

o también:

$$\sigma = \sigma_{yp} N / 0.5$$

Donde: σ_{yp} = esfuerzo de cedencia a tensión (Lb/Plg², Kg/cm², N/m²),

σ = esfuerzo cortante (Lb/Plg², Kg/cm², N/m²),

N = factor de seguridad.

Tomando un factor de seguridad de N = 2 y sustituyendo valores:

$$\sigma_{yp} = (794.67 \text{ Lb/Plg}^2 \times 2) / 0.5$$

$$\sigma_{yp} = 3,178.68 \text{ Lb/Plg}^2 \text{ (} 223.46 \text{ Kg/cm}^2\text{)}$$

Al consultar la tabla IV se cumple que σ_y calculado es menor que σ_{yp} mínimo que se registra en los tornillos con resistencia mínima de cedencia (SAE grado 6).

En la tabla V se presentan los torques recomendados para distintos diámetros y grados de tornillos. Al diámetro de 3/8" con 16 hilos por pulgada (3/8" - 16 UNC) corresponde un torque de 34 Lb-Pie (46.09 Nm) para el grado 6.

Resumiendo los aspectos anteriores, se llega a la selección final:

El material más usado en los tornillos es el acero.

Resistencia: Grado SAE 6

Tamaño: 3/8" x 2"

Hilos/Plg: 16

Tipo de rosca: ordinaria unificada

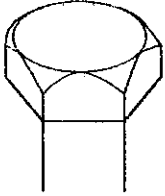
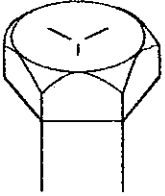
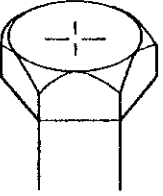
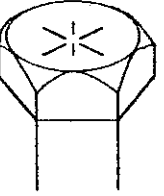
Torque máximo: 34 Lb-Pie (46.09 Nm).

Tabla IV Grados y marcas requeridas por especificaciones SAE y GM.

Marca de identificación	grado de designación	material	límites de tamaño nominal, plg.	propiedades mecánicas	
				Resistencia mínima a cedencia, Psi.	Resistencia mín. a tensión, Psi.
ninguna	SAE 0	acero	1/4 a 1 1/2	-	-
ninguna	SAE 1	acero al carbón	1/4 a 1 1/2	-	55,000
	GM 255-M	acero al carbón			
ninguna	SAE 2	acero al carbón	1/4 a 1/2	-	69,000
			1/2 a 3/4		61,000
	GM 260-M	acero al carbón	3/4 a 1 1/2		55,000
	SAE 3	acero al medio	1/4 a 1/2	-	110,000
		carbón	1/2 a 5/8	-	100,000
\ / 	SAE 5	acero al medio	1/4 a 3/4	-	120,000
		carbón tratado	3/4 a 1	81,000	115,000
		GM 280-M	térmicamente	1 a 1 1/2	77,000
 - - 	SAE 6	acero al medio	1/4 a 5/8	-	140,000
		carbón tratado térmicamente	5/8 a 3/4	-	133,000
\ / / \	SAE 7	acero de baja	1/4 a 1 1/2	110,000	133,000
	GM 290-M	aleación tratado térmicamente			
\ / - - / \	SAE 8	acero de baja	1/4 a 1 1/2	125,000	150,000
		aleación tratado			
		GM 300-M			
	GM 455-M	acero resistente a la corrosión	1/4 a 1 1/2	-	55,000

Fuente: Deutschman A., **Diseño de máquinas**, 1,987

Tabla V Dimensiones y torques recomendados según el grado

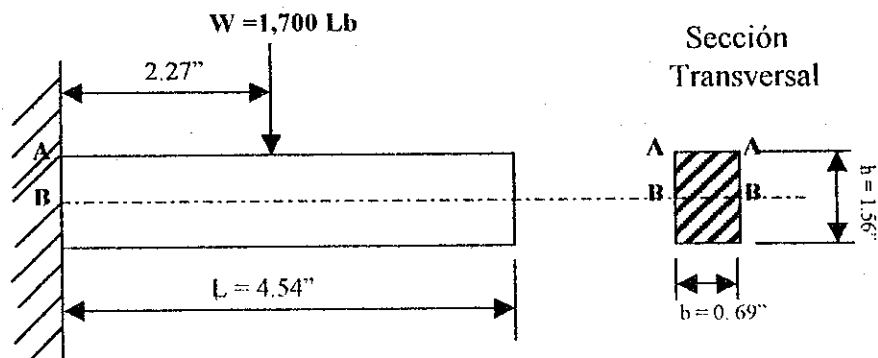
Grado SAE	1 ó 2	5	6 ó 7	8
Marcas en la cabeza del tornillo				
Diámetro-hilos por pulgada.	torque		torque	
	lb-pie	Nm	lb-pie	Nm
1/4 - 20 28	5 6.77 6 8.13	8 10.85 10 13.56	10 13.56	12 16.27 14 18.98
5/16 - 18 24	11 14.91 13 17.63	17 23.05 19 25.76	19 25.76	24 32.53 27 36.60
3/8 - 16 24	18 24.40 20 27.12	31 42.03 35 47.45	34 46.09	44 59.65 49 66.44
7/16 - 20	28 37.96 30 40.67	49 66.44 55 74.57	55 74.57	70 94.90 78 105.75
1/2 - 13 20	39 52.88 41 55.59	75 101.69 85 115.24	85 115.24	105 142.36 120 162.69
9/16 - 18	51 69.15 55 74.57	110 149.14 120 162.70	120 162.70	155 210.15 170 230.48
5/8 - 18	83 112.53 95 128.80	150 203.37 170 230.49	167 226.43	210 284.71 240 325.39
3/4 - 10 16	105 142.36 115 155.92	270 366.07 295 399.96	280 379.62	375 508.42 420 568.43
7/8 - 14	160 216.93 175 273.27	395 535.54 435 589.77	440 596.55	605 820.25 675 915.17
1 - 8 14	236 318.61 250 338.95	590 799.92 660 849.83	660 894.83	910 1233.7 990 1342.2

Fuente: Chilton's repair manual, Pennsylvania

2.2:2.2 Cálculos que influyen en el diseño de la pieza que soporta la mesa de trabajo (soporte de la mesa de trabajo)

El esfuerzo aplicado a la pieza que hará la función de mesa de trabajo, llamada pieza No.13, será analizada también en forma de voladizo con las dimensiones siguientes: 4.54 Plg (11.54 cm) a lo largo (saliendo de la pieza principal y adentrándose a ésta a lo largo de 4.56 Plg (11.58 cm)), con una sección transversal rectangular de 0.69 Plg. x 1.56 Plg. (1.75 x 3.96 cm) la que deberá soportar una carga igual a W que es contraria a K_v de 1,700 Lb (772.73 Kg). Para determinar los esfuerzos solamente se toma parte de la pieza con las siguientes dimensiones, el resto se insertará en la estructura de la máquina.

Fig.10 Dimensiones de la pieza que sirve para soportar el cilindro neumático



El esfuerzo cortante máximo puede presentarse en los puntos a lo largo de A-A debido al momento de flexión o puede presentarse en los puntos a lo largo de B-B debido a la carga cortante transversal.

A lo largo de $\Lambda-\Lambda$:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{1}{2} Mc/I \quad M: \text{Momento flexionante} = L/2F$$

$$M = 4.54''/2(1,700\text{Lb})$$

$$M = 3,859 \text{ Lb}\cdot\text{Plg} \quad (8,909.58 \text{ Kg}\cdot\text{cm})$$

$$I = bh^2/6$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{1}{2}M/[bh^2/6]$$

$$= 3M/bh^2 = (3 \times 3,859)/(0.69 \times 1.56^2)$$

$$= 11,577/1.68 = 6,891.07 \text{ Lb/Plg}^2 \quad (484.44 \text{ Kg/cm}^2)$$

A lo largo de B-B:

$$\tau_{\text{máx}} = 3v/2A = 3v/[2(bh)] \quad \text{Donde: } v = 1,700 \text{ Lb}$$

$$A = bh$$

$$= (3 \times 1,700)/(2 \times 0.69 \times 1.56) = 5,100/2.15$$

$$= 2,372.09 \text{ Lb/Plg}^2 \quad (166.76 \text{ Kg/cm}^2)$$

Por lo tanto, el esfuerzo cortante máximo se debe al momento de flexión y se presenta a lo largo del eje $\Lambda-\Lambda$.

Se determina si la pieza soportará la carga indicada sin exceder el esfuerzo permisible de seguridad tabla II 10,080 Lb/Plg² – 14,000 Lb/Plg² (72 N/mm² – 100 N/mm²).

El módulo de sección o módulo resistente debe cumplir la siguiente relación:

$$S \geq M_{\text{aplicado}} / \sigma_{\text{adm}} \quad \text{Donde: } M = 6,891.07 \text{ Lb/Plg}^2 \\ (484.44 \text{ Kg/cm}^2)$$

La sección disponible es de las siguientes dimensiones $h = 1.56 \text{ Plg}$ (3.96 cm), $b = 0.69 \text{ Plg}$ (1.75 cm) seguidamente se encuentra S:

$$S = bh^2/6 = (0.69 \times 1.56^2)/6 = 0.28 \text{ Plg}^3 (4.59 \text{ cm}^3)$$

Para el esfuerzo de flexión en el hierro fundido clase II de carga, se tiene:

$$\sigma_{\text{adm}} = 3,500 \text{ Lb/Plg}^2 - 5,600 \text{ Lb/Plg}^2 \\ (25 \text{ N/mm}^2 - 40 \text{ N/mm}^2)$$

$$S \geq M_{\text{aplicado}} / \sigma_{\text{adm}} = 6,891.07 / 3,500 = 1.97 \text{ Plg}^3 (32.28 \text{ cm}^3)$$

Por tanto no resistiría esta pieza de hierro fundido ya que el módulo de sección que poseemos es de $0.28 \text{ Plg}^3 (4.59 \text{ cm}^3)$ y la que requerimos es de $1.97 \text{ Plg}^3 (32.28 \text{ cm}^3)$. Posteriormente nos referimos al acero dulce en la línea de esfuerzo por flexión y clase

II en la tabla II la cuál nos proporciona un esfuerzo permisible de 9,800 Lb/Plg² – 14,700 Lb/Plg² (70N/mm²–105N/mm²) y procedemos a calcular el módulo de sección S:

$$S \geq M/\sigma_{adm} = 6,891.07/9,800 = 0.70 \text{ Plg}^3 (11.47 \text{ cm}^3)$$

Se continúa con el mismo problema, entonces procedemos a variar la altura del módulo de sección hasta obtener el que es necesario dejando el ancho de la base “b” sin variación:

$$S = bh^2/6$$

$$h = (6S/b)^{1/2} = ((6 \times 0.70)/0.69)^{1/2}$$

$$h = 2.47 \text{ Plg} (6.27 \text{ cm})$$

De donde se concluye que las dimensiones de dicha pieza deben ser de $b = 0.69 \text{ Plg} (1.75 \text{ cm})$ y $h = 2.47 \text{ Plg} (6.27 \text{ cm})$, volvemos a rectificar:

$$S = bh^2/6 = (0.69 \times 2.47^2)/6$$

$$S = 0.70 \text{ Plg}^3 (11.47 \text{ cm}^3)$$

$$S \geq M_{aplicado}/\sigma_{adm} = 6,891.07/9,800$$

$$S \geq M_{aplicado}/\sigma_{adm} = 0.70 \text{ Plg}^3 (11.47 \text{ cm}^3)$$

Conclusión: la pieza será de acero dulce con tipo de carga clase II con dimensiones de $b = 0.69 \text{ Plg} (1.75 \text{ cm})$ y $h = 2.47 \text{ Plg} (6.27 \text{ cm})$.

2.2.3 Determinación del tipo de resistencia

Se necesita la medida de la pieza No.10. En ella va insertada la resistencia de cartucho, la medida es de 3" (7.63 cm) x 1.97" (5cm) = 5.92 Plg² (38015 cm²) que es el área que tendrá que traspasar la corriente calorífica.

Material de la pieza: bronce

Voltaje: 240 voltios

Conductividad eléctrica del bronce: 99.74-152.92Kcal/m·h·C

Tiempo de calentamiento: 3 minutos como mínimo de 0 a 100 °C

Area que ocupa la resistencia: $S = 2\pi rl = 2\pi(0.26'')(2.76'')$

$$S = 4.51 \text{ Plg}^2 (29.03 \text{ cm}^2)$$

De la ecuación ① sección 1.7.3 tenemos:

$$Q = - \lambda FZ(tw_1 - tw_2)/\delta \quad (\text{Kcal/hora})$$

Donde: $\lambda = 99.74 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$

$F = \text{Área de la plancha transversal} - \text{Área que ocupa la resistencia eléctrica (en metros)}$

$$tw_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$tw_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$\delta = 0.025 \text{ m (espesor de la placa de metal)}$

$Z = \text{Tiempo en horas, 3 minutos} = 49.8 \times 10^{-3} \text{ horas}$

Sustituyendo valores:

$$Q = [-99.74(3.81 \times 10^{-3} - 2.90 \times 10^{-3})49.8 \times 10^{-3}(20 - 100)]/0.025$$

$$Q = 14.46 \text{ Kcal}$$

$$Q = 290.44 \text{ Kcal/ hora}$$

Donde 1 Watt = 0.860 Kcal/hora entonces:

$$Q = 290.44 \text{ Kcal/hora} = 337.72 \text{ Watts}$$

Q sea que una resistencia de 400 Watts nos resuelve holgadamente; concluimos que la resistencia deberá ser de:

Tipo de resistencia:	De cartucho
Capacidad:	400 Watts
Voltaje:	240 voltios
Medida:	2.76" (7 cm) de Long. por 0.26" (0.66 cm) de radio.
Tiempo de calentamiento:	3 minutos de 0 a 100 °C

2.3 Listado de materiales y de piezas

2.3.1 Piezas metálicas

Tabla VI Lista de piezas metálicas

No. de pieza	Descripción	Escala del dibujo
1	Palanca de acero dulce	1:5
2	Cilindro neumático reparable	1:3
3	Horquilla de aluminio	1:1
4	Base del cilindro neumático, hierro dulce	1:2
5	Base del soporte del cilindro, hierro dulce	1:1
6	Plancha soporte del cilindro neumático, hierro fundido	1:4
7	Pedestal que soporta toda la estructura, tubo galvanizado	1:7
8	Base del pedestal, a base de lámina	1:7
9	Acoplamiento entre pedestal y bastidor, hierro fundido	1:2
10	Base de bronce, que soporta la matriz de aluminio y la resistencia eléctrica	1:1
11	Bastidor de hierro fundido	1:3
12	Pieza que realiza la función de mesa de trabajo, hierro dulce	1:1.5
13	Pieza que soportará la mesa de trabajo	1:2
14	Pieza transmisora de fuerza, hierro dulce	1:1.5

2.3.2 Elementos del sistema neumático

Tabla VII Lista de elementos del sistema neumático

1. Acumulador o alimentador de aire comprimido.
2. Filtro.
3. Válvula reguladora.
4. Manómetro de 0 a 150 Psi ($\approx 10 \text{ Kg./cm}^2$).
5. Lubricador.
6. Válvula solenoide eléctrica y de 4 vías 2 posiciones, 120 Vac, 150 Psi. Presión Máxima, -17.78°C a 82.22°C (0°F a 180°F).
7. Válvula de restricción o de estrangulación, regulable.
8. Actuador o cilindro neumático de doble efecto.

2.3.3 Elementos del sistema eléctrico

Tabla VIII Lista de elementos del sistema eléctrico

1. Interruptor de encendido y apagado, 120 Voltios, SPST.
2. Espiga o enchufe de 15 Amp.
3. Resistencia de cartucho de 400 Watt, 110 Voltios.
4. Termómetro de 10°C a 287.77°C (10°F a 550°F).
5. Termostato bimetalico de 0 a 320°C (32°F a 608°F), 120/250 Voltios, 2.5 Amp.
6. Dos interruptores tipo hongo eléctricos SPST-NO, 120 Vac.
7. Timer de 0 a 30 Seg., 120 Voltios, 60 Hz.
8. Válvula solenoide eléctrica y de 4 vías 2 posiciones, 120 Vac, 150 Psi. (10.55 Kg/cm^2) Presión Máxima, -17.78°C a 82.22°C (0°F a 180°F).
9. Micro-Interruptores 125/250 Vac., 10 Amp., SPDT
10. Luz piloto amarilla de 120 Voltios, 0.025 Amp.
11. Luz piloto roja de 120 Voltios, 0.025 Amp.

2.4 Desglose de piezas

Fig.11 Dibujo a escala de la palanca

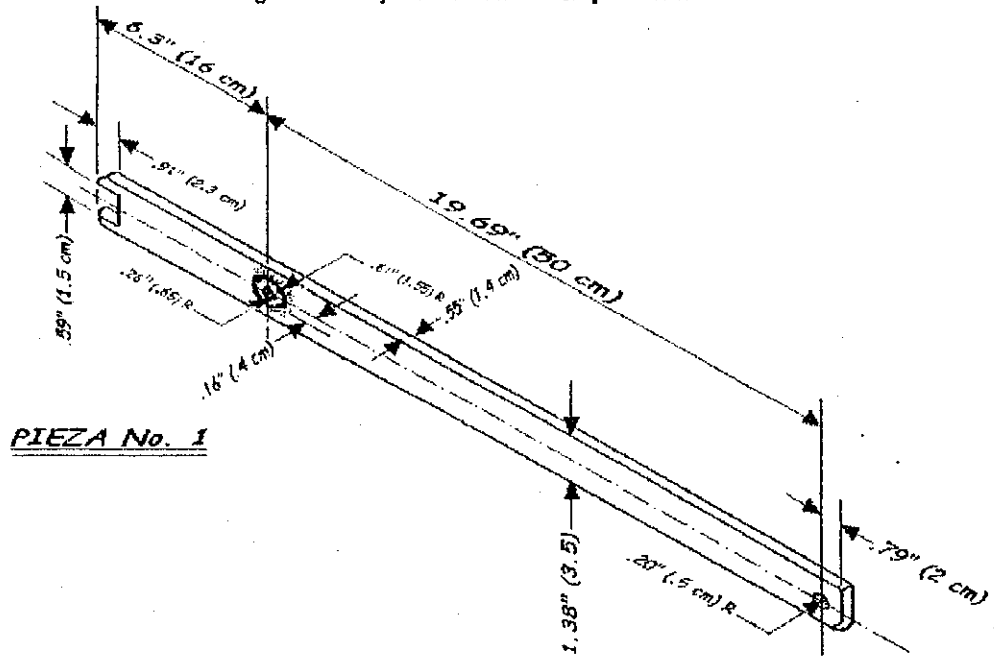


Fig.12 Dibujo a escala del cilindro neumático

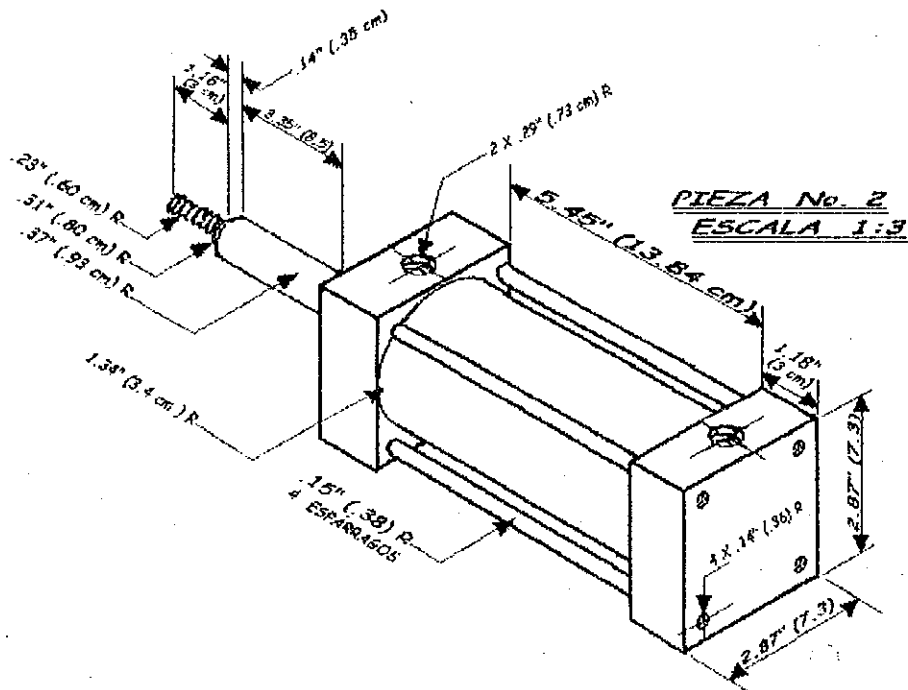


Fig.13 Dibujo a escala de la pieza que va en el extremo superior del cilindro neumático

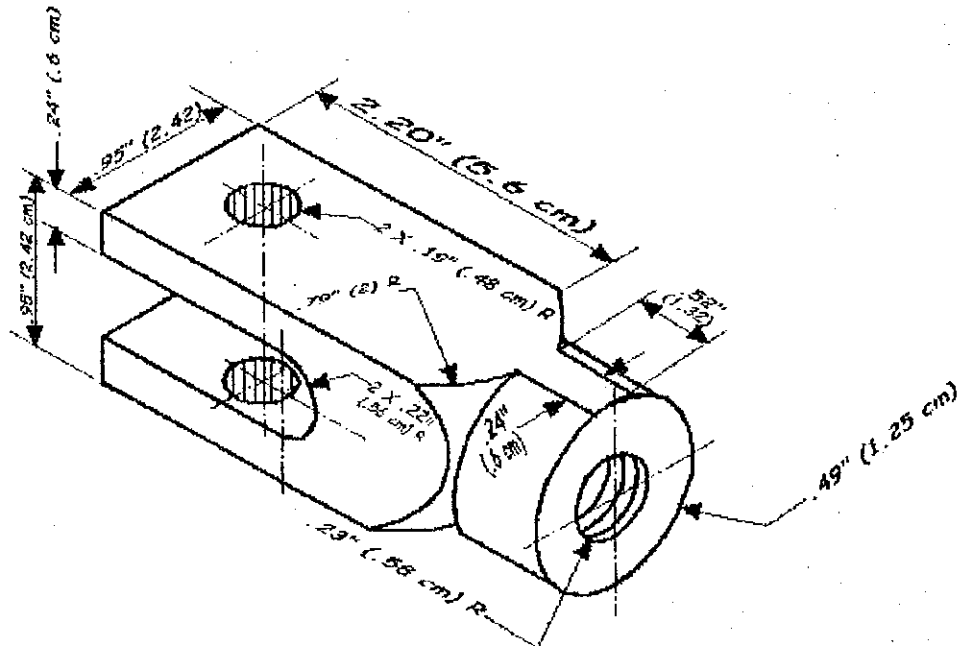
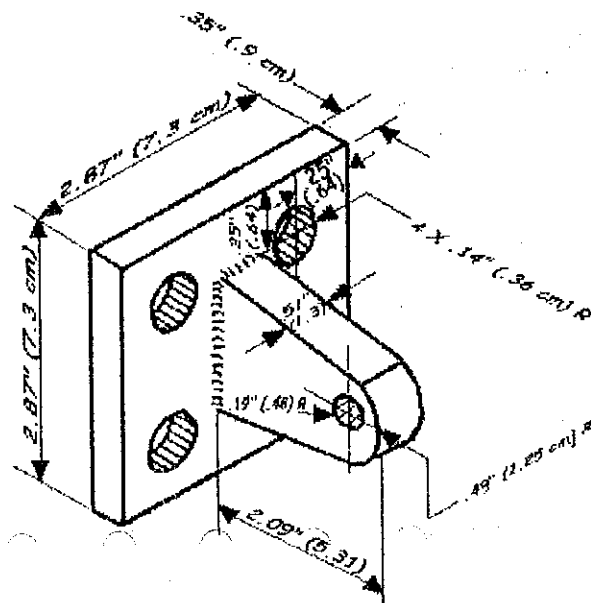


Fig.14 Dibujo a escala de la pieza que va en el extremo inferior del cilindro neumático

PIEZA No. 3
ESCALA 1:1



PIEZA No. 4
ESCALA 1:2

Fig.15 Dibujo a escala de la base que sujeta al cilindro neumático con la palanca apoyada a la base

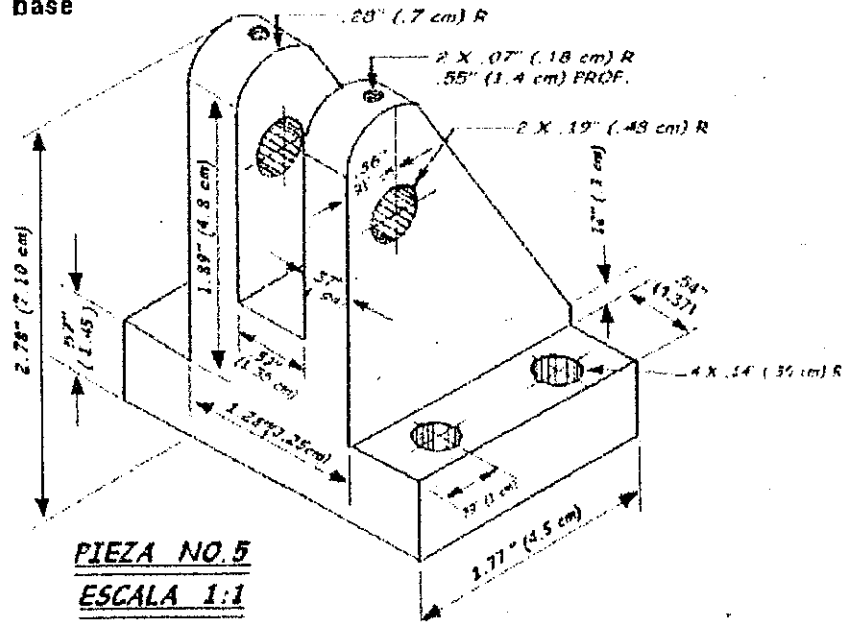


Fig.16 Dibujo a escala de la palanca que sostiene el cilindro neumático con toda la estructura

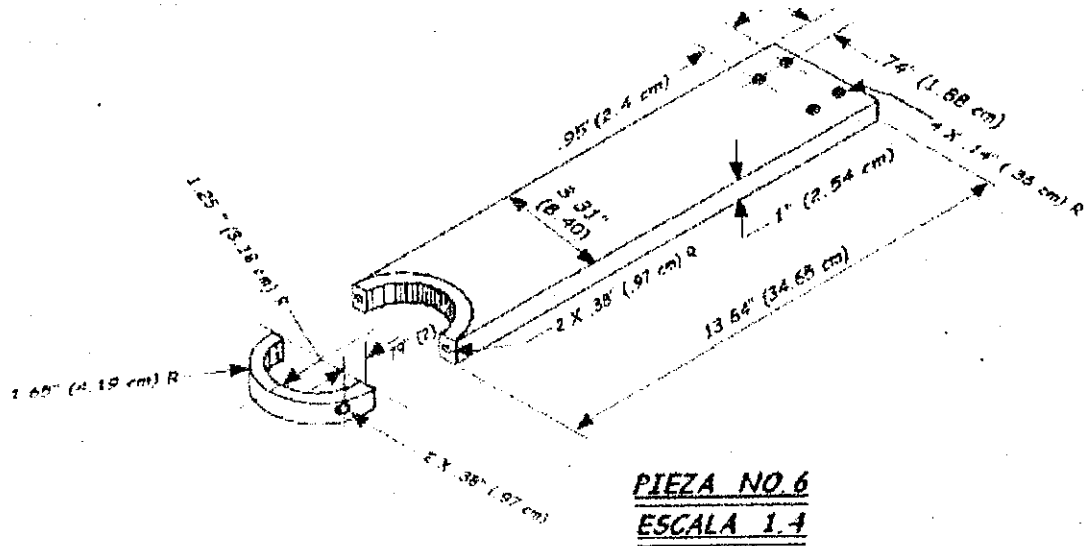
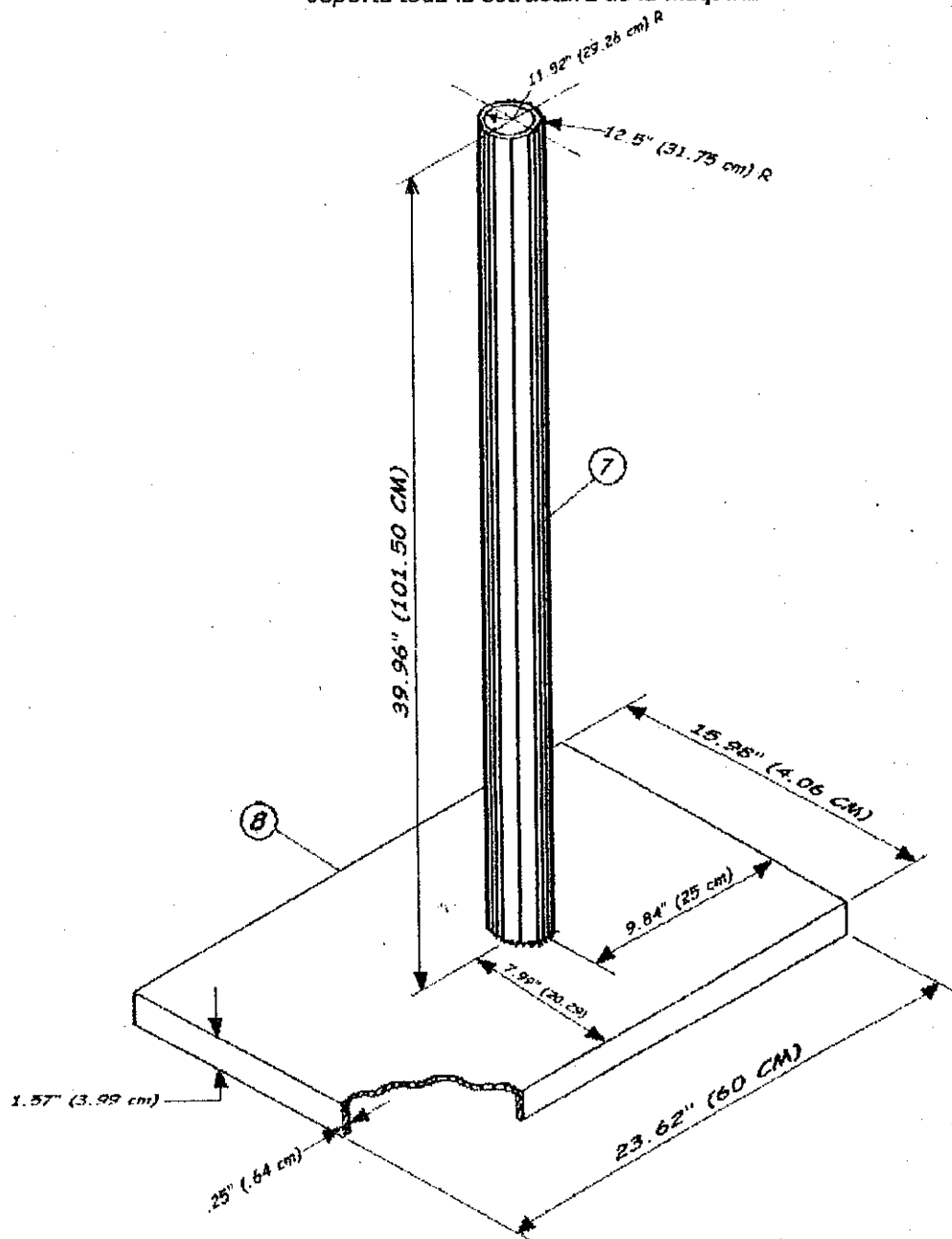


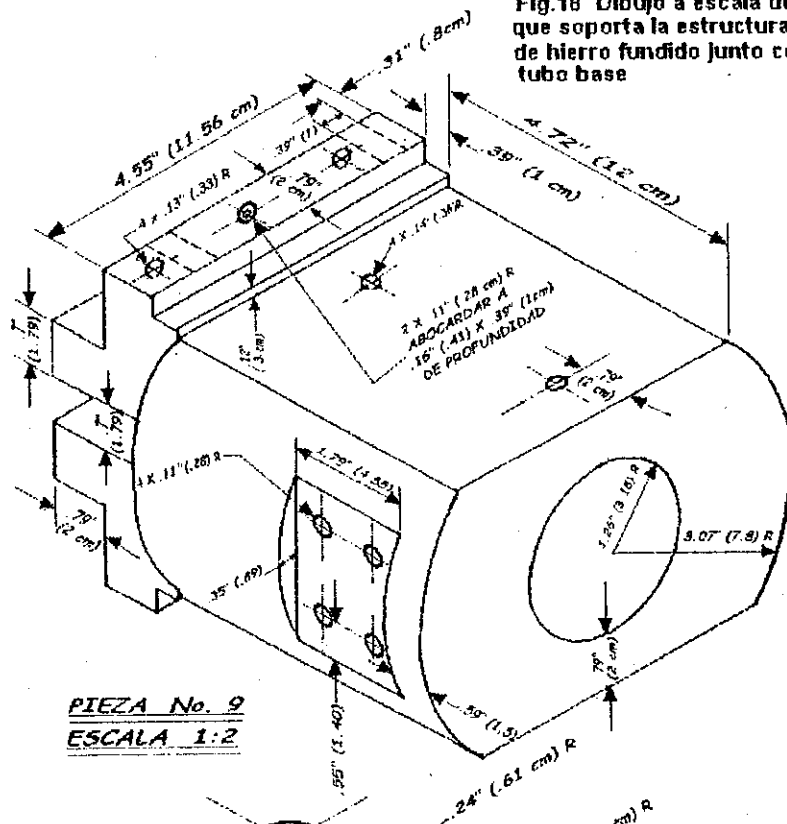
Fig.17 Dibujo a escala de la base y el tubo que soporta toda la estructura de la máquina



PIEZAS No. 7 Y 8

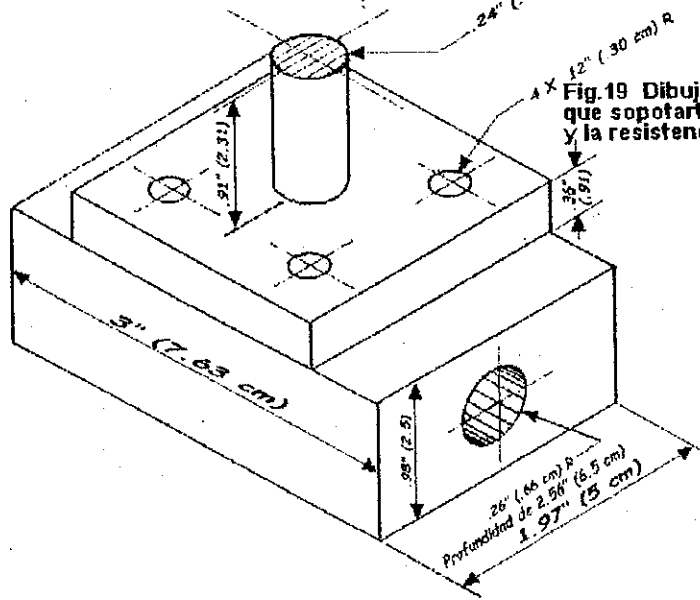
ESCALA 1:7

Fig.18 Dibujo a escala de la base que soporta la estructura principal de hierro fundido junto con el tubo base



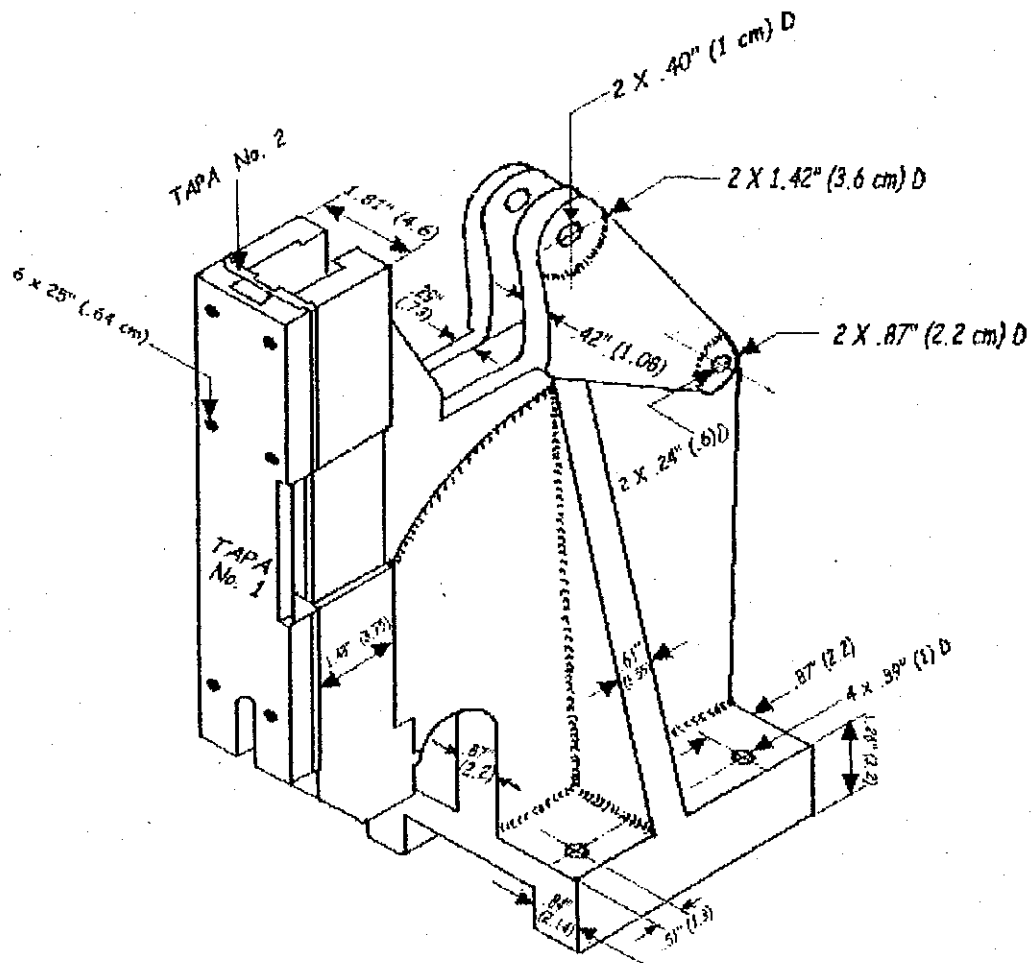
PIEZA No. 9
ESCALA 1:2

Fig.19 Dibujo de la pieza de bronce que sopotarta la placa estampadora y la resistencia eléctrica



PIEZA No. 10
ESCALA 1:1

Fig.20 Dibujo a escala de la estructura de hierro fundido



PIEZA No. 11

Fig.20a Dimensiones de la estructura de hierro fundido

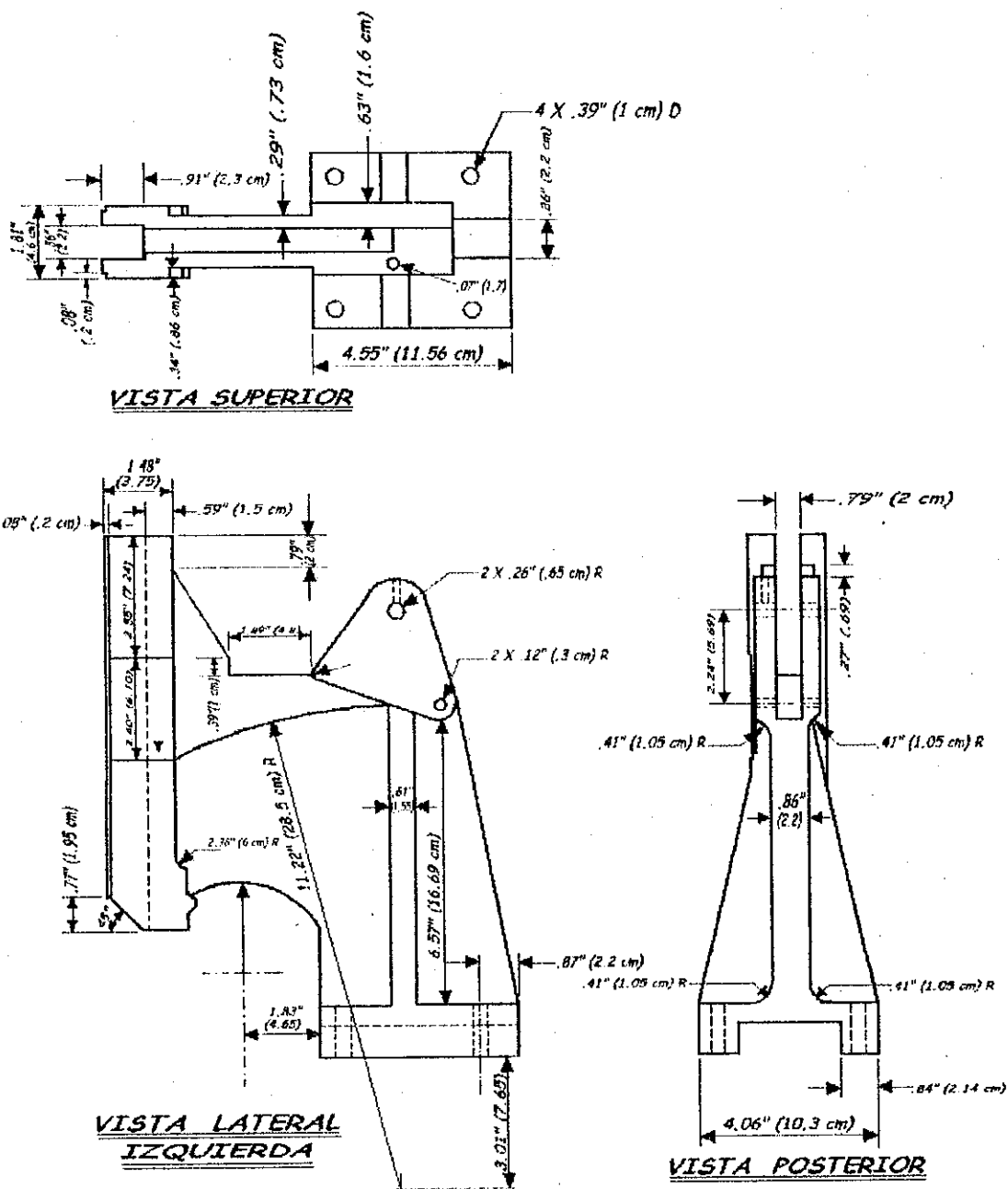


Fig.20b Tapaderas que cubren la guía dentro de la estructura de hierro

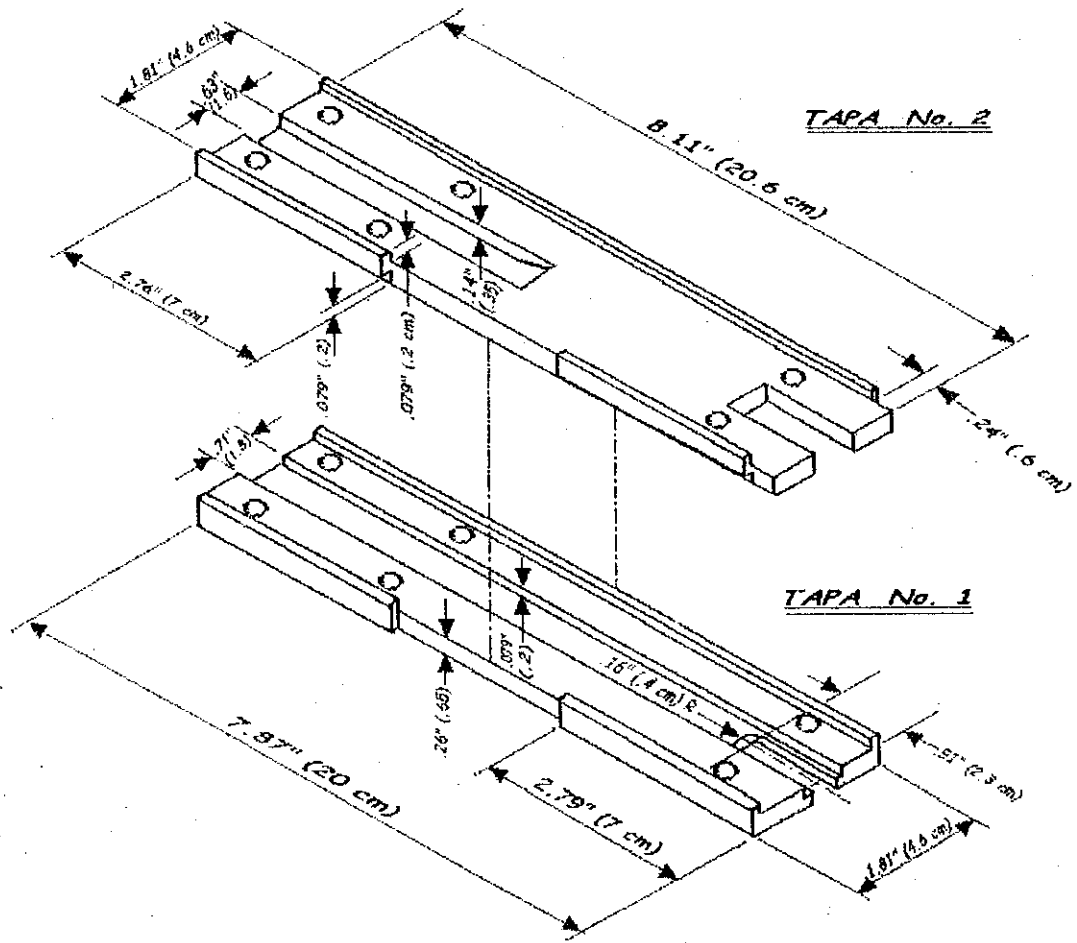


Fig.21 Dibujo a escala de la pieza que funciona como mesa de trabajo

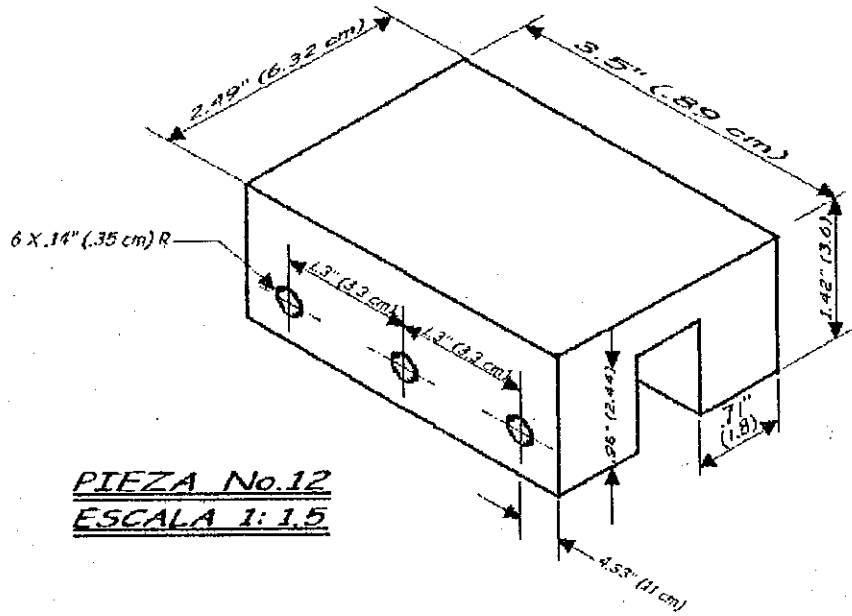


Fig.22 Dibujo a escala de la pieza que soporta la mesa de trabajo

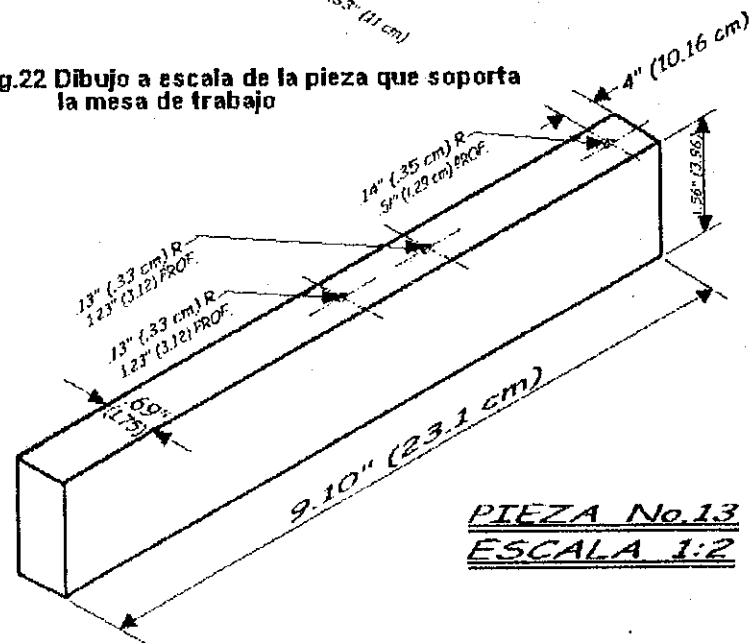
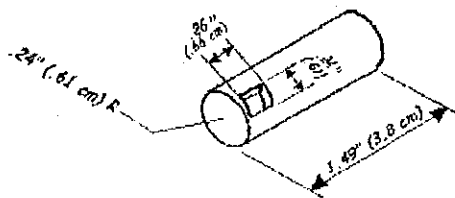
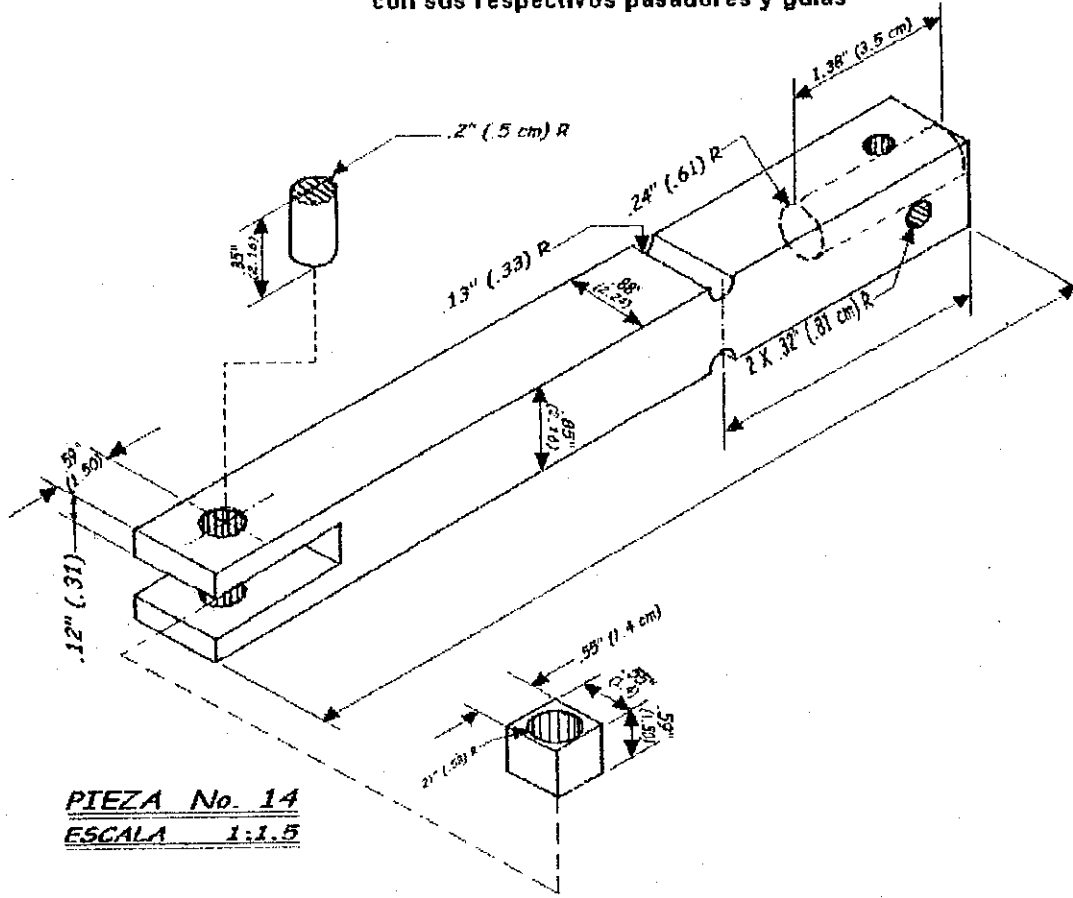


Fig.23 Dibujos a escala de la guía que traslada la fuerza de presión sobre la mesa de trabajo, con sus respectivos pasadores y guías



3. DIBUJOS DE LOS PLANOS RELATIVOS A LA MÁQUINA ESTAMPADORA EN CUERO

3.1 Dibujos de los respectivos planos

3.1.1 Neumático

Fig. 24 Circuito neumático de la estampadora con la válvula de control en la posición de levantar el brazo o posición de reposo

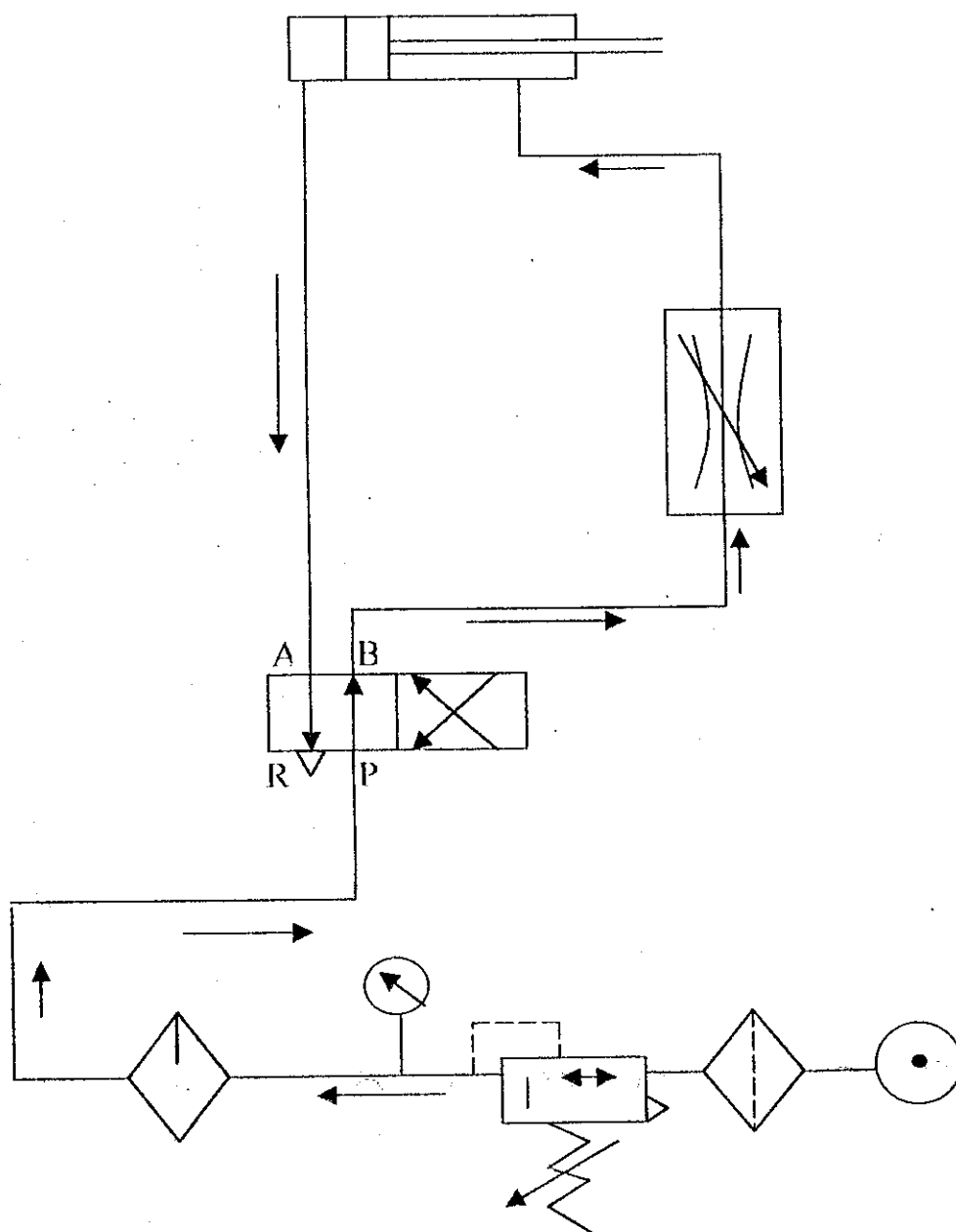
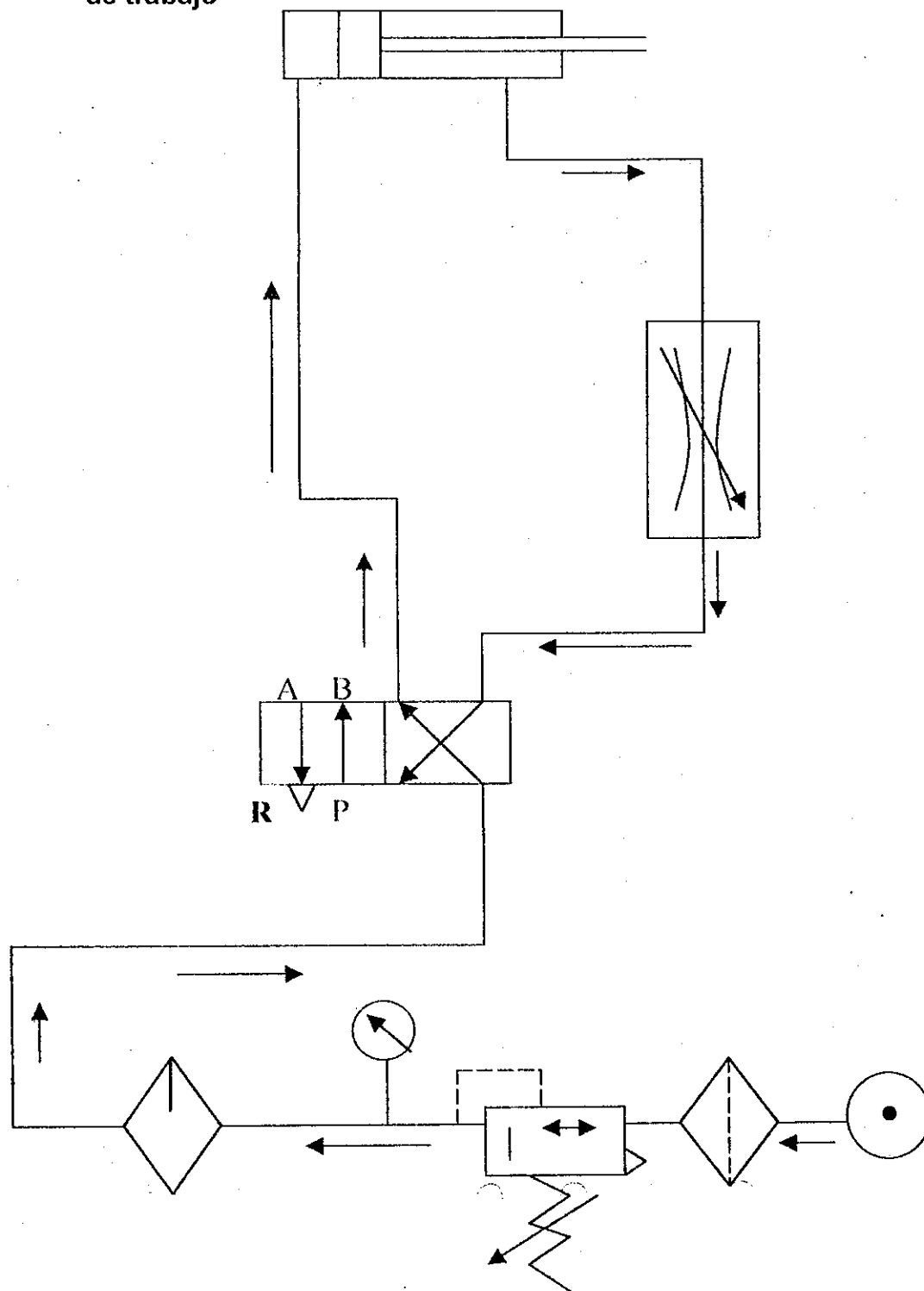
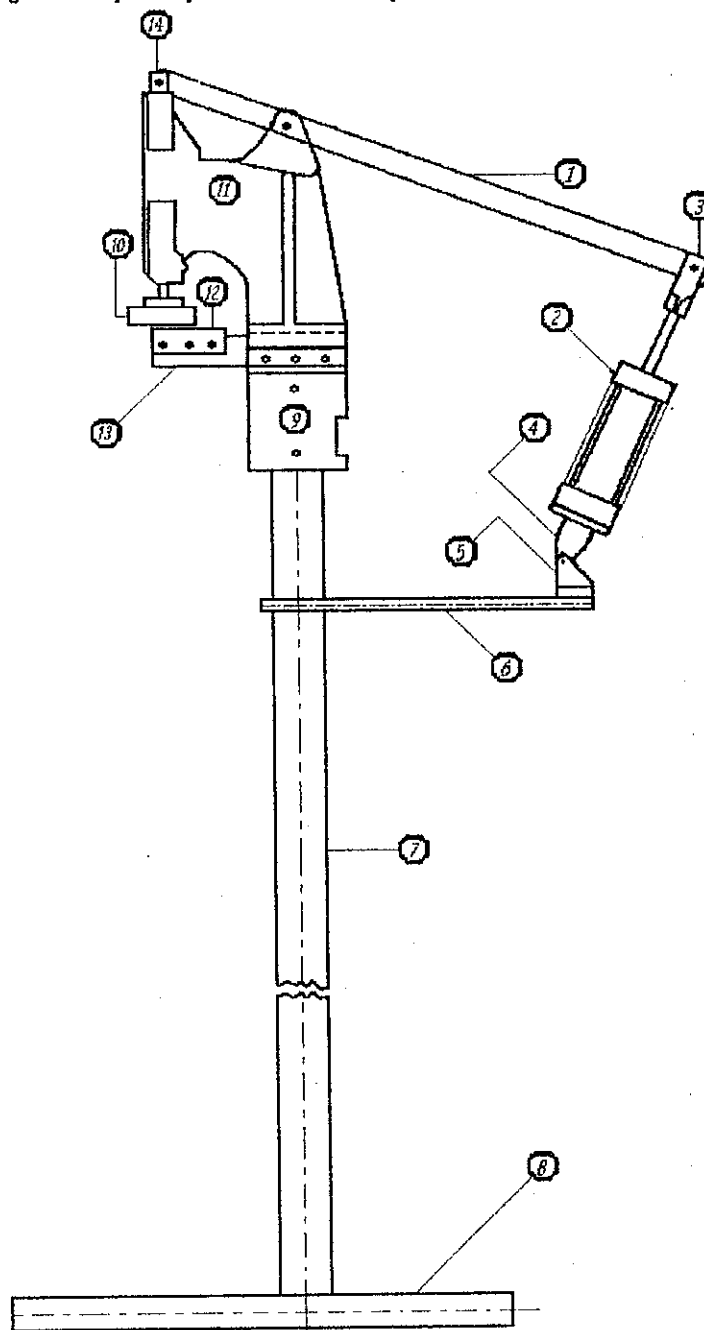


Fig. 25 Circuito neumático de la estampadora con la válvula de control en la posición de bajar el brazo para estampar o posición de trabajo



3.1.2 Mecánico

Fig.26 Dibujo del plano de la estampadora de cuero



ESTAMPADORA DE CUERO

Nota; no se anotaron las dimensiones ya que en la sección 2.4 (Desglose de piezas) aparecen detalladas.

3.1.3 Eléctrico

Fig.27 Circuito eléctrico, cilindro neumático retraído con micro-interruptor oprimido, interruptores tipo hongo abiertos e interruptor general abierto

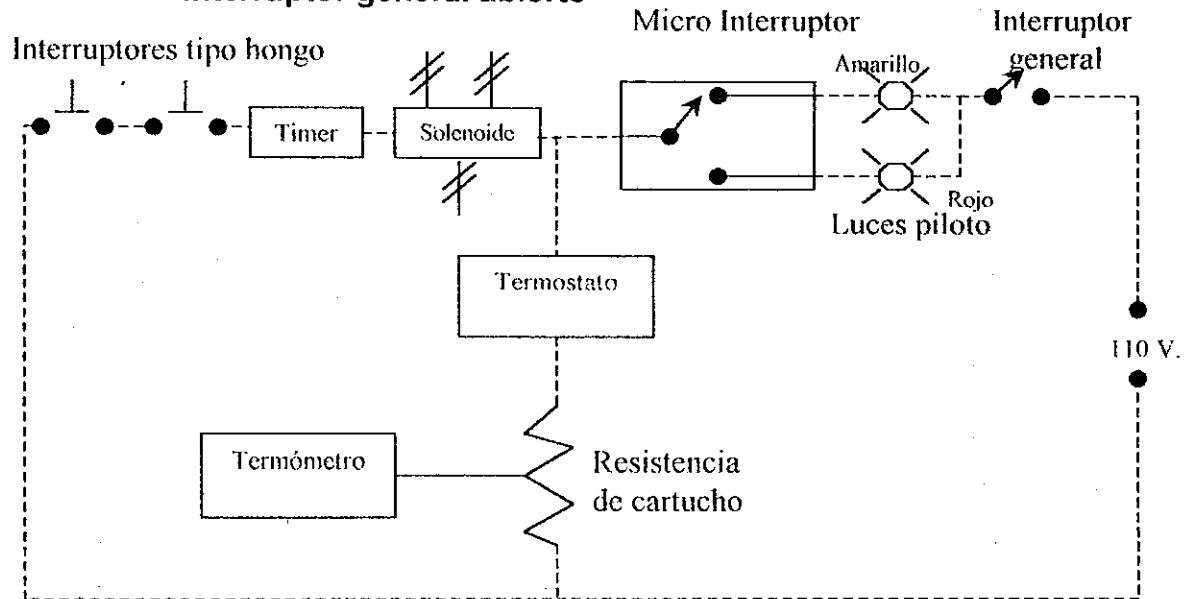


Fig. 28 Circuito eléctrico, cilindro neumático retraído con micro-interruptor oprimido, interruptores tipo hongo abiertos, interruptor general cerrado, luz amarilla activada, termostato y resistencia eléctrica activados

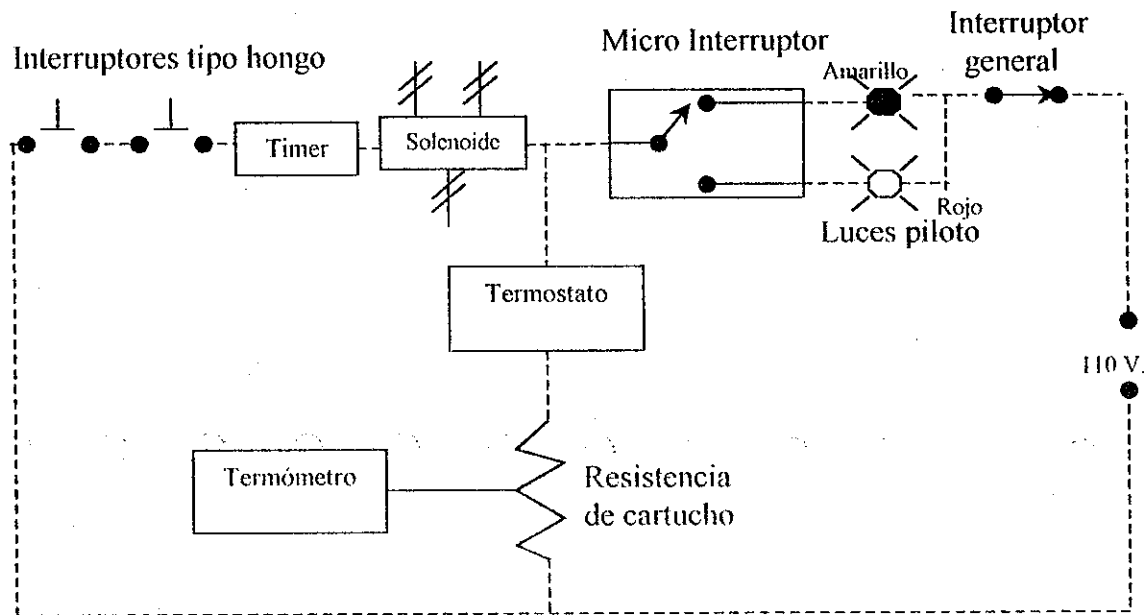
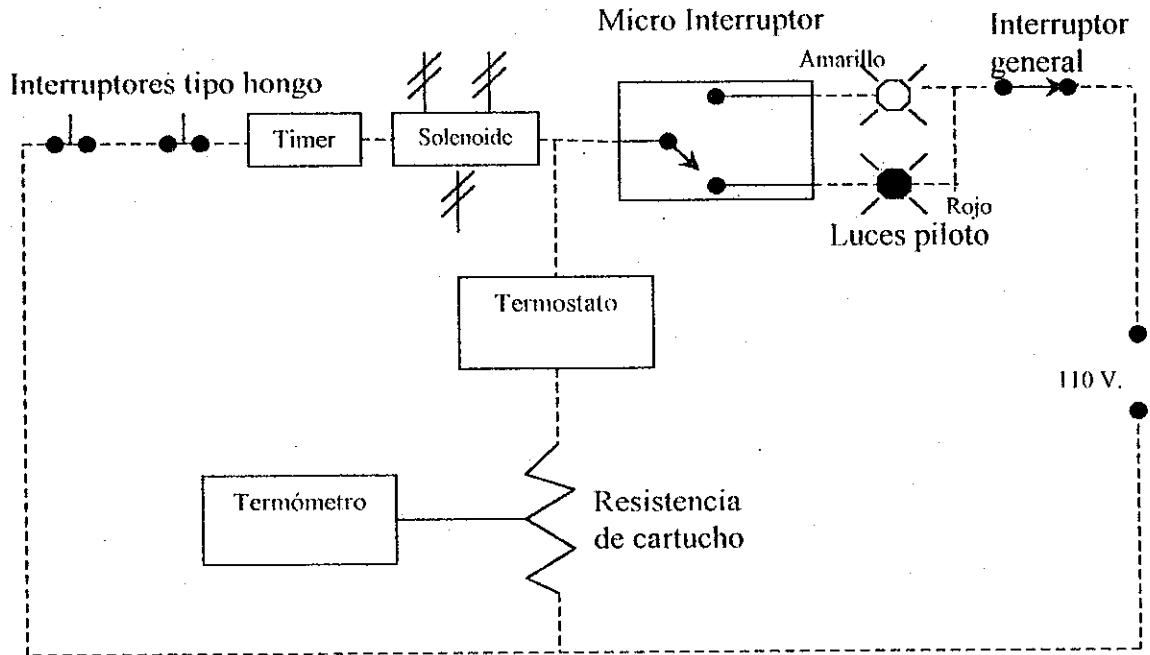


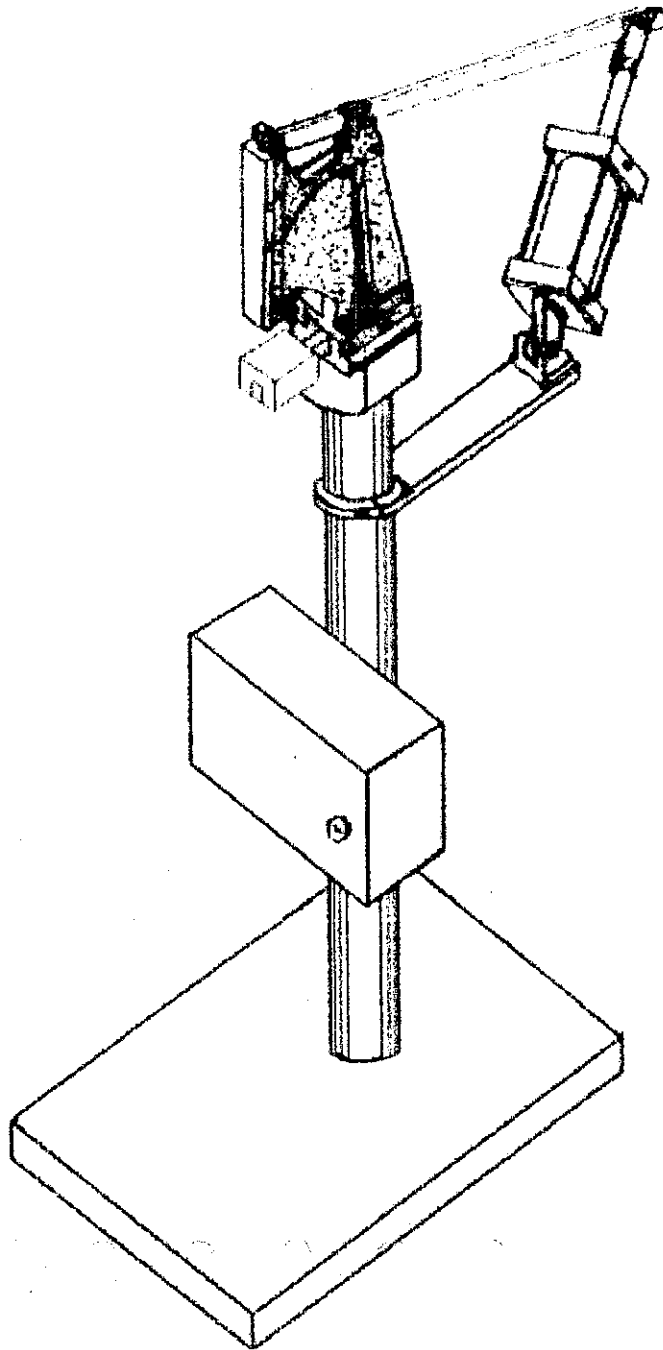
Fig. 29 Circuito eléctrico, cilindro neumático extendido con micro-interruptor sin oprimir, interruptores tipo hongo cerrados, interruptor general cerrado, luz roja activada, termostato y resistencia eléctrica activados



4. PRUEBAS EN APLICACIONES

4.1 Construcción del modelo propuesto

Fig.30 Dibujo de la estampadora tal como quedo



Así es como el prototipo se presenta en su aspecto general.

4.2 Pruebas de temperatura y tiempo

La plaqueta que servirá para estampar puede ser de aluminio o bronce, en la que se realizaron las pruebas es de 2.36" (6 cm) x 0.79" (2 cm), teniendo presente que las piezas de cuero a estampar tendrán que estar listas, recortadas y preparadas para solamente estampar.

Se procede a tomar los respectivos tiempos con 3 diferentes grados de temperatura, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla IX Pruebas de temperatura y tiempo en cuero natural
Espesor del cuero de 1mm a 5mm

TEMPERATURA °c	TIEMPO (Seg.)	ESTAMPADO (PROFUNDIDAD)	QUEMADO (COLOR)
0	2	Malo	Ninguno
	3	Regular	"
	4	Bueno	"
	5	Excelente	"
50	2	Malo	Super-claro
	3	Regular	Semi-claro
	4	Bueno	Claro
	5	Excelente	Semi-oscuro
100	2	Malo	Semi-claro
	3	Regular	Claro
	4	Bueno	Semi-oscuro
	5	Excelente	Oscuro

En la anterior tabla de resultados se puede observar que la profundidad del estampado depende del tiempo y éste lo tomaremos como un punto inicial en 5 segundos ya que a partir de éste obtenemos un excelente estampado, independientemente si se le

aplica temperatura o no. Ahora bien, para la temperatura obtienen los resultados buenos siempre a los 5 segundos y el quemado o color del estampado dependerá del grado de temperatura (0°C, 50°C, 100°C ó más, de acuerdo a la necesidad requerida).

La siguiente tabla muestra resultados obtenidos en aplicaciones a cuerinas, de 1mm a 1.5mm. La temperatura es 0°C porque no necesitamos quemarla ya que por lo regular el color de cuerina que más se trabaja es el negro y por ser un material más suave que el cuero natural los tiempos de aplicación y sus respuestas al estampado son menores para obtener mejores resultados.

Tabla X Pruebas de tiempo en cuero sintético

TIEMPO (Seg.)	ESTAMPADO (PROFUNDIDAD)
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente

Se puede observar que en 4 segundos, la estampadora estampa es espesor deseado y con la temperatura ambiente.

4.3 Pruebas de presión

En las tablas IX y X se observa que la presión es siempre la misma, pero, para que la estampadora llegue a producir la presión máxima se necesitará como mínimo 5 segundos en cueros naturales y 4 segundos en cuerinas; independientemente de la temperatura con la que se esté trabajando.

4.4 Relación de presión, temperatura, tiempo y material

Primeramente se deberá obtener una muestra del estampado que se requiere, variando o calibrando la temperatura para obtener el quemado o color adecuado o bien si no se desea éste; después se definirá la profundidad que se requiera del estampado, también variando el tiempo de aplicación de la presión sobre el material, cuanto más tiempo se le aplique mayor será la profundidad de éste y por supuesto todo lo anterior dependerá de que tipo de material se esté trabajando, ya sea cuero natural teñido al cromo o sintético (cuerinas) y el espesor de éstas, si es cuero natural el tiempo de la aplicación de la presión será mayor que si es cuerina o material sintético.

4.5 Pruebas, ensayos preliminares y ajustes

Calibrando la máquina estampadora con la temperatura que se requiere de quemado y el tiempo de presión sobre el material para determinar la profundidad y calidad del estampado, se obtiene que la máquina estampadora respondía en 5 segundos para estampar y quemar pero le tuvimos que agregar ya en la práctica otros 5 segundos. Este es el tiempo que el operario tiene para colocar y quitar la pieza a estampar.

4.6 Tabla de resultados y aplicaciones estadísticas

En cuanto a tablas se obtuvieron los mismos resultados los mostrados en las tablas IX y X y no tiene caso reescribirlas pero sí se presentan los diagramas de dichos resultados.

Fig.31 Diagrama de quemado del cuero

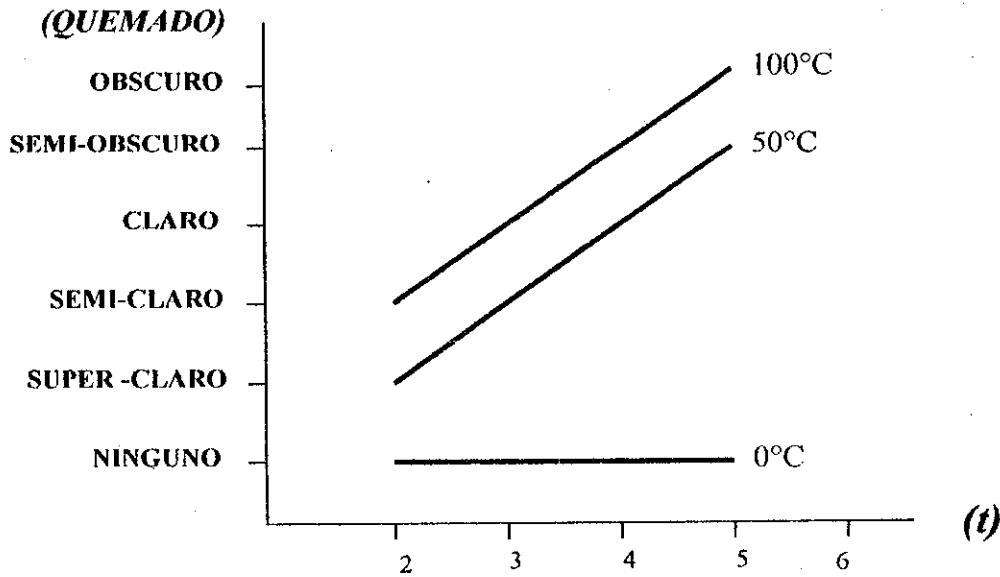
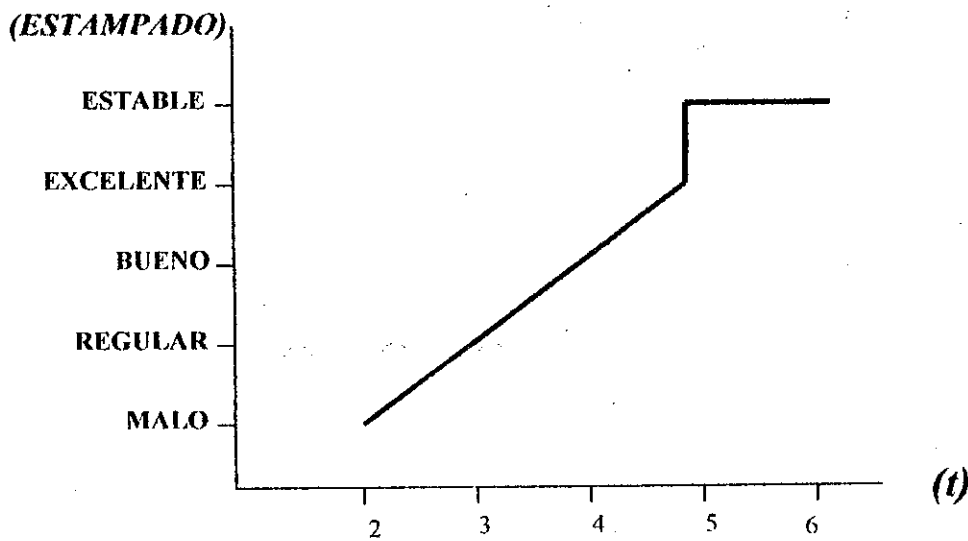


Fig.32 Diagrama de estampado del cuero



4.7 Evaluación de resultados

Se puede interpretar claramente que la temperatura mayor que 0°C es directamente proporcional al tiempo de prensado o estampado del material, a una temperatura mayor que cero grados, y conforme se le de mayor tiempo de presión mayor será el color del quemado hasta llegar a un limite, por supuesto.

Respecto al estampado, independientemente de la temperatura será mejor cuánto mayor sea el tiempo de aplicación de la presión; es decir la profundidad de la huella será más profunda, pero llegará a ser siempre la misma o se estabilizará a partir de 6 segundos en adelante.

CONCLUSIONES

1. Se obtiene una gran ayuda al construir una máquina estampadora de cuero como la diseñada ya que se logra mejorar el tiempo de trabajo del operario por ende se agiliza el trabajo de producción de las piezas a estampar.
2. Se logra el estampado requerido por el cliente, variando la temperatura y el tiempo de aplicación de la presión sobre la pieza a estampar.
3. El diseño de una máquina, que funcione con el uso de la fuerza neumática y electromecánica ayuda en gran manera en los problemas de las condiciones de adaptación recíproca del hombre y la máquina que suscitan en los seres humanos y en este diseño de la máquina estampadora de cuero se tomó muy en cuenta para su realización.
4. La documentación respecto a este tipo de equipo es muy difícil de obtener pero con la ayuda de las personas que trabajan en estas actividades se pudo recabar valiosa información que sirvió para la realización de la máquina requerida.
5. Son necesarios en el proceso de fabricación de esta máquina varios principios fundamentales aplicados y conocidos por el ingeniero.

6. Este diseño se realizó pensando también en la seguridad del operario, por tal razón se le impusieron dos interruptores tipo hongo en serie, en el momento de activar la máquina el operario deberá tener ocupadas las dos manos pulsando los interruptores mencionados. Por ningún motivo se deberá anular ninguno de estos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de estampado para obtener los resultados (color del estampado y profundidad) deseados antes de empezar a estampar todo el material a trabajar. Se sugiere que se realicen tablas más extensas de pruebas y colocarlas cerca de la máquina para que el operario se guíe por medio de ésta y no pierda tiempo al estar realizando cada vez que estampará pruebas que conllevarían pérdida de tiempo.
2. Antes de estampar se debe humedecer ligeramente el cuero natural no el sintético, para obtener mejores resultados en el estampado.
3. La plancha con la reproducción fiel del estampado deberá ser de aluminio o cobre, trabajadas con galvanoplastia y que no excedan el tamaño de 3" (7.63 cm) x 1.97" (5 cm) ya que ese es el tamaño de la pieza No. 10 Fig.15 que es la que sostiene la plancha y es donde va insertada la resistencia eléctrica.
4. Las planchas estampadoras se pegan con cemento de contacto debajo de la pieza No.10 Fig.15.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hamilton-Head Ian, **Trabajo del cuero.** (2ª edición. Barcelona España: Ediciones CEAC, Marzo 1983), p.p.17-19,78, 80-81,106.
2. Aarón Deutschman, **Diseño de máquinas, teoría y práctica.** (2ª edición. México: Editorial CECSA, 1987), p.p. 25, 468-470, 849.
3. Marks, **Manual del ingeniero mecánico.** (Vol. I y II. 2ª edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 1988).
4. Gierck Kurt, **Manual de fórmulas técnicas.** (18ª edición. México: Representaciones y servicios de ingeniería, 1981), p.p A3, A5, P10, Z6, Z18.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE MÁQUINA ESTAMPADORA EN CUERO.

CASO: IMAGINACIONES LUNA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS ARTURO SAMAYOA MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,999

Guatemala, 31 de Mayo de 1,999.

Honorable Junta Directiva
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala, Ciudad.

Señores miembros:

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

DISEÑO DE MÁQUINA ESTAMPADORA EN CUERO: CASO
IMAGINACIONES LUNA,

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Carrera de Ingeniería Mecánica previo a optar al título de Ingeniero Mecánico, en el grado de licenciatura.

En espera de resolución favorable, me suscribo de ustedes.

Atentamente:


Luis Arturo Samayoa Morales

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL 1o.	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL 2o.	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL 3o.	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL 4o.	BR. OSCAR STUARDO CHINCHILLA GUZMÁN
VOCAL 5o.	BR. MAURICIO ALBERTO GRAJEDA MARISCAL
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE LLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
EXAMINADOR	ING. JORGE SIGUERE ROCKSTROH
EXAMINADOR	ING. ALVARO ANTONIO AVILA PINZON
EXAMINADOR	ING. HERMINIO ARGUETA MORALES
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LOPEZ

Guatemala, 31 de Mayo de 1,999.

Ingeniero
Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería, USAC.
Presente.

Señor Director:

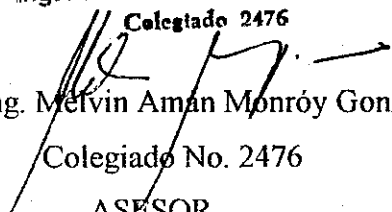
El suscrito, asesor del trabajo de tesis, titulado DISEÑO DE MÁQUINA ESTAMPADORA EN CUERO. CASO: IMAGINACIONES LUNA; tema asignado al estudiante universitario Luis Arturo Samayoa Morales, por la dirección de la Carrera de Ingeniería Mecánica, tiene el honor de informarle que, después de haber estudiado y revisado dicho trabajo, manifiesto su aprobación.

Agradeciendo su atención, lo saluda,

Atentamente:

Ingeniería, Maquinaria y Equipo
Ing. Melvin A. Monroy González

Colegiado 2476


Ing. Melvin Aman Monroy González

Colegiado No. 2476

ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Area de Diseño de la Escuela de Ingenieria Mecánica, luego de conocer la aprobación del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado, Diseño de Máquina Estampadora en Cuero. Caso: Imaginaciones Luna, del estudiante Luis Arturo Samayoa Morales, recomienda su autorización.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Pedro E. Kubes

Ing. Pedro Enrique Kubes

Coordinador de Area

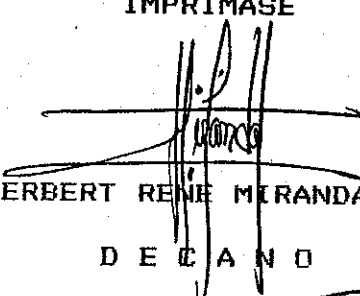
Guatemala, julio de 1,999.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, al trabajo de tesis titulado Diseño de Máquina Estampadora en Cuero. Caso: Imaginaciones Luna, presentado por el estudiante universitario Luis Arturo Samayoa Morales, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE


ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
D E C A N O

Guatemala, noviembre de 1,999

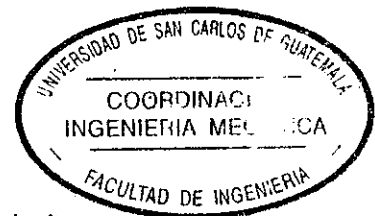




FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del área Diseño, al trabajo de tesis, Diseño de Máquina Estampadora en Cuero. Caso: Imaginaciones Luna, del estudiante Luis Arturo Samayoa Morales, procede a la autorización del mismo.

EDUCACIÓN Y ENSEÑANZA PARA TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR

Guatemala, noviembre de 1,999.

DEDICATORIA

A: DIOS POR ILUMINARME, GUARDARME,
PROTEJIDO Y DADO LA VICTORIA AL
CULMINAR EL PRESENTE TRABAJO.

MI PADRE JULIO EFRAÍN SAMAYOA E. (Q.E.P.D)

MI MADRE FRANCISCA JUSTINA MORALES M.

MI ESPOSA CÖRINA YANETH TEO DE SAMAYOA

MIS HIJOS LUIS EFRAÍN, JAMIE SARAÍ, SAIRA
FRANCESCA

MIS HERMANOS JOSÉ ARNULFO, INGRID SUZETTE

MI ASESOR ING. MELVIN AMÁN MONROY G.

MIS AMIGOS BR. INDUST. MARCO TULIO SOLIS S.
LUIS EDUARDO ALVARADO A.
ING. ELLIOTH VINICIO SANTIAGO.

MI PATRIA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

AGRADECIMIENTOS

DESEO DEJAR ESCRITO MI MÁS SINCERO AGRADECIMIENTO POR SU GRAN AYUDA Y COLABORACIÓN PARA LOGRAR LLEGAR A LA CULMINACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

- A MI ASESOR, POR SUS ACERTADAS Y SABIAS CORRECCIONES.

- A LOS SEÑORES PROPIETARIOS DE LA EMPRESA IMAGINACIONES LUNA, POR SU GRAN COLABORACIÓN Y FACILITACIÓN DE INFORMACIÓN PARA AGILIZAR LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE TESIS, EN ESPECIAL AL ING. NOEL PRADO Y AL SR. GUSTAVO LUNA.

- A EL BR. INDUST. MARCO TULIO SOLIS S. POR SU GRAN COLABORACIÓN Y AYUDA TÉCNICA QUE ENRIQUECIÓ, EN GRAN MANERA, EL CONTENIDO DEL PRESENTE TRABAJO.

- A EL ING. ELLIOTH VINICIO SANTIAGO POR SU GRAN AYUDA Y APOYO.

- A LAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON PARA LA REALIZACIÓN DE ÉSTE TRABAJO.

TESIS QUE DEDICO

ESPECIALMENTE A LA PERSONA QUE CON SUS ESFUERZOS Y SACRIFICIOS VE TERMINADA LA META QUE SE PROPUSO PARA SACARME ADELANTE PARA QUE LLEGARA A SER UN PROFESIONAL: MI QUERIDA MADRE: FRANCISCA JUSTINA MORALES MONTEPEQUE.

A MI PATRIA: GUATEMALA

A LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DONDE ME INICIÉ

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
INDICE DE SÍMBOLOS.....	VIII
GLOSARIO.....	XII
NOMECLATURA.....	XIV
OBJETIVOS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1- DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ESTAMPADO EN EL CUERO.....	1
1.1- Materiales: tipos y características (sintéticos y natu- rales).....	1
1.1.1- Cuero.....	1
1.1.2- Composición química.....	1
1.1.3- Cuero de buey.....	2
1.1.4- Cuero de toro.....	2
1.1.5- Cuero de vaca.....	3
1.1.6- Cuero de ternera.....	3
1.1.7- Cuero de oveja.....	3
1.1.8- Cuero de ternera lechal.....	4
1.1.9- Cuero de becerro.....	4
1.1.10- Cuero de novillo.....	4
1.2- Regulación de temperatura (aplicación).....	4
1.3- Medición de presión y fuerza del estampado.....	5

1.3.1-	Resistencia a la tracción.....	5
1.3.2-	Medición.....	6
1.3.3-	Grabado.....	6
1.4-	Tiempo de aplicación del grabado.....	7
1.5-	Tipo de material y del grabado.....	8
1.6-	Principios de neumática.....	8
1.6.1-	Concepto de neumática.....	10
1.6.2-	Fuerza.....	10
1.6.3-	Trabajo.....	12
1.6.4-	Potencia.....	12
1.6.5-	Palanca mecánica.....	13
1.7-	Transmisión de calor.....	14
1.7.1-	Por convección.....	15
1.7.2-	Por medio de radiación.....	15
1.7.3-	Por conductividad.....	15
1.7.3.1-	Conductividad a través de las paredes planas.....	17
2-	DISEÑO.....	18
2.1-	Limitantes para el diseño.....	18
2.1.1-	Ventajas y desventajas del hierro fundido....	18
2.2-	Cálculos para la presentación del diseño propuesto....	19
2.2.1-	Diseño de la estructura.....	19
2.2.2-	Dimensiones y fuerzas actuantes.....	20
2.2.2.1-	Cálculos que influyen en el diseño de la pieza que soporta al cilindro neumático.....	37

2.2.2.1.1-	Análisis de fuerzas y selección de material.....	37
2.2.2.1.2-	Selección de tornillos.....	39
2.2.2.2-	Cálculos que influyen en el diseño de la pieza que soporta la mesa de trabajo.....	44
2.2.3-	Determinación del tipo de resistencia eléctrica.....	48
2.3-	Listado de materiales y de piezas.....	50
2.3.1-	Piezas metálicas.....	50
2.3.2-	Elementos del sistema neumático.....	51
2.3.3-	Elementos del sistema eléctrico.....	51
2.4-	Desglose de piezas.....	52
3-	DIBUJOS DE LOS PLANOS RELATIVOS A LA MÁQUINA ESTAMPADORA EN CUERO.....	62
3.1-	Dibujos de los respectivos planos.....	62
3.1.1-	Neumático.....	62
3.1.2-	Mecánico.....	64
3.1.3-	Eléctrico.....	65
4-	PRUEBAS EN APLICACIONES	67
4.1-	Construcción del modelo propuesto.....	67
4.2-	Pruebas de temperatura y tiempo.....	68
4.3-	Pruebas de presión.....	69
4.4-	Relación de presión, temperatura, tiempo y material....	70

4.5- Pruebas, ensayos preliminares y ajustes.....	70
4.6- Tabla de resultados y aplicaciones estadísticas.....	71
4.7- Evaluación de resultados.....	72
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1	Palanca del primer género.....	14
2	Conductividad del calor a través de una pared plana.....	16
3	Dimensiones generales de la máquina estampadora.....	21
4	Diagrama de fuerzas en el sistema de palanca.....	23
5	Diagrama de momento y de corte para la palanca transmisora de fuerza.....	28
6	Momento de inercia y módulo de sección para perfil rectangular.....	29
7	Pieza de hierro fundido.....	33
8	Enumeración de las partes de la estampadora de cuero...	36
9	Forma de la pieza que soporta el cilindro neumático.....	37
10	Dimensiones de la pieza que sirve para soportar el cilindro neumático.....	44
11	Dibujo a escala de la palanca.....	52
12	Dibujo a escala del cilindro neumático.....	52
13	Dibujo a escala de la pieza que va en el extremo superior del cilindro neumático.....	53
14	Dibujo a escala de la pieza que va en el extremo inferior del cilindro neumático.....	53
15	Dibujo a escala de la base que sujeta al cilindro neumático con la palanca apoyada a la base.....	54
16	Dibujo a escala de la palanca que sostiene el cilindro neumático con toda la estructura de la máquina.....	54
17	Dibujo a escala de la base y el tubo que soporta toda la estructura de la máquina.....	55

18	Dibujo a escala de la base que soporta la estructura principal de hierro fundido junto con el tubo base.....	56
19	Dibujo a escala de la pieza de bronce que soporta la placa estampadora y la resistencia eléctrica.....	56
20	Dibujo a escala de la estructura de hierro fundido.....	57
20a	Dimensiones de la estructura de hierro fundido.	58
20b	Tapaderas que cubren la guía dentro de la estructura de hierro fundido.....	59
21	Dibujo a escala de la pieza que funciona como mesa de trabajo.....	60
22	Dibujo a escala de la pieza que soporta la mesa de trabajo.....	60
23	Dibujos a escala de la guía que traslada la fuerza de presión sobre la mesa de trabajo, con sus respectivos pasadores y guías.....	61
24	Circuito neumático de la estampadora con la válvula de control en la posición de levantar el brazo ó posición de reposo.....	62
25	Circuito neumático de la estampadora con la válvula de control en la posición de bajar el brazo ó posición de trabajo.....	63
26	Dibujo del plano de la estampadora de cuero.....	64
27	Circuito eléctrico, cilindro neumático retraído con micro-interruptor oprimido, interruptores tipo hongo abiertos e interruptor general abierto.....	65
28	Circuito eléctrico, cilindro neumático retraído con micro-interruptor oprimido, interruptores tipo hongo abiertos, interruptor general cerrado, luz amarilla activada, termostato y resistencia eléctrica activados.	65

29	Circuito eléctrico, cilindro neumático extendido con micro-interruptor sin oprimir, interruptores tipo hongo cerrados, interruptor general cerrado, luz roja activada, termostato y resistencia eléctrica activados.....	66
30	Dibujo de la estampadora de cuero tal como quedo armada.....	67
31	Diagrama de quemado del cuero.....	71
32	Diagrama de estampado del cuero.....	71

TABLAS

I	Desglose de reacciones y fuerzas.....	26
II	Esfuerzos permisibles.....	31
III	Variación del esfuerzo para diferentes tipos de cargas.....	32
IV	Grados y marcas requeridas por especificaciones SAE y GM para tornillos.....	42
V	Dimensiones y torques según el grado SAE.....	43
VI	Lista de piezas metálicas.....	50
VII	Lista de elementos del sistema neumático.....	51
VIII	Lista de elementos del sistema eléctrico.....	51
IX	Pruebas de temperatura y tiempo en cuero natural....	68
X	Pruebas de tiempo en cuero sintético.....	69

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

A	Área (Plg ² , cm ²).
Amp.	Amperaje.
b	Base de una determinada figura geométrica, ancho donde actúa el cortante (Plg, cm)
C	Fuerza total, aplicada en el punto C.
Ch	Fuerza de reacción horizontal, aplicada en el punto C.
Cv	Fuerza de reacción vertical, aplicada en el punto C.
c	Distancia del eje neutro (E.N.) a la fibra más alejada o extrema (Plg, pies, cm, m)
Cos	Coseno del ángulo.
cm.	Centímetro.
°C	Temperatura en grados centígrados.
D, d, Ø	Diámetro de un círculo.
°F	Temperatura en grados Fahrenheit.
H, h	Altura (Plg, cm)
hp	Siglas en ingles que representa potencia en caballos.
I	Momento de inercia de un área de una sección transversal (Plg ⁴ , pie ⁴ , cm ⁴ , m ⁴)
kg	Kilogramo.
Lb.	Libra.

M	Momento.
m.	Metro.
K	Fuerza total, aplicada en el punto K.
K_h	Fuerza de reacción horizontal, aplicada en el punto K.
K_v	Fuerza de reacción vertical, aplicada en el punto K.
min.	Minuto.
mm.	Milímetro.
N	Newton.
N-m	Newton-metro.
P	Fuerza; carga concentrada.
Pa	Pascal.
Plg.	Pulgada:
psi.	Libras por pulgada (Lb/plg ²).
Q	Momento estático (Plg ³ , pie ³ , cm ³ , m ³)
R	Radio; fuerza total aplicada en el punto R.
R_h	Fuerza de reacción horizontal, aplicada en el punto R.
R_v	Fuerza de reacción vertical, aplicada en el punto R.
S	Módulo de sección (Plg ³ , pie ³ , cm ³ , m ³)
Seg	Segundo.
SAE	Asociación de Ingenieros Automotrices.
Sen	Seno del ángulo.

SPDT	Dispositivo que posee un polo, doble tiro (single pole double throw); este dispositivo de control tiene un solo contacto movable, que se mueve entre dos puntos de contacto, cerrando un circuito o abriendo otro.
SPST	Dispositivo de un polo, un tiro (single pole single throw); este dispositivo de control tiene un solo juego de contactos y abre o cierra esos contactos únicamente en respuesta a los cambios de temperatura o presión.
UNC	Rosca nacional unificada ordinaria.
V	Volumen.
Volt.	Voltios.
v	Fuerza cortante.
W	Peso o carga total.
Watt	Unidad de potencia en el sistema internacional; es la potencia que da lugar a una producción de energía igual a 1 Joule por segundo.
\bar{Y}	Distancia del eje neutro de la viga al centroide del área en estudio (Plg, cm)
π	Relación entre la circunferencia y el diámetro (3.1416)
\leq	Menor o igual que.
Σ	Sumatoria.
%	Porcentaje.
τ_v	Esfuerzo cortante por flexión (Lb/Plg ² , Lb/pic ² , Kg/cm ² , Kg/m ²)
σ	Esfuerzo.

σ_{adm}	Esfuerzo admisible, esfuerzo permisible.
↑	Dirección positiva de una sumatoria de fuerzas.
↓	Dirección negativa de una sumatoria de fuerzas.
↺	Sentido positivo de una sumatoria de momentos.

SUBÍNDICE:

f	Flexionante.
h	Horizontal.
máx	Máximo.
mín	Mínimo.
Perm	Permisible.
t	Tangencial
v	Vertical.
yp	Cedencia.

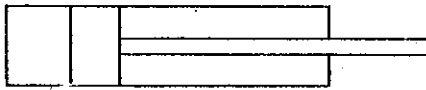
GLOSARIO

Actuador	Pistón neumático o cilindro neumático.
Bastidor	Miembro estructural principal de una máquina.
Conector	Acoplamiento o unión de tubería y accesorios de un sistema neumático.
Electrodo	Material de aporte en la soldadura de arco eléctrico.
Esfuerzo	Fuerza por unidad de área, a menudo pensada como la fuerza que actúa en una pequeña área dentro de un plano.
Esfuerzo de cedencia	Esfuerzo constante nominal que causará cierta cantidad de cedencia en un tiempo dado a temperatura constante.
Esfuerzo de corte	Esfuerzo requerido para producir fractura en el plano de sección transversal, cuyas condiciones de carga son tales que las direcciones de fuerza y de resistencia se suman paralelas y opuestas, aunque sus trayectorias no son paralelas una cantidad mínima específica.
Esfuerzo flexionante	Esfuerzo que se produce debido a un momento flexionante.
Factor de seguridad	Factor que se toma en cuenta en el diseño, debido a las incertidumbres.
Flexión	Desviación o movimiento alejándose de la posición normal.
Fuerza cortante	Fuerza que provoca esfuerzo de corte en una viga.
Luz piloto	Indicador lumínico el cual indica que se está realizando determinada función o labor.

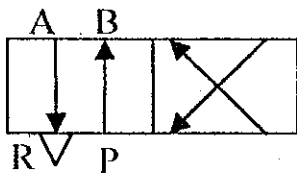
Magnitud física	La magnitud de un cuerpo es aquella propiedad, proceso o estado que pueda medirse.
Manómetro	Instrumento de medición de presión.
Momento flector	Par, creado por una fuerza que se aplica sobre una estructura, que obliga a ésta a deformarse.
psi.	Siglas en ingles de la unidad de presión manométrica que significa libras por pulgada cuadrada.
Resistencia eléctrica	Dificultad que opone un conductor al paso de la corriente; cuando la resistencia depende de una temperatura se llama resistencia específica.
SAE	Siglas de la Asociación de Ingenieros Automotrices.
Solenoides	Alambre arrollado en forma de hélice que recorrido por una corriente eléctrica se comporta como un imán.
Interruptor	Dispositivo destinado a interrumpir el paso de una corriente eléctrica.
Termostato	Dispositivo que permite, por automación, obtener una temperatura constante.
Termómetro	Dispositivo que sirve para medir la temperatura.
Fluido	En este caso en particular, llamaremos fluido al aire comprimido.
Torque	Par generado por una fuerza. Momento.
Vástago	Eje central de un pistón o actuador neumático.
Ventaja mecánica	Relación entre el peso resistente y la fuerza que actúa. La distancia a la que la fuerza se ejerce dividida por la distancia a la que el peso se levanta.

NOMENCLATURA

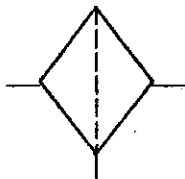
Neumática



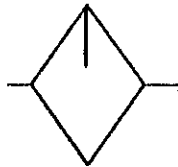
Cilindro neumático de doble efecto



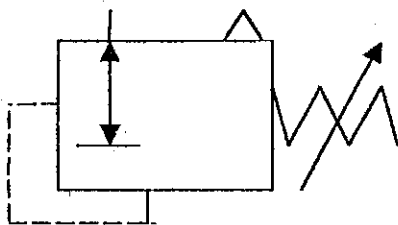
Válvula distribuidora 4/2, accionada por pedal eléctrico



Filtro



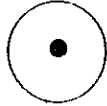
Lubricador



Válvula reguladora de presión con monorreductor



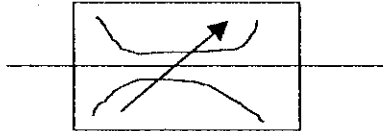
Manómetro



Alimentador de aire comprimido



Línea o conducto de trabajo



Válvula de estrangulación regulable

-Las conexiones se señalan con letras mayúsculas, y son:

- Conductos de trabajo y de alimentación hacia el cilindro: A, B.
- Alimentación de aire comprimido: P.
- Escape: R.

NOTA: Símbolos según norma ISO 1219

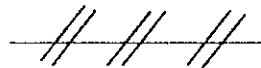
Eléctrica



Enlace mecánico o alimentación de instrumentos



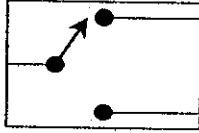
Señal eléctrica



Señal neumática



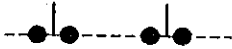
Resistencia eléctrica



Micro-Switch abriendo un circuito y cerrando otro a la vez



Switch (interruptor) tipo hongo abierto



Switch (interruptor) tipo hongo cerrado



Switch (interruptor) abierto



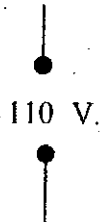
Switch (interruptor) cerrado



Luz piloto desactivada



Luz piloto activada



Voltaje aplicado en el enchufe

OBJETIVOS

GENERALES

Diseñar, calcular, dibujar y evaluar una máquina estampadora en cuero, que logre la calidad y rapidez especificadas, utilizando la fuerza neumática.

ESPECÍFICOS

Determinar las variables que afectan la calidad del estampado en cueros y sus rangos específicos.

Diseñar una máquina óptima que cumpla con los requerimientos definitivos para la calidad del estampado en cuero.

Dibujar los planos, neumático, eléctrico y mecánico para el diseño propuesto.

Evaluar en la práctica el funcionamiento del prototipo armado, combinando las variables (teóricas) que se hayan determinado.

INTRODUCCIÓN

Como ciencia aplicada, la ingeniería usa el conocimiento científico para lograr un objetivo específico mediante el cual una necesidad es convertida en un plano funcional y significativo llamado diseño. En otras palabras, diseño es la formulación de un plan, esquema o método para trasladar una necesidad a un dispositivo que funcionando satisfactoriamente cubra la necesidad original. De hecho, prácticamente, todas las funciones técnicas dependen del diseño para el funcionamiento satisfactorio.

El objetivo de la ingeniería es proporcionarle a la sociedad lo que la civilización moderna requiere. Por tanto, la ingeniería se transforma en el eslabón que une y convierte los regalos naturales necesarios para el ser humano.

El presente trabajo de tesis trata, como su nombre lo indica, del diseño y cálculo, parte por parte, de todos y cada uno de los componentes de un tipo de estampadora para cuero. Este proyecto involucra los principios fundamentales y conceptos de neumática, mecánica analítica, resistencia de materiales, diseño de máquinas, mecanismos, metalurgia y dibujo técnico mecánico. El estudiante debe comprender que todas las disciplinas ingenieriles conducen al diseño.

Un estampador en cuero es un mecanismo que llena ciertas condiciones de espacio, forma y resistencia, sujeto a las diversas sollicitaciones mecánicas, para realizar la función de transmitir movimiento y fuerza comprimidora sobre determinado molde metálico o matriz, el cual posee determinada estampa, figura, logotipo, dibujo,

etc., con la finalidad de formar un relieve en una superficie determinada; en este caso, el cuero de ganado vacuno y cuero sintético.

La adquisición de la información sobre estas máquinas utilizando la fuerza neumática es un poco difícil en nuestro medio, lo que dificultó en parte la realización del presente trabajo. Pero con el objeto de ayudar a la pequeña industria que se dedica a la fabricación de piezas en cuero como lo son las billeteras, cinchos y artículos con la finalidad de promocionar alguna casa comercial o simplemente para adornar dichos artículos se realizó el presente trabajo de tesis.

1. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ESTAMPADO EN CUERO

1.1 Materiales: tipos y características (sintéticos y naturales)

1.1.1 Cuero

Se llama cuero a la piel de los animales transformada en una sustancia inalterable, que no puede entrar en putrefacción.

El cuero, según el empleo a que se destine, puede ser más o menos impermeable, mórbido o duro, rígido o flexible.

Los medios para la transformación de la piel en cuero son numerosos y variables.

1.1.2 Composición química

La piel se compone de cerca de 50% de carbono, 25% de oxígeno, 7% de hidrógeno y una proporción casi constante (17.8%) de ÁZOE (nitrógeno). Además, se encuentra en la piel trazas de sales, sustancias minerales, proteínas y grasas.

El cuero se curte por diferentes procedimientos según las aplicaciones a las que esté destinado. El curtido al Tanino presenta un acabado resistente que lo hace adecuado para zapatos, artículos de viaje, etc. El cuero al curtido vegetal tiene una consistencia más flexible y natural, por lo que es el más empleado por los artesanos manuales. Por último, el curtido o semicurtido al cromo, de aspecto y

consistencia similares a los del anterior aunque con más cuerpo, se emplea principalmente para empeines de zapatos y en la confección de prendas.

Casi todos los tipos de cueros se venden por centímetros cuadrados (cm²), con excepción del que se utiliza para suela de calzado, que suele comprarse al peso. El grosor se mide en milímetros. Lo más económico es adquirir la piel entera en lugar de piezas seleccionadas, aunque en tal caso le conviene saber que pueden encontrarse con problemas tales como que la espalda tenga el poro más abierto que la cadera o que la falda sea en exceso fibrosa y blanda, aunque el lomo resulte casi perfecto en términos guarnicioneros; "casi" porque el cuero, al ser material natural, siempre tiene alguna pequeña mancha o imperfección, cuando no, incluso orificios.

1.1.3 Cuero de buey

Se obtiene de un macho castrado adulto y se destina especialmente a la suela y guarnicionaría (cinchas).

1.1.4 Cuero de toro

Son pieles de machos aptos para la reproducción. Son esponjosas y de espesor irregular, más delgadas en los flancos y más gruesas en la testa, como la de buey. Se destina especialmente para suela pesada y cuero para usos técnicos.

1.1.5 Cuero de vaca

Es más pequeña y delicada que la de toro y buey. Es de color natural, aunque también adquiere pretintado. Piel delgada y más blanda. La piel de vaca joven proporciona un cuero más uniforme de espesor y fortaleza. Las vacas que han parido dan cueros más vacíos,

flojos y espesor irregular. Las pieles de vacas adultas pesadas sirven para suela, monturas, suela al cromo, guarniciones, palas y empeine del calzado.

La vaca de espesor desigual se aprovecha para guarnición de gruperas y cinchos. La falda se emplea para soleta y palas, al cromo o semicromo. Su espesor suele ser de 2 a 8 mm. Y sus dimensiones de unos 280 dm². El lómo y la cadera son sus mejores partes, si bien la pieza puede utilizarse para casi todos los proyectos que incluyen grabado, labrado o repujado. El de mejor calidad es el curtido con productos vegetales, aunque sirven también los curtidos o semicurtidos al cromo. No obstante, éste último resulta muy fibroso.

1.1.6 Cuero de ternera

Es excelente para trabajos de grabado, labrado y repujado. Las piezas más delgadas son además muy adecuadas para confeccionar bonitas prendas de vestir. Su grosor oscila entre unos 1.5 a 5 mm. Y sus dimensiones entre unos 65 y 140 dm².

1.1.7 Cuero de oveja

No es, ni por asomo, de tan buena calidad como los de vaca y ternera y yo no aconsejo emplearlo para trabajos de grabado, labrado o repujado. Sí sirve, no obstante, para confeccionar bonitos cinturones, bolsos o gorros lisos. Se vende en diferentes colores además del natural. Por lo general suele tener alrededor de 11.5 mm. de grosor y de 55 a 130 dm². de superficie.

1.1.8 Cuero de ternera lechal

Cuero de un animal de hasta de un año de edad. Tiene la piel de fibras sutiles y una flor suave. Producen un cuero flexible, elástico y blando.

1.1.9 Cuero de becerro

Cuero de animal destetado por completo. Piel de calidad intermedia.

1.1.10 Cuero de novillo

Piel de tejido fibroso y ordinario. Si están cebados tienen muchas veces arrugas en el cuello y necesitan acuchillarse.

Las pieles de los novillos y los becerros son las más apreciadas. Pesan de 4 a 7 Kg., aproximadamente.

1.2 Regulación de temperatura (aplicación)

Antes de estampar se humedece ligeramente el cuero. La impresión de los curtidos vegetales se obtiene a 50 °C, pero también en frío. Para el cromo y pieles grasas se necesita elevar más la temperatura. La estampación del cromo no es tan duradera como la del curtido vegetal y del curtido al magnesio. Dependiendo del color de la quemadura que se desee en el estampado, así, será el grado de temperatura que se le aplique, por tal razón el diseño de la estampadora deberá poseer un termostato y un termómetro para controlar ésta.

1.3 Medición de presión y fuerza del estampado

1.3.1 Resistencia a la tracción

La determinación de la resistencia por el dinamómetro es de importancia para los cueros de empleo técnico, correas de transmisión, correajes de guarnicionaría y cueros para usos militares, etc.

Para esta experiencia se emplea un dinamómetro con el que se puede determinar no solo la máxima resistencia a la rotura, sino también el alargamiento máximo. La muestra se debe tomar de un punto determinado de la piel y los resultados se indican en Kg. por cm^2 . de la sección.

La mayor resistencia a la tracción la poseen los cueros curtidos con grasa y alumbre, y más las badanas. En cueros curtidos con grasa y alumbre se le ha comprobado una resistencia a la tracción de 835 Kg por cm^2 ., con alargamiento del 38.2%.

El cuero al cromo normal tiene una resistencia a la tracción de 740 Kg por cm^2 ., con alargamiento de 32.5%. Un cuero al cromo excesivamente curtido pierde casi 2/3 de la resistencia a la tracción. El curtido vegetal con el sistema antiguo tiene una resistencia a la tracción de 283 Kg/ cm^2 ., con alargamiento del 25%. El cuero de curtición extrarápida resiste los 298 Kg/ cm^2 . con 21.4% de alargamiento. En otras numerosas experiencias, el cuero vegetal no superó los 382Kg/ Cm^2 ., las chapas (hendidos) no han dado más que una cuarta parte de la resistencia de las pieles no hendidas.

1.3.2 Medición

Los cueros se venden al peso o por superficie. Por lo general se venden al peso todas las pieles que conservan su espesor de origen, como son la suela y cueros de correa y guarnicionero, de adorno, cueros técnicos y piezas pesadas.

El espesor de las pieles se puede medir con instrumento sencillo o galga (gauce), que indica el espesor en mm. o Plg. Más exacta es la medición con el micrómetro, que permite apreciar hasta 1/10 mm. de precisión.

Se emplea también el micrómetro de tornillo.

1.3.3 Grabado

Es la técnica consistente en crear impresiones en la superficie del cuero con diferentes objetos. Entre estos existen muchas herramientas que pueden encontrarse en comercios dedicados a la venta de productos para guarnicioneros y en tiendas de bricolaje. Los dibujos de estas herramientas son: herraduras, estrellas, siluetas de caballos y muchos otros. Otra posibilidad es emplear estampillas o troqueles con diferentes diseños, que se acoplan a una pequeña prensa que comprime el cuero con una presión mínima de 1,700 lb. (772.73 Kg.)(obtenida empíricamente) como mínimo.

El trabajo de grabado se efectúa siempre antes de teñir o armar el artículo. Por ejemplo, al decorar la solapa de un bolso. Se corta todas las piezas de éste, fileteando y rematando sus bordes y se procede a efectuar el grabado colocando la pieza correspondiente sobre la mesa de trabajo de la estampadora con la carnaza hacia abajo. Se humedece ligeramente el cuero con agua fría, y se coloca el troquel en

posición vertical sobre el emplazamiento elegido y se acciona la estampadora. Cuando levante la herramienta se verá que ésta ha dejado sobre la piel una impresión nítida. Acto seguido es el armado de la pieza.

El grabado, y también el labrado han de hacerse solamente sobre cuero de curtido vegetal o al tanino cuyo espesor no sea menor de 2 mm; si se intenta grabar pieles más finas se corre el riesgo de calarlas.

1.4 Tiempo de aplicación del grabado

La elección del tipo de adorno que conviene a un determinado artículo debe hacerla el propio cliente, aunque siempre conviene saber que una decoración delicada y poco ostentosa suele dar mejores resultados que un acabado complejo y abigarrado. El cuero es un material sumamente versátil que admite ser señalado con muy diversos tipos de impresión. Puede también darse de sí, doblarse y coserse para confeccionar con él gran cantidad de artículos, incluso muy complejos.

El tiempo de aplicación del grabado depende de dos factores:

De la profundidad y relieve del dibujo que se desee imprimir en el cuero (el cuál puede ser de 0.030 Plg. (0.75 mm.) ó 0.020 Plg. (0.5 mm.).

Del color que se desee en el quemado del cuero o cuerina.

Por lo regular, el tiempo oscila entre 2 a 8 segundos y el calor aplicado varía entre 0 °C a 200 °C para cueros naturales y 0 °C a 50 °C para cuerinas.

1.5 Tipo de material y del grabado

Se emplean rulos de cobre o aluminio, impresos por galvanoplastia o bien planchas con la reproducción fiel de algún dibujo sobre la piel, para imitar la flor de piel de foca, lagartos, serpientes o bien el cuero búlgaro, etc. Las máquinas son prensas que proporcionan determinada presión sobre los cueros y las matrices con los dibujos que se deseen imprimir en dichos cueros; pero es un proceso tardado, ya que para realizar una estampación se llevan aproximadamente un minuto, debido a esto, se decidió hacer una estampadora accionada con aire comprimido porque se cuenta con el equipo y es oportunidad de aprovecharlo.

La galvanoplastia, en el sentido estricto de la palabra, tiene por objeto la reproducción, en metal y por moldes, de los modelos creados por el artista y de los tipos o formas tomados de la naturaleza, cualquiera que ellos sean. El dibujo lineal o esfuminado se somete al molde. La luz transforma la línea y la sombra les comunica el relieve necesario.

1.6 Principios de neumática

Para la persona que diseña equipo neumático, es indispensable tener el conocimiento suficiente de las leyes que rigen a la neumática.

La floreciente aplicación de la neumática en la última década ha sido la causa de que los sistemas se hagan cada vez más complicados aunque estén contruidos siguiendo las mismas leyes. Aprendiendo el principio básico de funcionamiento de cada componente neumático y sus funciones con relación a los demás, el como analizar el porcentaje de desgaste de un componente mediante el uso de instrumentos de prueba y la forma de diagnosticar problemas para determinar la causa

de la falla de los sistemas, se podrá mantener el equipo al nivel de su eficiencia máxima.

Las razones principales para que la industria se haya apresurado a aceptar los sistemas neumáticos y los hidráulicos de preferencia a los mecánicos o eléctricos para transmitir fuerza, movimiento y potencia son:

1. Movilidad.
2. Sencillez.
3. Flexibilidad para colocarlos con respecto a las fuerzas de energía.
4. Amplia variedad de velocidad y fuerza.
5. Reducción del gasto de los componentes en movimiento controlando la aceleración y desaceleración.
6. Vibración limitada.
7. Costo relativamente económico; siempre no se deja de menospreciar a la mecánica y a la electricidad ya que en varias ocasiones van de la mano para la realización de un equipo o máquina.

1.6.1 Concepto de neumática

El término "Pneuma" significa "aliento" o "soplo". De "Pneuma" se derivó, entre otros, el concepto de "Neumática" para la técnica de los movimientos y procesos del aire.

En realidad, se entiende por neumática a la utilización del aire comprimido como medio de trabajo en la industria y preferentemente el accionamiento y mando de máquinas y equipos de explotación.

Considerando la velocidad, la presión, el tiempo, la temperatura, etc. como magnitudes físicas que rigen en su comportamiento al aire a presión podemos derivar de éstas las demás magnitudes físicas importantes para la neumática, como lo son la fuerza, superficie, volumen, caudal, presión, trabajo y potencia.

1.6.2 Fuerza

Todos tenemos una idea del papel de la fuerza en la vida cotidiana, sin embargo, sus efectos deben interpretarse según el concepto mecánico. Por ejemplo, cuando se usan los músculos para empujar o tirar de un objeto, se está usando fuerza. Sin embargo, la fuerza no correlaciona siempre con movimiento, por ejemplo, si actúan sobre un cuerpo dos fuerzas iguales y opuestas, no hay movimiento. Si no hay resistencia, no hay fuerza.

La fuerza de la gravitación universal es la que actúa sobre un objeto afectando su peso. Si un objeto se pesara en una báscula al nivel del mar, por ejemplo, la báscula registrará más, que si el mismo objeto se pesara en la cima de una montaña.

La fuerza es una de las tres unidades de medida estándar de la cual se derivan las otras. Las unidades de medida para la fuerza son libras (lb.) Y en unidades de medida métrica es el Newton (N).

El concepto de fuerza puede resumirse en tres leyes:

Primera ley: un cuerpo permanece en reposo, o en movimiento, permanece en movimiento uniforme con velocidad constante en línea recta, al menos que obre en él una fuerza externa desequilibrada.

Segunda ley: la aceleración producida por una fuerza desequilibrada que actúa sobre un cuerpo es proporcional a la magnitud de la fuerza neta, en la misma dirección que la fuerza y, es inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Tercera ley: siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce otra sobre el primero. Esta fuerza es de igual magnitud pero de dirección opuesta.

La presión (P) es la fuerza por unidad de área. Por ejemplo, es fácil equilibrar una barreta en una mano, pero si se trata de equilibrarla apoyando la punta en la palma de la mano, la experiencia será dolorosa, pero la diferencia es la presión. Cuando se calcula la fuerza en un área unitaria, se está calculado presión, o, en otras palabras las libras por pulgada cuadrada (lb/plg²) o newtons por metro cuadrado (pascal).

$$P = F/A$$

La medida inglesa estándar del área de una superficie (A) ese expresa en yardas cuadradas (yd²), pies cuadrados (pie²), o pulgada cuadrada (plg²). En unidades métricas estándar se expresa en metros cuadrados (m²) centímetros cuadrados (cm²) o milímetros cuadrados (mm²).

La fórmula para calcular el área de una superficie redonda es la siguiente: el área es igual al cuadrado del diámetro multiplicado por 3.1416 (π) dividido por 4, o el cuadrado del radio multiplicado por 3.1416 (π).

$$A = 3.1416 \times D^2/4 \quad A = 3.1416 \times R^2$$

1.6.3 Trabajo

El trabajo tiene un significado técnico, así también el significado común de consumir esfuerzo. Ambos significados sugieren que una fuerza se está ejerciendo sobre un objeto para producir un cambio. Pero los físicos interpretan el trabajo rigurosamente diciendo que es "fuerza actuando en una distancia", en otras palabras, fuerza que produce movimiento.

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza (F)} \times \text{distancia (D)}$$

El trabajo hecho se expresa en pies-libra (pies-lb) o pulgadas libra (plg-lb). En el sistema métrico se expresa en Joules (J):

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Newton (N)} \times 1 \text{ metro (m)}$$

1.6.4 Potencia

La potencia es el trabajo hecho en la unidad de tiempo. En unidades de medida inglesa se expresa en caballos de fuerza (hp).

Este término lo usó por primera vez James Watt cuando trató de comparar la potencia de una máquina de vapor con el trabajo que podía hacer como promedio un caballo de tiro, que era igual a 33,000 pies x lb/min. Por tanto, en mecánica, 1 hp es igual a 33,000 pies x lb/min. En unidades métricas de medida el equivalente es 745.7 vatios (w).

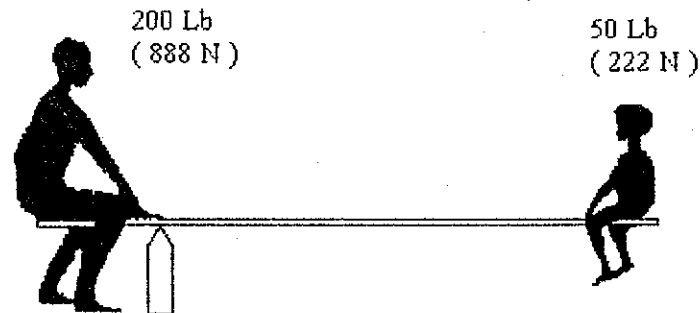
1.6.5 Palanca mecánica

Una palanca mecánica puede definirse como una barra o viga inflexible capaz de moverse alrededor de un punto fijo llamado punto de apoyo, que se utiliza para transmitir y modificar movimientos. Es uno de los instrumentos más viejos conocidos para transmitir y modificar movimiento y fuerza. Con el objeto de dirigir su fuerza aplicada al trabajo, los usos mecánicos de la palanca tienen un amplio campo.

Puede haberse usado el principio de la palanca del primer, segundo o tercer género para ejecutar trabajo, sin percatarse respecto a la magnitud de la fuerza necesaria para completar el trabajo. En los sistemas neumáticos, sin embargo, y algunas otras aplicaciones, la fuerza máxima y la cantidad máxima de trabajo ejecutado son factores fijos. Por tanto, la palanca usada depende del uso que se le vaya a dar. Ejemplo: un niño pequeño, utilizando una palanca del primer o segundo género, puede equilibrar un adulto mucho más pesado por la simple ley de la palanca. Si se menciona a Newton, esta ley o principio es: la fuerza aplicada multiplicada por la distancia perpendicular entre la línea de la fuerza y el punto de apoyo siempre es igual a la fuerza entregada multiplicada por la distancia perpendicular entre el punto de apoyo y la línea de la fuerza. En otras palabras, utilizando la palanca del primer género, cuando el peso del adulto es de 200 lb (888.0 N) y la fuerza aplicada por el niño es de 50

lb (222.0 N) entonces el niño debe tener un brazo de palanca de 4 pies (1.22 m) y el adulto una de 1 pie (0.305 m) del punto de apoyo para obtener el equilibrio (Fig.1)

Fig. 1. Palanca del primer género



Este es el tipo de palanca que se aplica al mecanismo de la estampadora, pero en lugar de levantar se necesita que comprima.

Haciendo una comparación, se puede decir que en vez del niño, se sitúa el cilindro neumático que va articulado a la base de la estructura, en la posición representada por el adulto en el extremo de la palanca se articulará una guía rectilínea la cuál transmitirá la fuerza que se requiere a la mesa de trabajo.

1.7 Transmisión de calor

El calor puede transmitirse por tres medios: convección, radiación y conductividad.

1.7.1 Por convección

Aquí se propaga el calor en un sitio caliente a uno frío por medio de las partículas de sustancia que se mueven chocando unas con otras, como pasa, por ejemplo, en los líquidos y en los gases.

1.7.2 Por medio de radiación

Aquí se propaga el calor en virtud de ondas electromagnéticas que irradia el cuerpo caliente y absorbe, en parte, el cuerpo frío.

1.7.3 Por conductividad

Propagación del calor en el interior de una sustancia; para ello pasa el calor de una partícula de sustancia a la inmediata, como pasa, por ejemplo, en los cuerpos sólidos sin que en ellos se cambie la posición de las partículas.

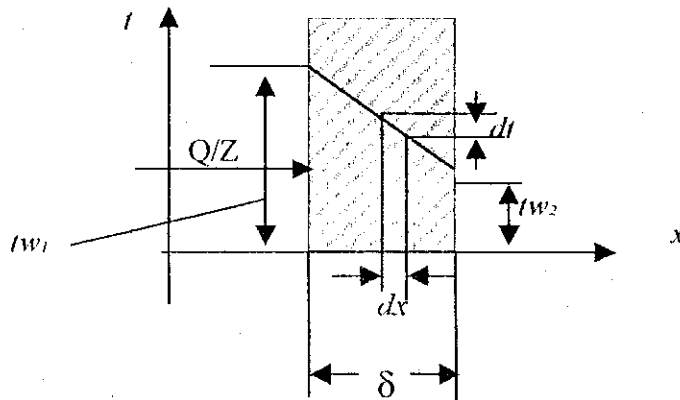
Pero el tipo de transmisión del calor que más nos interesa en este caso es por medio de la conductividad ya que la resistencia encargada de proporcionar el calor necesario para calentar la pieza que sostiene la placa de estampación irá insertada en un bloque de bronce, por tal razón describiremos más detalladamente ésta.

A través de la sección transversal igual a F (m^2) de un cuerpo sólido Fig. 2 fluye en Z horas, según la Ley de Fourier, la cantidad de calor:

$$Q = - \lambda F Z dt/dx \text{ (Kilocalorías) } \textcircled{1}$$

En esta expresión, dt/dx representa la caída de temperatura en dirección de la corriente calorífica dada en $^{\circ}\text{C}$ ó $^{\circ}\text{K}$ y λ , el coeficiente de conductividad en $\text{Kcal}/\text{m}\cdot\text{h}$ grado. Este coeficiente depende de la naturaleza del cuerpo y de la temperatura. Para el bronce tenemos una conductividad térmica de $116 - 186 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ó sea $99.74 - 159.92 \text{ Kcal}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{C})$ ya que $1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) = 0.8598 \text{ Kcal}/\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$

Fig. 2 Conductividad del calor a través de una pared plana



Donde: La relación $1/\lambda$ que viene dada en $\text{m}\cdot\text{h}$ grado/ Kcal recibe el nombre de resistencia de conductividad específica.

λ = coeficiente de conductividad en $\text{Kcal}/\text{m}\cdot\text{h}$ grado, la relación Q/Z en Kcal/h se llama corriente o flujo de calor, la expresión $q = Q/FZ$ en $\text{Kcal}/\text{m}^2 \text{ h}$ es la densidad de corriente calorífica también llamada carga de la superficie de calefacción.

1.7.3.1 Conductividad a través de las paredes planas

En una pared a través de la cual se propaga el calor solamente en sentido normal a su superficie, la temperatura cae según una relación lineal, desde el valor t_w1 en la primera superficie que encuentra, hasta la temperatura t_w2 en la otra superficie Fig.2. Para este caso se tiene:

$$dt/dx = (t_w1 - t_w2)/\delta \quad \textcircled{2}$$

y con ello la corriente térmica será según la ecuación ①:

$$Q_z = \lambda/\delta F(t_w1 - t_w2) \text{ Kcal/h} \quad \textcircled{3}$$

Poniendo la corriente a la conductividad $\delta/\lambda F = R\lambda$ en h-grado/ Kcal se tiene $Q_z = (t_w1 - t_w2)/R\lambda \text{ Kcal/h}$

2. DISEÑO

2.1 Limitantes para el diseño

Se cuenta con un compresor que proporciona 125 Psi. de presión, un motor de 5 hp. y un depósito de 80 galones, y se sabe que con una fuerza de 1,700 Lb. (772.73 Kg.) como mínimo, se logra el estampado en el cuero (obtenido empíricamente). También se cuenta con una estructura de hierro fundido, utilizada antes como una punzadora para perforar agujeros en el cuero, se harán varias modificaciones para que cumpla con los requerimientos que deseamos y se analizarán las partes que estarán sometidas a esfuerzos.

2.1.1 Ventajas y desventajas del hierro fundido

Los hierros de aleaciones se suelen fundir o colar en configuraciones complejas, lo cual disminuye el maquinado, reduce el peso, ahorra metal e imparte propiedades mecánicas específicas que no se pueden lograr a un costo bajo en otra forma. Los hierros fundidos más comunes son: *hierro o fundición blanca, hierro gris, hierro maleable y hierro dúctil.*

El hierro fundido o fundición blanca, que recibe ese nombre porque una fractura acabada de sufrir es más o menos blanca, tiene uso limitado debido a su fragilidad. Es muy duro, con número de Brinell (Bhn) hasta de 600, por lo cual tiene buena resistencia a la abrasión y el desgaste y se utiliza, por ejemplo, para hacer las bolas de los molinos. Los hierros blancos no se utilizan en estructuras.

Hierro gris, recibe ese nombre por el color de la fractura, no es tan frágil, son un tanto blandos (Bhn 120 a 200) y tienen muy poca resistencia final a la tracción. Se utiliza por su resistencia a la corrosión y al desgaste en componentes que no se están sometidos a grandes esfuerzos ni cargas de impacto.

Los hierros maleables están disponibles en una amplia gama de resistencias y ductilidad, se maquinan con facilidad y tienen un aspecto liso después de fundirlos. Aunque la ductilidad se reduce mucho conforme aumenta la resistencia, hay muchas aleaciones cuyas propiedades permiten utilizarlos en componentes sometidos a grandes esfuerzos en los cuales se puede aplicar una carga con rapidez.

Los hierros dúctiles tienen resistencia y ductilidad algo mejores que los maleables, pero son similares en la forma en que varían sus características de resistencia y ductilidad entre uno y otro. Los hierros maleables y dúctil pueden sustituir componentes que antes sólo se podían hacer forjados. Se les aplica endurecimiento selectivo en las superficies de desgaste, lo cual les da mayor resistencia.

2.2 Cálculos para la presentación del diseño propuesto

2.2.1 Diseño de la estructura

La estructura de la estampadora consta de un bastidor y un brazo de palanca al igual que un cilindro neumático o actuador.

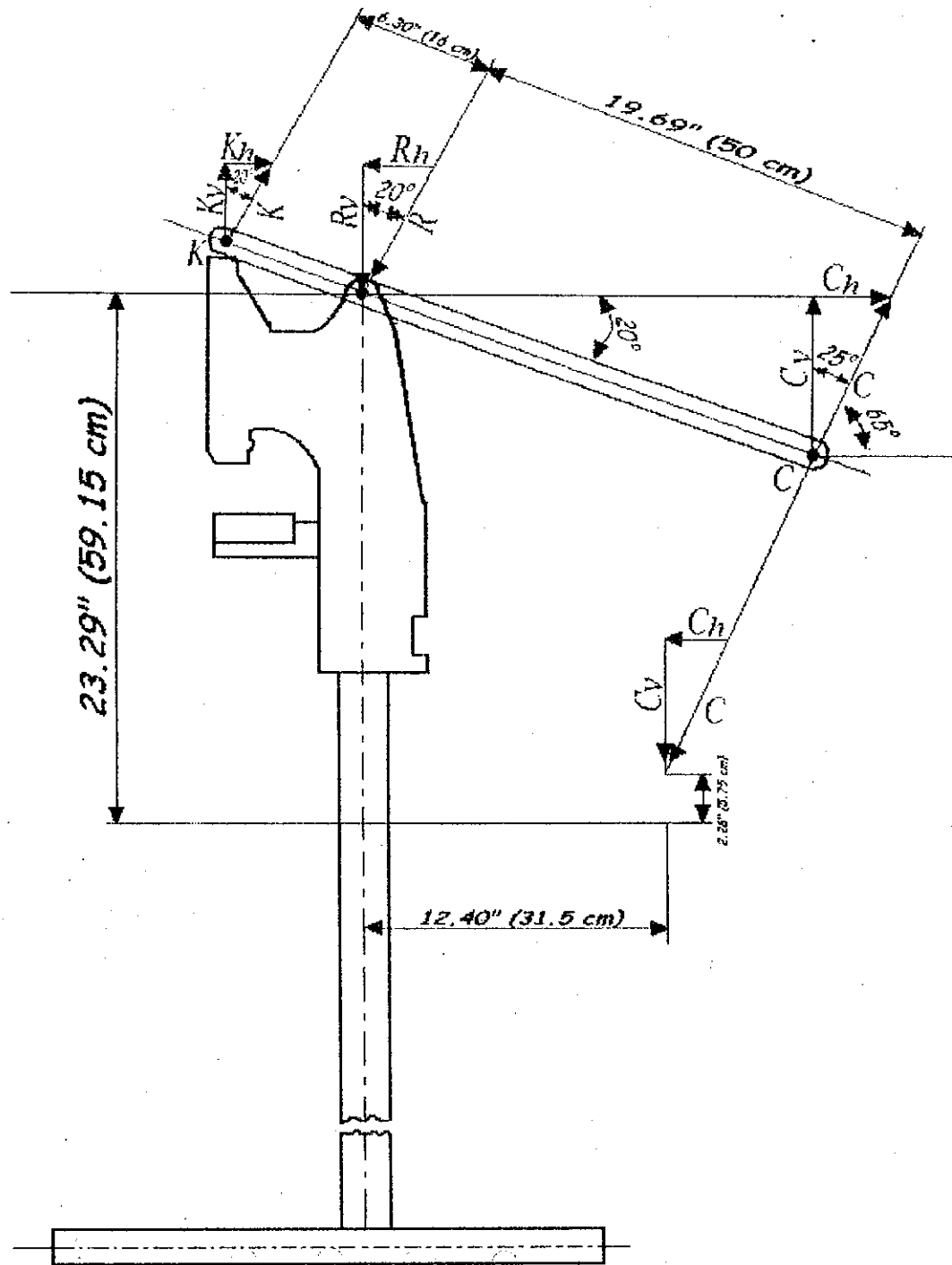
Para diseñar el brazo de la máquina se deberá tomar en cuenta que se necesita como mínimo una fuerza de presión que es la necesaria para estampar [1,700 Lb. (772.73 Kg.)] que se tomará como base para poder partir de allí y además se deben tomar en

cuenta las dimensiones de la estructura de hierro fundido que ya se tiene para readecuarla a la necesidad, también se tendrán que calcular las fuerzas que se van aplicar sobre la misma.

2.2.2 Dimensiones y fuerzas actuantes

Para determinar las dimensiones del cilindro y del brazo de palanca, primeramente se tienen que tomar medidas en la estructura. Interesan entonces, las distancias entre los puntos de apoyo y las distancias que se tomarán constantes. Se elegirá una altura conveniente y adecuada para la posición del operario (Fig.3).

Fig. 3 Dimensiones generales de la máquina estampador



Teniendo en cuenta todas estas medidas y las fuerzas actuantes se procede a realizar el cálculo de las fuerzas que actúan en el sistema, es la parte más importante en el diseño de la estampadora, ya que en ello se basa el ingeniero para seleccionar y diseñar los componentes de éste.

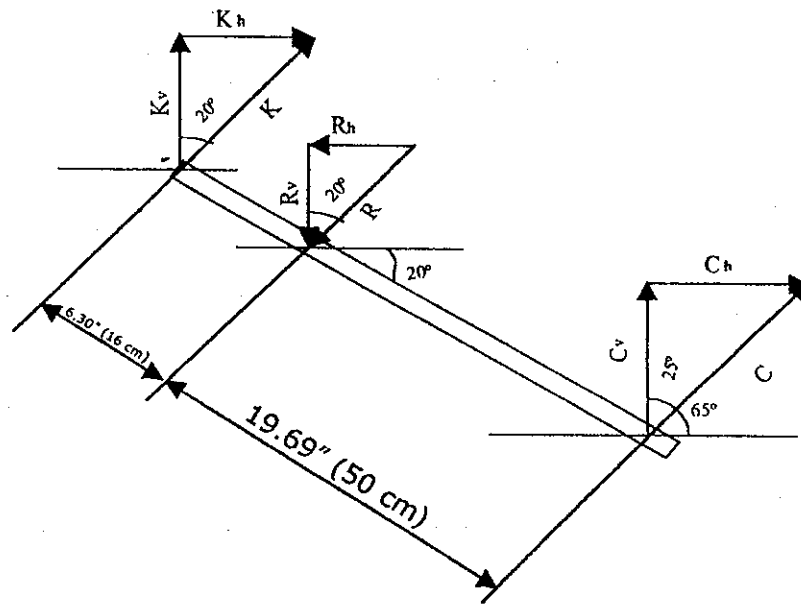
Para simplificar el problema en el cálculo de fuerzas, considérese la posición donde se produce una palanca máxima sobre la estructura.

Se tiene una palanca de primer género (Sección 1.6.6), la cuál transmite sus reacciones hacia el bastidor y la estructura de la estampadora (Fig. 3).

Las reacciones K, R y C, son debidas a la fuerza W y la fuerza que produce el cilindro en el punto C de la palanca.

Tomando en cuenta las limitantes especificadas (Sección 2.1): fuerza requerida $K_v = 1,700 \text{ lb. (772.73 Kg.)}$, se realizó un diagrama de fuerzas sobre el sistema de la palanca (Fig.2-1). Las incógnitas a calcular son entonces: K_v , K_h , R_v , R_h , C_v y C_h . Analizando la palanca por separado, se realiza el diagrama de fuerzas que se muestra a continuación:

Fig.4 Diagrama de fuerzas en el sistema de palanca



Para encontrar los valores de las reacciones se procede de la siguiente manera; solamente en la palanca:

Según la Fig. 4 se tiene:

$$C_v = C \cos 25^\circ, \quad C_h = C \sin 25^\circ$$

$$K_v = K \cos 20^\circ, \quad K_h = K \sin 20^\circ$$

Sabemos que : $K_v = W = 1,700 \text{ Lb.} (772.73 \text{ Kg})$

De $K_v = K \cos 20^\circ$ despejamos K y sustituyendo K_v tenemos:

$$K = K_v / \cos 20^\circ = 1,700 / \cos 20^\circ = 1,809.10 \text{ Lb.} (822.32 \text{ Kg.})$$

Encontrando K_h y sustituyendo K :

$$K_h = K \sin 20^\circ = 1,809.10 \sin 20^\circ = 618.75 \text{ Lb. (281.25 Kg.)}$$

La sumatoria de fuerzas en sentido horizontal es igual a cero:

$$\rightarrow \sum F_h = 0$$

$$K_h - R_h + C_h = 0 \quad (4)$$

Según la Fig.3. La sumatoria de fuerzas en sentido vertical es igual a cero:

$$\uparrow \sum F_v = 0$$

$$K_v - R_v + C_v = 0$$

$$K_v - R_v + C_v = 0 \quad (5)$$

La sumatoria de momentos en torno al punto R, es igual a cero:

$$\odot \sum M_R = 0$$

$$5.92K_v + 2.15K_h - 18.50C_v - 6.73C_h = 0$$

Sustituyendo K_v, K_h y C_v, C_h en función de C en la ecuación anterior luego despejamos C obteniendo:

$$5.92 (1,700) + 2.15 (618.96) - 18.50C_v - 6.73C_h = 0$$

$$11,394.31 - 18.50C\cos 25^\circ - 6.73C\sin 25^\circ = 0$$

$$C = (-11,394.31)/(-19.61) = 581.05 \text{ Lb. (264.11 Kg.)}$$

Sabemos que:

$$C_v = C\cos 25^\circ$$

$$C_v = 581.05\cos 25^\circ$$

$$C_v = 526.61 \text{ Lb. (239.37 Kg.)}$$

Encontrando C_h :

$$C_h = C\sin 25^\circ = 581.05\sin 25^\circ$$

$$C_h = 245.56 \text{ Lb. (111.62 Kg.)}$$

De la ecuación ⑤ tenemos que:

$$R_v = -C_v - K_v$$

$$R_v = -2,226.61 \text{ Lb. (-1,021.09 Kg.)}$$

De la ecuación ④ despejando R_h y sustituyendo K_h y C_h tenemos:

$$R_h = -K_h - C_h$$

$$R_h = -245.56 - 618.75$$

$$R_h = -864.31 \text{ Lb. } (-392.87 \text{ Kg.})$$

Tabla I Desglose de reacciones y fuerzas

Fuerzas		
Verticales lb (Kg)	Horizontales lb (Kg)	Totales lb (Kg)
$K_v=1,700 (772.73)$	$K_h=1,809.10 (618.75)$	$K=2,482.51 (1,128.41)$
$C_v=526.61 (239.37)$	$C_h=245.56 (111.62)$	$C=581.05 (264.11)$
$R_v=-2,226.61 (-1,021.09)$	$R_h=-864.31 (-392.87)$	$R=2,388.48 (1,085.67)$

Encontrando el tamaño del cilindro neumático que utilizaremos, para ello tendremos que tomar en cuenta las limitantes de presión $P = 125$ Psi, la fuerza que se le debe proporcionar a la palanca en el extremo $C = 581.05$ Lb. (264.11 Kg.) que será igual a la fuerza F que el cilindro neumático deberá ejercer en dicho punto. Debemos recordar que el área de un cilindro es $A = \pi D^2/4$

De (Sección de fuerza 1.6.2) tenemos la fórmula

$$F = P/A$$

Se quiere averiguar es el diámetro de dicho cilindro, para ello despejamos éste:

$$A = F/P$$

$$\pi D^2/4 = F/P$$

$$D^2 = 4F/\pi P$$

$$D = (4F/\pi P)^{1/2}$$

Sustituyendo los valores de $C = F = 581.05$ Lb. (264.11 Kg.) y $P = 125$ Psi, tenemos:

$$D = [4(581.05)/\pi(125)]^{1/2} = (5.92)^{1/2} = 2.43 \approx 2.5 \text{ Plg (6.35 Cm.)}$$

De donde se obtuvo que se utilizará un cilindro neumático de 2.5 Plg. (6.35 Cm).

La palanca de la Fig.4 está sometida principalmente a esfuerzo flexionante, aunque también existen cargas axiales y de corte, pero son pequeñas comparadas con la flexionante.

Con los datos de la Fig.3 y Fig.4 se elabora un diagrama de momento (M) y de corte (V).

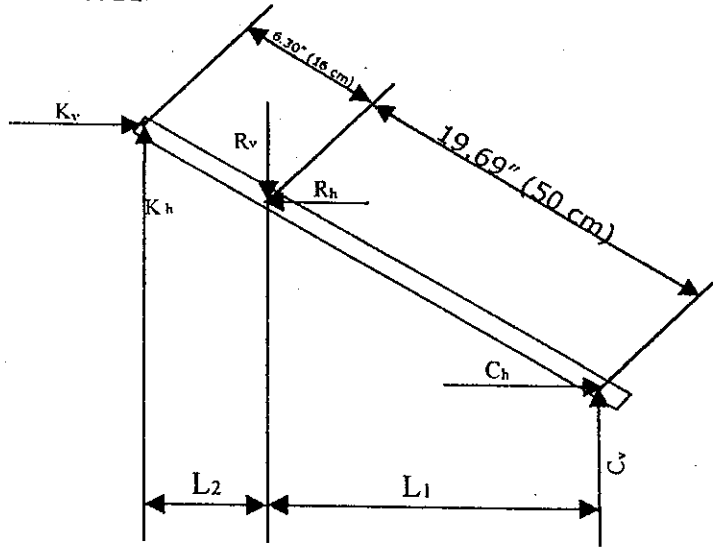
El momento flexionante máximo ocurre en el punto R de la palanca y es igual a $M_{\text{máx}} = L_1 \times K_h$; por tener signo positivo indica que la palanca se flexiona hacia abajo (compresión por arriba).

$$M_{\text{máx}} = L_1 \times K_h$$

$$M_{\text{máx}} = 5.92 (1700) = 10,064 \text{ Lbs} \times \text{Plg}$$

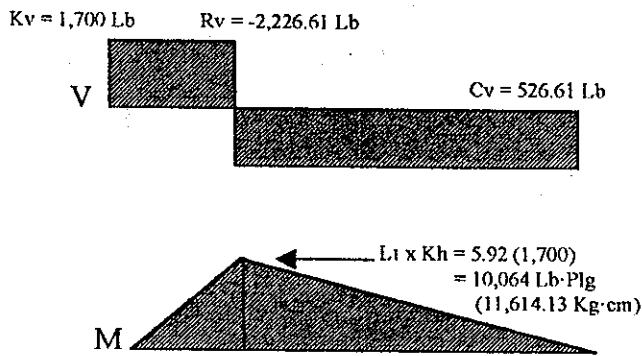
$$M_{\text{máx}} = 10,064 \text{ Lbs} \cdot \text{Plg} (11,614.13 \text{ Kg} \cdot \text{cm})$$

Fig.5 Diagrama de momento y de corte para la palanca transmisora de fuerza.



$$L_1 = 5.92'' (15.03 \text{ cm})$$

$$L_2 = 18.50'' (46.99 \text{ cm})$$



Para calcular el módulo de sección se utiliza la fórmula:

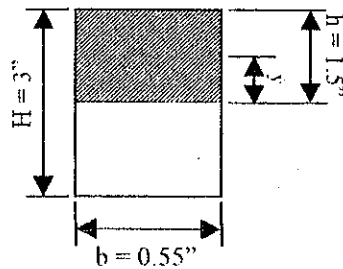
$$S = M_{\text{máx}} / \sigma_{\text{f máx}} = I / c$$

La sección de la palanca que se utiliza es rectangular. A continuación se ilustran las propiedades de este sección.

$$I = bh^3/12$$

$$S = I/c = bh^2/6$$

Fig. 6 Momento de inercia y módulo de sección para perfil rectangular



Sección tipo rectangular

El esfuerzo máximo por flexión en un material no es más que el permisible. El esfuerzo permisible es el máximo esfuerzo calculado que es admisible en un material; éste esfuerzo es siempre menor que el esfuerzo real del material para dar margen a las incertidumbres implicadas en su uso para proyectos de diversos tipos. En la tabla II se dan los esfuerzos permisibles para algunos materiales.

Esfuerzo permisible = Esfuerzo real/ Factor de seguridad;

De la tabla II, se obtiene un esfuerzo permisible por flexión para el acero dulce de 15,400 Lb/Plg² a 23,100 Lb/Plg² (110 N/mm² a 165 N/mm²) para una carga constante. Los valores numéricos se sustituyen ahora en la formula.

$$S \geq M_{\text{máx}}/\sigma_{\text{f máx}}$$

$$S \geq (10,064\text{Lb} \times \text{Plg})/(15,400 \text{ Lb/Plg}^2)$$

$$S \geq 0.65 \text{ Plg}^3 (10.65 \text{ cm}^3)$$

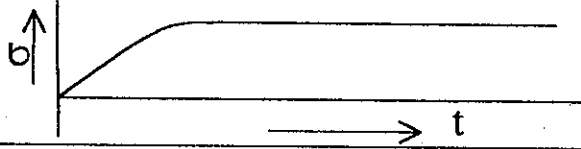
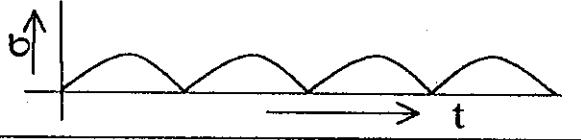
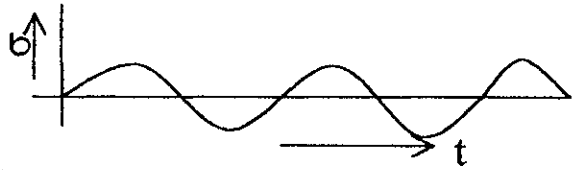
Tabla II Esfuerzos permisibles (N/Mm.)

Material	Módulo elástico E	Clase de carga	Esf. de aplastamiento	Esf. de tensión	Esf. de compresión	Esf. de flexión	Esf. cortante
Acero dulce	210,000	I	80-120	100-150	100-150	110-165	72-100
		II	50-70	65-95	65-95	70-105	48-75
		III	27-33	45-70	45-70	50-75	35-50
Acero fundido	220,000	I	80-100	60-120	90-150	90-120	72-95
		II	53-67	40-80	60-100	60-80	48-64
		III	27-33	20-40	30-40	24-32	23-30
Hierro Fundido	100,000	I	-	35-45	85-115	40-55	35-50
		II	-	27-37	55-75	25-40	25-35
		III	-	20-30	20-30	20-25	20-25
Hierro maleable	-	I	50-80	45-70	60-90	45-70	-
		II	33-53	30-47	40-60	30-47	-
		III	17-27	15-23	-	15-23	-
Cobre laminado	110,000	I	35-50	40-54	40-54	40-54	-
		II	23-50	27-36	27-36	27-36	-
		III	12-17	13-18	-	13-18	-
Bronce fosforado	90,000	I	50-75	60-90	60-90	60-90	45-70
		II	33-50	40-60	-	40-60	30-47
		III	17-25	20-30	-	20-30	15-23

Fuente: **Manual de fórmulas técnicas**, 18a. edición.

La clase de carga para la tabla II se explica en la tabla III

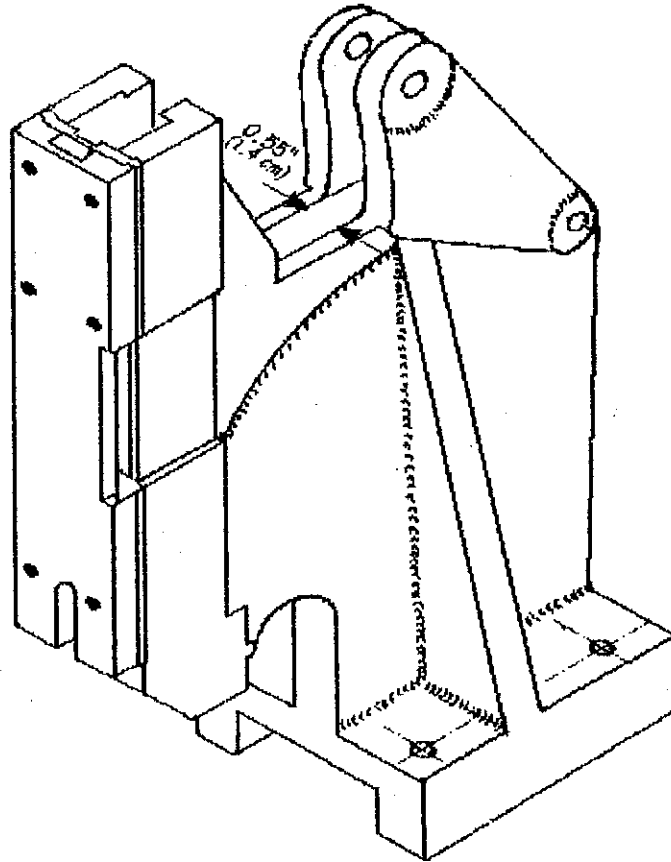
Tabla III Variación del esfuerzo para diferentes tipos de carga

Clase de carga	Tipo variación	Diagrama de variación
I	constante	
II	pulsante	
III	alternante	

Necesitamos una palanca con un módulo de sección de 0.64 Plg^3 o mayor para que cumpla con los requerimientos deseados pero contamos con el inconveniente de que no debemos de sobrepasar el ancho de 0.55 Plg (1.4 cm) ya que a la pieza fundida (que es la estructura que poseemos) Fig.7 se le tendría que reducir y eso no nos conviene ya que se reduciría el área de las orejas donde va incrustado el pasador que sostiene la palanca.

Fig. 7 Pieza de hierro fundido

Fuente: Basado en el diseño de una troqueladora



$$S = bh^2/6 \quad \text{donde: } b = 0.55 \text{ Plg. (1.4 cm)}$$

$$S = 0.65 \text{ Plg}^3 \text{ (10.65 cm}^3\text{)}$$

$$\text{Despejando h: } h = (6S/b)^{1/2} = [(6 \times 0.65)/(0.55)]^{1/2}$$

$$h = 2.66 \text{ Plg. (6.76 cm)}$$

De esto se decide darle una altura de 3 Plg. (7.62 cm), obteniendo un módulo de sección siguiente:

$$S = bh^2/6 \text{ donde } b = 0.55 \text{ Plg (1.4 cm)}$$

$$h = 3 \text{ Plg. (7.62 cm)}$$

$$S = [(0.55 \times 3^2)/6] = 0.83 \text{ Plg}^3 (13.60 \text{ cm}^3)$$

Donde $0.83 \geq 0.65$ el cual cumple con ser mayor o igual a $0.65 \text{ Plg}^3 (10.65 \text{ cm}^3)$.

La fuerza cortante v que actúa a lo largo de la palanca produce corte por flexión que es igual a:

$$\tau_v = vQ/Ib$$

En el diagrama de momento y de corte se nota que en los puntos K y R de la palanca actúa el cortante mayor que es igual a:

$$K_h = 1,700 \text{ Lb. (5.92 Kg)}$$

Para calcular el momento estático Q , se utiliza la fórmula:

De la Fig. 6 obtenemos:

$$Q = A \times \bar{Y}$$

$$\bar{Y} = H/2 - h/2 = 3/2 - 1.5/2 = 0.75 \text{ Plg (1.91 cm)}$$

Los valores calculados se sustituyen en la fórmula:

$$Q = (0.55)(3/2)(0.75)$$

$$Q = 0.62 \text{ Plg}^3 (1.016 \text{ cm}^3)$$

Seguidamente se calcula el momento de inercia:

$$I = bH^3/12 = (0.55 \times 3^3)/12$$

$$I = 1.24 \text{ Plg}^4 (51.61 \text{ cm}^4)$$

Por último se introducen los valores en la fórmula del esfuerzo de corte:

$$\tau_v = vQ/lb$$

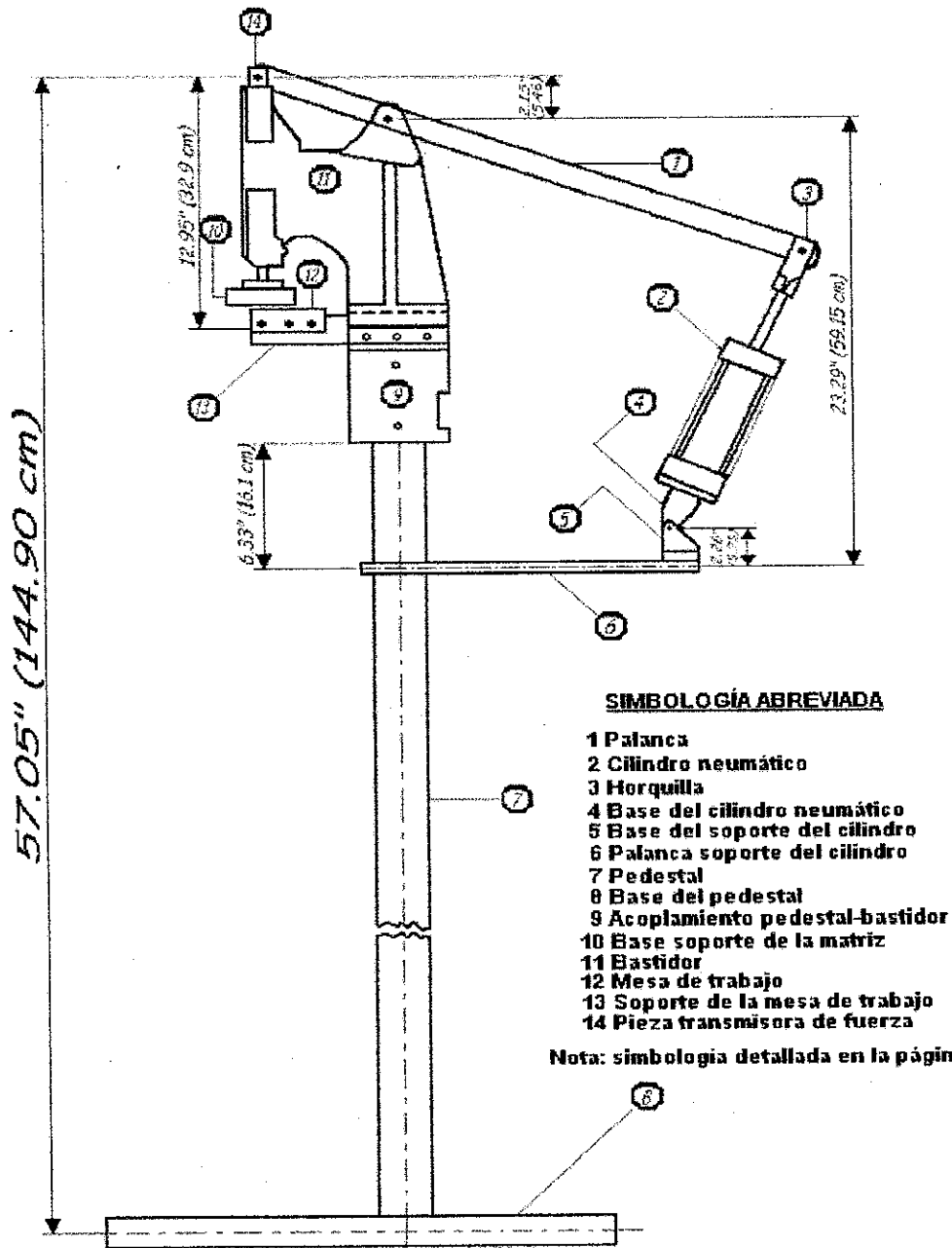
$$\tau_v = [(1,700 \text{ Lb}) (0.62 \text{ plg}^3)] / [(1.24 \text{ plg}^4)(0.55 \text{ plg})]$$

$$\tau_v = 1,545.45 \text{ Lb/plg}^2 (108.65 \text{ Kg/cm}^2)$$

De la tabla II se tiene un esfuerzo permisible cortante que oscila entre 10,080 Lb/plg² a 14,000 Lb/plg² (72 N/mm² y 100 N/mm²), el cual es mucho mayor que el calculado. Lo mismo ocurre si se calcula el esfuerzo en sentido axial que actúa entre los mismos puntos de la palanca de la Fig.6

Para facilitar nuestro análisis enumeraremos las partes de la estampadora en la siguiente figura:

Fig.8 Enumeración de las partes de la estampadora de cuero



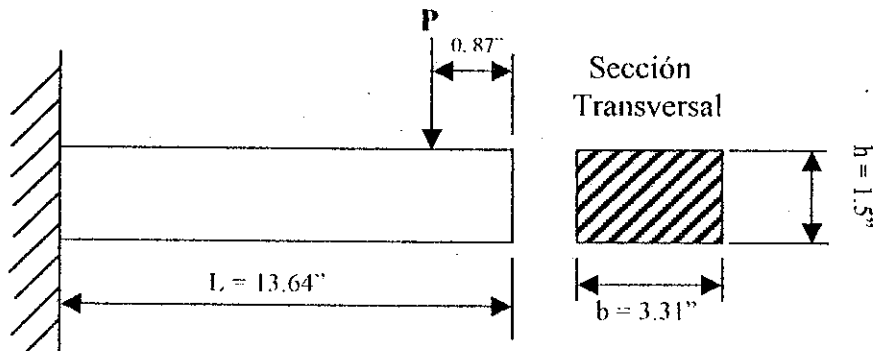
Fuente: Diseñado por Luis Arturo Samayoa M.

2.2.2.1 Cálculos que influyen en la pieza que soporta el cilindro neumático

2.2.2.1.1 Análisis de fuerzas y selección de material

Se analiza la pieza con la forma de empotramiento en la estructura principal o cuerpo de la máquina, con las dimensiones siguientes:

Fig.9 Forma de la pieza que soporta el cilindro neumático



Momento máximo $M = -PL$.

Donde:

$$P = C_v = 526.61 \text{ Lb/Plg}^2 \text{ (239.37 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$L = 13.64 \text{ Plg} - 0.87 \text{ Plg} = 12.77 \text{ Plg}$$

$$M = -526.61(12.77) = -6,724.81 \text{ Lb}\cdot\text{Plg} \text{ (7,764.51 Kg}\cdot\text{cm)}$$

$$S = I/c = bh^2/6 = (3.31 \times 1.5^2)/6 = 1.24 \text{ Plg}^3 \text{ (20.32 cm}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{1}{2} M/S = \frac{1}{2} M/(bh^2/6) = 3M/bh^2$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 3M/bh^2 = (3 \times 6,724.81)/(3.31 \times 1.5^2)$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2,708.89 \text{ Lb/Plg}^2 \text{ (190.43 Kg/cm}^2\text{)}$$

Aquí el tipo de carga es constante, según tabla II y clase I donde obtenemos para el hierro fundido a esfuerzo de flexión:

$$\sigma_{\text{adm}} = 5,600 \text{ Lb/Plg}^2 - 7,700 \text{ Lb/Plg}^2 \text{ (40 N/mm}^2 - 55 \text{ N/mm}^2\text{)}$$

Ahora comprobemos si el módulo de sección del material es mayor que $M_{\text{máx}}/\sigma_{\text{adm}}$:

$$S \geq M_{\text{máx}}/\sigma_{\text{adm}}$$

$$S \geq 6,724.81/5,600$$

$$S \geq 1.20 \text{ Plg}^3 \text{ (19.66 cm}^3\text{)}$$

De donde: $S \geq M_{\text{máx}}/\sigma_{\text{adm}}$

$$1.24 \text{ Plg}^3 \geq 1.20 \text{ Plg}^3$$

Conclusión: el tipo de material es el hierro fundido para la pieza No.6.

2.2.2.1.2 Selección de tornillos

El diseñador tiene un campo extenso en cuanto a la selección del material a usar. Es por tanto, muy importante que se sepa escoger el material adecuado para su aplicación particular.

Algunos de los factores que debe evaluar son los siguientes: condiciones ambientales en que va a ser el tornillo o perno, existencia de vibraciones, etc.

Los tornillos a seleccionar en la estampadora son los que sujetan la pieza No.6 a la pieza de la base No.7, ver Fig.8, los tornillos prisioneros que sujetan la pieza No.9 a la pieza No.7, los tornillos que sujetan la pieza No.11 con la pieza No.9, los tornillos que sujetan la pieza No.5 a la pieza No.7. Pero a los tornillos que les pondremos más énfasis son los que sujetan la pieza No.6 con la pieza No.7. En este caso en particular colocaremos tornillos de 3/8 plg. De diámetro con rosca de 16 hilos por pulgada de tipo ordinaria unificada (3/8" - 16 UNC).

Como ya sabemos el diámetro del tornillo, éste se tiene que seleccionar en base a su resistencia.

En la Fig.3 se puede observar que la única fuerza que actúa en la posición de la pieza No.6 es la reacción C la cuál contiene ó está formada por dos componentes C_h y C_v donde:

$$C = 613.21 \text{ Lb (278.73 Kg)}$$

$$C_v = 555.76 \text{ Lb (252.62 Kg)}$$

$$C_h = 259.15 \text{ Lb (117.80 Kg)}$$

Interesa en este caso, solamente a la reacción C_v , la cuál se distribuye entre los dos tornillos que la sostienen (la pieza No.6); por lo tanto el esfuerzo cortante en cada tornillo es:

$$\sigma = P/(2A)$$

Donde: $P = C_v$ = carga paralela al área transversal del tornillo

(Lb, Kg, N).

A = Área de la sección transversal del tornillo

(Plg^2 , Pie^2 , cm^2 , m^2)

d = diámetro del tornillo (Plg , Pie , cm , m)

$$\sigma = P/(2A)$$

$$\sigma = (4P)/(6\pi d^2)$$

$$\sigma = (2P)/(3\pi d^2) = (2C_v)/(3\pi d^2)$$

Al aplicar esta fórmula se tiene que el esfuerzo por corte en cada tornillo es igual a:

$$\sigma = (2C_v)/(3\pi d^2)$$

$$\sigma = (2 \times 526.61 \text{ Lb.}) / (3\pi(3/8")^2)$$

$$\sigma = 794.67 \text{ Lb/plg}^2 \text{ (55.84 Kg/cm}^2\text{)}$$

Para un esfuerzo de cedencia a corte igual a la mitad del esfuerzo de cedencia a tensión para el (es decir, usando la teoría de corte máximo) y un factor de seguridad N , se tendrá:

$$\sigma = (0.5\sigma_{yp})/N$$

BIBLIOGRAFÍA

1. CANTEE, Lucio. **Manuales de técnica profesional. Vol. I**
Buenos Aires: Editorial Caymi, 1945.
2. FERDINAND L. Singer/ Andrew Pytel. **Resistencia de materiales.** 3ª edición. México: Editorial Harla, 1982.
3. GANSSER, Augusto. **Manual del curtidor.** 4ª edición
Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1953.
4. H. DUBBEL. **Manual del constructor de máquinas.** 4ª edición.
España: Editorial Labor, S.A., 1975
5. J. BLANCO A. **Profundos conocimientos de matricería.**
Barcelona España: Ediciones Cedel, 1998.
6. PÉREZ Rodríguez, Carlos Humberto. **Manual de neumática.**
Guatemala: INTECAP. Carrera de Ingeniería Mecánica
USAC., 1990.