

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

42
203

"PROPUESTA DE LA AUTOMATIZACION DE UNA
MAQUINA INDUSTRIAL CORTADORA DE LONA"

TESIS CON
VALIA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

LUIS ENRIQUE RODRIGUEZ VILLANUEVA

DIRECTOR DE TESIS: ING. GUILLERMO ARANDA PEREZ

MEXICO, D. F.

MARZO 1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I : DEFINICION DEL PROYECTO	
1.1 El proceso de medición y corte	5
1.2 Consideraciones Relativas al sistema de Medición	10
1.2.1 Cifras Significativas	11
CAPITULO II : ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	
2.1 Fundamentos.....	13
2.2 Descripción del funcionamiento.....	15
2.3 Límites del proyecto.....	19
CAPITULO III : MICROCONTROLADORES MCS-48	
3.1 Introducción a los microcontroladores mcs-48	22
3.2 Características físicas de los microcontroladores MCS-48.....	24
3.3 Descripción de terminales	24
3.4 Instrucciones para programar el microcontrolador	30
3.4.1 Operaciones de transferencia de datos	31
3.4.2 Operaciones con el acumulador ...	32
3.4.3 Operaciones con registros	33

3.4.4 Banderas	33
3.4.5 Instrucciones de salto	34
3.4.6 Subrutinas	36
3.4.7 Instrucciones del temporizador ..	37
3.4.8 Instrucciones de control	37
3.4.9 Instrucciones de Entrada/Salida .	38

CAPITULO IV : DISEÑO DEL CIRCUITO

4.1 Bases teóricas del sistema de medición .	40
4.2 Sistema de corte	51
4.2.1 Circuito de control del sistema de corte	52
4.3 Sistema de sensado de continuidad de la lona	55
4.4 Controlador de teclado y "Display"	56
4.4.1 Diseño del "Display"	58
4.4.2 Diseño del teclado	60
4.5 Criterios de soporte para el microcontrolador	62
4.5.1 Fuente de poder	63
4.5.2 Oscilador	64
4.5.3 Circuito de control para la señal de PROG	66
4.5.4 Circuito de control para el motor de avance	67
4.5.5 Circuito de conexión para el RESET	69

4.6 Diagrama del circuito	71
CAPITULO V : DISEÑO DEL PROGRAMA	
5.1 Diseño de "Software"	72
CAPITULO VI : CALCULO DE VELOCIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION Y MEJORAMIENTO DEL PROYECTO	
6.1 Velocidad del sistema de transporte	109
6.2 Sugerencias para el mejoramiento del proyecto	112
CONCLUSIONES	115
APENDICE A : OPTOACOPLADOR	118
APENDICE B : PROGRAMA ENSAMBLADO	120
BIBLIOGRAFIA	133

INTRODUCCION

Al correr de los años, las necesidades en nuestra sociedad aumentan a la par del crecimiento de la población; ésto da como resultado escasez de los productos que la sociedad consume, por lo tanto, se hace imprescindible ser más eficiente en todo, para poder satisfacer las necesidades de la población.

En los últimos años la industria de confección de lona ha evolucionado rápidamente en los países desarrollados, creándose sistemas de producción eficientes y complejos que ayudan a la industria a tener un gran desarrollo en poco tiempo; teniendo como ventaja un aumento en la producción con el menor esfuerzo y tiempo, ésto le conviene a la sociedad porque habrá más artículos en el mercado a menor costo.

Actualmente la industria ha invertido mucho dinero en el mejoramiento de los sistemas de producción, obteniendo así logros increíbles como la automatización completa de procesos; desgraciadamente estos adelantos solamente se dan en países desarrollados, en los que la industria tiene la posibilidad de invertir para crear nueva tecnología, y en los que existen Centros de Investigaciones y Universidades que colaboran fuertemente en el avance tecnológico.

En países como México en que se viven momentos difíciles, es casi imposible comprar tecnología extranjera por su costo tan elevado y en algunos casos, estos sistemas no cumplen exactamente con los requerimientos de la Industria Nacional, además de no contar con infraestructura ni recursos para invertir en investigaciones de desarrollo de los sistemas de producción. Por estos motivos es necesario realizar sistemas que mejoren la producción y vayan de acuerdo con las necesidades y recursos del país.

El propósito de este trabajo es diseñar un sistema de control automático de tipo electrónico que sea capaz de optimizar el sistema de producción de una empresa confeccionadora de lona.

Este sistema de control realiza automáticamente todo el proceso de medición y corte de lona, ahorrando así el trabajo hora-hombre en estos procesos, que podrán ser empleados en otras labores productivas; además de ahorrarse el trabajo hora-hombre, el proceso tendrá mayor velocidad, puesto que la máquina realizará el trabajo más rápido que el ser humano, como anteriormente se mencionó, al ser más rápido el proceso habrá mayor número de artículos en el mercado, por lo tanto su costo será menor.

Otro aspecto importante es que el espacio requerido para realizar estas labores es muy pequeño, ésto se puede tomar

como un beneficio, puesto que el espacio que se está ahorrando se puede utilizar en otras labores productivas.

El sistema estará diseñado para que el usuario con un mínimo de esfuerzo y tiempo logre realizar los dos procesos automáticamente. El usuario solamente se encargará de montar y desmontar el rollo de lona en la máquina, programar la longitud de lona y el número de cortes que sean requeridos. La máquina se encargará de realizar todo el trabajo, es decir, contará la longitud programada por el usuario y realizará el corte automáticamente, de acuerdo al número de cortes programados.

Además, el sistema de control será capaz de detectar si existe o no discontinuidad en el rollo de lona, es decir, si en un momento dado la lona viene separada o cortada en el rollo. Si está cortado, la máquina lo detectará y se detendrá para que se pegue la lona manualmente. Otra ventaja se presenta cuando se termina el rollo de lona a la mitad de la medición, en este caso la máquina se detendrá y dará oportunidad al operador de poner otro rollo y unirla sin que se pierda la medición que se tenía antes de que se terminara el rollo de lona, así al terminar el usuario de montar el nuevo rollo de lona podrá continuar la medición sin que se haya perdido o alterado la información que se tenía.

En realidad el sistema de control es muy versátil,

puesto que se puede utilizar en muchas máquinas que realicen los procesos de medición y corte, como son las máquinas para cortar telas, lámina, papel, etc. En este caso particular se utilizó para lonas, pero igualmente se puede utilizar para cualquier sistema semejante que necesite medir y cortar.

CAPITULO I

DEFINICION DEL PROYECTO

1.1.- EL PROCESO DE MEDICION Y CORTE

Actualmente, la mayoría de las industrias de confección de lona realizan los procesos de medición y de corte en forma manual, es decir, los obreros se encargan de hacerlos; ésto hace a los procesos lentos, además de utilizar una gran cantidad de espacio. Este proyecto pretende automatizar el proceso de medición y de corte; con ésto se logra realizar el trabajo más rápido, en forma confiable y eficiente, con menor esfuerzo y espacio.

En el mercado internacional existen varios tipos de elementos que ayudan a realizar este proceso, por ejemplo: máquina manual que estira la lona para realizar la medición, mesa para realizar el corte, cortador, etc. Además, existen máquinas que realizan el proceso de medición y corte en forma automática. Las máquinas importadas tienen varios inconvenientes por lo cual la industria nacional no las adquiere. Primero, el costo de adquisición es demasiado alto; segundo, el costo de mantenimiento es elevado y en algunos casos su tiempo de respuesta es grande, porque se requiere personal especializado del extranjero; tercero, en ciertas ocasiones las refacciones son especiales y solo se

pueden conseguir con los representantes nacionales o en el extranjero.

En esta tesis, se presenta un circuito de control instalado en un sistema mecánico, que coordina en forma programada los trabajos de avance y corte de lona, haciendo los procesos más eficientes y confiables. Además, se diseña a fin de poder disminuir las desventajas que presentan las máquinas del mercado. Los principales objetivos con los cuales se ha establecido las bases para el diseño son los siguientes:

- La máquina en proyecto debe ser eficiente y confiable.
- El costo debe ser lo más bajo posible, respetando el primer punto.
- Los componentes se deben de encontrar en el mercado nacional.
- El diseño debe ser lo más sencillo posible para facilitar el mantenimiento.

Debe quedar claro, que el costo no sacrificará la eficiencia y confiabilidad del proyecto. Estos puntos fueron seleccionados para satisfacer la necesidad de la industria nacional de confección de lonas, ofreciendo un bajo costo y un funcionamiento eficiente y confiable. Ahora bien, a partir de este diseño se pueden hacer muchas mejoras para hacer más eficiente el sistema, pero ello

provoca que el costo aumente.

Al instalar una máquina de este tipo, se tienen ventajas que benefician a la producción, ya que los procesos son casi en su totalidad automáticos, es decir, que únicamente interviene el hombre para instalar y programar los rollos de lonas que se van a utilizar. Esto hace más rápido los procesos, debido a que se tiene mayor velocidad y el tiempo de descanso de la máquina es mucho menor que la del ser humano. Además, se requiere un mínimo de personal para instalar el rollo, supervisar y programar. En cambio, al hacer los procesos manuales, se necesitan por lo menos dos personas para realizar los trabajos. Otra ventaja muy importante, es en cuanto al espacio que se utiliza ya que en el proceso manual se lleva aproximadamente 75 metros cuadrados, y con esta máquina, se utilizan solamente alrededor de 12 metros cuadrados, reflejando con esto un ahorro muy importante ya que el espacio disponible puede ser utilizado para otro proceso productivo, o en su caso como almacén, traduciendo también a recursos financieros

En base a lo anteriormente expuesto la ventaja de utilizar menos obreros en este proceso, así como menor espacio dentro de las instalaciones, es la de redistribuir cargas de trabajo o reubicar en los procesos que así lo requieran al personal ahora disponible.

Aunque el objeto de la tesis es solo diseñar el sistema de control, se propone un mecanismo que realice el avance y corte de lona al que se le acoplará el sistema de control. A continuación se presenta en la figura el mecanismo que se propone:

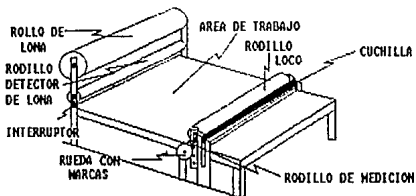


Figura 1.1.1.- Sistema mecánico.

Como se puede observar, el mecanismo consta de un sistema de transmisión formado por dos rodillos que se encargan de jalar la lona; uno de ellos transmite el movimiento por medio de un motor, y el otro, sólo ejerce presión para poder realizar el trabajo. En la parte superior de la máquina hay un rodillo en el que se monta el rollo de lona y debajo de él, hay otro, que sirve para detectar la existencia de lona. Además tiene una área que se utiliza para pegar la lona en caso de que presente discontinuidad o se termine. El corte se realiza por medio de una cizalla movida por un motor.

Ya que se tiene definido el mecanismo, es necesario, saber como funciona el sistema de control. A continuación se presentan los pasos que el sistema debe realizar para lograr los procesos de corte y medición :

- Programar la longitud de la lona y su cantidad de cortes.
- Realizar la medición.
- Hacer los cortes programados.
- Detectar la presencia y continuidad del rollo. En caso de que se detecte que no hay lona, la máquina debe detenerse.
- Parar en el momento programado o deseado por el usuario.
- Informar al usuario de la longitud y número de cortes que se está procesando en ese momento.
- Al término de cada proceso de corte, el usuario puede, si lo desea, obtener la información concerniente a la última programación que se hizo.
- En el caso en que se programen varios cortes, la máquina mide, corta y regresa para realizar la siguiente medición y corte; realizando esto continuamente hasta el último corte después del cual la máquina se detiene.

El sistema de control hace funcionar, según el programa dos motores: Uno para el avance de la lona y el otro para su corte.

Diagrama de bloques del sistema:

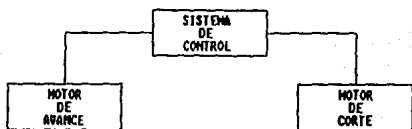


Figura 1.1.2.- Diagrama de bloques para los motores.

1.2.- CONSIDERACIONES RELATIVAS AL SISTEMA DE MEDICION

Para poder diseñar un sistema de medición que sea eficiente y confiable, es necesario tomar en cuenta los siguientes conceptos:

Exactitud: Es la cercanía con la cual la lectura de un instrumento se aproxima al verdadero valor de la variable medida.

Precisión: Es una medida de la repetibilidad de las mediciones, esto es, dar un valor fijo de una variable, además, es una medida del grado con el cual, mediciones sucesivas, difieren una de la otra. Se compone de dos características importantes; la conformidad y número de cifras significativas.

El error creado por las limitaciones de la escala es un error de precisión. La conformidad (de escala) es una condición necesaria pero no suficiente para la precisión por la falta de cifras significativas. La precisión es una condición necesaria pero no suficiente para la exactitud.

A menudo, la mayoría de la gente, se inclina a aceptar las lecturas de los instrumentos tal y como se presentan, y no están prevenidas acerca de que la exactitud de las mediciones no está garantizada necesariamente por su precisión. En efecto, una buena técnica de medición demanda escepticismo continuo acerca de la exactitud de los resultados.

En trabajos críticos, una buena práctica dicta que el observador debe hacer un conjunto independiente de mediciones, usando diferentes instrumentos o diferentes técnicas de medición no sujetas a los mismos errores sistemáticos. Se debe estar seguro también, de que el instrumento funcione apropiadamente, y esté calibrado contra conocidos estándares, y que no está fuera de ciertos efectos que influyen la exactitud de su medición.

1.2.1.- CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Una indicación de la precisión de las mediciones, se obtiene a partir del número de cifras significativas con las

cuales se expresa el resultado. Las cifras significativas dan información con respecto a la magnitud y la precisión de las mediciones de una cantidad. Entre más cifras significativas haya, mayor será la precisión de la medición.

Por ejemplo, al especificar una resistencia de valor 68, su valor debe estar tan cercano a 68 más que a 67 o 69, en cambio, si el valor de la resistencia se describe como 68.0 significa que su valor debe estar más cercano a 68.0 que a 67.9 o 68.1. En 68 hay 2 cifras significativas, en tanto que en 68.0 hay 3. El último, con más cifras significativas, expresa una medición de mayor precisión que el primero. Sin embargo, el número total de dígitos no representa necesariamente la precisión de la medición.

CAPITULO II

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO

2.1.- FUNDAMENTOS

Esta tesis propone un sistema de control que coordine el trabajo de un sistema mecánico, mismo que se refiere a la medición y corte de lona con el fin de optimizar este proceso.

Para la automatización del sistema mecánico, es necesario controlar el proceso fundamental de medición y corte. Al diseñar el sistema de control se debe tener en cuenta la longitud que se desea medir, la velocidad del proceso, la cantidad de cortes, el medio donde se va a utilizar, y además, un factor importante, el costo.

El sistema de control está integrado con dispositivos electrónicos de tipo digital. Con ésto se logra un alto nivel de confiabilidad y exactitud, puesto que estos dispositivos son menos sensibles que los analógicos al ruido eléctrico que producen los motores o algún campo eléctrico que se encuentre cerca de él. El diseño fué realizado en base a un microcontrolador, el cual maneja las señales digitales y las procesa para obtener como resultado el trabajo correcto de la máquina. Se eligió un microcontrolador por motivos de simplificación de diseño,

por la versatilidad de poder cambiar y mejorar el programa en cualquier momento sin alterar la circuitería que tiene como soporte el microcontrolador, la disminución de conexiones evitando la posibilidad de problemas causados por éstas, y la facilidad de poder reparar la tarjeta de control si se llegara a dañar, puesto que los circuitos que se utilizan son muy pocos.

En el diseño existen otros componentes o dispositivos, además del microcontrolador que ayudan a realizar el trabajo.

El sistema tiene como protección un sensor que detecta la presencia de lona en la máquina, con la finalidad de saber si se terminó el rollo o viene discontinuo, esto es, con el fin de evitar que la máquina trabaje sin lona y pueda causar problemas en el trabajo que se esté realizando. En el caso de que el sensor no detecte lona, se detiene la máquina y permanece así hasta que el operador coloque en forma correcta lona.

El control de la máquina es capaz de realizar medidas con escala de milímetros, esto da como resultado que el error que se produce en la medición es muy pequeño. Este sistema puede utilizarse en aplicaciones donde se requiere precisión; sin embargo, en la confección de lona no es determinante, ya que si existe un error de pocos (1 ó 2)

centímetros esto no afecta, puesto que las mediciones que se realizan son de varios metros y se puede compensar jalando la lona o haciendo la pieza un poco más grande.

2.2.- DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

En este sistema se tiene la capacidad de programar mediciones de longitud de 1 mm hasta 99 metros 9 centímetros y 9 milímetros, además de 99 cortes consecutivos. Aunque se tiene limitado el tamaño de longitud que se va a medir, se pueden hacer mediciones mayores por medio de un procedimiento que más adelante se explica. A continuación se mencionan las funciones que tendrá el sistema :

"INICIO" Esta función tiene como objeto iniciar el proceso de medición y corte, siempre y cuando se encuentre el rollo de lona en su lugar y enhebrado; además, debe de estar el sistema de control programado con las condiciones que el operador requiere para su trabajo.

"ALTO" Si se habilita esta función, la máquina se detiene de inmediato sin afectar los datos programados ni los datos actuales que está contando. Para continuar el proceso, se oprime la función inicio (alto es externa al pc).

"RESET" Esta función borra la programación y establece

las condiciones iniciales del μ c, controlador de teclado / "display" y los "flip-flop".

"PROG" El objetivo de esta función es leer lo que se ha programado y cambiarlo si se considera necesario, es decir, si se oprime esta función antes de iniciar el proceso de medición y corte se despliegan los datos que están programados tanto de medición como de corte. En caso de oprimir esta función a mitad de proceso, la máquina sigue funcionando normalmente hasta que acaba con el proceso completo, inmediatamente después, la máquina se detiene y despliega los datos programados. Ahora, si se desea cambiar estos datos se oprimen las teclas numéricas que describen la cantidad de longitud y cortes que se requieren programar; en caso contrario, se oprime la función de "ENTER" y el sistema deja la programación que se desplegó.

"ENTER" Esta función tiene como objeto que el programa acepte los datos y que la rutina de servicio regrese al programa principal.

"CORTE" Dentro de esta sección hay dos funciones : HAB e INH; éstas habilitan o inhiben el sistema de corte, esto es, con el objeto de realizar sólo mediciones en los casos en que se desea medir y no cortar; además, en el caso de querer realizar un corte de una longitud mayor del que se puede programar, por ejemplo 150 metros, se programa dos cortes

con una longitud de 75 metros donde el primer corte se inhibe y el segundo se realiza, por lo tanto, se tiene como resultado una lona de 150 metros.

Teniendo definidas las funciones, queda por explicar la forma de realizar la programación del sistema de control, siendo necesario realizar los siguientes pasos :

1) Primero se oprime la tecla "PROG", ya sea que se encuentre al inicio o a mitad del proceso. Si se oprime antes de iniciar el proceso se despliegan en la pantalla los datos que están programados, tanto de medición como de corte; en caso de que se active esta función durante el proceso, la máquina sigue funcionando normalmente hasta que acabe lo programado. Inmediatamente después, la máquina se detiene y despliegan los datos programados de medición y corte. A continuación se presenta los campos del "DISPLAY" :

LONGITUD					CORTE	
LOC.0	LOC.1	LOC.2	LOC.3	LOC.4	LOC.5	LOC.6

Figura 2.1.1.- Campo de longitud y corte

2) Se oprime la tecla "ENTER" si solo se quiere leer lo programado. Si se desea cambiar la programación se oprime las teclas que designen la longitud que se quiere medir. El campo de medición ocupa cinco localidades; la localidad de la izquierda es el dígito más significativo y el último de

la derecha es el menos significativo; los dos dígitos más a la izquierda representan metros, los dos siguientes a la derecha representan centímetros, y el último dígito a la derecha representa milímetros. Al realizar la programación, siempre se deben de ocupar las 5 localidades, aunque el dígito más significativo valga cero; es decir, si se desea programar 5 metros con 30 centímetros y 0 milímetros, se oprime las teclas secuencialmente de la siguiente manera "0 5 3 0 0", de esta manera el sistema lo toma como se mencionó anteriormente. El sistema no lo descifra correctamente si se oprime "5 30 00", esto representa 53 m con 0cm y 0 mm.

3) Al terminar la programación de longitud, se debe programar el número de cortes. Este campo ocupa 2 localidades y se programa de la misma manera que en el caso anterior, es decir, primero se oprime el dígito más significativo y después el menos significativo. Siempre se debe de escribir el dígito más significativo aunque éste valga cero.

Teniendo ya programado tanto la longitud como el número de cortes, se oprime la función de "ENTER" para aceptar los datos programados y regresar al programa principal para iniciar el proceso. Si por algún motivo se desea cambiar la programación, o se equivoca el programador al final o en un paso intermedio, se debe oprimir la función "PROG" para programar nuevamente; la programación se realiza desde el

principio, es decir, se vuelve a programar la medición y después el corte. En caso de que se tengan los datos correctos se oprime la función "ENTER" y el sistema está listo para iniciar el proceso siempre y cuando se encuentre correctamente colocada la lona.

El sistema fue diseñado así por cuestión de facilidad de diseño y de ahorro en campo de memoria, ya que se tenía como objetivo usar solo la memoria del pc. Este programa se puede mejorar para solo oprimir la cantidad deseada sin poner los dígitos más significativos que valen cero y solo corregir el valor que está incorrecto. Esto facilita al operador el trabajo pero aumentaría el costo del diseño, ya que sería necesario una programación más compleja y un aumento en la capacidad de memoria.

2.3.- LIMITES DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto se limita a realizar :

- La medición de la lona
- El corte de la lona
- La programación para la medición y corte por medio del usuario
- El detener los procesos en cualquier momento

- La detección de lona en la máquina

La velocidad de la máquina está limitada por varios factores :

1) La frecuencia de pulsos que el μc puede aceptar, ya que si se trabaja a una velocidad que genere una frecuencia de pulsos más elevada de la que el μc puede aceptar, se tendrán errores en la medición, puesto que el dispositivo no va a tener tiempo para procesar la información que le está llegando.

2) La inercia que el sistema de transporte tiene cuando está en movimiento. Este factor es importante, porque entre mayor sea la velocidad de transporte mayor será la inercia y por consiguiente, es más difícil detener la máquina para realizar el corte y se tendrá mayor error en la medición.

3) El deslice de lona en el rodillo de medición. Entre más alta sea la velocidad del sistema de transporte aumenta la posibilidad de deslizamiento en el rodillo de medición: este problema es más crítico al inicio del proceso debido a que se debe romper la inercia del sistema.

Por lo tanto, la velocidad máxima a la que la máquina puede trabajar sin que el μc tenga problemas de proceso de información, la determina la frecuencia de trabajo que maneja la terminal T1 del μc . Esta velocidad es la máxima a

la que puede trabajar para estar completamente seguros de que no se producirán errores en el proceso de información por factores del medio como son el ruido eléctrico, la temperatura, etc. El margen de seguridad de trabajo que se seleccionó es de 20%, ésto es con el objeto de no trabajar en un rango crítico y tener la plena seguridad de que no se genere error en el proceso de información.

Tomando en cuenta solo la limitante de proceso de información, la velocidad del sistema de transporte sería muy alta para la parte mecánica de la máquina, ya que se tendría un gran error de medición al detener el sistema de transporte, por la inercia que tendría al momento de parar, y además, el deslizamiento de la lona en los rodillos de tracción al momento de iniciar el proceso y durante el proceso. Esta velocidad se puede aumentar si se tiene un buen diseño del sistema mecánico de la máquina, además de tener un material de un alto nivel de coeficiente de fricción en la superficie de los rodillos de tracción de lona.

CAPITULO III

MICROCONTROLADORES MCS-48

3.1.- INTRODUCCION A LOS MICROCONTROLADORES MCS-48

En los capitulos anteriores se ha definido y especificado el sistema de control de la máquina, además se ha hablado de que este sistema está basado en un microcontrolador, el cual procesa toda la información; pero hasta ahora no se ha mencionado como funciona y cuales son sus características.

Este capítulo se dedica especialmente a este dispositivo con el objeto de poder comprender mejor el diseño de que se ha desarrollado.

La familia de microcontroladores MCS-48, son fabricados por INTEL, cuyo circuito integrado más representativo es el 8048. Los circuitos 8048 y 8748 de ésta misma familia contienen internamente en un encapsulado DIP 40 (tipo de encapsulado de 40 terminales) :

- Una CPU de 8 bits.
- Memoria ROM o EPROM dependiendo del microcontrolador en cuestión.
- Memoria RAM de 64 x 8 bits.

- Contador / temporizador de 8 bits.

La ventaja del microcontrolador es que posee las mismas características que cualquier sistema mínimo de microcomputadora de varios circuitos. Su tiempo de ciclo es de 2.5 microsegundos, y posee un repertorio de instrucciones de 90. Además, precisa de una alimentación de 5 Volts.

En el caso del circuito 8748, dispone de una memoria EPROM, que permite al usuario la elaboración y depuración de prototipos, que luego pueden ser sustituidos por el 8048 que contiene una memoria ROM para grandes series de producción. Ambos circuitos son compatibles.

Estos microcontroladores han sido diseñados de forma que resulte fácil una futura ampliación de todas sus funciones. Por ejemplo, si deseamos incrementar la capacidad de los puertos E/S podemos utilizar el circuito integrado 8243 (de 16 líneas de puertos E/S). La memoria de datos y programa puede ampliarse igualmente utilizando los circuitos integrados (CI) 8355/8755 y 8155/56. El circuito 8035 es igual a un 8048 pero sin memoria ROM interna. Además, existe una versión simplificada y económica del 8048 que es el 8021.

3.2.- CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MICROCONTROLADORES

MCS-48

- Fuente de alimentación de 5 Volts.
- Encapsulado DIP de 40 terminales.
- Compatible pastilla a pastilla tanto en versión ROM como EPROM.
- Ciclo de máquina 2.5 microsegundos.
- Tiempo máximo de ejecución de una instrucción es de 2 ciclos de máquina.
- Dos bancos de registros de trabajo.
- Frecuencia de reloj controlada por cristal, por inducción o bien generada externamente.
- Posibilidad de avance del programa "paso a paso".
- Ocho niveles de subrutinas.

3.3.- DESCRIPCION DE TERMINALES

El encapsulado de la familia MCS-48 es de 40 terminales dispuesto en doble fila (DIP). A continuación se presenta en la figura el dispositivo con sus terminales y después se explicará la función de cada una de ellas; si no se especifica lo contrario, cada entrada es compatible con dispositivos TTL y cada salida puede excitar cargas TTL.

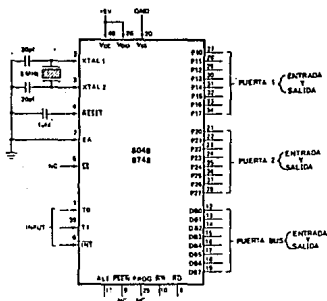


FIGURA 3.1.1.- Microcontrolador MCS-48.

Tabla 3.1.1.- DESCRIPCION DE LAS TERMINALES DEL μ C

DESCRIPCION	TERMINAL	FUNCION
Vss	20	Potencial tierra del circuito.
Vdd	26	Tensión de alimentación para programación del 8748H y 8749H; +5 V durante la operación normal de ambos circuitos ROM y EPROM. Terminal de baja potencia ("STANDBY") en la versión ROM de los circuitos 8048/8049/y 8050.
Vcc	40	Tensión principal de alimentación; +5 V durante la operación y en pro-

CONTINUACION

DESCRIPCION	TERMINAL	FUNCION
Prog	25	gramación en el caso de los circuitos 8748H y 8749H. Terminal de entrada de pulsos de +18v durante la programación de los circuitos 8748H y 8749H. Salida de habilitación para el 8243 expansion de puertos E/S.
P10-P17 (Puerto 1)	27-34	Registro de E/S cuasibidireccional de 8 bits.
P20-P27 (Puerto 2)	21-24 35-38	Registro de E/S cuasibidireccional de 8 bits.
D0-D7	12-19	Registro de E/S bidireccional que puede ser leído y escrito en (canal) sincronismo mediante las salidas de RD y WR. El registro de E/S puede almacenar estáticamente una información. Contiene los 8 bits bajos del contador de programa durante un acceso a memoria externa y recibe la instrucción direcciona-

CONTINUACION

DESCRIPCION	TERMINAL	FUNCION
		(habilitador del almacenador de programa). También contiene la dirección y el dato durante la ejecución de una instrucción de almacenamiento de información en RAM externa, bajo el control de las señales ALE, RD y WR.
TO	1	Terminal de entrada examinable mediante las instrucciones condicionales de transferencia JTO y JNTO. TO puede ser designado como salida de reloj usando la instrucción ENTO CLK. También es utilizada durante la programación de la EPROM.
T1	39	Terminal de entrada examinable mediante las instrucciones JT1 y JNT1. Puede designarse como entrada del contador de sucesos mediante la instrucción STRT CNT.
INT	6	Entrada de interrupción externa. Inicia una interrupción siempre que

CONTINUACION

DESCRIPCION	TERMINAL	FUNCION
		estas sean permitidas. Las interrupciones siempre son inhibidas después de aplicar la puesta a cero
RD	8	Salida de lectura activada durante una lectura de canal de datos, puede usarse para permitir la información de entrada al canal proveniente de un dispositivo exterior. Se usa como señal de lectura de memoria externa de datos.
"RESET"	4	Entrada de puesta a cero para inicializar el μ c. Tambien se utiliza durante la programación y verificación de la EPROM del 8748H y 8749H.
WR	10	Salida de escritura, activada durante una escritura del canal de datos. Se usa como señal de escritura a memoria externa de datos.

CONTINUACION

DESCRIPCION	TERMINAL	FUNCION
ALE	11	Esta señal se presenta durante cada ciclo y es utilizada como salida de reloj. El flanco de bajada de ALE introduce la dirección dentro de una memoria externa de datos o de programa.
PSEN	9	Habilitador del almacenameinto del programa. Esta salida se presenta sólo durante un acceso a memoria externa de programa.
SS	5	Entrada da avance paso a paso, que se usa junto con la señal de ALE para que el μ c avance un solo paso en cada instrucción.
EA	7	Entrada de acceso externo que permite buscar el programa en la memoria externa. Es importante en simuladores y programas correctores y esencialmente para examen y verificación de un programa.

CONTINUACION

DESCRIPCION	TERMINAL	FUNCION
XTAL1	2	Entrada 1 del cristal para el oscilador interno, o entrada para una fuente de frecuencia externa.
XTAL2	3	Entrada 2 del cristal o fuente externa.

3.4.- INSTRUCCIONES PARA PROGRAMAR EL MICROCONTROLADOR

Las instrucciones tienen dos bytes como máximo, y el 80% de estas instrucciones tienen un solo byte de longitud. Además, todas las instrucciones tienen uno o dos ciclos de tiempo de ejecución (2.5 o 5 microsegundos si usamos un cristal de 6 Mhz). En este caso aproximadamente el 50% de las instrucciones tiene un solo ciclo. Las instrucciones de doble ciclo incluyen todas las instrucciones inmediatas y las de E/S.

El μ c puede efectuar operaciones aritméticas, tanto en código binario como en BCD.

3.4.1.- OPERACIONES DE TRANFERENCIA DE DATOS

El acumulador de 8 bits es el punto de paso obligatorio para todas las transferencias de datos. Los datos pueden transferirse directamente entre los 8 "registros de trabajo" de cada banco y el "acumulador". El registro de destino se especifica por la propia instrucción. El conjunto de posiciones de memoria RAM interna está organizada como si se tratará de una memoria de datos y es direccionada indirectamente a través del contenido de los registros R0 y R1, incluidos en los bancos de registro de trabajo. Estos registros también son usados para direccionar indirectamente una memoria de datos externa en caso de que exista. La transferencia hacia y desde la RAM interna requiere un solo ciclo, mientras que con la RAM externa se necesitan dos. Las constantes almacenadas en la memoria de programa pueden cargarse directamente en el acumulador y en los 8 registros de trabajo. Los datos pueden transferirse directamente entre el acumulador y el temporizador/contador interno, o entre el acumulador y la palabra de estado (PSW). Modificando PSW se puede alterar el estado de la máquina y restablecerla después de una interrupción o de una alteración del puntero de la pila si se considera necesaria.

3.4.2.- OPERACIONES CON EL ACUMULADOR

Los datos inmediatos o de registros de trabajo pueden cargarse al acumulador con o sin acarreo. Asimismo, estos datos pueden ser operados mediante el acumulador, por funciones "AND", "OR" y "OR-exclusivo". Los datos pueden transferirse hacia o desde el acumulador, a partir de registros de trabajo, o de la memoria de datos. Los dos contenidos pueden cambiarse con una sencilla operación.

Los cuatro bits menos significativos del acumulador pueden ser intercambiados con los cuatro bits menos significativos de cualquier posición en la memoria RAM de datos internos. Esta instrucción, junto con una instrucción que se encarga de permutar los 4 bits menos significativos con los 4 bits más significativos del acumulador, permite una fácil manipulación de las palabras de 4 bits, incluyendo números en código BCD. Para facilitar operaciones aritméticas en código BCD existe la instrucción de ajuste decimal. Esta instrucción se utiliza para corregir el resultado de un operación de suma binaria entre dos números en código BCD: ejecutando el ajuste decimal en el resultado binario de una operación, se obtiene el resultado equivalente en código BCD.

Finalmente, el acumulador puede ser incrementado, decrementado, borrado, o complementado y desplazado 1 bit a

la derecha o izquierda con o sin acarreo.

Si bien en el 8048 no existen instrucciones de sustracción, esta operación puede ser fácilmente realizada con tres instrucciones de un byte y de un solo ciclo. Un operando puede ser restado del acumulador y el resultado vuelto a introducir en el mismo, mediante el complemento del acumulador, sumando el valor al acumulador y nuevo complemento del acumulador.

3.4.3.- OPERACIONES CON REGISTROS

Se puede tener acceso a los registros de trabajo a través del acumulador tal como se ha explicado anteriormente, o bien pueden cargarse de forma inmediata a partir del contenido almacenado en la memoria del programa. Además, pueden ser incrementados, decrementados o usados en lazos de contadores.

Todas las memorias de datos, incluyendo los registros de trabajo puede ser accesible mediante instrucciones con direccionamiento indirecto a través de R0 y R1.

3.4.4.- BANDERAS ("FLAGS")

En el 8048 existen cuatro banderas accesibles para el

usuario: acarreo, acarreo auxiliar, FO y FI. El acarreo indica que ha habido rebosamiento de capacidad entre dígitos en código BCD y es utilizado en operaciones de ajuste decimal. Ambos, acarreo y acarreo auxiliar, son accesibles a través de la palabra de estado, siendo almacenados en la pila durante la ejecución de las subrutinas. RO y RI son indicadores de aplicación general utilizables en función de las necesidades del programa. Ambos indicadores pueden ser borrados o complementados y examinados mediante intrucciones de salto condicional. FO es accesible también a través de la palabra de estado y puede ser almacenado en un registro junto con los indicadores de acarreo.

3.4.5. INTRUCCIONES DE SALTO

La instrucción de salto incondicional es de dos bytes y permite saltos a cualquier posición del primer banco de 2 K palabras de memoria de programa. Saltos al segundo banco de 2 K palabras de la memoria (pueden directamente direccionarse has 4 K), pueden realizarse mediante la ejecución de la instrucción de selección de banco. El límite de 2 K solo puede ser superado mediante intrucciones de salto o de llamadas a subrutina, es decir, el cambio de banco no se realiza hasta haber ejecutado una instrucción de salto. Una vez seleccionado el banco de memoria, los siguientes saltos serán a dicho banco hasta que se ejecute otra instrucción de selección de banco de memoria. Una

subrutina que se encuentre en el banco opuesto puede accesarse mediante la instrucción de selección de banco de memoria seguida de otra llamada a subrutina. Una vez completada la ejecución de la subrutina se retornará automáticamente al banco de origen y la siguiente instrucción de salto que se encuentre será de nuevo transferida al banco opuesto.

Los saltos condicionales pueden examinar las siguientes entradas y estados internos :

- Terminal de entrada T0
- Terminal de entrada T1
- Terminal de entrada INT
- Acumulador a cero
- Cualquier bit del acumulador
- Indicador de acarreo
- Bandera FO
- Bandera FI

Los saltos condicionales permiten pasar a cualquier posición de una página de memoria (256 byte) en ejecución. Las condiciones examinadas son valores instantáneos en el momento de ejecutarse un salto condicional.

La instrucción de decremento de un registro y salto, si no es cero, combina una instrucción de decremento y otra de

salto para crear una instrucción muy útil en la implementación de lazos de contadores. Esta instrucción puede designar cualquiera de los 8 registros de trabajo y efectúa un salto a cualquier dirección de la página que se este ejecutando.

La instrucción de salto indirecto de un byte permite acceder a cualquier posición de memoria basándose en el contenido del acumulador. El contenido del acumulador apunta a la posición de la memoria de programa que contiene la dirección de salto. La dirección de salto, de 8 bits, está referida a la página de ejecución.

3.4.6.- SUBROUTINAS

El salto a subrutina se ejecuta mediante la instrucción "CALL". Dicha instrucción puede generar saltos incondicionales a cualquier posición de un banco de memoria de 2 K y de la misma forma salta por encima del límite de 2 K. Dos instrucciones de retorno distintas determinan si se restablece o no el contenido de la PSW (cuatro bits más significativos) al retornar de una subrutina.

La instrucción de retorno y restablecimiento del contenido de la PSW también indica el final de una subrutina de interrupción, si existe alguna en proceso.

3.4.7.- INSTRUCCIONES DEL TEMPORIZADOR

El temporizador/contador de 8 bits puede cargarse o leerse a través del acumulador cuando está detenido o bien cuando está contando. El contador puede activarse mediante un reloj interno, realizando las funciones de un temporizador, o bien efectuando las funciones de contador de impulsos o temporizador a partir de un reloj externo aplicado a la terminal de entrada T1. Las instrucciones "STRT T" y "STRT CNT" determina que fuente de impulsos se utiliza. La instrucción "STOP TCNT" detiene el contador, independiente de que este operando con una fuente de reloj interna o externa. Además, las instrucciones "EN TCNTI" y DIS "TCNTI" permiten inhibir o desinhibir el impulso de interrupción del temporizador.

3.4.8.- INSTRUCCIONES DE CONTROL

Existen dos instrucciones que permiten que la fuente externa de interrupciones pueda ser inhibida o desinhibida. Inicialmente, las interrupciones se encuentran desinhibidas y son automáticamente inhibidas durante la ejecución de una subrutina de interrupción, siendo otra vez desinhibidas al finalizar la misma.

Existen cuatro instrucciones de selección de bancos de memoria, dos para designar el banco de registros de trabajo

efectivo a utilizar y dos para controlar los bancos de memoria de programa. Las instrucciones de cambio de registro de trabajo permiten al programador la inmediata sustitución por un segundo banco de 8 registros de trabajo del que tenga en uso en ese momento. Esto permite disponer de 16 registros de trabajo, o bien puede ser usado como medio rápido para guardar el contenido de los registros cuando se produce una interrupción. Se tiene la opción de cambiar de banco cuando se produce una interrupción. No obstante, si los bancos son cambiados, el de origen será automáticamente restituido durante la ejecución de una instrucción de retorno y restablecimiento del estado de PSW al final de la subrutina de interrupción.

Una instrucción especial desinhibe un reloj interno de frecuencia igual a un tercio de la del cristal, que tiene una salida por la terminal T0. Este reloj puede usarse como aplicación general de un reloj en un sistema. Esta instrucción será utilizada solamente al inicializar el sistema ya que la salida de reloj puede inhibirse únicamente mediante la aplicación de la puesta a cero del sistema.

3.4.9.- INSTRUCCIONES DE ENTRADA/SALIDA

Los registros de E/S 1 y 2 son estáticos y de 8 bits, los cuales pueden cargarse hacia o desde el acumulador. Las salidas son almacenadas estáticamente, mientras que las

entradas no, estas deben ser leídas cuando están presentes los datos. Además, los datos inmediatos de la memoria de programa pueden ser sometidas a funciones "AND" y "OR" directamente con estos registros, quedando el resultado en ellos. Los registros de E/S permiten realizar máscaras almacenadas en la memoria de programa para seleccionar los puertos a 1 ó a 0 individualmente. Estos están estructurados de forma que permitan la entrada de información por una terminal seleccionada siempre que antes escribamos por programa un 1 en dicha terminal.

Un registro de E/S de 8 bits, llamado "BUS", puede ser accedido también a través del acumulador y puede tener salidas con almacenamiento temporal estático. En él se pueden realizar funciones "AND" y "OR" entre datos inmediatos de la memoria de programa directamente con sus salidas; no obstante, este proceso es distinto al de los registros de E/S 1 y 2, ya que se necesita tratar los 8 bits del "BUS" a la vez en todo momento, sean entradas o salidas. Además de ser un registro de E/S estático, el "BUS" puede ser usado como un registro bidireccional sincrónico usando las instrucciones de transferencia externa que permite acceder a la memoria de datos externa. Cuando estas instrucciones son ejecutadas, se genera el correspondiente impulso de lectura o escritura haciendo válido el dato únicamente durante este tiempo. Mientras no hay transferencias de datos al "BUS", este se encuentra en estado de alta impedancia.

CAPITULO IV

DISEÑO DEL CIRCUITO

4.1.- BASES TEORICAS DEL SISTEMA DE MEDICION

El sistema de medición se basa en el principio fundamental de que dos ruedas de diferente diámetro, pero con el mismo eje, dan una revolución o vuelta al mismo tiempo.

Este principio se explica a continuación:

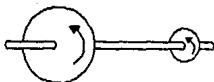


Figura 4.1.1.- Principio de dos ruedas con un mismo eje

En la figura se muestran dos ruedas de diferente radio pero con un mismo eje. Si giramos el eje en un sentido y colocamos una marca en cada rueda, se puede observar que éstas giran al mismo tiempo y guardan la misma posición tomándose como referencia a ellas mismas.

A continuación se muestran varias figuras que indican la posición en diferentes momentos al girar el eje en sentido

En la figura anterior se muestra el rodillo de transmisión el cual tiene la función de jalar la lona y medirla, tomándose la información para realizar la medición. Para que sea más comprensible esta explicación se muestra a grandes rasgos parte del sistema de medición.

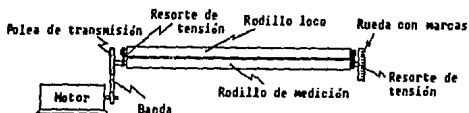


Figura 4.1.4.- Sistema de medición

Como anteriormente se mencionó, el rodillo de transmisión va a registrar la lona que pasa por él. El rodillo loco tiene la función de ejercer presión sobre el rodillo de transmisión para realizar la tracción jalando la lona y tomando su medición.

Si se observa la figura anterior, el rodillo de transmisión tiene una polea por la cual se transmite el movimiento del motor al mismo rodillo, y en el extremo opuesto hay una rueda calibrada. Esta contiene pequeñas marcas alrededor del perímetro de ella misma, con el propósito de que sean detectadas. A continuación se muestra un ejemplo de esta rueda calibrada:

En la figura anterior se muestra el rodillo de transmisión el cual tiene la función de jalar la lona y medirla, tomándose la información para realizar la medición. Para que sea más comprensible esta explicación se muestra a grandes rasgos parte del sistema de medición.

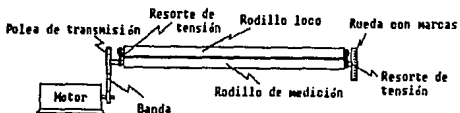


Figura 4.1.4.- Sistema de medición

Como anteriormente se mencionó, el rodillo de transmisión va a registrar la lona que pasa por él. El rodillo loco tiene la función de ejercer presión sobre el rodillo de transmisión para realizar la tracción jalando la lona y tomando su medición.

Si se observa la figura anterior, el rodillo de transmisión tiene una polea por la cual se transmite el movimiento del motor al mismo rodillo, y en el extremo opuesto hay una rueda calibrada. Esta contiene pequeñas marcas alrededor del perímetro de ella misma, con el propósito de que sean detectadas. A continuación se muestra un ejemplo de esta rueda calibrada:



Figura 4.1.5.- Rueda calibrada

La rueda es de diferente diámetro al del rodillo. Como ya se sabe, esto no importa ya que se tiene el mismo eje. Lo más importante en el sistema para que sea eficiente, es que la distancia entre cada marca sea igual o proporcional a la distancia de lona que haya pasado por los rodillos. La precisión va directamente relacionada con el número de marcas y la exactitud de la distancia entre ellas. A continuación se demuestra que la precisión está directamente relacionada con el número de marcas. Si por ejemplo, se toma un rodillo de transmisión de 4 centímetros de radio, el perímetro es igual a:

$$P = 2 \pi r$$

Donde: P = perímetro, r = radio π = cte. circunferencia

Por lo tanto:

$$P = 2 \pi (4\text{cm}) = 25.2944 \text{ cm}$$

Por cada revolución que de el rodillo van a pasar 25.29 cm de lona por el.

Ahora, el número de marcas en la rueda se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Nº Marcas} = \frac{\text{perímetro}}{\text{dist. entre Marcas}}$$

Si se supone que la distancia entre marcas es de dos centímetros (2 cm), se obtiene:

$$\text{Nº Marcas} = \frac{25.2944 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 12.6472$$

Como no se puede poner marcas fraccionarias puesto que el sistema no lo registra como tal, ya que toma una marca como una señal entera, entonces, el número de marcas que se obtienen es de 13 en la rueda calibrada, ya que la cantidad esta más cerca de 13 que de 12.

El error que se tiene es igual a:

Perímetro

$$\text{Error} = \frac{\text{Perímetro}}{\text{Nº de Marcas}} - \text{Dist. entre Marcas}$$

Nº de Marcas

Por lo tanto, el error es igual a :

$$\text{Error} = \frac{252944 \text{ cm}}{13 \text{ M}} - 2 \text{ cm/M} = - 0.0542769 \text{ cm/M}$$

Donde: M = marcas

Esto quiere decir, que por cada marca que se tenga o por cada dos centímetros se obtiene un error de menos 0.054 cm, o sea, en lugar de medir 2 cm se tienen 1.94 cm. Este error es grande si se considera que las mediciones promedio son de 10 metros, por lo tanto, el error que se tiene en esta medición es de 27.138 cm.

Ahora suponiendo el mismo radio del rodillo de transmisión y una distancia de un centímetro entre marcas, se obtiene:

$$P = 25.2944 \text{ cm}$$

$$\text{dist.} / M = 1 \text{ cm (distancia entre marcas)}$$

25.2944 cm

Por lo tanto: N^o Marcas = _____ = 25.2944 Marcas

1 cm

Como anteriormente se mencionó, que no debe haber marcas fraccionarias, por lo tanto, el número de marcas que se consideran son de 25.

El error que se tiene en este caso es:

25.2944 cm

Error = _____ - 1 cm = 0.011776 cm

25 cm

En este caso, el error es menor que en el ejemplo anterior y el número de marcas es mayor. El error que se genera en una medición de 10 metros es 11.776 cm, que es un error que no es muy grande, pero si consideramos que aún hay que agregar el error que se produce en el frenado y posibles deslices de lona en los rodillos de medición. Entonces, para que el error resultante sea el menor posible considerando la aplicación, se debe disminuir la distancia entre marcas.

Si se mantiene las mismas condiciones, pero se varía la distancia entre marcas a 0.1 cm, se tiene:

25.2944 cm

Nº Marcas = _____ = 252.944 Marcas

0.1 cm

Como no puede haber marcas fraccionarias se tiene 253 marcas

El error que se genera con estas condiciones:

25.2944 cm

Error = _____ - 0.1 cm/M = - 0.000022134 cm/M

253 M

Como se observa, el error es mucho menor en este caso con respecto a los anteriores, por lo tanto, se puede sacar como conclusión que la precisión es mayor entre más marcas se tengan.

Si se realiza una medición de 10 metros el error creado es de 0.221 cm, que considerando la aplicación es despreciable.

En el caso que el diámetro del rodillo sea pequeño y se requiera mucha exactitud, se puede colocar una rueda calibrada de diámetro grande, lográndose con esto poner más marcas. Esto se puede hacer con la completa seguridad de que la medición no se va a alterar.

Para este diseño en particular se utilizan cinco cifras significativas. Las dos cifras más significativas representan la cantidad en metros, las dos siguientes los centímetros y la última los milímetros. Partiendo de ésto, la rueda con marcas tiene que ser diseñada para registrar una señal eléctrica por lo menos una vez cada milímetro. Este sistema fué diseñado para medir milímetros teniendo la posibilidad de utilizarse en otras aplicaciones donde se requiera más precisión que en una cortadora de lonas, como puede ser una cortadora de papel, láminas, telas, etc.

Si se toma como referencia para el diseño un radio del rodillo de medición de 4 cm y una señal de marca cada milímetro, se debe tener una rueda con 253 Marcas. Con ésto se asegura tener un error muy pequeño de aproximadamente 0.000022134 cm/M, el cual es causado por que la suma de las distancias entre las marcas nunca llega hacer igual al perímetro del rodillo de medición. A este error se le debe agregar los errores mecánicos causados por la inercia al momento de detener el proceso, y además, los posibles deslices de lona con los rodillos. Estos errores se pueden minimizar con un buen diseño mecánico. Para ejemplificar el error que el sistema de medición comete, se puede realizar un cálculo del error en un corte de 20 m, que es una medición utilizada en la realidad:

$$\text{Error Total} = \text{Error} \times \text{N}^{\circ} \text{ de Marcas}$$

$$\text{Error Total} = 0.000022134 \text{ cm/M} \times (10 \text{ M/cm}) (2000 \text{ cm})$$

$$\text{Error Total} = 0.44268 \text{ cm}$$

El error total se refiere al error resultante de la medición total de lona, sin considerar los posibles errores mecánicos; este error, se calcula haciendo la multiplicación del error que se genera en cada marca detectada por el número de marcas totales de la medición.

Habiendo determinado la distancia entre marcas, se diseña la rueda que contiene las marcas que se detectan. El detector que se usa es de tipo infrarrojo, debido a su sensibilidad, velocidad de respuestas, seguridad y costo. La rueda con marcas contiene 253 señales con un ancho y una separación de dos milímetros cada una, esto es, para que el detector note fácilmente la presencia o ausencia de marcas.

Se calcula el radio de la rueda, definiendo la separación, el ancho y la cantidad de marcas. El cálculo es el siguiente:

Donde: P = Perímetro

r = radio

π = cte. de circunferencia

$$P = (\text{Cantidad de (marcas + separaciones)}) \times (\text{ancho de marca})$$

$$P = (253 \text{ marcas} + 253 \text{ separaciones}) \times (0.02 \text{ cm}) = 101.2 \text{ cm}$$

$$r = \frac{P}{2 \pi}$$

$$r = \frac{101.2 \text{ cm}}{(2) (3.1416)} = 16.10648 \text{ cm}$$

$$(2) (3.1416)$$

Por lo tanto, el radio de la rueda con marcas es de 16.1 cm para obtener 253 marcas con una separación y un ancho de 2 milímetros cada una. Como a continuación se muestra en la figura:

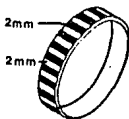


Figura 4.1.6.- Rueda calibrada

Enseguida se presenta el circuito que se encarga de detectar las marcas que se encuentran en la rueda.

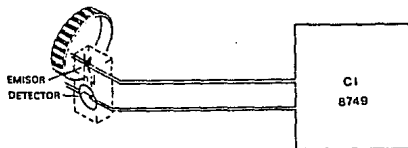


Figura 4.1.7.- Circuito del sistema de medición.

4.2.- SISTEMA DE CORTE

El sistema de corte en combinación con el sistema de medición realizan los procesos automáticamente; para esto, es necesario coordinarlos. Para determinar el diseño del sistema de corte se debe especificar en que momento actuará el sistema y bajo que condiciones. El corte se activa cuando ya se realizó la medición, hay presencia de lona y el sistema de transporte está parado.

El sistema de control de corte tiene dos funciones: habilitar y deshabilitar el corte de la lona. Lo anterior es con el objeto, en un momento dado, de realizar mediciones o cortes de mayor longitud de los que normalmente se pueden programar en la máquina.

El control del sistema de corte lo realiza el μ c. La señal que sale del μ c junto con las señales de "INH" y "HAB"

determinan el funcionamiento del sistema de corte. En este diseño está contenido un arreglo de inversores, que decodifican la señal de la tecla que se ha activado ya sea para inhibir o habilitar el sistema de corte, guardando la información hasta que sea cambiada.

4.2.1 - CIRCUITO DE CONTROL DEL SISTEMA DE CORTE

Este circuito se encarga de mandar una señal al sistema de corte dependiendo de las entradas que le llegan. En este circuito intervienen tres señales, que son: la señal de "HAB" que habilita el sistema de corte, "INH" que inhibe el sistema de corte y por último, la señal del μ c. Esta última va a depender directamente del programa y las otras dos del usuario. A continuación se presenta el circuito y una Tabla de Verdad que representa el funcionamiento.

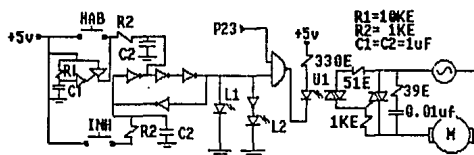


Figura 4.2.1.- Circuito de control del sistema de corte.

4.2.1.- TABLA DE VERDAD DEL SISTEMA DE CORTE

µC	INH	HAB	LED1	LED2	COMP "NAND"	MOTOR
0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	1

Se puede observar en la Tabla de Verdad que cuando la salida de la compuerta "NAND" vale uno, el opto-acoplador y el motor están desactivados y cuando vale cero, el opto-acoplador está activado y el motor funciona realizando el corte de la lona.

En la figura anterior se observan dos leds que se utilizan para indicar que tecla de función está actuando. Por ejemplo, si está desactivado el sistema de corte, el led que está arriba de la función "INH" se enciende y el que está arriba de la función de "HAB" se apaga, cuando el sistema se encuentra en este estado y el µC manda la señal para realizar el corte, el sistema no funciona hasta que se oprima la función "HAB" y se presente la señal de µC

enciendándose el led de "HAB" y apagándose el de "INH".

Este circuito está configurado básicamente por un arreglo de inversores, que realizan la función de una memoria; el estado de su salida depende de las señales que generen los interruptores de "INH" y "HAB". En su salida se tienen conectados varios dispositivos los cuales son mencionados a continuación:

- Compuerta "NAND": tiene por objeto realizar su función con la señal del μ c y la salida del arreglo de inversores, dependiendo de dichas entradas se genera un estado de salida, el cual va a determinar si se activa el opto-acoplador o no.
- Led 1: su función es avisar visualmente al operador que "HAB" está activada.
- Led 2 y "BUFFER" inversor: este arreglo tiene como función avisar visualmente al operador que "INH" está activada.

La salida de la compuerta "NAND" está conectada directamente al opto-acoplador; este último tiene por objeto aislar el sistema de control al de potencia, para evitar daños en los dispositivos de control, en caso, de que haya algún problema en el sistema de potencia.

4.3.- SISTEMA DE SENSADO DE CONTINUIDAD DE LA LONA

Este sistema tiene como objeto detectar la continuidad de lona. Esto es importante para prevenir dos casos: cuando la lona viene cortada o discontinua en alguna parte del rollo y cuando se termina. En el primer caso cuando el rollo viene separado el sistema lo detecta y el proceso se detiene para unir la lona. El operador después de unirla debe poner la máquina en operación, comenzando ésta en la medición en que se quedó. En el segundo caso, cuando el rollo se termina, el sistema lo detecta y detiene la máquina con el objeto de instalar otro rollo y de unirlo con la terminal del rollo que se terminó; el operador debe iniciar el proceso y la máquina continúa en la medición en que se quedó. Esta característica es muy importante puesto que se evita que siga el proceso de medición sin lona, provocando errores. A continuación se presenta este sistema:

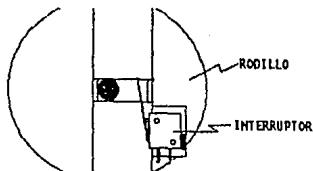


Figura 4.3.1.- Sistema de sensado de continuidad de lona.

Este sistema está constituido solo por un rodillo y un interruptor. El rodillo se encuentra debajo del eje donde se monta el rodillo de lona y el interruptor se encuentra en

un extremo donde es soportado el rodillo. El sistema funciona de la siguiente manera:

- Cuando el rodillo es empujado hacia el frente por acción de la lona que se enhebra, el interruptor es activado y manda una señal directamente a un puerto del μ c, al cual le permite conocer que existe lona.
- Cuando el rodillo no es empujado hacia el frente de la máquina por la lona, el interruptor es desactivado, conociendo el μ c que ya no hay lona.

4.4.- CONTROLADOR DE TECLADO Y "DISPLAY"

Este dispositivo establece una comunicación del sistema de control con el medio exterior, ya que es necesario conocer el estado de la máquina e introducir datos.

El teclado tiene como objeto introducir al sistema los datos necesarios para que la máquina realice su trabajo, de acuerdo a las condiciones que el usuario programó.

El "DISPLAY" indica el estado de los procesos y la programación del sistema. Con ello el usuario puede conocer las condiciones actuales de la máquina.

El diseño del teclado y del "DISPLAY" está basado en un

controlador 8279 que se encarga de su funcionamiento. El controlador recibe la información del μ c encargándose de desplegarla en el "DISPLAY"; también recibe y decodifica la información del teclado para mandarla al μ c.

Se debe programar el funcionamiento del controlador para que realice su trabajo. Al inicio del programa principal del μ c se envían las instrucciones necesarias para que trabaje en forma correcta. La programación del controlador es la siguiente:

- El "DISPLAY" está programado para trabajar 8 caracteres de 8 bits con entrada por la izquierda, y rastreo codificado del teclado de tipo de inhibición por 2 teclas (2 "KEY LOCK-OUT"). El primer comando para fijar el controlador con estas dos condiciones es 0000 0000, que es igual a 00 en hexadecimal.
- El segundo comando que se envía es para fijar la frecuencia de trabajo del controlador. Esto quiere decir, que la frecuencia que se aplica al circuito, se va a dividir entre lo programado para que se tenga como resultado 100 KHz, que es la frecuencia de trabajo del circuito. La frecuencia que se aplica al circuito es de 400 KHz (lo toma de la señal de ALE del μ c), por lo tanto, el comando indica que se divida entre 4, por consiguiente el comando

es 0010 0100 siendo igual a 24 hexadecimal.

Estos dos comandos son los que se envían al inicio del programa principal, para fijar la forma de funcionamiento del controlador. Existen otros comandos que sirven para realizar otras funciones como por ejemplo: desplegar en el "DISPLAY" la información o borrar el contenido y memoria del teclado y "DISPLAY", etc. Para mayor información consultar manual de microprocesadores y periféricos, volumen II- periféricos de INTEL.

4.4.1.- DISEÑO DEL "DISPLAY"

El controlador está programado para trabajar con 8 caracteres, aunque se utilizan 7 dividiéndose en dos grupos. El primero se forma de 5, que representa la longitud medida o programada y el segundo de 2 que se asigna al número de cortes realizados o que se han programado.

El diseño del "DISPLAY" consta de varios circuitos que ayudan al controlador a realizar su trabajo. Enseguida se presenta la configuración de los circuitos :

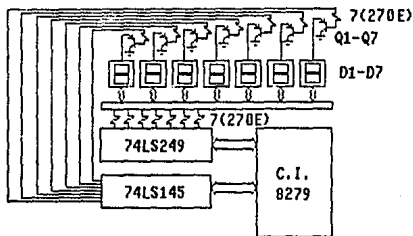


Figura 4.4.1.- Circuito que controla el "Display".

El canal de datos del microcontrolador está conectado directamente con el canal de datos del controlador de teclado/"DISPLAY". El μc envía al controlador la información para que sea desplegada. A su vez el controlador tiene conectado dos circuitos que le ayudan en su operación, los cuales son:

- El 74LS145 es un decodificador que se utiliza para designar el carácter al cual se le envía la información.

- El 74LS249; es un manejador de "DISPLAY" de 7 segmentos, con entrada en código BCD. Este circuito es necesario para decodificar la información y desplegarla, ya que sin el sería imposible que los datos salieran correctamente.

Además se utilizan transistores como medio de control

del "DISPLAY", ya que éstos funcionan como una válvula permitiendo el paso de la corriente. Los segmentos de "DISPLAY" que se utilizan son del tipo cátodo común. Los transistores son conectados uno en cada terminal común de los segmentos, otra terminal a tierra y la terminal de control o base está conectada por medio de una resistencia al decodificador. El decodificador tiene como objeto activar por medio del controlador de teclado /"DISPLAY" el segmento donde se tiene que desplegar la información.

Por último, se utilizan resistencias como limitadoras de corriente para hacer la conexión entre el manejador de "DISPLAY" y el propio "DISPLAY".

4.4.2.- DISEÑO DEL TECLADO

El teclado consta de 17 teclas, de las cuales 10 están conectadas al controlador de teclado/"DISPLAY", y las otras 7 están conectadas al pc directamente o por medio de algún circuito. Ahora se explica el diseño del teclado numérico que es el que está conectado al controlador. Dentro de la sección de los circuitos de soporte, se muestran y explican como están conectadas las teclas de funciones.

El controlador de teclado/"DISPLAY", genera una señal que es decodificada por el circuito 74LS145, esta

información se utiliza en el arreglo de matriz de teclado, para la detección de tecla oprimida. La matriz esta configurada por 10 teclas, las cuales forman 8 columnas que van conectadas directamente al controlador, y 2 renglones que van conectados al decodificador. A continuación se presenta la configuración y tabla de verdad del circuito:

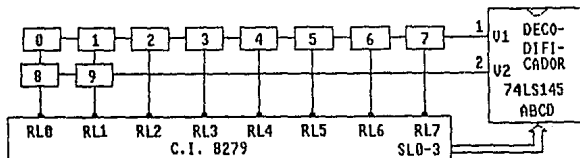


Figura 4.4.2.1.- Configuración del teclado

4.4.2.1.- Tabla de verdad del arreglo del teclado

CNTL	SHIFT	RENGLON	COLUMNA	TECLA
0	0	0 0 0	0 0 0	0
0	0	0 0 0	0 0 1	1
0	0	0 0 0	0 1 0	2
0	0	0 0 0	0 1 1	3
0	0	0 0 0	1 0 0	4
0	0	0 0 0	1 0 1	5
0	0	0 0 0	1 1 0	6
0	0	0 0 0	1 1 1	7
0	0	0 0 1	0 0 0	8
0	0	0 0 1	0 0 1	9

El controlador tiene una memoria de tipo FIFO, en donde se guarda la información de 8 bits que se genera cuando se oprime una tecla. Dentro de esta memoria el bit más significativo lo ocupa la señal de CNTL, la siguiente menos dignificativa es SHIFT, después le siguen tres bits que son generados por el barrido del decodificador 74LS145, que representan el renglón de la matriz que fue activado, y por último, tres bits que indican la posición o columna de la tecla que se oprimió.

Como se observa en la tabla de verdad, al oprimir una determinada tecla se genera una palabra de 8 bits, que indica el valor de la tecla oprimida. Por ejemplo, si se oprime la tecla denominada con el número 2, se puede observar en la tabla, que el valor de los últimos 4 bits de la palabra generada, es igual a 2 en código BCD, por lo tanto, se trabaja con esta información, ya que todas las operaciones que se realizan en el programa del pc, estan diseñadas en este código y no es necesario hacer ninguna transformación.

4.5.- CIRCUIERIA DE SOPORTE PARA EL MICROCONTROLADOR

El elemento principal en el sistema de control es el microcontrolador, este contiene 40 terminales con las que tiene contacto físico con el exterior.

Para que el microcontrolador pueda realizar su trabajo, es necesario el soporte de circuitos, como es una fuente de alimentación, un sistema de teclado/"DISPLAY", oscilador, circuitos que ayuden a mantener un estado mientras que el μ c está ocupado y no puede recibir la información, y algunos circuitos que quizás no sean tan necesarios para el funcionamiento del μ c, pero si lo son para el correcto funcionamiento del sistema de control.

4.5.1.- FUENTE DE PODER

Esta tiene como objeto dar al sistema de control la energía necesaria para su funcionamiento. La fuente está diseñada para conectarse a un suministro de voltaje normal de 127 Volts de corriente alterna monofásica, y a su salida se tiene un voltaje constante de corriente directa de 5v.

La fuente está constituida por un regulador 7805, que tiene como características un voltaje de salida constante de 5 para corriente directa y una corriente máxima de 1 ampere, lo cual es más que suficiente para cubrir todas las necesidades en el funcionamiento del sistema de control, tanto del μ c como de los demás circuitos. Otra característica importante de la fuente, es que contiene una batería con el objeto de que el sistema de control no pierda la información si se deja de suministrar energía de la línea, además de no perder la información cuando se apague

el equipo, esto ahorra tiempo al no estar volviendo a programarla si es igual la programación pasada. El sistema de batería solo suministra energía cuando la fuente de línea no está presente, además se tiene un interruptor para habilitar este sistema si se desea. A continuación se presenta la configuración de la fuente :

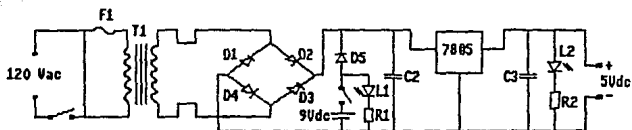


Figura 4.5.1.- Circuito de la fuente de poder.

4.5.2.- OSCILADOR

Un oscilador es un circuito determinante para el funcionamiento de un microprocesador o microcontrolador, ya que estos trabajan en base a los pulsos que se le proporcionan. El μc MCS-48 tiene integrado dentro de su encapsulado parte del circuito del oscilador. Para completarlo es necesario colocar entre sus terminales X1 y X2 un elemento resonante. En este caso, se puede poner un elemento inductivo o un cristal. La frecuencia de trabajo de este μc va de 1 a 11 MHz.

El elemento inductivo es utilizado cuando no es

requerida mucha estabilidad y la frecuencia que se desea es menor a 5 MHz. El cristal por el contrario se utiliza cuando se requiere mucha estabilidad en la frecuencia generada, es decir, que sea mínima la variación de la frecuencia.

La frecuencia para el diseño no debe ser muy baja porque esto provoca que el proceso sea muy lento, y no muy alta porque aumenta la posibilidad de ser afectada la estabilidad del circuito por el medio ambiente (temperatura, ruido eléctrico, humedad, etc.). Este sistema de control está diseñado para ser utilizado en lugares de condiciones no favorables en temperatura, humedad, vibración mecánica y ruido eléctrico. Por esta razón es necesario tomar precauciones y no trabajar en rangos aproximados al límite de trabajo. La frecuencia de trabajo que se seleccionó es de 6 MHz, ya que es una frecuencia media y estandar de trabajo del μC , y esto disminuye la sensibilidad del sistema a condiciones ambientales desfavorables.

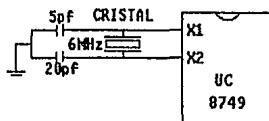


Figura 4.5.2.- Configuración del oscilador.

4.5.3.- CIRCUITO DE CONTROL PARA LA SEÑAL DE "PROG"

Este circuito tiene como objeto mantener la información mientras que el μc está ocupado y no puede recibirla. La información que manda la tecla de "PROG" es guardada en este circuito, hasta que el μc recibe la señal y manda otra indicando que ya la ha tomado. En este momento el circuito vuelve al estado anterior en espera de que se vuelva a oprimir la tecla "PROG".

Este circuito está constituido por un arreglo de inversores que funcionan como una memoria guardando la información que se le suministra. A continuación se presenta en la figura el circuito y su tabla de verdad :

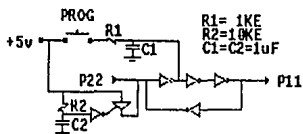


Figura 4.5.3.- Circuito de control de "PROG".

4.5.1.- TABLA DE VERDAD DE LA SEÑAL DE "PROG"

PROG	P21	P11
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

El circuito consta solamente del arreglo de inversores. La salida del circuito es alta cuando se presiona la tecla "PROG", hasta que el μC mande una señal de nivel alto por el puerto P22, que fija la salida del arreglo en nivel bajo; este nivel es mantenido hasta que se presione la señal "PROG" de nuevo.

4.5.4.- CIRCUITO DE CONTROL PARA EL MOTOR DE AVANCE

Este circuito es muy semejante al anterior, también contiene un arreglo de inversores que sirve como memoria para guardar un estado dependiendo de las señales que le lleguen. A continuación se presenta el circuito, junto con su Tabla de Verdad que representa su funcionamiento:

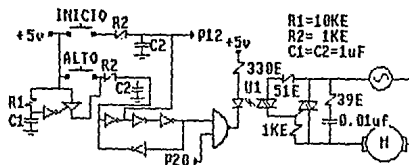


Figura 4.5.4.- Circuito de control para el motor de avance.

4.5.2.- TABLA DE VERDAD DEL CIRCUITO DE AVANCE

INICIO	ALTO	pc	COMP "AND"	MOTOR
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

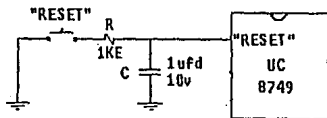
Este circuito tiene la opción de poder parar el proceso en cualquier momento, oprimiendo la tecla de ALTO, además, se puede parar por medio de una señal del microcontrolador. En el caso en que el proceso es parado con la función "ALTO", es necesario que el operador inicie el proceso de nuevo oprimiendo la tecla "INICIO", y cuando el pc detiene el motor para realizar el corte, vuelve a iniciarse el proceso automáticamente; solo en el caso de que el proceso termine, la máquina permanecerá parada hasta que el usuario oprima de nuevo la tecla de "INICIO".

El funcionamiento es el siguiente:

- Cuando se oprime la tecla de "INICIO" la salida del arreglo de inversores es puesta en uno, por lo tanto, si el puerto del microcontrolador que controla al motor de avance está en nivel alto, el motor se activará, de lo contrario el motor permanece apagado.
- En el caso en que se oprima la tecla de "ALTO", la salida del arreglo es de valor cero lógico, y por lo tanto, independientemente de la señal del pc el motor se para y permanece así hasta que se oprima la tecla de "INICIO", y el puerto del pc sea alto entonces el motor comienza a funcionar.

4.5.5.- CIRCUITO DE CONEXION PARA EL "RESET"

Este circuito está compuesto sólo por un interruptor, una resistencia y un capacitor que se conectan al pc como a continuación se presenta en la figura:



4.5.5.- Circuito de "RESET".

Como se puede observar la resistencia y el capacitor forman un circuito con una constante de tiempo, con objeto de asegurar que el voltaje del pc baje a un máximo de 0.5 Volts por un tiempo mínimo de 1 milisegundo. Con esto se asegura que la condición se cumpla cuando se desee inicializar o "RESETEAR" el pc.

4.6.- DIAGRAMA DEL CIRCUITO

Después de presentar todos los elementos que intervienen en el diseño del sistema de control, se presenta ahora el diagrama del sistema completo:

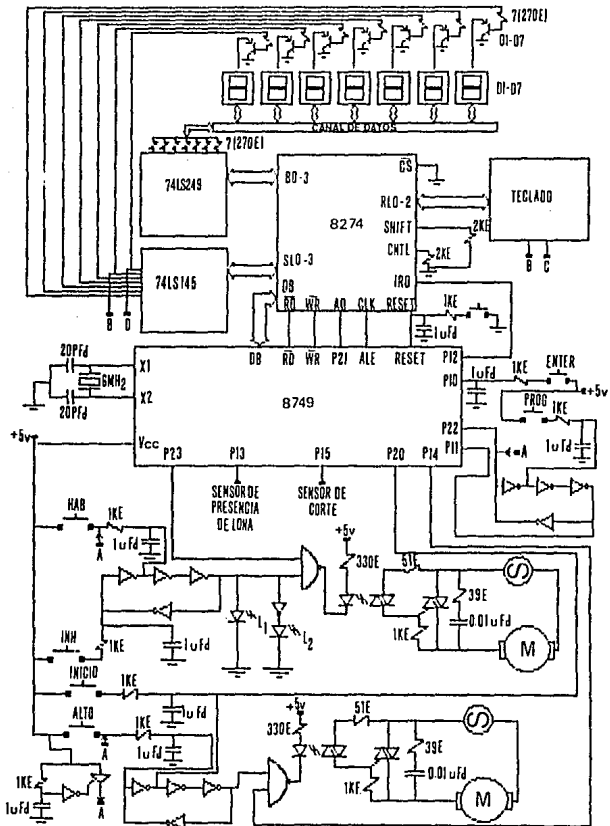


Figura d.6.- Diagrama del circuito.

CAPITULO V

DISEÑO DEL PROGRAMA

1.- DISEÑO DE "SOFTWARE"

En los primeros temas de la tesis se determinaron las características del funcionamiento del sistema de control. En base a esto, se diseña la programación del microcontrolador. Para la mejor comprensión del diseño, este se divide en tres partes: La primera es la explicación expresada en palabras de QUE es lo que se quiere hacer, después se presentan los diagramas de flujo y por último la programación en código de mnemónicos.

El diseño está basado en un programa principal y dos subrutinas de servicio. El programa principal está constituido por un conjunto de instrucciones, las cuales se encargan de: establecer la forma del funcionamiento del controlador del teclado / "DISPLAY, verificar las condiciones de la lona y del cortador, procesar los datos y controlar las dos subrutinas de servicio.

A grandes rasgos, la programación está diseñada para formar dos contadores por medio de registros; uno para realizar la medición de la lona y el otro para llevar el número de cortes; estos registros son comparados contra

los datos programados por el usuario al inicio del proceso, y los cuales quedan guardados en la memoria de la máquina.

Una observación importante en la programación es la siguiente: los registros que tienen apóstrofe, son los que fueron programados, y los que no lo tienen, son los registros que forman el contador de medición y corte.

Enseguida se presenta una tabla donde se describe que puertos del microcontrolador (µc) se utilizan y para que se usan:

PUERTOS DE ENTRADA

PUERTOS	DESCRIPCION
P10	Puerto de la señal de "ENTER"
P11	Puerto de señal de "PROG"
P12	Puerto de señal de detección de tecla oprimida.
P13	Puerto de señal de sensor de presencia de lona.
P14	Puerto de inicio de proceso.
P15	Puerto de señal que detecta si la cortadora se encuentra en su lugar inicial.

PUERTO DE SALIDA

PUERTOS	DESCRIPCION
P20	Puerto de salida del μ c para el motor de avance.
P21	Puerto de salida del μ c para la señal AO del controlador de teclado / "DISPLAY".
P22	Puerto de salida del μ c de la señal de respuesta de la función "PROG".
P23	Puerto de salida de la señal de control para el sistema de corte.

SUBROUTINA PRINCIPAL

A continuación se explica la secuencia del programa principal:

- Al encender la máquina, ella sola inicializa o dispone el sistema listo para trabajar. Lo primero que realiza, es fijar el modo de trabajo del controlador de teclado / "DISPLAY".
- El microcontrolador (μ c) examina la tecla de "PROG", si fue oprimida, el programa se va a la subrutina de servicio de datos, si no, va a verificar el estado de la tecla de inicio de proceso.

- Si la función de "INICIO" se activa, el programa prosigue a revisar si el sistema de corte se encuentra en su lugar, si no está activada, el programa regresa a revisar de nuevo si la tecla de "PROG" ha sido activada, volviendo a realizar estas últimas instrucciones hasta que alguna de estas funciones sea oprimida.

- Si al examinar el sistema de corte, éste se encuentra en su lugar, el programa pasa a la siguiente instrucción, si no, queda en la misma instrucción hasta que éste se encuentre en su lugar.

- Se desactiva el sistema de corte, en caso de que estuviera activado.

- Revisa si se oprime la función de "PROG", si está activa, el programa pasa a la subrutina de servicio de datos, si no, pasa a la siguiente instrucción.

- Borra el "DISPLAY".

- Despliega el contenido de cortes que se han realizado.

- Inicializa el contador interno del microcontrolador (μ C).

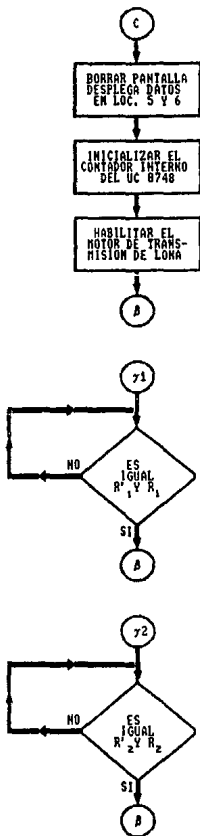
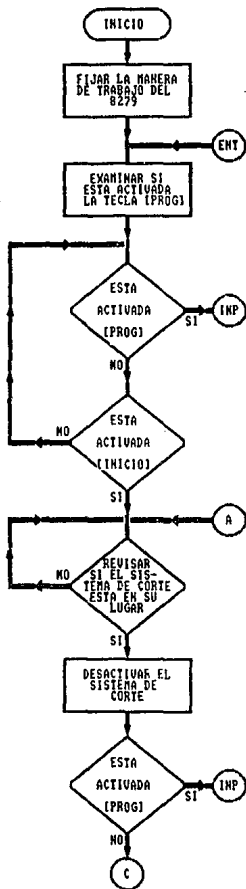
- Habilita el funcionamiento del motor de transmisión para la línea.
- El programa va a la subrutina de servicio que incrementa y despliega el contenido de la medición.
- Compara el contenido de los registros del sistema de medición (registros R1 a R5) del más significativo (R1) al menos significativo (R5) con los registros programados (registros R1' a R5'), si son iguales los registros que está comparando, el programa continúa en la siguiente instrucción, si no, vuelve a comparar los registros en cuestión.
- Si el último registro del contador es igual al registro que se programó, el motor se detiene.
- Habilita el sistema de corte.
- Borra el contenido de los registros del contador de medición y se incrementa R7.
- El programa pasa a la subrutina de servicio de incremento y despliegue de los registros del contador de cortes.
- Compara los registros del contador de cortes

(registros R6 y R7) con los registros programados (registros R6' y R7'), primero el más significativo R6 y después el menos significativo R7, si en la comparación resulta que el contenido de los registros es igual, el programa pasa a la siguiente instrucción si no, vuelve a hacer la comparación que estaba realizando.

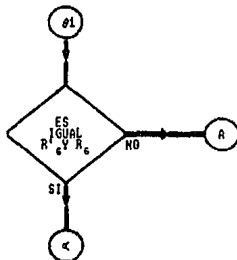
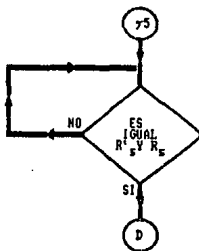
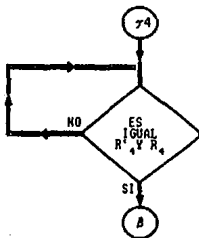
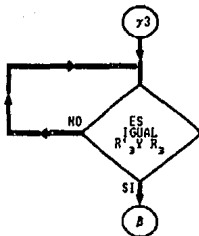
- Si el último registro del contador de cortes es igual al registro programado, se fijan los registros del contador en ceros, y el programa pasa al inicio del programa principal para que se inicie o se programe de nuevo.

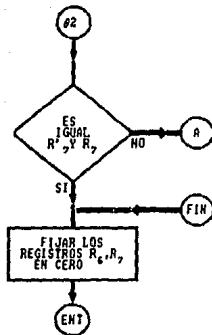
DIAGRAMA DE FLUJO :

En la siguiente página se presenta el diagrama.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA





PROGRAMA DE LA SUBROUTINA

	JMP "INICIO"	Se manda al programa de la localidad inicial a la dirección donde se inicia.
"INICIO"	MOV A, 04 HEX OUTL P22, A	Se manda por el puerto P22 una señal de nivel alto que llega al circuito de control "PROG".
	MOV A, 00 HEX SEL RB1 CALL COM MOV A, 20 HEX CALL COM	Se manda las instrucciones al controlador 8279 para que trabaje de acuerdo con el diseño.
"ENTER"	IN A, P1; ANL A, 02 HEX ORL A, F1 HEX JF1 "INP"	Revisa si fué oprimida la tecla de "PROG", si fué así, el programama pasa a la subrutina de "INP", si no, continúa en la siguiente instrucción.
	IN A, P1; ANL A, 10 HEX ORL A, EF HEX JFO "ENTER"	Se verifica si se activó la función de "INICIO", si fué así, el programa continúa en la siguiente instrucción, si no, regresa a la rutina de "ENTER".

"R. CONTEO"	IN A , P15	}	Detecta si el sistema de
	ANL A , 20 HEX		corte se encuentra en el
	OPL A , DF HEX		lugar inicial. Si no esta,
	JFO "R. CONTEO"		el programa permanece ahí,
			hasta que regrese.
	MOV A , 04 HEX	}	El sistema de corte se
	OUTL P23 , A		desactiva.
	IN A , P11	}	Revisa si se activó la fun-
	ANL A , 02 HEX		ción de "PROG", si fué así
	OPL A , FD HEX		el programa pasa a la sub-
	JF1 "INP"		rutina de servicio de "INP".
	MOV A , D3 HEX	}	Borra la información que
	CALL COM		está en el "DISPLAY".
	OUTL BUS , A		
	MOV A , 96 HEX	}	Despliega el contenido del
	CALL COM		registro R7 en la localidad
	SEL RBO		6 del campo de corte.
	MOV A , R7		
	OUTL BUS , A		
	MOV A , 95 HEX	}	Despliega el contenido del
	SEL RB1		registro R6 en la localidad
	CALL COM		5 del campo de corte.
	SEL RBO		
	MOV A , R6		
	OUTL BUS , A		

	STRT CNT	Habilita el contador interno del microcontrolador (μ C).
	MOV A , 05 HEX	Habilita la señal del motor de transmisión.
	OUTL P20 , A	
	SEL RB1	Compara el contenido de los registros R1 del contador con el R1' que está programado, si son iguales el programa pasa a la siguiente instrucción. sino regresa a comparar de nuevo estos dos registros.
"COMP. R1"	CALL "SUB CONTEO"	
	MOV A , R1	
	SEL RB1	
	XRL A , R1	
	JZ "COMP R2"	
	JMP "COMP R1"	
"COMP R2"	CALL "SUB CONTEO"	Compara los registros R2 y R2', si son iguales el programa sigue en la siguiente instrucción. si no, vuelve a realizar esta comparación
	MOV A , R2	
	SEL RB1	
	XRL A , R2	
	JZ "COMP. R3"	
	JMP "COMP. R2"	
"COMP R3"	CALL "SUB CONTEO"	Compara los registros R3 y R3', si son iguales el programa continua en la siguiente instrucción, si no vuelve a realizar esta comparación.
	MOV A , R3	
	SEL RB1	
	XRL A , R3	
	JZ "COM R4"	
	JMP "COMP R3"	

"COMP R4"	CALL "SUB CONTEO" MOV A , R4 SEL RB1 XRL A , R4 JZ "COMP R5" JMP "COMP R4"	Compara los registros R4 y R4', si son iguales el programa continua en la siguiente instrucción, si no vuelve a realizar esta comparación.
-----------	---	--

"COMP R5"	CALL "SUB CONTEO" MOV A , T SEL RB1 XRL A , R5 JZ "CORTE" JMP "COMP. R5"	Compara el contador interno del μc y R5', si son iguales el programa continúa en la siguiente instrucción, si no vuelve a realizar esta comparación.
-----------	---	---

"CORTE"	MOV A , 04 HEX OUTL P20 , A MOV A , 00 HEX OUTL P23 , A SEL RBO MOV A , 00 HEX MOV R1 , A MOV R2 , A MOV R3 , A MOV R4 , A MOV R5 , A INC R7 SEL RB1 CALL "SUB CORTE"	Se deshabilita el motor de transmisión. Se habilita el sistema de corte. Se borra el contenido de los registros que forman el contador del programa. Incrementa el registro R7. El programa pasa a la subrutina de " SUB. CONTEO CORTE ".
---------	--	---

MOV A , R6	}	Compara el contenido de los registros R6 y R6', si son iguales el programa continúa en la siguiente instrucción , si no, vuelve a realizar esta comparación.
SEL RB1		
XRL A , R6		
JZ "COMP. R7"		
JMP "R. CONTEO"		

"COMP. R7"	CALL "SUB CORTE"	}	Compara el contenido de los registros R7 y R7', si son iguales el programa continúa en la siguiente instrucción , si no, vuelve a realizar esta comparación.
	MOV A , R7		
	SEL RB1		
	XRL A , R7		
	JZ "FIN"		
	JMP "R. CONTEO"		

"FIN"	MOV A , 00 HEX	}	Se borra el contenido de los registros R6 y R7 y el programa pasa a la dirección donde está la rutina de "ENTER".
	MOV R6 , A		
	MOV R7 , A		
	JMP "ENTER"		

SUBROUTINA DE ENTRADA DE DATOS

Esta subrutina se encarga de desplegar el contenido de los registros programados, además de realizar su programación; también tiene la característica de poder corregir en cualquier momento la programación mientras está en la subrutina. A continuación se presenta la secuencia del programa:

- Para ir a esta subrutina es necesario oprimir la tecla de "PROG", con esto el programa se transfiere a la subrutina al término del proceso, si la máquina está trabajando, si no el programa pasa inmediatamente.
- Cuando el programa pasa a esta subrutina, se manda una señal externa a una circuitería para indicar que el programa está en ella.
- Se borra el "DISPLAY" de la memoria del teclado (FIFO).
- Aparece en el "DISPLAY" las condiciones o datos que tienen los registros de programación.
- Se examina si la tecla de "ENTER" es oprimida, si así fué, el programa pasa a la subrutina principal, si no, el programa continúa en la siguiente instrucción.
- Se revisa si alguna tecla numérica es oprimida, si es así, este dato es tomado como información, el cual ocupa el bit más significativo, es decir, el primer dato del registro de medición. Si no es oprimida alguna de estas teclas, el programa pasa a examinar de nuevo si se activó la tecla de la función "ENTER", volviéndose a realizar estos dos últimos pasos hasta que alguna de estas teclas sea oprimida. Si se oprime alguna tecla numérica se borra la

pantalla y el contenido de la memoria del teclado.

- Se lee el contenido de la tecla que ha sido oprimida y su información se coloca en el registro R1' desplegándose en la posición más significativa del "DISPLAY" de medición.

- El programa revisa si se quiere cambiar la programación, por si ha habido alguna equivocación. Esto lo realiza el operador oprimiendo la tecla de la función "PROG". Si es oprimida esta función el programa vuelve al inicio de esta subrutina, si no, el programa continúa en la siguiente instrucción.

- El programa espera a que se oprima otra tecla numérica.

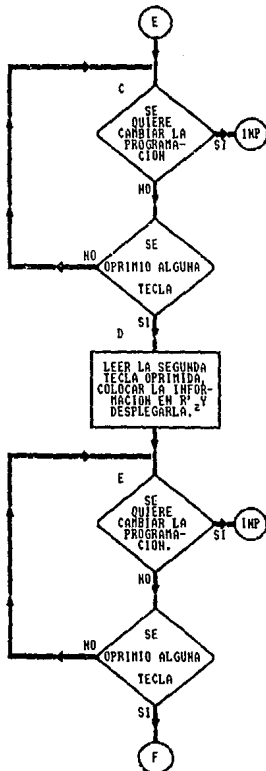
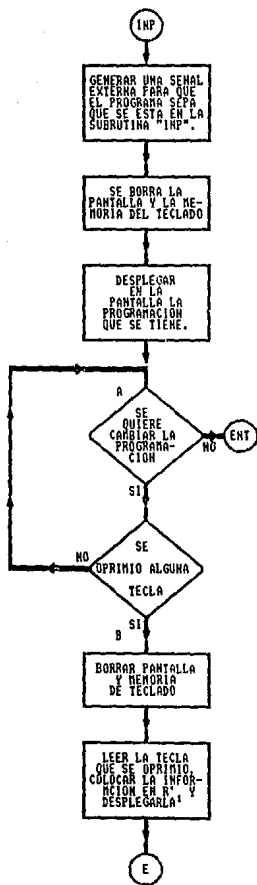
- Después de oprimir alguna tecla numérica, se vuelve a realizar la misma operación que cuando se oprimió la primera tecla, con la diferencia de que el contenido se coloca en el registro R2' y se despliega en la posición siguiente a la anterior hacia la derecha. Esta secuencia se realiza igual para introducir todos los demás datos, incluyendo los de corte. En este aspecto es importante recalcar que se deben introducir primero los datos de medición con todas sus cifras aunque valgan cero e inmediatamente

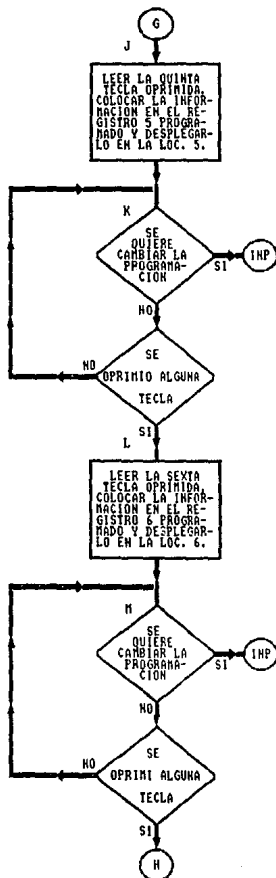
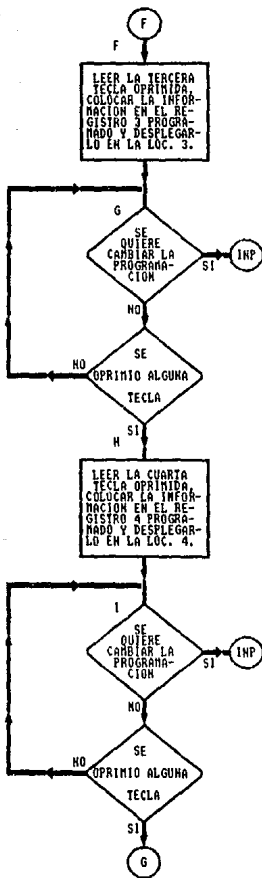
los datos de corte, también con todas sus cifras aunque éstas valgan cero.

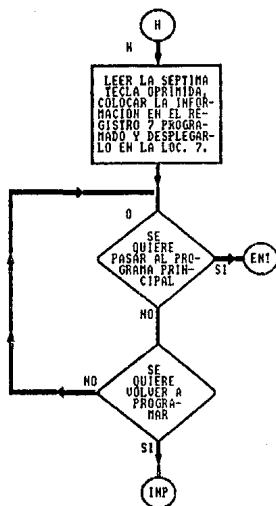
- Después de introducir todos los datos, si se requiere pasar a la subrutina principal, ya que se tiene la seguridad de que no hay ninguna equivocación, se debe oprimir la tecla de la función "ENTER".
- En caso de que exista alguna equivocación, o se quiera revisar la programación, es necesario oprimir la tecla de la función "PROG". En caso en que ninguna de las teclas de las funciones "ENTER" Y "PROG" son oprimidas, el programa permanece en espera de que algunas de éstas sean oprimidas para continuar.

DIAGRAMA DE FLUJO :

En la siguiente página se presenta el diagrama.







PROGRAMA DE LA SUBROUTINA

<pre>"INP" MOV A, 00 HEX OUTL P22 . A</pre>	}	<p>Genera una señal de nivel bajo por el puerto P22, para dar aviso que se ha pasado a esta subrutina.</p>
<pre> MOV A, 07 HEX SEL RB1</pre>	}	<p>Error los datos desplegados en el "DISPLAY".</p>
<pre> CALL "COM" MOV A, 90 HEX CALL "COM" MOV A, R1' OUTL BUS . A MOV A, R2' OUTL BUS . A MOV A, R3' OUTL BUS . A MOV A, R4' OUTL BUS . A MOV A, R5' OUTL BUS . A MOV A, R6' OUTL BUS . A MOV A, R7' OUTL BUS . A</pre>	}	<p>Despliega en el "DISPLAY" los datos programados, tanto de medición como de corte.</p>

	MOV A , 04 HEX	}	Genera una señal alta para formar el pulso con la primera instrucción.
	OUTL P22 , A		
"A"	IN A , P10	}	Revisa si fue activada la función "ENTER", si es así el proceso continúa en el programa principal, si no, pasa a la siguiente instrucción.
	ANL A , 01 HEX		
	ORL A , FE HEX		
	JF1 "ENT"		
	IN A , P12	}	Revisa si fue activada alguna tecla numerica, si es así, va a la rutina "E", si no, va a la rutina "A".
	ANL A , 04 HEX		
	ORL A , FB HEX		
	JF1 "B"		
	JMP "A"		
"B"	MOV A , D3 HEX	}	Borra la memoria de "DISPLAY" y teclado del controlador.
	CALL "COM"		
	MOV A , 40 HEX	}	Lee el pc la información que esta en su "BUS" de datos y lo guarda en el registro R1'.
	CALL "COM"		
	INS A , BUS		
	MOV R1' , A		
	MOV A , 90 HEX	}	Despliega la información R1' en la localidad del dígito más significativo del campo de medición.
	CALL "COM"		
	MOV A , R1'		
	OUTL BUS , A		

"C"

IN A , P11
ANL A , 02 HEX
ORL A , FD HEX
JF1 "INP"

Verifica si fue activada la función "PROG", si fue así, el programa regresa al inicio de esta subrutina, si no, continúa en la siguiente instrucción.

IN A , P12
ANL A , 04 HEX
ORL A , FB HEX
JF1 "D"
JMP "C"

Revisa si se oprimió alguna tecla numérica, si esto sucedió, el programa continúa en la rutina "D", si no, regresa al inicio de la rutina "C".

"D"

MOV A , 40 HEX
CALL "COM"
INS A , BUS
MOV R2' , A
MOV A , 91 HEX
CALL "COM"
MOV A , R2'
OUTL BUS , A

Lee el μ C la información que está en su "BUS" de datos y lo guarda en el registro R2'.

Despliega la información de R2' en la segunda localidad más significativa del campo de medición.

"E"

IN A , P11
ANL A , 02 HEX
ORL A , FD HEX
JF1 "INP"

Verifica si fue activada la función de "PROG", si así fue, el programa regresa al inicio de esta subrutina, si no, continua en la siguiente instrucción.

	IN A , P12	}	Revisa si fue oprimida alguna tecla numérica, si esto sucedió, el programa continúa en la rutina "F", si no, regresa al inicio de la rutina "E".	
	ANL A , 04 HEX			
	ORL A , FB HEX			
	JF1 "F"			
	JMP "E"			
"F"	MOV A , 40 HEX	}	Lee el pc la información que está en su "BUS" de datos y lo guarda en el registro R3'.	
	CALL "COM"			
	INS A ,BUS			
	MOV R3' , A	}	Despliega la información de R3' en la tercera localidad más significativa del campo de medición.	
	MOV A , 92 HEX			
	CALL "COM"			
	MOV A , R3'			
	OUTL BUS , A	}	Verifica si fue activada la función de "PROG", si así fue, el programa regresa al inicio de esta subrutina, si no, continua en la siguiente instrucción.	
"G"	IN A , P11			
	ANL A , 02 HEX			
	ORL A , FD HEX			
	JF1 "INP"			
	IN A , P12	}	Revisa si fue oprimida alguna tecla numérica. Si esto sucedió, el programa continúa en la rutina "H", si no, regresa al inicio de la rutina "E".	
	ANL A , 04 HEX			
	ORL A , FB HEX			
	JF1 "H"			
	JMP "G"			

"H"	<pre> MOV A , 40 HEX CALL "COM" INS A , BUS MOV R4' , A MOV A , 93 HEX CALL "COM" MOV A , R4' OUTL BUS , A </pre>	<pre> } Lee el pc la información } que está en su "BUS" de da- } tos y lo guardo en el re- } gistro R4'. } } Despliega la información de } R4' en la 4ª localidad más } significativa del campo de } medición. </pre>
"I"	<pre> IN A , P11 ANL A , 02 HEX ORL A , FD HEX 151 "INP" </pre>	<pre> } Verifica si fue activada la } función de "PROG", si así } fue, el programa regresa al } inicio de esta subrutina, } si no, continúa en la si- } guiente instrucción. </pre>
	<pre> IN A , P12 ANL A , 04 HEX ORL A , FB HEX JF1 "J" JMP "I" </pre>	<pre> } Revisa si fue oprimida al- } guna tecla numerica, si es- } to sucedió el programa con- } tinua en la rutina "J", si } no regresa al inicio de la } rutina "I". </pre>
"J"	<pre> MOV A , 40 HEX CALL "COM" INS A , BUS MOV R5' , A </pre>	<pre> } Lee el pc la información } que está en su "BUS" de da- } tos y lo guarda en el re- } gistro R5'. </pre>

	MOV A , 94 HEX	}	Despliega la información de
	CALL "COM"		R5'en la localidad menos
	MOV A ,R5'		significativa del campo de
	OUTL BUS , A		medición.
"K"	IN A , P11	}	Verifica si fue activada la
	ANL A , 02 HEX		función de "PROG", si así
	ORL A , FD HEX		fue, el programa regresa al
	JF1 "INP"		inicio de esta subrutina si no, continua en la si- guiente instrucción.
	IN A , P12	}	Revisa si fue oprimida al-
	ANL A , 04 HEX		guna tecla numerica, si es-
	ORL A , FB HEX		to sucedió el programa con-
	JF1 "L"		tinúa en la rutina "L", si
	JMP "K"		no, regresa al inicio de la rutina "K".
"L"	MOV A , 40 HEX	}	Lee el pc la información
	CALL "COM"		que está en su "BUS" de da-
	INS A , BUS		tos y lo guarda en el re-
	MOV R6' , A	}	gistro R6'.
	MOV A , 95 HEX		Despliega la información
	CALL "COM"		de R6'en la localidad más
	MOV A , R6'		significativa del campo de
	OUTL BUS , A		corte.

"M"

IN A , P11
ANL A , 02 HEX
ORL A , FD HEX
JF1 "INP"

Verifica si fue activada la función de "PROG", si así fue, el programa regresa al inicio de esta subrutina, si no continua en la siguiente instrucción.

IN A , P12
ANL A , 04 HEX
ORL A , FB HEX
JF1 "N"
JMP "M"

Revisa si fue oprimida alguna tecla numerica, si esto sucedió el programa continúa en la rutina "N", si no regresa al inicio de la rutina "M".

"N"

MOV A , 40 HEX
CALL "COM"
INS A , BUS
MOV R7' , A
MOV A , 96 HEX
CALL "COM"
MOV A , R7'
OUTL BUS , A

Lee el pc la información que está en su "BUS" de datos y la guarda en el registro R7'.

Despliega la información de R7' en la localidad menos significativa del campo de corte.

SEL RBO

"O"

IN A , P10
ANL A , 01 HEX
ORL A , FE HEX
JF1 "ENTER"

Revisa si fue habilitada la función de "ENTER", si esto ocurrió el programa pasa al programa principal, si no, continúa en la siguiente instrucción.

	IN A , F1:	}	Verifica si fue activada la
	ANL A , 02 HEX		función de, "PROG" si así
	ORL A , F2 HEX		fue, el programa regresa al
	JF1 "INP"		inicio de esta subrutina,
	JMP "O"		si no, continúa en la si-
			guiente instrucción.
"COM"	MOV P0' . A	}	Subrutina en la cual se
	MOV A , 05 HEX		manda la información que
	OUTL P21 . A		está en el acumulador al
	MOV A , F1'		controlador del teclado /
	OUTL BUS . A		"DISPLAY" como una instruc-
	MOV A , 04 HEX		ción.
	OUTL P21 . A		
	RETF		

SUBROUTINA DE INCREMENTO Y DESPLIEGE DE DATOS

Está subrutina incrementa y despliega el contador de medición y corte del microcontrolador. Enseguida se presenta la secuencia del programa:

- Después de iniciar el programa principal y el proceso de medición y corte, el μC va a la subrutina de incremento y despliegue de información. Primero despliega en la localidad cinco del "DISPLAY" el contenido del contador interno del μC .

- Compara si el contador es igual a 0A HEX. (esto es para que el siguiente registro se incremente cuando el contador pase de 9 al siguiente número) . si la comparación es verdadera, pasa a la siguiente instrucción; si no, el programa se va a la subrutina principal para que se compare este registro con el correspondiente de la programación.
- Si el contador es igual a 0A HEX, se incremente el R4 y se pone en zeros el contador interno del pc.
- Despliega en la localidad 4 del "DISPLAY" el contenido del R4 (representa el segundo bit menos significativo del contador de medicion).
- A continuación se realizan todos los pasos anteriores con la diferencia de que se compara el registro R4 para saber si se incrementa R3 o se pasa de nuevo a la subrutina principal. Se despliega en la localidad 3 el contenido de R3.
- Se vuelve hacer la misma operación pero con los registros R2 y R3. Después se realiza la operación con R2 y R1. En caso de que se lleguen a realizar todos estos procedimientos y el registro más significativo R1 llegue a un valor igual a 0A HEX; el programa inmediatamente se va al inicio de la

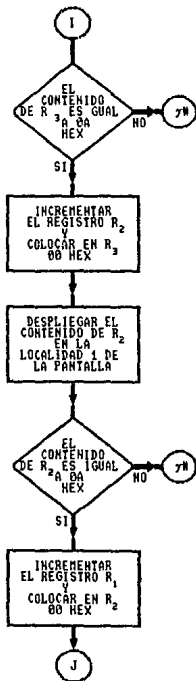
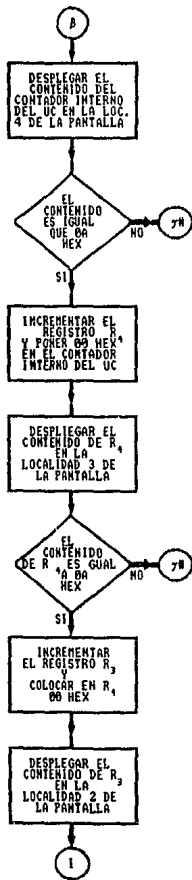
subrutina principal en espera de que se inicie de nuevo el programa o se re programe. Esto es con el fin de que si existe un error, la máquina se detenga y se revise la programación, ya que no se pueden realizar mediciones mayores.

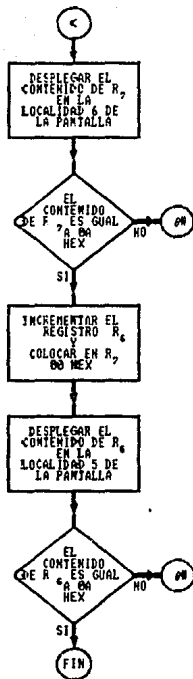
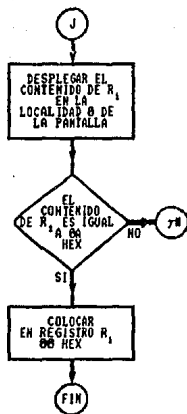
- En la segunda parte de esta subrutina, la secuencia del contador de corte es igual a la del contador de medición, pero en diferentes registros. El registro menos significativo es R7 que se despliega en la localidad 7 y el más significativo R6 que representa la localidad 6 del "DISPLAY".
- Al igual que al anterior, primero se despliega en la posición menos significativa el contenido del registro R7.
- Se compara el contenido de R7 con 0A HEX, si es igual. pasa a la siguiente instrucción, si no se regresa a la subrutina principal.
- Se incrementa el registro R6 y se pone en ceros a R7.
- Se despliega en la posición más significativa del "DISPLAY" de corte el contenido R6.
- El contenido del registro R6 se compara con 0A HEX.

si no es igual, pasa a la subrutina principal para continuar con el programa; si es igual, el programa pasa al final de la subrutina principal para poner en ceros los registros del contador de cortes, y despues, se va al inicio en espera de que el operador vuelva a iniciar el proceso o cambie la programación.

DIAGRAMA DE FLUJO :

En la siguiente página se presenta el diagrama.





PROGRAMA DE LA SUBROUTINA

"SUB CONTEO"	MOV A , 94 HEX	}	Despliega el contenido del contador interno del μ c en la localidad 4 del campo de medición.
	CALL "COM"		
	SEL R80		
	MOV A , T		
	OUTL BUS , A		
	XRL A , 04 HEX	}	Compara si el contenido del contador es mayor de 9. Si es así, continua el programa en la rutina de "INC", si no, continúa en la siguiente instrucción.
	JZ "INC"		
	RETR		
"INC"	INC R4	—	Incrementa el registro R4.
	MOV A , 00 HEX	}	Borra el contenido del contador interno del μ c.
	MOV T , A		
	MOV A , 93 HEX	}	Despliega el contenido del registro R4 en la localidad 3 del campo de medición.
	CALL "COM"		
	SEL R80		
	MOV A , R4		
	OUTL BUS , A		
	XRL A , 0A HEX	}	Compara si el contenido de R4 es mayor de 9, si es así el programa continúa en la rutina "1", si no, continúa en la siguiente instrucción
	JZ "1"		
	RETR		
"1"	INC R3	—	Incrementa el registro R3.

	MOV A , 00 HEX	}	Borra el contenido de R4.
	MOV R4 , A		
	MOV A , 92 HEX	}	Despliega el contenido del
	CALL "COM"		R3 en la localidad 2 del
	MOV A , R3		campo de medición.
	OUTL BUS , A		
	XRL A , 0A HEX	}	Compara si el contenido de
	JZ "2"		R3 es mayor de 9, si es así
	RETR		continúa el programa en la
			rutina "2", si no continúa
			en la siguiente instrucción
"2"	INC R2	—	Incrementa el registro R2.
	MOV A , 00 HEX	}	Borra el contenido de R3.
	MOV R3 , A		
	MOV A , 91 HEX	}	Despliega el contenido del
	CALL "COM"		registro R2 en la localidad
	SEL RBO		1 en el campo de medición.
	MOV A , R2		
	OUTL BUS , A		
	XRL A , 0A HEX	}	Compara si el contenido de
	JZ "3"		R2 es mayor de 9, si es así
	RETR		continúa el programa en la
			rutina "3", si no, continúa
			en la siguiente instrucción
"3"	INC R1	—	Incrementa R1.
	MOV A , 00 HEX	}	Borra el contenido de R2.
	MOV R2 , A		

	MOV A , 90 HEX	}	Despliega el contenido del R1 en la localidad 0 del campo de medición.
	CALL "COM"		
	SEL RBO		
	MOV A , R1		
	OUTL BUS , A		
	XFL A , 0A HEX	}	Compara si el contenido de R1 es mayor de 9, si es así continúa el programa en la rutina "4", si no, prosigue en la siguiente instrucción
	JZ "4"		
	RETR		
"4"	MOV A , 00 HEX	}	Borra el contenido de R1.
	MOV R1 , A		
	JMP "FIN"	}	El programa va a la rutina de "FIN".
"SUB CORTE"	MOV A , 96 HEX	}	Despliega el contenido de R7 en la localidad 6 en el campo de corte.
	CALL "COM"		
	SEL RBO		
	MOV A , R7		
	OUTL BUS , A		
	XFL A , 0A HEX	}	Compara si el contenido de R7 es mayor de 9, si es así, continúa el programa en la rutina "5", si no prosigue en la siguiente instrucción.
	JZ "5"		
	RETR		
"5"	INC R6	}	Incrementa el contenido de R6.

MOV A , 00 HEX	}	Borra el contenido de R7.
MOV R7 , A		
MOV A , 95 HEX	}	Despliega el contenido de R6 en la localidad 5 en el campo de corte.
CALL "COM"		
SEL RBO		
MOV A , R6		
OUTL BUS , A	}	Compara si el contenido de R6 es mayor de 9, si es así continúa el programa en la rutina "FIN", si no, continúa en la siguiente instrucción en el programa principal.
XRL A , 0A HEX		
JZ "FIN"		
RETR		

CAPITULO VI

CALCULO DE VELOCIDAD DEL SISTEMA DE MEDICION Y MEJORAMIENTO DEL PROYECTO

6.1.- VELOCIDAD DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Despues de realizar el diseño de "SOFTWARE", es necesario calcular la velocidad máxima a la que puede trabajar el sistema de transporte, sin que el sistema de control tenga problema para detectar y procesar la información. Para determinar la velocidad es necesario conocer el tiempo de la ruta del programa más crítico, es decir, calcular el tiempo máximo que tarda el programa para procesar una señal generada por la rueda con marcas mientras se realiza el proceso de medición.

La última información que se conoce, es la que lleva más tiempo en proceso, ya que el programa esta diseñado para comparar primero el "BIT" más significativo y al último el menos significativo. El tiempo que tarda el programa para procesar el "BIT" menos significativo es de 245 microsegundos ($\mu\text{seg.}$). Este tiempo es el mínimo que puede haber entre pulsos, ya que si se generan pulsos con una tiempo de separación menor a 245 μseg se tiene el riesgo de que se pierda la información, es decir, que el programa no lo tome en cuenta, ocasionando estos errores en la medición.

El microcontrolador tiene la capacidad de recibir un pulso cada 7.5 μ seg en la terminal de entrada del contador interno, cuando trabaja a una frecuencia de 6 MHz; por lo tanto, el μ c no tiene ningun problema de procesar la información, ya que su capacidad en la entrada del contador interno le permite manejar un pulso cada 245 μ seg. En base a este tiempo que es el que limita la velocidad en el proceso de información, se puede calcular la velocidad que se requiere en el rodilla de medición.

A continuación se realiza los cálculos para determinar dicha velocidad.

Como ya sabemos el μ c debe recibir como máximo un pulso cada 245 μ seg; por lo tanto, la velocidad máxima de la rueda con marcas debe ser igual a 2 mm que es la separación entre marcas, dividido entre 245 μ seg que es el tiempo que debe transcurrir entre pulsos. Por lo tanto, la velocidad lineal de la rueda con marcas es igual a:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{2 \text{ mm}}{245 \text{ } \mu\text{seg}} = \frac{0.002 \text{ mts}}{245 \text{ } \mu\text{seg}} = 8.1633 \text{ mts/seg}$$

La velocidad angular de la rueda con marcas es:

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{8.1633 \text{ mts/seg}}{0.161 \text{ mts}} = 50.68 \text{ rps}$$

$$\omega = 50.68 \text{ rps} = 3048.98 \text{ rpm}$$

La velocidad angular de la rueda con marcas es igual a la del rodillo de medición. Por lo tanto, la velocidad lineal del rodillo es igual:

$$v = \omega \cdot r = (50.68 \text{ rps})(0.04 \text{ mts}) = 2.027 \text{ mts/seg}$$

La velocidad máxima a la que puede girar el rodillo de medición para que la lona sea medida correctamente es de 2.027 mts/seg. Para tener la seguridad de que el sistema trabaje bien, es necesario que la velocidad sea menor a la calculada, ya que en casos críticos en que la temperatura, el ruido eléctrico, humedad, etc. estén presentes, éstos no afecten en el proceso de medición y provoquen información errónea o afecten en el trabajo del sistema de control; por esta razón se considera un factor de seguridad del 80% de la velocidad máxima, es decir, se reduce un 20% la velocidad máxima para disminuir la sensibilidad del sistema a los factores del medio ambiente de trabajo. Se consideró este factor porque es un valor no muy alto el cual no disminuye la velocidad considerablemente, y además no se trabaja cerca del rango crítico.

$$v = (2.027 \text{ mts/seg})(0.8) = 1.62 \text{ mts/seg}$$

Por lo anterior, la velocidad de trabajo máxima es de

1.62 mts/seg. esto es sin considerar los factores mecánicos del sistema de transmisión.

Esta velocidad es muy alta para el sistema mecánico, ya que se produce un error muy alto al frenar el sistema, y además el deslizamiento al arrancar el sistema de transporte y en el proceso es muy grande. Por esta razón, es conveniente trabajar con una velocidad menor a la que se calculó anteriormente. Por lo tanto, la velocidad que se seleccionó está entre 0.5 y 0.7 mts/seg. Para poder determinar la velocidad ideal del sistema es necesario tener físicamente la máquina para realizar las pruebas, ya que depende mucho de la construcción mecánica y del material de los rodillos que jalan la lona.

6.2.- SUGERENCIAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROYECTO.

El proyecto está diseñado como un sistema básico de control, el cual tiene los elementos necesarios para realizar el trabajo de manera eficiente y confiable, esto es, con el objeto de que el costo no sea alto. A este mismo sistema se le puede agregar algunas otras características que facilitan el trabajo y el diagnóstico en caso de algún problema.

A continuación se mencionan algunas características para el mejoramiento del proyecto:

- Un mecanismo de autoenhebrado de la lona. Esto facilita el trabajo del operador y ahorra tiempo en el proceso.

- Una programación con la cual se indique por medio del "DISPLAY" el estado de la máquina y de las indicaciones de la programación; ya que en este diseño no se maneja mensajes por medio del "DISPLAY", ni los pasos para la programación, sino que se sigue un procedimiento al programar sin que el "DISPLAY" indique nada más que las cantidades programadas.

- Un sistema de diagnóstico que ayude a determinar el problema cuando este se presente. En algunos casos el mismo operador con ayuda de la máquina puede resolver problemas sencillos, y en casos más difíciles este sistema ayude al personal capacitado a resolver dicho problema.

- Otro punto que puede ser muy interesante, es un sistema de estadística que ayude a la empresa a llevar un mejor control en sus productos y su inventario, además de verificar la cantidad de lona que el proveedor les está surtiendo.

Todas estas sugerencias ayudan a mejorar la eficiencia de la máquina y la producción por consiguiente. En contra

de todas estas ventajas que nos dé el hacer estas modificaciones, está el incremento del costo.

CONCLUSIONES

El proyecto tiene por objeto, establecer un sistema de control eficiente y confiable, que coordine el proceso de medición y corte de lona a un precio bajo.

La máquina con control automático optimiza el proceso de medición y corte, ahorrando tiempo, espacio y aumentando la producción.

Los dispositivos que se utilizan en el diseño, se encuentran en el mercado nacional, con la finalidad de que sean accesibles de utilizarse, y, en un momento dado de reemplazar algún componente si este se daña.

El control de la máquina se realiza por medio de un microcontrolador, para facilitar el diseño ya que en este están contenidos varios dispositivos.

El diseño del circuito impreso es relativamente sencillo por los pocos dispositivos que se utilizan, es decir, son pocas las pistas que se tendrán en el circuito.

El programa fue diseñado para que la máquina realice todo el trabajo, utilizando solo la memoria del microcontrolador, esto es, con el objeto de hacer más sencillo el proyecto y no incrementar los costos.

El sistema de medición utiliza una rueda con marcas, que está calibrada para que un sensor lea una marca cada vez que pase un milímetro de lona sobre el rodillo de medición. Un punto muy importante, es, que no existan deslizamientos entre el rodillo de medición y lona, para que haya una medición correcta.

El sistema de corte está constituido por una cizalla, que es movida por un pistón, y este a su vez por un motor. Este sistema está controlado por medio del microcontrolador, que a su vez, depende del estado de un interruptor, que le informa la posición de la cizalla.

La velocidad de medición está definida por la limitación mecánica en el momento del frenado, y, por los posibles deslizamientos en el rodillo de medición al momento de arrancar, o en el proceso de medición. Esta velocidad puede ser mayor si se mejora el sistema de frenado y transmisión de lona.

Una característica del sistema de control es, que detecta la existencia de lona en la máquina. En el caso de que se termine cuando está en proceso, la máquina se para y espera hasta que se coloque de nuevo. Además, el sistema avisa por medio de una luz que no hay lona en la máquina.

Por último, el proyecto se puede utilizar para la

medición de longitud y corte de cualquier material, que se pueda medir a partir de rodillos, el método de corte no es muy importante, puesto que se puede cambiar dependiendo del material.

APENDICE A

OPTOACOPLADOR

El optoacoplador que se utiliza en este proyecto es de tipo TRIAC con cruce por cero. Los optoacopladores son utilizados como medio para manejar los motores. A continuación se presentan las principales características del dispositivo :

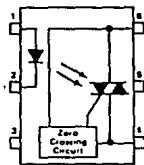


Figura 1-A.- Optoacopladores

VALORES MAXIMOS PARA EL DIODO INFRAROJO EMISOR

DESCRIPCION	VALORES	UNIDADES
Voltaje Inverso	3.0	Volts
Corriente Directa -continua-	50	mA
Disipación Total de Potencia T = 25°C	120	mW

VALORES MAXIMOS PARA EL DISPOSITIVO DE SALIDA

DESCRIPCION	VALORES	UNIDADES
Apagado, Voltaje de Salida	250	Volts
Encendido, Corriente RMS	100	mA
Pico de Corriente No Repetible	1.2	A
Disipación Total de Potencia	300	mW

CARACTERISTICAS DEL ACOPLAMIENTO

DESCRIPCION	VALORES	UNIDADES	
Corriente de Disparo del LED Requerida para Enganchar la Salida.	MOC3030 MOC3031 MOC3032	30 15 10	mA mA mA
Corriente de Mantenimiento en cada Dirección.	100	uA	

El optoacoplador que se propone es un MOC3032, ya que maneja poca corriente y las mismas compuertas lógicas lo pueden manejar, sin utilizar algún dispositivo de potencia.

APENDICE B

PROGRAMA ENSAMBLADO

CODIGO NEMONICO		CODIGO ENSAMBLADO
	JMP "INICIO"	00 00
INICIO	MOV A, 04	00 00 23 04
	OUTL P22, A	00 02 3A
	MOV A, 00	00 03 23 00
	SEL RB1	00 05 D5
	CALL COM	00 06 14 01 CC
	MOV A, 24	00 09 23 24
	CALL COM	00 0B 14 01 CC
ENTER	IN A, P11	00 0E 09
	ANL A, 10	00 0F 53 10
	ORL A, EF	00 11 43 EF
	JFO "ENTER"	00 13 B6 00 0E
"R. CONTEO"	IN A, P15	00 15 09
	ANL A, 20	00 16 53 20
	ORL A, DF	00 18 43 DF
	JFO "R. CONTEO"	00 1A B6 00 15
	MOV A, 04	00 1C 23 04
	OUTL P23, A	00 1E 3A
	IN A, P11	00 1F 09
	ANL A, 02	00 20 53 02
	ORL A, FD	00 22 43 FD
	JF1 "INP"	00 24 76 00 AD
	MOV A, D3	00 26 23 DE

	CALL COM	00 28 14 01 CC
	OUTL BUS, A	00 2B 02
	MOV A, 96	00 2C 23 96
	CALL COM	00 2E 14 01 CC
	SEL RB0	00 31 C5
	MOV A, R7	00 32 FE
	OUTL BUS, A	00 33 02
	MOV A, 95	00 34 23 95
	SEL RB1	00 36 D5
	CALL COM	00 37 14 01 CC
	SEL RB0	00 3A C5
	MOV A, R6	00 3B FD
	OUTL BUS, A	00 3C 02
	STRT CNT	00 3D 45
	MOV A, 05	00 3E 23 05
	OUTL P20, A	00 40 3A
	SEL RB1	00 41 D5
"COMP. R1"	CALL "SUB. CONTEO"	00 42 14 01 D6
	MOV A, R1	00 45 F8
	SEL RB1	00 46 D5
	XRL A, R1	00 47 D8
	JZ "COMP. R2"	00 48 C6 00 4E
	JMP "COMP. R1"	00 4B 04 00 42
"COMP. R2"	CALL "SUB. CONTEO"	00 4E 14 01 D6
	MOV A, R2	00 51 F9
	SEL RB1	00 52 D5
	XRL A, R2	00 53 D9

	JZ "COMP. R3"	00 54 C6 00 5A
	JMP "COMP. R2"	00 57 04 00 4E
"COMP. R3"	CALL "SUB. CONTEO"	00 5A 14 01 D6
	MOV A, R3	00 5D FA
	SEL RB1	00 5E D5
	XRL A, R3	00 5F DA
	JZ "COMP. R4"	00 60 C6 00 66
	JMP "COMP. R3"	00 63 04 00 5A
"COMP. R4"	CALL "SUB. CONTEO"	00 66 14 01 D6
	MOV A, R4	00 69 FB
	SEL RB1	00 6A D5
	XRL A, R4	00 6B DB
	JZ "COMP. R5"	00 6C C6 00 72
	JMP "COMP. R4"	00 6F 04 00 66
"COMP. R5"	CALL "SUB. CONTEO"	00 72 14 01 D6
	MOV A, T	00 75 42
	SEL RB1	00 76 D5
	XRL A, R5	00 77 DC
	JZ "CORTE"	00 78 C6 00 7E
	JMP "COMP. R5"	00 7B 04 00 72
"CORTE"	MOV A, 04	00 7E 23 04
	OUTL P20, A	00 80 3A
	MOV A, 00	00 81 23 00
	OUTL P23, A	00 83 3A
	SEL RB0	00 84 C5
	MOV A, 00	00 85 23 00
	MOV R1, A	00 87 A8

	MOV R0, A	00 88 A9
	MOV R3, A	00 89 AA
	MOV R4, A	00 8A AB
	MOV R5, A	00 8B AC
	INC R7	00 8C 1E
	SEL RB1	00 8D D5
	CALL "SUB. CORTE"	00 8E 14 02 32
	MOV A, R6	00 91 FD
	SEL RB1	00 92 D5
	XRL A, R6	00 93 DD
	JZ "COMP. R7"	00 94 C6 00 9A
	JMP "R. CONTEO"	00 97 04 00 15
"COMP. R7"	CALL "SUB. CORTE"	00 9A 14 02 32
	MOV A, R7	00 9D FE
	SEL RB1	00 9E D5
	XRL A, R7	00 9F DE
	JZ "FIN"	00 A0 C6 00 A5
	JMP "R. CONTEO"	00 A3 04 00 15
"FIN"	MOV A, 00	00 A6 23 00
	MOV R6, A	00 A8 AD
	MOV R7, A	00 A9 AE
	JMP "ENTER"	00 AA 04 00 0E
"INP"	MOV A, 00	00 AD 23 00
	OUTL P22, A	00 AF 3A
	MOV A, D3	00 B0 23 D3
	SEL RB1	00 B2 D5
	CALL COM	00 B3 14 01 CC

MOV A, 90	00 B6 23 90
CALL COM	00 B8 14 01 CC
MOV A, R'1	00 BB F9
OUTL BUS, A	00 BC 02
MOV A, R'2	00 BD FA
OUTL BUS, A	00 BE 02
MOV A, R'3	00 BF FB
OUTL BUS, A	00 C0 02
MOV A, R'4	00 C1 FC
OUTL BUS, A	00 C2 02
MOV A, R'5	00 C3 FD
OUTL BUS, A	00 C4 02
MOV A, R'6	00 C5 FE
OUTL BUS, A	00 C6 02
MOV A, R'7	00 C7 FF
OUTL BUS, A	00 C8 02
MOV A, 04	00 C9 23 04
OUTL P22, A	00 CB 3A
"A" IN A, P10	00 CC 09
ANL A, 01	00 CD 53 01
ORL A, FE	00 CF 43 FE
JF1 "ENTER"	00 D1 76 00 0E
IN A, P12	00 D4 09
ANL A, 04	00 D5 53 04
ORL A, FB	00 D7 43 FB
JF1 "B"	00 D9 76 00 DF
JMP "A"	00 DC 04 00 CC

"B"	MOV A, D3	00 DF 23 D3
	CALL COM	00 E1 14 01 D6
	MOV A, 40	00 E4 23 40
	CALL COM	00 E6 14 01 CC
	INS A, BUS	00 E9 08
	MOV R'1, A	00 EA A9
	MOV A, 90	00 EB 23 90
	CALL COM	00 ED 14 01 CC
	MOV A, R'1	00 F0 F9
	OUTL BUS, A	00 F1 02
"C"	IN A, P11	00 F2 09
	ANL A, 02	00 F3 53 02
	ORL FD	00 F5 43 FD
	JF1 "INP"	00 F7 76 00 AD
	IN A, P12	00 FA 09
	ANL A, 04	00 FB 53 04
	ORL A, FB	00 FD 43 FB
	JF1 "D"	00 FF 76 01 05
	JMP "C"	01 02 04 00 F2
"D"	MOV A, 40	01 05 23 40
	CALL COM	01 07 14 01 CC
	INS A, BUS	01 0A 08
	MOV R'2, A	01 0B AA
	MOV A, 91	01 0C 23 91
	CALL COM	01 0E 14 01 CC
	MOV A, R'2	01 11 FA
	OUTL BUS, A	01 12 02

"E"	IN A, P11	01 13 09
	ANL A, 02	01 14 53 02
	ORL A, FD	01 16 43 FD
	JF1 "INP"	01 18 76 00 AD
	IN A, P12	01 1B 09
	ANL A, 04	01 1C 53 04
	ORL A, FB	01 1E 43 FB
	JF1 "F"	01 20 76 01 26
	JMP "E"	01 23 04 01 13
"F"	MOV A, 40	01 26 23 40
	CALL COM	01 28 14 01 CC
	INS A, BUS	01 2B 08
	MOV R'3, A	01 2C AB
	MOV A, 92	01 2D 23 92
	CALL COM	01 2F 14 01 CC
	MOV A, R'3	01 32 FB
	OUTL BUS, A	01 33 02
"G"	IN A, P11	01 34 09
	ANL A, 02	01 35 53 02
	ORL A, FD	01 37 43 FD
	JF1 "INP"	01 39 76 00 AD
	IN A, P12	01 3C 09
	ANL A, 04	01 3D 53 04
	ORL A, FB	01 3F 43 FB
	JF1 "H"	01 41 76 01 47
	JMP "G"	01 44 04 01 34
"H"	MOV A, 40	01 47 23 40

	CALL COM	01 49 14 01 CC
	INS A, BUS	01 4C 08
	MOV R'4, A	01 4D AC
	MOV A, 93	01 4E 23 93
	CALL COM	01 50 14 01 CC
	MOV A, R'4	01 53 FC
	OUTL BUS, A	01 54 02
"I"	IN A, P11	01 55 09
	ANL A, 02	01 56 53 02
	ORL A, FD	01 58 43 FD
	JF1 "INP"	01 5A 76 00 AD
	IN A, P12	01 5D 09
	ANL A, 04	01 5E 53 04
	ORL A, FB	01 60 43 FB
	JF1 "J"	01 62 76 01 68
	JMP "I"	01 65 04 01 55
"J"	MOV A, 40	01 68 23 40
	CALL COM	01 6A 14 01 CC
	INS A, BUS	01 6D 08
	MOV R'5, A	01 6E AD
	MOV A, 94	01 6F 23 94
	CALL COM	01 71 14 01 CC
	MOV A, R'5	01 74 FD
	OUTL BUS, A	01 75 02
"K"	IN A, P11	01 76 09
	ANL A, 02	01 77 53 02
	ORL A, FD	01 79 43 FD

	JF1 "INP"	01 7B 76 00 AD
	IN A, P12	01 7E 09
	ANL A, 04	01 7F 53 04
	ORL A, FB	01 81 43 FB
	JF1 "L"	01 83 76 01 89
	JMP "K"	01 86 04 01 76
"L"	MOV A, 40	01 89 23 40
	CALL COM	01 8B 14 01 CC
	INS A, BUS	01 8E 08
	MOV R'6, A	01 8F AE
	MOV A, 95	01 90 23 95
	CALL COM	01 92 14 01 CC
	MOV A, R'6	01 95 FE
	OUTL BUA, A	01 96 02
"M"	IN A, P11	01 97 09
	ANL A, 02	01 98 53 02
	ORL A, FD	01 9A 43 FD
	JF1 "INP"	01 9C 76 00 AD
	IN A, P12	01 9F 09
	ANL A, 04	01 A0 53 04
	ORL A, FB	01 A2 43 FB
	JF1 "N"	01 A4 76 01 AA
	JMP "M"	01 A7 04 01 97
"N"	MOV A, 40	01 AA 23 40
	CALL COM	01 AC 14 01 CC
	INS A, BUS	01 AF 08
	MOV R'7, A	01 B0 AF

	MOV A, 96	01 B1 23 96
	CALL COM	01 B3 14 01 CC
	MOV A, R'7	01 B6 FF
	OUTL BUS, A	01 B7 02
	SEL RBO	01 B8 C5
"O"	IN A, P10	01 B9 09
	ANL A, 01	01 BA 53 01
	ORL A, FE	01 BC 43 FE
	JF1 "ENTER"	01 BE 76 00 0E
	IN A, P11	01 C1 09
	ANL A, 02	01 C2 53 02
	ORL A, FB	01 C4 43 FB
	JF1 "INP"	01 C6 76 00 AD
	JMP "O"	01 C9 04 01 B9
"COM"	MOV R'0, A	01 CC AB
	MOV A, 05	01 CD 23 05
	OUTL P21, A	01 CF 3A
	MOV A, R'0	01 D0 F8
	OUTL BUS, A	01 D1 02
	MOV A, 04	01 D2 23 04
	OUTL P21, A	01 D4 3A
	RETR	01 D5 93
"SUB. CONTEO"	MOV A, 94	01 D6 23 94
	CALL COM	01 D8 14 01 CC
	SEL RBO	01 DB C5
	MOV A, T	01 DC 42
	OUTL BUS, A	01 DD 02

	XRL A, 04	01 DE D3 04
	JZ "INC"	01 E0 C6 01 E4
	RETR	01 E3 93
"INC"	INC R4	01 E4 1C
	MOV A, 00	01 E5 23 00
	MOV T, A	01 E7 62
	MOV A, 93	01 E8 23 93
	CALL COM	01 EA 14 01 CC
	SEL RBO	01 ED C5
	MOV A, R4	01 EE FC
	OUTL BUS, A	01 EF 02
	XRL A, 0A	01 F0 D3 0A
	JZ "1"	01 F2 C6 01 F6
	RETR	01 F5 93
"1"	INC R3	01 F6 1B
	MOV A, 00	01 F7 23 00
	MOV R4, A	01 F9 AC
	MOV A, 92	01 FA 23 92
	CALL COM	01 FC 14 01 CC
	SEL RBO	01 FF C5
	MOV A, R3	02 00 FB
	OUTL BUS, A	02 01 02
	XRL A, 0A	02 02 D3 0A
	JZ "2"	02 04 C6 02 08
	RETR	02 07 93
"2"	INC R2	02 08 1A
	MOV A, 00	02 09 23 00

	MOV R3, A	02 0B AB
	MOV A, 91	02 0C 23 91
	CALL COM	02 0E 14 01 CC
	SEL RBO	02 11 C5
	MOV A, R2	02 12 FA
	OUTL BUS, A	02 13 02
	XRL A, OA	02 14 D3 OA
	JZ "3"	02 16 C6 02 1A
	RETR	02 19 93
"3"	INC R1	02 1A 19
	MOV A, 00	02 1B 23 00
	MOV R2, A	02 1D AA
	MOV A, 90	02 1E 23 90
	CALL COM	02 20 14 01 CC
	SEL RBO	02 23 C5
	MOV A, R1	02 24 F9
	OUTL BUS, A	02 25 02
	XRL A, OA	02 26 D3 OA
	JZ "4"	02 28 C6 02 2C
	RETR	02 2B 93
"4"	MOV A, 00	02 2C 23 00
	MOV R1, A	02 2E A9
	JMP "FIN"	02 2F 04 00 A6
"SUB. CORTE"	MOV A, 96	02 32 23 96
	CALL COM	02 34 14 01 CC
	SEL RBO	02 37 C5
	MOV A, R7	02 38 FF

	OUTL BUS, A	02 39 02
	XRL A, 0A	02 3A D3 0A
	JZ "5"	02 3C C6 02 40
	RETR	02 3F 93
"5"	INC R6	02 40 1E
	MOV A, 00	02 41 23 00
	MOV R7, A	02 43 AF
	MOV A, 95	02 44 23 95
	CALL CDM	02 46 14 01 CC
	SEL R80	02 49 C5
	MOV A, R6	02 4A FE
	OUTL BUS, A	02 4B 02
	XRL A, 0A	02 4C D3 0A
	JZ "FIN"	02 4E C6 00 A6
	RETR	02 51 93

BIBLIOGRAFIA

MICROPROCESADORES, PROGRAMACION E INTERCONEXIONES

AUTOR : JOSE MARIA URUJUELA M.

EDITORIAL : MCGRAW-HILL

SISTEMAS DE MINICOMPUTADORAS "Organización, programación y aplicaciones" (PDP-11)

AUTOR : RICHARD H. ECKHOUSE, JR. ; L. ROBERT MORRIS

EDITORIAL : PRENTICE/HALL INTERNATIONAL

ROBOTICA PRACTICA

AUTOR : JOSE MARIA ANGULO

EDITORIAL : PARANINFO

MICROPROCESSOR AND PERIPHERAL HANDBOOK,

VOLUMEN II-peripheral

AUTOR Y EDITOR : INTEL

MICROCONTROLLER HANDBOOK

AUTOR Y EDITOR : INTEL

INSTRUMENTACION ELECTRONICA Y MEDICIONES

AUTOR : WILLIAM DAVID COOPER

EDITORIAL : PRENTICE/HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

DIGITAL COMPUTER FUNDAMENTALS

AUTOR : THOMAS C. BARTEE

EDITORIAL : MCGRAW-HILL INTERNATIONAL BOOK COMPANY

MICROPROCESSORS AND INTERFACING. Programming and hardware

AUTOR : DOUGLAS V. HALL

EDITORIAL : MCGRAW-HILL INTERNATIONAL

MICROPROCESSORS AND DIGITAL SYSTEMS

AUTOR : DOUGLAS V. HALL

EDITORIAL : MCGRAW-HILL INTERNATIONAL

MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES APLICADOS A LA
INDUSTRIA

AUTOR : MANUEL TORRES PORTERO

EDITORIAL : PARANINFO

ELECTRONICA TEORIA DE CIRCUITOS

AUTOR : ROBERT BOYLESTAD ; LOUIS NASHESKY

EDITORIAL : PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A.