

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



General Business Machine

GBM de Costa Rica

**“Medidor Digital de Voltajes para el Express Bus de los Cajeros Automáticos
de la marca Diebold”**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el grado de Bachiller en
Ingeniería Electrónica**

Mel Wilhelm Fonseca

Cartago, 2000

Dedicatoria

A Dios que ha hecho posible que tenga una madre como la tengo y que le halla brindado la salud para tenerla conmigo.

Por hacer que las personas que estén cerca de mí sean verdaderos amigos(as) y compañeros(as) y por darme la sabiduría de saber apreciar estas amistades.

Por todas las personas que has sabido poner en mi camino, que me han extendido la mano cuando más le necesitaba, que me han apoyado en los momentos felices y tristes de mi vida.

Por la salud que me has dado y las fuerzas para salir adelante, y no dejar de lado mi metas, además de darme felicidad en mi vida para realizar las cosas con la mayor voluntad posible.

Por mostrarme que siempre hay razones por las cuales dar gracias y por las que uno se siente especial en esta vida.

Por la familia que me has brindado y por mantener la unión y la paz dentro de ella.

Y por cada segundo que me das de vida para apreciar y valorar todas estas cosas que me has dado.

Agradecimiento

La elaboración y culminación de este proyecto es solamente un peldaño más de un largo, pero seguro recorrido en mi preparación como Ingeniero en Electrónica.

Han sido muchas las personas que me han brindado su ayuda y me han apoyado a lo largo de esta trayectoria, por lo que son muchas las personas a las que tengo que agradecer el que yo haya podido alcanzar esta meta.

Primero que todo agradecer a Dios que ha sido el que me ha dado toda la fuerza para seguir adelante aún en los momentos más difíciles, además de enseñarme cual es el camino recto para hacer las cosas, y enseñarme que lo único que hace falta para salir adelante es la voluntad de las personas y la buena fe, y principalmente por ponerme en el camino a buenas personas que ha sabido ser amigos (as) y una familia unida que ha sabido apoyarme.

Quiero dar gracias a mi madre por todo su sincero e incondicional apoyo que me ha dado y sigue brindando, que sin ella, esto no hubiese sido posible.

Agradezco también aunque a la distancia a mi hermana Jacqueline Wilhelm por su apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A mis compañeros y amigos de estudio que siempre estuvieron ahí cuando más los necesitaba, en especial a Luis Carlos Carvajal, Francisco Díaz Zamora, Giovanni Gómez Montero y a mi amigo Gustavo Calderón Gutiérrez.

Agradezco también al Ingeniero José Alberto Díaz por su apoyo y colaboración en la elaboración del proyecto de graduación además de su aporte como profesor en mi desarrollo como ingeniero.

Finalmente a todas esas personas que no pude mencionar pero son igualmente importantes en mi vida y que han dado su grano de arena para la conclusión satisfactoria de esta carrera.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
RESUMEN EN ESPAÑOL	IX
RESUMEN EN INGLÉS	X
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA	12
1.3. OBJETIVOS	17
2. ANTECEDENTES	18
2.1. ESTUDIO DEL PROBLEMA A RESOLVER.....	18
2.2. REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA	18
2.3. SOLUCIÓN PROPUESTA	19
3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	21
4. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO	23
4.1. ETAPA DE EQUIVALENCIA DE VOLTAJES	23
4.2. ETAPA DE AISLAMIENTO Y PROTECCIÓN	24
4.3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	25

4.4. MICROCONTROLADOR.....	27
5. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO.....	29
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	30
6.1. EXPLICACIÓN DEL DISEÑO.....	30
6.1.1. MONTAJE ELECTRÓNICO.....	31
6.1.2. DIAGRAMA DE FLUJOS.....	36
6.2. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	38
7. CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44
APÉNDICES Y ANEXOS.....	45
LECTORA (CARD READER).....	46
DEPÓSITO.....	47
IMPRESORA.....	48
DISPENSACIÓN.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	CONECTOR POSIDOC PARA LA LECTORA DE BANDA MAGNÉTICA	12
FIGURA 1.2	CONECTOR PARA EL MÓDULO DE DISPENSACIÓN.....	13
FIGURA 1.3	DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL CONECTOR POSIDOC.....	14
FIGURA 2.1	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO.....	19
FIGURA 4.1	DIAGRAMA DE BLOQUE DEL CIRCUITO FINAL.....	23
FIGURA 4.2	DIAGRAMA DE PINES DEL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN AD622	24
FIGURA 4.3	DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL DEL AD7890.....	26
FIGURA 4.4	CONFIGURACIÓN DE PINES DEL AD7890.....	26
FIGURA 4.5	CONFIGURACIÓN DE PINES DEL PIC16C74A.....	27
FIGURA 4.6	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PIC16C74A.....	28
FIGURA 6.1	DIAGRAMA DE LOS PINES DE ANÁLISIS.....	31
FIGURA 6.2	INVERSOR COLOCADO PARA LA TENSIÓN DE – 12V.....	32
FIGURA 6.3	DIVISOR DE TENSIÓN, UTILIZADO COMO BLOQUE DE EQUIVALENCIA DE VOLTAJES.....	33
FIGURA 6.4	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE LAS CONEXIONES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS AD7890.....	34

FIGURA 6.5 DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE LAS CONEXIONES DEL MICROCONTROLADOR 16C74A.....	35
FIGURA 6.6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE UTILIZADO.....	37
FIGURA A.1 LECTORA DE UN CAJERO AUTOMÁTICO DE LA MARCA DIEBOLD	46
FIGURA A.2 PUERTO DEL MÓDULO DE DEPÓSITO DE UN CAJERO AUTOMÁTICO DE LA MARCA DIEBOLD.....	47
FIGURA A.3 IMPRESORA DE UN CAJERO AUTOMÁTICO DE LA MARCA DIEBOLD	48
FIGURA A.4 PUERTO DE COMUNICACIÓN DEL MÓDULO DE DISPENSACIÓN DE UN CAJERO DE LA MARCA DIEBOLD.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 PATILLAS DEL EXPRESSBUS.....	15
TABLA 6.1 EQUIVALENCIA DE TENSIONES DEL CONECTOR POSIDOC Y LAS ENTRADAS AL CIRCUITO.....	30
TABLA 1 DISTRIBUCIÓN DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DEL MÓDULO DE DISPENSACIÓN.....	50

Resumen en Español

El proyecto de Graduación titulado “Medidor Digital de Voltajes para el Express Bus de los Cajeros Automáticos de la marca Diebold” elaborado por el estudiante Mel Wilhelm Fonseca se desarrolló en la empresa GBM de Costa Rica, ubicada en el Paseo Colón en la provincia de San José. Esta empresa maneja cerca de 1000 cajeros automáticos en todo el país de la marca InterBold y Diebold.

Un cajero automático es como tener una computadora con periféricos especiales, estos periféricos son: la lectora de tarjetas, el módulo de dispensación, el de depósitos, la impresora del cliente y la de depósitos. Cada uno de estos dispositivos está conectado a la PC por un cable llamado ExpressBus y un conector especial llamado PosiDoc.

El proyecto se trata de medir el voltaje en cada uno de los pines del PosiDoc así detectar si el voltaje es el apropiado y si existe una variación que perjudique el buen funcionamiento del cajero automático.

La solución propuesta es basada en un microcontrolador de Microchip, este es el PIC16C74A.

La entrada que analiza es una elegida por el usuario, esta pasa por una etapa de equivalencia de voltajes para manejar tensiones TTL (0 a 5 voltios), luego pasa por una de protección para aislar eléctricamente el circuito del cajero automático. Luego el dato entra en un multiplexor para así poder elegir que dato quiere analizarse, una vez elegido para por un convertidor analógico a digital para luego ser procesado por el microcontrolador.

Este proyecto viene a simplificar labor del ingeniero o del técnico para resolver fallas dentro del cajero relacionado con problemas de voltajes dentro del mismo, ya que no se tenía ningún mecanismo para detectar estas fallas.

Resumen en Inglés

The project of Graduation titled Digital Meter of Voltages for the Express Bus of the Automatic Teller of the mark Diebold elaborated by student Mel Wilhelm Fonseca was developed in the company GBM of Costa Rica, located in the Paseo Colón in San José's county. This company manages near 1000 automatic tellers in the whole country of the mark InterBold and Diebold.

An automatic cashier is as having a computer with outlying special, these peripheral are: the Card Reader, the Dispenser, Depositor, the client's printer and that of deposits. Each one of these devices this connected one to the PC for a called cable ExpressBus and a called special connector PosiDoc.

The project is to measure this way the voltage in each one of the pines of the PosiDoc to detect if the voltage is the appropriate one and if a variation that harms the automatic teller's good operation exists.

The proposed solution is based on a microcontroller of Microchip, this it is the PIC16C74A.

The entrance that analyzes is an elect for the user, this raisin for a stage of equivalence of voltages to manage tensions TTL (0 to 5 volts), then it goes by one of protection to isolate the automatic Teller's circuit electrically. Then the data enters in a multiplexer for this way to be able to choose which one wants to be analyzed, once elect stops for an analogical converter to digital for then to be processed by the microcontroller.

This project comes to simplify the engineer's work or of the technician to solve flaws inside the Teller related with problems of voltages inside the same one, since one didn't have any mechanism to detect these flaws.

1. Introducción

1.1. Descripción de la empresa

A principios de los 90, el mercado de tecnología de información sufrió drásticos cambios en el ámbito mundial, de los cuales IBM no fue ajeno.

Al igual que las demás corporaciones multinacionales IBM, durante los tres primeros años de la década de los 90, tuvo que revisar sus esquemas de negocios y rediseñar sus procesos, líneas de productos y esquemas de distribución. Esto trajo como consecuencia la necesidad de buscar socios o aliados de negocios en algunos mercados. Es de esta forma como surge a fines de 1991, una alianza con un grupo de empresarios centroamericanos para el manejo de la marca IBM en la región Centroamericana y el Caribe, y se formó así la corporación GBM (General Business Machine) donde IBM mantiene una participación accionaria.

GBM es distribuidor exclusivo de IBM en Centroamérica, Panamá y República Dominicana. Si bien basa sus soluciones en la plataforma técnica IBM y mantiene una coherencia estratégica, GBM representa además, de forma oficial y con pleno apoyo, marcas líderes de la industria y complementarias de la línea IBM, como CISCO, DIEBOLD, LOTUS y MOTOROLA, con el fin de ofrecer a los clientes una solución más completa.

GBM cuenta con más de 600 empleados. Las estructuras organizacionales de los diferentes países son muy semejantes. Están compuestas por una gerencia General, y cuatro áreas funcionales; a saber, Finanzas, Ventas, Servicios y Recursos Humanos

1.2. Definición del Problema y su importancia

El cajero Automático es una máquina con diversos periféricos instalados, tales como uno o dos Monitores (depende del modelo del cajero), una lectora de tarjeta de banda magnética, una impresora para recibos, una impresora para depósitos, un módulo de dispensación, además de una fuente de poder para alimentar todos estos periféricos. Dado que cada dispositivo necesita de su alimentación para funcionar además de las líneas de datos se utiliza un bus especial para llevar esta información y tensiones adecuadas a través del cajero, este se llama *Express Bus*. La forma como este Bus se conecta con lo distintos componentes es por medio de un conector especial llamado PosiDoc como se observa en la figura 1.1 para la lectora de tarjetas de banda magnéticas, esto a excepción del módulo de dispensación que no utiliza un PosiDoc sino que una distribución lineal de pines hace el contacto, tal y como se muestra en la figura 1.2.

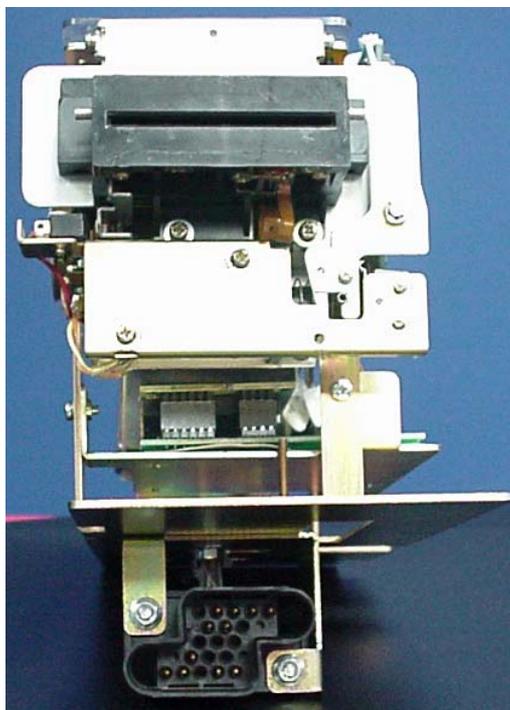


Figura 1.1 Conector PosiDoc para la Lectora de Banda Magnética



Figura 1.2 Conector para el módulo de dispensación

Un problema común de los cajeros automáticos es que una o varias de las líneas de comunicación la señal en cierta línea se pierde o no tiene la tensión necesaria para hacer funcionar el dispositivo, afectando en su totalidad el buen funcionamiento del cajero automático. Por el tipo de instalación eléctrica dentro del cajero, es una tarea muy complicada detectar cual línea perdió la señal y en consecuencia su reparación, además de verificar que la información este llegando adecuadamente a los dispositivos dentro de la máquina.

Cada periférico posee su propio puerto de comunicación, la figura 1.3 muestra la forma del puerto de estos periféricos, a excepción del módulo de dispensación, donde el puerto es de formar lineal de 15 pines como se vio en la figura 1.2.

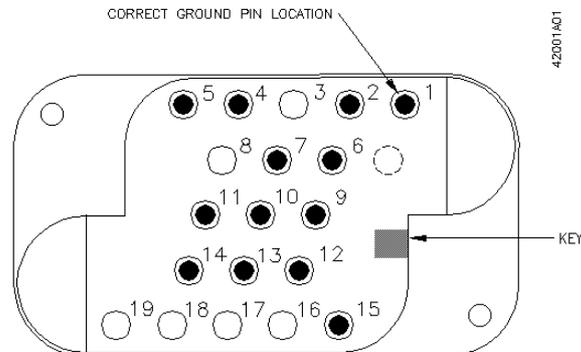


Figura 1.3 Distribución de Pines del Conector PosiDoc

El objetivo del proyecto es detectar cual es la línea que tiene problemas con la señal que transmite por medio de un sistema controlador, además de detectar las variaciones de tensión en las diversas líneas y constatar que la línea de información se encuentra activa, o sea, que la transmisión y recepción de datos se está llevando a cabo.

Ya se ha mencionado que todos los dispositivos a excepción del módulo de dispensación poseen un conector tipo PosiDoc, por lo que como hay dos tipos de conectores, (el PosiDoc y el puerto lineal para el módulo de dispensación) en la tabla 1.1 se muestran las tensiones correspondientes para cada pin del Express Bus, estos puertos pueden verse en las figuras 1.1 y 1.2 respectivamente

Tabla 1.1 Patillas del ExpressBus

Pin	Señal	Pin	Señal
1	Tierra	11	+ 12 VDC
2	Dato A	12	+ 24 VDC
3	No hay	13	Tierra
4	Dato B	14	+ 5 VDC
5	Reset A	15	Tierra
6	Reset B	16	No hay
7	+ 12 VDC	17	No hay
8	No hay	18	+ 24 VDC
9	+ 5 VDC	19	Tierra
10	- 12 VDC		

GBM es una empresa que brinda servicio a clientes en distintas áreas, una de las cuales son los cajeros automáticos de la marca InterBold y Diebold. Actualmente son 7 personas las encargadas de velar por el buen funcionamiento y mantenimiento de todos los cajeros marca InterBold y Diebold bajo contrato en todo el territorio nacional. Actualmente existen bajo contrato unos 850 cajeros en todo el territorio nacional de la marca InterBold y Diebold.

Pese a la gran cantidad de cajeros en el país y tomando en cuenta que el ingeniero o técnico encargado de cierto cajero tiene que desplazarse a donde sea necesitado, todo esto incurre en problemas del tiempo de atención que se le da al cliente. Dentro del área metropolitana el cliente tiene un tiempo de respuesta de 2 horas máximo y fuera de este es de 8 horas. El objetivo de la empresa es mantener

buenas relaciones con todos sus clientes por medio del buen cumplimiento del contrato.

Los cajeros Automáticos al ser máquinas pueden presentar problemas de diversa índole, a veces requiriendo que el ingeniero dedique más de 12 horas para detectar el error y corregirlo. De todos los tipos de fallas, los problemas de un corto en la línea de alimentación son de los que requiere más tiempo de atención, pues se deben llevar ciertos procedimientos de prueba y error para detectar la falla y luego otra cantidad considerable para corregirlo, pues el cajero posee todo su cableado unidos por gasas y además posee muchas ramificaciones. Este tipo de fallas provoca que una de las 7 personas que integran el equipo de cajeros desatienda otros llamados (servicios de atención de otros cajeros en problemas), o bien algunas labores de mantenimiento programadas para la fecha, incurriendo en el descontento de los clientes.

El proyecto llega a minimizar en gran escala el tiempo de dedicación para la detección de la falla, pues se encargaría de indicar cual línea tiene problemas de transmisión, además de monitorear las tensiones en las demás líneas.

La perspectiva que tiene la empresa para resolver el problema es crear un dispositivo que se encargue de medir las tensiones, donde todo el diseño será realizado por el estudiante del Instituto Tecnológico de Costa.

La empresa busca reducir el tiempo de respuesta ante los llamados de problemas con los cajeros automáticos, y así mejorar las relaciones con clientes insatisfechos, además de colaborar con el ingeniero o técnico encargado de ver el cajero con el problema indicado.

Dado que la empresa tiene su fuerte en el servicio al cliente y que sus ventas dependen de este, la rentabilidad del proyecto es acertada pues lo importante es

quedar bien con el cliente, además que los tipos de cuentas que se manejan son de gran magnitud.

1.3. Objetivos

A continuación se presentan los objetivos alcanzados en el desarrollo del proyecto y cuales han sido sus alcances

- Investigar en una semana el funcionamiento de los periféricos del Cajero Automático de marca InterBold a fin de entender en funcionamiento de los cajeros automáticos
- Investigar en una semana como se interconectan los periféricos a través del conector PosiDoc y cuales señales se encuentran en cada dispositivo
- Definir en una semana que solución se utilizará para medir las tensiones del Express Bus a través del PosiDoc
- Investigar y analizar en una semana las hojas técnicas de los componentes a utilizar en el diseño.
- Realizar en dos semanas el diseño gráfico del circuito en Orcad, además de temporizar el diseño.
- Revisar en dos semanas los manuales de programación del microcontrolador
- Programar en dos semanas el microcontrolador a utilizar el circuito electrónico
- Montar en Protoboard e iniciar las pruebas en el circuito de la tarjeta controladora en dos semanas.
- Preparación Final del documento del proyecto de práctica para ser entregado al Instituto Tecnológico de Costa Rica en 3 días

Montaje de la exposición y exposición final del proyecto realizado en 2 días

2. Antecedentes

2.1. Estudio del problema a resolver

Aunque la falla siempre ha sido problema para la empresa, las soluciones siempre habían sido metodológicas y tediosas, tanto para el cliente que tiene que esperar a que se solucione el problema, además de los clientes indirectos que son los usuarios de los cajeros, que le provocan mala reputación al banco en cuestión y no a la empresa de GBM directamente (aunque sí indirectamente).

La forma de medición actual para detectar la falla es por medio de un multímetro analógico, donde el Ingeniero o Técnico debe pasar por incomodidades para medir estas tensiones debido a las posiciones tan cercanas de los pines y además de la ubicación del conector PosiDoc para cada dispositivo. Ya que se utiliza un téster analógico para realizar las mediciones, los datos obtenidos no son del todo confiables ya que para la alimentación de dispositivos electrónicos los márgenes de tensiones aceptables son algo reducidas así que una pequeña variación de tensión en el dispositivo el cual puede ser significativo para el buen funcionamiento del cajero no sea perceptible por el téster por el grado de error en la escala.

Nunca se había propuesto una solución para este tipo de falla, por lo que los antecedentes son nulos, y es este proyecto el encargado de iniciar sus antecedentes.

Aún en la empresa matriz de Diebold en Ohio - Estado Unidos, no tienen un sistema de verificación similar, por lo que el papel de GBM en creación de tecnología para cajeros automáticos viene a complementar la adecuada capacitación de las personas dedicadas a estos dispositivos.

2.2. Requerimientos de la empresa

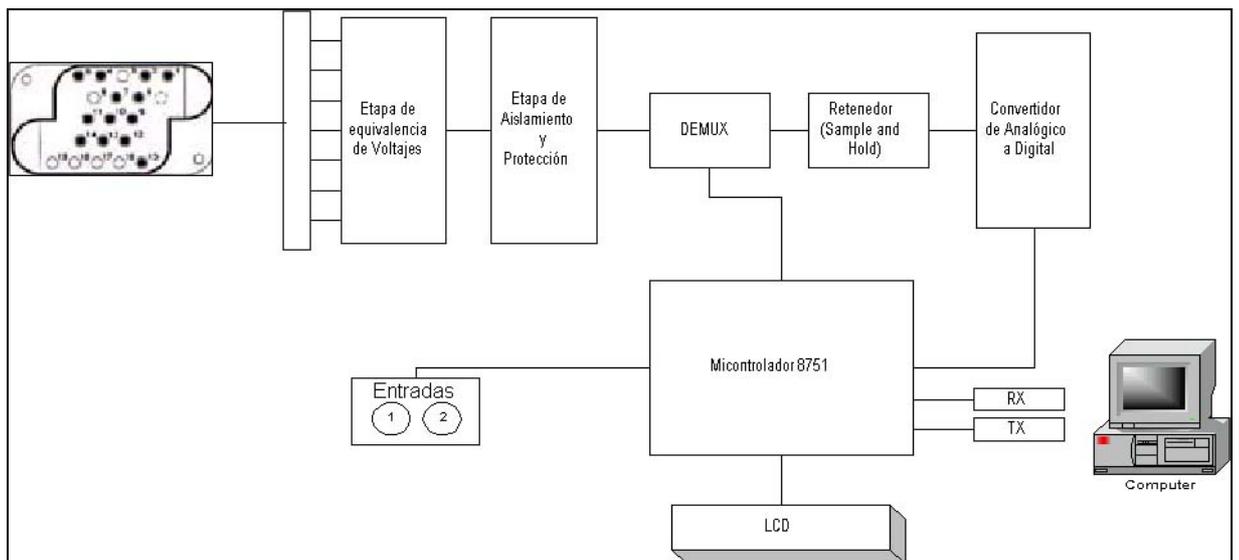
En cuanto a los requerimientos que la empresa da para los resultados del proyecto, realmente son mínimos ya que solo propone una idea inicial de como se podría hacer

el dispositivo, el estudio de la posible solución se da por parte de estudiante a cargo del proyecto. El único interés de la empresa es poseer un dispositivo que les permita medir las tensiones del conector PosiDoc dentro del cajero automático independientemente de las especificaciones de diseño.

2.3. Solución Propuesta

En la figura 2.1 se muestra un esquema de una posible solución proyectada por la empresa. La presentación se hace en un diagrama de bloques para darse una mejor idea de cómo trabaja el dispositivo.

A continuación se explica cada bloque dentro de la figura 2.1.



VISIO TECHNICAL

Figura 2.1 Diagrama de Bloques del proyecto

Para empezar tenemos el conector PosiDoc, este tiene un adaptador especial para ser colocado en la tarjeta que se va a diseñar. El primer bloque a encontrar es la etapa de equivalencia de Voltajes. El conector PosiDoc maneja voltajes que van

desde los - 12 voltios hasta los + 24 voltios en corriente directa, ya que el proceso controlador es digital, se necesita que la tensión no sobrepase los valores de TTL, o sea, los + 5 voltios. En esta etapa analógica, se logra encontrar una equivalencia para cada tensión de -12 a 24 V con la relación 0 a 5 v, de tal forma que la información sea más fácilmente analizada dentro del controlador..

La segunda etapa a encontrar es la de seguridad y aislamiento, esto para aislar el diseño a realizar de la electrónica del Cajero Automático, ya que cada periférico es muy valioso como para cometer errores, así que se busca la protección por medio de amplificadores de instrumentación.

La técnica para monitorear las tensiones en las líneas del conector será la de Polling, donde se utiliza un DEMUX que sirve de interruptor para realizar los barridos en todas las líneas de interés del conector. El microcontrolador será el encargado de controlar la tasa de muestreo de cada línea de interés.

Seguido del DEMUX se encuentra un Retenedor (Sample and Hold), esto considerando que el tiempo en el cual se realice el muestreo no sea el suficiente para realizar la conversión de analógico a digital. Estos datos digitales son llevados al microcontrolador para luego ser analizados y mostrados en una pantalla de cristal líquido (LCD).

Las entradas del circuito serán un par de botones, por el que se hará un desplazamiento dentro de un menú y así elegir la línea que nos interese analizar.

La parte final no se encuentra dentro de los objetivos, sino que se deja como prevista para que el diseño pueda ser interconectado con un PC, de tal forma que se pueda dar un monitoreo más completo de la actividad de las diferentes líneas del conector PosiDoc, principalmente las que transportan datos. El proyecto solo dejará las dos líneas de transmisión habilitadas para realizar la transmisión en forma paralela y no serial y así agilizar el proceso.

3. Procedimiento Metodológico

- Lo primero a realizar es una investigación del funcionamiento del cajero automático en un período de una semana a fin de conocer como funciona y trabaja y así conocer la función que cada dispositivo cumple dentro del cajero automático
- Una vez que ya se ha investigado como funciona un cajero automático se verá en una semana como se encuentran interconectados los distintos conectores, además de determinar cuales son las señales que llegan a cada dispositivo y cual no
- Luego que ya se tiene una idea del manejo de las tensiones dentro del cajero automático para cada dispositivo se plantea en una semana un diseño para resolver el problema a analizar.
- Con el diseño ya planteado se realiza la investigación de los manuales técnicos de los componentes a utilizar en el diseño del circuito electrónico, esto con el fin de poder escoger la mejor familia, basados en la velocidad de respuesta, la memoria interna para el caso del microcontrolador, manejo de diferentes voltajes, y otras características que serán consideradas para su seleccionamiento. La información será adquirida del Internet. Para esto se tomará una semana.
- Una vez seleccionados los componentes realizaremos el diseño en el programa de diseño Orcad. El software a utilizar ya se posee, y la computadora para realizar el diseño tiene amplia disponibilidad de utilización para el estudiante. La realización del diseño se tomará 2 semanas, pues parte del aprendizaje será maniobrar bien este programa.
- 2 Semanas serán tomadas para dedicarse a la lectura de los Manuales de programación del microcontrolador. El tiempo requerido para la programación del microcontrolador es de dos semanas, esto porque de no realizarse cambio alguno

en la elección de un microcontrolador se procederá a utilizar el microcontrolador de Microchip PIC16C74A y la programación se realizará en el software de la misma empresa obtenido del Internet.

- Ya con los conocimientos necesarios de programación para utilizar el microcontrolador se realiza la programación del mismo. Para la realización de la programación se tomarán 3 semanas.
- Se tomarán dos semanas para el montaje del circuito electrónico en un Protoboard y la realización de pruebas para verificar su buen funcionamiento. De ser posible se realizará el impreso del circuito ya en funcionamiento, pero esta labor no forma parte de los objetivos pero sí será tomado dentro del presupuesto por la eventual ejecución.
- 3 días se utilizarán para la recopilar toda la información que se ha venido acumulando en el proceso de realización del proyecto, además de finiquitar todos los detalles de cambios de último momento en la realización del mismo.

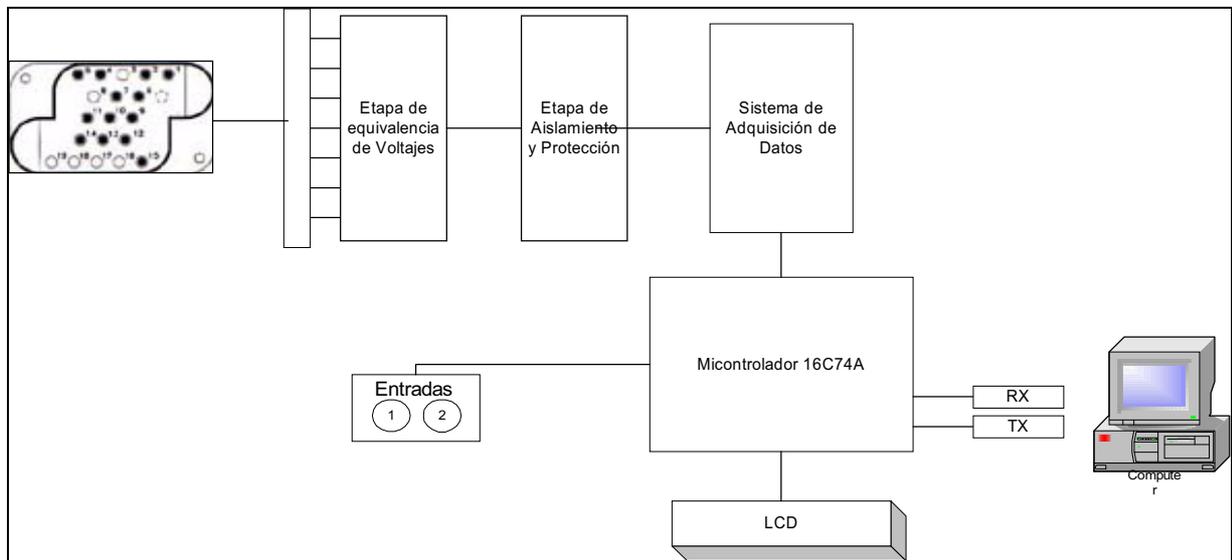
Finalmente 2 días serán utilizados para montar la presentación final del proyecto así como su exposición.

4. Descripción del Hardware utilizado

A continuación se describirá el hardware que se utilizó en el proyecto.

Tomando como referencia la figura 2.1 ahora mostraremos una nueva figura donde se muestra una simplificación del mismo, esto por la utilización de componentes que simplificaron la utilización de otros componentes.

La figura 4.1 muestra un diagrama del circuito diseñado en el proyecto.



VISIO TECHNICAL

Figura 4.1 Diagrama de bloque del circuito final

Ahora se explicará cada bloque de la figura 4.1 y cual fue el hardware utilizado en él.

4.1. Etapa de equivalencia de voltajes

Esta etapa de equivalencia de voltajes utiliza solo resistencias de diferentes valores para formar divisores de tensión, que serán las entradas de la parte de protección y aislamiento descrita en la siguiente sección.

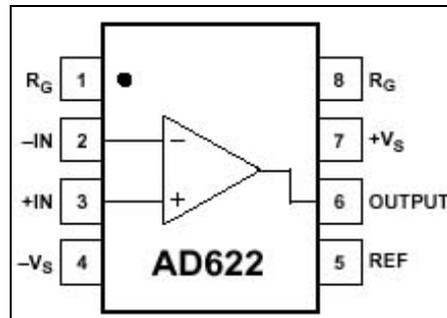
4.2. Etapa de aislamiento y protección

En esta etapa para lograr el aislamiento se utilizan amplificadores de instrumentación del modelo AD622.

El AD622 es de bajo costo, posee una amplificación de buena exactitud con solo una resistencia externa, esta ganancia puede ser entre 2 y 1.000. Para la ganancia de 1 no necesita de la resistencia externa.

El AD622 además de ser de bajo costo posee varias ventajas tales como una linealidad superior, estabilidad térmica, ofrece un buen modo de rechazo común, además de un área cómoda para el diseño en el impreso.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama de pines del amplificador de instrumentación AD622.



Adobe Photo Shop

Figura 4.2 Diagrama de pines del amplificador de instrumentación AD622

4.3. Sistema de adquisición de datos

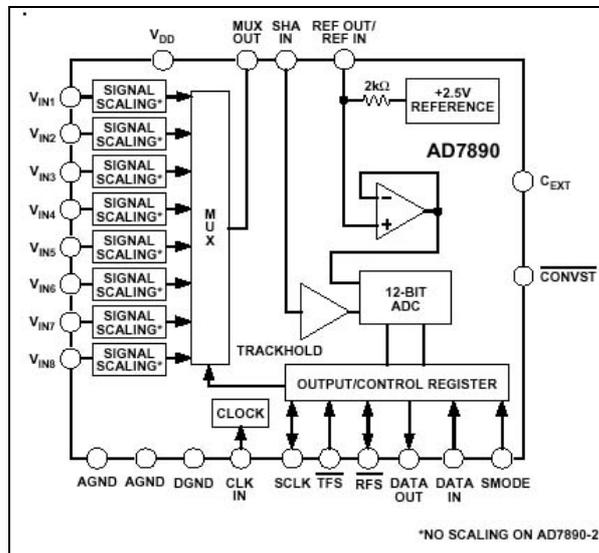
Para el bloque del sistema de adquisición de datos se utiliza el modelo AD7890 de Analog Devices.

El AD7890 es un sistema de adquisición de datos de 8 canales de 12 bits cada uno. La parte contiene una entrada multiplexada, un chip de amplificación de track/hold, un convertidor de analógico a digital de 12 bits, una referencia de +2.5 voltios y una alta velocidad en la interfase de comunicación serial. El número de parte real es el AD7890-10 ya que este modelo en especial acepta entradas analógicas de ± 10 V.

El multiplexor en el dispositivo es una parte de accesibilidad independiente. Esto permite al usuario insertar un acondicionador de señales, si fuese requerido entre el multiplexor y el ADC.

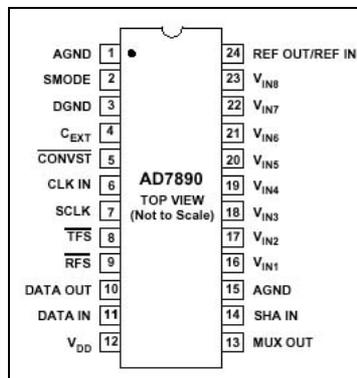
Las salidas de los dispositivos poseen una alta velocidad en el puerto de interfase serial. Esta parte contiene en el chip un registro de control, permitiendo el control de la selección de canales, inicio de conversión y decaimiento de la señal vía el puerto serial. Versatilidad, alta velocidad asegura una fácil interfase al puerto serial en microcontroladores y procesadores de señales digitales.

En la figura 4.3 y 4.4 se muestran el diagrama de bloques funcional del AD7890 y la configuración de pines respectivamente.



Adobe Photo Shop

Figura 4.3 Diagrama de bloques funcional del AD7890

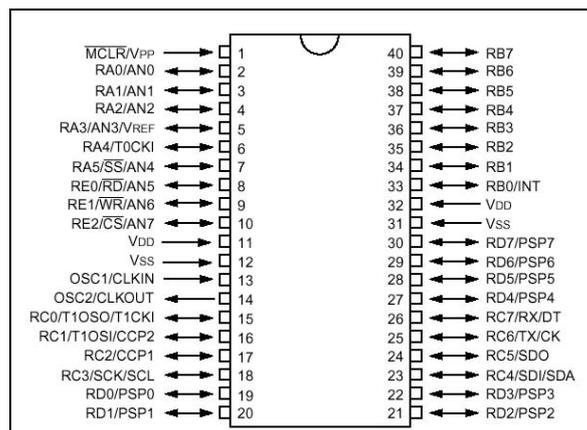


Adobe Photo Shop

Figura 4.4 Configuración de pines del AD7890

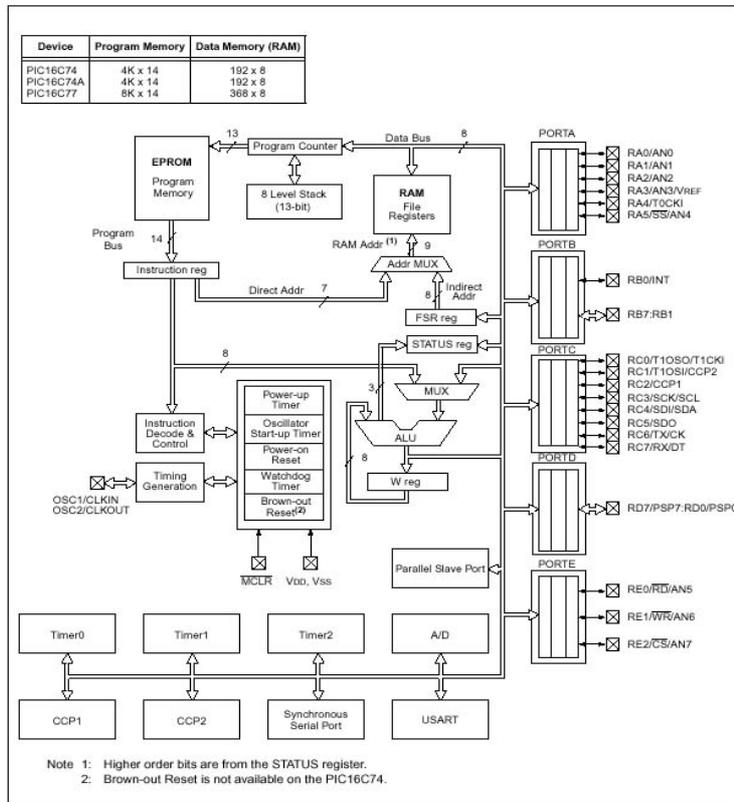
4.4. Microcontrolador

El PIC16C74A tiene 192 bytes de RAM, cada dispositivo tiene 22 pines de entrada / salida, además varias características de los periféricos son incluidas: 3 contadores / temporizadores, dos módulos Captura / Comparación / PWM y dos puertos seriales. El puerto serial síncrono puede ser configurado de dos formas, como interfase periférica serial de 3 líneas (SPI) y como bus de circuito Inter. Integrado de dos líneas (I²C). El USART es también conocido como la interfase del puerto de comunicación serial o SCI. Un puerto paralelo esclavo está provisto dentro de integrado. También 8 canales del convertidor de analógico / digital de alta velocidad de 8 bits. La resolución de 8 bits es ideal para aplicaciones que requieren una interfase análoga de bajo costo En la figura 4.5 se muestra la configuración de pines del PIC16C74A donde se muestra cada pin a que señal corresponde y en la figura 4.6 se muestra el diagrama de bloques del PIC16C74A, este para tener una idea del funcionamiento del mismo y ver como se da el flujo de información dentro del chip.



Adobe Photo Shop

Figura 4.5 Configuración de pines del PIC16C74A



Adobe Photo Shop

Figura 4.6 Diagrama de bloques del PIC16C74A

5. Descripción del Software Utilizado

Para el software utilizado se indicará cual fue el elegido para cada tarea realizada.

En la edición del informe final y la presentación del anteproyecto se utilizó el Word 2000 de Microsoft.

La edición de las imágenes se realizó en el Adobe Photo Shop, versión 4.0 de Adobe. Otras imágenes fueron creadas en el programa Visio Technical 5.0 plus.

El diagrama eléctrico del circuito fue hecho con el programa de Orcad

Para la programación del PIC16C74A se utiliza el software provisto por microchip, MPLAB 2.30

6. Análisis y Resultados

6.1. Explicación del diseño

En este apartado se explica detalladamente como esta compuesto el diseño del proyecto y se explica el comportamiento de cada componentes pero ya como parte de una solución integral.

Hacemos nuevamente referencia a la figura 4.1 donde se presenta el diagrama de bloques del sistema implementado. Primeramente tenemos el adaptador que conectará el conector PosiDoc con la tarjeta de control, la entrada inmediata de la tarjeta se da en los amplificadores de instrumentación a fin de aislar las tensiones del cajero de los voltajes manejados en la tarjeta, para este efecto se utilizó el amplificador AD622, de entrada se manejan entre los 0 voltios y los 24 voltios, la tensión de -12 voltios se pasa a través de un inversor para así manejar solo tensiones positivas Las tensiones de 0 a 24 voltios serán reguladas de 0 a 5 voltios por medio de divisores de tensión donde la relación entre el voltaje de entrada y el de salida será constante, en la tabla 6.1 se muestran las tensiones equivalentes para pin del conector PosiDoc.

Tabla 6.1 Equivalencia de tensiones del conector PosiDoc y las entradas al circuito

Voltaje de entrada (Voltios)	Voltaje de salida (Voltios)
24	4
12	3
5	0.833
0	0

La relación que se tomó fue de 6, esto por ser un valor que generaba valores enteros para la mayoría de los casos, además de dar un valor máximo de 4 voltios

para el caso máximo (24 V) dando un margen de medición de +4 voltios al momento de realizar la medición, esto le da al circuito la posibilidad de medir acertadamente hasta 28 voltios si este fuese necesario.

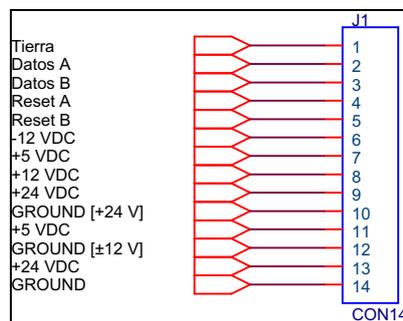
Una vez que los datos ya han sido preparados y aislados, estos pasan al sistema de adquisición de datos, para tal efecto se utilizó el chip AD7890.

Cada AD7890 posee 8 entradas analógicas, las señales a analizar son 14, por lo que se ocupan dos sistemas de adquisición de datos, dejando dos entradas libres para futuras actualizaciones del mismo.. Cada señal es pasada al puerto serial de comunicación y este es dirigido al microcontrolador PIC16C74A, el cual guarda en memoria los datos que las llegaron y así poder ser vistos por el cliente por medio de la programación en el LCD.

6.1.1. Montaje Electrónico

Este apartado es colocado con el fin de explicar como se interconectaron físicamente los distintos dispositivos y cual es la función de cada una de las conexiones.

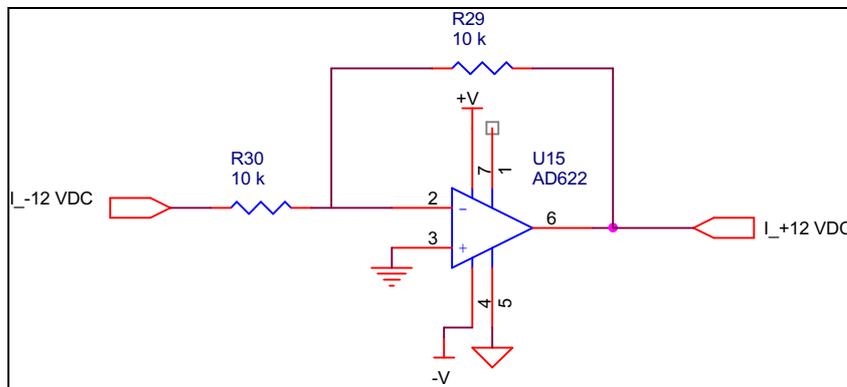
En la figura 6.1 se muestra un diagrama de los pines de análisis y en el orden en que se encuentran en el conector.



Orcad

Figura 6.1 Diagrama de los pines de análisis

Todas las tensiones que se están manejando son positivas a excepción de los – 12 voltios, para este efecto colocamos un inversor a la salida como se muestra en la figura 6.2 de esta tensión y este a su vez lo conectamos al bloque de equivalencia de voltajes.



Orcad

Figura 6.2 Inversor colocado para la tensión de – 12V

Como ya se ha mencionado los voltajes de entrada de la tarjeta se encuentran entre los –12 voltios y los 24 voltios, estos pasan por bloque de equivalencia de tensiones, este es diseñado por medio de un divisor de tensión. En la figura 6.3 se muestra el divisor de tensión utilizado, donde R1 es igual a 20KΩ y R2 es igual a 4KΩ, donde la relación de voltaje es igual a 6. Esto es, para una entrada de 24 voltios, en R1 hay 20 voltios y en R2 4 voltios.

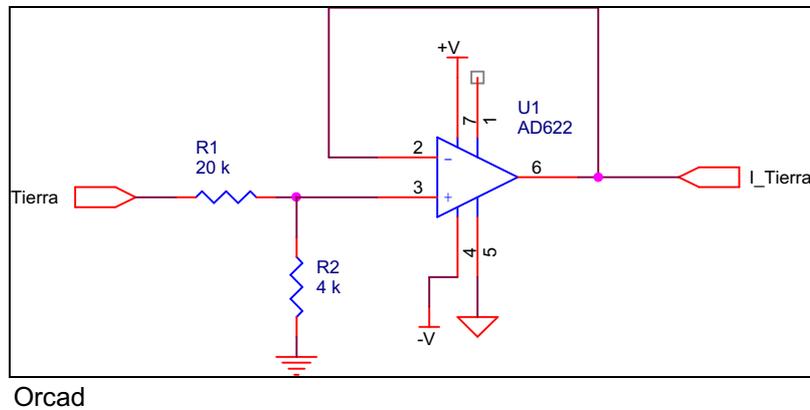


Figura 6.3 Divisor de Tensión, utilizado como bloque de equivalencia de voltajes

Ya que se tienen 14 voltajes de análisis se emplean 2 convertidores A/D, los pines de entrada del AD7890 se detallan con el prefijo Vin seguido del número de entrada desde Vin0 hasta Vin7, a estos 8 pines van los primeros 8 salidas de los amplificadores de instrumentación, las restantes 6 salidas de las 14 totales van a un segundo AD7890, donde se toman desde la entrada Vin0 hasta Vin5. A continuación se presentan la descripción de algunos pines utilizados y el estado en el que se encuentra cada uno y el porqué. Los demás pines serán tratados más adelante ya que son controlados por el microcontrolador y por lo tanto haremos referencia cuando hablemos de este.

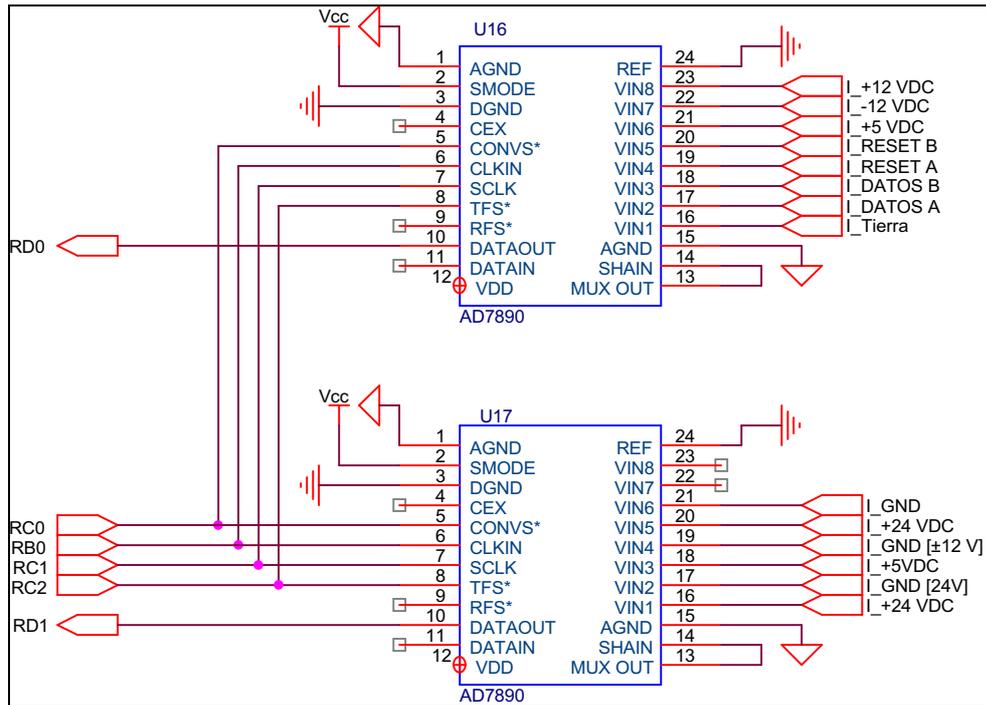
AGND: Este pin se conecta a la tierra del amplificador de instrumentación para tomarlo como referencia al momento de realizar la conversión.

SMODE Este pin es conectado a Vcc pues en este estado permite utilizar un reloj externo, además de ser el modo más recomendable para trabajar con microcontroladores.

DGND Esta tierra hace referencia a la parte digital del circuito.

MUX OUT y SHA IN Estas dos patillas se encuentran interconectadas dando una alta impedancia del amplificador track/hold.

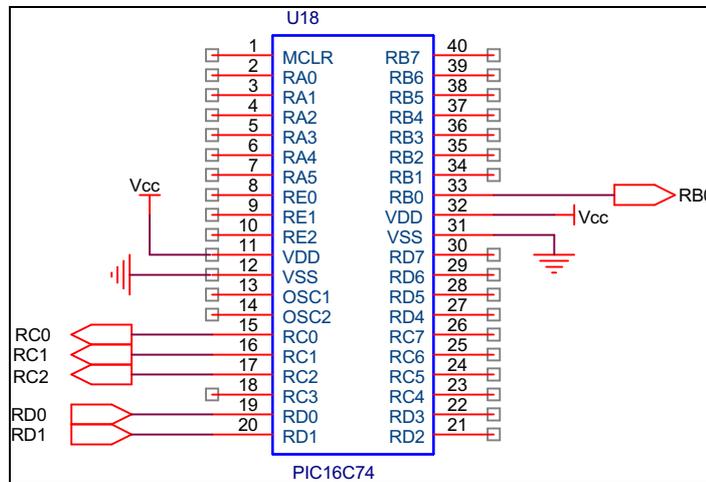
En la figura 6.4 se muestra el diagrama de conexiones del AD7890 con sus distintas, donde se muestra mejor lo antes explicado.



Orcad
Figura 6.4 Diagrama electrónico de las conexiones del sistema de adquisición de datos AD7890

Como se observa en la figura 6.4 las conexiones de los pines, CONVST, CLK IN, SCLK, TFS, RFS, DATA OUT y DATA IN son con controlados por el microcontrolador, el cual será explicado a continuación.

En la figura 6.5 se muestra el diagrama eléctrico del microcontrolador 16C74A y como se encuentra conectado al sistema de adquisición de datos AD7890. Además de explicar cual de todos los pines fueron utilizados y porque.



Orcad
Figura 6.5 Diagrama electrónico de las conexiones del microcontrolador 16C74A

El microcontrolador posee cinco bloques para la adquisición de datos, estas son las patillas con los prefijos RA, RB, RC, RD y RE.

Ya que las patillas pueden ser programadas para un determinado comportamiento, esto es como entrada y/o salida, se ha establecido para esta configuración lo siguiente.

Para la adquisición de datos se tomaron las patillas RDO Y RD1 para el primer y segundo convertidor AD7890 respectivamente, esto por ser puertos de entrada / salida que permiten el flujo de datos de forma bi-direccional y es el más recomendable para trabajarlo directamente con el bus de comunicación. Estas patillas están conectadas a las salidas de DATA OUT del chip AD7890, esto es en el 10 de cada uno.

Las patillas RC0, RC1 y RC2 se encuentran conectadas a CONVST, CLK IN y TFS. La elección de los pines RCX para manejar estas señales del sistema de adquisición de datos es debido a que estas patillas pueden ser programadas como contadores o bien como osciladores.

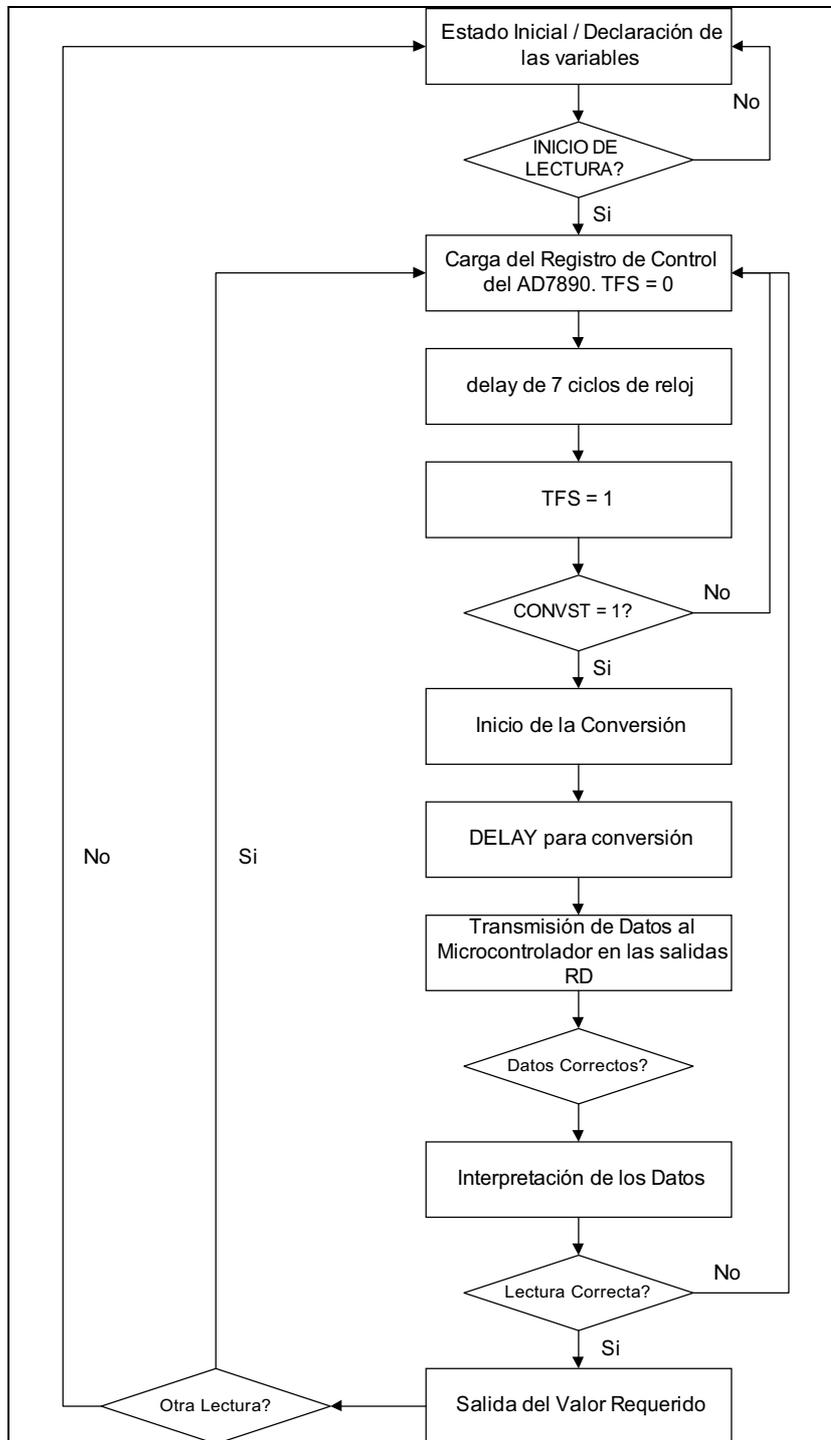
CONVST es la señal de inicio de conversión, CLK IN es la entrada serial del reloj, que provee el reloj para la secuencia de conversión y finalmente TFS es el pulso de sincronización de los diagramas de datos transmitidos.

El pin de DATA IN se conecta al Pin RD2, este pin es de gran importancia, pues es aquí donde se carga el registro de control y se hace la selección de la señal de análisis en el multiplexor.

6.1.2. Diagrama de Flujos

En esta sección se expone el diagrama de flujo utilizado para la programación del microcontrolador PIC16C74A y su explicación.

En la figura 6.6 se muestra el diagrama de flujo de las principales decisiones que se deben tomar a nivel de software y la secuencia que estas llevan.



Visio Techichal

Figura 6.6 Diagrama de flujo del software utilizado

Como se observa en la figura 6.6, primero tenemos un estado inicial donde se definen todas la variable de sistema, y se establece cuales pines trabajan como salidas y cuales como entradas entre otras más a definir. Seguido de esto se toma el dato a analizar por medio de la carga del registro de control, una vez que el dato a sido seleccionado se da la orden de inicio de conversión para que este sea llevado a cabo. Ya que las operaciones que intervienen en la conversión y otros movimientos internos en el sistema de adquisición de datos y dentro del microprocesador y inserta un delay o un retardamiento para dar tiempo que el total de las operaciones sean realizadas satisfactoriamente y así proseguir con la trasmisión de datos hacia el microprocesador. Este a su vez interpreta los datos y los convierte en formato interpretable para la lectura del usuario. Una vez que ya se ha interpretado el dato y se ha mostrado el sistema queda en espera hasta ver si se desea saber una nueva medición. Y entonces volvemos nuevamente al inicio de conversión del nuevo dato para iniciar el ciclo.

6.2. Alcances y limitaciones

Las limitaciones que se encontraron inicialmente fueron la adquisición de los distintos componentes pues la mayoría de estos solo se consiguen en el exterior, estos retrasos hacen que los objetivos sean postergados en comparación con el cronograma propuesto y su vez complicar la exitosa resolución del proyecto, en lo que respecta a este proyecto se tuvo que suprimir la salida de los datos a un LCD, por lo que los datos son leídos a la salida del microcontrolador.

En un inicio el diseño se encontraba más segmentado donde se utilizaba un multiplexor y un convertidor analógico digital por separado, además de utilizar un microcontrolador Intel 8751 con el fin de programar el y microcontrolador en lenguaje de C y así tener una herramienta más de diseño como lo es este lenguaje, pero las limitantes de tiempo se hizo que se seleccionara el microcontrolador PIC16C74A de

la empresa Microchip, que también es un buen microcontrolador pero con la ventaja que ya existía la experiencia en el manejo y la programación del mismo.

En lo que al diseño se refiere los principales problemas fueron las corrientes parásitas por lo que procedió a la colocación de capacitores para que la salida fuera más estable, por lo demás el diseño no causó mayores complicaciones, la parte que más llevó trabajo fue la de la programación, pues la detección de las fallas se vuelve bastante difícil si no se sigue un programa de diseño formal para la programación, pero sí se logro por lo menos que el proyecto realice las funciones básicas para el cual fue diseñado.

Al proyecto todavía le hace falta más trabajo para poder ser utilizado como herramienta de trabajo con los cajeros automáticos pero ya es u primer paso para el diseño de propias herramientas, el software debe ser más depurado y el montaje en una placa impresa debe llevarse a cabo, entre los intereses de la empresa el proyecto tiene una parte importante pero no primordial así que queda a la expectativa de la misma la continuación de la misma para interés propio.

7. Conclusiones

- Los cajeros automáticos son una computadora con distintos periféricos tales como una lectora de tarjetas, un módulo de dispensación, un módulo de depósitos, una impresora, teclados y un monitor.
- Los distintos periféricos son todo conectados por un cable llamado Express Bus y este cable es conectado al periférico por medio de un conector llamado PosiDoc.
- La mejor forma de medir los voltajes del PosiDoc es por medio de un sistema controlador multiplexado.
- En la elección de componentes electrónicos para el diseño se deben buscar componentes que tengan las mayores funciones posibles integradas dentro del mismo a fin de minimizar las conexiones físicas que meten ruido al sistema.
- Para la elaboración de los circuitos eléctricos el programa que ofrece mayores herramientas de diseño es el Orcad.
- El microcontrolador PIC16C745A de microchip es un dispositivo con muchas herramientas y muy flexible para diseñar debido a sus salidas de múltiples funciones.
- Para el diseño de circuitos electrónicos, la implementación de circuitos seguridad tales como aislamientos de tierra son esenciales cuando se trata de equipos de medición costosos.
- Los amplificadores de instrumentación aíslan las referencias de cada circuito conectado a él y la polaridad de la señal de salida del dispositivo es del mismo estado que el de la entrada.

- Para Invertir una señal con amplificadores de instrumentación es necesario la utilización de una inversor en la entrada del dispositivo.
- El manejo de los Datos en un microcontrolador PIC16C74A es aconsejable manejarlos en las líneas de datos RD para aprovechar las funciones (tales como los contadores o temporizadores) de las demás líneas de datos como RA, RB, RC y RE.
- La conversión en un sistema de adquisición de datos AD7890 puede realizarse por hardware con la patilla CONVST o por medio del software en el registro de control en el bit denominado CONV

Recomendaciones

En la elaboración de proyectos los objetivos deben ser planteados dentro de un cronograma que prevea cualquier mala situación o contratiempos.

Dentro del diseño de un circuito electrónico pueden existir múltiples soluciones donde todas parezcan factibles y muy ingeniosas, pero la base de un buen diseño es la recopilación de información, se deben considerar los componentes que se tiene a la mano para estar consciente que no son los únicos componentes dentro del mercado. En la investigación se debe ir más allá de lo estimado pues se llegan a encontrar soluciones tan óptimas que uno no se hubiera imaginado de no haber realizado la investigación.

La integración de los componentes es la mejor solución en la elección de un componente, por ejemplo el sistema de adquisición de datos AD7890 posee varias funciones integradas como una entrada multiplexada, un convertidor de analógico a digital y un retenedor de señales como complemento de la conversión, esta integración le da más velocidad al sistema para realizar los distintos procedimientos que si los dispositivos hubieran sido elegidos por separado, además del trabajo extra para interconectar estos componentes, y como si esto no fuera suficiente, aumentaría la susceptibilidad al ruido dentro del circuito.

En la actualidad la mejor herramienta de diseño se encuentra en el Internet, pues lo que sigue es la facilidad del Ingeniero para unir todos los componentes y realizar una armonía funcional entre todos los dispositivos, y en un mundo tan competitivo las mejores soluciones son a veces las más sencillas y las más integradas.

El microcontrolador PIC16C74A es una buena elección cuando se necesitará de un microprocesador en un diseño, primero la facilidad de conseguir el software para programarlo y las hojas de datos técnicas, todo esto dentro del Internet, además

de estar construido con tecnología CMOS que da mayor velocidad en todas sus operaciones en comparación con otras tecnologías. Para el manejo de datos es bastante flexible pues posee múltiples entradas con diversas funciones, así que no se dependen de solo unas para realizar las conexiones.

La ingeniería electrónica es el manejo de la información a través de la electrónica así que debe recordarse en todo proyecto puntos importantes a parte del mismo diseño, primero la utilización de sistemas de seguridad para no dañar lo que se está analizando y en segundo un manejo muy sencillo en la salida de la información para que el usuario tenga simple acceso a la información.

Bibliografía

- <http://www.analog.com>
- <http://www.microchip.com>
- InterBold. **Cabling Repair Manual fir ix Series Front-load Terminals.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- InterBold. **Consumer Printer On-Site Service Manual.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- InterBold. **Depositor On-Site Service Manual.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- InterBold. **Multi Media Dispenser On-Site Service Manual.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- InterBold. **Power Distribution On-Site Service Manual.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- InterBold. **Power Supply Repair Manual.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- InterBold. **Smart Card Reader On-Site Service Manual.** InterBold. Estados Unidos. 1993
- Microchip. **Embedded Control Handbook.** Volumen 1. Estados Unidos. 1995
- Robert F. Coughlin. **Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales.** Cuarta edición. Prentice Hall. México, 1993.

Apéndices y anexos

El PosiDoc es el conector estándar para los distintos periféricos, tales como la lectora de tarjetas (Card Reader), el módulo de depósitos y la impresora desde donde se comunica la PC dentro del cajero con ellos a excepción de la tarjeta de dispensación que posee un conector lineal, que será visto más adelante.

Las conexiones para cada periférico son diferentes, estos es, las líneas de tensión o información que llegan a un periférico son diferentes para cada uno, por lo que a continuación se mencionan cuales líneas están presentes en cada dispositivo, así como cuales son utilizadas.

LECTORA (Card Reader)

En la figura A.1 se muestra la lectora de un cajero automático de la marca Diebold y en la parte inferior se muestra el conector PosiDoc.

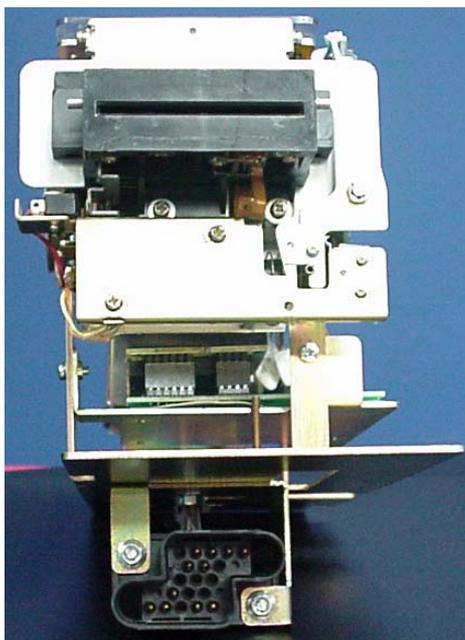


Figura A.1 Lectora de un cajero automático de la marca Diebold

Depósito

En la figura A.2 se muestra el PosiDoc en el módulo de depósitos



Figura A.2 Puerto del módulo de depósito de un cajero automático de la marca Diebold

Como se analizó en el informe el módulo de depósito es el periférico al que llegan todas las señales primordiales para conectar cualquier dispositivo, esto es que en este conector se puede colocar cualquiera de los periféricos con conector PosiDoc y esta funcionaria normalmente, por lo que para efectos de análisis es el punto ideal para monitorear las señales y las tensiones deseadas.

Impresora

La impresora es otro dispositivo que posee un PosiDoc, en la figura A.3 se muestra la impresora y en su parte inferior se muestra este conector.

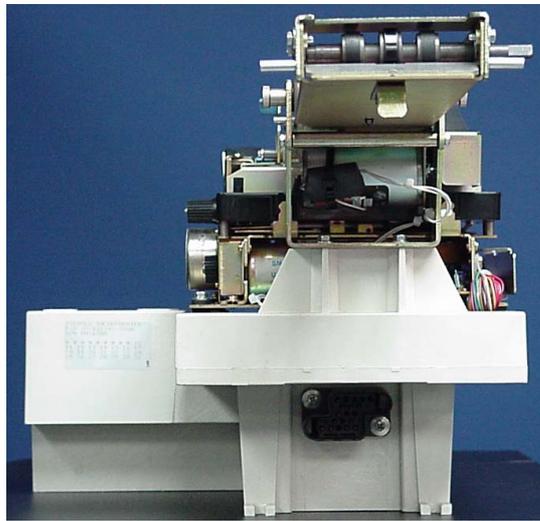


Figura A.3 Impresora de un cajero automático de la marca Diebold

El modelo del cajero determina la forma de la impresora, este en particular tiene el conector en una base de plástico y el conector va directo a una tarjeta controladora.

Aún siendo diferentes modelos el conector posee las mismas líneas para cada cajero, por lo que el análisis de este modelo en particular no afecta la objetividad del estudio.

Dispensación

Como ya se ha mencionado en diversas ocasiones el módulo de dispensación es el único periférico que no posee un conector tipo PosiDoc tradicional pero aún así se le llama PosiDoc por la función de conexión que cumple, el conector es de forma lineal como se muestra en la figura A.4.

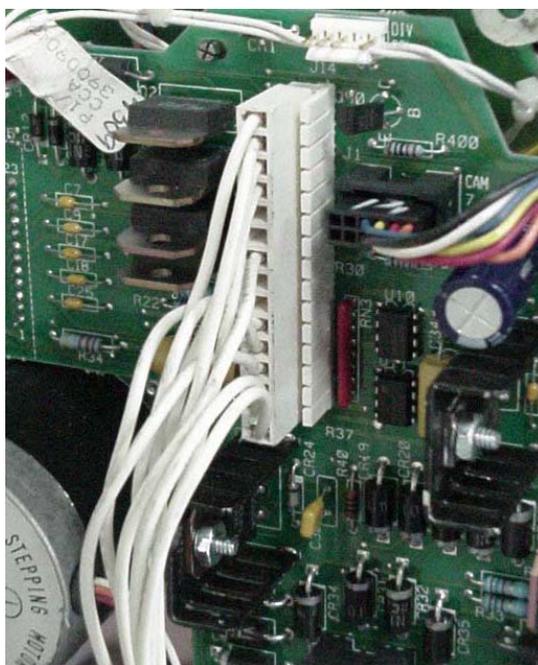


Figura A.4 Puerto de comunicación del módulo de dispensación de un cajero de la marca Diebold

A continuación en la tabla A.1 se muestra la distribución de las tensiones en este conector.

Tabla 1 Distribución de las líneas de alimentación del módulo de dispensación

Señal / Voltaje	Pin
Tierra	1, 15
Dato A	2
Dato B	4
Reset A	5
Reset B	6
+5 VDC	9, 14
-12 VDC	10
+12 VDC	11
+24 VDC	12
Tierra de +24 VDC	13