

GUIADOR AUTOMATICO PARA ESPECTROSCOPIA

AUTOMATIC GUIDER FOR SPECTROSCOPY

Ing. E. E. Martínez^{1,2}, A. Casagrande^{1,2} y H. Levato^{1,2}

1 Complejo Astronómico El Leoncito

2 CONICET

RESUMEN: Se presenta un dispositivo destinado a guiar y controlar las observaciones de espectroscopía con placas fotográficas. El equipo realiza el paseo de la estrella, automáticamente invierte la dirección del movimiento al salir la estrella de la ranura y detiene el guiado al llegar a alguna condición de finalización especificada por el astrónomo. Simultáneamente con el guiado toma los datos de la exposición, número de cuentas de fotomultiplicadora acumuladas, cuentas por segundo y tiempo acumulado. Se detallan someramente los objetivos perseguidos al encarar el trabajo y el principio de operación, se continúa con una descripción del funcionamiento general desde el punto de vista del usuario y luego se mencionan las características y funcionamiento desde el punto de vista técnico que incluyen dos aspectos: hardware y software.

ABSTRACT

A device thought for guiding and controlling observations in spectroscopy with photographic plates used as detector is described. The equipment makes the star trail the slit, automatically turns the movement when the object runs away from the slit end and stops the trail when some final condition specified by the astronomer is reached. In addition, this guider performs some data acquisition related to the exposition: the real counts accumulated from the PMT, counts per seconds, the elapsed time and some other information used for controlling the exposure. First we described the main goals of this work and the operation principle, later we described the operation description from the user's point of view and finally a brief technical report is provided which two main points: hardware and software.

INTRODUCCION

El sistema original de guiado para espectroscopia del telescopio de 2,15 mts del CASLEO no resulta suficiente en la actualidad, su uso es incómodo para el trabajo del astrónomo, exige un cuidado especial en el guiado para evitar pérdidas de tiempo y calidad de los espectros obtenidos. El guiado debe ser lo más parejo posible, sin "cabeceos", y la estrella debe permanecer el menor tiempo posible fuera de la ranura. Lo primero afecta la calidad del espectro y lo segundo aumentaría el tiempo de exposición. Por supuesto, si las exposiciones son largas y los tiempos de paseo también, el tiempo muerto de la estrella fuera de la ranura pierde importancia, pero subsiste aún la incomodidad del guiado y la imperfección del mismo.

Por las razones mencionadas se decidió encarar un dispositivo que, además de realizar el paseo automáticamente (de ida y vuelta), controle la exposición de la misma manera que lo realiza un contador de fotones. Se pensó, además, que el control de la observación lo debía realizar a partir de datos introducidos por el astrónomo y de uso frecuente en espectroscopía con placas fotográficas. El objetivo principal es aliviar la tarea de observación.

Principio de funcionamiento

El seguimiento se realiza a partir de un motor sincrónico excitado por una tensión proveniente de un amplificador cuya señal de entrada es producida por un oscilador de cuarzo termocontrolado de 50 Hz. Si se varía la frecuencia de este oscilador, se varía el seguimiento, y, por lo tanto, podemos realizar el paseo de la estrella sobre la ranura con adelantos y retrasos del telescopio. El dispositivo que se coloca en lugar del oscilador fijo de 50 Hz, produce una señal de frecuencia variable que es determinada por las características del paseo que introduce el observador.

A partir de los datos que introduce el astrónomo, para definir el paseo, el equipo calcula dos frecuencias. Una mayor que 50 Hz que adelantará el telescopio produciendo el movimiento relativo de la estrella hacia el este y la otra menor que 50 Hz que, al retrasar el telescopio, producirá el movimiento hacia el oeste.

Características

Desde el punto de vista del usuario el equipo genera el paseo en forma automática a partir de la introducción, por teclado, de:

- Ventana estelar: define la altura en segundos de arco de la ranura.
- Tiempo de un paseo: junto con el dato anterior determina la velocidad relativa de la estrella con respecto a un extremo de la ranura.
- Declinación del objeto: a partir de este dato el equipo calcula la velocidad relativa del objeto respecto a un extremo de la ranura cuando se corta el el seguimiento.

Con los tres datos anteriores se calculan las dos frecuencias para variar el seguimiento del telescopio.

Además, controla la exposición con la introducción de :

- Número límite de cuentas
- Tiempo límite

El dispositivo puede realizar el control de las exposiciones de comparación y estelar introduciendo el tipo de comparación a usar.

Desde el punto de vista técnico, el equipo se construyó en base a un microprocesador 6802 de Motorola. Consta de una placa de CPU cuyo procesador es el mencionado y además tiene:

- 1 Kb de RAM
- Puede alojar hasta 16 Kb en EPROM
- Un timer programable 6840
- Una interfase de comunicación serie RS 232 en base al 6850
- Dos ports paralelos por un 6821
- Lógica para interfase con un bus standard

A esta placa de CPU se le adicionó otra, via bus standard, que es la específica del equipo y que consta de:

- Lógica de direccionamiento para un display alfanumérico de cristal líquido de 2 líneas de 16 caracteres cada una y para un latch de 4 bits usado para control de tres relays de encendido de lámparas de comparación y de un beeper de alarma.
- Lógica de detección de la estrella sobre la ranura.
- Filtro pasabanda de 20 a 80 Hz para excitación del amplificador.
- Base de tiempo para generación del baud rate del 6850. No se usa el timer de la CPU pues los tres que tiene el 6840 tienen otros usos.

Los datos y comandos se ingresan por un teclado de 16 teclas. El debouncing y la decodificación se realizan por software.

Modos de funcionamiento

Tal como ya se ha mencionado, el equipo controla la exposición a partir de datos introducidos y avisa de la finalización de la operación dependiente de los datos y del tipo de operación que realice. Los modos de funcionamiento determinan el tipo de operación a realizar y, por lo tanto, la condición de finalización. Al modo de funcionamiento propiamente dicho se le debe agregar lo que se ha definido como función.

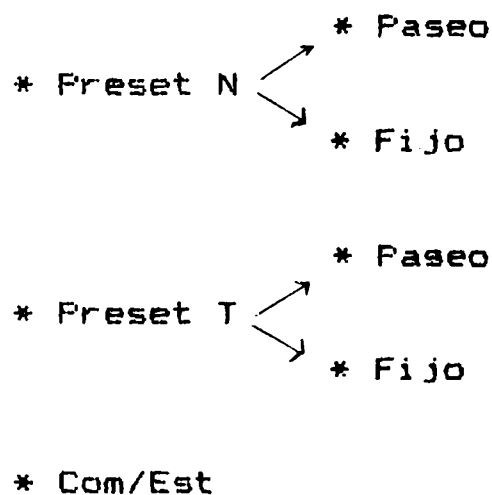
Los modos de funcionamiento son :

- Preset N : funcionamiento por preseteo del número de cuentas.
- Preset T : preseteo del tiempo.

- Com/Est : funcionamiento conjunto de comparación y estre-
lla.

La función puede ser fijo o paseo. La misma debe ser elegida en los modos de Preset N y Preset T, en el caso de Com/Est la función está fijada por la secuencia de operación. La función de paseo realiza el paseo del objeto en fijo, el equipo no realiza el paseo y continua con el seguimiento normal.

El resumen de funcionamiento es:



La operación del equipo es la siguiente según como se especifique el modo y la función:

Preset N : Este modo trabaja con el preseteo del número límite de cuentas, por lo tanto, la condición de finalización es cuando se llegue al número de cuentas.

En este modo se puede realizar o no el paseo especificando la función. Si el equipo está en paseo, o sea realiza el barrido del objeto, la operación finalizará cuando después de llegar al número de cuentas termine el paseo actual. Si por el contrario no realiza paseo, la operación

finalizará inmediatamente despues de llegar al número de cuentas.

Preset T : En este modo se especifica el tiempo máximo de operación; la condición de finalización será cuando se llegue al tiempo especificado como límite de operación. Se realizará el paseo o no dependiendo de la función introducida.

Com/Est : Este modo realiza la siguiente secuencia de operación:

Encenderá la lámpara de comparación que corresponda al tipo de comparación especificado durante el tiempo límite que se ingresó. Durante esta operación no realizará paseo, por lo tanto, el equipo automáticamente funcionará en modo Preset T y función Fijo. Al finalizar el tiempo especificado, sonará una alarma de indicación, se apagará la comparación y esperará la orden para continuar. Una vez acondicionado el espectrógrafo y dada la orden de seguir, el equipo paseará el objeto sobre la ranura hasta llegar al número de cuentas especificado como límite. Por lo tanto, el equipo opera con modo Preset N y función Paseo. Una vez que se llega a las cuentas límites y se termina el paseo actual, se continua con el seguimiento normal quedando el objeto fuera de la ranura y se da la alarma de finalización. Durante la operación del sistema el equipo muestra por display el número de cuentas acumuladas hasta ese momento y se va actualizando cada segundo el tiempo acumulado y el número de cuentas por segundo, este sirve, por ejemplo, para centrar el objeto en la ranura. Al finalizar la operación se muestra por display un mensaje de finalización.

Comandos

Por medio de comandos se le especifica al equipo el modo de funcionamiento, la función, se ingresan los datos que el sistema necesita para operar y se controla la operación del equipo.

Los comandos para especificar la operación son los siguientes:

MODO: con este comando se especifica el modo de funcionamiento. El comando consiste en una tecla que se oprime sucesivamente hasta llegar al modo deseado.

FUNCION: este comando se utiliza para especificar Paseo o Fijo. Se encuentra en la misma tecla que el de MODO, para acceder a este comando se debe oprimir la tecla 2nd antes.

Los comandos para ingreso de datos se encuentran en teclas y son los siguientes:

DECKER: se ingresa el número de decker estelar usado.

T.P.: con este comando se ingresa el tiempo de duración de un paseo.

DEC.: se ingresa la declinación del objeto.

COMP.: sirve para especificar el tipo de comparación a usar.

N : especifica el número límite de cuentas.

t : especifica el tiempo límite.

Si no se ingresa alguno de los datos que el sistema necesita para funcionar, el equipo pide, con un mensaje en display y una alarma, los datos que necesita para la operación que se pretende.

Existen dos comandos que controlan la operación del equipo, ellos son:

RUN: este comando, que se encuentra en una tecla, se utiliza para comenzar la operación en el caso que el sistema no esté operando. Si el sistema se encontrara operando, al introducir este comando se da la orden de finalización de la operación sin interesar si se llegó a la condición de finalización, o sea se aborta la operación. El aborto del funcionamiento se realiza de diferente manera dependiendo si se encuentra en Fijo o Paseo. Al dar la orden de abortar el sistema respetará la finalización del paseo actual si se encuentra en Paseo y abortará inmediatamente si se encuentra en Fijo.

PAUSA : este comando se utiliza cuando se desea suspender momentáneamente la operación del equipo, éste respetará el paseo de la misma manera que lo hace el comando RUN, pero la operación se podrá continuar como si nada hubiese pasado al oprimir RUN nuevamente.

Hardware

Como se mencionó anteriormente el equipo se basa en una CPU que consta de:

- Un Microprocesador 6802
- Un PIA 6821
- Un timer programable 6840
- Una interfase serie en base al 6850
- 1 Kb de RAM
- Hasta 16 Kb de EPROM

Además, una placa que se interfasea con la CPU por bus standard se usa para funciones específicas del sistema de guiador. Esta placa consta de:

- Lógica de decodificación de direccionamiento de un display y de un latch de 4 bits usado para control de los relays de las lámparas de comparación y de un beeper de alarma.
- Lógica de detección de estrella sobre la ranura.
- Un filtro pasabanda para excitación del amplificador de seguimiento.

En la figura 1 se detalla un diagrama en bloques del sistema.

DIAGRAMA EN BLOQUES GENERAL

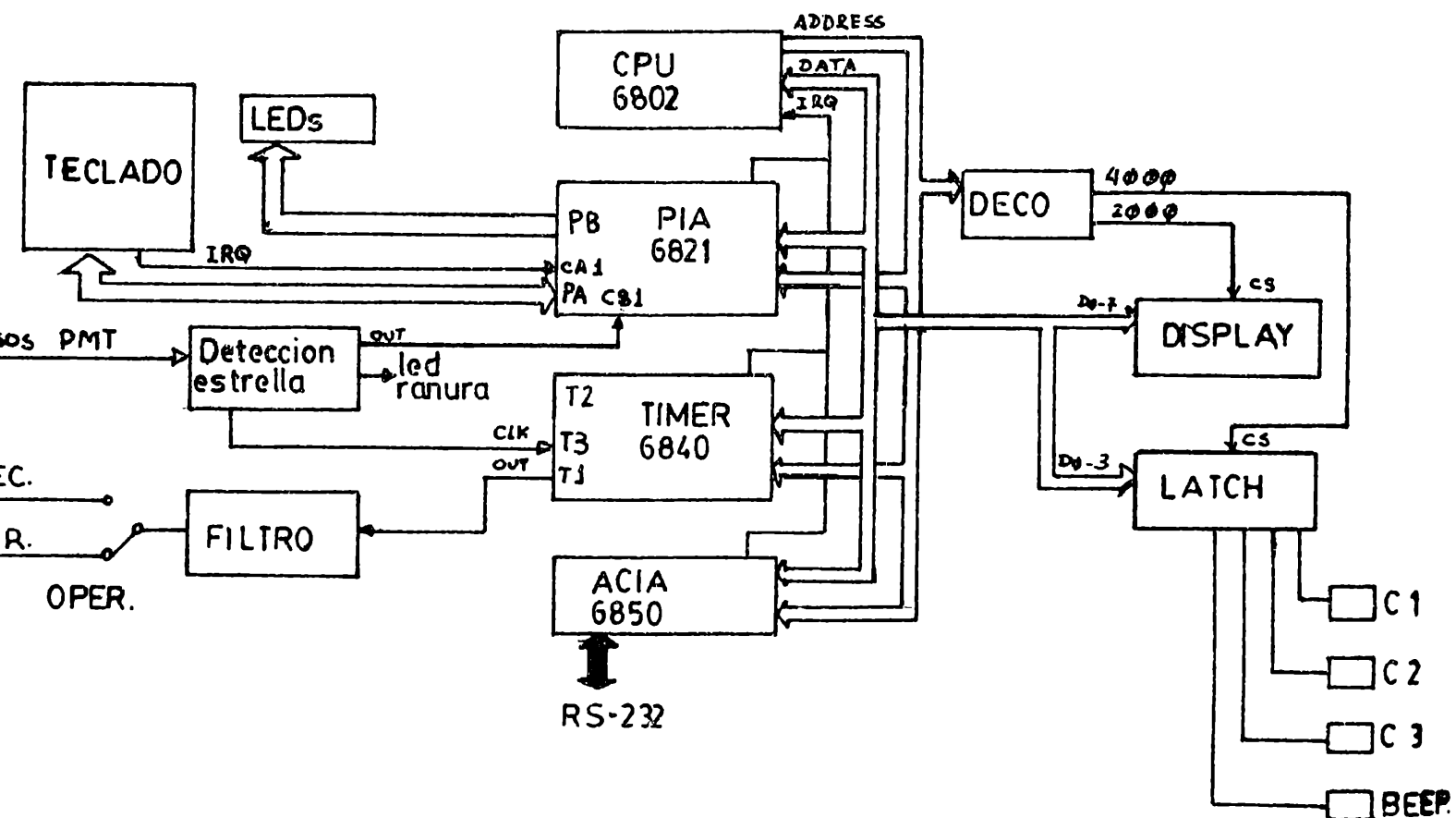


Figura 1

1- Diagrama en bloques general

El PIA 6821 posee dos ports paralelos de 8 bits de datos y dos líneas de control cada uno. El port A es usado para manejo del teclado, éste, por medio de una compuerta genera una transición en la línea CA1 lo que genera una petición de atención en el procesador. La decodificación y el debouncing se realizan por medio del software. El port B se usa para manejo de los leds del panel, éstos muestran el estado del equipo. Por medio de ellos se indica el modo en que se encuentra el sistema, la función, y si el equipo está realizando una operación, está detenido o está en pausa. El bit 7 del port B se usa para sensar si la estrella está sobre la ranura. Cuando el objeto sale de la ranura se produce una interrupción por medio de la línea CB1 del PIA.

El timer 6840 consta de tres contadores que se pueden programar como contadores de eventos, como one-shots o como osciladores libres. El contador 1 se programa como oscilador de onda cuadrada de frecuencia variable que después de pasar por el filtro pasabanda excitará al amplificador de tracking. La frecuencia de este oscilador dependerá de las características del paseo y de la dirección del movimiento de la estrella sobre la ranura. El segundo contador se programa para que genere una interrupción cada 100 mseg que es usada para el conteo de tiempos. El último contador se usa para el conteo de los pulsos de la fotomultiplicadora. Los pulsos de la fotomultiplicadora son acondicionados a nivel TTL por el amplificador discriminador. A la salida del mismo se obtienen pulsos de unos 100 nseg de ancho que son muy angostos para excitar el contador 3 del timer, por lo tanto son ensanchados por la lógica de detección a 3 useg. La decodificación del direccionamiento del display y del latch

de relays es realizada por un 74138 que decodifica las líneas A13, A14 y A15. De las ocho zonas mapeadas en la memoria, cuatro generan señales de selección de las cuales dos son usadas y las otras quedan vacantes. Las usadas son de 2000 a 3FFF para el display y de 4000 a 5FFF para el latch. El display es alfanumérico de cristal líquido de 2 líneas de 16 caracteres cada una y posee dos registros de uso programable. Como latch se usa un 74LS75.

El filtro es de tipo activo de banda pasante 20 a 80 Hz, se usó un LM348, cuadruple operacional.

La descripción de la lógica de detección de estrella se muestra en el diagrama en bloques de la figura 2. El circuito está pensado para que de una señal cuando las cuentas caen por debajo de un nivel seleccionado por el usuario por medio de la llave de sensibilidad. La idea básica es detectar cuando las cuentas caen por debajo de 10 pulsos por segundo.

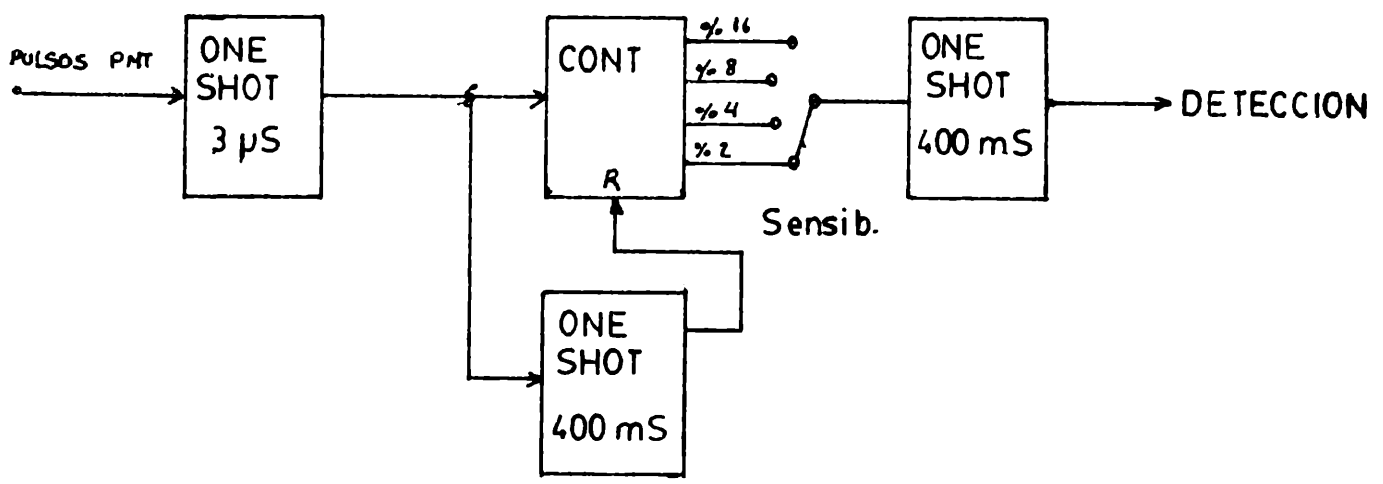


Figura 2

2- Diagrama en bloques de la lógica de detección

En lugar de contar 10 pulsos en un segundo, para que la respuesta del circuito sea más rápida, se cuentan 4 cuentas en 400 mseg. El primer one-shot es usado para ensanchar los pulsos provenientes del amplificador discriminador. La detección se realiza por medio del contador que es reseteado cada 400 mseg por un one-shot que está sincronizado por los pulsos de entrada, este contador dispara el segundo one-shot de 400 mseg que es redispensible. Mientras haya más de 4 pulsos en 400 mseg el último monoestable será disparado, al caer por debajo del nivel de sensibilidad se reseteará y producirá una interrupción en el procesador.

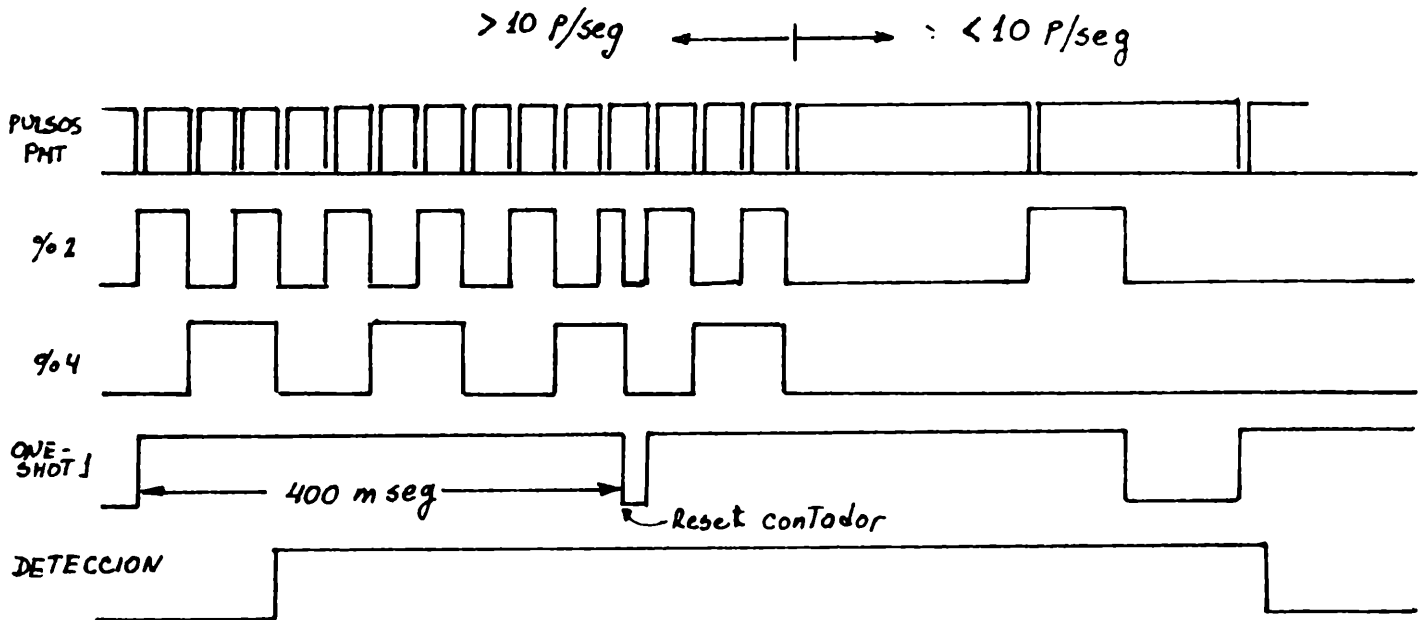


Figura 3

3- Diagrama temporal de señales del detector de estrella

Debido a la aperiodicidad de los pulsos de entrada y a lo crítico de la detección, este circuito presenta, en realidad, una franja de detección. Por encima de ella la señal de detección permanece en alto, por debajo de la franja permanece en bajo y dentro de la franja oscila entre un nivel y otro. Para un valor de detección de 10 pulsos por segundo se midió un valor superior de la franja de unos 12 pulsos por segundo y uno inferior de 8. Esta medición se realizó usando un generador de pulsos periódico. Este inconveniente se soluciona por el software que atiende la interrupción de la estrella. Es preciso que la detección de la estrella sea lo más abrupta posible para que el objeto quede a "medio salir" de la ranura. Este inconveniente es más crítico con objetos débiles que presentan una transición mientras está saliendo de la ranura menos abrupta.

Software

El software se basa en la ejecución de un loop principal que, según el estado del sistema, es modificado para ejecutar determinadas rutinas.

El estado del sistema está contenido en un byte de status el cual contiene la siguiente información:

- Modo : 2 bits
- Función : 2 bits
- Estado : 2 bits
- Estado del teclado : 1 bit
- Flag de operación : 1 bit

En el caso de modo y función no se debe aclarar nada, ya se vio su significado, en los bits correspondientes

se codifica la información dependiendo del modo y la función en cada momento.

El campo de Estado se refiere a la situación del equipo en cada momento. El Estado puede ser:

-Detenido : el sistema toma este estado toda vez que termina una operación y espera por un nuevo comando.

-Pausa : el sistema estará en Pausa al ingresar el comando de pausa.

-Running : el equipo estará en este estado cada vez que esté ejecutando una operación.

-Operación finalizada : este estado se usa para comunicar a determinados módulos del software que la operación corriente concluyó.

En el bit de estado de teclado se informa a las rutinas de comandos si el teclado está en modo 2nd. El teclado consta de 16 teclas pero cada tecla tiene dos funciones. Para distinguir entre ellas se asignan dos códigos a cada tecla, una en modo normal, la otra en el modo 2nd.

El flag de operación se utiliza para indicar a rutinas recurrentes que ya pasó por la rutina. Esto tiene por finalidad evitar que se repitan operaciones que se deben realizar sólo la primera vez que pasa por la rutina.

En la figura 4 se muestra un diagrama de flujo muy simplificada del loop principal del software de control.

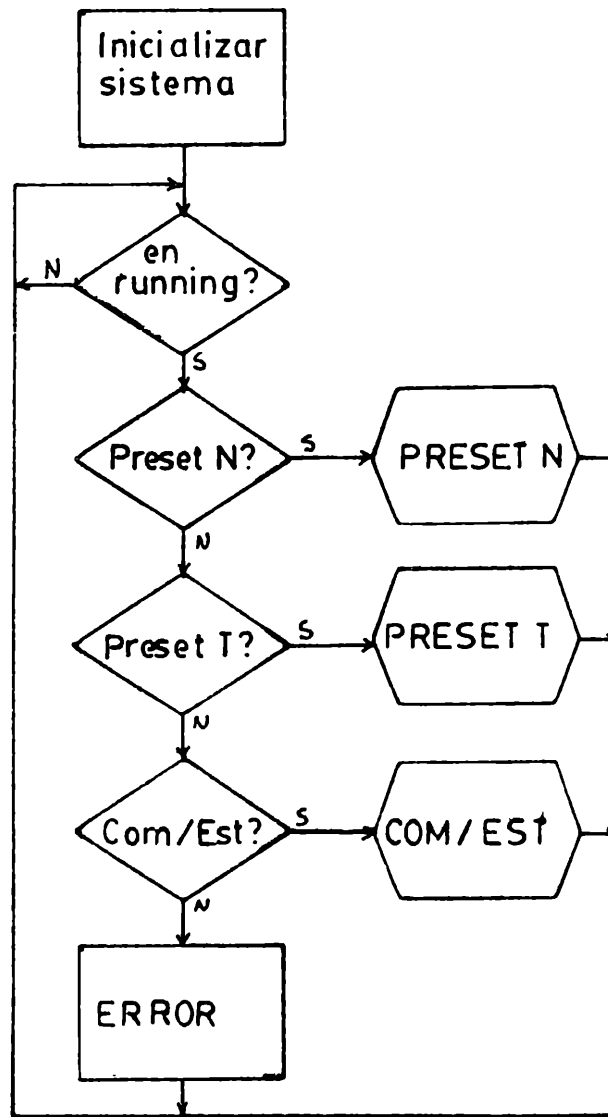


Figura 4

4- Diagrama de flujo simplificado de loop principal

El programa permanentemente chequea el estado del equipo y ejecutará alguna rutina de operación sólo si el sistema está en running. Las rutinas de operación se ejecutan una vez, luego de la cual se chequea por running nuevamente, si lo está se entra en la rutina de operación y así hasta que el sistema salga del estado de running.

Este loop puede ser interrumpido por tres operaciones que pueden cambiar el estado del equipo y por lo tanto detener la ejecución de una operación. Las interrupciones son las siguientes:

-Interrupción de teclado : ésta se produce cada vez que se oprime una tecla. Los únicos comandos que pueden alterar la ejecución de una operación son los de RUN y PAUSA.

-Interrupción de estrella : esta interrupción está habilitada sólo cuando se está ejecutando una operación con paseo. Al producirse esta interrupción el contador 1 del timer cambia de frecuencia para producir la inversión del movimiento. Para solucionar el inconveniente de la oscilación en la señal de detección de la estrella sobre la ranura simplemente, la rutina de atención de interrupción de estrella espera por 400 mseg y luego chequea si la señal de detección está en alto, o sea si la estrella se encuentra sobre la ranura. Si está en alto no se da curso a la petición de atención de lo contrario se ejecuta la rutina de cambio de sentido de paseo. Este método da buenos resultados y el umbral de detección se hace abrupto. Para una sensibilidad de 10 pulsos por segundo se logra una inversión de paseo precisamente a 10 pulsos/seg.

-Interrupción del contador 2 del timer: esta interrupción se realiza cada 100 mseg y es usada como base de tiempo de la rutina de cronómetro. Esta interrupción está habilitada sólo cuando se ejecuta una operación. La rutina de atención de esta interrupción actualiza el tiempo y cada segundo lee el contador de pulsos para actualizar las cuentas acumuladas y el número de cuentas por segundo.

Estado actual del trabajo

A la fecha (Octubre de 1987) el equipo se encuentra totalmente armado, pero falta terminar algunas rutinas del software correspondientes a comandos de adquisición de datos, las rutinas que realizan las operaciones se encuentran concluidas y probadas.