

15 2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"CALCULO Y DISEÑO DE UNA MAQUINA
BROCHADORA HORIZONTAL CON CAPACIDAD
DE 5,000 KILOGRAMOS-FUERZA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
EDUARDO GONZALEZ MELENDEZ



DIRECTOR DE TESIS
ING. MARIO CORTES SAUCEDO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. MEX.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

| | pag. |
|--|------|
| Prólogo..... | 1 |
| CAPITULO I | |
| I.1.- Introducción..... | 4 |
| I.2.- Bosquejo Histórico..... | 6 |
| CAPITULO II | |
| II.1.- Aplicación de las Máquinas Brochadoras.. | 9 |
| CAPITULO III | |
| Elementos componentes de las Máquinas Brochadoras..... | |
| III.1.- Circuito Hidráulico..... | 15 |
| III.1.1.- Bomba hidráulica..... | 16 |
| III.1.2.- Válvulas direccionales..... | 17 |
| III.1.3.- Válvulas de control de presión..... | 20 |
| III.1.4.- Válvulas de control de volumen..... | 21 |
| III.1.5.- Actuador o cilindro..... | 23 |
| III.1.6.- Accesorios..... | 24 |
| III.2.- Circuito Eléctrico..... | 25 |
| III.2.1.- Interruptor de seguridad..... | 27 |
| III.2.2.- Arrancador magnético..... | 28 |
| III.2.3.- Relevadores de sobrecarga..... | 31 |
| III.2.4.- Estación de control..... | 33 |
| III.2.5.- Interruptor límite..... | 34 |
| III.2.6.- Motor eléctrico..... | 35 |
| III.3.- Circuito de refrigeración..... | 36 |
| III.4.- Bastidor..... | 38 |
| III.5.- Porta-piezas..... | 41 |
| III.5.1.- Soporte portapiezas..... | 43 |
| III.6.- Herramienta de corte..... | 44 |
| III.7.- Porta-herramienta..... | 45 |
| III.7.1.- Porta-herramienta..... | 48 |
| CAPITULO IV | |
| Cálculo y selección de los componentes de la Máquina Brochadora..... | |
| IV.1.- Circuito hidráulico..... | 50 |
| IV.1.1.- Actuador..... | 50 |
| IV.1.1.1.- Actuador..... | 52 |

| | pág.- |
|--|-------|
| IV.1.2.- Bomba hidráulica..... | 55 |
| IV.1.3.- Válvulas de control de presión..... | 59 |
| IV.1.4.- Válvulas de control direccional..... | 60 |
| IV.1.5.- Válvulas de control de flujo..... | 62 |
| IV.1.6.- Depósito..... | 63 |
| IV.1.7.- Filtro..... | 64 |
| IV.1.8.- Accesorios..... | 65 |
| IV.2.- Circuito Eléctrico..... | 69 |
| IV.2.1.- Motor eléctrico..... | 74 |
| IV.2.2.- Interruptor de seguridad..... | 77 |
| IV.2.3.- Arrancador magnético..... | 78 |
| IV.2.4.- Relevador de control..... | 80 |
| IV.2.5.- Estaciones de Control..... | 81 |
| IV.2.6.- Interruptor límite..... | 82 |
| IV.2.7.- Luces indicadoras..... | 84 |
| IV.2.8.- Transformador..... | 85 |
| IV.3.- Circuito de Refrigeración | |
| IV.3.1.- Bomba..... | 89 |
| IV.4.- Bastidor..... | 92 |
| IV.4.1.- Bancada..... | 101 |
| IV.4.2.- Depósito del circuito de refrigeración..... | 104 |
| IV.4.3.- Colector del refrigerante..... | 106 |
| IV.5.- Soporte potra-piezas..... | 107 |
| IV.6.- Soporte potra-herramienta..... | 110 |
| IV.7.- Herramienta de corte..... | 112 |
| CAPITULO V | |
| Evaluación Económica..... | 118 |
| Conclusión..... | 122 |
| Bibliografía..... | 123 |

P R O L O G O

La realización del presente trabajo se desarrolla en una etapa de difícil situación para el País, y la recopilación de información para el tema, así como la inquietud de investigación, fueron los motivos primordiales para llevarlo a cabo, y se puede manifestar una vez más, que en ésta vida todo se -- puede lograr siempre y cuando se trabaje con entusiasmo, es--- fuerza y ahínco, para poder llegar a las metas establecidas.

El tema desarrollado lleva por título " Cálculo y - Diseño de una Máquina Brochadora Horizontal con Capacidad de - 5,000 Kilogramos-Fuerza ", en el cual se describen cada uno de los elementos que la componen, su cálculo y selección, así como su funcionamiento. Para lograrlo se contó con el respaldo - de Profesores, Compañeros, de Personal que ha laborado bastante tiempo en la Industria y de Empresas que facilitaron información y acceso a sus instalaciones.

Dadas las características del tema, existe poca información y la recopilación de ésta se obtuvo de varias fuentes, permitiendo reflejar un panorama más amplio sobre las peculiaridades de la Máquina Brochadora. Dentro de las investigaciones realizadas se observó que el País tiene una enorme dependencia tecnológica del extranjero, tanto Norteamericana como de países Europeos, en casi todos los ramos industriales (Agrícola, Auto-

motriz, Química, Metalmecánica, Farmacéutica, etc.) provocando un estancamiento en el desarrollo de nuevas técnicas o métodos, claro que existe la investigación en búsqueda de nueva tecnología pero el avance es mínimo y todo esto provoca que México sea un país receptor de tecnologías.

Se plantea ésta situación porque realmente la economía Nacional no ha sido enfocada correctamente, y si a esto es aunado la constante devaluación de la Moneda, se hace más difícil el poder tener un crecimiento propio. La dependencia tecnológica es tan perjudicial que en muchos de los casos se tiene - que importar la materia prima, las refacciones y accesorios.

En la actualidad el Gobierno de México ha puesto en - marcha programas de solidaridad financiera y tecnológica que -- permiten disminuir la gran dependencia externa, también el es- - tablecer una economía que responda a las demandas nacionales. - Se tienen ya programas de apoyo con Empresas para que se reali- - cen investigaciones y de ser posible el desarrollar nuevas téc- - nicas; con lo cual se pretende ir eliminando el exceso de tec- - nología externa.

También se está difundiendo y exigiendo la Capacita- - ción y Adiestramiento a todo el Personal, en todos sus niveles, para crear una concientización de que es necesario estar prepa- - rados para una superación y buen desempeño de las actividades - a realizar. Este es un punto muy importante dentro de la crea- - ción nuevos estudios y proyectos para el desarrollo.

Con relación a las actividades del presente trabajo y considerando la situación financiera Nacional se puede decir -- que ésta Tesis es un Anteproyecto, ya que por ser un equipo muy completo, lo forman una variedad de componentes como son mecánicos, hidráulicos, eléctricos, etc., pueda existir alguna modificación o cambio en alguna de sus partes, que en su resultado -- sería el mismo, que por falta de existencia comercial o por recomendaciones bien específicas de personal experimentado.

Esto suele suceder frecuentemente dentro del campo de Diseño y Cálculo, que como es muy extenso, en ocasiones es necesario reforzar con investigaciones, pruebas y muestras, la aprobación de un elemento o accesorio; para poder lograr un buen funcionamiento y tener una Máquina Brochadora en la mejores condiciones óptimas.

Como una observación los cálculos realizados en la -- presente Tesis, son determinados dentro del Sistema Internacional de Unidades (SI), exceptuando la cantidad del tema que esta registrado y se mantuvo sin modificación.

Se agradece la colaboración a todas la personas que -- contribuyeron a lograr la realización del presente trabajo; a -- los Profesores, Compañeros y Empresas, que incondicionalmente -- proporcionaron asesoría, información (catálogos, manuales, etc.) y apoyo en las diferentes etapas del proyecto.

E. G. M.

C A P I T U L O I

I.1.- INTRODUCCION

Las Máquinas Brochadoras pertenecen al gran grupo de las Máquinas-herramienta, en las cuales se realizan procesos de transformación de cuerpos físicos a través del desprendimiento o corte de material en forma de viruta, por medio de ellas se pueden obtener una gran variedad de perfiles regulares e irregulares, dependiendo de las propiedades y funcionalidad de la pieza que se va a trabajar.

Estos perfiles pueden ser en la pieza interiores o exteriores, según sea el caso, por esta peculiaridad a las Máquinas Brochadoras se les consideran como especiales, pero tiene los mismos principios de la máquinas convencionales como es el Torno, Fresadora, Cepillo, Taladro, etc., en el corte de material y sus parámetro variables, velocidad, avance, profundidad de corte.

La clasificación de las Máquinas Brochadoras es por

la posición del eje de trabajo, Horizontal o Vertical; por el tipo de maquinado en la pieza, Interior o Exterior; por los componentes que la forman, Mecánicos, Hidráulicos y Eléctricos. Por la capacidad y tamaño de toda la Máquina y algo muy característico la forma de su Herramienta de Corte, la que es conocida como Brocha.

La Brocha es una barra de acero especial que en su periferia se encuentran las aristas cortantes, llamados "dientes", los cuales se encuentran alineados uno detrás de otro pero existe una diferencia de alturas progresivo, que viene siendo la profundidad de corta y son los que realizan el desprendimiento o arranque de material.

El perfil deseado se obtiene una vez que la Brocha ha pasado completamente sobre la pieza, o sea que la pieza y la Herramienta estan en contacto una sola vez, lo cual no sucede en otras Máquinas ya que estan en contacto con la superficie un mayor número de veces. Solo en casos especiales, cuando se tiene mucho material por desprender, se utilizan dos o tres Brochas para lograr el perfil final.

Las Máquinas Brochadoras tienen dos formas de aplicar el sentido de la Fuerza de corte, considerandose la posición inicial que tiene la Brocha y la pieza, siendo:

- Brochado por compresión
- Brochado por tracción

En cada uno de los casos se obtienen buenos resultados, pero tienen sus ventajas y desventajas que más adelante se explicarán.

Dentro de la Industria Metalmeccánica el uso y aplicación de éste tipo de máquinas es muy importante por las características especiales que presenta, como son:

- rapidez de maquinado
- variedad de perfiles a obtener
- bajo costo de operación.
- grandes producciones

También presenta sus desventajas pero a pesar de ellas sigue teniendo aplicación, porque el tratar de obtener un perfil regular en una máquina convencional (varias ranuras, cuñero, cuadrado, etc.) se emplearía mayor tiempo y a su vez mayor costo lo que es una gran ventaja en las Máquinas Brochadoras el hacer estos maquinados con suma facilidad y rapidez.

I.2.- BOSQUEJO HISTORICO

El origen y nacimiento de las Máquinas Brochadoras no se conoce con precisión, ya que de las investigaciones realizadas y de toda la información recopilada no se encontró lugar y fecha de su origen, pero por las características del movimiento y por los perfiles que se obtienen, hay antecedentes que datan

del Siglo XVI, en donde los países poderosos, Inglaterra, España y Francia, fabricaban armamento en los cuales se efectuaban maquinados interiores, tal era el caso de la fabricación de los cañones, que eran de fundición y en su interior se tallaban para disminuir la fricción entre la bala y el cañón. Se cuenta que éstas actividades las efectuaban los Herreros, contando solo con herramientas manuales, estas operaciones eran obras de unos verdaderos artesanos.

Las actividades de éstos personajes son consideradas como el principio y origen de las Máquinas Brochadoras, pero aún así se desconoce la fecha exacta y siguiendo la cronología durante el Siglo XVIII, en el año de 1770 - 1775, el Ingeniero Jhon Wilkinson, de origen inglés, diseña y construye la primera Máquina Mandriladora, destacando los movimientos de la herramienta.

En el año de 1860, también en la Gran Bretaña, se fabrica la Máquina Mortajadora, que en la actualidad es conocido como Escoplo o Cepillo vertical, que resultó ser una gran novedad porque se podían realizar cuñeros, muescas y astriados con gran rapidez y un buen acabado superficial.

Y fué hasta fines del Siglo XIX, en el año de 1898, cuando el Canadiense J.N. LAPOINTE fabricó en Boston, Estados Unidos, la primera Máquina Brochadora Horizontal del tipo Tracción, de accionamiento manual y elementos mecánicos para su movimiento, piñón y cremallera, con todo esto la nueva Máquina

impactó y llamo la atención de muchos industriales, porque ya se pueden obtener otra variedad de perfiles, una mejor precisión en sus dimensiones, la herramienta presenta un perfil bien definido y con especificaciones de afilado, pero lo más sobresaliente es su alta productividad ya que su velocidad había sido incrementada notablemente.

A partir de entonces y hasta la actualidad las Máquinas Brochadoras siguen teniendo grandes aplicaciones, aunque -- realmente no son muy conocidas pero son sumamente importantes -- dentro de la Industria, se fabrican en diferentes tamaños, capacidades y tipos. En los grandes laboratorios se realizan ensayos con máquinas de Control Numérico (CNC), que es lo más novedoso y avanzado en tecnología.

C A P I T U L O I I

II.1.- APLICACION DE LAS MAQUINAS BROCHADORAS

En esta sección se describe el uso y la aplicación de las Máquinas Brochadoras, que como se ha mencionado, la utilización es muy extensa y variada, porque tiene facilidad de maquinar perfiles regulares e irregulares, la adaptación de dispositivos y accesorios para la fijación de la pieza o herramienta - la hacen aún más versátil.

La Industria Automotriz es la principal área de trabajo, por las aplicaciones que tienen dentro la infinidad de piezas que se realizan en un motor; también dentro de la fabricación herramientas de taller se tienen muchas aplicaciones y en otras ramas pero con menor intensidad.

Y como en todo equipo las Máquinas Brochadoras tienen sus ventajas y desventajas en su uso, por ello a continuación - se enlistan sus ventajas:

- Mayor productividad
- Buen acabado superficial

- Montaje de la pieza rápido
- Herramienta de corte con vida útil grande
- Maquinado de interiores y exteriores
- Velocidad de corte regulable
- Mantenimiento sencillo y accesible
- Gran seguridad contra accidentes

Como desventajas se tienen:

- Costo elevado de la Máquina
- Costo elevado de las Brochas
- Incosteable para lotes pequeños de piezas
- Espacio a ocupar de consideración

Se puede apreciar que existen más ventajas que desventajas y es importante para tenerlo como opción a manejar nuevos proyectos, tanto de Máquinas como de sus dispositivos y accesorios, porque dentro de la realización de su rentabilidad se han estado elaborando nuevos avances.

Las Máquinas Brochadoras han sobresalido por su gran productividad y buen acabado superficial, parámetros por los cuales se comparan con el resto de la Máquinas herramienta, de tal forma que se puede observar en el Dibujo No. 1, las diferentes calidades de acabado superficial, el Brochado tiene un rango de 6.3 a 0.4 micras de aspereza, que es bastante aceptable para sus grandes volúmenes de producción.

Otra característica de la Brochadoras es la facilidad

ACABADOS SUPERFICIALES

| PROCESO | | 50 | 25 | 12.5 | 6.3 | 3.2 | 1.6 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | .05 | .02 |
|---------------------|-----------------------|----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| MACHUCADO | d. Acero | | | | | | | | | | | | |
| | H. Carb. | | | | | | | | | | | | |
| Esmerinado | | | | | | | | | | | | | |
| MACHUCADO | | | | | | | | | | | | | |
| CORTE CON TRUQUEL | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTROEROSIONADO | | | | | | | | | | | | | |
| PULIDO | PUNTA | | | | | | | | | | | | |
| | TANGENTE | | | | | | | | | | | | |
| MACHUCADO | | | | | | | | | | | | | |
| LIMADO | | | | | | | | | | | | | |
| ABOLADO | A MANO | | | | | | | | | | | | |
| | CON DISCO ELECTROLIT. | | | | | | | | | | | | |
| MONTAJADO | | | | | | | | | | | | | |
| CORTE CON SUPLETS | | | | | | | | | | | | | |
| TALADREDO | | | | | | | | | | | | | |
| PULIDO | MASCANICO | | | | | | | | | | | | |
| | ELECTROLIT. | | | | | | | | | | | | |
| ACERILLADO | | | | | | | | | | | | | |
| RECTIF. | CILINDRICO | | | | | | | | | | | | |
| | PLANO | | | | | | | | | | | | |
| DIAMANTS | | | | | | | | | | | | | |
| ASERRADO CON PIEDRA | | | | | | | | | | | | | |
| ASERRADO | | | | | | | | | | | | | |
| SUPERACABADO | | | | | | | | | | | | | |
| TALLADO EN CURVA | | | | | | | | | | | | | |
| F. = Adida | | | | | | | | | | | | | |
| RUBNEADO | H. Acero | | | | | | | | | | | | |
| | d. Carb. | | | | | | | | | | | | |



Valores normales

Unidades en micras



Valores excepcionales

U.N.A.M. - F.E.S.C.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

FECHA: MAY 94

ESC: S/E

ACOT: S/A

CALIDAD DE ACABADOS

DIB. E. G. M.

REV. ING M.C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

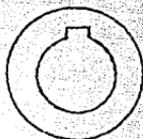
DIBUJO No. 1

para adaptar diferentes dispositivos en la fijación de la pieza, porque existen piezas forjadas que su perfil exterior es completamente irregular y solo con dispositivos especiales se pueden sujetar, también cuenta con el espacio suficiente para la colocación de los accesorios tradicionales como son el Mandril de tres o cuatro mordazas, las bridas escalonadas, las grapas, etc.

Algo muy importante de mencionar es la seguridad que se tiene durante la operación de trabajo, ya que cuando se realiza el Operador no se encuentra expuesto al salto de las virutas, solo se acerca cuando termina el ciclo. Esto asegura que la existencia de accidentes sean en una mínima proporción y por lo cual se dice que la Máquina es confiable.

Con relación a los puntos desfavorables se tiene que es incosteable para el lote pequeño de piezas, y es porque particularmente cada pieza tiene un perfil determinado así como sus dimensiones, y la fabricación de la herramienta, por tener características especiales son de costo elevado, y si se tiene un lote pequeño y único no conviene la inversión. Sucede lo mismo con los dispositivos de sujeción, con lo cual es conveniente la realización de estudios de costos para saber concretamente si se acepta la inversión o no.

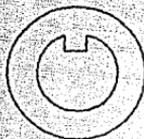
Para este tipo de decisiones se debe de hacer las comparaciones con las máquinas convencionales, que fuera un poco de tiempo mayor pero más económico.



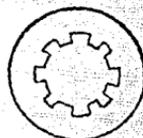
una ranura



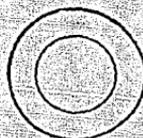
dos ranuras



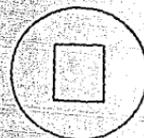
ranura invertida



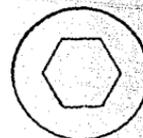
ranurado



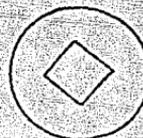
cilindrica



rectangular



hexágono



cuadrado



triángulo

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY-90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

DIB. EGM

REV. ING. M.C.

BROCHADOS INTERIORES

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 2

Se ha mencionado de la gran variedad de maquinados que se pueden obtener a través del Brochado, como una muestra se presenta el Dibujo No. 2, en donde se aprecian diferentes brochados interiores, que para realizarlos es necesario tener una operación previa, que puede ser un Barranado o Punzonado el cual servirá de guía para la Brocha, ya que pasará sobre toda la pieza para obtener el perfil deseado.

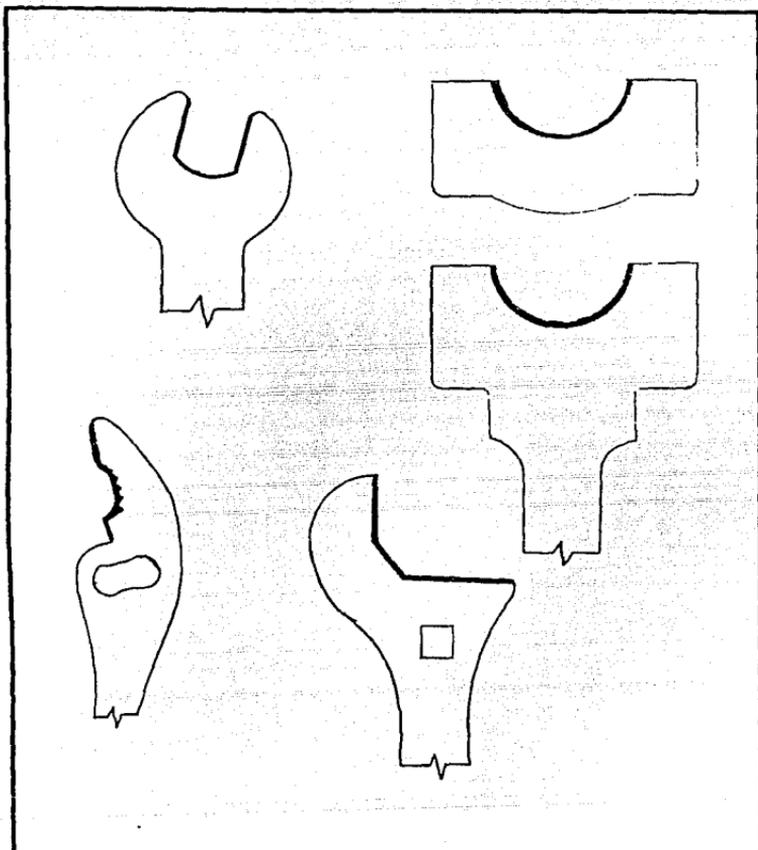
En el Dibujo No. 3, se tienen ejemplos de Brochado exterior, apreciándose perfiles rectos, curvos y combinaciones, no requieren de operaciones previas y son brochadas tal como llegan de su forjado o de algún otro maquinado del proceso.

La operación del Brochado se identifica por el sentido de aplicación de la Fuerza de corte, entre la Brocha y la pieza y puede ser:

- Brochado por Tracción
- Brochado por Compresión

Para cada uno de los casos tienen sus características muy específicas, con sus ventajas y desventajas pero ambos con buenos resultados. El Brochado por Tracción es favorable en las Máquinas Brochadoras Horizontales, en los perfiles interiores y en donde se requiera desprender mayor material, porque la longitud de la Brocha puede ser un poco mayor.

En el caso del Brochado por Compresión, es más característico en la Máquinas Brochadoras Verticales porque se aprovecha la posición de la herramienta.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S / E

ACOT.: S / A

DIB. E.G.M

REV. ING. M.C.

BROCHADOS EXTERIORES

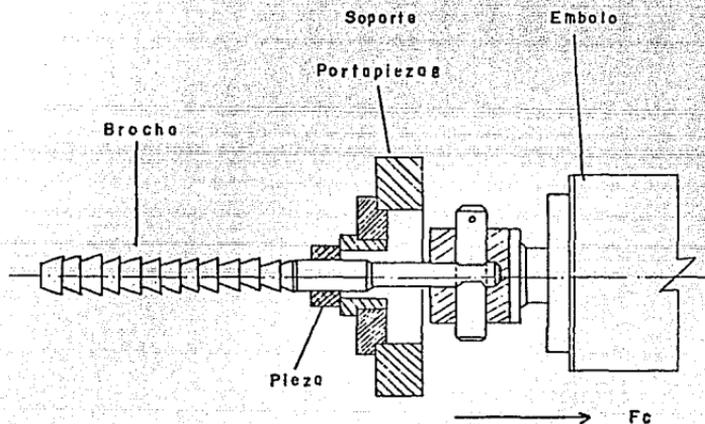
AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 3

La utilización de Brochas demasiado largas en Brochado por Compresión no es recomendable, porque el momento de ser aplicada la Fuerza de corte, el material de la pieza por naturaleza propia presenta resistencia al corte, lo que puede provocar una flexión en la Brocha que la deformaría y ocasionaría alguna variación en el perfil o inclusive se puede romper, lo que resultaría inconveniente por su costo elevado.

En un análisis de las dos formas de Brochado, se tiene que ambos son funcionables y solo depende del fabricante la forma en que ha de trabajar la herramienta. El Dibujo No. 4, -- presenta el Brochado por Tracción, se identifican las partes principales de la Máquina, y la Brocha es "jalada" por el dispositivo que la sujeta, haciendo la tracción para arrancar el material en la pieza. Por otro lado se tiene el Dibujo No. 5, que muestra el Brochado por Compresión, en donde la Brocha es "empujada" por el dispositivo para poder cortar el material. Es notable su parecido ya que solo difiere de la forma de aplicación de la fuerza.

Dentro de las aceptaciones que tiene la Máquina Brochadora es por su fácil manejo de operación, ya que no existe complicación alguna para su funcionamiento, y también el ajuste de su velocidad es sencillo, ya que se regula por medio de un tornillo que tiene la Bomba hidráulica, dando mayor o menor velocidad según se requiera. Otra ventaja que tiene es que el adiestramiento para el Operador es en un corto plazo y con buenos resultados.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY/50

ESC: S/E

ACOT: S/A

DIB. E.G.M

REV. ING. M.C.

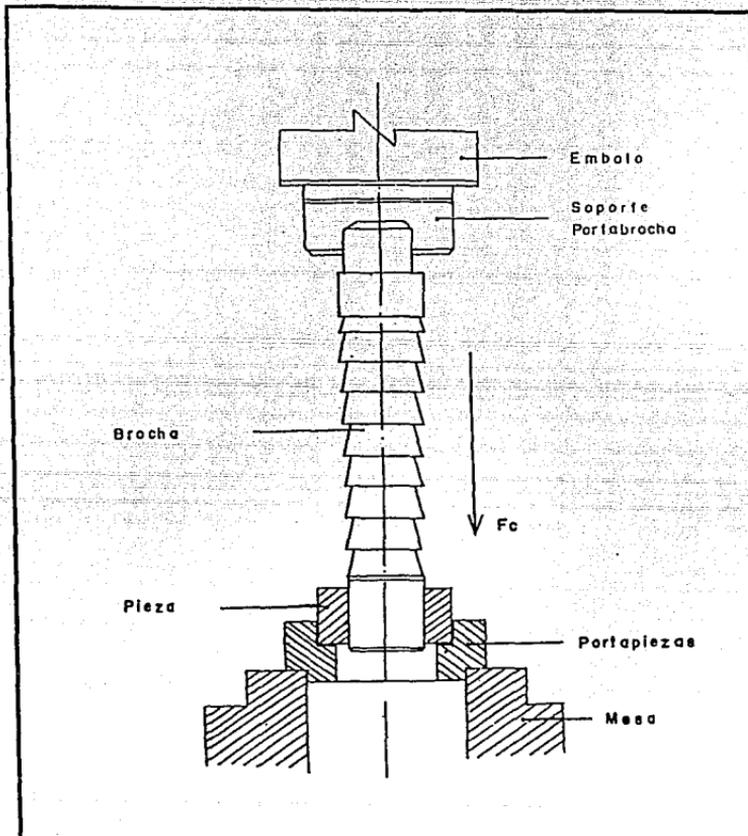
ERROCHADO POR TRACCION

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 4

Como se puede apreciar las Máquinas Brochadoras si -
tienen una extensa aplicación y buena aceptación, debido a la
infinidad de perfiles que se pueden obtener, pero primordial-
mente por la fabricación de la herramienta que es en si la que
corta el material y da la configuración final del perfil.

Realmente su único inconveniente es su aplicación en
pequeños y únicos lotes de piezas, porque de no ser por ello -
su difusión sería tan grande como las clásicas Máquinas herra-
mienta.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S / E

ACOT.: S / A

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C

BROCHADO POR COMPRESION

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No.

5

C A P I T U L O I I I

ELEMENTOS COMPONENTES DE LAS MÁQUINAS BROCHADORAS

Este capítulo se enfoca a la definición de cada uno de los componentes que forman a la Máquina Brochadora, describiendo principalmente las características y propiedades, pero solo se tendrá en consideración los elementos que sean utilizados para la Máquina Brochadora Horizontal. Se hace esto porque dentro de las mismas Máquinas existe una gran variedad de éstas tanto de tamaño, capacidad, forma de trabajo, etc. Con ello se pretende entrar en concreto a la Máquina seleccionada, claro que se hará mención de algunos componentes de otras Brochadoras que puedan utilizarse en varias de éstas según sea el caso.

Dentro del margen de cada elemento en su descripción y sus posibles variantes, es importante mencionar que en algunos casos pueden realizar diferente actividad con solo un cambio de posición o una pequeña modificación. Tal es el caso en los elementos del Circuito Hidráulico, del Circuito Eléctrico, en el mismo Bastidor, por eso se tiene en cuenta.

Los elementos que fueron seleccionados tienen las propiedades adecuadas para un buen funcionamiento pero se podrán sustituir por otros que sean equivalentes, aunque se tenga una diferencia en el costo pero con el mismo resultado.

III.1.- CIRCUITO HIDRAULICO

Este componente es de gran importancia dentro de la Máquina Brochadora, porque por su tamaño de los elementos que lo forman será la capacidad de la Máquina. El Circuito Hidráulico está formado por : Bomba hidráulica, Válvulas (direccionales, de alivio, control de presión, etc.), Cilindro o Actuador y los Accesorios, manómetros, filtros, conexiones, etc.

Cada uno de éstos elementos tiene su función específica dentro del Circuito Hidráulico, a su vez se encuentran interconectados y todos en grupo van a proporcionar la Fuerza en el extremo del Actuador para poder realizar los movimientos de la herramienta, avance y retroceso, que es el objetivo del Circuito Hidráulico.

Para una mejor interpretación de cada elemento del Circuito Hidráulico así como su funcionamiento, se tienen normalizadas una serie de figuras geométricas que representan a cada uno de los diferentes elementos hidráulicos, estas figuras que vienen siendo los símbolos se rigen conforme las especificacio-

| LÍNEAS Y FUNCIONES | | EJEMPLOS DE SIMBOLOS | | BOBINAS | |
|--|--|--|--|--|---------------------|
| LÍNEAS DE TRAZADO | | VALVULA DE A.V.M. OPERADA POR EMPUJE. PUNTO DE TRAZADO Y/O PARA EL DESGASTE. | | BOMBA MANUAL EN DESPLAZA SIMPLE FIJO | |
| LÍNEA FLECHA > 20 MM | | VALVULA DE SEGURIDAD DIRECTA MANEJADA LOCALMENTE. | | LÍNEA SIMBOLIZADA EN DESPLAZA SIMPLE FIJO | |
| LÍNEA DE DRENAR > 5 MM | | VALVULA DE PRESION AUTOMATICA. | | LÍNEAS DE CONTROL | |
| CONEXION | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | RESORTE | AV |
| LÍNEA FLEXIBLE | | LÍNEA DE CONTROL REGULADORA DE FLUJO | | OPERADO POR PUNTO AEREA | |
| LÍNEA DE LÍNEAS | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | OPERADO POR PUNTO AEREA | |
| PAIS DE LÍNEAS | | LÍNEA DE CONTROL REGULADORA DE FLUJO | | CILINDRO | |
| ESTRATEGIA DE FLUJO | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | * AÑADIRLE CONEXION DE LAS TUBAS APLICADAS Y PONER LAS LÍNEAS DE FLUJO CORRESPONDIENTES. | |
| VALVULA DE FLUJO 1. LÍNEA DEL FLUJO 2. LÍNEA DEL REVEL | | LÍNEA DE CONTROL REGULADORA DE FLUJO | | CILINDRO COMPRESOR | |
| LÍNEA PARA ABERTO MANEJADO | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | COMP | COMPRESOR |
| CONEXION TAPON O TAPONADO | | LÍNEA DE CONTROL REGULADORA DE FLUJO | | DET | DETENCION |
| ESTACION DE PRUEBA CILINDRO MANOMETRO | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | ELEC. MOT. | MOTOR ELECTRICO |
| TORNILLO DE FUERZA BOB | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | IND. MOT. | MOTOR HIDRAULICO |
| RESTRECCION FIJA | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MAN | MANEJADO |
| RESTRECCION VARIABLE | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MICH | MILICIA |
| TRAYECTO Y SIMBOLOS BARRIOS | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | SOL | SOLENOIDE |
| VALVULA DE RETENCION | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | SOL. PIT. | SOLENOIDE POR PUNTO |
| VALVULA DE CIERRE MANUAL | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | TRIN | TRINCO |
| VALVULA DE ALVARO PARA ABORTO DE RESERVA O BARRIO | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | LÍNEAS DE CONTROL | |
| VALVULA SIMBOLIZADA EN LA TUBERIA DE FLUJO ES CAMBIABLE. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | CONTROL DE ROTACION | |
| VALVULA SIMBOLIZADA EN LA TUBERIA DE FLUJO MULTIPLE SIN CAMBIABLE. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | COMPONENTES ENCAJADOS EN LA LÍNEA UNIDAD | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO SIMPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | TANQUE O DEPÓSITO | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO SIMPLE INCREMENTALMENTE ABERTAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MANOMETRO | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE ABERTAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | OTROS: | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | PANEL PUNTO LETRAS APROPIADAS Y AÑADIR LAS UNIDADES CORRESPONDIENTES. LA ROTACION ES LA FLECHA O CONEXION DE LÍNEA DE FLUJO. | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | ACC | ACUMULADOR |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | ELEC. MOT. | MOTOR ELECTRICO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | IND. | MOTOR HIDRAULICO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | FL | FLUJO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | ME | MANEJO DE FLUJO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MP | MANEJO DE PRESION |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MT | MOTOR HIDRAULICO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | PT | PUNTO DE PRESION |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | TR | TRINCO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | TR | TRINCO |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MOTORES Y CILINDROS | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MOTOR ROTATIVO FIJO | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MOTOR ROTATIVO DE DESPLAZAMIENTO FIJO | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MOTOR ROTATIVO DE DESPLAZAMIENTO VARIABLE | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | MOTOR OSCILANTE | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | CILINDRO DE SIMPLE ACCION | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | CILINDRO DE DOBLE ACCION CON UNA FLECHA | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | CILINDRO DE DOBLE ACCION CON DOS FLECHAS | |
| VALVULA DE RETENCION DE FLUJO MULTIPLE INCREMENTALMENTE CERRAR. | | VALVULA DE RETENCION CON VALVULA DE RETENCION INTEGRADA. | | CILINDRO DE SIMPLE ACCION CON UNA FLECHA | |

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

DB. E. G. M.

REV. ING. M.C.

SIMBOLOGIA HIDRAULICA

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 6

nes del Instituto Nacional de Estándares Americanos, A.N.S.I., y en Dibujo No. 6, presenta los símbolos gráficos que se utilizan en todo Circuito Hidráulico.

III.1.1.- BOMBA HIDRAULICA

Este elemento del Circuito Hidráulico es de gran importancia, porque a través de él se realiza la conversión de energía hidráulica a energía mecánica, con lo cual se logra el movimiento en el Actuador y la fuerza necesaria para realizar el corte de material. Su buen funcionamiento se refleja directamente en la eficiencia de la Máquina.

Un panorama general de las Bombas hidráulicas a las que se le conocen como Máquinas Hidráulicas y se encuentran clasificadas en dos grupos:

- 1.- Bombas Hidrodinámicas o Rotodinámicas
- 2.- Bombas Hidrostáticas o de Desplazamiento Positivo

El primer grupo de Bombas, las Hidrodinámicas, son aquellas que se identifican por su elemento intercambiador de energía mecánica a hidráulica, al que se le llama impulsor o "rodete", y cede energía al fluido en forma de energía cinética existiendo una relación de velocidad entre la entrada y salida,

teniendo por resistencia el peso del fluido que se maneja y la fricción que se crea entre ellos. La utilización de éstas bombas dentro de la Industria es para la transportación de líquidos, agua, aceites, ácidos, grasas, etc. En su interior no tiene sello positivo entre la entrada y salida, su capacidad de presión es originada por la velocidad del impulsor, el flujo es suave y continuo, si la salida llegara a obstruirse la bomba sigue trabajando, condición por la cual no son empleadas en los sistemas de presión y control.

Con respecto al segundo grupo, las Bombas Hidrostáticas o de Desplazamiento Positivo, tienen como característica principal, que su elemento intercambiador cede energía al fluido en forma de presión, de tal forma que se tiene una diferencia de presión entre la entrada y salida de la Bomba. Y en base a esa relación de presiones se desarrolla el "principio del desplazamiento positivo", que dice: El movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen en una cámara es creado por el incremento de presión.

De acuerdo con esto las Bombas Hidrostáticas son de mayor uso dentro de los circuitos hidráulicos, por lo cual se hace una descripción exhaustiva de sus características, esto es porque para el Circuito Hidráulico de la Máquina Brochadora se elige una Bomba de éste tipo.

Se tienen clasificados sus movimientos, por sus elementos intercambiadores y por su desplazamiento, teniendo:

- 1.- Por el movimiento de su elemento
 - Bombas alternativas (de pistones)
 - Bombas rotativas (de paletas deslizantes)
- 2.- Por la forma del elemento
 - Pistones (radiales, axiales)
 - Engranajes (interiores, exteriores, tornillo)
 - Paletas (oscilantes, deslizantes)
- 3.- Por su desplazamiento
 - Fijo
 - Variable

Sus características básicas son :

- El intercambio de energía se realiza en forma de -- presión
- Son llamadas Bombas volumétricas
- Tienen una cámara que permite la variación de volúmen, succión y expulsión
- Pueden ser reversibles
- Se utilizan en la transmisión de potencia y control de movimientos
- Se manejan altas presiones con seguridad

Como se puede apreciar éstas Bombas reúnen los requisitos necesarios para el trabajo que se va a desarrollar.

III.1.2.- VALVULAS DIRECCIONALES

Este tipo de Válvulas, que como su nombre lo indica permite controlar la dirección del fluido, facilitando el -- buen aprovechamiento del flujo presurizado, ya que se puede -- enviar a otros lugares al mismo tiempo y con la misma presión, por su misma versatilidad existe una gran variedad de tipos, -- los cuales se identifican por su construcción y funcionamiento, de las cuales se tienen:

1.- Por el tipo de elemento interno

- Cabezal móvil
- Carrete deslizante
- Carrete rotatorio

2.- Por su accionamiento

- | | |
|-------------|------------------|
| - Manual | - Presión piloto |
| - Trinquete | - Solenoide |
| - Mecánico | - Resorte |
| - Pedal | - Servo |
| - Palanca | - Compensador |

3.- Por el número de vías de comunicación

- | | |
|-------|----------|
| - Una | - Tres |
| - Dos | - Cuatro |

4.- Por el tipo de conexión

- Tubería roscada
- Rosca derecha
- Bridas
- montaje reforzado
- Montaje de subplaca

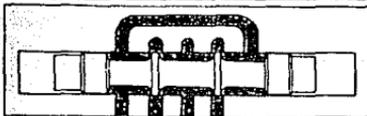
Dentro de las válvulas la que se utiliza con mayor frecuencia es la de tres posiciones y cuatro vías, pero su posición central presenta varias posibles combinaciones internas conduciendo al flujo a otra posición o con dirección al depósito. El Dibujo No. 7, presenta el símbolo de la parte central de la válvula y además un corte transversal de como se encuentra el carrete deslizante en cada una de las diferentes posiciones, indicando también hacia donde se dirige el flujo.

III.1.3.- VALVULAS DE CONTROL DE PRESION

Estas válvulas desempeñan varias funciones dentro del Circuito Hidráulico, como puede ser el regular la presión máxima de operación, reducir la presión en alguna sección del Circuito, un cambio de presiones operantes, etc. Para cada una de estas funciones se tiene una válvula y son sus elementos internos los que permiten realizar el control, cambio, salida y la



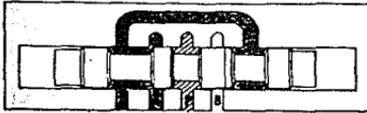
TIPO
"0"



CENTRO ABIERTO



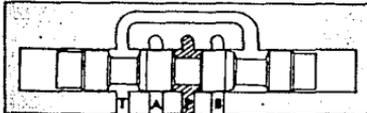
TIPO
"3"



PRESION Y "B" BLOQUEADOS - "A" ABIERTO EL TANQUE



TIPO
"2"



CENTRO CERRADO TODOS LOS ORIFICIOS BLOQUEADOS



TIPO
"6"



PRESION BLOQUEADA - "A" Y "B" ABIERTOS AL TANQUE



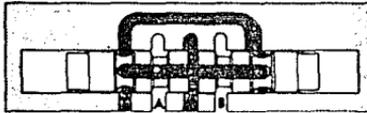
TIPO
"1"



"B" CERRADO - PRESION ABIERTA AL TANQUE A TRAVES DE "A"



TIPO
"4"



TANDEM

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

POSICIONES CENTRALES DE
VALVULAS DIRECCIONALES

DIB. E.G.M

REV. ING. M.C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 7

regulación del flujo; sus elementos son el Carrete, Pistón, Válvula piloto, Conexiones venteadas, Resortes, etc.

Dentro de su existencia de línea se tienen :

- Válvula de alivio, sencilla y compuesta
- De pistón balanceado
- De venteo
- Descarga tipo "R"
- De secuencia tipo "R"
- De secuencia operada a larga distancia
- Contrabalance
- Reductora de presión

Todas y cada una de las Válvulas tienen su aplicación pero la que nunca debe de ser omitida en un Circuito es la Válvula de Alivio, que se encuentra instalada a la salida de la Bomba y su función es la de regular la presión a la que trabajará el sistema, protegiendolo de alguna sobrepresión, que pudiera dañar a los sellos, uniones y mangueras. Su ajuste se logra por medio de un tornillo específico para ello, el cual deja pasar el flujo con la presión necesaria y al resto lo envía hacia el Depósito.

En un Circuito Hidráulico se pueden instalar tantas Válvulas de Alivio como sean necesarias y para el Circuito de la Máquina Brochadora solo se empleará una y se instala en la salida de la Bomba.

III.1.4.- VALVULAS DE CONTROL DE VOLUMEN

Las Válvulas de Control de Volúmen permiten manejar y controlar la cantidad de flujo que se requiere en el Circuito, sirviendo específicamente para el control de velocidad del Actuador, tanto avance como retroceso, y para lograrlo se tienen tres formas de ser instaladas :

- 1.- Control antes de la entrada del Actuador
- 2.- Control después de la salida del Actuador
- 3.- Control de sangrado

Su aplicación generalmente es cuando en el Circuito se tiene una Bomba con desplazamiento fijo, y por medio de éstas se controla la velocidad de movimiento, pero es común ver su aplicación aún teniéndose Bombas con desplazamiento variable. Su forma de trabajar es que a través de sus elementos internos se deja pasar la cantidad de flujo necesario y el resto es enviado directamente al Depósito o hacia algún otro componente.

Para el Circuito Hidráulico de la Máquina Brochadora serán utilizadas dos válvulas de este tipo, instaladas en la entrada y salida del Actuador.

III.1.5.- ACTUADOR O CILINDRO

Los Actuadores realizan la función opuesta de las Bombas, ya que convierten la energía hidráulica en energía mecánica, esto se realiza porque su elemento interno, vástago y pistón, se encuentra acoplado a la Brocha y a través del movimiento se desarrolla la fuerza mecánica para arrancar el material de la pieza.

Debido a su gran versatilidad se encuentran clasificados por cada una de sus características:

1.- Por su movimiento

- Lineal, simple y doble efecto
- Rotativo

2.- Por el tipo de elemento interno

- Embolo
- Telescópico
- Doble acción
- Doble vástago

3.- Por el tipo de montaje en el Circuito

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| - Placa rectangular | - Tirantes |
| - Placa cuadrada | - Intermedios |
| - Con aletas | - Pivotes |
| - Con orejas en la base | - Con amortiguador |

Los Actuadores permiten realizar trabajos con grandes cargas, se fabrican en muchos tamaños y especiales de acuerdo con el trabajo a realizar.

III.1.6.- ACCESORIOS

Los Accesorios son los elementos que se encuentran dentro de la Máquina pero su presencia es de un toque especial para el buen funcionamiento, se dividen en tres grupos:

- 1.- Instrumentos
- 2.- Interruptores
- 3.- Depósitos

Dentro de los primeros, los Instrumentos, se encuentran aquellos que permiten tomar lecturas de los diferentes parámetros que existen en el Circuito. Por tanto para la medición de presión se tiene los Manómetros, que indicará la presión que lleva el fluido, y de acuerdo con ésta se hacen las correcciones pertinentes o se mantienen según sea el caso. En la mayoría de los circuitos solo se instala uno pero si es necesario se pueden instalar más.

Otro instrumento es el Termómetro que indica la temperatura del fluido hidráulico, su instalación es importante porque el aumento de ésta por largos períodos daña las propie-

dades del fluido, viscosidad principalmente, y a su vez indica que existe falla alguna dentro del Circuito, con lo cual su -- rendimiento será menor.

Un instrumento que es poco usual dentro de un Circuito es el Medidor de Flujo, que tiene como finalidad el medir la cantidad de flujo que manda la Bomba y que sirve para tener un control más preciso de los movimientos. Pero realmente son utilizados en Laboratorios, donde se estudian prácticas con mayor precisión.

Ahora dentro de los Accesorios del tipo Interruptor, solo se maneja el Interruptor de Presión, que se encuentra conectado a un control eléctrico, solenoide, y es operado por la presión misma del circuito, pero de antemano es calibrado de acuerdo con las necesidades. Facilita el cambio de dirección o el paro de un movimiento, cuando se llega a la presión calibrada.

Por último se tiene los Depósitos que tienen como objetivo el almacenar todo el fluido que se requiera para el buen funcionamiento del Circuito, y están diseñados para realizar varias actividades para una mayor vida del fluido, como puede ser la disipación del calor, la recolección de impurezas y facilitar inspecciones periódicas.

Todo Depósito cuenta con respiraderos, mirillas de nivel, tapón para drenar, en algunos casos Termómetro, placas deflectoras y su filtro de aspiración. Todo esto ayuda a un buen funcionamiento del Circuito.

III.2.- CIRCUITO ELECTRICO

El Circuito Eléctrico es otro componente de vital importancia, porque a través de sus elementos que lo forman y en combinación con los elementos del Circuito Hidráulico se tiene el control total de la Máquina Brochadora, y que puede ser desde la acometida principal, el paro y marcha de la Bomba hasta la energización de las Bobinas para los movimientos del Actuador.

La combinación entre los elementos puede ser por medio de coples mecánicos como en el caso de la unión entre el motor eléctrico y la bomba hidráulica, eléctricos a través de la energización de las bobinas de las válvulas direccionales, o por los interruptores límite, que abren o cierran un contacto para parar cierto movimiento. También se puede decir que todo el mando de control, formado por botones, interruptores, señalización, etc. se encuentra vinculado con los elementos hidráulicos.

El Circuito Eléctrico se encuentra formado por varios elementos los cuales para poder identificarlos tienen una simbología gráfica normalizada, para esto se presenta el Dibujo No. 8, en donde se representa a cada uno de los elementos eléctricos, norma establecida por la N.E.M.A. (Asociación Nacional

de Fabricantes Electricos), y aceptado el C.CO.N.N.I.E. (Comite Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica), que es la registrada en el País.

Un Circuito Eléctrico puede estar formado por muchos elementos, dependiendo de las funciones que desempeñe la Máquina y divide en dos secciones:

- Circuito de fuerza
- Circuito de control

Cada uno tiene su función específica, en donde el -- Circuito de fuerza conduce la energía hacia los elementos de mayor capacidad, es el que lleva la carga de trabajo (amperaje -- alto), generalmente es en el Interruptor, Arrancador y Motor.

Y el Circuito de control se refiere a los elementos -- que controlan el funcionamiento de la Máquina, indicando como se encuentran conectados y que función realizan; manejan pequeñas corrientes y pueden ser botones estacionarios, relevadores, interruptores de presión, de temperatura, límite, luces indicadoras, etc.

III.2.1.- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD

Este elemento del Circuito Eléctrico tiene la finalidad de conectar y desconectar el suministro de energía eléctrica

ca hacia el circuito, y se tienen clasificados en dos grupos:

- Interruptores Manuales
- Interruptores Termomagnéticos

Los Interruptores Manuales como su nombre lo indica su accionamiento es manual, para conectar y desconectar, se encuentra formado por, un juego de cuchillas de cobre movibles, tres cartuchos fusible, uno para cada cuchilla, y su gabinete o caja que lo cubre. En los Interruptores Termomagnéticos su accionamiento inicial es manual pero tiene elementos de protección que lo desconectan automáticamente cuando existe falla en el circuito, cuenta con elementos para corto circuito y para sobrecarga, su presentación es sellado completamente.

Dadas las condiciones de trabajo tan variadas se pueden identificar por su Capacidad, Tipo, Servicio y Gabinete.

Por su Capacidad expresada en amperes pueden ser de: 30, 60, 100, 200, 400, 600, 800 y 1200. Por el Tipo que solo se utiliza en los Interruptores Manuales y es identificado por la capacidad, en volts, del cartucho fusible, siendo de 250 ó 600 volts. Por el Servicio se define de acuerdo con el número de veces que será operado, teniendo Servicio Ligero en donde su accionamiento no es muy frecuente (comercios, edificios), en el Servicio Pesado su accionamiento es frecuente o casi continuo como sucede en fábricas, hospitales, servicios públicos, etc.

Con respecto a su Gabinete, se fabrican para diferentes condiciones ambientales, para lo cual se tiene una Norma --

establecida por la N.E.M.A. para cada caso, teniendose:

- NEMA 1.- Gabinete para usos generales, se usa en -
donde no existan condiciones especiales
- NEMA 2.- Gabinete a prueba de goteo, para uso en
interiores, protege contra líquidos no --
corrosivos y salpicaduras de lodo
- NEMA 3.- Gabinete para la intemperie, se usa en ex-
teriores, protege contra tolvaneras y --
aire húmedo
- NEMA 3R.- Gabinete a prueba de lluvia, se usa en ex-
teriores, protege contra la lluvia y resis-
tente a la corrosión
- NEMA 4.- Gabinete hermético al agua y polvo, da --
protección contra severas condiciones ex-
tremas, salpicaduras de agua o chorro de
manguera
- NEMA 5.- Gabinete hermético al polvo, para uso en
exteriores y protección contra polvos
- NEMA 6.- Gabinete sumergible, es hermético al agua
y polvos, de uso en inmersiones ocasiona-
les, protege de polvos y pelusas
- NEMA 7.- Gabinete a prueba de explosivos, se usa en
ambientes peligrosos, soportando explosio-
nes internas sin peligro externo
- NEMA 8.- Gabinete a prueba de gases explosivos, en-
cerrado en aceite para evitar chispas

- NEMA 9.- Gabinete a prueba de polvos explosivos, en cerrado en aire, de uso en ambientes peligrosos.
- NEMA 10.- Gabinete para uso en minas, de uso en ambientes peligrosos donde existe mezclas de metano y aire, tiene juntas y seguros a prueba de explosión
- NEMA 11.- Gabinete resistente a la corrosión, encerrado en aceite, protege contra líquidos, humos y gases corrosivos
- NEMA 12.- Gabinete de uso industrial, hermético al polvo y goteo, protege contra fibras, insectos, pelusas, salpicaduras y condensación de líquidos
- NEMA 13.- Gabinete de uso industrial, hermético al aceite y polvo, de uso en interiores y protege contra aceites, líquidos refrigerantes, en gabinetes de máquinas herramienta.

III.2.2.- ARRANCADOR MAGNETICO

Los Arrancadores Magnéticos son dispositivos electro-mecánicos que proporcionan un medio seguro, convincente y económico, para poder poner en marcha o parar un motor; su característica principal es la de controlar desde un punto alejado por

medio de estaciones de botones, interruptores, relevadores, etc. desempeña varias funciones como son la de proteger al motor de sobrecargas, contra bajo voltaje y contra falla de fase.

Sus principales elementos componentes son: juego de contactos, cámara de arqueo, armadura, núcleo, bobina y juego de relevadores de sobrecarga. Tiene buen acceso para su mantenimiento, que es sencillo porque solo se revisan sus contactos la bobina, el núcleo magnético, el apriete de sus conexiones y limpieza general.

En algunos casos se utilizan por seguridad en el torque de arranque a pleno voltaje, pero como se tienen muchos casos de aplicación, se fabrican para satisfacer la infinidad de aplicaciones, teniendo los siguientes:

- Arrancador magnético para C.A. sin protección
- Arrancador magnético a tensión completa
- Arrancador magnético combinado con fusibles
- Arrancador magnético combinado con interruptor termomagnético
- Arrancador magnético a tensión reducida, tipo resistencia primaria
- Arrancador magnético a tensión reducida tipo autotransformador
- Arrancador magnético reversible
- Arrancador magnético tipo estrella-delta
- Arrancador magnético tipo devanado bipartido

- Arrancador magnético para motor de dos velocidades
- Arrancador magnético para motor sincrónico.

III.2.3.- RELEVADORES DE SOBRECARGA

Los Relevadores de Sobrecarga son elementos auxiliares de los arrancadores magnéticos, su presencia es para evitar que el Motor tome un exceso de corriente que lo puede dañar deteriorando el aislante, que puede ocasionar un corto circuito quemando al Motor. Se encuentran conectados directamente en la línea del Motor, para que registre con seguridad la corriente demandada.

Para su funcionamiento cuenta con un elemento, que -- permite abrir la línea cuando se presenta una sobrecorriente, este puede ser del tipo :

- 1.- Aleación fusible
- 2.- Bimetálicos
- 3.- Magnéticos
- 4.- Límite de tiempo
- 5.- Disparo instantáneo

Al elemento de seguridad del Relevador de Sobrecarga se le conoce como "elemento térmico", y se clasifican por rangos para los diferentes amperajes que se trabajen.

III.2.4.- ESTACION DE CONTROL

La Estación de Control, conocida como Botones de control, proporciona el control de un Motor realizando su arranque el paro, invirtiendo su rotación, variando su velocidad o cualquier otra función que se controla por un Botón.

Se fabrican para dos tipos de servicio, uno Normal y el otro Pesado, dependiendo de su frecuencia de uso será el tipo a seleccionar. Cuentan en su interior con un par de contactos, uno normalmente abierto, NA, y otro normalmente cerrado - NC, y de acuerdo con la función a desempeñar se conectan.

Dentro del Circuito Eléctrico se encuentran interconectados con la Bobina del Arrancador magnética del Motor, que es la forma de controlar a un Motor en el arranque y paro, pueden conectarse a otros componentes y ser controlados por un mismo Botón. Son sometidos a voltajes altos instantáneos para el efecto de la Bobina y además se encuentran aislados de tierra.

Cuando su presentación es en Gabinete, este se debe de seleccionar de acuerdo con las condiciones ambientales en las que ha de operar, especificando solamente el NEMA correspondiente. También se combina con luces indicadoras para marcar la posición que tiene, marcha o paro, con un foco respectivo.

III.2.5.- INTERRUPTOR LIMITE

La aplicación de los Interruptores Límite en la mayoría de los casos es para operaciones automáticas, en donde se requiera exactitud, confiabilidad y respuesta inmediata; pero también es común verlos como limitadores de carrera, donde indican el principio y fin de un movimiento.

Los elementos que lo forman son varios de los cuales se tienen, un brazo de operación o accionamiento, un rodillo, un juego de contactos y su caja. Se identifican por el tipo de brazo de operación, ya que es la única variante que presenta, y puede ser con ángulo ajustable, con desplazamiento lineal, de longitud ajustable, con horquilla y de apertura con cierre -- rápido.

Su instalación por lo general se encuentra conectado a un relevador o contactor, que son conectados a un arrancador y cuando son accionados mandan la señal indicando el fin, inicio, cambio, paro, etc. de un movimiento. Una aplicación práctica es en puertas automáticas, elevadores, ganchos de grúas, paros de emergencia, etc. Se recomienda el cuidado en su montaje, longitud de accionamiento, tamaño, en el espacio para el movimiento del brazo de operación; porque es importante que trabaje adecuadamente por la seguridad que brinda.

III.2.6.- MOTOR ELECTRICO

El Motor Eléctrico es el componente fundamental en cualquier máquina, electromecánica, porque a través de él se inicia la transmisión del movimiento, esto es que un Motor consume energía eléctrica y la transforma en energía mecánica, y se aprovecha para una infinidad de aplicaciones.

Los Motores Eléctricos se dividen en dos grupos:

- 1.- Motores de corriente alterna
- 2.- Motores de corriente continua

Por su funcionamiento

- 1.- Asíncronos o de inducción
- 2.- Síncronos

Por el número de fases de operación

- 1.- Monofásicos
- 2.- Polifásicos

En base a las características mencionadas el Motor Eléctrico que se utiliza en la Máquina Brochadora será de: Corriente alterna, de Inducción y Polifásico; por esto se enfocará un poco más hacia este tipo de motor.

Los motores de Inducción se encuentran formados por:

- 1.- Rotor
- 2.- Estator
- 3.- Bastidor

Cada uno de los componentes tiene sus características particulares, como es en el Rotor, que lo componen una serie de barras de cobre o aluminio montadas sobre unas ranuras que tiene el mismo Rotor, toda su estructura tiene un parecido con una "jaula de ardilla", nombre con el cual también se les conoce a éstos Motores. El Rotor es la parte móvil, girando, del Motor y en sus extremos lleva un par de rodamientos, sobre los cuales - ha de girar.

El Estator es la parte donde se encuentran las bobinas, y está fijado al Bastidor, formando una sola pieza, las bobinas se encuentran unidas entre sí y dependiendo de la forma en que son unidas será característica del Motor (estrella - delta)

En los Motores eléctricos la capacidad determina el tamaño de los componentes, como es del Arrancador, Interruptor, Elementos térmicos, etc.

III.3.- CIRCUITO DE REFRIGERACION

En la operación del Brochado, como en cualquier maquinado en donde se desprende material, existe una fricción,-- creando un calor que de no tratar de aminorarlo daña gravemente las aristas de corte de la herramienta, reduciendo su vida útil y en el acabado superficial se tienen asperezas, a su vez representa un mayor costo en mantenimiento de la Brocha. Para evitar que esto suceda se tienen los Circuitos de Refrigeración que tienen como misión eliminar el exceso de calor originado -- por el arranque de material.

La Máquina Brochadora cuenta con su Circuito de Refrigeración, y maneja una solución especial llamado Refrigerante, el cual se encuentra circulando constantemente. El Circuito de Refrigeración lo componen:

- 1.- Motor eléctrico
- 2.- Bomba rotodinámica
- 3.- Válvula de globo
- 4.- Filtro
- 5.- Depósito
- 6.- Accesorios

Su funcionamiento es muy sencillo, al poner en marcha el motor, que tiene acoplada la bomba y se encuentra sumergida

en el Refrigerante, en la entrada de la Bomba se instala un Filtro que evitará que partículas de material o impurezas obstruyan la succión o la tubería. Por tanto al ser accionado el Motor succiona al refrigerante y lo envía hasta la válvula la cual dirige el flujo hacia donde se encuentra la zona de contacto entre la Brocha y la pieza, evitando que se produzca un calentamiento entre las piezas.

El Depósito que almacena al Refrigerante se encuentra formando parte del Bastidor y tiene la capacidad suficiente para almacenar el volúmen necesario, cuenta con placas deflectoras para detener las posibles rebabas que se hayan pasado, y evitar que lleguen nuevamente a la succión.

El Circuito de Refrigeración cuenta con su control eléctrico, que puede ser manual por medio de una estación de botones de Paro - Marcha, pero también se puede adaptar a un sistema automático con un juego de limitadores (microswitch) de carrera, en si el control depende del tipo que se elija.

Un elemento importante para tener un buen funcionamiento del sistema de refrigeración es el fluido Refrigerante, el cual debe cubrir determinadas especificaciones para lograr el objetivo deseado; por lo tanto buen refrigerante debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- 1.- Calor específico elevado
- 2.- Tener índice de vaporización alto

- 3.- Tener buena conductibilidad térmica
- 4.- Poseer protección bacteriana
- 5.- Poder de refrigeración
- 6.- No ser corrosivo
- 7.- Tener estabilidad a la oxidación
- 8.- Tener poder lubricante
- 9.- No formar espumas
- 10.- Proporcionar larga vida de servicio
- 11.- Fluidez para el arrastre de virutas

Dentro de la existencia comercial se tienen diferentes tipos de refrigerantes, que como se sabe son compuestos químicos, en donde su elemento base es el aceite, agregandose varios aditivos que identificaran por su calidad. En base a las diferentes mezclas que se tienen, se clasifican en dos grupos:

- 1.- Refrigerantes acuosos
- 2.- Refrigerantes puros

Los Refrigerantes acuosos son aceites de origen mineral que son soluble o forman emulsión con el agua, tratando de cubrir las condiciones anteriores. Los Refrigerantes puros son aquellos que comunmente se les conoce como "aceite de corte" - en los cuales su componente principal es el aceite mineral y en combinación con los aditivos forman un buen refrigerante.

El origen del calor, creado por el arranque del material, procede en gran parte de la deformación plástica del

metal de la pieza a trabajar, otra parte lo crea el rozamiento de la herramienta con la pieza, si la herramienta se encuentra mal afilada o con desgaste en sus aristas cortantes, el calor producido por el rozamiento se incrementa aún más del normal.

Por eso se debe de tener cuidado y control en éstos parámetros para que los resultados por maquinado sea satisfactorios, y esa es la presencia del Circuito de Refrigeración en la Máquina Brochadora, siendo considerado para cualquier proceso donde exista el corte de material.

III.4.- BASTIDOR

Es el componente de mayor volumen de la Máquina y en él se alojan o se fijan otros componentes, como pueden ser:

- 1.- Instalación del Circuito de Refrigeración
- 2.- Instalación del Circuito Hidráulico
- 3.- Fijación del tablero de control eléctrico
- 4.- Fijación del Soporte portapiezas
- 5.- La Bancada
- 6.- Depósitos del fluido hidráulico y refrigerante

Cada una de las secciones que compone el Bastidor tiene su importancia, porque la posición, la fijación, el soportar

y el espacio operacional hacen en conjunto que la Máquina sea funcional; claro que se tiene que considerar la realización de un ensamble apropiado, porque desde el apriete de uniones hasta el alineamiento de todas sus partes que forman el eje imaginario de trabajo, son de vital importancia.

El Bastidor cuenta con la Bancada, que es la parte principal por donde se desliza el carro porta-herramienta, la cual presenta un par de Guías con características muy especiales y van fijadas a lo largo de la Bancada.

El Bastidor es la columna vertebral de la Máquina, ya que soporta a otros componentes y dependiendo de sus propiedades físicas, será la robustez que tenga la Máquina, por lo que es importante el seleccionar el tipo de material para su construcción; para este caso las investigaciones efectuadas fueron apremiantes, encontrando que el material para un Bastidor es recomendable de Fundición Gris, que es una aleación de hierro y carbono. También se observó que hay Bastidores contruidos con Placa de fierro, soldadas en sus diferentes secciones, no se optó por ésta forma porque presenta ciertas desventajas que se enlistan más adelante.

Por lo tanto el Bastidor se construirá en Fundición Gris, su composición química es variable en el Carbono, que es el elemento principal y su contenido en porcentaje es de un 2.0 hasta un 6.67 %, siendo recomendado un rango del 2.5 al 4.0 %, cuando excede este valor se disminuye la ductilidad por lo que

no se puede laminar, aumenta su fragilidad y no es fácil trabajar así. Una característica de las Fundiciones es que se pueden moldear y obtener formas y perfiles complicados, tiene buena maquinabilidad y otros más importantes, también se le conoce como Hierro colado.

Este tipo de Fundición tiene varias aplicaciones dentro de la Industria y es en Chumaceras, Soportes, Recipientes, Bancadas, etc.

III.5.- PORTAPIEZAS

En éste componente se realiza la fijación de la pieza que se va a Brochar, se encuentra fijado a un soporte, que resistirá la fuerza aplicada cuando se corta el material. El Portapiezas se fabrica en acero de bajo carbono y tiene maquinado dos ranuras en forma de "T", perpendiculares y pasan por el centro de la placa, también lleva un barreno en el centro que por donde pasará la Brocha.

La finalidad de las ranuras "T", es para sujetar un dispositivo, una brida escalonada, etc., que permita fijar a la pieza fuertemente para su Brochado, dentro de las ranuras se colocan tuercas, también del tipo "T", y ya con tornillos o espárragos se sujetan los mencionados dispositivos.

La placa Portapiezas debe de ser alineada correctamente al eje de trabajo, tanto paralela como perpendicularmente quedando bien centrada y cuando se realicen los maquinados no exista variación alguna.

El seleccionar una placa de acero suave permite hacer adaptaciones de algún dispositivo especial o el de hacer barrenos roscados, y por su estructura lo permite realizar sin tener alteraciones en su funcionamiento.

Tiene facilidad para fijar pieza de contorno irregular y poder Brochar tanto interiores como exteriores.

III-5.1.- SOPORTE PORTAPIEZAS

El Soporte Portapiezas se encuentra unido al Depósito del Refrigerante en su parte superior, formando una sola pieza, y en él se fija la placa Portapiezas. Se puede fabricar de Fundición por la configuración que tiene, y es el que soporta toda la fuerza de corte.

III.6.- HERRAMIENTA DE CORTE

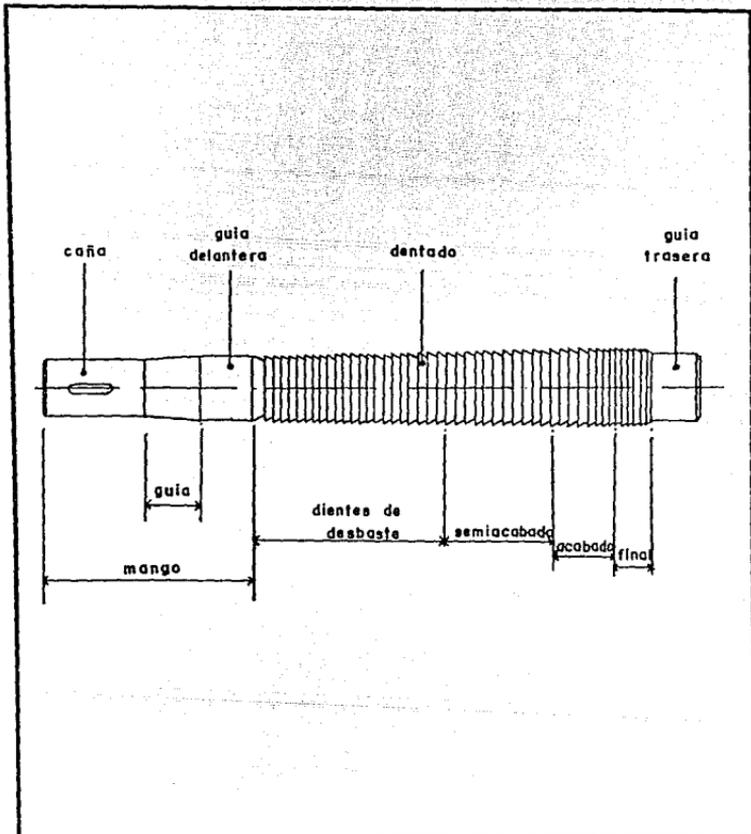
La Herramienta de corte o Brocha, es el utensilio que tiene la Máquina para efectuar el corte de material, como se -- menciona anteriormente, cuenta con aristas cortantes en su periferia y dispuestos longitudinalmente, entre arista de cada di-- ente existe una diferencia de altura, que viene siendo la pro-- fundidad de corte, determinada por condiciones de trabajo.

Las Brochas permiten obtener una gran variedad de perfiles, ya que al material se le da la forma del perfil, se hace su dentado, su tratamiento térmico y por último su afilado; lo-- grandando así cualquier perfil.

Una Brocha se identifica por sus diferentes áreas o -- zonas, la cual tienen una función específica, en el Dibujo -- No. 9, se tiene una Brocha con perfil cilíndrico y se identifi-- can sus diferentes zonas.

1.- Mango de arrastre: Es la parte por la cual se -- sujeta la Brocha al Cabezal Porta-herramienta, soprtando la -- fuerza de tracción para el corte, su forma puede variar depen-- diendo de como se fije.

2.- Guía delantera: Como su nombre lo indica, se uti-- liza esta zona para guiar y centrar a la Brocha ya sobre la --- pieza, quedando lista para hacer el corte.



| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------|
| U.N.A.M. - F.E.S.C. | | TESIS PROFESIONAL | |
| INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | | FECHA: MAY 90 | ESC: S/E ACOT.: S/A |
| BROCHA | | DB. E. G. M. REV. ING. M. C. | |
| | | AUT. ING. MARIO CORTES S. | |
| | | DIBUJO No. 9 | |

3.- Zona dentada: Es la parte más larga de la Brocha y la zona en donde se desprende el material y se encuentra dividida en tres secciones que son:

3.1.- Zona de desbaste: Es la primera parte del dentado que tiene contacto con la pieza y arranca el material -- hasta dejar muy próxima la medida, es la zona más dentada por lo cual desprende una cantidad mayor de éste.

3.2.- Zona de semiacabado: Esta zona presenta menos dentado, pero deja muy poco material para corte y es porque -- casi da la medida final, dejando preparada la siguiente sección.

3.3.- Zona de acabado: Es la zona dentada más pequeña y la más importante porque determina el perfil y sus dimensiones, así como el acabado superficial, que para lograrlo -- cuenta con cinco dientes sin variación de medida alguna, resultando la medida y acabado deseados.

4.- Zona final : Esta parte es la salida de la Brocha sin tener ningún contacto con la pieza, se tiene para efectuar su afilado o almacenamiento.

5.- Mango posterior: Este se presenta en algunas -- Brochas y generalmente sirve para ser sujeta por un dispositivo y llevarla a su posición inicial, lo que es para Brochado con ciclo automático.

La fabricación de la Brocha es muy costosa en com--

paración con la Herramienta del resto de las Máquinas-herramienta, Torno, Cepillo, Fresadora, Rectificadora. Por lo que se recomienda trabajar la Brocha en las condiciones apropiadas, su manejo y cuidado para lograr una mayor duración y buena eficiencia.

El desgaste que presenta el dentado es muy pequeño, - porque el tiempo de contacto entre el diente y la pieza es corto, causa por la cual las Brochas son reafiladas después de haber trabajado grandes lotes de piezas.

El estudio para la elaboración de una Brocha se basa primordialmente en el tipo de pieza que se Brochará, se realizan cálculos y pruebas, considerando los siguientes datos:

- 1.- Diámetro del barrenado inicial
- 2.- Espesor del material a desprender
- 3.- Tipo y dureza del material de la pieza
- 4.- Progresión del diente
- 5.- Número total de dientes
- 6.- Perfil del diente
- 7.- Selección del tipo de mango de arrastre
- 8.- Material de la Brocha
- 9.- Tolerancia de maquinado
- 10.- Calidad y acabado superficial.
- 11.- Presión que soporta la pieza sin deformarse
- 12.- Prueba de tracción en la Brocha
- 13.- Condiciones de trabajo

Cada uno de éstos puntos se tienen presentes para la fabricación de una Brocha, algunos de los datos son valores de orientación, de tablas, de constantes del material, velocidades de corte y avance, etc.; y en la consideración de los valores se tendrán los resultados.

III.7.- PORTA - HERRAMIENTA

Este componente permite sujetar la herramienta cuando se quiere Brochar, el Porta-herramienta se encuentra acoplado en uno de sus extremos al Vástago del Actuador, además está ajustado a las Guías de la Bancada.

El Porta-herramienta es el dispositivo que se desliza linealmente sobre las Guías de la Bancada, por el movimiento -- que tiene el Actuador al cual está acoplado, la herramienta sujeta también realiza este movimiento ya que al estar montada sobre el dispositivo también se mueve.

Para la fijación de la Brocha con el Porta-herramienta dependerá del tipo de mango de arrastre de la Brocha, ya hay varias formas de efectuar la sujeción. El tipo de mango de -- arrastre usado con mayor frecuencia es de "cuña", en donde la Brocha presenta un barreno tipo ojal, para que a través de este se inserte la "cuña" acoplándose con el Porta-herramienta

y quedando lista para que se aplique la fuerza de corte, y poder desprender el material, el Porta-herramienta tambien cuenta con esta ranura por donde entra la "cuña".

Existen otras formas de acoplamiento que se adaptan al Porta-herramienta, y en relación a éste tambien el mango de arrastre se acondiciona; otros tipos pueden ser: De bayoneta, Espiga, Roscado, De luneta, Entalladas, etc. en Dibujo No. 10, se muestran varias formas que tiene el Mango de Arrastre.

El material para su construcción puede ser tanto de Fundición como de Fierro, ya que su contorno no se involucra con otro elemento, y las partes o extremos donde se acopla con la Brocha y el Actuador son maquinadas de acuerdo con el Diseño deseado.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

MANGOS DE ARRASTRE

DIB. E. G. M.

REV. ING. M.C.

AUT. ING. MARCO CORTES S.

DIBUJO No. 10

C A P I T U L O I V

CALCULO Y SELECCION DE LOS COMPONENTES

DE LA MAQUINA BROCHADORA

IV.1.- CIRCUITO HIDRAULICO

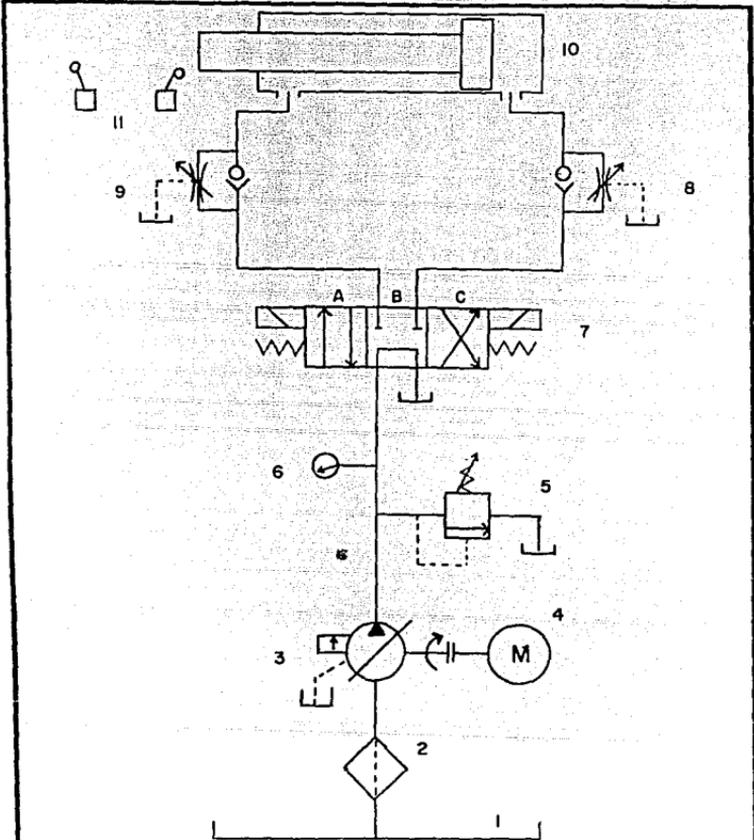
Como se menciona en capitulos anteriores, éste componente de la Máquina es importante, porque determina el tamaño y capacidad de la Brochadora, como condiciones de Diseño se requiere tener un movimiento horizontal controlado en sus dos sentidos, de izquierda a derecha y de derecha a izquierda; el poder regular la velocidad del Actuador, de acuerdo con las características físicas de los materiales a Brochar. También tener el control para regular la presión de operación o de trabajo, así como poder ajustar la carrera de trabajo para las diferentes longitudes de la herramienta, sin faltar sus indicadores correspondientes.

Estudiando dichas condiciones y combinando los diferentes elementos hidráulicos existentes, se Diseña un Circuito Hidráulico que cubre las necesidades pedidas, para lo cual se presenta el Dibujo No. 11, en donde muestra gráficamente cada elemento.

Para una identificación plena a continuación se enlistan los elementos :

- 1.- Depósito del aceite hidráulico
- 2.- Filtro de succión
- 3.- Bomba de desplazamiento variable
- 4.- Motor eléctrico
- 5.- Válvula de alivio
- 6.- Manómetro
- 7.- Válvula direccional de tres posiciones
- 8.- Válvula de control de flujo, avance
- 9.- Válvula de control de flujo, retorcero
- 10.- Actuador
- 11.- Limitadores de carrera

Teniendo el diseño del Circuito Hidráulico, con la identificación, se procede a efectuar el cálculo y selección de cada elemento, teniendo en primer lugar al Actuador, enseguida la Bomba y así sucesivamente con cada uno.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S / E

ACOT.: S / A

CIRCUITO HIDRAULICO

DIR. E. G. M

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 11

IV.1.1.- ACTUADOR

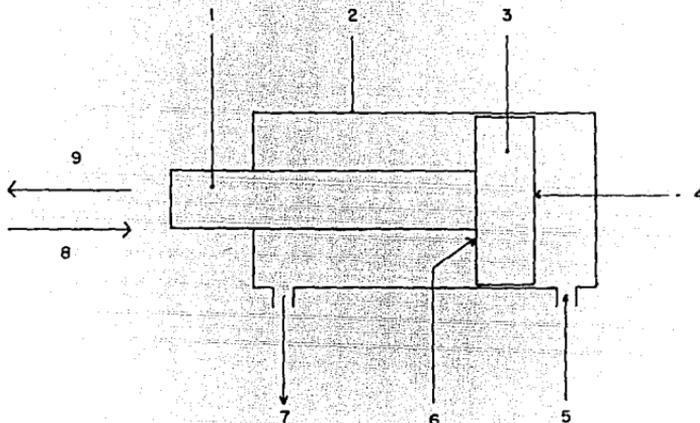
El Actuador es el convertidor de energía hidráulica a mecánica, para poder realizar su cálculo y selección debe de cubrir las siguientes condiciones:

- 1.- Proporcionar dos movimientos lineales, que son para el avance y retroceso de la herramienta.
- 2.- Tener capacidad suficiente para desarrollar una fuerza de 5×10^4 N., para realizar el corte del material

Para la primera condición es necesario saber como funciona un Actuador y cuales son sus elementos principales que lo componen, para ello se tiene el Dibujo No. 12, observandose sus elementos, sus movimientos, áreas de trabajo.

Para efecto de la selección se consulta el Catálogo de Hidráulica Industrial (Cia. Vic-Mex), eligiendo un Actuador del tipo "diferencial de doble efecto", que proporciona los dos movimientos deseados.

Para la segunda condición, se requiere conocer las dimensiones que tiene el Actuador, específicamente las áreas de trabajo, sobre la cual ejerce la presión el fluido, en el Dibujo No. 12, se identifican con los números (4) y (6), y para conocer las dimensiones se tienen como datos iniciales -



- 1.- Vástago
- 2.- Cilindro
- 3.- Embolo
- 4.- Área de acercamiento
- 5.- Entrada de presión
- 6.- Área de trabajo
- 7.- Entrada de presión
- 8.- Movimiento de trabajo
- 9.- Movimiento de acercamiento

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S / E

ACOT.: S / A

PARTES DE UN ACTUADOR

DB. E. G. M. REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 12

los valores de la fuerza a desarrollar y el de la presión que es un valor práctico, siendo:

- 1.- Fuerza desarrollada de 5×10^4 N
- 2.- Presión operacional de 7×10^6 Pa

De las leyes de Física y del Principio de Pascal -- indica que al tener un fluido a presión ésta se transmite con la misma fuerza y en todas direcciones, teniendo la relación:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

- Donde: P = presión operacional Pa
F = fuerza desarrollada N
A = área de trabajo m²

Como incógnita se tiene el área de trabajo, por tanto

$$A = \frac{F}{P}$$
$$A = \frac{5 \times 10^4}{7 \times 10^6}$$
$$A = 7.142 \times 10^3 \text{ m}^2$$

Este valor obtenido sería el ideal para trabajar con las condiciones iniciales, pero resulta que ésta área de trabajo no existe comercialmente, solo se consigue como especial que resultaría tardado y costoso. Se determina consultar las existencias de línea y con el valor del área calculado, se busca una área aproximada; ver la Tabla No. I, que presenta las dimensiones y capacidades de diferentes Actuadores.

Se encuentra un valor aproximado de:

$$A = 9.540 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

El resto de las dimensiones que tiene el Actuador es:

| | |
|-----------------------|------------------------------------|
| Diámetro del pistón | $1.270 \times 10^{-1} \text{ m}$ |
| Diámetro del vástago | $5.080 \times 10^{-2} \text{ m}$ |
| Area total del pistón | $1.266 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ |
| Area de la corona | $9.540 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ |
| Area del vástago | $3.120 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ |
| Presión de trabajo | $7 \times 10^6 \text{ Pa}$ |
| Fuerza de avance | $6.555 \times 10^4 \text{ N}$ |
| Fuerza de retroceso | $8.733 \times 10^4 \text{ N}$ |
| Longitud del vástago | 1.500 m |

Con esta información se conoce como es el actuador y comparando con las condiciones de diseño inicial se tiene:

| Datos iniciales | Datos obtenidos |
|--|--|
| $P = 7 \times 10^6 \text{ Pa}$ | $P = 7 \times 10^6 \text{ Pa}$ |
| $F = 5 \times 10^4 \text{ N}$ | $F = 6.555 \times 10^4 \text{ N}$ |
| $A = 7.142 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ | $A = 9.540 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ |

Existe una variación de aproximadamente el 34 %, en el área y la fuerza, y estos valores se tomarán como referencia para futuros cálculos.

IV.1.2.- BOMBA HIDRAULICA

La Bomba Hidráulica es un elemento importante dentro del Circuito Hidráulico, porque proporciona la Presión de trabajo y el Volúmen de fluido necesarios, que son parámetros básicos para el Brochado, para efectuar su cálculo y selección - se deben de cumplir varias condiciones, como son:

- 1.- Proporcionar mínimo una presión de 7×10^6 Pa
- 2.- Facilitar el volúmen necesario para realizar los movimientos de avance y acercamiento
- 3.- Tener un control y ajuste accesible

Y como datos de referencia se tienen las velocidades de cada movimiento, valores que se tomaron de tablas, y son:

| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Velocidad de avance mínima de | 8.333×10^{-3} m/s |
| Velocidad de avance máxima de | 1.166×10^{-1} m/s |
| Velocidad de acercamiento mínima de | 8.333×10^{-3} m/s |
| Velocidad de acercamiento máxima de | 2.500×10^{-3} m/s |

Para tener claro los valores de las áreas de trabajo dentro del Actuador, que son identificadas en el Dibujo No. 12, se tiene que:

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Area de avance | 9.540×10^{-3} m |
| Area de acercamiento | 1.266×10^{-2} m |

Teniendo éstos valores y de la expresión de Continuidad, se puede conocer la capacidad de la Bomba, que es:

$$Q = V \times A$$

Donde: Q - caudal ó volúmen m^3/s
 V - velocidad m/s
 A - área de trabajo m^2

Sustituyendo los valores para cada una de las diferentes velocidades y áreas de cada movimiento se tiene:

Para la velocidad máxima de avance:

$$V = 1.166 \times 10^{-1} \text{ m/s} \quad A = 9.540 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Q = (1.166 \times 10^{-1})(9.540 \times 10^{-3})$$

$$Q = 1.112364 \times 10^{-2} \text{ m}^3/s$$

Para la velocidad mínima de avance

$$V = 8.333 \times 10^{-3} \text{ m/s} \quad A = 9.540 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Q = (8.333 \times 10^{-3})(9.540 \times 10^{-3})$$

$$Q = 7.950 \times 10^{-5} \text{ m}^3/s$$

Para velocidad máxima de acercamiento

$$V = 2.500 \times 10^{-1} \text{ m/s} \quad A = 1.266 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$Q = (2.500 \times 10^{-1})(1.266 \times 10^{-2})$$

$$Q = 3.165 \times 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

Para velocidad mínima de acercamiento

$$V = 8.333 \times 10^{-3} \text{ m/s} \quad A = 1.266 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$Q = (8.333 \times 10^{-3})(1.266 \times 10^{-2})$$

$$Q = 1.056 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

De éstos valores el máximo es para la velocidad máxima de retroceso, donde se tiene que cubrir un volumen de

$$Q = 3.165 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo obtenido que será de referencia para encontrar dentro de las Bombas existentes una con esta capacidad, - la selección es consultada del Catalogo de Hidráulica Industrial y como referencia se considera la presión operacional de $P = 7 \times 10^6 \text{ Pa}$, que es la indicada por diseño y comercialmente se tiene para esta capacidad.

Para la selección del volumen y el control de éste se recomienda utilizar una Bomba Hidráulica de Pistones, porque son altamente eficientes proporcionando presión y volumen, y su control de volumen es bastante accesible y sencillo, a través de un tornillo que ajusta la carrera de los pistones, muy fácil.

Por la capacidad de volumen es seleccionada una Bomba que proporciona un volumen aproximado al calculado y es de:

$$Q = 2.833 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = 7 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Con lo cuales existe una variación y es solo en la misma máxima velocidad de acercamiento, porque en los demás -- cálculos si los cubre bien, por lo tanto la nueva velocidad de acercamiento máxima es:

$$Q = 2.833 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 1.266 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{2.833 \times 10^{-3}}{1.266 \times 10^{-2}}$$

$$V = 2.238 \times 10^{-1} \text{ m/s}$$

El valor disminuye aproximadamente un 12 %, que conforme el funcionamiento que realiza no afecta, porque es la única variación que se tiene.

Por último se tiene se tiene la condición del control y ajuste, que como se ha mencionado si son factibles en éste tipo de Bomba, sobre todo el control del volúmen que sería el utilizado con mayor frecuencia, por los diferentes tipos de materiales de las piezas a Brochar ya que para cada lote o tipo de pieza se ajusta su velocidad de avance.

Teniendo cubiertas las condiciones iniciales, la Bomba seleccionada presenta las siguientes características:

- Tipo Bomba de pistones
- Desplazamiento Variable
- Posición de pistones En línea

| | |
|-----------------------|--|
| - Volúmen | Q = 2.833 x 10 ⁻³ m ³ /s |
| - Presión operacional | P = 7 x 10 ⁶ Pa |
| - Regulación | Compensador integrado |
| - Marca | Vic - Mex |
| - Número de catálogo | PVB 45 R S F 10 C A |

IV.1.3.- VALVULA DE CONTROL DE PRESION

Este tipo de válvulas son conocidas como " válvula de alivio ", en el diagrama del Circuito Hidráulico se identifica con el número (5), y su función es la de proteger de sobrepresiones al Circuito, así como la de regular la presión de trabajo o de operación.

Para éste elemento y para los próximos solo se hace su selección, de acuerdo con los valores de trabajo, que son:

- 1.- Tener capacidad para regular la presión operacional de $P = 7 \times 10^6$ Pa
- 2.- Tener capacidad para manejar un volúmen máximo de $Q = 2.833 \times 10^{-3}$ m³/s

Para cubrir el primer punto se elige directamente del Catálogo, de donde se obtienen los siguientes datos :

Válvula de alivio

- Tipo, pistón balanceado
- Operada por presión piloto
- Capacidad de volúmen $Q = 2.833 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
- Rango de presión $P = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$
 $P = 7 \times 10^6 \text{ Pa}$
- Control de ajuste manual
- Marca Vic - Mex
- Número de catálogo CS 06 B Y 06
- Cantidad una pieza

Se observa que si cumple con las condiciones de trabajo, y su instalación es sobre la salida de la Bomba, tiene conexión hacia el Circuito, mandando presión regulada; y conexión hacia el Depósito para mandar todo exceso de presión.

IV.1.4.- VALVULA DE CONTROL DIRECCIONAL

Esta válvula permite conducir al flujo en dos direcciones al mismo tiempo, entrada y salida al Circuito, realizando movimiento. Las condiciones que debe de cubrir para efectuar su selección son:

- 1.- Capacidad para manejar un caudal de:

$$Q = 2.833 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

2.- Operar con presiones de $P = 7 \times 10^6 \text{ Pa}$

3.- Conducir el flujo en dos direcciones

La válvula direccional se identifica con el número -- (7) dentro del diagrama, es de tres posiciones A, B y C, su posición central se encuentra en "tandem", que indica que el flujo mandado por la Bomba (3), es dirigido directamente hacia el Depósito (1), manteniendo esta posición hasta que la Válvula -- direccional se energize.

La válvula seleccionada tiene las siguientes características:

Válvula direccional

- Tres posiciones, cuatro vías
- Operada por presión piloto
- Controlada por solenoides o bobinas
- Capacidad de volúmen hasta $Q = 6.333 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
- Rango de presión de trabajo $P = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$
 $P = 2.100 \times 10^7 \text{ Pa}$
- Presión para la operación piloto mínima de $P = 8.333 \times 10^4 \text{ Pa}$
- Operación del solenoide Volts 115
Frecuencia 60 Hz
- Peso aproximado Kg 17.5
- Número de catálogo DG 5 S 8 8CX E T B 10
- Cantidad una pieza

IV.1.5.- VALVULA DE CONTROL DE FLUJO

Estas válvulas permiten tener el control del paso de flujo que ha de llegar al Actuador, logrando manejar la velocidad de avance y acercamiento. En el Circuito se tienen dos de este tipo se identifican con los números (8) y (9), una para cada movimiento, su instalación se tiene antes de la entrada al Actuador y tiene conexiones hacia el mismo Actuador y la otra hacia el Depósito directamente.

Para efectuar su selección se consideran los mismos valores anteriores de Presión operacional y Volúmen manejado, teniendo las siguientes características:

Válvula de control de flujo

- Capacidad de volúmen. $Q = 2.833 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$
- Presión operacional $P = 1.400 \times 10^7 \text{ Pa}$
- Con válvula de desvío integrada
- Con compensador de presión
- Peso aproximado Kg 15
- Número de catálogo F3-FCG-06-45-10
- Cantidad dos piezas

Es importante mencionar que pueden estar coordinadas las Válvulas con la Bomba que en cierto momento también puede controlar la Velocidad del Actuador, ya que la cantidad de volúmen la puede controlar.

IV.1.6.- DEPOSITO

El Depósito tiene como finalidad almacenar todo el fluido hidráulico que se utilice para el buen funcionamiento del Circuito Hidráulico, en el diagrama se identifica con el número (1), su instalación es en la parte interna del Bastidor que es hueco y debe de cumplir con las condiciones siguientes:

- 1.- Indicador de nivel o mirilla
- 2.- Tapón para drenar
- 3.- Respirador de aire, filtro ó natural
- 4.- Placas divisoras, detener sólidos e impurezas
- 5.- Entradas para conexiones, succión y descarga
- 6.- Sellado completo, no tener fugas
- 7.- Fácil acceso al interior
- 8.- Filtro de succión
- 9.- La posición de conexiones de succión y descarga deben ser opuestas.

El cumplimiento de estas condiciones permite asegurar un buen funcionamiento, ahora con relación a su Capacidad se -- recomienda que debe de almacenar de 1.5 a 3.0 veces el volumen que maneja la Bomba, que es $Q = 2.833 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$

| | |
|----------------------|--|
| Volúmen del Depósito | Vol. * $(2.833 \times 10^3)(60)(3.0)$ |
| | Vol. * 0.50994 m^3 |
| | Vol. * $5.099 \times 10^1 \text{ m}^3$ |

IV.1.7.- FILTRO

El Filtro juega un papel muy importante para el buen funcionamiento del Circuito, porque a través de él pasa el fluido que es succionado por la Bomba, deteniendo todo tipo de impurezas contaminantes insolubles que se encuentren en el fluido. Su elemento interno se encuentra formado por varias mallas metálicas o por un cartucho poroso, y de acuerdo con el tamaño del poro será el tipo de filtración .

Se tienen identificados por la unidad llamada "micron" que es la millonésima parte del Metro, y con ésta unidad, un Filtro para aceites hidráulicos debe ser de 100 a 125 micrones, teniendo un margen para detener partículas mayores de 150 micrones, en promedio.

El elemento puede ser fabricado por materiales filtrantes como los Absorbentes, Adsorbentes y Mecánicos, teniendo todos buena eficiencia y durabilidad. Para realizar su selección debe cumplir con las condiciones anteriores, principalmente el volumen, por lo tanto el Filtro seleccionado tiene las siguientes especificaciones:

Filtro de succión o admisión

- Tipo mecánico con malla
- Tamaño del poro, 100 micrones

| | |
|-------------------------|---|
| - Capacidad en volúmen, | Q = 3.333 x 10 ³ m ³ /s |
| - Diámetro de conexión | Diam. 50 mm |
| - Peso aproximado | Kg 1.0 |
| - Número de catálogo | OP 3-16-10 |
| - Cantidad | una pieza |

IV.1.8.- ACCESORIOS

De la variedad de Accesorios que se tienen el Circuito Hidráulico de la Máquina Brochadora, solo cuenta con uno y es el Manómetro, el cual indicará la presión que manda la Bomba que servirá para tener presente la fuerza desarrollada. En el Circuito se identifica con el número (6), y su instalación es en la salida de la Bomba.

Para su selección solo se considera la presión de operación, y se tiene que estan calibrados para trabajar un determinado rango, seleccionandose el siguiente:

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Manómetro tipo Bourdon | |
| Rango de presión | 0 a 1.0 x 10 ⁷ Pa |
| Diámetro de conexión | 10 mm |
| Cantidad | una pieza |

Una vez que se tiene completo el Cálculo y Selección de los elementos del Circuito Hidráulico, a continuación se describe su funcionamiento, para lo cual será necesario auxiliarse del Dibujo No. 11, que presenta gráficamente al Circuito; solo se hace mención de los elementos eléctricos (motor, limitadores de carrera, bobinas de válvula), porque más adelante se hace su descripción correspondiente.

Como primer paso se realiza la energización del Motor eléctrico (4) y el accionamiento de la Bomba (3), la cual empieza a succionar el fluido del Depósito (1), pasando por el filtro (2), que detiene las impurezas que lleva el fluido, y llega hasta la Bomba (3), presurizando al fluido y lo envía a la Válvula de alivio (5) que regulará la presión operacional, si existiera un exceso de presión la manda directo al Depósito, el Manómetro (6) indica en su carátula la presión operacional, el flujo continúa hasta la Válvula direccional (7) que se encuentra en posición central B, en la cual manda al fluido hacia el Depósito, sin efectuar ningún movimiento, manteniendo esta posición hasta que sea accionada la Válvula direccional.

Este primer paso deja lista la Máquina para realizar el movimiento, en esta posición se puede mantener sin tener alguna alteración del Circuito ya que solo se tiene en circulación al flujo. También en este espacio se realiza el montaje o desmontaje de la pieza ó de la herramienta, ya que la posición lo permite.

Como segundo paso se tiene la energización de la Bobina de la Válvula direccional (7), dejandola en posición C, dando paso al flujo enviandolo a la Válvula de control de Flujo (8), pasando libremente por el lado donde se encuentra la válvula de retención integrada (check), llegando al Actuador (10), empujando el pistón y así se tiene el movimiento de acercamiento hasta que topa con el Interruptor límite (11), el que hará accionar la Válvula direccional (7), dejandola en la posición central B de nuevo, el volumen que se encuentra dentro del Actuador pasa por la Válvula (9), controlando su paso regulando la velocidad del Actuador, continúa por la Válvula (7) y lo envía al Depósito (1), terminando el movimiento y quedando listo para el siguiente paso.

En este espacio se realiza el montaje de la Brocha y el siguiente movimiento es el de trabajo o corte de material, por tanto se energiza la Válvula (7) quedando en posición C, el flujo se encontraba circulando en la posición central, siendo conducido por la Válvula (9), pasando libre por la válvula de retención integrada y llegando al Actuador realizando el movimiento de trabajo, el flujo que se encontraba en la cámara es enviado a la Válvula de control de flujo (8), la que permite controlar la velocidad de avance de la Brocha, en base a las condiciones de trabajo (material de la pieza, tipo de perfil, etc.). El flujo continúa hasta llegar a la Válvula (7), y lo conduce hasta el Depósito, el movimiento termina cuando es accionado el Limitador de carrera (11), efectuando el cambio -

de posición en la Válvula direccional (7), quedando en B, y el flujo es recirculado, cuando termina el movimiento se tiene espacio para realizar el desmontaje de la pieza y Brocha, con lo cual termina allí el ciclo completo de Brochado. El Circuito - queda preparado para el siguiente ciclo:

Como se puede apreciar el funcionamiento del Circuito Hidráulico es sencillo, pero es importante tener inspecciones periódicas para mantener en buenas condiciones al Sistema y consiste desde revisar conexiones, mangueras, filtro (limpieza y cambio), hasta el cambio total de todo el aceite. Todo esto permitirá lograr una larga vida útil en los elementos del Circuito Hidráulico.

IV.2.- CIRCUITO ELÉCTRICO

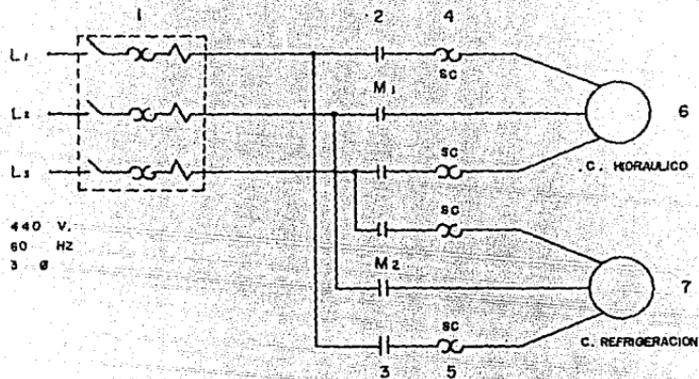
El Circuito Eléctrico es el componente que marca la pauta para el funcionamiento de la Máquina Brochadora, se encuentra formado por dos circuitos para una mejor interpretación ya que están interconectados entre sí, solo se diferencian por sus propios componentes y son :

- 1.- Circuito de Fuerza
- 2.- Circuito de Control

Al Circuito de Fuerza lo integran los elementos principales o de poder, el Dibujo No 13, presenta a los componentes de éste y son los siguientes:

- 1.- Interruptor Termomagnético
- 2.- Arrancador magnético del motor principal
- 3.- Arrancador magnético del motor del C. R.
- 4.- Elementos de sobrecarga del motor del C. H.
- 5.- Elementos de sobrecarga del motor del C. R.
- 6.- Motor del Circuito Hidráulico
- 7.- Motor del Circuito de Refrigeración
- L-1, L-2 y L-3 .- Acometida principal

Cada elemento realiza una actividad específica dentro del funcionamiento de la Máquina, pero en combinación con los elementos del Circuito de Control



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: MAY 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

DIB. E. G. M

REV. ING. M.C.

CIRCUITO DE FUERZA

AUT. ING. MARIO CORTES S.

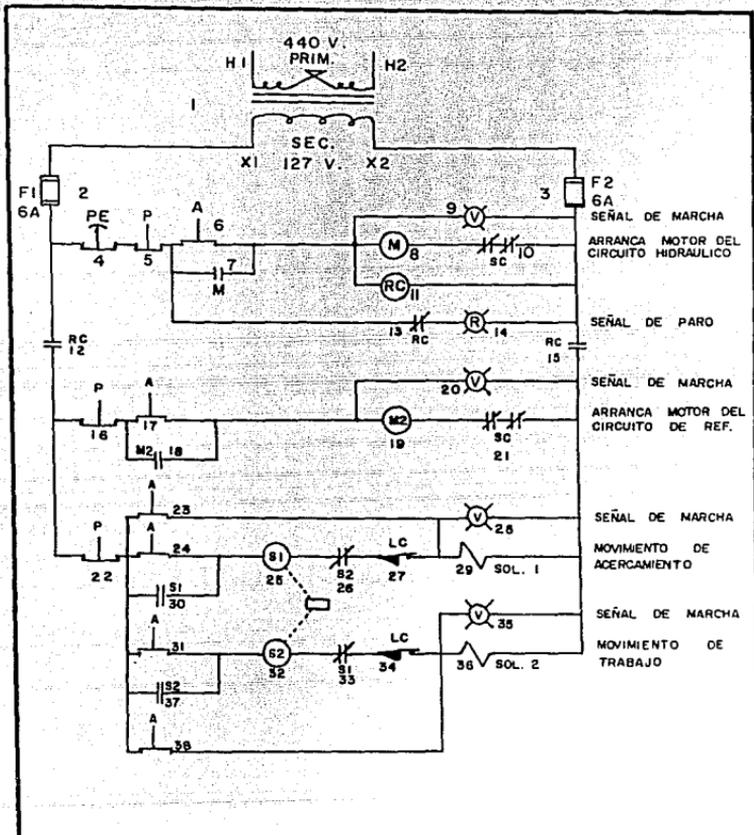
DIBUJO No. 13

En el Dibujo No. 14, se presenta el Circuito de Control, al cual lo forman varios elementos como:

- 1.- Transformador de control
- 2 y 3.- Fusibles
- 4.- Botón de paro de emergencia
- 5, 16 y 22.- Botones de paro
- 6, 17, 23, 24, 31 y 38.- Botones de arranque
- 8, 19, 25, 29, 32 y 36.- Bobinas magnéticas
- 9, 14, 20, 28 y 35.- Luces indicadoras
- 10 y 21.- Contactos de sobrecarga
- 11.- Relevador de control
- 12, 13 y 15.- Contactos del Relevador de control
- 7, 18, 30 y 37.- Contactos auxiliares
- 26 y 33.- Contactos auxiliares de solenoides
- 27 y 34.- Limitadores de carrera

Como se menciona los dos circuitos, Fuerza y Control se encuentran interconectados, proporcionando control total de la Máquina. Este tipo de Circuito diseñado registra cada movimiento e indica su señal, esto se aprecia en el mismo Dibujo No. 14, del lado derecho al final de cada línea, donde marca la actividad o movimiento realizado. Ahora a continuación se explica la forma de como funciona teniendo como primer paso:

La alimentación de energía es el primer paso y se obtiene cerrando el Interruptor termomagnético que suministra la energía y deja al Circuito preparado el siguiente paso que es



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: M/90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

CIRCUITO DE CONTROL

DIB. E.G.M.

REV. ING. M.C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 14

el poner en marcha al Motor eléctrico del Circuito Hidráulico, pero antes se tiene la energización del Circuito de Control - a través del Transformador (1), el cual es alimentado con una tensión de 440 Volts y la reduce a 127 Volts, que será la -- tensión alimentada a todo el Circuito de Control. Los Fusibles (2) y (3) proporcionan protección contra corto circuito cuando se presente, pero hasta el momento no hay movimiento alguno en la Máquina y lo marca la Luz indicadora Roja (14).

Al oprimir el Botón de arranque (6) se energiza la - Bobina (8) que cierra al Contacto auxiliar o de sello (7) y - cierra los Contactos del Arrancador magnético M1 (Diagrama de Fuerza) poniendo en marcha al Motor, también el mismo tiempo - se enciende la Luz verde (9), se energiza el Relevador de Control (11) que abre el contacto (13) apagándose la Luz roja -- (14) y cerrando los Contactos (12) y (15), dando paso de energía al resto del Circuito. Los Contactos de Sobrecarga (10) -- permanecen cerrados y solamente se abrirán cuando exista un -- sobrecalentamiento o exceso de corriente.

Para realizar el paro del Motor se oprime el Botón (5) abriendo la línea y desenergizando las Bobinas (8) y (11)- y parando el Motor porque también se abren los Contactos M1 del Arrancador. Con el Botón (4) se puede realizar el paro, éste - es del tipo Hongo y para uso de paro de Emergencia pero al ser accionado queda asegurado y solamente girándolo vuelve a su -- posición inicial.

La siguiente línea es para el control del Motor del Circuito de Refrigeración, para su accionamiento es necesario que trabaje el Motor principal ya que la energización del Elevador (11) da paso de energía al circuito restante, teniendo esto se oprime el Botón (17) energizando la Bobina (19) y cierra los contactos del Arrancador magnético M2, el motor se pone en marcha y se indica con la luz (20), el contacto auxiliar se cierra manteniendo a la bobina accionada. Para realizar el paro solo se oprime el Botón (16) abriéndose la línea y desenergizando la Bobina y parando al Motor.

La última fase del Circuito es la que controla los movimientos del Actuador, avance y acercamiento, contando con un Botón de paro (22) deteniendo el movimiento, y con dos líneas más, una para cada movimiento y se tiene su operación de la siguiente manera:

Al presionar el Botón (23) se enciende la señal de marcha y se energiza el solenoide (29) cambiando de posición la Válvula direccional del C. Hidráulico y haciendo el movimiento de acercamiento pero momentáneo ya que al soltar el Botón se para el movimiento, se usa para regular la carrera de trabajo de acuerdo con la pieza y la herramienta. Lo mismo realiza el Botón (38) solo que para el movimiento de trabajo, energizando la luz de marcha y el solenoide (36).

Como siguiente paso es presionar el Botón (24) energizando la Bobina (25) abriéndose el contacto auxiliar (33) y

energizando al Solenoide (29) de la Válvula direccional, quedando en posición C, realizando el movimiento de acercamiento del Actuador, en este punto se supone que la velocidad de avance se encuentra regulada, avanzando hasta llegar al Interruptor Límite (27) que lo hará accionar cuando toca con él, abriendo el contacto y se desenergiza el Solenoide (29) parando el movimiento y dejando abierta la línea como se tenía al inicio.

Para lograr el movimiento de trabajo se considera -- que el vástago del Actuador se encuentra fuera, la pieza se -- encuentra montada y solo falta realizar el montaje de la herramienta, que al realizarlo solo falta el accionamiento del Actuador que se tiene cuando se oprime el Botón (31), energizando la Bobina (32) cerrando el contacto auxiliar (37) encendiendo la luz de marcha (35) y energizando el Solenoide (36), que cambia de posición a la Válvula direccional dejandola en la posición A, con el cual se tiene el trabajo de corte; parando -- cuando se toca con el Interruptor Límite (34) que abre la línea y desenergizando la Bobina (32) parando el movimiento que ya realizo la operación de Brochado.

Los Interruptores Límite (27) y (34) se encuentran -- en posición normalmente cerrados (NC) y las Bobinas (25) y -- (32) cuentan con un dispositivo de seguridad para cuidar de -- que no se accionen al mismo tiempo las Bobinas que provoca sobrecalentamiento y se pueden dañar, claro que para ello se tienen los elementos de sobrecarga (26) y (33) pero si no se utilizan es mejor, ya que es solo cuidado de operación.

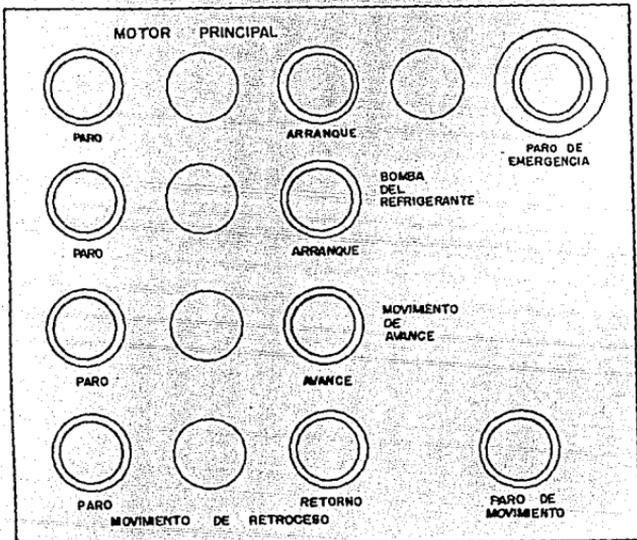
De ésta manera trabaja el Circuito Eléctrico, en combinación con el Circuito Hidráulico y en sí de toda la Máquina Brochadora, en cada uno de sus movimientos, también es importante mencionar el diseño del Tablero de Control, en el cual se encuentran los Botones y Luces-indicadoras, con su respectiva leyenda, facilitando su manejo y operación, el Dibujo No. 15, presenta la forma de éste Tablero y su instalación dentro de la Máquina es junto al Sople y la Bancada del Bastidor.

Como ya se explicó el Circuito Eléctrico se procede a realizar el cálculo y selección de cada uno los elementos que lo componen, considerando también las existencias comerciales.

IV.2.1.- MOTOR ELECTRICO

Es el principal componente del Circuito Eléctrico, y su cálculo se obtiene de los parámetros que se manejan en el Circuito Hidráulico, ya que está vinculado con la Bomba para el desarrollo de la Presión y Volúmen; por tanto se tienen como datos :

| | |
|---------------------|--|
| Presión operacional | 7×10^6 Pa |
| Volúmen | 2.833×10^{-3} m ³ /s |



| | | | |
|---|---------------------------|----------------|------------|
| U.N.A.M. - F.E.S.C. INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | TESIS PROFESIONAL | | |
| | FECHA: MAY 90 | ESC: S/E | ACOT.: S/A |
| TABLERO DE CONTROL | DIB. E.G.M. | REV. ING. M.C. | |
| | AUT. ING. MARIO CORTES S. | | |
| | DIBUJO No. 15 | | |

Con los datos proporcionados y con la siguiente relación se puede calcular directamente la potencia del motor, obteniendo un valor real y confiable.

$$N = P \times Q \times \eta \quad \dots\dots\dots(2)$$

- Donde: N = potencia Kw
 P = presión operacional Pa
 Q = volúmen manejado m³/s
 η = eficiencia del motor % (85)

Algo importante aquí es el valor variable que puede tomar el Volúmen o Caudal manejado ya que se puede ajustar para diferentes velocidades, pero el criterio que se elige es que el valor más imprtante es cuando se realiza el corte de material, teniendo un valor máximo para su velocidad y caudal, por tanto para esos valores se tiene que:

- Velocidad máxima de avance $V = 1.166 \times 10^{-1}$ m/s
 Caudal máximo en avance $Q = 1.112 \times 10^{-3}$ m³/s

Sustituyendo los valores en la relación (2)

$$N = (7 \times 10^6)(1.112 \times 10^{-3})(0.85)$$

$$N = 6.616 \times 10^3$$

$$N = 6,616 \text{ watts}$$

$$N = 6.616 \text{ Kw}$$

Que es la Potencia requerida cuando se desarrolla el máximo caudal con la operación de trabajo normal

Este valor obtenido se toma para seleccionar al Motor dentro de las existencias comerciales, de donde se encuentra un Motor con capacidad de :

Potencia del Motor $N = 7.460 \text{ Kw}$

Como siguiente cálculo es encontrar el valor de la corriente a plena carga, teniendo la relación:

$$I = \frac{Kw \times 1000}{1.73 \times E \times f.p. \times \eta} \dots\dots\dots(3)$$

- Donde: I = corriente A (amperes)
 E = voltaje V (volts) - 440 -
 f.p. = factor de potencia 0.80
 η = eficiencia del motor 0.85 %
 Kw = potencia - 7.460 -

Sustituyendo en (3)

$$I = \frac{7.460 \times 1000}{1.73 \times 440 \times 0.80 \times 0.85}$$

$$I = 14.412 \text{ A}$$

Con estos valores calculados la selección del Motor presenta las siguientes características:

- | | |
|---------------------------|------------------|
| - Marca | SIEMENS |
| - Tipo | Jaula de ardilla |
| - Potencia | 7.460 Kw |
| - Tensión | 220 / 440 V |
| - Corriente a plena carga | 28.6 / 14.3 A |

| | | |
|----------------------|---------|-------|
| - Frecuencia | 60 | Hz |
| - Fases | 3 | |
| - Número de polos | 6 | |
| - Factor de potencia | 0.85 | |
| - Factor de servicio | 1.0 | |
| - Velocidad angular | 7,540 | rad/s |
| - Eficiencia | 85 - 90 | % |
| - Peso aproximado | 100 | Kg |

Los valores encontrados en el cálculo del Motor se utilizarán para los demás elementos ya que tanto el Voltaje -- como el Amperaje con que trabaja el motor son suficientes para seleccionar a éstos.

IV.2.2.- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD

Este elemento permite el paso del suministro de energía, de acuerdo con el diseño del Circuito Eléctrico, se tiene seleccionado un Interruptor del tipo Termomagnético, porque -- sus características presentan una mayor protección al Circuito, como es de protección contra sobrecargas sostenidas y contra -- corto circuito, se puede utilizar como interruptor principal o como interruptor de un circuito derivado, el cierre y apertura

es rápido, su instalación es sencilla y para su selección se recomienda que la corriente a plena carga del Motor se incremente entre un 100 y 125 %, por lo que se tiene un valor de 29 amperes, como referencia para su elección, y de Catálogo se tiene el siguiente:

| | |
|------------------------|---------------------|
| - Marca | Cluter - Hammer |
| - Tipo | PH - 6 |
| - Número de polos | 3 |
| - Capacidad en amperes | 30 A |
| - Volts | 600 c.a. y 250 c.d. |
| - Número de catálogo | FH 3600 30 A |

IV.2.3.- ARRANCADOR MAGNETICO

Como se mencionó anteriormente el Arrancador permite poner en marcha o en paro al Motor, dentro del Circuito se tienen dos, uno para el motor del Circuito Hidráulico y otro para el Circuito de Refrigeración, cada uno con diferente capacidad y tamaño. Por lo que con los datos anteriores se tiene que para el Motor principal tiene las siguientes características:

| | |
|---------|-------------------------|
| - Marca | Cluter - Hammer |
| - Tipo | Magnético no reversible |

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

| | |
|-------------------|--------------------|
| - Volts | 600 V |
| - Frecuencia | 60 Hz |
| - Tamaño | 1. |
| - Protección | elementos térmicos |
| - No. de elemento | H 1038 |
| - Bobina | 110 V |
| - Instalación | abierto sin caja |

De acuerdo con su número de catálogo se piden las refacciones de mayor cambio como son: Bobina, juego de contactos y su elemento térmico que debe de ser seleccionado de acuerdo con la corriente a plena carga y el voltaje.

De manera similar se elige el tamaño del arrancador para el motor del Circuito de Refrigeración, teniendo como dato la potencia de $N = 0.187$ Kw, valor que más adelante se calcula y de catálogo se obtiene:

| | |
|-------------------|-------------------------|
| - Marca | Clutar - Hammer |
| - Tipo | Magnético no reversible |
| - Volts | 220 / 440 V |
| - Frecuencia | 60 Hz |
| - Tamaño | 0 -cero- |
| - Protección | elementos térmicos |
| - Bobina | 110 / 127 V |
| - No. de elemento | H 1112 |
| - Instalación | abierto sin caja |

IV.2.4.- RELEVADOR DE CONTROL

Estos elementos electromagnéticos son los auxiliares en el Circuito de Control, porque permiten multiplicar las funciones abriendo y cerrando contactos que tienen el control de otro elemento, se caracterizan porque manejan corrientes pequeñas y pueden controlar arrancadores, contactores, solenoides, reguladores de tiempo, etc.

En el Circuito se tiene un Relevador de Control (11) el cual abre el contacto (13) y cierra al (12) y (15), pero -- se puede utilizar otros dos para el control de los Solenoides una para cada uno, que sería el (25) y (32) abriendo el contacto (26) y (33), cerrando al (30) y (37) cada uno respectivamente. Y es seleccionado con las siguientes características:

| | |
|----------------|-----------------|
| - Marca | Cluter - Hammer |
| - Tipo | Magnético |
| - No. de polos | 4 - 2 NA y 2 NC |
| - Bobina | 110 - 127 |
| - Frecuencia | 60 Hz |
| - Cantidad | 3 piezas |

Cuenta con refacciones intercambiables como son los juegos de contactos, la bobina y su acceso es sencillo.

IV.2.5.- ESTACIONES DE CONTROL

En el Circuito se tienen varios Botones de control - cada uno para los diferentes movimientos de la Máquina Brochadora, solo se utilizan de dos formas, uno para el paro de emergencia y el resto de uso normal, para efectuar su selección se toma como referencia el valor del voltaje al cual a de trabajar, teniendo que :

Voltaje de operación 110 - 127 V

Por lo tanto de catálogo se obtiene:

Botón de emergencia

| | |
|-------------------|---------------------------|
| - Tipo | Servicio pesado |
| - Forma | Hongo con cierre mecánico |
| - Protección | NEMA 4 y 13 |
| - Cantidad | una pieza |
| - Marca | Cluter - Hammer |
| - No. de catálogo | 10250 - T 172 |

Botón de arranque y paro normal

| | |
|-------------------|----------------------------|
| - Tipo | Servicio pesado |
| - Forma | Corto, contacto momentáneo |
| - Protección | NEMA 4 y 13 |
| - Cantidad | nueve piezas |
| - No. de catálogo | 10250 - T 103 |

Cada Botón cuenta con su bloque de contactos y su placa de leyenda de acuerdo con la operación que realiza, tal como se indica en el Dibujo No. 15, que presenta el Tablero de Control; dentro del bloque de contactos trae un par de éstos y uno es normalmente cerrado y el otro normalmente abierto y su conexión se hace según se requiera.

IV.2.6.- INTERRUPTORES LIMITE

Estos elementos son muy importantes, porque facilitan el control y ajuste de la longitud de trabajo, se localizan en un costado de la Bancada y son deslizables para poderse ajustar se identifican con los números (27) y (34), cada uno controla un avance y otro acercamiento, presentan las siguientes características:

Interruptor límite

| | |
|-----------------|-----------------|
| - Marca | Cluter - Hammer |
| - Tipo | Enchufable |
| - Servicio | Pesado |
| - Protección | NEMA 4 y 13 |
| - Accionamiento | rápido |

| | |
|------------------------|---------------------|
| - No. de polos | Dos, 1 NA y 1 NC |
| - Palanca de operación | Estandar de rodillo |
| - Temp. de op. máxima | 367 °K |
| - Cantidad | dos piezas |
| - No. de catálogo | E 50 ARI - KL 200 |

Se encuentra conectado a la Bobina del Relevador y al Solenoide, manteniendo la línea cerrada, para su accionamiento se cuenta con la ayuda de un Tope móvil ajustable, el cual choca con el rodillo de la palanca de accionamiento, que abre su contacto e interrumpiendo o parando el movimiento, porque la Bobina y el Solenoide se desenergizan.

La posición que tienen los Interruptores Límite puede ser fija y que el Tope ajustable sea el que se mueva, de acuerdo con la longitud de la pieza o de la herramienta; pero también puede ser movable los Interruptores de acuerdo como se tenga el diseño.

Cuando sea accionado el Interruptor puede quedar en posición sin presentar alteración, ya si se vuelve a oprimir su Botón no energiza nada por encontrarse la línea abierta y solo hasta que se accione el movimiento opuesto.

IV.2.7.- LUCES INDICADORAS

Las Luces indicadoras facilitan la identificación de ver que control esta energizado o que movimiento se realiza, - en el Circuito diseñado se emplean cinco lámparas indicadoras las cuales estan interconectadas con los diferentes controles, dentro de su existencia comercial se tienen en diferentes colores pero normalmente se usa el Verde y Rojo, indicando que - hay movimiento y paro respectivamente de un movimiento.

Para su selección solo es necesario proporcionar el voltaje al cual han de trabajar y se tiene que:

Lámparas indicadoras

| | |
|-------------------|-------------------|
| - Marca | Cluter - Hammer |
| - Volts | 110 - 127 V |
| - Tipo | Servicio pesado |
| - Protección | NEMA 4 y 13 |
| - Color | 4 Verdes y 1 Rojo |
| - Cantidad | cinco piezas |
| - Unidad completa | |
| - No. de catálogo | 10250 T - C 1 |

IV.2.8.- TRANSFORMADOR

El Transformador utilizado en el Circuito es del tipo de "control", el cual permite disminuir la tensión de trabajo para alimentar en sí a todo el Circuito de Control, que opera a un voltaje menor que el del Circuito de Fuerza. Los Transformadores de Control son diseñados, por el fabricante, para realizar estas acciones, que es función de sus componentes internos.

Para la selección del Transformador de Control se necesita conocer el voltaje al que trabajarán los dos Circuitos ya que éste los proporcionará, teniendo:

| | |
|---------------------------------|-------|
| Voltaje del Circuito de Fuerza | 440 V |
| Voltaje del Circuito de Control | 127 V |

Sus datos de catálogo son :

| | |
|-----------------|------------------|
| Voltaje | Primario 440 V |
| | Secundario 127 V |
| Capacidad | 60 VA |
| Protección | NEMA 1 |
| Marca | Cluter - Hammer |
| No. de catálogo | 10942 - H 6 |

Dentro del Circuito de Control se cuenta con una protección para sí mismo y se tiene en la alimentación al Circuito

y son los Fusibles, los cuales protegen a cada línea contra los corto circuito. Existen varios tipos de Fusibles que dan buena protección, pero se tienen los Fusibles tipo Diazed (botella), - que son de elevada capacidad interruptiva, debido a la gran velocidad de reacción de los alambres internos, presenta una -- construcción que evita la explosión y salida de fuego del mismo Fusible; por ello se han seleccionado de este tipo para la protección del Circuito de Control, teniendo como datos:

Fusible

| | |
|---------------------|--------------------|
| - Marca | Siemens |
| - Tipo | Diazed |
| - Corriente nominal | 6 A |
| - Color indicador | amarillo |
| - Presentación | Unidad completa |
| - No. de catálogo | 500 345 5 SB 2 51. |

La corriente que maneja el Circuito de Control es pequeña y varia de los 2 hasta 6 amperes, valor considerado en su selección.

Ahora toca seleccionar el tipo de cable que se utilizará en las conexiones de los dos Circuitos, donde se debe de - considerar la corriente máxima posible al operar, teniendo

| | |
|---------------------|---------|
| Circuito de Fuerza | 15 A |
| Circuito de Control | 2 - 6 A |

De las normas establecidas para la identificación de los calibres en relación con su capacidad se tiene la A.W.G. (American Wire Gage) que presenta los siguientes valores:

| Calibre | Capacidad A |
|------------|-------------|
| 18 | 4 |
| 16 | 10 |
| 14 | 15 |
| 12 | 20 |
| 10 | 30 |
| 8 | 40 |
| 6 | 55 |
| 4 | 70 |
| 2 | 90 |
| 0 - 1/0 | 125 |
| 00 - 2/0 | 145 |
| 000 - 3/0 | 165 |
| 0000 - 4/0 | 200 |

Por lo que para las interconexiones de los Circuitos de la Máquina se eligen los Calibres:

| | |
|-------------------------------------|----|
| Calibre para el Circuito de Fuerza | 12 |
| Calibre para el Circuito de Control | 16 |

IV.3.- CIRCUITO DE REFRIGERACION

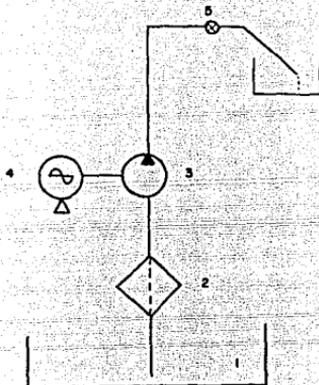
Este Circuito es pequeño, sencillo pero muy importante por la función que desempeña durante la operación del corte de material, los elementos que lo componen son:

- 1.- Depósito
- 2.- Filtro
- 3.- Bomba
- 4.- Motor
- 5.- Válvula

Y se pueden identificar en el Dibujo No. 16, que representa gráficamente a cada elemento y su funcionamiento es de la siguiente manera:

Se tiene que el Motor(4) y la Bomba (3) se encuentran acoplados directamente, de tal forma que el elemento de la Bomba es fijado sobre la flecha del Rotor por medio de un tornillo con lo cual se tiene una sola pieza para la operación.

Al poner en marcha al Motor (4) la Bomba (3) acciona inmediatamente y empieza a mandar al fluido refrigerante hacia la válvula (5), pero antes pasa por el Filtro (2), que viene -- siendo una malla metálica cuyos poros son de tamaño grande, en la salida el flujo es controlado por la Válvula (5), según se



- 1.- DEPOSITO
- 2.- FILTRO
- 3.- BOMBA
- 4.- MOTOR
- 5.- VALVULA

| | | | |
|---------------------------------|--|--------------------------|---------------------------|
| U.N.A.M. - F.E.S.C. | | TESIS PROFESIONAL | |
| INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | | FECHA: MAY 90 | ESC: S/E |
| CIRCUITO DE REFRIGERACION | | ACOT.: S/A | DIB. E. G. M. |
| | | REV. ING. M.C. | AUT. ING. MARIO CORTES S. |
| | | DIBUJO No. 16 | |

necesite y lo manda en dirección hacia donde se encuentra sujeta la pieza; de ahí se recolecta en la tina colectora y pasa -- por una "coladera" para separar las virutas dejando pasar solo al refrigerante que llega de nuevo al Depósito (1), donde nuevamente es succionado por la Bomba y así trabaja cíclicamente.

Para su cálculo y selección se consideran las condiciones en las cuales debe de trabajar, que son parámetros con un valor pequeño como son:

| | |
|------------------------|---|
| Capacidad del Depósito | $6 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ |
| Caudal | $2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ |
| Altura de trabajo | 1.250 m |

IV.3.1.- BOMBA

Es el elemento principal del Circuito y como se menciona, es muy pequeño y se encuentra acoplado al Motor, por sus características físicas pertenece al grupo de las Bombas Rotodinámicas o Centrífugas, ya que su elemento transmisor de energía el "rodete" o impulsor, proporciona energía cinética al fluido, incrementando la velocidad en flujo que es característico en estas Bombas.

De investigaciones realizadas se encontró de existencia comercial una Moto-Bomba con las siguientes características

| | |
|--------------|--|
| - Marca | M.G. Electric |
| - Potencia | 1.865 Kw |
| - Frecuencia | 60 Hz |
| - Voltaje | 220 / 440 V |
| - Amperaje | 3.4 / 1.7 A |
| - Fases | 3 |
| - Velocidad | 2.199×10^4 rad/s |
| - Caudal | 8.333×10^{-4} m ³ /s |
| - Servicio | continuo |

Se consideró un Motor trifásico porque presentan buenos resultados en largas jornadas de trabajo (generalmente dos turnos), el caudal manejado aumenta y con ello también se tiene un mejor arrastre de virutas.

El Filtro que se instala en la succión de la Bomba, es una Malla metálica comercial con un poro de diámetro 1.0 mm que es grande pero por las condiciones de trabajo en que se tiene al refrigerante, no está cerrado, arrastra partículas del material cortado y en contacto externo; no es conveniente poner una Malla muy cerrada porque se obstruiría fácilmente y el servicio de mantenimiento será frecuente. Se fabrican en materiales no oxidables por estar en contacto directo con agua, cuando se utiliza un soluble.

El depósito del Refrigerante forma parte del Bastidor y su volúmen es considerado para almacenar la cantidad suficiente del soluble que es alrededor de $5 \times 10^2 \text{ m}^3$ cuenta con su conexión para drenar, es de fácil acceso al interior y las el espacio para colocar la Bomba y compuerta para su llenado.

Un elemento sencillo y de uso muy normal es la Válvula de salida del refrigerante, es del tipo Globo , que regula fácilmente la salida del flujo, cuenta con una manguera flexible para la dirección correcta del flujo y más cerca de la pieza y herramienta.

Realmente el Circuito de Refrigeración es sencillo y pequeño, al igual que sus elementos, pero importantes como el mismo fluido refrigerante.

IV.4.- BASTIDOR

Como se menciona anteriormente el Bastidor es el cuerpo de la Máquina Brochadora, su presencia es de suma importancia, porque presenta características muy peculiares, como la de ser la base, soporte o parte de otro elemento; por lo cual se enlistan las partes con las que tiene alguna relación.

- Depósito del fluido del Circuito Hidráulico
- Depósito del fluido del Circuito de Refrigeración
- Soporte y base para la fijación del Actuador
- Base para la fijación del tablero eléctrico
- Soporte y base del Portapiezas
- Soporte de la Bancada
- Colector de virutas
- Fijación de toda la Máquina

Estos puntos son muy comunes y típicos de un Bastidor, pero que propiedades debe de tener para poder cubrir los puntos anteriores, condición para su fabricación del cual pueden construirse con dos tipos de material y son:

- 1.- Bastidor formado por placas soldadas
- 2.- Bastidor formado de Fundición gris (hierro)

Cada uno tiene sus ventajas y desventajas, su selección se hace en relación con las investigaciones y las reco---

mendaciones recopiladas, por lo tanto se tiene:

Bastidor de placa soldada

- No se invierte en moldes
- Menor tiempo de mano de obra
- Reparaciones de fácil mantenimiento
- Más ligero en peso total
- Se pueden combinar diferentes tipos de placas
- Sus cambios de diseño son menos costosos
- Las fallas de maquinado se corrigen con facilidad
- No absorbe completamente las vibraciones
- No tiene mucha robustez
- No es fácil lograr el alineamiento

Bastidor de Fundición gris

- Absorbe con facilidad las vibraciones
- Su materia es homogénea y no presentan reacciones
- Tienen buena maquinabilidad
- Presenta buena resistencia a la Tracción
- Se pueden obtener configuraciones irregulares
- Tiene buena robustez
- El costo de su materia prima es barato
- Es costoso para lotes pequeños de piezas
- Mayor tiempo de fabricación
- Mayor costo de mano de obra
- Tiempos largos para sus reparaciones

Como se puede apreciar en cada uno de los diferentes tipos de material para el Bastidor, presentandose mejores ventajas en el Bastidor de Fundición gris y de acuerdo con una -- pequeña encuesta realizada (fabricantes), y por recomendacio-- nes de Personal con experiencia; se reafirma una mejor aceptaci-- ón por el Bastidor de hierro colado.

Por tanto de acuerdo con éstos resultados se elige -- para la Máquina Brochadora un Bastidor de Fundición gris, y -- para conocer algunas de sus propiedades mecánicas se presenta la Tabla No. II, que se obtuvieron de una probeta normal de -- acuerdo con las normas de la A.S.T.M. (Sociedad Americana de -- Prueba a Materiales).

Dentro de la variedad de los diferentes tipos de Fun diciones, la más apropiada para la fabricación de cualquier -- tipo de Bastidor es la del tipo 30 A.S.T.M. la cual presenta buenas características para estos trabajos.

Con la información recopilada se procede a realizar el Cálculo y Diseño del Bastidor, de sus diferentes secciones que lo forman el primer punto a obtener es el Depósito para el aceite del Circuito Hidráulico y como condición inicial es la de tener capacidad suficiente para almacenar al aceite.

Como dato se tiene que su capacidad sea de 1.5 a 3.0 veces el volumen manejado por la Bomba hidráulica, y es:

$$\text{Caudal de la Bomba} \quad Q = 2.833 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$$

| Tipo ASTM | Resistencia a la tracción Kg/mm ² | Resistencia a la compresión Kg/mm ² | Resistencia al cizallamiento Kg/mm ² | Módulo de elasticidad en miles de Kg/mm ² | | Dureza BHN |
|--------------|---|---|--|--|-----------|---------------|
| | | | | Tensión | Forción | |
| 20 | 15.40 | 58.10 | 18.20 | 6.72-9.80 | 2.73-3.92 | 156 |
| 25 | 18.20 | 67.90 | 22.40 | 8.05-10.3 | 3.22-4.20 | 174 |
| 30 | 21.70 | 76.30 | 28.00 | 9.10-11.4 | 3.64-4.62 | 201 |
| 35 | 25.55 | 86.80 | 33.95 | 10.15-12.0 | 4.06-4.83 | 212 |
| 40 | 29.75 | 98.00 | 39.90 | 11.20-14.00 | 4.48-5.46 | 235 |
| 50 | 36.75 | 114.80 | 51.10 | 13.16-15.96 | 5.04-5.60 | 262 |
| 60 | 43.75 | 131.25 | 61.95 | 14.28-16.45 | 5.46-5.95 | 302 |

* extraido de "Metals Handbook"

" Propiedades mecánicas de probetas Normales de Fundición gris "

| | | | |
|---|--|----------------------------|--------------------|
| U. N. A. M. - F. E. S. C. | | TESIS PROFESIONAL | |
| INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | | FECHA: JUN 90 | ESC: S/E ACOT: S/A |
| PROPIEDADES MECANICAS DE LA FUNDICION GRIS | | DIB. E. G. M. REV. ING. MC | |
| | | AUT. ING. MARIO CORTES S | |
| | | TABLA II | |

$$Q = 1.700 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Volúmen mínimo} = (1.5)(1.700 \times 10^{-1}) = 2.550 \times 10^{-1} \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen máximo} = (3.0)(1.700 \times 10^{-1}) = 5.100 \times 10^{-1} \text{ m}^3$$

Para dar las dimensiones del Bastidor se tiene como referencia el valor aproximado del Actuador, 1500 mm, con este se puede presentar las características, el Dibujo No. 17, indica las dimensiones, se observan unas ventanas o huecos los que servirán para su instalación y servicio, como acceso a su interior. En el Dibujo No. 18, presenta las Tapas del Bastidor las que permiten complementar el Depósito, cuentan con su sello -- para evitar fugas, y toda la parte inferior será el espacio en donde se aloja el aceite.

Para determinar la altura del aceite en sus niveles mínimo y máximo se tiene:

$$\text{Altura mínima de } H_{\text{min}} = 300 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volúmen mínimo de aceite} &= (1.750)(0.600)(0.300) \\ &= 0.315 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

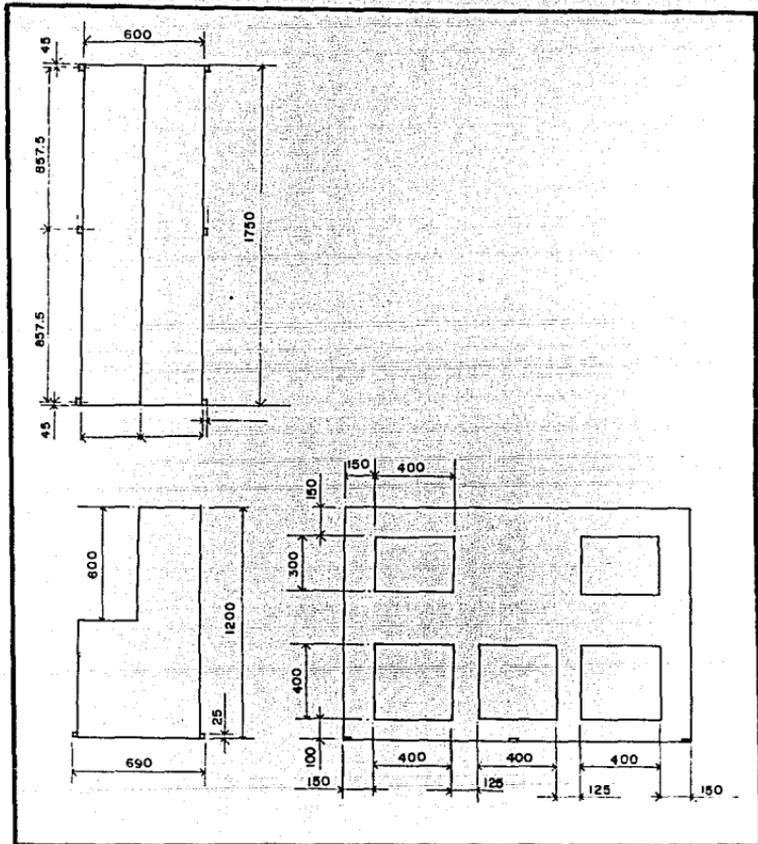
$$\text{Altura máxima de } H_{\text{max}} = 400 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volúmen máximo de aceite} &= (1.750)(0.600)(0.400) \\ &= 0.460 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

El rango en volúmen del Depósito es:

$$V_{\text{Dep.}} \text{ de } 0.315 \text{ a } 0.460 \text{ m}^3$$

Con relación a la condición inicial su capacidad es - de 1.850 a 2.7 veces más su volúmen.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: 1/20

ACOT.: mm

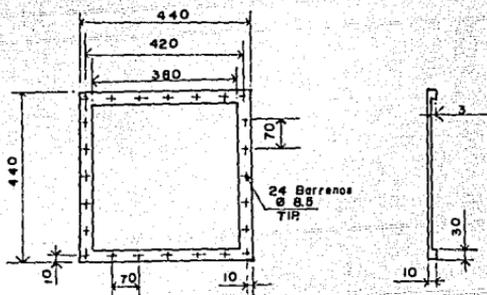
BASTIDOR

DIB. E. G. M

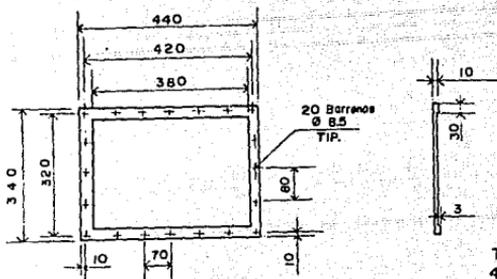
REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S

DIBUJO No. 17



TAPA INFERIOR
6 PIEZAS



TAPA SUPERIOR
4 PIEZAS

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA JUN 90

ESC: 1:10

ACOT.: mm

TAPAS DEL BASTIDOR

DIB. E. G. M

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 18

Al tener al aceite dentro del Depósito se creará una presión sobre las paredes y el piso del Bastidor que es de:

$$P = \gamma \times h \quad \dots\dots\dots(4)$$

Donde: P = presión Pa
 γ = peso específico del aceite Kg/m³
 h = altura de la columna m

De tablas se tiene: $\gamma = 0.905$ Kg/m³
 $h = 0.400$ m

sustituyendo en (4)

$$P = (0.905)(0.400) = 0.362 \text{ Kg/m}^2$$

$$P = 3.550 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Este valor es muy pequeño ya que la columna de aceite no es muy alta, se puede despreciar sin sufrir alteraciones.

Otro punto a calcular es la unión entre el Bastidor y el Actuador que es muy importante ya que en dicha unión se soportarán los esfuerzos de trabajo, como datos iniciales y conocidos se tienen:

Fuerza de corte, mov. de avance. $F = 6.553784 \times 10^4 \text{ N}$

Fuerza de acercamiento $F = 8.733802 \times 10^4 \text{ N}$

De la Tabla No. II, para el tipo 30 A.S.T.M.

Resistencia a la tracción $R_t = 2.128804 \times 10^6 \text{ Pa}$

Resistencia a la Compresión $R_c = 7.482474 \times 10^6 \text{ Pa}$

Resistencia al Cizallamiento $R_{cq} = 2.745862 \times 10^6 \text{ Pa}$

Por la forma de aplicarse la Fuerza de trabajo es - frecuente que se presenten fallas, que pueden ser las siguientes causas:

- 1.- Cortadura del tornillo o remache
- 2.- Aplastamiento de la placa
- 3.- Desgarramiento de la placa

Para el cálculo se considera la fuerza máxima de trabajo, que en este caso es cuando se realiza el movimiento de - acercamiento, que es soportada por los tornillos de unión y -- que tienen como características:

| | |
|------------------------|---|
| Diámetro del tornillo | $d_t = 25 \text{ mm } 2.5 \times 10^{-2} \text{ m}$ |
| Tipo de tornillo | Max. grado # 5 |
| Esfuerzo a la tracción | $\sigma_t = 3.040061 \times 10^8 \text{ Pa}$ |

Para encontrar la Fuerza de corte suficiente para desgollar al tornillo por cortadura se tiene la expresión:

$$F_c = \sigma_t \times A_t \quad \dots\dots\dots(5)$$

Donde: F_c = fuerza de corte, N

σ_t = esfuerzo a la tracción, Pa

A_t = área transversal del tornillo, m^2

Sustituyendo en (5)

$$F_c = (3.040061 \times 10^8) \left(\frac{(2.5 \times 10^{-2})^2}{4} \right)$$

$$F_c = 1.492289 \times 10^5 \text{ N}$$

Esta fuerza será la necesaria para cortar al tornillo y su eficiencia en relación con la fuerza máxima aplicada es -

$$n = \frac{8.733802 \times 10}{1.492289 \times 10} = 0.585$$

$$n = 58.5 \%$$

Esto indica que cada tornillo, de los cuatro que forman la unión, trabaja al 58.5 % de su capacidad total, teniendo aproximadamente un Factor de Seguridad del 4, el cual es bueno para una buena labor de esfuerzo.

El siguiente paso es calcular el espesor que tendrá el ~~Bar~~ divisor para la unión con el Actuador, en donde se consideraran las condiciones de:

- 1.- El sistema de fuerzas esta equilibrado
- 2.- Es considerado como una placa
- 3.- Se toma en cuenta el diámetro del barreno
- 4.- El Actuador se considera tambien como una placa

La placa de Fundición soporta ahora el Esfuerzo de Aplastamiento, el cual se proyecta sobre el área transversal del barreno por el espesor de la placa, se tienen como datos:

| | |
|---------------------------|--|
| Esfuerzo de aplastamiento | $\sigma_a = 7.482474 \times 10^8 \text{ Pa}$ |
| Fuerza aplicada máxima | $F = 8.733802 \times 10^4 \text{ N}$ |
| Area de aplastamiento | $A_a = e \times d$ |

e = espesor

d = diámetro del barreno = 26 mm = $0.026 \times 10 \text{ m}$

Aqui ya forma parte del cálculo el Factor de Seguridad, teniendo un valor de 3, aplicado al Esfuerzo, teniendo:

Para un F.S. de 3, el esfuerzo será $\sigma_a/3$

$$\sigma_a = 2.494415 \times 10^8 \text{ Pa}$$

$$\sigma_a = \frac{F}{A_a} = \frac{F}{e \times d} \quad \therefore \quad e = \frac{F}{\sigma_a \times d} \quad \dots(6)$$

sustituyendo valores en (6)

$$e = \frac{(8.733802 \times 10^4)}{(2.494415 \times 10^8)(2.6 \times 10^{-2})} = \frac{8.733802 \times 10^4}{6.475479 \times 10^6}$$

$$e = 1.346670 \times 10^{-2}$$

$$e = 13.466 \text{ mm} \quad e \approx 13.5 \text{ mm}$$

Con este espesor de placa se procede al inverso para conocer la fuerza máxima que puede sopotar la placa y obtener su eficiencia :

$$F = (\sigma_a)(A_a) \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$F = (2.494415 \times 10^8)(2.6 \times 10^{-2})(1.35 \times 10^{-2})(2)$$

$$F = 1.751079 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\therefore \eta = \frac{8.733802 \times 10^4}{1.751079 \times 10^5} = 0.498$$

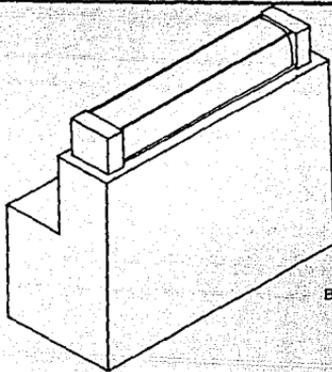
$$\eta = 0.498 \quad \eta = 50 \%$$

Por tanto la resistencia al Cizallamiento de toda la placa conforme se aplica la fuerza es :

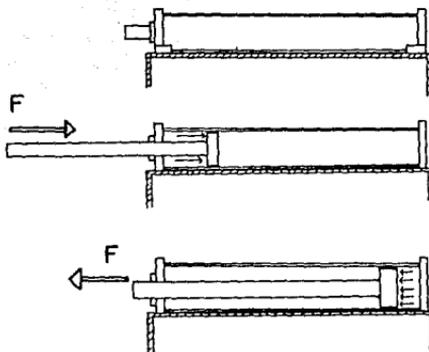
$$F = (2.745862 \times 10^8)(0.210)(1.35 \times 10^{-2})$$

$$F = 7.784518 \times 10^5 \text{ N}$$

Que es casi diez veces más que la fuerza máxima aplicada, la del movimiento de acercamiento.



BASTIDOR - ACTUADOR



UNION

MOVIMIENTO
DE CORTE

MOVIMIENTO
DE VACIO

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: S / E

ACOT.: S/A

APLICACION DE LAS FUERZAS

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S

DIBUJO No. 19

El Dibujo No. 19, presenta la unión del Bastidor con el Actuador y como es aplicada la Fuerza en cada uno de sus movimientos.

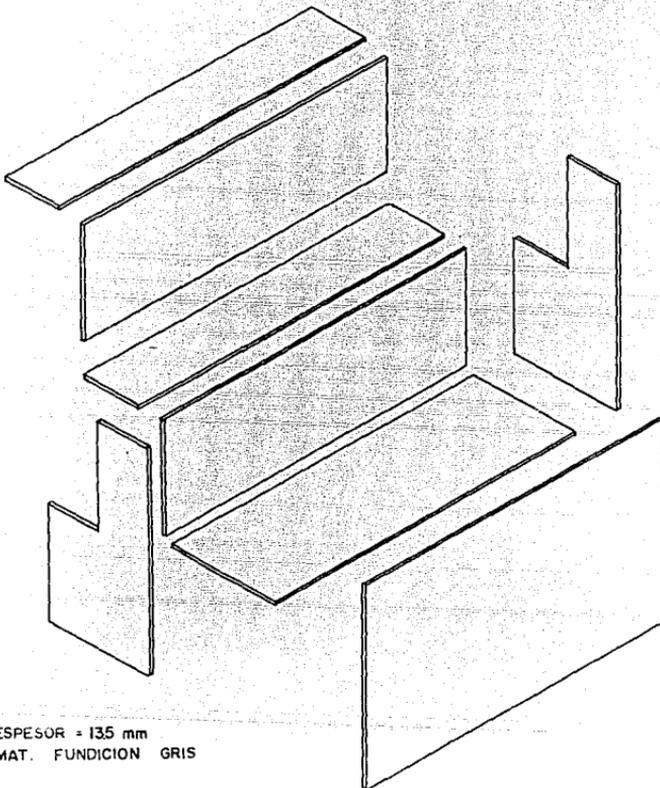
Los valores encontrados son los que realmente determinan el funcionamiento y fabricación del Bastidor, para lo cual se consideraron valores de referencia confiables y los de diseño inicial. Por último se calcula el peso que tendrá el Bastidor, efectuándolo por secciones como lo muestra el Dibujo No. 20, considerando placas de fundición con un espesor de 13.5 milímetros y una Densidad de $\delta = 7.1 \text{ Kg/dm}^3$

$$\delta = 7.1 \text{ kg/dm}^3 = 0.0071 \text{ Kg/mm}^3 = 7.1 \times 10^{-3} \text{ Kg/mm}^3$$

Obteniendo un peso total aproximado de:

Peso del Bastidor 630 Kg

En el Dibujo No. 21, se aprecian las diferentes áreas que tiene el Bastidor para los otros componentes de la Máquina Brochadora, como es la Base para el Actuador, la sección que se une con la Bancada, la base para el Motor y Bomba, así como el Depósito del aceite.



ESPESOR = 135 mm
 MAT. FUNDICION GRIS

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

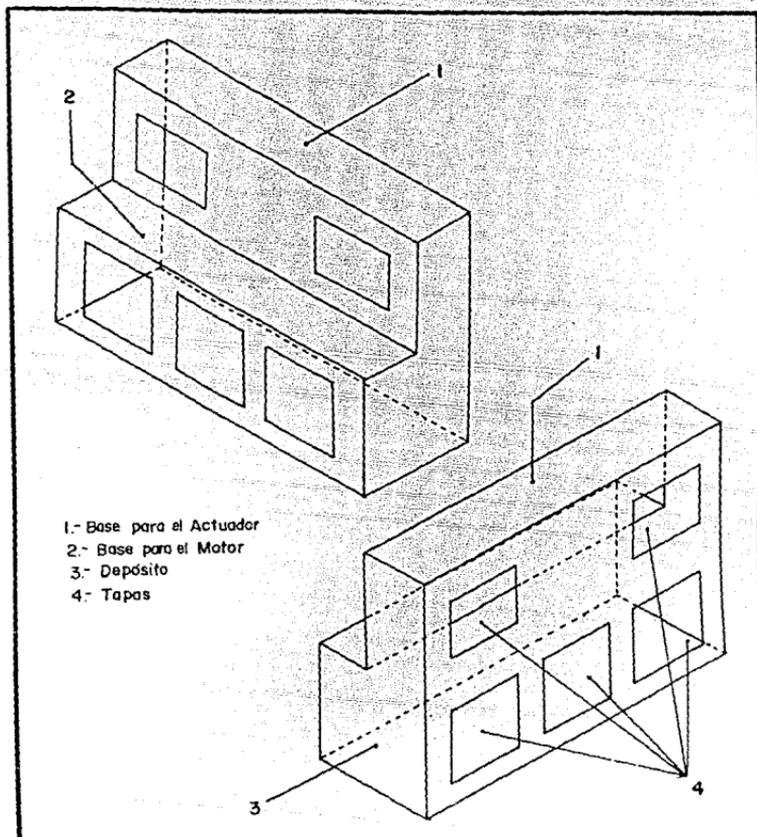
DB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

VOLUMEN DEL BASTIDOR

DIBUJO No. 20



| | | | |
|--|---------------------------|-----------------|------------|
| U.N.A.M. - F.E.S.C. INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | TESIS PROFESIONAL | | |
| | FECHA: JUN-90 | ESC: 1:20 | ACOT.: S/A |
| BASTIDOR | DB. E. G. M. | REV. ING. M. C. | |
| | AUT. ING. MARIO CORTES S. | | |
| | DIBUJO No. 21 | | |

IV.4.1.- BANCADA

La Bancada forma parte del Bastidor se encuentra en un punto intermedio entre el Depósito del C. Hidráulico y el C. del Refrigerante, se une por una serie de tronillos como se verá más adelante. La Bancada de encuentra formada por dos partes que son :

- 1.- El cuerpo de la Bancada
- 2.- Guías de la Bancada

Cada una tiene propiedades muy particulares por las que son muy fácil de distinguir, el Cuerpo de la Bancada es el soporte de las Guías, el más pesado y el que mantiene unido a todo el Bastidor. Las Guías de la Bancada son aquellas por donde se desliza el Carro Porta-herramienta, realizando los movimientos de trabajo.

El ensamble de la Bancada es importantísimo que se efectúe correctamente porque de su alineamiento depende la calidad en el Brochado, esto es que se debe mantener el paralelismo entre las superficies de referencia, conservar el eje de trabajo y con ello se lograrán buenos resultados.

La selección para el material del cuerpo de la Bancada es del mismo tipo que el anterior; Fundición gris 30 ASTM -- su configuración y dimensiones se tienen en el Dibujo No. 22, -

en donde la Longitud total se consideró de acuerdo con la longitud del vástago del Actuador, que es de 1500 mm, dando un margen de 100 mm, para la adaptación del Porta-herramienta. En la parte superior tiene dos espacios en donde se montan las Guías y cuenta con barrenos roscados a todo lo largo para este propósito. En los extremos de cada lado se dispuso de la colocación de barrenos pasados para unirse a otros componentes, de un lado y en forma vertical se acopla con la pared del Depósito del C. Hidráulico y del otro lado en forma Horizontal acoplándose a la parte superior del Depósito del Refrigerante.

Con respecto a las Guías su fabricación es de un acero aleado que permite un tratamiento térmico, ya que estas Guías tienen una Dureza predeterminada y un maquinado fino para obtener una mayor vida útil. Se encuentran fijadas al Cuerpo de la Bancada por medio de una serie de tornillos tipo allen o de caja hexagonal, quedando ocultos para no interferir con el Porta-herramienta.

El tratamiento térmico seleccionado es del tipo de Endurecimiento Superficial y el proceso será el "cementado", en este tipo de tratamiento solo se adquiere dureza en la parte exterior de la Guía y su centro o núcleo permanece suave. Este proceso es económico y consiste en agregar carbono cuando la pieza se encuentra a una temperatura de 1100 °K, y dependiendo del tiempo que permanezca esta operación será la penetración del carbono y con ello adquiriendo una mayor dureza.

En la Tabla No. III, se tiene la profundidad de la capa cementada con relación al tiempo de duración del proceso, el material seleccionado para las Guías es un acero aleado, con propiedades para admitir un endurecimiento superficial, la identificación del material es A.I.S.I. 8620, y se pueden obtener durezas entre los 56 y 60 Rc (Rockwell "C"), que son bastante aceptables para el trabajo a realizar.

Las dimensiones de las Guías se encuentran representadas en el Dibujo No. 23, apreciándose la localización de sus barrenos con caja y algo importante el tipo de maquinado, que como tienen dureza solo se podrá rectificar para lograr su dimensión.

Para obtener el Peso de la Bancada se necesita conocer las densidades de los dos materiales y el volumen que tienen respectivamente:

| | |
|--------------------------|---|
| Densidad del acero | $\delta_a = 7.830 \times 10^{-3} \text{ Kg/mm}^3$ |
| Densidad de la Fundición | $\delta_f = 7.100 \times 10^{-3} \text{ "}$ |
| Volúmen de las Guías | $V = 4.320 \times 10^6 \text{ mm}^3$ |
| Volúmen de la Bancada | $V = 35.200 \times 10^6 \text{ "}$ |
| Peso de las Guías | $W = 66 \text{ Kg}$ |
| Peso de la Bancada | $W = 250 \text{ Kg}$ |
| Peso total aproximado | $W = 316 \text{ Kg}$ |

Profundidad de la Capa Cementada en milímetros

| Juración horas | Temperatura °C | | | | | |
|-------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 815 | 842 | 871 | 898 | 926 | 953 |
| 1 | 0.305 | 0.381 | 0.457 | 0.533 | 0.635 | 0.734 |
| 2 | 0.432 | 0.533 | 0.636 | 0.762 | 0.889 | 1.041 |
| 3 | 0.533 | 0.636 | 0.707 | 0.940 | 1.092 | 1.295 |
| 4 | 0.610 | 0.737 | 0.889 | 1.067 | 1.270 | 1.439 |
| 5 | 0.686 | 0.838 | 1.016 | 1.194 | 1.422 | 1.676 |
| 6 | 0.762 | 0.914 | 1.092 | 1.321 | 1.549 | 1.829 |
| 7 | 0.813 | 0.991 | 1.194 | 1.422 | 1.676 | 1.981 |
| 8 | 0.864 | 1.041 | 1.270 | 1.524 | 1.803 | 2.108 |
| 9 | 0.914 | 1.118 | 1.346 | 1.600 | 1.905 | 2.235 |
| 10 | 0.965 | 1.168 | 1.422 | 1.702 | 2.007 | 2.362 |
| 11 | 1.016 | 1.219 | 1.499 | 1.778 | 2.108 | 2.489 |
| 12 | 1.067 | 1.295 | 1.549 | 1.854 | 2.210 | 2.531 |
| 13 | 1.092 | 1.346 | 1.626 | 1.930 | 2.286 | 2.602 |
| 14 | 1.143 | 1.397 | 1.676 | 2.000 | 2.388 | 2.794 |
| 15 | 1.194 | 1.444 | 1.727 | 2.083 | 2.454 | 2.896 |
| 16 | 1.219 | 1.499 | 1.803 | 2.134 | 2.540 | 2.972 |
| 17 | 1.270 | 1.524 | 1.854 | 2.210 | 2.616 | 3.073 |
| 18 | 1.295 | 1.575 | 1.905 | 2.236 | 2.632 | 3.175 |
| 19 | 1.346 | 1.626 | 1.956 | 2.337 | 2.767 | 3.251 |
| 20 | 1.372 | 1.676 | 2.007 | 2.388 | 2.845 | 3.327 |
| 21 | 1.397 | 1.702 | 2.057 | 2.464 | 2.896 | 3.404 |
| 22 | 1.422 | 1.753 | 2.108 | 2.516 | 2.972 | 3.505 |
| 23 | 1.473 | 1.778 | 2.159 | 2.565 | 3.048 | 3.591 |
| 24 | 1.499 | 1.829 | 2.184 | 2.616 | 3.099 | 3.638 |
| | 1088 | 1115 | 1144 | 1171 | 1199 | 1226 |
| Temperatura *K | | | | | | |

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

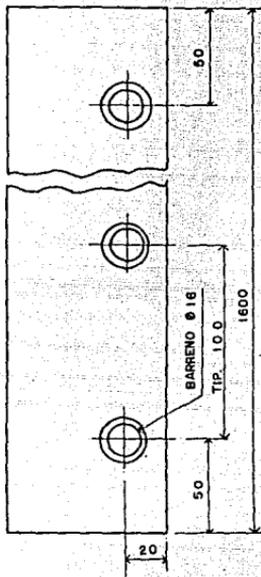
DB. E. G. M.

REV. ING. M.C.

PROFUNDIDAD DE CEMENTACION

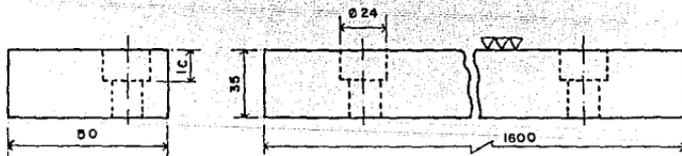
AUT. ING. MARIO CORTES S.

TABLA III



NOTA

- 1.- MATERIAL ... ACERO 8620
- 2.- DUREZA ... 58 Rc
- 3.- TRAT. TERMICO ... CEMENTADO
- 4.- PROF. DE CAPA ... 1.0 a 2.0 mm
- 5.- CANTIDAD ... 2 PIEZAS
- 6.- BARRENOS PASADOS CON CAJA PARA TORNILLO ALLEN
- 7.- DIAM. DE BARRENOS ... 18 mm
- 8.- DIST. ENTRE CENTROS ... 100 mm



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: 1:20

ACOT.: mm

GUIAS DE LA BANCADA

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 23

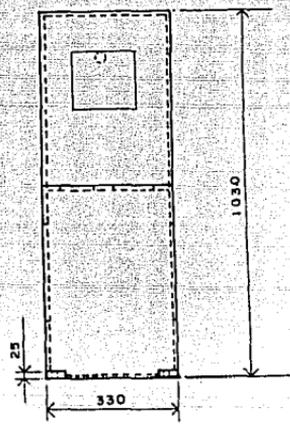
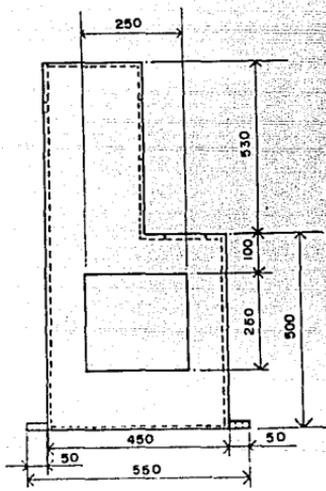
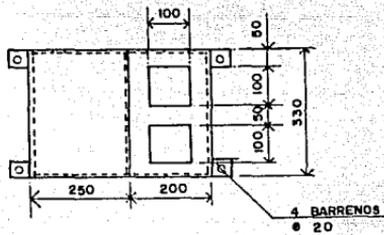
IV.4.2.- DEPOSITO DEL CIRCUITO DE REFRIGERACION

El Depósito del Refrigerante es considerado como parte del Bastidor, porque forma parte del cuerpo de la Máquina, se fabrica del mismo material, sirve de base y soporte para -- otros componentes, es hueco por dentro, etc. La localización es casi al centro de la Máquina y esta relacionado con la Bancada, con el Soporte Porta-piezas y con el Colector de virutas .

Su construcción se hace del mismo material que la Bancada, de Fundición gris tipo 30 ASTM, como condiciones tiene que cumplir con:

- 1.- Tener capacidad para almacenar al Refrigerante --
alrededor de $V = 5 \times 10^{-1} \text{ m}^3$
- 2.- Servir de base para el Soporte-Portapiezas
- 3.- Servir de base para la Bancada
- 4.- Tener espacio para colocar la Moto-Bomba del Re--
frigerante
- 5.- Fácil acceso al interior
- 6.- Tener accesorios para drenar y llenado

En base con lo diseñado anteriormente éste se acondiciona para seguir con la misma presentación y estética, cumpliendo con las condiciones de diseño, por tanto su forma, tamaño y dimensiones se presentan en el Dibujo No. 24. en donde el -- volumen para almacenar al Refrigerante en su máxima capacidad



| | | |
|---|---------------------------|----------------|
| U.N.A.M. - F.E.S.C. INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | TESIS PROFESIONAL | |
| | FECHA: JUN 90 | ESC: 1:10 |
| DEPOSITO DEL REFRIGERANTE | DIB. E. G. M | REV. ING. M. C |
| | AUT. ING. MARIO CORTES S. | |
| | DIBUJO No. 24 | |

es de Vol. = (0.330)(0.450)(0.500) = 0.07425 m³

Vol. = 7.425 x 10 m³

En su parte superior se tiene lo que es la base para asentar al Porta-piezas y la Bancada, previamente ésta es maquinada para lograr su paralelismo y planitud, teniendo un buen ensamble con dichos elementos; la fijación con éstos es por medio de una serie de tornillos.

Cuenta con el espacio para colocar al Motor y Bomba que forman una sola pieza, tiene una posición vertical y la Bomba esta sumergida en el Refrigerante, tambien se dispuso de varias Tapas con la finalidad de tener acceso al interior, para el apriete de tornillería y poder dar servicio al Depósito.

Tiene su tapón para drenar y tolva para agregar el soluble nuevo, en su parte posterior existe un barreno de aproximadamente 50 mm, que sirve para conectar la manguera que viene del Colector del refrigerante, y en la parte inferior tiene los soportes para su fijación con el piso.

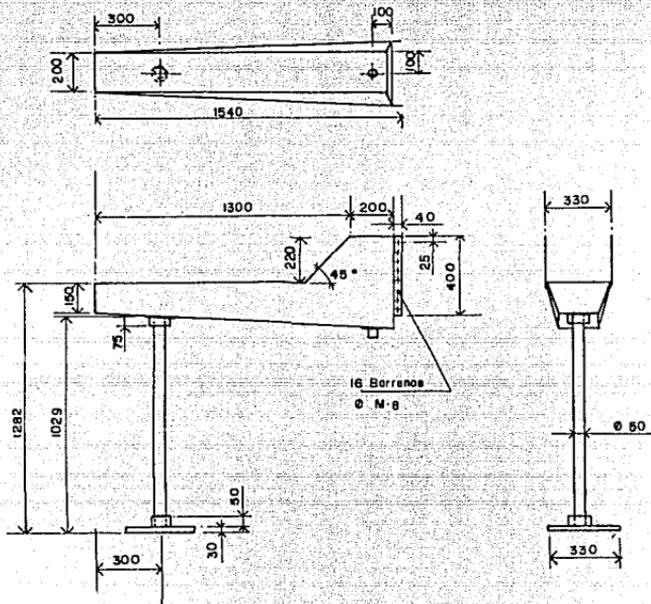
El peso calculado es de aproximadamente 155 Kg, considerando su espesor igual al del Depósito del Circuito Hidráulico de 13.5 mm, y con la misma densidad.

IV.4.3.- COLECTOR DEL REFRIGERANTE

El Colector del Refrigerante tiene la finalidad de recuperar todo el fluido refrigerante que se emplea en el enfriamiento de la pieza y herramienta, su forma es parecida a una tina trapezoidal y se encuentra fijado al Soporte Porta-piezas por un extremo y del otro lado tiene un soporte tubular.

Para su fabricación se diseña con Lámina negra de uso normal, Calibre # 14, de un espesor de dos milímetros, a la cual se le realizan varios dobleces para lograr su configuración de una sola pieza. El Dibujo No. 25, se tienen sus dimensiones y detalles de ensamble, se encuentra comunicado con el Depósito por medio de una manguera por donde es mandado el soluble, entre la tina y manguera existe una malla metálica tipo "coladera" -- la que detendrá todo material cortado dejando pasar solo al refrigerante.

Es importante la existencia de la "coladera" porque de ello depende un buen funcionamiento del Circuito de Refrigeración, evitando obstrucciones en las mangueras.



NOTA:

- 1- SE UTILIZA LAMINA CAL. 14
- 2- TRAMO DE TUBO DE Ø 50

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: 1:20

ACOT.: mm

COLECTOR DEL REFRIGERANTE

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 25

IV.5.- SOPORTE PORTAPIEZAS

Es la parte de la Máquina en la cual se realiza la fijación de la pieza y como su nombre lo indica soportará al dispositivo o accesorio que sujeta la pieza directamente; se diseña para resistir la aplicación máxima de la Fuerza de trabajo - sin que sufra deterioro alguno.

Dentro de las condiciones por cumplir se tiene:

- 1.- Soportar la fuerza de corte aplicada
- 2.- Facilitar el montaje de placa o dispositivo para la sujeción de la pieza

La magnitud de la Fuerza de corte máxima que debe de resistir el soporte es cuando se realiza el movimiento de corte de material o de avance, porque el otro movimiento de acercamiento no entra en contacto con el Soporte, por tanto la Fuerza - máxima será de:

| | |
|-------------------------------|---|
| Fuerza de corte máxima | $F = 6.553784 \times 10^4 \text{ N}$ |
| Factor de Seguridad | $F.S. = 3$ |
| Fuerza de corte/acercamiento | $F = 8.733802 \times 10^4 \text{ N}$ |
| Diámetro del tornillo | $D = 16 \text{ mm}$ |
| Area transversal del tornillo | $A = 2.010624 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ |
| Area total de tornillos (8) | $A_t = 1.608499 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ |
| Resistencia al corte/tornillo | $\sigma = 3.040061 \times 10^8 \text{ Pa}$ |

La Fuerza aplicada es soportada por la unión de las dos piezas y el tornillo es el elemento que las une por tanto el tornillo debe de resistir la Fuerza de corte.

Con los datos proporcionados se puede conocer la Fuerza de cizallamiento en los tornillos, en donde se tiene en cuenta el F.S. teniendose:

$$F_c = G_c \times A_t$$

$$F_c = (1.013353 \times 10^4)(1.608499 \times 10^{-3})$$

$$F_c = 1.629977 \times 10^3 \text{ N}$$

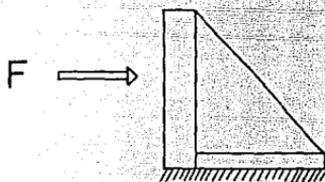
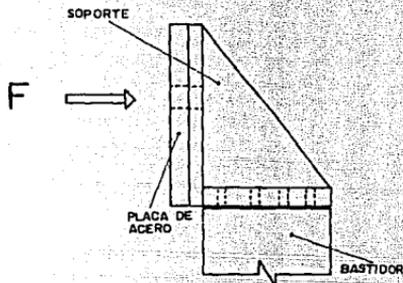
Que es la Fuerza necesaria para que exista rotura en los Tornillos, que es un valor superior al de la Fuerza aplicada cuando se tiene corte de material, y de la unión se puede obtener su eficiencia que es:

$$\eta = \frac{6.553784 \times 10}{1.629977 \times 10} = 0.402$$

$$\eta = 40.2 \%$$

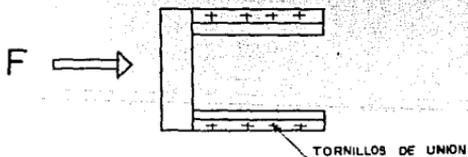
La eficiencia de la unión trabaja al 40.2 %, de su capacidad, teniendo alrededor del 60 %, como margen más de seguridad. El Dibujo No. 26, presenta la forma y sentido de la Fuerza aplicada.

La fabricación del Soporte se diseña también con material de Fundición gris, por la forma que tiene tipo escuadra con sus dos cartabones o refuerzos, y en estos casos si que es más seguro en Fundición que de Placa definitivamente, porque de



FUERZA DE CORTE
 $F = 6.553784 \times 10^4 \text{ N}$

FUERZA DE CIZALLAMIENTO
 $F = 1.629977 \times 10^5 \text{ N}$



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN-90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

FUERZA APLICADA EN EL SOPORTE

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 26

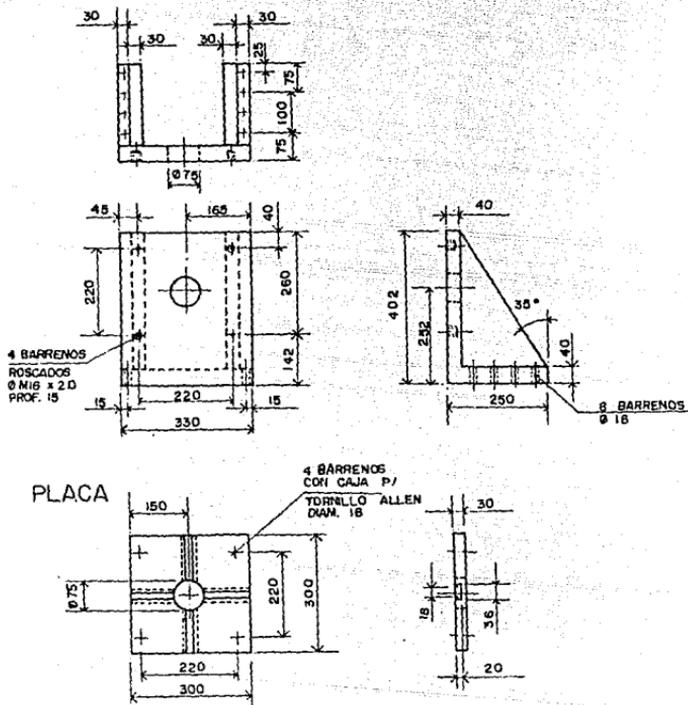
Fundición se obtiene de una sola pieza, el material es homogéneo y en partes esquinadas se moldea fácilmente radios que -- ayudan a aliviar las tensiones, mientras que de Placa sería de varias piezas soldadas y las partes esquinadas no tienen más material que el de la misma soldadura.

Su diseño se hizo tan robusto que la Fuerza necesaria para que se presente rotura en el Soporte es alrededor de 25 veces el valor de la Fuerza máxima aplicada, el espesor de su parte principal es de 40 milímetros, se eligió así para tener facilidad de adaptar dispositivos o accesorios que realicen la sujeción de la pieza.

Para este caso se seleccionó una Placa de acero de bajo carbono como es A.I.S.I. 1020, con un espesor de 30 mm, la cual tiene maquinadas ranuras en forma de "T", que permiten sujetar algún dispositivo por medio de bridas escalonadas, grapas mecánicas (clamps) o tuercas "T" directamente. El tipo de material fue seleccionado porque resiste grandes esfuerzos y puede ser barrenado para adaptar accesorios sin sufrir daño, esto es muy común hacerlo porque existen piezas a Brochar que - su contorno es irregular y solo con un aparato especial puede sujetarse, en el Dibujo No. 27, puede apreciarse las dimensiones que tiene tanto el Soporte como la Placa y su fijación es por medio de tornillos.

El peso que tiene todo el Soporte Portapiezas en conjunto es aproximadamente de 67 Kg.

SOPORTE



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA JUN 90

ESC: 1:10

ACOT.: mm

SOPORTE PORTAPIEZAS

DIB. E. G. M.

REV. ING M.C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 27

IV.6.- SOPORTE PORTA-HERRAMIENTA

Este elemento va a permitir la colocación y el poder guiar a la Herramienta sobre el eje de trabajo, ya que por un extremo se encuentra alineado al centro del Actuador, por medio del vástago; realiza los trabajos de cada movimiento deslizándose sobre las Guías de la Bancada y sujeta firmemente a la Brocha para poder realizar el corte de material.

Para la sujeción de la Brocha se tienen varias formas de hacerlo y depende del diseño seleccionado en el Porta-herramienta, el cual es mostrado en el Dibujo No. 28, tanto su perfil como sus dimensiones. Para ello se eligió el tipo por medio de "cuña" que consiste en que el Porta-herramienta y la Brocha tengan un barreno tipo ojal por donde se meterá la cuña quedando unidos y así poder transmitir el movimiento.

En relación con la unión del vástago se tiene por medio de una cuerda y una vez colocado raramente se desmonta, -- solo en casos de reparación; en la parte inferior tiene unas tapas que lo encajonan abrazando las Guías, evitando que con el esfuerzo realizado tiendan a levantarlo y se mantiene el movimiento lineal.

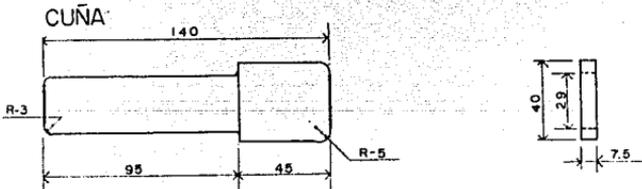
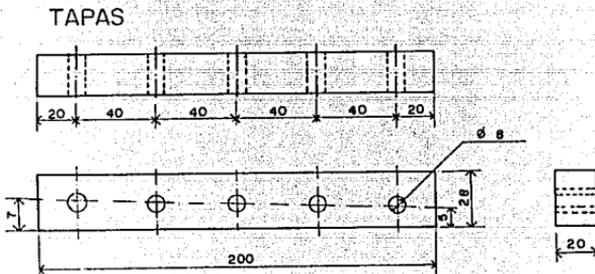
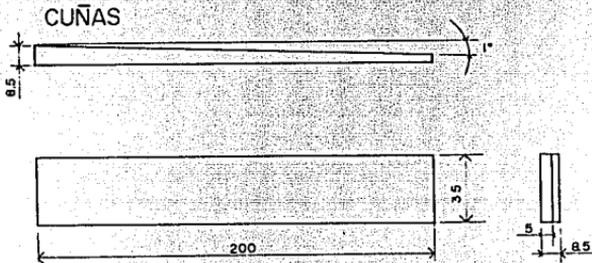
Entre la cara frontal de la Guía y la parte interna inferior del Porta-herramienta se tiene un espacio, en el cual se diseñan unas "cuñas cónicas" ajustables a todo lo largo --

del soporte y tienen como objetivo mantener centrada la herramienta y disminuir el posible desgaste prematuro entre ambas piezas; éstas cuñas cónicas son intercambiables ya que cuando están muy trabajadas no ajusta correctamente el centrado, por lo que se tienen que fabricar unas nuevas cuñas.

Para su fabricación se recomienda un metal suave -- como lo es el Latón amarillo de especificación E - 79 ASTM, -- que presenta buenas propiedades físicas para este tipo de trabajos. En el Dibujo No.29, se presenta las dimensiones de las cuñas cónicas, las Tapas inferiores que sujetan al Soporte y -- la cuña que unirá a las dos piezas, la Brocha y el Soporte.

Es importante mantener el correcto alineamiento con los demás componentes, porque tanto del ensamble como de éste dependen los resultados satisfactorios del Brochado.

Con este componente se tiene la descripción completa de la Máquina Brochadora Horizontal, solo faltaría la Herramienta de Corte, que se describe en el siguiente párrafo, por tanto en el Dibujo No. 32, se muestra a la Máquina Brochadora ya en su forma final, ensamblada y con los componentes ya integrados.



U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: 1:2

ACOT.: mm

CUÑAS CONICAS, TAPAS DE LAS
CUÑAS Y CUÑA DE ARRASTRE

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 29

IV.7.- HERRAMIENTA DE CORTE

La Herramienta de Corte posee características muy especiales que la identifican por si misma, como puede ser su forma alargada, sus diferentes áreas de trabajo, la manera de arrancar el material, etc. Corresponde en esta sección realizar un estudio que permita lograr el proyecto y cálculo de una Brocha que trabaja a tracción; para poder llevarlo a cabo se tienen los siguientes pasos.

1.- Diámetro del agujero inicial: Es un valor inicial conocido, a través de él pasará la Brocha teniendo las dimensiones mínimas para obtener el perfil final.

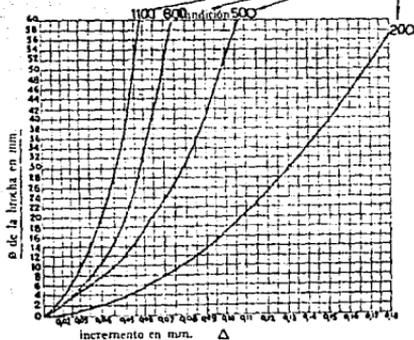
2.- Espesor total del material a desprender: Este valor también se conoce con anterioridad.

3.- Incremento de los Dientes: Es la diferencia aritmética de la altura de un diente con el diente anterior, cuando el material es duro el incremento es menor, este valor normalmente se obtiene de tablas, ver sus valores en la Tabla No. IV.

4.- Paso de los Dientes: Es la distancia que existe entre diente y diente de un punto en común en forma axial, se puede obtener con la relación:

$$\text{Paso} \quad p = 1.750 \cdot L$$

Carga de rotura en N/mm^2 del material a trabajar



| Acero de resistencia | Acero dulce |
|---------------------------------|-------------------------------|
| $1.127764 \times 10^3 N/mm^2$ | $4.903325 \times 10^3 N/mm^2$ |
| $3.825939 \times 10^2 N/mm^2$ | 3.922660×10^3 " |
| 6.564655×10^2 " | 3.039094×10^3 " |
| 4.303325×10^2 " | 2.451662×10^3 " |
| Acero dulce | 1.961330×10^3 " |
| Fundición dura | 1.569064×10^3 " |
| Fundición semidura, bronce duro | 1.225831×10^3 " |
| Fundición dulce, bronce blando | 9.806650×10^2 " |
| Latón | 7.845320×10^2 " |
| Aluminio duro | 6.178183×10^2 " |

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: S/E

ACOT: S/A

DIB. E.G.M.

REV. ING. M.C.

INCREMENTO Y RESISTENCIA AL CORTE

AUT. ING. MARIO CORTES S.

TABLA

IV

Donde L = longitud del área brochada

Y para ranuras se obtiene de

$$\text{Paso } p = 1.350 \cdot L$$

$$L = \text{longitud de ranuras}$$

El valor obtenido se redondea para facilitar el trabajo y cálculo, procurando que L no sea múltiplo de p , con lo cual se evitan posibles vibraciones entre el diente que entra con el diente que sale.

5.- Perfil de los Dientes: Es la configuración que tiene el diente y se encuentra relacionado con sus tres parámetros que son: "h" altura del diente, "d" diámetro máximo y "p" el paso entre dientes, teniendo como referencia

$$\frac{d}{p} \approx 3 \quad ; \quad \frac{d}{h} \approx 7$$

Para una mayor exactitud en su altura se tiene

$$h = 0.5 p, \text{ para el aluminio}$$

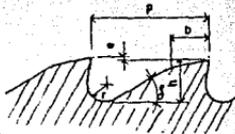
$$h = 0.45 p, \text{ para la fundición, bronce y latón}$$

$$h = 0.40 p, \text{ para acero dulce y fundición dura}$$

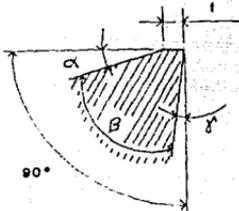
$$h = 0.36 p, \text{ para acero duro}$$

Los ángulos de afilado también varían de acuerdo con el tipo de material de la pieza, se tienen representados en el Dibujo No. 30, notándose como cambia para cada tipo de material.

Para lograr una superficie con buen calibrado y acabado superficial, al final del dentado se tienen cinco dientes sin ningún incremento, dando mejor resultado.



p - paso
 h - altura $h = p/3$
 r - radio $r = p/5$
 e - incremento
 b - despalme $b = p/4$
 δ - ángulo $\delta = 30^\circ$



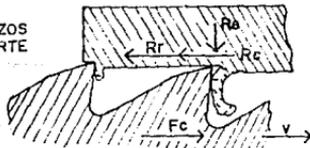
0.15 a 1.0 mm

$\delta = 4^\circ$ $\alpha = 3^\circ$ para el bronce
 $\delta = 6^\circ$ $\alpha = 3^\circ$ para la fundición
 $\delta = 8^\circ$ $\alpha = 3^\circ$ para acero duro
 $\delta = 12^\circ$ $\alpha = 4^\circ$ para acero suave
 $\delta = 20^\circ$ $\alpha = 5^\circ$ para metales ligeros

FORMACION DE LA VIRUTA



ESFUERZOS DE CORTE



U.N.A.M. - F.E.S.C.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

FECHA: JUN 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

IDENTIFICACION DE LA BROCHA

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 30

Algo que facilita un mejor arranque de material es la elaboración de ranuras pequeñas sobre la periferia de los dientes, conocidos como estranguladores de viruta ó rompevirutas, - dichas ranuras tienen una dimensión específica que normalmente se encuentra entre 0.5 a 1.0 milímetros.

6.- Número total de Dientes: Es el número de dientes que tiene la Brocha a todo lo largo y se encuentra en función - del espesor de material a desprender más los cinco últimos dientes del calibrado final.

$$N.D. = \frac{\text{Diámetro final} - \text{Diámetro inicial}}{\text{Incremento } (\Delta)}$$

Se recomienda que la longitud total de la sección - dentada no rebase los 800 mm, porque cuando rebasa ésta provoca dificultades para realizar su templado, aunque si se logra obtener Brochas con longitud de dentado hasta 1500 mm, ya que depende de las condiciones de trabajo.

El número de dientes activos se encuentra de la relación entre la Longitud de la pieza y el paso entre dientes

$$ND_a = \frac{\text{Longitud de la pieza (L)}}{\text{Paso (p)}}$$

ND_a = número de dientes activos

7.- Esfuerzos de Tracción: Durante el Brochado es - aconsejable asegurar que la sección mínima pueda resistir la -- Fuerza máxima aplicada al realizar el corte de material cuando

están en acción el número de dientes activos, de la cual se --
tiene la siguiente relación:

$$F_c = Pr \times ND_a \times \frac{\Delta}{2} \times \sigma_s$$

Donde: F_c = fuerza de corte total

Pr = perímetro en contacto

ND_a = número de dientes en acción

Δ = incremento sobre el diámetro

σ_s = fuerza de corte del material (desgarre)

Y la resistencia mínima de la Brocha se obtiene de:

$$R_m = A \times \sigma_t$$

Donde: R_m = resistencia de la sección mínima

A_m = área de la sección mínima

σ_t = coeficiente a la tracción del material
de la Brocha

Como condición se debe de cumplir que $R_m > F_c$

$\sigma_t = 1.569064 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$ - para acero rápido tem-
plado

$\sigma_t = 1.176790 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$ - para acero indeforma-
ble al carbono

σ_s = se obtiene de tablas, ver Tabla No. IV.

8.- Potencia Absorbida: Para el cálculo de la Potencia absorbida se debe de conocer la velocidad de corte (avance) de la Brocha, valor que también se toma como referencia de tablas dependiendo del tipo de material a brochar, se presenta --

la Tabla No. V, por lo tanto la Potencia la podemos encontrar con la siguiente relación:

$$P_a = \frac{F_c \times v}{102 \times 60 \times \eta}$$

Donde: P_a = potencia absorbida durante el corte Kw

F_c = fuerza de corte total N

v = velocidad de corte m/s

η = eficiencia de la Máquina %

9.- Tiempo de Corte: Es el tiempo necesario para -- realizar el corte de material, hasta obtener el perfil final.

$$T_c = \frac{L_t}{v}$$

Donde: T_c = tiempo de corte, s

L_t = longitud total de recorrido de la Brocha, m

v = velocidad de la Brocha m/s

Existe el tiempo total de Brochado, que viene siendo el tiempo que tarda en realizarse un ciclo de trabajo que se -- inicia desde la colocación de la pieza, montaje de la Brocha, - efectuar el corte, regreso de la Brocha y desmontarla, quedando lista para el siguiente ciclo. Estos tiempos solo son conocidos ya dentro de la práctica en donde se checa el tiempo efectivo - que realiza el operador en cada una de las actividades; son conocidos como tiempos muertos o tiempos de operador.

VELOCIDAD DE CORTE PARA OPERACION DE BROCHADO

| Material a trabajar | Resistencia N/mm^2 | Velocidad m/s |
|---------------------|----------------------|-----------------|
| Fundición | - 117.679 | 0.020 |
| | - 215.746 | 0.020 |
| Fundición maleable | - 215.746 | 0.033 |
| | - 274.586 | 0.033 |
| Acero dulce | - 343.222 | 0.066 |
| | - 637.432 | 0.066 |
| Acero duro | - 637.432 | 0.050 |
| | - 882.598 | 0.058 |
| Acero extraduro | - 882.598 | 0.042 |
| | - 1176.798 | 0.042 |
| Bronce | - 225.553 | 0.050 |
| Latón | - 490.332 | 0.050 |
| Cobre | - 490.332 | 0.050 |

... Estos valores son de mayor confiabilidad cuando las Brochas se fabrican con acero rápido

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

DIB. E. G. M.

REV. ING. M. C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

VELOCIDADES DE CORTE

TABLA

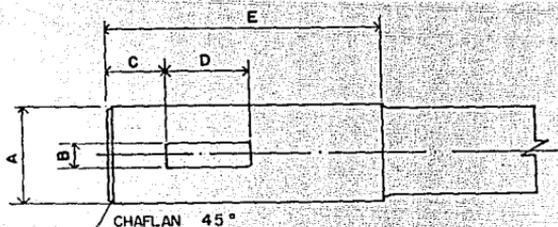
V

10.- Tipo de Mango de Arrastre: La selección del tipo de mango de arrastre viene dado por las características del diseño del Porta-herramienta, que es determinado con anterioridad; para este caso se elige un mango del tipo "ojal" con cuerpo cilíndrico y sus dimensiones vanean de acuerdo con el tamaño del perfil a Brochar.

El Dibujo No. 31, presenta la forma de éste tipo de mangos y anexo una tabla de dimensiones para cada uno de los posibles tamaños.

Para casos especiales en que la Brocha es pequeña en diámetro será necesario adaptar un accesorio tipo "boquilla" que tenga la medida de la Brocha, se puede disponer de una serie de boquillas de diferentes tamaños que sean intercambiables.

11.- Dibujo de la Brocha: Una vez que se tienen los cálculos y los elementos bien definidos se procede a realizar el dibujo completo de toda la Brocha, sin olvidar anotar los más pequeños detalles, de ser necesario se ampliarán con su descripción lo más completa posible ya que de omitirse alguno de éstos la fabricación de la Brocha sería defectuosa.



Dimensiones para diferente tamaños de Mangos

| A | B | C | D | E |
|----|------|------|----|-----|
| 8 | 1.25 | 10 | 16 | 45 |
| 8 | 1.65 | 10 | 26 | 55 |
| 10 | 2.50 | 12.5 | 20 | 55 |
| 12 | 3.00 | 16.0 | 25 | 65 |
| 14 | 4.00 | 16.0 | 25 | 65 |
| 16 | 4.00 | 16.0 | 25 | 65 |
| 18 | 5.00 | 18.0 | 28 | 75 |
| 25 | 6.50 | 20.0 | 28 | 75 |
| 28 | 8.00 | 20.0 | 30 | 85 |
| 30 | 8.00 | 20.0 | 30 | 90 |
| 35 | 8.00 | 20.0 | 30 | 95 |
| 40 | 8.00 | 20.0 | 30 | 100 |

* valores expresados en milímetros

U.N.A.M. - F.E.S.C.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TESIS PROFESIONAL

FECHA: JUN 90

ESC: S/E

ACOT.: S/A

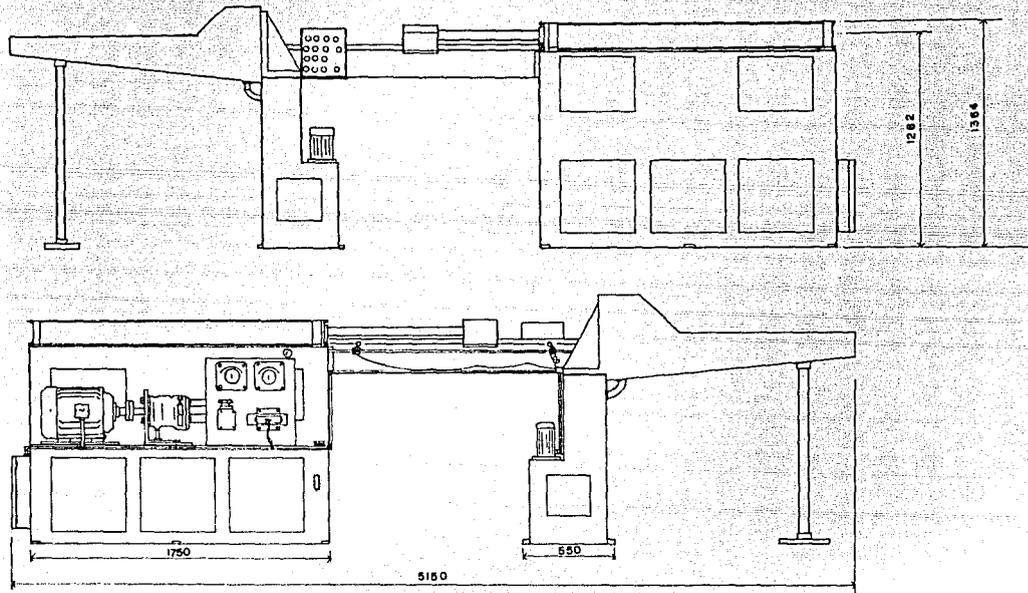
MANGO DE ARRASTRE

DIB. E. G. M.

REV. ING. M.C.

AUT. ING. MARIO CORTES S.

DIBUJO No. 31



| | | | | |
|----------------------------------|--|---------------------------|-----------------|-----------|
| U.N.A.M. - F.E.S.C. | | TESIS PROFESIONAL | | |
| INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA | | FECHA: JUN-90 | ESC. 1 : 20 | ACOT. m m |
| MAQUINA BROCHADORA HORIZONTAL | | DIB. E. G. M | REV: ING. M. C. | |
| | | AUT. ING. MARIO CORTES S. | | |
| | | DIBUJO No. 32 | | |

C A P I T U L O V

EVALUACION ECONOMICA

Este capítulo trata un aspecto muy especial y que -- siempre es considerado por los Directores de Empresas o por -- los Capitalistas, sobre todo cuando es el inicio de un nuevo -- Proyecto, se busca la buena Rentabilidad del Equipo, que quiere decir si es conveniente o no la inversión realizada.

Dentro de las investigaciones efectuadas por medio de visitas a varias Empresas, en su mayoría del ramo Automotriz, - se observó que las Máquinas Brochadoras que tienen son de origen extranjero y no se encontró ninguna de fabricación Nacional por lo cual puede ser el momento de iniciar con la construcción de éstas Máquinas con los recursos 100 % nacionales.

La Evaluación Económica realizada en la Máquina Brochadora se considero hacerla por separado para cada uno de los componentes, pero en una forma global, es decir que se tiene -- incluido los accesorios o implementos para su instalación, fi--

jación y funcionamiento, teniéndose los siguientes costos:

| | |
|---------------------------|------------------|
| Circuito Hidráulico | \$ 19.000,000.00 |
| Circuito Eléctrico | 7.500,000.00 |
| Circuito de Refrigeración | 1.750,000.00 |
| Bastidor | 13.500,000.00 |
| Soportes | 2.000,000.00 |
| | <hr/> |
| | \$ 43.750,000.00 |

Que es el costo de la adquisición de los componentes de la Máquina, solo falta la Mano de obra, que involucra los maquinados, (cepillado, taladrado, mandrilado, rectificado, etc) para lo cual se tiene contemplado el siguiente Personal.

| | Sueldo Mensual |
|---------------------------|-----------------|
| Un Ingeniero de Proyectos | \$ 2.000,000.00 |
| Un Mecánico Especialista | 1.500,000.00 |
| Dos Mecánicos de Primera | 850,000.00 |
| Dos Ayudantes Generales | 350,000.00 |
| Un Dibujante | 750,000.00 |

Una vez que se tiene los componentes listos y la Maquinaria necesaria, se tiene un tiempo estimado de tres meses para su maquinado, ensamble y pruebas; por lo que el costo de la Mano de obra total sería de :

| | |
|-----------------------|------------------|
| Costo de Mano de Obra | \$ 19.950,000.00 |
|-----------------------|------------------|

Costo total de la Máquina \$ 53.700,000.00 M.N.

Y el tiempo total de fabricación de la Máquina a partir de un pedido inicial esta estimado en un periodo de 24 a 26 semanas para su entrega.

Con relación a la cantidad de piezas producidas en un determinado tiempo (hora, turno, semana, etc.) depende directamente de las características físicas de la pieza a Brochar, como puede ser: el tipo de perfil deseado, la longitud de Brochado, tipo de material, dureza, la configuración externa para la sujeción, etc. Pero se puede presentar un ejemplo de una típica pieza de Brochado.

Ejemplo: Se desea Brochar una pieza con agujero inicial de forma cilíndrica de diámetro de 35 mm, una longitud de 70 mm, y se quiere cortar 6 ranuras de 7 mm. de ancho; el material es un acero AISI 1045.

De cálculo se obtiene una longitud total de recorrido de 865 mm. por tal el tiempo de corte es de:

$$T_c = \frac{0.865}{0.066} = 13.10 \text{ s}$$

Que sería el tiempo de corte solamente, falta el tiempo de preparación que es desde montar la pieza, colocar la Brocha, el movimiento de acercamiento y desmontar la pieza; esto genera otro tanto del tiempo de Brochado aproximadamente, que serían otros 13 segundos más, teniendo un tiempo total de

Tiempo total del ciclo 26.10 segundos, las producciones para diferentes tiempos serán:

| | |
|------------------|--------|
| Piezas por hora | 138 |
| Piezas por turno | 1104 |
| Piezas por mes | 22080 |
| Piezas por año | 287040 |

Siendo esta la producción anual es obtener ahora el costo de Brochado en relación con el costo total de la Máquina

| | |
|-----------------------|---------------|
| Costo del Brochado \$ | 63.700,000.00 |
| | 287,040 |
| \$ | 222.00 |

Que realmente es muy barato ya que la operación de -- hacerce en otras Máquinas convencionales se tardaría más tiempo menor producción y mayor costo. Claro que este precio le falta incrementar los demás costos (directos e indireatos) como los -- del material, el proceso completo, energía eléctrica, transporte, publicidad, prestaciones, etc. Pero aún asi sale bastante -- económico, con el único inconveniente que ya se ha mencionado -- varias veces, no es costeable para lotes pequeños y únicos de -- piezas a trabajar.

C O N C L U S I O N

Con el desarrollo del presente Trabajo se ha podido - comprobar que México es un país con rezago cultural en materia de tecnología, comparando con otros Países en similares condiciones. Esto puede que se deba tal vez a la desvinculación que existe entre los Inversionistas y el desarrollo de Proyectos y Prototipos, y es que no quieren arriesgar o perder su poder, -- provocando con esto que el pequeño y posible avance sea rezagado para una mejor ocasión.

Pero la elaboración de ésta Tesis demuestra que si se pueden lograr grandes eventos, ya que cuenta con bastantes recursos (humanos y materiales) para poder realizarlos, solo que no se da el apoyo y respaldo necesario. Con relación a los recursos Humanos se cuenta con gente muy valiosa con mucha experiencia y lo suficientemente preparada como para poder soportar y llevar a cabo la creación de nuevos métodos. Y al respecto de los recursos materiales tambien se cuenta con bastante campo de trabajo.

Solamente se puede decir que México cuenta con grandes potenciales y muchos estan en crecimiento que en un tiempo no muy lejano darán propios frutos, ya que cuentan con bastante respaldo para lograrlo.

B I B L I O G R A F I A

- Aceites de Corte y Aditivos Industriales
Autor: Benito Vidal
Editorial: Gustavo Gili, edición 1984
- Control de Motores Eléctricos
Autor: Walter N. Alerich
Editorial: Diana, edición 1982
- Dibujo y Diseño de Ingeniería
Autor: B Jensen
Editorial: Mc Graw Hill
- Diseño en Ingeniería Mecánica
Autor: Joseph E. Shigley - Larry D. Mitchell
Editorial: Mc Graw Hill, edición 1986
- El Proyecto en Ingeniería Mecánica
Autor: Joseph E. Shigley
Editorial: Mc Graw Hill, edición 1986
- Historia de la Técnica
Autor: Forbes R.J.
Editorial: Fondo de Cultura Económica, edición 1982
- Historia de la Tecnología
Autor: T.K. Derry - Trevor I. Williams
Editorial: Siglo XXI, edición 1984
- Historia de los Inventos
Autor: Larsen Egon
Editorial: Zeuz, edición 1981
- Instalaciones Eléctricas
Autor: Ibbetson
Editorial: CECSA, edición 1984
- La Revolución Industrial
Autor: Ashton T.S.
Editorial: Fondo de Cultura Económica, edición 1977

- Manual de Hidráulica
Autor: Sperry Vickers, edición 1981
- Máquinas Herramientas
Autor: Formación Profesional y Cultura Técnica
Editorial: Gustavo Gill, edición 1981
- Máquinas Herramienta, Biela
Autor: J.M. Simo - V. Oller - L. Piug
Editorial: Vicens Vives, edición 1981
- Máquinas Herramientas Modernas, Vol. I y II
Autor: Mario Rossi
Editorial: Dossat, edición 1984
- Mecánica de Flúidos y Máquinas Hidráulicas
Autor: Claudio Mataix
Editorial: Harla, edición 1982
- Resistencia de Materiales
Autor: F. Singer
Editorial: Harla, edición 1986
- Resistencia de Materiales
Autor: Willian A. Nash
Editorial: Mc Graw Hill, edición 1984
- Catálogos de Fabricantes
Marca: Cluter Hammer
Siemens, S.A.
Square de México
Vic - Mex
Aceros Fortuna
Aceros Especiales C.H.
- Introducción a la Metalurgia Física
Autor: Sidney H. Avner
Editorial: Mc Graw Hill, edición 1984