



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 077 527**

② Número de solicitud: 9302531

⑤ Int. Cl.⁶: A61B 5/04

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **02.12.93**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.95**

Fecha de concesión: **02.10.97**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.11.97**

⑮ Fecha de publicación del folleto de patente:
16.11.97

⑦ Titular/es: **Universidad de Sevilla,
Vicerrectorado de Investigación y
Transferencia Tecnológica.
C/ Valparaiso, 5, 2ª planta
41013 Sevilla, ES**

⑧ Inventor/es: **Silva Abad, José María;
Camacho Fumanal, Daniel;
Pastor Loro, Angel Manuel;
Escudero González, Miguel y
Delgado García, José María**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real.**

⑤ Resumen:

Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real, que permite la monitorización y el almacenamiento en memoria de ordenador de 8 señales analógicas a una frecuencia de muestreo de 500 Hz con una resolución de 12 bits (4096 valores sobre una escala de tensión de ± 5 voltios) y 4 señales digitales a una tasa de adquisición de eventos de 4 KHz. Este sistema es aplicable en Fisiología y Medicina, así como en aquellos campos de investigación e industriales que requieran el seguimiento de procesos con variables múltiples.

ES 2 077 527 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un sistema para la adquisición simultánea de señales analógicas y digitales de forma ininterrumpida en memoria de ordenador que permite el seguimiento de procesos con múltiples variables que se deseen describir y correlacionar. Está especialmente diseñado para el registro y monitorización de datos de carácter fisiológico (biopotenciales) en forma de señales continuas (movimiento muscular, tensión muscular, electrocardiograma, temperatura, etc.) que se deseen correlacionar con señales discretas (información codificada en forma de potenciales de acción neuronales, con registro múltiple de hasta 4 señales independientes). Su aplicación puede también extenderse a otros campos de investigación básica e industriales que requieran el seguimiento de procesos con múltiples variables.

Estado de la técnica

Las tarjetas de comunicación disponibles en el mercado son de precio elevado cuando están diseñadas para su uso como sistema de adquisición de biopotenciales o bien requieren una alta inversión para el diseño de "software" si tienen un amplio espectro de aplicación. En este sentido, la presente invención se dirige a cubrir una franja de mercado no cubierta por una instrumentación asequible por su relación calidad/precio.

Descripción detallada y modo de realización

Como ejemplo práctico de realización de la invención, que debe entenderse no tiene carácter limitativo de la misma, se describe un posible diseño general del sistema, que consiste en una tarjeta de comunicación en paralelo de alta velocidad (transferencia a 8000 bytes/s) que puede instalarse en un ordenador compatible (figura 3) y un panel frontal en el que se disponen los conectores para los 12 canales de adquisición de datos y los pulsadores de activación y desactivación del sistema de registro (figura 5).

La interfase de control en el panel frontal consta de un convertidor analógico-digital (figura 1) con entrada multiplexada de 12 canales y circuitos asociados y una placa microcomputadora basada en un microprocesador de la familia 7810 con una memoria RAM para el almacenamiento intermedio de datos. El programa de control específico va incluido en una EPROM. Los circuitos del panel frontal están alimentados en tensión continua de 12 voltios por una fuente de alimentación (figura 4). El sistema posee además programas de ordenador para la adquisición y grabación de datos en disco duro de ordenador (UADQ.EXE) que está escrito en TURBO-C. El programa de representación de datos (UCOP.EXE) esta escrito en BASIC y presenta en pantalla los 12 canales en la pantalla de ordenador.

El panel frontal posee 8 entradas analógicas mediante conectores BNC cuya frecuencia de muestreo es de 500 Hz con una resolución de 12 bits. Las señales deben ser suministradas en el

rango de ± 5 voltios. La información a través de los 4 canales digitales deberá ser suministrada en forma de pulsos de entre 5 y 30 voltios que son detectados por su flanco ascendente a una tasa de adquisición de 4KHz. Los pulsos deben tener una duración mínima de 1 μ s.

El comienzo de la adquisición puede realizarse manualmente mediante un pulsador que alternativamente activa o desactiva la alimentación de datos y que se señala mediante indicadores luminosos de color verde y rojo, respectivamente. El comienzo de la adquisición de datos puede realizarse además mediante una señal de sincronización externa en forma de pulso de 5 a 30 voltios de una duración mínima de 1 μ s.

Ejemplo de un modo de operación con el sistema explicado

Como caso practico de la utilidad de la invención se describe la aplicación del sistema de adquisición de datos.

1) Conectar el sistema de adquisición tras lo que se encenderán los indicadores luminosos "RECORD" y "READY" quedando a continuación el sistema listo para adquirir.

2) Ejecutar el programa UADQ3 seguido del nombre del fichero el el que se quieren grabar los datos, por ejemplo, UADQ3 registro.dat <ENTER>. En la pantalla deberá aparecer el mensaje "READY" seguido de un contador de tiempo de registro, en formato minutos:segundos indicando 00:00.

3) Para comenzar a grabar, pulsar brevemente el pulsador "START/STOP". El indicador luminoso se apagará y se encenderá el de "RECORD" indicando que ya se están grabando los datos.

4) Simultáneamente en la pantalla del ordenador se irá actualizando el contador de tiempo de registro transcurrido y se iluminará intermitentemente el indicador de grabación del disco duro.

5) Cuando se desee finalizar la grabación, pulsar de nuevo brevemente el pulsador "START/STOP". El indicador luminoso permanecerá encendido hasta que transcurra el último segundo de grabación y posteriormente se encenderá el indicador "READY" estando listo para una nueva grabación, el programa de adquisición finalizará automáticamente y regresará al sistema operativo.

Los ficheros tienen una longitud de $8000 \cdot n$ bytes, donde n es el tiempo de registro en segundos. Dado que se graban segundos completos, la longitud del fichero deberá ser necesariamente un múltiplo entero de 8000.

En la figura 6 se muestra una aplicación de la invención a un estudio neurofisiológico en la que se ilustra un registro simultáneo de 10 segundos en el que los 4 trazos superiores representan 4 señales analógicas que corresponden a la posición horizontal del ojo izquierdo en el espacio (LH) y sus derivadas sucesivas, primera derivada analógica o velocidad (LV), primera derivada digital (LH') y segunda derivada o aceleración (LV'). El registro inferior corresponde a la frecuencia instantánea de disparo de potenciales de acción de una neurona del sistema nervioso central del carpín dorado que está relacionada con la posición del ojo homolateral en el plano horizontal como

puede comprobarse de la comparación de los registros 1 a 5. Debe hacerse notar que el número de canales similares al superior (LH) es de 8 y el número de canales similares al inferior es de hasta 4.

Descripción de los programas y dibujos

Programa UADQ.EXE

Programa escrito en lenguaje C que instalado junto con la tarjeta interfase DMA en un ordenador PC-AT o superior, permite la adquisición de datos en tiempo real y su almacenamiento en memoria y disco duro. Para ejecutar el programa simplemente se escribe desde el sistema operativo UADQ [nombre del fichero destino] e inmediatamente el programa se sitúa en modo de espera para la adquisición de datos. El funcionamiento del programa (inicio de grabación, fin de grabación) está directamente controlado desde los pulsadores situados en el panel frontal. El resultado del programa es un fichero en disco duro que puede ser representado por el programa UCOP.BAS.

Programa UCOP.BAS

Programa escrito en lenguaje BASIC que permite la representación en pantalla de los datos adquiridos anteriormente. Para ejecutar el programa se escribe UCOP.BAS desde intérprete BASIC. El programa pregunta el nombre del fichero así como el instante inicial y final (en segundos) del intervalo de datos que va a ser representado. La representación consiste en una ventana por canal en la que se ilustran las series temporales de datos de que consta cada canal.

Figura 1: Esquema de las entradas analógico/digital, de multiplexación y de conversión analógico/digital de la tarjeta de circuito impreso instalada en el panel frontal. La entrada de señales procedentes del frontal se realiza por el conector J12. A continuación están las protecciones contra sobretensiones en dos bloques de 4 (cell1-4) y 8 canales (CH1-8), respectivamente. Los datos analógicos se multiplexan en U1 con rango de ± 5 V y se digitalizan en U4 con una resolución de 12 bits.

Figura 2: Esquema del bloque microprocesador, compuesto por microprocesador UPD7810 y memoria EPROM externa U3. A UPD7810 le llegan los datos de canales analógicos

anteriormente digitalizados (U4, figura 1) por el conector J21 (PB0-7). Los canales digitales entran a su vez por el conector J20 (AN4-7). Los datos son ordenados y dirigidos al ordenador PC por el conector J23 (P0-P7).

Figura 3: Esquema de la tarjeta de interfase DMA (acceso directo a memoria) que se instala en un "slot" del ordenador PC-AT a través del conector de dos caras P1. Los preselectores J1 y J2 configuran el canal DMA deseado. Del panel frontal se reciben los datos por el conector J3 y son acondicionados por U1 para su entrada al BUS del PC. Los temporizadores U2A y B, junto con U3 y U4, realizan el control de acceso a memoria.

Figura 4: Esquema de la fuente de alimentación múltiple del panel frontal en la que se incluyen transformador, rectificador, filtrado y regulación lineal.

Figura 5: Conexión del panel a la tarjeta de circuito impreso en el que se ilustran los conectores para la entrada de señales (12 canales) y de salida hacia el PC, así como los pulsadores de control de proceso

Figura 6: Figura en la que se muestra un caso práctico de la aplicación a la fisiología del sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real. Se observa el registro durante 10 s de 4 señales analógicas (L) y de una señal digital (F). LH representa la posición del ojo horizontal durante el movimiento ocular reflejo que se produce en respuesta a la oscilación sinusoidal de la cabeza alrededor del eje vertical. LV es la derivada analógica de la anterior, es decir la velocidad del ojo en el espacio. LH' y LV' son las derivadas digitales de LH y LV, respectivamente. Finalmente, F representa la frecuencia instantánea de disparo de potenciales de acción, calculada como el inverso de intervalo de tiempo entre dos de ellos, de una neurona relacionada con los movimientos oculares como se desprende de la comparación entre los registros LH y F. Calibraciones según se ilustran.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real, **caracterizado** porque permite la adquisición simultánea de 8 señales analógicas y 4 señales digitales de forma ininterrumpida y su almacenamiento en memoria de ordenador, de aplicación en Fisiología y otras disciplinas médicas para la monitorización de biopotenciales y en general procesos con múltiples variables, constituido por: a) un panel frontal de control de las funciones de grabación y alimentación de datos, b) un convertidor analógico/digital controlado por una microcomputadora, y c) una tarjeta de comunicaciones, que sirve de interfase con el ordenador central encargado de gobernar el proceso en tiempo real.

2. Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real según reivindicación 1, en el que la frecuencia de muestreo de los 4 canales digitales es de 4 KHz y la de los 8 canales analógicos es de 500 Hz que son digitalizados con una resolución de 12 bits.

3. Sistema de adquisición de datos ininte-

rrumpido en tiempo real según reivindicaciones 1 y 2, en el que el tiempo de almacenamiento de datos en disco duro de ordenador es seleccionable por el usuario, desde 1 segundo hasta tiempo indefinido limitado por la capacidad de memoria disponible en el ordenador.

4. Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real según reivindicaciones 1 a 3, que permite la monitorización de biopotenciales en tiempo real y cuya grabación puede permanecer en modo de espera hasta que una señal relevante inicia el modo de registro.

5. Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real según reivindicaciones 1 a 4 en el que la interfase viene controlada por una placa microcomputadora que está provista de un microprocesador, memoria RAM y una EPROM en la que se codifica todo el programa de funcionamiento del sistema.

6. Sistema de adquisición de datos ininterrumpido en tiempo real según reivindicaciones 1 a 5, en el que todas las señales adquiridas pueden monitorizarse simultáneamente en la pantalla de un ordenador compatible.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

ES 2 077 527 B1

1. PROGRAMA UADQ.EXE

```

COUNT1 EQU 10H
COUNT2 EQU 11H
NTIMES EQU 10

;*****
ORG 00H
JMP RESET

ORG 04H
EI
RETI ;NMI NOISE

ORG 08H
JMP INTCLK

;*****
ORG 00C0H
RESET: LXI SP,OFFFH ;SET STACK POINTER
MVI V,OFFH ;SET WORKING REGISTER AREA=INTERNAL RAM
MVI PA,0 ;RESET DATA
MVI PC,16 ;RESET 'READY' & 'RECORD'
MVI PF,16+32 ;DISABLE DMA ACCESS
MVI A,0
MOV MA,A ;PORT A FOR OUTPUT
MVI A,8
MOV MC,A ;PC3 INPUT, REMAINDERS OUTPUT
MVI A,64
MOV MF,A ;PF6 INPUT, REMAINDERS OUTPUT
MVI A,250 ;SET 4 KHz CLOCK
MOV TMO,A
MVI TMM,83H ;ENABLE TIMERO
LXI D,4000 ;FRAMES PER SECOND
EI

;***** MAIN PROGRAM *****
MAIN: SKIT AN4 ;CLEAR CELL1
NOP
SKIT AN5 ;CLEAR CELL2
NOP
SKIT AN6 ;CLEAR CELL3
NOP
SKIT AN7 ;CLEAR CELL4
NOP
SKIT F1 ;CLEAR 'START' & 'STOP'
NOP
MVIW COUNT1,0 ;RESET COUNT1
MVIW COUNT2,0 ;RESET COUNT2
LXI EA,0 ;RESET FRAME COUNTER
MVI PC,16+128 ;'READY'

START: SKIT F1 ;START?
JR START ;NO
MVI C,16+64
MOV A,C ;INITIALIZE CHANNELS
MOV PC,A ;'RECORD'
CALL DELAY ;TO AVOID REBOUNDS
MVI PF,10H ;DMA ENABLE
XRI MKL,2 ;RELEASE MASK FROM INTTO
STOP: DEQ EA,D ;SECOND COMPLETED?
JR STOP ;NO
LXI EA,0 ;RESET FRAME COUNTER
SKIT F1 ;STOP?
JR STOP ;NO
XRI MKL,2 ;MASK INTTO

```

ES 2 077 527 B1

```

CALL DELAY          ;TO AVOID REBOUNDS
JMP MAIN           ;AGAIN

;*****
INTCLK:  MVI  B,0          ;RESET SPIKES
         XRI  PC,16        ;CONVERSION
         XRI  PC,16        ;READ
         SKNIT AN4         ;SPIKE IN CELL1?
         ORI  B,8          ;YES
         SKNIT AN5         ;SPIKE IN CELL2?
         ORI  B,4          ;YES
         SKNIT AN6         ;SPIKE IN CELL3?
         ORI  B,2          ;YES
         SKNIT AN7         ;SPIKE IN CELL4?
         ORI  B,1          ;YES
         CALL READ        ;READ A/D CHANNEL(C) & TX
         INR  C            ;NEXT CHANNEL
         NEI  C,64+16+8
         MVI  C,64+16
         MOV  A,C
         MOV  PC,A
         SKNIT FTO
         JMP  OVERF        ;TIMER OVERFLOW
         INX  EA          ;FRAME COUNTER
         EI
         RETI

READ:    OFFI PC,8         ;END OF CONVERSION
         JR   READ        ;NO
         MOV  A,PB        ;READ 8 MSB
         XRI  PC,32
         CALL TX
         MOV  A,PB        ;READ 4 LSB
         ORA  A,B         ;ADD SPIKES
         XRI  PC,32
         CALL TX
         RET

TX:      OFFI PF,64        ;BUSY?
         JR   TX          ;YES
         MOV  PA,A        ;SET DATA
         XRI  PF,16       ;STROBE
         XRI  PF,16       ;DMA REQUEST
         RET

DELAY:   SKIT FTO
         JR   DELAY
         INRW COUNT2
         JR   DELAY
         INRW COUNT1
         EQIW COUNT1,NTIMES
         JR   DELAY
         MVIW COUNT1,0
         SKIT F1
         NOP
         RET

OVERF:   MVI  PC,16+64+128 ;DISPLAY 'RECORD' & 'READY'
         JR   OVERF

```

2. PROGRAMA UCOP.BAS

```

10 CLS: KEY OFF: OPTION BASE 1: DIM CH% (25000)
20 MAXF(1)=4000: MAXF(2)=4000: MAXF(3)=4000: MAXF(4)=4000 30 INPUT
  "NOMBRE DEL FICHERO: ", FIL$
40 INPUT "INSTANTE INICIAL, FINAL (SEG.) [MAX. DIF.= 50 SEG.]: ",X1,X2:
  NSEC=X2-X1:NREG%=500*NSEC
50 IF (X1>=X2 OR X1<0 OR X2-X1>50) GOTO 40
60 OPEN "R",#2, FIS$, 16: FIELD 2,16 AS DATO$
70 SCREEN 2
80 FOR K=0 TO 1: FOR J=1 TO 4
90 VIEW (1+320*K, 1+35*(J-1))-(275+320*K, 35*J-2),,1: WINDOW (1,0)-
  (NREG%, 4095)
100 LOCATE 4*J, 16+K*40: PRINT"WAIT";
110 FOR I=1 TO NREG%: GET 2, 500*X1+1: CH%(I)=ASC(MID$(DATO$, 8*K+2*J-
  1,1))*16+ASC(MID$(DATO$,8*K+2*J,1))/16: NEXT I
120 LOCATE 4*J, 16+K*40: PRINT"      ";
130 PSET (1,CH%(1)):FOR I=2 TO NREG%: LINE -(I,CH%(I)): NEXT I 140
  LOCATE 4*J,36+40*K: PRINT"CH";-(4*K+J);
150 NEXT J: NEXT K
160 FOR K=0 TO 1 FOR J=1 TO 2
170 VIEW (1+320*K, 1+25*(J+5))-(275+320*K, 25*J+6)-2),,1: WINDOW
  (1,0)-(8*NREG%,MAXF(2*K+J)
180 X=-1E-10: Y=0
190 FOR I=1 TO NREG%: GET 2,I+500*X1: VALUE=0
200 FOR F=1 TO 8: VALUE=2*VALUE-(((ASC(MID$(DATO$,2*F,1))) AND(2^(4-
  2*K+J))))0(2^(4-(2*K+J)))): NEXT F
220 FOR N=1 TO 8
230 IF VALUE>255 THEN LINE (Y,0)(Y, 4000/(Y-X)): VALUE=VALUE AND 255:
  X=Y
240 VALUE=2*VALUE: Y=Y+1
250 NEXT N
260 NEXT I
270 LOCATE 18+J*3, 36+40*K: PRINT"SPK"; CHR$(48+2*K+J); 280 NEXT J:
  NEXT K
290 CLOSE: BEEP: A$=INPUT$(1): SCREEN 0
300 GOTO 40

```


Figura 2

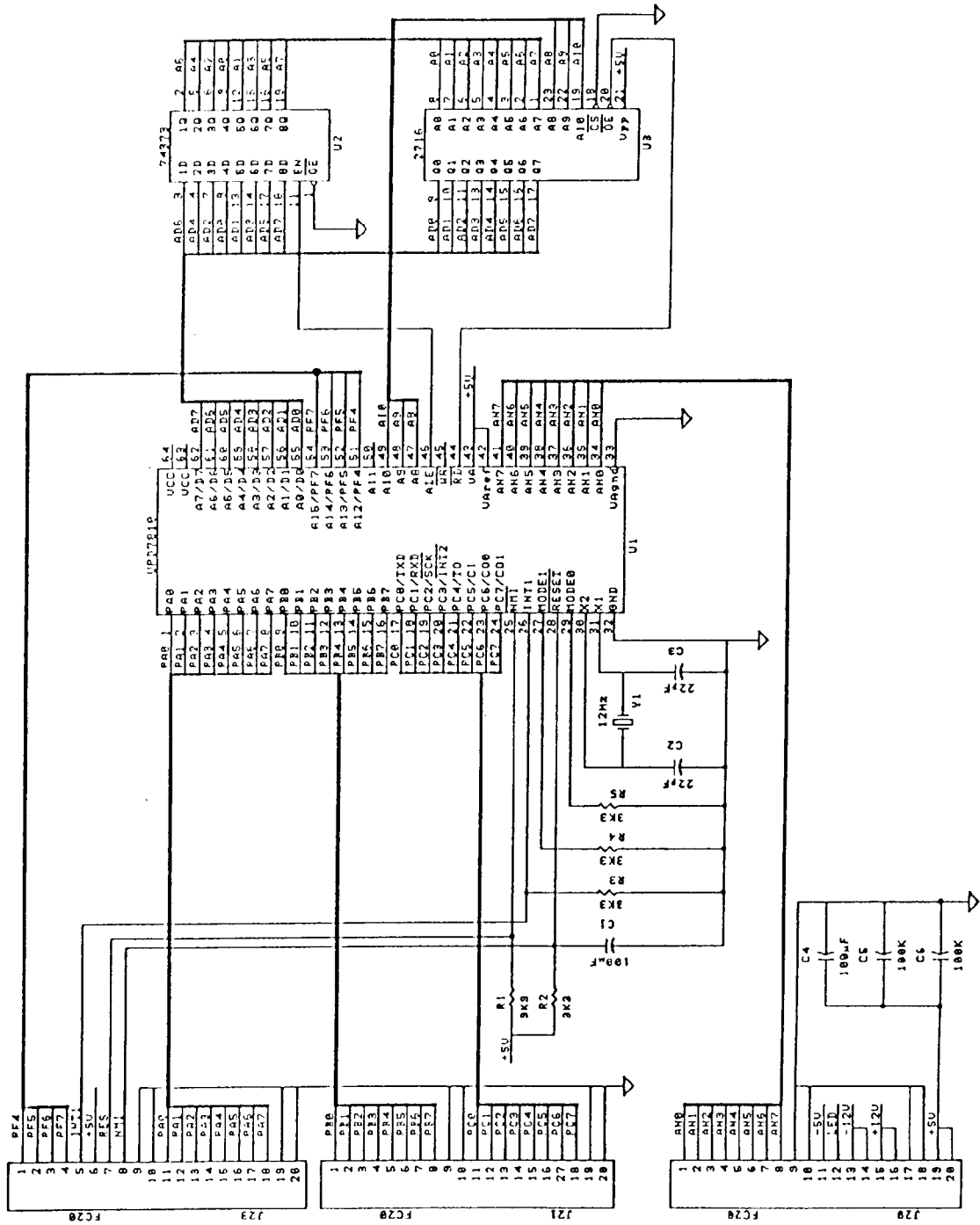


Figura 3

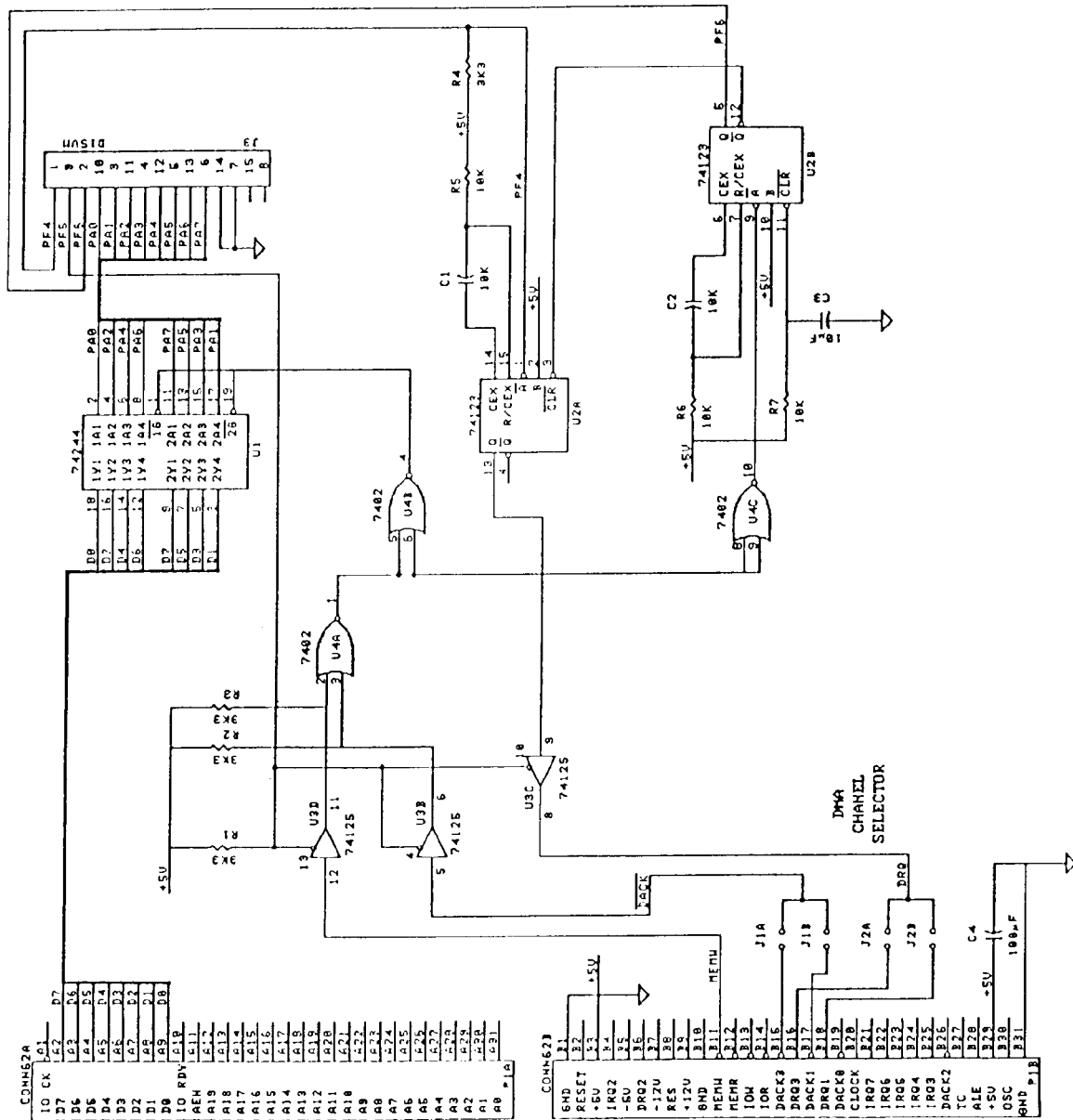


Figura 4

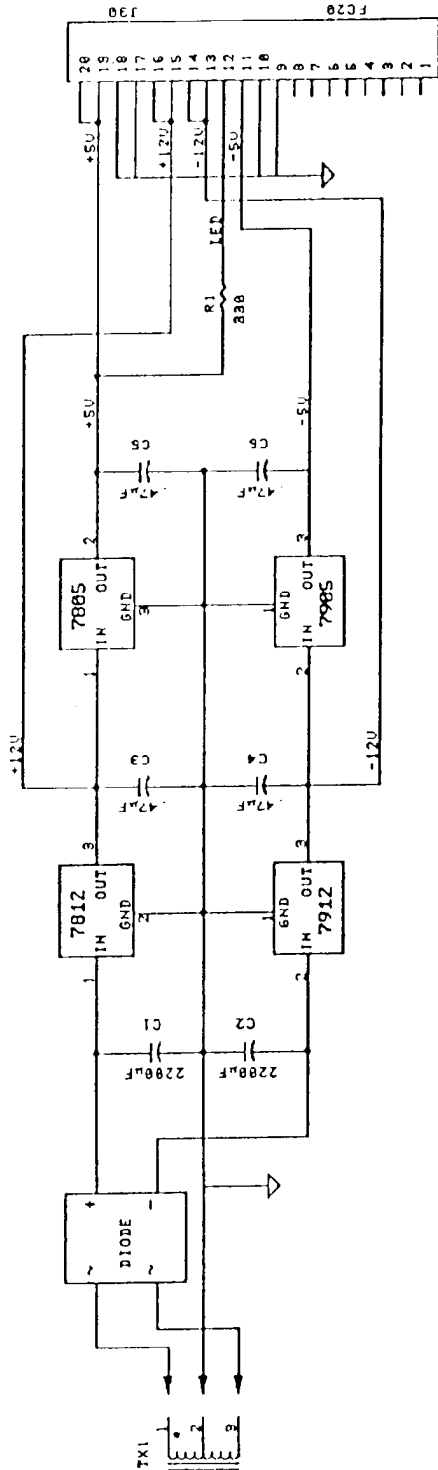


Figura 5

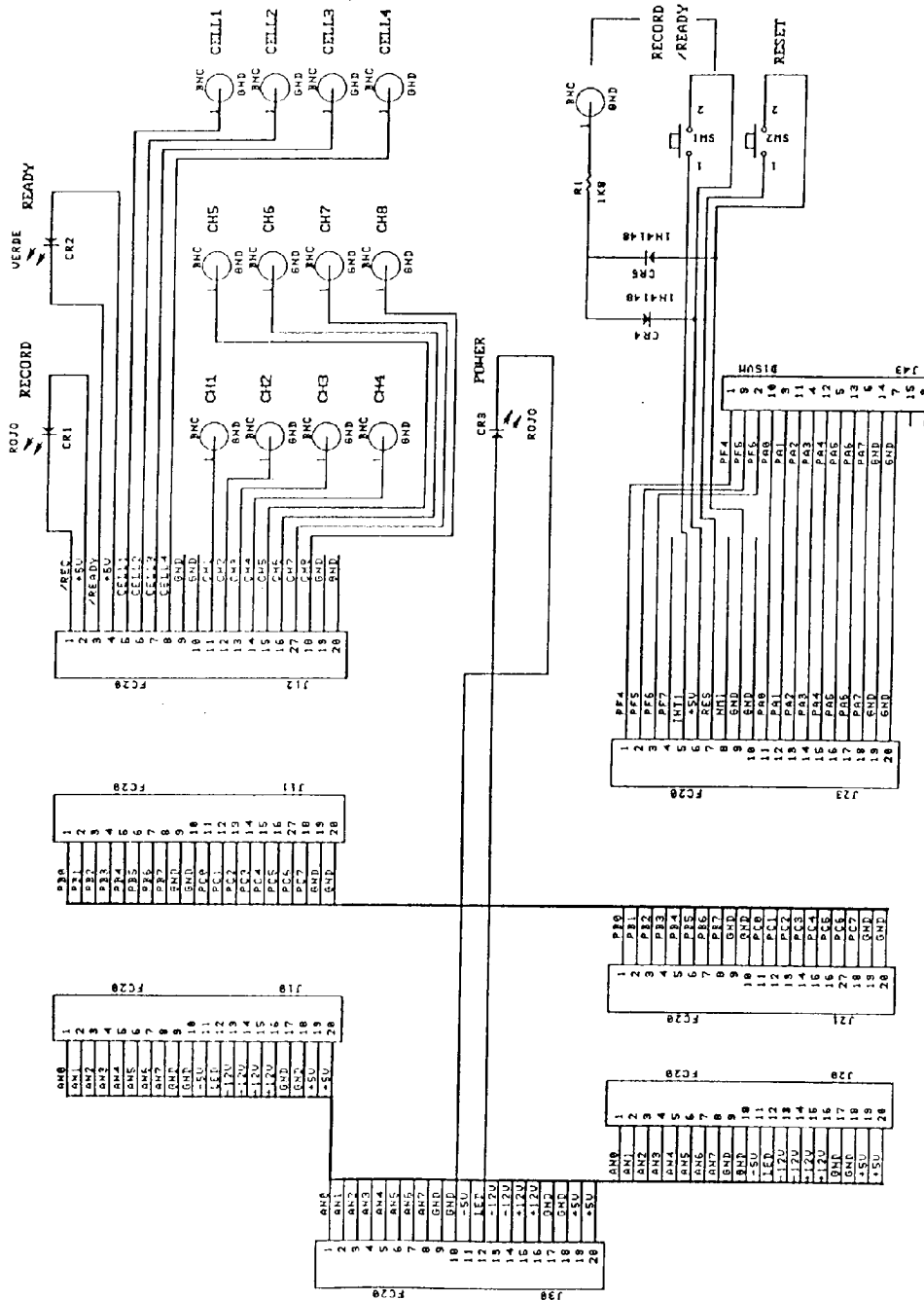
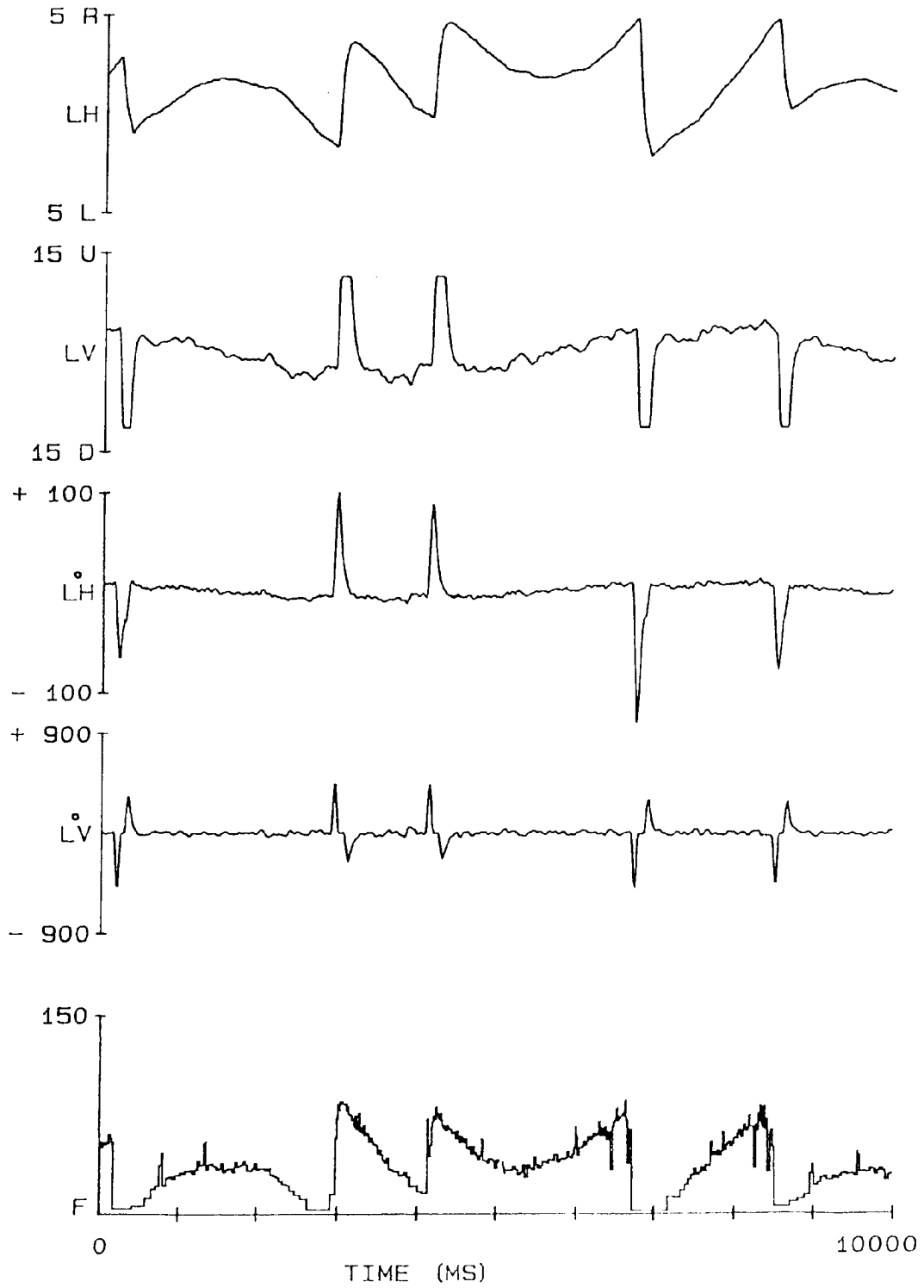


Figura 6





INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁶: A61B 5/04, G06F 17/40

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GB-2100439-A (TEXAS INSTRUMENTS LIMITED) 22.12.82 * Página 2 *	1,5,6
X	ES-2012846-A (CENTRO PARA EL AHORRO Y EL DESARROLLO ENERGÉTICO Y MINERO) 16.04.90 * Columnas 3,6 *	1,5,6
A	GB-2122041-A (ROLLS ROYCE LIMITED) 04.01.84 * Páginas 1,2 *	1,2,4
A	EP-396966-A (SANTA BARBARA RESEARCH CENTER) 14.11.90 * Columnas 3-6 *	1,4,5
A	WO-9011718-A (BIOMETRAK CORPORATION) 18.10.90 * Páginas 5,6 *	1,4,6
A	ES-2017286-A (UNIVERSIDAD DE IOWA) 16.01.91 * Reivindicaciones 1,12 *	1,5
A	US-4970496-A (ROBERT B. KIRKPATRICK) 13.11.90 * Columna 2, líneas 26-43 *	1
A	US-5155760-A (MARK A. JOHNSON y otros) 13.10.92 * Columna 2, líneas 14-31 *	4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

28.02.97

Examinador

S. Fernández Díez-Picazo

Página

1/1