

2172622

PROJETOS MECÂNICOS

1983

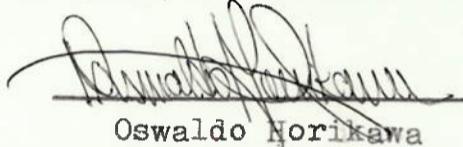
Aluno: Oswaldo Horikawa
Nº 9161495

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Agradecimentos

ao Prof.Dr. Octavio Maizza Neto
e ao Prof. Akira Misawa pelas
atenciosas orientações , sem as
quais este trabalho não teria
se realizado.

São Paulo, 24 de Novembro de 1983



Oswaldo Norikawa

INTRODUÇÃO

O Instituto do Coração junto ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, conta com uma divisão de bioengenharia onde engenheiros, médicos e técnicos desenvolvem uma atividade de pesquisa de órgãos humanos artificiais (por exemplo válvulas cardíacas) além de equipamentos de aplicações médicas.

O estágio por mim feito dentro dessa entidade consistiu basicamente no desenvolvimento de um projeto de um aparelho que visa a atender necessidades que surgiram em meio à construção de certos equipamentos que estavam sendo desenvolvidos. Um desses equipamentos é um transdutor de pressão de membrana. Por se tratar de um aparelho de dimensões reduzidas foi usada uma membrana também de diâmetro reduzido e por consequência os extensômetros (strain-gage) ainda menores. O grande problema que surgiu em função dessa reduzida dimensão foi o problema de montagem, qual seja o problema de posicionamento, colagem e a inda a soldagem dos fios aos terminais desses extensômetros com o uso de um soldador comum.

Posteriormente iniciou-se o desenvolvimento de um outro equipamento em que um de seus componentes, além de ter dimensões reduzidas (não maior que 2mm) requer um trabalho de usinagem (eventualmente com o uso de brocas de dentista) e um trabalho de montagem de diversas outras peças ainda menores dentro dele.

Assim sendo o aparelho que atenderia às essas necessidades seria um manipulador aos moldes de um braço de robô ou simplesmente um posicionador de acionamento manual que permite ao operador a execução de movimentos precisos e pequenos mediante observação por lupa.

O desenvolvimento deste equipamento consistirá ainda no trabalho a ser desenvolvido dentro da disciplina Projetos Mecânicos I e II no ano de 1983.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DO PROJETO

A formulação do problema do projeto foi feito com vista às seguintes atividades:

- 1-soldagem de fios aos terminais do extensômetro
- 2-montagem de precisão
- 3-microusinagem
- 4-posicionamento e colagem de extensômetro

1-Soldagem de fios aos terminais do extensômetro

O extensômetro ("strain-gage") tem o seguinte aspecto:

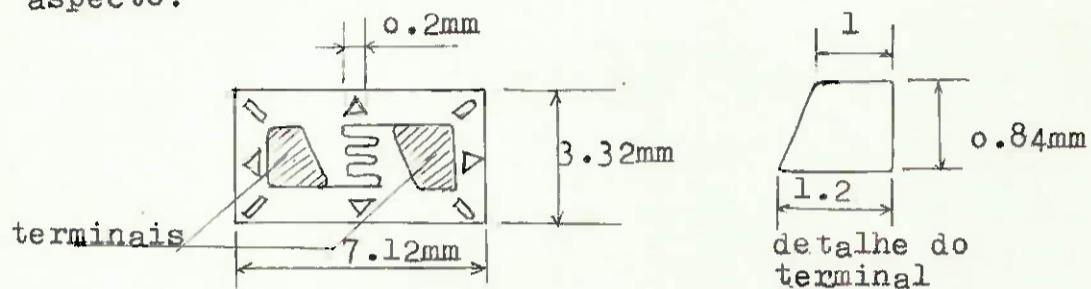


fig.1

A soldagem dos fios(fio de cobre esmaltado) aos terminais da maneira como está sendo feita:

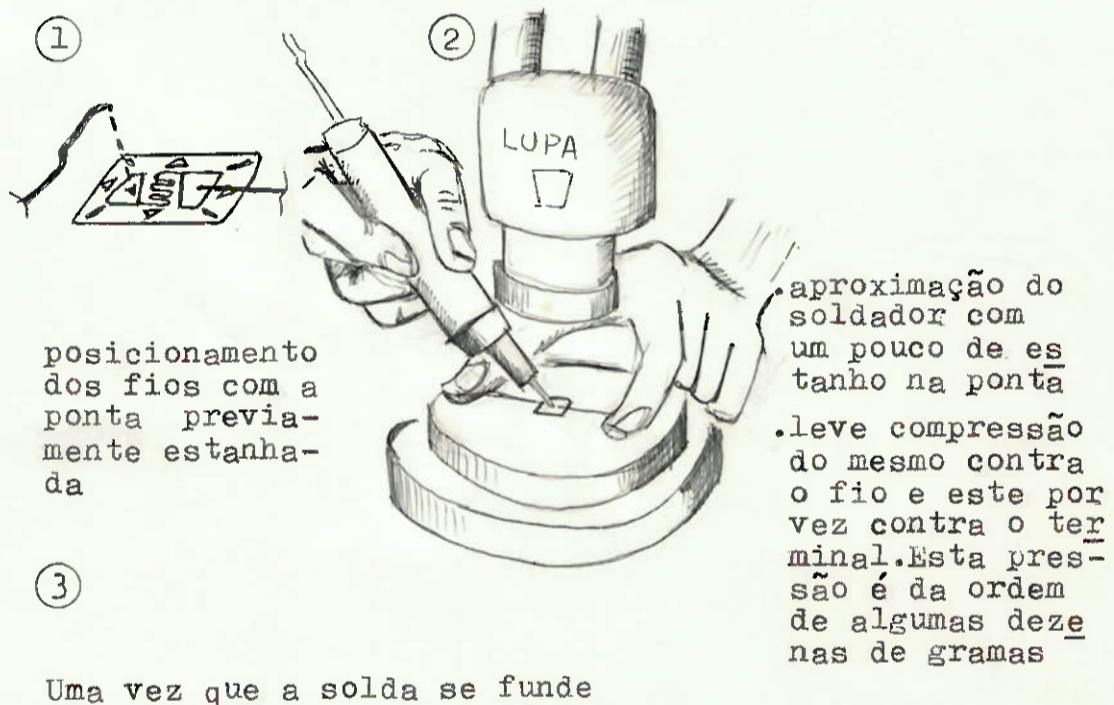


fig.2

Uma dificuldade no momento do posicionamento dos fios é que a ponta do fio muitas vezes não fica em contato perfeito com o terminal. O ideal seria que ele ficasse levemente comprimido contra o terminal.

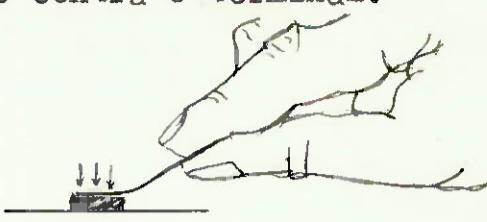
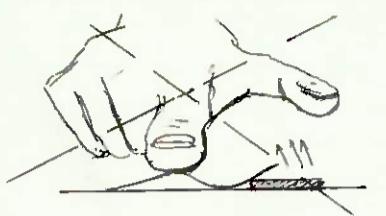
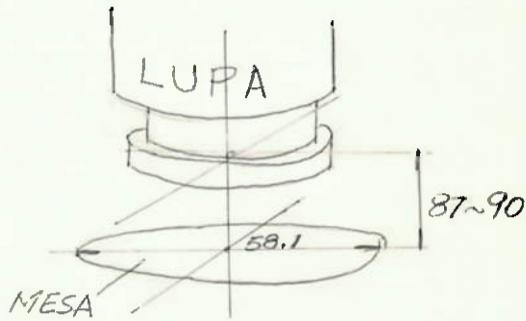


fig.3



Dimensões do soldador

fig.4



Campo de trabalho sob a lupa

fig.5

O soldador não precisa de movimentos especiais, basta que a ponta atinja qualquer ponto no espaço. De acordo com a necessidade pode trabalhar inclinado bastando para isso dobra um pouco a sua ponta. Seria o caso de se trabalhar sob uma lupa (fig.5), e nesse caso o soldador deve atingir o centro da mesa da lupa obliquamente.

Há que se enfatizar o problema de superaquecimento do extensômetro conforme já foi citado. Deve-se e vitar o tanto quanto possível manter a ponta do soldador encostado ao terminal junto com o fio, principalmente após o momento em que a liga se funde e se espalha sobre o terminal já que nesse momento a transmissão de calor por condução da ponta do soldador para o extensômetro é máxima. Nesse caso, ou se mantém a temperatura do soldador a um nível tolerável ou se cria uma solução para extrair o calor das partes mais sensíveis do extensômetro.

A ponta do soldador apresenta um certo jôgo com relação ao seu pegador, mas se durante o seu manuseio não houver vibrações ou choques não há problema de se errar a soldagem; mesmo no momento da soldagem em que se começa a aplicar pressão a ponta cede na direção obliqua à força e no momento que se chegar ao fim do jôgo pode-

se aplicar quanta pressão quisermos.

Para esta tarefa, será ainda uma condição que o aparelho deve satisfazer, o fato de permitir que o operador execute movimentos pequenos com facilidade. Entendendo-se como pequeno uma dimensão de 0.1mm (metade da largura da seta no extensômetro- ver fig.1).

2-Montagens de precisão

A montagem seria executada a princípio, dentro de um minúsculo cilindro de aproximadamente 2mm de diâmetro. Mas como ainda não existe o projeto dessa montagem e mesmo porque é ideal que o projeto sirva não só para esse fim mas como para qualquer outra montagem de precisão procuraremos formular uma necessidade genérica. Para tal suponhamos que a caneta que agora eu esteja segurando seja uma peça e eu a deseje montá-la de um determinado modo num determinado lugar dentro de um caixote (fig.6).

Em primeiro lugar (este é um dos modos) procurarei posicionar a caneta, não importa de que jeito ela esteja, dentro do caixote; fixarei meu braço e feito isso, com movimentos de pulso e dedos inclino a caneta em diversos ângulos ou giro em torno de seu eixo até encontrar a posição relativa ao caixote desejada; movimento novamente o braço, faço um novo movimento de inclinação e assim por diante até montar a caneta dentro do caixote.

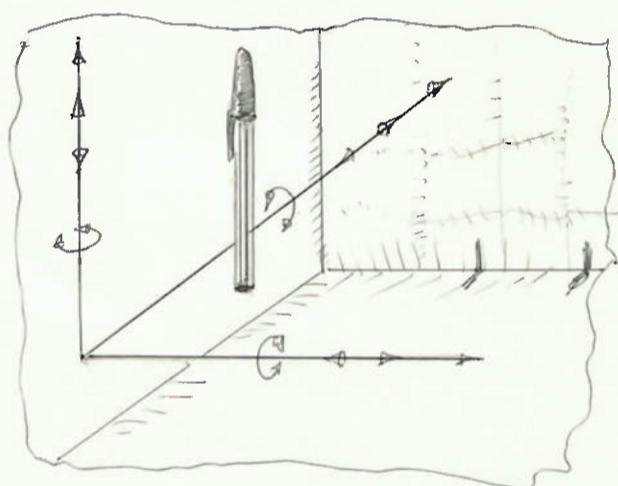


fig.6

O operador deve executar com facilidade movimentos de 0.1mm.

Limitações do campo de trabalho: o mesmo do caso anterior.

3-Microusinagem

Consideraremos o caso de usinagem com o auxílio de uma broca de dentista.

Sob o ponto de vista ~~de~~ campo de trabalho e movimentos, no tocante à necessidade de se posicionar a broca numa determinada posição no espaço, há uma grande semelhança com o caso anterior. A diferença é que nesse caso não há necessidade de provocar rotação da broca em torno de seu eixo.

Quanto ao campo de trabalho repete-se a restrição dos casos anteriores.

O projeto da peça a ser usinada prevê tolerâncias da ordem de 0.05mm.

Nesse caso há ainda que se considerar o aspecto esfôrços, que irão solicitar o aparelho. No momento da usinagem surgem esforços que com certeza não serão desprezíveis, e sendo assim o aparelho deve resistir a esses esforços e ainda em função dos mesmos, apresentar deformações toleráveis, para uma perfeita tarefa de usinagem. Por meio de um dinamômetro foi medido o esforço de usinagem sobre uma chapa de aço inoxidável ($\sigma_F \approx 60 \text{kgf/mm}^2$) e se obteve valores em torno de 5kgf.

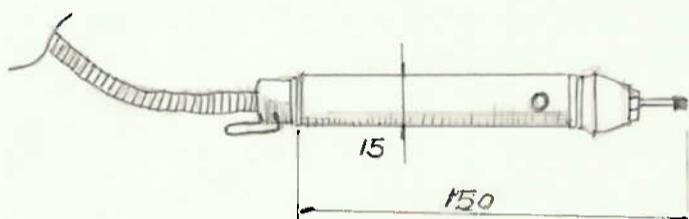


fig.7 A broca de dentista

4-Posicionamento e colagem de extensômetros

O que se verificou nesse caso é que os próprios fabricantes dos extensômetros apresentam métodos manuais de colagem cujos resultados são bons. Isto motivou o enquadramento dessa necessidade no caso 2 de montagem de precisão.

AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Apresentaremos agora um conjunto de possíveis soluções, que são na realidade mecanismos geradores de pontos no espaço, ou seja, mecanismos que posicionam pontos a eles fixos em qualquer ponto, no subespaço que constitui o seu campo de trabalho.

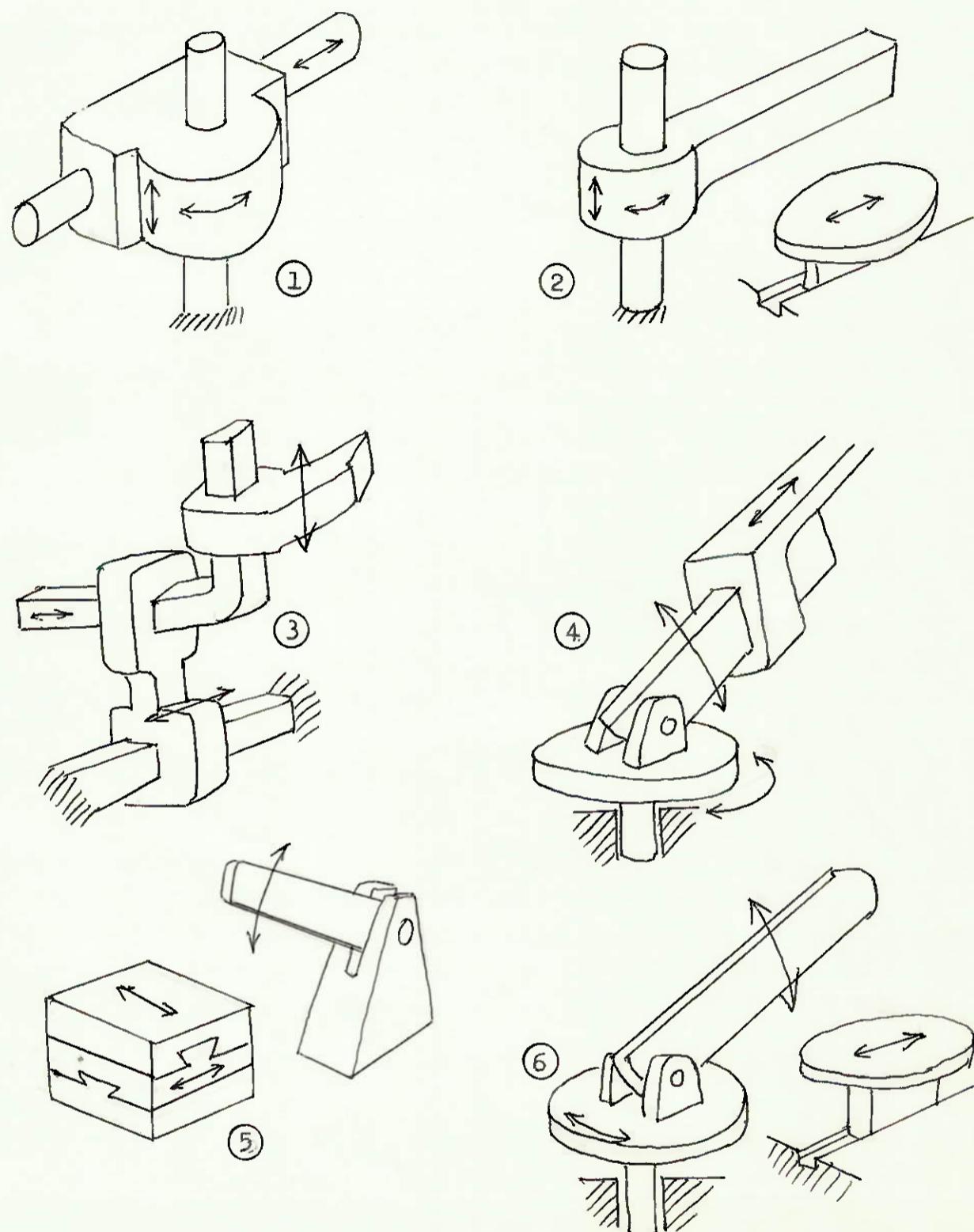


Fig.8

Posteriormente foram feitos estudos para se obter um conjunto de soluções também quanto ao tipo de acionamento deste mecanismo. Seus pontos mais relevantes foram selecionados e são apresentados diretamente no próximo ítem.

O mecanismo ora em estudo é completado por uma ponta, que pode ser destinada à solda, à montagem ou à usinagem. Chegou-se à formulação de soluções para cada um destes fins, mas dada à complexidade destas e dos respetivos desenvolvimentos achou-se por bem restringir o projeto, ora em desenvolvimento à construção do mecanismo gerador de pontos no espaço. Será contudo apresentado ao final deste trabalho, uma sugestão, na realidade um esboço de equipamento que servirá ao serviço de soldagem.

ESCOLHA DAS SOLUÇÕES

O gerador de pontos escolhido será do tipo 3 (ver figura 8), pois esta solução permite que o braço descreva movimentos retos, mediante o acionamento. Isto é especialmente interessante para trabalhos de microusinagem além do que permite que se tenha uma previsão boa dos movimentos. Trata-se da única solução que não possui nenhum elemento articulado e isso é importante para uma fácil correção dos jogos entre peças móveis, no momento do desgaste.

É o sistema utilizado na quase totalidade das máquinas ferramentas que tem sistemas que executam funções semelhantes, daí poder-se dizer que é um sistema perfeitamente conhecido e largamente utilizado.

Quanto ao acionamento, conforme já foi discutido, foi feito um estudo de possíveis soluções. O estudo começou por um "brain-storming" afim de se listar o maior número possível de tipos de acionamentos e estas soluções após serem agrupadas foram pré-selecionadas e ficamos com as seguintes soluções:

- mecânica
- mecânico-hidráulica
- elétrica por motores ou solenóides

A solução elétrica foi descartada de início pois, caso não haja utilização de motores passo-a-passo o controle do acionamento elétrico seria muito difícil para movimentos com esta precisão. A solução com motores passo-a-passo seria por demais custosa e inviabilizaria o projeto.

Ficou-se então com a solução mecânica-hidráulica e a solução mecânica pura, e dentre estas escolhemos por fim a segunda solução.

A solução hidráulica se restringiria a dois tipos de sistemas. Um é um circuito provido de bomba hidráulica onde o operador controla somente os movimentos sendo toda energia de acionamento fornecido pela bomba. (fig. 9a). O outro, mediante circuito estanque sem bomba, permite que a energia da mão do operador se transmita ao elemento desejado. (fig. 9b)

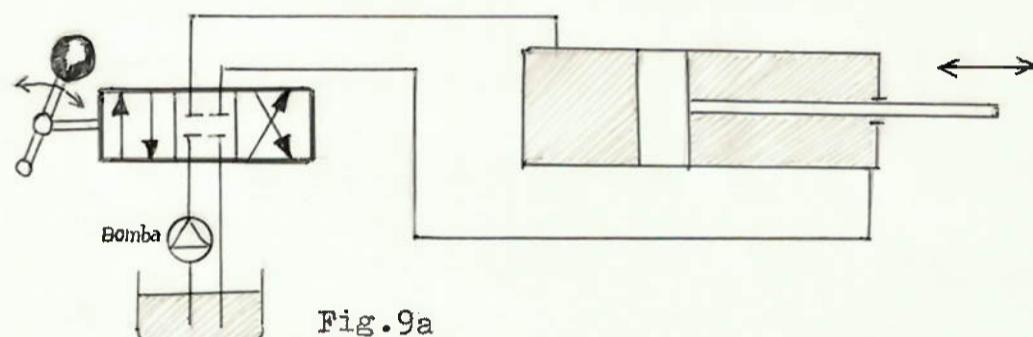


Fig. 9a

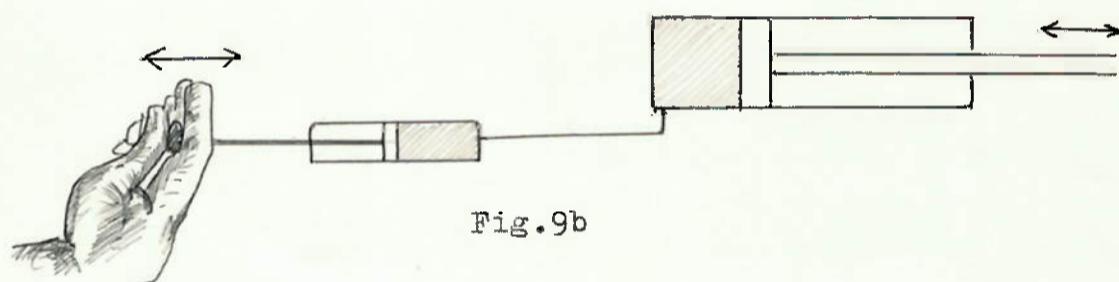


Fig. 9b

Ambas as soluções foram porém descartadas pelo problema da vedação nos pistões (custo aumenta com a qualidade da vedação) que entre outras coisas não permite que o pistão permaneça estático, em estando carregado. Citem-se ainda os custos envolvendo manutenção.

A solução mecânica por sua vez apresenta múltiplas alternativas, mas a mais interessante foi a utilização de um conjunto de fuso e porca guiada. É um sistema simples que permite um bom controle no movimento e de fácil execução (ver figura 10).

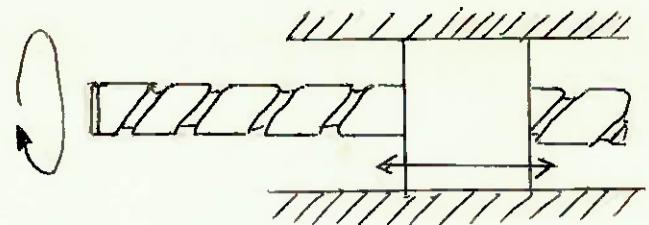


Fig.10

CONSTRUÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS

A solução obtida na primeira parte do ítem anterior é representada abaixo (figura 11). Nela podem ser vistas 3 barras cujos eixos constituem eixos ortogonais (x, y, z) e ainda uma terceira barra representando de maneira simplificada o conjunto de elementos que vão desde ponto de aplicação da força F até o vínculo. Este vínculo assim como os demais possui 1 grau de liberdade (translação ao longo do eixo da barra ao qual se liga).

Em seguida cada elemento é isolado com os respectivos esforços resultantes das equações de equilíbrio de forças e momentos.

Não será feito nenhum estudo cinemático dado que as velocidades previstas são muito baixas.

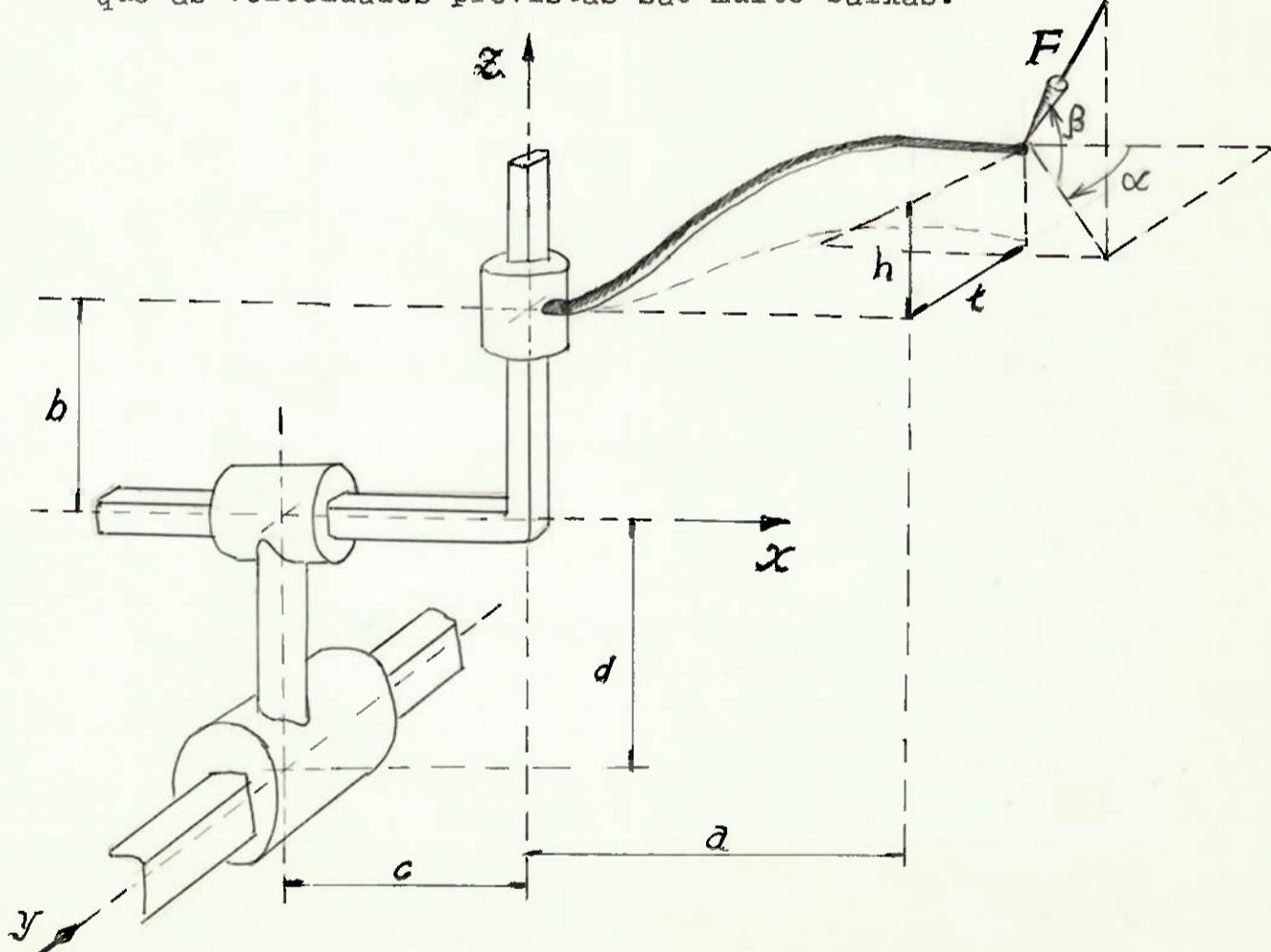
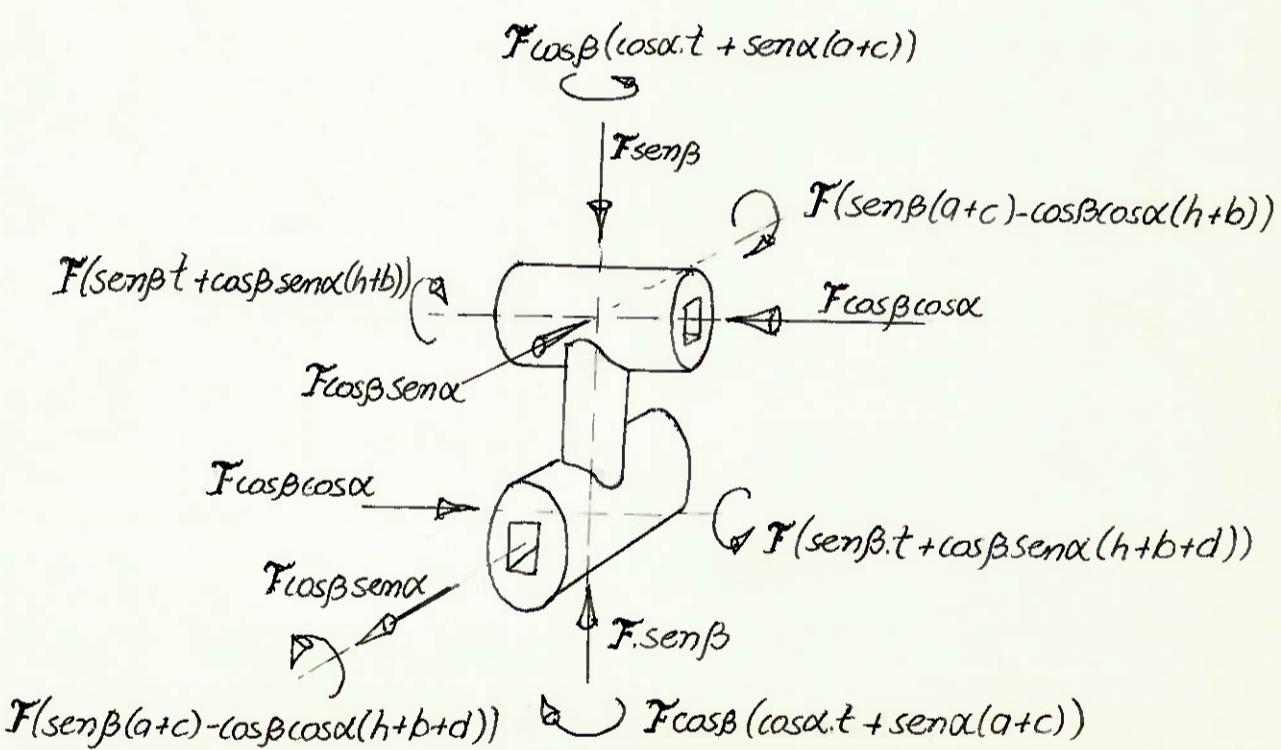
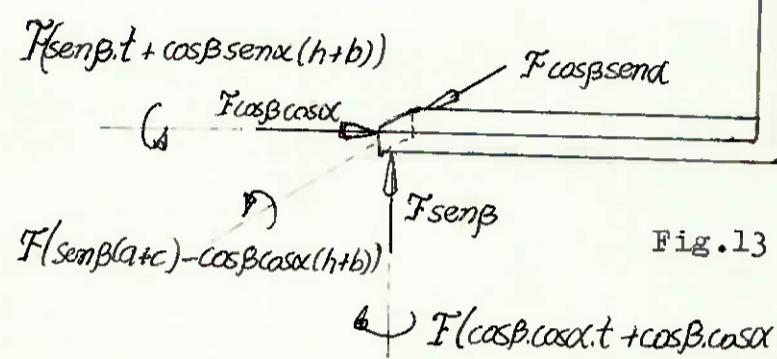
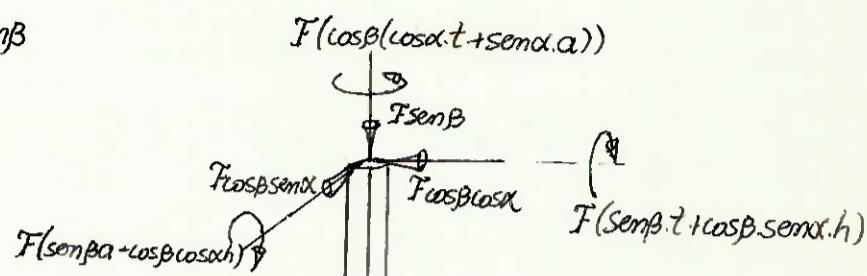
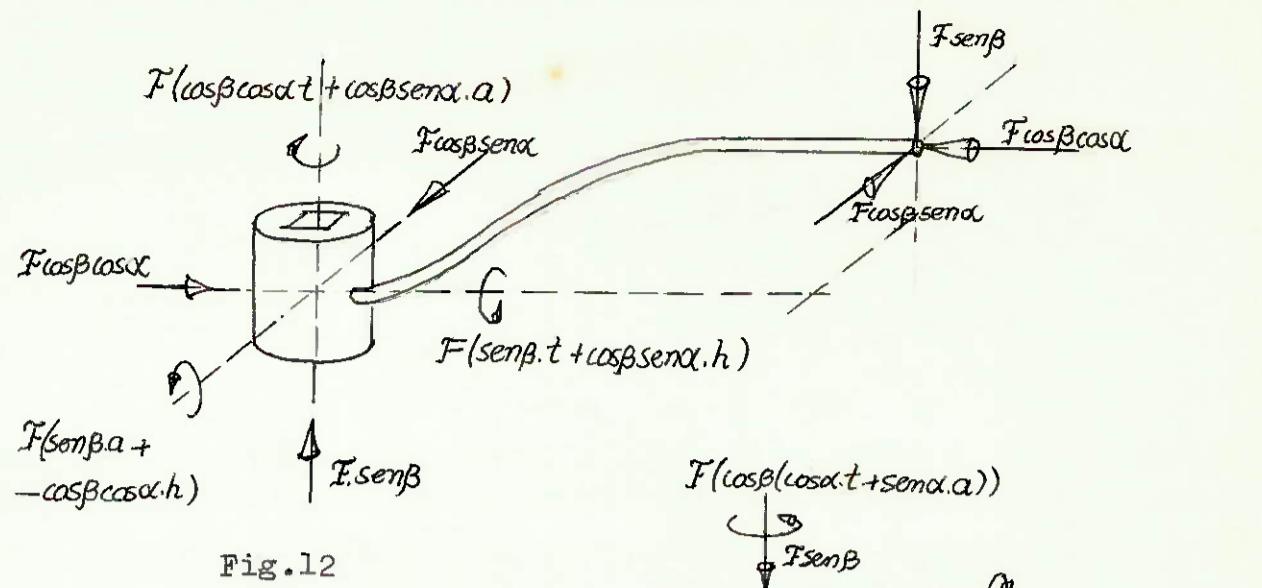


Fig.11



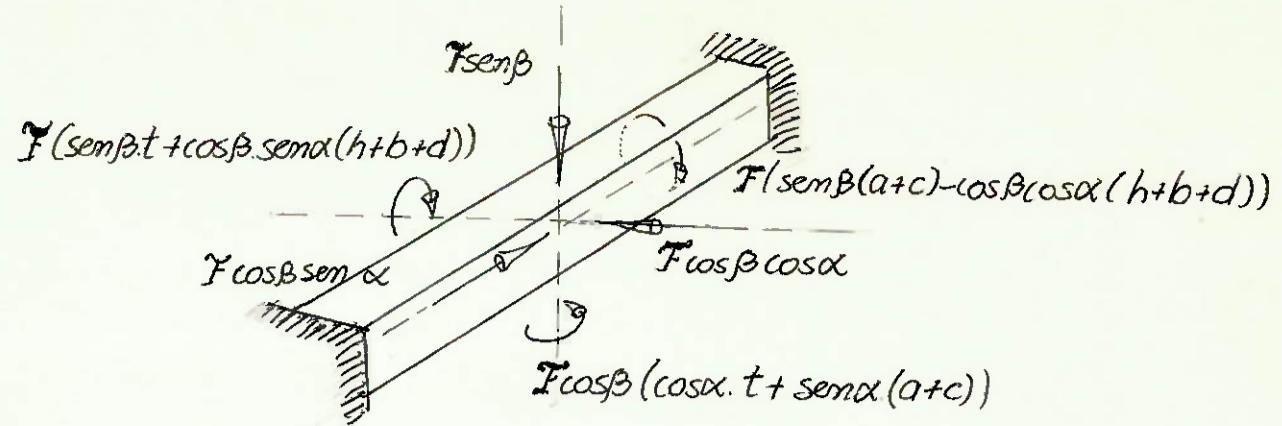


Fig. 15

DIMENSIONAMENTOS E VERIFICAÇÕES

Da análise do tipo de atividade a ser executada por esse dispositivo vamos impor alguns valores tendo em vista determinar um campo dentro do qual esforços, antes representado pela força F , irão agir. Assim:

$$\begin{aligned} - 50\text{mm} &\leq h \leq 50\text{mm} \\ 50\text{mm} &\leq a \leq 150\text{mm} \\ -100\text{mm} &\leq t \leq 100\text{mm} \end{aligned}$$

e preveremos uma força F de no máximo 5 kgf.

-dimensionamento do fuso e da porca guiada

Em função da força F que é esquematizada na figura 11 surgem em cada elemento os esforços abaixo, e que deverão ser resistidos pelo fuso:

$$\begin{aligned} F \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{sen} \alpha \\ F \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha \\ F \cdot \operatorname{sen} \beta \end{aligned}$$

onde se verifica que o máximo em cada caso ocorre quando os termos em seno ou cosseno assumem valor unitário e o esforço vale F .

Como foi prevista uma força máxima de 5 kgf, dimensionaremos para este valor.

Foi escolhido para o fuso um diâmetro de 5mm com uma rosca métrica M5f da série 4 cujo passo é de 0.5mm / volta.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F_{\max}}{A} \leftarrow \text{esforço máximo} \\ A &\leftarrow \text{área do núcleo} \end{aligned}$$

$$A = \frac{\pi d_i^2}{4}, \quad d_i = d - 2 \times 0.65 p, \quad p = 0.5$$

$$\sigma = \frac{4F_{\max}}{\pi d_i^2} = \frac{4 \times 5}{\pi (5 - 2 \times 0.65 \times 0.5)} = 0.25 \text{ kgf/mm}^2$$

Para um material 4D St.37 com $\sigma_c = 20 \text{ kgf/mm}^2$

Coeficiente de segurança = 80 (amplamente dimensionado)

Quanto à flambagem:

comprimento livre equivalente $\ell = 0,7 \ell_0$

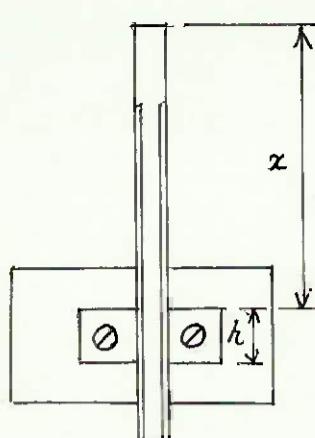


Fig. 16

$$\lambda = \frac{\ell}{i} \quad i = \sqrt{J/4}$$

$$\text{para o parafuso} \quad i = \frac{d_1}{4}$$

$$\lambda = \frac{x \cdot 0,7}{d_1/4}$$

para $\lambda > 95$ vale a fórmula de Euler é portanto:

$$\sigma = \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 k_f}$$

Com coeficiente de segurança $k_f = 5$, ($3 < k_f < 6$)

$$E = 6,1 \times 10^4 \text{ kp/mm}^2$$

$$Q = 5 \text{ kgf}$$

$$\frac{20}{\pi (4,35)^2} \leq \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^4}{\left(\frac{x}{4,35} \cdot 0,7 \cdot 4\right)^2 \cdot 5} \Rightarrow x \leq 320 \text{ mm}$$

Altura da porca
dimensionamento à pressão máxima

$$P_a \leq \frac{Q \cdot P}{h \cdot \pi d_2 \cdot t_2} \quad P = 0,5 \quad d_2 = 5 \quad t_2 = \frac{P\sqrt{3}}{8} = 0,17$$



Fig. 18

$P_a = 0,5 \text{ a } 1,5 \text{ kp/mm}^2$ com parafuso de aço e porca de bronze

Tomando: $P_a = 1,0 \text{ kp/mm}^2$

$$h \geq \frac{5 \cdot 0,5}{1 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 0,17} \rightarrow h \geq 1,5 \text{ mm no mínimo}$$

$$\text{número de filetes} = \frac{h}{P} = \frac{1,5}{0,5} = 3 \text{ filetes no mínimo}$$

Quanto à tolerância

O fuso será o responsável pelo acionamento da porca na direção de seu eixo. Todos os demais movimentos serão comandados pelas guias prismáticas.

O ajuste porca-fuso deve ser tal que a folga máxima que se verifica no movimento na direção do eixo do fuso seja aquela admissível.

Esta folga poderá ser de dois tipos. Um por diferença de diâmetro do parafuso e da porca. Nesse caso, a folga máxima prevista para a rosca de qualidade fina será de 0,14mm. Isto representa uma folga no sentido do eixo da rosca de: $A \cdot \operatorname{tg}30 = 0.14 \operatorname{tg}30 = 0,08\text{mm}$

Outra folga poderá ocorrer por variação ou oscilações no passo do parafuso e da porca. Considerando agora que os diâmetros são exatos; esperamos uma variação no passo conforme a figura 19. São imprecisões originadas por vibrações que se fazem sentir na ponta da ferramenta de rosca, cuja origem pode ser diversa. A amplitude da oscilação do passo dependerá da máquina mas com certeza será um valor reduzido, não havendo problema de o parafuso não caber na porca. Mas para que o avanço da porca mediante o acionamento do fuso se faça de maneira precisa aumentamos o número de filetes da porca pois isto aumentará a chance de ocorrer dois filetes encostados entre si e assim o jogo a ser verificado na união parafuso-porca será a mínima. Assim escolheremos $h=10\text{mm}$ o que corresponde a aproximadamente 20 filetes.

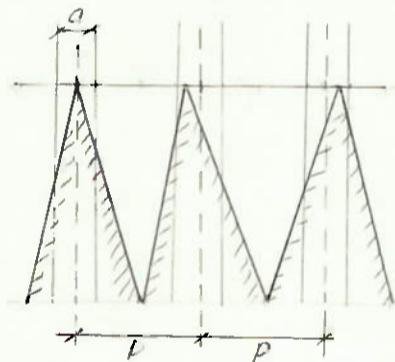


Fig.19

Verificação das pressões de contacto nas guias inferiores

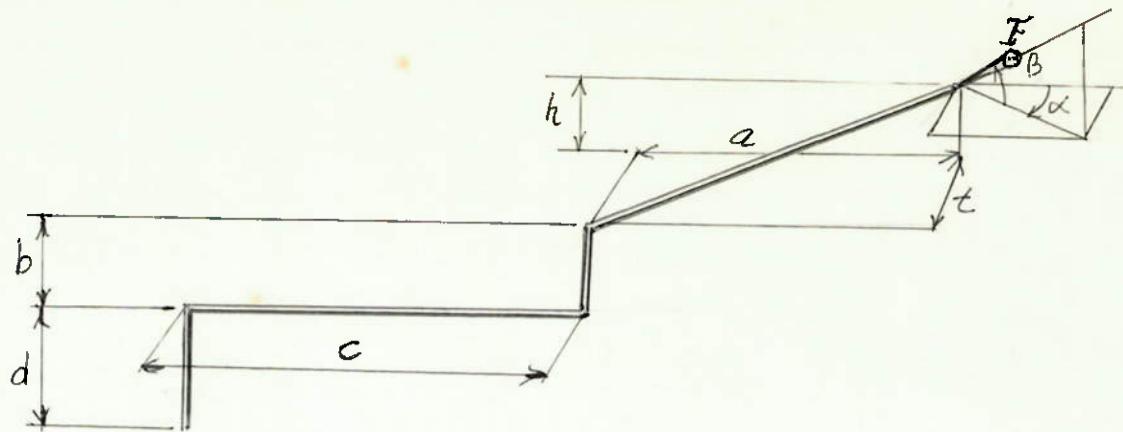


Fig.20

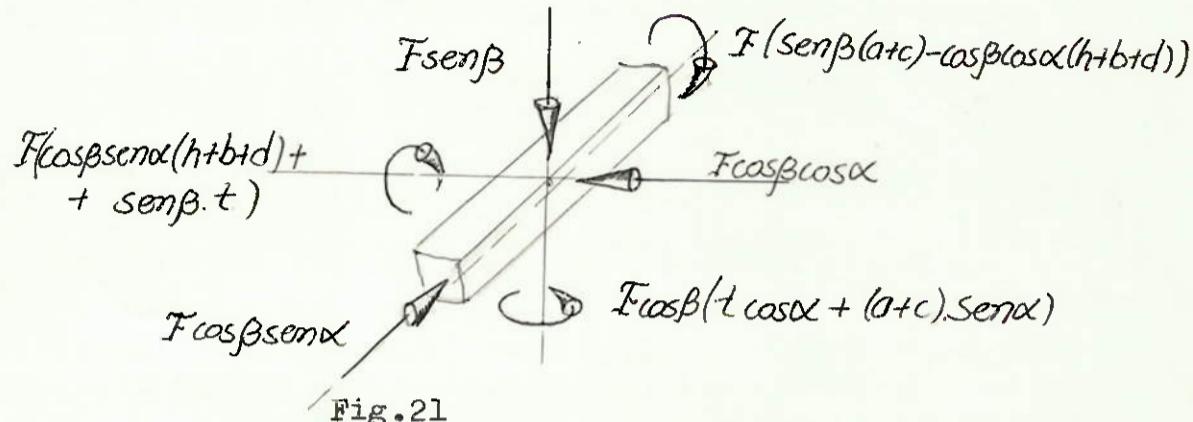


Fig.21

Serão desprezados os pesos próprios dos equipamentos. As forças nas guias não atacam num ponto mas se espalham por uma superfície que dependendo da folga entre o carro e a pista de guia, do tipo de material e da geometria da guia. O que pode ser dito é que quanto menor a folga entre a pista de guia e o carro maior será a superfície de aderência e menor será também a compressão da superfície que por sua vez determina o desgaste.

A seguir é apresentado um programa para uso em computador para a avaliação dos esforços que atuam nas guias inferiores, pois nelas agirão os maiores esforços.

As guias escolhidas são do tipo cauda de andorinha* cujo perfil é esquematizado abaixo.

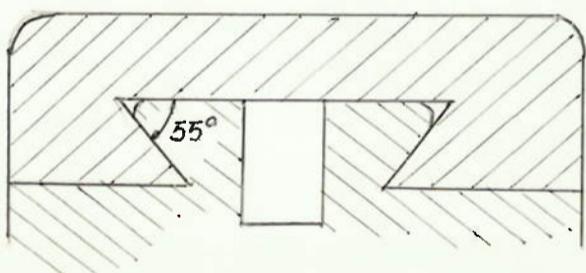


Fig.22

* Referência / pag 748 vol 6

As guias são dispostas simetrica e paralelamente.

Serão tomados como locais críticos, onde a pressão atinge os valores máximos, as quatro superfícies nas extremidades de cada guia, na face inclinada e que faz o contacto com a guia da peça superior. E assim identificamos:

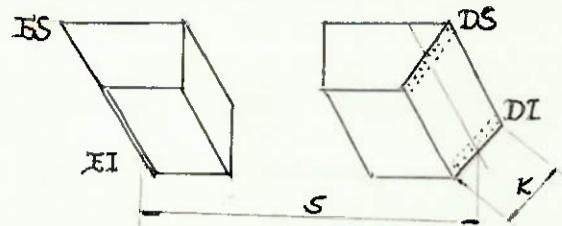


Fig 23

Na figura acima ainda indicamos:

k : largura da guia

s : distância entre pontos médios das arestas correspondentes das guias

Para todo momento de força cujo vetor que o representa, estiver contido num plano perpendicular à aresta longitudinal das guias, será admitido que atuará em cada extremidade da guia uma distribuição de esforços da figura 24, abaixo.

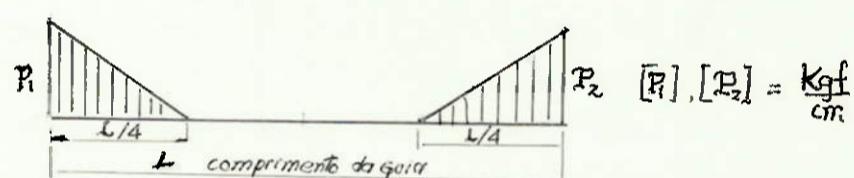


Fig. 24

Assim a reação a um dado momento de força \vec{D} , será:

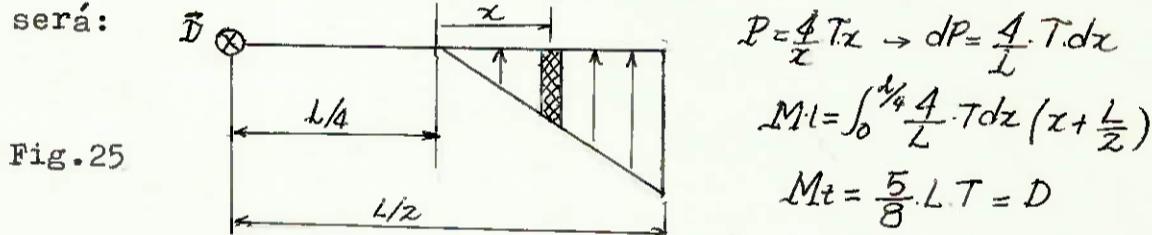


Fig. 25

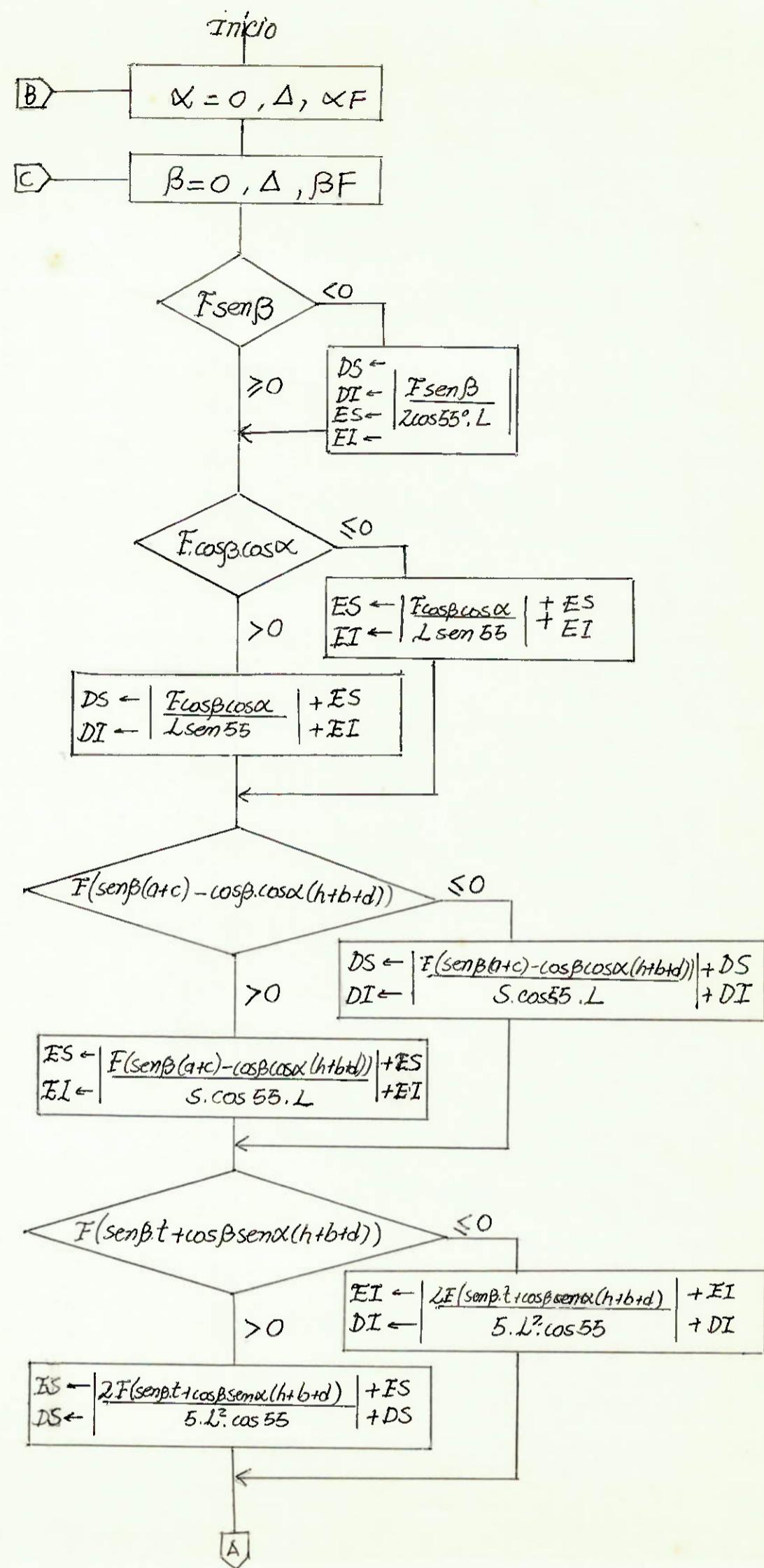
$$P = \frac{4}{L} T x \rightarrow dP = \frac{4}{L} T dx$$

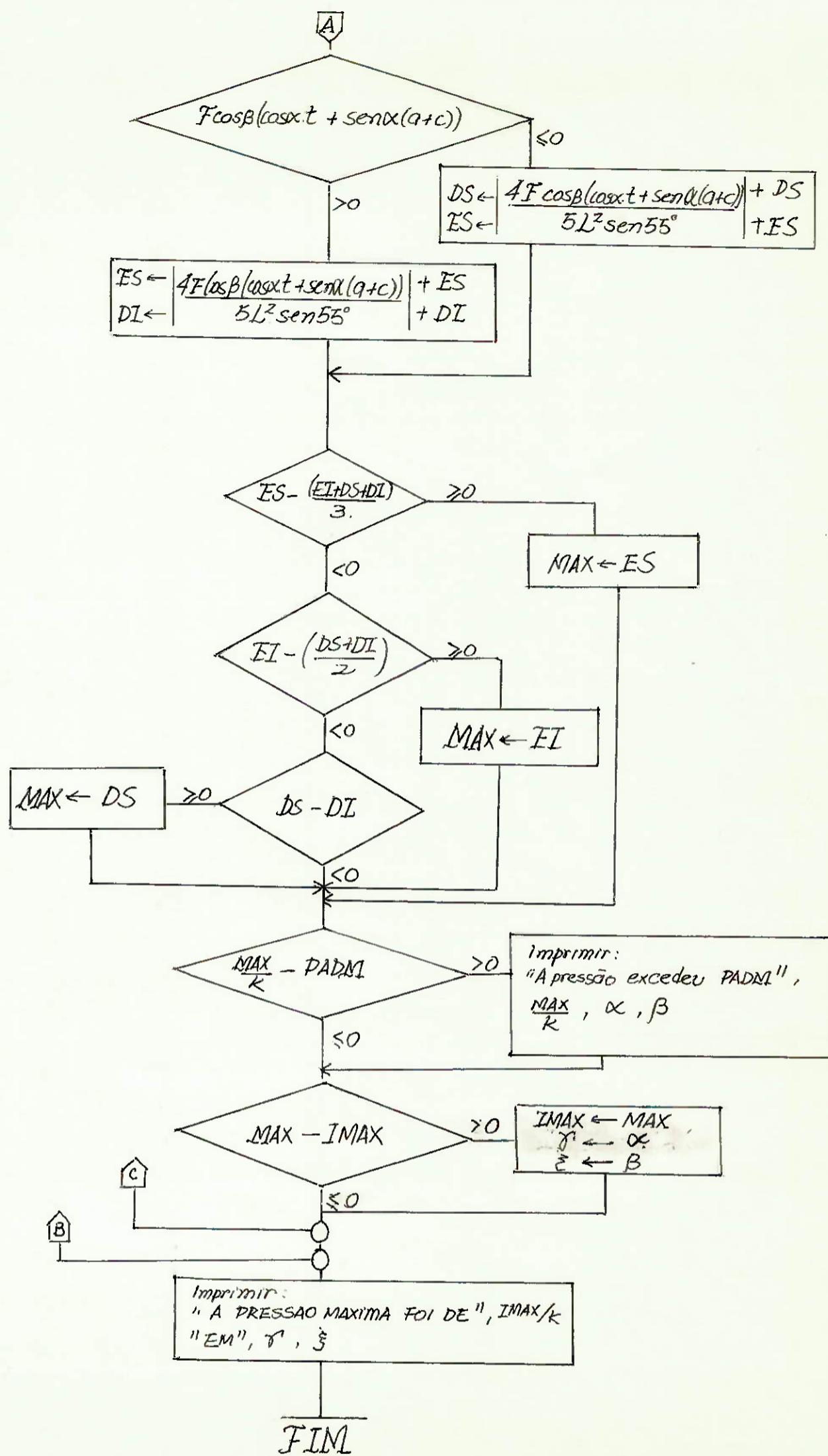
$$M \cdot l = \int_0^{L/4} \frac{4}{L} T dz \left(x + \frac{L}{2} \right)$$

$$M_t = \frac{5}{8} \cdot L \cdot T = D$$

E para esforços e momentos de vetor paralelo à aresta das guias, a distribuição será considerada uniforme.

* os demais parâmetros na figura 20





VARIÁVEIS E VALORES INICIAIS

$F = 5 \text{ kgf}$	$DS = 0$	$\alpha_F = 360^\circ$
$a = 150 \text{ mm}$	$DI = 0$	$\beta_F = 360^\circ$
$b = -$	$ES = 0$	$\delta = 0$
$c = 56 \text{ mm}$	$EI = 0$	$\zeta = 0$
$d = -$	$k = 12 \text{ mm}$	
$h = 30 \text{ mm}$	$MAX = 0$	
$t = 30 \text{ mm}$	$IMAX = 0$	
$\alpha = 0$	$PADM = 0,10 \text{ kgf/mm}^2 *$	
$\beta = 0$	$(h+b+d) = 118 \text{ mm}$	
$\Delta = 10^\circ$	$S = 68 \text{ mm}$	
$L = 82 \text{ mm}$	$(a+c) = 210 \text{ mm}$	

Com estes dados foi obtido num microcomputador, os seguintes valores:

$-\alpha \leq 0$	$-\beta \leq 0$	$P_{\max} (\text{kgf/mm}^2)$	α	β
$-180^\circ \leq \alpha \leq 0$	$-180^\circ \leq \beta \leq 0$	0,087	-50°	-70
$-180^\circ \leq \alpha \leq 0$	$0 \leq \beta \leq 180^\circ$	0,084	-140	40
$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$	$0 \leq \beta \leq 180^\circ$	0,084	40	40
$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$	$-180^\circ \leq \beta \leq 0$	0,084	150	0

Onde se verifica que não se superou a pressão admissível em nenhum ponto mediante carregamento com uma força de direção genérica.

* Referência / item B , pag 748, vol 6

DESENHOS - em anexo, ao final

Nesta parte se encerra o projeto mas como sugestão gostaria de apresentar alguns esboços de "pegadores" aplicáveis aos diversos tipos de aplicações.

Abaixo, um pegador para soldadores elétricos, que pode ser executado facilmente apartir de tiras de chapas de alumínio dobradas e furadas. O cabo do soldador seria então introduzido na parte dobrada circularmente e a fixação feito pelo aperto do parafuso.

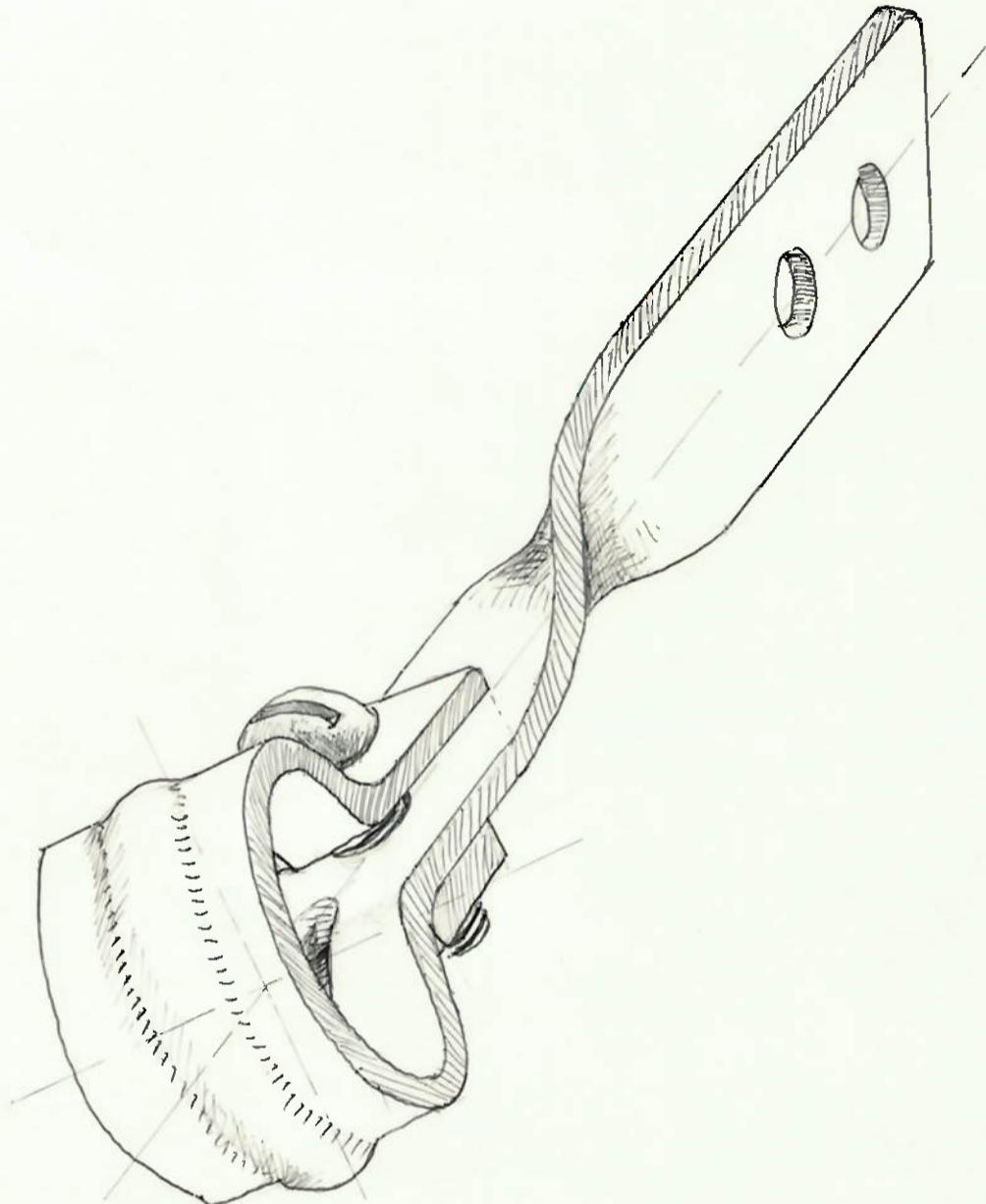


Fig.26

Já na figura 27 um pegador para montagens de precisão e/ou microusinagem. Esse entretanto não é uma solução completa pois apesar de possuir todos os movimentos necessários não tem acionamento. Ou seja, o operador deve, previamente, posicionar a peça (no caso de montagem) ou a broca (no caso de microusinagem) na posição de sejada, mediante soltura e aperto de um parafuso de fixação e daí então completar a operação com os movimentos do gerador de pontos aqui projetado.

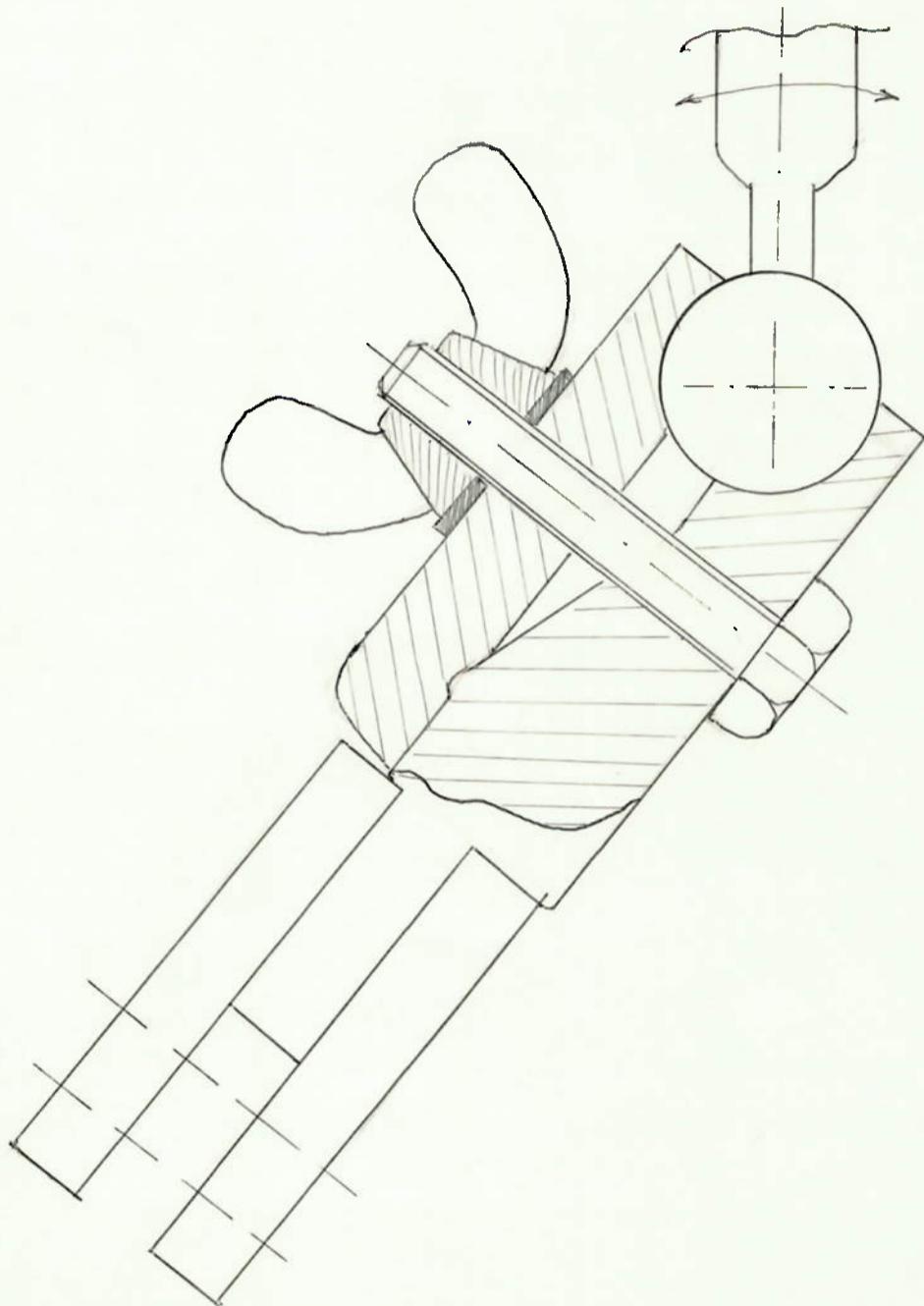


Fig. 27

BIBLIOGRAFIA

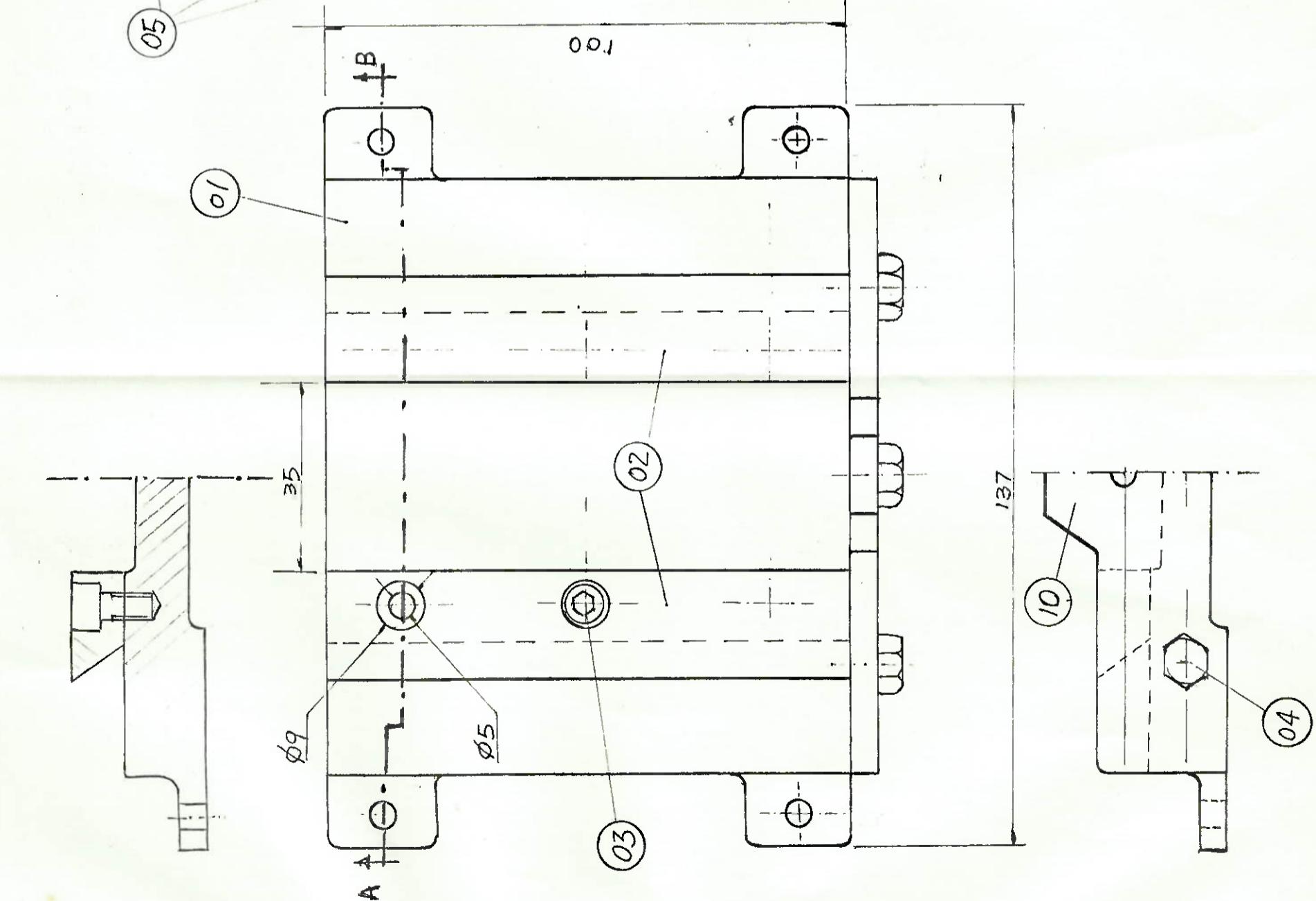
- 1- Manual do Engenheiro Mecânico
Autor: DUBBEL
13º Edição - 1974 Editora: Hemus
- 2- Elementos de Máquinas
Autor: NIEMANN
6º Edição - 1971 Editora: Edgard Blucher Ltda
- 3- Roscas e Parafusos
Autor: Prof. Nelson de Campos G. de Oliveira
Editora: DIP
- 4- Revista: "Kikai Sekkei" (Projeto Mecânico)
Volume 23, nº 1, 1979 págs. 125 a 129
"Projeto e Construção de Máquinas Ferramenta"
- 5- Tolerâncias ISO - notas de aula
Autor: Eng. F. Provenza
Escola Pro-tec
- 6- Notas de Aula de Projetos Industriais
Prof. Omar Madureira
Escola Politecnica

01	POSICIONADOR VERTICAL	07	08
01	POSICIONADOR TRANSVERSAL	06	07
01	POSICIONADOR LONGITUDINAL	05	06
01	MESA VERTICAL	04	05
01	MESA HORIZONTAL	03	04
01	MESA INTERMEDIÁRIA	02	03
01	MESA INFERIOR	01	02
QUANTI- DADE	DENO ^{MINA} ÇÃO	POSI ^C ÃO	SUBCONJUNTO DES. N ^o
NOME:	Oswaldo Horikawa	EPUSP 9161495	DATA: 05/out/83
DISCIPLINA:	Projetos Mecânicos	DESENHO N ^o	01
TÍTULO:	DESENHO DE CONJUNTO DO GERADOR DE PONTOS NO ESPAÇO	EPUSP	

MESA INFERIOR - DES. N° 02

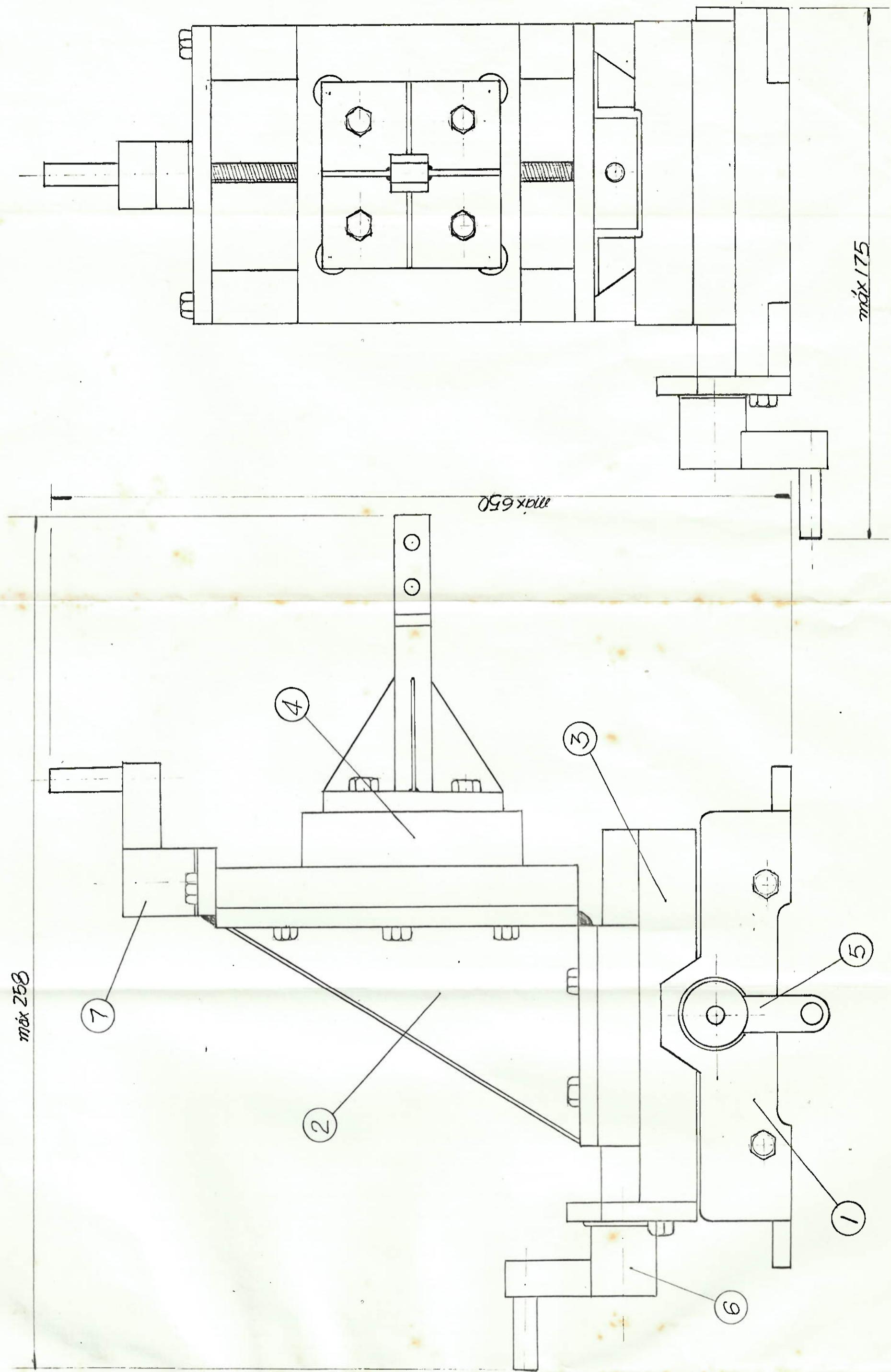
MEIA INTERMEDIÁRIA. DES. N° 03

CORTE AB



Escala: 1:1

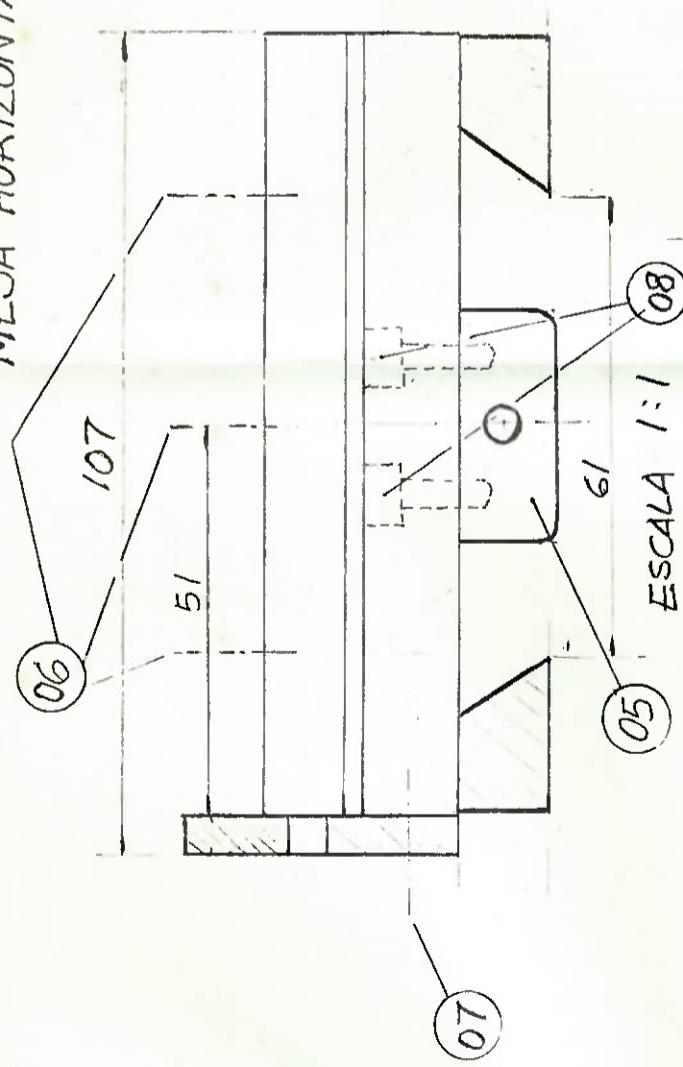
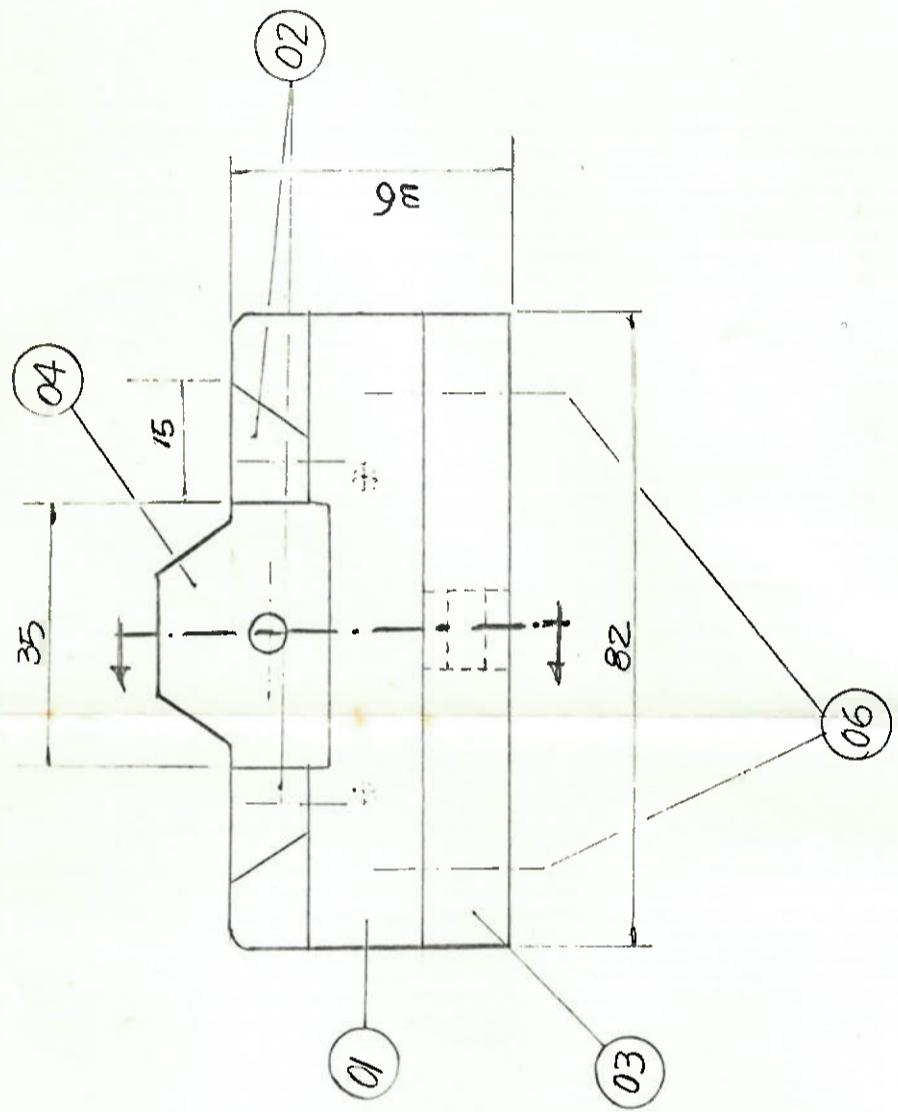
DESENHO DE CONJUNTO DO GERADOR DE PONTOS NO ESPAÇO - DESENHO N°1



QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTD.	UNIDADE
01	SUPORTE I		10	23
02	GUIA II VERTICAL		09	15
01	ESQUADRO		08	09
02	GUIA II HORIZONTAL		07	14
01	PORCA		06	21
10	PARAFUSO COM CABEÇA SEXTAVADA M4x12 DIN558		05	—
05	PARAFUSO COM CABEÇA SEXTAVADA M4x15 - DIN558		04	—
06	PARAFUSO DE CABEÇA CILINDRICA COM SEXTAVADO INTERNO M4x11 - DIN912 - 8G + ARRJELA DIN 125		03	—
02	GUIA I		02	11
01	PLACA I		01	07
	DENOMINAÇÃO + OBSERVAÇÃO		POSIÇÃO	DESENHO FABI. 142 N. 2
NOME:	Oswaldo Horikawa	Nº USP	DATA	05/out/83
DISCIPLINA:	Projetos Mecânicos		DESENHOS N.º	02/03
TÍTULO:	DESENHOS DE SUBCONJUNTO: MESA INFERIOR (02) MESA INTERMEDIÁRIA (03)			EPUSP

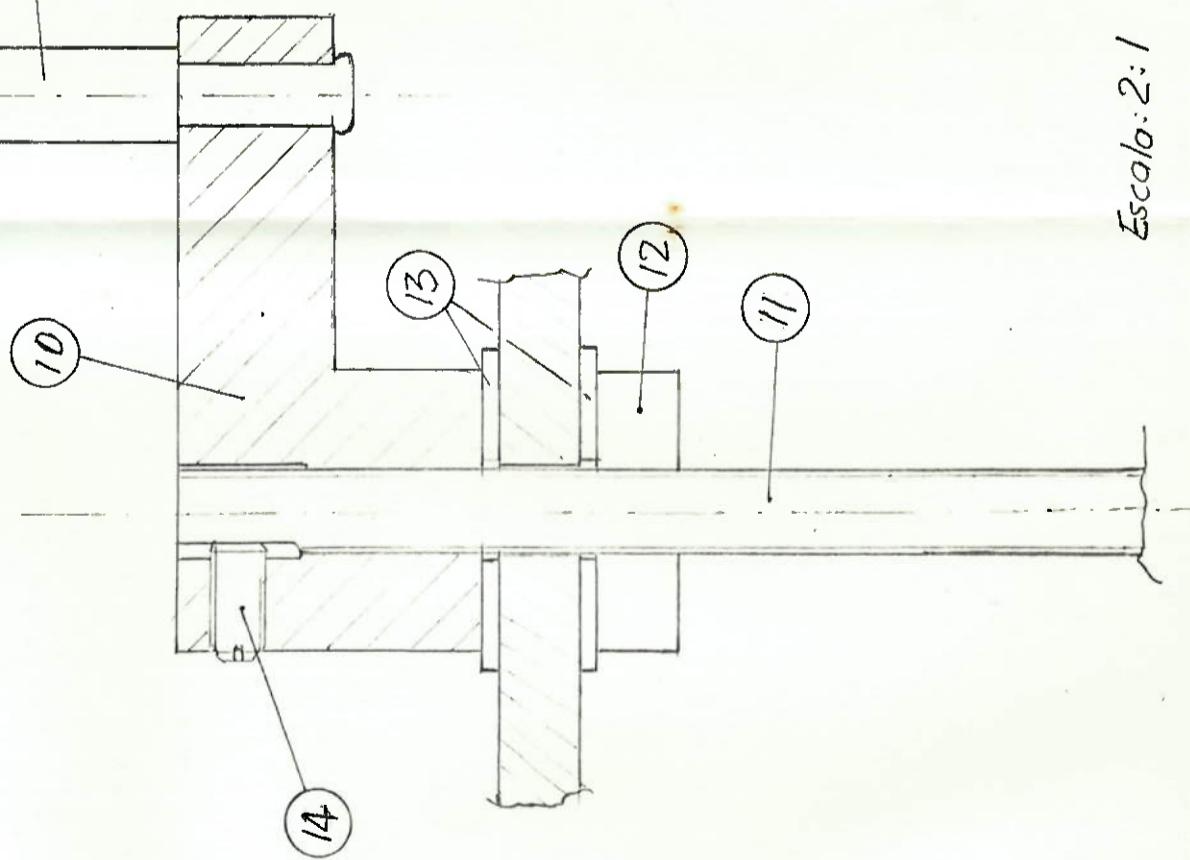
03	PARAFUSO PONTA ATUANTE TRONCO CÔNICA M3x8 DIN551	14	—
06	ARRUELAS DIN125 Ø5	13	—
03	PORCA RETENTORA	12	24
03	FUSO	11	20
03	MANIVELA	10	18
03	PINO	09	19
02	PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM SEXTAVADO INTERNO M4x20 DIN 912 - BG + ARRUELA DIN125	08	—
02	PARAFUSO COMUM COM CABEÇA SEXTAVADA M4x15 - DIN558	07	—
10	PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM SEXTAVADO INTERNO M4x11 DIN 912 - BG + ARRUELA DIN125	06	—
01	PORCA	05	21
01	SUporte III	04	22
02	GUIA INFERIOR III	03	12
02	GUIA SUPERIOR III	02	13
01	PLACA III	01	08
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO + OBSERVAÇÕES	POSIÇÃO	FABRICAÇÃO DES.Nº:
NOME	Osvaldo Horikawa	Nº USP 9161495	DATA: 05/out/83
DISCIPLINA:	Projetos Mecânicos	DESENHO: Nº: 04/06	
TÍTULO: DESENHO DE SUBCONJUNTO: MESA HORIZONTAL (DES. 04) POSICIONADORES (DES. 06)		EPUSP	

MEZA HORIZONTAL - DES. N° 04



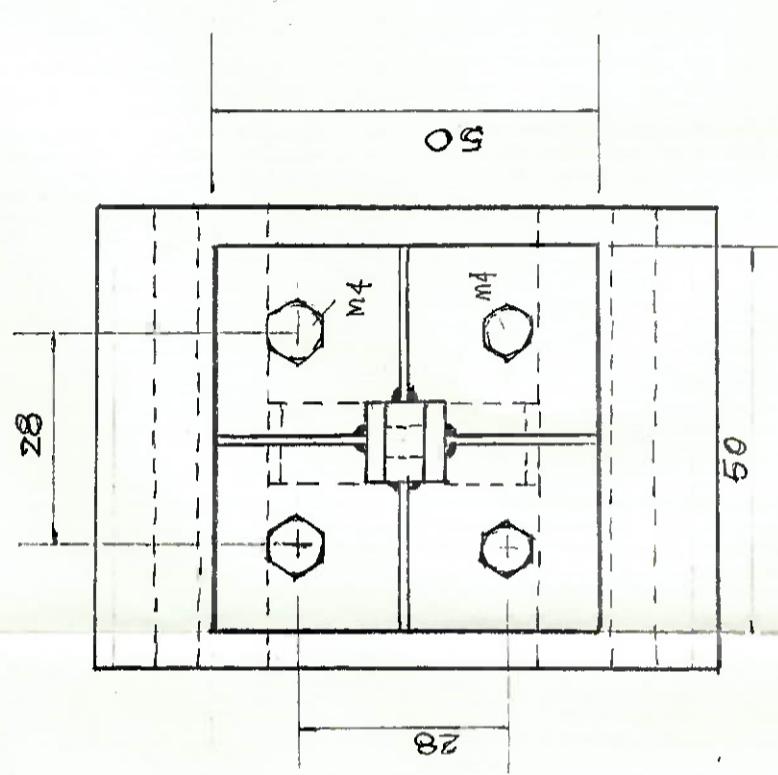
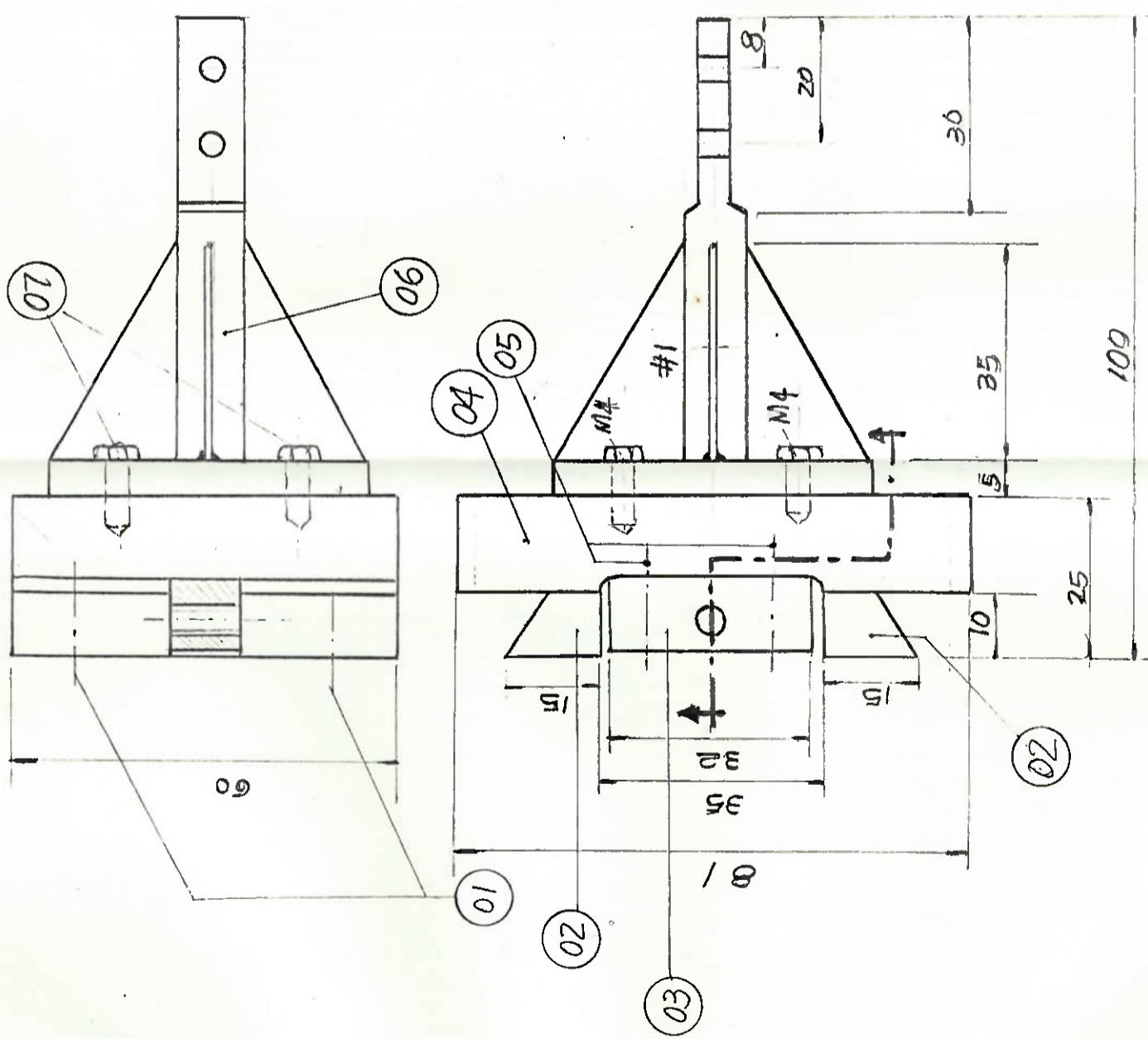
POSICIONADOR LONGITUD.,
TRANSV. E VERTICAL

DES. N° 06



04	PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA M4x15 - DIN 558	07	—
01	HASTE	06	17
02	PARAFUSO DE CABEÇA CILINDRICA COM SEXTAVADO INTERNO M4x15 DIN 912 - 8G + ARRUELA DIN 125	05	—
01	PLACA III	04	10
01	PORCA	03	21
02	GUIA IV	02	16
04	PARAFUSO DE CABEÇA CILINDRICA COM SEXTAVADO INTERNO M4x11 - DIN 912 - 8G + ARRUELA DIN 125	01	—
QUANTIDADE	DENOMINAÇÃO + OBSERVAÇÃO	POSIÇÃO	DES. DE FABRIC. N°
NOME	Oswaldo Horikawa	Nº USP	DATA
DISCIPLINA	Projetos Mecânicos		08/10/83
TÍTULO:	MESA VERTICAL	DES. N°	05
		EPUSP	

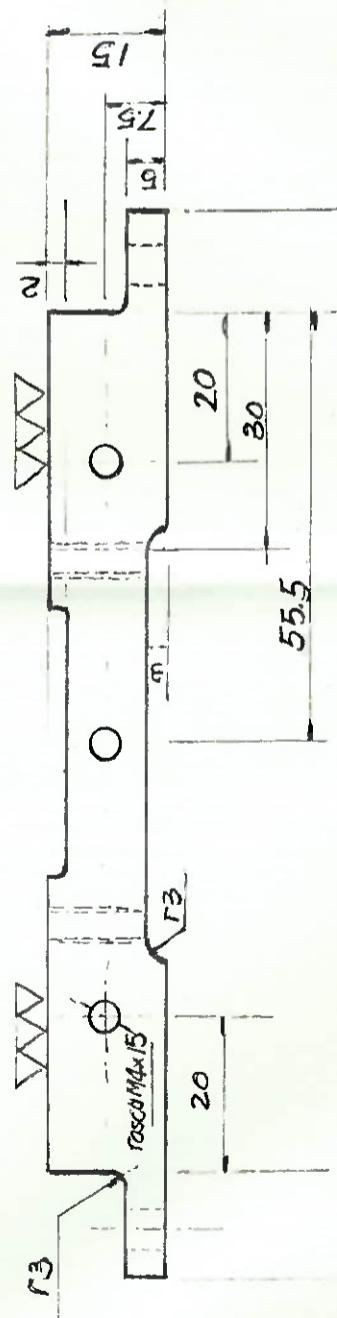
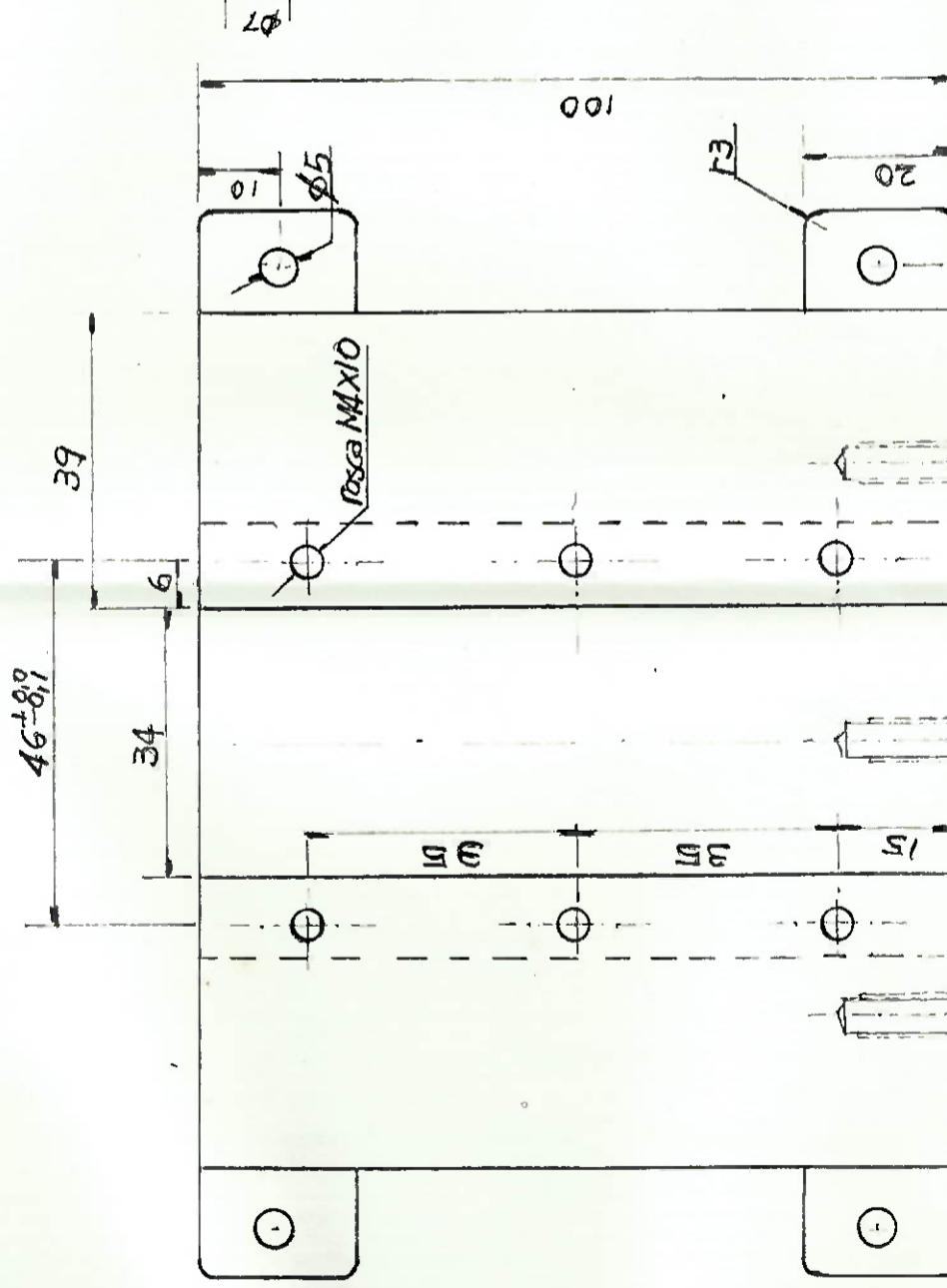
MESA VERTICAL - DESENHO Nº 05



DES. Nº 07

VVV

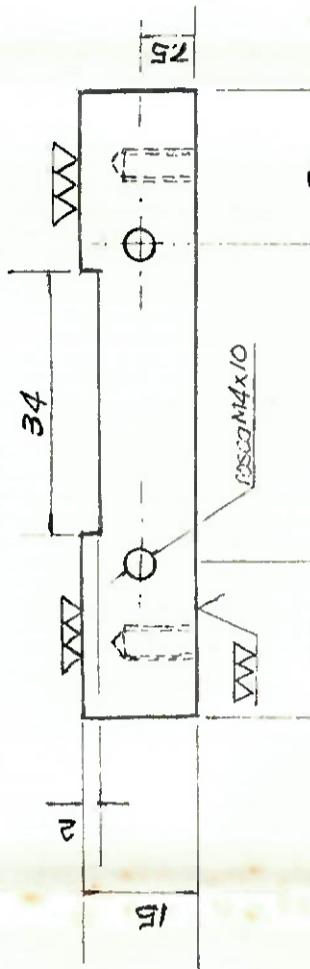
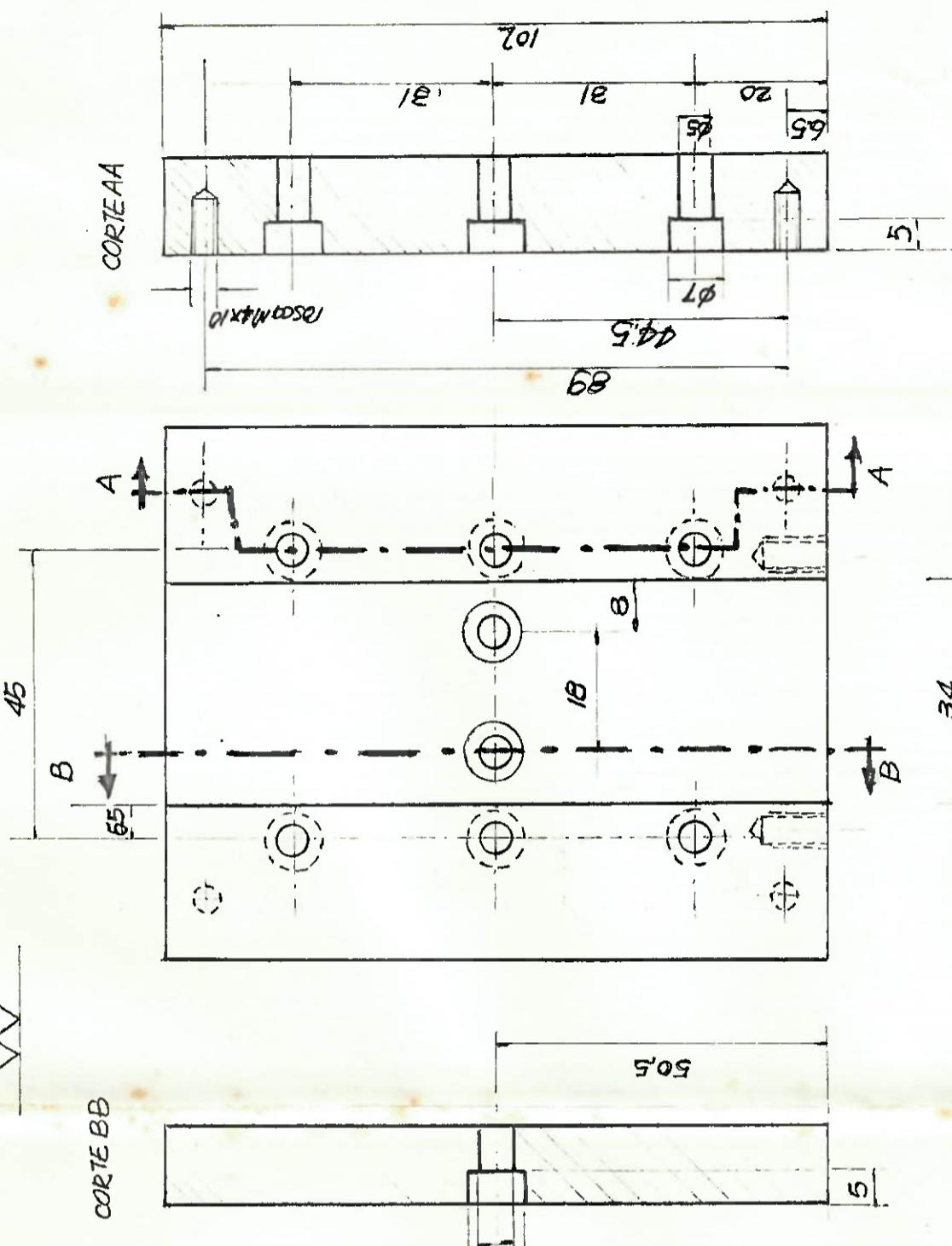
CORTE BB



DES. Nº 08

VVV

CORTE AA



01	PLACA III (08)	AÇO ABNT 1020
01	PLACA I (07)	AÇO ABNT 1020

QUANTIDADE DE DENOMINAÇÃO (DES. Nº) MATERIAL + OBSERVAÇÕES
nome: Oswaldo Horikawa nº 9161495 disciplina: Projetos Mecânicos DATA: 22/04/83
TÍTULO: DESENHOS DE FABRICAÇÃO PLACA I (DES. Nº 7) / PLACA III (DES. Nº 8)

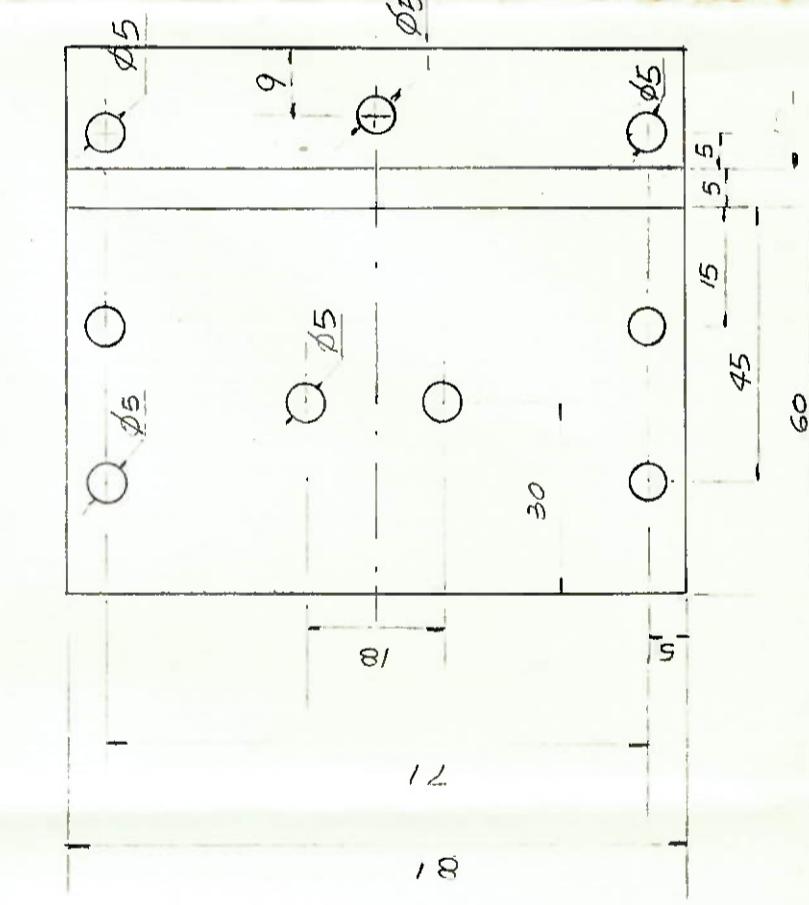
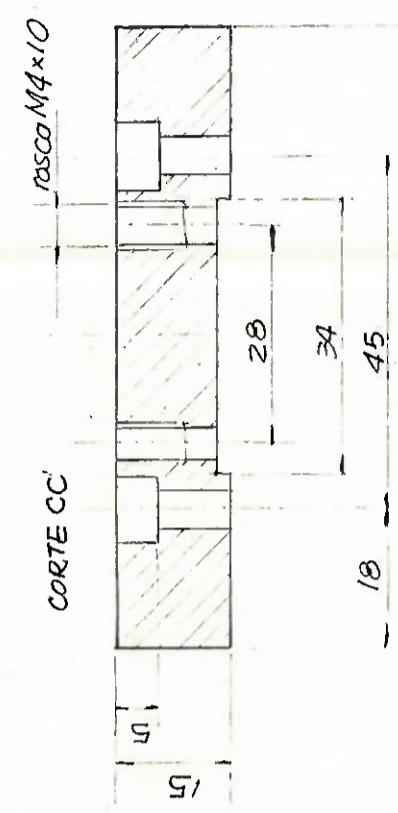
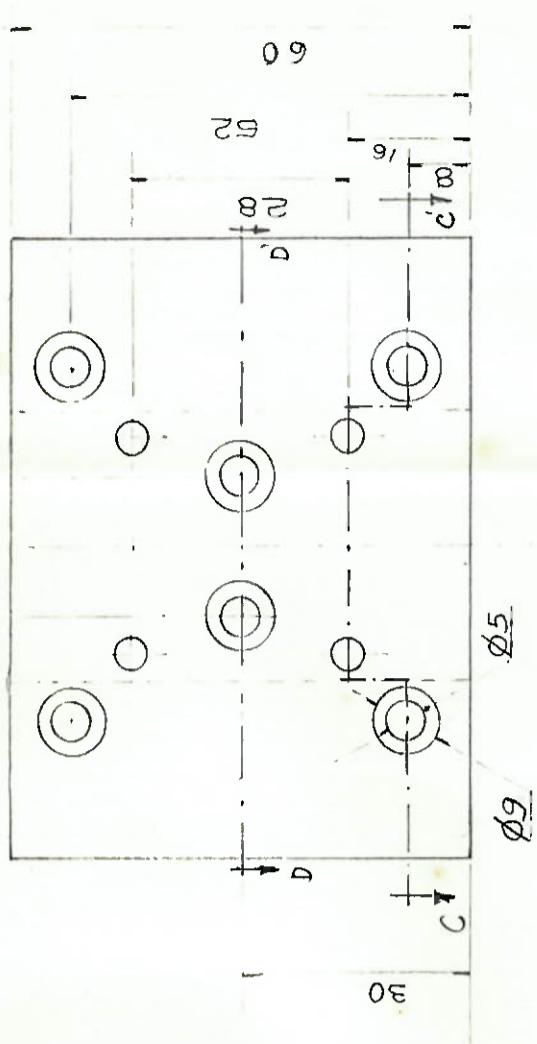
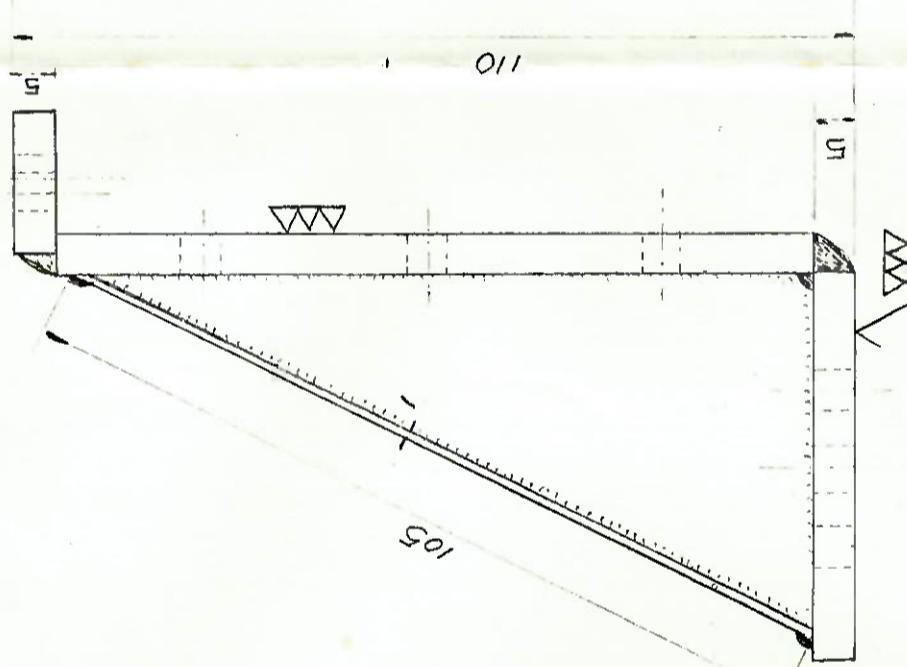
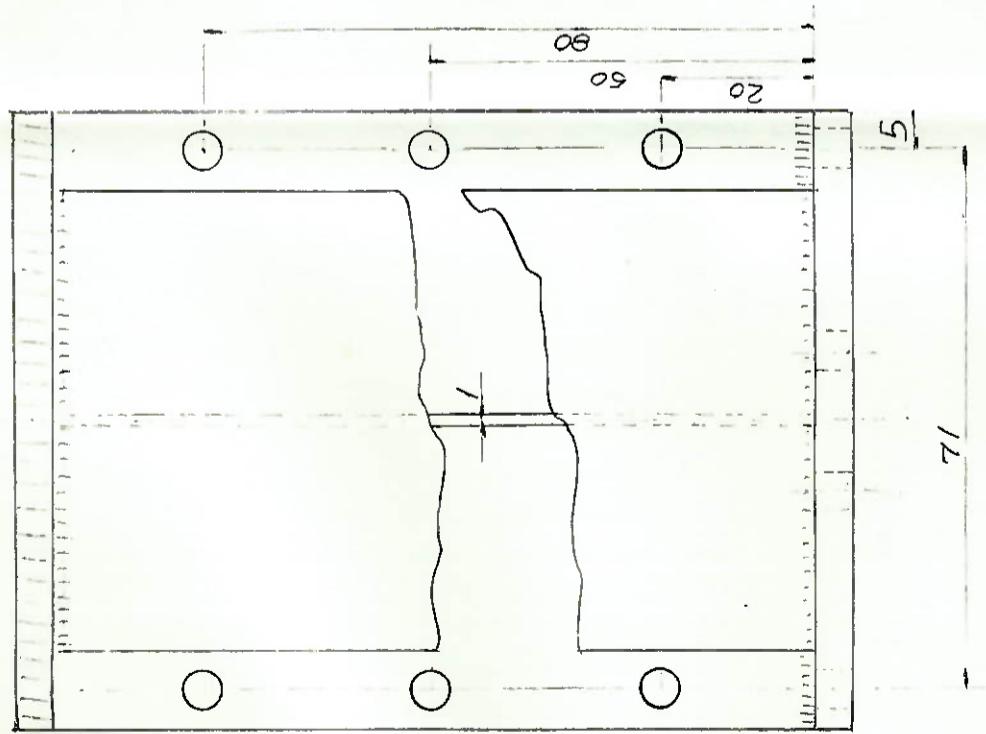
01	PLACA III (08)	AÇO ABNT 1020
01	PLACA I (07)	AÇO ABNT 1020

Escola: 1/1

EPUSP

DES. № 09

DES No 10

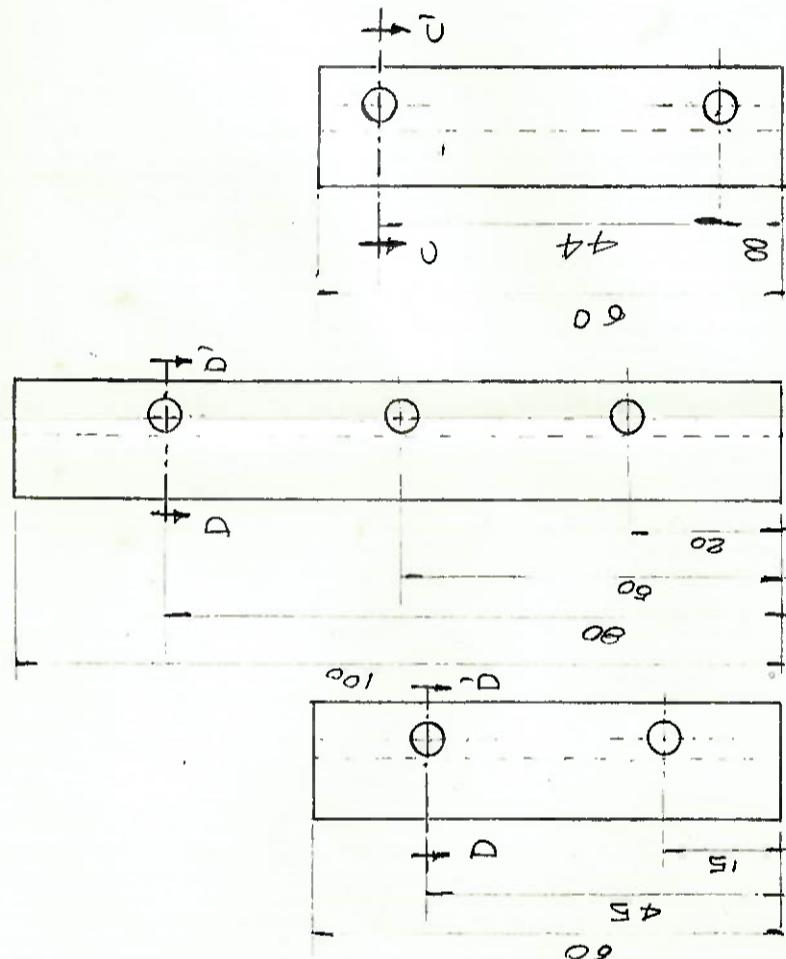
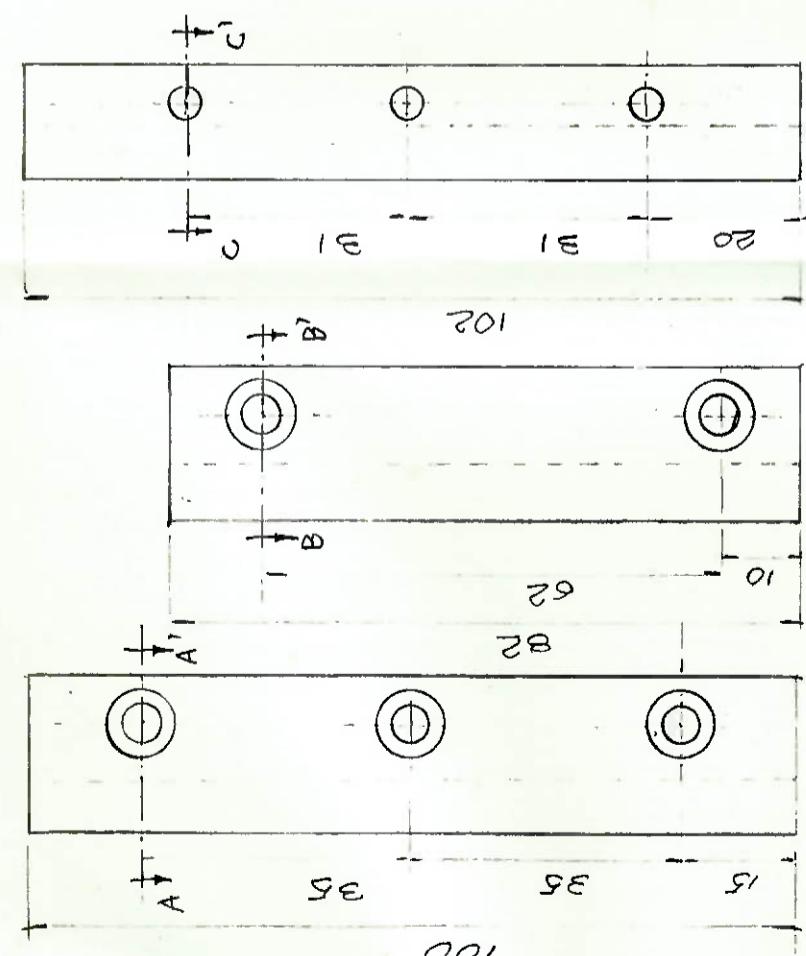


QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	DISCIPLINA:	DATA:
01	PLACA III	10 AÇO ABNT 1020	
01	ESQUADRO	09 AÇO ABNT 1020	
	DENOMINAÇÃO	DES. Nº MATERIAL	

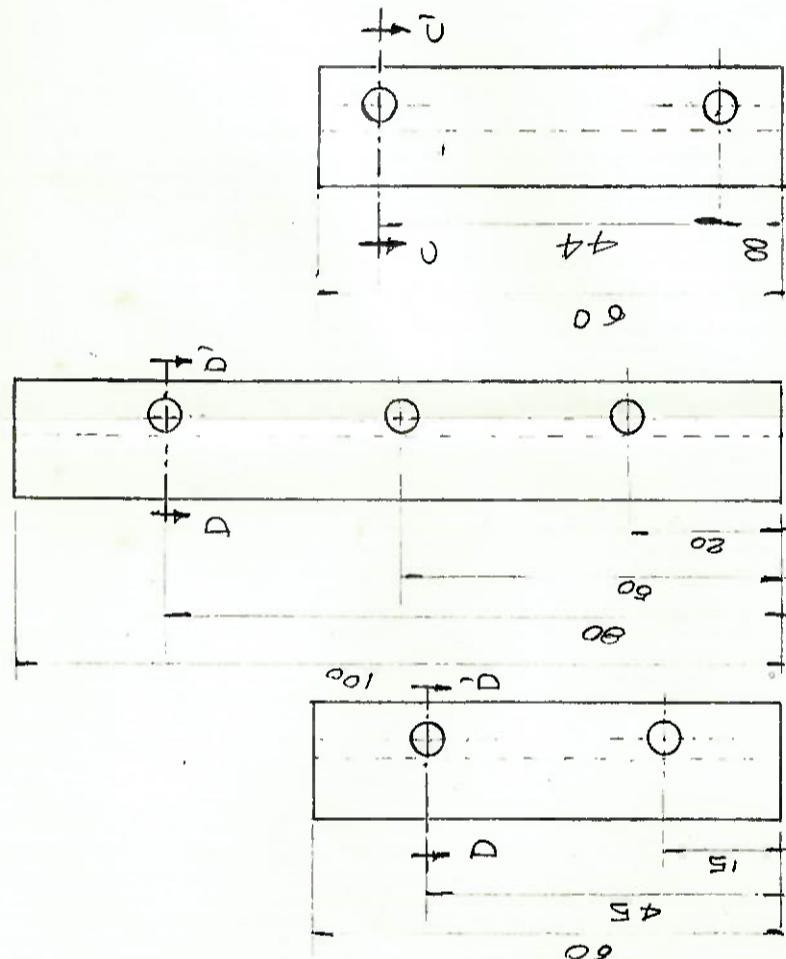
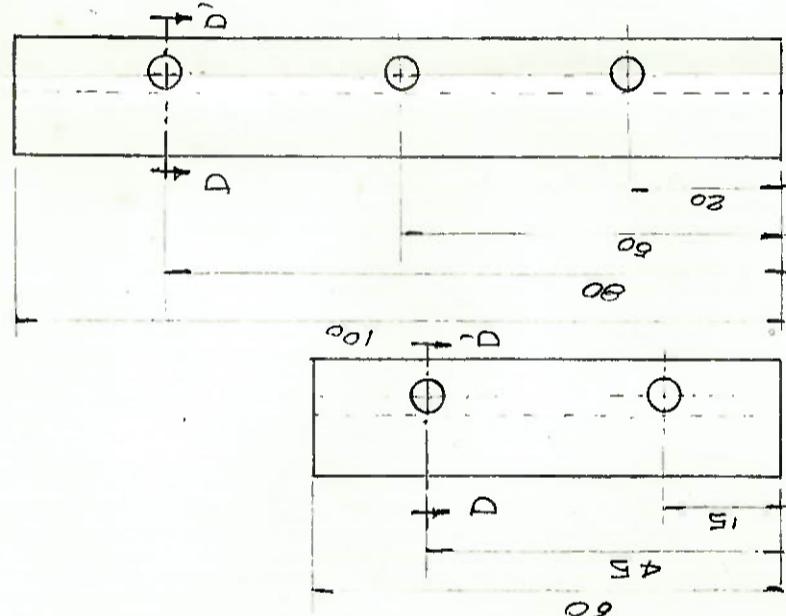
ESCALA 1:1

Desenhos: N° 11

N° 12 N° 13 N° 14 N° 15 N° 16

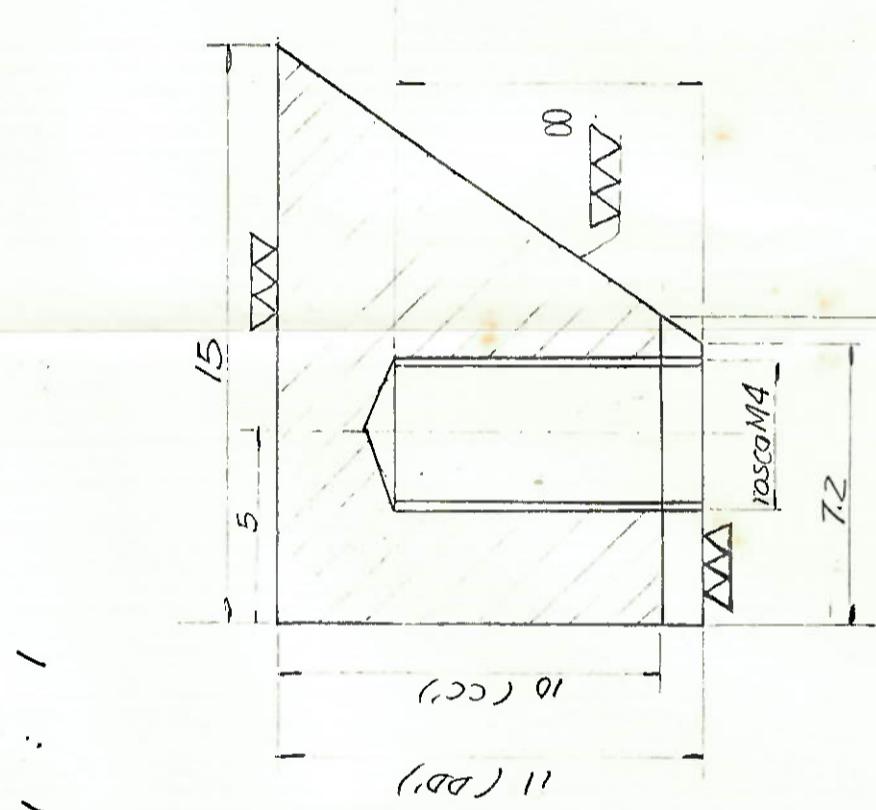
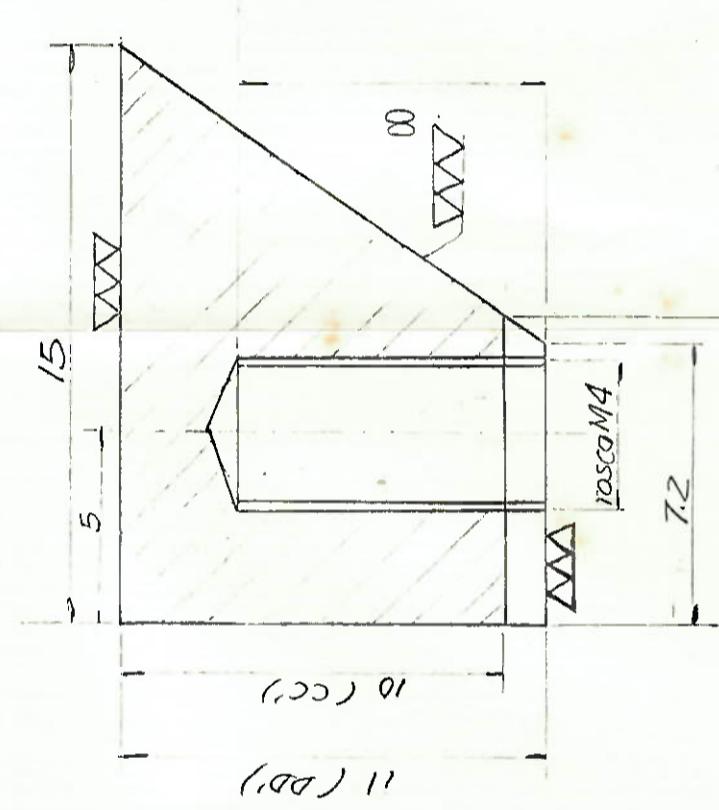
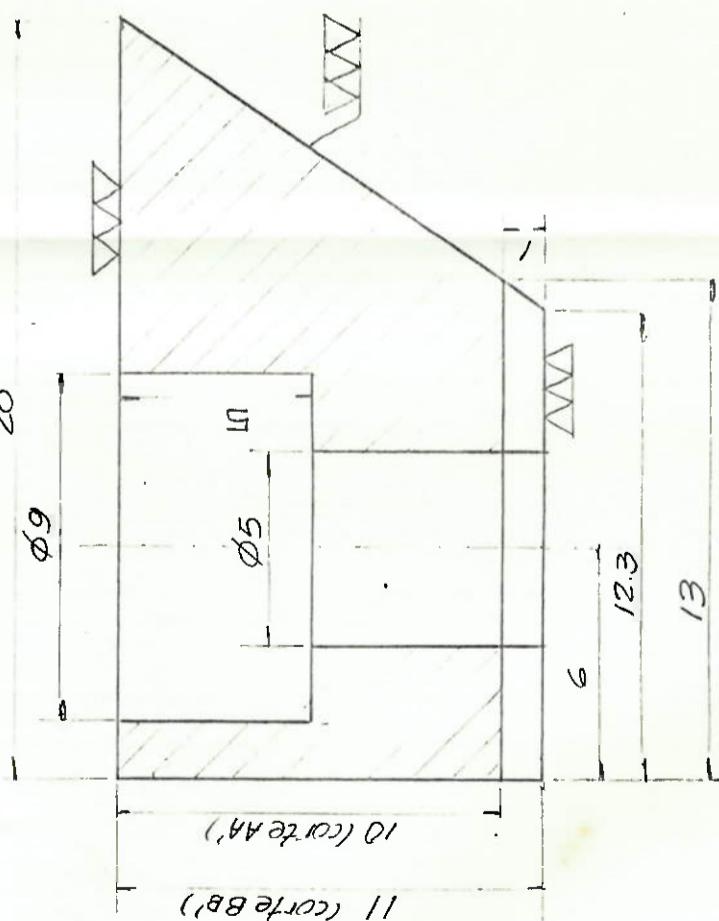


XXXX



Escala 1 : 1

CORTES AA' e BB'



Escala 5:1

Escala 5:1

QUANTIDADE	DENOMINAÇÃO	DES. N.º	MATERIAL
02	GUIA I	11	AÇO ABNT1045
02	GUIA SUPERIOR III	13	AÇO ABNT1045
02	GUIA INFERIOR III	12	AÇO ABNT1045
02	GUIA II VERTICAL	15	AÇO ABNT1045
02	GUIA II HORIZONTAL	14	AÇO ABNT1045
02	GUIA IV	16	AÇO ABNT1045

NOME:	Osvaldo Horikawa	N.º USP	DATA: 22/out/83
DISCIPLINA:	Projetos Mecânicos	N.º USP	DATA: 22/out/83
TÍTULO:	GUIAS		

EPUSP

03	PORCA	21	AÇO ABNT 1045
01	FUSO VERTICAL X= 102 mm	20	AÇO ABNT 1045
01	FUSO TRANSVERSAL X= 82 mm	20	AÇO ABNT 1045
01	FUSO LONGITUDINAL X= 100 mm	20	AÇO ABNT 1045
03	PINO	19	AÇO ABNT 1020
03	MANIVELA	18	AÇO ABNT 1020
01	HASTE	17	AÇO ABNT 1020
QUANTIDADE	DENOMINAÇÃO + OBSERVAÇÃO	DES. N°	MATERIAL
NOME	Oswaldo Horikawa	N.º USP	DATA:
DISCIPLINA:	Projetos Mecânicos		22/out/83
TÍTULO:	DESENHOS DE FABRICAÇÃO: DES. N.º 17 DES. N.º 18 DES. N.º 19 DES. N.º 20 DES. N.º 21	DESENHO N.º: 17/18/19/20/21	EPUSP

DES. N°18

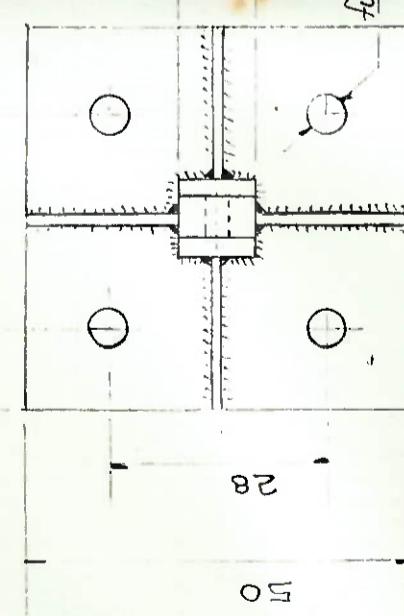
27

DES. N°18

50

DES. N°17

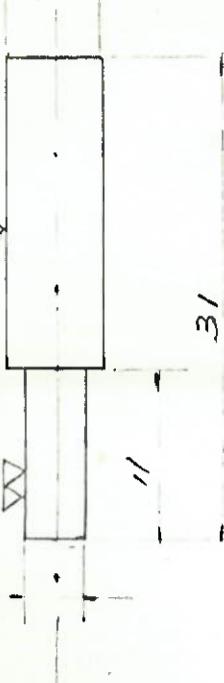
28



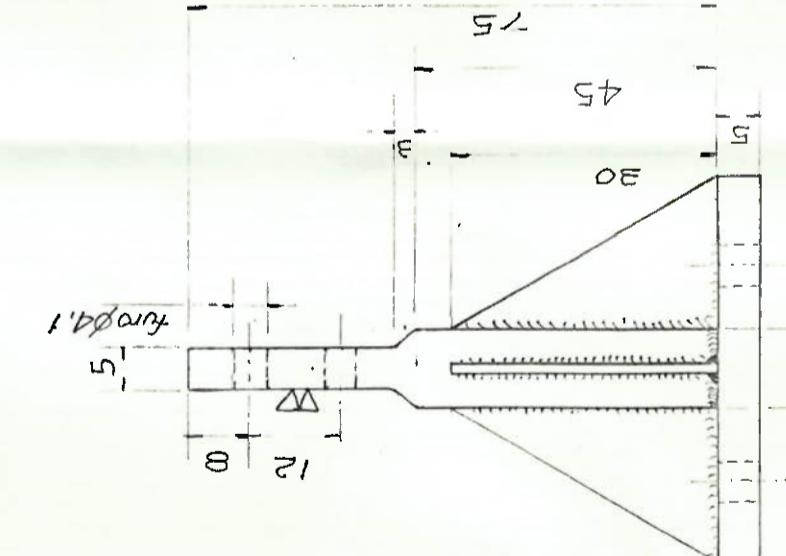
DES. N°19

27

DES. N°19



Escala 2:1

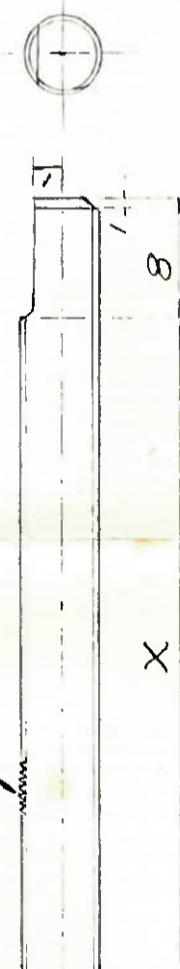


Escala 1:1

DES. N°20

Escala. 2:1

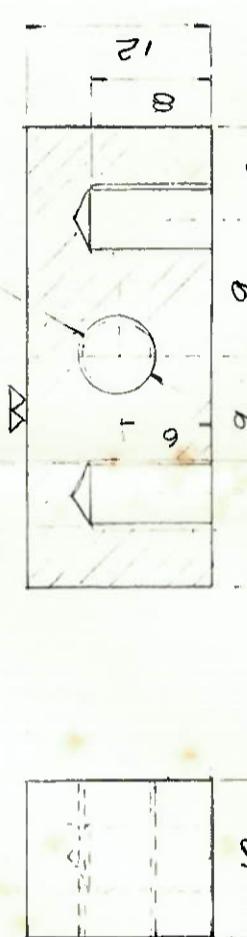
rosca fina M5f. $P = 0.5 \text{ mm}$



DES. N°21

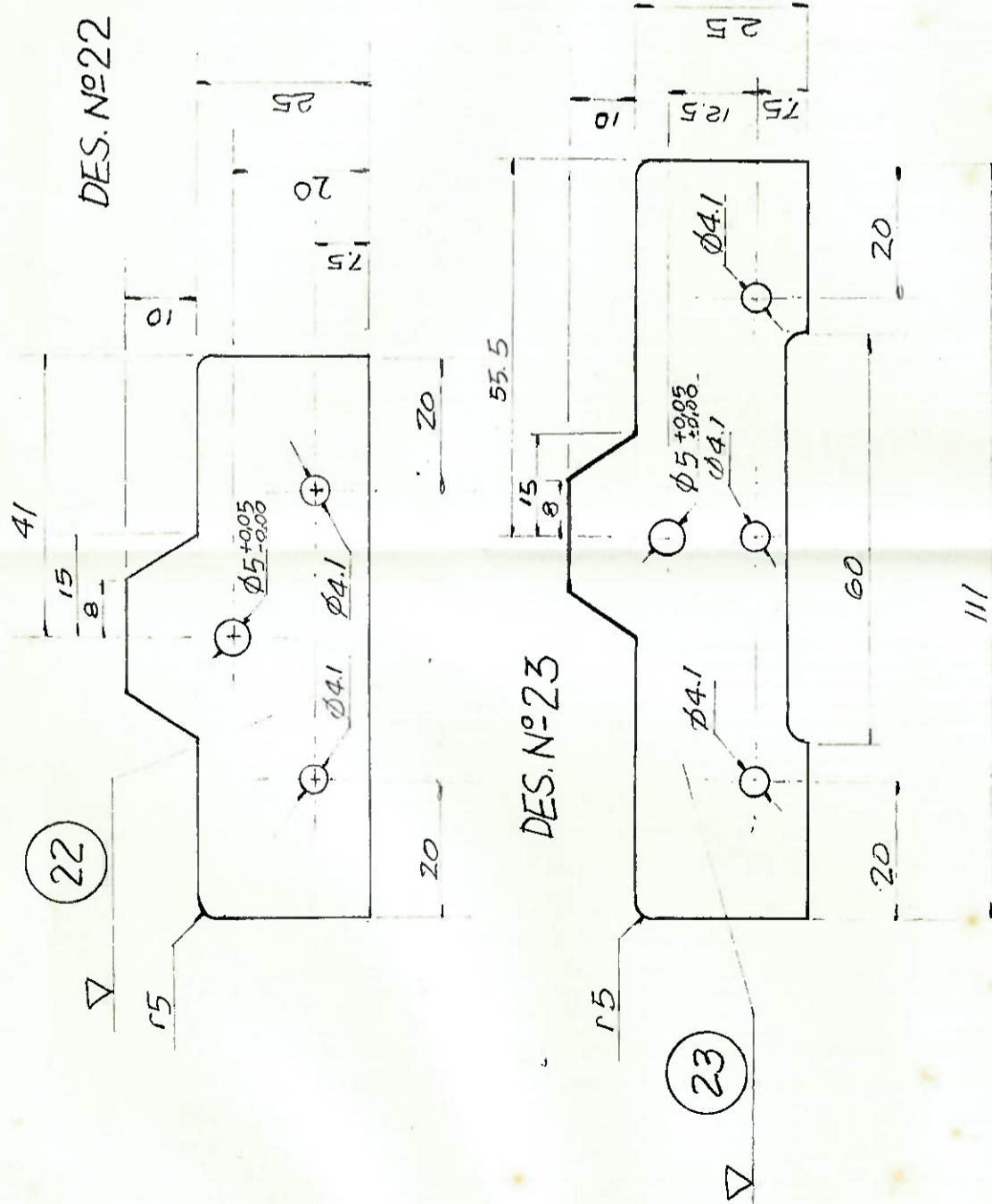
Escala 2:1

φ4
rosca M4
 $P = 0.5 \text{ mm}$

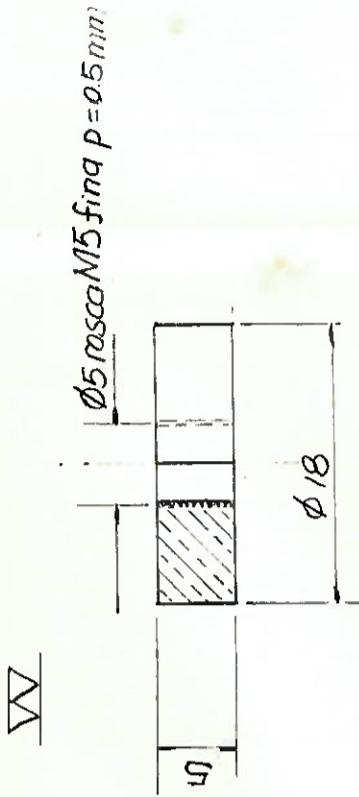


30

Escala 2:1



DES N° 24



QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DATA:
03	PORCA RETENTORA	24	BRONZE
01	SUPORTE I	23	ACO ABNT-1020
01	SUPORTE III	22	ACO ABNT-1020
01	DENOMINAÇÃO	Nº	MATERIAL
			9161495 22/04/83
			DES. N° 22/23/24

EPUSP

DATA: 22/04/83

DES. N° 22/23/24

TIPO: DES. DE FABRICAÇÃO

DISCIPLINA: Projetos Mecânicos

nome: Oswaldo Horikawa