

SISTEMA AUTOMATICO DE ADQUISICION DE DATOS PARA UN MEDIDOR DE DEFORMACION

ING. ALFONSO ESPINOSA R.

ING. FERNANDO FLORES C.

R E S U M E N

El presente artículo describe un sistema de adquisición de datos para un medidor de deformación. Se presenta el análisis del diseño de la circuitería y la programación, los resultados obtenidos y finalmente algunas conclusiones.

I N T R O D U C C I O N

La existencia de un equipo de medición de deformaciones unitarias Brüel&Kjaer modelo 1526, en la Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica Nacional, motivó el desarrollo del presente trabajo. Su objetivo es el de diseñar y construir un sistema capaz de almacenar, en memoria RAM, los datos provenientes de dicho equipo, para posteriormente recuperarlos por medio de indicadores luminosos o de un impresor, o enviar dichos datos hacia un computador, el mismo que podría controlar la operación del sistema.

Este tipo de medidores utilizan como sensores galgas extensométricas, cuya característica es la variación de su resistencia eléctrica en función de pequeños cambios de longitud. Estos elementos van adheridos a la superficie de la pieza de prueba formando un conjunto solidario. La variación de resistencia es detectada y transformada a una variación proporcional de voltaje por medio de un puente de Wheatstone, el mismo que está conformado por cuatro resistencias montadas dos a dos en serie. La fuente de alimentación es aplicada a dos vértices opuestos y en los dos restantes se recoge la tensión a ser medida. Una, dos o las cuatro resistencias pueden ser galgas extensométricas conformando, circuitos en cuarto, medio o puente completo.

El sistema de adquisición de datos permitirá almacenar en forma multiplexada la información proveniente de hasta un máximo de 100 puntos de medición, que corresponden a igual número de galgas extensométricas distribuidas adecuadamente a lo largo de la pieza de prueba.

El sistema inicialmente tiene una capacidad de memoria para el almacenamiento de datos de 24K x 8 bits; 156 bytes se utilizan para grabar el encabezamiento y los restantes, agrupados en palabras de 2 bytes, almacenan el valor de hasta 12210 mediciones. Posteriormente, se podría expandir la memoria hasta 58K bytes, con lo cual se podría almacenar hasta 29618 mediciones.

El sistema dispone de un teclado de 19 teclas, que permiten al usuario programar e iniciar el funcionamiento del equipo de acuerdo a una secuencia de programación preestablecida.

La adquisición de datos se puede realizar con cualquiera de los siguientes tiempos de muestreo:

.1 , 1 , 10 segundos

.1 , 1 , 10 minutos

.1 , 1 , 10 horas

La información puede ser recuperada cada 5 seg., o el usuario puede controlar la salida de un nuevo dato en forma manual, a través de un interruptor existente en el panel frontal.

Se ha incluido un circuito de interface serial de acuerdo a la norma RS 232C, que permite la interconexión del sistema de adquisición de datos con un computador, un terminal o un impresor.

El funcionamiento básico del sistema está descrito por el diagrama de bloques que se muestra en la figura 1.

1. DESCRIPCION DEL CIRCUITO

1.1. Unidad de control

Entre las funciones importantes que realiza se pueden mencionar a las siguientes:

- Generación de las señales necesarias para la

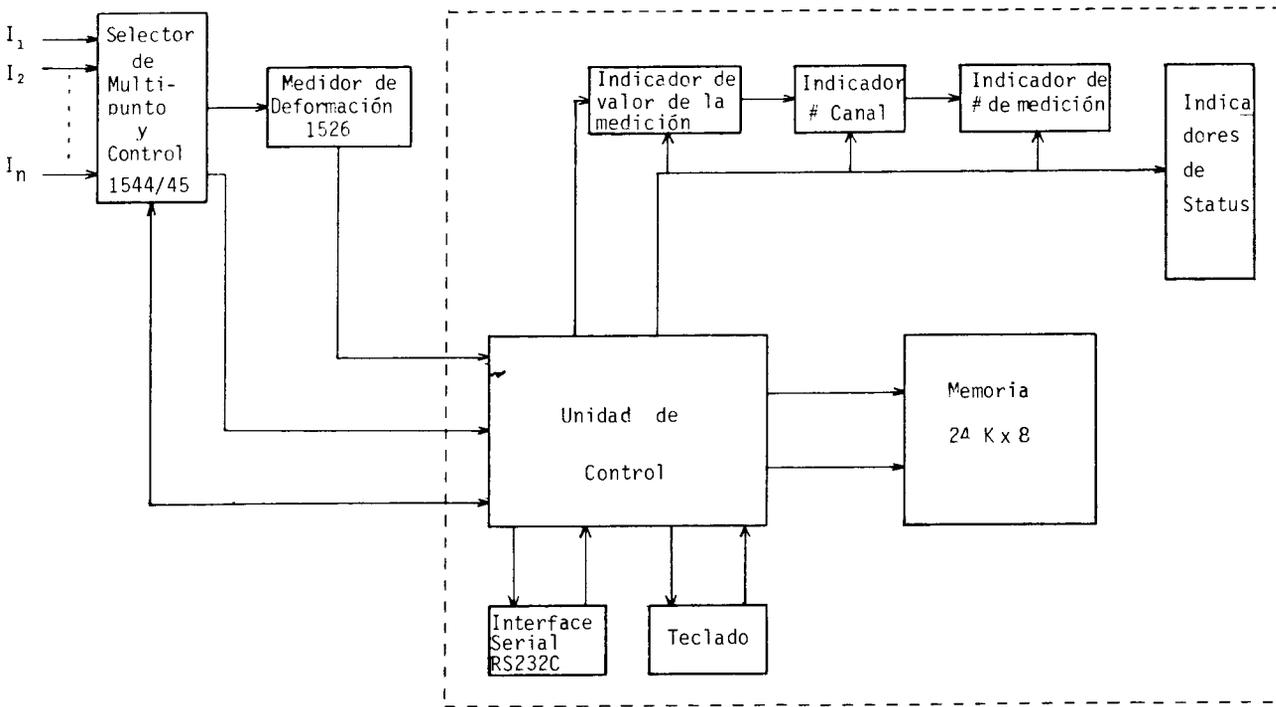


FIGURA 1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

lectura o escritura de los datos en la memoria del sistema.

- Generación de las señales necesarias para establecer una comunicación sincronizada con los equipos de medición.
- Control de la operación de los periféricos de entrada y salida que facilitan la comunicación con los usuarios.
- Supervisión del correcto funcionamiento del equipo y detección de alguna suspensión brusca en la operación del mismo.

Para el cumplimiento de todas las funciones anteriormente mencionadas, se ha previsto la utilización de un microprocesador MC6802, que permite que la circuitería del sistema se reduzca considerablemente. Será el microprocesador, trabajando con un programa, el que realice la mayor parte de funciones, como por ejemplo: Barrido y decodificación del teclado, eliminación del rebote producido por la apertura o cierre de un interruptor, determinación del tiempo de muestreo, habilitación de los indicadores luminosos y escritura de la información conveniente, grabación de

los datos en memoria, control de la salida serial de datos (norma RS 232C) y, en general, el control de todo el sistema.

En la figura 2 se muestra el diagrama funcional utilizando el microprocesador.

La memoria del sistema está constituida por una memoria EPROM, en la que se almacena el programa de control y adicionalmente tablas de datos necesarios para la operación del sistema, y una memoria tipo RAM en la que se almacenan los datos provenientes del medidor de deformación. El programa de control requiere de ciertas localidades para el almacenamiento temporal de datos necesarios para la programación y operación del sistema, para esta función se utilizan los 128 bytes de RAM que están incluidos en el microprocesador MC6802.

Entre los dispositivos de entrada/salida se ha incluido un teclado, desde el cual se ingresan los datos que controlan el funcionamiento correcto del equipo. Se dispone también de un arreglo de indicadores numéricos acompañado de un arreglo de diodos luminosos, que muestran los diferentes datos y el estado del equipo en un momento determinado.

lida se realiza más rápidamente.

La RAM de datos (58K máximo) está organizada en 29 páginas, teniendo cada página 2048 palabras de 8 bits cada una. Está construida con memorias RAM estáticas HCMOS HCM65116 (2K x 8).

Para direccionar 2K bytes se utilizan 11 líneas de dirección ($A_0 - A_{10}$) y para direccionar las 32 páginas de memoria posibles se utilizan 5 líneas de dirección ($A_{11} - A_{15}$).

1.3. Interface con el teclado

La comunicación entre el sistema de adquisición de datos y un usuario se establece a través de un teclado de 19 teclas y algunos interruptores que están ubicados en el panel frontal.

La acción del teclado está controlada completamente por el microprocesador, el mismo que cumple con las siguientes funciones, en su orden:

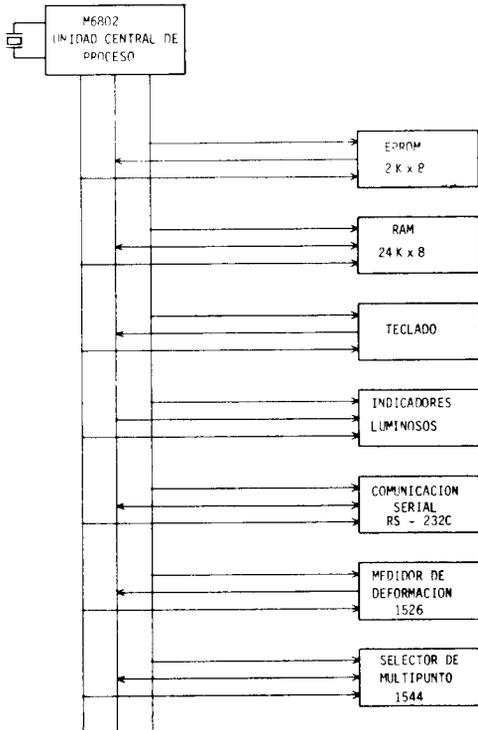


FIGURA 2. - DIAGRAMA DE BLOQUES UTILIZANDO UN MICROPROCESADOR.

1.2. Diseño de la memoria

La decodificación de la memoria se la realiza en páginas de 2K bytes y está dividida en tres grupos: Memoria EPROM del programa de control, RAM del programa de control y RAM de datos.

El programa de control ocupa 2 EPROM 2716 (2Kx8), las mismas que están direccionadas en las localidades F000H - FFFFH que corresponden a los últimos 4K de memoria.

La RAM del programa de control utiliza 128 bytes que están en el microprocesador y que vienen decodificados en las localidades 0000H - 007FH. Las direcciones 0000H - 0085H han sido asignadas a los periféricos de entrada y salida, pudiéndose en este caso utilizar el modo de direccionamiento directo, con lo cual la transferencia de datos entre el uP y los periféricos de entrada / sa

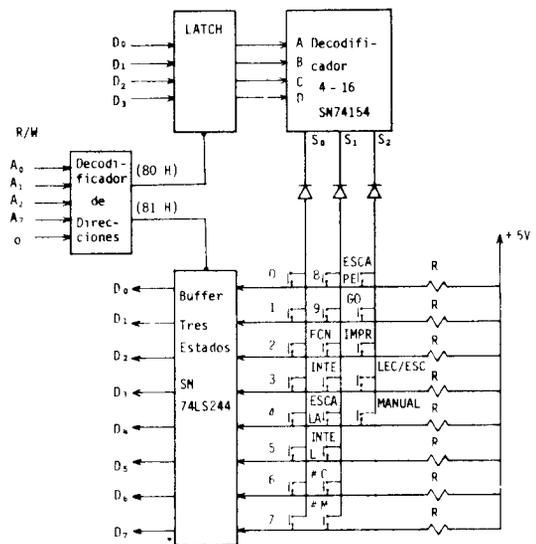


FIGURA 3. - Circuito de decodificación del teclado.

- Seleccionar la dirección asignada al arreglo de interruptores.
- Detectar si un interruptor ha sido cerrado.
- Eliminar el rebote producido, ya que no se ha construido externamente un circuito que cumpla con esta función.
- Decodificar y determinar cual tecla fue pulsada.
- Finalmente, ejecutar la función asignada.

Los buffers tres estados son utilizados para esta blecer el interface con el bus de datos y son ha bilitados por el circuito decodificador de direc ciones. Para determinar si un interruptor ha si do cerrado, el microprocesador debe leer el conte nido del buffer; si ninguno de los interruptores

ha sido pulsado todas las líneas estarán en al to, debido a las resistencias de pull-up, y por lo tanto el dato ingresado en el acumulador será FFH. La detección de una tecla pulsada se realiza com parando el contenido del acumulador A con el núme ro hexadecimal FFH.

1.4. Interface con los Indicadores Luminosos

Como elemento de salida se utiliza un arreglo 11 indicadores numéricos luminosos de 7 segmentos, los cuales están organizados en tres grupos: El primero consta de 5 indicadores numéricos, en los que se mostrará la información correspondiente al valor de la medición con su respectivo signo (po sitivo o negativo); el segundo grupo consiste de dos indicadores numéricos, en los que mostrará la identificación del canal desde el cual se realizó la medición. Los cuatro indicadores restantes mos

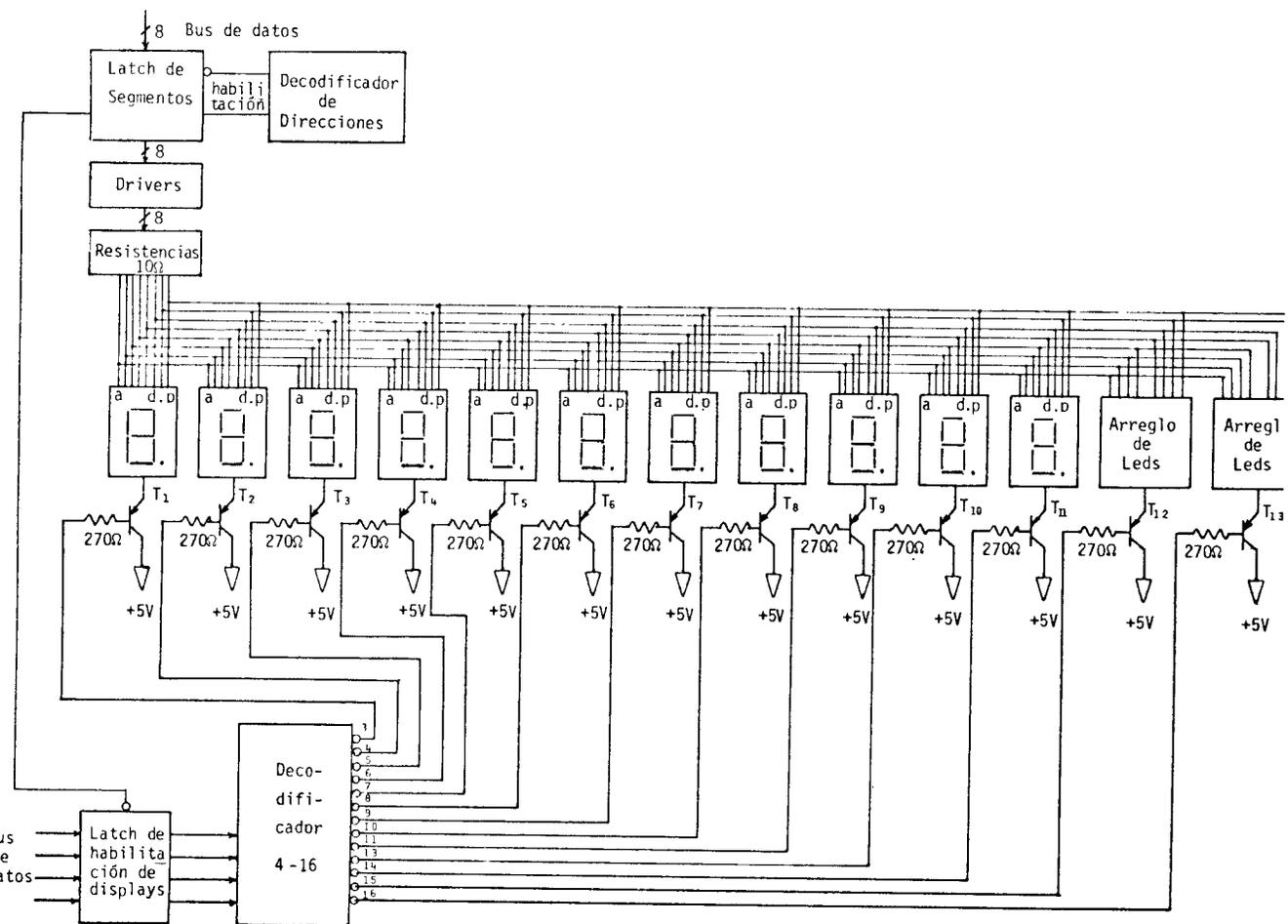


FIGURA 4. - INTERFACE DE LOS DISPLAYS CON EL MICROPROCESADOR.

trarán la información correspondiente al número de la medición.

Estos indicadores se utilizan también para escribir ciertos mensajes, de tal manera que la comunicación con el usuario se vea facilitada; así por ejemplo, indicarán un código de error cuando en la fase de programación del sistema de adquisición de datos se ha cometido algún error.

Como se puede observar en el circuito de la figura 4, se requieren solamente un retenedor de 8 bits para almacenar la información del código a 7 segmentos y, adicionalmente, un retenedor de 4 bits para almacenar la información concerniente al indicador que va a ser habilitado y que será el que reciba la información. La decodificación del código binario a 7 segmentos es también realizada con el microprocesador.

1.5. Interface Serial

Esta interface cumple las siguientes especificaciones:

Formato de datos: Un bit de inicio, 8 de datos y dos bits de parada.

Formato de carácter: 7 bits de código ASCII, 1 de paridad par y dos bits de parada.

Velocidad de transmisión: Variable, puede ser seleccionada por medio de un switch rotativo entre los siguientes valores: 110, 150, 300, 600, 1200 y 2400 baudios.

Para realizar el interface serial se utiliza el circuito integrado MC6850 (ACIA) producido por la Motorola Inc., compatible con los microprocesadores de la familia del MC6802; este elemento aparece al microprocesador como dos localidades de memoria que direccionan cuatro registros: Dos para escritura solamente y los otros dos para lectura solamente. Los registros de lectura son el de status y el de recepción y los de escritura son el de control y el de transmisión.

Debido a que el microprocesador trabaja con 8 bits paralelos, los bits de inicio y parada no están incluidos, por lo tanto, para el caso de recepción asincrónica, los datos deben ser convertidos del formato serial al paralelo, pero con los bits de inicio y parada eliminados. Para cuando se trate de la transmisión de un carácter, el dato proveniente del microprocesador debe ser converti

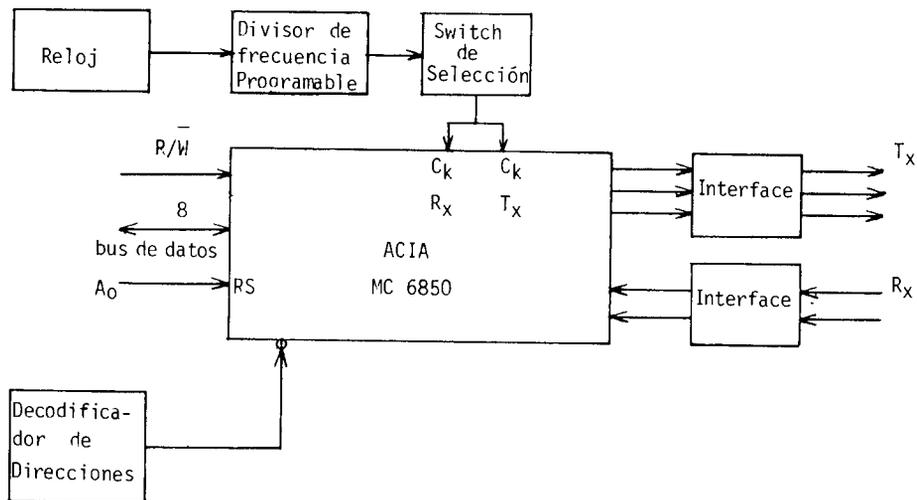


FIGURA 5 .- Diagrama de bloques del circuito de Comunicación Serial.

do al formato serial, en el que estarán incluidos los bits de inicio y parada. Esta conversión serial-paralelo/paralelo-serial es una de las funciones fundamentales del ACIA.

La señal de reloj externa, que controla la velocidad de transmisión o recepción, se la realiza utilizando el circuito integrado LM555 en la configuración de un circuito astable.

A la salida del terminal de transmisión del ACIA se tiene una señal que varía dentro de los niveles lógicos reconocidos por la familia TTL; antes de ser enviada al conector de salida, esta señal debe ser acondicionada para que los datos estén dentro de los niveles de voltaje del standar RS232C.

1.6. Interconexión con los medidores

El medidor de deformación B&K 1526 dispone de un bus de datos digitales; este bus es conectado al bus de datos del sistema a través de 3 buffers, cada uno de los cuales tiene asignada una dirección, de tal manera que los uP los tratan como localidades de memoria desde donde se leen los datos para que sean posteriormente almacenados.

El proceso de adquisición de datos se reduce a dos partes principales:

- Dependiendo de la frecuencia de muestreo seleccionada, y una vez que la conversión A/D en el medidor de deformación ha terminado, el uP habilita de una manera ordenada los buffers de entrada y almacena la información en las localidades asignadas para el efecto.
- Luego que el uP ha terminado de grabar los datos enviará un pulso a la entrada de control remoto para seleccionar la siguiente entrada. En este punto el microprocesador permanecerá en un lazo de espera hasta que se cumpla el tiempo necesario para tomar otra muestra. Es importante indicar que durante el lazo de espera el microprocesador estará cumpliendo otras funciones tales como: barrido de teclado, refresco de los displays, o chequeo de fin de adquisición de datos.

Como se puede ver, el diseño del control se reduce entonces a elaborar el programa en lenguaje de

máquina que será almacenado en las memorias EPROM.

2. DISEÑO DEL SOFTWARE

El programa total está dividido en módulos o subrutinas controladas por un programa maestro. A continuación se describe brevemente el programa principal.

El programa principal es el encargado de controlar la ejecución de todas y cada una de las subrutinas de una manera ordenada.

Se lo puede dividir en cinco partes bien definidas:

- Proceso de inicialización: (INICIO)
- Ejecución de Cálculos (a elección del usuario): (CALC).
- Selección de tipo de trabajo: (INDES)
- Ejecución de la operación adecuada: (INDES 2, INDL2).
- Etapas de finalización: (FIN).

En la primera parte del programa (INICIO), se inicializan los registros de la CPU y ciertas localidades de memoria que serán utilizadas como bandejas, se borran también las localidades asignadas al buffer de los indicadores luminosos. Luego se chequea y verifica la memoria existente en el equipo, mostrándose la capacidad total, en bytes, en los indicadores luminosos.

La siguiente parte (CALC) corresponde a los cálculos, pudiendo el usuario hacer o no uso de ellos, para determinar cuántas mediciones puede realizar con un número determinado de canales o viceversa.

En la siguiente parte del programa (INDES) se selecciona el modo de trabajo del equipo, esto es, si se desea leer los datos de la memoria del sistema o se desea almacenarlos. Para esta selección existe un interruptor que permite escoger la forma de operación.

Si se desea adquirir datos (INDES2), se ejecutarán algunas subrutinas que permiten el ingreso de los datos necesarios para la programación del sistema de adquisición, como son: Intervalo de tiempo

po, factor de escala y número de mediciones. No es necesario indicar el número de canales, ya que el equipo se encarga de determinar cuántos y cuáles son los canales que están habilitados para ser muestreados. Luego de esta fase de ingreso de datos se ejecuta la función de adquisición y almacenamiento de los datos. Si se desea leer los datos almacenados en la memoria del sistema (INDL2) el programa chequea primero si se han adquirido datos previamente. Luego se deben ingresar desde el teclado algunos datos que programen el sistema, tales como: Intervalo de lectura, medición inicial, medición final y número del canal del que se desea leer la información. Se debe luego seleccionar entre dos opciones: la primera es mostrar la información en los indicadores luminosos y la segunda es transmitir esa información a través del interface serial RS 232C. Una vez seleccionada la opción deseada se ejecuta la función respectiva.

Finalmente, en los indicadores luminosos se muestra el mensaje "Fin" (FIN) para indicar que se ha culminado el proceso seleccionado y que el

sistema está listo para ser programado nuevamente.

En la figura 6 se muestra el diagrama de bloques del programa principal.

3. CONSTRUCCION

Las figuras 7 y 8 muestran las vistas externa e interna del equipo tal como fue construido.

Para el desarrollo de los programas se utilizó un computador Tektronix 4051 del Laboratorio de Control y Sistemas de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, en donde se desarrolló un MACROASSEMBLER para el microprocesador MC6802. Además se diseñó un interface de comunicación serial RS 232C entre el computador Tektronix y un sistema de desarrollo en el que se pudo ejecutar y optimizar los programas. El sistema de desarrollo también fue construido en la Facultad de Ingeniería Eléctrica como otro trabajo de Tesis de Grado.

Para probar el circuito de salida serial de adquisición de datos, se utilizó el terminal Tektronix

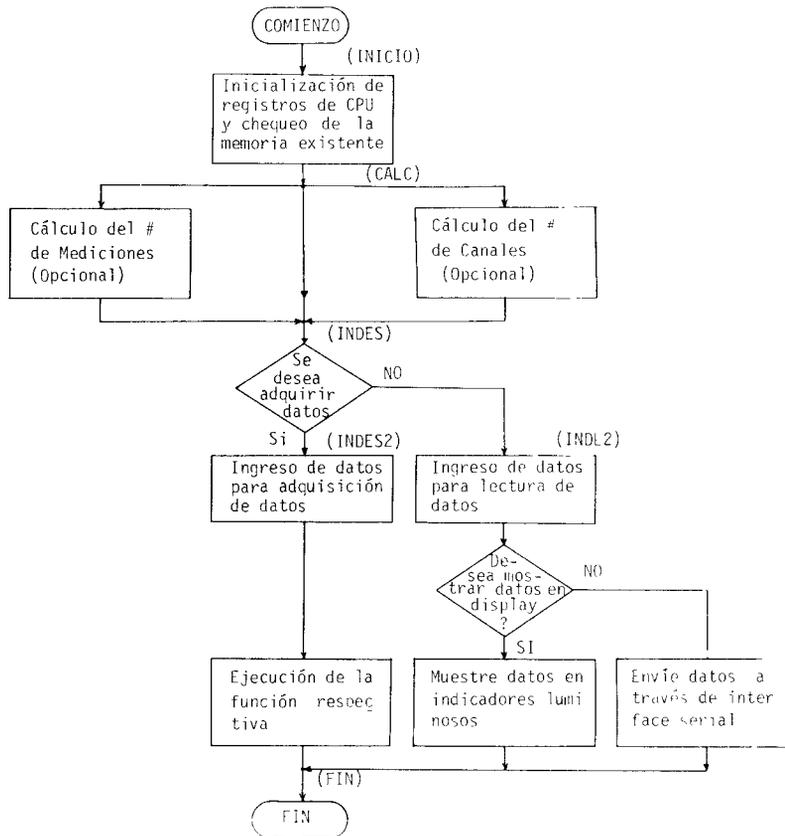


FIGURA 6.- DIAGRAMA DE BLOQUES.

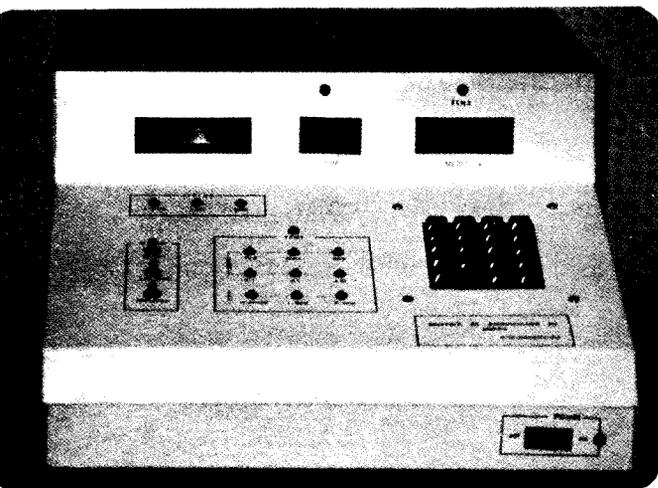


Fig. 7. Vista Frontal.

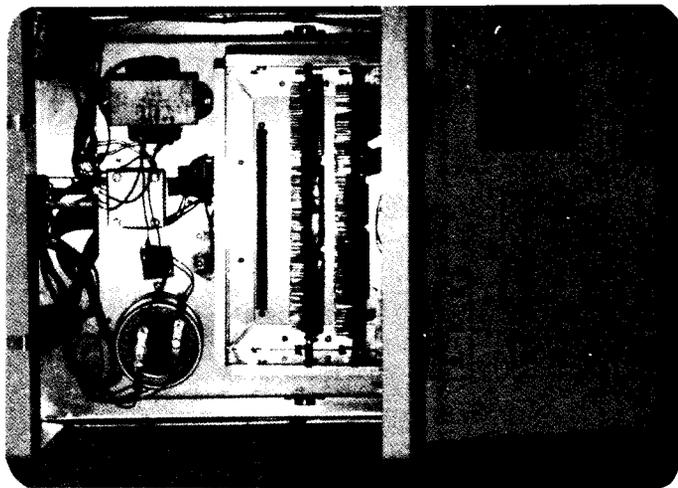


Fig. 8. Vista de Plano

4006-1 y el impresor Tektronix 4641 del mismo laboratorio. Se pudo de esta manera verificar el correcto funcionamiento de todas y cada una de las subrutinas y de todo el programa de control.

CONCLUSIONES

La utilización del microprocesador como elemento de control ha permitido que el sistema ofrezca una gran versatilidad en la operación y programación por parte de los usuarios, a más de permitir que el circuito se reduzca a lo mínimo necesario. Debido a que los fenómenos a ser analizados son lentos, no existen limitaciones en cuanto a frecuencias de muestreo.

Como el interface serial puede trabajar en forma bidireccional, el sistema de adquisición de datos puede ser programado externamente desde un computador o desde una terminal, posibilitándose así un proceso de medición completamente automatizado.

La realización de este proyecto ha permitido fomentar la colaboración entre las Facultades de

Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica Nacional, construyendo equipos que serán utilizados posteriormente en las actividades docentes y de investigación.

BIBLIOGRAFIA

- FLORES CIFUENTES FERNANDO, "Sistema Automático de Adquisición de Datos para un Medidor de Deformación", Tesis de Grado, E.P.N. Quito, 1984.
- ALVEAR TROUP FERNANDO, "Sistema de Evaluación para Microprocesadores Z80, 6800, 8085A, Tesis de Grado, E.P.N., Quito, 1983.
- JOHN PEATMAN, "Microcomputer - Based Design", Mc Graw Hill Inc., 1977.
- MOTOROLA INC., "M6800 Microprocessor Programming Manual", Texas, 1975.
- JOHN VAUGHAN, "Aplication of B&K Equipment to Strain Measurement", Brüel&Kjaer, Dinamarca, 1975.
- BRUEL&KJAER, "1526 Intruction Manual", BSK, Dinamarca, 1974.



ESPINOSA, ALFONSO. Nació en la ciudad de Latacunga, Ecuador, el 17 de Enero de 1947. Recibió su título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en 1973, en la Escuela Politécnica Nacional, Quito. Posteriormente realizó estudios de Post-Grado en la Universidad Técnica de Berlín Occidental hasta 1976, obteniendo el título de Dipl. - Ing. Actualmente es Profesor Principal de la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Electrónica, Área de Sistemas Digitales.



FLORES, FERNANDO. Nació en Rio bamba, el 21 de Agosto de 1959. Obtuvo su título de Bachiller - en el Colegio San Felipe de Rio bamba en 1976. Realizó sus estudios superiores en la Escuela Politécnica Nacional y se graduó de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en 1984. Actualmente trabaja como Asistente de Cátedra en el Departamento de Control de la Escuela Politécnica Nacional.