



16
2 g'
UNIVERSIDAD LA SALLE

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

**DISEÑO DE UN CONTROL PARA EL
MOVIMIENTO DE UN BRAZO MECANICO
POR UN MICROPROCESADOR 8085A**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
SERAFIN SEBASTIAN LARREA WONG**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

DISEÑO DE UN CONTROL PARA EL MOVIMIENTO DE UN
BRAZO MECÁNICO POR UN MICROPROCESADOR 8085A.

INDICE

	Página.	
Introducción.....	1	
Generalidades.....	8	
CAPITULO I .- SELECCION Y DISEÑO DEL		
MICROCOMPUTADOR.....		15
1.1 .- Selección del microprocesador.....	16	
1.2 .- Arquitectura de la unidad central de proceso.....	16	
1.3 .- Funcionalidad de las patas de la 8085A.....	26	
1.4 .- Requerimiento y direccionamiento de las memorias RAM y EPROM.....	29	
1.5 .- Requerimiento y direccionamiento de puertos E/S.....	34	
1.6 .- Configuración del teclado y display.....	39	
CAPITULO II .- DISEÑO DEL CIRCUITO PARA EL		
CONTROL DE MOTORES.....		43
CAPITULO III .- CONFIGURACION DE LOS MOVIMIENTOS		
DE ENGRANES PARA CADA MOVIMIENTO		
DEL BRAZO.....		54
III.1 .- Rotación o giro del brazo.....	57	
III.2 .- Movimiento vertical del brazo.....	59	

III.3 .-	Movimiento vertical de las pinzas o tenazas.....	61
III.4 .-	Rotación o giro de las pinzas o tenazas.....	64
III.5 .-	Apertura o cierre de pinzas o tenazas.....	67
III.6 .-	Movimiento horizontal del brazo....	70
CAPITULO IV .-	PROGRAMAS.....	73
IV.1 .-	Explicación y diagramas de flujo de los programas uno y dos.....	74
IV.2 .-	Datos de los programas.....	77
IV.3 .-	Programa Uno.....	78
IV.4 .-	Programa Dos.....	81
CAPITULO V .-	TEORIA DE OPERACION.....	85
V.1 .-	Teoria y operación del sistema.....	86
CAPITULO VI .-	APLICACIONES.....	90
VI.1 .-	Atributos.....	91
VI.2 .-	Morfología.....	95
VI.3 .-	Campos de aplicación.....	102
CONCLUSIONES.....		112
LISTA DE PARTES.....		116
BIBLIOGRAFIA.....		118
APENDICE A .-	REFERENCIAS DE LOS CI UTILIZADOS.....	119
APENDICE B .-	CONFIGURACION DE PATAS DE LOS CI UTILIZADOS.....	122

I N T R O D U C C I O N .

Actualmente en la industria, a los brazos mecánicos controlados por un microcomputador se les conoce como robots, como es el caso de los robots que aplican pintura y puntos de soldadura en las líneas de producción de automóviles y de armado en algunas otras ramas de la industria, por lo que pretendemos en esta tesis, lograr el control de un brazo mecánico por medio de un microcomputador controlado por el microprocesador 8085A

La robótica la podemos definir como un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que nos permiten comprender realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poliarticuladas que a su vez están dotadas de un grado de inteligencia y son destinados a la sustitución del hombre en diversas tareas, apoyándose generalmente en los progresos de la microelectrónica y microinformática así como en el reconocimiento de formas y de la inteligencia artificial.

La palabra robot se encuentra emparentada con los términos germánicos arbi equivalente a herencia y arbahits que tiene el sentido de la palabra como trabajo, faena o pena.

Una palabra semejante en alemán "arbeit" que significa trabajo tiene su equivalencia en eslavo antiguo como "robota" que en checo o polaco significa servidumbre o trabajo forzado.

Ya desde la antigüedad el hombre ha venido desarrollando su tecnología al principio con herramientas rudimentarias (arcos, flechas, cuchillos, etc..) y poco a poco fue perfeccionando estas herramientas de acuerdo a las necesidades que iba teniendo. Con objeto de que el trabajo se le facilitara; y haciendo uso de su inventiva y fascinación por las máquinas que imitan los movimientos, las funciones o los actos de los seres vivos comenzó con la realización de mecanismos animados a través de dispositivos hidráulicos o mediante poleas, palancas, tornillos, engranes, levas y resortes.

Destacando a algunos de los más importantes como Dedalo Ateniense legendario que construyó estatuas que se movían solas, Arquímedes (287-212 A de J.C.) matemático inventor nacido en Siracusa inventó la leva, el resorte y el tornillo sin fin que lleva su nombre además conocido por su famoso principio que dice "todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja"

Heron de Alejandría (siglo I A de J.C.) en su trabajo de pneumática describe a aves que vuelan, gorjean y beben siendo muy probable que algunos de estos dispositivos fueran conocidos por Ctesibio (siglo II A de J.C.) griego nacido en Alejandría, se distinguió por sus inventos mecánicos siendo algunos de ellos un organo hidráulico, una bomba contra incendios que Vitrubio denominó ctesibia machina y un reloj de agua o clepsidra.

En la Alta Edad Media muchos artesanos procedentes principalmente del gremio de la relojería, realizaron multitud de autómatas representando figuras humanas o de animales que tenían toda la semblanza de moverse como si fueran vivos y capaces incluso de generar sonidos.

En el Renacimiento los progresos tecnológicos derivados también en su mayoría por el arte de la relojería fueron importantes como los de Leonardo de Vinci(1452-1519) pintor, escultor ,arquitecto y científico, destacando científicamente con los fundamentos del aeroplano, submarino y cañón así como en ingeniería y astronomía, entre sus mejores logros destaca el de un león animado.

Posteriormente aparecieron autómatas de funcionamiento cíclico gobernados por tambores de pías.

En el siglo XVIII el francés Vaucanson construyó una serie de célebres autómatas destinados (como la mayoría de su época) a la corte o eventualmente como motivo de atracción en las ferias como su obra el famoso Pato de Vaucanson expuesto en París en 1738 que según testimonios de su época se movía, nadaba, aleteaba y alisaba plumas con su pico, asimismo podía beber agua y poco después de haber tragado la comida que se le ofrecía evacuaba en forma de una materia amorfa, como se muestra en la figura 1.

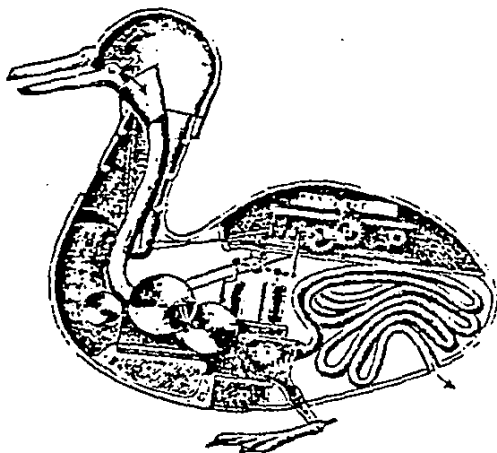


Fig. 1 El famoso pato de Vaucanson (Expuesto en Paris en 1738). Según testimonios de la época, se movía, nadaba, aleteaba y se alisaba las plumas con el pico. Asimismo, el animal podía beber y poco después de haber tragado la comida que se le ofrecía evacuaba en forma de una materia amorfa.

El descubrimiento de los motores térmicos y principalmente de los motores eléctricos impulsaron la realización de los mecanismos que abrieron el camino a los autómatas propios de la revolución industrial sin embargo la utilización industrial de los robots debió empezar hasta los años sesenta.

Parece que quien primero pudo efectuar un robot para efectuar un trabajo real fue el ingeniero G.C. Devol, fundador de una de las principales empresas americanas fabricantes de robots. La patente solicitada por Devol en 1954 en Estados Unidos se refería a la transferencia programada de artículos (Programed Article Transfer) utilizando para ello un pequeño computador para controlar los movimientos mecánicos del brazo consiguiendo conferirle flexibilidad de movimientos y destreza a esta máquina se le denomina robot industrial.

Se dice que el término genérico de robot fue acuñado por el escritor checo Karel Capek que utilizó por primera vez en una novela corta titulada "Opilec" y tres años más tarde en la novela "Rossum's universal Robots" a partir de entonces y durante casi medio siglo la palabra robot sólo significó un autómata de apariencia humana o en un personaje de ciencia ficción.

El invento de Devol fue seguido en 1958 por un robot desarrollado por la firma estadounidense Consolidate Control Incorporation.

En 1962 aparecieron los primeros modelos de UNIMATE (Universal Automation) y de VERSATRAN (Versatil Transfer) que de hecho se convirtieron en el prototipo de los robots actuales.

En Japón en donde los robots han alcanzado un notable desarrollo, el estudio de los robots se inició más tarde y la fabricación de los robots empezó después de la importación de robots americanos en 1967 y de su exposición pública, al año siguiente se asocia Kawasaki a Unimation partiendo así el inicio de la investigación y desarrollo de los robots industriales en Japón.

En los años de 1967 y 1968 empiezan las primeras aplicaciones industriales en la fabricación de carrocerías de General Motors con los primeros robots UNIMATE serie 2000 mientras que en Europa comenzaron en los años 1970 y 1971 en cadenas de fabricación de automóviles.

Las aplicaciones industriales que han tenido son principalmente en soldadura, pintura, aprovisionamiento de máquinas, montaje, etc.... empleándose estos como manipuladores que son brazos articulados con un número de grados de libertad (oscila entre dos y cinco grados de libertad.) se programan mecánicamente o a través de una memoria, sin embargo no permiten la combinación simultánea de movimientos ni el posicionamiento continuo de su elemento terminal o agarre siendo que se elaboran manipuladores complejos para adaptarlos a aplicaciones concretas como la forja o estampación en donde las condiciones de seguridad son muy exigentes y el trabajo muy duro.

Gracias al empleo de computadoras se pudo dar un salto del manipulador programable al verdadero robot industrial que se integra con facilidad en las líneas automáticas de producción y en especial en el ensamble ya que se requiere un robot con más grados de libertad, precisión y sistemas de retroalimentación para poder corregir los pequeños errores de posicionamiento.

El avance de la robótica se ha caracterizado cada día más por el desarrollo de sistemas cada vez más sofisticados y precisos en donde podemos citar la investigación y desarrollo de manos, brazos y piernas artificiales con objeto de ayudar a aquellos minusválidos que han perdido el uso de los movimientos propios contribuyendo para esto con técnicas avanzadas de control automático y en la investigación del tratamiento de las señales.

En la actualidad se están produciendo notables avances en la investigación y desarrollo de robots basados en robots caminadores, androides y zoomórficos así como en el campo de los robots móviles que se orientan y buscan su camino en un laberinto determinado.

GENERALIDADES.

Actualmente existen dos tipos de computadoras las analógicas y las digitales las cuales trabajan con señales continuas y discretas respectivamente.

Las computadoras digitales se distinguen por estar constituidas por componentes electrónicos, que operan en base a señales de dos niveles o estados: nivel lógico "uno" (1) y nivel lógico "cero" (0), llamado sistema binario.

Se define como microcomputador digital, aquel que tiene como Unidad Central de Proceso (C.P.U.) un Microprocesador.

Un microprocesador es la Unidad Central de Proceso implementada en uno o varios circuitos integrados, utilizando tecnología MOS, Bipolar, TTL, etc..

En muchas aplicaciones de automatizaciones complejas se emplea una combinación de computadora analógica-digital como es el caso del control de temperaturas para hornos que para lograr su automatización se requiere de señales lógicas y analógicas. La estructura de las microcomputadoras digitales esta compuesta por tres partes basicamente:

1.- Unidad Central de Proceso. (C.P.U.)

siendo la parte principal de la microcomputadora y esta a su vez consta de :

A.-)Arreglo de Registros.

La C.P.U. contiene registros de memoria de Escritura/Lectura que pueden ser accedidos por el usuario, o bien son de uso exclusivo de la C.P.U. siendo estos últimos "TRANSPARENTES" al usuario.

Los registros a los que tiene acceso el usuario son:

Registros de propósito general; que se utilizan para el manejo de los datos. Para que el usuario les de el uso que mejor le convenga.

Registros de propósito específico; que tienen funciones específicas bien definidas como el contador del programa y el apuntador del stack (stack pointer).

B.-)Unidad Aritmética y Lógica (ALU).

Es la parte del microprocesador donde se efectúan las operaciones aritméticas y lógicas siendo su registro principal el acumulador y a la información del último resultado se le da el nombre de bandera (Registro de Banderas) siendo éstas: la de: paridad, signo, cero, acarreo, etc.

C.-)Unidad de Control y Atempamiento.

Es la unidad que se considera como el cerebro de la microcomputadora ya que es la que decide cuando, como y donde se deben de efectuar las secuencias de las operaciones de una instrucción mandada a efectuar siendo que todas estas acciones están sincronizadas dentro del microprocesador. Conoce cuando termina la ejecución de una instrucción y cual es la siguiente a ejecutar.

2.-) Memorias.

En las computadoras los bits que se almacenan en su memoria generalmente se manejan como "palabras" de 4,8 bits ,12 ,18 ,24 ,32 y 64 ya que un bit es una unidad de información muy pequeña para ser manejada. (La unidad de almacenamiento es el byte = 8 bits).

A las memorias por su ubicación en el sistema se les puede dividir en dos :

1.- MEMORIAS PROPIAS - Estas memorias usualmente se encuentran instaladas dentro del gabinete de la computadora, implementadas en una o varias tablillas del circuito impreso.

Estas memorias pueden ser de (bulbos, transistores, núcleos magnéticos que se utilizaron en años anteriores) semiconductores de mediana y alta escala de integración.

2.- MEMORIAS AUXILIARES - Estas memorias se encuentran fuera del sistema principal de la computadora, siendo que en las PC (computadoras personales) como son las de IBM, NCR, CROMEMCO etc... se encuentran dentro del mismo gabinete de la computadora entre las memorias auxiliares más comunes se encuentran las tarjetas perforadas, cintas perforadas, cintas magnéticas, discos magnéticos (de cabeza móvil o fija), cassettes y discos (duros o flexibles).

Según su forma de acceso, las memorias se clasifican en :

1.- ACCESO DIRECTO O ALEATORIO - Es de acceso aleatorio si los dígitos binarios individuales que almacena se pueden leer directamente mediante una dirección.

2.- ACCESO SECUENCIAL - Para poder leer un dígito binario almacenado en una localidad se tiene que pasar por todas las localidades anteriores es decir para poder leer la localidad número cinco hay que pasar por las cuatro anteriores.

3.- ASOCIATIVAS -En estas memorias el acceso a una palabra determinada se consigna mediante la información contenida en una parte de la propia palabra.

Según las operaciones que se pueden efectuar con la información contenida, las memorias se clasifican en:

A.- VIVAS - Se puede leer y modificar el valor de las palabras

B.- MUERTAS - Se puede leer el valor de una palabra pero no se puede modificar.

A las memorias que conservan los datos después de desconectar la fuente de poder se les conoce como MEMORIAS NO VOLATILES y al volver a conectar la fuente de poder se encuentran los datos que tenía antes de desconectar la fuente de poder al sistema.

A las memorias que no conservan los datos en el momento en que se desconecta la fuente de poder se les conoce como MEMORIAS VOLATILES y al conectarse la fuente de poder encontramos que sus localidades de memoria están cargadas con valores no útiles (basura).

MEMORIAS RAM

Se les conoce como memorias de lectura escritura conocidas como memorias de acceso aleatorio (RAM (Random access Memory)) siendo la mayoría de ellas volátiles.

Existen tres tipos de memorias RAM que son :

1.-MEMORIAS ESTATICAS - Estan formadas por un Flip-flop de dos transistores, o multivibrador estable, el dato almacenado se conserva hasta que no se active nuevamente el flip-flop o que la alimentacion sea quitada.

2.-MEMORIAS DINAMICAS - Estan formadas por una estructura capacitiva, el termino dinámicas se refiere a que la memoria dinámica puede conservar por muy pocos milisegundos (2 milisegundos la mayoría) la carga depositada en ellas por lo que se requiere de un circuito externo que las este refrescando. Generalmente aprovecha el hecho de leer una localidad de memoria para refrescar a todas las localidades de la fila a la que corresponde la localidad que se esta leyendo en vez de refrescar una por una.

3.-MEMORIAS PSEUDO ESTATICAS O CUASI-ESTATICAS - Estas memorias combinan las ventajas de las memorias dinámicas y estáticas. Son basicamente memorias dinámicas con circuitos adicionales que permiten colocar periodicamente carga adicional en las localidades con nivel lógico 1.

Actualmente las memorias dinámicas tienen mayor densidad que las estáticas por lo que las memorias dinámicas están un paso adelante de las estáticas. En el mercado se pueden encontrar actualmente memorias dinámicas hasta 256 Kbits mientras que por las estáticas hasta de 64 Kbits.

MEMORIAS ROM

Se les conoce como memorias sólo para leer (Read Only Memory), estas memorias son no volátiles en donde la información es fija y no se puede alterar ya que es en base a mascarillas. Existen algunas variaciones de las memorias ROM que permiten más versatilidad a las microcomputadoras como son:

a.-PROM (ROM Programable) Solamente la información puede programarse una sola vez ya que internamente está estructurada con semiconductores que contienen pequeños fusibles que controlan el nivel lógico de los bits de las localidades (un fusible por bit) y para poderlo programar el usuario debe quemar uno por uno cada bit-fusible. (se graban con pulsos de alto voltaje y alta corriente del orden de 30 Volts y 20 a 50 miliamperios).

b.-EPROM (ROM Programable y Borrable) Estas memorias almacenan cargas en sus celdas cuando se les aplican pulsos de alto voltaje, estas cargas permanecen atrapadas hasta que no se les aplica una energía externa como los rayos ultravioleta.

c.-EARCH (ROM Electricamente Alterable) Son semejantes a las EPROM pero en lugar de luz ultravioleta requieren de un voltaje externo aplicado en una de sus patas.

3.- Puertos de Entrada y Salida.

Las unidades E/S permiten al computador comunicarse con el exterior.

Existen dos tipos de E/S, que permiten que la información sea manejada por la C.P.U. y son:

a.-Puerto Serie que este a su vez puede ser Sincrono que manda bloques de datos empaquetados y Asincrono que para transmitir un dato se manda un bit de inicio y uno, uno y medio o dos de fin.

b.-Puerto Paralelo que puede ser con señales de control o sin señales de control.

Las computadoras suelen tener dispositivos periféricos que son una ayuda externa para el usuario y estos los podemos encontrar de la siguiente manera:

- 1.- Como Memoria Auxiliar -Los podemos tener como cintas magnéticas, discos duros o flexibles.
- 2.- Como Dispositivos de Entrada -los podemos tener como teclado, lectora de tarjetas cinta de papel perforado, diskette, teletipo y disco magnético.
- 3.- Como Dispositivos de Salida - los podemos tener como impresora, monitor y plotter.

CAPITULO I:

SELECCION Y DISEÑO DEL MICROCOMPUTADOR.

I.1 SELECCION DEL MICROPROCESADOR.

La razón por la cuál se selecciono el microprocesador 8085A es por que de él se tiene mayor información y además se estudio en el transcurso de la carrera. Sin embargo se pudo haber escogido cualquier otro microprocesador de 8 bits como el 2-80 pero el 8085A es el que se domina más.

Tambien se pudo haber escogido la opción del microcomputador en un sólo chip pero se tiene que aprender el set de instrucciones para su manejo, además si se requiere de más memoria o más elementos (puertos) E/S se tendrían que anexar circuitos adicionales.

I.2 ARQUITECTURA DE LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESO

En 1976 Intel lanza al mercado un nuevo microprocesador de 8 "bits", con tecnología NMOS, con un tamaño de palabra de 8 bits, con una capacidad de ser direccionado de 64K, donde su ciclo básico de instrucción es de 1.3 microsegundos a un voltaje de alimentación de 5 volts compatible con la serie TTL que es el microprocesador 8085. El 8085 es una versión mejorada del microprocesador 8080, con una estructura y conjunto de instrucciones 100% compatible con el 8080.

Es un "Chip" de 40 patas, que tiene multiplexado el canal de datos/dirección que consta de 8 líneas, las cuáles durante un

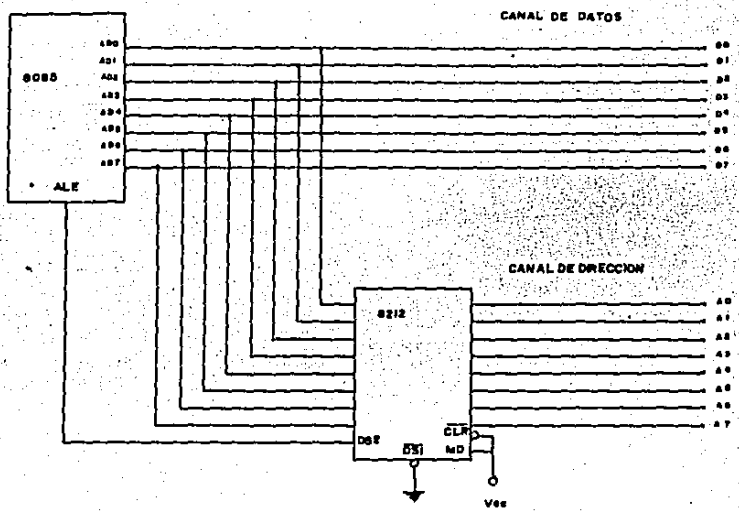


FIG1.1. CIRCUITO DEMULTIPLEXOR

determinado tiempo se maneja la parte baja de la dirección y por otro tiempo los datos, por lo que se requiere de un Demultiplexor (cuando los dispositivos de memoria y de E/S no tiene común Datos/Dirección) que separe la dirección del dato, por lo que en la figura 1.2.1 página 17 presentamos su circuito demultiplexor interconectado con el microprocesador 8085A compuesto por un Buffer/Driver que se habilita y deshabilita con la señal ALE del microprocesador 8085A para poder separar el canal de datos con el canal de dirección de la 8085A ya que internamente la 8085A no cuenta con él.

El microprocesador 8085A esta compuesto de las siguientes unidades funcionales que se encuentran dentro de el y se describen a continuación:

1.-Dentro de una parte del 8085A se encuentran los registros y circuitos auxiliares como son:

-Contador del Programa (Program Counter PC) que es el que lleva la secuencia de ejecución del programa es decir, el microprocesador envía el contenido del PC (16 bits) al canal de dirección el cual selecciona una localidad de memoria específica y esta localidad es incrementada en uno cada vez que se lee el código de la instrucción contenida en la localidad direccionada. (registro de proposito específico).

-Apuntador del Stack (Stack Pointer SP).

El SP contiene una dirección Ram en la cual en forma descendente se encuentra el área del stack en donde se pueden almacenar datos temporalmente o bien para salvar un registro par. En forma ascendente se obtienen los dos últimos datos almacenados para cargar un registro par dentro de esta área. Para salvar los registros de la instrucción par utiliza la instrucción PUSH (escribir) y para cargarlo la instrucción POP (leer) el SP es un registro de 16 bits. (registro de propósito específico).

-Cuenta con seis registros de propósito general de 8 bits (que se utilizan para el manejo de datos) y son: B, C, D, E, H y L. Estos registros también se pueden utilizar en pares como registros de 16 bits siguiendo la forma: B-C, D-E, y H-L en donde los registros B, D y H son los bits de mayor orden y C, E, y L los de menor orden y son conocidos como registros B a B-C, D a D-E, y H a H-L. Se conoce como localidad de memoria "M" a la dirección de memoria que se forma con el contenido de los registros H-L.

-Un circuito Incrementador / Decrementador es el que recibe los datos del latch de dirección y el resultado lo envía a un registro par del arreglo de registros, el Latch de dirección es alimentado por el PC y el SP.

El latch de dirección es el que recibe datos de 16 bits de cualquiera de los registros pares y los conduce a los canales A0-A15 o al circuito incrementador / decrementador, en este último el dato de 16 bits lo puede incrementar o bien puede efectuar una transferencia entre registros con la ayuda de los 6 registros de propósito general y con las instrucciones se pueden efectuar las siguientes funciones:

- Recibir y enviar datos desde memoria.
- Incrementar o decrementar en uno su contenido.
- Formar una dirección con su registro par.
- Transferir datos entre registros.
- Tener un operando durante las funciones de la unidad aritmética y lógica.

Los pasos que efectúan las instrucciones en forma coherente y ordenada que persiguen un objetivo se le conoce como "programa".

Una vez cargado el programa en la memoria debemos indicarle al microprocesador a partir de que localidad se encuentra el programa que se efectúa por medio del contador del programa que manda su contenido de 16 bits a la localidad de dirección que tiene la primera instrucción del programa.

-El registro de instrucción.

Debemos saber que la memoria no solamente se carga con los códigos de las instrucciones del programa sino que también almacena datos. Cuando la UCP lee los datos no los debe de cargar en el registro de instrucción ya que los interpretaría como códigos de instrucción por lo que se utilizan registros temporales y de propósito general en el arreglo de registros que mencionamos anteriormente.

Los pasos para realizar un código de instrucción son :

El microprocesador inicia la ejecución enviando el contenido del contador del programa al buffer de dirección que es transmitido por el canal de dirección a la memoria y ésta responde enviando su contenido de la localidad al canal de Datos en donde la UCP lee este contenido en un registro de instrucción, a esto se le deben agregar las señales de control que genera el microprocesador RD, WR e IO/M.

Este registro es disponible para el decodificador de instrucciones que al combinarse en su salida con varias señales de tiempos generadas por la sección de control, proporcionan señales de control a todos los componentes del microprocesador (arreglo de registros, registro de instrucción, ALU, etc....).

-Uno de los principales registros es el acumulador.

En el se deposita el resultado de las operaciones o el que contiene uno de los operandos en las operaciones aritméticas y lógicas (ALU) de la UCP.

Es un registro de 8 bits que tiene las mismas funciones que los registros individuales del arreglo de registros, además después de efectuar una operación aritmética o lógica se puede cargar desde el ALU o también se puede cargar desde un registro, desde la memoria o desde un dispositivo de entrada, así como puede transferir datos a la ALU y al canal de datos interno donde se pueden transmitir a un registro, a la memoria o a un dispositivo de salida.

-El registro temporal TMP que como su nombre lo indica se carga temporalmente con uno de los dos operandos de la función aritmética y lógica que provienen de un registro o de la memoria mientras que el acumulador se carga con el otro operando.

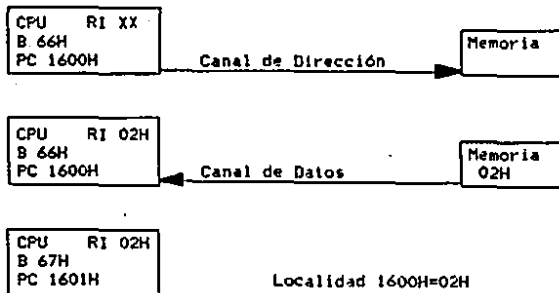
2.-La sección de control y de tiempos que; son alimentadas por el decodificador de instrucción y señales de control externas que son X1, X2, CLK OUT, READY, \overline{RD} , \overline{WR} , ALE, SO, SI, HOLD, HLDA, $\overline{RESET IN}$ y RESET OUT, que son las señales que generan las secuencias de los estados de los ciclos de maquina.

Se considera como el cerebro de la microcomputadora ya que es la que decide cuando, como y donde se deben de efectuar las secuencias de las operaciones de una instrucción mandada a efectuar, siendo que todas estas acciones estan sincronizadas con el microprocesador.

Para poderlo comprender mejor nos ayudaremos del siguiente ejemplo:

Si partimos de que el PC = 1600H cuando se inicia el siguiente ciclo de instrucción sucede que:

Por el canal de dirección se envia el contenido del PC, así como las señales de control, después la memoria responde a la dirección y a las señales de control enviando el contenido de la localidad 1600H al canal de datos donde la UCP lee el canal de datos en el RI incrementando en uno el contenido del PC, después el decodificador de instrucción decodifica el código mientras que la sección de control envia las señales adecuadas para incrementar en uno al registro B, después la UCP esta lista para enviar un nuevo ciclo de máquina.



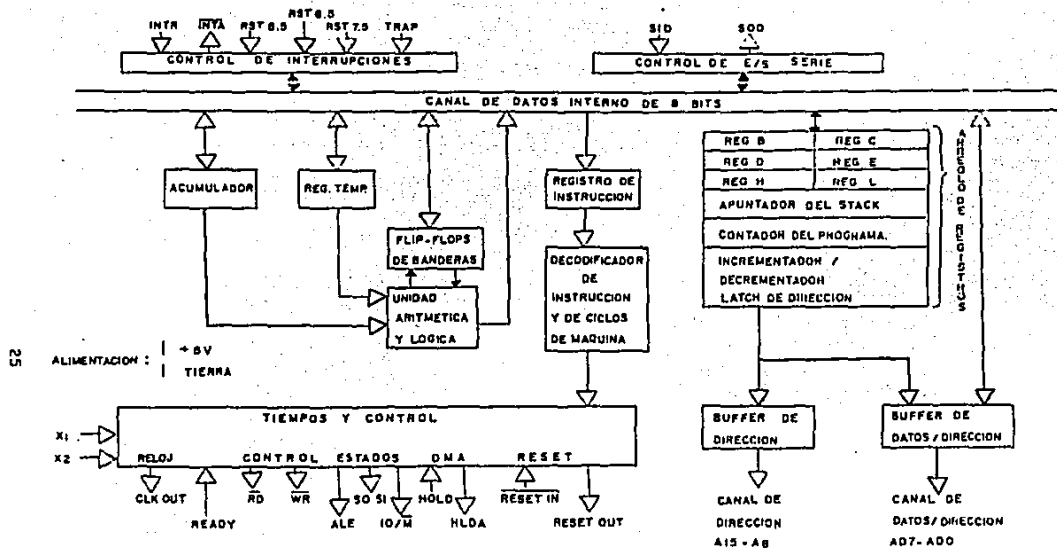
3.-Unidad Aritmética y Lógica (ALU).

Es la parte del microprocesador donde se efectúan las operaciones aritméticas y lógicas siendo su registro principal el acumulador y a la información del último resultado se le da el nombre de bandera (Registro de Banderas) siendo éstas las de paridad, signo, cero, acarreo, etc...

4.-El Microprocesador 8085A. También cuenta con un buffer del canal de datos que es bidireccional de 8 bits y de tres estados que se utiliza para separar el canal interno (CPU) del canal externo (AD0-AD7). Esto es si va a cargar un dato primero carga el dato en un latch de 8 bits interno después maneja al buffer para trasladarlo al canal de datos externo y en el caso de que reciba un dato transfiere los datos del canal externo al canal interno para después cargarlo en uno de los registros de la CPU.

5.-Control de las Interrupciones y Datos en Serie.

Con lo que respecta al control de las interrupciones el microprocesador contiene la lógica, prioridades y secuencia de las solicitudes de interrupción, mientras que el control de datos en serie el microprocesador esta provisto de una lógica para la recepción y transmisión de datos en serie.



FIGI.2.2.

ESTRUCTURA DE LA 8085A

6.-Las señales de reloj y ciclos de procesador son las que permiten ejecutar las instrucciones en forma ordenada, así como la generación de señales de control de una manera precisa. Para esto, nuestro microprocesador cuenta con las entradas X1, y X2 que se pueden conectar a un cristal, a un reloj externo o a un circuito RC siendo que la frecuencia que nos proporcionen debe de ser dos veces la frecuencia deseada de operación del microprocesador 8085A.

Tomando las especificaciones de INTEL para el 8085A que especifica que el microprocesador 8085A puede trabajar con señales de reloj con una frecuencia de 0.5 MHz. ($T=2000$ nseg) a 3.125 MHz. ($T=320$ nseg) por lo que la frecuencia externa está en el rango de 1MHz a 6.25 MHz.

En la figura I.2.2 página 25 se muestra la estructura de la 8085A para poder comprender mejor las unidades funcionales que se explicaron en el inciso 2 de este capítulo.

1.3 Funcionalidad de las patas de la 8085A.

- AD0-AD7 Canal de dirección parte baja/datos .
(Entrada/Salida). 8 líneas multiplexadas.
- A8-A15 Canal de dirección (Salidas).
Parte alta de la dirección.
- ALE (Address Latch Enable) Habilita la retención de la parte baja de la dirección al dispositivo externo (memoria, E/S).
- READY Entrada a la CPU que indica si el dato de memoria esta disponible o no.

\overline{WR} Escribir (Salida tres estados).
Indica que el dato presente en el canal de datos se escribirá en una localidad de memoria o en un dispositivo de E/S.

\overline{RD} Leer (Salida tres estados).
Indica que va a leer una localidad de memoria o un dispositivo de E/S.

IO/\overline{H} (Salida). Señal que indica acceso a memoria o puerto de entrada o salida.

HOLD (Entrada). Indica que un dispositivo está solicitando el uso de los canales del sistema.

HLDA (Salida) (Hold Acknowledge) Reconocimiento de hold. Indica que la UCP ha recibido una solicitud de estados hold.

SO y S1 (Salidas) Estados del canal de datos.
Durante el procesamiento la UCP define los estados del canal de datos.
Pudiéndose utilizar S1 como indicador si se va a leer o se va a escribir.

INTR (Entrada) Solicitud de interrupciones a la UCP.

\overline{INTA} (Salida) Reconocimiento de interrupción.
La UCP acepta la solicitud de interrupción.
(Interrupt Acknowledge).

RST 5.5, RST 5.6, y RST 7.5 (Entradas) Reiniciar interrupciones.

Su prioridad de interrupción es la siguientes:

RST 7.5 = Mayor prioridad.

RST 6.5 = Media prioridad.

RST 5.5 = Menor prioridad.

Teniendo mayor prioridad que la línea INTR.

TRAP (Entrada) Indica a la UCP una solicitud de interrupción. Tiene la más alta prioridad de todas las líneas de interrupciones.

RESET IN (Entrada). Carga con cero el contador del programa limpiando los flip-flops (toma nivel bajo para habilitar interrupciones).

RESET OUT (Salida) Indica que *RESET IN esta activa.

X1, X2. (Entradas) Señales de reloj.

La frecuencia de entrada se divide entre dos para calcular la frecuencia interna de operación del microprocesador 8085A.

CLK (Salida) Reloj.

Frecuencia interna de operación de la 8085 siendo esta la mitad de la frecuencia de entrada de las líneas X1, X2

SID (Entrada) Entrada de datos en serie.

SOD (Salida) Salida de datos en serie.

Vcc = +5 Volts de alimentación.

Vss = Referencia a tierra.

En el apéndice B página B-1 se muestra la configuración de pines del microprocesador 8085A.

I.4 .- Requerimiento y Direccionamiento de memorias RAM y EPROM.

Requerimiento de Memoria RAM y EPROM.

Para el caso de la memoria RAM se escogió una memoria RAM estática ya que existe una gran variedad de ellas en el mercado y se pueden encontrar fácilmente por lo que se seleccionó el circuito integrado 2114 de Intel por tener señales de E/S compatibles con voltajes TTL, además solo requiere de un voltaje de +5 volts que es el que se emplea en la CPU y otros componentes.

Esta memoria RAM de 1K x 4 la seleccionamos para formar un total de memoria de 2k x 8 por lo que para formar este total de memoria se configuraron cuatro memorias RAM de 1K x 4 en dos paquetes formando 1K x 8 de memoria RAM en cada paquete de memoria por lo que cada paquete tiene un total de 1024 localidades de 8 bits memoria y el total de localidades por los dos paquetes es de 2048 localidades de 8 bits. Y este total de memoria es el necesario para nuestra aplicación ya que es un modelo a escala y no efectuaremos programas que efectúen secuencias muy complicadas.

Para el caso de la memoria EPROM se utilizó un circuito integrado 2716 que es una memoria EPROM de 2K x 8 localidades de memoria y es el que el sistema operativo necesita.

DIRECCIONAMIENTO DE MEMORIAS.

El direccionamiento de memorias se seleccionó como aparece en la tabla 1.1. Para nuestro caso en particular se escogió una memoria EPROM 2716 de 2K X 8 y cuatro memorias RAM 2114 de 2k X 4 ya que consideramos que es suficiente memoria para la aplicación que desarrollamos en esta tesis.

Con el decodificador 74LS138 compatible con la serie TTL se realiza el direccionamiento de memorias siendo que el decodificador cumple con la siguiente tabla.

HABILITAR		SELECCIONAR			SALIDAS							
(Canal de Dirección de la 8085A.)												
A13 o A14 o A15		A12	A11	A10	(Salidas decodificador)							
G1	G2=G2A+G2B	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5		
	1	X	X	X	1	1	1	1	1	1		
	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1		
	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		
	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1		
	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1		
	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1		
	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1		
	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0		
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

TABLA 1.1

Se observa en la parte superior de la tabla 1.1 las patas del decodificador 74LS138 conectadas a las patas del microprocesador 8085A quedando de la siguiente manera:

Las patas del canal de dirección del microprocesador 8085A A13, A14 y A15 habilitarán la entrada G2A del decodificador, cuando las tres señales sean cero lógico ya que se encuentran conectadas a una compuerta "or" a la entrada del decodificador pata G2A, mientras que A10, A11 y A12 seleccionarán cualquiera de las salidas del decodificador de Y0 a Y7 es decir si queremos habilitar la memoria RAM o EPROM o un dato que se encuentre en una dirección de cualquiera de ellas se tendrá con la combinación de estas tres señales que habilitar el circuito integrado de memoria correspondiente para poder tener la información de la dirección deseada, más adelante se especifica la dirección de cada una de las memorias.

Las salidas del decodificador se predispusieron de la siguiente manera:

Y0 y Y1 se conectaron al latch de la memoria EPROM de 2K X 8 con una compuerta and.

Por lo que Y0 habilitará las direcciones de memoria de:
Dirección Hexadecimal de 0000 H a la dirección 03FF H
Siendo que Y1 habilitara las direcciones de memoria de:
Dirección Hexadecimal de 0400 H a la dirección 07FF H

Habilitando en cada caso 1K X 8 de memoria EPROM que nos resulta un total de 2K X 8 que son 2048 localidades de 8 bits de memoria EPROM.

Y2 y Y3 se conectaron cada una a un bloque formado por dos memorias RAM de 1K x 4 decodificando a la memoria de 1K x 8 en 1K x 8.

A diferencia de la memoria EPROM que es de 1k X 8 el canal de datos y el canal de dirección del microprocesador 8085A se conectan directamente a la memoria EPROM, pero para el caso de la memoria RAM en la que se utilizan memorias de 1K x 4 efectuamos un bloque de dos memorias RAM es decir unimos su canal de dirección y utilizamos su canal de datos mitad y mitad para acabar de formar el canal de datos (D0-D7) para obtener un bloque de 1K x 8 de memoria RAM, es decir uno forma la parte baja y el otro la parte alta del canal de datos y al utilizar dos bloques de 1K x 8 de memoria RAM obtenemos un total de 2K x 8 de Memoria RAM seleccionando ambas memorias RAM y EPROM de 1K en 1K.

Por lo tanto la dirección que abarcará Y2 será de:
Dirección Hexadecimal de 0800 H a la 0BFF H .
Mientras que para Y3 la dirección que abarcará será:
Dirección Hexadecimal de 0C00 H a la 0FFF H.

Por lo que la configuración de las cuatro memorias RAM nos darán un total de 2K x 8 de localidades de 8 bits de memoria RAM.

SALIDA DEL MULTIPLEXOR.

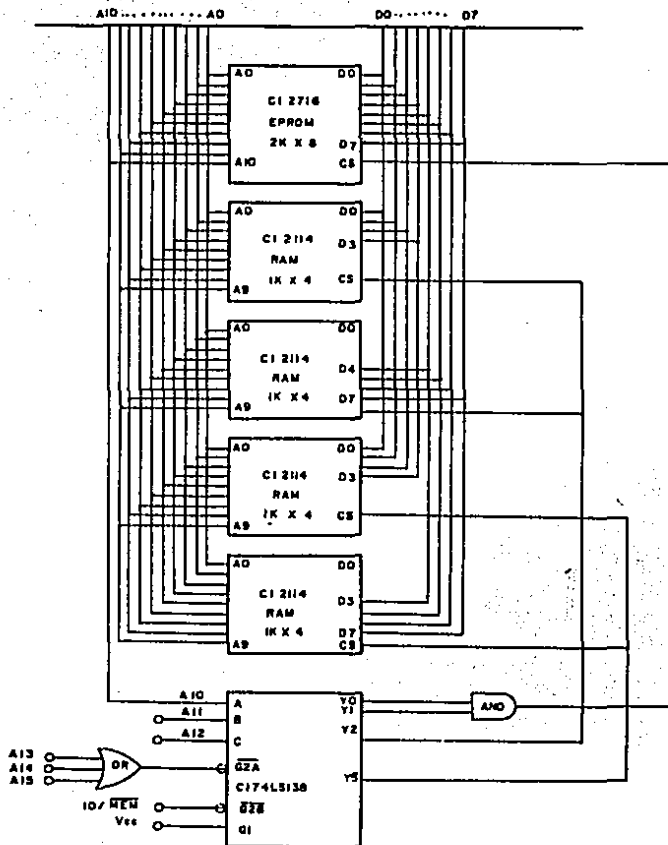


FIG.1.4.1 PREDISPOSICION DEL DIRECCIONAMIENTO DE MEMORIAS.

La configuración de las memorias aparece en la figura I.4.1. pagina 33.

Resumiendo tenemos :

La memoria EPROM empieza de la dirección 0000 H a la 07FF H y se habilita siempre y cuando Y0 y Y1 estén activadas, mientras que la memoria RAM empieza de la dirección 0800 H a la 0BFF H y las dos primeras memorias son habilitadas por Y2 del decodificador siendo la parte alta y la parte baja del canal de datos de la 8085A respectivamente y de igual manera están configuradas las salida Y3 para las dos memorias RAM restantes.

I.5 .- Requerimiento y direccionamiento de puertos E/S.

Para nuestro caso en particular utilizamos el CI 8155 que es un circuito que consta de 256 bytes de memoria RAM, 2 puertos de entrada/salida de 8 bits, un puerto de entrada/salida de 6 bits y un timer de 14 bits, se habilita cuando la entrada CE toma nivel cero, todas sus entradas y salidas son compatibles con la serie TTL, Debido a su compatibilidad con la serie TTL se conecta directamente a la 8085A en las siguientes patas:

El canal ADO-AD7, \overline{RD} , \overline{WR} , IO/ \overline{MEM} , ALE, CLOCK a T/IN y RESET OUT a $\overline{RESET IN}$.

Para poder habilitar y deshabilitar el puerto 8155 se seleccionó un circuito decodificador en este caso del CI 74LS138 que se configuró como aparece en la tabla 1.2 siguiente:

Esta tabla 1.2 muestra como esta configurado el decodificador internamente para poder habilitar sus salidas, asimismo aparece como se conectó la 8085A.

HABILITAR		SELECCIONAR			Salidas Decodificador							
G1	G2=G2A+G2B	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
G2A G2B		(Salidas 8085A)										
		A14	A15	A13	A12	A11	1* 2*					
X	1	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

TABLA 1.2

Como se puede observar en el diagrama de conexión de dos 8155 con la 8085A.

Donde 1* y 2* se conectan al CE de los circuitos entrada/salida del 8155 respectivamente, asimismo se obtiene el registro de comandos :

Para 1* El Puerto A = 21H, para el puerto B = 22H y para el puerto C = 23H.

Para 2* El puerto A = 29H, para el puerto B = 2AH y para el puerto C = 2BH.

La dirección de los puertos y registros se formó de la siguiente tabla 1.3.

Dirección	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	Puerto o Registro
08H	X	X	X	X	X	0	0	0	Registro de comandos Estados.
09H	X	X	X	X	X	0	0	1	Puerto A.
0AH	X	X	X	X	X	0	1	0	Puerto B.
0BH	X	X	X	X	X	0	1	1	Puerto C o de control.
0CH	X	X	X	X	X	1	0	0	8 bits (LSB) del timer.
0DH	X	X	X	X	X	1	0	1	6 bits (MSB) del timer.

TABLA 1.3

Para nuestro caso en particular tenemos que la palabra de comando es : 0F H que es igual a 00001111

Palabra AD7 AD6 AD5 AD4 AD3 AD2 AD1 AD0

0F H 0 0 0 0 1 1 1 1

Palabra que se envía, para el primer puerto por la dirección 20 H y para el segundo puerto por la dirección 28 H.

En donde:

AD0 - Define PA0-PA7 0 = Entrada 1 = Salida

AD1 - Define PB0-PB7 0 = Entrada 1 = Salida

AD2 y AD3 - Alternativa Define PC0-PC5

Si X = Puerto de Entrada y XX = Puerto de Salida.

ALTERNATIVAS

Pata	1	2	3	4
PC0	X	XX	A INTR (Int. del Puerto A)	A INTR (Int. del puerto A)
PC1	X	XX	A BF (Buffer del puerto A lleno)	A BF (Buffer del puerto A lleno)
PC2	X	XX	A STB (Strobe del puerto A)	A STB (Strobe del puerto A)
PC3	X	XX	XX	B INTR (Int. del puerto B)
PC4	X	XX	XX	B BF (Buffer del puerto B lleno)
PC5	X	XX	XX	B STB (Strobe del puerto B)

Siendo que: BF = Con nivel 1 indica que hay un dato para el periférico.

STB = La utiliza el periférico para indicarle a la 8155 con un pulso negativo que ya leyó el dato.

INTR = Interrumpe a la 8085A y le indica que el dato que envió ya se leyó para poderle enviar otro dato siempre y cuando el bit 4 del registro de comandos del 8155 tenga nivel 1.

La conexión de la 8085A con los dos puertos 8155 se muestra en la figura 1.5.1

DE

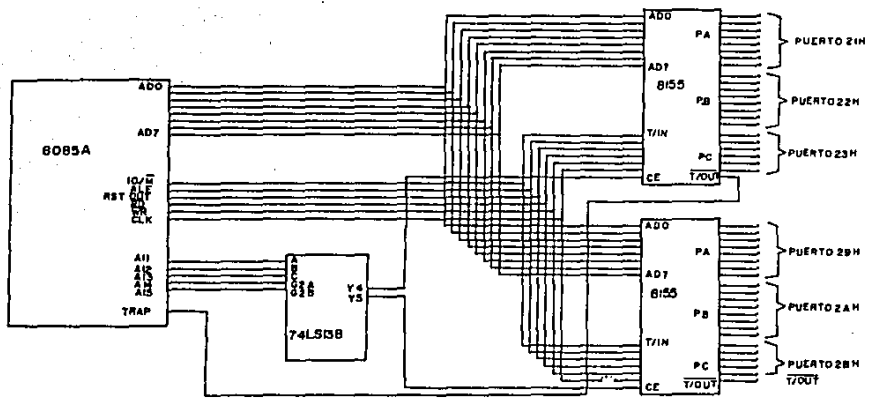


FIG.1.1. CONEXION 6085A CON DOS 8155.

(para ver la configuración de patas de los circuitos integrados ir al apéndice B).

1.6.- Configuración del teclado y display.

Para nuestra configuración utilizamos el CI 8279 de Intel, que es un circuito de propósito general que nos permite controlar un teclado por programación, un display y/o el manejo de una interface, este circuito fue diseñado para usarse con microprocesadores de la serie Intel.

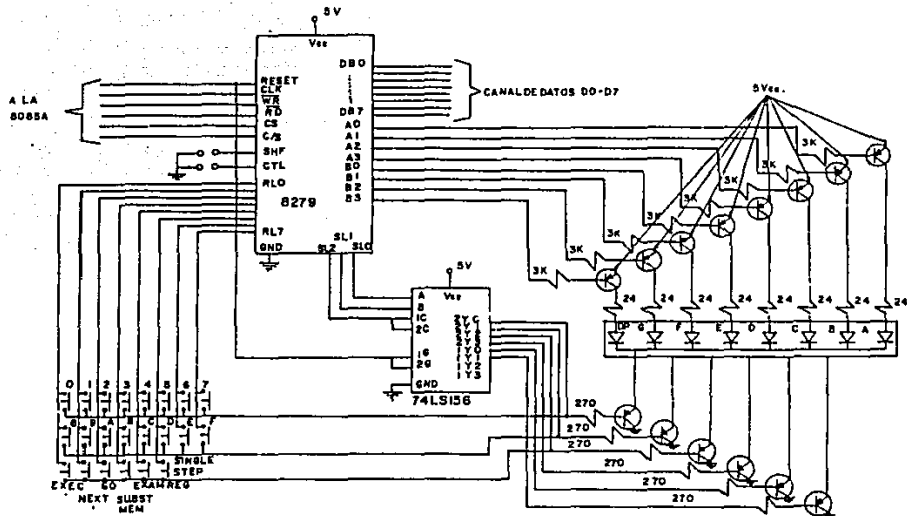
Ya que el microprocesador 8085A es también de la serie Intel se conecta de la siguiente manera:

Pata de la 8085A	a la	Pata del 8279.
Reset Out		Reset
Clock		Clock
\overline{WR}		\overline{WR}
\overline{RD}		\overline{RD}
D0-D7		DB0-DB7

Las patas restantes del CI 8279 se conectan de la siguiente manera:

Vcc se conecta a 5 VCD.

A0-A3 y B0-B3 se conecta cada una de sus patas a la base de cada uno de los transistores PNP 2N2907 que llegan al display y que se utilizan para limitar la corriente de los leds del display. Las patas shift y control se conectan a tierra ya que no se utilizan.



NOTA: TODOS LOS TRANSISTORES SON PNP 2N2907

FIG. I.6.1. CONEXION DEL CI8279 TECLADO Y DISPLAY.

Las patas SLO se conecta al decodificador 74LS156 en A, la SL1 se conecta a B y SL2 y SL3 a 1C la cual esta unida a 2C. Las patas 10 y 20 del decodificador estan interconectadas y se conectan a la salida Reset del 8279 Las salidas del decodificador 2Y0-2Y2 están interconectados entre el teclado y el display y las patas 2Y3,1Y0 y 1Y1 están conectadas al display para poder tener una mejor noción de la conexión que se efectuó se anexa diagrama de conexión del CI 8279.

El CI 8279 para ser programado recibe la palabra de control por el canal de datos en donde:

Los primeros tres bits menos significativos nos seleccionan el teclado.

Los siguientes dos bits nos indican la predisposición del display.

Los últimos tres bits más significativos dependiendo de la configuración que reciban se seleccionan para :

010 Lee Ram Fifo/sensor.

011 Lee Ram en el display.

100 Escribe en Ram y display.

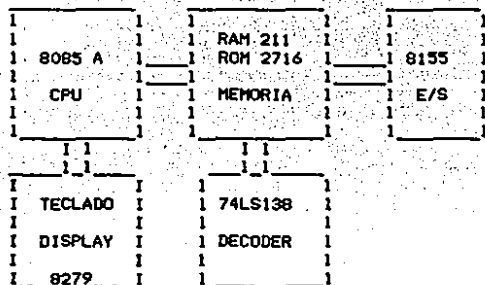
111 Fin interrupción poner modo de error.

La conexión del teclado y display con la 8085A se muestran en la figura I.6.1

Diseño del Microcomputador.

Por lo tanto concluimos que nuestra configuración en bloque del microcomputador quedó de la siguiente forma:

Diagrama en bloques del microcomputador.



Como se puede observar en este diagrama de bloques el único elemento faltante es el del circuito demultiplexor que se considera dentro del diagrama de bloques, interno en el bloque de la C.P.U. 8085A.

El total de los elementos utilizados para la configuración del microcomputador se desglosa a continuación:

Cantidad.	Descripción.	Clave.
1	Unidad Central de Proceso	CI 8085A.
1	Memorias EPROM de 2K x 8	CI 2716.
4	Memorias RAM de 1K x 4	CI 2114.
2	Puerto de E/S en paralelo	CI 8155.
1	E/S (Display y Teclado)	CI 8279.
1	Buffer / Driver	CI 8212.
	(Para demultiplexar la parte baja del canal de dirección y el canal de datos).	
2	Decodificadores	CI 74LS138.
1	Decodificador	CI 74LS156.

CAPITULO II.

DISEÑO DEL CIRCUITO PARA EL CONTROL DE MOTORES.

Para poder elaborar el circuito de control para el manejo de motores se tuvieron que tomar las siguientes consideraciones:

- Voltaje de alimentación de los motores. =15 Volts.
- Corriente de alimentación de los motores. =48 ma.
- Circuito de salida del microcomputador que para nuestro caso se utilizó el CI 8155 que es un puerto de E/S de datos en paralelo siendo que pueda recibir y mandar datos en paralelo con la Unidad Central de Proceso (CPU), su salida de voltaje en estado alto es de 2.4 Volts a +,- 10 microamperios.
- Cálculo de la velocidad del brazo en cada uno de sus movimientos. (motores 1-6).

Además se tuvieron que efectuar pruebas a los motores ya que por construcción y fijación se consiguieron en el mercado con un circuito de control de velocidad interna el cual fue desconectado para poder efectuar el giro a favor y en contra de las manecillas del reloj.

Individualmente se conectaron a 15 VCD y se observó que su corriente era de 49 miliampers.

Con los puntos anteriores se desarrolló el circuito de control el cual se compone de cinco puntos básicos :

- 1.- Diodos de protección contra regresos de tensión.
- 2.- Etapa de amplificación de voltaje.
- 3.- Etapa de diferenciación de voltaje.
- 4.- Configuración de transistores en push pull como switches.
- 5.- Motores.

El desarrollo de este circuito se muestra en el siguiente diagrama.

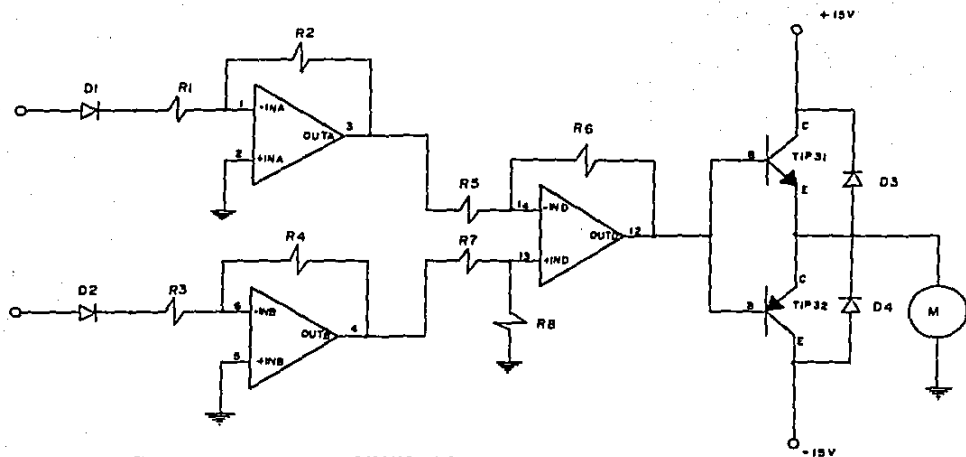
Para la elaboración de este circuito de control se pensó en la conmutación de señales que el microcomputador nos envía al circuito de control por lo que se empleo un circuito diferenciador como protección en el caso de que se enviaran dos señales al mismo tiempo a un motor ya sea para que girase a favor o en contra de las manecillas del reloj, de esta manera con la ayuda de este circuito evitamos que el motor se mueva en cualquier sentido ya que a la salida del diferenciador tendríamos cero volts en el caso de que tuvieramos el mismo voltaje en las dos señales de entrada del circuito diferenciador siendo que este circuito cumple con la siguiente tabla :

Tabla No. 1

	Entrada -	Entrada +	Salida
Estado	en Volts	en Volts	en Volts
1	0	0	0
2	0	-15	-15
3	-15	0	+15
4	-15	-15	0

Esta protección que se efectuó por hardware también se puede efectuar por software o programación evitando el cuarto estado en la tabla.

FIG.1.1 PREDISPOSICION DEL CIRCUITO DE CONTROL.



Con la ayuda de este circuito diferenciador podríamos lograr que la etapa de amplificación se eliminara si le damos los mismos valores de R_1 y R_2 que tiene el circuito de amplificación al circuito diferenciador, notese que el valor de estas resistencias tiene que ser alto para evitar que la señal de salida del microcomputador se caiga, ya que la corriente de salida que maneja es muy pequeña, además se predispusieron unos diodos BY 127 para evitar los regresos de tensión y lograr que el acoplamiento entre el microcomputador y el circuito de control sea el adecuado y se protegiesen ambos.

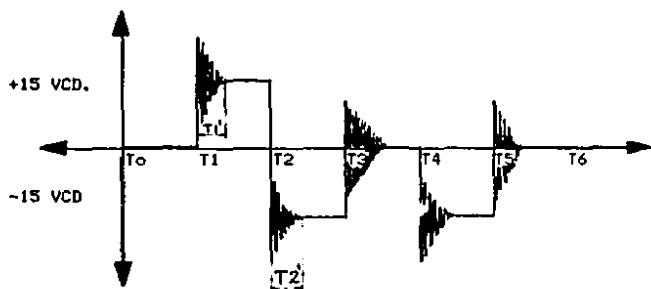
Para nuestro caso en particular se efectuó el circuito de amplificación por separado del circuito diferenciador para poder tener una mejor exposición del circuito de control seleccionado que se muestra en la figura II.1 página 46.

La corriente que se maneja del punto 1 al punto tres es muy pequeña mientras que el voltaje alcanza su nivel máximo de 15 volts por lo que en la configuración push pull de los transistores el voltaje de salida del emisor a tierra será el voltaje de base +, - el voltaje base emisor del transistor, que será para :

$$V_{be} = \text{para TIP 31} + 14.3 \text{ Volts.}$$

$$V_{be} = \text{para TIP 32} - 14.3 \text{ Volts.}$$

Asímismo se seleccionaron los diodos BY 127 del emisor al colector de los transistores (como se muestra en el diagrama) para evitar el alto voltaje en el tiempo de conmutación o swicheo de los transistores de los emisores a tierra presentando el diagrama de la siguiente manera.



Como se observa en el diagrama de voltaje contra tiempo en T_0 el motor está en reposo y el voltaje de los transistores de emisor a tierra es de cero volts.

En T_1 conduce el transistor tip 31 NPN el cual energiza a el motor para que gire a favor de las manecillas del reloj mientras que el transistor tip 32 PNP no conduce, además se observa un tiempo T_1' que es el tiempo en que tarda en restablecerse a su voltaje de operación.

Siendo que el tiempo de conmutación es muy pequeño genera un cambio brusco de voltaje de 0 hasta 3 o cuatro veces su valor de voltaje nominal creandose un movimiento libremente amortiguado debido a la localización de los diodos entre el colector y el emisor en ambos transistores, los picos de voltaje que se forman los envía al +/- de la fuente según el diodo que se conmute de acuerdo al voltaje estabilizando el voltaje a su valor nominal.

En un principio el motor partió del reposo y tiende a demandar corriente para vencer a la fuerza contra electromotriz que es mas pequeña que la corriente del inducido y se opone a está, para poder generar el par motor y poder llegar a su velocidad nominal en donde mantiene una corriente constante de 55 miliampers.

En T2 se observa también su tiempo T2' que tarda el voltaje en restablecerse pero el voltaje entre emisores y tierra cambia bruscamente de + 15 VCD a - 15VCD teniendo una diferencia de potencial más grande que en el tiempo T1 además la corriente que demanda el motor será mayor que en el tiempo T1 ya que tiene que vencer una fuerza contra electromotriz inducida que es generada por la velocidad del motor siendo está fuerza contraelectromotriz mayor a la fuerza contraelectromotriz cuando partió del reposo y por esta razón la corriente en el inducido en el T2 será mayor que cuando empezó en el reposo para poder vencer la f.c.e.m. y poder lograr el par motor en el sentido contrario y pueda alcanzar así su velocidad nominal, es por esto que existe un cambio brusco de corriente cuando se conmuta el motor a favor o en contra de las manecillas del reloj estando en un principio girando en el sentido que nosotros seleccionamos.

La corriente de colector de los transistores esta dada por beta veces la corriente de base siendo esta su máxima corriente

por suministrar sin embargo sin tener resistencia de colector para limitar esta corriente la resistencia del motor tomará la corriente necesaria para que empiece a girar siendo que si opone mas resistencia al giro del motor tendrá que tomar más corriente sin pasar del valor de beta veces la corriente de base.

El voltaje de salida del circuito amplificador estará dado por:

$$V_o = (- R_r \times V_i) / R_e$$

Donde : R_r es la resistencia de retroalimentación.

R_e es la resistencia de entrada.

V_i es el voltaje de entrada.

V_o es el voltaje de salida.

Para nuestra configuración en particular la salida de voltaje del CI 8155 es de 2.4 Volts. Siendo que nuestro voltaje de entrada V_i al circuito amplificador sera de 2.4 Volts - 0.7 Volts (del diodo BY 127) quedando un total de 1.7 Volts que es nuestro voltaje V_i .

Si tenemos que la ganancia en voltaje A_v del circuito amplificador es: $A_v = V_o/V_i = - R_r/R_e$.

Y para nuestro caso en particular $R_r = 430 \text{ K ohms}$ y $R_e = 47 \text{ K ohms}$ tenemos : $A_v = 430 \text{ K} / 47 \text{ K} = 9.1489361$

Por lo que el voltaje de salida del circuito amplificador será de: $9.1489361 \times 1.7 = 15.55319$ lo que nos garantiza una salida de -15 Volts a la salida siendo este voltaje el voltaje de entrada del circuito diferenciador el cual tomando como referencia el diagrama de predisposición del circuito de control cumple con la siguiente ecuación:

$$\text{Voltaje de salida} = (V7 \times R8)/R7 - (V5 \times R6)/R5$$

$$\text{Si } R6 = R8 \text{ y } R5 = R7$$

Por lo tanto tendremos que:

$$\text{Voltaje de salida} = (V7 \times R6)/R5 - (V5 \times R6)/R5$$

Simplificando tenemos:

$$\text{Voltaje de salida} = (V7 - V5) R6 / R5$$

En donde: V7 es el voltaje de entrada en R7.

V5 es el voltaje de entrada en R5.

R5 es la resistencia de entrada a la parte negativa del amplificador operacional.

R7 es la resistencia de entrada a la parte positiva del amplificador operacional.

R6 es la resistencia entre la parte negativa y la salida del amplificador operacional.

R8 es la resistencia entre la parte positiva del amplificador operacional y tierra.

Por lo tanto:

Caso 1

Si $V_5 = V_7$ el V de salida será 0 Volts.

Caso 2

Si $V_7 = 0$ y $V_5 = -15$ VCD el voltaje de salida será:

$$V_o = (-V_5 \times R_6) / R_5.$$

Caso 3

Si $V_7 = -15$ VCD y $V_5 = 0$ el voltaje de salida será:

$$V_o = (+V_7 \times R_8) / R_7.$$

Caso 4

Si $V_7 = -15$ VCD y $V_5 = -15$ VCD el voltaje de salida será:

$$V_o = (V_7 \times R_8) / R_7 - (V_5 \times R_6) / R_5$$

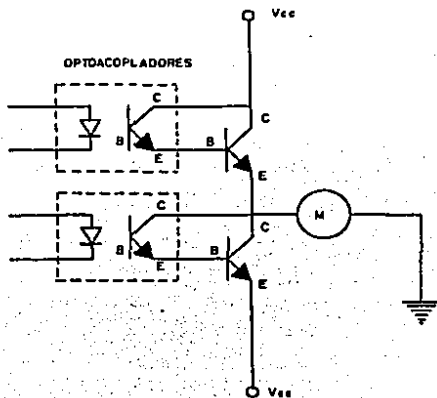
Cumpliendo con los valores de la tabla 1 de este capítulo.

Además podemos observar que el cociente de R_8 / R_7 y R_6 / R_5 nos pueden proporcionar una amplificación pudiendo eliminar el circuito de amplificación, pero para nuestro caso en particular se desarrollaron por separado para poder obtener una mejor comprensión del circuito.

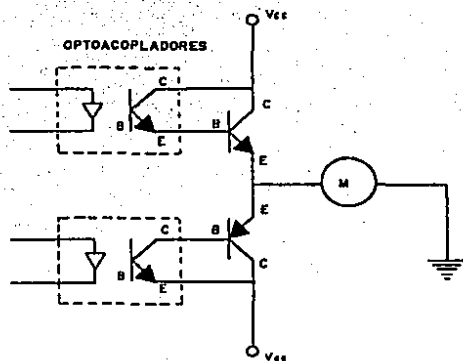
Como podemos observar en la figura II.2 existen otras opciones para el circuito de control de motores como lo son las dos opciones que aparecen en esta figura, pero para nuestro caso en particular elegimos el circuito ya mencionado, debido a que es la mejor opción y el problema que existe en estos circuitos opcionales es que si se aplica señal en los dos optoacopladores tendríamos un voltaje de Vcc a Vee entre los colectores y emisores de ambos transistores pudiendo quemar alguno de ellos sin embargo este problema se puede solucionar por programación evitando que las dos señales se presenten al mismo tiempo.

FIG.1.2. DIAGRAMA DE ALGUNOS CIRCUITOS OPCIONALES PARA LA TARJETA DE CONTROL DE MOTORES.

OPCION 1



OPCION 2



CAPITULO III :

**CONFIGURACION DE LOS JUEGOS DE ENGRANES PARA
CADA MOVIMIENTO DEL BRAZO**

Análisis de tiempos de los movimientos del brazo.

Tomándose como referencia las revoluciones por minuto de cada movimiento tenemos:

1.- Para la rotación o giro del brazo $W9 = 1.805555$ rpm.

Es decir en 1 minuto = 60 seg gira 1.805555 revoluciones por lo tanto :

Si 60 seg es a 1.805555 revolución. como x seg. es a 1 revolución.

Tenemos que:

$$X = 60 \text{ seg} \times 1 \text{ revolución} / 1.805555 \text{ revoluciones} = 33.230271$$

siendo esta cantidad, el total de segundos en una revolución.

2.- Para el movimiento vertical del brazo. $W14 = 3.534682$ rpm.

Donde:

$$X = 60 \text{ seg.} \times 1 \text{ rev.} / 3.534682 \text{ rev.} = 16.974652$$

3.- Para el movimiento vertical de las pinzas o tenazas.

$W23 = 3.6681339$ rpm Donde:

$$X = 60 \text{ seg.} \times 1 \text{ rev.} / 3.6681339 = 16.35709$$

4.- Rotación o giro de las pinzas o tenazas.

$W20 = 4.6629306$ rpm. Donde:

$$X = 60 \text{ seg.} \times 1 \text{ rev.} / 4.6629306 = 12.852627$$

5.-Apertura o cierre de pinzas o tenazas.

$W28 = 4.4478764$ rpm. Donde:

$X = 60 \text{ seg.} \times 1 \text{ rev.} / 4.4478764 = 13.489583$

6.-Movimiento horizontal del brazo.

$W19 = 3.5750035$ rpm. Donde:

$X = 60 \text{ seg.} \times \text{rev.} / 3.5750035 = 16.78$

III.1 .- Rotación o giro del brazo.

(Código 01, tecla 0 y Código 81 tecla 6).

Si W_0 = a la velocidad del motor = 2,400 rpm.

$W_0 \times N_0 = W_1 \times N_1$:

$W_1 = (W_0 \times N_0) / N_1$; $W_1 = (2,400 \times 8) / 48 = 400$ rpm.

$W_1 \times N_1 = W_2 \times N_2$:

$W_2 = (W_1 \times N_1) / N_2$; $W_2 = (400 \times 48) / 30 = 640$ rpm.

$W_2 \times N_2 = W_3 \times N_3$:

$W_3 = (W_2 \times N_2) / N_3$; $W_3 = (640 \times 30) / 30 = 640$ rpm.

$W_3 = W_4$

$W_4 \times N_4 = W_5 \times N_5$:

$W_5 = (W_4 \times N_4) / N_5$; $W_5 = (640 \times 10) / 24 = 266.66$ rpm.

$W_5 = W_6$

$W_6 \times N_6 = W_7 \times N_7$:

$W_7 = (W_6 \times N_6) / N_7$; $W_7 = (266.66 \times 1) / 30 = 8.88$ rpm.

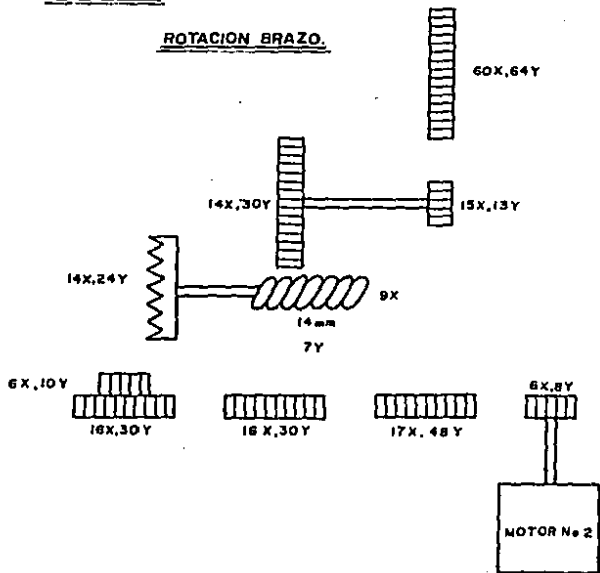
$W_7 = W_8$

$W_8 \times N_8 = W_9 \times N_9$:

$W_9 = (W_8 \times N_8) / N_9$; $W_9 = (8.88 \times 13) / 64 = 1.805555$ rpm.

En la figura III.1 aparece la configuración de engranes para la rotación del brazo.

FIG.II.I MOVIMIENTO



NOTA:

X = m m de diametro.

Y = numero de ranuras.

III.2 .-Movimiento vertical del brazo.

(Código 02, tecla 1 y Código 82, tecla 6)

Si $W0 =$ a la velocidad del motor = 2,400 rpm.

$$W0 \times N0 = W1 \times N1 ;$$

$$W1 = (W0 \times N0) / N1 ; W1 = (8 \times 2,400) / 48 = 400 \text{ rpm.}$$

$$W1 \times N1 = W2 \times N2 ;$$

$$W2 = (W1 \times N1) / N2 ; W2 = (400 \times 48) / 30 = 640 \text{ rpm.}$$

$$W2 \times N2 = W3 \times N3 ;$$

$$W3 = (W2 \times N2) / N3 ; W3 = (640 \times 30) / 30 = 640 \text{ rpm.}$$

$$W3 \times N3 = W4 \times N4 ;$$

$$W4 = (W3 \times N3) / N4 ; W4 = (640 \times 30) / 38 = 505.26 \text{ rpm.}$$

$$W4 = W5$$

$$W5 \times N5 = W6 \times N6 ;$$

$$W6 = (W5 \times N5) / N6 ; W6 = (505.26 \times 12) / 24 = 252.63 \text{ rpm.}$$

$$W6 = W7$$

$$W7 \times N7 = W8 \times N8 ;$$

$$W8 = (W7 \times N7) / N8 ; W8 = (252.63 \times 10) / 83 = 30.43 \text{ rpm.}$$

$$W8 = W9$$

$$W9 \times N9 = W10 \times N10 ;$$

$$W10 = (W9 \times N9) / N10 ; W10 = (30.43 \times 64) / 20 = 97.40 \text{ rpm.}$$

$$W10 = W11$$

$$W11 \times N11 = W12 \times N12 ;$$

$$W12 = (W11 \times N11) / N12 ; W12 = (97.40 \times 11) / 31 = 3.14 \text{ rpm.}$$

$$W12 = W13$$

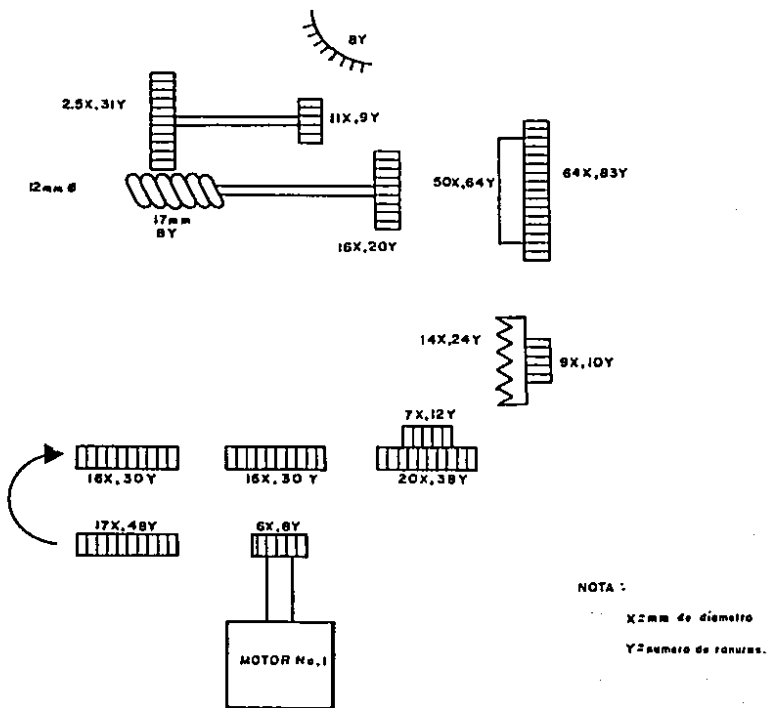
$$W13 \times N13 = W14 \times N14 ;$$

$$W14 = (W13 \times N13) / N14 ; W14 = (3.14 \times 9) / 8 = 3.534682 \text{ rpm.}$$

En la figura III.2 aparece su configuración de engranes.

FIG.III.2 MOVIMIENTO

VERTICAL BRAZO.



III.3 .- Movimiento vertical de las pinzas o tenazas.

(Código 04, tecla 2 y Código 84, tecla 8)

Si $W_0 = a$ la velocidad del motor = 2,400 rpm.

$W_0 \times N_0 = W_1 \times N_1 :$

$W_1 = (W_0 \times N_0) / N_1 : W_1 = (2400 \times 8) / 48 = 400 \text{ rpm.}$

$W_1 \times N_1 = W_2 \times N_2 :$

$W_2 = (W_1 \times N_1) / N_2 : W_2 = (400 \times 48) / 30 = 640 \text{ rpm.}$

$W_2 \times N_2 = W_3 \times N_3 :$

$W_3 = (W_2 \times N_2) / N_3 : W_3 = (640 \times 30) / 30 = 640 \text{ rpm.}$

$W_3 \times N_3 = W_4 \times N_4 :$

$W_4 = (W_3 \times N_3) / N_4 : W_4 = (640 \times 30) / 28 = 685.71 \text{ rpm.}$

$W_4 = W_5$

$W_5 \times N_5 = W_6 \times N_6 :$

$W_6 = (W_5 \times N_5) / N_6 : W_6 = (685.71 \times 10) / 24 = 285.71 \text{ rpm.}$

$W_6 = W_7$

$W_7 \times N_7 = W_8 \times N_8 :$

$W_8 = (W_7 \times N_7) / N_8 : W_8 = (285.71 \times 10) / 45 = 63.49 \text{ rpm.}$

$W_8 = W_9$

$W_9 \times N_9 = W_{10} \times N_{10} :$

$W_{10} = (W_9 \times N_9) / N_{10} : W_{10} = (63.49 \times 33) / 16 = 130.95 \text{ rpm.}$

$W_{10} = W_{11}$

$W_{11} \times N_{11} = W_{12} \times N_{12} :$

$W_{12} = (W_{11} \times N_{11}) / N_{12} : W_{12} = (130.95 \times 8) / 17 = 61.62 \text{ rpm.}$

$W_{12} = W_{13}$

$W_{13} \times N_{13} = W_{14} \times N_{14} :$

$W_{14} = (W_{13} \times N_{13}) / N_{14} : W_{14} = (61.62 \times 20) / 35 = 35.21 \text{ rpm.}$

$$W14 = W15$$

$$W15 \times N15 = W16 \times N16 ;$$

$$W16 = (W15 \times N15) / N16 ; W16 = (35.21 \times 8) / 28 = 10.061 \text{ rpm.}$$

$$W16 \times N16 = W17 \times N17 ;$$

$$W17 = (W16 \times N16) / N17 ; W17 = (10.061 \times 28) / 8 = 35.21 \text{ rpm.}$$

$$W17 = W18$$

$$W18 \times N18 = W19 \times N19 ;$$

$$W19 = (W18 \times N18) / N19 ; W19 = (35.21 \times 12) / 16 = 26.41 \text{ rpm.}$$

$$W19 = W20$$

$$W20 \times N20 = W21 \times N21 ;$$

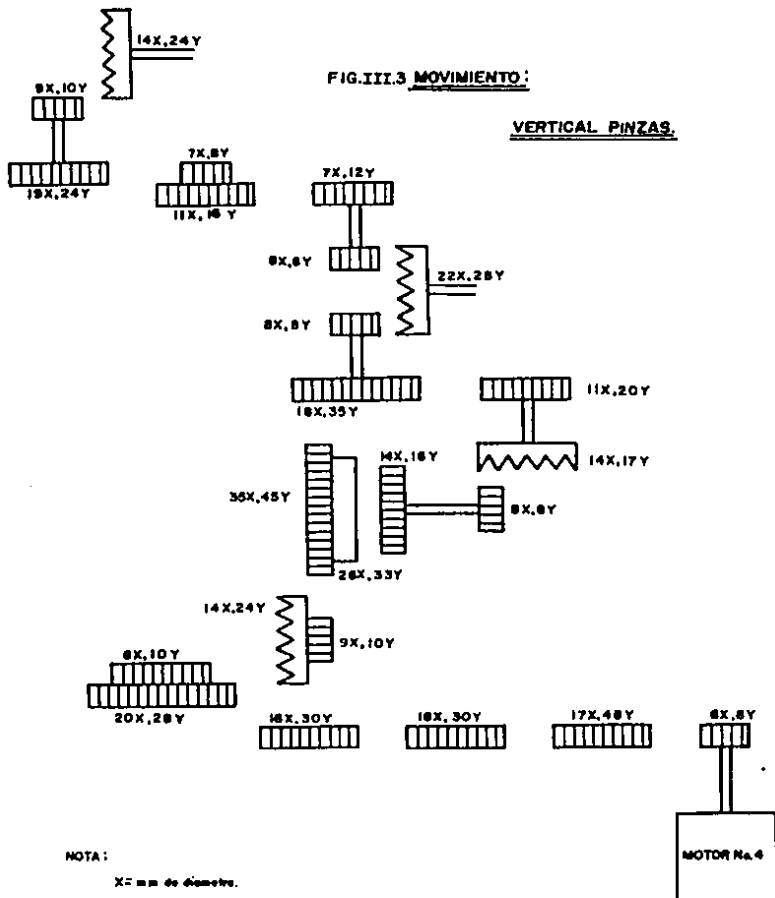
$$W21 = (W20 \times N20) / N21 ; W21 = (26.41 \times 8) / 24 = 8.80 \text{ rpm.}$$

$$W21 = W22$$

$$W22 \times N22 = W23 \times N23 ;$$

$$W23 = (W22 \times N22) / N23 ; W23 = (8.80 \times 10) / 24 = 3.6681339 \text{ rpm.}$$

En la figura III.3 se encuentra su configuración de engranes.



III.4 .-Rotación o giro de las pinzas o tenazas.

(Código 08, tecla 3 y Código 88, tecla 9).

Si $W_0 = a$ la velocidad del motor = 2,400 rpm.

$$W_0 \times N_0 = W_1 \times N_1 :$$

$$W_1 = (W_0 \times N_0) / N_1 ; W_1 = (2,400 \times 8) / 48 = 400 \text{ rpm.}$$

$$W_1 \times N_1 = W_2 \times N_2 :$$

$$W_2 = (W_1 \times N_1) / N_2 ; W_2 = (400 \times 48) / 30 = 640 \text{ rpm.}$$

$$W_2 = W_3$$

$$W_3 \times N_3 = W_4 \times N_4 :$$

$$W_4 = (W_3 \times N_3) / N_4 ; W_4 = (640 \times 10) / 36 = 177.77 \text{ rpm.}$$

$$W_4 = W_5$$

$$W_5 \times N_5 = W_6 \times N_6 :$$

$$W_6 = (W_5 \times N_5) / N_6 ; W_6 = (177.77 \times 8) / 30 = 47.40 \text{ rpm.}$$

$$W_6 = W_7$$

$$W_7 \times N_7 = W_8 \times N_8 :$$

$$W_8 = (W_7 \times N_7) / N_8 ; W_8 = (47.4 \times 33) / 14 = 111.74 \text{ rpm.}$$

$$W_8 = W_9$$

$$W_9 \times N_9 = W_{10} \times N_{10} :$$

$$W_{10} = (W_9 \times N_9) / N_{10} ; W_{10} = (111.74 \times 8) / 17 = 52.58 \text{ rpm.}$$

$$W_{10} = W_{11}$$

$$W_{11} \times N_{11} = W_{12} \times N_{12} :$$

$$W_{12} = (W_{11} \times N_{11}) / N_{12} ; W_{12} = (52.58 \times 12) / 16 = 39.43 \text{ rpm.}$$

$$W_{12} = W_{13}$$

$$W_{13} \times N_{13} = W_{14} \times N_{14} :$$

$$W_{14} = (W_{13} \times N_{13}) / N_{14} ; W_{14} = (39.43 \times 10) / 26 = 15.16 \text{ rpm.}$$

$$W_{14} \times N_{14} = W_{15} \times N_{15} :$$

$$W15 = (W14 \times N14) / N15 ; W15 = (15.16 \times 26)/10 = 39.43 \text{ rpm.}$$

$$W15 = W16$$

$$W16 \times N16 = W17 \times N17 ;$$

$$W17 = (W16 \times N16) / N17 ; W17 = (39.43 \times 15)/29 = 20.39 \text{ rpm.}$$

$$W17 = W18$$

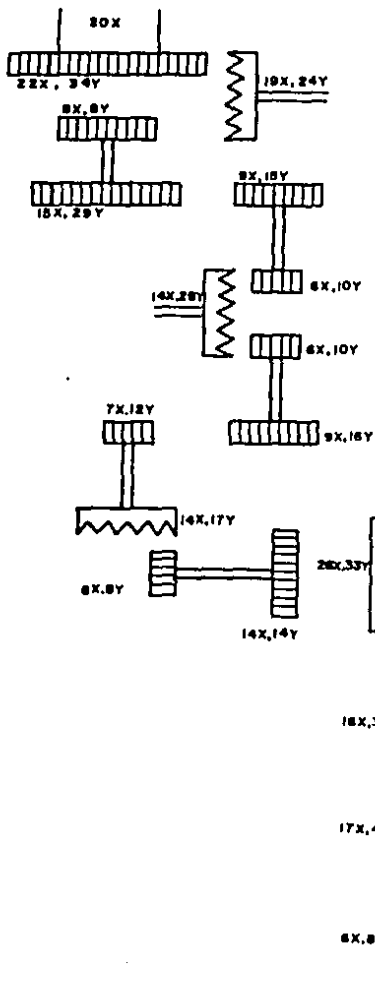
$$W18 \times N18 = W19 \times N19 ;$$

$$W19 = (W18 \times N18) / N19 ; W19 = (20.39 \times 8)/24 = 6.79 \text{ rpm.}$$

$$W19 \times N19 = W20 \times N20 ;$$

$$W20 = (W19 \times N19) / N20 ; W20 = (6.79 \times 24)/34 = 4.6628306 \text{ rpm.}$$

En la figura III.4 aparece su configuración de engranes para la rotación de pinzas.



NOTA :

X=mm de diametro,
Y=numero de ranuras.

FIG.III.4 MOVIMIENTO

ROTACION DE PINZAS.

III.5 .- Apertura y cierre de pinzas o tenazas.

(Código 10, tecla 4 y Código 90, tecla A)

Si $W0 = a$ la velocidad del motor = 2,400 rpm.

$$W0 \times N0 = W1 \times N1 :$$

$$W1 = (W0 \times N0) / N1 : W1 = (2,400 \times 8) / 48 = 400 \text{ rpm.}$$

$$W1 \times N1 = W2 \times N2 :$$

$$W2 = (W1 \times N1) / N2 : W2 = (400 \times 48) / 30 = 640 \text{ rpm.}$$

$$W2 \times N2 = W3 \times N3 :$$

$$W3 = (W2 \times N2) / N3 : W3 = (640 \times 30) / 38 = 505.26 \text{ rpm.}$$

$$W3 = W4$$

$$W4 \times N4 = W5 \times N5 :$$

$$W5 = (W4 \times N4) / N5 : W5 = (505.26 \times 12) / 14 = 433.08 \text{ rpm.}$$

$$W5 = W6$$

$$W6 \times N6 = W7 \times N7 :$$

$$W7 = (W6 \times N6) / N7 : W7 = (433.08 \times 10) / 74 = 58.52 \text{ rpm.}$$

$$W7 = W8$$

$$W8 \times N8 = W9 \times N9 :$$

$$W9 = (W8 \times N8) / N9 : W9 = (58.52 \times 64) / 16 = 234.09 \text{ rpm.}$$

$$W9 = W10$$

$$W10 \times N10 = W11 \times N11 :$$

$$W11 = (W10 \times N10) / N11 : W11 = (234.09 \times 8) / 16 = 117.04 \text{ rpm.}$$

$$W11 = W12$$

$$W12 \times N12 = W13 \times N13 :$$

$$W13 = (W12 \times N12) / W13 = (117.04 \times 14) / 20 = 81.93 \text{ rpm.}$$

$$W13 = W14$$

$$W14 \times N14 = W15 \times N15 :$$

$$W15 = (W14 \times N14) / N15 : W15 = (81.93 \times 8) / 16 = 40.96 \text{ rpm.}$$

$$W15 = W16$$

$$W16 \times N16 = W17 \times N17 :$$

$$W17 = (W16 \times N16) / N17 : W17 = (40.96 \times 10) / 38 = 10.78 \text{ rpm.}$$

$$W17 = W18$$

$$W18 \times N18 = W19 \times N19 :$$

$$W19 = (W18 \times N18) / N19 : W19 = (10.78 \times 38) / 10 = 40.96 \text{ rpm.}$$

$$W19 = W20$$

$$W20 \times N20 = W21 \times N21 :$$

$$W21 = (W20 \times N20) / N21 : W21 = (40.96 \times 12) / 22 = 22.34 \text{ rpm.}$$

$$W21 \times N21 = W22 \times N22 :$$

$$W22 = (W21 \times N21) / N22 : W22 = (22.34 \times 22) / 12 = 40.96 \text{ rpm.}$$

$$W22 = W23$$

$$W23 \times N23 = W24 \times N24 :$$

$$W24 = (W23 \times N23) / N24 : W24 = (40.96 \times 19) / 20 = 38.91 \text{ rpm.}$$

$$W24 = W25$$

$$W25 \times N25 = W26 \times N26 :$$

$$W26 = (W25 \times N25) / N26 : W26 = (38.91 \times 8) / 16 = 31.13 \text{ rpm.}$$

$$W26 = W27$$

$$W27 \times N27 = W28 \times N28 :$$

$$W28 = (W27 \times N27) / N28 : W28 = (31.13 \times 1) / 7 = 4.4478764 \text{ rpm.}$$

En la figura III.5 aparece su configuración de engranes.

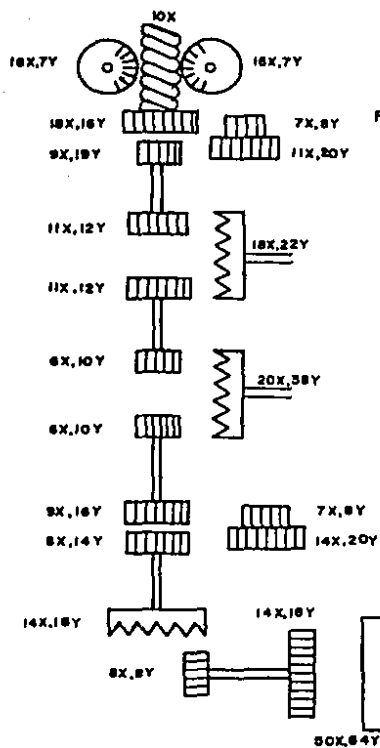


FIG. III.5 MOVIMIENTO:

APERTURA Y CIERRE DE PINZAS.

NOTA:

X=mm de diámetro.

Y=numero de resacas.

III.6 .- Movimiento horizontal del brazo.

(Código 20, tecla 5 y Código A0, tecla B)

Si $W_0 =$ a la velocidad del motor = 2,400 rpm.

$$W_0 \times N_0 = W_1 \times N_1 :$$

$$W_1 = (W_0 \times N_0) / N_1 : W_1 = (2,400 \times 8) / 48 = 400 \text{ rpm.}$$

$$W_1 \times N_1 = W_2 \times N_2 :$$

$$W_2 = (W_1 \times N_1) / N_2 : W_2 = (400 \times 48) / 30 = 640 \text{ rpm.}$$

$$W_2 \times N_2 = W_3 \times N_3 :$$

$$W_3 = (W_2 \times N_2) / N_3 : W_3 = (640 \times 30) / 30 = 640 \text{ rpm.}$$

$$W_3 = W_4$$

$$W_4 \times N_4 = W_5 \times N_5 :$$

$$W_5 = (W_4 \times N_4) / N_5 : W_5 = (640 \times 10) / 14 = 457.14 \text{ rpm.}$$

$$W_5 = W_6$$

$$W_6 \times N_6 = W_7 \times N_7 :$$

$$W_7 = (W_6 \times N_6) / N_7 : W_7 = (457.14 \times 10) / 24 = 190.47 \text{ rpm.}$$

$$W_7 = W_8$$

$$W_8 \times N_8 = W_9 \times N_9 :$$

$$W_9 = (W_8 \times N_8) / N_9 : W_9 = (190.47 \times 10) / 74 = 25.74 \text{ rpm.}$$

$$W_9 = W_{10}$$

$$W_{10} \times N_{10} = W_{11} \times N_{11} :$$

$$W_{11} = (W_{10} \times N_{10}) / N_{11} : W_{11} = (25.74 \times 64) / 16 = 102.96 \text{ rpm.}$$

$$W_{11} = W_{12}$$

$$W_{12} \times N_{12} = W_{13} \times N_{13} :$$

$$W_{13} = (W_{12} \times N_{12}) / N_{13} : W_{13} = (102.96 \times 9) / 16 = 51.48 \text{ rpm.}$$

$$W_{13} = W_{14}$$

$$W14 \times N14 = W15 \times N15 :$$

$$W15 = (W14 \times N14) / N15 ; W15 = (51.48 \times 14) / 24 = 30.03 \text{ rpm.}$$

$$W15 = W16$$

$$W16 \times N16 = W17 \times N17 :$$

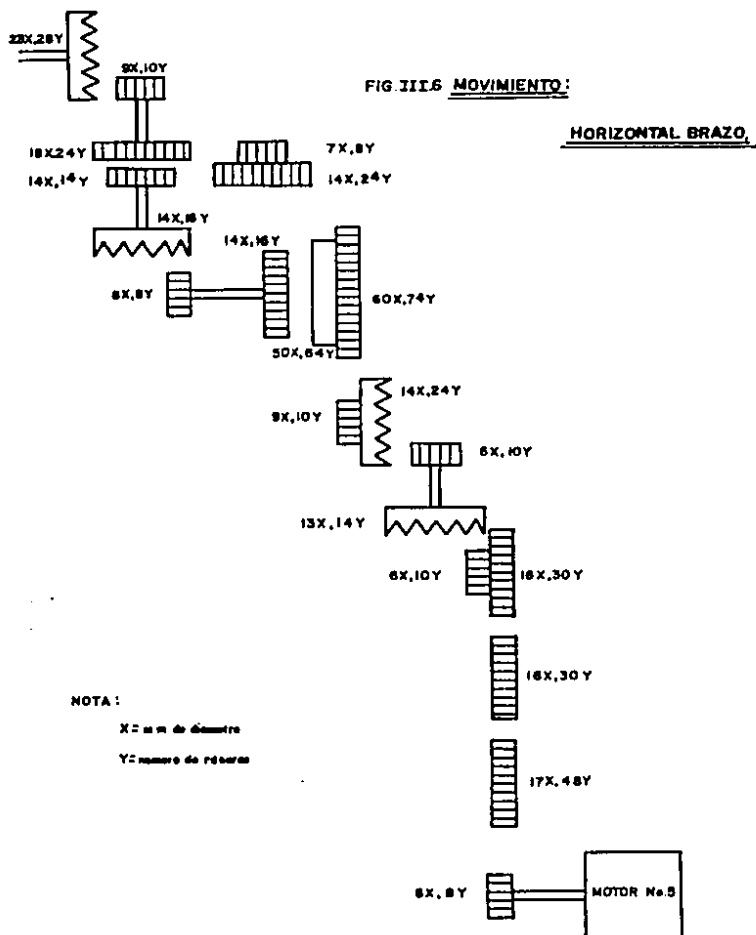
$$W17 = (W16 \times N16) / N17 ; W17 = (30.03 \times 8) / 24 = 10.01 \text{ rpm.}$$

$$W17 = W18$$

$$W18 \times N18 = W19 \times N19 :$$

$$W19 = (W18 \times N18) / N19 ; W19 = (10.01 \times 10) / 28 = 3.5750035 \text{ rpm.}$$

En la figura III.6 aparece su configuración de engranes.



CAPITULO IV :

PROGRAMAS.

IV.1 .- Explicación y Diagrama de Flujo de los Programas.

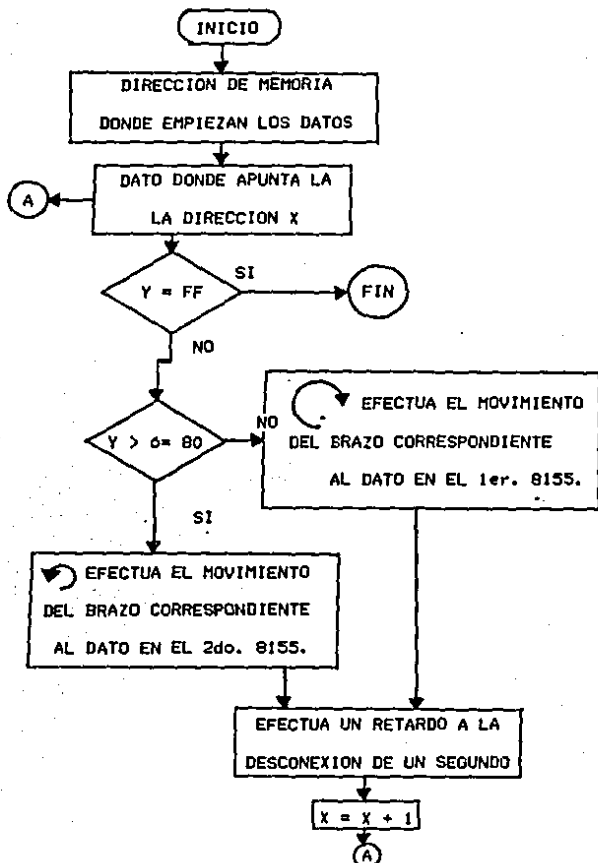
Para poder cumplir con el objetivo de esta tesis desarrollamos dos programas por lo que efectuamos una hoja de datos de los mismos donde se especifica el puerto, tecla y movimiento que efectuará el brazo ya que así se efectuó la conexión, estos programas se explican a continuación:

El programa uno se desarrollo pensando en que si se requiere una secuencia de trabajo o tarea ya definida se puedan introducir fácilmente todos los datos efectuando la rutina de trabajo ya definida estos datos para nuestro caso en particular se insertan a partir de la dirección 2050 H y los datos que se encuentran a partir de esta dirección los encontramos en la hoja de datos en donde cada cada movimiento corresponde a un número y ese número corresponde a un tiempo aprox de 1 seg. de movimiento, y ese número es el que se inserta a partir de la dirección 2050 H por ejemplo si quiero que el brazo se mueva hacia la izquierda 3 segundos y luego regrese hacia la derecha otros 3 segundos y terminara la secuencia teclearia a partir de la dirección :

2050 H 20
2051 H 20
2052 H 20
2053 H A0
2054 H A0
2055 H A0
2056 H FF - Fin.

Para poder ampliar esta explicación podemos observar el diagrama de flujo del programa uno.

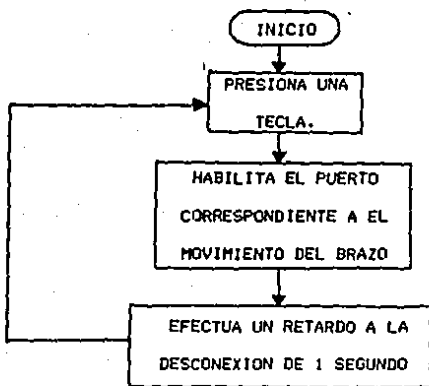
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA UNO.



Para el programa dos se pensó en un programa que pueda efectuar los movimientos a partir de teclas ya establecidas en la hoja de datos para poder efectuar pruebas antes de efectuar la secuencia de trabajo o tarea ya fijada o bien efectuar movimientos manualmente, el programa funciona de la siguiente manera ; cada tecla tiene fijo ya un movimiento como se especifica en la hoja de datos y cada vez que presione la tecla del movimiento que se seleccionó el movimiento durará aproximadamente 1 seg. eligiendo de esta manera el movimiento con la tecla correspondiente y que la tecla sea presionada tantas veces sea necesario para satisfacer nuestro trabajo o tarea.

De igual manera que el programa uno se anexa diagrama de flujo del programa.

PROGRAMA 2.



IV.2 .-Datos de los programas.

Puerto 23 (primer 8155)

TECLA	CODIGO
0	01 - Giro del brazo hacia la derecha.
1	02 - Levanta el brazo.
2	04 - Baja la mano.
3	08 - Gira la mano hacia la izquierda. (Sentido de las manecillas del reloj)
4	10 - Cierra las tenazas.
5	20 - Mueve el brazo hacia la derecha. 00 - Alto.

Puerto 2B (segundo 8155).

6	81	01 - Gira el brazo hacia la izquierda.
7	82	02 - Baja el brazo.
8	84	04 - Levanta la mano.
9	88	08 - Gira la mano hacia la derecha. (sentido contrario de las manecillas del reloj).
A	90	10 - Abre las tenazas.
B	A0	20 - Mueve el brazo hacia la izquierda. 80 - Alto. FF - Fin de secuencia.

iv.3.- Programa Uno.

	31	LXI	SP,20C2	: Define el inicio del
2001	C2			Stack Pointer.
2002	20			
2003	3E	MVI	A,0F H	: Programa el puerto "c"
2004	0F			con la palabra de
				comando
2005	D3	OUT	20 H	: Envía la palabra de
2006	20			comando al primer 8155.
2007	D3	OUT	28 H	: Envía la palabra de
2008	28			comando al segundo 8155.
2009	21	LXI	H,2050 H	: Dirección donde
200A	50			comienzan lo datos.
200B	20			
200C	7E	LOOP:	MOV A,M	: Mueve un dato al
				acumulador.
200D	FE	CPI	FF H	: Comparo Dato contra
200E	FF			FFH.
200F	CA	JZ	FIN	: Si el dato en memoria
2010	27			es = a FFH termina el
2011	20			programa.
2012	E6	ANI	80 H	: Comparo el Dato contra
2013	80			80H. para seleccionar
				el puerto que moverá en
				uno u otro sentido el
				brazo.

2014	C2	JNZ	SAL2B	:	Salta si el Dato es > 0
2015	21				= a 80H.
2016	20				
2017	7E	MOV	A,M	:	Si el Dato es menor a
					80H actualiza el Dato
					de memoria.
2018	D3	OUT	23 H	:	Realiza el movimiento
2019	23				del brazo.
201A	CD	LOOP1:CALL	TIME	:	Salto a subrutina Time.
201B	30				
201C	20				
201D	23	INX	H	:	Incremento el apuntador
					de Datos.
201E	C3	JMP	LOOP	:	Regresa a Loop.
201F	0C				
2020	20				
2021	7E	SAL2B:MOV	A,M	:	Actualiza el Dato de
					memoria.
2022	D3	OUT	2B H	:	Realizó el movimiento
2023	2B				del Dato en el
					acumulador.
2024	C3	JMP	LOOP 1	:	Regresa a la secuencia
2025	1A				del programa.
2026	20				
2027	3E	FIN: MVI	A,00	:	Cargo el acumulador con
2028	00				la palabra de comando para
					deshabilitar los puertos.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

2029	D3		OUT 23 H	:	Deshabilitó a el puerto
202A	23				del primer 8155.
202B	D3		OUT 2B H	:	Deshabilitó a el puerto
202C	2B				del segundo 8155.
202D	CF		RST 1		
2030	E6	TIME: ANI	80 H	:	Comparó a el acumulador
2031	80				contra 80H.
2032	CA		JZ	OUT 23	:
2033	3A				Si el acumulador es
2034	20				menor a 80H salta a la
2035	03				dirección out:23
2036	23		OUT 2B H	:	Si el acumulador es
					> ó = a 80H para el
					movimiento del brazo.
2037	C3		JHP	T1	:
2038	3C				Salta a la rutina de
2039	20				Delay.
203A	D3	OUT23	OUT 23 H	:	Para el movimiento del
203B	2B				brazo.
203C	11	T1:	LXI D,00 00 H	:	Rutina de Delay.
203D	00				
203E	0C				
203F	CD		CALL DELAY		
2040	F1				
2041	05				
2042	C9		RET	:	Regreso a la secuencia
					de operación.

IV.4 .-Programa Dos.

(Datos para asignar un movimiento definido a cada tecla)

2000	01	02	04	08	10	20	B1	B2	B4	B8	90	A0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
2010	31					LXI SP,2002 H						: Define el inicio
2011	C2											: del Stak Pointer
2012	20											
2013	3E					MVI A,0F H						: Programa el puerto
2014	0F											: "C" con la palabra
												: de comando.
2015	D3					OUT 20 H						: Envía la palabra de
2016	20											: comando al primer 8155.
2017	D3					OUT 2B H						: Envía la palabra de
2018	2B											: comando al segundo 8155.
2019	11					LXI D,2000 H						: Dirección donde
201A	00											: comienzan los datos.
201B	20											
201C	3E					MVI A,0E H						: Cargó el acumulador
201D	0E											: con la palabra de
												: interrupción.
201E	30					SIM						: Ejecuta la palabra de
												: interrupción.
201F	CD	LOOP:	CALL	RDKBD								: Llamo a la subrutina
2020	E7											: para leer un dato del
2021	02											: teclado y lo guarda en
												: el acumulador.

2022	EB	XCHG		:	Restablece el valor de H-L.
2023	6F	MOV	L,A	:	Mueve el dato a L. en base a la selección teclada.
2024	7E	MOV	A,M	:	Mueve la dirección del dato al acumulador.
2025	FE	CPI	80 H	:	Compara el acumulador contra 80H. para
2026	06				seleccionar el puerto que moverá en uno u otro sentido al brazo.
2027	DA	JC	OUT 23 H:		Si el acumulador es menor a 80H salto 2029
2028	39				
202A	D3	OUT	2B	:	Si el acumulador es
202B	2B				> ó = 80H. Mueve el brazo en la dirección seleccionada.
202C	AF	XRA	A	:	Provoco la dirección de alto.
202D	D3	OUT	23	:	Paro el movimiento del puerto 23.
202E	23				
202F	CD	CALL TIME		:	Salto a la subrutina de Time.
2030	50				
2031	20				
2032	AF	XRA	A	:	Provoco la dirección de alto.

2033	D3	OUT	2B	:	Paro el movimiento del
2034	2B				puerto 2B.
2035	EB	XCHG		:	Intercambio el valor de
					D-E por H-L.
2036	C3	JMP	LOOP	:	Salto a continuar con
2037	1F				con el programa.
2038	20				
2039	D3	OUT 23 :	OUT 23	:	Realizo el movimiento
203A	23				del brazo.
203B	AF	XRA	A	:	Provoco la dirección
					de alto.
203C	D3	OUT	2B	:	Paro el movimiento del
203D	2B				puerto 2B H.
203E	CD	CALL	TIME	:	Salto a la subrutina de
203F	50				Time.
2040	20				
2041	AF	XRA	A	:	Provoco la dirección
					de alto.
2042	D3	OUT	23	:	Paro el movimiento del
2043	23				puerto 23.
2044	EB	XCHG		:	Intercambio el valor de
					D-E por el de H-L.
2045	C3	JMP	LOOP	:	Salto a continuar con
2046	1F				el programa.
2047	20				
2050	11	TIME: LXI	D,00 00 H	:	Rutina de Delay.

2051	00		
2052	00		
2053	CD	CALL	DELAY
2054	F1		
2055	05		
2056	C9	RET	: Regreso a la secuencia de operación.

CAPITULO V :

TEORIA DE OPERACION.

V.1 .- Teoría y Operación del Sistema.

Lo que se busca en esta tesis es lograr el control de un brazo mecánico (en circuito de lazo abierto) por medio de un control programable que maneja el microprocesador 8085A.

La operación del sistema se explica en cuatro pasos.

- 1.-USUARIO.
- 2.-MICROCOMPUTADOR.
- 3.-CONTROL DE MOTORES.
- 4.-BRAZO.

En el paso número uno el usuario que es el que desea una determinada secuencia de tareas o trabajos que efectuará el brazo mecánico, tendrá que efectuar uno o varios programas los cuales tendrán que satisfacer las necesidades del elemento a controlar, tratando lo mejor posible de efectuar una secuencia lo más sencilla para que el operador pueda lograr su operación de una forma rápida y sin complicaciones. Auxiliándose para ello de una botonera externa o de un diagrama mímico, es decir, la representación del proceso tratando de minimizar la operación del elemento a controlar.

El microcomputador es el elemento en el cual el usuario efectuará e introducirá los programas que efectúan la secuencia deseada para elaborar el trabajo o tarea específica el modo de acceso al control programable es a través de un teclado y a su vez nos retroalimenta la información que introducimos por medio de seis displays.

Podríamos decir que el microcomputador es el que va a procesar un programa en forma secuencial, que dependiendo de la información que le enviemos nos la procesará ejecutando una secuencia del programa o los programas dando como resultado que se habilite una o varias de las salidas del puerto de salida del microcomputador que dependen de la lógica del proceso que se está efectuando.

La tarjeta de control de motores es la que recibirá la información de salida del microcomputador que dependiendo de lo que procese y ejecute el microprocesador le enviará señales a los motores para que giren a favor o en contra de las manecillas del reloj dependiendo de la secuencia o tarea que esté efectuando. Debido a que la salida de voltaje y corriente del microcomputador es muy pequeña nuestra tarjeta de control contiene un amplificador de ganancia de voltaje y de corriente para que la señal de salida del microcomputador no se pierda, además esta protege al microcomputador por los regresos de tensión.

El brazo es el elemento a controlar para nuestro caso en particular dependerá de él o los programas que fuera a efectuar el microcomputador para que cumpla con sus tareas o trabajos a los cuales se le destinará. En nuestro caso en particular los motores son los que moverán al brazo y éstos reciben la señal de la tarjeta de control que a su vez recibe la señal del microcomputador que es el que ejecuta la secuencia de los programas a través de la información que le envíe el operador/usuario.

Para nuestro caso en particular tendremos que:

El usuario programara los movimientos del brazo mecánico haciéndolo a través del microcomputador en lenguaje ensamblador para el microprocesador 8085A.

Para nuestro caso en particular se generaron dos programas

1.- El programa uno sigue una secuencia de tiempos para cada movimiento del brazo, programada esta secuencia con anterioridad, para que los movimientos de los motores seleccionados a la secuencia programada giren a favor o en contra de las manecillas del reloj obteniendo la tarea o trabajo deseado.

2.- El programa dos se le asigna a cada tecla un movimiento del brazo para nuestro caso las teclas se asignaron como aparece en la hoja de datos de los programas. Cada vez que apretamos una de las teclas significara un movimiento aproximadamente de un segundo que girará el motor (a favor o en contra de las manecillas del reloj según se seleccione el movimiento del brazo) correspondiente a la tecla que nosotros elegimos.

Es importante aclarar que el circuito completo es de lazo abierto, por lo que cualquier disturbio o afectación externa al sistema afectará directamente al movimiento del brazo, ya que el sistema no esta retroalimentado por lo que unicamente podemos programarlo por tiempos determinados ya preestablecidos en el programa.

A partir del análisis de las revoluciones por minuto del brazo en cada uno de sus movimientos (Capítulo III) que resultan ser muy aproximadas a los movimientos físicos del brazo. Se le puede dar una secuencia de ordenes partiendo de una posición inicial: mueve el brazo hacia la izquierda 5 tiempos luego cierra las pinzas 4 tiempos luego gira el brazo 360 grados que es = a 33 tiempos y así sucesivamente le podríamos dar una serie de movimientos hasta donde la memoria nos lo permitiera para que efectuase el trabajo o tarea a la que nosotros deseamos.

Para poder evitar el problema de perturbaciones externas no deseables en el sistema a controlar se tendría que retroalimentar la posición del brazo habilitando para esto sensores en el brazo que detecten la posición actual y retroalimenten al microcomputador para que este compare la posición ordenada contra la posición actual y corrija automáticamente la posición actual (Posición Real) para que sea igual a la posición ordenada.

Para nuestro caso en particular tenemos la opción de poder grabar el programa en una memoria EPROM la cual no se borra aunque tengamos fallos de energía (única y exclusivamente se borra con rayos ultravioleta) por lo tanto de esta forma podemos garantizar que la secuencia que se efectúa es la programada, además le ofrece al sistema en operación que no se puede cambiar fácilmente la programación una vez grabada en EPROM, ya que requiere de un elemento externo para lograrlo y de esta manera puede proteger su sistema en operación sin que le modifiquen la secuencia de operación a la cual fue programada.

CPITULO VI :

CAMPOS DE APLICACION

Para nuestro estudio debemos de caracterizar y delimitar los tipos de robots para conocer sus diferentes tipos de aplicaciones dentro de la industria o bien para su estudio e investigación.

Para poder caracterizar y delimitar los diversos tipos de robots debemos de conocer :

VI.1 .- Sus Atributos.

VI.2 .- Su Morfología.

VI.3 .- Sus Campos de Aplicación.

VI.1 .-Los Atributos se distinguen por su comportamiento y propiedades funcionales que nos llevan a 4 atributos fundamentales. (Se anexa tabla 1.1: Atributos de los Robots).

1.-La Movilidad que es la que expresa la cantidad de su movimiento que va asociada a su morfología y a las características de su comportamiento dinámico. Existen dos tipos de movilidad la articular y la traslacional, en la primera depende de ella las características del brazo y de la segunda se aplica en los robots móviles que tienen un sistema de desplazamiento. La movilidad también se refiere al conjunto del robot o se limita a los subsistemas estructurales como son el cuerpo, brazos o elementos terminales.

De su configuración dependen muchas de sus características como las geométricas, estáticas, cinemáticas y dinámicas que caracterizan la movilidad.

TABLA I.1 Atributos de los robots

• MOVILIDAD	• AMBITO	<ul style="list-style-type: none"> - CONJUNTO - BRAZOS - ELEMENTOS TERMINALES 										
	• TIPO	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td>ARTICULAR</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} ATRIBUTO ATRIBUOS • NATURALEZA ARTICULACIONES • CONVERGENTES </td> </tr> <tr> <td>TRASLACIONAL</td> <td> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td>• CONVERGENTES</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - DESPLAZANTE - RULANTE - REPTANTE - CAMBIADORA - ... </td> </tr> <tr> <td>• CONCOMITANTES</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} TRAZADORAS • NATURALEZA TRAZADORAS </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	}	ARTICULAR	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} ATRIBUTO ATRIBUOS • NATURALEZA ARTICULACIONES • CONVERGENTES 	TRASLACIONAL	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td>• CONVERGENTES</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - DESPLAZANTE - RULANTE - REPTANTE - CAMBIADORA - ... </td> </tr> <tr> <td>• CONCOMITANTES</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} TRAZADORAS • NATURALEZA TRAZADORAS </td> </tr> </table>	}	• CONVERGENTES	<ul style="list-style-type: none"> - DESPLAZANTE - RULANTE - REPTANTE - CAMBIADORA - ... 	• CONCOMITANTES	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} TRAZADORAS • NATURALEZA TRAZADORAS
	}	ARTICULAR		<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} ATRIBUTO ATRIBUOS • NATURALEZA ARTICULACIONES • CONVERGENTES 								
TRASLACIONAL		<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td>• CONVERGENTES</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - DESPLAZANTE - RULANTE - REPTANTE - CAMBIADORA - ... </td> </tr> <tr> <td>• CONCOMITANTES</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} TRAZADORAS • NATURALEZA TRAZADORAS </td> </tr> </table>	}	• CONVERGENTES	<ul style="list-style-type: none"> - DESPLAZANTE - RULANTE - REPTANTE - CAMBIADORA - ... 	• CONCOMITANTES	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} TRAZADORAS • NATURALEZA TRAZADORAS 					
}	• CONVERGENTES	<ul style="list-style-type: none"> - DESPLAZANTE - RULANTE - REPTANTE - CAMBIADORA - ... 										
	• CONCOMITANTES	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} TRAZADORAS • NATURALEZA TRAZADORAS 										
• CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> - GEOMÉTRICAS (Grados libertad, Alcance, Accesibilidad, ...) - ESTÁTICAS (Inercia, Precisión, Deformación, ...) - CINEMÁTICAS (Velocidad, Aceleración, ...) - DINÁMICAS (Desplazamiento, Precisión, Esfuerzo, Acomodación activa, Capacidad de mantener el equilibrio, ...) 											
• GOBERNABILIDAD	• TIPO	<ul style="list-style-type: none"> - POR PROGRAMA (Programabilidad) - POR MANO (Manejabilidad) 										
	• MODO	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td>- GESTUAL</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - ACCIÓN HOMOMORFICA - TELEOPERACION </td> </tr> <tr> <td>- TEXTUAL</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - ESCRITA - ORAL </td> </tr> </table>	}	- GESTUAL	<ul style="list-style-type: none"> - ACCIÓN HOMOMORFICA - TELEOPERACION 	- TEXTUAL	<ul style="list-style-type: none"> - ESCRITA - ORAL 					
	}	- GESTUAL		<ul style="list-style-type: none"> - ACCIÓN HOMOMORFICA - TELEOPERACION 								
		- TEXTUAL	<ul style="list-style-type: none"> - ESCRITA - ORAL 									
• NIVEL	<ul style="list-style-type: none"> - ESPECIFICACION DE LAS OPERACIONES - DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS 											
• FUNCIONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> - INDIVIDUAL - COORDINADO 											
• AUTONOMIA	• CAPACIDAD SENSORIAL	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="2">- EXTEROCEPTIVA</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - MEDICIÓN DE PARÁMETROS (Distancia, Posición, ...) </td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - PERCEPCIÓN DE FORMAS (Visuales, Acústicas, Táctiles, ...) </td> </tr> <tr> <td>- PROPIOCEPTIVA (Posición, Velocidad, Esfuerzos, Temp., ...)</td> <td></td> </tr> </table>	}	- EXTEROCEPTIVA	<ul style="list-style-type: none"> - MEDICIÓN DE PARÁMETROS (Distancia, Posición, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - PERCEPCIÓN DE FORMAS (Visuales, Acústicas, Táctiles, ...) 	- PROPIOCEPTIVA (Posición, Velocidad, Esfuerzos, Temp., ...)					
	}	- EXTEROCEPTIVA			<ul style="list-style-type: none"> - MEDICIÓN DE PARÁMETROS (Distancia, Posición, ...) 							
				<ul style="list-style-type: none"> - PERCEPCIÓN DE FORMAS (Visuales, Acústicas, Táctiles, ...) 								
		- PROPIOCEPTIVA (Posición, Velocidad, Esfuerzos, Temp., ...)										
• CAPACIDAD DE DECISION	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 4em; vertical-align: middle;">}</td> <td>- PLANIFICACION</td> <td rowspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> - ERRORES - IMPREVISTOS </td> </tr> <tr> <td>- REACCION FRENTE A EMERGENCIAS</td> </tr> </table>	}	- PLANIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> - ERRORES - IMPREVISTOS 	- REACCION FRENTE A EMERGENCIAS							
}	- PLANIFICACION		<ul style="list-style-type: none"> - ERRORES - IMPREVISTOS 									
	- REACCION FRENTE A EMERGENCIAS											
• CAPACIDAD DE APRENDIZAJE												
• CAPACIDAD DE ADAPTACION												
• CAPACIDAD DE COOPERACION												
• POLIVALENCIA	• VERSATILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> - DE FRENTE DE UNA GAMA DE TAREAS - PARA DIFERENTES GAMA DE TAREAS 										
	• ADAPTACION (flexibilidad en las diferentes tareas)											
	• AMBITO	<ul style="list-style-type: none"> - DEL CONJUNTO - DE LOS BRAZOS - DE LOS ELEMENTOS TERMINALES 										

2.-La gobernabilidad es la capacidad de un robot por ser mandado y controlado desde el exterior, existen dos tipos que son: -por programa y -por mando, el primero se efectúa a través de un programa efectuando las operaciones memorizadas y el segundo que define a la manejabilidad como la facultad de ser mandado en tiempo real ya sea efectuado por modo gestual (por medio de palancas de mando y otros dispositivos de accionamiento) o por modo textual (por medio de instrucciones comunicadas oralmente o por escrito (programación)).

En cuanto al nivel de la gobernabilidad tenemos dos: -La programación a través de la especificación de las operaciones y se conoce como programación explícita y -La descripción de objetos conocido también por "nivel tarea" en donde el robot organiza las operaciones para alcanzar los objetivos y se denomina a veces como programación implícita y dentro de su funcionamiento pueden funcionar individualmente o coordinadamente siendo este último el de mayor aplicación en donde se coordinan dos o más brazos para operaciones de montaje y ensamblado.

3.-La autonomía que es la capacidad de actuar por sí solo. Dentro de la autonomía encontramos la capacidad sensorial que proporciona al robot el conocimiento de su entorno y se compone de dos funciones, la función estereoceptica (que le permite conocer distancias y posiciones por medio de la medición de parámetros y con la percepción de formas que le ayudan a visualizar oír y tocar) y la función propioceptiva que le indican posición, velocidad, esfuerzos, temperatura etc....

Para poderle dar autonomía a un robot debemos darle capacidad de decisión por medio de la planificación y reacción frente a emergencias. en la planificación se le da al robot una secuencia de acción es para cumplir objetivos que a su vez en estas acciones pueda corregir algunos errores mientras que en la reacción frente a emergencias se presentan algunas fallas imprevistas por lo que se tiene que prever estas fallas, dotando al robot de un cierto grado de replanificación.

En lo que respecta a la capacidad de aprendizaje, adaptación y cooperación encontramos que en el aprendizaje y en la adaptación se han aplicado en sistemas robotizados de control espacial siendo que el de adaptación se ha empleado también en prototipos de robots industriales para el control de movimientos, sin embargo ambos tienen gran futuro en determinados sistemas de control automático y el de cooperación ha tenido gran aceptación por su fácil adaptabilidad con sistemas de producción industrial y fácil acoplamiento a sus líneas de producción.

4.-La polivalencia es la capacidad para elaborar con eficiencia tareas diferentes donde encontramos tres aspectos fundamentales -la versatilidad, -la adecuación y -el ámbito, por lo que respecta a el primero es la facilidad para elaborar una o diferentes gamas de tareas mientras que la adecuación se encarga de la eficacia en las diferentes tareas y el ambito se basa fundamentalmente en la morfología del robot (del conjunto, de los brazos y de los elementos terminales) que son los que caracterizan su aplicación a diversas tareas.

VI.2.-La morfología que se trata del estudio de su forma y estructura se contemplan tres aspectos fundamentales que son: (Se anexa tabla 1.2 Morfología de los Robots.)

1.-Arquitectura.

2.-Subsistemas Estructurales.

3.-Subsistemas Funcionales.

1.-Con lo que respecta a su arquitectura se distinguen por su naturaleza fija y metamórfica, esta última se refiere a los cambios más elementales o más complejos dentro de su configuración como robot, mientras que la fija no tiene ningún cambio y permanece predispuesta a objetivos específicos. Sin embargo dentro de su tipo se presentan cinco grupos de robots que son:

I.-Poliarticulados siendo su característica común que permanecen en un sitio predeterminado, sin embargo pueden efectuar desplazamientos limitados en un determinado espacio de trabajo teniendo un limitado grado de libertad, entre los robots poliarticulados podemos citar a los manipuladores, los robots industriales clásicos, los robots tipo pórtico, los robots repartidos y algunos robots de manutención, siendo que el robot tipo pórtico se considera un caso particular de los robots industriales y se emplea en zonas de trabajo relativamente amplias o alargadas reduciendo el espacio ocupado en el suelo, además pueden actuar sobre objetos con un plano de simetría vertical.

TABLA 1.2 Morfología de los robots

• ARQUITECTURA	• TIPO	- POLIARTICULADOS (R. Industriales clásicos, Manipuladores, Pórtico, Reparaturo, Mantenimiento...) - MOVILES - ANDROIDES - ZOOOMORFICOS - HIBRIDOS
	• NATURALEZA	- TIA - METAMORFICA
• SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES	- CUERPO	• ESTRUCTURA • ELEMENTOS RIGIDOS
	- BRAZOS	• CONFIGURACION { - CARTESIANA - POLAR - CILINDRICA - ANGULAR - MIXTA • CONSTITUYENTES { - BARRAS - ARTICULACIONES { - Simple - Compuestas - Distribuidas - BASE
	- SISTEMA LOCOMOTOR	• CONFIGURACION { - DESLIZANTE - RODANTE - CAMINADORA (- Bipeda, Múltiple) - RULANTE (- Orugas, Cadenas, ...) - OTRAS • CONSTITUYENTES { - BARRAS - ARTICULACIONES - ELEMENTOS RODANTES Y RULANTES
	- ELEMENTOS TERMINALES	• CLASE { - PRENSION { • PRINCIPIO DE ACTUACION { - Mecánico, - Succión, - Electromagnético - ... • CATEGORIA { - Todo-nada - Progressivo • CON/SIN RETORNO SENSORIAL - HERRAMIENTA/UTILIDAD - MEDICION/DETECCION • ACOPLAMIENTO { - INTEGRADO - INTERCAMBIABLE { - Acción exterior - Autónomamente • CONSTITUYENTES
• SUBSISTEMAS FUNCIONALES	- SISTEMA DE ACOPLAMIENTO	• ELEMENTOS MOTORES { • TIPO { - Rotativo - Lineal • MODO { - Todo-nada - Paso a paso - Continuo • NATURALEZA { - Electromecánica - Hidráulica - Pneumática - Otra - TRANSMISION
	- SISTEMA SENSORIAL	• FUNCION { - EXTEROCEPIVA - PROPOCEPIVA • CLASE (Visión, Tacto, Posición, ...) • CONSTITUYENTES { - ELEMENTOS DE ADQUISICION - ELEMENTOS DE TRATAMIENTO { - HARDWARE - SOFTWARE
	- SISTEMA DE CONTROL	• ORGANIZACION/JERARQUIA • NIVELES • CONSTITUYENTES { - HARDWARE - SOFTWARE

Sin embargo el robot repartido se presta particularmente a las operaciones de subensambles, los anteriormente citados son sistemas elaborados de funcionamiento discontinuo y flexible, dotados de una capacidad de decisión relativamente importante y partiendo de este punto los podemos considerar como robots.

II.-Móviles son robots dotados de un sistema locomotor de tipo rodante basados en carros o plataformas diversas, dotados con gran capacidad de desplazamiento, se desplazan por telemando o por información recibida en su entorno a través de sensores.

Citando algunos de ellos tenemos: Grey Walter y algunos discípulos de Weiner en los años cincuenta diseñaron las llamadas "tortugas" siendo los precursores que sirvieron de base a los estudios de inteligencia artificial desarrollados en la Universidad de Stanford entre los años 1965 y 1973. Su obra fue el célebre robot móvil "Shakey" sin embargo a este robot móvil le siguieron muchos más como "Jason" en Berkeley, "Sintelman" en Alemania, el robot sobre ruedas de bicicleta de Stanford dotado de un sistema de visión desarrollado en Carnegie Mellon, el proyecto "Hilare" desarrollado en Tolouse etc..... Sin embargo la aplicación de los robots industriales dentro de los ya mencionados avanzó con mayor lentitud, éstos aseguraban el transporte de las piezas de un punto a otro de una cadena de fabricación siendo guiados mediante pistas materializadas o a través de radiación electromagnética de circuitos empotrados en

el suelo o bandas detectadas foto electricamente y dotados de un alto nivel de inteligencia y podían eludir obstáculos. Citando alguno de su tipo que fue el carro móvil "Disam" departamento de ingeniería de sistemas y automática de la Universidad Politécnica de Madrid desarrollado por ellos mismos.

III.-Androides son los robots que intentan reproducir la forma y movimientos del cuerpo humano así como el comportamiento de su fuerza. Debido a su poco desarrollo en la actualidad se encuentran en estudio y experimentación siendo uno de sus aspectos más complejos el de poderse mover en dos patas (locomoción bípeda), respecto a este punto en la Universidad de Waseday de Osaka se realizaron prototipos experimentales de la estabilidad dinámica de locomoción como los trabajos desarrollados por Mcghee.

Furhuso propuso un sistema jerárquico predictivo de control para eliminar el problema de controlar dinámica y coordinadamente el proceso manteniendo en equilibrio del robot simultáneamente, uno de los robots que ha sido capaz de caminar seis pasos de 50 cm por minuto en forma repetitiva es el desarrollado por Hitachi que mide 1.4 mtrs de altura y pesando 120 kg gira sobre sí mismo y en un computador de 16 bits almacena una serie de acciones y gestos que imitan a los humanos.

IV.-Zoomorficos son los robots que se caracterizan por imitar los movimientos de los diversos seres vivos. Se agrupan en dos categorías principales en caminadores y no caminadores, con lo que respecta a los no caminadores su desarrollo ha sido muy poco, sin embargo se han destacado los trabajos sobre máquinas saltarinas de Reibert y experimentos efectuados en Japón con sistemas de estructuras en forma de gusano dotados de un movimiento relativo de rotación, en cambio los robots caminadores están dotados de facultades de adaptación, sistemas sensoriales y de inteligencia.

Para poder controlar este tipo de robots se tienen que efectuar cinco tareas diferentes:

- A.-Seguir secuencia y forma del movimiento de las patas.
- B.-El robot no deberá perder el equilibrio, hasta la fecha se han obtenido mejores resultados con hexapodos ya que permanecen en contacto con el suelo tres patas y se puede despreocupar del equilibrio activo.
- C.-Repartir la carga soportada y las fuerzas laterales entre todas las patas tomando en cuenta el terreno y su suavidad de marcha.
- D.-Evitar la colisión entre las patas procurando que no se extiendan más que sus límites.
- E.-Que tenga un sistema sensorial avanzado para que elija los caminos más adecuados.

Asimismo se destacan el hexápodo de McGhee en la Universidad de Columbus de 103 kg, la máquina reptante de Sutherland de 6 patas, el prototipo de la Universidad de Paris VII dotado de una cierta flexibilidad u acomodación pasiva lateral, así como diversas realizaciones Japonesas.

V.-Híbridos, corresponden a los que tienen difícil clasificación, se caracterizan por la unión de dos o más estructuras de las ya mencionadas como son los de un cuerpo formado por un carro móvil y un brazo semejante al de los robots industriales se considera híbrido en yuxtaposición.

Existen dos tipos de subsistemas que reúnen a todos sus componentes estructurales y funcionales, los subsistemas estructurales son el cuerpo el brazo el sistema locomotor y elementos terminales y en combinación con éstos puede configurar cualquier tipo de robot (Esqueleto parte mecánica) y los subsistemas funcionales que son los sistemas de accionamiento, de control y sensorial que están dotados de movimiento, de percepción y de capacidad de actuación o inteligencia y que su clasificación se observa en la tabla de Morfología.

Los robots efectúan tareas repetitivas de una manera precisa e incansable, desarrollándolas más eficazmente que el hombre y pudiendo desarrollar gran parte de sus tareas según se seleccione su capacidad y estructura, sin embargo hay tareas en las cuales no pueden programarse, en las que se tienen que tomar

decisiones y hacer modificaciones continuamente, por lo que en muchos casos el robot se ve imposibilitado físicamente debido al gran número de variables que tendría que manejar y el gran número de tareas que no podría desarrollar eficazmente.

VI.3 .-Los campos de aplicación se dividen en tres grupos principalmente que son:

(Se anexa tabla 1.3 Campos de la Utilización de la Robótica).

- 1.-La Producción
- 2.-La Exploración
- 3.-La Asistencia

1.-La Producción : se destacan los robots de tipo industrial en donde se encuentran diferentes tipos de producción que son:

A.-La Manipulación que comprende las tareas de carga y descarga así como las de manutención, la primera de las tareas se caracteriza por la utilización de elementos terminales en forma de pinzas o garra para poder tener sujeta la pieza o material a manipular, mientras que la segunda tarea es una de las más tradicionales en la industria de carga y descarga, en lo que corresponde al transporte y almacenaje se ocupan robots móviles o robots poliarticulados denominados robots de manutención.

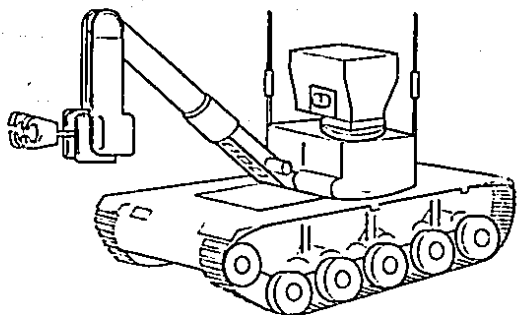
B.-La Fabricación : que comprende el proceso de transformación de materias primas como es el caso del corte, taladrado, fresado, forja, estampado, fundición, doblado, etc..... que transforman la herramienta prima por medio de herramientas por lo que se requiere un robot en particular para cada una de sus tareas ya sea muy simple o muy complejo.

C.-En Ensamblado ; abarca lo que es el soldado y el montaje de piezas pequeñas.

D.-En las operaciones de prueba se utilizan robots muy precisos de extraordinaria rigidez y estabilidad ayudándose de los patrones de medición para efectuar buenas verificaciones.

TABLA 1.3 Campos de utilización de la Robótica

- PRODUCCION	• TIPO	- MANIPULACION	- CARGA - DESCARGA - MANUTENCION - ...
		- FABRICACION	- CORTE - DEFORMACION - RECUBRIMIENTO - ...
		- ENSAMBLADO	- INSERCIÓN - ENCOLADO - SOLDADURA - ...
		- TEST	- MEDICION - VERIFICACION - INSPECCION - ...
	• MODALIDAD	- ROBOT MANEJA HERRAMIENTA/UTENSILIO - ROBOT MANEJA PIEZA/PRODUCTO	
- EXPLORACION	• TIPO	- TERRESTRE - MINERIA - OCEANICA - ESPACIO - MILITAR - SERVICIOS - ...	
		• MODALIDAD	- INFORMATIVA
	- FISICA		- EXTRACCION - TOMA DE MUESTRAS - INSTALACION - RECUPERACION - MANTENIMIENTO - ...
- ASISTENCIA	- REHABILITACION	- PROLONGACION DE LA ANATOMIA	- PROTESIS - ORTOSIS
		- SUBSTITUCION DE LA FUNCION	
		- SERVICIO PERSONAL/DOMESTICO - SERVICIO COLECTIVO (Hospitalaria, Hotelera, Recreativa, ...)	



Teleoperador de exploración MF2 montado sobre orugas, con torreta pivotante y dotado de un sistema de televisión estereoscópica. El manipulador, con un alcance de 3 metros, puede soportar una carga máxima de 200 kg

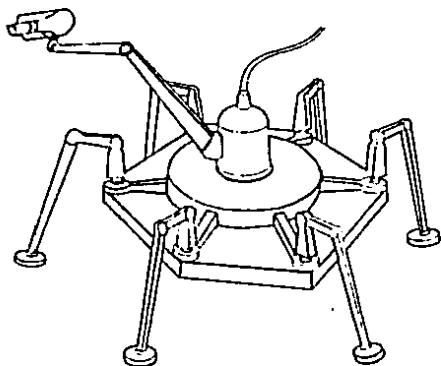


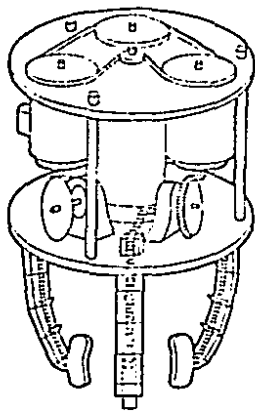
Fig IV.3.1 Robot hexápodo de exploración submarina del Instituto Técnico de Investigación de

Debido a su modo de utilización pueden aplicarse robots que manejen herramientas o utensilios y robots que manejan piezas o productos dependiendo del tipo de producción que se trate.

2.-En la Exploración se destacan por un campo de aplicación muy extenso y diverso en donde se requiere la movilidad del robot y abarcan la superficie terrestre, el subsuelo en la minería, los mares y océanos, el espacio exterior, centrales nucleares, para usos militares, servicios, etc.... en fin contemplan una gran variedad de aplicaciones.

Algunos de los más sobresalientes son el teleoperador de exploración MF2 y el robot exápodo para aplicaciones marítimas, en la figura IV.3.1 página 104, se muestra un robot Hexápodo, sin embargo, algunos son capaces de caminar por paredes verticales e incluso colgados del techo por medio de patas provistas de ventosas succionadoras siendo Japón el país más avanzado en la construcción de los robots Hexápodos.

3.-En la Asistencia se aplican las operaciones de los robots para reemplazar miembros del cuerpo humano, como en la rehabilitación para ayudar a las personas minusválidas, es decir, reemplazar los miembros anatómicos perdidos o miembros que se encuentran afectados o disminuidos en capacidad de movilidad reemplazándolos por prótesis que puedan ser motorizadas o telemanipuladas que sustituyan el miembro faltante pero para lograrlo existen muchos problemas como el peso, el tamaño y la forma del hombre por lo que el enfoque actual consiste en la sustitución del miembro que



Mano de dedos clásicos que permite ajustarse sobre cualquier cuerpo ejerciendo una fuerza de cierre controlada

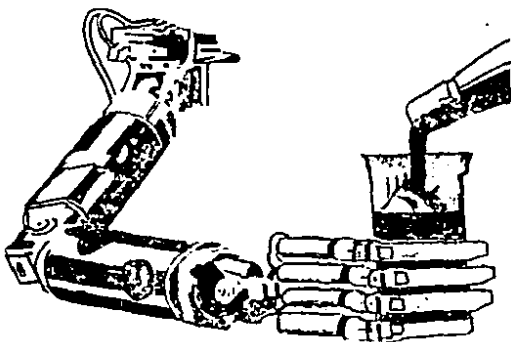


Fig. N.32. Prototipo de brazo desarrollado en el Departamento de Ingeniería de Maquinas de Fabricación de la Universidad de Tokyo. Incluye un mecanismo de mano perfeccionado desarrollado por un instituto de investigación francés. Destinado a investigación en el área de rehabilitación.

falta ya que si tomamos en cuenta el peso, el tamaño y la forma anatómica del hombre se tendría que hacer un brazo, una pierna, un dedo, etc... en particular por cada persona que lo necesitare y el costo de la prótesis no estaría al alcance de los minusválidos. En la figura IV.3.2 página 106, se muestra un prototipo de brazo. Sin embargo después de este enfoque los problemas radican a la forma de mando y retorno de información por lo que se han efectuado todo tipo de procedimientos por medio de señales discretas y señales continuas a través de la comunicación gestual (posición de la cabeza, contracciones musculares, movimientos de la lengua, movimientos de los ojos, movimientos de las cejas, etc....), del biocontrol (señales mioeléctricas y neuroeléctricas) o de la comunicación oral pero se debe de considerar que la fatiga es proporcional a la cantidad de atención consciente que se precisa para la función de mando por lo que se aplican técnicas compatibles con la operación subconsciente.

De igual manera sucede con el retorno de información. La técnica más difícil de superar es el poco aprovechamiento de las señales humanas utilizables.

Por lo que todavía se encuentra en proceso evolutivo y depende de la inteligencia artificial, capacidad de percepción y control complicado dentro de la robótica.

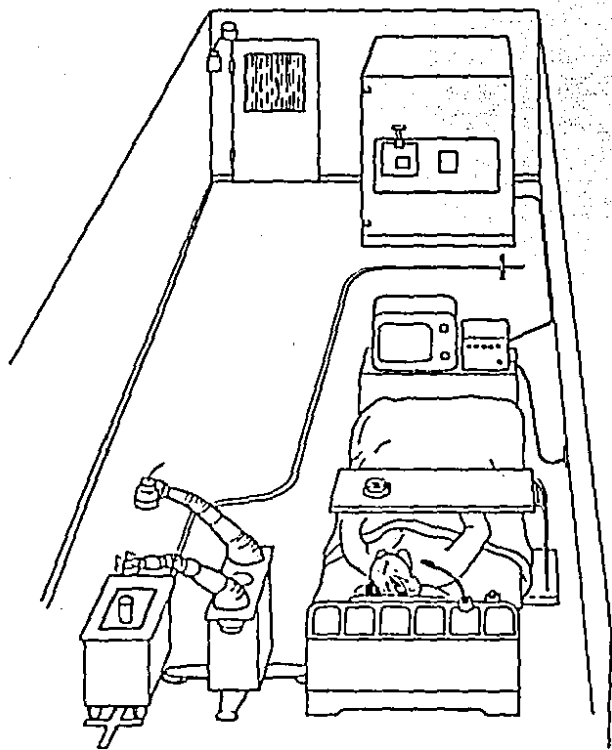


Fig. IV.3.3 Robot para asistencia a enfermos (Funakubo 1980).

A la fecha se siguen haciendo proyectos, pero el primer sistema manipulador computarizado se desarrolló en el Case Institute of Technology al comienzo de los años sesenta y a este proyecto le siguieron otros más como el brazo de Rancho se diseñó con una ortosis con seis grados de libertad, mientras que los investigadores de la Universidad de Heidelberg fueron los primeros en utilizar un robot industrial y un entorno de trabajo altamente estructurado, el primer manipulador industrial dentro de la industria nuclear fue el de Spartacus en Francia con un computador intercalado que efectuaba un funcionamiento semejante al del hombre, también tenemos el brazo del profesor Kato que tocaba el piano con bastante perfección y fue expuesto en la EXPO'85 de Tsukuba.

Con lo que respecta a los robots personales que son una especie de androides que realizan operaciones sencillas obedeciendo un cierto número de instrucciones que incluso en algunos casos se dan verbalmente. El primero en aparecer fue el RB5X dotado de ruedas de un microprocesador de memoria y diversos sensores e instrumentos, más tarde apareció el robot B.U.E. de Androbot Inc. que es muy complejo y estaba constituido por tres megabytes de memoria y tres microprocesadores de 16 bits, equipado con cinco sensores ultrasonicos y dos sensores infrarrojos sin embargo estos robots no tienen mucha aplicación práctica y los utilizan generalmente para propaganda comercial.

En la figura IV.3.3 página 108, se muestra un robot para asistencia a enfermos.

Los robots de servicio colectivo se encuentran todavía en proceso de investigación y desarrollo, sin embargo en Japón se ha trabajado en las aplicaciones hospitalarias, como el sistema MELKONG que es controlado por un computador, provisto de unos manipuladores especiales y se basa en un sistema de carros móviles para poder transportar a los enfermos a diferentes dependencias dentro del hospital.

Ya que se han efectuado diversos estudios, en la investigación al respecto en diferentes Institutos y Asociaciones Industriales se consideran diversos puntos de vista dentro de su clasificación así como su tipología y descripción por lo que únicamente mencionaremos tres puntos de vista en la tabla 1.4

- 1.-Robot Institute of América
- 2.-Japan Industrial Robot Association
- 3.-Association Francaise de Robotique Industrielle.

Tipología y descripción según la acepción europea y la RIA ⁽¹⁾	Clasificación según JIRA ⁽²⁾	Clasificación según AFA ⁽³⁾
<p>1) <i>Manipulador simple</i> Sistema mecánico poliarticulado y multifuncional concebido para ayudar al hombre y mandado directamente por este. Su nivel de automatización es muy pequeño o nulo.</p>	<p>A) <i>Manipulador manual</i> Manipulador operado directamente por el hombre.</p>	<p>A) <i>Manipulador manual</i> Dispositivo manipulador mandado por el hombre, con un mínimo de 4 grados de libertad.</p> <p>A1) <i>Manipulador de asistencia muscular</i> El mando se hace por acción directa sobre la carga o en su proximidad.</p> <p>A2) <i>Telemanipulador</i> El mando se hace a distancia por medio de palancas o pulsadores.</p>
<p>2) <i>Manipulador secuencial</i> Manipulador que realiza paso a paso, de forma autónoma, tareas repetitivas en condiciones preestablecidas.</p> <p>2a) <i>Manipulador de secuencia fija</i> La secuencia de pasos y las condiciones son difícilmente variables.</p> <p>2b) <i>Manipulador de secuencia variable (Pick and Place Robot)</i> Tanto la secuencia como las condiciones pueden cambiarse con facilidad, poseyendo cierta flexibilidad.</p>	<p>B) <i>Robots secuenciales</i> Manipulador cuyas etapas operan secuencialmente de acuerdo con el procedimiento preestablecido, las condiciones y las posiciones.</p> <p>B1) <i>Robot de secuencia fija</i> La información preestablecida no se puede cambiar fácilmente.</p> <p>B2) <i>Robot de secuencia variable</i> La información preestablecida se puede cambiar fácilmente.</p>	<p>B) <i>Manipulador automático (MA)</i> Dispositivo de manipulación, — multi eje — no servoregulado — de ciclo automático</p> <p>B1) <i>MA de secuencia fija</i> Regulado mecánicamente mediante toques, levas,...</p> <p>B2) <i>MA de secuencia variable</i> Programable por el usuario mediante matrices de diodos, autómatas programables, o microprocesadores, y en el que cada eje es ajustado mecánicamente por medio de toques o de levas.</p>
<p>3) <i>Robot de aprendizaje (Playback Robot)</i> Manipulador que repite una secuencia que ha almacenado en su memoria y que con anterioridad ha aprendido mediante la enseñanza de un operador humano, existiendo diversas formas de realizarla.</p>	<p>C) <i>Robot de aprendizaje</i> El operador enseña al manipulador la forma de trabajo, mandándolo directamente, para que el robot la memorice; a continuación puede repetir continuamente sus operaciones.</p>	<p>C) <i>Robot programable</i> Manipulador de 3 o más ejes, servoregulado con trayectoria continua o punto a punto. Programable por aprendizaje y/o por lenguaje simbólico.</p> <p>C1) MA con menos de 5 ejes y servoregulado, con trayectoria continua o punto a punto.</p> <p>C2) MA con 5 o más ejes y servoregulado, con trayectoria punto a punto.</p> <p>C3) MA con 5 o más ejes, con trayectoria continua.</p>
<p>4) <i>Robot con control numérico (NC Robot)</i> Manipulador que recibe las órdenes relativas a las secuencias y condiciones de trabajo directamente en forma numérica.</p>	<p>D) <i>Robot con control numérico</i> El manipulador puede ejecutar la operación encomendada de acuerdo con la información almacenada acerca de posición, secuencia y condición.</p>	<p>C1) MA con menos de 5 ejes y servoregulado, con trayectoria continua o punto a punto.</p> <p>C2) MA con 5 o más ejes y servoregulado, con trayectoria punto a punto.</p> <p>C3) MA con 5 o más ejes, con trayectoria continua.</p>
<p>5) <i>Robot inteligente (Robot propiamente dicho en sentido estricto)</i> Manipulador dotado de un completo sistema de control, comportando una cierta inteligencia artificial y dotado de un equipo de sensores que le permiten examinar variaciones de su entorno y decidir en tiempo real, en función del contexto, las acciones a realizar y las secuencias de trabajo. Robot con el máximo nivel de automatización posible.</p>	<p>E) <i>Robot inteligente</i> Robot que puede decidir su comportamiento a través de su capacidad sensorial y de reconocimiento.</p>	<p>D) <i>Robot "Humano" inteligente</i> MA servoregulado capaz de analizar las modificaciones de su entorno y reaccionar de forma consecutiva. Se excluyen las modificaciones triviales provenientes de los captadores todo o nada.</p>

NOTAS: 1) Robot Institute of America
2) Japan Industrial Robot Association
3) Association Française de Robotique Industrielle.

CONCLUSIONES.

-Concluimos que el brazo controlado por el microcomputador se le atribuyen los siguientes puntos:

Con respecto a la movilidad se considera como un brazo con seis grados de libertad del tipo articular de un prototipo a escala.

Con respecto a la gobernabilidad se efectuó por programa de modo textual escrito, siendo su nivel de programación explícito ya que no está retroalimentado, es decir, se programa a través de la especificación de las operaciones, además su funcionamiento puede ser individualmente o coordinado siempre y cuando en el sistema no ocurran perturbaciones externas indeseables en el sistema.

-Con respecto a su autonomía es muy limitada ya que se trata de un sistema de lazo abierto y solo puede actuar por sí solo efectuando una determinada tarea, pero si existiera una perturbación externa, el brazo efectuaría la tarea erróneamente.

-Con respecto a su polivalencia encontramos que el brazo se adapta fácilmente a las líneas de producción para ensamble de procesos sencillos en los cuales el hecho de que exista una perturbación externa sea muy bajo, que sería esta la condición para que pudiese efectuar una tarea eficazmente, ya que nuestro brazo cuenta con 6 grados de libertad los cuales nos proporcionan un mayor número de movimientos pudiendo efectuar tareas complejas por su gran cantidad de movimientos.

-Por su morfología se contemplan tres aspectos fundamentales:

- 1.-Dentro de su arquitectura es del tipo de los poliarticulados de naturaleza fija; ya que no puede efectuarse ningún cambio en su morfología y en sus tareas se le destina a un sitio predeterminado en el cual sus desplazamientos están en función de sus grados de libertad.
- 2.-Dentro de sus subsistemas estructurales nuestro brazo es un cuerpo estructural con articulaciones simples que tiene una configuración mixta sin tener un sistema locomotor y teniendo como elemento terminal el tipo clase prensión con principio de actuación mecánico sin acoplamiento.
- 3.-Dentro de los subsistemas funcionales el sistema de accionamiento es por elementos motores de tipo rotativo de modo continuo y de naturaleza electromecánica.
No cuenta con sistema sensorial ya que es de lazo abierto y el sistema de control es por programación por lo que obtenemos una gran facilidad para controlar sus movimientos para realizar una tarea específica o alguna otra, si requerimos que el proceso sea cambiado únicamente se cambia su programación.

Lo que lo hace fácil de adaptarse a líneas de producción o trabajos específicos después que éste aprendió una secuencia o tarea determinada.

De lo anterior dedujimos que se puede utilizar dentro de la producción para la manipulación de carga y descarga y dentro de la fabricación y ensamblado en procesos en los cuales la probabilidad de que existiera una perturbación externa al sistema sea la mínima.

Además según las clasificaciones según RIA, JIRA y AFRI Lo consideramos como un robot de aprendizaje.

El objetivo de esta tesis que es lograr el control de un brazo mecánico por medio del microprocesador 8085A se logró, sin embargo el microcomputador con respecto al brazo mecánico quedó de lazo abierto es decir que el sistema no está retroalimentado, por lo que un disturbio o perturbación externa lo puede afectar, (no efectuando el movimiento deseado). El hecho de que no se efectuara de lazo cerrado se debe al costo de los sensores que se requieren, así como el costo de los mismos para hacer pruebas para poder seleccionar el sensor óptimo y poder modificar el sistema físico para colocar los sensores en el lugar de detección adecuado, así como el tiempo que se requiere para elaborar un

programa en el cual se efectúe el movimiento del brazo y verifique la estabilidad del sistema ante disturbios o perturbaciones. Por lo tanto el objetivo de controlar el brazo por medio de un microcomputador que efectuara secuencias o trabajos previamente establecidos o movimientos de un tiempo (aprox 1 seg) seleccionando la tecla correspondiente al movimiento que nosotros deseamos, de lo anterior el objetivo de esta tesis quedo cumplido.

Lista de Partes.

Microcomputador.

Cant	Descripción	No. de Parte	Precio	Total.
1	Microprocesador.	8085A		
4	Memoria RAM de 1K x 4	2114		
1	Memoria EPROM de 1K x 8	2716		SDK-85
2	Decodificador	74LS138	Prestado por la	
2	Puerto E/S	8155	Universidad Lasalle	
1	Manejo de Teclado y Display	8279		
1	Buffer Driver	8212		

Tarjeta de Control.

Cant	Descripción	No. de Parte	Precio	Total.
6	Amplificadores Operacionales	uA 4136	1,950.00	11,700.00
6	Portaintegrados 14 patas	14 P	233.00	1,398.00
6	Transistores NPN	Tip 31	1,045.00	6,270.00
6	Transistores PNP	Tip 32	994.00	5,964.00
12	Resistencias	47 K	15.00	180.00
12	Resistencias	430 K	15.00	180.00
24	Resistencias	10 K	15.00	360.00
24	Diodos	BY 127	40.00	960.00
1	Baquelita de 30 x 15 cm.	Ba 30/15	1,000.00	1,000.00
2	Acrílicos de 30 x 13 cm.	Ba 30/13	1,500.00	3,000.00

BIBLIOGRAFIA.

- Electrical Machines
Charles S. Siskind.
Macgraw-hill International book company.
- Integrated Electronics.
Jacob Millman - Christos C. Halkias.
Macgraw-hill Electrical and Electronic Engineering Series
- Electronica Teoria de Circuitos.
Robert Boylestad - Louis Nashelsky.
Prentice/Hall International.
- Tratado de Electricidad Tomo 1 y Tomo 2.
Chester L. Daves.
G. Gill S.A.
- Principios Digitales.
Robert L. Tokhen.
Macgraw-hill Schaum.
- Tecnología Electrónica 1-2.
Andres Martin.
Edit. Bruno Ediciones Don Bosco.
- 8085A e Interfaces.
Octavio F. Garcia Narcía.
Derechos Reservados Miembros de la Camara de la Industria
Editorial.
- Robotica Industrial.
G. Ferrate.
Marcombo Bioxarev Editores.

- **Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones.**
Ronald J. Tocci.
Prentice/Hall International.
- **The Intel Technical Library.**
Intel Corporation.
Component Data Catalog 1979.
- **Linear Integrated Circuits.**
Fairchild.
Data Book Semiconductor.
- **Semiconductors and integrated circuits.**
Philips.
Data Handbook.
- **Semiconductores de Silicio.**
Texas Instrument.
- **The TTL Data Book.**
Texas Instrument incorporated.

APENDICE A.

REFERENCIAS.

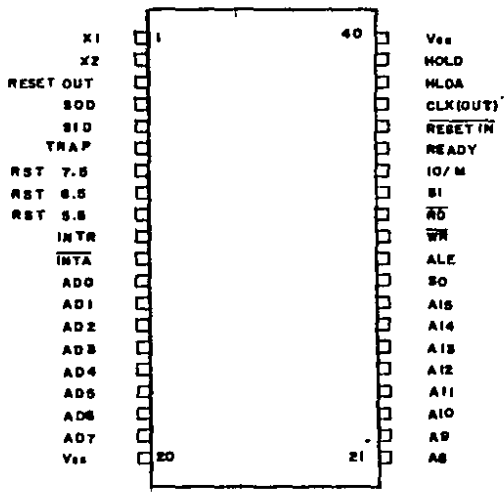
C.I. No.	Descripción	Libro	Página
8085A	CPU Microprocesador.	The Intel Technical library. Intel Corporation. Component Data Catalog 1979.	de la 9-54 a la 9-69
2114	Memoria RAM, 1K x 4. Bit Static Ram.	" " "	de la 3-54 a la 3-59
2716	Memoria EPROM, 2K X 8. Erasable EPROM.	" " "	de la 4-23 a la 4-30
8155	Puerto de Entrada/Salida. 2048 Bit Static Mos Ram with i/o ports and timer.	" " "	de la 9-70 a la 9-76
8279	Manejo de teclado y display. Programable Key board Interface.	" " "	de la 11-152 a la 11-164

8212	Multiplexor.	"	de la
	8-bit Input/output port.	"	9-35
		"	a la
			9-44
74LS138	Decodificador.	The TTL Data Book.	de la
		Texas Instrument incorporate	7-134
			a la
			7-137
74LS156	Decoder/Demultiplexer	"	de la
		"	7-175
		"	a la
			7-176
ua4136	OPAM Cuadruple.	Linear Integrated circuits	de la
	Operational Amplifier.	Fairchild.	12-173
		Data Book Semiconductor.	a la
			12-181
TIP 31	Transistor NPN.	Semiconductores de Silicio	de la
TIP 32	Transistor PNP.	Texas Instrument.	128
			a la
			133
BY 127	Diodos	Semiconductores and Integrated	de la
	Silicon Rectifier	Circuit.	1
		Philips.	a la
		Data Book Hand book	8

APENDICE B.

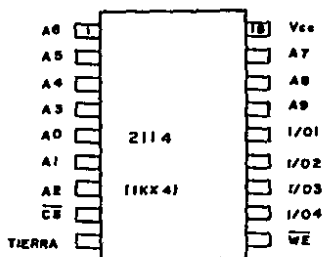
A continuación aparece una lista de los circuitos utilizados que en páginas posteriores se muestra su configuración de patas de cada uno de los circuitos utilizados.

DESCRIPCION	PAGINA
-Microprocesador 8085A.....	B-1
-Memoria RAM 2114.....	B-2
-Memoria EPROM 2716.....	B-2
-Decodificador SN74LS138.....	B-3
-Puerto E/S 8155.....	B-3
-CI 8279 (teclado y display).....	B-4
-Decodificador 74LS156.....	B-4
-Amplificador Operacional ua 4136.	B-5
-Transistor Tip 31 y Tip 32.....	B-6
-Negativo tarjeta de Control.....	B-6

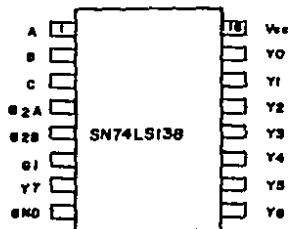


CONFIGURACION DE PATAS DE

LA 8085A.



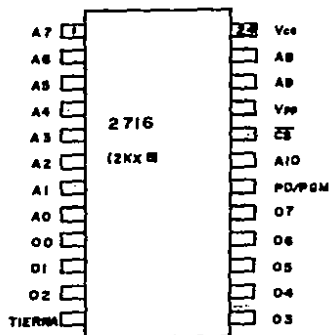
MEMORIA RAM.



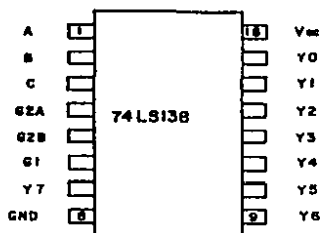
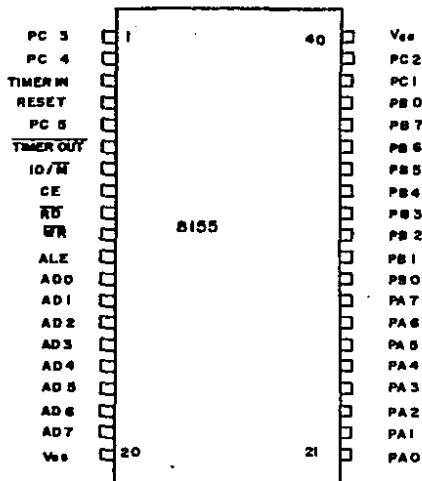
DECODIFICADOR.

PREDISPOSICION DE LAS

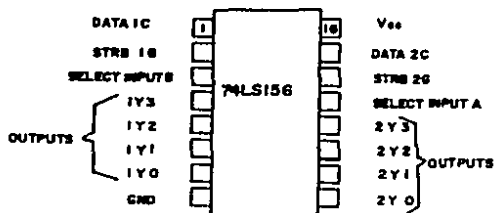
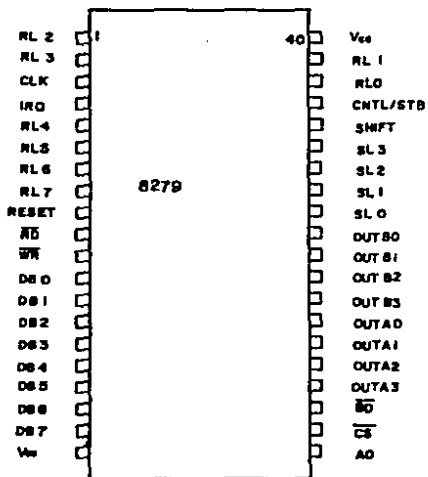
PATAS DE LOS CI :
(MEMORIAS).



MEMORIA EPROM.



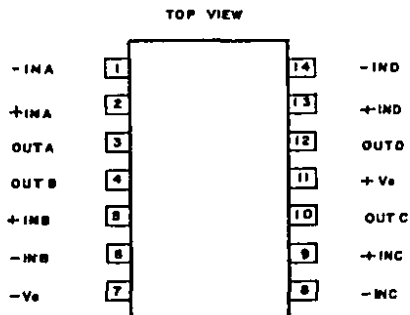
CONFIGURACION DEL C18155 Y 74LS138 (PUERTOS E/S).



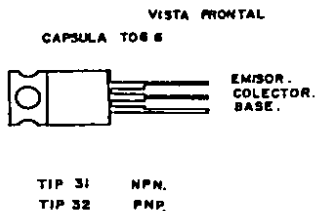
CONFIGURACION DEL C18279 Y DEL C174LS156

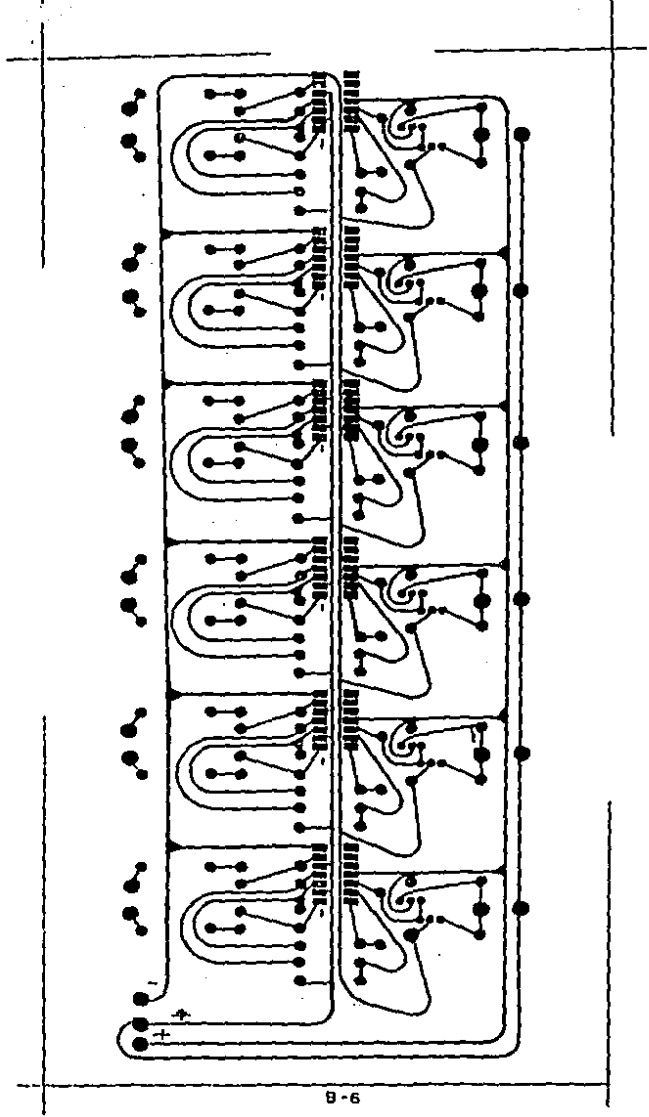
(TECLADO Y DISPLAY)

PREDISPOSICION DE PATAS DEL CI μ A 4136.



PREDISPOSICION DE PATAS DE LOS TRANSISTORES.





B-6

30cm

