí se obtiene que la activación del circuito es en bajo y el resultado que se obtiene es en alto; posteriormente se procede a la determinación de las ecuaciones de salida.

**Tabla 3.5. Tabla de funcionamiento del codificador de botones de 3 a 2 líneas para el RTC.**

ENTRADAS			SALIDAS	
BOTONenter B1	BOTONmenos B2	BOTONmas B3	Y0	Y1
H	H	H	L	L
H	H	L	L	H
H	L	H	H	L
H	L	L	L	L
L	H	H	H	H
L	H	L	L	L
L	L	H	L	L
L	L	L	L	L

H = 1; L = 0

$$Y_0 = B_1 \overline{B_2} B_3 + \overline{B_1} B_2 B_3$$

$$Y_0 = B_3 (B_1 \overline{B_2} + \overline{B_1} B_2)$$

$$Y_0 = B_3 (B_1 \oplus B_2)$$

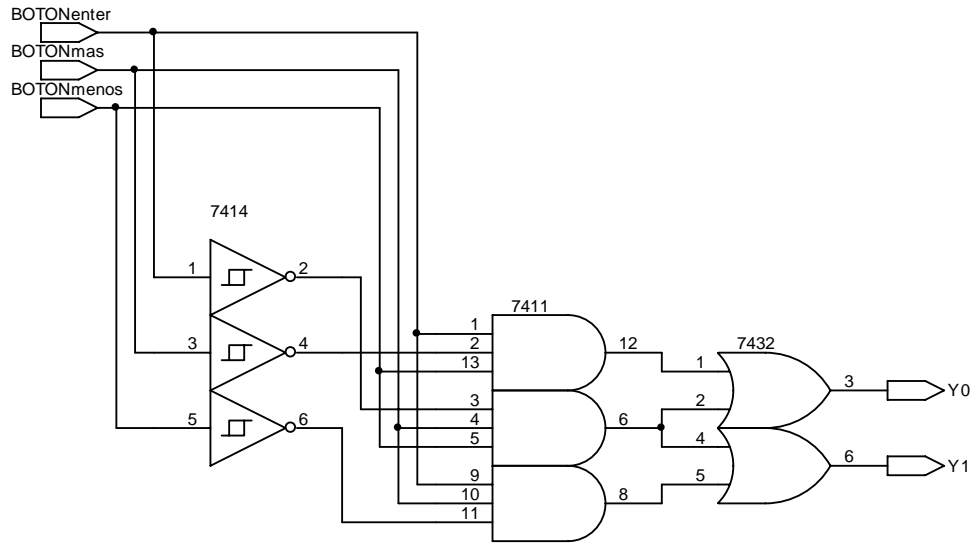
$$Y_1 = B_1 B_2 \overline{B_3} + \overline{B_1} B_2 B_3$$

$$Y_1 = B_2 (B_1 \overline{B_3} + \overline{B_1} B_3)$$

$$Y_1 = B_2 (B_1 \oplus B_3)$$

Para el diseño del circuito (Figura 3.22) se escogieron las primeras soluciones de cada una de las ecuaciones realizadas anteriormente, pues al incluir las compuertas negadoras con histéresis (7414) se mejora la respuesta del circuito antirebote que se explica en párrafos posteriores.

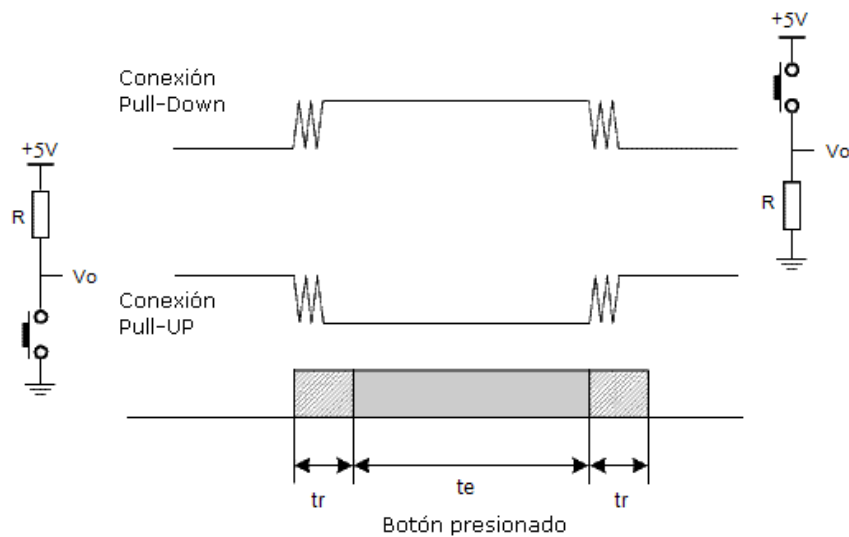




**Figura 3.22. Diseño del codificador de botones de 3 a 2 líneas para el RTC.**

Como se ha citado en párrafos previos las señales semiautomáticas y de configuración del RTC son enviadas por un conjunto de botones, debido a que estos elementos son mecánicos existe la presencia de rebotes en el instante cuando se abren o cierran sus contactos, los llamados rebotes son oscilaciones que producen más de un cierre del circuito ocasionando resultados no esperados.

En la Figura 3.23 se pueden apreciar dos configuraciones básicas para las conexiones de botones, de igual forma se presentan las gráficas del instante en que un botón es presionado con sus respectivos tiempos de rebote ( $t_r$ ) y de estabilización ( $t_e$ ).



**Figura 3.23. Configuraciones básicas de botones.**

Para la eliminación de los efectos producidos por los rebotes mecánicos, fue necesario realizar el diseño de un circuito antirebote utilizando una red RC, por ser la más sencilla y que usa menos elementos, tomando como consideración especial que el tiempo de rebote ( $t_r$ ) nunca sea mayor a cinco centésimas de segundo. Tanto los cálculos realizados así como el esquema de diseño de la red RC (Figura 3.24) se detallan a continuación.

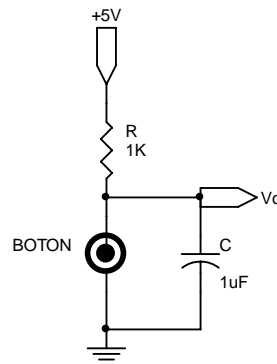


Figura 3.24. Diseño del circuito antirebote para botones.

#### Dimensionamiento:

$$t_r \leq 0.05s$$

$$T = RC$$

$$R \leq 2K\Omega$$

$$C \geq 100pF$$

$T$  unos pocos milisegundos

Si:

$$C = 1\mu F$$

$$T = 1ms$$

$$R = \frac{T}{C}$$

$$R = \frac{1ms}{1\mu F}$$

$$R = 1000\Omega = 1K\Omega$$

La etapa que constituye el reloj en tiempo real (DS1307) se la realiza mediante la comunicación serial I2C (Inter-Integrated Circuit), por lo cual fue necesario efectuar el

cálculo de las resistencias de pull-up (RPU) para las líneas de comunicación de datos (SDA) y reloj (SCL), la ubicación de dichas resistencias se pueden apreciar en la Figura 3.25.

$$* RPU = R_p = \frac{t_r}{C_b}$$

$$* t_r = 1000\eta s$$

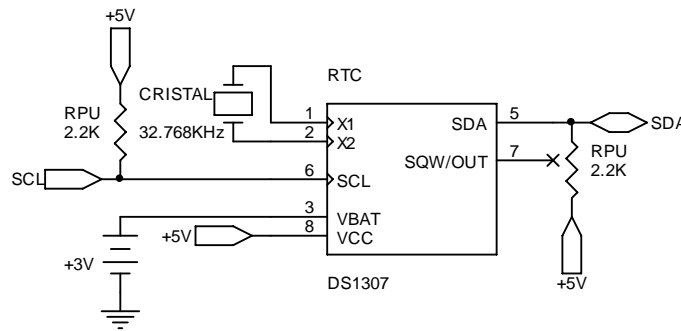
$$* C_b = 400 pF$$

\*Ecuaciones y valores obtenidos de las Hojas Técnicas del RTC DS1307

$$RPU = R_p = \frac{1000\eta s}{400 pF}$$

$$RPU = R_p = 2500\Omega$$

$$RPU = R_p = 2,5K\Omega \approx 2,2K\Omega$$



**Figura 3.25. Ubicación de las resistencias RPU en el circuito del RTC.**

En cuanto al DS1307 es un reloj en tiempo real cuya recepción y envío de datos es en forma serial (I2C), es ideal para aplicaciones de bajo consumo de energía, entre sus principales características se encuentran:

- Reloj calendario, provee información sobre segundos, minutos, horas, días, día de la semana, meses y años.
- Dos modos de operación, 24 horas o 12 horas.
- 56 bytes de memoria no volátil SRAM, para almacenamiento.
- Batería de respaldo (+3 VDC).
- Voltaje de alimentación primaria 5 VDC.
- Temperatura de operación: 0°C a +70°C.

La distribución de pines de este chip se presenta en la Figura 3.26 y la descripción de cada uno de ellos en la Tabla 3.6.

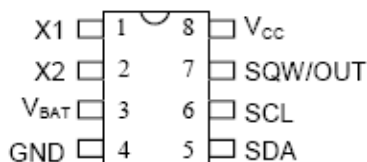


Figura 3.26. Diagrama de pines del DS1307.

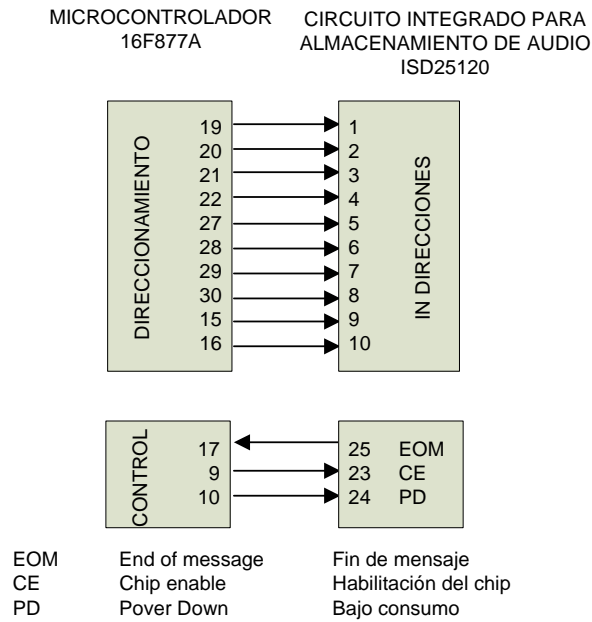
Tabla 3.6. Descripción de pines del DS1307.<sup>11</sup>

Nombre del Pin	Número de Pin	Función
X1, X2	1, 2	<b>Conexiones para cristal:</b> X1 es la entrada para el oscilador externo el cual debe ser de 32.768 KHz. X2 es la salida del oscilador interno.
VBAT	3	<b>Voltaje de batería:</b> entrada para una batería de respaldo en caso que el voltaje primario de alimentación sea suspendido, su valor es de +3V.
GND	4	<b>Tierra (entrada):</b> voltaje de referencia a tierra.
SDA	14,15	<b>Serial Data Input/Output (entrada/salida):</b> señal de datos bidireccional para la comunicación serial I2C. Este pin está en colector abierto por lo cual requiere una resistencia externa de pullup.
SCL	6	<b>Serial Clock Input (entrada):</b> señal de sincronización para el movimiento de los datos en la comunicación serial I2C.
SQW/OUT	7	<b>Square Wave/Output Driver:</b> esta salida permite obtener señales de onda cuadrada de 1Hz, 4KHz, 8KHz, 32KHz, dependiendo de la configuración interna que se realice.
VCC	8	<b>Alimentación (entradas):</b> voltaje primario de alimentación, su valor es de +5V.

La sección de visualización de datos está constituida principalmente por un LCD, sin embargo la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados no está conectada directamente a este pues debe primeramente pasar por una fase de multiplexación, la cual está desarrollada en la etapa de control.

La fase correspondiente al circuito integrado para almacenamiento de audio tiene una relación bidireccional con el microcontrolador, un detalle gráfico sobre esta relación se presenta en la Figura 3.27, puede observarse además, que se utilizan un total de trece entradas/salidas, las mismas que son controladas por el microcontrolador 16F877A, el cual es el encargado del direccionamiento y habilitación del circuito de voz.

<sup>11</sup> Fuente: Hojas Técnicas del Circuito Integrado Reloj en Tiempo Real DS1307.



**Figura 3.27. Asignación de pines entre el microcontrolador y el circuito integrado para almacenamiento de audio.**

La fase de reproducción es similar a la descrita en la etapa del Diseño del grabador/reproductor de mensajes de voz (página 35 - Figura 3.19), la única diferencia es que previo al envío de la señal de audio por el parlante, fue necesario realizar una pequeña etapa de multiplexación, encargada de seleccionar entre señales enviadas por la radio del bus y aquellas enviadas por este módulo, tal como se indica en su tabla de funcionamiento (Tabla 3.7).

**Tabla 3.7. Tabla de funcionamiento del multiplexor de 2 a 1 líneas para el audio.**

ENTRADAS			SALIDAS
SELECCION AUDIO	AUDIO BUS	AUDIO MODULO VOZ	PARLANTE
L	A	B	A
H	A	B	B

H = 1; L = 0

Para el diseño de dicho circuito se utilizó un multiplexor analógico tipo switch (HCF4066BE) tal como se indica en la Figura 3.28.

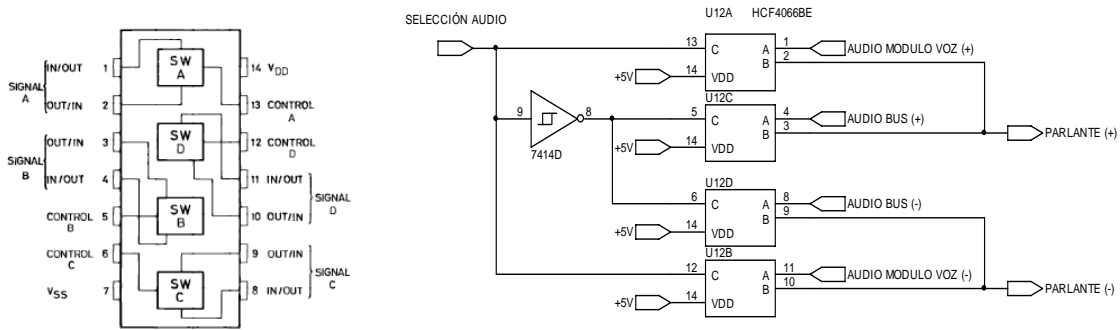


Figura 3.28. Diseño del multiplexor de 2 a 1 líneas para Audio.

Si el pin de selección (SELECCIÓN AUDIO = 0) es cero entonces las señales que se enviarán al parlante serán las emitidas por el bus (AUDIO BUS), mientras que si es uno (SELECCIÓN AUDIO = 1) las señales que se enviarán serán aquellas producidas por el gestor de mensajes de voz pregrabados (AUDIO MÓDULO VOZ).

**Descripción de pines del microcontrolador PIC16F877A**

El encargado de realizar el control del gestor de mensajes de voz pregrabados es el microcontrolador PIC16F877A, su principal función es tomar las señales enviadas externamente e interpretarlas de tal manera que produzcan salidas de activación para circuitos exteriores. El detalle de sus pines se presenta en la Figura 3.29.

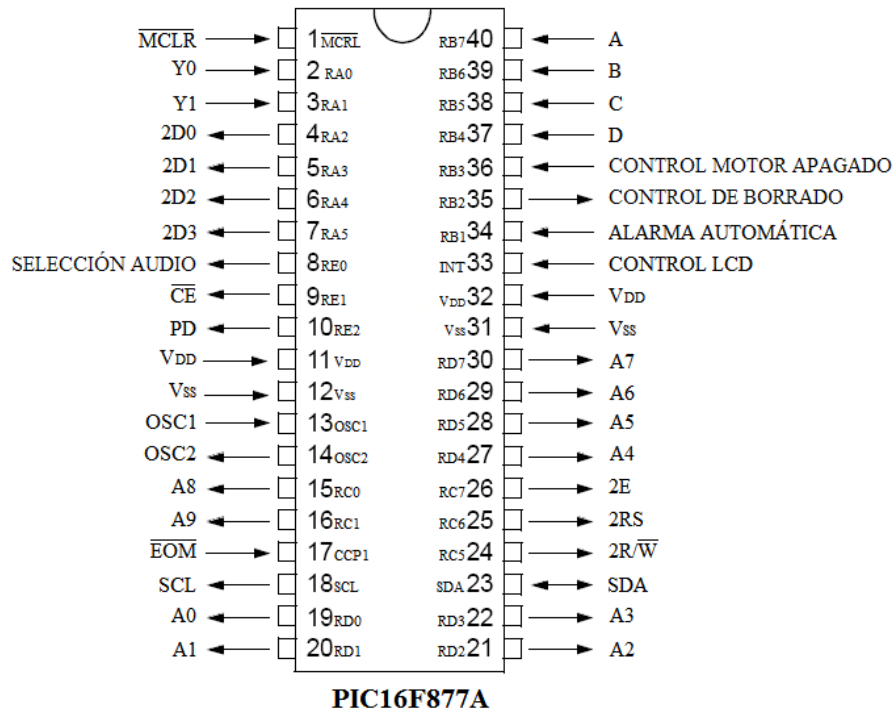


Figura 3.29. Descripción de pines utilizados del PIC16F877A.

$\overline{MRCLR}$  (*Master Clear*): Este pin activado en bajo representa el reset del microcontrolador y por ende el reinicio del sistema gestor de mensajes de voz pregrabados.

*Y0, Y1*: Entradas provenientes de los botones de configuración del RTC.

*2D0, 2D1, 2D2, 2D3*: Estas salidas representan los datos que serán enviados al LCD, sin embargo previamente deben pasar por una etapa de multiplexación.

*SELECCIÓN AUDIO*: Salida que representa la señal de selección para la fase de multiplexación de audio.

$\overline{CE}$  (*Chip Enable*): Este pin de salida representa la señal de activación, en bajo, para el chip ISD25120.

*PD (Power Down)*: Esta salida representa la señal de activación del modo de bajo consumo para el chip ISD25120.

*V<sub>DD</sub>, V<sub>SS</sub>*: Entradas que representan la alimentación (*V<sub>DD</sub>*) y referencia a tierra (*V<sub>SS</sub>*) del microcontrolador.

*OSC1, OSC2*: Representan la entrada (*OSC1*) y salida (*OSC2*) del oscilador externo (cristal).

*A0 - A9*: Salidas que representan las entradas de direccionamiento para el chip ISD25120.

$\overline{EOM}$  (*End of Message*): Este pin de entrada es activado en bajo y representa el fin de reproducción de un determinado mensaje, esta señal es enviada por el chip ISD25120.

*SCL (Synchronous serial clock output)*: Salida que representa la señal de sincronismo para la comunicación serial (I2C) con el RTC.

*SDA (Data input/output)*: Señal bidireccional que representa los datos que serán enviados al RTC o aquellos que serán recibidos por el microcontrolador en la comunicación serial I2C.

$\overline{2R/W}$ ,  $2RS$ ,  $2E$ : Salidas que representan las señales de control que serán enviadas al LCD, sin embargo previamente deben pasar por una etapa de multiplexación.

**CONTROL LCD**: Pin de entrada que le indica al microcontrolador que la etapa de control desea usar o dejó de usar el LCD.

**ALARMA AUTOMÁTICA**: Señal de entrada que le indica al microcontrolador que la etapa de control generó una alarma por exceso de pasajeros.

**CONTROL DE BORRADO**: Señal de salida, indica a la etapa de control que han transcurrido 30 minutos desde el pagado del motor y debe realizar el borrado automático de la cuenta de pasajeros y la desactivación total del sistema.

**CONTROL MOTOR APAGADO**: Señal de entrada, proveniente de la etapa de control, indica que el motor del vehículo está apagado.

**A, B, C, D**: Entradas provenientes del conjunto de botones, los cuales permiten la selección de los diferentes tipos de mensajes a ser reproducidos.

### 3.3. ESPECIFICACIONES

#### 3.3.1. Especificaciones de la etapa de control

Voltaje de alimentación:	Min.: 10 VDC	Max.: 25 VDC
Consumo de corriente:	200 mA	
Interfase con módulo de comunicación remota:	Puerto serial RS-232	

#### 3.3.2. Especificaciones del grabador/reproductor de mensajes de voz

Voltaje de alimentación:	Min.: 10 VDC	Max.: 25 VDC
Consumo de corriente:	70.9 mA	
Interfase con PC:	Puerto paralelo mediante el conector DB-25	

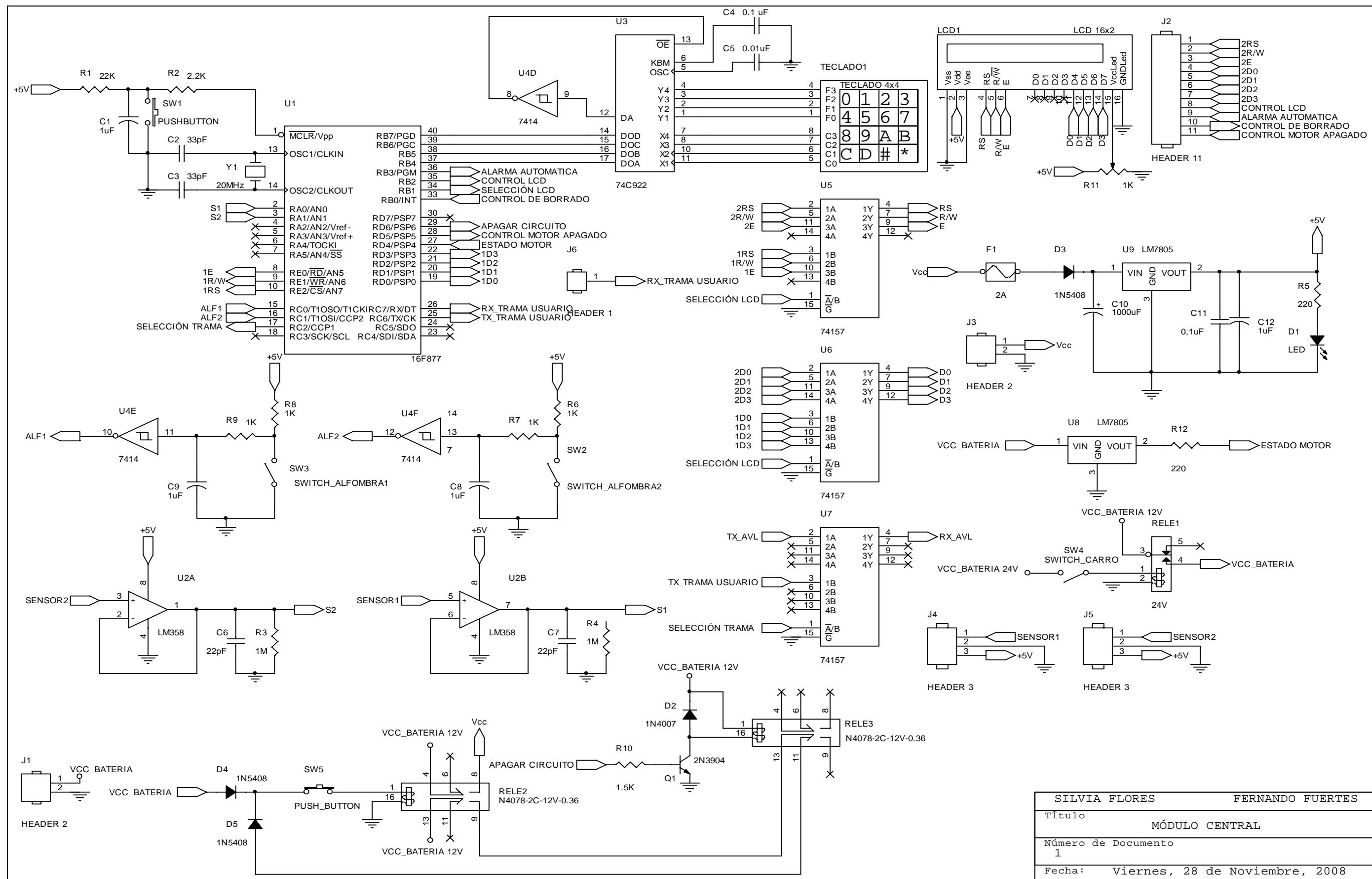
#### 3.3.3. Especificaciones del gestor de mensajes de voz pregrabados

Voltaje de alimentación:	Min.: 10 VDC	Max.: 25 VDC
Consumo de corriente:	270 mA	
Interfase con módulo de control:	Puerto especial de 16 pines	



### 3.4. PLANOS

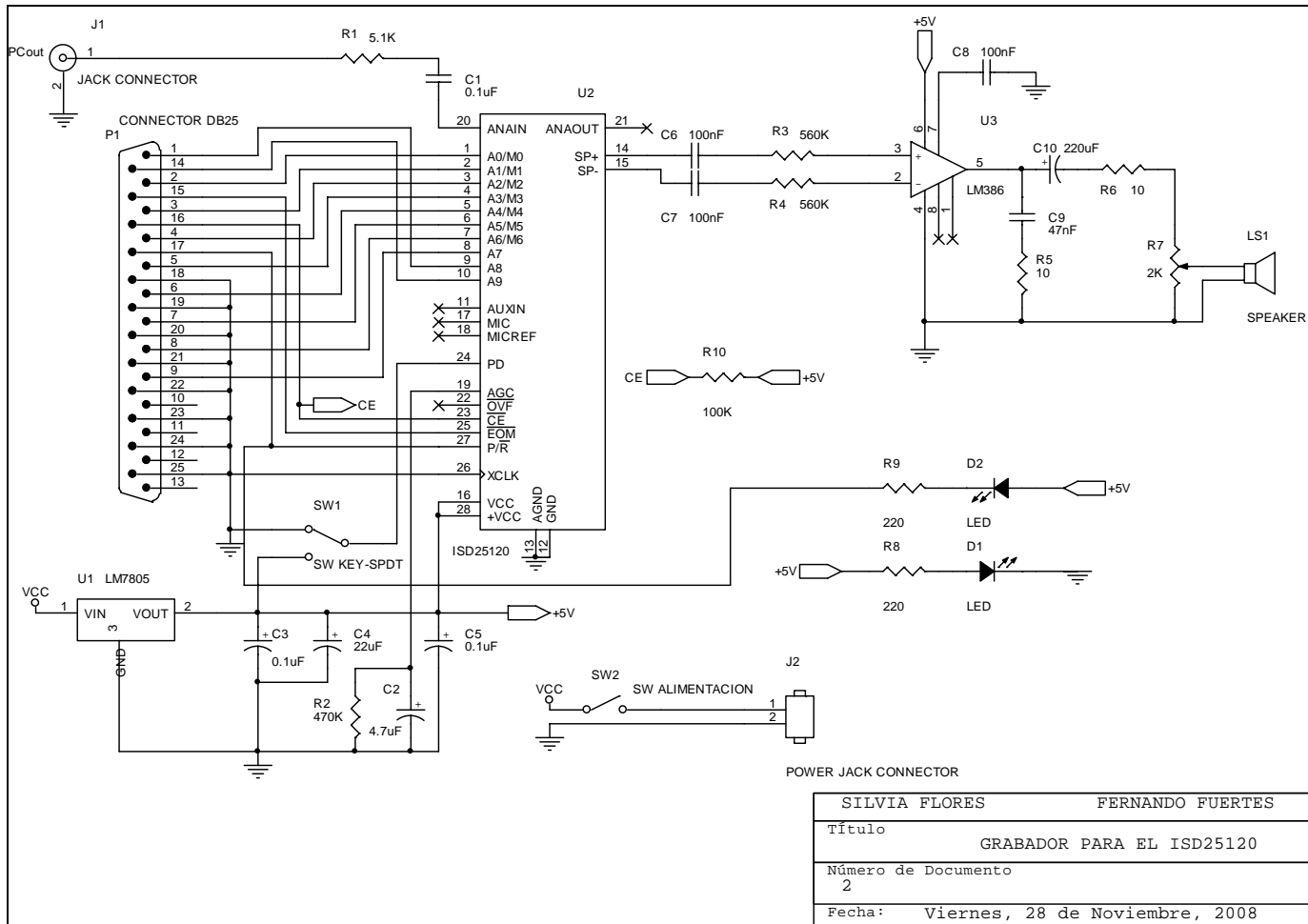
#### 3.4.1. Plano eléctrico general de la etapa de control



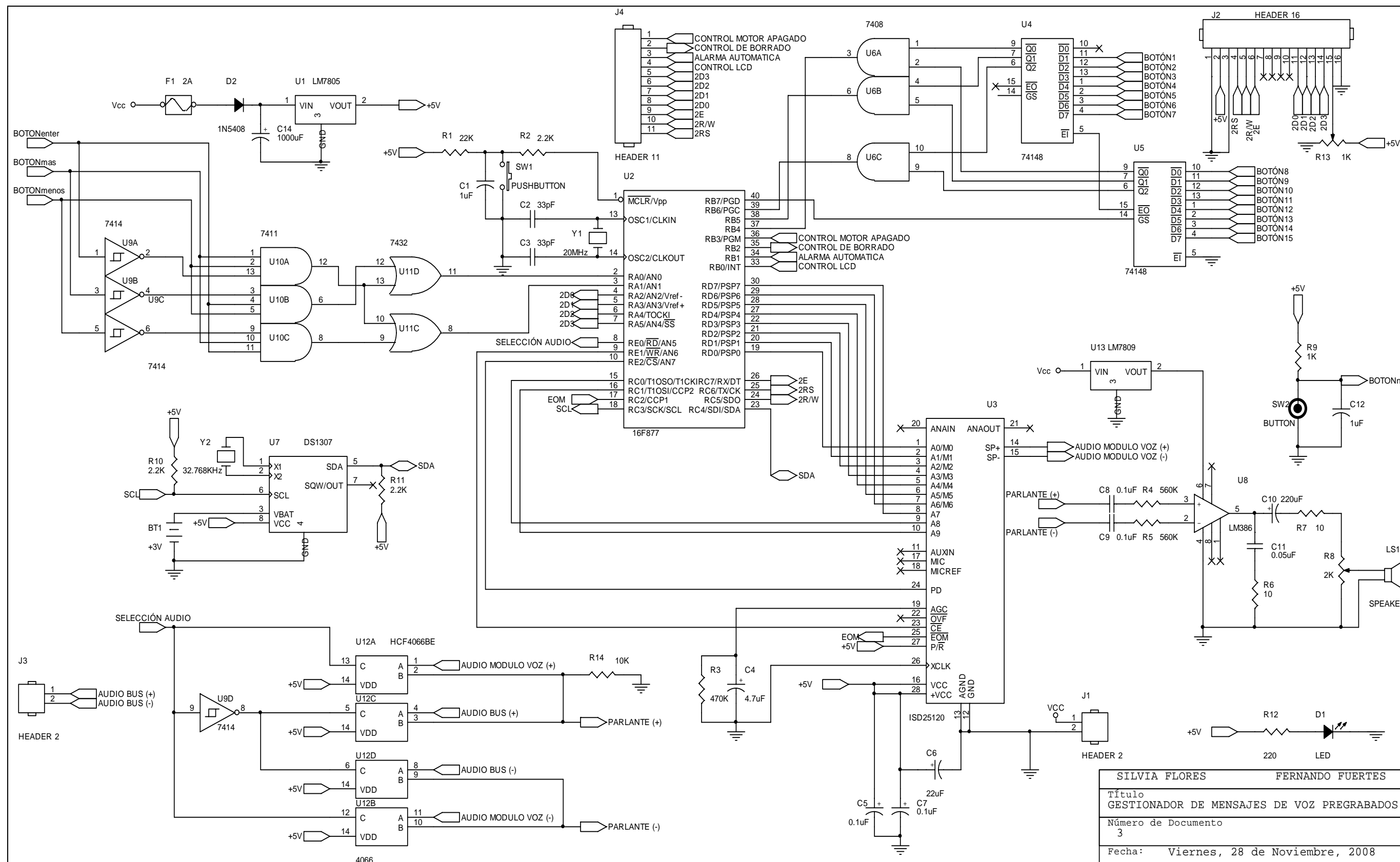
SILVIA FLORES	FERNANDO FUERTES
Título	
MÓDULO CENTRAL	
Número de Documento	
1	
Fecha:	
Viernes, 28 de Noviembre, 2008	

3.4.2. Planos de la etapa de gestión de mensajes pregrabados

3.4.2.1. Plano eléctrico del grabador/reproductor de mensajes de voz



3.4.2.2. Plano eléctrico del gestor de mensajes de voz pregrabados



SILVIA FLORES	FERNANDO FUERTES
Título GESTIONADOR DE MENSAJES DE VOZ PREGRABADOS	
Número de Documento 3	
Fecha: Viernes, 28 de Noviembre, 2008	

## **CAPÍTULO 4**

### **DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL PROTOTIPO**

#### **4.1. SOFTWARE DE CONTROL**

El programa implementado permite interactuar, entre ellas, a las diferentes etapas, realizar cálculos internos a partir de algoritmos, recibir, procesar y enviar señales que pueden ser de activación o de datos. La aplicación en la que se desarrolló la programación para cada uno de los microcontroladores fue MPLAB, el lenguaje utilizado fue C y el compilador PICCLITE de HiTech.

El software de control está dividido en las siguientes subetapas: software para la etapa principal de control, software para el grabador/reproductor de mensajes de voz y software para el gestor de mensajes de voz pregrabados, las mismas que se describen a continuación.

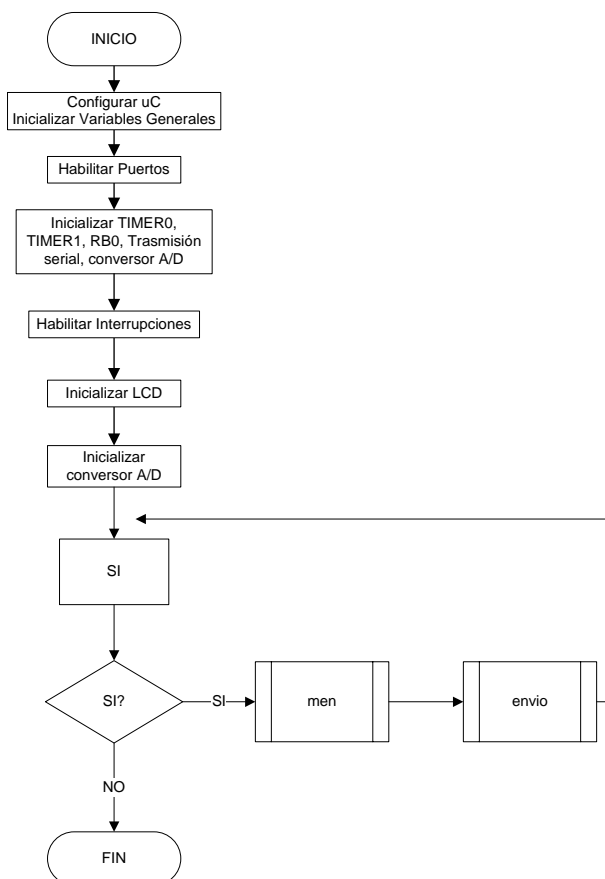
##### **4.1.1. Software para la etapa principal de control**

Esta etapa se compone de tres partes principales: menú, detección de presencia y envío de datos.

La primera se encarga de la gestión y control de las opciones del menú, está relacionada directamente con las interrupciones: por cambio de nivel del PUERTO B para comandar el teclado y del TIMER0 para generar un tiempo de desactivación del menú al no detectar una tecla activa.

En la segunda parte se analizan los datos obtenidos de los sensores a partir del conversor analógico/digital del microcontrolador para determinar la presencia o no de personas y efectuar la cuenta de las mismas.

La tercera parte es la encargada de componer la trama de usuario, la cual contiene el número de pasajeros y alarmas registradas, y posteriormente establecer la comunicación con el dispositivo de comunicación remota para el envío de la misma.



**Figura 4.1. Diagrama de flujo para la etapa principal de control.**

Como puede observarse en el diagrama de flujo (Figura 4.1) de la etapa principal de control, su funcionamiento depende de la ejecución de funciones encargadas de gestionar el menú, presentar datos, realizar la cuenta de personas, entre otras tareas; dichas funciones se explican a continuación.

#### **4.1.1.1. Función del menú (men)**

Es de tipo *void*, está encargada de gestionar las opciones del sistema. Al seleccionar la tecla “menú”, se presentan cinco alternativas, las cuales están enumeradas y únicamente es posible acceder a ellas y ejecutar sus funciones presionando la tecla del número correspondiente. (Ver Figura 4.2, Figura 4.3 y Figura 4.4).

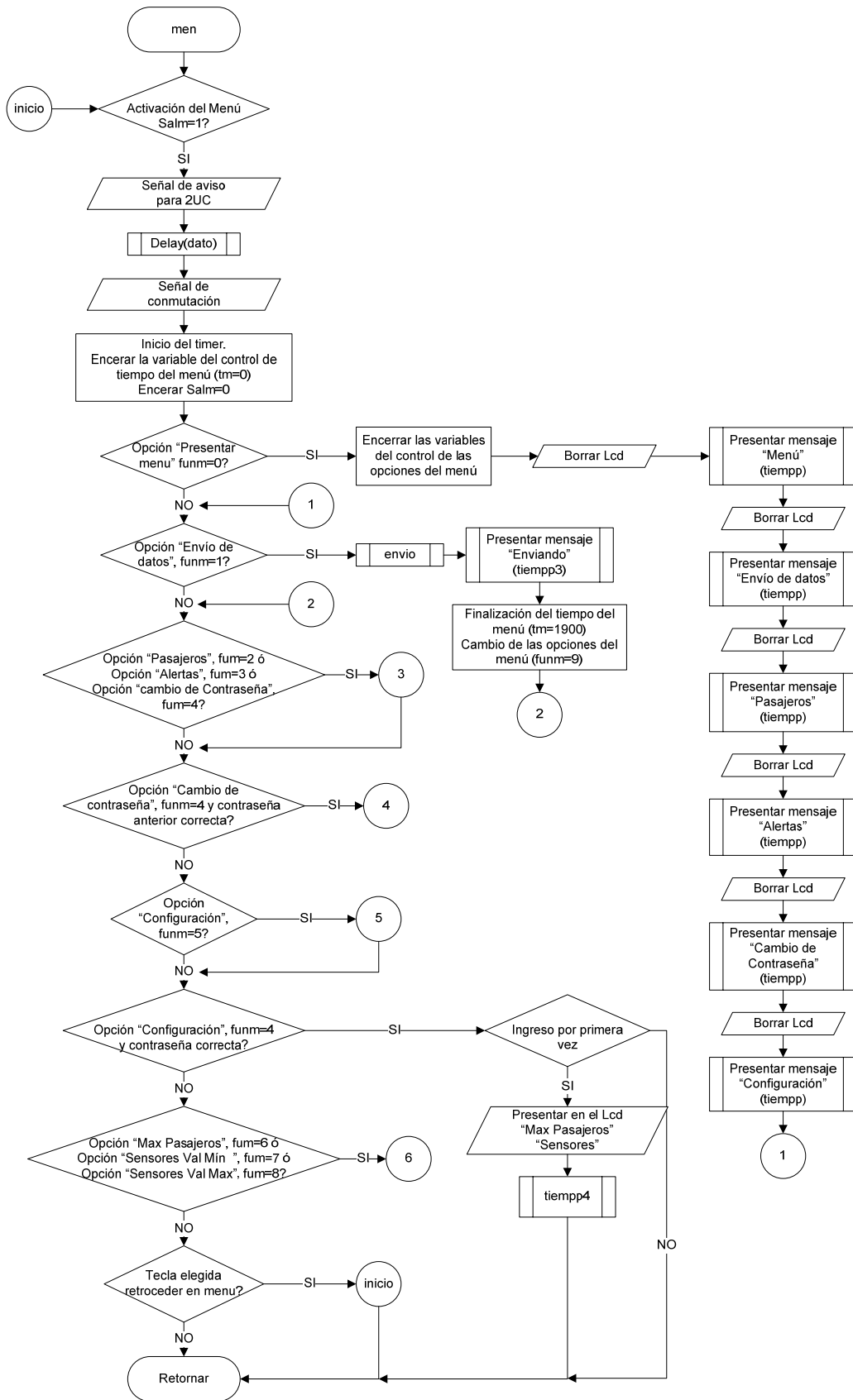


Figura 4.2. Diagrama de flujo de la función *men* (primera parte).

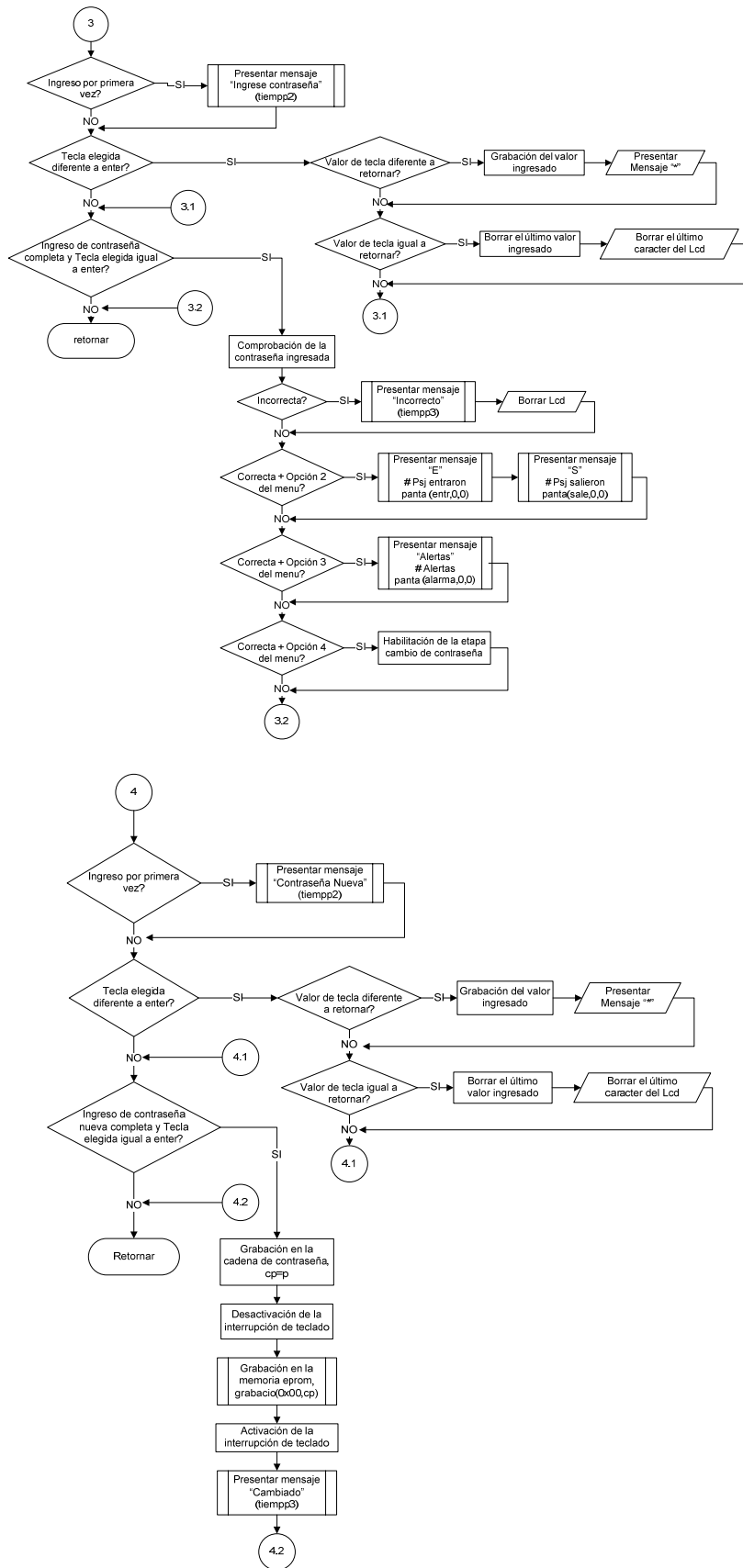


Figura 4.3. Diagrama de flujo de la función *men* (segunda parte).

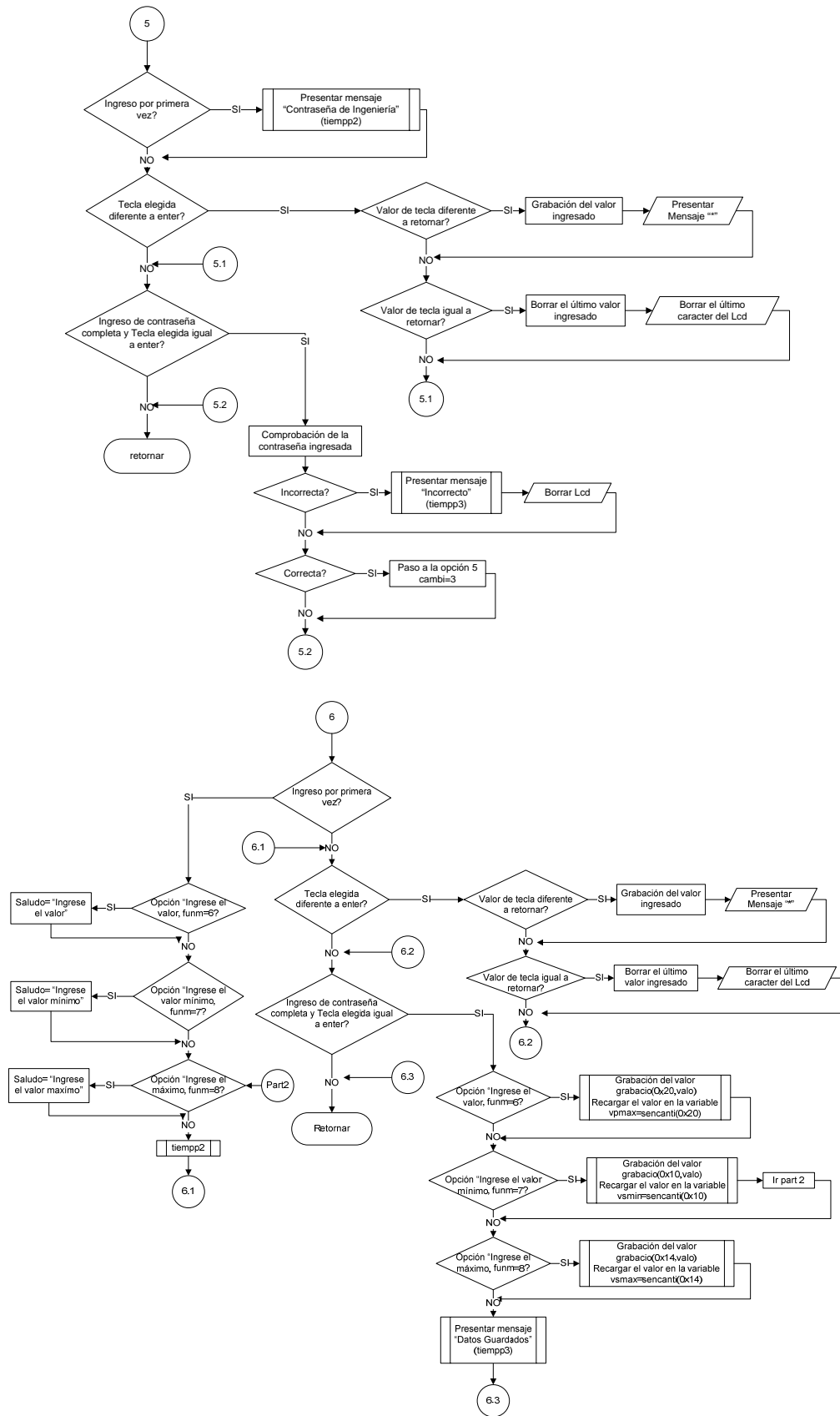


Figura 4.4. Diagrama de flujo de la función *men* (tercera parte).



**Envío de datos** (Tecla 1): Envía la información del número de pasajeros y alertas al centro de control.

**Pasajeros** (Tecla 2): Muestra en la pantalla del LCD el número de pasajeros entrantes y salientes.

**Alertas** (Tecla 3): Muestra en la pantalla del LCD el número de veces que se activó la alerta por exceso de pasajeros.

**Cambio de contraseña** (Tecla 4): Da la posibilidad al usuario de cambiar la contraseña.

**Configuración** (Tecla 5): Para acceder a esta opción se debe ingresar la clave de ingeniería, al validar la misma se desplegarán las siguientes opciones:

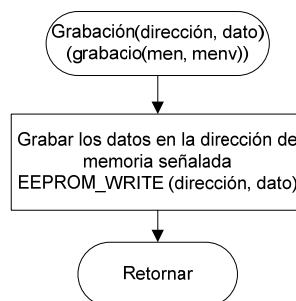
**Máximo de pasajeros** (Tecla 6): Permite la configuración del máximo número de pasajeros permitidos en la unidad.

**Sensores** (Tecla 7): Permite la configuración de los rangos de detección de presencia.

Para acceder a las opciones: pasajeros, alertas y cambio de contraseña, se debe ingresar la clave de usuario, en un principio esta será “1234”, pero el usuario tiene la posibilidad de cambiar la misma.

#### 4.1.1.2. Función de grabación (grabacio)

Es de tipo *void* y recibe como parámetros dos datos uno de tipo *int* y otro de tipo *unsigned char*, esta función se encarga de guardar los datos (parámetro recibido) en la memoria EEPROM del microcontrolador. (Ver Figura 4.5).



**Figura 4.5. Diagrama de flujo de la función *grabacio*.**

#### 4.1.1.3. Función borrar (borrar)

Es de tipo *void* y recibe como parámetro un dato de tipo *int*, el cual indica la posición de memoria en la EEPROM que va a ser borrada por la función. (Ver Figura 4.6).

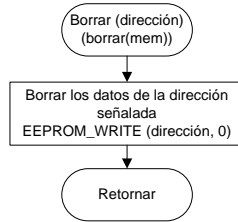


Figura 4.6. Diagrama de flujo de la función *borrar*.

#### 4.1.1.4. Función de conversión (sencanti)

Es de tipo *int* y recibe como parámetro un dato de tipo *int*, el cual indica la dirección de inicio en la memoria del dígito más significativo, que conjuntamente con las tres posiciones siguientes de la memoria, serán agrupadas en un solo valor que es devuelto por la función. (Ver Figura 4.7).

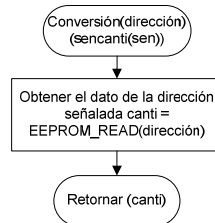


Figura 4.7. Diagrama de flujo de la función *sencanti*.

#### 4.1.1.5. Función de presentación (tiempp)

Es de tipo *void*, se encarga de la presentación de las opciones del menú en el LCD con un retardo apropiado para la visualización; cabe recalcar que el tiempo de retardo puede ser interrumpido si el usuario ya escogió la opción. (Ver Figura 4.8).

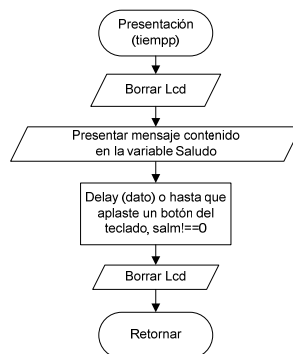


Figura 4.8. Diagrama de flujo de la función *tiempp*.

#### 4.1.1.6. Función de presentación (tiempp3)

Es de tipo *void*, se encarga de la presentación de los datos en el LCD con un retardo apropiado para la visualización. (Ver Figura 4.9).

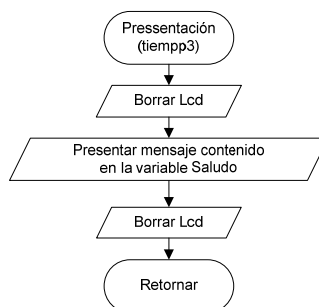


Figura 4.9. Diagrama de flujo de la función *tiempp3*.

#### 4.1.1.7. Función de presentación (tiempp4)

Es de tipo *void*, se encarga de realizar un retardo para posteriormente borrar la pantalla del LCD. (Ver Figura 4.10).

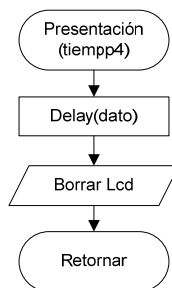


Figura 4.10. Diagrama de flujo de la función *tiempp4*.

#### 4.1.1.8. Función de presentación (tiempp2)

Es de tipo *void*, se encarga de la presentación de los datos en el LCD con un retardo apropiado para la visualización y el desplazamiento del texto. (Ver Figura 4.11).

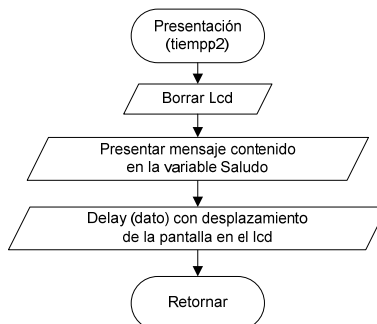


Figura 4.11. Diagrama de flujo de la función *tiempp2*.

#### 4.1.1.9. Función de envío (envio)

Es de tipo *void*, se encarga del llamado de las funciones para el cálculo de la trama (*dato6*, *crc*), grabación actual de la cuenta (*panta*) y para el envío de los datos por el módem. (Ver Figura 4.12).

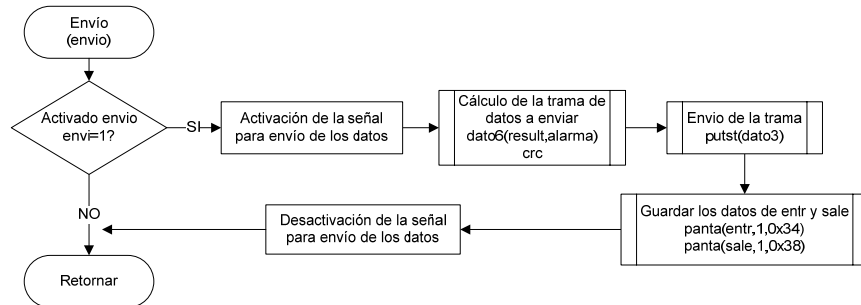


Figura 4.12. Diagrama de flujo de la función *envio*.

#### 4.1.1.10. Función de grabación o presentación en LCD (*panta*)

Es de tipo *void* y recibe como parámetros tres datos de tipo *int*, el primero es el dato a guardar o presentar, el segundo es la bandera de notificación si se guarda o presenta en el LCD y el tercero es la dirección de memoria desde la cual se guardarán los datos. (Ver Figura 4.13).

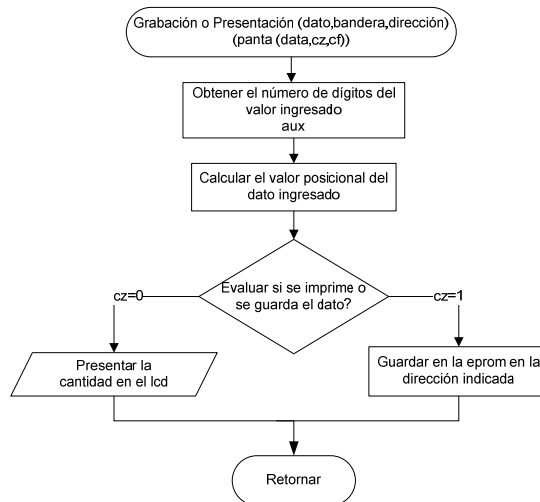


Figura 4.13. Diagrama de flujo de la función *panta*.

#### 4.1.1.11. Función de detección de presencia (*cuenta1*)

Es de tipo *void* y recibe como parámetro un dato de tipo *int* el cual representa el valor de la conversión analógica/digital, esta función se encarga de analizar el dato y determinar la presencia o no de las personas. (Ver Figura 4.14).

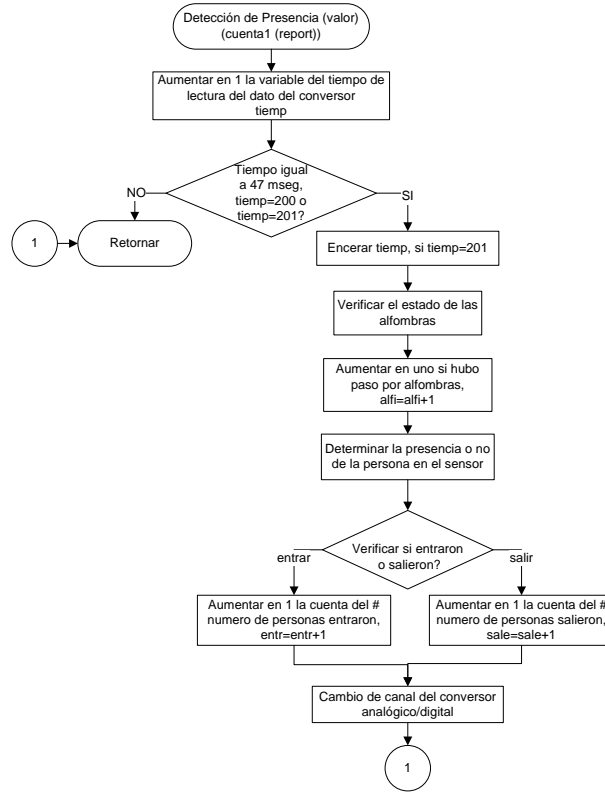


Figura 4.14. Diagrama de flujo de la función *cuenta1*.

**4.1.1.12. Función para el cálculo del CRC (crc)**

Es de tipo *void*, se encarga del cálculo del CRC de la trama a enviar. (Ver Figura 4.15).

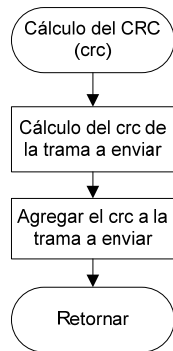


Figura 4.15. Diagrama de flujo de la función *crc*.

**4.1.1.13. Función de conversión (datoasii)**

Es de tipo *void* y recibe como parámetros cuatro datos, dos de tipo *int* y los dos restantes de tipo *long int*, esta función está encargada de transformar el dato recibido a ASCII. (Ver Figura 4.16).

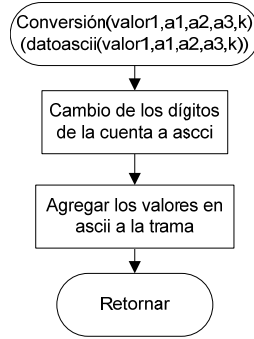


Figura 4.16. Diagrama de flujo de la función *datoascii*.

#### 4.1.1.14. Función de la trama (*dato6*)

Es de tipo *void* y recibe como parámetros dos datos, uno de tipo *int* y el otro de tipo *long int*, que representan la cuenta del número de pasajeros y el número de veces de activación de la alarma de exceso de pasajeros. Esta función está encargada de componer la trama a ser enviada. (Ver Figura 4.17).

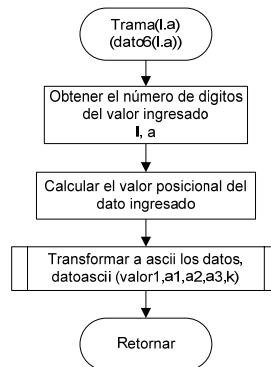


Figura 4.17. Diagrama de flujo de la función *dato6*.

Dentro de la programación se requirió el uso de interrupciones que realizan funciones importantes tales como el proceso de cuenta, apagado automático del sistema entre otras. Las interrupciones utilizadas se detallan a continuación.

#### 4.1.1.15. Interrupción del TIMER0

Esta interrupción es empleada para crear un retardo de aproximadamente 25 segundos para la desactivación del menú al no detectar ninguna opción activa mediante el teclado, es decir después de haber transcurrido dicho tiempo la pantalla del LCD es borrada automáticamente, se desactiva el menú y se devuelve el control del LCD al gestor de mensajes de voz pregrabados. Los parámetros que fueron configurados para su funcionamiento se presentan en la siguiente tabla (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Características de configuración del TIMER0.

	Valor asignado	Características	Registro
T0CS	0	Modo de temporización	OPTION_REG <5>
PSA	0	Asignación de prescaler a Timer0	OPTION_REG <3>
PS2	1	Radio del prescaler 1:256	OPTION_REG <2>
PS1	1		OPTION_REG <1>
PS0	1		OPTION_REG <0>
TMR0IE	0/1	Habilitación de interrupción para Timer0	INTCON <5>
GIE	1	Habilitación de interrupciones generales	INTCON <7>

De acuerdo a los valores asignados al TIMER0 el tiempo máximo de temporización ( $T_{MAX}$ ) que se puede obtener es de aproximadamente 13 milisegundos, para alcanzar el valor de 25 segundos se requirió usar una variable auxiliar ( $tm$ ), la cual debe incrementar su valor hasta 1900 (ver Figura 4.18), los cálculos se detallan a continuación.

$$F_c = \frac{F_{osc}}{4}$$

$$T_{MAX} = \frac{M * N}{F_c}$$

Donde :  $F_{osc}$  frecuencia de reloj (20Mhz)

M valor de prescaler (256)

N valor de incrementos del timer (256)

$$T_{MAX} = \frac{4 * 256 * 256}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = \frac{262144}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = 0.0131072s$$

$$T_{MAX} = 13.1072ms$$

$$tm = \frac{25seg}{T_{MAX}}$$

$$tm = \frac{25s}{0.0131072s}$$

$$tm = 1907.34863228 \approx 1900$$

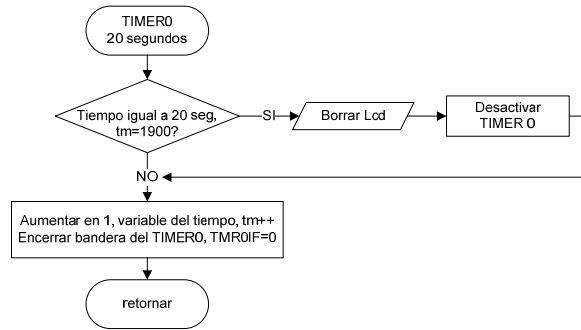


Figura 4.18. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER0.

4.1.1.16. Interrupción del TIMER1

La interrupción del TIMER1 se encarga de tres aspectos: el sensamiento del estado del autobús (encendido/apagado), la creación de una bandera de tiempo de 5 minutos para el envío de datos al centro de control y el registro de la activación de la alarma de exceso de pasajeros. El TIMER1 fue configurado con los siguientes parámetros. (Ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Características de configuración del TIMER1.

	Valor asignado	Características	Registro
TMR1CS	0	Modo de temporización	T1CON <1>
T1CK PS1	1	Radio del prescaler 1:8	T1CON <5>
T1CK PS0	1		T1CON <4>
TMR1ON	1/0	Habilitación/deshabilitación de Timer1	T1CON <0>
TMR1IE	1	Habilitación de interrupción para Timer1	PIE1 <0>
PEIE	1	Habilitación de interrupciones periféricas	INTCON <6>
GIE	1	Habilitación de interrupciones generales	INTCON <7>

Según los valores asignados al TIMER1 el tiempo máximo de temporización (T<sub>MAX</sub>) que se puede obtener es de aproximadamente 104 milisegundos, para alcanzar el valor de 5 minutos se requirió usar una variable auxiliar (tmpv), la cual debe incrementar su valor hasta 2861 (ver Figura 4.19), los cálculos se detallan a continuación.

$$F_c = \frac{F_{osc}}{4}$$

$$T_{MAX} = \frac{M * N}{F_c}$$

- Donde :
- Fosc frecuencia de reloj (20Mhz)
  - M valor de prescaler (65536)
  - N valor de incrementos del timer (8)



$$T_{MAX} = \frac{4 * 65536 * 8}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = \frac{2097152}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = 0.1048576s$$

$$T_{MAX} = 104.8576ms$$

$$tmpv = \frac{5 \text{ min}}{T_{MAX}}$$

$$tmpv = \frac{300s}{0.1048576s}$$

$$tmpv = 2861.02294922 \approx 2861$$

El error que se obtiene con la aproximación realizada anteriormente es mucho menor al 0.1%, entonces se puede concluir que es un valor despreciable y por lo tanto no afecta en el envío automático de datos a la estación base, los cálculos realizados se detallan a continuación.

$$\%Error = \frac{\text{valor} - \text{real}}{\text{real}} * 100$$

$$\%Error = \frac{2861 - 2861.02294922}{2861.02294922} * 100$$

$$\%Error = 8.0213 \times 10^{-4}$$

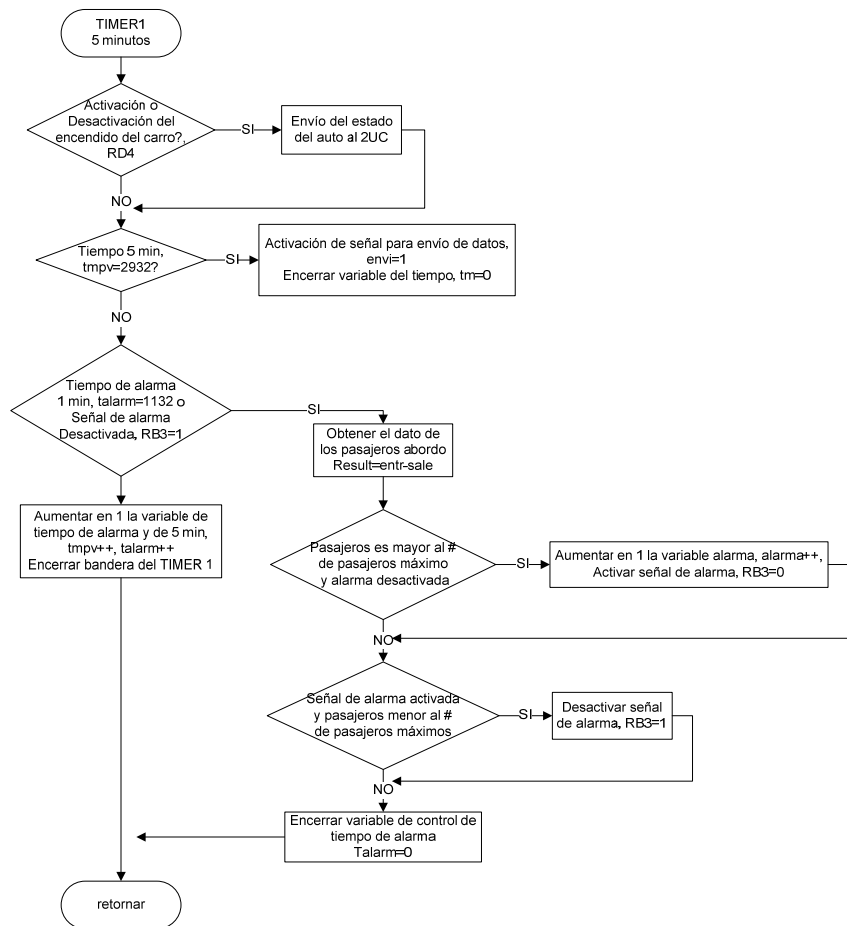


Figura 4.19. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER1.

#### 4.1.1.17. Interrupción de RB0/INT

Esta interrupción está configurada en flanco descendente, su activación determina el apagado del sistema, para esto borra la cuenta de pasajeros y finalmente envía la señal de apagado automático. (Ver Figura 4.20).

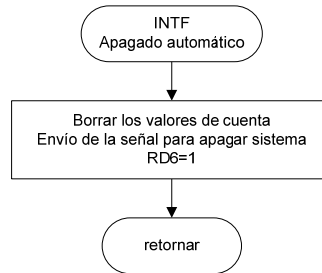


Figura 4.20. Diagramas de flujo de la interrupción de INT.

#### 4.1.1.18. Interrupción del convertor analógico/digital

Esta interrupción se activa después de haber completado el tiempo de conversión de analógico a digital y es empleada para el tratamiento de las señales enviadas por los sensores. (Ver Figura 4.21).

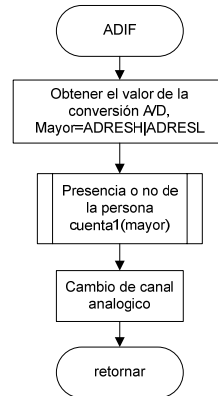


Figura 4.21. Diagramas de flujo de la interrupción del convertor.

#### 4.1.1.19. Interrupción por cambio de estado de los bits más significativos del PUERTO B.

Esta interrupción es empleada para la detección del teclado, se activa cuando existe un cambio de estado enviado por el decodificador de teclado al PUERTO B<7:4>, en esta parte se manejan las opciones del menú, el ingreso de datos y el registro de la contraseña. (Ver Figura 4.22).

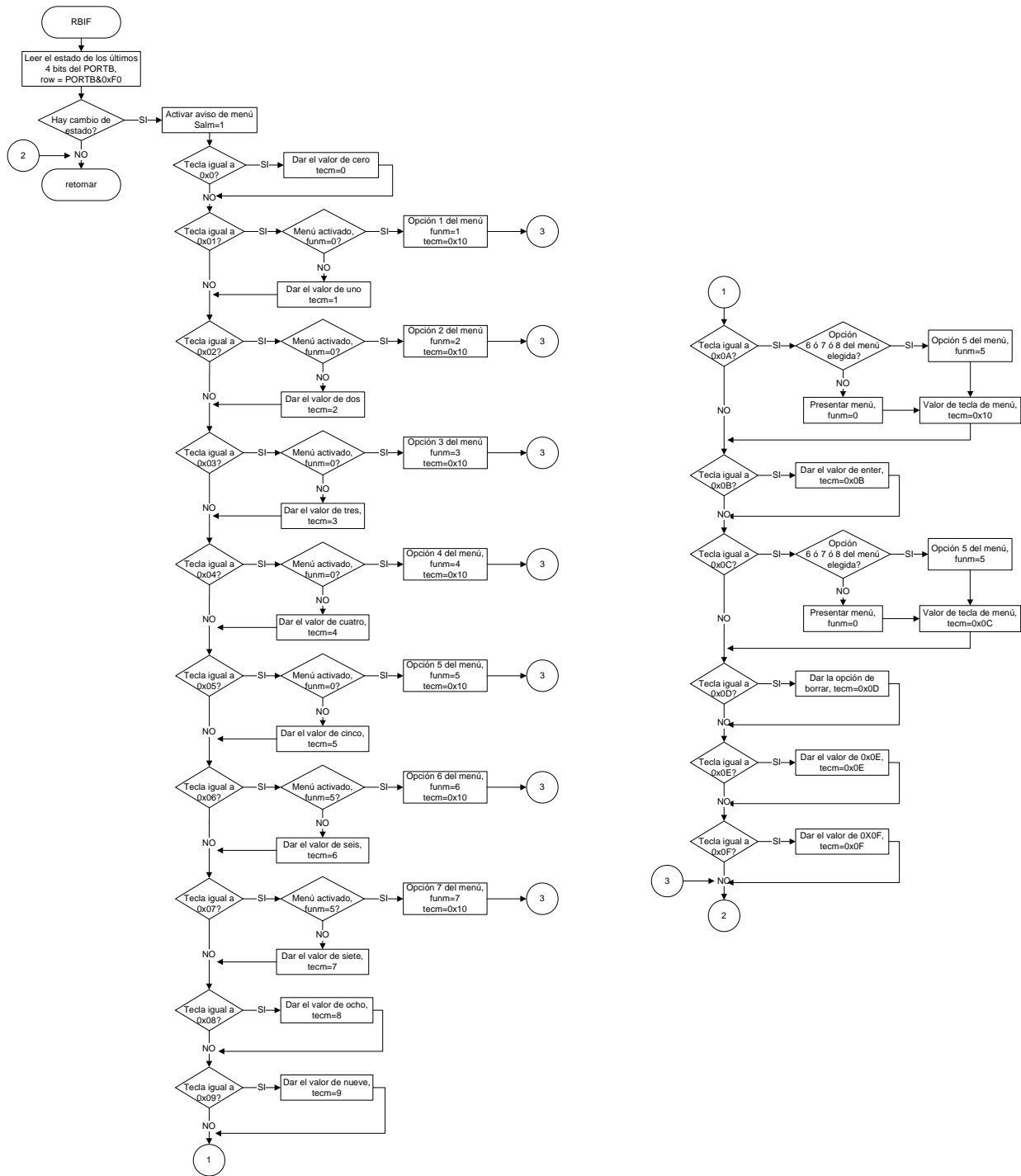


Figura 4.22. Diagramas de flujo de la interrupción por cambio de estado del PUERTO B <7:4>.

**Descripción de variables utilizadas en el programa**

*Saludo (const char \*)*: Contiene el mensaje a presentar en el LCD de acuerdo a la acción realizada en el menú.

*j, k, ci, m (int)*: Auxiliares para ciclos FOR.

***vi (int)***: Bandera que indica el ingreso correcto o no de la contraseña.

***tm (int)***: Auxiliar del TIMER0, sirve para crear un timer de 1 minuto.

***rtlcd (int)***: Auxiliar para el desplazamiento de caracteres en el LCD.

***cambi (int)***: Bandera de reconocimiento de la opción de menú escogida.

***valo, p (unsigned char \*)***: Almacena los valores ingresados por el usuario.

***cp, cc (unsigned char \*)***: Contiene las contraseñas de usuario y configuración respectivamente.

***tecm (int)***: Almacena el valor de la tecla pulsada por el usuario.

***funm (int)***: Almacena la función seleccionada del menú.

***tmpv (int)***: Auxiliar del TIMER1, sirve para crear un timer de 5 minutos.

***vpmax (int)***: Contiene el valor de la capacidad máxima de pasajeros de la unidad de transporte.

***salm (int)***: Bandera que indica el uso o no del teclado.

***f (int)***: Auxiliar para el cambio de canal del conversor analógico/digital.

***entr (int)***: Contiene el valor de los pasajeros que entraron a la unidad de transporte.

***sale (int)***: Contiene el valor de los pasajeros que salieron de la unidad de transporte.

***mayor, u (int)***: Contiene el valor de la conversión analógica/digital.

***result (int)***: Contiene el valor de los pasajeros que utilizaron la unidad de transporte.

***envi (int)***: Bandera que permite la activación o desactivación del envío de los datos.

***alarma (int)***: Contiene el número de infracciones cometidas por exceder el número máximo de pasajeros.

*talarma (int)*: Auxiliar del TIMER1, sirve para crear un timer de 1 minuto.

*vsmín, vsmax (int)*: Contiene los valores de referencia mínimo y máximo, respectivamente del sensor.

*índice (int)*: Contiene el número de caracteres a enviar.

*dato3 (char \*)*: Contiene la trama a ser enviada.

*valoraus, valoraus2, aux1, aux2 (int)*: Auxiliares que permiten obtener el número de dígitos de la cantidad ingresada, son utilizadas exclusivamente por la función **panta**.

*l, g, x, y, izq, der (int)*: Auxiliares que determinan la presencia de los usuarios en la unidad de transporte por medio de los sensores, son utilizadas exclusivamente por la función **cuenta1**.

*alf1, alf2, alf3, alfi (int)*: Auxiliares que permiten detectar el paso de los usuarios por las alfombras, son utilizadas exclusivamente por la función **cuenta1**.

*t, tiemp (int)*: Auxiliar del conversor, que sirve para crear un timer de 40 milisegundos para la lectura del conversor.

*poly, flagtra, suma (int) y cuenta (char \*)*: Auxiliares que permiten el cálculo del CRC de la trama a enviar.

*data, data1, crc (long int)*: Auxiliares que permiten el cálculo del CRC de la trama a enviar, son utilizadas exclusivamente por la función **crc**.

#### 4.1.2. Software para el grabador/reproductor de mensajes de voz

Para esta fase de desarrollo de software, se utilizó la aplicación Microsoft Visual Basic 6.0 debido a su sencilla forma de programación basada en eventos.

El programa está dividido en tres secciones, la primera correspondiente a simulación, la siguiente a grabación y la tercera referente a reproducción. En cuanto a la sección de simulación esta no tendrá efecto sobre el chip ISD25120, pero es conveniente su ejecución ya que se podrán obtener datos previos sobre el tiempo de duración del archivo de audio, su localización y el número de direcciones que se van a ocupar.

Para el proceso de grabación primeramente se debe seleccionar el archivo de audio que va a ser grabado en el ISD25120 tomando en cuenta que dicho archivo no debe exceder los 9.2 segundos para las alarmas, 6.2 segundos para las paradas y 5.86 segundos para avisos (ver **Cálculos**); luego se selecciona la dirección desde la cual se va a almacenar dicho archivo, posteriormente se habilita al chip para el modo de grabación con lo cual se inicia el proceso; finalmente cuando todo el archivo ha sido guardado en el chip de almacenamiento de audio se deshabilita el modo de grabación.

El proceso de reproducción inicia con la selección de la dirección desde donde se desea reproducir, posteriormente se habilita al chip para el modo de reproducción con lo cual se inicia el proceso, el mismo que finalizará únicamente cuando una señal de fin de mensaje, proporcionada por el propio chip, sea enviada, y finalmente se deshabilita el modo de reproducción.

Es preciso mencionar que si la reproducción o grabación no se realizan correctamente se debe realizar un reseteo del puntero de direcciones del ISD25120 mediante un switch externo (PD).

**Tabla 4.3. Asignación de direcciones para los mensajes de audio.**

Tipo de mensaje	Número de direcciones asignadas	Número de direcciones útiles *	Número de mensajes
Alarmas	50	46	1
Paradas	350	310	10
Avisos	200	176	6

\* El número de direcciones útiles es calculado basándose en una separación de 4 direcciones luego de cada mensaje

### **Cálculos:**

0.2 segundos por dirección

$$T_{total} = 0.2s * \text{número\_direcciones\_útiles}$$

$$T_{mensaje} = \frac{T_{total}}{\text{número\_mensajes}}$$

**Alarmas**

$$T_{total} = 0.2s * 46$$

$$T_{total} = 9.2s$$

$$T_{mensaje} = \frac{9.2s}{1}$$

$$T_{mensaje} = 9.2s$$

**Paradas**

$$T_{total} = 0.2s * 310$$

$$T_{total} = 62s$$

$$T_{mensaje} = \frac{62s}{10}$$

$$T_{mensaje} = 6.2s$$

**Avisos**

$$T_{total} = 0.2s * 176$$

$$T_{total} = 35.2s$$

$$T_{mensaje} = \frac{35.2s}{6}$$

$$T_{mensaje} = 5.867s$$

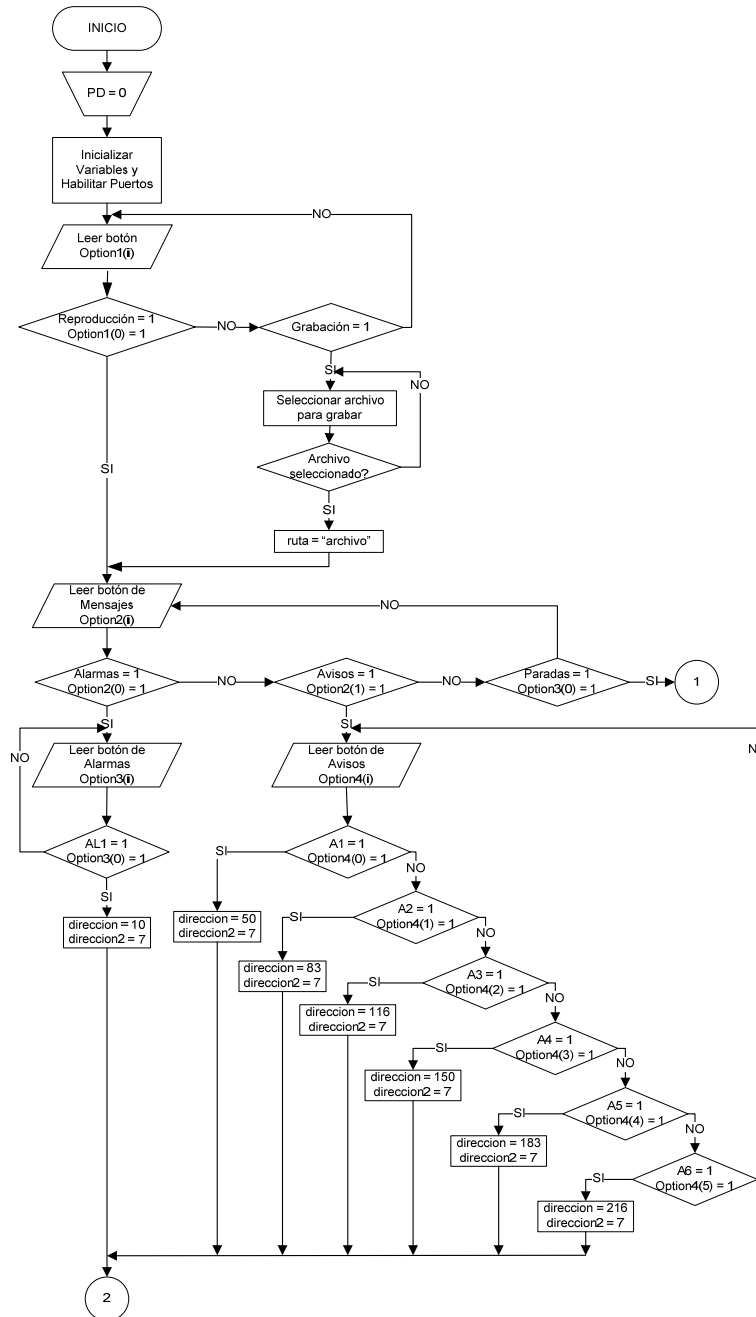


Figura 4.23. Diagrama de flujo para el grabador/reproductor de mensajes de voz (primera parte).

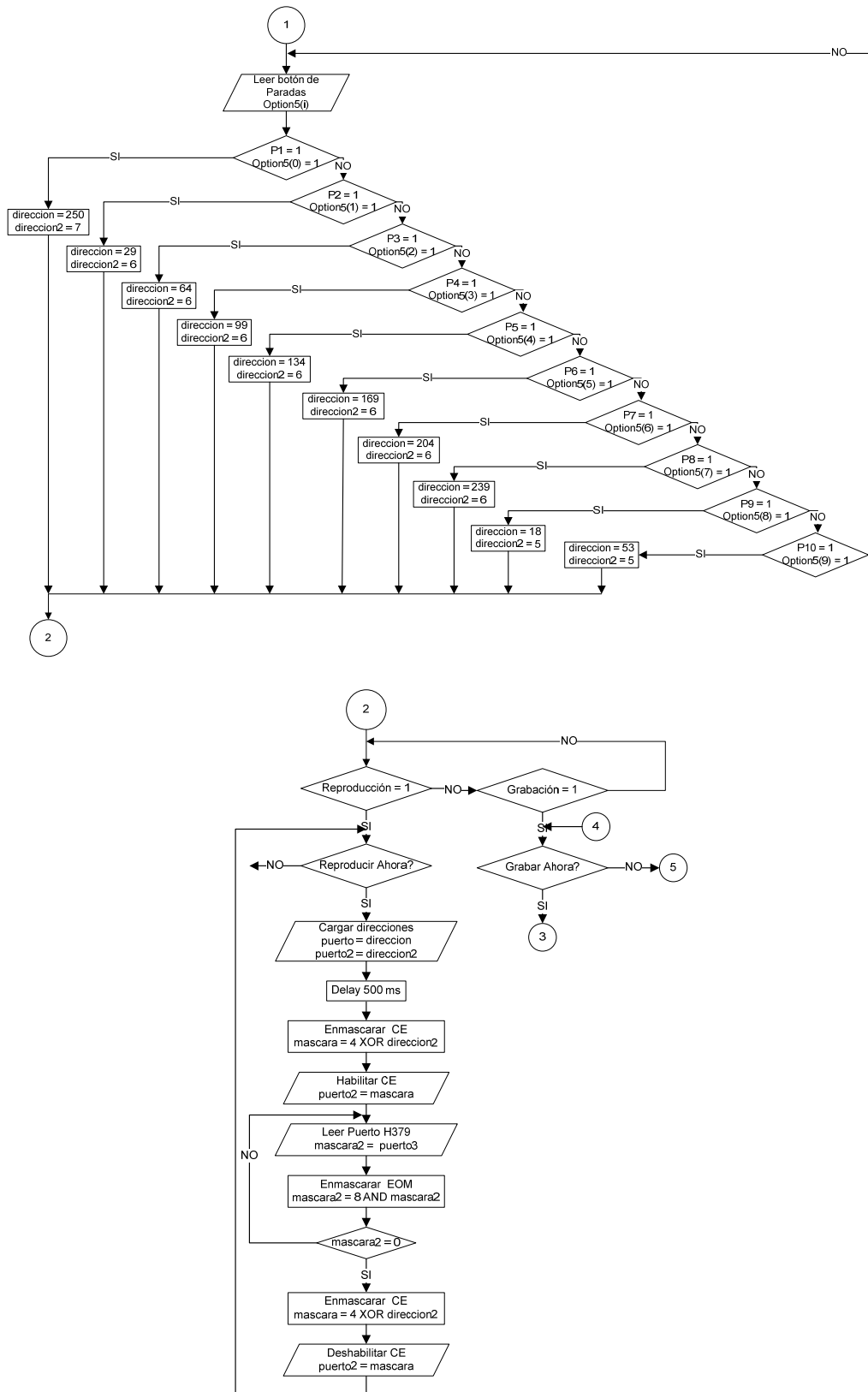


Figura 4.24. Diagrama de flujo para el grabador/reproductor de mensajes de voz (segunda parte).



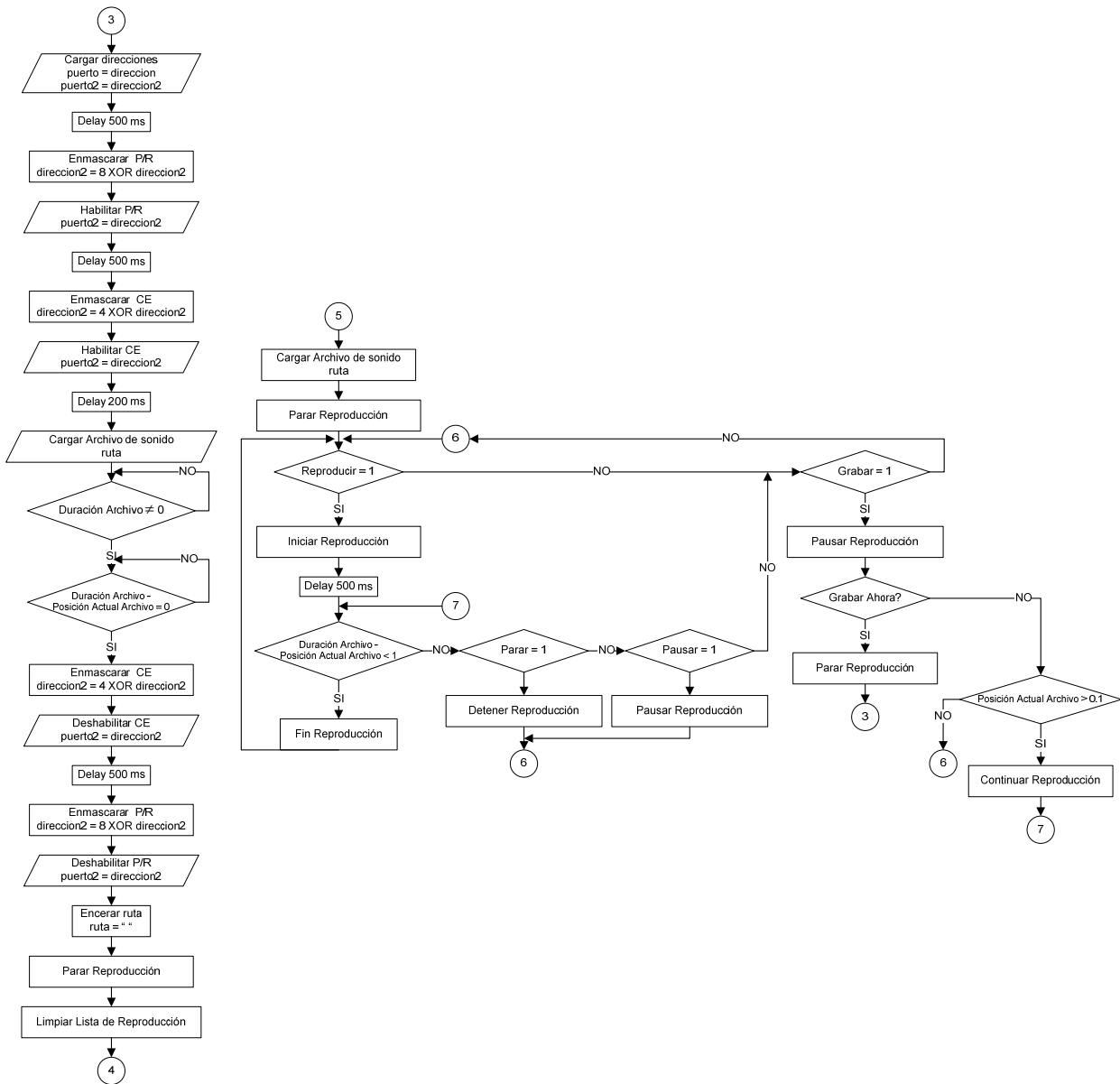


Figura 4.25. Diagrama de flujo para el grabador/reproductor de mensajes de voz (tercera parte).

**Descripción de variables utilizadas en el programa**

***direccion* (Integer):** Almacena los ocho bits de direccionamiento.

***direccion2* (Integer):** Almacena los dos últimos bits de direccionamiento y dos bits de modo de funcionamiento.

***mascara* (Integer):** Auxiliar para habilitar y deshabilitar el pin CE.

***mascara2* (Integer):** Auxiliar para leer el pin EOM.

**puerto** (*String*): Representa el registro de datos (0x378) del puerto paralelo.

**puerto2** (*String*): Representa el registro de control (0x37A) del puerto paralelo.

**puerto3** (*String*): Representa el registro de estado (0x379) del puerto paralelo.

**ruta** (*String*): Almacena la ruta del archivo que va a ser grabado o simulado.

**flag**: Auxiliar para la selección de alarmas.

**flag1**: Auxiliar para la selección de botones de avisos.

**flag2**: Auxiliar para la selección de botones de paradas.

**flag** (*Integer*): Auxiliar para finalizar la simulación.

**aux** (*Integer*): Auxiliar para confirmar la grabación.

**temp** (*String*), **temp2** (*String*), **duracion** (*Double*), **posactual** (*Double*), **result** (*Double*), **ndireccion** (*Integer*): Variables para obtener datos del archivo a ser grabado.

#### 4.1.3. Software para el gestor de mensajes de voz pregrabados

El programa principal para esta etapa está dividido en las siguientes secciones, la primera correspondiente a la presentación de la hora, la siguiente relacionada con las señales automáticas (alarma automática, control del LCD y control de apagado automático del sistema y borrado de la cuenta) y la tercera referente a la reproducción audible de mensajes de voz.

La presentación de la hora se la realiza a través de un LCD, su actualización es realizada cada minuto, además cuenta con funciones para setear la hora deseada; si el botón ENTER es seleccionado se desactiva el timer (TIMER0) que controla la presentación de la hora y se procede al ingreso de minutos, los cuales pueden ser decrementados o incrementados de acuerdo a la selección de los otros dos botones de configuración, para guardar el valor seleccionado de minutos se debe presionar el botón ENTER una vez, a continuación se debe ingresar la hora deseada y para que dicha hora sea aceptada debe ser presionado una vez más el botón ENTER, finalmente se habilita el timer y la nueva hora es presentada en el LCD.

En cuanto a las señales automáticas, si una alarma por exceso de pasajeros es detectada por primera vez, se activa un timer (TIMER1) de cinco minutos y se reproduce un mensaje de alerta (“CAPACIDAD COMPLETA”), si esta alarma continúa durante el tiempo establecido por el timer el mensaje es reproducido nuevamente, pero si durante el lapso de cinco minutos la alerta es desactivada y activada nuevamente no será reproducida ya que deben necesariamente transcurrir cinco minutos luego de su primera activación, el timer es desactivado tras haber transcurrido el tiempo establecido. Para el caso del uso compartido del LCD, si la etapa principal de control requiere utilizar dicho dispositivo, se enviará una señal en bajo al gestor de mensajes de voz pregrabados indicándole que ya no tiene el control del LCD; por otra parte cuando la etapa de control envíe una señal en alto significa que ha dejado de usar al LCD y que devuelve el control a la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados, permitiendo visualizar nuevamente la hora. Esta etapa también está encargada de generar una señal, en bajo, que permite el borrado automático de los datos de la cuenta, dicha señal es producida treinta minutos después de haber recibido una señal en alto de la etapa de control, la cual le indica que la unidad de transporte fue apagada.

La reproducción audible de mensajes de voz es la parte principal de este módulo, si un botón de reproducción es seleccionado entonces automáticamente se reproduce dicho mensaje, se pueden escoger entre catorce botones de los cuales diez son asignados a paradas y cuatro a avisos generales. Por otra parte mientras no se seleccione ningún botón de reproducción de mensajes el dispositivo permite la salida del audio correspondiente al radio del bus.

Adicionalmente fue necesario incluir un reseteo automático en caso de mal funcionamiento del reloj en tiempo real (RTC), esto se lo realizó mediante la activación del TIMER2 y el WDT del microcontrolador.

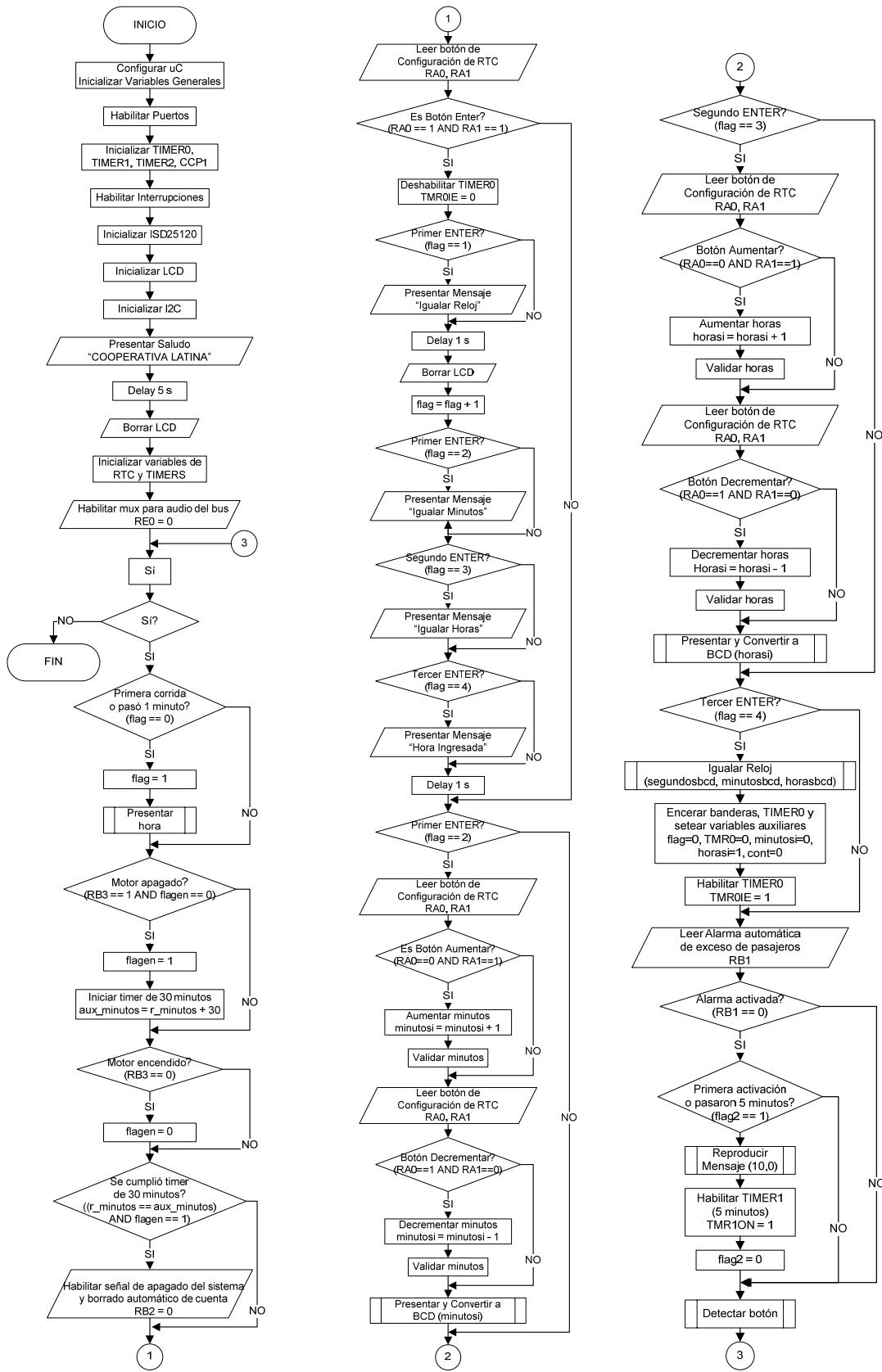


Figura 4.26. Diagrama de flujo principal del gestor de mensajes de voz pregrabados.

Como puede observarse en el diagrama de flujo (Figura 4.26) del gestor de mensajes de voz pregrabados, su funcionamiento depende de la ejecución de funciones encargadas de presentar la hora, realizar el direccionamiento para la reproducción de los mensajes, entre otras tareas; dichas funciones se explican a continuación.

#### 4.1.3.1. Función presentar hora (*reloj*)

Es una función tipo *void*, encargada de presentar la hora actual del sistema, sus principales tareas son: establecer la comunicación serial de lectura con el RTC y convertir los datos obtenidos en código BCD a ASCII para posteriormente presentarlos en el LCD (Figura 4.27).

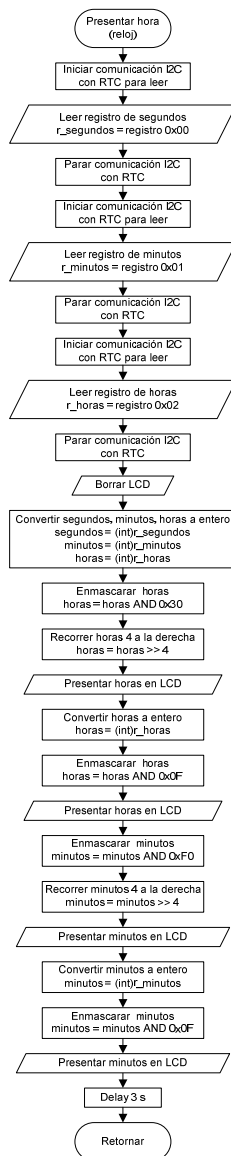


Figura 4.27. Diagrama de flujo de la función *reloj*.

Para establecer una correcta comunicación serial (I2C) entre el RTC y la etapa del gestor de mensajes de voz pregrabados se deben tener en cuenta las siguientes características.

- Dirección del dispositivo esclavo, está constituida por 7 bits de dirección (1101000) y un bit de lectura (1) o escritura (0).
- Modo estándar de comunicación (100KHz).
- Formato de los registros de horas, minutos y segundos (BCD).
- Valor del registro a leer o escribir (Ver Figura 4.28).

ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE
00H	CH	10 Seconds			Seconds			Seconds	00-59	
01H	0	10 Minutes			Minutes			Minutes	00-59	
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours			Hours	1-12 +AM/PM 00-23	
		24	PM/ AM							
03H	0	0	0	0	DAY			Day	01-07	
04H	0	0	10 Date		Date			Date	01-31	
05H	0	0	0	10 Month	Month			Month	01-12	
06H	10 Year				Year			Year	00-99	
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08H-3FH									RAM 56 x 8	00H-FFH

0 = Always reads back as 0.

**Figura 4.28. Mapa de direcciones (registros) del RTC DS1307.**

La configuración que se realizó para el RTC DS1307 se presenta en la Tabla 4.4, de acuerdo a dicha tabla se puede apreciar que los valores que fueron configurados son el modo de funcionamiento del reloj ya sea 24 o 12 horas, la habilitación o deshabilitación del oscilador interno y el nivel de salida del pin SQW/OUT.

**Tabla 4.4. Características de configuración del RTC DS1307.**

Valor asignado	Características	Registro
0	Modo de operación 24 horas	HORAS <6>
0	Deshabilita la salida del oscilador interno	CONTROL <4>
0	Nivel de salida del pin SQW/OUT	CONTROL <7>

#### 4.1.3.2. Función igualar reloj (*igualar*)

Es de tipo *void* y recibe como parámetros tres datos de tipo *unsigned int*, dichos parámetros representan los nuevos segundos, minutos y horas. Esta función está encargada de establecer la comunicación serial de escritura con el RTC, mediante la cual se pueden setear los valores requeridos por el usuario. La escritura debe comenzar por el registro 0x00 el cual almacena los segundos a continuación, automáticamente, se acceden a los siguientes registros (0x01 y 0x02) y lo único que se debe hacer es enviar el nuevo valor. (Ver Figura 4.29).

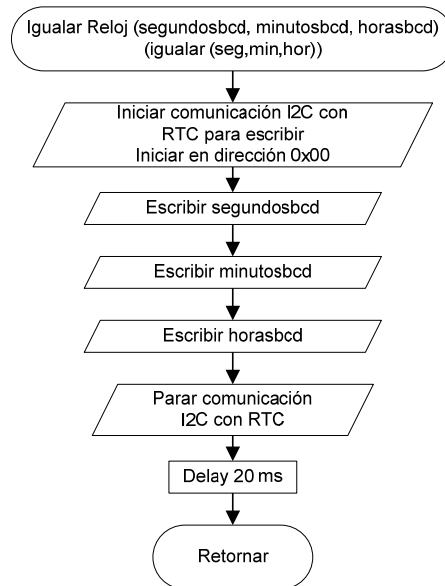


Figura 4.29. Diagrama de flujo de la función *igualar*.

#### 4.1.3.3. Función presentar y convertir a BCD (*presentar*)

Es de tipo *unsigned int* (*devuelve un valor*) y recibe como parámetro un dato de tipo *unsigned int*, está encargada de realizar la conversión de un entero (parámetro que recibe la función) a código BCD y presentarlo en el LCD, debido a que el valor que será transformado únicamente tiene dos dígitos, se realizó un algoritmo sencillo que consiste en dividir el dato para 10, con lo cual se obtiene el número más significativo de los dos dígitos, luego se multiplica dicho dígito por 10 y se le resta al valor original obteniendo el segundo dígito. Finalmente se unen dichos valores y se consigue el nuevo dato en código BCD, el mismo que será retornado a la función principal. (Ver Figura 4.30).

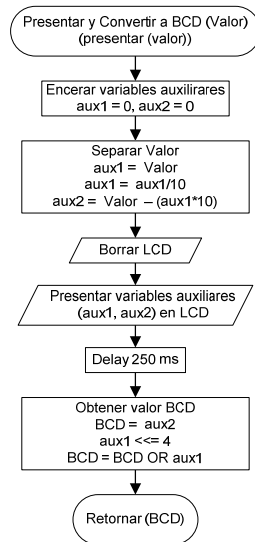


Figura 4.30. Diagramas de flujo de la función *presentar*.

#### 4.1.3.4. Función reproducir mensaje (*reproducir*)

Es de tipo *void* y recibe como parámetros dos datos de tipo *int*, los cuales son usados para el direccionamiento del ISD25120. Esta función está encargada de hacer un reset al puntero de direcciones del ISD25120, asignar la dirección de reproducción, habilitar al dispositivo para iniciar la reproducción (CE, PD) y habilitar la salida de audio de los mensajes mediante el multiplexor. (Ver Figura 4.31).

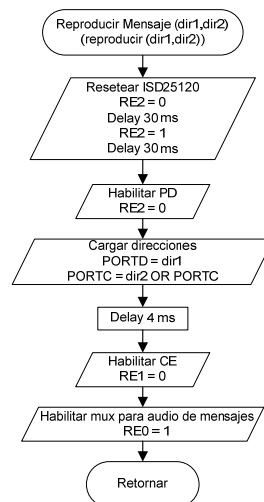


Figura 4.31. Diagramas de flujo de la función *reproducir*.

#### 4.1.3.5. Función fin reproducción (*finrep*)

Es de tipo *void*, está encargada de poner al chip ISD25120 en un estado de bajo consumo y por lo tanto se impide tanto la grabación así como la reproducción debido a



falsas activaciones, además permite la salida de audio del radio del bus mediante el multiplexor. (Ver Figura 4.32).

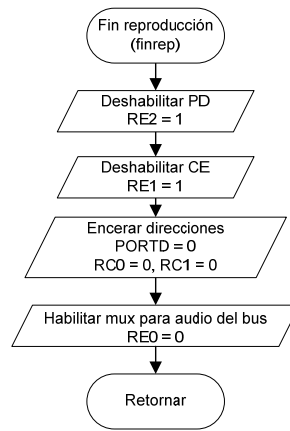


Figura 4.32. Diagramas de flujo de la función *finrep*.

#### 4.1.3.6. Función reproducir mensaje siguiente parada (*parada*)

Es de tipo *void*, está encargada de reproducir el mensaje audible “SIGUIENTE PARADA”, para lo cual hace uso de la función *Reproducir Mensaje*, enviándole los parámetros 183 y 0 que representan la dirección donde se encuentra almacenado dicho mensaje, finalmente espera hasta recibir la señal EOM (en bajo) que le indica el fin de la reproducción para posteriormente ejecutar la función *Fin reproducción*. (Ver Figura 4.33).

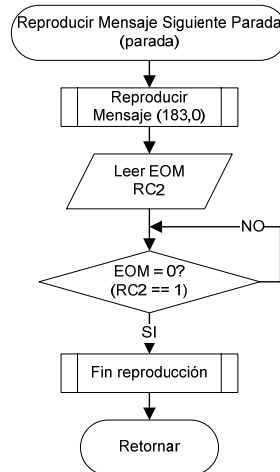


Figura 4.33. Diagramas de flujo de la función *parada*.

#### 4.1.3.7. Función detectar botón (*botones*)

Es de tipo *void*, está encargada de evaluar el botón que ha seleccionado el usuario. Si el valor a ser evaluado, es un número entre 1 y 10 se procederá a ejecutar la función *Reproducir Mensaje Siguiente Parada*, luego se cargará la dirección donde se encuentra

almacenado el mensaje correspondiente a paradas para posteriormente ejecutar la función *Reproducir Mensaje*; finalmente si el dato a ser evaluado es un número entre 11 y 14, se cargará la dirección de reproducción para mensajes de avisos y se ejecutará la función *Reproducir Mensaje*. (Ver Figura 4.34).

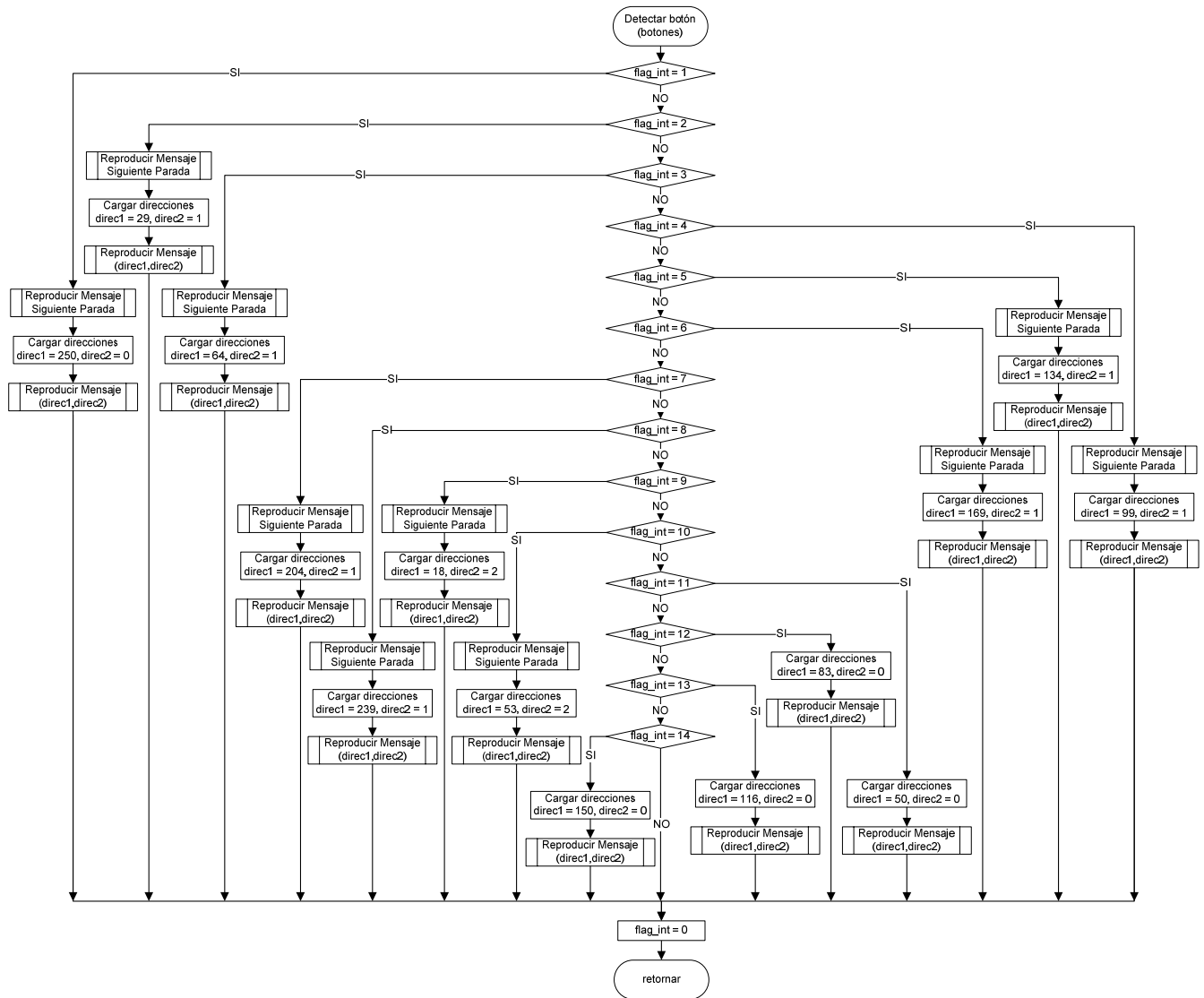


Figura 4.34. Diagramas de flujo de la función *botones*.

Dentro de la programación se requirió el uso de interrupciones las cuales facilitaron el desarrollo del software, optimizaron la capacidad de memoria de programa del microcontrolador y permitieron que dicho dispositivo trabaje de una forma eficiente. Las interrupciones utilizadas se detallan a continuación.

#### 4.1.3.8. Interrupción del TIMER0

Como se mencionó anteriormente la presentación de la hora se realiza cada 1 minuto por lo cual fue necesario utilizar el TIMER0 que posee el microcontrolador, las características que fueron configuradas para su funcionamiento se presentan en la siguiente tabla (Tabla 4.5).

**Tabla 4.5. Características de configuración del TIMER0.**

	Valor asignado	Características	Registro
T0CS	0	Modo de temporización	OPTION_REG <5>
PSA	0	Asignación de prescaler a Timer0	OPTION_REG <3>
PS2	1	Radio del prescaler 1:256	OPTION_REG <2>
PS1	1		OPTION_REG <1>
PS0	1		OPTION_REG <0>
TMR0IE	1	Habilitación de interrupción para Timer0	INTCON <5>
GIE	1	Habilitación de interrupciones generales	INTCON <7>

De acuerdo a los valores asignados al TIMER0 el tiempo máximo de temporización ( $T_{MAX}$ ) que se puede obtener es de aproximadamente 13 milisegundos, para alcanzar el valor de 1 minuto se requirió usar una variable auxiliar (cont), la cual debe incrementar su valor hasta 4578 (ver Figura 4.35), los cálculos se detallan a continuación.

$$F_c = \frac{F_{osc}}{4}$$

$$T_{MAX} = \frac{M * N}{F_c}$$

Donde :  $F_{osc}$  frecuencia de reloj (20Mhz)

M valor de prescaler (256)

N valor de incrementos del timer (256)

$$T_{MAX} = \frac{4 * 256 * 256}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = \frac{262144}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = 0.0131072s$$

$$T_{MAX} = 13.1072ms$$

$$cont = \frac{1 \text{ min}}{T_{MAX}}$$

$$cont = \frac{60s}{0.0131072s}$$

$$cont = 4577.63671875 \approx 4578$$

El error que se obtiene con la aproximación realizada anteriormente es mucho menor al 1% como se indica en los siguientes cálculos.

$$\%Error = \frac{\text{valor} - \text{real}}{\text{real}} * 100$$

$$\%Error = \frac{4578 - 4577,63671875}{4577,63671875} * 100$$

$$\%Error = 0.007936$$

El error generado en 1 minuto debido a las aproximaciones realizadas es de un adelanto de 4.76 milisegundos, en consecuencia se puede concluir que es un valor despreciable y no afecta en la presentación de la hora en el LCD, los cálculos realizados se presentan a continuación.

$$\text{Valor deseado} = 60s \quad cont = 4577.63671875$$

$$cont \text{ aproximado} = 4578$$

$$\text{Valor obtenido} = \frac{cont \text{ aproximado} * \text{Valor deseado}}{cont}$$

$$\text{Valor obtenido} = \frac{4578 * 60s}{4577.63671875}$$

$$\text{Valor obtenido} = 60.0047616s$$

$$\text{Error}(s) = |\text{Valor deseado} - \text{Valor obtenido}|$$

$$\text{Error}(s) = |60s - 60.0047616s|$$

$$\text{Error}(s) = 0.0047616s$$

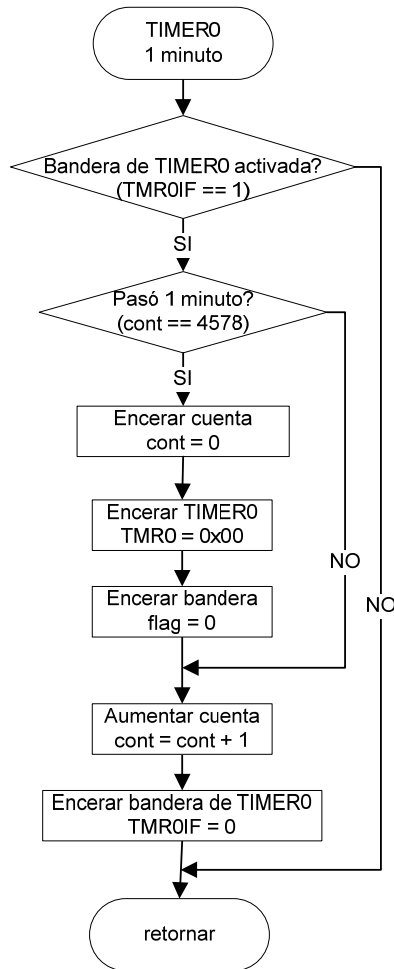


Figura 4.35. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER0.

#### 4.1.3.9. Interrupción del TIMER1

En cuanto a la lógica de funcionamiento de la alarma automática por exceso de pasajeros, esta se activa luego de recibir una señal enviada por la etapa principal de control con lo cual, se reproducirá un mensaje de “CAPACIDAD COMPLETA” si esta señal permanece activa durante 5 minutos entonces el mensaje que representa a la alarma automática se reproducirá nuevamente.

Debido a que la reproducción del mensaje de la alarma automática, luego de su activación, se realiza cada 5 minutos se requirió usar el TIMER1 del microcontrolador, las características que fueron configuradas para su funcionamiento se presentan en la siguiente tabla (Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Características de configuración del TIMER1.

	Valor asignado	Características	Registro
TMR1CS	0	Modo de temporización	TICON <1>
TICK PS1	1	Radio del prescaler 1:8	TICON <5>
TICK PS0	1		TICON <4>
TMR1ON	1/0	Habilitación/deshabilitación de Timer1	TICON <0>
TMR1IE	1	Habilitación de interrupción para Timer1	PIE1 <0>
PEIE	1	Habilitación de interrupciones periféricas	INTCON <6>
GIE	1	Habilitación de interrupciones generales	INTCON <7>

Según los valores asignados al TIMER1 el tiempo máximo de temporización ( $T_{MAX}$ ) que se puede obtener es de aproximadamente 104 milisegundos, para alcanzar el valor de 5 minutos se requirió usar una variable auxiliar (cont2), la cual debe incrementar su valor hasta 2861 (ver Figura 4.36), los cálculos se detallan a continuación.

$$F_c = \frac{F_{osc}}{4}$$

$$T_{MAX} = \frac{M * N}{F_c}$$

Donde :  $F_{osc}$  frecuencia de reloj (20Mhz)

M valor de prescaler (65536)

N valor de incrementos del timer (8)

$$T_{MAX} = \frac{4 * 65536 * 8}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = \frac{2097152}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = 0.1048576s$$

$$T_{MAX} = 104.8576ms$$

$$cont2 = \frac{5 \text{ min}}{T_{MAX}}$$

$$cont2 = \frac{300s}{0.1048576s}$$

$$cont2 = 2861.02294922 \approx 2861$$

El error que se obtiene con la aproximación realizada anteriormente es mucho menor al 0.1% (ver **Cálculos**), entonces se puede concluir que es un valor despreciable y por lo tanto no afecta en la ejecución programada de la reproducción del mensaje de la alarma automática.

**Cálculos:**

$$\%Error = \frac{\text{valor} - \text{real}}{\text{real}} * 100$$

$$\%Error = \frac{2861 - 2861.02294922}{2861.02294922} * 100$$

$$\%Error = 8.0213 \times 10^{-4}$$

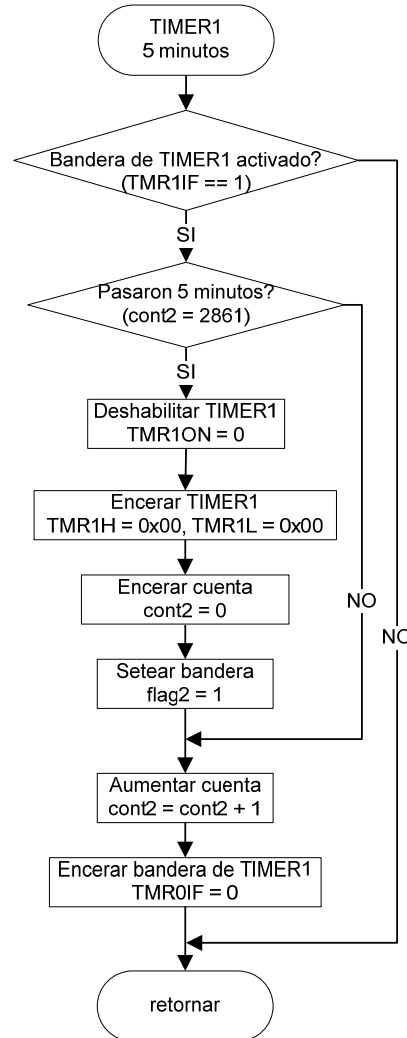


Figura 4.36. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER1.

#### 4.1.3.10. Interrupción del TIMER2

Para evitar el mal funcionamiento del programa, especialmente en cuanto a la comunicación serial entre el microcontrolador y el RTC, fue necesario evaluar si existe un desbordamiento de la hora en cuanto a los minutos, es decir si el valor leído es igual a 0x00FF se ejecuta el WDT reseteando al microcontrolador y permitiendo la ejecución del programa desde su punto inicial; dicha evaluación se la realizó dentro de la interrupción

del TIMER2 (ver Figura 4.37), las características que fueron configuradas para su funcionamiento se presentan en la siguiente tabla (Tabla 4.7).

**Tabla 4.7. Características de configuración del TIMER2.**

	Valor asignado	Características	Registro
T2CK PS1	1	Radio del prescaler 1:16	T2CON <1>
T2CK PS0	1		T2CON <0>
TOUT PS3	1	Radio del postscaler 1:16	T2CON <6>
TOUT PS2	1		T2CON <5>
TOUT PS1	1		T2CON <4>
TOUT PS0	1		T2CON <3>
TMR2ON	1/0	Habilitación/deshabilitación de Timer2	T2CON <2>
TMR2IE	1	Habilitación de interrupción para Timer2	PIE1 <1>
PEIE	1	Habilitación de interrupciones periféricas	INTCON <6>
GIE	1	Habilitación de interrupciones generales	INTCON <7>

Según los valores asignados al TIMER2 el tiempo máximo de temporización ( $T_{MAX}$ ) que se puede obtener es de aproximadamente 13 milisegundos como se observa en los siguientes cálculos.

$$F_c = \frac{F_{osc}}{4}$$

$$T_{MAX} = \frac{M * P * N}{F_c}$$

Donde :  $F_{osc}$  frecuencia de reloj (20Mhz)

M valor de prescaler (16)

P valor de postscaler (16)

N valor de incrementos del timer (256)

$$T_{MAX} = \frac{4 * 16 * 16 * 256}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = \frac{262144}{20e^6} s$$

$$T_{MAX} = 0.0131072s$$

$$T_{MAX} = 13.1072ms$$

Este tiempo es ideal para el uso del WDT, debido a que su activación se realizará cada 18 milisegundos, en caso de que exista un desbordamiento de los minutos.



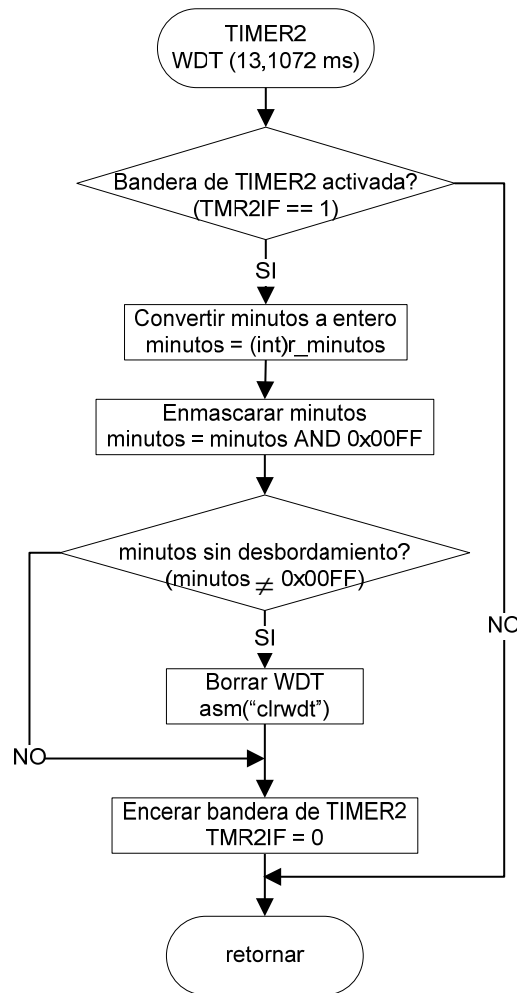


Figura 4.37. Diagramas de flujo de la interrupción del TIMER2.

#### 4.1.3.11. Interrupción de RB0/INT

Para determinar quien tiene el control del LCD fue necesario utilizar la interrupción externa del pin RB0, la misma que fue configurada en flanco descendente ( $INTEDG = 0$ ), inicialmente el control del LCD lo tiene el getionador de mensajes de voz pregrabados ya que el módulo principal envía una señal en alto (CONTROL LCD) al pin RB0; cuando el módulo principal requiere usar al LCD envía una señal en bajo, informándole al gestor de mensajes que no tiene el control del LCD. (Ver Figura 4.38).

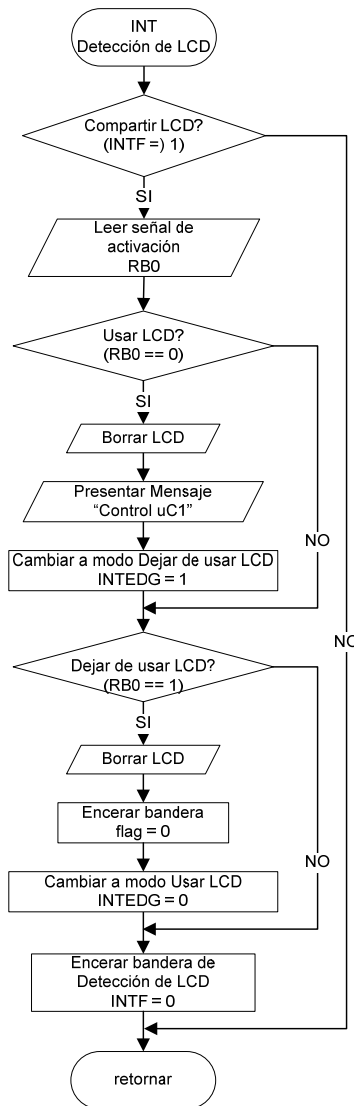


Figura 4.38. Diagramas de flujo de la interrupción de INT.

#### 4.1.3.12. Interrupción de CCP1

Para detectar la señal externa EOM (End of Message, activación en bajo) del chip de almacenamiento de audio ISD25120 se utilizó el modo de captura CCP1 en flanco descendente, la lógica es la siguiente: la señal EOM se mantiene en alto ( $EOM = 1$ ) mientras se produce una reproducción y cuando el chip ISD25120 se encuentra en un estado de bajo consumo, por otra parte cambia de estado a bajo ( $EOM = 0$ ) únicamente cuando el proceso interno de reproducción del chip ISD25120 ha terminado, entonces si el flanco es descendente se procede a ejecutar la función *Fin reproducción* y encerar la bandera CCP1IF (ver Figura 4.39). La configuración del microcontrolador para este modo se presenta en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Características de configuración del CCP1.

	Valor asignado	Características	Registro
CCP1M3	0	Modo de captura cada flanco descendente	CCP1CON <3>
CCP1M2	1		CCP1CON <2>
CCP1M1	0		CCP1CON <1>
CCP1M0	0		CCP1CON <0>
CCP1IE	1	Habilitación de interrupción para módulo de captura CCP1	PIE1 <2>
PEIE	1	Habilitación de interrupciones periféricas	INTCON <6>
GIE	1	Habilitación de interrupciones generales	INTCON <7>

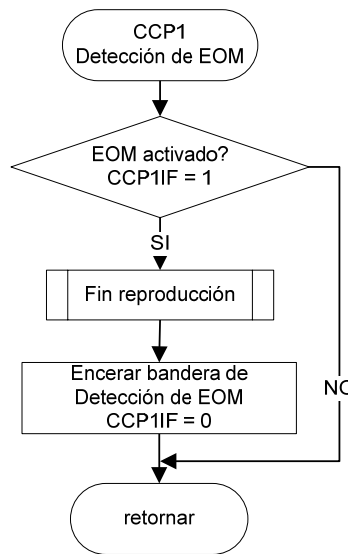


Figura 4.39. Diagramas de flujo de la interrupción de CCP1.

#### 4.1.3.13. Interrupción por cambio de estado de los bits más significativos del PUERTO B.

Para la detección de botones fue necesario usar la interrupción por cambio de estado del PUERTO B<7:4>, la lógica de funcionamiento es la siguiente: tras ocurrir un cambio de estado de alto a bajo en cualquiera de los cuatro bits más significativos del PUERTO B, es decir tras presionar un botón de reproducción, se procede a leer dicho puerto y enmascararlo para únicamente tener los cuatro bits requeridos, el nuevo valor es evaluado de tal forma que si se encuentra en el rango de 0x10 a 0xE0 (14 posibilidades), es un dato útil y se le asigna una bandera, con la cual en la función *Detectar botón* se procederá a reproducir el mensaje correspondiente al botón seleccionado por el usuario. (Ver Figura 4.40).

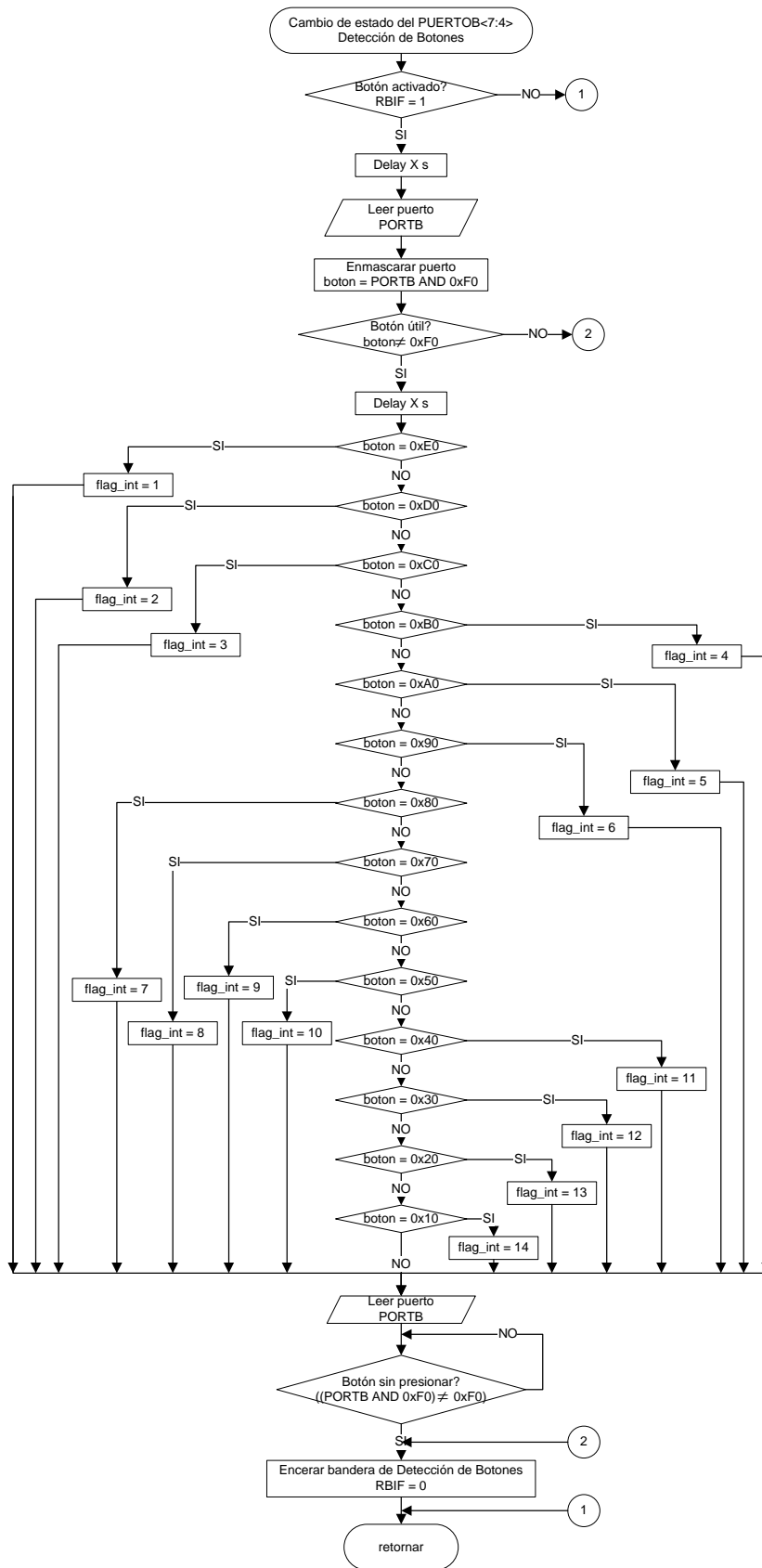


Figura 4.40. Diagramas de flujo de la interrupción por cambio de estado del PUERTO<7:4>.

### Descripción de variables utilizadas en el programa

*Saludo (const char \*)*: Contiene el mensaje de saludo "COOPERATIVA LATINA".

*mensaje (const char \*)*: Contiene los mensajes de interacción para el seteo de la hora.

*j, k (int)*: Auxiliares para ciclos FOR.

*r\_segundos, r\_minutos, r\_horas (unsigned char \*)*: Almacenan los segundos, minutos y horas, respectivamente, obtenidos del RTC.

*segundos, minutos, horas (unsigned int)*: Almacenan el valor transformado de caracter a entero para los segundos, minutos y horas respectivamente.

*aux\_minutos (unsigned int)*: Auxiliar para la creación del timer de 30 minutos.

*minutosi, horasi (unsigned int)*: Almacenan el valor en decimal de los minutos y horas, respectivamente, obtenidos a partir del seteo de la hora.

*segundosbcd, minutosbcd, horasbcd (unsigned int)*: Almacenan el valor en código BCD de segundos, minutos y horas respectivamente.

*flag (unsigned int)*: Bandera que permite la activación o desactivación del timer de 1 minuto (TIMER0) y el seteo de la nueva hora.

*flagen (unsigned int)*: Bandera auxiliar que permite la activación o desactivación del timer de 30 minutos para el apagado automático del sistema.

*flag\_int (unsigned int)*: Bandera de reconocimiento del tipo de botón seleccionado.

*flag2 (unsigned int)*: Bandera que permite la activación o desactivación del timer de 5 minutos (TIMER1).

*cont (unsigned int)*: Auxiliar del TIMER0, sirve para crear un timer de 1 minuto.

*cont2 (unsigned int)*: Auxiliar del TIMER1, sirve para crear un timer de 5 minutos.

*aux1, aux2 (unsigned int)*: Auxiliares que permiten transformar un número a código BCD, son utilizadas exclusivamente por la función **presentar**.

**BCD (unsigned int)**: Almacena el valor que fue transformado a BCD, es exclusiva de la función **presentar**.

**direc1(int)**: Almacena los ocho primeros bits de direccionamiento, es usada únicamente por la función **botones**.

**direc2 (int)**: Almacena los dos bits más significativos de direccionamiento, es exclusivamente utilizada por la función **botones**.

**boton (char)**: Almacena el valor leído de los cuatro bits más significativos del puerto B, es exclusivamente utilizada por la función **interrupt isr**.

## 4.2. SOFTWARE DE COMUNICACIONES

El software de comunicaciones se refiere al desarrollo de una aplicación para la estación de control, dicho programa permite, por un lado, enviar comandos de activación para la recepción de los datos de la cuenta y por otra parte obtener dichos datos, los cuales son enviados por el módulo de comunicación remota, e interpretarlos de manera que sean información útil para el propietario de la unidad de transporte de servicio público.

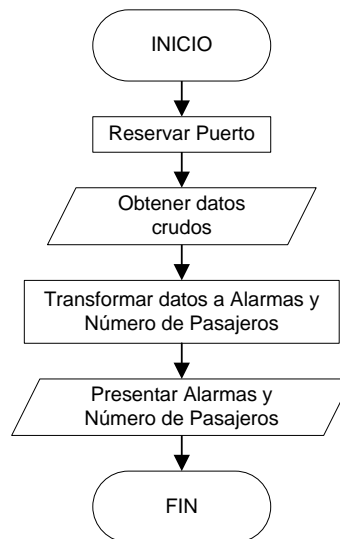


Figura 4.41. Diagrama de flujo de comunicación.

### Descripción de variables utilizadas en el programa

**datos (String)**: Contiene los datos crudos enviados por el dispositivo de comunicación remota ubicado en la unidad de transporte.

***aux (String)***: Auxiliar que permite seleccionar la trama de usuario.

***alarmas (String)***: Contiene el número de alertas por exceso de pasajero que han ocurrido durante la jornada de trabajo.

***pasajeros (String)***: Contiene el número de personas que han ingresado a la unidad de transporte.

## **CAPÍTULO 5**

### **IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO**

#### **5.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES**

Los elementos utilizados para la implementación del prototipo fueron seleccionados de acuerdo a los requerimientos y sus características tales como entradas/salidas, compatibilidad con otros dispositivos, bajo consumo de corriente, entre otras.

Para la elección del microcontrolador a ser utilizado en este proyecto, el aspecto crítico a considerar fue el número de entradas/salidas requeridas (veintisiete para el módulo central y treinta y tres luego de su reducción con codificadores para el gestor de mensajes de voz pregrabados); por tal motivo se eligió el PIC16F877A, que tiene cinco puertos configurables, dando un total de treinta y tres posibles entradas o salidas, posee varias funcionalidades adicionales como timers, interrupciones por hardware y software, comunicación serial, entre otras, todas estas fueron aprovechadas ampliamente para el desarrollo de cada etapa del prototipo.

En cuanto a la etapa para la detección de personas se decidió utilizar sensores SHARP de tipo infrarrojo analógicos (GP2Y0A700), gracias a sus prestaciones en cuanto a rango de detección (100 a 500 cm), tiempo de respuesta (17 ms), compatibilidad con dispositivos TTL y microcontroladores, eficacia en la detección de objetos de diferentes formas y bajo costo en comparación con otros dispositivos similares y de menor alcance.

Con respecto al chip ISD25120, es un dispositivo que permite la grabación y reproducción de audio de alta calidad, tiene gran compatibilidad con el PIC16F877A, su conexión con el puerto paralelo es sencilla ya que no necesita de dispositivos externos para interactuar con éste, posee un tamaño reducido y su capacidad de almacenamiento es de dos minutos, gracias a ello se pudieron guardar dieciséis diferentes mensajes, con una posible expansión para grabar alrededor de cuatro mensajes, adicionalmente este dispositivo tiene 100 años de retención de mensajes en memoria.



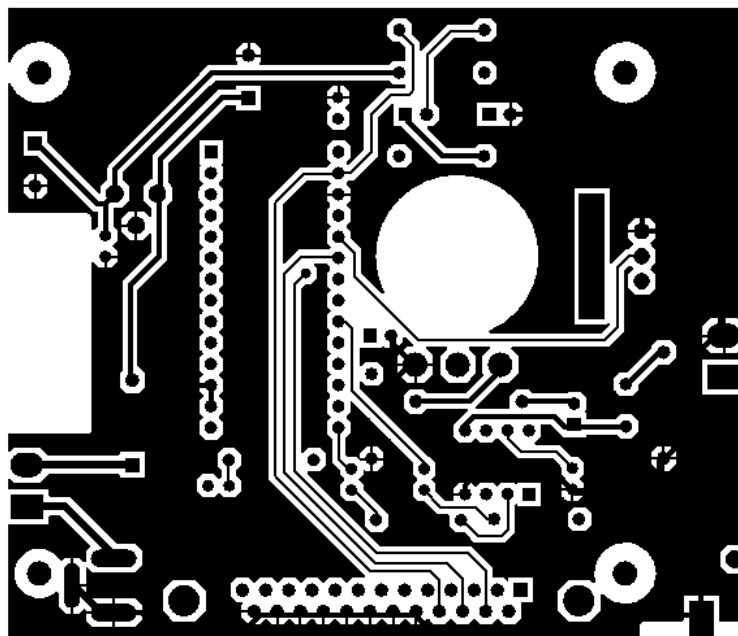
El amplificador de audio LM386, es un chip de bajo consumo, tamaño reducido y de baja distorsión, su principal característica es que utiliza una única fuente de alimentación, la misma que es compatible con dispositivos TTL.

El reloj en tiempo real (RTC) DS1307, es un elemento de bajo consumo y tamaño reducido, compatible con el PIC16F877A ya que puede intercambiar datos mediante comunicación serial (I2C).

## 5.2. CONSTRUCCIÓN

El software de diseño electrónico utilizado para la construcción del circuito impreso (PCB) es ALTIUM, esta herramienta permite crear de una manera sencilla el circuito impreso a partir del diagrama eléctrico, adicionalmente dicho diseño cumple con la norma ANSI-IPC 2221A<sup>12</sup>.

En cuando al diseño del circuito impreso para el grabador/reproductor de mensajes de voz, debido a la disposición de los elementos y su interconexión fue necesario realizar un ruteado a doble lado. En la Figura 5.1 se presenta el ruteado tanto de la capa superior como de la inferior para este diseño.



a)

<sup>12</sup> ANSI-IPC 2221A: Generic Standard on Printed Board Design.

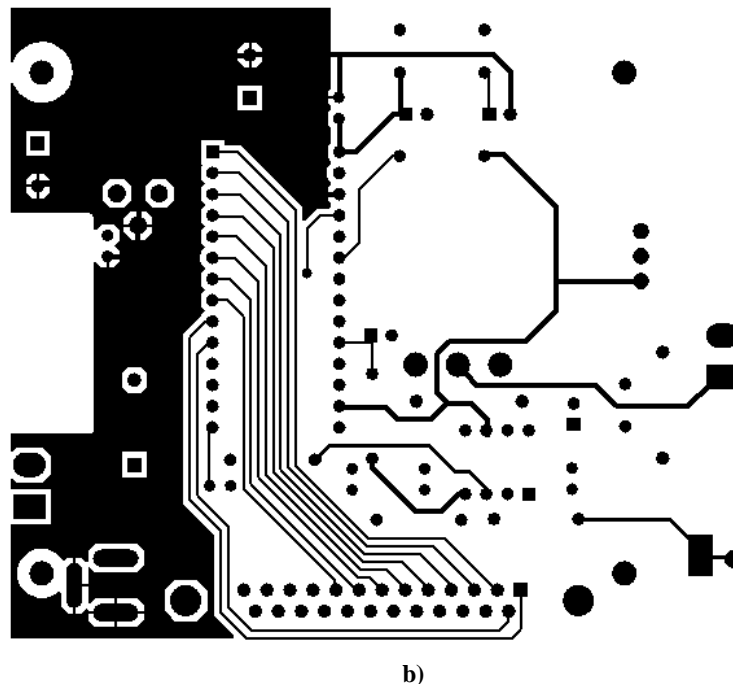


Figura 5.1. a) Ruteado capa superior. b) Ruteado capa inferior del grabador/reproductor de mensajes de voz.

Esta placa fue instalada en una caja de plástico ABS cuyas dimensiones aproximadas son 17 x 9 x 4 centímetros, en la cual se realizaron las respectivas modificaciones para la adaptación de los elementos exteriores como switch de encendido, conector de audio, conector de puerto paralelo, conector de alimentación, zócalo para el chip ISD25120, leds indicadores de encendido y grabación, switch de reset, perilla de control de volumen y salida de audio del parlante, todo se puede apreciar en la Figura 5.2.



Figura 5.2. Caja del grabador/reproductor de mensajes de voz.

Igualmente el ruteado de los circuitos impresos para la etapa principal de control y el gestor de mensajes de voz pregrabados, fue realizado a doble lado debido a la disposición de los elementos y su interconexión. A continuación (Figura 5.3 y Figura 5.4) se presentan el ruteado tanto de la capa superior como de la inferior para cada etapa.

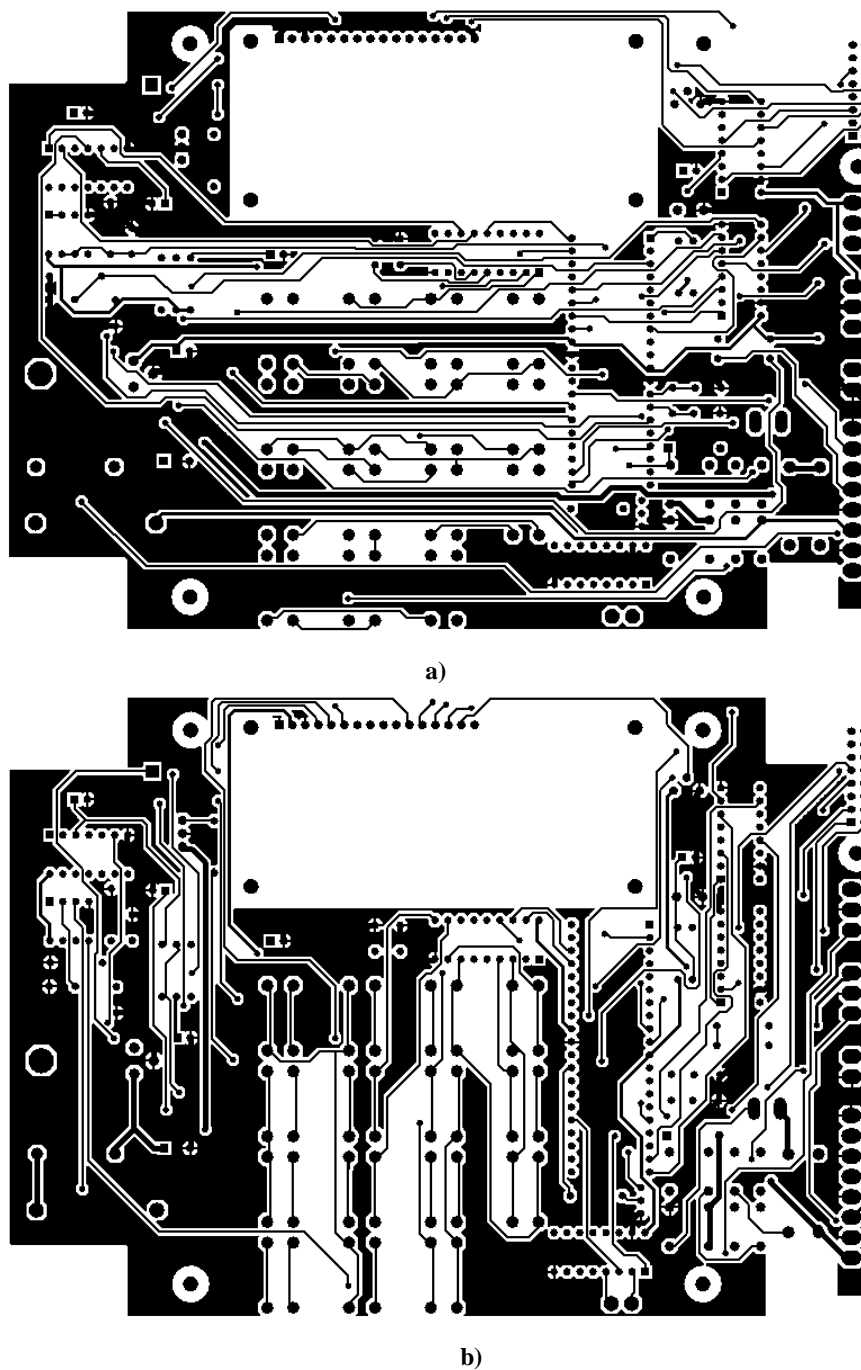


Figura 5.3. a) Ruteado capa superior. b) Ruteado capa inferior de la etapa principal de control.

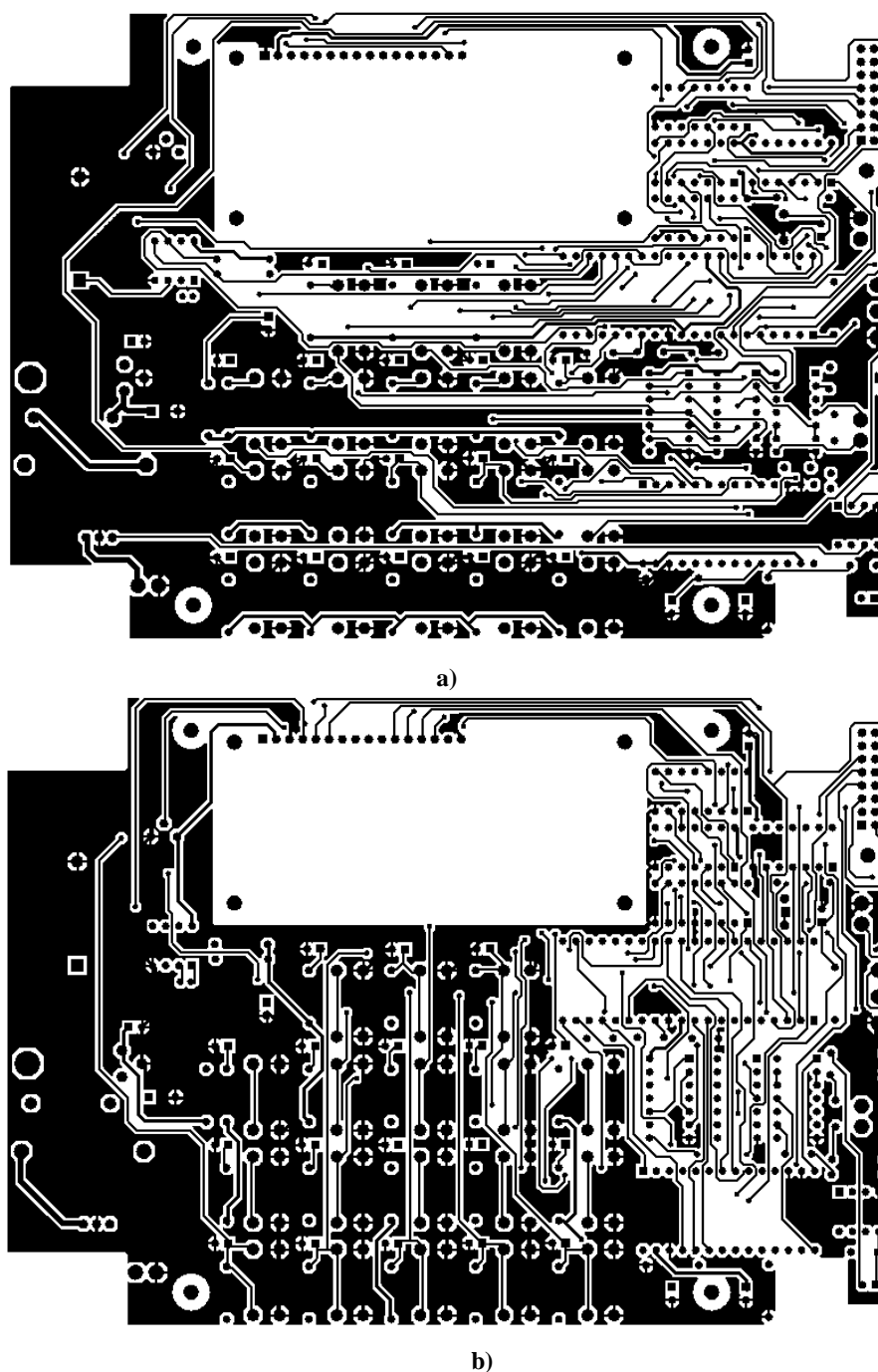
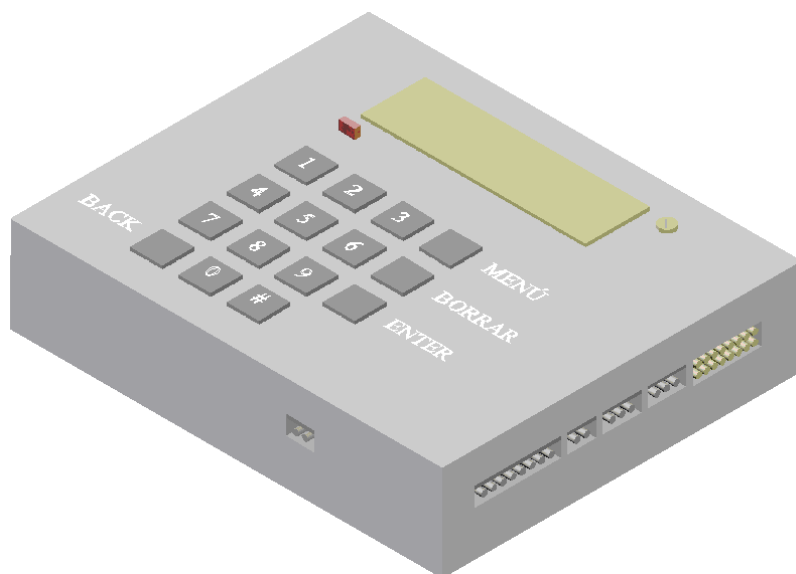


Figura 5.4. a) Ruteado capa superior. b) Ruteado capa inferior del gestor de mensajes de voz pregrabados.

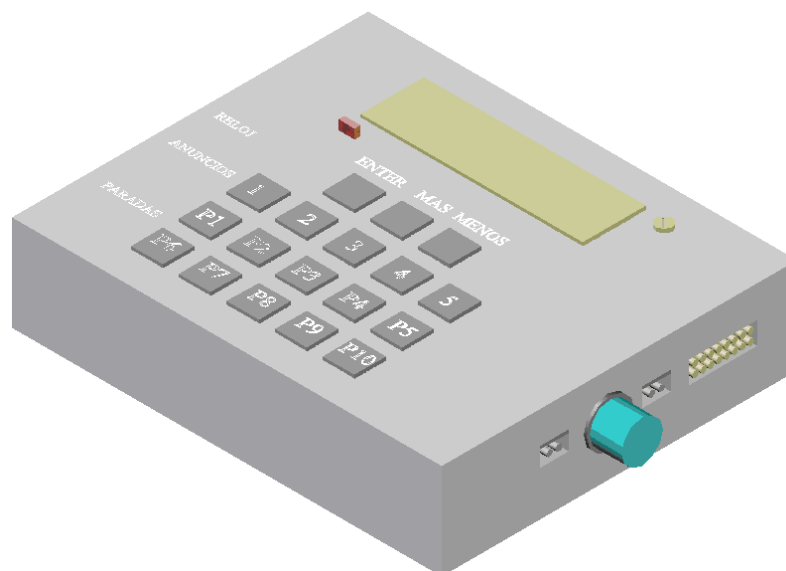
La placa de la etapa principal de control fue colocada en una caja de plástico ABS, cuyas dimensiones aproximadas son 18 x 13 x 4 centímetros, que de igual forma fue adaptada para los elementos externos como el teclado, led indicador de encendido, LCD, perilla para ajuste de luminosidad, conectores para la conexión con el gestor de

mensajes de voz pregrabados, sensores de proximidad, alfombras, voltaje y comunicación con el dispositivo AVL (ver Figura 5.5).



**Figura 5.5. Caja de la etapa principal de control.**

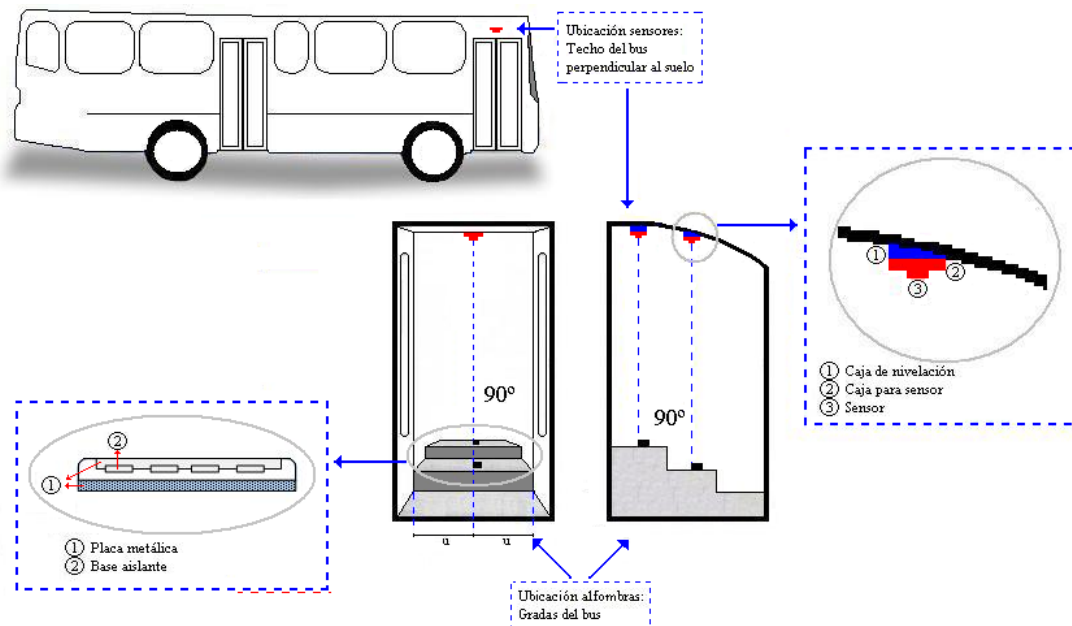
La placa del gestor de mensajes de voz pregrabados fue instalada en una caja de plástico ABS, de aproximadamente 18 x 13 x 4 centímetros, la misma que fue modificada para adaptar a elementos externos como el LCD, led indicador de encendido, perilla para ajuste de luminosidad, teclado, perilla de volumen, conector de audio (entrada y salida) y conector para la conexión con la etapa principal de control (ver Figura 5.6).



**Figura 5.6. Caja del gestor de mensajes de voz pregrabados.**

### 5.3. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

El módulo central, el gestor de mensajes de voz pregrabados y el dispositivo de comunicación remota (AVL) fueron ubicados en la cabina principal del autobús con el fin de que puedan ser accesibles tanto para el conductor como para su ayudante. Posteriormente la ubicación de los sensores se la realizó en el techo del autobús en forma perpendicular al piso de las gradas cercanas a la puerta de acceso, esto con la finalidad de que la detección de las personas sea lo más eficaz posible, aprovechar el rango de detección de los sensores y de que sean imperceptibles para los pasajeros. (Ver Figura 5.7 y Figura 5.8)



**Figura 5.7. Ubicación de dispositivos de detección en la unidad de transporte.**

Para poner en funcionamiento el prototipo es necesario encender el vehículo, es decir su activación es automática, con el objetivo de que el propietario de la unidad no realice manualmente dicha tarea rutinaria. Los datos capturados por el dispositivo podrán ser revisados cada cinco minutos remotamente sin embargo existe una opción adicional, disponible dentro del vehículo, en la cual una persona autorizada puede revisar dichos datos previo el ingreso de una contraseña. Al culminar la jornada de trabajo el propietario podrá hacer uso de la información proporcionada por el dispositivo y realizar los cálculos correspondientes para obtener la ganancia total. Finalmente el prototipo se apagará automáticamente tras treinta minutos de haberse apagado el vehículo, esto con el propósito de que dicha tarea no sea realizada manualmente por el propietario, el tiempo escogido

para el apagado automático del dispositivo se lo realizó pensando en posibles falsas desactivaciones producidas por un mal funcionamiento del motor. Es necesario mencionar que el prototipo cuenta con un apagado manual, esto para no perder el control sobre el dispositivo.



**Figura 5.8. Vistas: frontal y lateral de la instalación de los sensores en la unidad de transporte.**

## 5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

El detalle de costos, materiales y elementos utilizados para la realización de este proyecto se especifican en la Tabla 5.1 Es preciso mencionar que se consideraron dos aspectos importantes en cuanto a la adquisición de dichos componentes, el primero de ellos su disponibilidad dentro de la ciudad y el segundo su bajo coste, con el fin de asegurar su reposición de partes y reproductibilidad.

**Tabla 5.1. Detalle de costos del sistema.**

**LISTA MATERIALES**

Cantidad	Dispositivo	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	74922	Codificador de teclado 4x4	12	12
2	1N4007	Diodo de protección	0,5	1
4	1N5408	Diodo de protección	0,1	0,4
1	2N3904	Transistor de propósito general	0,08	0,08
1	74LS08	Compuerta lógica AND	0,5	0,5
1	74LS11	Compuerta lógica AND de 3 entradas	0,52	0,52
2	74LS14	Compuerta lógica (NOT) negadora con histéresis	0,4	0,8
2	74LS148	Codificador de 8 a 3 líneas binario con prioridad	0,728	1,456
1	74LS32	Compuerta lógica OR	0,48	0,48
1	Alfombra de caucho	Alfombra tipo moneda de caucho	7,8	7,8
1	Armaflex 30m	Aislante entre placas de la alfombra de presencia	5,24	5,24
2	Bar. Silicona	Barra de silicona	0,22	0,44
1	Cable de datos	Cable de transmisión y recepción de datos con hunter	1,4	1,4
1	Cable monofonico	Cable para transferencia de audio	0,4	0,4
6	Cable para batería	Cable de poder para conexión de fuente	0,3	1,8
1	Cable paralelo - paralelo	Cable de control y transferencia de datos entre puerto	3,5	3,5
6	Cable telefónico 2 hilos	Cable de alimentación para sensor	0,22	1,32
5	Cable UTP	Cable de conexión para alfombras y voltaje de salida de sensores	0,5	2,5
1	Caja 1	Caja para módulo de voz	43,12	43,12
1	Caja 2	Caja para módulo principal	36,4	36,4
2	Caja grande	Caja para nivelación del techo del bus	9	18
1	Caja para grabador	Housing para grabador/reproductor de mensajes de voz	34,03	34,03
2	Caja para sensor grande	Housing para sensor GP2Y0A700	8	16
1	Canaleta 13x7	Guía para conexiones	1,2	1,2
1	Cap. 0.01uF (103)	Capacitor cerámico	0,06	0,06
4	Cap. 0.1uF	Capacitor electrolítico	0,12	0,48
9	Cap. 0.1uF (104)	Capacitor cerámico	0,06	0,54
3	Cap. 1000uF	Capacitor electrolítico	0,3	0,9
23	Cap. 1uF	Capacitor electrolítico	0,1	2,3
2	Cap. 220uF	Capacitor electrolítico	0,15	0,3
2	Cap. 22pF	Capacitor cerámico	0,06	0,12
2	Cap. 22uF	Capacitor electrolítico	0,14	0,28
4	Cap. 33pF	Capacitor cerámico	0,06	0,24
2	Cap. 4.7uF	Capacitor electrolítico	0,14	0,28
1	Cap. 47nF (473)	Capacitor cerámico	0,06	0,06
1	Cap. 50nF (503)	Capacitor cerámico	0,06	0,06
1	Cinta aluminio	Placas de la alfombra de presencia	5,05	5,05
1	Cinta de ducto	Sellante de la alfombra de presencia	2,86	2,86
1	Cinta doble fast 10m	Para confección de alfombras de presencia	2,62	2,62
1	Cinta doble fast esponjada	Sellante de placas de la alfombra de presencia	2,98	2,98
1	Conector DB25 macho	Conector de control y transferencia de datos entre puerto paralelo y Grabador/Reproductor de audio	0,5	0,5



2	Conector hembra doble 16 pines	Conector para transmisión y recepción de datos con hunter	0,615	1,23
2	Conector hembra doble de 10 pines	Conector para AVL	0,7	1,4
1	Conector macho doble 16 pines	Conector para transmisión y recepción de datos con hunter	1,12	1,12
1	Conector monofonico hembra	Conector para transferencia de audio	0,25	0,25
2	Conector monofonico macho	Conector para transferencia de audio	0,25	0,5
17	Conectores varios hembra y macho	Conectores externos	0,3294	5,60
2	Disipador grande	Disipación de calor para LM7805	5,6	11,2
1	DS1307	Reloj en tiempo real	5,5	5,5
1	Espaguetti termoencogible	Aislador térmico de conexiones	0,55	0,55
2	Fusible 2A	Fusibles de protección	0,15	0,3
1	HCF4066	Multiplexor analógico bidireccional cuádruple	0,45	0,45
1	Interfaz de botones y Teclado	Interfaz de usuario para mensajes y control	33,6	33,6
1	ISD25120	Chip grabador/reproductor de sonido	23,5	23,5
1	Jack Power	Conector de poder	0,15	0,15
1	LCD	Interfaz de usuario visual	8	8
4	Led	Indicadore visuales	0,1	0,4
1	LM358	Amplificador de acondicionamiento	0,35	0,35
2	LM386	Amplificador de audio de bajo voltaje	0,5	1
4	LM7805	Regulador de voltaje a 5 Voltios	0,391	1,56
1	LM7809	Regulador de voltaje a 9 Voltios	0,5	0,5
1	Parlante 8ohmisisos	Parlante para salida de audio	2	2
1	PCB módulo de voz	Circuito impreso	89,8016	89,8016
1	PCB módulo principal	Circuito impreso	80,4608	80,4608
1	PCB grabador	Circuito impreso	66,86	66,86
2	Perilla	Perilla externa	0,5	1
2	PIC 16F877A	Microcontrolador	7,155	14,31
1	Pila 3 V	Batería de respaldo para el reloj en tiempo real	1	1
1	Porta pila	Porta pila de 3 voltios	0,85	0,85
2	Portafusible		0,3	0,6
2	Pot. 1K	Potenciometro	0,25	0,5
2	Pot. 2K	Potenciometro	0,28	0,56
2	Pulsador NA	Pulsador pequeño Reset de microcontrolador	0,1344	0,2688
1	Pulsador NC	Pulsador pequeño apagado manual	0,3	0,3
2	Relé 12V - 2 contactos	Relé de conexión con la batería del vehiculo	1,45	2,9
1	Relé 24V	Relé de conexión con la batería del vehiculo	6	6
1	Res. 1,5K (1/4W)	Resistencia	0,04	0,04
4	Res. 10 (1/4W)	Resistencia	0,015	0,06
1	Res. 100 (1/4W)	Resistencia	0,015	0,015
1	Res. 100K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,04
1	Res. 10K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,04
22	Res. 1K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,88
2	Res. 1M (1/4W)	Resistencia	0,015	0,03
4	Res. 2.2K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,16
5	Res. 220 (1/2W)	Resistencia	0,04	0,2
2	Res. 22K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,08
2	Res. 470K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,08
1	Res. 5.1K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,04
2	Res. 560K (1/2W)	Resistencia	0,04	0,08
2	Res. 560K (1/4W)	Resistencia	0,015	0,03
2	Sensor fotoelectrico 500 cm	Sensor de proximidad Sharp	27,5	55
3	SN74LS157	Multiplexor de 2 a 1 líneas de 4 bits	0,48	1,44
1	Switch	Switch de reseteo para el grabador de voz	0,5	0,5
1	Switch Power	Switch de alimentación para Grabador/Reproductor	1	1
1	Taípe azul	Protección para empalmes	0,6	0,6
2	Tornillo	Ajuste para sensor	0,1	0,2
2	XTAL 20 MHz	Oscilador externo para PIC16F877A	0,5376	1,0752
1	XTAL 32 KHz	Oscilador para el reloj en tiempo real	0,9	0,9
6	Zócalo 14 pines	Soporte para compuertas lógicas	0,07	0,42
7	Zócalo 16 pines	Soporte para multiplexores	0,08	0,56
1	Zócalo 18 pines	Soporte para codificador de teclado	0,09	0,09
2	Zócalo 28 pines	Soporte para ISD25120	0,35	0,7
2	Zócalo 40 pines	Soporte para PIC	0,4	0,8
3	Zócalo 8 pines	Soporte para circuitos integrados pequeños	0,05	0,15

**TOTAL: 639,80**

El costo del diseño del proyecto es de aproximadamente **seiscientos cuarenta dólares**, el mismo que no incluye costos de instalación e ingeniería demandadas.

## **CAPÍTULO 6**

### **PRUEBAS DE OPERATIVIDAD Y RESULTADOS**

#### **6.1. PRUEBAS**

El prototipo electrónico para el conteo automático de personas fue sometido a tres tipos de pruebas, la primera de ellas orientada al conteo de las personas que ingresan o salen de la unidad de transporte; esto se lo realizó durante una vuelta completa de recorrido, una de las variables que se midió en este caso fue el rango de detección de los sensores basado en la estatura de los pasajeros y en la forma de ingresar o salir; otra variable medida fue la precisión del conteo de personas el cual fue cuantificado al término de una vuelta completa.

La prueba siguiente implicó la conectividad con la estación remota, en la cual se verificaron la transmisión de los datos (número de personas que ingresaron a la unidad y alarmas) cada cinco minutos desde el prototipo hacia la estación remota.

Finalmente se efectuó la prueba en cuanto a la reproducción audible de los mensajes pregrabados automáticos y semiautomáticos, esto se lo realizó digitando sistemáticamente, para el caso de los mensajes semiautomáticos, las alertas respectivas en cuanto a paradas y mensajes varios; en tanto que para la alerta de exceso de pasajeros se esperó su reproducción automática.

#### **6.2. RESULTADOS**

Las pruebas de detección de personas, llevadas a cabo en el autobús, dieron como resultado un error del 0.76% como se muestra en la Tabla 6.1, esto se debe a una limitación en cuanto a la interpretación interna realizada por el sensor, ya que para rangos menores a un metro (1 m) aproximadamente, de acuerdo a la curva característica del dispositivo (ver Figura 2.6) los valores de voltaje se asemejan a los comprendidos entre los rangos de dos y tres metros (2 m - 3 m) y a la estatura de la persona pues se verificó que la altura mínima de detección es de 1.30 metros (1.30 m).

Los porcentajes de error obtenidos en cuanto al ingreso o salida de personas que representan valores que bordean al 10%, se produjeron debido a la forma de ingreso o

salida, es decir cuando dos o más personas intentan entrar y salir a la vez, esta acción provoca una interferencia con las secuencias de activación de los sensores, sin embargo la mayoría de las personas son detectadas.

**Tabla 6.1. Porcentaje de error en la detección de personas.**

Valor	Número de pasajeros		
	Ingresaron	Salieron	Total
<b>Real</b>	66	66	132
<b>Dispositivo</b>	61	70	131
<b>Porcentaje de error</b>	7,58	6,06	<b>0,76</b>

Los resultados que se obtuvieron en cuanto a la conectividad con la estación remota (base) se presentan en la Tabla 6.3, estos datos muestran el monitoreo cada cinco minutos aproximadamente, realizado a la unidad de transporte en su recorrido durante el lapso de media hora. El error máximo presentado en el tiempo de recepción de las tramas de usuario es de un adelanto de cuatro segundos (4 s) provocado por la red de datos de la operadora celular y para efectos de esta aplicación es despreciable; además mediante el esquema gráfico de la Figura 6.1 es posible verificar el camino seguido por el vehículo.

**Tabla 6.2. Cuadro de resultados de comunicación remota.**

	Trama	Hora de recepción de la trama	Error en segundos
Estación Base	Pasajeros: 5	09:13:14	-
	Alarmas: 0		
	Pasajeros: 5	09:18:13	00:00:01
	Alarmas: 0		
	Pasajeros: 13	09:23:09	00:00:04
	Alarmas: 0		
	Pasajeros: 18	09:28:06	00:00:03
	Alarmas: 0		
	Pasajeros: 21	09:33:03	00:00:03
	Alarmas: 0		
	Pasajeros: 25	09:38:00	00:00:03
	Alarmas: 0		

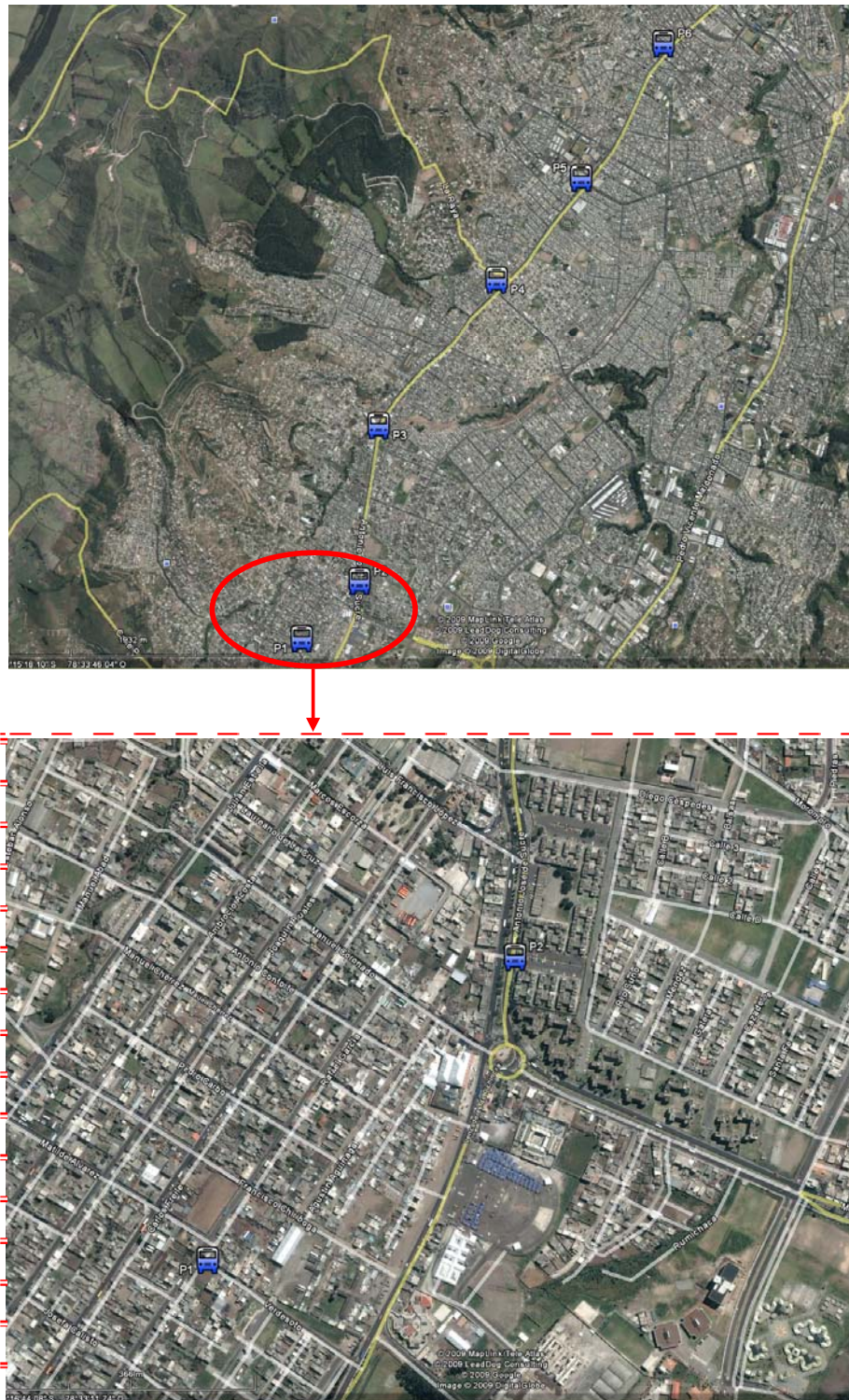


Figura 6.1. Recorrido realizado por la unidad de transporte.

Adicionalmente las pruebas de conectividad no solo consistieron en la comprobación de la comunicación remota (transmisión de tramas de usuario), sino también en la evaluación del módulo de control en cuanto a sus funcionalidades, dichos resultados se presentan a continuación en la Tabla 6.3.

**Tabla 6.3. Cuadro de resultados del módulo de control.**

	PARÁMETRO	EVALUACIÓN
Módulo de control	Alimentación del Circuito	El módulo trabajó correctamente con los voltajes correspondientes.
	Visualización de los datos en el LCD	La inicialización del LCD fue correcta.
	Opciones del MENÚ	El ingreso y la presentación de las opciones del menú fueron correctas.
	Envío de Datos	El envío de datos fue correcto.
	Pasajeros	La presentación de los datos fue correcta, siempre y cuando se ingrese la contraseña.
	Alarmas	La visualización fue correcta, tras ingresar la contraseña.
	Cambio de Contraseña	Tras el ingreso de la contraseña anterior, se pudo ingresar una nueva contraseña de cuatro dígitos, todo el proceso fue correcto.
	Configuración	La comprobación de la contraseña de ingeniería fue correcta.
	Máximo de Pasajeros	El ingreso y grabación de los datos (número máximo de pasajeros) fueron correctos.
	Sensor 1	El ingreso y grabación de los datos de calibración para el primer sensor fueron correctos.
	Sensor 2	El ingreso y grabación de los datos de calibración para el segundo sensor fueron correctos.
Centro de control	Visualización de los datos	El arribo de datos fue correcto.

En las pruebas de reproducción de mensajes audibles se incluyó una evaluación total del desempeño del módulo gestor de mensajes de voz pregrabados y de su respectivo grabador/reproductor de mensajes de voz, tal como se indica en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Cuadro de resultados del módulo gestor de mensajes de voz pregrabados.

	PARÁMETRO	EVALUACIÓN
<b>Módulo gestor de mensajes pregrabados de voz</b>	Alimentación del circuito	El módulo trabajó correctamente con los voltajes correspondientes.
	Visualización de la hora en el LCD	La inicialización del LCD y la visualización de la hora fueron correctos.
	Reproducción semiautomática de mensajes	La reproducción de los mensajes de: paradas, saludos y recolección de pasajes fue correcto luego de pulsar los botones correspondientes.
	Reproducción automática de alarmas	La detección de la señal externa enviada por el módulo central fue correcta por lo que la reproducción fue correcta.
	Seteo de la hora	El cambio y la grabación de la hora fueron correctos.
<b>Grabador/reproductor de mensajes de voz</b>	Alimentación del circuito	El módulo trabajó correctamente con los voltajes correspondientes.
	Visualización del estado del dispositivo	Los LEDs indicadores de estado (encendido y grabación) desplegaron la información de forma correcta.
	Grabación de mensajes audibles	La grabación de los mensajes de: alarmas, avisos y paradas fue correcto.
	Reproducción de mensajes audibles	La reproducción de los mensajes de: alarmas, avisos y paradas fue correcto luego de haber realizado su respectiva grabación.
	Control de volumen	La regulación del volumen en sus valores máximo y mínimo fue correcto.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Se diseñó e implementó un prototipo electrónico para el conteo automático de personas, con servicios de comunicación remota y gestión de avisos audibles para una unidad de la Cooperativa LATINA S.A.
- Se diseñó el prototipo de manera modular, permitiendo al usuario final escoger el módulo que más se ajuste a sus necesidades.
- Se llevó a cabo un análisis del rango de detección de personas en cuanto a su estatura obteniendo como resultado que aquellas personas cuya estatura sea menor de 1.30 metros pueden no ser detectadas por el dispositivo; dicho rango es aceptable ya que los niños menores de 8 años bordean dicha estatura y por lo general no pagan pasaje.
- Para la detección de personas en el presente proyecto se realizaron pruebas con dos tipos de sensores: los ultrasónicos y los infrarrojos, de lo cual se obtuvo que la efectividad de ambos sensores está arraigada a la superficie del objeto; es decir, material, rugosidad, color e inclinación sobre la cual el haz incide; sin embargo los infrarrojos presentaron mejores cualidades en la detección de personas y dentro de esta gama los sensores Sharp GP2Y0A700 son los más adecuados por sus características y sobre todo bajo costo.
- Se verificó que existen limitaciones en cuanto a la detección de personas, pues el ayudante del conductor es detectado siempre y cuando su comportamiento sea similar al de un pasajero, es decir active las alfombras de presencia y se encuentre en el rango de detección de los sensores fotoeléctricos.
- En cuanto a consumo de energía, el sistema es eficiente pues aproximadamente el consumo es de 3 vatios, este valor es sumamente bajo comparado con las potencias manejadas normalmente en un vehículo.

- El prototipo constituye una herramienta de seguridad y control, para el propietario, pues remotamente se pueden conocer datos sobre posición, velocidad, alarmas y número de personas de la unidad de transporte.
- El anuncio audible de avisos por parte del módulo gestor de mensajes de voz pregrabados además de brindar información a los usuarios sobre su ubicación permite regular el número de paradas que realice la unidad de transporte y reducir el congestionamiento vehicular.

### **RECOMENDACIONES**

- Se debe realizar, en el vehículo, un reconocimiento previo al montaje del prototipo, para determinar la adecuada ubicación de los dispositivos de detección, módulo central de control, módulo de comunicación remota y gestor de mensajes de voz pregrabados. Adicionalmente en dicha inspección se deben identificar los cables de poder de 24 voltios del switch de ignición, de 12 voltios continuos y de tierra.
- Para una instalación permanente del prototipo es necesario que las conexiones de los dispositivos de detección sean mediante canaletas o se pueda acceder fácilmente a ellas para su respectivo mantenimiento.
- Se debe realizar un chequeo preventivo cada mes de los sensores, ya que la suciedad acumulada en las lentes puede ocasionar un funcionamiento inadecuado.
- Debido al ambiente hostil en el que trabajará el prototipo (presencia de polvo, agua), se debe realizar un chequeo preventivo de las instalaciones del mismo para evitar su deterioro y mal funcionamiento.
- Para la limpieza de las alfombras no se deben utilizar mangueras a presión pues el agua puede introducirse y afectar las placas de las mismas, por lo cual se debe utilizar una escobilla de cerdas semiduras.
- Los parlantes de la unidad de transporte deben tener una conexión en serie pues si es en paralelo los requerimientos de corriente son mayores y el dispositivo de almacenamiento de audio ISD25120 puede ser afectado.



- El presente sistema fue implementado para un solo acceso, en caso de que una unidad de transporte posea más de un acceso, se debe incorporar un módulo que contenga la etapa de instrumentación y de control, y desarrollar la respectiva etapa de comunicación con el módulo principal.
- El estudio realizado permitirá posteriormente la implementación de un sistema propio de comunicación remota, el cual incluirá funciones y requerimientos de acuerdo a la necesidad del usuario final.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **1. Solución de problemas más frecuentes**

	PROBLEMA	SOLUCIÓN
Módulo de control	No es posible iniciar el equipo	Verifique que: - Las conexiones del equipo estén correctas. - La unidad de transporte esté encendida para que el equipo pueda obtener energía.
	La pantalla del LCD está en blanco	Verifique que: - El control de iluminación no esté en mínimo. Si el módulo está correctamente alimentado y no despliega ninguna información en el LCD, resetear al dispositivo mediante el botón: RESET.
	El ingreso de datos y el despliegue de la información está funcionando de manera anormal	Verifique que: - La tecla pulsada corresponda a la función que se desea ejecutar. Si el módulo deja de responder o se comporta de manera anormal, reinicie el dispositivo mediante el botón: RESET.
Módulo gestor de mensajes pregrabados de voz	No es posible iniciar el equipo	Verifique que: - Las conexiones del equipo estén correctas. - La unidad de transporte esté encendida para que el equipo pueda obtener energía.
	La pantalla del LCD está en blanco	Verifique que: - Las conexiones con el módulo de control sean correctas. - El control de iluminación no esté en mínimo. Si el módulo está correctamente alimentado y no despliega ninguna información en el LCD, resetear al dispositivo mediante el botón: RESET.
	El ingreso de la hora y el despliegue de la información en el LCD están funcionando de manera anormal	Verifique que: - El control de iluminación no esté en mínimo. - Haya pulsado el botón de configuración del reloj. - Haya configurado la hora actual del sistema. Resete al dispositivo mediante el botón: RESET.
Módulo gestor de mensajes pregrabados de voz	No reproduce ningún sonido	Verifique que: - Haya pulsado algún botón de mensajes audibles. - El dispositivo esté conectado a los parlantes del vehículo. - El control de volumen no esté en mínimo. - El dispositivo esté conectado al módulo de control mediante el cable de datos de 16 pines. Si el módulo sigue sin reproducir sonidos, reinicie el dispositivo mediante el botón: RESET.

	PROBLEMA	SOLUCIÓN
Grabador/reproductor de mensajes de voz	No es posible iniciar el equipo	Verifique que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El dispositivo esté conectado a la PC mediante el cable paralelo - paralelo.</li> <li>- El dispositivo esté energizado.</li> <li>- El switch de alimentación esté en la posición ENCENDIDO.</li> <li>- El software suministrado esté instalado correctamente.</li> </ul>
	No es posible grabar mensajes de voz	Verifique que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El ISD25120 esté ubicado correctamente en el zócalo de conexión.</li> <li>- El dispositivo esté conectado a la PC mediante el cable paralelo - paralelo.</li> <li>- La salida de audio de la PC reproduzca sonidos.</li> <li>- El archivo de sonido elegido contenga el mensaje a grabar.</li> <li>- Haya ejecutado el programa de grabación correctamente.</li> </ul> Resete al dispositivo mediante el switch: RESET.
	No es posible reproducir los mensajes de voz pregrabados	Verifique que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El dispositivo esté energizado y encendido.</li> <li>- El ISD25120 esté ubicado correctamente en el zócalo de conexión.</li> <li>- El control de volumen no esté en mínimo.</li> <li>- El dispositivo esté conectado a la PC mediante el cable paralelo - paralelo.</li> <li>- Haya ejecutado el programa de reproducción correctamente.</li> </ul> Resete al dispositivo mediante el switch: RESET.
	El software está funcionando de manera anormal	Desinstale e instale nuevamente el software. Ejecute una exploración de virus.

## **ANEXO 2**

### **2. Hojas Técnicas: Sensor Sharp GP2Y0A700**

Product name : Distance Measuring Sensor

Model No. : GP2Y0A700K0F

1. These specification sheets include materials protected under copyright of Sharp Corporation ("Sharp"). Please do not reproduce or cause anyone to reproduce them without Sharp's consent.
2. When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for use outlined in these specification sheets, as well as the precautions mentioned below. Sharp assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets, and the precautions mentioned below.

(Precautions)

- (1) This product is designed for use in the following application areas ;

• Computers • OA equipment • Telecommunication equipment (Terminal)  
• Measuring equipment • Tooling machines • Audio visual equipment  
• Home appliances

If the use of the product in the above application areas is for equipment listed in paragraphs (2) or (3), please be sure to observe the precautions given in those respective paragraphs.

- (2) Appropriate measures, such as fail-safe design and redundant design considering the safety design of the overall system and equipment, should be taken to ensure reliability and safety when this product is used for equipment which demands high reliability and safety in function and precision, such as ;

• Transportation control and safety equipment (aircraft, train, automobile etc.)  
• Traffic signals • Gas leakage sensor breakers • Rescue and security equipment  
• Other safety equipment

- (3) Please do not use this product for equipment which require extremely high reliability and safety in function and precision, such as ;

• Space equipment • Telecommunication equipment (for trunk lines)  
• Nuclear power control equipment • Medical equipment

- (4) Please contact and consult with a Sharp sales representative if there are any questions regarding interpretation of the above three paragraphs.

3. Please contact and consult with a Sharp sales representative for any questions about this product.



1. Application

This specification applies to for the outline and characteristics of distance measuring sensor, GP2Y0A700K0F.

2. Outline

Refer to the attached drawing No. CY13025J02B.

3. Ratings and characteristics

Refer to the attached sheet, page 5, 6.

4. Reliability

Refer to the attached sheet, Page 7.

5. Outgoing inspection

Refer to the attached sheet, Page 7.

6. Supplements

6-1 GP2Y0A700K0F Example of Output distance characteristics

Refer to the attached sheet, page 8.

6-2 Product mass : Approx. 16g (TYP)

6-3 This product shall not contain the following materials.

Also, the following materials shall not be used in the production process for this product.

Materials for ODS : CFCs, Halon, Carbon tetrachloride, 1-1-1 Trichloroethane (Methyl chloroform)

6-4 Brominated flame retardants

Specific brominated flame retardants such as the PBBOs and PBBs are not used in this device at all.

6-5 This product does not contain the chemical materials regulated by RoHS.

(Except for the NOT regulated by RoHS directive)

6-6 Packing

Refer to the attached sheet, Page 9.

7. Notes

[Advice for the optics]

7-1 The lens of this device needs to be kept clean. There are cases that dust, water or oil and so on deteriorate the characteristics of this device. Please consider in actual application.

7-2 In case that protection is set in front of the emitter and detector portion, the protection cover which has the most efficient transmittance at the emitting wavelength range of LED for this product ( $\lambda=870\text{nm}\pm 70\text{nm}$ ), shall be recommended to use. Also, as there are cases that the characteristics may not be satisfied with according to the distance between the protection cover and this product or the thickness of the protection cover, please use this product after confirming the operation sufficiently in actual application.

7-3 In case that there is an object near to light exits of the sensor between the sensor and the detected object, please use this device after confirming sufficiently what the characteristics of this sensor do not change by the object.

[Advice for the characteristics]

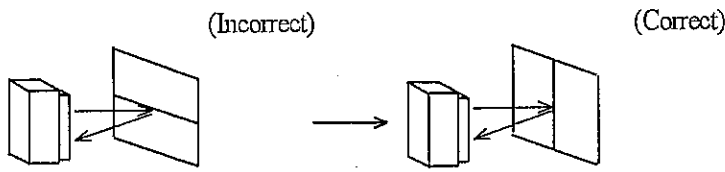
7-4 When the detector surface receive direct light from the sun, tungsten lamp and so on, there are cases that it can not measure the distance exactly. Please consider the design that the detector does not receive direct light from such light source.

7-5 Distance between sensor and mirror reflector can not be sometimes measured exactly.

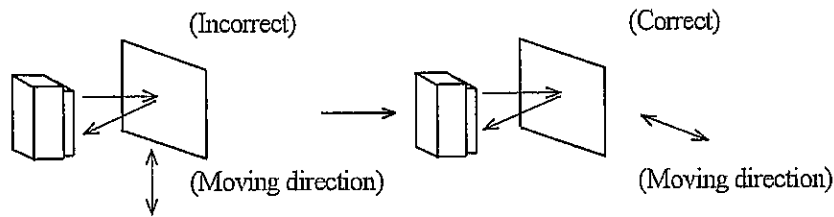
In case of changing the mounting angle of this product, it may measure the distance exactly.



7-6 In case that reflective object has boundary line clearly, there is case that distance can not be measured exactly. At that time, if direction of boundary line and the line between emitter center and detector center parallels, it is possible to decrease deviation of measuring distance.



7-7 In order to decrease measuring error by moving direction of object, we recommend to mount the sensor like below drawing.



7-8 In order to stabilize power supply line, we recommend to connect a by-pass capacitor of 10 $\mu$ F or more between Vcc and GND near this product.

7-9 Please use a power supply which can output 350mA or more to operate this product properly since this product requires about 330mA as the sensing peak current to LED.

[Notes on handling]

7-10 Please don't do washing. Washing may deteriorate the characteristics of optical system and so on.

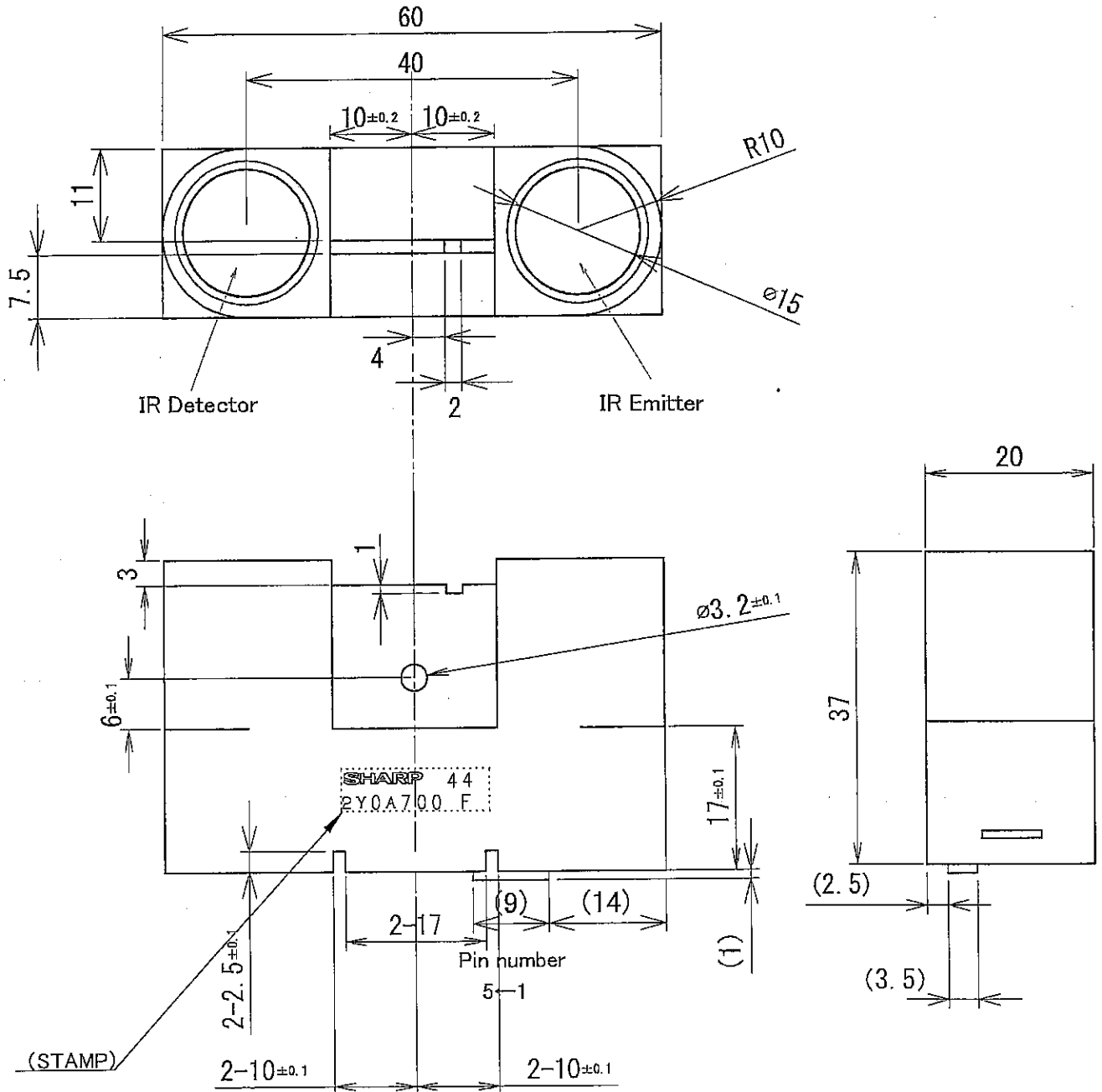
7-11 When the lens of the sensor acquire dust on its surface, please wipe dust off from the lens by using dry and soft cloth without scratching its surface.

7-12 There are some possibilities that the sensor inside the case package with lens may be exposed to the excessive mechanical stress. Please be careful not to cause any excessive pressure on the case package with lens and also on the PCB at the assembly and inserting of the set.

## 2. Outline

GP2Y0A700K0F

Drawing No.: CY13025J02B    Scale: Free    Unit: mm



STAMP (Example) Production year : Last digit of prod. year  
Production month : Jan. to Sep. ; 1 to 9  
Oct. ; X, Nov. ; Y, Dec. ; Z

SHARP 44  
2Y0A700 F  
Model name

Note1) Unspecified tolerances shall be  $\pm 0.3$ mm

2) Pin arrangements

1, 5: GND

2, 3: Vcc

4 : Vo

3) The connector is made by JST and its parts number is B5B-ZR.

4) The dimensions in parenthesis are shown for reference.

3-1 Absolute maximum ratings

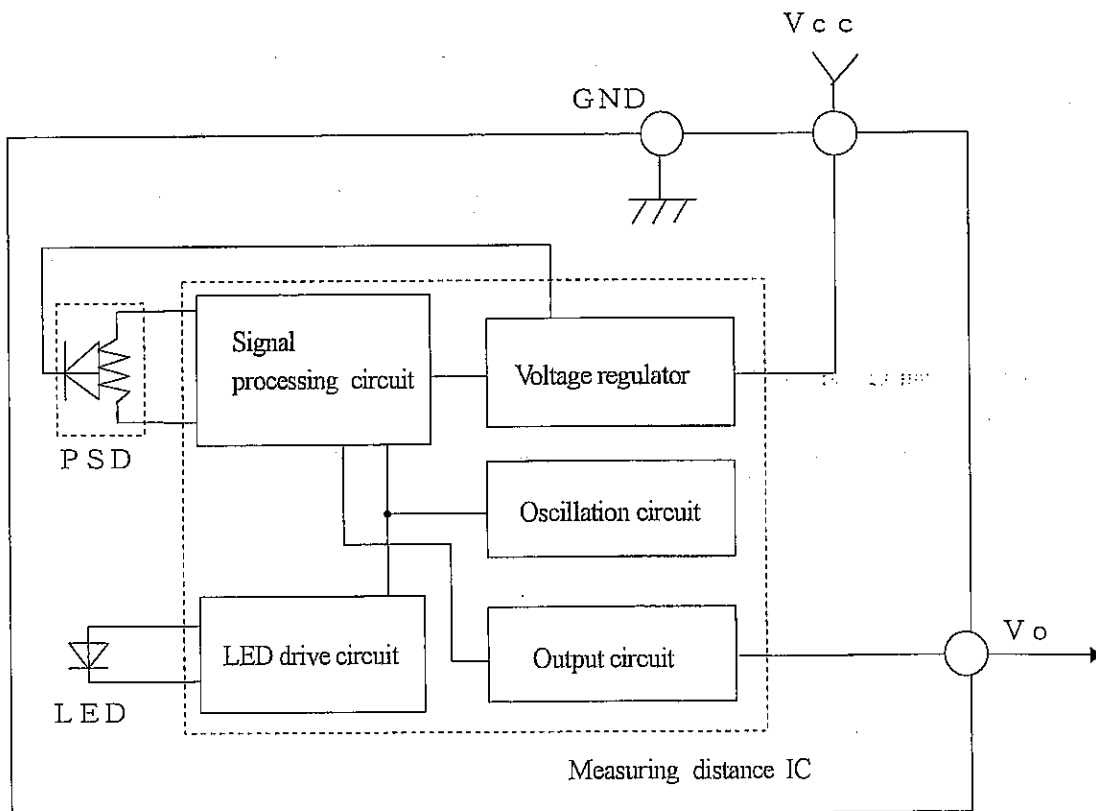
(Ta=25°C, Vcc=5V)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit	Remark
Supply voltage	Vcc	-0.3 to +7	V	-
Output terminal voltage	Vo	-0.3 to Vcc+0.3	V	-
Operating temperature	Topr	-10 to +60	°C	-
Storage temperature	Tstg	-40 to +70	°C	-

Operating supply voltage

Symbol	Rating	Unit	Remark
Vcc	4.5 to 5.5	V	-

3-2 Schematic



## 3-3 Electro-optical Characteristics

&lt;Distance measuring sensor&gt;

(Ta=25°C, Vcc=5V)

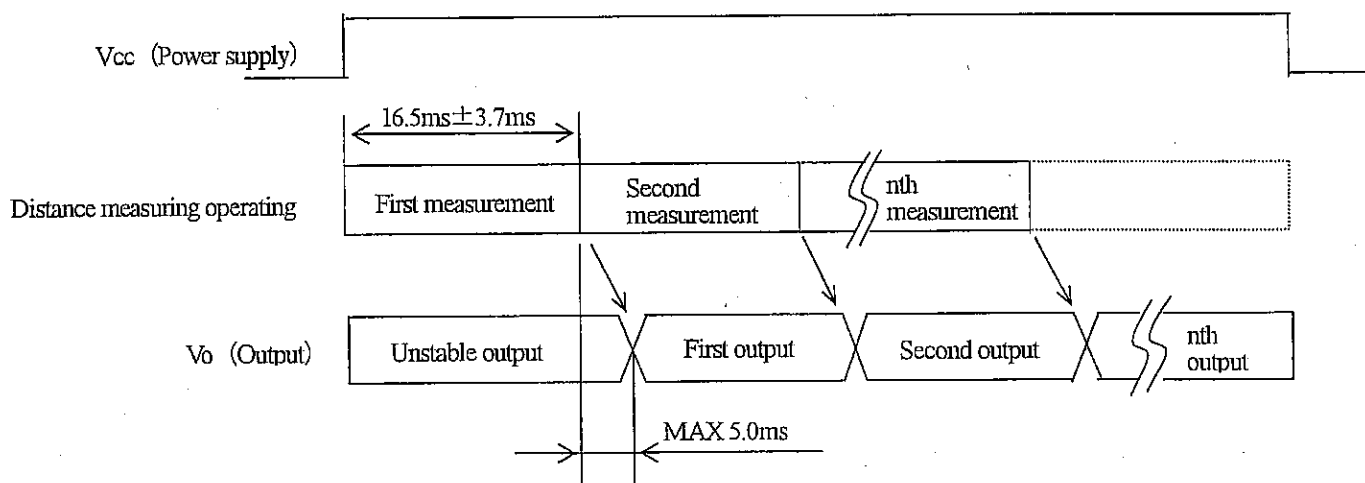
Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Average supply current	Icc		-	30	50	mA
Measuring distance range	$\Delta L$	(Note 1)	100	-	550	cm
Output terminal voltage	Vo1	L=100cm (Note 1)	2.5	2.7	2.9	V
Output voltage gap	$\Delta Vo1$	Output voltage gap between L=100cm and L=200cm (Note 1)	1.0	1.2	1.4	V
	$\Delta Vo2$	Output voltage gap(L=100cm→200cm) / Output voltage gap(L=200cm→550cm) (Note 1)	1.0	1.5	2.0	V

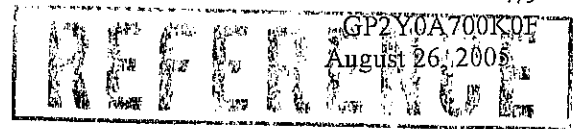
※ L: Distance to reflective object

Note 1: Reflection: White paper (Made by Kodak Co., Ltd. gray cards R-27•white face, reflectance; 90%)

Note 2: The value measured at 550cm is the average value of 20 times of distance measuring operation.

## Timing chart





## 4. Reliability

The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level : 90%

LTPD : 20 or 30

No.	Test Items	Test Conditions	Failure Judgement Criteria	Samples (n)
				Defective (c)
1	Temperature cycling	1 cycle -40°C to +70°C (30min.) (30min.) 25 cycle test	$\text{Initial} \times 0.8 > V_{o1}$ $\Delta V_{o1}, \Delta V_{o2}$ $V_{o1}, \Delta V_{o1}, \Delta V_{o2}$ $> \text{Initial} \times 1.2$  (Note 1)	n=11, c=0
2	High temp. and high humidity storage	+40°C, 90%RH, 500h		n=11, c=0
3	High temp. storage	+70°C, 500h		n=11, c=0
4	Low temp. storage	-40°C, 500h		n=11, c=0
5	Operation life (High temp.)	+60°C, Vcc=5V, 500h		n=11, c=0
6	Mechanical shock	1000m/s <sup>2</sup> , 6.0ms 3times/±X, ±Y, ±Z direction		n=8, c=0
7	Variable frequency vibration	10 to 55 to 10Hz/1min. 2h/X, Y, Z direction overall amplitude : 1.5mm		n=8, c=0

(Note 1) Measuring conditions are according to 3-3 Electro-optical characteristics.

(Note 2) After test, characteristics shall be measured after leaving under the normal temperature and the normal humidity for two hours. But no dew point.

## 5. Outgoing inspection

## (1) Inspection item

Characteristics ( $V_{o1}$ ,  $\Delta V_{o1}$ ,  $\Delta V_{o2}$ )

Appearance

## (2) Inspection method

A single sampling plan, normal inspection level II based on ISO 2859 is applied.

The AQL according to the inspection items are shown below.

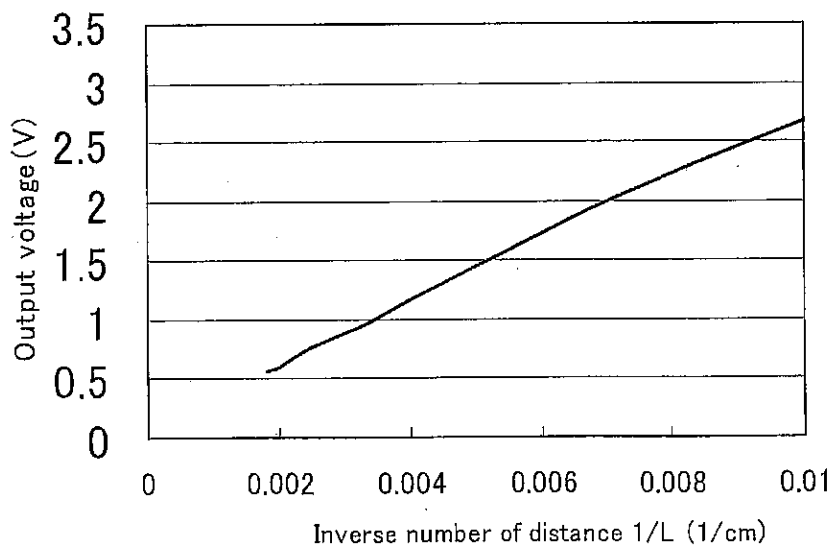
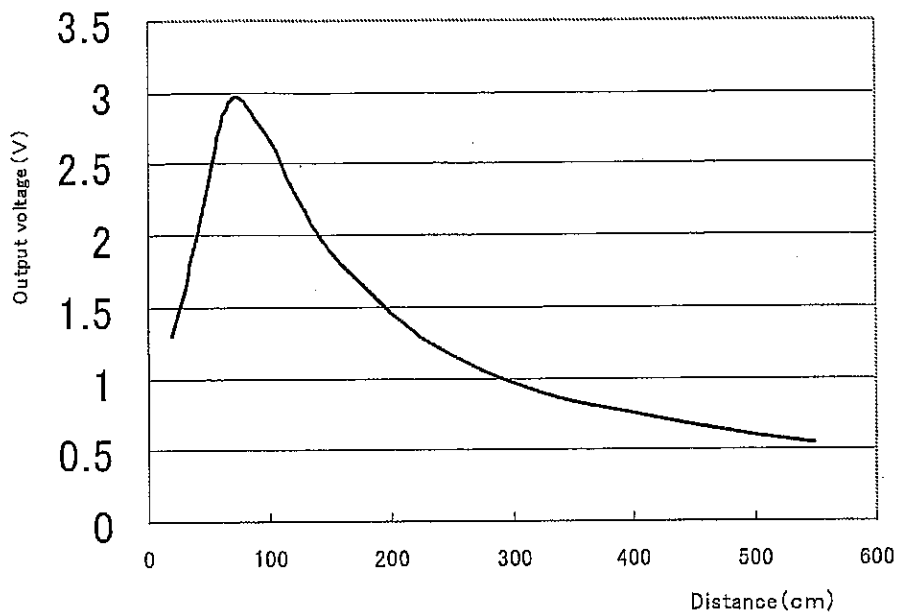
Defect	Inspection item	AQL (%)
Major defect	Electro-optical characteristics defect (In para. 3-3)	0.4
Minor defect	Defect on appearance and dimension ※ Crack, chip, scratch, stain	1.0

※ Crack, chip, scratch, stain

One which affects the characteristics of para. 3-3 shall be defect.



6-1. Example of distance measuring characteristics (output)



Note. Reflection: White paper (reflectance : 90%)

## **ANEXO 3**

### **3. Hojas Técnicas: Microcontrolador PIC16F87XA**



# PIC16F87XA

## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input  
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory, Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM), Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

### Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

### CMOS Technology:

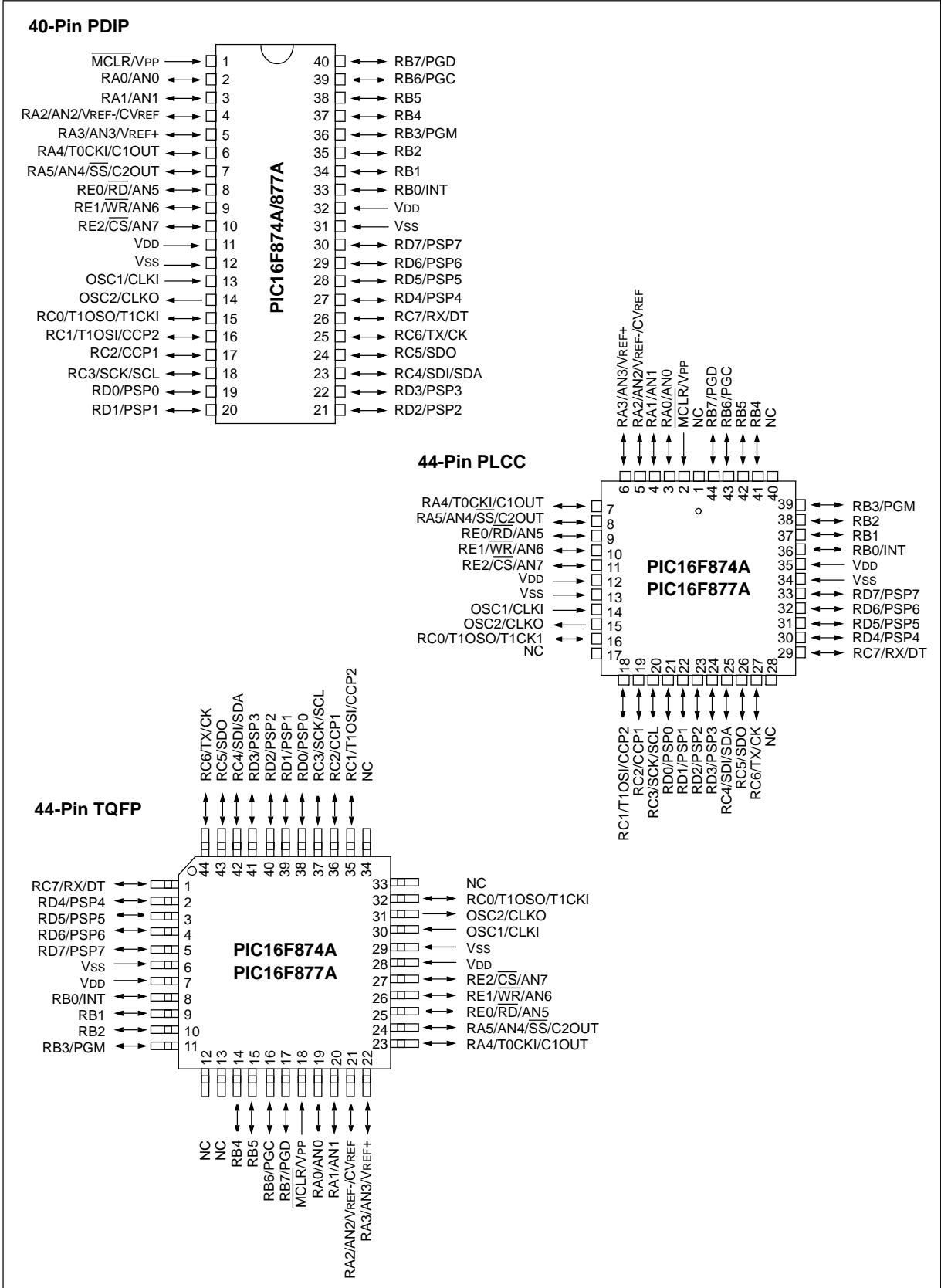
- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I <sup>2</sup> C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2



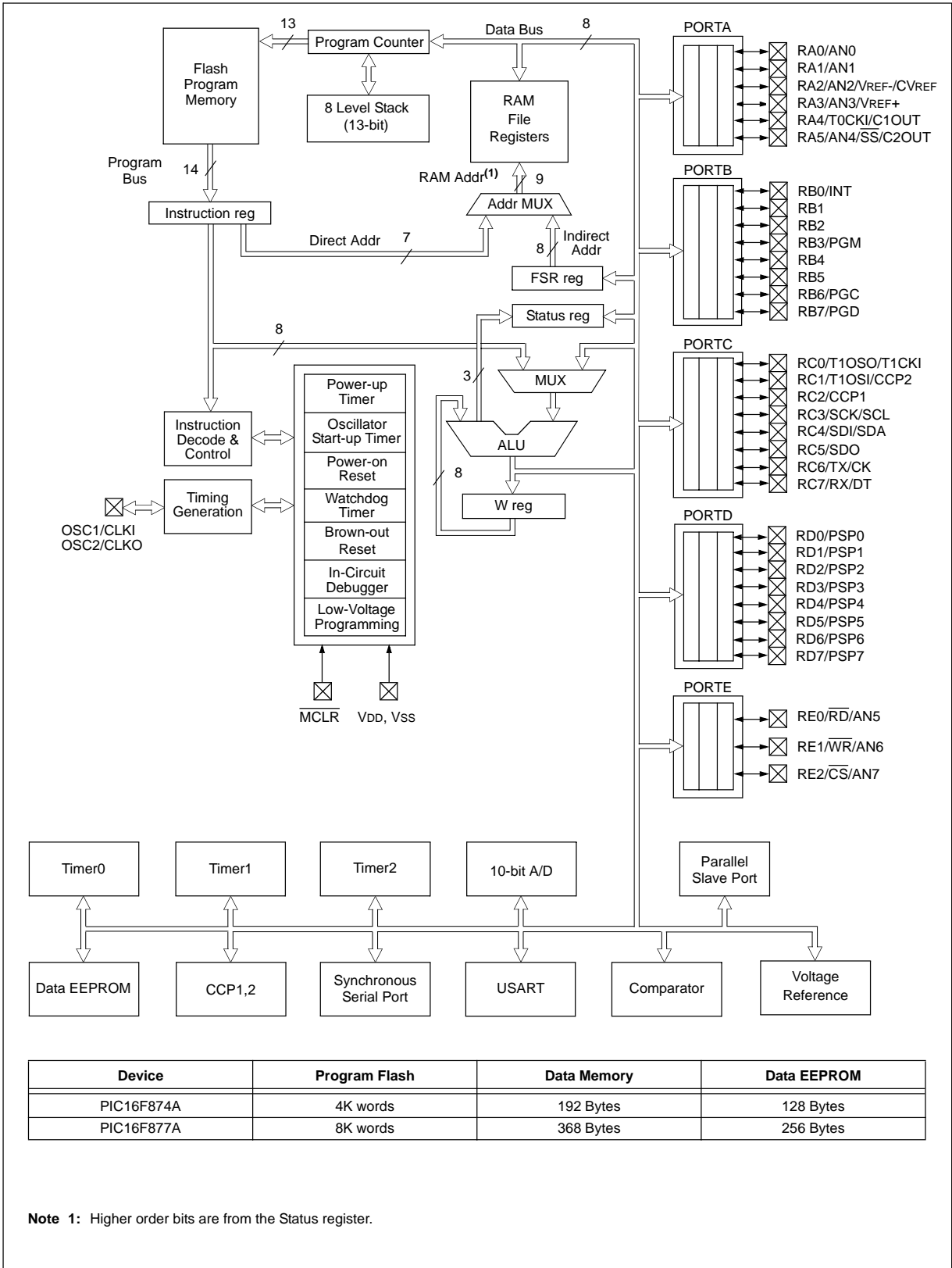
# PIC16F87XA

## Pin Diagrams (Continued)



# PIC16F87XA

**FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM**



Device	Program Flash	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

**Note 1:** Higher order bits are from the Status register.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1  CLKI	13	14	30	32	I  I	ST/CMOS <sup>(4)</sup>	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2  CLKO	14	15	31	33	O  O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR  VPP	1	2	18	18	I  P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	3	19	19	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	4	20	20	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	5	21	21	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	6	22	22	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4  T0CKI C1OUT	6	7	23	23	I/O  I O	ST	Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	8	24	24	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
— = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
**2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	33	36	8	9	I/O I	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.  Digital I/O. External interrupt.
RB1	34	37	9	10	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	35	38	10	11	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	36	39	11	12	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin.
RB4	37	41	14	14	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	38	42	15	15	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	39	43	16	16	I/O I	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	40	44	17	17	I/O I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	15	16	32	34	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	16	18	35	35	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	17	19	36	36	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK  SCL	18	20	37	37	I/O I/O  I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I <sup>2</sup> C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	23	25	42	42	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I <sup>2</sup> C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	24	26	43	43	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	25	27	44	44	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	26	29	1	1	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
**2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87XA

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RD0/PSP0 RD0 PSP0	19	21	38	38	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTD is a bidirectional I/O port or Parallel Slave Port when interfacing to a microprocessor bus.  Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD1/PSP1 RD1 PSP1	20	22	39	39	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD2/PSP2 RD2 PSP2	21	23	40	40	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD3/PSP3 RD3 PSP3	22	24	41	41	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD4/PSP4 RD4 PSP4	27	30	2	2	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD5/PSP5 RD5 PSP5	28	31	3	3	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD6/PSP6 RD6 PSP6	29	32	4	4	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD7/PSP7 RD7 PSP7	30	33	5	5	I/O I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RE0/ $\overline{\text{RD}}$ /AN5 RE0 $\overline{\text{RD}}$ AN5	8	9	25	25	I/O I I	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTE is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Read control for Parallel Slave Port. Analog input 5.
RE1/ $\overline{\text{WR}}$ /AN6 RE1 $\overline{\text{WR}}$ AN6	9	10	26	26	I/O I I	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Write control for Parallel Slave Port. Analog input 6.
RE2/ $\overline{\text{CS}}$ /AN7 RE2 $\overline{\text{CS}}$ AN7	10	11	27	27	I/O I I	ST/TTL <sup>(3)</sup>	Digital I/O. Chip select control for Parallel Slave Port. Analog input 7.
Vss	12, 31	13, 34	6, 29	6, 30, 31	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11, 32	12, 35	7, 28	7, 8, 28, 29	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1, 17, 28, 40	12, 13, 33, 34	13	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

**Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
**Note 2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**Note 3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

## **ANEXO 4**

### **4. Hojas Técnicas: Dispositivo de Reproducción/Grabación de voz ISD25120**



# ISD2560/75/90/120 Products

## Single-Chip Voice Record/Playback Devices 60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

### GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip Record/Playback solutions for 60- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multi-level storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

### FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice Record/Playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 60, 75, 90, and 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
  - Standby current 1  $\mu$ A (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)

**2**

**Table 2-76: ISD2560/75/90/120 Product Summary**

Part Number	Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD2560	60	8.0	3.4
ISD2575	75	6.4	2.7
ISD2590	90	5.3	2.3
ISD25120	120	4.0	1.7



- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, SOIC, and TSOP packaging
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

**Duration**

To meet end system requirements, the ISD2500 Series offers single-chip solutions at 60, 75, 90, and 120 seconds. Parts may also be cascaded together for longer durations.

**EEPROM Storage**

One of the benefits of ISD’s ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

**Microcontroller Interface**

In addition to its simplicity and ease of use, the ISD2500 Series includes all the interfaces necessary for microcontroller-driven applications. The address and control lines can be interfaced to a microcontroller and manipulated to perform a variety of tasks, including message assembly, message concatenation, predefined fixed message segmentation, and message management.

**DETAILED DESCRIPTION**

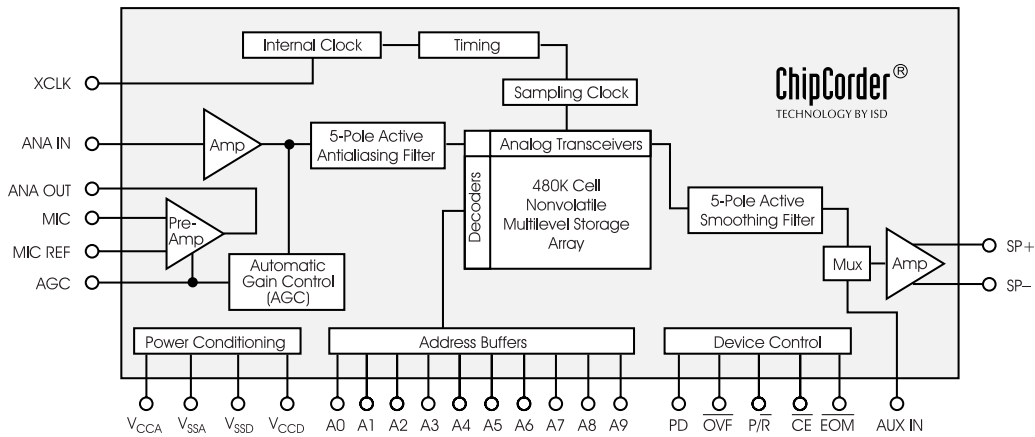
**Speech/Sound Quality**

The ISD2500 Series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD2560/75/90/120 Product Summary table on the previous page to compare filter pass band and product durations.

The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions.

2

**Figure 2-33: ISD2560/75/90/120 Device Block Diagram**



## Programming

The ISD2500 Series is also ideal for playback-only applications, where single or multiple messages are referenced through buttons, switches, or a microcontroller. Once the desired message configuration is created, duplicates can easily be generated via an ISD programmer.

## PIN DESCRIPTIONS

### Voltage Inputs ( $V_{CCA}$ , $V_{CCD}$ )

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD2500 Series devices use separate power busses. These voltage busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

### Ground Inputs ( $V_{SSA}$ , $V_{SSD}$ )

The ISD2500 Series of devices utilizes separate analog and digital ground busses. These pins should be connected separately through a low-impedance path to power supply ground. The backside of the die is connected to  $V_{SS}$  through the substrate resistance. In a chip-on-board design the die attach area must be connected to  $V_{SS}$  or left floating.

### Power Down Input (PD)

When not recording or playing back, the PD pin should be pulled HIGH to place the part in a very low power mode (see  $I_{SB}$  specification). When  $\overline{OVF}$  pulses LOW for an overflow condition, PD should be brought HIGH to reset the address pointer back to the beginning of the Record/Playback space. The PD pin has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

### Chip Enable Input ( $\overline{CE}$ )

The  $\overline{CE}$  pin is taken LOW to enable all Playback and Record operations. The address inputs and Playback/Record input (P/R) are latched by the falling edge of  $\overline{CE}$ .  $\overline{CE}$  has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

### Playback/Record Input (P/R)

The P/R input is latched by the falling edge of the  $\overline{CE}$  pin. A HIGH level selects a Playback cycle while a LOW level selects a Record cycle. For a Record cycle, the address inputs provide the starting address and recording continues until PD or  $\overline{CE}$  is pulled HIGH or an overflow is detected (i.e. the chip is full). When a Record cycle is terminated by pulling PD or  $\overline{CE}$  HIGH, an End-Of-Message (EOM) marker is stored at the current address in memory. For a Playback cycle, the address inputs provide the starting address and the device will play until an EOM marker is encountered. The device can continue past an EOM marker in an operational mode, or if  $\overline{CE}$  is held LOW in address mode. (See page 2-122 for more Operational Modes).

### End-Of-Message / RUN Output (EOM)

A nonvolatile marker is automatically inserted at the end of each recorded message. It remains there until the message is recorded over. The EOM output pulses LOW for a period of  $T_{EOM}$  at the end of each message.

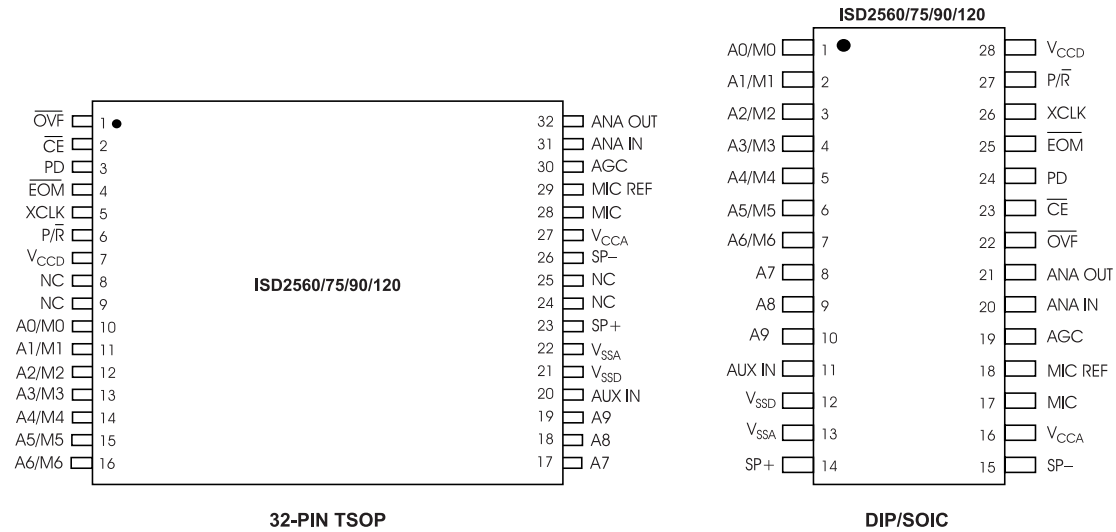
In addition, the ISD2500 Series has an internal  $V_{CC}$  detect circuit to maintain message integrity should  $V_{CC}$  fall below 3.5V. In this case,  $\overline{EOM}$  goes LOW and the device is fixed in Playback-only mode.

When the device is configured in Operational Mode M6 (Push-Button Mode), this pin provides an active-HIGH RUN signal, indicating the device is currently recording or playing. This signal can conveniently drive an LED for a visual indicator of a Record or Playback operation in process.

### Overflow Output ( $\overline{OVF}$ )

This signal pulses LOW at the end of memory space, indicating the device has been filled and the message has overflowed. The  $\overline{OVF}$  output then follows the  $\overline{CE}$  input until a PD pulse has reset the device. This pin can be used to cascade several ISD2500 devices together to increase Record/Playback durations.

Figure 2-34: ISD2560/75/90/120 Device Pinouts



## 2

### Microphone Input (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from -15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 K ohm resistance on this pin, determines the low-frequency cutoff for the ISD2500 Series passband. See Chapter 5, Application Information for additional information on low-frequency cutoff calculation.

### Microphone Reference Input (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected to a differential microphone.

### Automatic Gain Control Input (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of whispers to loud sounds to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 K $\Omega$  internal resistance and an external capacitor (C2 on the schematic on page 2-135) connected from the AGC pin to V<sub>SSA</sub> analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R2) and an external capacitor (C2) connected in parallel between the AGC Pin and V<sub>SSA</sub> analog ground. Nominal values of 470 K $\Omega$  and 4.7  $\mu$ F give satisfactory results in most cases.

### Analog Output (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

### Analog Input (ANA IN)

The analog input pin transfers its signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 K $\Omega$  input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

### External Clock Input (XCLK)

The external clock input for the ISD2500 devices has an internal pull-down device. These devices are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to  $\pm 1\%$  of specification. The frequency is then maintained to a variation of  $\pm 2.25\%$  over the entire commercial temperature and operating voltage ranges. The internal clock has a  $\pm 5\%$  tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

**Table 2-77: External Clock Sample Rates**

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD2560	8.0 KHz	1024 KHz
ISD2575	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD2590	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD25120	4.0 KHz	512 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two. **If the XCLK is not used, this input must be connected to ground.**

### Speaker Outputs (SP+ /SP-)

All devices in the ISD2500 Series include an on-chip differential speaker driver, capable of driving 50 milliwatts into 16  $\Omega$  from AUX IN (12.2 mW from memory).

The speaker outputs are held at  $V_{SSA}$  levels during record and power down. It is therefore not possible to parallel speaker outputs of multiple ISD2500 devices or the outputs of other speaker drivers.

**NOTE** Connection of speaker outputs in parallel may cause damage to the device.

A single output may be used alone (including a coupling capacitor between the SP pin and the speaker). These outputs may be used individually with the output signal taken from either pin. Using the differential outputs results in a 4:1 improvement in output power.

**NOTE** Never ground or drive an unused speaker output.

2

### Auxiliary Input (AUX IN)

The Auxiliary Input is multiplexed through to the output amplifier and speaker output pins when  $\overline{CE}$  is HIGH,  $P/\overline{R}$  is HIGH, and Playback is currently not active or if the device is in Playback overflow. When cascading multiple ISD2500 devices, the AUX IN pin is used to connect a Playback signal from a following device to the previous output speaker drivers. For noise considerations, it is suggested that the auxiliary input not be driven when the storage array is active.

### Address/Mode Inputs (Ax/Mx)

The Address/Mode Inputs have two functions depending on the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address (A8 and A9).

## **ANEXO 5**

### **5. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Reloj en Tiempo Real DS1307**

### GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I<sup>2</sup>C, bidirectional 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 backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

### 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
- I<sup>2</sup>C Serial Interface
- Programmable Square-Wave 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 Plastic DIP or SO
- Underwriters Laboratory (UL) Recognized

*Typical Operating Circuit and Pin Configurations appear at end of data sheet.*

### ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z/T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN/T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+ Denotes a lead-free/RoHS-compliant device.

\* A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free device.

**Note:** Some revisions of this device may incorporate deviations from published specifications known as errata. Multiple revisions of any device may be simultaneously available through various sales channels. For information about device errata, click here: [www.maxim-ic.com/errata](http://www.maxim-ic.com/errata).

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground.....	-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (Noncondensing)	
Commercial.....	0°C to +70°C
Industrial.....	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range.....	-55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads).....	+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount).....	See JPC/JEDEC Standard J-STD-020

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

**RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS**

(T<sub>A</sub> = 0°C to +70°C, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V <sub>IH</sub>		2.2		V <sub>CC</sub> + 0.3	V
Logic 0 Input	V <sub>IL</sub>		-0.3		+0.8	V
V <sub>BAT</sub> Battery Voltage	V <sub>BAT</sub>		2.0	3	3.5	V

**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

(V<sub>CC</sub> = 4.5V to 5.5V; T<sub>A</sub> = 0°C to +70°C, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I <sub>LI</sub>		-1		1	μA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I <sub>LO</sub>		-1		1	μA
Logic 0 Output (I <sub>OL</sub> = 5mA)	V <sub>OL</sub>				0.4	V
Active Supply Current (f <sub>SCL</sub> = 100kHz)	I <sub>CCA</sub>				1.5	mA
Standby Current	I <sub>CCS</sub>	(Note 3)			200	μA
V <sub>BAT</sub> Leakage Current	I <sub>BATLKG</sub>			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V <sub>BAT</sub> = 3.0V)	V <sub>PF</sub>		1.216 x V <sub>BAT</sub>	1.25 x V <sub>BAT</sub>	1.284 x V <sub>BAT</sub>	V

**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

(V<sub>CC</sub> = 0V, V<sub>BAT</sub> = 3.0V; T<sub>A</sub> = 0°C to +70°C, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V <sub>BAT</sub> Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I <sub>BAT1</sub>			300	500	nA
V <sub>BAT</sub> Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I <sub>BAT2</sub>			480	800	nA
V <sub>BAT</sub> Data-Retention Current (Oscillator Off)	I <sub>BATDR</sub>			10	100	nA

**WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.**

**AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**(V<sub>CC</sub> = 4.5V to 5.5V; T<sub>A</sub> = 0°C to +70°C, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t <sub>BUF</sub>		4.7			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t <sub>HD:STA</sub>	(Note 4)	4.0			μs
LOW Period of SCL Clock	t <sub>LOW</sub>		4.7			μs
HIGH Period of SCL Clock	t <sub>HIGH</sub>		4.0			μs
Setup Time for a Repeated START Condition	t <sub>SU:STA</sub>		4.7			μs
Data Hold Time	t <sub>HD:DAT</sub>		0			μs
Data Setup Time	t <sub>SU:DAT</sub>	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t <sub>R</sub>				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t <sub>F</sub>				300	ns
Setup Time for STOP Condition	t <sub>SU:STO</sub>		4.7			μs

**CAPACITANCE**(T<sub>A</sub> = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	C <sub>I/O</sub>				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C <sub>B</sub>	(Note 7)			400	pF

**Note 1:** All voltages are referenced to ground.**Note 2:** Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.**Note 3:** I<sub>CCS</sub> specified with V<sub>CC</sub> = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.**Note 4:** After this period, the first clock pulse is generated.**Note 5:** A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the V<sub>IH(MIN)</sub> of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.**Note 6:** The maximum t<sub>HD:DAT</sub> only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t<sub>LOW</sub>) of the SCL signal.**Note 7:** C<sub>B</sub>—total capacitance of one bus line in pF.



## TIMING DIAGRAM

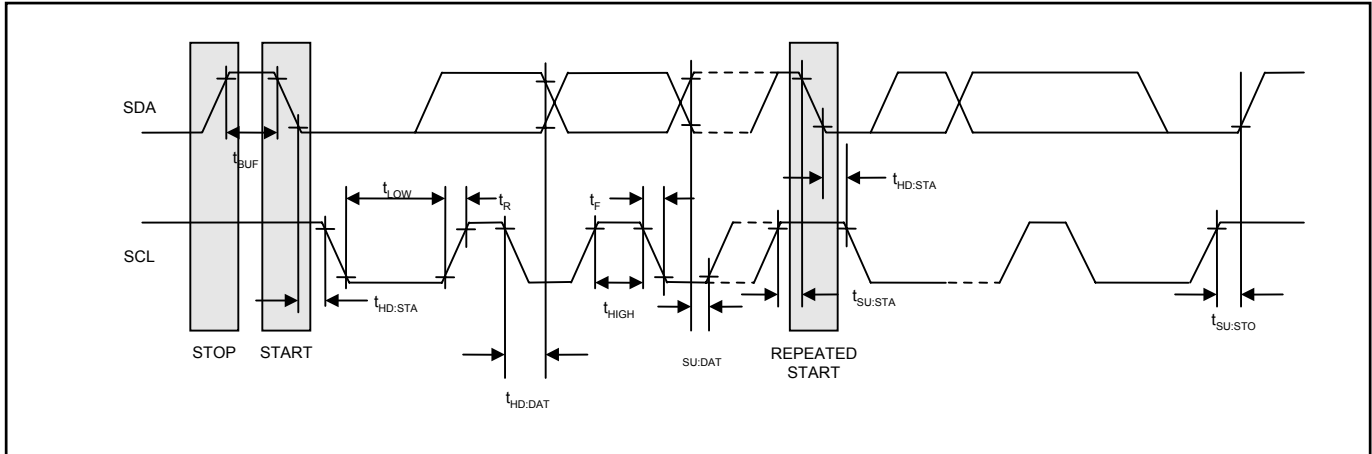
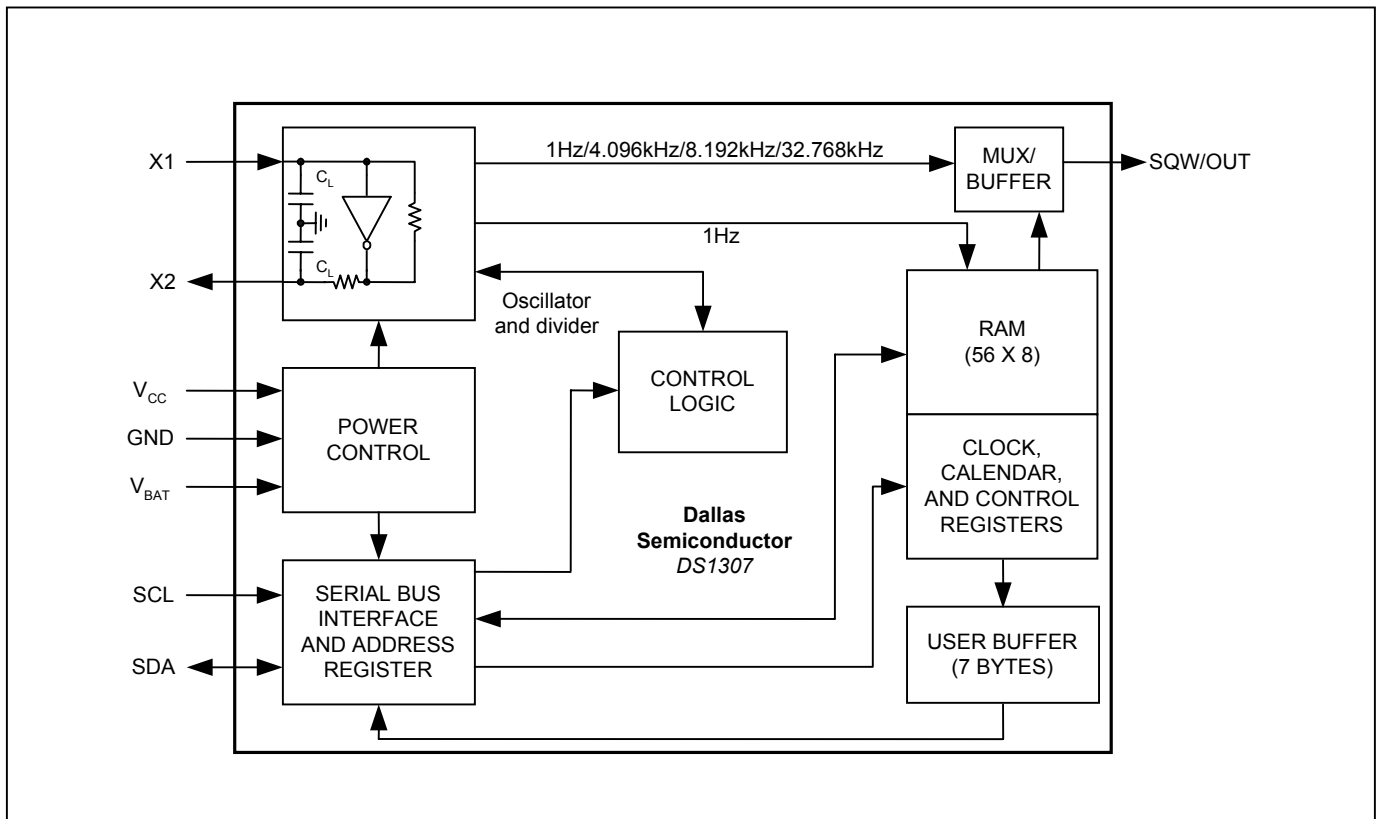
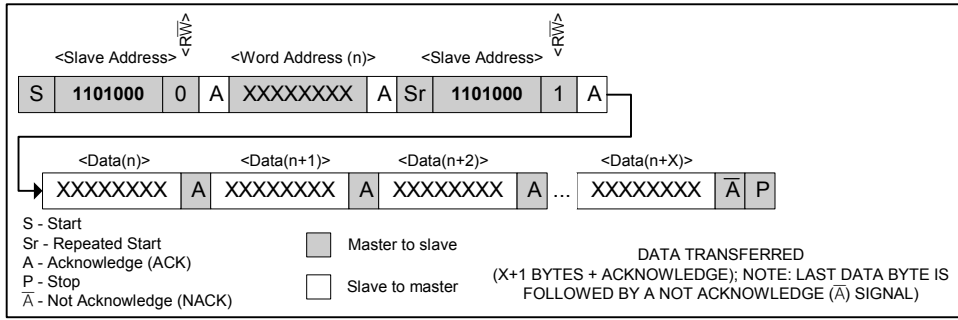


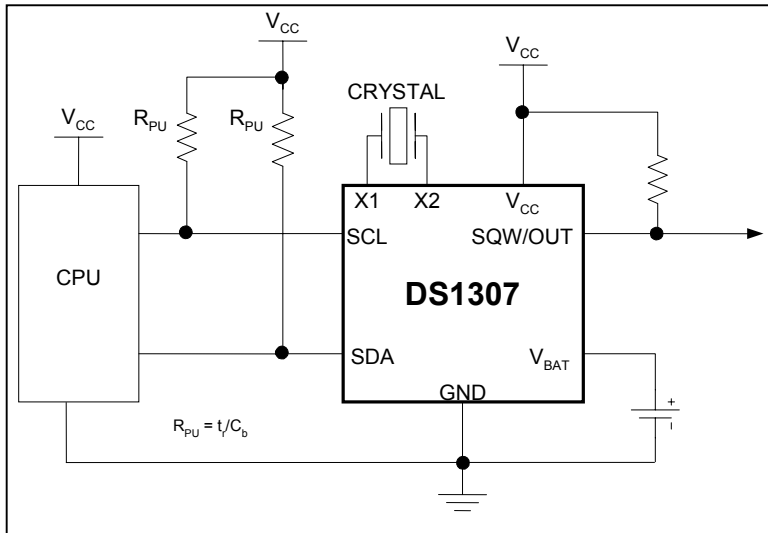
Figure 1. Block Diagram



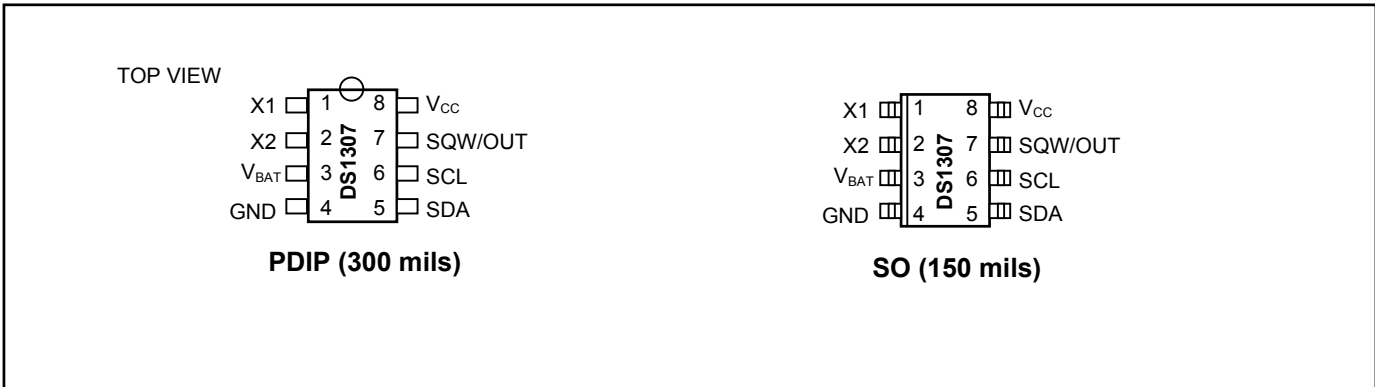
**Figure 6. Data Read (Write Pointer, Then Read)—Slave Receive and Transmit**



**TYPICAL OPERATING CIRCUIT**



**PIN CONFIGURATIONS**



## **ANEXO 6**

### **6. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Codificador de teclado 74C922**

## MM74C922 • MM74C923 16-Key Encoder • 20-Key Encoder

### General Description

The MM74C922 and MM74C923 CMOS key encoders provide all the necessary logic to fully encode an array of SPST switches. The keyboard scan can be implemented by either an external clock or external capacitor. These encoders also have on-chip pull-up devices which permit switches with up to 50 kΩ on resistance to be used. No diodes in the switch array are needed to eliminate ghost switches. The internal debounce circuit needs only a single external capacitor and can be defeated by omitting the capacitor. A Data Available output goes to a high level when a valid keyboard entry has been made. The Data Available output returns to a low level when the entered key is released, even if another key is depressed. The Data Available will return high to indicate acceptance of the new key after a normal debounce period; this two-key roll-over is provided between any two switches.

An internal register remembers the last key pressed even after the key is released. The 3-STATE outputs provide for easy expansion and bus operation and are LPTTL compatible.

### Features

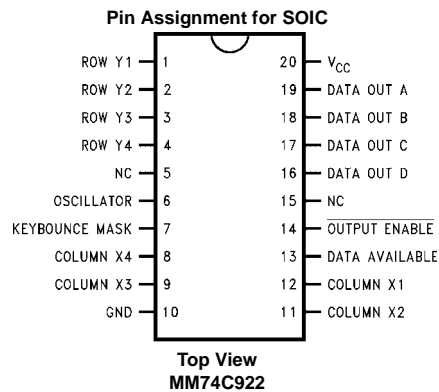
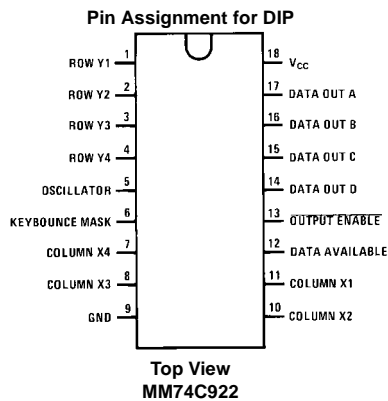
- 50 kΩ maximum switch on resistance
- On or off chip clock
- On-chip row pull-up devices
- 2 key roll-over
- Keybounce elimination with single capacitor
- Last key register at outputs
- 3-STATE output LPTTL compatible
- Wide supply range: 3V to 15V
- Low power consumption

### Ordering Code:

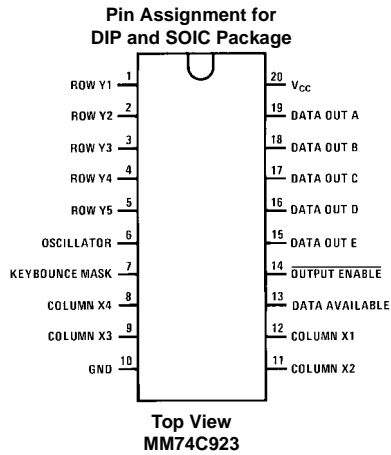
Order Number	Package Number	Package Description
MM74C922WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C922N	N18B	18-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
MM74C923WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C923N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Device also available in Tape and Reel. Specify by appending suffix letter "X" to the ordering code.

### Connection Diagrams



**Connection Diagrams** (Continued)



**Truth Tables**

(Pins 0 through 11)

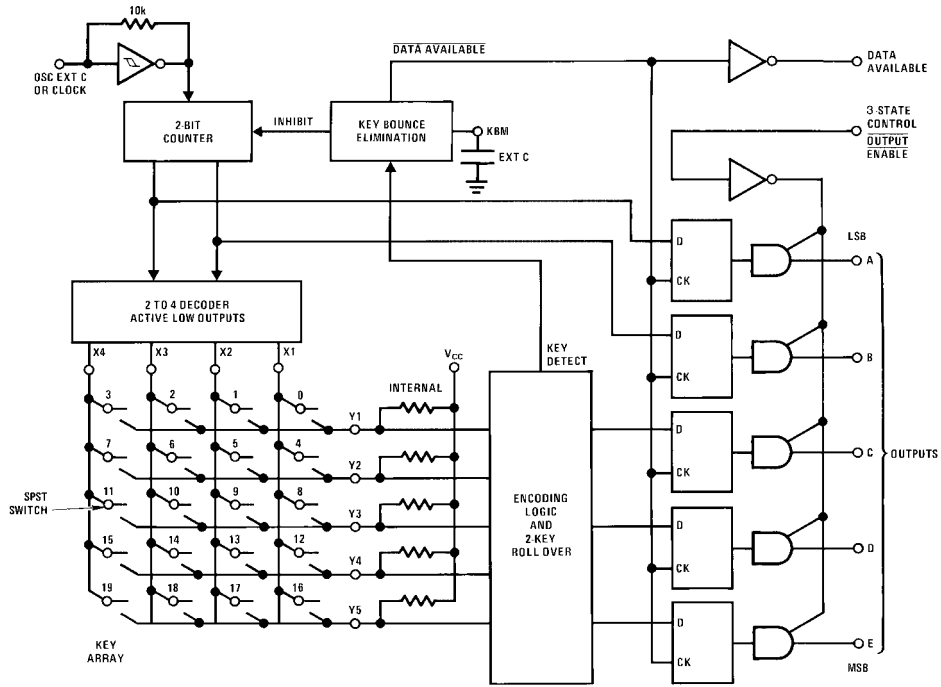
Switch Position	0 Y1, X1	1 Y1, X2	2 Y1, X3	3 Y1, X4	4 Y2, X1	5 Y2, X2	6 Y2, X3	7 Y2, X4	8 Y3, X1	9 Y3, X2	10 Y3, X3	11 Y3, X4
D												
A A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
T B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
A C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
O D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
U E (Note 1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T												

(Pins 12 through 19)

Switch Position	12 Y4, X1	13 Y4, X2	14 Y4, X3	15 Y4, X4	16 Y5 (Note 1), X1	17 Y5 (Note 1), X2	18 Y5 (Note 1), X3	19 Y5 (Note 1), X4
D								
A A	0	1	0	1	0	1	0	1
T B	0	0	1	1	0	0	1	1
A C	1	1	1	1	0	0	0	0
O D	1	1	1	1	0	0	0	0
U E (Note 1)	0	0	0	0	1	1	1	1
T								

**Note 1:** Omit for MM74C922

# Block Diagram



MM74C922 • MM74C923

**Absolute Maximum Ratings**(Note 2)

Voltage at Any Pin	$V_{CC} - 0.3V$ to $V_{CC} + 0.3V$
Operating Temperature Range	
MM74C922, MM74C923	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Power Dissipation ( $P_D$ )	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Operating $V_{CC}$ Range	3V to 15V
$V_{CC}$	18V
Lead Temperature	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

**Note 2:** "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

**DC Electrical Characteristics**

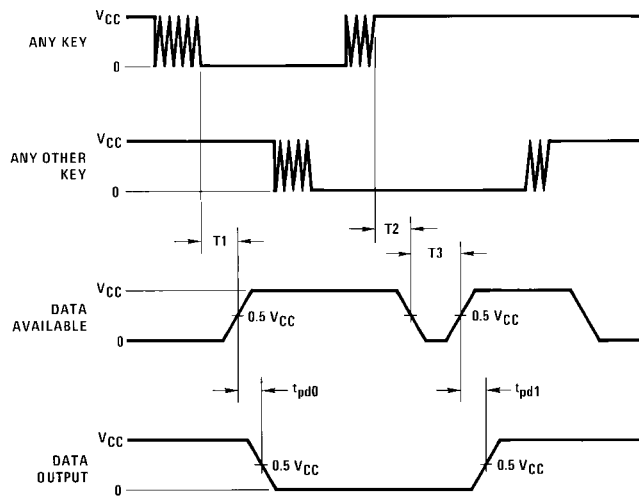
Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
<b>CMOS TO CMOS</b>						
$V_{T+}$	Positive-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	$V_{CC} = 5V, I_{IN} \geq 0.7$ mA	3.0	3.6	4.3	V
		$V_{CC} = 10V, I_{IN} \geq 1.4$ mA	6.0	6.8	8.6	V
		$V_{CC} = 15V, I_{IN} \geq 2.1$ mA	9.0	10	12.9	V
$V_{T-}$	Negative-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	$V_{CC} = 5V, I_{IN} \geq 0.7$ mA	0.7	1.4	2.0	V
		$V_{CC} = 10V, I_{IN} \geq 1.4$ mA	1.4	3.2	4.0	V
		$V_{CC} = 15V, I_{IN} \geq 2.1$ mA	2.1	5	6.0	V
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	$V_{CC} = 5V$	3.5	4.5		V
		$V_{CC} = 10V$	8.0	9		V
		$V_{CC} = 15V$	12.5	13.5		V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	$V_{CC} = 5V$		0.5	1.5	V
		$V_{CC} = 10V$		1	2	V
		$V_{CC} = 15V$		1.5	2.5	V
$I_{rp}$	Row Pull-Up Current at Y1, Y2, Y3, Y4 and Y5 Inputs	$V_{CC} = 5V, V_{IN} = 0.1 V_{CC}$		-2	-5	$\mu$ A
		$V_{CC} = 10V$		-10	-20	$\mu$ A
		$V_{CC} = 15V$		-22	-45	$\mu$ A
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$V_{CC} = 5V, I_O = -10$ $\mu$ A	4.5			V
		$V_{CC} = 10V, I_O = -10$ $\mu$ A	9			V
		$V_{CC} = 15V, I_O = -10$ $\mu$ A	13.5			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	$V_{CC} = 5V, I_O = 10$ $\mu$ A			0.5	V
		$V_{CC} = 10V, I_O = 10$ $\mu$ A			1	V
		$V_{CC} = 15V, I_O = 10$ $\mu$ A			1.5	V
$R_{on}$	Column "ON" Resistance at X1, X2, X3 and X4 Outputs	$V_{CC} = 5V, V_O = 0.5V$		500	1400	$\Omega$
		$V_{CC} = 10V, V_O = 1V$		300	700	$\Omega$
		$V_{CC} = 15V, V_O = 1.5V$		200	500	$\Omega$
$I_{CC}$	Supply Current Osc at 0V, (one Y low)	$V_{CC} = 5V$		0.55	1.1	mA
		$V_{CC} = 10V$		1.1	1.9	mA
		$V_{CC} = 15V$		1.7	2.6	mA
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current at Output Enable	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.005	1.0	$\mu$ A
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current at Output Enable	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V$	-1.0	-0.005		$\mu$ A
<b>CMOS/LPTTL INTERFACE</b>						
$V_{IN(1)}$	Except Osc and KBM Inputs	$V_{CC} = 4.75V$	$V_{CC} - 1.5$			V
$V_{IN(0)}$	Except Osc and KBM Inputs	$V_{CC} = 4.75V$			0.8	V
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360$ $\mu$ A $V_{CC} = 4.75V$ $I_O = -360$ $\mu$ A	2.4			V

<b>DC Electrical Characteristics</b> (Continued)						
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V <sub>OUT(0)</sub>	Logical "0" Output Voltage	I <sub>O</sub> = -360 μA V <sub>CC</sub> = 4.75V I <sub>O</sub> = -360 μA			0.4	V
<b>OUTPUT DRIVE (See Family Characteristics Data Sheet) (Short Circuit Current)</b>						
I <sub>SOURCE</sub>	Output Source Current (P-Channel)	V <sub>CC</sub> = 5V, V <sub>OUT</sub> = 0V, T <sub>A</sub> = 25°C	-1.75	-3.3		mA
I <sub>SOURCE</sub>	Output Source Current (P-Channel)	V <sub>CC</sub> = 10V, V <sub>OUT</sub> = 0V, T <sub>A</sub> = 25°C	-8	-15		mA
I <sub>SINK</sub>	Output Sink Current (N-Channel)	V <sub>CC</sub> = 5V, V <sub>OUT</sub> = V <sub>CC</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C	1.75	3.6		mA
I <sub>SINK</sub>	Output Sink Current (N-Channel)	V <sub>CC</sub> = 10V, V <sub>OUT</sub> = V <sub>CC</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C	8	16		mA
<b>AC Electrical Characteristics</b> (Note 3)						
T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> = 50 pF, unless otherwise noted						
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t <sub>pd0</sub> , t <sub>pd1</sub>	Propagation Delay Time to Logical "0" or Logical "1" from D.A.	C <sub>L</sub> = 50 pF (Figure 1) V <sub>CC</sub> = 5V V <sub>CC</sub> = 10V V <sub>CC</sub> = 15V		60 35 25	150 80 60	ns ns ns
t <sub>0H</sub> , t <sub>1H</sub>	Propagation Delay Time from Logical "0" or Logical "1" into High Impedance State	R <sub>L</sub> = 10k, C <sub>L</sub> = 10 pF (Figure 2) V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10k V <sub>CC</sub> = 10V, C <sub>L</sub> = 10 pF V <sub>CC</sub> = 15V		80 65 50	200 150 110	ns ns ns
t <sub>H0</sub> , t <sub>H1</sub>	Propagation Delay Time from High Impedance State to a Logical "0" or Logical "1"	R <sub>L</sub> = 10k, C <sub>L</sub> = 50 pF (Figure 2) V <sub>CC</sub> = 5V, R <sub>L</sub> = 10k V <sub>CC</sub> = 10V, C <sub>L</sub> = 50 pF V <sub>CC</sub> = 15V		100 55 40	250 125 90	ns ns ns
C <sub>IN</sub>	Input Capacitance	Any Input (Note 4)		5	7.5	pF
C <sub>OUT</sub>	3-STATE Output Capacitance	Any Output (Note 4)		10		pF
<b>Note 3:</b> AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.						
<b>Note 4:</b> Capacitance is guaranteed by periodic testing.						



### Switching Time Waveforms



$T_1 \approx T_2 \approx RC$ ,  $T_3 \approx 0.7 RC$ , where  $R \approx 10k$  and  $C$  is external capacitor at KBM input.

FIGURE 1.

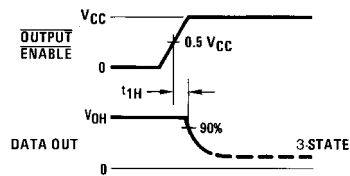
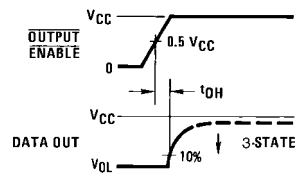
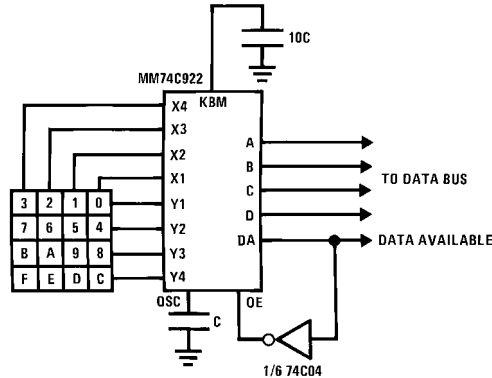


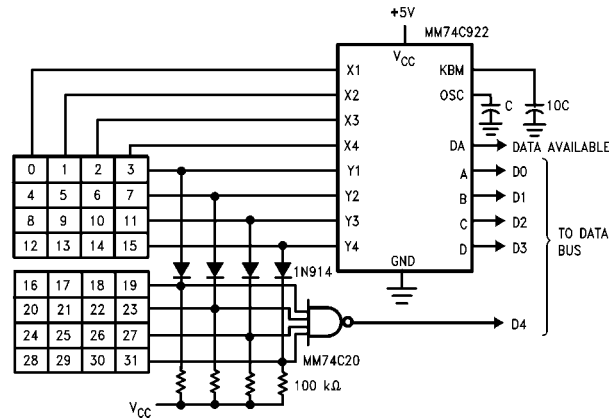
FIGURE 2.

## Asynchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)



Outputs are in 3-STATE until key is pressed, then data is placed on bus. When key is released, outputs return to 3-STATE.

## Expansion to 32 Key Encoder (MM74C922)



## Theory of Operation

The MM74C922/MM74C923 Keyboard Encoders implement all the logic necessary to interface a 16 or 20 SPST key switch matrix to a digital system. The encoder will convert a key switch closure to a 4 (MM74C922) or 5 (MM74C923) bit nibble. The designer can control both the keyboard scan rate and the key debounce period by altering the oscillator capacitor,  $C_{OSC}$ , and the key bounce mask capacitor,  $C_{MSK}$ . Thus, the MM74C922/MM74C923's performance can be optimized for many keyboards.

The keyboard encoders connect to a switch matrix that is 4 rows by 4 columns (MM74C922) or 5 rows by 4 columns (MM74C923). When no keys are depressed, the row inputs are pulled high by internal pull-ups and the column outputs sequentially output a logic "0". These outputs are open drain and are therefore low for 25% of the time and otherwise off. The column scan rate is controlled by the oscillator input, which consists of a Schmitt trigger oscillator, a 2-bit counter, and a 2-4-bit decoder.

When a key is depressed, key 0, for example, nothing will happen when the X1 input is off, since Y1 will remain high. When the X1 column is scanned, X1 goes low and Y1 will go low. This disables the counter and keeps X1 low. Y1

going low also initiates the key bounce circuit timing and locks out the other Y inputs. The key code to be output is a combination of the frozen counter value and the decoded Y inputs. Once the key bounce circuit times out, the data is latched, and the Data Available (DAV) output goes high.

If, during the key closure the switch bounces, Y1 input will go high again, restarting the scan and resetting the key bounce circuitry. The key may bounce several times, but as soon as the switch stays low for a debounce period, the closure is assumed valid and the data is latched.

A key may also bounce when it is released. To ensure that the encoder does not recognize this bounce as another key closure, the debounce circuit must time out before another closure is recognized.

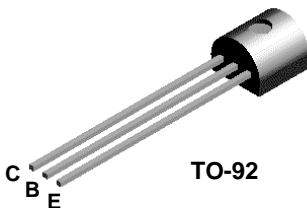
The two-key roll-over feature can be illustrated by assuming a key is depressed, and then a second key is depressed. Since all scanning has stopped, and all other Y inputs are disabled, the second key is not recognized until the first key is lifted and the key bounce circuitry has reset.

The output latches feed 3-STATE, which is enabled when the Output Enable ( $\overline{OE}$ ) input is taken low.

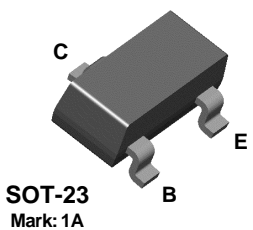
## **ANEXO 7**

### **7. Hojas Técnicas: Transistor de propósito general 2N3904**

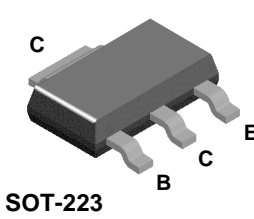
**2N3904**



**MMBT3904**



**PZT3904**



**NPN General Purpose Amplifier**

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

**Absolute Maximum Ratings\***  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage	40	V
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	60	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	6.0	V
$I_C$	Collector Current - Continuous	200	mA
$T_J, T_{stg}$	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

\* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

- NOTES:**  
 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.  
 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

**Thermal Characteristics**  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max			Units
		2N3904	*MMBT3904	**PZT3904	
$P_D$	Total Device Dissipation Derate above 25 $^\circ\text{C}$	625	350	1,000	mW
		5.0	2.8	8.0	mW/ $^\circ\text{C}$
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3			$^\circ\text{C}/\text{W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	125	$^\circ\text{C}/\text{W}$

\* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."  
 \*\* Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm<sup>2</sup>.

# NPN General Purpose Amplifier

(continued)

## Electrical Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
$I_{BL}$	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA
$I_{CEX}$	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA

## ON CHARACTERISTICS\*

$h_{FE}$	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 1.0\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 50\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 100\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.2 0.3	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$	0.65	0.85 0.95	V V

## SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

$f_T$	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 20\text{ V},$ $f = 100\text{ MHz}$	300		MHz
$C_{obo}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0\text{ V}, I_E = 0,$ $f = 1.0\text{ MHz}$		4.0	pF
$C_{ibo}$	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\text{ V}, I_C = 0,$ $f = 1.0\text{ MHz}$		8.0	pF
NF	Noise Figure	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{ V},$ $R_S = 1.0\text{ k}\Omega, f = 10\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$		5.0	dB

## SWITCHING CHARACTERISTICS

$t_d$	Delay Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, V_{BE} = 0.5\text{ V},$		35	ns
$t_r$	Rise Time	$I_C = 10\text{ mA}, I_{B1} = 1.0\text{ mA}$		35	ns
$t_s$	Storage Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}$		200	ns
$t_f$	Fall Time	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{ mA}$		50	ns

\*Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$

## Spice Model

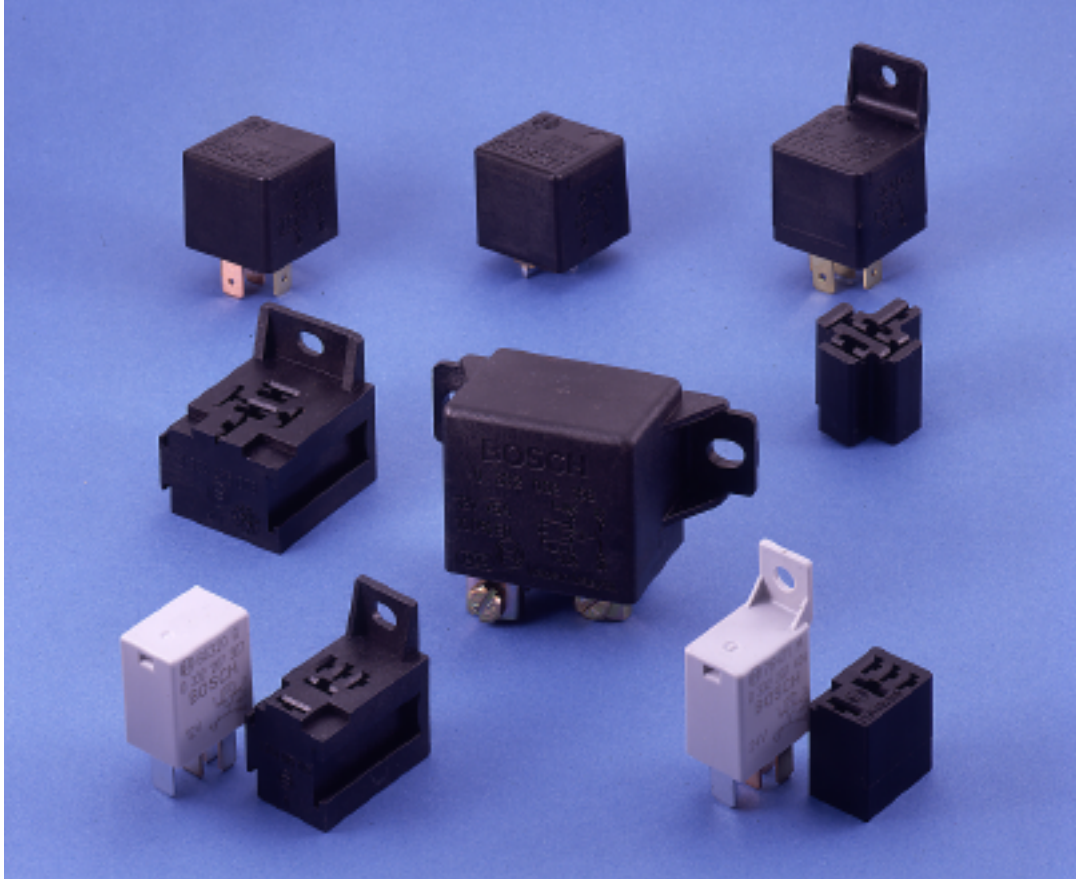
NPN (Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ikf=66.78m Xtb=1.5 Br=.7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

## **ANEXO 8**

### **8. Hojas Técnicas: Mini Relé Bosch**

# BOSCH



CHIEF ENTERPRISES INC.  
Master International Distributor

## Relays

- High Capacity 50 Amp Mini Relays
- Standard Mini Relays
- Micro Relays
- Power Relays
- Connector Modules

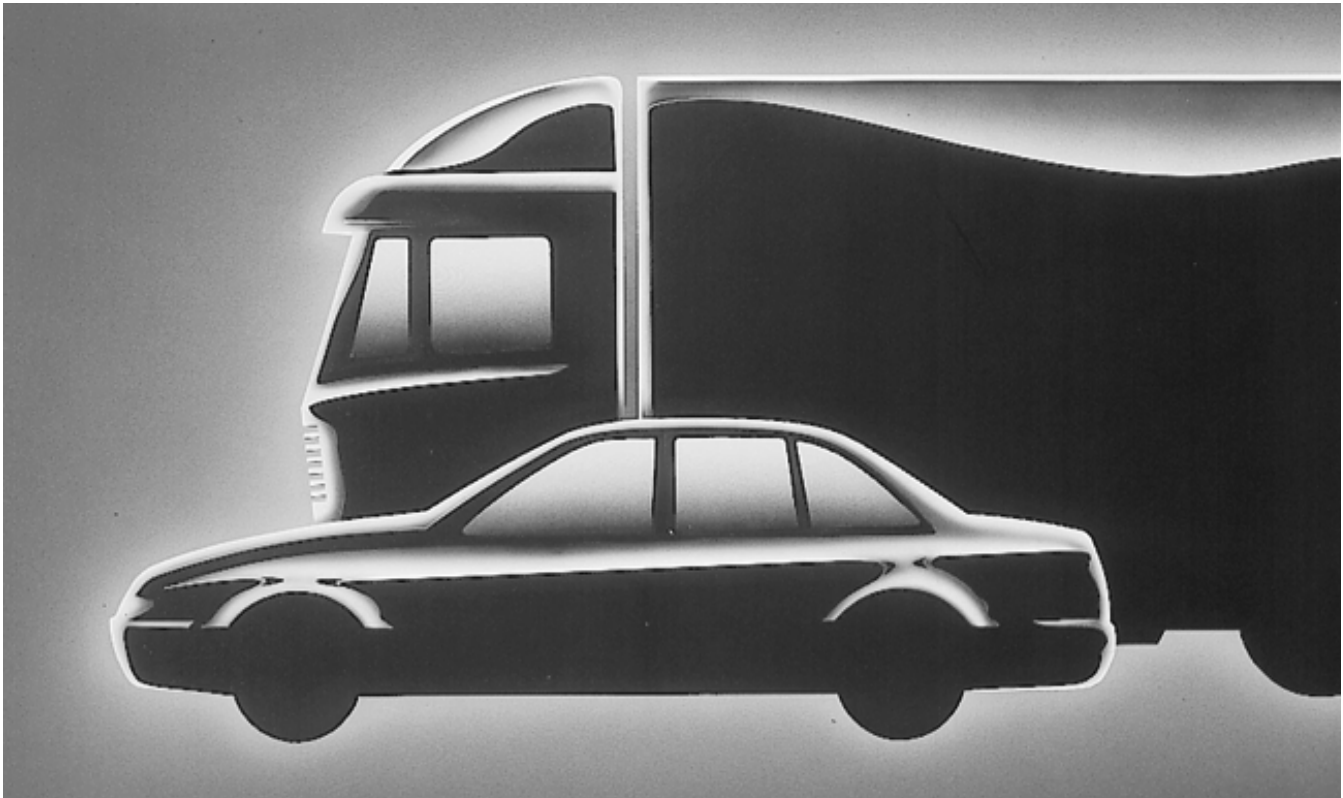
# Application Notes

## Applications

### Relay Applications

Bosch relays were originally designed for use in automotive applications. The great range of different versions are used in the most varied applications.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Wiper motors            | <input type="checkbox"/> Fan motors               | <input type="checkbox"/> Starting motors       |
| <input type="checkbox"/> Cooling fans            | <input type="checkbox"/> Rear defrosters          | <input type="checkbox"/> Brake lamps           |
| <input type="checkbox"/> Headlamps               | <input type="checkbox"/> Electric seat adjustment | <input type="checkbox"/> Electric seat heating |
| <input type="checkbox"/> Electric window mirrors | <input type="checkbox"/> Fuel pumps               | <input type="checkbox"/> Horn                  |
| <input type="checkbox"/> Central locking         | <input type="checkbox"/> Security systems         | <input type="checkbox"/> Many other uses       |



In addition to these purely automotive applications, Bosch relays are ideal for switching 12V or 24V components. This is true for both mobile and stationary applications, where for example, electric motors are actuated. With these relays, a multiplicity of drive assignments can be implemented.

Bosch relays are employed in

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Automatic sliding doors | <input type="checkbox"/> Devices for the disabled     | <input type="checkbox"/> Boat electric devices |
| <input type="checkbox"/> Electric lawn mowers    | <input type="checkbox"/> Material handling technology | <input type="checkbox"/> Garage door drives    |
| <input type="checkbox"/> Control cabinets        | <input type="checkbox"/> Vending machines             | <input type="checkbox"/> Battery chargers      |
| <input type="checkbox"/> Emergency generators    | <input type="checkbox"/> Agricultural equipment       | <input type="checkbox"/> Furniture adjustments |
| <input type="checkbox"/> Cleaning devices        | <input type="checkbox"/> Robot controls               | <input type="checkbox"/> Toys                  |



## High Capacity 50 Amp Mini Relays

All are dust proof; all 12V relays have a resistor in parallel to the coil to limit EMI

PART NUMBER	DESCRIPTION and Details # 4 terminal relay	Illustration and Dimensions, Drawing	Terminal diagram; Circuit Diag.	VOLTAGE Operating Voltage Nominal – Max.	CONTACT MATERIAL T 87	MAXIMUM N.O. RESISTIVE LOAD Amps – Life Cycles	OTHER LOADS: See Group # in LOAD TABLE
0 332 019 103	SPST, resistor, #	a	A 3 S 7	12V – 15V	STO	50A – 150,000	1
0 332 019 110	SPST, resistor, bracket, #	b	A 3 S 7	12V – 15V	STO	50A – 150,000	1
0 332 209 137	SPDT, resistor	a	A 2 S 5	12V – 15V	STO	50A – 150,000	2
0 332 209 138	SPDT, resistor, bracket	b	A 2 S 5	12V – 15V	STO	50A – 150,000	2
0 332 019 203	SPST, bracket	b	A 1 S 1	24V – 30V	STO	20A – 250,000	3
0 332 209 203	SPDT, bracket	b	A 2 S 4	24V – 30V	STO	20A – 250,000	4
0 332 209 204	SPDT, diode P	a	A 2 S 6	24V – 30V	STO	20A – 250,000	4
0 332 209 211	SPDT	a	A 2 S 4	24V – 30V	STO	20A – 250,000	4

PART NUMBER	PULL-IN VOLTAGE	DROP-OUT VOLTAGE	RESISTANCE		Nominal Operating Current
			No resistor, or with diode	With resistor	
0 332 019 103	8.0 V	1.2 – 5.0 V		75 ± 5 ohm	160 mA
0 332 019 110	8.0 V	1.2 – 5.0 V		75 ± 5 ohm	160 mA
0 332 209 137	8.0 V	1.2 – 5.0 V		75 ± 5 ohm	160 mA
0 332 209 138	8.0 V	1.2 – 5.0 V		75 ± 5 ohm	160 mA
0 332 019 203	16.0 V	2.4 – 10.0 V	255 ± 15 ohm		95 mA
0 332 209 203	16.0 V	2.4 – 10.0 V	255 ± 15 ohm		95 mA
0 332 209 204	16.0 V	2.4 – 10.0 V	255 ± 15 ohm		95 mA
0 332 209 211	16.0 V	2.4 – 10.0 V	255 ± 15 ohm		95 mA

### LOAD and LIFE CYCLE TEST DATA for HIGH CAPACITY MINI RELAYS

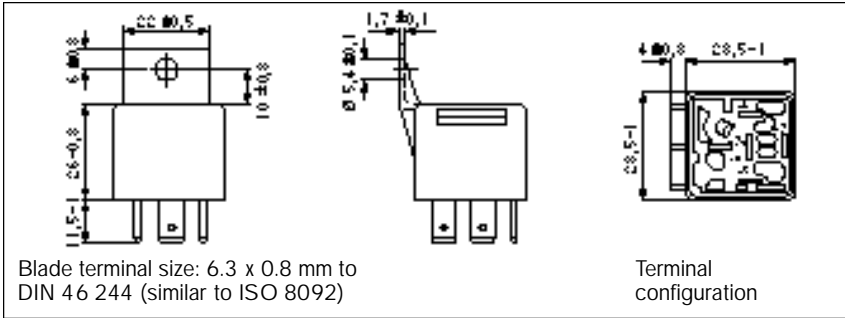
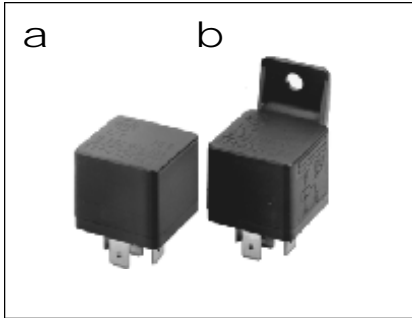
Contact testing conditions	Test Temp.	Relay Type	Load	Switching cycle
For STO (Silver Tin Oxide) contacts: Life cycles tested at 85°C, 13.5V (27V for 24V relays)	85°C	High capacity	Lamp Resistive Motor	1 Sec ON, 9 Sec OFF 2 Sec ON, 2 Sec OFF 5 Sec ON, 5 Sec OFF

### HIGH CAPACITY MINI RELAY LOAD TABLE

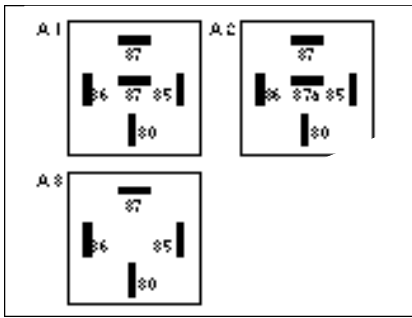
LOAD GROUP	VOLTAGE	CONTACT POSITION	RESISTIVE LOAD		MOTOR LOAD		LAMP LOAD		INDUCTIVE LOAD	
			Continuous	Life Cycles	In rush/ Continuous	Life Cycles	Continuous	Life Cycles	Continuous/ Inductivity	Life Cycles
1	12V	NO	50A 40A 30A	150,000 250,000 500,000	90/40A 75/30A 50/20A	150,000 250,000 300,000	30A 20A 10A	150,000 250,000 500,000	N/A	N/A
2	12V	NO	50A 40A 30A	150,000 250,000 500,000	90/40A 75/30A 50/20A	150,000 250,000 300,000	30A 20A 10A	150,000 250,000 500,000	N/A	N/A
		NC	20A 15A 10A	100,000 150,000 300,000	35/15A 25/10A 15/5A	75,000 150,000 300,000	15A 10A 5A	50,000 50,000 600,000	N/A	N/A
3	24V	NO	20A	250,000	40/16A	250,000	16A	250,000	16A/4mH	100,000
4	24V	NO	20A	250,000	40/16A	250,000	16A	250,000	N/A	N/A
		NC	10A	250,000	N/A	N/A	5A	150,000	N/A	N/A

OPERATING CHARACTERISTICS		MECHANICAL CHARACTERISTICS		ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS	
Response Time	10 mS	Random Vibration Test	10 Hz ... 1000Hz for 4 h	Operating Temperature	-40°C to +85°C
Response Time, with Diode	15 mS	Sine Wave Vibration Test	10 Hz ... 200Hz, 2.5 G's for 4 h	Humidity Test	95% for 7 days
Contact Voltage Drop - New, at 10A (12 V, at 10 A)	50 mV	Drop Test – All sides	1 meter	Salt Spray Test–All sides	144 hours
- After life test (24 V, at 10 A)	80 mV	Terminal Retention Force	> 110 N	Dust Test	8 hours
- After life test	100 mV	Cover Retention Force	> 220 N		
Mechanical Life	> 1,000,000	Cover Crush Force	> 220 N		
Coil Inductance	250 mH				

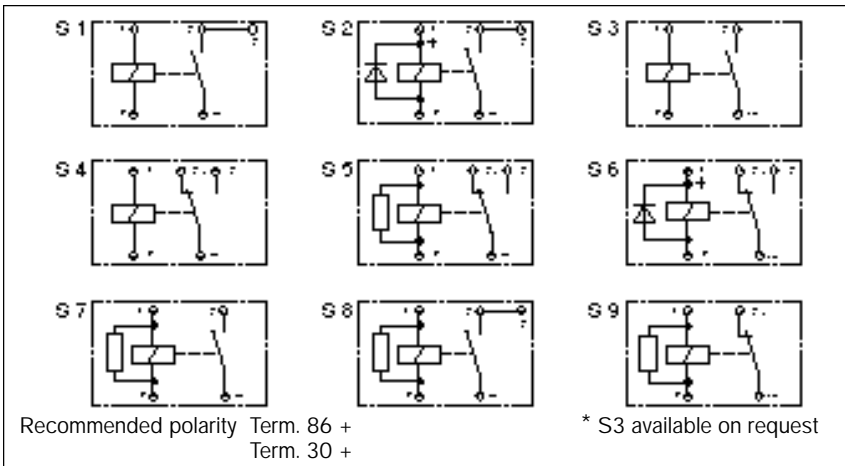
Illustrations and Dimension Drawings



Terminal Diagrams

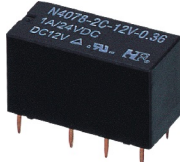


Circuit Diagrams



## **ANEXO 9**

### **9. Hojas Técnicas: Micro Relé N4078**



21×10×12

# JRC-19F (4078)

△ R2133344 c **RU** US E158859

**Features**

- Small size, light weight.
- Low coil power consumption.
- PC board mounting.
- Suitable for household electrical appliances, automation system, electronic equipment, instrument, meter, telecommunication facilities and remote control facilities.

**Ordering Information**

**JRC-19F 2C 3V 0.2**  
 1            2            3            4

1 Part number: JRC-19F(4078)  
 2 Contact arrangement: 2A:2A; 2C:2C;

3 Coil rated voltage(V): DC:3,4.5,5.6,12,24,48,  
 4 Coil power consumption: 0.15:0.15W; 0.2:0.2W;  
 0.36:0.36W; 0.51:0.51W

**Contact Data**

Contact Arrangement	2A (DPSTNO)    2C (DPDT (B-M))	
Contact Material	Ag,AgNi(Au clod)	
Contact Rating (resistive)	2A/28VDC,0.5A,1A/125VAC,30VDC	
Max. Switching Power	48W    60VA	
Max. Switching Voltage	30VDC    220VAC	Max.Switching Current:2A
Contact Resistance or Voltage drop	<50mΩ	Item 3.12 of IEC255-7
Operational life	Electrical	10 <sup>5</sup> Item 3.30 of IEC255-7
	Mechanical	10 <sup>7</sup> Item 3.31 of IEC255-7

**Coil Parameter**

Dash numbers	Coil voltage VDC		Coil resistance Ω ±10%	Pick up voltage VDC (max) (70% of rated voltage)	Release voltage VDC (min) (10% of rated voltage)	Coil power consumption W	Operate Time ms	Release Time ms
	Rated	Max						
003-150	3	3.9	60	2.25	0.3	0.15	<6	<5
004-150	4.5	5.9	135	3.15	0.45			
005-150	5	6.5	166.7	3.50	0.5			
006-150	6	7.8	240	4.20	0.6			
012-150	12	15.6	960	8.40	1.2			
024-150	24	31.2	3840	18.0	2.4			
003-200	3	3.9	45	2.25	0.3	0.20	<6	<5
004-200	4.5	5.9	101	3.15	0.45			
005-200	5	6.5	125	3.50	0.5			
006-200	6	7.8	180	4.20	0.6			
009-200	9	11.7	405	6.75	0.9			
012-200	12	15.6	720	8.40	1.2			
024-200	24	31.2	2880	18.0	2.4			
003-360	3	3.9	25	2.25	0.3	0.36	<6	<5
004-360	4.5	5.9	56	3.15	0.45			
005-360	5	6.5	70	3.50	0.5			
006-360	6	7.8	100	4.20	0.6			
012-360	12	15.6	400	8.40	1.2			
024-360	24	31.2	1600	18.0	2.4			
003-510	3	3.9	17.6	2.25	0.3	0.51	<6	<5
004-510	4.5	5.9	39.7	3.15	0.45			
005-510	5	6.5	49	3.50	0.5			
006-510	6	7.8	70.6	4.20	0.6			
012-510	12	15.6	282.4	8.40	1.2			
024-510	24	31.2	1129.4	18.0	2.4			
048-510	48	62.4	4517.6	36.0	4.8			

**CAUTION:** 1.The use of any coil voltage less than the rated coil voltage will compromise the operation of the relay.  
 2.Pickup and release voltage are for test purposes only and are not to be used as design criteria.

## Operation condition

Insulation Resistance	1000MΩ min (at 500VDC)	Item 7 of IEC255-5
Dielectric Strength Between contacts Between contact and coil	50Hz 500V 50Hz 1000V	Item 6 of IEC255-5 Item 6 of IEC255-5
Shock resistance	500m/s <sup>2</sup> 11ms	IEC68-2-27 Test Ea
Vibration resistance	10~70Hz double amplitude 1.5mm	IEC68-2-6 Test Fc
Terminals strength	5N	IEC68-2-21 Test Ua1
Solderability	235°C ± 2°C 3 ± 0.5s	IEC68-2-20 Test Ta method 1
Ambient Temperature	-30~70°C	
Relative Humidity	85% (at 40°C)	IEC68-2-3Test Ca
Mass	5g	

## Qualification inspection:

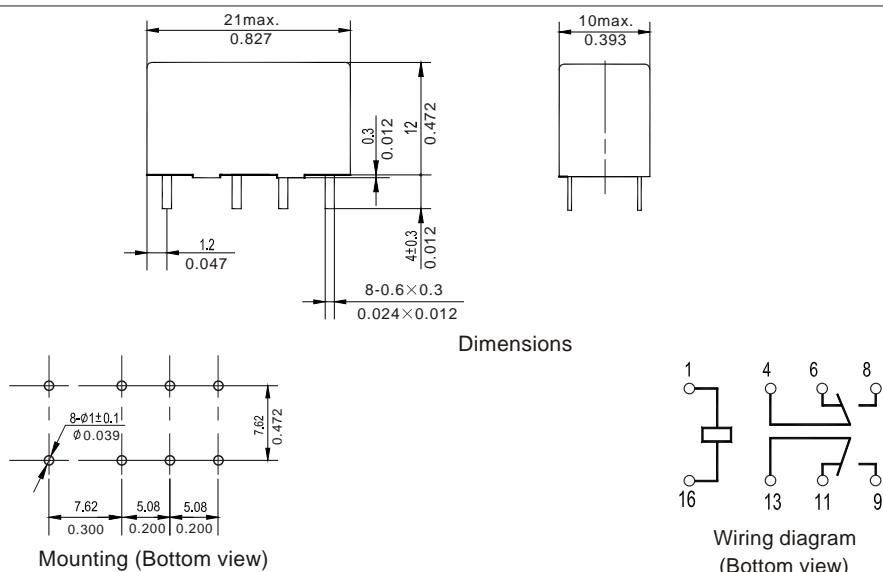
Perform the qualification test as specified in the table IV of IEC255-19-1 and minimum sample size 24.

## Safety approvals

Safety approval	UL & CUR	TÜ V
Load	2A/28VDC, 1A/125VAC	1A/125VAC; 24VDC

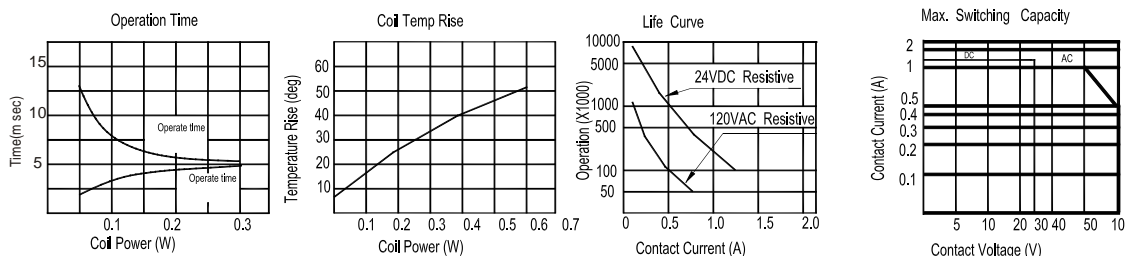
## Dimensions

mm /inch



- NOTES 1). Dimensions are in millimeters.  
2). Inch equivalents are given for general information only.

## Reference Data



## **ANEXO 10**

### **10. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Regulador de Voltaje LM7805**

# KA78XX/KA78XXA

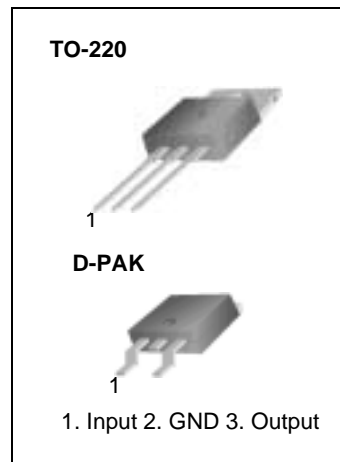
## 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

### Features

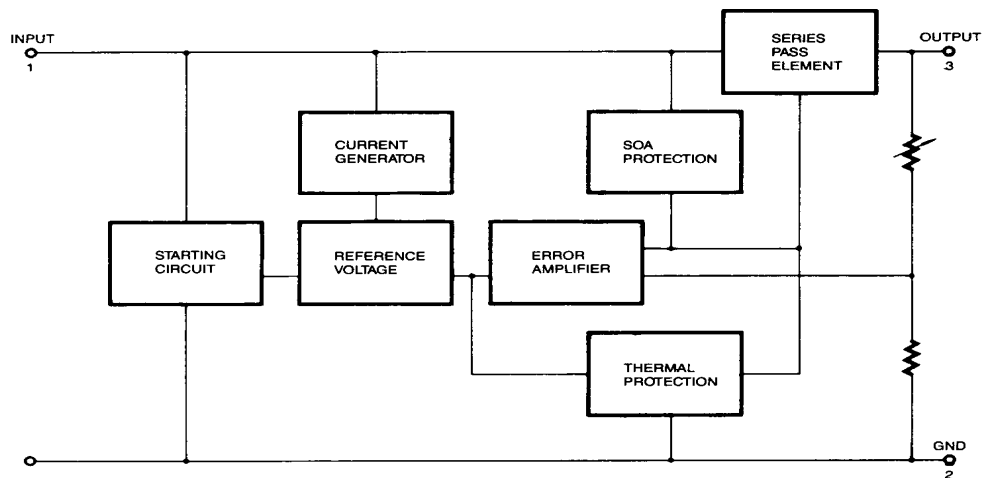
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### Description

The KA78XX/KA78XXA series of three-terminal positive regulator 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
	$V_I$	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 (KA78XX/A/R)	$T_{OPR}$	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

## Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(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	KA7805			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	$\Delta I_Q$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-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 (KA7809/KA7809R)

(Refer to test circuit,  $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{mA}$ ,  $V_I = 15\text{V}$ ,  $C_I = 0.33\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	KA7809			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.65	9	9.35	V	
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$ , $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$	8.6	9	9.4		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 25\text{V}$	-	6	180	mV
			$V_I = 12\text{V to } 17\text{V}$	-	2	90	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	12	180	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	4	90	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	-	0.5	mA	
		$V_I = 11.5\text{V to } 26\text{V}$	-	-	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-1	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	58	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ $V_I = 13\text{V to } 23\text{V}$	56	71	-	dB	
Dropout Voltage	$V_{\text{Drop}}$	$I_O = 1\text{A}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V	
Output Resistance	$r_O$	$f = 1\text{kHz}$	-	17	-	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	$I_{\text{SC}}$	$V_I = 35\text{V}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	250	-	mA	
Peak Current	$I_{\text{PK}}$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	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.

## Electrical Characteristics (KA7805A)

(Refer to the test circuits.  $0^{\circ}\text{C} < T_J < +125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 1\text{A}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $C_I = 0.33\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.9	5	5.1	V
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ , $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$	4.8	5	5.2	
Line Regulation (Note1)	Regline	$V_I = 7.5\text{V to } 25\text{V}$ $I_O = 500\text{mA}$	-	5	50	mV
		$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	-	3	50	
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 7.3\text{V to } 20\text{V}$ $V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	-	5 1.5	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	9	100	mV
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	-	9	100	
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	4	50	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	6.0	mA
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	-	-	0.5	mA
		$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$ , $I_O = 500\text{mA}$	-	-	0.8	
		$V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	-	0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	10	-	$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ , $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 8\text{V to } 18\text{V}$	-	68	-	dB
Dropout Voltage	$V_{\text{Drop}}$	$I_O = 1\text{A}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V
Output Resistance	$r_O$	$f = 1\text{KHz}$	-	17	-	$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	$I_{\text{SC}}$	$V_I = 35\text{V}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	250	-	mA
Peak Current	$I_{\text{PK}}$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A

### Note:

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

## Electrical Characteristics (KA7809A)

(Refer to the test circuits.  $0^{\circ}\text{C} < T_J < +125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 1\text{A}$ ,  $V_I = 15\text{V}$ ,  $C_I = 0.33\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.82	9.0	9.18	V	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A, $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.2\text{V}$ to 24V	8.65	9.0	9.35		
Line Regulation (Note1)	Regline	$V_I = 11.7\text{V}$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$	-	6	90	mV	
		$V_I = 12.5\text{V}$ to 19V	-	4	45		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V}$ to 24V	-	6		90
			$V_I = 12.5\text{V}$ to 19V	-	2		45
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A	-	12	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A	-	12	100		
		$I_O = 250\text{mA}$ to 750mA	-	5	50		
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$V_I = 11.7\text{V}$ to 25V, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	-	0.8	mA	
		$V_I = 12\text{V}$ to 25V, $I_O = 500\text{mA}$	-	-	0.8		
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A	-	-	0.5		
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-1.0	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	10	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ , $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 12\text{V}$ to 22V	-	62	-	dB	
Dropout Voltage	$V_{\text{Drop}}$	$I_O = 1\text{A}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.0	-	V	
Output Resistance	$r_O$	$f = 1\text{KHz}$	-	17	-	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	$I_{\text{SC}}$	$V_I = 35\text{V}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	250	-	mA	
Peak Current	$I_{\text{PK}}$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

### Note:

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

## Typical Performance Characteristics



Figure 1. Quiescent Current



Figure 2. Peak Output Current



Figure 3. Output Voltage



Figure 4. Quiescent Current

## Typical Applications



Figure 5. DC Parameters



Figure 6. Load Regulation



Figure 7. Ripple Rejection



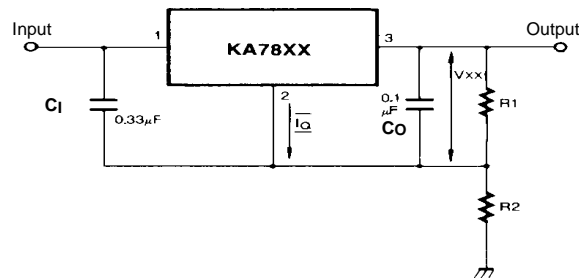
Figure 8. Fixed Output Regulator



Figure 9. Constant Current Regulator

**Notes:**

- (1) To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX." A common ground is required between the input and the Output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.
- (2) C<sub>1</sub> is required if regulator is located an appreciable distance from power Supply filter.
- (3) C<sub>0</sub> improves stability and transient response.



$$I_{R1} \geq 5I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1)+I_Q R_2$$

Figure 10. Circuit for Increasing Output Voltage



$$I_{R1} \geq 5 I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1)+I_Q R_2$$

Figure 11. Adjustable Output Regulator (7 to 30V)

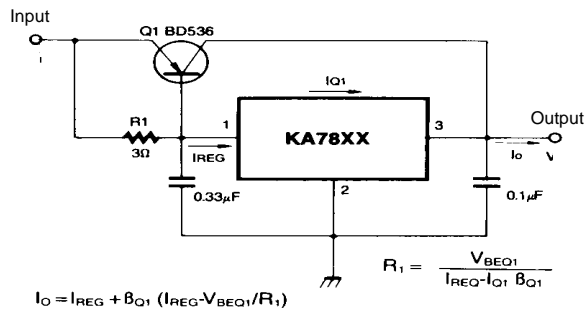


Figure 12. High Current Voltage Regulator

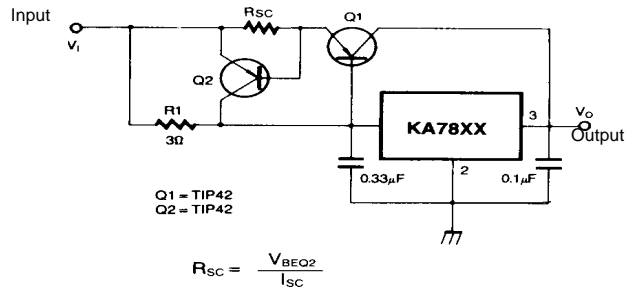


Figure 13. High Output Current with Short Circuit Protection

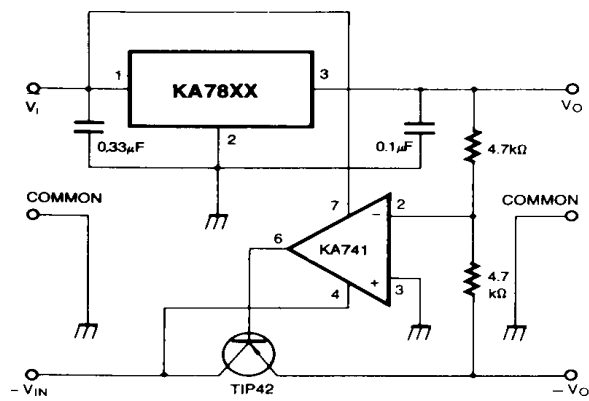


Figure 14. Tracking Voltage Regulator

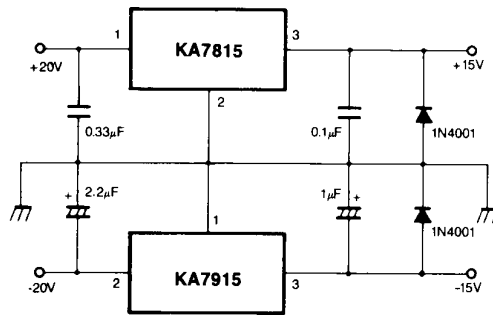


Figure 15. Split Power Supply ( ±15V-1A)

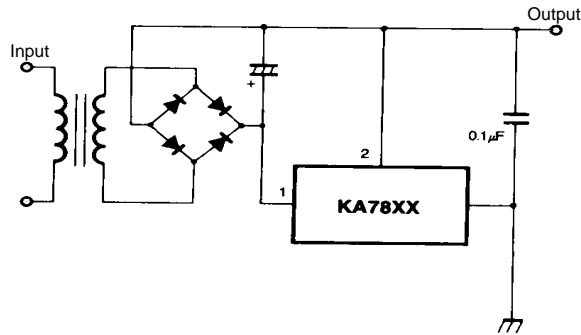


Figure 16. Negative Output Voltage Circuit

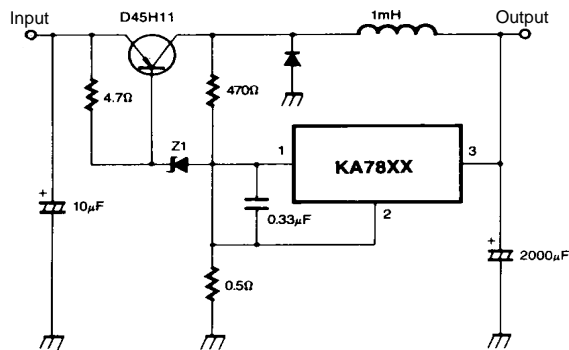


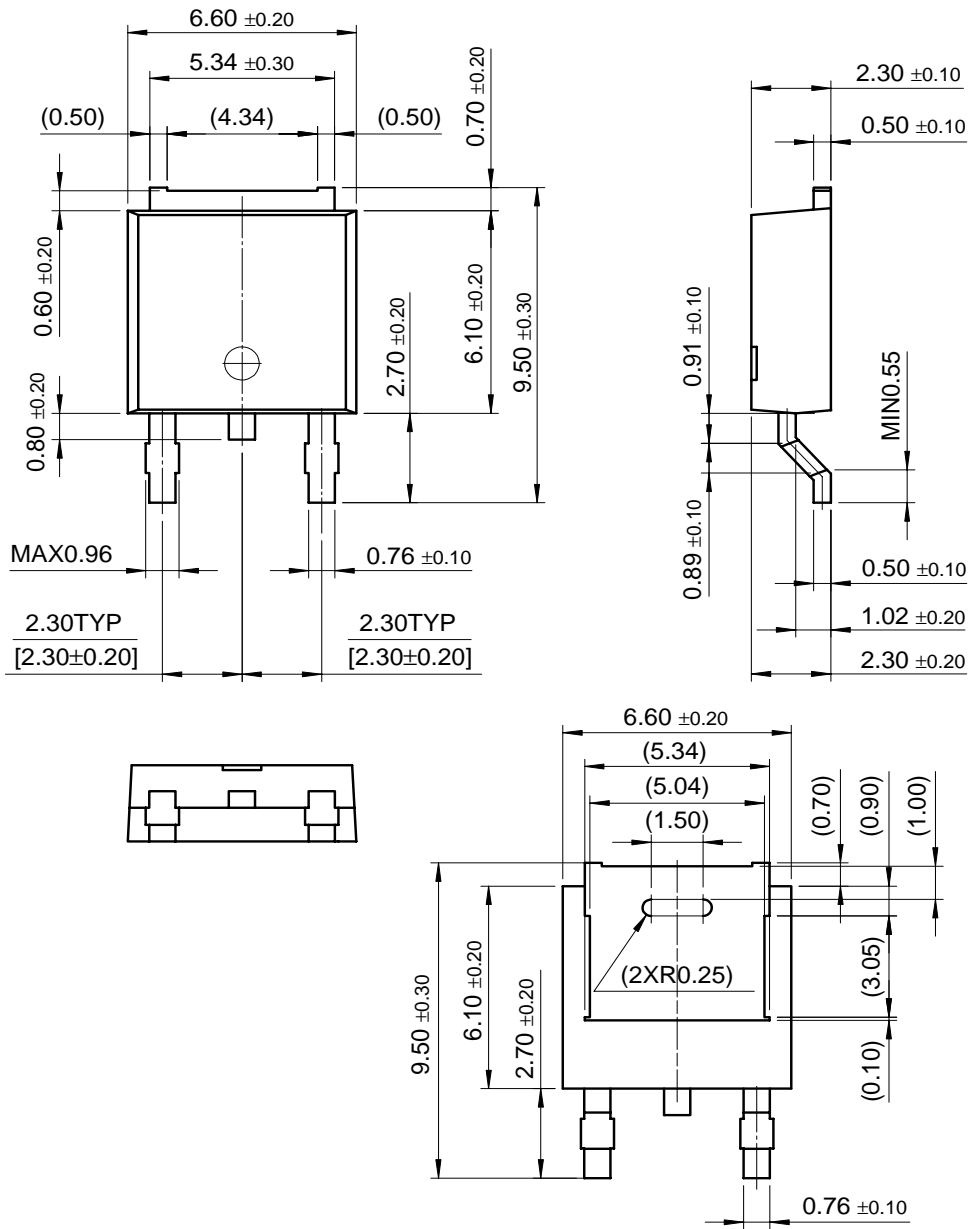
Figure 17. Switching Regulator



# Mechanical Dimensions (Continued)

## Package

### D-PAK



## **ANEXO 11**

### **11. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Codificador de 8 a 3 líneas con prioridad 74LS148**

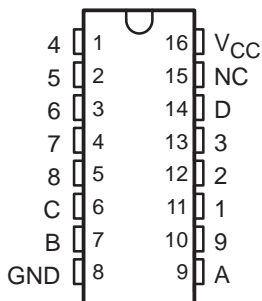
# SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148 SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148 10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

## '147, 'LS147

- Encode 10-Line Decimal to 4-Line BCD
- Applications Include:
  - Keyboard Encoding
  - Range Selection

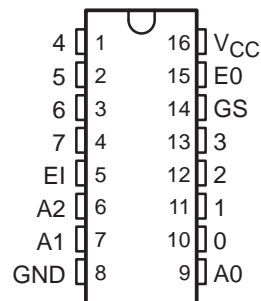
SN54147, SN54LS147 ... J OR W PACKAGE  
SN74147, SN74LS147 ... D OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



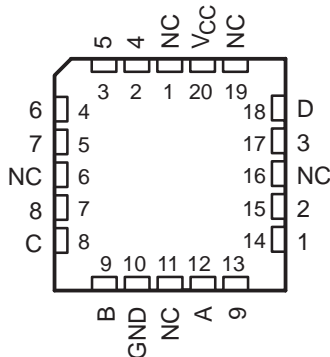
## '148, 'LS148

- Encode 8 Data Lines to 3-Line Binary (Octal)
- Applications Include:
  - n-Bit Encoding
  - Code Converters and Generators

SN54148, SN54LS148 ... J OR W PACKAGE  
SN74148, SN74LS148 ... D, N, OR NS PACKAGE  
(TOP VIEW)

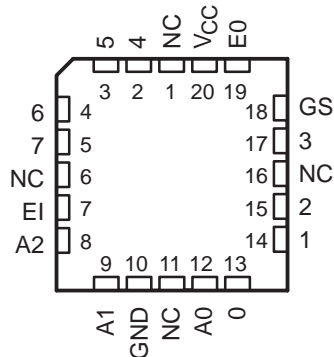


SN54LS147 ... FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

SN54LS148 ... FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



TYPE	TYPICAL DATA DELAY	TYPICAL POWER DISSIPATION
'147	10 ns	225 mW
'148	10 ns	190 mW
'LS147	15 ns	60 mW
'LS148	15 ns	60 mW

NOTE: The SN54147, SN54LS147, SN54148, SN74147, SN74LS147, and SN74148 are obsolete and are no longer supplied.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated  
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148**  
**SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148**  
**10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

FUNCTION TABLE – '148, 'LS148

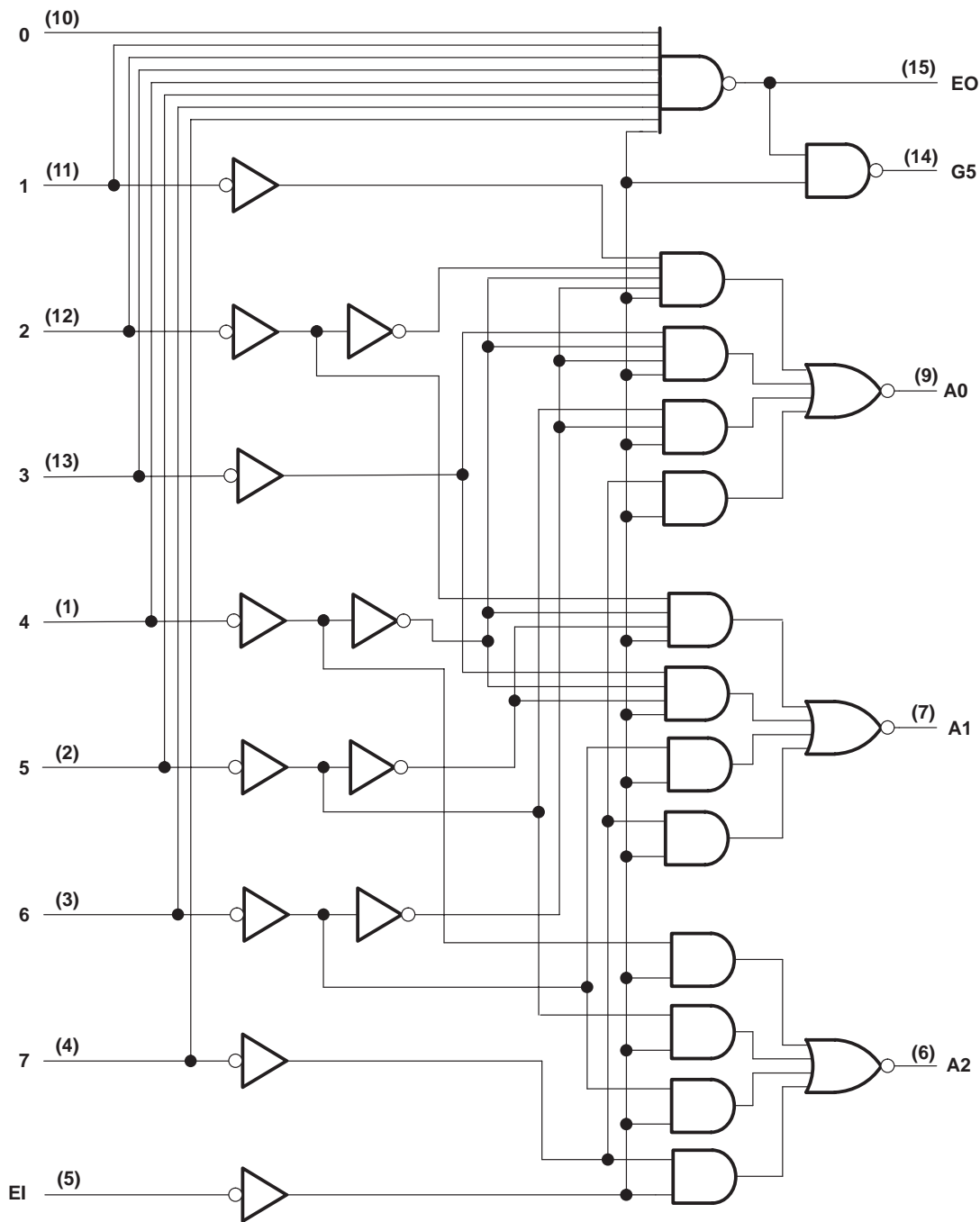
INPUTS									OUTPUTS				
EI	0	1	2	3	4	5	6	7	A2	A1	A0	GS	EO
H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	X	L	H	L	L	H	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

H = high logic level, L = low logic level, X = irrelevant

**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148  
SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148  
10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B - OCTOBER 1976 - REVISED MAY 2004

'148, 'LS148 logic diagram (positive logic)



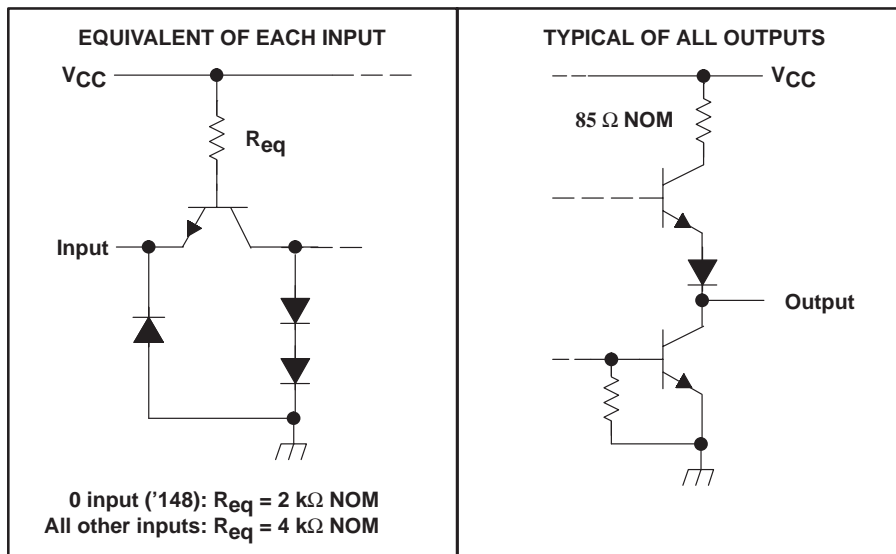
Pin numbers shown are for D, J, N, NS, and W packages.

**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148**  
**SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148**  
**10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

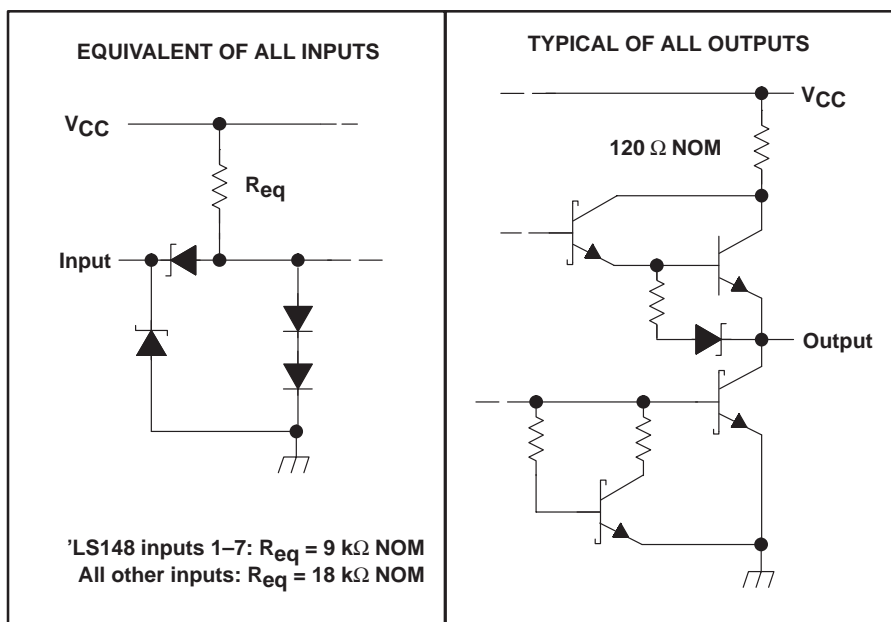
SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

**schematics of inputs and outputs**

'147, '148



'LS147, 'LS148



**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148  
SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148  
10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature (unless otherwise noted)†**

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1) .....	7 V
Input voltage, $V_I$ : '147, '148 .....	5.5 V
'LS147, 'LS148 .....	7 V
Inter-emitter voltage: '148 only (see Note 2) .....	5.5 V
Package thermal impedance $\theta_{JA}$ (see Note 3): D package .....	73°C/W
N package .....	67°C/W
NS package .....	64°C/W
Storage temperature range, $T_{Stg}$ .....	–65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. Voltage values, except inter-emitter voltage, are with respect to the network ground terminal.  
 2. This is the voltage between two emitters of a multiple-emitter transistor. For '148 circuits, this rating applies between any two of the eight data lines, 0 through 7.  
 3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

**recommended operating conditions (see Note 4)**

	SN54'			SN74'			SN54LS'			SN74LS'			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
$V_{CC}$ Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
$I_{OH}$ High-level output current			–800			–800			–400			–400	μA
$I_{OL}$ Low-level output current			16			16			4			8	mA
$T_A$ Operating free-air temperature	–55		125	0		70	–55		125	0		70	°C

NOTE 4: All unused inputs of the device must be held at  $V_{CC}$  or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.



**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148  
SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148  
10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	'147			'148			UNIT
			MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage		2			2			V
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage				0.8			0.8	V
V <sub>IK</sub>	Input clamp voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -12 mA			-1.5			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	High-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OH</sub> = -800 μA	2.4	3.3		2.4	3.3		V
V <sub>OL</sub>	Low-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 16 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
I <sub>I</sub>	Input current at maximum input voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>I</sub> = 5.5 V			1			1	mA
I <sub>IH</sub>	High-level input current	0 input						40	μA
		Any input except 0	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.4 V		40			80	
I <sub>IL</sub>	Low-level input current	0 input						-1.6	mA
		Any input except 0	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V		-1.6			-3.2	
I <sub>OS</sub>	Short-circuit output current§	V <sub>CC</sub> = MAX	-35		-85	-35		-85	mA
I <sub>CC</sub>	Supply current	V <sub>CC</sub> = MAX (See Note 5)	Condition 1	50	70	40	60		mA
			Condition 2	42	62	35	55		

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 5: For '147, I<sub>CC</sub> (Condition 1) is measured with input 7 grounded, other inputs and outputs open; I<sub>CC</sub> (Condition 2) is measured with all inputs and outputs open. For '148, I<sub>CC</sub> (Condition 1) is measured with inputs 7 and EI grounded, other inputs and outputs open; I<sub>CC</sub> (Condition 2) is measured with all inputs and outputs open.

**SN54147, SN74147 switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see Figure 1)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	Any	Any	In-phase output	C <sub>L</sub> = 15 pF, R <sub>L</sub> = 400 Ω		9	14	ns
t <sub>PHL</sub>						7	11	
t <sub>PLH</sub>	Any	Any	Out-of-phase output			13	19	ns
t <sub>PHL</sub>						12	19	





**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148**  
**SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148**  
**10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

**SN54148, SN74148 switching characteristics,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  (see Figure 1)**

PARAMETER†	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	1–7	A0, A1, or A2	In-phase output	C <sub>L</sub> = 15 pF, R <sub>L</sub> = 400 Ω	10	15	ns	
t <sub>PHL</sub>								
t <sub>PLH</sub>	1–7	A0, A1, or A2	Out-of-phase output		13	19	ns	
t <sub>PHL</sub>								
t <sub>PLH</sub>	0–7	EO	Out-of-phase output		6	10	ns	
t <sub>PHL</sub>								
t <sub>PLH</sub>	0–7	GS	In-phase output		18	30	ns	
t <sub>PHL</sub>								
t <sub>PLH</sub>	EI	A0, A1, or A2	In-phase output		10	15	ns	
t <sub>PHL</sub>								
t <sub>PLH</sub>	EI	GS	In-phase output		8	12	ns	
t <sub>PHL</sub>								
t <sub>PLH</sub>	EI	EO	In-phase output		10	15	ns	
t <sub>PHL</sub>								

† t<sub>PLH</sub> = propagation delay time, low-to-high-level output.  
t<sub>PHL</sub> = propagation delay time, high-to-low-level output.

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	SN54LS'		SN74LS'		UNIT
			MIN	TYP‡	MAX	MIN	
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage		2		2		V
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage			0.7		0.8	V
V <sub>IK</sub>	Input clamp voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA		-1.5		-1.5	V
V <sub>OH</sub>	High-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = -400 μA	2.5	3.4	2.7	3.4	V
V <sub>OL</sub>	Low-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = V <sub>IL</sub> MAX	I <sub>OL</sub> = 4 mA		0.25	0.4	V
			I <sub>OL</sub> = 8 mA			0.35 0.5	
I <sub>I</sub>	Input current at maximum input voltage	'LS148 inputs 1–7	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 7 V		0.2		mA
		All other inputs			0.1		
I <sub>IH</sub>	High-level input current	'LS148 inputs 1–7	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V		40		μA
		All other inputs			20		
I <sub>IL</sub>	Low-level input current	'LS148 inputs 1–7	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V		-0.8		mA
		All other inputs			-0.4		
I <sub>OS</sub>	Short-circuit output current§	V <sub>CC</sub> = MAX	-20	-100	-20	-100	mA
I <sub>CC</sub>	Supply current	V <sub>CC</sub> = MAX (See Note 6)	Condition 1		12	20	mA
			Condition 2		10	17	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 6: For 'LS147, I<sub>CC</sub> (Condition 1) is measured with input 7 grounded, other inputs and outputs open; I<sub>CC</sub> (Condition 2) is measured with all inputs and outputs open. For 'LS148, I<sub>CC</sub> (Condition 1) is measured with inputs 7 and EI grounded, other inputs and outputs open; I<sub>CC</sub> (Condition 2) is measured with all inputs and outputs open.



**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148**  
**SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148**  
**10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

**SN54LS147, SN74LS147 switching characteristics,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  (see Figure 2)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH}$	Any	Any	In-phase output	$C_L = 15\text{ pF}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$	12	18	ns	
$t_{PHL}$					12	18		
$t_{PLH}$	Any	Any	Out-of-phase output		21	33	ns	
$t_{PHL}$					15	23		

**SN54LS148, SN74LS148 switching characteristics,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  (see Figure 2)**

PARAMETER†	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH}$	1–7	A0, A1, or A2	In-phase output	$C_L = 15\text{ pF}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$	14	18	ns	
$t_{PHL}$					15	25		
$t_{PLH}$	1–7	A0, A1, or A2	Out-of-phase output		20	36	ns	
$t_{PHL}$					16	29		
$t_{PLH}$	0–7	EO	Out-of-phase output		7	18	ns	
$t_{PHL}$					25	40		
$t_{PLH}$	0–7	GS	In-phase output		35	55	ns	
$t_{PHL}$					9	21		
$t_{PLH}$	EI	A0, A1, or A2	In-phase output		16	25	ns	
$t_{PHL}$					12	25		
$t_{PLH}$	EI	GS	In-phase output		12	17	ns	
$t_{PHL}$					14	36		
$t_{PLH}$	EI	EO	In-phase output		12	21	ns	
$t_{PHL}$					23	35		

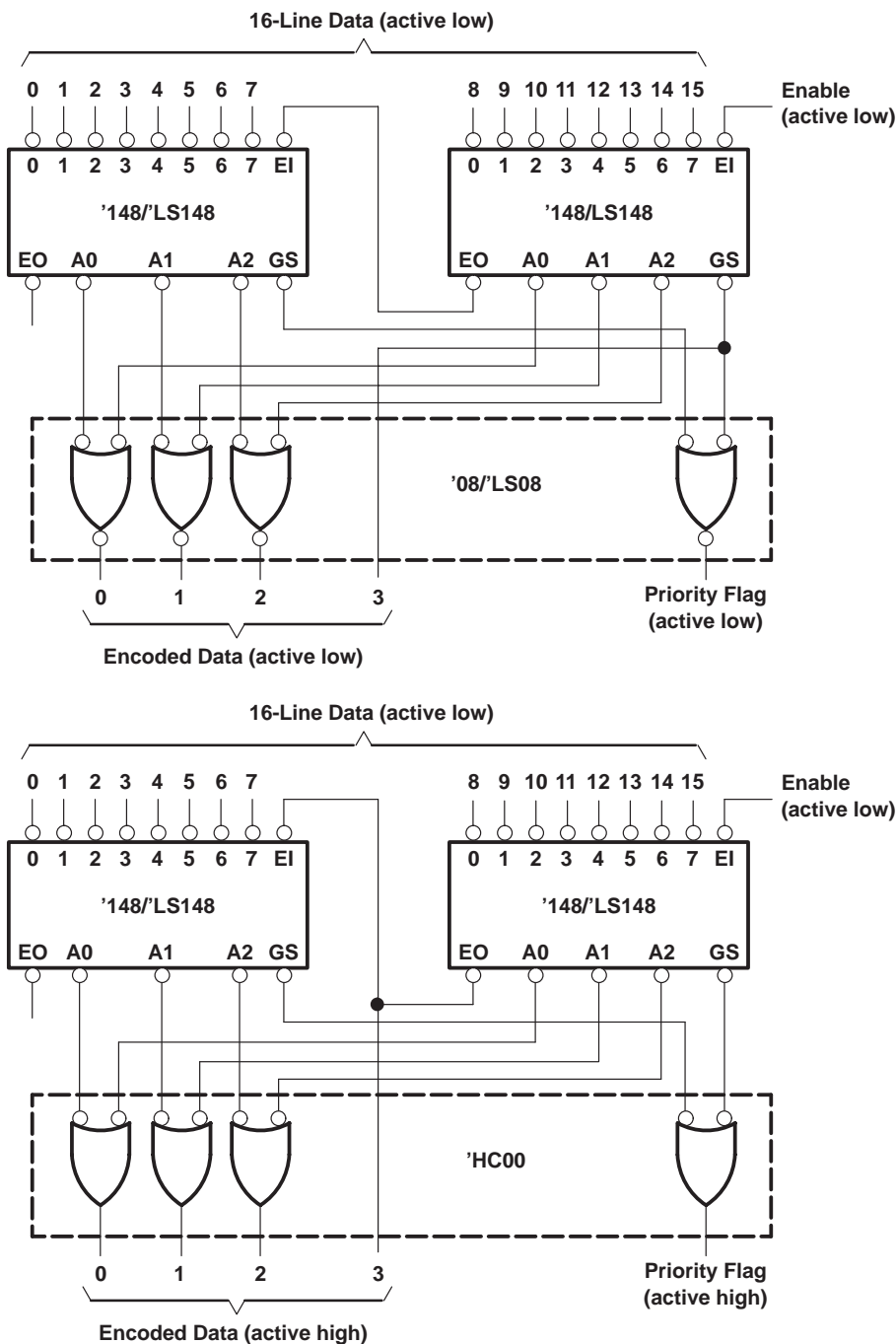
†  $t_{PLH}$  = propagation delay time, low-to-high-level output  
 $t_{PHL}$  = propagation delay time, high-to-low-level output



**SN54147, SN54148, SN54LS147, SN54LS148  
SN74147, SN74148 (TIM9907), SN74LS147, SN74LS148  
10-LINE TO 4-LINE AND 8-LINE TO 3-LINE PRIORITY ENCODERS**

SDLS053B – OCTOBER 1976 – REVISED MAY 2004

**APPLICATION INFORMATION**



**Figure 3. Priority Encoder for 16 Bits**

Because the '147/LS147 and '148/LS148 devices are combinational logic circuits, wrong addresses can appear during input transients. Moreover, for the '148/LS148 devices, a change from high to low at EI can cause a transient low on GS when all inputs are high. This must be considered when strobing the outputs.

N (R-PDIP-T\*\*)

PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

16 PINS SHOWN



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - Falls within JEDEC MS-001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).
  - The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

## **ANEXO 12**

### **12. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Multiplexor de 2 a 1 líneas cuádruple 74LS157**

## 54157/DM54157/DM74157 Quad 2-Line to 1-Line Data Selectors/Multiplexers

### General Description

These data selectors/multiplexers contain inverters and drivers to supply full on-chip data selection to the four output gates. A separate strobe input is provided. A 4-bit word is selected from one of two sources and is routed to the four outputs.

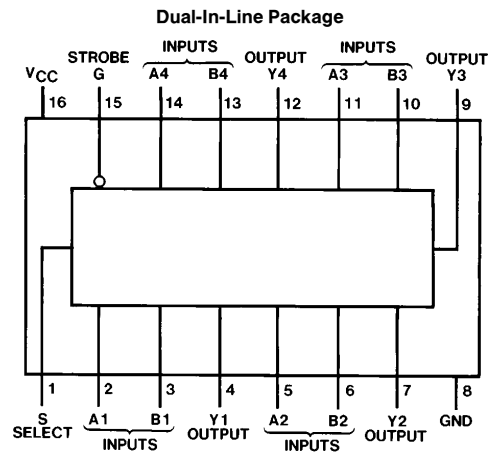
### Applications

- Expand any data input point
- Multiplex dual data buses
- Generate four functions of two variables (one variable is common)
- Source programmable counters

### Features

- Buffered inputs and outputs
- Typical propagation time 9 ns
- Typical power dissipation 150 mW
- Alternate Military/Aerospace device (54157) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

### Connection Diagram



TL/F/6550-1

Order Number 54157DMQB, 54157FMQB, DM54157J, DM54157W or DM74157N  
See NS Package Number J16A, N16E or W16A

### Function Table

Inputs				Output Y
Strobe	Select	A	B	
H	X	X	X	L
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

## Absolute Maximum Ratings (Note)

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

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	
DM54 and 54	-55°C to +125°C
DM74	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

## Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54157			DM74157			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub>	High Level Input Voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub>	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub>	High Level Output Current			-0.8			-0.8	mA
I <sub>OL</sub>	Low Level Output Current			16			16	mA
T <sub>A</sub>	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

## Electrical Characteristics over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V <sub>I</sub>	Input Clamp Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>I</sub> = -12 mA			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	High Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OH</sub> = Max V <sub>IL</sub> = Max, V <sub>IH</sub> = Min	2.4	3.4		V
V <sub>OL</sub>	Low Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OL</sub> = Max V <sub>IH</sub> = Min, V <sub>IL</sub> = Max			0.4	V
I <sub>I</sub>	Input Current @ Max Input Voltage	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 5.5V			1	mA
I <sub>IH</sub>	High Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 2.4V			40	μA
I <sub>IL</sub>	Low Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 0.4V			-1.6	mA
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Output Current	V <sub>CC</sub> = Max (Note 2)				mA
		DM54	-20		-55	
		DM74	-18		-55	
I <sub>CC</sub>	Supply Current	V <sub>CC</sub> = Max (Note 3)		30	48	mA

Note 1: All typicals are at V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = 25°C.

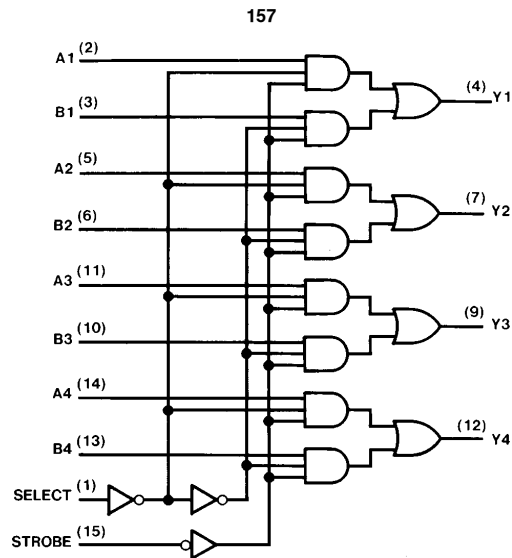
Note 2: Not more than one output should be shorted at a time.

Note 3: I<sub>CC</sub> is measured with 4.5V applied to all inputs and all outputs open.

**Switching Characteristics** at  $V_{CC} = 5V$  and  $T_A = 25^\circ C$  (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 400\Omega, C_L = 15\text{ pF}$		Units
			Min	Max	
$t_{PLH}$	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Data to Y		14	ns
$t_{PHL}$	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Data to Y		14	ns
$t_{PLH}$	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Strobe to Y		20	ns
$t_{PHL}$	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Strobe to Y		21	ns
$t_{PLH}$	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Y		23	ns
$t_{PHL}$	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Y		27	ns

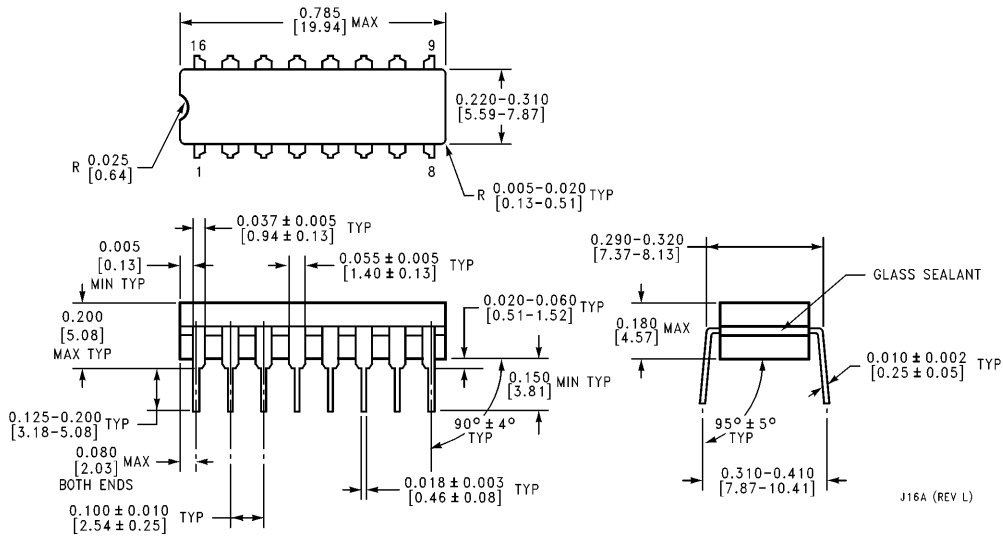
**Logic Diagram**



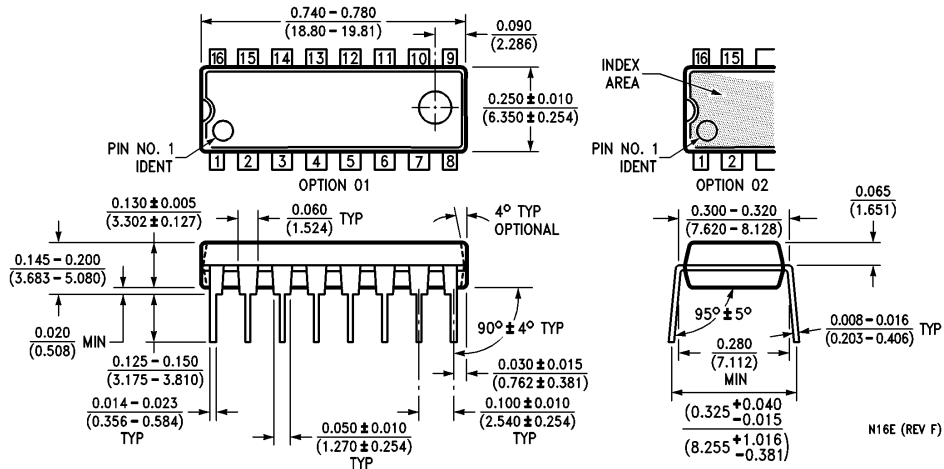
TL/F/6550-2



**Physical Dimensions** inches (millimeters)



**16-Lead Ceramic Dual-In-Line Package (J)**  
**Order Number 54157W or DM54157J**  
**NS Package Number J16A**



**16-Lead Molded Dual-In-Line Package (N)**  
**Order Number DM74157N**  
**NS Package Number N16E**

## **ANEXO 13**

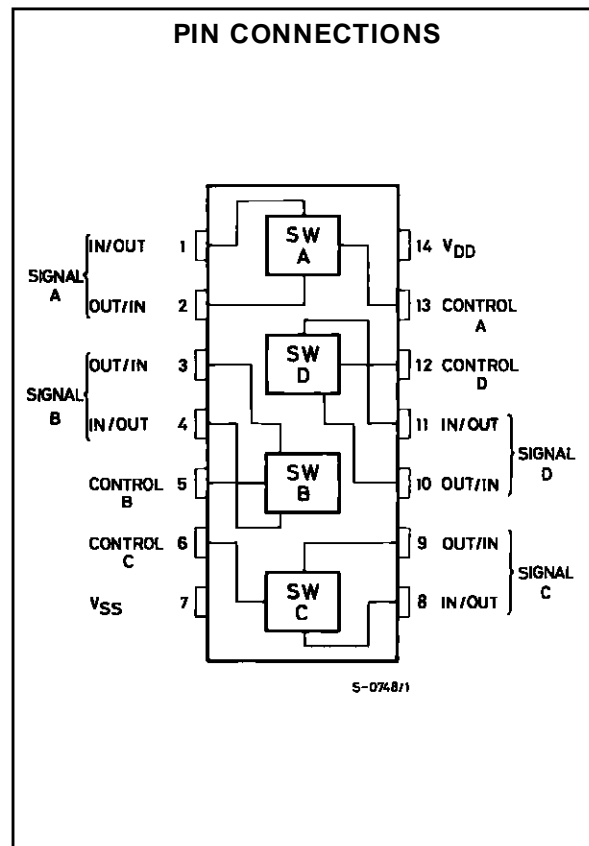
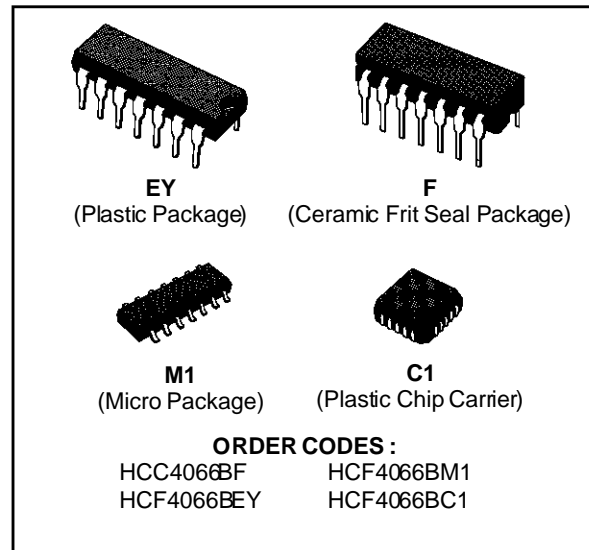
### **13. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Switch bilateral cuádruple analógico HCF4066B**

## QUAD BILATERAL SWITCH FOR TRANSMISSION OR MULTIPLEXING OF ANALOG OR DIGITAL SIGNALS

- 15V DIGITAL OR  $\pm 7.5V$  PEAK-TO-PEAK SWITCHING
- $80\Omega$  TYPICAL ON RESISTANCE FOR 15V OPERATION
- SWITCH ON RESISTANCE MATCHED TO WITHIN  $5\Omega$  OVER 15V SIGNAL-INPUT RANGE
- ON RESISTANCE FLAT OVER FULL PEAK-TO-PEAK SIGNAL RANGE
- HIGH ON/OFF OUTPUT-VOLTAGE RATIO :  $65dB$  TYP. @  $f_{is} = 10kHz$ ,  $R_L = 10k\Omega$
- HIGH DEGREE OF LINEARITY :  $< 0.5\%$  DISTORTION TYP. @  $f_{is} = 1kHz$ ,  $V_{is} = 5V_{p-p}$ ,  $V_{DD} - V_{SS} \geq 10V$ ,  $R_L = 10k\Omega$
- EXTREMELY LOW OFF SWITCH LEAKAGE RESULTING IN VERY LOW OFFSET CURRENT AND HIGH EFFECTIVE OFF RESISTANCE ;  $10pA$  TYP. @  $V_{DD} - V_{SS} = 10V$ ,  $T_A = 25^\circ C$
- EXTREMELY HIGH CONTROL INPUT IMPEDANCE (control circuit isolated from signal circuit) :  $10^{12}\Omega$  TYP.
- LOW CROSSTALK BETWEEN SWITCHES :  $-50dB$  TYP. @  $f_{is} = 0.9MHz$ ,  $R_L = 1k\Omega$
- MATCHED CONTROL-INPUT TO SIGNAL-OUTPUT CAPACITANCE : REDUCES OUTPUT SIGNAL TRANSIENTS
- FREQUENCY RESPONSE, SWITCH ON =  $40MHz$  (typ.)
- QUIESCENT CURRENT SPECIFIED TO  $20V$  FOR HCC DEVICE
- 5V, 10V, AND 15V PARAMETRIC RATINGS
- INPUT CURRENT OF  $100nA$  AT 18V AND  $25^\circ C$  FOR HCC DEVICE
- 100% TESTED FOR QUIESCENT CURRENT
- MEETS ALL REQUIREMENTS OF JEDEC TENTATIVE STANDARD N<sup>o</sup>. 13A, "STANDARD SPECIFICATIONS FOR DESCRIPTION OF "B" SERIES CMOS DEVICES"

### DESCRIPTION

The **HCC4066B** (extended temperature range) and **HCF4066B** (intermediate temperature range) are monolithic integrated circuits, available in 14-lead dual in-line plastic or ceramic package and plastic micropackage. The **HCC/HCF4066B** is a quad bilateral switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-



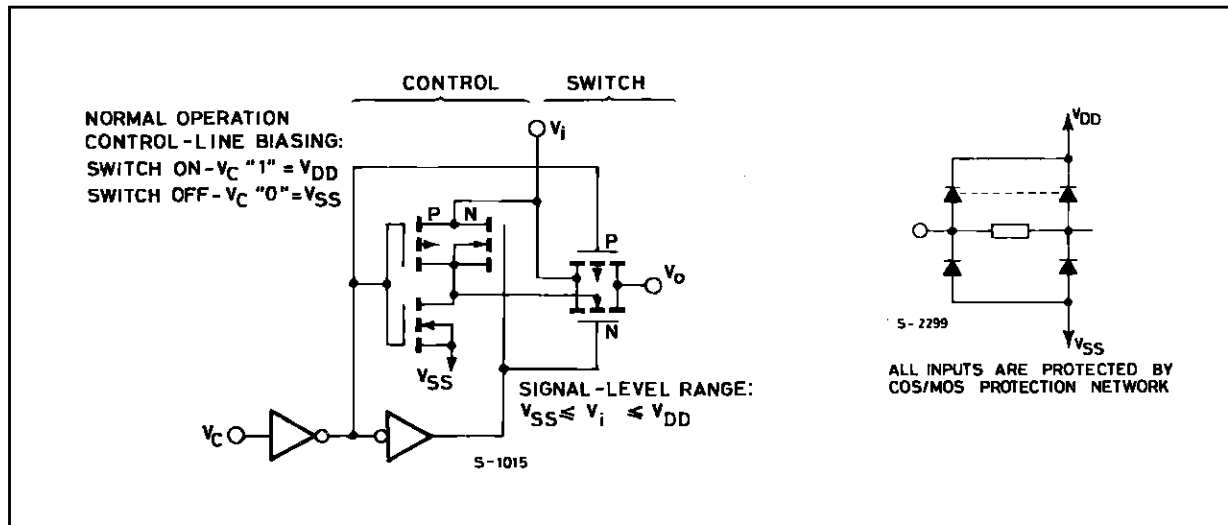
## HCC/HCF4066B

pin compatible with **HCC/HCF4016B**, but exhibits a much lower ON resistance. In addition, the ON resistance is relatively constant over the full input-signal range. The **HCC/HCF4066B** consists of four independent bilateral switches. A single control signal is required per switch. Both the p and the n device in a given switch are biased ON or OFF simultaneously by the control signal. As shown in schematic diagram, the well of the n-channel device on each switch is either tied to the input when the switch is ON or to  $V_{SS}$  when the switch is OFF. This

configuration eliminates the variation of the switch-transistor threshold voltage with input signal, and thus keeps the ON resistance low over the full operating-signal range. The advantages over single-channel switches include peak input signal voltage swings equal to the full supply voltage, and more constant ON impedance over the input-signal range. For sample-and-hold applications, however, the **HCC/HCF4016B** is recommended.

### SCHEMATIC DIAGRAM

1 OF 4 IDENTICAL SWITCHES AND ITS ASSOCIATED CONTROL CIRCUITRY.



### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{DD}^*$	Supply Voltage : <b>HCC</b> Types <b>HCF</b> Types	- 0.5 to + 20 - 0.5 to + 18	V V
$V_i$	Input Voltage	- 0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
$I_i$	DC Input Current (any one input)	$\pm 10$	mA
$P_{tot}$	Total Power Dissipation (per package) Dissipation per Output Transistor for $T_{op}$ = Full Package-temperature Range	200 100	mW mW
$T_{op}$	Operating Temperature : <b>HCC</b> Types <b>HCF</b> Types	- 55 to + 125 - 40 to + 85	$^{\circ}$ C $^{\circ}$ C
$T_{stg}$	Storage Temperature	- 65 to + 150	$^{\circ}$ C

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for external periods may affect device reliability.  
\* All voltage values are referred to  $V_{SS}$  pin voltage.

## RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>DD</sub>	Supply Voltage : HCC Types	3 to 18	V
	HCF Types	3 to 15	V
V <sub>I</sub>	Input Voltage	0 to V <sub>DD</sub>	V
T <sub>op</sub>	Operating Temperature : HCC Types	- 55 to + 125	°C
	HCF Types	- 40 to + 85	°C

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(T<sub>amb</sub> = 25°C, typical temperature coefficient for all V<sub>DD</sub> values is 0,3%/°C)

Symbol	Parameter	Test Conditions				Value						Unit
			V <sub>I</sub> (V)	V <sub>DD</sub> (V)	T <sub>Low</sub> *		25°C			T <sub>High</sub> *		
					Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
I <sub>L</sub>	Quiescent Device Current (all switches ON or all switches OFF)	HCC Types	0/ 5	5		0.25		0.01	0.25		7.5	µA
			0/10	10		0.5		0.01	0.5		15	
			0/15	15		1		0.01	1		30	
		HCF Types	0/ 5	5		1		0.01	1		7.5	
			0/10	10		2		0.01	2		15	
			0/15	15		4		0.01	4		30	
<b>SIGNAL INPUTS (V<sub>is</sub>) and Outputs (V<sub>os</sub>)</b>												
R <sub>ON</sub>	On Resistance	HCC Types	V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ Return to $\frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$ V <sub>is</sub> = V <sub>SS</sub> to V <sub>DD</sub>	5		800		470	1050		1300	Ω
				10		310		180	400		550	
				15		200		125	240		320	
		HCF Types		5		850		470	1050		1200	
				10		330		180	400		500	
				15		210		125	240		300	
ΔON	Resistance between any 2 Switches, ΔR <sub>ON</sub>		R <sub>L</sub> 10kΩ, V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub>	5				15				Ω
				10				10				
				15				5				
TDH	Total Harmonic Distorsion							0.4				%
	- 3 dB Cutoff Frequency (switch on)							40				MHz

\* T<sub>Low</sub> = - 55°C for HCC device : - 40°C for HCF device.\* T<sub>High</sub> = + 125°C for HCC device : + 85°C for HCF device.The Noise Margin for both "1" and "0" level is : 1V min. with V<sub>DD</sub> = 5V, 2V min. with V<sub>DD</sub> = 10V, 2.5V min. with V<sub>DD</sub> = 15V.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions		Value						Unit		
			V <sub>DD</sub> (V)	T <sub>Low</sub> *		25°C			T <sub>High</sub> *			
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.		Max.	
	- 50 dB Feedthrough Frequency (switch off)	V <sub>C</sub> = V <sub>SS</sub> = - 5V, V <sub>is</sub> (p-p) = 5V (sine wave centured on 0V) R <sub>L</sub> = 1 kΩ					1				MHz	
	- 50 dB Crosstalk Frequency	V <sub>C</sub> (A) = V <sub>DD</sub> = + 5V V <sub>C</sub> (B) = V <sub>SS</sub> = - 5V V <sub>is</sub> (A) = 5Vp-p, 50Ω source R <sub>L</sub> = 1 kΩ					8				MHz	
t <sub>pd</sub>	Propagati on Delay (signal input to signal output)	R <sub>L</sub> = 200kΩ V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> , V <sub>SS</sub> = GND, C <sub>L</sub> = 50pF, V <sub>is</sub> = 10V (square wave centured on 5V) t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub> = 20ns		5			20	40			ns	
				10			10	20				
				15			7	15				
C <sub>is</sub>	Input Capacitance	V <sub>DD</sub> = + 5V V <sub>C</sub> = V <sub>SS</sub> = - 5V					8			pF		
C <sub>os</sub>	Output Capacitance						8					
C <sub>ios</sub>	Feedthrough						0.5					
	Input/Output Leakage Current Switch OFF	HCC Types	V <sub>C</sub> = 0V V <sub>is</sub> = 18V ; V <sub>os</sub> = 0V V <sub>is</sub> = 0V ; V <sub>os</sub> = 18V	18		± 0.1	±10 <sup>-3</sup>	± 0.1		± 1	μA	
		HCF Types	V <sub>C</sub> = 0V V <sub>is</sub> = 15V ; V <sub>os</sub> = 0V V <sub>is</sub> = 0V ; V <sub>os</sub> = 15V	15		± 0.3	±10 <sup>-3</sup>	± 0.3		± 1		
<b>CONTROL (V<sub>C</sub>)</b>												
V <sub>ILC</sub>	Control Input Low Voltage	I <sub>is</sub>   < 10μA V <sub>is</sub> = V <sub>SS</sub> , V <sub>os</sub> = V <sub>DD</sub> and V <sub>is</sub> = V <sub>DD</sub> , V <sub>os</sub> = V <sub>SS</sub>		5		1			1		1	V
				10		2			2		2	
				15		2			2		2	
V <sub>IHC</sub>	Control Input High Voltage			5	3.5		3.5			3.5		V
				10	7		7			7		
				15	11		11			11		
I <sub>IH</sub> I <sub>IL</sub>	Input Leakage Current	HCC Types	V <sub>is</sub> ≤ V <sub>DD</sub> V <sub>DD</sub> - V <sub>SS</sub> = 18V	18		± 0.1	±10 <sup>-5</sup>	± 0.1		± 1	μA	
		HCF Types	V <sub>DD</sub> - V <sub>SS</sub> = 15V V <sub>CC</sub> ≤ V <sub>DD</sub> - V <sub>SS</sub>	15		± 0.3	±10 <sup>-5</sup>	± 0.3		± 1		

\* T<sub>Low</sub> = - 55°C for HCC device : - 40°C for HCF device.

\* T<sub>High</sub> = + 125°C for HCC device : + 85°C for HCF device.

The Noise Margin for both "1" and "0" level is : 1V min. with V<sub>DD</sub> = 5V, 2V min. with V<sub>DD</sub> = 10V, 2.5V min. with V<sub>DD</sub> = 15V.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	V <sub>DD</sub> (V)	Value						Unit	
				T <sub>Low</sub> *		25°C			T <sub>High</sub> *		
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.		Max.
	Crosstalk (control input to signal output)	V <sub>C</sub> = 10V (sq. wave) t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub> = 20ns R <sub>L</sub> = 10kΩ	10				50				mV
	Turn-on Propagation Delay	V <sub>IN</sub> = V <sub>DD</sub> t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub> = 20ns C <sub>L</sub> = 50pF R <sub>L</sub> = 1kΩ	5				35	70			ns
10						20	40				
15						15	30				
	Control Input Repetition Rate	V <sub>is</sub> = V <sub>DD</sub> , V <sub>SS</sub> = GND R <sub>L</sub> = 1kΩ to gnd C <sub>L</sub> = 50pF V <sub>C</sub> = 10V (square wave centred on 5V) t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub> = 20ns V <sub>os</sub> = 1/2V <sub>os</sub> @ 1kHz	5				6				MHz
10						9					
15						9.5					
C <sub>I</sub>	Input Capacitance	Any Input					5	7.5			pF

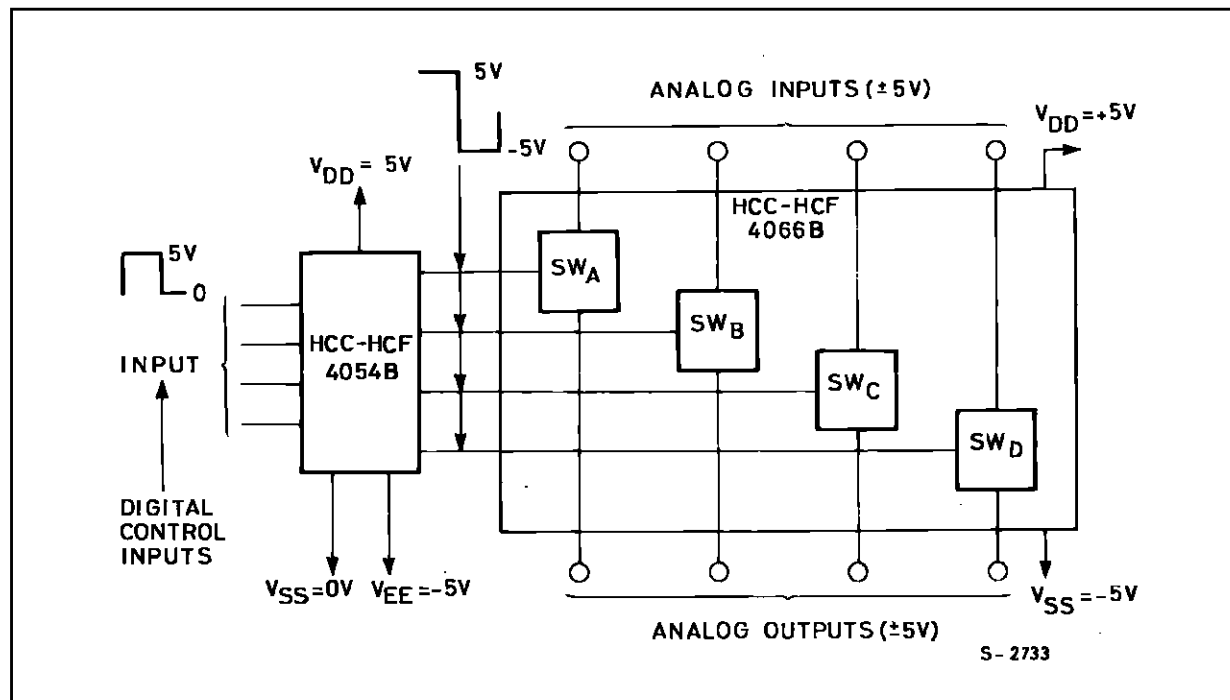
\* T<sub>Low</sub> = - 55°C for HCC device : - 40°C for HCF device.

\* T<sub>High</sub> = + 125°C for HCC device : + 85°C for HCF device.

The Noise Margin for both "1" and "0" level is : 1V min. with V<sub>DD</sub> = 5V, 2V min. with V<sub>DD</sub> = 10V, 2.5V min. with V<sub>DD</sub> = 15V.

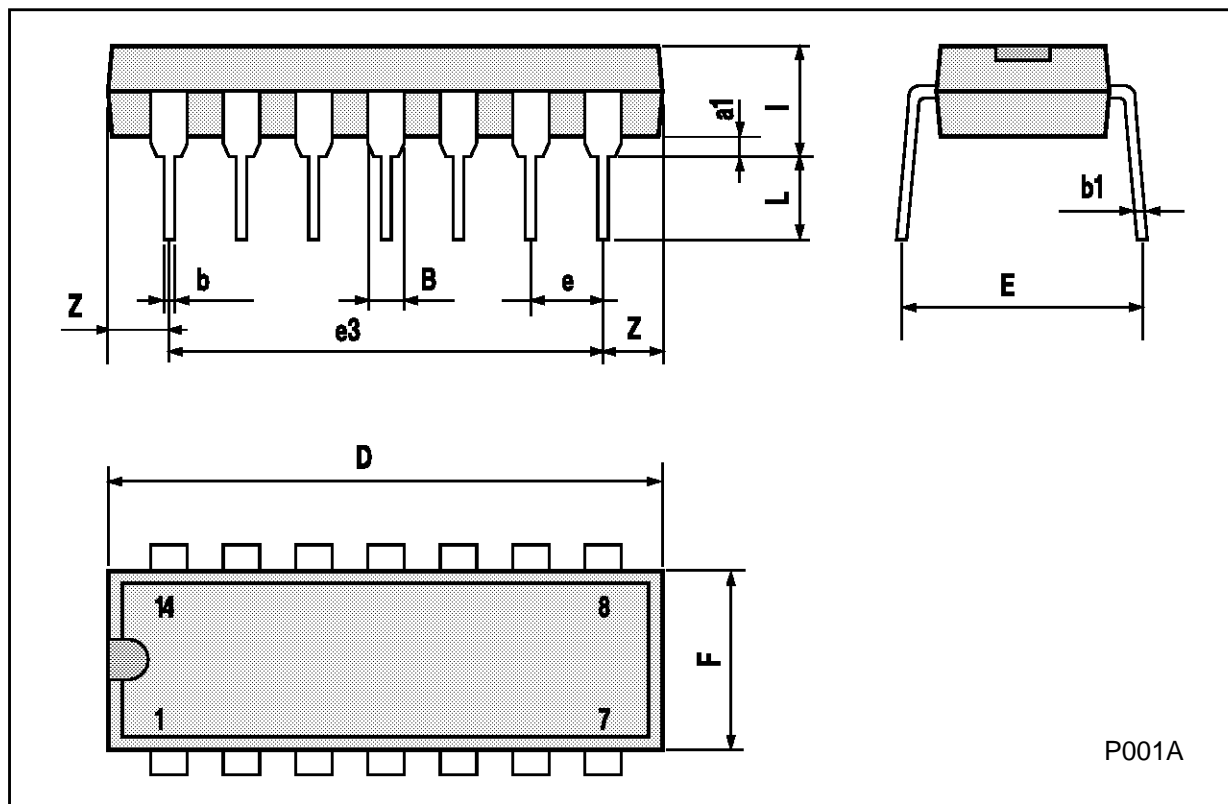
**TYPICAL APPLICATIONS**

**BIDIRECTIONAL SIGNAL TRANSMISSION VIA DIGITAL CONTROL LOGIC**



## Plastic DIP14 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100





## ANEXO 14

### **14. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Amplificador Operacional Dual LM358**

# LM158, LM158A, LM258, LM258A LM358, LM358A, LM2904, LM2904Q DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS068E – JUNE 1976 – REVISED SEPTEMBER 2002

- **Wide Range of Supply Voltages:**
  - Single Supply . . . 3 V to 30 V (LM2904 and LM2904Q . . . 3 V to 26 V) or
  - Dual Supplies
- **Low Supply-Current Drain Independent of Supply Voltage . . . 0.7 mA Typ**
- **Common-Mode Input Voltage Range Includes Ground, Allowing Direct Sensing Near Ground**
- **Low Input Bias and Offset Parameters:**
  - Input Offset Voltage . . . 3 mV Typ  
A Versions . . . 2 mV Typ
  - Input Offset Current . . . 2 nA Typ
  - Input Bias Current . . . 20 nA Typ  
A Versions . . . 15 nA Typ
- **Differential Input Voltage Range Equal to Maximum-Rated Supply Voltage . . .  $\pm 32$  V (LM2904 and LM2904Q . . .  $\pm 26$  V)**
- **Open-Loop Differential Voltage Amplification . . . 100 V/mV Typ**
- **Internal Frequency Compensation**

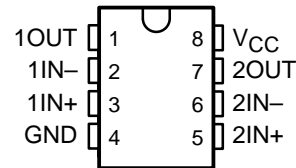
## description/ordering information

These devices consist of two independent, high-gain, frequency-compensated operational amplifiers designed to operate from a single supply over a wide range of voltages. Operation from split supplies also is possible if the difference between the two supplies is 3 V to 30 V (3 V to 26 V for the LM2904 and LM2904Q), and  $V_{CC}$  is at least 1.5 V more positive than the input common-mode voltage. The low supply-current drain is independent of the magnitude of the supply voltage.

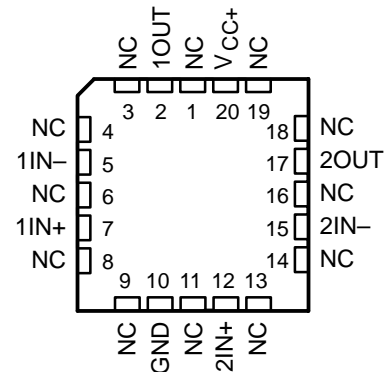
Applications include transducer amplifiers, dc amplification blocks, and all the conventional operational amplifier circuits that now can be implemented more easily in single-supply-voltage systems. For example, these devices can be operated directly from the standard 5-V supply used in digital systems and easily provide the required interface electronics without additional  $\pm 5$ -V supplies.

The LM2904Q is manufactured to demanding automotive requirements.

LM158, LM158A . . . JG PACKAGE  
LM258 . . . D OR P PACKAGE  
LM258A . . . P PACKAGE  
LM358 . . . D, P, PS, OR PW PACKAGE  
LM358A . . . D OR P PACKAGE  
LM2904 . . . D, P, PS, OR PW PACKAGE  
LM2904Q . . . D PACKAGE  
(TOP VIEW)



LM158, LM158A . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



NC – No internal connection



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

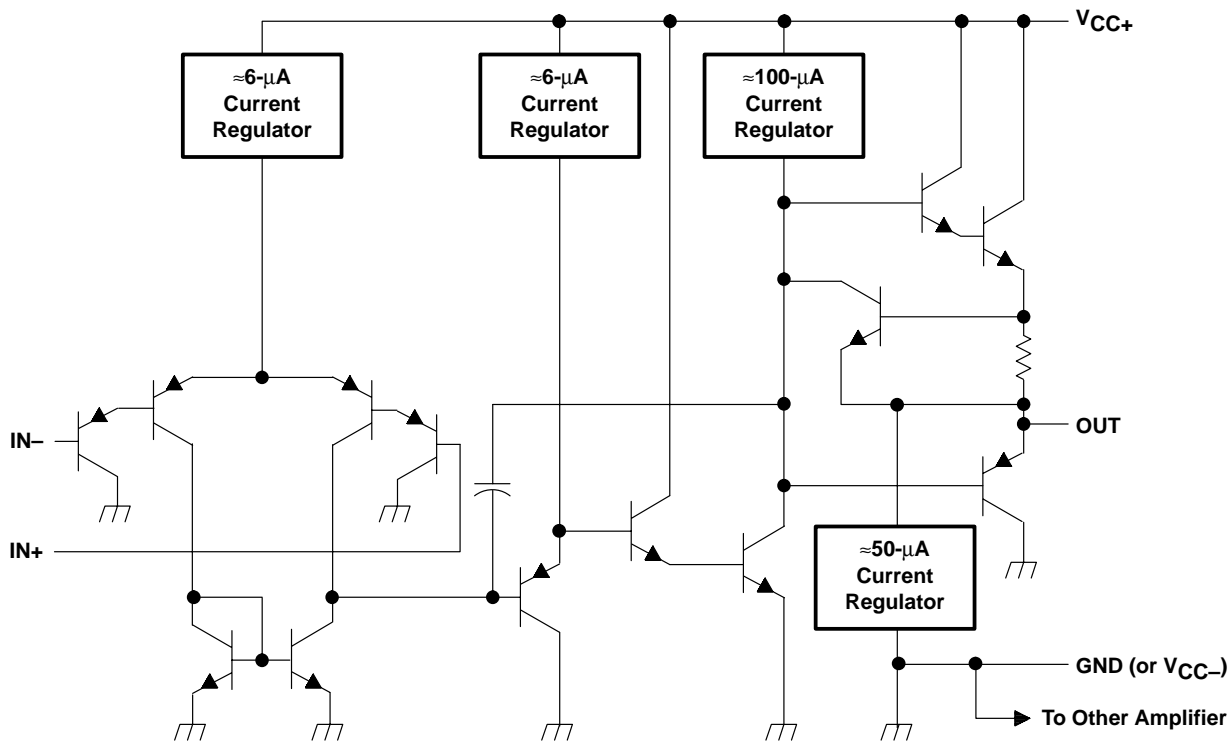
PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated  
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

schematic (each amplifier)



COMPONENT COUNT	
Epi-FET	1
Diodes	2
Resistors	7
Transistors	51
Capacitors	2

**LM158, LM158A, LM258, LM258A  
LM358, LM358A, LM2904, LM2904Q  
DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS068E – JUNE 1976 – REVISED SEPTEMBER 2002

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†**

		LM158, LM158A LM258, LM258A LM358, LM358A	LM2904 LM2904Q	UNIT
Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)		32	26	V
Differential input voltage, $V_{ID}$ (see Note 2)		±32	±26	V
Input voltage, $V_I$ (either input)		-0.3 to 32	-0.3 to 26	V
Duration of output short circuit (one amplifier) to ground at (or below) 25°C free-air temperature ( $V_{CC} \leq 15$ V) (see Note 3)		Unlimited	Unlimited	
Operating virtual junction temperature, $T_J$		150	150	°C
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Notes 4 and 5)	D package	97	97	°C/W
	P package	85	85	
	PS package	95	95	
	PW package	149	149	
Package thermal impedance, $\theta_{JC}$ (see Notes 6 and 7)	FK package	5.61		°C/W
	JG package	14.5		
Operating free-air temperature range, $T_A$	LM158, LM158A	-55 to 125		°C
	LM258, LM258A	-25 to 85		
	LM358, LM358A	0 to 70		
	LM2904, LM2904Q		-40 to 125	
Case temperature for 60 seconds	FK package	260		°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds	JG package	300	300	°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	P package	260	260	°C
Storage temperature range, $T_{stg}$		-65 to 150	-65 to 150	°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. All voltage values, except differential voltages and  $V_{CC}$  specified for measurement of  $I_{OS}$ , are with respect to the network ground terminal.
  2. Differential voltages are at  $IN+$  with respect to  $IN-$ .
  3. Short circuits from outputs to  $V_{CC}$  can cause excessive heating and eventual destruction.
  4. Maximum power dissipation is a function of  $T_J(max)$ ,  $\theta_{JA}$ , and  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is  $P_D = (T_J(max) - T_A)/\theta_{JA}$ . Operating at the absolute maximum  $T_J$  of 150°C can affect reliability.
  5. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.
  6. Maximum power dissipation is a function of  $T_J(max)$ ,  $\theta_{JC}$ , and  $T_C$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable case temperature is  $P_D = (T_J(max) - T_C)/\theta_{JC}$ . Operating at the absolute maximum  $T_J$  of 150°C can affect reliability.
  7. The package thermal impedance is calculated in accordance with MIL-STD-883.



**LM158, LM158A, LM258, LM258A  
LM358, LM358A, LM2904, LM2904Q  
DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS068E – JUNE 1976 – REVISED SEPTEMBER 2002

**electrical characteristics at specified free-air temperature,  $V_{CC} = 5\text{ V}$  (unless otherwise noted)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	$T_A$ ‡	LM158 LM258			LM358			UNIT	
			MIN	TYP§	MAX	MIN	TYP§	MAX		
$V_{IO}$ Input offset voltage	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX}$ , $V_{IC} = V_{ICR(\text{min})}$ , $V_O = 1.4\text{ V}$	25°C	3	5		3	7	mV		
		Full range			7		9			
$\alpha_{V_{IO}}$ Average temperature coefficient of input offset voltage		Full range	7			7			$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
$I_{IO}$ Input offset current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C	2	30		2	50	nA		
		Full range			100		150			
$\alpha_{I_{IO}}$ Average temperature coefficient of input offset current		Full range	10			10			$\text{pA}/^\circ\text{C}$	
$I_{IB}$ Input bias current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C	-20	-150		-20	-250	nA		
		Full range			-300		-500			
$V_{ICR}$ Common-mode input voltage range	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX}$	25°C	0 to $V_{CC}-1.5$		0 to $V_{CC}-1.5$			V		
		Full range	0 to $V_{CC}-2$		0 to $V_{CC}-2$					
$V_{OH}$ High-level output voltage	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	25°C	$V_{CC}-1.5$			$V_{CC}-1.5$			V	
		25°C								
		Full range	$R_L = 2\text{ k}\Omega$	26			26			
			$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$	27 28			27 28			
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$R_L \leq 10\text{ k}\Omega$	Full range	5 20			5 20			mV	
$A_{VD}$ Large-signal differential voltage amplification	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $V_O = 1\text{ V to }11\text{ V}$ , $R_L = \geq 2\text{ k}\Omega$	25°C	50	100		25	100	V/mV		
		Full range	25			15				
CMRR Common-mode rejection ratio	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX}$ , $V_{IC} = V_{ICR(\text{min})}$	25°C	70	80		65	80	dB		
$k_{SVR}$ Supply-voltage rejection ratio ( $\Delta V_{DD}/\Delta V_{IO}$ )	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX}$	25°C	65	100		65	100	dB		
$V_{O1}/V_{O2}$ Crosstalk attenuation	$f = 1\text{ kHz to }20\text{ kHz}$	25°C	120			120			dB	
$I_O$ Output current	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $V_{ID} = 1\text{ V}$ , $V_O = 0$	25°C	-20	-30		-20	-30	mA		
		Full range	-10			-10				
		Full range	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $V_{ID} = -1\text{ V}$ , $V_O = 15\text{ V}$	10 20			10 20			
			$V_{ID} = -1\text{ V}$ , $V_O = 200\text{ mV}$	5			5			
$I_{OS}$ Short-circuit output current	$V_{CC}$ at 5 V, GND at -5 V, $V_O = 0$	25°C	$\pm 40 \pm 60$			$\pm 40 \pm 60$			mA	
$I_{CC}$ Supply current (two amplifiers)	$V_O = 2.5\text{ V}$ , No load	Full range	0.7 1.2			0.7 1.2			mA	
	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_O = 0.5\text{ V}$ , No load	Full range	1 2			1 2				

† All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode input voltage, unless otherwise specified. MAX  $V_{CC}$  for testing purposes is 26 V for the LM2904 and 30 V for others.

‡ Full range is  $-55^\circ\text{C}$  to  $125^\circ\text{C}$  for LM158,  $-25^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$  for LM258,  $0^\circ\text{C}$  to  $70^\circ\text{C}$  for LM358, and  $-40^\circ\text{C}$  to  $125^\circ\text{C}$  for LM2904 and LM2904Q.

§ All typical values are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .



operating conditions,  $V_{CC} = \pm 15\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER		TEST CONDITIONS	TYP	UNIT
SR	Slew rate at unity gain	$R_L = 1\text{ M}\Omega$ , $C_L = 30\text{ pF}$ , $V_I = \pm 10\text{ V}$ (see Figure 1)	0.3	$\text{V}/\mu\text{s}$
$B_1$	Unity-gain bandwidth	$R_L = 1\text{ M}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ (see Figure 1)	0.7	MHz
$V_n$	Equivalent input noise voltage	$R_S = 100\ \Omega$ , $V_I = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ kHz}$ (see Figure 2)	40	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$

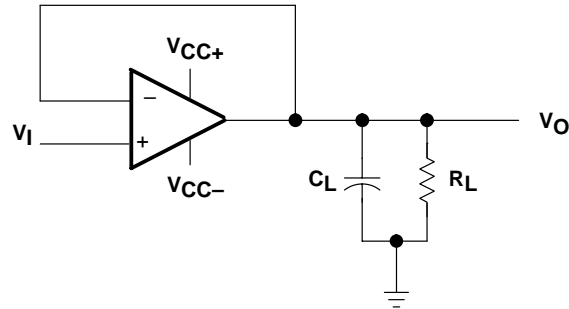


Figure 1. Unity-Gain Amplifier

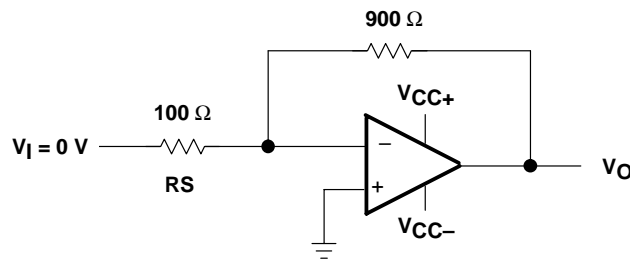


Figure 2. Noise-Test Circuit

## **ANEXO 15**

### **15. Hojas Técnicas: Circuito Integrado Amplificador de Audio LM386**

# LM386

## Low Voltage Audio Power Amplifier

### General Description

The LM386 is a power amplifier designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 will increase the gain to any value from 20 to 200.

The inputs are ground referenced while the output automatically biases to one-half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 milliwatts when operating from a 6 volt supply, making the LM386 ideal for battery operation.

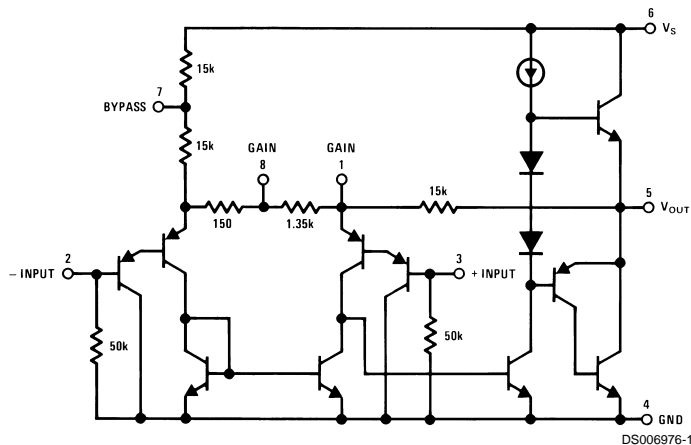
### Features

- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range: 4V–12V or 5V–18V
- Low quiescent current drain: 4mA
- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion: 0.2% ( $A_V = 20$ ,  $V_S = 6V$ ,  $R_L = 8\Omega$ ,  $P_O = 125mW$ ,  $f = 1kHz$ )
- Available in 8 pin MSOP package

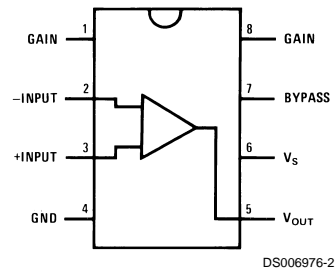
### Applications

- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

### Equivalent Schematic and Connection Diagrams



**Small Outline,  
Molded Mini Small Outline,  
and Dual-In-Line Packages**



**Top View**  
Order Number LM386M-1,  
LM386MM-1, LM386N-1,  
LM386N-3 or LM386N-4  
See NS Package Number  
M08A, MUA08A or N08E



## Absolute Maximum Ratings (Note 2)

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

Supply Voltage (LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V
Supply Voltage (LM386N-4)	22V
Package Dissipation (Note 3) (LM386N)	1.25W
(LM386M)	0.73W
(LM386MM-1)	0.595W
Input Voltage	±0.4V
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Operating Temperature	0°C to +70°C
Junction Temperature	+150°C
Soldering Information	

Dual-In-Line Package

Soldering (10 sec)

+260°C

Small Outline Package

(SOIC and MSOP)

Vapor Phase (60 sec)

+215°C

Infrared (15 sec)

+220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Thermal Resistance

$\theta_{JC}$  (DIP)

37°C/W

$\theta_{JA}$  (DIP)

107°C/W

$\theta_{JC}$  (SO Package)

35°C/W

$\theta_{JA}$  (SO Package)

172°C/W

$\theta_{JA}$  (MSOP)

210°C/W

$\theta_{JC}$  (MSOP)

56°C/W

## Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

$T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage ( $V_S$ ) LM386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1 LM386N-4		4 5		12 18	V
Quiescent Current ( $I_Q$ )	$V_S = 6\text{V}$ , $V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power ( $P_{OUT}$ ) LM386N-1, LM386M-1, LM386MM-1 LM386N-3 LM386N-4	$V_S = 6\text{V}$ , $R_L = 8\Omega$ , THD = 10% $V_S = 9\text{V}$ , $R_L = 8\Omega$ , THD = 10% $V_S = 16\text{V}$ , $R_L = 32\Omega$ , THD = 10%	250 500 700	325 700 1000		mW
Voltage Gain ( $A_V$ )	$V_S = 6\text{V}$ , $f = 1\text{ kHz}$ 10 $\mu\text{F}$ from Pin 1 to 8		26 46		dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6\text{V}$ , Pins 1 and 8 Open		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6\text{V}$ , $R_L = 8\Omega$ , $P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}$ , Pins 1 and 8 Open		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6\text{V}$ , $f = 1\text{ kHz}$ , $C_{BYPASS} = 10\text{ }\mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance ( $R_{IN}$ )			50		k $\Omega$
Input Bias Current ( $I_{BIAS}$ )	$V_S = 6\text{V}$ , Pins 2 and 3 Open		250		nA

**Note 1:** All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

**Note 2:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

**Note 3:** For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of 107°C/W junction to ambient for the dual-in-line package and 2) a thermal resistance of 170°C/W for the small outline package.

## Application Hints

### GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open the 1.35 k $\Omega$  resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the 1.35 k $\Omega$  resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal 15 k $\Omega$  resistor). For 6 dB effective bass boost:  $R \approx 15$  k $\Omega$ , the lowest value for good stable operation is  $R = 10$  k $\Omega$  if pin 8 is open. If pins 1 and 8 are bypassed then  $R$  as low as 2 k $\Omega$  can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 9.

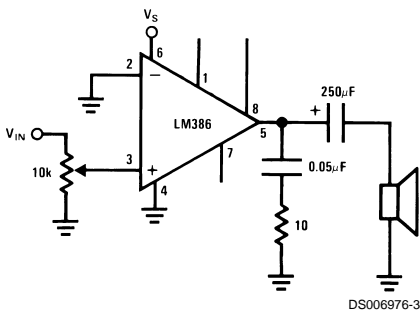
### INPUT BIASING

The schematic shows that both inputs are biased to ground with a 50 k $\Omega$  resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA, so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than 250 k $\Omega$  it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than 10 k $\Omega$ , then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

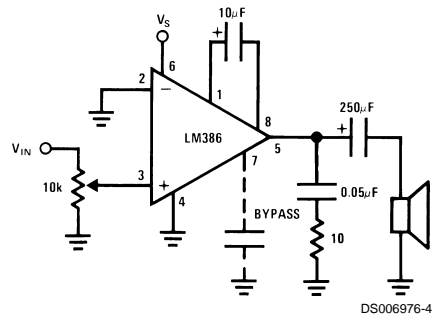
When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 k $\Omega$  resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1  $\mu$ F capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

# Typical Applications

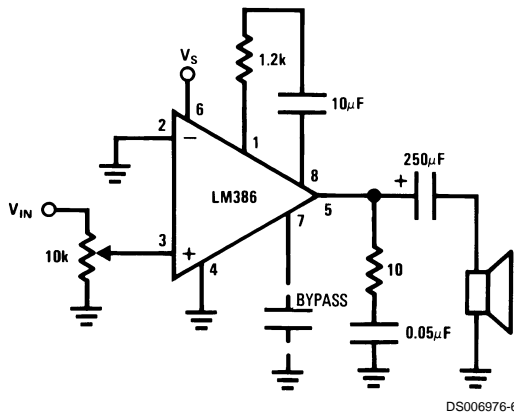
**Amplifier with Gain = 20  
Minimum Parts**



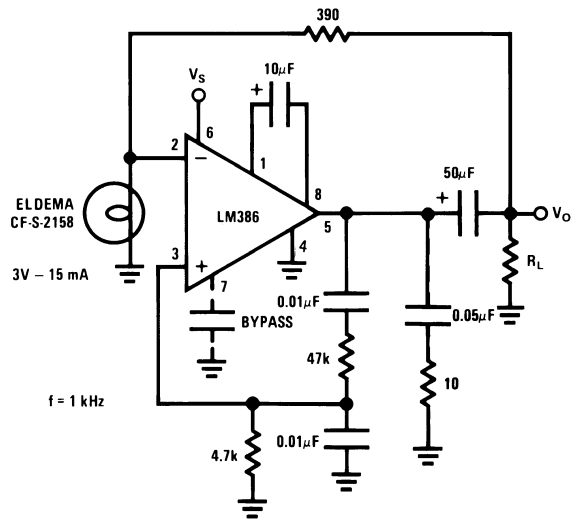
**Amplifier with Gain = 200**



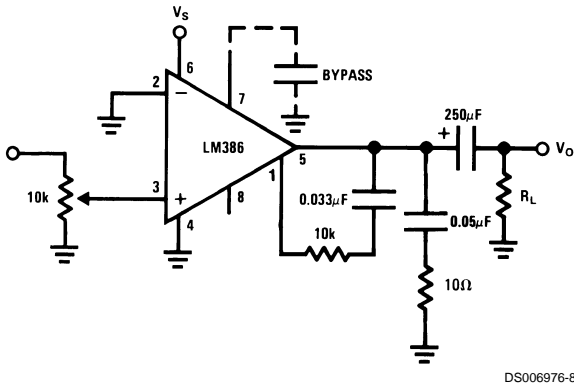
**Amplifier with Gain = 50**



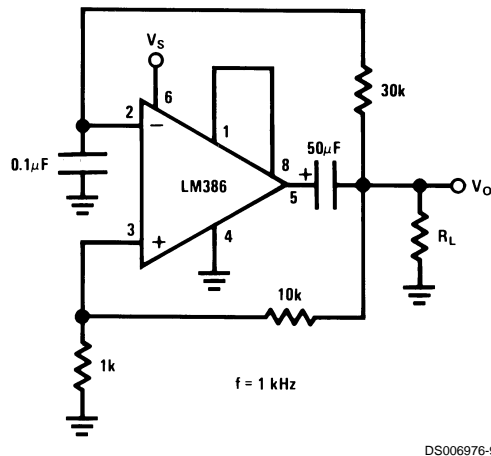
**Low Distortion Power Wienbridge Oscillator**



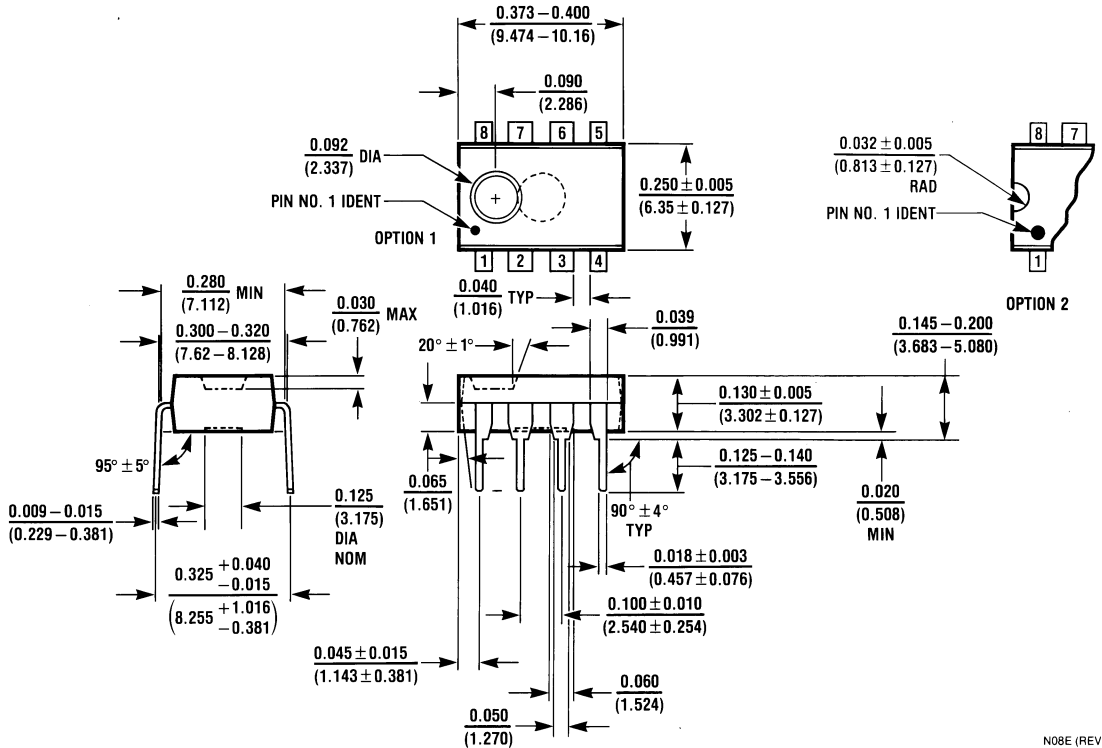
**Amplifier with Bass Boost**



**Square Wave Oscillator**



**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



**Dual-In-Line Package (N)**  
**Order Number LM386N-1, LM386N-3 or LM386N-4**  
**NS Package Number N08E**

N08E (REV F)

**LIFE SUPPORT POLICY**

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 **National Semiconductor Corporation**  
Americas  
Tel: 1-800-272-9959  
Fax: 1-800-737-7018  
Email: support@nsc.com  
www.national.com

**National Semiconductor Europe**  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: europe.support@nsc.com  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**  
Tel: 65-2544466  
Fax: 65-2504466  
Email: ap.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
Tel: 81-3-5639-7560  
Fax: 81-3-5639-7507

## **ANEXO 16**

### **16. Hojas Técnicas: Compuerta negadora con histéresis 74LS14**

# SN5414, SN54LS14, SN7414, SN74LS14

## HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

DECEMBER 1983—REVISED MARCH 1988

- Operation from Very Slow Edges
- Improved Line-Receiving Characteristics
- High Noise Immunity

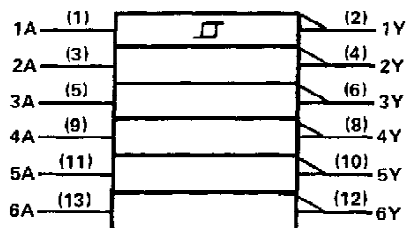
### description

Each circuit functions as an inverter, but because of the Schmitt action, it has different input threshold levels for positive ( $V_{T+}$ ) and for negative going ( $V_{T-}$ ) signals.

These circuits are temperature-compensated and can be triggered from the slowest of input ramps and still give clean, jitter-free output signals.

The SN5414 and SN54LS14 are characterized for operation over the full military temperature range of  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$ . The SN7414 and the SN74LS14 are characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ .

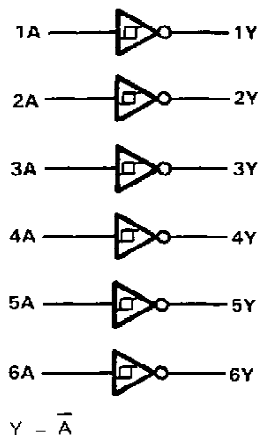
### logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

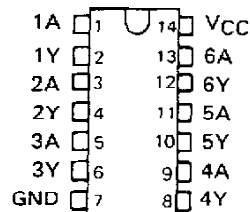
Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

### logic diagram (positive logic)



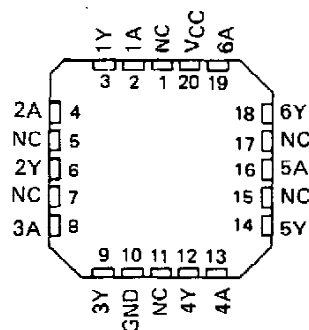
SN5414, SN54LS14 . . . J OR W PACKAGE  
SN7414 . . . N PACKAGE  
SN74LS14 . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



SN54LS14 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



NC—No internal connection

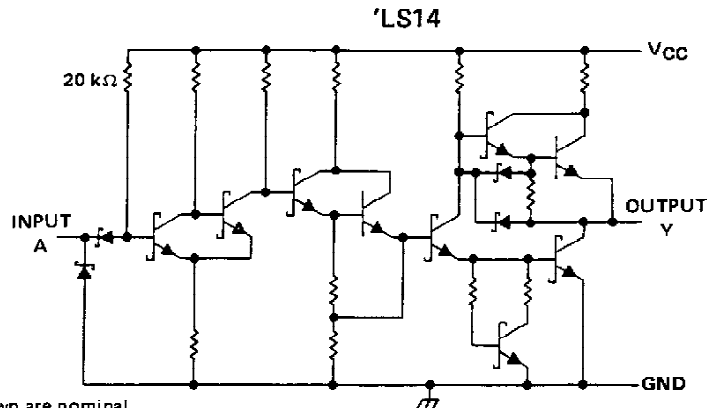
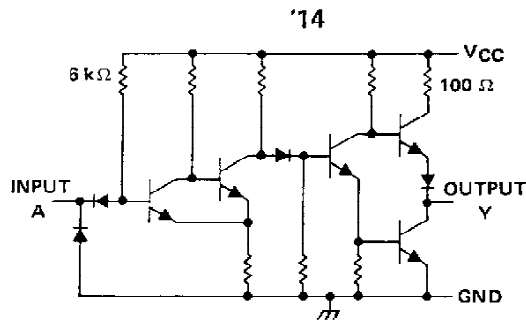
PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

# SN5414, SN54LS14, SN7414, SN74LS14 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

schematics



Resistor values shown are nominal.

## absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1) .....	7 V
Input voltage: '14 .....	5.5 V
'LS14 .....	7 V
Operating free-air temperature: SN54' .....	-55°C to 125°C
SN74' .....	0°C to 70°C
Storage temperature range .....	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

# SN5414, SN7414 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

## recommended operating conditions

	SN5414			SN7414			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
$V_{CC}$ Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
$I_{OH}$ High-level output current			-0.8			-0.8	mA
$I_{OL}$ Low-level output current			16			16	mA
$T_A$ Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

## electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
$V_{T+}$	$V_{CC} = 5\text{ V}$	1.5	1.7	2	V
$V_{T-}$	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.6	0.9	1.1	V
Hysteresis ( $V_{T+} - V_{T-}$ )	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.4	0.8		V
$V_{IK}$	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $I_I = -12\text{ mA}$			-1.5	V
$V_{OH}$	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $V_I = 0.6\text{ V}$ , $I_{OH} = -0.8\text{ mA}$	2.4	3.4		V
$V_{OL}$	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $V_I = 2\text{ V}$ , $I_{OL} = 16\text{ mA}$		0.2	0.4	V
$I_{T+}$	$V_{CC} = 5\text{ V}$ , $V_I = V_{T+}$	-0.43			mA
$I_{T-}$	$V_{CC} = 5\text{ V}$ , $V_I = V_{T-}$	-0.56			mA
$I_I$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_I = 5.5\text{ V}$			1	mA
$I_{IH}$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_{IH} = 2.4\text{ V}$			40	μA
$I_{IL}$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_{IL} = 0.4\text{ V}$		-0.8	-1.2	mA
$I_{OS}§$	$V_{CC} = \text{MAX}$	-18		-55	mA
$I_{CCH}$	$V_{CC} = \text{MAX}$		22	36	mA
$I_{CCL}$	$V_{CC} = \text{MAX}$		39	60	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Not more than one output should be shorted at a time.

## switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH}$	A	Y	$R_L = 400\ \Omega$ , $C_L = 15\text{ pF}$	15	22		ns
$t_{PHL}$				15	22		ns

  
**TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265



# SN54LS14, SN74LS14 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

## recommended operating conditions

	SN54LS14			SN74LS14			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			-0.4			-0.4	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			4			8	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

## electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54LS14			SN74LS14			UNIT	
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX		
V <sub>T+</sub>	V <sub>CC</sub> = 5 V	1.4	1.6	1.9	1.4	1.6	1.9	V	
V <sub>T-</sub>	V <sub>CC</sub> = 5 V	0.5	0.8	1	0.5	0.8	1	V	
Hysteresis (V <sub>T+</sub> - V <sub>T-</sub> )	V <sub>CC</sub> = 5 V	0.4	0.8		0.4	0.8		V	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.5			-1.5	V	
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>I</sub> = 0.5 V, I <sub>OH</sub> = -0.4 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V	
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>I</sub> = 1.9 V	I <sub>OL</sub> = 4 mA		0.25	0.4	0.25		0.4	
		I <sub>OL</sub> = 8 mA				0.35		0.5	
I <sub>T+</sub>	V <sub>CC</sub> = 5 V, V <sub>I</sub> = V <sub>T+</sub>			-0.14			-0.14	mA	
I <sub>T-</sub>	V <sub>CC</sub> = 5 V, V <sub>I</sub> = V <sub>T-</sub>			-0.18			-0.18	mA	
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 7 V			0.1		0.1		mA	
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IH</sub> = 2.7 V			20		20		μA	
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IL</sub> = 0.4 V			-0.4		-0.4		mA	
I <sub>OS§</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX	-20		-100		-20		-100	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX	8.6		16		8.6		16	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX	12		21		12		21	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

## switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C

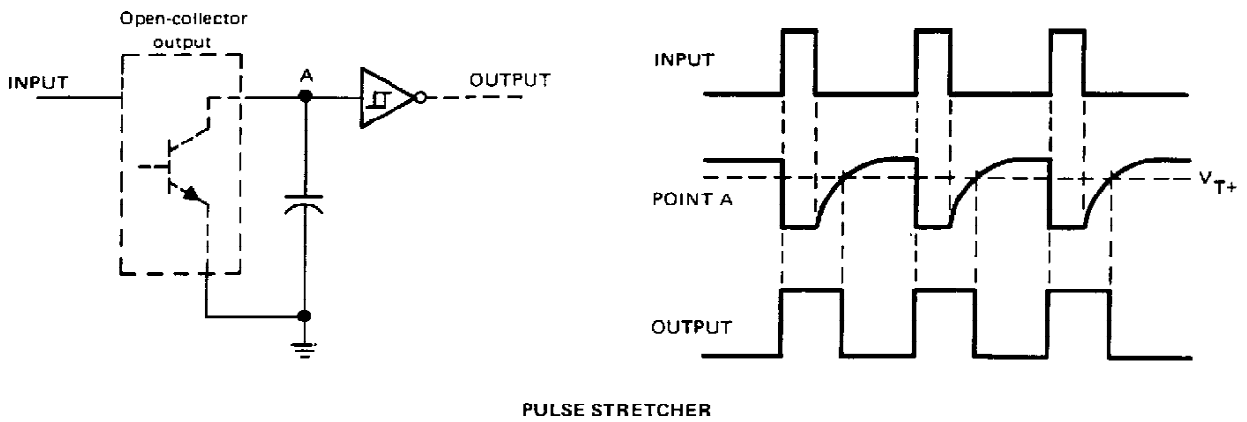
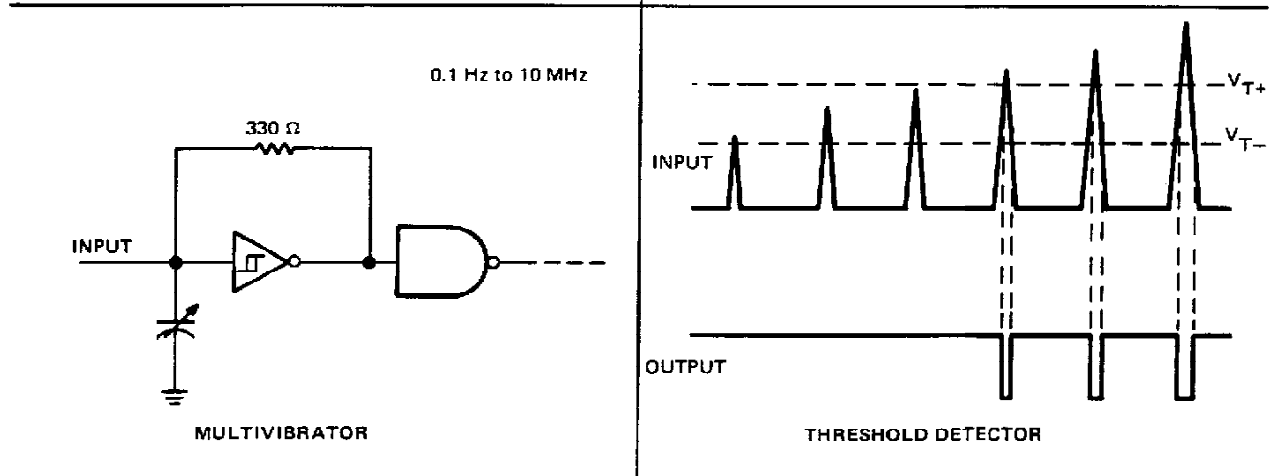
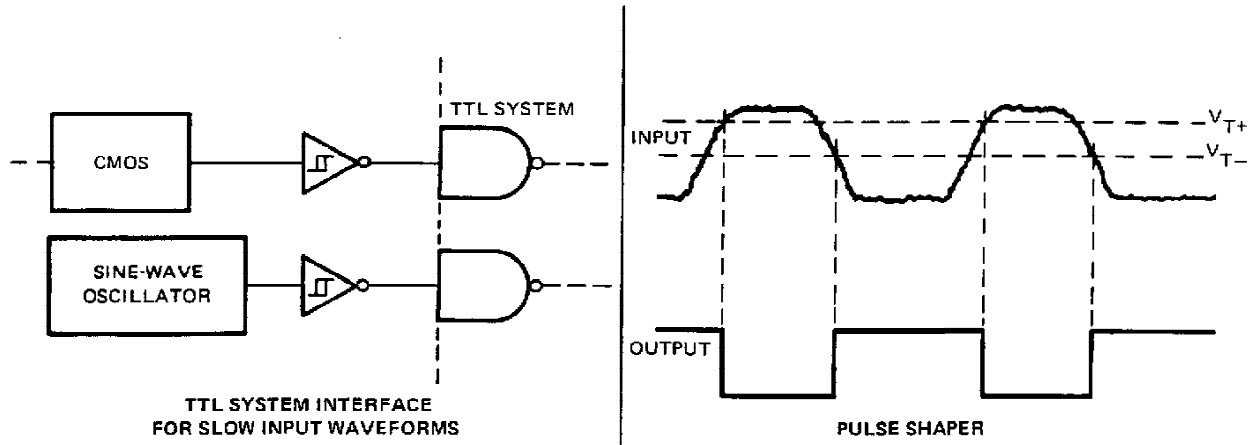
PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
t <sub>PLH</sub>	A	Y	R <sub>L</sub> = 2 kΩ, C <sub>L</sub> = 15 pF			15	22	ns
t <sub>PHL</sub>						15	22	ns

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

SN5414, SN54LS14,  
SN7414, SN74LS14  
HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

TYPICAL APPLICATION DATA



**ANEXO 17**

**17. Hojas Técnicas: Compuerta OR de 2 entradas 74LS32**

# DM74LS32

## Quad 2-Input OR Gate

### General Description

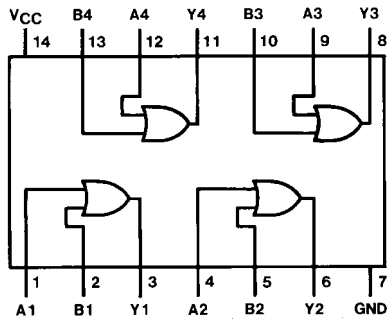
This device contains four independent gates each of which performs the logic OR function.

### Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS32M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS32SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS32N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

### Connection Diagram



### Function Table

$$Y = A + B$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = HIGH Logic Level  
L = LOW Logic Level

**Absolute Maximum Ratings**(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

**Note 1:** The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

**Recommended Operating Conditions**

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub>	HIGH Level Input Voltage	2			V
V <sub>IL</sub>	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I <sub>OH</sub>	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	LOW Level Output Current			8	mA
T <sub>A</sub>	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

**Electrical Characteristics**

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V <sub>I</sub>	Input Clamp Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	HIGH Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OH</sub> = Max V <sub>IH</sub> = Min	2.7	3.4		V
V <sub>OL</sub>	LOW Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OL</sub> = Max V <sub>IL</sub> = Max I <sub>OL</sub> = 4 mA, V <sub>CC</sub> = Min		0.35 0.25	0.5 0.4	V
I <sub>I</sub>	Input Current @ Max Input Voltage	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 7V			0.1	mA
I <sub>IH</sub>	HIGH Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 2.7V			20	μA
I <sub>IL</sub>	LOW Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 0.4V			-0.36	mA
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Output Current	V <sub>CC</sub> = Max (Note 3)	-20		-100	mA
I <sub>CCH</sub>	Supply Current with Outputs HIGH	V <sub>CC</sub> = Max		3.1	6.2	mA
I <sub>CCL</sub>	Supply Current with Outputs LOW	V <sub>CC</sub> = Max		4.9	9.8	mA

**Note 2:** All typicals are at V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = 25°C.

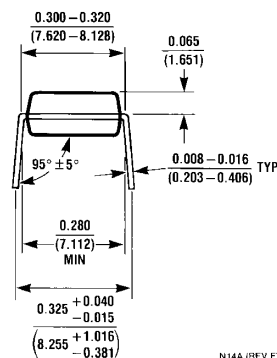
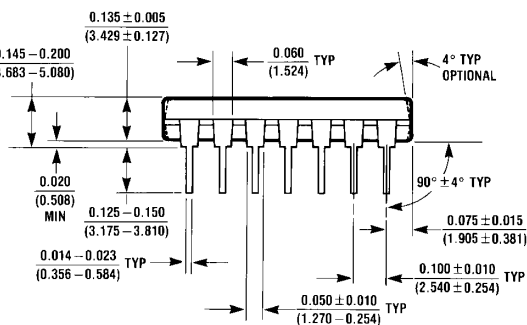
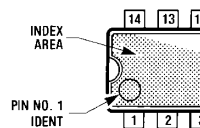
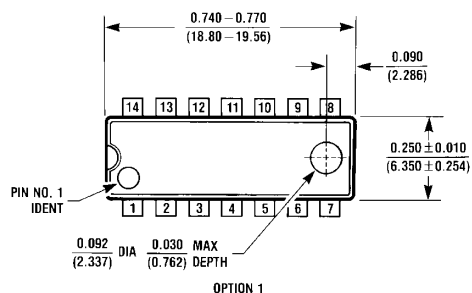
**Note 3:** Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

**Switching Characteristics**

at V<sub>CC</sub> = 5V and T<sub>A</sub> = 25°C

Symbol	Parameter	R <sub>L</sub> = 2 kΩ				Units
		C <sub>L</sub> = 15 pF		C <sub>L</sub> = 50 pF		
		Min	Max	Min	Max	
t <sub>PLH</sub>	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	11	4	15	ns
t <sub>PHL</sub>	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	11	4	15	ns

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



N14A (REV F)

**14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide Package Number N14A**

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

**LIFE SUPPORT POLICY**

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

[www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)

## **ANEXO 18**

### **18. Hojas Técnicas: Compuerta AND de 2 entradas 74LS08**

## DM7408 Quad 2-Input AND Gates

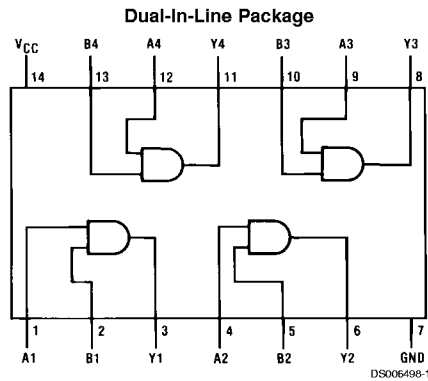
### General Description

This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

### Features

- Alternate Military/Aerospace device (5408) is available. Contact a Fairchild Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

### Connection Diagram



Order Number 5408DMQB, 5408FMQB, DM5408J, DM5408W or DM7408N  
See Package Number J14A, N14A or W14B

### Function Table

$$Y = AB$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = High Logic Level  
L = Low Logic Level



## Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Supply Voltage	7V	DM54 and 54	-55°C to +125°C
Input Voltage	5.5V	DM74	0°C to +70°C
Operating Free Air Temperature Range		Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

## Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM5408			DM7408			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub>	High Level Input Voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub>	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub>	High Level Output Current			-0.8			-0.8	mA
I <sub>OL</sub>	Low Level Output Current			16			16	mA
T <sub>A</sub>	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

**Note 1:** The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

## Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V <sub>I</sub>	Input Clamp Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>I</sub> = -12 mA			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	High Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OH</sub> = Max V <sub>IL</sub> = Max	2.4	3.4		V
V <sub>OL</sub>	Low Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OL</sub> = Max V <sub>IH</sub> = Min		0.2	0.4	V
I <sub>I</sub>	Input Current @ Max Input Voltage	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 5.5V			1	mA
I <sub>IH</sub>	High Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 2.4V			40	μA
I <sub>IL</sub>	Low Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 0.4V			-1.6	mA
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Output Current	V <sub>CC</sub> = Max (Note 3)	DM54 -20 DM74 -18		-55 -55	mA
I <sub>CCH</sub>	Supply Current with Outputs High	V <sub>CC</sub> = Max		11	21	mA
I <sub>CCL</sub>	Supply Current with Outputs Low	V <sub>CC</sub> = Max		20	33	mA

## Switching Characteristics

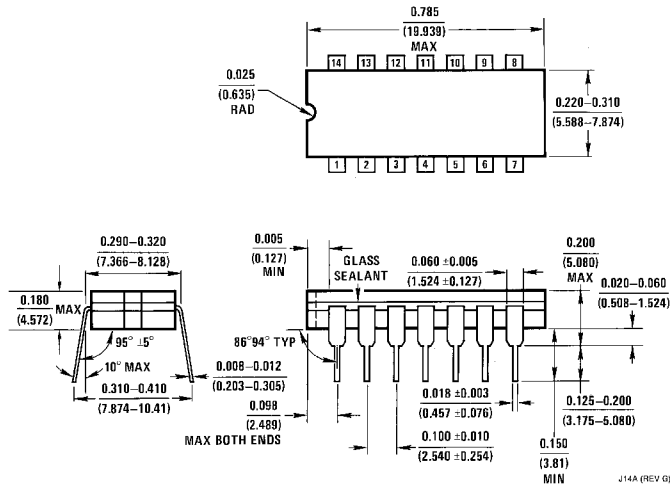
at V<sub>CC</sub> = 5V and T<sub>A</sub> = 25°C (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
t <sub>PLH</sub>	Propagation Delay Time Low to High Level Output	C <sub>L</sub> = 15 pF R <sub>L</sub> = 400Ω		27	ns
t <sub>PHL</sub>	Propagation Delay Time High to Low Level Output			19	ns

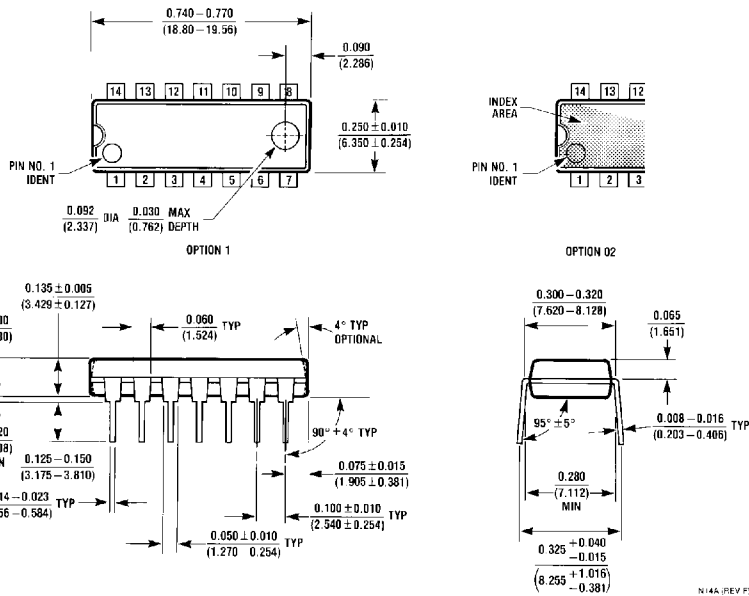
**Note 2:** All typicals are at V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = 25°C.

**Note 3:** Not more than one output should be shorted at a time.

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted



**14-Lead Ceramic Dual-In-Line Package (J)**  
**Order Number 5408DMQB or DM5408J**  
**Package Number J14A**



**14-Lead Molded Dual-In-Line Package (N)**  
**Order Number DM7408N**  
**Package Number N14A**

## **ANEXO 19**

### **19. Hojas Técnicas: Compuerta AND de 3 entradas 74LS11**

# SN54LS11, SN54S11, SN74LS11, SN74S11 TRIPLE 3-INPUT POSITIVE-AND GATES

SDLS131 – APRIL 1985 – REVISED MARCH 1988

- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

## description

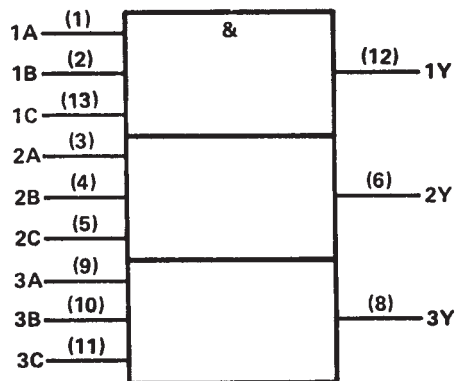
These devices contain three independent 3-input AND gates.

The SN54LS11 and SN54S11 are characterized for operation over the full military temperature range of  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$ . The SN74LS11 and SN74S11 are characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ .

FUNCTION TABLE (each gate)

INPUTS			OUTPUT
A	B	C	Y
H	H	H	H
L	X	X	L
X	L	X	L
X	X	L	L

## logic symbol†

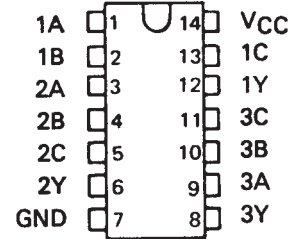


†This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.

Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

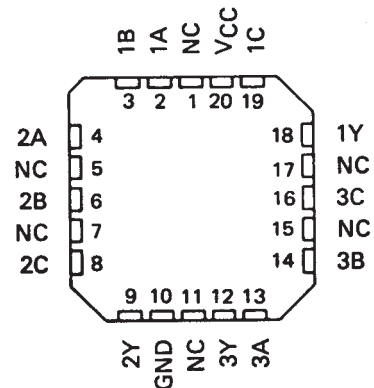
## SN54LS11, SN74S11 . . . J OR W PACKAGE SN74LS11, SN74S11 . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



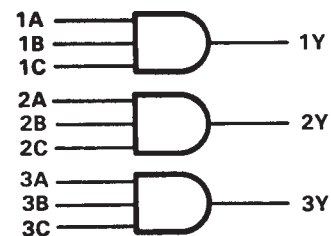
## SN54LS11, SN54S11 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



NC—No internal connection

## logic diagram (positive logic)



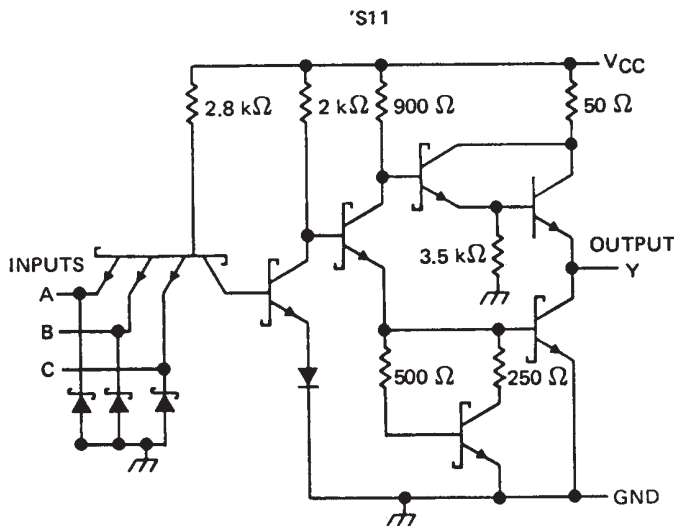
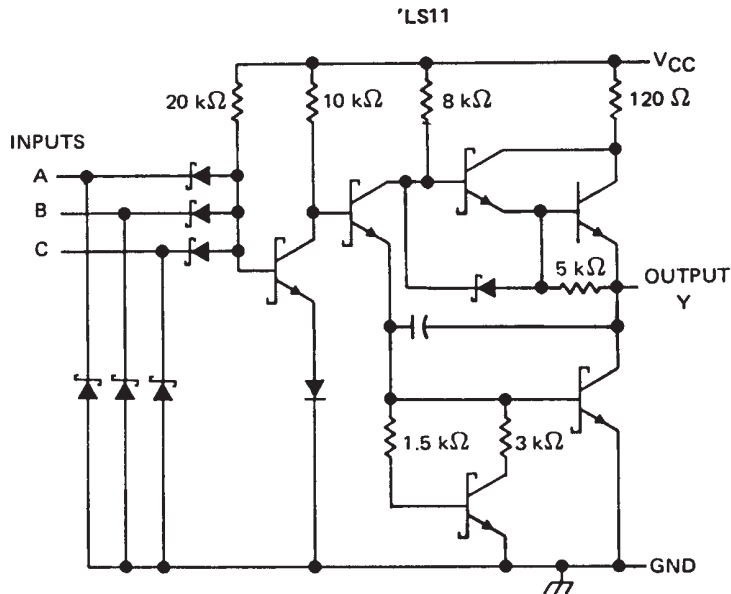
$$Y = A \cdot B \cdot C \text{ or}$$

$$Y = \overline{\overline{A} + \overline{B} + \overline{C}}$$

SN54LS11, SN54S11,  
 SN74LS11, SN74S11  
 TRIPLE 3-INPUT POSITIVE-AND GATES

SDLS131 – APRIL 1985 – REVISED MARCH 1988

schematics (each gate)



Resistor values shown are nominal.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1) .....	7 V
Input voltage: 'S11 .....	5.5 V
'LS11 .....	7 V
Operating free-air temperature range: SN54' .....	-55°C to 125°C
SN74' .....	0°C to 70°C
Storage temperature range .....	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

**recommended operating conditions**

	SN54LS11			SN74LS11			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage	0.7			0.8			V
I <sub>OH</sub> High-level output current	- 0.4			- 0.4			mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current	4			8			mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	- 55		125	0		70	°C

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN54LS11		SN74LS11		UNIT
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = - 18 mA			- 1.5		V
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OH</sub> = - 0.4 mA	2.5	3.4	2.7	3.4	V
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = MAX, I <sub>OL</sub> = 4 mA	0.25	0.4	0.25	0.4	V
	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = MAX, I <sub>OL</sub> = 8 mA			0.35	0.5	
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 7 V	0.1		0.1		mA
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V	20		20		μA
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V	- 0.4		- 0.4		mA
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	- 20	- 100	- 20	- 100	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V	1.8	3.6	1.8	3.6	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V	3.3	6.6	3.3	6.6	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

**switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	A, B or C	Y	R <sub>L</sub> = 2 kΩ,	C <sub>L</sub> = 15 pF		8	15	ns
t <sub>PHL</sub>						10	20	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

**SN54LS11, SN54S11,  
SN74LS11, SN74S11  
TRIPLE 3-INPUT POSITIVE-AND GATES**

SDLS131 – APRIL 1985 – REVISED MARCH 1988

**recommended operating conditions**

	SN54S11			SN74S11			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			-1			-1	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			20			20	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN54S11			SN74S11			UNIT
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN	TYP ‡	MAX	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.2			-1.2	V
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OH</sub> = -1 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OL</sub> = 20 mA			0.5			0.5	V
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V			1			1	mA
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V			50			50	µA
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.5 V			-2			-2	mA
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	-40		-100	-40		-100	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V		13.5	24		13.5	24	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V		24	42		24	42	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

**switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	A, B or C	Y	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF		4.5	7	ns
t <sub>PHL</sub>					5	7.5	ns
t <sub>PLH</sub>			R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 50 pF		6		ns
t <sub>PHL</sub>					7.5		ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYLESTAD, Robert. NASHELSKY, Louis, *Electrónica: Teoría de Circuitos*, Sexta Edición, Editorial Prentice Hall, México 1997, 949 páginas.
- COUGHLIN, Robert, *Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales*, Quinta Edición, Editorial Prentice Hall, México 1999, 518 páginas.
- PALLAS, Ramón, *Sensores y Acondicionadores de Señal*, Tercera Edición, Editorial Alfaomega - Marcombo, México 2003, 496 páginas.
- TOCCI, Ronald, *Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones*, Sexta Edición, Editorial Prentice Hall, México 1996, 833 páginas.
- MICROCHIP ®, *PIC16F877X Instruction and Operation Manual*, Microchip Technology Incorporated, Estados Unidos 2003, 234 páginas.
- [http://www.unicrom.com/tut\\_transistor\\_como\\_switch.asp](http://www.unicrom.com/tut_transistor_como_switch.asp), **Transistores**.
- <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/Indice.html>, **Protocolos de comunicación**.
- <http://www.it.uniovi.es/docencia/Telematica/fundamentostelematica/material/FT-T7.pdf>, **Protocolos de comunicación**.
- [http://www.recursosvisualbasic.com.ar/htm/tutoriales/tutorial\\_visual\\_basic\\_menu.htm](http://www.recursosvisualbasic.com.ar/htm/tutoriales/tutorial_visual_basic_menu.htm), **Manual básico de Visual Basic**.
- <http://turan.uc3m.es/uc3m/dpto/IN/dpin04/ISL/sensores.pdf>, **Sensores**.
- [http://www.bernstein.es/pdfs/Sens\\_fotoelectricos.pdf](http://www.bernstein.es/pdfs/Sens_fotoelectricos.pdf), **Sensores fotoeléctricos**.
- <http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/Tutorial%20Eletronica%20-%20Aplicacoes%20e%20funcionamento%20de%20sensores.pdf>, **Funcionamiento sensores**.



Esta tesis fue entregada con fecha 31 de marzo de 2009 y reposa en el Departamento de Eléctrica y Electrónica.

---

Ing. Víctor Proaño  
COORDINADOR DE CARRERA

---

Srta. Silvia Flores

---

Sr. Fernando Fuertes

AUTORES DEL PROYECTO