



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

161

*Zejan*

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
( AREA MECANICA )

P R E S E N T A:

JOSE LUIS ROMERO CORREA

ASESOR: M. I. VICENTE BORJA RAMIREZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D. F.

1995

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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.

GRACIAS .

A DIOS PRIMERAMENTE

POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD  
DE LLEGAR A ESTE MOMENTO TAN IM  
PORTANTE EN MI VIDA.

A MI MADRE:

CON TODO MI AMOR DE HIJO  
POR EL APOYO, COMPRENSION,  
CARIÑO Y CONFIANZA INFINITA  
QUE SIEMPRE DEPOSITO EN MI.

A LA MEMORIA DE MI PADRE:

QUE EN PAZ DESCANSE SE -  
SIENTA ORGULLOSO DE MI.

A LUCY, MARCO, LUIS EDUARDO

POR CONTAR CON UNA FAMILIA MARAVILLOSA.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

POR PERMITIRME FORMAR PARTE DE SU COMUNIDAD.

A MIS PROFESORES: POR EL CUMULO DE CONOCIMIENTOS BRINDADOS  
EN MI VIDA PROFESIONAL.

## INTRODUCCION

### CAPITULO I. ANTECEDENTES

- 1.0 Generalidades
- 1.1 Importancia de la automatización
- 1.2 Técnicas de automatización:
  - Neumática
  - Eléctrica
  - Hidráulica
  - Mecánica
- 1.3 Necesidad

### CAPITULO II. DEFINICION DEL PROYECTO

- 2.0 Objetivo de la tesis
- 2.1 Alcances
- 2.2 Especificaciones (requerimientos)
- 2.3 Restricciones

### CAPITULO III. DISEÑO CONCEPTUAL

- 3.0 Información
- 3.1 Como se generan las alternativas
- 3.2 Alternativas
- 3.3 Evaluación de alternativas

### CAPITULO IV. DISEÑO DE DETALLE

- 4.0 Dedos
- 4.1 Elementos para Muñeca
- 4.2 Base para Brazo
- 4.3 Base
- 4.4 Fijaciones
- 4.5 Ensamble base con actuador longitudinal
- 4.6 Soporte de amortiguadores
- 4.7 Lista de planos

**CAPITULO V. SECUENCIA DE OPERACION**

- Diagramas cartesianos
- Diagramas de movimientos

**CAPITULO VI.**

- 6.0 Costo
- 6.1 Lista de actividades para maquinado

**CAPITULO VII.**

**CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

**BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCION

Cuando en la industria aparecen nuevas formas, métodos y procedimientos industriales que involucran la calidad, nos llevan a mejoras continuas de los procesos, lo cual se logra con la implementación de las diferentes técnicas de automatización.

Esta tesis toma esta filosofía y se suma a la necesidad de reducción en la variabilidad de calidad del producto.

Existen diferentes grados de automatización en la industria de transformación progresiva, esto es que desde el primer paso hasta el proceso final de un producto terminado, existe una red de control llamada control distribuido, el cual va monitoreando todas las variables de producto en cada uno de sus pasos. Otro es cuando la implementación de autómatas está estratégicamente situado donde existen cuellos de botella. Esta tesis se puede considerar como un ejemplo de esta segunda opción.

Este trabajo nos mostrará una aplicación de las técnicas de manipulación de piezas en procesos industriales, los cuales ayudan a aumentar la producción y encauzar mejor los recursos económicos y humanos; todo esto para lograr una calidad total. Las primeras automatizaciones fueron hechas por medio de la técnica neumática y con elementos voluminosos y robustos, a medida que se fueron desarrollando elementos eléctricos (bobinas), se implementaron a los neumáticos y nació la técnica electroneumática; surgiendo así el control eléctrico. En la técnica de control neumático, todos los mandos son por medio de señales cuya energía es el aire comprimido y en la técnica de control eléctrico, los mandos son eléctricos. A medida que surge la electrónica, es aplicada a la automatización de máquinas y procesos industriales, sustituyendo al control eléctrico por medio de relevadores y temporizadores integrados, ahora llamados PLCs o controles de libre programación.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.0 GENERALIDADES

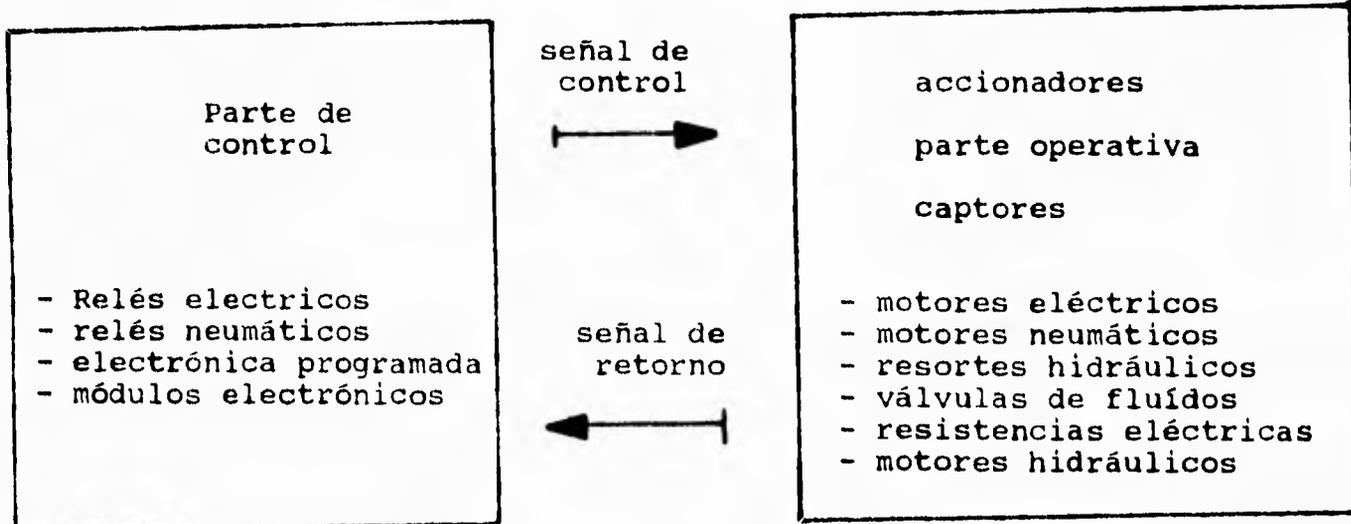
Un robot es definido por la U.S. Robot Industries Asociations (RIA), como manipulador programable, multifuncional, diseñado para mover material, partes, herramientas; o dispositivo especializado para movimientos variables programados para el desarrollo de una variedad de tareas.

Cualquier sistema automatico se compone de dos partes:

1a. La parte de control, la cual elabora las órdenes necesarias para la ejecución del proceso en función.

2a. La parte operativa o de potencia que efectúa las operaciones ejecutando las órdenes que le proporciona la parte de control.

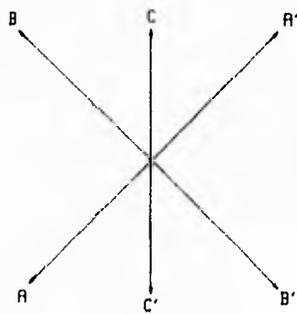
#### ESTRUCTURA:



?Que capacidad de movimientos tendrá un robot?

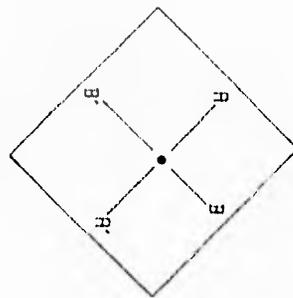
Esta pregunta será contestada al conocer los diferentes grados de libertad.

FIG. 1



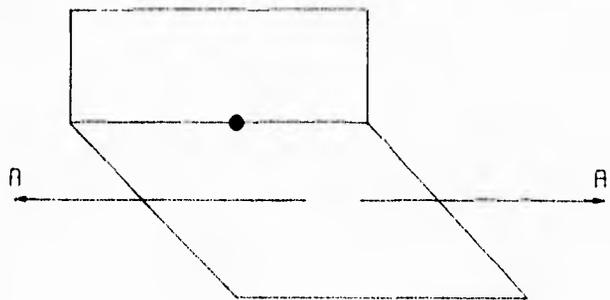
3 Grados de libertad

FIG. 2



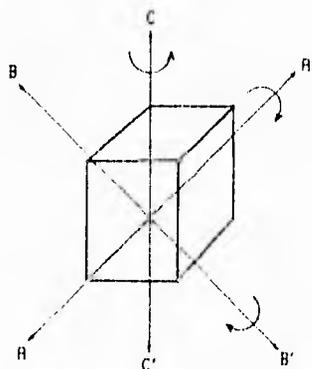
2 Grados de libertad

FIG. 3



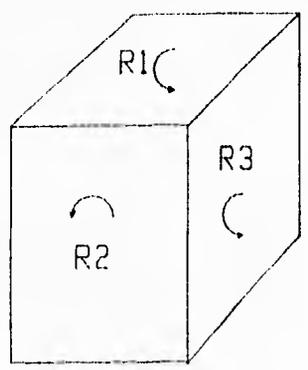
1 Grado de libertad

FIG. 4



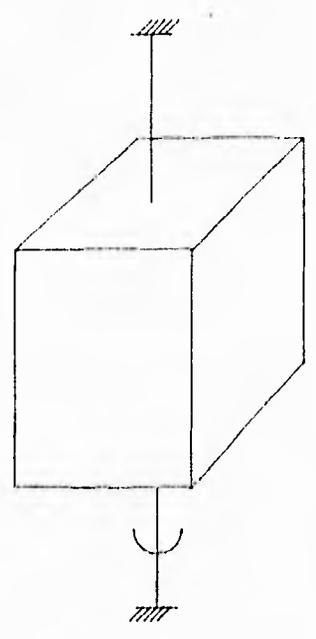
6 Grados de libertad

FIG. 5



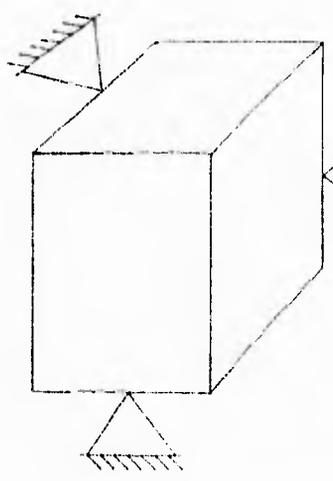
3 Grados de libertad

FIG. 6



1 Grado de libertad

FIG. 7



Cero Grados de libertad

a) El movimiento de un punto puede suponerse descompuesto en tres componentes paralelos a dos ejes coordenados. Inversamente, la composición de estos tres movimientos, según la dirección de los ejes, determina el movimiento primitivo. Cuando el movimiento de un punto no está restringido por condición alguna, se dice que dicho punto posee 3 grados de libertad (Fig. 1).

b) Si el punto queda obligado a permanecer siempre en contacto con una superficie, solo poseerá dos grados de libertad, ya que la componente según la dirección de la normal a dicha superficie, serán por definición, nulos. Los otros dos movimientos elementales se efectuarán sobre el plano tangente a la superficie en cada punto (Fig. 2).

c) Si se obliga al punto a permanecer siempre en contacto con dos superficies a la vez, solo gozará de un grado de libertad que le permitirá recorrer la línea de intersección de ambas superficies (Fig. 3).

d) Cuando es un cuerpo rígido, completamente libre en el espacio, veremos que posee 6 grados de libertad (Fig. 4), ya que además de la traslación puede efectuar tres rotaciones independientes alrededor de tres ejes paralelos a las coordenadas.

e) Si el cuerpo tiene un punto fijo, pierde la posibilidad de efectuar sus traslaciones, es decir, pierde 3 grados de libertad, pero puede realizar tres rotaciones alrededor del sistema de ejes que pasa por dicho punto y le quedan por lo tanto, 3 grados de libertad (Fig. 5).

f) Si se fijan dos puntos del cuerpo, no solo se impiden sus tres traslaciones, si no dos rotaciones: únicamente es posible su rotación alrededor del eje que pasa por ambos puntos, es decir goza de un solo grado de libertad (Fig. 6).

g) Por último, si se fijan tres puntos del cuerpo (que no estén en línea recta), éste pierde todos sus grados de libertad y queda inmovilizado (Fig. 7).

La aplicación de los principios que acabamos de exponer conlleva al llamado DISEÑO GEOMETRICO que reporta considerables ventajas; la principal de ellas es: seguridad que consigue en mecanismos automáticos en juego el mínimo de elementos precisos para destruir los grados de libertad que se juzguen convenientes y eliminar dispositivos que a veces en el diseño normal, ejercen una acción opuesta a la función requerida.

Así pues, estrictamente los robots pueden ser clasificados de acuerdo al sistema coordenado.

Cartesiano: 3 ejes lineales  
cilíndrico: 2 lineales y un eje rotativo  
esférico: 1 lineal y dos ejes rotativos  
articulado: 3 ejes rotativos

## 1.1 IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACION

Las nuevas técnicas para automatizar dispositivos, sistemas o máquinas, están logrando gran demanda por las diferentes instituciones de enseñanza gubernamentales y particulares, debido a los crecientes avances tecnológicos y al despegue de las grandes potencias en este rubro, por el dominio de los mercados.

Así pues, la industria manufacturera está obligada a optimizar sus sistemas de producción, invirtiendo en la investigación de nuevos elementos que integren sistemas automáticos.

Los trabajos como éste (diseño de dispositivos automáticos de producción), se incrementarán cada vez más como resultado de la implementación de materias con temas de control automático e instrumentación industrial en los planes de estudio del sector educativo. De igual forma, los recursos de los laboratorios se modificarán con la aplicación de las nuevas técnicas de automatización. Y crecen en importancia cuando muchos aspirantes a titularse en ingeniería tengan fuentes de información y como resultado, resolver problemas de automatización en sus actividades, y aumentar su capacidad profesional.

El automatizar un sistema dependerá de muchos factores como son: tipo de empresa (ramo o giro comercial), capacidad económica, nivel tecnológico, etc.

Por ejemplo, en una empresa que maneje productos flamables es peligroso que en los automatismos se utilicen elementos de control eléctricos, deben ser totalmente neumáticos, ya que el aire no es explosivo, no hay chispa. En otras empresas, el nivel de estudios del personal que opera el equipo, obliga a utilizar lógicas de control fáciles de entender por el operador, la capacidad económica permitirá automatismos económicos.

Esto es en lo que se refiere a las empresas, lo mismo podemos ver con los elementos neumáticos, ya que existen muchas variantes que tendremos que evaluar antes de dar una solución y esto lo captaremos conociendo que función tiene cada elemento, lo cual nos dará el dominio de las técnicas de automatización.

## 1.2. TECNICAS DE AUTOMATIZACION

Las diferentes técnicas de automatización son:

- a) Mecánica
- b) Eléctrica
- c) Hidráulica
- d) Neumática

a) Mecánica. Como antecedente de varios años atrás, tenemos las máquinas compuestas por elementos mecánicos como son poleas, cadenas, levas, engranes, bielas, manivelas, etc. Esto representa una máquina de grandes dimensiones, sin flexibilidad para posibles modificaciones para fabricar diferentes productos en la misma máquina. Fuente de energía: motor eléctrico o movimientos mecánicos.

b) Eléctrica. Estas son automatizaciones compuestas de elementos eléctricos como son: relevadores, temporizadores eléctricos, etc., los cuales al interconectarse para hacer una secuencia requieren de un gabinete de gran tamaño y cableados complicados. Fuente de energía: electricidad.

c) Hidráulica. Las automatizaciones con hidráulica son hechas con válvulas, electroválvulas y actuadores hidráulicos los cuales son muy robustos y de elevado costo y normalmente se utilizan cuando se necesita mover grandes pesos y a velocidades lentas. Fuente de energía: fluido hidráulico.

d) Neumática. En general la mayoría de la industria requiere de este tipo de automatización, debido a que sus elementos son muy versátiles. Por ejemplo las válvulas y electroválvulas existen desde un diámetro de 3 milímetros a dos pulgadas y media y los actuadores neumáticos o pistones neumáticos los hay desde 1.5 mm. hasta 320 mm., los cuales podemos utilizarlos en todo tipo de automatizaciones y también su bajo costo los hace sustituir con muchas ventajas a dispositivos mecánicos y estos están en grandes y pequeñas empresas así que se generaliza su uso en toda la industria. Fuente de energía: aire comprimido.

## 1.3 NECESIDAD

En el laboratorio de Manufactura del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, existe un torno de control numérico, el cual sirve para las prácticas de la materia de Control Numérico por Computadora y se tiene la necesidad de implementar un manipulador automático, el cual provea automáticamente piezas al torno.

## CAPITULO II

### DEFINICION DEL PROYECTO

#### 2.0 OBJETIVO DE LA TESIS

Realizar el diseño de detalle de un brazo manipulador capaz de alimentar automáticamente piezas a maquinar, a un torno de control numérico.

#### 2.1 ALCANCES

- Se presentan planos generales
- Planos en explosión para el armado
- Dimensionado de las partes a fabricar
- Lista de elementos comerciales y costo

#### 2.2.ESPECIFICACION

El manipulador deberá satisfacer lo siguiente:

- Poder tomar una pieza de una tolva, por medio de unos dedos.
- El brazo manipulador no debe interferir en los movimientos del torno.
- La secuencia del manipulador y la del torno deben tener comunicación.
- Las piezas terminadas deben ser proporcionadas en una tolva de producto terminado.
- Precisión en el posicionado, así como repetitividad.
- Seguridad para el supervisor y/o operario cuando el manipulador esta en movimiento.
- El torno debe de tener contrapuntos.
- Fácil ajuste en los puntos de posicionado.

#### 2.3 RESTRICCIONES

- El diámetro de la pieza a alimentar por el manipulador debe variar desde 1" hasta 2".
- La longitud máxima será de 15 cm. y la mínima de 2 cm.
- El manipulador se deberá de ajustar a las dimensiones del torno.
- Por la forma de montaje del torno en la mesa, unicamente se podrá instalar este manipulador al frente del mismo (no por arriba ni por abajo ni por lo lados).
- Este manipulador será apropiado para el siguiente modelo  
Marca EMCO:

## CAPITULO III

### DISEÑO CONCEPTUAL

#### 3.0 INFORMACION

Como se vió en el capítulo I, la técnica de automatización mas adecuada para este trabajo, por la gran versatilidad de sus productos y su costo la neumática será la técnica con la que se llevará a cabo esta automatización, así como también el no requerir gran fuerza en sus movimientos.

La secuencia del manipulador será definida en éste capítulo, tambien se elegiran diferentes elementos que hagan los movimientos para poder así seleccionar la opción mas adecuada, y la lógica de funcionamiento.

La secuencia de funcionamiento será la siguiente:

1. Tomar una pieza de la tolva de piezas a maquinar, por medio de unos dedos.
2. Desplazarse al frente del torno.
3. Posicionar la pieza entre puntos.
4. Mandar una señal al control del torno para que inicie secuencia de trabajo ( tornear ).
5. Retirar pieza torneada.
6. Depositar pieza en tolva de producto terminado.
7. Inicio de secuencia

para esta secuencia, se requieren los siguientes elementos y poder armar el manipulador:

- A. Base
- B. Carro de desplazamiento longitudinal
- C. Brazo
- D. Muñeca
- E. Dedos

La técnica de automatización neumática será combinada con señales eléctricas y electrónicas, los elementos para el funcionamiento de este manipulador serán los siguientes:

1. Elemento de control: control electrónico programable o PLC.
2. Elemento de mando: electroválvulas neumáticas.
3. Elementos de trabajo: actuadores neumáticos.
4. Sensores: Magnéticos e inductivos.

#### FUNCION DE CADA ELEMENTO

A continuación se describe la función de cada elemento y se presentan las opciones de solución consideradas.

A. Base. Es el elemento que soporta al manipulador

1. Sujeta al piso

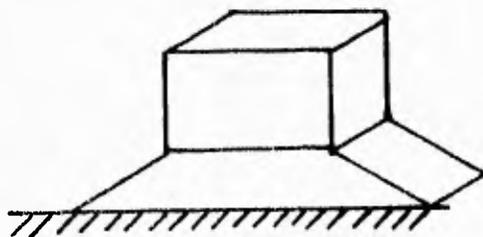


Fig. 8.

2. Sujeta al banco de trabajo y sin movimiento

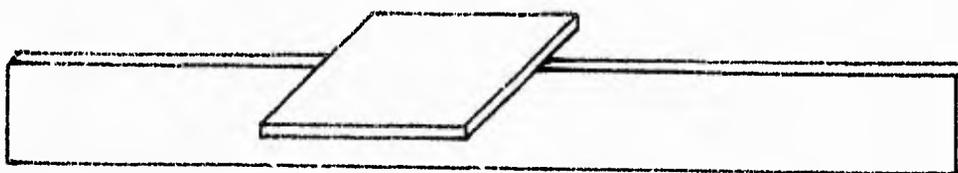


Fig. 9

3. Sujeta al banco de trabajo y deslizante

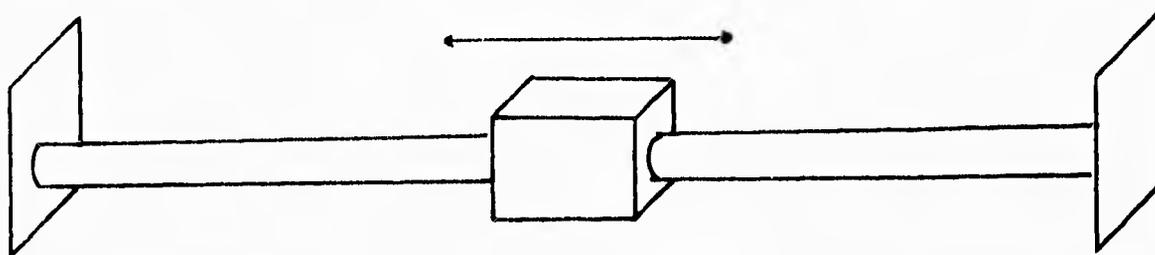


Fig. 10

4. Giratorio

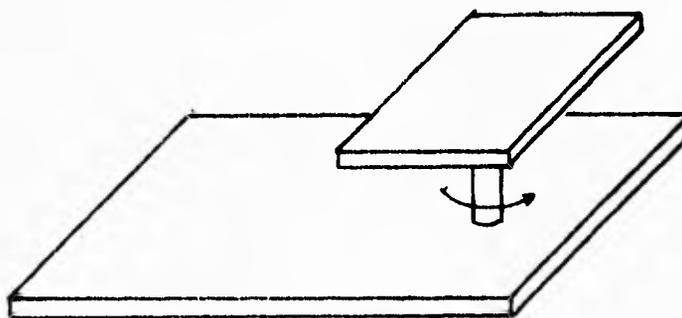


Fig. 11

B. Carro de desplazamiento longitudinal. Es el elemento que acercará el conjunto de brazo muñeca y dedos, así como también la base para acercarse a tomar la pieza a tornearse.

1. Actuador neumático, movimiento horizontal



Fig. 12

2. Actuador neumático sin vástago

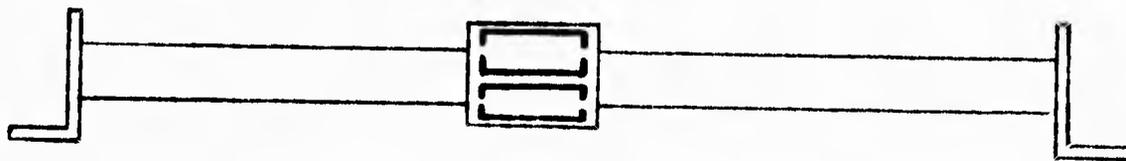


Fig. 13

3. Actuador con poleas

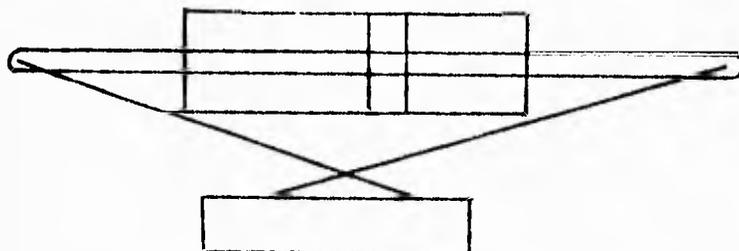


Fig. 14

C. Brazo. Es el elemento que acercará la muñeca y dedos al contrapunto del torno.

1. Actuador neumático

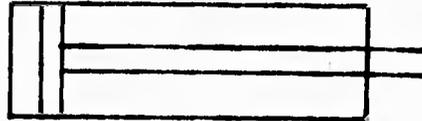


Fig. 15

las posibilidades de que se puedan implementar otros elementos, se reduce al actuador neumático, lo que se definirá es de qué forma.

1.a Embolo cilíndrico

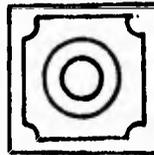


Fig. 16

1.b Vástago cuadrado

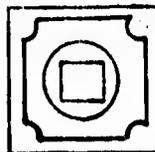


Fig. 17

1.c Embolo ovoidal



Fig. 18

D. Muñeca. Actuador neumático giratorio de cero a 180 grados que posicionará los dedos cerca de la tolva de alimentación y de los contrapuntos del torno.

1. Actuador neumático giratorio.

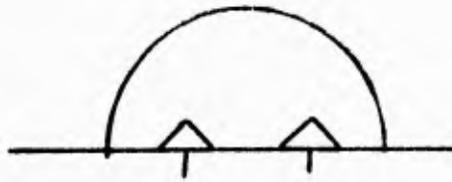


Fig. 19

2. Piñón cremallera.

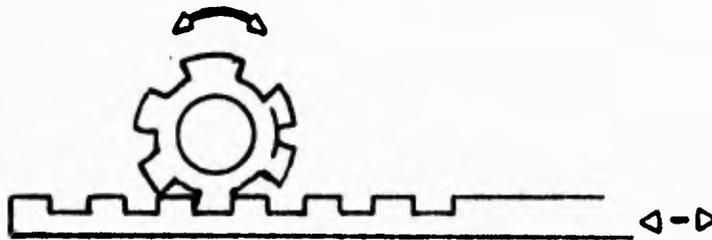


Fig. 20

3. Palancas

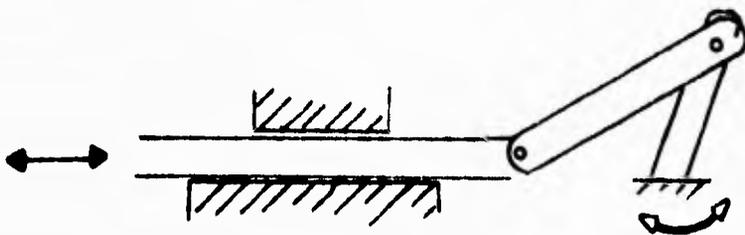


Fig. 21

E. Dedos, su función será la de sujetar la pieza antes y después de tornearse.

1. Abren con movimiento de la cuña hacia abajo y cierran por medio del resorte (cono positivo).

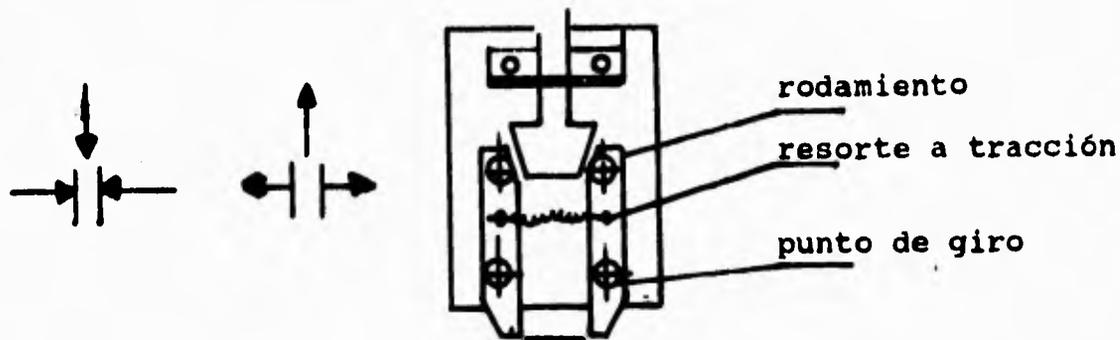


Fig. 22

Es un buen sistema de sujeción aun cuando no se tenga un buen control de calidad en las dimensiones del elemento a tomar, el resorte que sirve para sujetar la pieza debe de tener buen brío para el apriete y además soportar la frecuencia de extenderse y retraerse, el soporte donde se fija debe ser robusto y grande, ya que se debe fijar un tornillo o barreno para posicionar el resorte

2. Abren y cierran con el movimiento de la pieza.

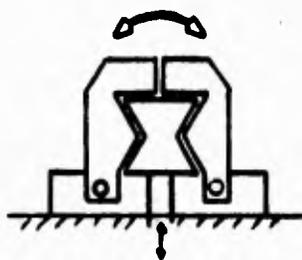


Fig. 23

No requiere resorte para sujetar la pieza, esto lo hace el vástago al moverse hacia abajo cierra y abre cuando éste sube; lo cual se hace con un actuador neumático, de dimensiones compactas y con gran fuerza, función sencilla y segura en el movimiento, como se observa en la figura 23, subir y bajar, elementos comerciales y de línea.

3. Abren y cierran por medio de los actuadores neumáticos.

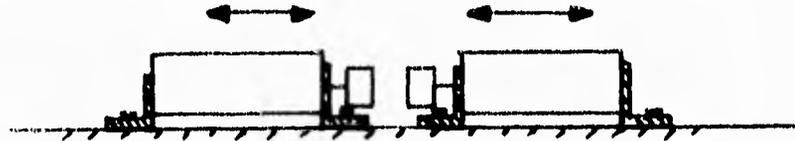


Fig. 24

Es el mejor sistema para sujetar cualquier pieza en forma y tamaño, no requiere partes mecánicas para transformar el movimiento lineal de un actuador neumático a uno semi-circular por medio de cuñas, apoyos, articulaciones y piezas en desgaste, este es directo. El inconveniente es el tamaño de los elementos a utilizar para esta función, en la posición que muestra la figura 24 (horizontal), ocupan mucho espacio.

4. Abren con el resorte y cierran con la cuña, al desplazarse hacia arriba (cono negativo).

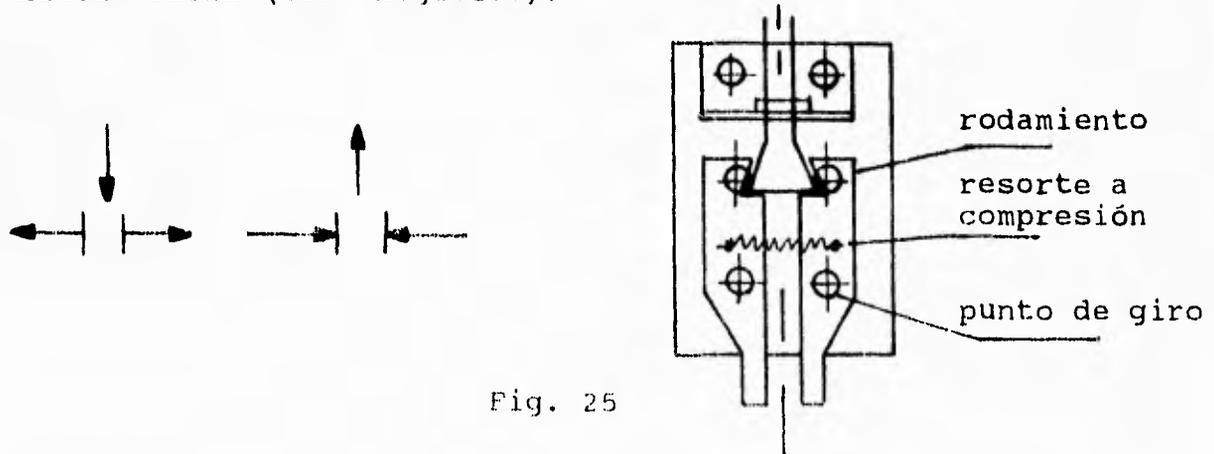


Fig. 25

Es una variante de la figura 22. El soporte abre, la cuña cierra y sujeta.

### 3.1. ¿COMO SE GENERAN LAS ALTERNATIVAS?

De las opciones de elementos presentados en el apartado anterior, se toman los necesarios para formar alternativas del manipulador. Se seleccionaron las opciones más apropiadas con los siguientes criterios generales

- Dimensiones
- Fácil fabricación
- Confiabilidad

### 3.2. ALTERNATIVAS

A continuación se presentan las alternativas de configuración consideradas. En primer termino se muestran sus componentes y despues su secuencia de operacion.

#### Componentes. Alternativa 1

- A.4. Base giratoria. Fig. 11
- C.1. Brazo actuador. Fig. 15
- D.1. Muñeca, actuador giratorio. Fig. 19
- E.2. Dedos. Fig. 23

#### Configuración alternativa 1

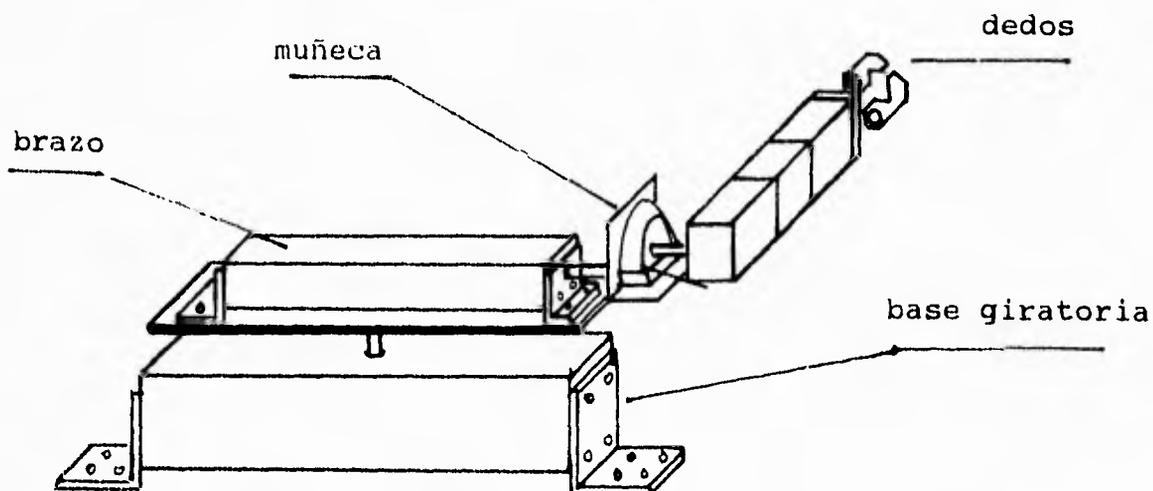


Fig. 26

Secuencia de operación alternativa 1

Paso 1: Toma pieza

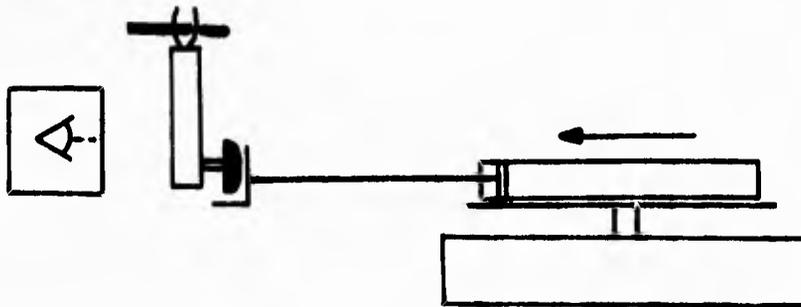


Fig. 27

Paso 2: Gira y posiciona pieza a maquinarse entre puntos

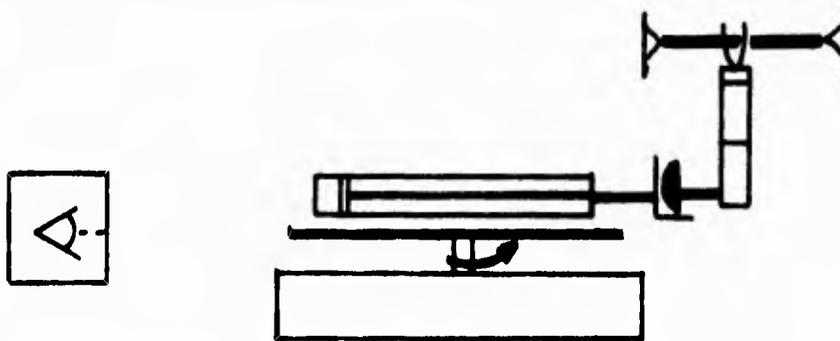


Fig. 28

Paso 3: Retira pieza maquinada a tolva de material terminado y  
regresa a paso uno.

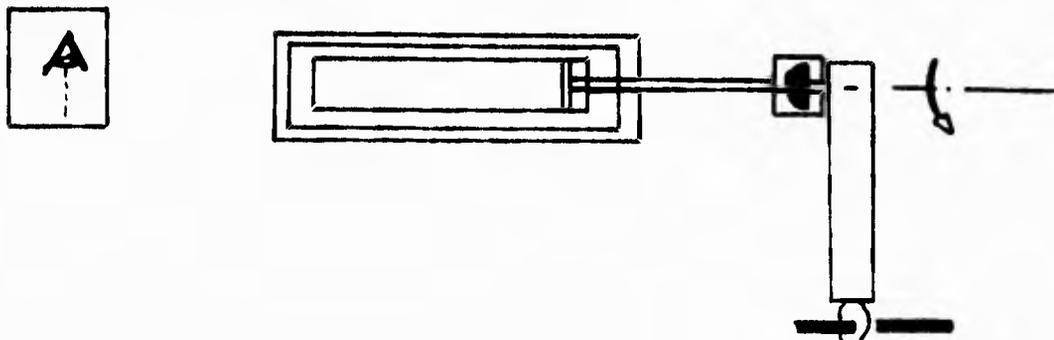


Fig. 29

Componentes: Alternativa 2.

3.A. Base sujeta al banco de trabajo y deslizante. Fig. 10.

1.C. Brazo. Actuador neumatico figura 15.

1.D. Muneca. Actuador neumatico giratorio. Fig. 19.

2.E. Dedos con actuador neumatico abren y cierran. Fig. 23

Configuración alternativa 2.

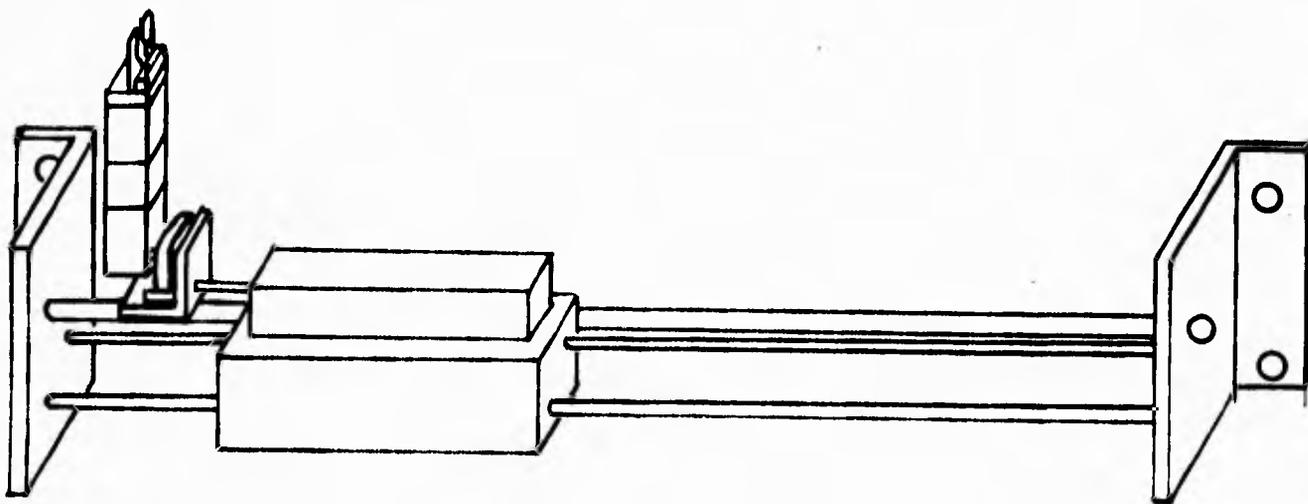


Fig. 30.

Secuencia de operación alternativa 2.

Paso 1. Toma pieza a maquinar

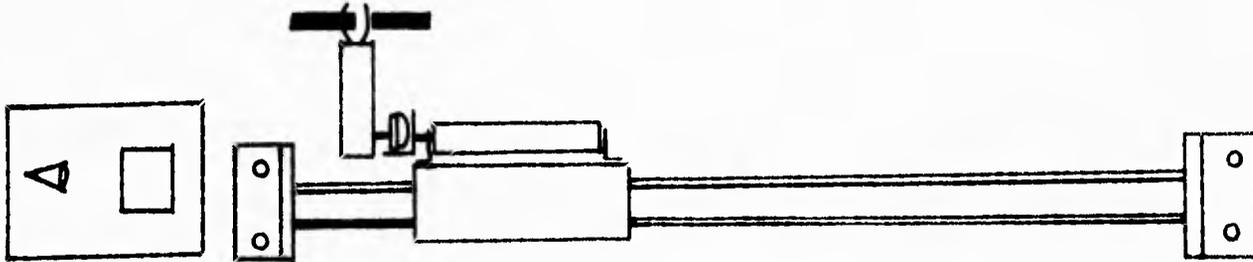


Fig. 31

Paso 2. Posiciona pieza a maquinar en contra puntos.

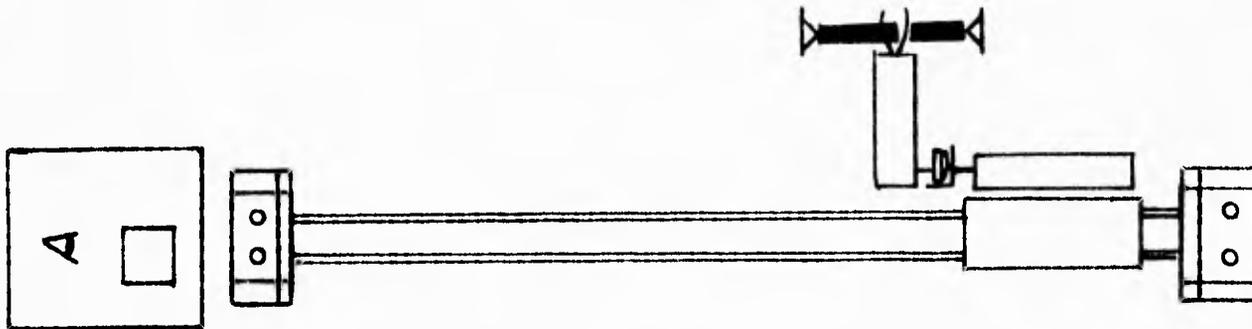


Fig. 32

Paso 3. Deposita en tolva de material terminado pieza maquinada.

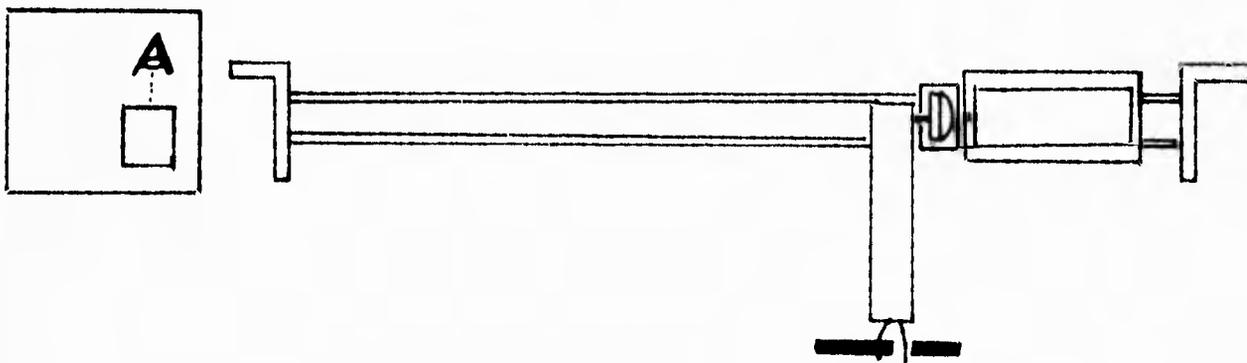


Fig. 33

### 3.3 EVALUACION DE ALTERNATIVAS, SIGUIENDO SECUENCIA

Se describirán las características de cada una de las alternativas, ventajas y beneficios, para posteriormente ser calificadas en una tabla.

La base de la alternativa 1, es un actuador giratorio de  $180^\circ$ , la cual debe de posicionarse en dos puntos, con movimientos semi circulares. Esto la hace riesgosa para la gente en el entorno, cuando se tienen espacios pequeños, pudiendo ser golpeada. Pero cuando se tiene suficiente espacio, no afectará si se dispone de una guarda que contenga al mecanismo.

No así en la base de la alternativa 2, debido a que está montada en un actuador lineal cuyo movimiento es longitudinal, se desplaza paralelo a la mesa de trabajo. Como éste espacio ya está definido por el mismo banco de la máquina, no reducimos los espacios libres y de tránsito dentro de la planta, y se evita reacomodar maquinaria.

El método de decisión para seleccionar de entre estas dos alternativas, será por medio de la matriz de decisión.

#### MATRIZ DE DECISION

Es una tabla la cual tiene en su eje horizontal los criterios de diseño, estas son las características mas importantes de las alternativas, en el eje vertical se tienen las alternativas que se vayan a evaluar. A cada criterio de diseño se le adjudicará un factor de peso ( $1 < \text{factor de peso} < 0$ ), dependiendo de la importancia que éste represente en el diseño, dándonos la suma de todos los factores de peso que se adjudiquen a los criterios de diseño (eje horizontal) de la unidad, después se multiplicará el factor de peso de cada criterio de diseño por el porcentaje real que represente ese criterio en cada alternativa, esto es; si se tiene que un criterio de diseño y éste fuera la seguridad y esta tuviera la mayor importancia en la automatización, se le pondría un factor de peso superior a los demás (p.ejem..20) y este se multiplica por el porcentaje real (p.ejem.100) que representa en la alternativa; dando en este caso una calificación de  $(.20 * 100) = 20$  y todos estos resultados que estan en el eje horizontal se suman y la alternativa que tenga el valor mas alto, será la que se elija como la mejor. A través de este sistema se tiene un valioso método de decisión sin tener un buen conocimiento de todas las alternativas que se ofrecen.

PORCENTAJES DE EVALUACION PARA LA MATRIZ DE DECISION

%	DESCRIPCION
100	Completa satisfacción; objetivo cumplido en todos aspectos.
90	Bastante satisfactorio; el objetivo fué cumplido en casi todos los aspectos importantes.
75	Satisfactoriamente, el objetivo cumple con muchos aspectos.
50	Satisfacción moderada, punto medio entre la satisfacción y la no satisfacción.
25	Poco satisfactorio; el objetivo satisface algunos puntos los cuales no alcanzan la mitad de ellos.
10	Satisfacción mínima; el objetivo satisface en muy escasa parte.
0	No satisfactorio; el objetivo no cubre ninguno de los aspectos.

# MATRIZ DE DECISION

CRITERIOS DE DISEÑO	CONFIABILIDAD DE EVENTOS	ELEMENTOS ESTANDARD	SEGURIDAD	FACILIDAD DE MONTAJE Y DESMONTAJE.	ESPACIO DE OPERACION	ACCESO AL TORNO. CONTROL Y MANTTO.	ESPACIO	APARIENGA	COSTO	DURABILIDAD	NUMERO DE ELEMENTOS	S U M A
FACTORES DE PESO	0.13	0.06	0.15	0.1	0.06	0.06	0.15	0.03	0.1	0.13	0.03	1.0
ALTERNATIVA NUM. 1	100 13	90 5.4	25 3.75	90 9.0	25 1.5	75 4.5	10 1.5	90 27.0	50 5.0	90 11.7	50 1.5	60.3
ALTERNATIVA NUM. 2	100 13	90 5.4	90 13.5	90 9.0	90 5.4	100 6.0	75 11.2	100 3.0	75 7.5	90 11.7	50 1.5	87.25

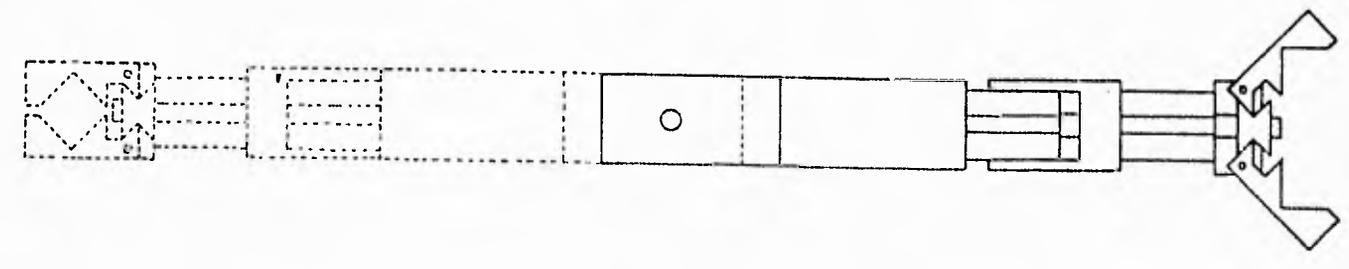
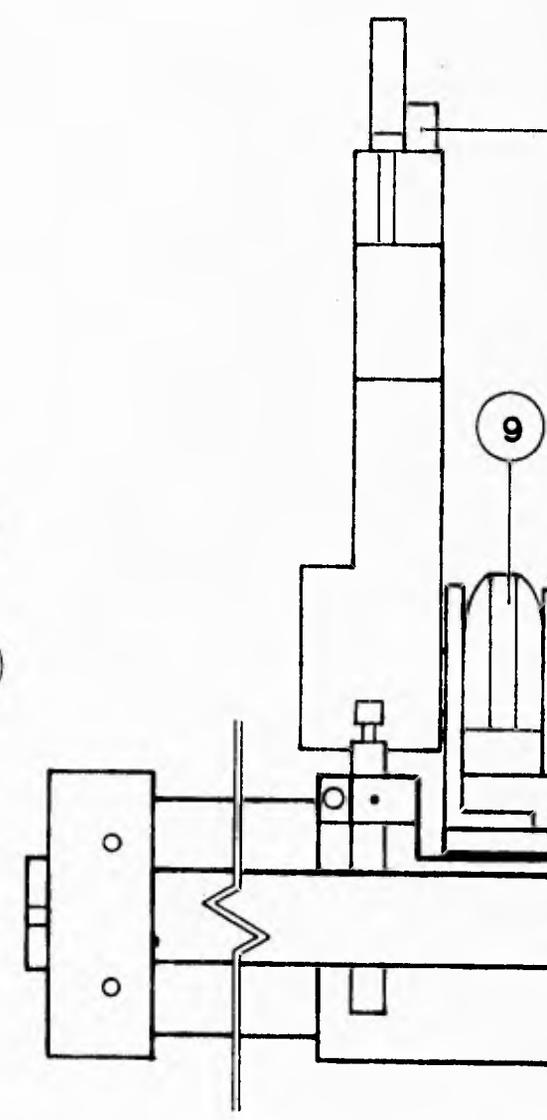
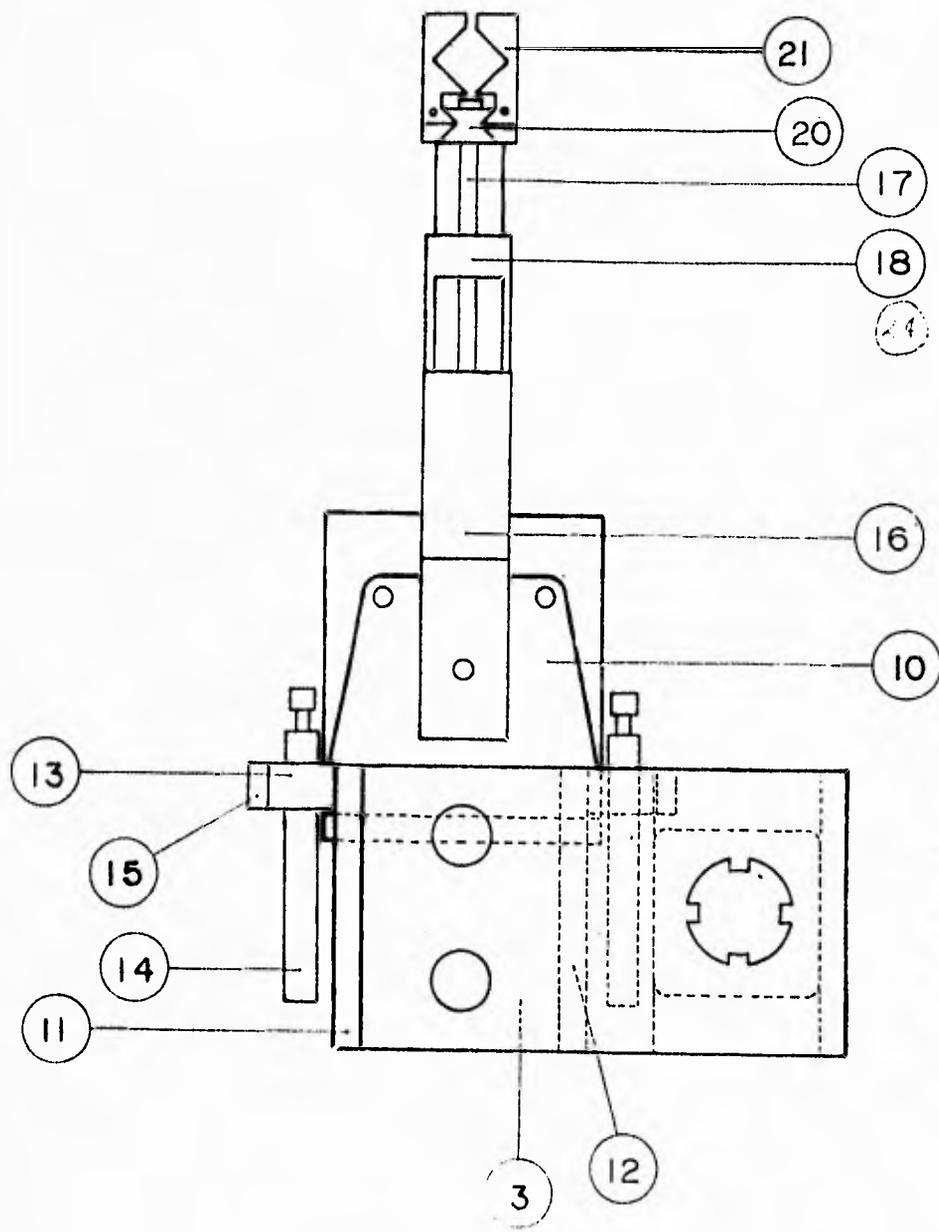
TABLA NUM. 1

**CAPITULO IV**

**DISEÑO DE DETALLE**

**TESIS SIN PAGINACION**

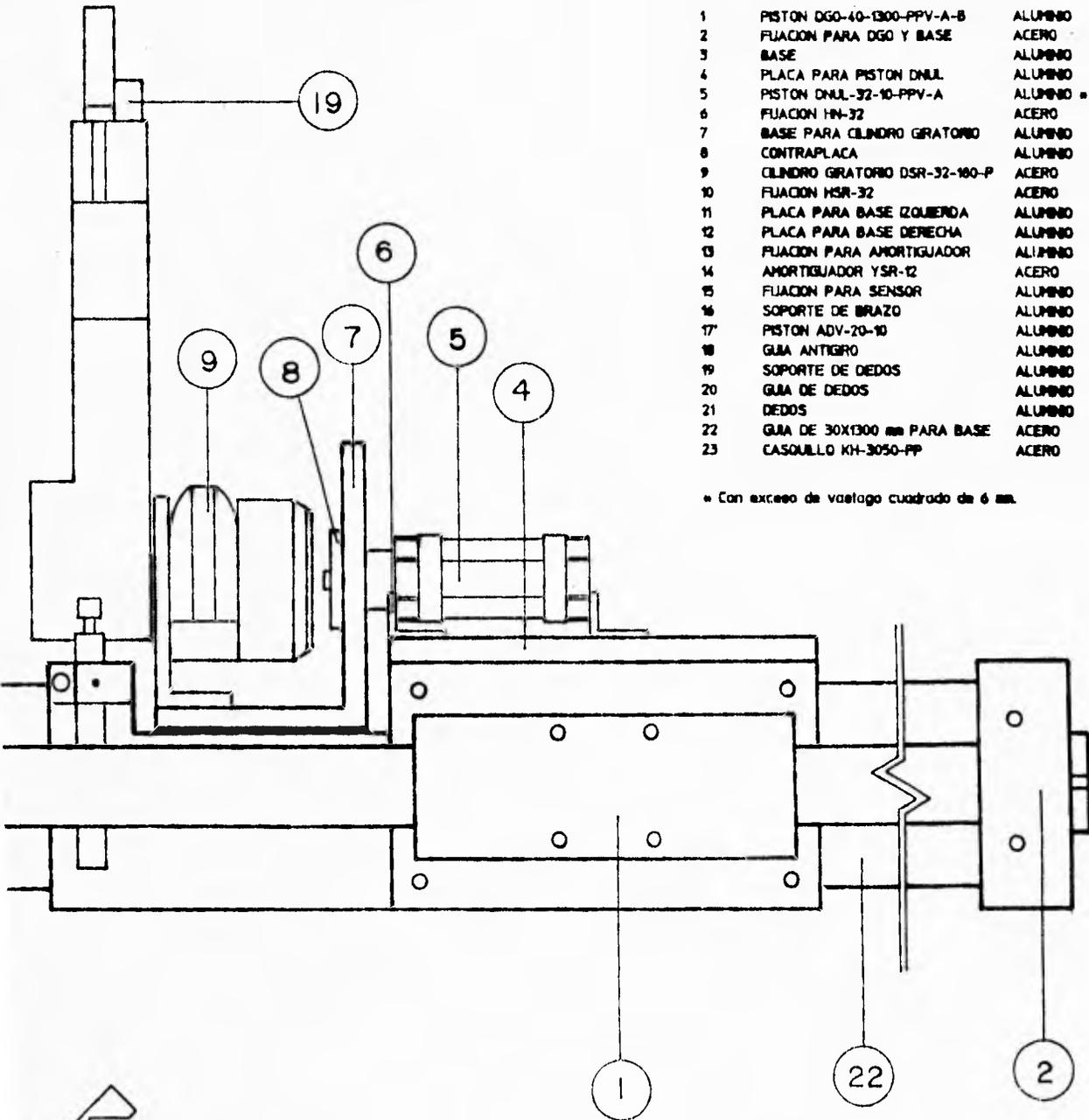
**COMPLETA LA INFORMACION**



## LISTA DE PIEZAS

NÚMERO	PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	PISTON DGO-40-1300-PPV-A-8	ALUMINO	(1)
2	FUJACION PARA DGO Y BASE	ACERO	(2)
3	BASE	ALUMINO	(1)
4	PLACA PARA PISTON DNUL	ALUMINO	(1)
5	PISTON DNUL-32-10-PPV-A	ALUMINO	(1)
6	FUJACION HN-32	ACERO	(2)
7	BASE PARA CILINDRO GRATORIO	ALUMINO	(1)
8	CONTRAPLACA	ALUMINO	(1)
9	CILINDRO GRATORIO DSR-32-100-P	ACERO	(1)
10	FUJACION HSR-32	ACERO	(1)
11	PLACA PARA BASE ZQUIERDA	ALUMINO	(1)
12	PLACA PARA BASE DERECHA	ALUMINO	(1)
13	FUJACION PARA AMORTIGUADOR	ALUMINO	(2)
14	AMORTIGUADOR YSR-12	ACERO	(2)
15	FUJACION PARA SENSOR	ALUMINO	(2)
16	SOPORTE DE BRAZO	ALUMINO	(1)
17	PISTON ADV-20-10	ALUMINO	(1)
18	GUIA ANTERIOR	ALUMINO	(1)
19	SOPORTE DE DEDOS	ALUMINO	(1)
20	GUIA DE DEDOS	ALUMINO	(1)
21	DEDOS	ALUMINO	(2)
22	GUIA DE 30X1300 mm PARA BASE	ACERO	(2)
23	CASQUILLO KH-3050-PP	ACERO	(4)

\* Con exceso de vástago cuadrado de 6 mm.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

DEPTO DE INGENIERIA MECANICA

PLANO : 1

TESIS : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO

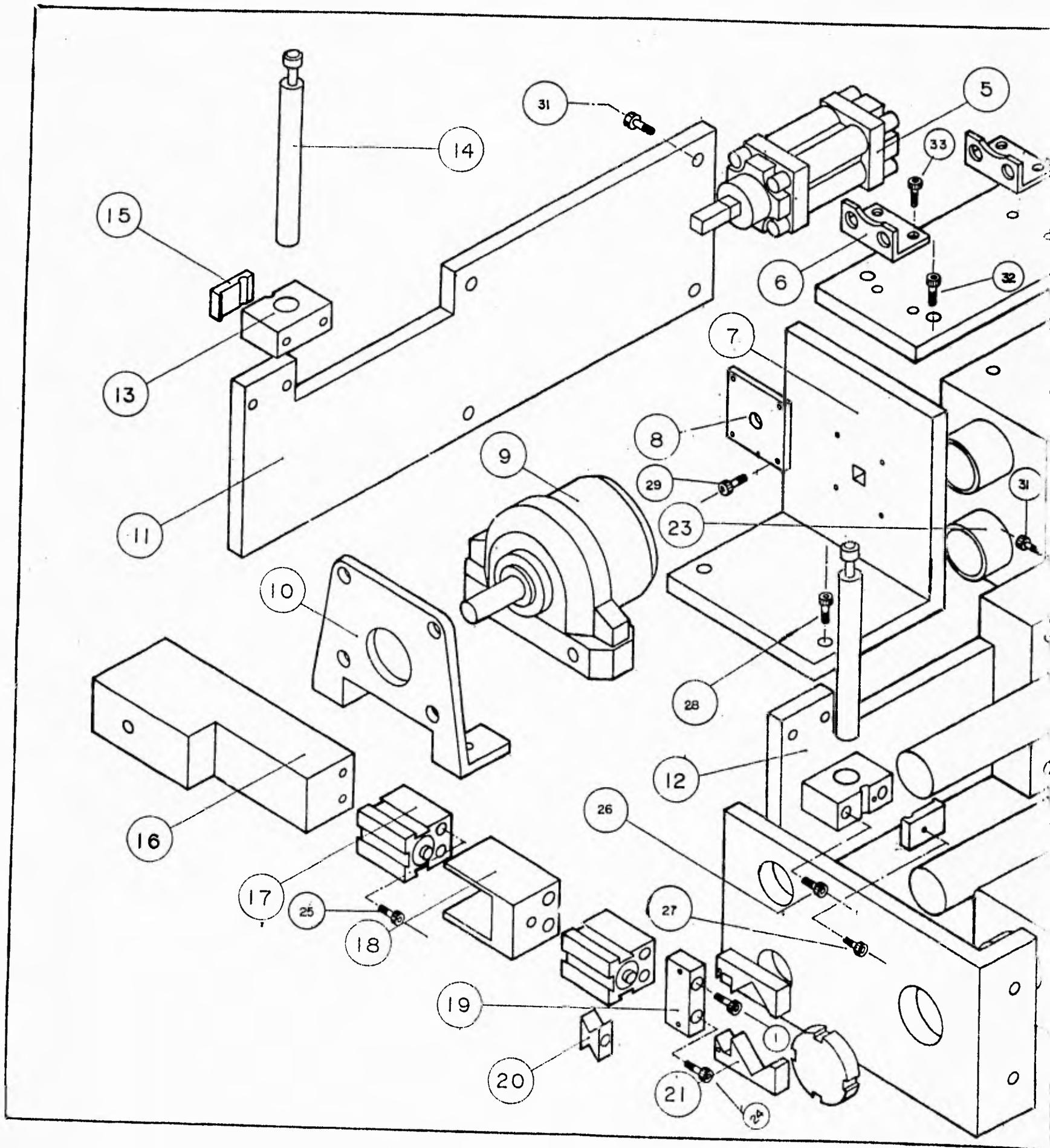
ESCALA 1:1.5

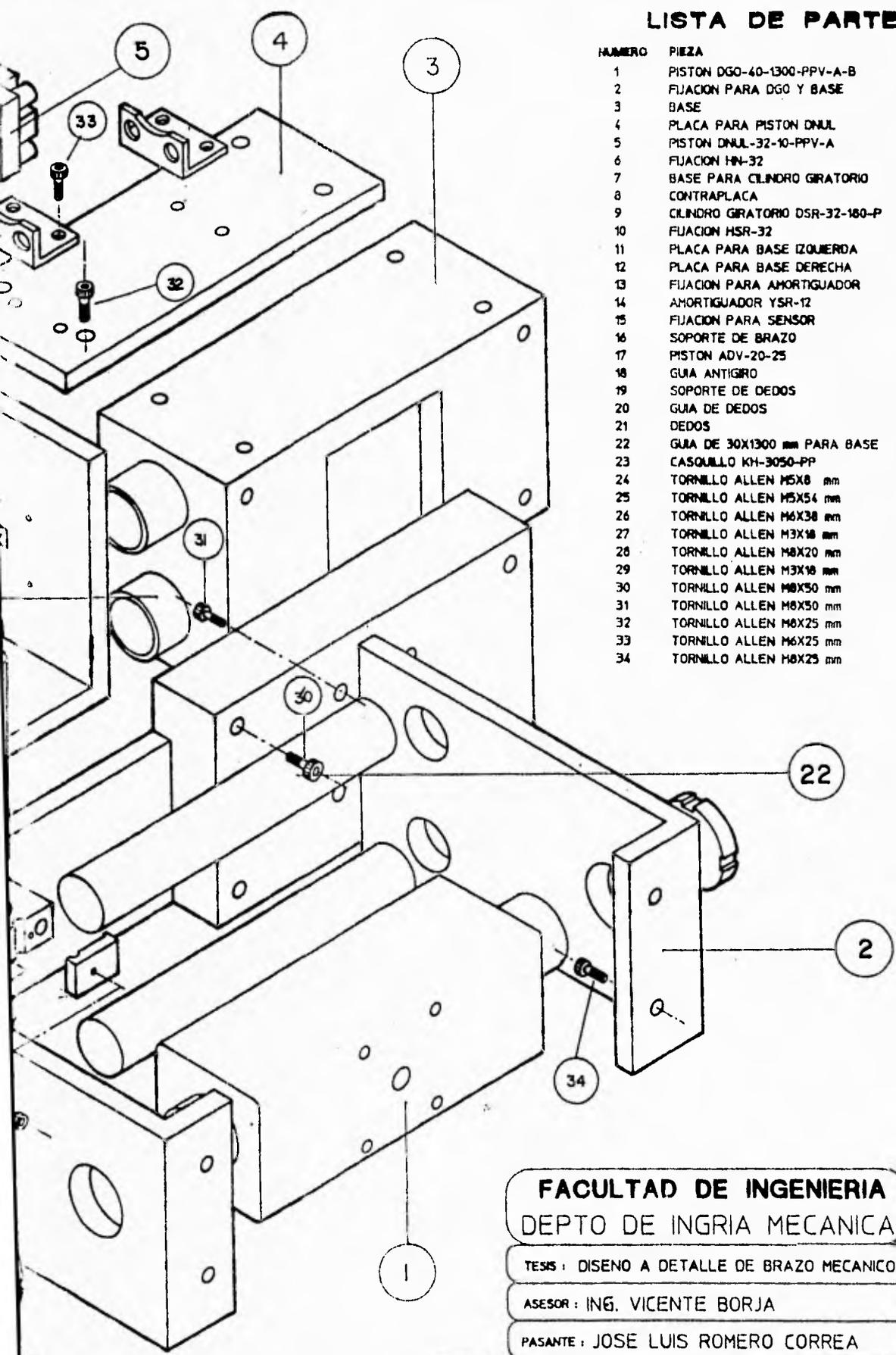
ASESOR : ING. VICENTE BORJA

ACOTACION S/N

PASANTE : JOSE LUIS ROMERO CORREA

FECHA: 15-07-94

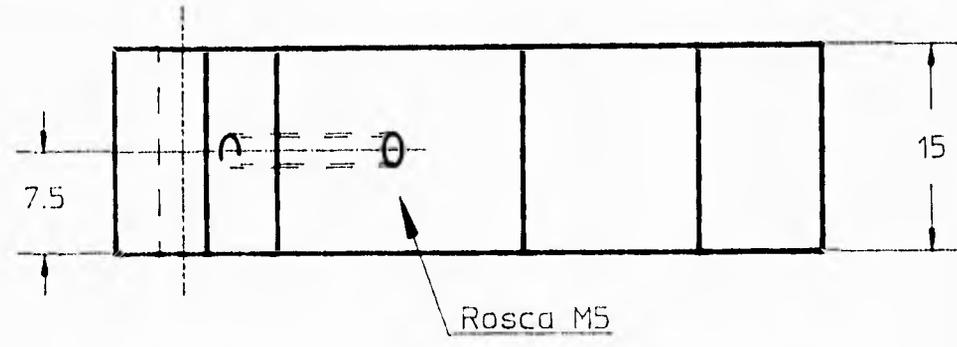
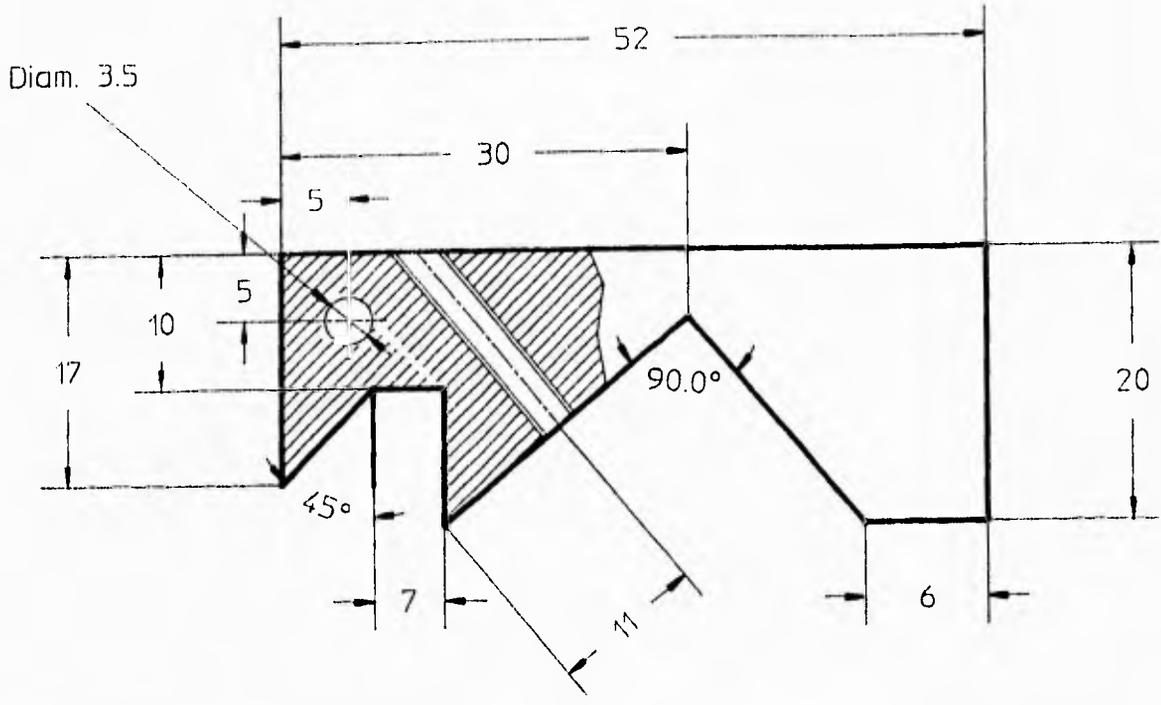




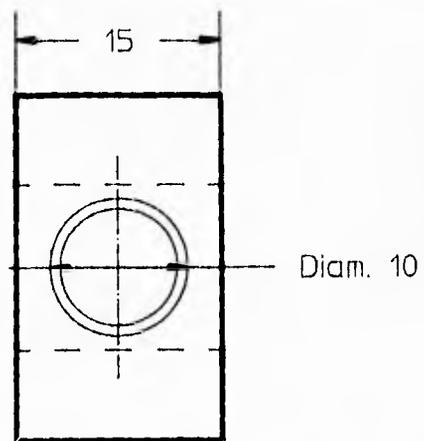
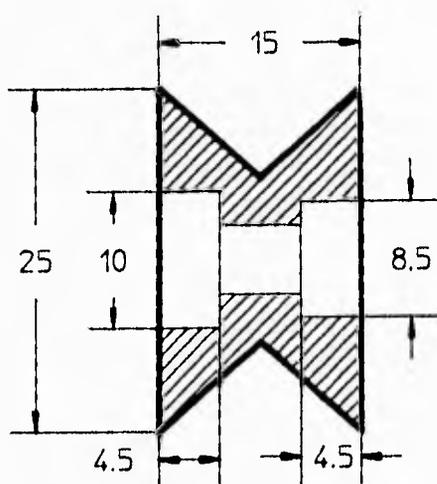
### LISTA DE PARTES

NUMERO	PIEZA	CANTIDAD
1	PISTON DGO-40-1300-PPV-A-B	(1)
2	FIJACION PARA DGO Y BASE	(2)
3	BASE	(1)
4	PLACA PARA PISTON DNUL	(1)
5	PISTON DNUL-32-10-PPV-A	(1)
6	FIJACION HN-32	(2)
7	BASE PARA CILINDRO GIRATORIO	(1)
8	CONTRAPLACA	(1)
9	CILINDRO GIRATORIO DSR-32-180-P	(1)
10	FIJACION HSR-32	(1)
11	PLACA PARA BASE IZQUERDA	(1)
12	PLACA PARA BASE DERECHA	(1)
13	FIJACION PARA AMORTIGUADOR	(2)
14	AMORTIGUADOR YSR-12	(2)
15	FIJACION PARA SENSOR	(2)
16	SOPORTE DE BRAZO	(1)
17	PISTON ADV-20-25	(1)
18	GUA ANTIGIRO	(1)
19	SOPORTE DE DEDOS	(1)
20	GUA DE DEDOS	(1)
21	DEDOS	(2)
22	GUA DE 30X1300 mm PARA BASE	(2)
23	CASQUILLO KH-3050-PP	(4)
24	TORNILLO ALLEN M5X8 mm	(2)
25	TORNILLO ALLEN M5X54 mm	(2)
26	TORNILLO ALLEN M6X38 mm	(4)
27	TORNILLO ALLEN M3X18 mm	(2)
28	TORNILLO ALLEN M8X20 mm	(2)
29	TORNILLO ALLEN M3X18 mm	(4)
30	TORNILLO ALLEN M8X50 mm	(8)
31	TORNILLO ALLEN M8X50 mm	(4)
32	TORNILLO ALLEN M6X25 mm	(4)
33	TORNILLO ALLEN M6X25 mm	(4)
34	TORNILLO ALLEN M8X25 mm	(4)

<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
DEPTO DE INGENIERIA MECANICA	
PLANO : 2	ESCALA 1:1.5
TESIS : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO	ACOTACION 5/8
ASESOR : ING. VICENTE BORJA	FECHA: 15-07-94
PASANTE : JOSE LUIS ROMERO CORREA	

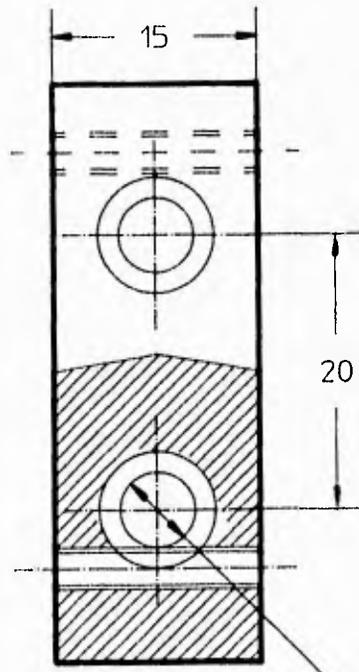
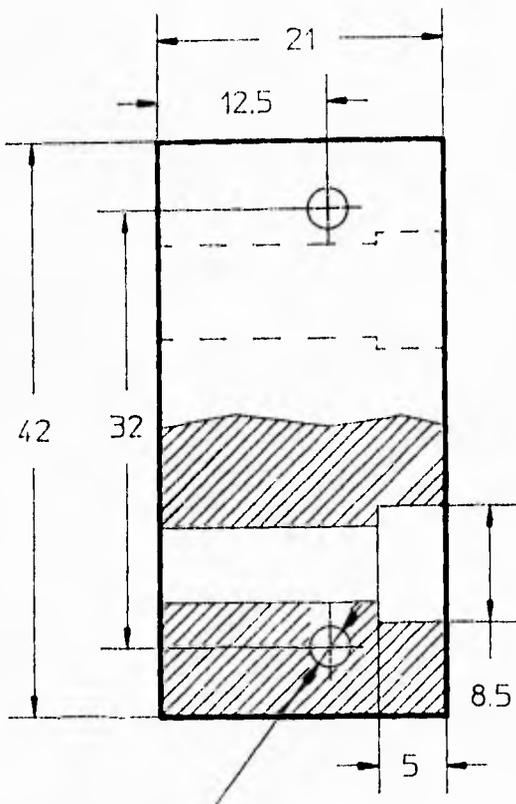


PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie Rt en um	vv	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
DIBUJO	15-JULIO-94	JROMERO	2 PIEZA			
REVISO		V.BORJA	PLANO NUMERO : 3			
AUTORIZO		V.BORJA	PIEZA NUMERO :			
ESCALA	DESCRIPCION		Na. 21			
2 : 1						
ACOTACION	4.0.0. DEDOS					
mm						



Pieza no. 20

PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie R <sub>a</sub> en μm	vv	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
15-JULIO-84	J.ROMERO	ALUMINO COMERCIAL	1 PIEZA			
REVISO	V.BORJA		PLANO NUMERO : 4.0			
AUTORIZO	V.BORJA		PIEZA NUMERO :			
ESCALA 2 : 1	DESCRIPCION			No. 20		
ACOTACION	4.0.1 SOPORTE DEDOS, GUIA DEDOS					

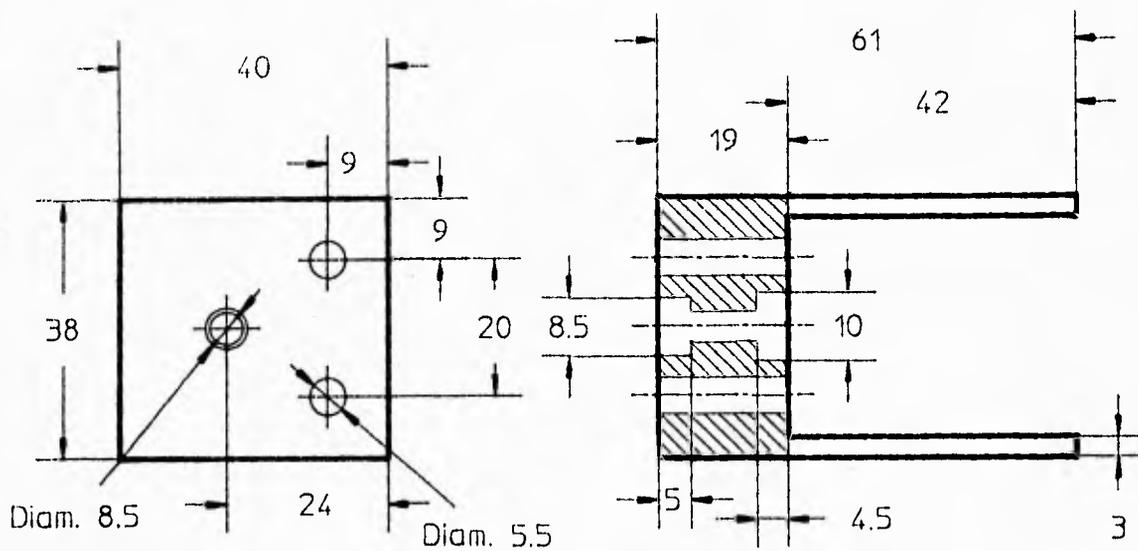


Rosca M3

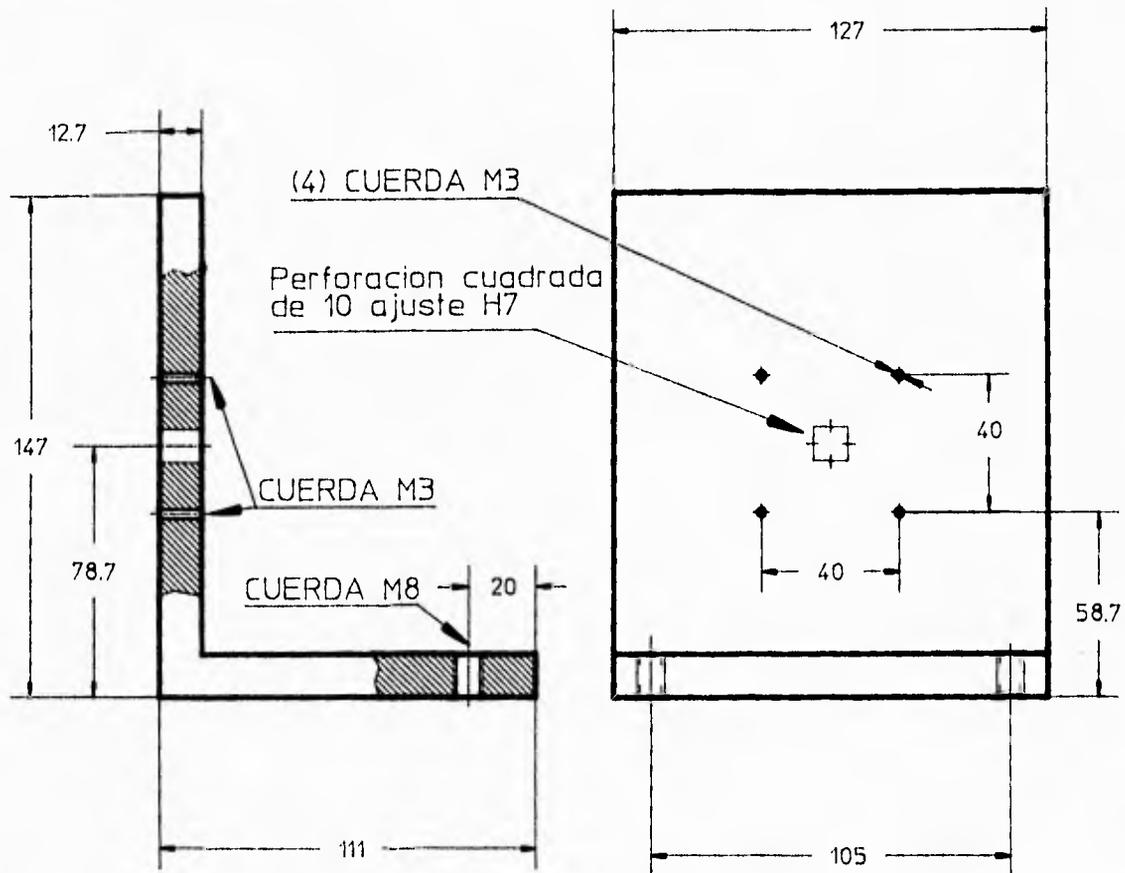
Diam. 5.5

Pieza no.19

PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO				d			
				c			
				b			
				a			
Rugosidad de superficie Rt en un	vv	Maquinado	LETRA	CAMBIOS		FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :		CANTIDAD :			
15-JULIO-94	J.ROMERO	ALUMINIO COMERCIAL		1 PIEZA			
REVISO	V.BORJA			PLANO NUMERO : 4.1			
AUTORIZO	V.BORJA			PIEZA NUMERO :			
ESCALA 2 : 1	DESCRIPCION			No. 19			
ACOTACION	4.0.1 SOPORTE DEDOS, GUIA DEDOS						

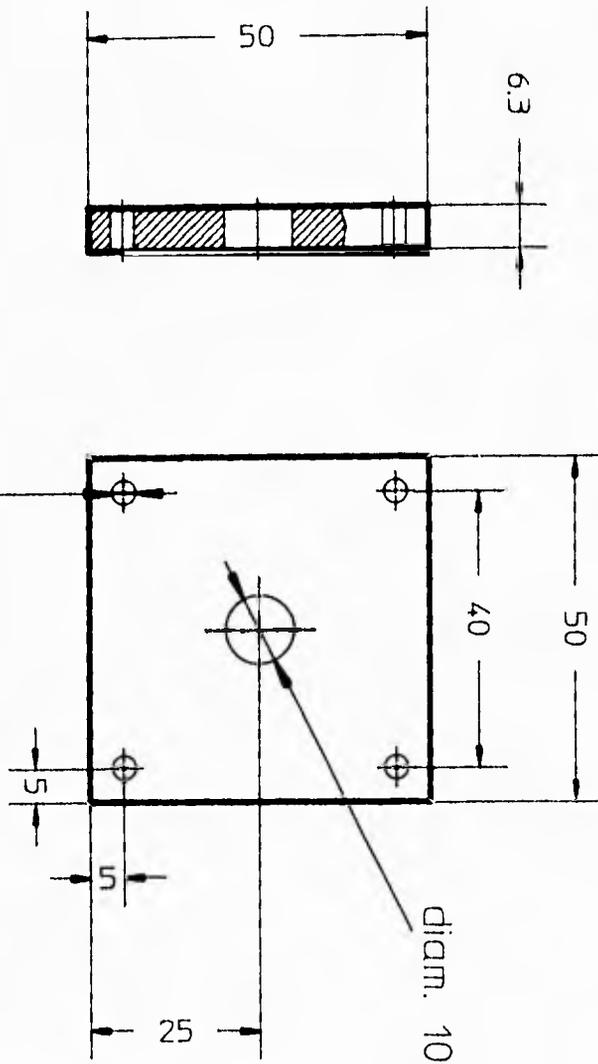


PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie R <sub>t</sub> en $\mu\text{m}$	vv	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
15-JULIO-94	J.ROMERO	ALUMINIO COMERCIAL	1 PIEZA			
REVISO	V.BORJA		PLANO NUMERO : 5			
AUTORIZO	V.BORJA		PIEZA NUMERO :			
ESCALA 1:1	DESCRIPCION					
ACOTACION mm	4.02 GUIA ANTIGRO				No. 10	

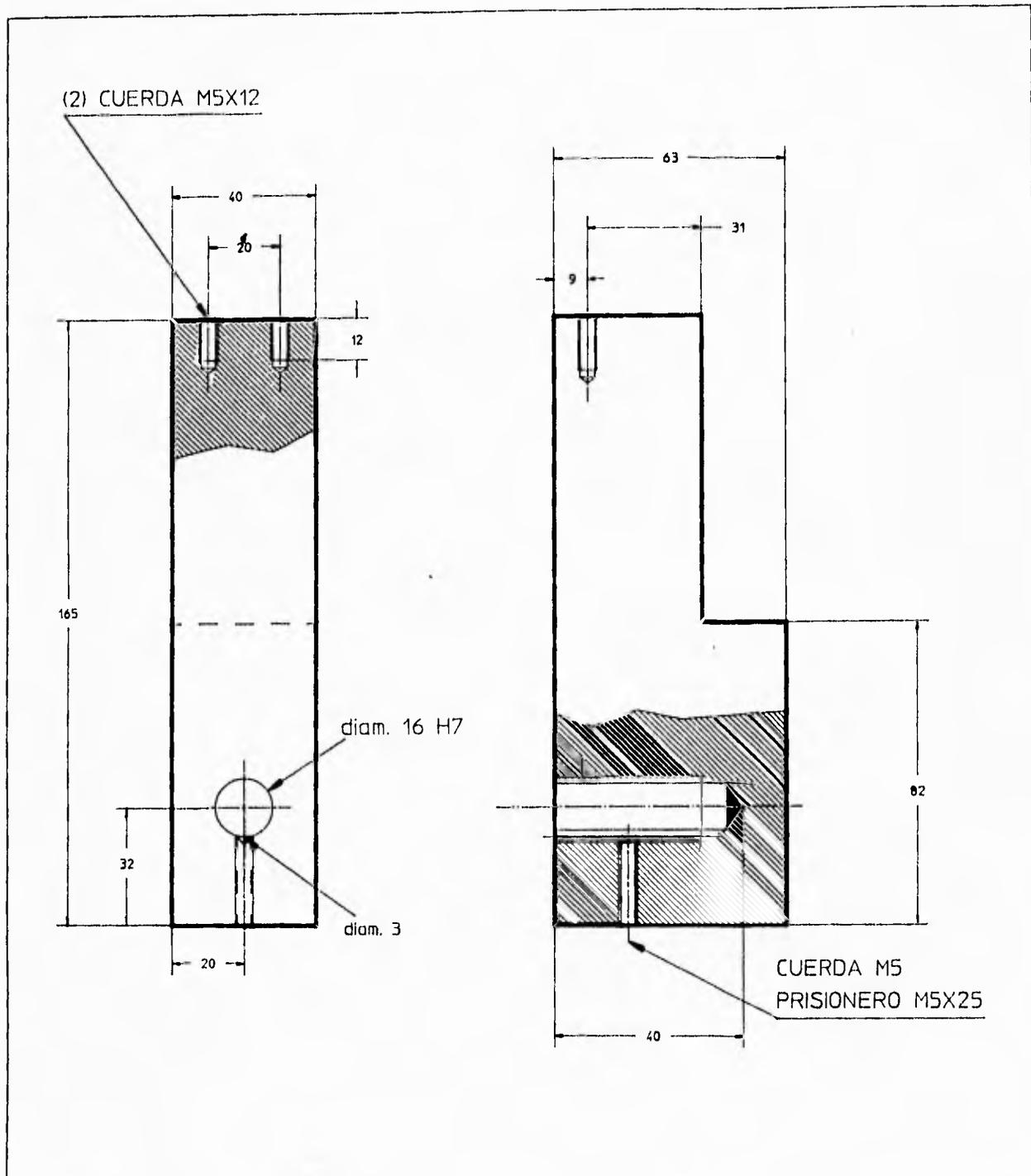


PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie Rt en um	v7	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
DIBUJO	15-JULIO-94	JROMERO	1 PIEZA			
REVISO		V.BORJA	PLANO NUMERO : 6			
AUTORIZO		V.BORJA	PIEZA NUMERO :			
ESCALA	DESCRIPCION	No. 7				
1:2						
ACOTACION	4.10 BASE PARA CILINDRO GIRATORIO					

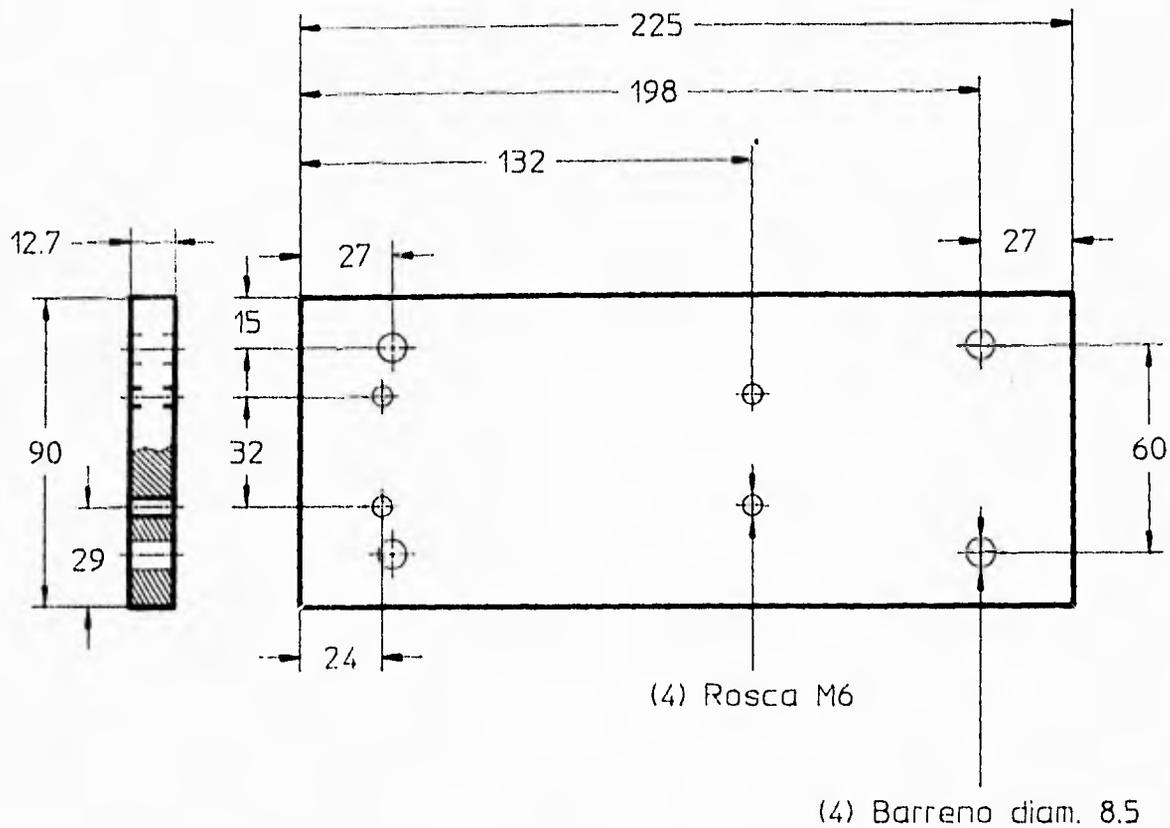
(4) Barreno diam. 3.5



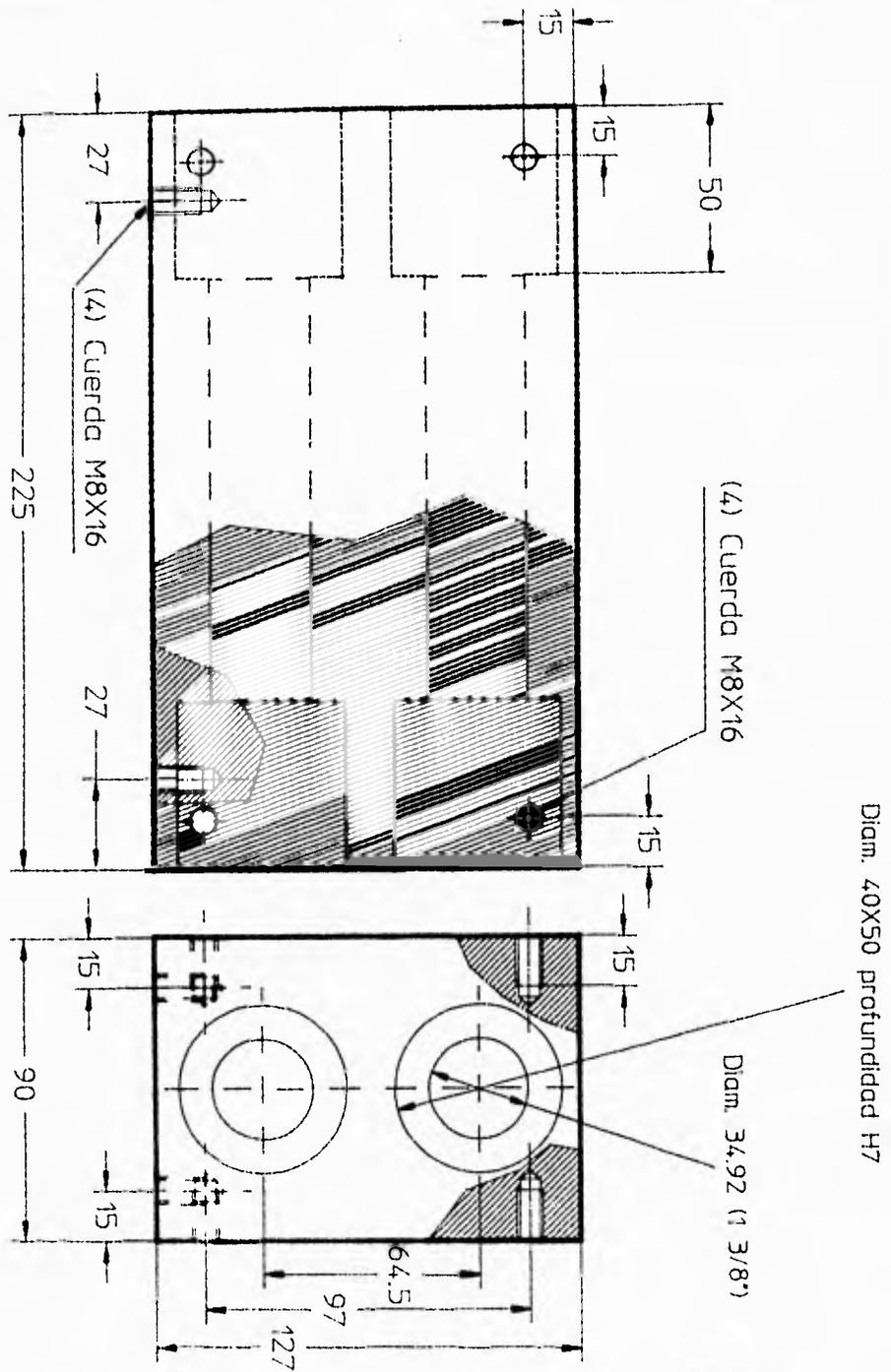
PROYECTO : DISEÑO DE BRAZO AUTOMÁTICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie $R_t$ en $\mu m$	$\nabla$	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
DIBUJO	J.ROMERO	ALUMINIO	1 PIEZA			
REVISO	V.BORJA	COMERCIAL	PLANO NUMERO : 7			
AUTORIZO	V.BORJA		PIEZA NUMERO :			
ESCALA 1 : 2	DESCRIPCION		No. 8			
ACOTACION mm	4.11 CONTRAPLAZA					



PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie $R_t$ en $\mu m$	vv	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
DIBUJO	15-JULIO-94	J.ROMERO	1 PIEZA			
REVISO		V.BORJA	PLANO NUMERO : 8			
AUTORIZO		V.BORJA	PIEZA NUMERO :			
ESCALA 1 : 157	DESCRIPCION			No. 16		
ACOTACION mm	4.12 SOPORTE DE BRAZO					



PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO		d			
		c			
		b			
		a			
Rugosidad de superficie R <sub>t</sub> en un	vv	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :		
DIBUJO 15-JULIO-94	JROMERO	ALUMINIO COMERCIAL	1 PIEZA		
REVISO	VBORJA		PLANO NUMERO : 9		
AUTORIZO	VBORJA		PIEZA NUMERO :		
ESCALA 1 : 2	DESCRIPCION	No. 4			
ACOTACION mm	4.20 BASE PARA PISTON DNUL				



Diam. 40X50 profundidad H7

Diam. 34.92 (1 3/8")

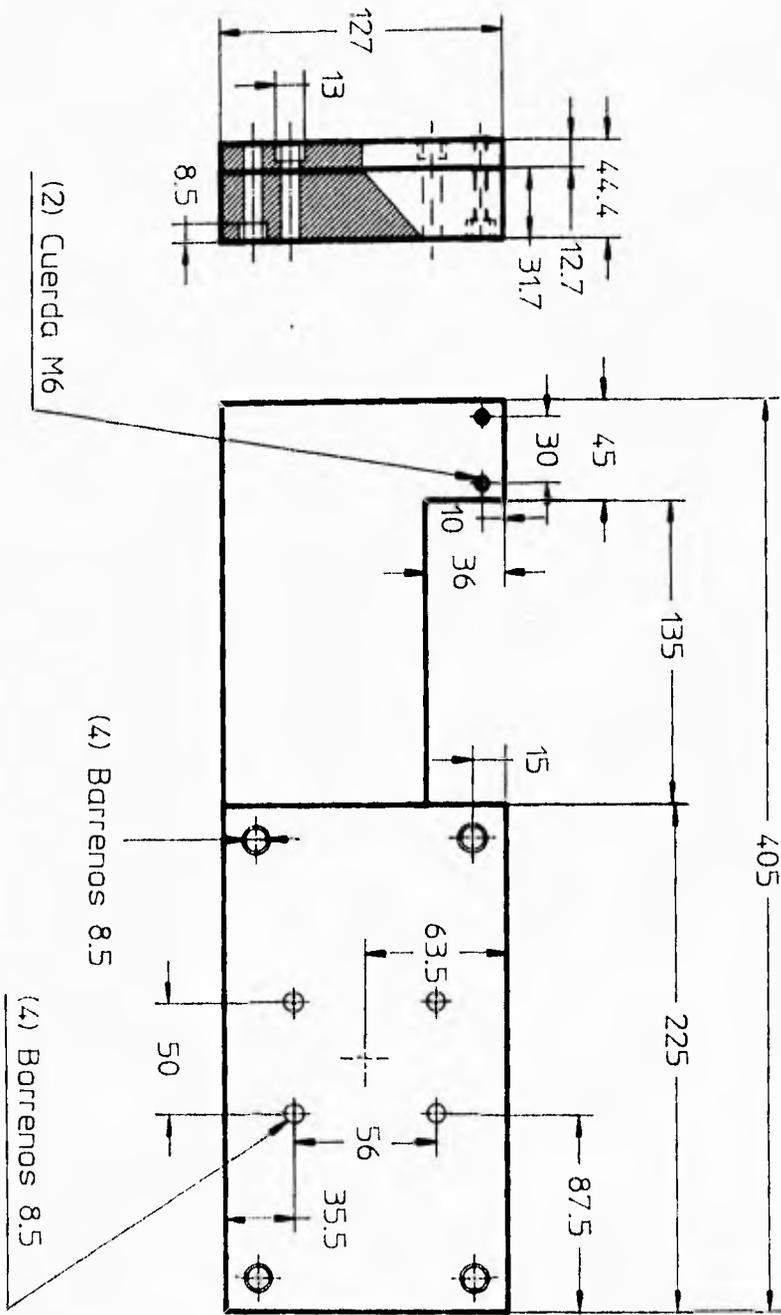
PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO

d			
c			
b			
a			

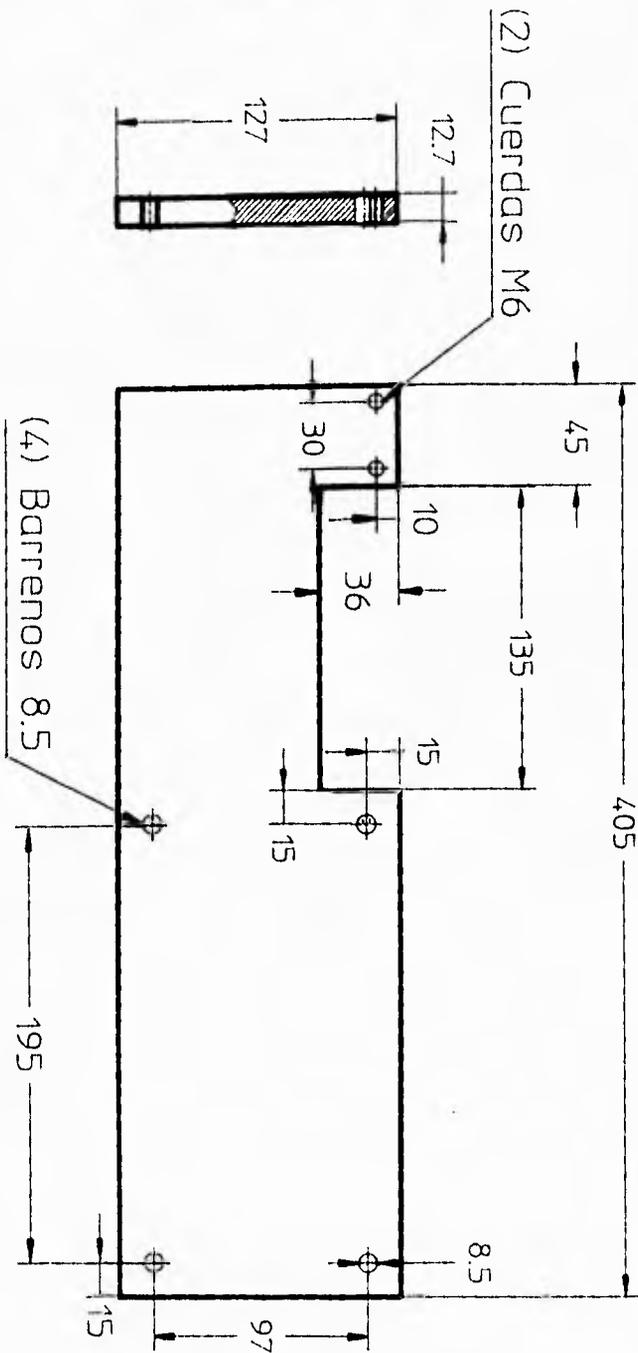
Rugosidad de superficie Rt en um	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE

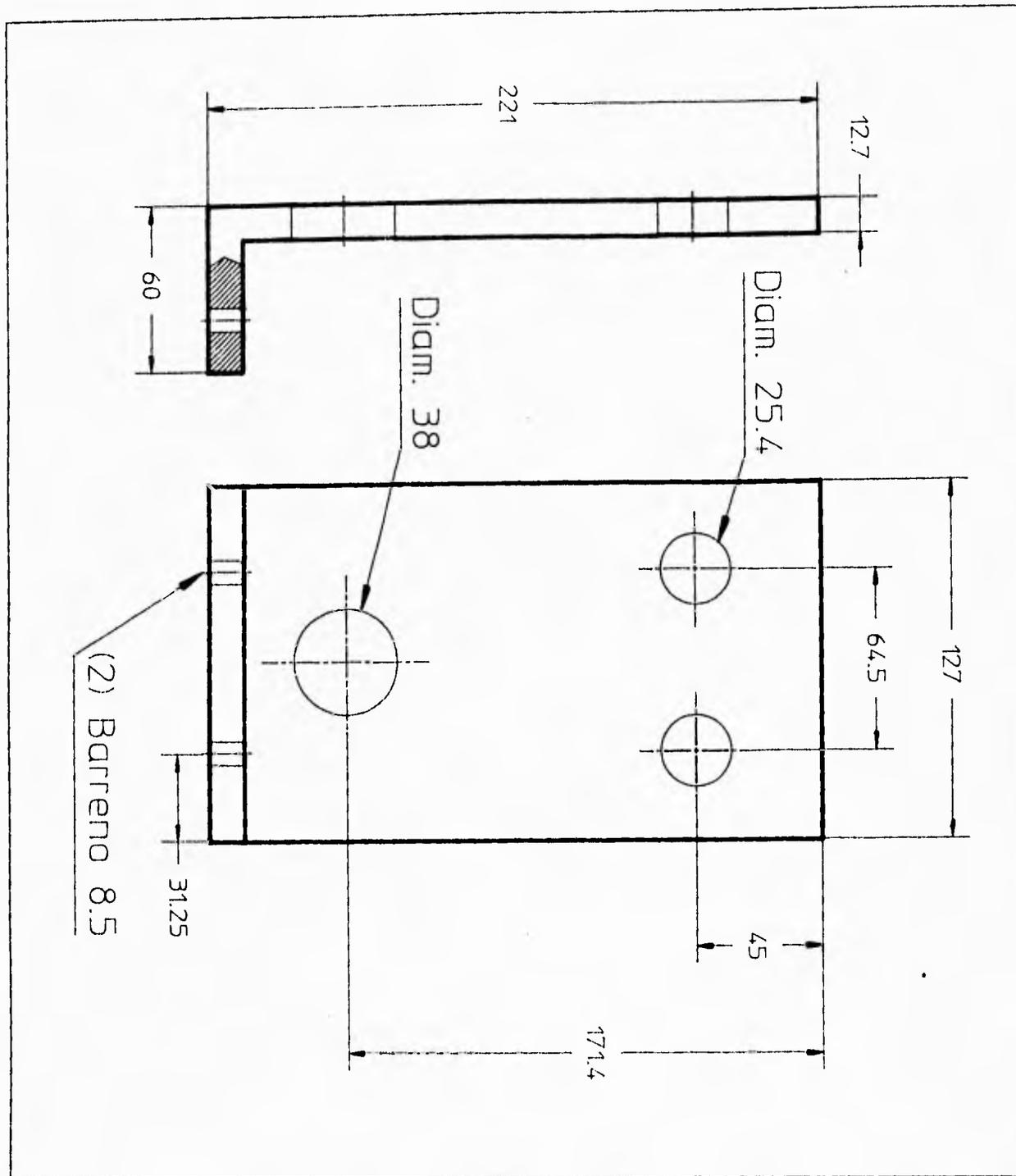
FECHA	NOMBRE	MATERIAL : ALUMINIO COMERCIAL	CANTIDAD : 1 PIEZA
DIBUJO	JROMERO		
REVISO	V.BORJA		
AUTORIZO	V.BORJA		
ESCALA 1 : 2	DESCRIPCION		PIEZA NUMERO : No. 3
ACOTACION mm	4.30 BASE, PIEZA No. 3		



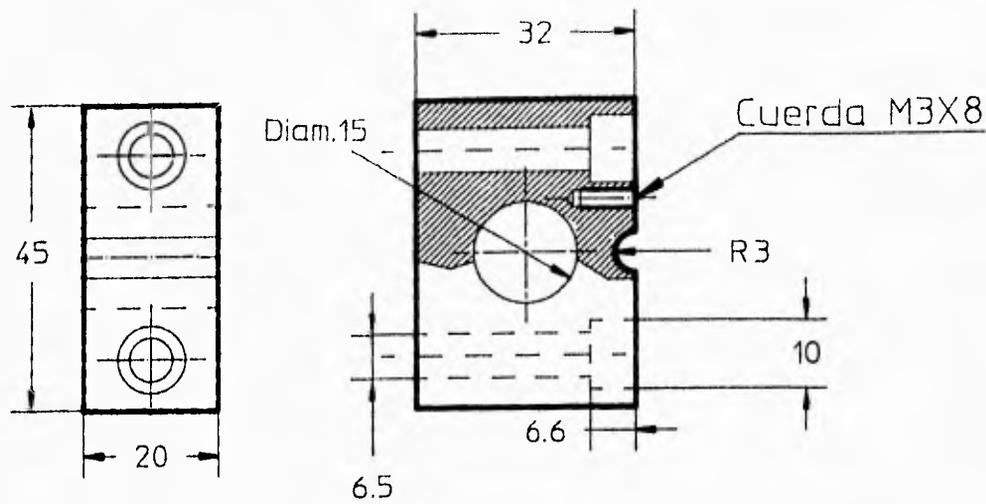
PROYECTO :		DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO		a			
				c			
				b			
				a			
Rugosidad de superficie Ri en um		77	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :		CANTIDAD :			
DIBUJO	15-JULIO-94	J.ROMERO	ALUMINIO COMERCIAL	1 PIEZA			
REVISO		V.BORJA		PLANO NUMERO : 11			
AUTORIZO		V.BORJA		PIEZA NUMERO :			
ESCALA	DESCRIPCION			No. 12			
1 : 3							
ACOTACION	4.31 PLACA PARA BASE DERECHA						
mm							



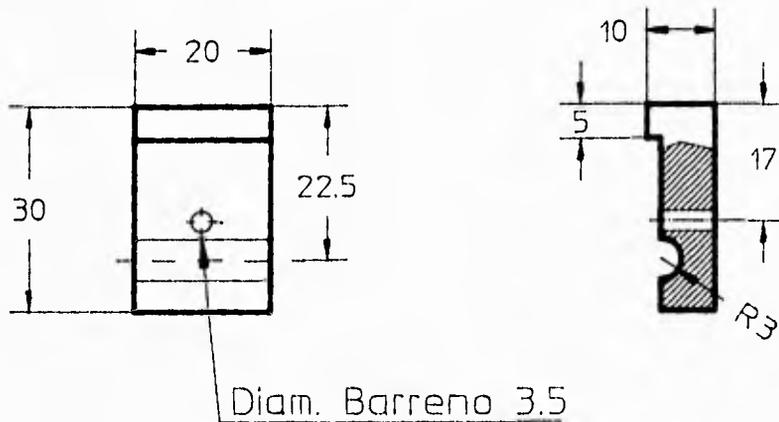
PROYECTO :		DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO		d			
				u			
				b			
				a			
Rugosidad de superficie Rt en um		v/v	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
REVISO	15-JULIO-94	J.ROMERO	ALUMINIO	1 PIEZA			
AUTORIZO		V.BORJA	COMERCIAL	PLANO NUMERO : 12			
ESCALA	DESCRIPCION			PIEZA NUMERO :			
1 : 3	4.3.2 PLACA PARA BASE IZQUIERDA			No. 11			
ACOTACION							
mm							



PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO				d			
				c			
				b			
				a			
Rugosidad de superficie Rt en um	∇∇	Maquinado	LETRA	CAMBIOS		FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :				
DIBUJO	15-JULIO-94	J.ROMERO	ALUMINIO COMERCIAL		2 PIEZA		
REVISO		V.BORJA			PLANO NUMERO : 13		
AUTORIZO		V.BORJA			PIEZA NUMERO :		
ESCALA	DESCRIPCION		PIEZA NUMERO :				
1 : 2							
ACOTACION	4.33 FIJACION PARA DGO Y BASE		No. 2				



Fijacion para amortiguador, pieza no. 13



Fijacion para sensor pieza no.15

PROYECTO : DISEÑO A DETALLE DE BRAZO MECANICO			d			
			c			
			b			
			a			
Rugosidad de superficie Rt en um	yy	Maquinado	LETRA	CAMBIOS	FECHA	NOMBRE
FECHA	NOMBRE	MATERIAL :	CANTIDAD :			
DIBUJO	15-JULIO-94	JROHERO	2 PIEZA			
REVISO		V.BORJA	PLANO NUMERO : 14			
AUTORIZO		V.BORJA	PIEZA NUMERO :			
ESCALA	DESCRIPCION		No. 13			
2 : 1			No. 15			
ACOTACION	4.3.4 FIJACIONES					
mm						

#### 4.7 LISTA DE PLANOS

NUMERO DE PLANO	DESCRIPCION	ACABADO	MATERIAL
1	Plano general de ensamble		
2	Plano general en explosión		
3	Dedos	▽ ▽	Aluminio
4	Guía dedos	▽ ▽	Aluminio
4.1	Soporte de dedos	▽ ▽	Aluminio
5	Guía antigiro	▽ ▽	Aluminio
6	Base para cilindro giratorio	▽ ▽	Aluminio
7	Contra placa	▽ ▽	Aluminio
8	Soporte de brazo	▽ ▽	Aluminio
9	Base para pistón DNUL	▽ ▽	Aluminio
10	Base	▽ ▽	Aluminio
11	Placa para base derecha	▽ ▽	Aluminio
12	Placa para base izquierda	▽ ▽	Aluminio
13	Fijación para DGO	▽ ▽	CRS
14	Fijaciones	▽ ▽	Aluminio

Nota: Aluminio=Aluminio Comercial.

CRS=Cold Rolled Steel

CAPITULO V

SECUENCIA DE OPERACION

# SECUENCIA DE OPERACION

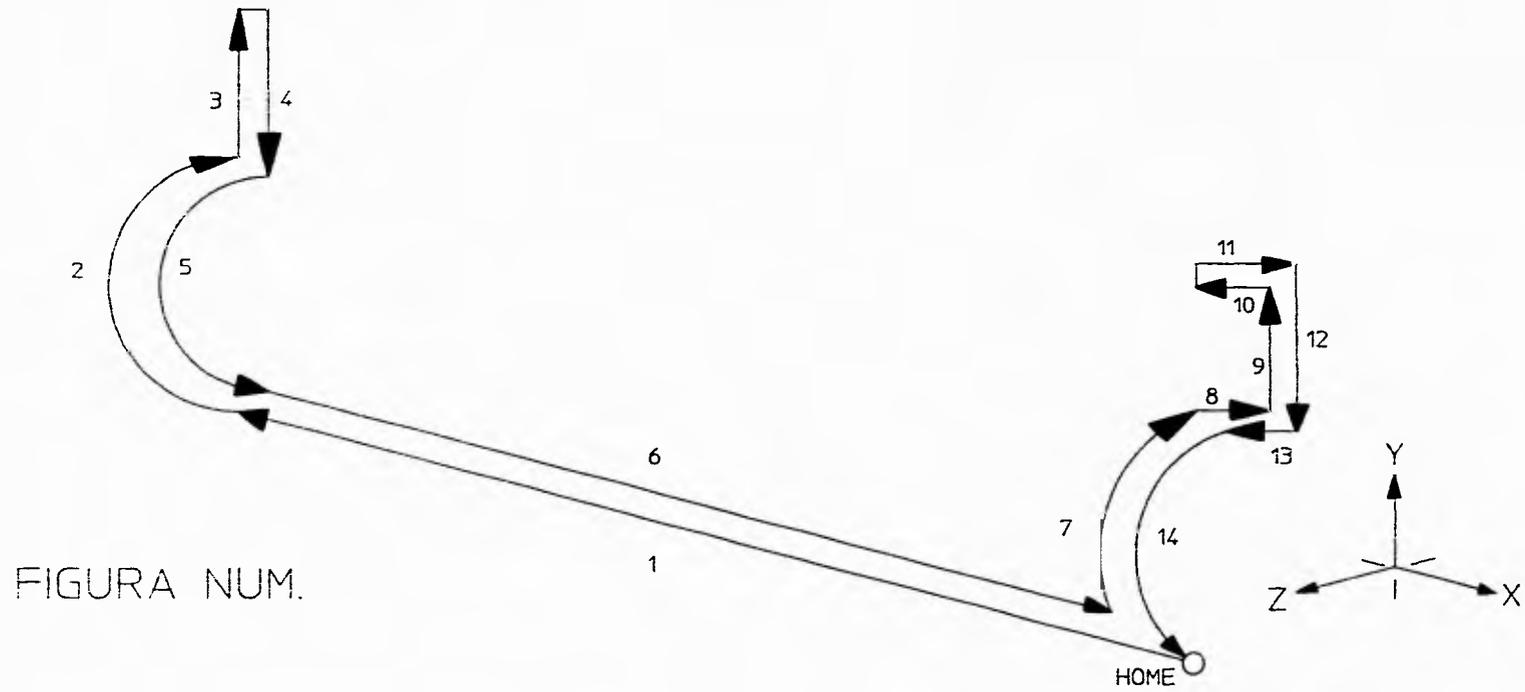


FIGURA NUM.

LA SECUENCIA INDICADA EN LA FIGURA  
DESDE HOME HASTA EL PASO 14 ES DE  
ALIMENTACION DE LA PIEZA A MAQUINAR

# SECUENCIA DE OPERACION

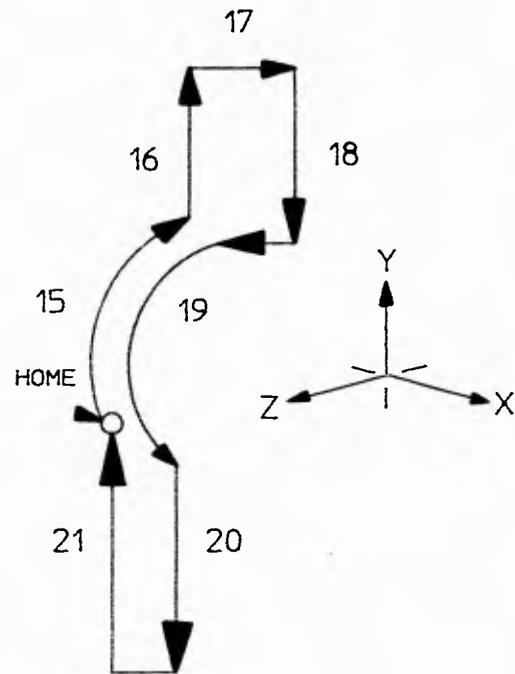
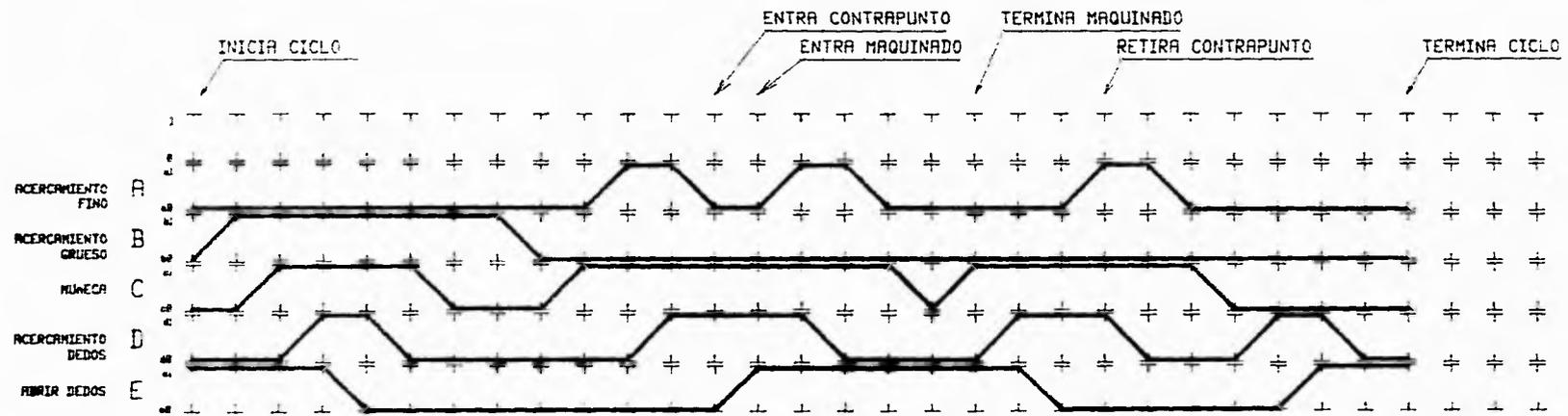
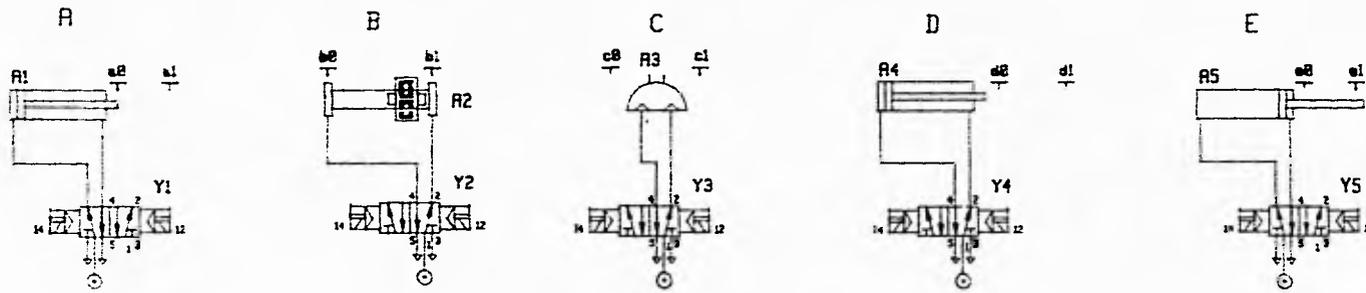


FIGURA NUM.

DESPUES DE QUE SE MAQUINA LA  
PIEZA EL BRAZO MECANICO DESDE  
EL PASO 15 HASTA EL 17 HACE  
LA SECUENCIA DE RETIRAR PIEZA  
Y DEL PASO 18 AL 20 LLEVA LA  
PIEZA A LA TOLVA DE MATERIAL  
TERMINADO, EL PASO 21 REGRESA  
A HOME PARA UN NUEVO CICLO.

# 5.1 DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



CAPITULO VI

6.0 COSTOS

Descripción	Clave	Cantidad	Costo Unitario
-------------	-------	----------	----------------

Partes: Festo Pneumatic

Pistón antigiro	DNUL-32-10	1	N\$ 450.00
Fijación por pies	HN-32	2	73.67
Accionamiento giratorio	DSR-32-180-P	1	853.16
Fijación para rotic	HSR-32	1	150.83
Fijación	WSR-32-JM5	1	15.58
Sensores	SIE-M5-PS-S-LED	5	225.72
Piston de carrera corta	ADV-20-10-A	1	199.28
Piston de carrera corta	ADV-20-25-A	1	206.84
Interruptor de proximidad	SME-3-LED-24	4	159.93
Amortiguador	YSR-12-12	2	470.65
Fijación	SDA-8x1-B	2	113.57
Sensor inductivo	SIEM-8-S-PS-S-LED	2	176.61
Sensor inductivo	SIEM-4-S-PS-S-LED	1	225.72
Sensor magnético	SMEO-1-LED-24	2	137.89
Fijación para sensor	SMBU-1	2	31.48
Tope para amortiguador	YSRP-12	2	28.84
Electroválvula	JMZH-5/2-M5-L-K	2	429.73
Base para electroválvula	PRMZ-5-M5-2	1	162.13
Electroválvula	JMFH-5-PK-3	1	478.21
Bobinas	MSFG-24	6	57.67
Electroválvula	JMFH-5-1/4	1	549.05
Electroválvula	JMFH-5-1/8	1	497.41
Cables para sensor	SIM-K-WD-5	7	72.30
Pistón neumático	DGO-40-1300 PPV-A-B	1	3,607.43
Control electrónico	FPC-202-C	1	3,975.79
Módulo de ampliación	FPC-202 16E/16S	1	2,894.37
Cable Bus 202		1	116.34
Fuente de voltaje de 36 amp.		1	1,107.70
Paquete de conexiones		1	60

Partes: INA Rodamientos

Guías 30mm x 1300mm (Pza.No.22)		2	281.00
Casquillos KH-3050PP (Pza.No.23)		4	90.00

Precios al 15 de julio de 1994.

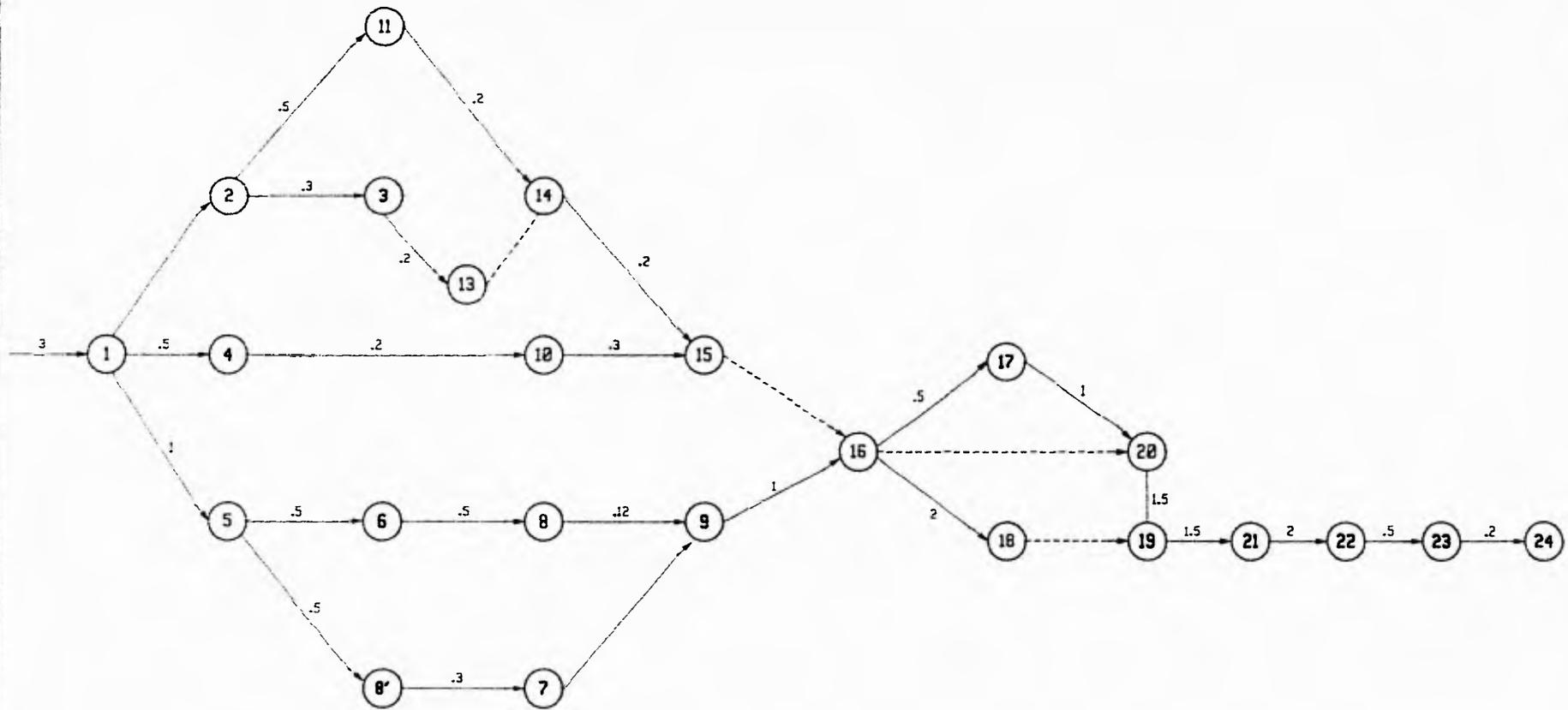
COSTOS DE MATERIAL DE ENSAMBLE

No. PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
2	Fijación para DGO y base	2	N\$ 200.00
3	Base	1	100.00
4	Placa para pistón DNUL-32-10	1	50.00
7	Base para muñeca	1	25.00
8	Contraplaca	1	20.00
11	Placa base izquierda	1	70.00
12	Placa base derecha	1	70.00
13	Fijación para amortiguador	2	30.00
15	Fijación para sensor	1	20.00
16	Soporte de brazo	1	60.00
18	Guía antigiro	1	65.00
19	Soporte dedos	1	20.00
20	Guía dedos	1	20.00
21	Dedo	2	30.00

## 6.1 Lista de actividades para maquinado

No.	ACTIVIDAD
1	Compra de material neumático de ensamble
2	Maquinado de dedos (Plano 4 Y 5)
3	Maquinado de soporte muñeca (Plano 7)
4	Maquinado de soporte brazo (Planos 9 y 10)
5	Maquinado de base (Planos 6 y 11)
6	Maquinado fijaciones del soporte para pistón (Plano No.14)
7	Ensamble de base plano No.11 con pistón longitudinal
8	Ensamble de fijaciones del pistón longitudinal plano No.14
8	Maquinado de plano No. 8, contraplaca
9	Maquinado planos 12, 13 y 15, unión base con pistón longitudinal
10	Ensamble de soporte de brazo
11	Ensamble del pistón brazo
12	Ensamble dedos
13	Ensamble de pistones de acercamiento de dedos
14	Ensamble de muñeca
15	Ensamble de muñeca con dedos
16	Ensamble de muñeca al brazo
17	Fijación de sensores magnéticos e inductivos
18	Ensamble de amortiguadores
19	Fijación de electroválvulas
20	Conexión de cables eléctricos y mangueras
21	Ajuste de sensores y distancias
22	Pruebas
23	Programación
24	Ajustes de programación
25	Puesta en marcha

### RUTA DE TRABAJO



UNIDAD DE TRABAJO : DIAS

———— TIEMPO DE LA ACTIVIDAD

- - - - - ACTIVIDAD IMAGINARIA

○ ACTIVIDAD

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Como hemos visto, el poder hacer o diseñar un dispositivo automático, es ahora mucho mas rápido con dispositivos neumáticos que el hacerlo con dispositivos mecánicos como son levas, poleas, motores eléctricos, etc.

Por lo que de ahora en adelante es conveniente conocer las técnicas de automatización con dispositivos neumáticos, lo cual por la parte mecánica solo necesita elementos simples para poder unirlos y otra ventaja es la que son reutilizables; no así los dispositivos mecánicos ya que estos fueron fabricados exclusivamente para una aplicación y al variar dimensiones del producto o secuencia de operación, sera difícil poder adaptarlo a las nuevas dimensiones, otra ventaja es hacer una máquina en un corto tiempo y compacta en sus dimensiones, esto es en cuanto a las partes en movimiento y en lo que respecta a la secuencia de movimientos, la versatilidad es mucho mayor ya que en el secuenciador o PLC se les podrá cambiar la secuencia cuantas veces sea necesario sin tener que hacer cambios en los elementos o volver a cablear, únicamente reprogramando el secuenciador.

Teniendo presente estas ventajas, la tendencia para la fabricación de nuevas máquinas deberá ser el uso de estos elementos en un mayor porcentaje de integración.

## BIBLIOGRAFIA

- MAQUINAS: Cálculos de taller  
A.L. Casillas  
Gráficas Reunidas S.A.  
Madrid, España
  
- RESISTENCIA DE MATERIALES: Robert W. Fitzgerald  
Representaciones y Servicios  
de Ingeniería, S.A.  
México
  
- FESTO Catálogo No. 50237
  
- INA RODAMIENTOS Catálogo No. 11, Mayo 1991
  
  
- INDUSTRIAL ELECTRONICS AND  
ROBOTICS Charles A. Schuler  
William L. McNamee  
McGraw Hill
  
- REVISTA: MODERNIZACION DE  
LA PLANTA Pags. 11 a 13 y 58  
Agosto 1992  
Editorial RIM
  
- REVISTA: DECISION BIT Pags. 9 a 14  
Junio 1991
  
- MECHANICAL DESIGN OF ROBOTS Eugene E. Rivin  
McGraw Hill
  
- AUTOMATAS PROGRAMABLES Andre Simon  
Edit. Paraninfo S.A.
  
- FESTO PROGRAMA DE FABRICACION Catalogo 051399 MEX