

44
2ef



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

“DISEÑO Y FABRICACION DE UN AGITADOR ORBITAL CON CAMARA DE TEMPERATURA CONTROLADA”



T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n :

Adrián Espinosa Bautista
Alejandro Cruz Lara Hernández
Eduardo Plasencia Díaz
Julio Rojas Monroy



Director de Tesis: M. en I. Alejandro C. Ramírez Reivich

México, D. F.

1989

FALLA DE CR.GEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

x

	PAGINA
Prólogo	1
Objetivo	2
Introducción	4
CAPITULO 1. Método de diseño	6
CAPITULO 2. Presentación del problema	8
2.1 Especificación de necesidades	9
2.2 Información	11
CAPITULO 3. Diseño de la máquina	17
3.1 Sistema excéntrico	
3.1.1 Presentación del problema	
3.1.2 Opciones de solución	18
3.1.3 Selección de la mejor opción	30
3.2 Sistema de calefacción	
3.2.1 Presentación del problema	33
3.2.2 Opciones de solución	33
3.2.3 Selección de la mejor opción	33
3.2A Aislamiento térmico	
3.2A.1 Presentación del problema	34
3.2A.2 Opciones de solución	34
3.2A.3 Selección de la mejor opción	35
3.3 Sistema motriz	
3.3.1 Presentación del problema	37
3.3.2 Opciones de solución	38
3.3.3 Selección de la mejor opción	39
3.4 Sistema estructural	
3.4.1 Presentación del problema	42
3.4.2 Opciones de solución	42
3.4.3 Selección de la mejor opción	49

3.5 Sistema de control	
3.5.1 Presentación del problema	50
3.5.2 Opciones de solución	51
3.5.3 Selección de la mejor opción	53
CAPITULO 4. Fabricación y ensamble del equipo	56
4.1 Sistema excéntrico	
4.1.1 Memoria de cálculo	57
4.2 Sistema de calefacción	
4.2.1 Memoria de cálculo	60
4.3 Sistema motriz	
4.3.1 Selección del motor	67
4.3.2 Memoria de cálculo	68
4.3.3 Balanceo del excéntrico	69
4.4 Sistema estructural y cubiertas	72
4.5 Sistema de control	
4.5.1 Control de temperatura	74
4.5.2 Control de velocidad	75
4.5.3 Fabricación del circuito electrónico	77
4.6 Planos de fabricación	Anexo capítulo 4
CAPITULO 5. Pruebas, operación, mantenimiento y análisis	78
5.1 Pruebas	78
5.2 Operación	81
5.3 Mantenimiento	84
5.4 Análisis de la máquina	86
CONCLUSIONES	87
OBRAS CONSULTADAS	97

RECONOCIMIENTOS

El desarrollo del presente proyecto se realizó gracias a la asesoría y apoyo brindado por los ingenieros del Centro de Diseño Mecánico y de Innovación Tecnológica y a los compañeros, amigos y personal de servicio social ,quienes con su ayuda contribuyeron de una u otra forma a llevar al cabo este trabajo, en particular a los ingenieros:

Alejandro Ramírez Reivich
Marcelo López Parra
Jesus Roviroza López
Felipe Velazquez Gachúz
Armando Ortiz Prado

Daniel Rodriguez Guzmán
Leopoldo González Gonzalez
Vicente Borja Ramirez
Luis Alberto Bedolla Prada

Compañeros:

Victor González Villela , Alberto Vargas Soto, Saul Santillan Gutierrez, Alfredo Muñoz Flores.

AGRADECIMIENTOS

Una de las virtudes del ser humano es reconocer tanto a la vida como a las personas que contribuyeron a la obtención de un logro y que me han motivado a seguir adelante.

A mis padres Antonia y Pedro:

Que me han dado una formación integral y el apoyo incondicional.

A mis hermanos Eulalio, Raúl,
Pedro, Lucía, Alberto,
Susana y Agustín:

Que me han apoyado de alguna u otra manera para llevar a cabo mis objetivos.

A mi abuelita Margarita:

Persona tenaz e incansable que siempre me ha motivado a alcanzar nuevas metas.

ALEJANDRO

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Por su apoyo, que es la mayor herencia que me han brindado.

A MI HERMANA ROCIO:

Por su fuerza e ímpetu que me ha dado.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Por los momentos que compartimos juntos.

JULIO

AGRADECIMIENTOS

Por medio de las siguientes líneas me permito agradecer a todas aquellas personas, ya sean amigos, familiares o maestros que de una u otra forma han y seguirán influyendo en mi formación como persona y profesionalista. Menciono a continuación a aquéllos con quienes más he convivido, pidiendo disculpas a aquellos que omita por una u otra causa.

A Dios; que me ha dado la vida y la oportunidad de disfrutar las maravillas que ésta encierra.

A mi madre; que siempre se ha interesado en mi formación como profesionista y persona, mostrandome mis errores y exaltando mis aciertos.

A mis hermanos Carlos, René y Adriana; por su apoyo, comprensión y cariño.

A mi novia Susy; por su amor y cariño, que me ha impulsado a ser mejor cada día.

A mis maestros; que han compartido sus conocimientos, experiencias y amistad con la finalidad de formar profesionistas más capacitados y con un alto nivel ético, y en especial al ingeniero Alejandro Ramirez Reivich.

A mis amigos y en especial a: Julio Rojas Monroy, Adrián Espinosa Bautista, Alejandro Lara Hernández, Julio Hernández H., Pablo Alfonso Alamán, Guillermo Zaldivar Ruiz, Leticia Vargas SantaMaría; por compartir conmigo todos los momentos de alegría y esfuerzo vividos durante nuestros estudios universitarios.

EDUARDO.

AGRADECIMIENTOS

Como un principio de justicia y con un profundo sentimiento de gratitud quiero dejar asentado el crédito a las personas que directa o indirectamente ayudaron en la elaboración de este trabajo, a sabiendas que no siempre se deja de omitir a alguien me concretaré a mencionar a aquellas que más de cerca me ayudaron y alentaron.

Agradezco a mi familia por su apoyo, cariño y preocupación por mí.

A mis padres -Magdalena y Agustín-, que es lo más preciado que Dios me ha dado, a mi madre que es mi fortaleza y a mi padre mi guía, gracias.

A mis hermanos -Alberto, Andrés y Malena- por su preocupación y apoyo incondicional.

A mi abuela por su preocupación y su fé en mí.

Agradezco al Ing. Felipe Velazquez Gachúz por sus consejos y bien intencionadas llamadas de atención, al Ing. Alejandro C. Rámirez Reivich por transmitirme la vitalidad necesaria para avanzar, al Ing. Marcelo López Parra por sus comentarios sobre este proyecto, de igual forma al Ing. Jesus Roviroza López por su apoyo y consejos para este trabajo.

Así también agradezco a Julio Rojas Monroy, Eduardo Plasencia, Alejandro Lara Hernández, Vicente Borja Ramirez, Leopoldo A. González González, Daniel Rodríguez Guzmán y Luis Alberto Bedolla Prada por su apoyo y amistad.

Adicionalmente es preciso mencionar la influencia que he tenido del C.D.M.I.T. (Centro de Diseño Mecánico y de Innovación Tecnológica) y agradecer a todos y cada uno de los compañeros que nos alentaron con su amistad y apoyo.

Urbán Espinosa Bautista

El futuro ingeniero debe manifestar ante todo una vocación social de servicio y una gran seguridad en sus conocimientos ya que de esta manera, al salir a la vida profesional, no empleará a la ingeniería como medio de lucro, sino que lo hará como una herramienta para ayudar a sus semejantes proporcionándoles mejores niveles de vida.

PROLOGO

La realidad de México exige como nación joven, diversos y complicados factores para desarrollar la industria, comercio, agro, las comunicaciones, etc; estas áreas empiezan su auge a partir de los 60's y desde entonces han seguido un vasto crecimiento.

Tomando en cuenta las privaciones existentes en estos pilares de la economía en nuestro país, en vías de desarrollo, se ha reconocido el importante papel, para resolver problemas, que juegan los laboratorios y centros de investigación en la universidad y en la industria, en particular en el diseño y fabricación de equipos para su desarrollo.

De acuerdo a datos proporcionados por distribuidores de equipos de laboratorio e investigadores, el 90% de los equipos que se utilizan son importados. Este porcentaje se da, en algunos casos, por no existir equipos nacionales, los cuales son de un alto costo e ineficientes.

Dentro de la gran gama de equipos de laboratorio que existen en el mercado se encuentran los agitadores orbitales, los cuales tienen una alta demanda por sus características de operación. Estos equipos de agitación tienen como principio de funcionamiento el movimiento orbital de sustancias, a una velocidad uniforme y en forma horizontal, se utilizan para homogenización de mezclas, incubación de bacterias, etc.

A principios de 1988 el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) y en particular el departamento de inmunología, solicitaron al Centro de Diseño Mecánico y de Innovación Tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería de la UNAM un Agitador Orbital para muestras biomédicas con las siguientes características: charola de 30 x 40 cm. con base antiderrapante, agitación en un rango de velocidad de 30 a 300 RPM, una alimentación de 127 V CA, excentricidad de 15 mm, trabajo continuo, ver Fig. 1.

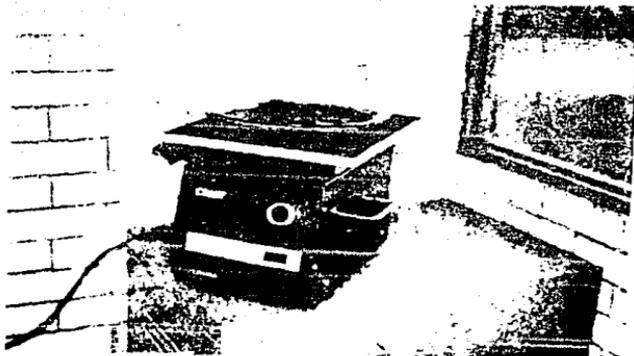


Fig. 1 Agitador Portatil con charola antiderrapante.

Durante la investigación y desarrollo de dicho equipo se detectó la necesidad y dependencia, de equipo extranjero, por parte de los laboratorios. Naciendo la idea de poder desarrollar y profundizar más la investigación de estos equipos y poder disminuir su importación. Durante la investigación se encontró que la Facultad de Química requería de un equipo de agitación con características similares al desarrollado para el INER.⁴

⁴Para el desarrollo de este agitador, la empresa Edificaciones Diseños e Instalaciones, Sociedad Anónima (EDISA) ayudo a formalizar el contrato de compra-venta con Facultad de Química; teniendo la asesoría y apoyo del CDMIT.

OBJETIVO

A continuación se presentan los objetivos que se pretenden alcanzar con este trabajo:

Objetivo Particular.

Este trabajo resulta de la conjunción de varios intereses:

El de la Facultad de Química interesados en poder adquirir un equipo de agitación con cámara de temperatura controlada, a un corto plazo de tiempo, formado por componentes asequibles en el mercado nacional y competitivos en calidad y costo con los importados; el nuestro como recién egresados de la Facultad de Ingeniería, en aplicar los conocimientos adquiridos durante nuestra formación, para resolver las necesidades reales de la sociedad.

Otro objetivo a largo plazo, es que el presente trabajo sirva como base para formar una sociedad dedicada a brindar nuestros servicios como Ingenieros Mecánicos Electricistas, para el desarrollo de nuevos productos y sustitución de importaciones cuya tecnología es muchas veces inapropiada; y de esta forma lograr un mejor aprovechamiento de los recursos del país.

Objetivo del proyecto

Resolver el proyecto "Diseño y Fabricación de un Prototipo de Máquina de Agitación Orbital con Cámara de Temperatura Controlada (AORTEC)", proyecto que surge de la actual dependencia tecnológica extranjera, en particular en la Facultad de Química donde hay una gran demanda de equipos para el desarrollo de investigaciones.

Objetivo del trabajo escrito

El presente trabajo tiene como finalidad el reportar las actividades desarrolladas, en forma sintetizada, para llevar a cabo el proyecto mencionado, y asentar las bases de una nueva forma de trabajo, atractiva para las futuras generaciones.

INTRODUCCION

La realización del proyecto se hizo con base en el método de diseño y la experiencia que se ha obtenido en el Centro de Diseño con los proyectos que se han realizado conjuntamente con la industria.

A continuación se describe la estructura en que está formado el presente trabajo:

Cap. 1.- Método de Diseño.

En este capítulo se presenta la característica general del método de diseño , y se particulariza el método utilizado durante el desarrollo del proyecto.

Cap. 2.- Planteamiento del Problema.

Se plantea el problema en forma global y se definen los objetivos y especificaciones de la máquina. Y los equipos existentes en la actualidad a nivel nacional e internacional.

Cap. 3.- Diseño de la Máquina.

En este capítulo se presenta la forma que se llevó a cabo el diseño y los diferentes sistemas en los que se subdividió.

Cap. 4.- Fabricación y Ensamble del Equipo.

En este capítulo se presenta el diseño final de cada sistema, los planos definitivos que se realizaron para la construcción y la descripción del ensamble en forma cronológica y de importancia para el equipo.

Cap. 5.- Pruebas, Operación y Mantenimiento

Presentación de las pruebas y resultados obtenidos, operación del equipo y su mantenimiento.

Conclusiones

En esta parte, describiremos la conclusión general del trabajo, así como las obtenidas en forma particular por los autores.

CAPITULO 1

METODO DE DISEÑO

Los diferentes autores marcan el proceso de diseño característico y particular de cada uno de ellos, similares y enfocados hacia un mismo objetivo.

La experiencia obtenida profesionalmente dentro del CDMIT nos ha marcado que la metodología para un diseño no debe ser rígida, sino flexible y característica dependiendo de la necesidad presentada.

El método de diseño en particular que se siguió para el desarrollo del proyecto se muestra en el esquema 1.1.

Al inicio del proyecto se analizaron las necesidades por parte de la Facultad de Química las cuales determinaron los objetivos y el planteamiento del problema, todo esto auxiliado de la información recabada en cuanto a catálogos y visitas a los laboratorios para visualizar este tipo de equipos.

Una vez planteado el problema se dividió el proyecto en sistemas y en orden jerárquico de importancia, se procedió a resolver cada uno de estos, tomando en cuenta la interacción existente entre uno y otro. De esta forma se generaron diferentes alternativas de solución y en algunos casos se materializaron por medio de modelos funcionales; analizándose y evaluándose estos, se dio solución a cada sistema.

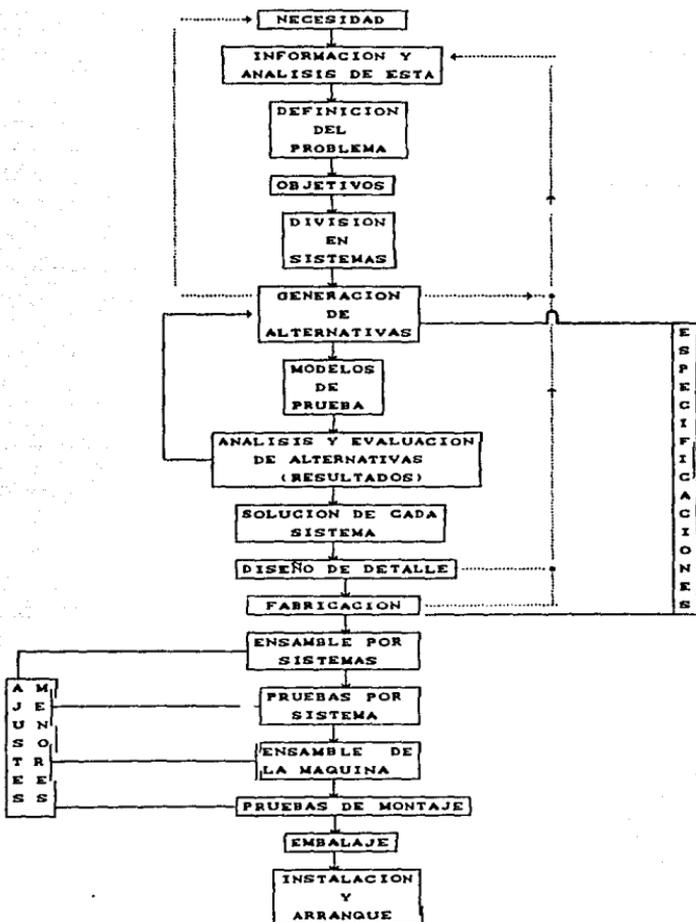
En el proceso de Diseño de Detalle se tomó en cuenta tanto información comercial, como materiales y equipos, así como proceso de fabricación para las diferentes partes que constituyen la máquina.

Durante el ensamble y pruebas de la máquina se detectaron anomalías que afectaban la funcionalidad, provenientes directamente de la etapa de diseño de detalle, sin embargo es importante remarcar que no se tuvo que regresar a la etapa de diseño conceptual.

Es importante mencionar que durante las pruebas realizadas, para la conjunción del sistema electrónico de control y los sistemas motriz y calefactor se realizaron ajustes y modificaciones para su acoplamiento.

Finalmente se realizó el embalaje y entrega del agitador teniendo que la instalación y arranque fue a cargo de la Facultad de Química.

METODO DE DISEÑO



ESQUEMA 1.1

CAPITULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe en el mercado una variedad de equipos para agitar en forma continua teniéndose que un 90 % son de importación y un 10 % son de fabricación nacional, este porcentaje se refleja con mayor veracidad al observar este tipo de equipos instalados en laboratorio.

El equipo de agitación, se emplea para procesos tales como:

- Separación de geles de poliacrilamida
- Detección de anticuerpos en una membrana nitrocelulosa .
- Fermentación en Matraz etc.

2.1 Especificación de Necesidades

Para poder definir y ubicar el problema, es importante especificar y analizar las necesidades por parte de la empresa, generadores y usuarios, enmarcados en tres dimensiones: funcionalidad , costo y tiempo.

El usuario, que se le presenta el problema de la obtención de un equipo con ciertas características particulares para llevar a cabo su labor; indirectamente la empresa, que tiene la necesidad de proveer el equipo y material para continuar su labor; y para poder abastecerse necesitaban una tercera persona que generará el equipo para el usuario.

Una vez analizada esta cadena de necesidades, cumplen con ciertos objetivos cada una de ellas, según su jerarquía.

Necesidades del usuario.

- Agitador orbital de trabajo continuo.
- Rango de velocidad entre 40 a 300 RPM.
- Cámara de agitación con temperatura controlada entre un rango de temperatura ambiental a 80° C con una precisión de $\pm 0.5^\circ$ C.
- Tres charolas de 70 X 70 cm. capaces de sujetar tres tipos de matraces Erlenmeyer de diferente capacidad: 250, 500, 1000 ml.
- Mirilla de observación al interior de la cámara.
- Alimentación de 127 VAC, a 60 Hz.
- Agitación con una excentricidad de 25.4 (1 plg.).
- Seguridad en el funcionamiento.

Necesidad de la empresa (cliente).

- Costo competitivo.
- Calidad y funcionalidad.
- Formalidad en el trato.
- Bajo costo y mínimo mantenimiento.
- Refacciones existentes a nivel nacional.
- Garantía.

Necesidades del diseñador.

- Ser diseñado en su totalidad por personal de la asociación (EDISA), con el asesoramiento del CDMIT.
- Ser aprovechado como una experiencia que impulse el diseño mecánico en México.
- Contribuir a la creación de una organización y la aplicación de una metodología del diseño.
- Ser diseñado y fabricado en un mínimo de tiempo.
- Competitividad con los equipos existentes en el mercado nacional.
- Disminuir la importación de este tipo de equipo.
- Funcionamiento sencillo.

2.2 Información

Dentro del proceso de diseño es muy importante el recabar información para definir y ubicar el problema, la información obtenida en esta etapa fue principalmente comercial en cuanto a equipos de agitación y el visitar laboratorios, observando los aparatos utilizados así como entrevistas con los usuarios y visitas a centros de información como bibliotecas, INFOTEC, etc. Es importante mencionar que la base de la información fue el proyecto desarrollado con anterioridad por el CDMIT para el INER.

Como resultado del análisis del agitador mencionado, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El sistema motriz del agitador consistió en tres puntos excéntricos de movimiento, uno motriz y dos libres, teniendo sobre estos una placa, la cual sostiene la charola antiderrapante, ver plano 140.

La estructura que soporta al sistema motriz, cubiertas exteriores y sistema de control de velocidad fue diseñada y fabricada en acero estructural.

El sistema de control consistió en un circuito electrónico que regula voltaje para obtener velocidad variable en el motor de corriente directa.

En el diseño y fabricación de este primer equipo se encontraron detalles en la conceptualización, que a continuación se mencionan:

La base o estructura se fabricó de acero estructural en ángulo de 1/2" X 1/8" y solera de 2" X 3/16"; se requería que la base donde asentaban los excéntricos se mantuvieran sobre un mismo plano, esto no se logró debido al material defectuoso y cortes imprecisos. Se tomó la decisión de planear la base para asegurar la condición de planeidad de los excéntricos. Otra condición para su buen funcionamiento es el tener los planos de arrastre y motriz paralelos entre sí y

perpendiculares a la base y la placa móvil. La posición geométrica que tienen los pernos en la base debe de ser la misma que en la placa móvil, si no se cumple con estas condiciones se tienen problemas al momento del giro de la placa móvil.

Los excéntricos fueron maquinados sin precisión, lo cual repercutió en los pernos de arrastre, no manteniendo el paralelismo entre ellos.

El buscar información comercial y visitar laboratorios nos permitió conocer una gran variedad de agitadores, extranjeros y nacionales. A continuación hablaremos en forma breve de estos agitadores.

AGITADOR TIPO MOSCA. Este tipo de agitador es de uso muy frecuente en laboratorios y fácil de encontrar comercialmente, su principio de funcionamiento se basa en formar un campo magnético que gira alrededor de un eje, y sobre este campo magnético se coloca el matraz con un encapsulado metálico sumergido en el líquido. Esto provoca que al girar el campo arrastra a la cápsula en el mismo sentido de giro, agitando de esta manera al líquido; cabe mencionar que el recubrimiento de la cápsula metálica es de un tipo de plástico especial para evitar que reaccione con el líquido en agitación.

Existen equipos con sistema de calefacción que proporcionan por medio un control, temperatura al líquido de agitación.

Son de velocidad variable, los hay con reloj para controlar el tiempo de agitación (timer), y los controles pueden ser analógicos o digitales, ver *fig. 2.1*.

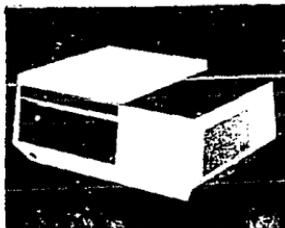


fig. 2.1 AGITADOR TIPO MOSCA

TIPO BAÑO DE AGITACIÓN. Se utilizan para agitar substancias contenidas en matraces Erlenmeyer o tubos de ensayo en un "baño Maria" a una temperatura preestablecida. La agitación se realiza en forma oscilatoria , como se observa en la *figura 2.2*

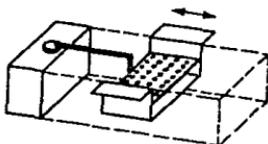


fig. 2.2 AGITADOR TIPO BAÑO DE AGITACION

Cuenta con un sistema para controlar la temperatura del baño de agitación, así como el tiempo por medio de un timer.

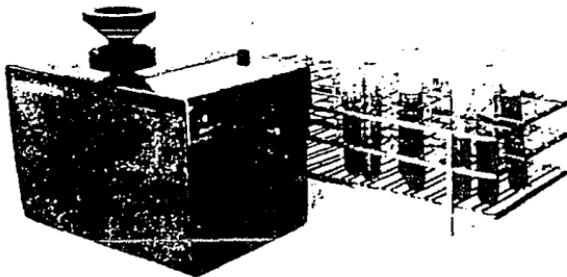
El rango de oscilación puede variar en 3 diferentes magnitudes, siendo esta variación en forma mecánica.

El principio de funcionamiento de este tipo de agitador se basa en su sistema de biela-manivela-corredera como se observa en la *figura 2.2*, teniendo tres diferentes excentricidades para poder variar el rango de oscilación.

AGITADOR VIBRATORIO PARA TUBOS DE ENSAYO- Este tipo de agitador solo es utilizado para substancias contenidas en tubos de ensayo, son de velocidad constante y se utilizan a temperatura ambiente.

Su principio de funcionamiento se basa en proporcionar al tubo un movimiento vibratorio por medio de una mesa desbalanceada que gira alrededor de un eje.

La agitación es momentanea, mientras permanece el tubo presionado en la cavidad de agitación, ver *figura 2.3*.



REVISTA conacyt no. 45 pag 47

fig. 2.3 AGITADOR PARA TUBOS DE ENSAYO

AGITADOR ORBITAL.- Existe una gran variedad de este tipo de agitadores; diferenciándose entre sí por su principio de funcionamiento, dimensiones y características de operación. A continuación se mencionan los principales tipos de estos agitadores:

- Agitador orbital de resortes.

Este tipo de agitadores los hay de dos clases de presentación una con charola antiderrapante y otra con garras de sujeción para matraces Erlenmeyer. Los agitadores operan a una velocidad constante.

El principio de funcionamiento se basa en la excentricidad de un perno motriz con cuatro puntos de apoyo sobre resortes, provocando inestabilidad en la placa móvil. En este tipo de agitadores, se puede controlar el tiempo de agitación por medio de un reloj mecánico (timer).

- Agitador orbital con charola antiderrapante.-

Este tipo de agitador solo es utilizado a bajas revoluciones debido a que la superficie antiderrapante es el único medio de adherencia que hay entre la base y el recipiente. Por este motivo generalmente los recipientes utilizados son cajas de cubas.

Cuentan con un control de velocidad variable y tienen la versatilidad de trabajar en atmósferas extremas.

El principio de funcionamiento está basado en un perno excéntrico de material plástico, cuenta con cuatro puntos de apoyo siendo uno de ellos el motriz, localizado en la parte posterior derecha. Este equipo es similar al desarrollado por el CDMIT para el INER, (Figura 1).

CAPITULO 3

DISEÑO DE LA MAQUINA

3.1 Sistema excéntrico

3.1.1 Presentación del problema

La agitación orbital requiere de un movimiento circular, proporcionado y apoyado por excéntricos, donde cualquier punto de la placa móvil describe una trayectoria circular; con la condición de que cada lado de la placa siempre se mantenga paralela, con respecto a la posición inicial, ver *figura 3.1*.

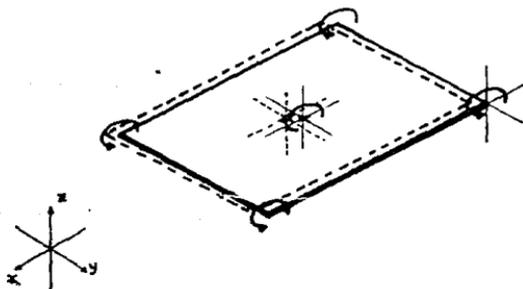


fig 3.1 PLACA CON MOVIMIENTO ORBITAL.

Es importante recalcar que este sistema excéntrico, al que llamamos Corazón de la Máquina, es la parte esencial del Agitador Orbital; de este sistema se originó el conjunto de elementos que conformaron el diseño final del prototipo AORTEC.

Las características técnicas que se solicitaron para este sistema fueron: Excentricidad de 1 plg., capacidad de carga sobre la placa móvil de 30 Kg. como máximo, dimensiones de la placa de 70 X 70 cm.

3.1.2 Opciones de solución

El principio básico de este movimiento, es generado por un excéntrico, que describe una trayectoria circular.

Las opciones de solución se enfocan principalmente a la forma del excéntrico.

A continuación se describen las diferentes opciones de solución:

- 1.- Baleros axiales.
- 2.- Resortes.
- 3.- Excéntricos en forma de "Z".
- 4.- Resorte excéntrico y perno roscado.
- 5.- Excéntrico de una sola pieza.

Opción 1

Baleros axiales

Esta opción consta de un balero axial con una bala entre las dos pistas; una de las pistas es fija soportada sobre la estructura, la pista móvil gira alrededor de ésta pivotada por la bala, describiéndose el movimiento orbital, ver *figura 3.2*.



fig. 3.2 SISTEMA DE BALEROS AXIALES - OPCION 1.

Opción 2

Resortes

Esta constituida por resortes que trabajan a tensión con una longitud tal que permiten el movimiento orbital.

Estos resortes nos ayudan a mantener la placa móvil en un mismo plano; uno de sus extremos estan fijos a la estructura y los otros a la placa que tendrá el movimiento, dado este por una polea con un perno excéntrico. Siguiendo los resortes el movimiento del perno, ver *figura 3.3*.

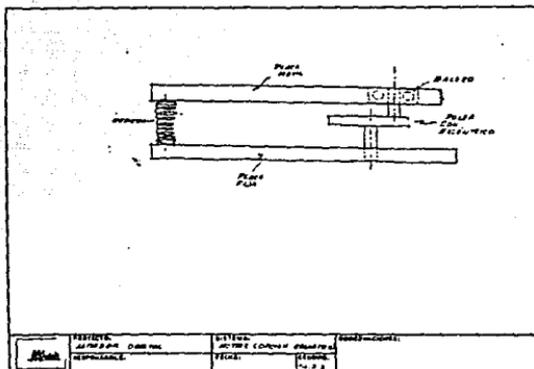


fig. 3.3 SISTEMA DE APOYO POR RESORTES - OPCION 2.

Opción 3

Excéntrico en forma de "Z".

Esta opción consta de barras de sección circular, cuyos centros de cara están defasados uno con respecto al otro una cierta excentricidad "e", de forma similar a una "Z". La idea con esta opción era la de poder inyectar las piezas "Z" en plástico con alma de acero, lo cual nos da una alta precisión dimensional y absorbiendo el plástico las imprecisiones que se tuvieran, ver *figura 3.4*.

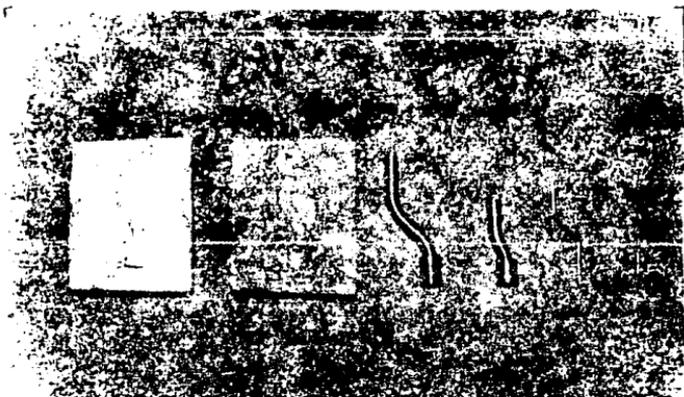


fig. 3.4 SISTEMA POR EXCENTRICO EN FORMA DE "Z" - OPCION 3.

Opción 4

Perno roscado y resorte excéntrico.

En esta opción se tiene un perno atornillado con cuerda derecha, en un agujero fuera del centro (con una excentricidad "e"), sobre la cara superior de la base, ver figura 3.5.

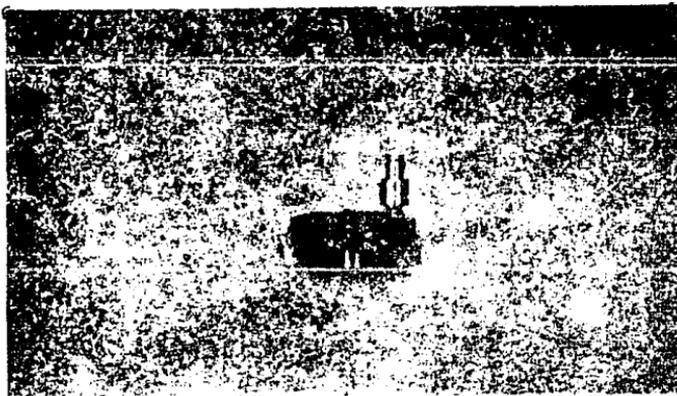


fig. 3.5 SISTEMA DE PERNO ROSCADO EXCENTRICO - OPCION 4.

Otra opción resulta de combinar los elementos, resorte y perno excéntrico roscado; usando un resorte como perno el cual tiene el mismo paso que la cuerda para ensamblarlo. ver figura 3.6.

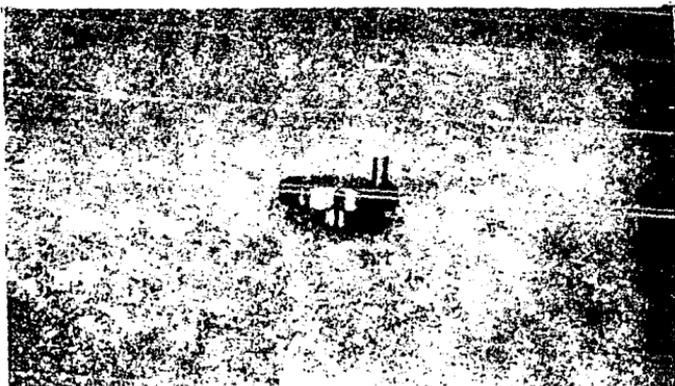


fig. 3.6 SISTEMA SUSTITUCION RESORTE POR PERNO - OPCION 4.

Opción 5

Excéntrico de una sola pieza.

Esta pieza está constituido por una masa con su perno maquinado en la misma, ver *figura 3.7*.

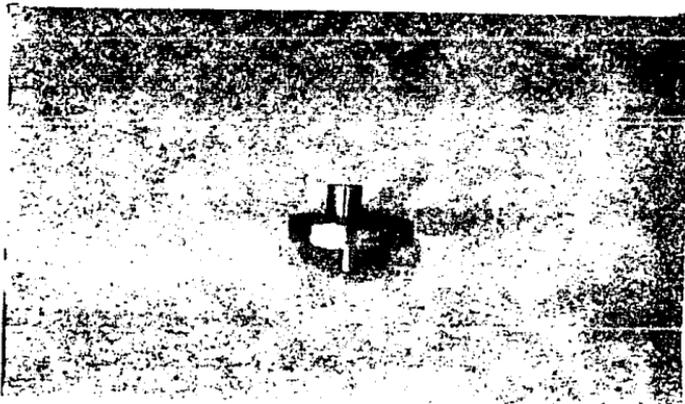


fig. 3.7 SISTEMA EXCENTRICO DE UNA SOLA PIEZA - OPCION 5

Opción 6

Excentrico de dos piezas.

En esta opción se tiene una masa con un agujero excéntrico maquinado con precisión, en el cual se aloja un perno a presión, igualmente maquinado con una alta precisión en sus dimensiones. ver *figura 3.8.*

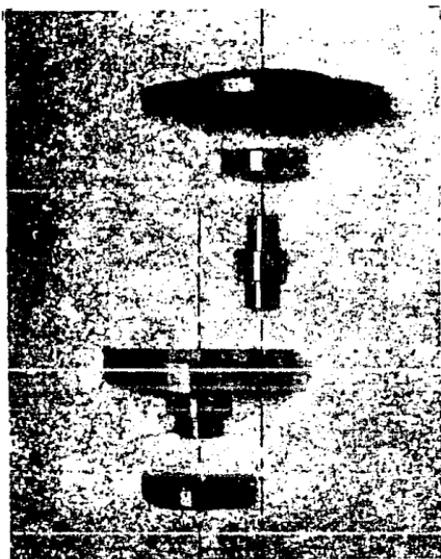


fig. 3.8 SISTEMA EXCENTRICO DE DOS PIEZAS - OPCION 6.

Evaluación

A continuación se presentan ventajas y desventajas de las alternativas propuestas:

Opción 1. Baleros axiales

En primera instancia se tomó en cuenta que las piezas utilizadas para esta opción son comerciales; para realizar pruebas se utilizaron baleros axiales de un tamaño menor al requerido donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Ventajas:

- Movimiento orbital uniforme, silencioso.
- Partes comerciales, reduciendo los costos de fabricación.
- Piezas sencillas para su montaje.
- Mantenimiento sencillo.

Desventajas:

- Problema de sujeción entre la base móvil y fija.
- Baja confiabilidad debido a que las balas se pueden salir fácilmente de la pista.
- Alojamiento de cuerpos extraños en las pistas
- Lubricación continua.

Opción 2. Resortes

Las pruebas se realizaron con resortes a tensión tomando en cuenta su longitud libre y constante de deformación, para poder realizar el movimiento sin que los resortes se opongan al movimiento. Arrojo los siguientes resultados.

Ventajas:

- Montaje de bajo costo.
- Piezas comerciales.
- Absorción de imprecisiones en los maquinados de los apoyos y posicionamiento de éstos.

Desventajas:

- Resortes sometidos a fatiga.
- Inestabilidad de la placa móvil con y sin movimiento.
- Problemas de sujeción en los resortes.
- Problemas en el balanceo.

Opción 3. Excéntricos en forma de "Z"

El diseño de esta opción resultó ser de características muy particulares, repercutiendo en el alto costo de fabricación debido a que se propuso que las piezas excéntricas serían de material plástico con alma de acero.

Ventajas:

- Absorción de pequeñas variaciones en el posicionamiento de éstos.
- Una vez teniendo el molde es de fácil y rápida fabricación.
- Peso ligero.
- Movimiento orbital estable.

Desventajas:

- Movimiento orbital solo en un sentido.
(De apriete de la cuerda)
- Variación mínima en las alturas de los pernos montados en los excéntricos.
- Debido al proceso de fabricación presenta problemas de paralelaje del eje del perno con respecto al eje del excéntrico.
- No existe comercialmente.

Opción 4. Resorte Excéntrico

Ventajas:

- Movimiento orbital uniforme.
- Absorción de pequeñas variaciones en el posicionamiento.
- Resorte comercial.
- Bajo costo de fabricación.
- Fácil montaje, ya que el paso del resorte es el mismo que el de la rosca del excéntrico.
- Estabilidad de la placa móvil.
- Resistente a la carga a soportar.

Desventajas:

- Fatiga en el resorte.
- Desgaste en la cuerda.
- Movimiento orbital solo en sentido de apriete de la cuerda.
- Variación en las alturas de los resortes montados en los excéntricos.
- Problemas de ensamble del resorte con los excéntricos de la placa móvil y fija. (Ver foto 3.6)

Opción 5. Excéntrico de una sola pieza.

Ventajas:

- Movimiento orbital uniforme.
- Estabilidad de la placa.
- Resistente a la carga a soportar por medio de la placa.
- Facilidad de montaje.
- Durable.

Desventajas:

- Alto costo de fabricación.
- Desperdicio de material por el proceso de fabricación.
- No existe comercialmente.

A partir de las anteriores opciones llegamos a una nueva opción, que resulta de la combinación de algunas de estas consistente en tener una base con un barreno excéntrico, en el cual se aloja un perno a presión, el maquinado de este sistema excéntrico resulta tener una alta precisión resultando las siguientes observaciones:

Ventajas:

- Movimiento orbital uniforme.
- Estabilidad de la placa.
- Resistente a la carga a soportar por medio de la placa.
- Facilidad de montaje.
- Durabilidad.
- No depende del sentido de giro.
- Confiabilidad.
- Mínima lubricación.
- Principio de funcionamiento sencillo.
- Resistencia mínima al movimiento.
- Piezas separadas.

Desventajas:

- Alto costo de fabricación por su alta precisión.
- Difícil acceso para mantenimiento.

En todas estas opciones se requiere el uso de baleros radiales, los cuales soportan el 50% de su carga radial en el eje axial, montados sobre una base uniforme y sobre un mismo plano.

3.1.3 Selección de la mejor opción

Para las primeras opciones el criterio en el que nos basamos es el absorber variaciones por imprecisión en los maquinados, es decir, corregir errores que no teníamos idea de su magnitud. Por considerarse este criterio como pobre en su principio decidimos cambiarlo por el de no tener errores y trabajar con alta precisión, sobre todo tratándose del sistema más importante de la máquina.

Una vez analizada cada opción, procedemos a decidir la mejor de estas, para lo cual nos auxiliaremos de una matriz de decisión, donde se calificará cada opción de acuerdo a un factor de peso, por cada criterio de diseño.

El proceso para llevar a cabo esta decisión, por medio de esta matriz es muy sencillo y consiste en definir los criterios de diseño y asignarles un porcentaje según las prioridades para cubrir el objetivo final, de tal manera que la suma de estas partes nos dará el 100%.

Las calificaciones que se asignaron a cada opción dependerá del grado de importancia para cumplir los requerimientos y estos serán de acuerdo a la siguiente tabla:

¹Engineering Design
George Dieter, McGraw Hill, 1983.

TABLA 3-1 CALIFICACION DE ALTERNATIVAS

Porcentaje	Descripción
100	Completa satisfacción en todos los aspectos.
90	Satisfacción en los objetivos importantes.
75	Considerable satisfacción; satisfacción de los objetivos
50	Satisfacción moderada; un punto intermedio entre satisfacción completa y no satisfecha.
25	Satisfacción menor; objetivo satisfecho en menos de la mitad de los aspectos.
10	Satisfacción mínima; objetivo satisfecho muy poco.
0	No satisfecho; objetivos no satisfechos.

La evaluación parcial de cada opción será el producto de la calificación por el peso asignado, la evaluación total será la suma de las parciales en cada una; la mejor opción será la que presente el mayor valor. Es muy importante decir que esta forma de evaluación es un indicador de la mejor opción generada.

En la tabla 3.2 se muestra la matriz de decisiones, la cual nos indica que la mejor opción es el excéntrico formado por varias piezas y realizado con alta precisión.

También podemos ver que las opciones 6 y 7 son de valores aproximados, pero debido a la característica de fabricación se concluye que la opción utilizada el excéntrico de precisión.

TABLA 3.2 MATRIZ DE DECISIONES

		COSTO DE MATERIAL	COSTO DE FABRICACION	TIEMPO DE FABRICACION	DURABILIDAD	MANTENIMIENTO	CONFIAELIDAD	PRECISION EN FABRICACION	PARTES COMERCIALES	FUNCIONALIDAD	TOTAL
		0.07	0.03	0.04	0.1	0.09	0.17	0.21	0.12	0.11	
1	BALANCOS AXIALES	90 6.3	90 7.0	75 3	90 3	50 4.5	75 4.5	90 18.9	75 9.75	25 2.75	65.65
2	RESORTES	75 5.25	75 6	50 2	50 5	50 4.5	25 4.25	50 18.9	75 9.75	50 5.5	61.15
3	PIEZAS EN FORMA DE Z	50 3.5	10 0.8	90 3.6	50 3	50 4.5	75 12.75	75 15.75	50 6.5	75 8.25	68.45
4	FERRO ROSCADO EXCENTRICO	75 5.25	75 6	50 2	75 7.5	50 4.5	75 12.75	75 15.75	50 6.5	90 9.9	70.15
5	RESORTE EXCENTRICO	75 5.25	75 6	50 2	75 7.5	50 4.5	75 12.75	50 10.5	50 6.5	50 5.5	60.3
6	EXCENTRICO DE UNA PIEZA	75 5.25	50 4	70 2	50 9	50 4.5	90 15.3	90 18.9	50 6.5	90 9.9	75.35
7	EXCENTRICO DE PRECISION	75 5.25	50 4	75 3	50 9	50 4.5	90 15.3	90 18.9	50 6.5	90 9.9	76.35

3.2 Sistema de Calefacción

3.2.1. Presentación del problema

Los experimentos realizados en este agitador necesitan condiciones particulares de temperatura, como son:

- Precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Trabajar en un rango entre temp. ambiente y 80°C .
- Homogeneidad en la temperatura.

3.2.2. Opciones de Solución

Analizando estas características en sistemas similares de diferentes máquinas, encontramos que la mejor opción de solución está formada por un ventilador y una resistencia eléctrica, que se puede controlar con un sistema electrónico.

El principio de funcionamiento es calentar el aire arrojado por el ventilador pasando a través de una resistencia.

3.2.3. Selección de la mejor opción.

Estudiando la condición de homogeneidad de la temperatura dentro de la cámara, tenemos lo siguiente:

Un ventilador de flujo radial mueve el aire formando una trayectoria circular, por lo que provoca una turbulencia en el interior. Para lograr calentar el aire, la resistencia debe estar dentro de este flujo, y colocarse en la periferia del ventilador.

El control de la temperatura se logra encendiendo y apagando la resistencia, según la señal recibida por el sensor.

3.2A Aislamiento térmico

3.2A.1 Presentación del problema

Uno de los principales sistemas del agitador, es el que permite mantener la cámara de agitación a la temperatura seleccionada. Para que el funcionamiento de este sistema sea económico y eficiente, se requiere evitar la alteración de la temperatura de la cámara, por pérdidas de calor o por influencia de fuentes de calor externas o el mismo medio ambiente al agitador orbital.

3.2A.2 Opciones de solución

Los materiales usados como aislantes térmicos tienen una conductancia térmica intermedia (0.035 a 0.173 W/m°C) respecto a los materiales metálicos y aleaciones (12 a 415 W/m°C) y los gases a presión atmosférica (0.0069 a 0.173 W/m°C). Cabe hacer notar que en casos de temperaturas criogénicas se usan cámaras de vacío además de materiales aislantes. El rendimiento de los aislantes depende de su emitancia⁴, densidad del aislador, tipo y presión del gas dentro de los poros, el contenido de humedad, resistencia a los choques térmicos y a la acción de las cargas y vibraciones mecánicas, y a su conductividad térmica.

Émitancia.- Relación de poder radiante de una superficie real con el de una superficie negra a la misma temperatura.

Existen diferentes tipos de materiales aislantes, desde polvos y fibras hasta espumas y papeles. A continuación se listan algunos de estos, indicando su conductividad térmica.

Material Aislante	K (W/m°C)
Asbesto	0.135
Cartón corrugado	0.037
Corcho placa	0.025
Cuero	0.092
Fibra de vidrio	0.028
Fibra mineral	0.0225
Fieltro	0.03
Hule	0.087
Lana mineral	0.021
Ladrillo refractario	0.05
Madera	
Pino	0.087
Balsa	0.025
Papel tapiz aislante	0.028

3.2A.3 Selección de la mejor opción

Para la selección del material aislante se tomaron en cuenta los siguientes factores: costo, peso, durabilidad, fácil adquisición comercial, manejo e instalación, resistencia mecánica.

En nuestro caso la temperatura de trabajo es baja, menor a 120°C, de manera que no se necesitará usar la combinación de diferentes materiales aislantes (fibras y cerámicos), no se presentan problemas de condensación, choques térmicos, cargas mecánicas; además la conductividad térmica del aislante se considera estable con la variación de la temperatura.

De los materiales antes listados :

El uso del asbesto se ha reducido por los efectos tóxicos que presenta. Se usa en casos donde las temperaturas de trabajo son elevadas (más de 620°C principalmente).

El cartón corrugado no es muy común usarlo al presentar problemas por humedad, su baja resistencia a cargas y vida útil.

Por costo no se recomienda el uso de corcho, fieltro, hule, cuero.

El corcho se usó como eficiente aislante térmico, pero ha sido desplazado por asbesto, fibra de vidrio, y lana mineral.

En nuestro caso el ladrillo refractario o cualquier otro cerámico aislante resulta de gran peso y costo; además su uso se recomienda para altas temperaturas como en hornos.

El uso de madera presenta poca durabilidad por ser de fácil descomposición en presencia de humedad, su peso es mayor a los materiales de fibra, además tiene un alto costo.

En el ámbito industrial, los materiales más comunmente usados para el aislamiento de equipo son fibra mineral y fibra de vidrio, junto con papel aislante (aluminio o bondalúm); por su bajo peso costo y fácil manejo. La fibra de vidrio se usa principalmente para altas temperaturas o criogénicas, y su costo es mayor en comparación con la fibra mineral.

Por lo anterior se selecciona como aislante para el equipo, la lana mineral. De acuerdo a la presentación comercial y características de trabajo, el espesor a usar es de 2.54 cm. con densidad de 6 Kg./m². En donde existen partes móviles cercanas a alguna cara de la máquina se aisló con lámina de corcho.

3.3 Sistema Motriz

3.3.1 Presentación del problema

En el primer sistema se presentaron los elementos que ayudan a realizar el movimiento orbital, ahora se plantea el problema y la necesidad de un mecanismo que proporcione el movimiento por medio de una transmisión u otra forma, en el que pueda variar el rango de velocidad.

Otro problema implícito que hay que considerar es el balanceo debido al espacio que se tiene para poder llevarlo a cabo.

Especificaciones técnicas que debe cumplir el sistema motriz; variación de velocidad de 30 a 300 RPM, movimiento de transmisión silencioso y de trabajo continuo.

3.3.2 Opciones de solución

Para el sistema motriz podemos encontrar infinidad de transmisiones que cumplen el cometido. En la figura 3.9 se presentan diferentes opciones de variación de velocidad mecánica, el principio de funcionamiento se basa en el desplazamiento de un seguidor, banda o polea sobre el radio del elemento impulsor, $v = F(r)\omega$.

v = velocidad (m/s).

$F(r)$ = Función del radio (m).

ω = Velocidad angular (1/s).

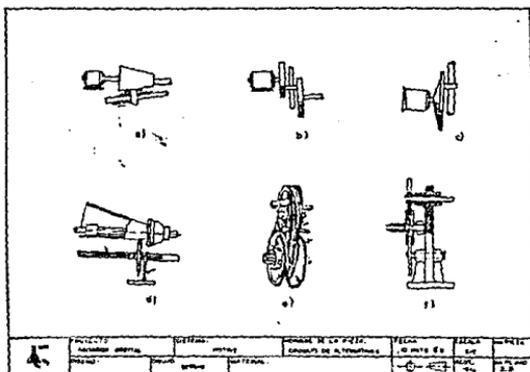


fig. 3.9 OPCIONES PARA VARIACIÓN DE VELOCIDAD

Estos mecanismos requieren de un considerable espacio para su funcionamiento, son de un alto costo de fabricación, la selección de velocidad es mecánica.

3.3.3 Selección de la mejor opción

En la actualidad estos mecanismos son obsoletos y la tendencia que se está siguiendo es hacia los controles de velocidad electrónicos de motores de C.D. y C.A.

Los controles electrónicos de velocidad tienen un alto costo de adquisición, el valor del control de C.A. cuesta 100% más que el control de C.D., por esta razón se tomó la decisión de diseñar una tableta de control electrónico para un motor de C.D. y utilizar un reductor de poleas para transmitir el movimiento. En esta última opción el costo es módico, tanto del circuito como del motor C.D. y tiene la ventaja de que se hace especialmente para cumplir los requisitos.

Este sistema está compuesto por una placa de acero de 50 X 50 cm., una placa de aluminio de 70 X 70 cm., cinco apoyos excéntricos, (Figura 3.10), una polea conducida, una polea motriz, una banda trapezoidal y un motor de corriente directa, figura 3.11.



fig. 3.10 ENSAMBLE DEL SISTEMA MOTRIZ .



fig. 3.11 POLEAS Y MOTOR DEL SISTEMA MOTRIZ.

La placa de acero se encuentra fija a la estructura de la agitador, sobre la cual son colocados cinco apoyos excéntricos; uno de estos apoyos, el motriz, va colocado al centro de la placa; los cuatro restantes son apoyos excéntricos conducidos, colocados uno en cada esquina de la placa, *figura 3.12*, sobre estos se monta la placa de aluminio que describirá el movimiento orbital (*figura 3.13*) y sobre esta placa se posicionan las charolas con las garras de sujeción para los matraces.

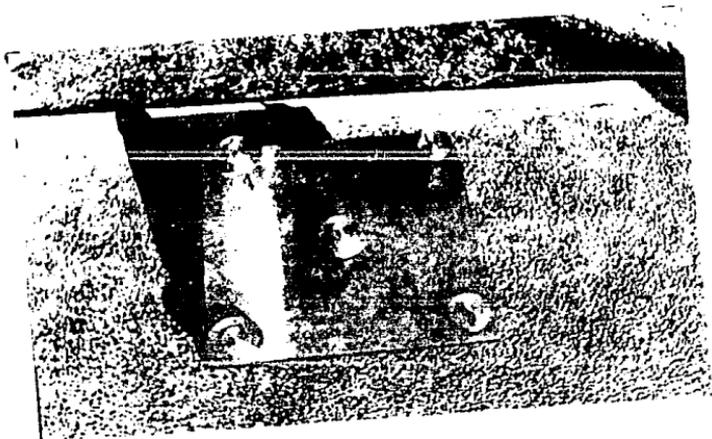


fig. 3.12 PLACA BASE MOSTRANDO LOS APOYOS EXCENTRICOS.



fig. 3.13 PLACA DE AGITACION.

Con el arreglo de bandas y poleas se obtiene un bajo nivel de ruido, además de que los elementos que lo constituyen son comercialmente asequibles.

3.4 Sistema estructural.

3.4.1 Presentación del problema

El objetivo principal de este sistema es el proporcionar el soporte adecuado a todos los sistemas que conforman la máquina, dando a su vez rigidez, forma y la protección necesaria.

3.4.2 Opciones de solución

El diseño de la estructura se realizó en base a la geometría y disposición de los sistemas que soporta; optimizándose espacio y material, quedando con la forma que se muestra en la *figura 3.14*.

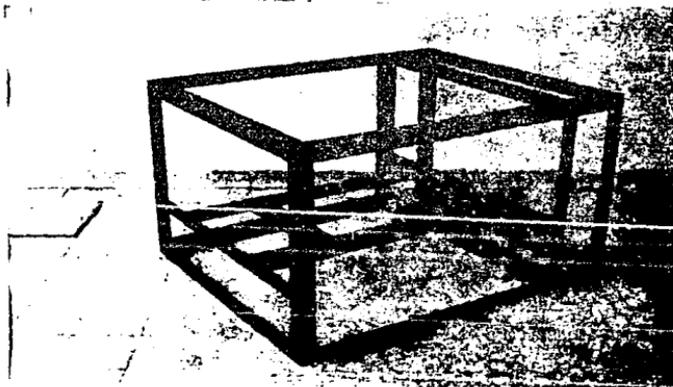


fig. 3.14 ESTRUCTURA DEL AGITADOR.

Los materiales, dimensiones y detalles se especificaran en el siguiente capítulo.

Para el diseño de las cubiertas se presentan las diferentes opciones, las cuales deberían cumplir con los siguientes puntos:

- Proporcionar protección a todos los componentes.
- Facilidad de acceso al equipo para su mantenimiento.
- Seguridad a los usuarios evitando aristas y esquinas agudas.
- Sabiendo que estos equipos estarán instalados en laboratorios, deben tener una apariencia que permita ver a simple vista el estado higiénico en que se encuentran.
- El tablero de control electrónico debe estar colocado de tal forma que permita visualizar y controlar fácilmente el equipo.
- El acceso a la cámara será por medio de una puerta, la cual deberá proporcionar hermeticidad así como su fácil apertura.

Tomando en cuenta estas características se lleva a cabo el desarrollo de diferentes opciones basándose principalmente en la estética y funcionalidad, figura 3.15 a,b,c,d,e.

fig. 3.15-d OPCIONES DE ALTERNATIVAS PARA LAS CUBIERTAS.
 PLANO CARTA EN FOTOSTATICA 8.15-A

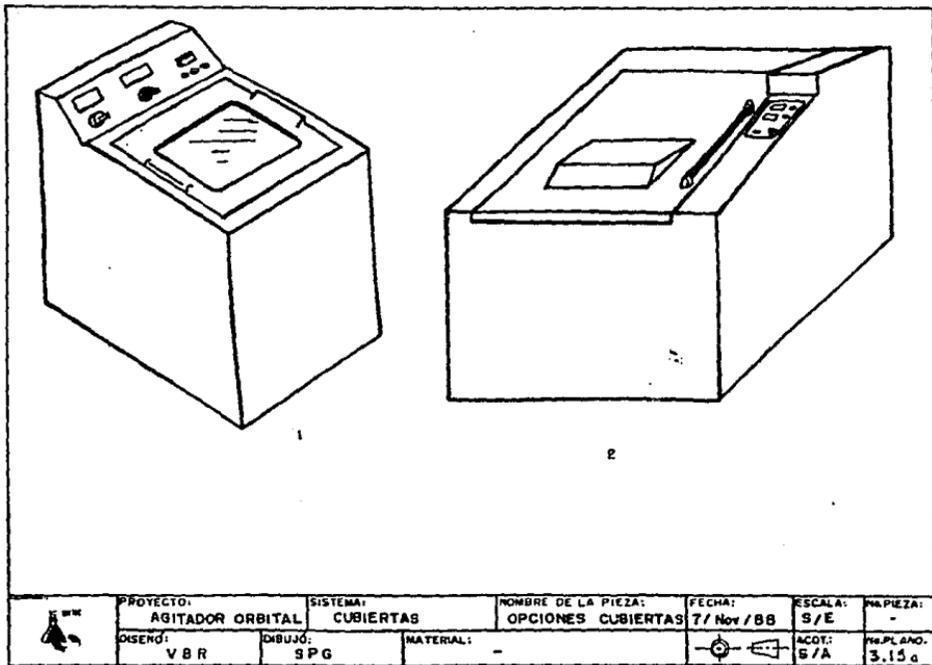
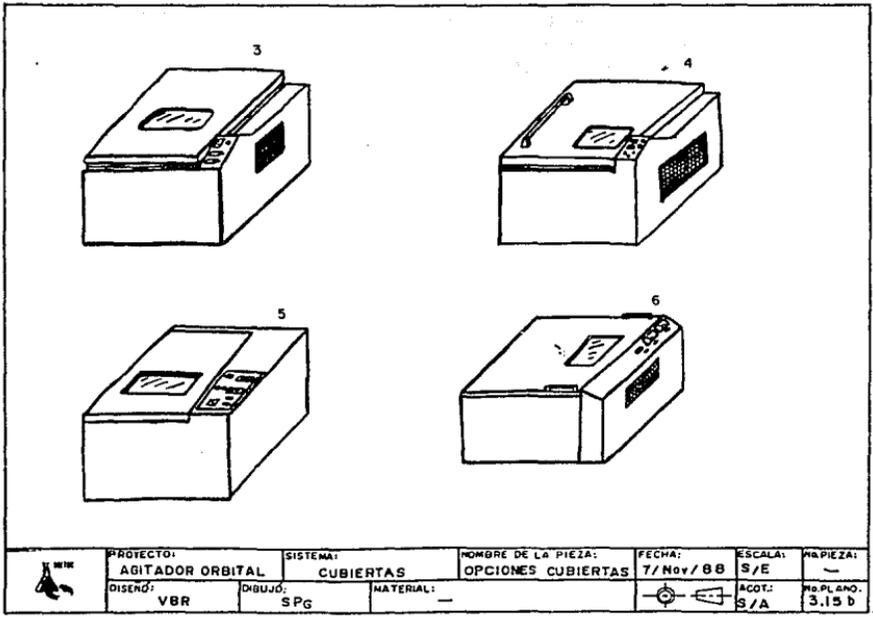
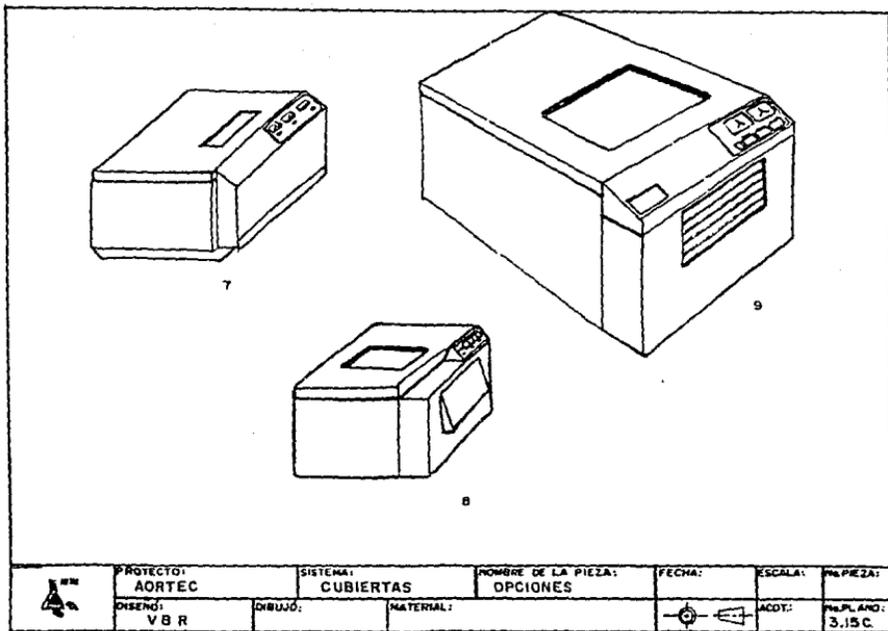


fig. 3.15-b OPCIONES DE ALTERNATIVAS PARA LAS CUBIERTAS.
 PLANO CARTA EN FOTOSTATICA 3.15-B



	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	CUBIERTAS	OPCIONES CUBIERTAS	7/Nov/88	S/E	1
DISEÑO:	DIJUDO:	MATERIAL:			ACOT.:	Nº PLANO:
VBR	SPG	—			S/A	3.15 b

FIG. 3.15-c OPCIONES DE ALTERNATIVAS PARA LAS CUBIERTAS.
 PLANO CARTA EN FOTOSTÁTICA 3.15-c



	PROYECTO: AORTEC	SISTEMA: CUBIERTAS	NOMBRE DE LA PIEZA: OPCIONES	FECHA:	ESCALA:	Nº PIEZA:
	DISEÑO: V B R	DIBUJO:	MATERIAL:		ACDT:	Nº PLANO: 3.15 C.

Fig. 3.15-d OPCIONES DE ALTERNATIVAS PARA LAS CUBIERTAS.
 plano carta en folioalica 3.15-d

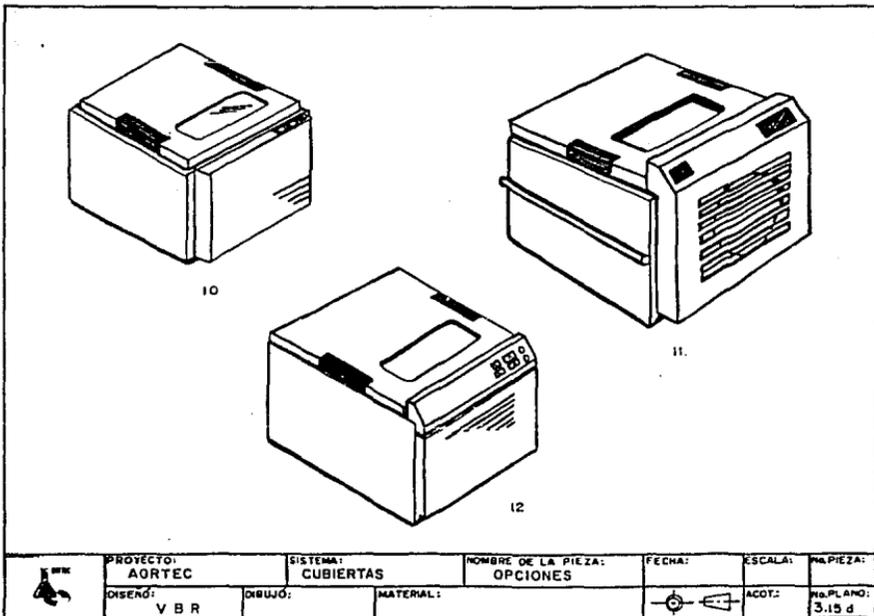
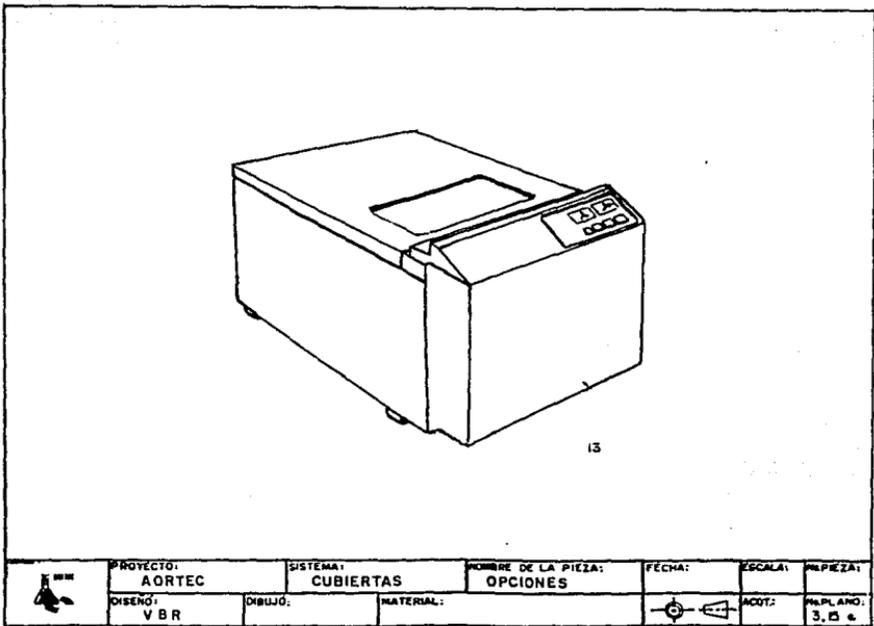


Fig. 3.15-e OPCIONES DE ALTERNATIVAS PARA LAS CUBIERTAS.
PLANO CARTA EN FOTOSTÁTICA 3.15-E



3.4.3 Selección de la mejor opción.

La geometría de diferentes opciones se fue perfeccionando hasta llegar a la mejor. La cual se muestra en la figura 3.16.

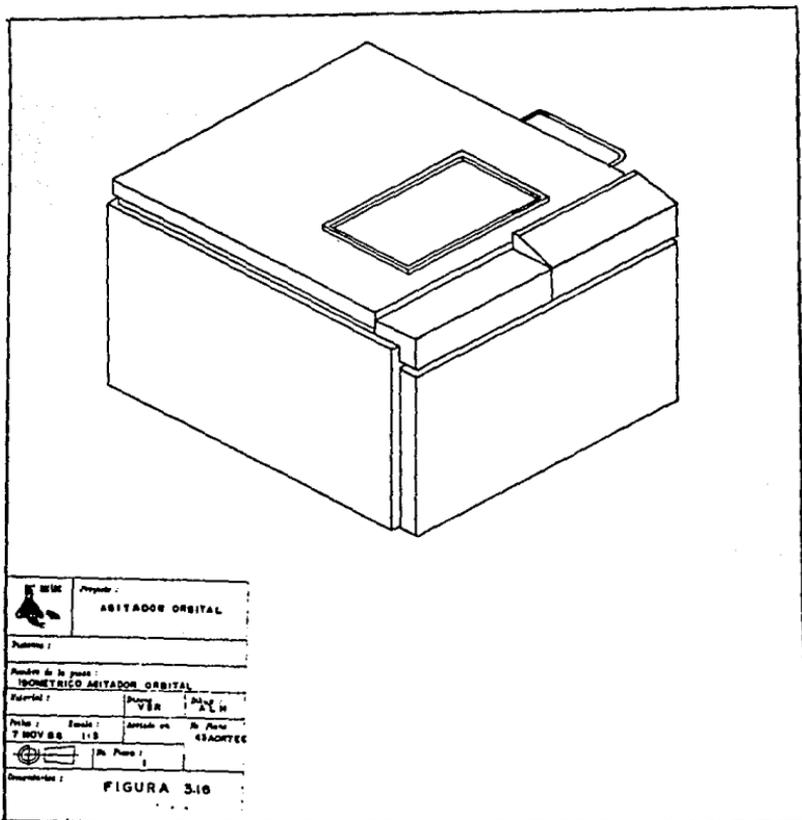


fig. 3.16 ISOMETRICO DEL AGITADOR ORBITAL.

3.5 Sistema de control.

3.5.1 Presentación del problema

En la actualidad la gran tendencia que se tiene en los equipos de laboratorio, es la automatización, instrumentación y control por medio de elementos electrónicos, ya que tienen gran versatilidad y precisión para el control de los parámetros. Además le da un mayor realce en apariencia y facilidad en el manejo.

El sistema electrónico realiza la función de alimentar y controlar el voltaje y la corriente que demandan los sistemas, así como obtener una rápida lectura y control de las variables de velocidad y temperatura.

Como se ha mencionado anteriormente los parámetros que se requieren controlar, visualizar, operar y de seguridad son:

Sistema Motriz

Rango de velocidad de 40 a 300 RPM.

Despliegue visual de velocidad.

Control de operación.

Interruptores de alimentación.

Seguridad en el sistema.

Indicadores visuales de apagado y encendido.

Sistema de Calefacción.

Temperatura homogénea de 25 a $80^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Despliegue visual de la temperatura:

En la cámara y

Selección de temperatura.

Control de operación.

Interruptores de alimentación.

Seguridad en el sistema.

Indicador visual de apagado y encendido.

A continuación se presentan alternativas para la selección de componentes que conformaron dichos circuitos.

3.5.2 Generación de opciones de solución.

Control de temperatura.

Sensor de temperatura.- La medición de la temperatura por medios eléctricos resulta ser muy conveniente, ya que de esta manera se obtiene una señal que se puede fácilmente detectar, ampliarse o utilizarse para medios de control, además de poder obtener una gran exactitud en la medición.

Existen diferentes componentes para obtener una medición eléctrica de temperatura:

- Termómetro por resistencia: Son exactos en su medición, pero su respuesta es aproximadamente lineal en un rango limitado de temperatura, son sensibles a la humedad, para su uso se requieren sistemas que eliminen el efecto de resistencia de los alambres que conectan al elemento sensor.

- Termistor: Presenta una variación de resistencia de forma exponencial, es un elemento muy sensible que puede obtener precisiones de ± 0.01 °C.

- Termopar: Es un elemento muy sensible, para el registro de la temperatura, se requiere obtener un arreglo eléctrico capaz de eliminar los efectos resistivos de las uniones de los alambres, además debido a que su salida es del orden de milivolts, por lo que se debe tener cuidado en las caídas de potencial debido a los componentes del circuito, su uso requiere de un sensor de referencia, o arreglos complejos de termopares, su respuesta es lineal. Para su operación se requiere de equipo especial por el cual se logra eliminar el efecto de resistencia de los alambres conectores.

Elemento de control.- Este es el elemento que de acuerdo a la respuesta del circuito de sensado y comparación; activa o desactiva el sistema de calefacción. Puede ser principalmente de dos tipos:

Relevador: Es un elemento electromecánico, sujeto a desgaste, y por lo tanto, de vida más corta que un elemento semiconductor; es de bajo costo, no se recomienda en aplicaciones para control de motores debido a que genera picos de voltaje que interfieren en el funcionamiento del circuito electrónico.

Triac.- Es un elemento semiconductor de bajo costo pero requiere generalmente de un circuito de control. Debido a que es un elemento de estado sólido, presenta una vida útil mayor y evita el mantenimiento preventivo por fallas. Fácilmente se puede acoplar a un circuito electrónico.

Despliegue de lectura.- La medición puede visualizarse principalmente de dos maneras distintas:

Forma analógica: Son componentes electromecánicos, están sujetos a desgaste, de bajo costo, gran sensibilidad, baja vida útil con respecto a un elemento digital, se puede usar en aplicaciones tanto de corriente directa como alterna utilizando un circuito sencillo y barato, su respuesta es lineal aunque de menor precisión.

Forma digital: Son elementos electrónicos que requieren de un circuito para manejar la información de entrada, presentan gran exactitud y precisión, de mayor costo aunque de larga vida.

Control de velocidad.

Respecto al control del sistema motriz, el circuito electrónico debe controlar la velocidad del motor, para obtenerla en un rango de 40 a 300 rpm en la placa de agitación.

Se requiere visualizar un despliegue de lectura de velocidad de agitación seleccionada, en forma digital ó analógica como en el caso del control de temperatura; un selector de velocidad para ajustarla, y un interruptor para activar el movimiento o mantener en reposo los matraces.

3.5.3 Selección de la mejor opción.

Control de temperatura.

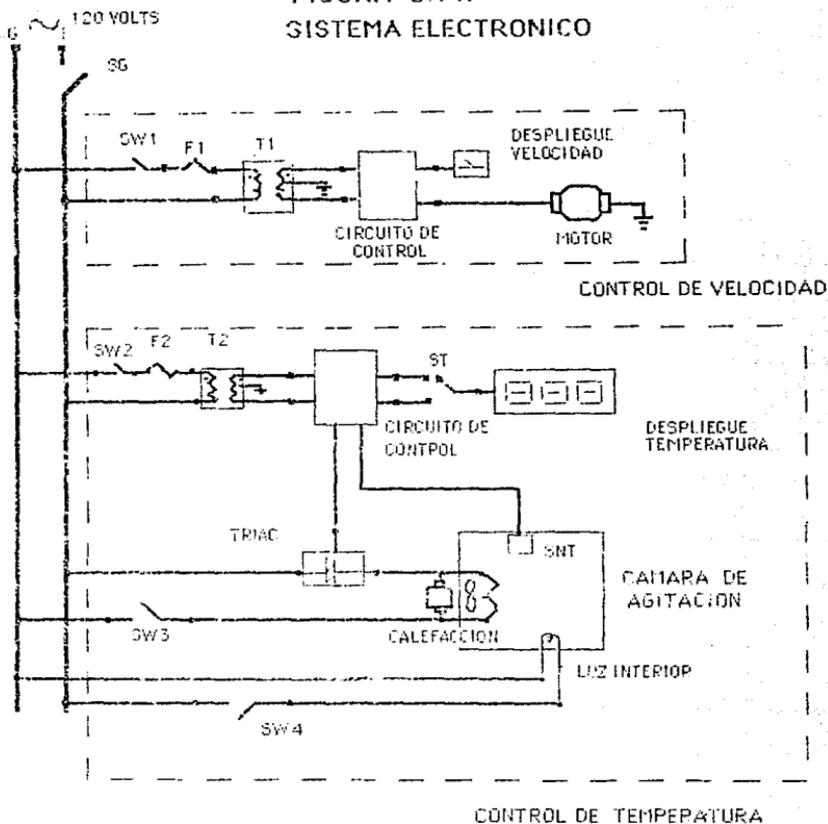
Como sensor de temperatura se seleccionó el formado por un circuito integrado que contiene el sensor. Siendo de gran exactitud, su rango de aplicación es de -25 a 85 °C. Su respuesta es proporcional a la temperatura en $10 \text{ mv}/^{\circ}\text{K}$, su calibración puede efectuarse para escalas en °K, °C ó °F, pueden conectarse elementos eléctricos como lámparas o relevadores, es de fácil conexión, de respuesta lineal, no presenta problemas con efectos resistivos de alambres conectores y es de bajo costo. Este sensor está clasificado con el número LM3911.

Para nuestra aplicación se decidió seleccionar como elemento de control al triac por su facilidad y sencillez de conexión, compatibilidad con circuitos electrónicos, larga vida útil, peso ligero y menor tamaño comparado con el relevador.

El despliegue de información se realizó en forma digital con tres dígitos y punto decimal, aunque es de mayor costo presenta mayor duración, da mejor apariencia al equipo, y facilidad y exactitud en la lectura con respecto a los despliegues analógicos.

De acuerdo a las necesidades de funcionamiento, se seleccionó como alternativa para el sistema electrónico de temperatura la configuración mostrada en la *figura 3.17*, agrupandose en dos bloques, para el control de velocidad y para el control de temperatura.

FIGURA 3.17.
SISTEMA ELECTRONICO



SNT	SENSOR DE TEMPERATURA
SG	INTERRUPTOR GENERAL
SW1	INTERRUPTOR SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD
SW2	INTERRUPTOR DEL CONTROL DE TEMPERATURA
SW3	INTERRUPTOR DE CALEFACCION
SW4	INTERRUPTOR LUZ INTERIOR
F1	FUSIBLE
F2	FUSIBLE
T1	TRANSFORMADOR 127, 30, T.C. 10A
T2	TRANSFORMADOR 127, 12, T.C. 2A
TRAC	DESCRIPCION

Control de velocidad.

La forma de controlar la velocidad de agitación se realizó por medio de un circuito el cual permite alimentar la corriente que demanda el motor sin tener grandes variaciones del par, y la regulación del voltaje para la variación de la velocidad.

El despliegue de la velocidad se realizó en forma analógica ya que no se requiere de gran precisión y por bajo costo.

En este capítulo se presentaron diferentes opciones de cada uno de los sistemas que constituyen al agitador, así como la selección de las mismas.

CAPITULO 4

DISEÑO DE DETALLE, FABRICACION Y ENSAMBLE.

El proceso de diseño formulado para este proyecto concluye en esta etapa, en la cual una vez que se eligieron las opciones de cada sistema, se realizó la descripción detallada de cada uno de los elementos que conforman al agitador para poder efectuar su fabricación y ensamble.

En esta etapa se llevó a cabo:

- 1.- La selección de los materiales que se utilizaron en base a cálculos, geometría, trabajo efectuado, costo y disponibilidad en el mercado.
- 2.- Elaboración detallada de los planos de fabricación, basados en la Norma Oficial Mexicana de dibujo.
- 3.- Elaboración de planos de ensamble para su correcto armado.
- 4.- Fabricación y ensamble del agitador.

4.1 Sistema Excéntrico

El diseño de las piezas excéntricas se realizó en base al Criterio de falla por fatiga, a las cargas alternas a las cuales están sometidas, a su proceso de fabricación debido a que todos los excéntricos deben tener las mismas dimensiones para garantizar un movimiento uniforme.

El material utilizado fué un acero 4140 rolado en caliente, de maquinado sencillo para estas piezas con acabado de afinado.

En este sistema se fabricaron:

- Cinco piezas excéntricas, siendo una la motriz.
- Cinco pernos de arrastre.
- Cinco insertos placa-movil.
- Un incerto a la placa fija.

4.1.1 Memoria de cálculo:

Para conocer el diámetro del perno excéntrico, el cual trabaja a fatiga, se considera lo siguiente:

Para el cálculo por fatiga se tiene la fórmula:

$$d = \left[\frac{32 M n}{\pi S_e} \right]^{1/3}$$

El valor del límite último a la tensión (S_{ut}) del acero 4140 es:

$$S_{ut} = 90 \text{ kpsi} = 620,528,130. \text{ N/m}^2.$$

$$S_e = 0.5 S_{ut} = 310,264,065. \text{ N/m}^2.$$

Para este cálculo tomamos un factor de seguridad (n) de:

$$n = 2.$$

El momento lo tomamos con la fuerza centrífuga calculada para el balanceo del motor:

$$F_c = 626.68 \text{ [N]}$$

y la longitud total del perno (d):

$$d = 1 \frac{1}{8} \text{ pulg.} = 0.041275 \text{ [m]}.$$

$$\rightarrow M = F d$$

Sustituyendo valores:

$$M = (626.68)(0.041275) = 25.866 \text{ [N - m]}$$

Calculando el valor del diámetro, tenemos:

$$d = \left[\frac{32(25.866)(2)}{\pi (310264065)} \right]^{1/3} = 0.01193 \text{ m} = 11.93 \text{ mm}.$$

El valor de balero comercial más cercano es de 1/2 pulg. de diámetro interior, siendo éste el seleccionado, con la siguiente clasificación comercial: SKF-6201.

4.1.2 Duración de los rodamientos:

Tomando en cuenta los rodamientos propuestos (SKF-6201, SKF-EE7Y), se tiene que:

Fuerza axial = $F_a = 30$ Kg.
 Fuerza radial = $F_r = 1$ Kg. } Duración de 10,000 horas, (1 año, dos meses).
 A 300 RPM

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{30}{1} = 30; C_o = 1400 \text{ [N]}; C = 2650 \text{ [N]}^2$$

$$F_a = (30) (9.81) = 294.3 \text{ [N]}.$$

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{294.3}{1400} = 0.21 \rightarrow X = 0.56, \text{ y } Y = 1.2, e = 0.37^2$$

$$P = X F_r + Y F_a = (0.56)(1) + (1.2)(30) = 36.56$$

$$\frac{C}{P} = \frac{2650}{(36.56)(9.81)} = \frac{2650}{358.6536} = 7.388$$

Con 300 RPM y C/P \rightarrow 22,000 horas aproximadamente.

\rightarrow 2.5 años de duración tomando en cuenta un tiempo de funcionamiento de 24 Hrs. durante 365 días.

Con un funcionamiento regular de: 250 RPM la duración es de aproximadamente 26,000 Hrs. (3 años).

¹Tabla pp 118.

²SHIGLEY et al, Diseño de Máquinas, Tabla 1 pag. 11

4.2 Sistema de calefacción:

El sistema de calefacción se diseñó en base a la energía necesaria para aumentar la temperatura de la cámara hasta 80°C, tomando en cuenta para el cálculo de ésta, las pérdidas de: las paredes, placa móvil, charola, matraces, y líquido contenido en éstos. El sistema de calefacción es una unidad intercambiable para facilitar su mantenimiento.

Para evitar las pérdidas de calor en las paredes, base de la cámara y puerta se utilizó lana mineral.

Una vez calculada la energía necesaria para incrementar dicha temperatura, se procedió a la selección del material y equipo comercial.

El sistema de calefacción está integrado por los siguientes componentes:

- Una resistencia eléctrica de 1500 watts.
- Un ventilador radial de 12.7 cm (5 plg.).
- Un motor de C.A. de trabajo continuo de 1/10 de C.P. a 1725 RPM.
- Un soporte de motor, ventilador y una resistencia, que conforman la unidad intercambiable.
- Una malla de protección de la cámara a la unidad de calefacción.
- 4.5 m² de lana mineral con 25.4 mm (1plg.) de espesor.
- 4.5 m² de papel antirreflejante.

4.2.1 Memoria de cálculo:

Nomenclatura usada:

- T_{bs} = Temperatura de bulbo seco.
 ϕ = Humedad relativa.
 U = Coeficiente global de transferencia de calor.
 h_i = Coeficiente convectivo del aire en el interior de la cámara.
 h_x = Coeficiente convectivo del aire en el exterior de la cámara.
 X_i = Espesor del material aislante ($i = 1, 2, 3, \dots$)
 K_i = Coeficiente de conductividad ($i = 1, 2, 3, \dots$)
 q = Pérdida de calor
 A = Area
 ΔT = Diferencia de temperatura.
 q' = Carga total
 ρ = Densidad
 ρ_s = Densidad a la altura de México.
 ρ_o = Densidad al nivel del mar.
 P_s = Presión a la altura de la Ciudad de México.
 P_o = Presión al nivel del mar.
 \dot{m} = Flujo másico de aire.
 Δh = Diferencia de entalpia.
 h_{ent} = Entalpia a la entrada.
 $h_{c.i.}$ = Entalpia en condiciones iniciales.
 Q = Calor necesario para calentar el aire.

Para acondicionar la cámara del agitador con un tiempo de operación 24 Hrs. al día con:

Ubicación ----- Cd. de México
Altura ----- 2200 Mts S.N.M.

Condiciones interiores:

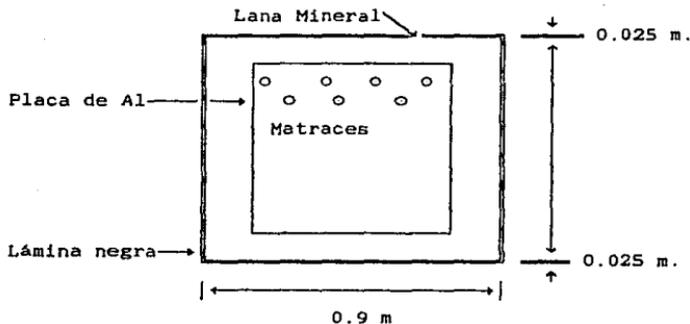
$T_{bu} = 80^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}.$
 $\phi = 30 \%$

Condiciones exteriores:

$$T_{b_{\text{e}}} = 20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}.$$

$$\phi = 57 \%$$

Disposición de los elementos:



→ #	Ma	V (ml.)	V (lt.)
	36	500	18.0
	42	250	10.5
	5	1000	5
	8	500	4
	12	250	3

Por lo tanto consideramos como carga interior 36 matraces de 500 ml. por ser el mayor volumen de líquido contenido en la cámara.

Materiales de construcción

6 Paredes de lámina negra Cal. 18

1 Ventana de doble pared de acrílico de 5 mm.

6 Paredes de lana mineral de 0.025 m de espesor.

Cálculo de U Coeficiente Global de Transferencia de Calor

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_i} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n}}$$

$$h_i = 8.05 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \cdot \text{c}} \rightarrow \text{Coeficiente convectivo del aire en el interior.}$$

$$h_o = 29.13 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \cdot \text{C}} \rightarrow \text{Coeficiente convectivo del aire en el exterior.}$$

Placa de aluminio y charola

$$K_{Al} = 180 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m} \cdot \text{C}} \quad \text{y} \quad K_{\text{lámina}} = 45 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m} \cdot \text{C}}$$

$$X_{Al} = 3/8 \text{ pulg.} = 0.009525 \text{ m. y } X_{\text{lámina}} = 0.0011 \text{ m.}$$

$$U_{\text{placa y charola}} = \frac{1}{\frac{1}{8.05} + \frac{1}{29.13} + \frac{0.009525}{180} + \frac{0.0011}{45}} = 6.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr m}^2 \cdot \text{C}}$$

Paredes y aislante:

$$K_{\text{lana}} = 0.04 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m} \cdot \text{C}} ; \quad K_{\text{lámina}} = 45 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m} \cdot \text{C}}$$

$$X_{\text{lana}} = 0.0254 \text{ m. ; } X_{\text{lámina}} = 0.0011 \text{ m.}$$

$$U_{\text{paredes y lana}} = \frac{1}{\frac{1}{8.05} + \frac{1}{29.13} + \frac{0.0254}{0.04} + \frac{0.0011}{45}} = 1.26 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \cdot \text{C}}$$

Ventana acrílico doble pared:

$$K_{\text{acrílico}} = 0.035 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} ; K_{\text{aire}} = 0.022 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$X_{\text{acrílico}} = 0.005 \text{ m.} ; X_{\text{aire}} = 0.03 \text{ m.}$$

$$U_{\text{ventana}} = \frac{1}{\frac{1}{8.05} + \frac{1}{29.13} + 2 \left[\frac{0.005}{0.035} \right] + \frac{0.03}{0.022}} = 0.55 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Líquido en los matraces

$$K_{\text{líquido}} = 0.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Consideramos un matraz cilíndrico recto contenido agua, con el mismo diámetro de la base de los matraces Erlenmeyer.

$$\therefore \text{Para un cilindro } V = \frac{\pi}{4} d^2 h$$

donde $d = 100.5 \text{ mm}$ (diámetro mayor del matraz Erlenmeyer)

$h = \text{altura (Espesor a considerar)} = X$

$$V = 500 \text{ ml.} = 0.0005 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow h = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4(0.0005)}{\pi (0.1005)^2} = 0.63 \text{ m.}$$

$$\text{Y el Area: } A = 2 \pi r (r + h) = 2 \pi \left[\frac{0.1005}{2} \right] \left[\left(\frac{0.1005}{2} \right) + 0.63 \right]$$

$$A = 0.215 \text{ m}^2$$

$$\therefore X_{\text{líquido}} = 0.63 \text{ m.} ; K_{\text{agua}} = 0.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$U_{\text{liquido}} = \frac{1}{\frac{1}{8.05} + \frac{1}{29.13} + \frac{0.063}{0.5}} = 0.70 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \cdot \text{C}}$$

Matraces de vidrio:

$$K_{\text{vidrio}} = 0.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \cdot \text{C}} ; X_{\text{vidrio}} = 0.002 \text{ m.}$$

$$U_{\text{vidrio}} = \frac{1}{\frac{1}{8.05} + \frac{1}{29.13} + \frac{0.002}{0.7}} = 6.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \cdot \text{C}}$$

Cálculo de pérdidas:

$$q = U A \Delta T$$

Como la placa de aluminio y charola se encuentran dentro de la cámara, se toma en cuenta el área superior e inferior de éstas.

PLACA Y CHAROLA

$$q_{\text{placa y charola}} = (6.3) [(0.7)(0.7) + (0.7)(0.7)] (80-20) = 370.44 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

PAREDES Y AISLANTE

$$q_{\text{paredes y aislante}} = (1.26) [(4)(.9)(.7) + (2)(.9)(.9)] (80-20) =$$

$$q_{\text{paredes y aislante}} = 312.08 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

VENTANA DOBLE

$$q_{\text{ventana doble}} = (0.55) [(0.5)(0.2)] (80-20) = 3.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

LIQUIDO

Líquido de 36 matraces.

$$q = (0.7)(0.215)(36)(80-20) = 325.08 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Si consideramos que los matraces máximo están a un 50% de su capacidad por el movimiento de agitación:

$$q_{\text{liquido}} = 162.54 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

VIDRIO DE LOS MATRACES

Matraces de vidrio (36)

Area total cono truncado:

$$A = \frac{\pi}{2} g (D + d)$$

Datos geométricos del matraz de 500 ml.

D = diámetro mayor = 0.1005 m.

d = diámetro menor = 0.03651 m.

h = altura = 0.14923 m.

g = pendiente del cono:

$$g = \sqrt{\left[\frac{(D-d)}{2}\right]^2 + h^2} = \sqrt{\left[\frac{0.1005 - 0.03651}{2}\right]^2 + (0.14923)^2}$$

$$\rightarrow g = 0.152 \text{ m.}$$

$$\therefore A = \frac{\pi}{2} (0.15)(0.1005 + 0.03651) = 0.032 \text{ m.}^2$$

$$\rightarrow q_{\text{matraces}} = (36)(6.2)(0.03)(80-20) = 428.544 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Pérdidas totales

$$\sum q_i = 1277.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$\therefore \text{la carga Total: } q' = -1277.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} = -5350.0 \frac{\text{KJ}}{\text{hr}}$$

Aire necesario a calentar : $Q = \dot{m} \Delta h + q'$

$$\text{Volumen} = 0.567 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{aire}} = 1.2 \text{ Kg/m}^3$$

A la altura de la Cd. de México:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{P_1}{P_2} = 1.2 \left[\frac{585}{760} \right] = 0.92 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Considerando dos cambios por hora ya que no es necesaria la renovación de aire:

$$\dot{m} = \frac{\rho V}{t} = (0.92) \left[\frac{2 (0.567)}{1} \right] = 1.04 \frac{\text{Kg aire}}{\text{hr}}$$

$$\Delta h = h_{\text{ent}} - h_{\text{c.i.}}$$

$$h_{\text{ent}} = 448 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}; \text{ a } 80^\circ\text{C y } \phi = 30 \% \text{ (tablas de aire ideal)}$$

$$h_{\text{c.i.}} = 42.71 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}; \text{ a temperatura ambiente y } \phi = 57 \%$$

$$\rightarrow \Delta h = 405.3 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\therefore Q = (1.04)(405.3) - 5350 = - 4928 \frac{\text{KJ}}{\text{HR}}$$

$$\rightarrow Q = - 1.37 \text{ KW}$$

Para la resistencia eléctrica se seleccionó un valor comercial de 1.5 KW.

4.3 Sistema Motriz

4.3.1 Selección del motor.

Este sistema está formado por diferentes elementos que en su mayoría son partes comerciales, excepto la placa base y la placa móvil.

El material utilizado para la placa base fué acero 1018, la cual se rectificó por una de sus caras, para mantener todo el sistema en un mismo plano; donde se maquinaron cinco cajas, una en cada esquina y al centro, para alojar los rodamientos EE7Y.

El material de la placa móvil fué de aluminio ya que éste es rígido, ligero y resistente a la corrosión, sobre la placa se maquinaron cinco cajas para los insertos, donde se alojan los rodamientos SKF-6201.

La reducción de velocidad se realizó por medio de dos poleas de aluminio y una banda.

Este sistema está formado por:

- Placa base de acero 1018 de 50 X50 cm. X 12.7 mm (1/2 plg) de espesor.
- Placa móvil de aluminio de 70 X 70 cm X 9,54 mm (3/8 plg.) de espesor.
- Una polea de aluminio de 25.4 cm. (10 plg.), con una ranura tipo "A".
- Una polea de aluminio de 5.08 cm. (2 plg.), con una ranura tipo "A".
- Seis rodamientos radiales de bola SKF-EE7Y para placa base.
- Cinco rodamientos radiales de bola SKF-6201 para placa móvil.
- Una banda trapezoidal tipo "A" de 129.54 cm. (51 plg.).
- Una chumacera de piso SKF de 1.905 cm. (3/4 plg.).
- Un soporte tipo "C" para la chumacera.
- Un motor de C.D. de 1/10 de C.P. a 1725 RPM de trabajo continuo.
- Un separador para la polea.

4.3.2 Memoria de cálculo:

Fa = Fuerza de arranque para vencer la inercia.

Fe = Fuerza de movimiento.

Valores medidos:

$$F_a = 8 \text{ N}$$

$$F_b = 5 \text{ N}$$

De estas dos fuerzas se tomará la mayor para realizar el cálculo.

$$P = T \omega$$

P = Potencia

T = Par

ω = Velocidad angular

$$T = F_a \times r$$

Fa = Fuerza de arranque

r = radio de la polea

$$T = 8 \text{ [N]} \times 0.127$$

$$T = 1.016 \text{ [N-m]}$$

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} \quad n = \text{R.P.M.}$$

$$\omega = \frac{2 \pi (300)}{60} = 31.917 \text{ [1/s]}$$

Sustituyendo valores del Par (T) y la Velocidad Angular (ω) se tiene:

$$P = T \omega$$

→

$$P = 1.016 \text{ [N-m]} \times 31.917 \text{ [1/s]}$$

$$P = 31.917 \text{ [W]}$$

→

$$P = 31.917 \frac{1 \text{ C.P.}}{745.7 \text{ W}}$$

$$P = 0.0428 \text{ C.P.}$$

Considerando un 20 % de pérdidas,

$$P = 0.0428 (1.2) = 0.05136 \text{ C.P.}$$

Tomando en cuenta los cálculos realizados se escogería un motor de 1/15 de C.P., pero por razones de existencia comerciales se compró un motor de 1/10 de C.P.

4.3.3 Balanceo del excéntrico

El desbalanceo que se presenta en este sistema es debido a la excentricidad de la pieza que permite realizar el movimiento orbital; el perno motriz que se encuentra a una excentricidad de 1 plg. arrastra aproximadamente 25 Kg. donde se consideran concentrados los pesos de la placa, charolas, garras de sujeción, para el caso de que las charolas están completamente llenas de matraces así como estos a su máxima capacidad.

Para balancear este sistema y conocer la masa correctora a determinada distancia, se hizo un análisis ideal considerando que el sistema motriz estará trabajando en las condiciones más extremas.

Máxima carga de capacidad	25Kg.
Velocidad máxima de trabajo	300 RPM
Radio de posición del excéntrico	0.0254 m.

Utilizando la ecuación de Fuerza centrífuga se tiene lo siguiente:

$$F_c = m r \omega^2$$

Donde:

F_c	= Fuerza centrífuga	[N]
m	= Masa	[Kg]
r	= Radio	[m]
ω	= Velocidad angular	[1/s]

Sustituyendo valores, se tiene:

$$\begin{aligned} m &= 25 \text{ Kg} \\ r &= 0.0254 \text{ m} \\ n &= 300 \text{ RPM} \\ \omega &= 2\pi \frac{300}{60} = 31.415 \text{ 1/s} \end{aligned}$$

$$F_c = 25 (0.0254) 31.415)^2$$

$$F_c = 626.68 \text{ [N]}$$

La fuerza F_c obtenida es la que provoca el desbalanceo por lo tanto se necesita colocar un contrapeso para tener un sistema estable.

Para encontrar la masa y distancia a la que debe estar colocado el contrapeso se puede obtener de la igualación de la siguiente ecuación:

$$F_c = F_{corr}$$

$$F_c = m r \omega^2$$

Fuerza centrífuga

$$F_{corr} = m_c r_c \omega^2$$

Fuerza correctora.

Igualando y eliminando la velocidad angular ya que se mantendrá constante,

$$m r \omega^2 = m_c r_c \omega^2$$

$$m r = m_c r_c \dots \dots \dots (a)$$

En la ecuación (a) se tiene que m_c y r_c son variables, por lo que podemos fijar una y calcular la otra. La masa correctora (m_c) y radio corrector (r_c) son variables debido a que el contrapeso no puede ser colocado en el mismo plano del perno desbalanceado, ya que se tuvieron problemas de espacio y sujeción del contrapeso. Este será colocado sobre la polea conducida de 5 plg. (0.0127 m.) de radio, aquí hay disponibilidad de colocar el contrapeso entre un rango de 1 plg. $r_c < 5$ plg.

Despejando mc y fijando rc queda de la siguiente forma:

$$\frac{m_r}{rc} = mc$$

Despejando rc y fijando mc queda:

$$\frac{m_r}{mc} = rc$$

Para facilitar los cálculos de mc y rc se hizo un programa donde se tabularon y graficaron los resultados obtenidos. Tabla 4.1, figura 4.1, se observan los siguientes resultados:

Fijando rc
rc = 0.1 m.
.mc = 6.35 Kg.

fijando mc
mc = 5 Kg.
.rc = 0.127 m.

Analizando los resultados en base a las dimensiones disponibles de rc, se tiene que la masa correctora debe ser de 6.35 Kg. colocada a una distancia de radio de 0.1 m. para balancear el sistema, el contrapeso deberá ser de un material de alta densidad y de fácil sujeción por lo que se decidió usar plomo.

El sistema motriz trabaja a bajas revoluciones, por lo que no afecta de manera considerable el hecho de tener la masa correctora colocada en un plano diferente al del perno excéntrico.

El contrapeso que se coloca finalmente sobre la polea con un peso de 3 Kg., esto se debió principalmente a limitantes de espacio.

Se probó el sistema motriz antes de balancarlo y no presentó ningún problema de vibración debido a que la estructura que lo soporta tiene un peso considerable. Aunque no fuera necesario el balanceo, se optó por la forma correcta, para el buen funcionamiento y equilibrio del sistema.

```

2 CLS
45 PRINT"Radio corrector Masa correctora"
46 PRINT " [m] [Kg]"
50 FOR RC=.01 TO .25 STEP .01
60 MC=.0254*25/RC
70 PRINT USING "#####.##";RC,MC
80 NEXT

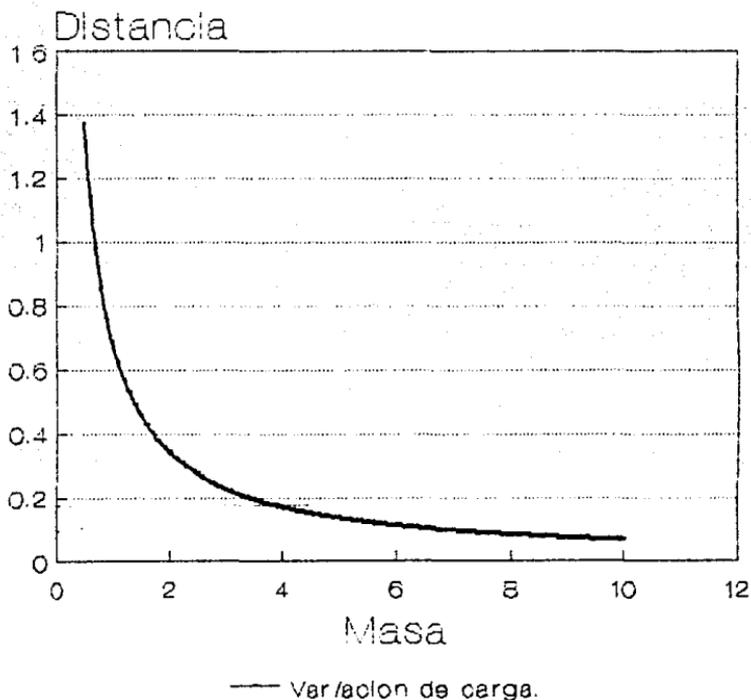
```

Radio corrector [m]	Masa correctora [Kg]
0.01	63.50
0.02	31.75
0.03	21.17
0.04	15.88
0.05	12.70
0.06	10.58
0.07	9.07
0.08	7.94
0.09	7.06
0.10	6.35
0.11	5.77
0.12	5.29
0.13	4.88
0.14	4.54
0.15	4.23
0.16	3.97
0.17	3.74
0.18	3.53
0.19	3.34
0.20	3.17
0.21	3.02
0.22	2.89
0.23	2.76
0.24	2.65

Tabla 4.1

Balaneo de masas

Carga 25 Kg.



Analisis de balanceo.

Figura 4.1

4.4 Sistema estructural y cubiertas.

Estructura.

La estructura del agitador está construida en acero estructural, el cual es resistente a las vibraciones provocadas por el movimiento oscilatorio de los excéntricos. El material utilizado para su fabricación fue ángulo de 50.8 X 4.76 mm. (2 X 3/16 plg.) y solera de 50.8 X 4.76 mm.

Cubiertas.

De acuerdo a la opción seleccionada en el capítulo anterior, las cubiertas fueron fabricadas en lámina negra calibre 18.

Las cubiertas están diseñadas para darle cuerpo, forma y protección al agitador, y al usuario.

Para facilitar el acceso al equipo y componentes que constituyen la máquina para su mantenimiento, se diseñó una tapa que no requiere de ninguna herramienta para desmontarla, ya que se encuentra sobrepuesta por medio de uñas de sujección a presión.

El acceso a la cámara se realiza por medio de una puerta que permite tener un sellado hermético, el cual se logró por medio de un sello de hule con imán sujeto a la cara interior de la cámara; la visualización al interior se logró por medio de una ventana de doble pared (para evitar las pérdidas de calor) y un sistema de iluminación.

Tablero de control.

El tablero de control electrónico se dividió en tres áreas donde se colocaron interruptores e indicadores de los sistemas de operación.

1er Área, localizada en la parte izquierda del tablero, contiene el interruptor de encendido general del agitador y del sistema de iluminación.

2da Area, se tiene el sistema de control de velocidad donde se encuentra el interruptor del sistema de agitación, perilla de control de velocidad y la pantalla analógica que muestra la velocidad de agitación en R.P.M.

3er Area, que se localiza en el extremo derecho. Contiene un interruptor para el accionamiento del sistema de calefacción, un interruptor para el accionamiento de la pantalla digital, un interruptor que da el modo de selección de temperatura en cámara y selección de temperatura hasta decimas de °C por medio de una perilla de ajuste fino.

Logotipo.

Para el agitador AORTEC se diseño un logotipo que lo identificara y expresara la idea de su funcionamiento, que se puede resumir en lo siguiente: Mantener en agitación orbital matraces Erlenmeyer, por lo tanto en el diseño se muestra un matraz sobre una elipse, el logotipo se dibujo a base de líneas gruesas y delgadas, con lo que se ve un diseño claro y actual.



Placa de datos técnicos.

En la parte posterior del agitador se colocó una placa de datos técnicos para información del usuario, que se muestra a continuación:

ALIMENTACIÓN: 127 V.	PESO APROX: 200 KG.
CICLOS: 60 Hz.	AMPERAJE MANEJADO: 20 A.

4.5 Sistema de control

Este sistema esta constituido por dos bloques funcionales: para controlar velocidad y temperatura. A continuaci3n se hablara en forma general de 3stos.

4.5.1 Control de Temperatura. En los planos 48 al 51 se muestran a detalle las diferentes etapas de funcionamiento del sistema para controlar la temperatura de la c3mara de agitaci3n.

Teor3a de Funcionamiento. Este circuito realiza la funci3n de sensar la temperatura que existe en la c3mara de agitaci3n y compararla con la temperatura seleccionada de antemano. Seg3n el caso, el circuito activa o desactiva a la resistencia de calefacci3n para aumentar o disminuir la temperatura y mantenerla dentro del rango de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

En la etapa uno de detecci3n (plano 48) se tiene como elemento principal al circuito sensor (LM3911), el cual esta colocado dentro de la c3mara de agitaci3n y transmite su se3al a un amplificador (LM508) para obtener una se3al de 10 milivolts por grado centigrado. Esta se3al corresponde al voltaje del sensor, el cual se manda a la etapa de comparaci3n.

La etapa dos de referencia (plano 49) permite seleccionar por medio de un potenc3metro la temperatura deseada. Un circuito regulador (LM723) permite la regulaci3n de voltaje de 6.4 a 7.02 volts que corresponden a 82 y 20 $^{\circ}\text{C}$ respectivamente, y con la ayuda de una referencia propia de este circuito y un amplificador operacional (LM324) se obtiene una lectura en milivolts. Esto se requiere debido a que la respuesta del sensor es de esta magnitud y adem3s se facilita la alimentaci3n a la etapa de amplificaci3n, control y despliegue. Al final se obtiene un voltaje de referencia (VREF) que va de 252.4 a 882.0 milivolts que corresponden a 25.2 y 88.2 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

La etapa de amplificaci3n y control (plano 50) es alimentada por el voltaje del sensor y el de referencia. los cuales son amplificados con una ganancia de 10; para posteriormente compararlos y obtener un voltaje de control.

La etapa de interface permite acoplar el circuito de baja potencia (voltaje de control) con el circuito de alta potencia (circuito de calefacción) para el control de éste último. El voltaje de control alimenta al circuito de acoplamiento (optoacoplador MOL3011) y que de acuerdo a la resistencias R1 y R2 se obtiene el valor de disparo del elemento de control (triac o tiristor) permitiendo el encendido del sistema de calefacción o su apagado.

Tanto el voltaje de referencia como el del sensor se visualizan en forma digital con la ayuda del circuito de despliegue. Estos voltajes se seleccionan, según la necesidad, por medio del interruptor para alimentar al circuito de interface. Este circuito convierte el voltaje de entrada analógico en un voltaje digital. Obteniéndose lecturas de 1°C por cada 10 milivolts del voltaje de entrada.

4.5.2 Control de velocidad. El sistema electrónico, como ya se mencionó, también controla al sistema de agitación; Para obtener una velocidad variable en un rango de 40 a 300 RPM. Este circuito basa su control en la variación del voltaje de alimentación del motor de agitación. Está constituido de tres etapas principales: rectificación y filtrado, regulación de voltaje y la etapa de potencia. El motor a controlar tiene las siguientes características:

Voltaje 12 VCD
Potencia 1/10 CP
Corriente 6 Amp CD

Teoría de funcionamiento. En el plano 44 SE se indica la configuración del circuito de velocidad.

La etapa de rectificación y filtrado alimenta tanto al circuito de regulación como al de potencia, con un voltaje de 26 V-CD, rectificando la alimentación de línea de 127 VCA con la ayuda de un arreglo de diodos y un capacitor.

Gracias al circuito integrado de regulación (LM 723), se logra variar el voltaje de entrada (26 V-CD) en un rango de 7 a 26 V-CD. Obteniéndose una salida, estable, sin ruido, ni voltajes pico. El valor del voltaje de salida V_o es determinado según el ajuste del potenciómetro P_2 .

En la etapa de potencia, el voltaje se mantiene constante y además suministra la corriente que demanda el motor.

Cabe hacer notar que debido a que el diseño del circuito electrónico se encuentra fuera del alcance del presente trabajo, no se incluyeron los cálculos respectivos.

4.5.3 Fabricación del circuito electrónico. El circuito electrónico fue fabricado en tablillas de circuito impreso de fenólico de una cara; se armaron cinco módulos que incluyen las diferentes etapas de funcionamiento de los sistemas de control de temperatura y velocidad, estos módulos se interconectaron entre sí y con los componentes periféricos (despliegues, interruptores y potenciómetros de ajuste) por medio de cable plano.

Los componentes periféricos se montaron en un tablero de control. Para esto se requirió en ciertos casos, de diseñar aditamentos para sujetarlos; estos aditamentos constaron de: topes de aislamiento para el montaje de los módulos en el tablero de control, y garras de sujeción para soporte del despliegue digital.

La distribución de los componentes periféricos en el tablero de control se realizó de acuerdo al diseño de éste, en tres zonas:

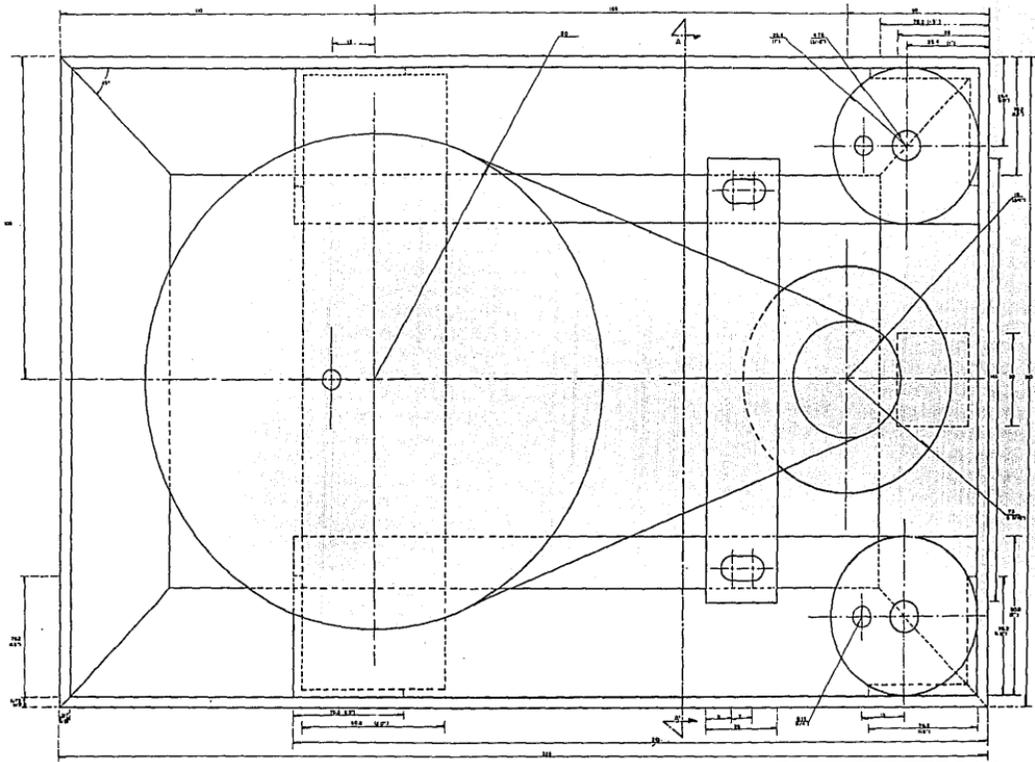
Zona 1: Encendido general y luz interior.

Zona 2: Control de velocidad.

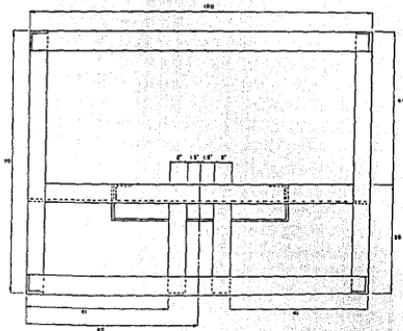
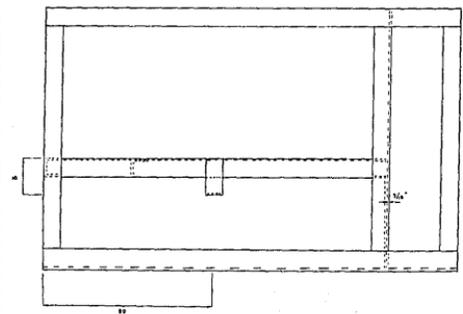
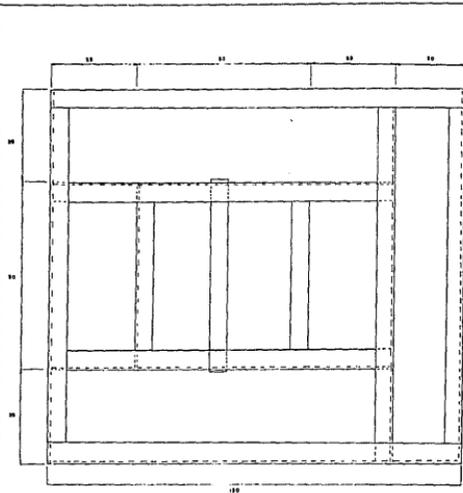
Zona 3: Control de temperatura.

Con esto se da por terminado el capítulo de fabricación dando los detalles más importantes, quedando por exponer la operación y mantenimiento en el siguiente capítulo.

4.6 A continuación se anexan los planos de fabricación de todos los sistemas del agitador orbital.



PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT
PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT
PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT	PROJEKTANT




 Proprietà
 Editore

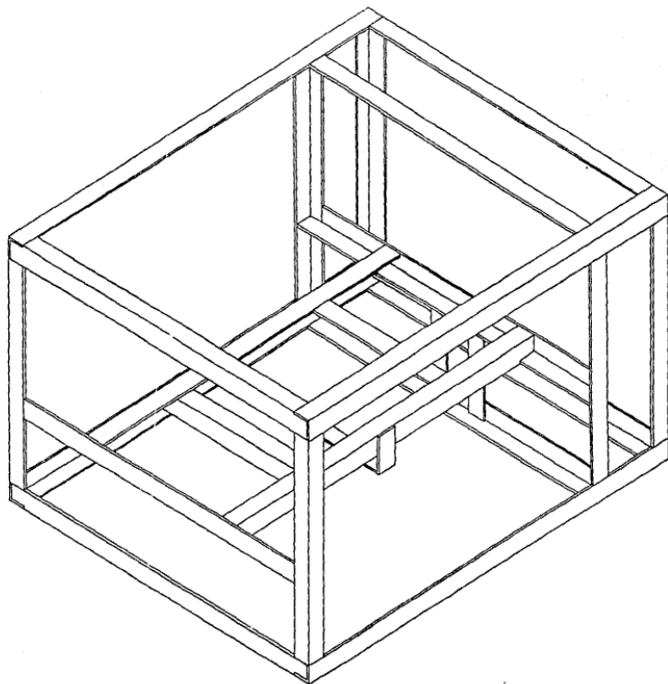
Titolo:
 struttura

Direzione di la piazza
 ufficio: della struttura

Autore:	Disegnato:	Disegnato:
Collaboratore:	Autore:	Disegnato:
Collaboratore:	Autore:	Disegnato:

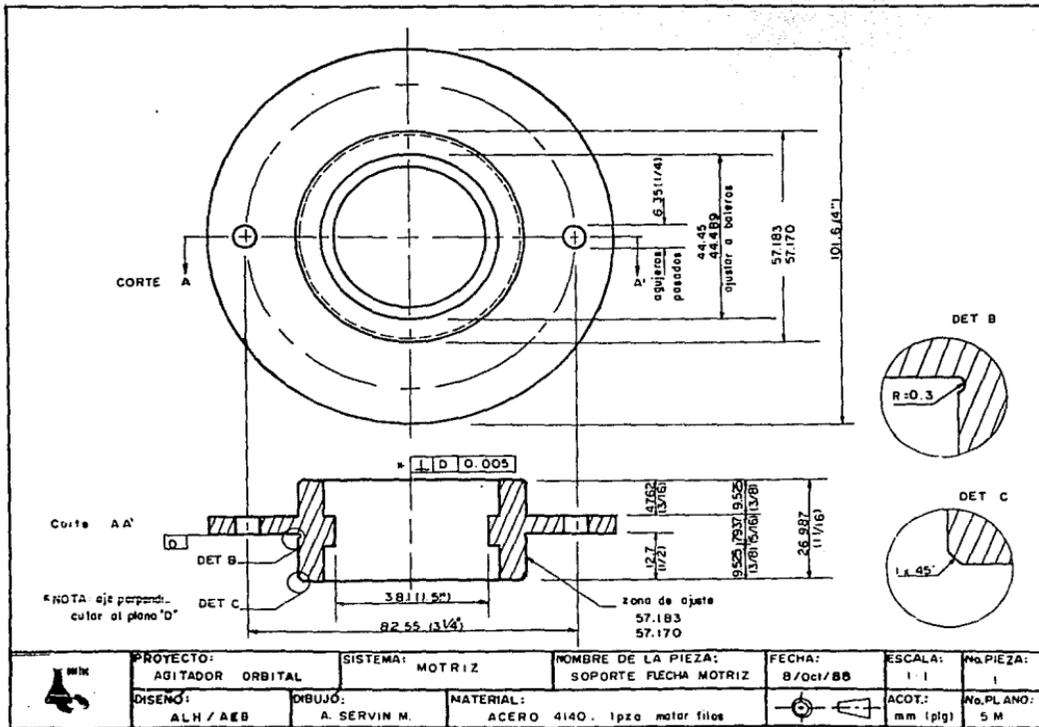
Edizione:
 Anno:
 M. P.
 M. P.

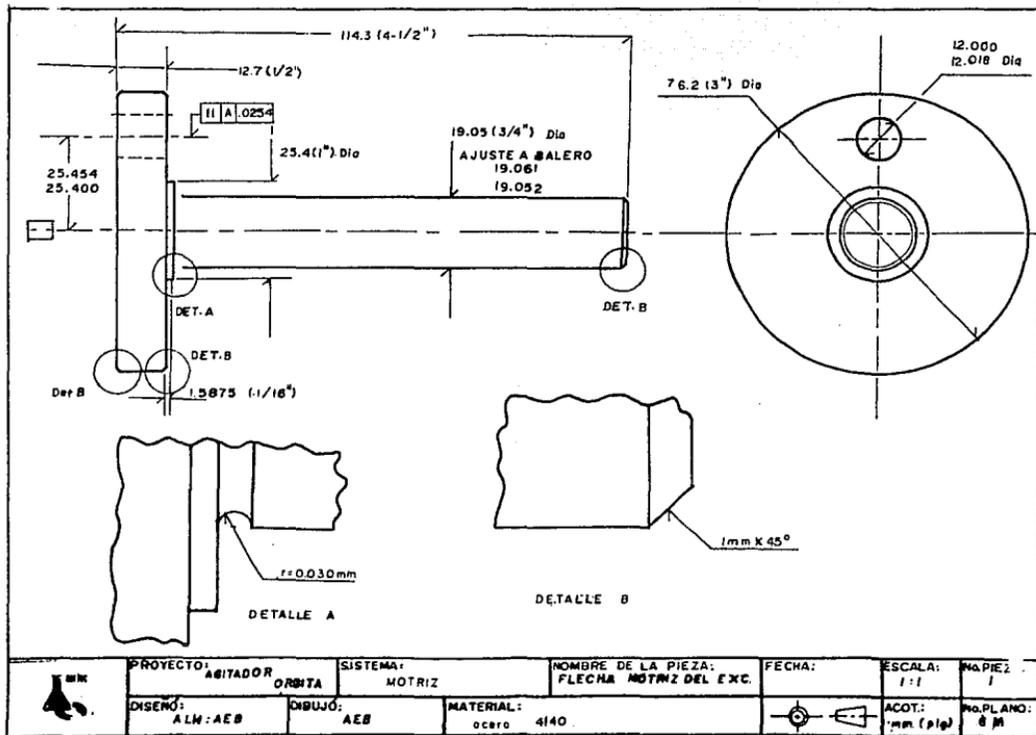
Osservazioni:

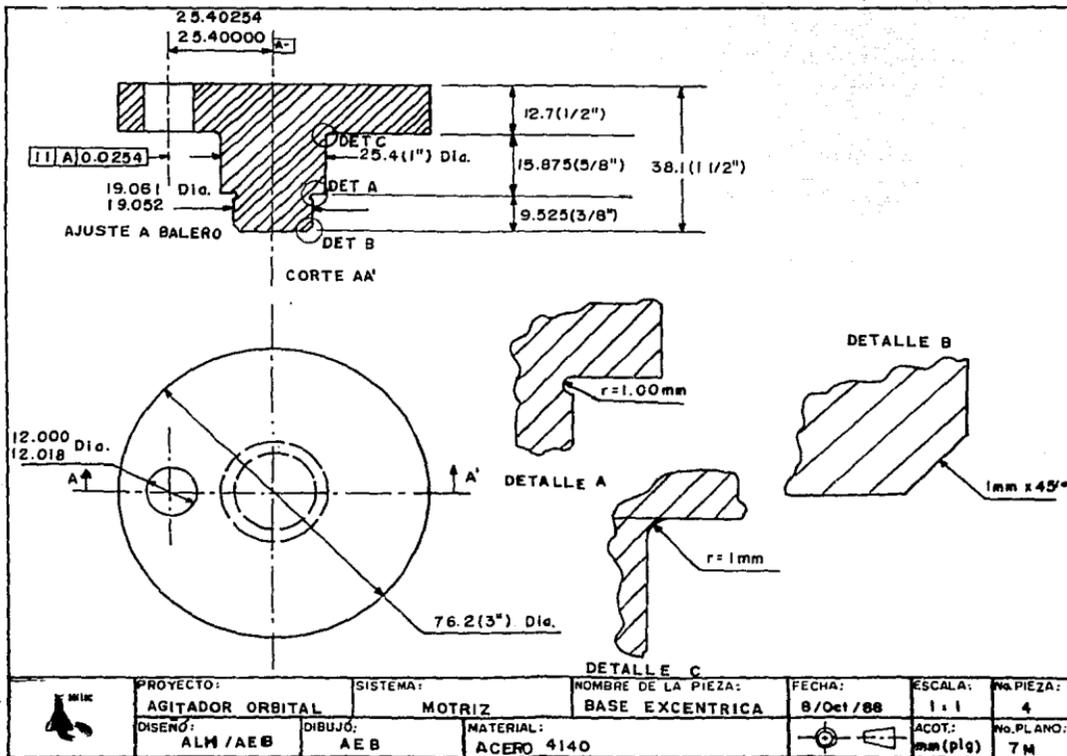


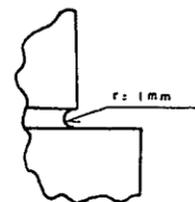
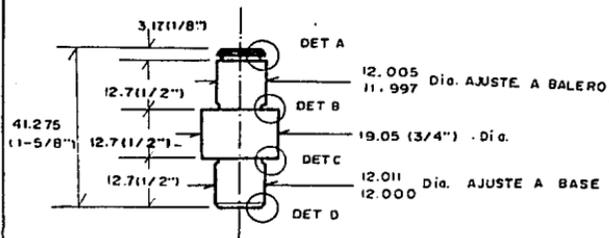
		Proyecto : mobiliario moderno	
Volumen : 1			
Nombre de la parte : estructura			
Nombre de la parte :		Montado en la estructura :	
Escala : 1:1	Fecha : 1950	Diseño : J. M.	Integración : 10
Autores : J. M.	Fecha : 1950	Integración en el plano : 10	Integración en el plano : 10
Observaciones :		Integración en el plano :	

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

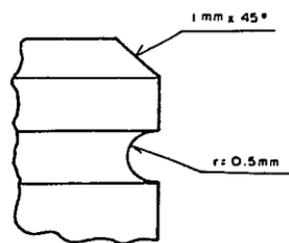
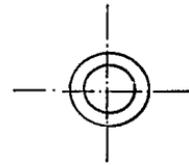








DETALLE B
DETALLE C

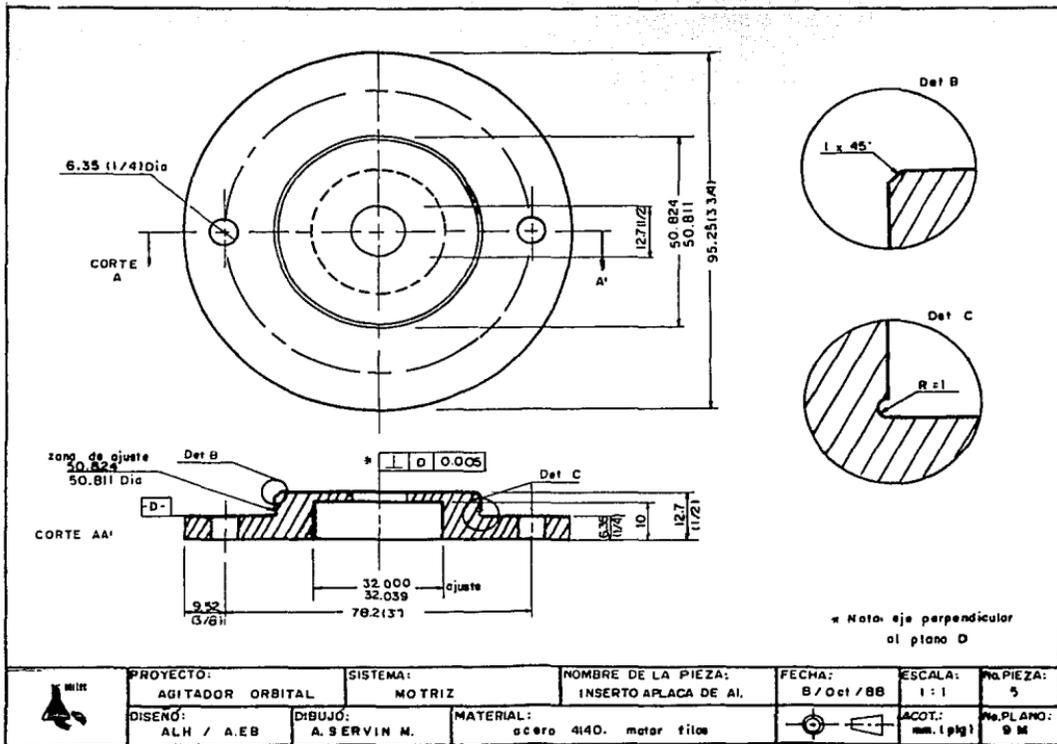


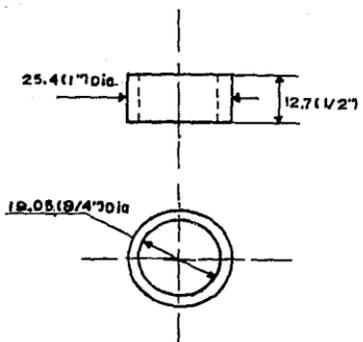
DETALLE A



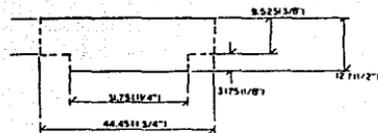
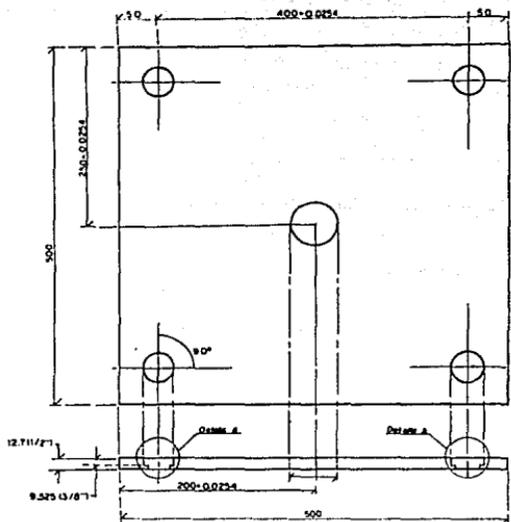
DETALLE D

	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	N	PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	MOTRIZ	PERNO DE ARRASTRE	8/Oct/88	1:1		5
	DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:		ACOT:		LANO:
ALH AEB	AEB	acero 4140			mm (plg)		B M

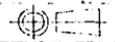


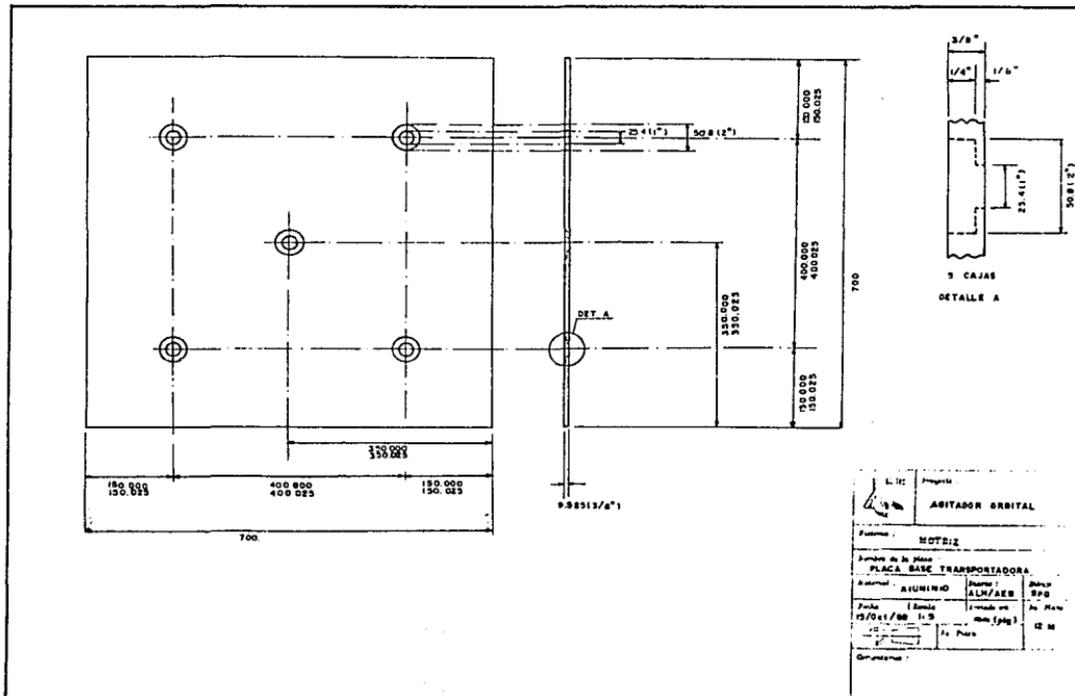


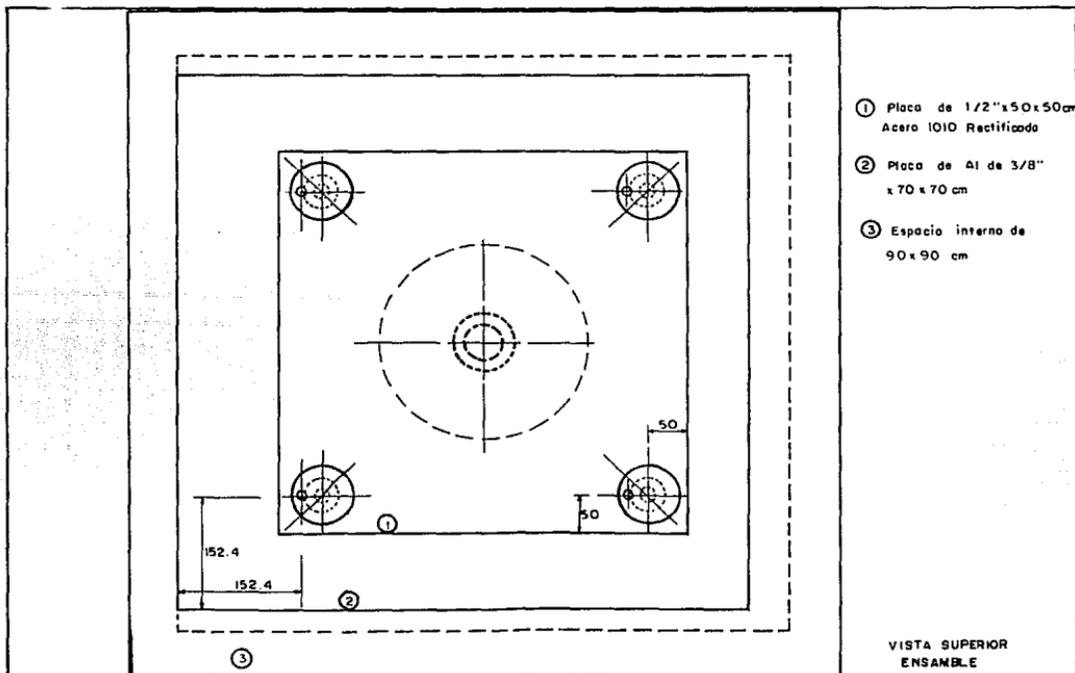
	PROYECTO: ABITADOR ORBITAL	SISTEMA: MOTRIZ	NOMBRE DE LA PIEZA: MANGUITO PARA EJE DE POLEA B/O 4V8 B	FECHA: 11/11	ESCALA: 1:1	Nº PIEZA: 1
	DISEÑO: ALN:ABB	DIBUJÓ: IVVC	MATERIAL: ACERO 1018		ACOT: mm (Plg)	Nº PLANO: 10 N



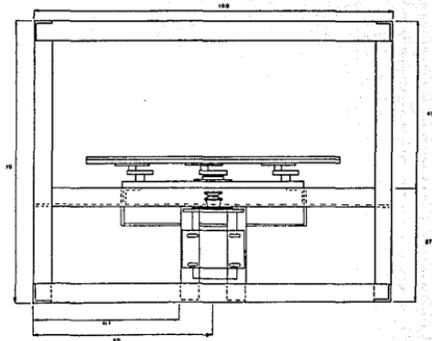
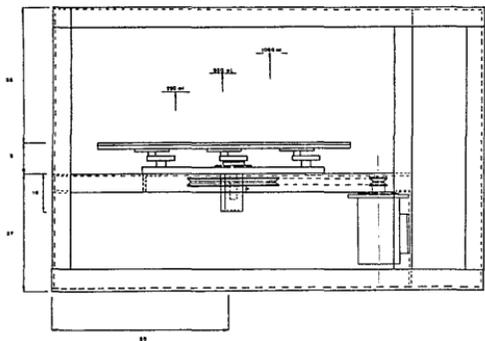
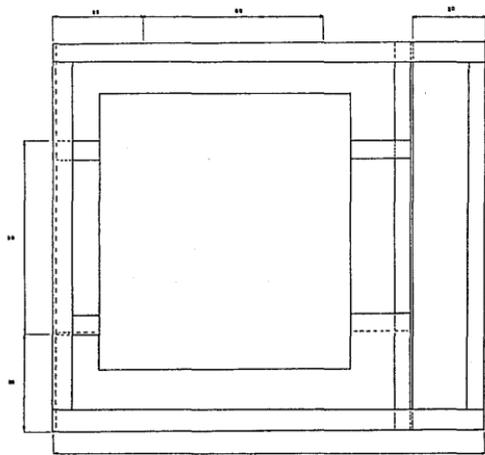
DETALLE A

		Proyecto : AGITADOR ORBITAL	
Sistema : MOTRIZ			
Nombre de la pieza : PLACA BASE RECTIFICADA			
Material :	IOIB	Diseño :	ALH/AEB
		Dibujó :	MPR
Fecha :	19/V/89	Escala :	1:4
		Acabado en :	mm (pig)
		No. Pieza :	Pieza I
			II-M
Comentarios :			





	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: MOTRIZ	NOMBRE DE LA PIEZA: PLACAS BASE ORBITAL	FECHA: 31/Agosto/88	ESCALA: S/E	NO. PIEZA:
	DISEÑO: ALH/AEB	DIBUJO: A. Servin M.	MATERIAL:		ACOT: mm (ptg)	No. PLANO: 15 M



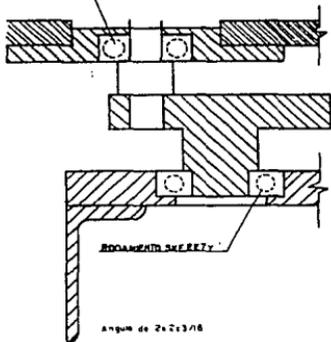

Progetto :
 ...

Sistema : ...
Modello di base : ...

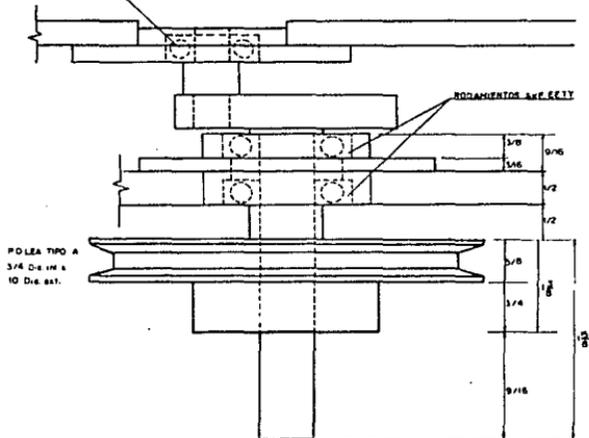
Materiali :	Disegni :	Disegni :
Firma :	Disegni :	Disegni :
19 ...	Disegni :	Disegni :
19 ...	Disegni :	Disegni :

Verificato : ...

RODAMIENTO SKF 6201



RODAMIENTO SKF 6201



Proyecto:

AGITADOR ORBITAL

Dibujos:

SISTEMA MOTRIZ

Identificación de la pieza:

DETALLE DEL SUBASSEMBLE

Material:

Duro

ALM/AEB

ALM

Peso:

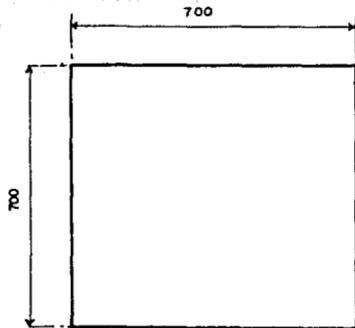
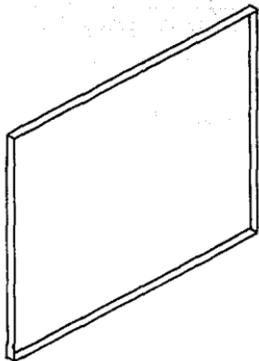
3.00/3.00

11

15.00

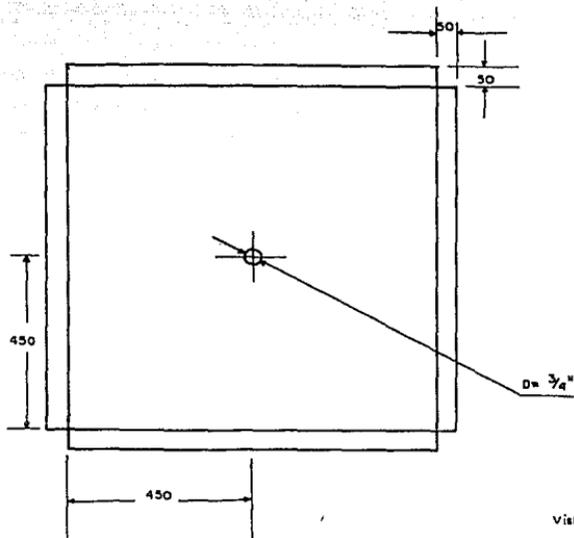
15.00

Dimensiones:

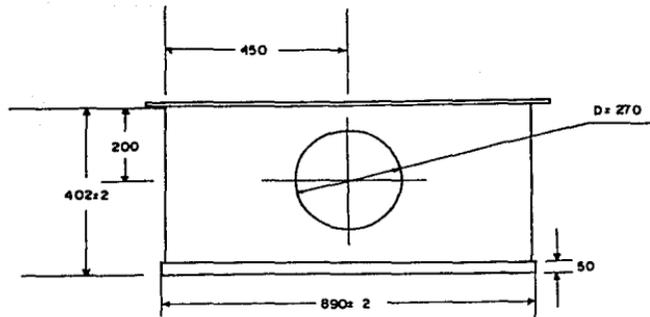


TODAS LAS MEDIDAS SON INTERIORES

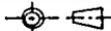
	PROYECTO: ABITADOR ORBITAL	SISTEMA: SUJECION DE MATRACES	NOMBRE DE LA PIEZA: CHAROLA	FECHA: 23/11/88	ESCALA: 1:10	Nº PIEZA: 3
	DISENÓ: A.C.G.	DIBUJO: E.R.D.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE 18		ACOT: M, D	Nº PLANO: 16 CA

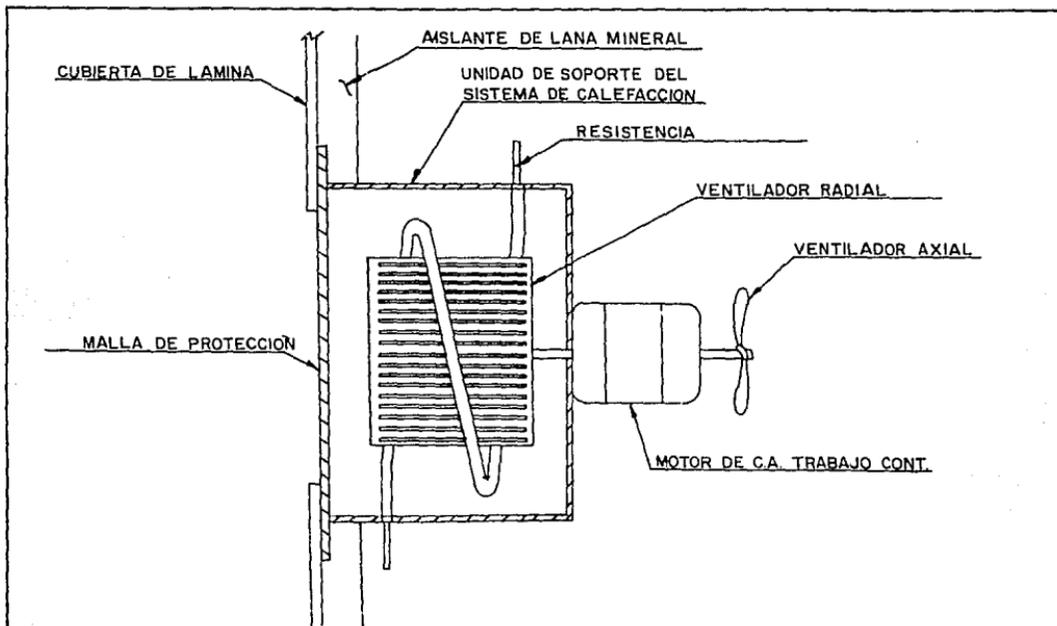


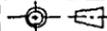
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: CAJA	NOMBRE DE LA PIEZA: PISO DE LA CAJA	FECHA: 8/OCT./1988	ESCALA:	No. PIEZA:
	DISEÑO: D. R. G.	DIBUJO: P. O. U.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CAL. 20		ACOT: mm.	No. PLANO: 17 CA

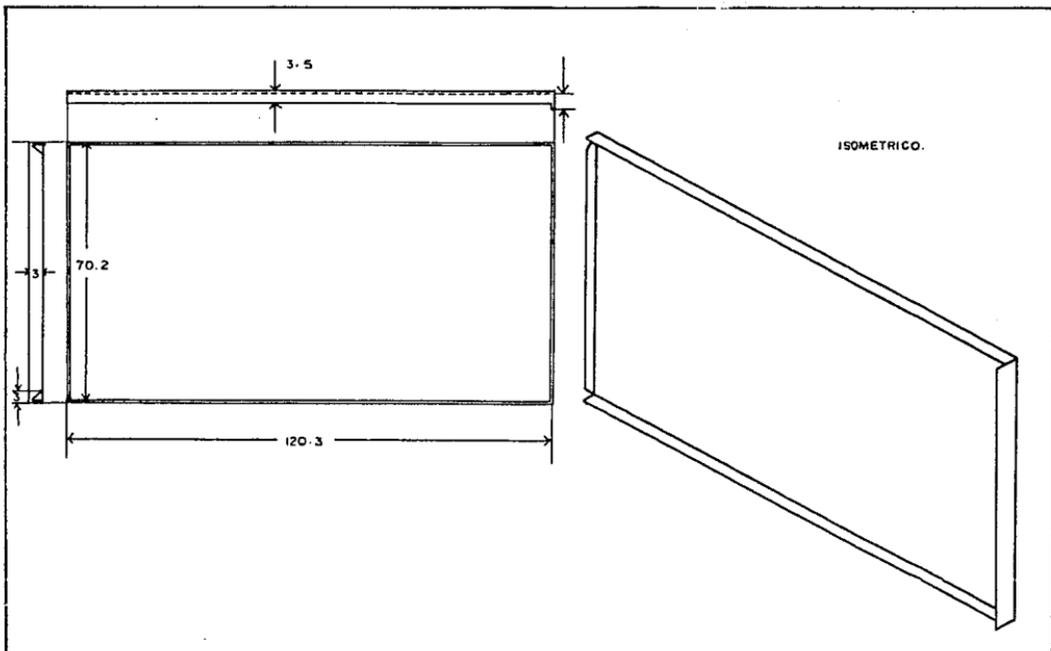


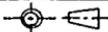
NOTA: las medidas son exteriores

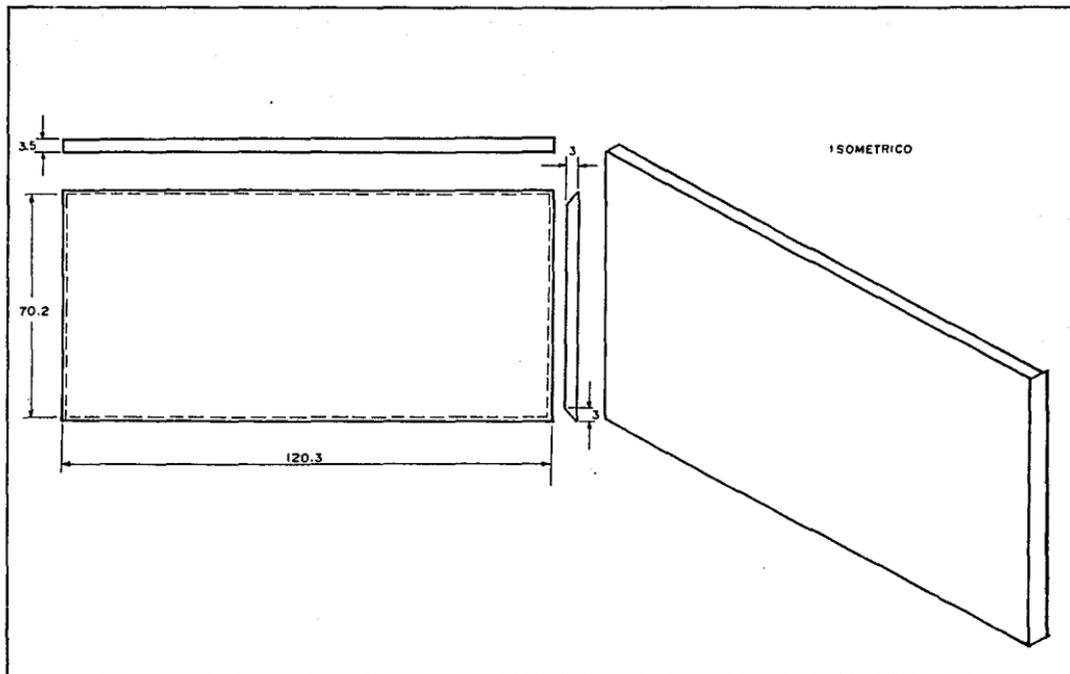
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº.PIEZA:
	ASTADOR ORBITAL	CAJA	VISTA FRONTAL DE LA CÁMARA			1
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:			ACOT.: mm	Nº. PLANO: 18 CA
		LAMINA NEGRA calibre 18				

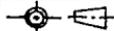


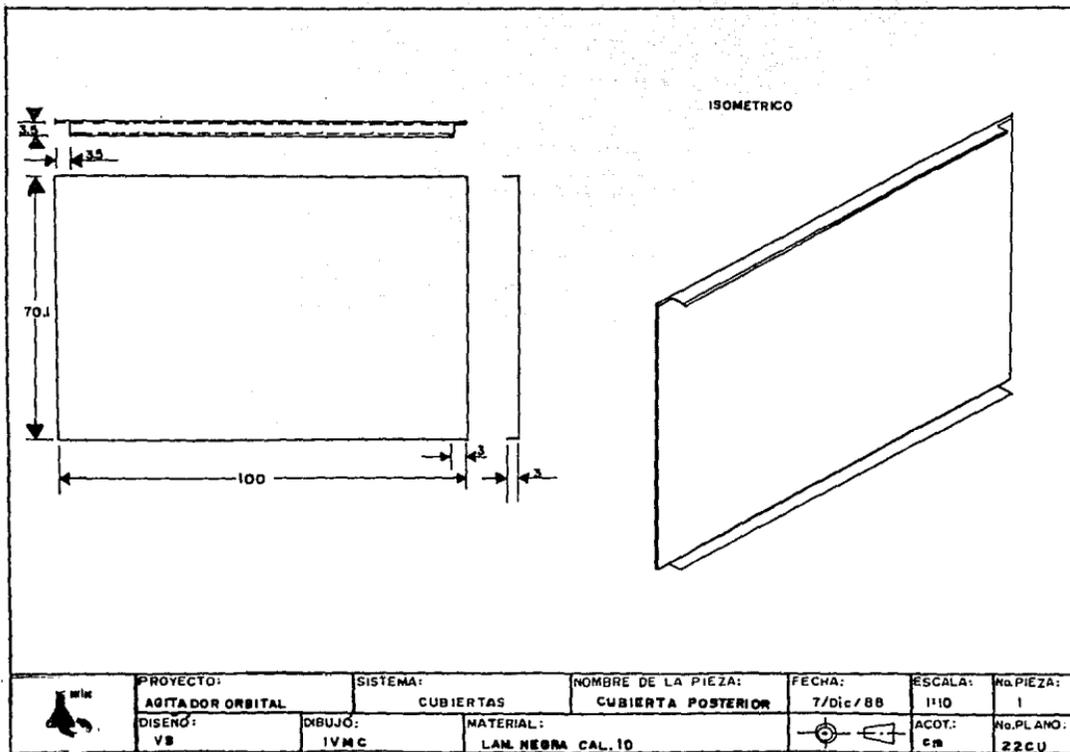
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	No. PIEZA:
	AORTEC	CALEFACCION				I
	DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:		ACOT.:	No. PL. ANO:
	LAGG	A L H				19 CAL



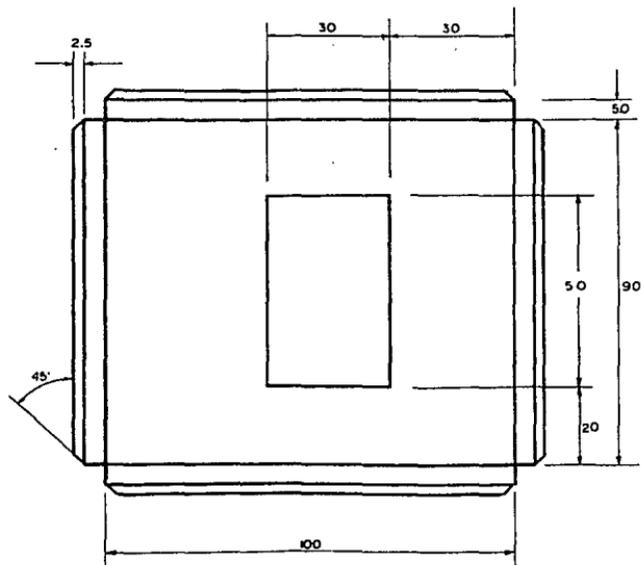
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: CUBERTAS	NOMBRE DE LA PIEZA: CUBIERTA DERECHA	FECHA: 7/DIC./1988	ESCALA: 1:10	Nº.PIEZA: 1
	DISEÑO: V.B.R.	DIBUJÓ: P.O.U.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CAL: 18		ACOT: cm.	Nº. PLANO: 20 CU



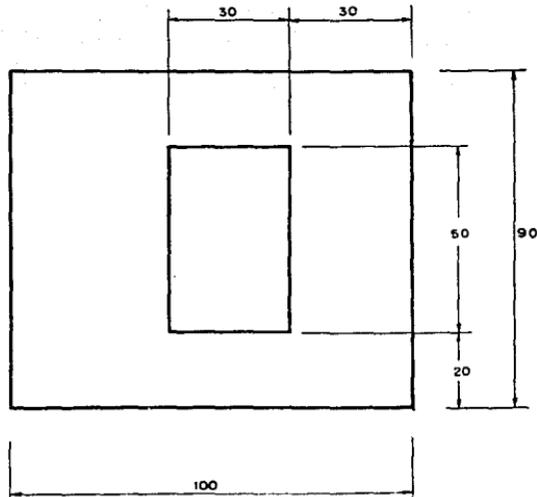
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: CUBIERTAS	NOMBRE DE LA PIEZA: CUBIERTA IZQUIERDA	FECHA: 7/ DIC /88	ESCALA: 1:10	Nº.PIEZA: 1
	DISEÑO: VBR	DIBUJÓ: POU	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE 18		ACOT: c-m	No.PLANO: 21 CU



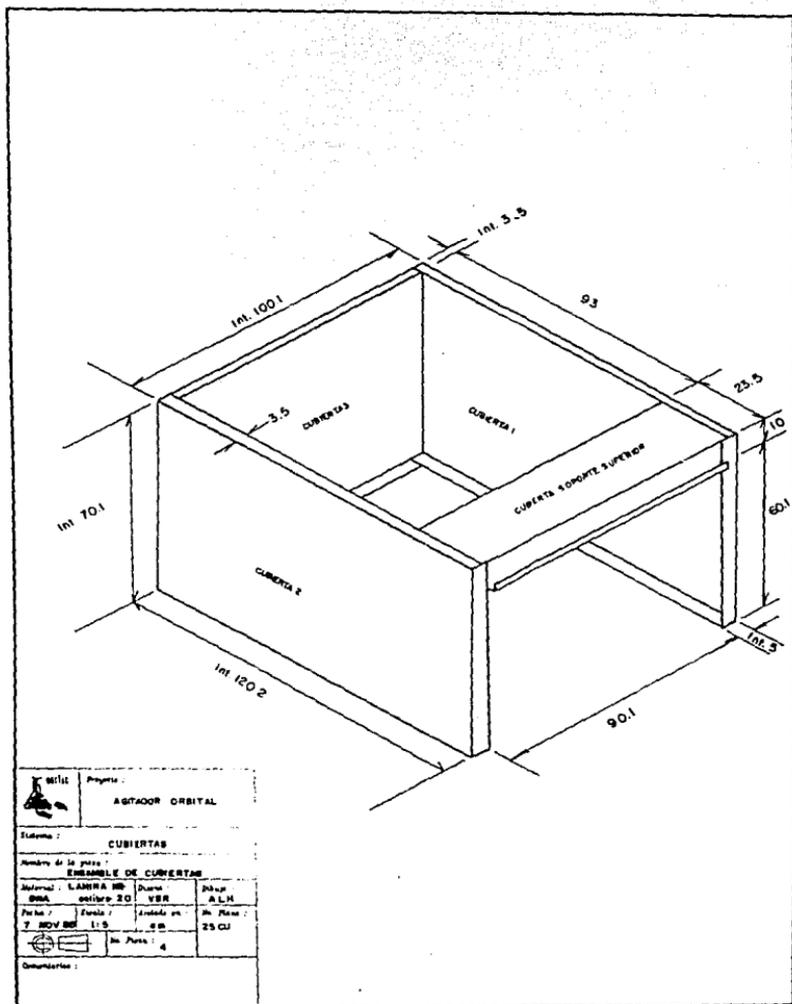
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	No. PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	CUBIERTAS	CUBIERTA POSTERIOR	7/Dic/88	1:10	1
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:			ACOT.:	No. PLANO:
VS	IVMC	LAN. NEGRA CAL. 10			cm	22CU

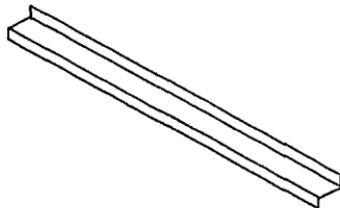
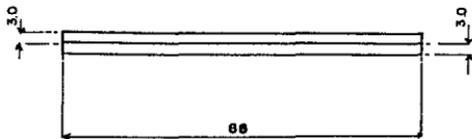


	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	CUBIERTA / PUERTA	DESARROLLO CARA SUPERIOR	15 / NOV / 88	1 : 10	1
	DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:		ACOT:	Nº PLANO:
	VBR	ASM	LAMINA NEGRA Cd. 18		OR	23 CUP

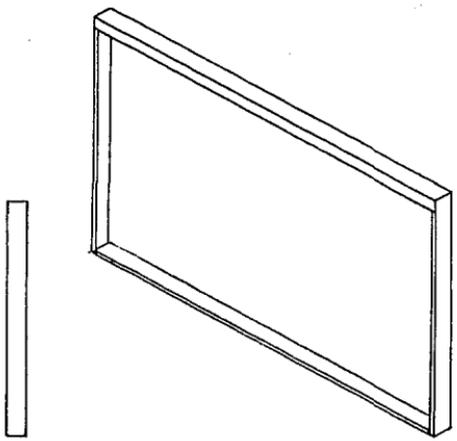
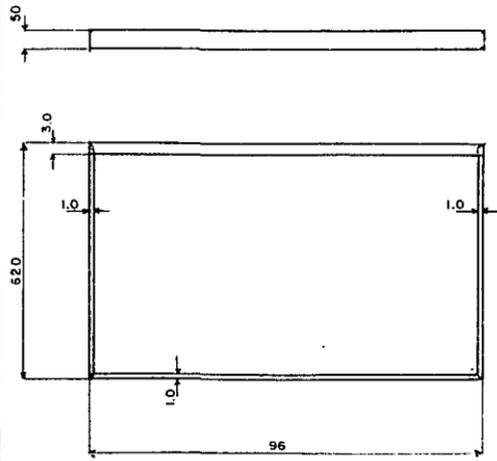


	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	No. PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	CUBIERTA / PUERTA	CARA INFERIOR PUERTA	15 / NOV / 88	1 : 10	1
DISEÑO:	DIBUJÓ:	MATERIAL:			ACOT:	No. PLANO:
VBR	ASM	LAMINA NEGRA Col. 18		cm	24 CUP	



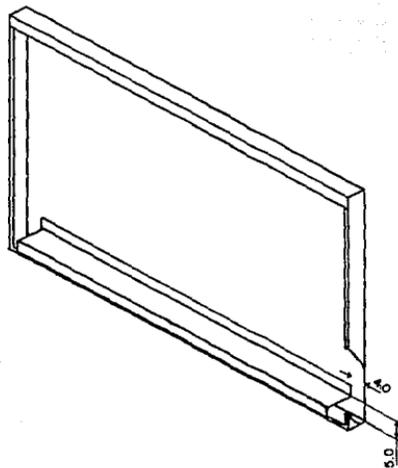


	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: TAPA FONTAL	NOMBRE DE LA PIEZA: COSTILLA DE SUJECION	FECHA: 11/11/88	ESCALA: 1:10	Nº PIEZA: 1
	DISEÑO: V. B. R.	DIBUJÓ: E. P. D.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE # 18		ACOT: ca	Nº PLANO: 26 T

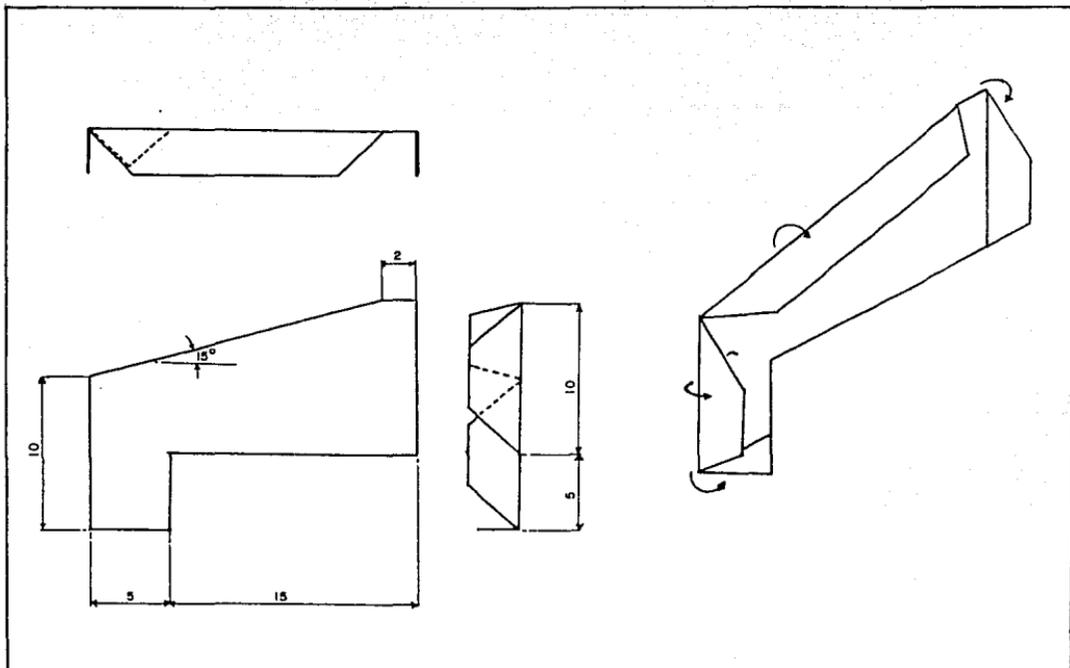


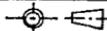
PESTAÑAS 3cm. x 45°

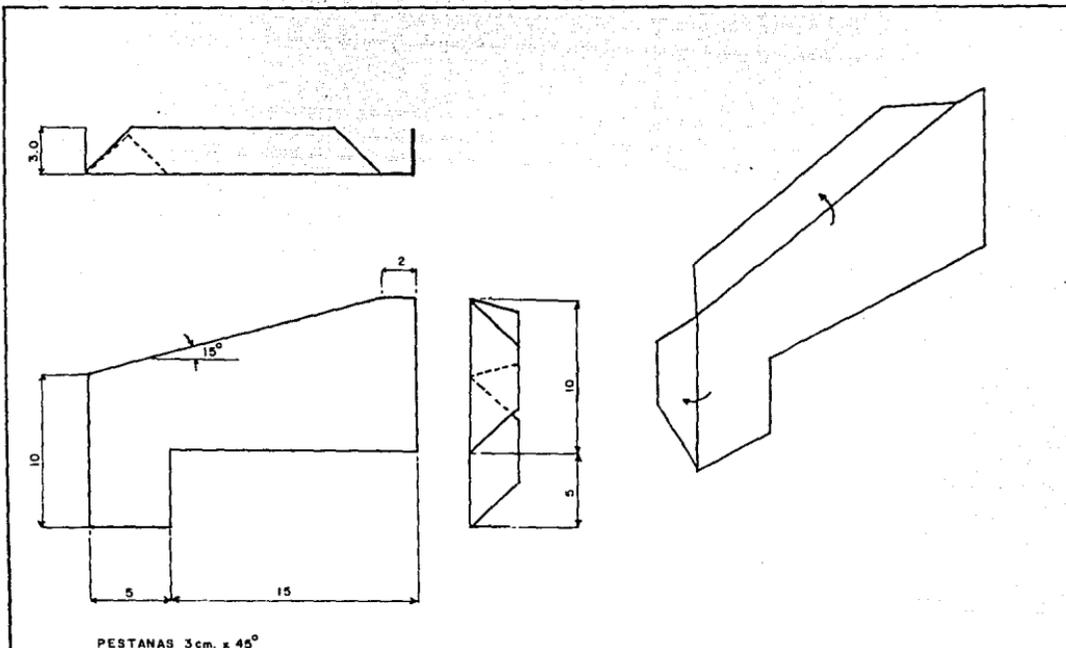
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: TAPA FRONTAL	NOMBRE DE LA PIEZA: TAPA FRONTAL	FECHA: 9/11/68	ESCALA: 1:10	Nº.PIEZA: 1
	DISEÑO: A.C.B.	DIBUJÓ: E.P.D.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE # 18		ACOT.: cm.	No.PLANO: 27 T



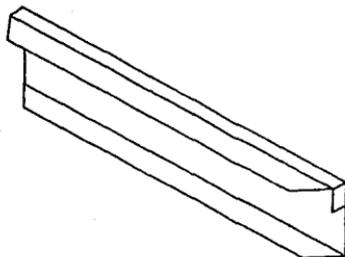
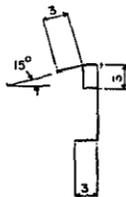
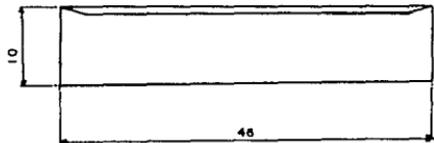
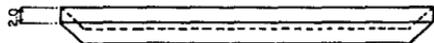
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	No. PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	TAPA FRONTAL	ENSAMBLE TAPA FRONTAL	6/3/69	1:10	1
DISEÑO: V.B.R.	DIBUJO: E.P.D.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE # 18		ACOT: cm	No. PLANO: 28 T	



	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	No. PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	TABLERO DE CONTROL	PARED IZQUIERDA DE TABLERO	5/11/88	1:5	1
DISEÑO:	DIBUJÓ:	MATERIAL:			ACOT:	No. PLANO:
V. B. R.	E. P. D.	LAMINA NEGRA CALIBRE # 18			cm	29 TAB

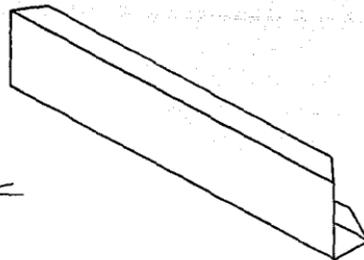
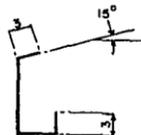
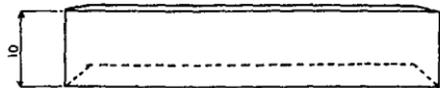
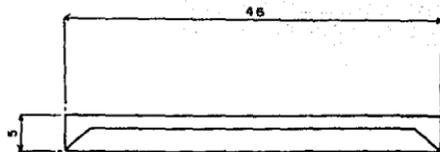


	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº. PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	TABLERO DE CONTROL	PARED DERECHA TABLERO	11/11/85	1:2.5	1
	DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:		ACOT:	Nº. PLANO:
	A.C.O.	E.P.D.	LAMINA NEGRA CALIBRE Nº 18		cm.	30 TAB



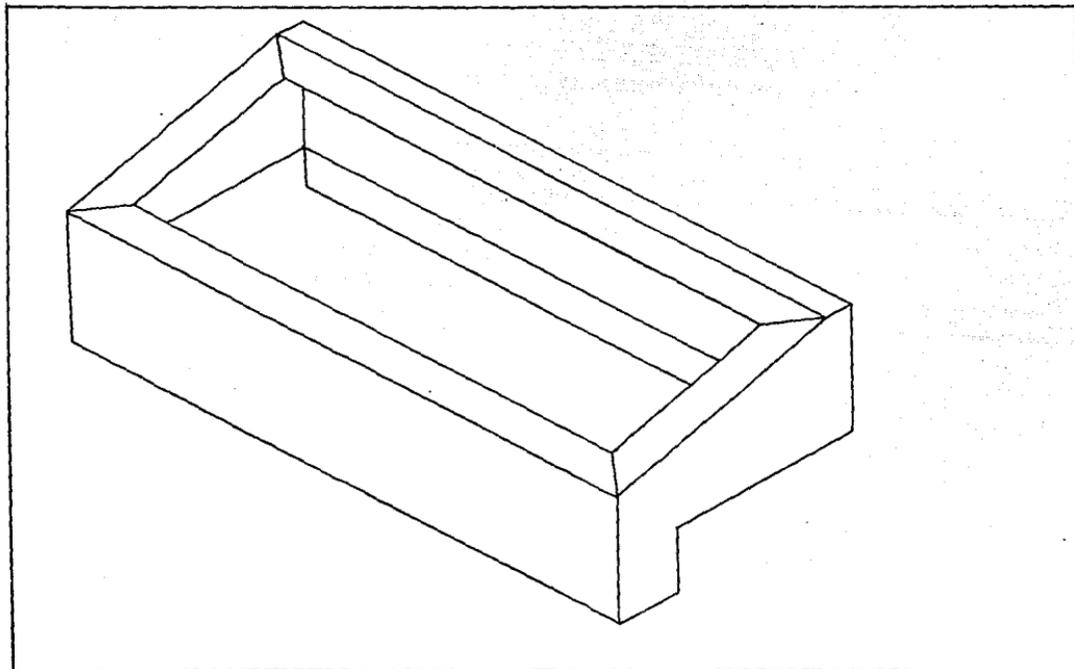
PESTAÑAS 3 cm x 45°

	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: TABLERO DE CONTROL	NOMBRE DE LA PIEZA: PARED POSTERIOR	FECHA: 11/11/88	ESCALA: 1:5	No. PIEZA: 1
	DISEÑO: V. B. R.	DBUJO: E. P. D	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE # 16		ACOT: cm.	No. PLANO 31 TAB

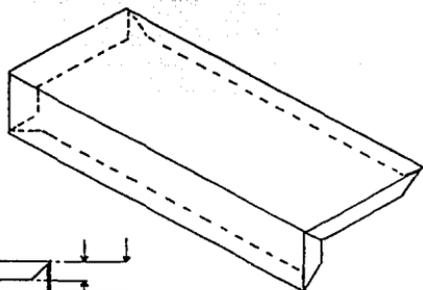
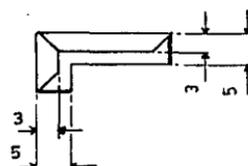
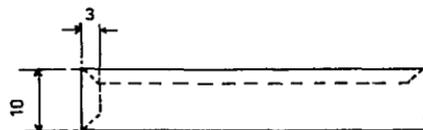
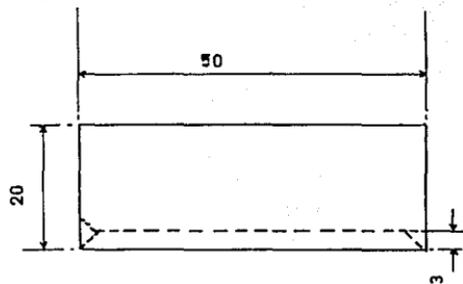


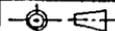
PESTAÑAS 3cm. x 45°

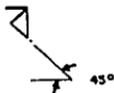
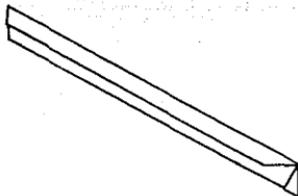
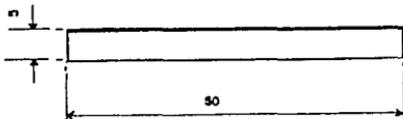
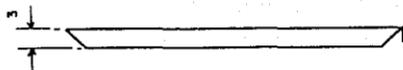
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: TABLERO DE CONTROL	NOMBRE DE LA PIEZA: PARED FRONTAL TABLERO	FECHA: 11 / 11 / 88	ESCALA: 1:5	Nº PIEZA: 1
	DISEÑO: V.B.R.	DEBUJÓ: E.P.D.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CAL. # 10		ACOT: CM	Nº PLANO: 32 TAB



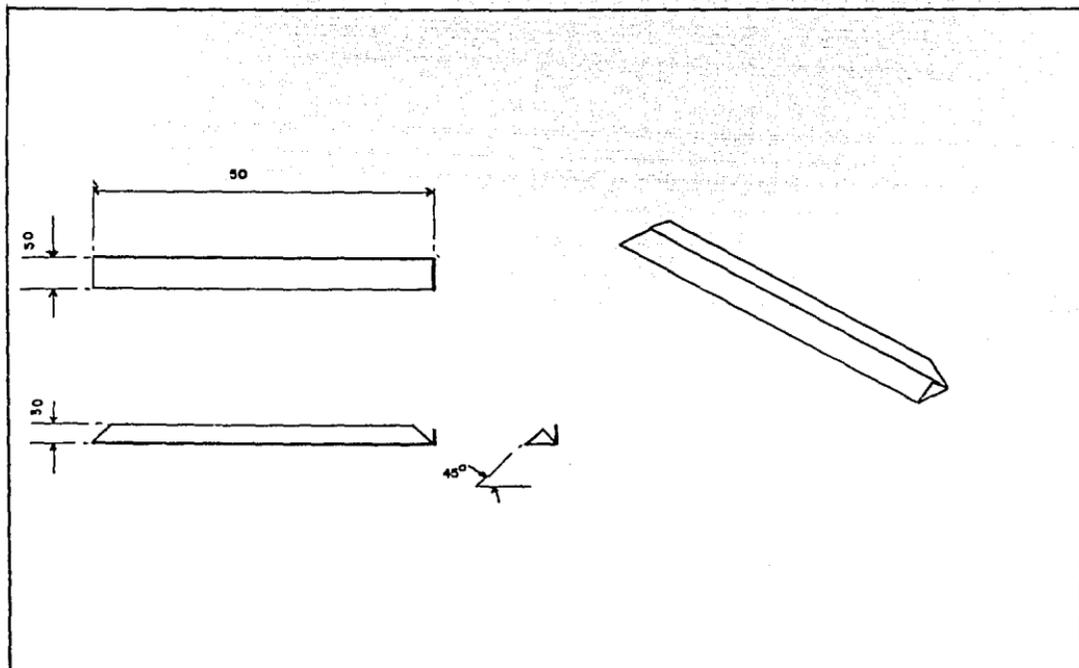
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	TABLERO DE CONTROL	ENSAMBLE TABLERO	11/11/88	1:3	1
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:		ACUT:	No. PLANO:	
V.B.R.	EPD.	LAMINA NEGRA CALIBRE 18		CM	34TAB	



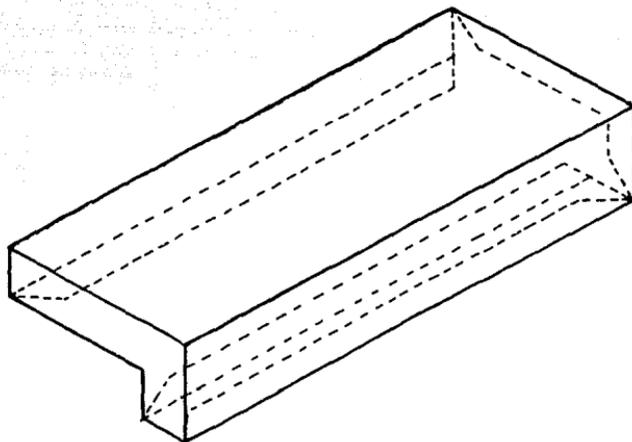
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: ANEXO TABLERO	NOMBRE DE LA PIEZA: PARTE PRINCIPAL	FECHA: 10/10/88	ESCALA: 1:6	Nº. PIEZA: 1
	DISEÑO: A.C.G	DIBUJÓ: E.P.D	MATERIAL: LAMINA NEGRA CAL. # 18		ACOT.: cm	Nº. PLANO: 35A-TAB

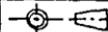


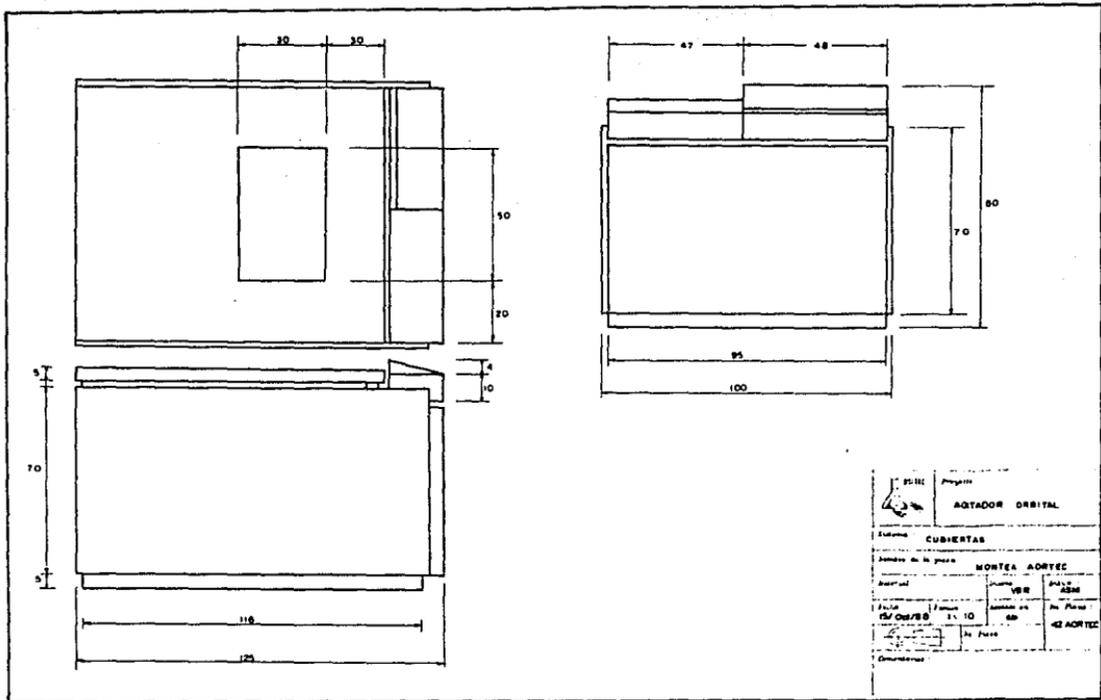
	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: ANEXO TABLERO	NOMBRE DE LA PIEZA: PARTE POSTERIOR	FECHA: 10 / 11 / 88	ESCALA: 1: 6	Nº.PIEZA: 1
	DISEÑO: A. C. O	DIBUJÓ: E. P. D.	MATERIAL: LAMINA NEGRA CALIBRE # 16		ACOT.: CM	Nº. PLANO: 36 A - TAB

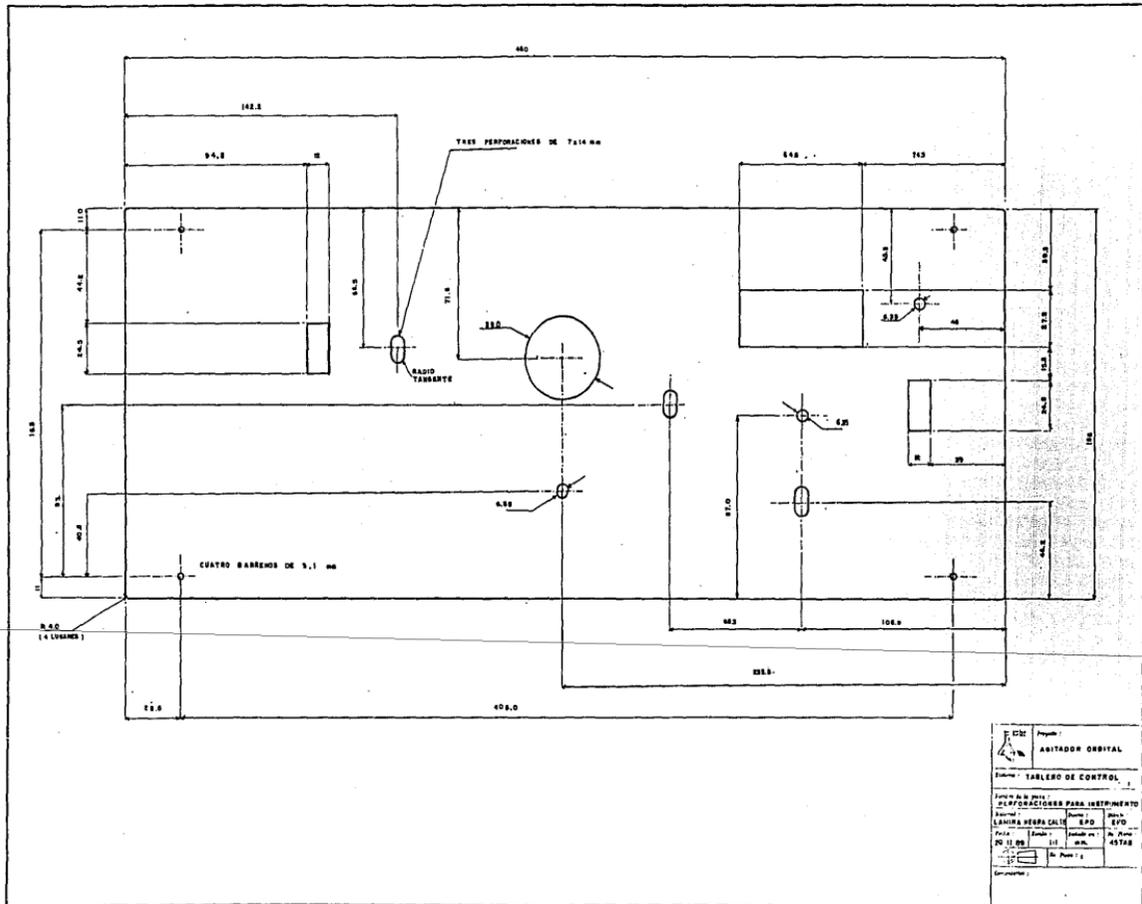


	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	No. PIEZA:
	ARITADOR ORBITAL	ANEXO TABLERO	PARTE INFERIOR	10/11/88	1:6	1
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:			ACOT.:	No. PLANO:
A.C.G.	E.P.D.	LAMINA NEGRA CALIBRE # 18			cm	37A-TAB



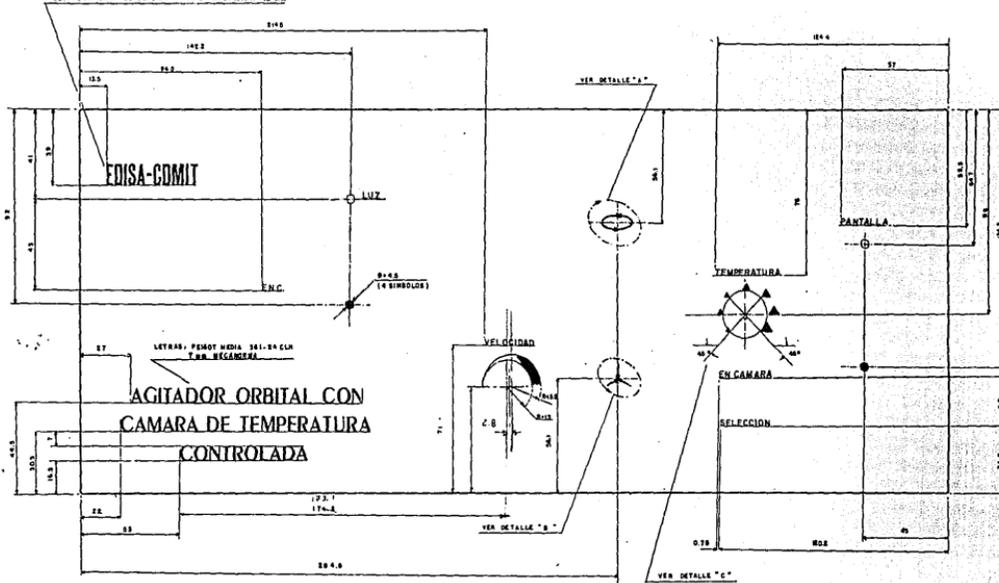
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº. PIEZA:
	ASITADOR ORBITAL	ANEXO TABLERO	ENSAMBLE GENERAL	11/10/88	1:4	1
DISEÑO:	DIBUJÓ:	MATERIAL:		ACOT:	Nº. PLANO:	
A.C.S.	E.P.D.	LAMINA NEGRA CALIBRE # 18		30A-TAB		





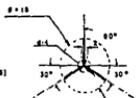
		Proyecto:	
ABITADOR ORBITAL			
Sistema: TABLERO DE CONTROL			
Junio de 1964			
DISPOSICIONES PARA INSTRUMENTO			
Autor:	Dibujo:	Escala:	Hoja:
LAMINA HERRA CALLE	EPO	EPO	EPO
20 11 68	11	11	45748
11	11	11	11
Construido en:			

LETRAS ANTIGA CONDENSADA 4.36 C. MECANOMA 10 mm



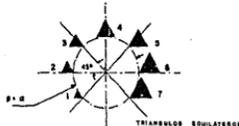
ELIPSE EJE MAYOR = 10.878
EJE MENOR = 6.8
ESPESSOR DE LINEA = 0.8

DETALLE "A"



ESPAÑOR DE LINEA 0.8

DETALLE "B"



TRIANGULO EQUILATEROS

DETALLE "C"

NOTAS:

- 1.- SEPARACION ENTRE LETRAS 1 mm
- 2.- TUCAS DE LETRAS DE 0.8 mm DE ALTO
- 3.- TUCAS DE LETRAS DE 0.8 mm DE ANCHO
- 4.- TUCAS DE LETRAS DE 0.8 mm DE ALTO Y 0.8 mm DE ANCHO

0.8 mm

AGITADOR ORBITAL

TABLA DE CONTROL

SEÑAL DE PANTALLA

SEÑAL DE TEMPERATURA

SEÑAL DE VELOCIDAD

SEÑAL DE SELECCION

SEÑAL DE EN CAMARA

SEÑAL DE PANTALLA

SEÑAL DE TEMPERATURA

SEÑAL DE VELOCIDAD

SEÑAL DE SELECCION

SEÑAL DE EN CAMARA

SEÑAL DE PANTALLA

SEÑAL DE TEMPERATURA

SEÑAL DE VELOCIDAD

SEÑAL DE SELECCION

SEÑAL DE EN CAMARA

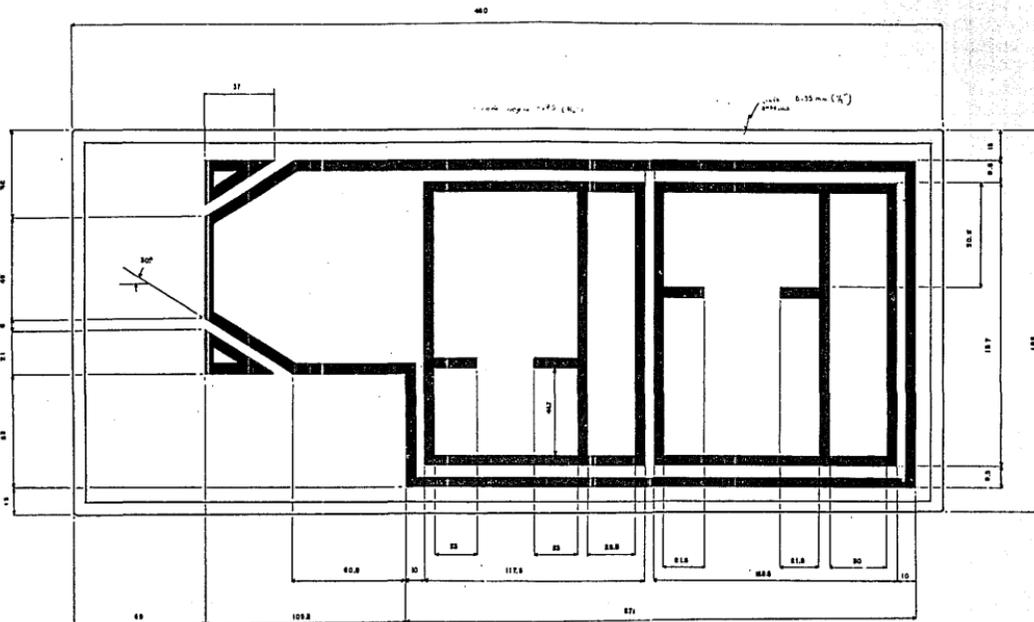
SEÑAL DE PANTALLA

SEÑAL DE TEMPERATURA

SEÑAL DE VELOCIDAD

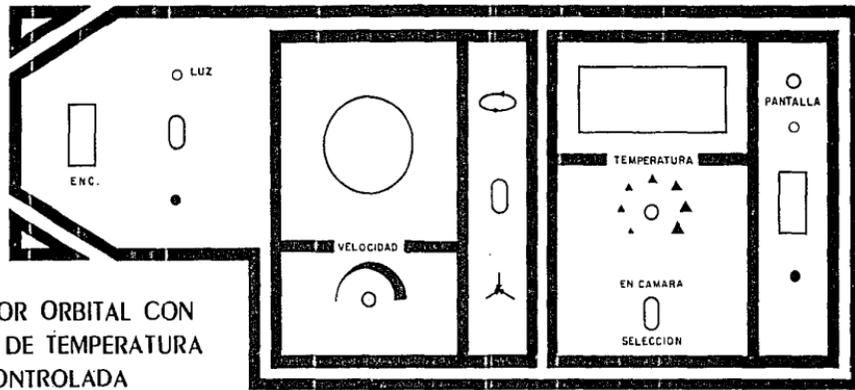
SEÑAL DE SELECCION

SEÑAL DE EN CAMARA



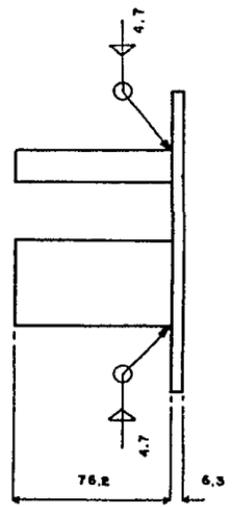
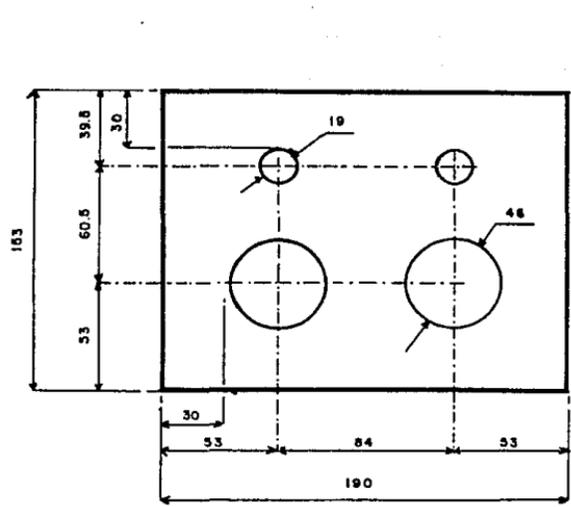
	Proyecto: ADTEC
TABLERO DE CONTROL	
Sistema de Área de Control	
Fecha: 21 de 09	Hoja: 14
de 14	de 14
de 14	de 14

EDISA-CDMIT

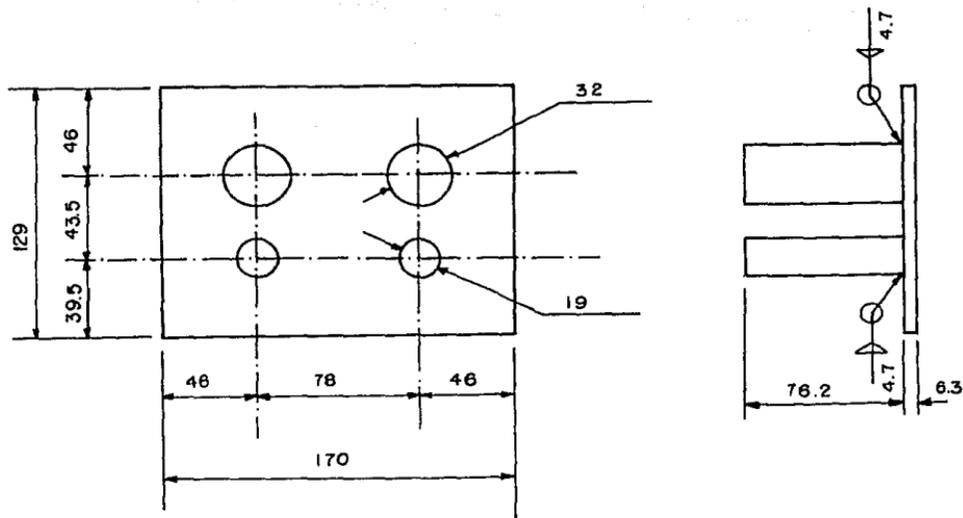


AGITADOR ORBITAL CON
CAMARA DE TEMPERATURA
CONTROLADA

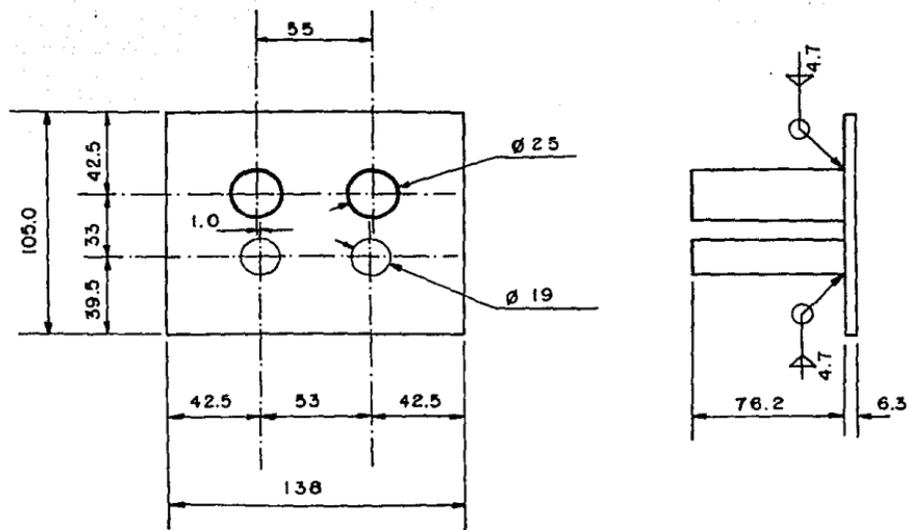
Modelo		Agente	
A		AGITADOR ORBITAL	
Código			
TABLA DE CONTROL			
Descripción de la parte			
SERIABLE TABLA DE CONTROL			
Modelo	Marca	E.P.O.	Modelo
			E.O.
Ed. No.	Fecha	Controlado en	de Agosto
17-11-1951	11	S/A	33 TAB
	de Agosto		
Comentarios			



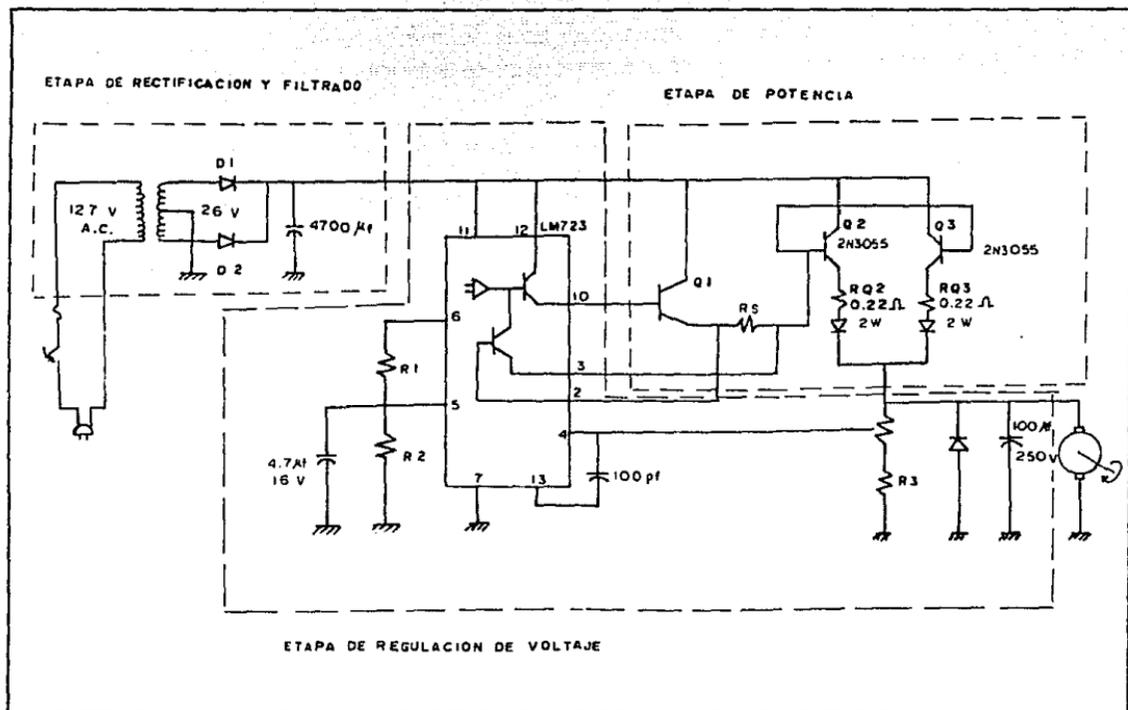
	PROYECTO: ASITADOR ORBITAL	SISTEMA: HERRAMENTAL MATRACES	NOMBRE DE LA PIEZA: DOBLADOR GARRAS P/1000ml	FECHA: 20 / 11 / 88	ESCALA: 1:2	Nº PIEZA: 1
	DISENÓ: A.C.B.	DRIBUJO: E.P.D.	MATERIAL: ACERO 1020		ACOT: mm	Nº PLANO: 394-1000



	PROYECTO: ABITADOR ORBITAL	SISTEMA: HERRAMENTAL MATRICES	NOMBRE DE LA PIEZA: DOBLADOR GARRAS P/500 ml.	FECHA: 20 / 11 / 88	ESCALA: 1 : 2	Nº. PIEZA: 1
	DISEÑO: A. C. B.	DIBUJO: E. R. D.	MATERIAL: ACERO 1020		ACOT.: ■ ■	Nº. PLANO: 40H-500



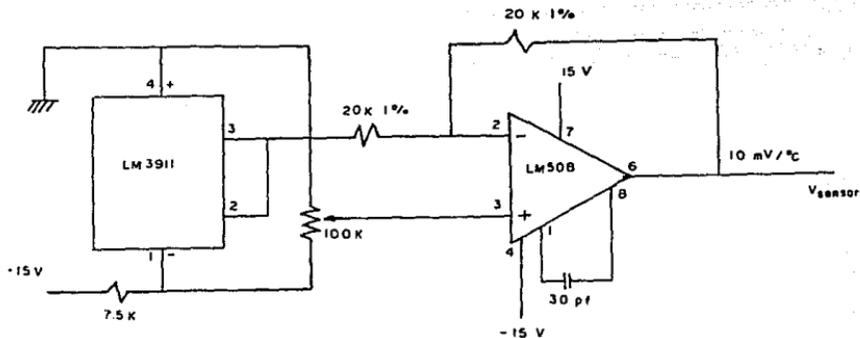
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº.PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	HERRAMENTAL MATRACES	DOBLADOR GARRAS P/250ml	20/11/88	1/2	1
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:			ACOT:	Nº.PLANO:
A. C. G.	E. P. D.	ACERO	1020		m m	41H-250

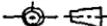


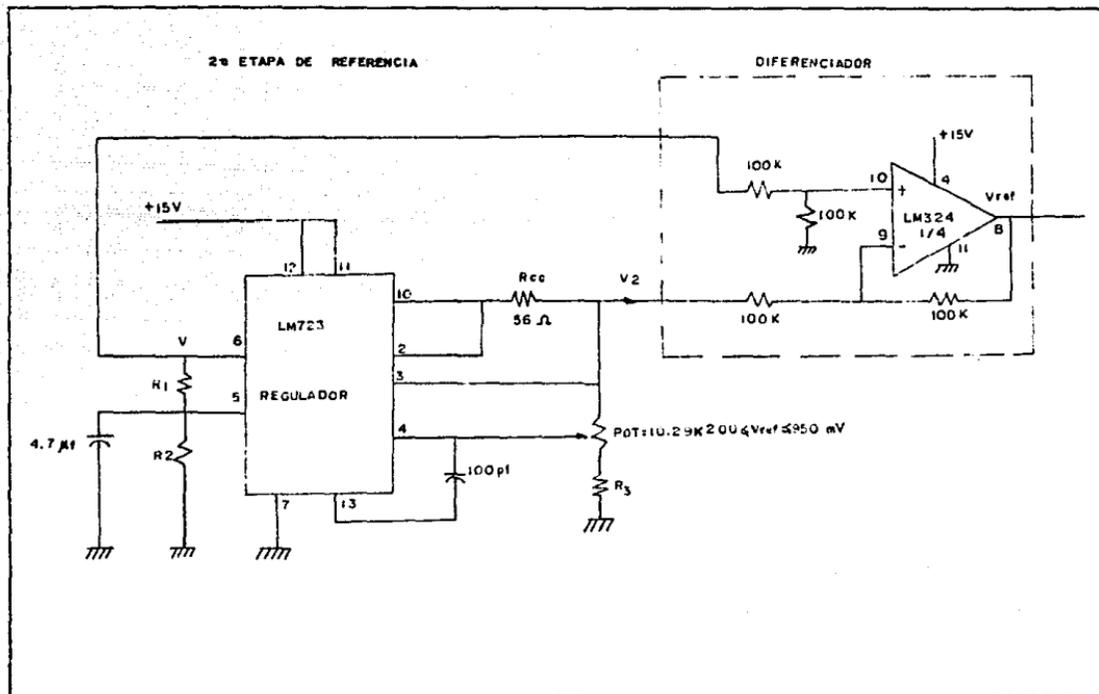
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº.PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	CONTROL ELECTRONICO VELOC	-	26 Enero 89	-	-
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:			ACOT:	Nº.PLANO:
LA B	LA B	-			-	11 SE

DISEÑO CON SENSOR LM 3911

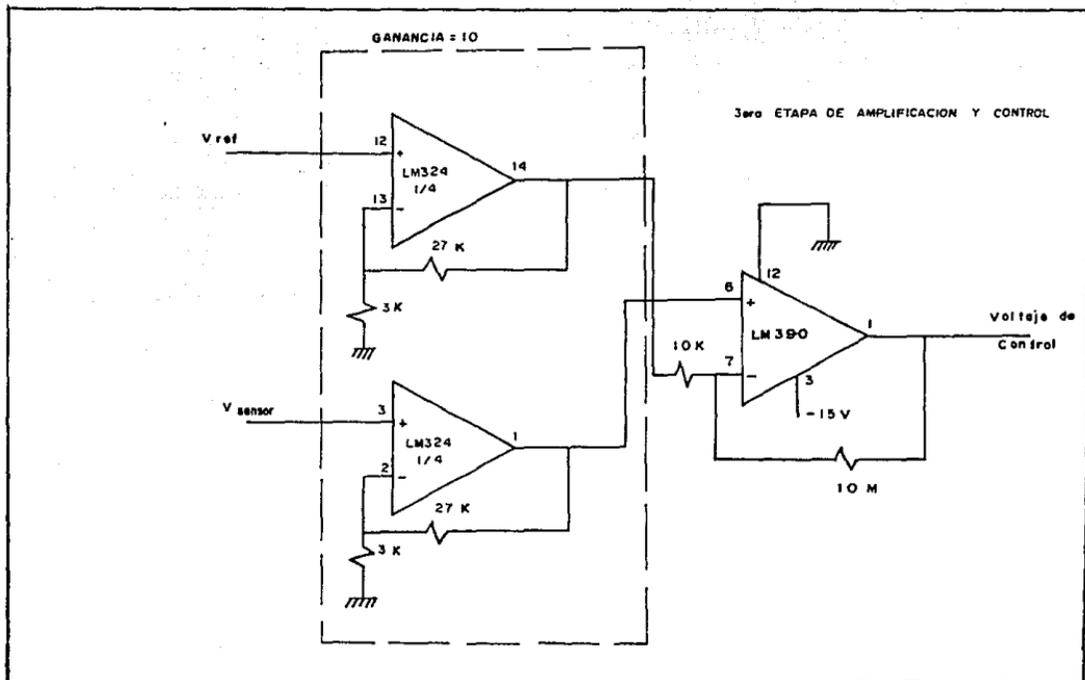
1.ª ETAPA



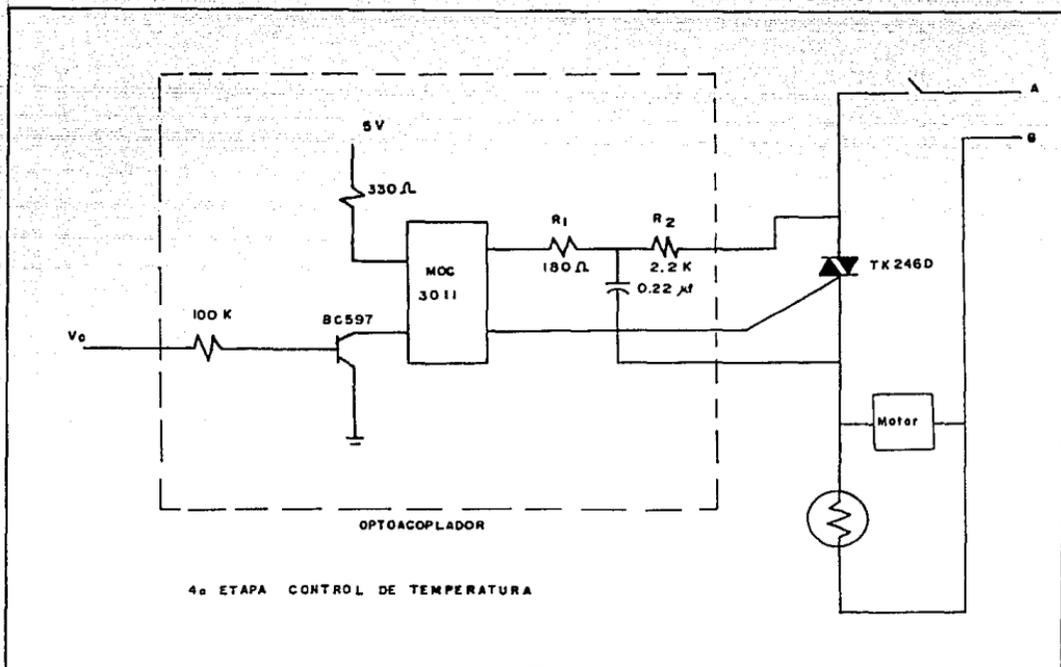
	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº.PIEZA:
	AGITADOR ORBITAL	CONTROL ELEC. DE TEMP.	CONTROL DE TEMP.	28/1/88	S/E	
	DISEÑO:	DIBUJÓ:	MATERIAL:		ACOT:	Nº.PLANO:
	LAB	ASM				48



	PROYECTO:	SISTEMA:	NOMBRE DE LA PIEZA:	FECHA:	ESCALA:	Nº PIEZA:
	ABITADOR ORBITAL	CONTROL ELEC. DE TEMP.	CONTROL DE TEMP.	28/1/88	S/E	
DISEÑO:	DIBUJO:	MATERIAL:			ACOT.:	Nº PLANO:
L A B	A S M					48



	PROYECTO: AGITADOR ORBITAL	SISTEMA: CONTROL ELEC. DE TEMP.	NOMBRE DE LA PIEZA: CONTROL DE TEMP.	FECHA: 28/1/88	ESCALA: 5/E	Nº.PIEZA:
	DISEÑO: LAB	DIBUJÓ: A S M	MATERIAL:		ACOT.:	Nº. PLANO: 50



	PROYECTO:	AGITADOR ORBITAL	SISTEMA:	CONTROL ELEC. DE TEMP.	NOMBRE DE LA PIEZA:	CONTROL DE TEMP.	FECHA:	28/11/88	ESCALA:	S/E	Nº PIEZA:
	DISENO:	L A B	DIBUJO:	A S M	MATERIAL:			ACOT:		Nº PLANO:	51

CAPITULO 5

PRUEBAS, OPERACION, MANTENIMIENTO Y ANALISIS

En este capítulo se contemplan las pruebas realizadas para comprobar su funcionamiento e interrelación de los sistemas que componen el agitador AORTEC-B.

Para la utilización del agitador se explican de manera sencilla, las operaciones que se deben realizar para su puesta en funcionamiento. Así como el mantenimiento que este requiere.

5.1 Pruebas

Las pruebas se realizaron para verificar el correcto funcionamiento de cada sistema así como su interrelación:

Estos son:

- Sistema motriz.
- Sistema de calefacción.
- Sistema de control electrónico.

Sistema motriz: Una vez ensamblado el sistema motriz, se procedió a verificar el movimiento uniforme que deberían cumplir los puntos de apoyo realizando pruebas en vacío y con carga.

Sistema de calefacción: Una vez calculada la energía necesaria para elevar la temperatura de la cámara se ensambló y verificó el sistema de calefacción, realizando pruebas de funcionamiento obteniendo los resultados originalmente planteados, gracias a las mínimas pérdidas de calor que tenemos con el aislante térmico utilizado.

Por medio de estas pruebas, se verificó la temperatura homogénea que nos proporciona el ventilador, utilizando un termómetro de bulbo colocado en diferentes lugares de la cámara.

Sistema de control electrónico: Este sistema requirió de pruebas y ajustes, antes y después de su conexión con los demás sistemas, ya que por su configuración resulta ser muy sensible en su funcionamiento. Comprobándose el funcionamiento de sus componentes y del sistema en general.

Una vez realizadas las pruebas independientes de cada sistema, se procedió a su integración y verificación en conjunto; primeramente se calibró el sistema de control electrónico utilizando como patrones un termómetro digital y uno de bulbo para la temperatura y un tacómetro para la velocidad. Las pruebas consistieron en:

- Control electrónico del sistema motriz. Para esta prueba se pusieron en funcionamiento los dos sistemas interrelacionados entre sí a máxima y mínima velocidad, en vacío y con carga, obteniéndose los siguientes resultados:

- En vacío a máxima y mínima velocidad trabaja en condiciones estables.
- Con carga (40 Kg.) a máxima y mínima velocidad, se tenía una lenta respuesta, la cual tiende a estabilizarse rápidamente quedando dentro del rango preestablecido.
- Un resultado consecuente a estas pruebas, fue que no presentó vibraciones la máquina.

Control electrónico del sistema de calefacción. Las pruebas realizadas a este sistema consistieron en verificar que tanto el control como el sistema de calefacción mantuvieran en las condiciones preestablecidas de temperatura el interior de la cámara, esta verificación se realizó comparando la temperatura indicada en la pantalla digital del tablero contra termómetros de bulbo y electrónico situados en diferentes puntos dentro de la cámara, además de ratificarse que daba la precisión requerida por el usuario (± 0.5 °C). Estos resultados también sirvieron para demostrar que el aislante utilizado cumple su objetivo, minimizando las pérdidas de calor.

Integración del sistema de control electrónico.- Una vez integrado y verificados los sistemas anteriores, se procedió a probar el agitador en su conjunto, trabajandolo en forma continua durante 120 hrs. en el taller de ensamble, cambiando continuamente las condiciones de trabajo.

Actualmente el equipo se encuentra trabajando en el laboratorio de Facultad de Química en el área de alimentos.

5.2 Operación:

Para referirnos a la operación del agitador AORTEC-B, a continuación se enlistan las partes que lo componen:

1. Puerta y ventana.
2. Seguro puerta
3. Tapa frontal desmontable.
4. Foco de iluminación.
5. Placa móvil.
6. Charolas con garras.
 - 6.1 Con 42 garras para matraces de 250 ml.
 - 6.2 Con 36 garras para matraces de 500 ml.
 - 6.3 Con 5 garras para matraces de 1000 ml.
Con 8 garras para matraces de 500 ml.
Con 12 garras para matraces de 250 ml.
7. Cámara.

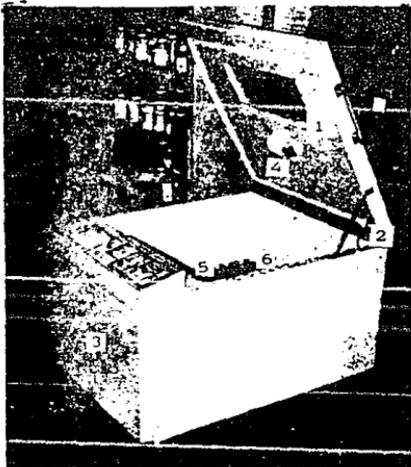


fig. 5.1 PARTES DEL AGITADOR

8. Tablero de control

- 8.1 Encendido general.
- 8.2 Interruptor de iluminación cámara.
- 8.3 Encendido de pantalla digital.
- 8.4 Pantalla digital indicadora de temperatura en °C.
- 8.5 Encendido de calefacción.
- 8.6 Interruptor de temperatura en cámara y selección de esta.
- 8.7 Perilla de ajuste fino de temperatura.
- 8.8 Encendido de agitación.
- 8.9 Perilla control de velocidad.
- 8.10 Pantalla analógica indicadora de la velocidad de agitación en RPM.

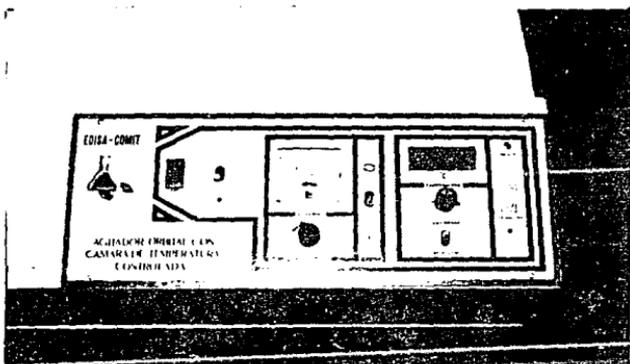


fig. 5.2 TABLERO DE CONTROL

Antes de iniciar el funcionamiento del agitador es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Debe verificarse que no existan cuerpos que impidan el movimiento de la placa, ni cuerpos que interfieran en el acoplamiento de las charolas con la placa móvil.
- Verificar que el agitador este completamente al piso para que tenga estabilidad durante su funcionamiento.

Para operar el agitador, se sigue el siguiente procedimiento:

- i) Se selecciona la charola a usar y se coloca a presión sobre la placa móvil, haciendo coincidir las marcas colocadas para tener su correcta posición. Debe tenerse cuidado de no dañar el sensor de temperatura ubicado en el extremo derecho superior de la pared frontal de la cámara.
- ii) Colocar los matraces en la garra correspondiente de acuerdo a su capacidad, cuidando de tener una distribución uniforme.
- iii) Al cerrar la puerta debe verificarse su hermeticidad, asegurándose que no existan cuerpos que lo impidan.
- iv) Antes de encender el equipo la perilla de control de velocidad no debe encontrarse en el mínimo.
- v) Encender la máquina, mediante el interruptor general, fig. 5.2, la pantalla digital, y el sistema de calefacción.
- vi) Para seleccionar la temperatura deseada en la cámara:
 - Se coloca el interruptor de palanca 8.6 en el modo de selección, graduando por medio de la perilla 8.7 la temperatura deseada, visualizándose en la pantalla 8.4. Para conocer la temperatura que existe en la cámara a través de la pantalla, se coloca el interruptor 8.6 en la posición de "EN CAMARA".

iii) Encender el sistema de agitación por medio del interruptor 8.8. Para seleccionar la velocidad de agitación se mueve la perilla 8.9 la cual se visualiza por medio de la pantalla 8.10.

El agitador cuenta con un sistema de iluminación el cual se acciona por medio del interruptor 8.2, es importante mencionar que este sistema deberá ser usado en forma momentanea, debido a la sensibilidad del sensor.

Para apagar el agitador, la secuencia es la siguiente:

- a) Bajar la velocidad de agitación a 100 rpm y apagar el sistema.
- b) Bajar la temperatura al mínimo y apagar el sistema.
- c) Apagar la pantalla digital.
- d) Apagar el agitador.

Una vez terminado de utilizar el agitador, es recomendable limpiarlo y cerrar la puerta para mantenerlo en optimas condiciones para su próxima utilización.

5.3 Mantenimiento

Para tener en óptimas condiciones de funcionamiento el equipo AORTEC-B, es necesario darle mantenimiento, aunque mínimo.

Para el sistema motriz hay que cuidar que estén lubricados los rodamientos, y la banda de transmisión en buenas condiciones.

En el caso de las cubiertas el mantenimiento consiste en evitar acumulación de polvos o líquidos que puedan dañar la pintura y provocar corrosión.

En el sistema electrónico se necesita mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo puede reducirse a sustituir, cuando se ha agotado, una pila de 9V que alimenta la pantalla digital, para esto solo hay que retirar la tapa frontal quedando la pila a la vista.

Cabe mencionar como parte del mantenimiento el buen trato de los interruptores y perillas de control, los cuales, por la naturaleza del equipo, no son para trabajo pesado.

Concluyendo, al equipo AORTEC-B, se le realizaron pruebas de control de calidad, las cuales pasó en forma satisfactorias. Su operación es realmente sencilla, sin embargo es necesario considerar algunos aspectos de seguridad. Este equipo practicamente no necesita un mantenimiento preventivo, el no usarlo en la forma debida puede requerir de mantenimiento correctivo antes de lo necesario (2 años), pero cuidarlo puede retrasarlo bastante.

B.4 Análisis de la Máquina

A continuación se mencionarán ventajas y desventajas del agitador AORTEC-B, con respecto a los equipos de importación.

VENTAJAS :

- Nivel de integración nacional a un 100%, con partes asequibles en el mercado.
- Funcionamiento versátil
 - Sistemas regulables e independientes.
 - Facilidad de intercambio de charolas.
 - Operación continua.
 - Charolas mixtas para sujeción de matraces de diferentes capacidades. (250, 500 y 1000 ml.)
- Mínimo nivel de ruido.
- Mayor capacidad de trabajo.
- Mejor visualización del material de trabajo.
- Menor costo de reparación.

DESVENTAJAS:

- Falla ergonómica del tablero de control y puerta.
- Puerta de acceso sin sistema de apertura-fácil.
- Falta de protección del tablero de control.
- Falta de soporte para termómetro de bulbo dentro de la cámara de agitación.

Estos aspectos se tomarán en cuenta para el diseño del siguiente prototipo.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La situación actual del país demanda la sustitución de equipos de importación, los que no son creados a las necesidades y requerimientos del mercado nacional, para esto es necesario la generación de tecnología competitiva a nivel internacional.

El desarrollo del presente trabajo fué con base a las necesidades y la demanda que existe en el mercado nacional de Agitadores Orbitales, por otra parte siendo un tema afin a nuestra área, se conjuntó en una situación que permite satisfacer estas necesidades.

El desarrollo del Proyecto, Diseño y Fabricación de un Agitador Orbital con Cámara de Temperatura Controlada, se llevó a cabo por un grupo de personas que laboran dentro del CDMIT; por esta razón se lleva una forma de trabajo generada en el Centro de Diseño, donde se conjuntan las diferentes versiones del método de Diseño y se propone uno, el intuido por la experiencia obtenida en el desarrollo de proyectos.

Es importante recalcar que la planeación del método de diseño que se elaboró al principio del proyecto se cumplió con un mínimo de cambios ya que un método de diseño debe ser característico, particular y flexible para diferentes aplicaciones de acuerdo a la naturaleza de cada unos de los proyectos.

Nos dimos cuenta de la importancia de integrar un grupo de personas con un objetivo afin y una planeación realista para evitar los tiempos muertos.

Una de las aportaciones o experiencias obtenidas que se puede transmitir a las futuras generaciones, es la de manifestar la inquietud que deben de tener los estudiantes para poder desarrollar un proyecto, desde la búsqueda del patrocinio o contratación hasta la entrega final y saber la responsabilidad del desarrollo de un proyecto. Con ésto se promueve la iniciativa para que los estudiantes de últimos semestres generen bienes de capital y fuentes de trabajo.

Un resultado sobresaliente de este proyecto es la próxima firma de convenio entre Facultad de Química - Facultad de Ingeniería para desarrollar este tipo de trabajos y dar oportunidad a los pasantes de ingeniería a trabajar en proyectos multidisciplinarios, ayudándoles a su desarrollo como profesionistas.

Durante la carrera se adquirieron una serie de conocimientos en forma general que se han ido aplicando e integrando en forma directa al desarrollo de los proyectos.

Es importante mencionar que hay que tomar en cuenta la interrelación que hay entre los sistemas para su ensamble y funcionamiento, ya que tienen un comportamiento diferente por sistemas y en conjunto.

A continuación se mencionan las ventajas del Agitador orbital AORTEC-B con relación a los equipos extranjeros:

- Fabricación en su totalidad por elementos nacionales y asequibles en el mercado.
- Capacidad para trabajar en forma continua.
- Bajo nivel de ruido.
- Versátil en su funcionamiento ya que los sistemas de: agitación, calefacción e iluminación son independientes y regulables.
- Fácil manejo de charolas.
- Charolas con distintos arreglos de garras para matraces de diferentes capacidades.
- Mínimo mantenimiento.

Desventajas:

- Puerta de acceso demasiado pesada.
- Falla ergonómica en diseño de la puerta y del gabinete.

El Agitador Orbital que se entregó a Facultad de Química es un prototipo, factible de rediseñar algunos de sus elementos como los que se mencionan anteriormente en desventajas, además de adicionar otros sistemas para tener una mayor versatilidad en su funcionamiento como son:

- Tablero digitalizado totalmente.
- Sistema de iluminación regulable para el cultivo de bacterias.
- Accesos independientes para tomar muestras sin alterar la atmósfera controlada de la cámara.
- Cubierta de protección al tablero de control.

ALEJANDRO

CONCLUSIONES

El proyecto fué un trabajo muy completo, ya que abarcó desde la contratación hasta la entrega de éste. Durante el desarrollo del proyecto, se elaboró un plan de trabajo, para lo cual se dividió el agitador en sistemas y se trabajó en equipo desarrollando cada sistema y cuidando la interrelación que existían entre estos; este trabajo en equipo aunado al plan de trabajo proporcionaron ventajas que enriquecieron el contenido del proyecto.

Este plan de trabajo tuvo modificaciones principalmente de tiempo, debido a que no se tomaron en cuenta aspectos que repercutieron en un atraso en la entrega del equipo, sin embargo lo importante fue el haber cumplido con la calidad del producto.

Para la elaboración de este plan y la metodología empleada en el proyecto, la experiencia obtenida dentro del Centro de Diseño Mecánico y de Innovación Tecnológica en la solución de problemas reales para la industria; así como la aplicación de los conocimientos teóricos obtenidos a lo largo de la formación en la licenciatura.

La mayor parte de la fabricación del agitador (80%), se realizó mediante la contratación de talleres especializados, ya que aunque nosotros conocemos el manejo de máquinas herramientas, carecemos de la experiencia que poseen en este tipo de talleres.

La comunicación con el personal que se encargaría de fabricar las piezas, se realizó por medio de planos, los cuales contenían la información necesaria para su correcta manufactura, teniendo como resultado las piezas que se requerían con las especificaciones señaladas; estas especificaciones, que fueron el resultado de la etapa de diseño de detalle, resultaron en las piezas en un perfecto ensamble en los diferentes sistemas del equipo. Toda esta experiencia es de gran valor significativo para mí, ya que como mencionamos en el presente trabajo, atacamos el proyecto por la precisión y no por el solucionar posibles fallas en los sistemas (sobre todo en el sistema

motriz) que pudiesen ocurrir por errores en la manufactura o en la falta de las especificaciones pertinentes en los planos de fabricación.

El equipo tuvo más aciertos que errores, de los cuales estamos concientes y que son susceptibles de corregir mediante el rediseño, tomando en cuenta que el agitador es un prototipo funcional.

Durante el desarrollo del proyecto se conjuntaron disciplinas diferentes, como fueron: ingeniería mecánica y electrónica, diseño industrial, administración y contabilidad de costos, las cuales se conjuntaron por el caracter del proyecto, esto significó que el desarrollo de un proyecto de esta clase, representa conocimientos de diferentes disciplinas, trabajando en conjunto.

En lo que respecta al agitador como equipo, siento una gran satisfacción personal, ya que se logró el diseño y fabricación, así como el haber solucionado las necesidades de Facultad de Química.

El diseño y fabricación de este tipo de equipos, pueden disminuir importaciones y de esta forma mejorar la situación económica del país, ya que tiene ventajas sobre los equipos importados, como son:

Costo más bajo (entre un 20 y 30% menos).

Partes existentes en el mercado nacional, lo que repercute en un menor costo de mantenimiento.

Ventajas en funcionalidad.

Menor tiempo de entrega del equipo.

Finalmente, es importante mencionar que este tipo de proyectos pueden ser una nueva forma de trabajo desde dos puntos de vista:

i) Para la realización de tesis, solucionando problemas reales y en particular para Facultad de Química, que durante la realización de este proyecto se visualizó una gran necesidad de diferentes equipos para el desarrollo de sus investigaciones y que carecen del capital necesario para su

adquisición, debido a la difícil situación económica por la que atraviesa el país, y de esta forma el solucionar problemas de la universidad por medio futuros profesionistas egresados de la misma.

¿Que el trabajo de tesis en el desarrollo de un proyecto similar al efectuado, sirva como base para que egresados de la facultad se conviertan en generadores de empleo y no en buscadores del mismo.

JULIO

CONCLUSIONES

Con el diseño y fabricación del equipo agitador se aplicaron los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la carrera profesional aunque también se tomó conciencia de la falta de experiencia profesional al salir del ámbito universitario y enfrentarse con la vida industrial.

Ahora, con las actividades efectuadas en el trabajo antes descrito; se ha logrado obtener una idea general y muy útil de los problemas y fases de trabajo que debe realizar un ingeniero al llevar a cabo un proyecto, como es : el tipo de información debe contener los planos de fabricación y como expresarla en éstos, trámites administrativos y de negociación con el cliente, así como con otras áreas como Diseño Industrial y Electrónica. Se presentaron situaciones en que por diseño se requirió subcontratar personal; como fué para el diseño y fabricación del circuito electrónico o de talleres de torneado para la fabricación de la placa base y la de agitación (estas piezas requerían de gran exactitud).

El haber participado en el diseño y fabricación del agitador representa una experiencia muy útil en mi formación. Por ser un proyecto completo en el cual se realizaron actividades como :las entrevistas con el cliente para la negociación y planteamiento de las necesidades y problema, obtener información de mercado, planteamiento de alternativas de solución y la selección de la mejor, el diseño, fabricación, ensamble y entrega del equipo. También se tomó conciencia de la necesidad de saber trabajar en equipo tanto con los compañeros de escuela como con ingenieros de otras disciplinas, comerciantes, técnicos y demás personal que puede estar involucrado en la realización de un proyecto. En este sentido se logró un acoplamiento aceptable para la realización de las actividades que culminaron en la entrega del equipo al cliente.

Cabe hacer notar que los jovenes recién egresados contamos con los conocimientos básicos para lograr un buen diseño, pero carecemos de la experiencia comercial respecto a los materiales, partes, fabricantes y proveedores existentes en el mercado y de los cuales requerimos servicios en ciertas actividades de diseño o fabricación. Esta deficiencia se puede corregir permitiendo la participación de los estudiantes en la industria durante sus estudios para que al finalizar éstos, se tengan los conocimientos necesarios para realizar con mejor calidad sus labores.

Por otro lado, es necesario el enfocar los temas de tesis a un contexto real, de manera que el trabajo que se realice ayude al futuro ingeniero a conocer el ámbito industrial y comercial; y la relación entre los conocimientos teóricos y prácticos, además el estudiante se interesa por el tema y le pone todo su empeño y dedicación.

Respecto a la máquina, se logró alcanzar los objetivos planteados obteniendo un equipo de alta calidad, precio competitivo, eficiente, versatil, de gran capacidad y buena apariencia. Pero debido a la premura de tiempo y por ser el primer equipo de estas características que se fabrica se detectaron deficiencias respecto al diseño y fabricación; las cuales se tomaran en cuenta para el desarrollo de nuevos equipos de agitación, como es respecto a la sujeción y balanceo de la puerta, protección del tablero de control, color de pintura, etc.

EDUARDO.

CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo y evaluando lo realizado, se puede concluir lo siguiente:

El Agitador Orbital con Cámara de Temperatura Controlada supera en aspectos como funcionalidad y costo a los importados. Con esto se afirman las bases para lograr disminuir la dependencia del exterior que existe de estos equipos, además de abrir las puertas a futuras generaciones para que puedan realizar su tesis desarrollando máquinas reales, en forma conjunta con Facultad de Química, siendo un trabajo que va más allá de un libro, representando un mejor y mayor aprendizaje.

Parte de este aprendizaje que se tuvo como grupo consistió en poderse organizar y coordinar, siguiendo tanto como fue posible el plan de trabajo establecido, sin embargo hubo factores como una huelga y costos excesivos de maquinado en compañías privadas, que afectaron en el tiempo, pero no en el objetivo.

Para lograr este objetivo hubo discusiones, que enriquecieron el trabajo, sobre la mejor solución de cada sistema, en ocasiones hubo que tomar decisiones riesgosas, por el tiempo y costo, afortunadamente resultaron acertadas, también hubo fallas -a pesar del cuidado que se tuvo-, que enseñaron lo mismo que los aciertos.

Por la forma en que se manejó el proyecto, fuimos proveedores, de Facultad de Química, lo que implicó que se cumplieran en tres aspectos, calidad, costo y tiempo de entrega, en los dos primeros se cumplió, con el tercero hubo retraso, sin embargo el resultado obtenido da una gran satisfacción. Para tener un equipo realmente competitivo en todos aspectos se necesitan corregir algunos detalles, pero en sus sistemas principal, trabaja perfectamente.

Al realizar este trabajo hubo discrepancias en cuanto al estilo de redacción, a la profundidad con que se trató cada tema, pero todo esto se superó para llegar a esta tesis.

Es una satisfacción personal muy grande tener un equipo, del cual se pueden plantear muchas interrogantes y detectar fallas, pero lo realmente importante es que este equipo funciona actualmente. Se han tenido que realizar algunas reparaciones, que no han sido por lo desarrollado, sino por un mal trato, y componentes que no resultaron buenos.

A manera personal representó un reto del cual aprendí muchas cosas nuevas, amplié conocimientos que tenía y comprobé otros, siendo uno de los más importantes el tener disciplina en todo trabajo, ya sea en forma individual o en grupo, se pueden cumplir los objetivos que uno se fije, convirtiéndose en su propio jefe, los errores y aciertos que se tuvieron, representan la experiencia que ayuda a ser mejor persona e ingeniero.

Adrián



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

M. I. ALEJANDRO RAMIREZ REIVICH
JEFE DEL C.D.M.I.T.
U N A M

Por medio de la presente me permito hacer de su conocimiento que este Departamento cuenta ya con un agitador orbital con cámara de temperatura controlada, mismo que hemos venido operando a nuestra entera satisfacción durante el mes de abril.

Quisiera manifestarle nuestro beneplácito por constatar que este tipo de equipo para la investigación puede elaborarse en el CDMIT con los consecuentes beneficios para la comunidad científica. De igual forma le externo mi felicitación por el dinamismo y la capacidad del grupo de jóvenes universitarios del CDMIT encargados del diseño y la fabricación del equipo, quienes además concertan los proyectos. Espero que pronto estas actividades puedan extenderse para un mayor beneficio de la comunidad universitaria.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para reiterarle la seguridad de mi más distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 28 de abril de 1989

EL COORDINADOR DEL DEPARTAMENTO

Agustín López Munguía Canales

DR. AGUSTIN LOPEZ-MUNGUIA CANALES

OBRAS CONSULTADAS

WARREN J. LUZADDER

Fundamentos de Dibujo en Ingeniería.
9-Edición, Ed. Prentice Hall.
México D.F., 1988.

SHIGLEY JOSEPH, MITCHELL LARRY

Diseño en Ingeniería.
3-Edición, Mc Graw Hill.
México, 1985.

S.K.F.

Catálogo General.
Ed. Carl Geber.
Alemania, 1982.

FACULTAD DE INGENIERIA.

División de Educación Continua.
UNAM.
Proyecto de Aire Acondicionado.
México D.F., 1984.

CASILLAS A.L.

Máquinas Cálculos de Taller.
32- Edición, Ed. Máquinas.
Madrid, España, 1982.

PARETO LUIS.
Formulario de Tecnología Mecánica.
Ed. CEAC.
Barcelona, España.

DONALD O. KERN.
Procesos de Transferencia de Calor.
Ed. CECSA.
México D.F., 1974.

BAUMEISTER THEODORE et ad.
Manual del Ingeniero Mecánico (MARKS).
2- Edición, Ed. Mc Graw Hill.
México D.F., 1985.

OZISIK, NECATI
Transferencia de Calor.
Ed. Mc Graw Hill.
México D.F., 1980.

GEORGE E. DIETER
Engineering Design.
A Materials and Processing Approach.
Mc Graw Hill.
U.S.A., 1983.