

126
2uj



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS DE
ESTADO SOLIDO PARA UN
ACELEROGRAFO DSA-1

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO MECANICO

ELECTRICISTA

(AREA ELECTRONICA)

P R E S E N T A :

CARLOS FERNANDO MEZA VUDOYRA



DIRECTOR DE TESIS:

M. EN I. ROBERTO QUAAS WEPPEN

MEXICO

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS DE ESTADO SOLIDO

PARA UN ACELEROGRAFO DSA-1

Dedico este trabajo a:

La memoria de mis padres:

María Ofelia Vudoyra de Meza

Carlos Meza Ruiz

**Quienes fueron el más grande apoyo que
he tenido.**

A mis hermanos:

Laura, Luis, Miguel Angel y Marco Antonio.

INDICE

I. INTRODUCCION

II. DESCRIPCION GENERAL DEL ACELEROGRAFO DSA-1

- 2.1 Descripción general
- Adquisición y almacenamiento de información
- Lógica de control
- Formato de almacenamiento
- Mecanismo de disparo

III. REDISEÑO DEL DSA-1 Y CONSTRUCCION DE LA TARJETA MULTIFUNCION DSAM-1

- 3.1 Rediseño del DSA-1
- 3.2 Diagrama general de bloques
- 3.3 Diseño de la tarjeta multifunción DSAM-1
 - Unidad de control y procesamiento
 - Puertos de entrada/salida
 - Decodificador
 - Memoria RAM
 - Memoria EPROM
 - Unidad de almacenamiento (UAD)
 - Reloj de tiempo real
 - Visualizador alfanumérico
 - Circuito para la comunicación serie RS-232
 - Circuito supervisor
 - Sistema de disparo
 - Monitor de batería
 - Acopladores de señales externas
 - Sistema de alimentación
 - Panel de control
 - Interconexión entre el DSA-1 y la tarjeta multifunción

IV. PROGRAMA DE CONTROL DEL ACELEROGRAFO DSAM-1

- 4.1 Diagrama general de flujo
- 4.2 Rutina Inicializa I
- 4.3 Rutina Inicializa II
- 4.4 Rutina de despliegue
- 4.5 Rutina de adquisición de datos
- 4.6 Algoritmo de disparo
- 4.7 Control del visualizador
- 4.8 Mapa general de memoria
- 4.9 Formato de almacenamiento en la memoria de preevento
- 4.10 Parámetros fijos almacenados en la EEPROM
- 4.11 Mapa de memoria de la unidad de almacenamiento de datos (UAD)
- 4.12 Formato de almacenamiento de la información

V. MODO DE OPERACION DEL ACELEROGRAFO DSAM-1

- 5.1 Panel de control
 - Interruptor de encendido
 - Botón RESET
 - Selector de modo
 - Botón de disparo
 - Botón SELDSP
 - Botón SELDAT
 - Botón DAT
- 5.2 Visualizador alfanumérico
- 5.3 Funciones especiales
 - Rutina que inicializa el contador de eventos e interrupciones
 - Rutina que despliega o elimina un * de la pantalla para indicar si se puede o no modificar el reloj
 - Rutina que despliega la aceleración en cuentas
 - Revisión de la memoria de preevento y del módulo UAD
 - Monitoreo de la UAD o del sistema
 - Modo de espera de comandos provenientes de la PC

VI. COMUNICACION SERIE DEL DSAM-1 CON LA COMPUTADORA PERSONAL

- 6.1 Conexión del DSAM-1 y la PC
- 6.2 Formato de transmisión
- 6.3 Programa DATDSAM1.EXE de comunicación serie utilizado por la PC
 - Formación del nombre de un archivo de tipo directorio
 - Formación del nombre de un archivo de datos
 - Ejecución del programa DATDSAM1.EXE
 - Recuperación del directorio
 - Despliegue del directorio
 - Recuperación de los eventos
- 6.4 Programa de comunicación serie utilizado por el DSAM-1
 - Selección del modo principal de transmisión
 - Trasmitir directorio
 - Trasmitir un evento
 - Modo de operación

VII. CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO

- 7.1 Construcción del prototipo
- 7.2 Pruebas de polaridad
 - Aceleración estática
 - Aceleración dinámica
- 7.3 Prueba de aceleración estática
- 7.4 Prueba de aceleración dinámica

VIII. CONCLUSIONES

IX. RECONOCIMIENTOS

V. MODO DE OPERACION DEL ACELEROGRAFO DSAM-1

- 5.1 Panel de control
 - Interruptor de encendido
 - Botón RESET
 - Selector de modo
 - Botón de disparo
 - Botón SELDSP
 - Botón SELDAT
 - Botón DAT
- 5.2 Visualizador alfanumérico
- 5.3 Funciones especiales
 - Rutina que inicializa el contador de eventos e interrupciones
 - Rutina que despliega o elimina un * de la pantalla para indicar si se puede o no modificar el reloj
 - Rutina que despliega la aceleración en cuentas
 - Revisión de la memoria de preevento y del módulo UAD
 - Monitoreo de la UAD o del sistema
 - Modo de espera de comandos provenientes de la PC

VI. COMUNICACION SERIE DEL DSAM-1 CON LA COMPUTADORA PERSONAL

- 6.1 Conexión del DSAM-1 y la PC
- 6.2 Formato de transmisión
- 6.3 Programa DATDSAM1.EXE de comunicación serie utilizado por la PC
 - Formación del nombre de un archivo de tipo directorio
 - Formación del nombre de un archivo de datos
 - Ejecución del programa DATDSAM1.EXE
 - Recuperación del directorio
 - Despliegue del directorio
 - Recuperación de los eventos
- 6.4 Programa de comunicación serie utilizado por el DSAM-1
 - Selección del modo principal de transmisión
 - Trasmitir directorio
 - Trasmitir un evento
 - Modo de operación

VII. CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO

- 7.1 Construcción del prototipo
- 7.2 Pruebas de polaridad
 - Aceleración estática
 - Aceleración dinámica
- 7.3 Prueba de aceleración estática
- 7.4 Prueba de aceleración dinámica

VIII. CONCLUSIONES

IX. RECONOCIMIENTOS

X. BIBLIOGRAFIA

APENDICE A. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DSA-1

APENDICE B. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DSAM-1

I. INTRODUCCION

El acelerógrafo DSA-1 es un aparato robusto y de alta calidad que ha logrado mantenerse en operación por más de 15 años en la red acelerográfica de Guerrero. Con el paso del tiempo, este aparato ha ido adquiriendo un atraso tecnológico en cuanto a sus funciones y a su sistema de almacenamiento de información, orillándolo a volverse un instrumento obsoleto. Para evitar esto, se propuso el diseño de una tarjeta multifunción que le permita al aparato continuar su operación con la confiabilidad que hasta hoy se ha tenido pero modernizado con un sistema de registro totalmente de estado sólido.

El trabajo inicia con la descripción general del acelerógrafo original DSA-1 (capítulo II), en el cual se encuentra el modo de operación del instrumento, las señales de control empleadas y los diagramas de tiempo asociados.

En el capítulo III se describe la arquitectura de la tarjeta multifunción DSAM-1 diseñada incluyendo cada uno de los elementos que la componen. En el capítulo IV se presenta el programa de control que coordina las tareas del microcontrolador y la forma en que se almacenan los datos en las diversas memorias.

El modo de operación del acelerógrafo se presenta en el capítulo V; en él se describe el funcionamiento de cada uno de los interruptores, así como algunas funciones de operación especial implementadas.

En el capítulo VI se describe la forma en que se realiza la comunicación serie entre el DSAM-1 y una computadora personal. Se incluye la secuencia de pasos que se deben seguir para transferir un evento almacenado, así como las características más importantes de los programas utilizados por la PC y el DSAM-1.

Finalmente en el capítulo VII se detallan alguna pruebas básicas de funcionamiento realizadas y se muestra la manera como se implementó el prototipo.

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ACELERÓGRAFO DSA-1

2.1 Descripción general

El DSA-1, fabricado por la empresa Kinemetrics, es un acelerógrafo digital triaxial diseñado para el registro de movimientos provocados por sismos fuertes. Este instrumento registra en forma continua el movimiento de la superficie sobre la cual está instalado, convirtiendo las señales analógicas de sus tres sensores en palabras digitales y almacenándolas temporalmente en una memoria de preevento. Al mismo tiempo compara cada una de estas muestras contra un umbral previamente establecido, para determinar si se debe o no almacenar la información en la cinta magnética. Las especificaciones técnicas del instrumento se presentan en el apéndice A. Una descripción técnica más detallada se da en el manual de referencia del fabricante (ref. 3).

Con la finalidad de conocer los distintos sistemas y señales del instrumento, información necesaria para realizar las modificaciones que más adelante se presentarán, a continuación se describe en forma general el funcionamiento del acelerógrafo basado en el diagrama de bloques de la figura 2.1.

Adquisición y almacenamiento de información

Bajo condiciones normales el acelerógrafo DSA-1 detecta y convierte cada una de las señales registradas por sus tres sensores a una palabra digital de 12 bits a razón de 200 muestras por segundo y, una vez codificadas, las almacena temporalmente en una memoria de preevento junto con otros datos como el contador de eventos, el código del tiempo, etc.

Al ocurrir un movimiento brusco del terreno que rebasa el nivel de disparo previamente seleccionado, el aparato enciende su unidad de grabación y almacena en cinta magnética la información serializada de la memoria de preevento. Este proceso continúa hasta que el movimiento disminuye y ya no se genera una señal de disparo. A partir de ese instante el aparato continuará registrando por 5.2 segundos antes de apagar nuevamente la unidad de cinta.

Lógica de control

A partir de una base de tiempo de referencia, este circuito genera las señales de control necesarias para capturar, digitalizar y almacenar en la memoria de preevento las muestras de aceleración en forma secuencial y automática. Las principales señales utilizadas por el acelerógrafo DSA-1 se muestran en los diagramas de las figuras 2.2 y 2.3.

La base de tiempo es un oscilador a cristal con frecuencia 2.638MHz a partir de la cual y mediante divisores se generan las señales de 6400, 3200, 1600 y 200Hz.

Las señales de control MUX1, MUX2 y MUX3, son aquellas que le indican al sistema multiplexor cuál de las tres señales analógicas de entrada se va a dejar pasar al circuito "sample and hold" (S&H) para ser muestreada y convertida a un valor digital. Cuando la señal MUX1 toma un nivel alto, se permite el paso de la señal analógica generada por el acelerómetro longitudinal (canal 1); con el pulso MUX2 la señal del acelerómetro vertical (canal 2) y finalmente con MUX3 la señal del acelerómetro transversal (canal 3).

La señal S&H es utilizada para indicarle al circuito "sample and hold" el momento en que debe leer el voltaje de salida del multiplexor analógico (MUX1, MUX2 o MUX3). Es por ello que al presentarse un flanco de subida en la señal S&H real, el muestreador captura el valor del voltaje que hay en la salida del multiplexor y lo mantiene constante durante el proceso de conversión análogo-digital. Este proceso se inicia con la señal START.

Las señales de control LATCH1 y LATCH2 se emplean para almacenar temporalmente en registros las muestras una vez convertidas (canales 1 y 2 respectivamente). Estas señales se mantienen en un estado lógico bajo y únicamente cambian de nivel al momento de terminarse el proceso de conversión del canal correspondiente.

Por último, la señal DATA STROBE le indica al sistema el fin de la conversión del tercer canal y con ella se transmiten los datos almacenados en los registros (junto con la muestra recién obtenida) hacia el circuito codificador y memoria de preevento.

Formato de almacenamiento

Como se puede apreciar en la figura 2.4, el formato de grabación está compuesto por cuatro series de datos cada una correspondiendo a una pista de la cinta de la unidad magnética. Cada serie a su vez está formada por bloques de datos o muestras de 16 bits. Los datos de las tres pistas superiores 1, 2 y 3, corresponden a los tres canales de aceleración, mientras que en la cuarta pista se graba el valor de paridad non vertical obtenido de los tres bits superiores.

Al inicio se tiene un bloque de sincronía que se repite cada 64 muestras y se caracteriza porque todos sus datos son ceros. Cada muestra de 16 bits inicia a su vez con una señal de sincronía de 2 bits, cuyo valor es siempre 01 y son empleados como código de separación de bloques y señal de sincronía en el proceso de reproducción de los datos.

El bit 3 lleva codificado y multiplexado algunos parámetros de interés para el usuario. Así, en el bit 3 del primer renglón se multiplexa el número de serie, en el segundo una señal externa de 2Hz y en el tercero una señal externa de tiempo como lo es la señal de radionavegación OMEGA o WWVB.

Los doce bits restantes (4 a 16) de cada bloque corresponden a la muestra digitalizada de aceleración de cada uno de los tres canales. El primero tiene la señal longitudinal (canal 1), el segundo la vertical (canal 2) y el tercero la transversal (canal 3). En cada una de estas muestras, el primer bit representa el signo y los once restantes su valor.

Mecanismo de disparo

El mecanismo de disparo del DSA-1 se muestra en la figura 2.5. Consiste de un sensor mecánico L que genera un impulso de corriente al momento de ser sometido a un movimiento vertical brusco. Este pasa por una resistencia R que lo convierte en un impulso de voltaje. Esta señal se amplifica y retarda y acciona un relevador que genera la señal de disparo. El nivel de disparo se ajusta mediante el potenciómetro P.

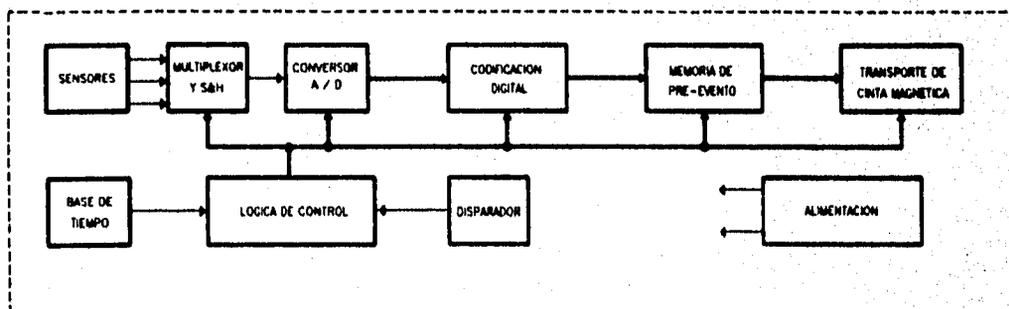


Figura 2.1 Diagrama de bloques general del acelerógrafo DSA-1

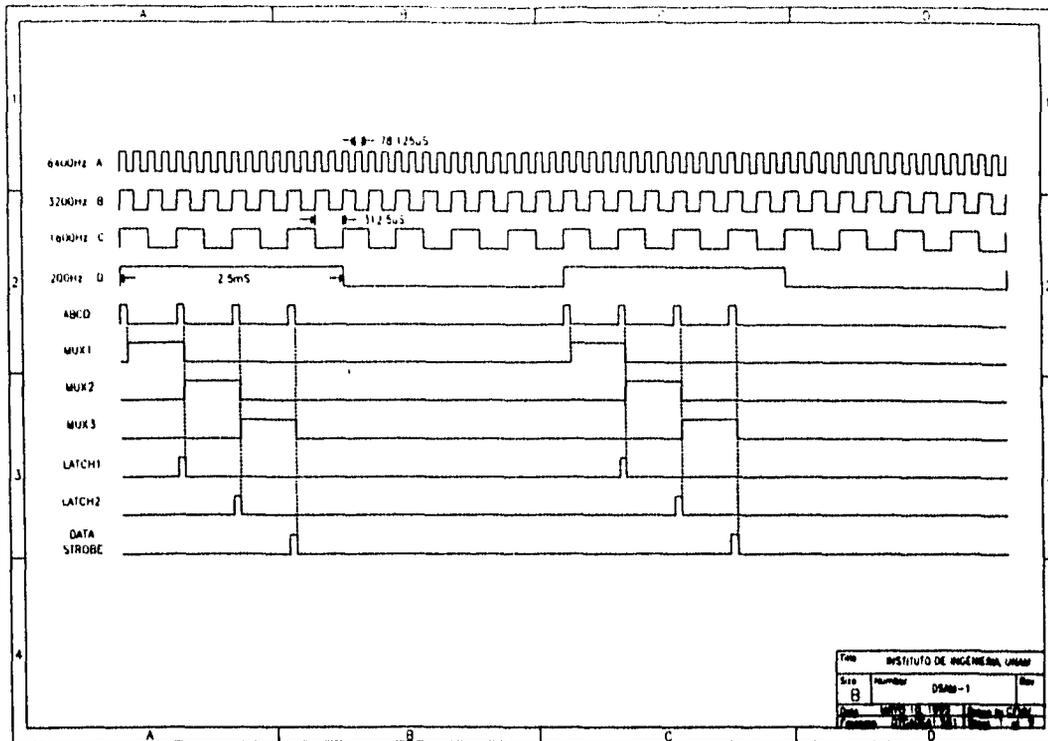


Figura 2.2 Señales de control del DSA-1 (Diagrama 1)

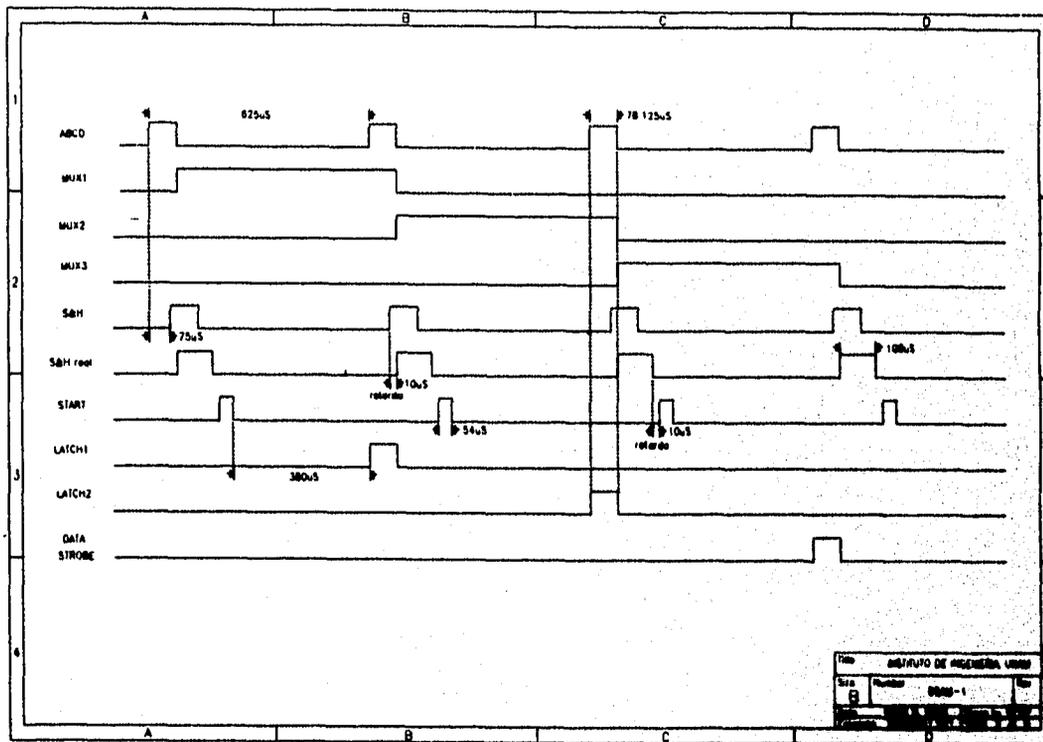


Figura 2.3 Señales de control del DSA-1 (Diagrama 2)

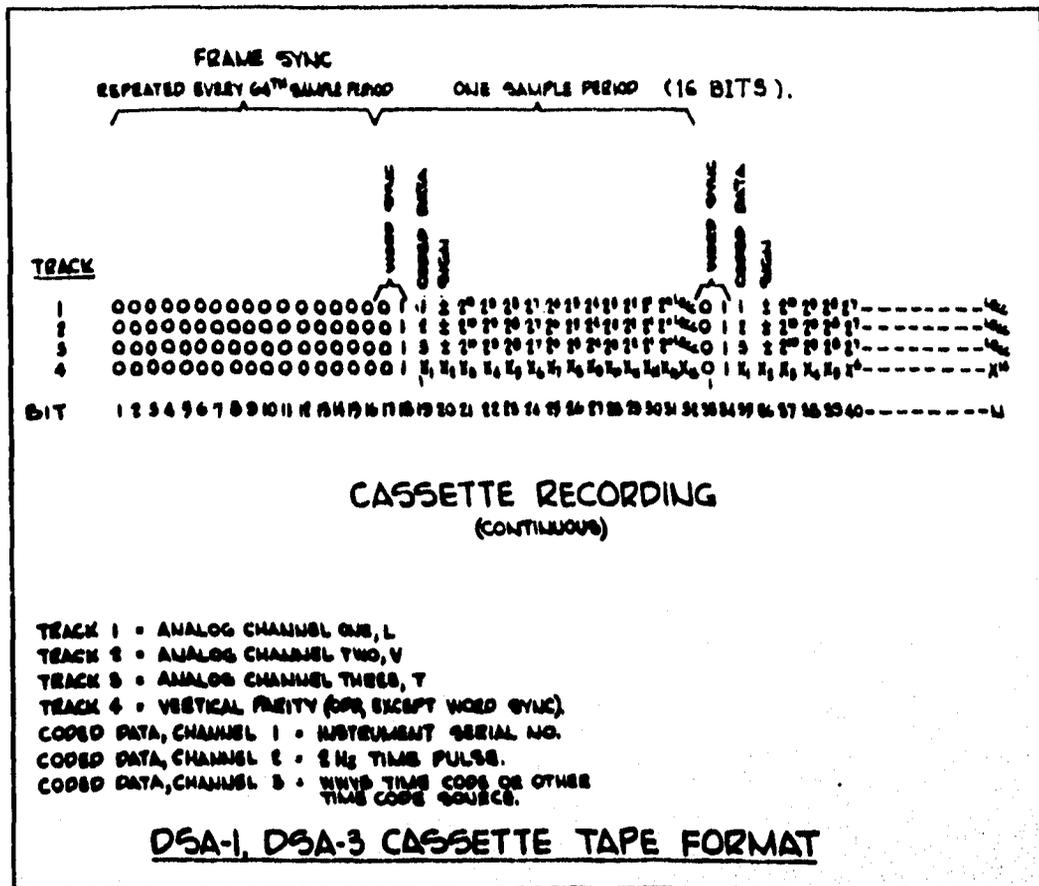


Figura 2.4 Formato de grabación del DSA-1

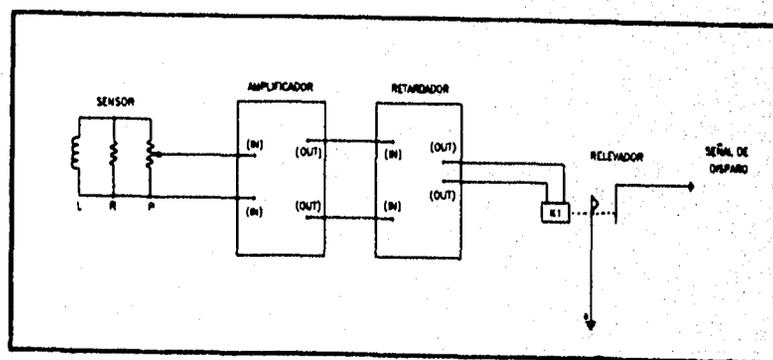


Figura 2.5 Diagrama de bloques del arrancador

III. REDISEÑO DEL DSA-1 Y CONSTRUCCION DE LA TARJETA MULTIFUNCION DSAM-1

3.1 Rediseño del DSA-1

El acelerógrafo DSA-1 es un aparato electromecánico que se encuentra operando desde hace más de 15 años en la red acelerográfica de Guerrero. Con el paso del tiempo, este instrumento se ha ido quedando atrás tecnológicamente, lo cual ha traído como consecuencia que el Instituto de Ingeniería haya buscado algunas alternativas para no perder estos registros.

Hace algún tiempo se inició el diseño de una tarjeta capaz de proporcionarle al acelerógrafo algunas funciones de los instrumentos modernos (ref. 2). En este trabajo se presenta un nuevo rediseño que considera el prototipo anterior y además incluye algunas otras operaciones que mejoran al acelerógrafo DSA-1 en los siguientes puntos:

a) Mecanismo de disparo. Actualmente funciona a partir de un sistema electromecánico poco sensible y de difícil ajuste. Además el equipo únicamente dispara con la componente vertical de aceleración, lo cual trae como consecuencia que en ocasiones los equipos no disparen.

b) Sistema de almacenamiento. Para el almacenamiento de la información se utiliza la cinta magnética tipo cassette, la cual es poco confiable y costosa. Por otro lado, es importante tomar en cuenta que para la recuperación de la información se necesita de una lectora especial.

c) Memoria de preevento. El aparato cuenta actualmente con una memoria de preevento de 2.56 seg fijos, la cual resulta insuficiente para registrar los primeros arribos de aquellos sismos cuyo epicentro se encuentra a más de 20 Km de distancia del instrumento.

d) Reloj de tiempo real. El DSA-1 carece de un reloj fechador interno, por lo que requiere de una señal de tiempo externa para conocer el momento en que sucedió algún evento. Actualmente se emplean las señales WWBV y OMEGA para este propósito.

e) Contador de eventos. El DSA-1 no tiene un contador numérico de los eventos registrados, solo un indicador de que el aparato ha sido disparado.

Con el propósito de actualizar y modernizar el equipo se propuso el diseño y construcción de una tarjeta multifunción DSAM-1 que operase en paralelo con el DSA-1 sin afectar su operación actual. Las características y especificaciones iniciales para este sistema modificado, se listan a continuación:

- 1.- El sistema de almacenamiento debe ser remplazado por una unidad de memoria de estado sólido con capacidad mínima de registro de 15 minutos.
- 2.- La memoria de preevento debe ser incrementada a más de 20 seg.
- 3.- El sistema deberá contar con un reloj-fechador de tiempo real.
- 4.- El sistema de disparo deberá ser omnidireccional, es decir, sensible a los tres canales.
- 5.- El ajuste del umbral de disparo de cada uno de los canales deberá ser independiente.
- 6.- El tiempo de registro de posevento deberá ser ampliado.
- 7.- El formato de almacenamiento debe modificarse con la finalidad de tener más información referente al equipo y en un formato más eficiente.
- 8.- El sistema deberá ser fácilmente programable y deberá contar con un visualizador para verificar numéricamente su operación.

- 9.- Deberán emplearse los sistemas actuales de trasducción (sensores), multiplexaje, y conversión análogo digital, así como la base de tiempo.
- 10.- El consumo máximo de la tarjeta deberá ser bajo, de tal forma que sea capaz de trabajar con la fuente regulada que posee el DSA-1.
- 11.- El nuevo sistema deberá poder alojarse en el interior del gabinete actual del DSA-1.

3.2 Diagrama general de bloques

Para realizar el diseño de la nueva tarjeta multifunción DSAM-1, se comenzó por analizar minuciosamente el funcionamiento del acelerógrafo DSA-1 con la finalidad de identificar aquellas señales necesarias para el nuevo sistema. Considerando la información y los requerimientos planteados, se propuso el sistema mostrado en la figura 3.1, que es esencialmente una tarjeta multifunción que opera en paralelo con el acelerógrafo sin alterar su funcionamiento básico. Los elementos del diagrama dentro del cuadro en línea punteada corresponden a la tarjeta multifunción desarrollada. En él se puede observar claramente cada uno de los módulos que la integran. Así como las señales procedentes del DSA-1 utilizadas por la tarjeta, las cuales son:

- * Alimentación de +5 V y +12V.
- * Palabras digitales de 12 bits correspondientes a las señales de los tres sensores.
- * Las señales de control que le permiten identificar la muestra de cada canal.
- * Señal de tiempo OMEGA.

3.3 Diseño de la tarjeta multifunción DSAM-1

En el diagrama de la figura 3.2 se muestra con más detalle la tarjeta DSAM-1. La unidad central de procesamiento de este circuito es el microcontrolador MC68HC11, el cual a través de su bus de direcciones y datos, selecciona mediante un decodificador cada uno de los periféricos. Al mismo tiempo se pueden apreciar algunos puertos externos necesarios para seleccionar los diferentes módulos como lo son: el panel de control, el bus de datos provenientes del conversor análogo-digital, el módulo UAD (Unidad de Almacenamiento de Datos) y el visualizador LCD. Algunas otras señales llegan al microcontrolador a través de los puertos internos, tales como las señales de control del DSA-1, la señal de tiempo externo (OMEGA) y las señales utilizadas en la comunicación serie.

Los diagramas electrónicos de la tarjeta multifunción DSAM-1 se muestran en las figuras 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7. Con base en estos diagramas a continuación se describirán los distintos circuitos y módulos.

Unidad de control y procesamiento

La parte fundamental de la tarjeta DSAM-1 es el microcontrolador MC68HC11AP1 de la familia Motorola (fig. 3.4). Es un circuito CMOS de bajo consumo que trabaja con un bus de datos de 8 bits y 16 líneas de direcciones a una velocidad de 2 Mhz (ref. 5).

El diagrama de bloques interno del microcontrolador MC68HC11AP1 se muestra en la figura 3.3. Tiene integrados los siguientes dispositivos.

- * Cinco puertos de entrada/salida programables.
- * Un conversor análogo-digital de 8 bits con 4 entradas.
- * Una memoria interna RAM de 256 bytes.
- * Una memoria interna EEPROM de 512 bytes.

- * Un circuito que genera la señal *Watch-dog*.
- * Un puerto de comunicación serie.

Además de estas características, es muy versátil en cuanto a su programación permitiendo varios modos de operación y expansión.

La unidad central de procesamiento del circuito DSAM-1 (fig 3.4) es el microcontrolador MC68HC11API (U6) trabajando en modo expandido. Para su funcionamiento, se necesitó de un circuito oscilador que le proporciona una base de tiempo de 2Mhz (XTAL1), una memoria EPROM externa (U3) en la cual se almacena el código del programa, una memoria RAM externa (U4) para poder almacenar algunas variables necesarias durante su operación, un circuito *Latch* 74HC373 (U7) que le permite separar el bus de datos del bus de direcciones y una lógica de control alambrada (U1, 2, 5, 9 y 19) capaz de decodificar las direcciones de cada uno de los elementos externos al microcontrolador.

Puertos de entrada/salida

Además de los puertos del propio microcontrolador, la tarjeta DSAM-1 requirió de algunos otros circuitos externos de entrada y salida.

Para los puertos de entrada se utilizaron los circuitos de tres estados 74HC244 (U10, 11 12, fig. 3.5). Para los 5 puertos de salida (fig. 3.6 y 3.7), uno también se diseñó con un circuito 74HC244 (U13) y los otros (U14, 20, 21 y 22) con compuertas tipo *Flip-Flop* 74HC374, las cuales al ser habilitadas capturan el dato que tienen a su entrada y lo mantienen en su salida hasta que se vuelve a habilitar el circuito.

Los diagramas de tiempo con los ciclos de lectura y escritura de estos puertos se presentan en las figuras 3.8 y 3.9, respectivamente.

En cuanto a los puertos internos del microcontrolador y su función en el circuito DSAM-1, éstos se describen en la tabla 3.1. Los puertos externos utilizados se presentan en la tabla 3.2.

Decodificador

Un decodificador de direcciones es un circuito que le permite al microcontrolador seleccionar y habilitar a los distintos dispositivos periféricos de acuerdo con los espacios de direccionamiento asignados en su mapa de memoria. La asignación de dispositivos y direcciones del DSAM-1 se da en la figura 3.10.

La tarjeta DSAM-1 posee dos decodificadores, el primero permite al microcontrolador comunicarse con los dispositivos periféricos, y el segundo lo va a utilizar para almacenar la información en el bloque de memoria UAD. Los circuitos empleados para implementar esta etapa fueron el 74HC138 (U9 y 23) y el 74HC154 (U8).

El decodificador utilizado en la tarjeta para seleccionar los periféricos utiliza una lógica alambrada (U1, 2, 5, 19) basada en los bits más significativos del bus de direcciones, de tal forma que cuando el microcontrolador desea comunicarse con cualquiera de sus periféricos, escribe o lee el dato en la dirección correspondiente, y por medio de dos decodificadores adicionales (U8 y U9) selecciona el dispositivo deseado.

El segundo decodificador (U23) selecciona una de 8 memorias del módulo UAD (fig. 3.7).

Memoria RAM

Esta memoria, de lectura y escritura aleatoria se encuentra integrada en el circuito 62256 (U4), figura 3.7 y tiene una capacidad de 32 Kbytes. Tiene dos funciones: almacenar datos, variables y parámetros del sistema en los primeros 2 Kbytes; los 30 Kbytes restantes se utilizan como memoria de preevento o retardo digital de la cuál se describirá más adelante. Lo anterior puede observarse en el mapa general de memoria en donde se especifican las direcciones empleadas en cada una de las funciones (fig 3.10).

El ciclo de lectura y escritura de esta memoria se muestra en los diagramas de tiempo de las figuras 3.11 y 3.12, respectivamente.

Memoria EPROM

Este tipo de memoria es no volátil y únicamente de lectura; es por ello que se emplea para almacenar el código del programa del microcontrolador. La capacidad de esta memoria es también de 32 Kbytes, de los cuales el programa ocupa 9.5 Kbytes y radica en la partición alta. Cabe mencionar que de acuerdo con el mapa de memoria (fig. 3.10) esta memoria es seleccionada en 2 espacios de direcciones o particiones: \$8000-\$AFFF (12Kbytes) y \$C013-\$FFFF (16Kbytes). La primera partición por ahora no se utiliza. El ciclo de lectura de esta memoria se muestra en el diagrama de tiempos de la figura 3.13.

Unidad de almacenamiento (UAD)

Es un módulo de memoria de estado sólido con capacidad de 1 Mbyte (expandible a 2 Mbytes) el cual fue diseñado para el acelerógrafo ADII del Instituto de Ingeniería (ref. 1). Este dispositivo permite almacenar los datos de aceleración registrados. El diagrama eléctrico del módulo UAD se muestra en la figura 3.7. Consta de 8 memorias RAM de 128Kbytes cada una (U24-U31) y posee un circuito especial de respaldo de energía basado en un circuito supervisor (U18, fig. 3.6) y una batería independiente (VRESF) que garantiza la retención de datos por periodos de más de un año.

El modo de operación de la UAD es el siguiente. Cuando se desea escribir o leer un dato en dicho módulo, es necesario separar la dirección en tres bytes, ya que para seleccionar cualquiera de las 10^6 localidades se requieren 16 líneas de direcciones. Cada una de estas direcciones, es almacenada temporalmente por el microcontrolador en un circuito tipo *flip-flop* (U20, 21, 22) y luego, se manda escribir o leer el dato correspondiente. La selección de una de las 8 memorias se efectúa con el decodificador U23.

Para calcular la cantidad de información sísmica en términos del tiempo que pueden ser almacenados en la UAD, debe tomarse en cuenta la frecuencia de muestreo (200 muestras/(segundo*canal)), el número de canales (3 canales) y el número de bytes que requiere cada muestra (2 bytes/muestra), así como la capacidad de la memoria a emplear (1 Mbyte), menos 5 Kbytes que se ocupan para el área del directorio y datos vitales del sistema. De lo anterior se tiene:

$$\text{Tiempo de almacenamiento disponible en la UAD} = \frac{(1 \text{ Mbyte} - 5 \text{ Kbytes})}{1200 \text{ bytes/s}}$$

$$\text{Tiempo de almacenamiento disponible en la UAD} = 869.5 \text{ s} = 14 \text{ minutos, } 30 \text{ s.}$$

Reloj de tiempo real

Para registrar la fecha y hora en que ocurre algun evento sísmico se incorporó al DSAM-1 el circuito reloj-fechador 58274C (U16). Este circuito integrado es directamente compatible con el microprocesador y puede trabajar a una velocidad de 2 Mhz.(ref. 11). Además posee un modo de operación de bajo consumo y un respaldo por una batería necesario para evitar que se interrumpa el registro del tiempo al momento de desconectar la fuente principal. Para ello se alimenta con la fuente Vbak que respalda también a la UAD.

Visualizador alfanumérico

Para el despliegue de la información se utilizó la pantalla de cristal líquido AND491 de 2 renglones y 16 caracteres alfanuméricos cada uno. Con éste se despliegan los datos de operación del aparato.

Este circuito es muy lento con respecto a la velocidad con la cual trabaja el microcontrolador. Por tal motivo fue necesario utilizar algunos puertos externos de salida que permiten acoplarlo al microcontrolador. Se utilizó el circuito *flip-flop* (U14) controlado por el puerto A de tal forma que se mantuviera el tiempo suficiente un dato y pudiera ser leído por el visualizador. El diagrama de tiempos para los ciclos de lectura y escritura con la pantalla AND491, se muestran en la fig 3.14.

Para proteger la pantalla y reducir el consumo innecesario durante el tiempo en que no se necesita el visualizador (sólo se necesita cuando se visita la estación) se incorporó un control especial de encendido mediante el circuito Max666 (U15). Este circuito es un regulador de voltaje programable digitalmente y con el cual se controla desde el microprocesador el encendido o apagado del visualizador. U13 se utiliza para desacoplar y aislar las señales de control.

Circuito para la comunicación serie RS-232

Para transferir la información almacenada en la UAD del acelerógrafo a una computadora personal, se empleó el circuito de comunicación interno del microcontrolador localizado en el puerto D. Con este dispositivo, se genera para cada dato una cadena de 8 bits en formato serie NRZ, con un *bit* de inicio y un *bit* de terminación, y se transmiten los datos a una velocidad fija de 9600 Bauds. Esta señal se pasa luego a través de un circuito TC232 (U17) para producir los voltajes y acoplarla con el estándar de un puerto serie RS-232C de cualquier PC. Con este circuito se disponen de cuatro líneas de acoplamiento, de las cuales dos son de entrada y dos de salida. Cada una de ellas es utilizada para recuperar o transmitir el dato correspondiente y seleccionar el modo de operación del dispositivo (*hand shake*).

Circuito supervisor

Este circuito diseñado con el dispositivo MAX691 (U18) es utilizado en el DSAM-1 con dos propósitos: a) supervisar el nivel de alimentación y controlar la alimentación de respaldo para la UAD y el reloj-fechador; b) restaurar el sistema (*Reser*).

Como supervisor del nivel de alimentación, el circuito se encarga de vigilar que el voltaje de alimentación de 5V permanezca en el rango permitido de operación de 4.7 a 5.2V. Si éste disminuye a menos de 4.7 V genera una señal de *RESET* que deshabilita el DSAM-1 ($V_{DD} = 0$) así como la ejecución del programa y conmuta la fuente de alimentación tomándola de la batería Vresp que suministra únicamente energía al módulo UAD y al reloj de tiempo real (U16).

En cuanto a la restauración del sistema, el circuito genera un pulso de *RESET* cuando se enciende el equipo, cuando lo dispone el microcontrolador mediante su señal *Watch dog*, o bien, cuando el usuario así lo desea oprimiendo el botón *RESET* del tablero frontal (fig. 3.15).

Sistema de disparo

Con la finalidad de verificar que la información almacenada en la memoria de estado sólido fuese la correcta, se generó una señal externa en la salida 7 del puerto A del microcontrolador que abre o cierra el arrancador del DSA-1 obligándolo a encender o apagar la unidad de cinta magnética durante el tiempo que se esté registrando un evento. Esto se utilizó para comparar los registros almacenados tanto en la unidad de cinta como en la UAD y así poder evaluar el funcionamiento del DSAM-1.

Monitor de batería

Para monitorear el estado de la batería que alimenta el sistema (usualmente una celda solar en flotación con una batería) se utilizó el conversor análogo-digital interno del microcontrolador. Con este dispositivo de 8 bits se mide el voltaje de la batería y se despliega en el visualizador LCD. Además este dato se almacena también en el encabezado de cada evento registrado.

Acopladores de señales externas

Al DSAM-1 le llega del exterior la señal de disparo externo (*DISPEXT*) y la señal del reloj externo (*EXTCLK*) a través del puerto #3 (U12). La primera de ellas le sirve para interconectar el aparato con otros acelerógrafos similares en una configuración "maestro-esclavo", ya que al reconocer un pulso de 3 a 15v con un ancho de 100 ms mínimo, se obliga al acelerógrafo a "disparar" e iniciar el almacenamiento del evento en la memoria.

La entrada *EXTCLK* sirve para registrar las marcas de tiempo de una referencia externa tales como los códigos de las señales *OMEGA* y *WWVB* para multiplexarlas con los datos de la aceleración. El nivel de entrada de la señal a este conector puede ser cualquier voltaje de 0 a 3-15V.

Sistema de alimentación

El acelerógrafo digital DSA-1 requiere para su operación de dos baterías de +/-12 V. A partir de ellas se generan los voltajes regulados de +12, -12, +5 y -5 V. De éstos se utilizan los voltajes de +5V para suministrar energía a la tarjeta DSAM-1 y de +12V para generar la señal de disparo externo. La alimentación pudo tomarse directamente de la fuente del DSA-1 ya que el consumo de la tarjeta DSAM-1 es muy bajo (77 mA).

Panel de control

En el tablero frontal del DSAM-1 se encuentran los interruptores, botones y el visualizador alfanumérico que le permiten al usuario controlar y comunicarse con el instrumento. Su circuito y alambreado se presenta en la figura 3.15. En la figura 3.16 se muestra esquemáticamente cómo se encuentran ubicados cada uno de estos dispositivos en el tablero de control. Su operación se describirá en el capítulo V.

Interconexión entre el DSA-1 y la tarjeta multifunción

Para poder adaptar la tarjeta multifunción al acelerógrafo DSA-1 fue necesario agregar una tarjeta especial que permitiera hacer uso de la lógica de control del DSA-1 y de las señales correspondientes a las aceleraciones de los tres canales. Estas señales se introducen a la tarjeta DSAM-1 por medio de su conector J1. La explicación de cada una de estas señales y la figura en donde se muestra la interconexión entre ambos dispositivos se da en el capítulo VII.

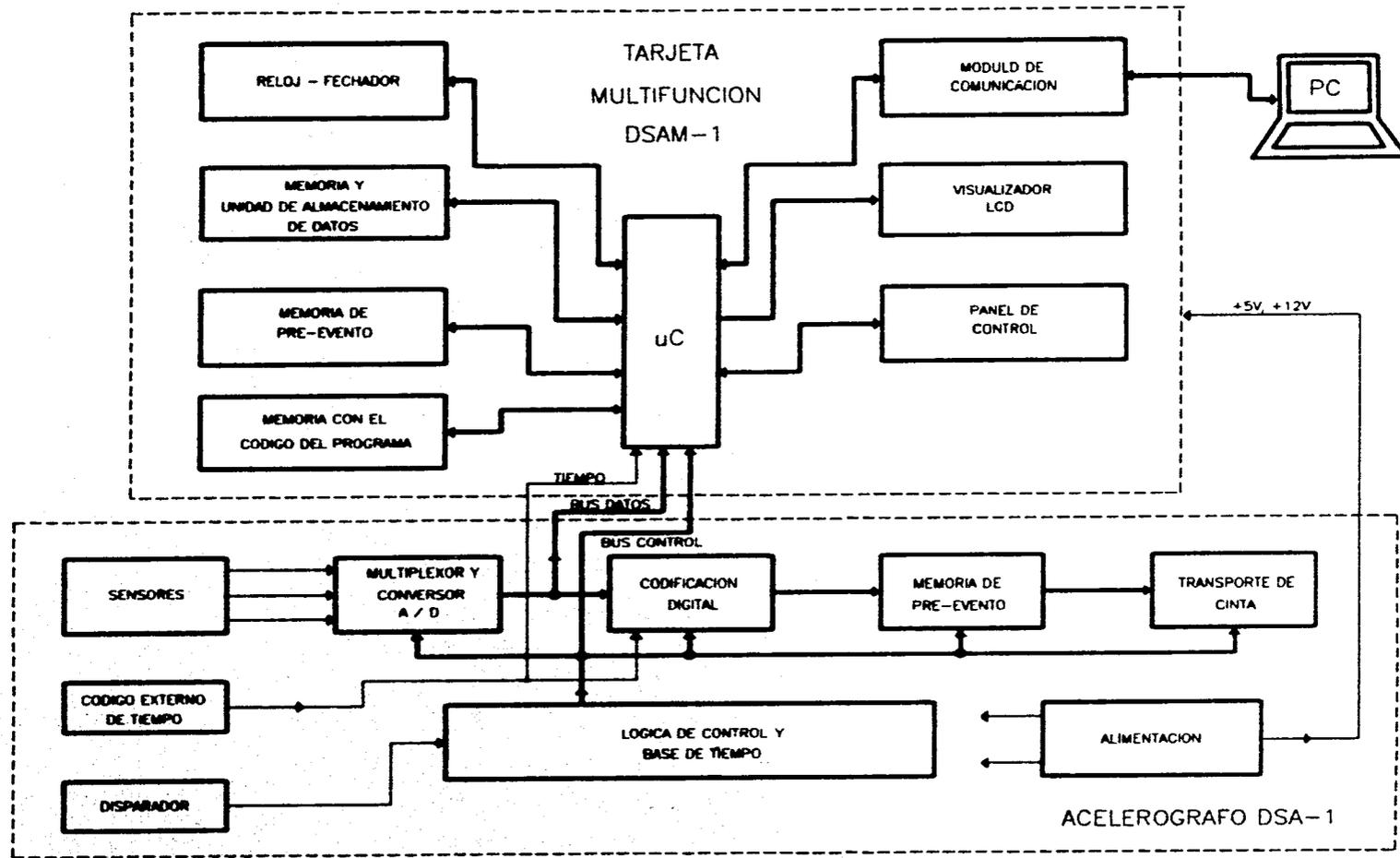


Figura 3.1 Diagrama general de bloques

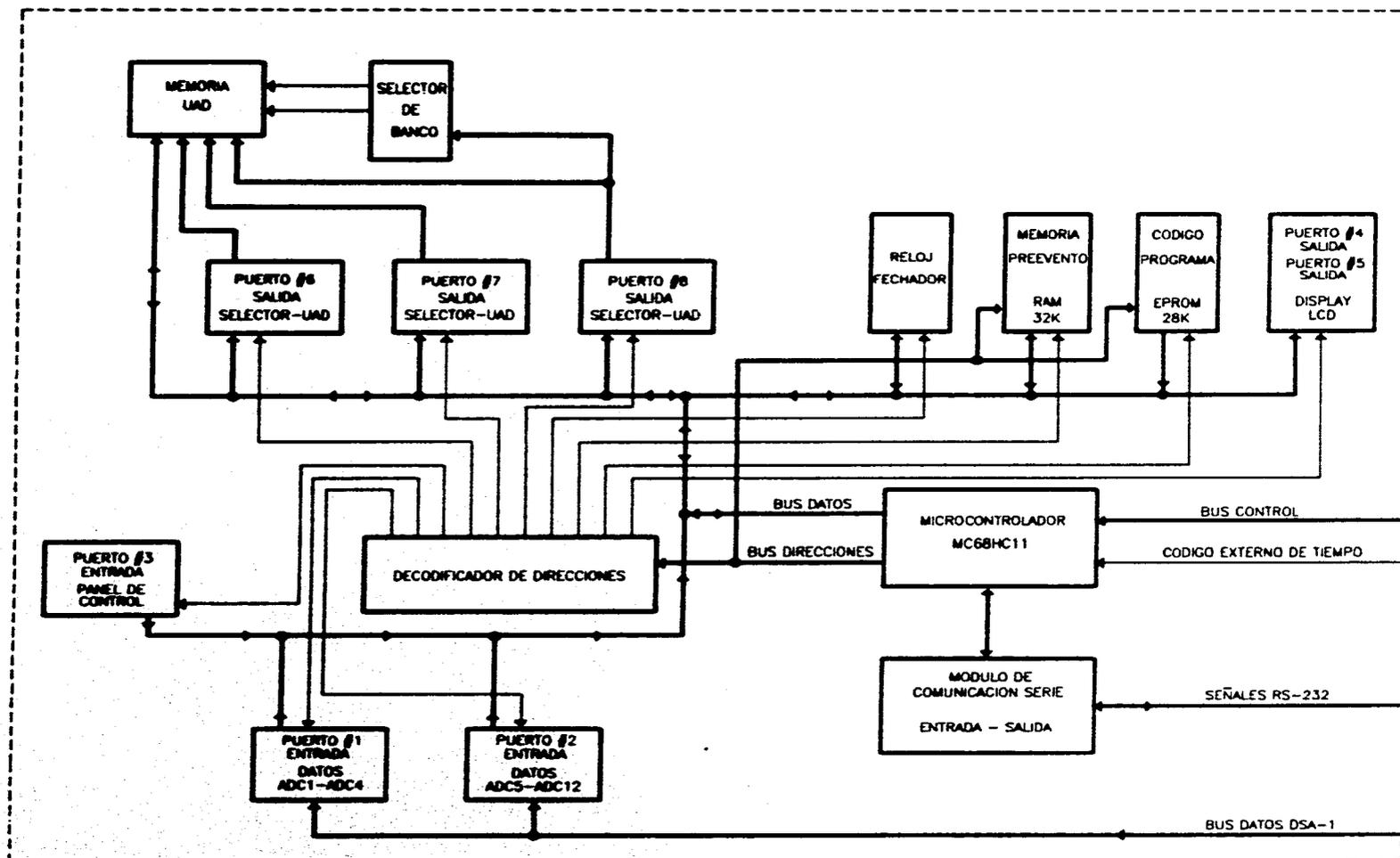


Figura 3.2 Diagrama de bloques de la tarjeta multifunción DSAM-1

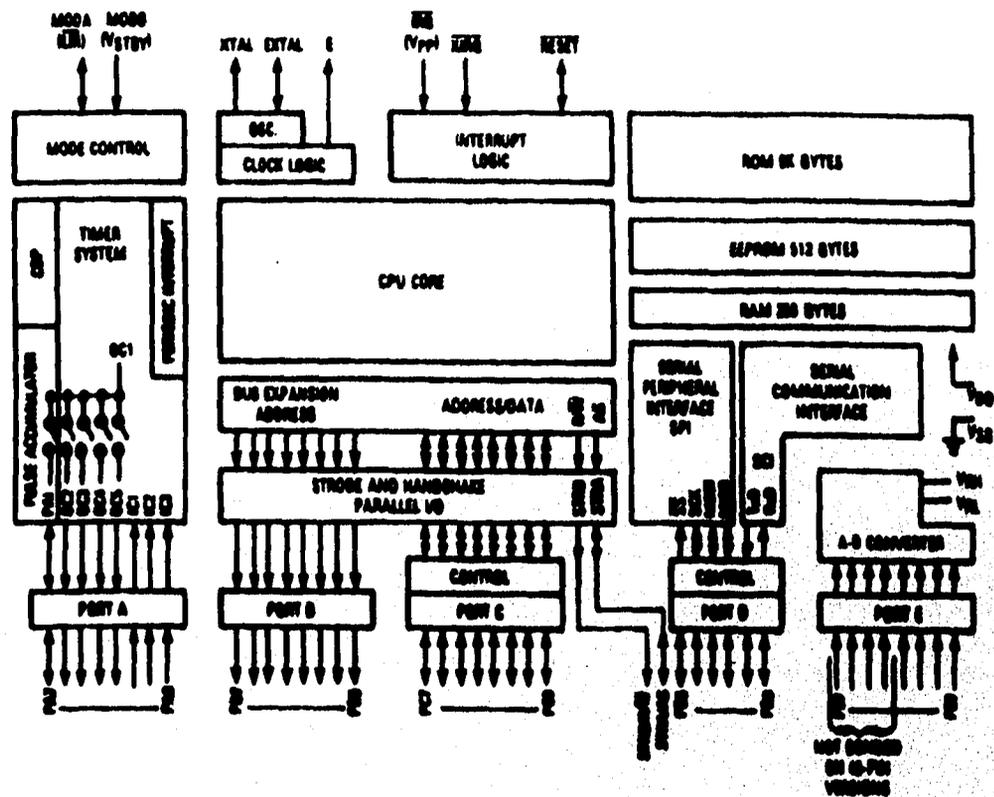


Figura 3.3 Diagrama de bloques del microcontrolador 68HC11

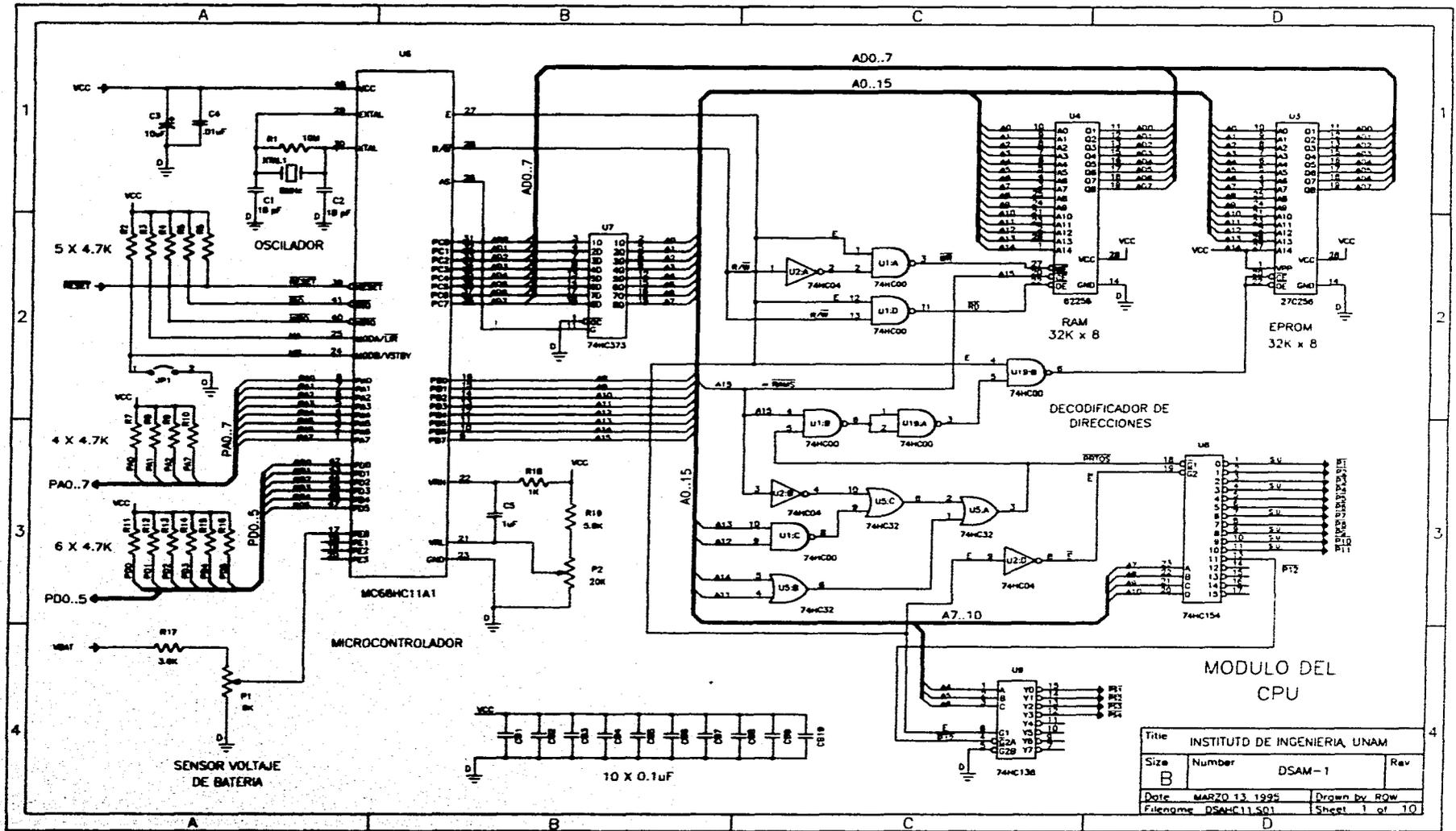


Figura 3.4 Microcontrolador y decodificación

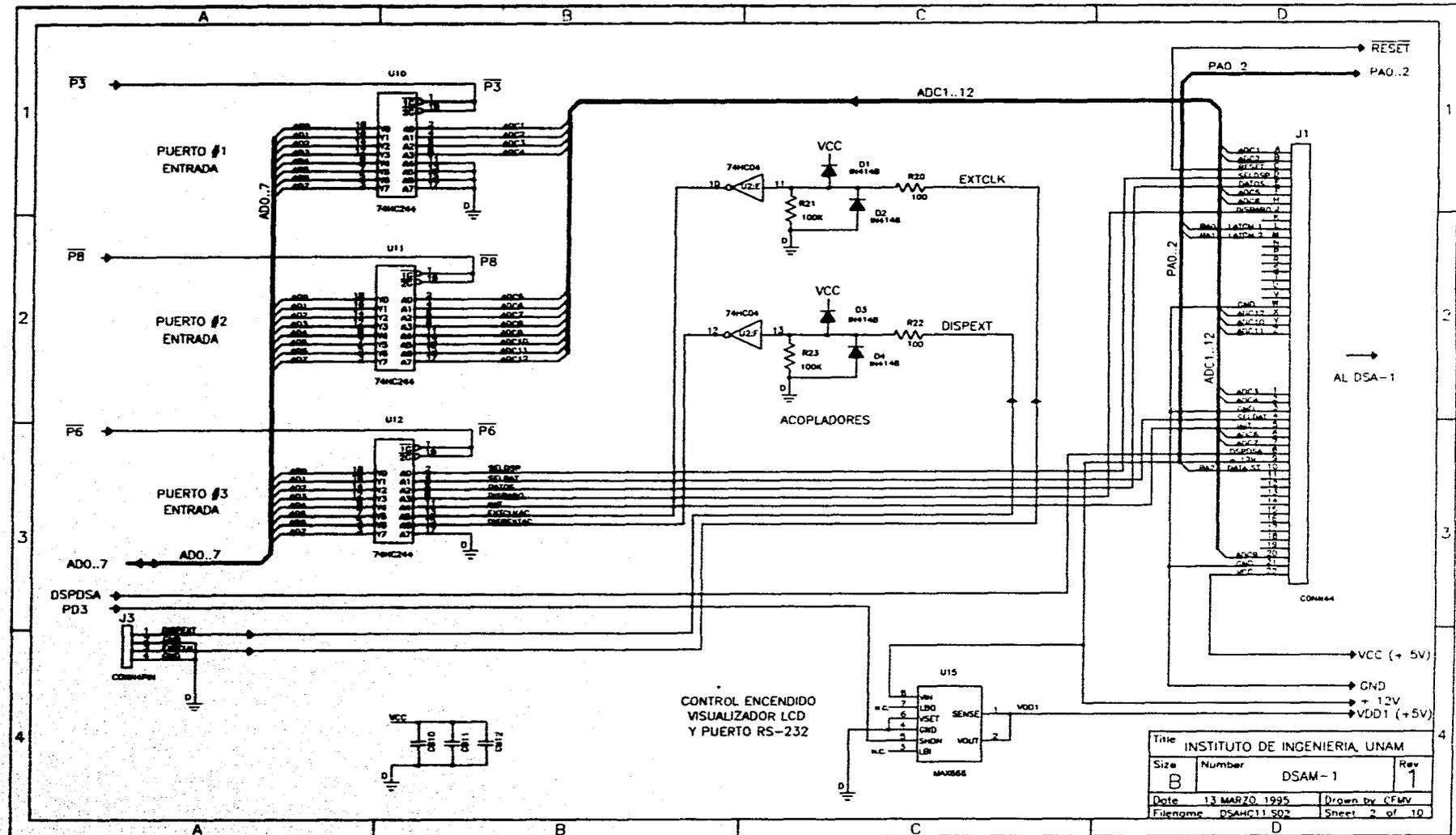


Figura 3.5 Puertos de entrada

Title	INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM		
Size	Number	DSAM-1	Rev
B			1
Date	13 MARZO, 1995	Drawn by	CFMV
Filename	DSAM11.S02	Sheet	2 of 10

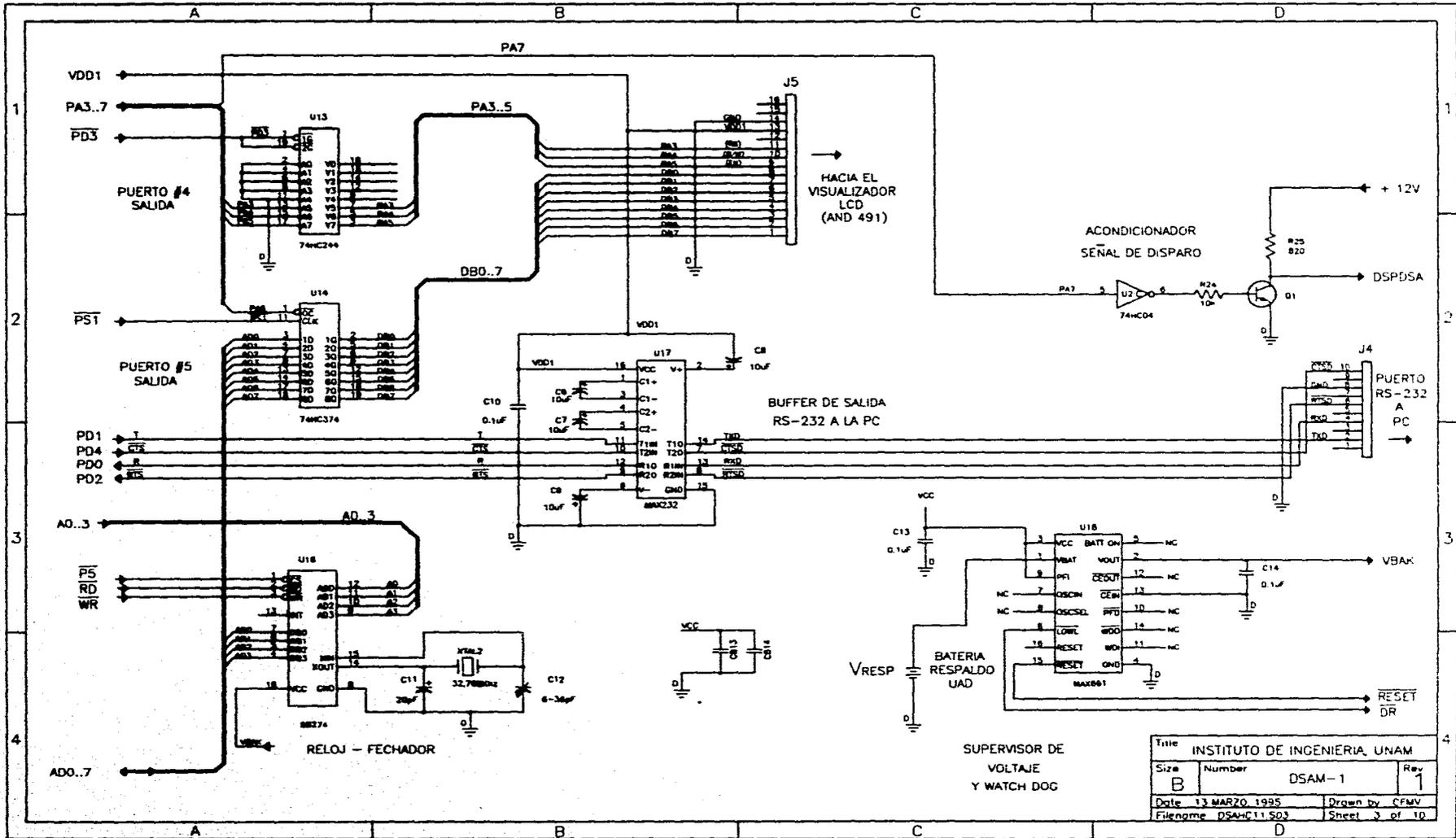
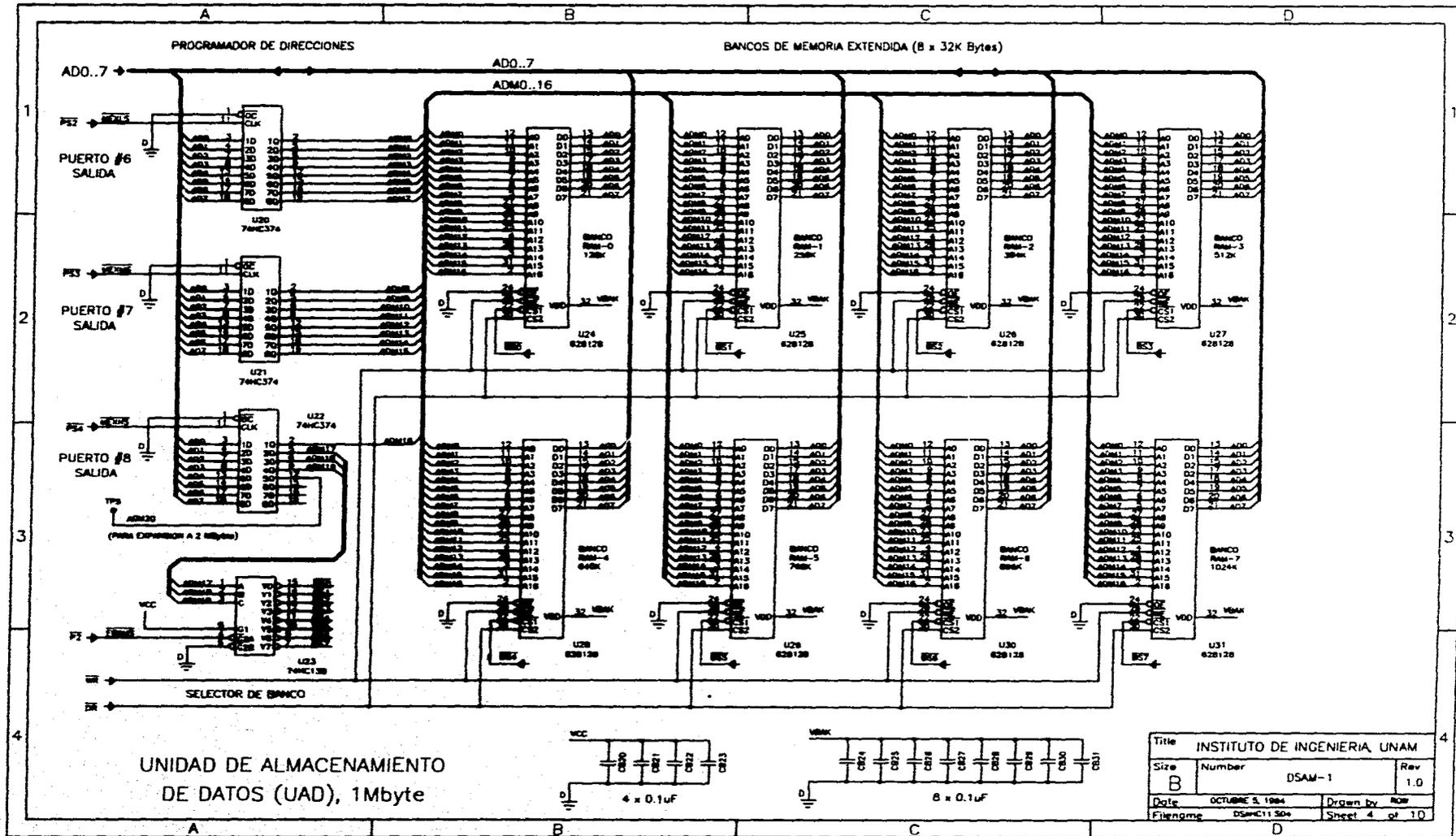


Figura 3.6 Periféricos



Title INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM		
Size B	Number DSAM-1	Rev 1.0
Date OCTUBRE 5, 1984	Drawn by ROW	
Filename DSAMC11.S04	Sheet 4 of 10	

Figura 3.7 Unidad de almacenamiento UAD

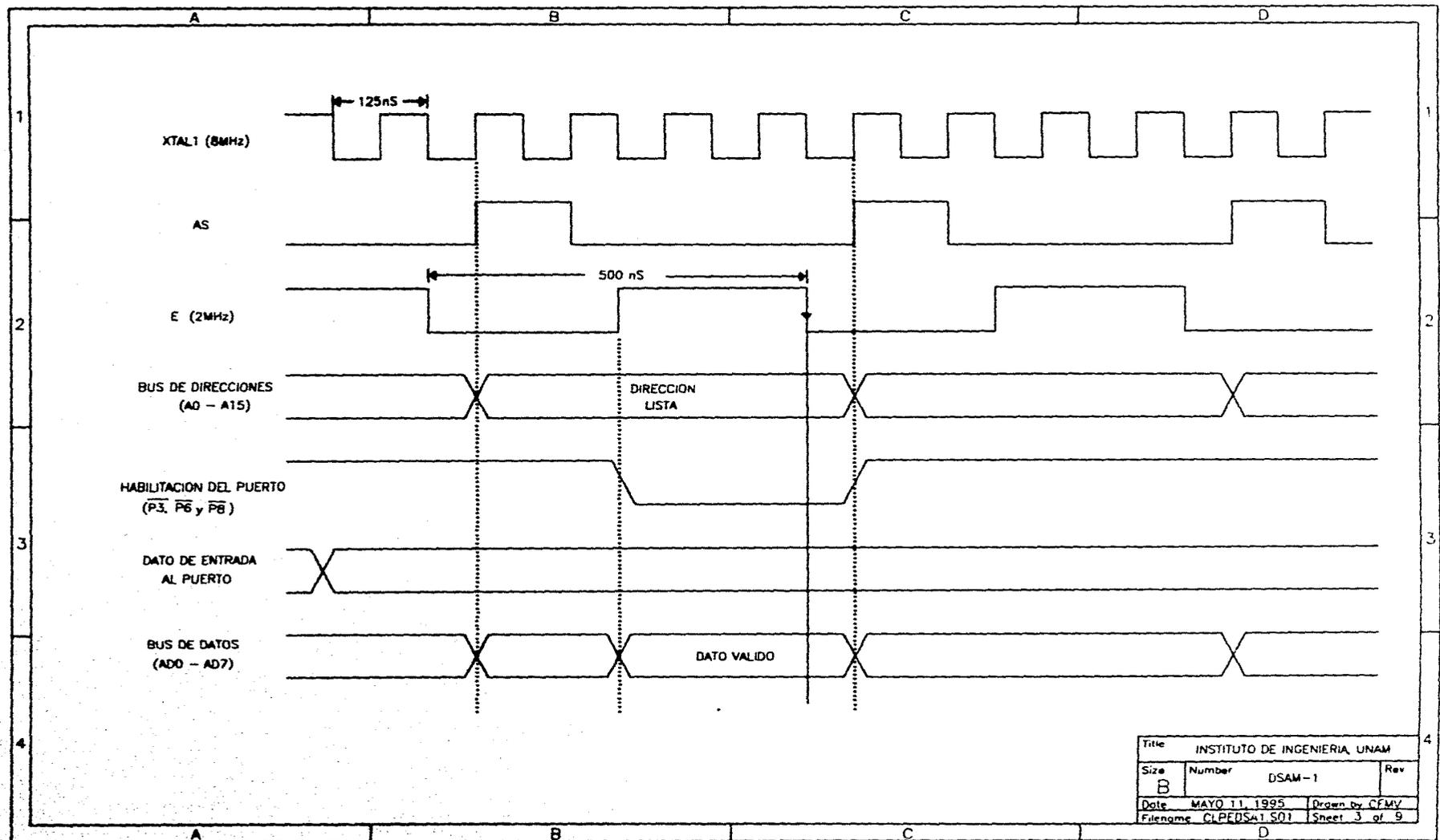


Figura 3.8 Ciclo de lectura de un puerto de entrada 74HC244 (U10, 11 y 12)

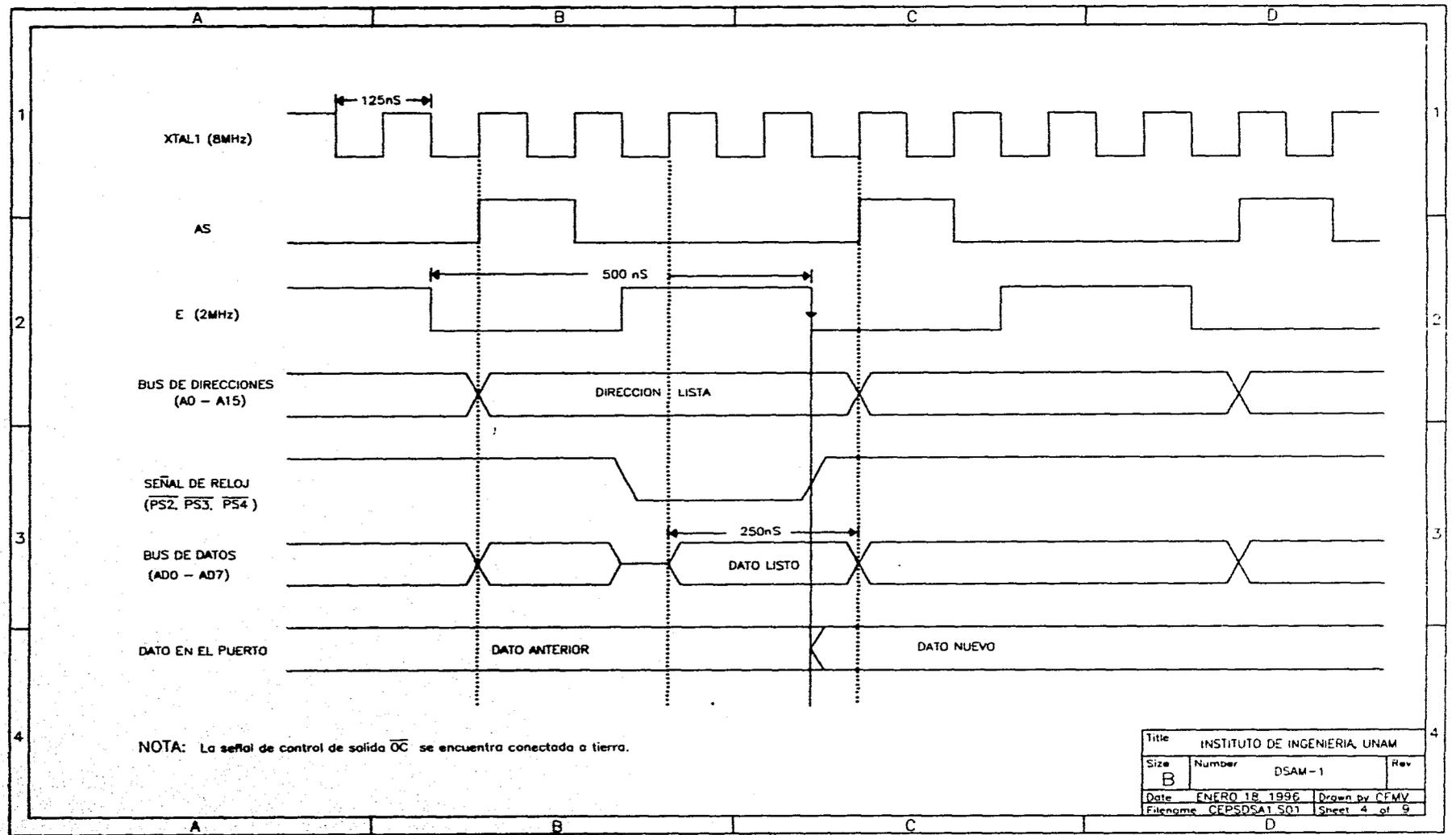


Figura 3.9 Ciclo de escritura en un puerto de salida 74HC374 (U20, 21 y 22)

**MEMORIA PRINCIPAL
(64 KBYTES)**

\$0000	REGISTROS DEL HC11		RAM (32 Kbytes)
\$0040	STACK POINTER		
\$0200	VARIABLES DEL SISTEMA		
\$1000	MEMORIA DE PREEVENTO		
\$7FF1	NO UTILIZADO		primera partici3n EPROM (12 Kbytes)
\$8000	ROMS	SIN USO	
\$B000	P1	DISPLAY LCD AND491	
\$B080	P2	ERAMS	
\$B100	P3	CONVERSION (ADC1-ADC4)	
\$B180	P4	RESERVADO	
\$B200	P5	RELOJ DE TIEMPO REAL	
\$B280	P6	BOTONES DEL PANEL	
\$B300	P7	RESERVADO	
\$B380	P8	CONVERSION (ADC5-ADC12)	
\$B400	P9	RESERVADO	
\$B480	P10	RESERVADO	
\$B500	P11	RESERVADO	
\$B580	P81	DISPLAY LCD AND491	
\$B590	P82	MEX08	
\$B5A0	P83	MEX08	
\$B5B0	P84	MEX08	
\$B5C0	P85	RESERVADO	
\$B5D0	P86	RESERVADO	
\$B5E0	P87	RESERVADO	
\$B5F0	P88	RESERVADO	
\$B600		VARIABLES RESPALDADAS	PUERTOS DE ENTRADA
\$B800		RESERVADO	
\$C013	ROMS	PROGRAMA DE CONTROL, SUBROUTINAS Y TABLAS.	PUERTOS DE SALIDA
\$FFFF			

**MEMORIA EXTENDIDA
(1 Mbyte)**

\$00000	BLOQUE No. 1 (128 Kbytes)	UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE DATOS (UAD)
\$20000	BLOQUE No. 2	
\$40000	BLOQUE No. 3	
\$60000	BLOQUE No. 4	
\$80000	BLOQUE No. 5	
\$A0000	BLOQUE No. 6	
\$C0000	BLOQUE No. 7	
\$E0000	BLOQUE No. 8	
\$100000		

Figura 3.10 Mapa de memoria del DSAM-1

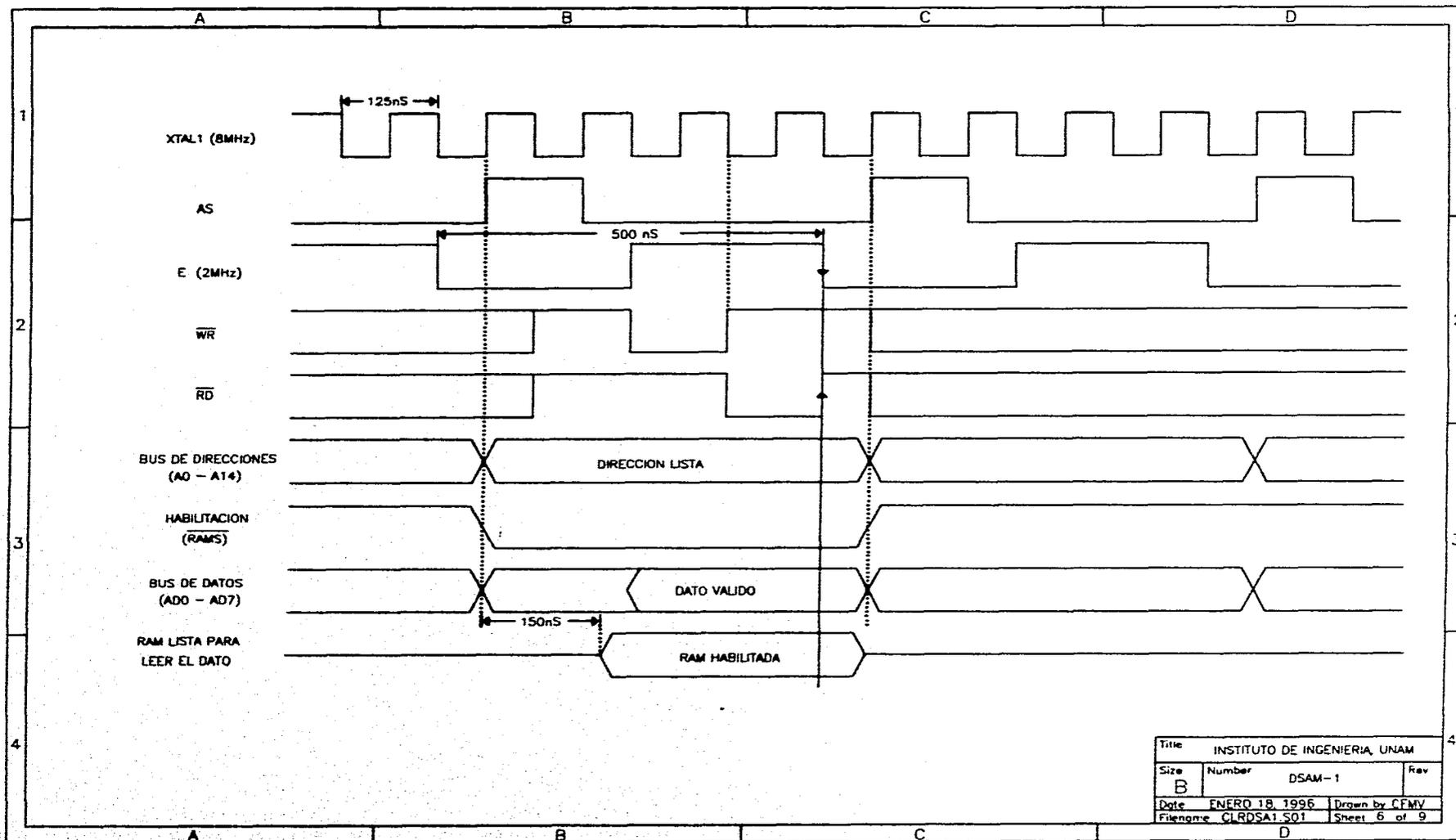
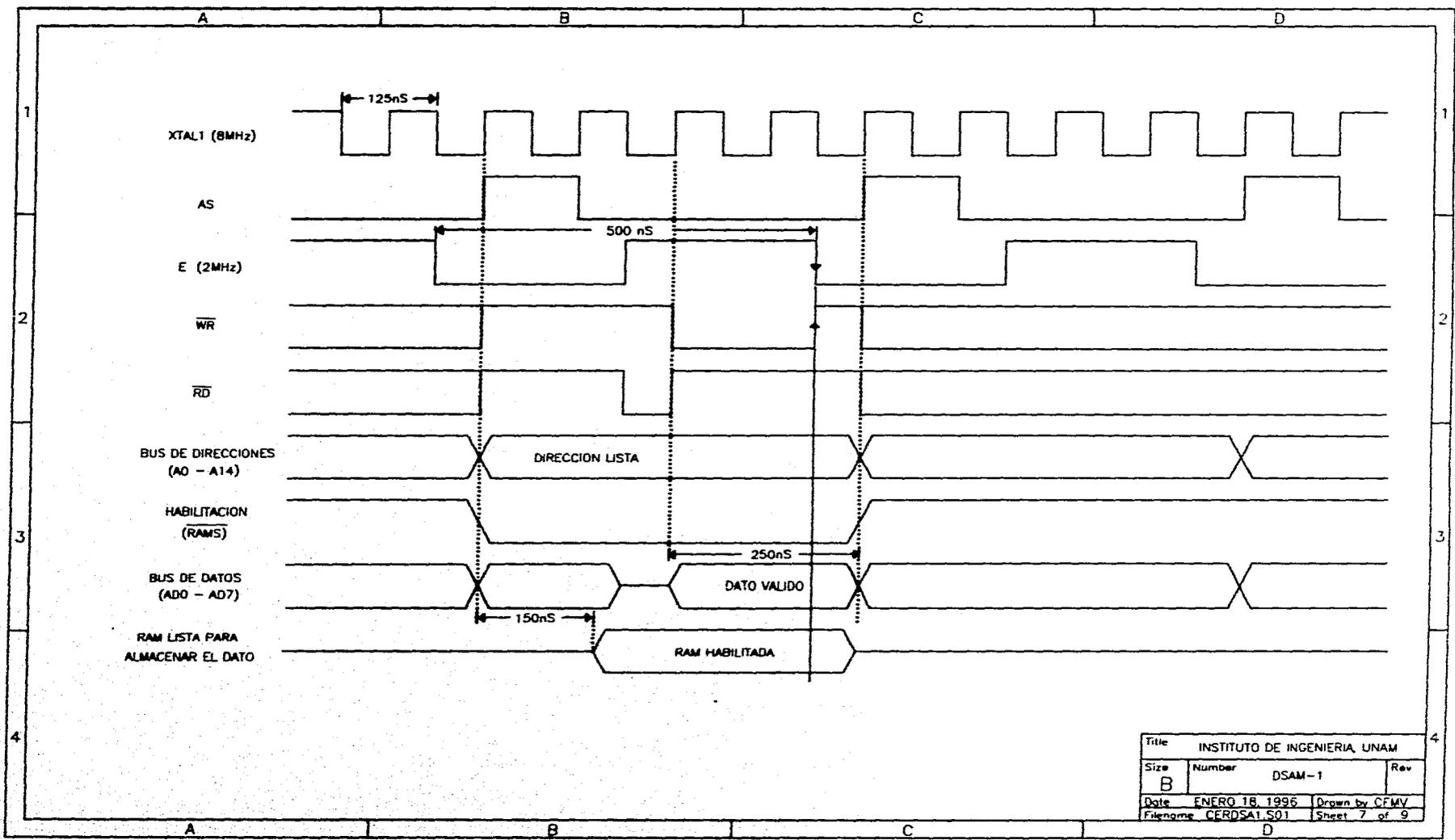


Figura 3.11 Ciclo de lectura de la memoria RAM 62256 (U4)



Title				INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM			
Size	Number	DSAM-1		Rev			
B							
Date	ENERO 18, 1995		Drawn by		CFMV		
Filename	CERDSA1.S01		Sheet		7 of 9		

Figura 3.12 Ciclo de escritura en la memoria RAM 62256 (U4)

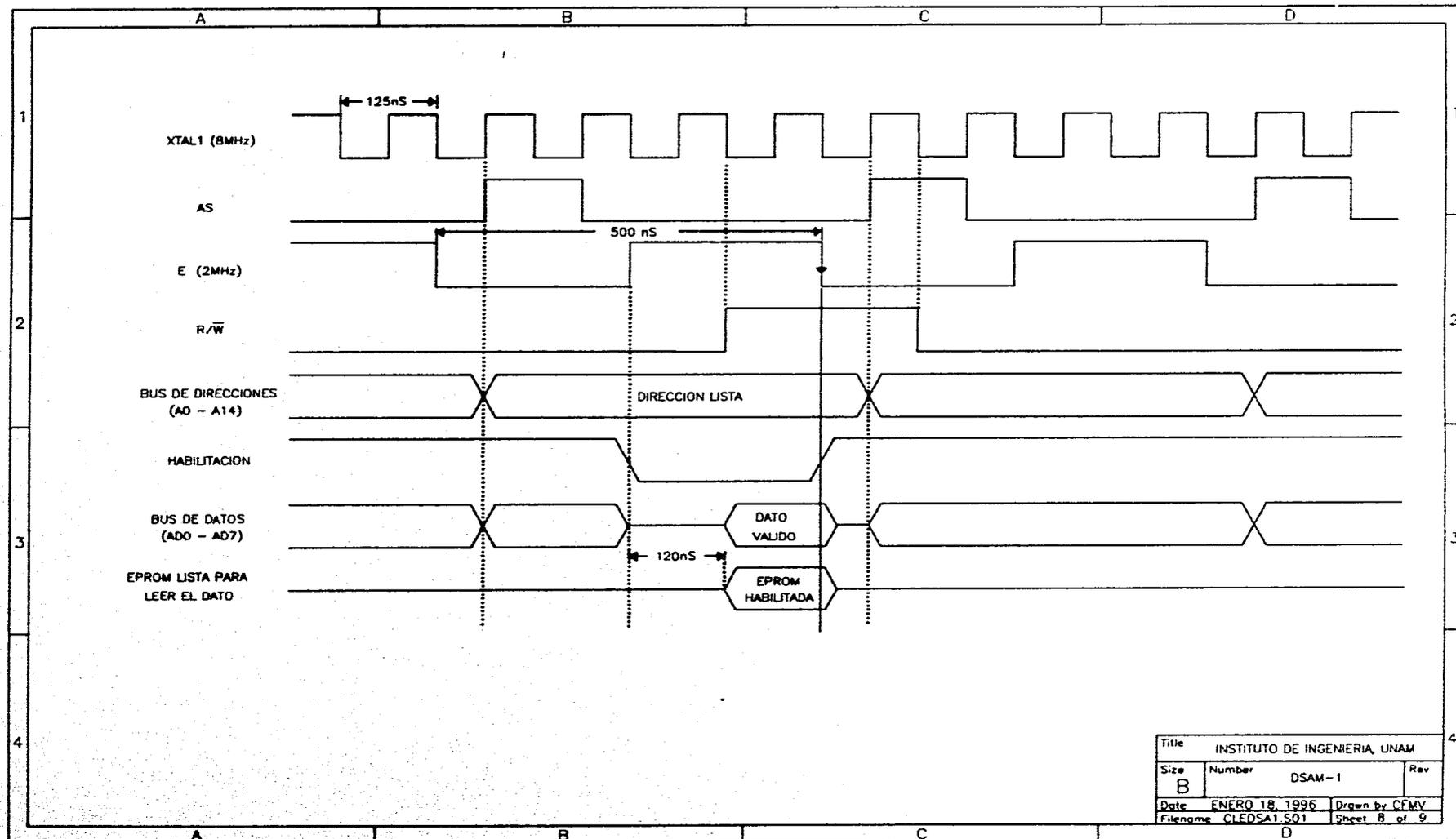


Figura 3.13 Ciclo de lectura de la memoria EPROM 27C256 (U3)

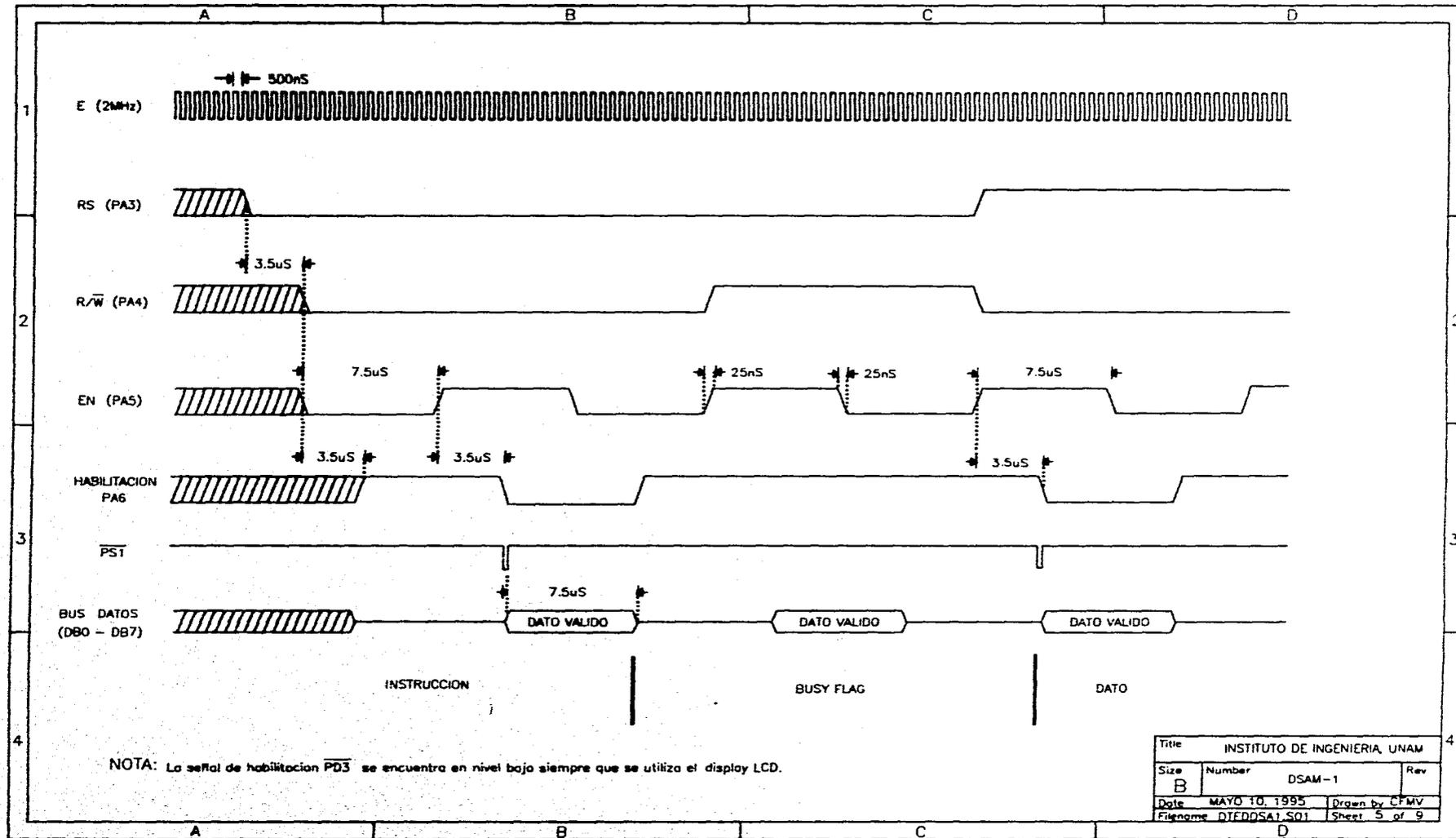
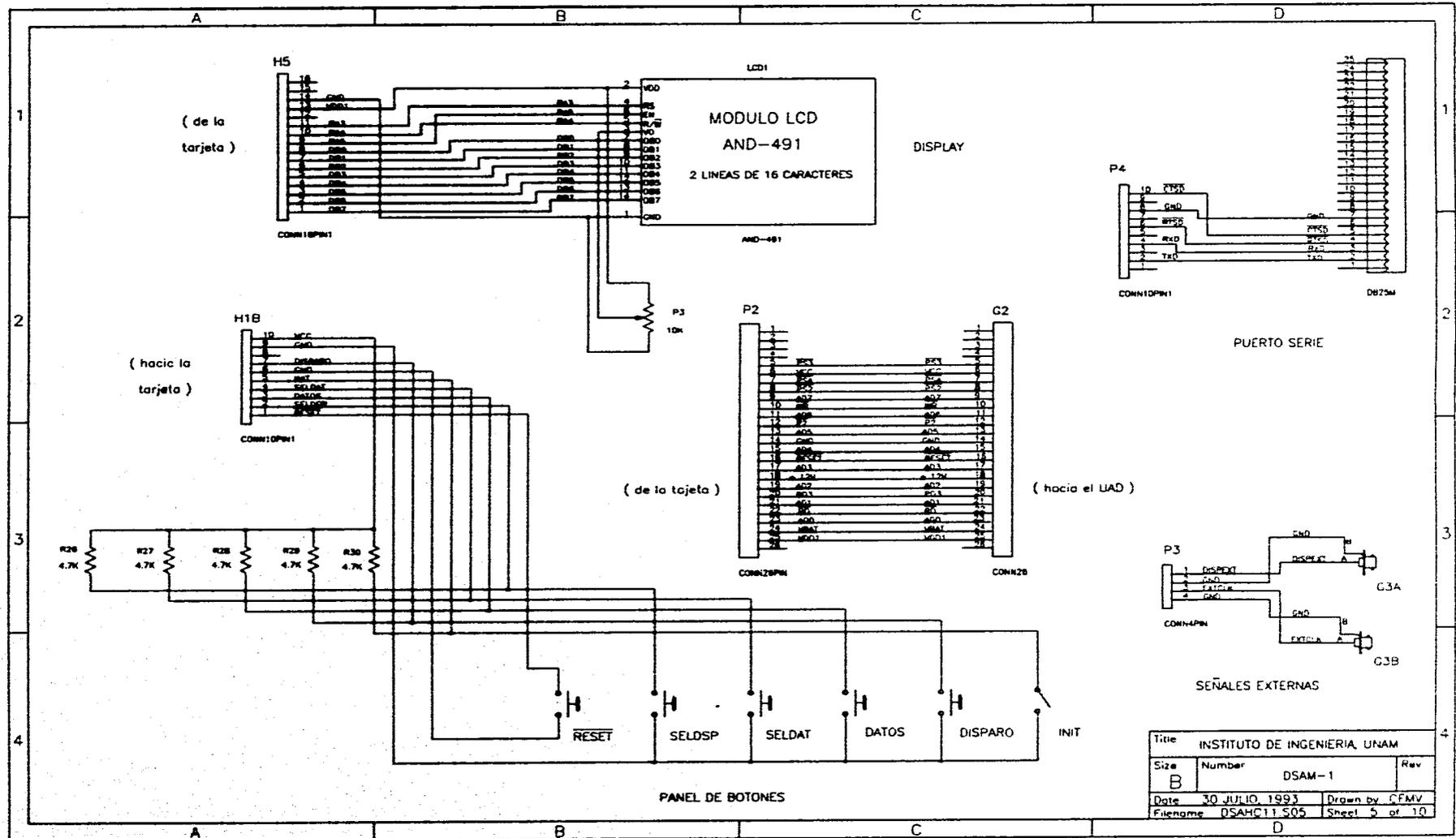


Figura 3.14 Ciclo de escritura del módulo visualizador AND491 (U13 y 14)



Title				INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM	
Size	Number	DSAM-1		Rev	
B					
Date	30 JULIO, 1993	Drawn by		CFMV	
Filename	DSAMC11.S05	Sheet		5 of 10	

Figura 3.15 Conectores y panel de botones del DSAM-1

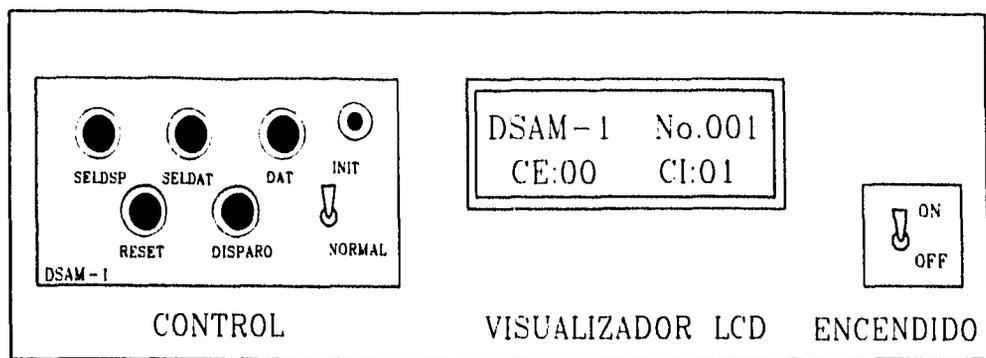


Figura 3.16 Tablero de control del DSAM-1

PUERTO (señal)	FUNCION	DESCRIPCION
A, (PA0) A, (PA1) A, (PA2) A, (PA3) A, (PA4) A, (PA5) A, (PA6) A, (PA7)	entrada entrada entrada salida salida salida salida salida	señal LATCH1 proveniente del DSA-1 señal LATCH2 proveniente del DSA-1 señal DATA STROBE proveniente del DSA-1 señal de control RS para el display LCD señal de control R/W para el display LCD señal de control EN para el display LCD señal de habilitación para los datos del display LCD (U14) señal de disparo externa (DSPDSA)
B, (PB0 - PB7)	salida	Direcciones A8 - A15
C, (PC0 - PC7)	E / S	Direcciones / Datos A0 - A7 / AD0 - AD7
D, (PD0) D, (PD1) D, (PD2) D, (PD3) D, (PD4) D, (PD5)	entrada salida entrada salida salida salida	señal RXD para la recepción de datos RS-232 señal TXD para la transmisión de datos RS-232 señal de control -RTSD para la transmisión puerto RS-232 señal que enciende o apaga el display LCD señal de control -CTSD para la transmisión puerto RS-232 señal de un pulso por segundo
E, (PE0) E, (PE1 - PE3)	entrada entrada	mide el voltaje de la batería externa (DSA-1) reservados, sin conectar

TABLA 3.1 Puertos internos del microcontrolador 68HC11

PUERTO (circuito)	FUNCION	DESCRIPCION
1 (U10)	entrada	Datos del conversor A/D, bits 1-4, (ADC1-ADC4), MSB
2 (U11)	entrada	Datos del conversor A/D, bits 5-12, (ADC5-ADC12), LSB
3 (U12)	entrada	Panel de control y señales externas
4 (U13)	salida	Visualizador LCD (control)
5 (U14)	salida	Visualizador LCD (datos)
6 (U20)	salida	Selectores de
7 (U21)	salida	Dirección de las
8 (U22)	salida	memorias de la UAD

TABLA 3.2 Puertos externos de entrada y salida

IV. PROGRAMA DE CONTROL DEL ACELEROGRAFO DSAM-1

4.1 Diagrama general de flujo

El programa de control utilizado por la tarjeta multifunción DSAM-1 está compuesto de 6 subrutinas básicas que le permiten al instrumento operar en forma autónoma y realizar las tareas de adquisición y almacenamiento de los datos de un sismo y al mismo tiempo de comunicación con el usuario a través de un panel de control y un visualizador alfanumérico, con el fin de fijar sus parámetros de operación. Este programa permite también la comunicación serie del acelerógrafo con una computadora PC para transferir la información almacenada en el UAD.

Estas rutinas se pueden observar en forma muy general en el diagrama de flujo de la figura 4.1, y en el transcurso del capítulo se presentan con más detalle cada una de las subrutinas.

4.2 Rutina Inicializa I

Esta rutina se ejecuta después de que el microcontrolador ha recibido una señal de *RESET* con el fin de inicializar las variables del sistema, así como los periféricos. La secuencia que se sigue en esta rutina puede observarse en la figura 4.2.

El primer sub-bloque de la rutina Inicializa I corresponde a la etapa de configuración del microcontrolador, en la cual se fijan las siguientes condiciones iniciales:

- * Activación del "watch-dog" a una frecuencia de 1 MHz.
- * Velocidad de transmisión asíncrona a 9600 bauds.
- * *Stack pointer* en la dirección \$01FF.
- * Programación de las interrupciones para activarse con flancos de subida.
- * Configuración de puertos de salida.
- * Apagar señal externa de disparo.
- * Inicialización de variables y contadores del programa.

Como siguiente paso, el programa verifica la integridad física de la memoria RAM externa ejecutando una rutina denominada prueba de RAM, la cual se describe en la parte correspondiente a las funciones especiales. A continuación el sistema lee de la memoria EEPROM el tiempo de preevento y posevento, el rango, el número de serie y el umbral de disparo de cada canal en gals e identifica el número de bloques de memoria de 128 Kbytes que se encuentran físicamente instalados en el módulo UAD. De la parte inicial de la UAD se leen los datos vitales para reiniciar el sistema, tales como el espacio disponible de almacenamiento, el contador de eventos y de interrupciones. A este último se le incrementa en una unidad, ya que el sistema está saliendo de una interrupción (la de encendido). Para finalizar la rutina, se configura el display, se leen la fecha y la hora del reloj, se inicializa un contador para controlar el tiempo de encendido del display y por último éste se enciende.

4.3 Rutina Inicializa II

En esta subrutina se identifica el modo seleccionado desde el tablero de control: NORMAL (de adquisición) o INIT (inicialización). En el modo INIT el usuario puede modificar cualquiera de los datos del sistema. Es importante aclarar que el número de serie del aparato y el rango de escala completa del sensor presentan un modo de inicialización especial, ya que son valores que sólo deben ser modificados por personal autorizado. La forma como funciona la rutina INICIALIZA II es la siguiente:

Para realizar la modificación de cualquiera de los datos, es necesario que el sistema se coloque en el modo INIT utilizando el interruptor que se encuentra en el panel de control (fig. 3.16 cap. III). En este modo se inhibe el funcionamiento del sistema deshabilitando las interrupciones y el reloj (este último sólo cuando se desee modificar sus datos, de lo contrario seguirá operando normalmente). La selección tipo menú de los datos y su modificación se lleva a cabo mediante los botones SELDSP (selector display), SELDAT (selector de dato) y DAT (modificador de dato). Estos botones son monitoreados constantemente por el microcontrolador.

Con el botón SELDSP el usuario puede desplegar en el visualizador sucesivamente las distintas pantallas en forma ascendente.

Con el botón SELDAT podrá desplazar el cursor de izquierda a derecha sobre el segundo renglón de la pantalla seleccionada con SELDSP (excepto en la modificación del número de serie que se mueve en el primer renglón). Cuando el cursor llega a la última posición y el usuario vuelve a pulsar SELDAT, el cursor pasará nuevamente a la primer posición.

El botón DAT es utilizado para incrementar el valor del dato sobre el cual se encuentra el cursor (siempre y cuando éste sea modificable). El funcionamiento de estos botones se observa en el diagrama de flujo de la figura 4.3.

Al regresar el interruptor a la posición normal el sistema comienza a trabajar con los valores actuales. Se activan las interrupciones y se pone a operar el reloj en caso de que éste haya sido desactivado.

Para poder utilizar las rutinas especiales de modificación del DSAM-1 relativas al número de serie y al rango de escala completa estando en el modo INIT, es necesario oprimir el botón de disparo cuando se encuentra el sistema desplegando el mensaje correspondiente al dato que se desea modificar. Los botones SELDSP, SELDAT y DAT tendrán las funciones descritas. Para salir de este modo de modificación especial, se debe pulsar el botón de disparo y así, el sistema regresará al modo usual de operación INIT. Ambas rutinas de modificación especial se muestran en los diagramas de flujo de las figuras 4.4 y 4.5.

4.4 Rutina de despliegue

Como puede observarse en el diagrama de flujo general (fig. 4.1), en esta rutina se verifica que el display se encuentre encendido sólo cuando el usuario necesita hacer uso de él. Para lograr esto se utiliza una rutina que monitorea cada uno de los botones SELDSP, SELDAT y DAT, de tal forma que al oprimir cualquiera de ellos se inicia un contador de tiempo, y cada vez que transcurre un minuto sin que alguno de ellos sea pulsado, el microcontrolador dará la orden de apagar la pantalla LCD.

Cuando se visita la estación y se desea activar el visualizador, basta con oprimir cualquiera de los tres botones antes mencionados y así, el sistema habilita el visualizador y despliega el primer mensaje.

4.5 Rutina de adquisición de datos

Este bloque del programa se muestra en la figura 4.6. La rutina de adquisición y procesamiento de datos se ejecuta mediante interrupciones periódicas generadas por las señales LATCH1, LATCH2 y DATA STROBE (fig 2.3 cap. II). Cada interrupción tiene asociada una rutina específica (INT1, INT2 e INT3). Estas tres rutinas tienen en común la adquisición de la muestra de aceleración del canal respectivo, su almacenamiento temporal en la memoria de anillo (memoria de preevento) y la verificación del algoritmo de disparo.

La rutina INT1 además de adquirir la muestra de aceleración del canal 1, genera un pulso cada segundo y lee el voltaje de la batería externa (12V).

La rutina INT3 también tiene la función de encender la señal de disparo externo, si es que ha sido disparado el equipo en cualquiera de las tres interrupciones, o bien apagarlo si ha transcurrido el tiempo de posevento fijado. Si hay un disparo, esta rutina se encarga de tomar los datos de la memoria de preevento (retardados en tiempo de acuerdo con el valor de preevento seleccionado) y los almacena ya en forma permanente en la UAD. Este procesamiento se realiza en la rutina INT3 debido a que es el intervalo que posee la mayor cantidad de tiempo disponible para procesar la información (ver diagrama de tiempos de la figura 2.4 en el capítulo II).

4.6 Algoritmo de disparo

Este algoritmo se ejecuta en cada una de las rutinas de interrupción para verificar si los datos de entrada corresponden o no a un sismo. Esencialmente es un filtro pasobanda y un comparador de amplitudes. El diagrama de flujo de esta rutina se muestra en la figura 4.7.

Para eliminar las señales de baja frecuencia debidas a aceleraciones estáticas por deformación permanente de terreno o a alguna variación debida a la temperatura, el algoritmo calcula el *offset* de cada uno de los canales promediando las últimas 128 muestras consecutivas. Posteriormente el algoritmo se encarga de restarle a cada muestra actual el valor de *offset* calculado. Este valor de *offset* se calcula después de que el sistema ha generado un *RESET* y también cada 20 segundos, con lo cual se fija una frecuencia de corte para el filtro paso altas en 0.05 Hz.

Por otro lado, para eliminar las señales de alta frecuencia, el algoritmo se encarga de promediar la muestra actual con las siete muestras anteriores de ese canal, para evitar que algún pico no deseado dispare el equipo. Finalmente se obtiene el valor absoluto de esa muestra y se compara con el umbral establecido. Si lo rebasa se enciende una bandera de disparo. Este algoritmo es una modificación del que se utilizó en el acelerógrafo ADII-2 (ref. 1) el cual como es un aparato que trabaja a 100 muestras por segundo sólo promedia las últimas 4 muestras para el filtro pasobajas y 64 muestras para el cálculo del *offset*.

4.7 Control del visualizador

Esta parte del programa mostrado en la figura 4.8, funciona independientemente de la etapa de adquisición de datos y consiste en monitorear el panel de botones para avanzar o retroceder en el despliegue de los distintos mensajes con que cuenta el sistema. También aquí se ejecutan algunas de las funciones especiales como son: inicializar el contador de eventos e interrupciones, permitir la modificación del reloj en la rutina INIT, desplegar la aceleración en cuentas, revisar la memoria de preevento y del módulo UAD, monitorear la información almacenada en cada una de las direcciones del módulo UAD o de el sistema y finalmente transferir la información almacenada de la UAD a una computadora personal por medio de un puerto serie RS-232C. La forma en que operan cada una de las funciones se muestra en el diagrama de la figura 4.9 y se describirán con más detalle en el capítulo V.

Como se puede observar en el diagrama de flujo de la figura 4.8, cuando el sistema se encuentra operando en su modo NORMAL el botón SELDSP va a permitir avanzar a la siguiente pantalla y por el contrario el botón SELDAT llevará al sistema al despliegue de la pantalla inmediata anterior.

4.8 Mapa general de memoria

En la figura 4.10 se muestra el mapa general de memoria del sistema, el cual está compuesto de dos partes. La primera de ellas con un espacio de direccionamiento de 64 Kbytes, corresponde a la memoria principal que permite direccionar la memoria RAM, la memoria EPROM, la memoria EEPROM interna del

microcontrolador y cada uno de los puertos de entrada y/o salida. La segunda parte corresponde a la memoria extendida UAD de 1 Mbyte.

4.9 Formato de almacenamiento en la memoria de preevento

La memoria de preevento es aquel dispositivo que permite almacenar temporalmente y retardar todas las muestras que adquiere el aparato. Esta memoria tiene una configuración tipo anillo, de tal forma que siempre se tiene en la memoria los datos correspondientes a los últimos 23.8 segundos. Al ocurrir un disparo se toma la información del anillo (datos retardados el tiempo de preevento seleccionado) y se almacena en forma permanente en la UAD. Como puede observarse en la figura 4.11 la memoria de preevento se inicia en la dirección \$1000 y termina en la dirección \$7FF0 (28657 bytes).

El tiempo máximo de preevento está determinado por el número de localidades disponibles en la memoria RAM (28 Kbytes), el número de bytes que se emplean por cada muestra (2 bytes /muestra /canal) y por la frecuencia de muestreo (200 muestras/segundo), dando como resultado 23.8 segundos.

$$T_{pre} = \frac{28\ 657\ \text{bytes}}{200 \times 3 \times 2\ \text{bytes/segundo}} = 23.8\ \text{segundos.}$$

4.10 Parámetros fijos almacenados en la EEPROM

Debido a que esta memoria del microcontrolador requiere 10 ms para grabar cada dato, sólo se ocupa para almacenar aquella información que se modifica en forma esporádica como lo es: los umbrales, los tiempos de preevento y posevento, el número de serie y el rango dinámico de operación del aparato. Las direcciones empleadas para el almacenamiento de esta información se muestran en la tabla 4.1.

4.11 Mapa de memoria de la unidad de almacenamiento de datos (UAD)

El mapa detallado con la estructura de la memoria de la UAD se muestra en la figura 4.12. Se distinguen tres zonas diferentes de almacenamiento. La primera corresponde al respaldo de algunas variables del sistema que se describen en la tabla 4.2. La segunda (\$0030 - \$01386) corresponde al directorio en el que se almacenan los encabezados de cada uno de los eventos. Finalmente, se tiene la zona para el almacenamiento de los datos de los eventos (\$014FF - \$FFFF).

Las variables que se almacenan en el área de respaldo del módulo UAD corresponden a la información vital que debe ser recuperada cuando el sistema sufre de una interrupción, con lo que se obliga al sistema a reanudar su operación en forma autónoma con los parámetros anteriores.

El formato empleado para el almacenamiento de los encabezados de los eventos, se presenta en la tabla 4.3. Estos datos son utilizados al momento de recuperar un evento, ya que proporcionan la siguiente información: direcciones de inicio y fin del evento, fecha y hora en que sucedió, condiciones en que se encontraba operando el aparato, etc. En el directorio se pueden almacenar hasta 99 encabezados de 50 bytes cada uno.

Por último se muestra el formato en que son almacenados los datos de los eventos en el módulo UAD en la tabla 4.4. El inicio de un evento se identifica fácilmente por una cadena de 6 bytes con el dato \$00 y el final con una cadena de 6 bytes cuyos datos son \$FF.

4.12 Formato de almacenamiento de la información

Como se puede apreciar en la figura 4.13, la información correspondiente a la aceleración de los tres canales está agrupada en bloques de 6 bytes. Cada muestra inicia con un bus de 4 bits en donde se almacena un dato adicional. Después de cada bus se almacenan los 12 bits de aceleración del canal correspondiente. Los tres buses son:

BUS SYN: Este bus corresponde al canal 1 y siempre tiene almacenado el valor "1100". Se utiliza para identificar el comienzo de cada bloque de 6 bytes.

BUS V : Este bus fue asignado al canal 2 para monitorear el estado de la batería externa y así poder determinar que tan confiable es la información almacenada. De todo el bus sólo se ocupa el segundo bit, el cual actúa como una bandera. Si el bit tiene un estado lógico alto, el voltaje de la batería externa es aceptable; pero si por el contrario su estado lógico es bajo, la batería tiene problemas.

BUS TM: Este bus es el que se almacena junto con la muestra del canal 3 y contiene los siguientes datos:

- En el bit B3 se almacena el estado lógico correspondiente a las marcas externas de tiempo (EXTCLK).
- En el bit B2 se almacena la señal de un pulso por segundo (1PPS). El estado lógico de este bit es alto sólo en la muestra No. 200 ya que el aparato captura 200 muestras cada segundo.

Los bits B1 y B0 de cada bus no han sido utilizados hasta el momento, por lo cual siempre tienen el estado lógico "0".

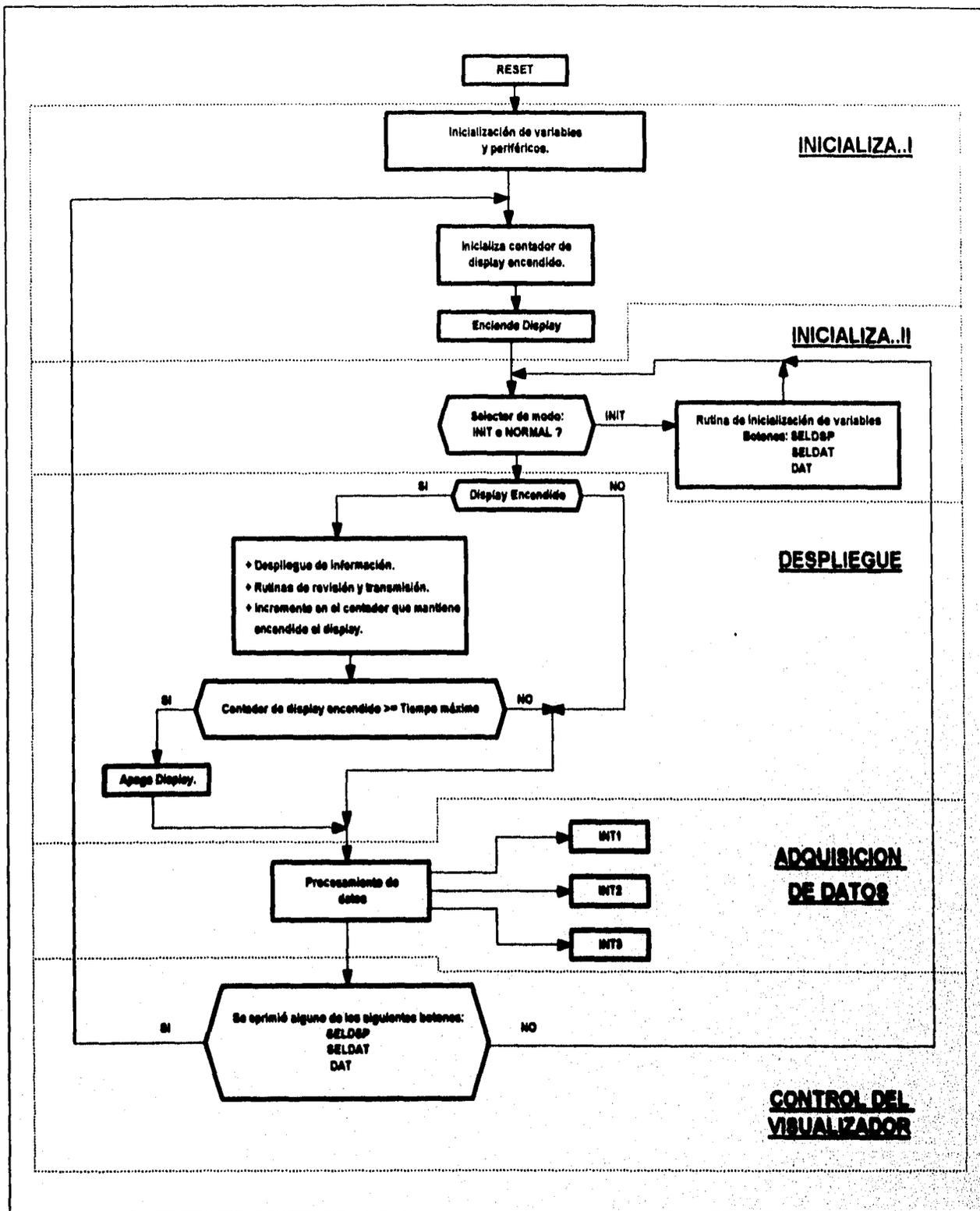


Figura 4.1 Diagrama de flujo del programa de control del DSAM-1

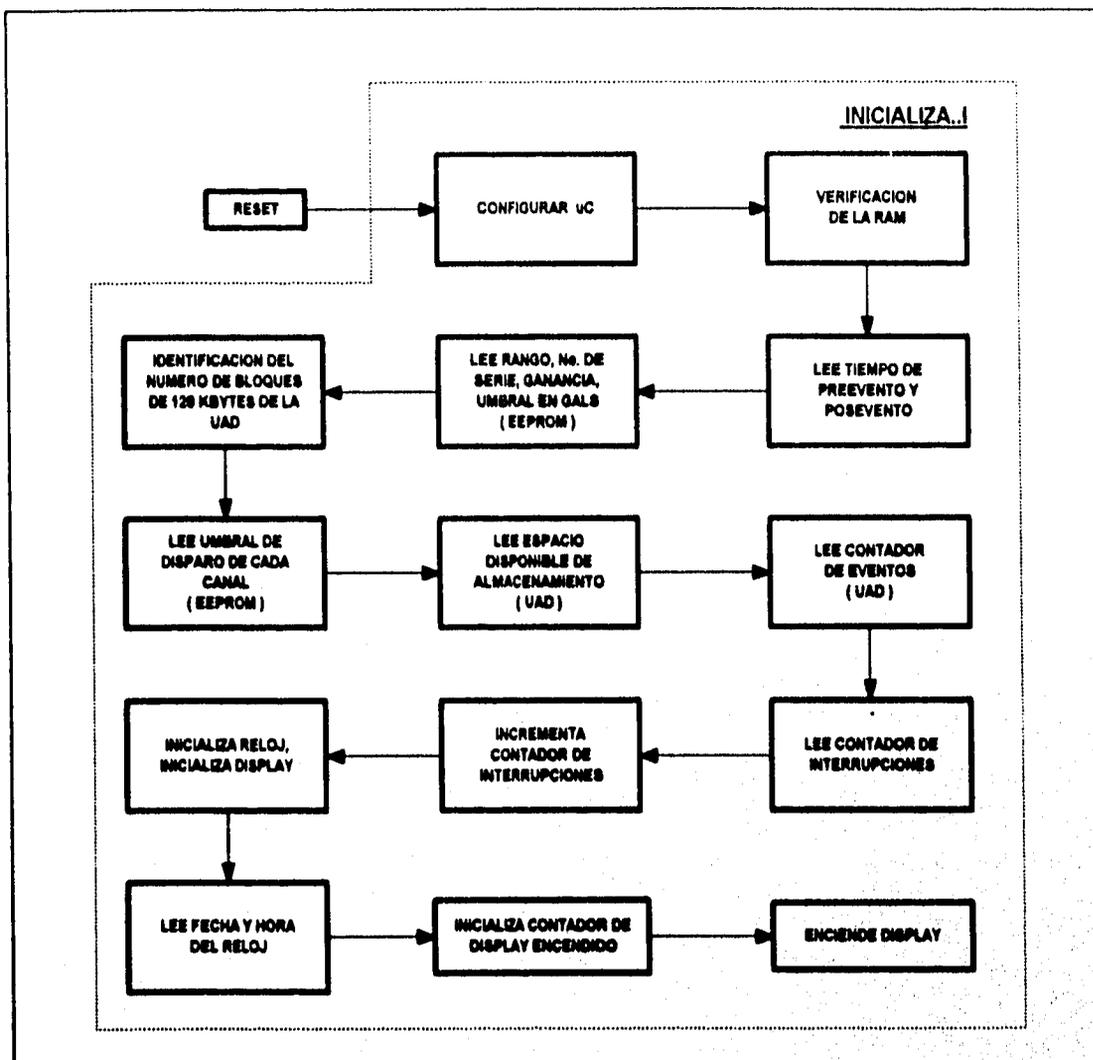


Figura 4.2 Diagrama de flujo simplificado de la rutina INICIALIZA..I

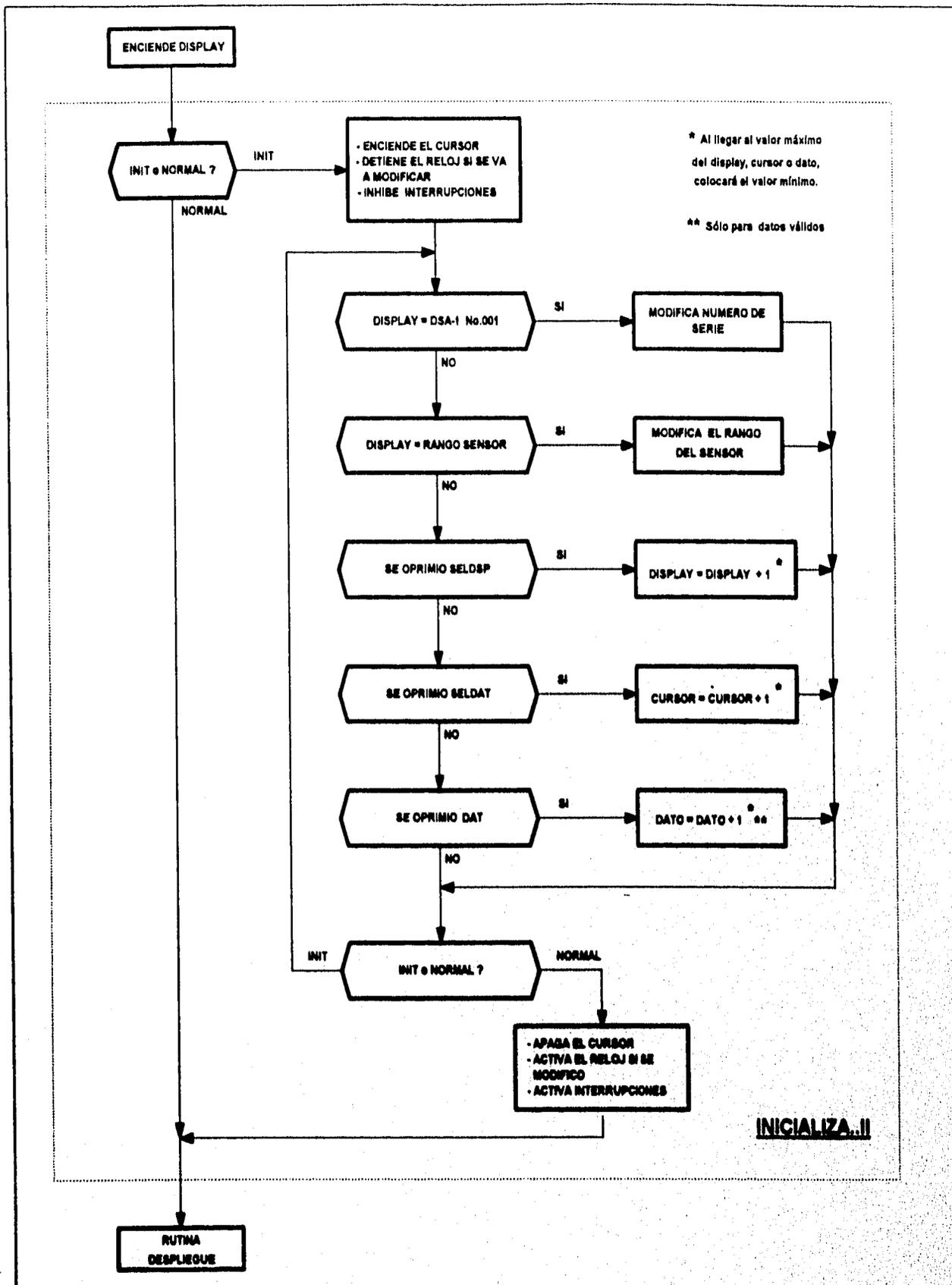


Figura 4.3 Diagrama de flujo simplificado de la rutina INICIALIZA..II

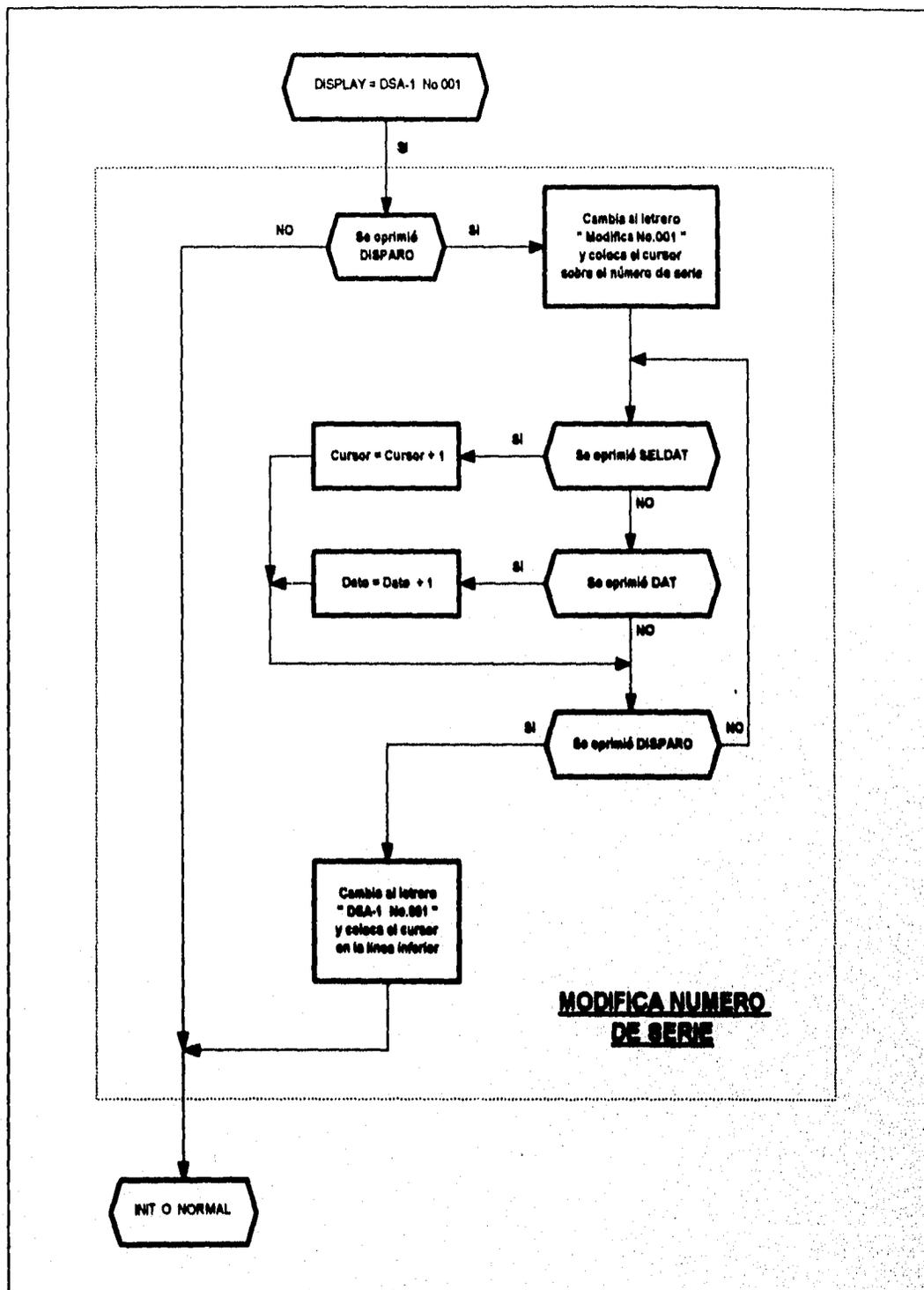


Figura 4.4 Diagrama de flujo simplificado de la rutina que modifica el número de serie

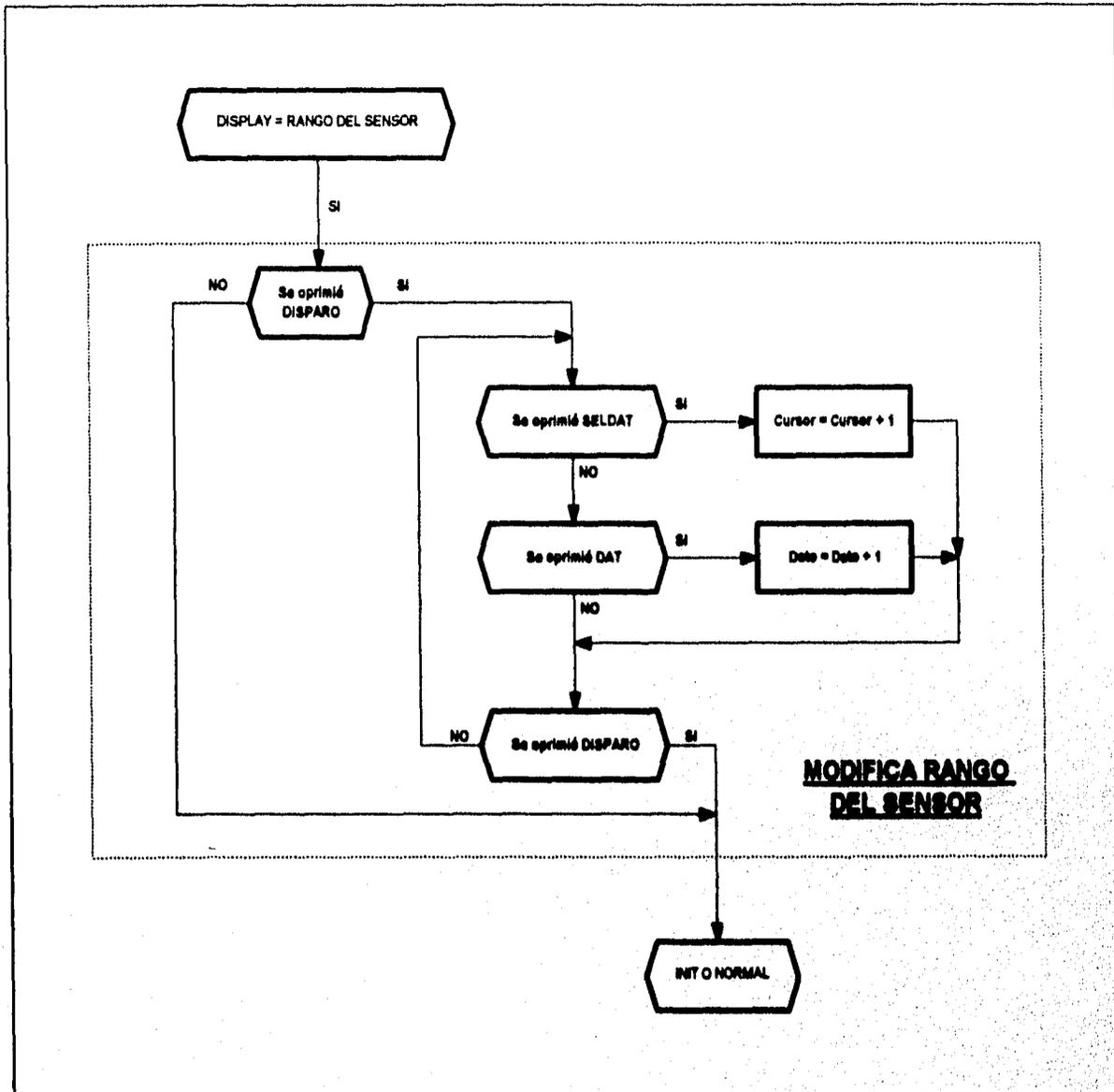


Figura 4.5 Diagrama de flujo simplificado de la rutina que modifica el rango del sensor

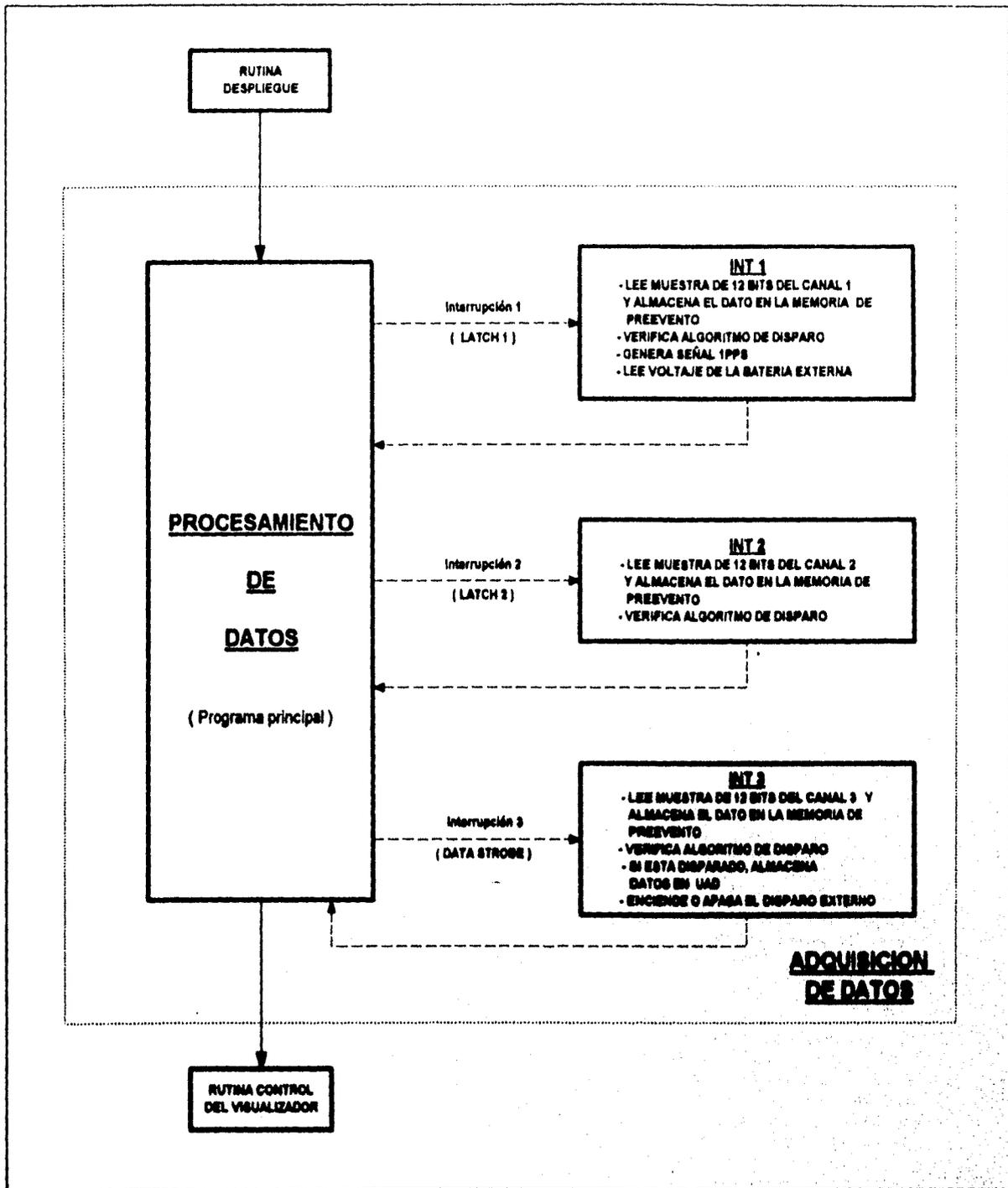


Figura 4.6 Diagrama de flujo simplificado de la rutina de adquisición de datos

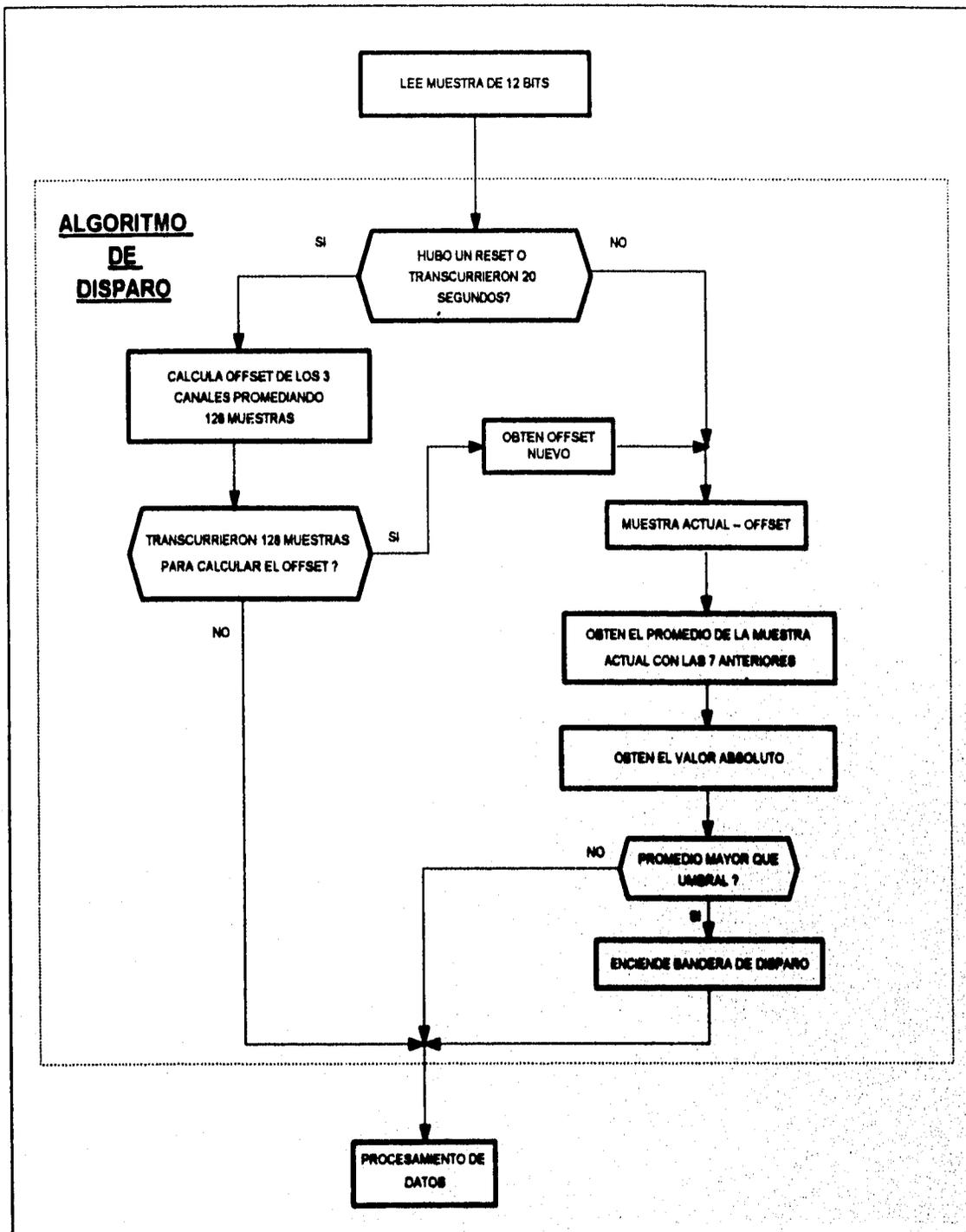


Figura 4.7 Diagrama de flujo simplificado de la rutina del control de disparo

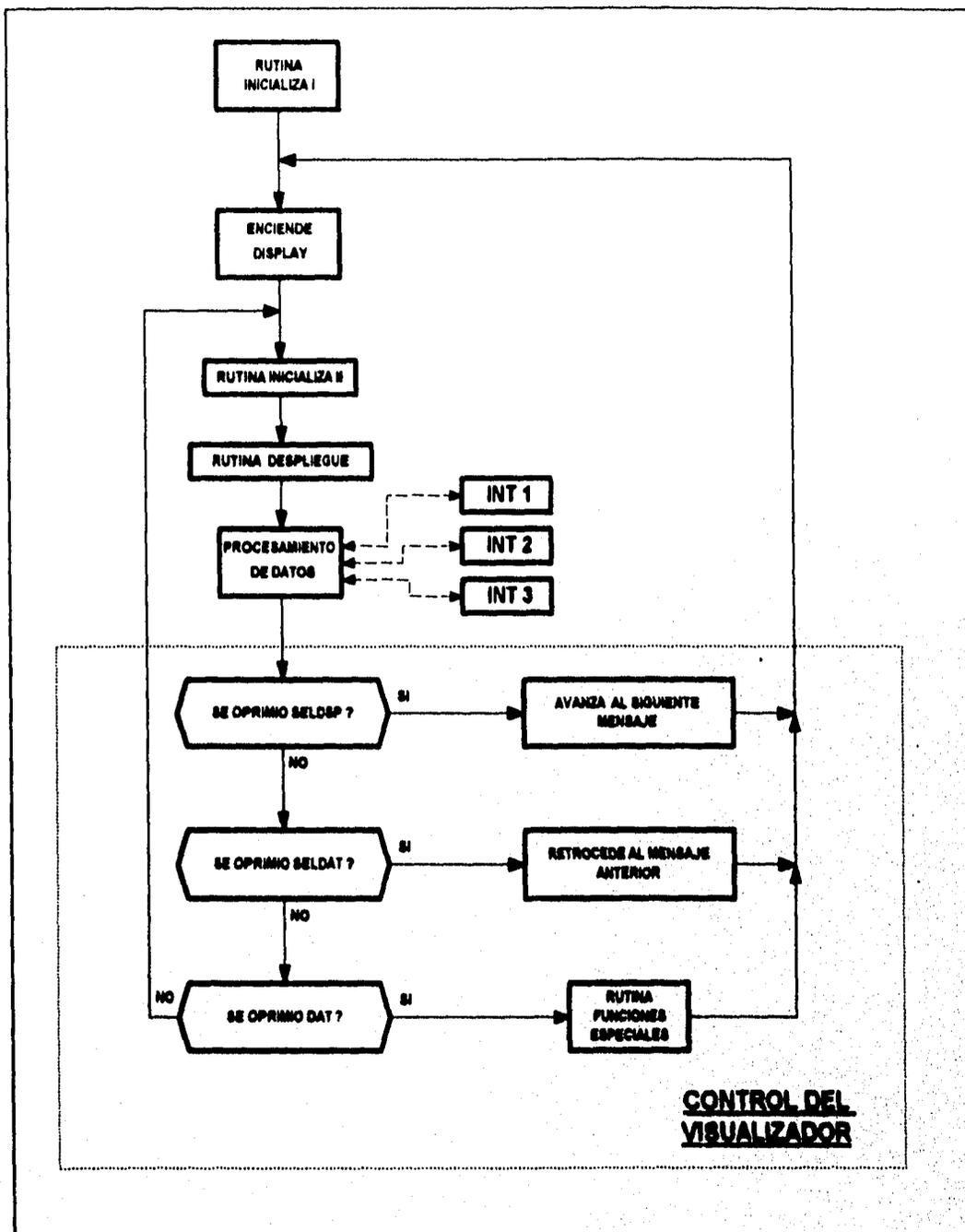


Figura 4.8 Diagrama de flujo simplificado de la rutina que controla el visualizador

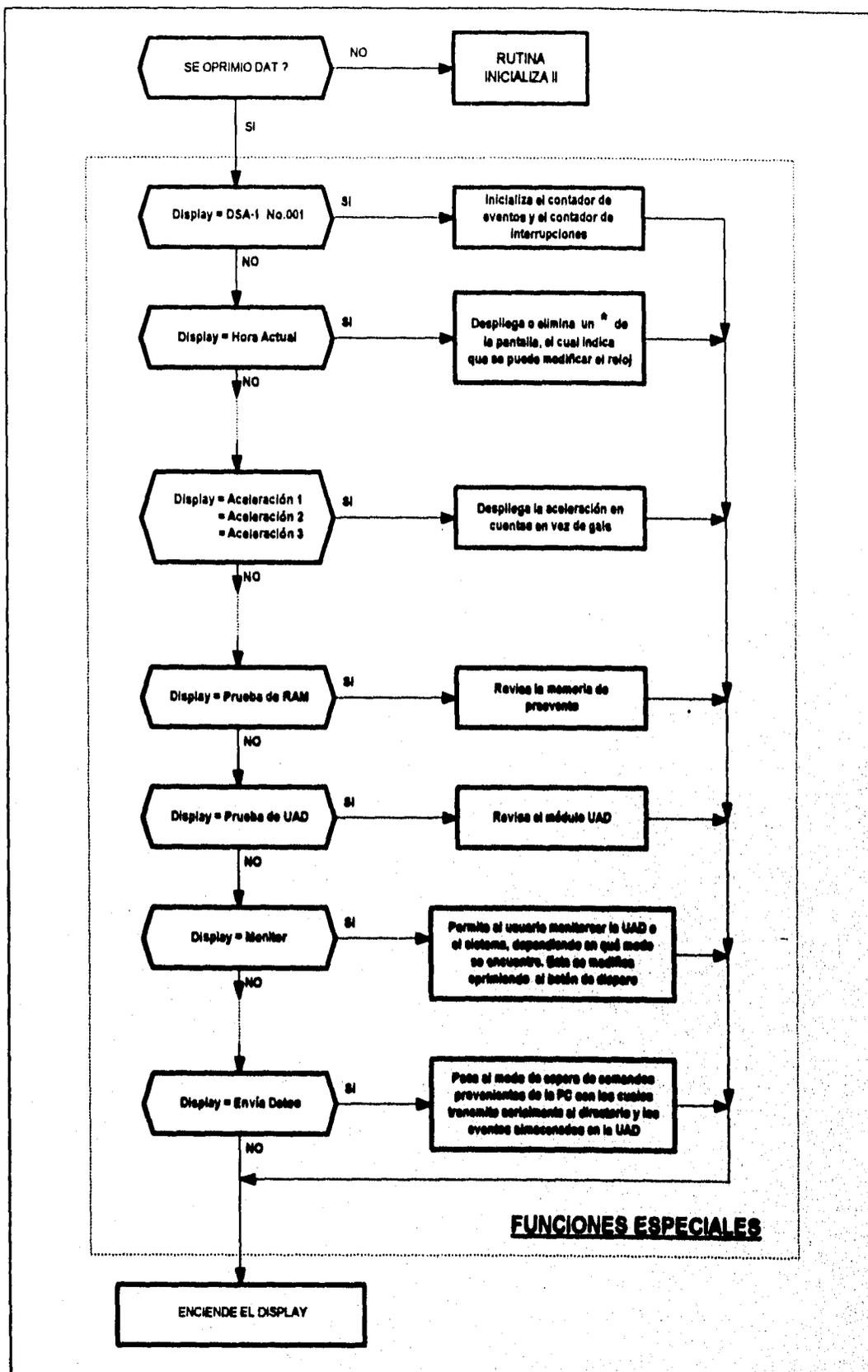


Figura 4.9 Diagrama de flujo simplificado de la rutina que activa las funciones especiales

**MEMORIA PRINCIPAL
(64 KBYTES)**

\$0000	REGISTROS DEL HC11		RAM (32 Kbytes)
\$0040	STACK POINTER		
\$0200	VARIABLES DEL SISTEMA		
\$1000	MEMORIA DE PREEVENTO		
\$7FF1	NO UTILIZADO		primera partici3n EPROM (12 Kbytes)
\$8000	ROMS	SIN USO	
\$B000	P1	DISPLAY LCD AND491	PUERTOS DE ENTRADA
\$B080	P2	ERAMS	
\$B100	P3	CONVERSOR (ADC1-ADC4)	
\$B180	P4	RESERVADO	
\$B200	P5	RELOJ DE TIEMPO REAL	
\$B280	P6	BOTONES DEL PANEL	
\$B300	P7	RESERVADO	
\$B380	P8	CONVERSOR (ADC5-ADC12)	
\$B400	P9	RESERVADO	
\$B480	P10	RESERVADO	
\$B500	P11	RESERVADO	
\$B580	P81	DISPLAY LCD AND491	PUERTOS DE SALIDA
\$B590	P82	MEXLS	
\$B5A0	P83	MEXMS	
\$B5B0	P84	MEXHS	
\$B5C0	P85	RESERVADO	
\$B5D0	P86	RESERVADO	
\$B5E0	P87	RESERVADO	
\$B5F0	P88	RESERVADO	
\$B600		VARIABLES RESPALDADAS	EEPROM (512 Bytes)
\$B800		RESERVADO	
\$C013	ROMS	PROGRAMA DE CONTROL, SUBROUTINAS Y TABLAS.	segunda partici3n EPROM (16 Kbytes)
\$FFFF			

**MEMORIA EXTENDIDA
(1 Mbyte)**

\$00000	BLOQUE No. 1 (128 Kbytes)	UNIDAD DE ALMCENAMIENTO DE DATOS (UAD)
\$20000	BLOQUE No. 2	
\$40000	BLOQUE No. 3	
\$60000	BLOQUE No. 4	
\$80000	BLOQUE No. 5	
\$A0000	BLOQUE No. 6	
\$C0000	BLOQUE No. 7	
\$E0000	BLOQUE No. 8	
\$100000		

Figura 4.10 Mapa de memoria del DSAM-1

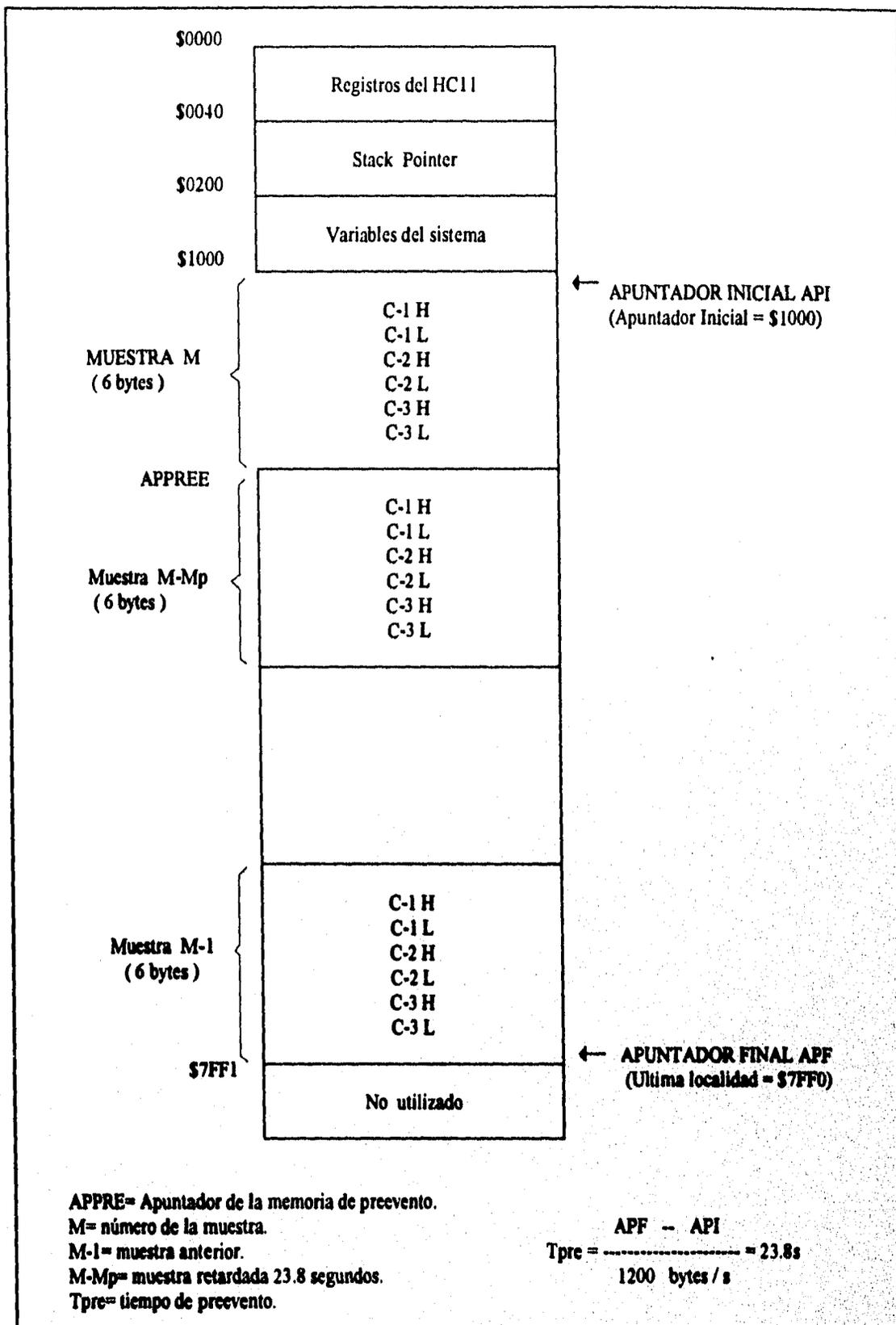


Figura 4.11 Mapa de la memoria de preevento

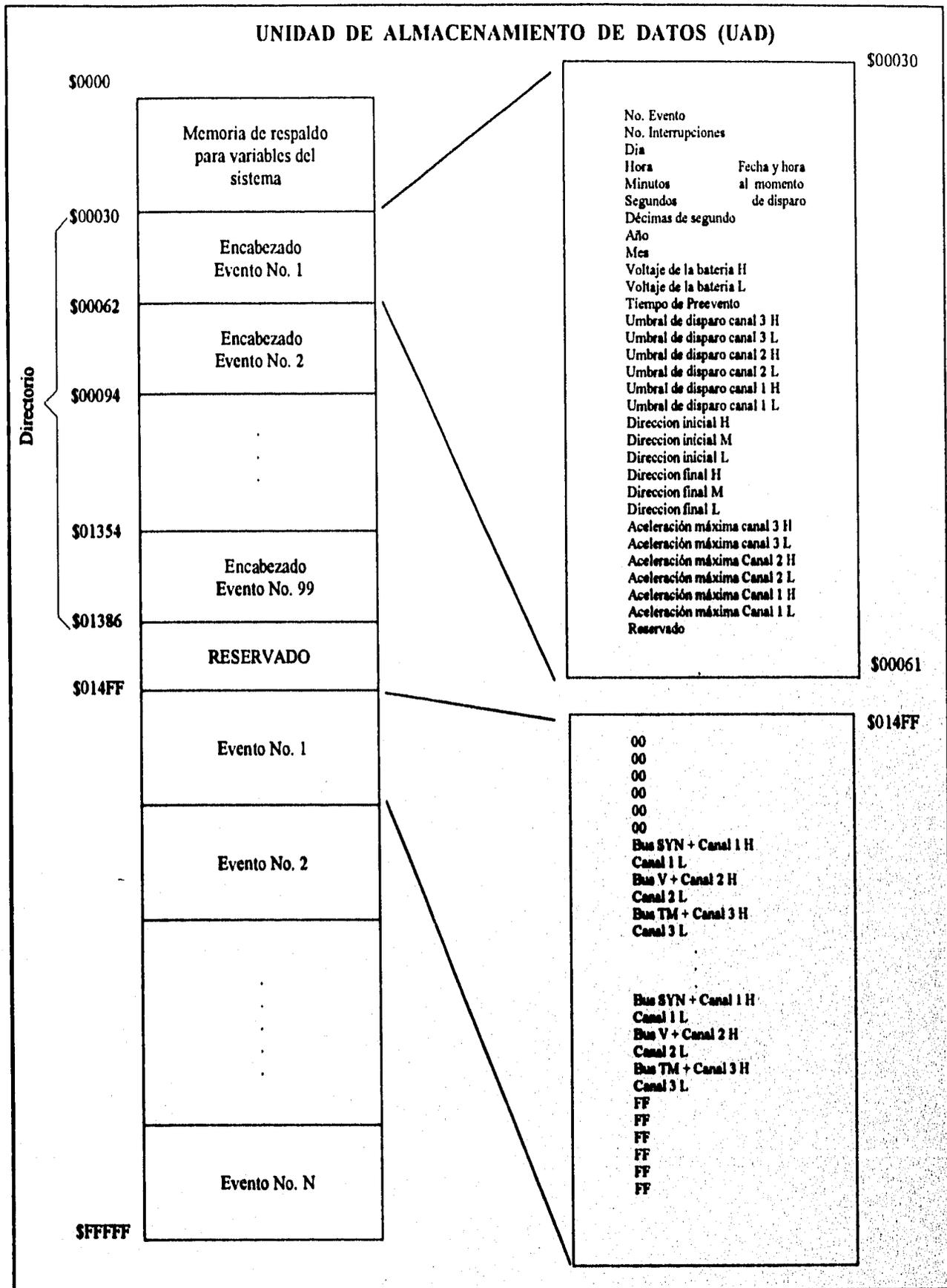


Figura 4.12 Mapa de memoria y formato de almacenamiento de la UAD

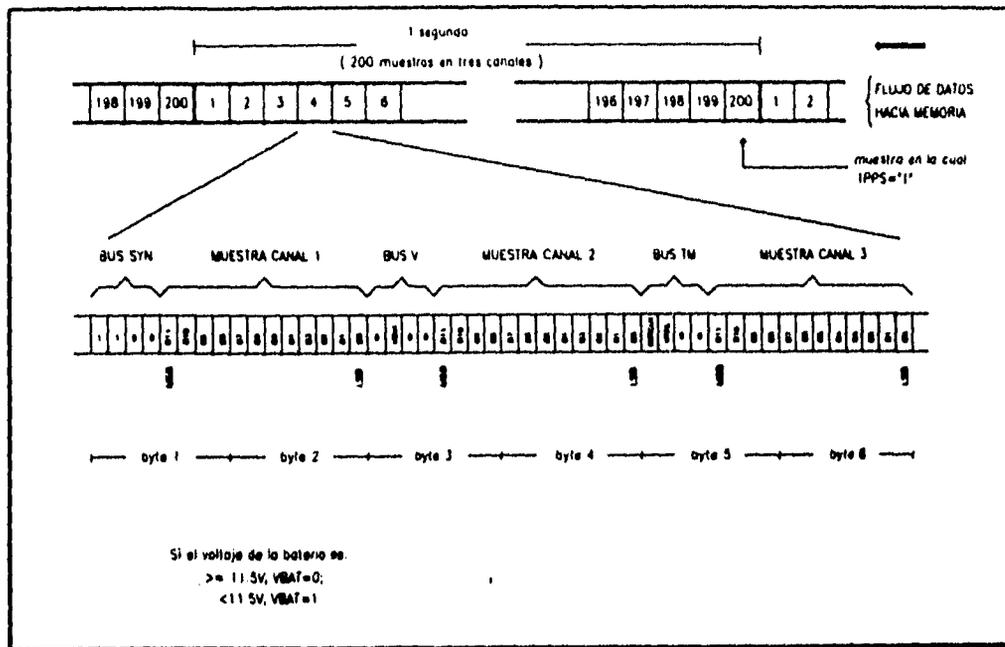


Figura 4.13 Formato de almacenamiento

BYTE	VARIABLE	DESCRIPCION
\$B600	UMBE1H	Umbral de disparo canal 1, millares, gals.
\$B601	UMBE1C	Umbral de disparo canal 1, centenas, gals.
\$B602	UMBE1D	Umbral de disparo canal 1, decenas, gals.
\$B603	UMBE1U	Umbral de disparo canal 1, unidades, gals.
\$B604	UMBE2H	Umbral de disparo canal 2, millares, gals.
\$B605	UMBE2C	Umbral de disparo canal 2, centenas, gals.
\$B606	UMBE2D	Umbral de disparo canal 2, decenas, gals.
\$B607	UMBE2U	Umbral de disparo canal 2, unidades, gals.
\$B608	UMBE3H	Umbral de disparo canal 3, millares, gals.
\$B609	UMBE3C	Umbral de disparo canal 3, centenas, gals.
\$B60A	UMBE3D	Umbral de disparo canal 3, decenas, gals.
\$B60B	UMBE3U	Umbral de disparo canal 3, unidades, gals.
\$B60C	PREV	Tiempo de preevento, BCD, segundos {PREV10, PREV1}
\$B60D	PSTE	Tiempo de postevento, BCD, segundos {PSTE10, PSTE1}
\$B60E	NS100	Número de serie, BCD, {0, NS100}
\$B60F	NS	Número de serie, BCD, {NS10, NS1}
\$B610	RAN1	Rango del sensor, BCD, {0, RAN1}
\$B611	RAN	Rango del sensor, BCD, {RAN0, RAN01}
.		
.		
\$B7FF		RESERVADO

Tabla 4.1 Parámetros fijos almacenados en la EEPROM

BYTE	VARIABLE	DESCRIPCION
\$00000	CE	Contador de eventos, BCD, {CE10, CE1}
\$00001	CG	Contador de interrupciones, BCD, {CG10, CG1}
\$00002	EDBH	Espacio disponible en memoria, min, BCD
\$00003	CONEDH	Contador espacio disponible memoria, HEX, byte alto
\$00004	CONEDM	Contador espacio disponible memoria, HEX, byte medio
\$00005	CONEDL	Contador espacio disponible memoria, HEX, byte bajo
\$00006	APRAMH	Apuntador del ultimo dato almacenado, HEX, byte alto
\$00007	APRAMM	Apuntador del ultimo dato almacenado, HEX, byte medio
\$00008	APRAML	Apuntador del ultimo dato almacenado, HEX, byte bajo
\$00009	BEDRD	Bandera UAD llena, 1=llena, 0= espacio disponible.
.		
.		
\$0002F	...	Otros datos del sistema

Tabla 4.2 Memoria de respaldo en la UAD para variables vitales del sistema

BYTE	VARIABLE	DESCRIPCION
01	CE	Contador de Eventos, BCD, {CE10, CE1}
02	CG	Contador de Interrupciones, BCD, {CG10, CG1}
03	D	Días, BCD, {D10, D1}
04	H	Horas, BCD, {H10, H1}
05	M	Minutos, BCD, {M10, M1}
06	S	Segundos, BCD, {S10, S1}
07	C	Décimas de segundo, BCD, {C10, C1}
08	A	Año, BCD, {A10, A1}
09	MS	Mes, BCD, {MS10, MS1}
10	VBAT10	Voltaje de la batería, BCD, {0, VBAT10}
11	VBAT	Voltaje de la batería, BCD, {VBAT1, VBAT0}
12	PREV	Tiempo de preevento, BCD, {PREV10, PREV1}
13	UMC3H	Umbral de disparo canal 3, BCD, gals, {UMC3M, UMC3C}
14	UMC3L	Umbral de disparo canal 3, BCD, gals, {UMC3D, UMC3U}
15	UMC2H	Umbral de disparo canal 2, BCD, gals, {UMC2M, UMC2C}
16	UMC2L	Umbral de disparo canal 2, BCD, gals, {UMC2D, UMC2U}
17	UMC1H	Umbral de disparo canal 1, BCD, gals, {UMC1M, UMC1C}
18	UMC1L	Umbral de disparo canal 1, BCD, gals, {UMC1D, UMC1U}
19	DRINH	Dirección inicial, HEX, byte alto
20	DRINM	Dirección inicial, HEX, byte medio
21	DRINL	Dirección inicial, HEX, byte bajo
22	DRFINH	Dirección final, HEX, byte alto
23	DRFINM	Dirección final, HEX, byte medio
24	DRFINL	Dirección final, HEX, byte bajo
25	MAXC3H	Aceleración máxima canal 3, HEX, cuentas, byte alto
26	MAXC3L	Aceleración máxima canal 3, HEX, cuentas, byte bajo
27	MAXC2H	Aceleración máxima canal 2, HEX, cuentas, byte alto
28	MAXC2L	Aceleración máxima canal 2, HEX, cuentas, byte bajo
29	MAXC1H	Aceleración máxima canal 1, HEX, cuentas, byte alto
30	MAXC1L	Aceleración máxima canal 1, HEX, cuentas, byte bajo
.		
.		
.		
50		RESERVADO

Tabla 4.3 Datos del encabezado de cada evento

BYTE	DESCRIPCION
1	00
2	00
3	00
4	00
5	00
6	00
7	{BUS SYN, 4 bits altos canal 1}
8	{8 bits bajos canal 1}
9	{BUS V, 4 bits altos canal 2}
10	{8 bits bajos canal 2}
11	{BUS TM, 4 bits altos canal 3}
12	{8 bits bajos canal 3}
.	.
.	.
N-11	{BUS SYN, 4 bits altos canal 1}
N-10	{8 bits bajos canal 1}
N-9	{BUS V, 4 bits altos canal 2}
N-8	{8 bits bajos canal 2}
N-7	{BUS TM, 4 bits altos canal 3}
N-6	{8 bits bajos canal 3}
N-5	FF
N-4	FF
N-3	FF
N-2	FF
N-1	FF
N	FF

Tabla 4.4 Datos multiplexados de un evento

V. MODO DE OPERACION DEL ACELEROGRAFO DSAM-1

La operación del acelerógrafo DSAM-1 se controla mediante un visualizador y un panel frontal. En este capítulo se describirán sus distintos modos de operación e interacción con el usuario.

Cuando la tarjeta multifunción ha sido instalada en el acelerógrafo comienza a operar al momento de encender el equipo, e inicia con el despliegue del mensaje correspondiente al modelo y número de serie del aparato.

5.1 Panel de control

El panel de control es un pequeño tablero ubicado en la parte frontal del instrumento y está formado por una serie de interruptores como se muestra en la figura 5.1.

A través de este dispositivo el usuario puede comunicarse con el DSAM-1 para conocer y modificar (cuando sea necesario) los parámetros de operación del acelerógrafo. A continuación se describirá la función de cada interruptor.

Interruptor de encendido

Es el interruptor general de encendido del aparato y por medio del cual se permite el suministro de energía a todo el acelerógrafo. Es importante aclarar, que cuando se corta la alimentación, el módulo UAD y el reloj continúan operando con una batería de respaldo.

Botón RESET

Con este botón, se reinicializa manualmente el sistema, ya que al ser oprimido se genera el pulso de *reset* que obliga al microcontrolador a iniciar el programa de operación incrementando al mismo tiempo en una unidad el contador de interrupciones.

Selector de modo

Con este interruptor se puede seleccionar alguno de los dos modos de operación del aparato:

MODO NORMAL. Este es el modo usual de operación del equipo. En este modo el sistema ejecuta las rutinas de adquisición de datos, verificación del disparo y despliegue de datos, entre otras.

MODO INIT. Este es el modo de inicialización de parámetros. Permite la modificación de la fecha, la hora, los umbral de disparo, etc. utilizando para ello los botones SELDSP, SELDAT, DAT y DISPARO. La forma en que se ejecuta esta tarea fue explicada en el capítulo IV.

Al estar el sistema en este modo de operación se inhibe el algoritmo de disparo y también la adquisición y almacenamiento de los datos en la UAD.

Botón de disparo

Este botón es utilizado para realizar tres tareas distintas:

- 1.- Generar manualmente un disparo para iniciar la adquisición y almacenamiento de datos en la memoria UAD.
- 2.- Permitir el modo especial de modificación de parámetros (ver rutina Inicializa II en el capítulo III).
- 3.- En la rutina de monitoreo, sirve para seleccionar cuál de las dos secciones se va a revisar: la UAD o la memoria principal del sistema.

Botón SELDSP

Pulsando este botón se avanza consecutivamente en el despliegue de las distintas pantallas del visualizador. La secuencia de datos y mensajes se muestra en la figura 5.2. Cuando el visualizador está apagado, este botón lo enciende. En la rutina de monitoreo, sirve también para decrementar la dirección cuya información se desea conocer.

Botón SELDAT

Cuando se encuentra operando el sistema en el Modo NORMAL, sirve para retroceder consecutivamente la pantalla desplegada. En el modo INIT, se utiliza para desplazar la posición del cursor de izquierda a derecha permitiendo escoger el dato que se desea modificar. Finalmente en la rutina de monitoreo, hace desplazar el cursor de derecha a izquierda seleccionando la dirección que se desea revisar.

Botón DAT

En el modo INIT cada vez que se oprime este botón, el dato apuntado por el cursor se incrementará cíclicamente hasta su valor máximo. Dentro del modo NORMAL, con el botón DAT se ejecutan las rutinas especiales como son: monitoreo, transferencia de datos a la PC, prueba de RAM, etc.. Al ejecutar la rutina de monitoreo, también se utiliza para incrementar la dirección que se desea revisar.

5.2 Visualizador alfanumérico

Este dispositivo consta de un display de cristal líquido AND491 capaz de desplegar dos renglones de 16 caracteres cada uno. Con él se permite al usuario visualizar mensajes e información del DSAM-1 en forma clara. Los mensajes pueden seleccionarse utilizando los botones SELDSP y SELDAT como se explicó anteriormente. Los distintos mensajes y formato de los datos desplegados se muestran en las figuras 5.2 y 5.3.

5.3 Funciones especiales

Las funciones especiales son pequeñas subrutinas que le permiten al usuario inicializar y revisar el funcionamiento del equipo, además de permitirle la comunicación serie con una computadora personal. Para ejecutar cualquiera de estas funciones es necesario oprimir el botón DAT cuando el sistema se encuentre operando en su modo NORMAL, y además se esté desplegando en ese momento la pantalla correspondiente a la función que se desea invocar. Los distintos mensajes y formatos de los datos desplegados para estas funciones especiales se muestran en la figura 5.4. La explicación detallada de cada una de estas rutinas se describe a continuación

Rutina que inicializa el contador de eventos e interrupciones

Esta rutina borra el contenido del módulo UAD; por tal motivo sólo debe ejecutarse cuando la información ya se respaldó en la computadora personal. Para ejecutar esta rutina es necesario oprimir el botón DAT cuando el sistema esté desplegando la pantalla " 0 " correspondiente al despliegue inicial. Como medio de protección invoca un segundo despliegue en el cual pide la confirmación de borrado al usuario. Si el usuario desea borrar la memoria, entonces debe pulsar de nuevo el botón DAT y con ello entrará a la rutina que inicializa el contador de eventos en "00" y el de interrupciones en "01".

Rutina que despliega o elimina un * de la pantalla para indicar si se puede o no modificar el reloj

Con esta rutina el usuario le indica al sistema si desea modificar o no los datos del reloj fechador al entrar al modo de operación INIT. Para ello se debe revisar la pantalla " 1 ", en busca de un * en la parte inferior izquierda del visualizador si es que se desea modificar el reloj-fechador, pero si por el contrario, se desea que siga el reloj operando normalmente, el * no debe aparecer.

Para que el * aparezca o desaparezca en el visualizador es necesario oprimir el botón DAT cuando el sistema esté operando en el modo NORMAL y además se esté desplegando la pantalla correspondiente a la hora actual, tal y como se muestra en la figura 5.4. Esta rutina fue necesario incluirla ya que en muchas ocasiones no es necesario modificar estos parámetros cuando se entra al modo INIT.

Rutina que despliega la aceleración en cuentas

Esta rutina únicamente va a permitir visualizar la aceleración del canal seleccionado en cuentas (valores discretos del conversor A/D) en lugar de *gals*. Para entrar o salir de esta rutina es necesario oprimir el botón DAT cuando se encuentra el sistema operando en su modo NORMAL y además se esté desplegando alguna de las pantallas 7, 8 o 9 tal y como se muestra en la figura 5.4.

Es importante aclarar que para continuar con el despliegue de las demás pantallas, es necesario que el visualizador despliegue la aceleración en *gals*.

Revisión de la memoria de preevento y del módulo UAD

Como ambas rutinas se ejecutan de la misma manera, es posible explicarlas en un sólo punto. Con esta rutina se verifica si la memoria está operando correctamente o no; es decir, que no se esté perdiendo alguno de los datos durante el almacenamiento por causa de una falla física en algún circuito. La rutina ejecuta para cada localidad física de memoria un ciclo escritura-lectura-verificación. Para no alterar el contenido de la memoria, se hace uso de una variable de respaldo en la cual se almacena temporalmente el dato de la dirección revisada. Si la verificación es exitosa, se da por buena esa localidad y se vuelve a guardar el dato respaldado. Posteriormente el algoritmo continúa con la siguiente localidad. Si los datos no son iguales, entonces hay un error en el circuito y se despliega en la pantalla un mensaje que indica el bloque de memoria donde se encontró el error.

Para ejecutar estas rutinas es necesario oprimir el botón DAT cuando el sistema esté en su modo NORMAL y además se esté desplegando alguna de las pantallas correspondientes a las pruebas de memoria (PRUEBA DE RAM o PRUEBA DE UAD). Cuando el sistema está llevando a cabo la verificación, le indica al usuario a través del visualizador que bloque está revisando.

Monitoreo de la UAD o del sistema

Esta rutina es de uso exclusivo para el mantenimiento del equipo ya que arroja datos únicamente conocidos por el personal autorizado, pero como no afecta ningún valor al ser ejecutada, no se consideró necesario protegerla. Con esta rutina se visualiza cada una de las localidades del módulo UAD y de la memoria principal del sistema con ayuda del botón de disparo. Para ejecutar esta rutina es necesario oprimir el botón DAT cuando se encuentre el sistema en su modo NORMAL y además se esté desplegando el mensaje de monitoreo en el visualizador.

El DSAM-1 entra directamente a la rutina que monitorea el módulo UAD. Si el usuario desea monitorear la parte correspondiente a la memoria principal del sistema, sólo debe pulsar el botón de disparo. De esta forma se pueden revisar todas las localidades comprendidas en el mapa de memoria.

La forma en que operan los botones en esta función es la siguiente: el botón DAT es utilizado para incrementar el valor del dígito apuntado por el cursor cada vez que se escoge una nueva dirección. El botón SELDSP permite decrementar el valor del dígito apuntado. Finalmente el botón SELDAT desplaza el cursor de derecha a izquierda. Cuando el cursor se encuentra sobre la flecha colocada en la extrema izquierda de la pantalla y se pulsa el botón DAT, el sistema dará por terminada la rutina de monitoreo pasando al modo NORMAL de operación.

Modo de espera de comandos provenientes de la PC

Esta rutina le va a permitir al DSAM-1 transmitir el directorio y los eventos almacenados en la UAD hacia una computadora PC por medio de un puerto serie. Es importante verificar antes de entrar a este modo que el sistema se encuentre conectado a la PC, ya que de lo contrario sólo se podrá salir de esta rutina mediante un RESET manual. La descripción de esta rutina se hará en el capítulo VI correspondiente a la comunicación serie.

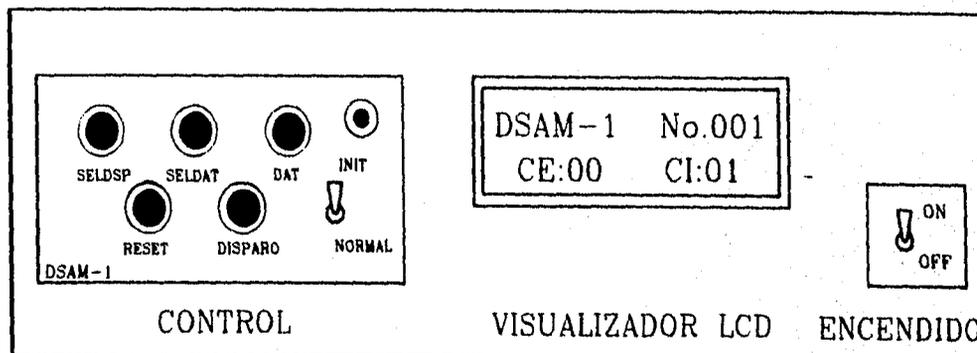


Figura 5.1 Tablero de control del DSAM-1

Selector Despliegue (SELDSP)	Condición de modificación	Mensaje Desplegado (Línea superior)	Dato Desplegado (Línea inferior)
0	mc	DSAM-1 No. <u>nnn</u>	CE=ee CI=ii
1	m, *	1:HORA ACTUAL	* <u>HH:MM:ss.s</u>
2	m	2:FECHA ACTUAL	dd <u>DD/MM/AA</u>
3	m	3: TIEMPOS	PRE= <u>PRs</u> POS= <u>PSs</u>
4	m	4:Umbral canal 1	<u>uuu</u> gals
5	m	5:Umbral canal 2	<u>uuu</u> gals
6	m	6:Umbral canal 3	<u>uuu</u> gals
7	nm	7:Aceleración 1	aaaa.aa gals
8	nm	8:Aceleración 2	aaaa.aa gals
9	nm	9:Aceleración 3	aaaa.aa gals
10	nm	10: ALIMENTACION	ld.aa volts
11	mc	11: RANGO SENSOR	<u>LL B</u>
12	nm	12: PRUEBA DE RAM	Oprime DAT
13	nm	13: PRUEBA DE UAD	Oprime DAT
14	nm	14: MONITOR	DDDDD : dd
15	nm	15: ENVIA DATOS	Oprime DAT

Observaciones:

En modo NORMAL el cursor esta apagado

En modo INIT, el cursor esta pulsando

- * Permite modificar la hora y la fecha en la rutina INIT, cuando está presente el asterisco
- m Se puede modificar con DAT el dato escrito en negritas y subrayado
- mc Se puede modificar el dato escrito en negritas y subrayado sólo si se conoce la clave de acceso
- nm Ningun dato es modificable
- nnn No. de serie
- ee Contador de eventos
- ii Contador de interrupciones
- HH Horas
- MM Minutos
- ss.s Segundos y décimas de segundo
- DD Día
- MM Mes
- AA Año (últimas dos cifras)
- PR Tiempo de preevento
- PS Tiempo de posevento
- uuu Umbral de disparo

Figura 5.2 Detalle de la información desplegada y datos modificables

Pantalla 0: Despliegue inicial, Contador de eventos e interrupciones	DSAM-1 No. 001 CE=00 CI=01
Pantalla 1: Tiempo del reloj	1:HORA ACTUAL * 12:03:31.5
Pantalla 2: Fecha del reloj	2:FECHA ACTUAL dd 15/02/96
Pantalla 3: Tiempos de preevento y posevento	3: TIEMPOS PRE:10s POS:15s
Pantalla 4: Umbral del canal 1 en gals	4:Umbral canal 1 0004 gals
Pantalla 5: Umbral del canal 2 en gals	5:Umbral canal 2 0004 gals
Pantalla 6: Umbral del canal 3 en gals	6:Umbral canal 3 0004 gals
Pantalla 7: Aceleración del canal 1 en gals	7:Aceleración 1 +0000.00 gals
Pantalla 8: Aceleración del canal 2 en gals	8:Aceleración 2 +0000.00 gals
Pantalla 9: Aceleración del canal 3 en gals	9:Aceleración 3 +0000.00 gals
Pantalla 10: Nivel de la batería externa en volts	10: ALIMENTACION 12.50 volts
Pantalla 11: Rango del sensor en g	11: RANGO SENSOR 2.00 g
Pantalla 12: Revisa el funcionamiento de la memoria RAM	12:PRUEBA DE RAM Oprime DAT
Pantalla 13: Revisa el funcionamiento del módulo UAD	13:PRUEBA DE UAD Oprime DAT
Pantalla 14: Monitorea cada una de las localidades del sistema	14: MONITOR 00000 : 00
Pantalla 15: Envío de datos de la UAD a la PC	15: ENVIO DATOS Oprime DAT

Figura 5.3 Despliegue de la información mediante las 16 opciones de selección

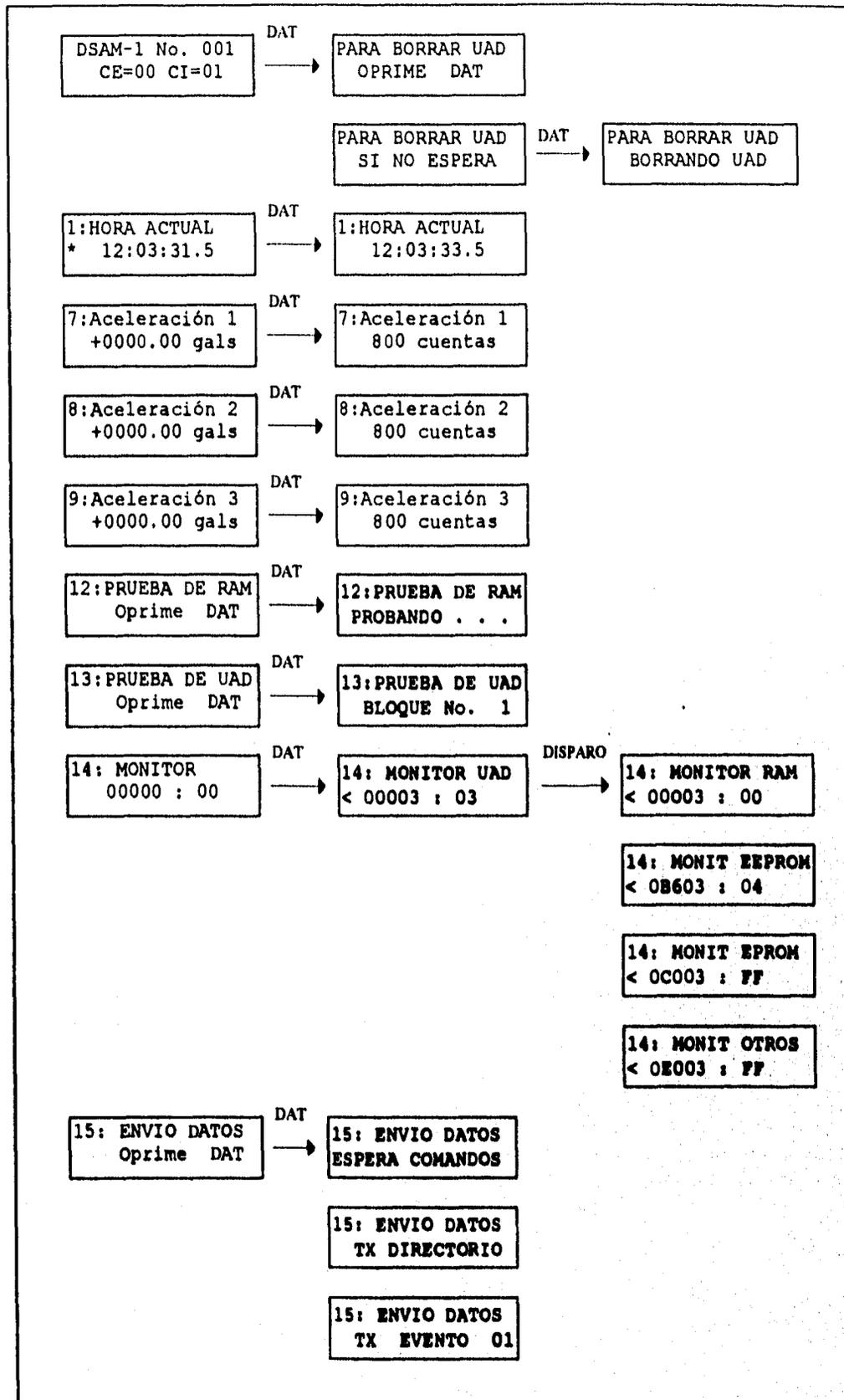


Figura 5.4 Despliegue de las funciones especiales

VI. COMUNICACION SERIE DEL DSAM-1 CON LA COMPUTADORA PERSONAL

En este capítulo se describe cómo se realiza la comunicación bidireccional entre el acelerógrafo DSAM-1 y una computadora personal a través de un puerto serie RS-232C. El objetivo de esta comunicación consiste en transferir a disco los datos de los eventos almacenados para posteriormente graficarlos.

6.1 Conexión del DSAM-1 y la PC

La interconexión entre el puerto serie RS-232 del DSAM-1 y la PC se muestra en la tabla 6.1 y consta de 5 líneas, las cuales son: transmisión, recepción, tierra y dos señales de control -- una de ellas generada por la PC (RTS) y la otra por el DSAM-1 (CTS) --. Con estas últimas se establece el protocolo de comunicación que le permite al DSAM-1 transmitir su información a cualquier computadora personal sin importar a qué velocidad trabaje. Las demás señales de control utilizadas por la PC (DSR, DCD y DTR) se conectaron en modo nulo, es decir, se interconectaron entre sí para completar el protocolo de comunicación ya que no las requiere el DSAM-1 para realizar la comunicación.

6.2 Formato de transmisión

Para llevar a cabo la comunicación serie entre este par de dispositivos, fue necesario escribir dos programas de comunicación: uno en la PC (DATDSAM1.EXE) y otro en el DSAM-1. En cada uno de ellos se definió el tipo de código que se va a emplear, el tamaño de la palabra a transmitir, y todos aquellos parámetros involucrados en la comunicación con la finalidad de que el receptor pueda interpretar el mensaje transferido. Al conjunto de estas características se le conoce como formato de transmisión.

El formato de transmisión establecido en este sistema, posee las siguientes características: se ocupa una palabra de 8 bits en formato NRZ con 1 bit de inicio y un bit de paro a una velocidad de transmisión de 9600 bauds (no se ocupa el bit de paridad).

Para evitar la pérdida de datos durante la transmisión se utilizaron un par de señales de control (RTS y CTS), las cuales indican el orden a seguir durante la transferencia. Con este par de señales, se obliga a ambos dispositivos a enviar o esperar el siguiente dato (1 byte), sin correr el riesgo de que éste se envíe cuándo el dispositivo receptor se encuentra ocupado ejecutando alguna otra tarea. A esta forma de controlar el flujo de la información se le conoce como "Hand-Shake".

Es importante resaltar que aunque se trata de una comunicación bidireccional, el DSAM-1 se encuentra controlado por la PC, ya que éste sólo contesta con el dato correspondiente cuando recibe un comando proveniente de la PC. Los comandos enviados por la PC durante la transmisión constan de 1 byte y se muestran en la tabla 6.2.

El algoritmo empleado para realizar la comunicación se encuentra basado en el diagrama de tiempos de la figura 6.1. En este diagrama, se ha establecido una secuencia de pasos, en donde se le indica tanto a la PC como al DSAM-1 el momento en el cual se debe enviar o recibir un comando. La numeración utilizada en el diagrama corresponde a la ejecución de las siguientes tareas:

1. La PC pone en alto la señal RTS.
El DSAM-1 pone en alto la señal CTS.
La PC espera a que la señal CTS se encuentre alta.
Se transmite un comando de la PC al DSAM-1.
2. La PC pone en bajo la señal RTS.

3. Inmediatamente después de que la señal RTS baja, el DSAM-1 debe leer el dato enviado por la PC.
4. El DSAM-1 después de leer el dato que acaba de llegar baja la señal CTS.
5. El DSAM-1 entra a una rutina de reconocimiento del comando, interpretación y selección de una respuesta para la PC. En ese momento la PC se encuentra monitoreando la señal CTS en espera de que ésta suba.
6. Al tener el DSAM-1 una respuesta en el puerto de transmisión, sube la señal CTS para indicarle a la PC que ya tiene listo el dato a transmitir.
7. Cuando la PC detecta un nivel alto en la señal CTS, verifica si se encuentra lista para recibir el dato o está realizando alguna otra actividad (por ejemplo: escribiendo en disco). Cuando la PC está lista para recibir datos, sube la señal RTS.
8. Al detectar el DSAM-1 el pulso de subida de la señal RTS, éste realiza la transmisión del dato.
9. La PC al recibir una respuesta, la interpreta o la almacena y pasa a transmitir el siguiente comando.

Este protocolo y dialogo mediante las líneas de control se lleva a cabo byte por byte. Los diagramas de flujo empleados en esta rutina por la PC y el DSAM-1 se muestran en las figuras 6.2 y 6.3.

6.3 Programa DATDSAM1.EXE de comunicación serie en la PC

En la parte correspondiente a la PC, se elaboró el programa DATDSAM1.EXE en lenguaje Pascal. Este programa permite establecer la comunicación serie con el DSAM-1 utilizando las señales de control RTS y CTS conforme al diagrama de tiempos de la figura 6.1. Al mismo tiempo, el programa está diseñado para generar en forma automática los nombres de los archivos, ya sea de datos o de directorios que se recuperen.

Formación del nombre de un archivo de tipo directorio

Los archivos de tipo directorio, son aquellos que almacenan la información correspondiente a los encabezados de todos los eventos que se encuentran almacenados en el DSAM-1 y su nombre se genera con las siglas "DSAM" seguidas por la fecha en que se recuperó el directorio y como extensión el ".DIR".

Para poner un ejemplo en la formación de estos nombres, se tendría que para un directorio recuperado el 1° de marzo de 1996, el nombre asignado al archivo sería:

DSAM0301.DIR

Formación del nombre de un archivo de datos

Los archivos de datos son aquellos que almacenan la información correspondiente a cada uno de los eventos junto con su encabezado. Para generar el nombre correspondiente se utilizan las siglas "DSAM" seguidas por la fecha en que ocurrió el evento. La extensión se forma utilizando el último dígito del año en que sucedió, seguido por el número del evento con el cual se tiene registrado en el DSAM-1.

Como ejemplo para la formación del nombre de un archivo de datos, se tendría que para un evento registrado el 1º de marzo de 1996 y almacenado en el DSAM-1 como el evento "01", su nombre sería el siguiente:

DSAM0301.601

Ejecución del programa DATDSAM1.EXE

Para ejecutar el programa de recuperación de datos DATDSAM1.EXE, es necesario tener conectado el DSAM-1 a la PC en el puerto serie COM1. El acelerógrafo debe estar operando en el modo de espera de comando (ver funciones especiales en el capítulo V).

El programa inicia con el despliegue de la pantalla mostrada en la figura 6.4. En esta pantalla se le indica al usuario la versión del programa, el nombre del programador y lugar en que fue realizado. Para pasar a la siguiente pantalla es necesario oprimir cualquier tecla.

En la siguiente pantalla (fig 6.5), se le indica al usuario cual es el formato de comunicación empleado, la velocidad de transmisión escogida y el puerto de comunicación que se va a utilizar. Para continuar es necesario oprimir cualquier tecla.

La última pantalla de información corresponde a la que se muestra en la figura 6.6. Con este despliegue se le pide al usuario que verifique la conexión entre ambos dispositivos y además que el DSAM-1 se encuentre en el submodo de operación "ESPERA DE COMANDO".

Al oprimir cualquier tecla se entra al menú principal (fig. 6.7). Aquí se tienen cuatro opciones para continuar. La primera de ellas corresponde a la recuperación del directorio, la segunda al despliegue del directorio, la tercera a la recuperación de los eventos y por último el fin del programa. A continuación se describirá cada una de ellas.

Recuperación del directorio

Esta rutina como su nombre lo indica, sirve para almacenar en un archivo todos los encabezados de los eventos almacenados en el DSAM-1. Al escoger esta opción, automáticamente se recupera el directorio y se almacena la información en el archivo correspondiente. Cuando la PC ha terminado esta tarea, despliega el nombre del archivo que contiene el directorio (fig. 6.8). El diagrama de flujo que muestra la interacción entre el DSAM-1 y la PC para la transmisión y recuperación del directorio, se da en las figuras 6.9a, 6.9b y 6.9c.

Despliegue del directorio

Con esta rutina se despliega el contenido del directorio en forma de una tabla. Los datos desplegados son: el número del evento, la fecha y hora en que ocurrió, su duración en segundos y las amplitudes máximas registradas en los tres canales de aceleración. Esta información le permite al usuario escoger sólo aquellos archivos de interés para transferirlos a disco. La forma en que se despliega esta información puede observarse en la figura 6.10.

Recuperación de los eventos

Con esta rutina se transmiten los eventos del DSAM-1 a la PC con el fin de almacenarlos en disco y posteriormente graficarlos. Esta rutina presenta dos opciones de ejecución como se observa en la figura 6.11.

La primera de ellas, le pide al usuario que escoja solamente uno de los eventos almacenados en el DSAM-1 para transferirlo a la PC. Una vez escogido éste, la PC comienza el proceso de recuperación y al mismo tiempo cambia a la pantalla mostrada en la figura 6.12.

En la segunda opción, el usuario le indica a la computadora que desea hacer la recuperación de todos los eventos. La computadora al encontrarse en esta opción realiza la transferencia de todos los eventos almacenados en el DSAM-1 automáticamente, almacenando cada uno de ellos en su archivo correspondiente.

Este programa utiliza para la recuperación de los eventos un buffer de 256 bytes, en donde se almacena temporalmente la información procedente del DSAM-1. Cuando el buffer se ha llenado o la PC ha llegado al final del evento transmitido, se ejecuta una rutina que copia la información almacenada en el buffer al disco.

El visualizador de transmisión mostrado en la figura 6.12, le indica al usuario mediante el despliegue de un *, que se acaba de completar un bloque de 256 bytes, y que en ese momento se encuentra almacenándolo en el disco.

Cuando se ocupa la función de "Abortar Transmisión" durante la recuperación de un evento, se interrumpe de inmediato la transferencia y ambos sistemas regresan a su menú principal. En este caso no se almacena en el disco ningún dato referente al evento abortado.

Después de recuperar un sólo evento, la PC despliega el nombre que se le asignó a ese archivo, tal y como se muestra en la figura 6.13. Para pasar al menú principal, es necesario oprimir cualquier tecla.

En la opción de recuperación automática de todos los eventos, la PC despliega después de recuperar cada evento, el nombre que se le asignó. Este despliegue dura 10 segundos ya que la PC debe continuar con la transferencia del siguiente evento.

El diagrama de flujo de la rutina de recuperación de eventos, en el que se muestra la interacción entre la PC y el DSAM-1 se da en las figuras 6.14a, 6.14b y 6.14c.

Finalmente la opción de salir, permite regresar al sistema operativo.

6.4 Programa de comunicación serie utilizado por el DSAM-1

La rutina de comunicación serie escrita para el DSAM-1 se incluyó dentro del programa principal y consta de tres subrutinas: selección del modo principal de transmisión, transmisión del directorio y transmisión del evento.

Selección del modo principal de transmisión

Con esta rutina se le indica al DSAM-1 la función que se va a ejecutar: transmitir el directorio, transmitir un evento o salir del modo de transmisión.

Trasmitir el directorio

Con ayuda de un apuntador, se va a transferir a la PC la información correspondiente a todos los encabezados de los eventos almacenados en el DSAM-1. Esta rutina se encuentra basada en el diagrama de flujo mostrado en las figuras 6.9a, 6.9b y 6.9c.

Trasmitir un evento

Con ayuda de un apuntador, se va a transferir a la PC la información correspondiente al evento seleccionado. Esta rutina se encuentra basada en el diagrama de flujo mostrado en las figuras 6.14a, 6.14b y 6.14c.

Modo de operación

Para poner el sistema en modo de transmisión, bastará con oprimir el botón DAT cuando se tenga en el visualizador el mensaje: "ENVIA DATOS". En ese momento, se desplegará el letrero: "ESPERA COMANDO" y con ello el DSAM-1 va a comenzar a monitorear la señal de control RTS, ya que ésta le indicará al DSAM-1 que la PC ha enviado alguno de los 5 comandos de control.

La transmisión de los eventos y del directorio se ejecuta automáticamente ya que el control de la transmisión está a cargo de la PC, es decir, la PC le va a enviar al DSAM-1 uno de los cinco comandos de control mostrados en la tabla 6.2, y con ello le indica la información que desea recuperar. El DSAM-1 al recibir el comando, identifica a que corresponde y selecciona una respuesta adecuada para contestarle a la PC. Este procedimiento se realiza byte a byte.

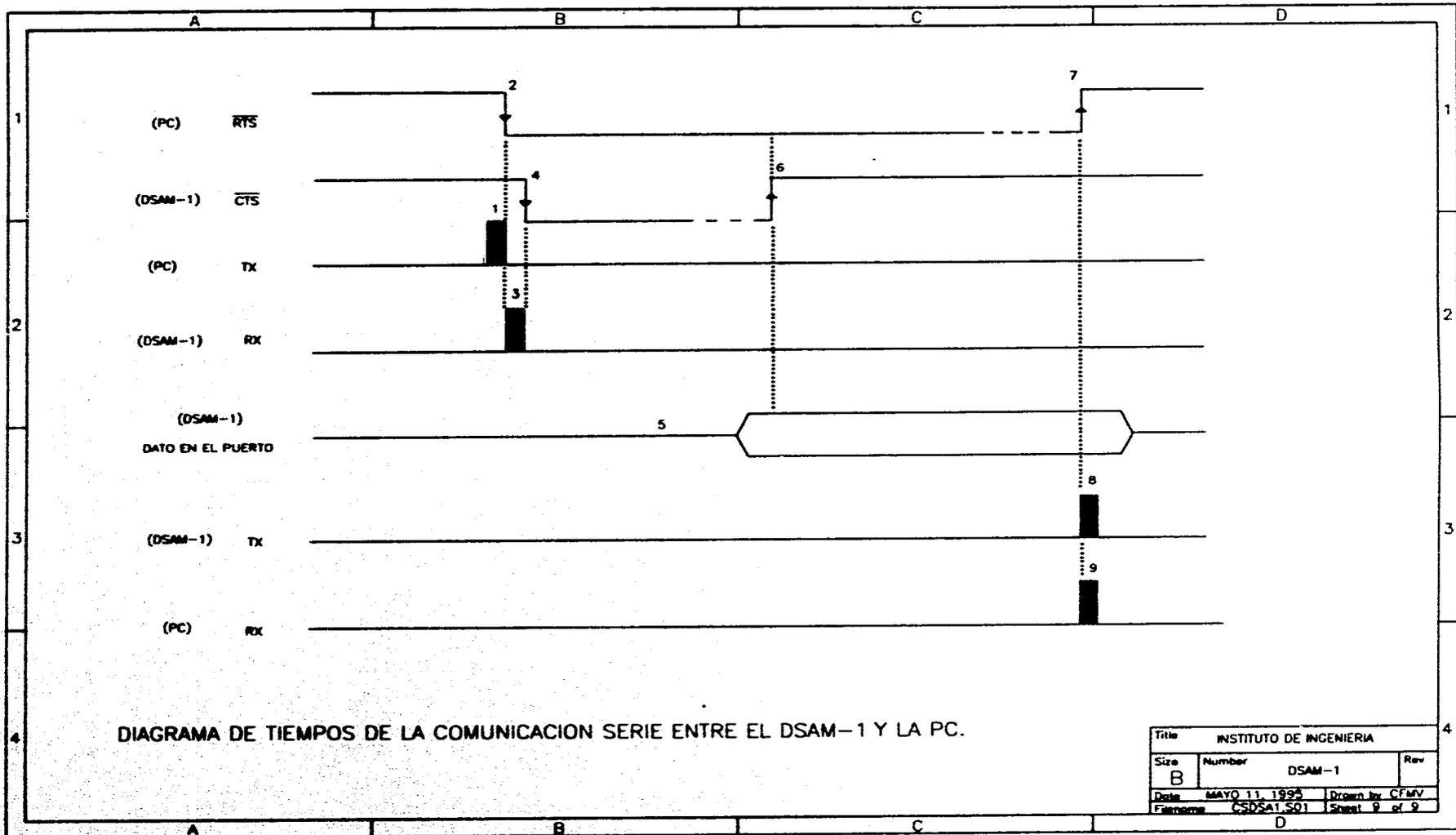
El DSAM-1 muestra en su visualizador los mensajes correspondientes a la transmisión del directorio o de los eventos, cuando se están ejecutando estas rutinas.

Puerto PC (Conector DB-25 hembra)		Puerto DSAM-1 (Conector DB-25 macho)	
Nombre de señal	Número de terminal	Número de terminal	Nombre de señal
- TXD	2	3	- RXD
- RXD	3	2	- TXD
- RTS	4	4	- RTSD
- CTS	5	5	- CTSD
GND	7	7	GND
DSR	6		
DCD	8		
DTR	20		

Tabla 6.1 Señales del conector entre la PC y el DSAM-1

Comando	Función
\$0A	Trasmitir el directorio
\$0B	Abortar la transmisión
\$0C	Trasmitir un evento
\$0D	Trasmite el siguiente dato
\$0E	Trasmite el último dato

Tabla 6.2 Comandos enviados por la PC al DSAM-1



64

Figura 6.1 Diagrama de tiempos de la comunicación serie entre el DSAM-1 y la PC

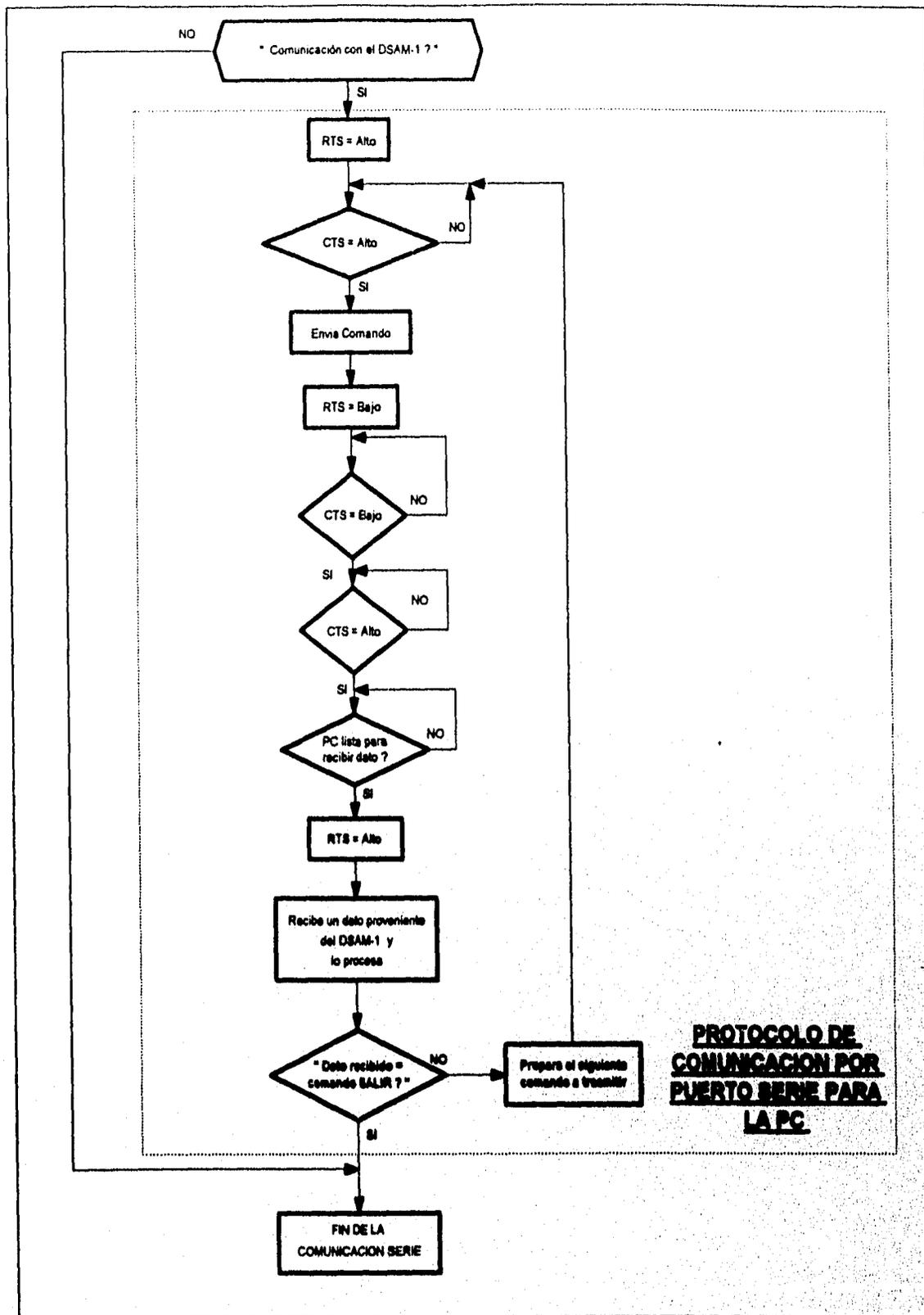


Figura 6.2 Diagrama de flujo simplificado del protocolo de comunicación empleado en el puerto serie de la PC

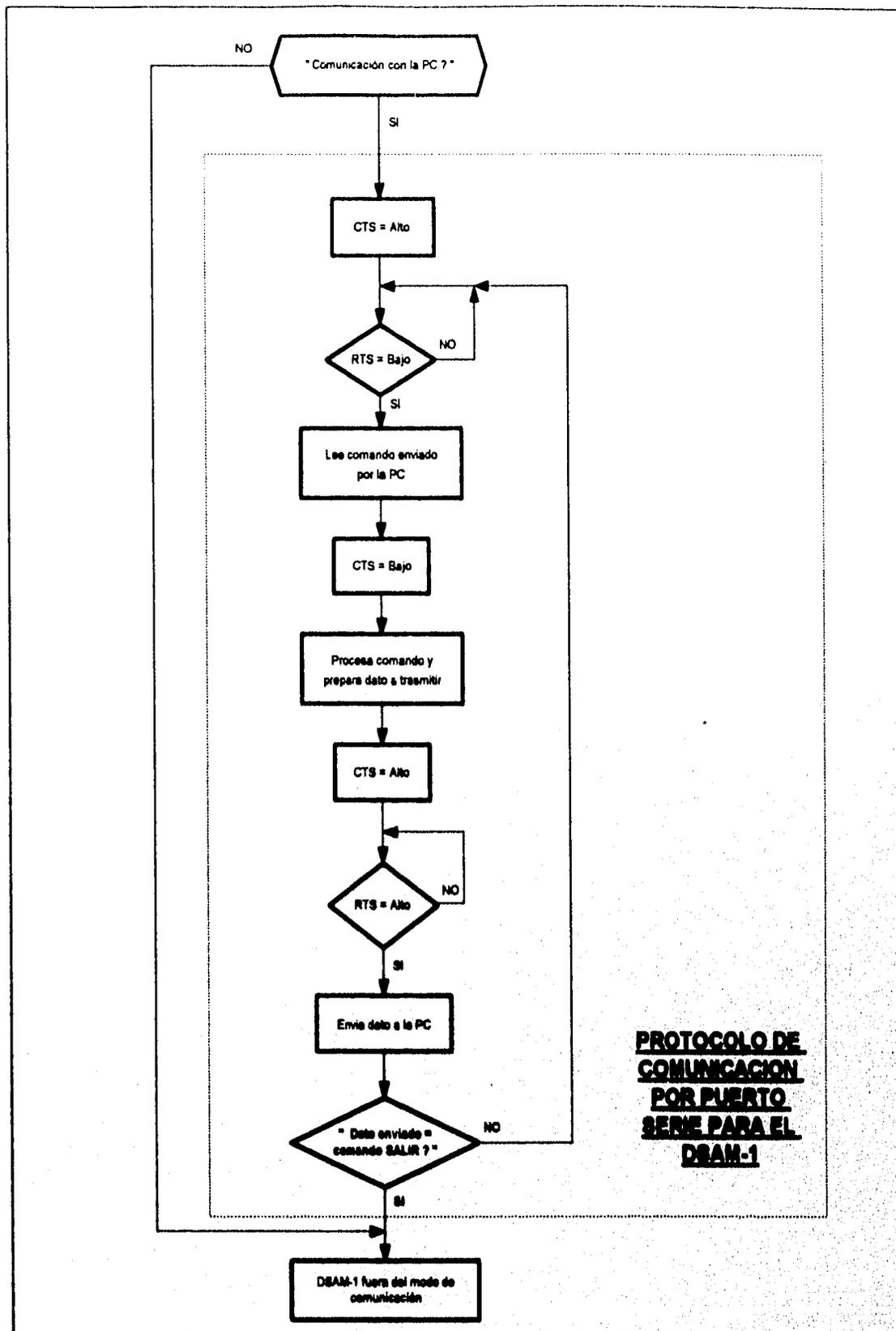


Figura 6.3 Diagrama de flujo simplificado del protocolo de comunicación utilizado en el puerto serie del DSAM-1

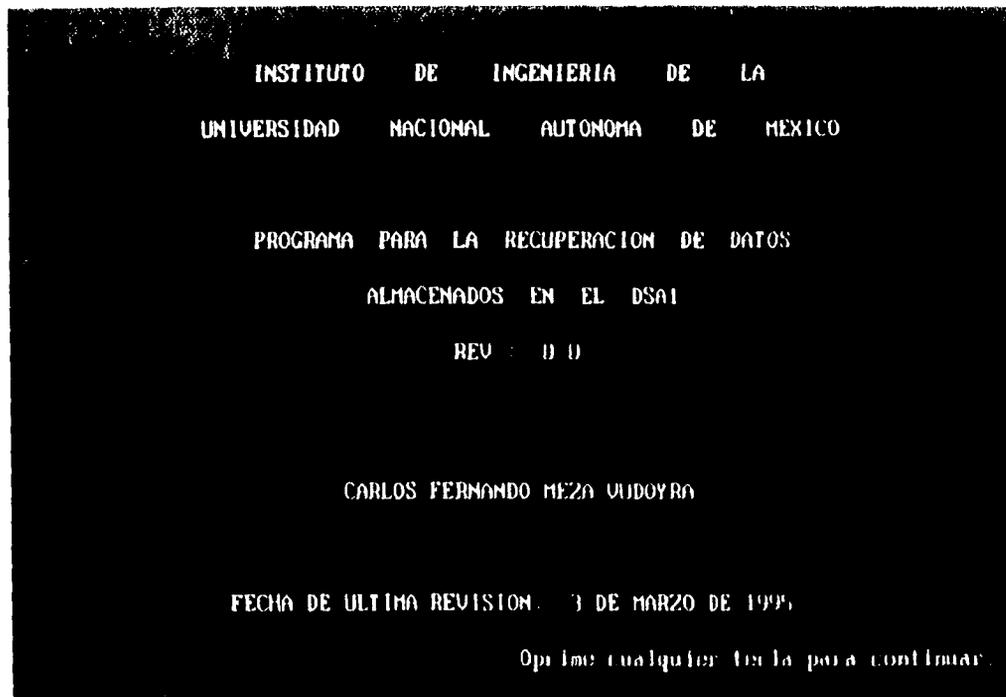


Figura 6.4 Pantalla de presentación

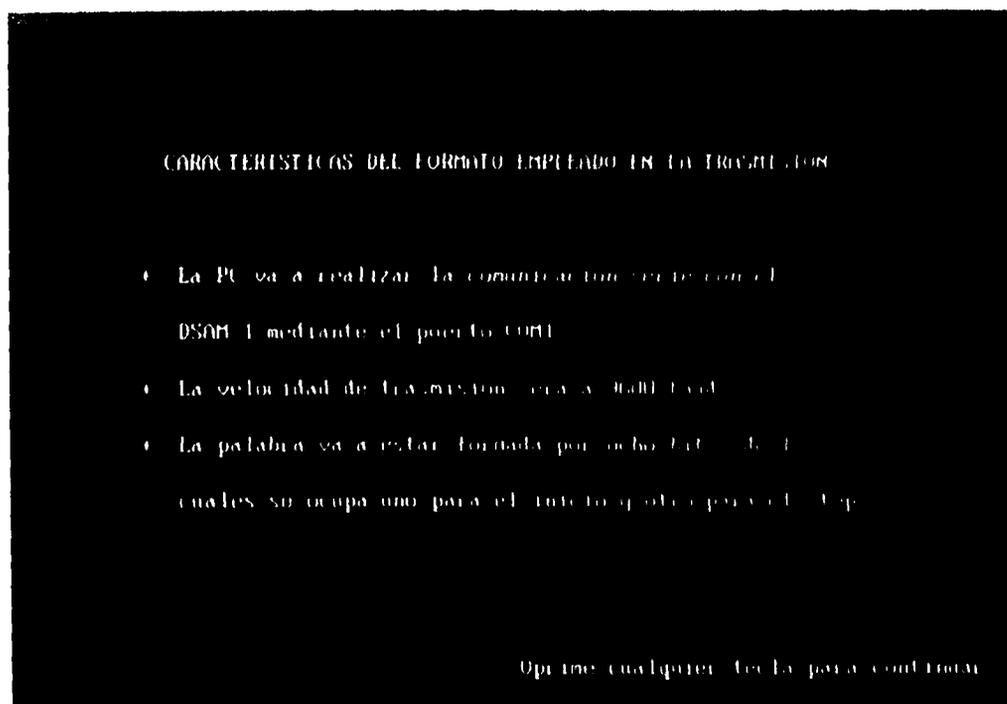


Figura 6.5 Pantalla que muestra el formato empleado en la trasmisión

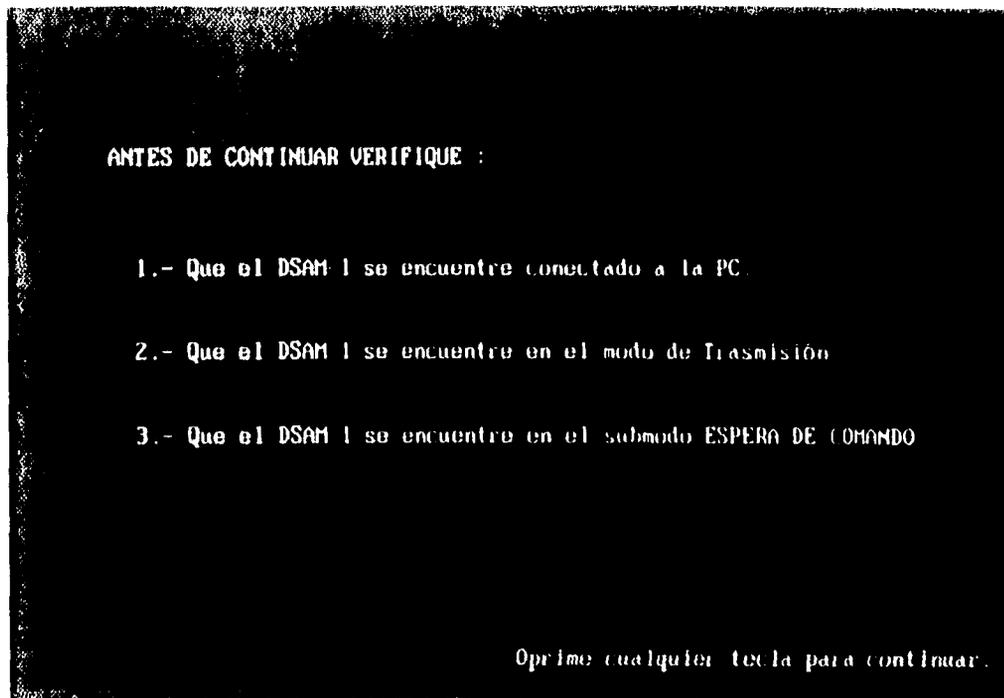


Figura 6.6 Pantalla que pide al usuario la confirmación de la conexión con el DSAM-1

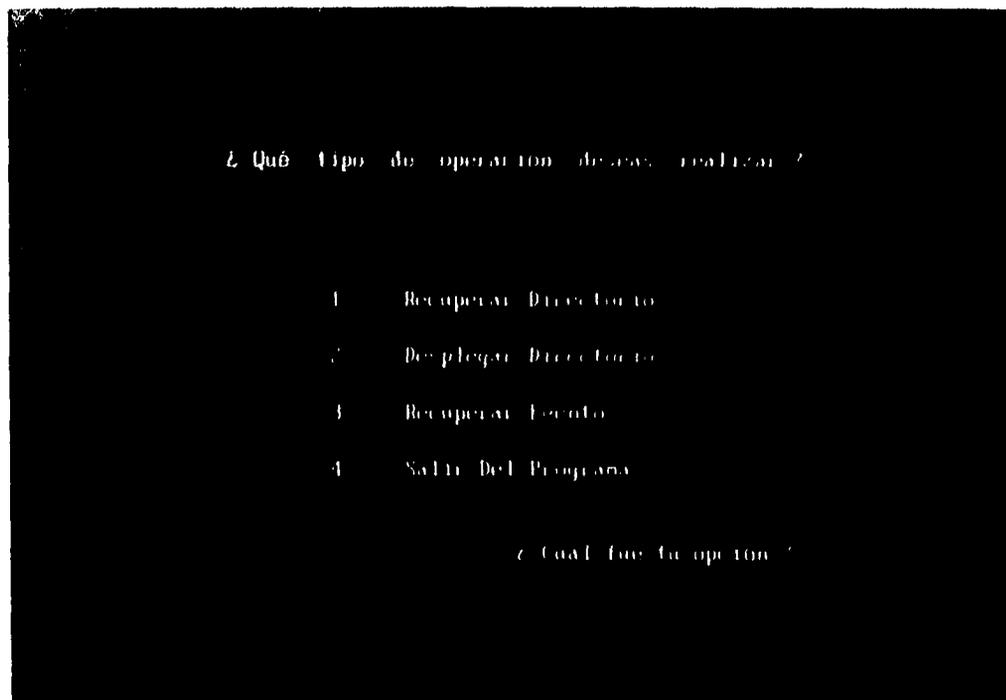


Figura 6.7 Pantalla del menú principal

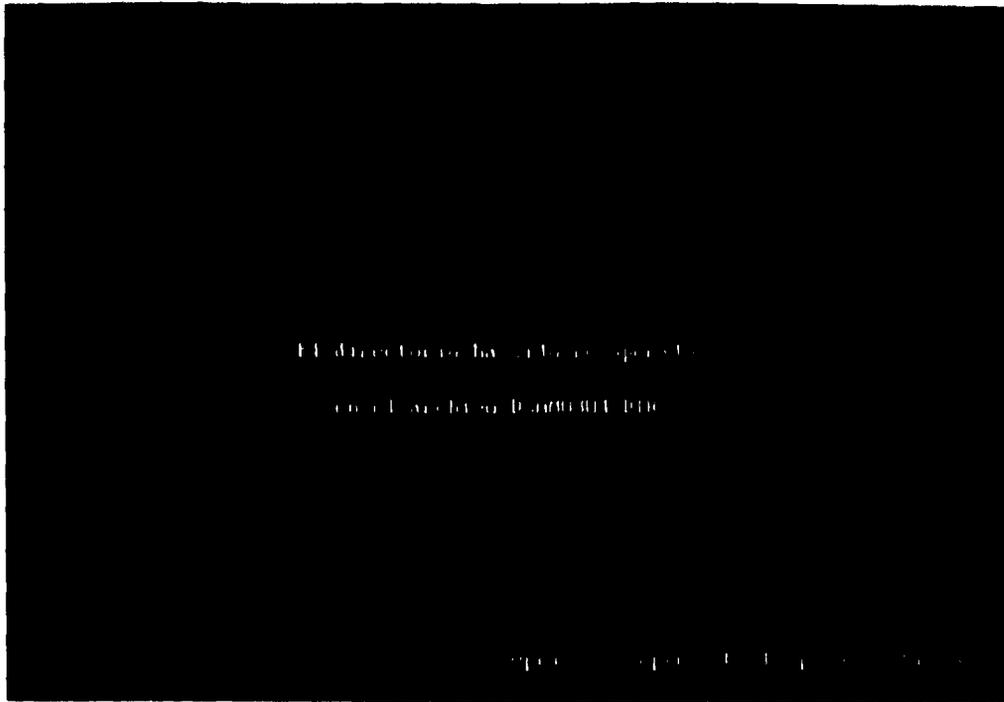


Figura 6.8 Pantalla que muestra el nombre del archivo donde se almacenó el directorio

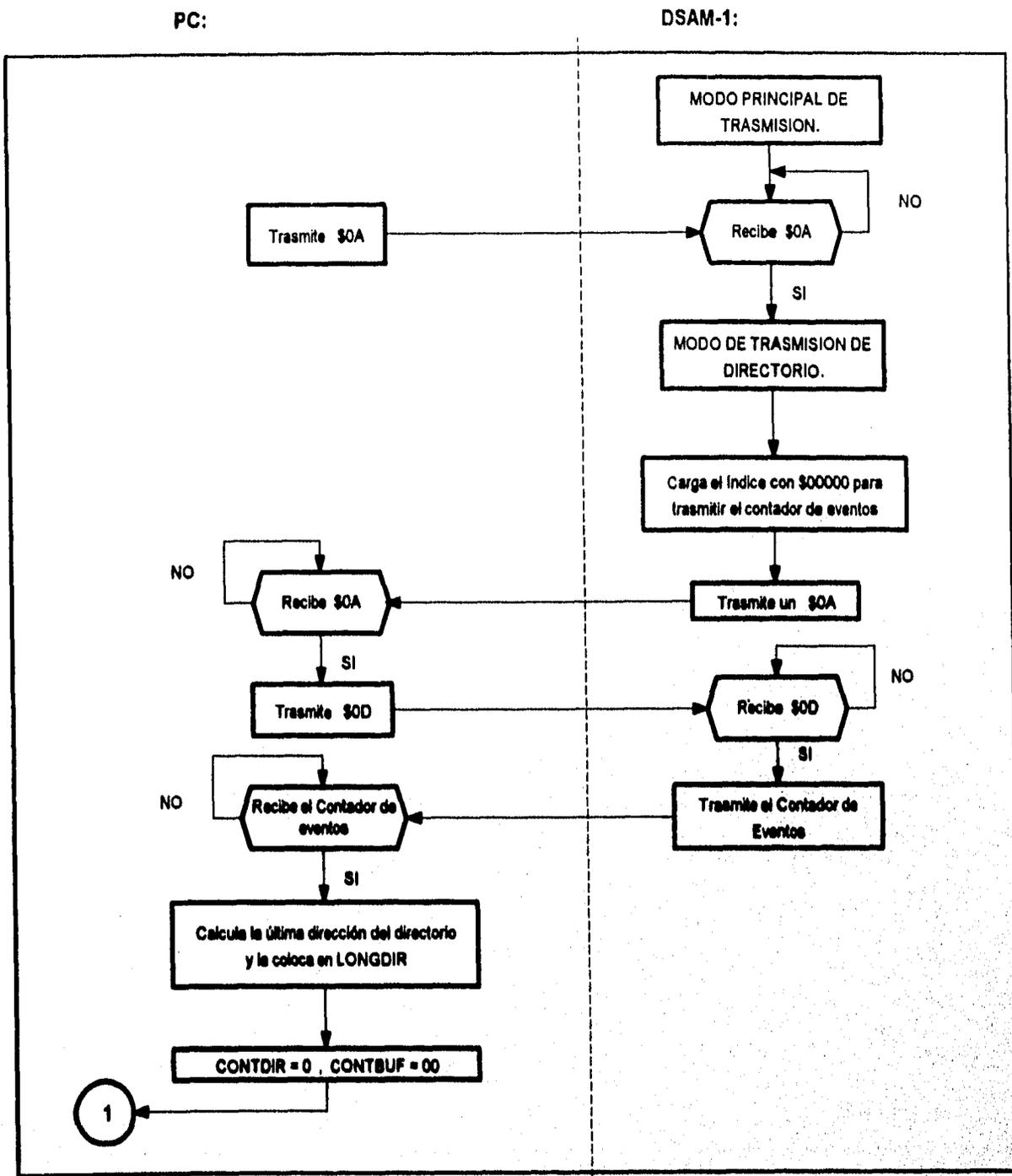


Figura 6.9a Rutina que envía el directorio del DSAM-1 a la PC. (1/3)

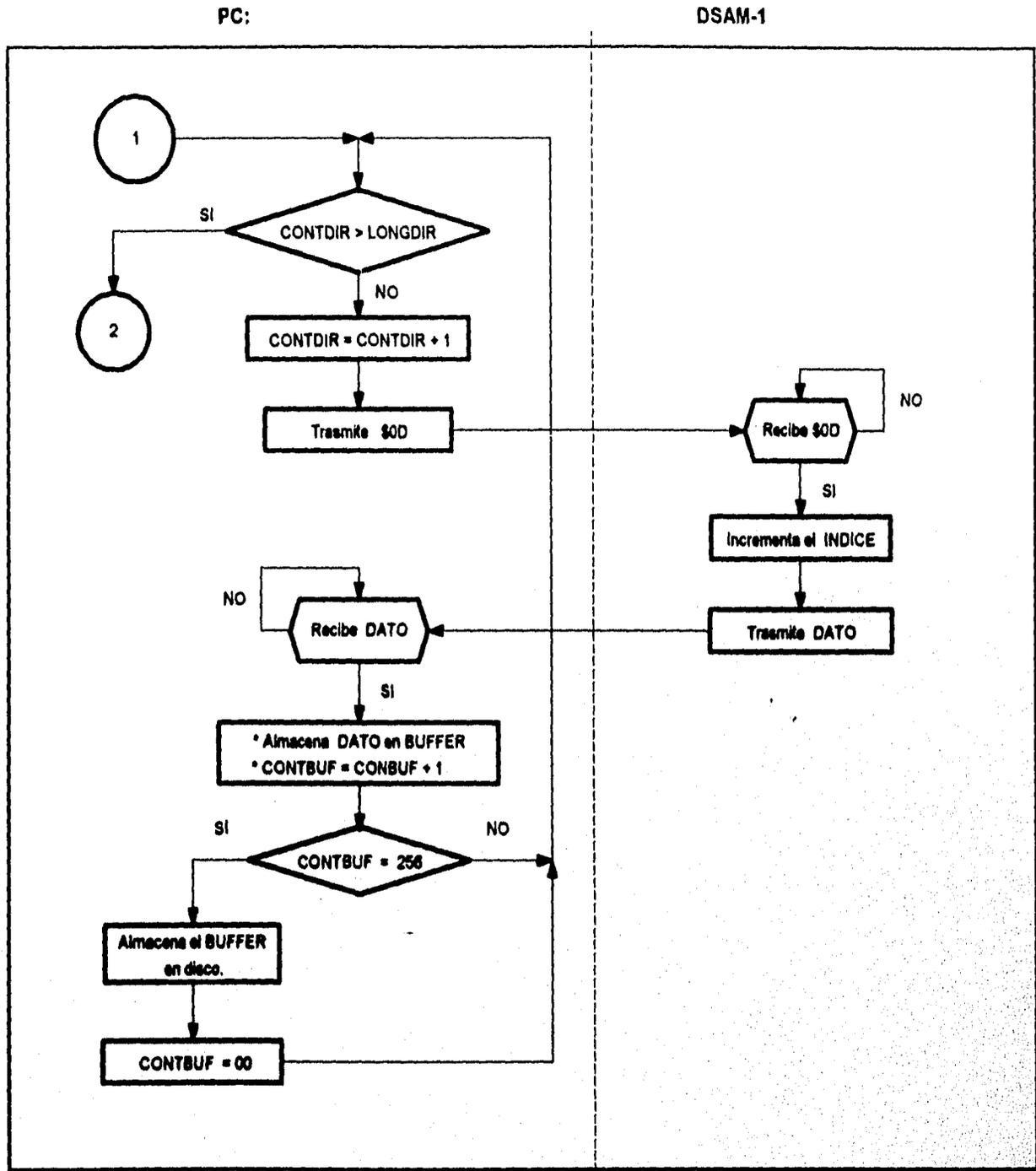


Figura 6.9b Rutina que envía el directorio del DSAM-1 a la PC. (2/3)

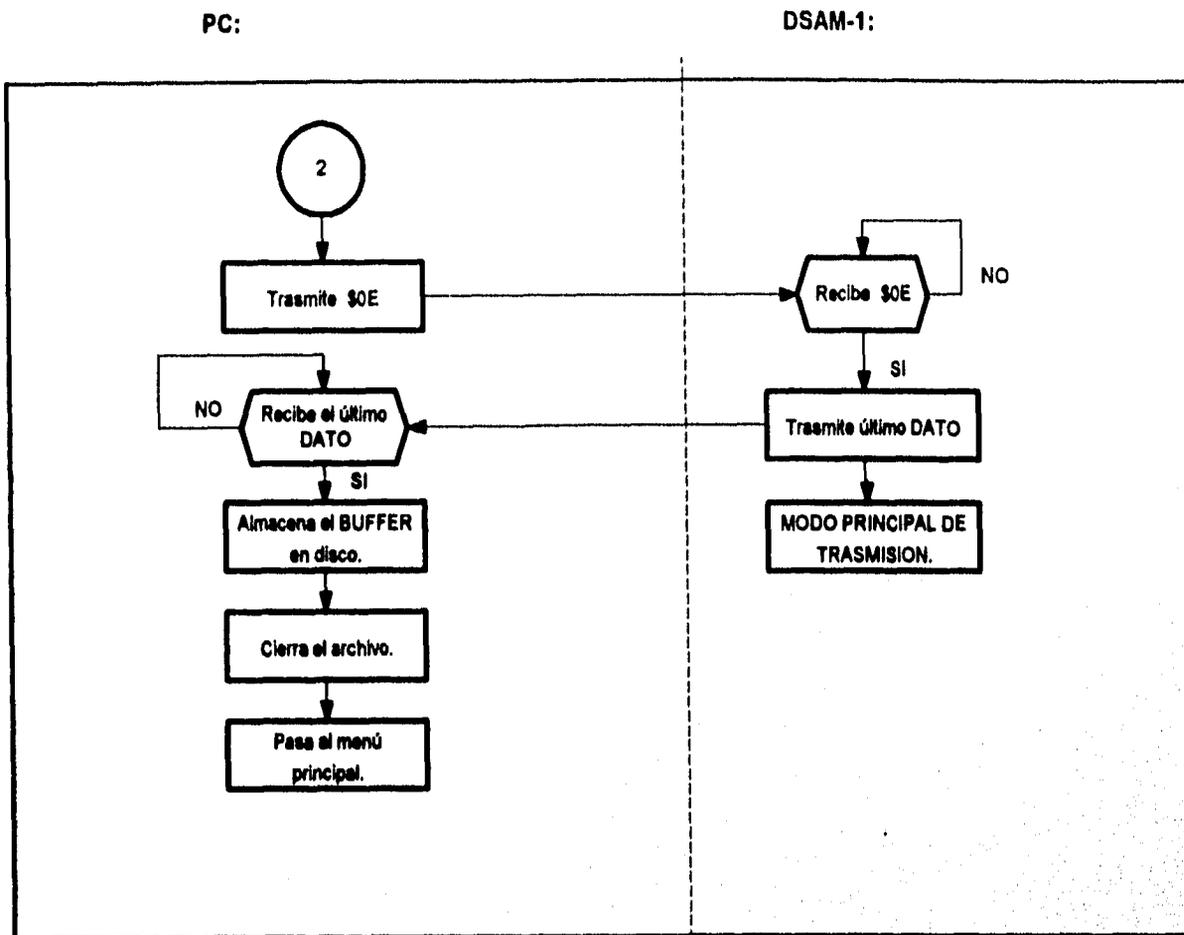


Figura 6.9c Rutina que envía el directorio del DSAM-1 a la PC. (3/3)

EVEN TO	FECHA	HORA	DUR. (s)	MAX (L)	MAX (U)	MAX (T)
01	04/03/96	20:28:11	35	1.92	0.96	5.76

Oprimo cualquier tecla para continuar.

Figura 6.10 Pantalla que muestra el despliegue del directorio

Opciones para recuperar eventos

- * Para recuperar cualquiera de los 01 eventos que se tienen registrados, teclea el número del evento deseado seguido de la tecla enter
- * Para recuperar todos los eventos registrados, teclea el número "0" seguido de la tecla enter
- * Para salir de este modo, teclea el número "100" seguido de la tecla enter

¿Cuál fue tu opción ?

Figura 6.11 Pantalla que muestra el menú para la recuperación de los eventos

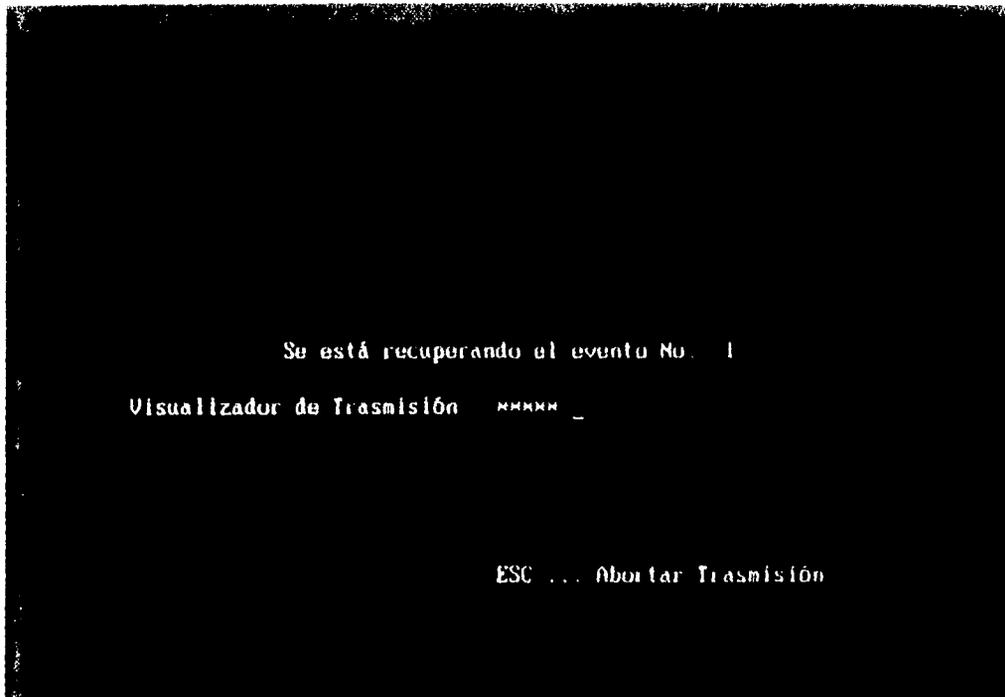


Figura 6.12 Pantalla visualizada al momento de recuperar un evento

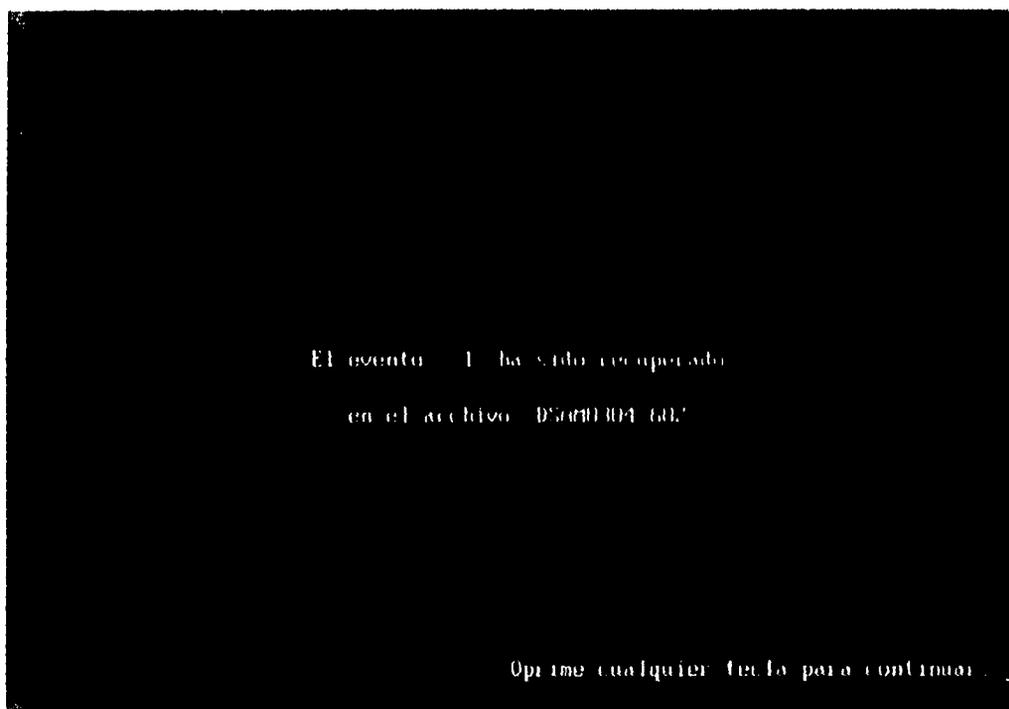


Figura 6.13 Pantalla que muestra el nombre del archivo donde se almacenó el evento

PC:

DSAM-1:

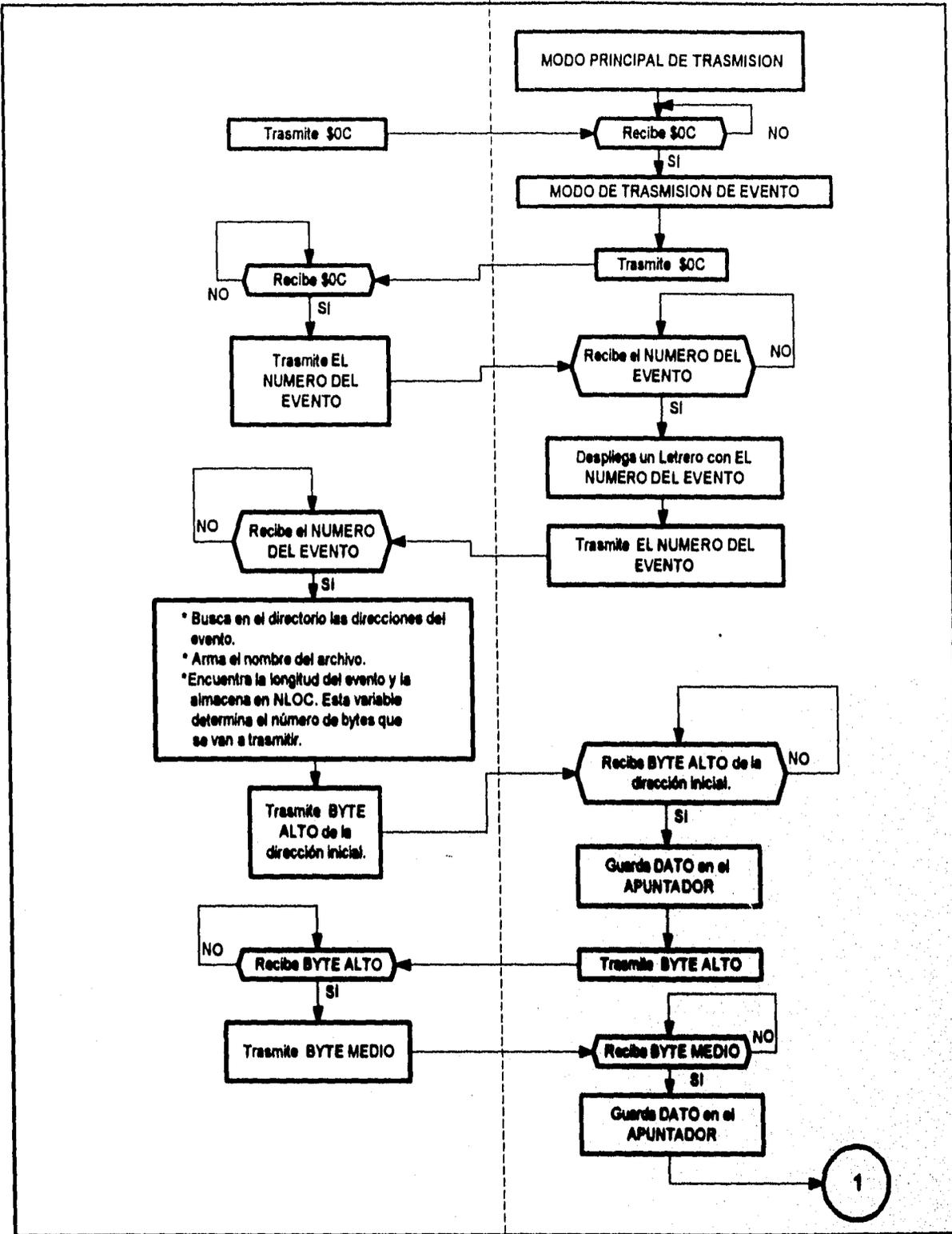


Figura 6.14a Rutina que envía un evento del DSAM-1 a la PC. (1/3)

PC:

DSAM-1:

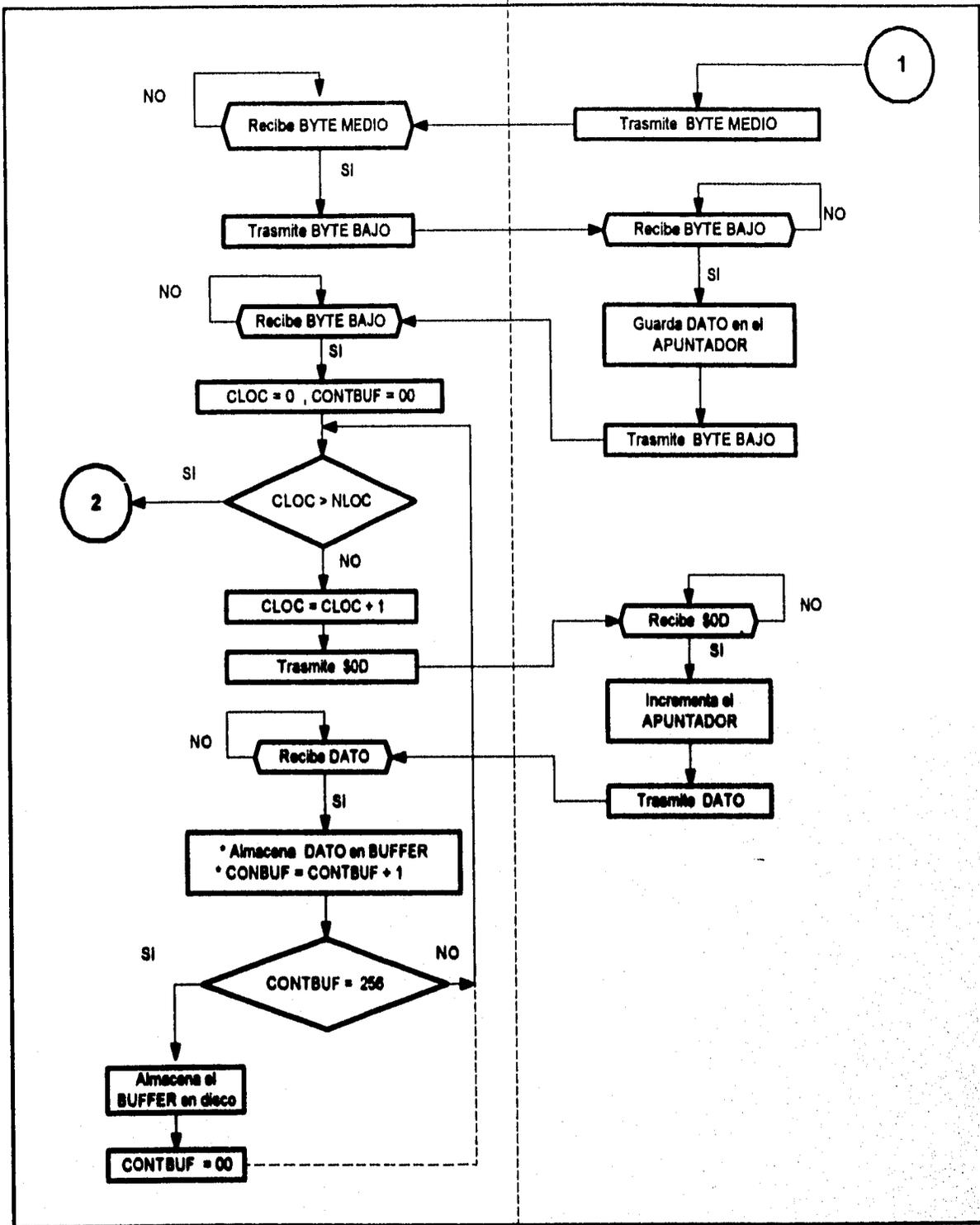


Figura 6.14b Rutina que envia un evento del DSAM-1 a la PC. (2/3)

PC:

DSAM-1:

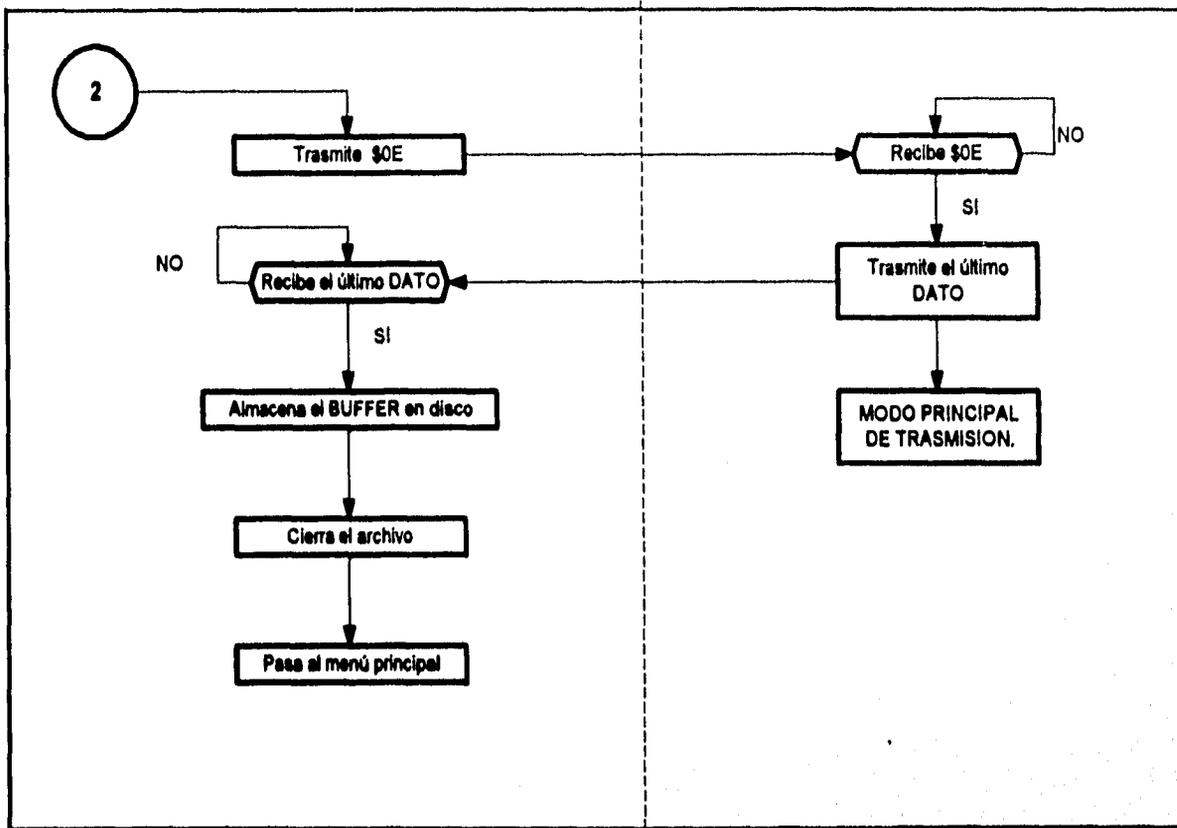


Figura 6.14c Rutina que envía un evento del DSAM-1 a la PC. (3/3)

VII. CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO

7.1 Construcción del prototipo

En esta primer etapa del diseño, el sistema quedó ensamblado sobre dos tarjetas de tamaño estándar similares a las del DSA-1 utilizando la técnica de alambrado *wire-wrap*. Los circuitos impresos no se diseñaron, ya que se trata de un primer prototipo y como tal debe someterse todavía a numerosas pruebas que permitan detectar cualquier falla u omisión.

Se intentó que la mayor parte de los circuitos del sistema quedaran integrados en una sola tarjeta y que los elementos utilizados en el módulo UAD se alambraran en la otra. La ubicación de cada uno de ellos sobre las dos tarjetas, se muestra en las figuras 7.1 y 7.2.

Para realizar la adquisición de las señales provenientes del acelerógrafo DSA-1, fue necesario cambiar una de las tarjetas propias del instrumento por una tarjeta especial que permitiera tener acceso a las señales de control y a las salidas del conversor análogo-digital. Esta interconexión a través de una tarjeta interfaz se muestra en la figura 7.3. Las señales que se derivan mediante un cable cinta hacia el conector P1-H se detallan en la tabla 7.1.

El cátodo del diodo CRI (circuito arrancador del DSA-1) se conectó a una de las terminales del conector P1-H (señal de disparo externo), con la finalidad de almacenar en cinta magnética el evento cuando se llegue a disparar el equipo con el nuevo sistema de disparo. Esto únicamente se realizó como prueba, ya que se consideró necesario hacer la comparación entre la señal almacenada en la cinta magnética y la señal almacenada en la memoria de estado sólido. En la misma figura 7.3, se puede observar que la señal de +12V se envía al DSAM-1 a través del mismo conector para generar la señal de disparo externo y de monitorear el nivel de la batería principal.

Para llevar a cabo la interconexión entre las distintas tarjetas y los dispositivos periféricos se emplearon diversos conectores, como puede observarse en las figuras 7.4, 7.5 y 7.6. Las señales de cada conector se detallan en las tablas 7.1 a 7.5.

Finalmente se construyó un armazón de aluminio con la finalidad de colocar las tarjetas del CPU y UAD dentro del acelerógrafo DSA-1. Este módulo a su vez fue ubicado en el lugar destinado para las baterías. El panel de control y el visualizador fueron colocados sobre un costado del armazón, permitiéndole al usuario tener un fácil acceso a ellos. El conector DB25 empleado para transferir la información a la PC, se fijó en uno de los extremos del armazón justamente debajo del panel de botones.

7.2 Pruebas de polaridad

Para hacer una adecuada interpretación de los registros sísmicos, se requiere conocer con anterioridad la polaridad de los sensores y verificar que los datos obtenidos coincidan con esta polaridad. Para lograr esto, es necesario realizar una serie de pruebas excitando mecánicamente al instrumento. Esta excitación puede ser dinámica aplicando una fuerza para acelerar el aparato o estática midiendo un cierto ángulo.

Aceleración estática

Al colocar el sensor sobre un plano inclinado a cierto ángulo, se le aplica con ello una aceleración estática debida a una de las componentes de la aceleración gravitacional. En esta prueba la respuesta del sensor debe ser contraria a la dirección de inclinación. Es decir, si éste se inclina en la dirección positiva

debe registrarse una aceleración negativa; pero si se inclina en la dirección negativa entonces debe registrarse una aceleración positiva.

Aceleración dinámica

Esta aceleración es la que resulta al aplicar una fuerza externa sobre el sensor. En este caso el signo de la aceleración registrada debe corresponder con el sentido en que se aplicó la fuerza, es decir, si se mueve el acelerógrafo en el sentido marcado como positivo, la aceleración registrada debe ser positiva. Si se mueve en el otro sentido la aceleración debe ser negativa.

Para verificar la polaridad del DSA-1 operando con la tarjeta DSAM-1, se realizaron dos tipos de pruebas:

- 1) Prueba de aceleración estática.
- 2) Pruebas de aceleración dinámica.

7.3 Prueba de aceleración estática

Esta prueba consistió en inclinar lentamente el aparato desde la posición horizontal (fig 7.7) hasta dejarlo completamente perpendicular al eje de referencia X (fig. 7.8) siguiendo la dirección A. Posteriormente se regresó a la posición inicial. Luego se repitió la misma operación en la misma dirección, pero en el sentido contrario, es decir siguiendo la dirección B mostrada en la figura 7.7 hasta llegar a la posición final (figura 7.9). Esta prueba se realizó para los dos canales horizontales: canal L y canal T.

Los resultados obtenidos en esta prueba, se muestran en la figura 7.10 y como se ve coinciden con la respuesta esperada. Cuando se inclinó el aparato lentamente en la dirección longitudinal positiva, se obtuvo una aceleración negativa en esa dirección (punto A), y cuando se inclinó en la misma dirección pero en sentido contrario, el registro fue de una aceleración positiva (punto B). Algo similar ocurrió con el canal transversal (puntos C y D) ya que se trata de una aceleración estática.

7.4 Prueba de aceleración dinámica

Esta prueba se realizó en dos partes. En la primera, se sometió al acelerógrafo a pequeños golpes en cada una de sus direcciones positivas con la finalidad de acelerarlo dinámicamente. Los resultados obtenidos fueron los esperados y se muestran en la figura 7.11. En todos los casos se muestra una aceleración positiva al acelerar dinámicamente el aparato en el sentido positivo.

La segunda prueba, consistió en mover el acelerógrafo DSA-1 en una dirección de 45 grados con respecto a los tres ejes ortogonales en el sentido A como se muestra en la figura 7.12, es decir excitando simultáneamente los 3 sensores. Posteriormente se regresó a la posición inicial de reposo. La gráfica de la figura 7.13 muestra los resultados de la prueba que indican que el aparato registró el movimiento correctamente.

CONECTOR P1-H		(44 contactos)	
A	ADC3	1	ADC1
B	ADC2	2	ADC0
C	-RESET	3	GND
D	SELDSP	4	SELDAT
E	DATOS	5	INIT
F	ADC11	6	ADC10
H	ADC8	7	ADC9
J	DISPARO	8	DSPDSA
K	S.C.	9	+12 V
L	LATCH1	10	DATA-ST
M	LATCH2	11	S.C.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
X	ADC4	20	ADC7
Y	ADC6	21	GND
Z	ADC5	22	VCC

Tabla 7.1 Conector proveniente del DSA-1 y del panel de interruptores

CONECTOR G1B		(10 contactos)	
1	-RESET	2	SELDSP
3	DATOS	4	SELDAT
5	INIT	6	GND
7	DISPARO	8	S.C.
9	GND	10	VCC

Tabla 7.2 Conector hacia el panel de control

CONECTOR DB25		(25 contactos)	
1	S.C.	2	TXD
3	RXD	4	RTSD
5	CTSD	6	S.C.
7	GND	8	S.C.
9	S.C.	10	S.C.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
25	S.C.	24	S.C.

Tabla 7.3 Conector DB25 hacia la computadora personal

CONECTOR P1 ↔ G2		(26 contactos)	
1	S.C.	2	S.C.
3	S.C.	4	S.C.
5	-PS3 (-MEXMS)	6	VCC
7	-PS4 (-MEXHS)	8	-PS2 (-MEXMLS)
9	AD7	10	-WR
11	AD6	12	-P2 (-ERAMS)
13	AD5	14	GND
15	AD4	16	-RESET
17	AD3	18	+12 V
19	AD2	20	PD3
21	AD1	22	-RD
23	AD0	24	VBAT
25	VDD1	26	S.C.

Tabla 7.4 Conector hacia la tarjeta UAD

CONECTOR P5 ↔ G5		(16 contactos)	
1	DB7	2	DB6
3	DB5	4	DB4
5	DB3	6	DB2
7	DB1	8	DB0
9	PA5	10	PA4
11	PA3	12	S.C.
13	VDD1	14	GND
15	S.C.	16	S.C.

Tabla 7.5 Conector hacia el visualizador alfanumérico

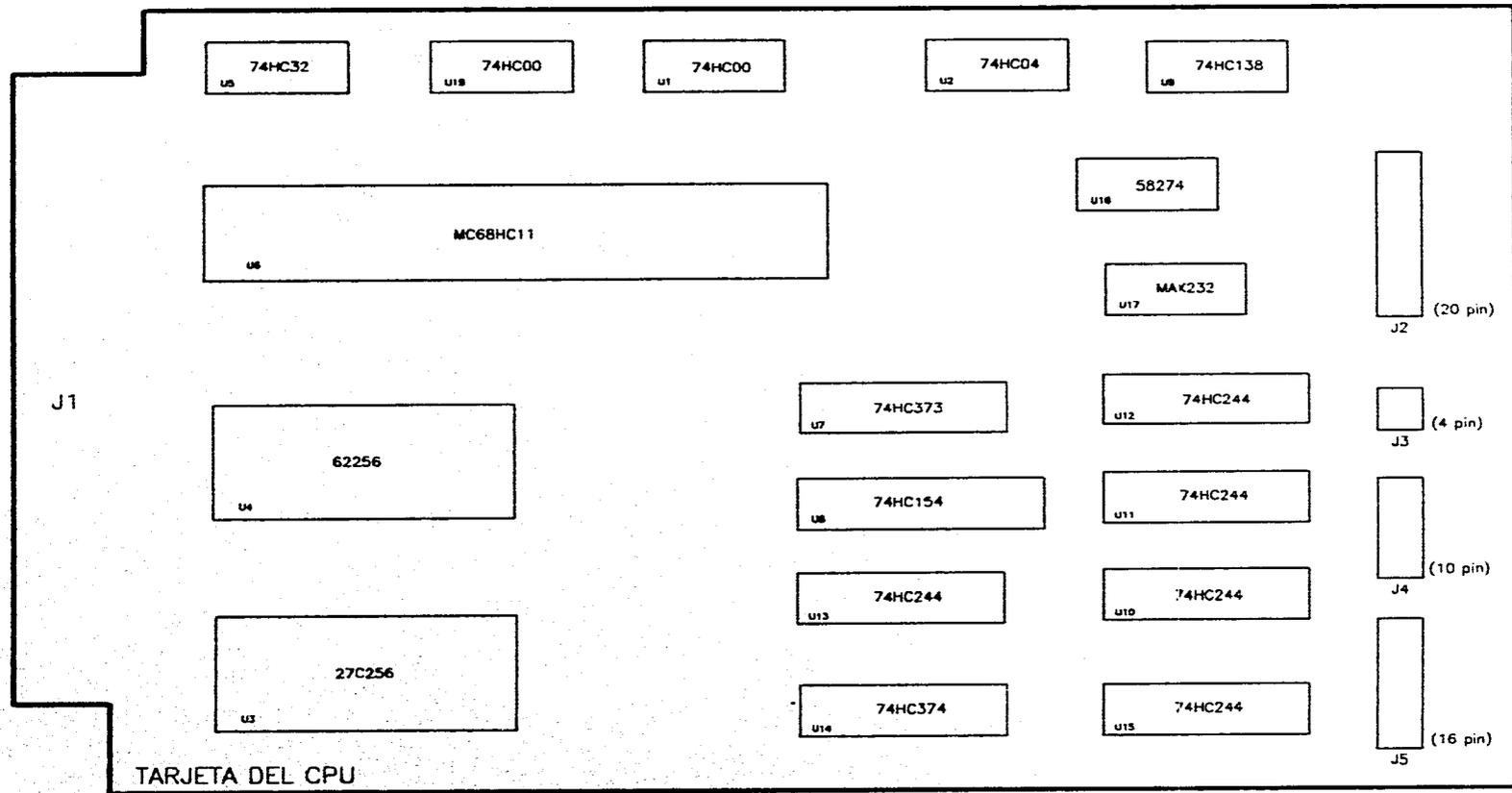


Figura 7.1 Tarjeta del CPU

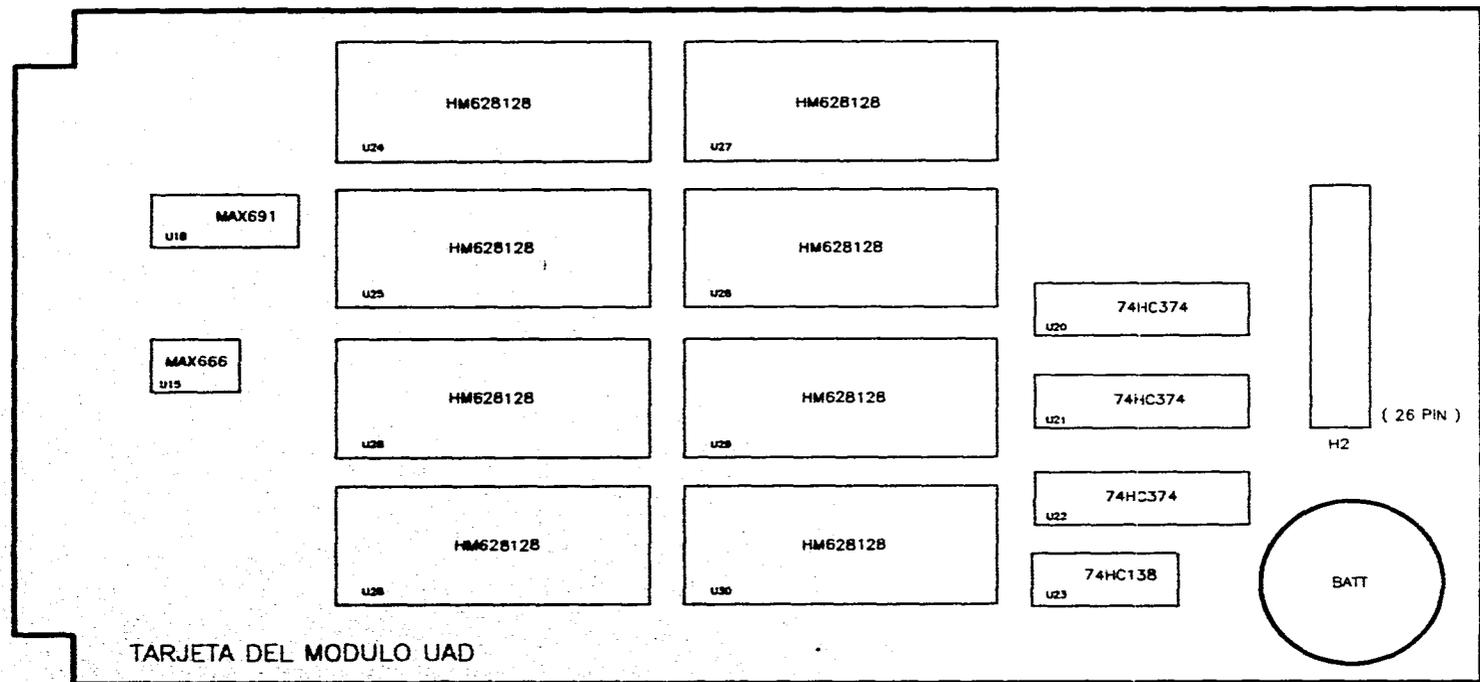


Figura 7.2 Tarjeta del módulo UAD

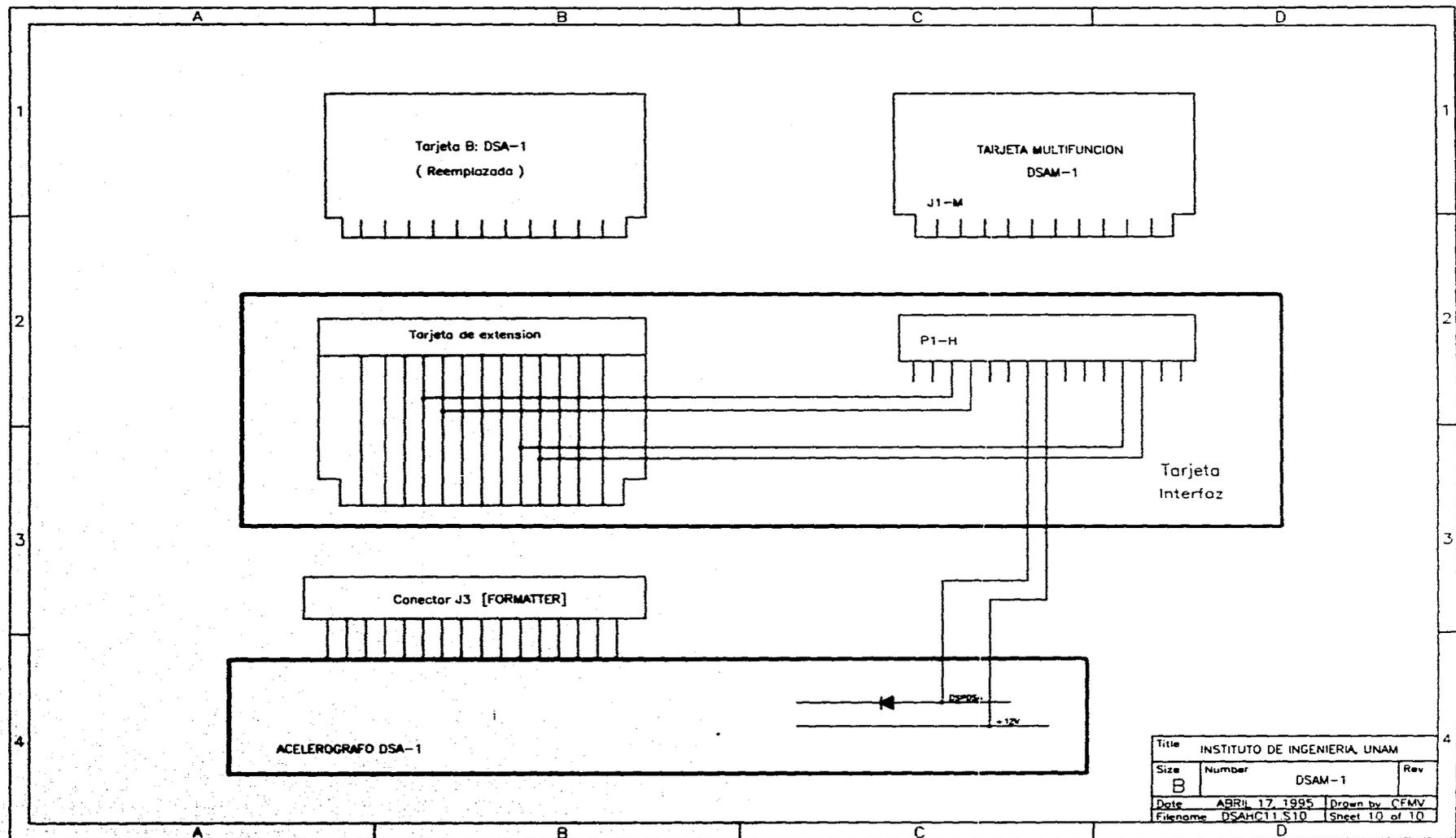


Figura 7.3 Interfaz entre el acclerógrafo DSA-1 y la tarjeta multifunción DSAM-1

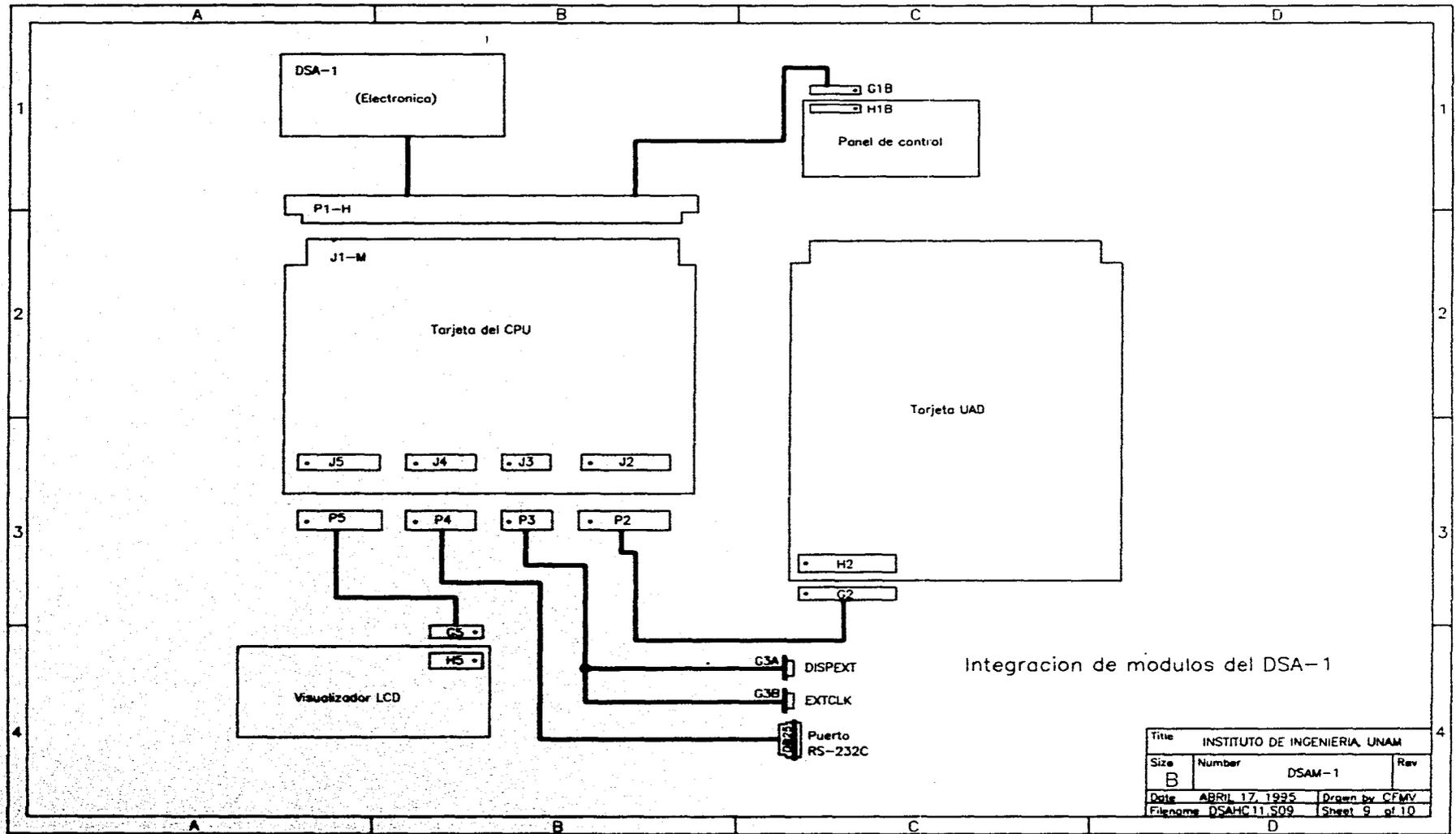


Figura 7.4 Integración de módulos del DSA-1

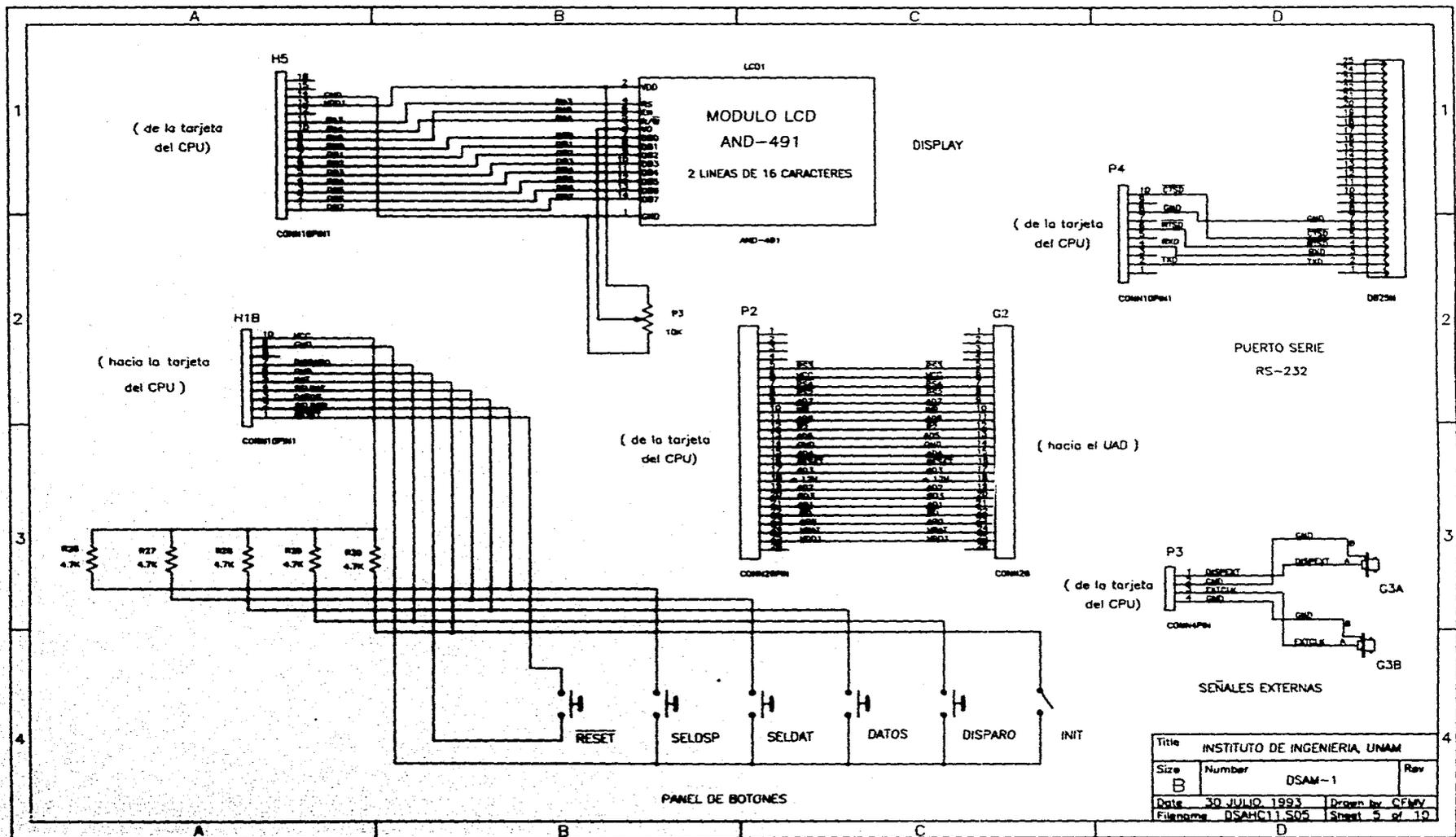


Figura 7.6 Otros conectores utilizados en la tarjeta del CPU

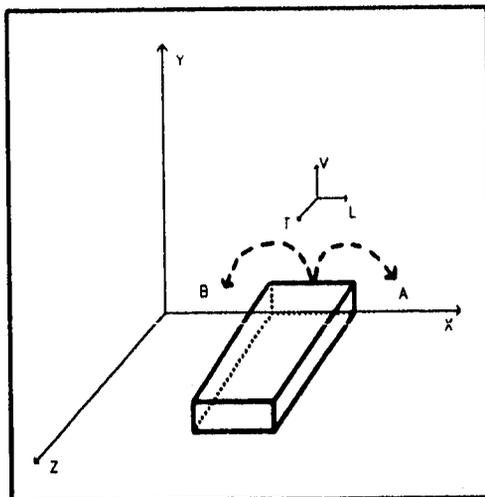


Figura 7.7 Acelerógrafo en reposo con el canal longitudinal paralelo al eje de referencia X

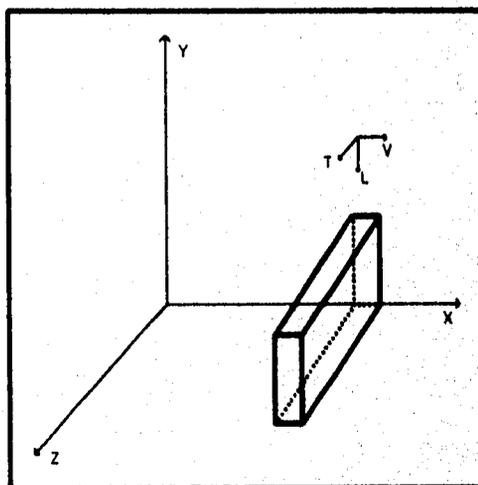


Figura 7.8 Posición final del acelerógrafo después de girarlo en el sentido A de la figura 7.7

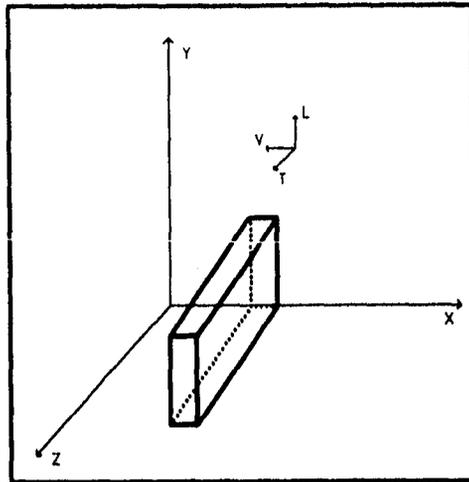
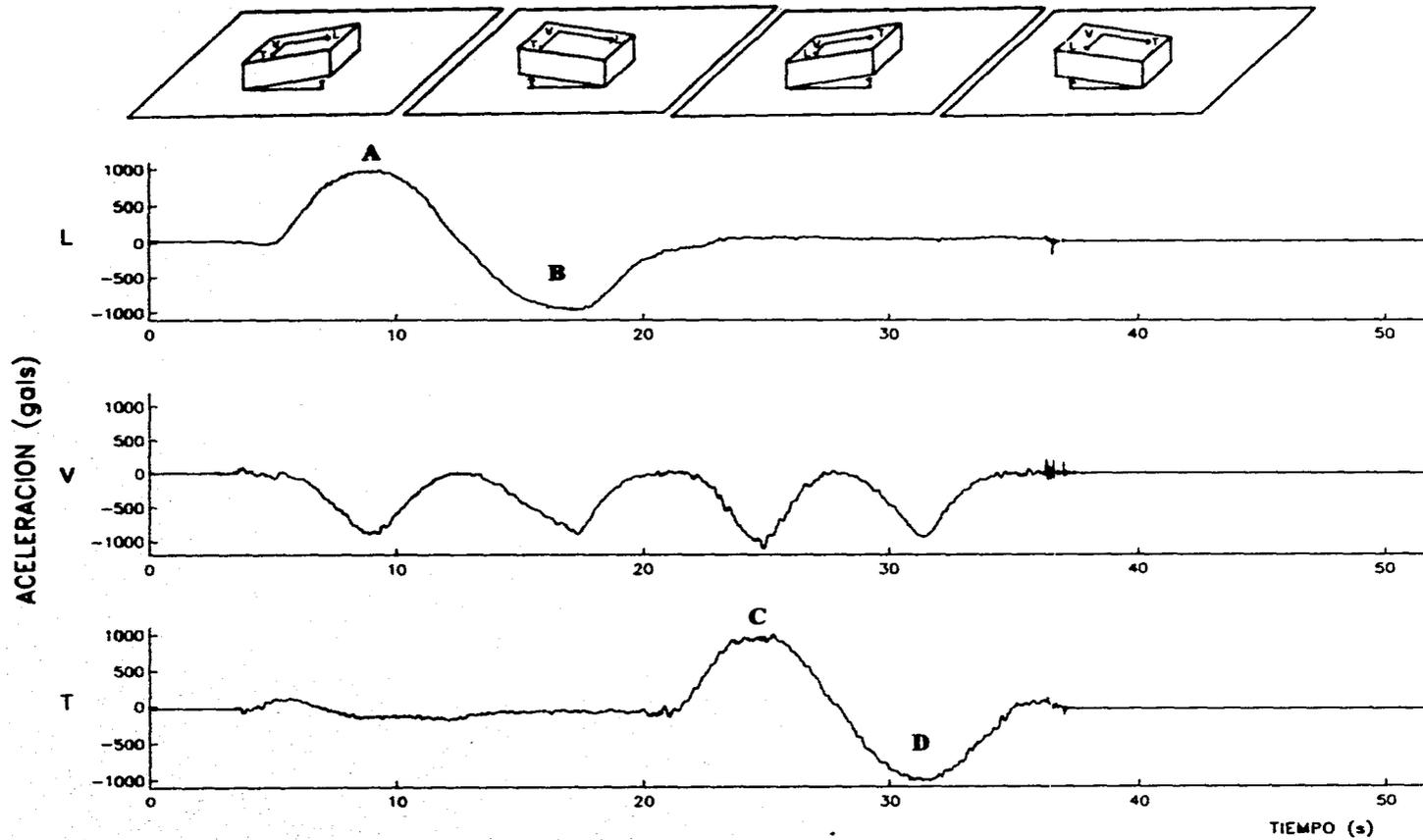
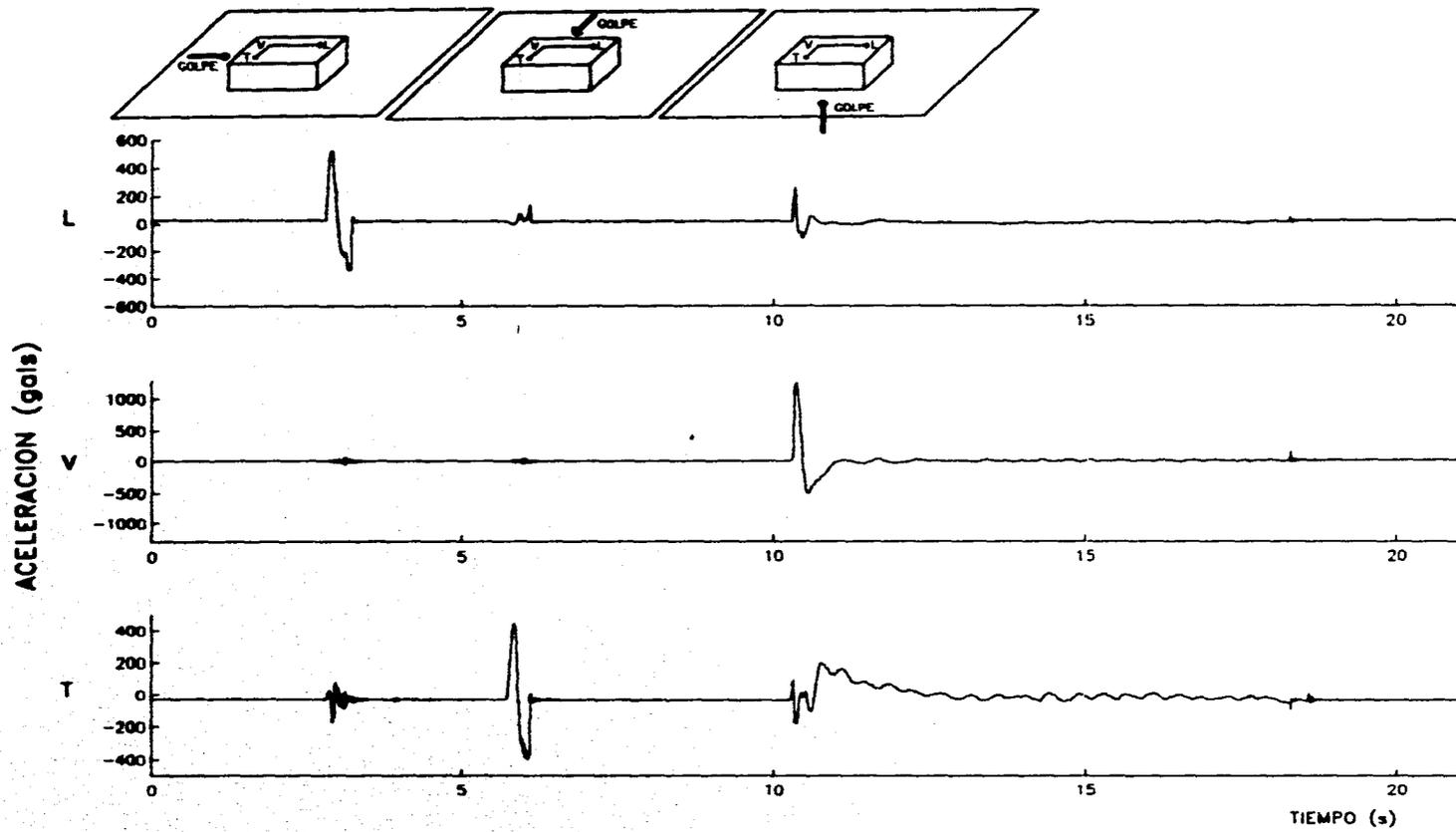


Figura 7.9 Posición final del acelerógrafo después de girarlo en el sentido B de la figura 7.7



Idel - Laboratorio		I de I, UNAM	
Fecha:	12 de Julio de 1995	Amax (L):	989.76 DSAM-1 / 246
Hora:	16:27:25	[gals] (V):	1112.64 2.0g / dec. 1
Duracion:	52 seg	(T):	1026.24 DSAM0712.503

Figura 7.10 Resultado de la prueba estática de polaridad



Idel - Laboratorio.		I de I, UNAM	
Fecha:	14 de Julio de 1995	Amax (L):	527.04
Hora:	09:47:55	[gals] (V):	1255.68
Duracion:	21 seg	(T):	448.32
			DSAM-1 / 246
			2.0g / dec. 1
			DSAM0714.506

Figura 7.11 Resultado de la primera prueba dinámica de polaridad

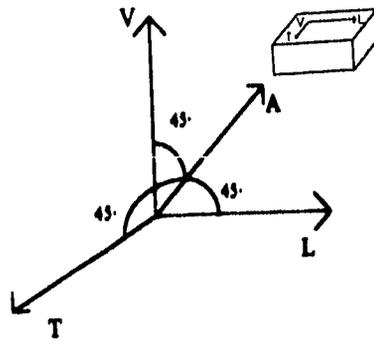
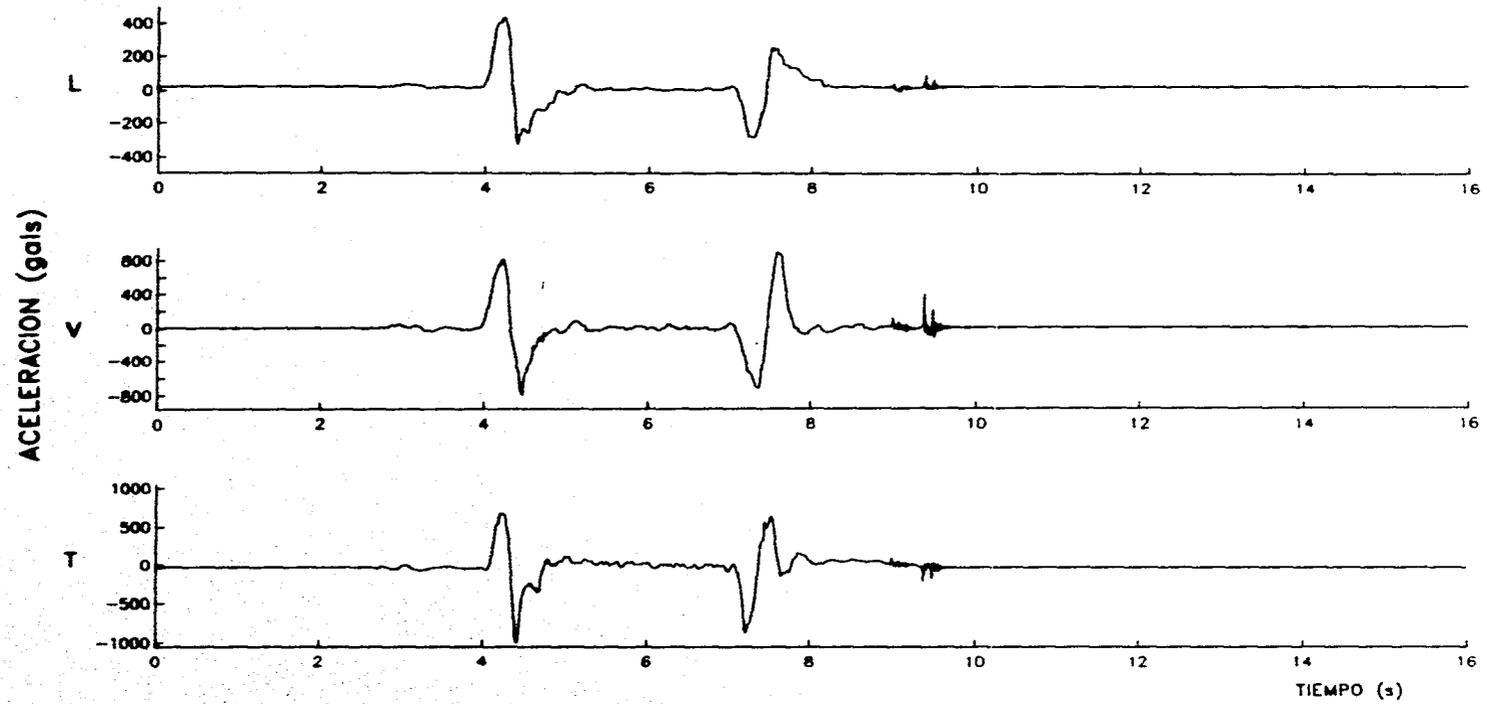


Figura 7.12 Excitación simultánea de los tres sensores a 45°



Idel - Laboratorio.		I de I, UNAM	
Fecha:	14 de Julio de 1995	Amax (L):	436.80
Hora:	09:50:51	[gals] (V):	897.60
Duracion:	16 seg	(T):	1006.08
			DSAM-1 / 246
			2.0g / dec. 1
			DSAM0714.509

Figura 7.13 Resultado de la segunda prueba dinámica de polaridad

VIII. CONCLUSIONES

El diseño y la construcción de la tarjeta multifunción propuesta para modernizar el acelerógrafo DSA-1 ha sido concluida satisfactoriamente.

Actualmente la tarjeta multifunción DSAM-1, se encuentra operando en paralelo con la electrónica del DSA-1 brindándole muchos de los beneficios que posee un instrumento moderno, además de que le facilita al usuario la tarea de ponerlo en operación mediante su tablero de control y su visualizador alfanumérico.

El equipo ha sido sometido a numerosas pruebas de laboratorio, en donde se han buscado posibles errores de diseño que traigan como consecuencia la falla del sistema al momento de estar operando en campo. Hasta el momento su funcionamiento ha sido el adecuado.

Como última prueba se instaló el primer prototipo del acelerógrafo DSAM-1 en el laboratorio de desarrollo del Instituto de Ingeniería de la UNAM en espera de un temblor fuerte que sea capaz de rebasar cualquiera de sus tres umbrales de disparo y con ello iniciar el almacenamiento automático del evento. Una vez que se haya conseguido este registro, se realizará el diseño de una tarjeta de circuito impreso definitiva para modificar todos los acelerógrafos DSA-1 que opera el Instituto.

Por otro lado, como continuación a este trabajo sería conveniente ampliar el rango dinámico del acelerógrafo utilizando un control automático de ganancia; aumentar la capacidad de almacenamiento de datos en la memoria y disminuir el tiempo de transferencia de información entre el DSAM-1 y la computadora personal. Con estas nuevas características, el acelerógrafo DSAM-1 podrá competir con los más modernos actualmente en el mercado.

IX. RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la Coordinación de Sismología e Instrumentación Sísmica del Instituto de Ingeniería y al Centro Nacional de Prevención de Desastres por su apoyo para la realización de este trabajo de tesis. En especial a las personas que contribuyeron con sus conocimientos y experiencias en el manejo de este equipo: Ing. Juan Manuel Velasco, Ing. Ricardo Vázquez, Ing. Enrique Guevara, Ing. Bertha López, Ing. Mauricio Ortega e Ing. Miguel Torres.

Se agradece también el apoyo y los consejos brindados por: Ing. David Almora, Ing. Leonardo Alcántara, Ing. Héctor Sandoval, Ing. Marco Macías, Ing. Jesús Ylizarrituri, Ing. Gerardo Castro, Ing. José Luis Ortiz e Ing. Citlali Pérez.

En forma muy especial agradezco a mi amigo y director de tesis M. en I. Roberto Quaas Weppen la confianza que depositó en mí para el desarrollo de este proyecto, por su ayuda y valiosos consejos. También por el impulso, su comprensión y motivación que recibí de él en todo momento, sin los cuales difícilmente hubiera logrado los resultados obtenidos.

X. BIBLIOGRAFIA

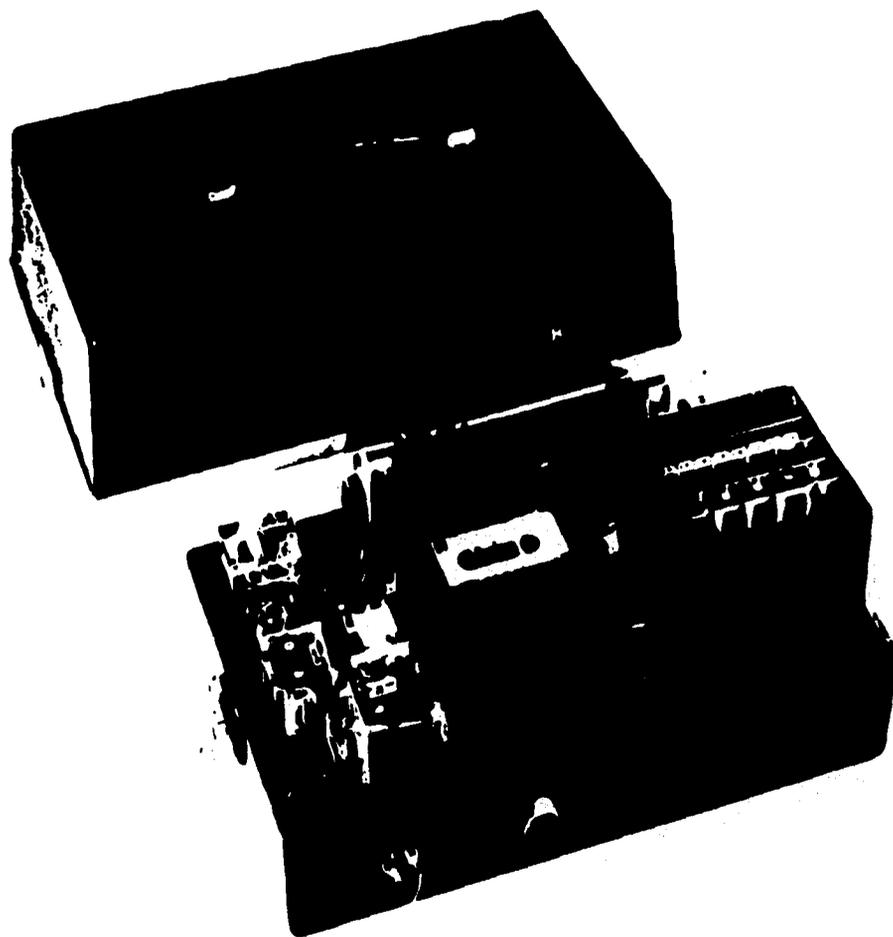
1. "DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA EL REGISTRO DE TEMBLORES FUERTES", Quaas R, González R y Guevara E. , Instituto de Ingeniería, UNAM, México D.F., 1992.
2. "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA TARJETA MULTIFUNCION PARA UN ACELEROGRAFODSA-1", Quaas R, Salcedo A, Lemus G, Instituto de Ingeniería, UNAM, México D.F., 1992.
3. "DSA-1, DIGITAL STRONG MOTION ACCELEROGRAPH", Kinematics Co., U.S.A., 1984.
4. "MC68HC11A8, PROGRAMMING REFERENCE GUIDE", Motorola Inc., U.S.A., 1988.
5. "MC68HC11A8, HCMOS SINGLE-CHIP MICROCONTROLLER, ADVANCE INFORMATION", Motorola Semiconductor technical Data, Motorola Inc., 1988.
6. "M68HC11 REFERENCE MANUAL", Motorola Inc., U.S.A., 1989.
7. "CMOS LOGIC DATA", Motorola Inc., U.S.A., 1985.
8. "LOGIC DATA BOOK", Volúmen II, National Semiconductor Corporation, U.S.A., 1984.
9. "LINEAR DATA BOOK", National Semiconductor Corporation, U.S.A., 1984.
10. "NEW RELEASES, DATA BOOK", Maxim, U.S.A., 1990.
11. "ADVANCED PERIPHERALS, REAL TIME CLOCK HANDBOOK", National Semiconductor Corporation, U.S.A., 1989.
12. "SRAM DATA BOOK", Hitachi America Ltd., U.S.A., 1990.
13. "LIQUID CRYSTAL DISPLAY, MADULES AND DEVICES", Hitachi America Ltd., U.S.A., 1990.
14. "LED AND LCD PRODUCTS", Display Products Catalog, W.J. Purdy Co., U.S.A.
15. "LCD CONTROLLER/DRIVER LSI, DATABOOK", Hitachi America Ltd., U.S.A., 1989.
16. "LA BIBLIA DEL TURBO PASCAL", Duntenmann J, Ediciones Anaya Multimedia, Madrid, 1991.
17. "MASTERING TURBO PASCAL 6", Palmer S., SYBEX Inc., U.S.A., 1991.
18. "PROGRAMMING THE 80286", Vieillefond C., SYBEX Inc., U.S.A., 1987.

APENDICE A. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DSA-1.



DSA-1

Digital Strong Motion Accelerograph



The DSA-1 Strong Motion Accelerograph is the most advanced of Kinematics' accelerograph product line. It encompasses all functions from field sensors through a tape format system to displayed data, which is then ready for interpretation. When triggered by an earthquake, the analog output is converted to digital at 200 samples per second and recorded on a certified digital cassette. By recording digitally, the dynamic range can be expanded to 2000:1, about 20 times that of analog instruments.

The optional Pre-Event Memories (PEM) hold 2.5 or 5 seconds of three-channel data at all times; as a result, pre-event information, including the P-wave arrival, is captured for each event. Complete playback support is available, providing computer-compatible tape and strip-chart records from the DSA-1 cassette.

The DSA-1 is useful in programs where both engineering and seismological objectives are important, and in other situations where ultra low noise and wide dynamic range are critical.



GENERAL DESCRIPTION

The DSA-1 is a self-contained triaxial strong motion accelerograph which converts the analog outputs of three force balance accelerometers into proportional digital values. It then records the digital data onto a four-track magnetic tape cassette. The basic system includes a micro-power trigger, orthogonal force balance accelerometers, rechargeable batteries, cassette recorder, key-switch controls and associated circuitry in a watertight cast aluminum housing. Options available with the DSA-1 provide maximum flexibility for the user. They include pre-event memory, external battery power, time code receiver, and time code generator.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Recording System

Recording Medium
Certified magnetic tape digital cassette, 0.150 inches (3.8 mm wide) x 300 ft. (92 meters).

Recording Head
4 track parallel tape: 3 data, 1 vertical parity

Recording Type
Digital, phase encoded

Tape Speed
2.5 inch/sec.

Recording Time
20 minutes

Recording Density
1280 bpi

Dynamic Range
 ± 66 dB for ± 2.5 volts

Sampling Rate
200 samples per second per channel

Starting-up Time
Less than 100 ms

Tape Format
Samples are recorded in 16 bit words.

- 2 word sync bits (fixed)
 - 1 coded data bit
 - 12 binary A/D bits
 - 1 LRCC bit
- (During each 64th sample period all zeros are recorded on all four tracks for synchronization).

Coded Data
Track 1: instrument serial number and sampling rate

Track 2: 2 pps time pulse

Track 3: optional WWVB or TCG-1 time code

Track 4: parity

Input Voltage
 ± 2.5 volts single ended

Frequency Response
dc to 50 Hz (3 dB point), -12 dB/octave rolloff above 50 Hz.

Analog Channel-to-Channel Sampling Skew
625 microsec. @ 200 samples/sec.

Analog-to-Digital Resolution
12 binary bits, 11 bits, plus sign (1 part in 4096).

Transducers

Type
Triaxial force balance

Natural Frequency
50 Hz

Range
 ± 1 g full scale ($\frac{1}{2}$ g, $\frac{1}{4}$ g and 2 g optionally available).

Damping
70% critical

Temperature Effects
 $\pm 2\%$ of full scale from 0° to 160°F (-18° to 71°C)

Bandwidth
dc to 50 Hz (3 dB point), -12 dB/octave rolloff above 50 Hz.

Output
 ± 2.5 volts full scale

Calibration
Provision for damping and natural frequency commands.

© KINEMATRICS AUGUST 1979

Seismic Trigger and Alarm Systems

Starter

Sensitive Direction: Vertical

Acceleration Set Point: 0.01 g (adjustable)

Frequency Range: 1 Hz to 15 Hz (± 3 dB)

Event Indication

Electro-magnetic event indicator

External Event Alarm

12 Vdc to actuate external alarm

Interconnection

Provision for common starting of 2 or more DSA-1 units.

Power Requirements

Voltage

-12 and +12 Vdc

Standby Current

0.15 mA @ +12V

Recording Current

300 mA from +12Vdc (nominal)

300 mA from -12Vdc (nominal)

Battery Capacity

Four internal 2.6 amp-hour six-volt batteries. Provide at least 30 min. recording after 6 months in standby without charging.

Battery Charger

Floal charger (operates from 110 Vac or 220 Vac) supplied.

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Housing

Watertight cast aluminum base and cover.

Size

0.25 m wide x 0.43 m long x 0.22 m high
(10" x 17" x 8 1/2").

Weight

43 pounds (19.5 kg)

Operating Temperature

30°F to 130°F (0°C to 55°C)

Humidity

100% RH.

Mounting

Single tie-down bolt (1/4-20)

OPTIONS

- 1/2 g, 1/4 g, or 2 g full scale sensitivities.
- Internal seismic trigger can be either vertical or horizontal (or optionally both).
- Internal WWVB or DCF-77 receiver to provide day, hour, minute, and second timing for each recorded event. WWVB reception available in U.S. and parts of Canada and Mexico only. DCF-77 reception available in Central Europe and parts of Eastern Europe.
- Internal TCG-1 Time Code Generator to provide day, hour, minute, and second timing for event identification.
- Pre-Event Memory (PEM) can be added. Up to two memory boards, each containing 2.5 seconds of PEM, can be added at the factory or in the field. With PEM the standby current becomes 30 mA at + and -12Vdc and battery life becomes 30 minutes of recording after two days standby without charging.
- An external battery pack can be substituted for the internal batteries. This extends battery life with PEM to three days standby without charging and includes an event counter.
- External accelerometers (FBA-3) can be ordered, or a special housing can be ordered which allows accelerometer in DSA-1 to be removed and mounted in special housing.

RECOMMENDED SPARE PARTS AND SUPPLIES

1. Spare certified digital cassette.
2. Desiccant envelope is optional, but recommended, particularly in humid locations.
3. Spare 6 volt rechargeable batteries, GC-626-1 (set of four).

ORDERING INFORMATION

1. Specify sensitivity: 1 g, 1/2 g, 1/4 g, or 2 g.

APENDICE B. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DSAM-1.

Especificaciones del acelerógrafo DSAM-1

Descripción:	Acelerógrafo digital autónomo de estado sólido para el registro de temblores fuertes
Medio de registro:	Memoria de estado sólido respaldada con batería
Capacidad de memoria:	128 Kbytes expandible a 2Mbytes
Tiempo de retención de datos:	6 meses mínimo
Sensores:	Servoacelerómetros triaxiales internos
No. de canales:	3 (longitudinal, vertical y transversal)
Rango de voltaje de entrada:	$\pm 2.5V$
Rango dinámico:	72 db
Longitud de palabra:	12 bits (11 bits mas signo)
Resolución:	1 parte en 4096
Velocidad de muestreo:	200 muestras por segundo por canal
Tiempo de registro:	14 minutos y 30 segundos con 1 Mbyte de memoria
Formato de datos:	Datos multiplexados no comprimidos
Registro de tiempo:	Reloj fechador interno MM58274 con respaldo de batería. Entrada para marcas externas de tiempo (pulsos de 0 a 3-15V, ancho 100 ms min.)
Sistema de disparo:	Omnidireccional, interno, umbrales programables independientemente para cada canal. Entrada para señal externa de disparo (flanco positivo de un pulso, 0 a 3-15V, 100 ms duración)
Memoria de preevento:	Programable 0 a 23 segundos
Tiempo de posevento:	15 a 99 segundos a partir del último redisparo
Despliegue de datos:	Visualizador LCD, 2 renglones con 16 dígitos cada uno
Reproducción de datos:	Serial, a través de un puerto RS-232C, 9600 bauds, 8 bits, 1 bit de stop. No se ocupa el bit de paridad
Tiempo de reproducción:	1 hora para transferir 1 Mbyte de información

Programas de utilería: Programa DATDSAMI.EXE para la computadora PC. Recibe, decodifica y almacena los eventos.

Programa ASCDSAMI.EXE utilizado en la conversión a código ASCII de los datos transmitidos por el puerto serie del DSAM-1

Alimentación: Externa, 11 a 15 VCD, nominal 12 VCD, supervisor de voltaje e inhibidor.

Batería de litio 3V para el reloj y la memoria de datos (RAYOVAC BR2325 o similar)

Consumos: 70 mA en operación normal, 6 uA apagado (consumo de retención de datos)

Tecnología: Microprocesador y circuitos integrados CMOS estándar

Rango de temperatura: 0 a 40 °C

Dimensiones: Gabinete metálico 43 x 25 x 22cm, 19.8Kg