

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO MEDIDOR  
CONTADOR DE LONGITUD DE HOJAS PARA UNA  
MÁQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL.**

**JUAN CARLOS ROMERO CÁRDENAS**

**ROGER GEOVANNY PILLALAZA JACHO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN LA ESPECIALIZACIÓN DE ELECTRÓNICA Y CONTROL  
DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**MAYO - 1997**

CERTIFICO que bajo mi dirección, la presente Tesis fue realizada en su totalidad por los señores: Juan Carlos Romero Cárdenas y Roger Geovanny Pillalaza Jacho.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Edwin Nieto", written over a horizontal line.

Ing. Edwin Nieto.

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A DIOS POR LA CAPACIDAD Y FORTALEZA QUE ME HA DADO  
A MI HIJO DANNY POR DARME LA RAZÓN DE SEGUIR ADELANTE  
A MI ESPOSA JOSETTE POR SU GRAN AMOR Y COMPRENSIÓN  
A MIS PADRES CARMEN Y CARLOS POR INCULCAR EN MI  
BUENOS PRINCIPIOS Y EJEMPLO DE TRABAJO  
A MIS SUEGROS POR EL APOYO QUE DE ELLOS HE RECIBIDO  
A TODA MI FAMILIA, POR EL APOYO CONSTANTE QUE ME  
HAN SABIDO BRINDAR

*Juan Carlos*

DEDICATORIA

A MÍ DIOS POR SU GUIA Y PRESENCIA CONSTANTE  
A MIS PADRES FELIPE Y AIDA POR EL APOYO QUE  
SIEMPRE ME HAN BRINDADO  
A LOS SERES QUE MÁS APRECIO EN ESTE MUNDO  
Y QUE ME HAN DADO TODO SU APOYO:

WALTER Y EDISON

*Roger G.*

## AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Edwin Nieto por su acertada dirección .
- A la Escuela Politécnica Nacional y de manera muy especial a los Departamentos de Control y Telecomunicaciones.

# INDICE

	Página
<b>CAPITULO I : INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	1
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	6
1.2 OBJETIVOS	8
1.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	9
1.4 SISTEMA IMPLEMENTADO	13
1.4.1 RECEPCIÓN DE SEÑALES	13
1.4.2 PROCESAMIENTO DE SEÑALES	13
1.4.3 TECLADO	15
1.4.4 VISUALIZACIÓN	17
1.4.5 SALIDA AL ACTUADOR	18
1.4.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	18
<b>CAPITULO II : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>20</b>
2.1 DISEÑO DE LOS SENSORES ELECTRÓNICOS Y ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL.	20
2.1.1 INTRODUCCIÓN.	20
2.1.1.1 TACÓMETROS ELECTRO-ÓPTICOS.	21
2.1.2 DISEÑO DEL SENSOR.	26

2.2	DISEÑO DEL HARDWARE.	39
2.2.1	TARJETA MCPD51	39
2.2.2	TARJETA TDK - 487.	41
2.2.3	TARJETA TAR-800	53
2.3	DISEÑO DEL SOFTWARE	63
2.3.1	PROGRAMA PRINCIPAL.	65
2.3.2	SUBROUTINA CÁLCULO.	67
2.3.3	SUBROUTINA MULTIPLICAR Y DIVISIÓN.	70
2.3.4	SUBROUTINA BCDCONVERT.	71
2.3.5	SUBROUTINA SEPARAR.	71
2.3.6	SUBROUTINA LECTURA	72
2.3.7	SUBROUTINA TECLA.	73
2.3.8	SUBROUTINA CTECLA1.	75
2.3.9	SUBROUTINA CTECLA2.	76
2.3.10	SUBROUTINA CTECLA3.	77
2.3.11	SUBROUTINA CTECLA4.	77
2.3.12	SUBROUTINA CTECLA5.	78
2.3.13	SUBROUTINA HEXA.	79
2.3.14	SUBROUTINA DE ATENCIÓN A LA INTERRUPCIÓN EXTERNA Ø.	79
2.3.15	SUBROUTINA ACTUAL.	80
2.3.16	SUBROUTINA CONTOTAL.	81
2.3.17	SUBROUTINA CONPARCIAL.	82
2.3.18	SUBROUTINA DISPLAY	83
2.3.19	SUBROUTINA T1SEG	87

2.3.20	FLUJOGRAMAS	89
	FLUJOGRAMA 1.- PROGRAMA PRINCIPAL	89
	FLUJOGRAMA 2.- SUBROUTINA CÁLCULO	91
	FLUJOGRAMA 3.- SUBROUTINA SEPARAR	92
	FLUJOGRAMA 4.- SUBROUTINA LECTURA	93
	FLUJOGRAMA 5.- SUBROUTINA TECLA	94
	FLUJOGRAMA 6.- SUBROUTINA CTECLA1	95
	FLUJOGRAMA 7.- SUBROUTINA CTECLA2	98
	FLUJOGRAMA 8.- SUBROUTINA CTECLA3	102
	FLUJOGRAMA 9.- SUBROUTINA CTECLA4	105
	FLUJOGRAMA 10.- SUBROUTINA DE	
	INTERRUPCIÓN EXTERNA	107
	FLUJOGRAMA 11.- SUBROUTINA ACTUAL	108
	FLUJOGRAMA 12.- SUBROUTINA CONTOTAL	109
	FLUJOGRAMA 13.- SUBROUTINA CONPARCIAL	110
	FLUJOGRAMA 14.- SUBROUTINA DISPLAY	111
	FLUJOGRAMA 15.- SUBROUTINA T1SEG	112
2.3.21	SELECCIONAMIENTO DEL MICROCONTROLADOR	113
2.4	PROTECCIONES DEL EQUIPO	114
2.4.1	INTRODUCCIÓN	114
2.4.2	TIPOS DE INTERFERENCIAS.	115
2.4.3	TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE	
	INTERFERENCIAS.	116
2.4.4	PROTECCIONES DEL EQUIPO	118



2.5	SELECCIONAMIENTO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN	120
<i>CAPITULO III : CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS EXPERIMENTALES</i>		121
3.1	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS SENSORES.	121
3.2	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LAS TARJETAS.	124
3.3	PRUEBAS EXPERIMENTALES.	129
3.4	ESTRUCTURA FÍSICA FINAL.	137
3.5	ANÁLISIS ECONÓMICO.	140
<i>CAPITULO IV : ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</i>		145
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	145
4.2	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	148
	<i>BIBLIOGRAFÍA:</i>	152

<b>ANEXOS</b>		154
ANEXO A:	DATOS TÉCNICOS DE LOS C.I. UTILIZADOS	154
ANEXO B:	DATOS TÉCNICOS DE LA TARJETA MCPD51	175
ANEXO C:	DATOS TÉCNICOS DEL DALLAS DS5000	186
ANEXO D:	TABLA DE VARIACIÓN DE $w_i$ Y $w_c$ ALREDEDOR DE SUS PUNTOS CRÍTICOS	199
ANEXO E:	LISTADO DEL PROGRAMA	204
ANEXO F:	MANUAL DEL USUARIO	228
PLANOS DEL EQUIPO		237

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

La industria ecuatoriana dentro de su proceso de desarrollo ha tratado de incorporar nuevos sistemas automáticos de control a sus mecanismos ya existentes con la finalidad de aumentar la producción y la productividad de sus sistemas, los mismos que cuentan con una calibración manual, introduciendo errores que afectan el proceso normal de elaboración de un producto.

La visualización de las magnitudes físicas al momento de la calibración, paso anterior a la inicialización de un proceso, requiere de rapidéz y de exactitud, es decir debe existir confiabilidad en los datos que se estén mostrando, para asegurar que el producto final, así obtenido, sea de buena calidad.

Así por ejemplo para conseguir un producto óptimo es necesario conocer el valor de las variables que intervienen en su fabricación, tales como: longitud, altura, espesor, volumen, entre otras. Sin embargo al establecer manualmente el valor de dichas magnitudes se aumenta en gran manera el tiempo óptimo de producción así como también la calidad del producto terminado.

Específicamente si consideramos el caso de la Industria Papelera Ecuatoriana esta también posee problemas al momento de calibrar sus equipos los cuales son netamente manuales y no presentan una buena visualización de las magnitudes manipuladas, originando por lo tanto desperdicios en material y en tiempo, lo que en términos económicos es de gran representatividad para dicha industria.

Una forma de resolver este y otros inconvenientes constituye en automatizar los sistemas ya existentes, acoplando controles de una tecnología más avanzada en los que la intervención humana en actividades repetitivas sea mínima.

Una segunda solución a los problemas antes citados, constituye en reemplazar completamente la ya existente maquinaria por otra de mayor avance tecnológico, esto quiere decir que todos los controles ya deberán venir incorporados en una sola unidad e incluso se podrá contar

con programas computarizados que lleven al proceso a una eficiencia mayor y sobre los cuales no se puede realizar ninguna mejora.

En estas dos primeras soluciones al problema se puede apreciar que existe una gran dificultad en llevarlos a la práctica ya que en términos económicos requieren de grandes inversiones por parte de los empresarios y en la actualidad las condiciones económicas del país no lo permiten.

Consecuentemente se puede proponer una tercera alternativa de solución, la cual contemple el diseñar y construir lazos de control y de realimentación los mismos que tiendan a optimizar los procesos.

Con este criterio, considerando esta tercera solución se sugiere mantener la maquinaria ya existente, acoplándole sistemas de control sencillos a bajo costo, que puedan servirle de guía al operador en el manejo y visualización de las variables de interés dentro del proceso, permitiéndole así mejorar la productividad del mismo.

Con los citados antecedentes en lo que se refiere al problema y a su posible solución nos referiremos a las MÁQUINAS CONVERTIDORAS DE PAPEL (Ver fig. 1.1), las cuales cuentan con métodos de calibración discontinuados,

originando medidas defectuosas en la longitud con la que salen las hojas cortadas.

Realizando un previo análisis al problema planteado se ha pensado en aplicar el tercer método de solución, en el cual se diseñará y construirá un equipo que le permita al operador medir y visualizar en un display digital la longitud en centímetros de las hojas cortadas, proporcionándole además otras opciones tales como el almacenamiento y la visualización de la información total o parcial del número de hojas procesadas en una jornada de trabajo, así como también la manipulación de ciertos parámetros que intervienen en la precisión de la longitud (parámetros mecánicos de la máquina). Adicionalmente el equipo incluirá una salida de temporizada a la cual se le podrá conectar una carga de AC. (ver tarjeta TAR-800).

Para conseguir esto, dicho equipo en su estructura principal estará conformado por un microcontrolador el cual facilitará el cálculo de la longitud, el manejo de los periféricos y de la salida temporizada del actuador.

Realizando un análisis de la posible solución, se ha llegado a determinar que para obtener la longitud de las hojas cortadas, deberán ser medidas las velocidades angulares, tanto en el rodillo introductor como en el rodillo cortador (Ver fig. 1.1).

Estas velocidades deberán ser introducidas al microcontrolador a manera de trenes de pulsos, por lo que será conveniente implementar sensores ópticos diseñados específicamente para esta aplicación.

La información emitida por los sensores ópticos tendrá que ser acondicionada, a fin de que la señal contenga los niveles lógicos adecuados para ser procesados por el microcontrolador.

Con el fin de proteger al equipo de agentes externos tales como ruidos eléctricos o interferencias electromagnéticas se prevee mantener las siguientes precauciones:

- Alimentar al equipo por medio de una fuente DC conmutada, que cumpla con los requerimientos del equipo, y que además pueda ser adquirida en el mercado local.
- Proporcionar al equipo de un filtro RFI adecuado para evitar que los armónicos indeseables presentes en la red puedan afectar su funcionamiento.
- Suministrar al equipo del blindaje y del aislamiento necesario a fin de reducir el efecto de los campos electromagnéticos que se producen

en los ambientes industriales y las cuales afectan el normal funcionamiento del microcontrolador.

#### 1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

Para tener una idea de cómo es el proceso de corte de hojas de papel y de la ubicación que deberán tener los sensores de velocidad de nuestro equipo, se realizará la siguiente explicación fundamentada en la fig. 1.1.

El proceso se origina al ingresar el papel de una o más bobinas, en la una máquina cortadora a través del rodillo introductor, el cual posee una velocidad  $\omega_i$ , y una presión determinada lo cual obliga a que el papel se desplace con mayor o menor velocidad dentro de dicha máquina, según los requerimientos de producción.

A continuación, dentro del proceso, se encuentra el rodillo cortador que dependiendo de la velocidad relativa entre éste y el primer rodillo, permite realizar cortes con diferentes longitudes en el papel.

La conformación de un paquete de hojas se da de acuerdo a un cierto número de hojas cortadas, mediante la activación del equipo *INSERTADOR DE MARCAS*, que no hace más que poner una tira de papel, a través de un accionamiento



electromecánico, una vez que se ha alcanzado el número referencial de hojas cortadas.

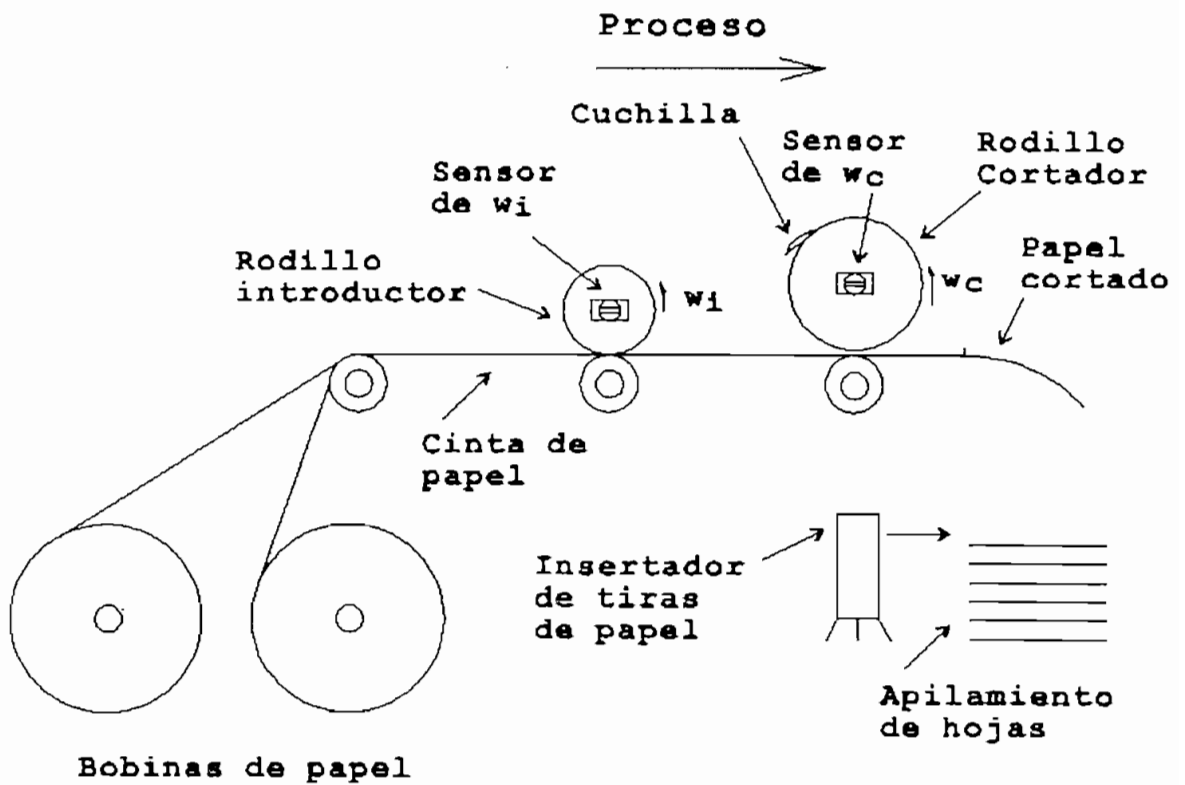


Figura 1.1. Diagrama esquemático de la planta.

## 1.2 OBJETIVOS.

Los objetivos más importantes que se pretenden alcanzar en este estudio son:

- Diseñar y construir los sensores ópticos para la cuantificación de la velocidad angular.
- Diseñar y construir la estructura física de soporte donde se montarán cada uno de los sensores y que les servirá de acople con la máquina.
- Procesar a nivel de software las señales generadas por los sensores a fin de obtener la longitud de las hojas cortadas con una precisión de una décima de centímetro.
- Contabilizar el número total de hojas elaboradas en una jornada de trabajo, almacenándolo para su visualización posterior.
- Proporcionar una señal de salida temporizada que permita comandar el empaquetamiento de las hojas cada cierto número preestablecido (contador parcial).
- Facilitar por software el ajuste de los parámetros de la máquina, a fin de que este sistema pueda ser

implementado en diferentes maquinarias que tengan necesidades similares.

- El prototipo a construir deberá satisfacer las exigencias del ambiente industrial, es decir debe ser resistente a: humedad, polvo, golpes, vibraciones, etc.

### **1.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.**

El equipo que será implementado deberá cumplir con las siguientes características mecánicas y físicas las cuales le conviertan en un verdadero sistema de ayuda al operador:

- 1.- Fácil portabilidad.
- 2.- Fácil montaje.
- 3.- Fácil mantenimiento.
- 4.- Fácil operación .
- 5.- Fácil visualización.

#### **FÁCIL PORTABILIDAD.**

El equipo deberá presentar facilidad al momento de transportarlo, tanto para ubicarlo en su lugar permanente de trabajo como para realizar el mantenimiento preventivo

o correctivo del mismo. Esto implica que el equipo deberá ser liviano, resistente y poco voluminoso.

#### **FÁCIL MONTAJE.**

Sobre este respecto se deberá conseguir que el equipo sea lo más modular posible, a fin de que su montaje garantice una respuesta adecuada.

Su funcionabilidad y estructura en este caso deben permitir que con la ayuda de herramientas convencionales y con el mínimo esfuerzo humano se pueda conseguir que el sistema quede fijo y lo más estable posible.

Por otro lado el montaje de los sensores debe también ser sencillo a fin de evitar trabajos pesados al querer perforar ejes de acero, cilindros o descansos metálicos al tratar de acoplarlos con las partes móviles de la máquina.

#### **FÁCIL MANTENIMIENTO.**

El querer dar mantenimiento preventivo a un equipo electrónico resulta generalmente sencillo, claro está que esto depende de la tecnología y de la complejidad de dicho equipo.

Sin embargo esto no resulta tan fácil cuando se pretende dar al sistema mantenimiento correctivo, puesto que muchas veces en ello se ve envuelta una gran inversión por parte del dueño de la empresa y en la totalidad de los casos se originan situaciones de pérdidas económicas, cuando por una falla del equipo y la inexistencia de mano calificada que lo pueda reparar, se tiene que paralizar una determinada línea de producción.

Es por ello que se ha pretenderá implementar un sistema sencillo en el cual sus elementos electrónicos interconectados sean fáciles de conseguir en el mercado local, cuando alguno de ellos presente fallas.

Conjuntamente todas las partes mecánicas del sistema que conformarán la estructura de los sensores deberán ser fácilmente reemplazables cuando sufran desgastes por el trabajo continuo al que estarán sometidos.

El diseño casi hermético de los sensores deberá protegerlos de polvo y humedad, reduciendo así el tiempo que se pueda emplear para mantenimiento del sistema.

## **FÁCIL OPERACIÓN.**

Si consideramos que una compleja operación del sistema podría acarrear consigo errores de manipulación, arrojando resultados finales inútiles, será preciso diseñar un equipo que contenga un módulo de entrada (teclado) fácil de operar, que requiera de un sencillo manual de operación y de poco tiempo para adaptación entre el operador y el sistema.

Además el equipo debe estar diseñado con la finalidad de que un operador de nuestro medio pueda manejarlo sin dificultad.

## **FÁCIL VISUALIZACIÓN.**

Una fácil visualización de las magnitudes manipuladas así como también de la información procesada se reflejará en una oportuna corrección de errores en caso de existir.

Es así que el sistema presentará un grupo de displays cuya luminosidad será la adecuada para que los datos en ellos mostrados puedan ser apreciados fácilmente e incluso distinguidos a una distancia prudente.

#### **1.4 SISTEMA IMPLEMENTADO.**

Tomando en cuenta las exigencias de diseño que debe satisfacer el equipo, se ha planteado en constituirlo de acuerdo al esquema de la figura 2.1. Como se puede apreciar cada bloque realizará funciones específicas explicadas a continuación.

##### **1.4.1 RECEPCIÓN DE SEÑALES.**

Esta etapa estaría conformada por sensores ÓPTICOS, los cuales proporcionarán trenes de pulsos cuyas frecuencias estén directamente relacionadas con la velocidad de giro de cada uno de los rodillos.

Los pulsos generados por el emisor-receptor ópticos proporcionarán transiciones no bien definidas conteniendo además oscilaciones y ruidos por lo que será conveniente añadir una etapa de acondicionamiento la cual proporcione señales digitales perfectamente exactas y con el nivel de voltaje adecuado.

##### **1.4.1 PROCESAMIENTO DE SEÑALES.**

Esta etapa estará constituida por un microcontrolador, en el cual se incluirá el software

necesario que permita procesar las dos señales emitidas por los sensores a fin de obtener el valor numérico decimal de la longitud, del contador total y del contador parcial de hojas, los cuales serán mostrados a través de los displays.

Adicionalmente dentro del programa se incluirán subrutinas entre las que estarán aquellas que permitan manejar el teclado, el barrido de los displays, los cálculos, y la salida al actuador.

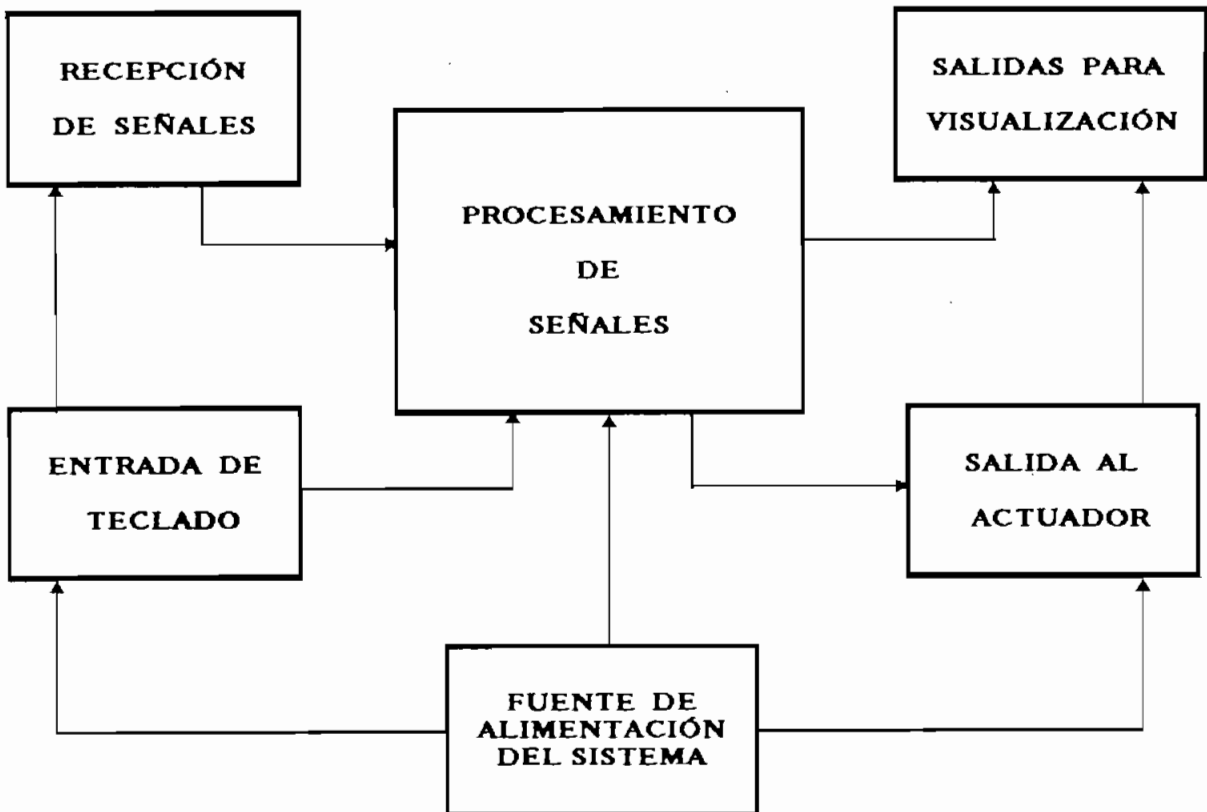


Figura 1.2 Diagrama de bloques del equipo.



### 1.4.3 TECLADO.-

Esta etapa estaría conformada por cinco teclas, T1, T2, T3, T4 y T5; cada una de las cuales poseerá una función principal y una función secundaria dependiendo del MODO de trabajo que se desee ejecutar. (Los modos de trabajo y las funciones secundarias se resumen en la Tabla No- 1).

Es conveniente indicar que la ejecución de cualquiera de los modos será posible únicamente cuando previamente se haya presionado la tecla T5, con lo que se abandona el modo de trabajo en uso y se le devuelve al teclado sus funciones principales.

Con la finalidad de entender de mejor manera el funcionamiento del teclado, en cada uno de sus MODOS de trabajo, se proseguirá a realizar un ejemplo de explicación en el cual nos referiremos en particular al MODO UNO, la forma de ingresar en él, las opciones que éste nos permite ejecutar y la forma de abandonar esta función.

Ejemplo: MODO UNO DE TRABAJO:

Para ingresar en éste MODO, se deberá presionar la tecla T1, permitiéndose visualizar inmediatamente

el valor de la longitud de las hojas cortadas. En estas condiciones si la tecla T2 es presionada se podrá visualizar el valor del contador total de hojas, y si se desea volver a visualizar la longitud de las mismas bastará con presionar nuevamente la tecla T1.

Para éste MODO de trabajo la tecla T3 tiene la función de inicializar en cero al contador parcial logrando así inicializar un nuevo ciclo de conteo; la tecla T4 no tiene ninguna función, consiguiéndose sin embargo que al presionar esta tecla, se pueda mantener la función que se haya estado ejecutando con la última tecla presionada (ver Tabla No- 1).

Si las teclas T3 y T4 son presionadas simultáneamente, se permitirá actualizar en cero el valor del contador total. Esta función ha sido implementada así, debido a que la inicialización del contador total sólo se la realizará en condiciones extremas.

Para salir del MODO UNO, finalizando así el ejemplo se deberá presionar la tecla T5, con lo cual se visualizará inmediatamente el incremento del contador parcial permitiéndose además, como ya se mencionó, devolver el funcionamiento principal al teclado.

Cabe indicar que para emplear los restantes MODOS de trabajo será suficiente mantener la lógica del ejemplo planteado.

#### 1.4.4 VISUALIZACIÓN.

Mediante 5 display de 7 segmentos se podrá visualizar el valor en decimal de la información introducida por teclado y de la información procesada por el microcontrolador.

Entre las magnitudes factibles de ser visualizadas se tiene:

- El tiempo de activado del actuador en segundos hasta un valor de 99.
- El número de bobinas de papel a ser cortadas hasta un valor de 9.
- El diámetro del rodillo introductor en milímetros hasta un valor de 999.9
- La longitud de las hojas cortadas en centímetros hasta un valor de 999.9.
- El contador total de hojas hasta un valor de 99999.
- El contador parcial de hojas hasta un valor de 999.

#### **1.4.5 SALIDA AL ACTUADOR.**

Esta señal se producirá al momento de haber terminado el conteo parcial de hojas, es decir una vez que se ha alcanzado el número referencial de hojas para un paquete, luego de lo cual el microcontrolador deberá generar una señal de salida digital temporizada, la misma que será utilizada para activar un relé (actuador) y producir la separación entre paquetes.

#### **1.4.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

Una adecuada fuente de alimentación proporcionará a cada uno de los bloques del sistema, la energía necesaria para su correcto funcionamiento. De acuerdo a esto, para la selección de la fuente de poder se deberán tomar en cuenta muchas de las exigencias del diseño (ver seleccionamiento de la fuente de alimentación).

Función Secundaria									
Función Princip.	MODO 1	MODO 2	MODO 3	MODO 4	Tecla 1	Tecla 2	Tecla 3	Tecla 4	Teclas 3y4
Tecla 1	X				Longitud de Hojas.	Contador Total.	Enceramiento C. Parcial.		Enceramiento C. Total.
Tecla 2		X			Ingreso de las decenas del tiempo de activado del actuador. (*)	Ingreso de las unidades del tiempo de activado del actuador. (*)	Ingreso del número de bobinas de papel a ser cortadas.		
Tecla 3			X		Incremento de las centenas del diámetro. (**)	Incremento de las decenas del diámetro. (**)	Incremento de las unidades del diámetro. (**)	Incremento de las décimas del diámetro. (**)	
Tecla 4				X	Incremento de las centenas del contador parcial.	Incremento de las decenas del contador parcial.	Incremento de las unidades del contador parcial.		

Tabla No- 1. Modos de ejecución del teclado.

TECLA 5. Para abandonar el Modo de trabajo en uso, y visualizar el incremento del C.Parcial

(\*) Valor dado en segundos.

(\*\*) Valor dado en milímetros.

## CAPITULO II

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

#### 2.1 DISEÑO DE LOS SENSORES ELECTRÓNICOS Y ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL.

##### 2.1.1 INTRODUCCIÓN.

Existe una gran variedad de dispositivos empleados para medir la velocidad angular, los mismos que se encargan de generar voltajes alternos, continuos o trenes de pulsos, al momento de sensar dicho movimiento.

De acuerdo a sus características y a sus principios de funcionamiento, a estos sensores se los puede clasificar de la siguiente manera:

- Tacómetros mecánicos.
- Tacómetros centrífugos.
- Tacómetros eléctricos.
- Tacómetros de corriente parásitas.
- Tacómetros de corriente alterna
- Tacómetros de corriente continua o dínamo tacométrico.
- Tacómetros de frecuencia o frecuencímetro.

De ésta gran gama de dispositivos empleados para medir la velocidad angular serán analizados más en detalle, los tacómetros de frecuencia o frecuencímetros, ya que éstos miden la señal de corriente alterna captada por transductores del tipo electromagnético, capacitivo y óptico, generando impulsos cuyo número es proporcional a la velocidad de giro de una máquina. Adicionalmente el estudio se centralizará en los transductores del tipo óptico, debido a que satisfacen los requerimientos deseados para nuestro proyecto.

#### **2.1.1.1 TACÓMETROS ELECTRO-ÓPTICOS.**

El funcionamiento de éstos dispositivos se basa en el principio de emisión y recepción de un haz de luz, para lo cual se cuenta con un diodo emisor de luz IR (EMISOR) y un transistor óptico (RECEPTOR).

Bajo este principio, se puede realizar la medición de la velocidad angular, aplicando dos métodos diferentes:

- La Exploración Directa.
  
- La Exploración Retroreflexiva.

En la EXPLORACIÓN DIRECTA se cuenta con un sistema Emisor-Receptor IR ubicados uno frente al otro (ver Fig. 2.1.a). En donde el emisor generará el haz de luz IR que deberá ser sentido por el receptor, originando en éste un estado lógico determinado, la transición de estado se producirá cuando un objeto lo suficientemente oscuro bloquee el paso del haz luminoso entre el emisor y el receptor.

Para la EXPLORACIÓN RETROREFLEXIVA también se cuenta con un sistema Emisor-Receptor IR, pero ubicados en el mismo plano (ver Fig. 2.1.b). En este caso el emisor, es también el que genera el haz de luz IR, el mismo que al chocar con una superficie reflejante (superficie espejo), será desviado para ser detectado por el receptor y producir en él un estado lógico determinado, la transición de estado se dará cuando la superficie reflejante sea alejada o retirada, impidiendo que el haz de luz pueda llegar al receptor.

Para este segundo método es conveniente prever ciertas condiciones de funcionamiento ya que el ángulo de



reflexión es pequeño y la intensidad del haz recibida por el receptor dependerá de la distancia a la que se encuentre la superficie reflejante.

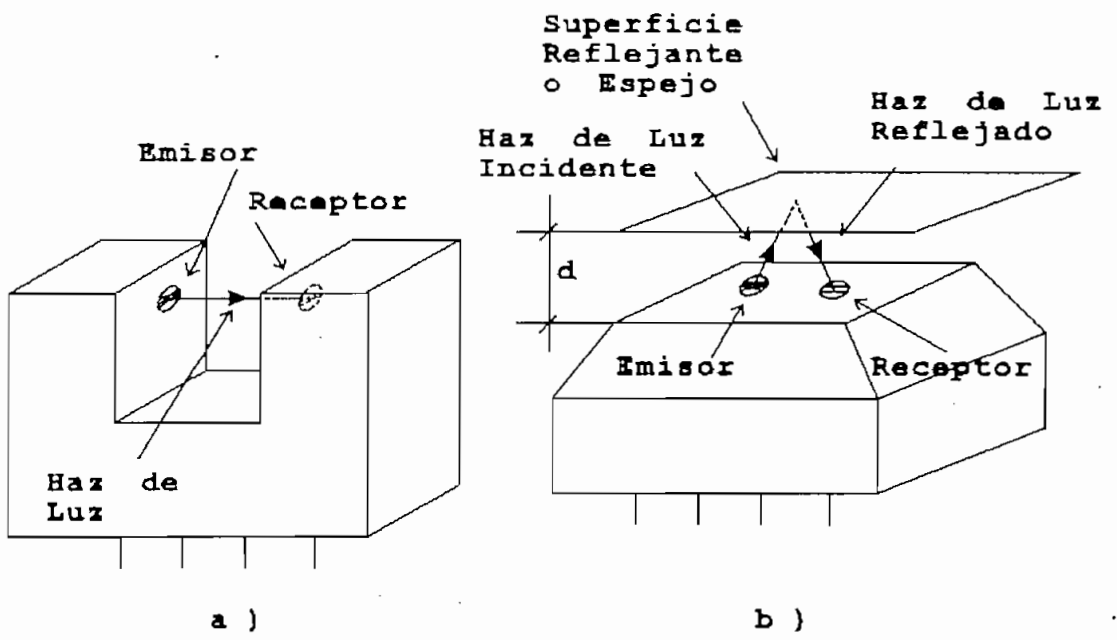


Figura 2.1 Sensores electro-ópticos.

- a) Estructura del sensor para la exploración directa.
- b) Estructura del sensor para la exploración retroreflexiva.

En estos dos métodos es conveniente mencionar que los dispositivos deben utilizar filtros electro-ópticos o permanecer en un medio lo suficientemente obscuro de tal manera que se pueda impedir que emisiones ambientales de luz consigan activarlos innecesariamente.

En vista de que la exploración retroreflexiva requiere de elementos ópticos especiales tales como espejos o elementos transparentes así como de una separación adecuada entre la superficie espejo y los sensores, se le ha considerado como un método complejo para ser implementado, adicionalmente tomando en cuenta que para su buen funcionamiento se requerirá de mantenimiento continuo se ha optado por aplicar el método de exploración directa con el cual se reducen los problemas en la construcción de los sensores y por tanto se asegura que exista un buen funcionamiento de los mismos con escaso mantenimiento.

El sistema a aplicarse estará conformado por una rueda perforada o disco de lectura y por el sensor propiamente dicho con su respectivo acondicionador. Las perforaciones que contendrá el disco de lectura, para facilitar su construcción, estarán ubicadas en la superficie del mismo y su número dependerá del grado de precisión con el que se requiera sensar la velocidad angular (ver Fig. 2.2).

A este sistema de medición de velocidad angular, se lo conoce como ENCODER o Codificador Rotacional y los pulsos que de éste se obtienen son introducidos al microcontrolador para ser almacenados en registros y posteriormente procesados.

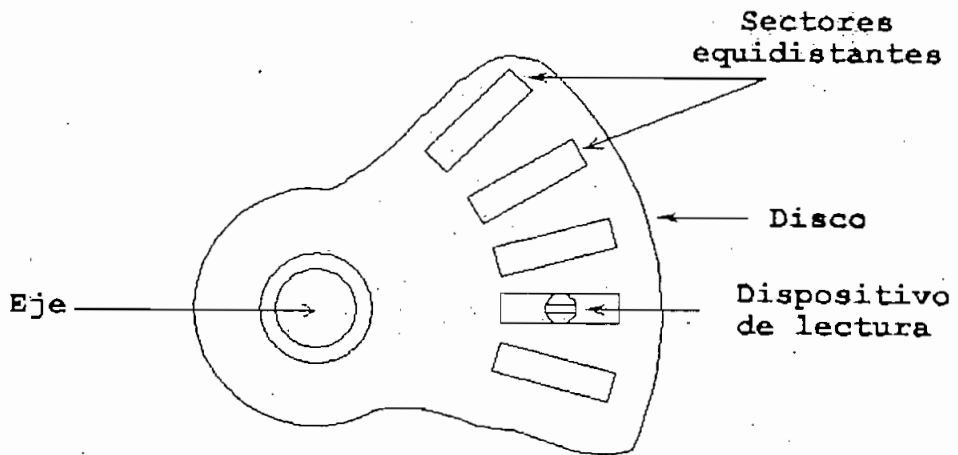


Figura 2.2 Sistema: Sensor y disco de lectura

### 2.1.2 DISEÑO DEL SENSOR.

Para diseñar el sensor de velocidad angular se considerará únicamente el esquema circuital "SEVEL" propuesto en la figura 2.3, el cual proporcionará en sus salidas trenes de pulsos definidos cuya frecuencia dependa directamente de la presencia o ausencia de movimiento angular.

Si consideramos que para calcular la longitud, con la que serán cortadas las hojas, el microcontrolador requiere de la información de velocidad angular proveniente tanto del rodillo cortador como del rodillo introductor, será pues, necesario ubicar adecuadamente sendos sensores en estos rodillos.

Como se puede ver en la figura 2.3, el circuito "SEVEL", está conformado por dos etapas perfectamente definidas: la primera que es la de emisión/recepción de luz constituida por un opto-acoplador, con sus respectivas resistencias R1 y R2 de polarización; y la segunda etapa que es la de acondicionamiento y que está constituida por el circuito integrado LM555 con sus respectivas resistencias y capacitores de conexión los cuales le permitirán trabajar al temporizador como circuito oscilador monoestable.

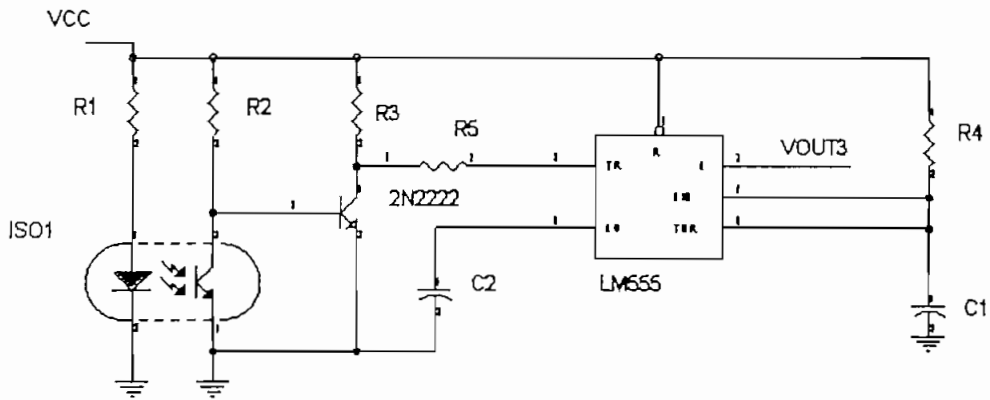


Figura 2.3 Sensor básico de velocidad "SENVEL".

El opto-acoplador está conformado por el circuito integrado OPB845A de la firma OPTEK, el cual contiene un diodo emisor IR y un foto-transistor receptor.

Cabe indicar que para cumplir con las requerimientos de funcionamiento del microcontrolador, al foto-transistor receptor se lo hará trabajar en corte y saturación debiéndose además conseguir que los pulsos que han de ingresar al micro tengan el nivel de voltaje adecuado ( 0 Vdc para  $\emptyset L$  y 5 Vdc para  $1L$  ).

El OPB845A, ha sido seleccionado, debido a su fácil y económica adquisición en el mercado local, así como también debido a las características de funcionamiento y de rápida respuesta que presenta (ver ANEXO A).

Entre las características más relevantes del C.I. opto-acoplador, que intervendrán en el diseño del sensor se tiene:

- $I_{\text{máx}}$  del diodo ( $I_F$ ) = 50 mA
- $I_{\text{c máx}}$  del Transistor ( $I_{\text{c T}}$ ) = 30 mA
- Voltaje reverso del diodo ( $V_{\text{RD}}$ ) = 2 V
- Voltaje directo del diodo ( $V_F$ ) = 1.6 V
- Voltaje directo colector-emisor ( $V_{\text{CE}}$ ) = 30 V
- Voltaje reverso colector-emisor ( $V_{\text{EC}}$ ) = 5 V

Con la finalidad de independizar de las tolerancias mecánicas al ancho de los pulsos generados, será aconsejable producir pulsos de duración constante, es decir si tomamos en cuenta que cada pulso se origina con la presencia de una ventana en el disco de lectura entonces es de suponer que para que se produzcan pulsos "iguales" será necesario tener dichas ventanas completamente simétricas entre sí, lo que mecánicamente es imposible. Es por esto que independientemente de las desviaciones milimétrica

entre las ventanas se proseguirá a generar pulsos "iguales" con la ayuda de un TIMER.

Cabe indicar que para conseguir nuestro objetivo, al C.I. LM555 se lo debe hacer trabajar como temporizador monoestable, a fin de tener cambios de estado en su salida lógica, únicamente cuando un pulso negativo o transición negativa proveniente de la salida del foto-transistor sea aplicado al pin de disparo del trigger.

La entrada de disparo trigger estará conectada con la salida del ópto acoplador a través de un transistor 2N2222, que trabajará en corte y saturación, ayudando a que la señal no bien definida proporcionada por el foto-elemento, adquiera transiciones más exactas, antes de ingresar al timer.

Como se verá más adelante la frecuencia a introducir en el microcontrolador será de aproximadamente 6 KHz , por lo que se tiene que el tiempo mínimo de separación entre pulsos será de 0.17 ms ( $1s / 6000$ pulsos).

Este tiempo de separación entre pulsos nos servirá para calcular el valor de salida del timer, es decir que el pulso obtenido del temporizador deberá ser un tanto menor que el pulso generado por el foto-elemento.

Experimentalmente se han obtenido buenos resultados con una relación de 2:1 entre la salida máxima del óptoacoplador y la salida del timer (e.d.  $f_{\text{timer}} = 12 \text{ Khz}$ ).

Para seleccionar el uso del C.I LM555, en esta aplicación, nos hemos basado en sus óptimas características de respuesta y funcionabilidad (ver Anexo A), es decir su frecuencia máxima de trabajo se encuentra por encima de nuestra aplicación y su funcionamiento, mediante niveles de transición nos permite "filtrar" la señal de entrada, es decir se disparará cuando el pulso de salida del fotoelemento tenga un valor de  $1/3$  de  $V_{cc}$ , reduciendo consecuentemente el efecto de ciertas oscilaciones e impulsos parásitos originados por ruidos aleatorios o por interferencias eléctricas los cuales podrían generar en la salida del TIMER pulsos, los cuales serían considerados en el microcontrolador como señales verdaderas.

Por otro lado en vista de que los sensores estarán un tanto alejados del equipo microprocesado, será conveniente tomar las correspondientes precauciones a fin de evitar que la información se distorsione o se pierda, es así que será preciso disponer de cable blindado (ver Protecciones del Equipo), y de un nivel de voltaje adecuado tanto para la polarización del sensor como para transmitir la información de la salida de éste.



Es preciso indicar que para obtener una buena transmisión de la información dada por los sensores se ha visto conveniente seleccionar el valor de  $12 V_{dc}$  para la alimentación de los mismos, con lo cual se tendría teóricamente a la salida del monoestable pulsos entre 0 y 12V.

Sin embargo hay que recordar que este nivel alto de voltaje no puede ingresar directamente al microcontrolador, por lo tanto será necesario reducir el nivel de voltaje de los pulsos hasta un valor de  $5V_{dc}$  (ver tarjeta TAR-800). Cabe señalar que esta reducción de voltaje se la realizará dentro del equipo microprocesado.

De lo dicho anteriormente se puede deducir que para el caso del diodo-emisor IR, se tendrán voltajes directos aplicados por medio de la resistencia  $R_1$ , y para el transistor-receptor el voltaje máximo al cual estará sometido, será de  $12 V_{dc}$ . Con este valor de fuente se asegura que los voltajes de funcionamiento sean los adecuados y estén dentro de los límites de operación, en lo referente al voltaje inverso máximo del diodo y al voltaje máximo directo entre colector y emisor del foto-transistor.

Adicionalmente si consideramos que la mejor detección del haz de luz se la obtiene con la máxima corriente atravesando el diodo-emisor IR (50 mA), y que en cuya condición el transistor-receptor puede llegar a su

máxima saturación, requiriéndose de mayores tiempos para conmutación, es conveniente seleccionar una adecuada emisión de luz para poder tener respuestas rápidas.

Es por lo tanto, que se debe llegar a un compromiso entre la respuesta rápida y la emisión luminosa óptima, consiguiéndose en forma experimental, para este efecto un valor de corriente directa del diodo de aproximadamente 25 mA, valor con el que se llega a los siguiente cálculos:

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_F}{I_D} \quad (\text{ecu.01})$$

$$R_1 = \frac{12V - 1,6V}{25 \text{ mA}} = 416 \Omega \quad \Rightarrow \quad R_1 = 390 \Omega^1$$

En el cálculo de la resistencia de  $R_2$  es conveniente considerar lo dicho anteriormente, que mientras mayor sea la corriente que circula por el transistor-detector, más difícil será el cambio de estado en la conmutación siendo imposible definir estados lógicos completamente exactos, por esta razón será necesario considerar las especificaciones dadas por el fabricante y suministrar al foto-transistor una corriente de funcionamiento  $I_T$  de aproximadamente 5 mA, obteniéndose con esto el siguiente resultado:

---

<sup>1</sup> Las resistencias tendrán una potencia de disipación de ¼ de watio, sino se especifica lo contrario.

$$R_2 = \frac{V_{CC} - V_{CE\text{ Sat}}}{I_T} \quad (\text{ecu.02})$$

$$R_2 = \frac{12\text{ V} - 0,3\text{ V}}{5\text{ mA}} = 2340\ \Omega \quad \Rightarrow \quad R_2 = 2.2\text{ K}\Omega$$

Considerando las especificaciones dadas por el fabricante para configurarle al C.I. LM555 como temporizador monoestable, se proseguirá a realizar el cálculo de los elementos pasivos de dicho elemento, tomando en cuenta que el tiempo de activado de su salida debe ser menor que el tiempo de separación entre dos pulsos consecutivos emitidos por el foto-sensor, así:

$$t_c = 11 R_A C_A \quad (\text{ecu.03})$$

Si  $t_c = 85\ \mu\text{s}$ , equivalente a  $1/2$  del tiempo de duración de un pulso a la velocidad angular máxima.

Con  $C_A = 0.33\ \text{nf}$  entonces  $R_A = 2.2\ \text{K}\Omega$ .

Después de realizado el diseño de la parte electrónica del circuito "SEVEL", se procederá a considerar dos casos en los cuales se aplicará dicho circuito.

#### **PRIMER CASO.**

El sensor que será acoplado con el eje del RODILLO CORTADOR (rodillo de baja velocidad), estará generando la **BASE DE PULSOS** que se empleará para calcular por software la longitud, el valor total y parcial de hojas cortadas, por este motivo el circuito "SEVEL" utilizará su disco de lectura con un sólo orificio para producir un pulso por cada revolución, dicho pulso será ingresado al microcontrolador a través del pin INT1 del pórtico P3.

#### **SEGUNDO CASO.**

Para este caso el sensor correspondiente captará la señal de velocidad del RODILLO INTRODUTOR (rodillo de mayor velocidad), y su información será introducida al microcontrolador a través del pin TØ del pórtico P3.

Debido a que la señal de salida de éste sensor proporciona la información requerida para la determinación

de la longitud de las hojas cortadas en lo referente a la PRECISIÓN, será conveniente realizar el cálculo del número de perforaciones que han de fabricarse en su disco de lectura.

Con este propósito, se ha llegado a determinar que la longitud de las hojas cortadas viene dada por la siguiente ecuación:

$$L_{\text{Hojas}} = \Pi * \Phi_i * \frac{\omega_i}{\omega_c} \quad (\text{ecu.04})$$

en donde:  $\Phi_i$  parámetro de ajuste aprox. igual al diámetro del rodillo introductor(en mm).  
 $\omega_i$  velocidad del rodillo introductor.  
 $\omega_c$  velocidad del rodillo cortador.

Considerando que las velocidades angulares de los rodillos son directamente proporcionales a las frecuencias emitidas por los sensores ópticos, se puede escribir:

$$L_{\text{Hojas}} = \Pi * \Phi_i * \frac{f_{wi}}{f_{wc}} \quad (\text{ecu.05})$$

en donde:  $f_{wi}$  frecuencia del sensor del rodillo introductor.

$f_w c$  frecuencia del sensor del rodillo cortador.

Con la expresión anotada anteriormente para un  $\Phi_i = 35$  cm. y realizando variaciones de  $w_i$  y  $w_c$  alrededor de sus puntos críticos (ver ANEXO D), se ha podido determinar que para obtener una precisión de 1 mm. en el cálculo de la longitud de las hojas, el sensor del rodillo introductor deberá generar un mínimo de 12.000 pulsos.

Entonces para determinar el número de perforaciones del disco de lectura, se empleará la siguiente ecuación:

$$\# \text{ Perforaciones} = \frac{\# \text{ pulsos requeridos} / \text{seg.}}{\# \text{ revoluciones} / \text{seg.}} \quad (\text{ecu.06})$$

$$\# \text{ Perforaciones} = \frac{12000 \text{ pulsos requeridos} / \text{seg.}}{5 \text{ revoluciones} / \text{seg.}} = 2400 \frac{\text{pulsos}}{\text{revolucion}}$$

Como se puede deducir del cálculo anterior, tener 2400 pulsos por revolución equivale a tener 2400 perforaciones en un disco de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro (ver construcción de los sensores), resultando esto poco práctico, por ello sería aconsejable emplear un

amplificador mecánico en el punto de mayor velocidad y ubicar en éste el sensor respectivo.

Este punto de mayor velocidad se encuentra ubicado en el sistema de engranajes del variador de velocidad del motor, en donde la velocidad tiene aproximadamente el doble de la velocidad alcanzada en el rodillo introductor. Sin embargo aún se requieren mayor número de pulsos para tener la precisión exigida (si se consiguen más pulsos de los calculados se mejora la precisión en la longitud). Es por eso que se sugiere emplear un sistema mecánico conformado por poleas y bandas dentadas (ver construcción de sensores), el cual funcione como un amplificador mecánico de velocidad, aumentando por tanto el número de pulsos por segundo.

Por consiguiente, si se construye un disco de lectura con 100 perforaciones (ver construcción de sensores), y se instala un amplificador que tenga por ejemplo una relación de 1:6 (factible de implementar), se podrá tener el siguiente número de pulsos:

$$\#_{MAX.} \text{ de Pulsos} = V_{mx_{RPS}} \times F_{AMP} \times N_{PERF.} \quad (\text{ecu.07})$$

en donde:

$V_{mx}$   $RPS$  Velocidad máxima del introductor en  $RPS$ .

$F_{AMP}$  Factor de amplificación mecánico, 6.

$N_{PER}$  Número de perforaciones, 100.

Luego reemplazando estos valores se tiene que para la máxima velocidad del rodillo introductor, el número de pulsos obtenidos es de 6000 pulsos/segundo. Con este número de pulsos contabilizándolos cada 2 segundos, se puede alcanzar los 12000 pulsos requeridos para tener una precisión de 1mm. en el cálculo de la longitud de las hojas.

Adicionalmente se debe mencionar que la actualización de los datos en lo referente al cálculo de la longitud dependerá de la velocidad del rodillo cortador, pues éste será el que genere la base de pulsos para los cálculos (ver diseño de software).



## 2.2 DISEÑO DEL HARDWARE.

Se definirá como hardware a todo la circuitería que el microcontrolador puede manejar y que le servirá para comunicarse entre la Unidad de Procesamiento y los periféricos.

### 2.2.1 TARJETA MCPD51

Considerando aspectos económicos y de construcción de la tarjeta que contendrá al microcontrolador se ha visto la ventaja de emplear una tarjeta ya existente en el mercado local, la MCPD51, la cual contiene toda la circuitería básica para manejar tanto al MICROCONTROLADOR 87B51 como para manejar al MICROCONTROLADOR DS5000.

la selección del microcontrolador dependerá de la aplicación que se le esté dando y de las exigencias del software diseñado (para nuestro caso ver SELECCIONAMIENTO DEL MICROCONTROLADOR en la sección 2.4).

La tarjeta a emplearse pone a disposición del usuario los siguientes recursos:

- Un pórtico digital bidireccional de 8 bits (P1.0 a P1.7).

- Dos pórtricos digital de salida de 8 bits (OUT 0 a OUT15).
- Un pórtrico digital de entrada de 8 bits (SW) a SW7).
- Un pórtrico digital de entrada de 8 bits con opción de colocar un dipswitch-8 en la tarjeta (INP0 a INP7).
- Un pórtrico digital de entrada de 8 bits de generar interrupción externa (EXT-INT0 a EXT-INT7).
- Una entrada analógica (0 a 5 V) y conversor A/D de 8 bits.
- Una salida analógica (0 a 5 V) proveniente de un conversor D/A de 8 bits.
- Un pórtrico de comunicación serial RS632 (conector DB9).
- Un bus de datos del microcontrolador (D7 a D0).
- Un bus de direcciones del microcontrolador (RD, WR, T0, T1, ALE, PSEN, RESET, INT0, INT1).

- Un bus de señales de control para la habilitación de dispositivos externos:
  - tres entradas: SELIN5,6,7 y
  - cuatro de salida: SELOUT3,5,6,7.
  
- Memoria RAM de 2 Kbytes.
  
- Circuito de reset interno con pulsador.

El mapa de memoria, los diagramas de bloques, las configuraciones, la distribución de elementos dentro de la tarjeta y los esquemas de conectores de señales de entrada y/o salida se encuentran detallados en el Anexo B.

### **2.2.2 TARJETA TDK - 487.**

Esta tarjeta ha sido diseñada con el fin de manejar un teclado de cinco teclas y permitir la visualización de cierta información en cinco displays de 7 segmentos con un punto decimal.

Para el manejo del teclado se han incluido tres circuitos integrados 74LS74 (ver Fig. 2.4), los cuales eliminarán el rebote que se origine cuando se presione una de las tecla.

Seguidamente a las cinco salidas complementadas de los circuitos eliminadores de rebote se les ha conectado con las entradas de una compuerta inversora del C.I. 74LS30, con la finalidad de que al presionar cualquiera de las teclas se produzca una transición en la salida de éste inversor. Dicho cambio será sentido por el microcontrolador a través de la entrada  $\emptyset$  del pórtico P1, que se encuentra conectada a la salida de ésta compuerta a través del driver: C.I. 74LS244, advirtiéndose de esta forma, que una de las teclas ha sido presionada.

El empleo del C.I. 74LS244 (ver funcionamiento de la tarjeta TAR-800), se debe a que se utilizarán ciertos pines del pórtico P1 para habilitar la lectura de las teclas, resetear al teclado, activar o desactivar el punto decimal, activar o desactivar al actuador y recibir las señales emitidas por los sensores, por lo que se requerirá manejar mayores corrientes que las que el microcontrolador puede proporcionar a través de este pórtico.

Adicionalmente para cubrir con el proceso de lectura de una tecla, las cinco salidas no complementadas de los circuitos eliminadores de rebote son conectadas a las cinco entradas SW0 , SW1, SW2, SW3 y SW4 de la tarjeta MCPD51 para que a través de programa con direccionamiento a memoria externa, se pueda ubicar la dirección TECLADO y leer de ella el valor de la tecla presionada para su

posterior decodificación, dando así al microcontrolador la función que ha de ejecutar.

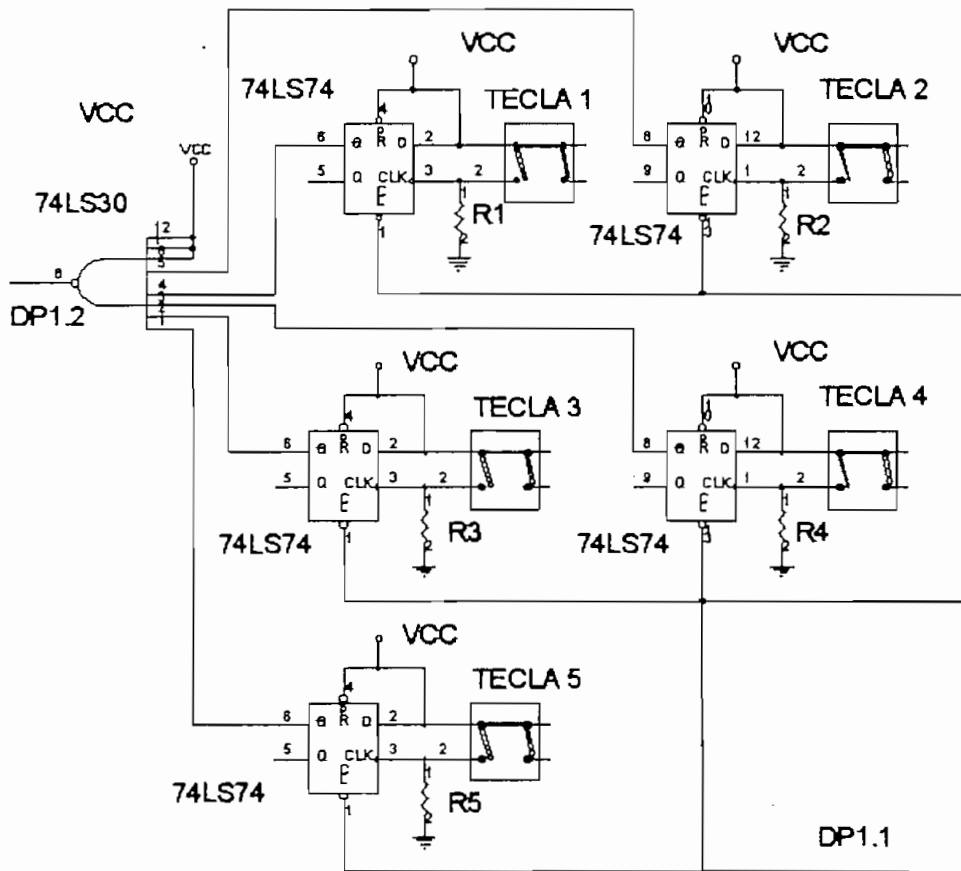


FIGURA 2.4 Diagrama circuital para la lectura del teclado, eliminación de rebote y reseteo de teclas.

Con la correspondiente explicación sobre el empleo del C.I. 74LS244 como amplificador de corriente será fácil comprender que utilizando una de sus salidas se podrá habilitar nuevamente el teclado una vez que la tecla presionada sea decodificada y el microcontrolador emita una señal de reset de teclado a través de la salida 1 del pórtico P1.

La visualización de la información requerida estará contemplada, como ya se mencionó, por 5 displays de 7 segmentos de ánodo común y un punto decimal.

Cabe indicar que los displays son dispositivos que requieren de una corriente adecuada por segmento para lograr una visualización aceptable, por lo tanto se deberán incorporar drivers tanto para manejar la base de los transistores que permiten alimentar a los displays como para acoplar las salidas del decodificador con los segmentos de todos los displays (ver Fig.2.5).

Como se podrá ver más adelante el driver que manejará a los transistores de alimentación será el C.I. 74LS244; sin embargo para manejar el encendido de los segmentos se requerirá del C.I. ULN2003, el cual permite tener mayor consumo de corriente.

Si se consideran los datos técnicos y la configuración del C.I. ULN2003 se puede apreciar que éste

es un driver con salidas a colector abierto y que invierte la señal de entrada, por lo que será conveniente en primer lugar añadirle al circuito un grupo de resistencias de PULL-UP (ver figura 2-5, rsip8) y en segundo lugar utilizar el decodificador de siete segmentos no inversor, C.I. 74LS48, el cual recibirá los datos a decodificarse de las salidas OUT8, OUT9, OUT10 y OUT11 procedentes de la tarjeta MCPD51.

Complementariamente un grupo de 6 transistores 2N2222, serán los encargados de proporcionar la alimentación necesaria para el encendido de los 5 displays y del punto decimal. Para conseguir que los displays sean polarizados, se deberá encender al transistor correspondiente, activandolo a través de una de las salidas DOUT0.....DOUT4 correspondiente. En cambio una señal de activado presente en DP1.2, bastará para encender el punto decimal (ver Fig. 2.5).

Para el encendido de los displays se empleará la TÉCNICA DE BARRIDO DE DISPLAYS empleando una frecuencia aproximada de 600 Hz, logrando mediante programa seleccionar el display a encenderse y el dato a ser mostrado en él (ver diseño de software).

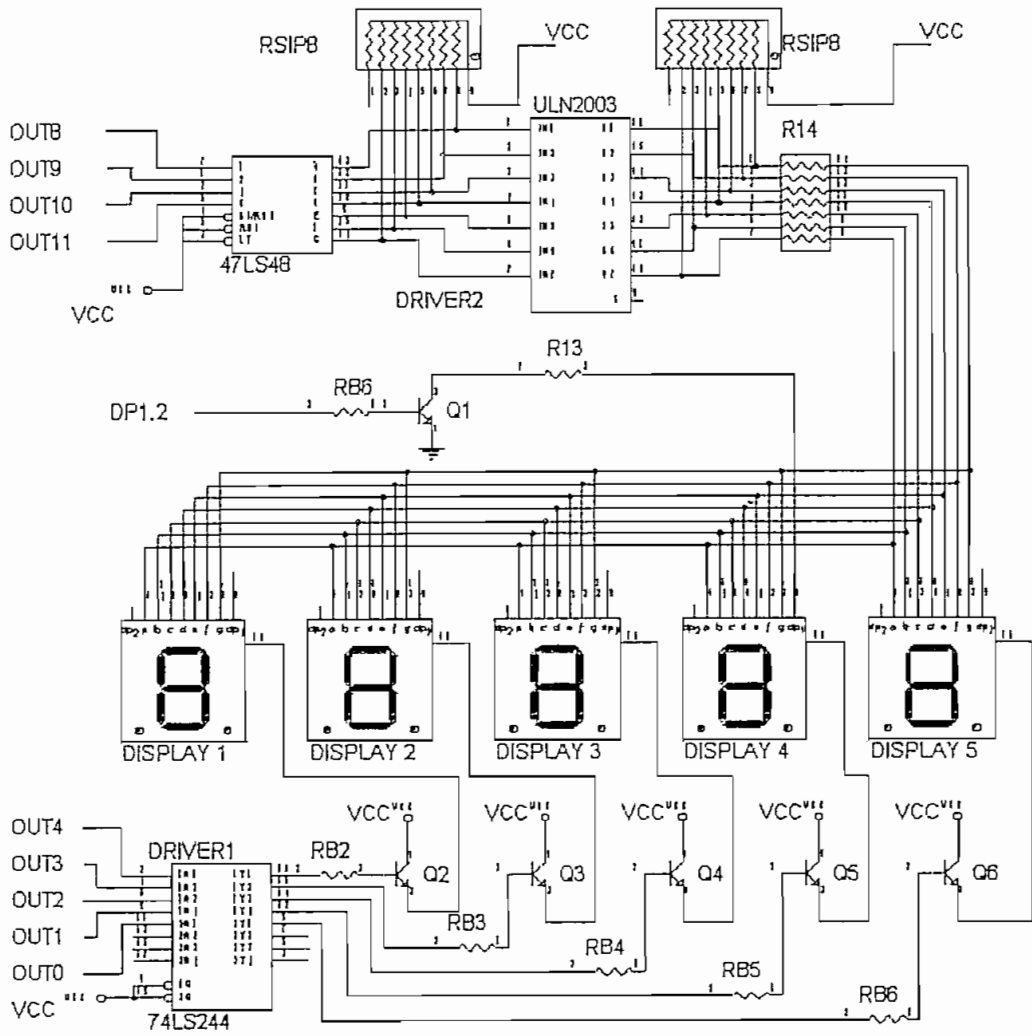


Figura 2.5 Diagrama circuital para el manejo del display.



La tarjeta TDK 487 cuenta además con cuatro conectores JP1, JP2, JP3 Y JP4 mostrados en la figura 2.6 y cuya función es la siguiente:

Conector JP1:	Salidas de los C.I. 74LS74 que
SW0....SW4	contienen el dato que nos permite
	decodificar la tecla presionada
	(carga los valores 1,2,4,8 o 16)
Conector JP2:	Habilitación para los displays e
OUT0....OUT4	ingreso del dato a mostrarse en los
OUT8....OUT11	mismos.
Conector JP3:	Llamado a lectura del teclado,
DP1.0....DP1.2	habilitación del mismo y activado
	del punto decimal.
Conector JP4:	Polarización de la tarjeta.
Vcc,Vss	Vcc = 5 V <sub>DC</sub>

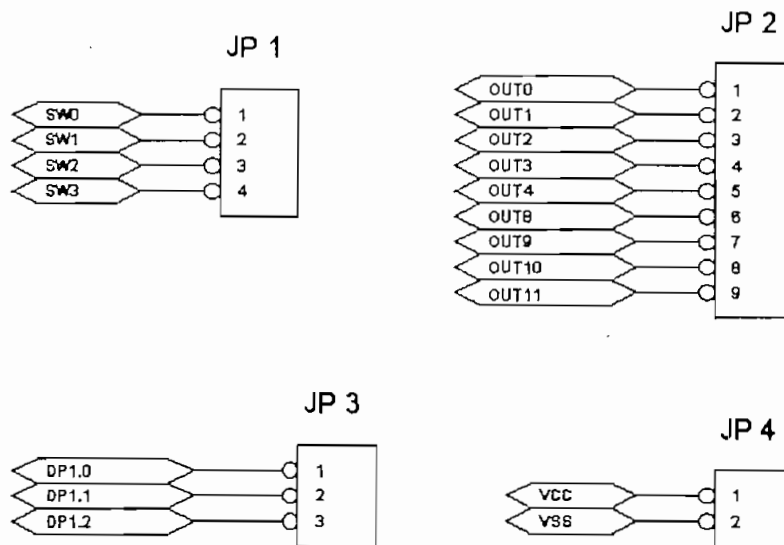


Figura 2.6 Diagrama esquemático de conectores de la tarjeta TDK-487.

Una vez realizada la explicación del funcionamiento de ésta segunda tarjeta se proseguirá a calcular sus elementos, (ver fig. 2.5), considerando que para mantener encendido uno de los segmentos del display permanentemente se requiere de una corriente continua de 15 mA. Al efectuar un BARRIDO, esto quiere decir prender y apagar los displays uno a continuación de otro en forma secuencial, ya no se aplica corriente continua en forma permanente, sino a manera de pulsos, debiéndose mantener el mismo efecto visual. Es por lo tanto que de acuerdo a esta técnica de manejo de displays se tiene que conseguir que el valor

medio de los pulsos aplicados sea igual al valor de corriente continua aplicada permanentemente.

Consecuentemente para calcular el valor pico que deberán tener los pulsos, será necesario utilizar las siguientes ecuaciones:

$$I_{\text{pico}} = \frac{T}{a} \times I_{DC} \quad (\text{ecu.08})$$

$$T = n \times a \quad (\text{ecu.09})$$

En donde:

$I_{DC}$  valor de la corriente directa aplicada continuamente.

$I_{\text{pico}}$  valor máximo de la corriente aplicada en pulsos.

$T$  período de la señal pulsante, dependiente del número de displays ( $n$ ).

$a$  relación de trabajo.

( $n=5$  cuando se enciendan todos los displays)

luego trabajando con las ecuaciones 08 y 09 se llega a:

$$I_{\text{pico}} = n \times I_{DC} \quad (\text{ecu.10})$$

$$I_{pico} = 5 \times 15 \text{ mA}$$

$$I_{pico} = 75 \text{ mA}$$

Con este valor de corriente  $I_{pico}$  determinado, se proseguirá al cálculo de las resistencias que intervienen en el encendido de los segmentos de un display (resistencias R14 de la figura 2.5), tomando en cuenta además que el transistor elegidos para Q1...Q6. es el 2N2222, se tiene:

$$R_{14} = \frac{V_{CC} - V_{CE \text{ sat. } Q2} - V_D - V_{sat. diodo2}}{I_{pico}} \quad (\text{ecu.11})$$

$$R_{14} = \frac{5 - 0,3 - 1,6 - 0,3}{75} \frac{V}{mA} \approx 39 \Omega$$

Este valor de resistencia sirve para todo el paquete R14, al igual que para la resistencia R13.

Considerando que la corriente pico instantánea que han de recibir los segmentos de un display es la calculada (75 mA) y tomando en cuenta el caso más crítico, en el que todos sus segmentos estarán encendidos se tiene que la corriente total ( $I_T$ ) que deberá manejar cada transistor de activado de display es de:

$$I_T = 75 \text{ mA} * 7 = 525 \text{ mA} \quad (\text{ecu.12})$$

Por lo tanto este valor de corriente será cubierto por el transistor 2N2222, el cual a más de tener una buena respuesta en frecuencia posee una capacidad de corriente colector-emisor ( $I_{CE}$ ) de 800 mA y una potencia de disipación de 500mw que le permiten satisfacer las necesidades del diseño.

Sin embargo como a los transistores 2N2222 se los va a hacer trabajar en corte y saturación deberíamos manejar en sus base un valor de corriente aproximadamente igual a:

$$I_{BASE} = \frac{I_{ce}}{\beta_{min}} \quad (\text{ecu.13})$$

La ecuación 13 es considerada para calcular la corriente de base de un transistor en región lineal, consecuentemente como el transistor trabajará en corte y saturación se deberá tener un margen adicional de corriente de base para poder saturarlo, es por ello que en el siguiente cálculo de se considerará un valor 5 veces mayor para la corriente de base, con el que se consigue saturar correctamente al transistor (este factor se lo obtuvo experimentalmente):

$$I_{BASE} = 5 \times \frac{525 \text{ mA}}{100} = 26.25 \text{ mA}$$

Para el efecto se ha escogido al C.I. 74LS244 (ver figura 2.5), el cual suministrará una corriente máxima de 50 mA, y nos permitirá tener un correcto funcionamiento del circuito.

Para calcular el valor de las resistencias que limitarán la corriente de base de los transistores Q2, Q3, Q4, Q5 Y Q6 (ver figura 2.5), se empleará la siguiente expresión obtenida de la ley de voltajes:

$$R_{Base\ Q2} = \frac{V_{Driver1} - V_{BB} - V_{LED} - V_{R14} - V_{Driver2}}{I_{BASE}} \quad (\text{ecu.14})$$

$$R_{Base\ Q2} = \frac{5 - 0.7 - 12 - 2.4 - 0.3}{26.25\ mA} = 15\ \Omega \Rightarrow 12\ \Omega$$

Por otro lado si consideramos que la salida del decodificador no inversor C.I. 74LS48, no puede manejar la corriente  $I_{pico}$  calculada será necesario añadir un segundo driver (Driver 2), el cual recibirá las salidas del decodificador de 7 segmentos y proporcionará en sus salidas la corriente necesaria para un buen encendido de los segmentos. Con éste propósito y tomando en cuenta las necesidades del circuito se ha seleccionado al C.I. ULN2003, el cual tiene una capacidad de corriente de hasta 500 mA.

Para el cálculo de la resistencia RB1 que permitirá el encendido del punto decimal se considerará el mismo valor de corriente Ipico de 75 mA y la ecuación 13, con su factor experimental de multiplicación, con lo que RB1 también toma un valor de  $39\Omega$  (ver fig.2-5).

### 2.2.3 TARJETA TAR-800

Esta tarjeta ha sido diseñada con el fin de contener al ACTUADOR (ver figura 2.7), a su circuito de disparo, al circuito acondicionador de voltaje de los sensores, al conjunto de capacitores para el filtrado de la fuente de alimentación y contener al driver (C.I.74LS244) que permitirá manejar las señales de atención del teclado, reseteo del mismo, activación del actuador, activación del punto decimal para la tarjeta TDK-800, así como también el manejo de las señales de salida de los acondicionadores de voltaje de los sensores (estas dos últimas funciones se dan para aprovechar todas las entradas del driver utilizado).

Si se consideran los datos técnicos del microcontrolador (ver Anexo C), se puede ver que sus pórticos tienen la capacidad de manejar un máximo de hasta cuatro cargas TTL (6.4 mA para  $\emptyset L$  y 40  $\mu A$  para 1L), dependiendo del pórtico.

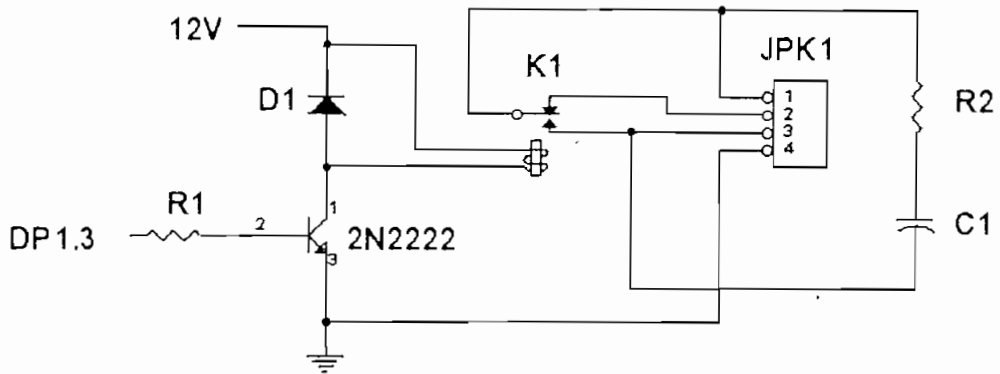


Figura 2.7 Circuito de disparo del Actuador.

Por consiguiente se ha visto conveniente incluir un manejador de corriente, conformado por el C.I 74LS244 (ver Figura 2.8.a), el cual será el nexo de unión entre el microcontrolador y sus periféricos externos a manejar.

Adicionalmente la tarjeta contendrá los terminales de entrada y salida para  $12V_{dc}$  ,  $-12V_{dc}$  ,  $+5V_{dc}$  y GND , a fin de facilitar la conexión entre la fuente de alimentación y los dispositivos que serán suministrados por ésta. De igual manera será ubicada una segunda bornera a la cual le llegará una fase de la línea de alimentación ( $120 V_{ac}$ ) para aplicarlos a la carga cuando el actuador sea activado.



Con el encendido de dos LED's se indicará el funcionamiento de la fuente para los valores de  $+12V_{dc}$  y  $+5V_{dc}$  advirtiéndose que el sistema está listo para suministrar la energía requerida a todas las restantes tarjetas.

La tarjeta incluye el sistema acondicionador de voltaje para limitar el nivel de las señales provenientes de los sensores.

Es decir como se mencionó anteriormente, la transmisión de la información desde el lugar de ubicación de los sensores hasta el equipo microprocesado se la realizará con un nivel de voltaje de 12 V ; sin embargo para que el microcontrolador pueda procesar estos datos es necesario reducir hasta 5 V el valor de la señal.

Por lo tanto el sistema acondicionador de voltaje será implementado con la ayuda de un transistor 2N2222, cuyas respuesta en frecuencia es buena, y de dos resistencias (ver figura 2.8.b).

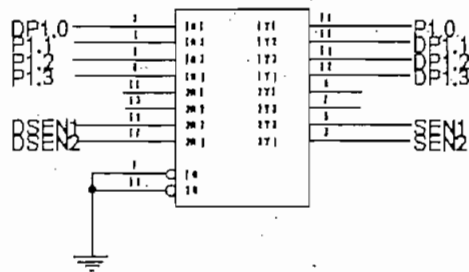
Una de las resistencias  $R1$  ( $R2$ ) conectará al colector del transistor con la fuente de polarización de  $5 V_{dc}$  , y la otra  $RB1$  ( $RB2$ ) limitará la corriente de base que se presenta cuando de la línea del sensor, se suministren los pulsos de 12 V.

Esta señal así reducida en magnitud es aplicada a una de las entradas del manejador de corriente C.I 74LS244, para ser introducida finalmente al microcontrolador a través del pin de interrupción externa  $\emptyset$ , o del pin del contador T1, dependiendo del sensor (ver figura 2.9).

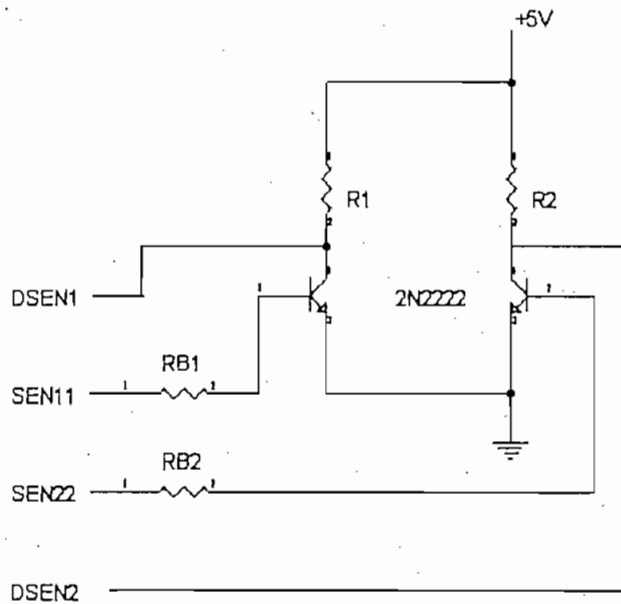
Preventivamente se ha recurrido a incluir en el circuito del actuador, esto es en las salidas hacia los terminales normalmente abiertos (NA1 y NA2), una red RC la cual reducirá el efecto producido por la chispa que se origina al abrir los contactos del relé, especialmente cuando la carga sea inductiva (ver figura 2.7).

Por lo tanto será ésta red RC la que absorberá la energía liberada por la chispa protegiendo de esta manera la estructura misma de los contactos y prolongándole al actuador su vida útil.

Los valores aceptables para la red RC, de acuerdo a los datos del fabricante del relé son: de  $10 \Omega$  a  $100 \Omega$  para la resistencia R y de  $0.001 \mu\text{F}$  a  $0.1 \mu\text{F}$  para el capacitor C.



a) DRIVER C.I. 74LS244



b) ACONDICIONADOR DE VOLTAJE

Figura 2.8 Drive y Acondicionador

El relé utilizado como actuador posee los datos técnicos indicados a continuación:

- Voltaje de bobina: 12 Vdc.
- Corriente de bobina 80 mA.
- Voltaje de contactos: 120 Vac.
- Corriente de contactos: 5 A.
- Número de polos: 1.

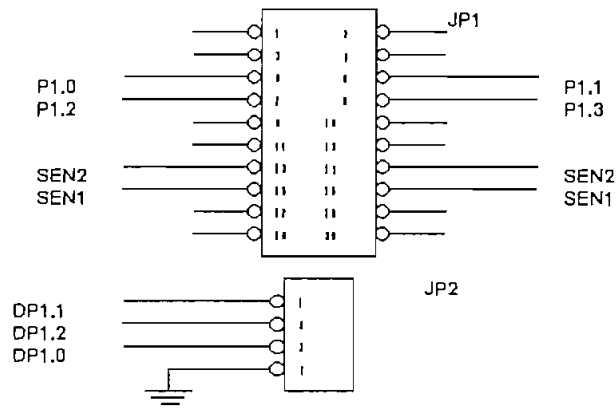


Figura 2.9 Terminales de interconexión de la TAR-800 con el MICROCONTROLADOR.

En lo referente al diseño, para activar al relé se ha recurrido a considerar un sencillo circuito conformado por un transistor, un diodo y una resistencia (ver figura 2.7).

Al emitir el microcontrolador la señal de activado del relé, en la salida P1.3 se presentará un 0L, este valor ingresará al driver C.I 74LS244 y luego será invertido para que a través de la resistencia de base R1 saturar al transistor 2N2222. Esta saturación permitirá que por la bobina del relé circule la corriente necesaria para activarlo (se somete a la bobina a un voltaje de 12 V<sub>dc</sub> aprox.).

Para calcular la resistencia de base R1 del circuito del actuador (ver figura 2.7), se deberá considerar el valor de corriente de la bobina con el cual se consigue activar al relé (80mA). Según la ecuación 13, y considerando el mismo factor de multiplicación incluido en este cálculo, la corriente de base para activar al transistor del actuador, es:

$$I_B = 5 \times \frac{80 \text{ mA}}{100} = 4 \text{ mA.}$$

con este valor de corriente se puede calcular el valor de la resistencia de base R1, aplicando la siguiente ecuación:

$$R_1 = \frac{5 - 0.7}{4} \times \frac{V}{\text{mA}} \approx 1 \text{ K}\Omega$$

Para el diseño del circuito acondicionador de voltaje, se tomará en cuenta que la señal pulsatoria aplicada a la base del transistor (señal SENXX de la figura 2.8.b) tiene una amplitud de 12 V, además la salida de este transistor estará manejando una carga cuyo consumo de potencia es mínimo, por lo tanto si hacemos circular una corriente colector - emisor  $I_{CE}$  igual a 10 mA (corriente adecuada para manejar un transistor en corte y saturación), se puede hallar la resistencia de colector de la siguiente manera:

$$R_{1,2} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{I_{CE}} \quad (\text{ecu.15})$$

en donde:  $V_{CEsat}$  Voltaje de saturación del transistor

$I_{CE}$  Corriente colector emisor.

$$R_{1,2} = \frac{5 - 0.3}{10} \times \frac{V}{mA} = 520 \Omega$$

Seguidamente, para el cálculo de la resistencia de base  $R_{B1}$  ( $R_{B2}$ ), se requiere conocer el valor de la corriente instantánea de base. Para obtener este valor se tomará en cuenta la ecuación 13, y al factor experimental de multiplicación (5), así:

$$I_B = 5 \times \frac{10 \text{ mA}}{100} = 0.5 \text{ mA}$$

luego:

$$R_{B_{1,2}} = \frac{V_{\text{sensor}} - V_{BE}}{I_B} \quad (\text{ecu.16})$$

en donde:  $V_{\text{sensor}}$  Señal pulsatoria del sensor (12V).

$V_{BE}$  Voltaje base emisor.

$I_B$  Corriente de base instantánea.

reemplazando valores en la ecuación 16 se tiene:

$$R_{B_{1,2}} = \frac{12 - 0.7}{0.5} \times \frac{V}{\text{mA}} = 22 \text{ K}\Omega$$

Finalmente la presencia de los capacitores C1, C2, C3, C4 y C5 (ver figura 2.10), se debe a que se requerirá eliminar el rizado introducido a la fuente en el proceso de barrido de los displays.

Experimentalmente se ha llegado resultados aceptables con capacitores de 2.700  $\mu\text{F}$  y 35 V.

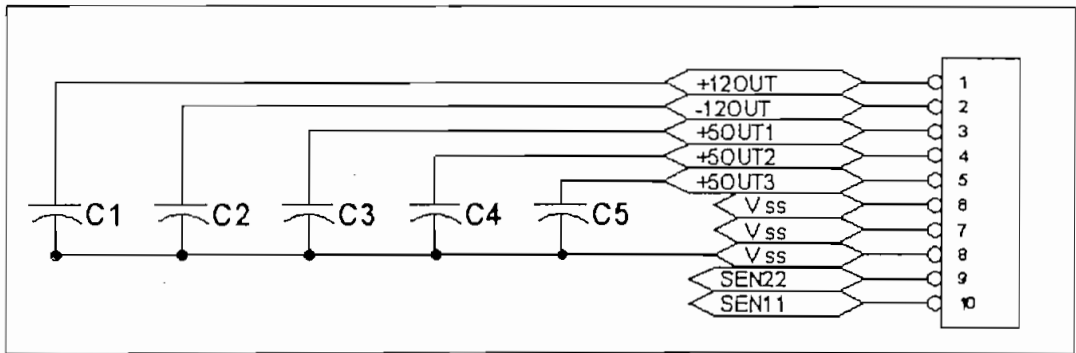


Figura 2.10 Filtrado de la fuente de alimentación.



### 2.3 DISEÑO DEL SOFTWARE

Para el diseño del software es necesario considerar las siguientes funciones que debe cumplir el microcontrolador:

- a) Cálculo parcial del número de hojas cortadas a empaquetarse.
- b) Cálculo total del número de hojas cortadas.
- c) Cálculo de la longitud de las hojas cortadas en centímetros y con un punto decimal.
- d) Visualización permanente en display de siete segmentos de:
  - Valor del contador total,
  - Valor del contador parcial; y,
  - Valor de la longitud de las hojas cortadas.

Cabe indicar que dicha visualización dependerá del modo seleccionado, es decir se podrá apreciar un sólo valor a la vez.

- e) Activación temporizada del actuador una vez alcanzado el valor límite del contador parcial (número de hojas por paquete).

f) Introducción por teclado de: número límite del contador parcial, tiempo de activación del actuador, número de bobinas a ser cortadas, y diámetro del cilindro introductor.

g) Almacenamiento en memoria interna NVRAM de la información referida en los literales a), b), c) y f), al momento de producirse una falla en la alimentación del sistema.

Para cumplir con estos requerimientos de funcionamiento se ha implementado el siguiente software, el mismo que está constituido básicamente de un programa principal y de varias subrutinas las cuales cumplen con los flujogramas de funcionamiento expuestos a continuación:

### 2.3.1 PROGRAMA PRINCIPAL.

En el bloque de inicialización que encabeza al PROGRAMA PRINCIPAL, se encuentra la ubicación del stack pointer, el encendido y apagado de las banderas que indican el cambio de estado del programa.

Conjuntamente se realiza la configuración del TIMER 1 en MODO 1 y del TIMER 0 en MODO 3, lográndose habilitar las interrupciones: externa 0 y del TIMER 0.

Luego de esto se permite visualizar durante un tiempo prudencial el valor correspondiente al límite del contador parcial, para posteriormente con la activación del TIMER 1, como temporizador en modo 1, inicializar el estado del pórtilo P1, habilitando el teclado y desabilitando al actuador.

En los bloques siguientes que conforman al programa principal, se realiza el chequeo del Bit de actualización de la longitud (BEX1) el mismo que al tener un valor de 0L, permite llamar a la subrutina CALCULO, para reevaluar el valor de la longitud y actualizar su valor. La actualización de datos en las localidades de memoria que contienen el valor de la longitud, se realiza luego de alcanzar el valor dado al registro de base de tiempo el cual contabiliza los pulsos del rodillo cortador (ver subrutina ACTUAL).

En cambio si el Bit BEX1, se encuentra deshabilitado, se realiza el chequeo del estado de la entrada Ø del pórtico P1, que es activada cuando se presiona una tecla. Si el chequeo es positivo, el programa llamar a la subrutina LECTURA, para saber qué tecla ha sido presionada y almacenar el número de ubicación de la misma para posteriormente activar el MODO DE TRABAJO correspondiente (ver subrutina TECLA).

Por otra parte si no se ha presionada ninguna tecla, se realiza el chequeo del Bit de habilitación de MODOS (BEX11), el cual al no estar activado, permite mostrar en los displays el valor incremental del contador parcial.

Contrariamente si el Bit BEX11, est activado se ingresará al bloque de selección de MODOS, consiguiéndose activar al MODO1 con la tecla T1, al MODO2 con la tecla T2, al MODO3 con la tecla T3, al MODO4 con la tecla T4, o mantener la visualización del contador parcial al presionar la tecla T5.

Como un comentario del funcionamiento del programa principal se puede decir que dependiendo de la función que se este ejecutando se consigue que en éste se actualicen los datos y que la información que se mostrar en los displays (actualización de las localidades DISØ, DIS1, DIS2, DIS3 y DIS4). Ver FLUJOGRAMA 1.

### 2.3.2 SUBROUTINA CÁLCULO.

En esta subrutina se realizará el cálculo de la longitud de las hojas, tomando el valor del parámetro de ajuste introducido por teclado (aprox. igual al diámetro del cilindro introductor<sup>1</sup>), el valor acumulado en el CONTADOR T1 configurado en modo 1 (número de pulsos generados por el sensor del rodillo introductor), y un valor constante (kte) proveniente de la base de pulsos.

Considerando la ecuación 5 en la que:

$$\text{Longitud de hoja} = \pi \Phi_i \frac{f_{wi}}{f_{wo}}$$

En la fig.2.11, se ha representado un tren de pulsos y una *BASE DE PULSOS* (fig.2.11.b). Esta base estará constituida por 5 pulsos del rodillo cortador dentro de los cuales se contabilizarán los pulsos generados en el otro rodillo. En otras palabras, mientras el sensor del rodillo introductor genere los 12 000 pulsos, el otro sensor ubicado en el rodillo cortador generará 5 pulsos cuando se este trabajando a las velocidades referenciales (300 RPM y 150 RPM respectivamente).

---

<sup>1</sup> Este parámetro nos sirve para calibrar el valor de la longitud de las hojas cortadas, debido a que no se puede determinar con exactitud el error introducido al sensar las velocidades angulares y que es provocado por las partes físicas y mecánicas de la máquina (poleas, acoples, efectos de fricción, etc). Caso contrario si fuera factible conocer el error introducido mecánicamente, este parámetro sería igual al diámetro del rodillo introductor.

Para los cálculos se estará trabajando desde el lado del rodillo introductor, con lo que la base de pulsos trasladada a esta nueva referencia, es equivalente a tener 6000 pulsos.

Por lo tanto con la base de tiempo trasladada a esta referencia se obtiene la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud de hoja} = \pi \Phi_i \frac{f_{wi}}{6000}$$

Esta ecuación así obtenida ya es factible de implementarse en el microcontrolador, sin embargo, el valor de  $\pi$  deberá ser tratado previamente debido a que no es una cantidad entera. Así:

$$\text{Longitud de hoja} = 3,14 \Phi_i \frac{f_{seni}}{6000} \text{ [mm]}$$

$$\text{Longitud de hoja} = \Phi_i \frac{f_{seni}}{kte} \text{ [mm]} \quad (\text{ecu.17})$$

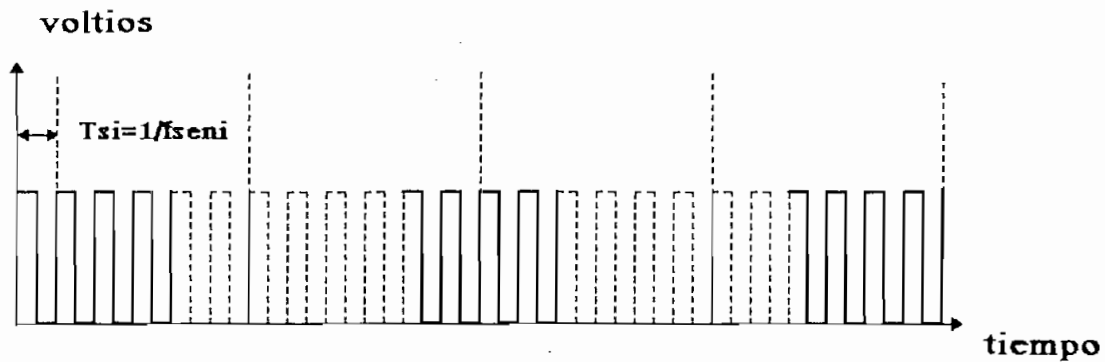
De lo mencionado anteriormente el valor de 3,14 no puede ser ingresado como tal en el microcontrolador, por lo que se incluirá un factor de 100. Consecuentemente, como dicho factor estará afectado el resultado de los cálculos se proseguirá a visualizar únicamente los cuatro dígitos más significativos del resultado final obtenido en esta subrutina, por lo tanto:

$$kte = \frac{6000}{314} \quad (\text{ecu.18})$$

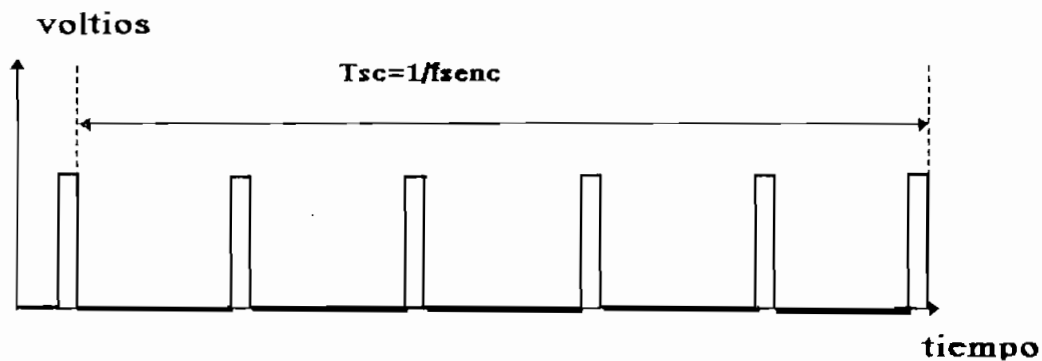
luego:  $kte = 1910$  *Decimal equivalente*  $775$  *Hexadecimal*

Seguidamente, para las operaciones y transformaciones respectivas se utilizará las subrutinas MULTIPLICAR, DIVISIÓN, BCDCONVERT y SEPARAR, las cuales guardarán el resultado en las localidades LONGØ, LONG1, LONG2 y LONG3. La Subrutina MULTIPLICAR, utiliza el dato del parámetro de ajuste similar al diámetro del cilindro inductor almacenado en las localidades MULT10, MULT11 y MULT12, para multiplicarlo con el dato proveniente del contador T1 (TH1, TL1), almacenado previamente en las localidades MULT21 y MULT22. El resultado de esta multiplicación se lo dividirá para el valor de la constante de base de pulsos  $K_{cte}$ . obtenida en la ecu.18.

Para poder visualizar en los displays el dato calculado de la longitud es necesario transformar el resultado final obtenido en hexadecimal, a un valor decimal el cual contenga cada dígito en una localidad de memoria separada, con este objetivo se emplean las subrutinas BCDCONVERT y SEPARAR. Ver FLUJOGRAMA 2.



a.- PULSOS UTILIZADOS EN LA  
PRESICIÓNDE LA LONGITUD.



b.- BASE DE PULSOS

Figura. 2.11 Pulsos emitidos por los sensores  
ópticos.

### 2.3.3 SUBROUTINA MULTIPLICAR Y DIVISIÓN.

Estas subrutinas permiten realizar las operaciones de multiplicación y división respectivamente.

Así pues, para realizar una multiplicación, se debe almacenar el valor del multiplicando y el multiplicador en



las localidades MULT10, MULT11, MULT12, MULT20 y MULT21 para obtener el resultado en las localidades RMULT0, RMULT1, RMULT2 y RMULT3.

Para el caso en que se quiera realizar una división, es necesario almacenar el valor del dividendo y del divisor en las localidades DIVIDEN0, DIVIDEN1, DIVIDEN2, DIVIDEN3, DIVISOR0, DIVISOR1 y DIVISOR2 lograndose obtener la respuesta en las localidades RDIV0, RDIV1, RDIV2 y RDIV3.

#### **2.3.4 SUBROUTINA BCDCONVERT.**

En esta subrutina se transforma un número de 3 bytes binarios almacenados en AUX0, AUX1 y AUX2 a su equivalente en BCD y se lo almacena en las localidades BCD0, BCD1 y BCD2.

#### **2.3.5 SUBROUTINA SEPARAR.**

Esta subrutina toma el valor en un Byte completo almacenado en cada una de las localidades BCD0 y BCD1 y lo separa almacenando el resultado en cuatro localidades independientes, lográndose con esto tener de manera separada el valor a mostrarse en cada display .Ver FLUJOGRAMA 3.

### 2.3.6 SUBROUTINA LECTURA

Al ser presionada una tecla esta subrutina es llamada en primer lugar para producir un retardo inicial y final, en la lectura del teclado (ver figura 2.12), con lo cual nos aseguramos de leer la tecla presionada en la posición adecuada reduciendo el efecto del rebote. En segundo lugar nos permitirá llamar a la subrutina TECLA y decodificar la tecla presionada, seleccionando la nueva función que ha de ejecutar el microcontrolador. Ver FLUJOGRAMA 4,

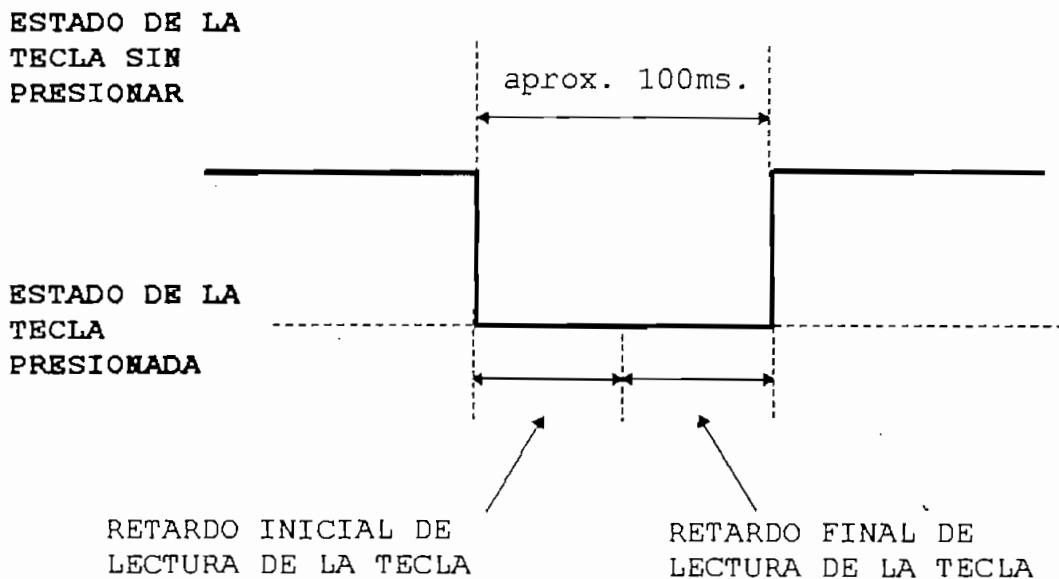


Figura 2.12 Proceso lectura del teclado.

### 2.3.7 SUBROUTINA TECLA.

Esta subrutina es llamada dentro de la rutina LECTURA, permitiendonos leer de la dirección de memoria externa en la cual se encuentra el teclado el valor de la tecla presionada, para su posterior decodificación.

El proceso de decodificación incluye almacenar en el acumulador los valores de 1, 2, 3, 4, o 5 correspondientes a la posición de la tecla presionada.

Con este valor también almacenado en la localidad DEX1, se realiza el chequeo del Bit BEX13 el cual al estar activado, permite seleccionar el modo de trabajo correspondiente a la tecla presionada.

Así, para una mejor comprensión de esta subrutina se considerará el siguiente ejemplo en el que se selecciona al MODO 2 de trabajo. Suponiendo que se está inicializando el sistema, cuando se ha presionado la tecla T2 se realiza el proceso de lectura del teclado, tomando de la dirección externa el valor en binario de la tecla presionada, para nuestro ejemplo el valor 00000010 B, al cual se le asigna mediante la decodificación el número 2 Hexadecimal.

Este número es almacenado en el acumulador y en la localidad DEX1, posteriormente como en la inicialización el

Bit BEX13 está activado, se realiza la ejecución de las siguientes instrucciones:

CLR	P1.2	para desactivar el punto decimal
SETB	BEXT1	para desactivar el MODO 1
CLR	BEXT2	para activar el MODO 2
SETB	BEXT3	para desactivar el MODO 3
SETB	BEXT4	para desactivar el MODO 4
SETB	BEX13	para desactivar la selección de modos de trabajo una vez activado el modo específico que se requiere ejecutar.

Con el Bit BEXT2 activado, se consigue ingresar en el programa principal a la subrutina CTECLA2, en la cual se le habilita al teclado las funciones secundarias que puede ejecutar. Bajo esta circunstancias si una nueva tecla es presionada (T1, T2, T3 ó T4), la desactivación del Bit BEX13 nos permitirá mantenernos en el modo seleccionado, sin embargo el proceso de lectura de teclado hará que un nuevo valor para la tecla sea almacenado en DEX1, lo que permitirá ejecutar las opciones que contiene la subrutina CTECLA2.

Para finalizar este ejemplo se sugiere presionar la tecla T5, con la cual se activa al Bit BEX13 y se permite volver a tener la posibilidad de seleccionar un nuevo modo de trabajo. Ver FLUJOGRAMA 5.

### 2.3.8 SUBROUTINA CTECLA1.

En esta subrutina se permite seleccionar las opciones que brinda el MODO 1 de trabajo. Así, dentro de las funciones secundarias factibles de ejecutarse se tiene la visualización del valor de la longitud de las hojas en 4 displays con un punto decimal (Presionando la tecla T1); la visualización del valor del contador total en 5 display sin punto (Presionando la tecla T2); el enceramiento del contador parcial (Presionando la tecla T3); el enceramiento del contador total (Presionando simultaneamente las teclas T3 y T4); y la visualización del contador parcial en 3 displays, esta última opción se realiza presionando la tecla T5.

Cabe indicar que en esta subrutina lo que se hace es visualizar los datos actualizados y calculados en el programa principal. Ver FLUJOGRAMA 6.

### 2.3.9 SUBROUTINA CTECLA2.

La subrutina CTECLA2 es llamada en el programa principal cuando se ha activado el MODO 2 de trabajo.

Para este caso es factible introducir en decimal el valor de temporización del actuador (Presionando las teclas T1 y T2); y el número de bobinas de papel a ser cortadas simultáneamente (Presionando la tecla T3).

En el primer caso el valor en decimal puede llegar hasta 99 sin embargo este número debe ser transformado a hexadecimal a fin de simplificar la acción de los registros que han de producir el conteo del tiempo de activación del actuador (ver subrutina ACTUADOR).

Con la finalidad de evitar transformaciones y operaciones innecesarias, la subrutina CTECLA2 ha sido implementada con la facilidad de permitir la transformación de número decimal a hexadecimal únicamente cuando los datos hayan sido ingresados y se haya presionado la tecla T5. Ver FLUJOGRAMA 7.

### 2.3.10 SUBROUTINA CTECLA3.

Estructuralmente esta subrutina tiene similitud con la subrutina CTECLA2, sin embargo a CTECLA3, se accede cuando se ha seleccionado el MODO 3 de trabajo y se requiere introducir en decimal el valor del parámetro de ajuste aproximadamente igual al diametro del rodillo inductor (Presionando las teclas T1, T2, T3 y T4), permitiéndose visualizar la información en 4 displays con un punto decimal (Parámetro de ajuste dado en MILIMETROS).

En este caso también es conveniente transformar el valor dado en decimal a hexadecimal, para lo cual siguiendo el mismo criterio que en CTECLA2, se realizará dicha transformación únicamente cuando los datos hayan sido ingresados y se haya presionado la tecla T5. Ver FLUJOGRAMA 8.

### 2.3.11 SUBROUTINA CTECLA4.

A esta subrutina se ingresa cuando se ha seleccionado el MODO 4 de trabajo y se requiera ingresar el valor límite del contador parcial (Presionando las teclas T1, T2 ó T3). En este caso no se necesita realizar ninguna conversión numérica por lo que se toma directamente el

valor ingresado por teclado para utilizarlo como límite de dicho contador.

Nuevamente como en los otros casos es conveniente presionar la tecla T5 para salir de esta opción. Ver FLUJOGRAMA 9.

#### 2.3.12 SUBROUTINA CTECLA5.

Básicamente en esta subrutina se borra el Bit BEX13, con lo cual se permite salir del modo en uso en el que se encuentre trabajando el operador, habilitándose de esta manera la posibilidad de seleccionar cualquier otro MODO de trabajo.

Cabe indicar que cuando se inicialize el sistema o cuando se presione la tecla T5 el programa ejecutará las instrucciones mediante las cuales se permite visualizar el incremento del contador parcial, desde 000D hasta el valor límite ingresado a través de la subrutina CTECLA4. Es preciso indicar además que una vez ingresado el valor límite para el contador parcial, si se requiere variar dicha cantidad, el sistema completará el límite anteriormente introducido para actualizar entonces sus datos.



### 2.3.13 SUBROUTINA HEXA.

El objetivo principal de esta subrutina es realizar la transformación de un número con cinco dígitos como máximo dado en decimal a un número de dos bytes expresado en hexadecimal.

Los datos que esta subrutina manejará son los ingresados mediante las subrutinas CTECLA2 y CTECLA3.

### 2.3.14 SUBROUTINA DE ATENCIÓN A LA INTERRUPCIÓN EXTERNA Ø.

Cada vez producida una interrupción externa, debido a los pulsos generados por el sensor de la base de tiempo (sensor rodillo cortador), se atenderá esta interrupción, y se evaluará el número de bobinas, si este valor es igual a cero se abandona la subrutina de interrupción sin realizar ningún proceso, caso contrario si el número de bobinas es diferente de cero se llamará a las subrutinas ACTUAL, CONTOTAL y CONPARCIAL, en las cuales se realizará el conteo de las hojas. La habilitación de la subrutina CALCULO se efectuará en CONPARCIAL, únicamente si se ha completado el límite del registro de base de pulsos. Ver FLUJOGRAMA 10.

### 2.3.15 SUBROUTINA ACTUAL.

Una vez llamada la subrutina de interrupción externa Ø, la subrutina ACTUAL es llamada también para contabilizar en el registro correspondiente la base de pulsos (5 en total) emitidos por el sensor del rodillo cortador.

Es así que una vez contabilizados los 5 pulsos de la base se deshabilitará al CONTADOR T1 para almacenar el número de pulsos del rodillo introductor, que se han producido durante la base, cargando los valores alcanzados por TH1 y TL1 en MULT21 y MULT2Ø respectivamente. Posterior a este almacenamiento de información se procede a inicializar al contador del TIMER1 (TH1, TL1 <- ØL), para empezar un nuevo ciclo de conteo.

Es conveniente indicar que una vez alcanzado en el registro correspondiente el valor de la base de pulsos, se activan las banderas que permitirán ingresar a la subrutina CÁLCULO, para actualizar el valor de la longitud, una vez que se ha salido de la interrupción externa (ver subrutina CÁLCULO). Ver FLUJOGRAMA 11.

### 2.3.16 SUBROUTINA CONTOTAL.

Esta subrutina es llamada también dentro de la interrupción externa para contabilizar los pulsos totales generados por el sensor del rodillo cortador, en otras palabras se contabilizará el número de hojas producidas. Para conseguir esto en cada ingreso a la subrutina se incrementarán los registros R2, R3, R4, R5 y R6, conteniendo R2 el valor menos significativo de éste contador, consecuentemente el primer registro podrá llegar individualmente a un valor de 9, luego de lo cual originará un incremento del siguiente registro (R3) hasta un valor similar, y así de igual forma se incrementarán los restantes registros cuando el registro que le sucede alcance el valor de 9, lográndose llegar de esta manera a un total de 99999, que es el límite de este contador. Como estado original del programa, este contador se incrementará en uno, sin embargo dependiendo del número de bobinas de papel a ser cortadas simultáneamente, se podrá modificar dicho incremento mediante teclado (ver PROGRAMA PRINCIPAL). Ver FLUJOGRAMA 12.

### 2.3.17 SUBROUTINA CONPARCIAL.

Después de salir de la subrutina CONTOTAL, se ingresa a ésta subrutina para producir el incremento de los registros R0, R1 y R7, y realizar la comparación de éste valor incrementado, con el valor almacenado en LICONP2, LICONP1 y LICONP0 que ha sido introducido por teclado y que corresponde al número límite de hojas a ser empaquetadas.

Si el valor incrementado en los registros es igual al valor almacenado en las localidades, el programa procederá a evaluar el tiempo de temporización del actuador. Si este tiempo es igual a cero, no existirá señal de encendido y se proseguirá a abandonar esta subrutina. Caso contrario si se ha introducido algún valor diferente de cero para la temporización, se emitirá la señal de activación del actuador y se inicializarán los registros involucrados en esta cuenta parcial, para con ellos empezar un nuevo ciclo.

El incremento de éste contador puede ser modificado de igual forma que en el caso del contador total, cuando se desee cortar más de una bobina de papel. Ver FLUJOGRAMA 13.

### 2.3.18 SUBRUTINA DISPLAY

Esta subrutina de interrupción es tal vez la más importante de todas ya que mediante ésta será posible aplicar la técnica de barrido a alta velocidad de una señal pulsante para encender secuencialmente varios displays, evitando que el microcontrolador requiera de tantas salidas como displays vaya a encender.

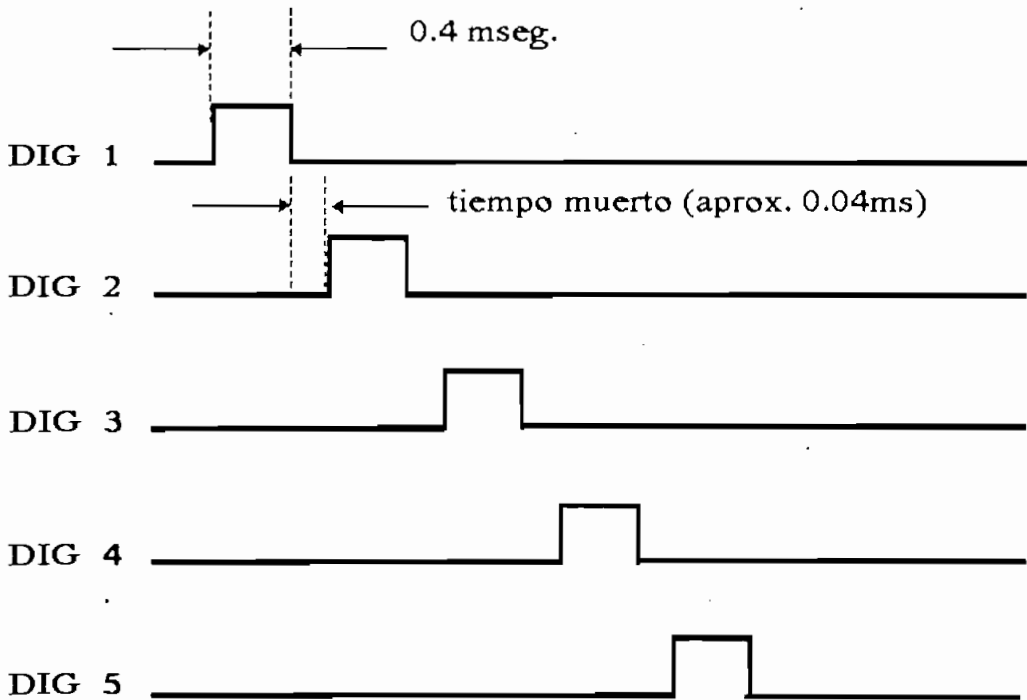


Figura 2.13 Proceso de barrido del display.

Esta subrutina debe ser llamada varias veces dentro del programa para evitar parpadeos en los displays, para el caso en que se emplee el mismo programa como base de

tiempo, en caso contrario, se puede emplear un temporizador el cual origine una interrupción cada vez que se hayan contabilizado cierto número de ciclos de máquina, es decir cada vez que haya transcurrido un tiempo prudencial durante el cual se mantengan encendidos cada uno de los displays permitiéndose tener una buena visualización libre de parpadeos (ver fig. 2.13).

Para facilitar el barrido de los displays se empleará el segundo caso, en el cual se generará una base de tiempo adecuada, con la ayuda de un TIMER. En vista de que se están utilizando los dos TIMER existentes en el microcontrolador, el uno para permitir tener la entrada de interrupción externa y el otro para tener la entrada al contador T1, aparentemente de acuerdo a nuestras exigencias sería necesario tener un TIMER "adicional", sin embargo tomando en cuenta la funcionabilidad del micro se ha podido configurar al TIMER0 en MODO 3 con lo cual se consigue tener un contador o temporizador extra. Así, se convierte a TL0 y TH0 en contadores independientes de 8 Bits.

Con esto se resuelve el problema del contador "faltante", ya que esta configuración nos permitirá utilizar al TIMER0 tanto para habilitar la interrupción externa (sobreflujo en TF0), mediante la utilización de la lógica de control común, como para generar la base de tiempo requerida para el barrido de los displays (ver subrutina T1SEG).

Mientras tanto al TIMER 1 se lo empleará para contabilizar los pulsos dados por el sensor del rodillo introductor y calcular con precisión la longitud de las hojas .

De acuerdo a esto THØ queda como contador de 8 bits, con lo que se tiene que para producir una interrupción de display (generar un nuevo barrido) deberán transcurrir 256 ciclos de máquina que en tiempo real equivalen a:

$$f_{reloj} = 7.3728 \text{ MHz.}$$

$$\#cm = 256$$

$$T_{cm} = \frac{12}{7.3728 \text{ Mhz}} = 1.63 \mu s$$

$$T_{total} = T_{cm} * \#cm \quad (\text{ecu.19})$$

$$T_{total} = 0.4 \text{ ms}$$

Para obtener la frecuencia máxima de barrido se tomará en cuenta el encendido de los cinco displays , con lo cual se llega a que dicha frecuencia es de:

$$f_{max} \text{ barrido} = \frac{1}{5 \times 0.4} \times \frac{1}{ms} = 500 \text{ Hz.} \quad (\text{ecu.20})$$

Cargando al acumulador con un valor binario de 1111 1110B y rotando este byte hacia la izquierda, con cada ingreso a esta subrutina, se consigue activar el display siguiente.

Como ya se mencionó anteriormente en la localidad DECO se almacenará el número de displays a encenderse, pudiendo ser este el 3, 4 ó el 5, dependiendo del dato a mostrarse. Con este valor almacenado en DECO se asignará un puntero el cual selecciona la dirección que contiene el valor a mostrarse en cada display, pudiéndose apuntar desde la localidad DIS0 hasta la localidad DIS4.

Finalmente antes de salir de esta subrutina se debe ubicar el puntero en la dirección del siguiente dato a ser mostrado, e inicializar el TIMER para producir una nueva temporización.

En esta parte es conveniente añadir que, se debe producir una zona muerta entre dos dígitos consecutivos a activarse, para evitar que ciertos datos se sobrepongan (ver figura 2.13). Con este objetivo se han introducido comandos de no operación al inicio de esta subrutina, cuya



duración es aproximadamente un décimo del tiempo de encendido del display.

Como la subrutina DISPLAY es llamada cada 0.4 milisegundos en tiempo real, está nos servirá para contabilizar el tiempo de activación del actuador, creando una base de tiempo de 1 segundo a través de la subrutina T1SEG. Ver FLUJOGRAMA 14.

### 2.3.19 SUBROUTINA T1SEG

Una vez que en la subrutina CONPARCIAL se ha alcanzado el valor límite del número de hojas por paquete el micro se encarga de dar la señal para activar al actuador, y producir la respectiva división de hojas, pero es necesario que esta activación dure un cierto tiempo, es decir sea temporizada, con lo cual se debería tener la posibilidad de que la conexión del actuador dure únicamente el tiempo introducido por teclado (máx: 99 segundos).

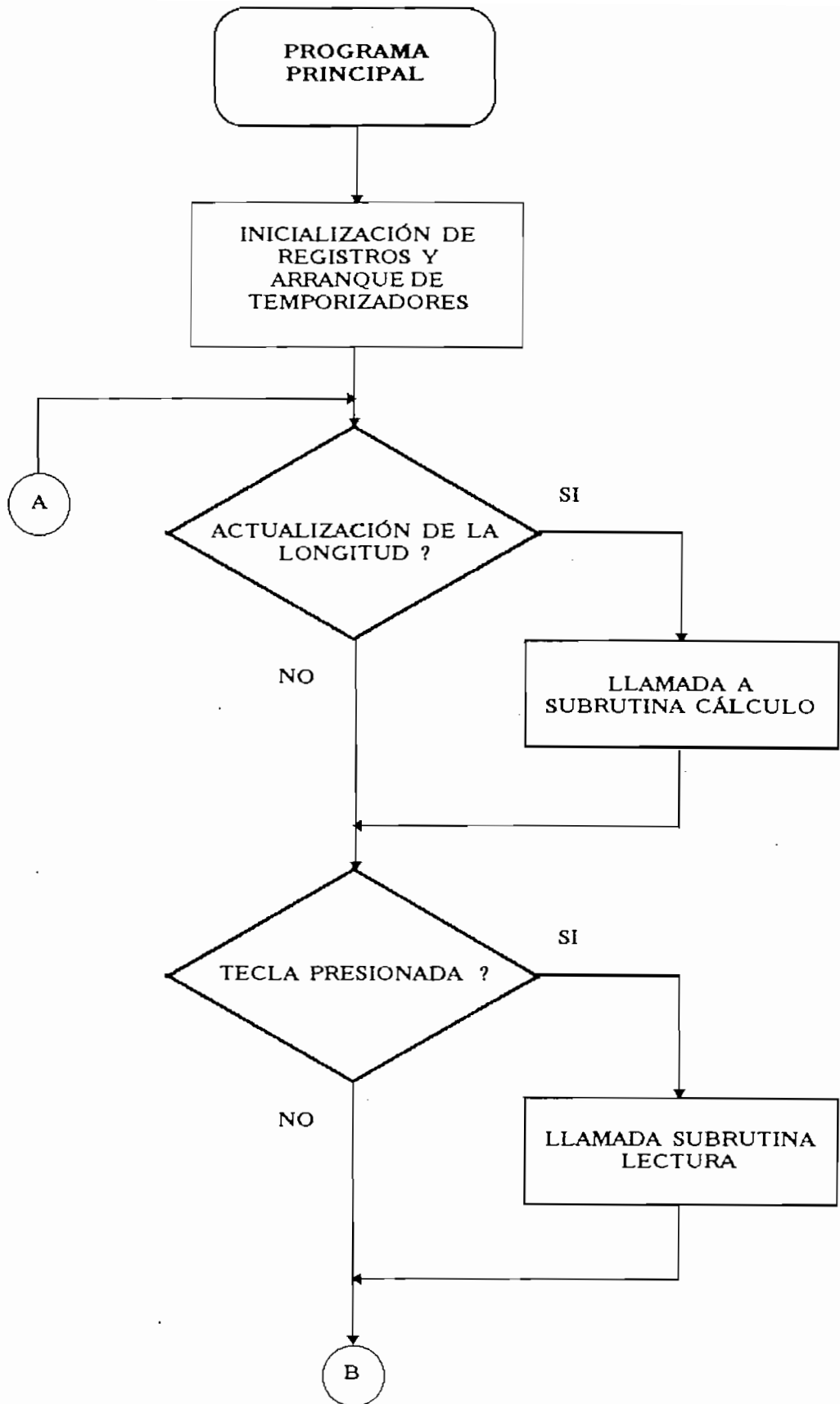
Si consideramos que el tiempo de activación del actuador debe estar contabilizado en *tiempo real* entonces deberíamos ver alguna forma de que en el microcontrolador se desactive la señal cada vez que se ha completado el tiempo asignado, adicionalmente el micro debería estar trabajando permanentemente en las tareas del programa principal. Esto nos lleva a concluir que de alguna manera

deberíamos contabilizar el tiempo requerido, produciendo una interrupción al término del mismo, sin embargo como se ha planteado anteriormente ya no se tiene la capacidad de manejar más interrupciones pues los dos TIMER están ocupados.

Por lo tanto se ha considerado que si para ingresar a la interrupción de la subrutina DISPLAY, (ver subrutina display) se requiere contabilizar 256 ciclos de máquina, equivalentes a 0.4 ms, entonces ingresando 2500 veces a display se podrá generar 1 segundo en tiempo real, por lo tanto será suficiente hacer en el programa un lazo con dos registros que se incrementen cada vez que se ingrese a display.

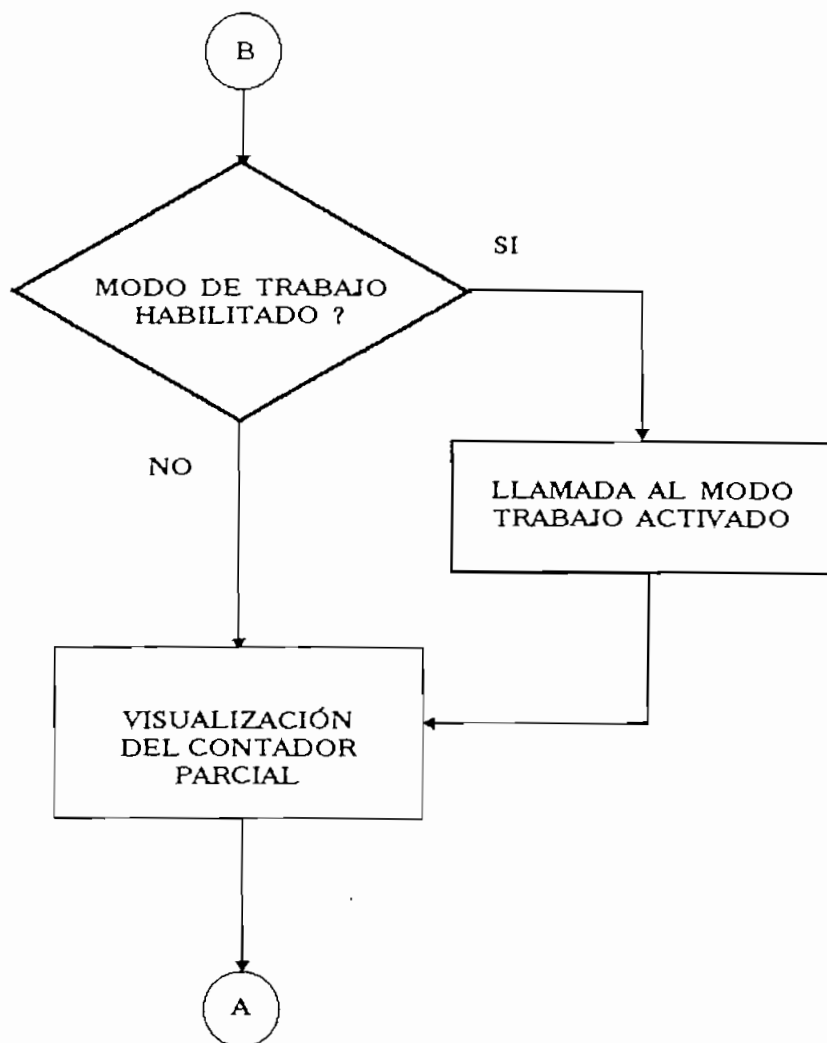
Esta cuenta se inicializará cuando se hayan contabilizado las 2500 veces o en otras palabras cuando se ha completado el segundo, luego de lo cual se evaluará si se debe o no desconectar al relé.

Consecuentemente luego de transcurrido 1 segundo se ingresará a una de las ramas de la subrutina T1SEG, para realizar una comparación entre el valor de tiempo ingresado por teclado y el número de segundos transcurridos (T1SEG nos permite evaluar segundos completos de tiempo), si esta comparación es verdadera se proseguirá a inicializar los registros involucrados, y se dará la señal de apagado del relé a través del pin 3 del pórtico P3. Ver FLUJOGRAMA 15.

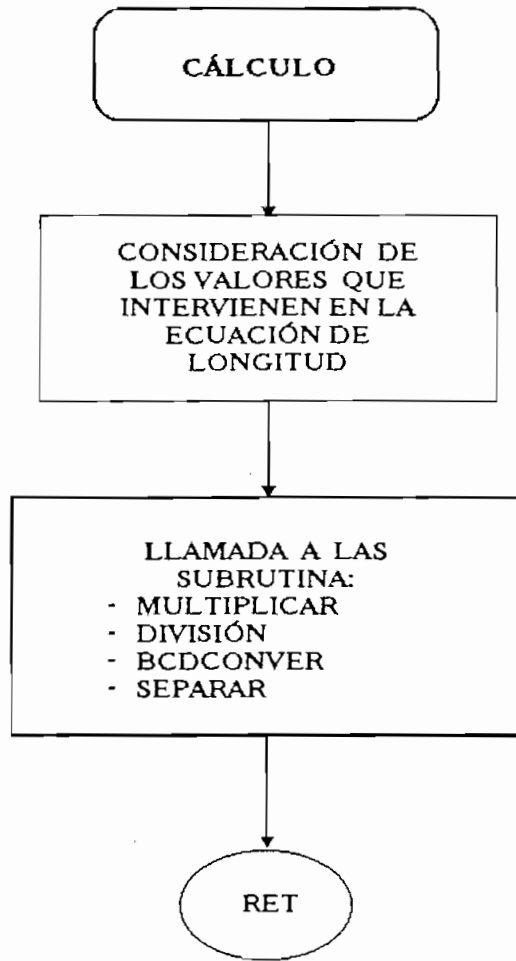


FLUJOGRAMA 1.- PROGRAMA PRINCIPAL

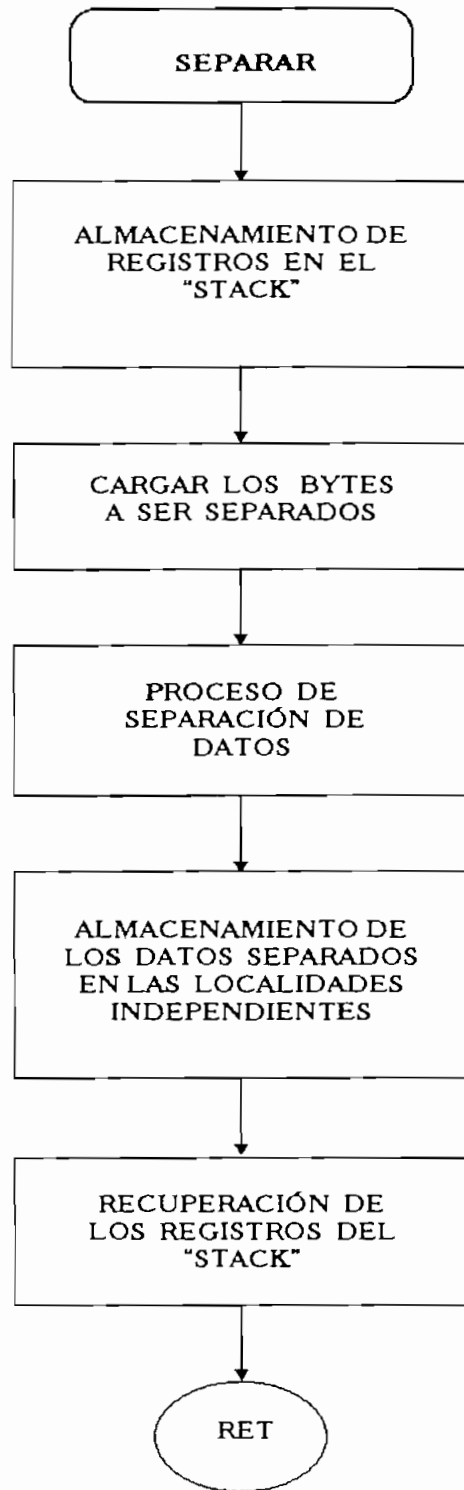
continuación...



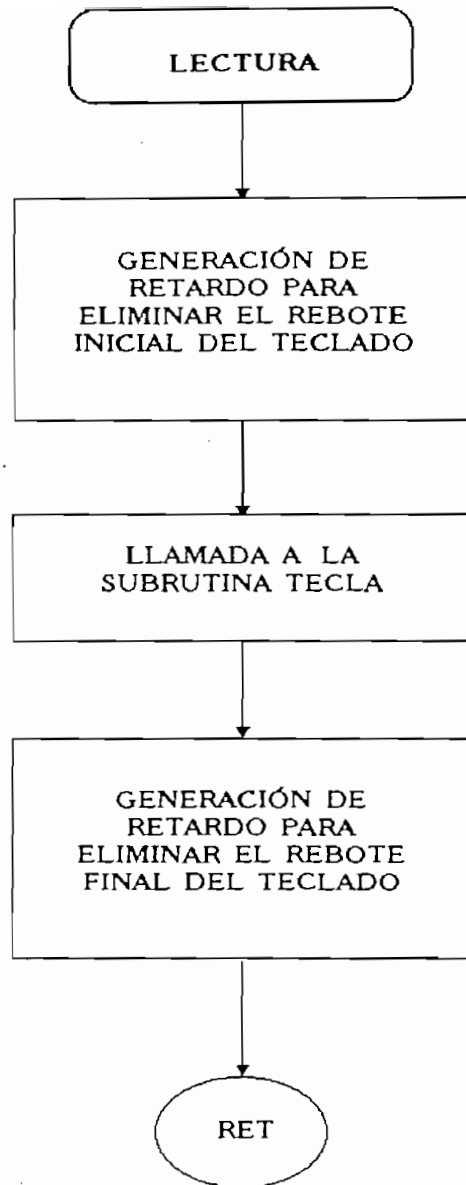
FLUJOGRAMA 1.- PROGRAMA PRINCIPAL



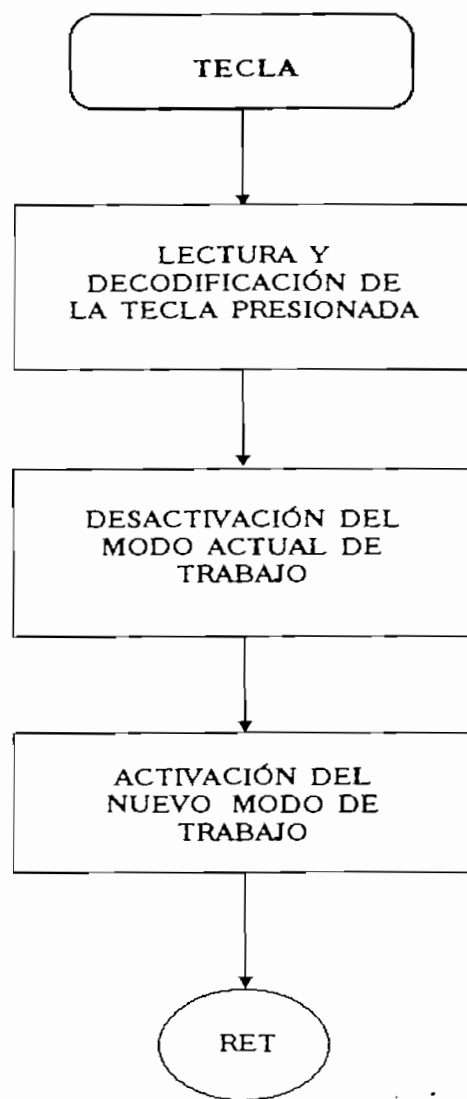
FLUJOGRAMA 2.- SUBROUTINA CÁLCULO



FLUJOGRAMA 3.- SUBRUTINA SEPARAR

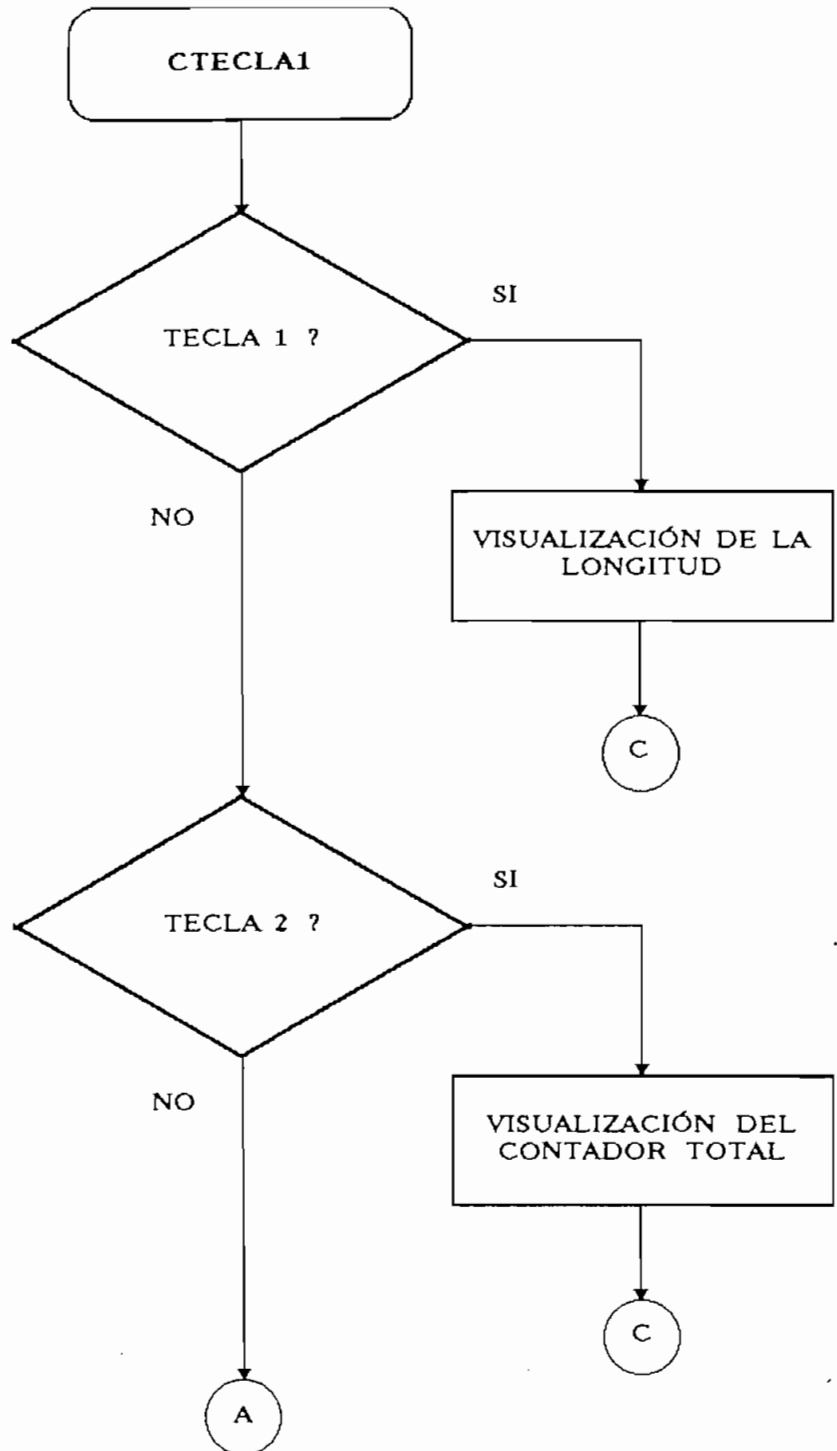


FLUJOGRAMA 4- SUBROUTINA LECTURA



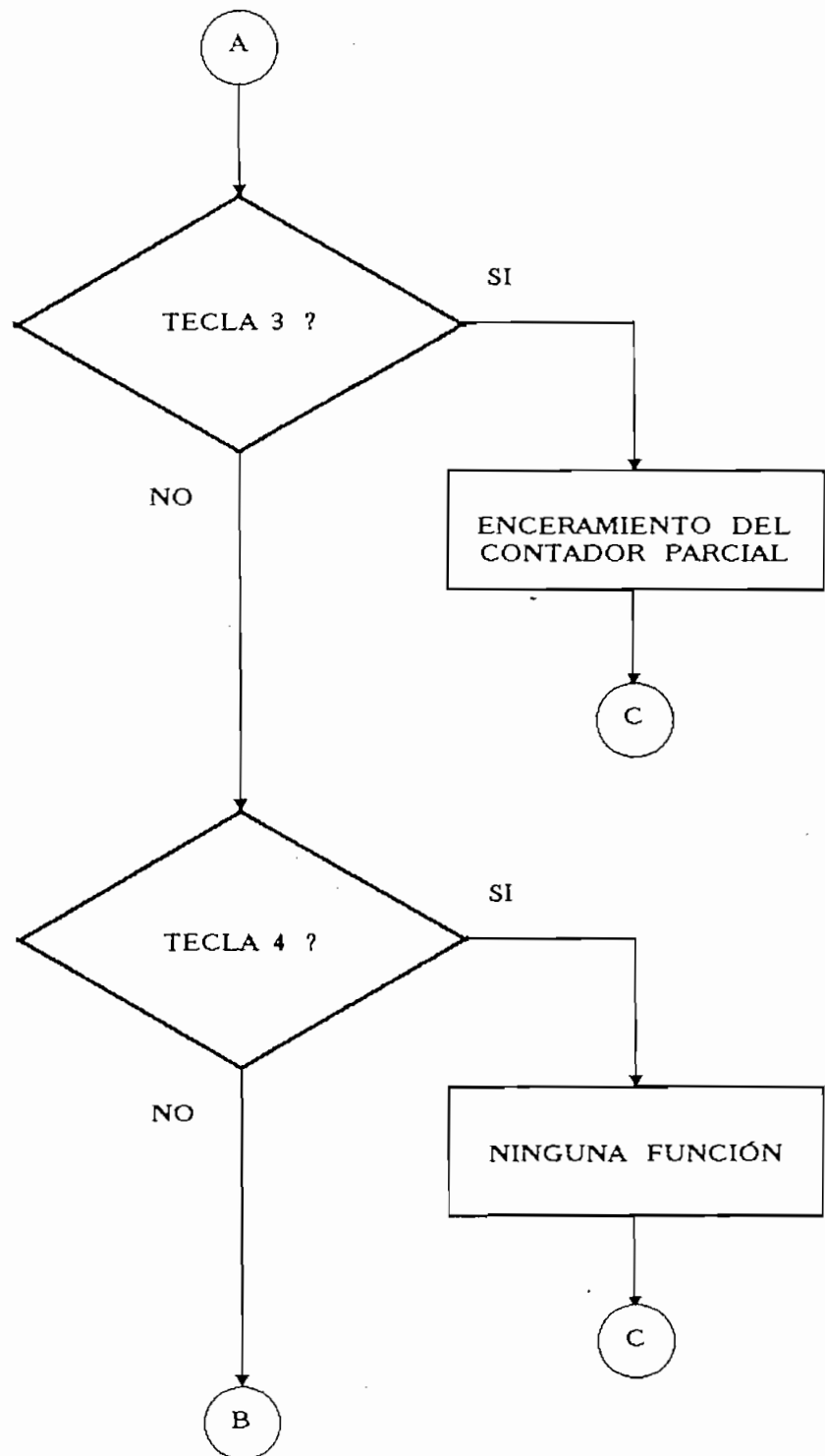
FLUJOGRAMA 5.- SUBROUTINA TECLA





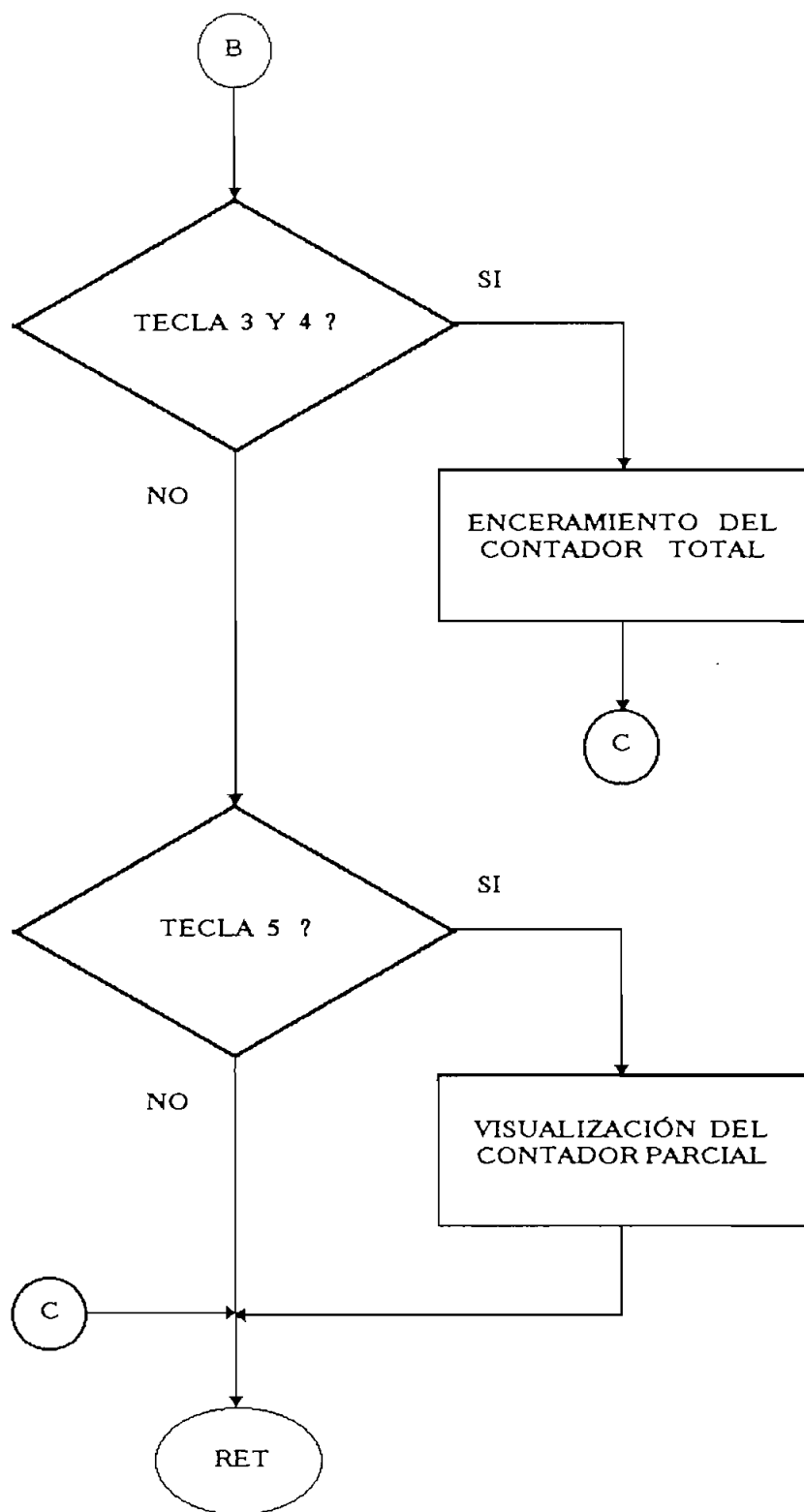
FLUJOGRAMA 6.- SUBRUTINA CTECLA1

continuación...

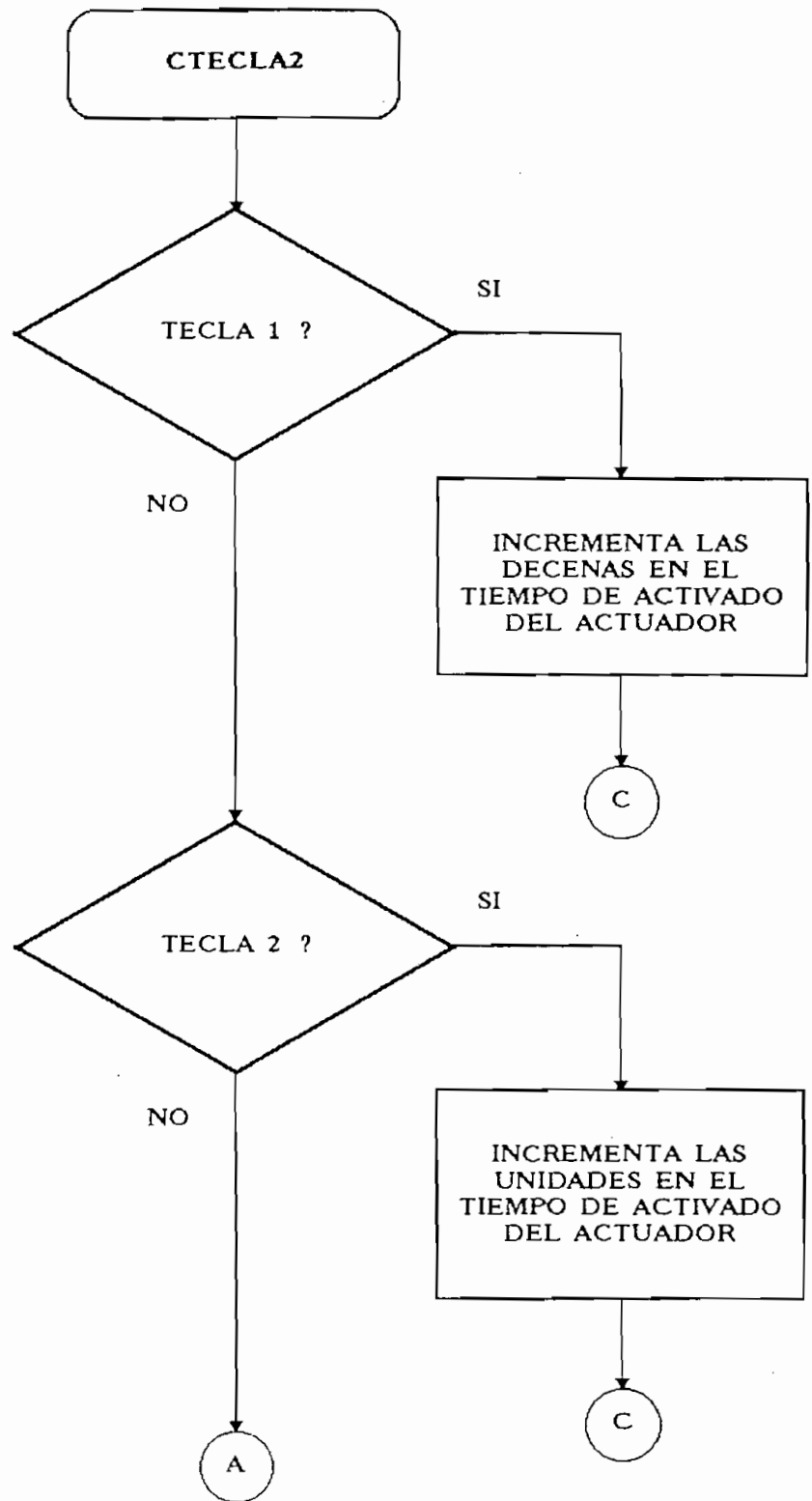


FLUJOGRAMA 6.- SUBROUTINA CTECLA1

continuación...

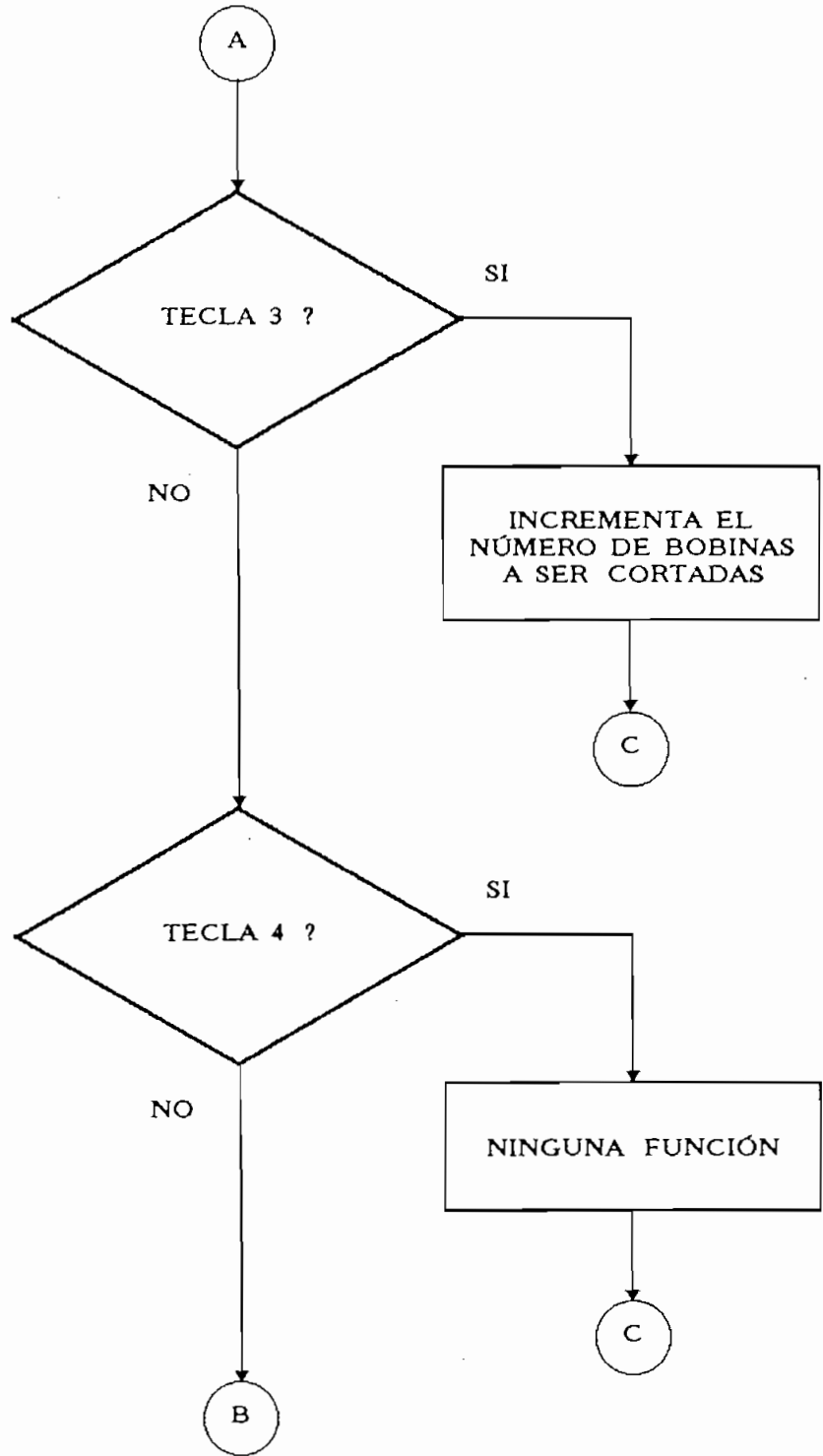


FLUJOGRAMA 6.- SUBROUTINA CTECLA1



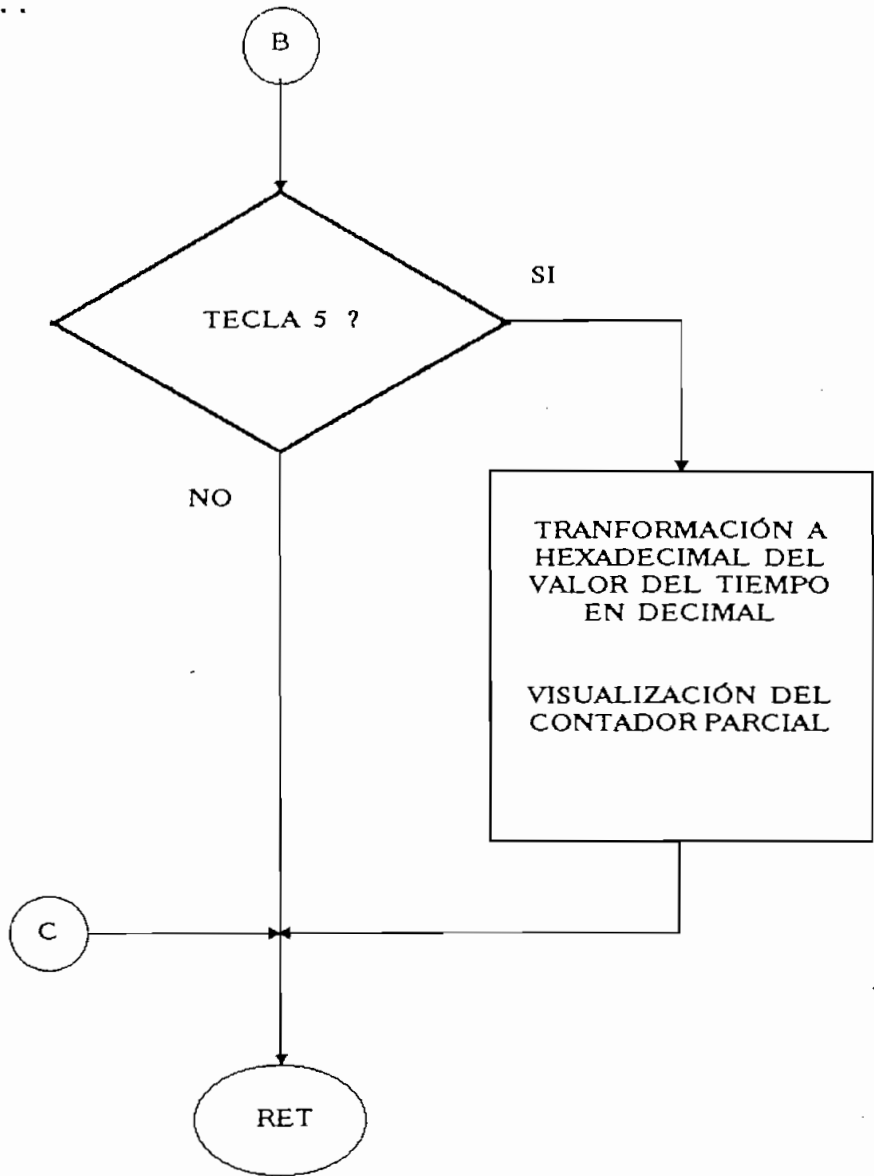
FLUJOGRAMA 7.- SUBROUTINA CTECLA2

continuación...



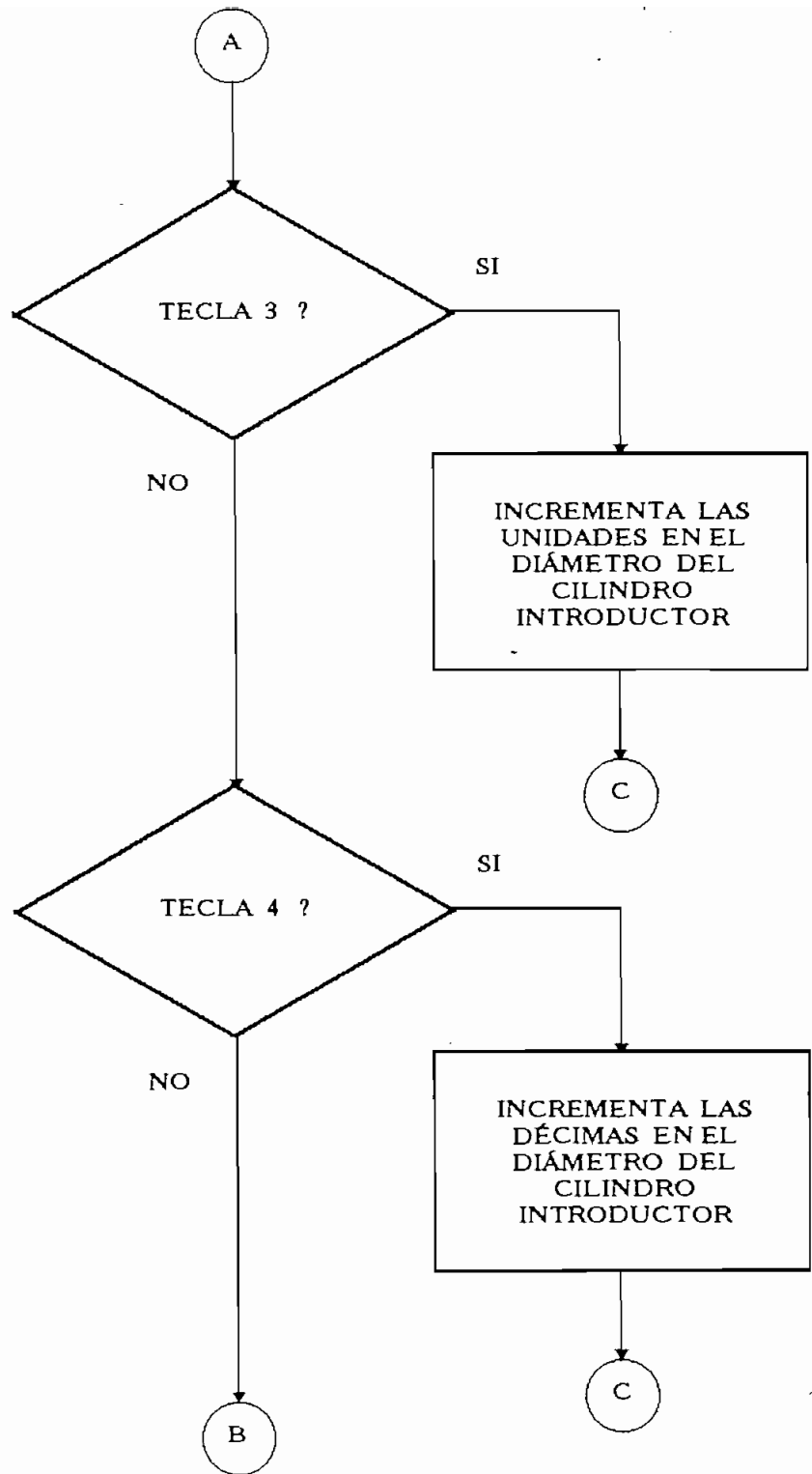
FLUJOGRAMA 7.- SUBROUTINA CTECLA2

continuación...



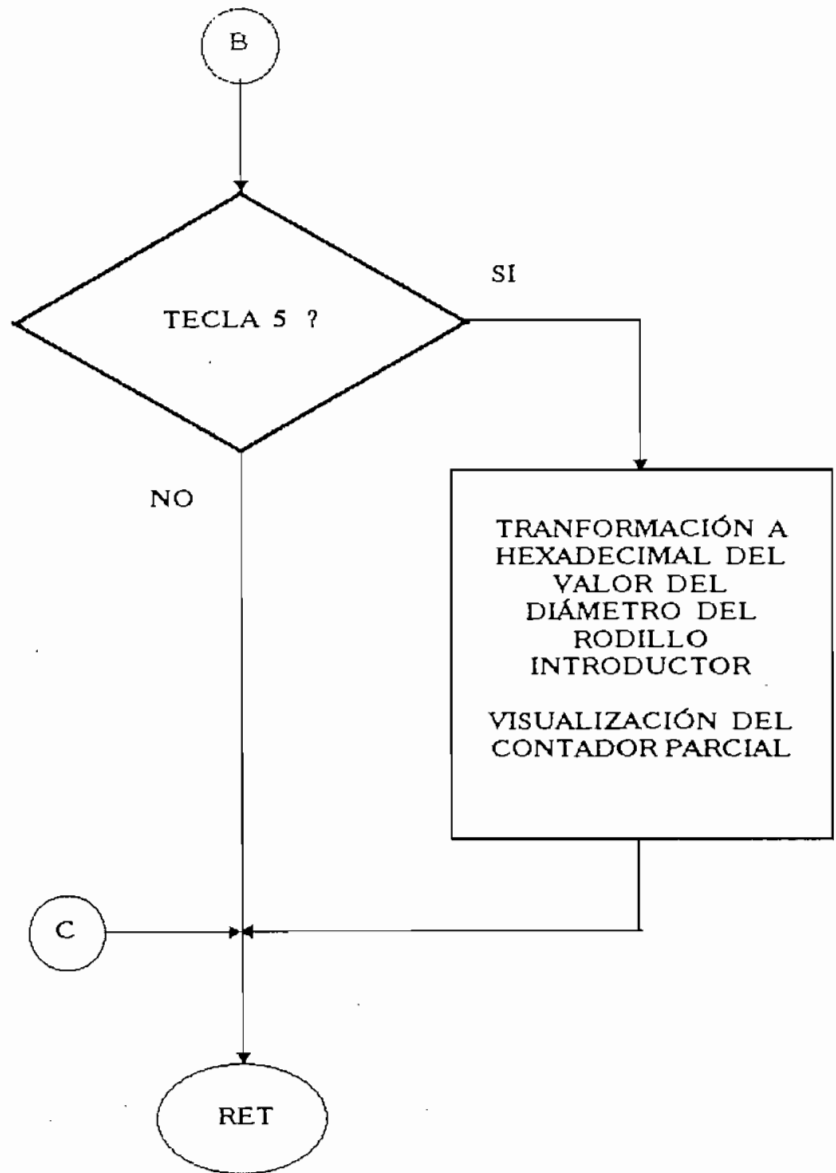
FLUJOGRAMA 7.- SUBRUTINA CTECLA2

continuación...



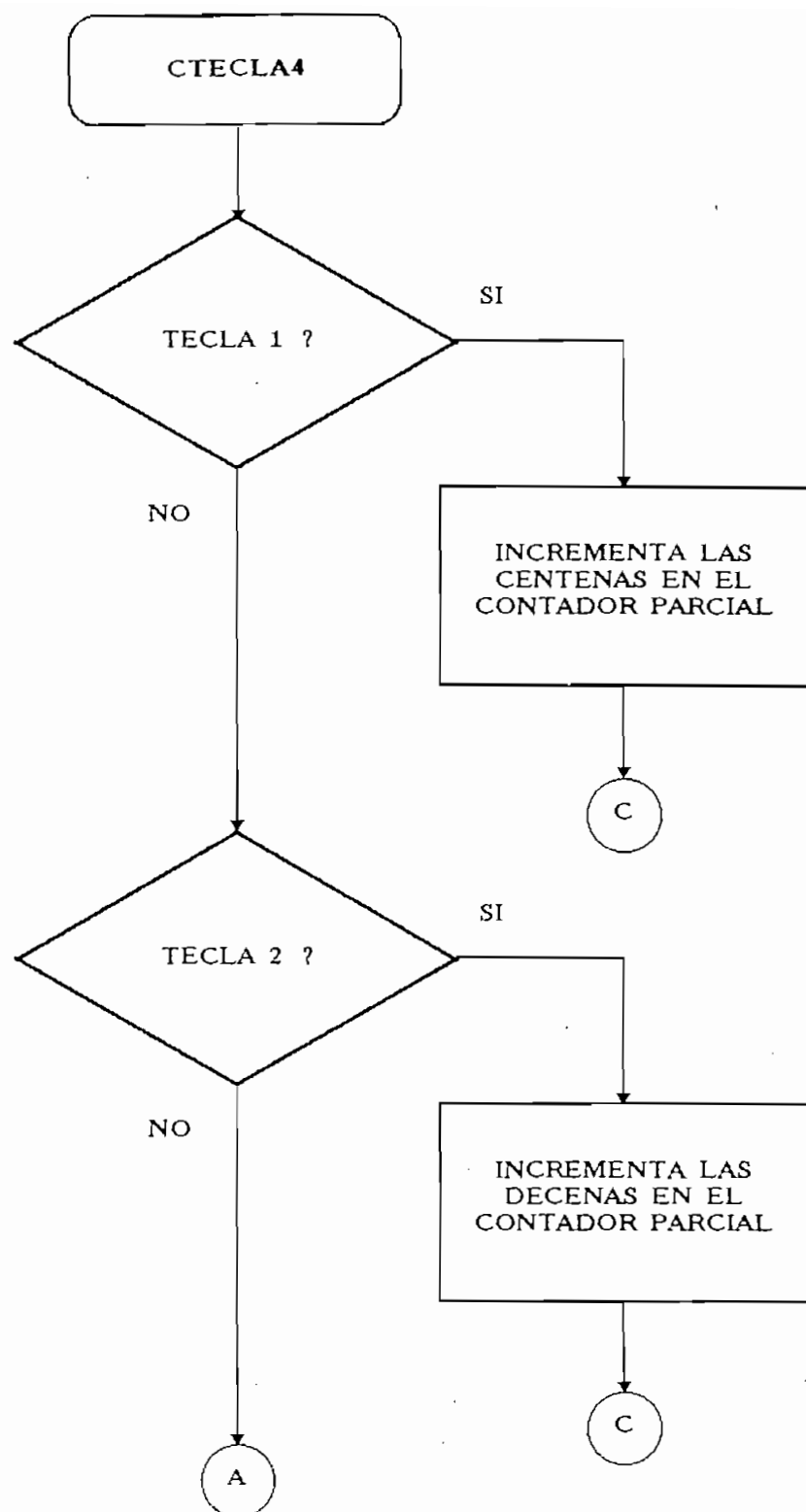
FLUJOGRAMA 8.- SUBROUTINA CTECLA3

continuación...



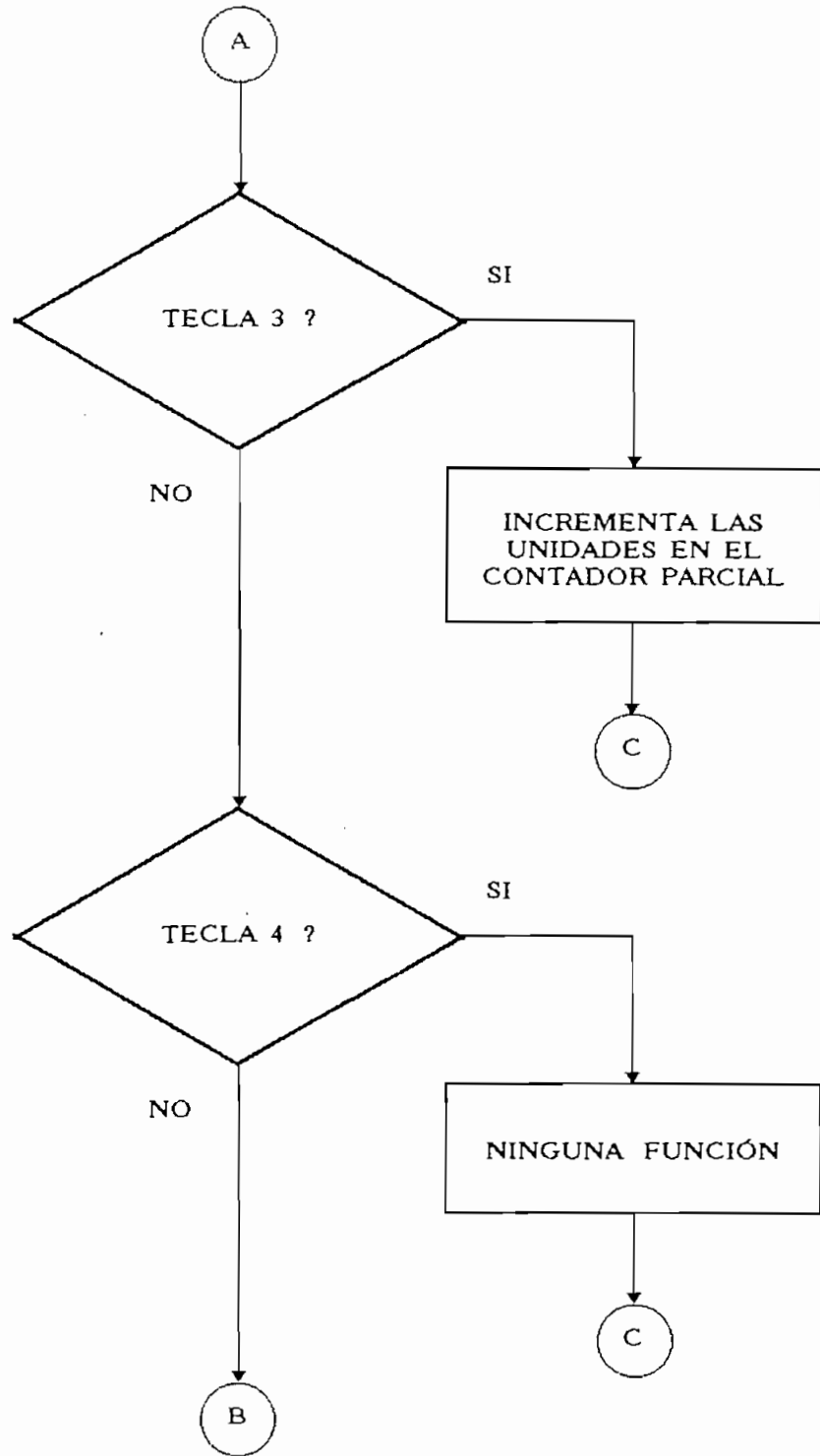
FLUJOGRAMA 8.- SUBRUTINA CTECLA3





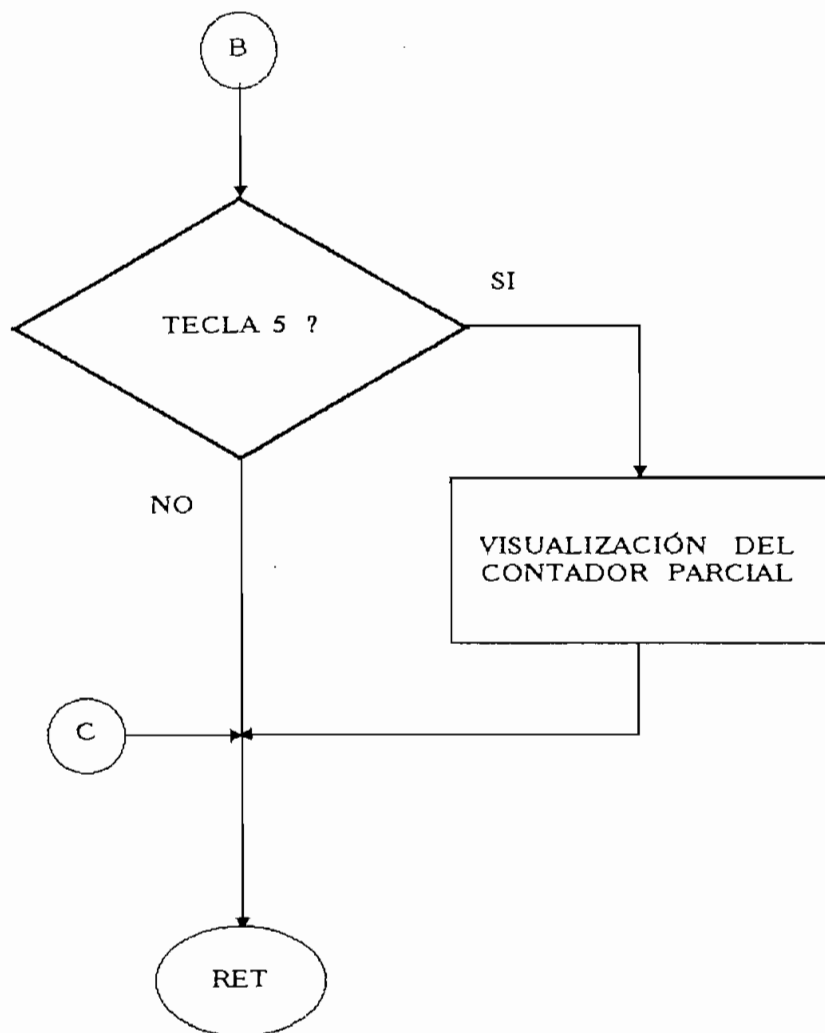
FLUJOGRAMA 9.- SUBROUTINA CTECLA4

continuación...

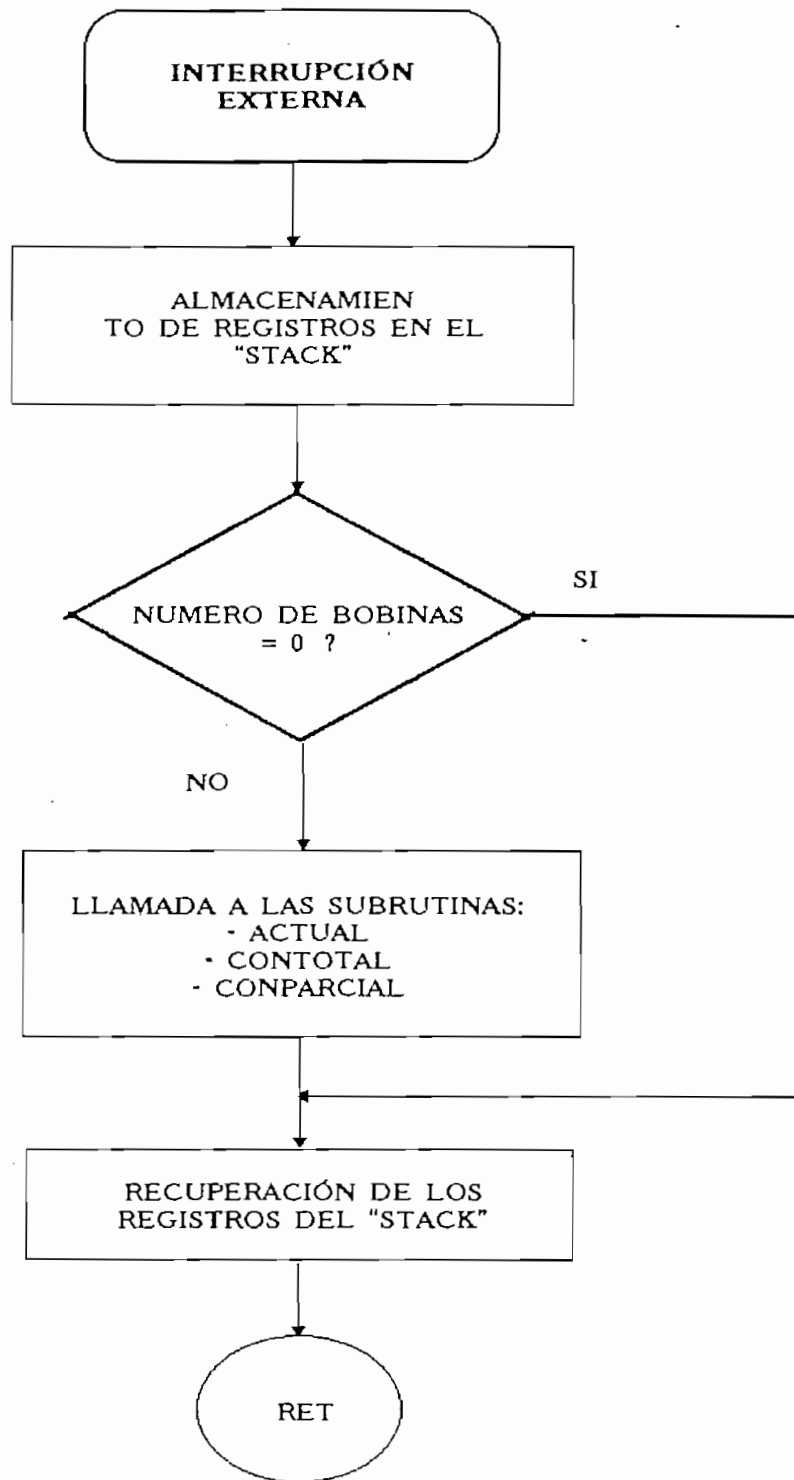


FLUJOGRAMA 9.- SUBROUTINA CTECLA4

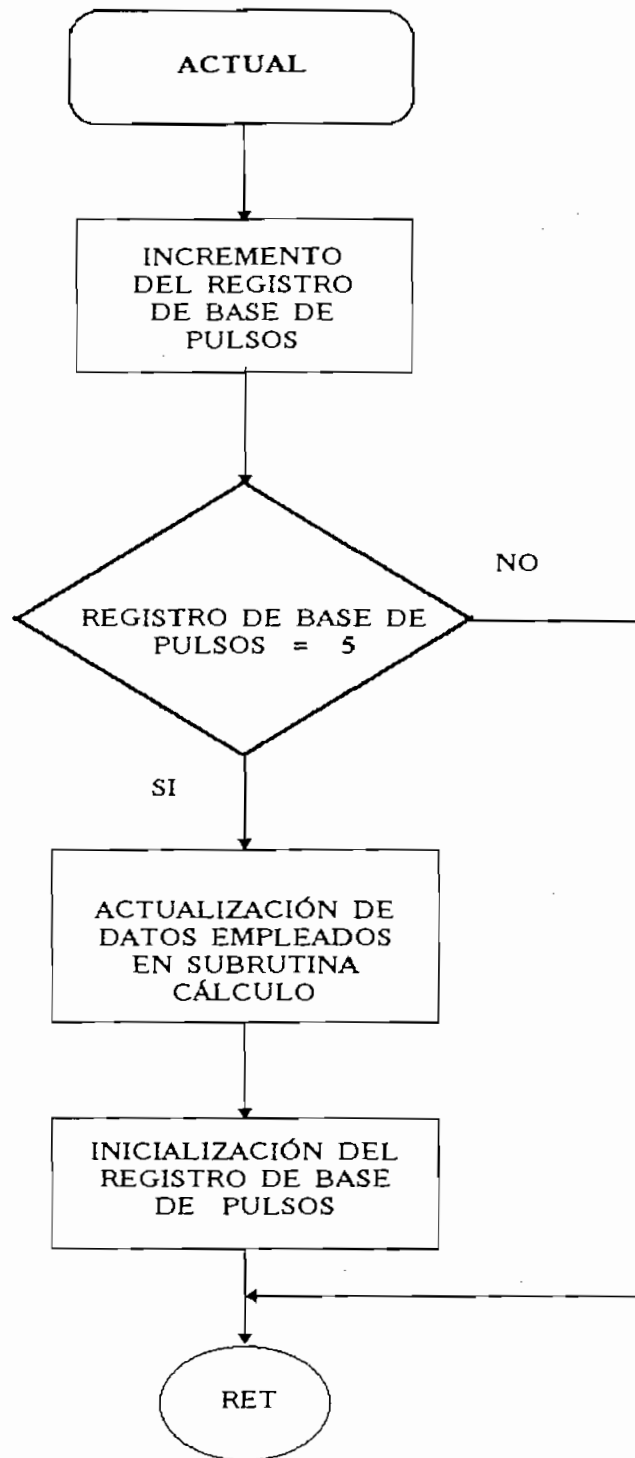
continuación...



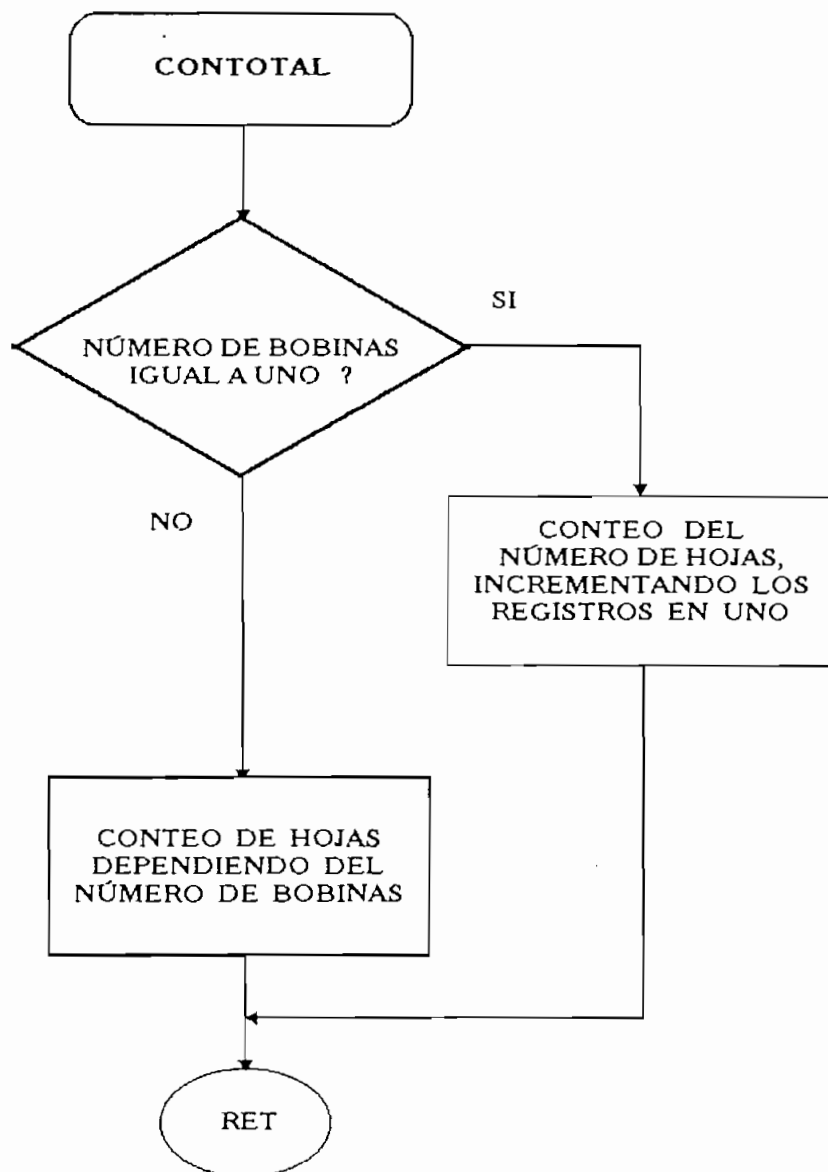
FLUJOGRAMA 9.- SUBROUTINA CTECLA4



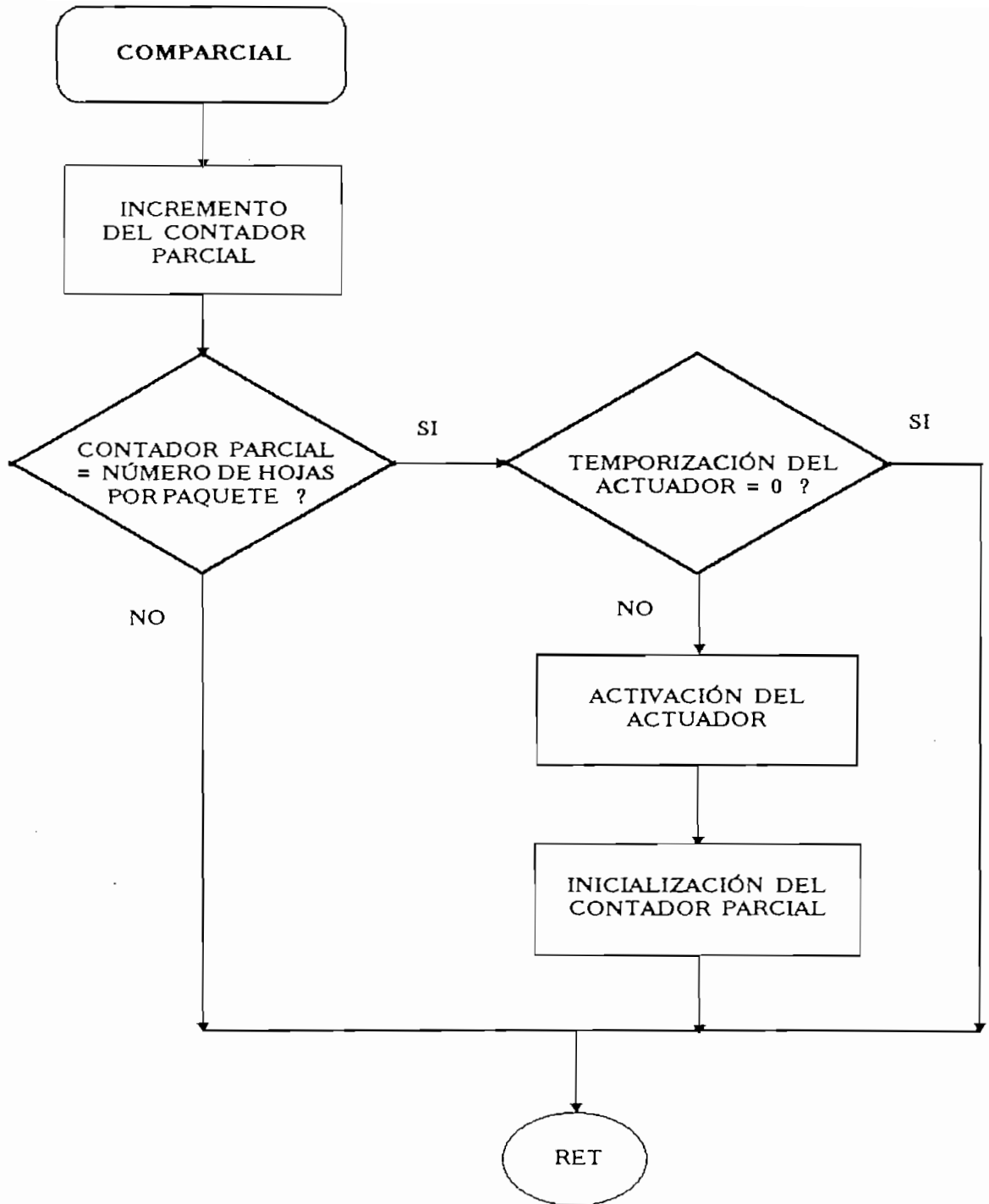
FLUJOGRAMA 10.- SUBROUTINA DE INTERRUPCIÓN EXTERNA



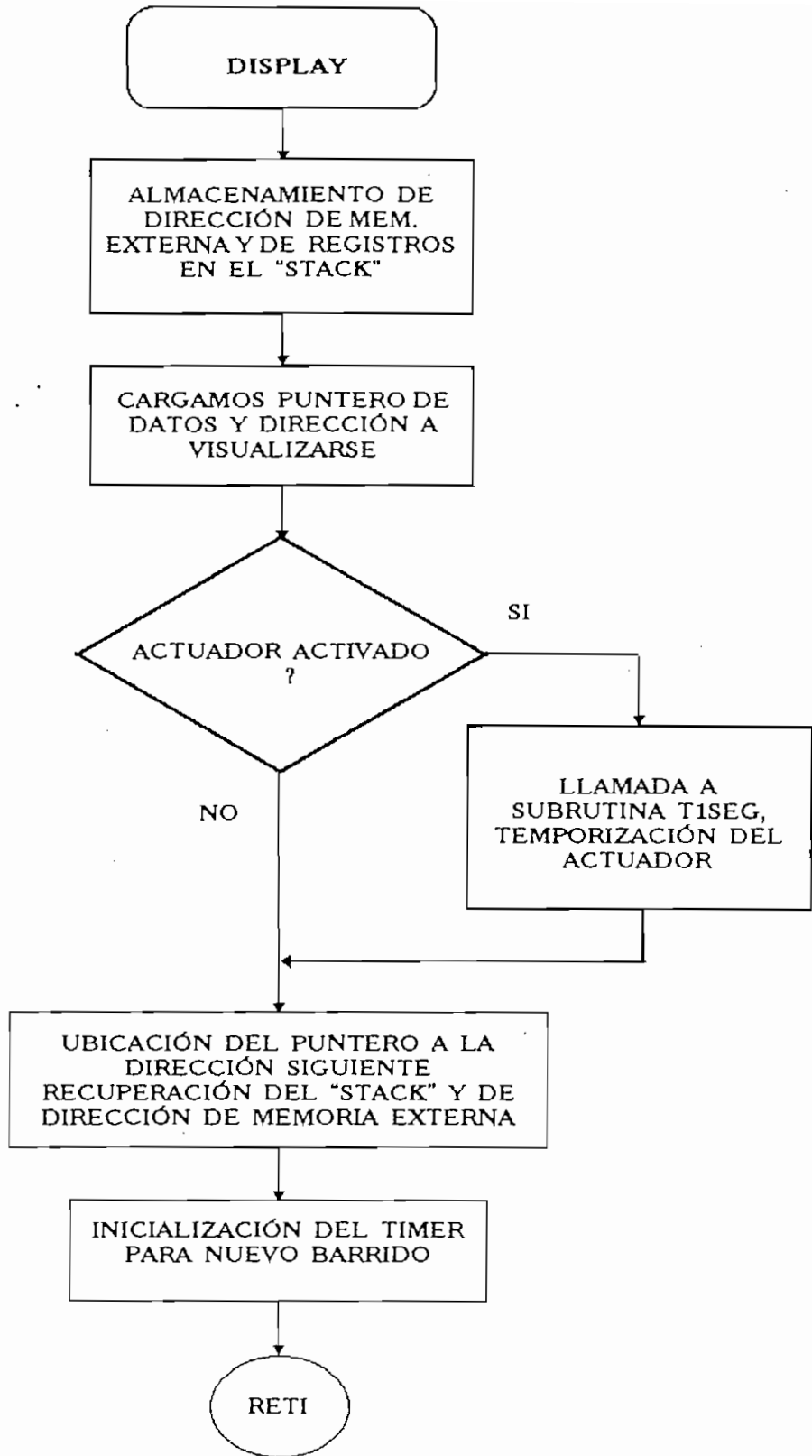
FLUJOGRAMA 11.- SUBROUTINA ACTUAL



FLUJOGRAMA 12.- SUBROUTINA CONTOTAL

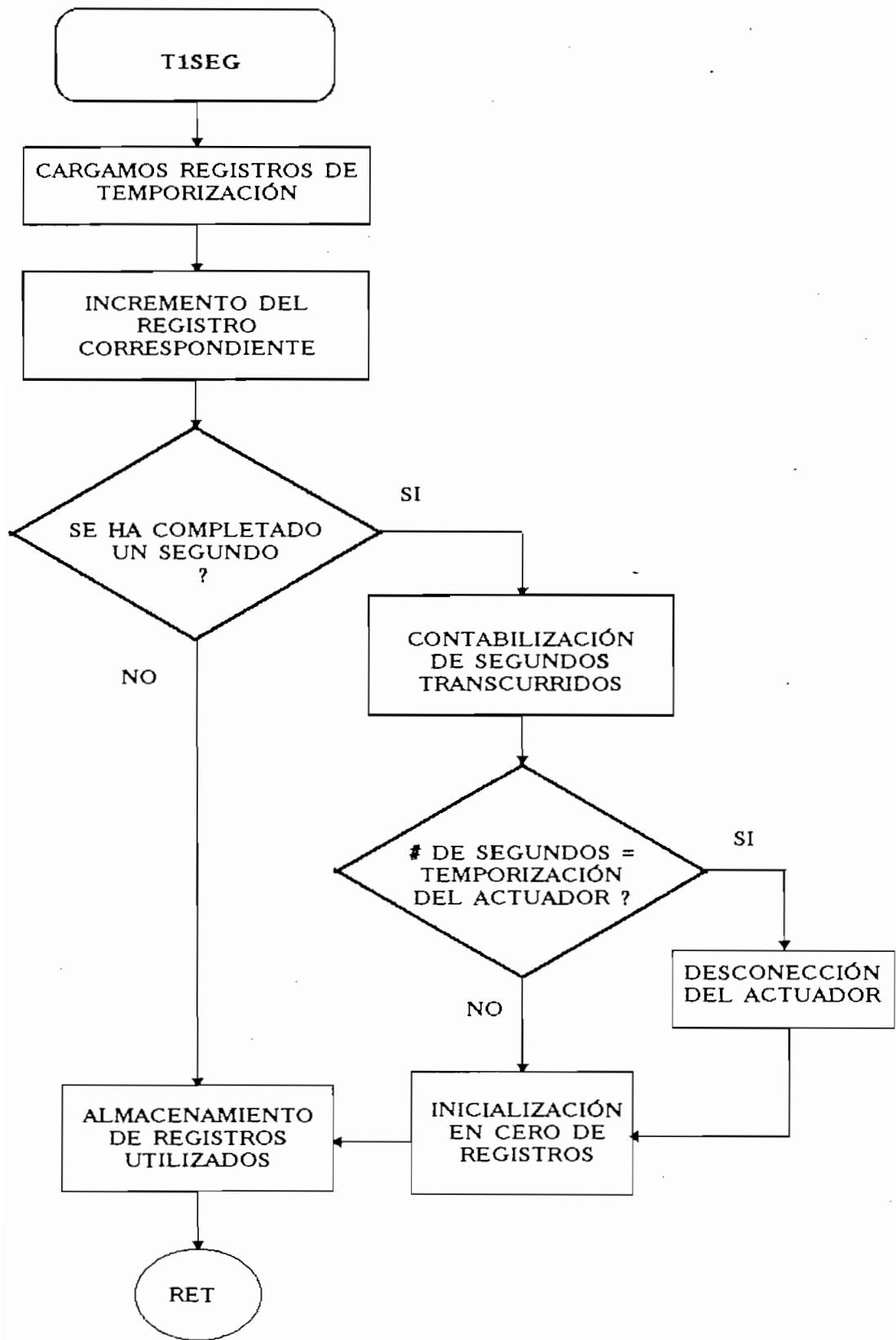


FLUJOGRAMA 13.- SUBROUTINA CONPARCIAL



FLUJOGRAMA 14.- SUBROUTINA DISPLAY





FLUJOGRAMA 15.- SUBROUTINA T1SEG

### 2.3.21 SELECCIONAMIENTO DEL MICROCONTROLADOR

De lo expuesto en el numeral 2.3, y de acuerdo al listado del programa (Anexo E), se puede apreciar que la extensión del mismo sobrepasa los 4 Kbytes de memoria EPROM interna que los microcontroladores de la familia MCS-51 nos brindan.

Por otro lado considerando los requerimientos de diseño, en cuanto a mantener almacenado el valor del contador total, número de bobinas, límite del contador parcial, tiempo de temporización del actuador y valor del parámetro de ajuste, al momento de presentarse una falla en la alimentación del sistema o al apagar el mismo, se ha visto la conveniencia de emplear un microcontrolador que contenga memoria NVRAM (memoria RAM no volátil).

Con estos puntos mencionados anteriormente se ha podido seleccionar al microcontrolador DALLAS DS5000 8-16, el cual a más de ser compatible pin a pin con el 8751 presenta características similares en cuanto a su set de instrucciones, proporcionando además una fácil y directa programación entre el microcontrolador y un computador personal.

Las especificaciones del DS5000, nos dan la posibilidad de trabajar con un máximo de 8 Kbyte para memoria interna de programa a una frecuencia máxima de 16

Mhz. Sin embargo en esta aplicación se trabajará a una frecuencia de 7.3728 Mhz. puesto que no requiere de altas velocidades de procesamiento. Para mayor información sobre la operación del microcontrolador ver Anexo C.

## **2.4 PROTECCIONES DEL EQUIPO**

### **2.4.1 INTRODUCCIÓN**

En esta parte cabe resaltar el hecho de que el microcontrolador es un dispositivo semiconductor que trabaja con lógica digital, en alta frecuencia y posee en su estructura bloques de memoria (interna y/o externa), en las cuales es factible almacenar datos y programas, para aplicaciones específicas. Por tanto estas características de funcionamiento y de manejo de información lo convierten en un dispositivo altamente susceptible a interferencias eléctricas y magnéticas.

Estas interferencias al estar presentes en los ambientes que le rodean al microcontrolador y a sus periféricos, especialmente cuando el equipo se encuentra en plantas industriales, originan daños, cambios, alteraciones, errores en las mediciones y en la detección de las señales que ingresan al microcontrolador como variables de interés, así como de las señales que salen del microcontrolador y que van a manejar sus periféricos.

A fin de proteger la información requerida, así como también de impedir que el microcontrolador y su memoria sufra daños, es aconsejable identificar los tipos de interferencias que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y tomar las debidas precauciones.

A continuación se realizará un listado de los diferentes tipos de interferencia, así como también, una explicación de las técnicas empleadas para eliminar o reducir los efectos de las mismas.

#### **2.4.2 TIPOS DE INTERFERENCIAS.**

A las interferencias se las pueden clasificar tomando en cuenta el fenómeno que las origina y por los efectos que producen, así:

- Interferencias de 1<sup>er</sup> orden o de origen CAPACITIVO.
- Interferencias de 2<sup>do</sup> orden o de origen INDUCTIVO.
- Interferencias de 3<sup>er</sup> orden o de origen ELECTROMAGNÉTICO.
- Interferencias de 4<sup>to</sup> orden, originadas por ACOPLAMIENTO CONDUCTIVO.

- Interferencias de 5<sup>to</sup> orden, originadas por CIRCUITOS A TIERRA O DE MODO COMÚN.
  
- Interferencias de 6<sup>to</sup> orden o de origen INTERNO.

#### **2.4.3 TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE INTERFERENCIAS.**

Para eliminar las interferencias de primer orden es conveniente suministrar a los equipos un blindaje electrostático, el cual consiste en una envoltura metálica que rodea a la fuente de señal de bajo nivel y una camisa de metal entrelazada para rodear a los conductores.

Para eliminar las interferencias de segundo orden se aconseja lo siguiente:

- a) Entrelazar los conductores a emplearse, tanto los que se utilizan para alimentar eléctricamente al equipo como los que sirven para llevar señales digitales.
  
- b) Encerrar los transformadores y demás fuente de campo magnético en caja de material ferromagnético, a fin de debilitar el campo magnético externo a la caja.

- c) Evitar circuitos a tierra con altas corrientes.
- d) Aumentar las distancias entre la fuente y el equipo a protegerse.
- e) Reducir el área del circuito que intercepta el campo magnético existente.

Para limitar las interferencias de tercer orden, basta con aplicar una de las técnicas anteriores, ya que si se elimina la componente eléctrica de la radiación electromagnética, también se eliminará la componente magnética de la onda.

Así una caja que consiste en un buen conductor eléctrico conectada a tierra a través de una trayectoria de baja impedancia dará un buen blindaje contra éste tipo de interferencia.

Para eliminar las interferencias de cuarto orden en cambio, es necesario emplear filtros electrónicos adecuados.

En la eliminación de las interferencias de quinto orden se aconseja lo siguiente:

- a) Conectar a tierra en un sólo punto.

- b) Emplear amplificadores de entrada diferencial.
- c) Emplear guardas de entrada.
- d) Para realizar mediciones, emplear instrumentos energizados por baterías.

Finalmente para las interferencias de sexto orden es aconsejable refrigerar y ventilar adecuadamente a los elementos semiconductores cuando están operando.

Considerando estos antecedentes cabe indicar que para el diseño y construcción de las tarjetas electrónicas, así como para el montaje del prototipo medidor y contador de hojas, se considerarán todas las técnicas de eliminación de interferencias anotadas anteriormente a fin de que el equipo tenga un funcionamiento óptimo (ver construcción de equipo).

#### **2.4.4 PROTECCIONES DEL EQUIPO**

Tomando en consideración la parte introductoria de protecciones, en el equipo implementado se han aplicado las siguientes recomendaciones para reducir el efecto de las interferencias:

- a) Utilización de cable entrelazado y blindado para la transmisión de las señales de los sensores y para interconexión entre tarjetas.
- b) Utilización de una malla con puesta a tierra para proteger al microcontrolador y a los restantes C.I. interconectados.
- c) Utilización de un filtro RFI que elimine interferencias de radio frecuencia y picos de voltaje que puedan estar presentes en la red de alimentación.
- d) Conexión en un sólo punto de la referencia a tierra para los módulos de los sensores y para todo el sistema microprocesado.
- e) Utilización de una fuente DC conmutada completamente blindada.
- f) Utilización de una red RC aplicada en los contactos del relé a fin de que se pueda reducir el efecto del campo magnético producido al momento en que se abren los contactos del mismo.
- g) Utilización de fusibles de 2 y 5 amperios en la entrada a la fuente de alimentación y en la salida del actuador respectivamente.



## 2.5

### SELECCIONAMIENTO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

A fin de reducir los efectos de interferencias que se presentan cuando se trabaja con fuentes convencionales se ha recurrido a emplear una fuente DC conmutada completamente blindada.

Para seleccionar las salidas de voltaje que posea la fuente DC conmutada, nos hemos valido del hecho de que se requieren voltajes de:

- +12 V<sub>DC</sub>, para transmisión serial y para el actuador,
- -12 V<sub>DC</sub>, para transmisión serial; y,
- + 5 V<sub>DC</sub>, para la alimentación de las tarjetas:
  - MCPD51,
  - TDK-486, y
  - TAR-800.

En el mercado local se ha podido conseguir una fuente DC conmutada que cubre las exigencias en voltaje proporcionando 3 salidas de 5V<sub>DC</sub> cada una con capacidad de 3 Amperios. y de 1 Amperio para las salidas de +12V<sub>DC</sub> y -12V<sub>DC</sub>. Cabe indicar que esta fuente proporciona una potencia sobredimensionada con respecto a la de consumo del equipo.

## **CAPITULO III**

### **CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS**

#### **EXPERIMENTALES**

##### **3.1 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS SENSORES.**

El disco de lectura de los sensores se lo ha construido de material plástico debido a su fácil maleabilidad y resistencia mecánica que presenta. Además se ha escogido un material de color oscuro a fin de evitar refracciones de luz que distorsionen a las señales.

La estructura de soporte de los sensores se halla constituido por una cubo de aluminio de aproximadamente 10 cm. por lado. En una de sus caras se ha montado una manzana mecánica que contiene 2 rodamientos, que reducen el

efecto de la fricción del eje, al cual están conectados. Este eje transmitirá el movimiento angular al disco de lectura cuando se halle acoplado a los ejes de los rodillos de la máquina convertidora, debiendo estar perfectamente alineado con ella, a fin de evitar desgaste de las piezas y errores en la adquisición de los datos.

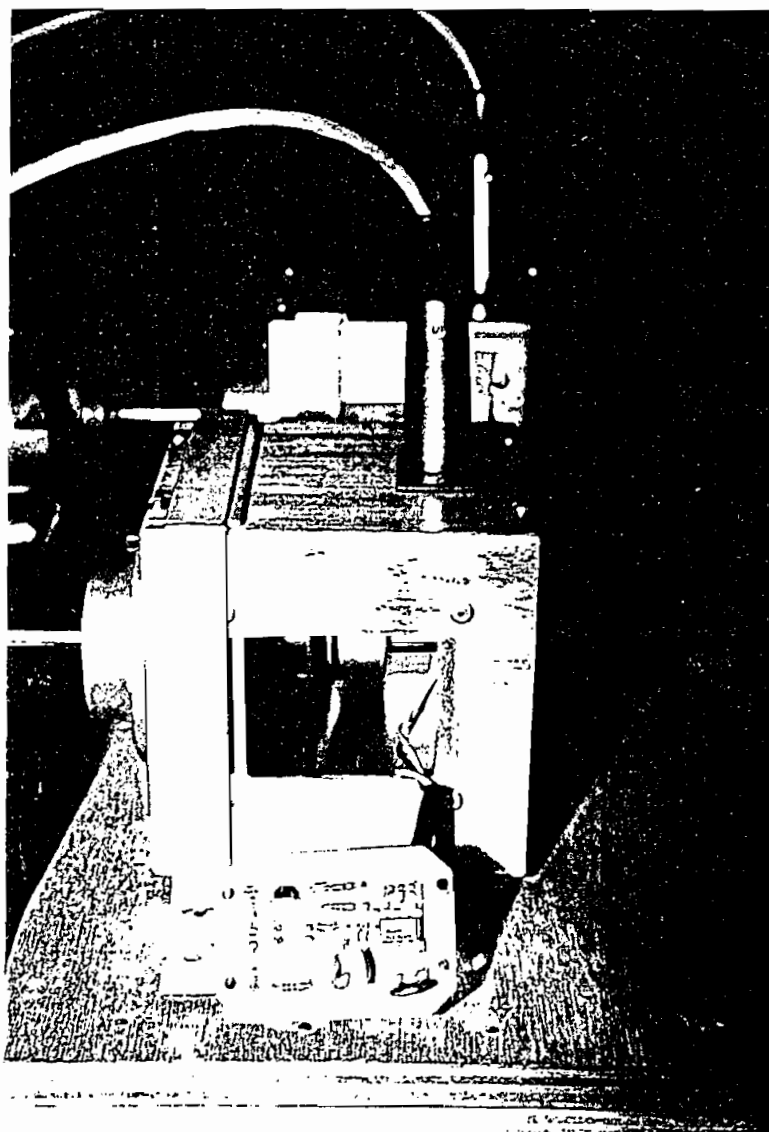
Para poder fijar el disco de lectura con el eje, se tiene un acople mecánico el cual nos permite, además calibrar la posición del disco con la del ópto-acoplador.

En las cajas de los sensores se incorporó conectores machos de 3 terminales, para alimentación y salida de la señal.

La dimensión de los discos de lectura fue determinada tomando en cuenta las condiciones de diseño, a fin de obtener un disco con el menor diámetro posible que pueda contener las 100 perforaciones necesarias para el cálculo de la longitud. De igual manera se consideró las dimensiones internas de las cajas que contendrán a los discos, lográndose construir las 100 perforaciones requeridas en un disco de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro

La tarjeta electrónica del sensor esta ubicada en uno de los costados de la caja y a través de una ventana rectangular se puede fijar en la parte interna de ella, al

ópto-acoplador con su disco de lectura. (VER FOTOGRAFÍA 3.1).



FOTOGRAFÍA 3.1. Sensor y disco de lectura.

### 3.2 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LAS TARJETAS.

Como se mencionó anteriormente la tarjeta MCPD51 fue adquirida en el mercado local, por lo que fue únicamente necesario ubicar los distintos C.I. que su diseño requiere. Es preciso indicar que en todas las tarjetas se emplearon zócalos con la finalidad de facilitar el reemplazo de los C.I. que presenten alguna falla.

Para el caso de la tarjeta que contiene al display y al teclado (TDK-486), así como de la tarjeta en la que se encuentra el actuador y los capacitores de filtrado de fuente (TAR-800), se trató en lo posible de distribuir de la mejor manera todos sus componentes, tendiendo a que el diseño de las mismas sea óptimo.

Para proteger las pistas de los circuitos impresos se ha recurrido a estañarlas, consiguiéndose también aumentar su capacidad de corriente por  $\text{mm}^2$ . (Ver FOTOGRAFÍA 3.2).

Todas las tarjetas han sido montadas sobre separadores con la finalidad de evitar cortocircuitos y aumentar la ventilación de sus elementos. La ubicación de las tarjetas MCPD51 y TAR-800, dentro del módulo se lo ha representado en la fig. 3.1. No así para la tarjeta TDK-486, puesto que se encuentra en la parte frontal del módulo del equipo.

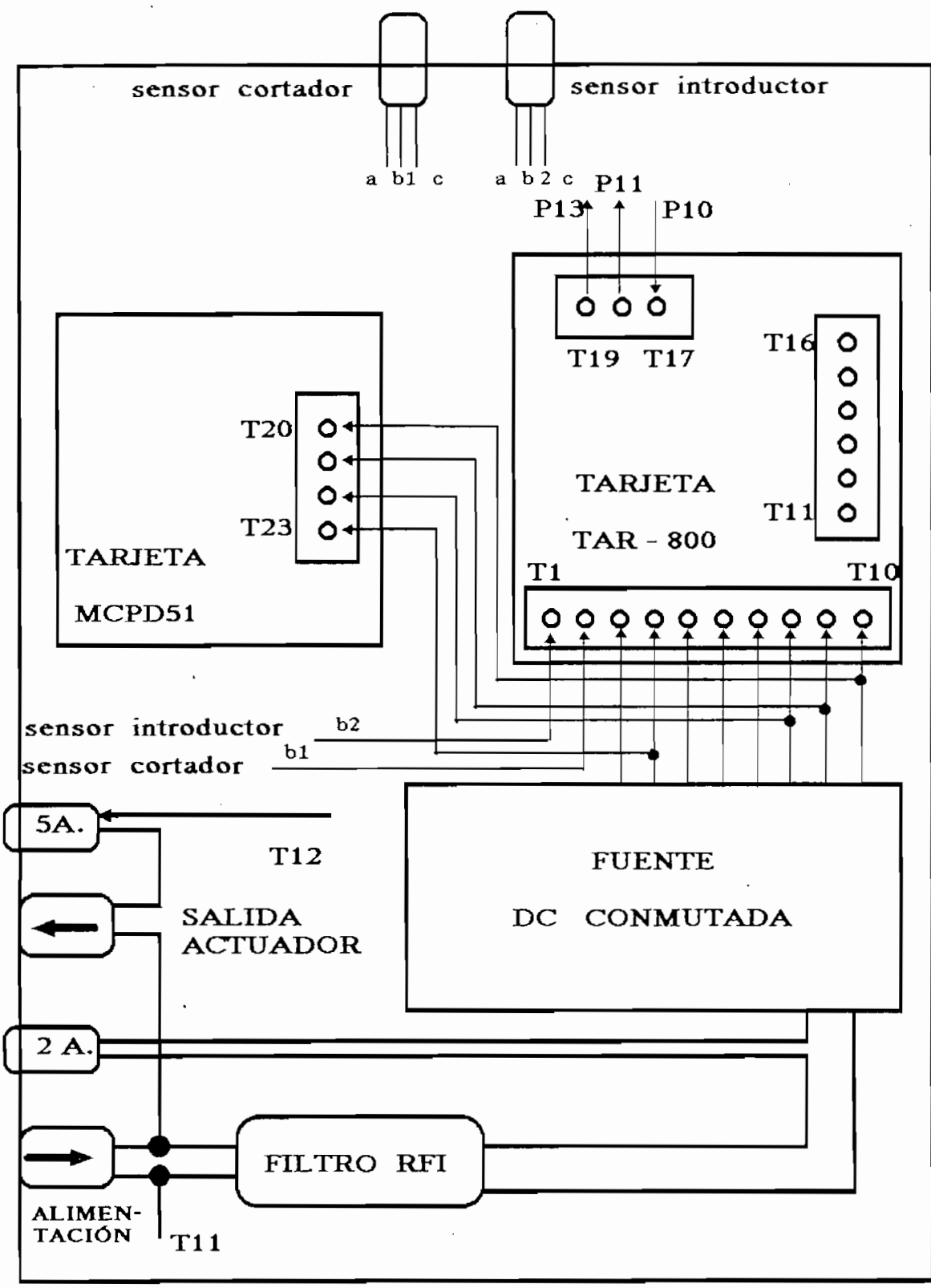


Figura 3.1 Ubicación de las tarjetas electrónicas y distribución eléctrica del sistema.

**TERMINAL****ESPECIFICACIÓN**

T1	Entrada de la señal del sensor introductor.
T2	Entrada de la señal del sensor cortador.
T3	Gnd
T4	Gnd
T5	Gnd
T6	Salida de +5Vdc, 3A.
T7	Salida de +5Vdc, 3A.
T8	Salida de +5Vdc, 3A.
T9	Salida de -12Vdc, 0.5A.
T10	Salida de +12Vdc, 1A.
T11	Entrada de la fase de la línea.
T12	Salida de la fase de la línea.
T13	Deshabilita.
T14	Deshabilita.
T15	Deshabilita.
T16	Deshabilita.
T17	Señal a llamado de atención del teclado.
T18	Señal de reset del teclado.
T19	Señal de activado del punto decimal.

Tabla 3.1 Salidas y entradas de la tarjeta TAR-800 referida a la figura 3.1.

**TERMINAL****ESPECIFICACIÓN**

T20	Entrada de -12Vdc.
T21	Entrada de +12Vdc.
T22	Entrada de +5Vdc.
T23	Gnd

Tabla 3.2 Entradas de polarización de la tarjeta MCPD51 referida a la figura 3.1.

**TERMINAL****ESPECIFICACIÓN**

a (rojo)	Entrada de alimentación del sensor. +12Vdc.
b1,2 (café)	Señal proveniente del sensor.
c (blanco)	GND.

Tabla 3.3 Entradas de los sensores referida a la figura 3.1.

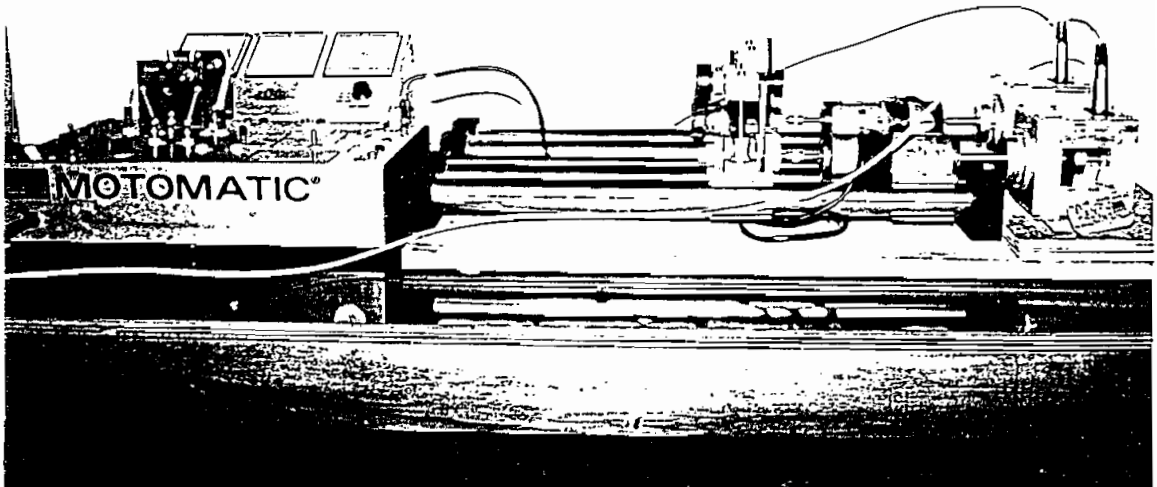




FOTOGRAFÍA 3.2. Vista interna del equipo  
construido.

### 3.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES.

Para poder conocer el comportamiento del sistema, se ha recurrido a simular a nivel de laboratorio las condiciones mecánicas de trabajo, para lo cual se ha utilizado el equipo MOTOMATIC y su correspondiente sistema de poleas. Como se puede apreciar en la FOTOGRAFÍA 3.3.



FOTOGRAFÍA 3.3. Sistema implementado para las pruebas.

Las pruebas realizadas consistieron en utilizar un sólo motor y el sistema de poleas en una relación de 12 para reducir la velocidad, lográndose así simular el efecto del rodillo introductor y del cortador.

En estas condiciones se acopló mecánicamente el sensor de mayor número de perforaciones directamente al eje del motor, mientras que el sensor de base de pulsos fue acoplado mecánicamente con la parte de menor velocidad, obteniéndose así los 12000 pulsos requeridos para la precisión. Los acoples realizados para la etapa de pruebas se los puede apreciar en la FOTOGRAFÍA 3.4.



FOTOGRAFÍA 3.4. Acople mecánico de los sensores.

Seguidamente, manteniendo un valor para el diámetro del "rodillo introductor" fijo (35cm), se realizó variaciones de la velocidad del motor, con la finalidad de comprobar que si se incrementa o se disminuye la velocidad de producción, la longitud obtenida para las hojas debe permanecer constante. (ver Gráfico 3.5)

Por otro lado realizando modificaciones en el diámetro del rodillo introductor para los valores de 25, 45 y 60 cm se efectuó variaciones de la velocidad en cada caso, a fin de obtener nuevos datos de longitudes de hoja a velocidades diferentes (ver Tabla 3.4). De igual manera se trató de comprobar que la longitud obtenida permanece constante en cada uno de estos casos, ya que la relación entre  $w_i$  y  $w_c$  ( $w_i/w_c = 12$ ), no se ve alterada, pues únicamente se está variando la velocidad de producción. La Tabla 3.5 muestra la variación en una décima de la longitud obtenida para un diámetro de 35 cm.

Para simular la salida del actuador se prosiguió en primera instancia a conectar al equipo una carga resistiva (5 focos de 100W), y posteriormente a conectar una carga netamente inductiva que consumía 3 Amperios.

Para comprobar la temporización del actuador se prosiguió a ingresar por teclado un valor de 20 s. y a cronometrar el tiempo de activado del relé. También se

realizó esta prueba con un valor de 0 s. para comprobar que en este caso, la salida del actuador no se habilita.

Con la finalidad de comprobar el funcionamiento de los contadores se ingresó por teclado un valor limite de hojas igual a 500 (puede ser cualquier valor máximo 999), y un valor de 5 (puede ser cualquier valor máximo 9), para el número de bobinas a ser cortadas. Con estos datos se pudo observar el incremento del contador parcial y total en un factor de 5, consiguiéndose además que para el caso del contador parcial, su valor luego de alcanzar el valor de 495, con un nuevo incremento tomó el valor de 000 con lo cual se empezó un nuevo ciclo de conteo, logrando evitar que se introduzcan errores en el conteo de hojas por paquete.

Continuando las pruebas con el valor referencial de bobinas igual a 5, se procedió a simular la terminación de dos bobinas (caso real dentro de la industria), en circunstancias como ésta, es preciso ingresar el número de bobinas sobrantes (para este caso 3), a fin de que los incrementos en el contador parcial y en el total actualicen su valor con el nuevo dato reducido (se puede proceder de igual manera si se quiere aumentar el número de bobinas).

Para comprobar que los datos referentes al parámetro de ajuste, número de bobinas, contador total, límite del contador parcial y tiempo de temporización del actuador, se almacenan en memoria al momento de presentarse una falla en la alimentación del sistema, se prosiguió a interrumpir la alimentación del equipo cuando este estaba trabajando en condiciones normales, lográndose conseguir que los datos que inicialmente estaban almacenados se mantengan en sus localidades de memoria correspondientes, no así para el caso del valor incrementado correspondiente al contador parcial el cual al recibir un reset por teclado o al presentarse una pérdida de energía se inicializa en cero. Todo esto en concordancia con los resultados esperados.

El funcionamiento del teclado fue comprobado en su totalidad con la ejecución de los distintos modos y funciones secundarias de trabajo.

También se comprobó el enceramiento de los contadores, presionando en el Modo 1 de trabajo las teclas:

- T3, para encerrar el contador parcial; y,
- T3 y T4 simultáneamente, para encerrar el contador total.

**Longitud obtenida vs velocidad de producción para diámetros  
del rodillo introductor de 25 cm., 45 cm. y 60 cm.  
con una relación de  $w_l/w_c = 12$ .**

	wl.aprox. (RPM)	veloc. prod. (m/min.)	diámetro (cm)	ajuste (cm)	long.obtenida (cm)
	98	75	25	23.01	150.5
	117	92	25	23.01	150.5
	138	108	25	23.01	150.5
	160	128	25	23.01	150.5
	179	141	25	23.01	150.5
	198	155	25	23.01	150.5
	219	172	25	23.01	150.5
	240	188	25	23.01	150.5
	267	209	25	23.01	150.5
	285	224	25	23.01	147.5
	308	242	25	23.01	145.5
	98	135	45	43.04	270.8
	117	165	45	43.04	270.8
	138	194	45	43.04	270.8
	160	227	45	43.04	270.8
	179	253	45	43.04	270.7
	198	280	45	43.04	270.7
	219	309	45	43.04	270.7
	240	339	45	43.04	270.7
	267	377	45	43.04	289.9
	285	403	45	43.04	284.4
	308	438	45	43.04	252.2
	98	181	60	57.38	381.1
	117	220	60	57.38	381.0
	138	259	60	57.38	381.1
	160	302	60	57.38	381.1
	179	338	60	57.38	381.1
	198	373	60	57.38	381.0
	219	412	60	57.38	381.0
	240	451	60	57.38	381.0
	267	502	60	57.38	358.5
	285	538	60	57.38	352.9
	308	581	60	57.38	348.1

Tabla 3.4.- Cuadro de valores experimentales.

Longitud obtenida vs velocidad de producción manteniendo el diámetro del rodillo Introdutor = 35 cm. y con  $w_i/w_c = 12$ .

	wi.aprox. (RPM)	veloc. prod. (m/min.)	diámetro (cm)	ajuste (cm)	long.obtenida (cm)
	96	105	35.00	33.01	210.7
	117	128	35.00	33.01	210.7
	138	151	35.00	33.01	210.7
	160	178	35.00	33.01	210.7
	179	197	35.00	33.01	210.8
	198	218	35.00	33.01	210.7
	219	240	35.00	33.01	210.7
	240	263	35.00	33.01	210.8
	267	293	35.00	33.01	210.8
	285	314	35.00	33.01	208.4
	308	339	35.00	33.01	204

Tabla 3.5.- Cuadro de valores experimentales.

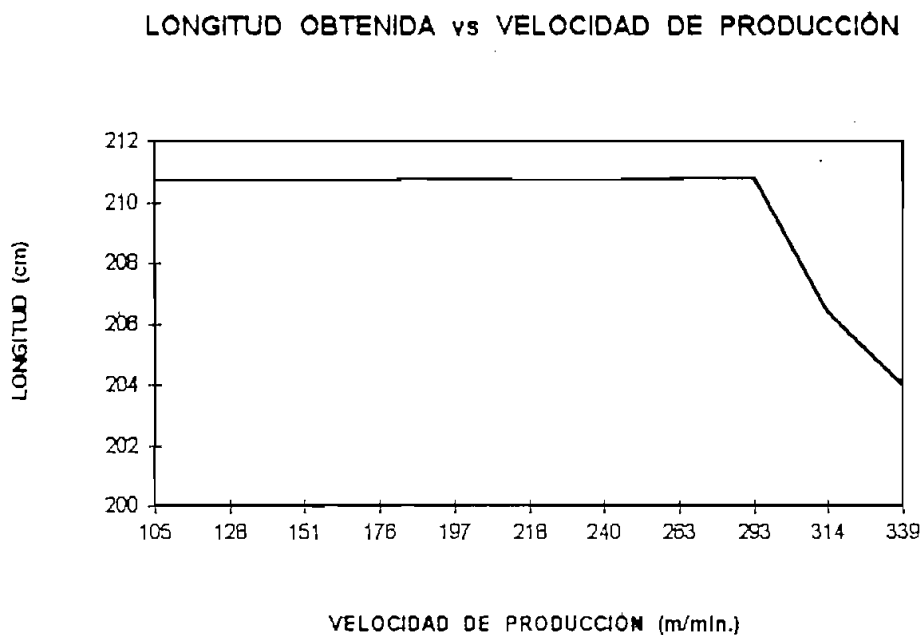


Gráfico 3.5.- Diagrama de los de valores obtenidos experimentalmente.



**Longitud obtenida vs variación del diámetro del rodillo Introdutor  
manteniendo constante la velocidad de producción  
y con una relación de  $w_l/w_c = 12$ .**

	wi.aprox. (RPM)	veloc. prod. (m/min.)	diámetro (cm)	ajuste (cm)	ong.obtenida (cm)
	240	188	25.00	23.01	150.5
	240	283	35.00	33.01	210.8
	240	339	45.00	43.04	270.7
	240	451	60.00	57.38	361.0

Tabla 3.8.- Cuadro de valores experimentales.

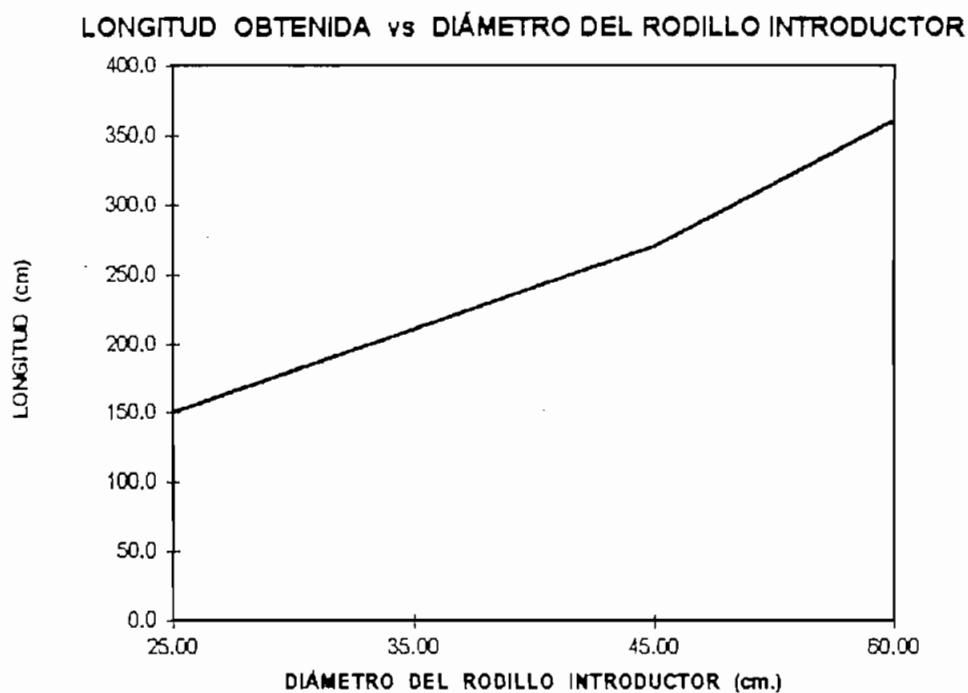
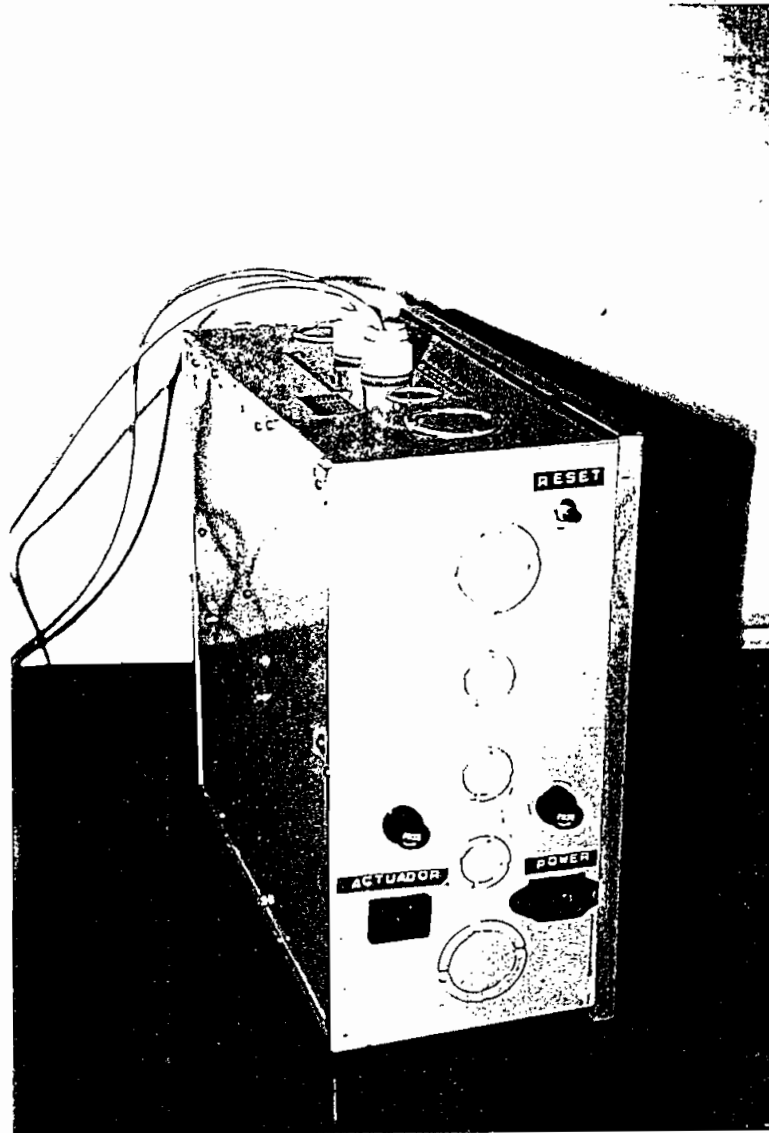


Gráfico 3.8.- Diagrama de los de valores obtenidos experimentalmente.

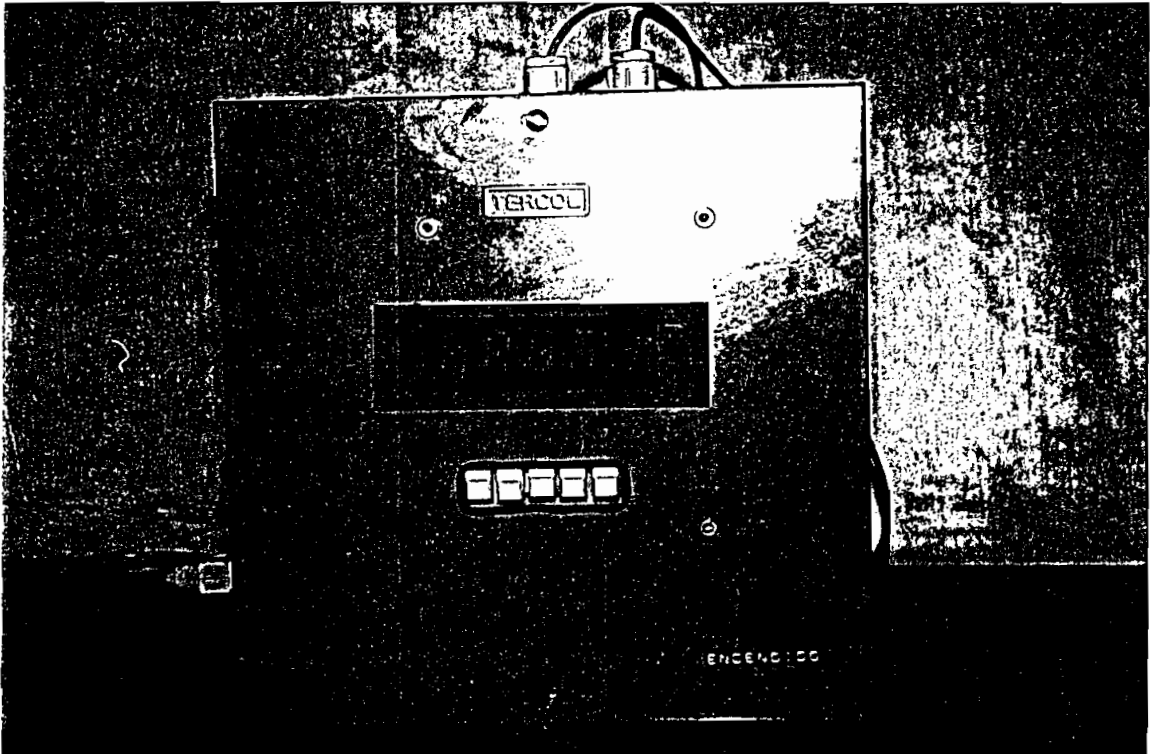
### 3.4 ESTRUCTURA FÍSICA FINAL.

Concordando con los objetivos emprendidos al inicio del presente tema, se ha implementado un equipo cuya estructura final posee características de fácil portabilidad y de fácil montaje.

Todos sus componentes: tarjetas, borneras, filtro, fuente de alimentación, actuador, fusibles y cableado de interconexión se hallan dentro de un módulo de material rígido cuyas dimensiones son aproximadamente de 35\*35\*15 cm. En dicho módulo se han realizado perforaciones y se han aprovechando las ya existentes para colocar: portafusibles, interruptor de encendido, conector de alimentación del sistema, conector de alimentación al actuador, teclado, displays, entrada serial y para portacables de los sensores (VER FOTOGRAFÍAS 3.5 y 3.6).



FOTOGRAFÍA 3.5. Vista lateral y superior del equipo construido.



FOTOGRAFÍA 3.6. Vista frontal del equipo  
construido.

### 3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.

En las tablas 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 se detalla el costo del equipo en forma separada, es decir se ha hecho una evaluación económica por tarjetas, con la finalidad de presentar con facilidad el precio de cada uno de los componentes del sistema con su especificación general de manera que pueda ser reemplazado rápidamente cuando este lo requiera.

Cabe indicar que para el caso del microcontrolador empleado en este proyecto (DALLAS DS5000), el precio de éste es el más representativo dentro del equipo (aproximadamente el 30% del valor total), y además su factibilidad de adquirirlo en el mercado local es nula, sin embargo dicho elemento fue adquirido en:

"COMPETITIVE COMPONENT, INC.

7310 SMOKE RANCH RD #K

LAS VEGAS, NV 89128

TLF. (702) 233-0960

FAX. (702) 233-0942"

## TARJETA MCPD51

Especificaciones	Cantidad	Precio U.	Precio total
Microcontrolado DS500	1	600000	600000
Cristal	1	2500	2500
Resistencia	8	100	800
Rsip	1	1000	1000
Capacitor Cerámico	14	500	7000
Diodo	1	300	300
Diodo Zener	1	700	700
C.I. 1488	1	3200	3200
C.I. 40106	1	4000	4000
C.I. lm358a	1	1700	1700
C.I. 74LS244	3	4000	12000
C.I. 74LS373	3	3600	10800
C.I. 74LS138	2	2600	5200
C.I. 74LS30	1	2800	2800
Conector DB9 para tarjeta	1	1200	1200
Jumper	5	350	1750
Pines 10*2	5	1000	5000
Pines 20*2	1	1700	1700
Zócalos 16 pines	5	4400	22000
Zócalos 20 pines	8	5500	33000
Zócalos 40 pines	1	7500	7500
Tarjeta	1	80000	80000
Terminal	5	3500	17500

SUBTOTAL 1      \$      821250

Tabla 3.7. Costo de la tarjeta MCPD51 y sus elementos.

Nota. Estos precios son considerados a la fecha: 10 - 04 - 1997.

## TARJETA TDK - 486

Especificaciones	Cantidad	Precio U.	Precio total
Resistencia	18	100	1800
Rsip	2	1000	2000
Capacitor Cerámico	6	500	3000
C.I. ULN 2003	1	7000	7000
C.I. 74LS48	1	4000	4000
C.I. 74LS244	1	4000	4000
C.I. 74LS74	3	2600	7800
C.I. 74LS30	1	2600	2600
Transistores 2N2222	8	2500	15000
Display	5	6800	34000
Tecla	5	3700	18500
Pines 4*1	2	500	1000
Pines 10*2	1	1000	1000
Pines 20*2	1	1700	1700
Zócalos 18 pines	5	4400	22000
Tarjeta	1	80000	80000
<b>SUBTOTAL 2</b>			<b>\$ 205500</b>

Tabla 3.8. Costo de la tarjeta TDK-486 y sus elementos.

Nota. Estos precios son considerados a la fecha: 10 - 04 - 1987.

### TARJETA TAR - 800

Especificaciones	Cantidad	Precio U.	Precio total
Resistencia 1/4 W	8	100	800
Resistencia 1 W	1	300	300
Capacitor Cerámico	2	500	1000
Capacitor Electrolítico	5	3400	17000
Diodo	1	300	300
Led	2	700	1400
Transistores 2N2222	3	2500	7500
C.I. 74LS244	1	4000	4000
Bornera 6	1	6000	6000
Bornera 10	2	8000	16000
Jumper 6*1	1	600	600
Pines 10*2	5	1000	5000
Pines 20*2	1	1700	1700
Zócalos 20 pines	1	5500	5500
Relé 12V	1	15000	15000
Tarjeta	1	60000	60000
Terminales	2	7500	15000

SUBTOTAL 3    \$    157100

### TARJETA DEL SENSOR "SEVEL"

Especificaciones	Cantidad	Precio U.	Precio total
Resistencia 1/4 W	10	100	1000
Capacitor Cerámico	4	500	2000
Transistores 2N2222	2	2500	5000
C.I. LM555	2	4000	8000
Ópto-acoplador	2	15000	30000
Pines 4*1	2	500	1000
Zócalo 8 pines	2	3500	7000
Tarjeta	2	12000	24000

SUBTOTAL 4    \$    78000

Tabla 3.9. Costo de las tarjetas TAR-800 y SEVEL con sus elementos.

Nota. Estos precios son considerados a la fecha: 10 - 04 - 1997.



<b>VARIOS</b>			
Especificaciones	Cantidad	Precio U.	Precio total
Fuente de DC conmutada	1	120000	120000
Porta fusibles	2	2500	5000
Fusibles	2	500	1000
Caja 30*30*15cm	1	65000	65000
Caja 10*10*10cm	2	150000	300000
Prensa cables	2	3500	7000
Cable de sensor	6	3500	21000
Cable AWG #12	4	700	2800
Cable plano 50 hilos	2	7500	15000
Cable de alimentación	1	3500	3500
Filtro RFI	1	25000	25000
Interruptor de entrada 2p.	1	5000	5000
Interruptor 2p. 3 posiciones	1	5000	5000
Conector de alimentación	2	2000	4000
Separadores de tarjeta	12	500	6000
Red de protección	1	3500	3500
Protector de displays	1	5000	5000
Conectores para sensor	2	20000	40000
Conectores para tarjeta	6	1200	7200
Tornillos y Pernos	33	50	1650
<b>SUBTOTAL 5</b>			<b>\$ 642850</b>

<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA GENERAL</b>		
Subtotal	1	321250
Subtotal	2	205500
Subtotal	3	157100
Subtotal	4	78000
Subtotal	5	642650
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 1904500</b>
<b>TOTAL: UN MILLÓN NOVECIENTOS CUATRO MIL QUINIENTOS CON 00/100 SUCRES.</b>		
Tabla 3.10. Costo de varios y total del equipo.		

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Y CONCLUSIONES

#### 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Una vez realizadas las pruebas bajo las condiciones de simulación expuestas en el numeral 3.3 se ha podido llegar a los siguientes resultados:

- El equipo ha respondido de acuerdo a lo esperado en lo referente a la precisión, para un rango de velocidad de producción de 105 m/min. a 293 m/min, con un radio de aproximadamente 35 cm. (ver gráfico 3.5).

- El equipo de igual manera ha respondido de acuerdo a lo esperado en lo referente al funcionamiento del teclado, temporización del actuador y almacenamiento de información.
  
- Adicionalmente como se puede ver en la Tabla 3.5, el parámetro de ajuste utilizado (33.01 cm), para esta prueba tiende a ser igual al diámetro del rodillo introductor simulado (35 cm). Es así que como se mencionó anteriormente, la diferencia entre estos dos parámetros se debe al conocimiento parcial, de la constante mecánica que rige al sistema, y por tanto a la introducción de errores en las lecturas de los sensores.
  
- De acuerdo al Gráfico 3.5, que fue obtenido experimentalmente, se puede ver que la respuesta del equipo, para variaciones de la velocidad de producción, manteniendo el valor del diámetro del rodillo introductor constante, tiene ligeras variaciones, lo cual es producido por los acoples mecánicos, es decir, por la falta de alineación entre el eje del motor y el ejes del sensor.
  
- En el Gráfico 3.6, se puede ver la relación lineal que existe entre la longitud con la que salen las hojas cortadas y el valor dado para el

diámetro del rodillo introductor, con lo que se podría decir que existe una concordancia entre el resultado hallado experimentalmente y la ecuación encontrada teóricamente para el cálculo de la longitud de las hojas (ecu. 5). Sin embargo como el Gráfico 3.6 fue obtenido de las tablas 3.4 y 3.5, tomando un valor aproximado de velocidad de 240 RPM. La desviación observada en la pendiente de este gráfico, se debe al error introducido en la apreciación de la velocidad del rodillo introductor, es decir, al hacer variaciones en el valor del diámetro no fue posible ubicar la velocidad en cada uno de los puntos con exactitud.

- Para tratar de mejorar la precisión en el cálculo de la longitud de las hojas, se incrementó la base de pulsos al doble (10 pulsos). Sin embargo no se tuvo buen resultado en lo que refiere al tiempo de actualización de datos puesto que a la velocidad máxima este tiempo se duplicó, convirtiéndose lento al sistema, por ello se optó por regresar a la base de pulsos original (5 pulsos).
- Las pruebas simuladas con un motor se debieron a que se consideró que al existir una inestabilidad en su velocidad, ésta sería absorbida en gran

parte por el sistema de poleas, no así para el caso de emplear en la simulación dos motores por separado, pues no se podría reducir la inestabilidad de cada uno de ellos.

- La salida del actuador debería ser considerada con mayor detalle en el caso de que se requiera conectar cargas de mayor potencia que la especificada, ya que en nuestro caso el equipo respondió correctamente con la carga instalada para las pruebas, sin embargo no se garantiza que el equipo tenga un buen funcionamiento si se le conecta algún tipo diferente de carga.

#### **4.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Para tener una mayor precisión en el cálculo de la longitud de la hojas, se recomienda tener mayor número de pulsos por revolución para el sensor del rodillo introductor. Esto se puede conseguir aumentando el número de perforaciones en el disco de lectura del rodillo introductor y manteniendo fija a la base de pulsos.

Para el caso de querer incrementar el número de perforaciones en el disco de lectura del rodillo cortador, se puede decir que no se lograrían mejores resultados ya

que se tendría que dividir esta frecuencia para contabilizar una vuelta, dificultándose así el proceso de conteo de hojas.

De las pruebas realizadas se puede indicar que el equipo medidor de longitudes de hojas puede trabajar hasta una velocidad del rodillo introductor de 260 RPM. (ver tabla 3.5). Debido a que los pulsos dados por el sensor del rodillo introductor a esta o a mayores velocidades, son susceptibles de perderse por efectos mecánicos, tales como el deslizamiento de la banda utilizada en la simulación para reducir la velocidad.

Cabe concluir que si se desea variar la velocidad de producción, en la máquina convertidora de papel se debería variar la velocidad o el diámetro del rodillo introductor, debiéndose hacer las correcciones necesarias en el equipo medidor-contador.

Siguiendo las sugerencias dadas en la parte de supresión de interferencias, se analizó el hecho de que al trabajar a frecuencias elevadas, las interferencias pueden tener mayores efectos sobre los sistemas electrónicos, es por eso que se decidió trabajar con una frecuencia baja para el cristal del microcontrolador a pesar de que éste acepta hasta 16 Mhz.

Debido a los principios de funcionamiento del equipo construido se da la posibilidad de utilizarlo en otras aplicaciones en las que intervengan velocidades relativas entre sí o se requiera contabilizar eventos. De acuerdo a esto se podría emplear el equipo también en las industrias textil, maderera, de cables eléctricos, entre otras.

Con la parte práctica implementada se ha podido afianzar de mejor manera los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de nuestra carrera estudiantil, los mismos que han sido de gran ayuda para alcanzar los objetivos emprendidos.

Como se ha podido observar a través de este proyecto, la ayuda brindada por los microcontroladores es representativa ya que mediante la aplicación de ellos los procesos industriales son optimizados pudiendo ser reemplazadas fácilmente las actividades humanas repetitivas.

Es evidente que con sistemas lógicos convencionales es factible calcular la longitud de corte de las hojas, sin embargo el ajuste de parámetros mecánicos es limitado, pues en este caso no existe flexibilidad y cualquier modificación de los parámetros se complica a nivel de hardware. Contrariamente, al emplear equipos

microprocesados el ajuste de parámetros es fácil de realizarlo a través de software.

La implementación de un equipo microprocesado no equivale a reducir el material humano de trabajo, sino, más bien el objetivo primordial debería ser el impulsar la tecnificación del personal a fin de tener operadores capacitados.

Dentro de la línea de desarrollo en la que se encuentra nuestro País, no es factible la total automatización de las industrias, sin embargo el adelanto industrial debería darse por etapas, es decir implementar equipos en las diferentes líneas de producción que garanticen que el producto total obtenido sea óptimo.

La actualización de los datos en un proceso determinado tiene un papel importante en vista de que dependiendo de la información que se esté procesando el sistema puede reaccionar más rápidamente o más lentamente frente a los sistemas de control.



BIBLIOGRAFÍA:

- .- ALLEN-BRADLEY, High - Speed Counter Module, Catalogo # 1746-HSCE.
- .- COMPUTERCRAFT, Using Rotary Encoders, Febrero 1993, Páginas 18-26.
- .- DALLAS, Dallas Semiconductor SD5000 User's Guide, USA.
- .- GONZÁLEZ JOSÉ , Introducción a los Microcontroladores Editorial McGraw-Hill, España 1992.
- .- L.E.A DYNATECH, Guidelines Transient Voltage Surge Suppression in the Electrical Environment, USA.
- .- NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION, Linear Data Book, Santa Clara California, USA.
- .- NTE ELECTRONICS, INC, Relays and Circuit Breakers, New York, 1995.
- .- OPTEK TECHNOLOGY. INC, Product Catalog, 1995.

- .- PUBLICACIONES ELECTRÓNICA & COMPUTADORES, Codificadores Ópticos para Sistemas de Control de Movimiento, Páginas 10-14.
  
- .- SYLVANIA ECG SEMICONDUCTORS, linear Modules and Integrated Circuits Technial Manual, Pennsylvania.
  
- .- UNDERWRITERS LABORATORIES INC, Standard For Transient Voltage Surge Suppressors, Primera Edición 1985.

# ANEXO A

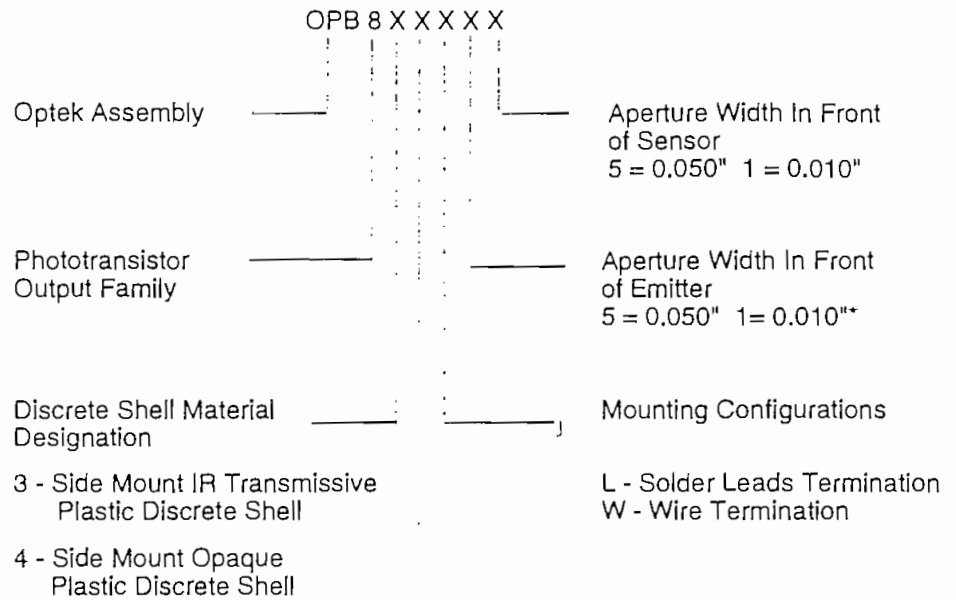
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ÓPTO-ACOPLADOR

OPB844A, CIRCUITO INTEGRADO LM555,

DISPLAYS Y RELÉ R12-11A5-12.

## Types ORB830W, OPB840W Series

### PART NUMBER GUIDE



#### Electrical Specification Variations

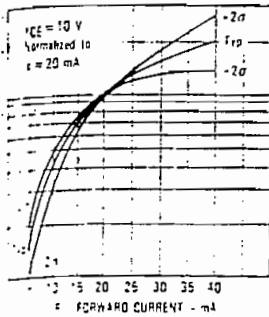
- 0 - Electrical Parameter A
- 1 - Electrical Parameter B
- 2 - Electrical Parameter C

\*Assemblies with dual 0.010" apertures are currently available with electrical parameter "A" only.

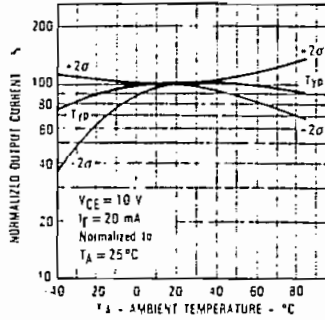
# Types OPB830W, OPB840W Series

## Typical Performance Curves

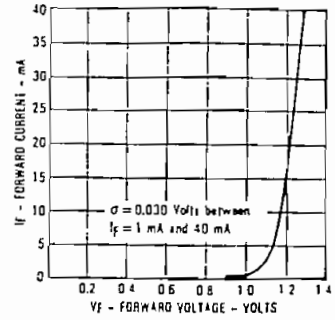
Normalized Output Current vs Forward Current



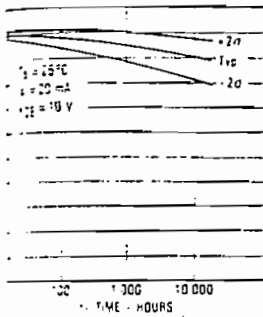
Normalized Output Current vs Ambient Temperature



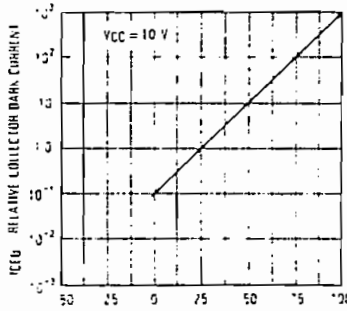
Forward Current vs Forward Voltage Input Diode



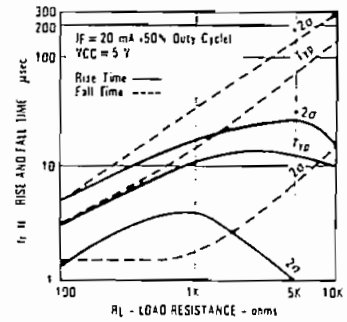
Relative Output Current vs Time



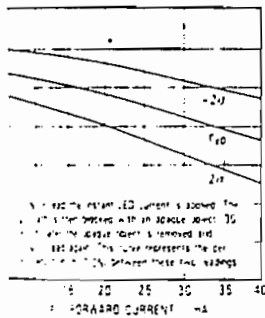
Collector Dark Current vs Ambient Temperature



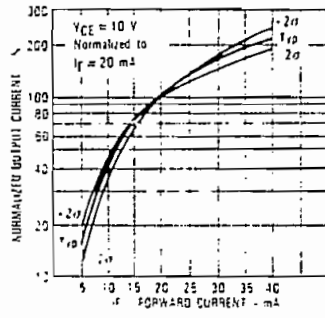
Rise and Fall Time vs Load Resistance



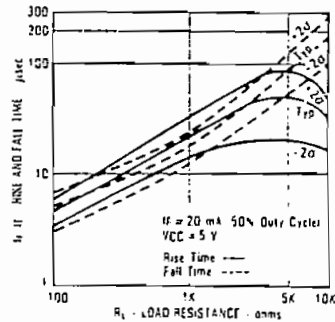
Reduction in Output Current Due to Self Heating vs Forward Current



Normalized Output Current vs Input Current



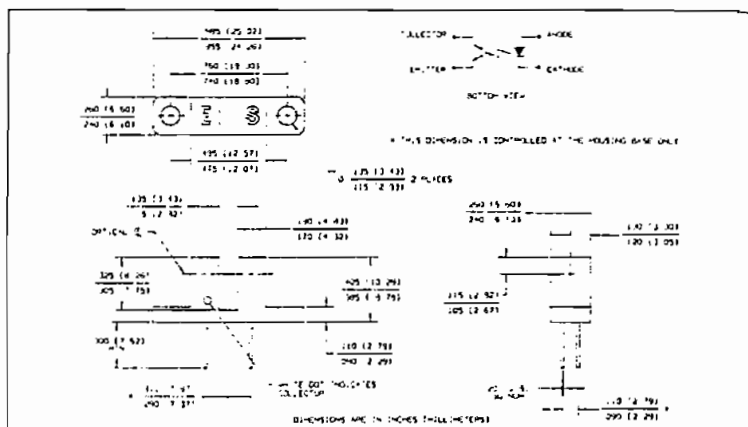
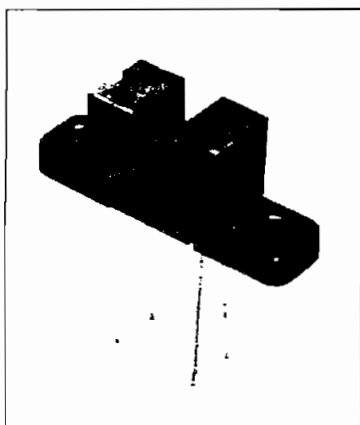
Rise and Fall Time vs Load Resistance



\* reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

\* Technology, Inc. 1215 W. Crosby Road Carrollton, Texas 75006 (214)323-2200 Fax (214)323-2396

## Slotted Optical Switches Types OPB844A, OPB844B



### Features

- Non-contact switching
- Printed circuit board mounting
- 0.125" wide slot
- 0.300" lead spacing
- Transmissive plastic housing

### Description

The OPB844 series consists of an infrared emitting diode and an NPN silicon phototransistor mounted on opposite sides of a .125" wide slot. The inexpensive plastic housing is transmissive to infrared and provides for environmental protection from dust and contamination. The "A" option is unapertured, while the "B" version offers a .010" wide aperture located over the phototransistor for improved resolution. Phototransistor switching takes place whenever an opaque object passes through the slot.

### Absolute Maximum Ratings ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Storage and Operating Temperature Range .....  $-40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$   
 Lead Soldering Temperature [1/16 inch (1.6mm) from case for 5 sec. with soldering iron] .....  $240^\circ\text{C}^{(1)}$   
**Input Diode**  
 Forward DC Current ..... 50mA  
 Peak Forward Current (1  $\mu\text{s}$  pulse width, 300 pps) ..... 3.0A  
 Reverse DC Voltage ..... 2.0V  
 Power Dissipation .....  $100\text{mW}^{(2)}$

### Output Phototransistor

Collector-Emitter Voltage ..... 30V  
 Emitter-Collector Voltage ..... 5.0V  
 Collector DC Current ..... 30mA  
 Power Dissipation .....  $100\text{mW}^{(2)}$

### Notes:

- (1) RMA flux is recommended. Duration can be extended to 10 sec. max. when flow soldering.
- (2) Derate Linearly  $1.67\text{mW}/^\circ\text{C}$  above  $25^\circ\text{C}$ .
- (3) All parameters tested using pulse technique.
- (4) Methanol or isopropanol alcohols are recommended as cleaning agents. Plastic housing is soluble in chlorinated hydrocarbons and ketones.

OPB#	Phototransistor Aperture Width
OPB844A	.040"
OPB844B	.010"

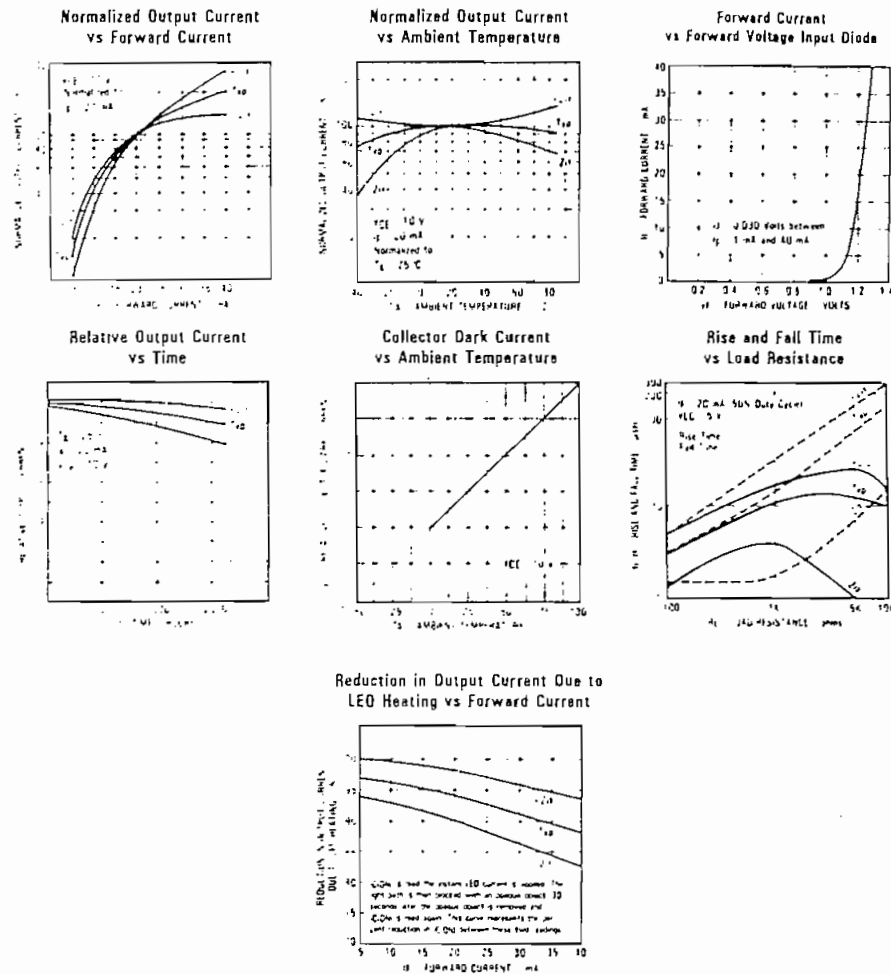
# Types OPB844A, OPB844B

Electrical Characteristics ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

SYMBOL	PARAMETER	MIN	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
<b>Input Diode</b>					
$V_F$	Forward Voltage		1.7	V	$I_F = 20\text{mA}$
$I_R$	Reverse Current		100	$\mu\text{A}$	$V_R = 2.0\text{V}$
<b>Output Phototransistor</b>					
$V_{BR(CEO)}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	30		V	$I_C = 1.0\text{mA}$
$V_{BR(ECO)}$	Emitter-Collector Breakdown Voltage	5.0		V	$I_E = 100\mu\text{A}$
$I_{CEO}$	Collector-Emitter Dark Current		100	nA	$V_{CE} = 10.0\text{V}, I_F = 0, E_B = 0$
<b>Coupled</b>					
$V_{CE(SAT)}$	Saturation Voltage		0.6	V	$I_C = 1800\mu\text{A}, I_F = 20\text{mA}$
$I_{C(ON)}$	On-State Collector Current	1800		$\mu\text{A}$	$V_{CE} = 0.6\text{V}, I_F = 20\text{mA}$

SLOTTED OPTICAL SWITCHES

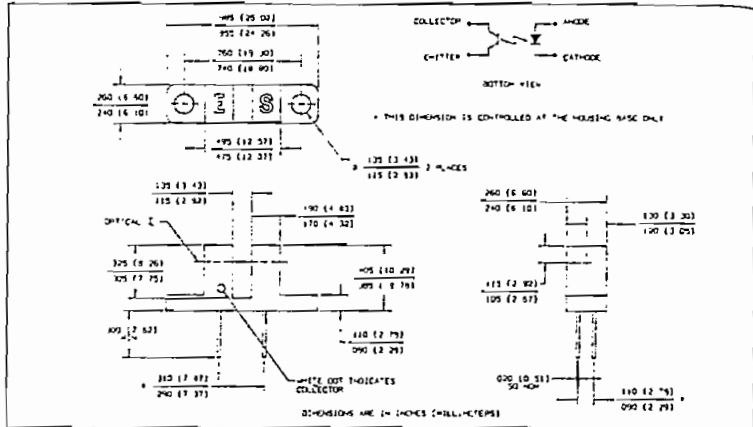
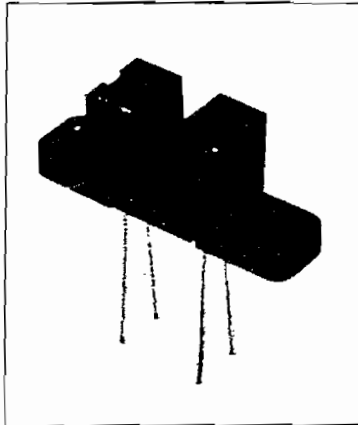
### Typical Performance Curves



reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Technology, Inc. 1215 W. Crosby Road Carrollton, Texas 75006 (214)323-2200 Fax (214)323-2396

## Slotted Optical Switches Types OPB845A, OPB845B



### Features

- Non-contact switching
- Printed circuit board mounting
- 0.125" wide slot
- 0.300" lead spacing
- Opaque plastic housing

### Description

The OPB845 series consists of an infrared emitting diode and an NPN silicon phototransistor encased in an opaque housing on opposite sides of a .125" wide slot. The opaque housing, with molded apertures, provides protection in areas where ambient radiation may be a concern. The "A" option offers a .050" wide aperture molded in front of the phototransistor while the "B" version offers a .010" wide aperture.

OPB#	Phototransistor Aperture Width
OPB845A	0.050"
OPB845B	0.010"

### Absolute Maximum Ratings ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Storage and Operating Temperature Range .....  $-40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$   
Lead Soldering Temperature [1/16 inch (1.6mm) from case for 5 sec. with soldering iron] .....  $240^\circ\text{C}^{(1)}$

#### Input Diode

Forward DC Current ..... 50mA  
Peak Forward Current (1 $\mu\text{s}$  pulse width, 300 pps) ..... 3.0A  
Reverse DC Voltage ..... 2.0V  
Power Dissipation .....  $100\text{mW}^{(2)}$

#### Output Phototransistor

Collector-Emitter Voltage ..... 30V  
Emitter-Collector Voltage ..... 5.0V  
Collector DC Current ..... 30mA  
Power Dissipation .....  $100\text{mW}^{(2)}$

#### Notes:

- (1) RMA flux is recommended. Duration can be extended to 10 sec. max. when flow soldering.
- (2) Derate Linearly  $1.67\text{mW}/^\circ\text{C}$  above  $25^\circ\text{C}$ .
- (3) All parameters tested using pulse technique.
- (4) Methanol or isopropanol alcohols are recommended as cleaning agents. Plastic housing is soluble in chlorinated hydrocarbons and ketones.



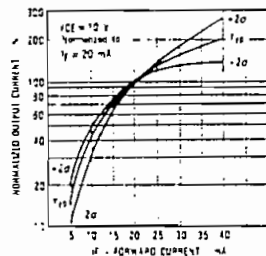
# Types OPB845A, OPB845B

Electrical Characteristics ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

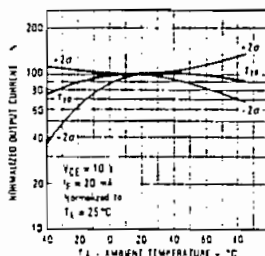
SYMBOL	PARAMETER	MIN	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
<b>Input Diode</b>					
$V_F$	Forward Voltage		1.7	V	$I_F = 20\text{mA}$
$I_R$	Reverse Current		100	$\mu\text{A}$	$V_R = 2.0\text{V}$
<b>Output Phototransistor</b>					
$V_{BR}(\text{CEO})$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	30		V	$I_C = 1.0\text{mA}$
$V_{BR}(\text{ECO})$	Emitter-Collector Breakdown Voltage	5.0		V	$I_E = 100\mu\text{A}$
$I_{CEO}$	Collector-Emitter Dark Current		100	nA	$V_{CE} = 10.0\text{V}, I_F = 0, E_B = 0$
<b>Coupled</b>					
$V_{CE}(\text{SAT})$	Saturation Voltage		0.6	V	$I_C = 1800\mu\text{A}, I_F = 20\text{mA}$
$I_{CO}(\text{ON})$	On-State Collector Current	1800		$\mu\text{A}$	$V_{CE} = 0.6\text{V}, I_F = 20\text{mA}$

## Typical Performance Curves

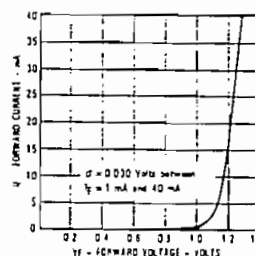
Normalized Output Current vs Forward Current



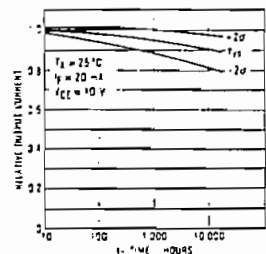
Normalized Output Current vs Ambient Temperature



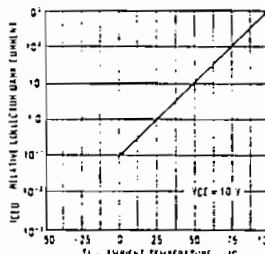
Forward Current vs Forward Voltage Input Diode



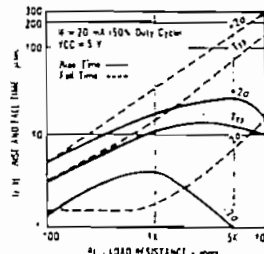
Relative Output Current vs Time



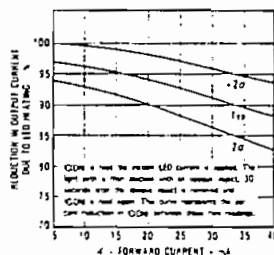
Collector Dark Current vs Ambient Temperature



Rise and Fall Times vs Load Resistance



Reduction in Output Current Due to LED Heating vs Forward Current

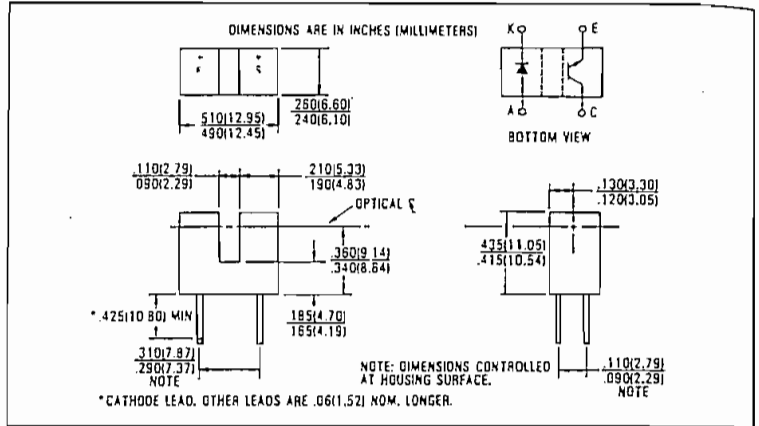
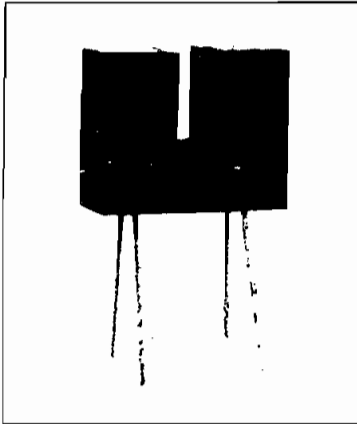


\* reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

Technology, Inc. 1215 W. Crosby Road Carrollton, Texas 75006 (214)323-2200 Fax (214)323-2396

# Slotted Optical Switches

## Types OPB847, OPB848



### Features

- Non-contact switching
- Apertured for high resolution
- Fast switching speed
- 0.300" lead spacing
- 0.100" wide slot
- TX-TXV process available (see HI-Rel section)

### Description

The OPB847 and OPB848 each consist of an infrared emitting diode and an NPN silicon phototransistor mounted in a low cost black plastic housing on opposite sides of a 0.100" (2.54mm) wide slot. Both devices have a 0.025" (0.635mm) by 0.06" (1.52mm) aperture in front of the phototransistor for high resolution position sensing.

### Absolute Maximum Ratings ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Storage and Operating Temperature .....  $-40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$   
Lead Soldering Temperature [1/16 inch (1.6mm) from case for 5 sec. with soldering iron] .....  $240^\circ\text{C}^{(1)}$

#### Input Diode

Continuous Forward Current ..... 50mA  
Peak Forward Current (1  $\mu\text{s}$  pulse width, 300 pps) ..... 3.0A  
Reverse Voltage ..... 2.0V  
Power Dissipation .....  $100\text{mW}^{(2)}$

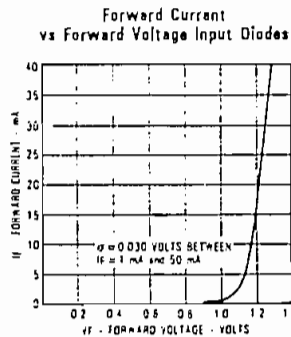
#### Output Phototransistor

Collector-Emitter Voltage ..... 30V  
Emitter-Collector Voltage ..... 5.0V  
Power Dissipation .....  $100\text{mW}^{(2)}$

#### Notes:

- (1) RMA flux is recommended. Duration can be extended to 10 sec. max when wave soldering.
- (2) Derate linearly  $1.67\text{mW}/^\circ\text{C}$  above  $25^\circ\text{C}$ .
- (3) Methanol or isopropanol alcohols are recommended as cleaning agents.
- (4) All parameters tested using pulse technique.

### Typical Performance Curves



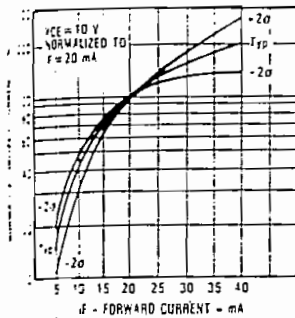
# Types OPB847, OPB848

Electrical Characteristics ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

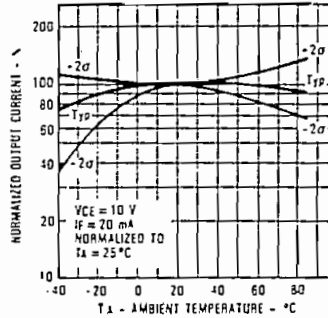
SYMBOL	PARAMETER	MIN	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
<b>Input Diode</b>					
$V_F$	Forward Voltage		1.70	V	$I_F = 20\text{mA}$
$I_R$	Reverse Current		100	$\mu\text{A}$	$V_R = 2.0\text{V}$
<b>Output Phototransistor</b>					
$V_{BR}(CEO)$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	30		V	$I_C = 1.00\text{mA}$
$V_{BR}(ECO)$	Emitter-Collector Breakdown Voltage	5.0		V	$I_E = 100\mu\text{A}$
$I_{CEO}$	Collector-Emitter Dark Current		100	nA	$V_{CE} = 10.0\text{V}, I_F = 0, E_B = 0$
<b>Coupled</b>					
$V_{CE}(SAT)$	Collector-Emitter Saturation Voltage	OPB847 OPB848	0.40 0.40	V	$I_C = 2.0\text{mA}, I_F = 20\text{mA}$ $I_C = 0.50\text{mA}, I_F = 20\text{mA}$
$I_{C(ON)}$	On-State Collector Current	OPB847 OPB848	4.0 1.0	mA	$V_{CE} = 10.0\text{V}, I_F = 20\text{mA}$ $V_{CE} = 10.0\text{V}, I_F = 20\text{mA}$

## Typical Performance Curves

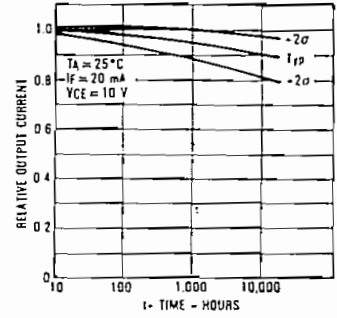
Normalized Output Current vs Forward Current



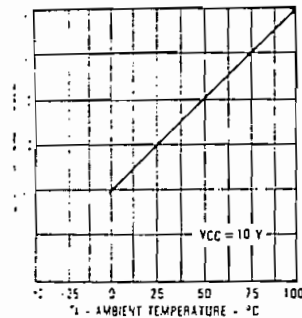
Normalized Output Current vs Ambient Temperature



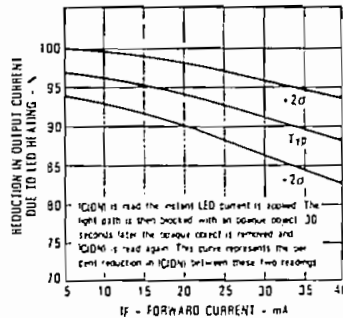
Relative Output Current vs Time



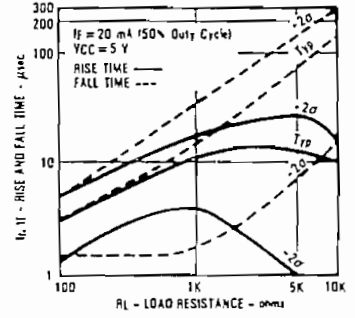
Relative Collector Dark Current vs Ambient Temperature



Reduction in Output Current Due to LED Heating vs Forward Current

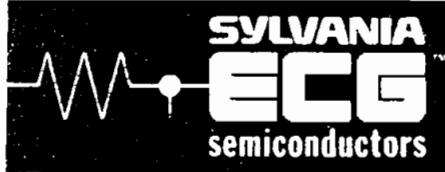


Rise and Fall Time vs Load Resistance



STC reserves the right to make changes at any time in order to improve design and to supply the best product possible.

STC Technology, Inc. 1215 W. Crosby Road Carrollton, Texas 75006 (214)323-2200 Fax (214)323-2396



# ECG955M

## TIMER/OSCILLATOR

### DESCRIPTION

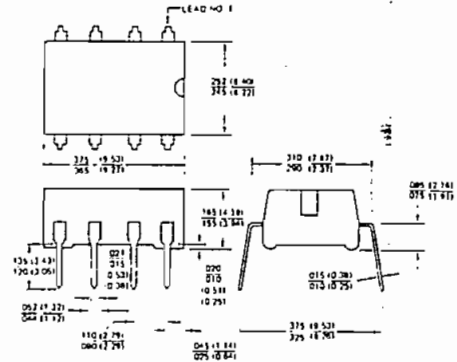
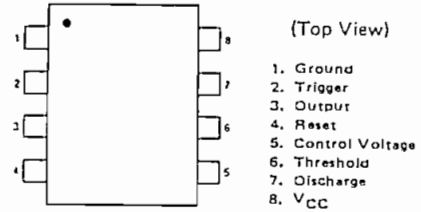
The ECG955M monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays, or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA or drive TTL circuits.

### FEATURES

- TIMING FROM MICROSECONDS THROUGH HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- HIGH CURRENT OUTPUT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- OUTPUT CAN DRIVE TTL
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER °C
- NORMALLY ON AND NORMALLY OFF OUTPUT

### APPLICATIONS

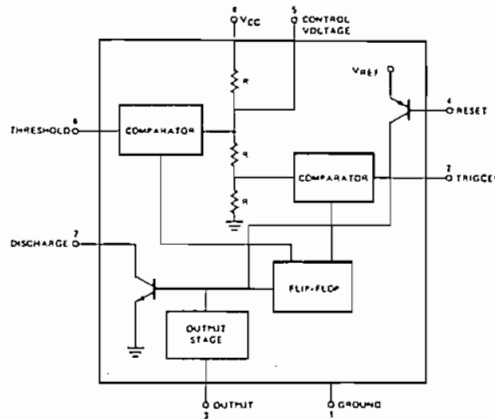
- PRECISION TIMING
- PULSE GENERATION
- SEQUENTIAL TIMING
- TIME DELAY GENERATION
- PULSE WIDTH MODULATION
- PULSE POSITION MODULATION
- MISSING PULSE DETECTOR



### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation	600 mW
Operating Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 60 seconds)	+300°C

### BLOCK DIAGRAM



ECG955M

474

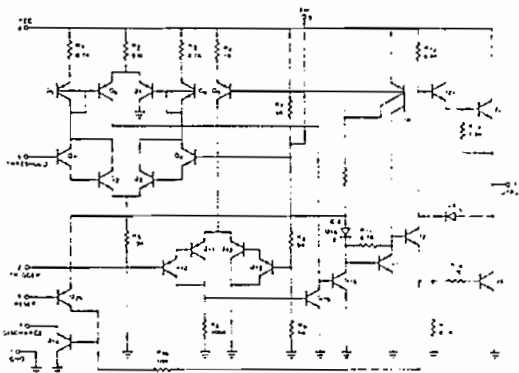
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V}$  to  $+15$  unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	ECG955M			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	$V_{CC} = 5\text{V}$ $R_L = \infty$		3	6	mA
	$V_{CC} = 15\text{V}$ $R_L = \infty$		10	15	mA
	Low State, Note 1				
	$R_A, R_B = 1\text{K}\Omega$ to $100\text{K}\Omega$				
	$C = 0.1\ \mu\text{F}$ Note 2				
Timing Error			1		%
Initial Accuracy			50		ppm/ $^\circ\text{C}$
Drift with Temperature			0.01		%/Volt
Drift with Supply Voltage			2/3		$\times V_{CC}$
Threshold Voltage			5		V
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15\text{V}$		1.67		V
	$V_{CC} = 5\text{V}$		0.5		$\mu\text{A}$
Trigger Current			0.7	1.0	V
Reset Voltage			0.1		mA
Reset Current			0.1	.25	$\mu\text{A}$
Threshold Current	Note 3				
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15\text{V}$	9.0	10	11	V
	$V_{CC} = 5\text{V}$	2.6	3.33	4	V
Output Voltage Drop (low)	$V_{CC} = 15\text{V}$				
	$I_{\text{SINK}} = 10\text{mA}$		0.1	.25	V
	$I_{\text{SINK}} = 50\text{mA}$		0.4	.75	V
	$I_{\text{SINK}} = 100\text{mA}$		2.0	2.5	V
	$I_{\text{SINK}} = 200\text{mA}$		2.5		
	$V_{CC} = 5\text{V}$				
	$I_{\text{SINK}} = 8\text{mA}$				V
	$I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$		.25	.35	
Output Voltage Drop (high)			12.5		
	$I_{\text{SOURCE}} = 200\text{mA}$				
	$V_{CC} = 15\text{V}$				
	$I_{\text{SOURCE}} = 100\text{mA}$				
	$V_{CC} = 15\text{V}$	12.75	13.3		V
	$V_{CC} = 5\text{V}$	2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100		nsec
Fall Time of Output			100		nsec

NOTES:

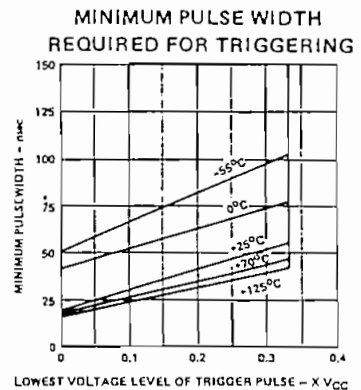
- Supply Current when output high typically 1mA less.
- Tested at  $V_{CC} = 5\text{V}$  and  $V_{CC} = 15\text{V}$
- This will determine the maximum value of  $R_A + R_B$  for 15V operation. The max total R = 20 megohm.

EQUIVALENT CIRCUIT



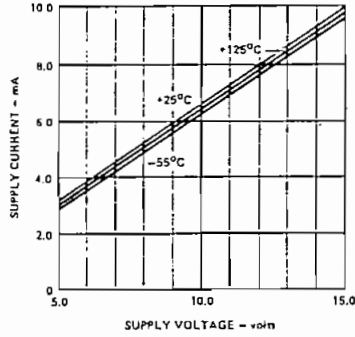
475

TYPICAL CHARACTERISTICS

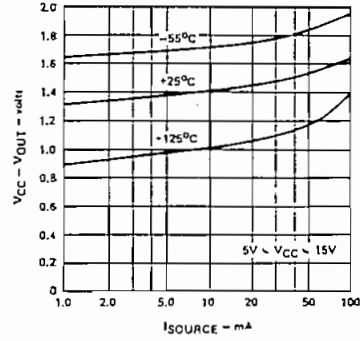


ECG955M

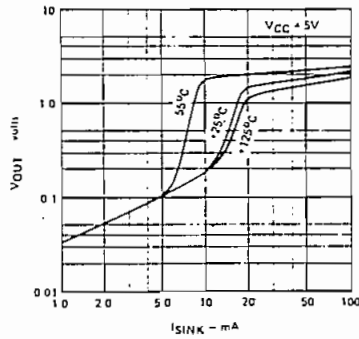
**SUPPLY CURRENT  
vs SUPPLY VOLTAGE**



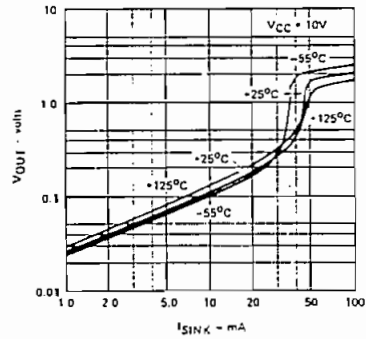
**HIGH OUTPUT VOLTAGE  
vs OUTPUT  
SOURCE CURRENT**



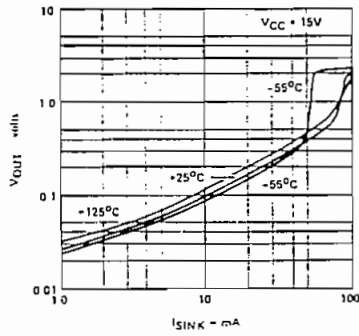
**LOW OUTPUT VOLTAGE  
vs OUTPUT SINK CURRENT**



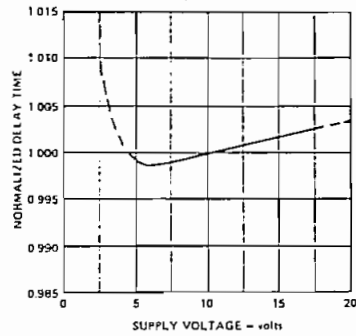
**LOW OUTPUT VOLTAGE  
vs OUTPUT SINK CURRENT**

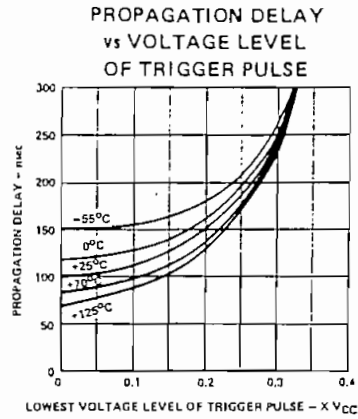
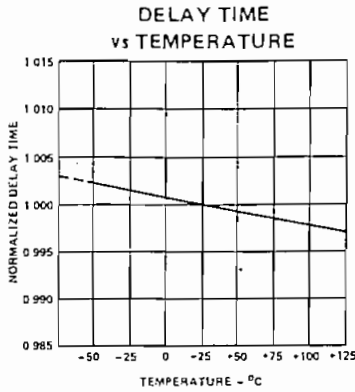


**LOW OUTPUT VOLTAGE  
vs OUTPUT SINK CURRENT**



**DELAY TIME vs  
SUPPLY VOLTAGE**





#### APPLICATIONS INFORMATION MONOSTABLE OPERATION

In this mode of operation, the timer functions as a one-shot. Referring to Figure 1a the external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer.

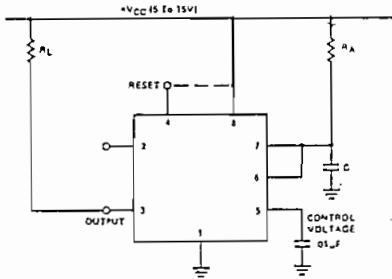
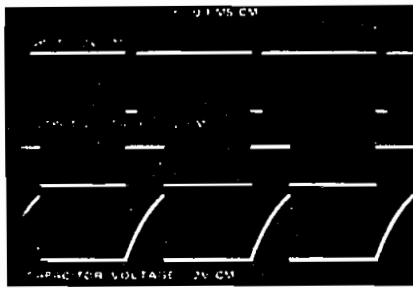


FIGURE 1a.

Upon application of a negative trigger pulse to pin 2, the flip-flop is set which releases the short circuit across the external capacitor and drives the output high. The voltage across the capacitor, now, increases exponentially with the time constant  $\tau = R_A C$ . When the voltage across the capacitor equals  $2/3 V_{CC}$ , the comparator resets the flip-flop which in turn discharges the capacitor rapidly and drives the output to its low state. Figure 1b shows the actual waveforms generated in this mode of operation.



$R_A = 9.1 \text{ K}\Omega$   $C = 0.1 \mu\text{F}$   $R_L = 1 \text{ K}\Omega$

FIGURE 1b.

The circuit triggers on a negative going input signal when the level reaches  $1/3 V_{CC}$ . Once triggered, the circuit will remain in this state until the set time is elapsed, even if it is triggered again during this interval. The time that the output is in the high state is given by  $t = 1.1 R_A C$  and can easily be determined by Figure 1c. Notice that since the charge rate, and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing interval is independent of supply. Applying a negative pulse to the reset terminal (pin 4) during the timing cycle discharges the external capacitor and causes the cycle to start over again. The timing cycle will now commence on the positive edge of the reset pulse. During the time the reset pulse is applied, the output is driven to its low state.

When the reset function is not in use, it is recommended that it be connected to  $V_{CC}$  to avoid any possibility of false triggering.

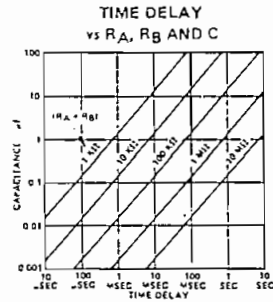


FIGURE 1c.

#### ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in Figure 2a (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through  $R_A$  and  $R_B$  and discharges through  $R_B$  only. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

APPLICATIONS INFORMATION (Cont'd)

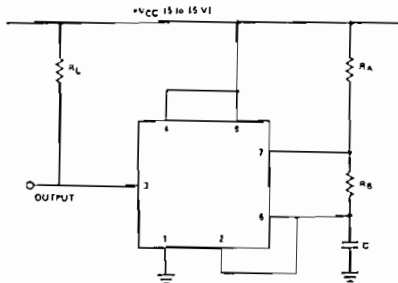
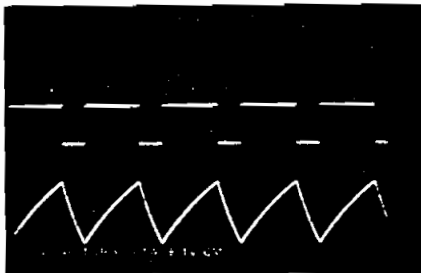


FIGURE 2a.

In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between  $1/3 V_{CC}$  and  $2/3 V_{CC}$ . As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

Figure 2b shows actual waveforms generated in this mode of operation.



$R_A = 2 \text{ K}\Omega, R_B = 3 \text{ K}\Omega, R_L = 1 \text{ K}\Omega$

FIGURE 2b.

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.685 (R_A + R_B) C$$

and the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.685 (R_B) C$$

Thus the total period is given by:

$$T = t_1 + t_2 = 0.685 (R_A + 2R_B) C$$

The frequency of oscillation is then:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.46}{(R_A + 2R_B) C}$$

and may be easily found by Figure 2c.

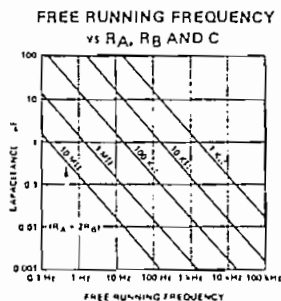


FIGURE 2c.

The duty cycle is given by:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

MISSING PULSE DETECTOR

Using the circuit of Figure 3a, the timing cycle is continuously reset by the input pulse train. A change in frequency, or a missing pulse, allows completion of the timing cycle which causes a change in the output level. For this application, the time delay should be set to be slightly longer than the normal time between pulses. Figure 3b shows the actual waveforms seen in this mode of operation.

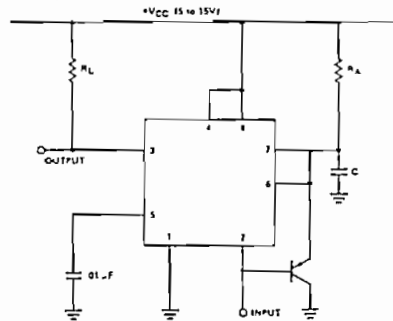
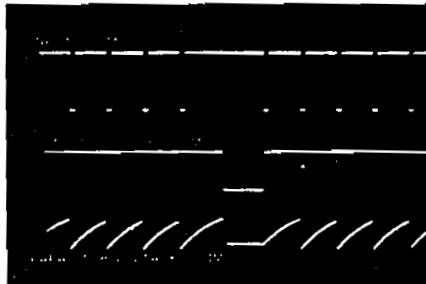


FIGURE 3a.

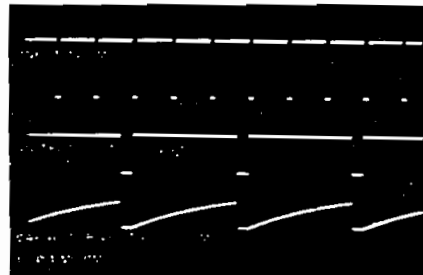


$R_A = 1 \text{ K}\Omega, C = .09 \mu\text{F}$

FIGURE 3b.

FREQUENCY DIVIDER

If the input frequency is known, the timer can easily be used as a frequency divider by adjusting the length of the timing cycle. Figure 4 shows the waveforms of the timer in Figure 1a when used as a divide by three circuit. This application makes use of the fact that this circuit cannot be retriggered during the timing cycle.



$R_A = 1250 \Omega, C = .02 \mu\text{F}, R_L = 1 \text{ K}\Omega$

FIGURE 4.



**APPLICATIONS INFORMATION (Cont'd)**  
**PULSE WIDTH MODULATION (PWM)**

In this application, the timer is connected in the monostable mode as shown in Figure 5a. The circuit is triggered with a continuous pulse train and the threshold voltage is modulated by the signal applied to the control voltage terminal (pin 5). This has the effect of modulating the pulse width as the control voltage varies. Figure 5b shows the actual waveforms generated with this circuit.

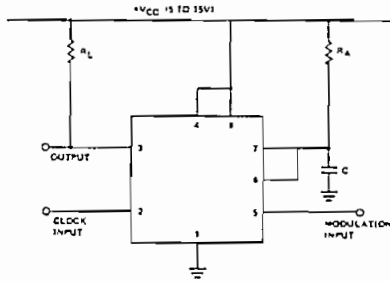
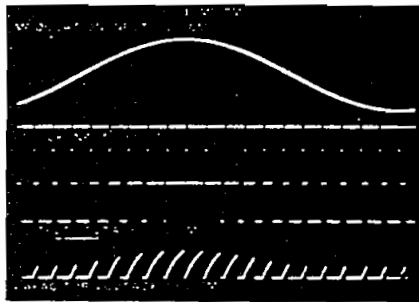


FIGURE 5a.



$R_A = 10K\Omega$ ,  $C = .02\mu F$   
 FIGURE 5b.

**PULSE POSITION MODULATION (PPM)**

This application uses the timer connected for astable (free-running) operation, Figure 6a, with a modulating signal again applied to the control voltage terminal. Now the pulse position varies with the modulating signal, since the threshold voltage and hence the time delay is varied. Figure 6b shows the waveforms generated for triangle wave modulation signal.

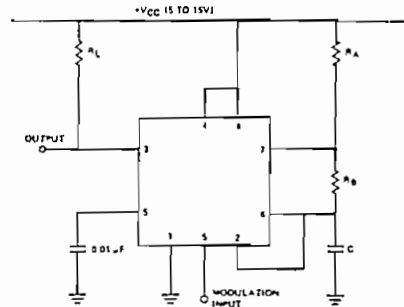
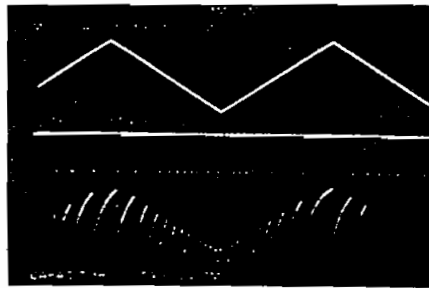


FIGURE 6a.



$R_A = 3K\Omega$ ,  $R_B = 500\Omega$ ,  $C = .01\mu F$ ,  $R_L = 1K\Omega$   
 FIGURE 6b.

**TEST SEQUENCER**

Figure 7 shows several timers connected sequentially. The first timer is started by momentarily connecting pin 2 to ground, and runs for 10 msec. At the end of its timing cycle, it triggers the second circuit which runs for 50 msec. After this time, the third circuit is triggered. Note that the timing resistors and capacitors can be programmed digitally and that each circuit could easily trigger several other timers to start concurrent sequences.

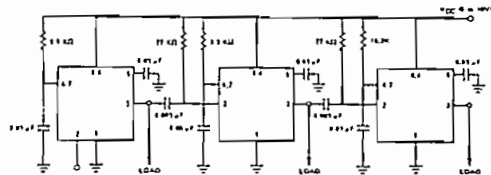
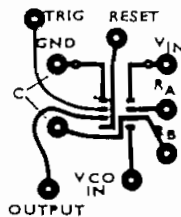


FIGURE 7.



# TIL302, TIL302A, TIL303, TIL303A, TIL304, TIL304A NUMERIC DISPLAYS

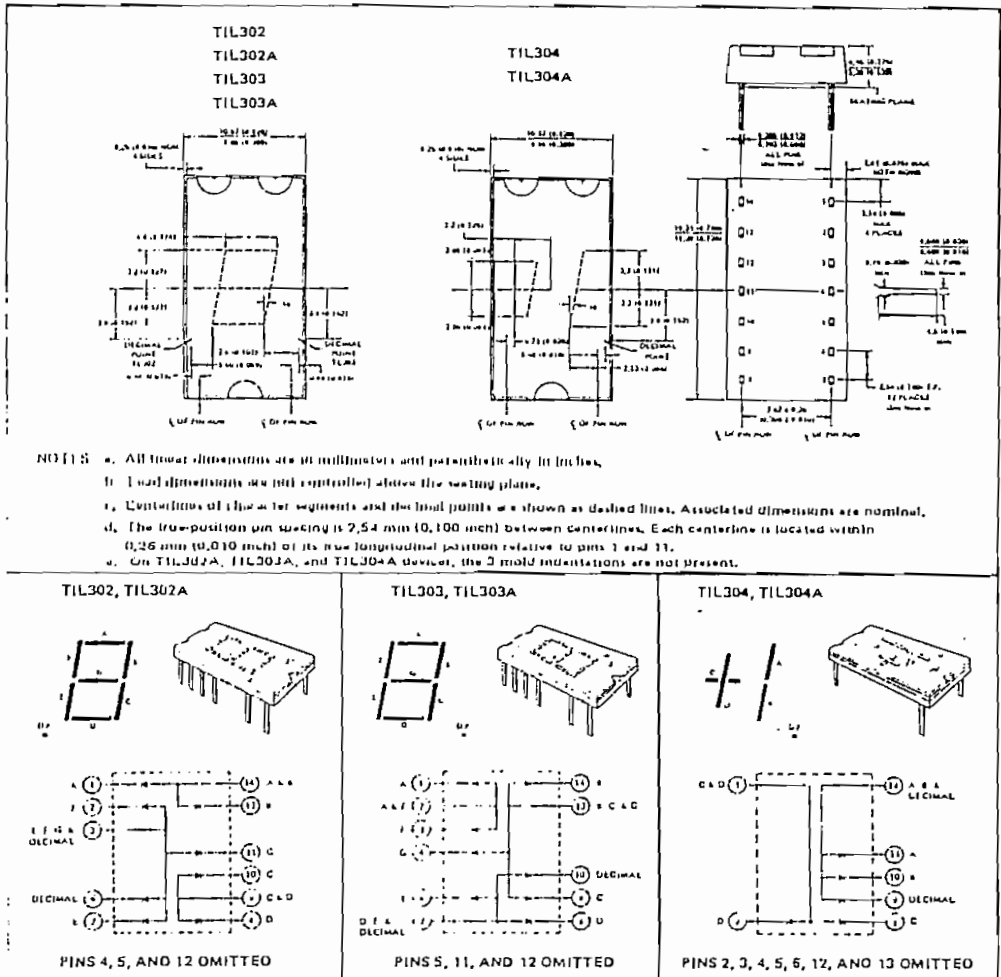
D1021, APRIL 1971 - REVISED JUNE 1982

## RED SOLID-STATE DISPLAYS

- 6,9-mm (0.270-inch) Character Height
- High Luminous Intensity
- Low Power Requirements
- Each Unit Visually Checked for Uniformity of Elements
- Sign, Overflow, Left or Right Decimal Capability
- Wide Viewing Angle
- Compatible with Most TTL and DTL Circuits

### mechanical data

These assemblies consist of display chips mounted on a header with either a red molded plastic body for the TIL302, TIL303, and TIL304 or a red plastic cap for the TIL302A, TIL303A, and TIL304A. Multiple displays may be mounted on 11,43-mm (0.450-inch) centers,



4  
Intelligent LED Displays

TIL302, TIL302A, TIL303, TIL303A, TIL304, TIL304A  
 NUMERIC DISPLAYS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Reverse Voltage at 25°C Free-Air Temperature:		
Each Segment	.....	6 V
Decimal Point	.....	3 V
Peak Forward Current, Each Segment or Decimal Point (See Note 1)	.....	200 mA
Continuous Forward Current:		
Each Segment or Decimal Point	.....	30 mA
Total for TIL302, TIL302A, TIL303, TIL303A	.....	240 mA
Total for TIL304, TIL304A	.....	150 mA
Operating Free-Air Temperature Range	.....	0°C to 70°C
Storage Temperature Range	.....	-25°C to 85°C

NOTE 1: This value applies for PPH > 60 Hz, duty cycle < 10%.

operating characteristics of each segment at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$I_V$ Luminous Intensity (See Note 2)	$I_F = 20 \text{ mA}$	100	275		$\mu\text{cd}$
$\lambda_P$ Wavelength at Peak Emission			660		nm
$\Delta\lambda$ Spectral Bandwidth			20		nm
$V_F$ Static Forward Voltage		3	3.4	3.8	V
$\alpha_{VF}$ Average Temperature Coefficient of Static Forward Voltage	$I_F = 20 \text{ mA}$ , $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$		-2.7		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
$I_R$ Static Reverse Current	$V_R = 6 \text{ V}$			100	$\mu\text{A}$
$C_i$ Anode-to-Cathode Capacitance	$V_R = 0$ , $f = 1 \text{ MHz}$			85	pF



Intelligent LED Displays

operating characteristics of decimal point at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

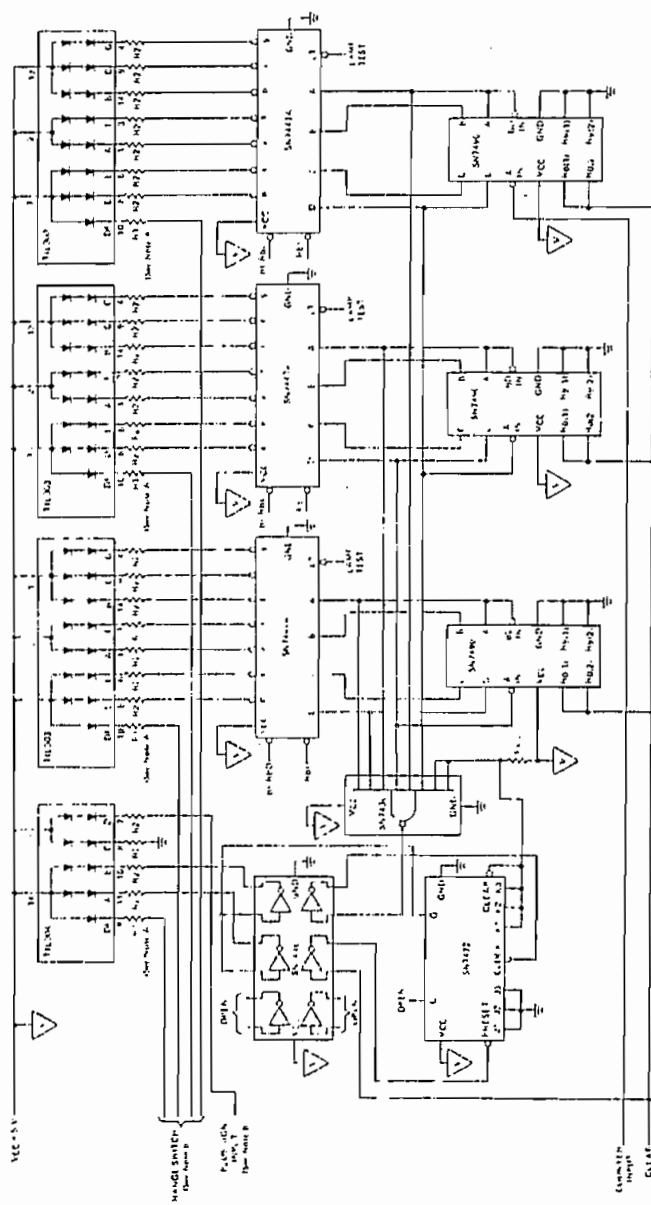
PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$I_V$ Luminous Intensity (See Note 2)	$I_F = 20 \text{ mA}$	40	110		$\mu\text{cd}$
$\lambda_P$ Wavelength at Peak Emission			660		nm
$\Delta\lambda$ Spectral Bandwidth			20		nm
$V_F$ Static Forward Voltage		1.5	1.65	2	V
$\alpha_{VF}$ Average Temperature Coefficient of Static Forward Voltage	$I_F = 20 \text{ mA}$ , $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$		-1.4		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
$I_R$ Static Reverse Current	$V_R = 3 \text{ V}$			100	$\mu\text{A}$
$C_i$ Anode-to-Cathode Capacitance	$V_R = 0$ , $f = 1 \text{ MHz}$			120	pF

NOTE 2: Luminous intensity is measured with a light sensor and filter combination that approximates the CIE (International Commission on Illumination) eye response curve.

TIL302, TIL302A, TIL303, TIL303A, TIL304, TIL304A  
 NUMERIC DISPLAYS

TYPICAL APPLICATION DATA

The TIL303, TIL303A, TIL304, and TIL304A are used in this application to make a three-digit display with sign, which is capable of 100% overrange ("11" plus three digits). The decimal point is located via an external range switch. The clear function will blank the overflow digit and reset the three digits to zero. Following resetting, input pulses will be counted, decoded, and displayed.



NOTES: A. R1 and R2 are selected for desired brightness.  
 B. Grounding of any of these lines will illuminate the associated function.

▽ ... VCC bus



Intelligent LED Displays

TIL302, TIL302A, TIL303, TIL303A, TIL304, TIL304A  
 NUMERIC DISPLAYS

TYPICAL CHARACTERISTICS

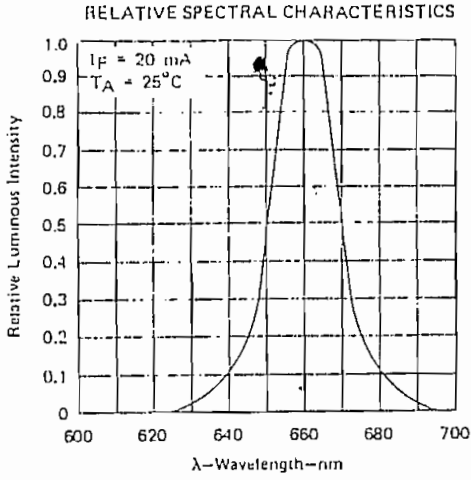


FIGURE 1

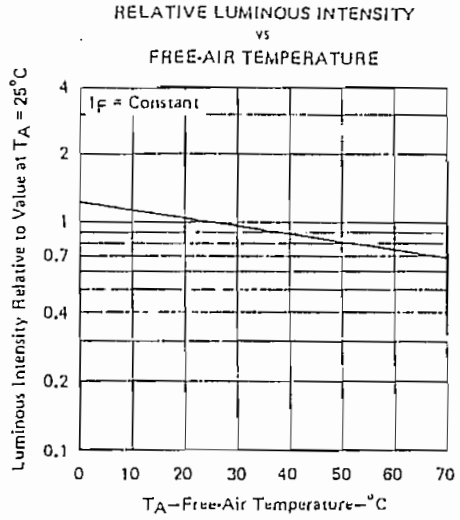


FIGURE 2

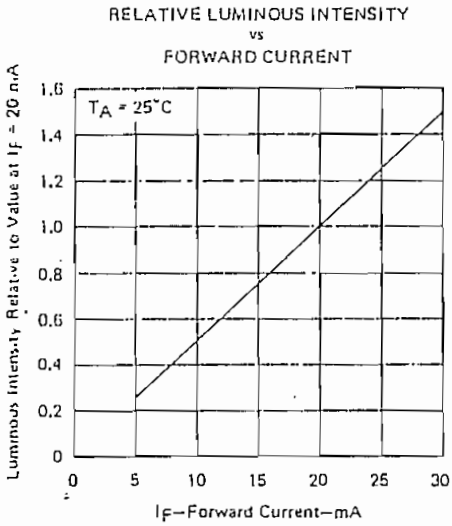


FIGURE 3

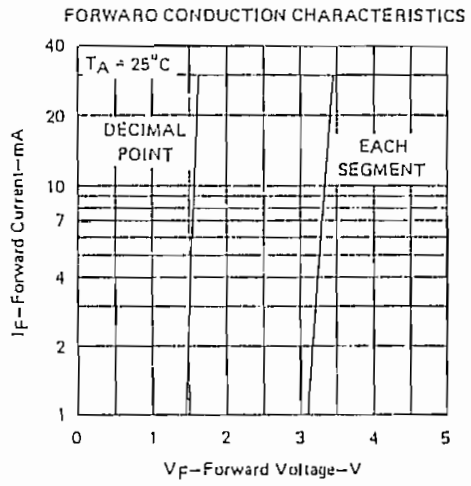


FIGURE 4



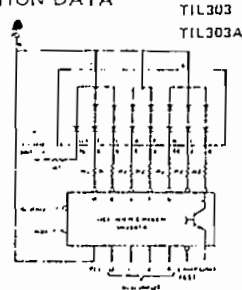
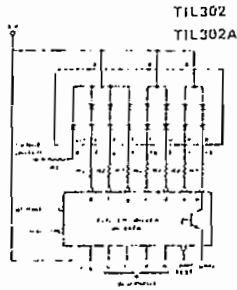
Intelligent LED Displays

TEXAS  
 INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 855303 • DALLAS, TEXAS 75266

TIL302, TIL302A, TIL303, TIL303A, TIL304, TIL304A  
 NUMERIC DISPLAYS

TYPICAL APPLICATION DATA



NOTE: R1 and R2 are selected for desired brightness.

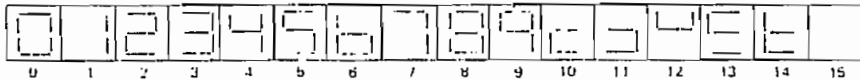
FUNCTION TABLE  
 SN7447A

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS						BI/RBO <sup>1</sup>	SEGMENTS							NOTE
	LT	RBI	O	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	1
1	H	X	L	L	L	H	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	1
2	H	X	L	L	H	L	H	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	1
3	H	X	L	L	H	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	1
4	H	X	L	H	L	L	H	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	1
5	H	X	L	H	L	H	H	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	1
6	H	X	L	H	H	L	H	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	1
7	H	X	L	H	H	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	1
8	H	X	H	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	1
9	H	X	H	L	L	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	1
10	H	X	H	L	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	1
11	H	X	H	L	H	H	H	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	1
12	H	X	H	H	L	L	H	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	1
13	H	X	H	H	L	H	H	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	1
14	H	X	H	H	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	1
15	H	X	H	H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	1
BI	X	X	X	X	X	X	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	2
RBI	H	L	L	L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	4

H = high level (logic 1 in positive logic), L = low level (logic 0 in positive logic), X = irrelevant

<sup>1</sup>BI-RBO is wire AND logic serving as blanking input (BI) and/or ripple blanking output (RBO)

- NOTES:
- The blanking input (BI) must be open or held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The ripple blanking input (RBI) must be open or held at a high logic level when blanking of a decimal digit is not desired.
  - When a low logic level is applied directly to the blanking input (BI), all segment outputs are off regardless of any other input.
  - When the ripple blanking input (RBI) and inputs A, B, C, and D are at a low logic level with the lamp test input high, all segment outputs are off and the ripple blanking output (RBO) of the decoder goes to a low level (response condition).
  - When the blanking input/ripple blanking output (BI/RBO) is open or held high and a low is applied to the lamp test input, no segments are illuminated.

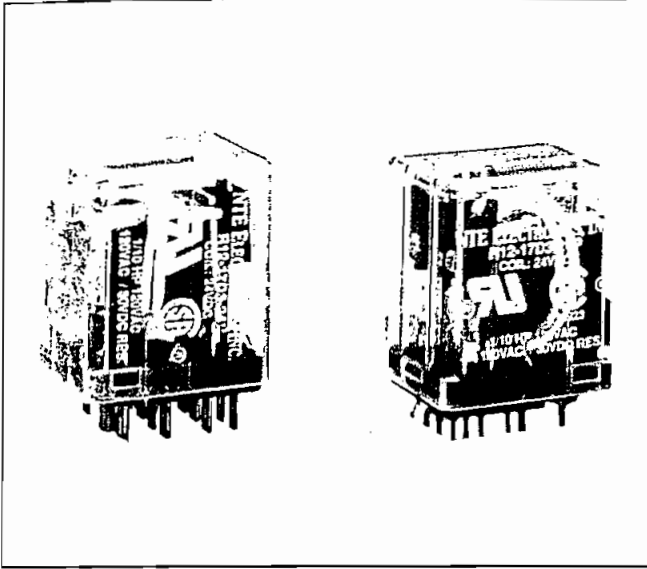


NUMERIC DESIGNATIONS - RESULTANT DISPLAYS



Intelligent LED Displays

Slightly larger than one cubic inch  
 See-thru plastic cover  
 Plug-in or Solder terminal  
 PC Board mount (P-suffix)  
 Indicator lamp types (N-suffix)  
 High reliability, 50 million operations

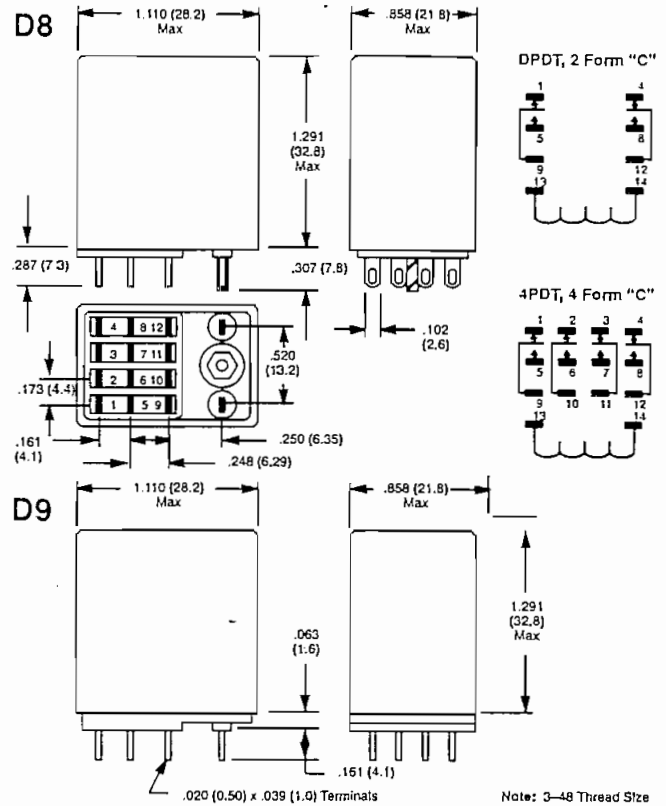


NTE Type No.	Nom. Voltage	Contact Arr.	Coil Res. Ohms (Typ)	Nom. Power	Max. Contact Cur. @ 28VDC or 120VAC	Flag No.
R12-11A5-12	12VAC	DPDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-11A5-24	24VAC	DPDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-11A5-120	115VAC	DPDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-11A5-240	240VAC	DPDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-17A5-24N	24VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-17A5-120N	115VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-17A3-12	12VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-17A3-12P	12VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D9
R12-17A3-24	24VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-17A3-24P	24VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D9
R12-17A3-120	120VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D8
R12-17A3-120P	120VAC	4PDT	—	1.2VA	5A	D9

R12-11D5-12	12VDC	DPDT	160	0.9W	5A	D8
R12-11D5-24	24VDC	DPDT	650	0.9W	5A	D8
R12-17D5-12N	12VDC	4PDT	160	0.9W	5A	D8
R12-17D5-24N	24VDC	4PDT	650	0.9W	5A	D8
R12-17D3-6	6VDC	4PDT	40	0.9W	5A	D8
R12-17D3-6P	6VDC	4PDT	40	0.9W	5A	D9
R12-17D3-12	12VDC	4PDT	160	0.9W	5A	D8
R12-17D3-12P	12VDC	4PDT	160	0.9W	5A	D9
R12-17D3-24	24VDC	4PDT	650	0.9W	5A	D8
R12-17D3-24P	24VDC	4PDT	650	0.9W	5A	D9

MOUNTING STYLES	DESCRIPTION	NTE TYPE NO.
SURFACE MOUNT	14-PIN BLADE	R95-106A
SURFACE MOUNT	8-PIN BLADE	R95-150
PANEL MOUNT	14-PIN BLADE	R95-122
PANEL MOUNT	8-PIN BLADE	R95-148
PC MOUNT	14-PIN BLADE	R95-107
PC MOUNT	8-PIN BLADE	R95-149
DIN RAIL MOUNT	14-PIN BLADE	R95-117

## General Purpose, 5 Amp, DPDT & 4PDT AC & DC Relays.



## Specifications

### Contact

Contact Rating: 5 Amp @ 240 VAC/28 VDC  
 Contact Material: Silver Cad-oxide  
 Contact Resistance: 100 milliohms max. (at 6 VDC, 1 Amp)

### Coil

Coil Voltages: See Chart  
 Pick-up Voltage: 80% of nominal or less for AC  
 75% of nominal or less for DC  
 Resistance: See chart  
 Min Sensitivity: 0.5 Watts DC .75 volt Amps (60Hz)  
 Duty Cycle: Continuous

### Operational Characteristics

Timing Values . . . . Operate Time: 25 ms or less  
 Release Time: 25 ms or less } at nominal coil voltage

### Insulation Characteristics

Dielectric Strength  
 Contact To Coil: 1500 VRMS (50/60 Hz)  
 Across Open Contacts: 1000 VRMS (50/60 Hz)  
 Coil to Frame: 1500 VRMS (50/60 Hz)  
 Insulation Resistance: 100 megohms Min. @ 500 VDC

### Environmental Characteristics

Operating: -30°C to +55°C

### Weight

Std: 1½ ozs (45 grams)—approx

# ANEXO B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TARJETA

MCPD51.



La figura 1 muestra el diagrama de bloques simplificado de la tarjeta MCPD51, la misma que ha sido diseñada para permitir el desarrollo de proyectos y aplicaciones de carácter general, en base a los microcontroladores INTEL de la familia MCS-51.

La tarjeta pone a disposición del usuario los siguientes recursos:

- 1 pórtilco digital bidireccional de 8 bits (P1.7 a P1.0).
- 2 pórtilcos digitales de salida de 8 bits (OUT0 a OUT15).
- 1 pórtilco digital de entrada de 8 bits (SW0 a SW7).
- 1 pórtilco digital de entrada de 8 bits con opción de colocar un dipswitch-8 en la tarjeta (INP0 a INP7).
- 1 pórtilco digital de entrada de 8 bits con opción de generar interrupción externa (EXT-INT0 a EXT-INT7).
- 1 entrada analógica (0 a 5 V) y convertor A/D de 8 bits.
- 1 salida analógica (0 a 5 V) proveniente de un convertor D/A de 8 bits.
- 1 pórtilco de comunicación serial RS632 (conector DB9).
- 1 Bus de datos del microcontrolador (D7 a D0).
- 1 Bus de direcciones del microcontrolador (A15 a A0).
- 1 Bus de señales de control del microcontrolador (RD, WR, T0, T1, ALE, PSEN, RESET, INT0, INT1).
- 1 Bus de señales de control para habilitación de dispositivos externos:  
3 de entrada: SELIN5,6,7 y 4 de salida: SELOUT3,5,6,7.
- Memoria RAM de 2 Kbytes.
- Circuito de reset interno con pulsador.

### CONFIGURACIONES:

La tarjeta MCPD51 incluye toda la circuitería básica asociada a un microcontrolador MCS-51, permitiendo al usuario configurar la tarjeta para sus aplicaciones específicas. Para el efecto la tarjeta tiene 8 "jumpers" de configuración (JP1 a JP8) que permiten seleccionar las alternativas de la tabla No. 1.

La nomenclatura utilizada para los jumpers de dos puntos hace referencia a la colocación física del "jumper" cuando se tiene "ON" y su ausencia física cuando se tiene "OFF".

Los jumpers de 3 puntos funcionan como switches de dos posiciones, donde el punto central es el común. Por ejemplo JP6 es un jumper de 3 puntos donde los extremos se denominan "RAM" y "EPROM" respectivamente. Cuando la tabla No. 1 dice que JP6 = "RAM" esto significa que se debe colocar un jumper entre el punto central de JP6 y el extremo "RAM".

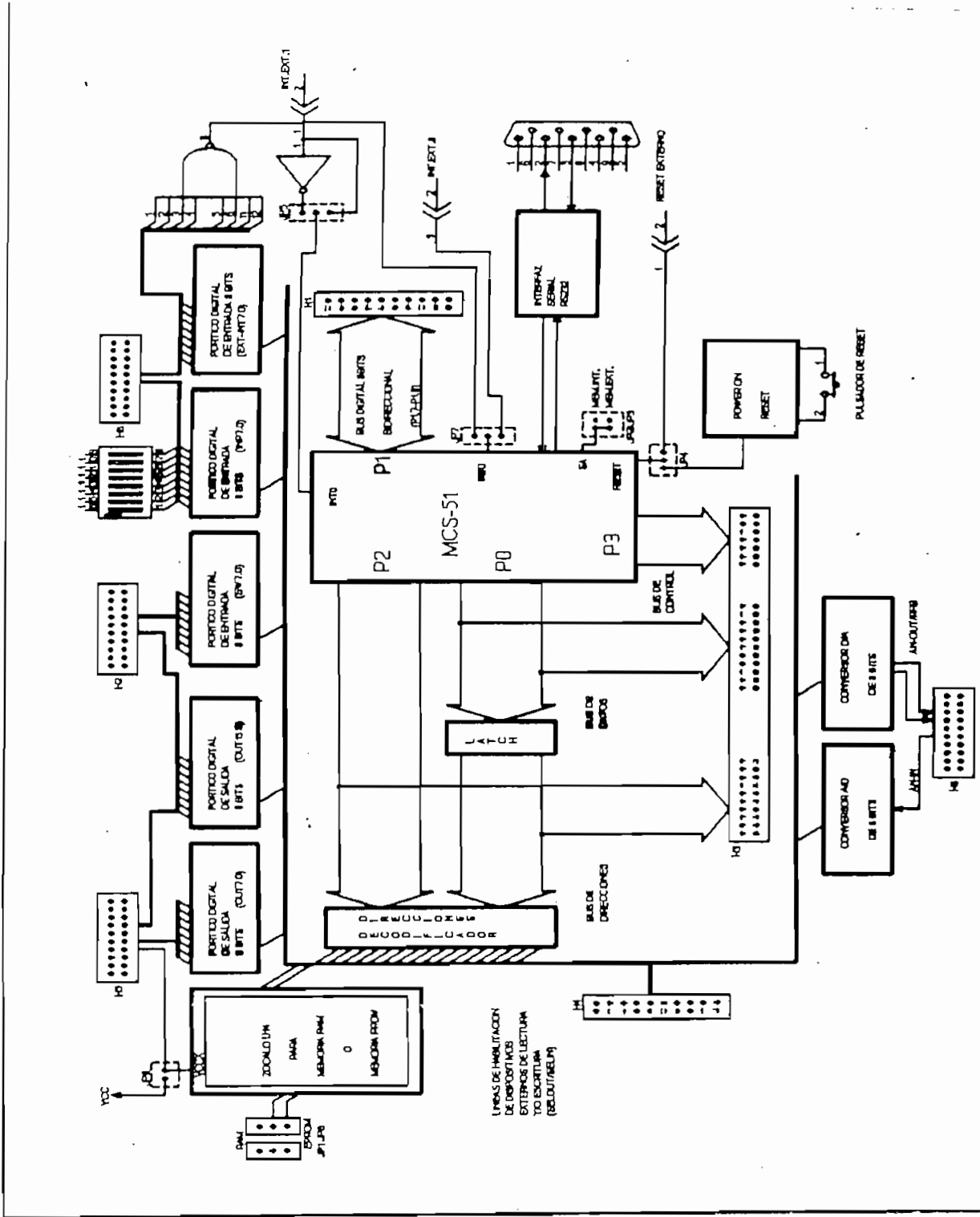


DIAGRAMA DE BLOQUES TARJETA MCPD51A

JUMPERS	POSICION	FUNCION
JP1 y JP6	RAM	El microcontrolador trata a U14 como RAM (memoria de datos).
JP1 y JP6	EPROM	El microcontrolador trata a U14 como ROM (memoria de programa).
JP2 y JP3	JP2 = "ON" JP3 = "OFF"	El microcontrolador ejecuta el programa que reside en memoria externa.
JP2 y JP3	JP2 = "OFF" JP3 = "ON"	El microcontrolador ejecuta el programa que reside en su memoria ROM interna.
JP4	INT-RESET	El RESET del microcontrolador queda conectado al circuito "power on reset" y al pulsador internos.
JP4	EXT-RESET	El RESET del microcontrolador queda conectado a una entrada exterior del conector H3 (H3.3 EXRST).
JP5	0L-EX1	Interrupción externa 1 del microcontrolador activa con 0L, accesible desde conector H3.38 y H1.13.
JP5	1L-EX1	Interrupción externa 1 del microcontrolador activa con 1L, accesible desde conector H3.38 y H1.13.
JP7	0..7-EX0	Interrupción externa 0 del microcontrolador activa con 0L y accesible desde cualquier línea del pór-tico EXT-INT0..7, conector H6.
JP7	EXT-EX0	Interrupción externa 0 del microcontrolador activa con 0L y accesible desde conector H3.39.
JP8	"ON"	U14 se polariza con la fuente VCC de la tarjeta.
JP8	"OFF"	U14 recibe polarización externa VCCX desde el conector H5.20.

Tabla No. 1

Alrededor de la arquitectura de la tarjeta MCPD51 se puede desarrollar proyectos de aplicación específica, utilizando componentes de la familia MCS-51 con memoria interna de programa, como el 8051 ó el 8751, en cuyo caso el zócalo U14 queda disponible para un chip de RAM de 2 Kbytes. Si se utiliza el microcontrolador 8031 que carece de memoria interna de programa, el zócalo U14 necesariamente deberá alojar una memoria de programa como la 2716 o 2732.

La tabla No. 2 muestra la manera de configurar la tarjeta en función del tipo de microcontrolador y de la disposición de la memoria de programa.

INTEL MCS-	JUMPERS	U14	DESCRIPCION
8051 ó 8751	JP3 = "ON" JP2 = "OFF" JP1 = "RAM" JP6 = "RAM"	RAM 2 Kb (6116)	El micro ejecuta el programa residente en su ROM interna. U14 puede alojar una memoria RAM o no ser utilizado.
8051 ó 8751	JP3 = "OFF" JP2 = "ON" JP1 = "EPROM" JP6 = "EPROM"	EPROM 4 Kb (2732)	El micro ejecuta el programa residente en la EPROM externa colocada en U14.
8051 ó 8751	JP3 = "OFF" JP2 = "ON" JP1 = "EPROM" JP6 conectado a "INT" de JP3,	RAM 2Kb (6116)	El micro ejecuta el programa residente en la RAM externa colocada en U14.
8031	JP3 = "OFF" JP2 = "ON" JP1 = "EPROM" JP6 = "EPROM"	EPROM 4 Kb (2732)	El micro ejecuta el programa residente en la EPROM externa colocada en U14.

Tabla No. 2

Por otro lado, la tarjeta puede utilizarse como un sistema de desarrollo y depuración de programas de aplicación que se pueden descargar a través del puerto serial, desde un computador personal hacia la memoria RAM de la tarjeta. Luego, se reconfigura la tarjeta para que ejecute el programa residente en RAM. De esta manera se agiliza la realización de pruebas de operación sin necesidad de borrar y reprogramar EPROMS.

#### MAPA DE MEMORIA:

Los microcontroladores Intel de la familia MCS-51 tienen posibilidad de direccionar 64K localidades externas a través del bus de direcciones de 16 bits. En la tarjeta MCPD51 se ha incluido toda la circuitería que se requiere para direccionar independientemente a 8 dispositivos de entrada y 8 dispositivos de salida dividiendo los 64K en páginas de 8K. Las líneas decodificadas para habilitación de dispositivos de entrada (lectura) se denominan SELIN0 a SELIN7. Las líneas para habilitación de dispositivos de salida (escritura), se denominan SELOUT0 a SELOUT7.

Para la decodificación del bus de direcciones y la correspondiente división en páginas de memoria se han utilizado los tres bits más significativos A15, A14 y A13 los cuales, en combinación con las señales READ y WRITE del micro, determinan la activación de la correspondiente señal de habilitación.

Las líneas de dirección A15, A14 y A13 tienen el valor 0L cuando el micro ejecuta una instrucción de

escritura en memoria externa (MOVX @DPTR, A), la línea que se habilitará será SELOUT0. Si el micro ejecuta una instrucción de lectura de memoria externa (MOVX A,@DPTR), la línea que se habilitará será SELIN0.

De las 8 líneas de habilitación de entrada y 8 de salida existentes, varias están utilizadas para los puentes de entrada, salida, convertor A/D y otros recursos disponibles en la tarjeta. Las restantes están accesibles para el usuario a través del conector H4.

La tabla No. 3 muestra la distribución de memoria y las líneas disponibles para el usuario.

DIRECCIONES	HABILITACION	DISPOSITIVO DE ENTRADA (LECTURA)	DISPOSITIVO DE SALIDA (ESCRITURA)
0000H-1FFFH	SELIN0/SELOUT0	Pórt.SW0-SW7	Pórt.OUT0-OUT7
2000H-7FFFH	SELIN1/SELOUT1	Pórt.EXT-INT0 a EXT-INT7	Pórt.OUT8-OUT15
4000H-5FFFH	SELIN2/SELOUT2	Pórt.INP0-INP7	Conv. D/A.
6000H-7FFFH	SELIN3/SELOUT3	Conv. A/D.	DISPONIBLE
8000H-8FFFH	SELIN4/SELOUT4	MEMORIA RAM	MEMORIA RAM
A000H-BFFFH	SELIN5/SELOUT5	DISPONIBLE	DISPONIBLE
C000H-DFFFH	SELIN6/SELOUT6	DISPONIBLE	DISPONIBLE
E000H-FFFFH	SELIN7/SELOUT7	DISPONIBLE	DISPONIBLE

Tabla No. 3

#### DISTRIBUCION DE COMPONENTES DE LA TARJETA:

En la figura 2, se puede apreciar la distribución de los componentes en la tarjeta MCPD51.

#### DISTRIBUCION DE SEÑALES EN LOS CONECTORES:

La tarjeta tiene seis conectores (H1 a H6) a través de los cuales entrega y recibe señales y datos. Prácticamente en todos los conectores se tiene acceso a las fuentes principales de polarización del circuito lógico a través de los pines VCC y VSS.

Existe un conector especial denominado "CON1" que sirve para conectar la tarjeta con la fuente de polarización principal, los puntos de contacto del conector son los que se ilustran en la continuación:

<p>VCC = + 5 V;  VSS = 0 V;  V+ = + 12 V;  V- = - 12 V.</p>
---

### CONECTOR H1:

P17..P10:	Pórtico P1 del microcontrolador (8 bits bidireccional).
EXINT0:	Acceso a la interrupción externa 0 del micro.
EXINT1:	Acceso a la interrupción externa 1 del micro.
T0:	Entrada al timer/counter 0 del micro.
T1:	Entrada al timer/counter 1 del micro.

### CONECTOR H2:

SW7..SW0:	Pórtico digital de entrada de 8 bits.
OUT15..OUT8:	Pórtico digital de salida de 8 bits.

### CONECTOR H3:

El conector H3 permite el acceso directo hacia el microcontrolador: el bus de datos, el bus de direcciones y todas las señales de control: ALE, READ, WRITE, PSEN.

D7..D0:	Bus de datos del micro.
A15..A0:	Bus de direcciones del micro.
T0:	Entrada al timer/counter 0 del micro.
T1:	Entrada al timer/counter 1 del micro.
EXRST:	Entrada para ingreso de señal de reset externo.
EXINT0:	Acceso a la interrupción externa 0 del micro.
EXINT1:	Acceso a la interrupción externa 1 del micro.

### CONECTOR H4:

SELIN5,6,7:	Señales de habilitación para dispositivos externos de entrada (lectura).
SELOUT3,5,6,7:	Señales de habilitación para dispositivos externos de salida (escritura).
RXD:	Línea de recepción para comunicación serial del microcontrolador (niveles TTL).
TXD:	Línea de transmisión para comunicación serial del microcontrolador (niveles TTL).
RYIN:	Línea de recepción serial RS232 (conector DB9) de la tarjeta (niveles de voltaje $\pm 12V$ ).
RYOUT:	Línea de transmisión serial RS232 (conector DB9) de la tarjeta (niveles de voltaje $\pm 12V$ ).
T0OUT:	Señal de salida correspondiente al complemento lógico del pin T0 del microcontrolador y en niveles lógicos $\pm 12 V$ .
T1OUT:	Señal de salida correspondiente al complemento lógico del pin T1 del microcontrolador y en niveles lógicos

$\pm 12$  V.

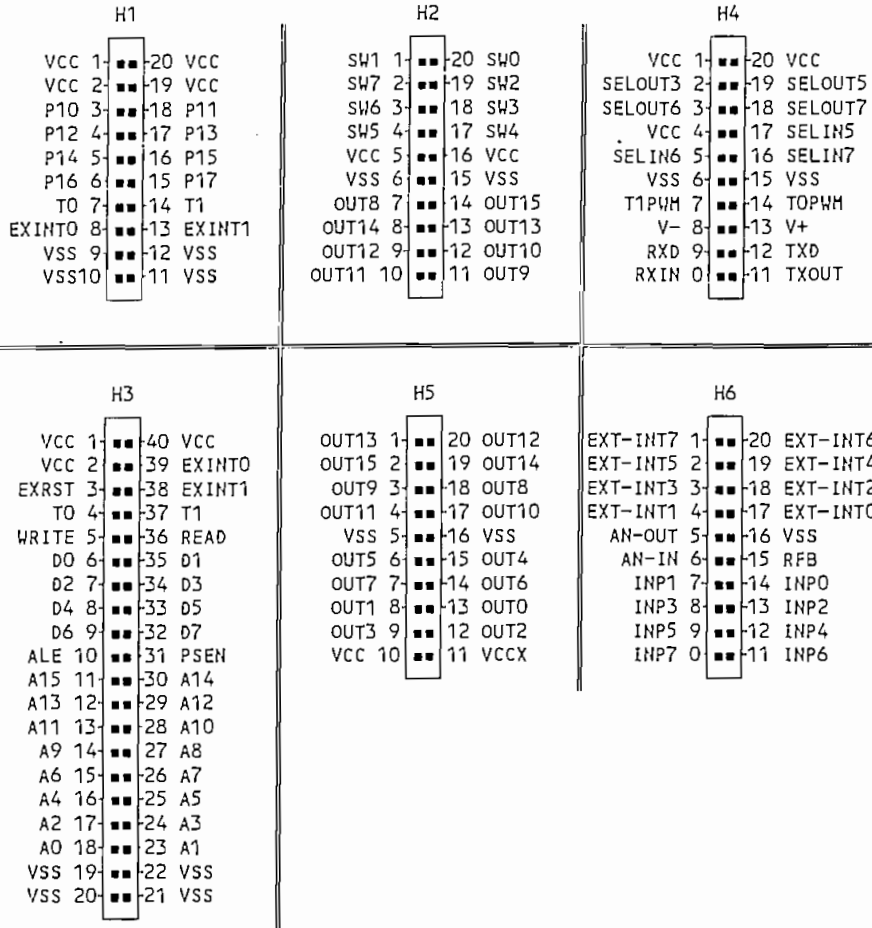
#### CONECTOR H5:

OUT7..OUT0: Pórtico digital de salida de 8 bits.  
OUT15..OUT8: Pórtico digital de salida de 8 bits.  
VCCX: Entrada externa para polarización de U14.

#### CONECTOR H6:

EXT-INT7..  
EXT-INT0 Pórtico digital de entrada de 8 bits con opción a generar interrupción externa 0 en el microcontrolador.  
INP7..INP0 Pórtico digital de entrada de 8 bits con opción de colocar un dip-switch 8 en la tarjeta.  
AN-OUT REF Salida analógica (0 a +5V) proveniente del conversor D/A (DAC0830).  
Salida analógica (0 a -5V) correspondiente a la señal invertida que viene del conversor D/A.  
AN-IN Entrada analógica (0 a +5V) hacia el conversor A/D (ADC0804).

ESQUEMA DE CONECTORES:





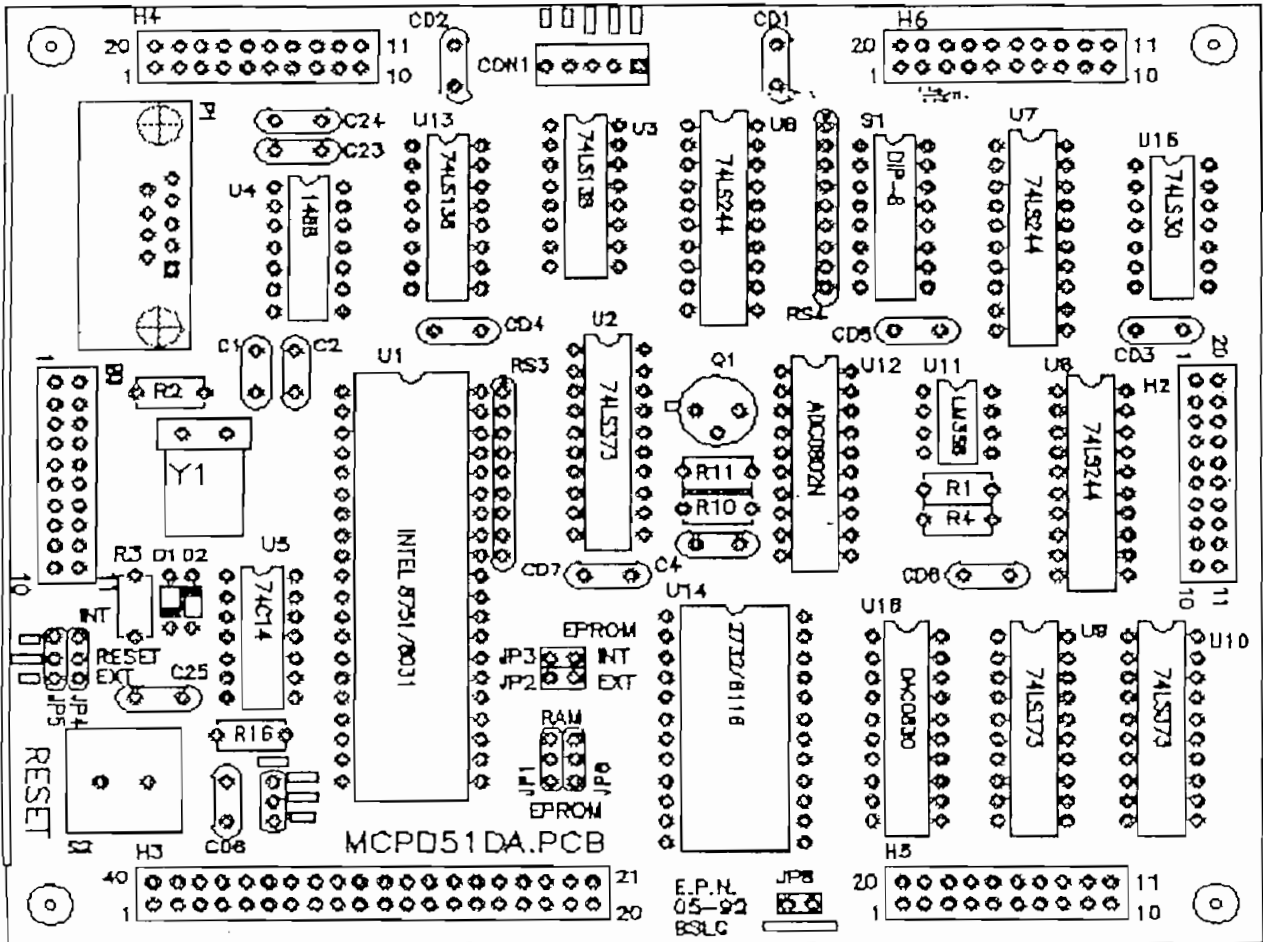
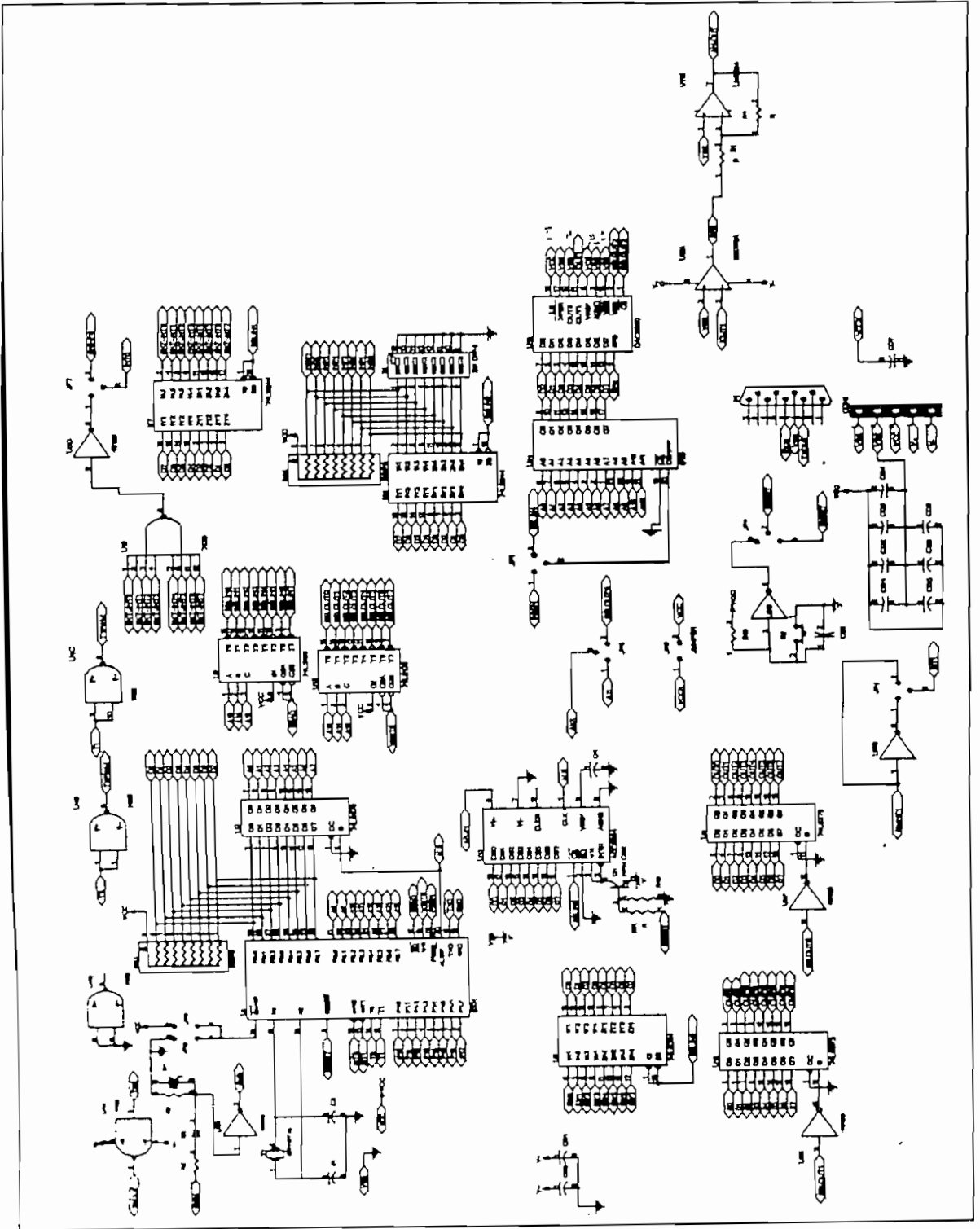


Fig. 2 TARJETA MCPD51DA.PCB

ESQUEMA CIRCUITAL TARJETA MCP051



# ANEXO C

DATOS TÉCNICOS DEL DALLAS DS5000.

### 3.10 SOFTWARE ENCRYPTION LOGIC

The software security circuits within the DS5000 include the Address Encryptor, Data Encryptor, and the Encryption Key Word. When the device is operating in the Encryption Mode and executing code from the Embedded Program/Data RAM, the Address Encryptor is used to transform "logical" addresses on the Internal Address Bus into encrypted addresses which appear on the Embedded Memory Bus to the RAM. Similarly, the Data Encryptor transforms data on the Internal Data Bus into encrypted data during write operations on the Embedded Memory Bus. When data is read back the Data Encryptor restores it to its true value. Although each encryptor uses its own algorithm for encrypting data, both depend on the 40-bit Encryption Key Word.

### 3.11 SECURITY LOCK LOGIC

The Security Lock logic prevents a read or write to any Internal Register or Embedded Program/Data RAM location during a Program Load Mode operation. In addition, it inhibits the device from operating in the Expanded Bus Mode. By disabling access to key internal resources, this feature precludes unauthorized disassembly of application software contained in Embedded Program/Data RAM. As an added security feature, clearing the Security Lock wipes the entire RAM area.

### 3.12 VECTOR RAM

The Vector RAM is used to contain the reset and interrupt vector code when the DS5000 is operating in the Encryption Mode. This feature is included to insure the security of the application software. The operation of the Vector RAM as well as the reason for its inclusion in the DS5000 architecture are discussed in Section 8.

### 3.13 TIMED ACCESS LOGIC

The Timed Access Logic is used to protect against inadvertent changes to configuration parameters due to the Program RAM in the event of a loss of software control. The protected configuration parameters include the Partition Address bits in the MCON register, the Security Lock bit, as well as the Enable Watchdog Timer bit, Stop Mode bit, and Power-On-Reset bit in the PCCN register.

### 3.14 WATCHDOG TIMER

When the user's software is being executed, the Watchdog Timer can be used to automatically restart the processor in the event that software control is lost. This timer is also used to generate a delay during an oscillator start-up condition, which allows the clock frequency to stabilize. This occurs during reset cycles that follow a time in which the oscillator has been stopped (Stop Mode Reset and Power-On Reset).

### 3.15 RESIDENT LOADER ROM

The Resident Loader ROM contains firmware which controls the initial loading of the nonvolatile Embedded Program/Data RAM. The firmware provides Serial Bootstrap Load operation via the on-chip serial port. In addition, the firmware facilitates Parallel Program Load operation which can be used with 8751 compatible EPROM programmers. The internal ROM is not accessible by the user and performs the loading function only when the device is strobed for operation in the Program Mode.

## SECTION 4: DS5000 PROGRAMMING MODEL

### 4.1 MEMORY ORGANIZATION

Figure 4-1 illustrates the memory areas which are accessed by the DS5000's CPU. Separate areas are defined for Program Memory, Data Memory, and for Internal Registers. Internal Registers are further subdivided into Scratchpad Registers and Special Function Registers. Program memory is the space which contains the application program and is read only by definition. Data memory may be read or written and is normally used to store large amounts of data (e.g., lookup tables).

### 4.2 PROGRAM AND DATA MEMORY

As shown in the figure, separate address spaces exist for Program and Data Memory. Program Memory is used to contain the application program and is read only because of the fact that no instructions exist which allow a write operation to this memory space. Data Memory may be read or written and is normally used to store large amounts of data (e.g., lookup tables). Data Memory can only be accessed by the MOVX group of instructions. A maximum of 64 Kbytes of Program and 64 Kbytes of Data Memory can be directly accessed by the DS5000 CPU.

The nonvolatile Embedded RAM area of the DS5000 can be used as Program Memory, Data Memory, or a combination of both. The Embedded RAM is initially loaded by invoking the Serial Bootstrap Loader and instructing it to load the contents of an incoming Intel Hex file into the RAM. The Serial Bootstrap Loader is also used to initialize the mapping of the Embedded RAM area. The Range Address defines the upper limit of the Embedded RAM area and can be selected as either 8 Kbytes or 22 Kbytes. This parameter can be set only via the Serial Loader. The Partition Address defines the boundary between Program and Data Memory areas in Embedded RAM. In general, this parameter can be selected on 2 Kbyte boundaries within the selected Range. The Partition Address may be initially set via the Serial Bootstrap Loader. Within certain limitations, it can be modified by the application software itself, as described in Section 4.7.

The Embedded RAM area is pictured in Figure 4-1 as logically split between the Program and Data Memory areas. With certain exceptions, accesses to Embedded RAM from address 0000 up to (but not including) the Partition Address are mapped to Program Memory space. Any Program Memory access from 0000 up to the Partition Address will be performed from the Embedded RAM. Program Memory accesses which are performed at or above the Partition Address are attempted on the Expanded Bus in place of Ports 0 and 2. Similarly, any Data Memory access performed at or above the Partition Address out below the Range Address are performed from the Embedded RAM area. If a Data Memory access is performed outside this region (i.e., below the Partition Address or above the Range Address) it will be performed on the Port 0, 2 Expanded Bus. Note that any Program or Data Memory access which takes place from the Embedded RAM area does not cause instructions in the state of the I/O port pins.

There are two exceptions with regard to the general operation described in the above paragraph. First of all, external Program Memory accesses on the Expanded Bus are subject to additional controls which are described in Section 4.5. Secondly, Data Memory accesses from both Embedded RAM and the Expanded Bus are subject to the setting of the ECE2 bit, as described in Section 4.7. The user should carefully study these sections to gain a full understanding of this operational aspect of the DS5000.

Program and Data Memory accesses performed on the Expanded Bus in place of Ports 0 and 2 are distinguished by separate control signals. The PSEN\* signal is used as the read enable for expanded Program Memory, while the RD\* and WR\* signals (in place of P3.7 and P3.6, respectively) are used as the read and write enable signals for Expanded Data Memory.

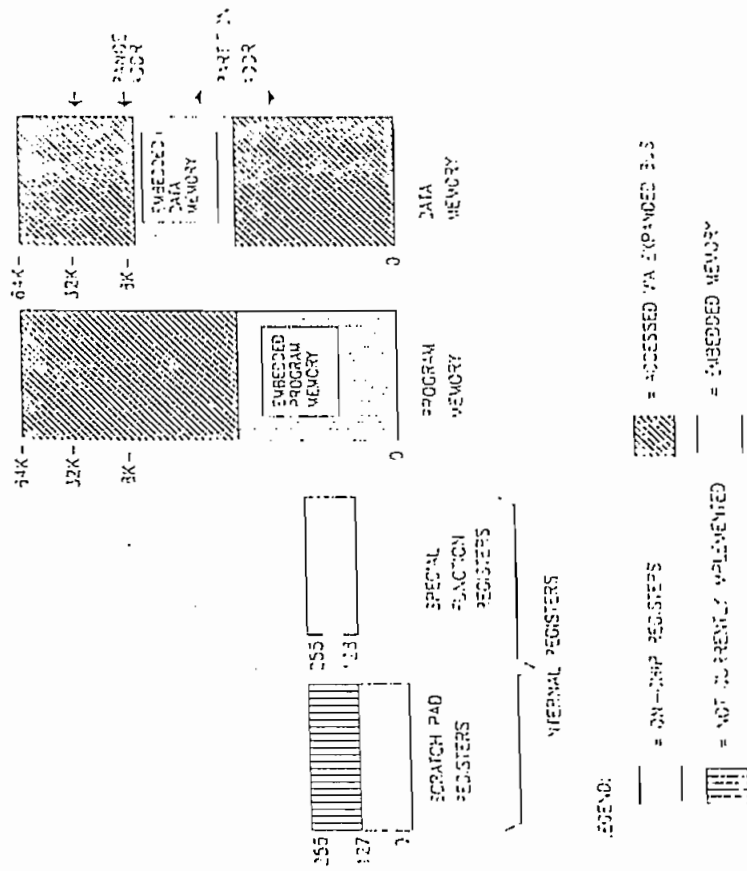
### 1.3 INTERNAL REGISTERS

The internal Register space is divided into two parts: Scratchpad Registers and Special Function Registers.

There are a total of 128 Scratchpad Registers including four 8-byte banks of working registers (R0-R7). They occupy the lower half of the 256-byte Internal Register map. Both Direct Addressing and Register-Indirect Addressing may be used to access any of the lower 128 bytes which are assigned as Scratchpad Registers.

The 23 Special Function Registers include CPU registers as well as registers which provide control and status information for the Program and Data Memory mapping, crashproof operation, and on-chip I/O functions such as the timers and serial port. These registers occupy selected locations in the upper half of the 256-byte Internal Register map. As indicated in the diagram of Figure 4-1, the Special Function Register area overlaps an area reserved for future expansion of the Scratchpad Register area. These overlapping areas are distinguished by the mode of addressing which is used to access these locations. Direct Addressing is used to access Special Function Registers, while Register Indirect Addressing is used to access locations reserved for future Scratchpad Registers. Since the DS5000 implements only 128 bytes of Scratchpad Registers, indeterminate data is returned when Register Indirect Addressing is used in the upper 128 bytes of the Internal Register area.

FIGURE 4-1: DS5000 LOGICAL ADDRESS SPACES



The Power Control registers in the same location as it exists in the 80C51, in the DS5000, the General Purpose Flags GF1 (PCON.3) and GF0 (PCON.2) have been changed to the Enable Power Fail Interrupt and the Enable Watchdog Timer reset mask bits, respectively. In addition, the previously unused bit PCON.5 has been assigned as the Power Fail (PF) flag which may be cleared by the application program to test for a Power Fail condition. The remaining bits have the same function as in the 80C51.

The MCON register has been added to the architecture. It is used to configure the total size of internal memory in the Embedded RAM and the partitioning of the program and data spaces. The 3 bits of the

TABLE 4-1: DS5000 SPECIAL FUNCTION REGISTER MAP

NEW OR MODIFIED REGISTER LABEL	DIRECT REGISTER ADDRESS	RESET VALUE	BIT ADDRESSABLE	FUNCTIONAL DESCRIPTION
B	0F0H	00H	X	B Register
A	0E0H	00H	X	Accumulator
PSW	0D0H	00H	X	Program Status Word
TA	0C7H	055H		Timed Access
MCON	0C6H	RT		Memory Control
IP	0B8H	00H	X	Interrupt Priority Ctl.
P3	0B0H	0FFH	X	Port 3 Parallel I/O
IE	0A8H	00H	X	Interrupt Enable Ctl.
P2	0A0H	0FFH	X	Port 2 Parallel I/O
SBUF	099H	??		Serial Data Buffer
SCON	098H	00H	X	Serial Control
P1	090H	0FFH	X	Port 1 Parallel I/O
TH1	08DH	00H		Timer 1 High Byte
TH0	08CH	00H		Timer 0 High Byte
TL1	08BH	00H		Timer 1 Low Byte
TL0	08AH	00H		Timer 0 Low Byte
TMOD	089H	00H		Timer Mode Select
TCON	088H	00H	X	Timer Control
PCON	087H	RT		Power Control
DPH	083H	00H		Data Pointer High Byte
DPL	082H	00H		Data Pointer Low Byte
SP	081H	07H		Stack Pointer
P0	080H	0FFH	X	Port 0 Parallel I/O

NOTES:

?? indicates that the register value is indeterminate on reset.  
 RT indicates that the initialization performed on the register is dependent on the type of the reset.

perform this function are the Range bit (RA) and the Partition Address bits (PA3-0). The Range bit is programmed via the Serial Bootstrapper Loader and cannot be accessed by the application program. The MCON register also contains the Enable CE2 bit (ECE2), which allows access to a second memory map.

The Timed Access register (TA) interfaces to logic that prevents unintentional access to key internal resources, in the event of a loss of software control. These resources include the Partition Address in the MCON register and the Watchdog Timer control bits in the PCON register. The Timed Access register is write-only.

A summary of all of the Special Function Registers and the control/status bits they contain is given in Appendix A.

1.4 SCRATCHPAD REGISTERS

The Scratchpad Registers contain the application program's variables and stack. There is a total of 28 registers within the DS5000 Scratchpad area. They are addressed as the lower 128 bytes of the Internal Register address space. Figure 4-3 illustrates the Data Register map.

The first 32 bytes of the Scratchpad Registers may be used as four, 8-byte banks of Working Registers. This organization allows efficient access with single byte instructions to any of the eight Working Registers (R0-R7) within the currently selected bank. One of the four available banks is selected via a two-bit field (R1; PSW.4; R0; PSW.3) in the Program-Status Word (PSW). This scheme allows fast context switching by changing the selection of the current Working Register Bank. The operation of these control bits is summarized in Figure 4-2.

FIGURE 4-2: REGISTER BANK SELECT CONTROL BITS

PSW.4-3: R1-R0

Register Bank Select:

Used to select an 8-byte bank of registers within the Data Register space to be assigned as R0-R7 in subsequent instructions. The 3-byte bank starting address selection is as follows:

R1	R0	DATA REGISTER ADDRESS (R0)
0	0	10H
0	1	30H
1	0	10H
1	1	10H

As shown in Figure 4-3, there are 25 bytes within the Scratchpad Register area which may be accessed by instructions which address individual bits. These bytes reside in locations immediately above the Working Register Banks. This area can accommodate a large number of variables with states which may be addressed with a single bit. In addition, several SFRs are also bit-addressable, as shown in Table 4-1.

FIGURE 4-3: DS5000 SCRATCHPAD REGISTER MAP INCLUDING BIT ADDRESSES

3FH	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
3EH	77	76	75	74	73	72	71
3DH	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
3CH	67	66	65	64	63	62	61
3BH	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
3AH	57	56	55	54	53	52	51
39H	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
38H	47	46	45	44	43	42	41
37H	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
36H	37	36	35	34	33	32	31
35H	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
34H	27	26	25	24	23	22	21
33H	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
32H	07	06	05	04	03	02	01
31H	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
30H	07	06	05	04	03	02	01
2FH	BANK 3						
2EH	BANK 3						
2DH	BANK 3						
2CH	BANK 3						
2BH	BANK 3						
2AH	BANK 3						
29H	BANK 3						
28H	BANK 3						
27H	BANK 3						
26H	BANK 3						
25H	BANK 3						
24H	BANK 3						
23H	BANK 3						
22H	BANK 3						
21H	BANK 3						
20H	BANK 3						
1FH	BANK 3						
1EH	BANK 3						
1DH	BANK 3						
1CH	BANK 3						
1BH	BANK 3						
1AH	BANK 3						
19H	BANK 3						
18H	BANK 3						
17H	BANK 3						
16H	BANK 3						
15H	BANK 3						
14H	BANK 3						
13H	BANK 3						
12H	BANK 3						
11H	BANK 3						
10H	BANK 3						
0FH	BANK 3						
0EH	BANK 3						
0DH	BANK 3						
0CH	BANK 3						
0BH	BANK 3						
0AH	BANK 3						
09H	BANK 3						
08H	BANK 3						
07H	BANK 3						
06H	BANK 3						
05H	BANK 3						
04H	BANK 3						
03H	BANK 3						
02H	BANK 3						
01H	BANK 3						
00H	BANK 3						

4.5 PROGRAM MEMORY MAP CONTROL

Mapping of Program Memory for the DS5000 is illustrated in Figures 4-5A, B, and C. The amount of Program Memory on the Embedded RAM Bus is determined by the programming of the Memory Control Register (MICON), as shown in Figure 4-4. Within this register are the Range Address bit (RA) and the Partition Address bits (PA3-0).

The Range Address bit defines the upper limit of Embedded RAM. When cleared to 0, an 8 Kbyte range is selected; a 32 Kbyte range will be selected when RA is set to 1. The Range bit can only be set via the Serial Bootstrap Loader.

The Partition Address defines the boundary between the Program and Data Memory areas in Embedded RAM. The PA3-0 selection of the Partition Address is summarized in Figure 4-4. Program Memory in the Embedded RAM will occupy only those locations which are below the Partition Address boundary. Locations in Embedded RAM which are at or above the Partition Address will be assigned as Data Memory. Program memory access which occurs above the partition will be automatically directed to external memory via the Expanded Bus according to Figure 4-5. If the Partition Address is defined as a value which is equal to or greater than the Range Address, the amount of Program Memory on the Embedded Memory Bus will ultimately be limited by the Range Address.

The state of the Security Lock (SL) bit and the state of the external EA\* pin determine the accessibility of Program Memory on the Expanded Bus. The SL bit is programmed via the Serial Bootstrap Loader.

When the SL bit is programmed to 0 and the external EA\* pin is being held at a logic 1 state, Program Memory accesses may be performed on the Expanded Bus. This will occur when addresses are above the Partition Address or the Range Address. Figure 4-5A is a visual description of the memory map which results from this operation. Whenever such accesses are performed on the Expanded Bus, external pins are automatically transformed from I/O port pins to serve the Expanded Bus function. These pins will continue to serve this function for as long as consecutive cycles are executed on the Expanded Bus.

When the Security Lock bit is 0 and the EA\* pin is externally pulled to a logic level, all Program Memory will be accessed on the Expanded Bus as shown in Figure 4-5B. In this situation, the programming of either the Range Address bit or the Partition Address bits has no effect on the mapping of Program Memory.

When the Security Lock bit is set to 1, it is impossible for any Program Memory to be accessed on the Expanded Bus as shown in Figure 4-5C. In this condition, the state of the Security Lock bit effectively overrides the state of the EA\* pin. All Program Memory must be accessed via the Embedded Memory Bus. Special circuits prevent a conflict between two programming states, which would occur if PA3-0 were allowed to be programmed to select address 0000H as the Partition Address at the same time that the Security Lock is set to a 1. The hardware will allow this selection, then no Program Memory would be defined for the system. Therefore, if an attempt is made to simultaneously select these states, then the circuitry will set PA3-0 to all 1's. This selects all of the Embedded RAM as Program Memory.

TABLE 4-4: PROGRAM DATA MEMORY MAPPING CONTROL STATUS BITS

**PA3-PA0:** PROGRAM DATA MEMORY MAPPING CONTROL STATUS BITS  
 Description: Used to select the starting address of Data Memory in Embedded RAM. Program space lies below the Partition address.

Selection:

PA3	PA2	PA1	PA0	PARTITION ADDRESS
0	0	0	0	0000H
0	0	0	1	0800H
0	0	1	0	1000H
0	0	1	1	1800H
0	1	0	0	2000H
0	1	0	1	2800H
0	1	1	0	3000H
0	1	1	1	3800H
1	0	0	0	4000H
1	0	0	1	4800H
1	0	1	0	5000H
1	0	1	1	5800H
1	1	0	0	6000H
1	1	0	1	6800H
1	1	1	0	7000H
1	1	1	1	8000H

\* A 4 Kbyte Increment (not 2 Kbytes) in the Partition Address takes place between bit field values 1110B and 1111B.

**PA3:** RA32/8  
 Description: Sets the maximum usable address in Embedded Memory. RA32/8 = 0 sets Range Address = 1FFFH (3K); RA32/8 = 1 sets Range Address = 3FFFH (4K).

**Initialization:** Set to a 1 during a No  $V_{DD}$  Power On Reset and when the Security Lock bit (SL) is cleared to a 0 from a previous 1 state. Remains unchanged on all other types of resets.  
**Read Access:** May be read normally anytime.  
**Write Access:** Cannot be modified by the application software; can only be written during Program Load Mode.

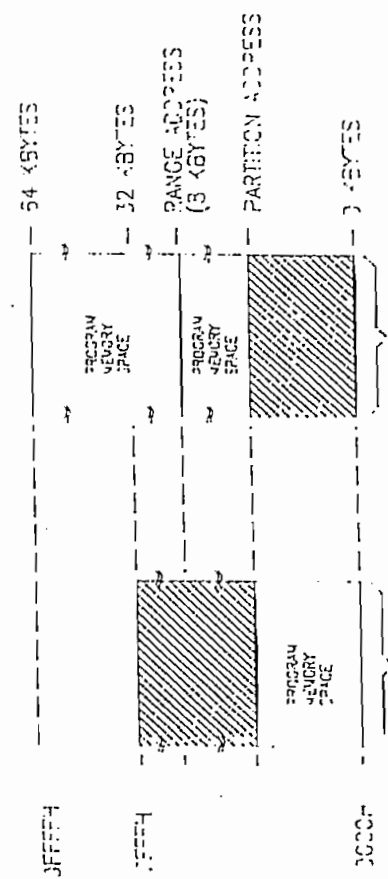
**MCON.2: ECE2**

**"Enable Chip Enable 2":** Used to enable or disable the CE2\* signal to additional Embedded RAM Data Memory space. This bit should always be cleared to 0 in the DS5000 8 and DS5000 32 versions.  
**Initialization:** Cleared to 0 only during a No  $V_{DD}$  Power On Reset.  
**Read Access:** Read normally anytime.  
**Write Access:** Can be written normally anytime.

**MCON.1: PAA**

**"Partition Address Access":** Used to protect the programming of the Partition Address select bits. PA3-0 cannot be written when PAA = 0. PAA can be written only via the Timed Access register.  
**Initialization:** PAA is cleared on a reset.  
**Read Access:** PAA may be read anytime.  
**Write Access:** The Timed Access register must be used to perform any type of write operation on the PAA bit.

FIGURE 4-5A: PROGRAM MEMORY MAPPING - SL = 0; EA' = 1



EXPANDED PROGRAM MEMORY



FIGURE 4-6: DATA MEMORY MAPPING - ECE2 = 0

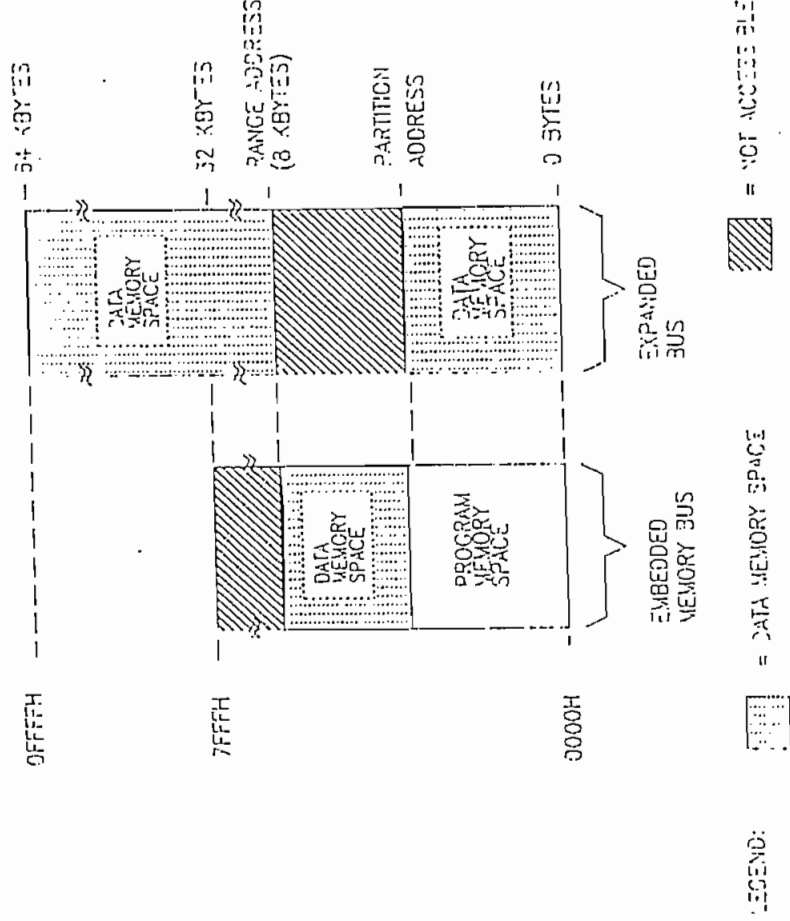


FIGURE 4-5B: PROGRAM MEMORY MAPPING - SL = 0; EA\* = 0

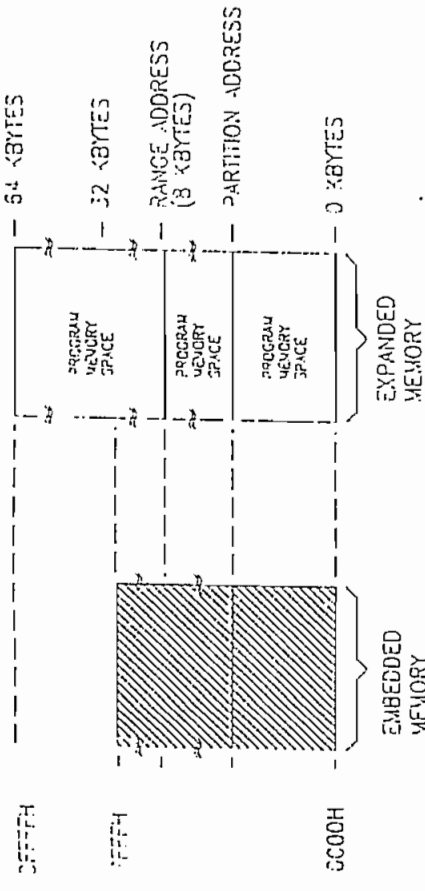
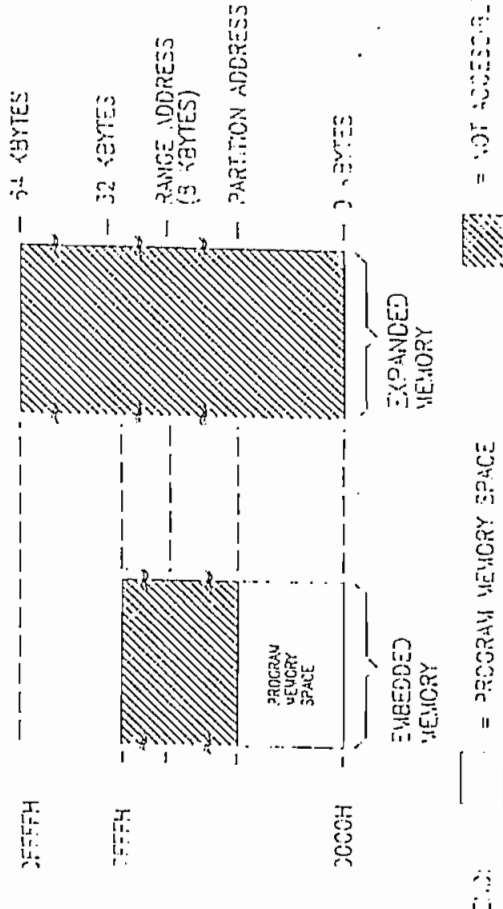


FIGURE 4-5C: PROGRAM MEMORY MAPPING - SL = 1; EA\* = X



Category	Mnemonic	Instruction Code												Hexa-decimal	Byte	Cycle	Explanation		
		D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>					D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>
PROGRAM BRANCHING	DJNZ Rn, rel	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	08-DF Byte 2	2	(PC) = (PC) + 2 (Rn) = (Rn) - 1 IF (Rn) ≠ 0 THEN (PC) = (PC) + rel
	DJNZ direct rel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	05 Byte 2 Byte 3	2	(PC) = (PC) - 3 (direct) = (direct) - 1 IF (direct) ≠ 0 THEN (PC) = (PC) + rel
	NOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	1	(PC) = (PC) + 1	

APPENDIX C:  
COMPLETE ELECTRICAL SPECIFICATIONS FOR THE DS5000

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS \*

- Voltage on any pin relative to ground
- Operating Temperature -0.3 to 7.0V
- Storage Temperature 0 deg. to 70 deg. C
- Soldering Temperature -10 deg. C to +70 deg. C
- Soldering Temperature (on the leads) 260 deg. C for 10 sec.

\* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions outside of those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

D.C. CHARACTERISTICS

(T<sub>A</sub> = 0 deg. C to 70 deg. C; V<sub>CC</sub> = 5V ± 10%)

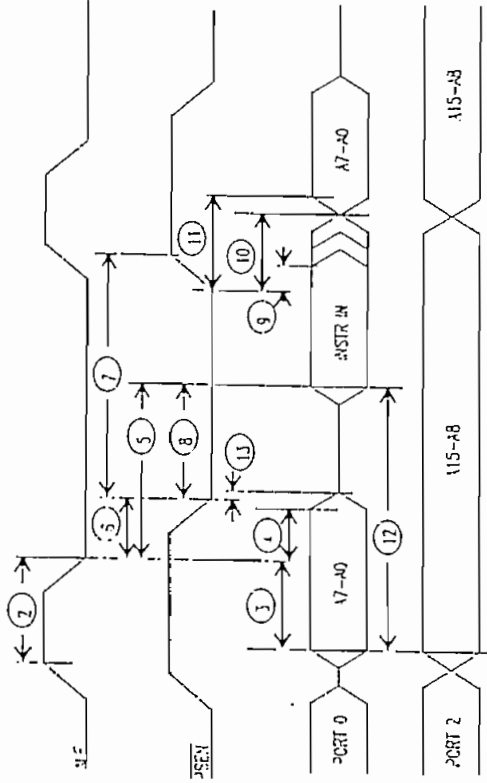
PARAMETER	SYM.	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	NOTES
Input Low Voltage	V <sub>IL</sub>	-0.3		0.8	V	1
Input High Voltage	V <sub>HI</sub>	2.0		V <sub>CC</sub> +0.3	V	1
Input High Voltage RST	V <sub>IHI9</sub>	V <sub>IHI</sub>	3.5	V <sub>CC</sub> +0.3	V	1
Output Low Voltage @ I <sub>OL</sub> = 1.5 mA (Ports 1, 2, 3)	V <sub>OL1</sub>		.15	0.45	V	
Output Low Voltage @ I <sub>OL</sub> = 3.2 mA (Ports 0, ALE, PSEN*)	V <sub>OL2</sub>		.15	0.45	V	1
Output High Voltage @ I <sub>OH</sub> = -30 µA (Ports 1, 2, 3)	V <sub>OHI</sub>	2.4	4.3		V	1
Output Low Voltage @ I <sub>OL</sub> = -100 µA (Ports 0, ALE, PSEN*)	V <sub>OL4</sub>	2.4	4.3		V	1
Input Low Current I <sub>L</sub>				-50	µA	
Transition Current: I <sub>LO</sub> to 0 I <sub>LO</sub> = 2.0 V (Ports 1, 2, 3)				-500	µA	

PARAMETER	SYM.	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	NOTES
Input Leakage Current $2.45 < V_o < V_{cc}$ (Port 0)	$I_L$			$\pm 10$	$\mu A$	
RST, EA* pull-down resistor	$R_{PE}$	40		125	k $\Omega$ m	
Stop Mode Current	$I_{SA}$			30	$\mu A$	4
Power Fail Warning Voltage	$V_{PFW}$	4.15	4.6	4.75	V	1
Minimum Operating Voltage	$V_{DCmin}$	4.05	4.5	4.65	V	1
Lithium Supply Voltage	$V_{LJ}$			3.3	V	1
Programming Supply Voltage (Parallel Program Mode)	$V_{PP}$	12.5		13	V	1
Program Supply Current	$I_P$		15	20	mA	
Operating Current DS5000 B DS5000 32 @ 16 Mhz	$I_{CC}$			13.2	mA	2
				18.2		
				54.2		
Idle Mode Current	$I_{SC}$			5.2	mA	3

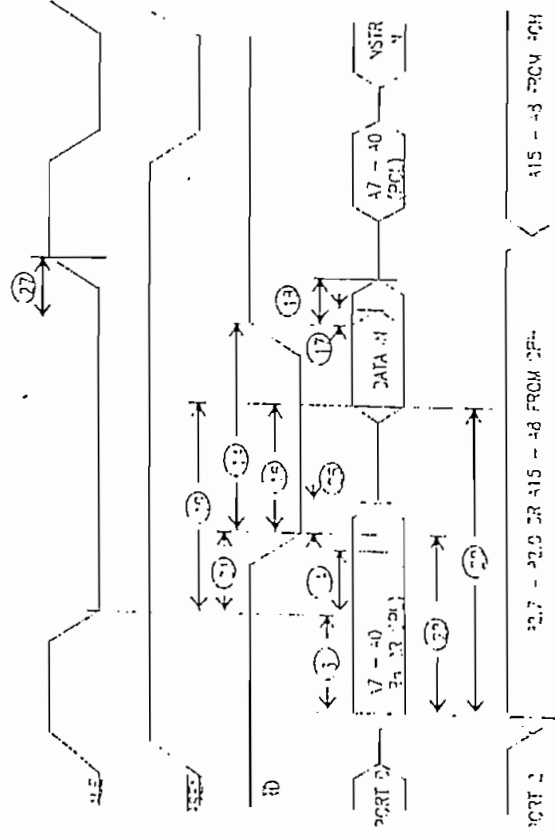
A.C. CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 0 deg. C to 70 deg. C; V<sub>CC</sub> = 5V  $\pm$ 10%)  
EXPANDED BUS MODE TIMING SPECIFICATIONS

#	PARAMETER	SYM	MIN.	MAX.	UNITS
1	Oscillator Frequency	f <sub>OSC</sub>	1.0	8 (-8) 12 (-12) 16 (-16)	MHz
2	ALE Pulse Width	t <sub>UPW</sub>	2 * t <sub>CLK</sub> + 40		ns
3	Address Valid to ALE Low	t <sub>VAL</sub>	t <sub>CLK</sub> + 40		ns
4	Address Hold After ALE Low	t <sub>VAH</sub>	t <sub>CLK</sub> + 35		ns
5	ALE Low to Valid Instr. In @ 16 Mhz	t <sub>ALV</sub>		t <sub>CLK</sub> + 150 t <sub>CLK</sub> + 90	ns ns
6	ALE Low to PSEN* Low	t <sub>ALPSL</sub>	t <sub>CLK</sub> + 25		ns
7	PSEN* Pulse Width	t <sub>PSPW</sub>	3 t <sub>CLK</sub> + 35		ns
8	PSEN* Low to Valid Instr. In @ 16 Mhz	t <sub>PSLV</sub>		3 t <sub>CLK</sub> + 150 3 t <sub>CLK</sub> + 90	ns ns
9	Input Instr. Hold After PSEN* Going High	t <sub>PSV</sub>	0		ns
10	Input Instr. Float After PSEN* Going High	t <sub>PSX</sub>		t <sub>CLK</sub> + 20	ns
11	Address Hold After PSEN* Going High	t <sub>PSAH</sub>	t <sub>CLK</sub> + 3		ns
12	Address Valid to Valid Instr. In @ 16 Mhz	t <sub>AVV</sub>		5 t <sub>CLK</sub> + 150 5 t <sub>CLK</sub> + 90	ns ns
13	PSEN* Low to Address Float	t <sub>PSAL</sub>	0		ns
14	RD* Pulse Width	t <sub>RDW</sub>	5 t <sub>CLK</sub> + 100		ns
15	WR* Pulse Width	t <sub>WRW</sub>	5 t <sub>CLK</sub> + 100		ns

EXPANDED PROGRAM MEMORY READ CYCLE



EXPANDED DATA MEMORY READ CYCLE



#	PARAMETER	SYM.	MIN.	MAX.	UNITS
16	RD* low to Valid Data In @ 16 Mhz	$t_{APLOV}$ $5t_{CLK} + 105$		$5t_{CLK} + 165$	ns ns
17	Data Hold After RD* High	$t_{AQ-DV}$	0		ns
18	Data Float After RD* High	$t_{AQ-DF}$		$2t_{CLK} + 70$	ns
19	ALE Low to Valid Data In @ 16 Mhz	$t_{ALVLD}$		$3t_{CLK} + 150$ $3t_{CLK} + 90$	ns ns
20	Valid Addr. to Valid Data In @ 16 Mhz	$t_{AVD}$		$5t_{CLK} + 165$ $9t_{CLK} + 105$	ns ns
21	ALE Low to RD* or WR* Low	$t_{ALRDL}$	$3t_{CLK} + 50$		ns
22	Address Valid to RD* or WR* Low	$t_{AVRDL}$	$4t_{CLK} + 130$		ns
23	Data Valid to WR* Going Low	$t_{DWRCL}$	$t_{CLK} + 60$		ns
24	Data Valid to WR* High @ 16 Mhz	$t_{DWRCH}$	$7t_{CLK} + 150$ $7t_{CLK} + 90$		ns ns
25	Data Valid after WR* High	$t_{DWRDV}$	$t_{CLK} + 50$		ns
26	RD* Low to Address Float	$t_{RDALZ}$		0	ns
27	RD* or WR* High to ALE High	$t_{RD/WRH}$	$t_{CLK} + 40$		ns

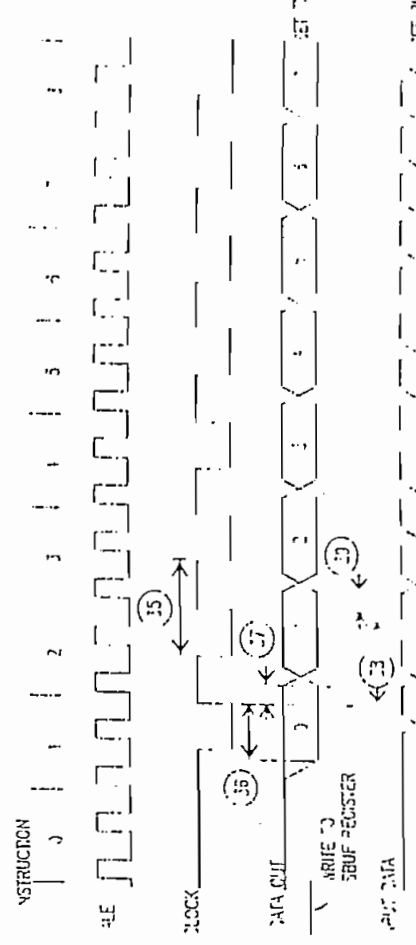
A.C. CHARACTERISTICS (cont'd)  
EXTERNAL CLOCK DRIVE  
( $T_A = 0$  deg. C to 70 deg. C;  $V_{CC} = 5V \pm 10\%$ )

#	PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNITS
28	External Clock High Time @ 16 Mhz	$t_{CLRHFW}$	20		ns
29	External Clock Low Time @ 16 Mhz	$t_{CLRLFW}$	20		ns
30	External Clock Rise Time @ 16 Mhz	$t_{CLR}$		20	ns
				15	ns
31	External Clock Fall Time @ 16 Mhz	$t_{CLF}$		20	ns
				15	ns

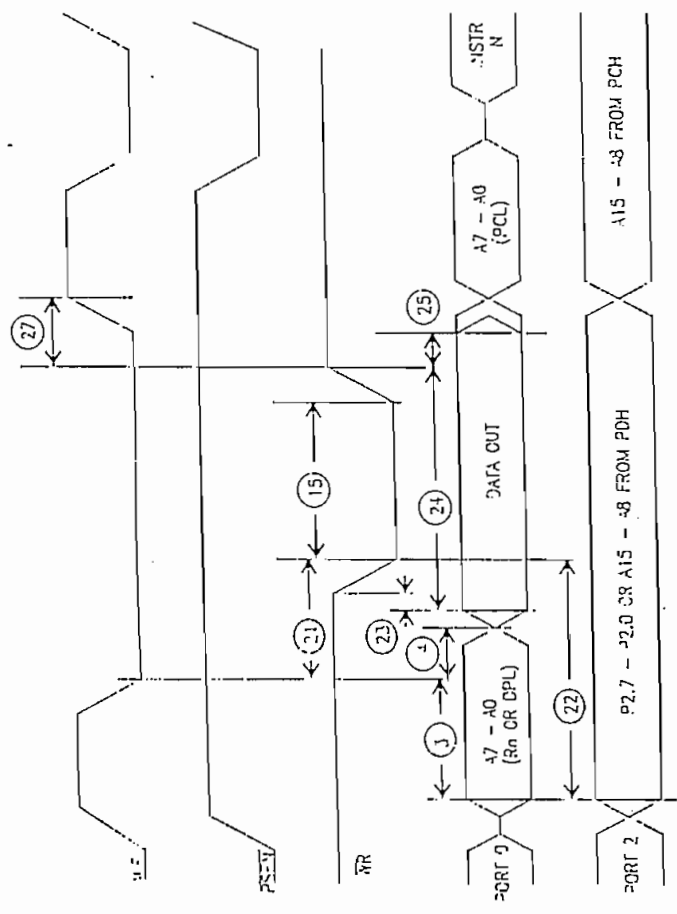
A.C. CHARACTERISTICS (cont'd)  
POWER CYCLING TIMING  
( $T_A = 0$  deg. C to 70 deg. C;  $V_{CC} = 5V \pm 10\%$ )

#	PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNITS
32	Slew rate from $V_{CCmin}$ to $V_{limax}$	$f_s$	-10		LS
33	Crystal start up time	$t_{CSU}$		(note 5)	
34	Power On Reset Delay	$t_{POR}$		21504	$t_{DJK}$

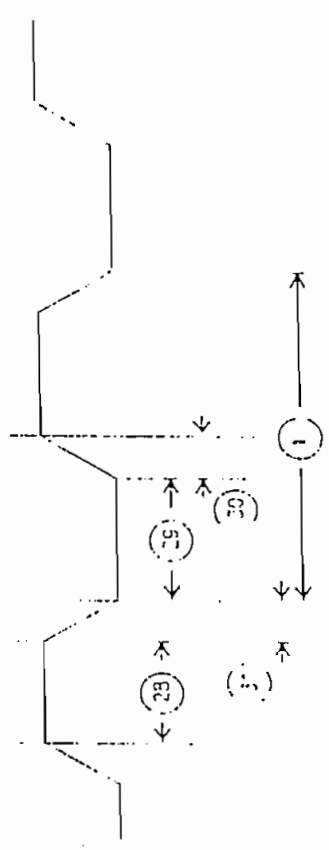
SERIAL PORT TIMING - MODE 0



EXPANDED DATA MEMORY WRITE CYCLE



EXTERNAL CLOCK TIMING



A.C. CHARACTERISTICS (cont'd)  
PARALLEL PROGRAM LOAD TIMING  
( $T_A = 0$  deg. C to 70 deg. C;  $V_{CC} = 5V \pm 10\%$ )

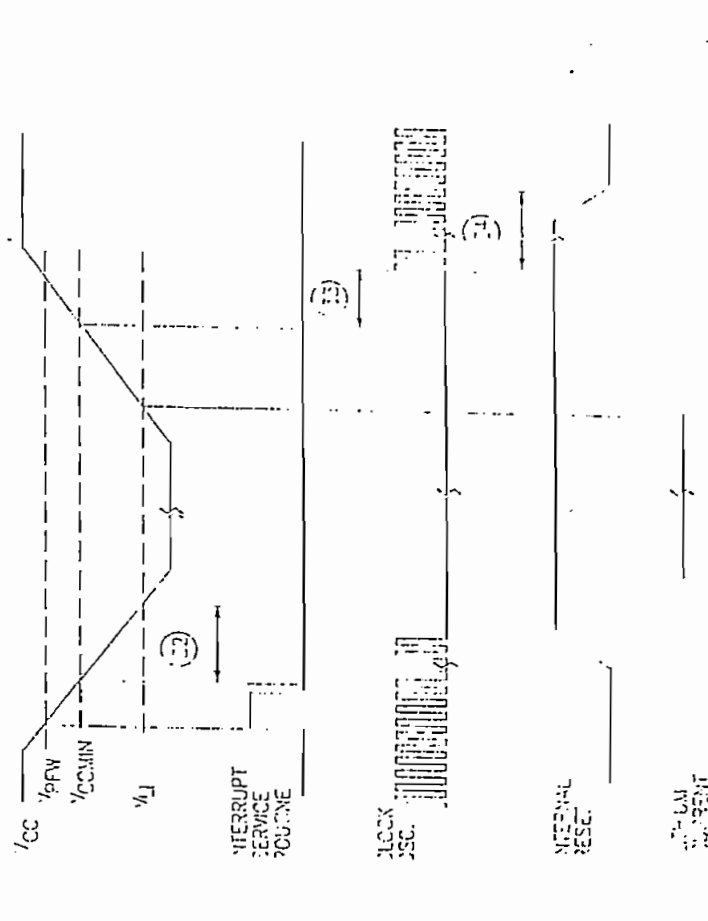
#	PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNITS
40	Oscillator Frequency	$f_{CLK}$	1.0	12.0	MHZ
41	Address Setup to PROG* low	$t_{APL}$	0		
42	Address Hold After PROG* high	$t_{PAH}$	0		
43	Data Setup to PROG* low	$t_{DPL}$	0		
44	Data Hold After PROG* high	$t_{PDH}$	0		
45	P2.7, 2.6, 2.5 Setup to $V_{PP}$	$t_{27HP}$	0		
46	$V_{PP}$ Setup to PROG* low	$t_{PPPL}$	0		
47	$V_{PP}$ Hold After PROG* low	$t_{PPHPL}$	0		
48	PROG* Width low	$t_{PRW}$	2400		$t_{CLK}$
49	Data Output from Address Valid	$t_{1VDV}$		48 1800*	$t_{CLK}$
50	Data Output from P2.7 Low	$t_{27ZL}$		48 1800*	$t_{CLK}$
51	Data Float after P2.7 High	$t_{27ZH}$	0	48 240*	$t_{CLK}$
52	Delay to Reset/PSEN* active after Power On	$t_{CRPV}$	2150*		$t_{CLK}$
53	Reset/PSEN* active (or Verify inactive) to $V_{PP}$ high	$t_{RAPH}$	1200		$t_{CLK}$
54	$V_{PP}$ inactive (between Program cycles)	$t_{PPIC}$	1200		$t_{CLK}$
55	Verify Active Time	$t_{VAT}$	48 2400*		$t_{CLK}$

\* Second set of numbers refers to advanced memory programming 0 to 32 Kbytes.

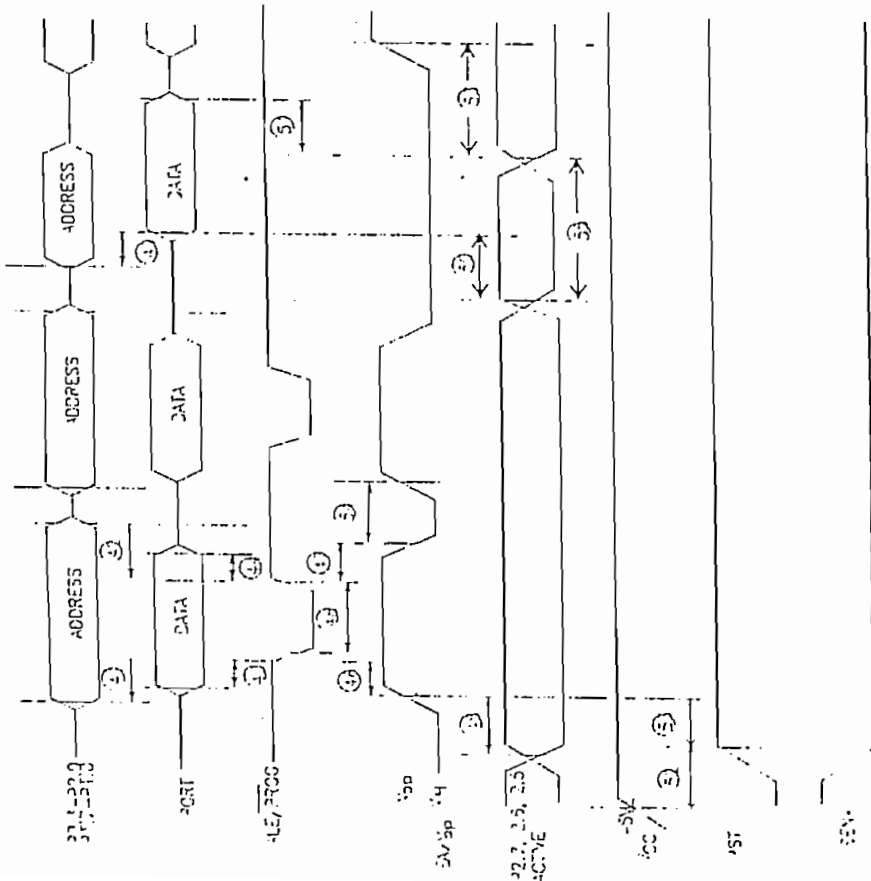
A.C. CHARACTERISTICS (cont'd)  
SERIAL PORT TIMING - MODE 0  
( $T_A = 0$  deg. C to 70 deg. C;  $V_{CC} = 5V \pm 10\%$ )

#	PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNITS
35	Serial Port Cycle Time	$t_{PCL}$	$12t_{CLK}$		$\mu s$
36	Output Data Setup to Rising Clock Edge	$t_{DOSH}$	$10t_{CLK} - 133$		ns
37	Output Data Hold after Rising Clock Edge	$t_{DHO}$	$2t_{CLK} - 117$		ns
38	Clock Rising Edge to Input Data Valid	$t_{C0V}$	$10t_{CLK} - 133$		ns
39	Input Data Hold after Rising Clock Edge	$t_{C0H}$	0		ns

POWER CYCLE TIMING



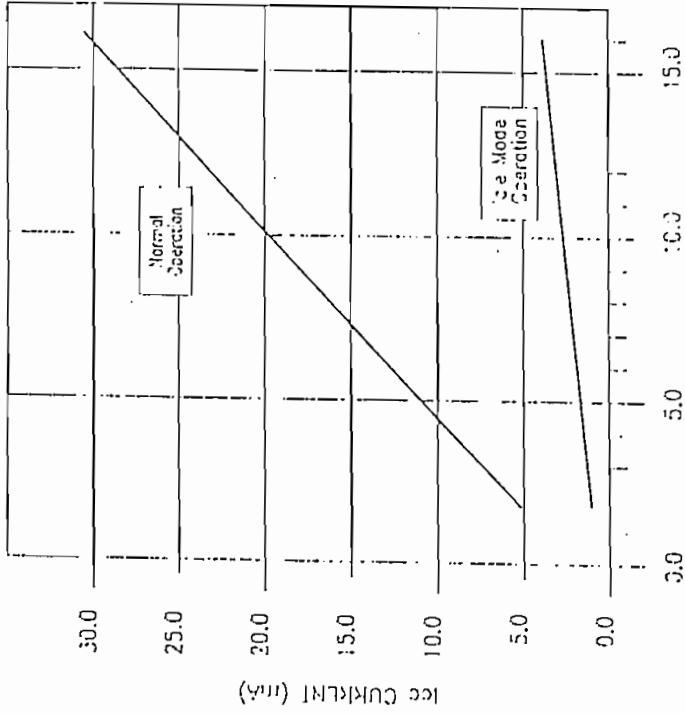
PARALLEL PROGRAM LOAD TIMING



Capacitance test frequency = 1 MHz;  $t_A = 25 \text{ deg. C}$

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNITS
Output Capacitance	$C_o$		10	pF

DS5000  $I_{CC}$  vs. FREQUENCY



FREQUENCY OF OPERATION (MHZ)  
 ( $V_{CC} = -5V, t_A = 25 \text{ deg. C}$ )

- Normal operation is measured using
- 1) External crystals on ATAL1 and 2
  - 2) All port pins disconnected
  - 3)  $V_{ST} = 0$  Volts and  $EA = +00$
  - 4) Port performing address decoding to internal memory.

Idle mode operation is measured using

- 1) External clock source on ATAL1 and 2
- 2) All port pins disconnected
- 3)  $V_{ST} = 0$  Volts and  $EA = +00$
- 4) Port set to IDLE mode by software.

## ANEXO D

TABLAS DE VARIACIONES DE  $w_i$  Y  $w_c$   
ALREDEDOR DE SUS PUNTOS CRÍTICOS,  
CONSIDERANDO LA ECUACIÓN:

$$L_{Hojas} = \Pi * \Phi_i * \frac{\omega_i}{\omega_c}$$



TABLA DE LA LONGITUD DE HOJA CON UNA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL RODILLO INTRODUCIDOR BAJO SU VALOR REFERENCIAL MÁXIMO MANTENIENDO LA VELOCIDAD DEL RODILLO CONTADOR CONSTANTE

wi (RPM)	wc (RPM)	Vel. prod. (m/min.)	diámetro (cm.)	long. (cm.)	ni (pulsos)	long. (cm.)
300.0	150	659.4	35	219.8	12,000	219.8
299.9	150	659.2	35	219.7	11,998	219.7
299.8	150	659.0	35	219.7	11,992	219.7
299.7	150	658.7	35	219.6	11,988	219.6
299.6	150	658.5	35	219.5	11,984	219.5
299.5	150	658.3	35	219.4	11,980	219.4
299.4	150	658.1	35	219.4	11,978	219.4
299.3	150	657.9	35	219.3	11,972	219.3
299.2	150	657.8	35	219.2	11,968	219.2
299.1	150	657.4	35	219.1	11,964	219.1
299.0	150	657.2	35	219.1	11,960	219.1
298.9	150	657.0	35	219.0	11,956	219.0
298.8	150	656.8	35	218.9	11,952	218.9
298.7	150	656.5	35	218.8	11,948	218.8
298.6	150	656.3	35	218.8	11,944	218.8
298.5	150	656.1	35	218.7	11,940	218.7
298.4	150	655.9	35	218.6	11,936	218.6
298.3	150	655.7	35	218.6	11,932	218.6
298.2	150	655.4	35	218.5	11,928	218.5
298.1	150	655.2	35	218.4	11,924	218.4
298.0	150	655.0	35	218.3	11,920	218.3
297.9	150	654.8	35	218.3	11,916	218.3
297.8	150	654.6	35	218.2	11,912	218.2
297.7	150	654.3	35	218.1	11,908	218.1
297.6	150	654.1	35	218.0	11,904	218.0
297.5	150	653.9	35	218.0	11,900	218.0
297.4	150	653.7	35	217.9	11,896	217.9
297.3	150	653.5	35	217.8	11,892	217.8
297.2	150	653.2	35	217.7	11,888	217.7
297.1	150	653.0	35	217.7	11,884	217.7
297.0	150	652.8	35	217.6	11,880	217.6
296.9	150	652.6	35	217.5	11,876	217.5
296.8	150	652.4	35	217.5	11,872	217.5
296.7	150	652.1	35	217.4	11,868	217.4
296.6	150	651.9	35	217.3	11,864	217.3
296.5	150	651.7	35	217.2	11,860	217.2
296.4	150	651.5	35	217.2	11,856	217.2
296.3	150	651.3	35	217.1	11,852	217.1
296.2	150	651.0	35	217.0	11,848	217.0
296.1	150	650.8	35	216.9	11,844	216.9
296.0	150	650.6	35	216.9	11,840	216.9
295.9	150	650.4	35	216.8	11,836	216.8
295.8	150	650.2	35	216.7	11,832	216.7
295.7	150	649.9	35	216.6	11,828	216.6

CONTINUACIÓN ....

DE LA TABLA ANTERIOR CORRESPONDIENTE A LA PARTE BAJA DE SU VELOCIDAD.

wi (RPM)	wc (RPM)	Vel.prod (m/min.)	diámetro (cm.)	long. (cm.)	ni (pulsos)	long. (cm.)
15.8	150	34.7	35	11.6	632	11.6
15.7	150	34.5	35	11.5	628	11.5
15.6	150	34.3	35	11.4	624	11.4
15.5	150	34.1	35	11.4	620	11.4
15.4	150	33.8	35	11.3	616	11.3
15.3	150	33.6	35	11.2	612	11.2
15.2	150	33.4	35	11.1	608	11.1
15.1	150	33.2	35	11.1	604	11.1
15.0	150	33.0	35	11.0	600	11.0
14.9	150	32.8	35	10.9	596	10.9
14.8	150	32.5	35	10.8	592	10.8
14.7	150	32.3	35	10.8	588	10.8
14.6	150	32.1	35	10.7	584	10.7
14.5	150	31.9	35	10.6	580	10.6
14.4	150	31.7	35	10.6	576	10.6
14.3	150	31.4	35	10.5	572	10.5
14.2	150	31.2	35	10.4	568	10.4
14.1	150	31.0	35	10.3	564	10.3
14.0	150	30.8	35	10.3	560	10.3
13.9	150	30.6	35	10.2	556	10.2
13.8	150	30.3	35	10.1	552	10.1
13.7	150	30.1	35	10.0	548	10.0
13.6	150	29.9	35	10.0	544	10.0
13.5	150	29.7	35	9.9	540	9.9
13.4	150	29.5	35	9.8	536	9.8
13.3	150	29.2	35	9.7	532	9.7
13.2	150	29.0	35	9.7	528	9.7
13.1	150	28.8	35	9.6	524	9.6
13.0	150	28.6	35	9.5	520	9.5
12.9	150	28.4	35	9.5	516	9.5
12.8	150	28.1	35	9.4	512	9.4
12.7	150	27.9	35	9.3	508	9.3
12.6	150	27.7	35	9.2	504	9.2
12.5	150	27.5	35	9.2	500	9.2
12.4	150	27.3	35	9.1	496	9.1
12.3	150	27.0	35	9.0	492	9.0
12.2	150	26.8	35	8.9	488	8.9
12.1	150	26.6	35	8.9	484	8.9
12.0	150	26.4	35	8.8	480	8.8
11.9	150	26.2	35	8.7	476	8.7
11.8	150	25.9	35	8.6	472	8.6
11.7	150	25.7	35	8.6	468	8.6
11.6	150	25.5	35	8.5	464	8.5
11.5	150	25.3	35	8.4	460	8.4

**TABLA DE LA LONGITUD DE HOJA CON UNA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL RODILLO CORTADOR BAJO SU VALOR REFERENCIAL MÁXIMO MANTENIENDO LA VELOCIDAD DEL RODILLO INTRODUCOR CONSTANTE**

wi (RPM)	wc (RPM)	Vel. prod. (m/min.)	diámetro (cm.)	long. (cm.)	ni (pulsos)	long. (cm.)
300	150	659.4	35	219.8	12,000	219.8
300	149.99	659.4	35	219.8	12,001	219.8
300	149.98	659.4	35	219.8	12,002	219.8
300	149.97	659.4	35	219.8	12,002	219.8
300	149.96	659.4	35	219.9	12,003	219.9
300	149.95	659.4	35	219.9	12,004	219.9
300	149.94	659.4	35	219.9	12,005	219.9
300	149.93	659.4	35	219.9	12,006	219.9
300	149.92	659.4	35	219.9	12,006	219.9
300	149.91	659.4	35	219.9	12,007	219.9
300	149.9	659.4	35	219.9	12,008	219.9
300	149.89	659.4	35	220.0	12,009	220.0
300	149.88	659.4	35	220.0	12,010	220.0
300	149.87	659.4	35	220.0	12,010	220.0
300	149.86	659.4	35	220.0	12,011	220.0
300	149.85	659.4	35	220.0	12,012	220.0
300	149.84	659.4	35	220.0	12,013	220.0
300	149.83	659.4	35	220.0	12,014	220.0
300	149.82	659.4	35	220.1	12,014	220.1
300	149.81	659.4	35	220.1	12,015	220.1
300	149.8	659.4	35	220.1	12,016	220.1
300	149.79	659.4	35	220.1	12,017	220.1
300	149.78	659.4	35	220.1	12,018	220.1
300	149.77	659.4	35	220.1	12,018	220.1
300	149.76	659.4	35	220.2	12,019	220.2
300	149.75	659.4	35	220.2	12,020	220.2
300	149.74	659.4	35	220.2	12,021	220.2
300	149.73	659.4	35	220.2	12,022	220.2
300	149.72	659.4	35	220.2	12,022	220.2
300	149.71	659.4	35	220.2	12,023	220.2
300	149.7	659.4	35	220.2	12,024	220.2
300	149.69	659.4	35	220.3	12,025	220.3
300	149.68	659.4	35	220.3	12,026	220.3
300	149.67	659.4	35	220.3	12,026	220.3
300	149.66	659.4	35	220.3	12,027	220.3
300	149.65	659.4	35	220.3	12,028	220.3
300	149.64	659.4	35	220.3	12,029	220.3
300	149.63	659.4	35	220.3	12,030	220.3
300	149.62	659.4	35	220.4	12,030	220.4
300	149.61	659.4	35	220.4	12,031	220.4
300	149.6	659.4	35	220.4	12,032	220.4
300	149.59	659.4	35	220.4	12,033	220.4
300	149.58	659.4	35	220.4	12,034	220.4
300	149.57	659.4	35	220.4	12,034	220.4
300	149.56	659.4	35	220.4	12,035	220.4

**CONTINUACIÓN ....**

**DE LA TABLA ANTERIOR CORRESPONDIENTE A LA PARTE BAJA DE SU VELOCIDAD.**

wi (RPM)	wc (RPM)	Vel. prod. (m/min.)	diámetro (cm.)	long. (cm.)	ni (pulsos)	long. (cm.)
300	50	659.4	35	659.4	36,000	659.4
300	49.99	659.4	35	659.5	36,007	659.5
300	49.98	659.4	35	659.7	36,014	659.7
300	49.97	659.4	35	659.8	36,022	659.8
300	49.96	659.4	35	659.9	36,029	659.9
300	49.95	659.4	35	660.1	36,036	660.1
300	49.94	659.4	35	660.2	36,043	660.2
300	49.93	659.4	35	660.3	36,050	660.3
300	49.92	659.4	35	660.5	36,058	660.5
300	49.91	659.4	35	660.6	36,065	660.6
300	49.9	659.4	35	660.7	36,072	660.7
300	49.89	659.4	35	660.9	36,079	660.9
300	49.88	659.4	35	661.0	36,087	661.0
300	49.87	659.4	35	661.1	36,094	661.1
300	49.86	659.4	35	661.3	36,101	661.3
300	49.85	659.4	35	661.4	36,108	661.4
300	49.84	659.4	35	661.5	36,116	661.5
300	49.83	659.4	35	661.6	36,123	661.6
300	49.82	659.4	35	661.8	36,130	661.8
300	49.81	659.4	35	661.9	36,137	661.9
300	49.8	659.4	35	662.0	36,145	662.0
300	49.79	659.4	35	662.2	36,152	662.2
300	49.78	659.4	35	662.3	36,159	662.3
300	49.77	659.4	35	662.4	36,166	662.4
300	49.76	659.4	35	662.6	36,174	662.6
300	49.75	659.4	35	662.7	36,181	662.7
300	49.74	659.4	35	662.8	36,188	662.8
300	49.73	659.4	35	663.0	36,195	663.0
300	49.72	659.4	35	663.1	36,203	663.1
300	49.71	659.4	35	663.2	36,210	663.2
300	49.7	659.4	35	663.4	36,217	663.4
300	49.69	659.4	35	663.5	36,225	663.5
300	49.68	659.4	35	663.6	36,232	663.6
300	49.67	659.4	35	663.8	36,239	663.8
300	49.66	659.4	35	663.9	36,246	663.9
300	49.65	659.4	35	664.0	36,254	664.0
300	49.64	659.4	35	664.2	36,261	664.2
300	49.63	659.4	35	664.3	36,268	664.3
300	49.62	659.4	35	664.4	36,276	664.4
300	49.61	659.4	35	664.6	36,283	664.6
300	49.6	659.4	35	664.7	36,290	664.7
300	49.59	659.4	35	664.9	36,298	664.9
300	49.58	659.4	35	665.0	36,305	665.0
300	49.57	659.4	35	665.1	36,312	665.1

# ANEXO E

## LISTADO DEL PROGRAMA.

```

; ROGER G. PILLALAZA J.
; JUAN CARLOS ROMERO C
; TESIS: CONVERTIDORA DE PAPEL.    10 DE ABRIL DE 1996
; rutinas para manejo de display, teclado,
; incluye rutinas de operaciones matematicas.

```

```

; ASIGNACION DE ETIQUETAS A ESPACIOS DE MEMORIA EXTERNA

```

```

; SELOUT0 Esta direccion esta dividida para la escritura del dato del
; display y para la lectura del teclado

```

```

; .....
; ASIGNACION DE ETIQUETAS A MEMORIA INTERNA
; .....

```

```

; localidades de memoria de longitud contador parcial y total asi como
; ingreso del limite de hojas

```

```

LONG0      EQU 7FH      ; Longitud de la hoja
LONG1      EQU 7EH
LONG2      EQU 7DH
LONG3      EQU 7CH

```

```

CONT0      EQU 7BH      ; Contador total
CONT1      EQU 7AH      ; Se actualiza con interrupcion
CONT2      EQU 79H      ; externa 1
CONT3      EQU 78H
CONT4      EQU 77H

```

```

CONP0      EQU 76H      ; Varia las unidades
CONP1      EQU 75H      ; Varia las decenas
CONP2      EQU 74H      ; Varia las centenas

```

```

LICONP0    EQU 73H      ; Valor limite del contador parcial
LICONP1    EQU 72H      ; que se actualiza cada vez que se
LICONP2    EQU 71H      ; acaba la cuenta a empaquetarse

```

```

TEDIAM0    EQU 70H      ; DIAMETRO DEL CILINDRO
TEDIAM1    EQU 6FH      ; DIAMETRO DEL CILINDRO
TEDIAM2    EQU 6EH      ; DIAMETRO DEL CILINDRO
TEDIAM3    EQU 6DH      ; DIAMETRO DEL CILINDRO

```

```

TETIEMPO0  EQU 6CH      ; Temporizacion del
TETIEMPO1  EQU 6BH      ; Actuador

```

```

HOJAS      EQU 6AH      ; Número de Bobinas

```

```

; .....
; Localidades para las operaciones matematicas
; .....

```

```

MULT10     EQU 69H
MULT11     EQU 68H
MULT12     EQU 67H
MULT20     EQU 66H
MULT21     EQU 65H

```

RMULT0	EQU	64H
RMULT1	EQU	63H
RMULT2	EQU	62H
RMULT3	EQU	61H
RMULT4	EQU	60H
DIVISORAUX0	EQU	5FH
DIVISORAUX1	EQU	5EH
DIVISOR0	EQU	5DH
DIVISOR1	EQU	5CH
RDIV0	EQU	5BH
RDIV1	EQU	5AH

RDIV2	EQU	59H
RDIV3	EQU	58H
BCD0	EQU	57H
BCD1	EQU	56H
BCD2	EQU	55H
BCD3	EQU	54H
AUX0	EQU	53H
AUX1	EQU	52H
AUX2	EQU	51H
AUX3	EQU	50H
AUX5	EQU	4FH
AUX6	EQU	4EH
AUX7	EQU	4DH
ROT1	EQU	4CH

DEXAUX	EQU	4BH
DEX1	EQU	4AH
DECO	EQU	49H

DIS0	EQU	48H	; Localidades a mostrarse en la
DIS1	EQU	47H	; subrutina Display
DIS2	EQU	46H	;
DIS3	EQU	45H	;
DIS4	EQU	44H	;

SEGAUX1	EQU	43H
SEGAUX2	EQU	42H
HELP	EQU	41H
ACTU	EQU	40H
ACT	EQU	3FH

TECONP0	EQU	3EH	; Localidades que contienen el valor
TECONP1	EQU	3DH	; limite del contador parcial
TECONP2	EQU	3CH	; introducidos por teclado

HEXA0	EQU	3BH
HEXA1	EQU	3AH
TIEMPOAUX	EQU	39H
TIEMPO	EQU	38H
HDIAM0	EQU	37H
HDIAM1	EQU	36H

```

.....
; Banderas de interrupcion externa 0 y 1, de cambio
; de funcion de teclas,
; para inicializacio, reinicializar el timer 0,
.....

```

BEX0	BIT	01H
BEX1	BIT	02H
BEX2	BIT	03H
BEX3	BIT	04H
BEX4	BIT	05H
BEX5	BIT	06H

```

BEX6          BIT  07H
BEX7          BIT  08H
BEX8          BIT  09H
BEX9          BIT  0AH
BEX10         BIT  0BH
BEX11         BIT  0CH
BEX12         BIT  0DH
BEX13         BIT  0EH
BEXT1         BIT  10H
BEXT2         BIT  11H
BEXT3         BIT  12H
BEXT4         BIT  13H
BEXT5         BIT  14H
BEXAC         BIT  15H

```

```

;.....
; INICIO DEL PROGRAMA
;.....

```

```

ORG           0000H
AJMP          INICIO      ;Vectorizacion del programa principal

ORG           0003H
AJMP          EXINT0     ;Vectorizacion de la int. ext. 0

ORG           001BH
AJMP          DISPLAY    ;Vectorizacion del timer1

ORG           0030H

```

```

;.....
; Inicializacion del micro, seleccion de los modos de trabajo
;.....

```

INICIO:

```

MOV           SP,#023H      ; INICIALIZA EL STACK POINTER
MOV           TH0,#00H
SETB          EA
SETB          EX0
SETB          ET1
SETB          IT0          ; INT.EXT.0 POR FLANCO NEGATIVO
SETB          TR1          ; ARRANCAMOS EL T1 EN 1ms, PARA LA
                          ; SUBRUTINA DE DISPLAY

CLR           TR0
MOV           PCON,#00H     ; SMOD = 0L
MOV           TMOD,#01011011B ; TIMER COMO TIMER MODO 1 DE 16
                          ; BITS.
                          ; TIMER 0 COMO CONTADOR EN MODO 1
                          ; DE 16 BITS
CLR           BEX0          ; RESETEO BANDERA INT. EXTERNA 0
SETB          BEX1
CLR           BEX2
CLR           BEX3
CLR           BEX4
CLR           BEX5          ; BANDERA PARA LA BASE DEL TIEMPO
SETB          BEX6
CLR           BEX7
SETB          BEX8
SETB          BEX10
SETB          BEX11
SETB          BEX12
CLR           BEX13
CLR           BEXAC

```



```

CLR          P1.1          ; HABILITACION DEL TECLADO
SETB        P1.1          ; RESETEO DEL TECLADO
CLR          P1.2          ; BORRA EL PUNTO DECIMAL
MOV         DEX1,#05H      ; CAMBIO DE TECLA (TECLA 5 INICIAL)
MOV         LONG0,#00H     ; LONGITUD
MOV         LONG1,#00H
MOV         LONG2,#00H
MOV         LONG3,#00H

MOV         LICONP0,TECONP0 ; CONTADOR PARCIAL CARGADO AL
MOV         LICONP1,TECONP1 ; FINALANIZAR EL CONTADOR
                                PARCIAL
MOV         LICONP2,TECONP2

MOV         CONP0,#00H     ; CONTADOR PARCIAL QUE SE
                                ACTUALIZA
MOV         CONP1,#00H     ; CON CADA INTERRUPCION
MOV         CONP2,#00H

MOV         DECO,#03H      ; NUMERO DE DISPLAY A ENCENDERSE
MOV         AUX7,DECO
MOV         AUX6,#00H
MOV         AUX5,#DIS0
MOV         ROT1,#01H
MOV         HELP,#0AH
MOV         SEGAUX2,#00H
MOV         SEGAUX1,#00H
MOV         TIEMPOAUX,#00H

MOV         ACT,#00H
MOV         ACTU,#00H

MOV         AUX3,TEDIAM3
MOV         AUX2,TEDIAM2
MOV         AUX1,TEDIAM1
MOV         AUX0,TEDIAM0
LCALL      HEXA
MOV         HDIAM1,HEXA1
MOV         HDIAM0,HEXA0

MOV         DECO,#03H
MOV         DIS0,LICONP0
MOV         DIS1,LICONP1
MOV         DIS2,LICONP2

```

```

.....
:
PROGRAMA PRINCIPAL
:
.....

```

PROGRAMA:

```

JB          BEX1,GOTO1     ; ACTUALIZACION DEL DATO DE
                                ; LONGITUD
                                ; DE CORTE DE LA HOJA UNA VEZ QUE
                                ; SE HA COMPLETADO LA BASE DE
                                ; TIEMPO
LCALL      CALCULO
SETB      BEX1

```

GOTO1:

```

JNB        P1.0,GOTO2
LCALL      LECTURA        ; IDENTIFICA LA TECLA PRESIONADA Y
                                ; ACTUALIZA LA FUNCION DE CADA UNA

```

GOTO2:

```
JB          BEX11,SALIRSI

JB          BEXT1,CONTEC1
LCALL      CTECLA1
AJMP      SALIRSI
```

CONTEC1:

```
JB          BEXT2,CONTEC2
LCALL      CTECLA2
MOV        DEX1,#00H
AJMP      SALIRSI
```

CONTEC2:

```
JB          BEXT3,CONTEC3
LCALL      CTECLA3
MOV        DEX1,#00H
AJMP      SALIRSI
```

CONTEC3:

```
JB          BEXT4,CONTEC4
LCALL      CTECLA4
MOV        DEX1,#00H
AJMP      SALIRSI
```

CONTEC4:

```
JB          BEXT5,CONTEC5
LCALL      CTECLA5
MOV        DEX1,#00H
AJMP      SALIRSI
```

CONTEC5:

SALIRSI:

```
MOV        DECO,#03H
MOV        DIS0,CONP0
MOV        DIS1,CONP1
JNB        BEX12,CONPAT
MOV        DIS2,CONP2
```

CONPAT:

```
AJMP      PROGRAMA
```

.....  
; SUBRUTINAS GENERALES  
; .....

.....  
; RUTINA DEL CALCULO DE LA LONGITUD CON UNA DECIMA DE PRECISION  
; .....

CÁLCULO:

```
MOV        MULT12,#00H
MOV        MULT11,HDIAM1
MOV        MULT10,HDIAM0
```

```

LCALL      MULTIPLICAR
MOV        DIVISOR1,#00H
MOV        DIVISOR0,#14H
LCALL      DIVISION
MOV        AUX0,RDIV0
MOV        AUX1,RDIV1
MOV        AUX2,RDIV2
LCALL      BCDCONVERT
LCALL      SEPARAR
MOV        LONG0,AUX0
MOV        LONG1,AUX1
MOV        LONG2,AUX2
MOV        LONG3,AUX3

```

RET

```

;.....
; RUTINA PARA MULTIPLICACION DE UN NUMERO DE 3 BYTES POR
; UNO DE DOS BYTES.
; MULT12,11,10 NUMERO DE 3
; MULT21,20 NUMERO DE DOS BYTES
; RMULT4,3,2,1,0 ALMACENA LA RESPUESTA DE LA MULTIPLICACION
; R5 Y R6 SON LOS CONTADORES DE LOS LAZOS DE MULTIPLICACION
;.....

```

MULTIPLICAR:

```

PUSH      PSW
CLR       RS0
CLR       RS1
PUSH     R0
PUSH     R1
PUSH     R5
PUSH     R6

```

```

MOV       RMULT0,#00H
MOV       RMULT1,#00H
MOV       RMULT2,#00H
MOV       RMULT3,#00H
MOV       RMULT4,#00H

```

```

MOV       R0,#MULT10      ;DIRECCION DEL NUMERO 1
MOV       R1,#MULT20      ;DIRECCION DEL NUMERO 2
MOV       AUX1,#RMULT0     ;DIRECCION DEL RESULTADO
MOV       R5,#02H

```

MULTI1:

```

MOV       R6,#03H

```

MULTI2:

```

MOV       A,@R0
MOV       B,@R1
MUL      AB
PUSH     0                ;ALMACENA DIRECCION DEL
                        ;NUMERO1
CLR      C
MOV      R0,AUX1         ;CARGA EN R0 DIRECCION DEL
                        ;RESULTADO
ADD     A,@R0
MOV     @R0,A
DEC     R0                ;ALMACENA RESULTADO
                        ;INCREMENTA PUNTERO DE DIREC.
MOV     A,B
ADDC   A,@R0             ;RESULT.

```

```

MOV      @R0,A      ;ALMACENA RESULTADO
MOV      AUX1,R0    ;ALMACENA DIRECCION DE

RESULTADO
POP      0          ;RECUPERA DIRECCION DEL NUMERO 1
DEC      R0         ;INCREMENTA PUNTERO DE DIREC.
                        ;NUMERO 1

DJNZ     R6,MULTI2
INC      R0         ;RECUPERA LA DIRECCION DEL BYTE
INC      R0         ;MENOS SIGNIFICATIVO DEL
INC      R0         ;NUMERO 1
DEC      R1         ;DIRECCION DEL SIGUIENTE BYTE
                        ;NUMERO 2
INC      AUX1       ;POSICIONA EL CONTADOR DE
                        ;DIRECCION
INC      AUX1       ;RESULTADO PARA REALIZAR LAS
                        ;SUMAS.

DJNZ     R5,MULTI1
POP      R6
POP      R5
POP      R1
POP      R0
POP      PSW

```

RET

```

;.....
; SUBROUTINA DE DIVISION DE UN NUMERO DE 4 BYTES
; PARA UNO DE 2 BYTES
;
; LSB DE DIVIDENDO = RMULT0
; --B " " = RMULT1
; --B " " = RMULT2
; MSB " " = RMULT3
;
; LSB " DEL DIVISOR = DIVISOR0
; MSB " DEL DIVISOR = DIVISOR1
; --B DIVISOR TEMPORAL SIEMPRE DEBE ESTAR EN CERO = DIVISORAUX1
; --B DIVISOR TEMPORAL SIEMPRE DEBE ESTAR EN CERO = DIVISORAUX0
; EL RESULTADO DE LA DIVISION SE ALMACENA:
; RDIV3 MSB DEL RESULTADO
; RDIV2_SB DEL RESULTADO
; RDIV1_SB DEL RESULTADO
; RDIV0 LSB DEL RESULTADO
;.....

```

DIVISION:

```

PUSH     PSW
SETB     RS0        ;BANCO1
CLR      RS1
MOV      DIVISORAUX1,#0
MOV      DIVISORAUX0,#0
MOV      RDIV0,#00H
MOV      RDIV1,#00H
MOV      RDIV2,#00H
MOV      RDIV3,#00H
MOV      R1,#DIVISOR1
MOV      R0,#DIVISOR0
MOV      R5,#32     ;CONTADOR DE BITS DE OPERANDO(32)

```

DIV\_LOOP:

```

LCALL    SHIFT_D
MOV      A,DIVISORAUX0
RLC

```

```

MOV      DIVISORAUX0,A
MOV      A,DIVISORAUX1
RLC      A
MOV      DIVISORAUX1,A

;NOW TEST TO SEE IF DIVISORAUX1:0 >= R1:R0

JC       CAN_SUB
CLR      C
MOV      A,DIVISORAUX1
SUBB     A,@R1
JC       CANT_SUB
JNZ      CAN_SUB
CLR      C
MOV      A,DIVISORAUX0
SUBB     A,@R0
JC       CANT_SUB

CAN_SUB:
CLR      C
MOV      A,DIVISORAUX0
SUBB     A,@R0
MOV      DIVISORAUX0,A
MOV      A,DIVISORAUX1
SUBB     A,@R1
MOV      DIVISORAUX1,A
SETB     C
LJMP     QUOT

CANT_SUB:
CLR      C

QUOT:
LCALL    SHIFT_Q
DJNZ     R5,DIV_LOOP
POP      PSW
RET

; *****
SHIFT_D:
CLR      C
MOV      A,RMULT0
RLC      A
MOV      RMULT0,A
MOV      A,RMULT1
RLC      A
MOV      RMULT1,A
MOV      A,RMULT2
RLC      A
MOV      RMULT2,A
MOV      A,RMULT3
RLC      A
MOV      RMULT3,A
RET

; *****
SHIFT_Q:
MOV      A,RDIV0
RLC      A
MOV      RDIV0,A
MOV      A,RDIV1

```

```

RLC          A
MOV          RDIV1,A
MOV          A,RDIV2
RLC          A
MOV          RDIV2,A
MOV          A,RDIV3
RLC          A
MOV          RDIV3,A
RET

```

```

;.....
; RUTINA PARA TRANSFORMAR UN NUMERO DE TRES BYTES BINARIOS A SU
; EQUIVALENTE BCD QUE SE ENCUENTRA EN AUX2,1,0
; EL RESULTADO SE ALMACENA EN LAS LOCALIDADES:
; BCD3, BCD2, BCD1, BCD0
;.....

```

BCDCONVERT:

```

; Trabaja con el banco 1 de registros, por lo tanto
; el banco 0 no se altera.

```

```

PUSH        ACC
PUSH        PSW
SETB        RS0          ;CAMBIO BANCO 1
CLR         RS1
MOV         BCD0,#00H    ; INICIALIZA EN CERO LAS
MOV         BCD1,#00H    ;LOCALIDADES DONDE SE GUARDA EL
MOV         BCD2,#00H    ;NUMERO EN BCD
MOV         BCD3,#00H
MOV         DPTR,#TABLABCD ;DIRECCION DE TABLA DE
                        ;TRANSFORMACION
MOV         R2,#96      ;CONTADOR DE DATOS PARA
                        ;CONVERSION
MOV         A,AUX2      ;BYTE MAS SIGNIFICATIVO

```

BCDCONV1:

```

MOV         R3,#08H
CLR         C

```

BCDCONV2:

```

RLC         A            ;ROTA CIÓN A LA IZQ. CON CARRY
PUSH        ACC
JC          BCDCONV3
PUSH        0AH
MOV         R2,#03H      ;LSB DE DATO 00H
MOV         R0,#BCD0
MOV         R4,#04H      ;NUMERO DE BYTES EN BCD
LCALL       SUMBCD
POP         0AH
DEC         R2
DEC         R2
DEC         R2
DEC         R2
LJMP       BCDCONV4

```

BCDCONV3:

```

MOV         R0,#BCD0
MOV         R4,#04H
LCALL       SUMBCD

```

BCDCONV4:

```
POP          ACC
DJNZ        R3,BCDCONV2
MOV         A,AUX1
CJNE       R2,#32,BCDCONV5
MOV         A,AUX0
```

BCDCONV5:

```
CJNE       R2,#00H,BCDCONV1
CLR        RS0          ;REGRESO AL BANCO 0
POP        PSW
POP        ACC
RET
```

SUMBCD:

```
CLR        C
```

SUMBCD1:

```
MOV        A,R2
MOVC      A,@A+DPTR
ADDC      A,@R0
DA        A
MOV        @R0,A
DEC       R0
DEC       R2
DJNZ     R4,SUMBCD1
RET
```

TABLABCD:

```
DB          00H,00H,00H,00H,01H,00H,00H,00H,02H,00H,00H,00H,04H
DB          00H,00H,00H,08H,00H,00H,00H,16H,00H,00H,00H,32H
DB          00H,00H,00H,64H,00H,00H,01H,28H,00H,00H,02H,56H
DB          00H,00H,05H,12H,00H,00H,10H,24H,00H,00H,20H,48H
DB          00H,00H,40H,96H,00H,00H,81H,92H,00H,01H,63H,84H
DB          00H,03H,27H,68H,00H,06H,55H,36H,00H,13H,10H,72H
DB          00H,26H,21H,44H,00H,52H,42H,88H,01H,04H,85H,76H
DB          02H,09H,71H,52H,04H,19H,43H,04H,08H,38H,86H,08H
```

```
.....
;
;          FIN RUTINA BCDCONVERT
;
;.....
; RUTINA PARA SEPARAR UN NUMERO DE DOS BCD0 Y BCD1 BYTES BINARIOS
; A SU EQUIVALENTE EN CUATRO BYTES QUE SE ALMACENAN EN LAS
; LOCALIDADES:
; AUX3, AUX2, AUX1, AUX0
;.....
```

SEPARAR:

```
MOV        A,BCD1
ANL       A,#0F0H
SWAP     A
MOV       AUX0,A
MOV       A,BCD2
ANL       A,#0FH
MOV       AUX1,A
MOV       A,BCD2
ANL       A,#0F0H
SWAP     A
```

```

MOV     AUX2,A
MOV     A,BCD3
ANL     A,#0FH
MOV     AUX3,A

```

```
RET
```

```

;.....
; SUBROUTINA DE LECTURA DE LA TECLA PRESIONADA CON
; SU RESPECTIVO RETARDO AL INICIO Y AL FINAL DE LA
; DECODIFICACION DE LA TECLA
;.....

```

```
LECTURA:
```

```

PUSH    ACC
PUSH    PSW
CLR     RS0           ;LECTURA DE LA TECLA EN LA PARTE
CLR     RS1           ;ESTABLE ( RETARDO DE 25mS AL

MOV     R5,#00H
MOV     R3,#00H
MOV     R7,#0FFH
MOV     R6,#0FFH

```

```
LOC1:
```

```

MOV     R2,#0FFH
DJNZ    R2,$
INC     R3
CJNE   R3,#045H,LOC1
LCALL   TECLA         ;LLAMADO A SUBROUTINA DE TECLADO

```

```
LOC2:
```

```

MOV     R4,#0FFH
DJNZ    R4,$
INC     R5
CJNE   R5,#045H,LOC2 ;
CLR     P1.1         ;HABILITACION DEL TECLADO
SETB   P1.1
POP     PSW
POP     ACC
RET

```

```

;.....
; DETERMINA QUE TECLA FUE PRESIONADA, NO INCLUYE LA OPCION
; DE COMBINACIONES DE TECLAS, PERO SE LO PUEDE HACER
; GUARDA EL DATO EN DEX1, LA PRIMERA DE LA IZQUIERDA
; ES LA TECLA 1, 2, 3, 4, 5, HACIA LA DERECHA
;.....

```

```
TECLA:
```

```

MOV     A,#00H
MOV     DPTR,#0000H
MOVX   A,@DPTR       ;LEO LOS PULSANTES
ANL     A,#00011111B ;LECTURA DE LAS 5 TECLAS
MOV     DPTR,#TABTECLA
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     DEX1,A
JB     BEX13,TECLAIN7

```



TECLAIN1:

CJNE	A,#01H,TECLAIN2
CLR	P1.2
CLR	BEXT1
SETB	BEXT2
SETB	BEXT3
SETB	BEXT4
SETB	BEXT5
AJMP	SALIRIN

TECLAIN2:

CJNE	A,#02H,TECLAIN3
CLR	P1.2
SETB	BEXT1
CLR	BEXT2
SETB	BEXT3
SETB	BEXT4
SETB	BEXT5
MOV	DEX1,#00H
AJMP	SALIRIN

TECLAIN3:

CJNE	A,#03H,TECLAIN4
SETB	P1.2
SETB	BEXT1
SETB	BEXT2
CLR	BEXT3
SETB	BEXT4
SETB	BEXT5
MOV	DEX1,#00H
AJMP	SALIRIN

TECLAIN4:

CJNE	A,#04H,TECLAIN5
CLR	P1.2
SETB	BEXT1
SETB	BEXT2
SETB	BEXT3
CLR	BEXT4
SETB	BEXT5
MOV	DEX1,#00H
AJMP	SALIRIN

TECLAIN5:

CJNE	A,#05H,TECLAIN6
CLR	P1.2
SETB	BEXT1
SETB	BEXT2
SETB	BEXT3
SETB	BEXT4
CLR	BEXT5
MOV	DEX1,#00H
AJMP	SALIRIN

TECLAIN6:

CJNE	A,#06H,TECLAIN7
CLR	P1.2
SETB	BEXT1
SETB	BEXT2

```

SETB      BEXT3
SETB      BEXT4
CLR       BEXT5
MOV       DEX1,#00H

```

SALIRIN:

```

SETB      BEX13
CLR       BEX11
CLR       BEX12

```

TECLAIN7:  
RET

```

;.....
; TABTECLA:
;
; '0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
; '0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5
DB        00H,01H,02H,00H,03H,00H,00H,00H,04H,00H,00H,06H,00H,00H,00H
DB        05H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
DB        00H

```

```

;.....
; RUTINA DEL PRIMER CAMBIO DE FUNCION CON LA TECLA T1
; SE MUESTRA LA SIGUIENTE INFORMACION:
; T1 SE VISUALIZA LA LONGITUD DE LAS HOJAS CORTADAS
; T2 SE VISUALIZA EL CONTADOR TOTAL
; T3 NO TIENE FUNCION
; T4 NO TIENE FUNCION
; T5 SE VISUALIZA EL CONTADOR PARCIAL Y SE DEVUELVE EL ESTADO ,
; ORIGINAL AL TECLADO
;.....

```

CTECLA1:

```

MOV       A,DEX1

```

TECLA11:

```

CJNE     A,#01H,TECLA12 ; VISUALIZA LA LONGITUD DE LA HOJA
SETB     P1.2           ; EN CUATRO DISPLAY Y CON EL PUNTO
                        ; DECIMAL

MOV      DECO,#04H
MOV      DIS0,LONG0
MOV      DIS1,LONG1
MOV      DIS2,LONG2
MOV      DIS3,LONG3
MOV      DEXAUX,DEX1
AJMP     SALIRT1

```

TECLA12:

```

CJNE     A,#02H,TECLA13 ; VISUALIZA EL NUMERO TOTAL DE
                        ; HOJAS
CLR      P1.2           ; CORTADAS

MOV      DECO,#05H
MOV      DIS0,CONT0
MOV      DIS1,CONT1
MOV      DIS2,CONT2
MOV      DIS3,CONT3
MOV      DIS4,CONT4
MOV      DEXAUX,DEX1

```

```

    AJMP          SALIRT1

TECLA13:
    CJNE         A,#03H,TECLA14 ; PONE EN CERO A TODO EL
                                ; CONTADOR
    CLR          P1.2           ; PARCIAL Y SALE DEL MODO 1 DE
    MOV          DECO,#03H      ; TRABAJO
    MOV          CONP0,#00H
    MOV          CONP1,#00H
    MOV          CONP2,#00H
    CLR          BEX13
    SETB        BEX11
    SETB        BEX12
    AJMP        SALIRT1

TECLA14:
    CJNE         A,#04H,TECLA15 ;
    MOV          DEX1,DEXAUX
    AJMP        SALIRT1

TECLA15:
    CJNE         A,#05H,TECLA16 ; FUNCION INICIAL DEL TECLADO
    CLR          P1.2
    CLR          BEX13
    SETB        BEX11
    SETB        BEX12
    AJMP        SALIRT1

TECLA16:
    CJNE         A,#06H,TECLA17 ; PONE EN CERO A TODO EL
CONTADOR
    CLR          P1.2           ; TOTAL Y SALE DEL MODO 1 DE
    MOV          DECO,#05H      ; TRABAJO
    MOV          CONT0,#00H
    MOV          CONT1,#00H
    MOV          CONT2,#00H
    MOV          CONT3,#00H
    MOV          CONT4,#00H
    CLR          BEX13
    SETB        BEX11
    SETB        BEX12
    AJMP        SALIRT1

TECLA17:
SALIRT1:
    RET

```

```

.....
;
; RUTINA DE CAMBIO DE FUNCION CON LA TECLA T2
; SE PUEDE CAMBIAR LA INFORMACION DEL TIEMPO DEL ACTUADOR Y EL
; NUMURO
; DE BOBIAS A SER CORTADAS:
; T1 SE INCREMENTA LAS DECENAS DEL TIEMPO DE ACTIVACION DEL
; ACTUADOR
; T2 SE INCREMENTA LAS UNIDADES DEL TIEMPO DE ACTIVACION DEL
; ACTUADOR
; T3 SE INCREMENTA EL NUMERO DE BOBINAS A SER CORTADAS
; T4 NO TIENE FUNCION
; T5 SE VISUALIZA EL CONTADOR PARCIAL Y SE DEVUELVE EL ESTADO
; ORIGINAL
; AL TECLADO
;
.....

```

CTECLA2:

```

MOV          A,DEX1

```

TECLA21:

```

CJNE        A,#01H,TECLA22
INC         TETIEMPO1
MOV        A,TETIEMPO1
CJNE        A,#0AH,SALIRT2
MOV        TETIEMPO1,#00H
LJMP       SALIRT2

```

TECLA22:

```

CJNE        A,#02H,TECLA23
INC         TETIEMPO0
MOV        A,TETIEMPO0
CJNE        A,#0AH,SALIRT2
MOV        TETIEMPO0,#00H
LJMP       SALIRT2

```

TECLA23:

```

CJNE        A,#03H,TECLA24 ;
INC         HOJAS
MOV        A,HOJAS
CJNE        A,#0AH,SALIRT2
MOV        HOJAS,#00H
AJMP      SALIRT2

```

TECLA24:

```

CJNE        A,#04H,TECLA25 ;
MOV        DEX1,#09H
AJMP      SALIRT2

```

TECLA25:

```

CJNE        A,#05H,TECLA26 ;
CLR        BEX13
SETB       BEX11
SETB       BEX12
MOV        AUX3,#00H
MOV        AUX2,#00H
MOV        AUX1,TETIEMPO1
MOV        AUX0,TETIEMPO0
LCALL     HEXA
MOV        TIEMPO,HEXA0

```

TECLA26:

SALIRT2:

```
MOV          DECO,#04H
MOV          DIS3,TETIEMPO1
MOV          DIS2,TETIEMPO0
MOV          DIS1,#0FH
MOV          DIS0,HOJAS
RET
```

```
.....
;
; RUTINA DE CAMBIO DE FUNCION CON LA TECLA T3
; SE PUEDE CAMBIAR LA INFORMACION DEL DIAMETRO DEL CILINDRO
; INTRODUCOR DADO EN CENTIMETROS, HASTA LLEGAR A UN VALOR DE
; 999.9 CENTIMETROS:
; T1 SE INCREMENTA LAS CENTENAS DEL DIAMETRO DEL CILINDOR
; INTRODUCOR
; T2 SE INCREMENTA LAS DECENAS DEL DIAMETRO DEL CILINDOR
; INTRODUCOR
; T3 SE INCREMENTA LAS UNIDADES DEL DIAMETRO DEL CILINDOR
; INTRODUCOR
; T4 SE INCREMENTA LAS DECIMAS DEL DIAMETRO DEL CILINDOR
; INTRODUCOR
; T5 SE VISUALIZA EL CONTADOR PARCIAL Y SE DEVUELVE EL ESTADO
; ORIGINAL AL TECLADO
;
;.....
```

CTECLA3:

```
MOV          A,DEX1
```

TECLA31:

```
CJNE         A,#01H,TECLA32
INC          TEDIAM3
MOV          A,TEDIAM3
CJNE         A,#0AH,SALIRT3
MOV          TEDIAM3,#00H
LJMP        SALIRT3
```

TECLA32:

```
CJNE         A,#02H,TECLA33
INC          TEDIAM2
MOV          A,TEDIAM2
CJNE         A,#0AH,SALIRT3
MOV          TEDIAM2,#00H
LJMP        SALIRT3
```

TECLA33:

```
CJNE         A,#03H,TECLA34 ;
INC          TEDIAM1
MOV          A,TEDIAM1
CJNE         A,#0AH,SALIRT3
MOV          TEDIAM1,#00H
LJMP        SALIRT3
```

TECLA34:

```
CJNE      A,#04H,TECLA35 ;
INC       TEDIAM0
MOV       A,TEDIAM0
CJNE     A,#0AH,SALIRT3
MOV       TEDIAM0,#00H
LJMP     SALIRT3
```

TECLA35:

```
CJNE     A,#05H,TECLA36 ;
CLR       P1.2
CLR       BEX13
SETB     BEX11
SETB     BEX12
MOV       AUX3,TEDIAM3
MOV       AUX2,TEDIAM2
MOV       AUX1,TEDIAM1
MOV       AUX0,TEDIAM0
LCALL    HEXA
MOV       HDIAM1,HEXA1
MOV       HDIAM0,HEXA0
```

TECLA36:

SALIRT3:

```
MOV       DECO,#04H
MOV       DIS3,TEDIAM3
MOV       DIS2,TEDIAM2
MOV       DIS1,TEDIAM1
MOV       DIS0,TEDIAM0
```

RET

```
.....
;
; RUTINA DE CAMBIO DE FUNCION CON LA TECLA T4
; SE PUEDE CAMBIAR LA INFORMACION DEL VALOR LIMITE DEL
; EMPAQUETAMIENTO
; DEL NUMERO DE HOJAS CORTADAS:
; T1 SE INCREMENTA LAS CENTENAS EN EL CONTADOR PARCIAL
; T2 SE INCREMENTA LAS DECENAS EN EL CONTADOR PARCIAL
; T3 SE INCREMENTA LAS UNIDADES EN EL CONTADOR PARCIAL
; T4 NO TIENE FUNCION
; T5 SE VISUALIZA EL CONTADOR PARCIAL Y SE DEVUELVE EL ESTADO
; ORIGINAL
; AL TECLADO
;
;.....
```

CTECLA4:

```
MOV       A,DEX1
```

TECLA41:

```
CJNE     A,#01H,TECLA42
INC       TECONP2
MOV       A,TECONP2
CJNE     A,#0AH,SALIRT4
MOV       TECONP2,#00H
LJMP     SALIRT4
```

TECLA42:

```

CJNE    A,#02H,TECLA43
INC     TECONP1
MOV     A,TECONP1
CJNE    A,#0AH,SALIRT4
MOV     TECONP1,#00H
LJMP    SALIRT4

```

TECLA43:

```

CJNE    A,#03H,TECLA44 ;
INC     TECONP0
MOV     A,TECONP0
CJNE    A,#0AH,SALIRT4
MOV     TECONP0,#00H
LJMP    SALIRT4

```

TECLA44:

```

CJNE    A,#04H,TECLA45 ;
MOV     DEX1,#09H
LJMP    SALIRT4

```

TECLA45:

```

CJNE    A,#05H,TECLA46 ;
CLR     BEX13
SETB    BEX11
SETB    BEX12

```

TECLA46:  
SALIRT4:

```

MOV     DECO,#03H
MOV     DIS2,TECONP2
MOV     DIS1,TECONP1
MOV     DIS0,TECONP0

RET

```

```

; .....
; RUTINA DE CAMBIO DE FUNCION CON LA TECLA T5
; SE PUEDE CAMBIAR LA INFORMACION DEL VALOR LIMITE DEL
; EMPAQUETAMIENTO
; DEL NUMERO DE HOJAS CORTADAS:
; .....
;

```

CTECLA5:

```

CLR     BEX13
SETB    BEX11
SETB    BEX12

```

RET

```

; .....
; SUBROUTINA DE CONVERSION DE DECIMAL A HEXADECIMAL
; CARGA EN LAS LOCALIDADES AUX0, AUX1, AUX2, AUX3
; .....
;

```

HEXA:

```

MOV     A,AUX1
MOV     B,#0AH

```

```

MUL      AB
ADD      A,AUX0
MOV      HEXA0,A
MOV      A,AUX2
MOV      B,#64H
MUL      AB
ADDC     A,HEXA0
JNC      GOTO
INC      B

```

GOTO:

```

MOV      HEXA1,B
MOV      HEXA0,A
MOV      A,#0E8H
MOV      B,AUX3
MUL      AB
CLR      C
ADD      A,HEXA0
MOV      HEXA0,A
MOV      A,B
ADDC     A,HEXA1
MOV      HEXA1,A
MOV      A,#03H
MOV      B,AUX3
MUL      AB
CLR      C
ADD      A,HEXA1
MOV      HEXA1,A
RET

```

```

.....
;
;  RUTINA DE ATENCIÒN A LA INTERRUPCIÒN EXTERNA 0
;
.....

```

EXINT0:

```

JB       BEX5,COLAP
MOV      TH1,#00H
MOV      TL1,#00H

```

COLAP:

```

CLR      EX0          ;ACTUALIZACION DE DATOS DEL
                    ;PRIMER SENSOR ( W DE LA
                    ;CORTADORA)

SETB     BEX0
PUSH     ACC

PUSH     DPL
PUSH     DPH
PUSH     PSW
CLR      RS0          ; CAMBIAMOS AL BANCO 2
SETB     RS1
LCALL    ACTUAL
LCALL    CONTOTAL
LCALL    CONPARCIAL
POP      PSW
POP      DPH

POP      DPL
POP      ACC
SETB     EX0
RETI

```



.....  
 : ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE PULSOS  
 : .....

ACTUAL:

```

SETB      BEX5
SETB      BEX1
CLR       BEX6
MOV       R0,ACT
INC       R0
CJNE     R0,#06H,SALEX ; PRUEBA DE 5 INTERRUPCIONES
MOV       R0,#00H
CLR       BEX5
CLR       BEX1
MOV       MULT21,TH1 ;CARGA EL VALOR ACUMULADO DEL
;TH1
MOV       MULT20,TL1 ;CARGA EL VALOR ACUMULADO DEL
;TL1
CLR       BEX1
MOV       TH1,#00H ;UNA VEZ COMPLETADA LA BASE DE
;TIEMPO
MOV       TL1,#00H ;SE INICIALIZA EL TIMER 0
  
```

SALEX:

```

MOV       ACT,R0
RET
  
```

CONTOTAL:

```

MOV       R2,CONT0
MOV       R3,CONT1
MOV       R4,CONT2
MOV       R5,CONT3
MOV       R6,CONT4
MOV       R7,HELP
  
```

CONTINUARI:

```

INC       R1 ;COMPARA EL VALOR DEL # BOBINAS
INC       R2
DJNZ     R7,NOMBRE
MOV       R2,#00H
INC       R3
MOV       R7,#0AH
CJNE     R3,#0AH,NOMBRE
MOV       R3,#00H
INC       R4
CJNE     R4,#0AH,NOMBRE
MOV       R4,#00H
INC       R5
CJNE     R5,#0AH,NOMBRE
MOV       R5,#00H
INC       R6
CJNE     R6,#0AH,NOMBRE
MOV       R6,#00H
  
```

NOMBRE:

```

MOV       A,R1
CJNE     A,HOJAS,CONTINUARI
MOV       R1,#00H
  
```

```

MOV      CONT0,R2
MOV      CONT1,R3
MOV      CONT2,R4
MOV      CONT3,R5
MOV      CONT4,R6
MOV      HELP,R7
RET

```

CONPARCIAL:

```

PUSH     PSW
CLR      RS0
CLR      RS1
MOV      R1,ACTU
MOV      R2,CONP0
MOV      R3,CONP1
MOV      R4,CONP2

```

CONT55:

```

INC      R1
INC      R2
CJNE    R2,#0AH,SALTO55
MOV      R2,#00H
INC      R3
CJNE    R3,#0AH,SALTO55
MOV      R3,#00H
INC      R4
CJNE    R4,#0AH,SALTO55
MOV      R4,#00H

```

SALTO55:

```

MOV      A,LICONP2
CJNE    A,R4,DAN1
MOV      A,LICONP1
CJNE    A,R3,DAN1
MOV      A,LICONP0
CJNE    A,R2,DAN1
MOV      R2,#00H
MOV      R3,#00H
MOV      R4,#00H
MOV      R1,#00H
MOV      LICONP0,TECONP0      ; CONTADOR PARCIAL CARGADO
                                ; AL FINALANIZAR CONTADOR
MOV      LICONP1,TECONP1
MOV      LICONP2,TECONP2      ; PARCIAL

MOV      A,TIEMPO
CJNE    A,#00H,DAN2          ; SI EL TIEMPO DEL ACTUADOR = 0
SETB    P1.3                  ; NO SE ACTIVA EL ACTUADOR
LJMP    DAN3

```

DAN2:

```

CLR      P1.3                  ; ENCIENDE AL ACTUADOR

```

DAN3:

```

CLR      BEX8
CLR      BEX10
SETB    BEXAC
LJMP    FECHA

```

DAN1:

```

MOV      A,R1
CJNE    A,HOJAS,CONT55
MOV      R1,#00H

```

FECHA:

```

MOV      ACTU,R1
MOV      CONP0,R2
MOV      CONP1,R3
MOV      CONP2,R4
POP      PSW

```

RET

```

;.....
; RUTINA DE INTERRUPCION DEL TIMER 1
; BARRIDO DE DISPLAY DE DERECHA A IZQUIERDA
; DIS0, DIS1, DIS2, DIS3, DIS4
;.....

```

DISPLAY:

```

PUSH     ACC
PUSH     DPL
PUSH     DPH
PUSH     PSW
SETB     RS0           ; TRABAJAMOS EN EL BANCO 3
SETB     RS1
CLR      TR1
MOV      A,#00H
MOV      DPTR,#0000H
MOVX     @DPTR,A       ; PRODUCE LA ZONA MUERTA
; APAGANDO LOS TRANS. DE SALIDA
JB       BEX10,SELEX1  ; SE RESETEA LA BANDERA CUANDO
LCALL    T1SEGS       ; EMPIEZA LA TEMPORACION DEL

```

SELEX1: ; ACTUADOR

```

JNB      BEX10,SELEX2
MOV      R2,#0FH
DJNZ    R2,$

```

SELEX2:

```

MOV      R0,AUX5
MOV      A,@R0
ANL     A,#0FH
MOV      DPTR,#2000H   ; DATO A MOSTRARSE
MOVX     @DPTR,A
DEC      R0
MOV      AUX5,R0
MOV      R7,AUX6
INC      R7
MOV      AUX6,R7
MOV      A,ROT1
MOV      DPTR,#0000H
MOVX     @DPTR,A
RL       A
MOV      ROT1,A
MOV      A,AUX6
CJNE    A,AUX7,TERMIN
MOV      ROT1,#01H
MOV      AUX5,#DIS0
MOV      AUX6,#00H
MOV      AUX7,DECO

```

TERMIN:

```
MOV      TH0,#00H
POP      PSW
POP      DPH
POP      DPL
POP      ACC
SETB     TR1
CLR      TF1
RETI
```

.....  
; RUTINA DE TIEMPO DE 250 MILISEGUNDOS  
; Y DESACTIVACION DEL ACTUADOR  
.....

T1SEGS:

```
MOV      R2,SEGAUX2
MOV      R1,SEGAUX1
INC      R1
CJNE     R1,#0FEH,SELEX3
MOV      R1,#00H
INC      R2
CJNE     R2,#07H,SELEX3
MOV      R2,#00H
MOV      R1,#00H
; DESACTIVACION DEL ACTUADOR
```

```
MOV      R7,TIEMPOAUX ; CONTABILIZA SEGUNDOS
COMPLETOS
INC      R7 ; EN TIEMPO REAL
```

```
MOV      A,TIEMPO
CJNE     A,#00H,HOME
SETB     P1.3
MOV      R7,#00H
AJMP     SELEXA
```

HOME:

```
MOV      A,R7
CJNE     A,TIEMPO,SELEXA ; COMPLETA LA TEMPORIZACION SE
SETB     P1.3 ; DESABILITA AL ACTUADOR
MOV      R7,#00H
SETB     BEX8
SETB     BEX10
CLR      BEXAC
```

SELEXA:

```
MOV      TIEMPOAUX,R7 ; FIN DE APAGADO DE ACTUADOR
```

SELEX3:

```
MOV      SEGAUX1,R1
MOV      SEGAUX2,R2
RET
```

END

.....  
.....

# ANEXO F

MANUAL DEL USUARIO

## MANUAL DEL USUARIO

### 1. UBICACIÓN DE LOS SENSORES Y DEL EQUIPO.

- Asegurarse de que el sensor de una perforación se halle directamente acoplado y alineado con el eje del rodillo cortador, así como también que su caja esté firmemente sujeta a la parte fija de la máquina.

- Asegurarse de que el sensor de varias perforaciones se halle acoplado con el eje del rodillo introductor a través de un sistema de poleas y bandas que tengan una relación de 12 a 1. Este sistemas, al igual que la caja del sensor deberán estar ubicados antes del reductor de velocidad del rodillo introductor y firmemente sujetos a la parte fija de la máquina.

- Asegurarse de que el módulo medidor-contador sea fijado en un lugar seco, a temperatura ambiente y en lo posible alejado de toda fuente de interferencia electromagnética.

### 2. CONEXIONES NECESARIAS

- Conectar el cable del sensor introductor proveniente del equipo medidor-contador al terminal ubicado

en la parte lateral de la caja del sensor, asegurándose de que su disco de lectura sea el que contiene varias perforaciones.

- Conectar el cable del sensor cortador proveniente del equipo medidor-contador al terminal ubicado en la parte lateral de la caja del sensor, asegurándose de que su disco de lectura sea el que tiene una sola perforación.

- Conectar el equipo insertador de cintas en el terminal de salida del actuador.

- Conectar el cable de alimentación del equipo medidor-contador, a un voltaje de 120 Vac, 60 Hz.

### 3. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

- Con la máquina convertidora de papel sin movimiento en los rodillos, encender el equipo por medio del interruptor de alimentación ubicado en la parte frontal del mismo. Esto es debido a que la primera vez que es inicializado el equipo, sus parámetros de funcionamiento tienen un valor de cero, y al no ser inicializados previamente tienden a que el microcontrolador se salga de programa.

- Proceder a introducir por teclado los siguientes datos:

- Límite del contador parcial. (Modo 4)
- Temporización del actuador. (Modo 2)
- Número de bobinas. (Modo 2)
- Parámetro de ajuste en mm. (Modo 3)

Para el ingreso de estos parámetros se debe seguir el siguiente procedimiento:

Para ingresar el valor límite del contador parcial, se deberá presionar la tecla T4 (Modo 4), permitiéndose visualizar el encendido de tres dígitos, que podrán ser modificados así: dígito de las centenas con la tecla T1, dígito de las decenas con la tecla T2 y dígito de las unidades con la tecla T3. Luego, para almacenar en memoria los datos intrioducidos, presionar la tecla T5.

Para ingresar el tiempo de temporización del actuador y el número de bobinas, se deberá presionar la tecla T2 (MODO 2), permitiéndose visualizar el encendido de tres dígitos en bloques de dos y de uno separados por un espacio en blanco. Estos bloques podrán ser modificados al presionar la tecla T1, para el cambio de las decenas y T2, para el cambio de las unidades de la temporización. La tecla T3, permitirá cambiar el número de bobinas desde 0 hasta 9. Luego presionar la tecla T5.



Para ingresar el valor del parámetro de ajuste (aproximadamente igual al diámetro del rodillo introductor en mm.), se deberá presionar la tecla T3 (Modo 3), permitiéndose visualizar el encendido de cuatro dígitos, que podrán ser modificados así: dígito de las centenas con la tecla T1, dígito de las decenas con la tecla T2, dígito de las unidades con la tecla T3 y dígito de las décimas con la tecla T4. Luego presionar la tecla T5.

*Nota.* El ingreso de estos parámetros no tiene orden especificado, sin embargo se sugiere seguir el procedimiento expuesto anteriormente.

- Iniciar el proceso de corte de papel y a continuación presionar la tecla T1 (Modo 1), para visualizar la longitud de las hojas cortadas.

- Calibrar el equipo de acuerdo a la longitud obtenida mediante calibración manual, variando el parámetro de ajuste hasta conseguir este valor. Esta calibración se sugiere realizarla a una velocidad aproximada de 70 RPM, para tener un tiempo de actualización de datos de 4 s.

- Para mantenimiento del equipo, el manual del usuario incluye, Un diagrama de ubicación de las tarjetas electrónicas, la distribución eléctrica del sistema con su tabla de terminales y los planos electrónicos de las mismas. Para visualizar el completo funcionamiento del teclado se utilizará la siguiente tabla.

Función Secundaria									
Función Princip.	MODO 1	MODO 2	MODO 3	MODO 4	Tecla 1	Tecla 2	Tecla 3	Tecla 4	Teclas 3y4
Tecla 1	X				Longitud de Hojas.	Contador Total.	Enceramiento C. Parcial.	-----	Enceramiento C. Total.
Tecla 2		X			Ingreso de las decenas del tiempo de activado del actuador. (*)	Ingreso de las unidades del tiempo de activado del actuador. (*)	Ingreso del número de bobinas de papel a ser cortadas.	-----	-----
Tecla 3			X		Incremento de las centenas del diámetro. (**)	Incremento de las decenas del diámetro. (**)	Incremento de las unidades del diámetro. (**)	Incremento de las décimas del diámetro. (**)	-----
Tecla 4				X	Incremento de las centenas del contador parcial.	Incremento de las decenas del contador parcial.	Incremento de las unidades del contador parcial.	-----	-----

**Tabla No- 1. Modos de ejecución del teclado.**

TECLA 5. Para abandonar el Modo de trabajo en uso, y visualizar el incremento del C.Parcial

(\*) Valor dado en segundos.

(\*\*) Valor dado en milímetros.

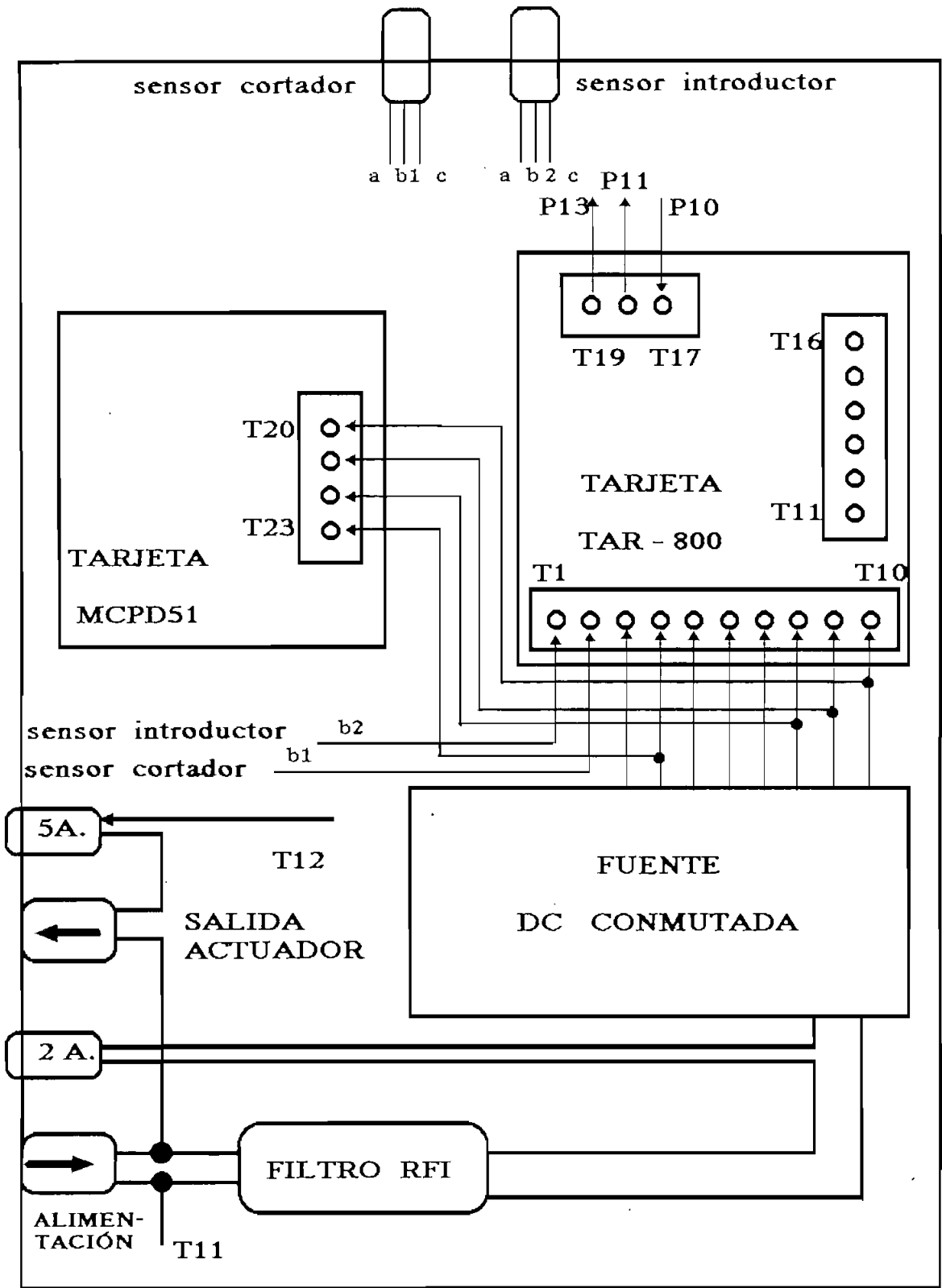


Diagrama de ubicación de las tarjetas electrónicas y distribución eléctrica del sistema.

**TERMINAL****ESPECIFICACIÓN**

T1	Entrada de la señal del sensor inductor.
T2	Entrada de la señal del sensor cortador.
T3	Gnd
T4	Gnd
T5	Gnd
T6	Salida de +5Vdc, 3A.
T7	Salida de +5Vdc, 3A.
T8	Salida de +5Vdc, 3A.
T9	Salida de -12Vdc, 0.5A.
T10	Salida de +12Vdc, 1A.
T11	Entrada de la fase de la línea.
T12	Salida de la fase de la línea.
T13	Deshabilita.
T14	Deshabilita.
T15	Deshabilita.
T16	Deshabilita.
T17	Señal a llamado de atención del teclado.
T18	Señal de reset del teclado.
T19	Señal de activado del punto decimal.

Salidas y entradas de la tarjeta TAR-800.

**TERMINAL****ESPECIFICACIÓN**

T20	Entrada de -12Vdc.
T21	Entrada de +12Vdc.
T22	Entrada de +5Vdc.
T23	Gnd

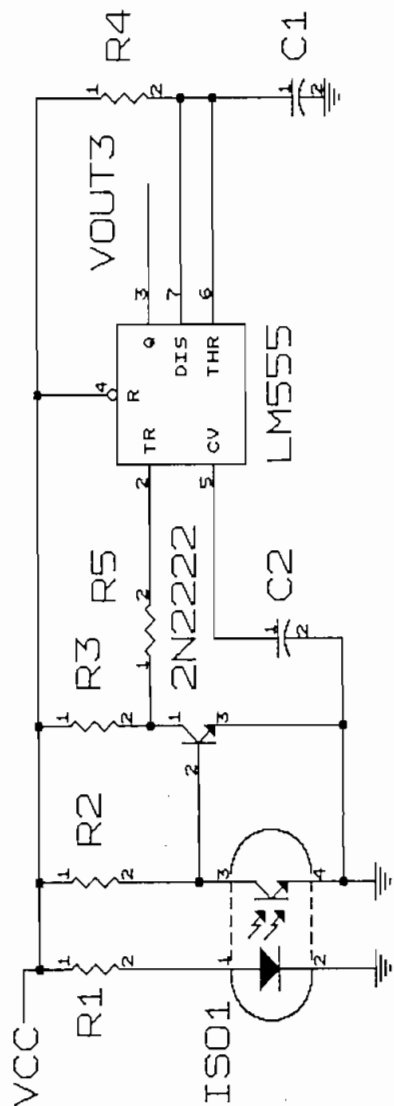
Entradas de polarización de la tarjeta MCPD51.

**TERMINAL****ESPECIFICACIÓN**

a (rojo)	Entrada de alimentación del sensor. +12Vdc.
b1,2 (café)	Señal proveniente del sensor.
c (blanco)	GND.

Entradas de los sensores referida al diagrama de ubicación de las tarjetas y de distribución eléctrica del sistema.

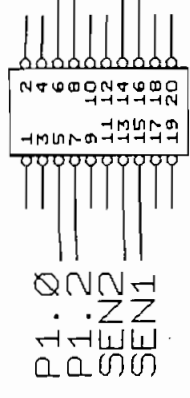
PLANOS  
DEL EQUIPO



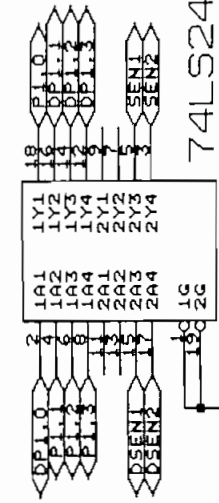
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

Title		SENVEL
Size		A4
Document Number		REV
Date:	April 13, 1997	Sheet 1 of 1

JP1

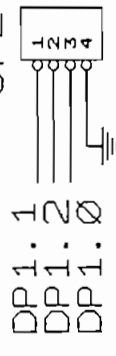


DP1.0  
 DP1.1  
 DP1.2  
 DP1.3  
 DSEN1  
 DSEN2

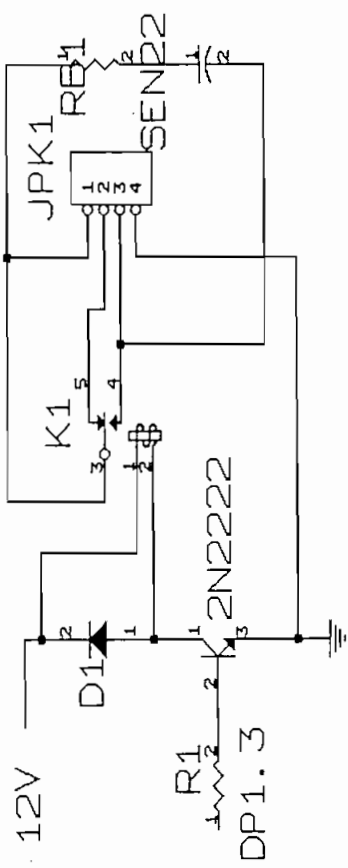
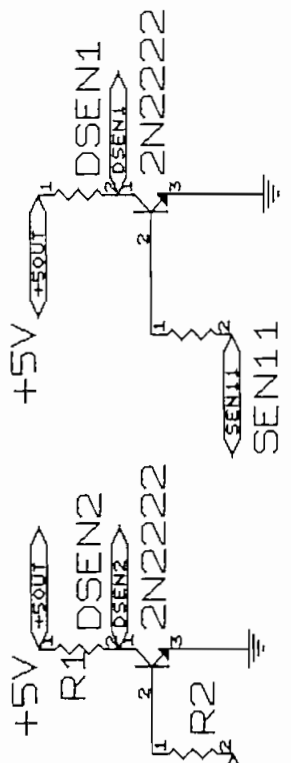


P1.0  
 DP1.1  
 DP1.2  
 DP1.3  
 SEN1  
 SEN2

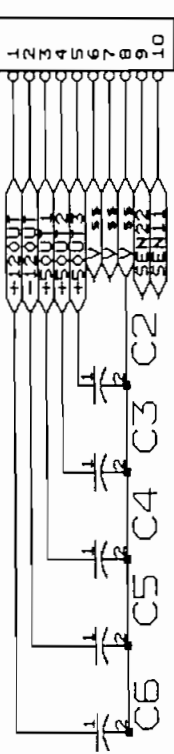
JP2



DP1.1  
 DP1.2  
 DP1.0



JP3



DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y CONTROL	
Title	TARJETA TAR-800
Size	Document Number 2
REV	REV
Date:	April 13, 1997 Sheet 1 of 1



