

2301215

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROJETO MECÂNICO

AUTOMATIZAÇÃO PARA MONTAGEM DE TRAMA NUM
TEAR PNEUMÁTICO.

AUTOR : CARLOS STRECKER OKAMOTO

ORIENTADOR : PROF. BÓRIS ZANFESSE

1984

ÍNDICE

	Pg.
I - Introdução	1
II - Tesoura pneumática	2
III - Conjunto de guia e posicionador	7
IV - Algumas alterações	10
V - Análise do funcionamento da nova guia ...	11
VI - Estimativa das dimensões do "Pulmão"	12
Bibliografia	14

AUTOMATIZAÇÃO

PARA MONTAGEM DE TRAMA NUM TEAR PNEUMÁTICO

I - INTRODUÇÃO.

Todo o desenvolvimento realizado neste trabalho refere-se a um tear pneumático pertencente a A.Zampese Telas Metálicas S/A, empresa que se localizava no município de Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo.

Pretende-se aqui, automatizar as duas únicas operações que são realizadas manualmente, a saber:

- a colocação da trama
- o corte do excesso de arame nas laterais da tela pronta.

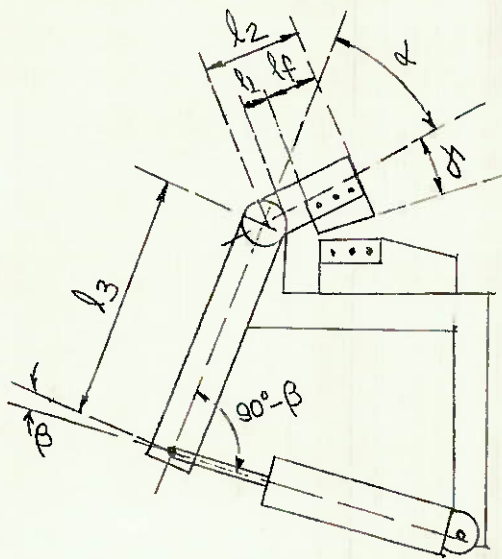
Atualmente o arame é cortado numa medida um pouco superior a largura da tela desejada. No processo automático ele será mantido em um rolo e cortado depois de montado.

Basicamente, serão desenvolvidos dois mecanismos:

- uma tesoura pneumática
- um conjunto de guia e posicionador.

II- Tesoura Pneumática:

O mecanismo, com suas dimensões principais esta representado abaixo:



II-1- Estimativa da força aplicada no pistão:

De acordo com o esquema acima, devemos adotar alguns valores a fim de iniciar o dimensionamento:

O valor l_f deve ser tal que permita a fixação da faca na estrutura;

Assim vamos adotar:

$$l_f = 30 \text{ mm.}$$

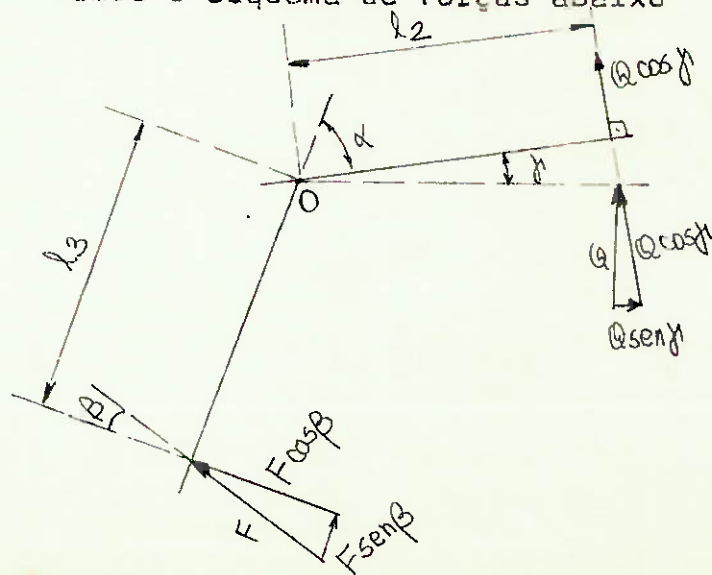
O valor l_1 é considerado nocivo, pois aumenta o braço de momento do esforço de corte. Porém este valor, não pode ser nulo, prevendo-se variações nas dimensões da faca.

Adotaremos $l_1 = 10 \text{ mm.}$

Da figura temos:

$$l_2 = l_1 + l_f + \frac{D_{\text{mancal}}}{2}$$

Temos o esquema de forças abaixo



Interessa que, durante o corte, $\beta \approx 0$, pois:

$$F \cos \beta = F_{\max}$$

Como o ângulo descrito durante o corte efetivo do arame é pequeno (pois o diâmetro é pequeno) vamos considerar:

$$\beta \approx 0 \text{ durante todo o corte.}$$

Assim:

$$Q \cdot \cos \gamma \cdot l_2 = F \cdot l_3$$

$$F = \frac{l_2}{l_3} \cdot Q \cdot \cos \gamma$$

O ângulo γ é muito pequeno (ou nulo).

$$F = \frac{l_2}{l_3} \cdot Q$$

O esforço de corte Q é obtido considerando-se o cisalhamento puro do arame.

O diâmetro máximo de arame que é utilizado neste tipo de máquina é:

$$\phi = 4,12 \text{ mm.}$$

Sendo o material aço galvanizado, com as seguintes características:

$$\bar{\sigma} = 1500 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{\text{rup}} = 3000 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{\text{rup}} = \bar{\sigma} \cdot 5$$

$$\text{com } S = 2$$

$$Q = \bar{\sigma}_{\text{rup}} \times A = \bar{\sigma} \cdot 5 \cdot A =$$

$$= 1500 \times 2 \times \frac{(0,412)^2 \times \pi}{4}$$

$$Q = 400 \text{ Kgf}$$

Com $Q = 400 \text{ Kgf}$

e adotando a relação:

$$\frac{l_2}{l_3} = \frac{1}{3}$$

temos:

$$F = \frac{l_2}{l_3} \cdot Q = 133,3 \text{ Kgf.}$$

Sendo a pressão do sistema:

$$P_{\text{sist}} = 3,5 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$A_{pist\tilde{a}o} = \frac{F}{P_{sist}} = \frac{133,3}{3,5} = 38 \text{ cm}^2$$

$$A_{pist\tilde{a}o} = \frac{\pi \cdot (D_{pist\tilde{a}o})^2}{4} \Rightarrow D_{pist\tilde{a}o} = \sqrt{\frac{4 A_{pist\tilde{a}o}}{\pi}}$$

$$D_{pist\tilde{a}o} = 6,96 \text{ cm}$$

Do catálogo da Schrader, temos:

$$D_{pist\tilde{a}o} = 3 \frac{1}{4}'' \text{ e } D_{haste} = 1''$$

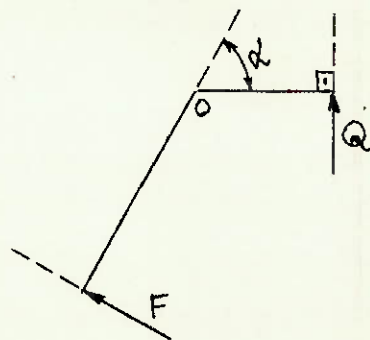
Com a pressão do sistema, o cilindro exercerá uma força de:

$$F = P \times A = 187 \text{ Kgf.}$$

que será usada para o dimensionamento do braço e do mancal.

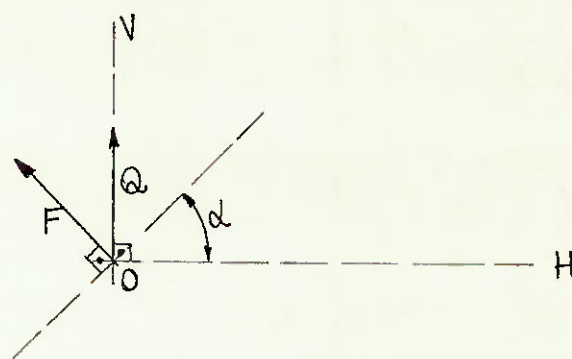
II-2- Dimensionamento do mancal:

Dada a configuração:



Para $F = 187 \text{ Kgf}$ temos:
 $Q = 561 \text{ Kgf.}$

No mancal, teremos:



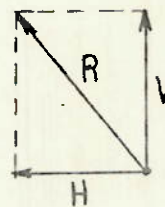
Resultantes nas direções H e V

$$V = Q + F \cdot \cos \alpha$$

$$H = F \cdot \sin \alpha$$

O dimensionamento será feito em função da resultante:

$$\begin{aligned} \vec{R} &= \vec{V} + \vec{H} = \sqrt{V^2 + H^2} = \\ &= \sqrt{(Q + F \cos \alpha)^2 + (F \sin \alpha)^2} \\ &= \sqrt{Q^2 + 2 Q F \cos \alpha + F^2} \end{aligned}$$



Para que o valor de R seja mínimo devemos ter α próximo de 90° .

Entretanto, um ângulo $\alpha = 90^\circ$ provocaria dificuldades na estrutura e no apoio do mancal, além de não permitir um bom ângulo de abertura.

Vamos adotar:

$\alpha = 50^\circ$ e com os valores de F e Q temos:

$$R = 696 \text{ Kgf}$$

Temos cisalhamento no elemento resistente do mancal.

Assim:

$$A_{\min} = \frac{R \times S}{1500} = \frac{696 \times 5}{1500} = 0,696 \text{ cm}^2 \quad S = 1,5$$

$$A_{\min} = \frac{\pi \phi^2}{4} \quad \phi = 0,941 \text{ cm}$$

Assim o diâmetro do elemento resistente deve ser superior a $3/8"$.

II-3- Dimensionamento do braço:

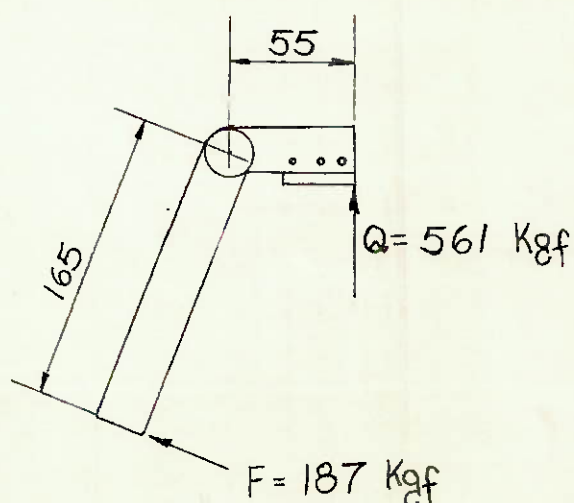
Com o dimensionamento do elemento resistente do mancal, estimamos o valor do diâmetro do mancal, como:

$$D_{\text{mancal}} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{portanto: } L_2 = 55 \text{ mm}$$

$$\text{e } L_3 = 3 L_2 = 165 \text{ mm.}$$

Com a configuração:



$$M = P \cdot L = 561 \times 5,5 =$$

$$M = 3085 \text{ Kgf.cm.}$$

$$= \frac{M \times Y_{\text{máx}}}{J}$$

Tomando uma barra chata com espessura 5/8" ou 15,9mm temos:

$$J = \frac{bh^3}{12}$$

$$J = \frac{1,59 h^3}{12}$$

$$Y_{\text{max}} = h/2$$

$$\frac{M h}{2 J} = \frac{3085 \times h \times 12}{2 \times 1,59 \times h^3} = \frac{11641,5}{h^2}$$



$$\sigma \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{11641,5}{h^2} \leq 1350$$

$$h \geq 2,94 \text{ cm}$$

$$\text{ou } h = 1 \frac{1}{4}''$$

Assim teremos uma chapa:

$$1 \frac{1}{4}'' \times 5/8$$

II-4- Obtenção do ponto de fixação do cilindro:

O ponto de fixação do cilindro foi obtido a partir de um estudo anexo, onde considerou-se os ângulos de abertura e fechamento, e a condição de que a força do pistão seja aplicada perpendicularmente ao braço no momento do corte.

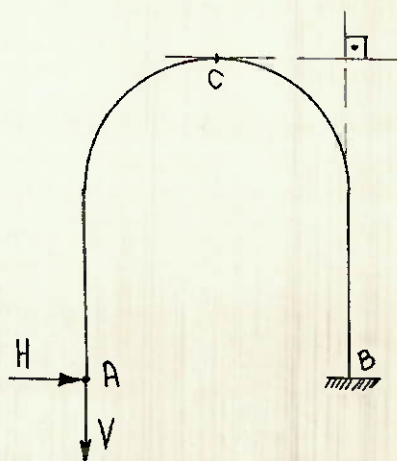
O ângulo de abertura e fechamento são:

abertura: 20°

fechamento: 5°

III - Conjunto de guia e posicionador:

Para o posicionamento da trama, será utilizado um par de roletes que tracionam um fio cuja forma esta indicada na figura:



A componente H será absorvida pelo rolete. Para o cálculo de V, vamos considerar um engastamento em C.

Desta forma vamos estimar o esforço necessário para obter-se um ângulo de 90° na extremidade de de uma barra engastada:



$$- EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = M = P (l - x)$$

$$EJ \cdot \varphi(x) = EJ \frac{dy}{dx} = P (x-l) dx$$

$$= \frac{Px^2}{2} - Plx.$$

Com $x=1$

$$Q(1) = \frac{Pl^2}{2EJ} = \frac{\pi}{2}$$

$$P = V = \frac{\pi EJ}{l^2}$$

$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad D = 0,45 \text{ cm.}$$

$$J = 2,01 \times 10^{-3} \text{ cm}^4$$

$$E = 2.100.000 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$l = 100 \text{ cm (adotado)}$$

$$V = 1,33 \text{ Kgf.}$$

Considerando um esforço igual devido ao trecho BC, teríamos um esforço no rolete de:

$$V = 2,66 \text{ Kgf.}$$

Daí, podemos observar que mesmo considerando os atritos envolvidos, os esforços resistentes são muto menores que a força exercida por cilindros comuns.

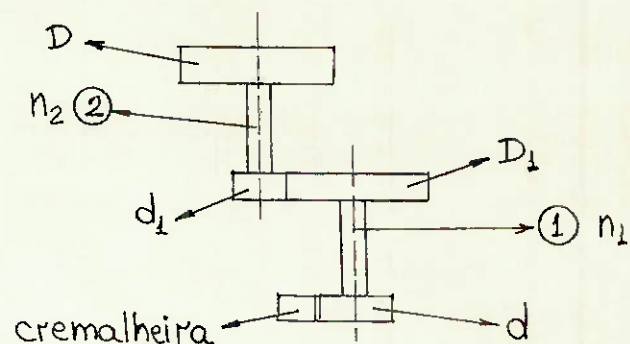
Assim o dimensionamento será feito para a força exercida por um pistão de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ", a pressão do sistema:

Essa força é:

$$F = P \times S \approx 40 \text{ Kgf.}$$

Será utilizada uma cremalheira para transmitir o movimento de translação do cilindro em rotação do rolete.

Como o curso do arame pode chegar a 200cm, será incluído um multiplicador para reduzir o curso do cilindro. Este multiplicador é constituído por um par engrenado, adotando-se dois eixos:



Sendo n , o número de voltas para cada curso do arame, temos:

No eixo 2:

$$n_2 = \frac{\text{curso do arame}}{x D}$$

No eixo 1:

$$n_1 = \frac{d_1}{D_1} \times n_2$$

$$\begin{aligned} \text{Curso do pistão} &= \pi d \times n_1 = \\ &= \pi \times d \times \frac{d_1}{D_1} \times \frac{\text{curso do arame}}{\pi \times D} = \\ &= \frac{d}{D} \times \frac{d_1}{D_1} \times \text{curso do arame} \end{aligned}$$

Adotando:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{1,5} \quad \text{e} \quad \frac{d_1}{D_1} = \frac{1}{3}$$

temos um curso do pistão de 45cm

adotando $d_1 \approx 7\text{cm}$.

temos $D_1 \approx 21\text{cm}$.

adotando um módulo 2,0

$$Z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{70}{2} = 35 \text{ dentes}$$

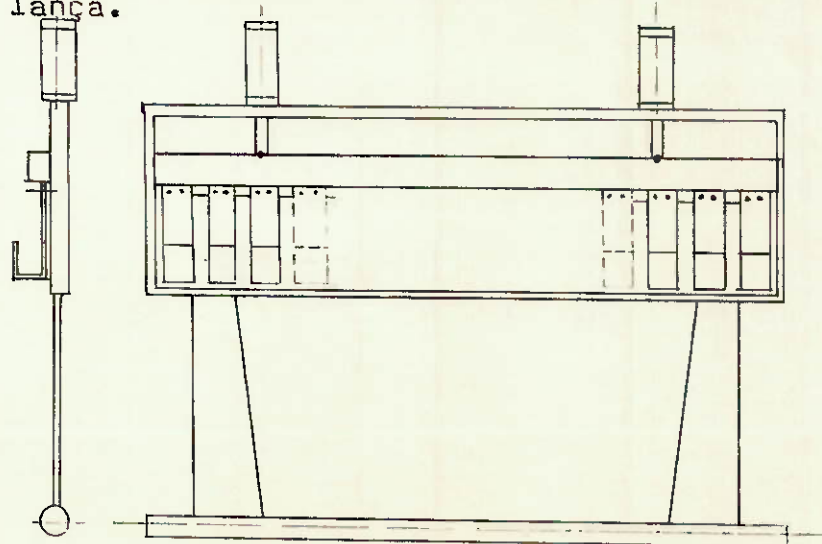
$$Z_2 = 3 \times Z_1 = 105 \text{ dentes}$$

Para o travamento do sistema quando do retorno do pistão, um mecanismo de catraca será montado no eixo 1.

A guia é constituída por suportes de chapa do brada fixados em uma barra rígida.

Para cada abertura de tela, seria construída uma guia com as dimensões f e x apropriadas.

A barra rígida é fixada ao conjunto de suporte e pistão, que realiza o movimento vertical, para a liberação do arame na posição e o retorno da balança.



IV - Algumas alterações:

Após terem sido desenvolvidos os parâmetros dos mecanismos, algumas alterações foram realizadas:

IV-1- Diâmetro do arame:

O diâmetro do arame foi reduzido para 2,7 mm. Como o diâmetro do cilindro da tesoura e função de mesmo grau do diâmetro do arame, diminui na mesma proporção.

Assim:

$d_{pistão} = 45,6 \text{ mm.}$

ou seja: $d_{pistão} = 2"$

IV-2- Guia:

Um estudo considerando a possibilidade de eliminar-se o movimento da guia, aproveitando a rotação da balança, permitiu que o sistema fosse reduzido a uma alteração nos elementos atuais da balança.

IV-3- Acréscimo de um "Pulmão" para o arame.

O esquema inicialmente adotado, prevê o funcionamento totalmente automático do tear, de modo que a desbobinadeira teria funcionamento constante, alimentando um curso por ciclo do tear.

As variações no curso seriam compensadas por um variador de velocidade na saída do motor da desbobinadeira.

Porém, se o funcionamento do tear for condicionado a um comando do operador, o arame deve ser puxado pelo posicionador (ou comandado por ele). Desta forma torna-se necessário um "pulmão", conforme o esquema.

Realizou-se uma estimativa das dimensões deste "Pulmão", para que ele acumule cerca de 3m de arame a cada ciclo.

V - Análise do funcionamento da nova guia.

Após a colocação da trama, pelos roletes, inicia-se o avanço da balança.

Como se pode ver no estudo, com o avanço da balança, a trama passa a ser apoiada pelos próprios arames que formarão a tela. Assim, a trama abandona a guia, e após o evolutamento, a balança pode retornar sem interferência com a malha pronta.

As dimensões dos elementos da guia são obtidas a partir das malhas padronizadas normalmente produzidas nesta máquina, que são:

3/8"
1/2"
1"
1 1/2"
2"

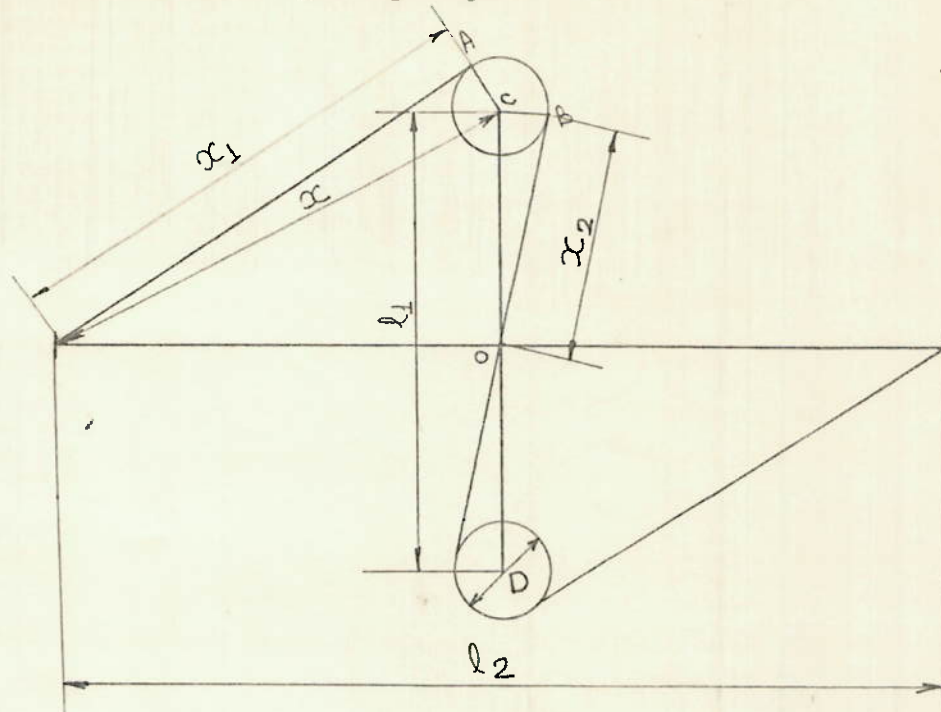
Entretanto, para que o elemento da guia possa ser produzido a partir de uma chapa de 1/4", decidiu-se eliminar a produção da tela de 3/8".

Desta forma serão necessárias 250 peças conforme o desenho.

Estas peças substituem os elementos móveis da balança, sem qualquer alteração nesta.

VI - Estimativa das dimensões do "Pulmão".

Dada a configuração:



$$r = \frac{D}{2}$$

onde $\widehat{ACB} = \theta$

Temos a relação:

$$l_2 = l_1 + 2r + 0,6 = l_1 + D + 0,6$$

onde foi considerada a folga mínima de 0,6 m entre o elemento móvel e os pontos de fixação do arame, de modo que seu movimento não atinja o posicionador ou a bobina.

Para obtermos a folga prevista de 3m, devemos ter:

$$2 \times \left(x_1 + x_2 + \frac{2\pi r}{360} \times \theta \right) = l_2 + 3,0$$

$$x_1 + x_2 + \frac{2\pi r}{360} \times \theta = \frac{l_2}{2} + 1,5$$

$$x_1^2 + r^2 = x^2 = \left(\frac{l_2}{2} \right)^2 + \left(\frac{l_1}{2} \right)^2$$

$$x_1 = \sqrt{\frac{l_2^2 + l_1^2 - D^2}{4}}$$

$$x_2^2 + r^2 = \left(\frac{l_1}{2}\right)^2$$

$$x_2 = \sqrt{\frac{l_1^2 - D^2}{4}}$$

assim

$$\sqrt{\frac{l_2^2 + l_1^2 - D^2}{4}} + \sqrt{\frac{l_1^2 - D^2}{4}} + \frac{\pi D x_2}{360} = \frac{l_2}{2} + 1,5$$

adotando: $l_1 = 1,6 \text{ m}$

$D = 0,6 \text{ m}$

$\theta = 120^\circ$

temos

$l_2 = 2,8 \text{ m}$

BIBLIOGRAFIA :

1 - Thibaut - R.

Automatismos pneumáticos e hidráulicos
Livros Técnicos e Científicos Editora S/A.

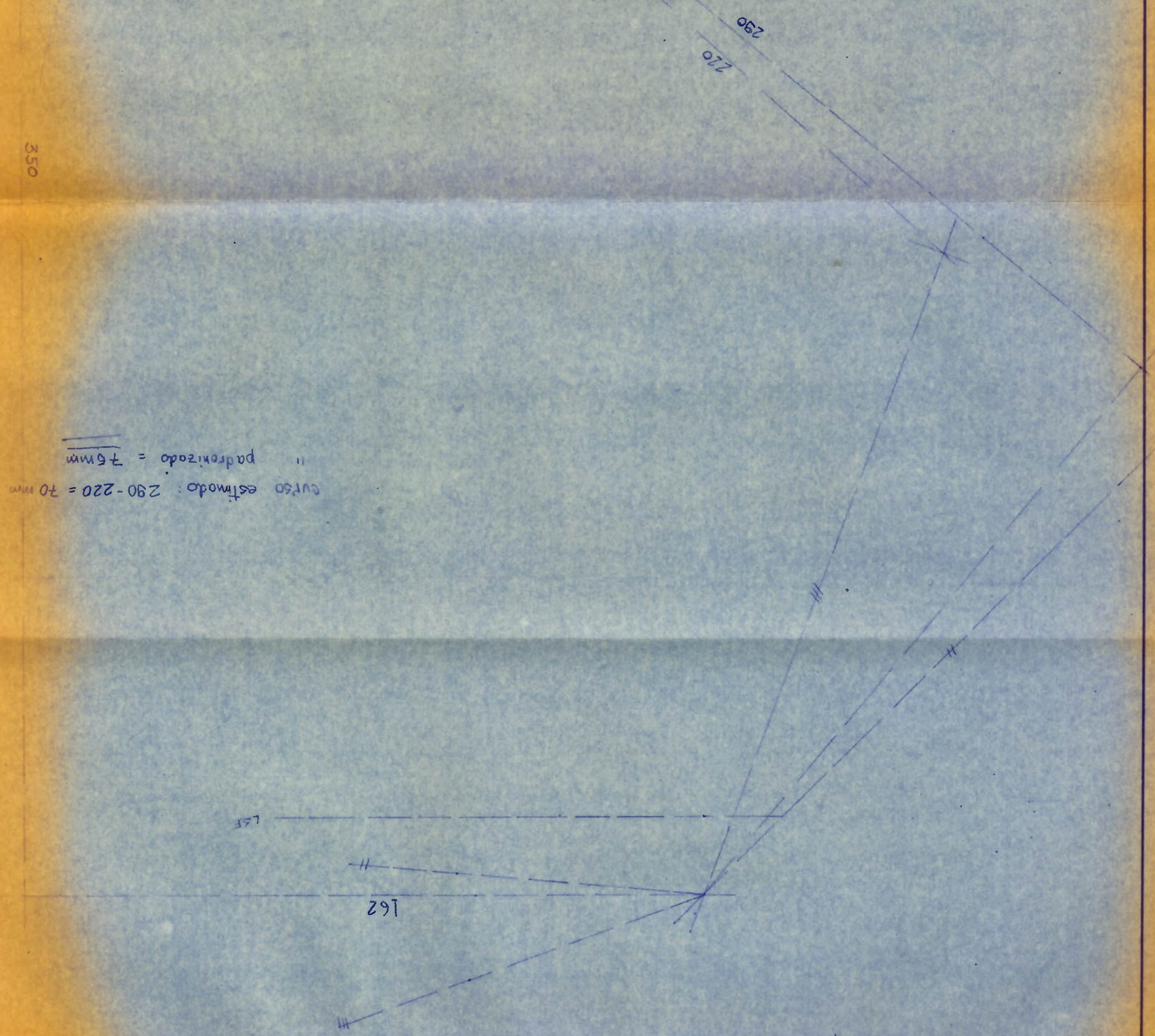
2 - Zampese - Bóris

Dimensionamento

3 - Schrader - Bellows

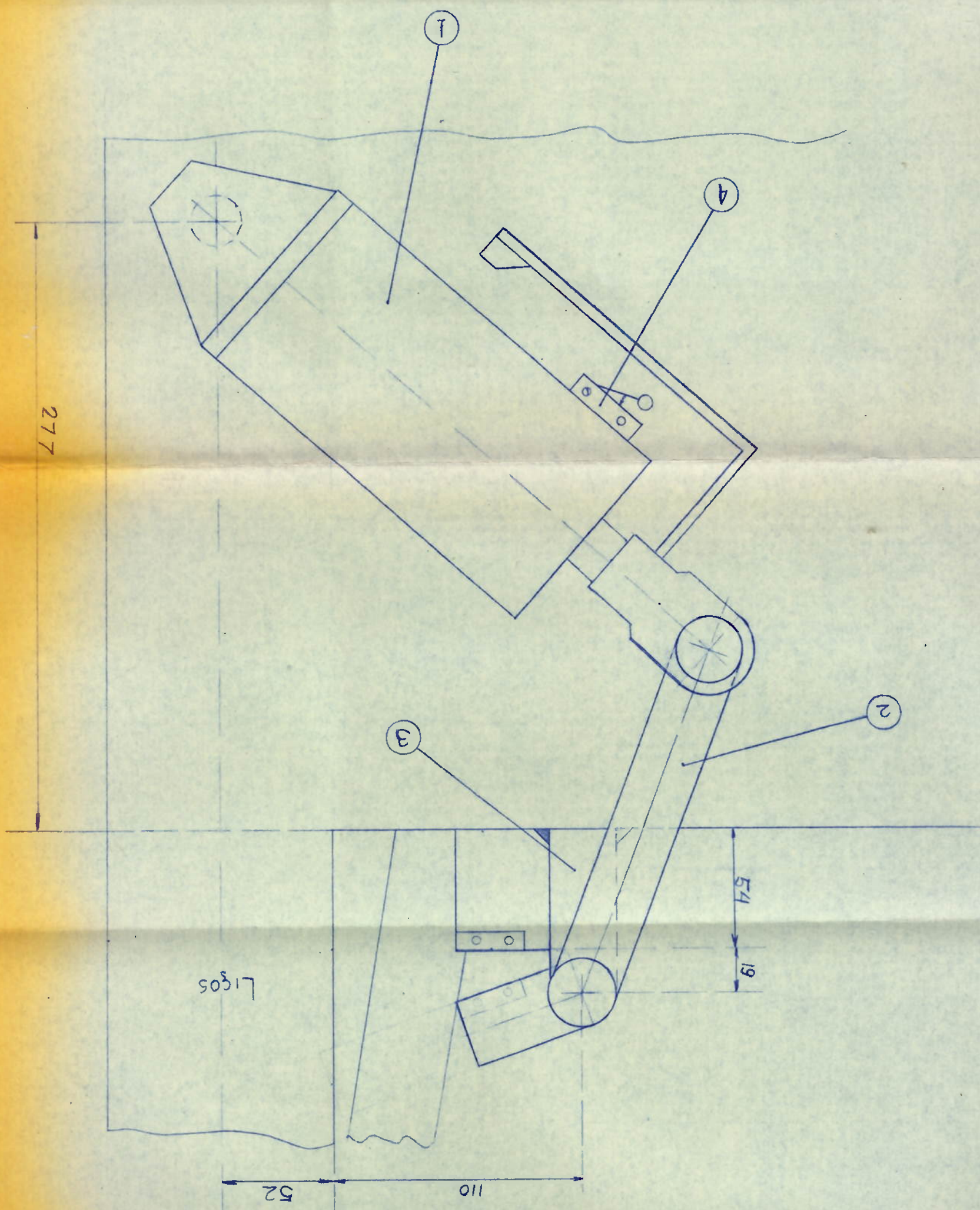
Catálogo de Produtos.

Figura 1
 Estudo da posição de fixação
 do cilindro



curso estimado: $290 - 220 = 70 \text{ mm}$
 " padronizado = 75 mm

350



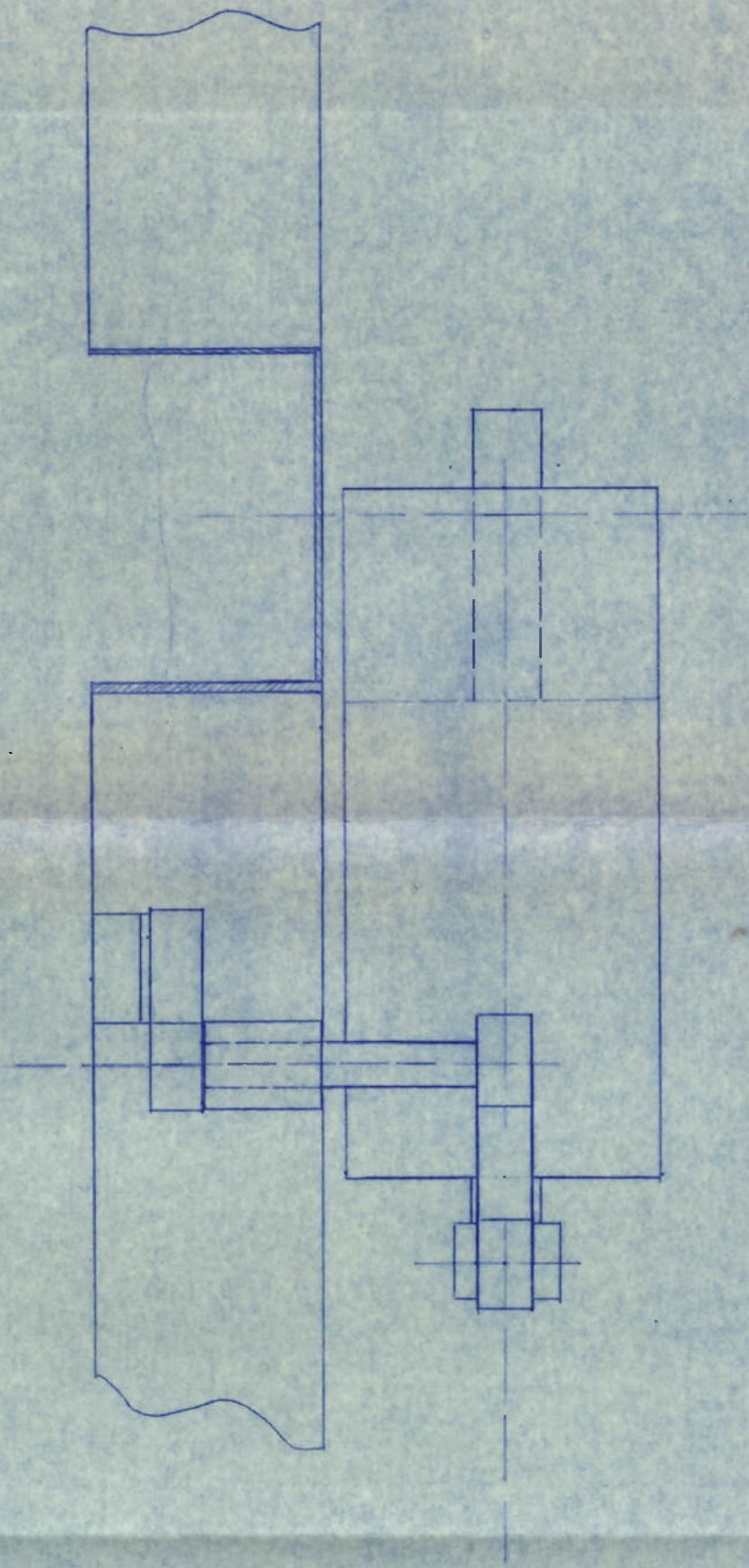
esc= 1:2

Fig - 3

Tesoura Pneumática - Vista Frontal

4	Micro Switch NA		1
3	Mancal	SAE - 1020	1
2	Braco	SAE - 1020	1
1	Cilindro Pneumático $\phi 3 \frac{1}{4}"$ curso 75mm		1
Item	Descrição	Material	Qtde
			Fig - 3A

Lista de Peças - Tesoura Pneumática



esc: 1:2

Fig - 4

Tesoura Pneumática - Vista Superior