

6
2es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO, FABRICACION Y PRUEBAS DE
REPETIBILIDAD DE UN ROBOT MANIPULADOR
DE DISCOS DE SILICIO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
A R E A I N D U S T R I A L
P R E S E N T A :
Jose **GERARDO ALVAREZ SANCHEZ**



DIRECTOR DE TESIS: M.I. LEOPOLDO R. GONZALEZ GONZALEZ.

MEXICO, D. F.

1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

10/2/22



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

A mi madre y a mi hermana por su amor y su paciencia

A mis abuelos por su cariño

A mi familia por su cariño y apoyo

A mis amigos por los buenos ratos

A la memoria de mi padre

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	1
Capítulo 1 Especificaciones de diseño	
1.1 Especificaciones de diseño	1.1
1.2 Especificaciones del robot diseñado	1.2
Capítulo 2 Diseño del robot	2.1
2.1 Sistema de transmisión del movimiento del antebrazo	2.3
2.2 Sistema de transmisión del movimiento del brazo	2.5
2.3 Sistema de transmisión del movimiento ascendente-descendente	2.7
2.4 Sistema de placas deslizantes	2.9
2.5 Sistema estructural	2.11
2.6 Evaluación del tiempo del ciclo de trabajo	2.13
Capítulo 3 Manufactura	
3.1 Procesos de manufactura	3.1
3.2 Manufactura de las partes diseñadas	3.7
Capítulo 4 Repetibilidad del robot	
Consideraciones	4.1
Análisis estadístico	4.3
4.1 Características de la máquina de medición por coordenadas.	4.7
4.2 Repetibilidad eje Z	4.8
4.3 Repetibilidad eje θ	4.10
4.4 Repetibilidad eje ϕ	4.11
Resultados y Conclusiones	
Trabajo futuro	
Bibliografía	
APENDICES:	
Apéndice "A"	Tablas de datos de las pruebas realizadas al eje z
Apéndice "B"	Tablas de datos de las pruebas realizadas al eje θ
Apéndice "C"	Tablas de datos de las pruebas realizadas al eje ϕ
Apéndice "D"	Planos de fabricación del robot
Apéndice "E"	Programa de CNC

INTRODUCCION

En la actualidad una de las industrias que experimenta avances tecnológicos más rápidos, es la industria de la microelectrónica. Los principales fabricantes investigan y desarrollan nuevos procesos de ultra alta escala de integración, desarrollando circuitos integrados cada vez más pequeños y complejos. La miniaturización de los circuitos integrados los ha hecho más vulnerables a las partículas de polvo que se encuentran en el medio ambiente de la fábrica y a partículas contaminantes dentro de los mismos procesos de producción.

Debido a lo anterior, los circuitos integrados deben ser manufacturados en áreas de trabajo llamadas cuartos limpios (clean rooms). Un cuarto limpio es un área cerrada donde la cantidad de partículas es controlada por la aplicación de un flujo laminar descendente, el flujo de aire barre las partículas de polvo conduciéndolas hacia los sistemas de filtrado en la parte inferior del cuarto limpio.

Lograr bajos niveles de partículas contaminantes no es una tarea fácil, por ejemplo, el ambiente en una oficina típica se puede clasificar según la norma (FED STD 209 E), como clase 100,000. Esto es, que existen 100,000 partículas de 0.5 micras o mayores en una muestra de un pie cúbico de aire. Para entender el tamaño de las partículas, consideremos que el polvo común casero es 0.01 a 5.0 micras, el humo de tabaco es de 0.01 a 0.5 micras, las células de la piel humana van de 1.0 a 50.0 micras [Papanek,87].

Se ha demostrado que un robot genera menos partículas contaminantes que un operador humano, a pesar de lo anterior, un robot tradicional genera un número de partículas que rebasa los requerimientos de los procesos actuales, por lo tanto, robots especiales han sido diseñados para alcanzar las especificaciones y criterios de un cuarto limpio, considerando principalmente las normas American Federal Standard (FED STD 209 E) y la norma japonesa (JIS B 9920) [Goldstein,92].

Los robots son empleados en la industria electrónica y de semiconductores para la manipulación de discos de silicio y pantallas planas principalmente. En la industria química, para el manejo y el control de procesos. En la industria médica y farmacéutica, para empaque, manejo e incluso asistir durante una cirugía. En la industria alimentaria, para el manejo de productos estériles. En todas estas industrias, los robots brindan una alta precisión, destreza, velocidad y limpieza.

El futuro de los robots para cuartos limpios es muy prometedor. La combinación de requerimientos más estrictos en cuanto a generación de partículas contaminantes junto con los requerimientos ergonómicos, inevitablemente lleva a la investigación y desarrollo de robots más limpios.

Este trabajo presenta el diseño, la fabricación y pruebas de funcionamiento de un robot para manipular discos de silicio capaz de competir con robots comerciales de su tipo a un costo razonable.

El diseño de este robot se basó en un trabajo de tesis previo, en el cual, se propuso la configuración del robot.

En la etapa de diseño de este trabajo, se realizó la selección de componentes comerciales y el diseño de detalle de los diferentes elementos contemplando la facilidad de manufactura.

Finalmente se realizaron pruebas de funcionamiento para determinar la repetibilidad del prototipo.

Objetivos de la tesis:

- Diseñar y fabricar un robot que sea capaz de manipular discos de silicio.
- Realizar pruebas de funcionamiento al prototipo manufacturado.
- Realizar pruebas de repetibilidad al prototipo manufacturado.

CAPITULO 1. ESPECIFICACIONES.

Las especificaciones para el diseño del robot para cuartos limpios se propusieron en función del problema original y con información obtenida de la revisión bibliográfica realizada en revistas, catálogos y artículos científicos sobre diferentes diseños de robots para cuartos limpios.

1.1. Especificaciones.

Las especificaciones iniciales que debe de cumplir el robot para cuartos limpios son las siguientes:

- Volumen de trabajo: El volumen de trabajo que debe cubrir el robot para cuartos limpios es un espacio cilíndrico de 900 mm de diámetro y una altura mínima de 150 mm.
- Discos de silicio a manejar: El robot debe ser capaz de manejar discos de silicio de 100 mm a 200 mm de diámetro.
- Componentes: Todos los componentes mecánicos del robot deben estar siempre por debajo de los discos de silicio.
- Movimiento de los discos: Los discos de silicio siempre deben estar en posición horizontal y por encima de los mecanismos del robot.
- Capacidad de carga: 1N.
- Fuerzas sobre los discos: Los discos de silicio son extremadamente frágiles y no deben estar sujetos a movimientos de flexión y fuerzas de impacto.

- Nivel de limpieza: Clase 1 ó mejor en cualquier momento de la operación (clase 1, de acuerdo a la FED-STD-209E, [GSA, 1992]).
- Repetibilidad: La repetibilidad requerida en los tres ejes de movimiento del robot deben de ser iguales o mejores a:

$$\text{Eje Z} = \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$\text{Eje } \theta = \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$\text{Eje } \phi = \pm 0.1 \text{ mm}$$

- Capacidad de trabajo: 400-500 discos /hr
- Solo un disco puede de ser transportado a la vez.
- Manufactura: Las partes se deben poder manufacturar en un taller mecánico, que tenga máquinas herramienta convencionales y con control numérico.
- Costo: El costo del robot debe de estar por debajo de \$ 10,000 USD.

1.2 Especificaciones del robot diseñado.

Una vez realizado el diseño y la fabricación del robot, se obtuvieron las siguientes especificaciones:

- Configuración: cilíndrica.

- Dimensiones:

Altura (eje Z mínima) = 482.5 mm

Altura (eje Z máxima) = 667.0 mm

Diámetro = 236.0 mm

Longitud (brazo y antebrazo extendidos) = 450 mm

- Peso = 15.05 Kg
- Capacidad de carga = 2 N
- Tamaño de los discos = 100 mm
- Alcance:

Vertical (eje Z) = 184.5 mm

Horizontal = 450 mm

Angular = $\pm 720^\circ$

- Máxima velocidad:

Eje Z = 12 mm/rpm@motor

Eje θ = $\frac{1}{50}$ rpm/rpm@motor

Eje ϕ = $\frac{1}{25}$ rpm/rpm@motor

- Repetibilidad:

Eje Z = 0.061 mm

Eje θ = 0.417 mm

Eje ϕ = 0.781 mm

- Capacidad de trabajo máxima: 790 discos/hr

- Sistemas de transmisión:

Eje Z: Tornillo de bolas recirculantes.

Eje θ : Poleas dentadas de aluminio y bandas dentadas de uretano.

Eje ϕ : Poleas dentadas de aluminio y bandas dentadas de uretano.

- Elemento terminal: Con succión
- Nivel de limpieza: Por determinar (trabajo futuro)
- Sistema de vacío: Por determinar (trabajo futuro)

Especificaciones de los servomotores

Torque mínimo: $T_C = 0.37 \text{ Nm}$

Torque máximo: $T_p = 1.26 \text{ Nm}$

Inercia: $J_m = 52.8 \text{ gm-cm}^2$

Fricción de rodamientos: $T_f = 0.007 \text{ Nm}$

Pérdida en el núcleo: $P_C = 0.49 \text{ W}$

Peso: $W = 0.62 \text{ Kg}$

Número de polos: 6

CAPITULO 2. DISEÑO DEL ROBOT

En este capítulo se hace una descripción del funcionamiento de los sistemas básicos funcionales en que fue dividido el diseño del robot para cuartos limpios.

Con los sistemas básicos funcionales, se obtienen los movimientos requeridos para realizar la operación de transporte y colocación de discos de silicio de una casetera a otra. Los movimientos y la disposición de las caseteras que presentan un arreglo radial con respecto al eje de centros del cuerpo del robot se muestran en la Fig. 2.1

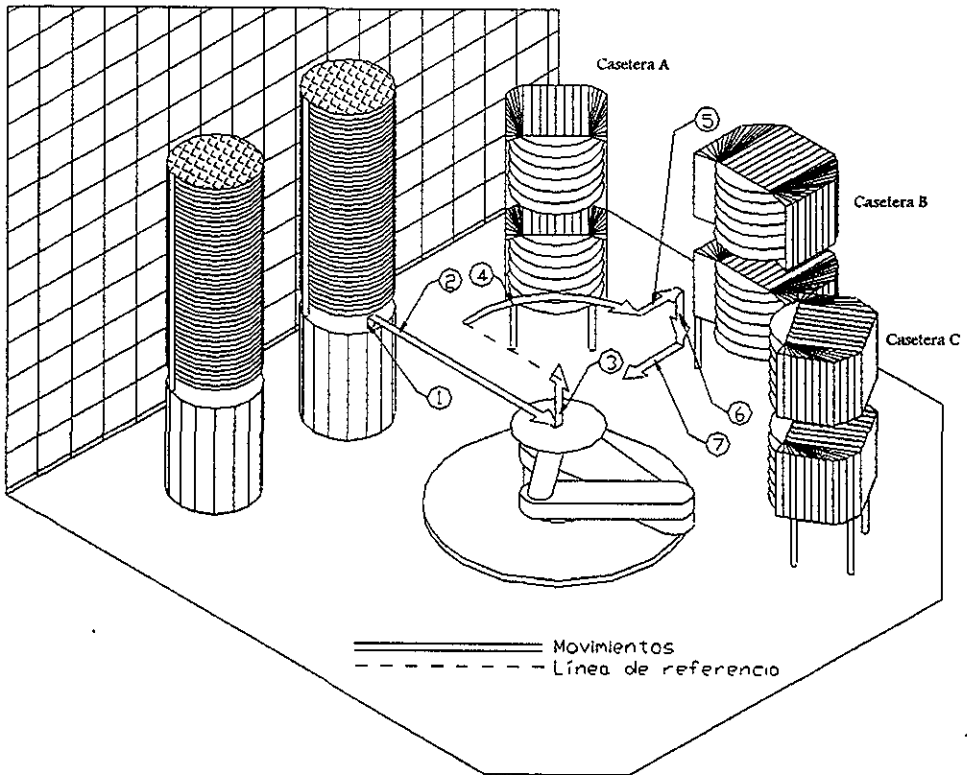


Figura 2.1 Arreglo radial de las caseteras y movimientos del robot
(NOTA: Los movimientos 3 y 4 se pueden realizar simultáneamente).

En la Fig. 2.2, se muestran los sistemas básicos funcionales del robot para cuartos limpios.

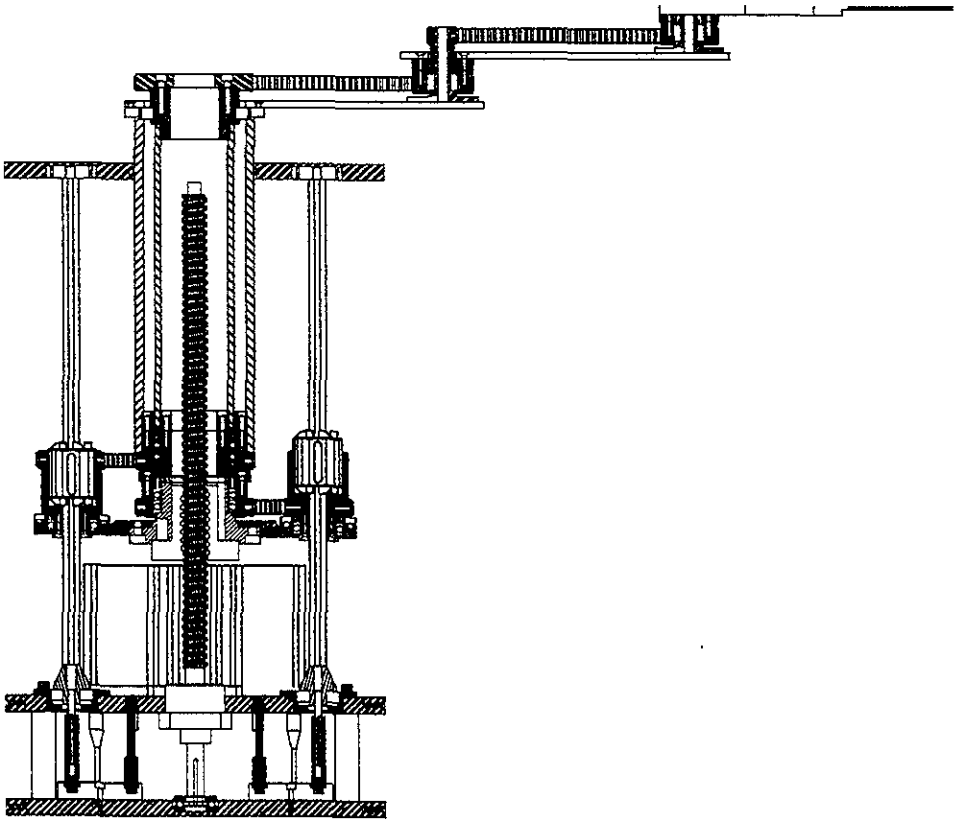


Figura 2.2. Sistemas básicos fundamentales del robot para cuartos limpios.

Negro.- Sistema de transmisión del movimiento del antebrazo. Azul.- Sistema de transmisión del movimiento del brazo

Verde.- Sistema de transmisión del movimiento ascendente descendente. Naranja.- Sistema de placas deslizantes.

Rojo.- Sistema estructural.

Movimientos del brazo del robot para trasladar los discos de silicio:

Se inicia el movimiento del robot desde la posición a) de la Fig. 2.3, el brazo se extiende justo frente a la casetera pasando por las posiciones b) y c) hasta llegar a la posición d) el brazo sube hasta hacer contacto con el disco, posición e), a continuación se toma el disco aplicando vacío y se traslada hasta la posición h) pasando por las posiciones f) y g).

Estando el disco en la posición h), la extremidad del robot gira 180° colocando el disco en el extremo contrario, los movimientos j) y k) son similares a los movimientos b) y c) hasta llegar a la posición l).

En la posición l) se desconecta la presión de vacío del elemento terminal y el brazo baja hasta que el disco descansa en su lugar dentro de la casetera, quedando el brazo en la posición m), se repiten los movimientos b) y c) hasta llegar a la posición p). En la posición p) el robot gira 180° y regresa a la posición inicial a).

La secuencia anterior se repite hasta llenar todos los niveles de un juego de caseteras.

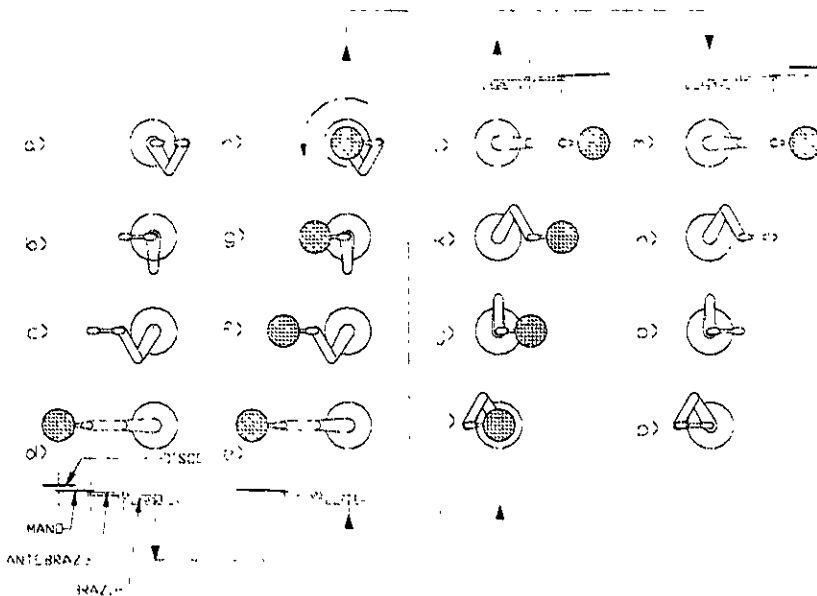


Figura 2.3. Movimientos de la extremidad del robot para trasladar discos de silicio.

2.1 Sistema de transmisión del movimiento del antebrazo.

Este sistema es el encargado de proporcionarle al robot para cuartos limpios el movimiento rotacional del antebrazo, obteniéndose el cambio de posición angular del elemento terminal como se muestra en la Fig. 2.4.

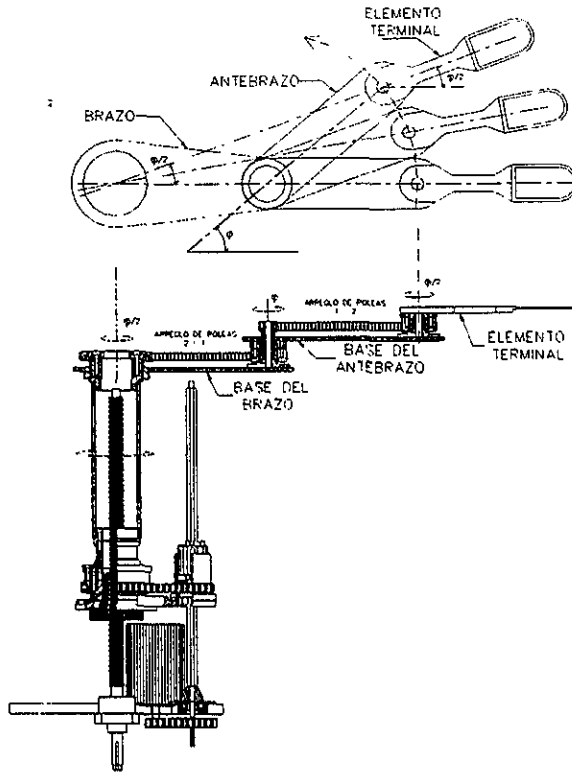


Figura 2.4. Movimiento del antebrazo.

Funcionamiento del sistema:

En la Fig. 2.5 se puede apreciar cada uno de los componentes que a continuación se mencionan.

El servomotor 1.1 se conecta al eje 1.3 a través de un arreglo de poleas y bandas dentadas 1.2. El movimiento rotacional del eje 1.3 se transmite a la polea 1.4 que se encuentra sujeta a la copa del spline (elemento rotacional). La polea 1.4 transmite el movimiento a través de una banda dentada a la polea inferior 1.5 del cilindro concéntrico interno 1.7. A través del sistema de coples 1.6 del cilindro concéntrico interno 1.7 se transmite el movimiento giratorio a la polea dentada 1.8 que se encuentra acoplada en la parte superior del cilindro concéntrico interno 1.7. La polea dentada 1.8 se conecta a la polea 1.10 del sistema llamado codo mediante la banda dentada 1.9. La banda dentada 1.9 mueve el antebrazo 1.11 y a través de la relación de poleas 1.12, 1.14 y de la banda 1.13 se obtiene el movimiento del elemento terminal E.T.

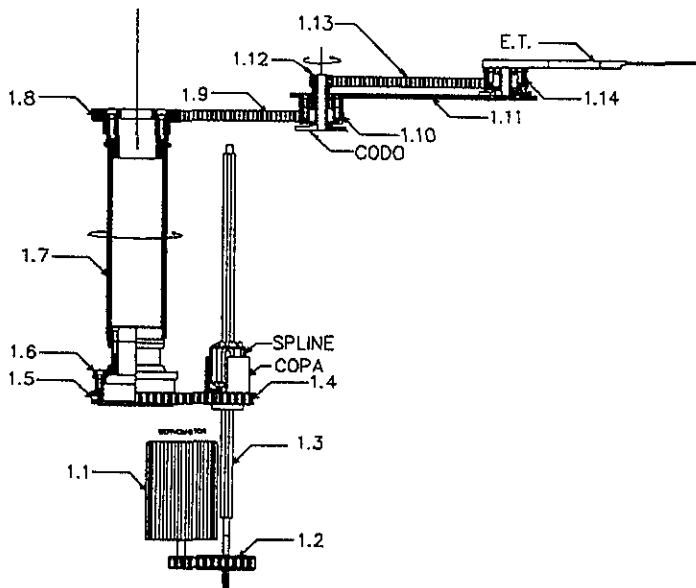


Figura 2.5. Funcionamiento del movimiento del antebrazo.

2.2 Sistema de transmisión del movimiento del brazo.

Este sistema es el encargado de proporcionarle al robot para cuartos limpios el movimiento rotacional del brazo, obteniéndose el desplazamiento lineal del elemento terminal. Como se muestra en la Fig. 2.6.

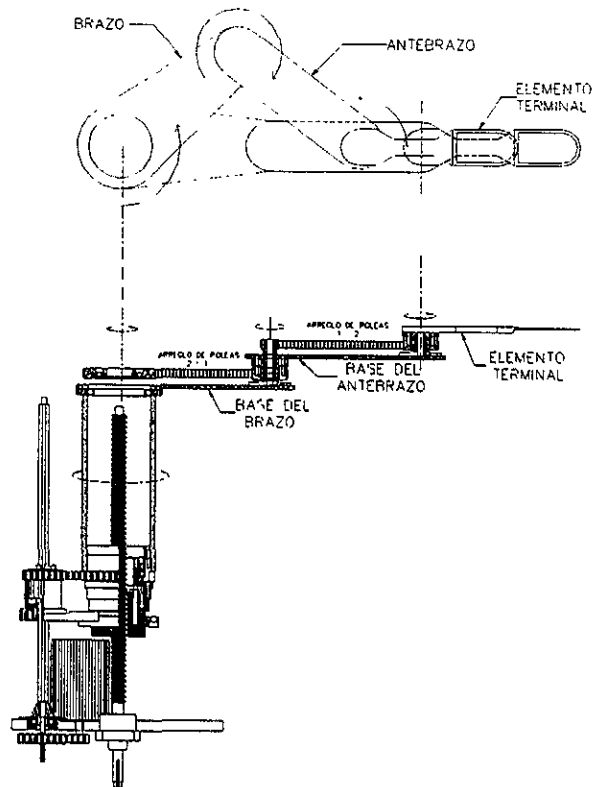


Figura 2.6. Movimiento del brazo.

Funcionamiento del sistema:

En la Fig. 2.7 se puede apreciar cada uno de los componentes que a continuación se mencionan.

El servomotor 2.1 se conecta al eje 2.3 a través de un arreglo de poleas y bandas dentadas 2.2. El movimiento rotacional del eje 2.3 se transmite a la polea 2.4 que se encuentra sujeta a la copa del spline (elemento rotacional). La polea 2.4 transmite el movimiento a través de una banda dentada a la polea 2.5 colocada en la parte inferior del cilindro concéntrico exterior 2.7. A través del sistema de coples 2.6 se transmite el movimiento giratorio al cople 2.8 en la parte superior del cilindro concéntrico exterior 2.7. El brazo se encuentra sujeto al cople 2.8, con lo que se logra su movimiento angular. Con el arreglo y relación de bandas y poleas 2.9 se logra el movimiento lineal del elemento terminal E.T.

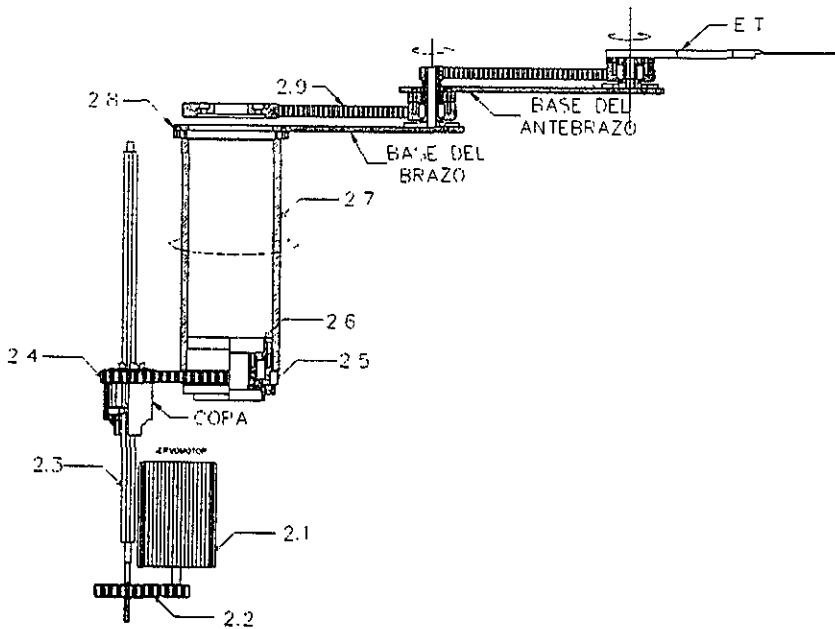


Figura 2.7. Funcionamiento del movimiento del brazo.

2.3 Sistema de transmisión del movimiento ascendente descendente.

Este sistema es el responsable de desplazar verticalmente el conjunto brazo - antebrazo - elemento terminal para cubrir cada uno de los niveles de las caseteras para discos de silicio, como se muestra en la Fig. 2.8.

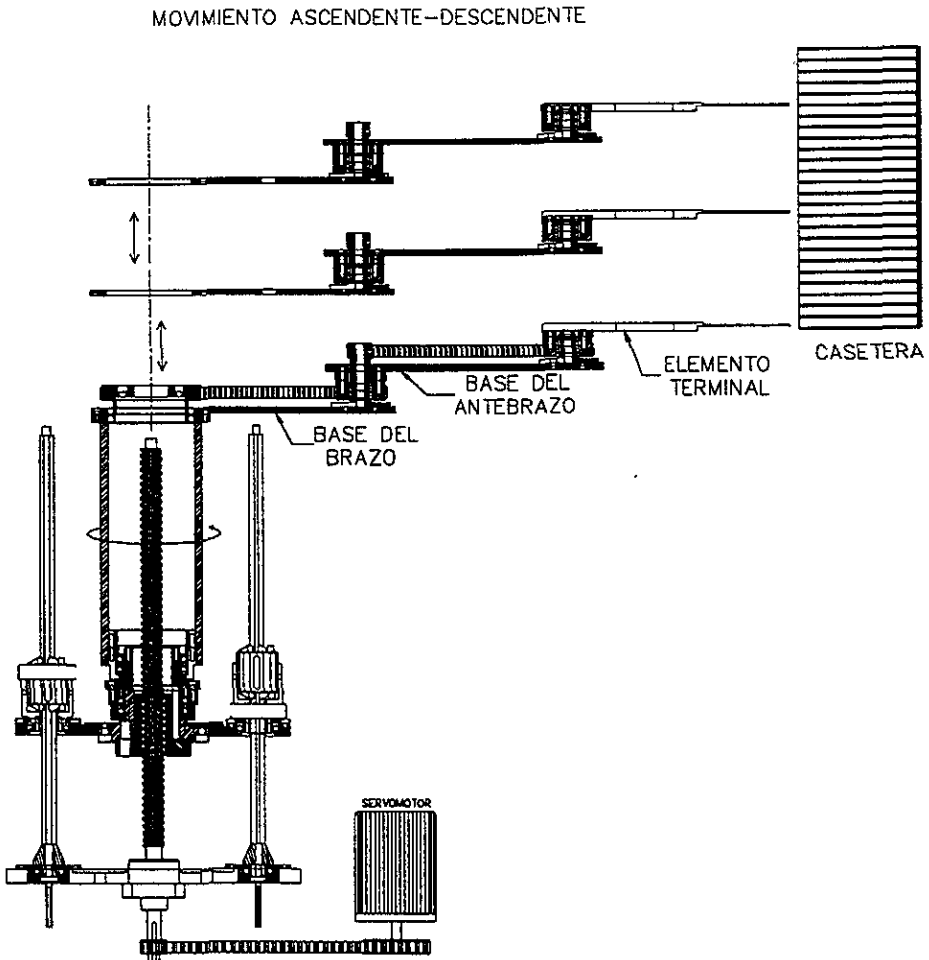


Figura 2.8. movimiento ascendente - descendente.

Funcionamiento del sistema:

En la Fig. 2.9 se puede observar cada uno de los componentes que a continuación se mencionan.

El servomotor 3.1 se conecta al tornillo de bolas recirculantes (T.B.R.) 3.4 mediante el arreglo de bandas y poleas dentadas 3.2, el T.B.R. esta sujeto en su extremo inferior por la caja de rodamientos 3.3, obteniéndose solamente el movimiento rotacional del tornillo.

Al hacer girar el T.B.R. 3.4 en un sentido o en otro, hace que los cilindros concéntricos (interior y exterior) sujetos por un cople a la tuerca 3.5 del tornillo se desplacen hacia arriba o hacia abajo dependiendo del sentido de rotación del T.B.R.

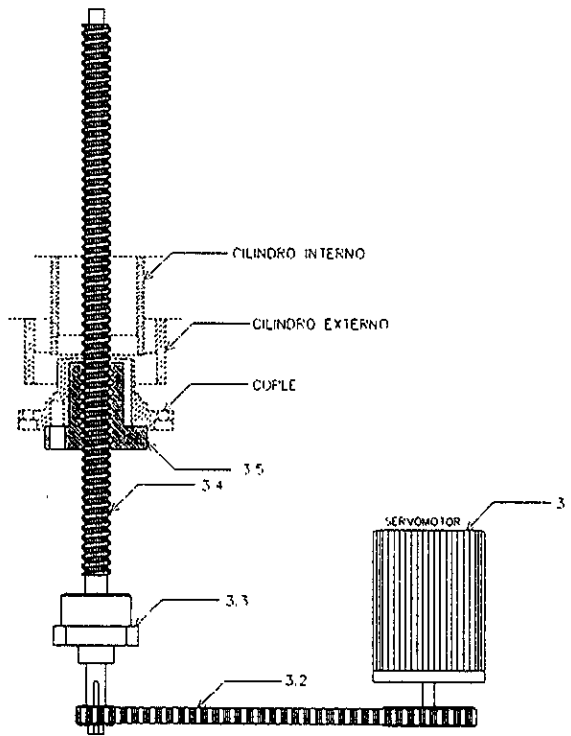


Figura 2.9. Funcionamiento del movimiento ascendente-descendente.

Con los 3 sistemas descritos anteriormente (subcapítulos 2.1, 2.2 y 2.3) se obtienen los movimientos del robot para cumplir con los movimientos de transporte de discos de silicio.

A continuación se explican los sistemas faltantes con los cuales se completa el diseño del robot para cuartos limpios.

2.4 Sistema de placas deslizantes.

Este sistema mantiene la distancia entre los ejes 1.3 y 2.3 constante, además de mantener en un mismo plano; la polea 1.4 con la polea del cilindro interno 1.5 y la polea 2.4 con la polea del cilindro externo 2.5 (ver Fig. 2.11).

Este sistema permite que los cilindros concéntricos 1.7 y 2.7 puedan girar uno con respecto al otro.

En la Fig. 2.10 se puede apreciar cada uno de los componentes de este el sistema.

Los elementos 4.4, 4.5 y 4.6 son tapas necesarias para mantener los rodamientos en su posición correcta, el anillo 4.7 se utiliza como separador entre la polea 4.9 y el rodamiento.

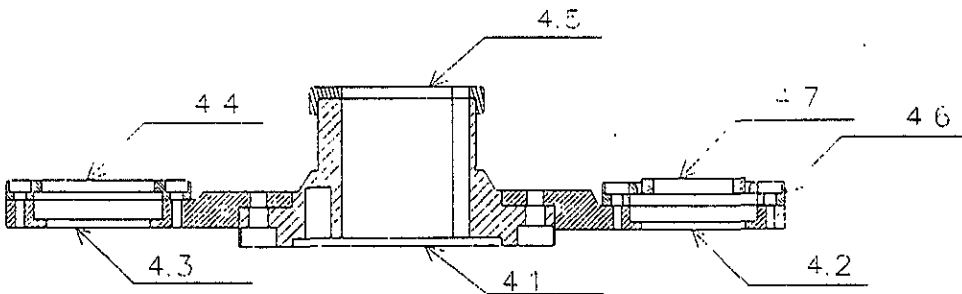


Figura 2.10. sistema de placas deslizantes.

Funcionamiento del sistema:

Tomando como referencia la Fig. 2.11 el cople 4.1 se sujeta a la tuerca 3.5 del T.B.R. A este cople están unidas fuertemente las placas deslizantes 4.2 y 4.3 las cuales se desplazan a lo largo de los ejes 1.3 y 2.3 cuando la tuerca del T.B.R. se desplaza.

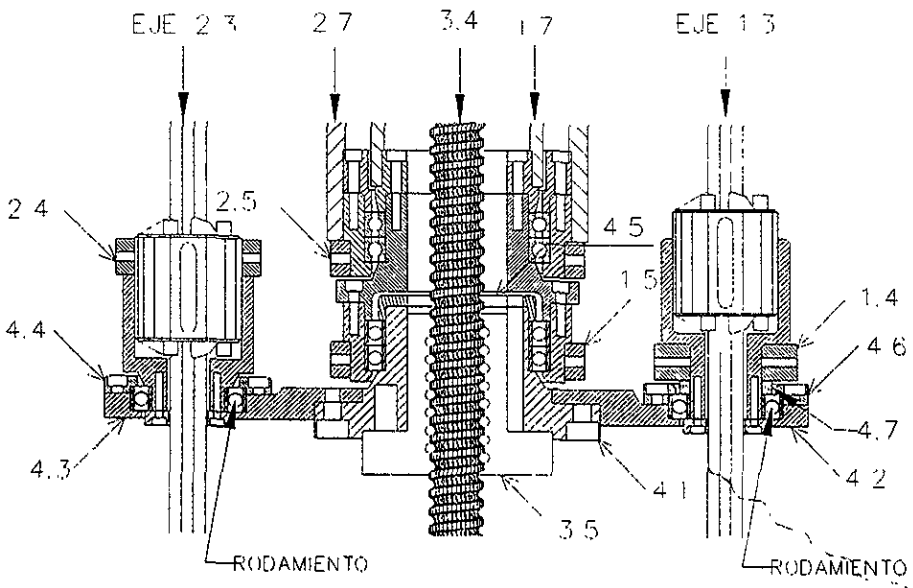


Figura 2.11. Funcionamiento del sistema de placas deslizantes.

2.5 Sistema estructural.

Este sistema es el encargado de dar rigidez y soporte a todos los sistemas funcionales del robot.

En la Fig. 2.12 se pueden apreciar los componentes que se mencionan a continuación.

Este sistema consta de tres placas principales, (5.1, 5.2 y 5.3) y de 8 postes separadores, 5 de los cuales son utilizados para dar rigidez y separación entre la placa inferior 5.1 y la placa soporte 5.2. Entre estas dos placas (inferior y soporte) se encuentran los sistemas de transmisión de los tres sistemas motrices. Los postes restantes 5.5, 5.6 y 5.3 dan rigidez al cuerpo del robot.

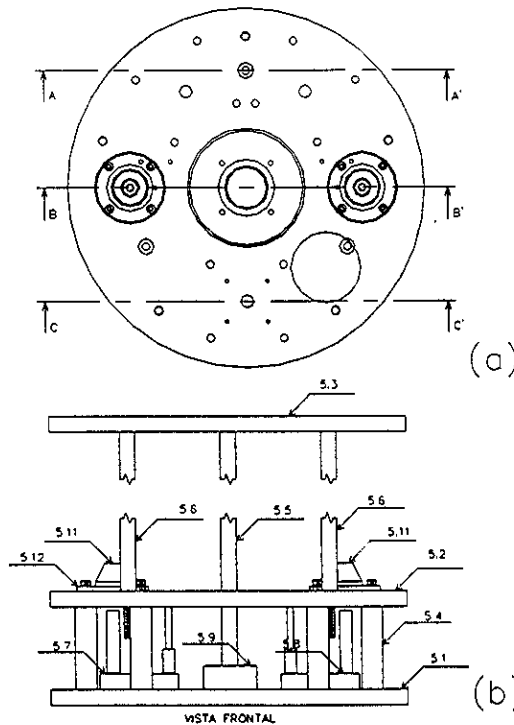


Figura 2.12. a) indicación de los cortes A, B Y C del sistema estructural
b) vista frontal del sistema estructural.

Placa inferior.

En esta placa se tienen los soportes guía 5.7, 5.8 y 5.9 en los cuales se colocan y sujetan las flechas de los sistemas de transmisión de movimiento de los tres sistemas motrices. También en esta placa se aloja el rodamiento de carga axial 5.10 (ver figuras 2.13) sobre la cual se soporta el peso del tornillo de bolas recirculantes. En esta placa se atornillan los postes separadores cortos 5.4 y el poste 5.5.

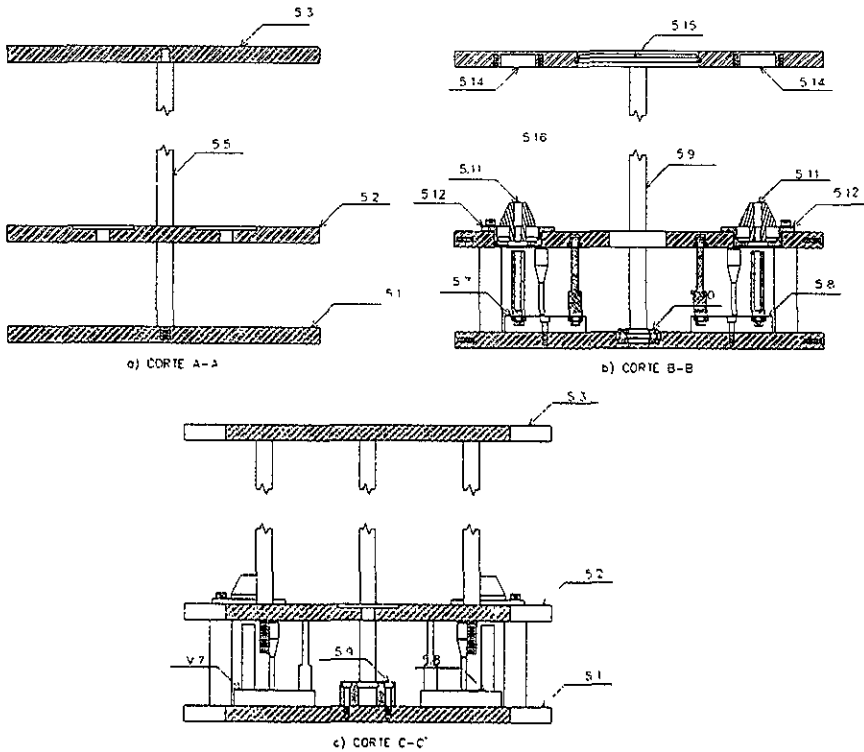


Figura 2.13. Cortes del sistema estructural.
 a) Corte A - A'. b) Corte B - B'. c) Corte C - C'

Placa soporte.

En esta placa se colocan los soportes para los splines 5.11 y los alojamientos 5.12, también rodamientos 5.13, los cuales permiten el giro de las flechas de los sistemas de transmisión. También se sujetan los dos postes 5.6, la caja de rodamientos del tornillo de bolas recirculantes, los tres servomotores y los 5 postes separadores cortos como se muestra en las figuras 2.12.

Placa superior.

Esta placa es soportada por los postes 5.5 y 5.6, contiene los rodamientos 5.14 y el sello O-RING de teflón 5.15. (Ver Fig. 2.13b).

Finalmente el sistema estructural se completa de la cubierta exterior formada por dos placas de aluminio roladas y sujetas a la placa inferior y superior por medio de tornillos de cabeza plana.

CAPITULO 3. MANUFACTURA

En este capítulo se presentan las propuestas de fabricación de los componentes diseñados del robot para cuartos limpios que son considerados más relevantes por su precisión dimensional y complejidad de forma. También se presentan los dibujos de conjunto de los sistemas funcionales y estructurales mostrando las listas de partes comerciales. Los planos de fabricación de componentes diseñados se incluyen en el anexo D de este trabajo.

3.1 Proceso de manufactura

En la tecnología moderna, los procesos de manufactura están íntimamente relacionados con el diseño y con la selección de materiales [Dieter,93] como se muestra en la fig. 3.1.

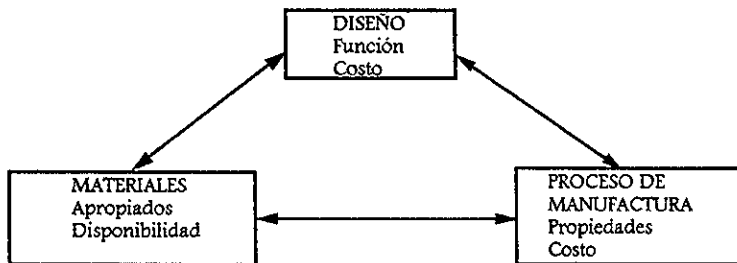


Figura 3.1 Relación entre manufactura, diseño y materiales.

Los procesos de manufactura se pueden agrupar en las siguientes 6 categorías generales:

1. Fundición: Se puede utilizar para moldear diversas formas tanto de piezas de metal como de plástico.
2. Procesos de deformación: Un material, usualmente metal, es prácticamente deformado en caliente o en frío para obtener propiedades y cambios de forma del material. Entre los procesos típicos se pueden mencionar; forja, rolado, extrusión, etc.

3. Procesos de remoción de material (maquinados): El material es removido de una pieza de trabajo con una herramienta de forma específica por una variedad de métodos tales como; torneado, fresado, rectificado, cepillado, etc.
4. Procesamiento de polímeros: Las propiedades especiales de los polímeros han provocado el desarrollo de procesos tales como; la inyección y termoformado.
5. Procesos de unión: En estos se incluyen los procesos de soldadura, riveteado, unión con tornillos, uniones con adhesivos, etc.
6. Tratamientos térmicos: Esta categoría se incluye para obtener propiedades mecánicas mediante la aplicación de tratamientos térmicos así como el carburado y la nitruración entre otros.

La selección del mejor proceso de manufactura no es una tarea sencilla, raramente un producto puede ser manufacturado por un solo método, ya que existen muchos métodos disponibles.

Los factores que influyen en la selección del proceso de manufactura son:

- Costo de manufactura.
- Cantidad de piezas requeridas.
- Material.
- Forma geométrica.
- Acabado superficial.
- Tolerancias.
- Equipo disponible.

Cada proceso de manufactura tiene una capacidad, un acabado superficial y un rango de tolerancias con lo que se puede incrementar ó disminuir el costo, por lo que es adecuado seleccionar el proceso con base en los requerimientos de uso de las piezas a manufacturar.

La Fig. 3.2 muestra la relación general entre el rango de tolerancias y la rugosidad superficial que proporcionan diferentes métodos de manufactura

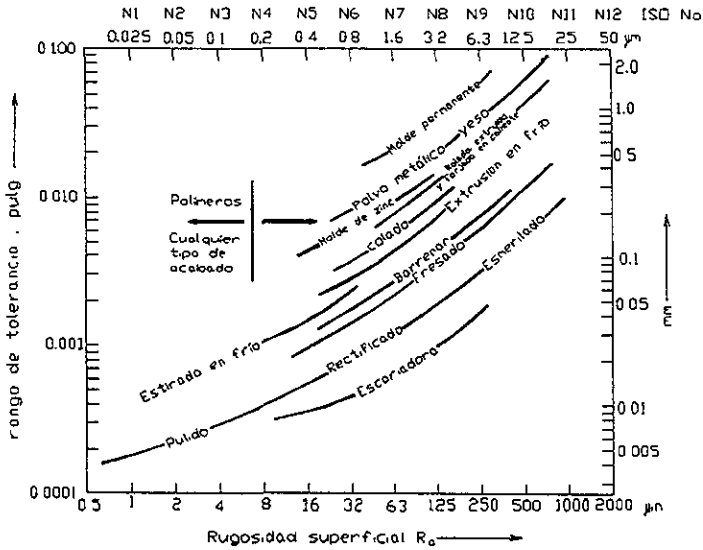


Figura 3.2 Relación entre la rugosidad superficial y las tolerancias para diferentes métodos de manufactura.

La fig. 3.3 ilustra como se incrementa el costo de la manufactura cuando los requerimientos de tolerancias y acabados superficiales son criticos.

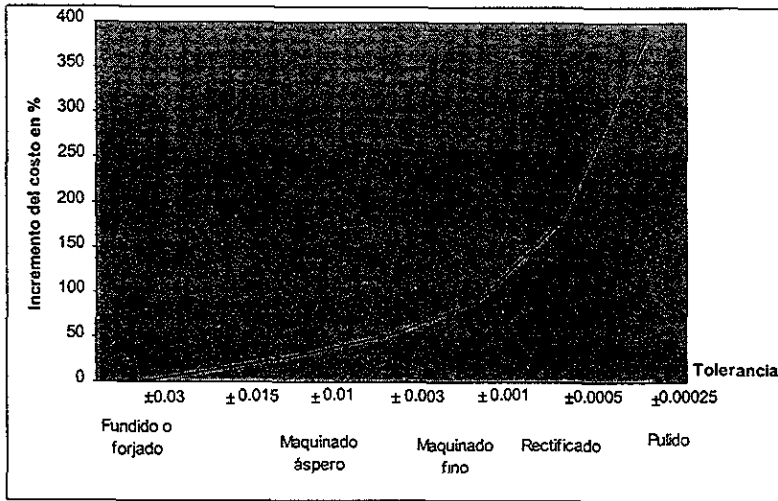
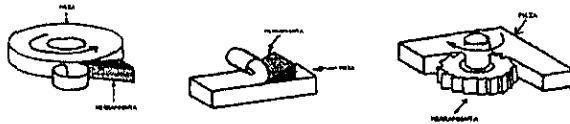


Figura 3.3 Influencia de la tolerancia en el costo.

En nuestro caso, el proceso de manufactura seleccionado para la mayor cantidad de partes diseñadas fue por remoción de material. Las operaciones de maquinado representan uno de los procesos de manufactura más versátiles y comunes, prácticamente una gran cantidad de partes son sujetas a alguna clase de operación de maquinado, como las mostradas en las figuras 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7.

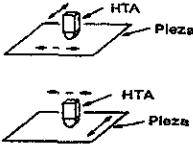

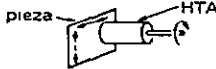
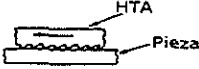


En la fig. 3.4 se muestran los movimientos relativos que pueden tener la pieza y la herramienta de corte.



a) Traslación de la herramienta b) Rotación de la herramienta c) Rotación de la pieza de trabajo

Figura 3.4 Relación de movimientos entre la pieza y la herramienta de corte.

En la figura 3.5 se muestran algunas operaciones y máquinas que pueden ser utilizadas para generar superficies planas.

Diagrama	Operación	Máquina
	Planeado	Cepillo
	Fresado	Fresadora
	Careado	Torno
	Brochado	Brochadora
	Rectificado	Rectificadora de superficies planas
	Corte con sierra	Sierra

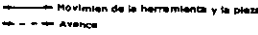


Figura 3.5 Operaciones y máquinas que pueden ser utilizadas para generar superficies planas

En la fig. 3.6 se muestran algunas operaciones y máquinas para maquinados externos de superficies.

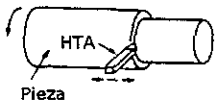
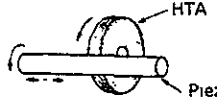
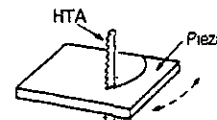
Diagrama	Operación	Máquina
	Torneado	Torno
	Rectificado	Rectificadora cilíndrica
	Corte con sierra	Sierra de contorno

Figura 3.6 Operaciones y maquinados para maquinados exteriores.

Las operaciones para realizar maquinados internos en superficies cilíndricas se muestran en la fig. 3.7


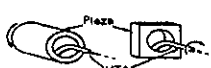




Diagrama	Operación	Máquina
	Taladrado	Taladro
	Abocardado	Torno
	Rimado	Torno
	Rectificado interno	Rectificadora
	Corte de contorno	Sierra vertical
	Brochado	Brochadora

Figura 3.7 Operaciones y maquinados de superficies cilíndricas.

3.2 Manufactura de la placa deslizante derecha (PDD)

A continuación se presenta el diagrama de flujo (Fig 3.8) y la descripción de las actividades para la manufactura de la placa deslizante utilizando la máquina EMCO - VMC 100 del Laboratorio de Manufactura Avanzada de la F.I.

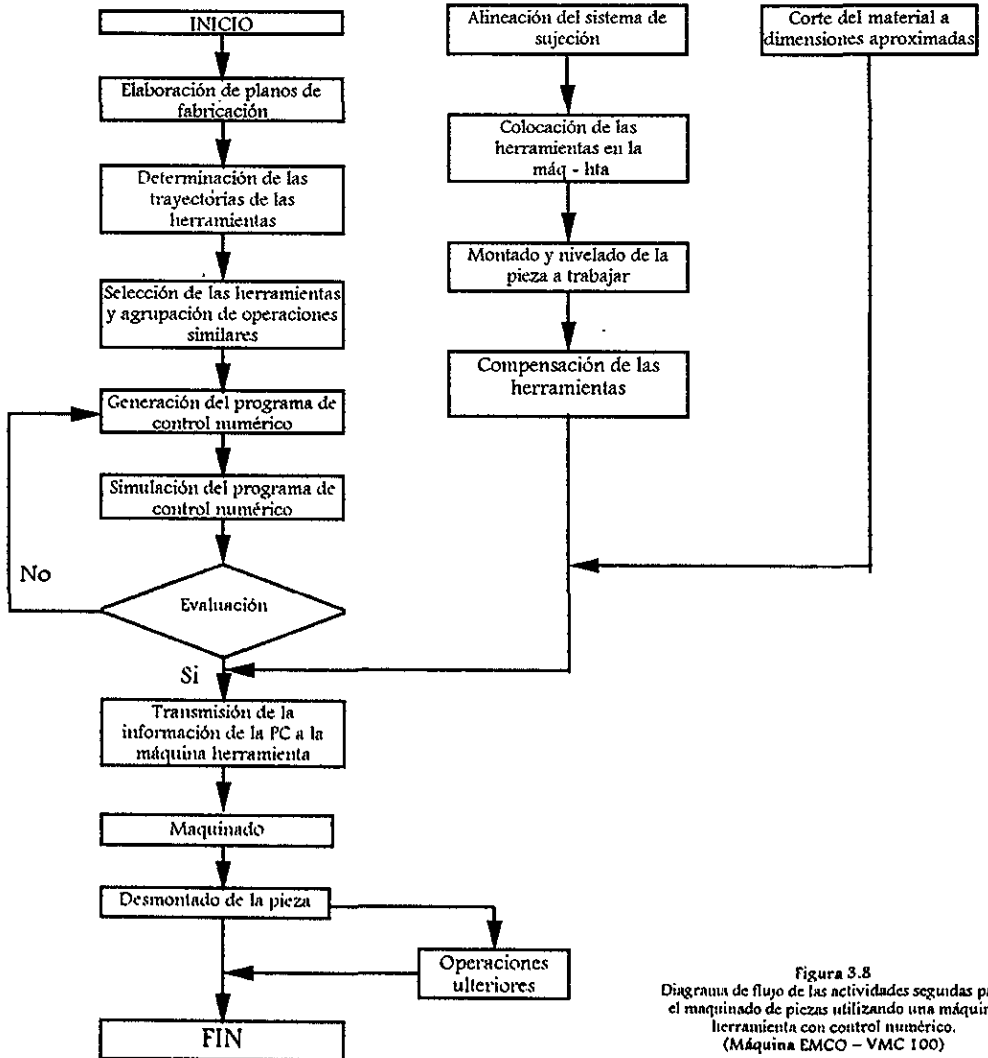
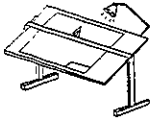


Figura 3.8
Diagrama de flujo de las actividades segundas para el maquinado de piezas utilizando una máquina herramienta con control numérico. (Máquina EMCO - VMC 100)



Paso 1. - Elaboración de planos de manufactura

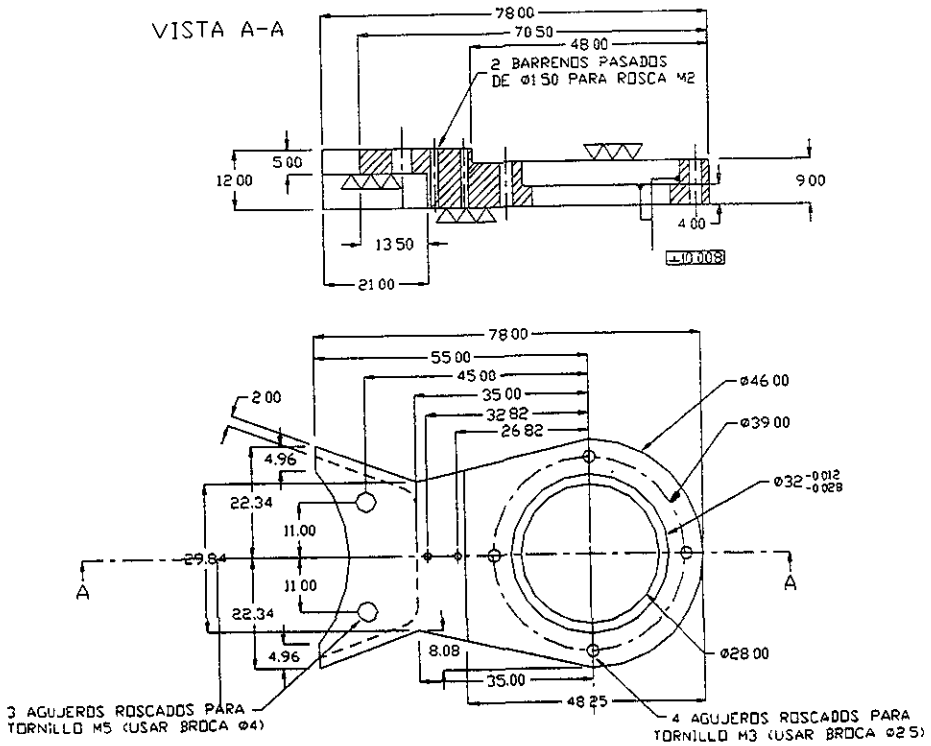
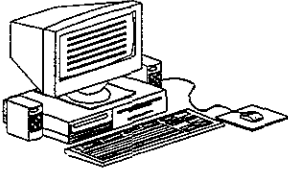


Figura 3.9 Plano de la placa deslizante derecha dimensiones en mm.

En este paso, contando con los planos de diseño de la pieza a manufacturar, se procede a elaborar el plano de manufactura de la pieza con todas sus especificaciones (tolerancias, acabados, etc.).



Paso 2. – Elaboración de los planos
coordenados

y

Paso 3. – Determinación de las
trayectorias de las herramientas.

En la computadora, con ayuda de un programa de dibujo (AutoCad) se determinan las trayectorias punto a punto que el cortador debe recorrer. Así mismo, se determinan las coordenadas del centro de cada uno de los barrenos que se requieren, y se agrupan las operaciones similares en las cuales se utiliza la misma herramienta. Todos los puntos se obtienen con respecto a un punto, el cual se le denomina el cero pieza.

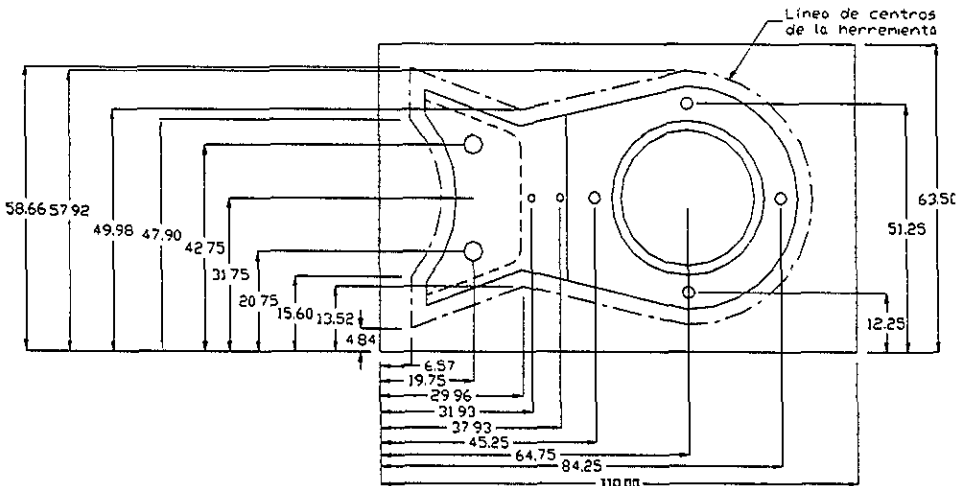
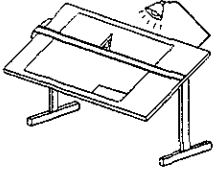
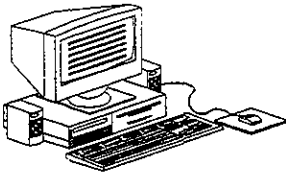


Figura 3.10 Plano de coordenadas de la placa deslizante derecha dimensiones en mm.



Paso 4. – Selección de herramientas y agrupación de operaciones similares.

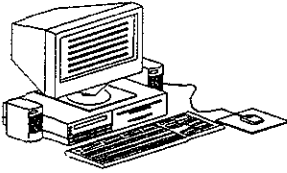
Se determinan las herramientas adecuadas para cada una de las operaciones que se tendrán que utilizar para la manufactura de las piezas. Además se agrupan las operaciones similares, es decir, las operaciones en las que se utiliza la misma herramienta. Esto se hace con el fin de reducir los tiempos de maquinado y así no perder tiempo en cambios de herramienta.



Paso 5. - Generación del programa de CNC.

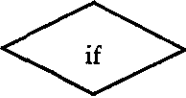
Programa para la manufactura de la pieza. (ver anexo E).

Se genera el programa con base en las trayectorias diseñadas y herramientas seleccionadas.



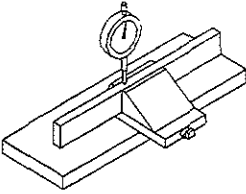
Paso 6. - Simulación del programa de CNC

y



Paso 7. - Evaluación.

Se simula el programa de control numérico con lo que se puede evaluar si el programa generado es correcto o debe de ser modificado



Paso 8. - Alineación del sistema de sujeción de la máquina de CNC.

Para poder alinear el sistema de sujeción (prensa) se requiere de un medidor de carátula y de una barra paralela. La barra paralela se sujeta a la prensa procurando que la barra quede bien asentada en esta. Se fija el medidor de carátula a la estructura de la máquina, el palpador del medidor de carátula debe de estar tocando a la barra paralela, ahora se procede a desplazar la mesa de la máquina, si el indicador de carátula muestra un desplazamiento, se debe de mover la prensa aproximadamente la mitad de este desplazamiento, apretando o aflojando los tornillos con los que está sujeta la prensa a la mesa. Esta operación debe repetirse hasta que el medidor de carátula indique una mínima diferencia.

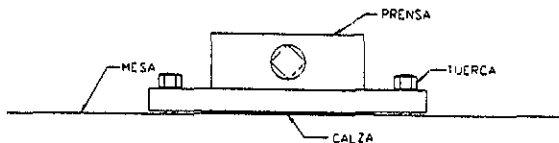
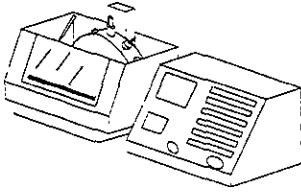


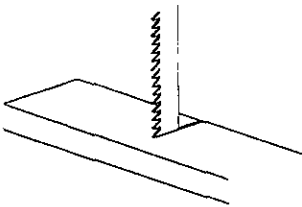
Figura 3.11 Nivelación de la prensa.



Paso 9. - Colocación de las herramientas
en la máquina herramienta
con control numérico.

Las herramientas seleccionadas deben colocarse en el orden en el cual serán solicitadas por el programa, para ello, primero, se han de retirar los conos del porta-herramientas y seleccionar las boquillas que se necesitarán para cada una de las herramientas. Las herramientas son sujetadas a los conos con ayuda de las boquillas, y los conos son colocados nuevamente en el porta-herramientas de la máquina.

Se debe de tener especial cuidado en sujetar firmemente las herramientas a los conos pues de lo contrario se pueden caer, romperse, no cortar, no penetrar en la pieza, etc.



Paso 10. -Corte del material a
dimensiones aproximadas

Una vez determinado el tamaño de la pieza, se procede a cortar el material a dimensiones aproximadas, (Fig. 3.12) en nuestro caso se utilizó una sierra vertical.

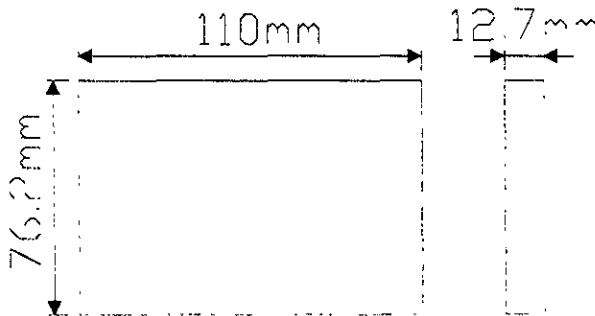
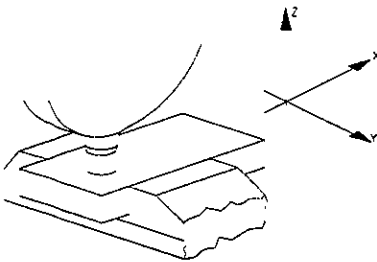


Figura 3.12 Dimensiones de la pieza a cortar.



Paso 11.- Montado y nivelado
de la pieza a trabajar.

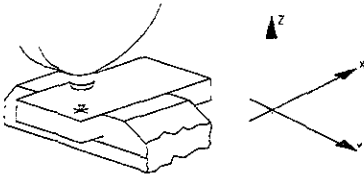
Para nivelar la pieza, se utiliza generalmente barras paralelas, las cuales se colocan sobre la prensa y sobre de éstas la pieza a trabajar. La pieza es apretada ligeramente para que pegándole con un mazo de hule, la pieza y las paralelas sienten sobre la prensa, habiendo hecho lo anterior, la pieza se aprieta fuertemente.



Paso 12.-Compensación de
las herramientas.

Para compensar las herramientas se siguen los siguientes pasos:

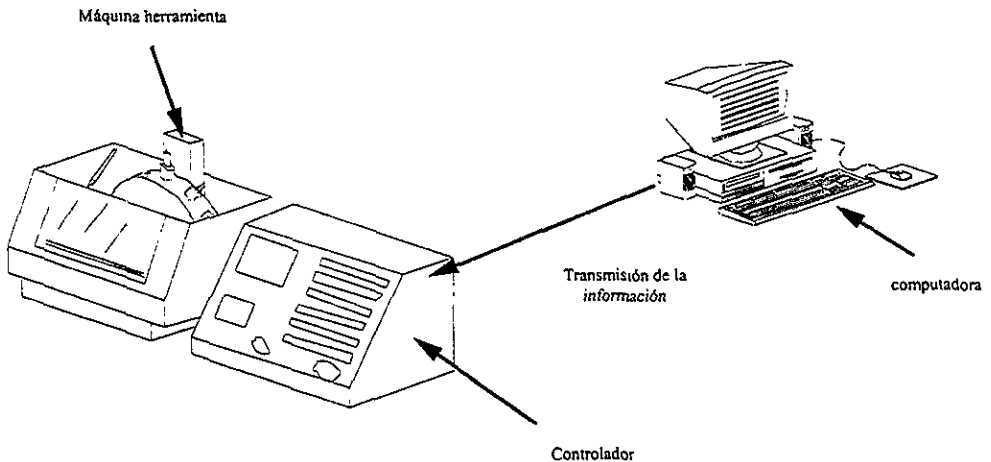
- En el porta-herramientas de la máquina existe un elemento patrón, con este se procede a tocar la superficie de la pieza con lo que la máquina sabe donde se encuentra el cero del eje Z y así poder realizar las compensaciones de manera automática.
- Se gira el porta-herramientas a la posición de la herramienta número uno y esta se desplaza en el eje Z hasta que toque la superficie de la pieza, se programa en la computadora de la máquina que esa es la herramienta número uno con lo que la máquina realiza automáticamente la compensación de la herramienta. Este mismo procedimiento se realiza para cada una de las herramientas que se utilizarán.



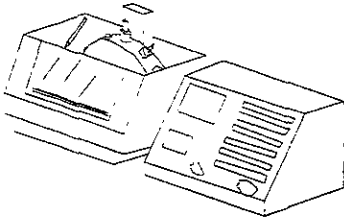
Paso 13. -Determinación
del cero pieza.

Se mueve una herramienta hasta una posición predeterminada en la pieza (un punto marcado en la pieza lo suficientemente separado de las mordazas de la prensa para que las herramientas puedan librarlas y no la dañen), esta coordenada absoluta se le indica al controlador de la máquina para que esta coordenada sea su cero pieza y así realizar las compensaciones de los ejes X y Y correspondientes.

Paso 14. -Transmisión de la
información de la PC a la máquina- herramienta



El programa de control numérico es transmitido a la máquina herramienta por un puerto RS 232 a la máquina herramienta.



Paso 15. - Maquinado



Realizado todo lo anterior, se procede a maquinar la pieza, ejecutando el programa correspondiente, cuidando que se suministre suficiente refrigerante, cuidando que ninguna herramienta se atasque o se rompa. En caso de existir algún problema se debe apagar la máquina y solucionar el problema.

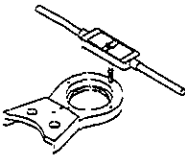
Paso 16. - Desmontado de la pieza

La pieza es retirada de la máquina, se deja escurrir todo el líquido refrigerante y se limpian las rebabas adheridas con ayuda de una brocha.

Limpieza de la máquina:

Antes de limpiar la máquina se debe de esperar a que la mayor parte del líquido refrigerante regrese al depósito, después de un tiempo razonable, se debe limpiar la máquina de todas las rebabas que se generaron durante el proceso de maquinado.

Paso 17. - Operaciones posteriores.



Paso 17.1. - Roscados

Para realizar las roscas necesarias en las piezas, se utilizaron machuelos, un maneral y petróleo para ayudar al corte de los hilos de las roscas, ya que estas se hicieron manualmente.

Paso 17.2. -Manufactura de las cajas inferiores en una fresadora convencional.

Características de la fresadora:

Marca SCHAUBLIN SA BEVILARD SUISSE.

País de origen SUIZA.

No de serie BL300470

RPM mín 58

RPM máx 2000

Dimensiones de la mesa 70 x 20 cm

Desplazamiento máximo en el eje: X = 34 cm

Y = 17 cm

Z = 38 cm

Precisión: 0.02 mm

Para hacer las cajas de la parte inferior de las placas deslizantes se dibuja la forma de estas directamente en las piezas utilizando tinta, un rallador, una regla y un Vernier (Fig. I).

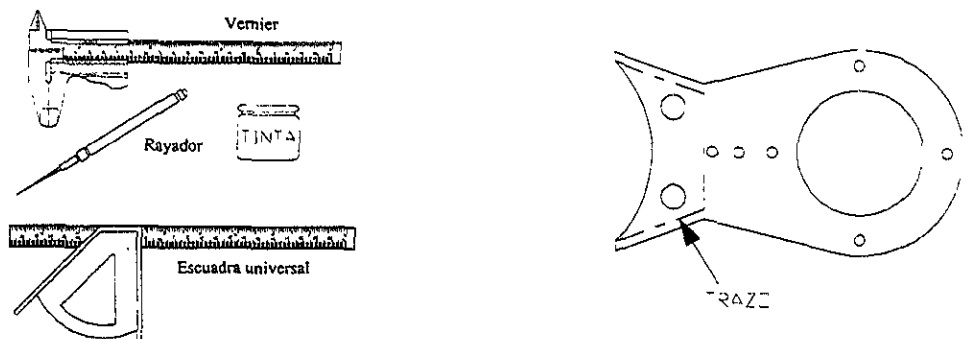


Figura I Trazo del contorno de las cajas a realizar en la pieza.

Posteriormente, la placa se sujeta a una mesa planetaria, la cual esta sujeta a la mesa de la fresadora. Se alinea una cara de la placa paralela al desplazamiento de la mesa de la fresadora utilizando un medidor de carátula como se muestra en la (Fig. II).

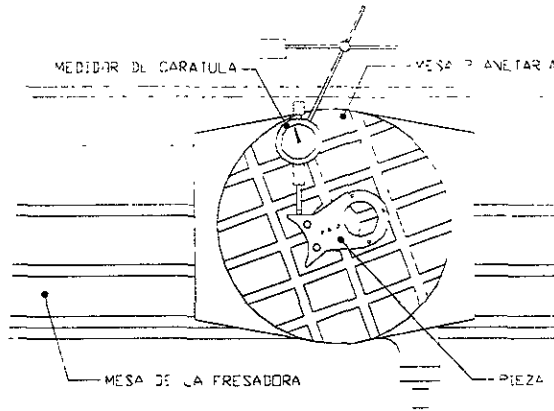


Figura II Alineación de la pieza

Se hace una primera ranura a la profundidad requerida, dejando el espesor especificado entre la pared y la ranura, (Fig. III.a). A continuación alejamos el cortador y se hace girar la mesa planetaria un número determinado de grados y se procede a realizar la segunda ranura (Fig. III.b). Se repite la operación y se efectúa la tercera ranura, (Fig. III.c), el resto del material es desprendido (Fig. III.d).

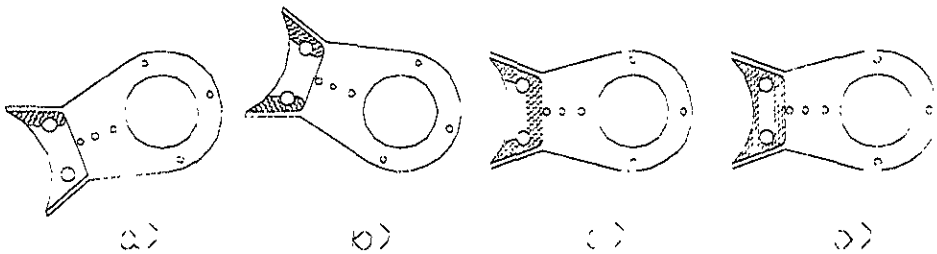


Figura III Fases del maquinado de la caja de la pieza.

FIN

En la Fig. 3.13 se muestra la pieza ya terminada



Figura 3.13 Placa deslizante derecha.

CAPITULO 4. REPETIBILIDAD DEL ROBOT.

El objetivo de este capítulo es presentar los experimentos que se llevarán a cabo para evaluar una de las características de desempeño más importantes para el robot, su repetibilidad. Asimismo, se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos experimentalmente para determinar dicha característica.

La repetibilidad se define como.- La proximidad de concordancia entre dos posiciones y orientaciones alcanzadas después de un cierto número de visitas a la posición mandada en la misma dirección [1].

La propuesta experimental para obtener la repetibilidad del robot que se diseñó y fabricó esta basada en la medición de la posición del brazo después de un cierto número de ciclos trabajando, variando las condiciones de velocidad y carga.

El robot diseñado y fabricado cuenta con tres grados de libertad, dos grados de libertad rotacionales (θ , ϕ) y un grado de libertad lineal (Z) como se muestra en la fig. 4.1. Se propone obtener la repetibilidad para cada uno de los grados de libertad del robot, utilizando la máquina de medición por coordenadas del Centro de Instrumentos de la UNAM.

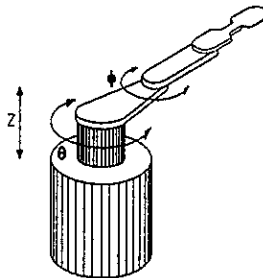


Figura. 4.1. Grados de libertad del robot

[1] International Standards Organization (ISO)

Consideraciones.

Antes de iniciar la prueba se consideró lo siguiente:

- Sujetar fijamente el robot a la mesa de trabajo de la máquina de medición por coordenadas.
- Identificación de un punto de referencia en la estructura del robot.
- Se propusieron dos casos generales de configuración del robot para realizar las pruebas; brazo retraído y brazo extendido, ver Fig. 4.2a y 4.2b.
- Las pruebas consistieron en la variación de la cantidad de ciclos, velocidad y carga, como se indica en las tablas 2.1, 2.2 y 2.3 donde se presentan las diferentes combinaciones de pruebas realizadas para los ejes z , θ y ϕ respectivamente.

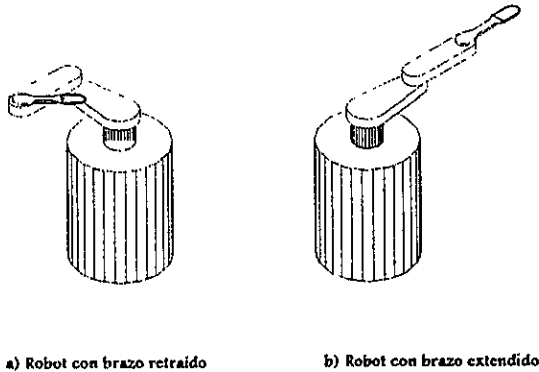


Figura. 4.2 Arreglos generales del robot.

Análisis estadístico

A continuación se presentan las ecuaciones [López,94] que se utilizaron para obtener la repetibilidad de cada uno de los ejes del robot.

Los resultados de la aplicación de las ecuaciones para cada eje se presentan en el anexo A sección A.1.

$$RP = \bar{l} + 3S, \quad (1)$$

Donde:

RP = Repetibilidad total

$$\bar{l} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n l_j \quad (2)$$

$$l_j = \sqrt{(x_j - \bar{x})^2 + (y_j - \bar{y})^2 + (z_j - \bar{z})^2} \quad (3)$$

$$S_i = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (l_j - \bar{l})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Si consideramos la repetibilidad para cada eje, entonces tenemos:

Para el eje z (de las ecuaciones 2 y 3):

$$\bar{l}^z = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n l_j^z \quad (5)$$

$$l_j^z = (z_j - \bar{z}) \quad (6)$$

Substituyendo la ecuación (6) en (5):

$$\bar{l}^z = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (z_j - \bar{z}) \quad (7)$$

Asumiendo que $l^z \approx 0$, de la ecuación (4):

$$s_l^z = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (z_j - \bar{z})^2}{n-1}} \quad (8)$$

De la ecuación (1):

$$R_z = 3s_l^z \quad (9)$$

Substituyendo (8) en (9):

$$R_z = \pm 3 \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (z_j - \bar{z})^2}{n-1}} \quad (10)$$

(Repetibilidad en el eje z)

Para los ejes θ , ϕ tenemos:

$$R_{\theta} = \pm 3 \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\theta_j - \bar{\theta})^2}{n-1}} \quad (11)$$

(Repetibilidad en el eje θ)

$$R_{\phi} = \pm 3 \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\phi_j - \bar{\phi})^2}{n-1}} \quad (12)$$

(Repetibilidad en el eje ϕ)

Donde n es el número total de ciclos ($n=30$; [BS 7228, 1991, 10], j representa el número del ciclo).

4.1 Características de la máquina de medición por coordenadas.

La máquina utilizada para realizar las mediciones, es una máquina tipo puente movable, marca Carl Zeiss modelo MC 850 con las siguientes características:

Rango de medición:	X= 850 mm Y= 720 mm Z= 600 mm
Sistema de medición:	Fotoeléctrico
Resolución:	0.5 μm
Palpador:	Palpador con cabeza de rubi
Reacción del palpador:	< 0.01 N
Montaje del palpador:	Manual
Peso máximo del palpador:	≤ 0.300 Kg
Longitud del palpador:	≤ 200 mm
Incertidumbre de medición por eje:	
Exactitud (1 eje):	$2.8 + L/250 = \text{Exactitud } \mu\text{m}$ L= longitud desplazada en mm
Exactitud (3 ejes):	$3.6 + L/200 = \text{Exactitud } \mu\text{m}$ L= longitud desplazada en mm

Transmisión:	Servo motores de baja inercia
Elementos de control:	Joystick
Condiciones de operación:	Temperatura permisible $20^{\circ} \text{C} \pm 3$ Humedad permisible 40 a 60 %

4.2 Repetibilidad eje z

Desarrollo de la prueba:

Después de fijar el robot en la mesa de la máquina de medición por coordenadas, se programó una trayectoria para el brazo del robot en la dirección del eje z.

La trayectoria consistió en desplazar el brazo de una altura inicial (P0) a una altura (P1) e inmediatamente después regresar el brazo a la altura inicial (P0), tanto para el caso brazo retraído Fig. 4.3.a, como para el caso brazo extendido Fig. 4.3.b.

El experimento se realizó en 30 ocasiones para cada una de las combinaciones de carga y velocidad indicadas en la tabla 2.1, obteniéndose así 30 lecturas para cada prueba.

Los 30 datos obtenidos para cada prueba se presentan en el anexo A.

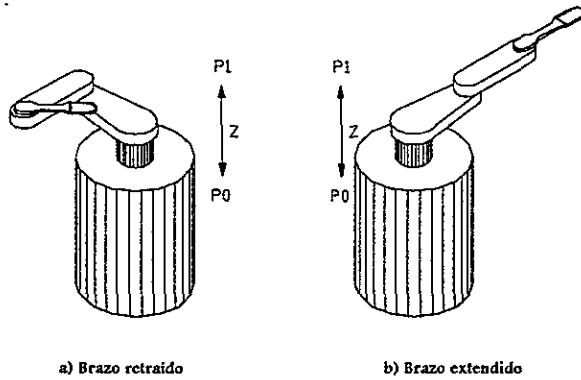


Figura. 4.3. Movimientos en la dirección del eje z.

	No. ciclos	Carga [N]	Velocidad [rpm]		
			500	1000	1500
Brazo Retraído	3 ciclos	0.981	Prueba 5	Prueba 7	Prueba 11
		1.8146	Prueba 1	Prueba 3	Prueba 9
	10 ciclos	0.981	Prueba 6	Prueba 8	Prueba 12
		1.8146	Prueba 2	Prueba 4	Prueba 10
Brazo Extendido	3 ciclos	0.981	Prueba 13	Prueba 17	Prueba 21
		1.8146	Prueba 15	Prueba 19	Prueba 23
	10 ciclos	0.981	Prueba 14	Prueba 18	Prueba 22
		1.8146	Prueba 16	Prueba 20	Prueba 24

Tabla 2.1 Combinación de pruebas para el eje z

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico obteniéndose un valor de repetibilidad para cada una de las pruebas de la tabla 2.1. Los datos de repetibilidad para el eje z se presentan en el anexo A.1.

En el anexo A.2 se presentan los resultados de repetibilidad en forma gráfica para los dos casos generales (brazo retraído y brazo extendido) para las tres diferentes velocidades de prueba y para las dos diferentes cargas aplicadas al robot.

4.3 Repetibilidad eje θ .

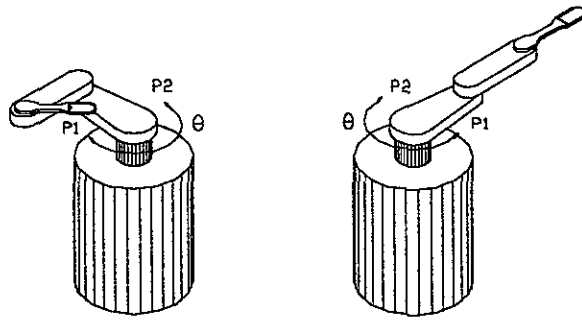
Desarrollo de la prueba.

Después de fijar el robot en la mesa de la máquina de medición por coordenadas, se programó una trayectoria para el brazo del robot en la dirección del eje θ .

La trayectoria consistió en desplazar el brazo en el eje θ , moviéndolo hacia la derecha a una posición (P1), después mover el brazo en el mismo eje hacia la izquierda a una posición (P2), e inmediatamente regresar a la posición inicial (P1), tanto para el caso brazo retraído Fig. 4.5.a, como para el caso brazo extendido Fig. 4.5.b.

El experimento se realizó en 30 ocasiones para cada una de las combinaciones de carga y velocidad indicadas en la tabla 2.2, obteniéndose así 30 lecturas para cada prueba.

Los 30 datos obtenidos para cada prueba se presentan en el anexo B.



a) Brazo retraído

b) Brazo extendido

 Figura. 4.5 Movimientos en la dirección del eje θ .

	No. ciclos	Carga [N]	Velocidad [rpm]		
			500	1000	1500
Brazo Retraído	3 ciclos	0.981	Prueba 25	Prueba 29	Prueba 33
		1.8146	Prueba 27	Prueba 31	Prueba 35
	10 ciclos	0.981	Prueba 26	Prueba 30	Prueba 34
		1.8146	Prueba 28	Prueba 32	Prueba 36
Brazo Extendido	3 ciclos	0.981	Prueba 37	Prueba 41	Prueba 45
		1.8146	Prueba 39	Prueba 43	Prueba 47
	10 ciclos	0.981	Prueba 38	Prueba 42	Prueba 46
		1.8146	Prueba 40	Prueba 44	Prueba 48

 Tabla 2.2 Combinación de pruebas para el eje θ

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico obteniéndose un valor de repetibilidad para cada una de las pruebas de la tabla 2.2. Los datos de repetibilidad para el eje θ se presentan en el anexo B.1.

En el anexo B.2 se presentan los resultados de repetibilidad en forma gráfica para los dos casos generales de brazo retraído y brazo extendido para las tres diferentes velocidades de prueba y para las dos diferentes cargas aplicadas al robot.

4.4. Repetibilidad eje ϕ .

Desarrollo de la prueba.

Después de fijar el robot en la mesa de la máquina de medición por coordenadas, se programó una trayectoria para el brazo del robot en la dirección del eje ϕ .

La trayectoria consistió en desplazar el brazo en el eje ϕ , moviéndolo hacia la derecha a una posición (P1), después mover el brazo en el mismo eje hacia la izquierda a una posición (P2), e inmediatamente regresar a la posición inicial (P1), tanto para el caso brazo retraído Fig. 4.6.a, como para el caso brazo extendido Fig. 4.6.b.

El experimento se realizó en 30 ocasiones para cada una de las combinaciones de carga y velocidad indicadas en la tabla 2.3, obteniéndose así 30 lecturas para cada prueba.

Los 30 datos obtenidos para cada prueba se presentan en el anexo C.

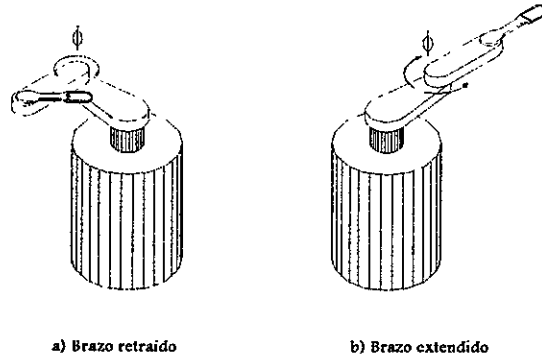


Figura. 4.6 Arreglos generales del robot.

	No. ciclos	Carga [N]	Velocidad [rpm]		
			500	1000	1500
Brazo Retraído	3 ciclos	0.981	Prueba 61	Prueba 65	Prueba 69
		1.8146	Prueba 63	Prueba 67	Prueba 71
	10 ciclos	0.981	Prueba 62	Prueba 66	Prueba 70
		1.8146	Prueba 64	Prueba 68	Prueba 72
Brazo Extendido	3 ciclos	0.981	Prueba 49	Prueba 53	Prueba 57
		1.8146	Prueba 51	Prueba 55	Prueba 59
	10 ciclos	0.981	Prueba 50	Prueba 54	Prueba 58
		1.8146	Prueba 52	Prueba 56	Prueba 60

Tabla 2.3 Combinación de pruebas para el eje ϕ

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico obteniéndose un valor de repetibilidad para cada una de las pruebas de la tabla 2.3. Los datos de repetibilidad para el eje ϕ se presentan en el anexo C.1.

En el anexo C.2 se presentan los resultados de repetibilidad en forma gráfica para los dos casos generales de brazo retraído y brazo extendido para las tres diferentes velocidades de prueba y para las dos diferentes cargas aplicadas al robot.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

-Se diseñó y fabricó un segundo prototipo de un robot para transportar discos de silicio con una capacidad de trabajo de 230 discos/hr a 500 rpm, 484 discos/hr a 1000 rpm y 790 discos/hr a 1500 rpm.

-La fabricación se realizó completamente en los talleres del Centro de Diseño y Manufactura de la Facultad de Ingeniería.

-Todos los sistemas funcionales se encuentran contenidos dentro del cuerpo del robot, evitando así tener elementos externos que pudieran generar partículas contaminantes.

Después de haber realizado las pruebas de repetibilidad y analizado la información, se concluyó lo siguiente:

En el eje z (movimiento lineal).

Para el caso de brazo retraído, se observó que al aumentar la velocidad, tanto a carga baja como alta en un periodo de trabajo de 3 ciclos, la repetibilidad se deterioró. Al aumentar el periodo de trabajo a 10 ciclos la repetibilidad mejoró.

Para el caso de brazo extendido, la repetibilidad se deterioró tanto a carga baja como alta al aumentar la velocidad, en periodos de trabajo cortos (3 ciclos) y largos (10 ciclos).

Pero en ambos casos, los valores de repetibilidad se mantuvieron dentro de la especificación de diseño.

En el eje θ (movimiento angular).

Para los casos de brazo retraído y extendido, se observó que la repetibilidad mejoró tanto para carga baja como alta, al aumentar la velocidad y el periodo de trabajo, aunque los valores de repetibilidad no cumplieron con las especificaciones.

En el eje ϕ (movimiento angular).

Para los casos de brazo retraído y extendido, se observó al igual que en el eje anterior, que la repetibilidad mejoró al incrementarse la velocidad y número de ciclos de trabajo, pero no se cumplió con la especificación de diseño.

Los ejes θ y ϕ no cumplieron con la especificación de repetibilidad debido a desgaste en las poleas y flechas utilizadas en los mecanismos de transmisión de movimiento.

En resumen, la repetibilidad es mejor al tener el brazo retraído a altas velocidades y periodos de trabajo largos, en cuanto a la carga, el robot tenía un desempeño muy parecido con carga baja y alta.

La repetibilidad del robot fue la siguiente:

En el eje z: 0.061 mm

En el eje θ : 0.417 mm

En el eje ϕ : 0.781 mm

Se llegó a la conclusión de que el robot debe tener un período de estabilización antes de iniciar la operación de trabajo.

Finalmente podemos mencionar que se cumplió con los objetivos planteados al inicio de la tesis, así como con las expectativas de funcionamiento y desempeño del robot.

TRABAJO FUTURO.

Se seguirá trabajando con el prototipo del robot para cuartos limpios, estos trabajos consistirán en:

- Diseño e implantación del sistema de vacío para la sujeción de los discos de silicio.
- Pruebas de limpieza del prototipo dentro de un cuarto limpio.



BIBLIOGRAFIA

Libros

- Jensen, C.; Mason, F.: Fundamentos de dibujo. McGraw-Hill, 6ta Ed, Dic 1990 México.
- Dieter, G.E.: Engineering desing (A material and processing approach). McGraw-Hill, 1ra Ed., 1993, Tokio, Japón.
- Mott, R.: Diseño de elementos de máquinas. PRENTICE HALL Hispanoamerica, S.A., 2da Ed., 1995, México.
- Guillet.: Cinemática de las máquinas. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., 25ta Ed., May 1992, México.

Articulos

- New Challenges for Robotics and Automation, Solid State Technology, Apr 1994, pp. 67-69.
 - Shirazi, M.: Development and Testing of a Vacuum-Compatible Robot, Manufacturing Review, Vol.1, No.4, Dec 1998, University of California, Santa Barbara.
 - Fapanek, T.: Desing and Test of a Robot for Class 10 Clean Rooms, Adept Technology, San Jose Cal., pp. 101-113.
 - Nava, J.: Mobile Robots in Clean Room Manufacturing, Robotics Age, Flexible Manufacturing System, Inc. Ca. Dec 1985, Vol.7, No. 12, pp. 24-26.
 - Anakochan.: Clean Room Robots Become Cleaner and Reliable, Industrial Robot, Vol. 25, No.1, MCB University Press, 1998, pp. 27-29.
 - Ferris, D. McConell, W.: Assessment of Robot Cleanlines for Wafer Handling and Cleanroom Applications, Microcontamination, Westinhouse Advanced Technology Laboratory, May 1995, pp. 55-58, 112.
 - Higuchi, T. Oka K.: Clean Room Robot with Non-Contact Joints Using Magnetic Bearings, Advanced Robotics, Vol.7, No.2, 1993, Faculty of Engineering, University of Tokio, pp. 105-119.
-

- Gottschalk, M.: Arm Handles Hard Discs in Class-10 Clean Rooms, Desing News, Vol. 5, No.3, 1993.
 - Western Technical Editor, pp. 101-102.
 - Nagaraj, H. Owens, B.: Particulate Generation in Devices Used in Clean Manufacturing, IBM Research Division, Oct 1987, pp. 1-13.
- Goldstein, K. Fernald, W.: An Evaluation of Proposed Federal Standard 209 E (Airborne Particulate Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones), Digital Equipment Corporation, Vol. 35, No. 4, Jul 1992, pp. 7, 72.

Tesis

- López, M.: PhD Thesis.: The Desing Manufacture and Testing of Low-Cost Clean Room Robot for Handling Silicon Wafers, Vol.1, Cranfield University, Sep 1994, England.
- Juarez, J. Ruiz, J.: Planos de Configuración de un Robot Manipulador de Coordenadas Cilíndricas, UNAM, Oct 1997, México.

Catálogos y Manuales

- SKF Catálogo General, 4000SP. Reg 47.63000.1989-10
 - Catalogue C16, Gear Transmission Products. UNIT 14, FOXWOD INDUSTRIAL PARK, CHESTERFIELD, DERBYSHIRE S4 19RN, ENGLAND.
 - Bianco, E.: Manual Práctico de Trabajos de Taller. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., 5ta Ed., abril 1982.
-

ANEXO A

“MEDICIONES EN EL EJE Z”

Prueba 1: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso:1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 20°C Humedad 60 %					
0.5392	0.5248	0.5412	0.5320	0.5396	0.5310
0.5204	0.5170	0.5138	0.5134	0.5324	0.5154
0.5106	0.5122	0.5124	0.5062	0.5228	0.5278
0.5180	0.5144	0.5212	0.5190	0.5304	0.5254
0.5230	0.5172	0.5080	0.5134	0.5158	0.5248
z promedio=					0.5214267

Prueba 2: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso:1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 20°C Humedad 60 %					
0.5156	0.5292	0.5212	0.5368	0.5272	0.5456
0.5390	0.5460	0.5496	0.5426	0.5562	0.5444
0.5532	0.5394	0.5366	0.5270	0.5440	0.5320
0.5410	0.5260	0.5380	0.5370	0.5538	0.5256
0.5542	0.5378	0.5600	0.5384	0.5610	0.5574
z promedio=					0.5405267

Prueba 3: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso:1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 20°C Humedad 60 %					
0.6676	0.6710	0.6598	0.6568	0.6658	0.6646
0.6826	0.6922	0.6916	0.6754	0.6878	0.6840
0.6908	0.6962	0.6990	0.6966	0.6956	0.7014
0.7018	0.7034	0.7100	0.7110	0.7120	0.7104
0.7118	0.7220	0.7248	0.7240	0.7170	0.7650
z promedio=					0.6964

Prueba 4: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso:1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 20°C Humedad 60 %					
0.5508	0.5546	0.5652	0.5648	0.5638	0.5524
0.5720	0.5638	0.5754	0.5668	0.5824	0.5864
0.5782	0.5886	0.5782	0.5902	0.5992	0.6122
0.5940	0.6146	0.6272	0.6360	0.6168	0.6372
0.6366	0.6496	0.6454	0.6478	0.6504	0.6618
z promedio=					0.5987467

Prueba 5: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 21°C Humedad 66 %					
0.3432	0.3476	0.3434	0.3514	0.3402	0.3420
0.3422	0.3416	0.3468	0.3508	0.3480	0.3602
0.3522	0.3512	0.3470	0.3564	0.3512	0.3466
0.3446	0.3570	0.3460	0.3686	0.3562	0.3640
0.3522	0.3610	0.3596	0.3596	0.3636	0.3746
z promedio=					0.3523

Prueba 6: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 21°C Humedad 66 %					
0.2770	0.2746	0.2678	0.2761	0.2716	0.3118
0.3070	0.3164	0.3240	0.3090	0.3282	0.3422
0.3336	0.3458	0.3442	0.3522	0.3506	0.3532
0.3540	0.3612	0.3570	0.3618	0.3556	0.3516
0.3650	0.3520	0.3462	0.3464	0.3488	0.3616
z promedio=					0.33155

Prueba 7: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 21°C Humedad 66 %					
0.3660	0.3794	0.3668	0.3684	0.3678	0.3660
0.3724	0.3732	0.3782	0.3636	0.3604	0.3774
0.3694	0.3794	0.3676	0.3620	0.3622	0.3810
0.3954	0.3860	0.3820	0.3702	0.3754	0.3716
0.3538	0.3738	0.3778	0.3740	0.3802	0.3814
z promedio=					0.37276

Prueba 8: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 21°C Humedad 66 %					
0.3870	0.3878	0.3954	0.3734	0.3868	0.3808
0.3848	0.3872	0.3894	0.3906	0.3810	0.3920
0.3934	0.3976	0.3846	0.4076	0.4030	0.4080
0.4084	0.3992	0.4130	0.4128	0.4082	0.4162
0.4114	0.4140	0.4020	0.4030	0.4028	0.4038
z promedio=					0.3975067

Prueba 9: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 20°C Humedad 60 %					
0.7018	0.7170	0.7195	0.7262	0.7467	0.7520
0.7029	0.7111	0.7218	0.7251	0.7481	0.7516
0.7063	0.7095	0.7256	0.7278	0.7475	0.7511
0.7105	0.7128	0.7221	0.7283	0.7490	0.7518
0.7110	0.7160	0.7247	0.7401	0.7510	0.7520
z promedio=					0.7286967

Prueba 10: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 20°C Humedad 60 %					
0.6366	0.6430	0.6533	0.6608	0.6740	0.6854
0.6376	0.6440	0.6554	0.6625	0.6775	0.6825
0.6384	0.6485	0.6576	0.6601	0.6797	0.6834
0.6390	0.6425	0.6545	0.6645	0.6810	0.6842
0.6415	0.6501	0.6590	0.6670	0.6840	0.6856
z promedio=					0.6611067

Prueba 11: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 21°C Humedad 66 %					
0.4510	0.4602	0.4780	0.4870	0.5002	0.5182
0.4525	0.4598	0.4801	0.4895	0.5027	0.5150
0.4542	0.4614	0.4825	0.4922	0.5091	0.5225
0.4525	0.4680	0.4798	0.4953	0.5117	0.5262
0.4570	0.4710	0.4836	0.4981	0.5146	0.5287
z promedio=					0.4867533

Prueba 12: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 21°C Humedad 66 %					
0.6405	0.6499	0.6625	0.6725	0.6746	0.6825
0.6436	0.6560	0.6646	0.6731	0.6790	0.6838
0.6447	0.6575	0.6654	0.6714	0.6775	0.6875
0.6480	0.6554	0.6691	0.6687	0.6786	0.6890
0.6514	0.6589	0.6702	0.6712	0.6800	0.6854
z promedio=					0.6670833

Prueba 13: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.4707	0.4621	0.4811	0.4797	0.4845	0.5035
0.4787	0.4789	0.4859	0.4819	0.4875	0.4683
0.4785	0.4629	0.4599	0.4651	0.4611	0.4609
0.4585	0.4711	0.4647	0.4651	0.4595	0.4621
0.4733	0.4827	0.4707	0.4625	0.4721	0.4865
z promedio=					0.4726667

Prueba 14: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.4955	0.4917	0.4863	0.4655	0.4801	0.4655
0.4665	0.4761	0.4887	0.4895	0.4923	0.4807
0.4741	0.4651	0.4681	0.4759	0.4741	0.5019
0.4817	0.5037	0.4865	0.4761	0.4757	0.4787
0.4664	0.4717	0.4895	0.4873	0.5079	0.5029
z promedio=					0.48219000

Prueba 15: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.533	0.5421	0.5403	0.5203	0.5353	0.5383
0.5427	0.5503	0.5567	0.5223	0.5371	0.5583
0.5431	0.5501	0.5635	0.5645	0.5401	0.5433
0.5373	0.5563	0.5409	0.5695	0.5553	0.5457
0.5571	0.5403	0.5497	0.5623	0.5545	0.5391
z promedio=					0.54631000

Prueba 16: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.5099	0.5281	0.5101	0.5125	0.5051	0.5195
0.5223	0.5317	0.5121	0.5255	0.6265	0.5263
0.5223	0.5267	0.5423	0.5369	0.5333	0.5261
0.5189	0.5273	0.5297	0.5305	0.5323	0.5229
0.5391	0.5231	0.5337	0.5279	0.5449	0.5289
z promedio=					0.5292133

Prueba 17: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.4829	0.4835	0.5005	0.5025	0.4979	0.5233
0.5061	0.5009	0.5175	0.5133	0.5013	0.4945
0.4997	0.4905	0.4853	0.5021	0.5041	0.4867
0.4937	0.5003	0.4829	0.4865	0.4745	0.4795
0.4871	0.4723	0.4667	0.4807	0.4861	0.4867
z promedio=					0.4929867

Prueba 18: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.4937	0.4979	0.4771	0.4805	0.4785	0.4825
0.4867	0.4773	0.4815	0.4799	0.4865	0.4579
0.4839	0.4669	0.4791	0.4807	0.4779	0.4871
0.4847	0.4943	0.4933	0.4917	0.5039	0.4861
0.4899	0.4849	0.4819	0.4905	0.4815	0.4825
z promedio=					0.4840267

Prueba 19: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.5043	0.5019	0.4903	0.4841	0.4837	0.4721
0.5043	0.5097	0.4959	0.4945	0.5127	0.5063
0.5177	0.5149	0.5301	0.5003	0.5125	0.5319
0.5073	0.5317	0.5289	0.5063	0.5099	0.5207
0.5305	0.5239	0.5271	0.5207	0.5153	0.5169
z promedio=					0.5102133

Prueba 20: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.5193	0.4941	0.5047	0.5025	0.5107	0.5063
0.5145	0.5141	0.5115	0.5129	0.5259	0.5113
0.5325	0.5201	0.5009	0.5159	0.5079	0.5055
0.4969	0.5153	0.5069	0.5119	0.5175	0.5329
0.5317	0.5291	0.5457	0.5433	0.5195	0.5393
z promedio=					0.5166867

Prueba 21: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad:1500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.5629	0.571	0.5768	0.5861	0.5935	0.6203
0.5681	0.5695	0.5789	0.5852	0.5914	0.6281
0.5712	0.5721	0.5795	0.5878	0.5939	0.6254
0.5725	0.5734	0.5831	0.5902	0.5979	0.6235
0.5771	0.5745	0.5842	0.5929	0.5995	0.6271
z promedio=					0.5885867

Prueba 22: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad:1500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.8251	0.8389	0.8522	0.8526	0.8656	0.8790
0.8280	0.8405	0.8540	0.8539	0.8694	0.8763
0.8312	0.8426	0.8495	0.8568	0.8701	0.8777
0.8325	0.8476	0.8471	0.8590	0.8726	0.8798
0.8339	0.8491	0.8498	0.8620	0.8742	0.8814
z promedio=					0.85508

Prueba 23: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.4903	0.5060	0.5111	0.5263	0.5362	0.5478
0.4970	0.5086	0.5122	0.5281	0.5375	0.5515
0.4954	0.5041	0.5150	0.5275	0.5402	0.5528
0.4995	0.5054	0.5189	0.5298	0.5425	0.5564
0.5001	0.5075	0.5225	0.5330	0.5437	0.5573
z promedio=					0.5234733

Prueba 24: Eje z

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.5115	0.5275	0.5365	0.5386	0.5560	0.5540
0.5180	0.5287	0.5378	0.5425	0.5585	0.5564
0.5220	0.5325	0.5307	0.5476	0.5530	0.5591
0.5240	0.5361	0.5334	0.5491	0.5498	0.5576
0.5202	0.5320	0.5368	0.5523	0.5514	0.5606
z promedio=					0.5404733

ANEXO A.1

“REPETIBILIDAD PARA EL EJE Z”

REPETIBILIDAD PRUEBA 1

0.00032	0.00001	0.00039	0.00011	0.00033	0.00009
0.00000	0.00002	0.00006	0.00006	0.00012	0.00004
0.00012	0.00009	0.00008	0.00023	0.00000	0.00004
0.00001	0.00005	0.00000	0.00001	0.00008	0.00002
0.00000	0.00002	0.00018	0.00006	0.00003	0.00001

0.0004	0.0002	0.0007	0.0005	0.0006	0.0002	0.00258158
						Rz= 0.02830512

REPETIBILIDAD PRUEBA 2

0.00062	0.00013	0.00037	0.00001	0.00018	0.00003
0.00000	0.00003	0.00008	0.00000	0.00025	0.00002
0.00016	0.00000	0.00002	0.00018	0.00001	0.00007
0.00000	0.00021	0.00001	0.00001	0.00018	0.00022
0.00019	0.00001	0.00038	0.00000	0.00042	0.00028

0.0010	0.0004	0.0009	0.0002	0.0010	0.0006	0.00407604
						Rz= 0.03556652

REPETIBILIDAD PRUEBA 3

0.00083	0.00065	0.00134	0.00157	0.00094	0.00101
0.00019	0.00002	0.00002	0.00044	0.00007	0.00015
0.00003	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00003
0.00003	0.00005	0.00018	0.00021	0.00024	0.00020
0.00024	0.00066	0.00081	0.00076	0.00042	0.00471

0.0013	0.0014	0.0024	0.0030	0.0017	0.0061	0.01580040
						Rz= 0.07002551

REPETIBILIDAD PRUEBA 4

0.00230	0.00195	0.00113	0.00115	0.00122	0.00215
0.00072	0.00122	0.00055	0.00102	0.00027	0.00015
0.00042	0.00010	0.00042	0.00007	0.00000	0.00018
0.00002	0.00025	0.00081	0.00139	0.00033	0.00148
0.00143	0.00259	0.00218	0.00241	0.00267	0.00398

0.0049	0.0061	0.0051	0.0060	0.0045	0.0079	0.03453967
						Rz= 0.10353361

REPETIBILIDAD PRUEBA 5

0.00008	0.00002	0.00008	0.00000	0.00015	0.00011
0.00010	0.00011	0.00003	0.00000	0.00002	0.00006
0.00000	0.00000	0.00003	0.00002	0.00000	0.00003
0.00006	0.00002	0.00004	0.00027	0.00002	0.00014
0.00000	0.00008	0.00005	0.00005	0.00013	0.00050

0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0008	0.00219326
						Rz= 0.02608959

REPETIBILIDAD PRUEBA 6

0.00298	0.00324	0.00406	0.00307	0.00359	0.00039
0.00060	0.00023	0.00006	0.00051	0.00001	0.00011
0.00000	0.00020	0.00016	0.00043	0.00036	0.00047
0.00050	0.00088	0.00065	0.00092	0.00058	0.00040
0.00112	0.00042	0.00021	0.00022	0.00030	0.00090

0.0052	0.0050	0.0051	0.0051	0.0048	0.0023	0.02758866
						Rz= 0.09253106

REPETIBILIDAD PRUEBA 7

0.00005	0.00004	0.00004	0.00002	0.00002	0.00005
0.00000	0.00000	0.00003	0.00008	0.00015	0.00002
0.00001	0.00004	0.00003	0.00012	0.00011	0.00007
0.00051	0.00018	0.00009	0.00001	0.00001	0.00000
0.00036	0.00000	0.00003	0.00000	0.00006	0.00007

0.0009	0.0003	0.0002	0.0002	0.0004	0.0002	0.00218555
						Rz= 0.02604371

REPETIBILIDAD PRUEBA 8

0.00011	0.00009	0.00000	0.00058	0.00011	0.00028
0.00016	0.00011	0.00007	0.00005	0.00027	0.00003
0.00002	0.00000	0.00017	0.00010	0.00003	0.00011
0.00012	0.00000	0.00024	0.00023	0.00011	0.00035
0.00019	0.00027	0.00002	0.00003	0.00003	0.00004

0.0006	0.0005	0.0005	0.0010	0.0006	0.0008	0.00393574
						Rz= 0.03494905

REPETIBILIDAD PRUEBA 9

0.00072	0.00014	0.00008	0.00001	0.00032	0.00054
0.00067	0.00031	0.00005	0.00001	0.00038	0.00052
0.00050	0.00037	0.00001	0.00000	0.00035	0.00050
0.00033	0.00025	0.00004	0.00000	0.00041	0.00053
0.00031	0.00016	0.00002	0.00013	0.00050	0.00054

0.0025	0.0012	0.0002	0.0002	0.0020	0.0026	0.00872523
						Rz= 0.05203681

REPETIBILIDAD PRUEBA 10

0.00060	0.00033	0.00006	0.00000	0.00017	0.00059
0.00055	0.00029	0.00003	0.00000	0.00027	0.00046
0.00052	0.00016	0.00001	0.00000	0.00035	0.00050
0.00049	0.00035	0.00004	0.00001	0.00040	0.00053
0.00038	0.00012	0.00000	0.00003	0.00052	0.00060

0.0025	0.0012	0.0002	0.0000	0.0017	0.0027	0.00837042
						Rz= 0.05096780

REPETIBILIDAD PRUEBA 11

0.00128	0.00071	0.00008	0.00000	0.00018	0.00099
0.00117	0.00073	0.00004	0.00001	0.00025	0.00080
0.00106	0.00064	0.00002	0.00003	0.00050	0.00128
0.00117	0.00035	0.00005	0.00007	0.00062	0.00156
0.00039	0.00025	0.00001	0.00013	0.00078	0.00176

0.0056	0.0027	0.0002	0.0002	0.0023	0.0064	0.01739281
						Rz= 0.07346952

REPETIBILIDAD PRUEBA 12

0.00071	0.00030	0.00002	0.00003	0.00006	0.00024
0.00055	0.00012	0.00001	0.00004	0.00014	0.00028
0.00050	0.00009	0.00000	0.00002	0.00011	0.00042
0.00036	0.00014	0.00000	0.00000	0.00013	0.00048
0.00025	0.00007	0.00001	0.00002	0.00017	0.00034

0.0024	0.0007	0.0000	0.0001	0.0006	0.0017	0.00558652
						Rz= 0.04163830

REPETIBILIDAD PRUEBA 13

0.00000	0.00011	0.00007	0.00005	0.00014	0.00095
0.00004	0.00004	0.00018	0.00009	0.00022	0.00002
0.00003	0.00010	0.00016	0.00006	0.00013	0.00014
0.00020	0.00000	0.00006	0.00006	0.00017	0.00011
0.00000	0.00010	0.00000	0.00010	0.00000	0.00019

0.0003	0.0003	0.0005	0.0004	0.0007	0.0014	0.00353233
						Rz= 0.03310950

REPETIBILIDAD PRUEBA 14

0.00018	0.00009	0.00002	0.00028	0.00000	0.00028
0.00025	0.00004	0.00004	0.00005	0.00010	0.00000
0.00007	0.00029	0.00020	0.00004	0.00007	0.00039
0.00000	0.00046	0.00002	0.00004	0.00004	0.00001
0.00025	0.00011	0.00005	0.00003	0.00066	0.00043

0.0007	0.0010	0.0003	0.0004	0.0009	0.0011	0.00448073
						Rz= 0.03729035

REPETIBILIDAD PRUEBA 15

0.00018	0.00002	0.00004	0.00068	0.00012	0.00006
0.00001	0.00002	0.00011	0.00058	0.00008	0.00014
0.00001	0.00001	0.00030	0.00033	0.00004	0.00001
0.00008	0.00010	0.00003	0.00054	0.00008	0.00000
0.00012	0.00004	0.00001	0.00026	0.00007	0.00005

0.0004	0.0002	0.0005	0.0024	0.0004	0.0003	0.0041015
						Rz= 0.03567755

REPETIBILIDAD PRUEBA 16

0.00037	0.00000	0.00037	0.00028	0.00058	0.00009
0.00005	0.00001	0.00029	0.00001	0.00946	0.00001
0.00005	0.00001	0.00017	0.00006	0.00002	0.00001
0.00011	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00004
0.00010	0.00004	0.00002	0.00000	0.00025	0.00000

0.0007	0.0001	0.0008	0.0004	0.0103	0.0002	0.0124038
						Rz= 0.06204401

REPETIBILIDAD PRUEBA 17

0.00010	0.00009	0.00006	0.00009	0.00002	0.00092
0.00017	0.00006	0.00060	0.00041	0.00007	0.00000
0.00005	0.00001	0.00006	0.00008	0.00012	0.00004
0.00000	0.00005	0.00010	0.00004	0.00034	0.00018
0.00003	0.00043	0.00069	0.00015	0.00005	0.00004

0.0004	0.0006	0.0015	0.0008	0.0006	0.0012	0.0050706
						Rz= 0.03966912

REPETIBILIDAD PRUEBA 18

0.00009	0.00019	0.00005	0.00001	0.00003	0.00000
0.00001	0.00005	0.00001	0.00002	0.00001	0.00068
0.00000	0.00029	0.00002	0.00001	0.00004	0.00001
0.00000	0.00011	0.00009	0.00006	0.00039	0.00000
0.00003	0.00000	0.00000	0.00004	0.00001	0.00000

0.0001	0.0006	0.0002	0.0001	0.0005	0.0007	0.0022600
						Rz= 0.02648379

REPETIBILIDAD PRUEBA 19

0.00003	0.00007	0.00040	0.00068	0.00070	0.00145
0.00003	0.00000	0.00020	0.00025	0.00001	0.00002
0.00006	0.00002	0.00040	0.00010	0.00001	0.00047
0.00001	0.00046	0.00035	0.00002	0.00000	0.00011
0.00041	0.00019	0.00029	0.00011	0.00003	0.00004

0.0005	0.0007	0.0016	0.0012	0.0007	0.0021	0.0069033
						Rz= 0.04628595

REPETIBILIDAD PRUEBA 20

0.00001	0.00051	0.00014	0.00020	0.00004	0.00011
0.00000	0.00001	0.00003	0.00001	0.00008	0.00003
0.00025	0.00001	0.00025	0.00000	0.00008	0.00013
0.00039	0.00000	0.00010	0.00002	0.00000	0.00026
0.00023	0.00015	0.00084	0.00071	0.00001	0.00051

0.0009	0.0007	0.0014	0.0009	0.0002	0.0010	0.0051106
						Rz= 0.03982536

REPETIBILIDAD PRUEBA 21

0.00066	0.00031	0.00014	0.00001	0.00002	0.00101
0.00042	0.00036	0.00009	0.00001	0.00001	0.00156
0.00030	0.00027	0.00008	0.00000	0.00003	0.00136
0.00026	0.00023	0.00003	0.00000	0.00009	0.00122
0.00013	0.00020	0.00002	0.00002	0.00012	0.00148

0.0018	0.0014	0.0004	0.0000	0.0003	0.0066	0.01044175
						Rz= 0.05692578

REPETIBILIDAD PRUEBA 22

0.00090	0.00026	0.00001	0.00001	0.00011	0.00057
0.00073	0.00021	0.00000	0.00000	0.00021	0.00045
0.00057	0.00016	0.00003	0.00000	0.00023	0.00051
0.00051	0.00006	0.00006	0.00002	0.00031	0.00061
0.00045	0.00004	0.00003	0.00005	0.00037	0.00069

0.0032	0.0007	0.0001	0.0001	0.0012	0.0028	0.00814037
						Rz= 0.05026252

REPETIBILIDAD PRUEBA 23

0.00110	0.00031	0.00015	0.00001	0.00016	0.00059
0.00070	0.00022	0.00013	0.00002	0.00020	0.00079
0.00079	0.00038	0.00007	0.00002	0.00028	0.00086
0.00057	0.00033	0.00002	0.00004	0.00036	0.00108
0.00055	0.00026	0.00000	0.00009	0.00041	0.00114

0.0037	0.0015	0.0004	0.0002	0.0014	0.0045	0.01161972
						Rz= 0.06005097

REPETIBILIDAD PRUEBA 24

0.00084	0.00017	0.00002	0.00000	0.00024	0.00018
0.00051	0.00014	0.00001	0.00000	0.00032	0.00025
0.00034	0.00006	0.00010	0.00005	0.00016	0.00035
0.00027	0.00002	0.00005	0.00007	0.00009	0.00029
0.00041	0.00007	0.00001	0.00014	0.00012	0.00041

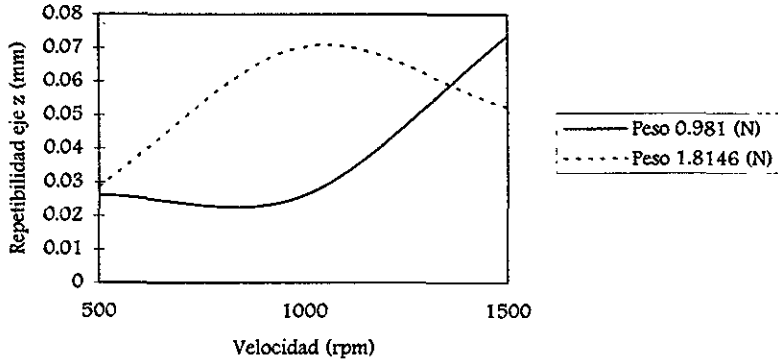
0.0024	0.0005	0.0002	0.0003	0.0009	0.0015	0.00569556
						Rz= 0.04204268

ANEXO A.2

“GRAFICAS PARA EL EJE Z”

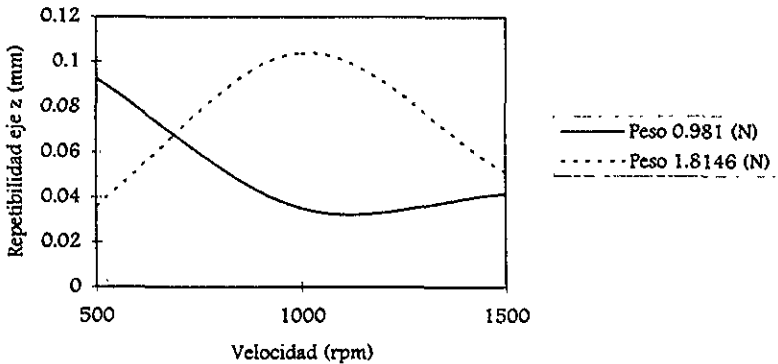
Prueba 1

Repetibilidad eje z: Brazo retraído 3 ciclos



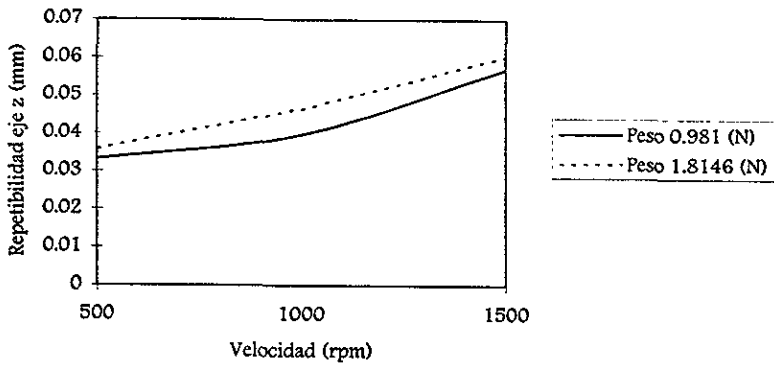
Prueba 2

Repetibilidad eje z: Brazo retraído 10 ciclos



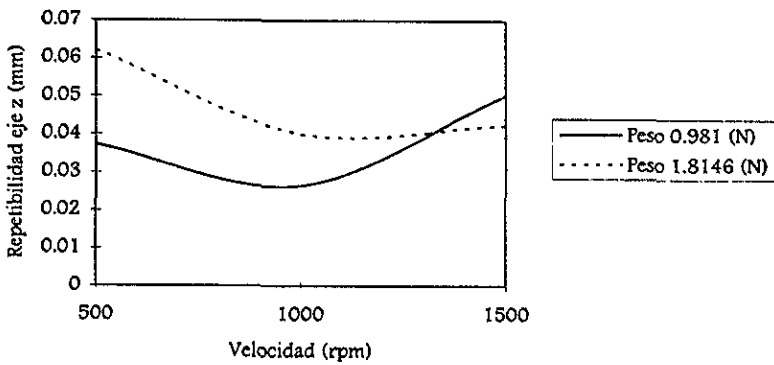
Prueba 3

Repetibilidad eje z: Brazo extendido 3 ciclos



Prueba 4

Repetibilidad eje z: Brazo extendido 10 ciclos



ANEXO B

“MEDICIONES EN EL EJE θ ”

Prueba 25: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.0845	0.1108	0.1119	0.1114	0.1119	0.0627
0.1328	0.1396	0.1476	0.1511	0.1628	0.1646
0.1772	0.1818	0.1818	0.1869	0.2006	0.2078
0.2226	0.2394	0.2626	0.2675	0.2782	0.2752
0.2600	0.2654	0.2700	0.2500	0.2666	0.2797
θ promedio=					0.1921667

Prueba 26: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.6701	0.6448	0.6823	0.6492	0.6570	0.6744
0.7007	0.6210	0.6362	0.6177	0.6060	0.6379
0.6347	0.6270	0.6237	0.6369	0.6111	0.6122
0.4512	0.8201	0.6844	0.8685	0.8071	0.8356
0.8955	0.7664	0.8053	0.8341	0.7210	0.6985
θ promedio=					0.6910200

Prueba 27: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.3561	0.3601	0.3646	0.3718	0.3723	0.3644
0.3592	0.3544	0.3568	0.3509	0.3419	0.3410
0.3437	0.3604	0.3615	0.358	0.3618	0.3762
0.3842	0.3894	0.3719	0.3587	0.3507	0.3511
0.3574	0.3573	0.3495	0.3481	0.3498	0.3513
θ promedio=					0.35915000

Prueba 28: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.3526	0.3489	0.3610	0.3569	0.3440	0.3608
0.3457	0.3391	0.3526	0.3630	0.3686	0.3780
0.3713	0.3742	0.3994	0.3991	0.4049	0.3937
0.4207	0.4302	0.4473	0.4432	0.3989	0.4079
0.4275	0.3848	0.4019	0.4074	0.4198	0.4249
θ promedio=					0.38761000

Prueba 29: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.2613	0.2741	0.2911	0.2922	0.2853	0.2758
0.2304	0.2319	0.2307	0.2434	0.2284	0.2309
0.2356	0.2424	0.2478	0.2470	0.2528	0.2588
0.2542	0.2499	0.2570	0.2610	0.2662	0.2999
0.2547	0.2428	0.2440	0.2590	0.2704	0.2719
					θ promedio= 0.2563633

Prueba 30: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.2856	0.2960	0.2729	0.2920	0.2884	0.2777
0.3156	0.2999	0.2610	0.2402	0.2394	0.2093
0.2176	0.2238	0.2143	0.2228	0.2112	0.2300
0.2373	0.2149	0.2253	0.2226	0.2771	0.3062
0.2925	0.3237	0.3236	0.2865	0.3063	0.3180
					θ promedio= 0.2643900

Prueba 31: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.8551	0.8554	0.8566	0.8613	0.8685	0.8626
0.8667	0.8656	0.8636	0.8760	0.7441	0.8930
0.3952	0.4011	0.3904	0.3689	0.3556	0.3523
0.3579	0.3591	0.3553	0.3558	0.3552	0.3541
0.3506	0.3540	0.3449	0.3464	0.3450	0.3455
					θ promedio= 0.5418600

Prueba 32: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.2845	0.2699	0.3462	0.3316	0.3189	0.3317
0.3358	0.2912	0.3243	0.3379	0.3304	0.3200
0.3116	0.3312	0.3449	0.3258	0.2697	0.2754
0.2756	0.2715	0.2926	0.2675	0.2853	0.3133
0.3174	0.2932	0.2716	0.2851	0.2974	0.3200
					θ promedio= 0.3057167

Prueba 33: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.2805	0.2914	0.2990	0.3130	0.3283	0.3372
0.2846	0.2926	0.3025	0.3164	0.3297	0.3384
0.2880	0.3001	0.3075	0.3211	0.3321	0.3413
0.2861	0.2987	0.3116	0.3226	0.3336	0.3428
0.2897	0.2965	0.3125	0.3260	0.3354	0.3436
					θ promedio= 0.3134267

Prueba 34: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 70 %					
0.2671	0.2756	0.2870	0.3021	0.3127	0.3167
0.2683	0.2794	0.2911	0.3057	0.3134	0.3188
0.2717	0.2808	0.2936	0.3068	0.3160	0.3214
0.2725	0.2836	0.2945	0.3097	0.3177	0.3227
0.2738	0.2862	0.2978	0.3112	0.3154	0.3250
					θ promedio= 0.2979433

Prueba 35: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.8705	0.8827	0.8886	0.8972	0.8993	0.9114
0.8736	0.8848	0.8891	0.8980	0.9008	0.9128
0.8775	0.8877	0.8937	0.8964	0.9025	0.9136
0.8791	0.8895	0.8937	0.8941	0.9046	0.9152
0.8805	0.8913	0.8954	0.8972	0.9081	0.9170
					θ promedio= 0.8948633

Prueba 36: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 19°C Humedad 70 %					
0.3345	0.3420	0.3376	0.3501	0.3572	0.3597
0.3368	0.3436	0.3414	0.3489	0.3580	0.3608
0.3385	0.3447	0.3455	0.3511	0.3593	0.3631
0.3375	0.3468	0.3492	0.3537	0.3522	0.3678
0.3391	0.3395	0.3530	0.3550	0.3574	0.3654
					θ promedio= 0.3496467

Prueba 37: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.1851	0.1861	0.1975	0.1989	0.2010	0.2001
0.1998	0.1999	0.1992	0.2327	0.2651	0.2698
0.2823	0.2889	0.2868	0.2852	0.3022	0.3093
0.3040	0.3027	0.3332	0.3260	0.3195	0.3287
0.3407	0.3356	0.3622	0.3739	0.3702	0.3766
					θ promedio= 0.2787733

Prueba 38: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.1581	0.1585	0.1579	0.1576	0.1584	0.1588
0.1587	0.1594	0.1597	0.1602	0.1619	0.1617
0.1620	0.1626	0.1630	0.1636	0.1628	0.1625
0.1626	0.1624	0.1611	0.1618	0.1615	0.1610
0.1612	0.1611	0.1617	0.1620	0.1625	0.1619
					θ promedio= 0.1609400

Prueba 39: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.6830	0.6749	0.5979	0.5824	0.5699	0.5554
0.5581	0.5509	0.5588	0.5489	0.6328	0.6150
0.6036	0.5979	0.6055	0.6068	0.6260	0.6339
0.6172	0.6011	0.5897	0.5632	0.5496	0.5558
0.5484	0.5491	0.5542	0.5569	0.5895	0.6070
					θ promedio= 0.5894467

Prueba 40: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.5386	0.5900	0.5568	0.4980	0.5729	0.5892
0.6216	0.6782	0.6834	0.6373	0.6134	0.5917
0.5791	0.5973	0.6266	0.6163	0.6269	0.6050
0.5782	0.5919	0.6009	0.6073	0.6026	0.5940
0.5873	0.6138	0.6741	0.6815	0.6590	0.6652
					θ promedio= 0.60927000

Prueba 41: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.2546	0.2571	0.2564	0.2541	0.2503	0.2623
0.2610	0.2588	0.2613	0.2549	0.2509	0.2462
0.2452	0.2443	0.2424	0.2437	0.2329	0.2303
0.2189	0.2268	0.2234	0.2266	0.2237	0.2189
0.2430	0.2282	0.2184	0.2170	0.2078	0.2053
					θ promedio= 0.2388233

Prueba 42: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.2579	0.2461	0.2609	0.2484	0.2566	0.2672
0.2690	0.2775	0.2793	0.2845	0.2771	0.2435
0.2570	0.2799	0.2558	0.2445	0.2006	0.2135
0.2186	0.2228	0.2293	0.2175	0.2228	0.2435
0.2601	0.3125	0.3018	0.2838	0.2771	0.2654
					θ promedio= 0.2558167

Prueba 43: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.6091	0.5797	0.5921	0.6033	0.6054	0.6096
0.6118	0.6497	0.6542	0.6627	0.6613	0.6645
0.6646	0.6703	0.6626	0.6756	0.6828	0.6817
0.6845	0.6893	0.6937	0.6934	0.6863	0.6898
0.6896	0.6970	0.6996	0.7002	0.6907	0.6902
					θ promedio= 0.6615100

Prueba 44: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.6646	0.6769	0.6710	0.6750	0.6690	0.7003
0.6845	0.6705	0.6785	0.6724	0.6694	0.7028
0.6503	0.6970	0.6802	0.6697	0.6712	0.6987
0.6437	0.6891	0.6865	0.6670	0.6705	0.6898
0.6625	0.6751	0.6775	0.6681	0.6913	0.6809
					θ promedio= 0.6765000

Prueba 45: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.3001	0.3131	0.3241	0.3408	0.3510	0.3608
0.3027	0.3142	0.3256	0.3427	0.3527	0.3626
0.3045	0.3177	0.3278	0.3445	0.3543	0.3638
0.3084	0.3195	0.3299	0.3467	0.3557	0.3645
0.3110	0.3215	0.3325	0.3492	0.3581	0.3669
					θ promedio= 0.3355633

Prueba 46: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.2854	0.2936	0.3011	0.3121	0.3233	0.3329
0.2868	0.2942	0.3028	0.3154	0.3251	0.3354
0.2882	0.2956	0.3045	0.3168	0.3275	0.3385
0.2910	0.2977	0.3078	0.3171	0.3291	0.3410
0.2925	0.2996	0.3091	0.3190	0.3321	0.3436
					θ promedio= 0.31196

Prueba 47: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.5567	0.5672	0.5742	0.5850	0.5938	0.5969
0.5580	0.5696	0.5771	0.5863	0.5951	0.5985
0.5611	0.5735	0.5792	0.5888	0.5914	0.5970
0.5631	0.5702	0.5821	0.5914	0.5908	0.5991
0.5642	0.5725	0.5836	0.5925	0.5935	0.6003
					θ promedio= 0.5817567

Prueba 48: Eje θ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 18°C Humedad 69 %					
0.6212	0.6250	0.6357	0.6472	0.6583	0.6691
0.6236	0.6299	0.6371	0.6495	0.6602	0.6714
0.6256	0.6311	0.6392	0.6522	0.6631	0.6731
0.6291	0.6328	0.6421	0.6539	0.6647	0.6705
0.6275	0.6337	0.6437	0.6557	0.6667	0.6698
					θ promedio= 0.6467567

ANEXO B.1

“REPETIBILIDAD PARA EL EJE θ ”

REPETIBILIDAD PRUEBA 25

0.01159	0.00662	0.00644	0.00652	0.00644	0.01676
0.00352	0.00276	0.00199	0.00169	0.00086	0.00076
0.00022	0.00011	0.00011	0.00003	0.00007	0.00024
0.00093	0.00223	0.00496	0.00568	0.00740	0.00689
0.00460	0.00836	0.00606	0.00334	0.00554	0.00766

0.0209	0.0171	0.0196	0.0173	0.0203	0.0323	0.1274068
						R0= 0.19884682

REPETIBILIDAD PRUEBA 26

0.00044	0.00214	0.00008	0.00175	0.00116	0.00028
0.00009	0.00490	0.00301	0.00538	0.00723	0.00282
0.00317	0.00410	0.00453	0.00293	0.00639	0.00621
0.05751	0.01666	0.00004	0.03150	0.01347	0.02090
0.04181	0.00568	0.01306	0.02047	0.00090	0.00006

0.1030	0.0335	0.0207	0.0620	0.0291	0.0303	0.2786684
						R0= 0.29408042

REPETIBILIDAD PRUEBA 27

0.00001	0.00000	0.00003	0.00016	0.00017	0.00003
0.00000	0.00002	0.00001	0.00007	0.00030	0.00033
0.00024	0.00000	0.00001	0.00000	0.00001	0.00029
0.00063	0.00092	0.00016	0.00000	0.00007	0.00006
0.00000	0.00000	0.00009	0.00012	0.00009	0.00006

0.0009	0.0009	0.0003	0.0004	0.0006	0.0008	0.0038807
						R0= 0.03470371

REPETIBILIDAD PRUEBA 28

0.00123	0.00150	0.00071	0.00094	0.00190	0.00072
0.00176	0.00235	0.00123	0.00061	0.00036	0.00009
0.00027	0.00018	0.00014	0.00013	0.00030	0.00004
0.00109	0.00181	0.00356	0.00309	0.00013	0.00041
0.00159	0.00001	0.00020	0.00039	0.00104	0.00139

0.0059	0.0059	0.0058	0.0052	0.0037	0.0027	0.0291665
						R0= 0.09514022

REPETIBILIDAD PRUEBA 29

0.00002	0.00031	0.00121	0.00128	0.00084	0.00038
0.00067	0.00060	0.00066	0.00017	0.00078	0.00065
0.00043	0.00019	0.00007	0.00009	0.00001	0.00001
0.00000	0.00004	0.00000	0.00002	0.00010	0.00190
0.00000	0.00018	0.00015	0.00001	0.00020	0.00024

0.0011	0.0013	0.0021	0.0016	0.0019	0.0032	0.0112257
						Rθ= 0.05902418

REPETIBILIDAD PRUEBA 30

0.00045	0.00100	0.00007	0.00076	0.00058	0.00018
0.00262	0.00126	0.00001	0.00059	0.00062	0.00303
0.00219	0.00165	0.00251	0.00173	0.00283	0.00118
0.00073	0.00245	0.00153	0.00175	0.00016	0.00175
0.00079	0.00352	0.00351	0.00049	0.00176	0.00287

0.0068	0.0099	0.0076	0.0053	0.0059	0.0090	0.0445645
						Rθ= 0.11760260

REPETIBILIDAD PRUEBA 31

0.09812	0.09831	0.09906	0.10204	0.10669	0.10287
0.10552	0.10481	0.10352	0.11165	0.04090	0.02216
0.02151	0.01981	0.02294	0.02992	0.03469	0.03593
0.03384	0.03340	0.03480	0.03462	0.03484	0.03525
0.03658	0.03529	0.03879	0.03820	0.03875	0.03856

0.2956	0.2916	0.2991	0.3164	0.2559	0.2348	1.6933983
						Rθ= 0.72493959

REPETIBILIDAD PRUEBA 32

0.00045	0.00128	0.00164	0.00067	0.00017	0.00068
0.00091	0.00021	0.00035	0.00104	0.00061	0.00020
0.00003	0.00065	0.00154	0.00040	0.00130	0.00092
0.00091	0.00117	0.00017	0.00146	0.00042	0.00006
0.00014	0.00016	0.00116	0.00043	0.00007	0.00020

0.0024	0.0035	0.0049	0.0040	0.0026	0.0021	0.0193799
						Rθ= 0.07755294

REPETIBILIDAD PRUEBA 33

0.00108	0.00049	0.00021	0.00000	0.00022	0.00057
0.00083	0.00043	0.00012	0.00001	0.00026	0.00062
0.00065	0.00018	0.00004	0.00006	0.00035	0.00078
0.00075	0.00022	0.00000	0.00008	0.00041	0.00086
0.00056	0.00029	0.00000	0.00016	0.00048	0.00091

0.0039	0.0016	0.0004	0.0003	0.0017	0.0037	0.01161176
						Rθ= 0.06003040

REPETIBILIDAD PRUEBA 34

0.00095	0.00050	0.00012	0.00002	0.00022	0.00035
0.00088	0.00034	0.00005	0.00006	0.00024	0.00044
0.00069	0.00029	0.00002	0.00008	0.00033	0.00055
0.00065	0.00021	0.00001	0.00014	0.00039	0.00061
0.00058	0.00014	0.00000	0.00018	0.00030	0.00073

0.0037	0.0015	0.0002	0.0005	0.0015	0.0027	0.01005655
						Rθ= 0.05586591

REPETIBILIDAD PRUEBA 35

0.00059	0.00015	0.00004	0.00001	0.00002	0.00027
0.00045	0.00010	0.00003	0.00001	0.00004	0.00032
0.00030	0.00005	0.00000	0.00000	0.00006	0.00035
0.00025	0.00003	0.00000	0.00000	0.00009	0.00041
0.00021	0.00001	0.00000	0.00001	0.00018	0.00049

0.0018	0.0003	0.0001	0.0000	0.0004	0.0018	0.00447623
						Rθ= 0.03727163

REPETIBILIDAD PRUEBA 36

0.00023	0.00006	0.00015	0.00000	0.00006	0.00010
0.00017	0.00004	0.00007	0.00000	0.00007	0.00012
0.00012	0.00002	0.00002	0.00000	0.00009	0.00018
0.00015	0.00001	0.00000	0.00002	0.00001	0.00033
0.00011	0.00010	0.00001	0.00003	0.00006	0.00025

0.0008	0.0002	0.0002	0.0000	0.0003	0.0010	0.00256859
						Rθ= 0.02823385

REPETIBILIDAD PRUEBA 37

0.00877	0.00859	0.00661	0.00638	0.00605	0.00619
0.00624	0.00622	0.00633	0.00212	0.00019	0.00008
0.00001	0.00010	0.00006	0.00004	0.00055	0.00093
0.00064	0.00057	0.00296	0.00223	0.00166	0.00249
0.00383	0.00323	0.00696	0.00905	0.00836	0.00957

0.0195	0.0187	0.0229	0.0198	0.0168	0.0193	0.1170227
						R0= 0.19057119

REPETIBILIDAD PRUEBA 38

0.000008066	0.000005954	0.000009242	0.000011156	0.000006452	0.000004580
0.000005018	0.000002372	0.000001538	0.000000548	0.000000922	0.000000578
0.000001124	0.000002756	0.000004244	0.000007076	0.000003460	0.000002434
0.000002756	0.000002132	0.000000026	0.000000740	0.000000314	0.000000004
0.000000068	0.000000026	0.000000578	0.000001124	0.000002434	0.000000922

0.0000170	0.0000132	0.0000156	0.0000206	0.0000136	0.0000085	0.0000886
						R0= 0.005244662

REPETIBILIDAD PRUEBA 39

0.00875	0.00730	0.00007	0.00005	0.00038	0.00116
0.00098	0.00149	0.00094	0.00164	0.00188	0.00065
0.00020	0.00007	0.00026	0.00030	0.00134	0.00198
0.00077	0.00014	0.00000	0.00069	0.00159	0.00113
0.00168	0.00163	0.00124	0.00106	0.00000	0.00031

0.0124	0.0106	0.0025	0.0037	0.0052	0.0052	0.0396812
						R0= 0.11097231

REPETIBILIDAD PRUEBA 40

0.00499	0.00037	0.00275	0.01238	0.00132	0.00040
0.00015	0.00475	0.00550	0.00079	0.00002	0.00031
0.00091	0.00014	0.00030	0.00005	0.00031	0.00002
0.00097	0.00030	0.00007	0.00000	0.00004	0.00023
0.00048	0.00002	0.00420	0.00522	0.00247	0.00313

0.0075	0.0056	0.0128	0.0184	0.0042	0.0041	0.0526109
						R0= 0.12777914

REPETIBILIDAD PRUEBA 41

0.00025	0.00033	0.00031	0.00023	0.00013	0.00055
0.00049	0.00040	0.00051	0.00026	0.00015	0.00005
0.00004	0.00003	0.00001	0.00002	0.00004	0.00007
0.00040	0.00014	0.00024	0.00015	0.00023	0.00040
0.00002	0.00011	0.00042	0.00048	0.00096	0.00112

0.0012	0.0010	0.0015	0.0011	0.0015	0.0022	0.0085423
						Rθ= 0.05148829

REPETIBILIDAD PRUEBA 42

0.00000	0.00009	0.00003	0.00006	0.00000	0.00013
0.00017	0.00047	0.00055	0.00082	0.00045	0.00015
0.00000	0.00058	0.00000	0.00013	0.00305	0.00179
0.00139	0.00109	0.00070	0.00147	0.00109	0.00015
0.00002	0.00321	0.00211	0.00078	0.00045	0.00009

0.0016	0.0054	0.0034	0.0033	0.0050	0.0023	0.0210437
						Rθ= 0.08081335

REPETIBILIDAD PRUEBA 43

0.00275	0.00669	0.00482	0.00339	0.00315	0.00269
0.00247	0.00014	0.00005	0.00000	0.00000	0.00001
0.00001	0.00008	0.00000	0.00020	0.00045	0.00041
0.00053	0.00077	0.00104	0.00102	0.00061	0.00080
0.00079	0.00126	0.00145	0.00150	0.00085	0.00082

0.0065	0.0089	0.0074	0.0061	0.0051	0.0047	0.0387510
						Rθ= 0.10966394

REPETIBILIDAD PRUEBA 44

0.00015	0.00000	0.00003	0.00000	0.00006	0.00055
0.00006	0.00004	0.00000	0.00002	0.00005	0.00068
0.00070	0.00041	0.00001	0.00005	0.00003	0.00048
0.00110	0.00015	0.00009	0.00010	0.00004	0.00017
0.00020	0.00000	0.00000	0.00008	0.00021	0.00002

0.0022	0.0006	0.0001	0.0002	0.0004	0.0019	0.0054904
						Rθ= 0.04127846

REPETIBILIDAD PRUEBA 45

0.00126	0.00050	0.00013	0.00003	0.00024	0.00064
0.00108	0.00046	0.00010	0.00005	0.00029	0.00073
0.00096	0.00032	0.00006	0.00008	0.00035	0.00080
0.00074	0.00026	0.00003	0.00012	0.00041	0.00084
0.00060	0.00020	0.00001	0.00019	0.00051	0.00098

0.0046	0.0017	0.0003	0.0005	0.0018	0.0040	0.01296119
						R0= 0.06342269

REPETIBILIDAD PRUEBA 46

0.00071	0.00034	0.00012	0.00000	0.00013	0.00044
0.00063	0.00032	0.00008	0.00001	0.00017	0.00055
0.00056	0.00027	0.00006	0.00002	0.00024	0.00070
0.00044	0.00020	0.00002	0.00003	0.00029	0.00084
0.00038	0.00015	0.00001	0.00005	0.00041	0.00100

0.0027	0.0013	0.0003	0.0001	0.0012	0.0035	0.00917037
						R0= 0.05334770

REPETIBILIDAD PRUEBA 47

0.00063	0.00021	0.00006	0.00001	0.00015	0.00023
0.00056	0.00015	0.00002	0.00002	0.00018	0.00028
0.00043	0.00007	0.00001	0.00005	0.00009	0.00023
0.00035	0.00013	0.00000	0.00009	0.00008	0.00030
0.00031	0.00009	0.00000	0.00012	0.00014	0.00034

0.0023	0.0006	0.0001	0.0003	0.0006	0.0014	0.00532277
						R0= 0.04064351

REPETIBILIDAD PRUEBA 48

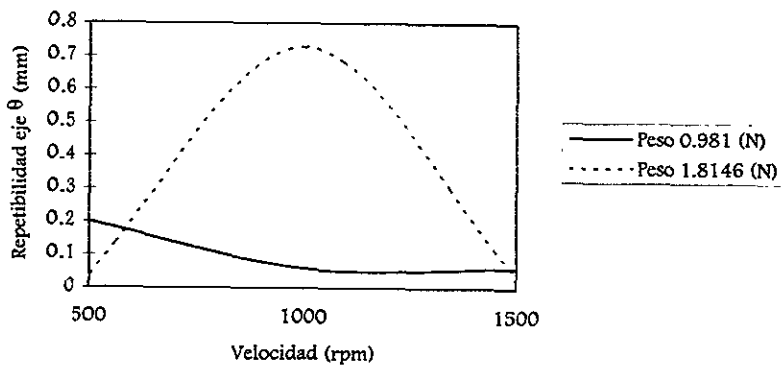
0.00065	0.00047	0.00012	0.00000	0.00013	0.00050
0.00054	0.00028	0.00009	0.00001	0.00018	0.00061
0.00045	0.00025	0.00006	0.00003	0.00027	0.00069
0.00031	0.00019	0.00002	0.00005	0.00032	0.00056
0.00037	0.00017	0.00001	0.00008	0.00040	0.00053

0.0023	0.0014	0.0003	0.0002	0.0013	0.0029	0.00835545
						R0= 0.05092221

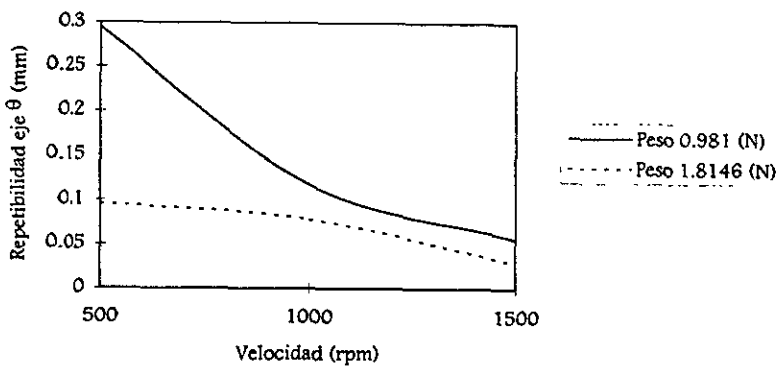
ANEXO B.2

“GRAFICAS PARA EL EJE θ ”

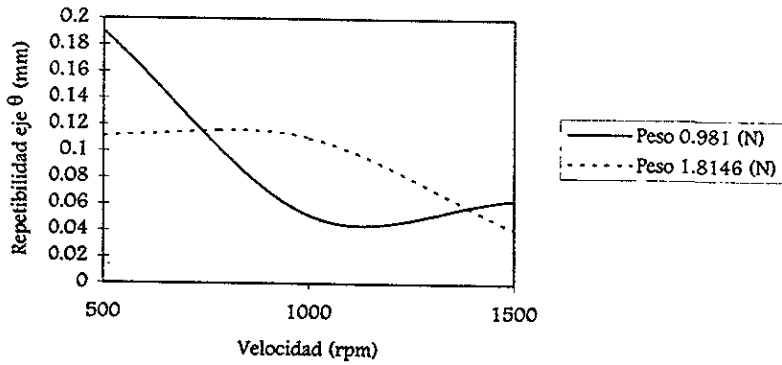
Prueba 5

Repetibilidad eje θ : Brazo retraido 3 ciclos

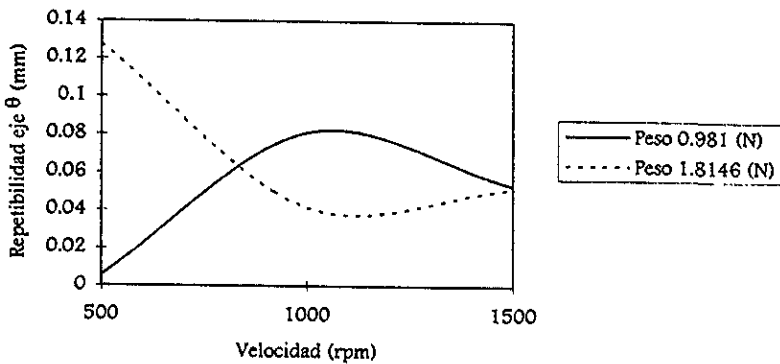
Prueba 6

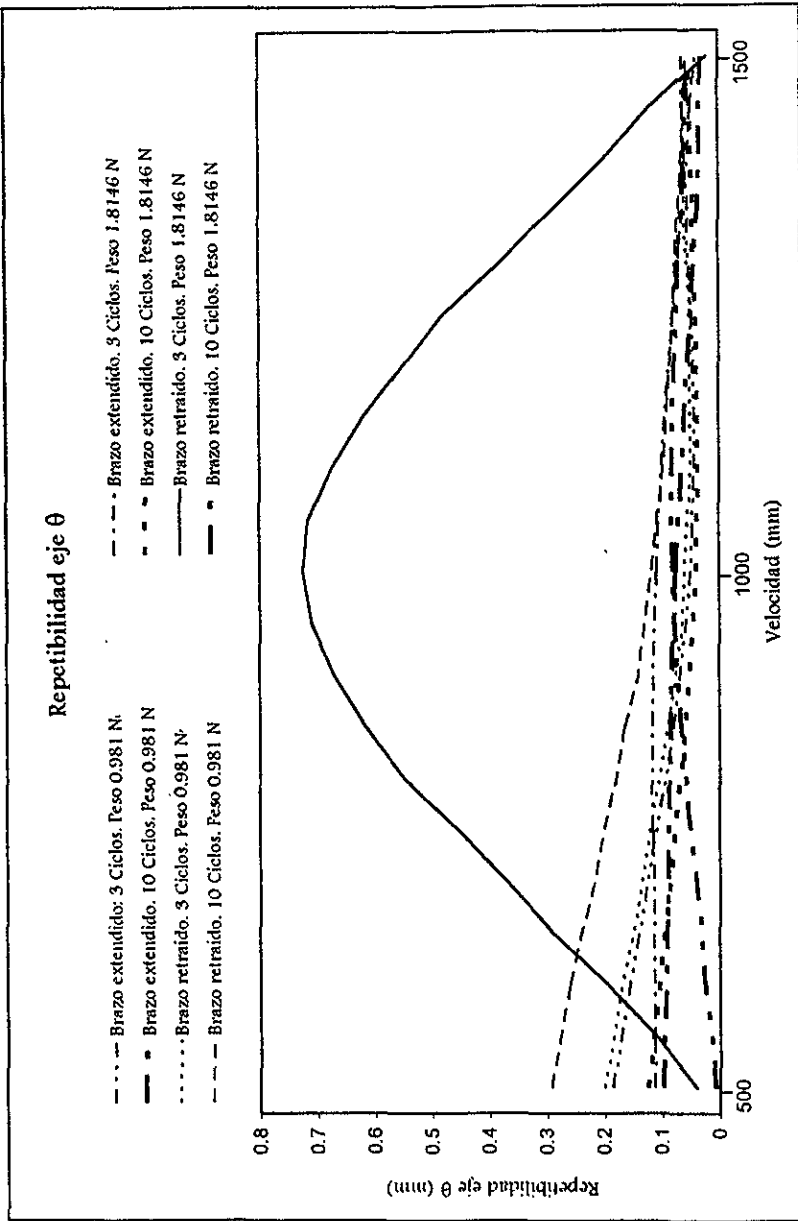
Repetibilidad eje θ : Brazo retraido 10 ciclos

Prueba 7

Repetibilidad eje θ : Brazo extendido 3 ciclos

Prueba 8

Repetibilidad eje θ : Brazo extendido 10 ciclos



ANEXO C

“MEDICIONES EN EL EJE ϕ ”

Prueba 49: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.0973	0.1503	0.2463	0.3223	0.3673	0.3343
0.3413	0.2763	0.3173	0.2763	0.2693	0.2833
0.2523	0.2383	0.2183	0.2333	0.2473	0.2653
0.2763	0.2803	0.3103	0.2543	0.2213	0.2383
0.2693	0.3093	0.3333	0.2327	0.3823	0.4193
ϕ promedio=					0.2754567

Prueba 50: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.3763	0.3463	0.1893	0.1743	0.0853	0.0243
0.0773	0.0823	0.0823	0.1803	0.2603	0.2333
0.3473	0.4183	0.5343	0.5123	0.3203	0.2963
0.3423	0.3383	0.3093	0.3263	0.3033	0.2963
0.3413	0.3323	0.5013	0.3303	0.2713	0.2613
ϕ promedio=					0.2831333

Prueba 51: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.3413	0.2780	0.2575	0.2820	0.2680	0.2688
0.2597	0.2670	0.2598	0.2802	0.2625	0.2695
0.2601	0.2510	0.2631	0.2775	0.2596	0.2735
0.2698	0.2496	0.2705	0.2710	0.2580	0.2775
0.2725	0.2520	0.2780	0.2656	0.2611	0.2805
ϕ promedio=					0.2695067

Prueba 52: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.1423	0.0603	0.0313	0.0253	0.0443	0.0863
0.1653	0.1403	0.1513	0.1663	0.2413	0.1033
0.0813	0.0823	0.0993	0.0973	0.1613	0.2093
0.2753	0.2893	0.2913	0.3153	0.3533	0.2733
0.2573	0.2893	0.1663	0.1383	0.1493	0.1723
ϕ promedio=					0.1686333

Prueba 53: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.3533	0.2383	0.1303	0.0973	0.1143	0.1013
0.1103	0.0873	0.0843	0.1083	0.0863	0.0943
0.0733	0.0743	0.0773	0.0753	0.0543	0.0693
0.1073	0.0893	0.0753	0.1223	0.1223	0.1603
0.1833	0.2033	0.1953	0.1753	0.1833	0.2123
ϕ promedio=					0.1286333

Prueba 54: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.0863	0.0593	0.1463	0.1413	0.1163	0.1553
0.0803	0.1723	0.1933	0.1283	0.1763	0.2023
0.1703	0.1353	0.1283	0.2083	0.2403	0.1993
0.2103	0.2963	0.2843	0.2923	0.2043	0.2303
0.2393	0.2593	0.2933	0.2523	0.3333	0.2813
ϕ promedio=					0.1972000

Prueba 55: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.3593	0.3663	0.3863	0.4173	0.4553	0.4753
0.4893	0.4933	0.5423	0.5383	0.4793	0.3963
0.4253	0.4433	0.4403	0.4323	0.4573	0.4533
0.4453	0.4383	0.4073	0.4123	0.4263	0.4333
0.4073	0.4043	0.4553	0.4473	0.4273	0.4383
ϕ promedio=					0.4397667

Prueba 56: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26° Humedad 40 %					
0.4813	0.4513	0.4873	0.5613	0.4563	0.4753
0.4643	0.3673	0.4033	0.4003	0.4553	0.4973
0.5573	0.5433	0.6313	0.6893	0.7933	0.6703
0.6623	0.6653	0.7223	0.6813	0.6253	0.6023
0.6573	0.6823	0.6573	0.6473	0.7253	0.7593
ϕ promedio=					0.5824333

Prueba 57: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.8805	0.8864	0.9450	0.9501	0.9681	0.9821
0.8750	0.8923	0.9325	0.9575	0.9692	0.9837
0.8764	0.9224	0.9368	0.9589	0.9715	0.9855
0.8795	0.9264	0.9392	0.9615	0.9752	0.9903
0.8814	0.9281	0.9414	0.9656	0.9776	0.9935
ϕ promedio=					0.9411200

Prueba 58: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.5320	0.5508	0.5670	0.5907	0.6175	0.6387
0.5360	0.5554	0.5710	0.5972	0.6301	0.6351
0.5391	0.5598	0.5775	0.6018	0.6345	0.6398
0.5411	0.5635	0.5823	0.6085	0.6393	0.6414
0.5432	0.5805	0.5886	0.6140	0.6420	0.6447
ϕ promedio=					0.5921033

Prueba 59: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.7570	0.7721	0.7891	0.8136	0.8187	0.8311
0.7592	0.7752	0.7926	0.8179	0.8196	0.8378
0.7623	0.7794	0.7968	0.8194	0.8232	0.8413
0.7643	0.7831	0.7988	0.8241	0.8257	0.8437
0.7681	0.7855	0.8105	0.8214	0.8285	0.8485
ϕ promedio=					0.8036167

Prueba 60: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo extendido Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.5425	0.5648	0.5821	0.5978	0.6127	0.6238
0.5478	0.5695	0.5836	0.6002	0.6144	0.6257
0.5532	0.5705	0.5889	0.6037	0.6173	0.6294
0.5585	0.5761	0.5913	0.6078	0.6199	0.6301
0.5622	0.5798	0.5942	0.6096	0.6214	0.6342
ϕ promedio=					0.5937667

Prueba 61: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26° Humedad 40 %					
0.7722	0.7622	0.7672	0.7912	0.7362	0.7702
0.7592	0.7422	0.7442	0.8012	0.7802	0.7662
0.7472	0.7732	0.7462	0.8092	0.8092	0.7742
0.7802	0.7742	0.7702	0.8262	0.8142	0.7752
0.7612	0.7672	0.7802	0.7952	0.7752	0.8042
ϕ promedio=					0.7758333

Prueba 62: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.8092	0.8752	1.0222	1.0572	1.1472	1.1802
0.7612	0.8882	0.9962	1.0522	1.1802	1.2392
0.8262	0.8752	0.9892	1.1082	1.2072	1.2732
0.8542	0.9762	1.0332	1.1492	1.2112	1.2552
0.8332	0.9962	1.0632	1.1462	1.1682	1.2522
ϕ promedio=					1.0475333

Prueba 63: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.6643	0.7913	0.9243	1.0083	1.1383	1.2663
0.6743	0.7793	0.9503	1.0273	1.1433	1.3233
0.7083	0.8253	0.9333	1.0473	1.1433	1.3663
0.7163	0.8613	0.9763	1.0793	1.2193	1.4073
0.7433	0.9113	1.0113	1.1223	1.2433	1.4563
ϕ promedio=					1.015400

Prueba 64: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
1.263	0.215	0.322	0.183	0.232	0.143
0.327	0.215	0.417	0.227	0.109	0.177
0.312	0.247	0.232	0.291	0.252	0.326
0.237	0.203	0.212	0.33	0.695	0.037
0.31	0.196	0.203	0.08	0.42	0.072
ϕ promedio=					0.2828333

Prueba 65: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.8692	0.7732	0.6482	0.6612	0.6692	0.7142
0.8702	0.7642	0.6442	0.6512	0.7352	0.7492
0.8042	0.7252	0.6562	0.6552	0.7142	0.7602
0.8292	0.6742	0.6372	0.6572	0.7262	0.7792
0.7782	0.6292	0.6672	0.6602	0.7292	0.7572
ϕ promedio=					0.7196333

Prueba 66: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.0613	0.9823	0.9703	1.0853	1.1723	1.1653
0.0153	0.9883	1.0113	1.1773	1.1373	1.1543
0.0593	0.9913	1.0173	1.1603	1.1773	1.1533
0.9563	1.0323	1.0083	1.1473	1.1193	1.1393
1.0053	1.0043	1.0143	1.1563	1.1053	1.2183
ϕ promedio=					0.9795333

Prueba 67: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.4333	0.5973	0.6693	0.6903	0.8423	0.9393
0.4883	0.6013	0.6763	0.7643	0.8743	0.9533
0.5313	0.6313	0.6803	0.7293	0.8943	0.9973
0.5613	0.6023	0.7033	0.7883	0.9143	1.0013
0.5903	0.6673	0.7003	0.8153	0.9883	0.9853
ϕ promedio=					0.7437000

Prueba 68: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1000 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.1103	0.2703	0.3993	0.6663	0.8403	0.8833
0.2013	0.3133	0.4623	0.6613	0.7613	0.8543
0.2033	0.3093	0.5173	0.7543	0.8343	0.8953
0.1603	0.2643	0.4493	0.7663	0.8693	0.9113
0.1723	0.3863	0.4983	0.7753	0.8783	0.9413
ϕ promedio=					0.5670000

Prueba 69: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26° Humedad 40 %					
0.0334	0.0589	0.0730	0.0954	0.1137	0.1278
0.0451	0.0621	0.0764	0.0998	0.1142	0.1210
0.0497	0.0653	0.0786	0.1004	0.1151	0.1195
0.0522	0.0678	0.0851	0.1092	0.1201	0.1237
0.0544	0.0699	0.0886	0.1112	0.1250	0.1257
ϕ promedio=					0.0894100

Prueba 70: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: .0981 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26° Humedad 40 %					
0.8871	0.9014	0.9175	0.9395	0.9591	0.9736
0.8890	0.9039	0.9192	0.9422	0.9633	0.9785
0.8910	0.9075	0.9235	0.9470	0.9675	0.9828
0.8938	0.9098	0.9278	0.9510	0.9690	0.9845
0.8967	0.9140	0.9340	0.9554	0.9702	0.9888
ϕ promedio=					0.9362867

Prueba 71: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 3 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
0.9853	0.9985	1.0378	1.0575	1.0769	1.0910
0.9891	1.0175	1.0402	1.0611	1.0795	1.0954
0.9902	1.0255	1.0455	1.0637	1.0822	1.0989
0.9945	1.0285	1.0491	1.0692	1.0847	1.1014
0.9962	1.0340	1.0500	1.0720	1.0895	1.1068
ϕ promedio=					1.0503900

Prueba 72: Eje ϕ

Condiciones de prueba: Brazo retraído Velocidad: 1500 rpm Ciclos: 10 Peso: 1.8146 N					
Condiciones ambientales: Temperatura 26°C Humedad 40 %					
1.1254	1.1396	1.1880	1.2075	1.2296	1.2580
1.1283	1.1440	1.1902	1.2154	1.2340	1.2675
1.1314	1.1491	1.1935	1.2194	1.2410	1.2710
1.1342	1.1522	1.1982	1.2230	1.2478	1.2790
1.1375	1.1554	1.2014	1.2254	1.2550	1.2800
ϕ promedio=					1.2007333

ANEXO C.1

“REPETIBILIDAD PARA EL EJE ϕ ”

REPETIBILIDAD PRUEBA 49

0.03174	0.01566	0.00085	0.00220	0.00844	0.00346
0.00434	0.00000	0.00175	0.00000	0.00004	0.00006
0.00054	0.00138	0.00327	0.00178	0.00079	0.00010
0.00000	0.00002	0.00121	0.00045	0.00293	0.00138
0.00004	0.00115	0.00335	0.00183	0.01142	0.02069

0.0366	0.0182	0.0104	0.0062	0.0236	0.0257	0.1208531
						R ϕ = 0.19366502

REPETIBILIDAD PRUEBA 50

0.00868	0.00399	0.00880	0.01184	0.03914	0.06699
0.04237	0.04033	0.04033	0.01057	0.00052	0.00248
0.00412	0.01827	0.06308	0.05252	0.00138	0.00017
0.00350	0.00304	0.00068	0.00186	0.00041	0.00017
0.00338	0.00242	0.04760	0.00222	0.00014	0.00048

0.0620	0.0681	0.1605	0.0790	0.0416	0.0703	0.4815222
						R ϕ = 0.38657200

REPETIBILIDAD PRUEBA 51

0.00515	0.00007	0.00014	0.00016	0.00000	0.00000
0.00010	0.00001	0.00009	0.00011	0.00005	0.00000
0.00009	0.00034	0.00004	0.00006	0.00010	0.00002
0.00000	0.00040	0.00000	0.00000	0.00013	0.00006
0.00001	0.00031	0.00007	0.00002	0.00007	0.00012

0.0053	0.0011	0.0004	0.0004	0.0004	0.0002	0.0077298
						R ϕ = 0.04897860

REPETIBILIDAD PRUEBA 52

0.00069	0.01174	0.01886	0.02054	0.01546	0.00678
0.00001	0.00080	0.00030	0.00001	0.00528	0.00427
0.00763	0.00745	0.00481	0.00509	0.00005	0.00165
0.01138	0.01456	0.01505	0.02151	0.03410	0.01096
0.00786	0.01456	0.00001	0.00092	0.00037	0.00001

0.0276	0.0491	0.0390	0.0481	0.0553	0.0237	0.2427127
						R ϕ = 0.27445331

REPETIBILIDAD PRUEBA 53

0.05048	0.01203	0.00000	0.00098	0.00021	0.00075
0.00034	0.00171	0.00197	0.00041	0.00179	0.00118
0.00306	0.00295	0.00264	0.00284	0.00553	0.00352
0.00046	0.00155	0.00284	0.00004	0.00004	0.00100
0.00299	0.00558	0.00444	0.00218	0.00299	0.00700

0.0573	0.0238	0.0119	0.0065	0.0106	0.0134	0.1234767
						R ϕ = 0.19575583

REPETIBILIDAD PRUEBA 54

0.01230	0.01902	0.00259	0.00312	0.00654	0.00176
0.01367	0.00062	0.00002	0.00475	0.00044	0.00003
0.00072	0.00383	0.00475	0.00012	0.00186	0.00000
0.00017	0.00982	0.00759	0.00904	0.00005	0.00110
0.00177	0.00386	0.00924	0.00304	0.01852	0.00707

0.0286	0.0371	0.0242	0.0201	0.0274	0.0100	0.1473947
						R ϕ = 0.21387656

REPETIBILIDAD PRUEBA 55

0.00647	0.00540	0.00286	0.00050	0.00024	0.00126
0.00245	0.00287	0.01051	0.00971	0.00156	0.00189
0.00021	0.00001	0.00000	0.00006	0.00031	0.00018
0.00003	0.00000	0.00105	0.00075	0.00018	0.00004
0.00105	0.00126	0.00024	0.00006	0.00016	0.00000

0.0102	0.0095	0.0147	0.0111	0.0024	0.0034	0.0513335
						R ϕ = 0.12621837

REPETIBILIDAD PRUEBA 56

0.01023	0.01720	0.00905	0.00045	0.01591	0.01148
0.01396	0.04628	0.03209	0.03317	0.01616	0.00725
0.00063	0.00153	0.00239	0.01142	0.04446	0.00772
0.00638	0.00687	0.01956	0.00977	0.00184	0.00039
0.00561	0.00997	0.00561	0.00421	0.02041	0.03128

0.0368	0.0818	0.0687	0.0590	0.0988	0.0581	0.4032735
						R ϕ = 0.35377088

REPETIBILIDAD PRUEBA 57

0.00367	0.00299	0.00002	0.00008	0.00073	0.00168
0.00437	0.00238	0.00007	0.00027	0.00079	0.00181
0.00419	0.00035	0.00002	0.00032	0.00092	0.00197
0.00380	0.00022	0.00000	0.00042	0.00116	0.00242
0.00357	0.00017	0.00000	0.00060	0.00133	0.00274

0.0196	0.0061	0.0001	0.0017	0.0049	0.0106	0.04306053
						R ϕ = 0.11560109

REPETIBILIDAD PRUEBA 58

0.00361	0.00171	0.00063	0.00000	0.00064	0.00217
0.00315	0.00135	0.00045	0.00003	0.00144	0.00185
0.00281	0.00104	0.00021	0.00009	0.00180	0.00227
0.00260	0.00082	0.00010	0.00027	0.00223	0.00243
0.00239	0.00013	0.00001	0.00048	0.00249	0.00277

0.0146	0.0050	0.0014	0.0009	0.0086	0.0115	0.04197399
						R ϕ = 0.11413330

REPETIBILIDAD PRUEBA 59

0.00217	0.00099	0.00021	0.00010	0.00023	0.00076
0.00197	0.00081	0.00012	0.00020	0.00026	0.00117
0.00171	0.00059	0.00005	0.00025	0.00038	0.00142
0.00155	0.00042	0.00002	0.00042	0.00049	0.00161
0.00126	0.00033	0.00005	0.00032	0.00062	0.00201

0.0087	0.0031	0.0004	0.0013	0.0020	0.0070	0.02247280
						R ϕ = 0.08351238

REPETIBILIDAD PRUEBA 60

0.00263	0.00084	0.00014	0.00002	0.00036	0.00090
0.00211	0.00059	0.00010	0.00004	0.00043	0.00102
0.00165	0.00054	0.00002	0.00010	0.00055	0.00127
0.00124	0.00031	0.00001	0.00020	0.00068	0.00132
0.00100	0.00020	0.00000	0.00025	0.00076	0.00163

0.0086	0.0025	0.0003	0.0006	0.0028	0.0061	0.02090791
						R ϕ = 0.08055222

REPETIBILIDAD PRUEBA 61

0.00001	0.00019	0.00007	0.00024	0.00157	0.00003
0.00028	0.00113	0.00100	0.00064	0.00002	0.00009
0.00082	0.00001	0.00088	0.00111	0.00111	0.00000
0.00002	0.00000	0.00003	0.00254	0.00147	0.00000
0.00021	0.00007	0.00002	0.00038	0.00000	0.00080

0.0013	0.0014	0.0020	0.0049	0.0042	0.0009	0.0147610
						R ϕ = 0.06768301

REPETIBILIDAD PRUEBA 62

0.05680	0.02970	0.00064	0.00009	0.00993	0.01760
0.08199	0.02539	0.00264	0.00002	0.01760	0.03674
0.04899	0.02970	0.00340	0.00368	0.02549	0.05093
0.03738	0.00509	0.00021	0.01034	0.02679	0.04313
0.04594	0.00264	0.00025	0.00974	0.01456	0.04189

0.2711	0.0925	0.0071	0.0239	0.0944	0.1903	0.6792507
						R ϕ = 0.45913171

REPETIBILIDAD PRUEBA 63

0.12327	0.05022	0.00830	0.00005	0.01510	0.06295
0.11635	0.05574	0.00424	0.00014	0.01636	0.09480
0.09431	0.03614	0.00674	0.00102	0.01636	0.12313
0.08946	0.02375	0.00153	0.00408	0.04158	0.15359
0.07404	0.01084	0.00002	0.01143	0.05194	0.19439

0.4974	0.1767	0.0208	0.0167	0.1413	0.6289	1.4818567
						R ϕ = 0.67814937

REPETIBILIDAD PRUEBA 64

0.96073	0.00460	0.00153	0.00997	0.00258	0.01955
0.00195	0.00460	0.01800	0.00312	0.03022	0.01120
0.00085	0.00128	0.00258	0.00007	0.00095	0.00186
0.00210	0.00637	0.00502	0.00222	0.16988	0.06043
0.00074	0.00754	0.00637	0.04114	0.01881	0.04445

0.9664	0.0244	0.0335	0.0565	0.2224	0.1375	1.44074
						R ϕ = 0.66867593

REPETIBILIDAD PRUEBA 65

0.02237	0.00287	0.00510	0.00341	0.00254	0.00003
0.02267	0.00199	0.00569	0.00468	0.00024	0.00087
0.00715	0.00003	0.00402	0.00415	0.00003	0.00165
0.01200	0.00206	0.00680	0.00390	0.00004	0.00355
0.00343	0.00818	0.00275	0.00353	0.00009	0.00141

0.0676	0.0151	0.0244	0.0197	0.0030	0.0075	0.1372554
						R ϕ = 0.20638918

REPETIBILIDAD PRUEBA 66

0.84315	0.00001	0.00009	0.01119	0.03716	0.03451
0.92975	0.00008	0.00101	0.03911	0.02489	0.03054
0.84683	0.00014	0.00143	0.03268	0.03911	0.03019
0.00054	0.00278	0.00083	0.02815	0.01953	0.02553
0.00066	0.00061	0.00121	0.03125	0.01582	0.05701

2.6209	0.0036	0.0046	0.1424	0.1365	0.1778	3.0857714
						R ϕ = 0.97859756

REPETIBILIDAD PRUEBA 67

0.09635	0.02143	0.00554	0.00285	0.00972	0.03826
0.06523	0.02028	0.00454	0.00042	0.01706	0.04393
0.04511	0.01263	0.00402	0.00021	0.02268	0.06431
0.03327	0.01999	0.00163	0.00199	0.02910	0.06636
0.02353	0.00584	0.00188	0.00513	0.05983	0.05837

0.2635	0.0802	0.0176	0.0106	0.1384	0.2712	0.7815052
						R ϕ = 0.49247954

REPETIBILIDAD PRUEBA 68

0.20857	0.08803	0.02812	0.00986	0.07469	0.10005
0.13374	0.06436	0.01096	0.00889	0.03775	0.08254
0.13228	0.06641	0.00247	0.03508	0.07145	0.10778
0.16540	0.09163	0.01385	0.03972	0.09139	0.11854
0.15579	0.03265	0.00472	0.04339	0.09691	0.14010

0.7958	0.3431	0.0601	0.1369	0.3722	0.5490	2.2571363
						R ϕ = 0.83695315

REPETIBILIDAD PRUEBA 69

0.00314	0.00093	0.00027	0.00004	0.00059	0.00147
0.00196	0.00075	0.00017	0.00011	0.00061	0.00100
0.00158	0.00058	0.00012	0.00012	0.00066	0.00091
0.00138	0.00047	0.00002	0.00039	0.00094	0.00118
0.00123	0.00038	0.00000	0.00047	0.00127	0.00132

0.0093	0.0031	0.0006	0.0011	0.0041	0.0059	0.02404193
						R ϕ = 0.08637875

REPETIBILIDAD PRUEBA 70

0.00242	0.00122	0.00035	0.00001	0.00052	0.00139
0.00224	0.00105	0.00029	0.00003	0.00073	0.00178
0.00205	0.00083	0.00016	0.00011	0.00097	0.00216
0.00181	0.00070	0.00007	0.00022	0.00107	0.00232
0.00157	0.00050	0.00001	0.00037	0.00115	0.00276

0.0101	0.0043	0.0009	0.0007	0.0044	0.0104	0.03086349
						R ϕ = 0.09786892

REPETIBILIDAD PRUEBA 71

0.00424	0.00269	0.00016	0.00005	0.00070	0.00165
0.00376	0.00108	0.00010	0.00011	0.00085	0.00203
0.00362	0.00062	0.00002	0.00018	0.00101	0.00235
0.00312	0.00048	0.00000	0.00035	0.00118	0.00260
0.00294	0.00027	0.00000	0.00047	0.00153	0.00318

0.0177	0.0051	0.0003	0.0012	0.0053	0.0118	0.04135041
						R ϕ = 0.11328232

REPETIBILIDAD PRUEBA 72

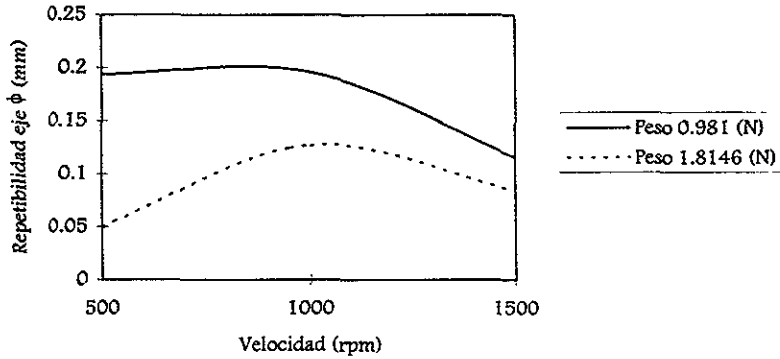
0.00568	0.00374	0.00016	0.00005	0.00083	0.00328
0.00525	0.00322	0.00011	0.00022	0.00111	0.00446
0.00481	0.00267	0.00005	0.00035	0.00162	0.00494
0.00443	0.00236	0.00001	0.00050	0.00222	0.00613
0.00400	0.00206	0.00000	0.00061	0.00294	0.00628

0.0242	0.0140	0.0003	0.0017	0.0087	0.0251	0.07403741
						R ϕ = 0.15158208

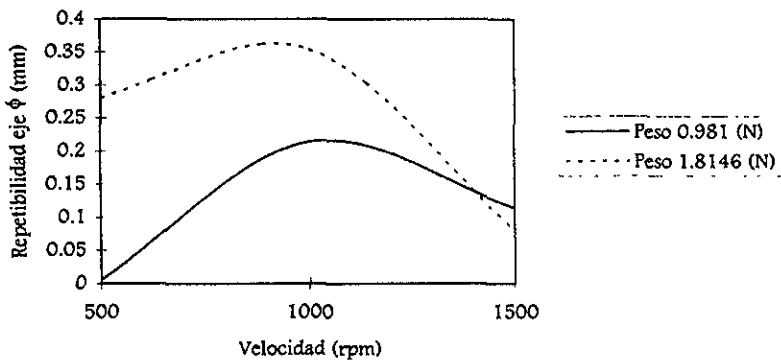
ANEXO C.2

“GRAFICAS PARA EL EJE ϕ ”

Prueba 9

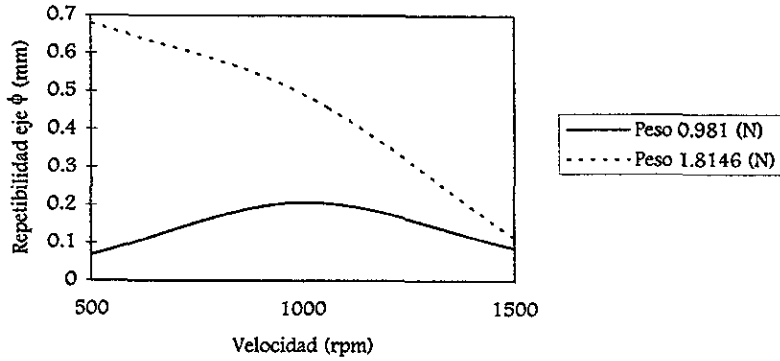
Repetibilidad eje ϕ : Brazo extendido 3 ciclos

Prueba 10

Repetibilidad eje ϕ : Brazo extendido 10 ciclos

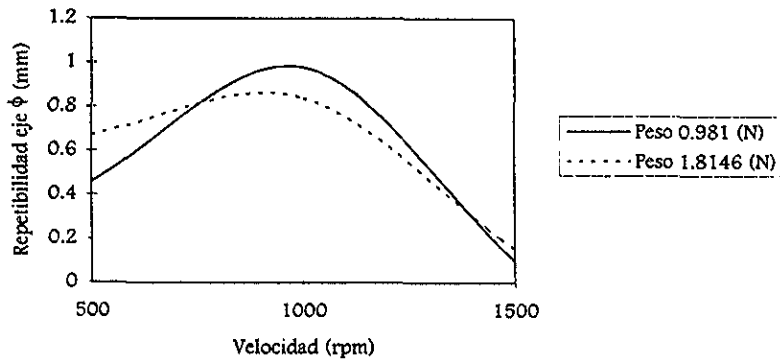
Prueba 11

Repetibilidad eje ϕ : Brazo retraído 3 ciclos



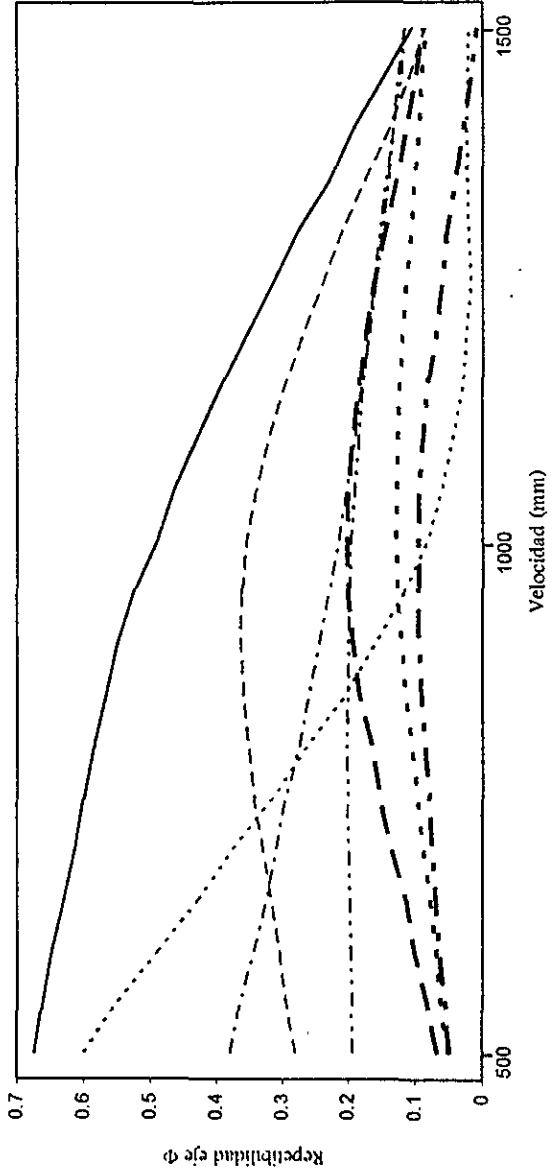
Prueba 12

Repetibilidad eje ϕ : Brazo retraído 10 ciclos



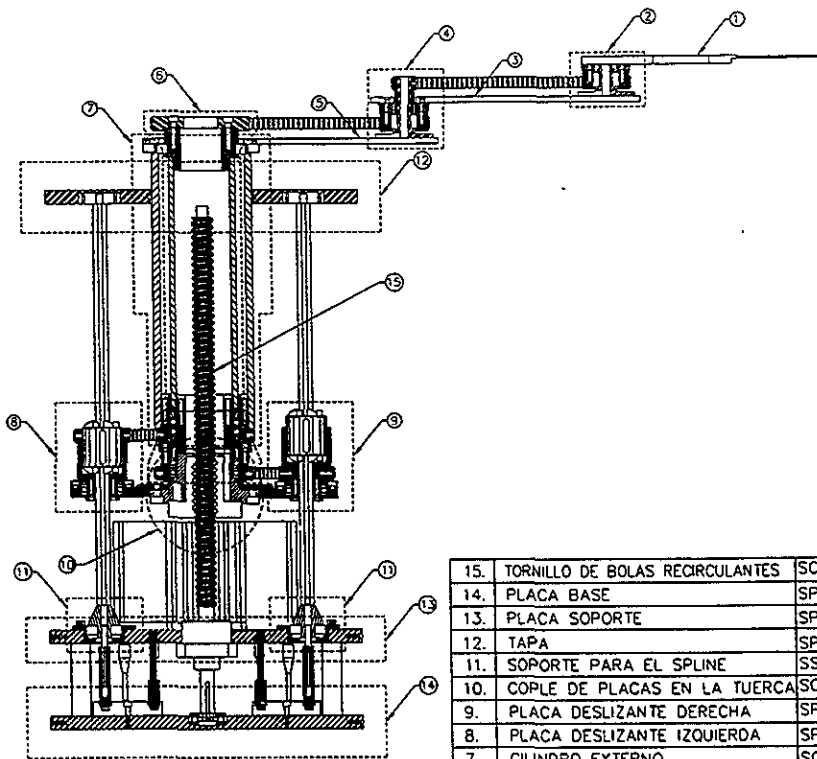
Repetibilidad eje Φ

- - - - - Brazo extendido, 3 Ciclos, Peso 0.981 N
- - - - - Brazo extendido, 10 Ciclos, Peso 0.981 N
- - - - - Brazo retraido, 3 Ciclos, Peso 0.981 N
- - - - - Brazo retraido, 10 Ciclos, Peso 0.981 N
- - - - - Brazo extendido, 3 Ciclos, Peso 1.8146 N
- - - - - Brazo extendido, 10 Ciclos, Peso 1.8146 N
- - - - - Brazo retraido, 3 Ciclos, Peso 1.8146 N
- - - - - Brazo retraido, 10 Ciclos, Peso 1.8146 N



ANEXO D

“PLANOS DE FABRICACION”



15.	TORNILLO DE BOLAS RECIRCULANTES	SCPT
14.	PLACA BASE	SPB
13.	PLACA SOPORTE	SPS
12.	TAPA	SPT
11.	SOPORTE PARA EL SPLINE	SSS
10.	CÓPLE DE PLACAS EN LA TUERCA	SCPT
9.	PLACA DESLIZANTE DERECHA	SPDD
8.	PLACA DESLIZANTE IZQUIERDA	SPDI
7.	CILINDRO EXTERNO	SCE
6.	CILINDRO INTERNO	SCI
5.	BRAZO	SB
4.	CODO	SC
3.	ANTEBRAZO	SA
2.	MUÑECA	SM
1.	ELEMENTO TERMINAL	SET
No	SISTEMA	CLAVE

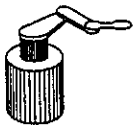
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E

ACOT: mm

JULIO DE 1998

PROYECTO DE TESIS



TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ

REVISO:

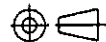
M. I. L. A. GONZALEZ G.

TITULO:

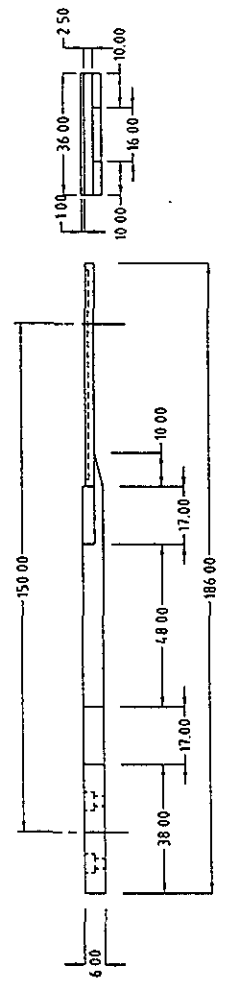
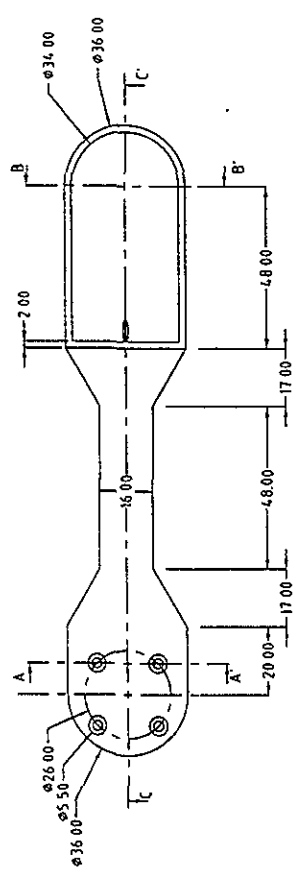
ENSAMBLE GENERAL


CLAVE:

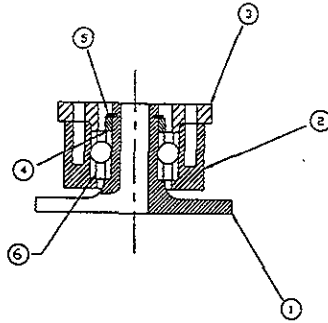
E-G



FRENTE DE LAS UNIDADES Limpiador - Substrato				
501	502	503	504	505
506	507	508	509	510
511	512	513	514	515
516	517	518	519	520
521	522	523	524	525
526	527	528	529	530
531	532	533	534	535
536	537	538	539	540
541	542	543	544	545



ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1		PROYECTO DE TESIS	
ESC 5/E	ACOT mm	JULIO DE 1998	REVISO
TESISTA GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		M I L A GONZALEZ G	
TITULO		CLAVE	
ELEMENTO TERMINAL		SM-F-01	
		HOJA 1/2	



6	2	RODAMIENTO DE BOLAS	SKF-61800
5	1	SEGURO E ϕ 1/8"	COMERCIAL
4	1	ANILLO	SM-F-04
3	1	SOPORTE SUPERIOR DEL RODAMIENTO	SM-F-03
2	1	POLEA	SM-F-02
1	1	BASE DE LA MUÑECA	SM-F-01
No.	CTD.	DESCRIPCION	CLAVE

ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E ACDT: mm JULIO DE 1998 PROYECTO DE TESIS



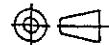
TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ

REVISO:
M.I. L. A. GONZALEZ G.

TITULO

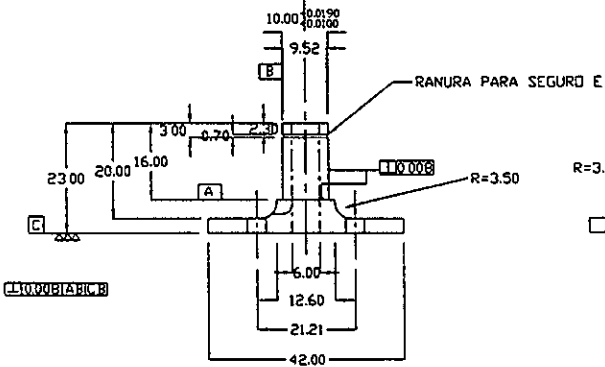
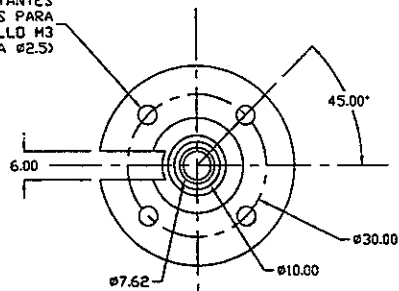
MUÑECA

CLAVE:
SM-E-01

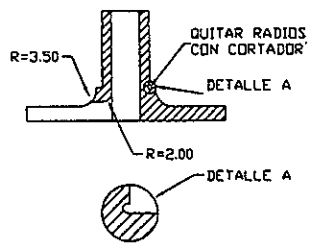


TOLERANCIAS NO INDICADAS					
Longitudes - Diámetros					
> 0.2	> 0.5	> 3	> 6	> 30	> 120
...0.5	... 3	... 6	...30	...120	
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05
Radios - Chafilados					
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05

4 AGUJEROS
EQUIDISTANTES
ROSCADOS PARA
TORNILLO M3
(USAR BROCA Ø2.5)

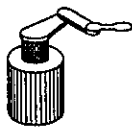
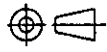


VISTA A-A'

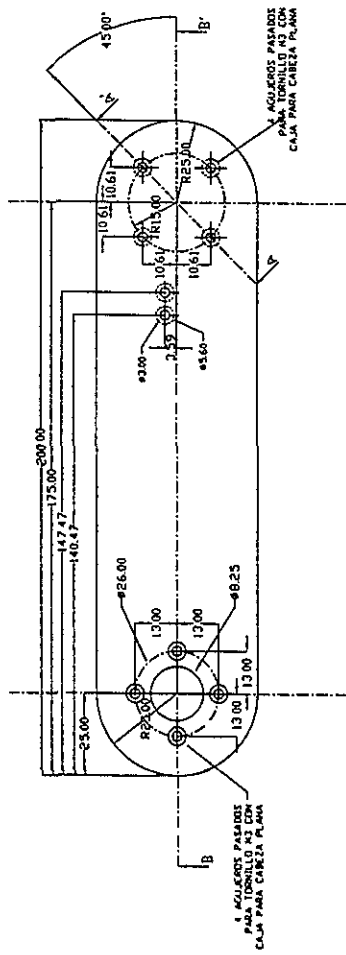


1	1	BASE DE LA MUÑECA	ACERO 1018
No.	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES

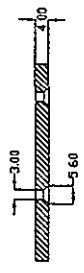
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E	ACDT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
	TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		REVISO:
	TITULO		M.I. L. A. GONZALEZ G.
<h1>MUÑECA</h1>		CLAVE SM-F-01	

TOLERANCIAS NO INDICADAS	
Longitudes	± 0.05
Ángulos	± 30"
Radio	± 0.05
Perforaciones	± 0.05
Chavetones	± 0.05
Chavetas	± 0.05
Chavetas	± 0.05
Chavetas	± 0.05



VISTA A-A'

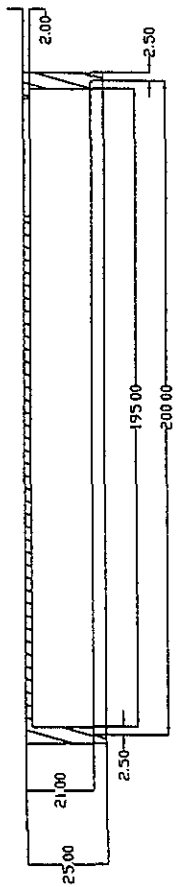
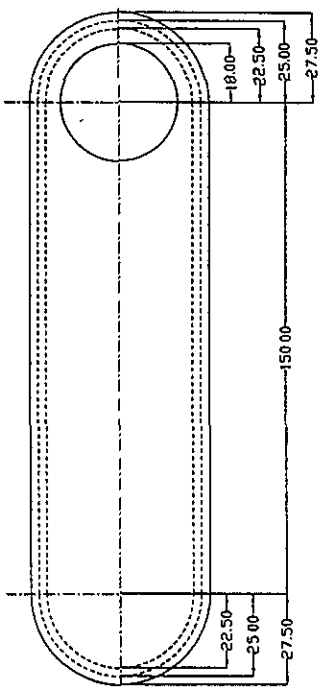



VISTA B-B'

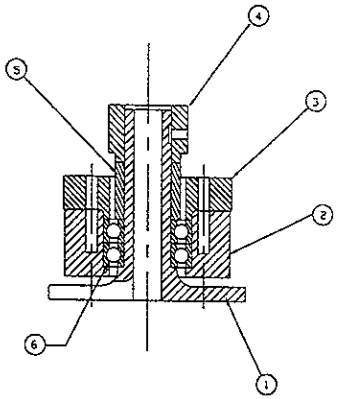


No.	CTD	BASE DEL ANTEBRAZO	ALUMINIO
		DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE I			
ESC: S/E	ACOT: mm	16/07/98	PROYECTO DE TESIS
		TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ	REVISOR:
		TITULO:	NI. L. A. GONZALEZ G.
		BASE DEL ANTEBRAZO	CLAVE: SA-F-01

TOLERANCIAS NO INDICADAS			
Longitudes - Centímetros			
> 02	> 05	> 3	> 6
-05	-3	-4	-6
Reses - Centímetros			
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.04
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.04



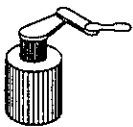
2	1	CUBIERTA DEL ANTEBRAZO	ALUMINIO
No	CTD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE I			
ESC: S/E	ACDI: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
 TITULO CUBIERTA DEL ANTEBRAZO		REVISO M I L A GONZALEZ G CLAVE: SA-F-02	



6	2	RODAMIENTO DE BOLAS	SKF-61800
5	1	SOPORTE SUPERIOR INTERNO	SC-F-05
4	1	POLEA CODO-MUÑECA	SC-F-04
3	1	SOPORTE SUPERIOR DEL RODAMIENTO	SC-F-03
2	1	POLEA	SC-F-02
1	1	BASE DEL CODO	SC-F-01
No.	CTD	DESCRIPCION	CLAVE

ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
----------	----------	---------------	-------------------



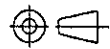
TESISTA GERARDO ALVAREZ SANCHEZ

TITULO

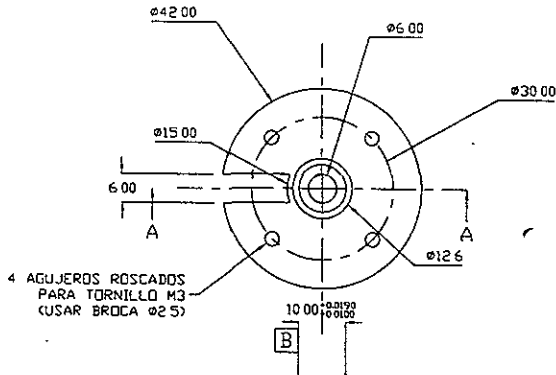
CODO

REVISO
M. I L A. GONZALEZ G.

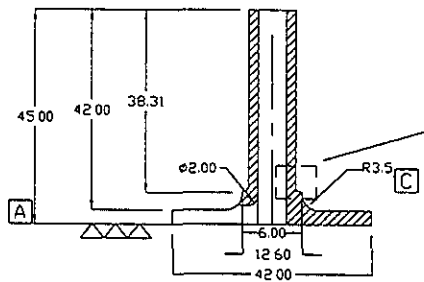
CLAVE:
SC-E-01



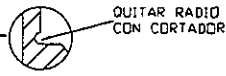
TOLERANCIAS NO INDICADAS					
Longitudes - Diámetros					
> 0.2	> 0.5	> 3	> 6	> 30	> 120
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05
Radios - Chafilados					
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05



VISTA A-A



DETALLE B

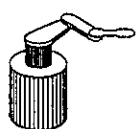


⊥	0.008	AB
⊥	0.008	BC

1	1	BASE DEL CODO	ACERO 1018
No.	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES

ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
----------	----------	---------------	-------------------



TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ

TITULO

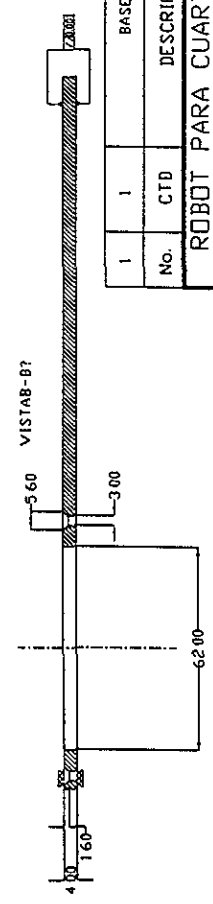
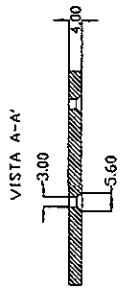
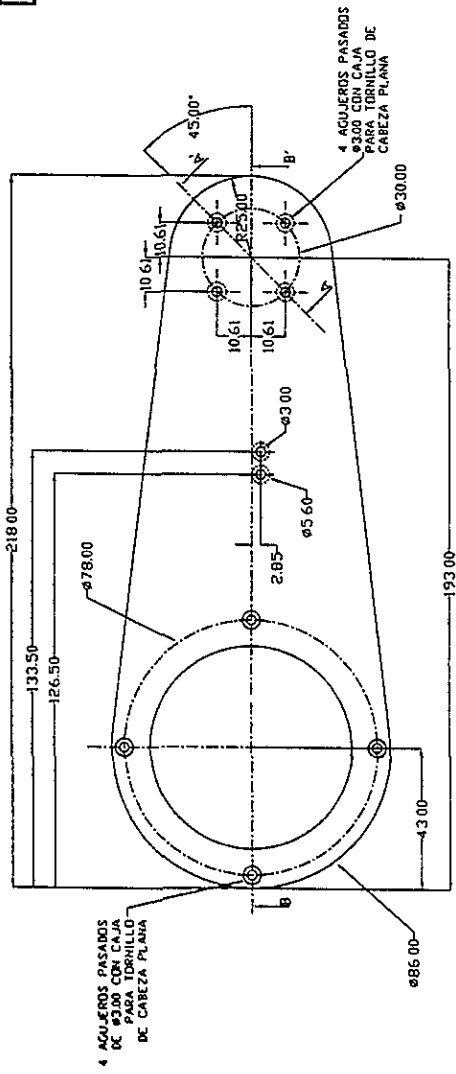
CODO



REVISO:
M I L. A GONZALEZ G

CLAVE:
SC-F-01

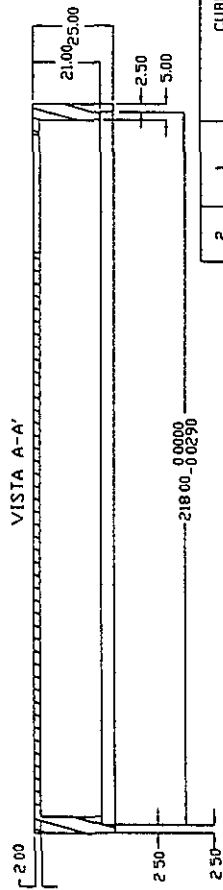
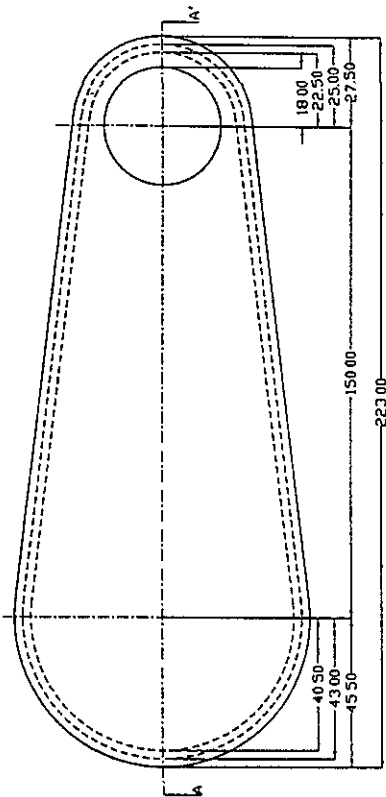


TOLERANCIAS NO UNIFORMES	
Localizaciones	Manufactura
± 0.2	± 0.3
± 0.3	± 0.4
± 0.4	± 0.5
± 0.5	± 0.6
± 0.6	± 0.7
± 0.7	± 0.8
± 0.8	± 0.9
± 0.9	± 1.0
± 1.0	± 1.1
± 1.1	± 1.2
± 1.2	± 1.3
± 1.3	± 1.4
± 1.4	± 1.5
± 1.5	± 1.6
± 1.6	± 1.7
± 1.7	± 1.8
± 1.8	± 1.9
± 1.9	± 2.0
± 2.0	± 2.1
± 2.1	± 2.2
± 2.2	± 2.3
± 2.3	± 2.4
± 2.4	± 2.5
± 2.5	± 2.6
± 2.6	± 2.7
± 2.7	± 2.8
± 2.8	± 2.9
± 2.9	± 3.0
± 3.0	± 3.1
± 3.1	± 3.2
± 3.2	± 3.3
± 3.3	± 3.4
± 3.4	± 3.5
± 3.5	± 3.6
± 3.6	± 3.7
± 3.7	± 3.8
± 3.8	± 3.9
± 3.9	± 4.0
± 4.0	± 4.1
± 4.1	± 4.2
± 4.2	± 4.3
± 4.3	± 4.4
± 4.4	± 4.5
± 4.5	± 4.6
± 4.6	± 4.7
± 4.7	± 4.8
± 4.8	± 4.9
± 4.9	± 5.0

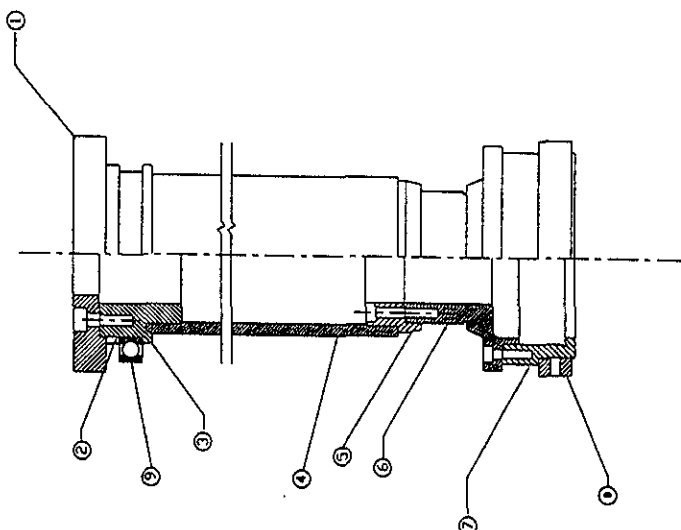



1	1	BASE DEL BRAZO	ALUMINIO
No.	CTD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1			
ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
		TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ	REVISOR
		TITULO	M. L. A. GONZALEZ G
		BASE DEL BRAZO	
		CLAVE	
		SB-F-01	

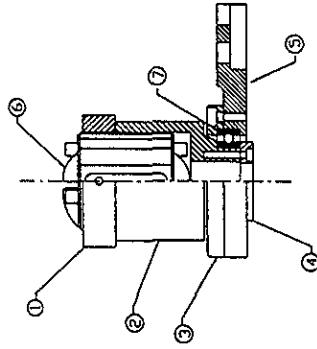
TOLERANCIAS NO INDICADAS			
Longitudes - Distancias			
> 02	> 05	> 3	> 6
> 120	> 30	> 6	> 30
-03	-3	-6	-30
± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04
Radios - Curvaturas			
± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04
± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04



2	1	CUBIERTA DEL BRAZO	ALUMINIO
No.	CTD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1			
ESC: S/E	ACOT: m	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		REVISOR: H. L. A. GONZALEZ G	
TITULO:		CLAVE: SB-F-02	
CUBIERTA DEL BRAZO			



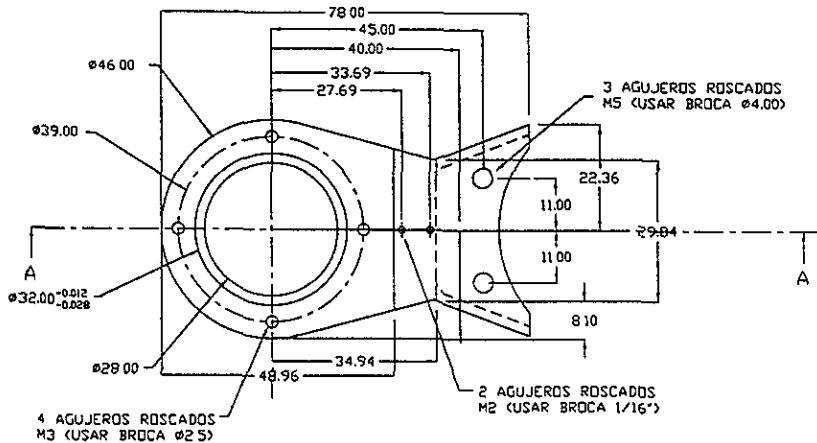
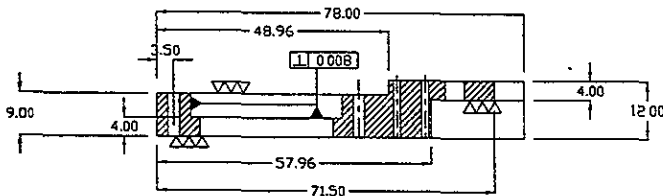
9	1	RODAMIENTO DE BOLAS	61810 SKF
8	1	POLEA INFERIOR CILINDRO INTERNO	SCI-F-08
7	1	COUPLE POLEA CIL. INT.	SCI-F-07
6	1	COUPLE DEL RODAMIENTO	SCI-F-06
5	1	COUPLE SOPORTE DEL RODAMIENTO	SCI-F-05
4	1	CILINDRO INTERNO	SCI-F-04
3	1	MAMELON	SCI-F-03
2	1	ANILLO SEPARADOR	SCI-F-02
1	1	POLEA SUPERIOR CILINDRO INTERNO	SCI-F-01
No.	CTD.	DESCRIPCION	CLAVE
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE I			
ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
		TESISISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ TITULO: CILINDRO INTERNO	REVISO M I L A. GONZALEZ. G. CLAVE SCI-E-01



7	1	RODAMIENTO DE BOLAS	61804 SKF
6	1	SPLINE COMERCIAL	SPDI-C-01
5	1	PLACA DESLIZANTE IZQUIERDA	SPDI-F-05
4	1	SOPORTE INFERIOR DEL RODAMIENTO	SPDI-F-04
3	1	SOPORTE SUPERIOR DEL RODAMIENTO	SPDI-F-03
2	1	COPA	SPDI-F-02
1	1	POLEA	SPDI-F-01
No.	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1			
ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
TITULO:		TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ	REVISOR: M I L A GONZALEZ G
TITULO:		PLACA DESLIZANTE IZQUIERDA	CLAVE: SPDI-E-01


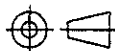
TOLERANCIAS NO INDICADAS					
Longitudes - Diámetros					
0-2	0-3	3-6	6-30	30-120	>120
± 0.1	± 0.05	± 0.02	± 0.01	± 0.005	± 0.002
Ruedas - Caracteres					
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.02	± 0.01	± 0.01

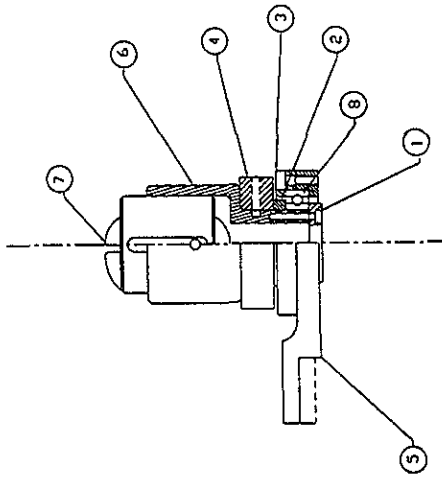
VISTA A-A



5	1	PLACA DESLIZANTE IZQUIERDA	ALUMINIO
No.	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES

ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC. S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
	TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		REVISO:
	TITULO: PLACA DESLIZANTE IZQUIERDA		M. I. L. A. GONZALEZ G.
	CLAVE:	SPDI-F-05	



8	1	RODAMIENTO	SKF 61804
7	1	SPLINE	SPDD-C-01
6	1	ANILLO SEPARADOR	SPDD-F-06
5	1	PLACA DESLIZANTE DERECHA	SPDD-F-05
4	1	SOPORTE INFERIOR DEL RODAMIENTO	SPDD-F-04
3	1	SOPORTE SUPERIOR DEL RODAMIENTO	SPDD-F-03
2	1	COPIA	SPDD-F-02
1	1	POLEA	SPDD-F-01
No.	CTD.	DESCRIPCION	CLAVE

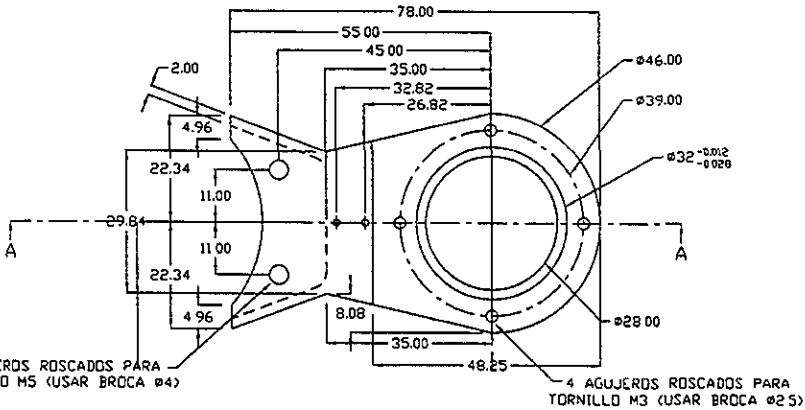
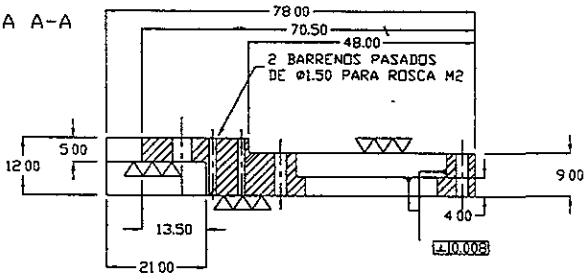
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		REVISOR: H. I. L. A. GONZALEZ G.	
TITULO: PLACA DESLIZANTE DERECHA		CLAVE: SPDD-C-01	



TOLERANCIAS NO ROSCADAS					
Longitudes - Dimensiones					
>0.2	>0.3	>3	>6	>30	>120
- 0.3	- 0.4	- 0.6	- 1.0	- 1.5	- 2.0
± 0.08	± 0.08	± 0.02	± 0.02	± 0.04	± 0.05
Roscos - Chancas					
± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05

VISTA A-A

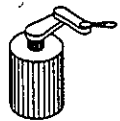
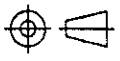


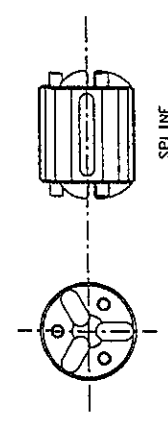
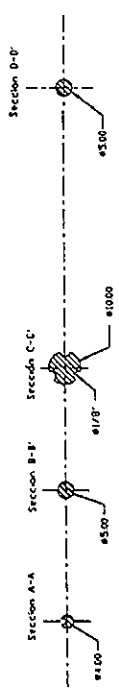
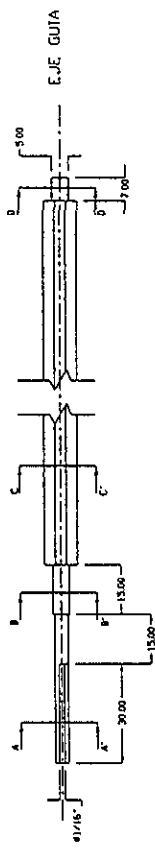
5	1	PLACA DESLIZANTE DERECHA	ALUMINIO
---	---	--------------------------	----------

No.	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
-----	------	-------------	---------------

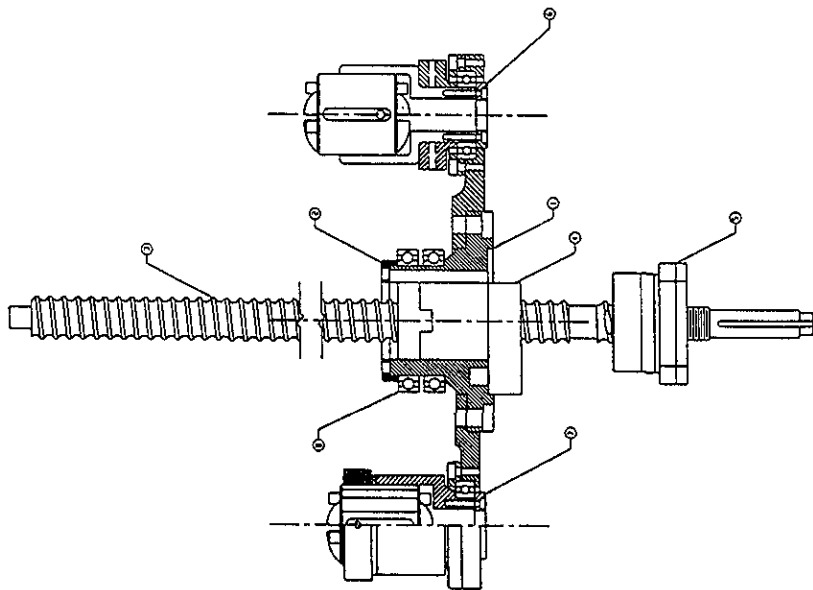
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1

ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
----------	----------	---------------	-------------------

	TESISITA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ TITULO: PLACA DESLIZANTE DERECHA	REVISO: M. I L A. GONZALEZ G
	CLAVE: SPDD-F-05	



7	2	SPLINE	MARCA THOMSON
No	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE I			
ESC. S/E	ACOT. mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		REVISOR: H. I. L. A. GONZALEZ G	
TITULO: PLACA DESLIZANTE DERECHA		CLAVE: SP00-C-01	

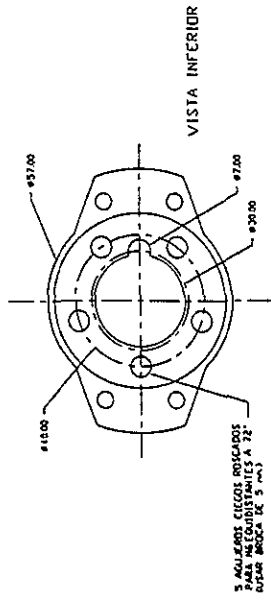
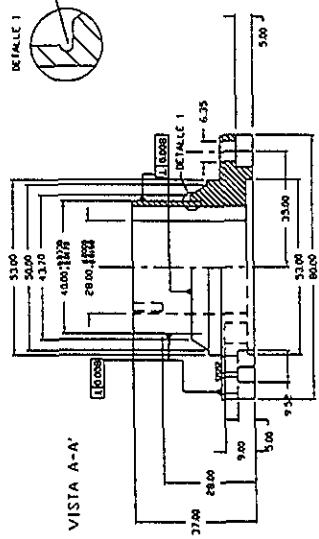
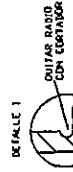
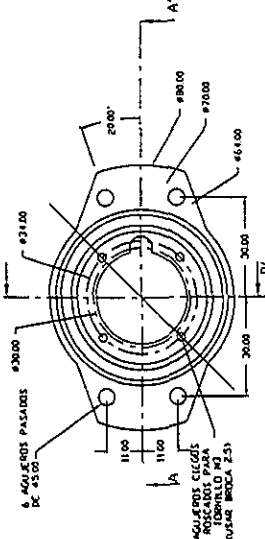
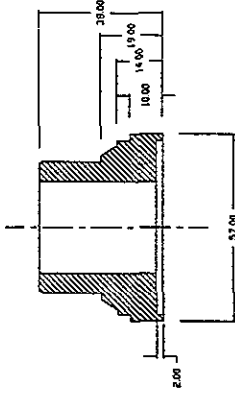


8	2	RODAMIENTOS DE BOLAS	SKF-61808
7	1	SISTEMA PLACA DESLIZANTE IZO.	SPDI
6	1	SISTEMA PLACA DESLIZANTE DER.	SPDD
5	1	CAJA DE RODAMIENTOS DEL T.B.R.	SCPT-F-03
4	1	TUERCA DEL TORNILLO DE BOLAS	SCPT-F-03
3	1	TORNILLO DE BOLAS RECIRCULANTES	SCPT-F-03
2	1	TAPA DEL COPLE	SCPT-F-02
1	1	COPLE PLACAS-TUERCA	SCPT-F-01
No.	CTD	DESCRIPCION	CLAVE
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1			
ESC S/E	ACDT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
	TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ		REVISOR: MI. L. A. GONZALEZ G
	TITULO:	COPLE DE PLACAS EN LA TUERCA	
		CLAVE:	SCPT-E-01

TOLERANCIAS NO INDICADAS

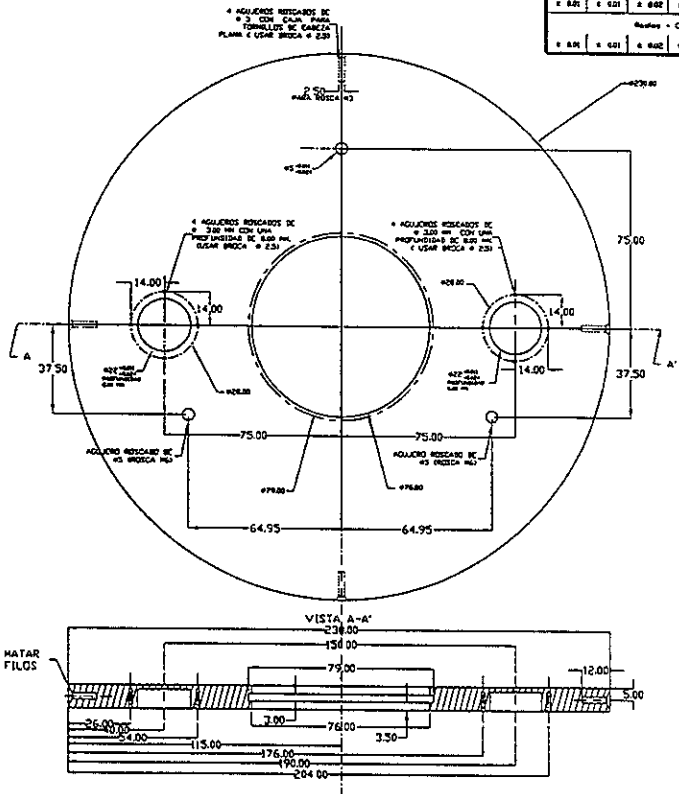
Longitudes - Diámetros	
> 0.2	> 3
> 0.5	> 6
.. 0.5	.. 6
.. 3	.. 30
.. 6	.. 120
± 0.01	± 0.02
± 0.01	± 0.03
± 0.01	± 0.04
Radios - Chofiones	
± 0.01	± 0.01
± 0.01	± 0.02
± 0.01	± 0.03
± 0.01	± 0.04
± 0.01	± 0.05

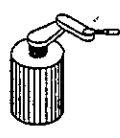
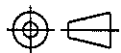
VISTA B-B'



No.	CTD.	DESCRIPCION	ACERO	OBSERVACIONES
1	1	COPILE	ACERO 1018	
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1				
ESC. S/E	ACOT. mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS	
	TESISTA:	GERARDO ALVAREZ SANCHEZ	REVISOR:	M. I. A. GONZALEZ. G.
	TITULO:	COPILE DE PLACAS EN LA TUERCA		
	CLAVE:	SCTP-F-01		

TOLERANCIAS NO INDICADAS					
Longitudes - Dimensiones					
0.2	0.5	0.75	1	1.5	2
-0.05	-0.1	-0.15	-0.2	-0.3	-0.4
± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05	± 0.06
Resacas - Chavillanas					
± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05	± 0.06



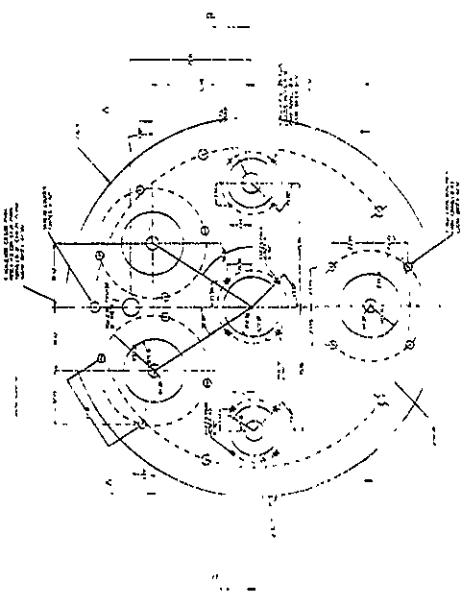
1	1	PLACA SUPERIOR (TAPA)	ALUMINIO
No	CTD.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1			
ESC: S/E	ACOT: mm	JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
	TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ TITULO: PLACA SUPERIOR		REVISO: M I L. A. GONZALEZ G.
	CLAVE: SPT-F-01		

ENCUENTRO DE LAS CURVAS

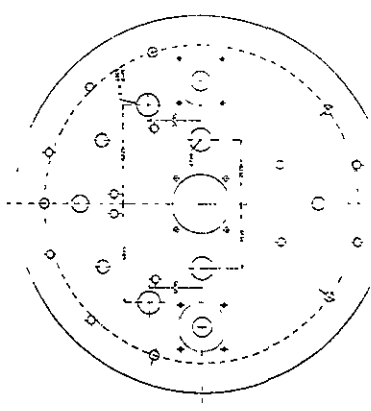
1	30	30	30
2	30	30	30
3	30	30	30
4	30	30	30
5	30	30	30
6	30	30	30
7	30	30	30
8	30	30	30
9	30	30	30
10	30	30	30
11	30	30	30
12	30	30	30
13	30	30	30
14	30	30	30
15	30	30	30
16	30	30	30
17	30	30	30
18	30	30	30
19	30	30	30
20	30	30	30
21	30	30	30
22	30	30	30
23	30	30	30
24	30	30	30
25	30	30	30
26	30	30	30
27	30	30	30
28	30	30	30
29	30	30	30
30	30	30	30

ENCUENTRO DE LAS CURVAS

VISTA SUPERIOR



VISTA INFERIOR



REBIT PARA CUARTEL



1	1	1	1	1	1
No.	CID	12°	ACA	S	20°
REBIT PARA CUARTEL S. IMP. S. CLAS.					
N.º	1	2	3	4	5
PLACA NOROCCIDENTAL					
PLACA NOROCCIDENTAL					

VISTA A A

VISTA B B

VISTA C C

VISTA D D

VISTA E E

VISTA F F

VISTA G G

VISTA H H

VISTA I I

VISTA J J

VISTA K K

VISTA L L

VISTA M M

VISTA N N

VISTA O O

VISTA P P

VISTA Q Q

VISTA R R

VISTA S S

VISTA T T

VISTA U U

VISTA V V

VISTA W W

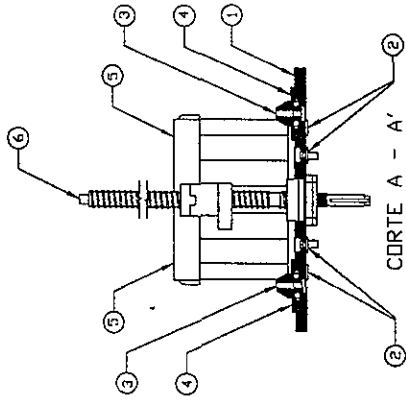
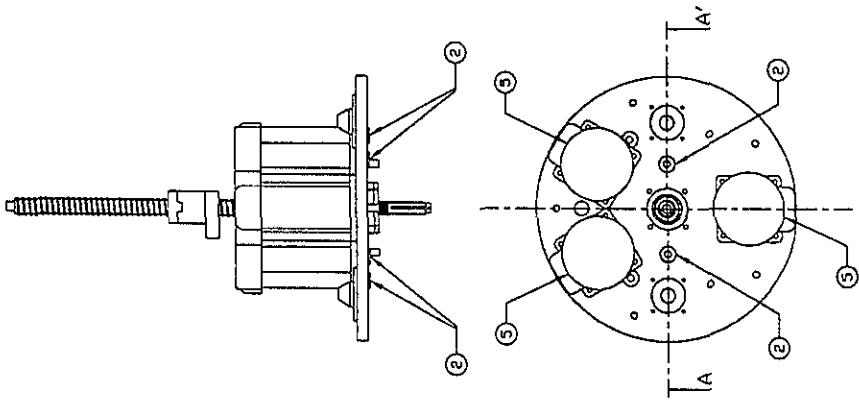
VISTA X X

VISTA Y Y

VISTA Z Z

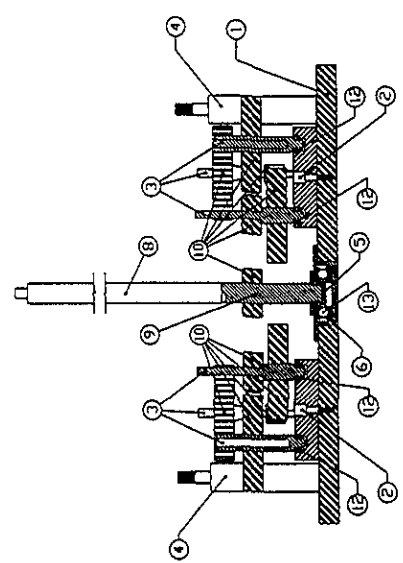
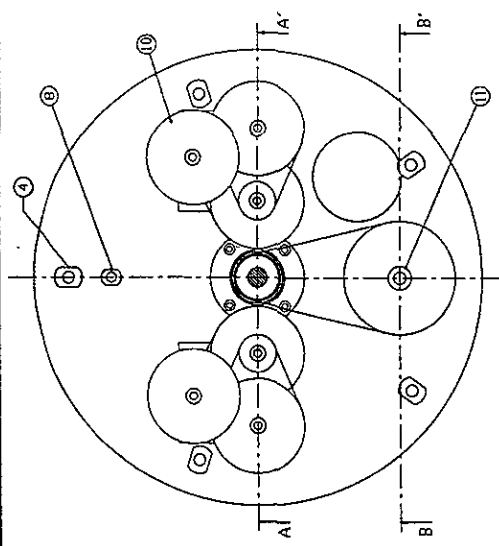
PLACA NOROCCIDENTAL

PLACA NOROCCIDENTAL

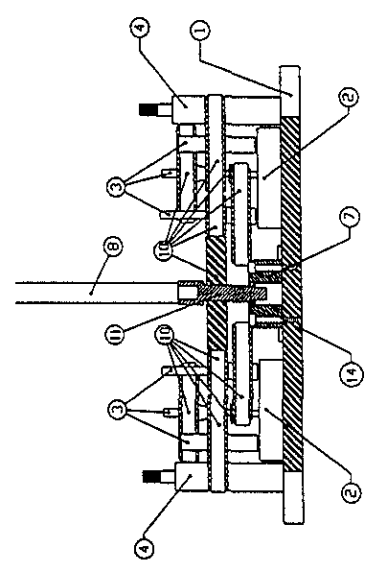


6	4	TORNILLO DE BOLAS RECIRCULANTES	SOPT-C-03
5	3	SERVOMOTORES	THOMSON
4	2	BASE	SSS-F-02
3	2	SOPORTE PARA EL ESPLINE	SSS-F-01
2	4	CAJA PARA BALERO	SPS-F-02
1	1	PLACA SOPORTE	SPS-F-01
No. I	CTD.	DESCRIPCION	CLAVE

ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE 1	
ESC. S/E	ACOT. mm
JULIO DE 1998	PROYECTO DE TESIS
TESISTA: GERARDO ALVAREZ SANCHEZ	
REVISOR:	
M. I. L. A. GONZALEZ G.	
TITULO:	
PLACA SOPORTE	
CLAVE:	
SPS-E-01	



CORTE A - A'



CORTE B - B'

14	RODAMIENTO	SKF 6187/6
13		SKF 51101
12	RODAMIENTOS	SKF 6187/4
11	FLECHA DEL MOTOR A LA POLEA	SPB-F-09
10	POLEAS DE LAS PLACAS RECIRCULANTES	SPB-F-09
9	PLACAS RECIRCULANTES	SPB-F-09
8	PIVIL PARA PARAR LA BASE-LAPA	SPB-F-08
7	ALDAMIENTO DEL RODAMIENTO DEL MOTOR	SPB-F-07
6	SOPORTE TORNILLO DE BOLAS	SPB-F-06
5	COPLI TORNILLO DE BOLAS-SOPORTE TORNILLO DE BOLAS	SPB-F-05
4	5 POSTES SEPARADORES	SPB-F-04
3	FLECHAS PARA LAS POLEAS DE TRANSMISION	SPB-F-03
2	2 SOPORTES GOIA PARA SPLINE Y EJES POLEA	SPB-F-02
1	RODAMIENTO	SKF 6187/6
NO. ICTD DESCRIPCION OBSERVACIONES		

ROBOT PARA CUARTOS LIMPIOS CLASE I	
ESC S/E	ACOT mm
PROYECTO DE TESIS	
TESISTA GERARDO ALVAREZ SANCHEZ	
REVISOR H I L A GONZALEZ G	
TITULO	
PLACA BASE	
CLAVE	
SPB-E-01	

ANEXO E

“PROGRAMA DE CNC”

Programa para la manufactura de la pieza.

```
N000 G54 G71 G94 S1000
N010 T0101 M03 M08
N020 G00 X16.0 Y27.1 Z2.0
N030 G81 Z-14.0 P3=2.0 F=60.
N040 G00 X16.0 Y49.1 Z2.0
N050 G81 Z-14.0 P3=2.0 F=60.
N060 T0202 S1200
N070 G00 X61.0 Y31.8 Z2.0
N080 G72 X61.0 Y38.1 P0=39.0 D0=4.0 D2=0 D3=3600
N090 G98
N100 G73 G81 Z-14 P3=2.0 F=20.
N110 T0303 S1400
N120 G00 X28.18 Y38.1 Z2.0
N130 G81 Z-14.0 P3=2.0 F=20.0
N140 G00 X34.18 Y38.1 Z2.0
N150 G85 Z-14.0 P3=2.0 F=20
N160 T0404 S1000
N170 G00 X61.0 Y38.1 Z2.0
N180 G88 X61.0 Y38.1 Z-11.0 P1=28.0 P3=0.5 D2=8500 D3=3000 D4=0 D5=3.
      D7=1 F=100
N190 G00 X61.0 Y38.1 Z-8.0
N200 G01 X50.01 Y38.1 Z-8.0
N210 G02 X71.99 Y38.1 Z-8.0 I10.99 J0.0 F=40.
N220 G02 X50.01 Y38.1 Z-8.0 I-10.99 J0.0 F=40.
N230 G00 X61.0 Y38.1 Z2.0
N240 G87 X61.0 Y38.1 Z-2.9 P3=0.5 P0=50. P1=50. D3=2000. D5=3. D7=1.
F=100.
N250 T0505 S1400
N260 G00 X2.825 Y11.196 Z2.0
N270 G25 L8207
N280 G00 X2.825 Y11.196 Z60.0
N290 M30
```

