

MICROPROCESADOR EN LA ADQUISICION Y PROCESO DE DATOS DE TEMPERATURA AMBIENTE

J. González Hernando

J. Alberdi Primicia

J. Sanchez Izquierdo

Sección de Sistemas de Control
División de Instrumentación y Control
JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR
Av. Complutense 22, Madrid, España

INTRODUCCION

En determinado tipo de instalaciones, como pueden ser las nucleares, resulta necesario un conocimiento continuado de la temperatura ambiente y su evolución a lo largo del año.

Por motivos:

- a) de situación geográfica, relativos a la ubicación del futuro Centro de Soria, y
- b) de tipo económico,

se ha buscado la solución en un sistema totalmente automático y autónomo en el que la intervención de un operador se ha reducido al mínimo.

El sistema que vamos a describir realiza de forma automática :

- La tarea de toma de datos de temperatura ambiente
- Manipulación y análisis en tiempo real de los datos primarios
- Obtención de datos derivados
- Presentación adecuada de los datos.

Expondremos en breve análisis del problema y su solución, una descripción somera del equipo físico y un esquema

.../...

de la operación, tal como viene gobernada por el programa.

1. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

Las especificaciones del sistema consisten pues, fundamentalmente en:

1) Suministrar información escrita de forma automática

cada hora sobre:

- La temperatura instantánea

cada día sobre:

- La temperatura media con tomas cada diez minutos
- La temperatura máxima del día y hora de ocurrencia
- La temperatura mínima del día y hora de ocurrencia
- La oscilación entre la máxima y la mínima.

cada mes sobre:

- Temperatura media
 - media máxima
 - media mínima
 - media oscilaciones
 - máxima y hora
 - mínima y hora
 - Valor de la oscilación máxima y día
- y los mismos cada año referidos al año.

2) Responder a un mínimo de requerimientos de usuario como son:

- ajuste de reloj
- modificación de hora
- petición de información de temperatura.

Para cumplir el objetivo propuesto el sistema posee la capacidad de almacenamiento de los datos relativos a un año completo. En los casos en los que no se necesita una individualización del dato, el almacenamiento se realiza de forma acumulativa con el consiguiente ahorro de memoria.

Para garantizar el funcionamiento general del sistema, y en particular la conservación de información en memoria

volátil se utiliza como protección la alimentación a través de acumuladores. En caso de fallo de la red el sistema sigue alimentado y funciona normalmente con autonomía suficiente.

El ciclo básico de operación se ha establecido en los 10 minutos, teniendo en cuenta el valor relativamente alto de la constante de tiempo asociado a la temperatura ambiente.

De esta forma resulta un sistema con gran elasticidad en cuestiones de tiempo. Los cálculos a realizar consisten fundamentalmente en obtención de valores medios, comparaciones de búsqueda (máximos y mínimos) y los de cambio de código o representación. No presentan problemas especiales, por lo que resulta un sistema holgado de tiempo.

2. EQUIPO FISICO

El sistema se apoya en el microprocesador MC6800 de Motorola, al que vá conectada la tarjeta de memorias y los circuitos de E/S (fig. 1).

El sensor empleado es una resistencia variable -- con la temperatura que produce una señal analógica recogida en un convertidor A/D de 16 líneas de datos BCD. Un elemento de entrada realiza las operaciones de interfase para que el dato pase de los registros al micro.

La información se suministra a través de:

1) Una impresora de 21 caracteres por línea e impresión electrostática sobre papel metalizado,

y

2) Una ventana de visualización formada por 6 elementos de 7 - segmentos.

El elemento de comunicación hombre-máquina es un teclado de 10 teclas numéricas y 10 de función.

2.1. DISPOSITIVO Y LOGICA DE IMPRESION

Como dispositivo de salida de datos, comunicación de mensajes y petición de parámetros, se ha seleccionado la impresora MEGAPRINT serie MP300. Las razones principales de esta elección han sido, reducido tamaño, sencillez de mecanismo e impresión electrostática sobre papel metalizado.

Asociada a esta impresora se dispone de una lógica que recibe, almacena los datos y los convierte en señales de impresión. Asimismo, genera señales relativas a su estado y recoge las líneas de órdenes y control. La lógica diseñada a este fin, tiene como diagrama bloque el presentado en la figura 2, y a ella nos referimos para su explicación cualitativa.

La pieza fundamental del circuito de control la constituye un generador de caracteres que consta de una memoria ROM (2240 bits), un contador y un decodificador de dirección. Las entradas se toman de los 6 dígitos que forman un carácter ASCII y las salidas actúan sobre los elementos de impresión formados por una matriz de electrodos de 7 x 5.

La entrada de datos y la impresión resultan totalmente asíncronas por la existencia de una memoria FIFO que independiza los procesos.

Los 6 bits de información aplicados a la entrada se almacenan en la memoria mediante una señal de transferencia (Shift in).

La impresión se produce al llenarse la línea o cuando aparece la señal de impresión (Print).

Para acomodar la asincronía de los dos procesos se generan en la lógica una serie de señales de estado. Como más adecuada a nuestro modo de operación y sencilla de manejo, hemos seleccionado la señal de motor ocupado/dispuesto (Busy motor).

También se utiliza la señal de borrado de memoria para evitar interferencias entre líneas de distinta longitud.

Para la conexión al micro (Fig. 3) se ha empleado únicamente un subconjunto de las señales de control y estado suficiente para asegurar la operación. Por eso, basta con la utilización de un único lado del elemento de E/S (PIA Peripheral Interchange Adapter), teniéndose disponibles las señales de control y estado que gobiernan la secuencia de impresión.

Se ha utilizado la línea de entrada CA1 de la PIA para recibir el estado de motor dispuesto/ocupado como única señal que se recibe de la impresora.

La orden de impresión, como más fundamental, se envía por la línea CA2 en modo de salida y las señales de in--

roducción en memoria y borrado de la misma por las líneas de datos 6 y 7 respectivamente. Las restantes 6 líneas de datos (0 a 5) se utilizan para salida de los 6 dígitos de un carácter ASCII.

La conexión se hace a través de alimentadores de línea que invierten la señal, hecho que debe ser tenido en cuenta en el programa.

2.2. TECLADO-VISUALIZADOR

Este periférico de E/S, basado en el KIT II de Evaluación de Motorola, ha sido transformado en un dispositivo de introducción de parámetros y de petición de datos y listado.

El teclado funciona sin interrupciones y por un método de escrutado. El dispositivo de representación visual comparte sus líneas de selección de dígitos con las de selección de fila en la matriz del teclado (fig. 4).

Este hecho no tiene repercusión desde un punto de vista físico, pero sí habrá que tenerlo en cuenta con las rutinas de manejo.

2.3. TERMOMETRO Y CONVERTIDOR A/D

Se utiliza el lector digital de temperatura PI4453 de Analogic. Sus características principales son:

- resolución de 0.1° C con $\pm 0,05\%$ de precisión digital.
- 16 líneas de salida en paralelo de dígitos decimales codificados BCD.
- líneas de Polaridad y de Sobrepasamiento.
- señal de Fin de Conversión.
- señales de control.

La conexión al microprocesador se hace a través de una PIA tal y como indica la figura 5.

La sincronización de la toma del dato se realiza a partir de la señal de fin de conversión que entra por una de las líneas de recepción de interrupciones (CA1).

La señal de polaridad se conecta como bit de signo al bit más significativo de las líneas de entrada de datos.

2.4. OSCILADOR

Para marcar la secuencia de medida ajustando la frecuencia de muestreo se dispone de un oscilador que produce una interrupción a través de la línea CBI de la PIA del termómetro cada segundo.

3. OPERACION

3.1. PROGRAMA EJE

La operación del sistema viene organizada alrededor de la interrupción producida por el oscilador cada seg.

El servicio a la interrupción actualiza la hora y la fecha, y examina si se ha llegado al límite de los 10 minutos, del día, del mes o del año para proceder en consecuencia.

Cuando cesan las actividades enumeradas anteriormente, el programa se dedica a refrescar el visualizador y a examinar el estado del teclado para atender una eventual acción sobre el mismo.

Los programas de iniciación sitúan los periféricos, interfases, registros calendarios, etc, de manera que la operación puede comenzar de forma correcta.

El programa se ha escrito en ensamblador y en fortran. La filosofía seguida ha sido la utilización de alto nivel, en este caso fortran, siempre que fuera posible, sin un excesivo coste de complejidad y complicación.

La estructura general del sistema de programación se presenta en la fig. 6. En las figuras 7 y 8 se tienen los programas de iniciación y de servicio a la interrupción.

3.2. TOMA DE DATOS

El convertidor A/D asociado al termómetro, está continuamente efectuando la conversión digital a un ritmo de 24 c/s para mantener actualizado el dato en su propio visualizador.

Por eso, cuando se necesita tomar un dato, el programa espera a la próxima señal de fin de conversión para leer el registro de la PIA. A continuación se manipula el dato para

entregarlo con un formato adecuado para ser tratado por las rutinas de cálculo escritas en fortran.

El dato entra formando un doble octeto BCD con la - indicación de signo en el bit más significativo.

En las figuras 9 y 10 se presenta diagrama bloque de la rutina de toma de datos y tratamiento de los mismos.

3.3. IMPRESION DE LINEA

Una vez programado el circuito de E/S (PIA), cada vez que se desea imprimir una línea se llama a la rutina IMP de impresión de línea. Su diagrama bloque se presenta en la fig. 11. Unas pocas indicaciones bastarán para dejar suficientemente claro su significado.

Comienza IMP analizando el estado de la impresora esperando que el motor esté dispuesto.

A continuación se vá dando salida a cada carácter seguido de una orden de almacenamiento.

Cuando se ha terminado con el último carácter se genera una orden de impresión y se retorna al programa que llama a la subrutina.

La fig. 12 presenta el diagrama bloque de la rutina de listados.

3.4. PROGRAMA DE TECLADO/VISUALIZADOR

Como ya hemos mencionado antes, no se utilizan interrupciones para el control de estos periféricos.

La filosofía de funcionamiento se basa en un escrutado de la matriz del teclado y en un refresco del dispositivo de visualización en los tiempos muertos entre actividades de - toma de datos y tratamiento de los mismos.

Las rutinas están basadas en las utilizadas por el monitor JBUG del KIT II de evaluación adaptadas a las necesidades de nuestra aplicación.

3.4.1. REFRESCO DEL DISPOSITIVO DE VISUALIZACION

Esta rutina recoge el dígito a representar, busca

el código correspondiente para 7 segmentos, selecciona el número de orden y dá salida al código.

Su función se presenta en el diagrama bloque de la figura 13.

3.4.2. ESCRUTADO DEL TECLADO

La rutina selecciona mediante un direccionamiento por fila y columna la tecla correspondiente y prueba la línea testigo de tecla pulsada.

Si la línea está activa, pasa control a la rutina de decodificación y distribución de funciones.

El direccionamiento del punto correspondiente se hace situando los bits del registro de salida de la PIA. Este está dividido en dos partes. Los 6 dígitos menos significativos se corresponden cada uno de ellos con una fila de matriz.

Los dos dígitos más significativos dan el código de una de las cuatro columnas de la matriz.

Las operaciones de la rutina se presentan en el diagrama bloque de la fig. 14.

3.4.3. RUTINA DE DECODIFICACION Y DISTRIBUCION

La filosofía de decodificado se basa en la comparación con una tabla de patrones que sirven para identificar la tecla pulsada.

Se hace una primera distinción entre número y letra para poder distinguir de forma inmediata valores numéricos de parámetros.

Si es letra, lo que significa petición de una función determinada, se debe efectuar la distribución del flujo de control a la rutina correspondiente. Para ello se utiliza el método de una tabla de instrucciones de salto a la que se accede mediante el contenido de un contador de teclas.

En la figura 15 se tiene un diagrama bloque de la rutina.

4. CONCLUSION

Como conclusión vamos a enunciar unos resultados que nos ha dado la experiencia en este proyecto.

- No resulta rentable trabajar con "kits" preparados para -- evaluación como base del diseño del equipo. Es más eficaz el diseño de tarjetas a medida de la aplicación.
- El compilador Fortran suministrado por Motorola, adolece de
 - i) poco potente, lo cual es enteramente explicable para un micro, pero lo apuntamos
 - ii) tiene un factor de expansión altísimo. En nuestra aplicación tenemos en cuanto a ocupación de memoria:

RAM 1 K

EPROM 1 K programas en ensamblador

9 K programas Fortran y Librería Fortran

(4,2 programas y 4,8 librerías).

- iii) a veces se han tenido problemas de depuración al tener -- que seguir la expansión, llamadas y encadenamiento.

Por eso quizás se justifica un uso amplio del ensamblador reservando el Fortran únicamente para rutinas de -- cálculo.

- Las interrupciones añaden siempre complejidad y sofisticación al programa. Por eso parece aconsejable, dada la dedicación del sistema, el utilizarlas lo imprescindible, buscando métodos alternativos de escrutado o pregunta al periférico.

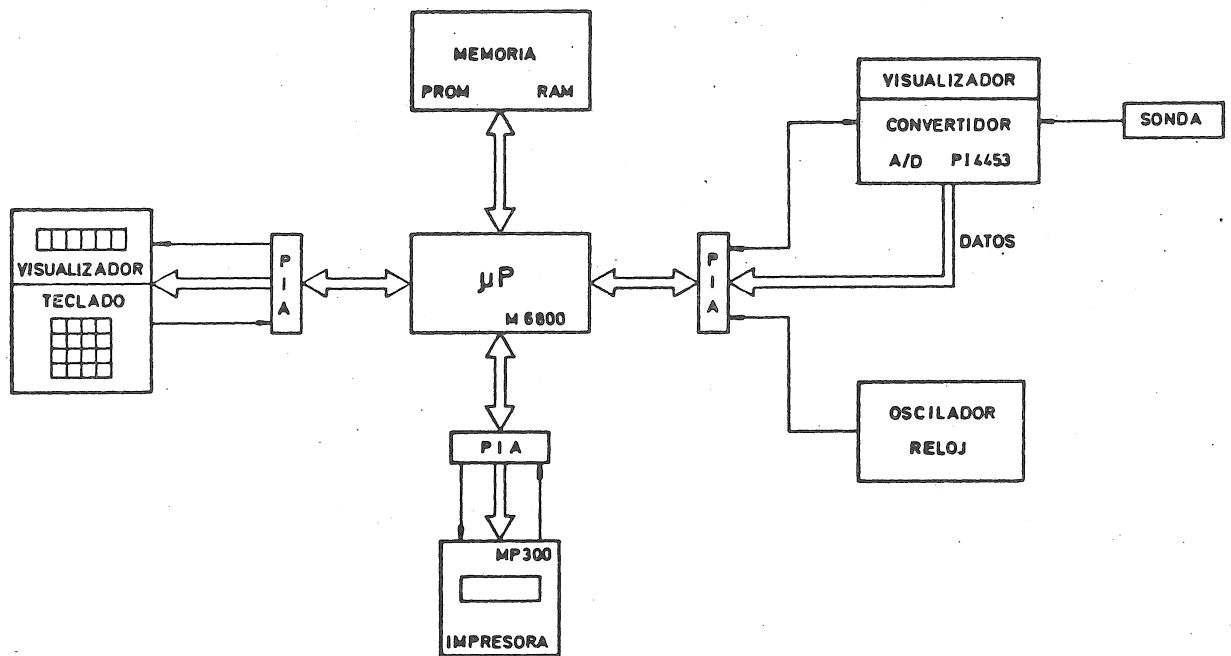


Fig. _ 1
DIAGRAMA DEL SISTEMA

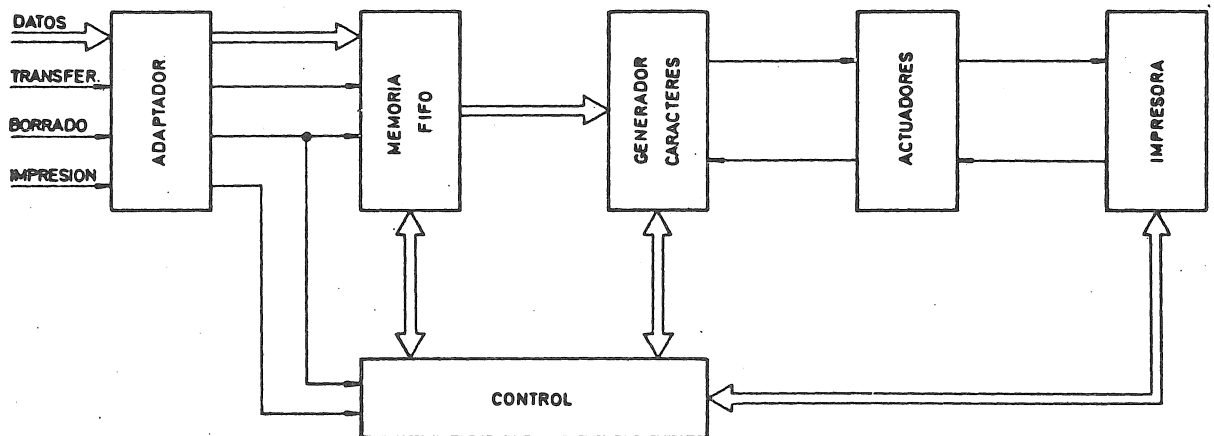


Fig. _ 2
CONTROL DE LA IMPRESORA

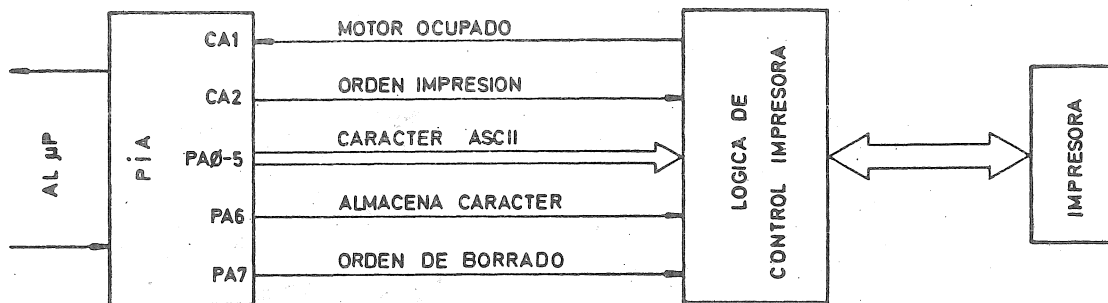


Fig. _ 3
 CONEXION DE LA LOGICA DE
 CONTROL DE LA IMPRESORA

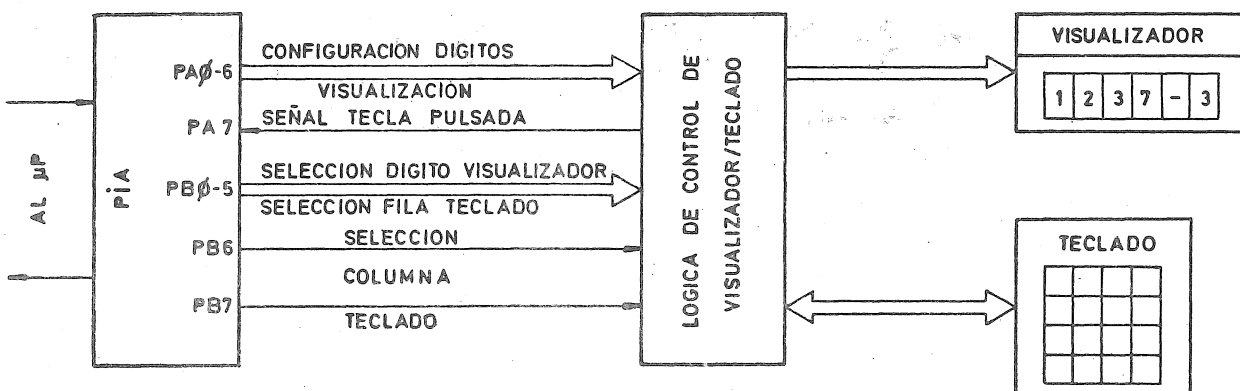


Fig. _ 4
 CONEXION DE LA LOGICA DE CONTROL
 DEL VISUALIZADOR/TECLADO

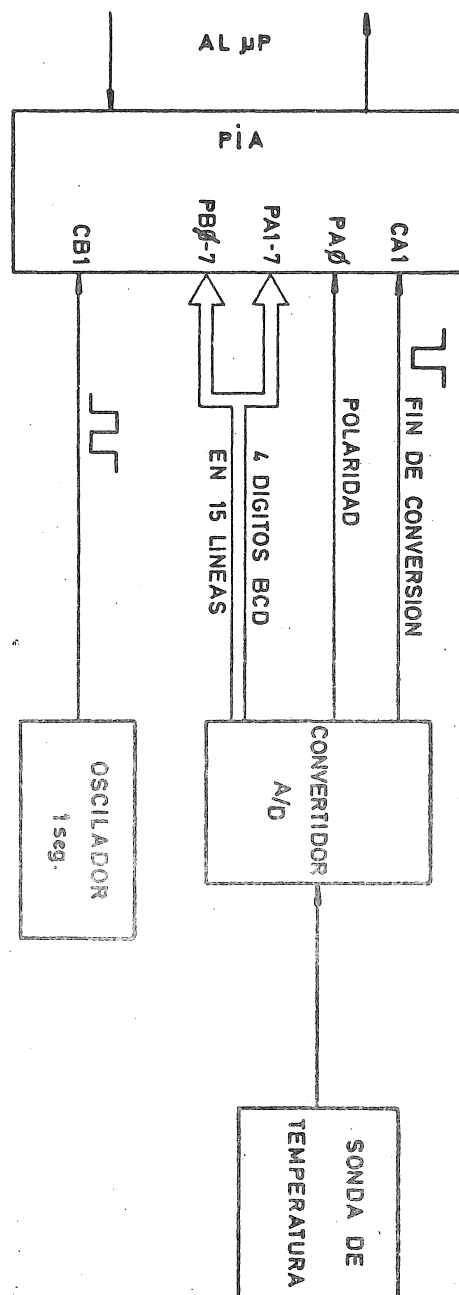


Fig.-5
CONEXION DE ENTRADA DE DATOS
DE TEMPERATURA

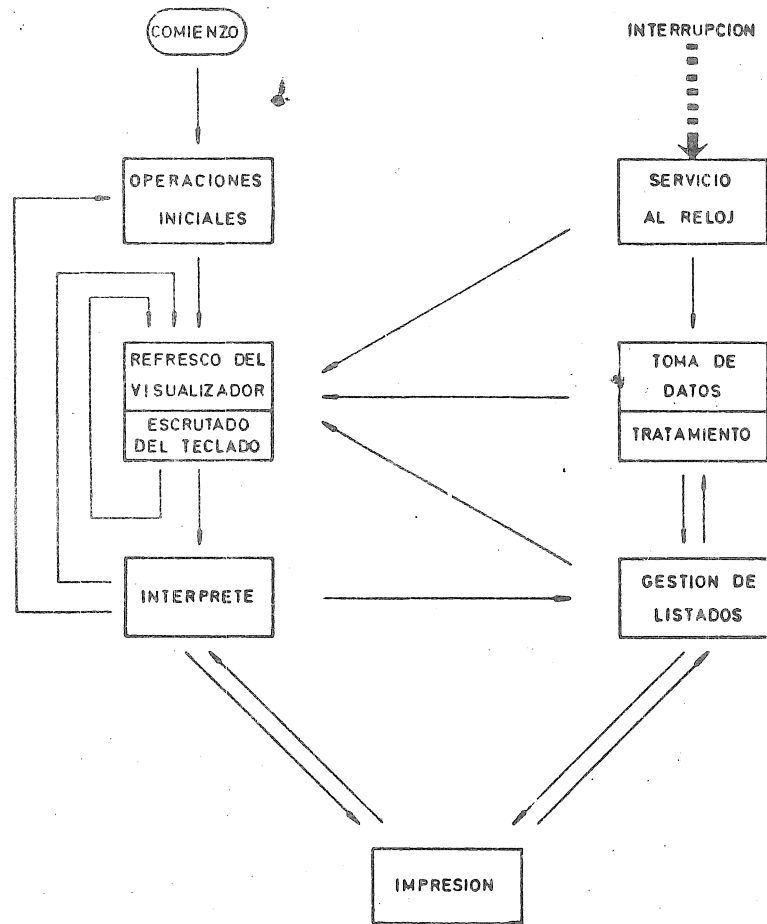


Fig. _ 6
ESTRUCTURA DEL SISTEMA
DE PROGRAMACION

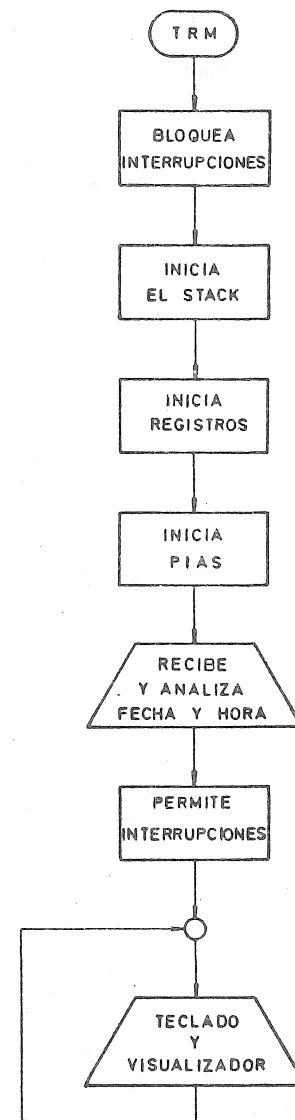


Fig. _ 7
PROGRAMA DE PREPARACION
DE LA OPERACION DEL SISTEMA

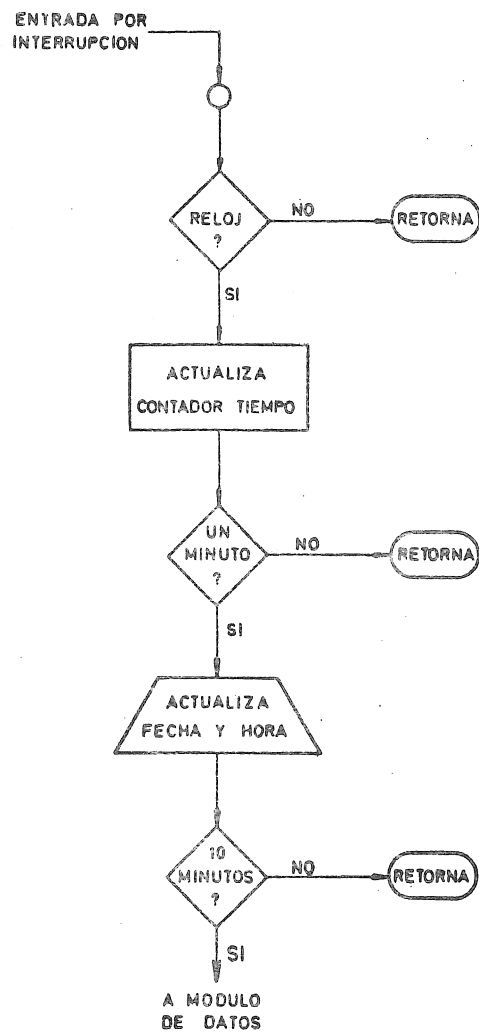


Fig. - 8
RUTINA DE SERVICIO
AL RELOJ

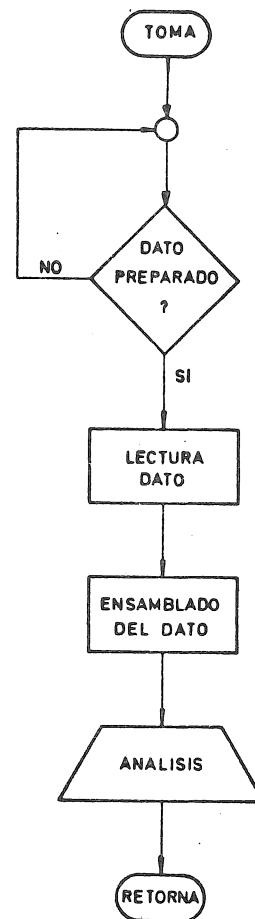


Fig. - 9
PROGRAMA DE TOMA DE DATOS

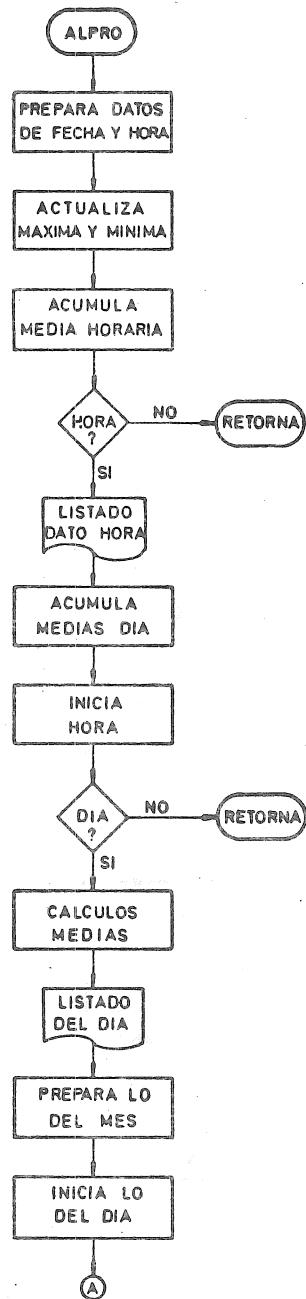


Fig. - 10
RUTINA DE ANALISIS
Y CALCULOS

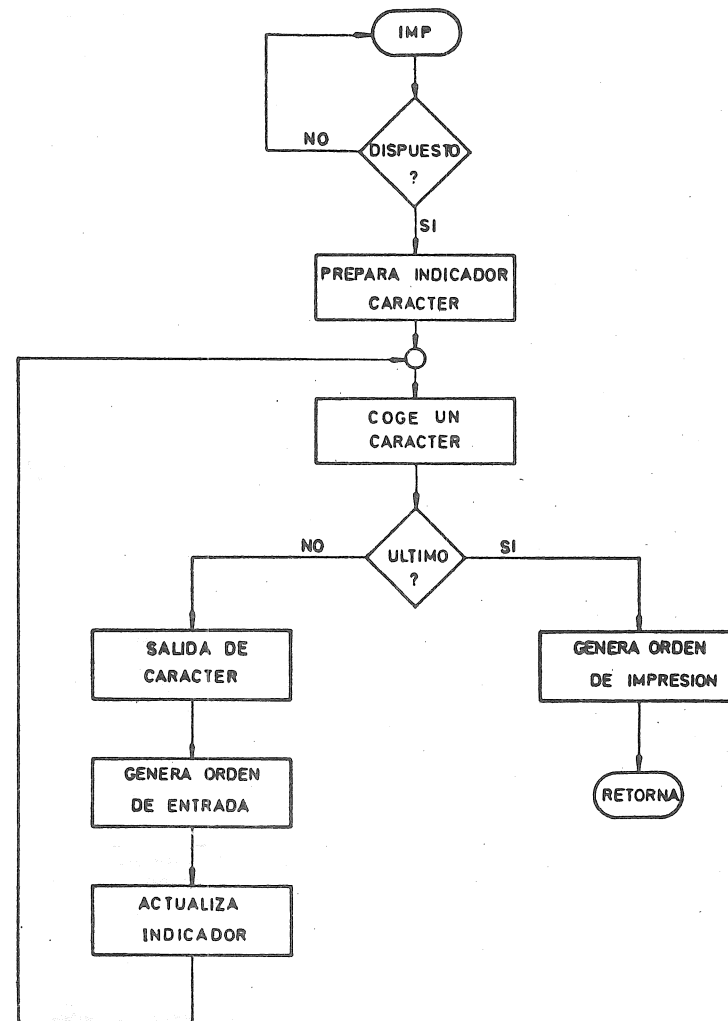
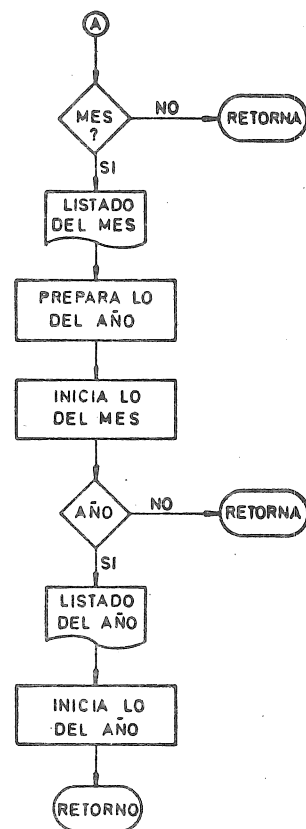


Fig. - 11
DIAGRAMA BLOQUE DE LA
SUBROUTINA DE IMPRESION DE LINEA

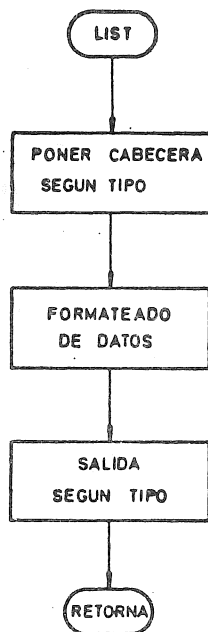


Fig. - 12
RUTINA DE LISTADOS

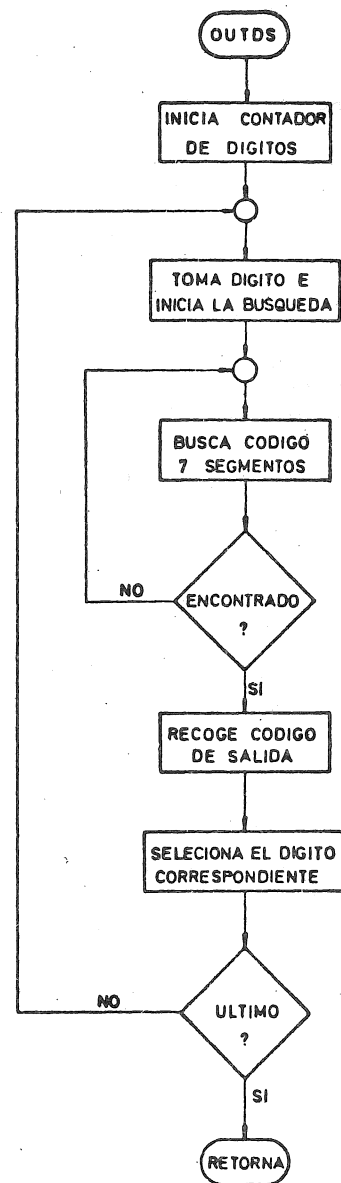


Fig. - 13
RUTINA DE REFresco
DEL VISUALIZADOR

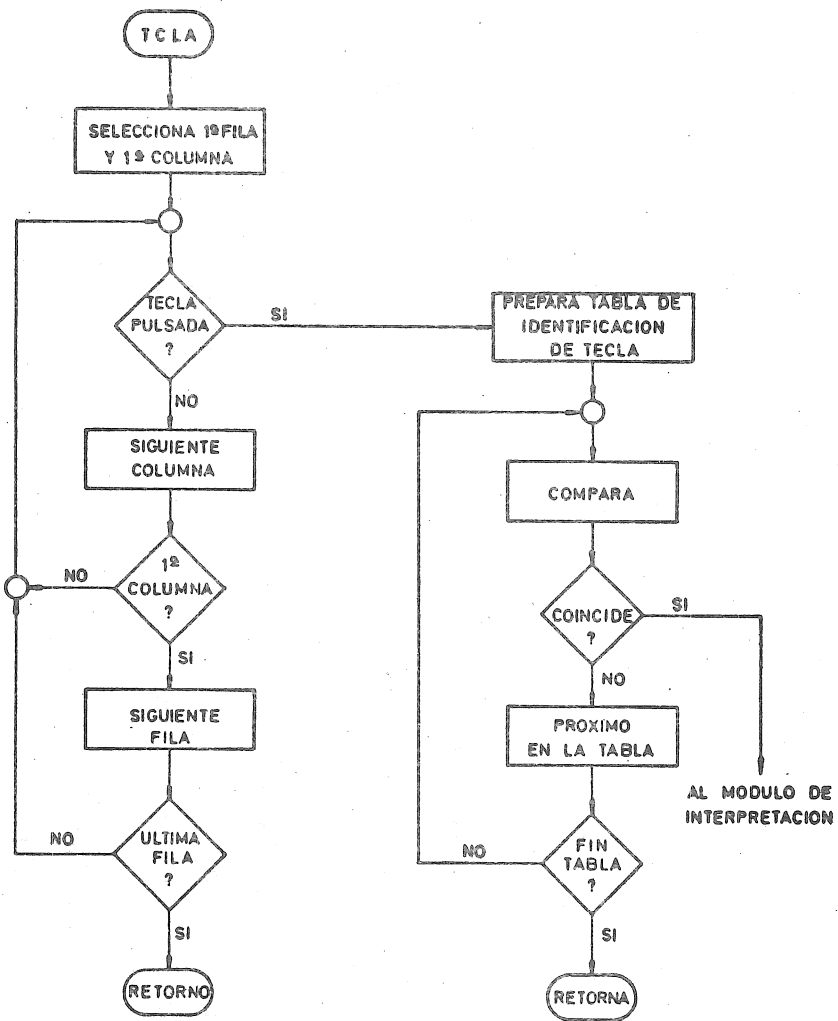


Fig. 14
RUTINA DE ESCRUTADO DEL TECLADO

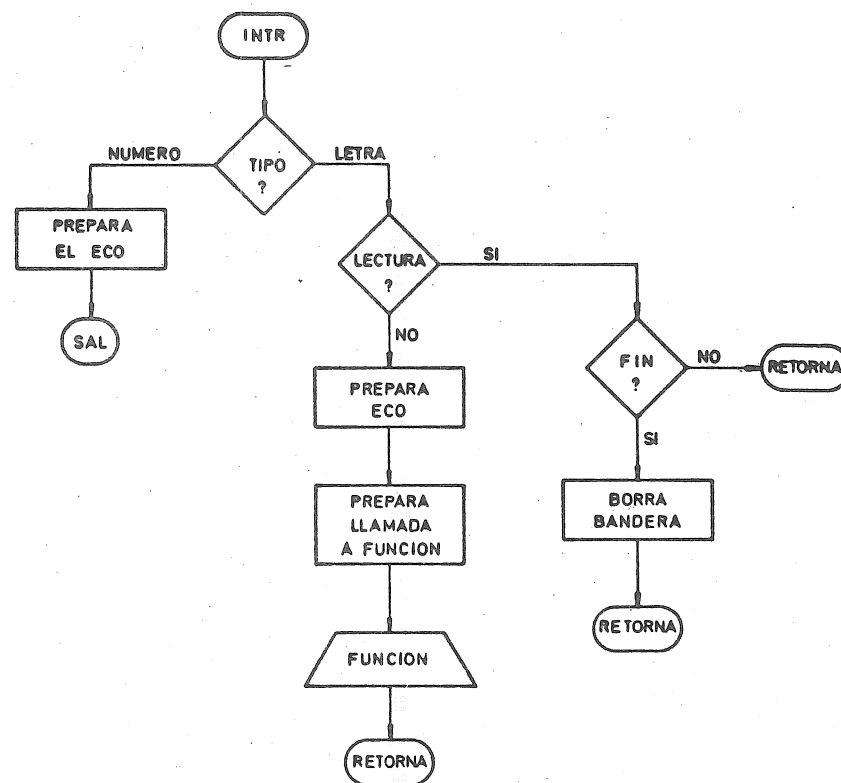


Fig. 15
RUTINA INTERPRETE
DE TECLA