

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REGISTRADOR DE PASAJEROS PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

ANA ROSARIO BRAVO ABARCA

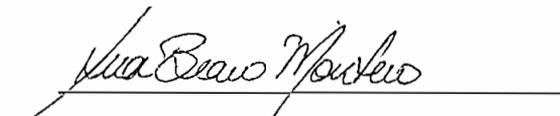
DIRECTOR : ING. BOLÍVAR LEDESMA

Quito, Octubre 2003

DECLARACIÓN

Yo, Ana Rosario Bravo Abarca, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la siguiente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Ana Rosario Bravo Abarca

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ana Rosario Bravo Abarca, bajo mi supervisión.



Ing. Bolívar Ledesma
DIRECTOR DEL PROYECTO

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos,
quienes han sido mi ejemplo y guía.

A mi esposo Iván, quien constantemente me ha
impulsado para terminar este proyecto, y muy
en especial a nuestra hija Alejandra, que es el
motor que impulsa mi vida.

Un agradecimiento especial al ingeniero Bolívar
Ledesma, por su ayuda como profesor y amigo,
entregando su tiempo, conocimiento y
experiencia a la dirección de este proyecto.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONTENIDO	vi
RESUMEN	ix
PRESENTACIÓN	x

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1	Antecedentes	1
1.2	Estudio de Alternativas para el Conteo de Pasajeros	2
1.2.1	Equipo de Cobro Automático de Pasajes SAT	2
1.2.2	Sistema Contador de Pasajeros IRMA	4
1.2.3	Sistema MONEBUS para el control de acceso de pasajeros en autobuses	5
1.2.4	El GPS en los Autobuses Urbanos	7
1.2.5	Cámaras de Video de Seguridad	9
1.3	Conclusión	10
1.4	Propuesta de Solución	10

CAPÍTULO 2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTEO DE PASAJEROS

2.1	Selección del método de conteo	12
2.2	Diseño del Hardware del Microcontrolador	12
2.2.1	Microcontrolador PIC 16F877	13
2.2.2	Reloj de Tiempo Real RTC 58321	15
2.2.3	Regulador de Voltaje L7805CV	17
2.2.4	Conversor MAX 232	18
2.2.5	Sensores Magnéticos	19
2.2.6	Torno o Molinete	20
2.2.6.1	Molinete mecánico	20

2.2.6.2	Molinete electromecánico	21
2.2.6.3	Molinete electrónico	21
2.2.7	Conectores DB-9 (Macho y Hembra)	21
2.3	Consideraciones de Instalación	23
2.4	Circuitos de Protección	24

CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL SOFTWARE DE SOPORTE

3.1	Desarrollo del Programa en Assembler para el Microcontrolador	25
3.1.1	Descripción del Software para Simulación, Depuración y Assembler, MPLAB	25
3.1.2	Configuración de las Memorias del Microcontrolador PIC 16F877	27
3.1.2.1	Subrutina de Grabado de Datos en Memoria	29
3.1.2.2	Subrutina de Transmisión de Datos al PC	37
3.2	Desarrollo del Programa del PC	39

CAPÍTULO 4 PRUEBAS DE OPERACIÓN Y RESULTADOS

4.1	Programa en LabVIEW	59
4.2	Pruebas de Operación y Resultados	65

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	68
5.2	Recomendaciones	70

BIBLIOGRAFÍA	71
---------------------	-----------

ANEXOS

Introducción Histórica a los Microcontroladores PIC	A.1
Diagrama Esquemático	A.2
Hojas de Datos de los Circuitos Integrados	A.3

Tabla de Costos
Manual de Usuario

A.4
A.5

RESUMEN

En este proyecto se presenta el Diseño y Construcción de un Registrador de Pasajeros para Vehículos de Transporte Público. Se pretende disponer de un sistema que en forma automática y confiable provea la información del número de pasajeros por día.

Previo a definir el sistema de conteo de pasajeros que será desarrollado, se presenta una recopilación de las soluciones ya existentes en el mercado. Debido a que no se aplican a nuestro medio, se presenta una alternativa acorde a nuestras necesidades.

El sistema propuesto utiliza un tomo para el ingreso y salida de pasajeros. Éste dispone de dos sensores ubicados estratégicamente para saber si una persona entra o sale de la unidad de transporte. La información, almacenada en el circuito de control, puede ser accedida únicamente con la ayuda de un computador y con una clave de acceso.

Se ha presentado el diseño del hardware de la forma más clara y concisa posible, lo que a su vez permitirá mejoras posteriores. Todos los elementos utilizados provienen del mercado local, lo cual hace fácil su adquisición.

El microcontrolador utilizado en este proyecto es el PIC 16F877. Para programar el microcontrolador PIC se utilizó MPLAB™ IDE 5.50, un programa que permite realizar aplicaciones en assembler para microcontroladores de la familia PICmicro™.

El software para el PC fue implementado en Lab VIEW, versión 6.1, el cual se puede obtener sin problemas en el mercado. Este software se ha elaborado de tal manera que sea fácil y amigable con el usuario.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto nace del deseo de satisfacer una necesidad existente entre los propietarios de las unidades de transporte público en la ciudad de Quito. Se requiere controlar del número de pasajeros que el automotor transporta diariamente con la finalidad de poder llevar una contabilidad real de su negocio. No existe un método seguro y confiable que permita conocer el movimiento diario de pasajeros en cada unidad.

A los choferes de las unidades, que en su gran mayoría no son los dueños de las unidades, se les exige que cumplan con montos fijos de dinero diariamente, producto del cobro de los pasajes, siendo el excedente la utilidad (salario) del chofer. Este mecanismo de control por parte del dueño de la unidad, exige al chofer ver la manera de cómo producir el número de carreras necesarias para cumplir con los mínimos de dinero diarios, dando como resultado que se presenten accidentes de tránsito casi a diario, ya que los conductores hacen hasta lo imposible para cumplir con su cuota.

Con un sistema de control de acceso de pasajeros, el propietario puede recibir el valor monetario correcto. De esta forma optimiza sus recursos, con lo que no existiría la constante presión sobre el conductor de la unidad. Además, con los valores diarios obtenidos, se puede variar el número de unidades circulando por día, de acuerdo a las necesidades, optimizando el parque automotor.

Este es un primer paso en el control del aforo de pasajeros, se provee de una solución económica, compacta y no susceptible a daños en el equipo o alteraciones en la información almacenada en el dispositivo de control.

A futuro se espera poder realizar mejoras al equipo de control. De esta forma se obtendrá un mejor sistema de transporte urbano, más eficiente y seguro para el público en general.

CAPÍTULO 1.

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Las unidades de transporte público usualmente no son operadas por los dueños y éstos no tienen manera de controlar el número de pasajeros que han usado el servicio. Este dato es importante ya que el propietario paga un porcentaje con relación al número de pasajeros. Actualmente esta liquidación económica se hace basándose en estimaciones y a la información dada por el conductor, lo cual no es confiable.

Es necesario por tanto, disponer de un sistema automático de conteo de pasajeros que provea este dato de manera segura. Se intenta controlar el ingreso de personas por una sola puerta, que es a la vez entrada y salida. La mayoría de unidades de transporte en nuestra ciudad disponen de una sola puerta de acceso; además, en la mayoría de los casos, las unidades con dos accesos tienen la puerta posterior inutilizada.

Dentro de los beneficios del sistema de control de ingreso de pasajeros, se pueden enumerar los siguientes:

- Incremento de los ingresos reales por unidad
- Conocimiento del aforo diario por unidad y por rutas
- Contar con información oportuna y confiable del aforo de pasajeros
- Evaluación efectiva del desempeño de los operadores
- Optimización del parque vehicular por ruta

1.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL CONTEO DE PASAJEROS

Antes de definir el sistema de conteo de pasajeros que será desarrollado, se hará una recopilación de las soluciones ya existentes en el mercado.

1.2.1 EQUIPO DE COBRO AUTOMÁTICO DE PASAJES SAT

Este es un equipo de fabricación argentina, en la actualidad funciona en las líneas de autobuses de la ciudad de San Carlos de Bariloche, Rafaela, Argentina y Santiago de Chile, Chile. Además, se encuentran en proceso las instalaciones en Brasil y México.

Los Sistemas Aplicados al Transporte (SAT) son fruto del análisis de las áreas de transporte de pasajeros, distribución y carga. El SAT conforma un conjunto integral de soluciones inteligentes para las áreas de transporte mencionadas.

Este conjunto utiliza diversos "monederos electrónicos", así como también monedas en el pago del pasaje. Por otra parte, el control de acceso de pasajeros se realiza mediante poderosos sensores infrarrojos controlados por un software muy flexible que brinda una solución eficiente y accesible. El equipo que se muestra en la **Figura 1.1** utiliza como medios de pago monedas y tarjetas de proximidad.

Las **empresas** de transporte de pasajeros pueden integrar el equipo de expendio de pasajes con la solución SPS PAX, Sistema Posicionador por Satélite y contador de pasajeros. Tal como se instaló en Chile, la solución integral compuesta por el equipo de expendio electrónico de pasajes y el SPS PAX permite focalizar el control de la evasión en el pago de pasajes y de la variable más importante para planificación de la flota: el pasajero transportado.

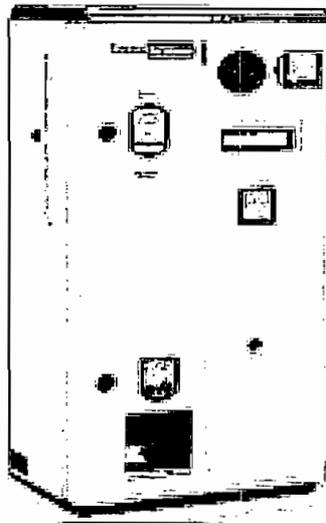


Figura 1.1 Equipo de cobro automático de pasajes MC1

El sistema integral de control de gestión y gerenciamiento aplicado a una flota de transporte de pasajeros, está compuesto por el ***equipo de cobro automático de pasajes*** (Figura 1.2) el cual utiliza como medio de pago tarjetas de proximidad, el ***Posicionador satelital*** y los ***sensores cuenta pasajeros***.



Figura 1.2 Equipo de cobro automático de pasajes TC5

BENEFICIOS:

- Para el ***usuario***, permite utilizar como monedero electrónico, una tarjeta de proximidad, que es un medio de pago seguro, ágil y sencillo para

cualquier medio de transporte público, sin costo adicional por viaje y sin posibilidad de fraude.

- Para el **conductor y para el usuario**, implica mayor seguridad del viaje, desligándolo completamente de la tarea de cobro y focalizándolo en la función específica de manejo del vehículo. Y por otro lado, disminuye la posibilidad de robo, por la ausencia de monedas y billetes fuera del equipo de expendio de pasajes.
- Para las **empresas**, la implantación y el uso de sistemas de prepago, con monedero electrónico, que permite un aumento de la productividad con un acceso rápido de pasajeros y que reduce el movimiento de monedas instalando la tendencia al pago electrónico.

1.2.2 SISTEMA CONTADOR DE PASAJEROS IRMA

Este sistema cuenta con un sensor en el sistema contador de pasajeros, que contiene un componente pasivo y un componente activo.

El principio del análisis de prueba de los procedimientos de movimientos en el área espectral infrarroja dio el nombre a este sistema.

IRMA = InfraRed Motion Analyzer

La función del componente pasivo de este sensor en el sistema IRMA se basa en el hecho que cada persona emite una radiación infrarroja (calorífica) de onda larga que puede medirse con detectores piroeléctricos.

Los detectores piroeléctricos perciben la radiación calorífica sólo cuando se realizan cambios en ella. Un suelo homogéneamente calentado no puede, por ejemplo, causar señales en la salida del detector. Pero si la radiación calorífica se cambia bruscamente, el detector emite una señal correspondiente. Esta

modificación calorífica brusca se presenta exactamente en el momento en el cual una persona entra en el área de detección del detector.

La función del componente activo del sensor se basa en el hecho de que cada persona refleja parcialmente la radiación que cae sobre ella (radiación infrarroja de onda corta). Este sistema no permite diferenciación de pasajeros.

El componente activo en el sensor consta de un emisor y un receptor. El emisor emite luz infrarroja hacia el suelo. Esta luz se refleja parcialmente en el receptor debido a las personas que cruzan el área de detección del sensor o que permanecen en ella.

Las señales del componente activo y del componente pasivo creadas cuando las personas cruzan el área de detección del sensor, se controlan conjuntamente en un análisis de prueba. Se detecta la cantidad de personas que suben y bajan, diferenciando los valores entre personas que suben y personas que bajan.

1.2.3 SISTEMA MONEBUS PARA EL CONTROL DE ACCESO DE PASAJEROS EN AUTOBUSES

Este sistema de control de pasajeros es de fabricación argentina. El sistema MONEBUS acepta monedas de curso legal vigente, las mismas que son validadas electrónicamente por el equipo y, una vez que contabiliza el importe total depositado por el pasajero, emite el boleto y entrega el vuelto correspondiente. En aquellos casos en que una o varias empresas de transporte asociadas deseen establecer un esquema básico de prepago del pasaje, MONEBUS puede operar también con fichas metálicas de alta seguridad.

MONEBUS está equipado con un lector de tarjetas magnéticas que permite a las empresas de transporte una adecuada y económica gestión de los pasajeros escolares, pases libres, pensionados, etc. Por otra parte, MONEBUS está

diseñado para manejar dispositivos de lecto-escritura de tarjetas magnéticas, chip o sin contacto, a elección de las empresas de transporte.

El molinete ML (**Figura 1.3**) es un accesorio especialmente desarrollado para su utilización en el transporte automotor de pasajeros, cuya principal finalidad es la de evitar la evasión del pago de la tarifa correspondiente.

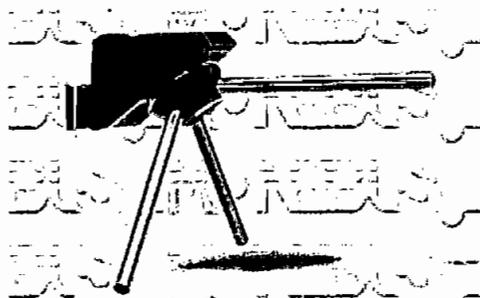


Figura 1.3 Molinete ML

Este producto como complemento del equipo MONEBUS, resulta de gran beneficio para el empresario, pues optimiza la recaudación y le asegura un preciso control de la operación de la unidad de transporte.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE OPERACIÓN

El molinete fue diseñado teniendo en cuenta las diferentes posibilidades de ubicación a bordo del vehículo. Puede ubicarse indistintamente del lado izquierdo o derecho del pasillo del autobús, pues el sentido de giro del rotor de bastones es totalmente programable.

Esta facilidad de programación permite, además, bloquear o habilitar, según se desee, la rotación en el sentido inverso al de ingreso de pasajeros. Las funciones del molinete son controladas por medio de un circuito electrónico interno con microprocesador.

Conectado al equipo de expendio automático de pasajes MONEBUS, el molinete queda liberado toda vez que se emitió el correspondiente boleto. La cubierta del cabezal es de material plástico de alto impacto de bordes radiales y sin salientes que puedan dañar al pasajero o a sus vestimentas.

Opcionalmente, un contador ubicado en un lateral de la carcasa del cabezal, brinda un control adicional sobre la cantidad de pasajeros ingresados. La lectura del contador es acumulativa y no puede ser puesta a cero desde el exterior del equipo.

1.2.4 EL GPS EN LOS AUTOBUSES URBANOS

La empresa española AUVASA, encargada de prestar el servicio de transporte de viajeros en su capital, tiene instalado en su flota de autobuses el sistema de posicionamiento global GPS para el control y gestión de sus vehículos, así como para facilitar a los usuarios del transporte público información precisa de la ubicación de cada autobús.

De esta forma se consigue mejorar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios del transporte público mediante el cumplimiento de horarios y frecuencias de paso por paradas, y proveer de información en tiempo real al público acerca del estado del servicio.

Se puede saber a cualquier hora la posición y estado de cualquier autobús de la flota, por ejemplo, su localización en el mapa de la ciudad(**Figura 1.4**), la ruta que está siguiendo, próxima parada, número de pasajeros a bordo o desviación con respecto a los horarios previstos.

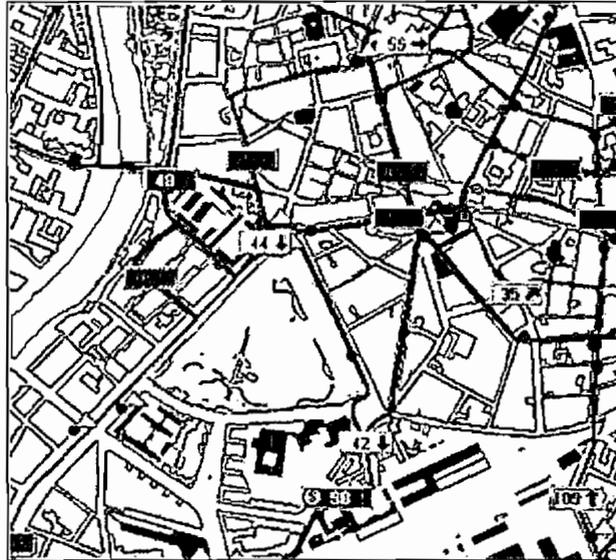


Figura 1.4 Ejemplo del mapa de una ciudad

Con ayuda de software adicional, es posible la comunicación con los conductores, recibiendo de ellos cualquier indicación relevante, advertencia o alarma, y a la vez, se puede transmitir cualquier tipo de instrucción al conductor que ayude a la correcta regulación del servicio. Se muestra información útil al público en las paradas, tales como el tiempo estimado de llegada del próximo autobús para cada ruta o advertencias relevantes acerca de la condición del servicio.

Se detecta en tiempo real cualquier variación de los horarios o frecuencias establecidas, así como cualquier tipo de incidente en el servicio del transporte, como puedan ser anomalías en el tráfico, autobuses llenos o requerimiento de servicios de refuerzo especial, permitiendo también la decisión y ejecución de las medidas precisas. Se analiza el servicio a través de porcentajes de puntualidad, pasajeros transportados o velocidades medias, lo que garantiza la más apropiada planificación futura de horarios, líneas, paradas y recursos requeridos.

El sistema de control instalado en las unidades es el encargado de obtener la posición y velocidad del vehículo, y otros datos relacionados con el autobús, tales como los pasajeros a bordo. Además se facilitan los medios para comunicarse con el conductor a través de una consola que permite comunicación vocal, envío y recepción de mensajes. Cada autobús no sólo tiene una tarjeta de

comunicaciones GPS sino **también un computador**. El computador permite la integración de los datos de posición con los datos precedentes de otros dispositivos tales como un contador de pasajeros, sensores de las puertas y expendedora, todo esto con el propósito de suministrar a la central de comunicaciones la localización y estado del mismo.

1.2.5 CÁMARAS DE VIDEO DE SEGURIDAD

Instalar una cámara de video que registre la actividad diaria. En este caso debería existir una persona que al final del día, o de la semana, se dedique a observar el video y cuente el movimiento de pasajeros.

Más bien este dispositivo puede ser usado como un mecanismo de vigilancia y/o seguridad. Existen grabadores de video de larga duración, que incluso pueden grabar 40 días seguidos en la misma cinta, con entrada de alarma, generador de fecha y hora y batería de respaldo.

Adicionalmente, existen controladores de grabación para cámara, que permiten poner en marcha y detener un video doméstico al cerrar un contacto. De esta forma puede grabar solamente cuando ocurren determinados eventos, en este caso durante el recorrido de la unidad. Es capaz de mandar cuatro comandos diferentes como son: encendido, grabar, stop y apagado.

Estos sistemas permiten que el dueño de la unidad sepa si se está tratando de alterar la información respecto al número de pasajeros, y también puede ayudar en el caso de haber un robo en el vehículo, como medio de identificación de los agresores. Pero no es un medio óptimo para el control del número de pasajeros que ingresan y salen.

1.3 CONCLUSIÓN

Debido al maltrato al que se verían expuestos los equipos de control de pasajeros en las unidades de transporte público en nuestro país, es muy difícil implementar alguna de las soluciones indicadas previamente.

Además, lo que se pretende es proveer de un sistema de control que no pueda ser alterado por el conductor del vehículo. Es más, el chofer no debería tener la posibilidad de acceder a la información almacenada en el dispositivo de control. Por esto, se presenta una opción que va acorde al medio en que será aplicado.

1.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se propone usar un torno o molinete, comúnmente utilizado en las entradas de locales de autoservicio. Existen algunas unidades en las que ya se encuentra instalado, el número va en aumento. Necesita muy poco mantenimiento y su instalación es relativamente fácil.

Por lo general se instala un contador mecánico en estos tornos, pero es muy fácil de encerrar o retroceder manualmente, con lo que no se cuenta con una información veraz del número de pasajeros que han ingresado a la unidad de transporte. Al no tener por sí solo componentes eléctricos o electrónicos no se puede disponer de una memoria, que es indispensable para poder recuperar la información del número de pasajeros que han ingresado cada día y al final de la semana.

Es necesario instalar entonces, sensores eléctricos o electrónicos, los cuales enviarán la señal a un circuito diseñado para guardar la información recibida. Además, se guardará un registro diario del ingreso de pasajeros, con la finalidad de tener información sobre el movimiento diario, semanal e incluso mensual, lo cual será de gran utilidad para el propietario en el momento de planificar rutas y número de unidades por ruta.

- ↪ En la parte móvil del torno se instalarán dos sensores magnéticos. De esta forma al girar el torno, se cerrará momentáneamente un circuito, es decir estamos creando un interruptor eléctrico.
- ↪ Cada sensor será conectado a una entrada de información de un microcontrolador, en el cual se procesa esta información.
- ↪ Según la secuencia en que se cierran los interruptores se definirá si el pasajero entra o sale de la unidad de transporte.
- ↪ En el programa se hará una comparación entre el número de pasajeros que ingresan y los que salen. De esta forma se verificará si se está haciendo un uso correcto de la unidad.
- ↪ En las localidades de memoria que se definan, se grabará el número de pasajeros entrantes y salientes, con la fecha correspondiente.
- ↪ Los datos serán observados únicamente con la ayuda de un computador personal, no habrán displays o interruptores de ningún tipo en el contador, para que el chofer no tenga la posibilidad de manipularlo.
- ↪ El propietario de la unidad, o la persona encargada de bajar la información de la unidad, podrá ingresar mediante teclado el valor unitario del pasaje, para así presentarle el valor que se debe recaudar de acuerdo al número de pasajeros que han utilizado el servicio.

CAPÍTULO 2.

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTEO DE PASAJEROS

2.1 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE CONTEO

Se instalará en cada unidad un torno o molinete con dos sentidos de giro. Como se indicó previamente serán utilizados dos sensores magnéticos en el torno. Dependiendo de la secuencia en que se activen los sensores, se podrá saber si el pasajero entra o sale del vehículo de transporte público.

Se debe disponer de un sistema que automáticamente grabe el ingreso y egreso de pasajeros, junto con la fecha correspondiente.

Para el almacenamiento y procesamiento de datos se utilizará un PIC (Controlador de Interfase Periférico), que es un microcontrolador basado en memoria EPROM/FLASH y CPU RISC de alto rendimiento, desarrollado por Microchip Technology. Para mayor información sobre los antecedentes históricos de este tipo de circuito integrado, favor referirse al Anexo 1.

2.2 DISEÑO DEL HARDWARE DEL MICROCONTROLADOR

El hardware de este proyecto consta de los siguientes elementos:

- Microcontrolador PIC 16F877
- Reloj de tiempo real RTC 58321
- Regulador de voltaje L7805CV
- MAX232
- Sensores magnéticos
- Torno o molinete

- Conectores DB-9 (macho y hembra)

2.2.1 MICROCONTROLADOR PIC 16F877

Para esta aplicación, es necesario disponer de un microcontrolador que permita la comunicación serial con un computador, además de tener la suficiente memoria para grabar la información correspondiente al número de pasajeros por día. La familia 16F87X cumple con los requerimientos para esta aplicación en particular.

La familia 16F87X corresponde a microcontroladores de 28/40 pines CMOS FLASH de 8 bits. Algunas de sus propiedades más importantes son:

- CPU RISC de alto rendimiento
- Velocidad de operación: DC – 20 MHz entrada de reloj
DC – 200 ns por ciclo de instrucción
- Hasta 8K x 14 palabras de memoria FLASH de programa
Hasta 368 x 8 bytes de memoria de datos (RAM)
Hasta 256 x 8 bytes de memoria de datos EEPROM
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) y Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) con su propio oscilador RC en el chip para una operación confiable
- Programación serial en el circuito (ICSP) vía dos pines
- Amplio rango de voltaje de operación: 2.0V hasta 5.5V
- Alta corriente de la fuente: 25 mA

Las características más relevantes de los periféricos son:

- Puerto serial síncrono (SSP) con SPI (modo Maestro) e I²C (Maestro/Esclavo)
- Receptor Transmisor Universal Sincrónico Asincrónico (USART/SCI) con detección de dirección de 9 bits

- Puerto Paralelo Esclavo (PSP) de 8 bits de ancho, con controles \overline{RD} , \overline{WR} , y CS externos (solamente en 40 pines)

Las características de cada uno de los integrados de esta familia se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Características de la Familia PIC 16F87x

	Data RAM	Speed MHz	I/O Ports	ADC 10Bits	Serial I/O
PIC16F870	128	20	22	5	USART
PIC16F871	128	20	33	8	USART
PIC16F872	128	20	22	5	MSSP
PIC16F873	192	20	22	5	USART/MSSP
PIC16F874	192	20	33	8	USART/MSSP
PIC16F876	368	20	22	5	USART/MSSP
PIC16F877	368	20	33	8	USART/MSSP

El integrado a ser utilizado será el 16F877. Como se ve en la **Tabla 2.1** es parte de una familia de PIC que tienen la posibilidad de habilitar la comunicación serial, que es necesario para poder realizar una interface con el computador. Se debe recordar que en este caso, no habrán displays en el circuito, de tal manera que solo el dueño de la unidad, con ayuda de un computador podrá ver los datos del número de pasajeros que han utilizado la unidad de transporte público. Se ha tomado la precaución de escoger el integrado con mayor memoria y puertos de E/S, para poder cubrir futuras mejoras en el sistema.

El PIC 16F877 es un microcontrolador FLASH de alto rendimiento, que provee al ingeniero con la más alta flexibilidad de diseño, por las pocas instrucciones que se manejan, así como el hecho de que este circuito integrado posee ciertas funciones ya incorporadas, como por ejemplo el WDT (Watch Dog Timer), conversor A/D, entre otras. Las aplicaciones del PIC 16F877 van desde controladores del cuerpo humano, controles de máquina programables, mantenimiento de redes, entre otros.

El microcontrolador PIC 16F877 cuenta con 40 pines, asignados tal como se indica en la **Figura 2.1**.

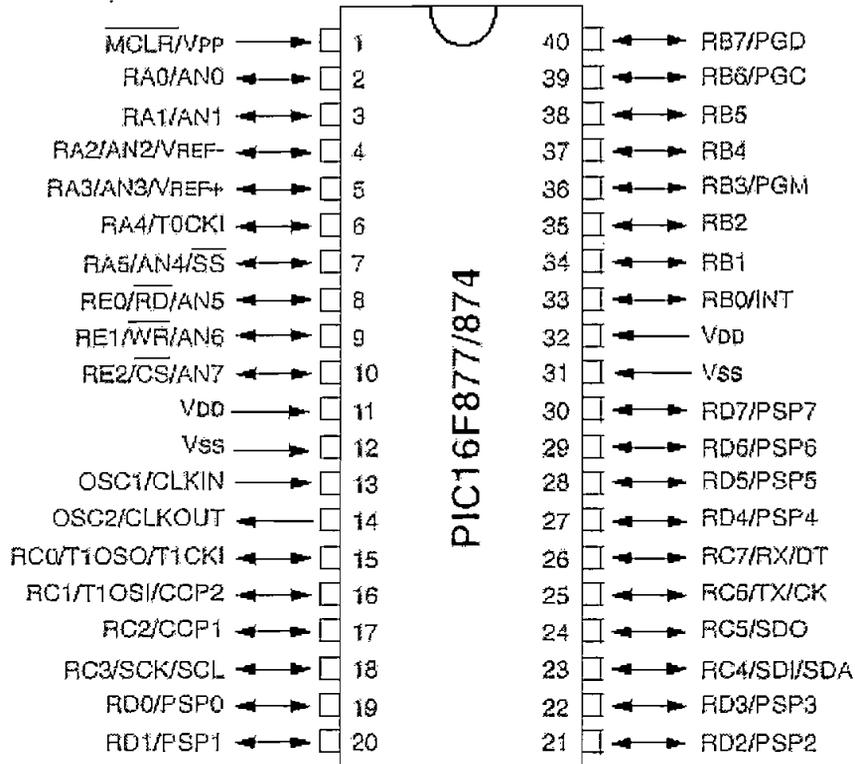


Figura 2.1 Diagrama de pines del PIC 16F877

2.2.2 RELOJ DE TIEMPO REAL RTC 58321

Para esta aplicación se necesita tener información diaria sobre el ingreso de pasajeros, esto quiere decir que se necesita un dispositivo que provea la información de la fecha correspondiente a cada día de conteo. Además, es necesario conocer el momento en que se presenta un cambio de día para grabar los datos correspondientes y encerrar el contador. Para esos propósitos se utilizará un reloj de tiempo real.

El RTC 58321 es un módulo CMOS de tiempo real con función de calendario perpetuo desarrollado para aplicaciones de microcomputadores. Posee un resonador de cuarzo de 32.768 kHz, y provee registros de reloj y calendario para año, mes, día, día de la semana, horas, minutos y segundos, con selección de 12-horas / 24-horas, además de una señal de salida de referencia periódica.

Al ser un elemento CMOS, tiene muy bajo consumo de energía para efectos de respaldo con baterías.

Entre sus características se tiene:

- Funciones de inicio de conteo, stop y reset.
- Señal de referencia periódica de salida: 1024 Hz, o intervalos de 1 segundo, 1 minuto ó 1 hora.
- El bus de datos es de 4 bits bidireccional, con lectura escritura de memoria.

En la **Figura 2.2** (página siguiente) se presenta la distribución de pines.

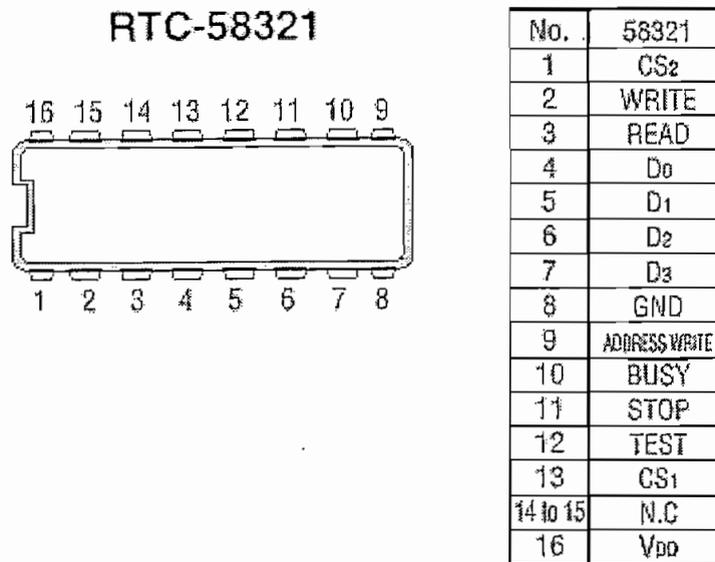


Figura 2.2 Diagrama de pines del RTC-58321

2.2.3 REGULADOR DE VOLTAJE L7805CV

Para asegurar un correcto funcionamiento de nuestro circuito es necesario asegurar un flujo continuo de energía, por esto se ha instalado un regulador de voltaje de 5V positivos, con lo cual se asegura una normal operación.

La serie L7800 corresponde a reguladores positivos de tres terminales con varios voltajes fijos de salida, lo que los hace muy útiles en un amplio rango de aplicaciones. Emplean limitación interna de corriente, apagado térmico y protección de área segura, lo que los hace esencialmente indestructibles. Con un manejo adecuado pueden entregar más de 1 A de corriente de salida.

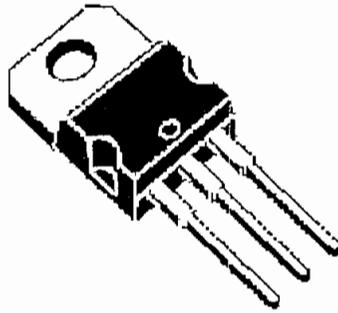


Figura 2.3 Regulador L7805CV

Aun cuando son diseñados primariamente como reguladores de voltaje fijo, estos elementos pueden ser usados con componentes externos para obtener voltaje y corriente ajustables.

2.2.4 CONVERTOR MAX232

Los elementos del circuito diseñado para el control del ingreso de pasajeros funcionan con una fuente de poder de 5V_{DC}, mientras que el puerto serial del computador trabaja con ± 12 V_{DC}. Además, se debe considerar que se utilizará la interface RS-232. En consecuencia, se necesita utilizar un MAX232 con la finalidad de transformar los valores de voltaje correspondientes.

El circuito integrado MAX232 corresponde a los drivers / receptores para todas las interfaces EIA/TIA-232E, particularmente en aplicaciones donde no se dispone de ± 12 V_{DC}. Son particularmente útiles en sistemas alimentados por baterías, ya que su modo de apagado con bajo consumo de energía reduce la potencia disipada a menos de 5 μ W.

En la **Figura 2.4** se presenta la distribución de pines y el circuito de aplicación típico, (el cual ha sido implementado en este proyecto):

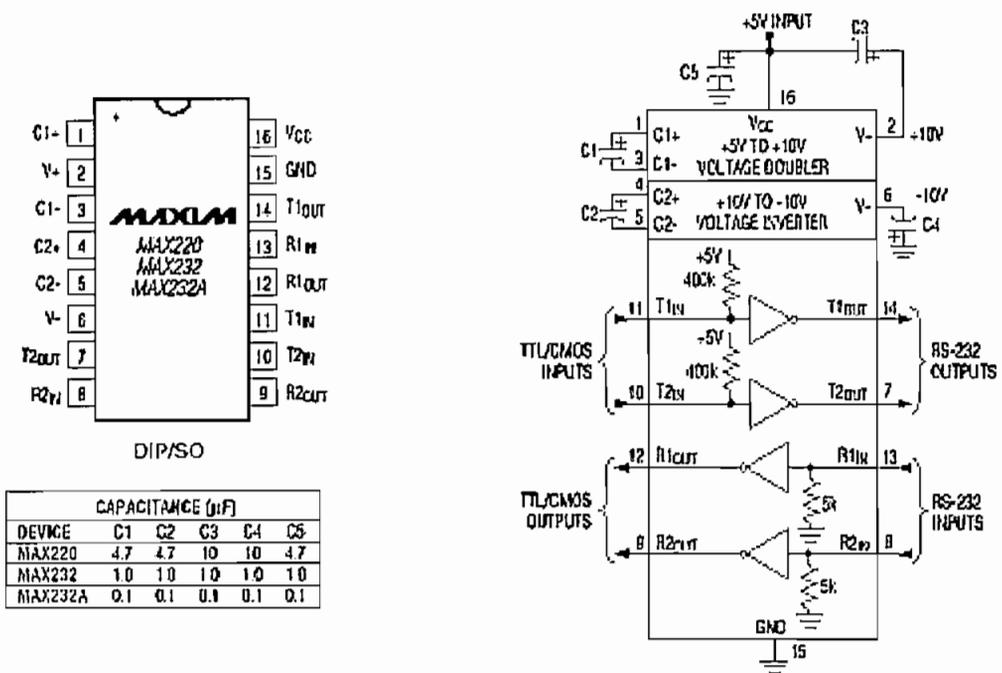


Figura 2.4 Diagrama de pines y circuito de aplicación del MAX232

2.2.5 SENSORES MAGNÉTICOS

Un interruptor magnético (Reed Switch) contiene hojas de contacto ferromagnéticas, herméticamente selladas en una envoltura de vidrio la cual es llenada con un gas inerte. El interruptor es operado por un campo magnético generado externamente, ya sea de un imán o un magneto permanente.

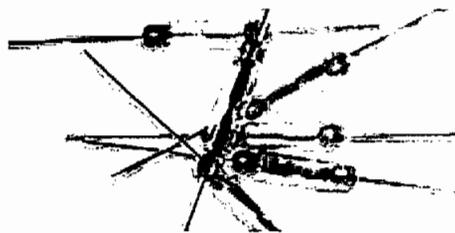


Figura 2.5 Interruptor Magnético

Entre sus ventajas se tiene que posee una larga vida útil, los contactos son aislados del medio ambiente y una baja energía de operación. Opera a temperaturas que van entre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.6 TORNO O MOLINETE

El molinete es un equipo provisto de cuerpo y brazos, destinado al orden y control (entrada y salida) del flujo de personas en ambientes cerrados.

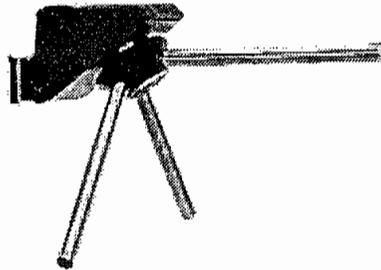


Figura 2.6 Molinete

Además de la diferente configuración física y de las diversas terminaciones, los molinetes pueden ser hasta personalizados, de acuerdo con las necesidades del local de instalación; pueden ser clasificados en mecánicos, electromecánicos o electrónicos.

2.2.6.1 Molinete mecánico

Es un equipo proyectado para ordenar y controlar el número de personas que entran a un determinado local. Este control físico puede ser ejecutado uni o bidireccionalmente (entrada y salida) a través de relojes contadores mecánicos.

2.2.6.2 Molinete electromecánico

Es un Molinete mecánico con interfaz (conexión) eléctrica, que recibe comandos para liberar o bloquear el paso del usuario, a través de un validador, de un colector de datos, o de un sencillo pulsador.

2.2.6.3 Molinete electrónico

Es un Molinete que posee un validador o colector de datos incorporado, con capacidad para almacenar informaciones y liberar / bloquear el acceso de personas.

En una fase inicial del presente proyecto se hará uso de los molinetes ya disponibles en una gran cantidad de unidades de transporte público, los cuales tienen dos sentidos de giro, pero no se pueden trabar o destrabar a voluntad.

2.2.7 CONECTORES DB--9 (MACHO Y HEMBRA)

Conector DB-9: El conector DB-9 es usado para conexión serial RS-232 (incluyendo cables UPS), y en una variedad de interfaces de video en la PC IBM.

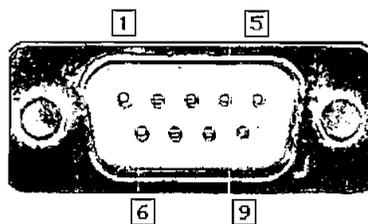


Figura 2.7 Conector DB-9 Macho

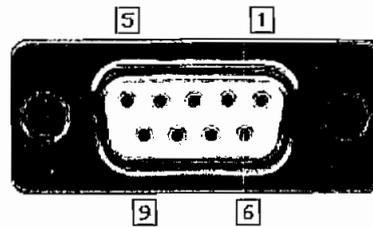


Figura 2.8 Conector DB-9 Hembra

En la **Tabla 2.2** se muestran los pines comúnmente usados en la comunicación serial RS-232:

Tabla 2.2 Pines utilizados por el DB-9 en la comunicación serial RS-232

DB-9	Dirección	Nombre de la señal
	x	Protective Ground
3	DTE-to-DCE	Transmitted Data
2	DCE-to-DTE	Received Data
7	DTE-to-DCE	Request To Send
8	DCE-to-DTE	Clear To Send
6	DCE-to-DTE	Data Set Ready
5	x	Signal Ground
1	DCE-to-DTE	Received Line Signal Detector (Carrier Detect)
4	DTE-to-DCE	Data Terminal Ready
9	DCE-to-DTE	Ring Indicator

En este caso no se utilizará el "handshake" (protocolo de comunicación); este protocolo se justifica cuando los equipos que van a comunicarse no se encuentran físicamente cerca uno del otro. Para esta aplicación, el circuito de control y el computador estarán muy cerca uno del otro, con lo que se puede verificar fácilmente cualquier falla en la conexión u otro problema que se presentara al intentar la comunicación serial. Por lo tanto, solamente se utilizarán los pines de

transmisión y recepción, esto es los pines 2 y 3 del DB-9, además de la tierra correspondiente al pin 5.

2.3 CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN

El prototipo para el conteo de pasajeros debe cumplir con ciertos requisitos mínimos para su operación, como son:

- Estructura capaz de soportar temperaturas ambientes elevadas (mayores o iguales a 30 °C)
- Estructura liviana y compacta, que ocupe el menor espacio físico posible
- Protecciones internas contra posible cortocircuitos y/o sobrecargas
- Fácil conexión y comunicación con un computador.
- El torno dentro del cual está instalado el controlador debe tener un cierre hermético, para evitar filtraciones de líquidos, que afecten el funcionamiento del circuito.

El dispositivo de control deberá ser instalado dentro del torno, sin ningún tipo de cableado visto, para evitar cualquier tipo de manipulación por parte del conductor del vehículo. La única parte del circuito que quedará a la vista será el conector DB- 9 hembra.

Se recomienda al usuario disponer de una computadora portátil, lo que hará más fácil la descarga de datos del ingreso y salida de pasajeros de la unidad de transporte. Se debe tomar en cuenta que por seguridad (para evitar manipulaciones) el equipo de control permanecerá fijo en la unidad de transporte y con una única salida para la conexión con el puerto serial del computador.

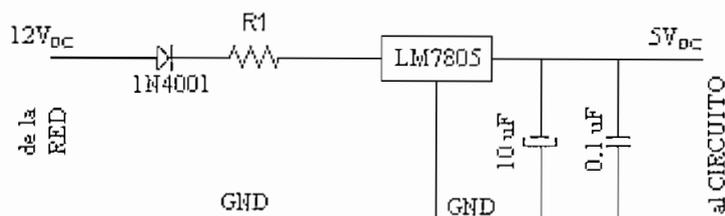
En caso de no disponer de un computador portátil, se deberá tener a mano cables de una larga extensión (máximo de 15 metros), para llegar a las computadoras desde la unidad de transporte público. Las limitaciones en la longitud del cable para comunicación serial son debido a las normas establecidas para la comunicación asincrónica RS-232.

Es preciso contrarrestar los posibles daños que pueden ocasionar las constantes vibraciones del auto, las cuales no pueden ser evitadas. Por lo tanto, se debe buscar un sistema de suelda más eficiente, que no permita que los elementos se separen de la baquelita, a pesar del continuo movimiento.

2.4 CIRCUITOS DE PROTECCIÓN

Se debe tomar en cuenta que la fuente de alimentación de este prototipo es la batería del automotor, la cual no entrega un valor exacto de voltaje, además de presentar variaciones de corriente en los arranques del vehículo. Por lo tanto, es necesario contar con un circuito adicional que garantice una entrega continua de voltaje. En la **Figura 2.3** se presenta el circuito de protección implementado.

Figura 2.3 Circuito de Protección



$$R1 = 100 \Omega \text{ (2 W)}$$

CAPÍTULO 3.

DESARROLLO DEL SOFTWARE DE SOPORTE

El contador de pasajeros para vehículos de transporte urbano requiere de dos programas para su funcionamiento, los cuales son:

- Software para el manejo del microcontrolador PIC 16F877
- Software de usuario para el manejo de la información desde el PC

3.1 DESARROLLO DEL PROGRAMA EN ASSEMBLER PARA EL MICROCONTROLADOR

Como ya se ha indicado previamente, este proyecto utiliza el microcontrolador PIC 16F877. Para la programación de este circuito integrado se ha usado el editor y ensamblador de programas denominado MPLAB™.

3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE PARA SIMULACIÓN, DEPURACIÓN Y ASSEMBLER, MPLAB

El software MPLAB™ es desarrollado por Microchip™ para editar, simular, compilar, depurar, optimizar y desarrollar aplicaciones dirigidas a microcontroladores de la familia PICmicro™. La última versión disponible en el mercado es la IDE 5.50.

Además de ser de fácil adquisición (se lo puede obtener de forma gratuita a través del internet), este programa tiene algunas ventajas, entre las cuales se tiene:

- Corre bajo Microsoft Windows 3.1x, Windows 95, 98, NT, 2000 y XP.
- Es de fácil aprendizaje y manejo, la organización de sus herramientas a través de ayudas hace que sus menús sean fáciles de encontrar y usar.
- Se obtiene respuesta a cualquier inquietud utilizando la ayuda en línea del MPLAB™. También es posible adquirir el manual de usuario o pedir ayuda vía Internet.
- Depura programas fuente, detecta errores automáticamente y los edita.
- Permite configurar la velocidad del oscilador utilizado, con el fin de hacer simulaciones u observar el flujo del programa en tiempo real, para lo cual posee un emulador o simulador propio del programa denominado MPLAB-SIM™.
- Posee un manejador de proyectos que trabaja exclusivamente con los archivos específicos relacionados al proyecto. Al trabajar en un proyecto, el código fuente se transmite al simulador o emulador con un clic con el mouse.
- Es compatible con el emulador PICMASTER™, con programadores tales como PROMATE-II™ o PICSTART-Plus™ que son herramientas de desarrollo proporcionadas por Microchip™, fáciles de adquirir por su bajo costo y disponibilidad en el mercado.
- El software ensamblador viene en dos presentaciones: una, para entorno DOS llamado MPASM.EXE y la otra, para entorno Windows llamado MPASWIN.EXE. Ambas presentaciones soportan a TODOS los microcontroladores de la familia PICmicro™ de Microchip™.

3.1.2 CONFIGURACIÓN DE LAS MEMORIAS DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877

Las tareas principales a ser desarrolladas por el microcontrolador PIC 16F877 son desarrolladas por un programa principal secuencial, cuyo diagrama de flujo se presenta en la **Figura 3.1**.

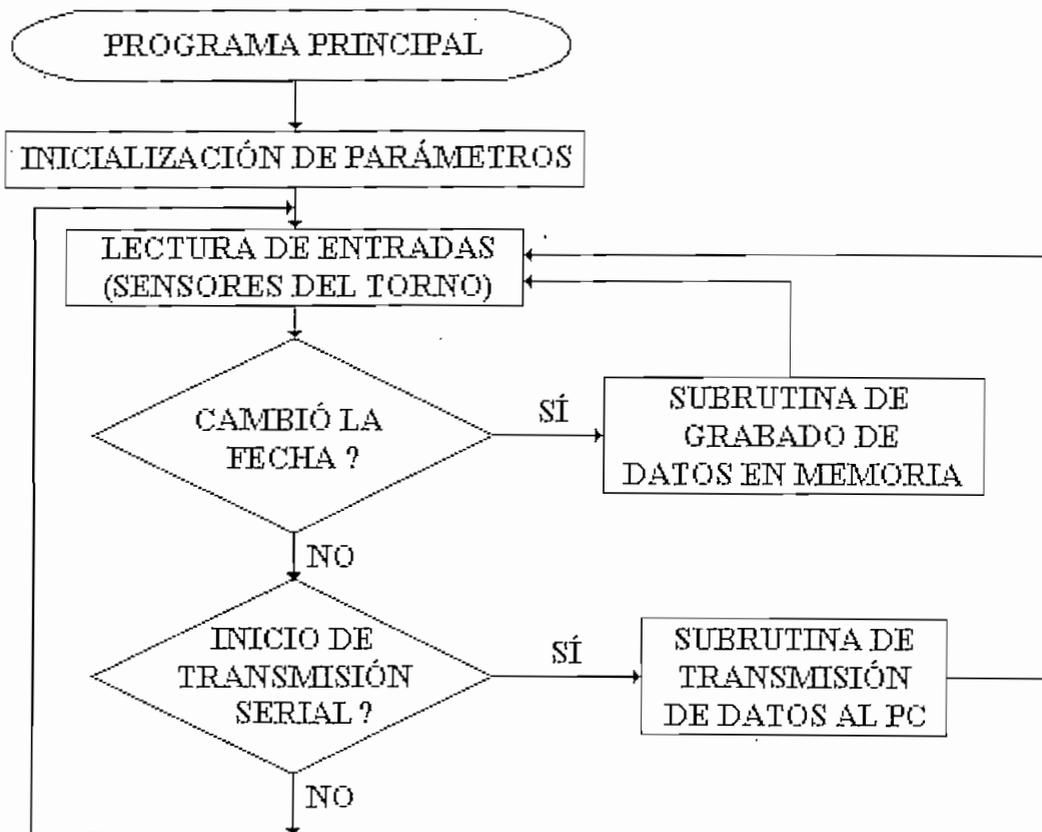


Figura 3.1 Diagrama de Flujo del Programa Principal

Es necesario conocer las localidades de memoria disponibles para el usuario, así como las que ya están predefinidas por el fabricante para ciertos valores específicos. Por estas razones es necesario conocer el mapa de memoria del PIC 16F877, en la **Figura 3.2**.

File Address	File Address	File Address	File Address
Indirect addr. (*) 00h	Indirect addr. (*) 80h	Indirect addr. (*) 100h	Indirect addr. (*) 180h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h	TMR0 101h	OPTION_REG 181h
PCL 02h	PCL 82h	PCL 102h	PCL 182h
STATUS 03h	STATUS 83h	STATUS 103h	STATUS 183h
FSR 04h	FSR 84h	FSR 104h	FSR 184h
PORTA 05h	TRISA 85h	105h	185h
PORTB 06h	TRISB 86h	PORTB 106h	TRISB 186h
PORTC 07h	TRISC 87h	107h	187h
PORTD (1) 08h	TRISD (1) 88h	108h	188h
PORTE (1) 09h	TRISE (1) 89h	109h	189h
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah	PCLATH 10Ah	PCLATH 18Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh	INTCON 10Bh	INTCON 18Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch	EEDATA 10Ch	EECON1 18Ch
PIR2 0Dh	PIE2 8Dh	EEADR 10Dh	EECON2 18Dh
TMR1L 0Eh	PCON 8Eh	EEDATH 10Eh	Reserved (2) 18Eh
TMR1H 0Fh	8Fh	EEADRH 10Fh	Reserved (2) 18Fh
T1CON 10h	90h	General Purpose Register 16 Bytes	90h
TMR2 11h	SSPCON2 91h		91h
T2CON 12h	PR2 92h		92h
SSPBUF 13h	SSPADD 93h		93h
SSPCON 14h	SSPSTAT 94h		94h
CCPR1L 15h	95h		95h
CCPR1H 16h	96h		96h
CCP1CON 17h	97h		97h
RCSTA 18h	TXSTA 98h		98h
TXREG 19h	SPBRG 99h		99h
RCREG 1Ah	9Ah		9Ah
CCPR2L 1Bh	9Bh		9Bh
CCPR2H 1Ch	9Ch		9Ch
CCP2CON 1Dh	9Dh		9Dh
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh		9Eh
ADCON0 1Fh	ADCON1 9Fh		9Fh
General Purpose Register 96 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	120h	1A0h
		1EFh	1EFh
		1F0h	1F0h
		1FFh	1FFh

Bank 0

Bank 1

Bank 2

Bank 3



Localidades de memoria de datos no implementadas, lea como '0'
 No es un registro físico

Nota 1: Estos registros no están implementados en el PIC 16F876

2: Estos registros son reservados, mantenerlos libres

Figura 3.2 Mapa de memoria del PIC 16F877

El programa principal define los parámetros de control sobre el microcontrolador y revisa permanentemente el estado de los contactos magnéticos. Además, chequea la condición del puerto serial y del reloj del tiempo real, con cuyos datos ingresa a las subrutinas correspondientes.

3.1.2.1 Subrutina de Grabado de Datos en Memoria

Este programa "comprime" la fecha (el día) en un solo byte; con un procedimiento similar coloca el mes correspondiente en otro byte. El número total de pasajeros que han ingresado en ese día se almacena temporalmente en las localidades 23H y 24H; el número de pasajeros que han salido en ese día está en las localidades 25H y 26H; el mes en la localidad 27H y finalmente, el día en la 28H.

El microcontrolador PIC 16F877 posee cuatro bancos de memoria, en los cuales se grabará la información diaria, de la siguiente manera:

Tabla 3.1 Banco 0

4Ah	Miles (pasajeros que entran)
4Bh	Decenas (pasajeros que entran)
4Ch	Miles (pasajeros que salen)
4Dh	Decenas (pasajeros que salen)
4Eh	Mes
4Fh	Día
50h	Miles (pasajeros que entran)
51h	Decenas (pasajeros que entran)
52h	Miles (pasajeros que salen)
53h	Decenas (pasajeros que salen)
54h	Mes
55h	Día
56h	Miles (pasajeros que entran)
57h	Decenas (pasajeros que entran)
58h	Miles (pasajeros que salen)
59h	Decenas (pasajeros que salen)
5Ah	Mes
5Bh	Día
5Ch	Miles (pasajeros que entran)
5Dh	Decenas (pasajeros que entran)

5Eh	Miles (pasajeros que salen)
5Fh	Decenas (pasajeros que salen)
60h	Mes
61h	Día
62h	Miles (pasajeros que entran)
63h	Decenas (pasajeros que entran)
64h	Miles (pasajeros que salen)
65h	Decenas (pasajeros que salen)
66h	Mes
67h	Día
68h	Miles (pasajeros que entran)
69h	Decenas (pasajeros que entran)
6Ah	Miles (pasajeros que salen)
6Bh	Decenas (pasajeros que salen)
6Ch	Mes
6Dh	Día
6Eh	Miles (pasajeros que entran)
6Fh	Decenas (pasajeros que entran)
70h	Miles (pasajeros que salen)
71h	Decenas (pasajeros que salen)
72h	Mes
73h	Día
74h	Miles (pasajeros que entran)
75h	Decenas (pasajeros que entran)
76h	Miles (pasajeros que salen)
77h	Decenas (pasajeros que salen)
78h	Mes
79h	Día
7Ah	Miles (pasajeros que entran)
7Bh	Decenas (pasajeros que entran)
7Ch	Miles (pasajeros que salen)
7Dh	Decenas (pasajeros que salen)
7Eh	Mes
7Fh	Día

Tabla 3.2 Banco 1

A0h	Miles (pasajeros que entran)
A1h	Decenas (pasajeros que entran)
A2h	Miles (pasajeros que salen)
A3h	Decenas (pasajeros que salen)
A4h	Mes
A5h	Día
A6h	Miles (pasajeros que entran)
A7h	Decenas (pasajeros que entran)
A8h	Miles (pasajeros que salen)
A9h	Decenas (pasajeros que salen)
AAh	Mes

ABh	Día
ACh	Miles (pasajeros que entran)
ADh	Decenas (pasajeros que entran)
A Eh	Miles (pasajeros que salen)
AFh	Decenas (pasajeros que salen)
B0h	Mes
B1h	Día
B2h	Miles (pasajeros que entran)
B3h	Decenas (pasajeros que entran)
B4h	Miles (pasajeros que salen)
B5h	Decenas (pasajeros que salen)
B6h	Mes
B7h	Día
B8h	Miles (pasajeros que entran)
B9h	Decenas (pasajeros que entran)
BAh	Miles (pasajeros que salen)
BBh	Decenas (pasajeros que salen)
BCh	Mes
BDh	Día
...	Miles (pasajeros que entran)
...	Decenas (pasajeros que entran)
...	Miles (pasajeros que salen)
...	Decenas (pasajeros que salen)
...	Mes
...	Día
DBh	Miles (pasajeros que entran)
DCh	Decenas (pasajeros que entran)
DDh	Miles (pasajeros que salen)
DEh	Decenas (pasajeros que salen)
DFh	Mes
E1h	Día
E2h	Miles (pasajeros que entran)
E3h	Decenas (pasajeros que entran)
E4h	Miles (pasajeros que salen)
E5h	Decenas (pasajeros que salen)
E6h	Mes
E7h	Día
E8h	Miles (pasajeros que entran)
E9h	Decenas (pasajeros que entran)
E Ah	Miles (pasajeros que salen)
EBh	Decenas (pasajeros que salen)
ECh	Mes
EDh	Día
EEh	Miles (pasajeros que entran)
EFh	Decenas (pasajeros que entran)
F0h	Miles (pasajeros que salen)
F1h	Decenas (pasajeros que salen)
F2h	Mes
F3h	Día
F4h	Miles (pasajeros que entran)
F5h	Decenas (pasajeros que entran)

F6h	Miles (pasajeros que salen)
F7h	Decenas (pasajeros que salen)
F8h	Mes
F9h	Día
FAh	Miles (pasajeros que entran)
FBh	Decenas (pasajeros que entran)
FCh	Miles (pasajeros que salen)
FDh	Decenas (pasajeros que salen)
FEh	Mes
FFh	Día

Tabla 3.3 Banco 2

110h	Miles (pasajeros que entran)
111h	Decenas (pasajeros que entran)
112h	Miles (pasajeros que salen)
113h	Decenas (pasajeros que salen)
114h	Mes
115h	Día
116h	Miles (pasajeros que entran)
117h	Decenas (pasajeros que entran)
118h	Miles (pasajeros que salen)
119h	Decenas (pasajeros que salen)
11Ah	Mes
11Bh	Día
11Ch	Miles (pasajeros que entran)
11Dh	Decenas (pasajeros que entran)
11Eh	Miles (pasajeros que salen)
11Fh	Decenas (pasajeros que salen)
120h	Mes
121h	Día
...	Miles (pasajeros que entran)
...	Decenas (pasajeros que entran)
...	Miles (pasajeros que salen)
...	Decenas (pasajeros que salen)
...	Mes
...	Día
158h	Miles (pasajeros que entran)
159h	Decenas (pasajeros que entran)
15Ah	Miles (pasajeros que salen)
15Bh	Decenas (pasajeros que salen)
15Ch	Mes
15Dh	Día
15Eh	Miles (pasajeros que entran)
15Fh	Decenas (pasajeros que entran)
160h	Miles (pasajeros que salen)
161h	Decenas (pasajeros que salen)
162h	Mes
163h	Día
164h	Miles (pasajeros que entran)

165h	Decenas (pasajeros que entran)
166h	Miles (pasajeros que salen)
167h	Decenas (pasajeros que salen)
168h	Mes
169h	Día
16Ah	Miles (pasajeros que entran)
16Bh	Decenas (pasajeros que entran)
16Ch	Miles (pasajeros que salen)
16Dh	Decenas (pasajeros que salen)
16Eh	Mes
16Fh	Día

Tabla 3.4 Banco 3

190h	Miles (pasajeros que entran)
191h	Decenas (pasajeros que entran)
192h	Miles (pasajeros que salen)
193h	Decenas (pasajeros que salen)
194h	Mes
195h	Día
196h	Miles (pasajeros que entran)
197h	Decenas (pasajeros que entran)
198h	Miles (pasajeros que salen)
199h	Decenas (pasajeros que salen)
19Ah	Mes
19Bh	Día
19Ch	Miles (pasajeros que entran)
19Dh	Decenas (pasajeros que entran)
19Eh	Miles (pasajeros que salen)
19Fh	Decenas (pasajeros que salen)
1 A0h	Mes
1 A1h	Día
...	Miles (pasajeros que entran)
...	Decenas (pasajeros que entran)
...	Miles (pasajeros que salen)
...	Decenas (pasajeros que salen)
...	Mes
...	Día
1D8h	Miles (pasajeros que entran)
1D9h	Decenas (pasajeros que entran)
1DAh	Miles (pasajeros que salen)
1DBh	Decenas (pasajeros que salen)
1DCh	Mes
1DDh	Día
1DEh	Miles (pasajeros que entran)
1DFh	Decenas (pasajeros que entran)
1E0h	Miles (pasajeros que salen)
1E1h	Decenas (pasajeros que salen)
1E2h	Mes
1E3h	Día

1E4h	Miles (pasajeros que entran)
1E5h	Decenas (pasajeros que entran)
1E6h	Miles (pasajeros que salen)
1E7h	Decenas (pasajeros que salen)
1E8h	Mes
1E9h	Día
1EAh	Miles (pasajeros que entran)
1EBh	Decenas (pasajeros que entran)
1ECh	Miles (pasajeros que salen)
1EDh	Decenas (pasajeros que salen)
1EEh	Mes
1EFh	Día

Una vez conocidas las localidades disponibles para ser utilizadas para el grabado de la información correspondiente a cada día de trabajo, procedemos a presentar los diferentes flujogramas correspondientes a las rutinas y subrutinas que deben ser implementadas.

En la **Figura 3.3** se indica el diagrama de flujo de la subrutina de grabado de datos en memoria. La memoria del microcontrolador puede almacenar aproximadamente 60 días de información.

Se asume que los datos serán bajados al computador de manera semanal. Sin embargo, se almacenarán los datos de tal manera que siempre se disponga de los datos de los últimos 60 días.

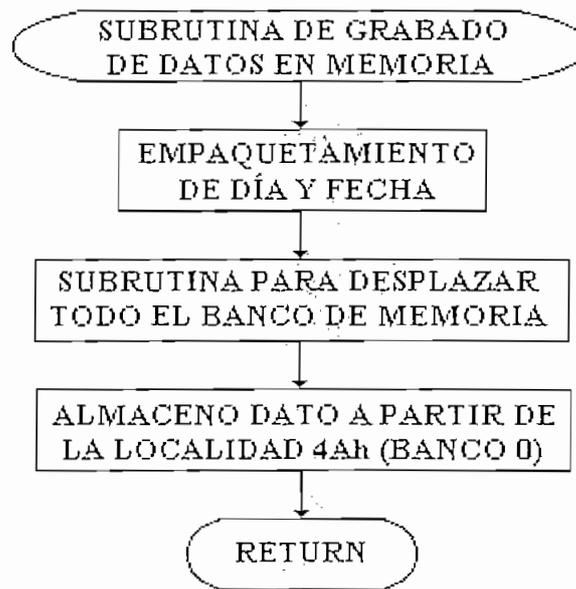


Figura 3.3 Diagrama de Flujo de Grabado de Datos en Memoria

En la **Figura 3.4** se presenta la subrutina necesaria para almacenar la información de acuerdo a nuestros requerimientos.

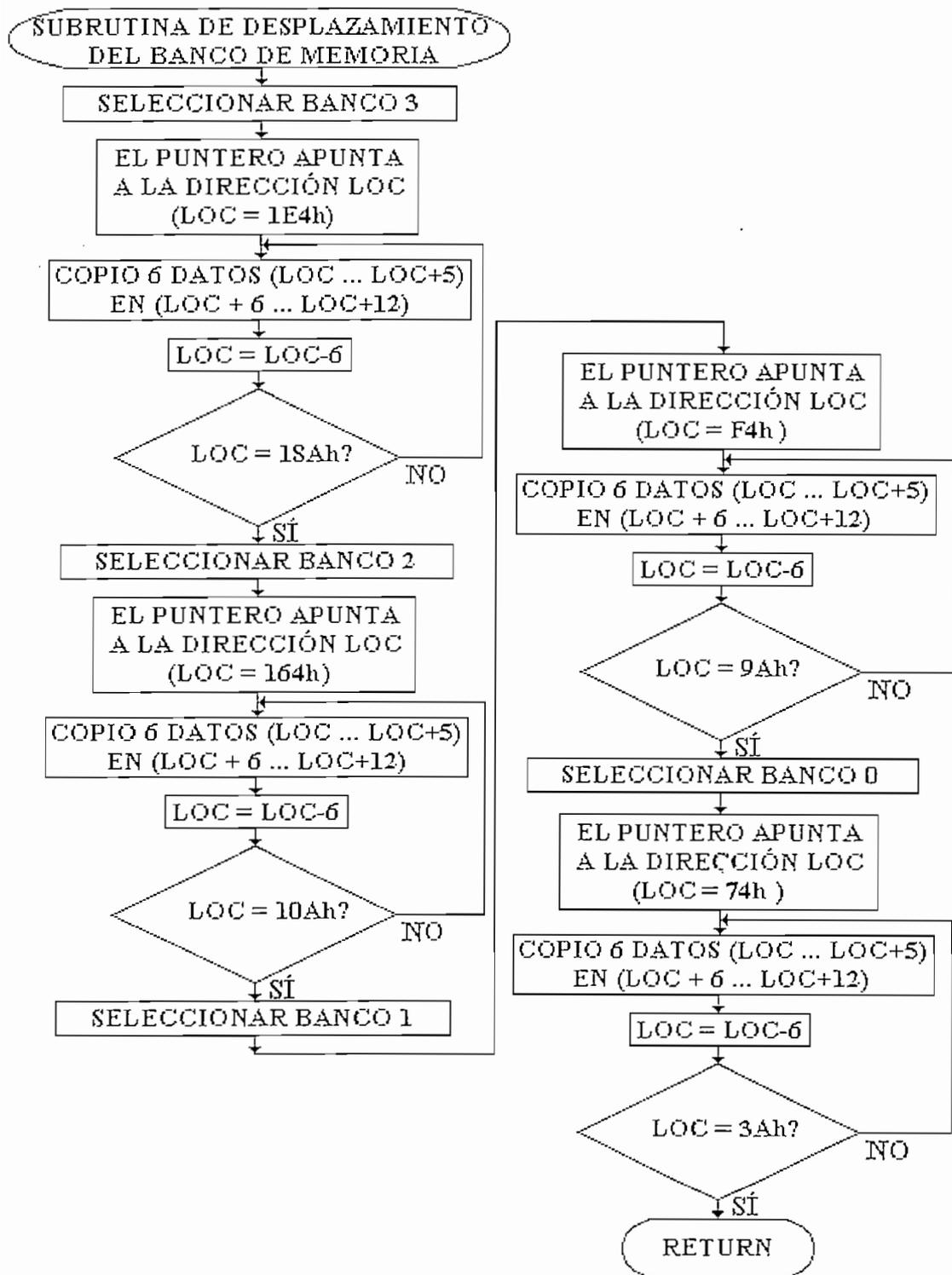


Figura 3.4 Diagrama de Flujo de Desplazamiento del Banco de Memoria

3.1.2.2 Subrutina de Transmisión de Datos al PC

Para empezar la transmisión de datos al PC, el microcontrolador debe esperar una orden del mismo. Se ha definido una velocidad de transmisión de 2400.

Una vez que se ha recibido la orden para iniciar la transmisión, se envían los datos al buffer de transmisión del PIC; para lo cual se habilitan los registros correspondientes en el PIC. Con los 8 bits en el buffer del registro de desplazamiento, el programa envía un pulso de habilitación para que los datos sean enviados al PC.

Como se puede ver en la **Figura 3.5**, esta subrutina es muy sencilla, debido a que habrá una única transmisión de toda la información de fechas y números de pasajeros (entrantes y salientes), recopilados hasta el momento de la transmisión.

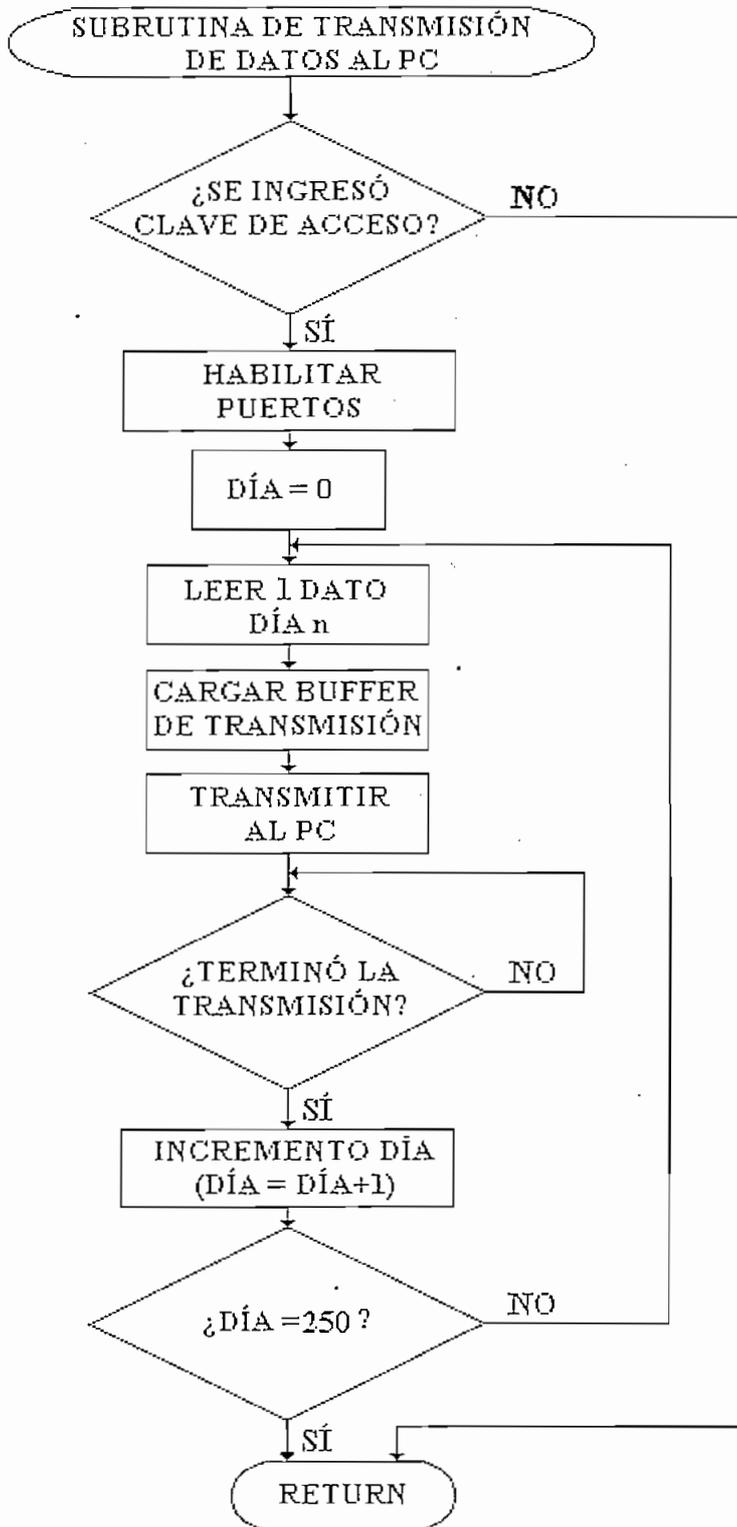


Figura 3.5 Diagrama de Flujo de Transmisión de Datos al PC

Se ha limitado el acceso a los datos únicamente al personal que conozca la clave de ingreso al programa, para evitar cualquier manipulación de los datos recibidos por el computador.

3.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL PC

Para poder obtener la información grabada en el microcontrolador, se ha desarrollado un software que permite al usuario ver, en tablas, los valores correspondientes al movimiento diario de pasajeros.

El lenguaje de programación a ser utilizado es LabVIEW 6.1, el cual nos permite una sencilla comunicación a través del puerto serial. La información recibida podrá ser almacenada en un archivo para su posterior uso.

Como ya se indicó previamente, se requerirá de una clave de usuario para poder bajar los datos del dispositivo contador de pasajeros al computador. En la **Figura 3.6** se muestra el diagrama correspondiente al inicio del programa. En esta sección se inicializan los valores de las variables y se configura la pantalla de inicio, esto es, permanecen visibles únicamente los cuadros de diálogo correspondientes al ingreso de clave y selección del puerto de comunicaciones.

Mientras no se ingrese la clave de usuario correcta, no se saldrá del lazo. Una vez que la clave sea correcta, el programa principal seguirá a la ventana 1.

En la siguiente fase del programa se abre el puerto serial con la configuración indicada en la **Figura 3.7** y se hace visible al usuario el cuadro de instrucciones.

En las opciones de usuario que implican comunicación serial con el microcontrolador (esto es, todas, excepto la opción SALIR) existen algunas secuencias de espera de algunos milisegundos. Esto es para evitar conflictos con el PIC en el momento de envío/recepción de datos.

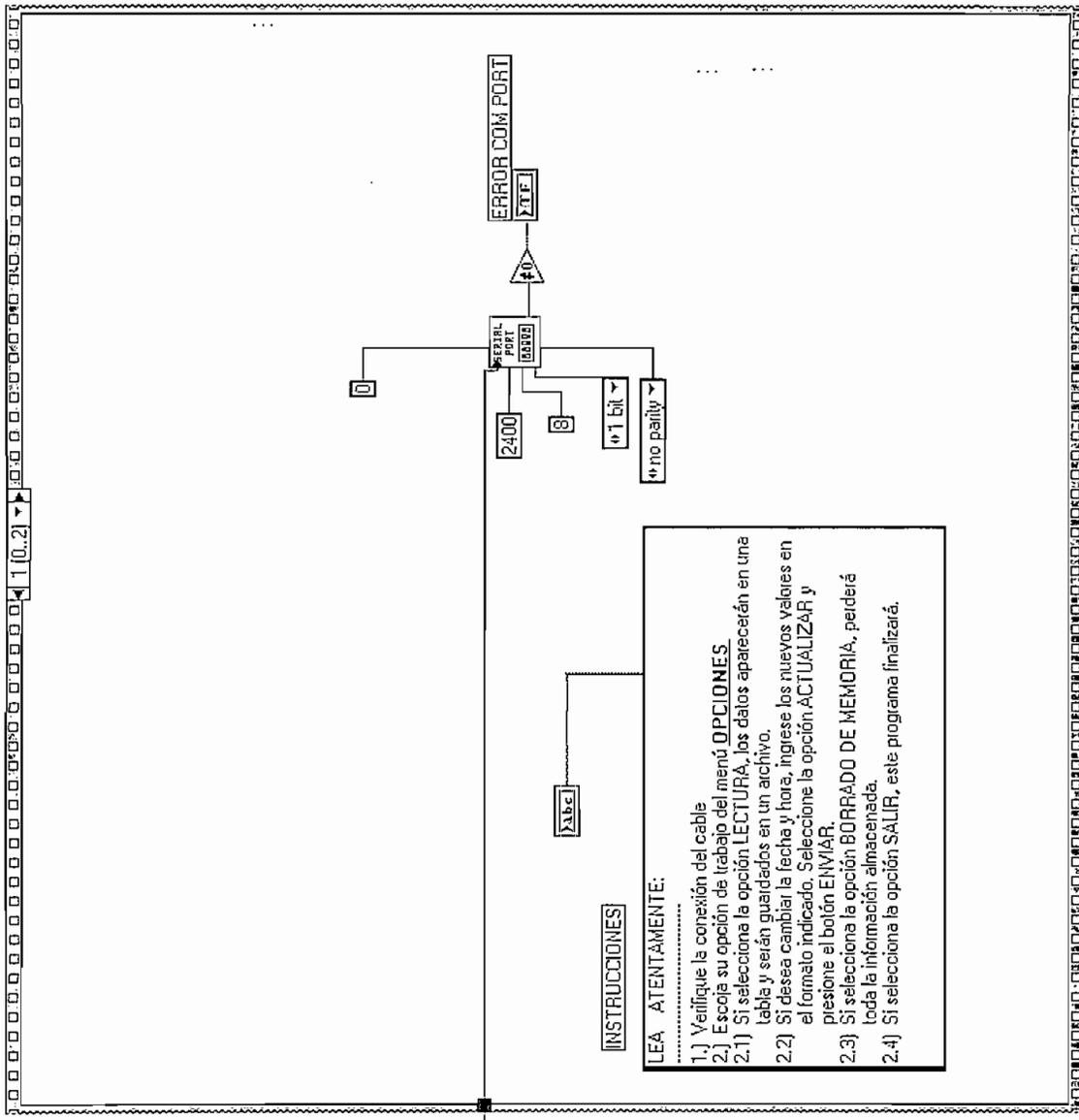


Figura 3.7 Apertura del puerto serial

En la siguiente secuencia (secuencia 2), el programa espera el ingreso de una de las opciones del menú de opciones; esto es, lectura, actualización, borrado de memoria y salir. En este punto se elimina de la pantalla de usuario los mensajes correspondientes al ingreso de clave de usuario.

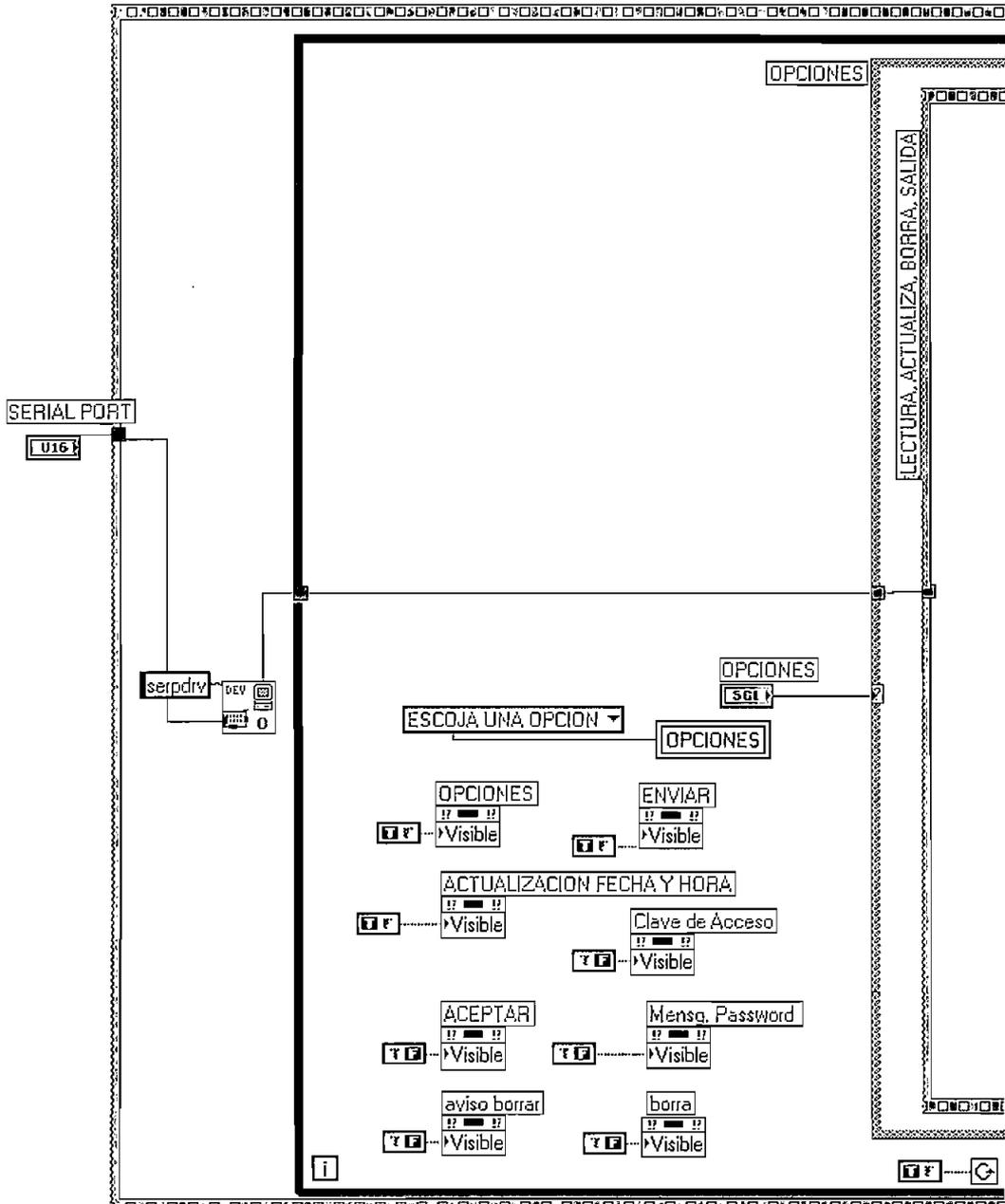


Figura 3.8 Espera de Opción

Al seleccionar la opción LECTURA, existen cinco secuencias (0..4). Las secuencias cero y dos generan, cada una, un retardo de 1000 microsegundos.

En la secuencia uno (**Figura 3.9**) se envía al PIC la letra "L", que es el comando con el cual el microcontrolador envía la información almacenada en memoria. Además, existen dos secuencias internas; en la primera se hacen visibles las tablas correspondientes a: MES, DIA, HORA, INGRESOS, SALIDAS, en la segunda se encienden dichas tablas.

En la secuencia tres se entra a un lazo **while**, cuya condición es realizar veinticinco lecturas antes de salir. En cada una de estas iteraciones recibe diez datos, lo cual nos da como resultado los doscientos cincuenta datos almacenados en el microcontrolador. En la **figura 3.10** se muestra una de estas iteraciones.

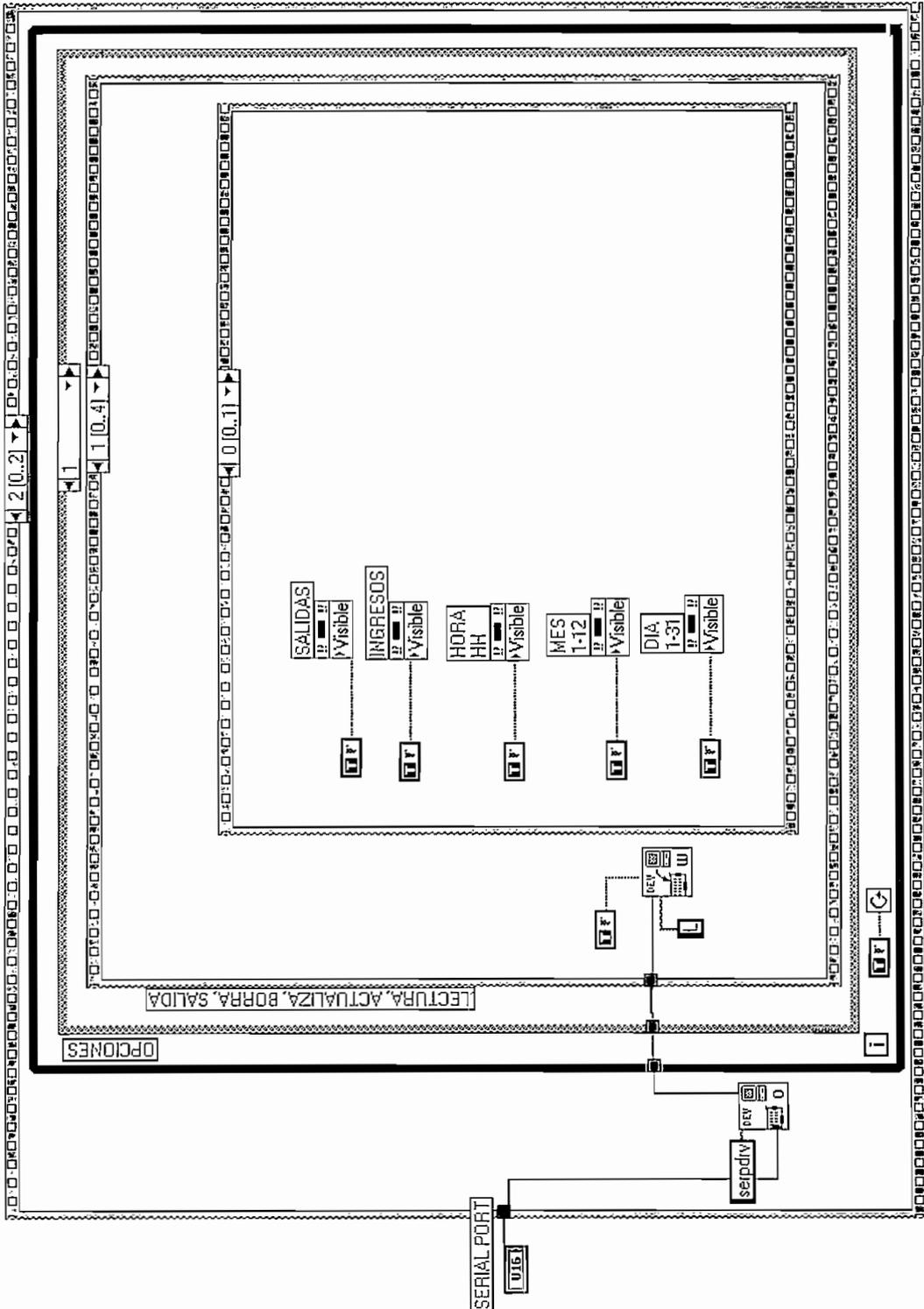


Figura 3.9 Lectura de Memoria

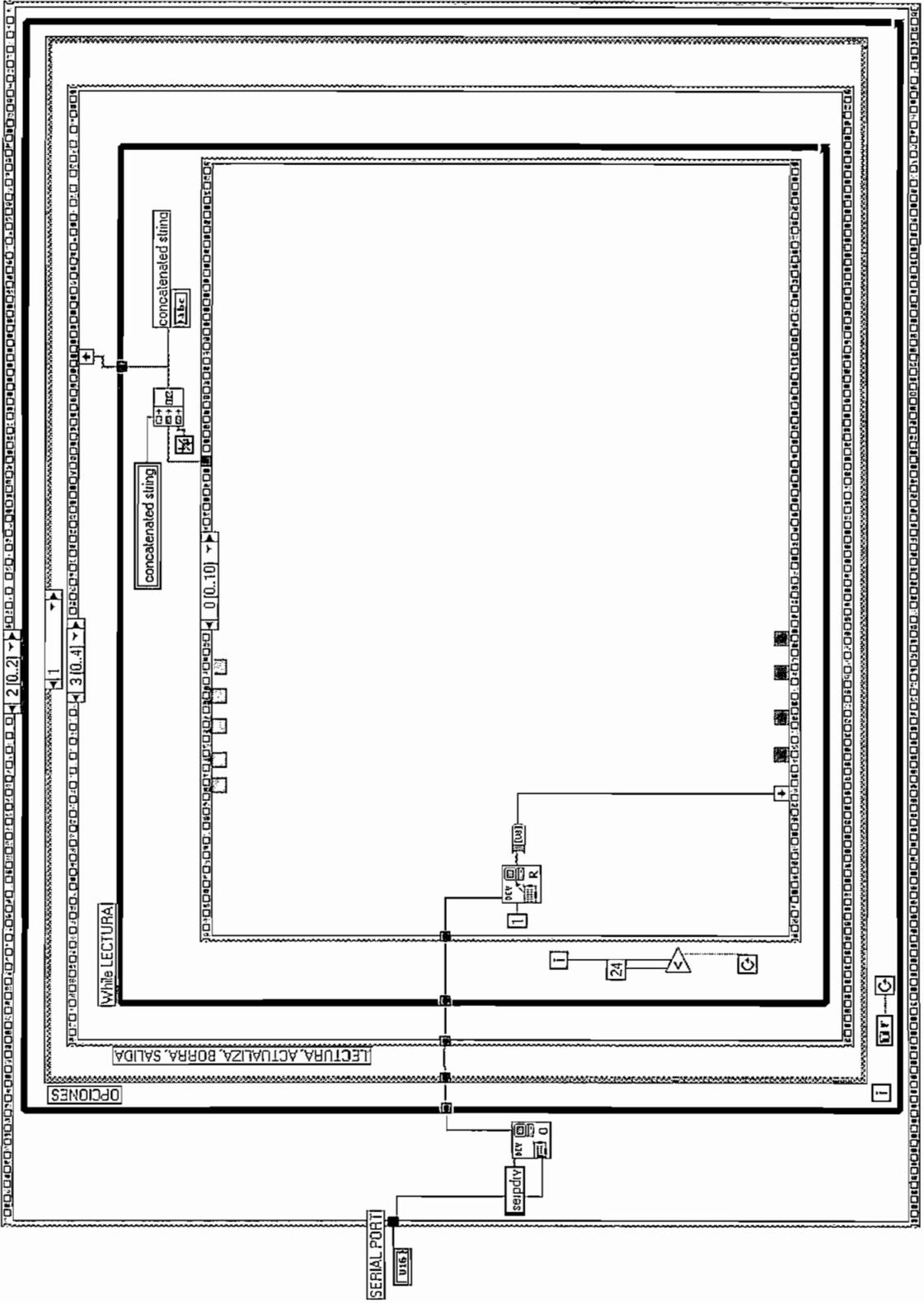


Figura 3.10 Recepción de datos del PIC al PC

Una vez recibidos los datos, se procede a organizarlos de forma que sean comprensibles para el usuario. Esto se realiza en la secuencia 10, la cual a su vez se divide en dos secuencias, como se ve en las **Figura 3.11 a** y **3.11 b**. Dentro de la segunda secuencia (ver **Figura 3.11 b**) hay cinco secuencias, cada una corresponde a un valor, esto es: MES, DÍA, HORA, INGRESOS, SALIDAS. La que se ve en la figura es la correspondiente a SALIDAS.

A continuación se pregunta al usuario si desea grabar la información del conteo de pasajeros e ingresa el nombre de archivo (ver **Figura 3.12**).

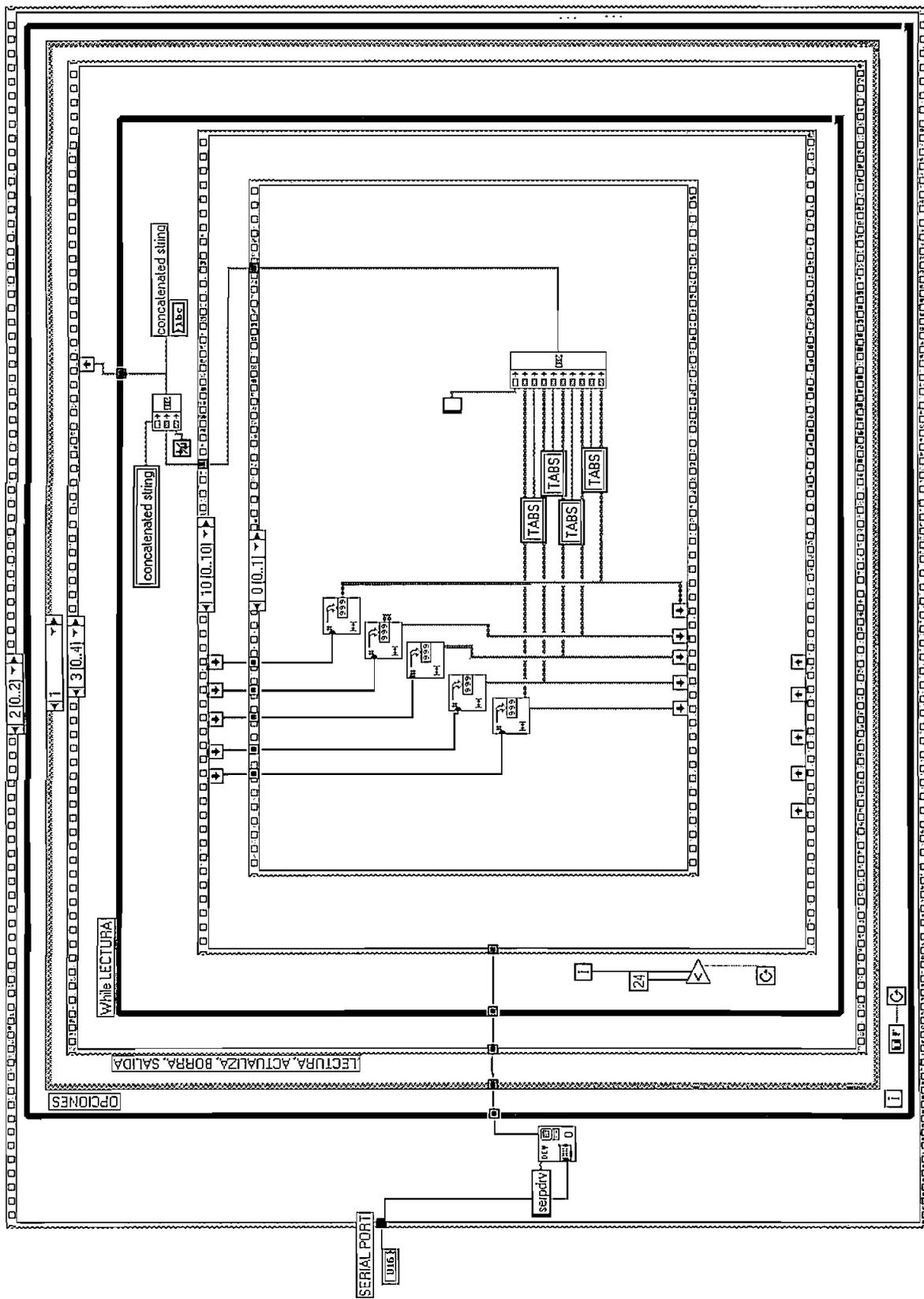


Figura 3.11 a Organización de Datos

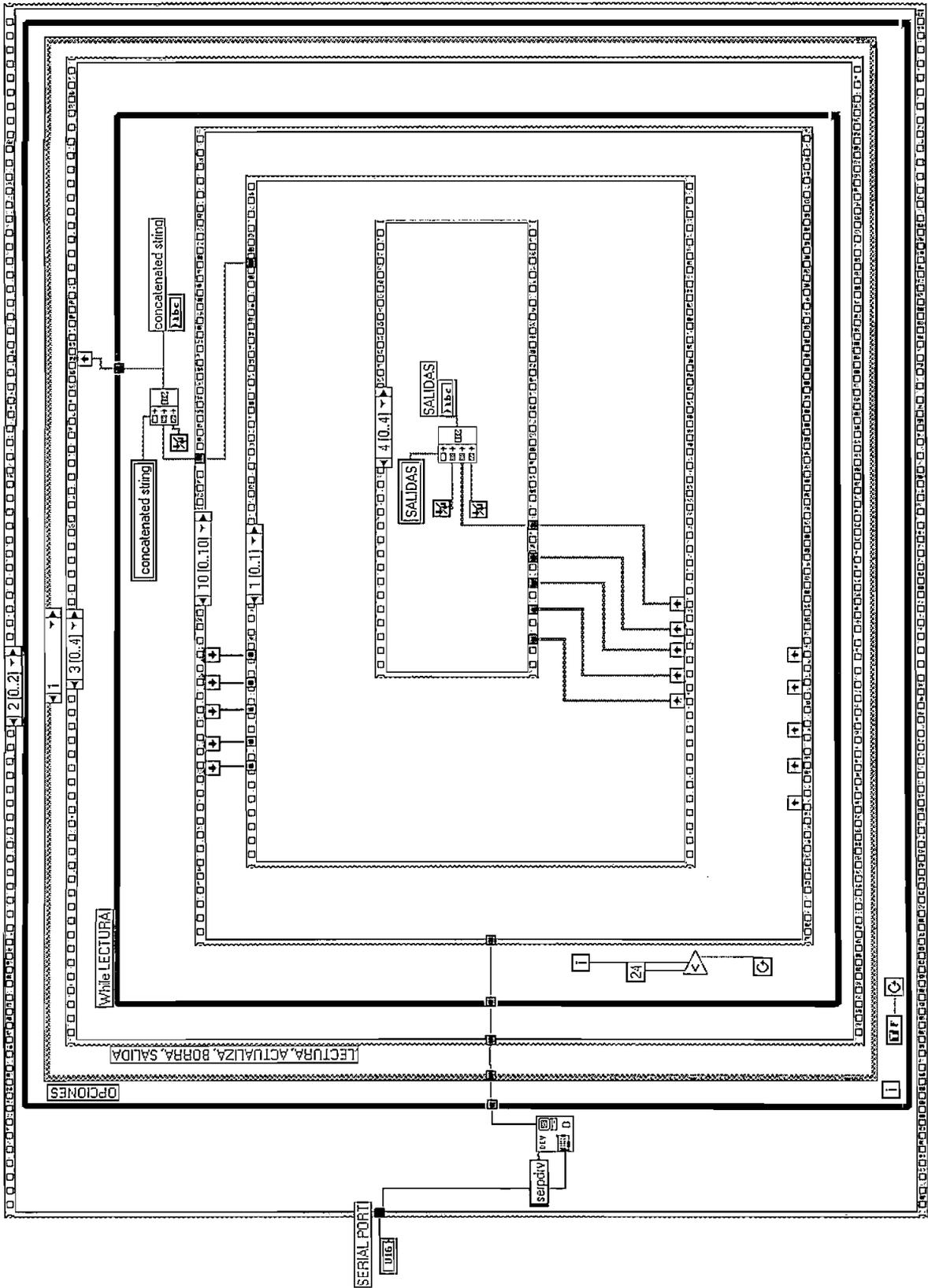


Figura 3.11 b Organización de Tablas

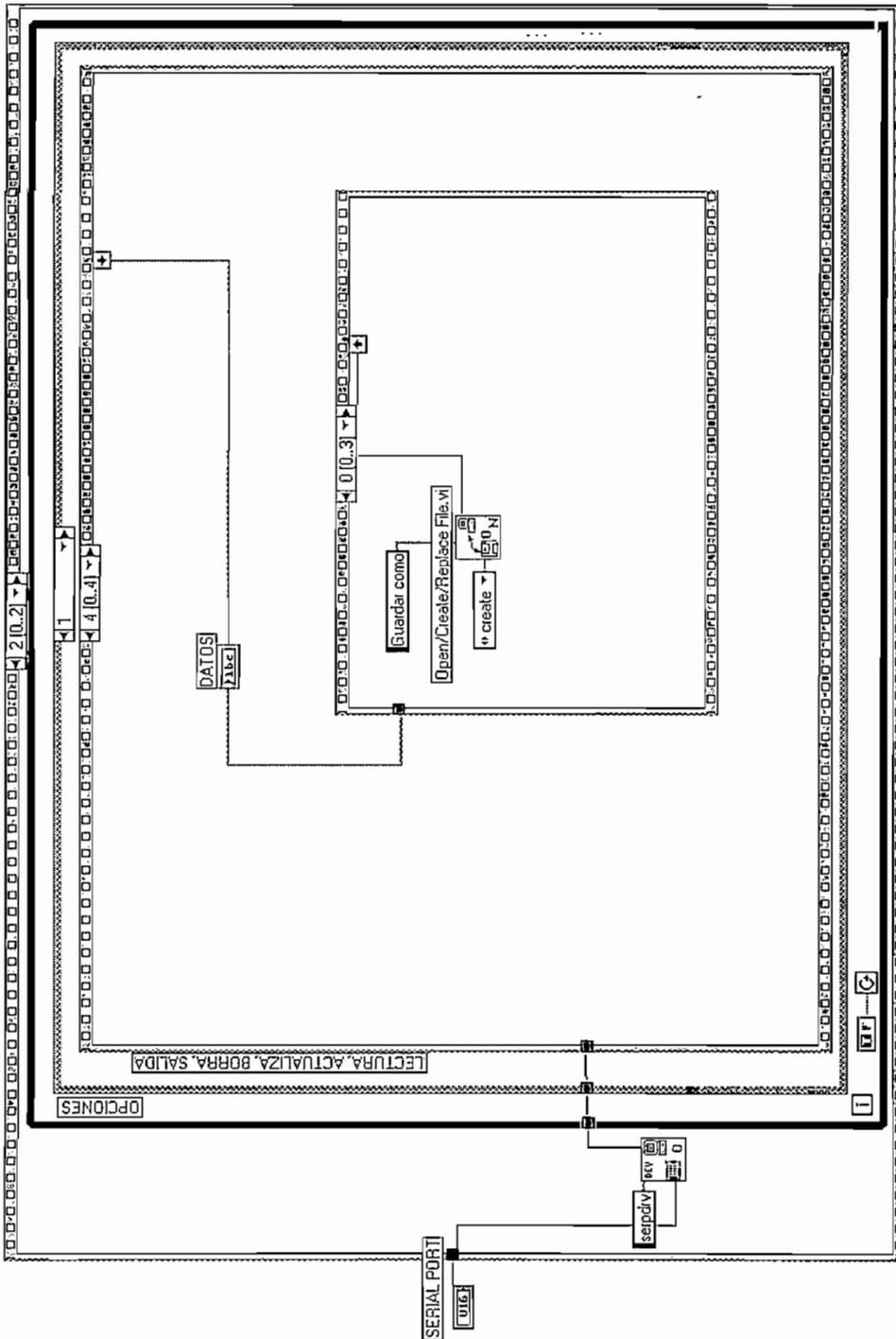


Figura 3.12 Subrutina para Guardar datos en Archivo

La subrutina para grabar los datos incluye cuatro secuencias. La secuencia cero de esta subrutina presenta al usuario un cuadro de diálogo en el que confirma si desea grabar la información y el nombre de archivo que desea (Figura 3.12). La Figura 3.13 muestra el proceso de grabado.

En la secuencia tres se manipulan uno a uno los datos ingresados por el usuario, a través del cluster de ACTUALIZACIÓN FECHA Y HORA, como se ve en la Figura 3.15.

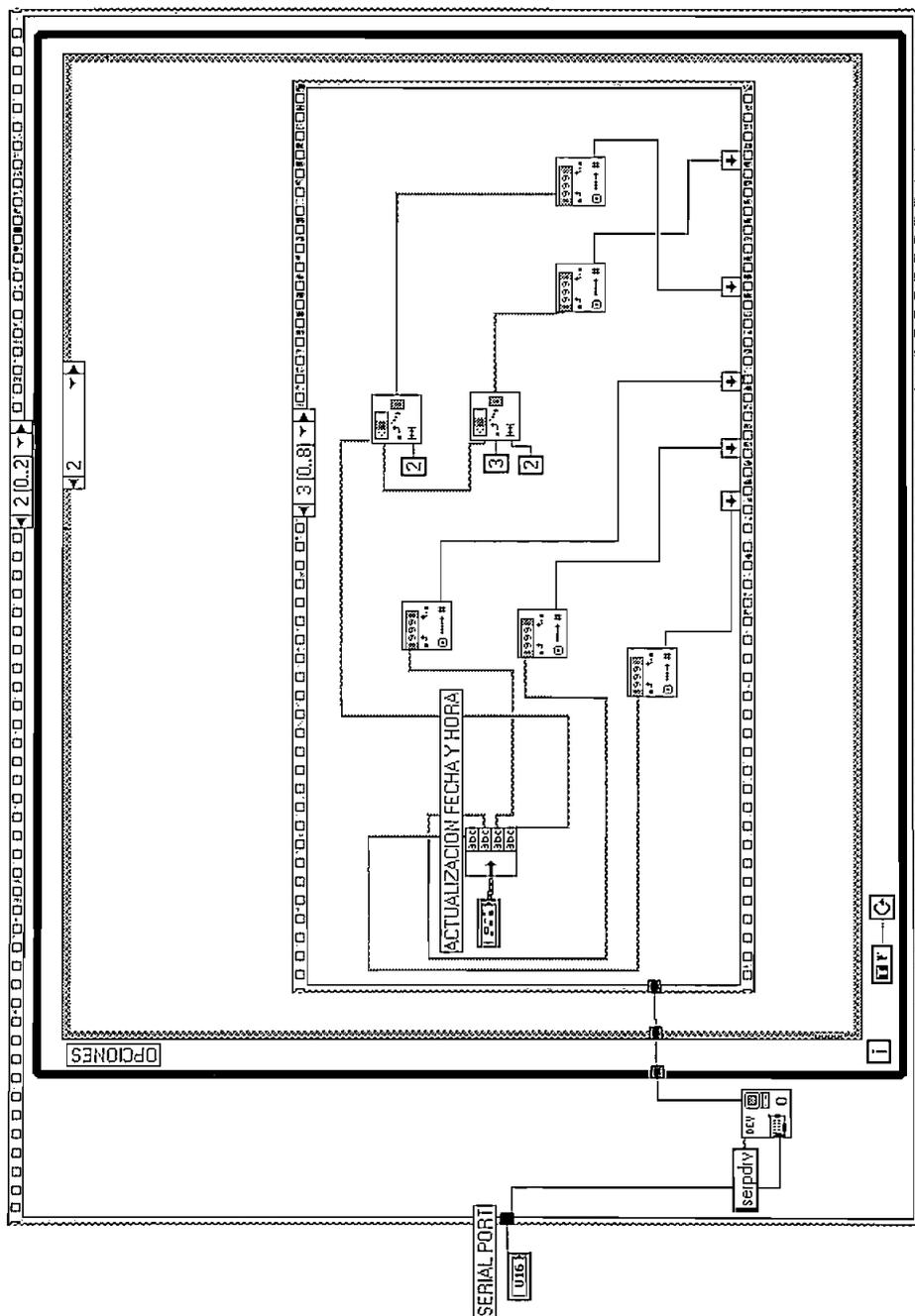


Figura 3.15 Ingreso de Datos para Actualización

En la **Figura 3.16** se puede observar el ingreso de uno de los datos. Las secuencias siguientes son similares en cuanto al formato de envío de datos. Las secuencias internas 1 y 3 (que no se indican en la Figura 3.16) corresponden a esperas de 1000 milisegundos cada una.

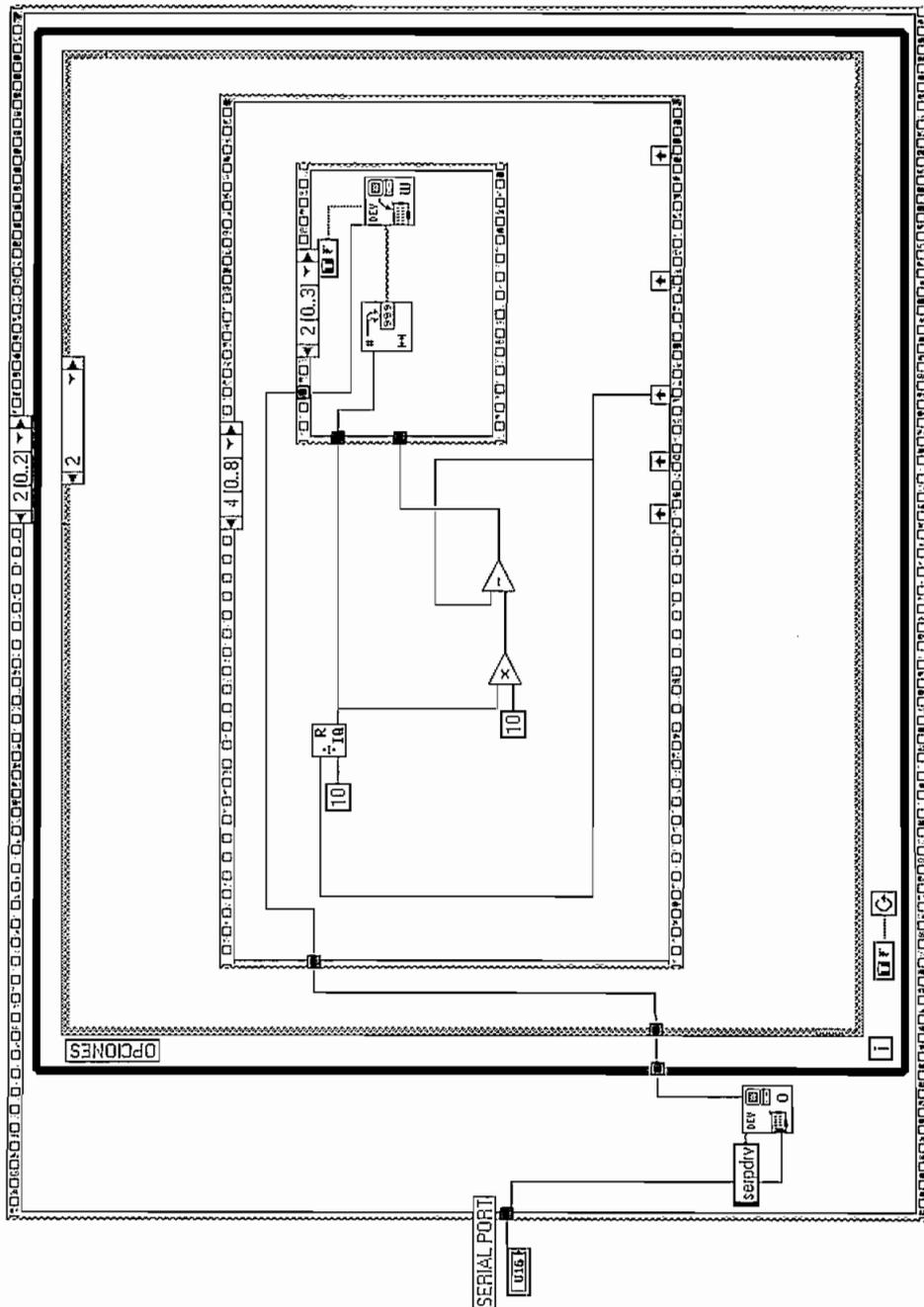


Figura 3.16 Envío de Datos al RTC

Al seleccionar la opción BORRADO DE MEMORIA se hace visible la advertencia y confirmación de la instrucción de borrar. Asimismo, se hace visible el menú BORRA. (Figura 3.17).

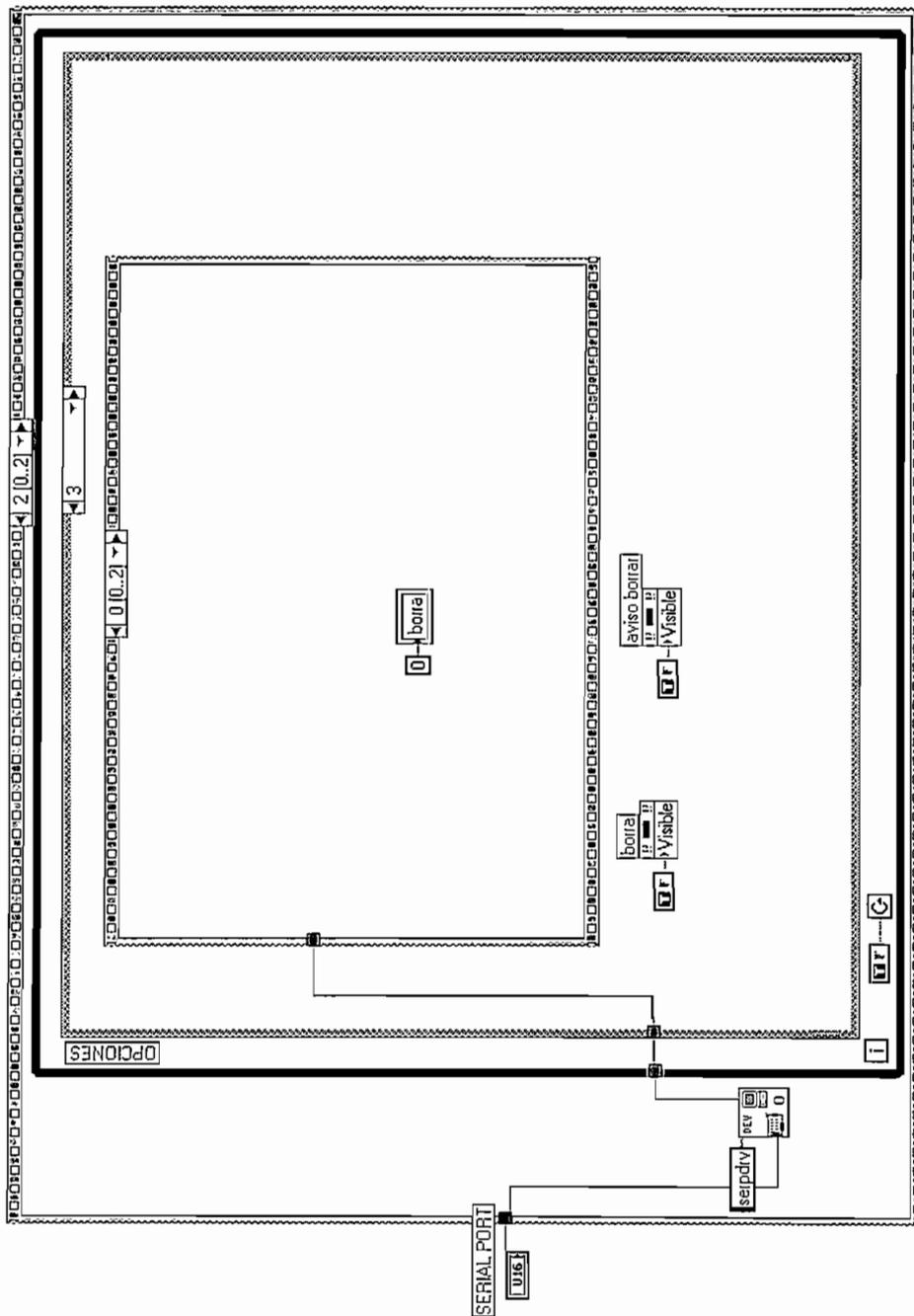


Figura 3.17 Subrutinas de Borrado de Memoria

En la secuencia uno existe una pausa de 100 milisegundos. La secuencia dos (ver **Figura 3.18**) confirma la orden de borrar (CONF-BORRA) y envía la letra B, comando con el cual el microcontrolador borra toda la información del Registrador de Pasajeros y la reemplaza por ceros.

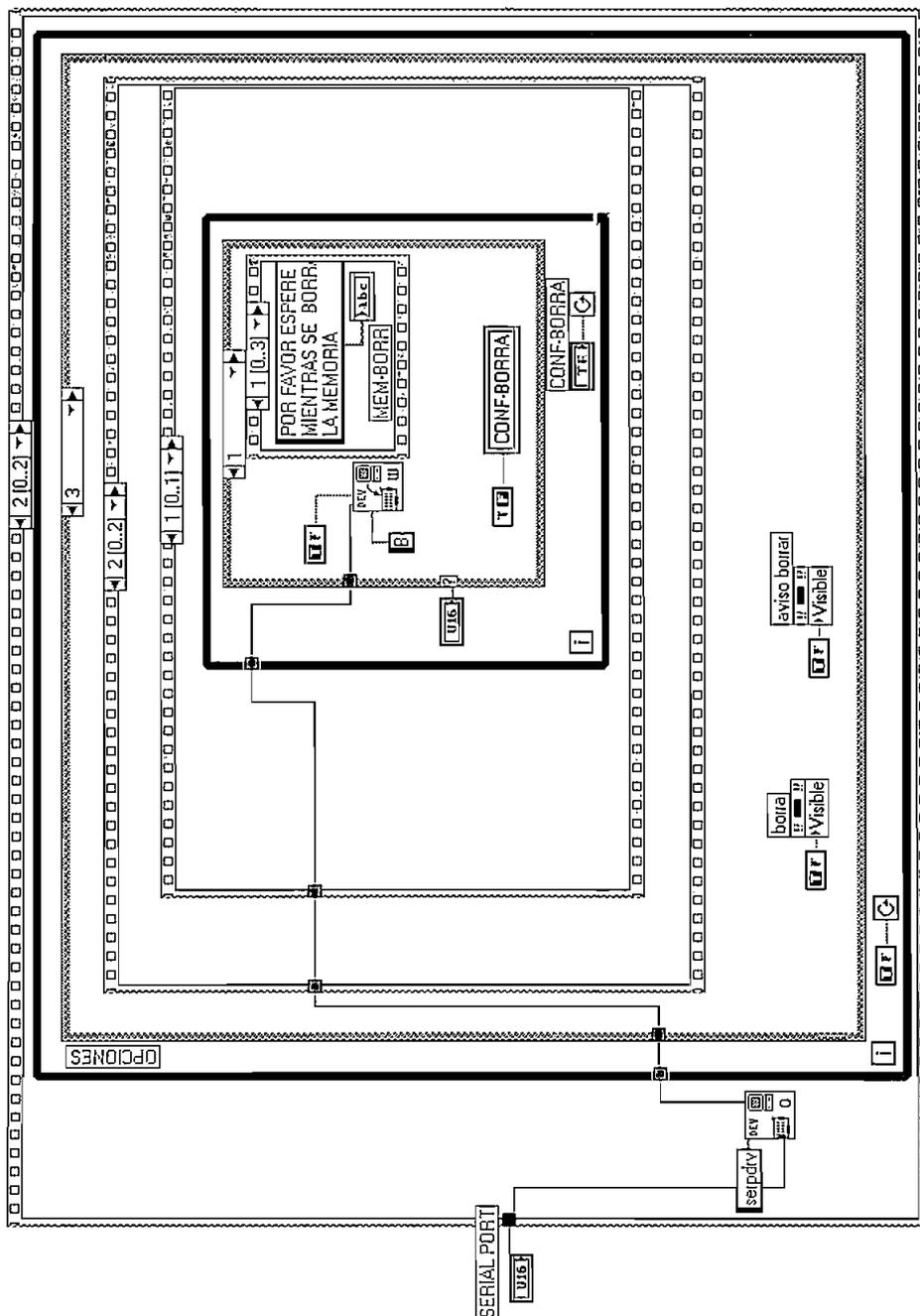


Figura 3.17 Borrado de Información

Al seleccionar la opción SALIR el programa se cerrará automáticamente. La secuencia correspondiente a esta opción contiene dos secuencias; la primera corresponde a una pausa de 200 milisegundos, y la segunda contiene el comando de salida, tal como se indica en la **Figura 3.18**.

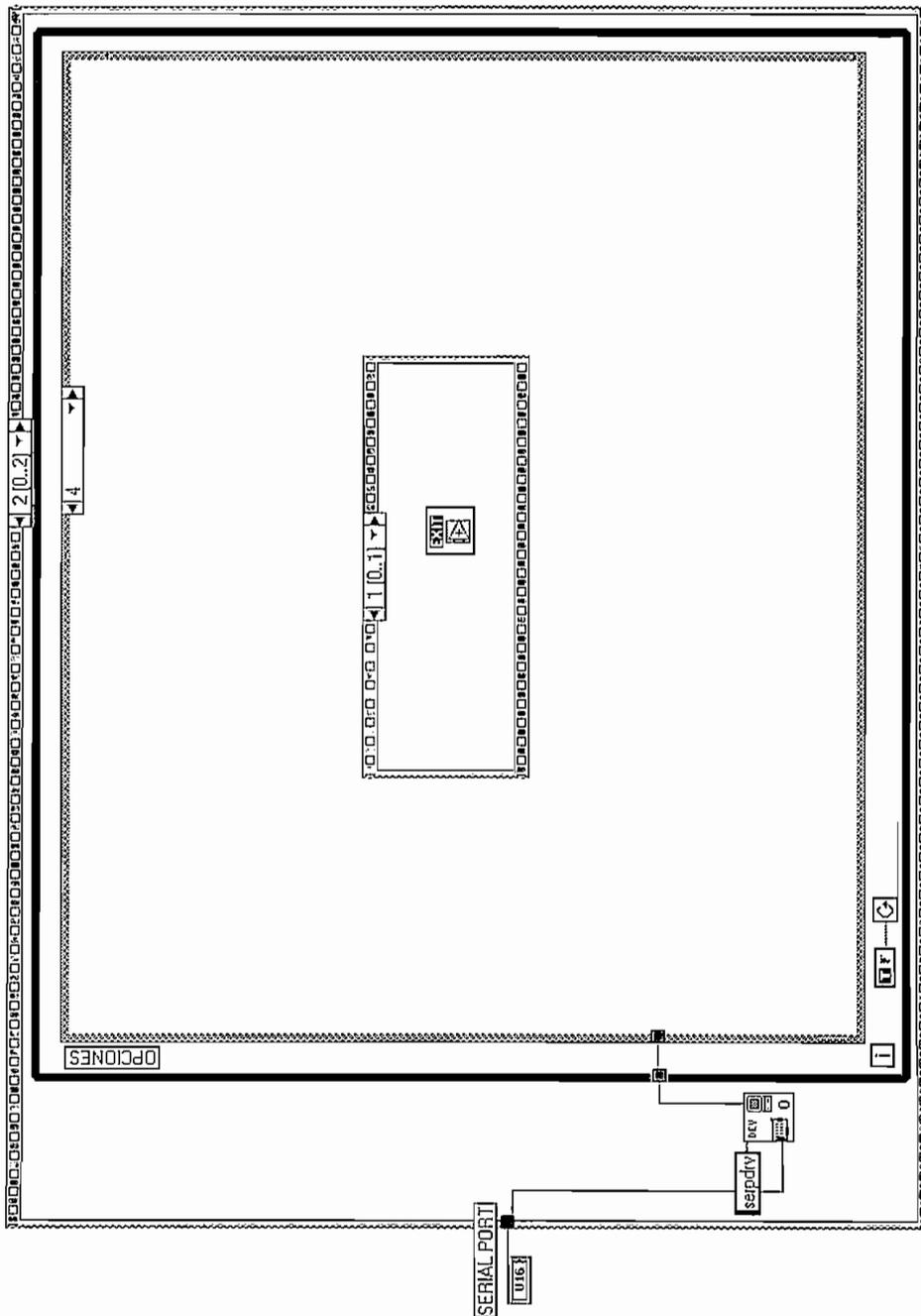


Figura 3.17 Salida del Programa

Existen ciertas condiciones mínimas que debe cumplir el computador que será utilizado para la recepción de datos del microcontrolador. Las especificaciones son las siguientes:

- Microsoft Windows 95/98, Windows 2000, Windows XP
- Puerto serial de comunicaciones RS-232
- Microprocesador 486 o superior

Es importante recordar que tanto el receptor (PC) como el transmisor (microcontrolador PIC) deben trabajar a la misma velocidad para que el primero extraiga del canal la información a la misma velocidad que el transmisor la inyectó en el canal. Si en algún momento se pierde la sincronía, no puede realizarse adecuadamente el proceso de comunicación. Por esta razón, se recomienda verificar que ambos equipos tengan la misma velocidad de transmisión antes de instalar y poner en funcionamiento el equipo.

CAPÍTULO 4.

PRUEBAS DE OPERACIÓN Y RESULTADOS

Debido al rechazo inicial por parte de los conductores de los vehículos de transporte urbano, las pruebas no han podido ser realizadas en una de sus unidades. Sin embargo, se ha contado con la posibilidad de realizar control del ingreso y salida de visitantes a un local comercial ubicado en el centro histórico de Quito.

4.1 PROGRAMA EN LABVIEW

En la **Figura 4.1** se muestra la pantalla de inicio, desarrollada con el lenguaje de programación LabVIEW. Cabe anotar que el usuario tiene la posibilidad de seleccionar el puerto de comunicaciones a ser utilizado (SERIAL PORT). En caso de que el puerto seleccionado ya esté siendo utilizado, el indicador ERROR COM PORT se encenderá (color rojo).

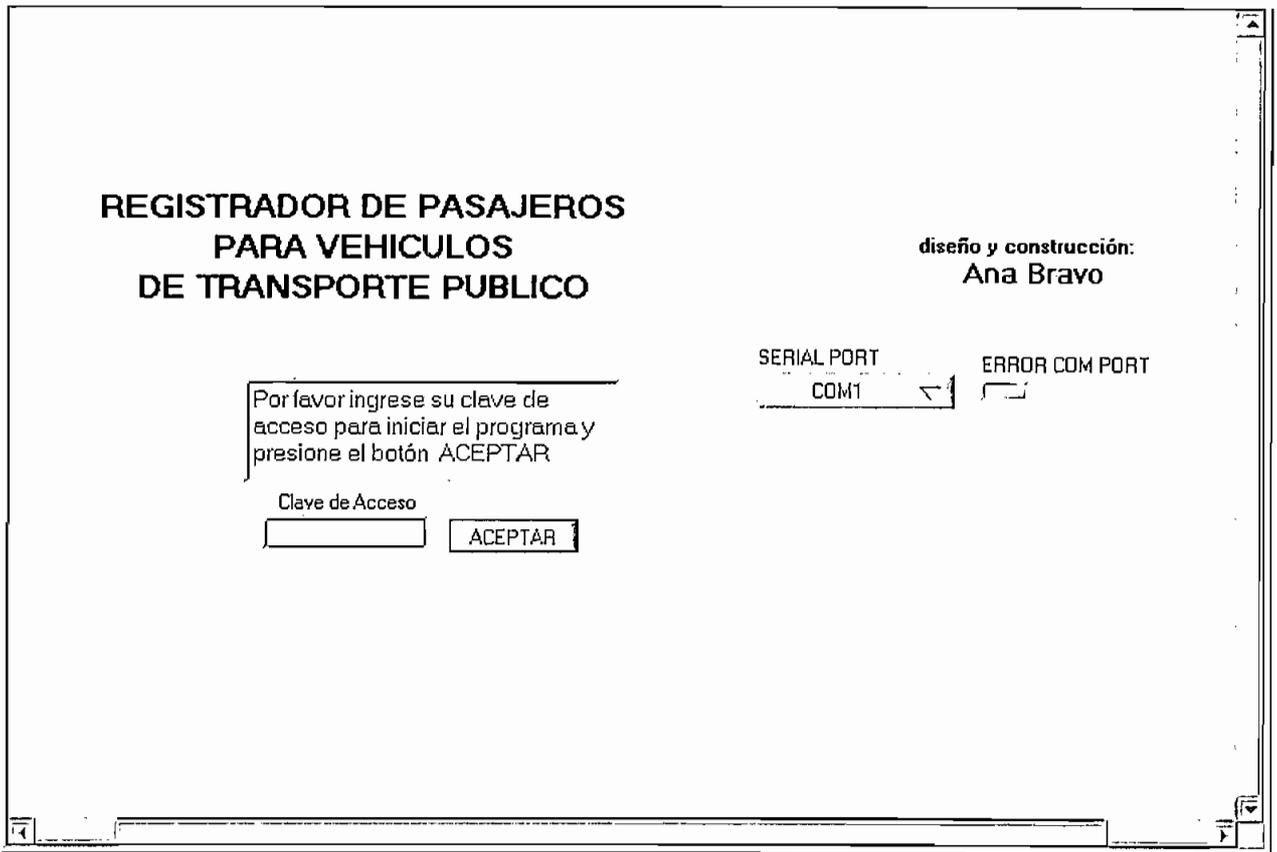


Figura 4.1 Pantalla de Inicio

Los valores ingresados, correspondientes a la clave de usuario, no serán visibles en la pantalla. En su lugar, por cada tecla presionada, aparecerá un asterisco (*), como se puede ver en la **Figura 4.2**.

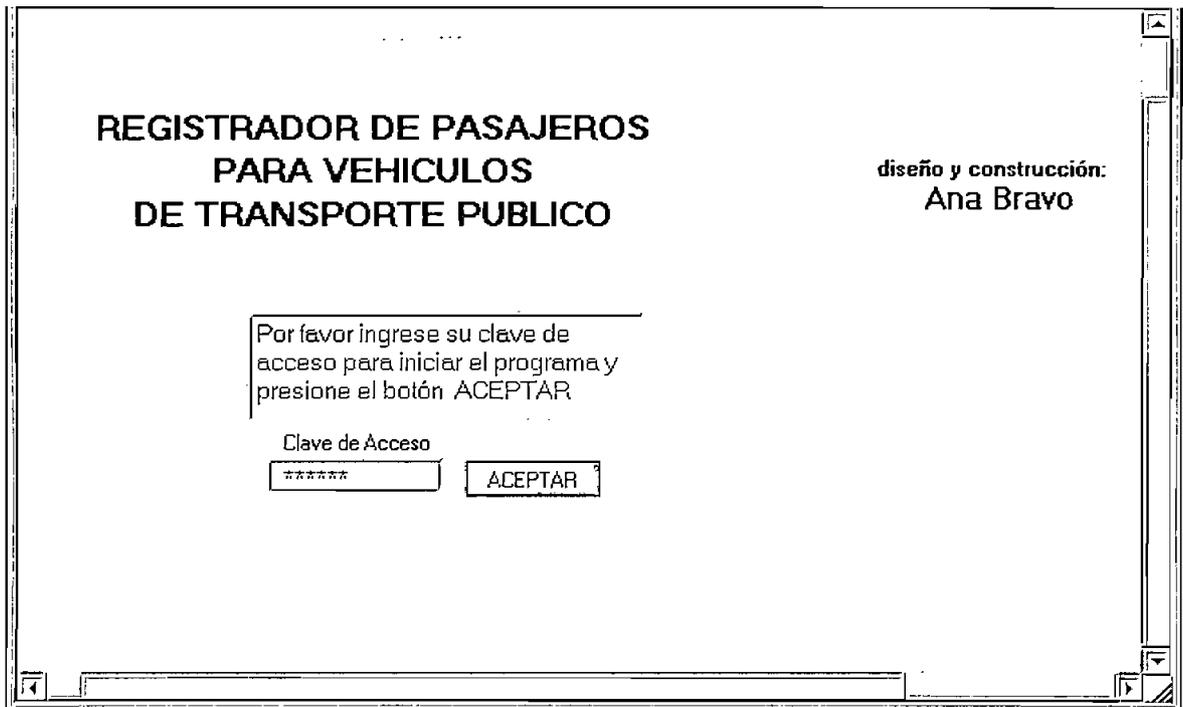


Figura 4.2 Ingreso de clave de usuario

Una vez que se ha ingresado correctamente la clave, son visibles las instrucciones y el menú de OPCIONES (ver **Figura 4.3**). En este momento desaparece el cuadro de diálogo e ingreso de la clave de usuario.

OPCIONES

ESCOJA UNA OPCION

INSTRUCCIONES

LEA ATENTAMENTE:

- 1.) Verifique la conexión del cable
- 2.) escoja su opción de trabajo del menú OPCIONES
 - 2.1) Si selecciona la opción LECTURA, los datos aparecerán en una tabla y serán guardados en un archivo.
 - 2.2) Si desea cambiar la fecha y hora, ingrese los nuevos valores en el formato indicado. Seleccione la opción ACTUALIZAR y presione el botón ENVIAR.
 - 2.3) Si selecciona la opción SALIR, este programa finalizará.

ACTUALIZACION FECHA Y HORA

AÑO (00 - 99)

MES (1 - 12)

DIA (1 - 31)

HORA (hh:mm)

ENVIAR

Figura 4.3 Instrucciones

Existen cuatro opciones para el usuario:

1. Acceder a la información almacenada en el dispositivo de control
2. Actualizar fecha y hora en el contador de pasajeros.
3. Borrar la memoria del dispositivo de control (PIC)
4. Salir definitivamente del programa.

A continuación se iniciará la comunicación serial con el PIC. De esta manera, los datos grabados en el microcontrolador podrán ser vistos en la pantalla del computador.

En la tabla DATOS DEL INGRESO Y SALIDA DE PASAJEROS se pueden observar los datos recibidos al seleccionar la opción LECTURA del menú principal (Figura 4.4).

The screenshot shows a graphical user interface for a PIC data reader. At the top, the title 'OPCIONES' is centered. Below it is a dropdown menu labeled 'ESCOJA UNA OPCION'. The main area is divided into two parts. On the left is a table with five columns: 'MES 1-12', 'DIA 1-31', 'HORA HH', 'INGRESOS', and 'SALIDAS'. Each column has a vertical line extending downwards, indicating a data entry or display area. On the right side, there is a section titled 'INSTRUCCIONES' containing a list of instructions: '1.) Verifique la conexión del cable', '2.) Escoja su opción de trabajo del menú OPCIONES', '2.1) Si selecciona la opción LECTURA, los datos aparecerán en una tabla y serán guardados en un archivo.', '2.2) Si desea cambiar la fecha y hora, ingrese los nuevos valores en el formato indicado. Seleccione la opción ACTUALIZAR y presione el botón ENVIAR.', and '2.3) Si selecciona la opción SALIR, este programa finalizará.' Below the instructions is a section titled 'ACTUALIZACION FECHA Y HORA' with four input fields: 'AÑO (00 - 99)', 'MES (1 - 12)', 'DIA (1 - 31)', and 'HORA (hh:mm)'. Each of the first three fields has a small square input box, and the 'HORA' field has a larger rectangular input box. At the bottom right of this section is an oval button labeled 'ENVIAR' with a right-pointing arrow.

Figura 4.4 Lectura de datos del PIC

Se recomienda calcular el valor total a recibir basándose en los datos obtenidos de los pasajeros salientes. La razón para tomar este dato y no el de ingreso de pasajeros, es que muchas veces el chofer trata de alterar la información evitando que el pasajero pase por el turno al ingreso, pero se despreocupa en la salida.

La diferencia entre los pasajeros entrantes y los salientes dará la información necesaria para saber si se están alterando los valores reales (el pasajero pasa por el tornó dos veces, esto es, al entrar y al salir).

En el cuadro de diálogo ACTUALIZACIÓN FECHA Y HORA el usuario puede ingresar nuevos valores de fecha y hora para el circuito del contador de pasajeros.

Una vez confirmado que la fecha y hora han sido ingresados correctamente, se debe presionar tecla ENVIAR y seleccionar la opción ACTUALIZACION. Automáticamente el programa enviará esta información a la tarjeta de control para actualizar el RTC (Reloj de Tiempo Real, por sus siglas en inglés). De ser necesario, el usuario podrá ingresar nuevamente toda la información.

Al seleccionar la opción BORRADO DE MEMORIA, se borrará TODA la información almacenada en el microcontrolador PIC. Por esta razón se le pide al usuario que confirme este comando, antes de ser ejecutado.

**REGISTRADOR DE PASAJEROS
PARA VEHICULOS
DE TRANSPORTE PUBLICO**

diseño y construcción:
Ana Bravo

CONEXIÓN DE
ESCOJA UNA OPCION

INSTRUCCIONES

LEA ATENTAMENTE:

- 1.) Verifique la conexión del cable
- 2.) Escoja su opción de trabajo del menú OPCIONES
- 2.1) Si selecciona la opción LECTURA, los datos aparecerán en una tabla y serán guardados en un archivo.
- 2.2) Si desea cambiar la fecha y hora, ingrese los nuevos valores en el formato indicado. Seleccione la opción ACTUALIZAR y presione el botón ENVIAR.
- 2.3) Si selecciona la opción SALIR, este programa finalizará.

ADVERTENCIA!!
Perderá TODA la información almacenada en el dispositivo de control. Si realmente desea borrar presione la tecla **BORRAR**

menu BORRAR

ACTUALIZACION FECHA Y HORA

AÑO (00 - 99)

MES (1 - 12)

DIA (1 - 31)

HORA (hh:mm)

Figura 4.5 Confirmación de Borrar

Al seleccionar la opción SALIR, el programa se cerrará automáticamente y saldrá del ambiente de LabVIEW.

4.2 PRUEBAS DE OPERACIÓN Y RESULTADOS

El local comercial utilizado para las pruebas posee un torno para el ingreso de clientes, el cual funciona solamente con un sentido de giro. Por esta razón, las tablas de valores presentan únicamente el número de pasajeros salientes.

NOTA: El día domingo no consta en la tabla, debido a que no es día de trabajo en el local utilizado para las pruebas.

Para definir el margen de error del controlador, se ha hecho un conteo manual del ingreso de visitantes al local. La **Tabla 4.1** muestra la tabla con los resultados y el porcentaje de error correspondiente.

Tabla 4.1 Resultados Obtenidos

FECHA		VALOR CONTADOR	VALOR REAL	ERROR (%)
MES	DÍA			
9	2	378	351	7,69
9	3	410	390	5,13
9	4	359	342	4,97
9	5	393	369	6,50
9	6	405	387	4,65
9	7	426	401	6,23

De los valores obtenidos se obtiene un error promedio de 7.03%, el cual es bastante aceptable. La principal causa de error es que el torno no se detiene luego del paso de cada persona, sino que gira libremente.

En el caso de la unidad de transporte, este sistema realiza el conteo del número de pasajeros que ingresan y bajan de la unidad, determinándose que la información proporcionada tiene un margen de error que se atribuye al ascenso y descenso del conductor y/o el cobrador de la unidad.

Se considera que por razones de su propia seguridad, muchos de los buses ya no permiten el ingreso de ventas ambulantes. Esto permitirá reducir el margen de error del dispositivo de control.

Con la información recopilada es posible realizar estadísticas de horas pico, cantidad de pasajeros por recorrido, entre otros. Con estos valores se puede optimizar el funcionamiento de las unidades.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El sistema propuesto es seguro y confiable, logrando así cumplir con los objetivos propuestos para la elaboración del controlador de pasajeros.
- Se ha logrado obtener una tarjeta de control lo suficientemente compacta como para ser instalada dentro de la base fija del torno, sin necesidad de realizar cambios en la estructura del mismo.
- La transmisión serial, utilizando la interface RS-232 ha sido acertada, debido a que se puede utilizar cualquier computador tipo PC, ya que la interface serial RS-232 es una norma para estos equipos; todo PC tiene al menos uno de estos puertos.
- El bajo costo del equipo (ver Anexos) permite que el dueño de la unidad de transporte lo pueda adquirir con muy poca inversión, la cual se recupera en poco tiempo.
- Al ser parte de la infraestructura de una ciudad, el transporte público tiene la obligación de atender a las necesidades de locomoción de una gran parte de la población. Actualmente, esto ocurre en las grandes ciudades de forma precaria, debido a la desorganización del sistema y a la deshonestidad practicada en el destino del dinero cobrado por los pasajes, entre las razones principales.

- Los problemas con el transporte público generan una necesidad de aumentar las tarifas. Además, existe poca o ninguna inversión existente en este sector productivo, lo cual dificulta realizar mejoras de cualquier tipo.
- La solución a los problemas en la recaudación está en la optimización de los procesos, lo cual se hace posible con un perfecto control de los movimientos de los usuarios (entrada y salida) y en la racionalización del uso de los vehículos.
- Con los avances tecnológicos de los últimos años ha sido posible proporcionar una propuesta de solución a uno de los problemas del transporte, la correcta recaudación de boletos por parte del propietario de la unidad.
- Por esto, cualquier inversión que se realice para alcanzar estos objetivos encontrará fácilmente, inclusive a corto plazo, su auto pago.
- Esta solución logrará una disminución en los costos de la transportación pública, ya que se logrará una mejor recaudación por parte de los propietarios de las unidades.
- Dentro de los beneficios que este sistema representa se pueden enumerar los siguientes: incremento de los ingresos reales por unidad, conocer el aforo diario por unidad y por rutas, contar con información oportuna y confiable del movimiento de pasajeros, evaluación efectiva del desempeño de los operadores y optimización del parque vehicular por ruta.
- El tipo de comunicación que se ha utilizado en este proyecto no necesita la instalación de tarjetas de adquisición de datos en el computador, con lo que se disminuyen riesgos (mala instalación y/o programación) y los consiguientes inconvenientes para el usuario final.
- El error reportado de 7% es debido a las características del torno utilizado para las pruebas de operación, debido a que éste gira libremente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para disminuir el error en el conteo de pasajeros se recomienda utilizar un torno cuyo giro se detenga cada vez que ingresa o sale un pasajero
- Para una futura aplicación del sistema, se recomienda diseñar un mejor sistema para disminuir la vibración en el circuito de control, generada por el movimiento del vehículo, considerando que será utilizado de manera continua y, en la mayoría de casos, durante toda la semana.
- Se recomienda crear un sistema de comunicación inalámbrica continua entre todas las unidades de una cooperativa con su central. De esta forma se tendrá una información más completa del conjunto, y no solamente de un bus.
- Se puede considerar la posterior implementación de una computadora abordo con GPS (Geo Posicionamiento por Satélites), que permitiría la localización del vehículo en momentos de emergencia (asaltos, accidentes e incidentes).
- El contador de pasajeros del presente proyecto no distingue categorías de usuario, esto es: adultos, tercera edad, niños y discapacitados. Se recomienda generar un futuro proyecto que permita esta diferenciación.
- Se recomienda integrar este proyecto a un sistema de recaudación automática para el cobro de pasajes.

BIBLIOGRAFÍA

- **BOYLESTAD, ROBERT L. y NASHESKY, LOUIS** “Electronic Devices and Circuit Theory”
Prentice – Hall, 6ta edición, 1996, USA
- **ECG SEMICONDUCTORS** “Master Replacement Guide”
Philips, edición 1996, USA
- **GONZÁLES, JOSÉ ADOLFO** “Introducción a los Microcontroladores”
McGraw-Hill, 1992
- **MALONEY, TIMOTHY J.** “Electrónica Industrial Moderna”
Prentice – Hall Hispanoamericana, 3ra edición, 1997, México
- **MICROCHIP** “MPLAB: IDE, Simulator, Editor User’s Guide”
Microchip Technology Inc., 2001, USA
- **MICROCHIP** “PICSTART Plus User’s Guide”
Microchip Technology Inc., 2001, USA
- **TOCCI, RONALD J.** “Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones”
Prentice – Hall Hispanoamericana, 6ta edición, 1996, México.
- <http://eca.redeya.com/tutoriales/pic1.htm>
- <http://www.algoritmica.com.ar/>
- <http://www.cotorelay.com>
- <http://www.energuia.com>
- <http://www.irisgmbh.de>
- <http://www.microchip.com>
- <http://www.mindspring.com>

- <http://www.monebus.com.ar>
- <http://www.mundogps.com>
- <http://www.nullmodem.com>
- <http://www.qbasic.com/tutorial.shtml>
- <http://www.tecnoaccion.com.ar>

ANEXOS

ANEXO A.1

Introducción Histórica a los microcontroladores PIC

INTRODUCCIÓN HISTÓRICA A LOS MICROCONTROLADORES PIC

Un PIC es un microcontrolador basado en memoria EPROM/FLASH desarrollado por Microchip Technology.

Introducción histórica

En 1965 GI formó una división de microelectrónica, destinada a generar las primeras arquitecturas viables de memoria EPROM y EEPROM. De forma complementaria GI Microelectronics Division fue también responsable de desarrollar una amplia variedad de funciones digitales y analógicas en las familias AY3-xxxx y AY5-xxxx.

GI también creó un microprocesador de 16 bits, denominado CP1600, a principios de los setentas. Este fue un microprocesador razonable, pero no particularmente bueno manejando puertos de e/s (entrada/salida). Para algunas aplicaciones muy específicas GI diseñó un Controlador de Interface Periférico (PIC) en torno a 1975. Fue diseñado para ser muy rápido, además de ser un controlador de e/s (entrada/salida) para una máquina de 16 bits pero sin necesitar una gran cantidad de funcionalidades, por lo que su lista de instrucciones fue pequeña.

No es de extrañar que la estructura diseñada en 1975 es, sustancialmente, la arquitectura del actual PIC16C5x. Además, la versión de 1975 fue fabricada con tecnología NMOS y sólo estaba disponible en versiones de ROM de máscara, pero seguía siendo un buen pequeño microcontrolador. El mercado, no obstante, no pensó así y el PIC quedó reducido a ser empleado por grandes fabricantes únicamente.

Durante los 80, GI renovó su apariencia y se reestructuró, centrando su trabajo en sus principales actividades, semiconductores de potencia esencialmente, lo cual siguen haciendo actualmente con bastante éxito. GI Microelectronics Division cambió a GI Microelectronics Inc (una especie de subsidiaria), la cual fue

finalmente vendida en 1985 a Venture Capital Investors, incluyendo la fábrica en Chandler, Arizona.

La gente de Ventura realizó una profunda revisión de los productos en la compañía, desechando la mayoría de los componentes AY3, AY5 y otra serie de cosas, dejando sólo el negocio de los PIC y de las memorias EEPROM y EPROM. Se tomó la decisión de comenzar una nueva compañía, denominada Arizona Microchip Technology, tomando como elemento diferenciador sus controladores integrados.

Como parte de esta estrategia, la familia NMOS PIC165x fue rediseñada para emplear algo que la misma compañía fabricaba bastante bien, memoria EPROM. De esta forma nació el concepto de basarse en tecnología CMOS, OTP y memoria de programación EPROM, naciendo la familia PIC16C5x.

Actualmente Microchip ha realizado un gran número de mejoras a la arquitectura original, adaptándola a las actuales tecnologías y al bajo costo de los semiconductores.

Tipos de PIC

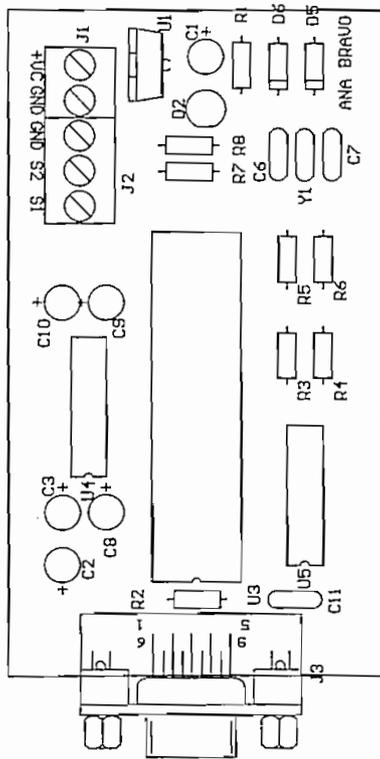
Existen diversas familias de PIC, las cuales se amplían constantemente, pero las más básicas son:

- **PIC16C5x:** instrucciones de 12 bits, 33 instrucciones, 2 niveles de acumulador, sin interrupciones. En algunos casos la memoria es del tipo ROM, definida en fábrica.
- **PIC16Cxx:** instrucciones de 14 bits, 35 instrucciones, 8 niveles de acumulador. El PIC16C84 posee memoria EEPROM.

- **PIC17Cxx:** instrucciones de 16 bits, 55 instrucciones, 16 niveles de acumulador. A menos que se indique, la memoria es del tipo EPROM.
- Adicionalmente existen otras familias derivadas, como los **PIC16Fxx** que emplean memoria del tipo FLASH.

ANEXO A.2

Diagrama Esquemático



Descripción de Elementos de la Tarjeta de Control

Elemento	Descripción	Valor
U1	Regulador LM7805	xxx
U3	PIC 16F877	xxx
U4	MAX 232	xxx
U5	RTC 58321	xxx
C2,C3,C8,C9,C10	Capacitores	1 uF
C4	Capacitor	10 uF
C5	Capacitor	0,1 uF
C6,C7	Capacitores	20 pF
C11	Capacitor	0,1 uF
Y1	Cristal	4 MHz
J1	Conector (fuente)	xxx
J2	Conector (sensores)	xxx
J3	Conector DB-9 macho	xxx
R1	Resistencia	1 K
R2	Resistencia	1 K
R3,R4,R5,R6	Resistencias	15 K
R7,R8	Resistencias	1K

ANEXO A.3

Hojas de Datos de los Circuitos Integrados



MICROCHIP

PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

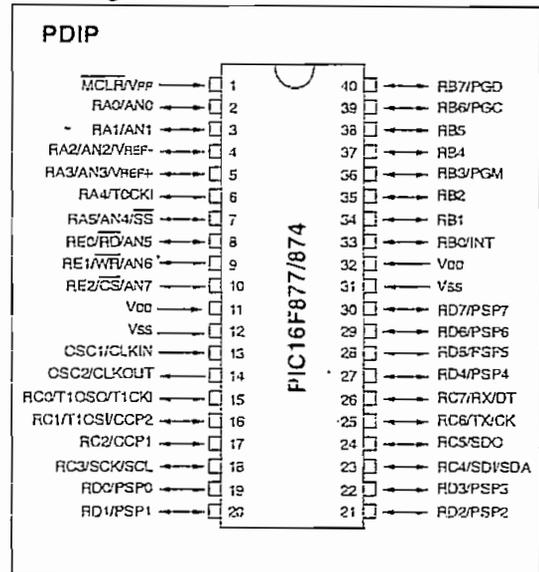
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- 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 the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature
ranges
- Low-power consumption:
 - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram



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
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master
mode) and I²C™ (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)

PIC16F87X

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz			
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

PIC16F87X

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0.</p> <p>RA1 can also be analog input1.</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	

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 an 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 as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

PIC16F87X

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I ² C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I ² C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RE0/RD/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	PORTE is a bi-directional I/O port. RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/WR/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/CS/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28,40	12,13,33,34	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

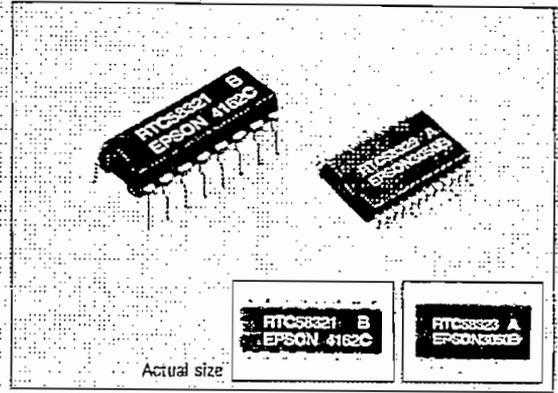
Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an 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 as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

4-bit I/O CONNECTION REAL TIME CLOCK MODULE

RTC-58321/58323

- Built-in crystal unit allows adjustment-free efficient operation.
- Incorporating time counter (hour, minute, sec.) and calendar counter (year, month, day of week).
- Either 12 h or 24 h selectable and leap year automatically adjustable.
- Standard signal output selectable among a choice of 1024 Hz, 1 sec., 60 sec., and 1 hour.
- Provided with counter start, stop and reset functions.
- Data transmission is by 4-bit bidirectional bus line and memory read and write method.
- Low current consumption and backup function provided.



Actual size

Specifications (characteristics)

Absolute Max. rating

Item	Symbol	Condition	Specifications	Unit
Power source voltage	V_{DD}	$T_a = +25^\circ\text{C}$	-0.3 to 6.5	V
Input and output voltage	V_{IO}		-0.3 to $V_{DD}+0.3$	
Storage temperature	T_{STG}	—	-55 to +85	$^\circ\text{C}$
Soldering condition	T_{SOL}	RTC-58321	Under +260 $^\circ\text{C}$ within 10 s (lead part) (package should be less than +150 $^\circ\text{C}$)	
		RTC-58323	Twice at under +260 $^\circ\text{C}$ within 10 s or under +230 $^\circ\text{C}$ within 3 min.	

Operating range

Item	Symbol	Condition	Specifications	Unit
Operating voltage	V_{DD}	—	4.5 to 5.5	V
Operating temperature	T_{OPR}	RTC-58321	-10 to +70	$^\circ\text{C}$
		RTC-58323	-30 to +85	
Data holding voltage	V_{OH}	—	2.2 to 5.5	V
CSI data holding time	t_{CCR}	Refer to the data holding timing	0 Min.	μs
Operation restoring time	t_R	Refer to the data holding timing	0 Min.	μs

Frequency characteristics and current consumption characteristics

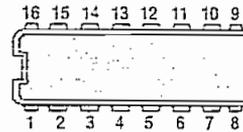
Item	Symbol	Condition	Specifications	Unit
Frequency tolerance	$\Delta f/f_0$	$T_a = +25^\circ\text{C}$ $V_{DD} = 5\text{V}$	58321 A	± 10
			58321 B	± 50
			58323	± 20
Frequency temperature characteristics	—	-10 $^\circ\text{C}$ to +70 $^\circ\text{C}$ (+25 $^\circ\text{C}$ reference temperature)	± 10 to ± 20	$\times 10^{-4}$
Aging	f_a	$V_{DD} = 5\text{V}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$, first year	± 5 Max.	$\times 10^{-4}$
Shock resistance	S.R.	Three drops on a hard board from 150 mm or 2940 mm/s ² x 0.3 ms x 1/2 sine wave x 3 directions	± 10 Max.	$\times 10^{-4}$
Current consumption	I_{DD1}	$V_{DD} = 5\text{V}$, $CS_1 = 0\text{V}$	40 Max.	μA
	I_{DD2}	$V_{DD} = 3\text{V}$, $CS_1 = 0\text{V}$	20 $\mu\text{Max.}$	

DC characteristics

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	Applicable terminal
"H" input voltage	V_{IH}	—	3.6	—	—	V	Input other than CS ₁
"H" input voltage	V_{IH2}		$V_{DD}-0.5$	—	—		
"L" input voltage	V_{IL}	—	—	—	0.8	—	—
"L" output voltage	V_{OL}	$I_{OL} = 1.6\text{mA}$	—	—	0.4		
"L" output current	I_{OL}	$V_{OL} = 0.4\text{V}$	1.6	—	—	mA	—
"H" input current	I_{IH}	$V_{I1} = 5\text{V}$	10	30	80	μA	Input other than D ₀ to D ₃
"L" input current	I_{IL}	$V_{I1} = 0\text{V}$	—	—	-1		
Input leak current	I_{I1}	$V_{I1} = 5\text{V}$	—	—	1	μA	—
Input off leak current	I_{I2}	$V_{I1} = 0\text{V}$	—	—	-1		
Input capacity	C_I	Input frequency 1 MHz	—	5	—	pF	—
Oscillation start-up time	t_{OSC}	$V_{DD} = 5\text{V}$ $T_a = -25^\circ\text{C}$	1.5	3.0	—	s	Busy output
			—	—	—		

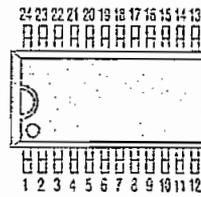
Terminal connection

RTC-58321



No.	58321	No.	58323
1	CS ₂	1 to 4	N.C.
2	WRITE	5	CS ₂
3	READ	6	WRITE
4	D ₀	7	READ
5	D ₁	8	D ₀
6	D ₂	9	D ₁
7	D ₃	10	D ₂
8	GND	11	D ₃
9	ADDRESS=WRITE	12	GND
10	BUSY	13	ADDRESS=WRITE
11	STOP	14	BUSY
12	TEST	15	STOP
13	CS ₁	16	TEST
14 to 15	N.C.	17	CS ₁
16	V _{DD}	18 to 24	V _{DD}

RTC-58323

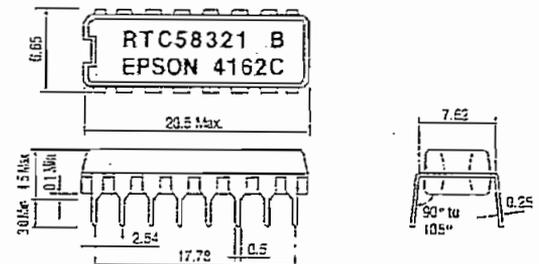


• NC is not connected internally.

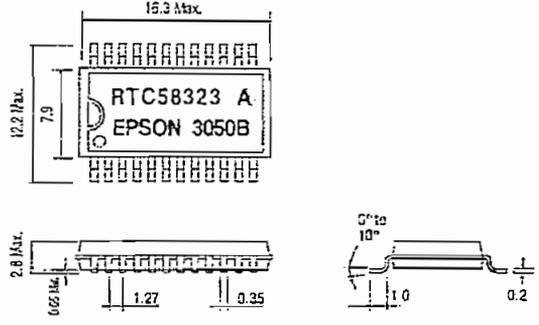
External dimensions

(Unit: mm)

RTC-58321



RTC-58323



Supplement

0= "L" level 1= "H" level

Item	Description
* mark	Writable. Recognized as 0 while in read mode
24/12	"1" =24 h mode, "0" =12 h mode
PM/AM	"1" =PM, "0" =AM. In 24 h mode, this will be "0"
D ₂ and D ₃ of 10 days digit	Used to select leap year. Calculated according to the surplus after dividing 10 year digit by 4
Reset register	These selections are for resetting 5-stage and the busy circuit after 1/2 ¹² frequency stage. Resetting is activated by latching this code on to the address latch and setting WRITE=H
Standard signal register	By latching this code to the address latch and setting READ to H, the standard signals will be output at D ₀ to D ₃

Note: • Do not enter erroneous data for clock.
 • This may result in time keeping error.
 • Do not change STOP more than once while in BUSY mode.

Switching characteristics

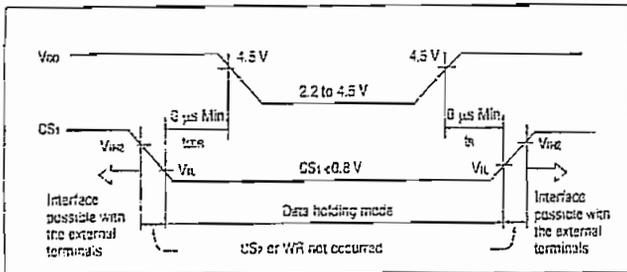
Write & read mode

(V_{DD}=5 V±0.5 V)

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit.
CS setup time	t _{CS}		0			μs
Address setup time	t _{AS}		0			
Address write pulse width	t _{AW}		0.5			
Address hold time	t _{AH}		0.1			
Data setup time	t _{DS}		0			
Write pulse width	t _{WW}		2			
Data hold time	t _{DH}		0			
Read inhibit time	t _{RI}				<1	
Read access time	t _{RA}				1	
Read delay time	t _{RD}					
CS hold time	t _{CH}		0			

*1 t_{RA}=1 μs+C x R x ln [(V_{OH}/(V_{DD}-V_{IH}))] C: Data line capacity
 R: Pull-up resistance
 V_{IH}: "H" input voltage connected to the data line
 ln: Natural logarithm

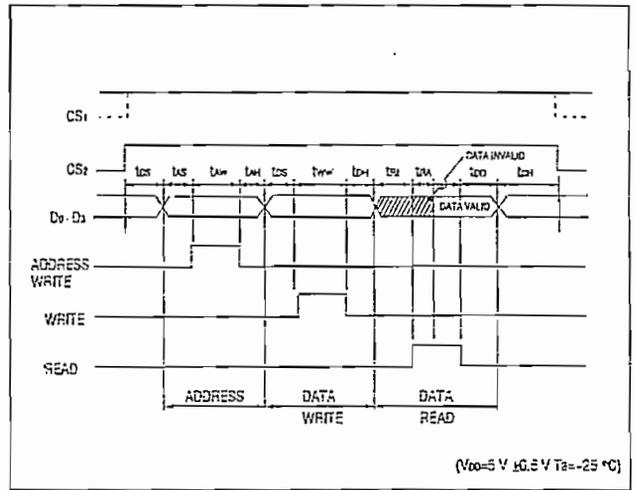
Date holding timing



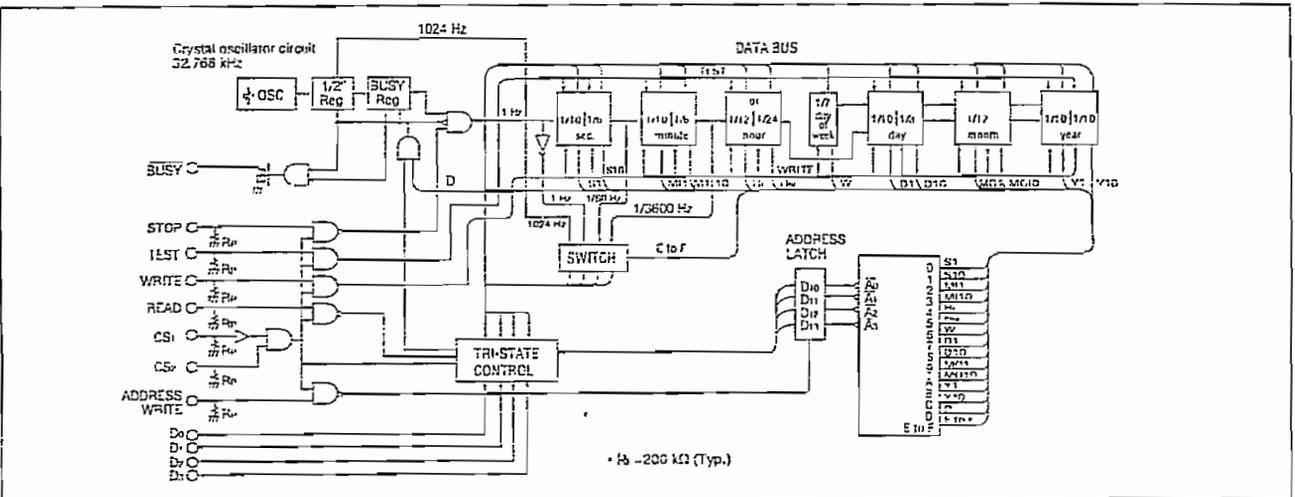
Register table

Address	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	Name of register	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	Count	Note
0	0	0	0	0	S ₁	S ₈	S ₄	S ₂	S ₁	0 to 9	1 - sec. digit register
1	0	0	0	1	S ₁₀	-	S ₄₀	S ₂₀	S ₁₀	0 to 5	10 - sec. digit register
2	0	0	1	0	M ₁	m ₁₆	m ₄	m ₂	m ₁	0 to 9	1 - min. digit register
3	0	0	1	1	M ₁₀	-	m ₄₀	m ₂₀	m ₁₀	0 to 5	10 - min. digit register
4	0	1	0	0	H ₁	h ₈	h ₄	h ₂	h ₁	0 to 9	1 - hour digit register
5	0	1	0	1	H ₁₀	24/12	PM/AM	h ₂₀	h ₁₀	0 to 2 or 0 to 1	10 - hour digit register
6	0	1	1	0	W	-	W ₄	W ₂	W ₁	0 to 6	Week register
7	0	1	1	1	D ₁	d ₈	d ₄	d ₂	d ₁	0 to 9	1 - day digit register
8	1	0	0	0	D ₁₀	Leap year selection	d ₄₀	d ₂₀	d ₁₀	0 to 3	10 - day digit register
9	1	0	0	1	M ₀	m ₄₈	m ₄	m ₂	m ₁	0 to 9	1 - month digit register
A	1	0	1	0	M ₀ 10	-	-	-	m ₄₀ 10	0 to 1	10 - month digit register
B	1	0	1	1	Y ₁	y ₈	y ₄	y ₂	y ₁	0 to 9	1 - year digit register
C	1	1	0	0	Y ₁₀	y ₄₀	y ₄	y ₂	y ₁₀	0 to 9	10 - year digit register
D	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	Reset register
E	1	1	1	0	-	1 hour	1 min.	1 sec.	1024 Hz	-	Standard signal register
F	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-

Write and read timing



Block diagram



MAXIM**+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers****General Description**

The MAX220-MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than $5\mu W$. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers
Low-Power Modems
Interface Translation
Battery-Powered RS-232 Systems
Multidrop RS-232 Networks

Features**Superior to Bipolar**

- ◆ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ◆ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ◆ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ◆ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued at end of data sheet.

*Contact factory for dice specifications.

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (μF)	SHDN & Three-State	Rx Active in SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	0.1	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatpack package

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX220-MAX249

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V _{CC})	-0.3V to +6V	20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C)	440mW
Input Voltages		16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C)	696mW
T _{IN}	-0.3V to (V _{CC} - 0.3V)	16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)	762mW
R _{IN} (Except MAX220)	±30V	18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)	762mW
R _{IN} (MAX220)	±25V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C)	800mW
T _{OUT} (Except MAX220) (Note 1)	±15V	20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C)	640mW
T _{OUT} (MAX220)	±13.2V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)	800mW
Output Voltages		18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	842mW
T _{OUT}	±15V	Operating Temperature Ranges	
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	MAX2_ _AC_ _ , MAX2_ _C_ _	0°C to +70°C
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND	Continuous	MAX2_ _AE_ _ , MAX2_ _E_ _	-40°C to +85°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX2_ _AM_ _ , MAX2_ _M_ _	-55°C to +125°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	842mW	Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)	889mW	Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, $\overline{\text{SHDN}}$ or V_{CC} = 0V.

Note 2: For the MAX220, V₊ and V₋ can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

only, and functional
is not implied. Exposure to

absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

(V_{CC} = +5V ±10%, C₁–C₄ = 0.1μF, MAX220, C₁ = 0.047μF, C₂–C₄ = 0.33μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220		2	1.4		V
	MAX220: V _{CC} = 5.0V		2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation			5	40	μA
	$\overline{\text{SHDN}}$ = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			±0.01	±1	
Output Leakage Current	V _{CC} = 5.5V, $\overline{\text{SHDN}}$ = 0V, V _{OUT} = ±15V, MAX222/242			±0.01	±10	μA
	V _{CC} = $\overline{\text{SHDN}}$ = 0V, V _{OUT} = ±15V			±0.01	±10	
Data Rate				200	116	kb/s
Transmitter Output Resistance	V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V _{OUT} = 0V		±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN}	0.8	1.3		V
		MAX243 R _{2IN} (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN}		1.8	2.4	V
		MAX243 R _{2IN} (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V _{CC} = 5V, no hysteresis in shdn.		0.2	0.5	1	V
	MAX243			1		
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I _{OUT} = 3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I _{OUT} = -1.0mA		3.5	V _{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V _{OUT} = GND		-2	-10		mA
	Sinking V _{OUT} = V _{CC}		10	30		

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)

(V_{CC} = +5V ±10%, C₁–C₄ = 0.1μF, MAX220, C₁ = 0.047μF, C₂–C₄ = 0.33μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	SHDN = V _{CC} or EN = V _{CC} (SHDN = 0V for MAX222), 0V ≤ V _{OUT} ≤ V _{CC}			±0.05	±10	μA
EN Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
EN Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V _{CC} Supply Current (SHDN = V _{CC}), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T _A = +25°C		0.1	10	μA
		T _A = 0°C to +70°C		2	50	
		T _A = -40°C to +85°C		2	50	
		T _A = -55°C to +125°C		35	100	
SHDN Input Leakage Current	MAX222/242				±1	μA
SHDN Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
SHDN Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	C _L = 50pF to 2500pF, R _L = 3kΩ to 7kΩ, V _{CC} = 5V, T _A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/μs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t _{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	μs
		MAX220		4	10	
	t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (normal operation), Figure 2	t _{PHLR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	μs
		MAX220		0.6	3	
	t _{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (shutdown), Figure 2	t _{PHLS}	MAX242		0.5	10	μs
	t _{PLHS}	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t _{ER}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t _{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time (SHDN goes high), Figure 4	t _{ET}	MAX222/242, 0.1μF caps (includes charge-pump start-up)		250		μs
Transmitter-Output Disable Time (SHDN goes low), Figure 4	t _{DT}	MAX222/242, 0.1μF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t _{PHLT} - t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t _{PHLR} - t _{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 R_{2OUT} is guaranteed to be low when R_{2IN} is ≥ 0V or is floating.

ANEXO A.4

Tabla de Costos

**LISTA DE PRECIOS DE ELEMENTOS PARA EL REGISTRADOR
DE PASAJEROS**

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Valor unit.	Valor total
Construcción de tarjeta	1	15,00	15,00
Microcontrolador PIC16F877	1	10,00	10,00
MAX 232	1	5,00	5,00
RTC 58321	1	5,00	5,00
Cristal 4 MHz	1	1,50	1,50
Regulador de 5V 7805	1	1,50	1,50
Resistencias varias	7	0,10	0,70
Condensadores	11	0,40	4,40
Leds	1	0,20	0,20
Diodo de polarizacion	1	0,50	0,50
Conector DB-9 macho	1	0,50	0,50
Conector DB-9 hembra	2	0,50	1,00
Tapa conector DB-9	2	0,25	0,50
Contactos magnéticos	4	4,00	16,00
Socket IC de 40 pines	1	1,49	1,49
Socket IC de 16 pines	2	1,49	2,98
Elementos varios	1	6,00	6,00
TOTAL			72,27

ANEXO A.5

Manual de Usuario

REGISTRADOR DE PASAJEROS PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE URBANO

MANUAL DE USUARIO

1. Verifique que el dispositivo Registrador de Pasajeros esté conectado con el puerto serial (COM 1) de su computador. Esta conexión debe realizarse con un cable para comunicación serial RS-232.
2. Haga doble clic en el ícono de acceso directo CONTADOR DE PASAJEROS, ubicado en el Escritorio, esto es en la pantalla inicial de su computador.
3. Para acceder a las opciones del programa, debe ingresar su clave de acceso en el recuadro correspondiente y presionar Enter.
4. Una vez que se ha ingresado la clave correctamente, se despliegan las opciones, que son: LECTURA, ACTUALIZACIÓN, BORRADO DE MEMORIA y SALIR.
5. Al seleccionar la opción LECTURA, el computador recibe la información almacenada en el dispositivo Registrador de Pasajeros.
6. Al seleccionar la opción ACTUALIZACIÓN, es posible actualizar la Fecha y Hora para el dispositivo Registrador de Pasajeros.
7. Al seleccionar la opción BORRADO DE MEMORIA, se perderá TODA la información almacenada en el dispositivo Registrador de Pasajeros. Por esta razón, se pide al usuario confirmar si realmente desea ejecutar esta instrucción.
8. Al seleccionar la opción SALIR, el programa se cerrará automáticamente.