

**ELECTRÓNICA DE CONTROL DEL ESPEJO SECUNDARIO EN EL  
TELESCOPIO DE 2 M.**

**REPORTE TÉCNICO  
OCTUBRE DE 1997**

**F. QUIROZ, L. GUTIÉRREZ Y B. GARCÍA.  
DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN, ENSENADA.**

## **ÍNDICE**

- I. INTRODUCCIÓN.**
- II. MODULO DE CONTROL.**
- III. COMUNICACIÓN SERIE.**
- IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.**
  - IV.A CODIFICADOR DE POSICIÓN.**
  - IV.B INTERFAZ CON DECODIFICADOR DE CUADRATURA.**
  - IV.C ALGORITMO DE CONTROL DE POSICIÓN.**
  - IV.D ETAPA DE POTENCIA.**
- V. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN SERIE.**
- AGRADECIMIENTOS.**
- REFERENCIAS.**

**APÉNDICE A. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS.**

**APÉNDICE B. ALAMBRADO DEL SISTEMA.**

**APÉNDICE C. DIAGNOSTICO DE FALLAS.**

**APÉNDICE D. PROGRAMA EN ENSAMBLADOR.**

## I. INTRODUCCIÓN.

En nuestros días, el posicionamiento de válvulas, engranes, mecanismos y otros dispositivos mecánicos han tomado gran importancia. El control automático y la robótica, para su aplicación, necesitan forzosamente dispositivos mecánicos que sean capaces de moverse y posicionarse con gran precisión y repetibilidad.

En nuestra aplicación, es necesario mover el espejo secundario con la mayor resolución posible, el uso de un motor de corriente directa (CD) resuelve nuestra necesidad, aunque para detectar la posición necesitamos utilizar un codificador con la mayor resolución posible.

Para lograr el control del funcionamiento del espejo secundario, se desarrolló un sistema basado en un dispositivo electrónico digital, el cual se encargará de coordinar el funcionamiento del sistema. Para esto se decidió utilizar un microcontrolador. La razón de tal elección surgió de las características propias de este tipo de dispositivo, ya que estos conforman un sistema mínimo por sí solos, lo cual permite realizar diseños de reducidas dimensiones.

Un microcontrolador es un dispositivo que contiene, dentro de su arquitectura interna, una unidad de proceso central (compuesto básicamente por un microprocesador, el cual puede ser de 4, 8, 16 o 32 bits), así como una serie de periféricos integrados dentro del mismo dispositivo, como pueden ser puertos paralelos de entrada/salida, temporizadores, contadores, memoria tipo RAM, memoria tipo ROM, puertos series, y algunos contienen convertidores analógico digital (A/D) y digital analógico (D/A). Estos tipos de dispositivos están orientados para ser utilizados en aplicaciones de uso específico, donde no se prevén cambios importantes ni frecuentes al sistema. Su conjunto de instrucciones suele ser menor que el de un microprocesador, aunque sus instrucciones están orientadas a operaciones de entrada/salida, para interactuar con su entorno en tareas de detección y control. También es importante mencionar su capacidad propia de manejar interrupciones, lo que permite tener control absoluto sobre la interacción entre los diferentes elementos con que se relacione.

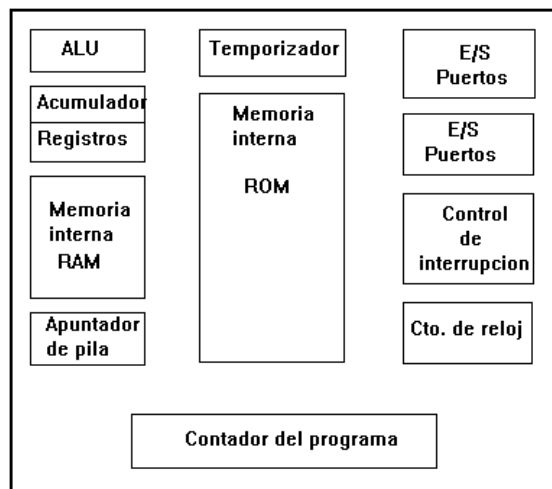


Figura 1. Diagrama a bloques de un microcontrolador.

## II. MODULO DE CONTROL (CONFIGURACIÓN DEL $\mu$ C).

Se decidió utilizar un modulo comercial, el cual contiene un microcontrolador de la familia INTEL ( $\mu$ C80C31), este se eligió por su versatilidad, precio y todas sus características.

Esta tarjeta la produce la compañía **Dallas**, y pertenece a una serie de tarjetas de uso general de la familia NMIY, utilizamos la **NMIY-0031** que corresponde a un microcontrolador, las características principales de esta tarjeta son:

- Memoria ROM (Programa, 32 KBytes).
- Memoria RAM (Programa/Datos, 32 KBytes).
- 1 Puerto de entrada de 8 bits.
- 1 Puerto de salida de 8 bits.
- 1 Puerto de entrada/salida de 8 bits, direccionable a bit.
- 2 Interrupciones.
- 2 Contadores.
- 1 Puerto serie configurable (RS-232, RS-422 ó RS-485).
- 1 Manejador de teclado matricial (4x4).
- 1 Manejador de despliegue (LCD).
- Ducto de datos-direcciones (Para expansión).
- Espacio perforado, para alambrear aplicación.

## III. COMUNICACIÓN SERIE.

Es necesario comunicarse con el sistema para controlarlo y proporcionarle los parámetros con los que debe trabajar para monitorear el correcto funcionamiento del sistema.

Para esto se decidió utilizar el protocolo de comunicación RS-485, por todas sus ventajas y por su gran inmunidad al ruido eléctrico. En la computadora personal se utilizó una tarjeta especial de puertos serie RS-485, el cual se controla mediante un programa árbitro, que se encarga de distribuir los comandos recibidos desde la red RS-485. Este programa separa los comandos recibidos de los diferentes módulos de control que existen en todo el telescopio. Nuestra comunicación serie quedó configurada de la siguiente manera:

Parámetros de la comunicación serie	
Frecuencia de transmisión	9600 Bauds
Número de bits por carácter	8 Bits
Bits de inicio	1 Bit
Bits de paro	1 Bit
Paridad	N Sin paridad

Tabla 1. Parámetros de configuración de la comunicación serie.

## **IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.**

Una vez que ya seleccionamos los componentes a utilizar, nuestro siguiente paso es acoplar nuestros componentes para formar un sistema completo.

Para hacer el sistema de manera modular y poder utilizar algunos de estos módulos en otras aplicaciones, desglosamos el sistema en tres etapas: **CPU** (Unidad de procesamiento Central), que consta de la tarjeta NMIY-0031; **Potencia**, se encuentran los relevadores y conectores duros; Y por último la **Interfaz con decodificador**, en esta sección se encuentra la circuitería para descifrar las señales obtenidas del codificador.

### **IV.A. Codificador de posición**

Haciendo una breve comparación entre los diferentes tipos de codificadores, el codificador óptico lineal es el que más se acopló a nuestras necesidades, debido a que es el que brinda una mayor resolución y es el más utilizado por los instrumentistas del OAN.

Se optó por el modelo SST, el cual es completamente hermético, su principio de operación consiste en un émbolo con codificador lineal que ofrece una resolución de 0.001 mm (cuando se usa un contador externo de 4 cuentas por ciclo). Diseñado para aplicaciones donde se requiera una interfaz mecánica, el modelo SST tiene un resorte cargado para eliminar el juego de la varilla.

En su configuración estándar el modelo SST resiste la suciedad, lo que lo hace que se pueda usar en ambientes relativamente sucios, la salida diferencial lo hace el codificador óptico para aplicaciones en los que requiera una gran inmunidad al ruido eléctrico. En la tabla 2 se listan las características eléctricas.

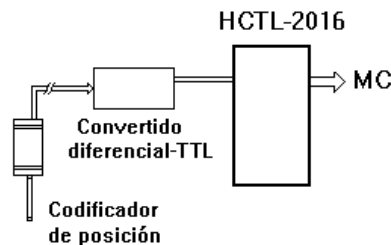
<b>Características eléctricas</b>	
Resolución	250 ciclos por milímetro (0.001 mm utilizando un contador externo de cuatro pulsos por ciclo).
Fuente de luz	LED de arseniuro de galio, con tiempo de vida promedio de 100,000 Hrs.
Sensor de luz	Celda fotovoltaica.
Excitación de voltaje	+5 Vcd @ 150 mA (máximo).
Salida	Provee los dos canales de salida en modo diferencial.
Especificaciones de cuadratura	$90^{\circ} \pm 30^{\circ}$ (en estado analógico).
Respuesta en frecc.	50 Khz para contar los canales.
Especificaciones de salida	El modelo SST tiene tres modos de salida: modo diferencial, modo de salidas invertidas y salidas a colector abierto. Todas las salidas son compatibles con TTL

**Tabla 2. Características eléctricas del codificador.**

#### IV.B. Interfaz con decodificador de cuadratura.

Para leer la posición del espejo secundario es preciso descifrar la salida del codificador que se encuentra acoplada mecánicamente al motor.

Se utilizó un circuito integrado (CI, HCTL-2016) de la compañía **Hewlett Packard**, el cual realiza la decodificación de cuadratura y llevan la cuenta internamente en un contador de 16 bits, con esto se reduce en gran medida la electrónica de decodificación de cuadratura. Para dar una explicación mas detallada del funcionamiento del circuito nos basaremos en el diagrama a bloques de la figura 2.



**Figura 2. Diagrama a bloques del circuito decodificador de cuadratura.**

Primeramente la salida del codificador (que sale en modo diferencial) se tiene que acondicionar y cambiarla a formato TTL, esto se hace por medio de un CI (26LS32) el cual convierte de modo diferencial a formato TTL, ya acondicionadas entran al CI HCTL-2016, y este se encarga de decodificar la información del codificador de posición, este se lee a través de un puerto de la tarjeta del  $\mu$ Controlador.

#### IV.C Algoritmo de control de posición del secundario.

El algoritmo de control de posición del secundario, lo realiza por sí solo el módulo de control, para esto utiliza la cuenta dada por el CI mencionado anteriormente. En la figura 3 se muestra un diagrama a bloques de dicho algoritmo.

El control de alimentación del motor de CD lo realizamos con relevadores, por lo que no es posible incorporarle un control PID (Proporcional Integral y Derivativo), lo que se implementó es tener dos diferentes voltajes con los cuales poder alimentar el motor, de esta manera, cuando el motor se encuentra a más de 255 cuentas, el control le aplica la máxima velocidad y cuando el motor se aproxima a su destino (cuando la distancia es menor a 250 cuentas, cada cuenta es aproximadamente una micra), el control disminuye al 50% la velocidad al motor.

Con este método eliminamos un poco la inercia, y aumentamos en gran medida la repetibilidad del control. El algoritmo también cuenta con la opción de abortar el proceso en cualquier momento, ya que cada ciclo del algoritmo chequea si llegó algún mensaje nuevo.

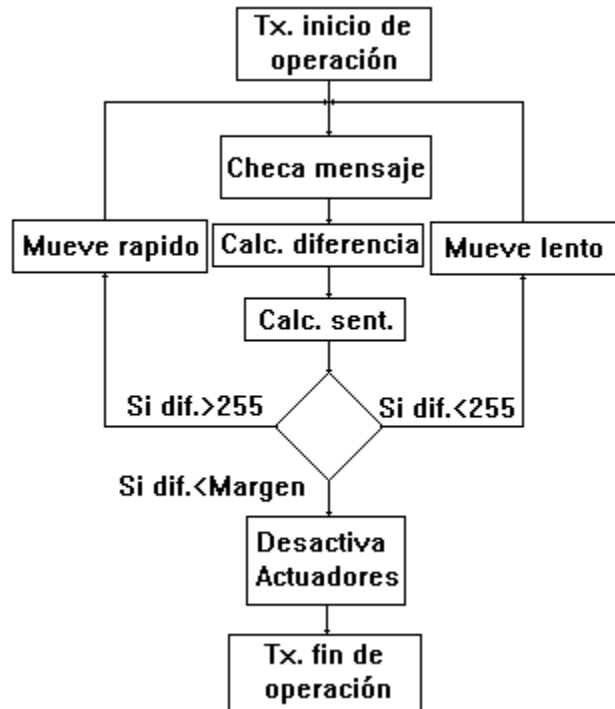


Figura 3. Diagrama a bloques del algoritmo de posicionamiento que realiza el módulo de control.

#### IV.D Etapa de potencia.

La alimentación del motor de CD, la realizamos mediante relevadores, para esto se fabrico una tarjeta en circuito impreso, la cual tiene una serie de relevadores que cambian el sentido de giro del motor (invirtiendo la polaridad) y a su vez alimentan al freno, sea cual sea el sentido. Para manejar los relevadores se utilizaron optoacopladores y reforzadores de corriente, esto con el fin de aislar la fuente de alimentación de la parte digital (+5Vcd) con el voltaje con el que se alimentan los motores, minimizando el ruido inducido.

En el apéndice A se muestran los diagramas del arreglo de relevadores y circuitos reforzadores para manejar a los mismos.

### V. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN SERIE.

Con el fin de mantener la compatibilidad con los demás sistemas de control que se utilizan en los telescopios de San Pedro Mártir, tomé los protocolos de comunicación utilizados por los instrumentistas del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), y a la vez implementé mis propios mandos especiales.

El protocolo para inicio de mando y fin de mando es el siguiente:

: Add C x x . . x ;

**ELECTRÓNICA DE CONTROL DEL ESPEJO SECUNDARIO EN EL TEL. DE 2M.**

:	Indica que se prepare a recibir un mando .
<b>Add</b>	Indica la dirección del sistema, si esta es errónea debe ignorar los demás mandos.
<b>C</b>	Mando especial.
	<b>0</b> Significa leer.
	<b>1</b> Significa escribir.
	<b>2</b> Significa dar respuesta.
	<b>3</b> Le indica al sistema error de lectura.
	<b>4</b> Le indica al sistema error de escritura.
<b>X</b>	Dirección de memoria, puerto, posición relativa o absoluta del lente, palabras claves, etc.
<b>;</b>	Fin de cadena transmitida. Al recibir este parámetro el sistema se pondrá en modo de espera para recibir otra cadena o mando.

Estos protocolos se realizaron para que los módulos no interfirieran entre sí, de esta manera se pueden tener varios módulos a la misma red RS-485, y controlar todos los módulos con un solo puerto serie de una Computadora Personal, la cual será la maestra de la red y los módulos de control sus esclavos.

Por otra parte los mandos especiales a los que responde el control de posición del foco, son los siguientes

PC al Modulo	Respuesta del Modulo	Operación
<b>:Q0P;</b>	<b>:Q2#dddd;</b>	Pide la posición
<b>:Q1S;</b>	<b>:Q2#dddd;</b>	Detiene el motor, abortando cualquier comando anterior
<b>:Q1R;</b>	<b>:Q2#dddd;</b>	Resetea el contador de posición
<b>:Q1I;</b>	<b>:Q2#&amp;; - :Q2#dddd;</b>	Inicializa el espejo, colocándolo en la posición mas baja, y colocando ceros en el contador de posición
<b>:Q1DL;</b>	<b>:Q2#&amp;;</b>	Mueve el espejo hacia arriba en velocidad baja
<b>:Q1DR;</b>	<b>:Q2#&amp;;</b>	Mueve el espejo hacia arriba en velocidad alta
<b>:Q1IL;</b>	<b>:Q2#&amp;;</b>	Mueve el espejo hacia abajo en velocidad baja
<b>:Q1IR;</b>	<b>:Q2#&amp;;</b>	Mueve el espejo hacia abajo en velocidad alta
<b>:Q1DXX;</b>	<b>:Q2#&amp;; - :Q2#dddd;</b>	Mueve el espejo XXh cuentas hacia arriba
<b>:Q1IXX</b>	<b>:Q2#&amp;; - :Q2#dddd;</b>	Mueve el espejo XXh cuentas hacia abajo
<b>:Q1XXXX;</b>	<b>:Q2#&amp;; - :Q2#dddd;</b>	Mueve el espejo a la posición XXXX h

**Tabla 3. Lista de comando especiales del control del foco.**

Con referencia a la tabla 3, el modulo responde al recibir cualquier comando, con esto se cerciora la Computadora Personal (PC) de que el modulo de control esta activo, en caso de que sea un comando que requiera de un poco de tiempo, como en el caso de mover cierto numero de posiciones o moverse a una posición absoluta, este responde al empezar a mover el espejo y cuando termina el mando, le transmite la posición real a la cual llevo.



**AGRADECIMIENTOS.**

Un especial agradecimiento a **Benjamin García** por su valiosa cooperación en la construcción en la caja que contiene la electrónica a **Eduardo López** por la instalación en el telescopio. Gracias a ambos por su desinteresada cooperación.

**REFERENCIAS.**

**The 8051 Microcontroller, Architecture, Programming and Applications .**

Kenneth J. Ayala.

Western Carolina University.

**Manual de la tarjeta NMIY-0031 .**

Dallas Co.

**Manuales de la consola del telescopio de 2.12 m, Versión anterior .**

Luis Salas.

Instituto de Astronomía, UNAM.

**Apuntes personales sobre microcontroladores .**

Fernando Quiros.

Instituto de Astronomía, UNAM.

**APÉNDICE A. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS  
DE LOS CIRCUITOS.**

## APÉNDICE B. ALAMBRADO DEL SISTEMA.

En la figura B.1 se muestra un bosquejo de la distribución de tarjetas, fuentes y conectores. La caja contiene dos fuentes una de 5 Vcd @ 3 Amper's y una de 24 Vcd @ 1.5 Amper's, ambas de la marca ASTRODINE.

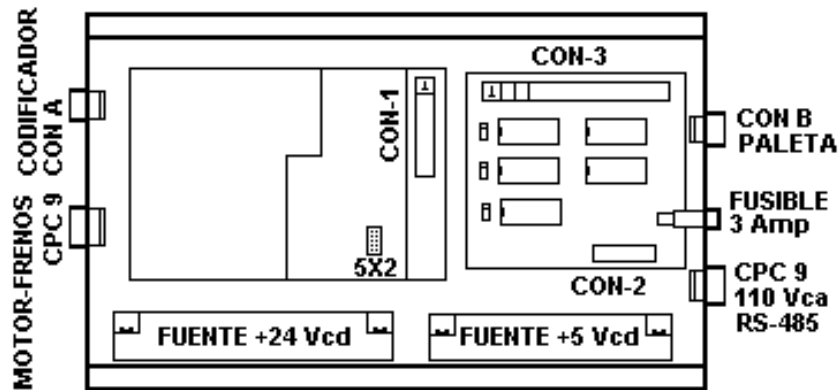


Figura B.1 Distribución de fuentes y tarjetas.

La caja cuenta con cuatro conectores externos, cuatro conectores internos, dos fuentes de alimentación y dos tarjetas.

La interfaz con el codificador se realiza mediante dos conectores, un conector para cable plano (5X2) que va de la tarjeta que contiene toda la electrónica hacia el conector externo (CON A). La distribución de las señales se muestran en la tabla B.1 y B.2 respectivamente.

CON 5X2 (MICRO)	
2	Alimentación (+5Vcd)
8	Tierra de +5 Vcd
3	Fase A (+)
1	Fase A (-)
5	Fase B (+)
7	Fase B (-)

Tabla B.1 Señales del codificador, en el conector para cable plano.

<b>CON A (A CODIFICADOR)</b>	
<b>1</b>	<b>Alimentación (+5Vcd)</b>
<b>6</b>	<b>Tierra de +5 Vcd</b>
<b>7</b>	<b>Fase A (+)</b>
<b>2</b>	<b>Fase A (-)</b>
<b>4</b>	<b>Fase B (+)</b>
<b>3</b>	<b>Fase B (-)</b>

**Tabla B.2 Señales del codificador en el conector externo.**

El sistema cuenta con un conector para la paleta manual de movimientos (CON B), este internamente va conectado de dicho conector al conector CON 1, la distribución en el conector de paleta se muestra en la tabla B.3. Estas señales van hacia la paleta manual de movimientos de telescopio.

<b>CON B (PALETA)</b>	
<b>2</b>	<b>Tierra analógica (café)</b>
<b>1</b>	<b>Derecha (blanco/rojo)</b>
<b>6</b>	<b>Izquierda (blanco/azul)</b>
<b>5</b>	<b>Velocidad (café)</b>

**Tabla B.3 Señales de la paleta manual.**

La alimentación de la electrónica de control, señales de comunicación serie y señales de control de relevadores, están conectadas a la tarjeta NMIY-0031 a través del conector CON 1, y la distribución de este conector se muestra en la tabla B.4.

<b>CON 1 (TARJETA DEL MICRO)</b>	
<b>1</b>	<b>Tierra de +24 Vcd</b>
<b>2</b>	<b>Velocidad</b>
<b>3</b>	<b>Izquierda</b>
<b>4</b>	<b>Derecha</b>
<b>5</b>	<b>RS-485 (-)</b>
<b>6</b>	<b>RS-485 (+)</b>
<b>7</b>	<b>Tierra de +5 Vcd</b>
<b>8</b>	<b>+5 Vcd</b>

**Tabla B.4 Conector de señales al microcontrolador.**

En la tarjeta de potencia, donde se encuentran los relevadores, existen dos conectores, uno por donde le llegan las señales de control (CON 2) y el conector de salida y alimentación (CON 3) que es la conexión con el motor de CD a controlar

<b>CON 1 (RELEVADORES)</b>	
1	Tierra de +24 Vcd
2	+12 Vcd
3	+24 Vcd
4	Freno (+)
5	Motor (-)
6	Motor (+)

<b>CON 2 (RELEVADORES)</b>	
1	Velocidad
2	Derecha
3	Izquierda
4	Tierra de +24 Vcd

**Tabla B.5 Conector de la tarjeta de potencia.**

Existen dos conectores externos por los cuales el sistema se provee de alimentación 110 Vca para el funcionamiento de las fuentes de alimentación, y una conexión con el motor a controlar, entre otras señales. En la tabla B.6 se muestra la distribución en estos conectores.

<b>CPC 9 (MOTOR Y FRENOS)</b>	
3	Motor (+) consola
9	Motor (-) consola
1	Motor (+) secundario
2	Motor (-) secundario
4	Freno (+) consola
6	Freno (-) consola
8	Freno (+) secundario
7	Freno (-) secundario

<b>CPC 9 (110 VCA Y RS-485)</b>	
1	Carga (vivo)
2	Neutro (retorno)
3	Tierra física
7	RS-485 (+)
9	RS-485 (-)

**Tabla B.6 Conectores de alimentación y conexión con el motor.**

## **APÉNDICE C. DIAGNOSTICO DE FALLAS.**

### **Cambio de consola nueva a consola anterior.**

Desconectar cable CPC-A, y conectar en el cable que viene a este conector, un conector CPC, que sirve de tapón. Este se encuentra pegado en la caja de la electrónica del foco. Con el procedimiento anterior se transfiere el control del motor que desplaza al espejo secundario. En caso contrario (que se cambie de consola anterior a nueva) se sigue el procedimiento inverso.

### **Perdida de comunicación.**

Si se pierde la comunicación serie, desconecte el conector CPC-B, y vuélvalo a conectar (con esto se genera un reset del sistema); Si con esto no se restablece revisar la fuente de +5 Vcd y/o el manejador serie (75176).

## APÉNDICE D. PROGRAMA EN ENSAMBLADOR.

En la figura A1, se presenta un diagrama a bloques de la estructura del programa en ensamblador, en el cual se puede ver la facultad del modulo de poder atender cualquier mando en cualquier momento, aun cuando se este ejecutando cualquier otro mando.

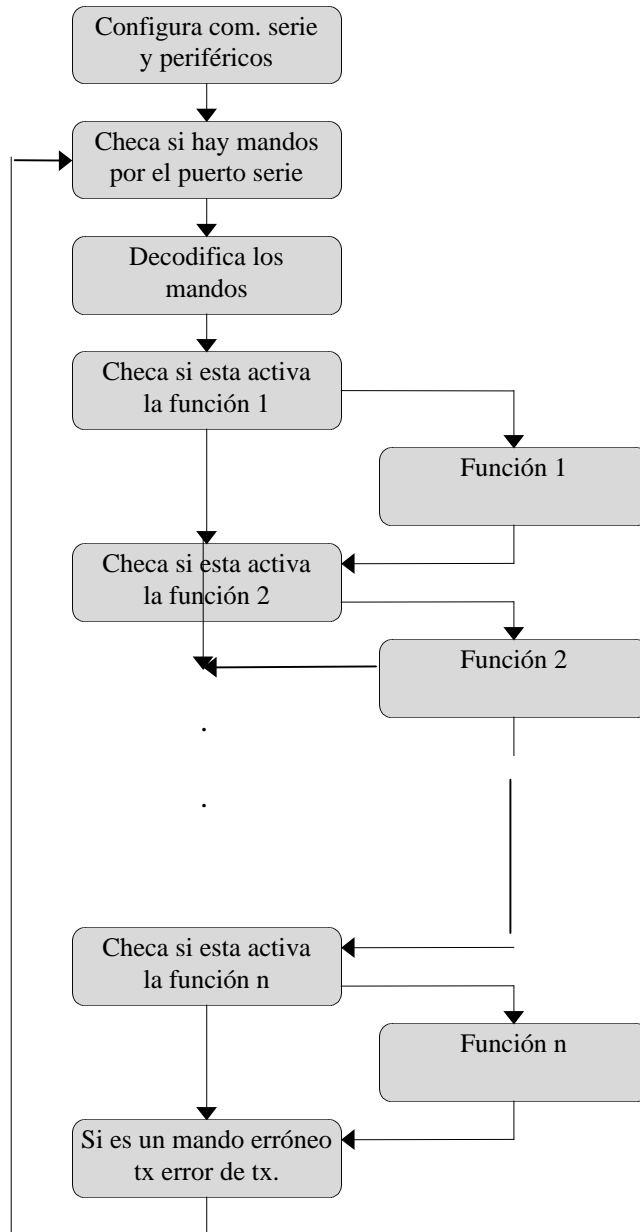


Figura A1. Diagrama a bloques de la estructura del programa en ensamblador.

**ELECTRÓNICA DE CONTROL DEL ESPEJO SECUNDARIO EN EL TEL. DE 2M.**

```

PROGRAMA_PRINCIPAL:
    LCALL CONFIGURA
    MOV R5,#*'
    LCALL MANDA_CAR
INICIO: MOV A,#00H
    MOV CTA,A
    MOV IND,A
    MOV INI,A
    MOV ADR,A
    CLR SERIE
RECIBE_CAD:
    LCALL FUNCION
    MOV A,CTA
    JZ RECIBE_CAD
    MOV CTA,#00H
    LCALL DECODIFICA
    LJMPC INICIO

DECODIFICA:
    SETB DECOD
    LCALL C_F01
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F02
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F03
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F04
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F05
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F06
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F07
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F08
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F09
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F10
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL C_F11
    JNB DECOD,FIN_DEC
    LCALL TX_ERROR
FIN_DEC:RET

MANDA_CAR:
    SETB SERIE
    CLR IE.7 ; DESAHB INTS
    MOV A,R5
    MOV SBUF,A
AQUI_M: JNB TI,AQUI_M
    CLR TI
    SETB IE.7 ; HAB INTS
    CLR SERIE
    RET

CONFIGURA:
    MOV TL1,#0FDH
    MOV TH1,#0FDH
    ORL TMOD,#20H
    SETB TCON.6 ; TIMER 1 RUN
    MOV SCON,#50H
    CLR IP.4
    SETB IE.4 ; INT DEL SERIE
    SETB IE.7

LCALL LIMPIA_BAND
LCALL RESET_DEC
RET

FUNCION:
    JB F01,FN2
    LCALL FUNCION1
FN2: JB F02,FN3
    LCALL FUNCION2
FN3: JB F03,FN4
    LCALL FUNCION3
FN4: JB F04,FN5
    LCALL FUNCION4
FN5: JB F05,FN6
    LCALL FUNCION5
FN6: JB F06,FN7
    LCALL FUNCION6
FN7: JB F07,FN8
    LCALL FUNCION7
FN8: JB F08,FN9
    LCALL FUNCION8
FN9: JB F09,FN10
    LCALL FUNCION9
FIN_FN: RET

FUNCION1:
    LCALL PROT_RES
    SETB BIT0
    SETB CS_DEC
    CLR CS_DEC
    CLR BIT0
    MOV DPTR,#DIR_DEC
    MOVX A,@DPTR
    MOV DIRH,A
    SETB BIT0
    MOV DPTR,#DIR_DEC
    MOVX A,@DPTR
    MOV DIRL,A
    SETB CS_DEC
    MOV R5,DIRH
    LCALL CONV_HEX_ASCII
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,06H
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,DIRL
    LCALL CONV_HEX_ASCII
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,06H
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#;'
    LCALL MANDA_CAR
    SETB F01

RET

FUNCION2:
    LCALL RESET_DEC
    MOV R5,#;'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#DIR
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#'2'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#&'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#;'

```



**ELECTRÓNICA DE CONTROL DEL ESPEJO SECUNDARIO EN EL TEL. DE 2M.**

```

                LCALL MANDA_CAR
                SETB  F02
RET
FUNCION3:
    SETB  DER
    SETB  IZQ
    SETB  VRL
    MOV   A,#32H
    MOV   B,#00H
    LCALL SOFTIME
    LCALL FUNCION1
    SETB  F03
    SETB  F04
    SETB  F04_F
    SETB  F09
    SETB  F09_F
RET
FUNCION4:
    JB    F04,J04_1
    MOV   R5,#:'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#DIR
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#'2'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#&'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#;'
    LCALL MANDA_CAR
    SETB  F04
    SETB  BIT0
    SETB  CS_DEC
    CLR   CS_DEC
    CLR   BIT0
    MOV   DPTR,#DIR_DEC
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   R0,A
    SETB  BIT0
    MOV   DPTR,#DIR_DEC
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   POS_ANT,A
    SETB  CS_DEC
    SETB  DER
    CLR   VRL
    CLR   IZQ
    LJMP  FIN_FN4
J04_1:
    SETB  BIT0
    SETB  CS_DEC
    CLR   CS_DEC
    CLR   BIT0
    MOV   DPTR,#DIR_DEC
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   R0,A
    SETB  BIT0
    MOV   DPTR,#DIR_DEC
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   R0,A
    SETB  CS_DEC
    CLR   C
    SUBB  A,POS_ANT
    JZ    FIN_FN4A
    MOV   POS_ANT,R0
    LJMP  FIN_FN4
FIN_FN4A:
    SETB  F04_F
                SETB  DER
                SETB  IZQ
                SETB  VRL
                LCALL RESET_DEC
                LCALL FUNCION1
FIN_FN4:
    MOV   A,#0C8H
    MOV   B,#00H
    LCALL SOFTIME
    RET
FUNCION5:
    JB    IZQ,J05_1
    SETB  IZQ
    MOV   A,#64H
    MOV   B,#00H
    LCALL SOFTIME
J05_1:
    SETB  VRL
    CLR   DER
    SETB  F05
    MOV   R5,#:'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#DIR
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#'2'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#&'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#;'
    LCALL MANDA_CAR
RET
FUNCION6:
    JB    IZQ,J06_1
    SETB  IZQ
    MOV   A,#64H
    MOV   B,#00H
    LCALL SOFTIME
J06_1:
    CLR   VRL
    CLR   DER
    SETB  F06
    MOV   R5,#:'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#DIR
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#'2'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#&'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#;'
    LCALL MANDA_CAR
RET
FUNCION7:
    JB    DER,J07_1
    SETB  DER
    MOV   A,#64H
    MOV   B,#00H
    LCALL SOFTIME
J07_1:
    SETB  VRL
    CLR   IZQ
    SETB  F07
    MOV   R5,#:'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#DIR
    LCALL MANDA_CAR
    MOV   R5,#'2'

```

**ELECTRÓNICA DE CONTROL DEL ESPEJO SECUNDARIO EN EL TEL. DE 2M.**

```

    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#&'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#;'
    LCALL MANDA_CAR
RET
FUNCION8:
    JB DER,J08_1
    SETB DER
    MOV A,#64H
    MOV B,#00H
    LCALL SOFTIME
J08_1:  CLR VRL
        CLR IZQ
        SETB F08
        MOV R5,#:'
        LCALL MANDA_CAR
        MOV R5,#DIR
        LCALL MANDA_CAR
        MOV R5,#2'
        LCALL MANDA_CAR
        MOV R5,#&'
        LCALL MANDA_CAR
        MOV R5,#:'
        LCALL MANDA_CAR
RET
FUNCION9:
    JB F09,J09_1
    MOV R5,#:'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#DIR
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#2'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#&'
    LCALL MANDA_CAR
    MOV R5,#:'
    LCALL MANDA_CAR
    SETB F09
J09_1:  LCALL DIFERENCIA
        MOV A,DIFH
        CJNE A,#00H,J09_3
        MOV A,DIFL
        CLR C
        SUBB A,#MARGEN
        JC FIN_FN9A
        CJNE R4,#00H,J09_MI_L
        SETB IZQ
        SETB VRL
        CLR DER
        LJMP FIN_FN9
J09_MI_L:
        SETB DER
        SETB VRL
        CLR IZQ
        LJMP FIN_FN9
J09_3:  CJNE R4,#00H,J09_MI_R
        SETB IZQ
        CLR VRL
        CLR DER
        LJMP FIN_FN9
J09_MI_R:SETB DER
        CLR VRL
        CLR IZQ
        LJMP FIN_FN9
FIN_FN9A:
        SETB DER
        SETB IZQ
        SETB VRL
        SETB F09_F
        MOV A,#0FFH
        MOV B,#00H
        LCALL SOFTIME
        LCALL FUNCION1
FIN_FN9:RET
PON_DIR:
        SETB BIT0
        SETB CS_DEC
        CLR CS_DEC
        CLR BIT0
        MOV DPTR,#DIR_DEC
        MOVX A,@DPTR
        MOV DIRH,A
        MOV POSH,A
        SETB BIT0
        MOV DPTR,#DIR_DEC
        MOVX A,@DPTR
        MOV DIRL,A
        MOV POSL,A
        SETB CS_DEC
RET
RESET_DEC:
        SETB RES_C
        SETB CS_DEC
        NOP
        CLR CS_DEC
        CLR RES_C
        NOP
        NOP
        SETB RES_C
        SETB CS_DEC
RET
ORG RESET_P+1FFDH
LJMP RESET_P
END

```