



2ij. 97

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO Y FABRICACION DE  
CENTRIFUGAS PARA LABORATORIO  
DE ANALISIS CLINICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A**

**ANGEL SALAZAR PACHECO**

**MEXICO, D. F. 1988**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

TEMA: DISEÑO Y FABRICACION DE CENTRIFUGAS PARA LABORATORIO

**OBJETIVO:**

El objetivo de esta tesis es efectuar el desarrollo de ingeniería para fomentar la fabricación nacional de aparatos/equipos/máquinas centrífugas de laboratorio, que tienen gran aplicación en la industria petroquímica, farmacéutica y biológica, entre otras, así como en centros de investigación, etc.

Estos equipos han sido tradicionalmente importados y por lo tanto una vez fabricados se pretende eliminar gradualmente la importación de los mismos.

## INDICE TEMATICO

---

Pag.

### CAPITULO I

INTRODUCCION.	6
I.1 Definición de una centrifuga de laboratorio..	8
I.2 Aplicaciones.....	12

### CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA DE REALIZACION DEL PROYECTO.	14
II.1 Idea básica.....	15
II.2 Principio de operación.....	15
II.3 Diseño.....	18
II.4 Prototipo preliminar.....	20
II.5 Pruebas.....	20
II.6 Correcciones y ajustes.....	21
II.7 Prototipo final.....	21

### CAPITULO III

	<u>Pag.</u>
ETAPA DE DISEÑO.	23
III.1 Generalidades del principio de funcionamiento.	24
III.2 Diseño de componentes.....	29
III.3 Selección de materiales.....	58
III.4 Lista de componentes.....	60

### CAPITULO IV

DESARROLLO DEL PROTOTIPO Y PRUEBAS.	64
IV.1 Diseño aplicado.....	65
IV.2 Construcción del prototipo.....	65
IV.3 Pruebas preliminares.....	73
IV.4 Correcciones y ajustes.....	76
IV.5 Presentación del prototipo final.....	79
CONCLUSIONES.	83
BIBLIOGRAFIA.	84

CAPITULO I  
INTRODUCCION

## INTRODUCCION:

Durante el desarrollo de la investigación biológica, clínica, médica y otras industrias se han tenido que desarrollar diferentes métodos de separación de las diferentes sustancias y/o partículas que constituyen un compuesto natural o artificial.

Estos métodos van desde la decantación natural hasta la utilización de complicados sistemas de filtración, pero existe un proceso que se ha destacado por su gran variedad de aplicaciones y por su alta eficiencia. Este proceso consiste en la separación de fluidos y/o de partículas de diferente densidad por medio de la aplicación de una fuerza centrífuga, así pues, tal proceso es denominado centrifugación.

Principalmente en la investigación biológica, médico, clínica y química tuvo que ser necesario desarrollar máquinas para tal fin.

Las primeras máquinas centrífugas para estas investigaciones fueron en un inicio de propulsión manual, utilizándose en esencia los mismos accesorios que se utilizan en la actualidad, como son un cabezal y un contenedor de muestras (cargadores).

No fue hasta el descubrimiento de la electricidad y la invención del motor eléctrico cuando las máquinas centrífugas empezaron a tener una gran evolución principalmente en los países europeos.

En la actualidad una máquina centrífuga es muy común en cualquier laboratorio biológico, médico clínico o químico.

Los centros de investigación nacional cuentan con tales equipos, pero en su mayor parte o mejor dicho en su totalidad son de procedencia extranjera, por esta razón el objetivo de esta tesis es desarrollar el proyecto de ingeniería de la manufactura nacional de este producto.

Por supuesto no se está partiendo de cero ni se modifica el principio físico de funcionamiento (principio de centrifugación), pero sí se pretende elaborar un producto que técnicamente sea igual o mejor a los ya existentes (de procedencia extranjera), ya que es un producto cuya complejidad técnica y de manufactura está al alcance de la industria nacional.

### I.1 Definición de una centrífuga de laboratorio.

Estos equipos para laboratorio son máquinas que se basan en el principio de centrifugación, mediante la aplicación de una fuerza centrífuga.

La centrifugación es un proceso de sedimentación de sólidos suspendidos en un fluido. Mientras que las partículas en suspensión tenderán a sedimentarse en forma natural bajo la influencia de su peso específico, la centrifugación implica la aplicación de una fuerza mecánica que impulsará a las partículas a precipitarse más rápidamente, en la misma dirección de aplicación de la fuerza que sobre ellas se está ejerciendo. El principal objetivo es lograr una separación de partículas y fluido, como por ejemplo: separación de plasma y de los demás elementos que constituyen la sangre.

Una centrífuga está constituida esencialmente de los siguientes componentes:

a) Un motor.

El cual proporciona la energía mecánica necesaria para la generación de una fuerza centrífuga en dirección radial a su propio eje de giro.

b) Un cabezal.

Es un dispositivo circular en esencia, acoplado a la flecha del motor y su función es proporcionar un medio de sujeción de los cargadores.

c) Cargadores.

Son los dispositivos donde se colocan las muestras a centrifugar y van acoplados al cabezal. Las muestras se preparan en tubos de ensaye, los cuales se introducen en los cargadores.

d) Cuerpo.

El cuerpo de la centrifuga es el chasis donde van montados los elementos antes mencionados y sirva como soporte general de todo el aparato.

e) Tina.

La tina o contenedor está acoplada al chasis y su función es la de proporcionar una pantalla protectora al motor y al usuario.

f) Otros.

La centrifuga está constituida por otros elementos adicionales o necesario como son:

- Regulador de revoluciones.
- Regulador de tiempo.
- Un tacómetro.
- Elementos de ensamble en general.

### 1.1.1 Clasificación de centrifugas.

Una clasificación genérica de estos aparatos es la que se basa en el número de revoluciones que alcanzan.

Primera clasificación de acuerdo a la Norma DIN-58970-DIC/1973.

Hasta 8000 rpm.

Son centrifugas que sirven para la separación de mezclas naturales (biológicas) o elaboradas en laboratorios (suspensiones o emulsiones, etc.) en las cuales se utilizan componentes de diferente densidad. Sus revoluciones nominales están situadas entre 500 y 8000 rpm. como medio de propulsión, según la citada norma utilizan motores eléctricos. Se utilizan principalmente para la investigación clínica, por ejemplo: separación de globulos rojos.

Más de 8000 rpm.

Operan a altas revoluciones nominales. Trabajan generalmente en forma discontinua y sirven particularmente para usos especiales como la separación de pequeñas cantidades de muestras en la escala de miligramos y mililitros, la producción de sedimentos compactos para su análisis cuantitativo o para la técnica de ultracentrifugación. Un ejemplo concreto lo constituye la separación de virus o bacterias. Utilizan también, como medio de propulsión el motor eléctrico.

Una segunda clasificación, de acuerdo con el artículo publicado en el No. 1 de 1985 de la revista Medical Focus, por el Sr. Uwe Raban de la Compañía Heraeus-Crist, Osterode, RFA y el Dr. Werner Scolaut de la revista Medical Focus. También está basada en los rangos

operativos de revoluciones.

Velocidad de 6000 rpm.

La fuerza centrífuga relativa (F C R) es adecuada para la mayoría de las tareas de centrifugación en el laboratorio médico, excelentes para la separación de células sanguíneas del plasma.

Hasta 20000 rpm.

Las centrifugas con velocidades entre 6000 y 20000 rpm. normalmente se les denomina de velocidad media, útiles para un amplio rango de operaciones, especialmente donde se requieren grandes fuerzas centrífugas para partículas difíciles de separar como por ejemplo: los virus y bacterias.

Hasta 80000 rpm.

Son para aplicaciones que requieren una gran fuerza centrífuga debido a la presencia de partículas muy pequeñas y que son difíciles de sedimentar. Las centrifugas de alta velocidad, de más de 30000 rpm. comúnmente se denominan ultracentrifugas y se emplean para la separación de componentes subcelulares y macromoléculas; aplicaciones científicas en genética, fisiología, farmacología, biología y bioquímica.

Centrifugas de precisión.

Con bastante frecuencia, las sustancias biológicas solo se pueden centrifugar a bajas temperaturas, sobre todo si es necesario evitar pérdidas debidas a las descomposiciones térmicas. Para estas aplicaciones el

fabricante tiene que satisfacer ciertas exigencias como son:

- Temperatura. Constante de la muestra a centrifugar con variación de  $\pm 2^{\circ}\text{K}$  en un rango de temperatura varía desde  $265^{\circ}\text{K}$  hasta  $303^{\circ}\text{K}$ .
- El error en la lectura RPM no puede exceder de 1.5% del valor final de la escala. La operación del aparato debe centrarse entre el 30 y 100% del valor final de la escala.

Una tercer clasificación es de acuerdo al tipo de cabezal que se utilice en la centrifuga:

De cabezal Oscilante. Son aquellas donde el cargador del material a centrifugar varía el ángulo de inclinación con respecto al eje del rotor.

De cabezal Angular. Son aquellas donde el contenedor del material a centrifugar, mantiene un ángulo de inclinación fijo con respecto al eje del rotor.

## 1.2 Aplicaciones.

### 1.2.1 Aplicaciones Clínicas.

Los análisis de sangre que se efectúan en los laboratorios y especialmente los de suero sanguíneo se fueron incrementando en importancia hasta fines del siglo pasado.

Antes de efectuar los exámenes correspondientes, es

necesario la separación de la sangre en células y plasma, un procedimiento que se lleva a cabo rápida y eficazmente en las centrifugas. El volumen de "paquete celular", esto es, la medición de células rojas en la sangre, formado debido a la centrifugación es utilizado como una ayuda para el diagnóstico médico. Es el valor denominado hematocrito.

Por ejemplo: en un proceso de centrifugación, los glóbulos rojos se depositan en el fondo del tubo, los glóbulos blancos, que son menos densos que los rojos, se depositan encima de aquellos, y las plaquetas (partículas de gran importancia para la coagulación sanguínea), aún menos densas, se depositan sobre los glóbulos blancos: esto ocurre por la mayor inercia de las partículas más densas, las cuales responden menos a la fuerza centrípeta proporcionada por la acción giratoria de la centrifuga.

#### I.2.1 Industria lechera.

Se emplean para la separación de líquidos inmiscibles, es decir, incapaces de permanecer permanentemente mezclados, como por ejemplo: la crema y la leche.

## C A P I T U L O I I

### DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA

## II.1 Idea Básica.

La idea básica es desarrollar un dispositivo con la finalidad de centrifugar.

El concepto de centrifugación involucra la generación de una fuerza centrífuga. Cuando se tiene un fluido con partículas suspendidas en él, en ocasiones el peso específico de estas no es lo suficientemente grande para que se sedimenten por sí solas y además rápidamente. De acuerdo con lo anterior, el aplicar una fuerza aditiva a las partículas en suspensión induce que estas se sedimenten a una mayor velocidad, la cual será proporcional a la sedimentación natural.

La magnitud de esta fuerza está en función de las características (densidad, tamaño, forma, viscosidad y adherencia) de las partículas a centrifugar y de acuerdo a estas se selecciona el equipo más adecuado.

Este equipo a diseñar deberá reunir los requerimientos esenciales para satisfacer las necesidades existentes en los diferentes campos de aplicación. También tendrá que estar de acuerdo con los medios técnicos-económicos y tecnologías nacionales.

Se pretende crear una máquina que reemplace a las importadas, con especificaciones técnicas y calidad similares o superiores a las ya existentes y además pueda ofrecerse a un bajo precio en el mercado, para así hacerla atractiva al consumidor.

## II.2 Principio de operación.

El principio de operación de una máquina centrífuga esta

basado en la fuerza que se produce al hacer girar una partícula (una mesa) alrededor de un eje: tal fuerza es conocida como fuerza centrífuga. Ver fig. II.2.1.

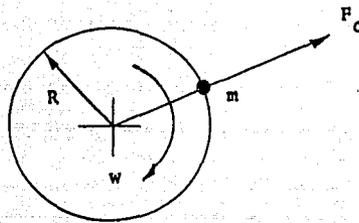


Fig. II.2.1

La fuerza centrífuga es una fuerza inercial, de igual magnitud, pero de sentido contrario a la fuerza centrípeta, y su modelo matemático es el siguiente:

$$F_c = \frac{m v^2}{R}$$

Donde:  $F_c$  = Fuerza centrífuga (N)  
 $m$  = Masa de la partícula (Kg)

$V =$  Velocidad tangencial (m/seg.)  
 $R =$  Radio de giro (M)

Si el análisis se hace extensivo a un volumen de fluido, Ver fig. II.2.2, se requiere un tratamiento matemático adicional debido a que la aceleración centrífuga es una función del radio  $R$ .

Suponiendo que el fluido gira a una velocidad angular constante  $\omega$ , la fuerza de inercia  $dF$  que actúa en un elemento diferencial del fluido con masa  $dM$  y la aceleración centrífuga es  $A_c = \omega^2 R$  entonces la fuerza centrífuga queda expresada como:

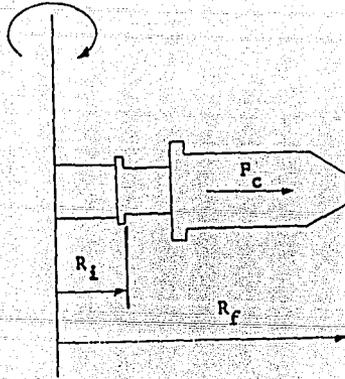


Fig. II.2.2

$$df = (dM) (Ac) = w^2 R (dM),$$

$$\text{y } dM = \rho (dV) = \rho A (dR)$$

Por lo tanto:

$$dF = \rho A w^2 R (dR)$$

Integrando:

$$F = A w^2 \int_{R_1}^{R_f} R (dR)$$

La fuerza de inercia por unidad de área que sobre el volumen de fluido actúa es  $F/A$ , es decir, el esfuerzo promedio sobre el área del volumen:

$$F/A = \rho w^2 \int_{R_1}^{R_f} R (dR)$$

### II.3 Diseños.

La etapa de diseño es fundamental en cualquier proyecto, es en esta donde las ideas toman forma y dimensión.

Para este caso (diseño de centrifuga de laboratorio nacionales) la forma del cuerpo de la máquina y componentes esta basada en las ya existentes, pero mejorando los aspectos de funcionalidad y estética. Esto se logra eliminando robustes y peso (de las anteriores) y generando una máquina más compacta y ligera, sustituyendo materiales

pesados por materiales más ligeros, pero con características y/o funcionalidad de mejor calidad y eliminando material donde las condiciones de diseño lo permitan.

El diseño está basado en análisis de esfuerzos que se tiene como resultado de la generación de fuerzas que intervienen durante el funcionamiento de la máquina, es decir un análisis dinámico.

Habrá que distinguir entre aquellos componentes que necesitan un análisis detallado y aquellos que no sea tan minucioso. En tales condiciones, los elementos rotatorios de una centrífuga son los que por su movimiento necesitan un cuidado especial, esto es porque las condiciones de trabajo son críticas ya que giran a altas revoluciones. Estos componentes son el cabezal y los cargadores, sin olvidar los elementos de sujeción entre ellos (comúnmente llamados pernos).

Es importante distinguir que estos componentes tienen que ser de un material resistente, capaz de soportar los esfuerzos generados por la fuerza centrífuga resultante, pero a la vez tienen que ser ligeros para no representar una carga muy pesada para el motor y ahorrar así energía.

Otros elementos que merecen atención especial son los de soporte y base del motor. Los componentes de soporte del motor deben de proporcionar un medio de sujeción para el rotor y estator y a la vez ser capaces de disipar la energía calorífica generada por el motor.

La base debe de proporcionar un medio de sujeción de todo el motor en conjunto, pero que sea capaz de disipar o suavizar al máximo las vibraciones propias del movimiento.

#### II.4 Prototipo Preliminar.

El prototipo preliminar es aquella máquina en donde se lleva a la práctica lo diseñado, obteniéndose un modelo físico tangible que tiene como propósito servir de referencia entre lo teórico y lo práctico, es decir en este modelo físico se detectan las fallas de diseño tanto dimensionales como de funcionalidad. También sirve como un parámetro para establecer rutas de fabricación en serie, puesto que también detecta, en su proceso de construcción, aquellas dificultades técnicas de proceso de manufactura.

#### II.5 Pruebas.

Un prototipo siempre debe someterse a exámenes para verificar su correcto funcionamiento y calidad tanto en construcción como en apariencia.

En una centrífuga de laboratorio, debido a su constitución, existen ciertos parámetros que deben verificarse de acuerdo a normas y procedimientos ya establecidos. A continuación se mencionan algunos de los puntos de seguridad y funcionamiento que deben verificarse:

- a) Velocidad.
- b) Control de tiempo.
- c) Vibraciones.
- d) Temperatura máxima.
- f) Unión cable alimentador-clavija.
- g) Adherencia de recubrimientos.

Los procedimientos y las normas para los exámenes mencionados se describen en el Capítulo IV, Inciso IV.3.

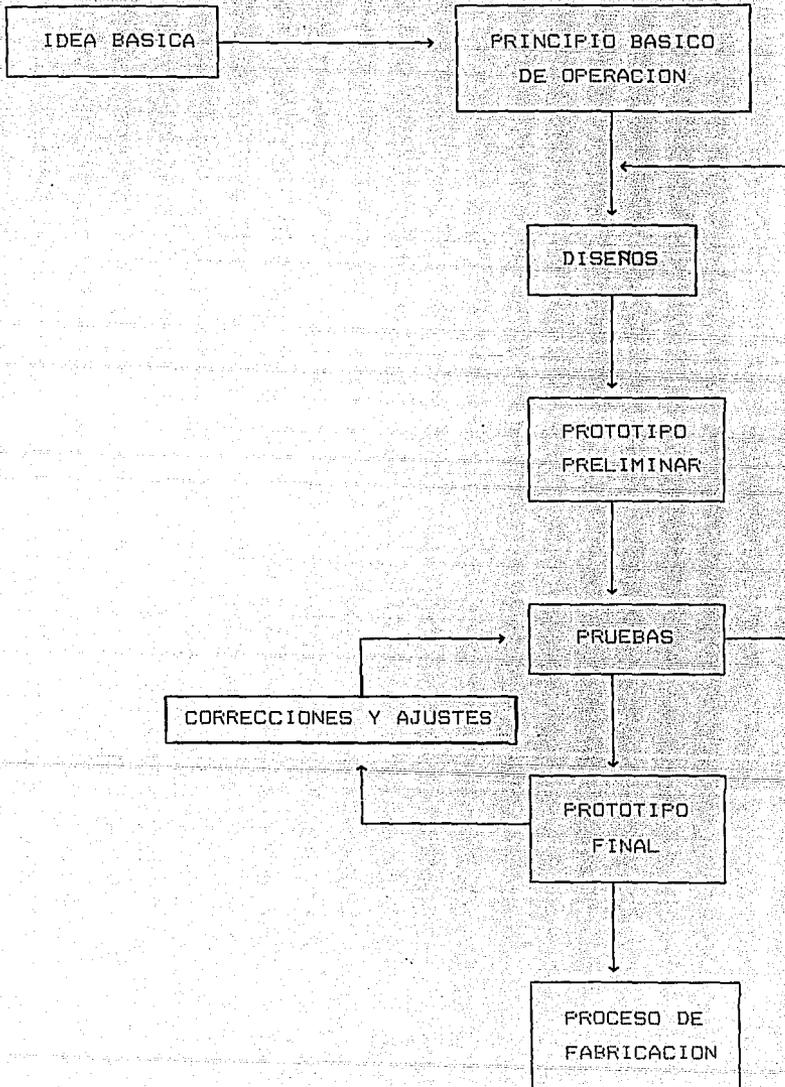
## II.6 Correcciones y ajustes.

Una vez efectuadas las pruebas se tiene una base para proceder a las correcciones necesarias. Hay que hacer notar que estas correcciones pueden implicar desde un diseño nuevo totalmente, el empleo de otros materiales o simplemente la afinación de mínimos detalles, todo esto depende de la aproximación o distanciamiento que el aparato tenga con respecto a los parámetros establecidos.

## II.7 Prototipo (producto final).

Un prototipo o producto final es aquel modelo físico en el que una vez que se han efectuado las pruebas correspondientes, ha sido considerado funcional, es decir, que con él se han alcanzado los objetivos operativos y de manufactura del proyecto.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA METODOLOGIA



## CAPITULO III

### ETAPA DE DISEÑO

### III.1 Generalidades del funcionamiento.

Como se mencionó en el capítulo II, el principio de funcionamiento está basado en la generación de una fuerza centrífuga la cual tiene por objeto aplicarse a las partículas suspendidas en el fluido para provocar una sedimentación más rápida que la provocada naturalmente por el peso específico de las partículas.

En esta sección se define otro concepto involucrado con el proceso de centrifugación. Este concepto es la aceleración centrífuga relativa (ACR), porque solo ella en conjunto con el tiempo de uso, describe el efecto de una centrifugación con suficiente precisión.

Para que cualquier proceso de centrifugación pueda ser descrito inequívocamente, permitiendo su reproducibilidad es indispensable la indicación de los siguientes datos de trabajo.

- a) Revoluciones por minuto, con suficiente precisión y exactitud.
- b) Radio de centrifugación.
- c) Definición precisa del tiempo transcurrido, durante el cual la ACR tiene su efecto máximo.

Así pues la aceleración centrífuga relativa es el valor numérico adimensional que se calcula del cociente de la aceleración centrífuga (AC) entre la aceleración de la gravedad (Según la Norma DIN 1305), esto es:

$$ACR = \frac{r \cdot \omega^2}{g}$$

puesto que  $Ac = r \omega^2$  ( $r =$  radio de giro:  $\omega =$  velocidad angular)

por lo tanto:

$2\pi = 1$  rev, ya que en este caso es más usual emplear rpm en vez de rad/min y  $g$  se expresa en  $\text{cm}/\text{seg}^2$  y  $r$  en  $\text{cm}$ , con lo cual:

$$ACR = \frac{r \text{ (cm)} (2\pi)^2 N^2/\text{seg}^2}{981 \text{ cm}/\text{seg}^2 (60)^2} : N = \text{rpm}$$

Reduciendo las unidades, separando en constantes y variables y simplificando resulta:

$$ACR = 1,118 \times 10^{-5} (r) (N)^{-2}$$

expresándose  $r$  en  $\text{cm}$  y  $N$  en rpm.

Más concretamente, la ACR es una comparación de la aceleración centrífuga generada, con la aceleración de la gravedad.

Durante el tiempo de centrifugación la ACR acciona sobre el material a centrifugar y las condiciones son muy distintas durante el tiempo de aceleración y deseleración, ya que las revoluciones cambian continuamente, por eso es importante definir los lapsos de tiempo involucrados desde el arranque hasta el apagado de la centrifuga:

- $t_e$  - Tiempo de encendido. Es el lapso de tiempo entre el apagado y el encendido del aparato.
- $t_a$  - Tiempo de aceleración. Empieza con el encendido y termina con la obtención del 97% de las rpm de servicio.
- $t_b$  - Tiempo de uso. Empieza con la obtención del 97% de la revolución de servicio y termina con ese mismo valor después de apagado el aparato.
- $t_z$  - Tiempo de centrifugación. Es el lapso de tiempo desde el término del tiempo de aceleración hasta el apagado del aparato.
- $\tau$  - Tiempo de deseleración. Es el tiempo desde el apagado hasta la inmovilidad completa del rotor.
- $t_{\text{betr}}$  - Tiempo de trabajo.  $t_{\text{betr}} = t_a + t_z + \tau$  es el lapso de tiempo desde el encendido hasta la completa inmovilidad del rotor.

Estos tiempos quedan ilustrados en la gráfica de la figura III.1.1.

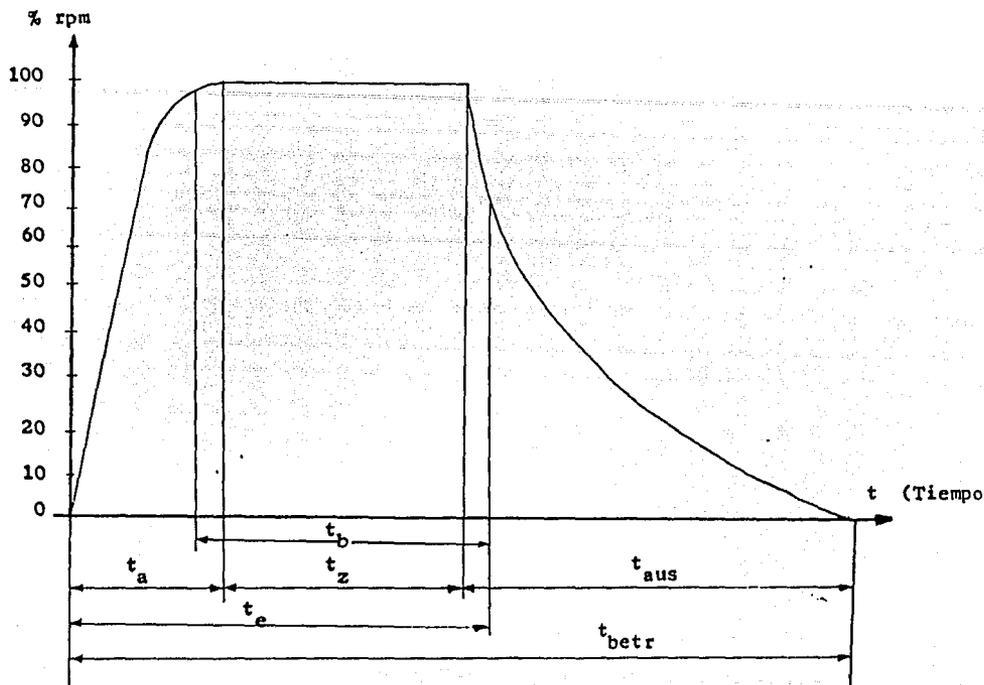


Fig. III.1.1

Puesto que la ACR está en función del radio de giro, también se debe definir este concepto:

$r_{max}$  - Es la distancia entre el centro del rotor hasta el punto más alejado de la sustancia a centrifugar.

$r_{min}$  - Es la distancia entre el centro del rotor al punto más cercano del material a centrifugar.

$r_m$  - Radio medio, es la distancia entre el centro del rotor y la mitad de la longitud entre el radio máximo y el radio mínimo.

En la figura II.1.2 se ilustran esquemáticamente estos radios.

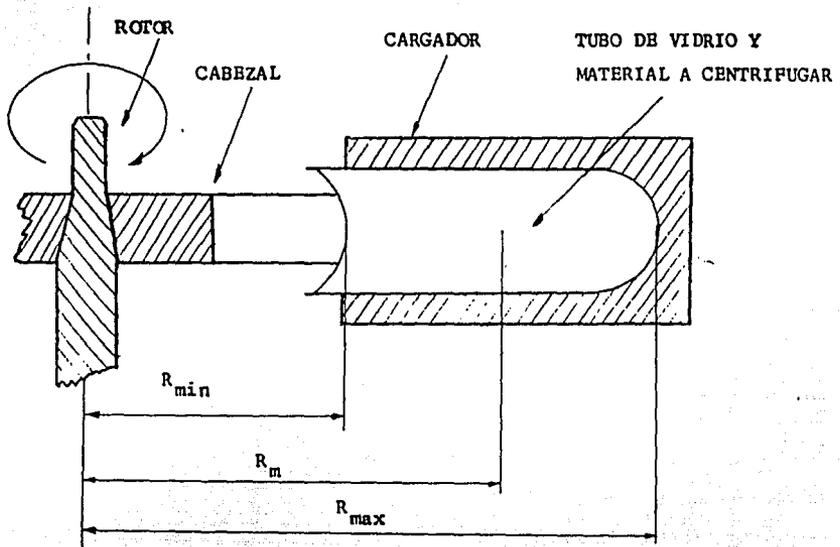


Figura III.1.2

La medición de estos radios debe hacerse con el cargador en posición paralela al radio del cabezal, es decir en la posición que adquiere cuando la máquina está en funcionamiento.

Por último se definirán lo correspondiente a las rpm, ya que la ACR también depende de este factor:

$N_{\text{betr}}$  - Revolución de servicio. Son las revoluciones alcanzadas bajo las circunstancias que cada caso amerite.

$N_{\text{nenn}}$  - Revolución nominal. Son el número máximo de rpm característico de una máquina en particular.

Resumiendo, para que un experimento pueda ser reproducible en cualquier tipo de equipo de centrifugación es necesario que el usuario establezca claramente todas las condiciones de trabajo:

- 1) ACR durante el tiempo de centrifugación.
- 2)  $t_z$  tiempo de centrifugación.
- 3)  $N_{\text{betr}}$  revoluciones de servicio y
- 4)  $r$ , radio de centrifugación.

### III.2 Diseño de componentes.

En la sección 1.1 del capítulo I se describieron los elementos principales que constituyen una centrifuga, estos elementos requieren de un tratamiento cuidadoso, puesto que de su correcto diseño depende tanto la funcionalidad del aparato, así como la seguridad del usuario.

Dividiremos tales elementos en dos tipos:

- 1) Elementos fijos o de soporte y contención, y
- 2) Elementos rotatorios.

Dentro de los primeros incluiremos los siguientes:

- Cuerpo o chasis.
- Tina o contenedor.
- Tapa.
- Panel de control.
- Mecanismo de cierre de tapa.
- Elementos de ensamble en general,

y dentro del segundo grupo:

- Motor (y soportes del motor).
- Cabezal.
- Cargadores.
- Eje de motor.
- Pernos de cabezal.

Son estos últimos elementos (elementos rotatorios), los que merecen un tratamiento especial, puesto que debido a su condición rotatoria están sometidos a grandes esfuerzos.

Primeramente, y esto solamente por concepción de la idea, se empezará el diseño con los cargadores, después con el cabezal, pernos de cabezal, motor (incluyendo eje y soportes) y por último con el chasis y todos los demás elementos constituyentes.

### III.2.1 Diseño de cargadores.

Los cargadores son los elementos donde se colocan las muestras a centrifugar y van acoplados al cabezal. Las muestras se preparan en tubos de ensaye los cuales se introducen en los cargadores.

Existen algunos parámetros relevantes para el diseño de cargadores entre los que podemos contar los siguiente:

- Capacidad de contener muestras a centrifugar.
- Forma del contenedor de la muestra (tubo de ensaye o recipiente).
- Su forma debe ser tal que presente la mínima fricción con el aire, pero que no complique el proceso de manufactura.
- Debe ser de un material ligero, para que no represente mucha carga para el motor, pero resistente para que soporte los esfuerzos a los cuales está sometido.
- Debido a que en ocasiones las muestras a centrifugar son de tipo corrosivo, el material del cargador tendrá que ser anticorrosivo o al menos recubierto con un material que lo sea.
- Por facilidad en el proceso de manufactura el cargador tiene que ser de un material maquinable.

A partir de estos aspectos podemos distinguir tres parámetros importantes, primeramente capacidad (dimensión), forma y material.

Empezaremos con la capacidad, tomando en cuenta la existencia de tubos de ensaye comerciales encontramos que hay desde un diámetro de 10 mm. hasta 31 mm. (existen también tubos capilares) y longitudes de 90 mm. y menores (se refiere a los tubos de ensaye comúnmente empleados en los laboratorios). Con esto tenemos una idea de las dimensiones del cargados.

Supongamos que tiene una capacidad para centrifugar siete muestras es decir, siete tubos de ensaye y que la forma

es redonda. En la figura III.2.1.1 se aprecia esquemáticamente esta idea.

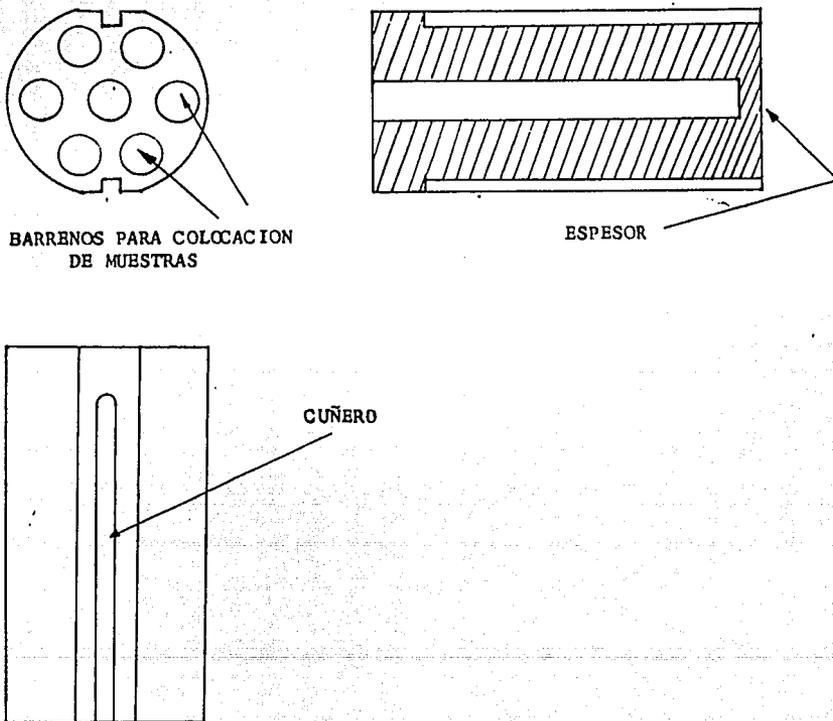


Figura III.2.1.1

Las ranuras en los flancos planos representan el perfil en donde los pernos de ensamble entre el cargador y el cabezal se alojarán.

La dimensionalización estará en función del análisis de esfuerzos y de la visualización en conjunto de las partes rotatorias.

### III.2.2 Diseño de cabezal.

El cabezal es un dispositivo circular en esencia, acoplado a la flecha del motor y su función es proporcionar un medio de sujeción de los cargadores. Los parámetros de diseño para un cabezal son los siguientes:

- Capacidad de sujeción de cargadores (número de cargadores).
- Debe ser de material resistente pero ligero.
- Facilidad en su manufactura.

Para efecto de diseño conceptual, en la figura III.2.2.1 se propone la siguiente forma:

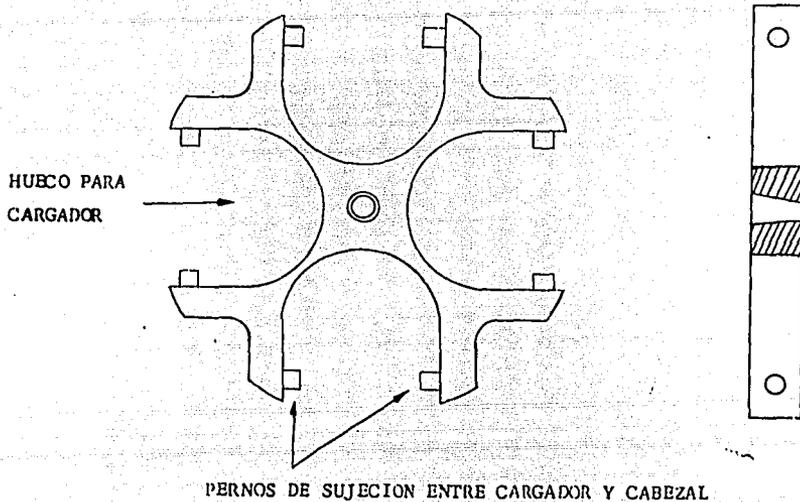


Fig. III.2.1.1

Considerando que el diámetro del cargador es de 50 mm. y que su longitud es de 90 mm. y que puede ser de aluminio (esto es por ser un material ligero y además anticorrosivo) se tiene entonces una masa aproximada de 0.495 g. (este dato se obtiene de las tablas de datos que el fabricante o distribuidor proporciona). Ahora tomando un valor de 4,500.00 rpm y considerando un radio de giro de 75 mm., con estos datos se puede calcular la fuerza centrífuga que se generará en tales condiciones:

$$F = Mr\omega^2 = 0.495 \text{ Kg} (0.075 \text{ m}) \left[ \frac{2 \pi (4500)}{60} \right]^2 = 8,244.2 \text{ N}$$

Aproximando esta cantidad a 900 Kg.

Se ha considerado una masa que por lo general va a ser mayor que la total a centrifugar y aún la fuerza resultante se ha aproximado a una fuerza un poco mayor a la que en realidad actúa.

De la figura III.2.2.2 se observa que hay esfuerzos de tracción, compresión y de corte (tanto por flexión como por cizalladura).

Considerando un acero 1018 laminado en frío para el cabezal y las especificaciones que se tienen son las siguientes:

$$S_y = 3374 \text{ Kg/cm}^2 \quad S_s = 3445 \text{ Kg/cm}^2 \quad S_u = 4569 \text{ Kg/cm}^2$$

$S_y$  - Esfuerzo de fluencia (en tracción).

$S_s$  - Esfuerzo al cortante.

$S_u$  - Esfuerzo último (en tracción).

Tomando un factor de seguridad de 2: los esfuerzos de diseño son:

$$S_y = 1685 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_s = 1722.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_u = 2284.5 \text{ Kg/cm}^2$$

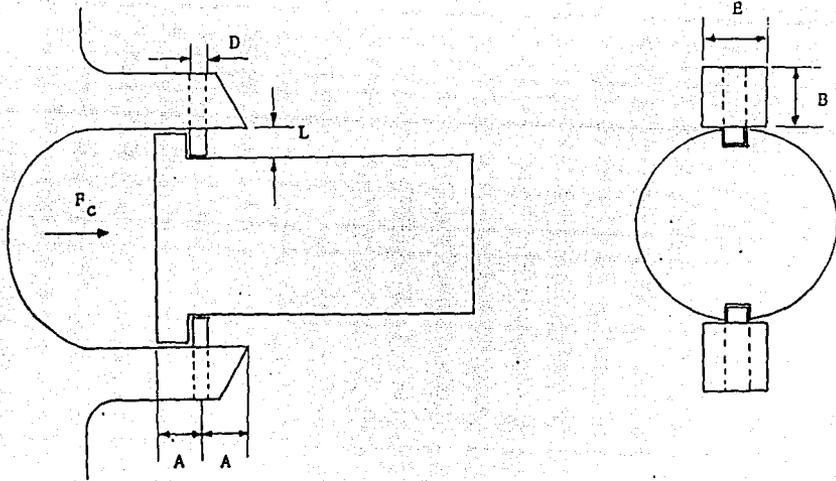


Figura III.2.2.2

Cuando la centrifuga está funcionando el cargador adopta la posición indicada en la figura III.2.2.2 de la cual vemos que hay seis dos parámetros a dimensionar:

- D - Diámetro del perno.
- L - Longitud del perno.
- B - Grosor del brazo del cabezal.
- E - Espesor del cabezal.
- A - Distancia a los extremos.

Primeramente calculemos la fuerza centrífuga ejercida:

$$F = ma = m_c a_c = m_c r \omega^2$$

- $m_c$  - Masa del cargador.
- $a_c$  - Aceleración centrífuga.

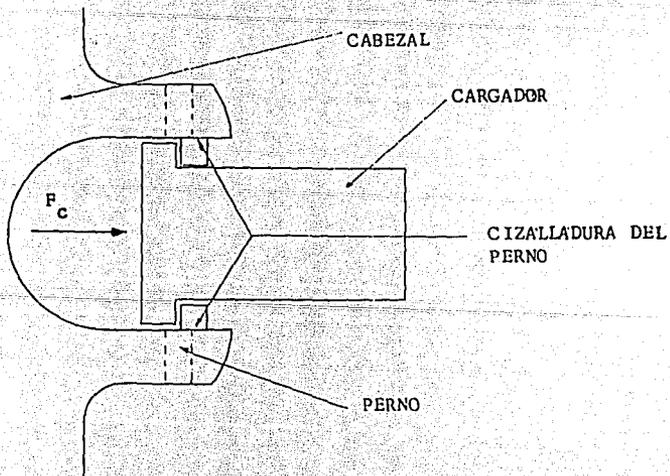
- r - Radio de giro.
- w - Velocidad angular.

Por otra parte el primer paso es analizar las diversas áreas sometidas a un esfuerzo y de que tipo es este:

- Esfuerzo de corte del perno.

$$\frac{F}{2} = S_s A = S_s \frac{\pi D^2}{4}$$

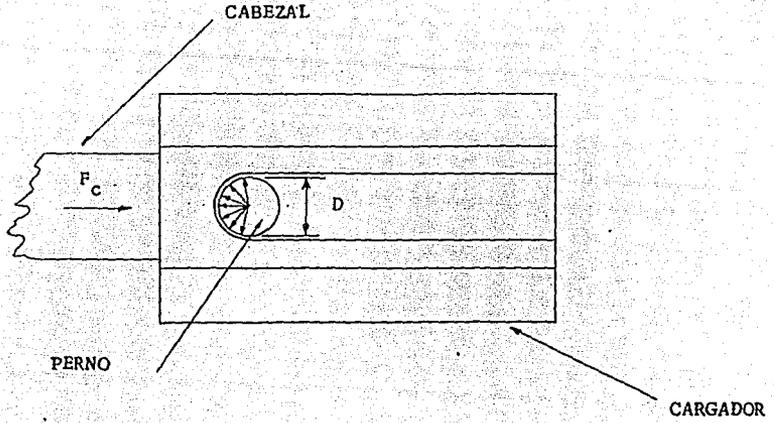
$$F = S_s \frac{\pi D^2}{2} \dots \dots \dots (1)$$



- Esfuerzo de compresión entre el perno y el cargador.

$$\frac{F}{2} = S_c A = S_c D L$$

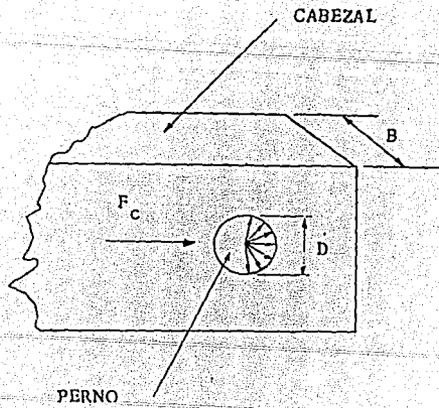
$$F = S_c 2 D L \dots \dots \dots (2)$$



- Esfuerzo de compresión entre el perno y el cabezal.

$$\frac{F}{2} = S_c A$$

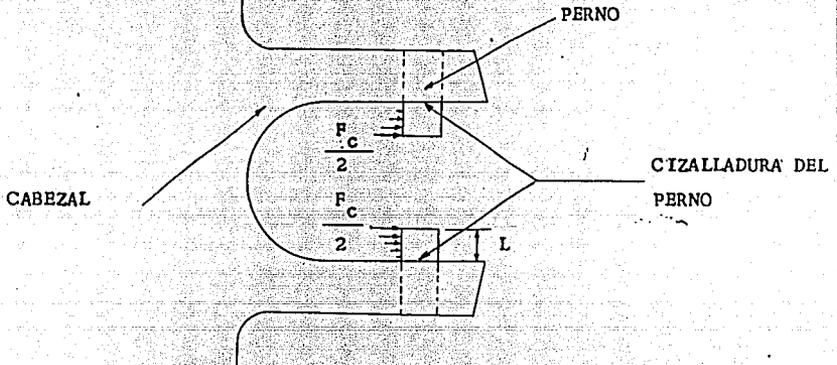
$$F = 2 S_c B D \dots \dots \dots (3)$$



- Esfuerzo cortante por flexión en el perno.

$$S_{\sigma_f} = \frac{Mc}{I} ; M = \frac{FL}{2} ; Z = \frac{I}{c} = \frac{\pi D^3}{32}$$

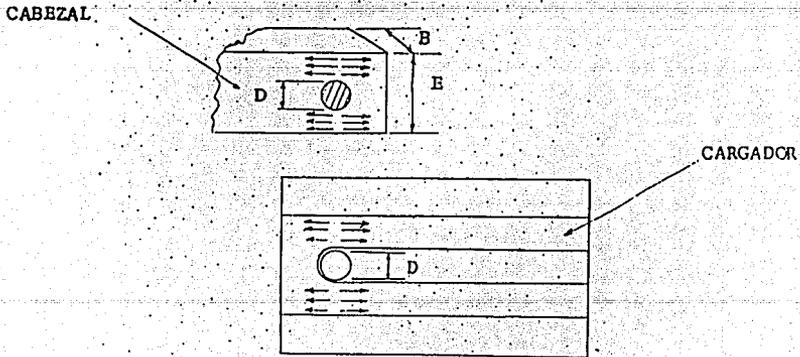
$$S_{\sigma_f} = \frac{FL}{\pi D^3} \quad (16) \quad \dots\dots\dots (4)$$



- Tracción entre perno y cabezal y perno y cargador.

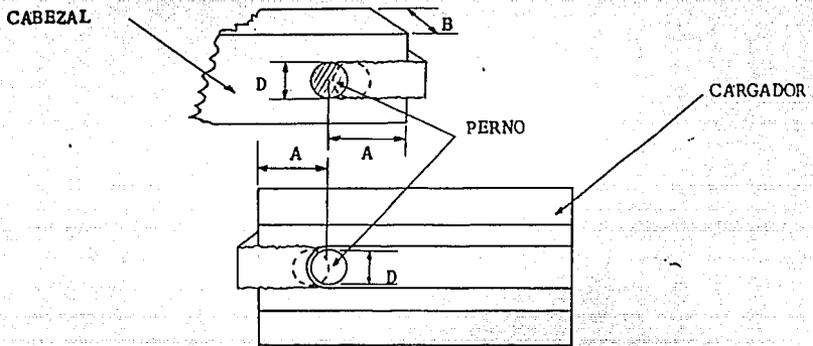
$$\frac{F}{2} = S_t A ; F = 2 S_t A = 2 S_t (E-D)B$$

$$= 2 S_t (E-D)L \quad \dots\dots\dots (5)$$



- Esfuerzo de corte entre cabezal y perno y cargador.

$$\frac{F}{2} = S_u A; F = 2 S_u A = 2 S_u B A (2) = 2 S_u L A (2) \dots (6)$$



De la ecuación 1 se calcula el diámetro del perno.

$$D = \left[ \frac{2 F}{S_u \pi} \right]^{1/2} = \left[ \frac{2 (900)}{1722.5 \pi} \right]^{1/2} = 0.5767 \text{ cm.}$$

$$D = 6.35 \text{ cm} = 1/4'' \text{ (DIAMETRO MAS COMERCIAL)}$$

sustuyendo este valor en la ecuación número 2 (se utiliza el esfuerzo a la última resistencia).

$$L = \frac{900}{2284.5 (2) (0.5767)} = 0.3416 \text{ cm.}$$

$$L = 0.4 \text{ cm} = 4 \text{ mm.}$$

Con los valores de  $L$  y  $D$  se puede comprobar por flexión con la ecuación número 4:

$$S_{\sigma f} = \frac{F L}{\pi D^3} = \frac{900 (0.4) (16)}{\pi (0.635)^3} = 7160.63 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo cortante debido a flexión es mayor que el esfuerzo cortante por cizalladura: por lo tanto el material para el perno debe ser de otro tipo.

Tomando un material, por ejemplo: un acero W/2 cuyos esfuerzos son:

$$S_u = 15468 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_y = 14060 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_s = 11600 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo cortante de este material es mayor que el esfuerzo obtenido por flexión, por lo tanto, con las dimensiones obtenidas se satisfacen las condiciones de diseño aún cuando el factor de seguridad disminuya de 2 a 1.62 (para el perno). Podemos hacer esta consideración puesto que la fuerza real que actúa es menor a la que se ha empleado para fines de diseño.

Para los demás parámetros: de la ecuación número 3,  $L = B$ , esto es,  $B$ , es el ancho del brazo del cabezal y se empleando el material seleccionado en un principio (acero C. R. 1018).

De la ecuación número 5:

$$E = \frac{F}{4 S_e B} + D = \frac{900}{2 (2284.5) (0.4)} + 0.635 = 1.274 \text{ cm.}$$

$$E = 12 \text{ mm.}$$

y finalmente de la ecuación número 6:

$$A = \frac{F}{4 S_e B} = \frac{900}{4 (1722.5) (0.4)} = 0.3266 \text{ cm.}$$

$$A = 4 \text{ mm.}$$

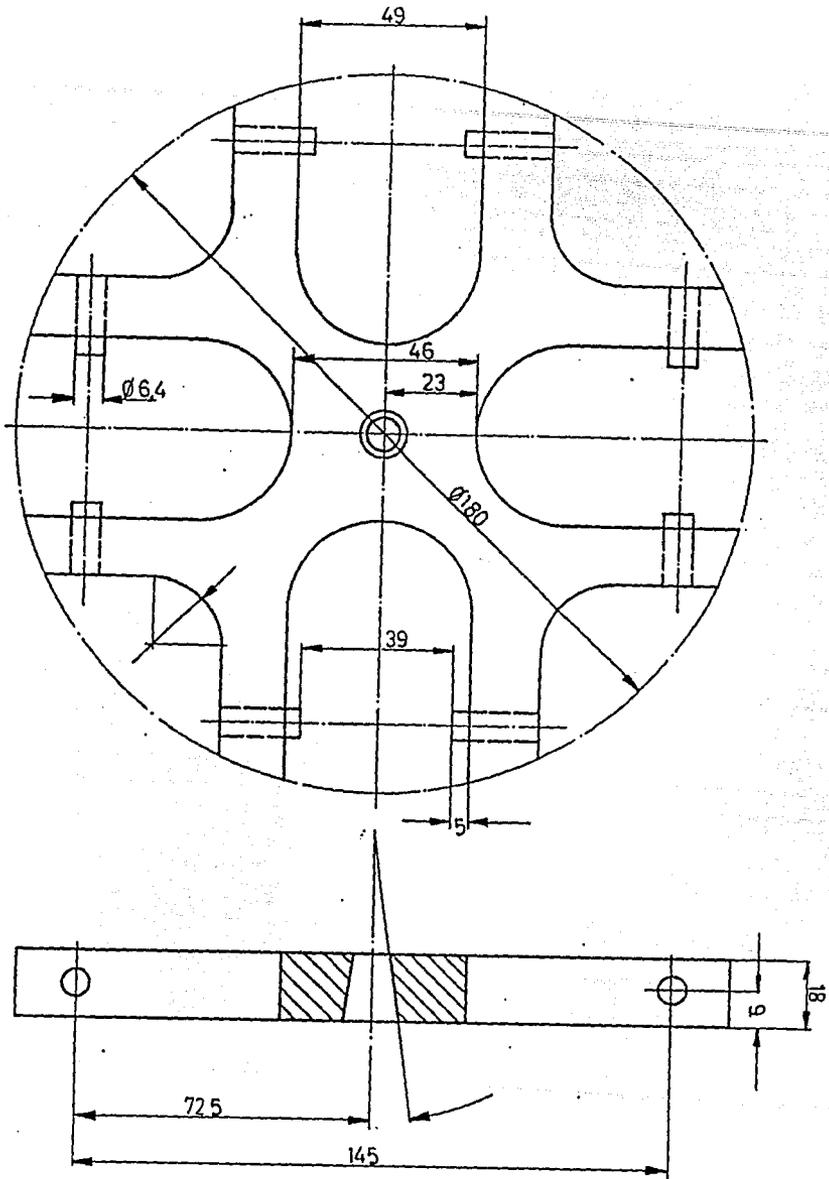
#### RESUMIENDO:

- D - Diámetro del perno 6.35 = 1/4", acero W/2
- L - Longitud del perno 4 mm.
- B - Grosor del brazo del cabezal 4 mm. acero 1018.
- E - Espesor del cabezal 12 mm.
- A - Distancia a los extremos 4 mm.

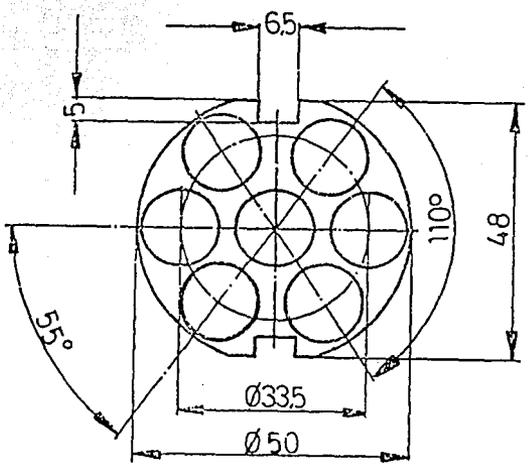
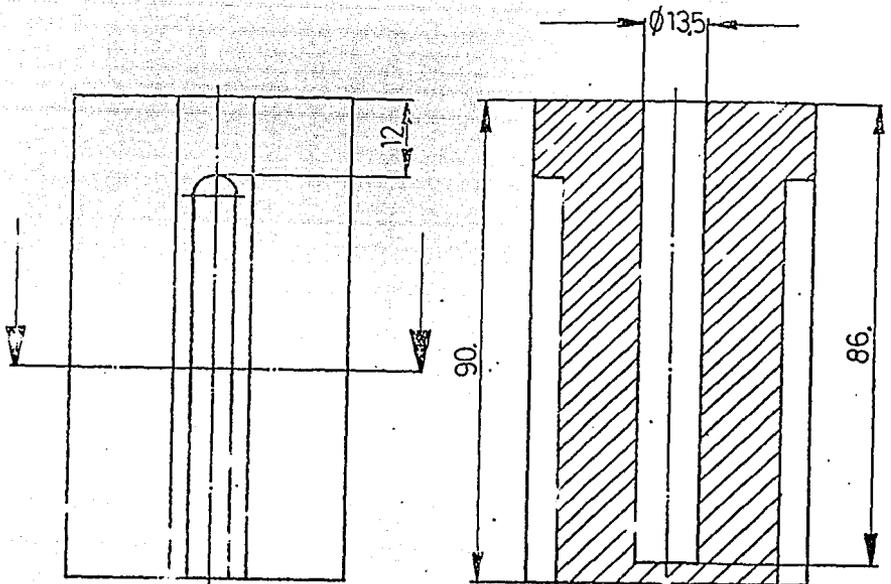
Por razones de manufactura (ver capítulo IV) las dimensiones de B, E y A, son en la práctica mayores.

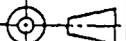
Se han considerado que el material del cargador es aluminio, esto es por ser un material anticorrosivo, fácil de maquinar y muy ligero. Además sus propiedades mecánicas resultan adecuadas y se ajustan al análisis de diseño.

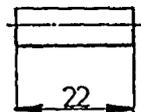
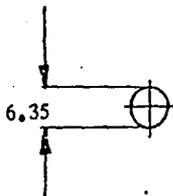
En las siguientes figuras se esquematiza el cabezal, cargador y perno del cabezal: Fig. III.2.2.5, III.2.2.6 y III.2.2.7, respectivamente.



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
		CABEZAL	1018	Proy. ASP
Fecha:				Dib.
Referencia:				Rev.
Acol.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE		
		CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		



Parte	Cantidad	Designación	6261 T-6 Material	ALUMINIO Observaciones
Fecha:		CARGADOR DE 7 x 10 ml.		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 1:1				No. III.2.2.6



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
		Acero plata	W/2	
Fecha:		PERNO DE CABEZAL		Prey. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.:		TESIS: DISEÑO Y FABRICA-		Rev.
Esc.: 1:1		CION DE CENTRIFUGAS DE LAB		No. III .227.

### III.2.3 Selección de motor y diseño de eje y soportes de motor.

Para la selección del motor de una centrífuga de laboratorio es necesario basarse en la norma UL-544 (Especificaciones de componentes del sistema eléctrico), y la norma NOM-R-98-1979 (Norma oficial mexicana) en las cuales se especifican los siguientes puntos:

- Voltaje: 127 V / 60 Hz.
- Corriente: 1.5 A.
- Potencia: 0.20 Kw (Es la que el fabricante propone y es adecuada para las tareas de centrifugación para este tipo de máquina).
- rpm: 3700 (adecuadas para el trabajo de laboratorio).

Con estos datos es factible seleccionar un proveedor o fabricante. Hallar en el mercado un motor con tales características y que además se adapte físicamente con los otros elementos constituyentes de la centrífuga es prácticamente imposible, por lo cual el motor es de fabricación especial.

Primeramente el fabricante del motor establece ciertos parámetros acordes con las características solicitadas:

- Forma y dimensiones del núcleo y enbobinado del rotor.
- Forma y dimensiones del núcleo y enbobinado del estator.

De acuerdo con estos aspectos es posible diseñar el eje

del motor y los soportes de éste.

### III.2.3.1 Diseño del eje del motor.

Tomando en cuenta los parámetros mencionados y agregando los que se obtuvieron en las secciones anteriores, se tiene una idea aproximada de la longitud y diámetro del eje, Ver la figura III.2.3.1.1.

Resumiendo los parámetros de diseño:

- Diseño del núcleo del estator (aproximadamente 11 mm)
- Longitud del embobinado y núcleo del rotor (aproximadamente 90 mm).
- Longitud del cargador (90 mm).
- Par transmitido.
- Forma de acoplamiento con el cabezal.
- Forma de sujeción con el cabezal (forma de asegurar el cabezal).

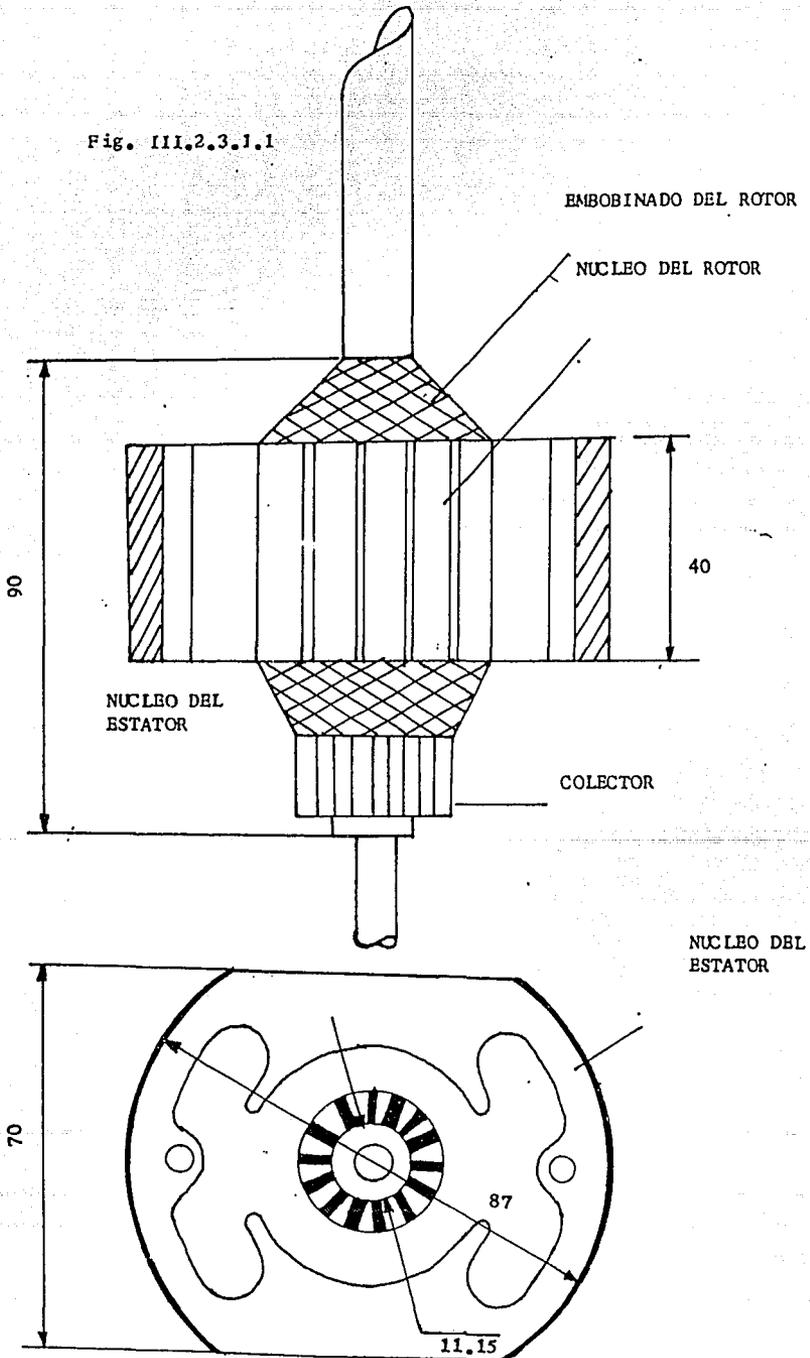
La longitud aproximada del eje es de 190 mm. y un diámetro de 11.15 mm. es el diámetro necesario para aceptarlo al núcleo del embobinado.

El motor es de una potencia de 0.20 kw, efectuando la conversión:

$$1 \text{ Watt} = 611.6208 \text{ Kg cm/min}$$

Para obtener el esfuerzo a que está sometida el eje se

Fig. III.2.3.1.1



utiliza la siguiente fórmula:

$$\tau = \frac{T c}{J} = \frac{T D}{J}$$

Donde:

$\tau$  - Esfuerzo cortante.

T - Par transmitido.

D - Diámetro.

J - Momento polar de inercia =  $\frac{\pi D^4}{32}$

Por otra parte:

$$(\text{WATTS}) \frac{611.6208}{\text{min}} \frac{\text{Kg cm}}{\text{min}} = 2 \pi \text{ NT} \frac{\text{Kg cm}}{\text{min}}$$

$$T = \frac{611.6208 (\text{WATTS})}{2 \pi \text{ N}} \text{ Kg - cm}$$

$$T = \frac{200 (611.6208)}{2 \pi (4500)} = 4.3263 \text{ Kg - cm}$$

$$J = \frac{\pi (1.115)^4}{32} = 0.1517 \text{ cm}^4$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{4.3263 \text{ kg-cm. (1.115) cm}^2}{2 (0.1517) \text{ cm}^4} \\ &= 15.8947 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

De acuerdo con este resultado el esfuerzo de corte por torsión es mínimo, esto era de esperarse puesto que la potencia transmitida por el motor es muy pequeña.

A pesar de este resultado el material del eje del motor tendrá que ser de un material que se use convencionalmente para tal propósito, como por ejemplo: un acero 9840

Hasta aquí, se han tomado en cuenta cuatro de los factores de diseño para el eje; restan la forma de acoplamiento con el cabezal y la sujeción de este.

Para la forma de acoplamiento del cabezal en el eje es conveniente un acoplamiento cónico similar al que se muestra en la figura III.2.3.1.2.

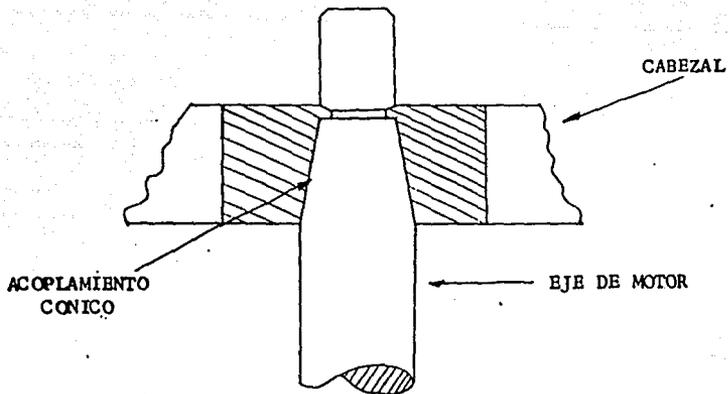


Fig. III.2.3.1.2

La forma de sujeción o mejor dicho la forma de asegurar, el cabezal al eje es simplemente por medio de una tuerca enroscada en la parte superior del eje, hay que tomar en cuenta que si el rotor gira en sentido horario, tal rosca debe ser izquierda para que no se afloje con el funcionamiento.

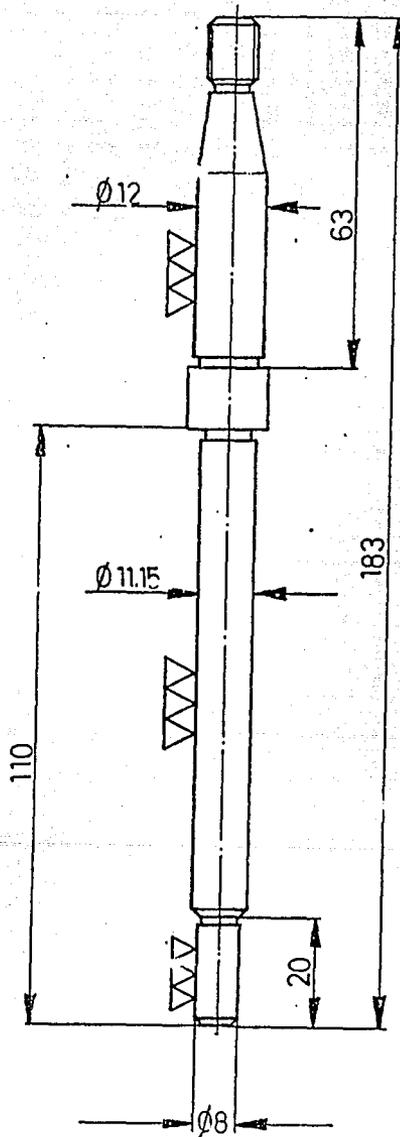
En las figuras III.2.3.1.3 y III.2.3.1.4 se presenta en forma detallada el diseño del eje.

En la figura III.2.3.1.5, se esquematiza la tuerca de sujeción del cabezal.

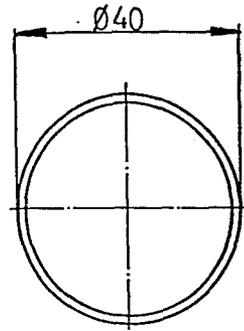
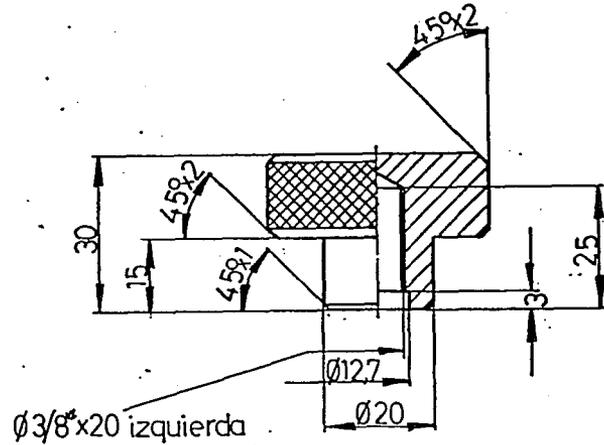
### III.2.3.2 Diseño de los soportes del motor.

De la figura III.2.3.1.1 se observa que es necesario dos soportes para el motor, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.





			9840	
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		EJE DE MOTOR		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
	Esc.: 1:1			No. III.2.3.1.3



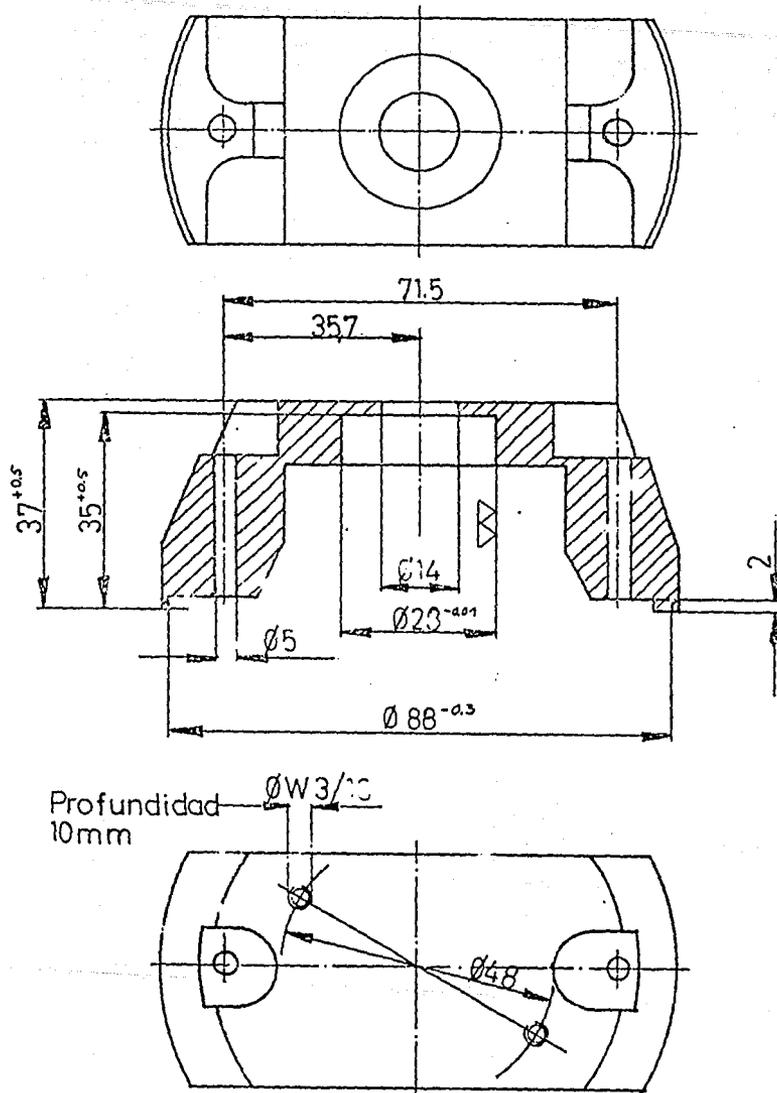
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			1018	
Fecha:		PERILLA DE CABEZAL		Prov. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.:		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE CENTRIFUGAS DE LAB		Rev.
Esc.:	1:1			No. III 23.1.5

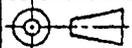
La función de estos soportes es lograr el acoplamiento entre el rotor y el estator. Para el diseño de ambas piezas hay que tomar en cuenta básicamente las dimensiones y formas del motor, en conjunto, y que también exista congruencia con los siguientes aspectos:

- Sobre ambas piezas asentará el núcleo del estator.
- Deben de permitir el libre giro del rotor.
- En estas piezas irán montados los baleros sobre los cuales gire el rotor.
- Deben de ser de una configuración de fácil manufactura.
- Deben de ser de un material que tenga gran capacidad de disipación de calor.
- En el dimensionamiento del soporte inferior hay que tomar en cuenta que en éste irán acoplados los carbones para suministro de energía al rotor y que se acoplará en este también, el dispositivo de disipación de vibraciones (usualmente llamado amortiguador y que generalmente es de hule).

La figura III.2.3.2.1 esquematiza la configuración del soporte superior, es notorio que es una pieza de fundición debido a su perfil complicado, a pesar de esto su manufactura no es tan laboriosa puesto que la pieza solo se maquina en la caja de asiento del núcleo del estator y la caja de asiento del balero.

El diseño del soporte inferior es más complicado, ya que además de la caja de asiento del núcleo del estator y caja



			6261 T-6	ALUMINIO
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		SOPORTE SUPERIOR DE MOTOR		Proy. ASP
Referencia:				01b.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 1:1				No. III.2.3.2.1

de balero hay que acoplar en el los carbones y el amortiguador para suavizar las vibraciones.

La caja de balero y la caja de asiento del núcleo son muy semejantes al del soporte superior, incluso la forma en general de la pieza no varía mucho, pero si la base, puesto que en ella se acoplará el amortiguador.

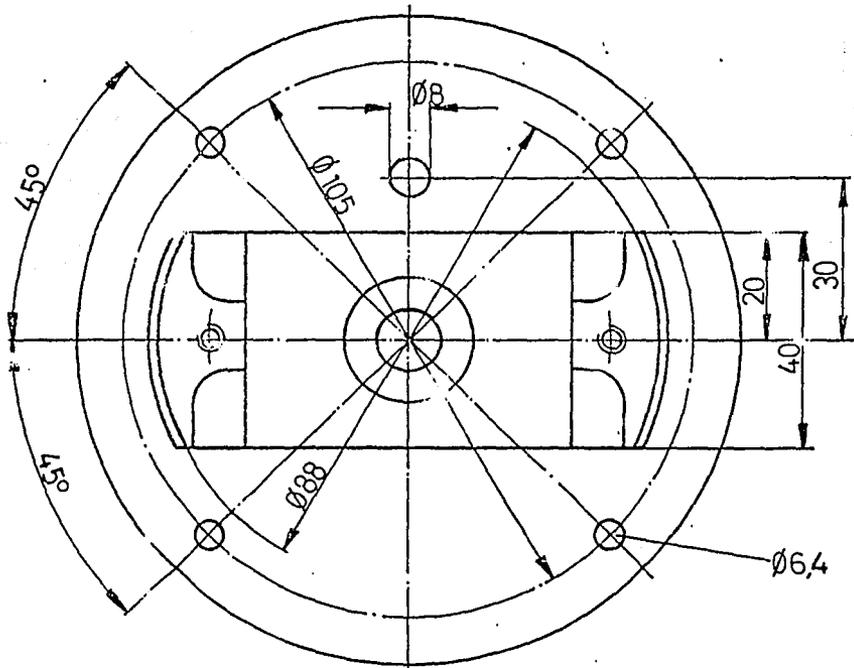
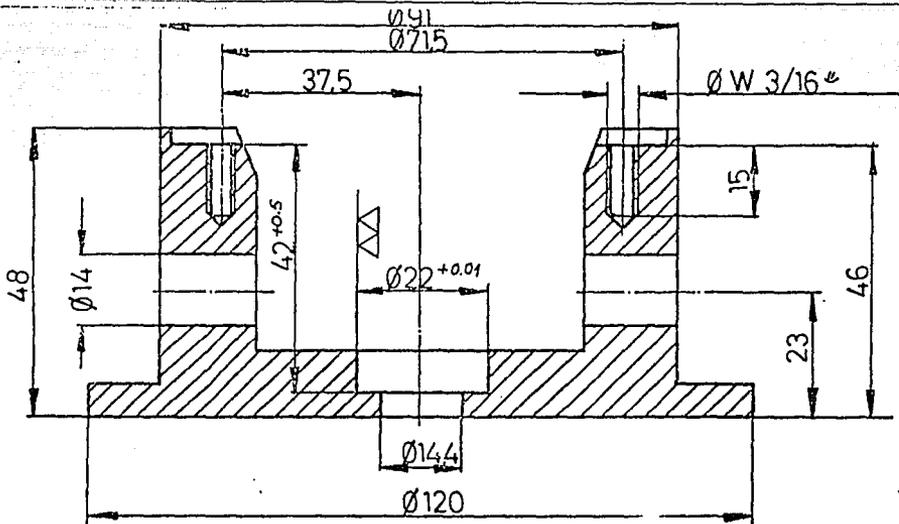
Respecto a las experiencias que se tienen del tipo de amortiguador, se ha comprobado que mientras más área de contacto exista entre la base y aquél, el grado de vibraciones tenderá a ser menor, por esta razón en la figura III.2.3.2.2 se presenta el soporte inferior con la base circular bastante amplia. Observe también que en el soporte inferior se ha concebido la forma de sujetar todo el conjunto del motor por medio de tornillos que se enroscan en éste.

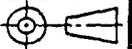
La figura III.2.3.2.2 ilustra el soporte inferior, III.2.3.2.3, III.2.3.2.4, III.2.3.2.5, el amortiguador de vibraciones, herraje de amortiguador y vista general en conjunto del motor respectivamente.

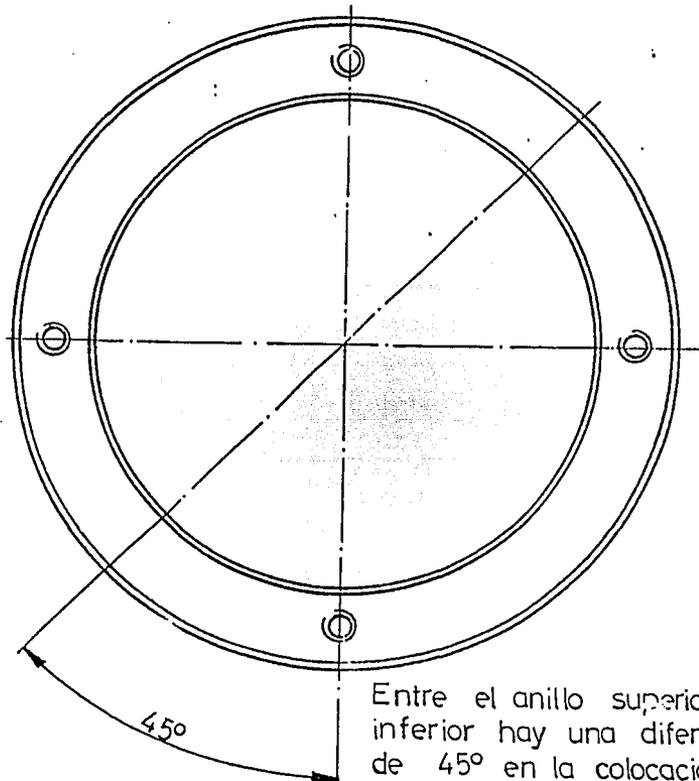
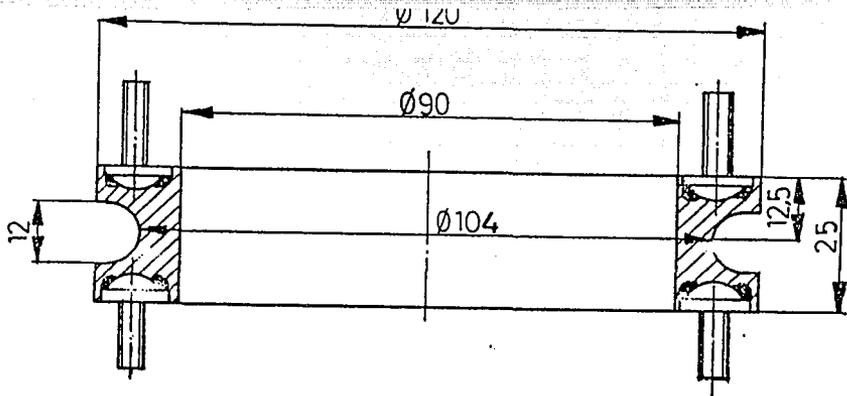
En resumen; se han diseñado ya los elementos rotatorios de la centrífuga:

- Cargadores.
- Cabezal.
- Pernos de cabezal.
- Motor.

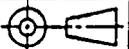
- \* Eje de motor.
- \* Perilla de sujeción de cabezal.
- \* Soportes de motor (superior e inferior)
- \* Amortiguador.

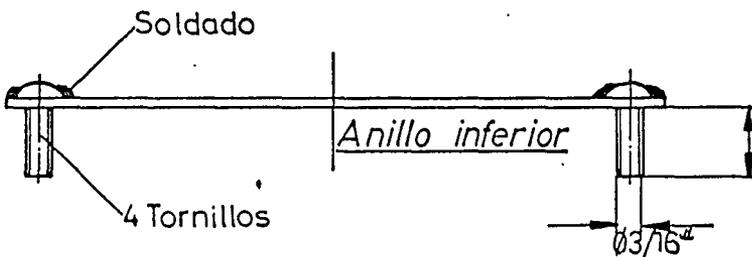
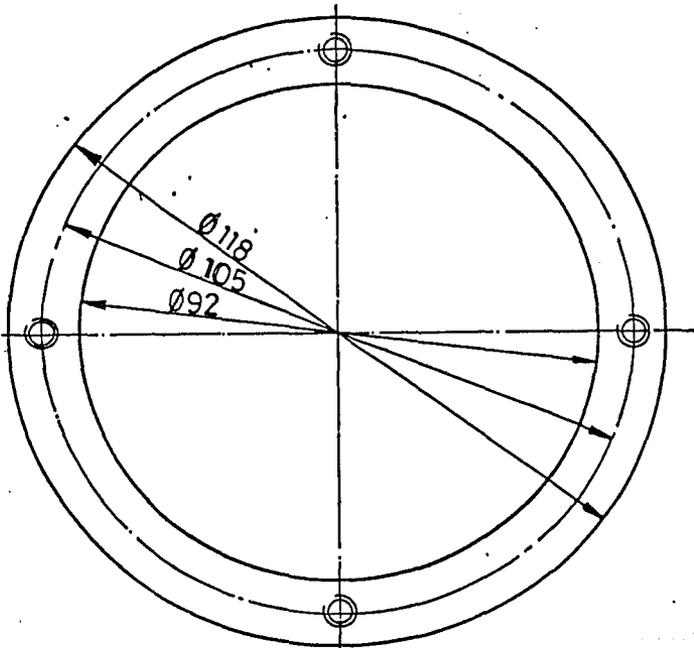
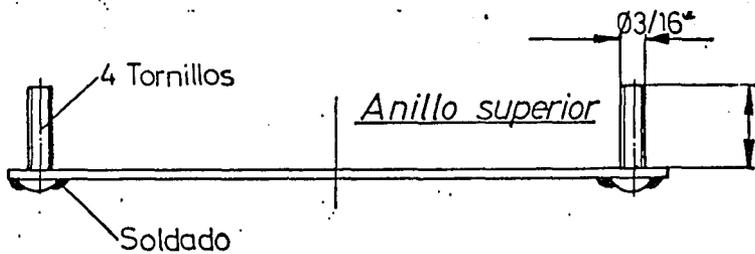


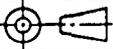
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			6261 T-6	ALUMINIO
Fecha:		SOPORTE INFERIOR DE MOTOR		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
	Esc.: 1:1			No.III.2.3.2.2

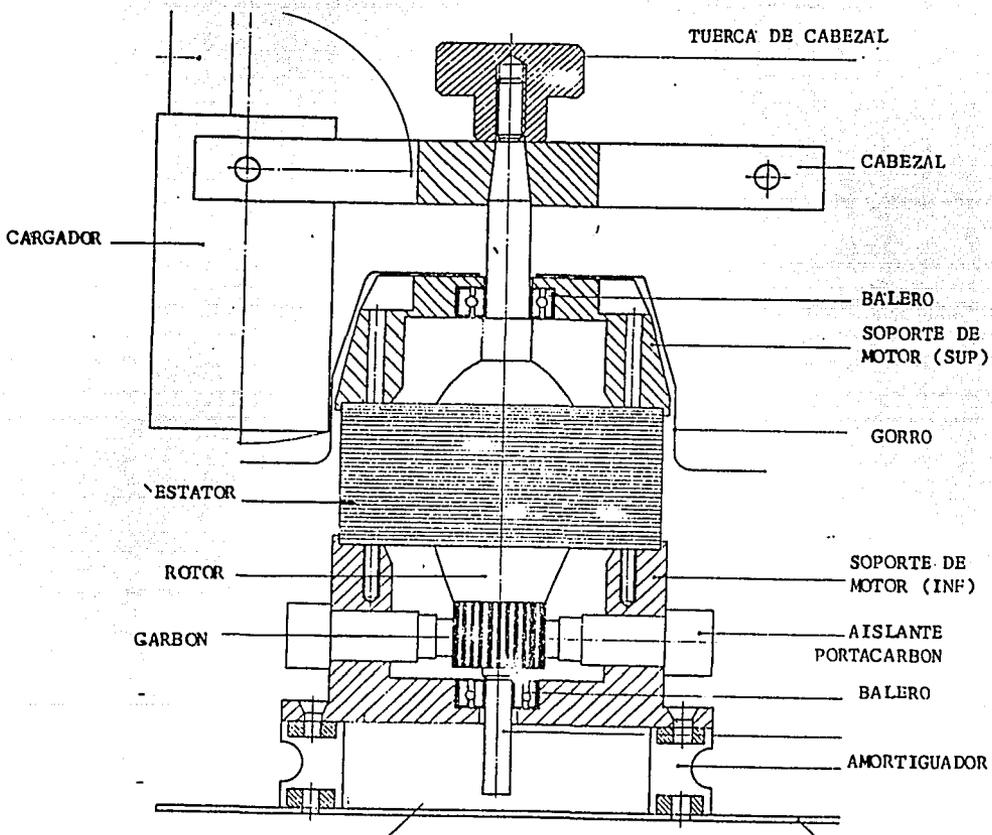


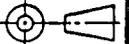
Entre el anillo superior y el inferior hay una diferencia de 45° en la colocación de los tornillos

Parte	Cantidad	Designación	MATERIAL	Observaciones
Fecha:		AMORTIGUADOR DE MOTOR DUREZA 45° SHORE		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 1:1				No. III. 2. 3. 2. 1



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			1018	
Fecha:		HERRAJE DE AMORTIGUADOR LAM. CALIBRE 14		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS : DISEÑO Y FABRICACION DE CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 1 : 1				No.



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		VISTA GENERAL DE MOTOR		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 2:1				No. III. 2. 3. 2. 5

El siguiente análisis consistirá en el diseño y/o selección de los elementos estáticos, como son:

- Chasis.
- Tina o contenedor.
- Tapa.
- Panel de control.
- Mecanismo de cierre de la tapa.
- Elementos de ensamble en general.

### III.2.4 Diseño de elementos estáticos.

Los elementos estáticos de una centrífuga son aquellos que permanecen sin movimiento durante el funcionamiento del aparato.

#### III.2.4.1 Diseño de la tina o contenedor.

La función de la tina es brindar una protección o pantalla para los demás elementos que constituyen la máquina e incluso como una pantalla de seguridad para el usuario.

Los cargadores, al estar en funcionamiento el aparato describen una trayectoria circular de un diámetro de 300 mm. y al estar apagada la máquina tienen una altura de aproximadamente 150 mm. en conjunto con la tuerca del cabezal y dejando una holgura suficiente para que cubra parte del motor.

Con estas condiciones su perfil está determinado en forma cilíndrica, con una ceja de asiento en la parte superior para el acoplamiento con el chasis. En la parte inferior un fondo con forma de rondana, es decir con un orificio para tener un pequeño libramiento del motor.

La forma de fijación de la tina con el chasis es por medio de varillas soldadas a su fondo y con cuerda en el otro extremo, la longitud de estas varillas queda determinada por la longitud restante hacia abajo del motor, soporte inferior y amortiguador.

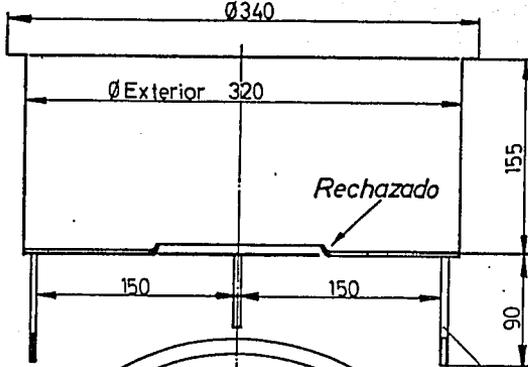
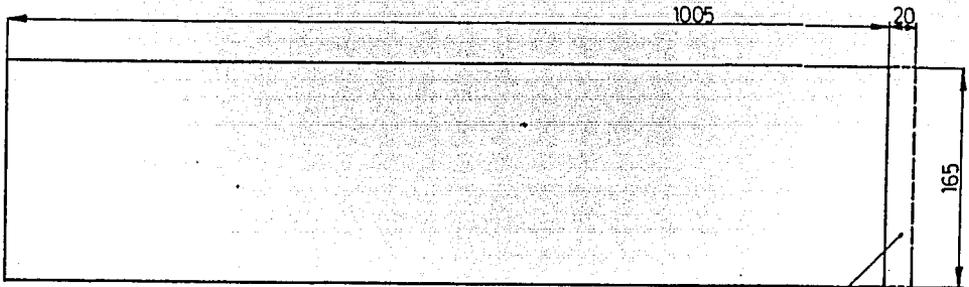
Es importante destacar que la tina es un contenedor de las fugas que haya de los fluidos que se centrifuguen y que algunos de ellos pueden ser sustancias corrosivas, por lo que la tina tendrá que ser de un material anticorrosivo o al menos estar recubierta con una película de material que si lo sea.

La figura III.2.4.1 esquematiza la tina, su fondo, varilla y da una vista en conjunto.

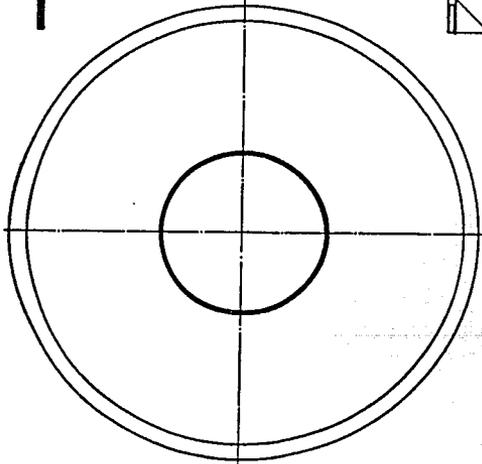
#### III.2.4.2 Diseño del chasis o cuerpo de la centrifuga.

Con los elementos ya diseñados es un poco más fácil establecer las dimensiones del cuerpo o chasis de la centrifuga. Como en los casos anteriores hay que tomar en cuenta algunos aspectos:

- Debe tener rigidez, pero que no implique demasiado peso.
- Tomando en cuenta que en este se atornillarán y/o acoplarán la mayor parte de los elementos constituyentes, sus dimensiones y forma deben ser tales que se tenga libre acceso y libertad de movimiento en su interior.
- Debe ser de un material anticorrosivo y si no lo es debe por lo menos llevar un recubrimiento que si lo sea.

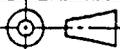


*Este pedazo hay que cortar después de rolar.*



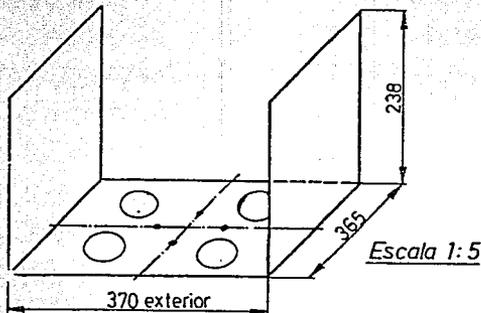
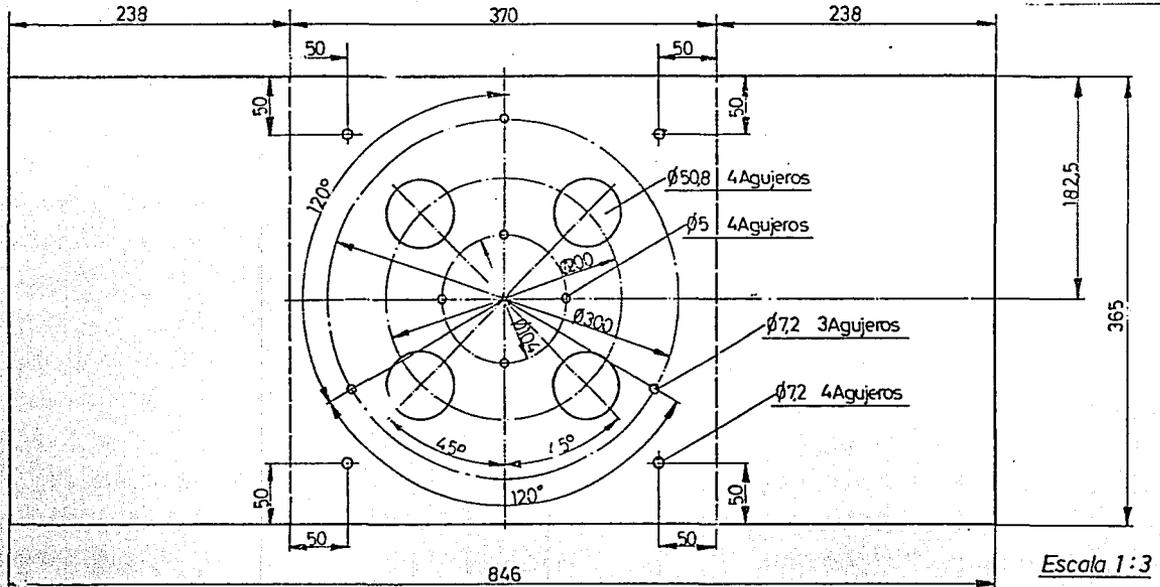
Parte No. \_\_\_\_\_

INCISO 3

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		VISTA GENERAL DE TINA	1018	Proy. ASP
Referencia:		FONDO LAM. CAL. 14 CUERPO LAM. CAL. 20		Dib.
Acol.: mm		TESIS · DISEÑO Y FABRICACION DE -		Rev.
 Esc.: 3:1		CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		No. III.2 4.1.

- Aún siendo un aparato de laboratorio, el chasis de la centrífuga deberá contar con la mínima estética posible.
- Puesto que el motor de la centrífuga se coloca dentro del chasis, este deberá estar provisto de orificios que permitan la ventilación natural del motor.
- Además de la función de ventilación de los orificios, servirán también para hacer ajustes si fuera necesario, aún después de ensamblada la máquina y no se tuviera libre acceso a su interior.
- Ya que es un cubo o caja y que por lo general es de lámina doblada y soldada se tiene que hacer en dos partes, esto es por facilidad de manufactura.
- Debe contar con los accesos u orificios que permitan la colocación de cables por fusibles, etc.

Las dos figuras siguientes III.2.4.2.1 y III.2.4.2.2 ilustran esquemáticamente la forma y dimensiones del chasis, parte I y parte II respectivamente.



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			1018	
Fecha:		CUERPO PARTE I LAM. CAL. 14		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.:		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE CENTRIFUGAS DE LA		Rev.
	Enc.: 3:1			No. III.242.1

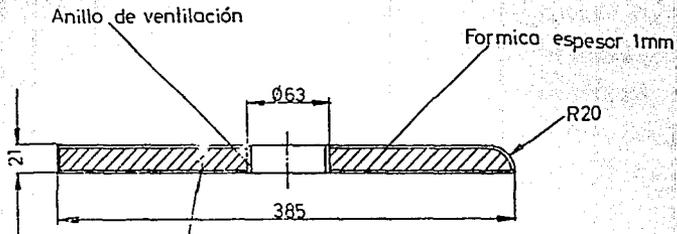
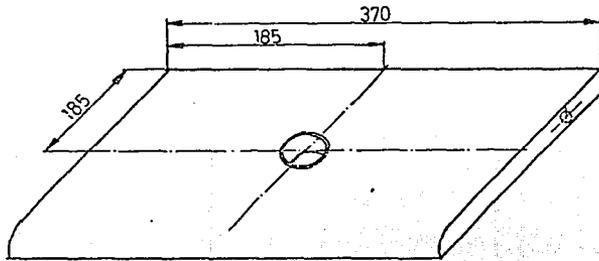


### III.2.4.3 Tapa de la centrifuga.

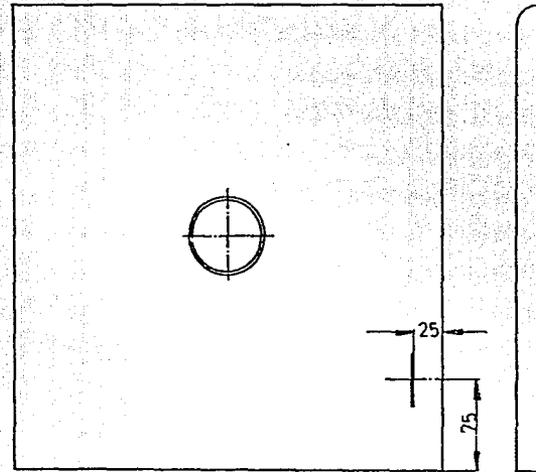
De acuerdo a la norma 533.244.1628 de centrifugas de laboratorio de la JCC del IMSS el diseño de la tapa debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe cubrir cualquier acceso a la cámara de centrifugación, es decir no debe haber acceso a las partes que estan en movimiento.
- Instalarse con bisagras o mecanismos similar que permita el alineamiento automático con el marco de acceso a la cámara de centrifugación.
- Debe ser de un material ligero, pero que resista los impactos de partículas que pudieran desprenderse durante el proceso de centrifugación.
- Recubierta con material anticorrosivo y que permita su fácil limpieza y desinfección.

La figura III.2.4.3.1 muestra el diseño de la tapa.



Tapa de triplay de 3/4 de espesor



Parte	Cantidad	Designación	MATERIAL	Observaciones
		TAPA	MADERA	
Fecha:		TRIPLAY DE 10 mm		Proy. ASP
Referencia:		TESIS: DISEÑO Y FABRICA-		Dib.
Acol:		CION DE CENTRIFUGAS DE LAB		Rev.
		Esc: 4:1		No III 2431

#### III.2.4.4. Diseño del panel de control.

En concordancia con la norma citada en la sección anterior, el tablero de control debe contar con los siguientes elementos:

- Un interruptor general.
- Un interruptor de tiempo.
- Una lámpara de encendido.
- Un tacómetro.
- Un regulador de revoluciones.

El interruptor general puede estar integrado en el regulador de revoluciones.

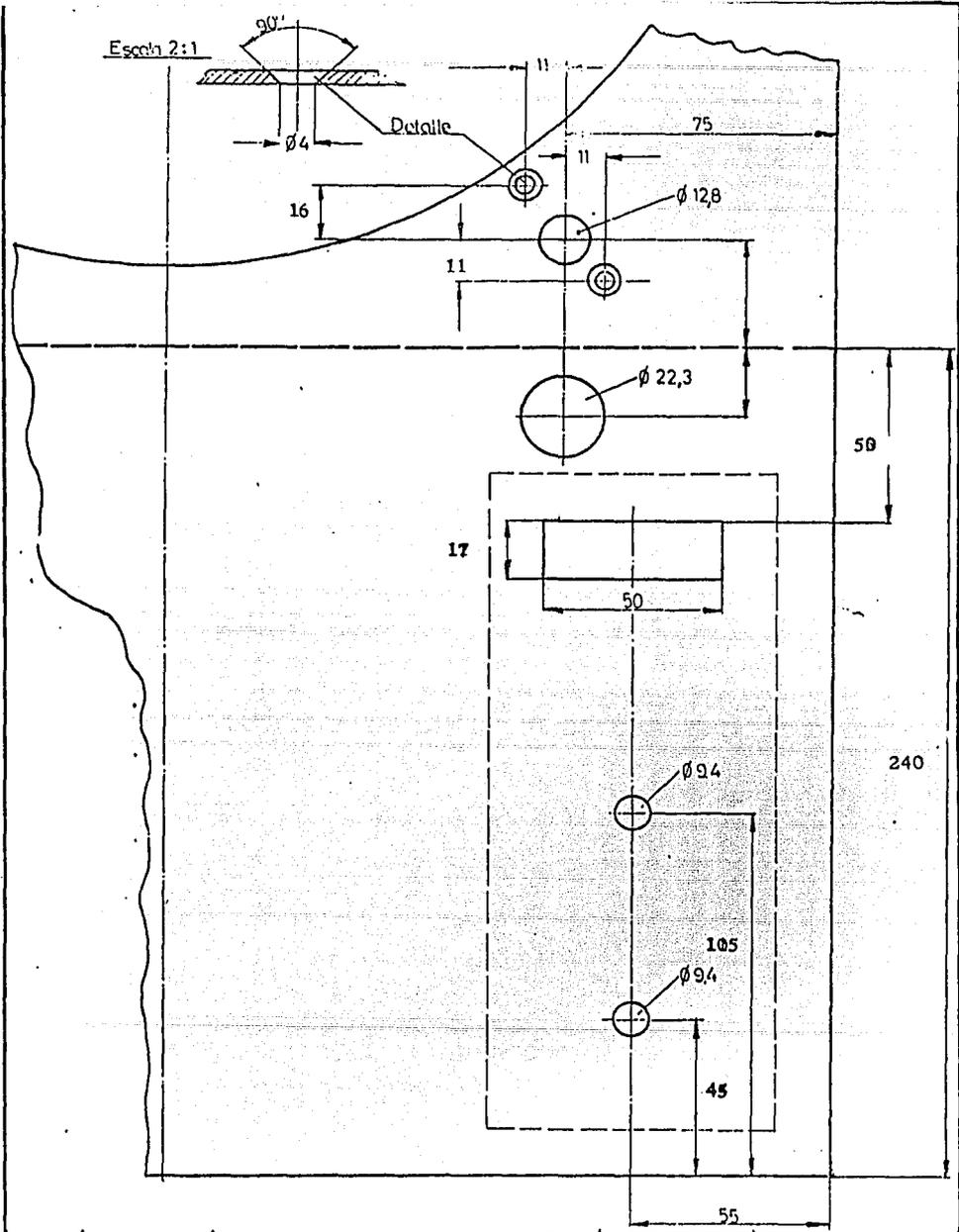
En la figura III.2.4.4.1 muestra la distribución general del tablero de control. En el rectángulo superior es donde se aloja el tacómetro (digital) que a su vez sirve como lámpara de indicación de que el aparato está en funcionamiento.

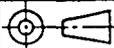
El orificio inferior aloja el control del regulador de revoluciones y el orificio central el control de tiempo.

Los orificios de la parte superior indican la localización en detalle de los elementos de cierre de la tapa en el cuerpo o chasis de la máquina.

#### III.2.4.5 Diseño de mecanismo de cierre de la tapa.

Por lo general estos mecanismos son divididos en dos



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		PANEL DE CONTROL		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO FABRICACION DE CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 2:1				No. III.2.4.4.1.

grupos de partes: uno empotrado en la parte móvil (tapa) y el otro en la parte fija (chasis).

Para este caso, en el chasis se fija un cuadro que a su vez aloja un cilindro o émbolo que se desliza longitudinalmente, al aplicar fuerza y que regresa a su posición original por medio de la acción de un resorte cuando la fuerza ha cesado.

Las partes que se fijan a la tapa son dos: una brida que se atornilla a la tapa y un émbolo que se enrosca en aquella. Dicho émbolo al cerrarse la tapa es aprisionado por el cuadro de cierre y su émbolo y es liberado cuando el usuario aplica fuerza.

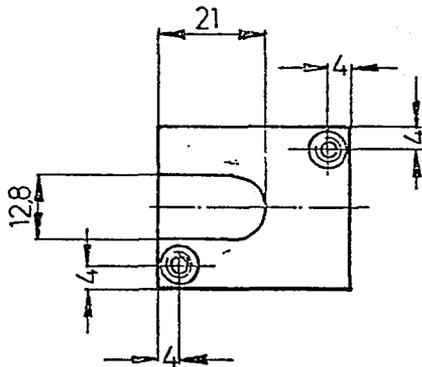
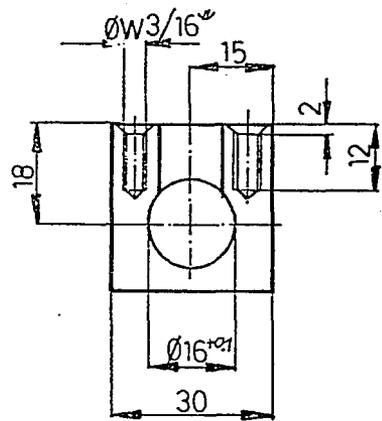
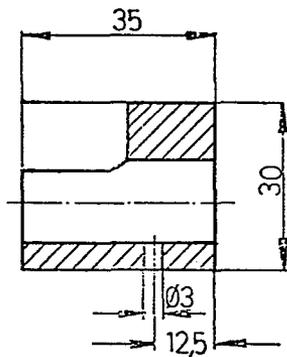
Partes en el chasis:

- Cuadro de cierre. Figura III.2.4.5.1
- Émbolo de cuadro de cierre. Figura III.2.4.5.2.
- Resorte de émbolo. Figura III.2.4.5.3.

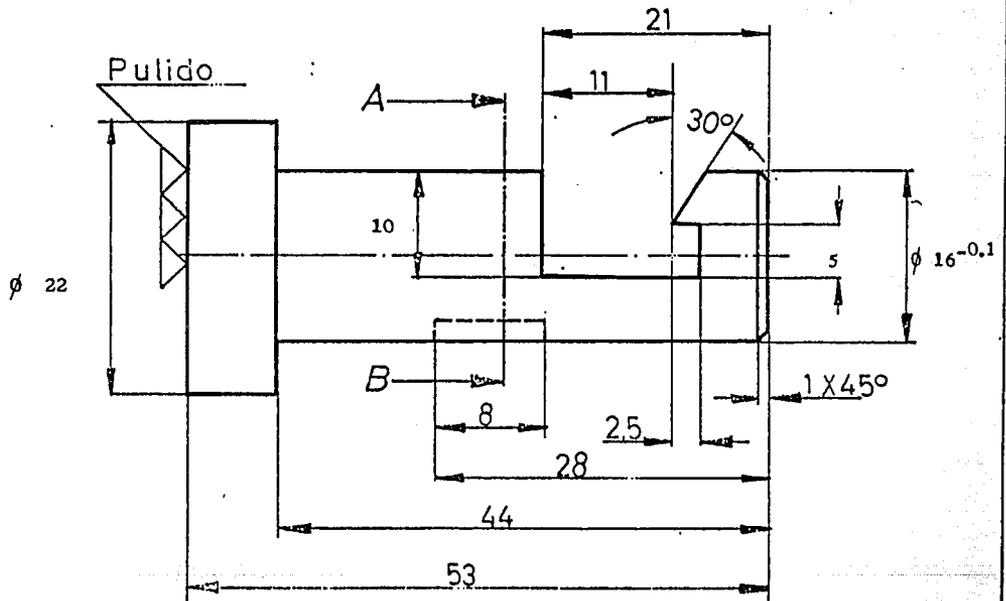
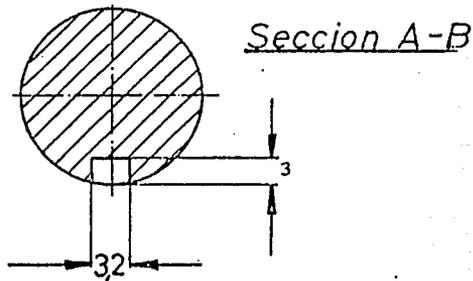
Partes en la tapa:

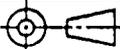
- Brida, Figura III.2.4.5.4.
- Émbolo de brida. Figura III.2.4.5.5.

Nótese los perfiles tanto en el émbolo de brida como en el émbolo de cuadro de cierre, dichos perfiles son necesarios para que haya un enganchamiento entre ambos.

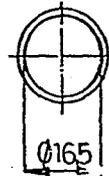
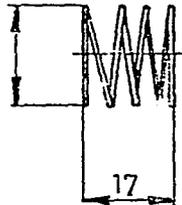


Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			1018	
Fecha:		CUADRO DE CIERRE		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot:		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE CENTRIFUGAS DE LAB		Rev.
	Esc: 1:1			NoIII 2451

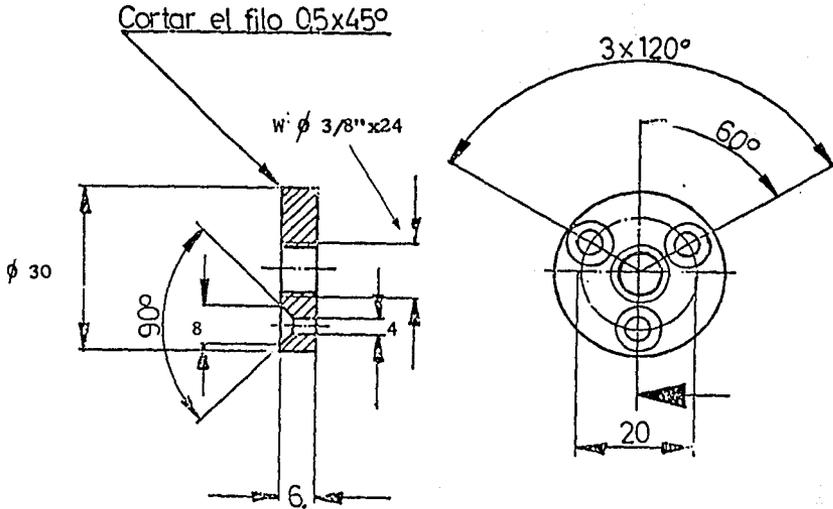


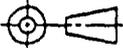
Parte	Cantidad	Designación	1018 Material	Observaciones
Fecha:		EMBOLO DE CUADRO DE CIERRE		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc. 1:2				No. III. 2.4.5.2

∅ 18.5

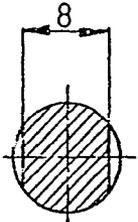
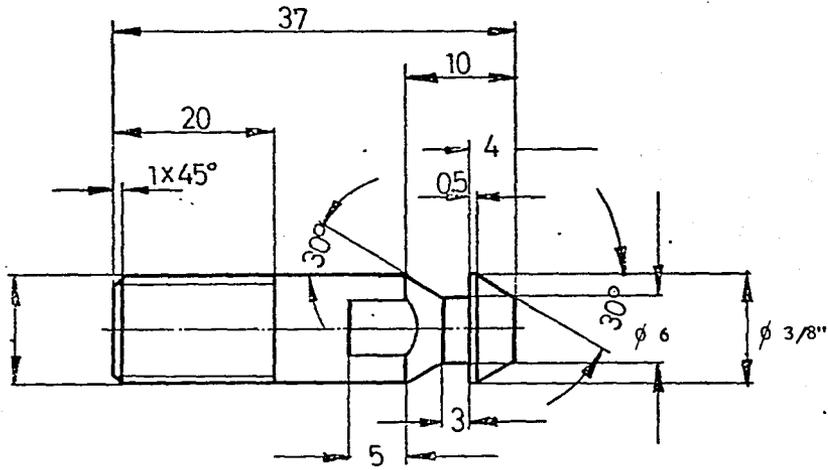


Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			A/PIANCAL 20	
Fecha:		RESORTE DE EMBOLO		Prog. ASP
Referencia:				Oth.
Acot.:		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE CENTRIFUGAS DE LAB		Rev.
		Esc.: 1:1		No. III 2453



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		BRIDA	1018	Proy. ASP
Referencia:			Dib.	
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
	Esc. 1 1:1			No. III.2 4.5.4

W  $\phi$  3/8" x 24



Parte	Cantidad	Designación	1018	Observaciones
Fecha:		EMBOLO DE BRIDA		Prep. ASP
Referencia:		TESIS: DISEÑO Y FABRICA-		Dir.
Acad.:		CION DE CENTRIFUGAS DE LA		Rev.
 Esc:				No. III 2455

### III.2.4.6. Otros elementos de ensamble.

El proceso de diseño de los demás elementos de ensamble es igual a los anteriores; un análisis de dimensiones y formas y congruencia con los ya diseñados, por esta razón solo se presentará el diseño esquemático.

Cabe hacer la aclaración que no se presentan todos los elementos faltantes, sino solo aquellos cuya importancia y configuración lo ameriten.

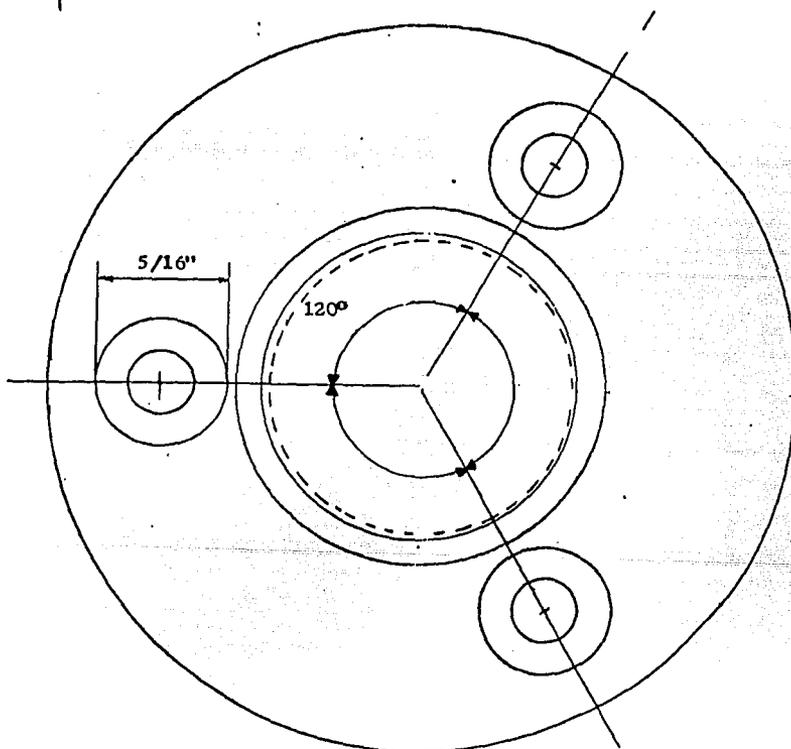
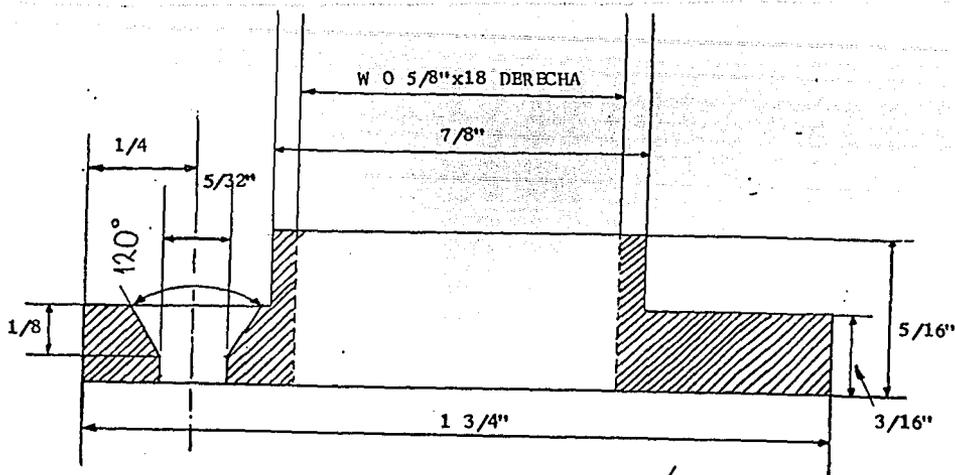
Elemento	Figura
- Brida de sujeción de porta sensor.	III.2.4.6.1
- Porta sensor.	III.2.4.6.2
- Porta imán.	III.2.4.6.3
- Gorro de protección del motor.	III.2.4.6.4
- Patas de tina.	III.2.4.6.5
- Brazo soporte de tapa.	III.2.4.6.6

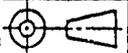
Para los casos en donde en el plano de la pieza no se especifiquen tolerancias, éstas quedan definidas de acuerdo con la siguiente tabla:

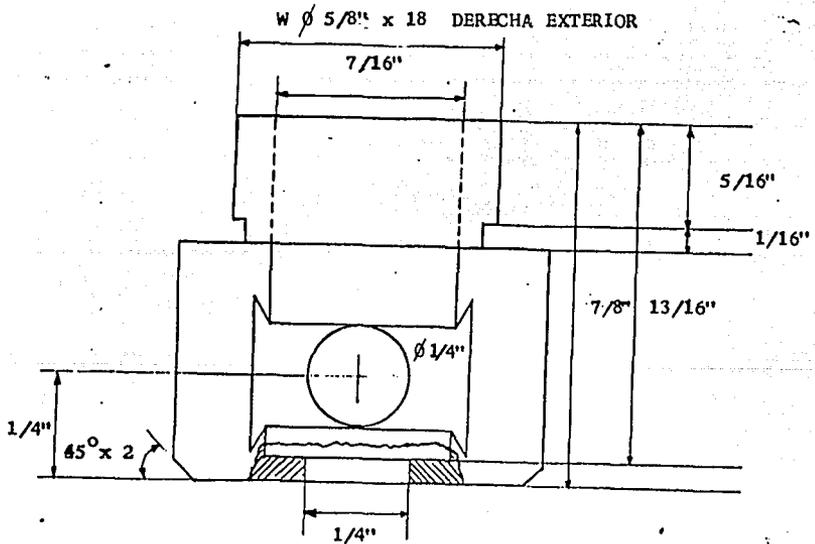
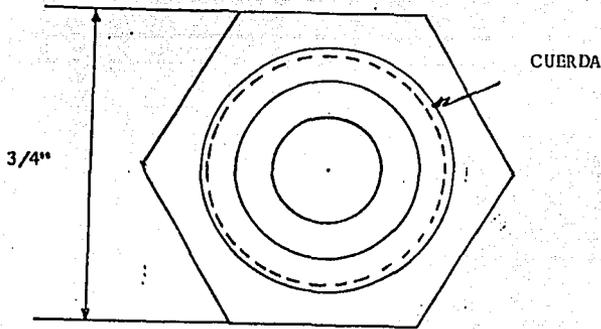
LIMITES DE TOLERANCIA EN MILIMETROS PARA CUOTAS LIBRES EN TRABAJOS DE MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA

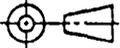
Medida:	Por encima de:	-	10	30	80	180	360
	Hasta:	10	30	80	180	360	500
Tolerancia:		$\pm 0.9$	$\pm 1.0$	+ 1.2	$\pm 1.4$	$\pm 1.5$	$\pm 2.0$

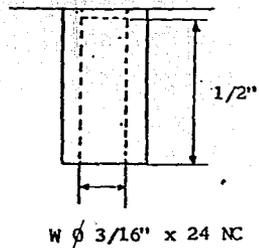
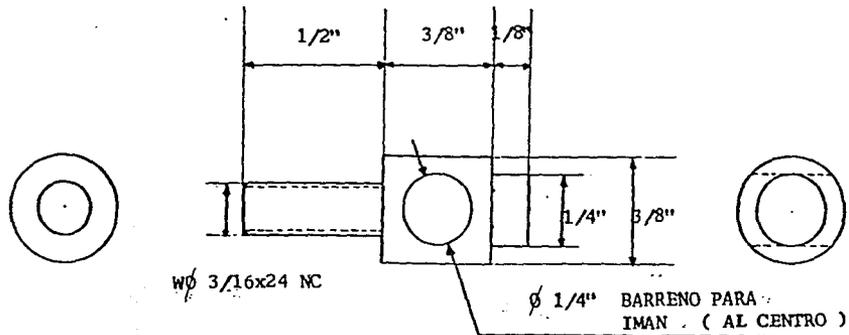
Medida:	Por encima de:	500	750	1000	1500	2500	4000
	Hasta:	750	1000	1500	2500	4000	---
Tolerancia:		$\pm 0.9$	$\pm 1.0$	+ 1.2	$\pm 1.4$	$\pm 1.5$	$\pm 2.0$



			6261 T-6	ALUMINIO
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		BRIDA DE SUJECION DE PORTA-SENSOR		Proy. ASP
Referencia:				Dib.
Acol.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
	Esc.:			No. III.2.4.6.1

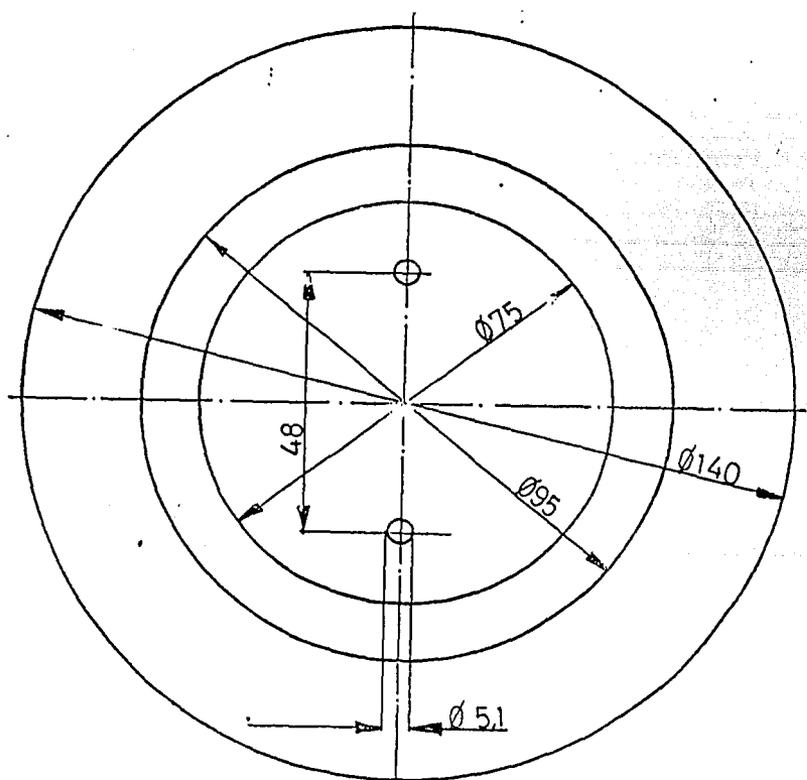
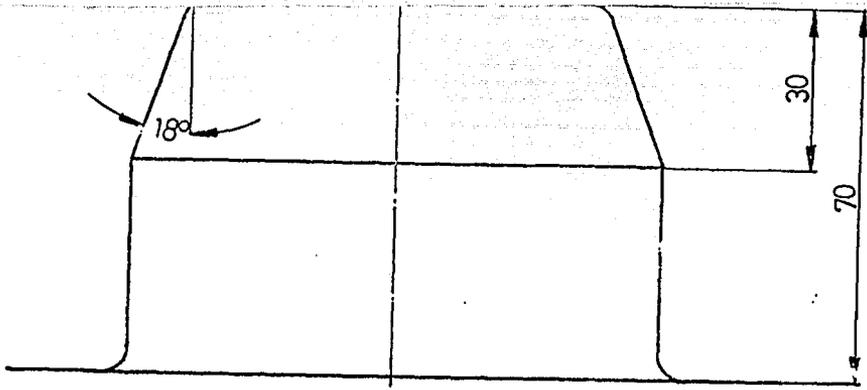


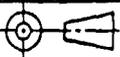
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:			6261 T-6	ALUMINIO
Referencia:		PORTA-SENSOR		Proy. ASP
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Dib.
Esc.: 				Rev.
				No.III.2.4 6.2

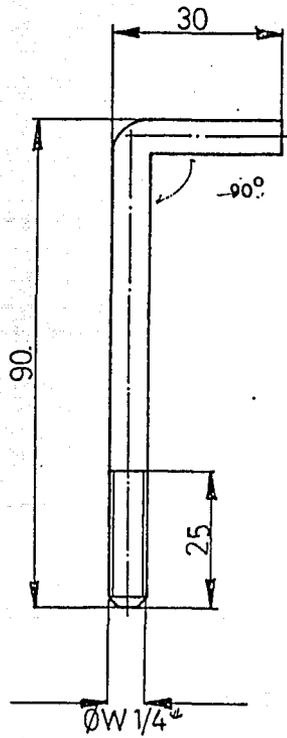


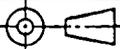
DETALLE DE PARTE  
INFERIOR DE LA FLECHA  
DEL MOTOR

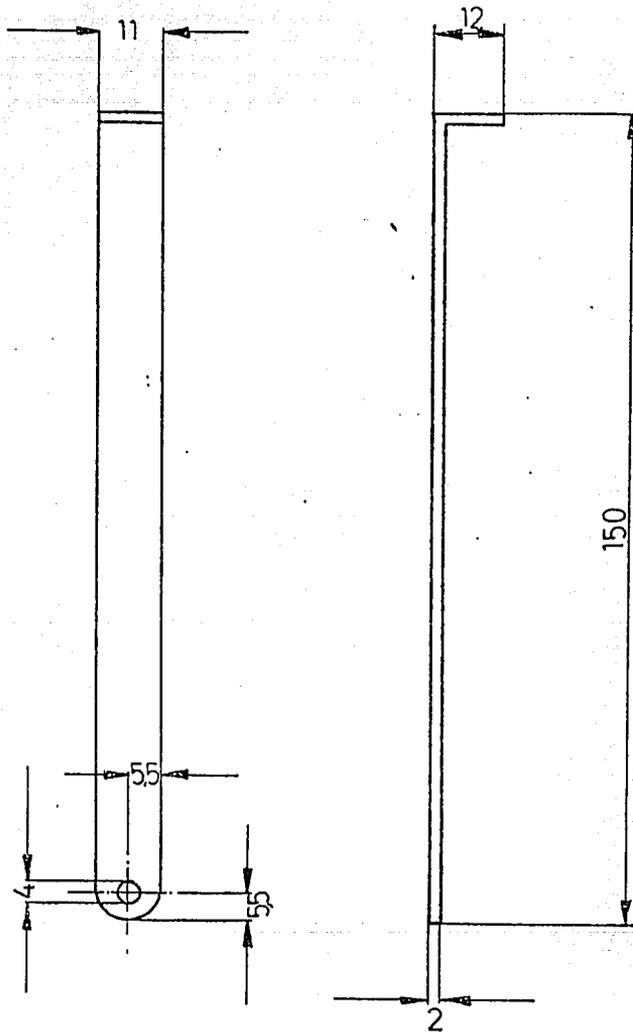
Parte	Cantidad	Designación	360	LATON
Fecha:		PORTA - IMAN	Materia	Observaciones
Referencias:		TESIS: DISEÑO Y FABRICA-		Prep. ASP
Acol:		CIÓN DE CENTRIFUGAS DE LAE		Deb.
				Rev.
				NoIII 2463

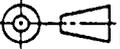


			1018	
Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		GORRO DE PROTECCION DE MOTOR LAMINA CALIBRE 20		Proy. ASP
Referencia:			Dib	
Acot.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
 Esc.: 1:1				No. III.2.4.6.4



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		PATAS DE TINA	1018	Proy. AS <sup>n</sup>
Referencia:				Dib.
Acol.: mm		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE - CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		Rev.
	Esc.: 1:1			No. III.2.4.6.5



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
			1018	
Fecha:		BRAZO SOPORTE DE TAPA		Proy. ASP
Referencia:		LAMINA CALIBRE 14		Dib.
Acot.: mm		TESIS - DISEÑO Y FABRICACION DE -		Rev.
 Esc.: 1:1		CENTRIFUGAS DE LABORATORIO		No. III.2.4.6.6

### III.3 Selección de materiales.

En los elementos diseños se habló del material o del posible material para su manufactura, en esta sección solo se confirmarán y/o asignarán los materiales de los elementos cuyo análisis de diseño ya se ha efectuado, y los que no aparezcan aquí aparecerán en la siguiente sección (III.4. Lista de partes).

<u>Nombre de la pieza</u>	<u>Material</u>	<u>Designación comercial</u>
- Cargadores.	Aluminio 6261 T-6	Liga 356 de materiales Atlas.
- Cabezal.	Acero 1018.	C.R. 1018 Aceros Fortuna.
- Pernos de cabezal.	Acero W/2	Acero plata de Aceros Fortuna.
- Eje de motor.	Acero Nr-Ni 9840	Acero 10TXR de Aceros Fortuna.
- Perilla de cabezal.	Acero 1018.	Acero 1018 de Aceros Fortuna.
- Soporte sup. de motor.	Aluminio 360 (fundición)	Liga 356 de metales Atlas.
- Soporte inf. de motor.	Aluminio 360 (fundición)	Liga 356 de metales Atlas.
- Amortiguador.	Hule antitóxico.	Hule antitóxico, dureza 45° Shore.

<u>Nombre de la pieza</u>	<u>Material</u>	<u>Designacion comercial</u>
- Herraje de - amortiguador.	Lámina cal. 14 1018.	Lámina cal. 14 C.R. 1018.
- Tina.	Lámina cal. 20 1018.	Lámina cal. 20 C.R. 1018.
- Cuerpo o chasis.	Lámina cal. 14 1018.	Lámina cal. 14 C.R. 1018.
- Cuadro de cierre.	Acero 1018.	Acero 1018 de Aceros Fortuna.
- Embolo de cierre.	Acero 1018.	Acero 1018 de Aceros Fortuna.
- Resorte de émbolo de cierre.	Alambre de acero. cal. 20	Alambre de piano (para resortes de Aceros Fortuna.
- Brida de cierre.	Acero 1018.	Acero 1018 de Aceros Fortuna.
- Embolo de brida.	Acero 1018.	Acero 1018 de Aceros Fortuna.
- Tapa.	Madera.	Triplay de 19 mm.
- Brida digital.	Aluminio 6261 T-6	Liga 356 de metales Atlas.
- Porta sensor.	Aluminio 6261 T-6	Liga 356 de metales Atlas.

<u>Nombre de la pieza</u>	<u>Material</u>	<u>Designacion comercial</u>
- Porta imán.	Latón 360	Latón de Metales Díaz
- Gorro de motor.	Lámina cal. 20 1018.	Lámina cal. 20 C.R.
- Brazo soportes de tapa.	Lámina cal. 14	Lámina cal. 14 C.R.
- Patas de tina.	Aceró 1018.	Aceró 1018 de Aceros Fortuna.

#### III.4. Lista de componentes.

Después de haber efectuado el diseño de los principales componentes de la centrífuga, el trabajo restante es seleccionar los demás elementos constituyentes como lo son los empaques, materiales de hule, tornillería, acabados, etc.

La forma clara y resumida de presentar este análisis es por medio de una lista de componentes: en ella se enumeran todos los componentes, se les asigna una clave, la cantidad, se especifica su uso y también se especifica el tipo de material y acabado correspondiente.

A continuación se da una lista completa de componentes de la centrífuga.

CLAVE	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	U S O
03001	1	LAMINA 846 x 365 x 2.1 mm.	C.R.	CUERPO
03002	1	LAMINA 850 x 370 x 2.1 mm.	C.R.	CUERPO
03303	1	LAMINA 1005 x 105 x 1.2 mm.	C.R.	TINA
03304	1	LAMINA Ø 320 x 2.1 mm.	C.R.	TINA-FON
03005	1	LAMINA 300 x 300 x 1.2	C.R.	GORRO
00701	1	SOPORTE DE TAPA LAM. 162 x 11 x 2.1	C.R.	TAPA
03036	2	SOPORTE AMORTIG. 125 x 125 x 2.1	C.R.	AMORTIG.
00704	1	CUADRO 30 x 30 x 35 mm.	C.R.	CIERRE
00705	1	EMBOLO Ø 7/8 x 53 mm.	C.R.	CIERRE
00702	1	BRIDA Ø 1 3/6 x 1/4	C.R.	CIERRE
00703	1	EMBOLO Ø 3/8 x 37 mm.	C.R.	CIERRE
03009	1	FLECHA Ø 1/2 193 mm.	Cr-Ni	MOTOR
03039	1	BOTON SEG. CAB. 1 1/4 x 30 mm.	C.R.	CABEZAL
03006	3	PATAS DE TINA Ø 1/4 x 130	C.R.	PATAS-TINA
03025	8	PERNOS DE CABEZAL Ø 1/4 x 22	Ac-PLATA	CABEZAL
03015	1	PUENTE SUPERIOR	ALUMINIO	MOTOR
03016	1	PUENTE INFERIOR	ALUMINIO	MOTOR
03028	4	CARGADORES 2 x 15 ml.	ALUMINIO	CABEZAL
03029	4	CARGADORES 4 x 15 ml.	ALUMINIO	CABEZAL
03030	4	CARGADORES 6 x 10 ml.	ALUMINIO	CABEZAL
03031	4	CARGADORES 7 x 10 ml.	ALUMINIO	CABEZAL
03032	4	CARGADORES 1 x 50 ml.	ALUMINIO	CABEZAL
03048	1	BRIDA DE SUJECION P/S Ø 3/4 x 5/16	ALUMINIO	MOTOR
03049	1	PORTA SENSOR HEX 3/4 x 7/8	ALUMINIO	MOTOR
00709	1	PERFIL JALADERA MANGO 370 mm.	ALUMINIO	TAPA
03050	1	PORTA IMAN	LATON	TACOMETRO
00517	1	IMAN Ø 1/4 x 7/16		TACOMETRO
00518	2	CINTURONES DE CONEXION	PLASTICO	CONEXION
00202	4	TUBOS AISLANTES Ø 3/16 x 10 mm.	RESINA	T-DIGITAL
00610	2	BISAGRAS 125 PHILLIPS GALV.	ACERO	TAPA
00603	1	BALERO 608 RS Ø 8 mm.	ACERO	MOTOR
00604	1	BALERO 600 RS Ø 12 mm.	ACERO	MOTOR
00803	1	PASADOR ROLADO Ø 1/8 X 1/2	ACERO	CIERRE

CLAVE	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	U S O
00801	1	RESORTE P/EMBOLO GALV.	A-PIANO	CIERRE
00612	1	PANEL DE SERIGRAFIA	ALUMINIO	CUERPO
00104	2	TORNILLOS Ø 1/8 x 1 C/PLANA GALV.	ACERO	T-DIGITAL
00101	3	TORNILLO Ø 1/8 x 1/2 C/GOTA GALV.	ACERO	D-CALOR
00101	1	TORNILLO Ø 1/8 x 3/4 C/GOTA GALV.	ACERO	B-CONEXION
00119	9	TORNILLO Ø 5/32 x 3/8 C/PLANA G.	ACERO	BIS Y B.D.
00118	2	TORNILLO Ø 3/16 x 1/4 C/PLANA GALV.	ACERO	C-CIERRE
00116	2	TORNILLO Ø 3/16 x 1/2 C/ESTUFA GALV.	ACERO	GORRO
00115	8	TORNILLO Ø 3/16 x 1/2 C/GOTA NEGROS	ACERO	AMORTIG.
00121	2	TORNILLO Ø 3/16 x 3" C/GOTA GALV.	ACERO	MOTOR
00108	4	TORNILLO Ø 1/2 x 3/4 C/GOTA NEGROS.	ACERO	PATAS
00125	3	TORNILLOS Ø 1/8 x 1 C/PLANA P/MADERA.	ACERO	JALADERAS
00303	3	PIJAS Ø 9/64 x 1/2 PHILLIPS GALV.	ACERO	BRIDA
00310	6	PIJAS Ø 3/16 x 1 C/FIJADORA GALV.	ACERO	BISAGRA
00301	1	PIJA Ø 3/16 x 1/2 C/FIJADORA GALV.	ACERO	S. TAPA
00404	1	PERFIL DE TINA.	HULE	TINA
00416	1	ANILLO DE VENTILACION	PLASTICO	TAPA
00406	2	AISLANTE PORTA CARBON	PLASTICO	MOTOR
00407	2	TAPA PORTA CARBON	PLASTICO	MOTOR
00408	1	AMORTIGUADOR COMPLETO	HULE	MOTOR
00415	1	MICA COLOR ROJO	PLASTICO	PANEL
00423	2	PERILLAS	BAKELITAS	PANEL
00424	4	PATAS DE HULE	HULE	CUERPO
00418	16	AMORTIGUADORES DE 15 ml.	HULE	CARGADOR
00419	28	AMORTIGUADORES DE 10 ml.	HULE	CARGADOR
00420	4	AMORTIGUADORES DE 50 ml.	HULE	CARGADOR
00417	1	PASACABLE DE RED.	HULE	TINA
00405	1	GROMMET DE TINA	HULE	TINA
00510	1	BOBINA		MOTOR
00511	1	ROTOR EMBOBINADO		MOTOR
00512	2	PORTA CARBON	LATON	MOTOR
00513	2	CARBONES I-147-EZ		MOTOR
00515	1	TIMER DE 60 min.		PANEL

CLAVE	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	U S O
00505	1	REGULADOR DE REVOLUCIONES		PANEL
00502	1	PAR BLOCK DE CONEXION		CONEXION
00503	0.5m	CABLE CAL. No. 18		CONEXION
00506	1	INDICADOR DE REV. DIGITAL C/ DE 3 HILOS		TACOMETRO
00507	1	SENSOR DE REV. DIGITAL C/DE 3 HILOS		TACOMETRO
00508	1	TRANSFORMADOR 127/9V 0.5 Am.		TACOMETRO
00520	1	PORTA FUSIBLE		CONEXION
00516	1	FUSIBLE		CONEXION
00501	1	CABLE DE RED. CAL. No. 18		CONEXION
00210	2	RONDANA DE PRESION Ø 3/16 GALV.	ACERO	MOTOR
00203	4	RONDANA ASTRIAS Ø 3/16 GALV.	ACERO	MOTOR
00204	7	RONDANA ASTRIAS Ø 1/4 GALV.	ACERO	P-TINA
00205	4	RONDANA ASTRIADA Ø 1/8 GALV.	ACERO	TRANS.
00208	4	RONDANAS PLANAST Ø 1/4 NEGRAS	ACERO	F-HULE
00105	6	TUERCAS Ø 1/8 HEX. GALV.	ACERO	TABLERO
00120	8	TUERCA Ø 3/16 HEX. GALV.	ACERO	MOTOR
00111	7	TUERCAS Ø 1/4 HEX. GALV.	ACERO	P-TINA
00123	2	TUERCA HEX. 3/8 NF.	ACERO	PANEL
00102	1	TUERCA HEX. Ø 3/8 24 NF.	ACERO	CIERRE
00613	1	TAPA 370 x 370 x 19 mm. TRIPLAY		TAPA
03024	1	CABEZAL DE 4 LUGARES	HIERRO	CABEZAL
00616	1	CALCOMANIA DE MARCA		CUERPO
00617	1	CALCOMANIA DE No. DE SERIE		CUERPO
00618	1	CALCOMANIA DE FABRICANTE		CUERPO

## C A P I T U L O I V

### DESCRIPCION DEL PROTOTIPO Y PRUEBAS

#### IV.1 Diseño aplicado.

Con los diseños terminados y con los planos de las piezas, el paso siguiente es iniciar su manufactura, por lo cual en esta sección se expondrán las rutas de trabajo para algunas de las piezas, especificando operaciones, máquina, herramienta necesario, tiempos de trabajo, etc.

Se hará una breve mención del antecedente de cada pieza y un análisis posterior donde se especifican los acabados de maquinado y/o recubrimientos.

La siguiente lista es de las partes cuya importancia amerita que se efectúe el análisis mencionado anteriormente:

- Cabezal.
- Cargadores.
- Eje de motor.
- Soporte superior de motor.
- Soporte inferior de motor.

A continuación se presenta el análisis resumido en forma tabular.

NOTA: Todos los tiempos fueron establecidos en base a la experiencia.

#### IV.2 Construcción del prototipo.

Siguiendo las indicaciones de la sección anterior se han generado las piezas componentes de la centrífuga y con estas se procede al ensamble de la misma.

Sin embargo, aún después de todo el análisis anterior que

ameritan una ampliación técnica mayor para lograr un mejor entendimiento de lo que se hizo y sus procedimientos, por esta razón se efectuará un análisis de proceso de manufactura de algunas de las piezas por medio de diagramas de bloques y finalmente un diagrama de bloques del proceso de ensamble general de la centrífuga, así como un diagrama de conexión es del sistema eléctrico.

Diagrama de bloques secuencial de la manufactura de las piezas:

- Cuadro o chasis.
- Tina o contenedor.
- Ensamble de motor.
- Cabezal.
- Gorro de motor.
- Tapa
- Diagrama general de ensamble y
- Diagrama de conexiones del sistema eléctrico.







NUMERO DE LA PIEZA	CANTIDAD	MAQUINA Y/O HERRA- MIENTA	TIEMPO DE HERRA- MENTAR (MIN)	TIEMPO DE MAQUI- NA (MIN)	TIEMPO TOTAL POR OPERACION (MIN)	TIEMPO UNI- TARIO PRO- MEDIO POR OPERACION (MIN)	TIEMPO UNITARIO PROMEDIO TOTAL	TIEMPO TOTAL  ( HRS )
OPERACION								
MATERIAL EN BRUTO ACABADO								
SOPORTE SUPERIOR DE MOTOR								
PIEZA DE FUNDICION								
1) CAREAR PARTE INFERIOR	51	FRESA	30	270	300	6		
2) CAREADO DE LATERALES		FRESA	30	420	450	9		
3) MAQUINAR FONDO		FRESA	30	510	540	11		
4) BARRENAR CENTRO		TALADRO FRESA	30	120	150	3		
5) MAQUINADO DE CAJA DE BALERO, ASIENTO DE BOBINA Y CILINDRO EXTERIOR		TORNO HORIZ.	60	1860	1920	38		
6) BARRENOS PARA TORNI- LLOS DE SUJECION Y - GORRO		TALADRO FRESA	30	240	270	6		3755
7) MACHUELADO PARA TOR- NILLOS DE SUJECION DE GORRO		MANERAL Y MACHUELO	5	120	125	3	74	62.58

NUMERO DE LA PIEZA	CANTIDAD	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	TIEMPO DE HERRAMIENTAR (MIN)	TIEMPO DE MAQUINA (MIN)	TIEMPO TOTAL POR OPERACION (MIN)	TIEMPO UNITARIO PROMEDIO POR OPERACION (MIN)	TIEMPO UNITARIO PROMEDIO TOTAL	TIEMPO TOTAL ( HRS )
OPERACION								
MATERIAL EN BRUTO ACABADO								
SOPORTE INFERIOR DE MOTOR								
PIEZA DE FUNDICION								
1) CAREAR PARTE INFERIOR	51	FRESA	60	400	460	9		
2) MAQUINADO DE CAJA PARA BALERO, ASIENTO DE BOBINA		TORNO HORIZ.	120	2400	2520	50		
3) BARRENOS PARA: BRIDA BOBINA AMORTIGUADOR		TALADRO	30	1320	1350	28		5010
4) MACHUELADO PARA TORNILLO DE BRIDA		MANERAL Y MACHUELO	5	675	680	14	98	83.5

- Cuadro o chasis.

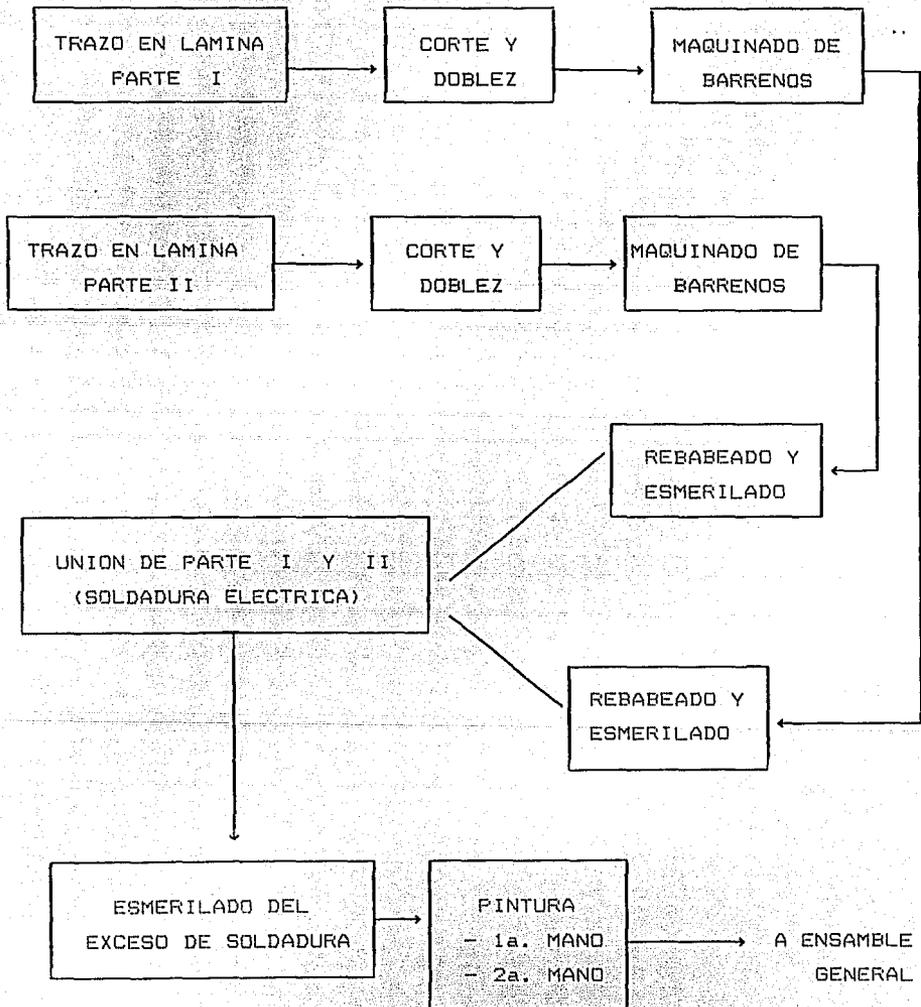


DIAGRAMA SECUENCIAL DE MANUFACTURA

- Tina o contenedor.

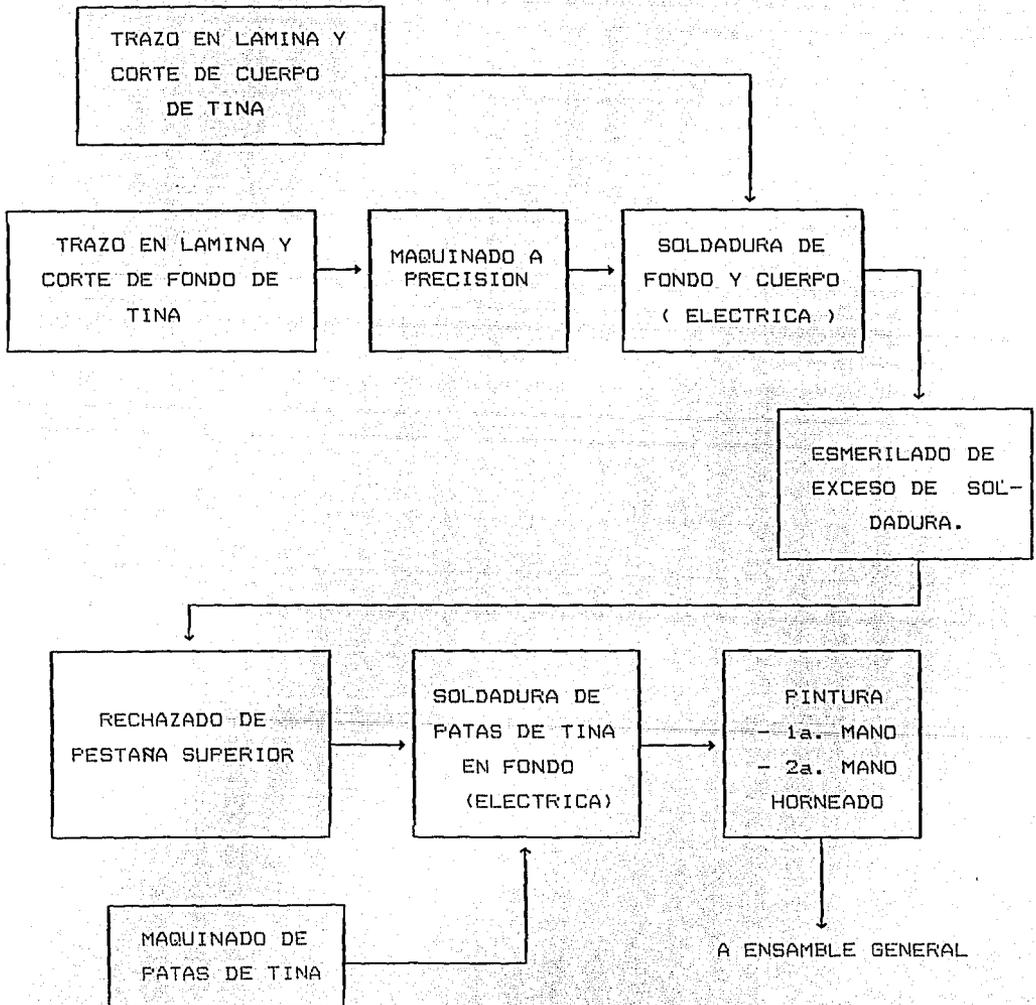


DIAGRAMA SECUENCIAL DE MANUFACTURA

- Ensamble del motor.

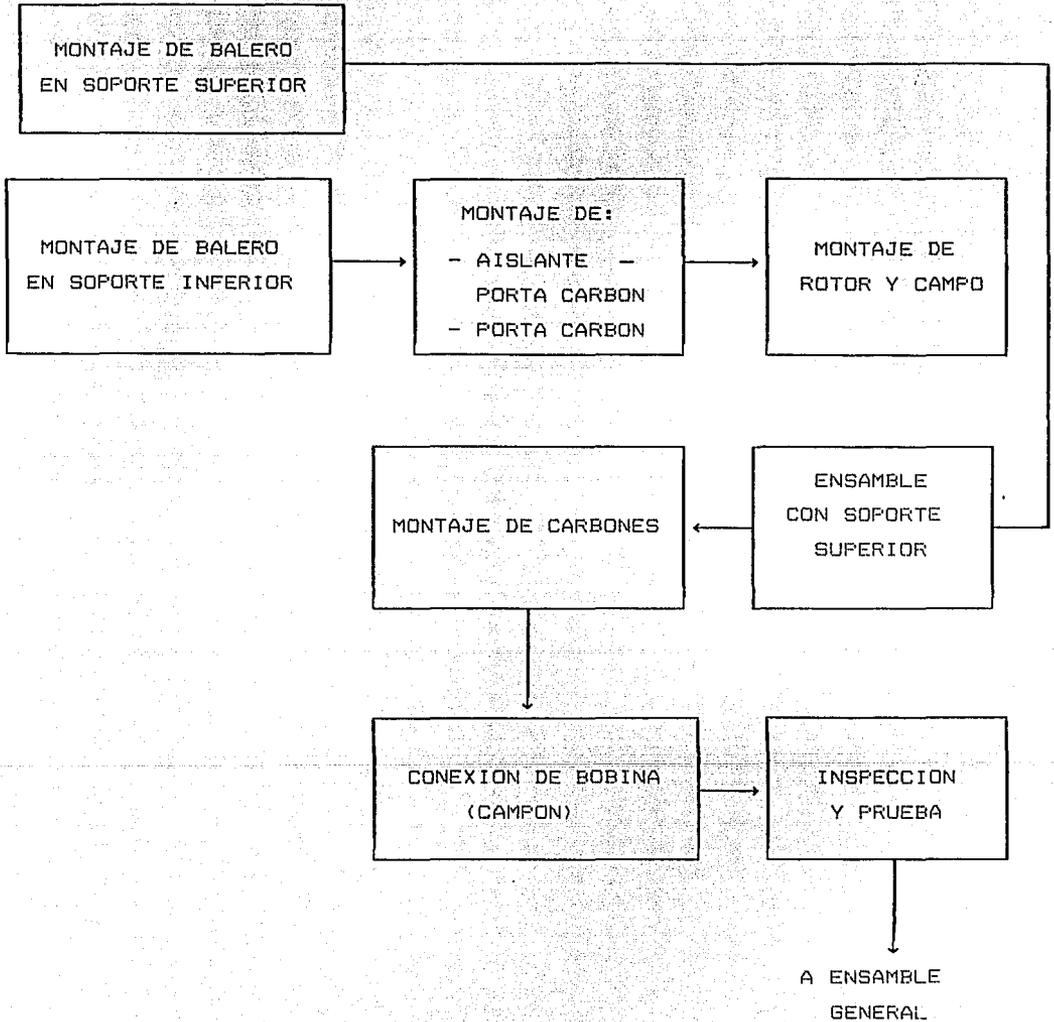


DIAGRAMA SECUENCIAL DE MANUFACTURA

- Cabezal.

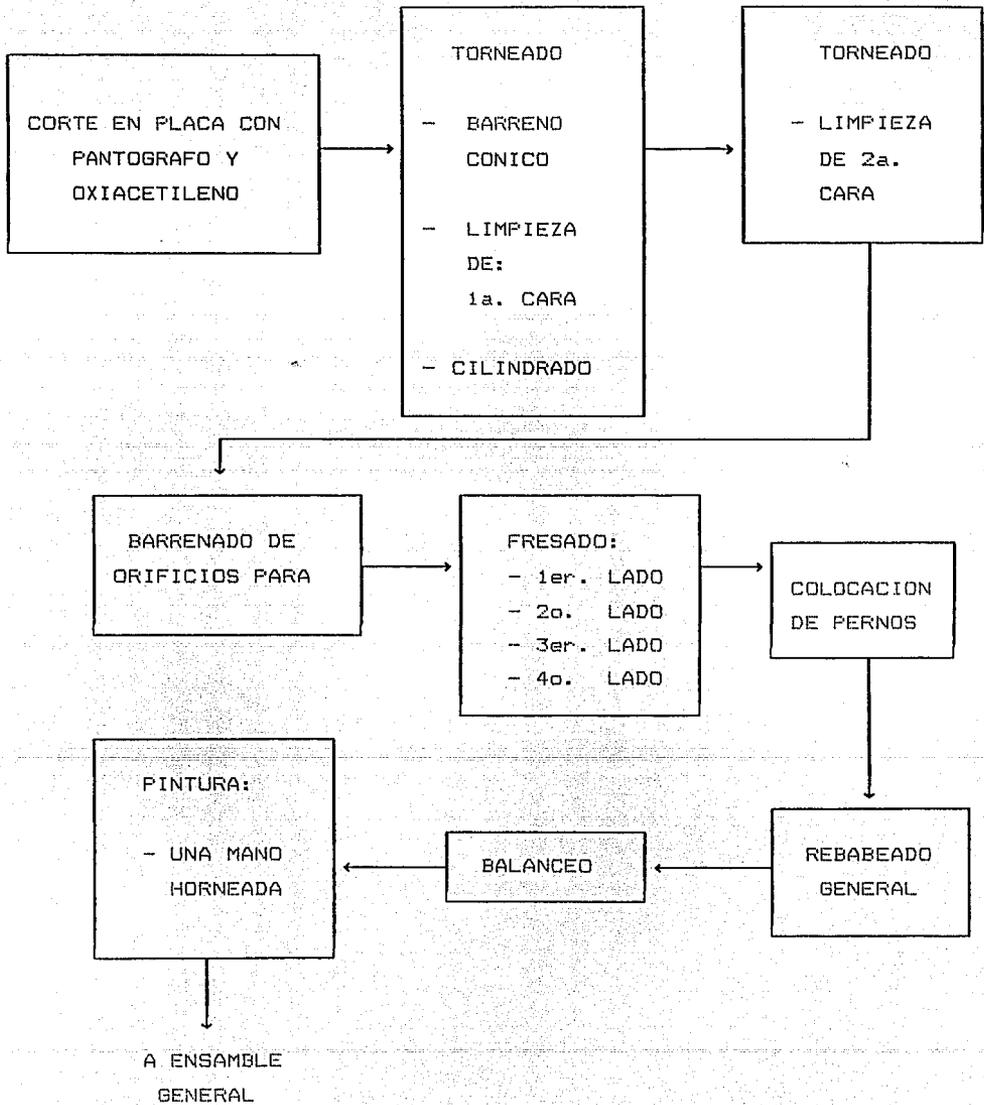


DIAGRAMA SECUENCIAL DE MANUFACTURA

- Gorro de motor.

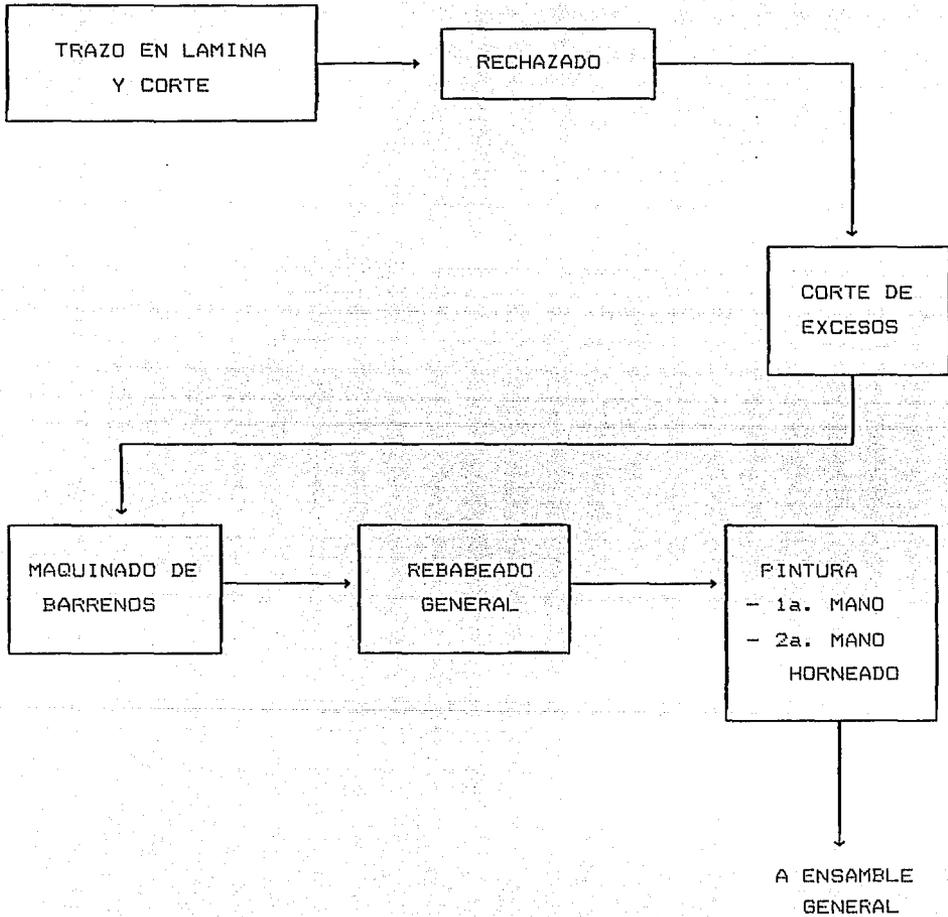


DIAGRAMA SECUENCIAL DE MANUFACTURA

- Tapa.

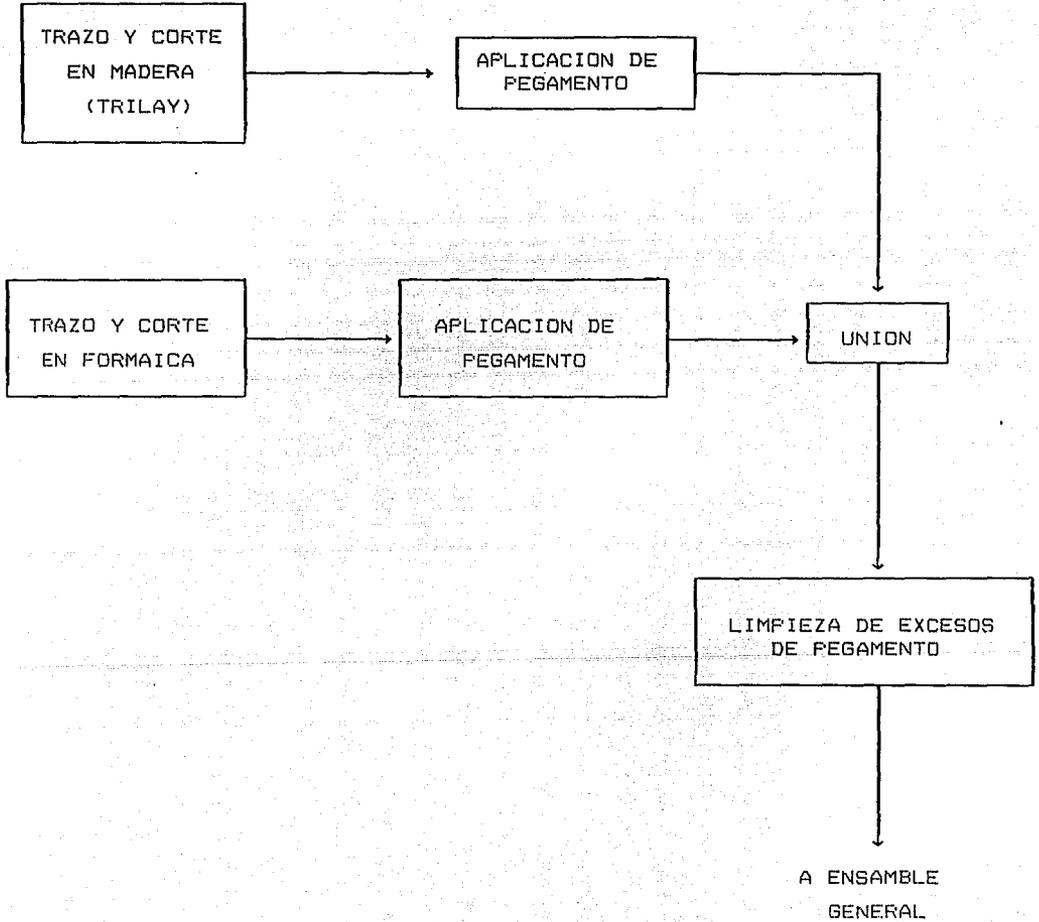
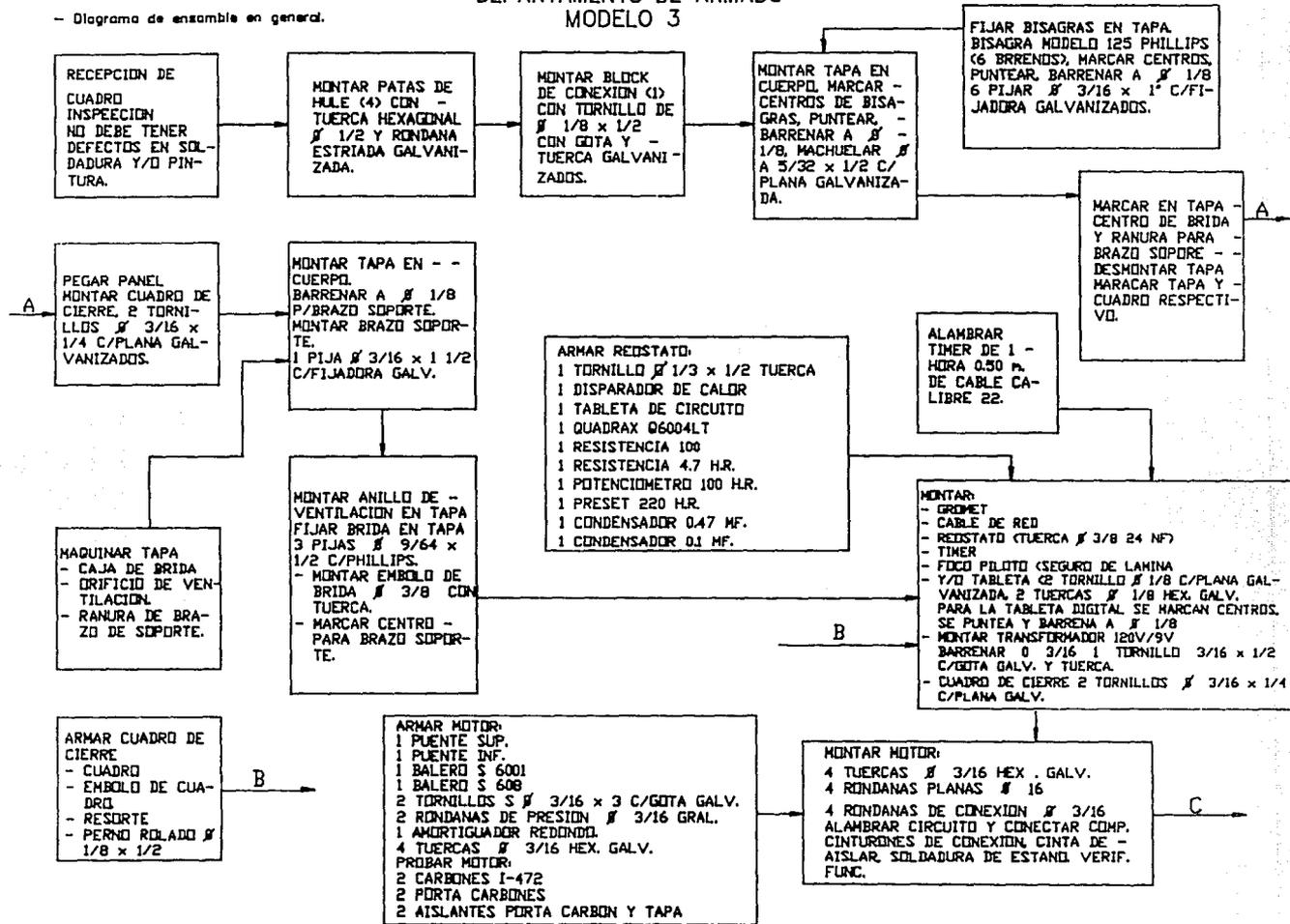


DIAGRAMA SECUENCIAL DE MANUFACTURA

DEPARTAMENTO DE ARMADO  
MODELO 3

- Diagrama de ensamble en general.



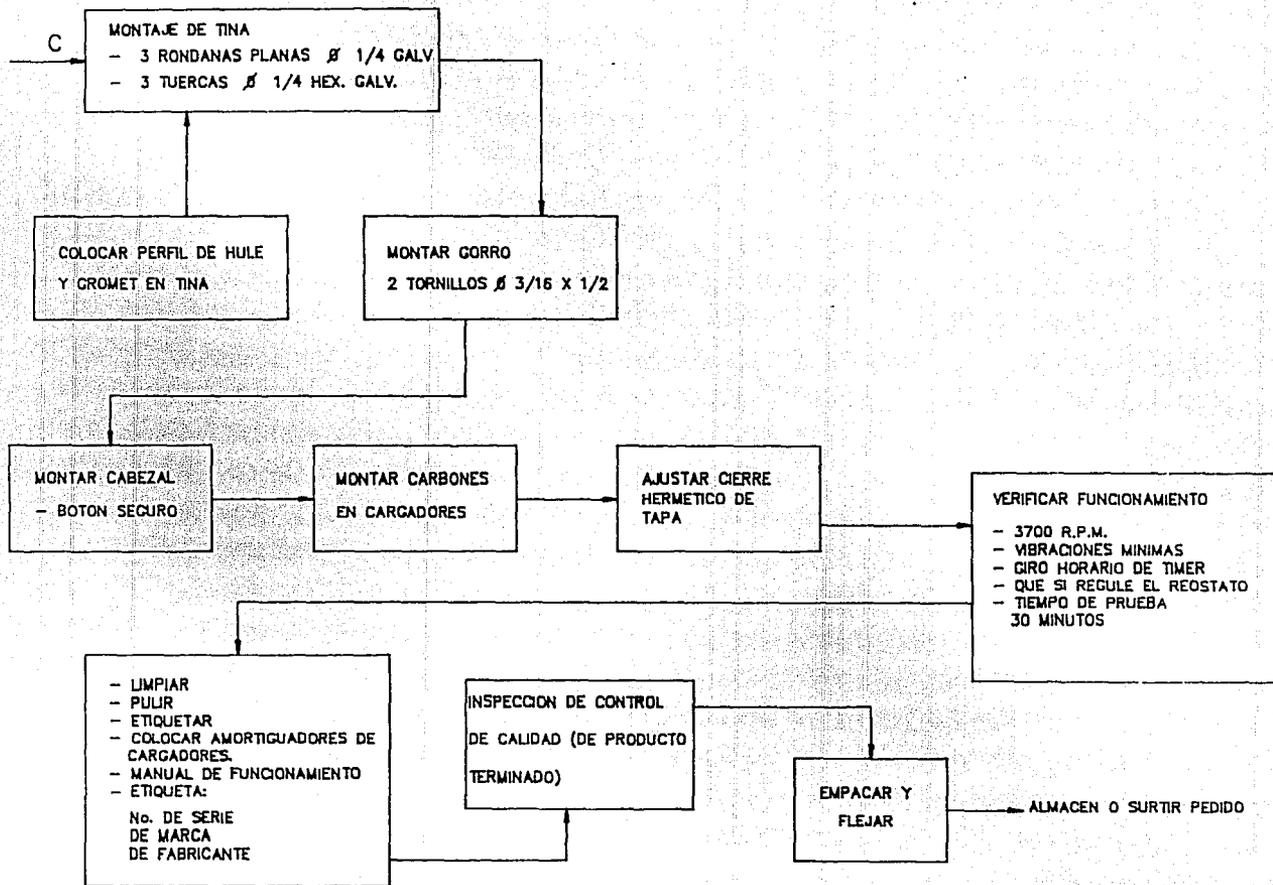
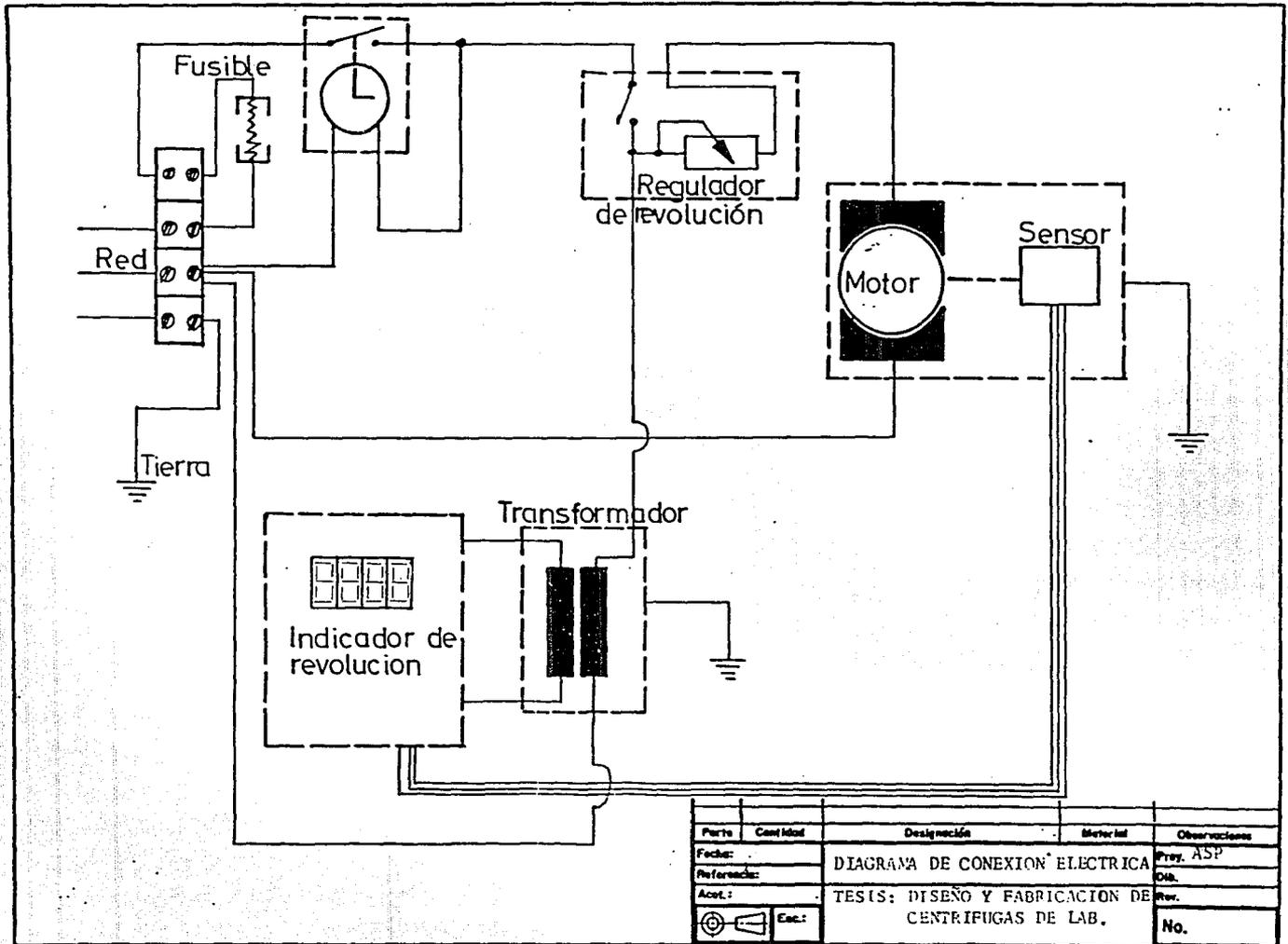


Diagrama secuencial de manufactura



Parte	Cantidad	Designación	Materiales	Observaciones
Fecha:		DIAGRAMA DE CONEXION ELECTRICA		Prep. ASP
Referencia:				Dib.
Acat.:		TESIS: DISEÑO Y FABRICACION DE		Rev.
 Esc.:		CENTRIFUGAS DE LAB.		No.

### IV.3 Pruebas preliminares.

Ya en la sección II.5 se establecieron los tipos de pruebas a que debe someterse una centrífuga de laboratorio. En esta sección se describirá la forma de como efectuar las mismas.

Las pruebas y la forma de como efectuarlas son las siguientes:

#### a) Velocidad.

La velocidad angular con que fueron calculados algunos de los elementos rotatorios (4500 rpm) no es la velocidad que debe alcanzar la centrífuga en funcionamiento, ésta es un poco menor (3700 rpm), es decir, esta es la velocidad nominal con la que se ofrecerá el producto final. Tal velocidad es adecuada para la mayor parte del trabajo efectuado en laboratorios de análisis médico-clínicos, por lo tanto es la velocidad a que el producto terminado debe funcionar.

#### \* Método de prueba.

Con el equipo encendido y el cabezal a plena carga colocar el control de velocidad en 500 rpm y subir hasta el máximo en intervalos de 500 rpm.

Por medio de un tacómetro medir la velocidad del rotor y cabezal en cada intervalo, comprobando desde el inicio con las lecturas obtenidas en el tacómetro del equipo y la seleccionada en el control de velocidad.

Al finalizar las velocidades indicadas en el tacómetro

y la seleccionada en el control de velocidad deben estar dentro del siguiente rango:

- Solo debe existir una variación de un 10% con respecto a la velocidad indicada por el tacómetro de prueba.

b) Control de tiempo.

\* Método de prueba.

Con el equipo encendido y el cabezal colocado a plena carga, colocar el control de tiempo en su máximo rango y por medio de un cronómetro verificar la exactitud.

La exactitud debe estar dentro de un rango de  $\pm 0.5$  min.

c) Vibraciones.

\* Método de prueba.

Con el equipo soportado sobre una superficie estable perfectamente horizontal y el cabezal colocado a plena carga, colocar el control de velocidad en 500 rpm, subir hasta el máximo en intervalos de 500 rpm.

Verificar desde el arranque y en cada intervalo por medio de un sensor de velocidad que no existan vibraciones mayores de 2mm/seg.

d) Temperatura máxima.

\* Método de prueba.

Por medio de termopares o equipos similares,

conectados a la cámara de centrifugación y al motor sobre los embobinados se verificará la temperatura alcanzada por estos componentes durante un período de 30 min, con el equipo a la máxima velocidad y con el cabezal a plena carga en un medio ambiente con temperatura de 21 a 25 °C. a una presión atmosférica equivalente a la de la ciudad de México.

Al finalizar la temperatura en la cámara no deberá ser mayor de 30 °C, y la temperatura en el motor sobre de los embobinados no debe ser mayor de 95 °C.

e) Potencia de consumo del motor.

\* Método de prueba.

Verificar el valor de la potencia establecida por el fabricante, por medio de un medidor de corriente conectado en serie con el circuito y un medidor de voltaje entre sus extremos con el motor trabajando a plena carga.

f) Unión cable alimentador-clavija.

\* Método de prueba.

Estando sujeta a la clavija por sus terminales, debe resistir durante un minuto una tensión aplicada entre el cable y la clavija de 98 N (10 Kg<sub>f</sub>).

Al finalizar no debe presentar desprendimiento en el cable o grietas en el aislamiento. El cable debe de tener una longitud mínima de 2m desde la entrada al aparato hasta el inicio del cuerpo de la clavija.

g) Adherencia de recubrimientos.

\* Método de prueba.

La prueba se realiza de acuerdo al método descrito en la norma NOM-V-65-1979.

Al finalizar no se admitirá ningún desprendimiento de acuerdo a la clasificación 0 (cero) de la tabla 1, en la misma norma.

NOTA. Este método no se describe ya que su extensión y complejidad queda fuera del alcance de este trabajo.

Todos los métodos de prueba son explicados más ampliamente en la norma JCC.533.224.1628 del I.M.S.S.

#### IV.4 Correcciones y ajustes.

Después de haberse efectuado las pruebas anteriores (Sección IV.3) se encontraron las siguientes anomalías en el prototipo:

- 1) Velocidad. Las lecturas obtenidas con el tacómetro de la centrífuga no caían dentro del rango de tolerancia especificado, con respecto a las lecturas obtenidas con el tacómetro empleado para la prueba.

Corrección. Se sustituyó en el regulador de revoluciones un potenciómetro de (50 K  $\Omega$ ) por otro potenciómetro (de 100 K  $\Omega$ ), lográndose con este cambio una mayor precisión en el rango de regulación quedando dentro de la tolerancia especificada.

- 2) Vibraciones. Las vibraciones generadas al estar en

funcionamiento la máquina fueron exageradamente mayores a las especificadas.

Corrección. Para la corrección de este problema se optó por tomar tres alternativas:

- Se notó que la dureza del hule del amortiguador del motor no era la adecuada, modificándose a una dureza menor, es decir un hule mucho más suave y que su capacidad de absorción de vibraciones fuera adecuada. La dureza fue de 45° de acuerdo con la escala Shore empleada para hules y resinas sintéticas.

- El desbalanceo del cabezal también fue una causa para la generación de vibraciones, por lo cual el método de balanceo fue reacondicionado y reajustado.

- Otra causa de generación de vibraciones fue el desbalanceo de cargadores. Optándose por colocar cargadores cuya diferencia en peso solo fuera de  $\pm 1.5$  g.

3) Temperatura. El valor de la lectura de temperatura después de treinta minutos de funcionamiento del aparato resultó ser mayor del establecido en normas, (30°C).

Corrección. Este problema fue resuelto simplemente con la ampliación en dimensión y número de orificios de ventilación. Lográndose una ventilación mayor y natural del aparato.

Otras consideraciones.

- Sello hermético de la tapa. Este se logró modificando la dureza del hule empleado para el empaque montado en la parte superior de la tina.
- Durante el proceso de ensamble se observó que el montaje de la brida debe hacerse solo después de haber marcado su centro en la tapa ya montada, pues de otra forma puede existir desalineamiento y que por muy pequeño que sea influye en el correcto alineamiento y cierre de la tapa.
- Todas las conexiones de cables deben agruparse y mantenerse al margen de las paredes del chasis para que no interfieran con el montaje de la tina.
- Todos los montajes con tornillos y tuercas deben llevar rondana de presión para que no haya tendencia a flojarse debido a las vibraciones (ya atenuadas) que aún persistan y principalmente en el montaje del motor.
- Para no desbalancear los cargadores cuando no haya suficientes muestras a centrifugar, los lugares restantes deben llenarse con tubos de ensaye con agua al mismo nivel que el de las muestras.
- El montaje del equipo debe hacerse sobre una superficie perfectamente horizontal y completamente firme para no propiciar las vibraciones y desbalanceos.
- No debe dejar de introducirse en los orificios de los cargadores del amortiguador de hule, ya que de no hacerse, los tubos de ensaye pueden fracturarse por la presión generada.

- Después de seis meses en que el aparato ha estado en constante funcionamiento, los carbones del motor deben cambiarse.
- Los baleros empleados en el motor también sufren desgaste por lo que se recomienda hacer el cambio aproximadamente cada año.

#### IV.5 Presentación del prototipo final.

Una vez efectuados los cambios y ajustes necesarios se cuenta ya con un prototipo que cumple con las normas y especificaciones requeridas.

En esta sección se dará un pequeño resumen de especificaciones técnicas y de mantenimiento que como fabricantes de un producto deben de proporcionarse al consumidor.

##### CARGA Y BALANCEO:

Los cargadores tienen marcados en su lado posterior un número, el cual indica el peso neto de cada cargador en gramos. Todos los cargadores de un solo cabezal deben tener el mismo peso.

Cada lugar del cargador debe estar ocupado por un tubo de vidrio y su cojín o amortiguador de hule correspondiente.

Todos los tubos deben tener el mismo nivel de líquido aproximado y corresponder al mismo modelo y misma capacidad de carga.

Si no hay suficientes tubos para una carga completa para la centrifugación, entonces ocúpense primero los agujeros en

el centro de cada cargador.

Los lugares no ocupados en un cargador deben estar también desocupados en el cargador opuesto.

Hay que imaginarse una balanza de peso, la cual se debe mantener siempre estable y equilibrada.

Pero en el caso de una centrífuga cuenta también la revolución, el dinamismo, la inercia de las masas, del peso correcto y la colocación igualitaria de las probetas para evitar vibraciones las cuales impiden la sedimentación y lecturas correctas.

#### ARRANQUE Y MARCHA:

A) El panel está distribuido de la siguiente manera:

En la parte superior se encuentra el indicador de revoluciones "Digital" de cuatro dígitos de los cuales los dígitos derechos siempre están marcando cero, permitiendo así obtener lecturas de una exactitud de cien en cien revoluciones.

Mientras las centrífuga está operando se puede observar visualmente en la revolución obtenida.

Abajo del indicador está el botón del interruptor de tiempo (timer). En la parte inferior del panel está el regulador de revoluciones con apagador girando este botón totalmente hacia la izquierda.

B) Antes de arrancar asegúrese que el cabezal esté bien asegurado apretando el botón hacia la izquierda (el eje del motor tiene rosca izquierda) y revise la correcta

distribución de las probetas en los cargadores.

- C) Conecte el cable de la red a 127V/60HZ.
- D) Gire el botón del interruptor de tiempo hacia la derecha marcando el tiempo de centrifugación que usted desee obtener.

El interruptor de tiempo va girando progresivamente hacia la izquierda descontando el tiempo transcurrido y llegando a la posición cero se apagará la centrifuga.

- E) Ahora gire el botón del regulador de revolución hacia la derecha pasando de posición de apagado hasta que usted obtiene la revolución deseada.

#### REVOLUCION Y ACELERACION:

En el siguiente cuadro encontrará el usuario las revoluciones máximas recomendadas según el cabezal y cargadores usados, además la aceleración relativa.

Cabezal con Cargadores.	Radio (cm)	Rev.Máxima recomendada	Aceleración Máxima.
4 x 50 ml.	14	3,700	2146 x g
24 x 10 ml.	14	3,700	2146 x g
28 x 10 ml.	14	3,700	2146 x g
8 x 15 ml.	14	3,700	2146 x g
16 x 15 ml.	14	3,700	2146 x g

#### TEMPERATURA:

El tiempo de centrifugación, la revolución y la fricción

con el cabezal y los cargadores puede elevar la temperatura dentro de la tina sustancialmente que puede llegar a 30°C, dependiendo mucho de la temperatura del ambiente.

La centrífuga tiene enfriamiento por aire forzado.

#### MANTENIMIENTO:

El principal desgaste lo sufrirán los carbones y los baleros.

#### Cambios de Carbones:

- A) Desconecte el cable de la red.
- B) Abra la tapa de la centrífuga, desenroscando el botón del eje del motor y el cabezal.
- C) Desatornille los dos tornillos del gorro cubremotor y quite el mismo.
- D) Voltee la caja de la centrífuga y desatornille las tres tuercas de la tina. Retire la Tina.
- e) Ahora tiene usted acceso a todas las partes en el interior de la centrífuga.

#### DATOS TECNICOS:

Voltaje.....	127V/60Hz.
Potencia.....	0.20 Kw.
Corriente absorbida.....	1.5 A

## CONCLUSIONES:

Después del diseño y construcción del prototipo de la centrífuga se puede concluir que en realidad cumple con las especificaciones, objetivos y necesidades en base a los cuales fue diseñada.

No obstante que el prototipo cumple con las especificaciones técnicas, es aún susceptible a cambios y mejoras como por ejemplo: en la capacidad de muestras de los cargadores los cuales pueden fabricarse para otras capacidades, para 6 tubos de 10 ml., para 4 tubos de 15 ml., para 2 tubos de 15 ml. y hasta para 1 tubo de 50 ml. todo dependiendo de las necesidades del usuario.

Otro aspecto importante sería la integración de un freno magnético y/o de un swicht de seguridad que no permitiera el funcionamiento del aparato si éste no esté con la tapa de acceso a la cámara de centrifugación bien cerrada.

Con estas explicaciones tratamos de decir que el aparato en su forma más simple está creado, pero que a partir de éste se pueden ir implementando cambios y mejoras en el diseño tanto técnico como estético, de acuerdo con las sugerencias que el mismo usuario hiciera.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Norma Oficial Mexicana.  
Centrifugas usadas en laboratorios médicos y similares.  
NOM-R-98-1979.
- 2.- Norma Técnica número 234.  
Para la identidad y especificidad de la centrifuga de mesa para  
laboratorio clínico.  
Publicada en el diario oficial.
- 3.- UL-544 Underwriter Laboratories, Inc.  
Referente a los componentes del sistema eléctrico.
- 4.- JCC-01/H.2.020.0004.1984.  
Norma para las centrifugas de mesa para laboratorio clínico.  
I.M.S.S.
- 5.- Revista médica "Medical Focus".  
Artículo No. 1, 1985.  
Dr. Uwe Raban de la Cía. Heraeus-Crist R.F.A.  
Dr. Werner Scolaut.
- 6.- Diseño de elementos de máquinas.  
Virgil Moris Faires, McGraw-Hill.
- 7.- Fundamentos de mecánica de sólidos.  
Igor Popov. McGraw-Hill.