

01175
/
24

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
Facultad de Ingenieria

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN RELOJ - FECHADOR
EN TIEMPO REAL SINCRONIZADO CON LA SEÑAL DE
RADIONAVEGACION OMEGA PARA USO EN
INSTRUMENTACION SISMICA**

LUIS ALBERTO BEDOYA PRADA

TESIS

**PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA**

FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER

EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERIA ELECTRICA

(ELECTRONICA)

**DIRECTOR DE TESIS
M. en I. Roberto Quaas W.**

CIUDAD UNIVERSITARIA

**TESIS CON
FALSA FE CRGEN**

1991



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 está 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.

INDICE

I.	INTRODUCCION	..... 1
II.	SISTEMA MUNDIAL DE RADIONAVEGACION OMEGA	.....3
	2.1 Características de la señal OMEGA	.....4
	2.1.1 Propagación	.....4
	2.1.1 Formato	.....5
	2.2 Empleo de la señal OMEGA como referencia de tiempo para registros sísmicos digitales	....7
III.	RELOJ-FECHADOR EN TIEMPO REAL SINCRONIZADO CON LA SEÑAL DE RADIONAVEGACION OMEGA.	.....9
	3.1. Selección del microprocesador	.....12
	3.2 Reloj-fechador en tiempo real auxiliar	.....18
	3.3 Circuitos de memoria	.....19
	3.4 Interfaz microprocesador-memoria EPROM	.....20
	3.5 Direccionamiento de memoria	.....25
	3.6 Puertos de entrada salida	.....29
	3.7 Circuito para el despliegue numérico	.....32
	3.8 Alimentación	.....34
	3.9 Diagrama electrónico del sistema	.....35
	3.9.1 Descripción y lista de componentes	....37

IV.	OPERACION DEL SISTEMA RELOJ-FECHADOR OMEGA	.....40
4.1	Modos de operación	.....41
4.1.1	Modo de inicialización (INIT)	.....41
4.1.2	Modo de operación RUN	.....41
4.2	Detección de la señal OMEGA	.....41
4.3	Sincronización	.....46
4.4	Salida serie codificada en BCD	.....47
4.5	Modos de despliegue	.....50
V.	PROGRAMACION DEL SISTEMA	.....53
VI.	CONCLUSIONES	.....65
VII.	AGRADECIMIENTOS	.....66
VIII.	BIBLIOGRAFIA	.....68

ANEXO 1. Listado del programa

I. INTRODUCCION

En la interpretación y análisis de registros sísmicos, es indispensable conocer la fecha y hora precisa de ocurrencia de los temblores. Con base en el registro del tiempo se podrá obtener la localización del sismo y estimar los parámetros epicentrales, así como las características de propagación de las ondas sísmicas. Por tal motivo es vital que los instrumentos autónomos de registro, en especial aquellos localizados en sitios remotos, cuenten con bases de tiempo y relojes de precisión. Esta base de tiempo puede ser, desde marcas en forma de pulsos superpuestas al registro, como es el caso de la mayoría de aparatos analógicos, hasta complejos códigos digitales generados en forma local o recibidas a través de señales de radio. Entre las referencias que comúnmente se emplean en instrumentación sísmica, están la WWV, WWVB, señales de satélite GOES y el sistema de navegación OMEGA.

Las señales del sistema de navegación OMEGA se emplean en la red acelerográfica del Instituto de Ingeniería de la UNAM, como una referencia externa de tiempo de precisión. Sin embargo la experiencia ha demostrado que los equipos receptores comerciales, actualmente utilizados son altamente sensibles a las condiciones ambientales y atmosféricas que hacen que éstos pierdan fácilmente su sincronía con respecto al Tiempo Universal UTC, en lapsos de tiempos muy cortos cuando se deja de recibir la señal OMEGA. Además son equipos con procesos de resincronización con respecto a UTC muy lentos, lo cual los hace poco eficientes.

Debido a toda esta problemática presentada alrededor de estos equipos receptores OMEGA y a la necesidad de contar con bases de tiempos confiables en los equipos de registros sísmicos, se comenzó a trabajar en el desarrollo de equipos complementarios que permitieran verificar la correcta operación y registro de los equipos OMEGA utilizados. Luego se propuso un proyecto bastante ambicioso, que consistía en desarrollar un equipo receptor y generador de código OMEGA, con tecnología y diseño propio, que fuera de menor costo que el de importación, más confiable y que se adaptara mejor a las necesidades específicas. De esta manera se ha construido un primer prototipo de un sistema de recepción y decodificación de la señal OMEGA, el cual se describe en el presente trabajo.

En el capítulo 2 se describen las características del sistema OMEGA y en los capítulos 3 y 4 se describen la circuitería y operación del sistema desarrollado, el cual consiste de un reloj digital en tiempo real sincronizado con las señales del sistema OMEGA. En el capítulo 5 se presenta la programación asociada al sistema y finalmente se anexa el listado, completo del programa.

II SISTEMA DE RADIONAVEGACION OMEGA

El sistema mundial de radionavegación OMEGA, operado por los Estados Unidos de Norteamérica en conjunto con otras naciones, consta de 8 estaciones transmisoras que radian señales en la banda de VLF (very-low-frequency). Estas señales tienen la propiedad de un muy largo alcance, de tal forma que pueden ser recibidas casi en todo el globo terráqueo. El sistema de radionavegación OMEGA fué desarrollado principalmente con fines de navegación, pero dadas las características de sus señales, pueden ser usadas como señales de tiempo de gran precisión (aproximadamente 10 ms a una distancia de 5,000 Km de la estación transmisora).

Las 8 estaciones trasmisoras del sistema OMEGA transmiten en tiempo compartido señales sincronizadas en fase a diferentes frecuencias en la banda de 9 a 14 KHz. Se distinguen 2 tipos de frecuencias: comunes y características. Cuatro frecuencias comunes son utilizadas en tiempo compartido por los 8 transmisores; éstas se usan principalmente para la navegación. Una frecuencia característica es asignada a cada estación transmisora y es la utilizada como señal de tiempo.

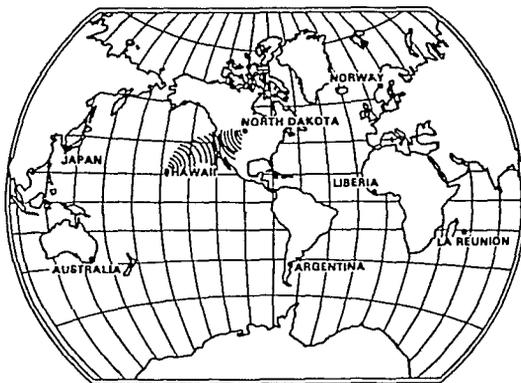


Fig 2.1 Localización de las 8 estaciones transmisoras del sistema OMEGA.

En la figura 2.1 se muestra la distribución de las estaciones del sistema OMEGA. La señal que cubre a México es la radiada desde Dakota del Norte, E.U. en la frecuencia de 13.1 KHz. México también recibe la señal de Hawaii con frecuencia de 11.8 KHz, pero dada su posición geográfica sólo cubre la región norte del país.

En la tabla 2.1 se listan las 8 estaciones OMEGA con su posición geográfica (coordenadas dadas por el sistema geodésico mundial en 1972), su frecuencia característica y la institución que la opera.

ESTACION	LETRA DE DESIGNACIÓN	COORDENADAS	OPERADOR	FRECUENCIA CARACTERÍSTICA (KHz)
Noruega	A	66 25 12.62 N 13 08 12.52 E	Norwegian Telecommunication Administration (NTA)	12.1
Liberia	B	61 18 19.11 N 10 39 52.40 W	Liberian Ministry of Commerce, Industry and Transportation	12.0
USA:Oahu, Hawaii	C	21 24 16.78 N 157 49 51.51W	U.S.C.G.	11.8
USA:La Moure,N.Dakota	D	46 21 57.29 N 98 20 08.77 W	U.S.C.G.	13.1
Francia:La Reunión	E	20 58 27.03 S 55 17 23.07 E	Marina Francesa	12.3
Argentina	F	43 03 12.89 S 65 11 27.36 W	Marina Argentina	12.9
Australia	G	38 28 52.53 S 146 56 06.51E	Departamento de transporte australiano	13.0
Japón	H	34 36 52.93 N	Japanese Maritime Safety Agency (JMSA)	12.8

Tabla 2.1 Estaciones OMEGA.

2.1 Características de la señal OMEGA

2.1.1 Propagación

El sistema OMEGA depende inherentemente de la estabilidad de la fase de la onda de radio VLF. Estas viajan a través de una guía de onda formada por la superficie terrestre y las primeras capas de la ionósfera,

la cual se encuentra en la atmósfera a altitudes entre 40 y 150 millas náuticas. En la figura 2.2, se muestra como se propaga la señal de radio.

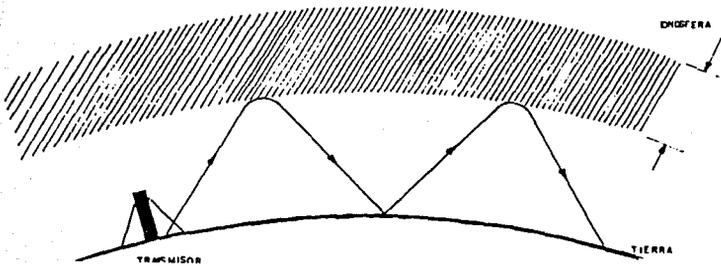


Fig 2.2 Propagación de la señal OMEGA.

2.1.2 Formato

La señal OMEGA es radiada por cada transmisor como una secuencia de pulsos con duración de .9 a 1.2s y separados por intervalos de 0.2 s. De esta manera cada estación transmite un patrón de 8 pulsos en un intervalo de 10s, el cual contiene las 4 frecuencias comunes a todas las estaciones y una quinta frecuencia que es la característica de dicha estación.

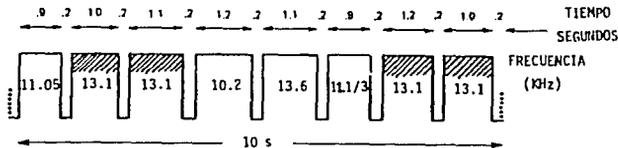


Fig 2.3 Formato de transmisión de la estación OMEGA de Dakota del Norte E.U.

En la figura 2.3 se muestra el formato de transmisión de la estación de Dakota del Norte, E.U. que es la que se recibe en México. Se identifican claramente las cuatro frecuencias comunes (11.05, 10.2, 13.6, y 11 1/3 KHz) y su frecuencia característica de 13.1 KHz (sombreada).

El formato de la señal OMEGA para cada estación es similar, sin embargo, se establecen frecuencias patrones para evitar que diferentes transmisores radien la misma frecuencia simultáneamente. La figura 2.4 muestra el formato completo de transmisión de todas las señales OMEGA; los pulsos sombreados corresponden a las frecuencias características de cada estación.

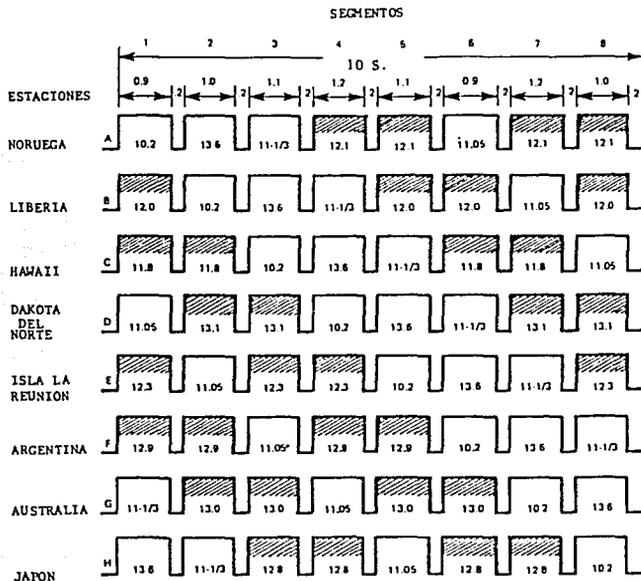


Fig 2.4 Formato de transmisión de la señal OMEGA.

2.2 Empleo de la señal OMEGA como referencia de tiempo para registros sísmicos digitales.

La señal OMEGA de navegación proporciona una referencia externa de tiempo muy útil. Una de sus aplicaciones es como referencia de tiempo para registros sísmicos digitales. Los equipos de recepción y codificación de tiempo OMEGA utilizados actualmente en la red acelerográfica del Instituto de Ingeniería, son equipos comerciales que se componen de 2 módulos: el módulo OMEGAREC que es el receptor y detector de la señal VLF, y un módulo OMEGAFACE, que es un reloj-fechador y generador de código sincronizado a la señal OMEGA. Ambos módulos son dispositivos autónomos, de bajo consumo y con baterías propias (con duración de 10 años), diseñados especialmente para uso en estaciones remotas desatendidas por periodos prolongados de tiempo. La salida del módulo OMEGAFACE es una señal serie en forma de un tren de pulsos codificados con la información de la fecha y hora. Esta señal es la que se utiliza como referencia de tiempo en los registros sísmicos, multiplexándola digitalmente con los datos muestreados de los sensores.

El sistema receptor OMEGAREC utiliza las frecuencias características emitidas por las estaciones transmisoras de la señal OMEGA para la sincronización de su reloj interno. La detección de una frecuencia característica en una estación receptora genera una señal, como la mostrada en la fig 2.5, compuesta por 2 pares de pulsos separados por pausas uniformes. Este patrón con duración de 10s se repite indefinidamente y puede reconocerse con facilidad por medios electrónicos. Es similar para todos los transmisores, excepto por un corrimiento de fase establecido entre estaciones (fig 2.4).

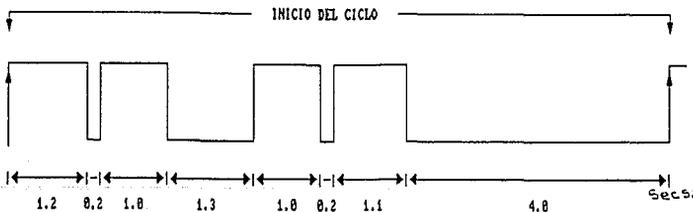


Fig 2.5 Señal OMEGA recibida por OMEGAREC.

El módulo OMEGAREC posee un oscilador de cuarzo de 32,768 Hz. Esta frecuencia es dividida mediante divisores de frecuencia, obteniéndose un pulso cuadrado de 10s en una etapa intermedia. El flanco positivo del primer pulso es comparado con el tiempo de arribo del primer pulso de la secuencia de los 4 pulsos de la señal OMEGA (fig 2.5). Luego se registran corrimientos de 0.5 ms cada 10s para lograr que coincidan los flancos positivos de estos pulsos y de esta manera sincronizarse con la señal OMEGA.

El anterior proceso de sincronización utilizado por el módulo OMEGAREC es bastante lento, pues puede tardarse hasta un día si su defasamiento de tiempo con la señal OMEGA son 5s. Por otra parte, la experiencia ha demostrado que estos equipos receptores OMEGA utilizados son sensibles a las condiciones ambientales y atmosféricas que hacen que éstos se salgan de sincronía con respecto al Tiempo Universal Coordinado UTC, en lapsos muy cortos cuando se deja de recibir la señal OMEGA. Además tanto el módulo OMEGAFACE como el módulo OMEGAREC, cuentan con bases de tiempo interna independientes, controladas cada una con un cristal de cuarzo, lo cual hace más inestable al sistema. Por esta razón la sincronía de estos equipos receptores dependen básicamente de la buena recepción de la señal OMEGA.

Dado que la señal OMEGA constituye una referencia de tiempo confiable, pero su sistema receptor actualmente empleado presenta algunas ineficiencias, se propuso un nuevo diseño propio de un sistema receptor con las siguientes características: sincronización mucho más rápida que los módulos receptores actuales, capacidad de memorizar la última fecha y hora en que se sincronizó con la señal OMEGA, utilización de una única base de tiempo controlada por un cristal de cuarzo para dar mayor estabilidad al sistema, posibilidades de interconexión con una computadora personal vía cable RS-232C y que sea de tamaño reducido, bajo costo y consumo.

III RELOJ-FECHADOR EN TIEMPO REAL SINCRONIZADO CON LA SEÑAL DE RADIONAVEGACION OMEGA.

La mayoría de los acelerógrafos digitales que opera el Instituto de Ingeniería, cuenta con una base de tiempo OMEGA. Al ocurrir un evento sísmico y satisfacerse el algoritmo de detección, los instrumentos se disparan y comienzan a grabar en forma multiplexada en cinta magnética tipo cassette, los datos de tres canales de aceleración a 100 muestras/segundo/canal, memoria de preevento, así como el tiempo de un reloj fechador interno y el código OMEGA generado por el módulo OMEGAFACE.

Dado que la señal OMEGA es una señal muy estable y confiable, se ha desarrollado un sistema prototipo receptor con tecnología y diseño propio, de menor costo que el de importación, más confiable y que se adapta mejor a las necesidades específicas. El sistema que se desarrolló se basa en un microcontrolador, el cual por programa ejecuta las siguientes tareas: detección y decodificación de la señal OMEGA, generación de un código (en BCD) de tiempo sincronizado con la señal OMEGA que contiene información de la fecha y hora, y almacenamiento de la última fecha y hora en que se sincronizó con la señal OMEGA.

El sistema reloj-fechador OMEGA utiliza las frecuencias características de la señal OMEGA para la sincronización de su reloj interno. Para la obtención de estas frecuencias se utilizó el módulo receptor OMEGAREC (actualmente se está trabajando en el desarrollo de la etapa receptora), del cual se usó la etapa de demodulación y detección de la señal OMEGA (fig 3.1). Esta etapa la constituye una antena de recepción de ferrita con una longitud de 12 cm en conjunto con un circuito resonante a la frecuencia característica de la estación transmisora. De esta manera, cuando se recibe la señal OMEGA se discriminan las frecuencias comunes y se detecta la envolvente de la frecuencia característica, generándose un patrón de cuatro pulsos como el mostrado en la figura 2.5. El acoplamiento de la señal OMEGA detectada por el módulo OMEGAREC hacia el reloj-fechador, se realizó mediante un bloque de alta ganancia formado por dos inversores CMOS tipo "Scmitt Trigger", cuya salida se recibe por la línea del bit PB₇ del puerto B del microcontrolador configurada como entrada. El diagrama de conexiones de la interfaz de acoplamiento de la señal OMEGA se muestra en la figura 3.1.

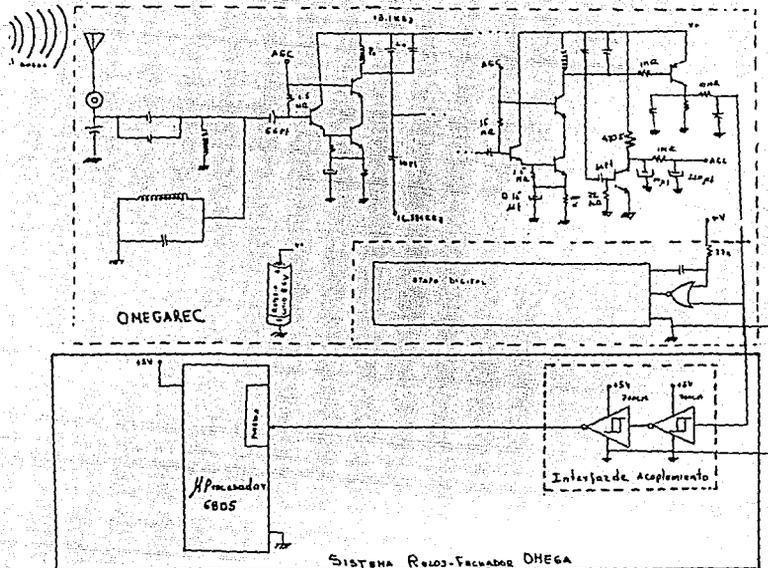


Fig 3.1 Interconexión entre el sistema reloj-fechador OMEGA y el módulo OMEGAREC.

Esta interfaz tiene 2 propósitos: primero permite acoplar impedancias y niveles de voltajes y segundo permite eliminar el ruido presente en la señal detectada con niveles de voltaje menores a los niveles de umbral de los inversores, así como darle un ancho definido a las espúreas con niveles de voltajes mayores al umbral de los inversores. En la figura 3.2 se presenta una señal OMEGA detectada antes y después de la etapa de alta ganancia:

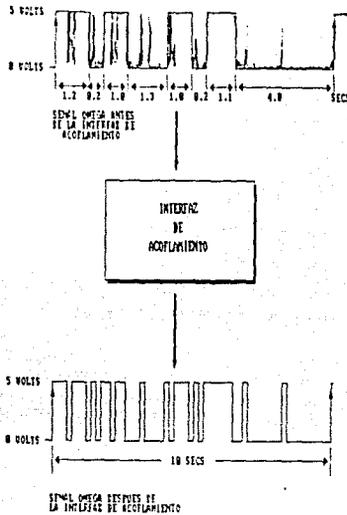


Fig 3.2 Señal OMEGA detectada antes y después de la interfaz entre el módulo receptor OMEGAREC y el sistema reloj-fechador OMEGA.

Un diagrama general del reloj-fechador en tiempo real se muestra en la figura 3.3:

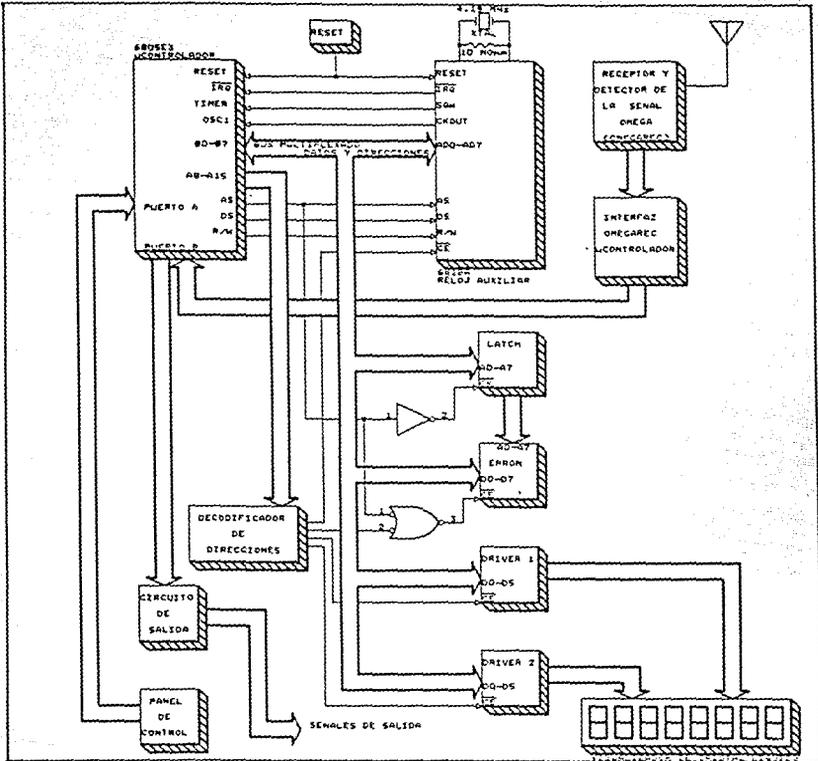


Fig 3.3 Diagrama de bloques del Reloj-fechador en tiempo real sincronizado con la señal OMEGA.

3.1 Selección del microprocesador

Se escogió el microcontrolador 6805E3 (IC1) pues presenta características adecuadas para este sistema: es de bajo consumo de corriente y gran funcionalidad ya

que cuenta con un CPU, 112 bytes de RAM, 2 puertos de entrada/salida, un timer de 8 bits programable, un oscilador a cristal hasta de 4 MHz, bus de datos y direcciones multilexado de 8 bits, circuitos de reset power-on y además tiene capacidad para direccionar hasta 64 Kbytes de memoria externa. En la figura 3.4 se presenta la arquitectura interna del microcontrolador 6805E3 y en la figura 3.5 su diagrama de conexiones:

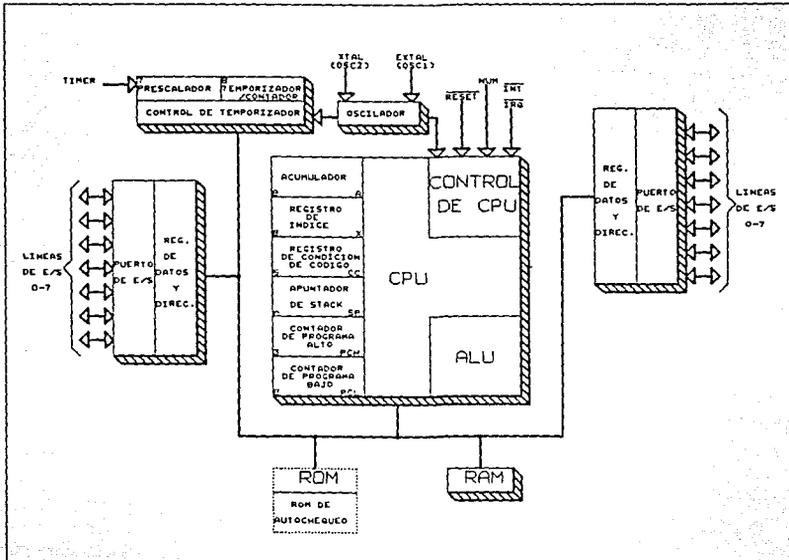


Fig 3.4 Arquitectura interna del microcontrolador 6805E3.

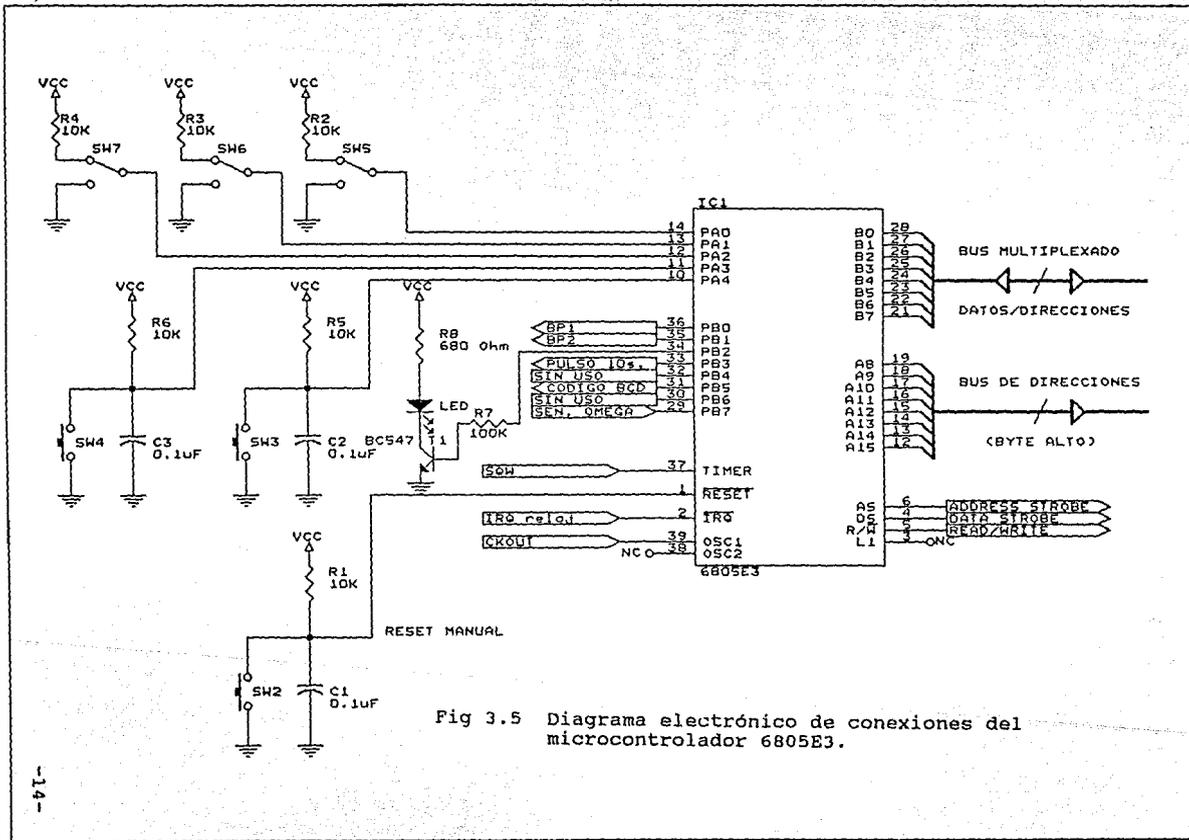


Fig 3.5 Diagrama electrónico de conexiones del microcontrolador 6805E3.

Las principales señales del microcontrolador 6805E3 son las siguientes:

Bus multiplexado direcciones/datos (B₀-B₇)/(A₀-A₇)

Estas 8 líneas bidireccionales constituyen el bus de datos y las direcciones bajas A₀-A₇. Las direcciones se presenta cuando se habilita la señal AS (Adress Strobe), mientras que los datos se habilitan cuando se presenta la señal DS (Data Strobe).

Bus de direcciones altas (A₈-A₁₅)

Estas 8 líneas unidireccionales constituyen el byte alto de direcciones.

AS (Adress Strobe)

AS es una señal de salida que se utiliza para indicar que una dirección está presente en el bus multiplexado datos/direcciones. Se puede usar un latch controlado por el flanco negativo de AS, para capturar las 8 líneas menos significativas del bus de direcciones.

DS (Data Strobe)

Esta es una señal de salida que se utiliza para transferir datos de algún periférico o a memoria. DS se presenta siempre que el microcontrolador realiza una operación de lectura o escritura e incluso cuando el microcontrolador accesa la memoria interna.

R/W (Read/Write)

La línea R/W es una señal de salida que indica el acceso a memoria (interna y externa), periféricos y registros I/O. Su estado alto indica un ciclo de lectura y bajo de escritura.

Reset

Esta es una señal de entrada utilizada para reinicializar al microcontrolador manualmente o mediante una señal externa. Normalmente está a V_{CC} ; cuando se detecta una transición negativa el contador de programa se carga con el vector de inicio que se encuentra en las localidades \$FFFE y \$FFFF (ROM).

IRQ (Maskable Interrupt Request)

IRQ es una entrada la cual es sensible tanto a nivel como a flanco y se utiliza para lograr que el microcontrolador ejecute una rutina de interrupción, en respuesta a un evento externo o sistema temporizador. El microcontrolador termina la instrucción que está ejecutando antes de atender la interrupción IRQ. Dependiendo del bit máscara en el registro de estados del microcontrolador la señal IRQ puede ser inhibida.

OSC1, OSC2

Estas son las entradas del reloj que pueden ser de 2 tipos: un circuito a cristal o una señal de reloj externo. Cuando un cristal es usado se debe conectar como indica la figura 3.6 y cuando se utiliza una señal de reloj externa, ésta debe conectarse a OSC1. En la figura 3.7 se presenta la señal OSC1 y las principales señales de control.

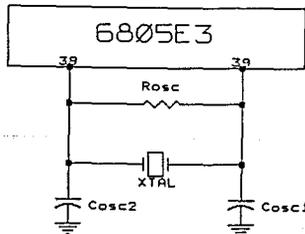


Fig 3.6 Reloj del microcontrolador utilizando un cristal de cuarzo.

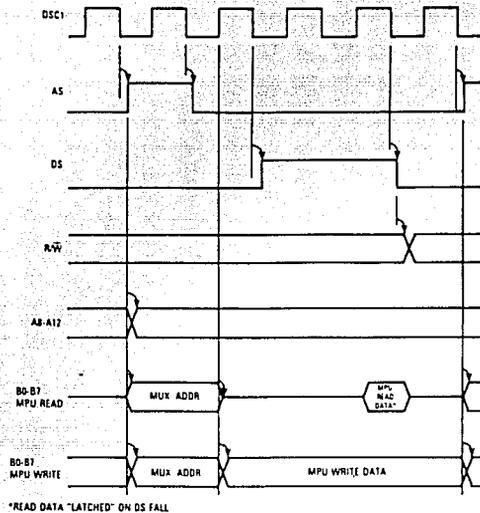


Fig 3.7 Diagrama temporal de las señales de control, buses de datos y direcciones con respecto a la señal OSC1.

Puerto A ($PA_0 - PA_4$)

Estas 5 líneas constituyen el puerto A de entrada/salida. Cada línea puede ser programada individualmente como entrada o como salida mediante el registro de direcciones de datos (DDR). Un pin I/O es programado como salida cuando su bit correspondiente del DDR es puesto en "1" lógico y es programado como entrada cuando su bit correspondiente en el DDR es "0" lógico.

Puerto B (PB₀ - PB₇)

Estas 8 líneas constituyen el puerto B de I/O. La operación de este puerto es similar al puerto A.

3.2 Reloj-fechador en tiempo real auxiliar

El sistema cuenta con un reloj-fechador en tiempo real auxiliar MC146818A (IC2). Tiene como base de tiempo un cristal de cuarzo de 4.194304 MHz. Este cristal es también la base de tiempo de todo el sistema, ya que sirve como reloj del microcontrolador IC1 a través de la señal de salida CKOUT que alimenta al pin OSC1.

El reloj-fechador auxiliar IC2 tiene las siguientes funciones: proporcionar un respaldo de la fecha y hora, disponibilidad de un sistema de interrupciones periódicas programables, al igual que un generador de onda cuadrada también programable y 50 bytes de memoria RAM estática de bajo consumo para propósito general. En la figura 3.8 se presenta la arquitectura interna del MC146818A:

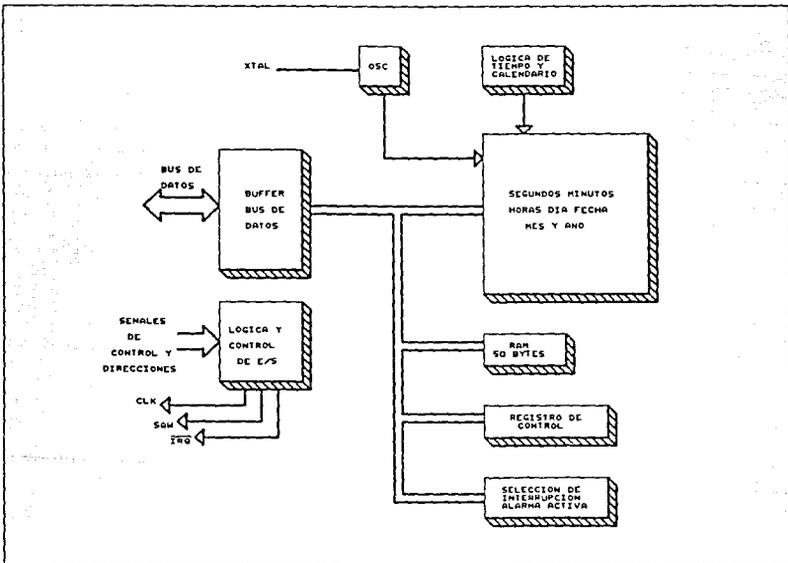


Fig 3.8 Arquitectura interna del reloj-fechador en tiempo real MC146818A.

El reloj-fechador auxiliar MCI46818A, además de servir como reloj de respaldo del microcontrolador, también se sincroniza con la señal OMEGA y corre paralelamente al reloj generado por software del microcontrolador. Por otro lado, no hubo necesidad de diseñar ninguna interfaz entre el reloj-fechador (IC2) y el microcontrolador (IC1), pues tanto su bus de control como de datos y direcciones son directamente conectables. En la figura 3.9 se muestra el circuito alambrado del reloj-fechador auxiliar:

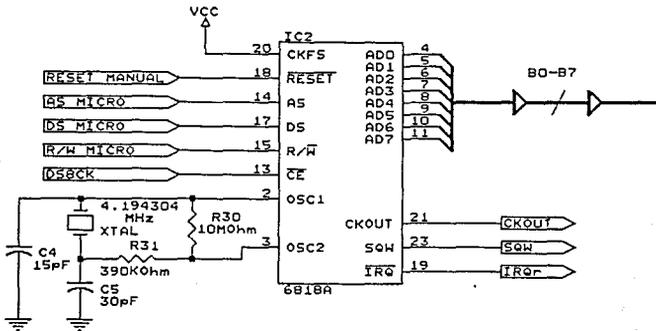


Fig 3.9 Circuito de reloj-fechador auxiliar.

3.3 Circuitos de memoria

El sistema tiene 4 Kbytes de memoria EPROM en donde reside permanentemente el programa y 162 byte de memoria RAM, para almacenamiento de datos. Como memoria EPROM se escogió el circuito integrado 27C32-45 (IC3) con tiempo de acceso de 450 ns. Dado que es un dispositivo que no está diseñado para operar con buses multiplexado, fue necesario separar el byte bajo del bus de direcciones (bus multiplexado datos/direcciones), mediante un latch.

La memoria RAM está compuesta por 112 bytes integrados al mismo microcontrolador y 50 bytes de memoria RAM de propósito general adicionales del reloj MCI46818A (IC2).

3.4 Interfaz microcontrolador-memoria EPROM.

Dadas las características de los ciclos de lectura de la memoria 27C32 (IC3) y del microcontrolador 6805E3 (IC1), fue necesario diseñar una interfaz para sus líneas de control.

En un sistema con el microcontrolador 6805E3, cada 5 ciclos de reloj corresponden a un ciclo de lectura o de escritura. Los componentes del sistema de memorias, puertos, etc, son informados de cual operación se realiza a través de los niveles lógicos de la señal de control R/W. El microcontrolador 6805E3 indica que se realiza una operación de lectura, llevando la línea R/W a un nivel alto o un "1" lógico. Para indicar que se realiza una operación de escritura, la línea R/W es puesta a un nivel bajo o "0" lógico. Por otro lado el microcontrolador presenta 2 líneas de control del bus multiplexado: AS (Address Strobe) y DS (Data Strobe). Los dispositivos externos son enterados de la presencia del byte bajo de direcciones con el flanco de bajada de la línea AS y escribe o lee los datos con el flanco de bajada de la línea DS.

En la figura 3.10 se muestra el diagrama de tiempo para el ciclo de lectura del microprocesador 6805E3 y en la figura 3.11 se muestra el diagrama de tiempos del modo de lectura de la memoria 27C32. En el presente sistema el microprocesador trabaja con un cristal de cuarzo de 4.194304 MHz, es decir su ciclo de lectura es de 1.43 μ s.

Al comienzo del ciclo, la señal AS cambia a un nivel alto y 165 ns después lleva la línea R/W a un nivel alto para indicar al dispositivo seleccionado que se realizará una operación de lectura. Con el flanco negativo de la señal AS el microcontrolador pone la dirección de la localidad de memoria que va a ser leída en los buses de direcciones y multiplexado. Las líneas de direcciones y la línea R/W no cambian de nivel instantáneamente, pero el microprocesador garantiza que tiene la dirección estable en el bus de direcciones y un nivel alto en la línea R/W, 55 ns antes del flanco de bajada de la línea AS. Este tiempo se señala en la figura 3.10 y es llamado T_{ASL} (Muxed Address Valid to AS Fall). Las áreas sombreadas indican condiciones no estables. De esta manera, se concluye que durante la transición de bajo a alto de la señal AS tanto el bus de direcciones como la línea R/W, están cambiando para seleccionar la operación READ o WRITE y la localidad de memoria escogida.

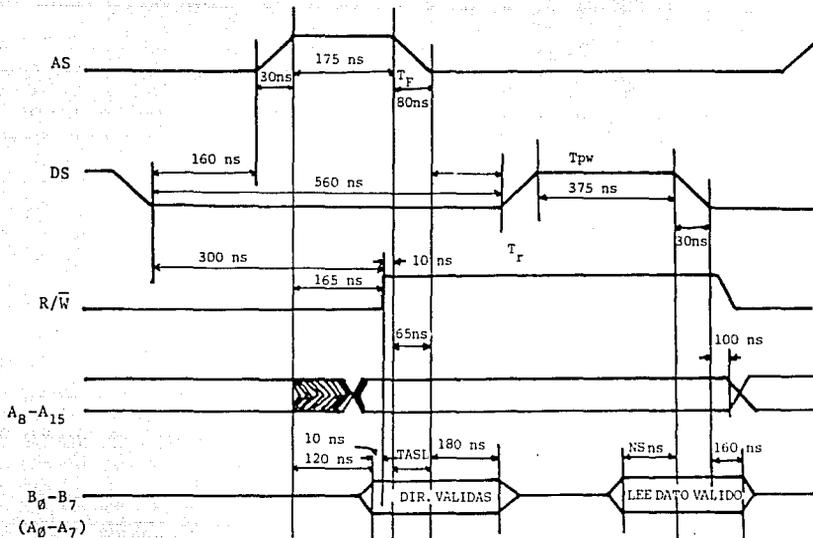


Fig 3.10 Ciclo de lectura del microcontrolador 6805E3.

El microcontrolador cambia a un nivel alto la señal DS 160 ns después del flanco negativo de la señal AS y requiere que el dato por leerse, se encuentre estable 115 ns antes del flanco negativo de la señal DS (este tiempo es denominado T_{ASED} en la figura 3.10) y permanezca estable durante un lapso de 160 ns después de DS. Con el flanco negativo de DS se transfieren los datos del bus de datos al registro interno del microcontrolador. El intervalo de tiempo entre el instante en que las líneas de direcciones son estables y el punto donde el dato debe ser estable en el bus de datos, es llamado tiempo de acceso T_A .

$$T_A = T_{ASED} + T_r + T_{PW} \dots (4.1)$$

Por lo tanto:

$$T_A = 160 + 30 + 375 = 565 \text{ ns.}$$

Por lo anterior, el tiempo de respuesta de la memoria EPROM debe ser inferior al tiempo de acceso del microcontrolador. La memoria EPROM IC3 utilizada tiene un tiempo de respuesta t_A de 450 ns (figura 3.11), que es un margen de tiempo muy bueno para que el dato esté estable al ocurrir el flanco de bajada de DS. En ese instante el dato será leído por el microcontrolador, completando con ello el ciclo de lectura.

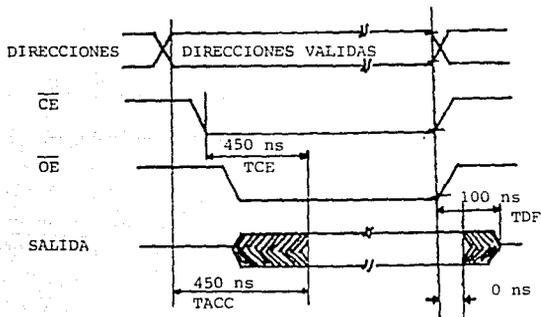


Fig 3.11 Modo lectura de la memoria 27C32.

La memoria EPROM (IC3) necesita que la dirección que va a ser accesada permanezca estable durante todo el ciclo de lectura. Esto no ocurre, dado que el bus de direcciones bajas del microcontrolador es multiplexado con datos. Por esta razón fue necesario implementar una interfaz entre el microcontrolador 6805E3 y la memoria EPROM 27C32 como se

muestra en la figura 3.12, la cual consiste en un latch tipo síncrono 74HC374 (IC7) y una lógica de control formada por un inversor 74HC14 (IC8) y una compuerta OR CD4071 (IC9). El latch IC7 toma el byte bajo de direcciones con el flanco negativo de la señal AS y lo mantiene durante todo el ciclo de lectura. Dado que el latch opera con flanco positivo en su entrada de reloj, hubo necesidad de invertir la señal AS mediante IC8. Las señales AS y DSEME entran a una compuerta "OR" (IC9), para generar la señal README que finalmente habilita la entrada CE de la memoria EPROM. En la figura 3.13 se presenta el diagrama de tiempos correspondiente a esta lógica de control:

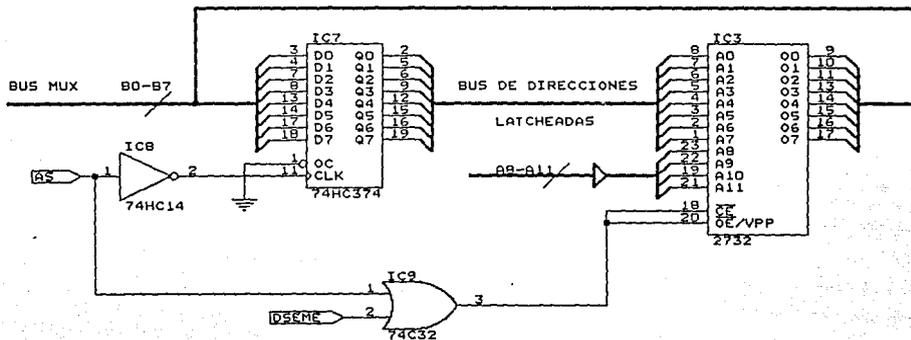


Fig 3.12 Circuitería de la Memoria EPROM 27C32.

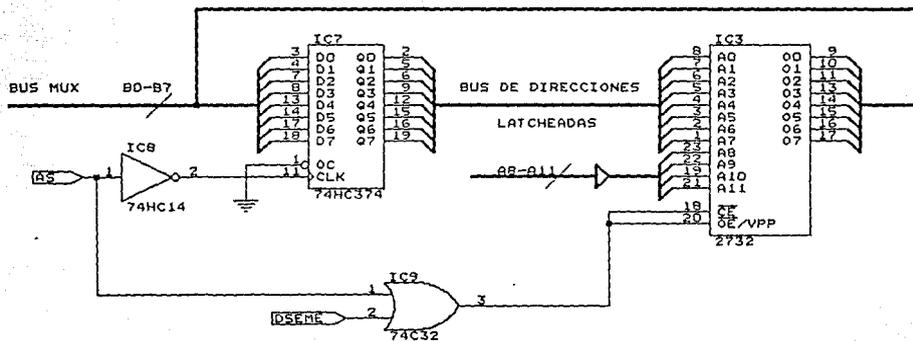


Fig 3.12 Circuitería de la Memoria EPROM 27C32.

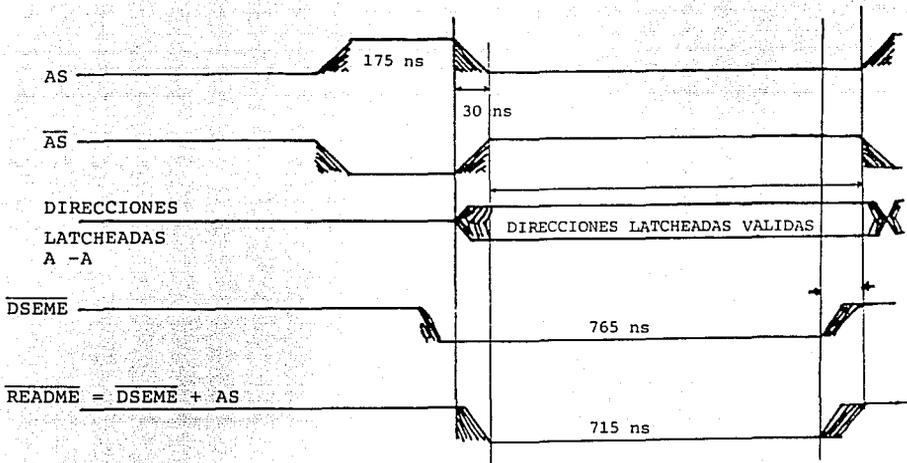


Fig 3.13 Diagrama de tiempos del circuito de interfaz microcontrolador-memoria EPROM.

3.5 Direccionamiento de memoria

El microcontrolador MC6805E3 tiene capacidad para direccionar 65536 bytes de memoria y registros de entrada/salida. El espacio de direcciones está dividido en 2 sectores: espacio de memoria interna y espacio de memoria externa. El espacio de memoria interna está localizado en los primeros 128 bytes de memoria (primera mitad de la página cero), en donde se encuentran ubicados los puertos A y B, el temporizador y 112 bytes de memoria RAM. Los últimos 64 bytes de memoria interna son reservados para uso exclusivo del stack.

El espacio de memoria externa comprende todas las localidades de memoria mayores a la dirección \$007F, junto con 10 localidades de la parte baja de los 128 bytes de memoria interna, para formar en total 65408 bytes. El mapa de memoria se muestra en la figura 3.14.

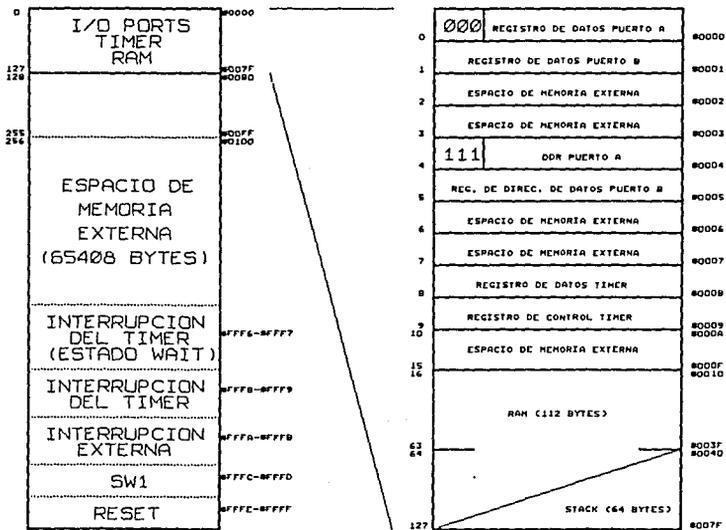


Fig 3.14 Mapa de memoria del 6805E3.

Para seleccionar y habilitar los distintos dispositivos externos del sistema se utilizó un circuito decodificador de 3 a 8 líneas 74HC138 (IC6), que divide los 64 Kbytes de memoria en 8 bloques, cada uno de 8 Kbytes.

RANGO DE DIRECCIONES	LINEAS DE DIRECCION DEL 6805E3																DISPOSITIVO SELECCIONADO								
	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	DS ₀ US0	DS ₂ B1	DS ₄ B2	DS ₆ B3	DS ₈ B4	DS ₁₀ B5	DS ₁₂ B6	DS ₁₄ B7	
	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15									
0000 01FF	0	0	0														0	1	1	1	1	1	1	1	1
0000 03FF	0	0	1														1	0	1	1	1	1	1	1	1
0400 05FF	0	1	0														1	1	0	1	1	1	1	1	1
0000 07FF	0	1	1														1	1	1	0	1	1	1	1	1
0000 09FF	1	0	0														1	1	1	1	0	1	1	1	1
0000 0BFF	1	0	1														1	1	1	1	1	0	1	1	1
0000 0DFF	1	1	0														1	1	1	1	1	1	0	1	1
0000 0FFF	1	1	1														1	1	1	1	1	1	1	1	0

Tabla 3.1 Mapa de memoria externa del sistema.

El circuito del decodificador (IC6) se muestra en la figura 3.15. Como datos de entrada al decodificador se conectaron las líneas de direcciones más significativas A₁₃, A₁₄ y A₁₅, con lo cual se obtuvo el mapa de memoria mostrado en la tabla 3.1.

Cada una de las salidas del decodificador selecciona mediante una señal baja un dispositivo a la vez. Las señales de selección y el dispositivo correspondiente son:

DS₀: esta salida selecciona 8 Kbytes de memoria a partir de la dirección \$0000 hasta la \$1FFF, la cual está sin uso

DS₂B1: esta salida selecciona el buffer 1, un 74HC244 (IC10), mediante el cual se lee el valor de las décimas y centésimas del tiempo de compensación. Este se direcciona a partir de la dirección \$2000 hasta la \$3FFF.

DS₄B2: esta salida selecciona el buffer 2, un 74HC244 (IC11), y mediante el cual se lee el valor de las unidades del tiempo de compensación, así como también las unidades del número de serie del reloj-fechador OMEGA. Este se direcciona a partir de la dirección \$4000 hasta la \$5FFF.

DS_B3: esta salida selecciona el buffer 3, un 74HC244 (IC12), con el cual se lee el valor de las decenas y centenas del número de serie del reloj-fechador OMEGA. Se direcciona a partir de la dirección \$6000 hasta la \$7FFF.

DS_gCK: esta salida selecciona a IC2 que es el reloj auxiliar de respaldo del microcontrolador, a partir de la dirección \$8000 hasta la \$9FFF.

DS_APS1: esta salida selecciona a IC4 el cual es un driver para el visualizador LCD y que se maneja como un 1er. puerto de salida, desde la \$A000 hasta la \$BFFF.

DS_CPS2: esta salida selecciona a IC5, otro driver para el visualizador LCD y que se maneja como un 2o. puerto de salida, desde la \$C000 hasta la \$DFFF.

DS_gME: esta salida selecciona la memoria EPROM IC3, la cual se encuentra a partir de la dirección \$E000 hasta la \$FFFF.

Cabe mencionar que el microcontrolador 6805E3 requiere forzosamente que la memoria EPROM se localice en la zona de direcciones alta. Esto se debe a que los vectores de inicialización (RESET) e interrupciones se hallan en la página \$FF.

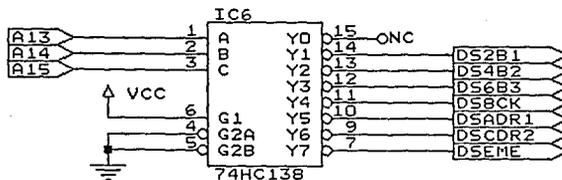


Fig 3.15 Circuito decodificador de memoria.

3.6 Puertos de entrada y salida

El sistema cuenta con 5 puertos de entrada/salida: 2 puertos están integrados al chip del microcontrolador (puerto A y puerto B), y 3 buffers del tipo 74HC244 (IC10, IC11 y IC12) externos adicionales. Con ellos se recibe información del valor del tiempo de compensación y del número de serie del reloj-fechador OMEGA mediante un banco de interruptores, como se muestra en la figura 3.16.

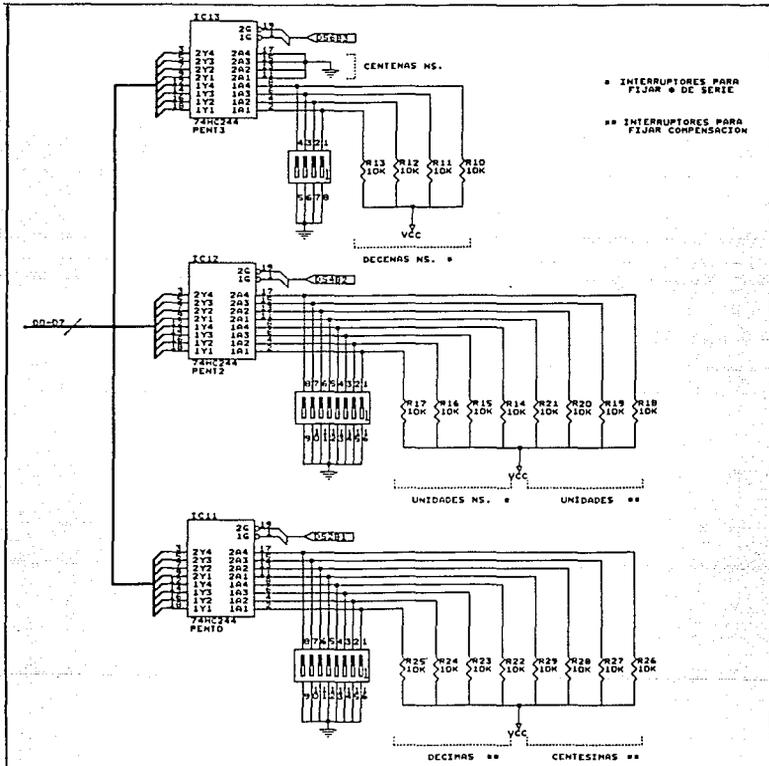
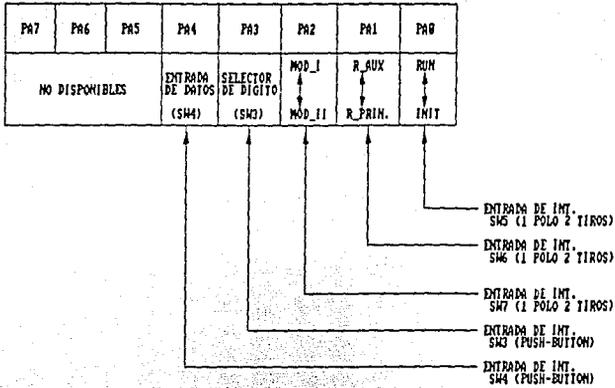


Fig 3.16 Circuito de conexiones de los puertos de entrada externos.

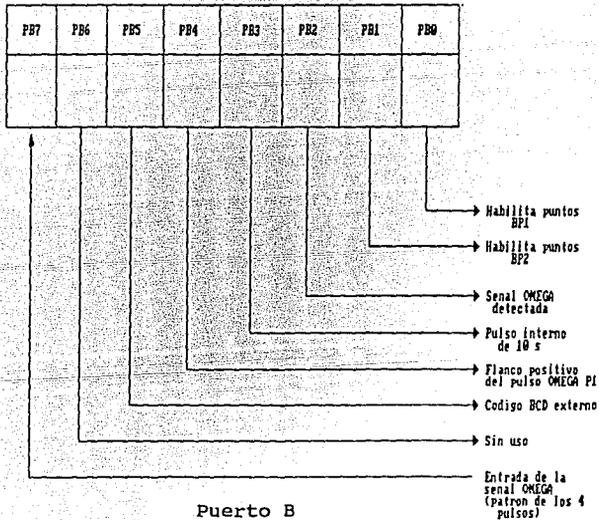
El puerto A cuenta con 5 líneas (PA₀ - PA₄) y el puerto B con 8 líneas de entrada salida (PB₀ - PB₇). Cada línea es bidireccional y puede ser programada como entrada o como salida, mediante el control de sus registros de direcciones de datos.

La asignación de señales para los dos puertos se presentan en la figura 3.17. Como se puede observar el puerto A está configurado como entrada y la información que se recibe corresponde a los estados de los interruptores Sw₃, Sw₄, Sw₅, Sw₆ y Sw₇ del panel de control. Mediante éstos se indica al microcontrolador los modos de operación, modos de despliegue y se realiza además la inicialización del sistema.

El puerto B tiene los primeros 7 bits (PB₀-PB₆), configurados como salidas y el bit PB₇ como entrada. A través de este último se recibe el patrón de los 4 pulsos de la señal OMEGA. Mediante los bits PB₀ y PB₁ del puerto B se controlan los puntos decimales de los visualizadores LCD1 y LCD2. El bit PB₂ se usa como salida de la señal OMEGA ya detectada y los bits PB₃ y PB₄ visualizan el pulso interno de los 10 segundos y el flanco de subida del primer pulso del patrón de los 4 pulsos de la señal OMEGA, respectivamente. El código BCD de tiempo tiene su salida a través del bit PB₆.



Puerto A



Puerto B

Fig 3.17 Configuración de los puertos A y B.

3.7 Circuito para el despliegue numérico

El circuito para despliegue numérico de datos, mostrado en la figura 3.19, consta de 2 visualizadores de cristal liquido LCD1 y LCD2 (FE0202), cada uno de 4 dígitos de 7 segmentos, 3 puntos decimales y el simbolo de dos puntos así como los drivers-decodificadores correspondientes IC4 e IC5 (7211M).

El driver 7211M es un circuito CMOS, que maneja directamente un visualizador LCD de 7 segmentos y 4 dígitos. El manejo lo hace en forma no multiplexada, pues tiene 28 segmentos de salida. Además contiene internamente un oscilador para generar la frecuencia de BACK-PLANE. En la figura 3.18 se muestra su arquitectura.

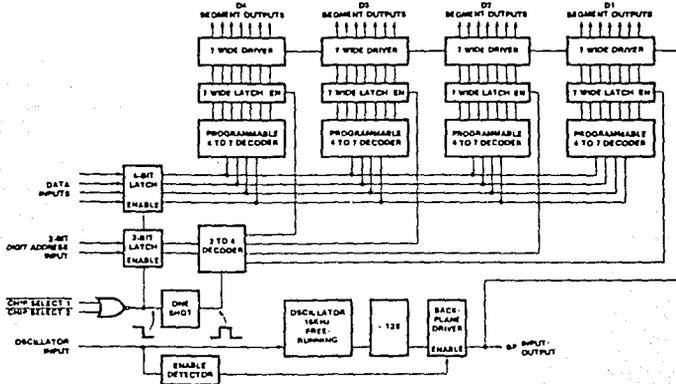


Fig 3.18 Arquitectura del driver 7211M.

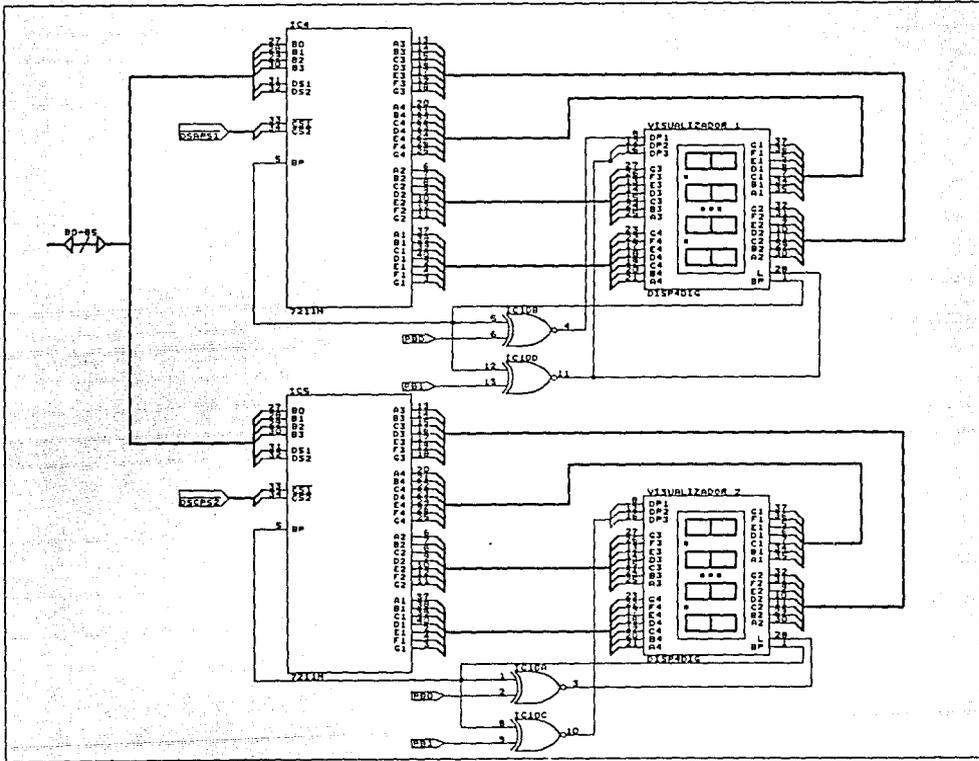


Fig 3.19 Circuito de despliegue numérico del sistema.

El dígito a desplegarse se selecciona con las entradas DS1 y DS2 y el dato binario a través de las entradas B₀-B₃. Se utilizaron los bits menos significativos del bus de datos (D₀ - D₃) para entregar al driver 7211M el dato (en sistema binario) que va a ser desplegado. Los bits D₄ y D₅ del bus de datos se usaron para seleccionar el dígito que se va a desplegar. Estas entradas seleccionan el dígito en base al siguiente código:

DS2	DS1	FUNCION
0	0	selecciona el dígito 4.
0	1	selecciona el dígito 3.
1	0	selecciona el dígito 2.
1	1	selecciona el dígito 1.

Dado que el driver 7211M no maneja los signos auxiliares (puntos decimales y los dos puntos) del visualizador LCD, fue necesario desarrollar circuitos externos para defasar la señal de BACK-PLANE (fig 3.18). Mediante las compuertas XOR, CD4030 (IC10) y los bits PB₀ y PB₁ del puerto B, se logró el control de fase necesario para visualizar los puntos decimales que reflejan el estado de estas señales. Las entradas de habilitación CHIP SELECT 1 y CHIP SELECT 2 son habilitadas simultáneamente por las salidas del decodificador DS_APS1 para el driver 1 y DS_CPS2 para el driver 2.

3.8 Alimentación

En la fig 3.20 se muestra el circuito de la fuente de alimentación.

El sistema Reloj-fechador OMEGA desarrollado opera a partir de una fuente principal de voltaje que puede variar entre 8 y 18 volts, quedando estos límites fijados por el regulador de voltaje integrado al sistema. Una batería de litio de 3.4 volts opera como una fuente de voltaje de respaldo que alimenta al reloj-fechador auxiliar en caso de que la fuente principal sufra alguna falla. Puesto que la totalidad de sus circuitos integrados trabajan con una polarización de 5 volts, se usó el regulador de voltaje LM78L05 (IC13). Este es un regulador positivo de 3 terminales y de bajo consumo, cuya máxima corriente de

salida es de 100 mA. El consumo total del sistema Reloj-fechador OMEGA es de 12 mA. Para proteger al regulador integrado contra alguna polarización inversa se utilizó un diodo rectificador 1N914 (D1), conectado en serie con la entrada del regulador.

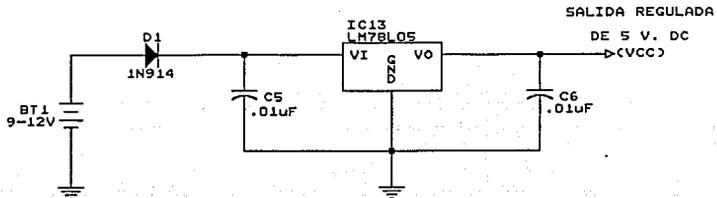
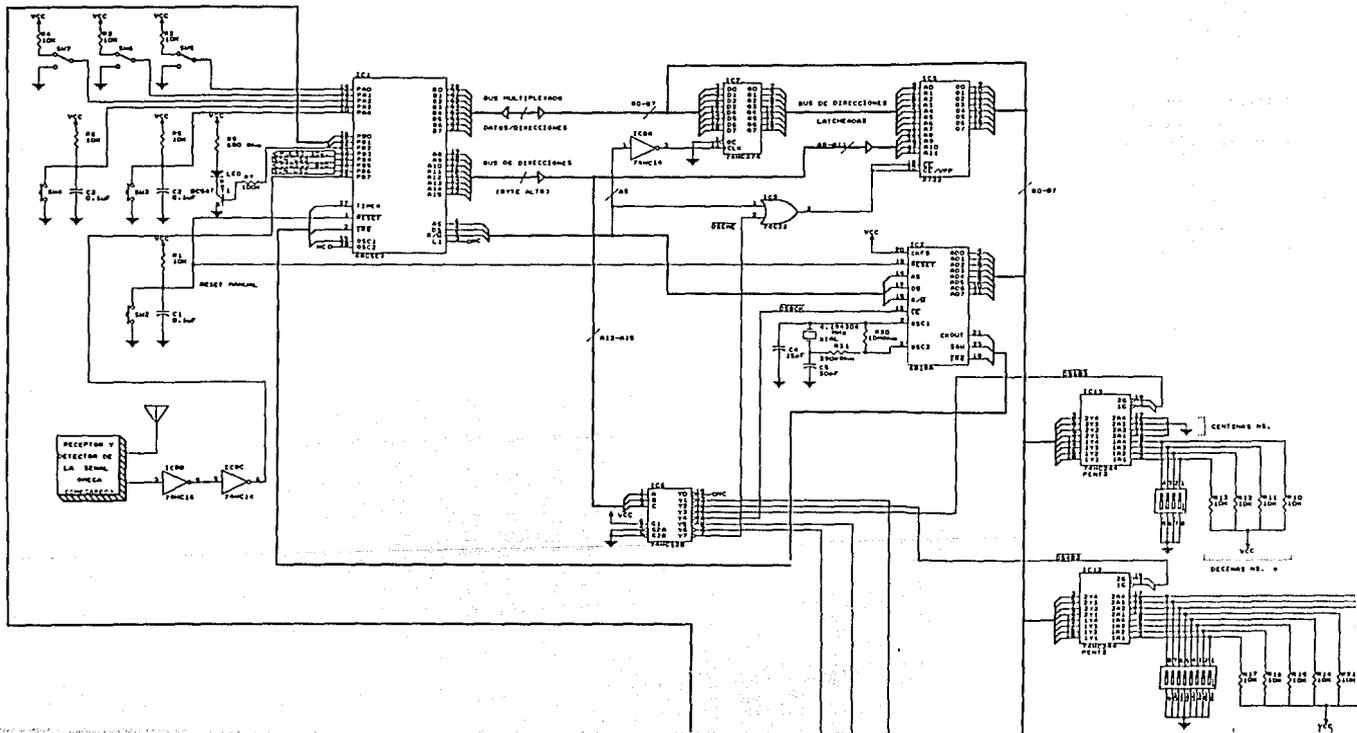
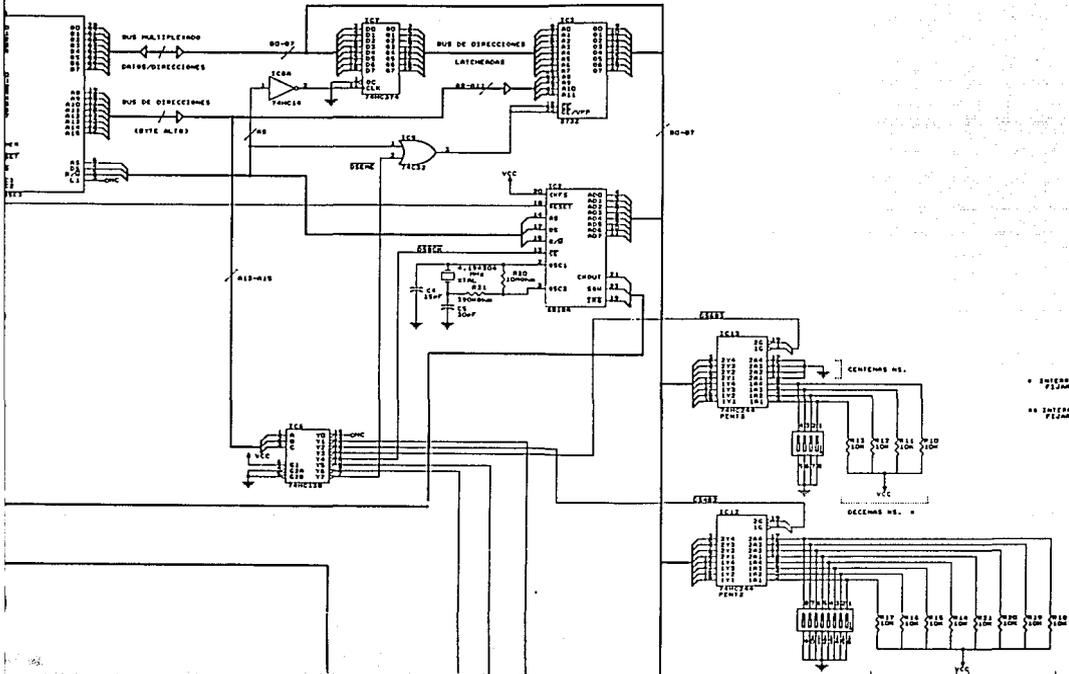


Fig 3.20 Fuente de alimentación.

3.9 Diagrama electrónico completo del sistema

En la figura 3.21 se muestra el diagrama completo del sistema Reloj-fechador OMEGA.





* INTERRUPTORES PARA
FISJAS DE SERVICIO

** INTERRUPTORES PARA
FISJAS COMERCIALES

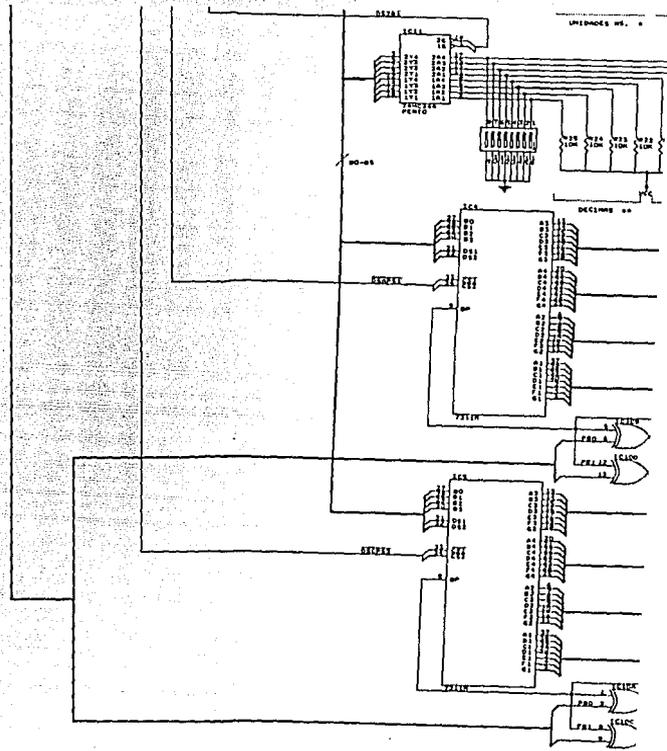


Fig 3.21 Diagrama electrónico del sistema
Reloj-fechaador OMEGA.

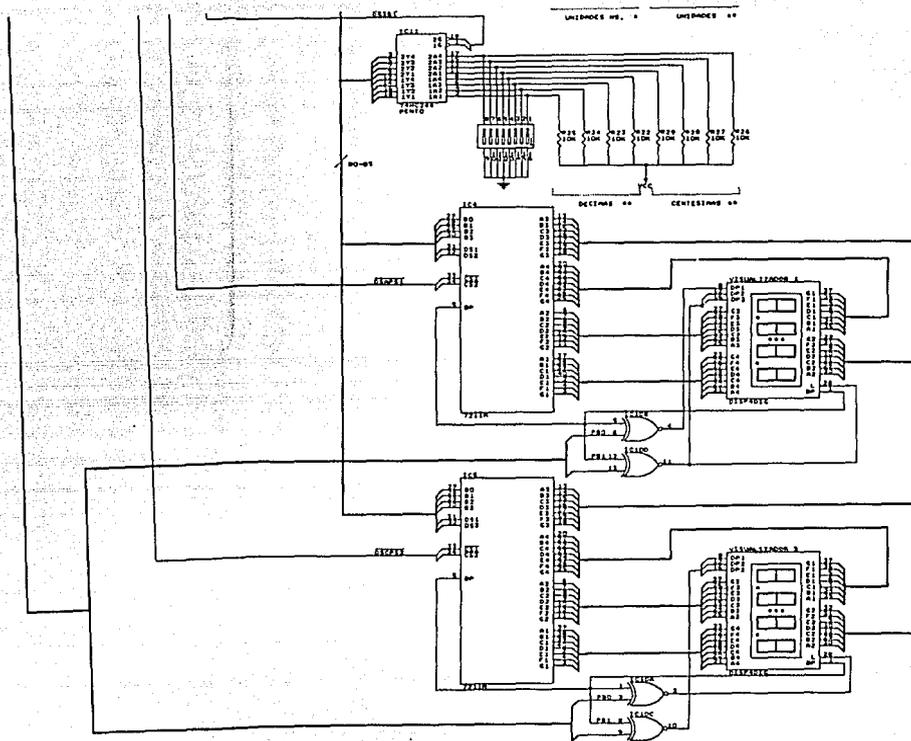


Fig 3.21 Diagrama electrónico del sistema Reloj-fechaador OMEGA.

3.9.1 Lista y descripción de cada uno de los componentes utilizados.

- IC1 Microcontrolador 6805E3 (4.194304 MHz).
- IC2 Reloj-fechador en tiempo real de respaldo MC146818A
- IC3 Memoria EPROM 27C32 (450 ns).
- IC4 DRIVER ICM7211MIPL para display de cristal líquido.
- IC5 DRIVER ICM7211MIPL para display de cristal líquido.
- IC6 Decodificador 3 a 8 líneas 74HC138.
- IC7 LATCH octal 74HC374
- IC8 Inversor cuádruple SMITH TRIGGER 74HC14
- IC9 Compuerta OR CD4071 (74C32).
- IC10 BUFFER octal 74HC244 (puerto de entrada).
- IC11 BUFFER octal 74HC244 (puerto de entrada).
- IC12 BUFFER octal 74HC244 (puerto de entrada).
- IC13 Regulador de voltaje de baja potencia LM78L05.
- IC14 Compuerta EXOR cuádruple CD4030.
- LCD1 Visualizador de cristal líquido de 4 dígitos FE0202D.
- LCD2 Visualizador de cristal líquido de 4 dígitos FE0202D.
- T1 Transistor BC547
- T2 Transistor BC547
- T3 Transistor BC547
- T4 Transistor BC547
- D1 Diodo rectificador 1N914.

- R1 Resistencia de 10 K Ω .
- R2 Resistencia de 10 K Ω .
- R3 Resistencia de 10 K Ω
- R4 Resistencia de 10 K Ω .
- R5 Resistencia de 10 K Ω .
- R6 Resistencia de 100 K Ω .
- R7 Resistencia de 680 Ω .
- R8 Resistencia de 100 K Ω .
- R9 Resistencia de 680 Ω .
- R10 Resistencia de 100 K Ω .
- R11 Resistencia de 680 Ω .
- R12 Resistencia de 100 K Ω .
- R13 Resistencia de 680 K Ω .
- R14 Resistencia de 3.0 M Ω (3 de 1 M Ω conectadas en serie).

R15-R16 Resistencias de 10 K Ω .

Todas las resistencia son de 1/4 Watt.

- C1 Capacitor de 0.1 μ F.
- C2 Capacitor de 0.1 μ F.
- C3 Capacitor de 0.01 μ F.
- C4 Capacitor de 330 pF.
- C5 Capacitor de 272 pF.
- C6 Capacitor de 150 pF.

En la figura 3.22 se presenta el prototipo del sistema Reloj-fechador OMEGA.

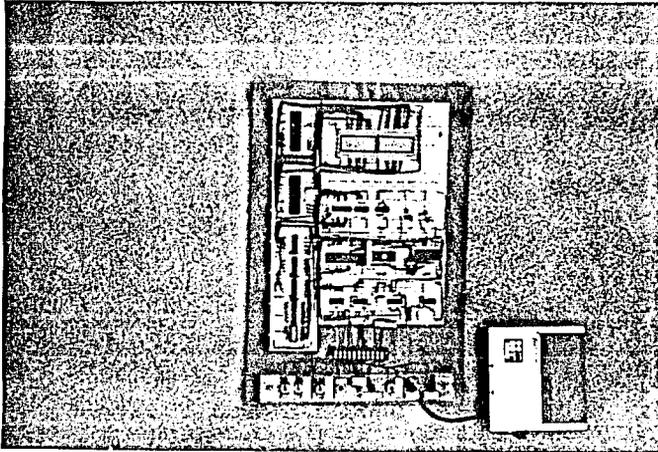


Fig 3.22 Prototipo del sistema Reloj-fechador OMEGA.

IV OPERACION DEL SISTEMA RELOJ-FECHADOR OMEGA

El sistema reloj-fechador OMEGA tiene como función básica proporcionar la hora y fecha con gran precisión, así como la generación de un código BCD serie externo sincronizado con la señal OMEGA. Para ello cuenta con una base de tiempo interna controlada por un cristal de cuarzo de 4.194304 MHz y una referencia de tiempo externa a su vez sincronizada al Tiempo Universal UTC, consistente en la señal OMEGA que detecta el módulo OMEGAREC (fig 2.5). Para la sincronización de su base de tiempo interna con el UTC, el reloj-fechador OMEGA decodifica y detecta la señal OMEGA, la cual presenta una diferencia de varios segundos con respecto a UTC. El reloj-fechador OMEGA compensa esta diferencia en tiempo y la sigue como la referencia de tiempo fidedigna siempre que la reciba.

A partir de la base de tiempo interna se generan dos relojes: un reloj principal desarrollado por programa y un reloj-fechador de respaldo de lógica alambrada. En ausencia de la señal OMEGA ambos relojes corren libremente con base en el oscilador a cristal y son sincronizados a la señal OMEGA cuando se recibe correctamente. Dependiendo de la estación transmisora de la cual a su vez el OMEGAREC recibe la señal OMEGA, será el valor del corrimiento de tiempo que presenta la señal OMEGA con respecto al UTC. Para compensar esta diferencia de tiempo, su valor se programa a través de 3 interruptores de 4 bits cada uno codificados en BCD (unidades, décimas y centésimas de segundos).

La fecha y hora inicial se fijan manualmente a través de 2 interruptores (SW3 y SW4), accesibles en el panel de control del sistema. Para identificar el número de serie del reloj-fechador que está generando la base de tiempo, se puede también programar un número de 3 dígitos mediante 3 interruptores. Este número aparecerá como parte de la salida serie codificada en BCD. Este número sirve para llevar un control del lugar donde está instalado el aparato y el estado en que se encuentra. El día del año así como la hora, se despliegan a través de 2 visualizadores LCD de 4 dígitos cada uno. Si el estado de recepción del módulo OMEGAREC no es correcto y el sistema se halla fuera de sincronía, se despliegan los puntos decimales en forma intermitente.

A continuación se describirán los distintos modos de operación del sistema:

4.1 Modos de operación

Este sistema cuenta con dos modos principales de operación: el modo INIT y el modo RUN. El modo INIT permite la inicialización del sistema, mientras que en el modo RUN se efectúan las tareas de detección de la señal OMEGA, actualización del tiempo de los relojes, sincronización y generación del código BCD externo.

4.1.1 Modo de inicialización (INIT)

Mediante el interruptor SW5 es posible seleccionar los modos INIT o RUN y con SW6 se puede seleccionar cuál de los 2 relojes (principal o auxiliar) se desea modificar o visualizar su tiempo actual. Cuando el modo INIT es seleccionado, se detienen los relojes principal y auxiliar, permitiendo al usuario introducir una nueva fecha y hora al sistema, utilizando los interruptores SW3 y SW4. Con SW3 se selecciona el dígito que se desea modificar, el cual se despliega en el dígito 7 del visualizador y pulsando SW4 se introduce el valor del dato deseado.

4.1.2 Modo de operación (RUN)

Cuando el sistema entra al modo de operación RUN verifica si una bandera FINIT está puesta, lo cual indica que viene del modo INIT (inicialización). En este caso se almacena la nueva fecha y hora del reloj principal en la memoria RAM del reloj auxiliar. Si la bandera está apagada el sistema actualiza el tiempo y respalda los datos cada segundo. Luego el programa continúa con las rutinas de detección de la señal OMEGA, actualización de relojes y sincronización, así como la generación del código BCD externo y el despliegue de los datos.

4.2 Detección de la señal de radionavegación OMEGA

El sistema reloj-fechador realiza todo el proceso de detección mediante programación, basándose en un algoritmo de muestreo de la señal OMEGA (fig 2.5) que recibe a través del bit PB₇ del puerto B de entrada.

Dadas las características del ruido que presenta una señal OMEGA real (fig 4.1.b), se establecieron 2 rutinas generadoras de retardos para llevar a cabo el muestreo de la señal: una para generar retardos de 50 ms que permite hacer muestreos gruesos y la otra rutina genera retardos de 5 ms con la cual se hacen muestreos finos.

El proceso de detección de la señal OMEGA es la tarea más importante que realiza el reloj-fechador OMEGA, ya que de ésta depende la buena sincronización del sistema. Este proceso se divide en 2 partes importantes. La primera parte consiste en identificar la pausa larga de 4 segundos (PS4) y tomar el flanco positivo del primer pulso (P1) como la referencia de tiempo del sistema. La segunda parte del proceso detecta la secuencia de los 4 pulsos (fig 2.5) con sus respectivas pausas para dar como fidedigna la señal que se ha detectado. Este proceso se repite cada 10 segundos siempre que haya buena recepción de la señal OMEGA.

Para la detección de la pausa larga de 4 segundos primeramente se espera un flanco negativo y a partir de éste se comienza un muestreo de 50 ms durante los primeros 3950 ms y en los últimos 50 ms se realiza un muestreo fino de 5 ms, para evitar detectar un flanco positivo falso. Esta secuencia de muestreo se estableció con base en la experimentación y observación obtenida en el laboratorio, pues se hicieron varios muestreos aleatorios y finalmente se escogió el que dió mejor resultado. El principal problema para la detección de esta pausa es el filtrado de las espúreas que se presentan durante este intervalo (fig 4.1.b), ya que son aleatorias y se pueden presentar en cualquier instante del muestreo. Como se puede observar en la señal ideal de la fig 4.1.a, el pulso OMEGA más angosto es de 1000 ms (1 s) y el más ancho es de 1200 ms (1.2 s), además la pausa más pequeña es de 200 ms (0.2 s) y la más grande es de 1300 ms (1.3 s). Por otro lado, en la fig 4.1.b (señal OMEGA real) se observa una ligera variación en todos los valores de los anchos de pulsos y pausas con respecto a la señal ideal y que son del orden de $\pm 2\%$, lo cual se debe a los efectos de la demodulación (en AM) de la señal.

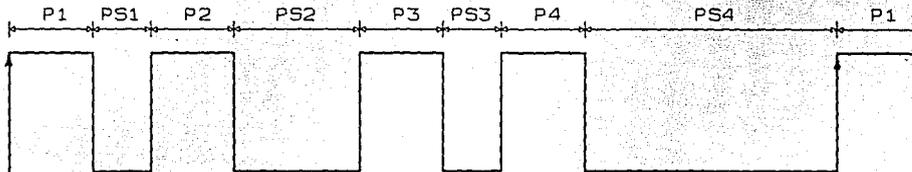


Fig 4.1.a Señal OMEGA detectada ideal.

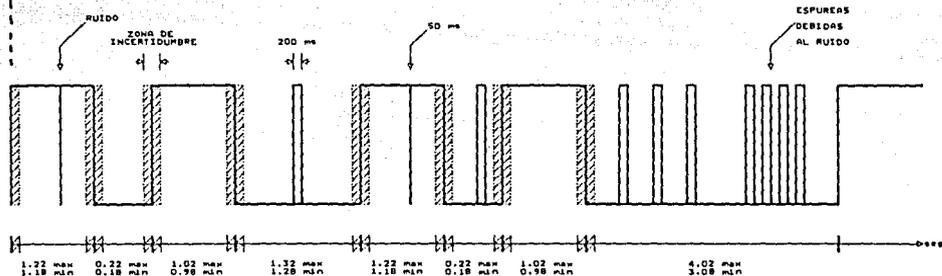


Fig 4.1.b Señal OMEGA detectada real.

Considerando estos valores y sus variaciones, se fijaron los umbrales de detección de espúreas debido al ruido que se agrega a la señal. De esta manera con el primer muestreo grueso de 50 ms, automáticamente se filtran todas las espúreas menores de 50 ms y las que son mayores se someten a un muestreo de 5 ms para medir su ancho, el cual se cuida que no sea mayor al 35% del menor pulso de la señal OMEGA, pues un pulso mayor a este umbral realmente crearía incertidumbre para identificar si se trata de un pulso debido al ruido o de un pulso real de la señal OMEGA. En los últimos 50 ms se realiza un muestreo más fino a una tasa de 5 ms por muestra y no se filtran las espúreas mayores a 40 ms. Únicamente se toman como buenos los flancos positivos que estén dentro de los últimos 10 ms antes y después del flanco ideal a los 4s. De esta manera se obtiene una precisión de ± 10 ms en la detección del flanco positivo del primer pulso, aunque las pruebas realizadas muestran una precisión del orden de los microsegundos.

Una vez que se ha identificado la pausa larga de los 4 segundos (PS4), se procede a la detección de los 4 pulsos de la señal OMEGA. Nuevamente aquí el problema para la detección de los pulsos son las espúreas presentes en la señal debido al ruido, principalmente aquellos que se encuentran al momento de identificar las pausas entre pulsos (PS1, PS2 y PS3).

Por otro lado, se observó que una variación en los anchos de los pulsos P1, P2 y P3 entre 2% y 10% no representa ningún problema para poder detectar correctamente la señal OMEGA. Se encontró por ejemplo que el primer pulso (P1) debe idealmente (fig 4.1.a), tener una duración de 1200 ms (1.2 s) y la pausa inmediata a este pulso (PS1), debe ser de 200 ms (0.2 s). En la realidad (fig 4.1.b), el pulso P1 se observó que tiene una duración mínima de 1180 ms y máxima de 1220 ms, y la pausa PS1 tiene duraciones mínima de 180 ms y máxima de 220 ms. Esto demuestra que se compensan los valores de los pulsos con las pausas y viceversa, conservándose el periodo de 10s para el patrón de los 4 pulsos de la señal OMEGA.

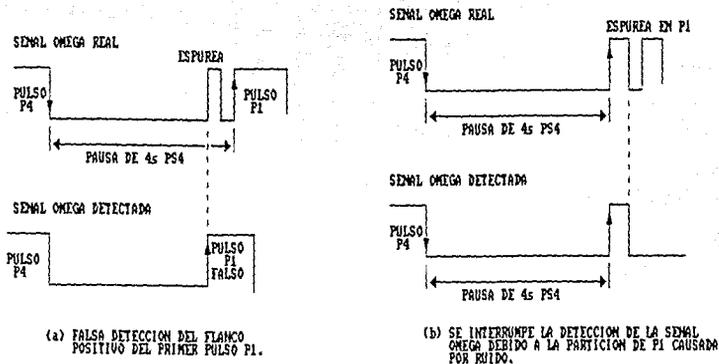


Fig 4.2 Algunas problemáticas encontradas en la detección de la señal real OMEGA debido al ruido.

También se pudo observar que los pulsos presentan ligeras particiones del orden de 50 ms las cuales se deben al ruido presente en la señal. En las pausas de 200 ms (PS1 y PS3), se presentan espúreas del orden de hasta 80 ms; también en la pausa de 1300 ms (PS2). En la figura 4.2 se muestran diferentes casos de espúreas que se presentan en la señal OMEGA. En base a todas estas observaciones se encontró que una tasa de muestreo de 50 ms para los 3 primeros pulsos P1, P2, P3 y la pausa PS2 permiten una buena detección. Para las pausas de 200 ms, PS1 y PS3 y el cuarto pulso P4 se muestrea a una tasa de 5 ms.

Una detección correcta de la señal OMEGA implica detectar primero la pausa larga de 4 segundos PS4 y secuencialmente los 4 pulsos siguientes. Si se tiene incertidumbre en la veracidad de uno de los pulsos, o de alguna de las pausas, la detección se da como errónea y se regresa a esperar una nueva pausa larga de 4 segundos PS4. En la fig 4.3 se muestra un oscilograma con el proceso de filtrado logrado y la detección de la señal OMEGA realizada por el sistema.

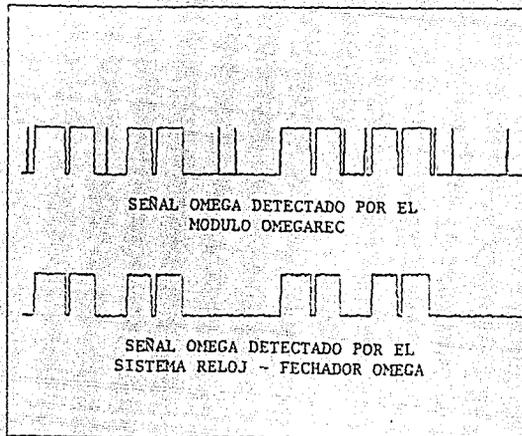


Fig 4.3 Oscilograma de una señal OMEGA detectada por el sistema reloj-fechador OMEGA.

4.3 Sincronización

Para la sincronización del sistema, se toma el flanco positivo del primer pulso P1 como la referencia de tiempo fidedigna. Por lo tanto se tiene especial cuidado en la detección de la pausa PS4 y la identificación del flanco correcto del primer pulso P1. Por esta razón el pulso P4 es muestreado cada 5 ms y no permitiendo una tolerancia mayor a ± 2 muestras que equivalen a ± 10 ms de variación en el ancho de P4.

La cuenta del segundo interno del reloj principal se realiza mediante interrupciones periódicas cada segundo, generadas por el temporizador interno del microcontrolador. Para generar las interrupciones el temporizador es programado para realizar el conteo de un tren de pulsos de una señal de 1024 Hz, proveniente de un divisor de frecuencias interno del reloj auxiliar. De esta forma se tiene por programa el control de las cuentas de adelanto o atraso del tiempo del reloj interno.

Quando se logran detectar consecutivamente 3 ciclos de la señal OMEGA correctamente, el sistema toma el tercer flanco de P1 para sincronizarse. En este instante se inhiben las interrupciones de segundos del temporizador del microcontrolador y se reinicializa al contador interno de cuentas de pulsos de 1024 Hz del temporizador y se precarga con un valor equivalente a las décimas y centésimas del valor de la compensación fijada en los interruptores codificados en BCD, corrigiéndose de esta forma las cuentas de adelanto o de atraso que presenta el temporizador en ese instante. Una vez corregido el corrimiento de tiempo del reloj interno se habilitan nuevamente las interrupciones de segundos del temporizador y se actualiza la hora y calendario. Para actualizar la hora primero se compara el valor de las unidades de segundos del tiempo actual con las fijadas en los interruptores de compensación. Si esta diferencia tienen un valor menor a 5 segundos, se considera que el tiempo está atrasado con respecto a UTC y entonces las decenas de segundos se ajustan a la decena inmediata superior. Si esta diferencia es mayor o igual a 5 segundos, se considera que el tiempo interno está adelantado y por lo tanto las decenas de segundos se ajustan a la decena inmediata inferior, luego se hace la actualización de los minutos, horas y días del año si es necesario y se continúa la detección de un nuevo ciclo.

Con este proceso de sincronización el sistema reloj-fechador OMEGA, tiene una velocidad de sincronización mucho más rápida que la del módulo OMEGAREC. Por ejemplo, si los tiempo internos tanto del reloj-fechador y del módulo OMEGAREC tuvieran un defasamiento de 5s con respecto al tiempo universal, con una tasa de corrección de 0.5ms/10s el OMEGAREC tardaría 24 horas para corregir su tiempo siempre y cuando recibiera ininterrumpidamente la señal OMEGA, mientras que el reloj-fechador lo haría en 30 segundos, si recibiese correctamente 3 ciclos OMEGA consecutivamente. Esta agilidad de sincronización representa una de las principales ventajas del sistema desarrollado.

4.4 Salida serie codificada en BCD

Esta salida se presenta a través del bit 5 del puerto B interno del microcontrolador. Para hacer el manejo de la información del sistema reloj-fechador OMEGA compatibles con los equipos ya existentes, se optó por generar un código similar al módulo OMEGAFACE.

Un código BCD completo con la información de la fecha y hora, día juliano y número de serie tiene una duración de 10 s, durante los cuales se generan 48 pulsos (bits) de información y un pulso que indica el inicio de código. Cada bit a su vez tiene una duración de 200 ms; el pulso que indica el inicio de un código tiene una duración equivalente a 2 bits es decir 400 ms. Un bit se identifica como un "1" lógico o como un "0" lógico dependiendo de su ciclo de trabajo.

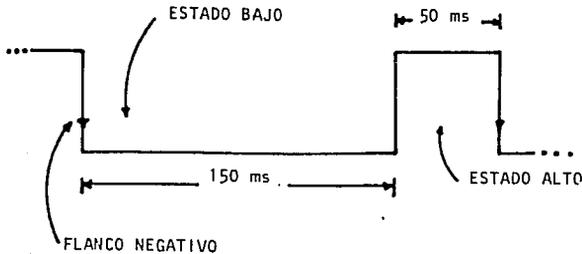


Fig 4.4 Ciclo de trabajo de un bit equivalente a un "1" lógico.

Como se observa en la figura 4.4, el ciclo de trabajo de un bit equivalente a un "1" lógico, presenta una duración en estado bajo de 150 ms y en estado alto de 50ms.

El ciclo de trabajo de un bit equivalente a un "0" lógico se identifica por su duración en estado bajo de 50 ms y en estado alto de 150 ms, como se muestra en la figura 4.5.

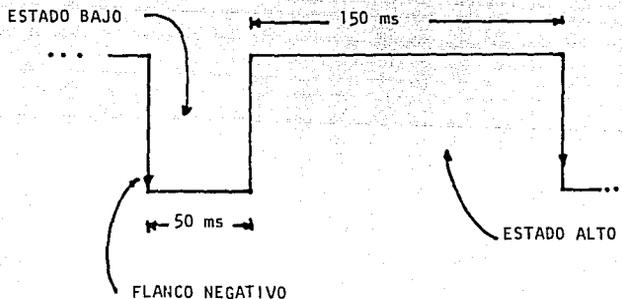


Fig 4.5 Ciclo de trabajo de un bit equivalente a un "0" lógico.

Un código BCD OMEGA contiene la siguiente información:

- Del bit 1 al bit 8, los segundos.
- Del bit 9 al bit 16, los minutos.
- Del bit 17 al bit 24, las horas.
- Del bit 25 al bit 34, los días del año.
- A través del bit 35 se da información de la sincronía del sistema. Si el bit 35 es un "1" lógico, indica que el sistema está sincronizado. incorrecta. Si por el contrario, el bit 35 es un "0" lógico entonces no está sincronizado.
- Del bit 37 al bit 38, se da el número de serie del aparato (Reloj-fechador OMEGA).

En la figura 4.6 se ilustra el formato de un código OMEGA BCD externo completo:

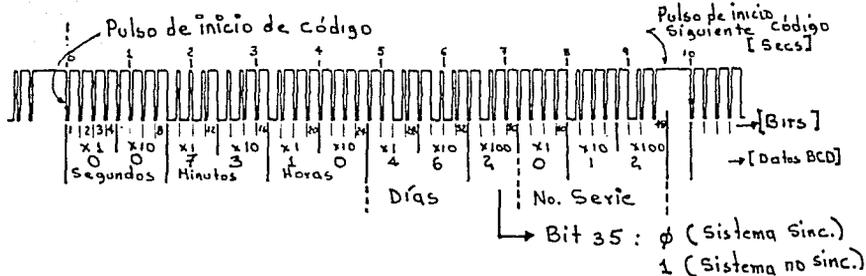


Fig 4.6 Formato del Código BCD OMEGA generado por el sistema Reloj-fechador OMEGA

4.5 Modos de despliegue de datos

El despliegue de toda la información se hace a través de 2 visualizadores LCD de 4 dígitos cada uno. Para desplegar todos los datos se tienen dos interruptores (SW6 y SW7), uno para el modo de despliegue y otro para la selección del reloj del cual se desean desplegar los datos.

El interruptor SW6 permite seleccionar el despliegue de los datos del reloj principal o auxiliar. A su vez el interruptor SW7 permite seleccionar 2 modos de despliegue:

MODO I. ___ Horas, minutos y segundos (para ambos relojes)

MODO II. ___ A: No. de serie y número de días transcurridos (cuando se despliegan los datos del reloj principal).

B: día, mes y año (cuando se despliegan los datos del reloj auxiliar).

Las posiciones y los datos desplegados para los distintos modos se muestran en la figura 4.7.

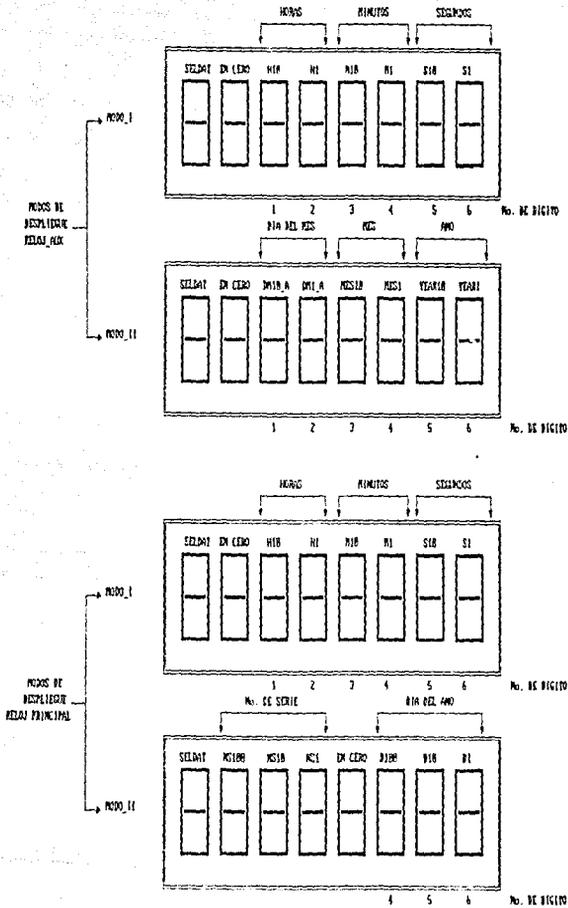


Fig 4.7 MODO I y MODO II de despliegue.

En el MODO I los digitos más significativos D₇ y D₈ quedan permanentemente prendidos en "0", si el sistema se halla en el modo de operación RUN. Cuando se está en el modo de inicialización (INIT), ya sea Modo_I o Modo_II el dígito más significativo D₈ se usa para desplegar el dígito que se está modificando. Cuando se está en el modo de operación RUN los dígitos D₄ y D₈ permanecen prendidos en "0" si se despliegan los datos del reloj principal. Si se están desplegando los datos del reloj auxiliar entonces D₇ y D₈ permanecen encendidos en "0".

V PROGRAMACION DEL SISTEMA

El programa desarrollado para este sistema se realizó en lenguaje ensamblador 6805. Se usó como apoyo en la programación una computadora personal PC AT, y un programa editor ensamblador. El código objeto de la versión final del programa corregida se grabó en una memoria EPROM 27C32. El programa se divide en 6 partes básicas:

1. Declaración e inicialización de las variables utilizadas en el programa, así como de los puertos internos del microcontrolador y los registros del reloj auxiliar.
2. Inicialización y actualización de los tiempos de los relojes principal y auxiliar.
3. Decodificación y detección de la señal OMEGA.
4. Sincronización de la base de tiempo del sistema con la señal OMEGA.
5. Generación de un código BCD con información de la fecha y hora, sincronizado con la señal OMEGA.
6. Despliegue de toda la información procesada.

En la figura 5.1 se presenta el diagrama de flujo general del programa desarrollado. En las figuras 5.2 a 5.8 se dan los diagramas de flujo de algunas subrutinas utilizadas en el programa principal.

Al encender el sistema inmediatamente se inicializan variables y se especifican los puertos A y B del microcontrolador (habilitando las líneas del puerto A como entradas y las del puerto B como salidas). También se inicializan los registros de control y de datos del temporizador interno. Además se inicializan los registros A y B del reloj auxiliar mediante los cuales se selecciona la base de tiempo del sistema (4.194304 MHz) y una frecuencia de salida SQW de 1024 Hz. Finalmente se despliega la hora y fecha actual del sistema.

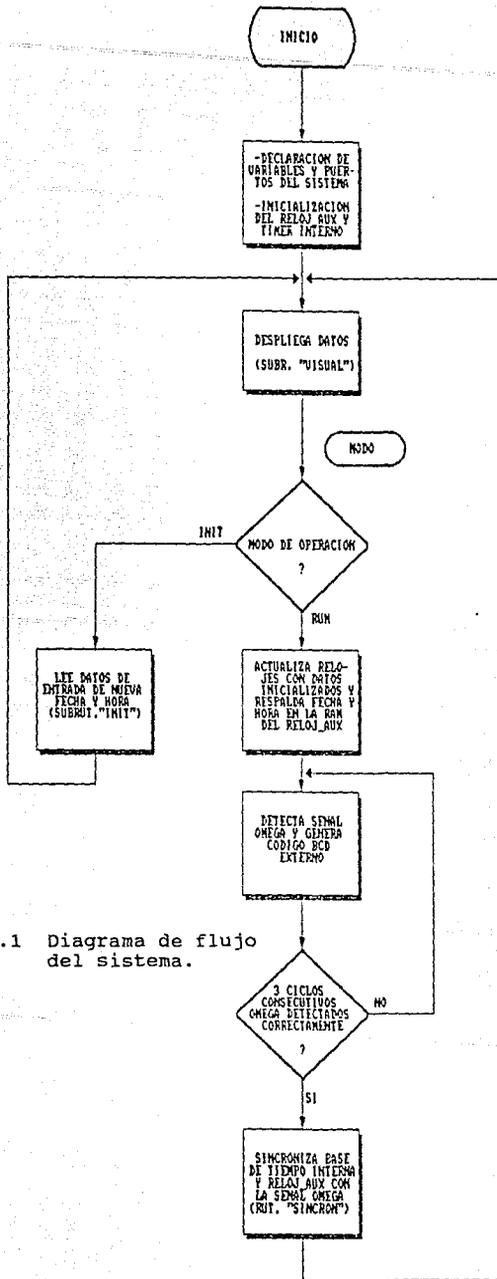


Fig 5.1 Diagrama de flujo del sistema.

Luego se verifica la posición del interruptor SW6, que selecciona a los modos INIT y RUN del sistema. Si el modo INIT está habilitado se pone la bandera FINIT que indica que el sistema está en modo inicialización, se detienen los relojes y se llama a la rutina INIT (fig 5.2), la cual permite introducir manualmente una nueva fecha y hora utilizando dos interruptores tipo PUSH-BUTTON (SW3 y SW4), accesibles en el panel de control del sistema. Con SW3 se selecciona el dígito que se desea modificar y pulsando SW4 se introduce el valor deseado. Cuando el modo RUN es seleccionado se verifica la bandera FINIT. Si está apagada indica al sistema que no se ha hecho ninguna modificación y por lo tanto se continúa con las rutinas del programa principal. Si por el contrario, esta se halla prendida indica que viene del modo INIT y entonces se almacena la nueva fecha y hora del reloj principal en la memoria RAM de respaldo del reloj auxiliar y se continúa con el programa principal.

El proceso de detección de la señal OMEGA se realiza con base en un muestreo en tiempo real de la señal OMEGA. La rutina del algoritmo de detección se divide en 2 partes importantes: la primera parte consiste en identificar la pausa larga de 4 segundos (rutina "PAUS4S" presentada en la fig 5.3), y tomar el flanco positivo del primer pulso (P1) como la referencia de tiempo del sistema. En la segunda parte se detecta la secuencia de los 4 pulsos (figuras 5.4 y 5.5), con sus respectivas pausas. Este proceso se repite cada 10 segundos siempre que haya buena recepción de la señal OMEGA.

Para la detección de la pausa larga de 4 segundos primeramente se espera un flanco negativo. A partir de éste se comienza un muestreo de 50 ms durante los primeros 3950 ms y en los últimos 50 milisegundos se realiza un muestreo fino de 5 ms, para evitar detectar un flanco positivo falso. De esta manera con el primer muestreo grueso de 50 ms, automáticamente se están filtrando todas las espúreas menores de 50 ms y las que son mayores se someten a un muestreo de 5 ms para medir su ancho, el cual se cuida que no sea mayor al 35% del menor pulso de la señal OMEGA, para evitar detectar un pulso dudoso. En los últimos 50 ms se realiza un muestreo más fino a una tasa de 5 ms por muestra y no se filtran las espúreas mayores a 40 ms, tomándose como bueno únicamente los flancos positivos que estén dentro de los últimos 10 ms antes y después de encontrar el flanco ideal a los 4000 ms. Con este muestreo se obtiene una precisión de ± 10 ms en la detección del flanco positivo del primer pulso.

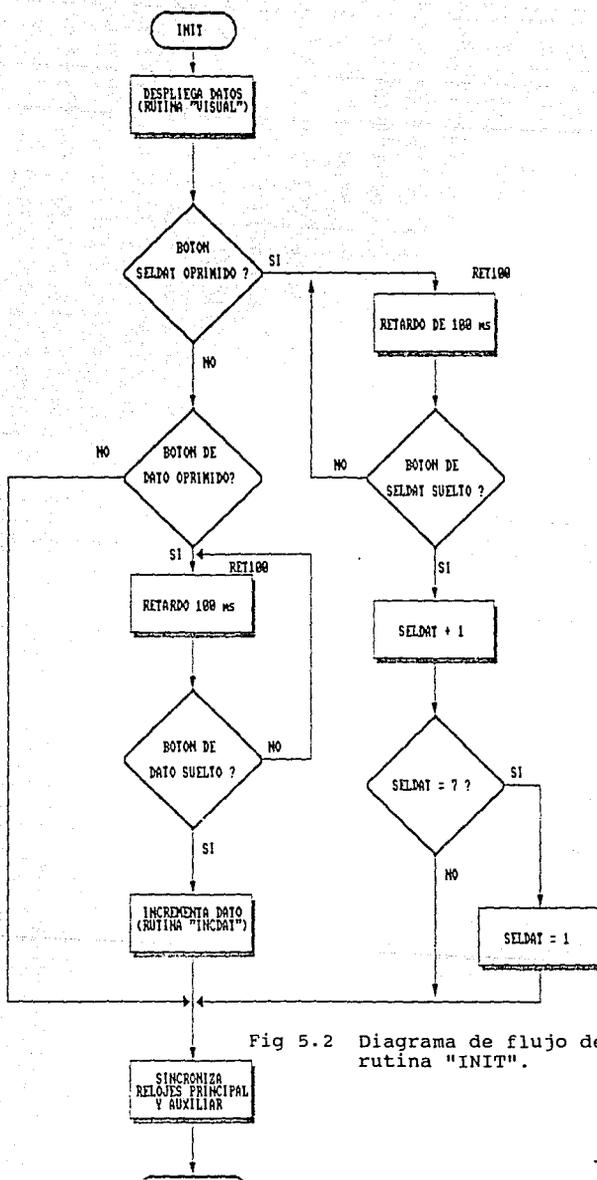


Fig 5.2 Diagrama de flujo de la rutina "INIT".

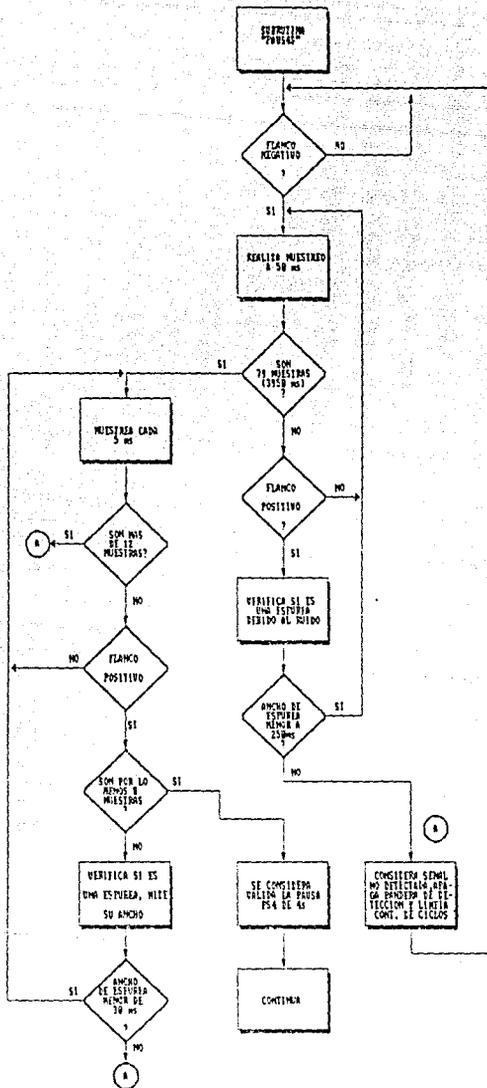


Fig 5.3 Diagrama de flujo de la subrutina "PAUS4S" la cual identifica la pausa larga de los 4 segundos.

La detección de los 4 pulsos de la señal OMEGA se hace en base a una tasa de muestreo de 50 ms para los 3 primeros pulsos P1, P2, P3 y la pausa PS2. Las pausas de 200 ms PS1, PS3 y el cuarto pulso P4 se muestrean a una tasa de 5 ms. El cuarto pulso P4 se muestrea cada 5 ms debido a que la medición de su ancho de pulso es crítica, ya que entre el flanco de bajada de P4 y el flanco de subida de P1 debe haber 4s exactamente y no puede haber una incertidumbre en el flanco de subida de P1 mayor a 10 ms. Una detección correcta de la señal OMEGA implica detectar primero la pausa larga de 4 segundos PS4 y secuencialmente los 4 pulsos siguientes. Si uno de los pulsos, o una de las pausas, no tiene la duración requerida la detección se da como incorrecta y se regresa a esperar una nueva pausa larga de 4s PS4. En las figuras 5.4 y 5.5 se muestran los diagramas de flujo que ilustran el algoritmo de detección de los 4 pulsos. No se presenta los algoritmos de detección de las pausas entre pulsos ya que son muy parecidas al algoritmo de detección de la pausa larga de 4 segundos (fig 5.3).

Simultáneamente al proceso de detección se realizan los procesos de actualización del tiempo del reloj principal y generación del código BCD externo. El reloj auxiliar tiene su propio proceso de auto-actualización. El proceso de actualización del reloj principal se hace con base en la rutina de interrupción del temporizador interno (fig 5.6), la cual se genera cada segundo. El temporizador recibe en su entrada una señal de 1024 Hz (señal de salida SQW del reloj auxiliar). Su divisor de frecuencia está programado para realizar una división entre 8, de tal forma que cada vez que su registro de datos cuenta 128 pulsos (lo cual equivale a 1 segundo), genera una interrupción al microcontrolador. En esta rutina de interrupción cada segundo se hace la actualización de la fecha y hora y se despliega toda la información (fig 5.7). Además se genera un pulso cada segundo y otro cada 10 segundos.

La generación del código BCD externo se inicia con el flanco de subida del pulso de los 10 segundos. En este instante se genera el flanco de bajada del pulso de referencia de inicio del código. A partir de este instante se acumulan retardos de 50 ms para generar los dos ciclos de trabajos (fig 4.4 y 4.5) para el "1" lógico (150 ms en estado bajo y 50 ms en estado alto, fig 4.4) y "0" lógico (50 ms en estado bajo y 150 ms en estado alto, fig 4.5). Para identificar los datos binarios, se lee el byte del dato y se ejecutan corrimientos hacia la derecha bit por bit y se verifica si se trata de un "1" ó "0" lógico y se ensamblan en código BCD, que serialmente se envía hacia el puerto B del microcontrolador.

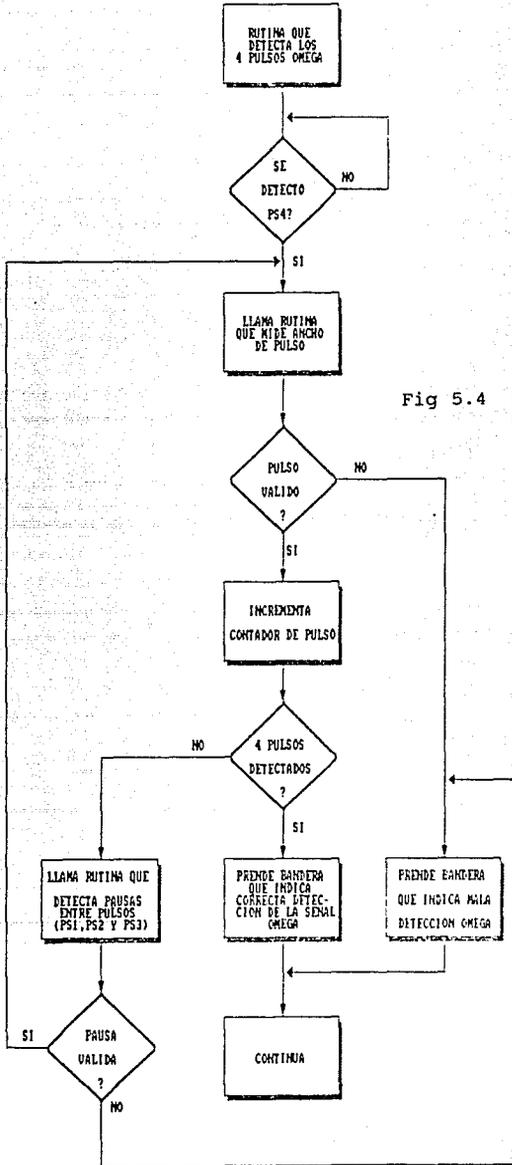
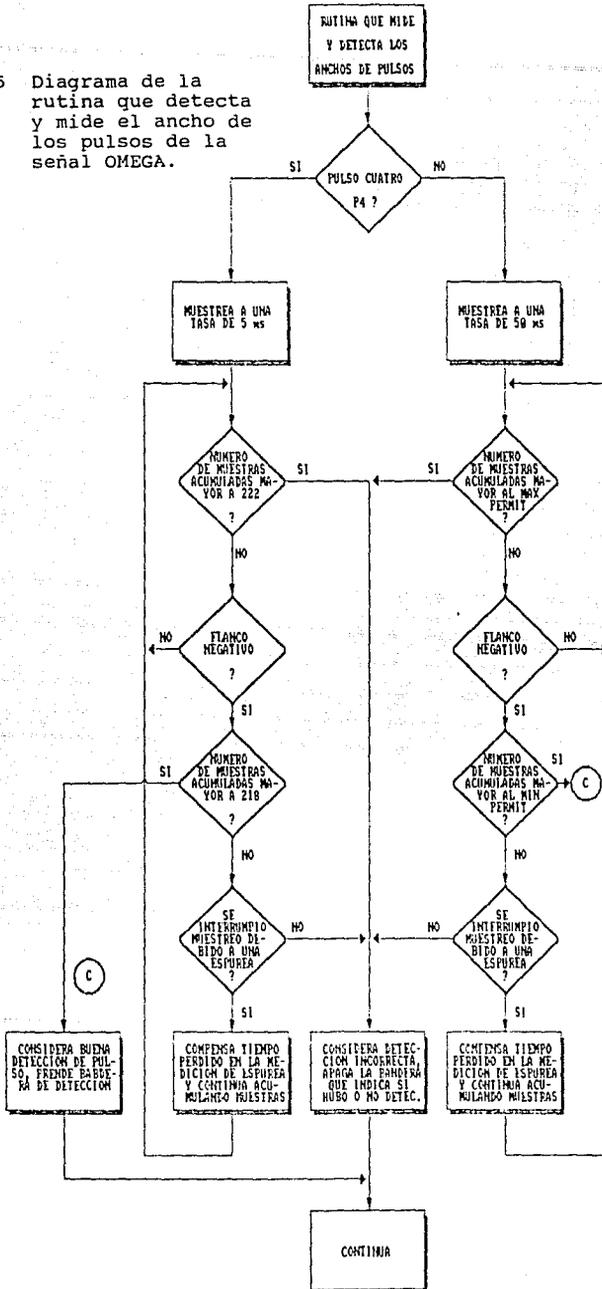


Fig 5.4 Diagrama de flujo del algoritmo de detección del patrón de los 4 pulsos de la señal OMEGA.

Fig 5.5 Diagrama de la rutina que detecta y mide el ancho de los pulsos de la señal OMEGA.



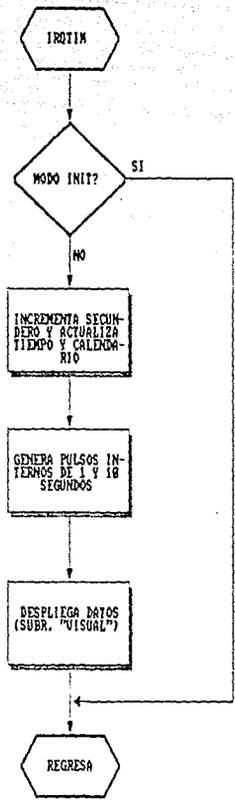


Fig 5.6 Diagrama de flujo de la Rutina de interrupción del temporizador.

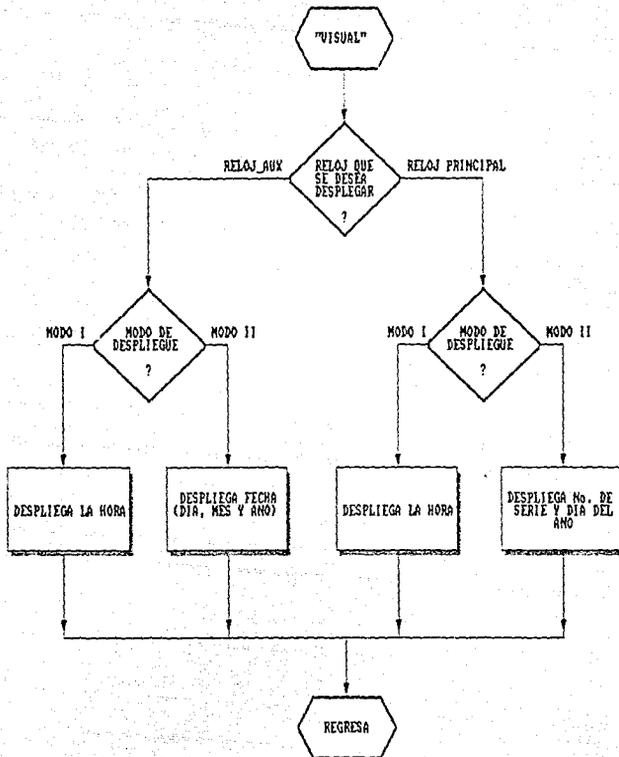


Fig 5.7 Diagrama de flujo de la rutina de despliegue

La rutina de sincronización mostrada en la fig 5.8 es llamada por el sistema cuando se verifica la detección correcta de 3 ciclos consecutivos de la señal OMEGA. En este instante se sincroniza el tiempo interno con el

flanco positivo del primer pulso de la secuencia de los 4 pulsos, teniendo en cuenta el valor del tiempo de compensación programado por los interruptores correspondientes. El algoritmo de sincronización en primera instancia detecta la pausa de 4 segundos PS4. Si es correcta continúa haciendo la detección de los 4 pulsos. Si también se detectan correctamente, entonces prende una bandera FDETEC e incrementa un contador de ciclos correctos. Si por el contrario, la detección es incorrecta, entonces apaga a FDETEC y a cero al contador de ciclos correctos. Se inicia entonces una nueva cuenta comenzando por detectar otra pausa larga PS4.

Una vez que se han logrado recibir correctamente 3 ciclos, el sistema espera el cuarto flanco consecutivo de P1 para sincronizarse, siempre y cuando este flanco caiga dentro de la tolerancia fijada (± 10 ms). Cuando se recibe el cuarto flanco de P1 correctamente, se inhiben las interrupciones de segundos del temporizador del microcontrolador y se pone a cero al contador interno de cuentas de pulsos de 128 Hz del temporizador y se precarga con un valor equivalente a las décimas y centésimas del valor de la compensación fijada en los interruptores. De esta forma en ese instante se corrigen las cuentas de adelanto o atraso programados. Luego se habilitan nuevamente las interrupciones de segundos del temporizador y se procede a actualizar la hora y fecha.

Para actualizar la hora se compara el valor de las unidades de segundos del tiempo actual con las fijada en los interruptores. Si esta diferencia tiene un valor menor a 5 s, se considera que el tiempo está atrasado con respecto al UTC y entonces las decenas de segundos se ajustan a la decena inmediata inferior. Pero si la diferencia es mayor o igual a 5 s, se considera que el tiempo interno está atrasado y por lo tanto las decenas de segundos se ajustan a la decena inmediata superior y si es necesario se actualizan los minutos, horas, días y mes. Por último se pone a cero al contador de ciclos correctos y se continúa la detección de un nuevo ciclo.

El listado detallado del programa se presenta en el anexo 1.

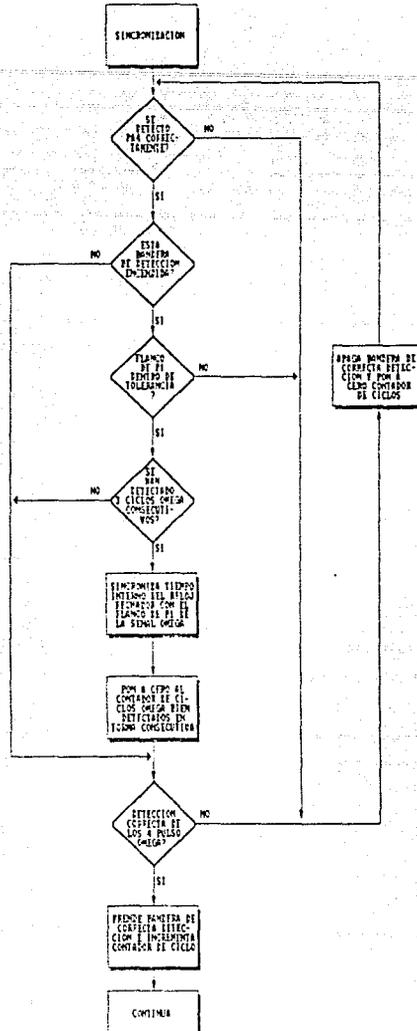


Fig 5.8 Diagrama de flujo de la subrutina de sincronización del sistema RELOJ-FECHADOR con la señal OMEGA.

VI CONCLUSIONES

La señal de radionavegación OMEGA constituye una referencia externa de tiempo muy confiable. Sin embargo, la experiencia que se ha tenido en el Instituto de Ingeniería con los equipos receptores con que actualmente se cuenta, ha demostrado que estos equipos además de ser costosos y de importación, son muy sensibles a condiciones ambientales, como son la humedad y temperatura. También presentan grandes corrimientos de tiempo cuando se deja de recibir la señal OMEGA y son bastante lentos para resincronizarse.

Por otro lado, el estudio y manejo de la señal OMEGA ha permitido diseñar un nuevo prototipo de un sistema receptor y decodificador de la señal OMEGA, que además de ser desarrollado con tecnología propia, presenta algunas ventajas con respecto a los equipos receptores comerciales como son mayor estabilidad de la base de tiempo interna y mayor rapidez de sincronización. El sistema se desarrolló con un microcontrolador y circuitería CMOS que hacen al sistema muy compacto y de bajo consumo.

El prototipo del sistema Reloj-Fechador OMEGA descrito ha sido debidamente probado en el laboratorio obteniendo resultados de operación muy satisfactorios. La experiencia obtenida de la realización de este primer prototipo, deja abierta la posibilidad de mejorarlo en algunos aspectos como son: hacerlo más compacto utilizando un microcontrolador con memoria ROM interna y más puertos integrados, así como integrarle un cristal de cuarzo compensado térmicamente. También desde el punto de vista de su programación podrá ser mejorado con nuevos y quizá más eficientes rutinas que amplíen sus funciones y hagan el sistema más versátil.

El desarrollo de este trabajo demuestra que en países en vía de desarrollo como el nuestro, se pueden diseñar sistemas muy útiles y a un bajo costo y sobre todo que se adapten mejor a nuestras necesidades específicas.

VII AGRADECIMIENTOS

A mi esposa:

Claudia Verónica

Por que durante mis estudios de posgrado y el desarrollo de este proyecto he contado con tu incondicional apoyo. Porque el amor que nos une nos fortalece para que cada día alcancemos nuevas metas, por que tu comprensión es la luz que ilumina mi camino hacia nuevos triunfos.

A mi director de tesis:

M. en I. Roberto Quaas W.

Por que su espíritu de superación y trabajo ha sido un gran ejemplo para mí durante los 4 años que trabajamos juntos. Gracias a su apoyo hemos salido adelante una vez más, sus consejos han contribuido grandemente para obtener una mejor formación profesional.

Al Ing. Pablo Pérez:

Persona a la cual le tengo especial admiración por sus grandes conocimientos y gran aprecio por que siempre me ha brindado su apoyo incondicional. Por que lo considero un gran amigo.

Al Ing. Eduardo Castillo:

Por nuestra amistad y nuestras experiencias durante el transcurso de nuestros estudios. Eres un gran amigo, un gran hermano.

Al Instituto de Ingeniería de la UNAM:

Esta institución ha sido durante años el centro de formación de grandes investigadores, por que cuenta con personal técnico e investigadores de primer nivel que transmiten sus conocimientos a nuevas generaciones. Aquí obtuve mucho apoyo para la realización de mis estudios profesionales y compartí gratas experiencias en los inicios de mi carrera.

Al personal de la Coordinación de Sismología:

Fue una gran experiencia convivir con mis compañeros de la Coordinación de Sismología, aprendí mucho de ellos, pues son grandes personas y excelentes profesionales. Agradezco el apoyo brindado por los ingenieros Ricardo Vázquez, Juan Manuel, Miguel Torres, Citlali y especialmente a David Almora por nuestra gran amistad.

VIII BIBLIOGRAFIA

1. DIGITAL INTEGRATED ELECTRONICS.
Herbert Taub/Donal Schilling
McGraw-Hill, 1977.
2. LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES
M. Morris Mano.
Prentice Hall, 1982.
3. TERREMOTOS.
Bruce A. Bolt.
Serie Reverté Ciencia y Sociedad, S.A, 1981.
4. THE MC68HC05 FAMILY OF MICROCOMPUTERS
Prepared by Motorola Semiconductor products
Sector Training & Technical Operations.
Motorola, Inc.
Phoenix, Az, 1988.
5. RELMS AMA6305 AND AMA6805
ABSOLUTE MACRO CROSS-ASSEMBLER
USER'S MANUAL FOR THE IBM PC.
Relational Memory Systems, Inc., 1987.
6. M6805 HMOS M146805 CMOS
FAMILY MICROCOMPUTER/MICROPROCESSOR
USER'S MANUAL.
Second Edition, Motorola.
7. MANUAL OF SEISMOLOGICAL OBSERVATORY PRACTICE
P.L Willmore.
Institute of Geological Sciences
Edinburgh, Scotland
september 1979.
8. APLICATIONS OF LINEAR INTEGRATED CIRCUITS
Eugene R. Hnatek
DCA Reliability Laboratory Inc.
John Wiley & Sons, 1975.

9. MICROPROCESSOR, MICROCONTROLLER
AND PERIPHERAL DATA.
VOLUME I.
Motorola Inc., 1988.
10. MICROPROCESSOR, MICROCONTROLLER
AND PERIPHERAL DATA.
VOLUME II.
Motorola Inc., 1988.
11. DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO DE TÉRMINOS TÉCNICOS
INGLÉS-ESPAÑOL
ESPAÑOL-INGLÉS
Javier L. Collazo.
McGraw-Hill Book Company, 1986.
12. COS/MOS
INTEGRATED CIRCUITS
RCA Solid State, 1980.
13. LOGIC
DATA BOOK
VOLUME II.
National Semiconductor Corporation, 1984.
14. LINEAR
DATA BOOK
National Semiconductor Corporation, 1984.
15. COMPONENT DATA CATALOG 1986.
Intersil.
16. CMOS
DATA BOOK
National Semiconductor Corporation, 1981.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

A N E X O

LISTADO DEL PROGRAMA

```
1 ;*****
2 ;
3 ; PROGRAMA DEL RELOJ-FECHADOR EN TIEMPO REAL
4 ; SINCRONIZADO CON LA SENAL OMEGA
5 ; PROTOTIPO 1
6 ; PROGRAMA: DETEC7.SRC
7 ; REVISION: REV_7.0
8 ;*****
9 ;
10 ;
11 ; INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM
12 ; COORDINACION DE SISMOLOGIA E
13 ; INSTRUMENTACION SISMICA
14 ;
15 ; LUIS ALBERTO BEDOYA PRADA
16 ;
17 ; FECHA DE REVISION: 01 DE FEBRERO DE 1991
18 ;
19 ;*****
20 ;
21 ;*****
```

```
22
23
24 ;
25 ;***** DECLARACION DE VARIABLES *****
26 ;
27 ;
28 ;*****BUFFER DE DATOS DE FECHA Y HORA****
29 ;          DEL RELOJ INTERNO
30 ;
31 0010      S1      EQU    $0010      ;S1=UNIDADES DE SEGUNDOS
32 0011      S10     EQU    $0011      ;S10=DECENAS DE SEGUNDOS
33 0012      M1      EQU    $0012      ;UNIDADES DE MINUTOS
34 0013      M10     EQU    $0013      ;M10= DECENAS DE MINUTOS
35 0014      H1      EQU    $0014      ;H1= UNIDADES DE HORAS
36 0015      H10     EQU    $0015      ;H10= DECENAS DE HORAS
37 0016      D1      EQU    $0016      ;D1 = UNIDADES DEL DIA
38 ;          DEL AÑO
39 0017      D10     EQU    $0017      ;D10= DECENAS DEL DIA
40 ;          DEL AÑO
41 0018      D100    EQU    $0018      ;D100= CENTENAS DEL DIA
42 ;          DEL AÑO
43 0019      NS1     EQU    $0019      ;UNIDADES DEL # DE SERIE
44 001A      NS10    EQU    $001A      ;DECENAS DEL # DE SERIE
45 001B      NS100   EQU    $001B      ;CENTENAS DEL # DE SERIE
```

```
46 ;
47 ;*****BUFFER DE DATOS DE FECHA Y HORA*****
48 ;
49 ; DEL RELOJ AUXILIAR
50 8000 SECAUX EQU $8000 ;SEGUNDOS DE RELOJ
51 ; AUXILIAR
52 8001 ALSEC EQU $8001 ;ALARMA DE SEGUNDOS
53 ; DEL RELOJ AUX.
54 8002 MI_AUX EQU $8002 ;MINUTOS DEL RELOJ
55 ; AUXILIAR
56 8003 ALMIN EQU $8003 ;ALARMA DE MINUTOS
57 ; DEL RELOJ AUX.
58 8004 H_AUX EQU $8004 ;HORAS DEL
59 ; RELOJ AUXILIAR
60 8005 AL_H EQU $8005 ;ALARMA DE HORAS AUX.
61 8006 DW_AUX EQU $8006 ;DIA DE LA SEMANA
62 ; DEL RELOJ AUX.
63 8007 DM_AUX EQU $8007 ;DIA DEL MES RELOJ AUX.
64 8008 M_AUX EQU $8008 ;MES DE RELOJ AUXILIAR
65 8009 YEAR EQU $8009 ;A&O DE RELOJ AUXILIAR
66 ;
67 ;
68 ;*****REGISTROS DEL REOJ AUXILIAR*****
69 ;
70 800A RA_AUX EQU $800A ;REGISTRO A
71 800B RB_AUX EQU $800B ;REGISTRO B R_AUXILIAR
72 800C RC_AUX EQU $800C ;REGISTRO C R_AUXILIAR
73 800D RD_AUX EQU $800D ;REGISTRO D R_AUXILIAR
74 ;
75
```

```
76
77          ;***** BUFFER DE RESPALDO DE LA HORA*****
78          ;          EN RAM DEL REL_AUX
79          ;
80 800E          S1_RA   EQU   $800E      ;RESPALDO DE UNIDADES
81          ;          DE SEGUNDOS EN RAM DE
82          ;          ;RELOJ AUXILIAR
83 800F          S10_RA  EQU   $800F     ;RESPALDO DE DECENAS
84          ;          DE SEGUNDOS EN RAM DEL
85          ;          ;RELOJ AUXILIAR
86 8010          M1_RA   EQU   $8010     ;RESPALDO DE UNIDADES
87          ;          DE MINUTOS EN RAM DEL
88          ;          ;RELOJ AUXILIAR
89 8011          M10_RA  EQU   $8011     ;RESPALDO DE DECENAS
90          ;          DE MINUTOS EN RAM DEL
91          ;          ;RELOJ AUXILIAR
92 8012          H1_RA   EQU   $8012     ;RESPALDO DE UNIDADES
93          ;          DE HORAS EN RAM DEL
94          ;          ;RELOJ AUXILIAR
95 8013          H10_RA  EQU   $8013     ;RESPALDO DECENAS HORAS
96          ;          ;EN RAM RELOJ_ AUXILIAR
97 8014          D1_RA   EQU   $8014     ;RESPALDO UNIDADES DIAS
98          ;          ;EN RAM RELOJ_ AUXILIAR
99 8015          D10_RA  EQU   $8015     ;RESPALDO DECENAS DIAS
100         ;          ;EN RAM RELOJ_ AUXILIAR
101 8016          D100_RA EQU   $8016     ;RESPALDO CENTENAS DIAS
102         ;          ;EN RAM RELOJ_ AUXILIAR
103 8017          NS1_RA  EQU   $8017     ;RESPALDO UNIDADES DEL
104         ;          ;NUMERO DE SERIE EN
105         ;          ;RAM DE RELOJ AUXILIAR
106 8018          NS10_RA EQU   $8018     ;RESPALDO DE DECENAS
107         ;          ;DEL NUMERO DE SERIE
108         ;          ;EN RAM RELOJ_ AUXILIAR
109 8019          NS100_RA EQU $8019     ;RESPALDO DE CENTENAS
110         ;          ;DEL NUMERO DE SERIE
111         ;          ;EN RAM RELOJ AUXILIAR
```

```
112 ;
113 ;*****PUERTOS DEL MICROPROCESADOR*****

114 ;
115 0000 PUER_A EQU $0000 ;PUER_A = PUERTO A
116 0001 PUER_B EQU $0001 ;PUER_B = PUERTO B
117 0004 R_PTA EQU $0004 ;REGISTRO DE PUER_A
118 0005 R_PTB EQU $0005 ;REGISTRO DE PUER_B
119 0008 TIMER EQU $0008 ;REGISTRO DE DATOS DEL
120 ; TIMER
121 0009 TIMEC EQU $0009 ;REGISTRO DE CONTROL DEL

122 ; TIMER
123 2000 PENT1 EQU $2000 ;PUERTO DE ENTRADA #1
124 ; QUE RECIBE INFORMACION
125 ; DE LAS CENTESIMAS Y
126 ; DECIMAS DE COMPENSACION

127 4000 PENT2 EQU $4000 ;PUERTO DE ENTRADA #2
128 ; QUE RECIBE INFORMACION
129 ; DE LAS UNIDADES DE
130 ; LA COMPENSACION POR
131 ; EL BYTE BAJO Y LAS
132 ; LAS UNIDADES DEL
133 ; NUMERO DE SERIE POR EL
134 ; BYTE ALTO
135 6000 PENT3 EQU $6000 ;PUERTO DE ENTRADA #3
136 ; QUE RECIBE INFORMACION
137 ; DE LAS DECENAS Y
138 ; CENTENAS DEL NUMERO
139 ; DE SERIE
140 A000 PS1 EQU $A000 ;PS1= PUERTO DE SALIDA1
141 C000 PS2 EQU $C000 ;PS2= PUERTO DE SALIDA2
142 ;
143 ;
```

```

144
145 ;***** VARIABLES DE CONTROL DE PROGRAMA****
146 ;
147 001D VTEMP EQU $001D ;VTEMP= VARIAS. TEMPORAL
148 001E CM1 EQU $001E ;CM1= CONTADOR MUESTRAS1
149 001F CM2 EQU $001F ;CM2 =CONTADOR MUESTRAS2
150 0020 CM3 EQU $0020 ;CM3 =CONTADOR MUESTRAS3
151 0021 CM4 EQU $0021 ;CONTADOR DE MUESTRAS 4
152 0022 FMOD EQU $0022 ;FMOD= BANDERA QUE
153 ; INDICA EL MODO DE
154 ; DESPLIEGUE
155 0023 FPULSO EQU $0023 ;FPULSO= BANDERA QUE
156 ; INDICA LA PRESENCIA
157 ; DE PULSO OMEGA RECIBIDO
158 0024 FPGEN EQU $0024 ;FPGEN= BANDERA QUE
159 ; INDICA LA PRESENCIA
160 ; DE PULSO 10S GENERADO
161 0025 FIPGEN EQU $0025 ;FIPGEN= BANDERA QUE
162 ; INDICA INICIO DE PULSO
163 ; GENERADO.
164 0026 FDETEC EQU $0026 ;FDETEC = BANDERA QUE
165 ; INDICA LA BUENA O MALA
166 ; DETECCION DE LA
167 ; SEÑAL OMEGA
168 0027 FLANCO EQU $0027 ;FLANCO= BANDERA QUE
169 ; INDICA DETECCION DEL
170 ; POSITIVO PULSO1 OMEGA
171 0028 FSEC EQU $0028 ;FSEC=BANDERA QUE
172 ; ENCIENDE Y APAGA LOS
173 ; PUNTOS DEL DISPLAY
174 ; INDICANDO EL SEGUNDO
175 0029 FSTART EQU $0029 ;FSTART = BANDERA DE
176 ; INICIO DEL SISTEMA
177 002A FINIT EQU $002A ;FINIT = BANDERA QUE
178 ; INDICA MODO INIT
179 002B SELDAT EQU $002B ;SELDAT = VARIABLE QUE
180 ; ALMACENA EL VALOR DEL
181 ; DATO SELECCIONADO

```

```

182
183
184 ;
185 ;*****
186 ;
187 ;***** PROGRAMA *****
188 ;
189 ;
190 ;
191 E005          ORG  $E005          ;DIRECCION DE INICIO
192 ;                                     DEL PROGRAMA
193 ;
194 ;=====
195 ;
196 ;
197 ;***** DESPLIEGUE DE CEROS *****
198 ;
199 ;
200
201 E005 9C      RESET  RSP          ;INICIALIZA
202 ;                                     STACK POINTER
203 E006 A6 30   LDA    #$30        ;DESP. CERO POR DIG1.
204 E008 C7 A0 00 STA    PS1
205 E00B C7 C0 00 STA    PS2
206 E00E A6 20   LDA    #$20        ;DESPLIEGA CERO POR
207 ;                                     DIG2 Y DIG5.
208 EG10 C7 A0 00 STA    PS1
209 EG13 C7 C0 00 STA    PS2
210 EG16 A6 10   LDA    #$10        ;DESPL. CERO POR DIG5.
211 EG18 C7 A0 00 STA    PS1
212 EG1B C7 C0 00 STA    PS2
213 EG1E A6 00   LDA    #$00        ;DESPLIEGA CERO POR DIG7
214 EG20 C7 A0 00 STA    PS1
215 EG23 C7 C0 00 STA    PS2

```

```

216 ;
217 ;**** INICIALIZACION DE VARIABLES DE CONTROL***
218 ;
219 E026 B7 1D          STA  VTEMP          ;VTEMP =00
220 E028 B7 1E          STA  CM1            ;CM1= 00
221 E02A B7 1F          STA  CM2            ;CM2=00
222 E02C B7 20          STA  CM3            ;CM3=00
223 E02E B7 21          STA  CM4            ;CM4=00
224 E030 B7 22          STA  FMOD           ;FMOD=00
225 E032 B7 23          STA  FPULSO        ;FPULSO=00
226 E034 B7 24          STA  FPGEN         ;FPGEN=00
227 E036 B7 25          STA  FIPGEN        ;FIPGEN= 00
228 E038 B7 26          STA  FDETEC        ;FDETEC = 00
229 E03A B7 27          STA  FLANCO        ;FLANCO=00
230 E03C B7 28          STA  FSEC          ;FSEC=00
231 E03E B7 29          STA  FSTART        ;FSTAR=00
232 E040 B7 2A          STA  FINIT         ;FINIT =00
233 E042 B7 2B          STA  SELDAT        ;SELDAT =00
234 ;
235 ;
236 ;
237 E044 C6 40 00      LDA  PENT2          ;LEE Y ALMACENA NUMERO
238 ;                      ;DE SERIE DEL
239 ;                      ;RELOJ-FECHADOR OMEGA
240 E047 A4 FO          AND  #$FO
241 E049 44             LSRA
242 E04A 44             LSRA
243 E04B 44             LSRA
244 E04C 44             LSRA
245 E04D AA 30          ORA  #$30
246 E04F B7 19          STA  NS1            ;ALMACENA UNIDADES
247 E051 C7 80 17      STA  NS1_RA        ;ALMACENA UNIDADES
248 ;                      ;EN RAM AUX.
249 E054 C6 60 00      LDA  PENT3          ;LEE Y ALMACENA DECENAS
250 ;                      ;DEL NUMERO DE SERIE
251 ;                      ;DEL RELOJ-FECHADOR OMEGA
252 E057 A4 OF          AND  #$OF
253 E059 AA 20          ORA  #$20
254 E05B B7 1A          STA  NS10           ;ALMACENA DECENAS
255 E05D C7 80 18      STA  NS10_RA        ;ALMACENA DECENAS EN
256 ;                      ;RAM AUX.

```

```

257
258 E060 C6 60 00          LDA  PENT3          ;LEE Y ALMACENA CENTENAS
259                          ;                               DEL NUMERO DE SERIE
260                          ;                               DEL RELOJ-FECHADOR OMEGA
261 E063 A4 F0            AND  #$F0
262 E065 44              LSRA
263 E066 44              LSRA
264 E067 44              LSRA
265 E068 44              LSRA
266 E069 AA 10           ORA  #$10
267 E06B B7 1B           STA  NS100          ;ALMACENA DECENAS
268 E06D C7 80 19       STA  NS100_RA      ;ALMACENA DECENAS EN
269                          ;                               RAM AUX.
270 E070 A6 06          LDA  #$06          ;SELECCIONA FRECUENCIA
271                          ;                               DE OPERACION DEL
272                          ;
273                          ;                               REL_AUX DE 4.19 MHZ
274                          ;                               Y UNA SE%AL SQW DE
275                          ;                               1024 HZ
276 E072 C7 80 0A       STA  RA_AUX
277 E075 A6 0A          LDA  #$0A          ;HABILITA RELOJ AUXILIAR
278                          ;                               Y SELECCIONA
279 E077 C7 80 0B       STA  RB_AUX        ;MODO BCD Y 24 HORAS
280 E07A CD E7 88       JSR  INRI         ;INICIALIZA HORA DEL
281                          ;                               RELOJ INTERNO CON LA
282                          ;                               HORA DEL RELOJ AUXILIAR
283 E07D C6 80 14       LDA  D1_RA         ;ALMACENA DIA DEL A%O
284                          ;                               CON DATOS EN RAM DEL
285                          ;                               REL_AUX
286 E080 A4 0F          AND  #$0F
287 E082 AA 30           ORA  #$30
288 E084 B7 16           STA  D1
289 E086 C6 80 15       LDA  D10_RA        ;LEE DECENA DE DIA
290 E089 A4 0F          AND  #$0F
291 E08B AA 20           ORA  #$20
292 E08D B7 17           STA  D10
293 E08F C6 80 16       LDA  D100_RA       ;LEE CENTENA DE DIA
294 E092 A4 03          AND  #$03
295 E094 AA 10           ORA  #$10
296 E096 B7 18           STA  D100
297                          ;
298
299

```

```

300 ;
301 ;*****INICIALIZACION DE PUERTOS*****
302 ;
303 E098 A6 E0 LDA #E0 ;HABILITA PTA=ENTRADA
304 E09A B7 04 STA R_PTA
305 E09C A6 7F LDA #7F ;HABILITA TODAS LAS
306 ; LINEAS DEL PTB COMO
307 ; SALIDAS MENOS EL BIT 8
308 ; PB7, QUE SE USA PARA
309 E09E B7 05 STA R_PTB ;DETECTAR LA SEÑAL OMEGA

310 ;
311 ;***** INICIALIZA TIMER *****
312 ;
313 E0A0 A6 6B LDA #6B ;DESHABIL. INTERUPCION
314 ; DEL TIMER, RESETEA
315 ; PREESCALAR Y SELECCIONA
316 ; DIVISOR ENTRE 8
317 E0A2 B7 09 STA TIMEC
318 E0A4 A6 80 LDA #80 ;PRECARGA REGISTRO DE
319 ; DATOS DEL TIMER
320 E0A6 B7 08 STA TIMER
321 E0A8 A6 33 LDA #33 ;HABILITA INTERRUPCION
322 ; DEL TIMER
323 E0AA B7 09 STA TIMEC
324 E0AC A6 00 LDA #00
325 E0AE B7 24 STA FPGEN ;APAGA BANDERA DE
326 ; PULSO GENERADO
327 E0B0 B7 25 STA FIPGEN ;APAGA BANDERA DE
328 ; INICIO DE PULSO
329 E0B2 BA 23 ORA FPULSO
330 E0B4 BA 22 ORA FMOD
331 E0B6 B7 01 STA PUER_B ;APAGA LED INDICADOR
332 ; DE PULSO
333 E0B8 9A CLI ;HABILITA INTERRUPCIONES
334 ; DEL MICRO.
335 ;
336 ;
337 ;***** SELECCION DE MODO DE OPERACION *****
338 ;
339 ;
340 E0B9 B6 00 MODO LDA PUER_A ;SELECCIONA MODO RUN
341 ; O INIT
342 E0BB A4 01 AND #01
343 E0BD 27 03 BEQ INIT ;PA0=0, VE A MODO
344 ; INICIALIZACION
345 E0BF CC E1 18 JMP RUN ;PA0 =1, CONTINUA
346 ; OPERACION

```

```

347 EOC2 A6 01      INIT   LDA   #$01      ;PRENDE BANDERA DE
348                ;                               INICIALIZACION
349 EOC4 B7 2A                STA   FINIT
350 EOC6 A6 8A                LDA   #$8A      ;DESHABILITA EL
351                ;                               RELOJ AUXILIAR
352 EOC8 C7 80 0B                STA   RB_AUX
353 EOCB B6 2B                LDA   SELDAT      ;SELDAT =0? (VIENE
354                ;                               DE MODO OPERACION)
355 E OCD 26 04      EOD3    BNE   DESPHA      ;SI, DESPLIEGA HORA
356 EOCF A6 01                LDA   #$01      ;NO, SELDAT = 1
357 EOD1 B7 2B                STA   SELDAT
358 EOD3 CD E7 E5      DESPHA  JSR   VISUAL      ;DESPLIEGA DATOS
359 EOD6 B6 00                LDA   PUER_A      ;BOTON SELDAT OPRIMIDO?
360 EOD8 A4 08                AND   #$08
361 EODA 27 03      EODF    BEQ   BOUNCE      ;SI, ELIMINA REBOTE
362 EODC CC E0 FD                JMP   ENTDAT      ;NO, VERIFICA BOTON
363                ;                               BOTON DE DATO
364
365
366 EODF CD E9 31      BOUNCE JSR   RET50      ;RETARDA 100 MS
367 EOE2 CD E9 31                JSR   RET50
368 EOE5 B6 00                LDA   PUER_A      ;BOTON SELDAT SUELTO?
369 EOE7 A4 08                AND   #$08
370 EOE9 27 F4      EODF    BEQ   BOUNCE      ;NO, ELIMINANDO REBOTE
371 EOE B 3C 2B                INC   SELDAT      ;SI, INCREMENTA SELDAT
372 EOE D B6 2B                LDA   SELDAT      ;SELDAT>=07?
373 EOE F A1 07                CMP   #$07
374 EOF1 27 03      EOF6    BEQ   INSELD      ;SI, INICIALIZA SELDAT
375 EOF3 CC E0 B9                JMP   MODO        ;VE A VERIFICAR MODO
376                ;                               DE OPERACION
377 EOF6 A6 01      INSELD LDA   #$01      ;INICIALIZA SELDAT
378 EOF8 B7 2B                STA   SELDAT
379 EOF A CC E0 B9                JMP   MODO        ;VE A VERIFICAR MODO
380                ;                               DE OPERACION
381 EOFD B6 00      ENTDAT LDA   PUER_A      ;BOTON DE DATO OPRIMIDO?
382
383
382 EOFF A4 10                AND   #$10
383 E101 27 03      E106    BEQ   BOUNC1      ;SI, ELIMINA REBOTE
384 E103 CC E0 B9                JMP   MODO        ;NO, VE A VERIFICAR
385                ;                               MODO DE OPERACION
386 E106 CD E9 31      BOUNC1 JSR   RET50      ;RETARDA 100 MS
387 E109 CD E9 31                JSR   RET50
388 E10C B6 00                LDA   PUER_A      ;BOTON DE DATO SUELTO?
389 E10E A4 10                AND   #$10
390 E110 27 F4      E106    BEQ   BOUNC1      ;NO, ELIMINA REBOTE
391 E112 CD E4 39                JSR   INCDAT      ;SI, INCREMENTA DATO
392 E115 CC E0 B9                JMP   MODO        ;VERIFICA MODO OPERACION

```

```

393 E118 B6 2A          RUN      LDA  FINIT      ;FINIT = 0?
394 E11A 26 03          E11F    BNE  ACBUFF    ;NO, VIENE DE MODO INIT
395                      ;          ;ACTUALIZA BUFFER
396 E11C CC E1 36          ;          JMP  LOOP3     ;SI, VIENE DE MODO RUN,
397                      ;          ;CONTINUA CON RUTINA DE
398                      ;          ;DETECCION DE LA SE%AL
399                      ;          ;OMEGA
400 E11F CD E4 0B          ACBUFF JSR  ALMHRA ;ALMACENA HORA Y FECHA
401                      ;          ;EN RAM DEL REL_AUX
402 E122 A6 00          ;          LDA  #$00     ;CLEAR BANDERA DE MODO
403                      ;          ;INIT
404 E124 B7 2A          ;          STA  FINIT    ;FINIT = 00
405 E126 B7 2B          ;          STA  SELDAT  ;CLEAR SELDAT
406 E128 A6 0A          ;          LDA  #$0A     ;HABILITA RELOJ AUXILIAR

407 E12A C7 80 0B          ;          STA  RB_AUX
408 E12D C6 80 0C          ;          LDA  RC_AUX
409 E130 C6 80 0D          ;          LDA  RD_AUX
410 E133 CC E1 36          ;          JMP  LOOP3     ;CONTINUA CON RUTINA DE
411                      ;          ;DETEC. SE%AL OMEGA
412                      ;
413                      ;
414                      ;
415                      ;*****
416                      ;
417                      ;          DETECCION DE LOS 4 PULSOS DE LA
418                      ;          SE%AL OMEGA SIMULADA
419                      ;
420                      ;*****
421                      ;
422 E136 CD E3 00          LOOP3 JSR  PAUS4S ;DETECTA PAUSA LARGA DE
423                      ;          ;4 SEGUNDOS PS4
424 E139 B6 00          ;          LDA  PUER_A ;HAY CAMBIO DE MODO
425                      ;          ;DE OPERACION?
426 E13B A4 01          ;          AND  #$01
427 E13D 27 25          E164   BEQ  MINIT1 ;SI, SALTA A MODO INIT
428 E13F CD E9 31          PULSO1 JSR  RET50    ;NO, RETARDA 50 mS
429 E142 3C 1F          ;          INC  CM2     ;CM2= CM2 + 1
430 E144 B6 1F          ;          LDA  CM2     ;CM2>= 27 MUESTRAS?
431 E146 A1 1B          ;          CMP  #$1B
432 E148 24 62          E1AC   BHS  SIGUE4 ;SI, CONSIDERA PULSO
433                      ;          ;NO VALIDO
434 E14A B6 01          ;          LDA  PUER_B ;NO, VERIFICA SI
435                      ;          ;SEGUIMOS EN ALTO
436 E14C A4 80          ;          AND  #$80
437 E14E 26 EF          E13F   BNE  PULSO1 ;SI ESTAMOS EN ALTO,

```

```

438
439 E150 B6 1F          ; LDA CM2          ;CONTINUA MUESTREO
440 E152 A1 13          ; CMP #$13        ;NO,CM2 >= 19 MUESTRAS ?
441 E154 24 11          ; BHS SIGUE5      ;SI, EL PULSO ES BUENO
442 E156 CD E9 31      E167 ; JSR RET50       ;NO,VERIFICA SI ES RUIDO
443 E159 3C 1F          ; INC CM2
444 E15B B6 01          ; LDA PUER_B      ;ESTAMOS EN ALTO ?
445 E15D A4 80          ; AND #$80
446 E15F 26 DE          E13F ; BNE PULSO1     ;SI, CONTINUA MIDIENDO
447                      ;                 ANCHO DE PULSO
448 E161 CC E1 AC      ; JMP SIGUE4      ;NO, ESPERA NUEVA PAUSA
449 E164 CC E0 C2      ; MINIT1 JMP INIT ;VE A MODO INIT
450 E167 A6 00          ; SIGUE5 LDA #$00  ;CLEAR CM2
451 E169 B7 1F          ; STA CM2
452 E16B B7 27          ; STA FLANCO     ;APAGA BANDERA DE FLANCO

453 E16D B7 23          ; STA FPULSO     ;PRENDE BANDERA
454                      ;                 INDICADORA DE PULSO
455 E16F BA 22          ; ORA FMOD       ;ENSAMBLA MODO DE
456                      ;                 DESPLIEGUE
457 E171 BA 24          ; ORA FPGEN
458 E173 B7 01          ; STA PUER_B     ;APAGA LED
459 E175 B6 00          ; LDA PUER_A    ;CAMBIO DE MODO OPER.?
460 E177 A4 01          ; AND #$01
461 E179 27 E9          E164 ; BEQ MINIT1     ;SI, SALTA A MODO INIT
462 E17B CD E9 24      PAUS1 ; JSR RET5MS    ;RETARDA 5ms
463 E17E 3C 1F          ; INC CM2        ;CM2= CM2 + 1
464 E180 B6 1F          ; LDA CM2        ;CM2>= 50 MUESTRAS?
465 E182 A1 32          ; CMP #$32
466 E184 24 26          E1AC ; BHS SIGUE4     ;SI, CONSIDERA PAUSA
467                      ;                 NO VALIDA
468 E186 B6 01          ; LDA PUER_B    ;NO, VERIFICA SI
469                      ;                 SEGUIMOS EN BAJO
470 E188 A4 80          ; AND #$80
471 E18A 27 EF          E17B ; BEQ PAUS1     ;SI ESTAMOS EN BAJO,
472                      ;                 CONTINUA MUESTREO
473 E18C B6 1F          ; LDA CM2        ;CM2 >= 22 MUESTRAS ?
474 E18E A1 16          ; CMP #$16
475 E190 24 27          E1B9 ; BHS SIGUE6     ;SI, PAUSA ES VALIDA
476 E192 CD E9 24      LOOP7 ; JSR RET5MS    ;NO, MIDE ANCHO ESPIGA
477 E195 3C 1F          ; INC CM2        ;CM2 = CM2 +1
478 E197 3C 1E          ; INC CM1        ;CM1 = CM1 +1
479 E199 B6 1E          ; LDA CM1        ;CM1>=25 (125 ms) ?
480 E19B A1 19          ; CMP #$19
481 E19D 24 OD          E1AC ; BHS SIGUE4     ;SI, PAUSA NO VALIDA
482 E19F B6 01          ; LDA PUER_B    ;NO, SEGUIMOS EN ALTO?
483 E1A1 A4 80          ; AND #$80
484 E1A3 26 ED          E192 ; BNE LOOP7     ;SI, CONTINUA MEDICION
485                      ;                 DE ESPIGA

```

```

486 E1A5 A6 00          LDA  #\$00          ;NO, INICIALIZA CM1
487 E1A7 B7 1E          STA  CM1
488 E1A9 CC E1 7B      JMP  PAUS1          ;CONTINUA MEDICION DE
489                      ;          PAUSA
490 E1AC A6 00          ;SIGUE4 LDA  #\$00          ;CLEAR CM2, CM4, FDETEC
491                      ;          Y CM1
492 E1AE B7 1F          STA  CM2
493 E1B0 B7 1E          STA  CM1
494 E1B2 B7 21          STA  CM4
495 E1B4 B7 26          STA  FDETEC        ;APAGA BANDERA DE DETEC.
496 E1B6 CC E1 36      JMP  LOOP3          ;ESPERA NUEVA PAUSA

497 E1B9 A6 00          SIGUE6 LDA  #\$00          ;CLEAR CM2
498 E1BB B7 1F          STA  CM2
499 E1BD A6 04          LDA  #\$04          ;ENCIENDE LED
500 E1BF B7 23          STA  FPULSO        ;PRENDE BANDERA
501                      ;          INDICADORA DE PULSO
502 E1C1 BA 22          ;          ORA  FMOD          ;ENSAMBLA MODO DE
503                      ;          DESPLIEGUE
504 E1C3 BA 24          ORA  FPGEN
505 E1C5 B7 01          STA  PUER_B
506 E1C7 CD E9 31      PULSO2 JSR  RET50          ;RETARDA 50 ms
507 E1CA 3C 1F          INC  CM2          ;CM2= CM2 + 1
508 E1CC B6 1F          LDA  CM2          ;CM2>= 23 MUESTRAS?
509 E1CE A1 17          CMP  #\$17
510 E1D0 24 DA          E1AC  BHS  SIGUE4        ;SI, PULSO NO VALIDO
511 E1D2 B6 01          LDA  PUER_B        ;NO, SEGUIMOS EN ALTO?
512 E1D4 A4 80          AND  #\$80
513 E1D6 26 EF          E1C7  BNE  PULSO2        ;SI ESTAMOS EN ALTO,
514                      ;          CONTINUA MUESTREO
515 E1D8 B6 1F          ;          LDA  CM2          ;NO, CM2 >= 18 MUESTRAS ?

516 E1DA A1 12          CMP  #\$12
517 E1DC 24 0E          E1EC  BHS  SIGUE7        ;SI, PULSO VALIDO
518 E1DE CD E9 31      JSR  RET50          ;NO, VERIFICA SI ES RUIDO

519 E1E1 3C 1F          INC  CM2
520 E1E3 B6 01          LDA  PUER_B        ;ESTAMOS EN ALTO ?
521 E1E5 A4 80          AND  #\$80
522 E1E7 26 DE          E1C7  BNE  PULSO2        ;SI, CONTINUA MIDIENDO
523                      ;          ANCHO DE PULSO
524 E1E9 CC E1 AC      ;          JMP  SIGUE4          ;NO, ESPERA NUEVA PAUSA

```

```

525 E1EC A6 00          SIGUE7 LDA #\$00          ;CLEAR CM2
526 E1EE B7 1F          STA CM2
527 E1FO B7 23          STA FPULSO          ;PRENDE BANDERA
528                      ;                                INDICADORA DE PULSO
529 E1F2 BA 22          ORA FMOD            ;ENSAMBLA MODO DE
530                      ;                                DESPLIEGUE
531 E1F4 BA 24          ORA FPGEN
532 E1F6 B7 01          STA PUER_B          ;APAGA LED
533 E1F8 B6 00          LDA PUER_A          ;CAMBIO DE MODO OPER.?
534 E1FA A4 01          AND #\$01
535 E1FC 27 6A          BEQ MINIT2          ;SI, SALTA A MODO INIT
536 E1FE CD E9 31          PAUS2 JSR RET50      ;RETARDA 50 ms
537 E201 3C 1F          INC CM2              ;CM2= CM2 + 1
538 E203 B6 1F          LDA CM2              ;CM2>= 30 MUESTRAS?
539 E205 A1 1E          CMP #\$1E
540 E207 24 A3          E1AC BHS SIGUE4        ;SI, PAUSA NO VALIDA
541 E209 B6 01          LDA PUER_B          ;NO, SEGUIMOS EN BAJO?
542 E20B A4 80          AND #\$80
543 E20D 27 EF          E1FE BEQ PAUS2          ;SI ESTAMOS EN BAJO,
544                      ;                                CONTINUA MUESTREO
545 E20F B6 1F          LDA CM2              ;CM2 >= 23 MUESTRAS ?
546 E211 A1 17          CMP #\$17
547 E213 24 1A          E22F BHS SIGUE8        ;SI, PAUSA VALIDA
548 E215 CD E9 31          LOOP8 JSR RET50         ;NO, MIDE ANCHO ESPIGA
549 E218 3C 1F          INC CM2              ;CM2 = CM2 +1
550 E21A 3C 1E          INC CM1              ;CM1 = CM1 +1
551 E21C B6 1E          LDA CM1              ;CM1>= 8 (400 ms)?
552 E21E A1 08          CMP #\$08
553 E220 24 8A          E1AC BHS SIGUE4        ;SI, PAUSA NO VALIDA
554 E222 B6 01          LDA PUER_B          ;NO,SEGUIMOS EN ALTO?
555 E224 A4 80          AND #\$80
556 E226 26 ED          E215 BNE LOOP8        ;SI, CONTINUA MEDICION
557                      ;                                DE ESPIGA
558 E228 A6 00          LDA #\$00            ;NO, INICIALIZA CM1
559 E22A B7 1E          STA CM1
560 E22C CC E1 FE          JMP PAUS2            ;CONTINUA MEDICION
561                      ;                                DE PAUSA
562 E22F A6 00          SIGUE8 LDA #\$00          ;CLEAR CM2
563 E231 B7 1F          STA CM2
564 E233 A6 04          LDA #\$04            ;ENCIENDE LED
565 E235 B7 23          STA FPULSO          ;PRENDE BANDERA
566                      ;                                INDICADORA DE PULSO
567 E237 BA 22          ORA FMOD            ;ENSAMBLA MODO DE
568                      ;                                DESPLIEGUE
569 E239 BA 24          ORA FPGEN
570 E23B B7 01          STA PUER_B
571 E23D B6 00          LDA PUER_A          ;CAMBIO MODO DE OPER.?
572 E23F A4 01          AND #\$01
573 E241 27 25          E268 BEQ MINIT2        ;SI, SALTA A MODO INIT

```

```

574 E243 CD E9 31      PULSO3 JSR RET50      ;RETARDA DE 50 mS
575 E246 3C 1F          INC CM2              ;CM2= CM2 + 1
576 E248 B6 1F          LDA CM2              ;CM2>= 23 MUESTRAS?
577 E24A A1 17          CMP #$17
578 E24C 24 5A          BHS SALT2           ;SI, PULSO NO VALIDO
579 E24E B6 01          LDA PUER_B          ;NO, SEGUIMOS EN ALTO?
580 E250 A4 80          AND #$80
581 E252 26 EF          E243 BNE PULSO3     ;SI ESTAMOS EN ALTO,
582                      ; CONTINUA MUESTREO
583 E254 B6 1F          LDA CM2              ;NO,CM2 >= 18 MUESTRAS ?
584 E256 A1 12          CMP #$12
585 E258 24 11          E26B BHS SIGUE9      ;SI, DA POR BUENO PULSO
586 E25A CD E9 31      JSR RET50           ;NO,VERIFICA SI ES RUIDO
587 E25D 3C 1F          INC CM2
588 E25F B6 01          LDA PUER_B          ;ESTAMOS EN ALTO ?
589 E261 A4 80          AND #$80
590 E263 26 DE          E243 BNE PULSO3     ;SI, CONTINUA MIDIENDO
591                      ; ANCHO DE PULSO
592 E265 CC E1 AC      JMP SIGUE4          ;NO, ESPERA NUEVA PAUSA
593 E268 CC E0 C2      MINIT2 JMP INIT         ;VE A MODO INIT
594
595
596 E26B A6 00          SIGUE9 LDA #$00      ;CLEAR CM2
597 E26D B7 1F          STA CM2
598 E26F B7 23          STA FPULSO         ;PRENDE BANDERA
599                      ; INDICADORA DE PULSO
600 E271 BA 22          ; ORA FMOD         ;ENSAMBLA MODO DE
601                      ; DESPLIEGUE
602 E273 BA 24          ORA FPGEN
603 E275 B7 01          STA PUER_B         ;APAGA LED
604 E277 CD E9 24      PAUS3 JSR RET5MS         ;RETARDA 5mS
605 E27A 3C 1F          INC CM2             ;CM2= CM2 + 1
606 E27C B6 1F          LDA CM2             ;CM2>= 50 MUESTRAS?
607 E27E A1 32          CMP #$32
608 E280 24 26          E2A8 BHS SALT2           ;SI, PAUSA NO VALIDA
609 E282 B6 01          LDA PUER_B         ;NO, SEGUIMOS EN BAJO
610 E284 A4 80          AND #$80
611 E286 27 EF          E277 BEQ PAUS3      ;SI ESTAMOS EN BAJO,
612                      ; CONTINUA MUESTREO
613 E288 B6 1F          LDA CM2             ;CM2 >= 22 MUESTRAS ?
614 E28A A1 16          CMP #$16
615 E28C 24 1D          E2AB BHS SIGUEA      ;SI, PAUSA VALIDA
616 E28E CD E9 24      LOOP9 JSR RET5MS         ;NO, MIDE ANCHO ESPIGA
617 E291 3C 1F          INC CM2             ;CM2 = CM2 +1
618 E293 3C 1E          INC CM1             ;CM1 = CM1 +1
619 E295 B6 1E          LDA CM1             ;CM1>=25 (125 ms) ?
620 E297 A1 19          CMP #$19
621 E299 24 0D          E2A8 BHS SALT2           ;SI, PAUSA NO VALIDA

```

```

622 E29B B6 01          LDA  PUER_B      ;NO,SEGUIMOS EN ALTO?
623 E29D A4 80          AND  #$80
624 E29F 26 ED          BNE  LOOP9      ;SI, CONTINUA MEDICION
E28E ;                   DE ESPIGA
625 ;                   ;NO, INICIALIZA CM1
626 E2A1 A6 00          LDA  #$00
627 E2A3 B7 1E          STA  CM1
628 E2A5 CC E2 77      JMP  PAUS3      ;CONTINUA MEDICION PAUSA
629 E2A8 CC E1 AC      SALT2 JMP  SIGUE4  ;ESPERA NUEVA PAUSA
630 E2AB A6 00          SIGUEA LDA  #$00      ;CLEAR CM2
631 E2AD B7 1F          STA  CM2
632 E2AF A6 04          LDA  #$04      ;ENCIENDE LED
633 E2B1 B7 23          STA  FPULSO    ;PRENDE BANDERA
634 ;                   ;INDICADORA DE PULSO
635 E2B3 BA 22          ORA  FMOD      ;ENSAMBLA MODO DE
636 ;                   ;DESPLIEGUE
637 E2B5 BA 24          ORA  FPGEN
638 E2B7 B7 01          STA  PUER_B
639 E2B9 B6 00          LDA  PUER_A    ;CAMBIO MODO DE OPER.?
640 E2BB A4 01          AND  #$01
641 E2BD 27 A9          BEQ  MINITZ    ;SI, SALTA A MODO INIT
642 E2BF CD E9 31      E268 JSR  RET50     ;NO, RETARDA 50 ms
643
644
645 E2C2 CD E9 24      PULSO4 JSR  RET5MS  ;RETARDA 5 ms
646 E2C5 3C 1F          INC  CM2        ;CM2= CM2 + 1
647 E2C7 B6 1F          LDA  CM2        ;CM2>= 225 MUESTRAS?
648 E2C9 A1 E1          CMP  #$E1
649 E2CB 24 DB          E2A8 BHS  SALT2  ;SI, PULSO NO VALIDO
650 E2CD B6 01          LDA  PUER_B    ;NO, SEGUIMOS EN ALTO?
651 E2CF A4 80          AND  #$80
652 E2D1 26 EF          E2C2 BNE  PULSO4 ;SI ESTAMOS EN ALTO,
653 ;                   ;CONTINUA MUESTREO
654 E2D3 B6 1F          ;                   ;NO,CM2 >=190 MUESTRAS?
655 E2D5 A1 BE          CMP  #$BE
656 E2D7 24 12          E2EB BHS  SIGUEB ;SI, EL PULSO ES VALIDO
657 E2D9 CD E9 31      JSR  RET50     ;NO,VERIFICA SI ES RUIDO
658 E2DC A6 0A          LDA  #$0A
659 E2DE BB 1F          ADD  CM2
660 E2E0 B7 1F          STA  CM2
661 E2E2 B6 01          LDA  PUER_B    ;ESTAMOS EN ALTO ?
662 E2E4 A4 80          AND  #$80
663 E2E6 26 DA          E2C2 BNE  PULSO4 ;SI, CONTINUA MIDIENDO
664 ;                   ;ANCHO DE PULSO
665 E2E8 CC E1 AC      ;                   ;NO, ESPERA NUEVA PAUSA
        JMP  SIGUE4

```

```

666 E2EB A6 01          SIGUEB LDA #\$01          ;PRENDE BANDERA QUE
667                      ;                          INDICA DETEC. BUENA
668 E2ED B7 26          ;                          STA FDETEC
669 E2EF 3C 21          ;                          INC CM4          ;INCREMENTA CONTADOR
670                      ;                          DE LAS OCASIONES EN
671                      ;                          HAY BUENA DETECCION
672 E2F1 A6 00          ;                          LDA #\$00          ;CLEAR CM2
673 E2F3 B7 1F          ;                          STA CM2
674 E2F5 B7 23          ;                          STA FPULSO        ;PRENDE BANDERA
675                      ;                          INDICADORA DE PULSO
676 E2F7 BA 22          ;                          ORA FMOD          ;ENSAMBLA MODO DE DESP.

677 E2F9 BA 24          ;                          ORA FPGEN
678 E2FB B7 01          ;                          STA PUER_B        ;APAGA LED
679 E2FD CC E1 36       ;                          JMP LOOP3        ;VE A DETECTAR PS4
680                      ;
681                      ;*****
682                      ;
683                      ;SUBROUTINAS USADAS POR EL PROGRAMA PRINCIPAL
684                      ;
685                      ;*****
686                      ;
687                      ; SUBROUTINA "PAUS4S" QUE IDENTIFICA
688                      ; LA PAUSA DE 4 SEGUNDOS DE LA
689                      ; DE LA SE%AL OMEGA
690                      ;*****
691                      ;
692 E300 A6 00          PAUS4S LDA #\$00          ;APAGA LED
693 E302 B7 27          ;                          STA FLANCO        ;APAGA BANDERA DE FLANCO

694 E304 B7 23          ;                          STA FPULSO        ;PRENDE BANDERA
695                      ;                          INDICADORA DE PULSO
696 E306 BA 22          ;                          ORA FMOD          ;ENSAMBLA MODO DE DESP.

697 E308 BA 24          ;                          ORA FPGEN
698 E30A B7 01          ;                          STA PUER_B
699 E30C B6 00          ESPFN LDA PUER_A        ;CAMBIO MODO DE OPER.?
700 E30E A4 01          ;                          AND #\$01
701 E310 27 37          E349 BEQ MINIT          ;SI, SALTE DE SUBROUTINA

702 E312 B6 01          ;                          LDA PUER_B        ;NO, ES FLANCO NEGATIVO
703 E314 A4 80          ;                          AND #\$80
704 E316 26 F4          E30C BNE ESPFN        ;NO, SIGUE ESPERANDO

```

```

705 E318 CD E9 31          PAUSA JSR RET50      ;SI, MUESTREA CADA 50 ms
706 E31B 3C 1F            INC CM2       ;CM2 = CM2 + 1
707 E31D B6 1F            LDA CM2       ;SON 78 MUESTRAS ?
708 E31F A1 4E            CMP #$4E
709 E321 27 36            BEQ SIGUE1   ;SI, CONTINUA MUESTREO
710 E323 B6 00            LDA PUER_A   ;NO,CAMBIO MODO OPER.?
711 E325 A4 01            AND #$01
712 E327 27 20            BEQ MINIT    ;SI, SALTE DE SUBROUTINA
713 E329 B6 01            LDA PUER_B   ;NO, ESTAMOS EN BAJO?
714 E32B A4 80            AND #$80
715 E32D 27 E9            BEQ PAUSA    ;SI, CONTINUA MUESTREO
716 E32F CD E9 31        MIDESP JSR RET50    ;NO, MIDE ANCHO
717                        ;                DE ESPIGA
718 E332 3C 1F            INC CM2      ;CM2 = CM2 +1
719 E334 3C 1E            INC CM1      ;CM1 = CM1 +1
720 E336 B6 1E            LDA CM1      ;CM1>=300 ms ?
721 E338 A1 08            CMP #$08
722 E33A 24 10            BHS SALT3    ;SI, PAUSA NO VALIDA
723 E33C B6 01            LDA PUER_B   ;NO,SEGUIMOS EN ALTO?
724 E33E A4 80            AND #$80
725 E340 26 ED            BNE MIDESP   ;SI, CONTINUA MEDICION
726                        ;                DE ESPIGA
727 E342 A6 00            LDA #$00     ;NO, INICIALIZA CM1
728 E344 B7 1E            STA CM1
729 E346 CC E3 18        JMP PAUSA    ;CONTINUA MEDICION
730                        ;                DE PAUSA
731 E349 CC E3 AA        MINIT JMP SALTA2  ;SI ES MODO INIT SALTE
732                        ;                DE ROUTINA
733 E34C A6 00            SALT3 LDA #$00 ;INICIALIZA CM1, CM4,
734                        ;                FEDECT Y CM2
735 E34E B7 21            STA CM4      ;CM4=00
736 E350 B7 1F            STA CM2      ;CM2 = 00
737 E352 B7 1E            STA CM1      ;CM1 = 00
738 E354 B7 26            STA FDETEC   ;FDETEC=00
739 E356 CC E3 0C        JMP ESPFN    ;ESPERA OTRA PAUSA
740 E359 A6 00            LDA #$00     ;INICIALIZA CM2
741 E35B B7 1F            STA CM2      ;CM2 = 00
742 E35D CD E9 24        LOOP5 JSR RET5MS  ;RETARDA 5 MS
743 E360 3C 1F            INC CM2      ;CM2 = CM2 +1
744 E362 B6 1F            LDA CM2      ;CM2>= 23 (115 ms)?
745 E364 A1 17            CMP #$17
746 E366 B6 24 E4        BHS SALT3    ;SI, PAUSA NO VALIDA
747 E368 B6 01            LDA PUER_B   ;NO, SEGUIMOS EN BAJO?
748 E36A A4 80            AND #$80
749 E36C 27 EF            BEQ LOOP5    ;SI ESTAMOS EN BAJO,
750                        ;                CONTINUA MUESTREO
751 E36E B6 1F            LDA CM2      ;NO,CM2 >= 12 (60 ms) ?
752 E370 A1 0D            CMP #$0D
753 E372 24 1A            BHS SIGUE3   ;SI, PAUSA VALIDA

```

```

754
755
756 E374 CD E9 24      LOOP6 JSR RET5MS      ;NO, MIDE ANCHO ESPIGA
757 E377 3C 1F        INC CM2              ;CM2 = CM2 +1
758 E379 3C 1E        INC CM1              ;CM1 = CM1 +1
759 E37B B6 1E        LDA CM1              ;CM1 >=17 (85 MS)?
760 E37D A1 11        CMP #$11
761 E37F 24 CB        E34C BHS SALT3      ;SI, PAUSA NO VALIDA
762 E381 B6 01        LDA PUER_B          ;NO, SEGUIMOS EN ALTO?
763 E383 A4 80        AND #$80
764 E385 26 ED        E374 BNE LOOP6     ;SI, CONTINUA MEDICION
765 ;                  ; DE ESPIGA
766 E387 A6 00        LDA #$00            ;NO, INICIALIZA CM1
767 E389 B7 1E        STA CM1
768 E38B CC E3 5D        JMP LOOP5           ;CONTINUA MEDICION
769 ;                  ; DE PAUSA
770 E38E A6 00        SIGUE3 LDA #$00        ;INICIALIZA CM1 Y CM2
771 E390 B7 1E        STA CM1             ;CM1 =00
772 E392 B7 1F        STA CM2             ;CM2 = 00
773 E394 B6 21        LDA CM4             ;VERIFICA SI SE HA
774 ;                  ; DETECTADO 3 VECES
775 ;                  ; SEGUIDAS LA SE%AL OMEGA
776 E396 A1 03        CMP #$03
777 E398 24 11        E3AB BHS SALT1     ;SI, VE A SALT1
778 E39A A6 10        LDA #$10           ;NO, ENCIENDE BANDERA
779 ;                  ; DE FLANCO
780 E39C B7 27        STA FLANCO
781 E39E A6 04        LDA #$04           ;ENCIENDE LED
782 E3A0 B7 23        STA FPULSO         ;PRENDE BANDERA
783 ;                  ; INDICADORA DE PULSO
784 E3A2 BA 22        ORA FMOD           ;ENSAMBLA MODO DE DESP.

785 E3A4 BA 24        ORA FPGEN
786 E3A6 BA 27        ORA FLANCO         ;GENERA FLANCO POSITIVO
787 E3A8 B7 01        STA PUER_B
788 E3AA 81          SALTA2 RTS             ;REGRESA
789 E3AB A6 6B        SALTA1 LDA #$6B     ;REINICIALIZA TIMER
790 E3AD B7 09        STA TIMEC
791 E3AF A6 45        LDA #$45           ;PRECARGA CONTADOR
792 ;                  ; DEL TIMER
793 E3B1 B7 08        STA TIMER
794 E3B3 A6 33        LDA #$33           ;HABILITA TIMER
795 E3B5 B7 09        STA TIMEC
796 E3B7 A6 00        LDA #$00           ;INICIALIZA CM4 Y CM3
797 E3B9 B7 21        STA CM4
798 E3BB B7 20        STA CM3

```

```

799 E3BD A6 01          LDA  #S01          ;PRENDE BANDERA DE
800                                     ; INICIO DE PULSO
801                                     ; DE 10 SEGUNDOS.
802 E3BF B7 25          STA  FIPGEN
803 E3C1 B7 28          STA  FSEC          ;PRENDE BANDERA QUE
804                                     ; ENCIENDE LOS 2 PUNTOS
805                                     ; DEL DISPLAY PARA
806                                     ; INDICAR EL SEGUNDO
807 E3C3 A6 02          LDA  #S02          ;PRENDE LOS 2 PUNTOS
808 E3C5 B7 22          STA  FMOD
809 E3C7 A6 08          LDA  #S08          ;PRENDE PULSO GENERADO
810 E3C9 B7 24          STA  FPGEN
811 E3CB A6 10          LDA  #S10          ;PRENDE BANDERA DE
812                                     ; FLANCO
813 E3CD B7 27          STA  FLANCO
814
815
816 E3CF A6 04          LDA  #S04          ;ENCIENDE LED
817 E3D1 B7 23          STA  FPULSO        ;PRENDE BANDERA
818                                     ; INDICADORA DE PULSO
819 E3D3 BA 22          ORA  FMOD          ;ENSAMBLA MODO DE
820                                     ; DESPLIEGUE
821 E3D5 BA 24          ORA  FPGEN
822 E3D7 BA 27          ORA  FLANCO        ;GENERA FLANCO POSITIVO
823 E3D9 B7 01          STA  PUER_B
824 E3DB B6 10          LDA  S1          ;VERIFICA UNIDADES DE
825                                     ; SEGUNDOS
826 E3DD A4 0F          AND  #S0F
827 E3DF A1 06          CMP  #S06          ;S1 >= 06 ?
828 E3E1 24 0D          BHS  SALTA3        ;SI, VE A SALTA3
829 E3E3 C6 40 00      LDA  PENT2        ;NO, LEE UNIDADES DE
830                                     ; SEG. DE PENT2
831 E3E6 A4 3F          AND  #S3F          ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
832 E3E8 B7 10          STA  S1
833 E3EA C7 A0 00      STA  PS1
834 E3ED CC E3 AA      JMP  SALTA2        ;REGRESA
835 E3F0 A6 39          LDA  #S39          ;ADELANTA SEGUNDOS
836 E3F2 B7 10          STA  S1
837 E3F4 CD E6 B3      JSR  ACTRI        ;ACTUALIZA BUFFER DEL
838                                     ; RELOJ INTERNO
839 E3F7 A6 39          LDA  #S39          ;ADELANTA A LA
840                                     ; SIGUIENTE DECENA
841 E3F9 B7 10          STA  S1
842 E3FB CD E6 B3      JSR  ACTRI        ;ACTUALIZA NUEVA DECENA
843 E3FE C6 40 00      LDA  PENT2        ;LEE UNIDADES DE SEG.
844                                     ; DE PENT2
845 E401 A4 3F          AND  #S3F          ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
846 E403 B7 10          STA  S1          ;INICIALIZA S1
847 E405 CD E7 E5      JSR  VISUAL        ;VISUALIZA BUFFER
848 E408 CC E3 AA      JMP  SALTA2        ;REGRESA

```

```

849 ;
850 ;*****
851 ;
852 ; RUTINA "ALMHRA" QUE ALMACENA HORA Y FECHA
853 ; EN RAM DEL RELOJ AUXILIAR
854 ;*****
855 ;
856 E40B B6 16 ALMHRA LDA D1 ;ALMACENA DIA DEL A%O
857 ; EN RAM AUX.

858 E40D C7 80 14 STA D1_RA
859 E410 B6 17 LDA D10
860 E412 C7 80 15 STA D10_RA
861 E415 B6 18 LDA D100
862 E417 C7 80 16 STA D100_RA
863 E41A B6 10 LDA S1 ;ALMACENA HORA EN
864 ; RAM AUX.
865 E41C C7 80 0E STA S1_RA
866 E41F B6 11 LDA S10
867 E421 C7 80 0F STA S10_RA
868 E424 B6 12 LDA M1
869 E426 C7 80 10 STA M1_RA
870 E429 B6 13 LDA M10
871 E42B C7 80 11 STA M10_RA
872 E42E B6 14 LDA H1
873 E430 C7 80 12 STA H1_RA
874 E433 B6 15 LDA H10
875 E435 C7 80 13 STA H10_RA
876 E438 81 RTS ;REGRESA
877
878 ;
879 ;
880 ;
881 ;*****
882 ;
883 ; RUTINA "INCDAT" LA CUAL INCREMENTA
884 ; EL DATO DE ENTRADA SELECCIONADO
885 ; POR SELDAT
886 ;
887 ;*****
888 ;
889 E439 B6 00 INCDAT LDA PUER_A ;SELECCIONA EL
890 ; RELOJ: INTERNO O AUX.

891 E43B A4 02 AND #S02
892 E43D 27 03 E442 BEQ R_INT ;PB1=0, RELOJ INTERNO
893 E43F CC E5 A4 JMP R_AUX ;PB1=1, RELOJ AUXILIAR
894 ;

```

```

895 ;*****
896 ;
897 ; INICIALIZACION DEL RELOJ INTERNO O PRINCIPAL
898 ;*****
899 ;
900 E442 B6 00 R_INT LDA PUER_A ;SELECCIONA MODO DE
901 ; DESPLIEGUE
902 E444 A4 04 AND #$04
903 E446 26 03 E44B BNE MOD_I ;PB2=1, MODO I DEL RELOJ
904 ; INTERNO
905 E448 CC E5 1E ; JMP MOD_II ;PB2=0, MODO II DEL
906 ; RELOJ INTERNO
907 ;
908 ;
909 ; =====
910 ; MODO_I DE INICIALIZACION DE LA HORA DE LOS
911 ; 2 RELOJES INTERNO Y AUXILIAR
912 ; =====
913 E44B B6 2B MOD_I LDA SELDAT ;SELDAT = 01 ?
914 E44D A1 01 CMP #$01
915 E44F 26 12 E463 BNE CMP2 ;NO, COMPARA CON 02
916 E451 B6 15 LDA H10 ;H10 = 22 ?
917 E453 A1 22 CMP #$22
918 E455 27 05 E45C BEQ CH10 ;SI, CLEAR H10
919 E457 3C 15 INC H10 ;NO, INCREMENTA H10
920 E459 CC E4 E4 JMP FIN
921 E45C A6 20 CH10 LDA #$20 ;INICIALIZA H10
922 E45E B7 15 STA H10
923 E460 CC E4 E4 JMP FIN
924 E463 A1 02 CMP #$02 ;SELDAT = 02 ?
925 E465 26 21 E488 BNE CMP3 ;NO, COMPARARLO CON 03
926 E467 B6 14 LDA H1 ;H1 >= 03 ?
927 E469 A1 33 CMP #$33
928 E46B 24 0B E478 BHS VERH10 ;SI, VERIF. VALOR DE H10
929 E46D B6 14 INCH1 LDA H1 ;NO, H1 = 09?
930 E46F A1 39 CMP #$39 ;NO, H1 = 09?
931 E471 24 0E E481 BHS CH1 ;SI, CLEAR H1
932 E473 3C 14 INC H1 ;NO, H1 = H1 +1
933 E475 CC E4 E4 JMP FIN ;REGRESA
934
935
936 E478 B6 15 VERH10 LDA H10 ;H10 = 02 ?
937 E47A A1 22 CMP #$22
938 E47C 2A 03 E481 BHS CH1 ;SI, INICIALIZA H1
939 E47E CC E4 6D JMP INCH1 ;NO, INCREMENTA H1
940 E481 A6 30 CH1 LDA #$30 ;INCREMENTA H1
941 E483 B7 14 STA H1
942 E485 CC E4 E4 JMP FIN ;REGRESA

```

```

943 E488 A1 03          CMP3      CMP   #$03      ;SELDAT = 03 ?
944 E48A 26 12          E49E      BNE  CMP4      ;NO, COMPARALO CON 04
945 E48C B6 13          LDA  M10      ;M10 >=5 ?
946 E48E A1 05          CMP   #$05
947 E490 24 05          E497      BHS  CM10      ;SI, CLEAR M10
948 E492 3C 13          INC  M10
949 E494 CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
950 E497 A6 00          CM10      LDA  #$00      ;CLEAR CM10
951 E499 B7 13          STA  M10
952 E49B CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
953 E49E A1 04          CMP4      CMP   #$04      ;SELDAT = 04 ?
954 E4A0 26 12          E4B4      BNE  CMP5      ;NO, SELDAT = 05?
955 E4A2 B6 12          LDA  M1       ;M1 >= 09 ?
956 E4A4 A1 19          CMP   #$19
957 E4A6 24 05          E4AD      BHS  CLM1      ;SI, CLEAR M1
958 E4A8 3C 12          INC  M1       ;NO, INCREMENTA M1
959 E4AA CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
960 E4AD A6 10          CLM1      LDA  #$10      ;CLEAR M1
961 E4AF B7 12          STA  M1
962 E4B1 CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
963 E4B4 A1 05          CMP5      CMP   #$05      ;SELDAT = 05 ?
964 E4B6 26 12          E4CA      BNE  CMP6      ;S10 >=5 ?
965 E4B8 B6 11          LDA  S10
966 E4BA A1 25          CMP   #$25
967 E4BC 24 05          E4C3      BHS  CS10      ;SI, CLEAR S10
968 E4BE 3C 11          INC  S10
969 E4C0 CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
970 E4C3 A6 20          CS10      LDA  #$20      ;CLEAR S10
971 E4C5 B7 11          STA  S10
972 E4C7 CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
973 E4CA A1 06          CMP6      CMP   #$06      ;SELDAT = 06 ?
974 E4CC 26 12          E4E0      BNE  CSELD     ;NO, INICIALIZA SELDAT
975 E4CE B6 10          LDA  S1       ;SI, S1 >= 09 ?
976 E4D0 A1 39          CMP   #$39
977 E4D2 24 05          E4D9      BHS  CS1       ;SI, INICIALIZA S1
978 E4D4 3C 10          INC  S1       ;NO, INCREMENTA S1
979 E4D6 CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
980 E4D9 A6 30          CS1      LDA  #$30      ;CLEAR S1
981 E4DB B7 10          STA  S1
982 E4DD CC E4 E4      JMP  FIN      ;REGRESA
983 E4E0 A6 01          CSELD     LDA  #$01      ;INICIALIZA SELDAT
984 E4E2 B7 2B          STA  SELDAT
985
986

```

```

987 E4E4 B6 15      FIN      LDA  H10      ;CARGA DATOS MODIFICADOS
988                  ;                AL REL_AUX
989 E4E6 A4 0F      AND   #$0F
990 E4E8 48         ASLA
991 E4E9 48         ASLA
992 E4EA 48         ASLA
993 E4EB 48         ASLA
994 E4EC B7 1D     STA  VTEMP
995 E4EE B6 14     LDA  H1
996 E4F0 A4 0F     AND   #$0F
997 E4F2 BA 1D     ORA  VTEMP
998 E4F4 C7 80 04  STA  H_AUX
999 E4F7 B6 13     LDA  M10      ;CARGA MINUTOS
1000                  ;                MODIFICADOS AL REL_AUX
1001 E4F9 A4 0F     AND   #$0F
1002 E4FB 48         ASLA
1003 E4FC 48         ASLA
1004 E4FD 48         ASLA
1005 E4FE 48         ASLA
1006 E4FF B7 1D     STA  VTEMP
1007 E501 B6 12     LDA  M1
1008 E503 A4 0F     AND   #$0F
1009 E505 BA 1D     ORA  VTEMP
1010 E507 C7 80 02  STA  MI_AUX
1011 E50A B6 11     LDA  S10      ;CARGA SEGUNDOS
1012                  ;                MODIFICADOS AL REL_AUX
1013 E50C A4 0F     AND   #$0F
1014 E50E 48         ASLA
1015 E50F 48         ASLA
1016 E510 48         ASLA
1017 E511 48         ASLA
1018 E512 B7 1D     STA  VTEMP
1019 E514 B6 10     LDA  S1
1020 E516 A4 0F     AND   #$0F
1021 E518 BA 1D     ORA  VTEMP
1022 E51A C7 80 00  STA  SECAUX
1023 E51D 81        RTS

```

```

1024 ;
1025 ;*****
1026 ;
1027 ; MODO II DE INICIALIZACION DEL RELOJ INTERNO
1028 ;*****
1029 ;
1030 ;
1031 E51E B6 2B MOD_II LDA SELDAT ;SELDAT = 4?
1032 E520 A1 04 CMP #504
1033 E522 26 14 E538 BNE CMP005 ;NO, COMPARALO CON 05?
1034 E524 B6 18 LDA D100 ;SI, D100>=3 ?
1035 E526 A4 0F AND #50F
1036 E528 A1 03 E531 CMP #503
1037 E52A 27 05 BEQ CD100 ;SI, CLEAR D100
1038 E52C 3C 18 INC D100 ;NO, INCREMENTA D100
1039 E52E CC E6 B2 JMP FIN1 ;REGRESA
1040
1041
1042 E531 A6 10 CD100 LDA #510 ;INICIALIZA D100
1043 E533 B7 18 STA D100
1044 E535 CC E6 B2 JMP FIN1 ;REGRESA
1045 E538 B6 2B CMP005 LDA SELDAT ;SELDAT =5 ?
1046 E53A A1 05 CMP #505
1047 E53C 26 27 E565 BNE CMP006 ;NO, COMPARALO CON 6
1048 E53E B6 18 LDA D100 ;D100 >= 3?
1049 E540 A4 0F AND #50F
1050 E542 A1 03 CMP #503
1051 E544 27 14 E55A BEQ VERD10 ;SI, VERIFICA D10
1052 E546 B6 17 LDA D10 ;NO, D10 >=9 ?
1053 E548 A4 0F AND #50F
1054 E54A A1 09 INCD10 CMP #509
1055 E54C 27 05 E553 BEQ CD10 ;SI, CLEAR D10
1056 E54E 3C 17 INC D10 ;NO, INCREMENTA D10
1057 E550 CC E6 B2 JMP FIN1 ;REGRESA
1058 E553 A6 20 CD10 LDA #520 ;INICIALIZA D10
1059 E555 B7 17 STA D10
1060 E557 CC E6 B2 JMP FIN1 ;REGRESA
1061 E55A B6 17 VERD10 LDA D10 ;D10 >= 6?
1062 E55C A4 0F AND #50F
1063 E55E A1 06 CMP #506
1064 E560 24 F1 E553 BHS CD10 ;SI, CLEAR D10
1065 E562 CC E5 4A JMP INCD10 ;NO, INCREMENTA D10
1066 E565 B6 2B CMP006 LDA SELDAT ;SELDAT = 6?
1067 E567 A1 06 CMP #506
1068 E569 27 07 E572 BEQ INITD1 ;SI, INICIALIZA D1
1069 E56B A6 04 LDA #504 ;NO INICIALIZA SELDAT
1070 E56D B7 2B STA SELDAT
1071 E56F CC E6 B2 JMP FIN1 ;REGRESA

```

```

1072 E572 B6 18          INITD1  LDA  D100          ;D100>= 3?
1073 E574 A4 0F          AND   #$0F
1074 E576 A1 03          CMP   #$03
1075 E578 24 0D          E587   BHS  VD106          ;SI, VERIFICA SI D10 >6
1076 E57A B6 16          INCD1  LDA  D1           ;NO, D1>=9?
1077 E57C A4 0F          AND   #$0F
1078 E57E A1 09          CMP   #$09
1079 E580 24 1B          E59D   BHS  CD1           ;SI, CLEAR D1
1080 E582 3C 16          INC   D1           ;NO, INCREMENTA D1
1081 E584 CC E6 B2          JMP   FIN1          ;REGRESA
1082 E587 B6 17          VD106  LDA  D10           ;D10 >=6?
1083 E589 A4 0F          AND   #$0F
1084 E58B A1 06          CMP   #$06
1085 E58D 24 03          E592   BHS  VD16          ;SI, VERIFICA SI D1>=6
1086 E58F CC E5 7A          JMP   INCD1         ;NO, VE A INCREMENTAR D1
1087 E592 B6 16          VD16  LDA  D1           ;D1>=6?
1088 E594 A4 0F          AND   #$0F
1089 E596 A1 06          CMP   #$06
1090 E598 24 03          E59D   BHS  CD1           ;SI, CLEAR D1
1091 E59A CC E5 7A          JMP   INCD1         ;NO, INCREMENTA D1
1092 E59D A6 30          CD1   LDA  #$30          ;CLEAR D1
1093 E59F B7 16          STA  D1
1094 E5A1 CC E6 B2          JMP   FIN1
1095                      ;
1096                      ;*****
1097                      ;
1098                      ;      INICIALIZACION DEL RELOJ AUXILIAR
1099                      ;
1100                      ;*****
1101                      ;
1102 E5A4 B6 00          R_AUX  LDA  PUER_A          ;SELECCIONA MODO DE
1103                      ;      DESPLIEGUE
1104 E5A6 A4 04          AND   #$04
1105 E5A8 27 03          E5AD   BEQ  M_IIA          ;PB2=0, VE A MODO II
1106                      ;      DEL RELOJ AUX
1107 E5AA CC E4 4B          JMP   MOD_I          ;PB2=1, VE A MODO I
1108                      ;      DEL RELOJ AUX.

```

```

1109 ;
1110 ;*****
1111 ;
1112 ; MODO II DEL RELOJ AUXILIAR EN EL CUAL
1113 ; SE INICIALIZA EL DIA DEL MES, MES Y ANO
1114 ;*****
1115 ;
1116 E5AD B6 2B M_IIA LDA SELDAT ;SELDAT = 01 ?
1117 E5AF A1 01 CMP #S01
1118 E5B1 26 22 E5D5 BNE CMP02 ;NO, COMPARA CON 02
1119 E5B3 C6 80 07 LDA DM_AUX ;ACC =DM_AUX
1120 E5B6 A4 0F AND #S0F ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1121 E5B8 B7 1D STA VTEMP ;VTEMP = ACC
1122 E5BA C6 80 07 LDA DM_AUX ;ACC = DM_AUX
1123 E5BD A4 F0 AND #SFO ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1124 E5BF A1 30 CMP #S30 ;ES EL DIA 30 ?
1125 E5C1 27 0A E5CD BEQ CDM10 ;SI, CLEAR DM10
1126 E5C3 AB 10 ADD #S10 ;NO, INCREMENTA DM10
1127 E5C5 BA 1D ORA VTEMP ;ENSAMBLA NUEVO VALOR
1128 E5C7 C7 80 07 STA DM_AUX
1129 E5CA CC E6 B2 JMP FIN1
1130 E5CD B6 1D CDM10 LDA VTEMP ;INICIALIZA DM10
1131 E5CF C7 80 07 STA DM_AUX
1132 E5D2 CC E6 B2 JMP FIN1
1133 E5D5 A1 02 CMP02 CMP #S02 ;SELDAT = 02 ?
1134 E5D7 26 31 BNE CMP03 ;NO, COMPARALO CON 03
1135 E5D9 C6 80 07 LDA DM_AUX ;ACC =DM_AUX
1136 E5DC A4 F0 AND #SFO ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1137 E5DE B7 1D STA VTEMP ;VTEMP = ACC
1138 E5E0 A1 30 CMP #S30 ;ES EL DIA 30?
1139 E5E2 24 1A E5FE BHS VERDM1 ;SI, VERIFICA DM1
1140 E5E4 C6 80 07 INCDM1 LDA DM_AUX ;NO, ACC = DM_AUX
1141 E5E7 A4 0F AND #S0F ;ACC = 0, DM1
1142 E5E9 A1 09 CMP #S09 ;DM1 >= 9 ?
1143 E5EB 24 09 E5F6 BHS CDM1 ;SI, CLEAR DM1
1144 E5ED 4C INCA ;NO, INCREMENTA DM1
1145 E5EE BA 1D ORA VTEMP ;ACC = DM10,DM1
1146 E5F0 C7 80 07 STA DM_AUX
1147 E5F3 CC E6 B2 JMP FIN1
1148
1149
1150 E5F6 B6 1D CDM1 LDA VTEMP ;CLEAR DM1
1151 E5F8 C7 80 07 STA DM_AUX
1152 E5FB CC E6 B2 JMP FIN1 ;REGRESA
1153 E5FE C6 80 07 VERDM1 LDA DM_AUX ;ACC = DM_AUX
1154 E601 A4 0F AND #S0F ;LEE NIBBLE BAJO
1155 E603 A1 01 CMP #S01 ;DM1 >=1 ?
1156 E605 24 EF E5F6 BHS CDM1 ;SI, VE A CLAREAR DM1
1157 E607 CC E5 E4 JMP INCDM1 ;NO, INCREMENTA DM1

```

```

1158 E60A A1 03          CMP03  CMP  #S03          ;SELDAT = 03 ?
1159 E60C 26 22          BNE  CMP04          ;NO, COMPARALO CON 04 ?
1160 E60E C6 80 08      LDA  M_AUX          ;ACC = M_AUX
1161 E611 A4 0F          AND  #S0F          ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1162 E613 B7 1D          STA  VTEMP          ;VTEMP = ACC
1163 E615 C6 80 08      LDA  M_AUX          ;ACC = M_AUX
1164 E618 A4 F0          AND  #S0F          ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1165 E61A A1 10          CMP  #S10          ;MES10 >=1 ?
1166 E61C 24 0A          E628  BHS  CMES10        ;SI, CLEAR MES10
1167 E61E AB 10          ADD  #S10          ;NO, INCREMENTA MES10
1168 E620 BA 1D          ORA  VTEMP          ;ENSAMBLA NUEVO VALOR
1169 E622 C7 80 08      STA  M_AUX
1170 E625 CC E6 B2      JMP  FIN1
1171 E628 B6 1D          CMES10 LDA VTEMP          ;INICIALIZA MES10
1172 E62A C7 80 08      STA  M_AUX
1173 E62D CC E6 B2      JMP  FIN1          ;REGRESA
1174 E630 A1 04          CMP04  CMP  #S04          ;SELDAT = 04 ?
1175 E632 26 2F          BNE  CMP05          ;NO, VERIFICA SELDAT=05
1176 E634 C6 80 08      LDA  M_AUX          ;ACC = M_AUX
1177 E637 A4 F0          AND  #S0F          ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1178 E639 B7 1D          STA  VTEMP          ;VTEMP = ACC
1179 E63B 26 1A          E657  BNE  VMES1          ;SI MES10 NO ES CERO
1180                               ;VERIFICA MES1
1181 E63D C6 80 08      ; INMES1 LDA M_AUX          ;ACC = M_AUX
1182 E640 A4 0F          AND  #S0F          ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1183 E642 A1 09          CMP  #S09          ;MES1 >=9 ?
1184 E644 24 09          E64F  BHS  CMES1          ;SI, CLEAR MES1
1185 E646 4C          INCA
1186 E647 BA 1D          ORA  VTEMP          ;NO, INCREMENTA MES1
1187 E649 C7 80 08      STA  M_AUX          ;ACC = MES10,MES1
1188 E64C CC E6 B2      JMP  FIN1          ;REGRESA
1189 E64F B6 1D          CMES1 LDA VTEMP          ;INICIALIZA MES1
1190 E651 C7 80 08      STA  M_AUX
1191 E654 CC E6 B2      JMP  FIN1          ;REGRESA
1192 E657 C6 80 08      VMES1 LDA M_AUX          ;MES1>= 2?
1193 E65A A4 0F          AND  #S0F
1194 E65C A1 02          CMP  #S02
1195 E65E 24 EF          E64F  BHS  CMES1          ;SI, CLEAR MES1
1196 E660 CC E6 3D      JMP  INMES1        ;NO, INCREMENTA MES1
1197 E663 A1 05          CMP05  CMP  #S05          ;SELDAT = 05 ?
1198 E665 26 22          BNE  CMP06
1199 E667 C6 80 09      LDA  YEAR          ;ACC = YEAR
1200 E66A A4 0F          AND  #S0F          ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1201 E66C B7 1D          STA  VTEMP          ;VTEMP = (0, YEAR1)
1202
1203

```

```

1204 E66E C6 80 09          LDA YEAR          ;ACC = YEAR
1205 E671 A4 F0          AND  #$F0         ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1206                      ;                               ACC= (YEAR10,0)
1207 E673 A1 90          CMP  #$90         ;COMPARALO CON 90
1208 E675 24 0A          BHS  CYEAR       ;SI, YEAR10 = 9
1209                      ;                               ENTONCES BORRALO
1210 E677 AB 10          ADD  #$10         ;NO, INCREMENTA YEAR10
1211 E679 BA 1D          ORA  VTEMP       ;ACC = (YEAR10,YEAR1)
1212 E67B C7 80 09          STA  YEAR       ;YEAR = ACC
1213 E67E CC E6 B2          JMP  FIN1       ;REGRESA
1214 E681 B6 1D          CYEAR LDA VTEMP  ;CLEAR YEAR
1215 E683 C7 80 09          STA  YEAR
1216 E686 CC E6 B2          JMP  FIN1       ;REGRESA
1217 E689 A1 06          CMP06 CMP  #$06   ;SELDAT = 06 ?
1218 E68B 27 07          BEQ  YEAR1     ;SI, INCREMENTA YEAR1
1219 E68D A6 01          LDA  #$01     ;NO, INICIALIZA SELDAT
1220 E68F B7 2B          STA  SELDAT
1221 E691 CC E6 B2          JMP  FIN1     ;REGRESA
1222 E694 C6 80 09          YEAR1 LDA YEAR   ;ACC = YEAR
1223 E697 A4 F0          AND  #$F0     ;ACC = (YEAR10,0)
1224 E699 B7 1D          STA  VTEMP   ;VTEMP = ACC
1225 E69B C6 80 09          LDA  YEAR    ;ACC = YEAR
1226 E69E A4 0F          AND  #$0F    ;ACC = (0,YEAR1)
1227 E6A0 A1 09          CMP  #$09    ;YEAR1 >= 9?
1228 E6A2 24 09          E6AD BHS CYEAR1 ;SI, INICIALIZA YEAR1
1229 E6A4 4C          INCA
1230 E6A5 BA 1D          ORA  VTEMP   ;ACC= YEAR10,YEAR1
1231 E6A7 C7 80 09          STA  YEAR
1232 E6AA CC E6 B2          JMP  FIN1     ;REGRESA
1233 E6AD B6 1D          CYEAR1 LDA VTEMP ;ACC = (YEAR10,0)
1234 E6AF C7 80 09          STA  YEAR
1235 E6B2 81          FIN1 RTS      ;REGRESA
1236                      ;

```

```

1237      ;
1238      ;*****
1239      ;
1240      ;          SUBROUTINA "ACTRI" QUE ACTUALIZA
1241      ;          EL BUFFER DE DATOS DE FECHA Y
1242      ;          HORA DEL RELOJ INTERNO
1243      ;*****
1244      ;
1245 E6B3 3C 10      ACTRI   INC  S1          ;INCREMENTA SEGUNDOS
1246 E6B5 B6 10      LDA  S1          ;SON 09 SEGUNDOS?
1247 E6B7 A4 0F      AND  #$0F
1248 E6B9 A1 0A      CMP  #$0A
1249 E6BB 27 04      BEQ  SIGUE          ;SI, ACTUALIZA DECENAS
1250                                     DE SEGUNDOS
1251 E6BD CD E4 0B      FINI   JSR  ALMHRA        ;ALMACENA HORA EN RAM
1252                                     DE RELOJ AUX.
1253 E6C0 81                                     RTS          ;REGRESA A ESPERAR
1254                                     NUEVA INT.
1255 E6C1 A6 30      SIGUE  LDA  #$30          ;INICIALIZA S1
1256 E6C3 B7 10      STA  S1
1257 E6C5 B6 11      LDA  S10         ;CHECA DECENAS DE SEGS.
1258 E6C7 A4 0F      AND  #$0F          ;SON 60 s ?
1259 E6C9 A1 05      CMP  #$05
1260 E6CB 27 05      BEQ  LIMPIA        ;SI, INICIALIZA S10 E
1261                                     INC. MINS
1262 E6CD 3C 11      INC  S10         ;NO, INCREMENTA S10
1263 E6CF CC E6 BD      JMP  FINI          ;REGRESA A ESPERAR
1264                                     NUEVA INT.
1265 E6D2 A6 20      LIMPIA LDA  #$20          ;DESP. CERO POR DIG2.
1266 E6D4 B7 11      STA  S10         ;S10=20
1267 E6D6 B6 12      LDA  M1          ;CHECA UNIDS. DE MINUTOS
1268 E6D8 A4 0F      AND  #$0F          ;M1=9?
1269 E6DA A1 09      CMP  #$09
1270 E6DC 27 05      BEQ  SALTA          ;SI, ACTUALIZA A M10
1271 E6DE 3C 12      INC  M1          ;NO, INCREMENTA M1
1272 E6E0 CC E6 BD      JMP  FINI          ;REGRESA A ESPERAR
1273                                     NUEVA INT.

```

```

1274 E6E3 CC E7 23          SALTA  JMP  SALT1      ;VE A SALT1
1275 E6E6 A6 00          LIMP1  LDA  #$00      ;INICIALIZA M10
1276 E6E8 B7 13          STA   M10          ;M10=0
1277 E6EA B6 15          LDA   H10         ;CHECA DECENAS DE HORAS
1278 E6EC A4 0F          AND   #$0F
1279 E6EE A1 02          CMP   #$02        ;SON MAS DE LAS 20 HORAS
1280 E6F0 27 0D          BEQ   CHECH1      ;SI, CHECA UNIDADES
1281                      ;
1282 E6F2 B6 14          LDA   H1          ;NO, CARGA ACUMULADOR
1283                      ;
1284 E6F4 A4 0F          AND   #$0F
1285 E6F6 A1 09          CMP   #$09        ;ES H1=9?
1286 E6F8 27 12          BEQ   LIMP2      ;SI, VE A INICIALIZAR H1
1287 E6FA 3C 14          INC   H1          ;NO, INCREMENTA H1
1288 E6FC CC E6 BD        JMP   FINI        ;REGRESA A ESPERAR
1289                      ;
1290 E6FF B6 14          CHECH1 LDA  H1      ;CARGA ACUMULADOR CON H1
1291 E701 A4 0F          AND   #$0F
1292 E703 A1 03          CMP   #$03        ;SON 24 HORAS?
1293 E705 27 0E          BEQ   LIMP3      ;SI, VE A INICIALIZAR A
1294                      ;
1295 E707 3C 14          INC   H1          ;NO, INCREMENTA UNIDADES
1296                      ;
1297 E709 CC E6 BD        JMP   FINI        ;REGRESA A ESPERAR
1298                      ;
1299 E70C A6 30          LIMP2  LDA  #$30    ;INICIALIZA H1
1300 E70E B7 14          STA   H1          ;H1=30
1301 E710 3C 15          INC   H10         ;INCREMENTA H10
1302 E712 CC E6 BD        JMP   FINI        ;SIGUE PROCESO DE MUEST.
1303 E715 A6 30          LIMP3  LDA  #$30    ;INICIALIZA H1
1304 E717 B7 14          STA   H1          ;H1=30
1305 E719 A6 20          LDA   #$20        ;INICIALIZA H10
1306 E71B B7 15          STA   H10        ;H10=20
1307 E71D CC E7 34        JMP   ACTDIA      ;ACTUALIZA DIA DEL A%O.
1308 E720 CC E6 E6        SLIMP  JMP   LIMP1   ;SALTA A LIMP1
1309 E723 A6 10          SALT1  LDA  #$10    ;INICIALIZA A M1
1310 E725 B7 12          STA   M1          ;M1=10
1311 E727 B6 13          LDA   M10        ;CHECA DECENAS DE MIN.
1312 E729 A4 0F          AND   #$0F
1313 E72B A1 05          CMP   #$05        ;M10=5?
1314 E72D 27 F1          BEQ   SLIMP      ;SI, SALTA A SLIMP E
1315                      ;
1316 E72F 3C 13          INC   M10        ;NO, INCREMENTA M10
1317 E731 CC E6 BD        JMP   FINI        ;REGRESA A ESPERAR
1318                      ;

```

```

1319 E734 B6 18      ACTDIA LDA D100      ;D100>= 3?
1320 E736 A4 0F      AND  #$0F
1321 E738 A1 03      CMP  #$03
1322 E73A 24 0D      E749 BHS VRD106     ;SI, VERIFICA SI D10 >6
1323
1324
1325 E73C B6 16      INCDIA LDA D1        ;NO, D1>=9?
1326 E73E A4 0F      AND  #$0F
1327 E740 A1 09      CMP  #$09
1328 E742 24 1B      E75F BHS CRD1       ;SI, VE A CLEAR D1
1329 ;                E INC. D10
1330 E744 3C 16      INC  D1            ;NO, INCREMENTA D1
1331 E746 CC E6 BD   JMP  FINI         ;REGRESA
1332 E749 B6 17      VRD106 LDA D10      ;D10 >=6?
1333 E74B A4 0F      AND  #$0F
1334 E74D A1 06      CMP  #$06
1335 E74F 24 03      E754 BHS VRD16     ;SI, VERIFICA SI D1>=6
1336 E751 CC E7 3C   JMP  INCDIA      ;NO, VE A INCREMENTAR D1

1337 E754 B6 16      VRD16 LDA D1        ;D1>=6?
1338 E756 A4 0F      AND  #$0F
1339 E758 A1 06      CMP  #$06
1340 E75A 24 1D      E779 BHS CRDIAS     ;SI, CLEAR DIAS
1341 E75C CC E7 3C   JMP  INCDIA      ;NO, INCREMENTA D1
1342 E75F A6 30      CRD1  LDA #$30    ;CLEAR D1
1343 E761 B7 16      STA  D1
1344 E763 B6 17      LDA  D10         ;D10 >=9 ?
1345 E765 A4 0F      AND  #$0F
1346 E767 A1 09      CMP  #$09
1347 E769 24 05      E770 BHS CRD10     ;SI, VE A CLEAR D10
1348 E76B 3C 17      INC  D10         ;NO, INCREMENTA D10
1349 E76D CC E6 BD   JMP  FINI         ;REGRESA
1350 E770 A6 20      CRD10 LDA #$20    ;CLEAR D10
1351 E772 B7 17      STA  D10
1352 E774 3C 18      INC  D100       ;INCREMENTA D100
1353 E776 CC E6 BD   JMP  FINI         ;REGRESA
1354 E779 A6 31      CRDIAS LDA #$31    ;CLEAR D1
1355 E77B B7 16      STA  D1
1356 E77D A6 20      LDA  #$20       ;CLEAR D10
1357 E77F B7 17      STA  D10
1358 E781 A6 10      LDA  #$10       ;CLEAR D100
1359 E783 B7 18      STA  D100
1360 E785 CC E6 BD   JMP  FINI         ;REGRESA
1361 ;

```

```

1362 ;*****
1363 ;
1364 ; SUBROUTINA "INRI" QUE INICIALIZA
1365 ; BUFFER DE DATOS DE LA HORA DEL
1366 ; DEL RELOJ INTERNO CON LOS DATOS
1367 ; DEL BUFFER DEL REL_AUX
1368 ;*****
1369 ;
1370 E788 9B INRI SEI ;DESHABILITA IRQ
1371 E789 A6 1A LDA #$1A ;HABILITA INT. UPDATE
1372 E78B C7 80 0B STA RB_AUX
1373 E78E C6 80 0C LDA RC_AUX ;CLEAR BANDERAS DE
1374 ; ; INTERRUPCION
1375 E791 C6 80 0D LDA RD_AUX ;CLEAR UP
1376 E794 2F FE E794 LOOP1 BIH LOOP1 ;ESPERA QUE LA LINEA
1377 ; ; IRQ SEA BAJA
1378 ;
1379 ;
1380 E796 C6 80 00 CDATOS LDA SECAUX ;LEE SEGUNDOS DE REL_AUX
1381 E799 B7 1D STA VTEMP ;ALMACENA DATO
1382 ; ; TEMPORALMENTE
1383 E79B A4 0F AND #$0F
1384 E79D AA 30 ORA #$30
1385 E79F B7 10 STA S1 ;ACTUALIZA UNIDADES DE
1386 ; ; SEGUNDOS
1387 E7A1 B6 1D LDA VTEMP ;ACTUALIZA DECENAS DE
1388 ; ; SEGUNDOS
1389 E7A3 A4 F0 AND #$F0
1390 E7A5 44 LSRA
1391 E7A6 44 LSRA
1392 E7A7 44 LSRA
1393 E7A8 44 LSRA
1394 E7A9 AA 20 ORA #$20
1395 E7AB B7 11 STA S10
1396 E7AD C6 80 02 LDA MI_AUX ;LEE MINUTOS DE REL_AUX.
1397 E7B0 B7 1D STA VTEMP ;GUARDA TEMPORALMENTE
1398 ; ; EL DATO
1399 E7B2 A4 0F AND #$0F ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1400 E7B4 AA 10 ORA #$10 ;ENSAMBLA CODIGO DE
1401 ; ; DESPLIEGUE
1402 E7B6 B7 12 STA M1 ;ACTUALIZA UNIDADES
1403 ; ; DE MINUTOS
1404 E7B8 B6 1D LDA VTEMP ;LEE DATO TEMPORAL
1405 E7BA A4 F0 AND #$F0 ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1406 E7BC 44 LSRA
1407 E7BD 44 LSRA
1408 E7BE 44 LSRA
1409 E7BF 44 LSRA
1410 E7C0 B7 13 STA M10 ;ACTUALIZA DECENAS
1411 ; ; DE MINUTOS

```

```

1412 E7C2 C6 80 04          LDA H_AUX          ;LEE HORAS DE REL_AUX
1413 E7C5 B7 1D            STA VTEMP          ;GUARDA TEMPORALMENTE
1414                          ;          EL DATO
1415 E7C7 A4 0F            AND #$0F           ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1416 E7C9 AA 30            ORA  #$30          ;ENSAMBLA CODIGO DE
1417                          ;          DESPLIEGUE
1418 E7CB B7 14            STA H1             ;ACTUALIZA UNIDADES DE
1419                          ;          HORAS
1420 E7CD B6 1D            LDA VTEMP          ;LEE DATO TEMPORAL
1421 E7CF A4 F0            AND  #$F0         ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1422 E7D1 44              LSRA
1423 E7D2 44              LSRA
1424 E7D3 44              LSRA
1425 E7D4 44              LSRA
1426 E7D5 AA 20          ORA  #$20          ;ENSAMBLA CODIGO DE
1427                          ;          DESPLIEGUE
1428 E7D7 B7 15            STA H10           ;ACTUALIZA DEC. DE HORAS

1429 E7D9 C6 80 0C          LDA RC_AUX        ;CLEAR BANDERAS DEL
1430                          ;          REGISTRO C AUX.
1431 E7DC A6 0A            LDA  #$0A         ;DESHABILITA
1432                          ;          INTERRUPCION UPDATE
1433 E7DE C7 80 0B          STA RB_AUX
1434 E7E1 C6 80 0D          LDA RD_AUX
1435 E7E4 81              RTS                ;REGRESA
1436
1437
1438                          ;
1439                          ;*****
1440                          ;
1441                          ;   SUBROUTINA "VISUAL" QUE DESPLIEGA
1442                          ;   INFORMACION DE LA HORA Y FECHA
1443                          ;   DE LOS RELOJES INTERNO Y AUX.,
1444                          ;   EN DOS MODOS DE DESPLIEGUE:
1445                          ;   MODO_I Y MODO_II
1446                          ;*****
1447                          ;
1448 E7E5 B6 00          VISUAL LDA PUER_A   ;SELECCIONA EL RELOJ:
1449                          ;          INTERNO O AUX.
1450 E7E7 A4 02          AND  #$02
1451 E7E9 27 03          BEQ RELINT        ;PA1 =0, RELOJ INTERNO
1452 E7EB CC E8 4D          JMP RELAUX         ;PA1 =1, RELOJ_AUX
1453 E7EE B6 00          RELINT LDA PUER_A ;SELECCIONA MODO DE
1454                          ;          DESPLIEGUE
1455 E7F0 A4 04          AND  #$04
1456 E7F2 26 03          BNE MODIM         ;PA2 = 1, ES MODO_I
1457 E7F4 CC E8 22          JMP MODIIM        ;PA2 = 0, ES MODO_II

```

1458	E7F7	B6	2B	MODIM	LDA	SELDAT	;DESPLIEGA SELDAT
1459	E7F9	C7	C0 00		STA	PS2	
1460	E7FC	A6	10		LDA	#\$10	;CLEAR DIG7.
1461	E7FE	C7	C0 00		STA	PS2	
1462	E801	B6	10		LDA	S1	;DESPLIEGA UNIDADES DE SEGUNDOS
1463							
1464	E803	C7	A0 00		STA	PS1	
1465	E806	B6	11		LDA	S10	;DESPLIEGA DECENAS DE SEGUNDOS
1466							
1467	E808	C7	A0 00		STA	PS1	
1468	E80B	B6	12		LDA	M1	;DESPLIEGA UNIDADES DE MINUTOS
1469							
1470	E80D	C7	A0 00		STA	PS1	
1471	E810	B6	13		LDA	M10	;DESPLIEGA DECENAS DE MINUTOS
1472							
1473	E812	C7	A0 00		STA	PS1	
1474	E815	B6	14		LDA	H1	;DESPLIEGA UNIDADES DE HORAS
1475							
1476	E817	C7	C0 00		STA	PS2	
1477	E81A	B6	15		LDA	H10	;DESPLIEGA DECENAS DE HORAS
1478							
1479	E81C	C7	C0 00		STA	PS2	
1480	E81F	CC	E8 7A		JMP	RETURN	;REGRESA
1481	E822	B6	2B	MODIIM	LDA	SELDAT	;DESPLIEGA SELDAT
1482	E824	C7	C0 00		STA	PS2	
1483	E827	A6	00		LDA	#\$00	;CLEAR DIGITO 4
1484	E829	C7	A0 00		STA	PS1	
1485	E82C	B6	16		LDA	D1	;DESPLIEGA UNIDADES DEL DIA DEL A%O
1486							
1487	E82E	C7	A0 00		STA	PS1	
1488	E831	B6	17		LDA	D10	;DESPLIEGA DECENAS DEL DIA DEL A%O
1489							
1490	E833	C7	A0 00		STA	PS1	
1491	E836	B6	18		LDA	D100	;DESPLIEGA CENTENAS DEL DIA DEL A%O
1492							
1493	E838	C7	A0 00		STA	PS1	
1494	E83B	B6	19		LDA	NS1	;DESPLIEGA NUMERO DE SERIE DEL RELOJ
1495							;DESPLIEGA UNIDADES
1496	E83D	C7	C0 00		STA	PS2	;DESPLIEGA UNIDADES
1497	E840	B6	1A		LDA	NS10	;DESPLIEGA DECENAS DE NS
1498	E842	C7	C0 00		STA	PS2	
1499	E845	B6	1B		LDA	NS100	;LEE CENTENAS DE NS
1500	E847	C7	C0 00		STA	PS2	;DESPLIEGA CENTENAS
1501	E84A	CC	E8 7A		JMP	RETURN	;REGRESA
1502							
1503							

```

1504 E84D B6 2A          RELAX  LDA  FINIT      ;SE ESTA EN MODO INIT?
1505 E84F 27 03          E854   BEQ  CR_AUX      ;NO, CONTINUA CON
1506                   ;                RELOJ AUX
1507 E851 CC E8 5E          JMP  UPDATE      ;SI, DESPLIEGA DATOS
1508 E854 C6 80 0C          CR_AUX LDA  RC_AUX      ;ESTAN ACCESIBLES LOS
1509                   ;                DATOS DEL REL_AUX?
1510 E857 A4 10                   AND  #$10
1511 E859 26 03          E85E   BNE  UPDATE      ;SI, DESPLIEGA DATOS
1512 E85B CD E9 24          JSR  RET5MS      ;NO, RETARDA 5 ms
1513 E85E B6 2B          UPDATE LDA  SELDAT      ;DESPLIEGA SELDAT
1514 E860 C7 C0 00          STA  PS2
1515 E863 A6 10          LDA  #$10        ;CLEAR DIGITO 7
1516 E865 C7 C0 00          STA  PS2
1517 E868 B6 00          LDA  PUER_A      ;SELECCIONA MODO DE
1518                   ;                DESPLIEGUE
1519 E86A A4 04                   AND  #$04
1520 E86C 26 03          E871   BNE  MODIA      ;PB2=1, MODO I DEL
1521                   ;                DEL RELOJ AUX.
1522 E86E CC E8 77                   JMP  MODIIA      ;PB2=0, MODO II DEL
1523                   ;                RELOJ AUX.
1524 E871 CD E8 7E          MODIA JSR  B_AUX1      ;LLAMA RUTINA QUE LEE
1525                   ;                BUFFER DE HORA
1526 E874 CC E8 7A          JMP  RETURN      ;REGRESA
1527 E877 CD E8 C8          MODIIA JSR  B_AUX2      ;LLAMA RUTINA QUE LEE
1528                   ;                Y DESPLIEGA BUFFER
1529                   ;                DE LA FECHA
1530 E87A C6 80 0C          RETURN LDA  RC_AUX   ;BORRA BANDERAS REL_AUX
1531 E87D 81                   RTS              ;REGRESA
1532
1533
1534                   ;
1535                   ;*****
1536                   ; SUBROUTINA "B_AUX1" LEE Y DESPLIEGA
1537                   ; (MODO I) LA HORA CONTENIDA EN EL
1538                   ; BUFFER AUXILIAR
1539                   ;*****
1540                   ;
1541 B_AUX1 LDA  SECAUX      ;LEE SEGUNDOS DEL
1542                   ;                REL_AUX
1543                   STA  VTEMP      ;GUARDA TEMPORALMENTE
1544                   ;                EL DATO
1545                   AND  #$0F      ;SOLO TOMA NIBBLE BAJO
1546 E885 AA 30                   ORA  #$30        ;ENSAMBLA CODIGO DE
1547                   ;                DESPLIEGUE
1548 E887 C7 A0 00          STA  PS1        ;DESPLIEGA UNIDADES
1549                   ;                DE SEGUNDOS

```

```

1550 E88A B6 1D          LDA VTEMP          ;RECUPERA VALOR TEMPORAL
1551 E88C A4 FO          AND # $FO          ;SOLO TOMA NIBBLE ALTO
1552 E88E 44            LSRA
1553 E88F 44            LSRA
1554 E890 44            LSRA
1555 E891 44            LSRA
1556 E892 AA 20         ORA # $20          ;ENSAMBLA CODIGO DE
1557                    ; DESPLIEGUE
1558 E894 C7 A0 00     STA PS1            ;DESPLIEGA DECENAS
1559                    ; DE SEGUNDOS
1560 E897 C6 80 02     LDA MI_AUX         ;LEE MINUTOS DE REL_AUX
1561 E89A B7 1D         STA VTEMP          ;GUARDA DATO
1562                    ; TEMPORALMENTE
1563 E89C A4 OF         AND # $OF          ;SOLO LEE NIBBLE BAJO
1564 E89E AA 10         ORA # $10          ;ENSAMBLA CODIGO DE
1565                    ; DESPLIEGUE
1566 E8A0 C7 A0 00     STA PS1            ;DESPLIEGA UNIDADES
1567                    ; DE MINUTOS
1568 E8A3 B6 1D         LDA VTEMP          ;RECUPERA DATO TEMPORAL
1569 E8A5 A4 FO          AND # $FO          ;LEE NIBBLE ALTO
1570 E8A7 44            LSRA
1571 E8A8 44            LSRA
1572 E8A9 44            LSRA
1573 E8AA 44            LSRA
1574 E8AB C7 A0 00     STA PS1            ;DESPLIEGA DEC. HORAS
1575 E8AE C6 80 04     LDA H_AUX         ;LEE HORAS DE REL_AUX
1576 E8B1 B7 1D         STA VTEMP          ;GUARDA DATO TEMPOR.

1577 E8B3 A4 OF         AND # $OF          ;LEE NIBBLE BAJO
1578 E8B5 AA 30         ORA # $30          ;ENSAMBLA CODIGO DE
1579                    ; DESPLIEGUE
1580 E8B7 C7 C0 00     STA PS2            ;DESPLIEGA UNIDADES
1581                    ; DE HORAS
1582 E8BA B6 1D         LDA VTEMP          ;RECUPERA DATO TEMPORAL
1583 E8BC A4 FO          AND # $FO          ;LEE NIBBLE ALTO
1584 E8BE 44            LSRA
1585 E8BF 44            LSRA
1586 E8C0 44            LSRA
1587 E8C1 44            LSRA
1588 E8C2 AA 20         ORA # $20          ;ENSAMBLA CODIGO
1589                    ; DE DESPLIEGUE
1590 E8C4 C7 C0 00     STA PS2            ;DESPLIEGA DEC. HORAS
1591 E8C7 81           RTS                ;REGRESA
1592
1593

```

```

1594 ;
1595 ;*****
1596 ; SUBROUTINA "B_AUX2" LEE Y DESPLIEGA
1597 ; (MODO II) LA FECHA CONTENIDA EN
1598 ; EL BUFFER AUXILIAR
1599 ;*****
1600 ;
1601 E8C8 C6 80 09 B_AUX2 LDA YEAR ;LEE A%O DE REL_AUX
1602 E8CB B7 1D STA VTEMP ;GUARDA TEMPORALMENTE
1603 ; EL DATO
1604 E8CD A4 0F AND #%0F ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1605 E8CF AA 30 ORA #%30 ;ENSAMBLA CODIGO DE
1606 ; DESPLIEGUE
1607 E8D1 C7 A0 00 STA PS1 ;ACTUALIZA UNIDADES
1608 ; DE YEAR
1609 E8D4 B6 1D LDA VTEMP ;LEE DATO TEMPORAL
1610 E8D6 A4 F0 AND #%F0 ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1611 E8D8 44 LSRA
1612 E8D9 44 LSRA
1613 E8DA 44 LSRA
1614 E8DB 44 LSRA
1615 E8DC AA 20 ORA #%20 ;ENSAMBLA CODIGO DE
1616 ; DESPLIEGUE
1617 E8DE C7 A0 00 STA PS1 ;DESPLIEGA DECENAS
1618 ; DE YEAR
1619 E8E1 C6 80 08 LDA M_AUX ;LEE MES DE REL_AUX
1620 E8E4 B7 1D STA VTEMP ;GUARDA TEMPORALMENTE
1621 ; EL DATO
1622 E8E6 A4 0F AND #%0F ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1623 E8E8 AA 10 ORA #%10 ;ENSAMBLA CODIGO DE
1624 ; DESPLIEGUE
1625 E8EA C7 A0 00 STA PS1 ;DESPLIEGA UNIDADES
1626 ; DE MES
1627 E8ED B6 1D LDA VTEMP ;LEE DATO TEMPORAL
1628 E8EF A4 F0 AND #%F0 ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1629 E8F1 44 LSRA
1630 E8F2 44 LSRA
1631 E8F3 44 LSRA
1632 E8F4 44 LSRA
1633 E8F5 C7 A0 00 STA PS1 ;DESPLIEGA DECENAS
1634 ; DE MES
1635 E8F8 C6 80 07 LDA DM_AUX ;LEE DIA DEL MES
1636 ; DE REL_AUX
1637 E8FB B7 1D STA VTEMP ;GUARDA TEMPORALMENTE
1638 ; EL DATO
1639 E8FD A4 0F AND #%0F ;TOMA SOLO NIBBLE BAJO
1640 E8FF AA 30 ORA #%30 ;ENSAMBLA CODIGO DE
1641 ; DESPLIEGUE

```

```

1642 E901 C7 C0 00          STA PS2          ;DESPLIEGA UNID. DE DM
1643 E904 B6 1D          LDA VTEMP       ;LEE DATO TEMPORAL
1644 E906 A4 F0          AND #F0         ;TOMA SOLO NIBBLE ALTO
1645 E908 44            LSRA
1646 E909 44            LSRA
1647 E90A 44            LSRA
1648 E90B 44            LSRA
1649 E90C AA 20          ORA #F20        ;ENSAMBLA CODIGO
1650                      ; DE DESPLIEGUE
1651 E90E C7 C0 00          STA PS2          ;DESPLIEGA DEC. DE DM
1652 E911 81            RTS             ;REGRESA
1653                      ;
1654                      ;
1655                      ;
1656                      ;
1657                      ;=====
1658                      ;
1659                      ;_____ SUBRUTINAS PARA GENERAR RETARDOS _____
1660                      ;
1661                      ;
1662                      ; I. RETARDO DE 1 SEGUNDO
1663                      ;
1664                      ;
1665 E912 A6 F9          RETISG LDA #F9          ;ACC = 249 DECIMAL
1666 E914 AE A8          LOOP  LDX #A8         ;X = 168 DECIMAL
1667 E916 9D            DELAY NOP              ;INICIA LOOPS DE
1668                      ; RETARDOS DE 20fs
1669 E917 9D            NOP
1670 E918 9D            NOP
1671 E919 9D            NOP
1672 E91A 9D            NOP
1673 E91B 9D            NOP
1674 E91C 9D            NOP
1675 E91D 5A            DECX
1676 E91E 26 F6          E916 BNE DELAY    ;X = X - 1
1677                      ; ;X = 00 ? NO, SIGUE
1678 E920 4A            DECA              ; EN DELAY
1679 E921 26 F1          E914 BNE LOOP     ;SI, ACC = ACC - 1
1680 E923 81            RTS             ;REGRESA AL PROGRAMA
1681                      ; PRINCIPAL

```

```

1682 ;
1683 ;=====
1684 ;
1685 ;           II. RETARDO DE 5 MILISEGUNDOS
1686 ;=====
1687 ;
1688 ;
1689 E924 AE D1      RET5MS LDX  #SD1      ;X = 209 DECIMAL
1690 E926 9D        DELAY1  NOP      ;INICIA LOOPS DE
1691                ;                RETARDOS DE 20fs
1692 E927 9D        NOP
1693 E928 9D        NOP
1694 E929 9D        NOP
1695 E92A 9D        NOP
1696 E92B 9D        NOP
1697 E92C 9D        NOP
1698 E92D 5A        DECX
1699 E92E 26 F6     E926   BNE  DELAY1 ;X = X - 1
1700                ;                ;X = 00 ? NO, SIGUE
1701 E930 81                RTS      ;REGRESA AL PROGRAMA
1702                ;                EN DELAY
1703                ;                PRINCIPAL
1704 ;
1705 ;
1706 ;
1707 ;=====
1708 ;
1709 ;           III. RETARDO DE 50 MILISEGUNDOS
1710 ;=====
1711 ;
1712 ;
1713 E931 A6 0A      RET50   LDA  #SOA
1714 E933 CD E9 24  DELAY2  JSR  RET5MS
1715 E936 4A        DECA
1716 E937 26 FA     E933   BNE  DELAY2
1717 E939 81        RTS
1718 ;
1719 ;
1720 ;*****
1721 ;
1722 ;           SUBROUTINA DE INTERRUPCION EXTERNA IRQ *
1723 ;*****
1724 ;
1725 E93A C6 80 OC   IRQ    LDA  RC_AUX  ;CLEAR BANDERA DE
1726                ;                INTERRUPCION
1727 E93D 80        RTI     ;REGRESA DE INTERRUPCION

```

```

1728 ;
1729 ;*****
1730 ;
1731 ; SUBROUTINA DE INTERRUPCION DEL TIMER IRQTIM *
1732 ;*****
1733 ;
1734 ;ESTA INTERRUPCION SE GENERA CADA SEGUNDO CON
1735 ;LO CUAL SE ACTUALIZA EL TIEMPO DEL RELOJ
1736 ;INTERNO Y SE GENERA UN PULSO INTERNO DE 10
1737 ;SEGUNDOS ASI COMO LA VISUALIZACION DEL PULSO
1738 ; DEL SEGUNDO.
1739 ;
1740 E93E A6 33 IRQTIM LDA # $33 ;CLEAR BIT 7 DE INTER.
1741 ; REQUEST
1742 E940 B7 09 STA TIMEC
1743 E942 A6 80 LDA # $80 ;CARGA REGISTRO DE
1744 ; DATOS DEL TIMER
1745 E944 B7 08 STA TIMER
1746 E946 B6 28 LDA FSEC ;FSEC = 00?
1747 E948 27 13 BEQ PRENP ;SI, PRENDE PUNTOS
1748 E94A A6 01 LDA # $01 ;NO, APAGA 2 PUNTOS
1749 E94C B7 22 STA FMOD
1750 E94E BA 24 ORA FPGEN
1751 E950 BA 23 ORA FPULSO
1752 E952 BA 27 ORA FLANCO
1753 E954 B7 01 STA PUER_B
1754 E956 A6 00 LDA # $00 ;CLEAR FSEC
1755 E958 B7 28 STA FSEC
1756 E95A CC E9 6D JMP CONT7
1757
1758
1759 E95D A6 02 PRENP LDA # $02 ;PRENDE LOS 2 PUNTOS
1760 E95F B7 22 STA FMOD
1761 E961 BA 24 ORA FPGEN
1762 E963 BA 23 ORA FPULSO
1763 E965 BA 27 ORA FLANCO
1764 E967 B7 01 STA PUER_B
1765 E969 A6 01 LDA # $01 ;PRENDE BANDERA FSEC
1766 E96B B7 28 STA FSEC
1767 E96D B6 2A CONT7 LDA FINIT ;SE ESTA EN MODO INIT?
1768 E96F 27 03 BEQ CONT8 ;NO, CONTINUA CON RUTINA
1769 E971 CC E9 AC E974 JMP FINAL ;SI, REGRESA DE
1770 ; SUBROUTINA
1771 E974 B6 25 CONT8 LDA FIPGEN ;YA SE COMENZO A
1772 ; GENERAR PULSO?
1773 E976 A4 01 ;
1774 E978 26 18 E992 AND # $01
1775 ; BNE CONT5 ;SI, CONTINUA GENERACION
DE PULSO

```

1776	E97A	B6	10		LDA	\$S1		;NO, ES SEGUNDO 09?
1777	E97C	A4	0F		AND	#\$0F		
1778	E97E	A1	09		CMP	#\$09		
1779	E980	27	09	E98B	BEQ	CONT6		;SI, COMIENZA A GENERARL
								O
1780	E982	A6	00		LDA	#\$00		;NO, CLEAR BANDERA DE
1781								INICIO DE PULSO
1782	E984	B7	25		STA	FIPGEN		
1783	E986	B7	24		STA	FPGEN		;APAGA BANDERA DE PULSO
1784								GENERADO
1785	E988	CC	E9	9E	JMP	CONT2		
1786	E98B	A6	01		CONT6	LDA	#\$01	;PRENDE BANDERA DE
1787								INICIO DE PULSO
1788	E98D	B7	25		STA	FIPGEN		
1789	E98F	CC	E9	9A	JMP	CONT4		
1790	E992	3C	20		CONT5	INC	CM3	;CM3= CM3+1
1791	E994	B6	20		LDA	CM3		;CM3>=1 ?
1792	E996	A1	01		CMP	#\$01		
1793	E998	24	13	E9AD	BHS	CONT1		;SI, VE A CONT1
1794	E99A	A6	08		CONT4	LDA	#\$08	;ENCIENDE LED
1795	E99C	B7	24		STA	FPGEN		;PRENDE BANDERA
1796	E99E	BA	23		CONT2	ORA	FPULSO	
1797	E9A0	BA	22		ORA	FMOD		
1798	E9A2	BA	27		ORA	FLANCO		
1799	E9A4	B7	01		STA	PUER_B		
1800	E9A6	CD	E6	B3	JSR	ACTRI		;LLAMA RUTINA DE
1801								ACTUALIZACION DEL
1802								BUFFER DE RELOJ INTERNO
1803	E9A9	CD	E7	E5		JSR	VISUAL	;LLAMA RUTINA DE
1804								DESPLIEGUE DE DATOS
1805								
1806	E9AC	80			FINAL	RTI		;REGRESA DE INTERRUPCION
1807	E9AD	A1	0A		CONT1	CMP	#\$0A	;CM3>=10 ?
1808	E9AF	24	07	E9B8	BHS	CONT3		;SI, VE A CONT3
1809	E9B1	A6	00		LDA	#\$00		;NO, APAGA BANDERA FPGEN
1810	E9B3	B7	24		STA	FPGEN		;FPGEN= 00
1811	E9B5	CC	E9	9E	JMP	CONT2		
1812	E9B8	A6	00		CONT3	LDA	#\$00	;CLEAR CM3
1813	E9BA	B7	20		STA	CM3		;CM3 = 00
1814	E9BC	CC	E9	9A	JMP	CONT4		

```

1815 ;
1816 ;
1817 ;
1818 ;*****
1819 ;
1820 ; VECTORES DE INTERRUPCION DEL TIMER IRQTIM *
1821 ;
1822 ; Y EXTERNA IRQ *
1823 ;*****
1824 ;
1825 EFF7 ORG $EFF7 ;DIRECCION DE INICIO
1826 ; DE VECTORES
1827 EFF7 E9 3E FDB IRQTIM ;INTERRUPCION DEL TIMER
1828 EFF9 E9 3A FDB IRQ ;INTERRUPCION EXTERNA
1829 EFFB E0 05 FDB RESET ;VECTOR DE SWI
1830 EFFD E0 05 FDB RESET ;VECTOR DE RESET
1831 ;
1832 EFFF END

```

ERRORS = 0000

ACBUFF	E11F	ACTDIA	E734	ACTRI	E6B3	ALMHRA	E40B
ALMIN	8003	ALSEC	8001	AL_H	8005	BOUNC1	E106
BOUNCE	E0DF	B_AUX1	E87E	B_AUX2	E8C8	CD1	E59D
CD10	E553	CD100	E531	CDATOS	E796	CDM1	E5F6
CDM10	E5CD	CH1	E481	CH10	E45C	CHECH1	E6FF
CLM1	E4AD	CM1	001E	CM10	E497	CM2	001F
CM3	0020	CM4	0021	CMES1	E64F	CMES10	E628
CMP005	E538	CMP006	E565	CMP02	E5D5	CMP03	E60A
CMP04	E630	CMP05	E663	CMP06	E689	CMP2	E463
CMP3	E488	CMP4	E49E	CMP5	E4B4	CMP6	E4CA
CONT1	E9AD	CONT2	E99E	CONT3	E9B8	CONT4	E99A
CONT5	E992	CONT6	E98B	CONT7	E96D	CONT8	E974
CRD1	E75F	CRD10	E770	CRDIAS	E779	CR_AUX	E854
CS1	E4D9	CS10	E4C3	CSELD	E4E0	CYEAR	E681
CYEAR1	E6AD	D1	0016	D10	0017	D100	0018
D100_R	8016	D10_RA	8015	D1_RA	8014	DELAY	E916
DELAY1	E926	DELAY2	E933	DESPHA	E0D3	DM_AUX	8007
DW_AUX	8006	ENTDAT	E0FD	ESPFN	E30C	FDETEC	0026
FIN	E4E4	FIN1	E6B2	FINAL	E9AC	FINI	E6BD
FINIT	002A	FIPGEN	0025	FLANCO	0027	FMOD	0022
FPGEN	0024	FPULSO	0023	FSEC	0028	FSTART	0029
H1	0014	H10	0015	H10_RA	8013	H1_RA	8012
H_AUX	8004	INCD1	E57A	INCD10	E54A	INCDAT	E439
INCDIA	E73C	INCDM1	E5E4	INCH1	E46D	INIT	E0C2
INITD1	E572	INMES1	E63D	INRI	E788	INSELD	E0F6
IRQ	E93A	IRQTIM	E93E	LIMP1	E6E6	LIMP2	E70C

LIMP3	E715	LIMPIA	E6D2	LOOP	E914	LOOP1	E794
LOOP3	E136	LOOP5	E35D	LOOP6	E374	LOOP7	E192
LOOP8	E215	LOOP9	E28E	M1	0012	M10	0013
M10_RA	8011	M1_RA	8010	MEMORY M	0000	MIDESP	E32F
MINIT	E349	MINIT1	E164	MINIT2	E268	MI_AUX	8002
MODIA	E871	MODIIA	E877	MODIIM	E822	MODIM	E7F7
MODO	E0B9	MOD_I	E44B	MOD_II	E51E	M_AUX	8008
M_IIA	E5AD	NS1	0019	NS10	001A	NS100	001B
NS100_	8019	NS10_R	8018	NS1_RA	8017	PAUS1	E17B
PAUS2	E1FE	PAUS3	E277	PAUS4S	E300	PAUSA	E318
PENT1	2000	PENT2	4000	PENT3	6000	PRENP	E95D
PS1	A000	PS2	C000	PUER_A	0000	PUER_B	0001
PULSO1	E13F	PULSO2	E1C7	PULSO3	E243	PULSO4	E2C2
RA_AUX	800A	RB_AUX	800B	RC_AUX	800C	RD_AUX	800D
RELAUX	E84D	RELINT	E7EE	RESET	E005	RET1SG	E912
RET50	E931	RET5MS	E924	RETURN	E87A	RUN	E118
R_AUX	E5A4	R_INT	E442	R_PTA	0004	R_PTB	0005
S1	0010	S10	0011	S10_RA	800F	S1_RA	800E
SALT1	E723	SALT2	E2A8	SALT3	E34C	SALTA	E6E3
SALTA1	E3AB	SALTA2	E3AA	SALTA3	E3F0	SECAUX	8000
SELDAT	002B	SIGUE	E6C1	SIGUE1	E359	SIGUE3	E38E
SIGUE4	E1AC	SIGUE5	E167	SIGUE6	E1B9	SIGUE7	E1EC
SIGUE8	E22F	SIGUE9	E26B	SIGUEA	E2AB	SIGUEB	E2EB
SLIMP	E720	STACK	S 0000	TIMEC	0009	TIMER	0008
UPDATE	E85E	VD106	E587	VD16	E592	VERD10	E55A
VERDM1	E5FE	VERH10	E478	VISUAL	E7E5	VMES1	E657
VRD106	E749	VRD16	E754	VTEMP	001D	YEAR	8009
YEAR1	E694						