

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

Bravo A. Ana, Ing.
Ledesma Bolívar, Ing.
Escuela Politécnica Nacional

RESUMEN

Debido a que las soluciones ya existentes en el mercado no se aplican a nuestro medio, se presenta una alternativa acorde a nuestras necesidades.

El sistema propuesto utiliza un torno 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 realizó el diseño del hardware de tal forma que posibilite 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.

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

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 envían la

señal a un circuito diseñado para guardar la información recibida. Además, se debe guardar un registro diario del ingreso de pasajeros, con la finalidad de tener información sobre el movimiento diario, semanal e incluso mensual, lo cual es 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 instalaron dos sensores magnéticos. De esta forma al girar el torno, se cierra momentáneamente un circuito, es decir estamos creando un interruptor eléctrico.
- ↩ Cada sensor es conectado a una entrada de información de un microcontrolador, en el cual se procesa esta información.
- ↩ Según la secuencia en que se cierren los interruptores se define si el pasajero entra o sale de la unidad de transporte.
- ↩ En el programa se hace una comparación entre el número de pasajeros que ingresan y los que salen. De esta forma se verifica si se está haciendo un uso correcto de la unidad.
- ↩ En las localidades de memoria que se definan, se graba el número de pasajeros entrantes y salientes, con la fecha correspondiente.
- ↩ Los datos son observados únicamente con la ayuda de un computador personal, no hay displays o interruptores de ningún tipo en el contador, para que el chofer no tenga la posibilidad de manipularlo.

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE CONTEO

Se instaló en cada unidad un torno o molinete con dos sentidos de giro. Se utilizaron dos sensores magnéticos en el torno. Dependiendo de la secuencia en que se activen los sensores, se puede 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 utilizó 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.

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)

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 debe 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 queda 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 debe 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.

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. Anexo al documento se presenta el circuito completo que ha sido implementado.

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

CONFIGURACIÓN DE LAS MEMORIAS DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877

Las tareas principales son desarrolladas por el microcontrolador PIC 16F877, con un programa principal secuencial.

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.

Para empezar la transmisión de datos al PC, el microcontrolador debe esperar una orden del mismo. Se ha definido una velocidad de transmisión de 9600 bps.

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.

Esta subrutina es muy sencilla, debido a que hay una única transmisión de toda la información de fechas y números de pasajeros (entrantes y salientes), recopilados hasta el momento de la transmisión.

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.

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 programa puede ser editado para insertar o eliminar elementos (costo del pasaje), imprimir la hoja de trabajo y ser almacenado en un archivo para su posterior uso.

Se usó el lenguaje de programación Lab VIEW, que entre sus ventajas nos permite trabajar con la comunicación serial.

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 3.x, Windows 95/98
- Puerto serial de comunicaciones RS-232
- Microprocesador 386 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.

En la Figura 1 se muestra la pantalla de inicio, desarrollada con el lenguaje de programación LabVIEW.

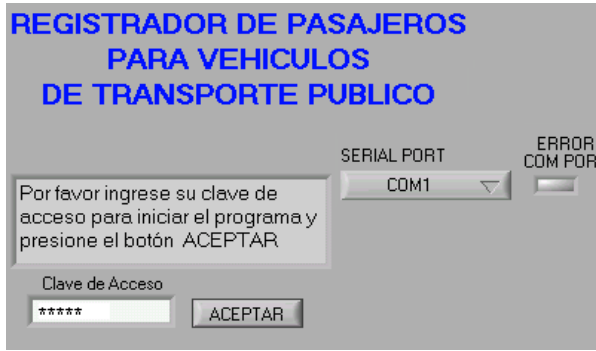


Figura 1. Pantalla de Inicio

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). La clave de usuario no será visible en pantalla; en su lugar, por cada tecla presionada aparecerá un asterisco (*).

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 inicia la comunicación serial con el PIC. De esta manera, los datos grabados en el microcontrolador pueden ser vistos en la pantalla del computador. En la tabla de datos de INGRESOS y SALIDAS se observan los datos recibidos al seleccionar la opción LECTURA del menú principal. (Figura 2).

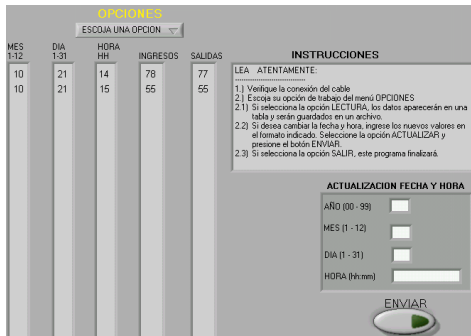


Figura 2. Lectura de Datos del PIC

La diferencia entre los pasajeros entrantes y los salientes nos da 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 (esto es, al presionar la tecla ENVIAR), 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 puede ingresar nuevamente toda la información.

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

PRUEBAS DE OPERACIÓN Y RESULTADOS

El local comercial utilizado para las pruebas posee un tornó 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 a continuación muestra los resultados y el porcentaje de error correspondiente.

FECHA		VALOR	VALOR	ERROR
MES	DÍA	CONTADOR	REAL	(%)
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 permite 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.

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 interfase RS-232 ha sido acertada, debido a que se puede utilizar cualquier computador tipo PC, ya que la interfase serial RS-232 es una norma para estos equipos; todo PC tiene al menos uno de estos puertos.
- El bajo costo del equipo 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.

RECOMENDACIONES

- 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.
- Tanto el programa como el software están abiertos a realizar mejoras, como puede ser la implementación de un sistema de prepago.
- Considerando las nuevas normas de accesibilidad a los servicios públicos, se recomienda la sustitución del tornó, por otros sistema más accesible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.

BIOGRAFÍA



ANA BRAVO ABARCA, nació en Caracas, Venezuela, el 26 de Noviembre de 1974. Se graduó de Bachiller en Físico y Matemático en el colegio Cardenal Spellman Femenino, en Quito. Realizó sus estudios superiores en la Escuela Politécnica Nacional, obteniendo el título de Ingeniera en Electrónica y Control en el año 2003.