

SISTEMA DE ADQUISICION DE SEÑALES FISIOLÓGICAS

Rodríguez G. Infante O. Valenzuela F.* Espinoza L.* Gonzalez C.
Depto. de Instrumentación y *Depto. de Fisiología
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chavez"

Resumen

En los laboratorios de investigación electrofisiológica, normalmente se usa un osciloscopio con memoria, un polígrafo, un estimulador, procesos fotográficos y mediciones manuales para valorar señales bioeléctricas de interés.

En este trabajo se presenta el diseño de un sistema, que basado en una Microcomputadora (MC) personal (PC), captura hasta 12 señales analógicas con 10 bits de resolución y tiempo de conversión de 50 μ S, las maneja, reporta y almacena, sustituyendo al equipo mencionado, con mejores características a un menor costo.

INTRODUCCION

La disponibilidad de computadoras PC, actualmente ofrece posibilidades muy interesantes de desarrollo de instrumentación, ya que aunque fueron diseñadas para procesos administrativos, cuentan con una arquitectura abierta y lenguajes poderosos, a bajo costo.

Por las razones anteriores, se diseñó el sistema con un módulo convertidor analógico a digital programable, que permite funciones de control de amplitud y posición similares al osciloscopio, y una MC PC como procesador central. El lenguaje de programación que se usó fue Turbo Pascal IV y ensamblador del μ P 8088.

MODULO CONVERTIDOR ANALOGICO A DIGITAL CADMD10**DESCRIPCION**

Este módulo se diseñó en una tableta y básicamente se formó con un multiplexor que selecciona el canal de entrada, un amplificador programable, un realimentador de Corriente Directa (CD) programable para ajustar el nivel de la señal de entrada, el convertidor A/D, un registro de 8 líneas digitales de salida y 8 de entrada, y un decodificador de selección. El acceso a estos componentes se hace a través de una interfase de comunicaciones "CANMD" (CANal de comunicaciones MoDular) de definición propia que se comunica con la PC.

TEORIA DE OPERACION

El módulo "CADMD10" está formado como muestra la figura 1 por los siguientes bloques; Decodificador de puertos, Líneas de control, convertidores D/A de retroalimentación, convertidor A/D y selector de canales-amplificación.

El módulo se maneja con registros de control que se us como puertos para la PC, y su acceso se realiza desde direccion base Z80H. Los registros de control se accesan leyendo o escribiendo como muestra la tabla 1.

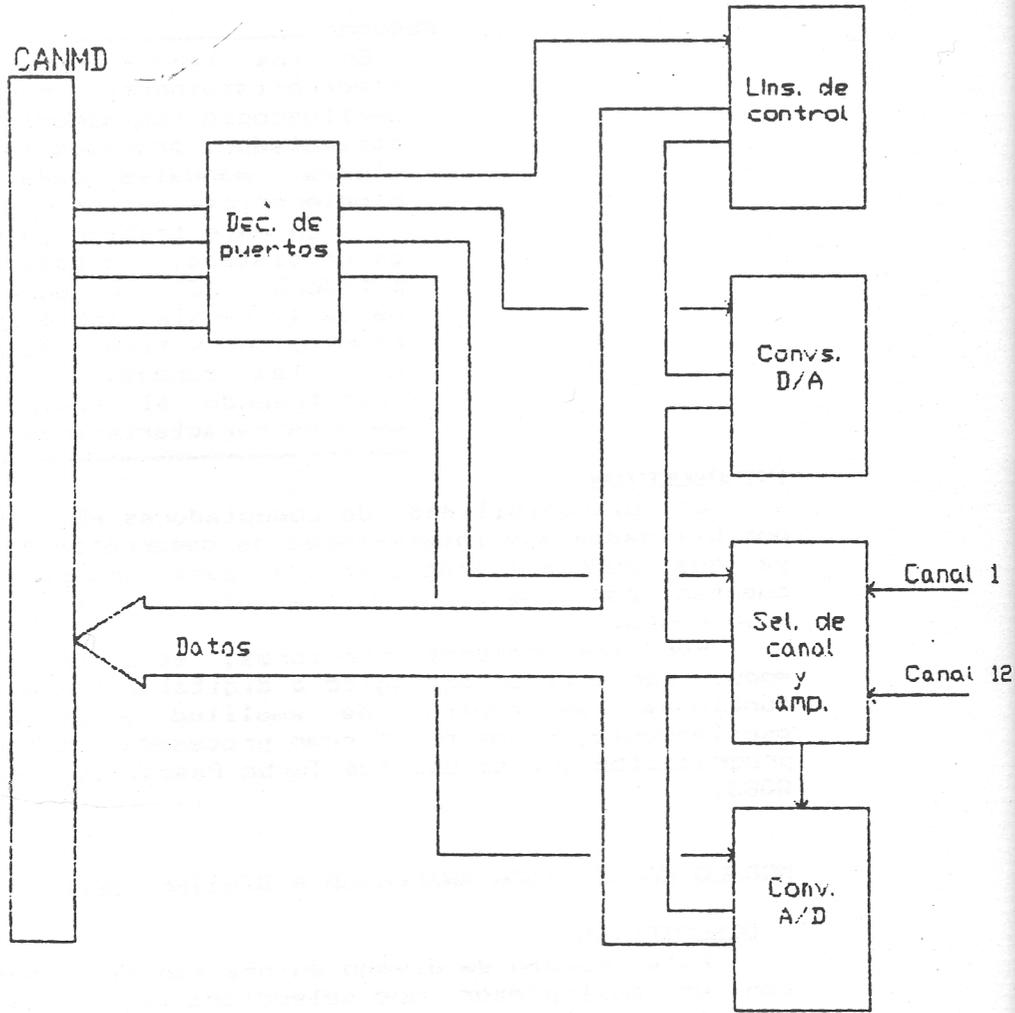


Fig. 1 Diagrama a bloques del CADMD10

| Dir-base | Lectura | Escritura | Funcion |
|----------|---------|-----------|----------------------------------|
| 00 | LEECON | | LEE las lineas de CONTROL |
| 00 | | ESCCONT | ESCRibe las lineas de CONTROL |
| 01 | ICONV | | Inicia la CONVERSION |
| 01 | | SECANAMP | Selecciona CANAL y AMPLificacion |
| 02 | CADBA | | Conv. Analógico a Digital BAJO |
| 02 | | CODABA | CONv. Digital Analógico BAJO |
| 03 | CADAL | | Conv. Analógico a digital ALTO |
| 03 | | CODAAL | CONv. Digital a Analógico ALTO |

Tabla 1

El diagrama lógico se muestra en las figs. 2,3 y 4, en donde se numeran los circuitos de acuerdo a la posición física que ocupan.

El diseño del circuito se basa en los criterios de diseño del CANAL de comunicaciones MODular (CANMD) de definición propia, que tiene las señales básicas para manejar periféricos con un uP y cuatro señales para seleccionar periféricos con hasta ocho puertos de lectura/escritura cada uno.

Decodificador de puertos. El CADMD10 usa una línea de control de periférico (PO) para habilitar a un decodificador de puertos 74LS138 (U10), que a su vez separa las líneas de entrada A0, A1 y WR en ocho líneas de control (cuatro de lectura L0..L3 y cuatro de escritura E0..E3). Estas líneas de lectura y Escritura (Ln En) son las que se usan para acceder ya sea a los puertos de lectura o a los puertos de escritura.

Líneas de control. Para las 8 líneas de control de salida se usa un CI 74LS273 (U2), que se habilita con la señal E0. Las 8 líneas de entrada se pasan por el retenedor con tercer estado 74LS374 (U1) que al mismo tiempo que se habilita con L0 se carga.

Convertidores Digital Analógicos. Los CODAs MC1408 (U5 y U6) se manejan con los retenedores 74LS273 (U11 y U12), que se cargan con las señales E2 y E3. Sus salidas se conectan a convertidores de corriente a voltaje U3 y U4 que se ajustan con sus potenciómetros de ganancia. Los voltajes generados se suman en el operacional U3, dando diferentes pesos a cada uno. Finalmente la salida total se suma en U15 con la señal de entrada para dar la retroalimentación programable al CAD.

Convertidor Analógico a Digital. El convertidor se basa en un circuito monolítico AD573 (U14) que se alambra para aceptar una entrada de $\pm 5V$. El circuito se lee en dos accesos con L2 y L3 para la parte baja y alta respectivamente.

Selector de canal y amplificación. Para esta selección se usa un registro de control 74LS273 (U13) que se carga con E1, los bits S0..S7 que genera se usan en dos grupos; S0..S3 para la selección de canal y S4..S7 para la selección de amplitud.

La selección de canal se realiza por medio de dos llaves analógicas 4051 (U9 y U16) de 8 canales que se seleccionan con los bits S0..S2.

La selección de amplitud se hace conmutando la retroalimentación a un operacional con la llave U8.

De acuerdo al diseño anterior, su manejo se realizaría de la siguiente manera:

- 1-Selecciona amplificación y canal
- 2-Seleccionar el nivel de CD
- 3-Iniciar la conversión
- 4-Esperar el fin de la conversión
- 5-Leer la conversión
- 6-Ajustar los bits leídos en una palabra de 0 a 1023

Que traducido en una función en Pascal queda:

```
Function Convierte:Integer;
var Valor,IEsp:Integer;
begin
  Port[$281]:=AmpCan;           ( 1 )
  Portw[$282]:=NivCD;          ( 2 )
  Aux:=Port[$281];             ( 3 )
  For IEsp:=1 to 3 do;         ( 4 )
  Valor:=Portw[$282];          ( 5 )
  Valor:=Valor shr 6;          ( 6 )
  Convierte:=Valor;
end;
```

PROGRAMACION

La programación en este sistema es muy importante, ya que los circuitos se diseñaron para controlarse desde programa. Para este sistema se seleccionó el lenguaje Turbo Pascal 4, por ser un lenguaje estructurado poderoso, autodocumentado y que permite usar también lenguaje ensamblador.

Los requerimientos para el sistema son: visualizar gráficamente las señales de entrada, cambiar los parámetros de operación en línea, memorizar las señales, manipularlas y medirlas, respaldar y recuperar las señales y reportarlas en impresora y graficador.

La organización de la información se estructuró para que se pueda usar con flexibilidad y se aplicará en proyectos futuros de análisis y procesamiento de señales.

Estructura de datos

Para organizar la información se agrupan variables y datos en grupos relacionados, que se definen como registros (records) y que llamamos tipos principales.

Estructura de datos de los tipos principales:

- Datos de operación
- Datos de despliegue
- Datos de encabezado
- Datos de identificación
- Datos de etapa
- Datos de señal
- Datos de texto

Cada tipo principal de datos (en los archivos se manejan como líneas), tiene a su vez el conjunto de datos relacionados con él, de la siguiente manera:

Operación

- Tipo_de_línea:TLíneas; (Identificación del tipo de línea)
- Eta_p_a Actual :Entero; (apuntador a etapa actual)
- Señal_Actual :Entero; (apuntador a señal actual)
- Texto_Actual :Entero; (apuntador a texto actual)

fin

Identificación

- Tipo_de_línea:TLíneas; (Identificación del tipo de línea)

```

Registro      :Cadena(20);  ( Registro institucional )
Nombre        :Cadena(60);  ( Identificación )
Etapas        :Entero;      ( No. de etapas del estudio )
Señales       :Entero;      ( No. de señales del estudio )
Textos        :Entero;      ( No. de textos del estudio )
fin

```

```

Etapa
Tipo_de_línea: (Líneas;      ( Identificación del tipo de línea )
Fecha        :TFecha;      ( Fecha de captura de la etapa )
Hora         :THora;      ( Hora de captura de la etapa )
Num_Canales  :Entero;      ( No. de canales de captura )
Tiempo_Cap   :Entero;      ( Tiempo de captura )
Frec_Muestreo:Entero;      ( Frecuencia de muestreo )
Num_Muestras :Entero;      ( Numero de muestras a tomar )
Ap_Señal     :TApSeñal;    ( Apuntador a señal )
Canal_Sinc   :Entero;      ( Canal de sincronia )
Comentario   :TComentario; ( Comentario de etapa )
fin

```

```

Señal
Tipo_de_línea: (Líneas;      ( Identificación del tipo de línea )
Grupo        :Entero;      ( grupo al que pertenece )
Ap_Siguiente :TApSeñal;    ( Apuntador a señal )
AP_Anterior  :TApSeñal;    ( Apuntador a siguiente señal )
Amplificacion:Entero;      ( Factor de amplificación )
CD_Retro     :Entero;      ( CD de retroalimentación )
fin

```

Programas

Los programas se desarrollaron modularmente (unidades para Turbo Pascal IV) de la siguiente manera: definiciones, generales, monitoreo, captura, manejo, archivos, graficación, procesos y sistema.

La interfase con el usuario se diseño con ventanas y menus, de tal manera que la operacion del sistema resulte amigable y práctica. Básicamente se tiene una ventana de encabezado donde se muestran las condiciones generales del sistema, una ventana para mostrar variables del modo de operacion, una ventana de gráficas y una ventana de operacion del sistema.

Desde el punto de vista del usuario, el sistema se organizo de la siguiente manera:

Opciones principales:

Monitor Memoria Transfiere Recupera Procesa Prot_de_cap Captura

Donde:

Monitor.- Grafica en la ventana gráfica de 1 a 8 canales de entrada, permitiendo en tiempo real modificar la alta y baja de nuevos trazos, la selección de amplificación, nivel de CD, posición de cada canal y pasar al estado de memoria.

Memoria.- En el estado de memoria se muestra en la ventana gráfica el último barrido adquirido, y se permite mover un cursor para medir o marcar áreas de interes. tambien se puede

amplificar, reducir y mover los trazos.

Transfiere.- mueve la información a disco para su respaldo y a impresora o graficador para su reporte.

Recupera.- de disco el respaldo de la información.

Procesa.- permite filtrar, integrar, derivar y hacer operaciones entre las señales en memoria.

Protocolo de captura.-permite definir un protocolo para capturar señales.

Captura.- adquiere señales, bajo un protocolo de captura definido previamente.

En cada opción principal se muestran subopciones, quedando las más importantes de la siguiente manera:

Opciones del Monitor:

Canal Borra Entrada Memoria Amplificación Nivel Expande Reduce

Opciones de Memoria:

Cursor Posicion Marca Expande Reduce

Opciones de Transferencia:

Disco Impresora Graficador

Opciones de Procesa:

Deriva, Integra, Suaviza Operaciones

DISCUSION Y CONCLUSIONES

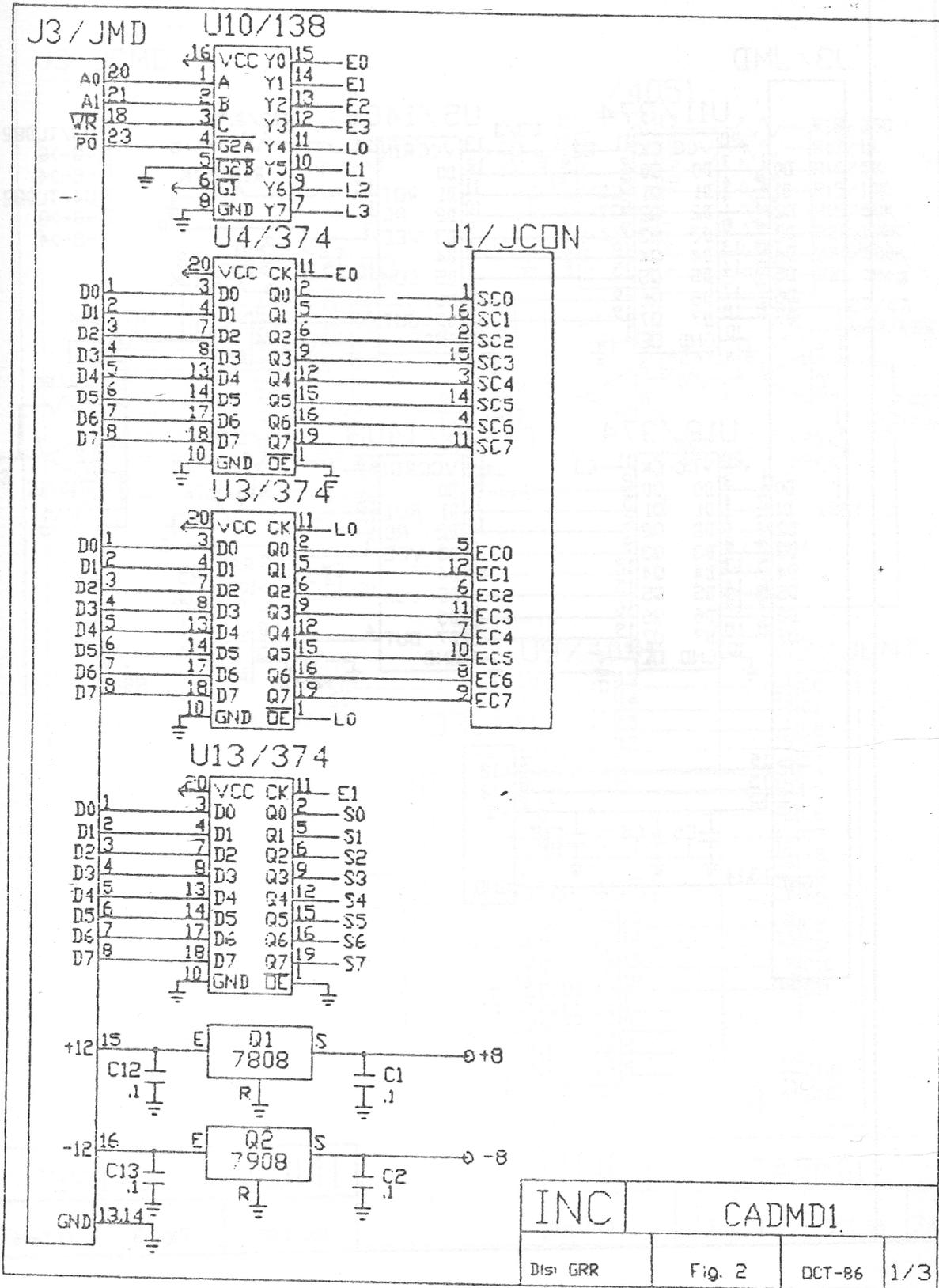
El diseño de la electrónica y programación del sistema aunque resulto relativamente complejo, ha permitido aplicarlo en otros sistemas facilmente.

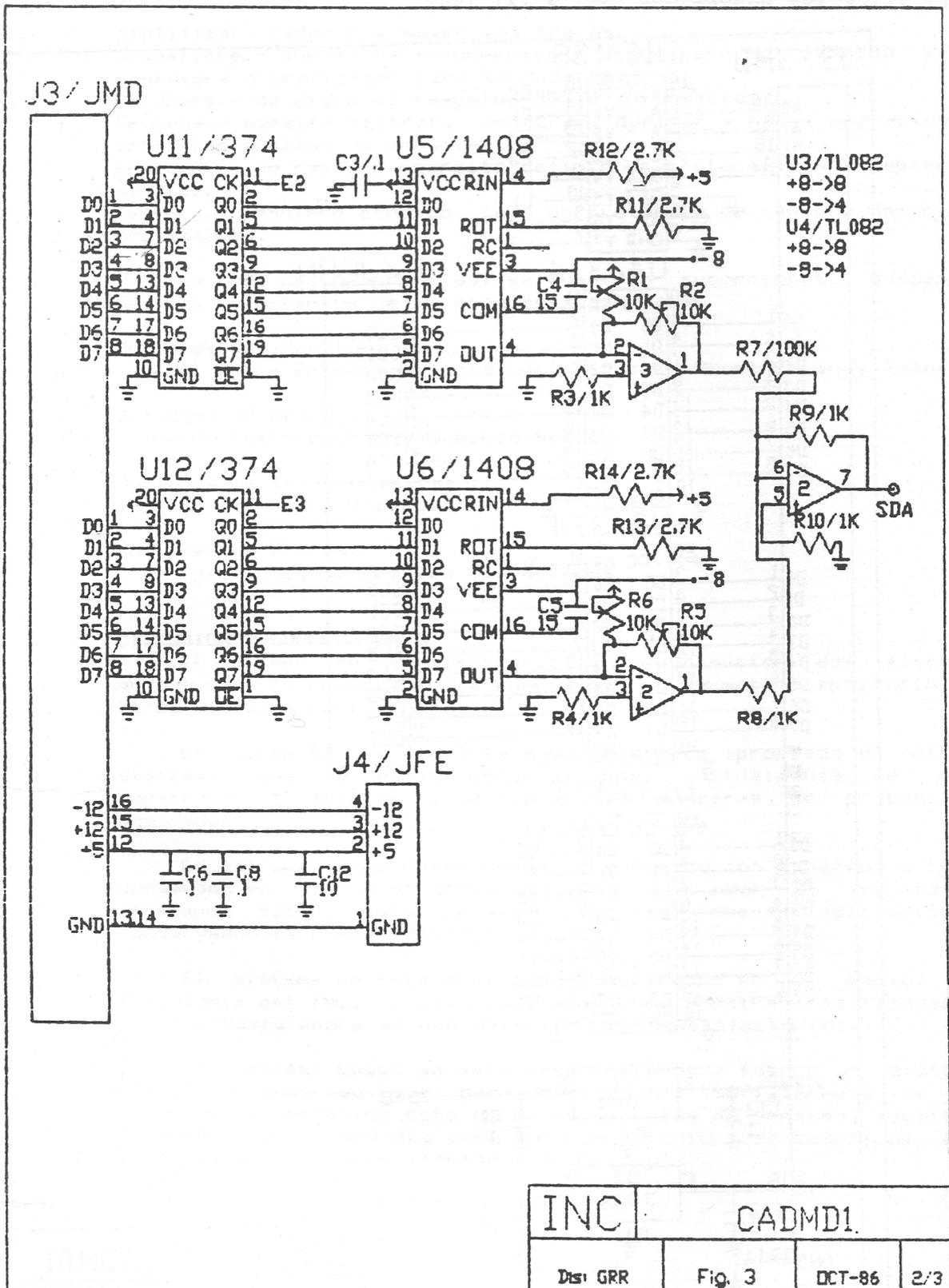
El circuito es flexible y ha resultado apropiado en otros sistemas que se estan desarrollando. Actualmente se han construido 5 modulos y se tienen las mascararas de producción depuradas.

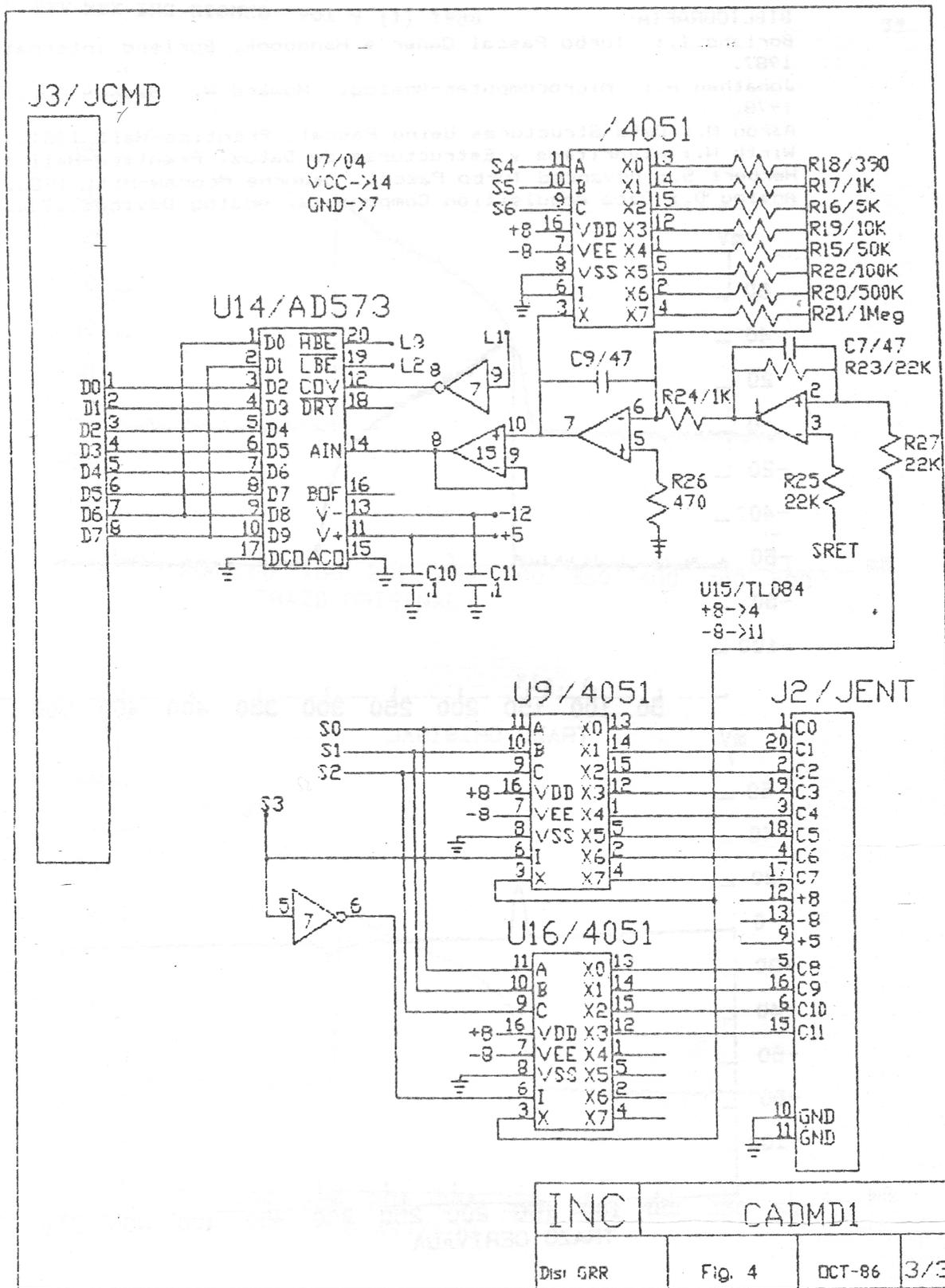
La estructura de datos usada, se diseño con espacios extra, pensando en usarla en otros sistemas en el peor de los casos agregando datos, esto permite usarla en nuevas aplicaciones conservando la compatibilidad.

El sistema se esta evaluando y depurando en el depto. de Fisiología del INC, y los resultados como muestran las figuras 5 y 6 que hasta ahora se han obtenido, son satisfactorios.

Con estas bases se esta desarrollando a futuro un sistema integrado poderoso que haga procesos más sofisticados de la información, organice esta en bases de datos de señales, facilite el manejo de las medidas como hoja de calculo y se comuniquen con el procesador de un estimulador programable.







| | | | |
|-----------|--------|--------|-----|
| INC | CADMD1 | | |
| Dist: GRR | Fig. 4 | OCT-86 | 3/3 |

BIBLIOGRAFIA

- Borland I.: Turbo Pascal Owner's Handbook. Borland International 1987.
Jonathan A.: Microcomputer-Analog. Howard W. Sams & Co., Inc. 1978.
Aaron M.: Data Structures Using Pascal. Prentice-Hall 1981.
Wirth N.: Algoritmos y Estructuras de Datos. Prentice-Hall 1986.
Herbert S.: Advanced Turbo Pascal. Osborne McGraw-Hill 1986.
Analog 'D.: Data Acquisition Components. Analog Devices 1980.

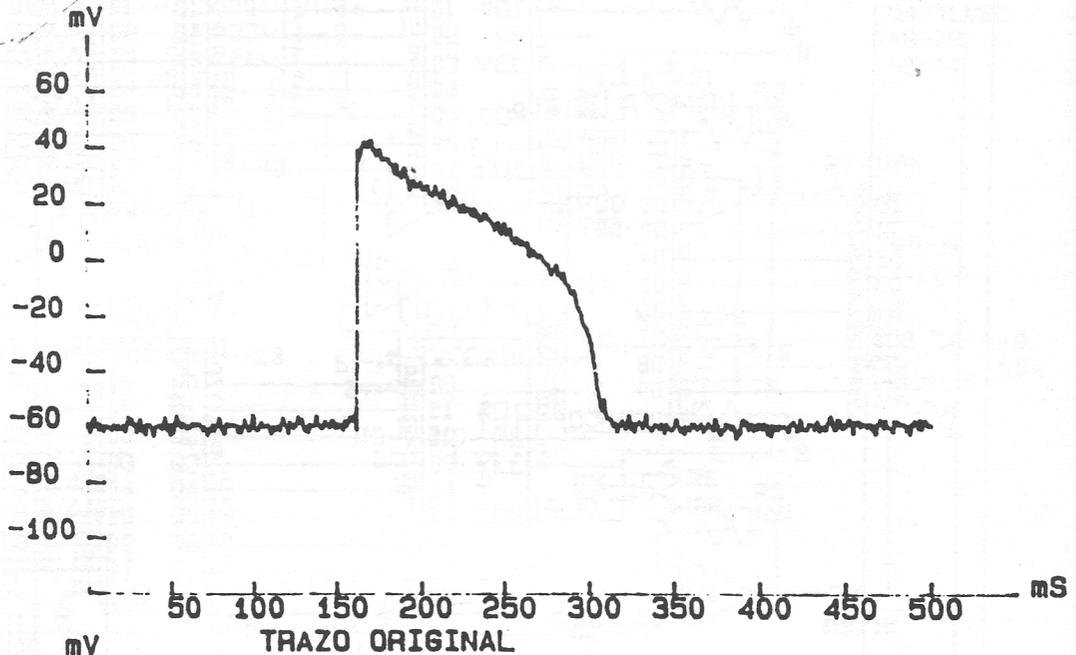
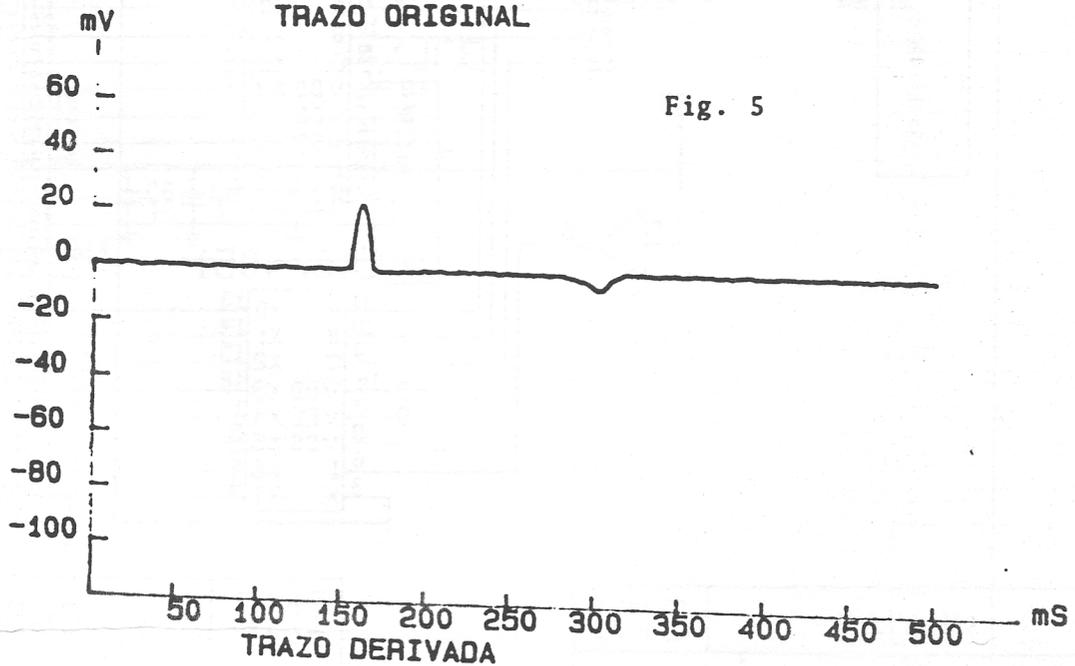


Fig. 5



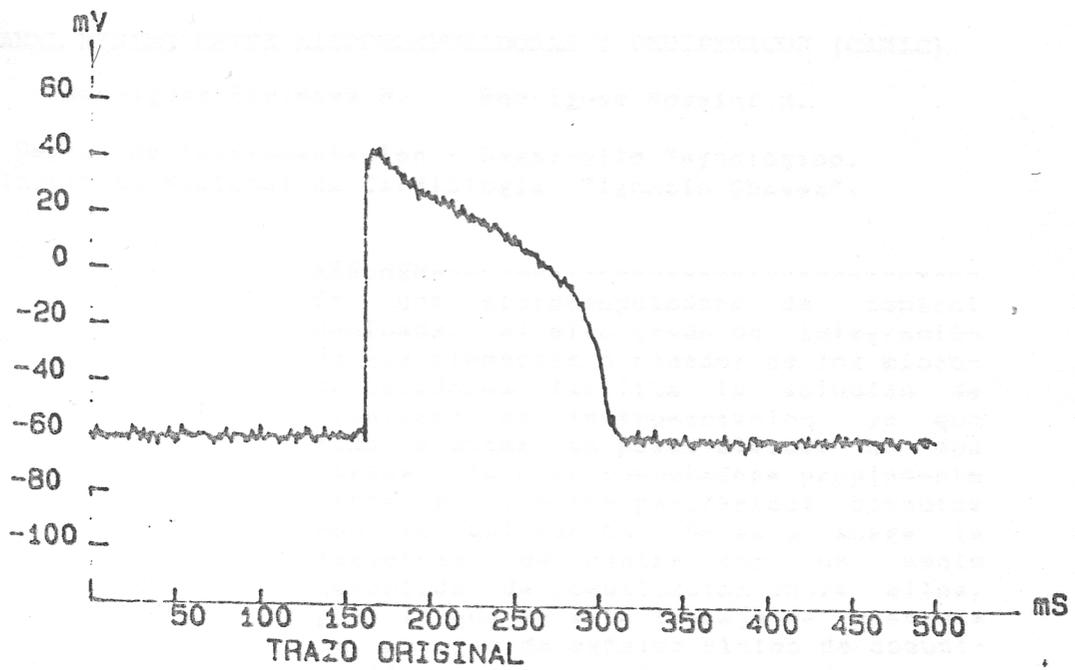


Fig. 6

