



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN



V N A M

24
20j

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA PARA DOBLAR
PERFILES ABIERTOS. (Elaboración de cortineros
metálicos extensibles)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

JUAN ARTURO LOPEZ MARTINEZ

ASESOR: ING. SERGIO DE MORAES BENITEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1994

**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES



ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MEXICO
CUAUTITLÁN

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted se revisamos la TESIS TITULADA:

"Diseño y Construcción de una Máquina para doblar perfiles Abiertos
(Elaboración de cortineros metálicos extensibles)";

que presenta el pasante: Juan Arturo López Martínez
con número de cuenta: 8561742-1 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 25 de Noviembre de 1993

PRESIDENTE	<u>Mat. Francisco Rojas Espinoza.</u>	<u>Por Francisco Rojas E. 23/11/93</u>
VOCAL	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio</u>	<u>24/11/93</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Sergio de Moraes Benítez</u>	<u>25/11/93</u>
PRIMERA SUPLENTE	<u>Ing. José Luis Buenrostro Rodríguez.</u>	<u>25/11/93</u>
SEGUNDA SUPLENTE	<u>Ing. Antonio Trejo Lugo.</u>	

DIOS:

Gracias por darme una oportunidad de vivir.

A MI PADRE:

ELEUTERIO LOPEZ por enseñarme el camino hacia la superación, proporcionandome una educación profesional, apoyandome en los fracasos y compartiendo las alegrías del éxito.

A MI MADRE:

GUADALUPE MARTINEZ por sus atenciones y amor incondicional que siempre me ha brindado.

Por sus consejos y estímulos que me impulsan a seguir siempre adelante.

A MIS HERMANOS :

Cesar, yadira, Humberto, Antonio, Monica, Ma.de la Luz, Patricia, José Analia, Emma, Ma. Esther, Susana, Ciro y Guadalupe, por el apoyo , comprensión y tolerancia que han tenido conmigo, y por haberme dado una oportunidad en los momentos difíciles. Gracias por su cariño y hermandad.

A MIS SOBRINOS :

Noe, Omar, Andrea, Samuel, Pavel, Ulises, Pamela, Etxbeidy, Nélida, Nicté, Isaac, Aarón, Marcos, Esther, Claudia, Izait e Itzel, por compartir sus juegos y los momentos de alegría y diversión. Por el amor y respeto que siento hacia cada uno de ellos.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :

Luz, Josefina, Lucia, Carmen, Elena, Teresa, Antonio, José Luis, Joel Juan, Hector, Antonio V., Fernando, Eugenio, Joel G., Alfredo, Joel, David, Alfonso y Jesus, por ofrecerme su amistad y compañía.

Especialmente ha Ana Maria por brindarme su amistad, cariño y afecto cuando más los necesitaba.

GRACIAS A TODOS .

RECONOCIMIENTOS

Quiero dar las gracias a cada uno de los profesores que me ofrecieron sus conocimientos, consejos y motivaciones durante toda mi educación escolar.

Deseo agradecer muy especialmente al Ing. Antonio Tello, por las sugrencias y opiniones, que en varias ocasiones me hicieron regresar al camino correcto, aportando mejores formas de expresar ideas, dibujos y su experiencia profesional .

Finalmente agradezco a la compañía CORMET S.A. por las facilidades y el material aportado para la realización de este trabajo, así como a mi asesor de Tesis, el Ing. Sergio de Moraes por el apoyo y ayuda que me proporciono durante la realización de esta TESIS.

I N D I C E

- OBJETIVOS	I
- INTRODUCCION.	II

CAPITULO.- 1 ANALISIS PRELIMINAR.

1.1.- La micro,pequeña y mediana industria en México.	1
1.2.- Antecedentes.	5
1.3.- Investigación de Mercado.	7

CAPITULO.- 2 ANTEPROYECTOS .

2.1.- Planteamiento y análisis del problema	9
2.2.- Doblado de un material metálico	15
2.2.1.- Margen por dobléz	17
2.2.2.- Situación de la fibra neutra en un doblado.	18
2.3.- Proyectos preliminares.	22

CAPITULO.- 3 DISEÑO DE LA MAQUINA .

3.1.- Selección de materiales	27
3.2.- Diseño y cálculo de partes.	32
3.3.- Tratamientos Térmicos	45
3.4.- Ensamble y pruebas preliminares	49

CAPITULO.→ 4 OPTIMIZACION Y DISEÑO FINAL.

4.1.- Optimización de la máquina. 55

4.2.- Diseño Final. 64

- CONCLUSIONES. 67

- BIBLIOGRAFIA.

O B J E T I V O S .

- Diseñar y construir una máquina para mejorar la calidad del doblado en un perfil de lámina de acero para la fabricación de los contenedores metálicos extensibles y con ello obtener una mejor calidad del producto.

- Proporcionar una asistencia tecnológica para el desarrollo en la producción de la micro, pequeño y mediana industria fabricante de los contenedores metálicos.

I N T R O D U C C I O N .

La pequeña industria ha sido uno de los pilares del proceso de industrialización de la economía mexicana. Durante los últimos años este segmento de la industria de transformación ha tenido un crecimiento muy significativo, aunque menos dinámico entre los sectores de la gran industria nacional.

Ante el nuevo reto que se plantea en México con la firma del Tratado de Libre Comercio (T.L.C), la micro, pequeña y mediana industrias, deberán de mejorar e innovar los procesos productivos para competir en el mercado y lograr sobrevivir en esta nueva etapa de la economía nacional.

Esto obliga a las Instituciones de Educación Superior e Institutos de Investigación ha brindar el apoyo necesario para el desarrollo y progreso de este sector industrial.

Con el presente diseño y proyecto, se brinda la solución a un problema en particular de los muchos que afectan a una mediana industria fabricante de cortineros metálicos, al no contar con la infraestructura y apoyo tecnológico apropiado para la investigación y creación de nuevas tecnologías.

En primer lugar se realiza un breve análisis e investigación de la micro, pequeña y mediana industrias en México, así como un antecedente de los cortineros metálicos, y por último una investigación de mercado.

En el capítulo segundo se define y formula el problema que afecta a la industria. Se realiza un estudio del doblado de un material metálico y por último se presentan algunos anteproyectos para proporcionar las posibles soluciones al problema planteado.

En el capítulo tercero, se estudian las propiedades físicas y mecánicas fundamentales para la selección de materiales que componen el diseño. En base a un anteproyecto seleccionado, se diseñan y calculan las diversas partes para la construcción de la máquina prototipo. Así como también los tratamientos térmicos que se efectúan a diferentes piezas para obtener un mejor rendimiento de éstas. Por último se ensamblan las diferentes partes para efectuar las pruebas preliminares .

En el capítulo cuarto se efectúa la optimización de la máquina con algunos dispositivos mecánicos y el rediseño de piezas, hasta obtener los resultados satisfactorios y dar así una solución al problema planteado.

El diseño y proyecto de la máquina debladora del perfil se realizó en el CENTRO DE ASIMILACION TECNOLÓGICA (C.A.T) de la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN (FES-C).

— █ CAPITULO.- 1 ANALISIS PRELIMINAR. █ —

1.1.- LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA EN MEXICO .

La política de industrialización ha sido el motor del crecimiento económico de México en las últimas cinco décadas. La estrategia de sustitución de importaciones aumentó en forma considerable la participación de la industria dentro del Producto Interno Bruto (PIB) y convirtió a este sector en una de las fuentes más dinámicas de generación de empleos.

El impulso que en los últimos años han transmitido la industria y el comercio exterior al resto de la economía, tiene como causa fundamental la mejora en eficiencia y en productividad inducidas por una economía abierta sujeta a la competencia del exterior. No obstante los avances logrados pre val á en algunos rezagos y problemas que será necesario superar.

Uno de los problemas más importantes es el incipiente desarrollo tecnológico del sector industrial en su conjunto, pues en el pasado la protección contra la competencia internacional y la inestabilidad financie ra de la economía no motivaron a las empresas a modernizar sus procesos y productos.

Las empresas no destinan aún suficientes recursos a la realización o al financiamiento de mejoras tecnológicas, investigación y desarrollo usualmente asignan a estas actividades menos del 1 % de sus ventas en contraste, la inversión en tecnología en las empresas de otros países alcanza por lo general entre el 5 y 10 % de sus ventas llegando a 15 % en las industrias de alta tecnología .

Existe una escasa colaboración entre la industria y los centros o instituciones de investigación y desarrollo. De 1985 a 1990 en las Universidades más importantes del país los proyectos vinculados con empresas no llegaron al 5 % del total de las investigaciones. En numerosas

industrias la escasez de especialistas y asesores técnicos limita el desarrollo, la adaptación y la asimilación de tecnología .

En el caso de México, existen en forma tradicional, tres estratos de empresas delimitadas en éste sector industrial: la microindustria (denominada también como industria artesanal), la pequeña y por último la mediana industria .

Desde el punto de vista cuantitativo, el elemento de medición más utilizado, es el número de trabajadores y las ventas netas anuales de cada una de estas industrias. Mediante la publicación del Diario Oficial de la Federación (Diciembre de 1991), la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), da a conocer las siguientes definiciones;

* MICROINDUSTRIAS.- son aquellas que ocupan hasta 15 personas y el valor de sus ventas netas no exceden los 535 millones de pesos al año. (535 mil nuevos pesos).

* PEQUEÑA INDUSTRIA.- son las que ocupan hasta 100 personas y el valor de sus ventas netas anuales sea de hasta cinco mil 425 millones de pesos. (cinco millones 425 mil nuevos pesos).

* MEDIANA INDUSTRIA.- son las industrias que ocupan hasta 250 personas y el valor de sus ventas netas no rebasa los nueve mil 400 millones de pesos al año. (nueve millones 400 mil nuevos pesos) .

Las definiciones se adecuan periódicamente conforme lo establece la SECOFI: las cifras del personal y las ventas netas serán correspondientes al cierre del último ejercicio de la empresa.

Este sector industrial presenta una problemática en particular, debido ha su reducida escala productiva, estas empresas adolecen de una limitada capacidad de negociación, así como bajos niveles de organización

y de gestión, es frecuente que estas unidades productivas no cuenten con un nivel tecnológico apropiado, ni con una mano de obra calificada dando lugar a improvisaciones que se traducen en baja productividad .

Las industrias medianas y pequeñas presentan serias dificultades para que sus productos tengan acceso al mercado de exportación ya que, muchas veces, no tienen los volúmenes y la calidad necesaria para competir en el mercado internacional. Por ello, exportaciones, en la mayoría de los casos solo se realizan de manera indirecta, limitándose al abasto de bienes intermedios, partes y compuestos a compañías exportadoras de mayor tamaño.

Información proporcionada por la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), indica que la micro, pequeña y mediana industrias, representan la base de la estructura productiva de México pues constituyen el 98 % del total de los establecimientos manufactureros absorbe poco más del 48 % del personal ocupado en el sector, contribuyen con el 43 % del PIB manufacturero y el 10 % de la oferta nacional .

En los últimos años, para las autoridades ha sido una preocupación constante el desarrollo industrial del país. Para lograrlo ha adoptado diversas medidas de apoyo que sirven para agilizar la planta productiva. El sistema financiero de fomento ha sido uno de los instrumentos más importantes con que ha contado el Gobierno de la República para impulsar y desarrollar la planta industrial nacional y contribuye de manera decisiva a la consecución de los logros alcanzados en las áreas estratégicas y prioritarias del país.

Con el fin de fomentar la constitución, regularización y operación de las empresas, se han establecido diversos mecanismos para otorgar los diversos apoyos e incentivos económicos, administrativos y jurídicos.

Los apoyos económicos se otorgan a través de Fondos de Fomento, que el gobierno ha constituido para canalizar en forma oportuna y suficiente los

recursos financieros para apoyar actividades específicas y prioritarias .

Pero no solamente los apoyos financieros son los únicos que necesita una empresa. Los apoyos de carácter administrativos favorecen el surgimiento de nuevas industrias por medio de la eliminación, simplificación y desconcentración de los trámites para su operación. El objetivo principal es promover la inversión, a través de disposiciones que simplifiquen su creación y operación, que permitan la realización de los trámites correspondientes en las localidades donde operen e impulsen su desarrollo, mediante el otorgamiento de estímulos y facilidades fiscales, financieras, de mercado y de asistencia técnica.

En este sector industrial es prácticamente nulo el crédito para proyectos de inversión, ampliación de plantas o nuevos proyectos pues estas pequeñas empresas no cuentan con las garantías solicitadas por los bancos. En este contexto, se crean nuevos programas crediticios que faciliten los recursos para reactivar la producción y el desarrollo de estas industrias .

Con estas medidas se pretende fortalecer los mecanismos de ayuda y reestructurar las diversas formas y concepciones de apoyo.

Las barreras que han impedido la transformación estructural de la pequeña industria han sido en gran medida el poco dinamismo y las características propias de esta clase de industrias con el resto del sector y sus grandes empresas. Inmersas en el proceso de cambio estructural y modernización de México, la micro, pequeña y mediana industrias, constituyen una parte sustancial para enfrentar de manera eficaz los retos que plantea el desarrollo nacional .

1.2 .- ANTECEDENTES .

Desde que el hombre tuvo la necesidad de buscar un alojamiento permanente, que lo refugiase de las inclemencias del medio ambiente, siempre ha tratado y buscado de que ésta sea lo más agradable posible para su estancia.

Con el trascurso de los años, el decorar interiores en casas, oficinas departamentos, estancias, etc. , es una de las cualidades del ser humano. El adornar interiores exalta los gustos y peculiaridades de cada persona, al seleccionar la forma, tamaño y color que brinde la comodidad, elegancia y economía en el decorado final. La decoración de interiores, está formada principalmente por;

- * Decoración de techos y paredes .
- * Decoración de pisos .
- * Decoración de puertas y ventanas .

(NOTA .- Para cumplir los objetivos de este trabajo, se referirá a los elementos que componen la decoración de ventanas.)

Para la decoración de interiores de ventanas, existen en el mercado una gran variedad de productos, entre los principales se tienen;

PERSIANAS	{	Verticales.
		Horizontales.
		Plizadas.
		Romanas de bambú y rattan .
		Aluminio .
CORTINAS	{	Bambú.
		Tela

A pesar de la diversidad de mercancías que hay en existencia, existe un producto que ha sobrevivido con el transcurrir de los años. Dicho producto son las cortinas de tela, que ofrecen una extensa gama de telas colores y formas, además de brindar elegancia y realce a la decoración. El acierto en la decoración de ventanas propicia la licidez necesaria para la privacidad o el contacto con el mundo exterior .

1.3.- INVESTIGACION DE MERCADO .

El reconocimiento de un problema o deficiencias en la calidad del producto que ocasionen ventas reducidas, es lo que normalmente genera la solicitud para la realización de una investigación de mercado, que ayude a mejorar el producto y el proceso de producción .

En una mediana empresa fabricante de cortineros metálicos se ha planteado el problema de mejorar la calidad de uno de sus productos, éste consiste en doblar un perfil de lámina de acero para la elaboración de los cortineros metálicos extensibles. El obtener una buena calidad de acabado en el producto, amplía su mercado nacional además de tener una mejor competitividad con las empresas que fabrican el mismo producto.

Debido a las dificultades y obstáculos que presentan las diferentes compañías para la realización de una extensa investigación de mercado, se a optado por un breve estudio acerca del número de empresas que se dedican a la fabricación del mismo producto, tipos de acabado, diversidad de precios en el mercado, etc. .

Cabe mencionar que existen en el mercado dos tipos de cortineros metálicos; 1.- Los cortineros extensibles que estan formados por dos perfiles doblados a 90 grados en uno de sus extremos y que se unen en su parte recta, para extenderse a las dimensiones requeridas; y 2.- Los cortineros automáticos, que están formados basicamente por un perfil recto con ganchos sujetadores en su interior para las cortinas, unidos a dos cuerdas que se deslizan atraves del prfil, éste se apoya en sus extremos por dos sujetadores .

El estudio de mercado está basado en los cortineros extencibles;
- Actualmente existen 3 empresas medianas que fabrican el mismo producto el tipo de acabado y la calidad que presentan en el doblez es pesimo, ya que se observan deformaciones muy marcadas.

- Existe una variación del 10 % entre ambas compañías en el precio debido al espesor de la lámina utilizada.
- La demanda que existe en el mercado es buena, ya que no siempre se requieren de las distinciones que ofrecen los cortineros automáticos.
- Este producto también tiene demanda en algunos estados del interior del país.

Con los resultados obtenidos de éste breve estudio, se ha tomado la decisión de redefinir el problema con el detalle suficiente que permita la preparación detallada de un diseño y proyecto, que proporcione una solución óptima.

III CAPITULO.- 2 ANTEPROYECTOS . III

En todo problema constructivo, se deben expresar de una manera clara los datos que satisfagan a las condiciones externas y garanticen los resultados previstos, así como prestar atención a que la solución sea adecuada desde el punto de vista económico. El proceso de diseño abarca las actividades y eventos que transcurren entre el reconocimiento de un problema y la especificación de una solución del mismo que sea funcional económica y satisfactoria de algún modo.

2.1.- PLANTEAMIENTO Y ANALISIS DEL PROBLEMA .

La dirección de una mediana empresa que se dedica a la fabricación de cortineros metálicos, está preocupada por mejorar la calidad de uno de sus productos, ya que teme perder mercado contra otras empresas o con la posible importación del mismo producto.

A pesar de que a ésta empresa le afectan varios problemas en su proceso productivo, se ha seleccionado uno de los más importantes y de gran trascendencia en la fabricación de su producto. Dicho problema consiste en doblar un perfil de lámina de acero a 90 grados ($\pm 3^\circ$) para la elaboración de los cortineros metálicos extensibles, dicho perfil tiene las siguientes características. (Fig.- 2.1)

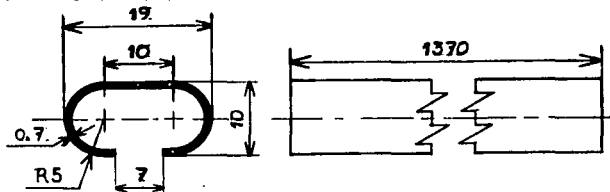


Fig.2.1.- Dimensiones del perfil a doblar

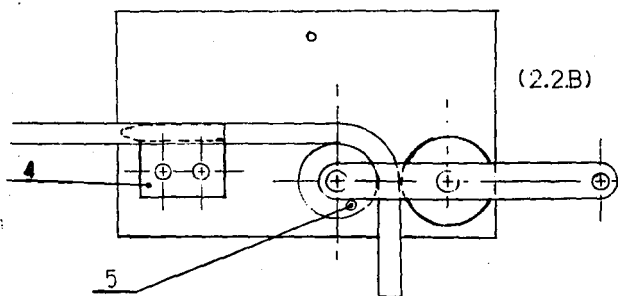
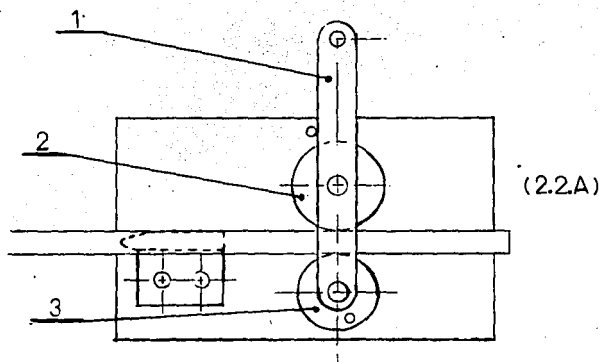


Fig. 2.2 .- Dibujo esquemático del mecanismo utilizado en la industria para la elaboración de los cortineros extensibles.

(a).- Posición inicial.

(b) .- Posición final .

El doblado del perfil mencionado anteriormente se realizaba en la industria como se observa en la fig. 2.2. Este mecanismo esta constituido por los siguientes elementos;

- Un brazo de accionamiento (pza # 1) .- Donde se aplica la fuerza para accionar al rodillo móvil que debiera doblar al perfil.
- Un rodillo móvil (pza # 2).- Esta pieza se mueve al aplicar la fuerza en el brazo de accionamiento esta pieza efectua el doblado del perfil.
- Un rodillo fijo (pza # 3).- Esta pieza proporciona el radio de doblado y se fija a una mesa soporte.
- Un bloque guía (pza. # 4).- Este componente centre al perfil entre los dos rodillos, además de evitar el movimiento transversal del perfil.
- Un tope (pza # 5).- Este tope se localiza en un punto determinado de tal manera que el brazo de accionamiento se detendrá en él y proporcionara al perfil el ángulo de 90 grados.

Con el dispositivo mencionado se obtiene una calidad de acabado en el doblado interior del perfil como se muestra en la fig. 2.3 .

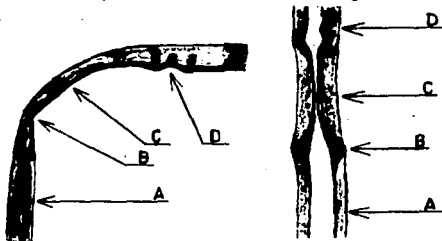


Fig. 2.3 .- Calidad de acabado que se obtiene en la industria.

Analizando los resultados que presenta el proceso de producción de la industria, se pueden observar las siguientes características en la calidad y acabado en el doblez interior del perfil. (basados en la fig.2.3)

- En la parte interior del doblez del perfil, en la sección A se observa que el canal central se ensancha y se deforma hacia los costados.

- En la sección B el perfil presenta un estrangulamiento muy marcado en ambos costados del canal, además de un incremento lateral de éste.

- En la sección C que es la parte central del doblez, se observa en primer lugar que existe un aplastamiento del perfil en su parte interna y se deforma considerablemente hacia los costados. En segundo lugar, el perfil no sigue una trayectoria curva regular en el interior, además de existir un aplastamiento de la parte exterior del doblez, originando que el perfil se deforme y adquiera un ancho mayor al original.

- En la sección D en primer lugar existe un incremento en la abertura del canal central y posteriormente presenta deformaciones en forma de ondulaciones irregulares en la lámina, lo que ocasiona una deformación muy marcada .

Como se puede observar éste doblado presenta una pésima calidad de acabado y de presentación. La dirección de la empresa preocupada por tener una buena calidad y mejorar el producto que fabrica, ha decidido que debe mejorar éste doblez para obtener una buena calidad y presentación final del producto.

Para solucionar el problema del doblez del perfil, obteniendo una buena calidad de acabado, se formulan las siguientes condiciones para el diseño;

a).- Diseñar un dispositivo mecánico o máquina que realice el doblez a

90 grados ($\pm 3^\circ$) fácilmente.

b).- Construir el dispositivo o máquina a una bajo costo, dentro de lo posible.

Posteriormente se realizara un estudio de mercado para verificar si con la mejor calidad del producto se obtiene un mejor mercado y previendo una expansión de éste, en un futuro próximo, se plantea lo siguiente ;

c).- Diseñar un proyecto de investigación para mejorar el proceso de producción a un bajo costo.

Debido a que la micro, pequeña y mediana industrias no cuentan con una infraestructura y personal capacitado para la realización de investigaciones, acerca de nuevas tecnologías que ayuden a su crecimiento productivo y económico, los Centros de Investigación y las Instituciones Educativas de nivel Superior, son unas de las mejores opciones, ya que les brindan un apoyo a nivel ingeniería, así como técnico en la realización de investigaciones de diseños y proyectos de nuevas tecnologías.

Es por esto que en la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN (FES-C), a través del CENTRO DE ASIMILACION TECNOLOGICA (C.A.T), se llevó a cabo una investigación para realizar el diseño y proyecto en la construcción de una máquina que resuelva el problema del doblado del perfil y obtener una buena calidad de acabado.

Después de haber planteado el problema, se lleva a cabo un análisis del mismo y se ha decidido que deba tener las siguientes restricciones;

- 1.- En primer lugar funcionara manualmente.
- 2.- Debe de ser de fácil manejo al operador.
- 3.- No debe de ser muy grande ni complicada.
- 4.- Mejorar la calidad de acabado del doblado.

5.- De fácil adaptación a una posible automatización hidráulica o neumática .

6.- Su costo de construcción debe de ser mínimo dentro de lo posible.

Una vez que se ha planteado y analizado el problema, se buscan las soluciones posibles hasta obtener una que satisfaga las necesidades anteriormente mencionadas .

2.2 .- DESARROLLO DE UN MATERIAL METALICO.

En primer lugar se estudia brevemente el concepto del doblado de un material metálico, ya que el diseño se basa en éste concepto.

El doblado es la deformación uniforme de un material alrededor de un eje recto, que descansa en el plano neutral y normal a la dirección longitudinal del material. El flujo de metal se produce dentro de la zona plástica del mismo, de manera que el doblado retiene una posición permanente después de la remoción de las fuerzas aplicadas. La superficie interior de un doblado está en compresión; mientras que la superficie exterior se encuentra en tensión.

Los términos empleados en el doblado se definen e ilustran en la fig. 2.4, el eje neutral es el área plana en el metal doblado donde las tensiones son cero.

D = Dimensiones de la línea patron.

X = Tramo fuera del contorno.

C = Longitud del ala o ancho del alma.

A = Angulo de curvatura.

B = Angulo de bisel.

R = Radio de curvatura.

T = Espesor del metal.

Para las operaciones de doblado en general, es necesario tener en cuenta los siguientes factores; El radio de curvatura y la elasticidad del material. De ser posible, deben de evitarse los cantos vivos, para este propósito, se aconseja fijar los radios de curvatura interiores, iguales o mayores que el espesor de la chapa a doblar, con el fin de no estirar excesivamente la fibra exterior, y para garantizar un doblado sin roturas.

Después de que se libera la presión dobladora sobre el metal, también se liberan las tensiones elásticas, lo cual ocasiona el movimiento de retroceso del metal, resultando una disminución en el ángulo del doblado (así como un aumento en el ángulo incluido entre las porciones dobladas) tal movimiento del metal es denominado retroceso elástico, y varía en el acero de 0.5 a 5 grados dependiendo de su dureza.

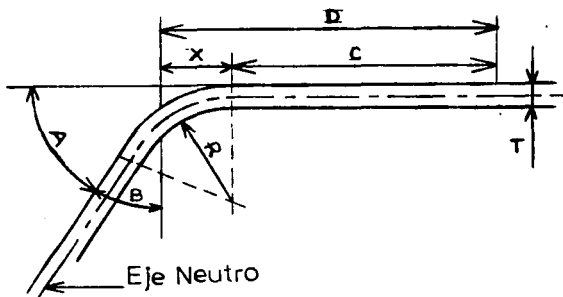


Fig. 2.4.- Términos empleados en un doblado.

2.2.1 .- MARGEN POR DOBLEZ .

El espesor del material sobre un radio pequeño o sobre un doblez agudo es del 10 al 15 % menor que antes del doblado, porque el metal se mueve más fácilmente a la tracción que a la compresión. Por la misma razón el eje neutro del metal se mueve hacia el centro del radio del doblado. Por lo tanto para calcular la longitud (L) de la pieza base con un radio interior (R) de dos a tres veces el espesor del material (T). se puede determinar dicha longitud con mucha exactitud tomándola a lo largo de la línea neutra cuyo radio es el interno de la curva más 0.4 T .

Así, con referencia a la fig. 2.5, para un ángulo de A grados y a las demás dimensiones en pulgadas;

$$L = \frac{(R + 0.4T) \times 2 A}{360^\circ} = \frac{(R + 0.4T) \times A}{57.3^\circ} \dots \dots \dots (1)$$

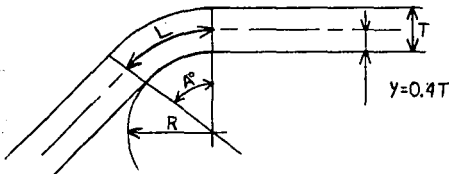


Fig. 2.5 .- Longitud del elemento doblado L .

El factor 0.4T que localiza al eje neutro, está sujeto a cierta variación (digamos 0.35T a 0.45T) de acuerdo con el radio, el estado del metal y el ángulo. Al calcular los márgenes o longitudes necesarias, para dobleces agudos o curvas muy pronunciadas, al localizar el eje neutro considere un radio interno R de unos 0.5T como mínimo.

2.2.2 .- SITUACION DE LA FIBRA NEUTRA EN UN DOBLADO .

De las nociones de resistencia de materiales, sabemos que la sección transversal de un sólido en flexión existe una línea en la cual la fibra correspondiente no viene a tensión ni a compresión, esta línea se llama neutra y por el hecho de no deformarse, es la que interesa para el cálculo del desarrollo lineal. Pero no siempre se halla ésta línea en la mitad exacta del material a doblar, sino que toma una posición diferente según la calidad del material. En los casos que es preciso conocer la posición de la línea neutra, es muy útil realizar un ensayo práctico con un trozo de material que debiera emplearse en la fabricación en serie.

A tal efecto se prepara un trozo de material de longitud (C) y de un espesor (T); después de haber doblado el material como en la fig. 2.6 se buscan prácticamente los valores de a , b , y r . Con estos valores se sigue el examen analítico para la determinación de la distancia (Y) de la fibra neutra.

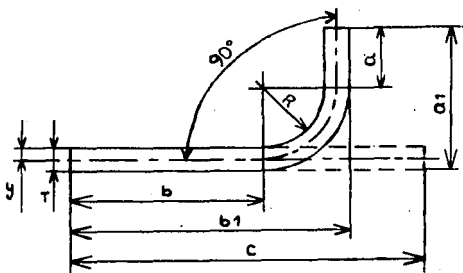


Fig. 2.6.- Material metálico doblado a 90 grados.

El cálculo se resuelve comparando la longitud del desarrollo CC(antes del doblado) con los otros valores hallados después del doblado;

$$C = a + b + \frac{\pi r}{2} \times (R + Y)$$

Desarrollando; $2C = 2a + 2b + \pi r R + \pi r Y$

$$\text{o bien ; } Y = 2 \left[\frac{C - a - b}{\pi r} \right] - R \quad \dots \dots \dots (2)$$

Por otros experimentos realizados se ha llegado a la conclusión de que el eje neutro puede considerarse situado sobre la mitad cuando la chapa supera el milímetro se halla aproximadamente a 1/3 de la curva interior. Si la chapa doblada tiene contracurvas, la línea se situa en cada caso hacia la curva interior.

TABLA I .- Posición (Y) de la fibra neutra en función de la relación (R/T) a considerar en el doblado de la chapa.

T = espesor de la chapa.		R = radio de curvatura.	
Para R/T	Y	Para R/T	Y
0.2	0.347 T	3	0.465 T
0.5	0.387 T	4	0.470 T
1.0	0.421 T	5	0.478 T
2.0	0.451 T	10	0.487 T

El doblado del perfil requiere de las siguientes características y dimensiones especificadas por la directiva de la empresa.(fig. 2.7)

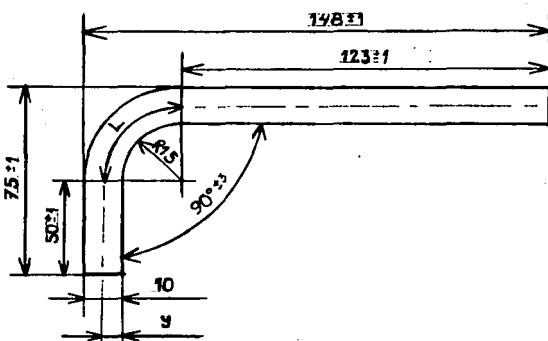


Fig. 2.7.- Dimensiones aproximadas que debe tener el perfil (Acot; m m sin escala)

Con las especificaciones que requiere el doblado del perfil, se realiza un análisis analítico para determinar la longitud del elemento doblado (L) así como la posición del eje neutro (\bar{Y}) .

Por la formula # 1 se calcula la longitud del elemento doblado;

$$R = 15 \pm 0.1 \text{ m m (0.590 plg.)}$$

$$T = 10 \text{ m m (0.390 plg.)}$$

$$A = 90 \text{ grados .}$$

$$L = \frac{(R + (0.4 T)) \times A^\circ}{57.3^\circ}$$

Sustituyendo valores se tiene que:

$$L = \frac{(0.590 + (0.4 \times 0.390)) \times 90^\circ}{57.3^\circ}$$

$$L = 1.1742 \text{ plg.} \quad \Rightarrow \quad L = 29.825 \text{ mm.}$$

Para calcular la posición del eje neutro, se utiliza la tabla I, se tiene que;

$R/T = 15/10 = 1.5$; buscando en la tabla I, no se cuenta con este valor por lo que se realiza una interpolación;

1	0.421 T	
1.5	?	$\Rightarrow \left[\frac{1.5 - 1}{2 - 1} \times (0.451 T - 0.421 T) \right] + 0.421 T$
2	0.451 T	

\Rightarrow por lo tanto para 1.5 = 0.436 T

Por lo tanto el eje neutro se localiza a; $Y = 0.436 \times (0.390 \text{ plg.})$
 $Y = 4.32 \text{ mm}$, con respecto al radio de curvatura interior.

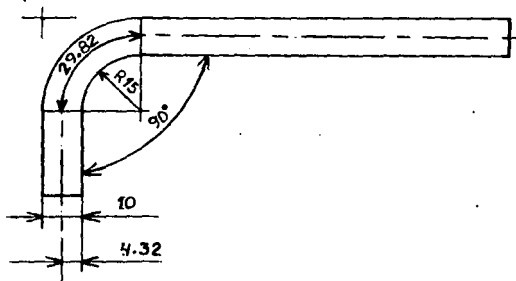


Fig. 2.8 .- Determinación de la fibra neutra del perfil.

2.3 .- PROYECTOS PRELIMINARES .

El motivo por el que se crea una nueva máquina, es la existencia de una necesidad presente o previsible. El proceso de creación se inicia con la concepción de un dispositivo que sirva para una determinada finalidad. Por modificaciones y perfeccionamientos sucesivos de las ideas, lo probable es que se llegue a varias soluciones de las cuales se adoptará la que parezca más factible y económica.

Se analizan brevemente algunos anteproyectos con sus soluciones y restricciones a través de esquemas, que servirán entre otras cosas para de terminar puntos, líneas y planos básicos en la geometría del producto; mostrar ciertos componentes en las posiciones críticas de la trayectoria o darles un punto de partida a las posibles soluciones del problema planteado anteriormente.

ANTEPROYECTO No. UNO .

En este anteproyecto se requiere el uso de una prensa troqueladora para el doblado del perfil. Se utilizaría el método de un bloque soportador o matriz, con una ranura en V a un ángulo de 90 grados. El golpe certero del punzón superior hacen que su canto curvado caiga sobre la entalla de la matriz inferior, pero si éste no es de suficiente longitud, uno de los extremos del punzón superior puede caer fuera del borde de la matriz lo que motiva defectos en el doblado del perfil. (fig. 2.9)

El sistema tradicional del doblado, con punzones y matrices de acero es indudablemente comprometido y costoso, porque requiere mucha precisión en la construcción de estas herramientas las cuales, por ser rígidas, no pueden adaptarse fácilmente a los factores variables del perfil. Además se incrementaría considerablemente el costo del diseño y la construcción del mismo.

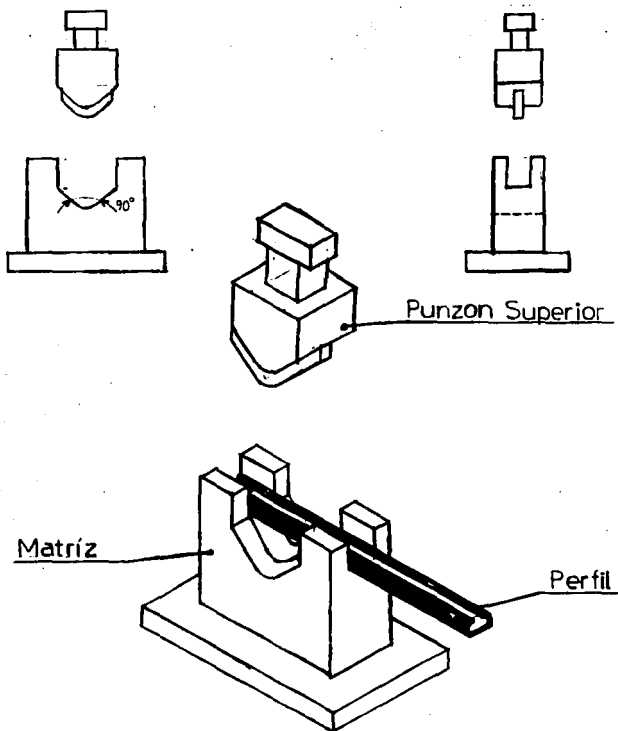


Fig. 2.9.- Anteproyecto No. UNO .- Dibujo esquemático que representa las posiciones y partes principales.

ANTEPROYECTO No. DOS .

Este anteproyecto está basado en el dispositivo original, excepto en que presenta diversas modificaciones en cuanto a su estructura, disposición y diseño de piezas que lo conforman, así como a la orientación del doblado ya que el anterior lo realiza en forma horizontal y éste lo realiza en forma vertical. Sus partes principales son;

- No. 1.- Dos placas soportes, con un maquinado de un canal guía en forma de arco de circunferencia.
- No. 2.- Un rodillo fijo, con un contorno especial.
- No. 3.- Un rodillo móvil con un contorno en forma de U .
- No. 4.- Un brazo de palanca, formado por dos placas.
- No. 5.- Un bloque guía, sostenido por dos pernos.
- No. 6.- Un perno que soporta al rodillo móvil, que recorrerá el arco de circunferencia de las placas soporte.

El croquis de la fig. 2.10, muestra la disposición de sus partes principales. Este dispositivo funciona de la siguiente manera;

- El rodillo móvil se localiza en una posición prediseñada que permita el libre acceso del perfil a la máquina .
- El rodillo fijo se localiza en un punto de las placas que proporcionará las dimensiones especificadas en el doblado del perfil .
- La placa guía permite centrar al perfil entre ambos rodillos, además de evitar la torsión o movimiento de éste.
- Al introducir el perfil a la máquina por el frente, el canal del perfil se acopla en el contorno del rodillo fijo y de la placa guía.

La palanca, está acoplada al rodillo móvil por un eje o perno, al ser

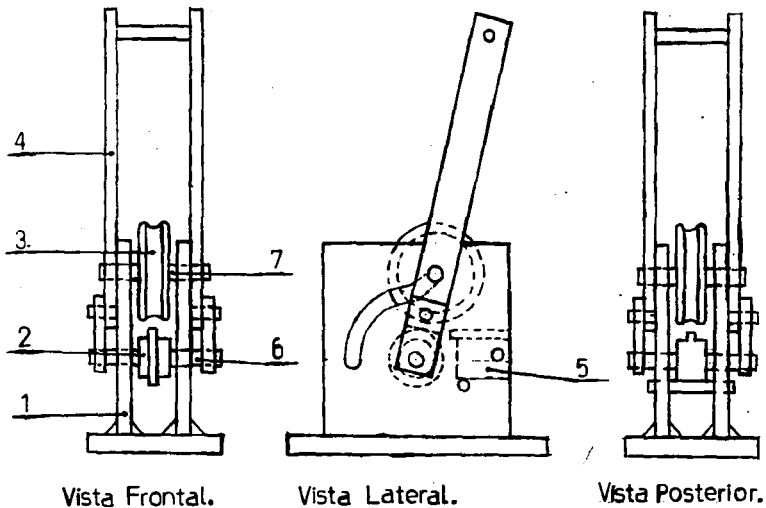
accionada la palanca, el eje rodara por el arco de circunferencia de las placas. La fuerza que se aplica en la palanca, se transmite al rodillo móvil, éste en su movimiento de translación empezara a doblar el perfil al ángulo proyectado. Al terminar el recorrido, palanca y rodillo móvil se regresan a su posición inicial y se extrae al perfil doblado totalmente.

Este anteproyecto tiene las siguientes características;

- Se espera que mejore mucho mejor la calidad del doblado, debido a la forma geométrica del rodillo interior y exterior, que permitirán una deformación uniforme y regular del material en el doblado interino del perfil.
- Su estructura geométrica es más sólida y por ello es más factible a una posible automatización

Fig. 2.10 .- Dibujo esquemático del anteproyecto No. DOS .

26



▣ CAPITULO.- 3 DISEÑO DE LA MAQUINA. ▣

3.1 .- SELECCION DE MATERIALES

Despues de haber analizado y discutido las características positivas y negativas de las posibles soluciones al problema planteado, en los ante proyectos presentados, los directivos de la empresa han seleccionado el anteproyecto No. DOS, para que se construya un dispositivo prototipo y analizarlo más a fondo, si los resultados son satisfactorios se construirá una máquina base que sirva para los requerimientos dados.

Por muy importantes que sean las tensiones y deformaciones de una pieza mecánica, la selección de materiales no siempre se basa en estos factores, hay muchas piezas de la máquina que no soportan ningún esfuerzo. Estas piezas pueden proyectarse simplemente para llenar espacio y de carácter funcional.

Los materiales deben de seleccionarse despues de un estudio de las propiedades físicas y mecánicas. En la mayor parte de las aplicaciones, más de un tipo de material será satisfactorio y la selección final estará regida por la disponibilidad y la economía.

Las propiedades mecánicas que se consideran en el diseño de la máquina para la selección de materiales son; (los datos completos se obtienen de la literatura de los fabricantes y de los manuales técnicos.

* DUREZA.- La dureza es la propiedad física de los materiales para resistir penetración, o la habilidad para soportar abrasión. Esta es una propiedad importante en la selección de materiales. Existen diferentes métodos para determinar la dureza de un material, analizaremos brevemente los más utilizados en la industria.

* DUREZA BRINELL .- El ensayo Brinell para la determinación de la dureza de los materiales metálicos, consiste en aplicar una carga conocida sobre la superficie del material a ensayar por medio de una bola de acero templado de diámetro conocido. Se mide el diámetro de la huella permanente que aparece en el metal y el Número de Dureza Brinell (BHN) se calcula a partir de la fórmula siguiente;

$$BHN = \frac{\text{carga sobre el penetrador (en kg)}}{\text{área superficial de la huella (en mm}^2\text{)}}$$

$$BHN = \frac{P}{\frac{\pi \times D}{2} \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

donde; D = diámetro de la bola en milímetros .
 d = diámetro del borde de la huella en m m .
 P = carga aplicada en Kg .

El ensayo Brinell normalizado se usa una bola de 10 m m de diámetro y cargas de 3000, 1500 o 500 kilogramos, la medición de la dureza Brinell, es más útil en materiales blandos y semiduros .

* DUREZA ROCKWELL .- Este es el método más ampliamente usado para medir la dureza del acero. La prueba se hace forzando un penetrador dentro de la superficie del metal bajo prueba con un peso actuando a través de una superficie de palancas. Una caratula micrométrica indica la profundidad conseguida por el penetrador.

A medida que el metal a probar sea más blando, mayor será la penetración con una carga dada. La caratula micrométrica no proporciona lecturas directas en profundidad de penetración, sino que muestra escalas arbitrarias de "números Rockwell". Puede emplearse una variedad de cargas, cada una designada por una lectura diferente y se puede medir la dureza o la blandura.

Se utilizan dos clases de penetradores; un cono de diamante conocido como brale, para materiales duros, tales como aceros de herramientas templados, y una bola de acero endurecido para probar materiales más blandos.

* RESISTENCIA A LA TRACCION.- Esta propiedad física de los materiales es el valor obtenido dividiendo la carga máxima observada durante la prueba de tensión por el área transversal del espécimen antes de la prueba. La resistencia a la tracción es una propiedad importante para tomar en consideración .

* RESISTENCIA A LA COMPRESION.- Las fuerzas de compresión juegan un papel muy importante en el diseño de herramientas. Es la carga mayor que un metal, sujeto a compresión puede soportar sin fracturarse. En todos los materiales dúctiles, el espécimen se aplasta, bajo carga, y no hay una fractura bien marcada. Para este tipo de materiales, la resistencia a la compresión es igual de ordinario a la resistencia a la tracción.

* LIMITE DE FLUENCIA O DE ELASTICIDAD.- Esta es la propiedad de un material que generalmente limita su resistencia en aplicación. Es el nivel de resistencia al cual un material mostrara un alargamiento permanente después de que se libera la carga .

Para comparar las propiedades elásticas de los aceros, tanto blandos como duros, se emplea una cantidad definida de alargamiento permanente como criterio de límite de fluencia. Esto es de 0.2 % de la longitud de calibre de 2 pulgadas o (50.8 mm) empleado. El tratamiento térmico se utiliza para mejorar el límite de fluencia.

* MODULO DE ELASTICIDAD.- Es una medida de rigidez del material y esta indicada por el descenso de la línea generada por debajo del límite elástico durante la tracción. Para el acero, el valor promedio es de 30 000 000 Lb/plg² (21 090 kg/m²). Pocos aceros tienen un

módulo que se desvía mucho de este valor. El módulo no puede ser alterado materialmente por el tratamiento térmico.

Después de considerar las propiedades físicas y mecánicas de los aceros y analizando el proceso de trabajo de la máquina a diseñar, se han seleccionado los siguientes materiales para el proyecto de las diferentes piezas del diseño, considerando el rendimiento y la economía de cada material.

Para el diseño de piezas como el brazo de palanca, placas soporte, base separadores, sujetadores, manuales, placas de sujeción, etc., se ha seleccionado un acero laminado en frío (cold rolled) AISI 1020, en una variedad de espesores y diámetros. Presenta buenas propiedades mecánicas y es muy económico.

PROPIEDADES DEL ACERO COLD ROLLED AISI 1020.
(normalizado a 927 °C.) ++

Resistencia a la fluencia (S_y) = 35 kg/m² (49 ksi)

Resistencia a la tensión (S_u) = 45 kg/m² (64 ksi)

Dureza Brinell = 131 BHN

Para el diseño de los rodillos, bloque guía y pernos, se ha seleccionado un acero herramientas AISI O1 (temple en aceite), debido a que trabajan bajo esfuerzos de contacto o rozamiento entre metal y metal, este tipo de acero presenta características que son de gran importancia para el mejor rendimiento de la máquina. Como las más importantes señalaremos;

1.- En este acero se obtienen después del temple y revenido, durezas del orden de 58 a 60 Rockwell C.

2.- Después del tratamiento térmico tienen excelente resistencia al desgaste.

3.- Tiene la ventaja de que el temple se realiza a temperaturas relativa

mente bajas próximas a 820 °C, fáciles de alcanzar en la mayoría de los hornos.

Finalmente para el diseño de algunas rondanas y pernos, se utiliza el acero AISI 4140, donde se requiere disminuir el desgaste, además de ser económico presenta buenas propiedades mecánicas.

Propiedades Mecánicas del Acero AISI 4140. (normalizado) ++

Resistencia a la fluencia (S_y) = 42 kg/m² (60 ksi)

Resistencia a la tensión (S_u) = 66 kg/m² (95 ksi)

No. de Dureza Brinell = 197 BHN .

Se ha observado que para evitar un mayor desgaste entre el rodillo exterior y su perno respectivamente, se insertará un buje de bronce entre estas dos piezas.

++ Datos obtenidos del manual técnico de Aceros Fortuna.
Quinta edición 1992.

3.2.- DISEÑO Y CALCULO DE PARTES .

Una vez que se ha seleccionado una posible solución que satisface los requerimientos para el problema planteado, se procede a diseñar, proyectar y calcular las diferentes partes o elementos que componen la máquina prototipo. En algunas partes no se requirieron de grandes cálculos matemáticos para su diseño, ya que están basados en la experiencia que otorga el trabajo de taller, así como comentarios y sugerencias de trabajadores e ingenieros mecánicos.

En este momento se dispone de un croquis o plano, mostrando todos los elementos que constituyen el proyecto y se desarrollan las consideraciones necesarias para cada elemento a la vez, haciendo cálculos si son necesarios para presentar todo esto en forma de planos detallados. Realmente el proceso no es tan sencillo, puesto que las piezas son interdependientes, las decisiones tomadas que se refieren al proyecto de un elemento dado, influyen sobre los demás relacionados con él. Por esta razón el proceso de un proyecto es a menudo un proceso de tanteos sucesivos .

* ESTRUCTURA SOPORTE .

La estructura soporte de la máquina está formada básicamente por dos placas de acero, paralelas y soldadas perpendicularmente a una placa base. (fig.- 3.1)

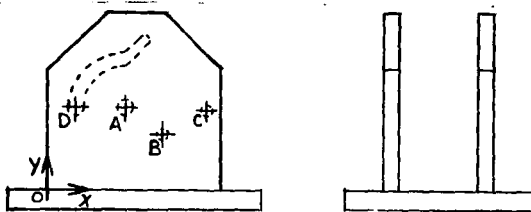


Fig.- 3.1.- Estructura de la máquina dobladora.

El diseño de éstas placas tiene las siguientes características; (tomando como punto de referencia al punto "0" para localizar los puntos A, B, C y D) (fig. 3.1)

1.- En base a las especificaciones que debe de tener el perfil al ser doblado, se tiene que; en su parte inferior recta cuenta con 50 m m, que al ser sumada con la longitud doblada (L) se obtendrá una longitud horizontal, son respecto al punto "0"; (L= 29.825 m m)

$$A_x = 50 + 29.825$$

$$A_x = 79.825 \text{ m m} \quad \implies \quad A_x = 80 \text{ m m}$$

Para que el perfil doblado pueda ser retirado libremente el punto A_y debe localizarse a una altura no menor de 80 m m, de no ser así el perfil tocara con la base y no se efectuara el doblado completo. Por este motivo se selecciona una altura de 90 m m. Por lo tanto el punto A tiene las siguientes coordenadas con respecto el punto "0".

$$A_{x,y} (80., 90) \text{ mm .}$$

2.- La localización del punto B esta basada en las dimensiones del bloque guía (fig.3.2) en dicho punto se realiza un barreno para el perno que lo sostiene. el bloque tiene una longitud total de 74 mm, que sumados con el radio de doblé más la coordenada A_x se tiene;

$$L_t = 74 + r_i + A_x$$

$$L_t = 74 + 22.75 + 80 \quad \implies \quad L_t = 176.75 \text{ mm .}$$

esta será la dimensión mínima de las placas soporte, pero aprosimandola a una placa comercial, será de 7 plg. de ancho por 5/16 de espesor.

Restando las dimensiones de la placa soporte y de la base inferior del bloque, quedan; $178 - 64 = 114 \text{ m m .}$

Se ha seleccionado un perno de 3/8 de pig. (9.52 m m), de diámetro para sostener al bloque, por lo tanto el punto B_x sera;

$$B_x = 114 + (9.52/2) \Rightarrow 118.56 \text{ m m, aproximando esta cifra se tiene que:}$$
$$B_x = 119 \text{ m m .}$$

Para que el bloque gufa quede alineado tangencialmente a la altira del radio de curvatura, se tiene;

- Altura de la base, el radio de curvatura ;

$$H_c = A_y + r_i$$

$$H_c = 90 + 22.75 \Rightarrow H_c = 112.75 \text{ m m .}$$

-El punto B_y se calcula como;(altura del bloque = 49 m m)

$$B_y = H_c - H_{bg} - (9.52/2)$$

$$B_y = 112.75 - 49 - (9.52/2) \Rightarrow B_y = 58.99 \text{ m m .}$$

aproximando esta cifra se tienen; $B_y = 59 \text{ m m}$. por lo tanto las coordenadas del punto B son;

$$B_{x,y} (119, 59) \text{ m m ..}$$

3.- En el punto C se realiza un barreno para un pero que sostiene al bloque gufa en la parte posterior. Debido a que el bloque cuenta con un barreno de 1/2 pig.(12.65 m m), de diámetro(fig.3.2), la localización del punto C se realiza de la siguiente manera;

- A la dimensión de la placa soporte se restan 14 m m de la parte posterior del bloque;

$$C_x = L_t - 14$$

$$C_x = 178 - 14 \Rightarrow C_x = 164 \text{ m m}$$

- Para que el bloque quede horizontalmente, se tiene que;

$$C_y = H_c - 23.85$$

$$C_y = 112.75 - 25.15 \Rightarrow C_y = 87.6 \text{ m m .}$$

Por lo tanto el punto C tiene las coordenadas; $C_{x,y} (164, 87.6) \text{ m m}$.

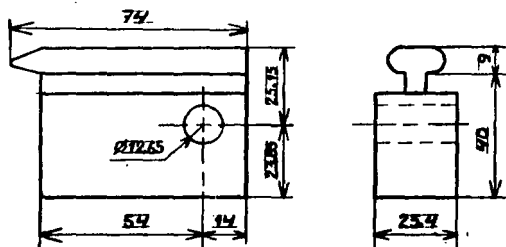


Fig. 3.2.- Dibujo esquemático del bloque gufa .

4.- La localización del punto C es para realizar el canal gufa, que es un arco de circunferencia, que va del punto D hasta el punto D1, con centro en A y con radio r_c . (fig. 3.3)

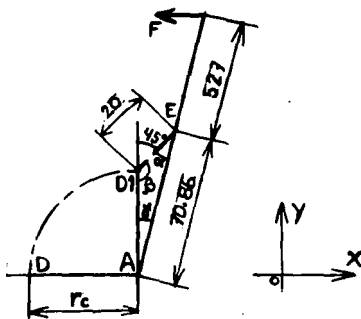


Fig. 3.3.- Dibujo esquemático que representa la trayectoria del arco de circunferencia.

Las dimensiones que se observan en la fig. 3.3 son las que se han proporcionado aleatoriamente al brazo de palanca, con la finalidad de aplicar una fuerza mínima en su extremo superior. En la figura se observa al mecanismo en su posición inicial, el ángulo de 45 grados que se efectuara en las placas (parte recta superior), tiene la finalidad que al diseñar el rodillo móvil, éste se localice en una posición que permita el libre acceso del perfil, la dimensión de 20 mm es aleatoria. Por lo tanto el radio r_c se calculo como sigue;

- En base al triángulo formado por las aristas A D1, D1 E y E A, se tiene;

$$180^\circ = \beta + \alpha + \gamma \quad \dots \dots (a)$$

$$\beta = 180^\circ - 45^\circ \implies \beta = 135^\circ$$

- Por la ley de senos calculamos ;

$$\frac{\text{seno } \gamma}{20} = \frac{\text{seno } 135^\circ}{70.86} \quad \text{despejando a } \gamma$$

$$\gamma = \text{seno}^{-1} \left[\frac{\text{seno } 135^\circ \times 20}{70.86} \right]$$

$$\underline{\gamma = 11.51^\circ}$$

- Sustituyendo y despejando α de (a) se tiene que:

$$\alpha = 180^\circ - 135^\circ - 11.51^\circ$$

$$\underline{\alpha = 33.49^\circ}$$

- Por la ley de los cosenos calculamos r_c .

$$r_c^2 = (A E)^2 + (D1 E)^2 - 2 [(E A) \times (D1 E) \cos \alpha]$$

$$r_c^2 = (70.86)^2 + (20)^2 - 2 (70.86) \times (20) \cos (33.49^\circ)$$

$$\underline{r_c = 55.29 \text{ mm}}$$

Este será el radio que existe del punto A al punto D y se prolonga hasta el punto D1, en este punto se desvía en una trayectoria recta a 45° hacia arriba hasta el punto E .

Todos los barrenos que se realizan en las dos placas soporte se efectúan de la siguiente manera;

- 1.- Se ponen a escuadra las dos placas.
- 2.- Se unen las placas mediante soldadura en dos de sus extremos iguales.
- 3.- Se localiza la posición del punto A y se barrenan al diámetro para el perno # 1 .
- 4.- Se localizan las posiciones de los puntos B y C ,se barrenan al diámetro de los pernos 2 y 3 respectivamente .
- 5.- Las placas se montan en un plato giratorio, con centro en A y se posiciona en la máquina fresadora.
- 6.- Se localiza la posición del punto D y se efectúa el canal gufa (con la ayuda del plato giratorio y la fresadora), a un diámetro asignado para el perno #4.
- 7.- Se cortan las partes que llevan soldadura de tal forma que quedan como en la fig. 3.1 .
- 8.- En la lámina 1.7 del despiece se observan las placas ya diseñadas y dimensionadas.

* CALCULO DEL PERNO No.4 .

El diseño del perno # 4, es el de mayor importancia en el diseño debido a que en él se proyecta la fuerza que se aplica al brazo de palanca y lo transmite al rodillo móvil que doblara al perfil.

- Calculamos el momento con respecto al centro del punto S del brazo de palanca. (fig. 3.4)

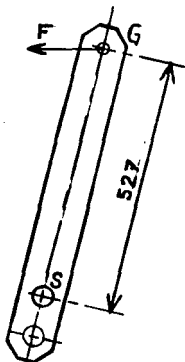


Fig. 3.4.- Dibujo esquemático del brazo de palanca. (en el punto G se aplica la fuerza y en el punto S se calcula el perno).

Aplicando una fuerza de aproximadamente 30 kg. como mínimo, en el punto G del brazo de palanca, se tiene que;

- Por la ecuación de momentos; $M_S = F \times d$.

sustituyendo valores.- $M_S = (30 \text{ kg}) \times (52.7 \text{ cm})$

$$M_S = 1581 \text{ kg cm}.$$

Este valor será el valor del momento torcionante que se aplicará al perno. En el diseño de proyectar vigas, ejes o pernos, a menudo se hace uso de lo que se conoce como Módulo de Sección, que es un parámetro que proporciona una idea acerca de la resistencia de una de cualesquier sección transversal y se denota generalmente con las literales Z o S y es igual a:

donde; C = la distancia que existe entre el eje neutro y las fibras externas.

$$Z = \frac{I}{C} \dots (A)$$

I = Momento de inercia.

De tal forma que se puede escribir la ecuación de la flección como;

$$\sigma = \frac{M}{Z} \dots (B)$$

Ahora bien; se conoce el esfuerzo admisible del material (σ), así como también el momento flexionante máximo, de tal manera que de la ecuación se puede determinar el módulo de sección transversal necesario y en función de él dimensionar la sección. Por lo tanto tenemos que;

$$\sigma_{adm.} = \frac{\sigma_{máx.}}{F.S} \quad (\text{tomando un Factor de Seguridad (F.S) como } 2)$$

$$\sigma_{adm.} = \frac{7950 \text{ kg.}}{(2) \text{ cm}^2} \quad \implies \quad \sigma_{adm.} = 3975 \text{ kg/cm}^2$$

El momento máximo es; $M_{max.} = 1581 \text{ kg-cm}$.

Despejando de la ecuación (B) a Z y sustituyendo valores;

$$Z = \frac{M}{\sigma} \quad \implies \quad \frac{1581 \text{ kg-cm}}{3975 \text{ kg/cm}^2} \quad \implies \quad Z = 0.40 \text{ cm}^3$$

Sustituyendo en la ecuación (A) se tiene;

$$Z = \frac{I}{C} \quad \text{donde; } I = \frac{97 \times D^4}{64} \quad \text{y} \quad C = \frac{D}{2}$$

Sustituyendo y despejando a D se tiene;

$$D = \left[\frac{32 \times S}{\pi} \right]^{1/3} \quad \implies \quad D = \left[\frac{32 \times (0.40 \text{ cm}^3)}{\pi} \right]^{1/3}$$

$D = 1.59 \text{ cm}$; Por lo que el perno más próximo a éste diámetro sera el de 5/8 pig. ($D = 15.87 \text{ mm}$) para el perno # 4.

* DISEÑO DEL RODILLO INTERIOR.

Algunas dimensiones del rodillo fijo, están basadas por los requerimientos ya especificados por el dobléz. En primer lugar el perfil deberá tener un radio interior(r_i) de 15 mm y un radio exterior(r_e) de 22.7 mm.

Mediante una vista transversal del perfil, éste puede proporcionar algunas características que puede tener el rodillo interior. (fig. 3.5)

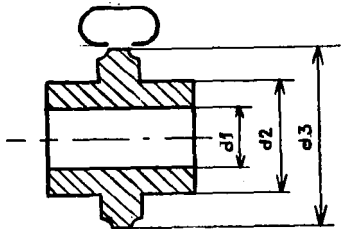


Fig. 3.5.- Vista en corte del perfil y características del rodillo interior.

En la fig. 3.5, se observa el diseño del rodillo interior, y tiene las siguientes características;

1.- La dimensión del diámetro uno (d_1), debe ser de 15.87 m m para el perno que lo sostendrá. (perno # 1)

2.- La dimensión del diámetro dos (d_2), es el que proporciona el radio interior del doblado en el perfil, por lo que;

$$d_2 = 2(r_i) \implies d_2 = 2(15) \implies d_2 = 30 \text{ m m .}$$

3.- La dimensión del diámetro tres (d_3) proporciona el radio exterior en el doblado, por lo que;

$$d_3 = 2(r_e) \implies d_3 = 2(22.7) \implies d_3 = 45.4 \text{ m m .}$$

4.- Los entalles que presenta el rodillo, servirán de guía para no deformar al perfil hacia el exterior, de tal forma que lo enrollara hacia el interior y con ello evitar el aplastamiento o la estrangulación del material.

Con el diseño del rodillo interior se espera obtener una buena calidad de acabado en el doblado. (fig. 3.6)

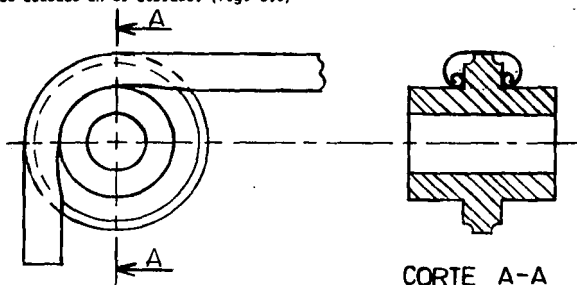


Fig. 3.6.- Vista lateral y en corte del acabado en el doblado del perfil.

* DISEÑO DEL RODILLO EXTERIOR .

Para el diseño y las dimensiones de éste rodillo, se basaron en el radio r_c que se calculó para el canal guía, en éste correrá el perno # 4 y que a la vez sostiene al rodillo exterior, que doblará al perfil sobre el rodillo interno. Por lo tanto se tiene que $r_c = 55.30$ m m .

Apoyados en la fig. 3.7., se observa al mecanismo en su etapa inicial que permite el libre acceso del perfil a la máquina. Al accionar el brazo de palana, el perno # 4, se desplaza del punto E al punto D1, en este punto el rodillo hace contacto con el perfil y apartir de este punto el perno # 4 seguira una trayectoria curva con radio de 55.30 m m, del punto D1 hasta el punto D .

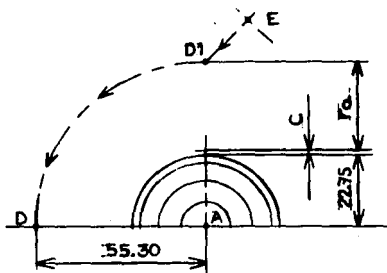


Fig. 3.7.- Dibujo de la trayectoria del canal guía.

Debido ha que en el punto D1 es el punto crítico para el diseño del rodillo exterior, se realiza el siguiente análisis. (basado en la fig. 3.7)

1.- Cuando el perno # 4 se localiza en el punto D1 el rodillo exterior tiene un mínimo contacto con el perfil, para que éste nose deforme.

2.- La distancia c deberá ser del espesor de la lámina del perfil (0.7mm) con una tolerancia de ± 0.1 mm .

3.- Tomando a la distancia c con su tolerancia, entonces;

$c = 0.8$ mm el radio r_a sera;

$$r_a = r_c - (r_e + c)$$

$$r_a = 55.30 - (22.75 + 0.8)$$

$r_a = 31.75$ mm ; que es el radio del rodillo exterior, por lo tanto el diámetro será;

$$D_a = 2 \times 31.75$$

$$D_a = 63.50$$
 mm .

En la fig. 3.8, se observa una vista en corte del maquinado que se le proporcionara al rodillo exterior para dar un buen conformado al perfil en el doblado. El contorno del rodillo se basa en las dimensiones del perfil por lo tanto, tendra además las siguientes características en su diseño;

1.- El espesor H del rodillo es del doble del ancho del perfil.

$$H = 2 \times 19 \quad \Rightarrow \quad H = 38 \pm 0.1$$
 mm

2.- El canal J del rodillo es del ancho del perfil, más el doble del espesor de la lámina.

$$J = 19 + 2(0.7) \quad \Rightarrow \quad J = 20.4 \pm 0.6$$
 mm .

3.- El radio r_2 es el radio formado por el perfil más una holgura de 0.5 mm, para el deslizamiento del rodillo con el perfil.

$$r_2 = 5.5 \pm 0.01$$
 mm .

4.- El radio r_1 permitira al rodillo entrar en contacto fácilmente con el perfil sin deformarlo.

$$r_1 = 0.5 \pm 0.01$$
 mm .

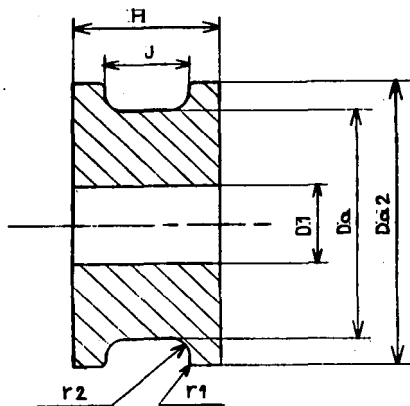


Fig. 3.8.- Vista en corte del diseño del rodillo exterior .

5.- El diámetro Da es el calculado; $Da = 63.5 \pm 0.01$ m m .

6.- El diámetro $Da2$ es la suma del diámetro Da más 6.25 m m que es un poco más de la mitad del espesor del perfil.(esto se hace para que el perfil no se deforme hacia los costados, y mantenga una forma uniforme) .

$$Da2 = Da + 2(6.35) \quad ==> \quad Da2 = 76.2 \pm 0.05 \text{ m m .}$$

7.- En el diámetro $D1$ se inserta un buje de bronce con la finalidad de reducir el desgaste entre el perno # 4 y el rodillo exterior.

3.3 .- TRATAMIENTOS TERNICOS .

El propósito del tratamiento térmico es el de controlar las propiedades de un metal o aleación a través de la alteración de la estructura y consiste en calentar y mantener la pieza de acero a temperaturas adecuadas durante un cierto tiempo y enfriarlas posteriormente en condiciones convenientes. Esta combinación de calentamiento y enfriamiento controlados determinan no sólo la naturaleza y distribución de los microconstituyentes, lo cual, a su vez, determinan las propiedades, sino también el tamaño de grano.

El tiempo y la temperatura son los factores principales y hay que fijarlos siempre de antemano, de acuerdo con la composición del acero, la forma y el tamaño de las piezas de acuerdo a las características que se desean obtener.

El tratamiento térmico deberá mejorar a la aleación o al metal para el servicio intentado. Algunos de los diversos propósitos del tratamiento térmico son;

- 1.- Eliminar tensiones después del trabajo en frío.
- 2.- Eliminar tensiones internas, tales como las producidas por el embutido, doblado, soldadura o maquinado .
- 3.- Incrementar la dureza del material.
- 4.- Mejorar las propiedades cortantes de las herramientas.
- 5.- Aumentar las propiedades de resistencia al desgaste.
- 6.- Ablandar al material, como en el recocido .

Debido a que algunas piezas del diseño trabajan bajo pequeños esfuerzos y otros bajo esfuerzos de contacto o aplastamiento, destinados a modificar la forma, tamaño y dimensión del material por presión, es necesario que estos elementos modifiquen sus propiedades físicas para obtener un mejor rendimiento.

- Las piezas del diseño que son tratadas térmicamente son;
- Rodillo interno.
 - Rodillo exterior.
 - Bloque guía.
 - Perno # 4 .

- En estas piezas se desea obtener;
- a.- Buena dureza (rango de 56 a 58 Rockwell C).
 - b.- Gran tenacidad para resistir sin romperse o agrietarse por los continuos y repetidos choques.
 - c.- Resistencia al desgaste, debido al continuo roce que sufren las piezas.

Las piezas estan fabricadas de acero 01 (acero para herramientas), que es un acero de baja aleación y su composición química es;

Composición promedio en %

Acero	C	Mn	Cr	W	Si	V
01	0.90	1.0	0.50	0.50	0.25	0.25

Los tratamientos térmicos que se efectuan a las piezas son;

*TEMPLE. = Al calentar una pieza de acero a una temperatura más elevada que la temperatura crítica superior y luego se enfría rápidamente, la velocidad de enfriamiento de cada uno de sus puntos es lo que regula el fenómeno de temple. Con el temple se tiene; aumento de la dureza del acero, incremento de las tensiones internas, disminución de la tenacidad y aumento de la resistencia al desgaste.

El temple de las piezas del diseño se realiza bajo las siguientes normas;

- 1.- Pre calentamiento del horno a una temperatura de 650 °C (1200 °F) con

una velocidad de calentamiento para el temple muy lenta.

2.- Se introducen las piezas al horno por parejas.(los rodillos primero)

3.- Incrementar la temperatura hasta 815 °C (1499 °F),temperatura de temple del acero 01).

4.- Las piezas se dejan en el horno por un tiempo de 1 hora.

5.- Pasado el tiempo de temple se sacan las piezas (una por una) y se enfrían rápidamente en aceite (moviendo constantemente la pieza).

Los factores que intervienen en el temple del acero, pueden clasificarse en dos grupos;

En primer termino se encuentran los inherentes a la calidad del material y determinan su velocidad crítica de temple. Las más importantes son; la composición y el tamaño de grano,

En segundo lugar los que determinan la velocidad de enfriamiento de los diferentes puntos en las piezas, siendo los más importantes la forma y dimensión de las piezas, su estado superficial, y el medio empleado para el enfriamiento. También debe tenerse en cuenta la temperatura empleada.

* REVENIDO. = Los aceros después del temple suelen quedar generalmente demasiado duros y frágiles para los usos a que se destinan. Estos inconvenientes se corrigen por medio del revenido, que es un tratamiento, y consiste en calentar el acero a una temperatura más baja que su temperatura crítica inferior, enfriandola luego en aceite, agua o al aire, según la composición.

El revenido de las piezas del diseño se efectúa bajo las siguientes normas;

1.- Se calienta el horaa a una temperatura de 300 °C (572 °F) temperatura de revenido recomendada para el acero 01 y obtener la dureza requerida en el diseño.

2.- Se introducen las piezas dentro del horno y se dejan durante un tiempo de una hora .

3.- Pasado el tiempo de revenido, se sacan del horno y se dejan enfriar al aire.

El objetivo del revenido no es eliminar los efectos del temple, sino modificarlos, disminuyendo la dureza y resistencia, aumentando la tenacidad y contrarrestar en parte la expansión que ha sufrido el acero en el temple y eliminar las tensiones internas que tienen siempre los aceros templados.

3.4 .- ENSAMBLE Y PRUEBAS PRELIMINARES .

Se verifican las dimensiones de las piezas que componen el diseño para proceder ha ensamblarlos posteriormente y realizar las pruebas preliminares en la máquina dobladora protoripo.

El ensamble de las piezas se efectua de la siguiente forma;

1.- Una vez que se tiene la estructura de la máquina, formada por dos placas soporte, separadas a una distancia de 40 mm y soldadas a una placa base, se procede ha ensamblar las partes subsecuentes. (fig. 3.9)



Fig. 3.9.- Estructura de la máquina.

2.- En primer lugar se ensambla el rodillo interno, que se sostiene por el perno # 1 y se fija a una de las placas por medio de un tornillo allen de 3/16 plg. (fig.3.10)



Fig. 3.10.- Ensamble del rodillo interno.

3.- Posteriormente se ensambla el bloque gufa; en su parte posterior cuenta con dos anillos separadores, que tienen la función de centrar al bloque con respecto a la línea de doblado e impedir que exista un movi miento transversal. Además de contar con un perno en la parte delantera que lo mantiene a la altura proyectada. (fig. 3.11)



Fig. 3.11.- Ensamble del bloque gufa.

4.- En tercer lugar se ensambla el rodillo exterior (que lleva en su radio interno un buje de bronce), introduciendo por el canal guía el perno #4 (fig. 3.12).

5.- Exteriormente se arma el brazo de palanca (posteriormente se ensambla al conjunto)

a).- En el extremo superior lleva un separador cilíndrico o maneral que se atornilla ha las dos soleras.

b).- A una distancia predeterminada se inserta un separador rectangular, para que las placas de solera se mantengan rígidas y no se deformen.

(fig. 3.13)



Fig. 3.12.- Ensamble del rodillo exterior.

6.- Una vez armado el brazo de palanca, se procede a ensamblarlo en la máquina. Esto se efectúa primero en los extremos del perno # 4 y posteriormente a un perno intermedio, finalmente a los extremos del perno que sostiene al rodillo fijo.

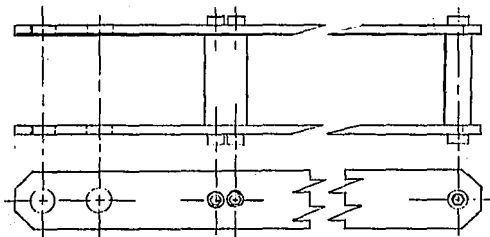


Fig. 3.13.- Ensamble del brazo de palanca.

Ensamblados todos los componentes de la máquina, se procede a fijarlos mediante rondanas y tornillos de varias medidas. En la fig.3.14, se muestra a la máquina lista para realizar las primeras pruebas y dar así una solu
ción al problema planteado inicialmente.

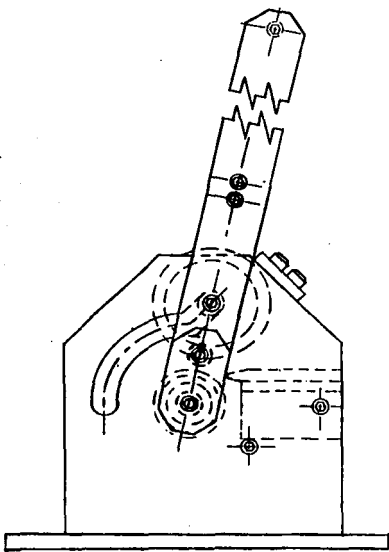


Fig. 3.14.- Máquina prototipo.

En las primeras pruebas de la máquina, se obtuvieron los siguientes resultados;

- No existe problema al introducir el perfil a la máquina y que ensamble en el bloque guía.

- Al accionar el brazo de palanca, el rodillo exterior encaja perfectamente con el contorno del perfil, se regresa el rodillo a su posición inicial, se retira el perfil y se observa una calidad de acabado muy deficiente. (fig. 3.15)

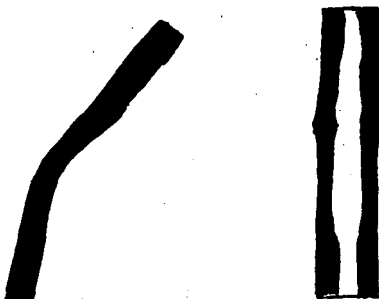


Fig. 3.15.- Calidad de acabado en la primera prueba.

Esta calidad de acabado se obtiene por factores que no se determinaron inicialmente. Observando detenidamente pruebas subsecuentes, se advierten diferentes defectos;

1.- El contorno con que cuenta el rodillo interno, no cumple con la función proyectada, ya que deforma completamente al perfil en el doblado y no guía al material en forma regular.

2.- Al accionar el brazo de palanca se observa que el perfil presenta un

un deslizamiento longitudinal, esto es; conforme el rodillo exterior avanza en su recorrido, el perfil se desliza hacia el frente, debido a esto el material no llega a doblarse totalmente y se deforma en su interior. Además de presentar pliegues internos y deformaciones laterales en la parte baja, se presenta un grado mínimo de dobléz.

Después de analizar y discutir los factores que alteran la calidad del dobléz, se procede a rediseñar los elementos necesarios que brinden mejores resultados.

III CAPITULO.- 4 OPTIMIZACION Y DISEÑO FINAL. III

4.1 .- OPTIMIZACION DE LA MAQUINA .

La optimización es el proceso de buscar el valor, la condición o la solución óptima o lo más cercano a un problema predeterminado. Se efectúan diferentes adaptaciones para mejorar la máquina y con ello obtener mejores resultados.

En primer término, al rodillo interno se rediseña de tal manera que deforme al perfil regularmente en su parte interior. (fig.4.1)

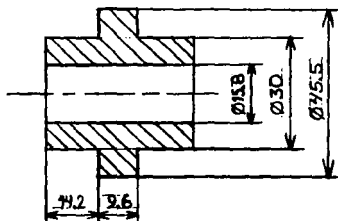


Fig. 4.1.- Segundo diseño del rodillo interior.

En este segundo diseño, se eliminan los entalles y los diámetros del rodillo son semejantes al primero. Con este segundo rodillo, se espera una mejor calidad de acabado.

En el bloque gufa, se efectúan pequeñas incisiones inclinadas en su parte plana superior, con la finalidad de que exista un agarre entre el

bloque y el perfil, evitando así el deslizamiento longitudinal.(fig.4.2)

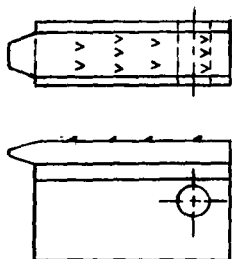


Fig. 4.2.- Incisiones realizadas al bloque guía.

Una vez que se han efectuado las modificaciones a las piezas, se llevan a cabo nuevamente pruebas preliminares.

Realizando nuevas pruebas de doblado del perfil, se obtiene una calidad de acabado como se muestra en la fig. 4.3.

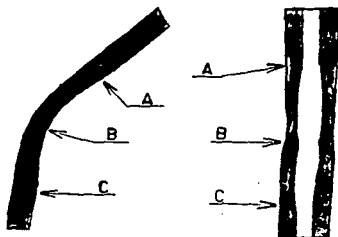


Fig. 4.3.- Acabado en el doblado en la segunda prueba.

Analizando la calidad de acabado se observan las siguientes características;

- En la sección A ,el nuevo contorno del rodillo interno,deforma de una manera regular y perfecta al material en su etapa inicial.
- Se aprecian en la sección B pequeños pliegues en la parte interna y debido a estas,el perfil presenta deformaciones exteriores.Además se puede observar que no se dobla completamente el perfil.
- En la sección C el acabado del doblado se ha deformado totalmente en su parte interna.

Con los resultados de esta segunda prueba,se ha observado que el principal problema que se presenta, es el de evitar o disminuir al mínimo el deslizamiento longitudinal que se presenta en el perfil al momento de accionar el brazo de palanca.

Proyectando varias alternativas que se tienen para solucionar . . .éste problema,se ha seleccionado un dispositivo de sujección que se adapte a la máquina. Las piezas que lo conforman se observan en la fig. 4.4 .

- Un perno de 5/8 " de diámetro, que sostiene al dispositivo sujetador . (pieza B)
- Sujetador # 1 (pieza A).
- Un perno (pieza C) .
- Sujetador # 2 (pieza D) ésta pieza sujeta al perfil.
- Palanca (pieza E) ésta pieza acciona al mecanismo

Dicho mecanismo sujetador, funciona al aplicar una fuerza en el extremo superior de la palanca y transmitir la fuerza al sujetador # 2, que tendrá un movimiento desendente y frenará (en lo más posible) el movimiento longitudinal del perfil.

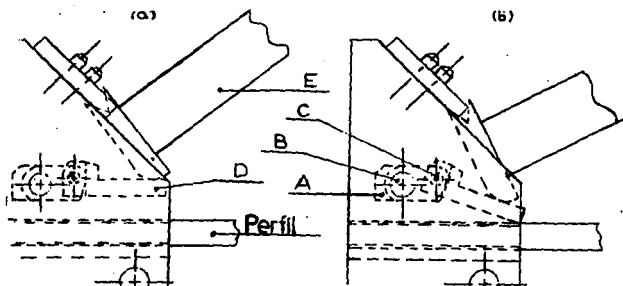


Fig. 4.4.- Dibujo esquemático del dispositivo de sujeción para el perfil.
 (a).- Etapa inicial. (b).- Dispositivo accionado .

Con la adaptación del dispositivo de sujeción a la máquina y realizando nuevamente pruebas, se obtiene una calidad en el doblado como se observa en la fig. 4.5 .

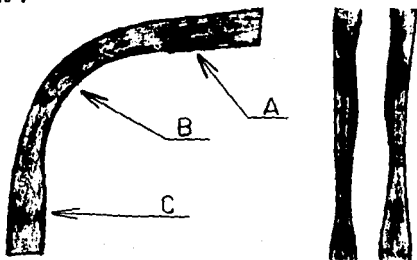


Fig. 4.5.- Acabado en el doblado que se obtiene con la adaptación del sujetador.

Como se observa en la fig. 4.5, se obtiene una buena calidad en el doblado del perfil, sin embargo, existen pequeñas deformaciones que afectan la calidad. Después de efectuar varias pruebas, se ha observado que se debe a la fuerza que opone el material a ser doblado, ya que el rodillo exterior no alcanza a impulsar en forma uniforme toda la sección del perfil a ser doblada, sobre todo la parte inferior la cual queda totalmente libre y se opone a la operación (fig. 4.6)

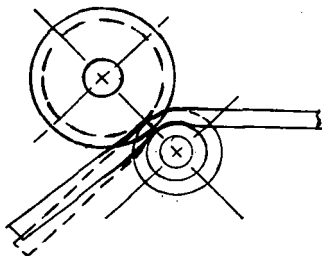


Fig. 4.6.- Dibujo esquemático en el cual se observa la sección no doblada al momento de bajar el rodillo exterior.

Para resolver este nuevo problema, se diseña un dispositivo que se ajuste a la máquina y se presenta en la fig. 4.7, este dispositivo está compuesto por las siguientes partes;

- 1.- Un pequeño bloque de acero que tiene maquinado las dimensiones del contorno del perfil. Esta pieza auxilia en la trayectoria del perfil al momento de doblarse.
- 2.- Un brazo de extensión, esta pieza unifica a las piezas # 1 y # 4, cuenta

con las dimensiones para que la pieza # 1 tenga un contacto continuo con el perfil al momento de comenzar el doblado.

3.- Un perno de acero, que además de sujetar a la pza. # 2, hace que dicha pieza siga libremente la trayectoria del perfil en el doblado.

4.- Dos pequeñas placas de solera maquinadas, que se soldan al bloque separador que existe en el brazo de palanca.

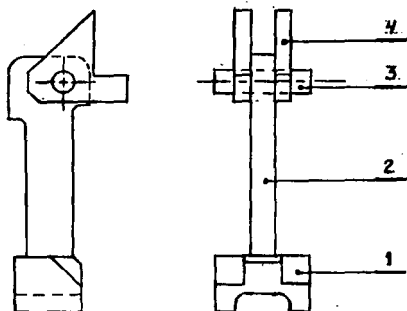


Fig. 4.7.- Dispositivo auxiliar en el doblado del perfil.

La función específica de éste dispositivo es; empujar .. al perfil constantemente y mantenerlo en la línea de curvatura del rodillo exterior y disminuir la fuerza de oposición del metal. (fig. 4.8)

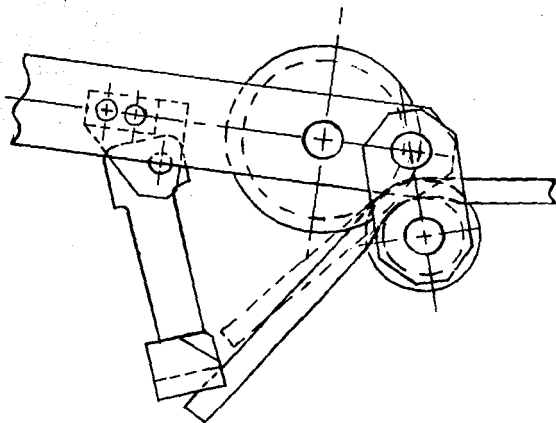


Fig. 4.8.- Funcionamiento del dispositivo auxiliar del doblado del perfil.

Efectuando nuevas pruebas con las adaptaciones de los dispositivos a la máquina, se obtienen los siguientes resultados;

- No existe problema con los dispositivos al introducir el perfil en la máquina.
- Al accionar el brazo de palanca, se acciona de igual manera el brazo de sujeción del perfil (manualmente los dos)
- El rodillo exterior al hacer contacto con el perfil, de igual manera lo realiza el dispositivo auxiliar en la parte frontal.
- Conforme se realiza la trayectoria del doblado, el dispositivo frontal sigue el recorrido en la mayor parte. El brazo de sujeción se acciona durante toda la trayectoria.

5.- Se regresa el brazo de palanca a su posición inicial y se retira el brazo de sujeción.

6.- Se retira el perfil ya doblado totalmente y se obtiene la calidad de acabado mostrado en la fig. 4.9 .

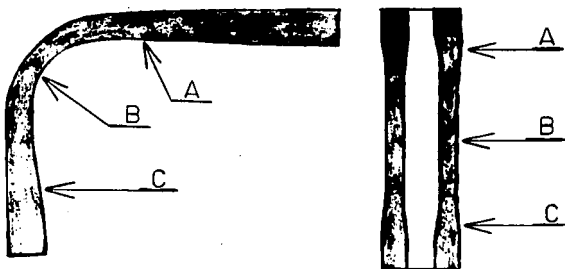


Fig. 4.9.- Calidad de acabado en el doblado, con las adaptaciones a la máquina.

Como se puede observar en la fig. 4.9, se obtiene una excelente calidad de acabado en el doblado del perfil, analizando se tiene;

- Al iniciar el doblado (sección A), el rodillo interno deforma al material en forma regular, mientras que en el exterior encaja perfectamente con el contorno del perfil, evitando deformaciones laterales.
- En la sección B de la trayectoria, no se observan deformaciones irregulares del perfil, el material sigue una deformación regular y constante.
- En la sección C se observa una deformación regular del material, esta sección es la etapa final de la trayectoria del doblado del perfil.

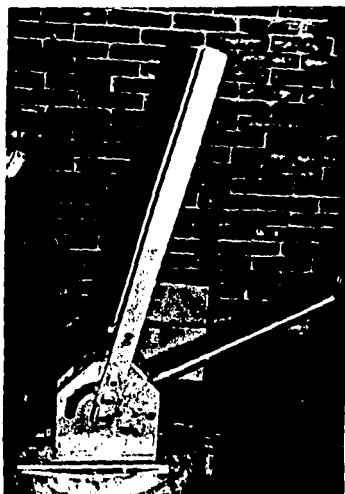


Fig. 4.10.- Vista lateral de la máquina con las adaptaciones de los dispositivos auxiliares.

4.2 .- DISEÑO FINAL .

A pesar de que se han obtenido resultados satisfactorios en el doblado del perfil, con la máquina de la fig. 4.10 y despues de varias pruebas, se observa que existe un elevado grado de esfuerzo por parte del operador al realizar el trabajo de doblado. Estose debe a la doble función que realiza el operador, cuando el perfil se ha montado; 1.- Accionar con una mano el brazo de sujección del perfil (aplicación de fuerza manual) y 2.-Aplicación de la fuerza necesaria en el brazo de palanca para doblar el perfil.

Realizar esta operación en repetidas ocaciones y durante una jornada de trabajo, es muy agotador y fatiga en exceso al trabajador. Por este motivo se suple el brazo de sujección por otro dispositivo que cumpla con la misma operación y así reducir el exceso de esfuerzo.

Se ha seleccionado por consiguiente un dispositivo, que consiste en una placa con las dimensiones adecuadas que se soldan entre las placas soporte y lleva un barreno con cuerda para introducir un tornillo con mango de accionamiento en la parte superior . (fig. 4.11)

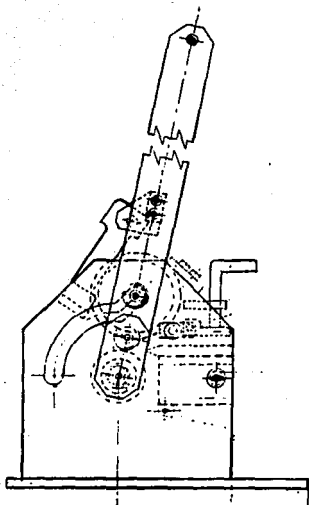


Fig. 4.11.- Vista lateral de la máquina final.

Efectuando subsiguientes pruebas de la máquina, se obtienen los siguientes resultados ;

- Al montar el perfil en la máquina, se acciona el tornillo de apriete que sujetara al perfil contra el bloque guía.
- Se acciona el brazo de palanca para doblar al perfil.
- Se retira la sujeción del tornillo de apriete y se retira el perfil perfectamente doblado.

Como se observa en la fig. 4.12, la calidad de acabado original que se obtenía con el proceso de doblado con que cuenta la industria es muy deficiente, esto se debe a la falta de una infraestructura adecuada para la realización de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar la calidad de sus productos.

Con el diseño y proyecto de la máquina dobladora, se mejora la calidad del producto (fig. 4.12 b), y se resuelve el problema que se formuló originalmente. La máquina obtuvo excelentes resultados en la industria, por lo que se solicitó la construcción de una segunda máquina para el proceso de fabricación de cortineros metálicos extensibles.

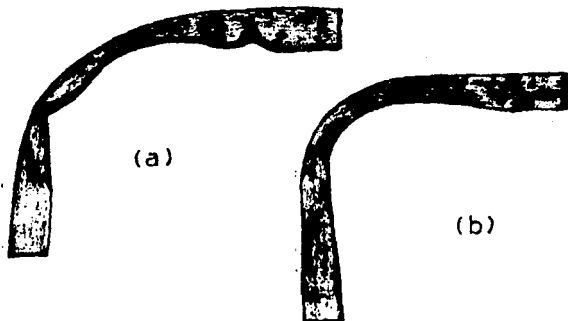


Fig. 4.12.- a).- Calidad de acabado que se obtenía originalmente en la industria. (b).- Calidad de acabado que se obtiene con la nueva máquina.

C O N C L U S I O N E S .

Con el presente diseño y proyecto de una máquina dobladora de perfil para la fabricación de cortineros metálicos estensibles, se brinda una solución a un problema específico de los varios que afrontan una mediana industria en su proceso de producción.

La mediana industria fabricante de cortineros metálicos, define un problema que afecta considerablemente la calidad del producto. Dicho problema consiste en doblar un perfil de lámina de acero a 90 grados., para la fabricación de cortineros metálicos extensibles.

Analizando el proceso de producción con que cuenta la industria, se observa que la calidad obtenida en el doblado, presenta serias deformaciones del perfil en la sección interior del doblado.

Una vez que se formula y define el problema, se buscan las soluciones posibles que satisfagan las necesidades de la industria. Se analizan algunos anteproyectos con sus soluciones y restricciones atraves de esquemas, hasta concebir con un dispositivo o máquina que proporcione óptimos resultados.

Se seleccionan los materiales y el anteproyecto que brindara una solución al problema planteado, se procede a diseñar, proyectar y calcular las diferentes partes o elementos que componen la máquina prototipo. En algunas partes los factores del proyecto son tales que no se necesitan cálculos, ni experiencia para definir la pieza exactamente.

Debido ha que algunas piezas del diseño trbajan bajo pequeños esfuerzos y otros bajo esfuerzos de contacto o rozamiento, es necesario que estos elementos modifiquen sus propiedades mecánicas para obtener un mejor rendimiento, y esto se logra con el tratamiento térmico.

Se verifican las dimensiones de las piezas que componen el diseño y se procede a ensamblarlos para formar la máquina prototipo, y efectuar las pruebas preliminares. En las primeras pruebas se obtiene una calidad defectuosa debido a factores que no pudieron ser determinados anteriormente. El problema principal es un deslizamiento del perfil al momento de realizar el doblado, además del diseño del primer rodillo interno que no cumple con la función proyectada. Por lo tanto se procede a rediseñar los elementos necesarios y proyectar algunos dispositivos que proporcionen los resultados óptimos al problema.

Con las adaptaciones de los dispositivos a la máquina, se realizan nuevas pruebas. La calidad en el doblado fue satisfactoria, ya que existe una deformación regular y uniforme del material en la sección interna del doblado.

Con el diseño y proyecto de la máquina, se mejora notablemente la calidad del producto y con ello se resuelve el problema que se formuló originalmente, cumpliéndose los objetivos del presente trabajo.

La solución a éste problema es debido a las nuevas relaciones entre el sector industrial y las Instituciones de Educación Superior, para la investigación de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar e innovar los procesos de producción, obteniendo con esto un mayor desarrollo productivo y económico de las industrias.

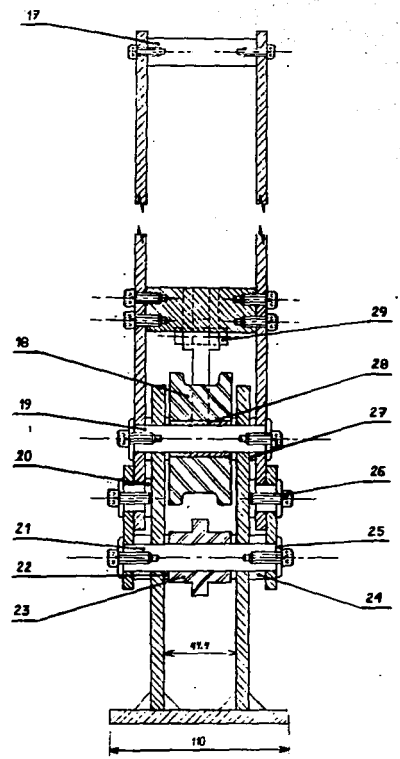
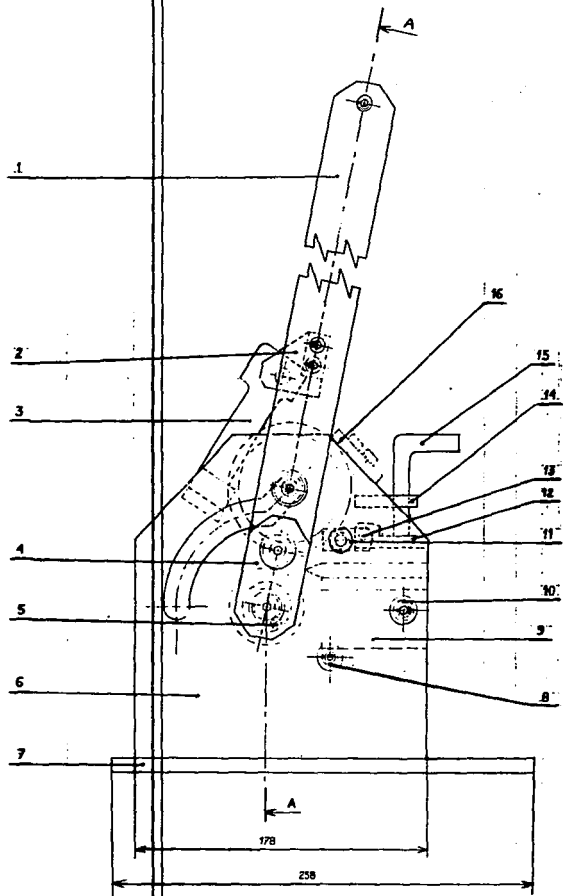
Al mejorar el doblado del perfil y con esto obtener una buena calidad del producto final, a repercutido en la producción de los cortineros metálicos extensibles. La compañía reporta los siguientes resultados;

- Se tiene un aumento del 13 % en las ventas, debido a la expansión del mercado hacia otros estados del país.
- Aumento del 10 % de la productividad, al disminuir en un 50 % el tiempo de doblado del perfil. (30 seg. originalmente ha 15 seg. actualmente)

- La compañía mejoró notablemente la calidad del producto, que amplió su mercado a nivel nacional y se mantiene a la vanguardia de éste sector de la industria.

A pesar de que la máquina en esta primera etapa de funcionamiento, trabaja manualmente, la máquina está diseñada para una posible adaptación de automatización neumática o hidráulica en el futuro y con ello mejorar el proceso de producción que se plantea en las condiciones iniciales.

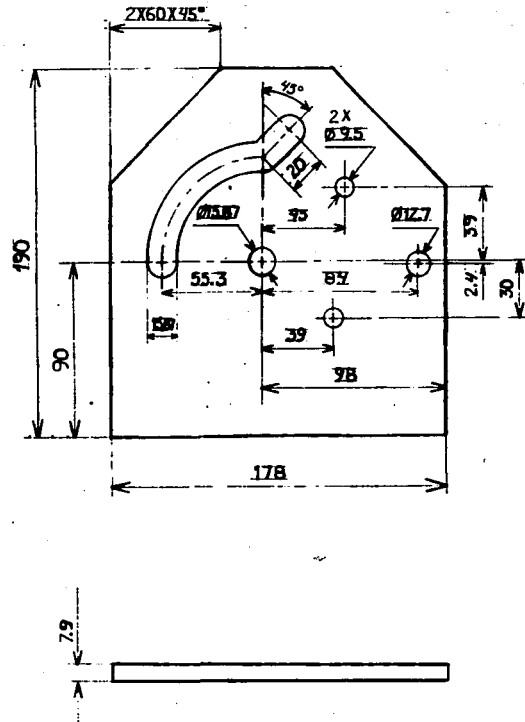
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



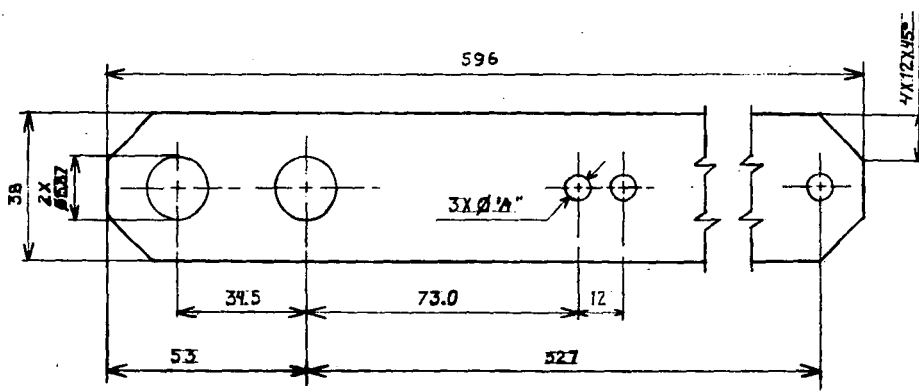
CORTE A-A

28	1	Hierro	Acero 4140 T.	
26	1	Resaca	Bronce	
27	2	Resaca	Ac. Cold Roll	
26	2	Resaca	Ac. Cold Roll	1/2" x 1/2"
25	6	Resaca	Ac. 4140 T.	
24	2	Resaca	Ac. Cold Roll	
23	1	Resaca	Ac. O.T.	
22	2	Resaca	Ac. Cold Roll	
21	1	Hierro	Ac. O.T.	U.T. 56-58 H.C.
20	2	Hierro	Ac. O.T.	
19	2	Hierro	Ac. O.T.	U.T. 56-58 H.C.
18	1	Resaca	Ac. O.T.	
17	1	Materia	Ac. Cold Roll	
16	1	Resaca de acero	Ac. Cold Roll	
15	1	Resaca de acero	Ac. Cold Roll	1/2" x 1/2"
14	1	Hierro	Ac. Cold Roll	1/2" x 1/2"
13	1	Resaca	Ac. Cold Roll	
12	1	Resaca	Ac. Cold Roll	
11	10	Resaca	Ac. Cold Roll	1/2" x 1/2"
10	1	Hierro	Ac. O.T.	
9	1	Resaca	Ac. O.T.	U.T. 56-58 H.C.
8	1	Hierro	Ac. O.T.	
7	1	Resaca	Ac. Cold Roll	
6	2	Resaca	Ac. Cold Roll	
5	1	Resaca	Ac. Cold Roll	
4	2	Resaca	Ac. Cold Roll	
3	1	Resaca	Ac. Cold Roll	
2	1	Resaca	Ac. Cold Roll	
1	1	Resaca	Ac. Cold Roll	

DISEÑO DE ESTUDIOS MECANICOS
 ESCALA: 1:1
 DISEÑO DE CORRIENTES
 DISEÑO DE ESTUDIOS MECANICOS
 ESCALA: 1:1
 DISEÑO DE CORRIENTES
 DISEÑO DE ESTUDIOS MECANICOS
 ESCALA: 1:1
 DISEÑO DE CORRIENTES

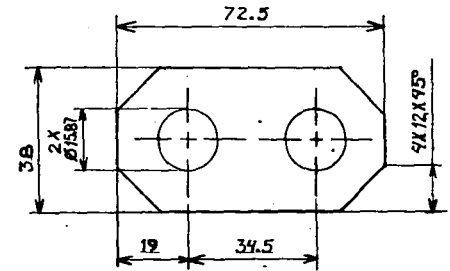


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN			
Escala: 1:2	Acot: m m	Fecha: 20-10-93	Rev: Ing. D. Moraes
		Placa soporte. Pos. No: 6	Diseño: López
U. N. A. M		Mat: Acero AISI 1020	Lámina: 1-7
		Cant: 2 placas.	C. A. J.



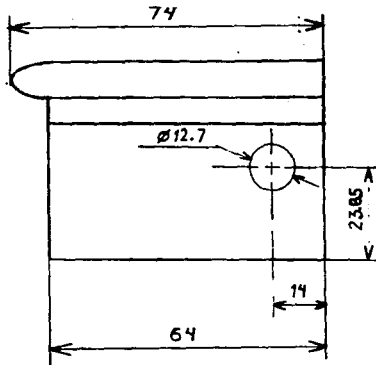
POS. No. 1

CANT.- 2 PZAS.
MAT. SOLERA Fe 1/4" ESP.



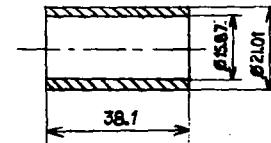
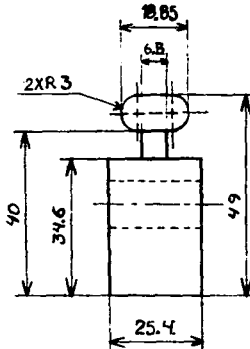
POS. No. 4

CANT.- 2 PZAS
MAT.- SOLERA Fe 1/4" ESE



POS. No. 9

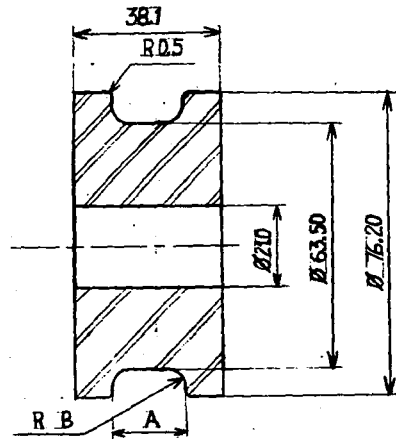
CANT.- 1 PZA.
MAT.- AC 01 56-58 Rc.



POS. No. 28

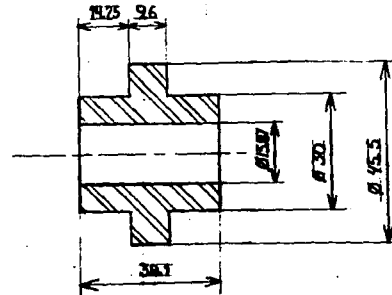
CANT.- 1 PZA.
MAT.- BRONCE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILAN			
Escala; 1:1	Acot; m m	Fecha; 20-10-93	Rev; Ing D. Moraes
Despiece No. 2		Diseño; López	
U.N.A.M		Lámina; 2-7	
		C.A.T.	



POS. No. 18

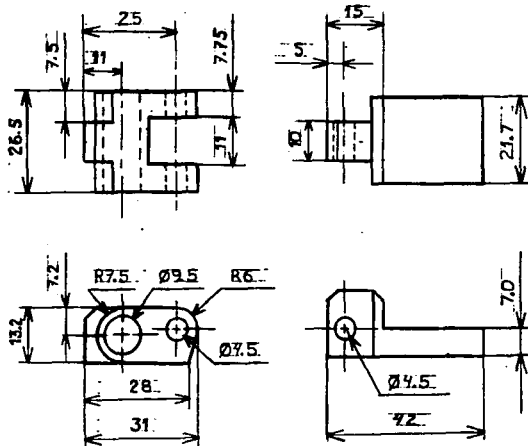
CANT. 1 PZA. A=22.1, B=5.5
 MAT. AC. 01 A 56-60 Rc.



POS. No. 23

CANT. 1 PZA.
 MAT. AC. 01 A 58-60 Rc.

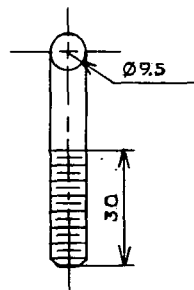
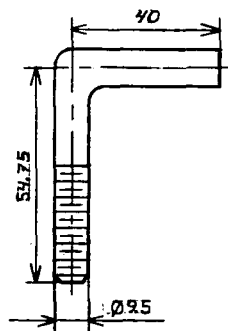
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN.			
Escala: 1:1	Acot; m m	Fecha: 20-10-93	Rev: Ing. J. Morales
		Despiece No. 3	Diseño: López
U.N.A.M			Lámina: 3-7
			C. A. T.



POS. No. 12

CANT. = 1 PZA

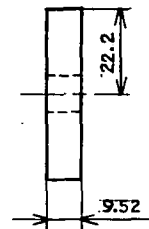
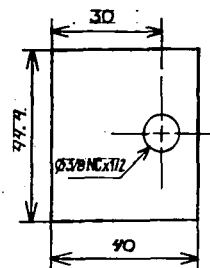
MAT. = Acero AISI 1020.



POS. No. 15

CANT. = 1 PZA

MAT. = Acero AISI 1020

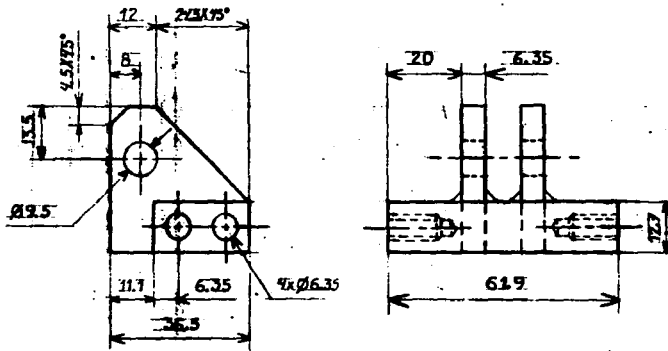


POS. No. 14

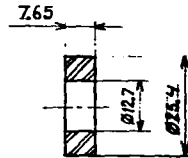
CANT. = 1 PZA

MAT. = Acero AISI 1020

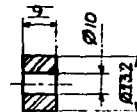
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILAN			
Escala: 1:1	Acot. - mm	Fecha: 20-10-93	Rev. Inc. DMoraes
		Despiece No. 4	Diseño: López
U. N. A. M			Lámina: 4-7
			C. A. T.



POS- No. 2
 CANTI- 1 PZA.
 MAT- Acero- AISI 1020

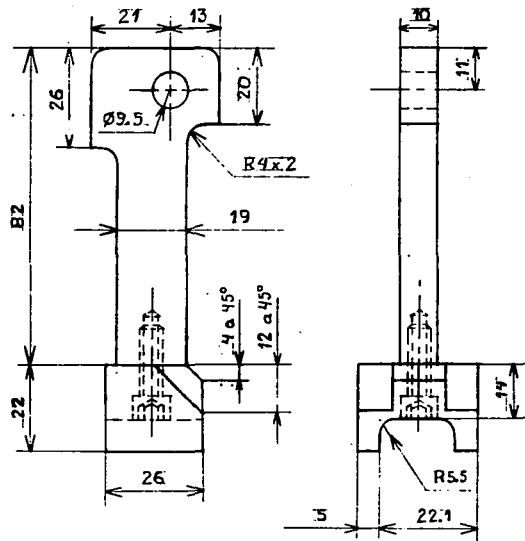


POS- No.
 CANTI- 2 PZAS.
 MAT- Acero- AISI 1020



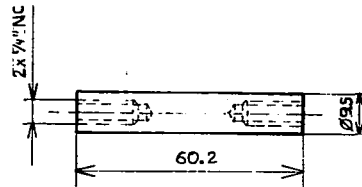
POS- No.
 CANTI- 2 PZAS.
 MAT- Acero- AISI 1020

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILAN.			
Escala: 1:1	Acot.- m m	Fecha: 20-10-93	Revisó: D. Moraes
		Despiece No.- 5	Diseño: López
			Lámina: 5-7
U. N. A. M			C. A. T



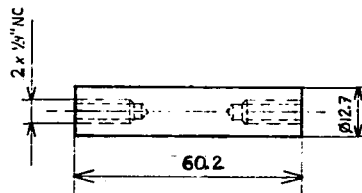
POS.- No. 3

CANT.- 1 PZA.
MAT.- Acero AISI 1020



POS.- No. 8

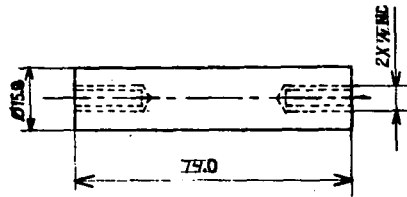
CANT.- 1 PZA.
MAT.- Acero 01



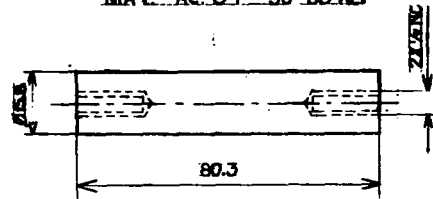
POS.- No. 10

CANT.- 1 PZA
MAT.- Acero 01

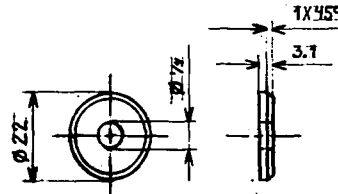
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN.			
Escala: 1:1	Acot.: m m	Fecha: 20-10-93	Rev.: Ing. D. Moraes
		Despiece No.: 6	Diseño: López
U. N. A. M			Lámina: 6-7
			C. A. T



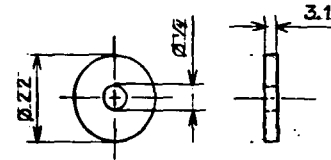
POS. No. 19
 CANT. 1 PZA.
 MAT. AC. OT. 56-58 Rc.



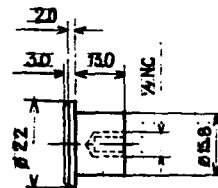
POS. No. 21
 CANT. 1 PZA.
 MAT. AC. OT. 56-58 Rc.



POS. No. 25
 CANT. 6 PZAS
 MAT. AC. 4140 T.



POS. No. 27
 CANT. 6 PZAS.
 MAT. AC. 4140 T.



POS. No. 20
 CANT. 2 PZAS.
 MAT. AC. OT. 56-58 Rc.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
Escala; 1:1	Acot.; m m	Fecha: 20-10-93
Despiece No.- 7		Rev. Ing. D. Moraes
		Diseño: López
U. N. A. M.		Lamina: 7-7
		C. A. T.

BIBLIOGRAFIA

- ☒ Aaron D. Deutschman; Walter J. Michels; Charles E. Wilson.
Diseño de Máquinas. Teoría y Practica.
Editorial. C.E.C.S.A.

- ☒ Herman W. Pollack .
Tool Desing .
Editorial. Prentice Hall.

- ☒ George A. Roberts; Robert A. Cary.
Tool Steels .
Editorial. American Society for Metals.

- ☒ Joseph Edward Shigley; Larry D. Mitchell.
Diseño en Ingeniería Mecánica.
Editorial. McGraw - Hill .

- ☒ Virgil Moring Fairres.
Diseño de Elementos de Máquina.
Editorial. UTEHA

- ☒ A. Chevalier .
Dibujo Industrial.
Editorial. Montaner y Simón. S.A. Barcelona.

- ☒ C. H. Jensen .
Dibujo y Diseño en Ingeniería.
Editorial. McGraw - Hill .

- ☒ Mario Rossi .
Estampado en Frío de la Chapa .
Editorial. Dossat. S.A.

- ☐ Franck R. Palmer; George V. Luerssen; Joseph S. Pendleton.
Aceros para Herramientas .
Editorial. R.S.I.S.A.

- ☐ José Apraiz Barreiro.
Aceros Especiales y otras Aleaciones.
Editorial. Dossat. S.A. Madrid-España.

- ☐ Yu. M. Lajtin.
Metalografía y Tratamientos Térmicos de los Metales.
Editorial. MIR - Moscú .

- ☐ H. Studemann .
Tratamientos Térmicos de los Aceros.
Editorial. URMO S.A.

- ☐ José Apraiz Barreiro.
Tratamiento Térmico de los Aceros.
Editorial. Dossat. S.A. Madrid - España.

- ☐ Robert W. Fitzgerald.
Mecánica de Materiales.
Editorial. Alfaomega .

- ☐ S.P. Timoshenko; James M. Gere.
Mecánica de Materiales.
Editorial. UTEHA.

- ☐ Ferdinand L. Singer; Andrew Pytel .
Resistencia de Materiales.
Editorial. HARLA.

☐ Revista. "TIEMPO" .
No.- 2489 11-Enero-1990 .

☐ Revista "COMERCIO EXTERIOR" .
Vol. 10 No. 2 Febrero 1990 .
Edición. Banco Nacional de Comercio Exterior SNC .

☐ Revista "MACRO ANALISIS LA ECONOMIA HOY" .
Año III. No.- 34 Marzo de 1991.
Publicada por; Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.