

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Departamento de Engenharia Mecânica.

Projeto Mecânico

**SIMULADOR DE DESGASTE POR
ABRASÃO**

Autor: Wilson Takayuki Kawakami.

Orientador: Carlos C. Tu.

Ano: 1990.

Dedicatória:

Aos meus pais.

Serviço de Bibliotecas
Biblioteca de Engenharia Mecânica

Agradecimentos:

À professora Mercia S. Bottura de Barros, pelo apoio e orientação, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Ao professor Carlos C. Tu, pela orientação, que me possibilitou iniciar este trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), pelas informações cedidas.

Aos meus pais, pelo apoio e compreensão.

Aos colegas do curso que me apoiaram no trabalho.

SUMÁRIO.

Resumo.....	6
1. Introdução.....	7
2. Estudo de viabilidade.....	7
2.1. Estabelecimento da necessidade.....	7
2.2. Formulação do problema.....	8
2.2.1. Aspectos Gerais.....	8
2.2.2. Requisitos e condicionantes.....	9
2.2.3. Especificação de acordo com a norma internacional.....	10
2.3. Síntese de concepções.....	12
2.3.1. Subdivisão do sistema.....	12
2.3.2. Alternativas para os subsistemas.....	13
2.3.2.1. Acionamento.....	13
2.3.2.2. Transmissão.....	13
2.3.2.3. Acionado.....	13
2.3.2.4. Parte abrasivo.....	13
2.3.3. Estabelecimento de possíveis concepções.....	14
2.3.4. Análise de viabilidade.....	28
3. Projeto básico.....	31
3.1. Escolha da melhor concepção.....	31
3.1.1. Comentários.....	31
3.1.2. Critérios de avaliação.....	31
3.1.3. Matriz de avaliação.....	33
3.1.4. Conclusão.....	34
3.2. Detalhamento e elaboração de modelos.....	34
3.2.1. Descrição geral.....	34
3.2.2. Reduções.....	35
3.2.3. Escolha do redutor e do motor.....	37
3.2.4. Cálculo das engrenagens.....	41
3.2.5. Corpo de prova.....	42
3.2.6. Escolha dos rolamentos.....	43
3.2.7. Modelo estrutural.....	43
4. Conclusões.....	43
5. Bibliografia.....	45

6. Anexos	46
-----------------	----

RESUMO.

O presente trabalho descreve o estudo e o desenvolvimento de um projeto de um simulador de desgaste por abrasão utilizado na construção civil para se fazer a avaliação do subsistema piso.

Foi estabelecida a necessidade do equipamento no contexto atual brasileiro na construção civil.

O projeto foi inicialmente desenvolvido em analogia às especificações internacionais e no equipamento utilizado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Foi levada em consideração várias adaptações, tais como: simplicidade, facilidade de manuseio, ser portátil, ser prático, etc, constituindo, portanto, em um projeto inovador.

Levantou-se várias concepções para atingir o objetivo especificado até chegar a um ótimo estágio, e, a partir desse ponto, foi feito o projeto básico em si e a construção do protótipo.

1. INTRODUÇÃO.

No contexto atual brasileiro, não há muita difusão sobre a necessidade de se fazer a avaliação da qualidade do subsistema piso no que se diz respeito à resistência contra desgaste por abrasão. Somente poucas dentre as grandes construtoras se interessam por este aspecto importante.

Atualmente, a única entidade que realiza ensaios de desgaste por abrasão é o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). A limitação do equipamento do IPT é que somente corpos de prova podem ser ensaiados, sendo que não retrata a situação real do piso, pois a amostra é pequena.

Por estes motivos, tornaseinteressante o projeto de um equipamento com características que possam popularizar este tipo de ensaio e também o equipamento em si.

Este trabalho tem por objetivo iniciar uma proposta de um equipamento novo no Brasil e também servir de orientação para novos estudos nesta área específica.

2. ESTUDO DE VIABILIDADE.

2.1. ESTABELECIMENTO DA NECESSIDADE.

Devido à falta de especificações para revestimentos de piso em argamassa de cimento no Brasil, principalmente quanto ao seu desgaste em ensaios, constantemente o usuário de um piso em argamassa de cimento e agregado não sabe como solicitar e/ou avaliar este componente. Tais especificações serão conseguidos com o desenvolvimento de um equipamento de acordo com a necessidade brasileira.

Na posse de tais especificações, os usuários de um piso poderão ser orientados na escolha de um revestimento de piso em argamassa de cimento e agregados no mercado, respondendo

A seguinte questão: Como verificar se um determinado revestimento de argamassa (cimento e agregados) é apropriada ao uso em um local considerando a sua durabilidade? Os parâmetros permitirão:

- a) aos responsáveis pela obra, especificar um piso, sem se referir obrigatoriamente a uma determinada marca comercial.
- b) aos empreiteiros, avaliar uma concorrência com produtos de igual desempenho.
- c) aos fabricantes desses pisos, se submeterem a critérios definidos.

Outro fato importante é que somente o IPT realiza os ensaios de desgaste por abrasão e expede certificados; além disso o equipamento utilizado só pode ser empregado com corpos de prova, e não diretamente sobre o piso, o que diminui a confiabilidade nos resultados obtidos.

2.2.FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.

2.2.1.ASPECTOS GERAIS.

O desgaste é um processo de interação entre duas superfícies; por um lado, a superfície do piso e, sobre ela, a superfície do usuário (solas de sapato com partículas abrasivas, rodas de equipamentos ou mesmo processos mecânicos de arraste e/ou de limpeza); portanto, o desgaste é um fenômeno físico pelo qual um material se deixa desagregar pelo atrito com outro material.

A resistência à abrasão de um piso é entendida como a medida da força com que o material do piso retém suas partículas, contra a força que tende a arrancá-la, caracterizado pelo material abrasivo.

A intensidade do desgaste irá depender das variedades dos

grãos abrasivos, que podem ser areia, sílica, saibro - os de origem natural - como também óxidos de alumínio, carbetos de silício, partículas metálicas - os de origem industrial, e também a pressão com que os grãos abrasivos são atritados contra o piso. Os outros fatores como a temperatura, composição química e interação com a atmosfera também influem na ação de desgaste.

Os materiais dos pisos podem ser os seguintes: madeira, revestimentos cerâmicos, revestimento de argamassa, textéis, etc.

2.2.2. REQUISITOS E CONDICIONANTES.

. O material abrasivo mais adequado para todos os tipos de piso considerados anteriormente precisa ser escolhido com muito critério, de modo que em todos os pisos tenham o melhor rendimento no sentido de desgastar efetivamente.

. O ensaio deve ser simples e o equipamento de fácil manuseio.

. Precisa prever um método eficaz de controle do ensaio, como por exemplo: tempo, número de ciclos, etc.

. Segurança durante o manuseio e durante a operação.

. Peso do equipamento compatível para finalidade de transporte (ser portátil).

. Dimensões reduzidas.

. Facilidade de manutenção, lubrificação, troca de óleo, reposição de peças.

. Rigidez do equipamento, para evitar possíveis vibrações que poderiam influir nos resultados obtidos.

. Durabilidade.

- . Utilizar fonte de acionamento sem trepidações.
- . Possibilidade de utilizar o equipamento tanto em laboratório com corpo de prova, como também "in loco" (diretamente sobre o piso onde se deseja fazer o ensaio).
- . Escolha do melhor movimento dos componentes responsáveis pelo desgaste para produzir o desgaste desejado.
- . Autonomia do material abrasivo durante o desgaste, ou seja, durante o ensaio o material abrasivo tem que permanecer com as propriedades inalteradas, ou com uma alteração desprezível.

2.2.3. ESPECIFICAÇÕES DE ACORDO COM A NORMA INTERNACIONAL.

No Brasil, há falta de especificações sobre a qualidade de argamassas quanto ao desgaste. Por isso, foi necessário recorrer à especificação alemã (DIN).

De acordo com a norma DIN, o equipamento utilizado é chamado "AMSLER - modelo A-154" (figura abaixo).

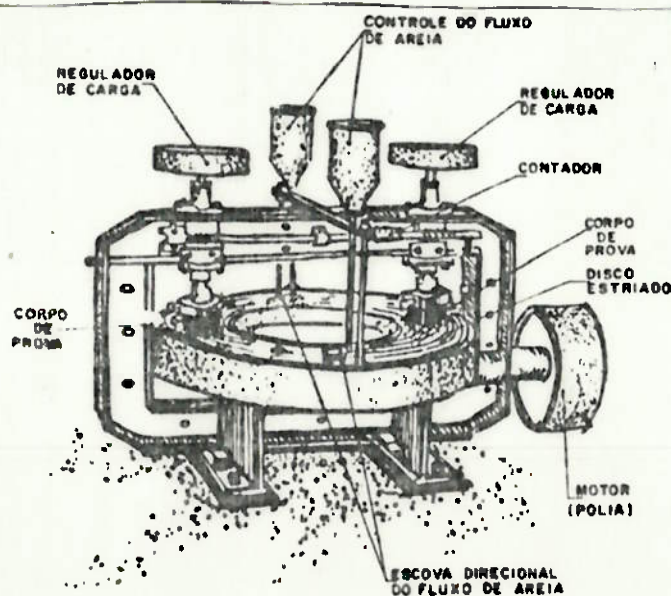


Figura 1 — Equipamento para desgaste "AMSLER"

figura 1

Este equipamento é somente de uso em laboratórios com corpos de prova padronizados - placa de base quadrada com lados

variando de 7,0 cm a 7,5 cm - que é pressionado contra uma superfície giratória metálica estriada - o disco estriado - com uma tensão da ordem de 13 Kpa (0,130 Kgf/cm).

O disco estriado simula o movimento de translação sobre o piso. O movimento de rotação é conferida ao corpo de prova por meio de um eixo perpendicular à sua superfície de desgaste.

É introduzido um fluxo constante de areia entre a superfície do corpo de prova e a do disco estriado.

A variação da altura em milímetro do corpo de prova - antes e após 1000 metros de desgaste é considerada como Índice de desgaste.

De acordo com a norma AGI, o piso é classificado de acordo com o índice de desgaste em 3 grupos, que são apresentados no anexo 1 - item 1.

Existe uma classificação proposta com base no levantamento feito no laboratório do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) com corpos de prova: a classificação se baseia somente no índice linear do desgaste, que é a perda de altura do corpo de prova após ter sido submetido a um desgaste de 500 ciclos (aproximadamente 1000 metros).

Esta classificação proposta tem apenas a função de orientar os usuários na escolha de um piso de argamassa de cimento, não tendo função de "normalizar" este material quanto à sua resistência ao desgaste; apesar disto, na falta de melhores dados disponíveis, pode servir de base para o estabelecimento de uma norma própria para o equipamento desenvolvido neste trabalho.

A proposta é citada no anexo 1 - item 2 e classifica o piso em 5 diferentes grupos.

Todas as classificações são feitas em relação aos pisos de

argamassa de cimento, sendo que, para outros tipos de materiais precisam ser feitas outras classificações para cada tipo de material, ou de imediato, utilizar a mesma classificação por meio de analogias.

No anexo 1 - item 3 existe uma tabela sobre solicitações que um piso de argamassas de cimento deve suportar.

2.3. SÍNTESE DE CONCEPÇÕES.

2.3.1. SUBDIVISÃO DO SISTEMA.

O equipamento é bastante simples, podendo neste primeiro momento subdividi-lo em cinco subsistemas, a saber:

- a) **Acionamento** - é o responsável pela movimentação do equipamento;
- b) **Transmissão** - é o responsável pela transmissão do movimento desde a fonte até o acionado;
- c) **Acionado** - onde fica a parte abrasiva ou corpo de prova; é o responsável pela movimentação do abrasivo ou corpo de prova descrevendo trajetórias definidas para garantir desgaste homogêneo;
- d) **Parte abrasiva** - é a responsável pelo desgaste em si.

2.3.2.ALTERNATIVAS PARA OS SUBSISTEMAS.

2.3.2.1.ACIONAMENTO.

- a)Acionamento por motor elétrico com redutor;
- b)Acionamento por solenóide;
- c)Acionamento por pistão pneumático.

2.3.2.2.TRANSMISSÃO.

- a)Transmissão por meio de correias;
- b)Transmissão por meio de par de engrenagens;
- c)Transmissão por meio de mecanismo biela-manivela.

2.3.2.3.ACIONADO.

- a)Polia;
- b)Engrenagem;
- c)Manivela.

2.3.2.4.PARTE ABRASIVA.

- a)Metal;
- b)Escova de aço;
- c)Areia.

2.3.3. ESTABELECIMENTO DE POSSÍVEIS CONCEPÇÕES.

Fazendo a combinação de todas as alternativas dos subsistemas, chegamos às seguintes concepções abaixo:

Modelo A:

O modelo A possui acionamento por motor elétrico com redutor. A transmissão é feita por meio de correia que aciona uma polia; na polia estão fixos dois blocos de metal que podem ser intercambiadas com corpos de prova (se estiverem fixos blocos de metal, o equipamento estará ensaiando diretamente o piso, enquanto que, se os corpos de prova estiverem fixos, estes estarão sendo desgastada sobre o metal). Os blocos de metal ou corpos de prova descrevem trajetórias circulares. O esquema deste modelo pode ser visto na figura 2.

Obs: Na situação 1, o equipamento está ensaiando diretamente o piso, enquanto que, na situação 2, o equipamento está ensaiando o corpo de prova.

situação 1

situação 2

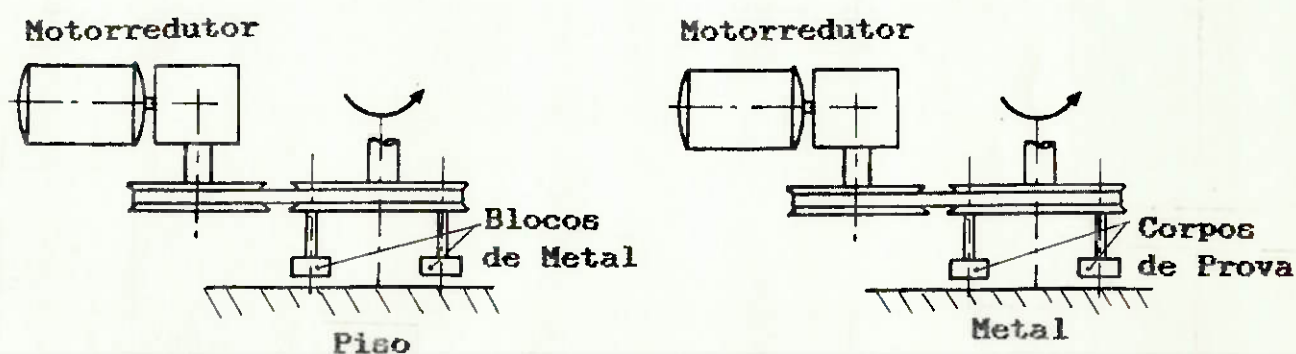


figura 2

Modelo B:

Idem ao modelo A, com a diferença de usar escovas com cerdas de metal no lugar de blocos de metal.

situação 1

situação 2

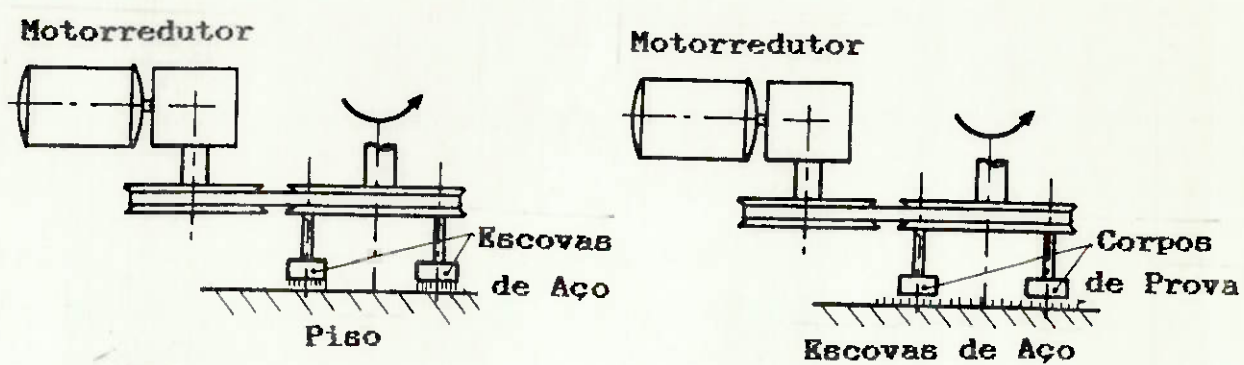


figura 3

Modelo C:

Idem ao modelo A, com a diferença de que a areia é o material abrasivo, e o metal servirá como base para areia, ou seja, a areia é jogada na interface metal/ corpo de prova tanto na situação 1 como na situação 2.

situação 1

situação 2

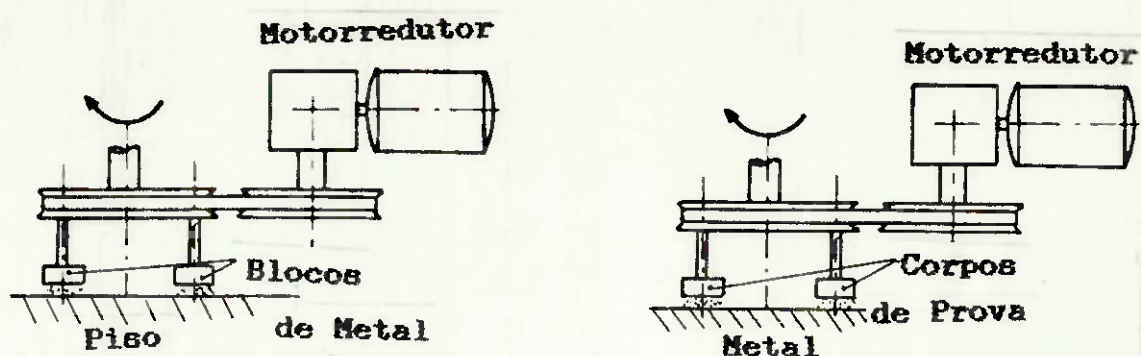


figura 4

Modelo D:

Idem ao modelo A, ao passo que este utiliza um par de engrenagens para transmissão do movimento; portanto, os blocos de metal ou corpos de prova estarão fixos na engrenagem movida e descrevendo trajetórias circulares.

situação 1

situação 2

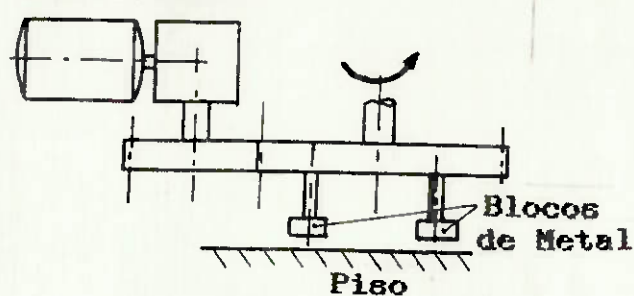
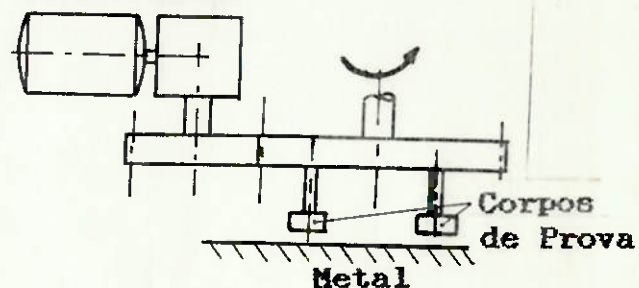
Motorreductor**Motorreductor**

figura 5

Modelo E:

Idem ao modelo B, com a diferença de utilizar transmissão por um par de engrenagens.

situação 1

situação 2

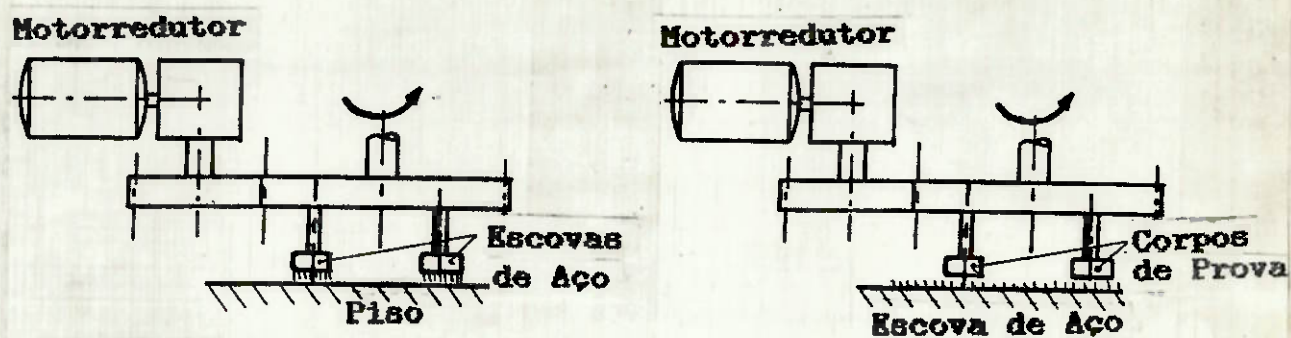
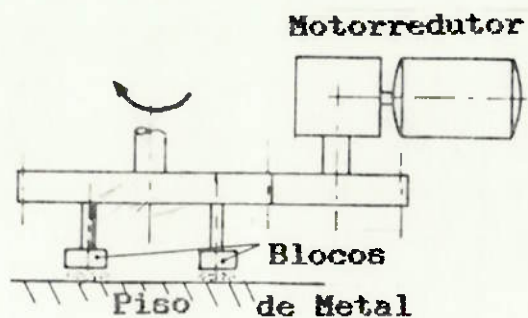


figura 6

Modelo F:

Idem ao modelo C, utilizando transmissão por par de engrenagens ao invés da correia.

situação 1



situação 2

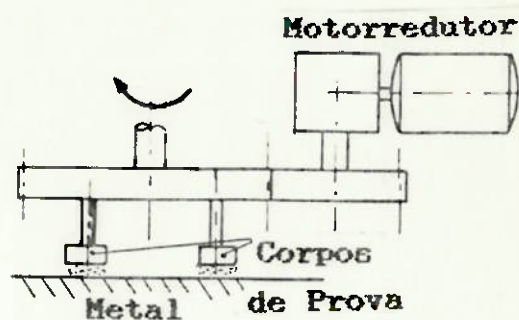


figura 7

Modelo G:

O modelo G utiliza acionamento por solenóide; este movimenta diretamente um bloco de metal ou corpo de prova num movimento retilíneo alternado sobre o piso ou metal conforme a situação.

situação 1

situação 2

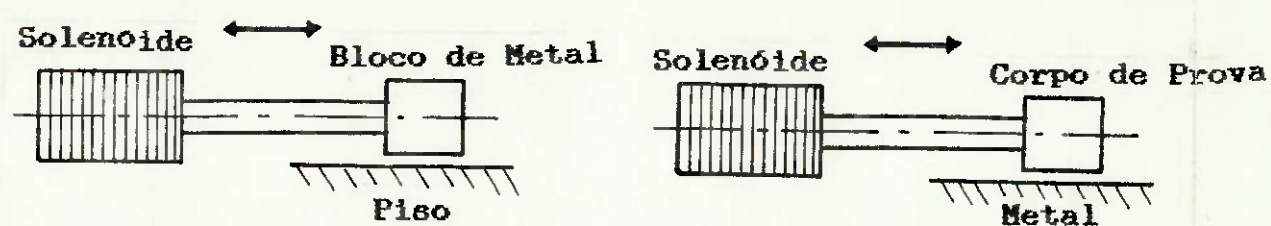


figura 8

Modelo H:

Idem ao modelo G; neste modelo utiliza-se escova de aço ao invés de bloco de metal.

situação 1

situação 2

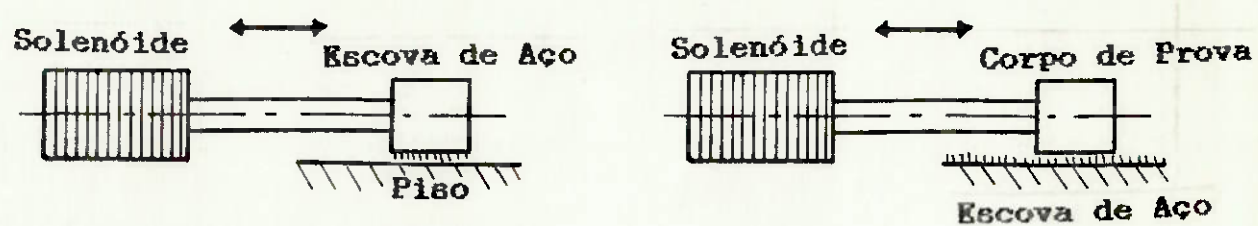


figura 9

Modelo I:

Idem ao modelo G, utiliza-se areia como material abrasivo entre metal e material do piso.

situação 1

situação 2

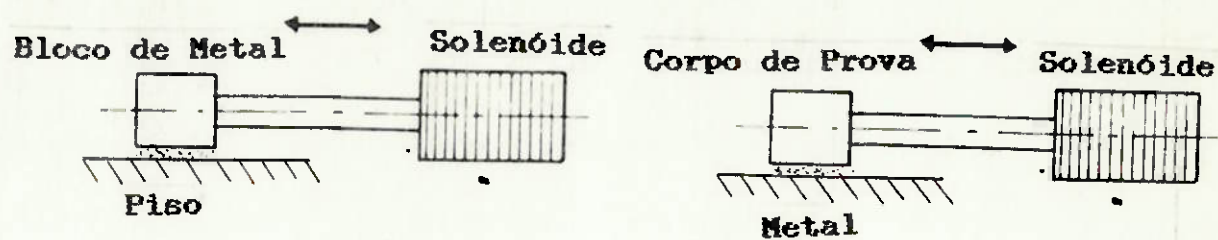


figura 10

Modelo J:

Idem ao modelo G, com acionamento por pistão pneumático ao invés de solenóide.

situação 1

situação 2

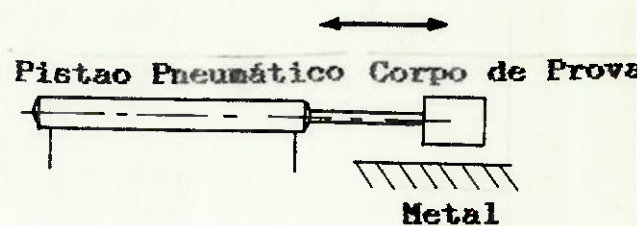
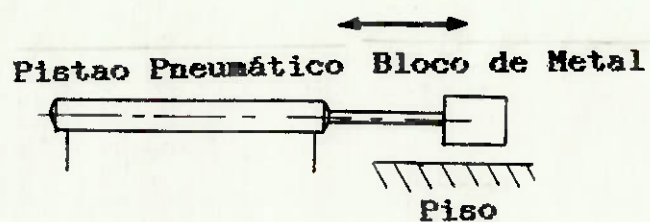


figura 11

Modelo K:

Idem ao modelo H, com acionamento por pistão pneumático ao invés de solenóide.

situação 1

situação 2



figura 12

Modelo L:

Idem ao modelo I, com acionamento por pistão pneumático ao invés de solenóide.

situação 1

situação 2

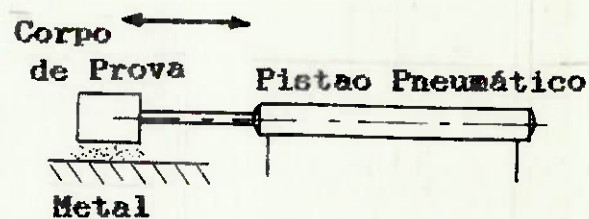
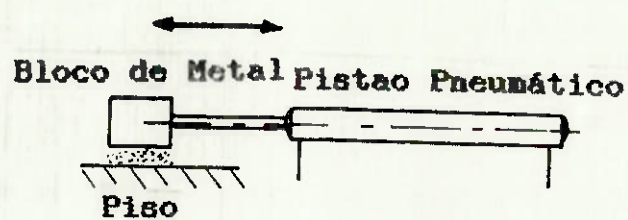


figura 13

Modelo M:

O modelo M utiliza acionamento por motor elétrico com redutor, que movimenta diretamente o mecanismo biela-manivela. Na manivela é fixo um bloco de metal ou corpo de prova conforme a situação do ensaio.

situação 1

situação 2

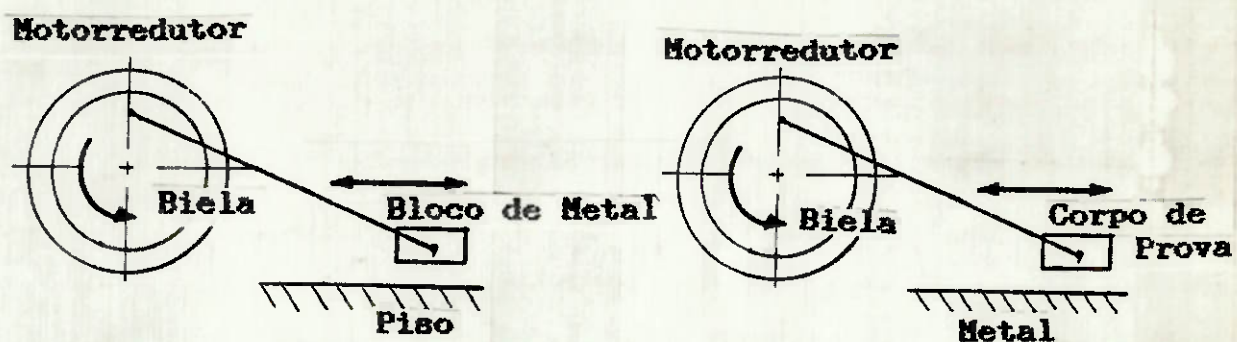


figura 14

Modelo N:

Idem ao modelo M, utilizando escova de aço ao invés de bloco de metal.

situação 1

situação 2

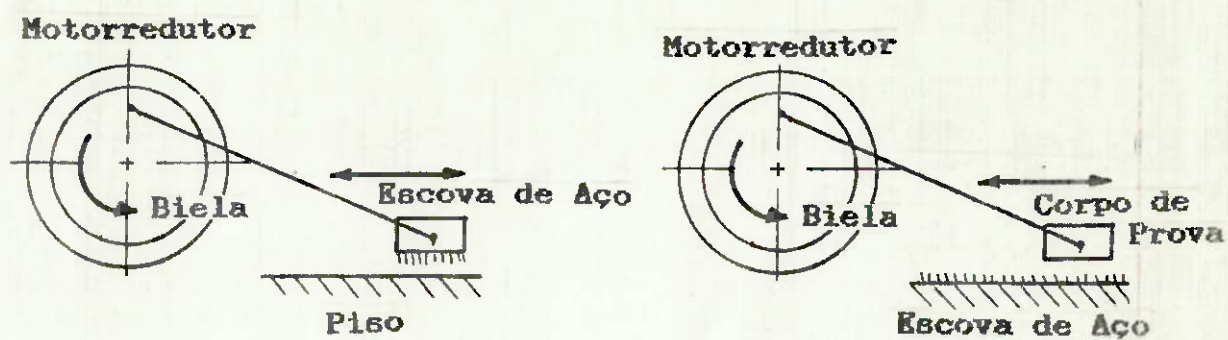


figura 15

Modelo O:

Idem ao modelo M, utilizando areia como material abrasivo entre o metal e material do piso.

situação 1

situação 2

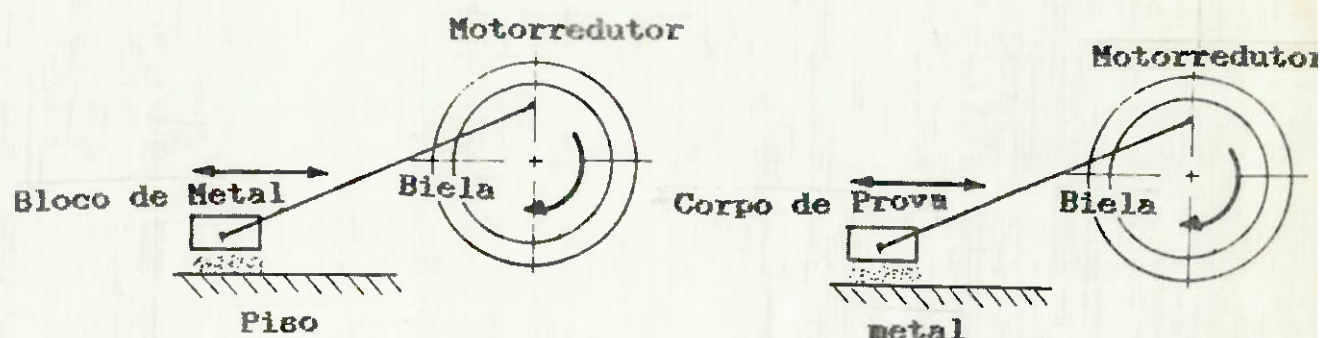


figura 16

2.3.4. ANÁLISE DE VIABILIDADE.

Inicialmente, analisando os subsistemas isoladamente, verifica-se quais deles serão mais satisfatórios, e conseqüentemente, o(s) modelo(s) mais adequado(s).

Quanto ao acionamento, é preferível o acionamento que utilize energia elétrica, pois é a energia mais provável de se encontrar em uma obra de construção civil. Portanto, ficam disponíveis os seguintes acionamentos:

- . Motor elétrico com redutor;
- . Solenóide.

Em vista dos acionamentos selecionados acima, não há nenhuma restrição aos outros subsistemas.

Portanto, quanto a transmissão:

- . Correia;
- . Par de engrenagens;
- . Mecanismo biela-manivela.

Quanto ao acionado:

- . Polia;
- . Par de engrenagens;
- . Manivela.

Quanto à parte abrasiva:

- . Metal;
- . Escova de aço;
- . Areia.

Em vista dos subsistemas selecionados acima, por enquanto, ficam eleitos os modelos: A,B,C,D,E,F,G,H,I,M,N e O.

Considerando, então, os modelos selecionados , pode-se deduzir conforme está exposto nas linhas abaixo que:

Neste tipo de equipamento, um funcionamento suave é importante, pois, considerando a interface de atrito onde ocorre o desgaste, trepidações ou choques são desfavoráveis para a validade do ensaio neste tipo de equipamento.

Com esta consideração , os modelos que utilizam o método de movimento linear alternado (modelos G,H,I,M,N, e O) são desfavoráveis.

Outro requisito para o equipamento é que este seja o mais compacto possível. Comparando os modelos restantes (modelos A,B,C,D,E e F), o modelo que utiliza transmissão por meio de par de engrenagens é mais compacto que o modelo que utiliza transmissão por correias (considerando que as duas transmissões tenham mesma redução).

Com relação à parte abrasiva, é necessário que as condições de desgaste sejam o mais constantes possíveis, ou seja, com o decorrer do ensaio, é imprescindível que a severidade do ensaio permaneça constante. A superfície do bloco de metal, ao se atritar com o piso de argamassa de cimento, se risca e a sua rugosidade se modifica com o tempo. A escova de aço também se desgasta com o tempo e altera o atrito entre a escova e o piso. A areia com granulometria controlada é um material ideal para simular o desgaste real, pois as características de desgaste são constantes, desde que a areia seja renovada a cada ciclo do equipamento; a areia necessita de uma base para que seja atritada contra o piso; no caso, um bloco de metal satisfaz esta exigência, pois, mesmo que o bloco de metal se desgaste, não influi na validade do ensaio, já que não entra em contato com o piso, mas sim, somente a areia.

O modelo que satisfaz todos os critérios até aqui discutidos é o modelo F.

3. PROJETO BÁSICO.

3.1. ESCOLHA DA MELHOR CONCEPÇÃO.

3.1.1. COMENTÁRIOS.

Para fazer a escolha do modelo final, consideram-se todos os modelos possíveis levantados anteriormente na fase de Estudo de Viabilidade, e elege-se o(s) modelo(s) mais satisfatório(s) considerando vários critérios de avaliação, a visualização quantitativa será feita numa Matriz de Avaliação.

3.1.2. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.

a) Suavidade no funcionamento - este item é fundamental, já que trepidações podem invalidar os ensaios realizados por este equipamento, pois alteram o atrito na interface de desgaste com o material ensaiado (piso).

Peso=10.

b) Tamanho Compacto - é desejável, pois este equipamento visa tornar este ensaio não somente de laboratório, mas sim diretamente nas obras de construção civil (o que aumenta em muito a confiabilidade dos resultados); portanto, quanto mais compacto, mais fácil de ser transportado.

Peso=7.

c) Mantenebilidade - este critério diz respeito a facilidade de manutenção, o equipamento precisa utilizar elementos confiáveis para que a manutenção seja pouca e simples.

Peso=6.

d) Fonte de energia - é imprescindível que a fonte de energia que aciona o equipamento seja a mais comum, encontrável em qualquer lugar, até mesmo nas obras de construção civil; dá-se preferência aos acionamentos elétricos.

Peso=9.

e) Capacidade de simular o desgaste real - existem vários procedimentos para simular o desgaste sofrido pelo piso, mas nem todos os procedimentos são bastante realísticos.

Peso=10.

f) Facilidade de operação - o manejo do equipamento precisa ser simples, não necessitando de nenhum ajuste ou procedimentos especiais por parte do operador no momento do ensaio.

Peso=7.

g) Facilidade de reparo - O equipamento precisa utilizar elementos de confiança para que não necessite de reparos antes de 5000 horas de uso, e no caso de reparo, o equipamento precisa ser simples e utilizar elementos facilmente encontráveis no mercado ou manufaturáveis pelo próprio usuário.

Peso=6.

h) Peso - para efeito de transporte entre laboratório e obra de construção civil, é necessário que o equipamento tenha peso reduzido.

Peso=8.

3.1.3.MATRIZ DE AVALIAÇÃO.

Para os critérios de avaliação, as notas são de 0 a 10; para cada modelo faz-se a somatória de notas de todos os critérios com seus respectivos pesos.

MATRIZ DE AVALIAÇÃO

Critérios	a	b	c	d	e	f	g	h	Total
Modelos									
A	10	5	7	10	5	8	9	6	475
B	10	5	7	10	1	8	9	6	435
C	10	5	7	10	10	8	9	6	525
D	9	7	8	10	5	9	8	7	494
E	9	7	8	10	1	9	8	7	454
F	9	7	8	10	10	9	8	7	544
G	1	10	9	10	3	10	7	10	446
H	1	10	9	10	1	10	7	10	426
I	1	10	9	10	6	10	7	10	476
J	6	8	6	5	4	9	9	9	426
K	6	8	6	5	1	9	9	9	396
L	6	8	6	5	7	9	9	9	456
M	4	6	5	10	4	8	8	8	410
N	4	6	5	10	1	8	8	8	380
O	4	6	5	10	7	8	8	8	440

Obs: O total já considera os pesos dos critérios.

3.1.4. CONCLUSÃO.

De acordo com o resultado da Matriz de Avaliação, o modelo eleito é o modelo F; este resultado confirma a escolha feita na Análise de Viabilidade efetuada anteriormente.

O modelo eleito é uma configuração básica, sendo necessário, ao longo deste projeto, implementar os subsistemas para que se torne completa.

3.2. DETALHAMENTO E ELABORAÇÃO DE MODELOS.

3.2.1. DESCRIÇÃO GERAL.

A seguir detalharemos cada subsistema no tocante ao funcionamento, e, na medida do possível, a sua implementação.

De acordo com o modelo escolhido, o equipamento utiliza um motor elétrico para o acionamento de todo sistema. O motor aciona o sistema através de um redutor e um par de engrenagens. O movimento resultante é na engrenagem maior movida, onde são encaixados dois fixadores de corpo de prova. Deste modo, o corpo de prova descreve uma trajetória circular. Para evitar desgaste irregular na parte externa dos corpos de prova, é preciso implementar para que os mesmos, ao descrever trajetória circular, gire também em torno dos seus próprios eixos.

São colocados alimentadores de areia na mesma engrenagem onde estão os fixadores de corpo de prova, para que a areia caia na mesma trajetória do corpo de prova.

Quando se ensaia com corpo de prova, o equipamento está fixo sobre uma mesa de metal, ao passo que, para ensaiar no local da obra de construção civil, coloca-se blocos de metal no lugar de corpos de prova e ensaia-se sem a mesa de metal.

É necessário também implementar o equipamento com um

contador de ciclos para que tenha controle sobre a duração do ensaio.

3.2.2. REDUÇÕES.

A rotação que sai do motor é muito rápida para ser utilizado diretamente pelas partes componentes do equipamento, sendo necessárias várias etapas de reduções.

A rotação, ao sair do motor elétrico, entra num redutor coroa-sem fim, esta aciona um par de engrenagens, onde sofre outra redução.

O esquema geral da redução fica como na figura abaixo (figura 17):

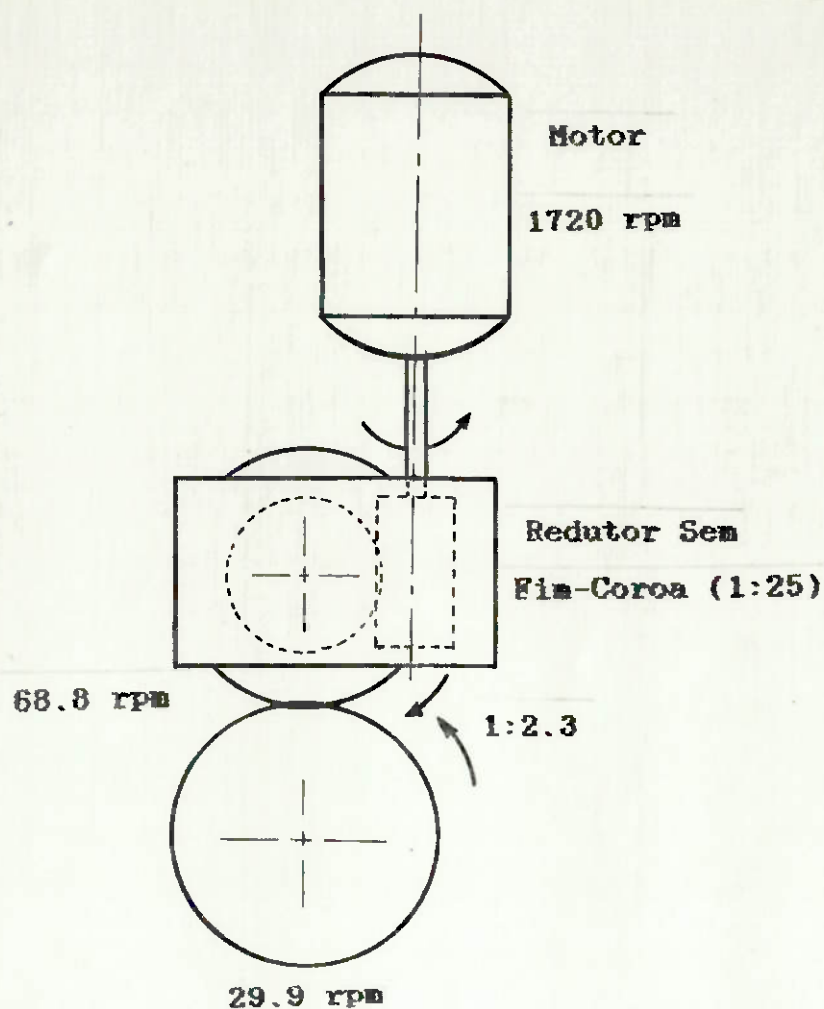


figura 17

1720 $\xrightarrow{1:25}$ 68,8 $\xrightarrow{1:2.3}$ 29.91

Dentre várias opções de redução será adotada a redução acima até prova em contrário.

3.2.3. ESCOLHA DO REDUTOR E DO MOTOR.

Foi optado seleccionar um redutor padrão fabricado pela Transmotécnica pelo fato de ser um produto confiável.

Pelo catálogo fornecido pela Transmotécnica (Anexo 2 - Item 1), seguem-se os cálculos para a escolha do redutor.

1) Relação de redução (i).

$$i = \frac{\text{Rotação de entrada}}{\text{Rotação de saída}} = \frac{1720}{86} = 20$$

Portanto:

$$i = 20$$

2) Classificação de carga (M)

M = Choques moderados.

3) Fator de serviço (Fs).

$$F_s = 1.25$$

Isto significa que:

Acionado por motor elétrico.

Tempo de trabalho até 10 horas por dia.

Carga média.

4) Potência efetiva necessária para o acionamento da carga.

$$P_c = \frac{M_{tc} * (rpm)_c}{716.2}$$

P_c = potência efetiva de carga em cv no eixo de saída.

$(rpm)_c$ = rpm no eixo de saída.

$(rpm)_c$ = 86 rpm.

obs.: supondo os coeficientes de atrito entre metal/concreto (com areia como material abrasivo entre os dois) igual a:

$$\mu_{estático} = 1.0$$

e

$$\mu_{cinético} = 0.7$$

Estes valores foram baseados nos valores tabelados dos coeficientes de atrito entre borracha e concreto seco (Anexo 3), o que pode-se considerar uma aproximação muito boa da condição que se quer simular (com segurança). Obviamente, os valores serão superdimensionados. Na falta de dados mais precisos, a suposição acima é satisfatória.

As condições nas quais foi calculada a potência efetiva necessária para o acionamento da carga (P_c) pode ser visualizada na figura 18.

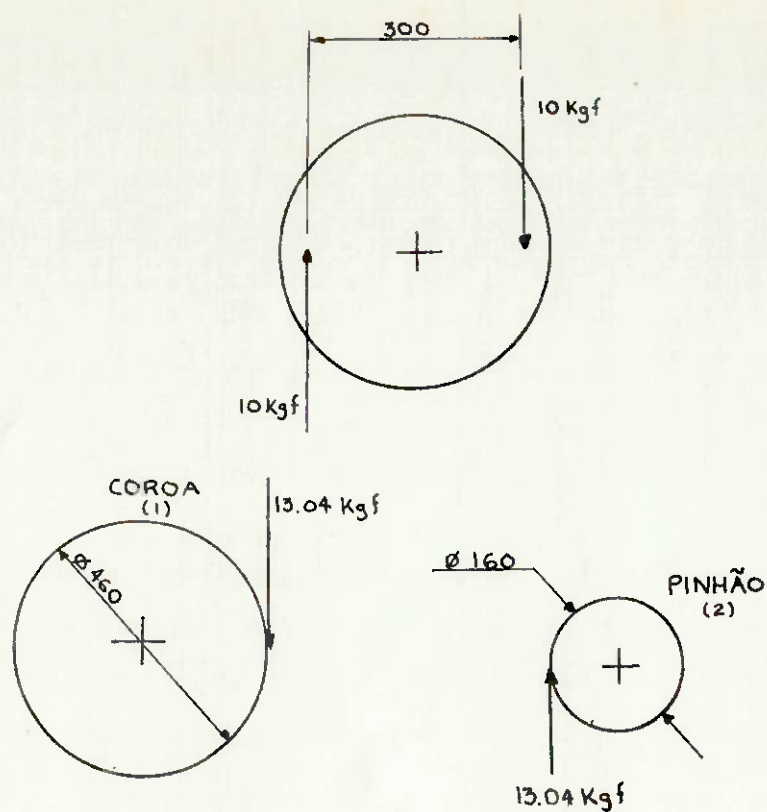


figura 18

$$M_{te1} = 3 \text{ kgfm}$$

$$P_{c1} = 0.1257 \text{ cv}$$

$$\mu_{engrenagem} = 0.9$$

$$P_{c2} = P_{c1} / \mu_{engrenagem} = 0.1257 / 0.9$$

$$P_{c2} = 0.1396 \text{ cv}$$

5) Capacidade equivalente requerido pela carga (P_e).

$$P_e = P_c * F_s = 0.1396 * 1.25$$

$$P_e = 0.1745 \text{ cv}$$

6) Seleção do tamanho do redutor, para uma redução nominal padrão de 1 : 25.

Capacidades a 1750 rpm.

Tamanho 05.

Capacidade na saída = 0.74 cv.

Capacidade na entrada = 1.05 cv.

7) Rendimento.

$$\mu = 0.74 / 1.05$$

$$\mu = 0.7048$$

ou

$$\mu = 70.48 \%$$

Potência que o motor deve transmitir ao eixo de entrada do redutor:

$$P_m = P_c / \mu$$

$$P_m = 0.1981 \text{ cv}$$

Portanto aplica-se um motor padrão de (Anexo 2 - Item 2):

$$P_m = 0.5 \text{ cv.}$$

Motor trifásico proteção IP - 54.

Totalmente fechado.

Categoria N (NBR 7094).

Classe de isolamento B (130°).

1720 rpm.

Carcaça ABNT 71.

2) Cálculo das engrenagens movida e motora.

Sendo as duas engrenagens de dentes retos normalizada, com distância entre centros de trabalho

$a_0 = 319 \text{ mm.}$

Considerando a redução de 1:2.3, tem-se pinhão e coroa com as seguintes especificações:

Ângulo de pressão = 20° .

Módulo = 6 mm.

Diâmetro primitivo do pinhão = 193 mm.

Diâmetro primitivo da coroa = 445 mm.

Número de dentes do pinhão = 32 dentes.

Número de dentes da coroa = 74 dentes.

3.2.5. CORPO DE PROVA.

De acordo com as especificações utilizadas pela IPT, conclui-se que a melhor dimensão do corpo de prova, até prova em contrário, é de:

Dimensões: 75mm x 75mm x 35mm - (máximo).

75mm x 75mm x 20mm - (mínimo).

3.2.6. ESCOLHA DOS ROLAMENTOS.

De acordo com o catálogo fornecido pela SKF:

$$n_t/min = 20$$

$$L_{10h} = 2000$$

$$V_{em}: C/P = 3.5$$

$$L_{milhões de revoluções} = 2.4$$

Carga somente radial, portanto:

$$P = F_r = 250N$$

$$C = 875N$$

Portanto pode ser escolhido qualquer rolamento, pois foi calculado com situação mais crítica, e C é sempre maior na tabela e C0 é sempre nulo.

3.2.7. MODELO ESTRUTURAL.

Os desenhos do projeto desenvolvido se encontra no Anexo 4, que consta de desenhos de conjunto e de fabricação.

4. CONCLUSÕES:

O protótipo do projeto foi construído e testado com corpo de prova de madeira e o desgaste linear foi de 3.0mm, o que é um resultado bastante razoável.

Partindo do resultado acima, pode-se considerar que o equipamento satisfaz a finalidade para a qual foi projetada.

À medida que forem coletados outros dados, podemos concluir com precisão os resultados e fazer uma formulação mais adequada.

No Anexo 5 existe um Manual de Uso e de Serviço, onde estão

especificados como operar o equipamento e a sua manutenção. Existe um anexo no próprio manual, onde estão os procedimentos para o ajuste do equipamento, pois existem itens no projeto que somente podem ser adequadamente acertados ao longo do uso, tais como :calibração do furo do alimentador de areia, limite de peso aplicável no piso durante o ensaio, etc.

5. BIBLIOGRAFIA.

1. Ferraresi, Dino. Fundamentos da Usinagem dos Metais. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda.
2. Zampesi, Boris. Dimensionamento. São Paulo, Editora do Grêmio Politécnico.
3. Manual de Engenheiro Globo. Rio de Janeiro- Porto Alegre- São Paulo, Editora Globo.
4. A Construção (revista). São Paulo, Editora Pini.
5. Shigley. Joseph Edwards. Elementos de Máquinas, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos.
6. Oliveira, Nelson Campos Gil de. Engrenagens, São Paulo, Editora do Grêmio Politécnico.
7. F. Provenza. Desenhista de Máquinas (Vol.1) e Projetista de Máquinas (Vol.2) - Manuais da Pro-Tec.

ANEXO 1.

ITEM 1.

Classificação segundo a AGI - Folha de trabalho A10 para pisos de concreto de alta resistência.

Grupo I.

Índice de desgaste máximo= $6.0\text{cm}^3/50\text{cm}^2$. Para revestimento de piso cuja argamassa é produzida com agregados como pedras naturais ou escória densa.

Estes revestimentos são próprios para pisos onde a resistência ao impacto junto com resistência à compressão são mais solicitadas do que a resistência ao desgaste.

Grupo II.

Índice de desgaste máximo= $3.0\text{cm}^3/50\text{cm}^2$. Para revestimento de piso em cuja argamassa são utilizados apenas agregados metálicos.

Estes revestimentos tem bom comportamento às solicitações à tração e/ou à flexão.

Grupo III.

Índice de desgaste máximo= $1.5\text{cm}^3/50\text{cm}^2$. Para revestimento de piso onde é empregada argamassa com agregados sintéticos como corindon, eletrocorindon, carbetto de silício, etc. Este revestimento tem alta resistência ao desgaste.

ITEM 2.

Grupo A.

Índice de desgaste = $I < 0.8\text{mm}$. Argamassas para o revestimento de pisos com solicitações pesadas como galpões para veículos pesados, locais de montagens em fábricas, mercados, trânsito pesado de máquinas, etc.

Grupo B.

Índice de desgaste = $0.8\text{mm} < I < 1.6\text{mm}$. Para argamassas a serem empregadas no revestimento de pisos em locais com trânsito intenso de equipamentos leves como depósitos, laboratórios, supermercados, armazéns de secos e molhados, corredores e pátios de escola.

Grupo C.

Índice de desgaste = $1.6\text{mm} < I < 2.4\text{mm}$. Para argamassas a serem empregadas no revestimento de piso em locais com trânsito intenso de pedestres, como lojas, hospitais, saguão de edifícios públicos.

Grupo D.

Índice de desgaste = $2.4\text{mm} < I < 3.2\text{mm}$. Para argamassas a serem empregadas em revestimento de pisos em locais com trânsito de intensidade média de pedestres como corredores de edifícios públicos.

Grupo R.

Índice de desgaste = $1 > 3.2\text{mm}$. Para argamassas a serem empregadas em revestimentos de piso em locais de trânsito de baixa intensidade, como áreas comuns de edifícios privados.

Na figura 18 é mostrado um gráfico onde estão apresentados os índices de desgaste utilizado pela AGI, o índice de desgaste utilizado pelo IPT, a classificação de índices de desgaste ora proposta e a distribuição histográfica dos resultados levantados nos ensaios de desgaste realizados neste Laboratório.

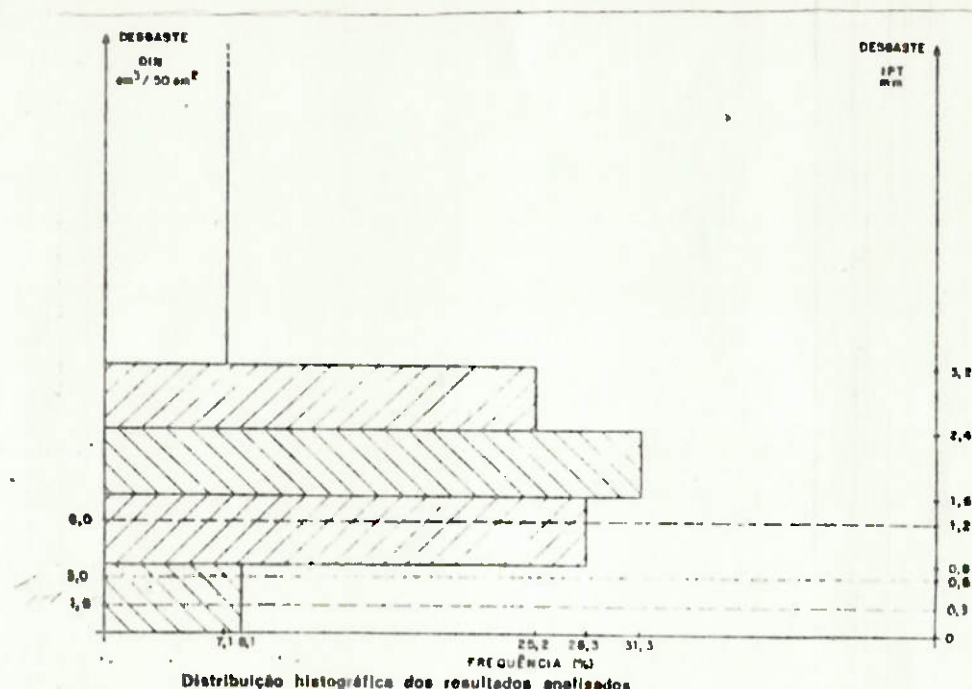


figura 18

ITEM 3.

Na tabela 1 estão apresentados os níveis e os tipos de solicitações que os locais - onde podem ser aplicados os revestimento de cimento - devem suportar.

Visão geral das solicitações que um piso de argamassa e cimento devem suportar

Tipo de solicitações	Arquitetura	Leve	Média	Pesada
		- Tráfego de pedestres conforme a densidade de tráfego - Tráfego de veículos com pneus conforme o nível de carga. - Arrastamento de mercadoria em pedaços ou grãos nos pisos e superfícies das paredes de silos.		
Exemplos de locais de aplicações	Revestimento, com pedras e lajotas	Depósito e rolamento de cargas leves.	- Tráfego de veículos com rodas de aço de ferro até 0,3 t. - Depósito e rolamento de cargas pesadas.	- Tráfego de veículos com rodas de aço de ferro até 0,3 t. - Depósito e rolamento de cargas médias.
	Revestimento, com pedras e lajotas	- Calçadas, pisos de parques, praças, de esportes. - Escadas e corredores de prédios privados, depósitos para mercadorias leves, garagem.	- Rua, praças, travessias de ruas ("zebras"), entradas de edifícios. - Escadas e corredores de prédios com médio tráfego, locais de fábricas e depósitos para mercadorias de peso médio, galpões de veículos e de montagens.	- Antecâmaras de mercados, pátios de fábricas, pais do porto. - Escadas e corredores de prédios públicos com alto tráfego, locais de fábricas, depósitos e montagens de peças pesadas, galpões de veículos pesados.

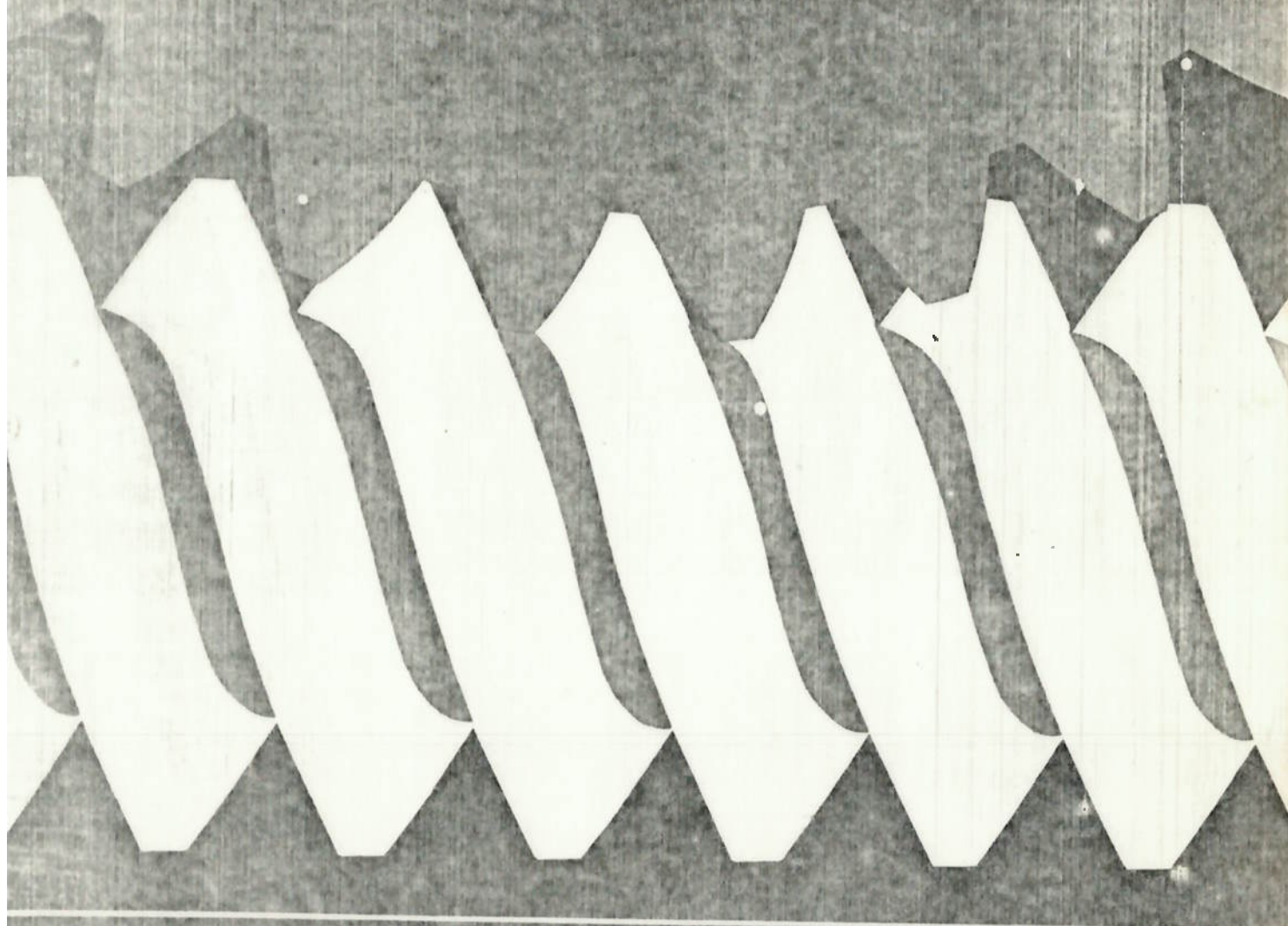
tabela 1

ANEXO 2.

Item 1



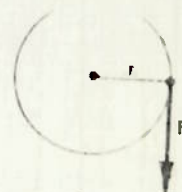
***REDUTORES E MOTOREDUTORES
DE VELOCIDADE A ROSCA SEM FIM***



TRANSMOTÉCNICA

CONCEITOS BÁSICOS

Momento de Torção — é o “esforço” necessário para fazer um objeto girar em torno de um eixo. Calcula-se multiplicando a força aplicada pela distância entre o ponto de aplicação e o centro de giro ($F \times r$). Expresso usualmente em mkgf ou Nm.



Trabalho — é o produto de uma força pelo deslocamento sofrido pelo objeto acionado. Expresso usualmente em joules.

Potência — é a razão entre o trabalho e o tempo em que foi realizado. Expresso normalmente em watts, CV, etc.

Potência necessária para acionar um eixo $P_{(cv)} = \frac{Mtc(mkgf) \times rpm}{716.2}$

Medida prática do momento de torção requerido para movimentar um eixo — adaptar uma polia, de diâmetro conhecido, e nesta um cabo, ao qual se aplica forças progressivamente maiores (p. ex., suspendendo pesos) até fazer o conjunto girar. $Mtc = F \times r$.

MULTIPLICADORES PARA CONVERSÃO DE UNIDADES MÉTRICAS, SI E AMERICANAS

COMPRIMENTO

Milímetros x 0,039370 = polegadas
Metros x 39,370 = polegadas
Metros x 3,2808 = pés

Polegadas x 25,400 = Milímetros
Polegadas x 0,0254 = Metros
Pés x 0,30480 = Metros

MASSA E VOLUME

Gramas x 0,03527 = onças
Quilogramas x 35,274 = onças
Quilogramas x 2,20462 = libras
Tonelada Métrica x 1,10231 = net ton
Tonelada Métrica x 0,98421 = Gross ton
Centímetros cúbicos x 0,033818 = fluid ounces
Centímetros cúbicos x 0,061023 = polegadas cúbicas
Litros x 61,023 = polegadas cúbicas
Litros x 0,26417 = galões
Litros x 0,035317 = pés cúbicos
Metros cúbicos x 264,17 = galões
Metros cúbicos x 35,315 = pés cúbicos

Onças x 28,35 = gramas
Onças x 0,2835 = quilogramas
Libras x 0,45359 = quilogramas
Net ton x 0,90719 = Tonelada Métrica
Gross ton x 1,01605 = Tonelada Métrica
Fluid Ounces x 29,53 = cm³
Polegadas Cúbicas x 16,387 = cm³
Polegadas cúbicas x 0,016387 = litros
Galões x 3,78543 = litros
Pés cúbicos x 28,32 = litros
Galões x 0,003785 = metros cúbicos
Pés cúbicos x 0,0283 = metros cúbicos

FORÇA, POTÊNCIA, MOMENTO E CALOR

Newtons x 0,2248 = Libras
cgf x 2,20462 = libras
cgf x 9,80665 = Newtons
poules x 0,7373 = foot pounds
CV x 0,9863 = HP
Quilowatts x 1,34 = HP
Quilowatts x 1,36 = CV
Newton metro x 0,7376 = pound feet
mkgf x 7,233 = pound-feet
mkgf x 86,796 = lbin
mkgf x 9,80665 = N x m
Quilowatt hora x 3415 = BTU
kg/cm² x 14,22 = PSI
kg/m² x 0,2048 = lb/sqft

Libras x 4,4484 = Newtons
Libras x 0,45359 = kgf
Newton x 0,1020 = kgf
Foot pounds x 1,3563 = joules
HP x 1,014 = CV
HP x 0,746 = Quilowatts
CV x 0,736 = Quilowatts
Pound-feet x 1,3556 = Newton-metro
Pound-feet x 0,13825 = mkgf
lbin x 0,01152 = mkgf
N x m x 0,1020 = mkgf
BTU x 0,00029 = Kwh
PSI x 0,07031 = kg/cm²
lb/sqft x 4,8828 = kg/m²



INTRODUÇÃO

O procedimento correto para a seleção de redutores estabelece a capacidade do redutor em função da potência requerida pela carga e um fator de serviço. O método de seleção é simples e válido para as condições normais descritas a seguir. Se as aplicações não se enquadrarem nas condições normais, consultar a Transmotécnica.

PROCEDIMENTO

1. Determinar a relação de redução:

$$i = \frac{\text{rotação de entrada}}{\text{rotação de saída}}$$

As tabelas de capacidade mencionam tanto a redução nominal, como a exata.

2. Estabelecer a classificação da carga de acordo com a tabela X-1, como sendo de serviço uniforme, de choques moderados ou de choques fortes.
3. Determinar o fator de serviço (Fs) indicado na tabela X-2.
4. Determinar a potência efetiva necessária para o acionamento da carga.

$$P_c = \frac{M_{tc} \times (rpm)_c}{716,2}$$

P_c = Potência efetiva da carga em cv no eixo de saída.

M_{tc} = Momento de torção da carga em mkgf no eixo de saída.

$(rpm)_c$ = rpm no eixo de saída.

5. Determinar a capacidade equivalente requerida pela carga:

$$P_e = P_c \times F_s$$

6. Selecionar nas tabelas de capacidade um redutor com capacidade de saída igual ou superior à capacidade equivalente. Para rotações na entrada entre as rotações tabeladas, as capacidades podem ser determinadas por interpola-

ção. O tamanho do redutor é determinado em função da carga a ser acionada e não pela potência do motor.

7. Determine a potência (P_m) que o motor deve transmitir ao eixo de entrada do redutor em função da potência efetiva da carga e do rendimento (η) do redutor.

$$\eta = \frac{\text{capacidade na saída}}{\text{capacidade na entrada}}$$

$$P_m = \frac{P_c}{\eta}$$

$$P_m = \frac{M_{tc} \times (rpm)_c}{\eta \times 716,2}$$

Selecionar um motor com capacidade igual ou superior a (P_m)

- a. Se a capacidade do motor for igual ou inferior à capacidade de entrada do redutor, a seleção está correta.
- b. Se a capacidade do motor for superior à capacidade de entrada do redutor, deve ser analisada a possibilidade de ocorrência de sobrecarga.

Nos casos onde a possibilidade de ocorrência de sobrecarga for remota, ou existir proteção contra sobrecarga, é possível evitar a aplicação de um redutor maior. É necessário, nestes casos, consultar a Transmotécnica.

8. Verificar a carga radial a ser aplicada em função da capacidade de carga radial tabelada.
9. Selecionar a forma construtiva mais adequada para o redutor entre as alternativas indicadas.

CONDIÇÕES APLICÁVEIS ÀS TABELAS DE CAPACIDADE

A capacidade nominal indicada nas tabelas corresponde à potência efetiva da carga no eixo de saída com fator de serviço $F_s = 1$, ou seja, para cargas uniformes, acionamento na entrada por motor elétrico e tempo de trabalho limitado a 10 horas por dia.





A capacidade nominal é baseada em condições normais de trabalho, que incluem os seguintes critérios:

- TEMPERATURA

A capacidade nominal baseia-se numa temperatura máxima de ambiente de 30°C, sendo que nestas condições a temperatura do lubrificante no redutor pode atingir o limite permissível de 95°C.

- SOBRECARGAS MOMENTÂNEAS

Os redutores admitem um momento de torção máximo de até 200% do momento de torção nominal por um período máximo de 15 segundos com intervalos de 3 horas entre as sobrecargas. A capacidade nominal de partida em aplicações normais. Aplicações que envolvem um momento de inércia rotativa alto e partidas frequentes requerem consultas à Transmotécnica.

- CARGAS RADIAIS E AXIAIS NOS EIXOS

As capacidades de carga radial nos eixos de saída são indicadas nas tabelas de capacidade e são definidas para uma carga máxima aplicada no ponto central do comprimento da ponta de eixo de saída, e ausência de carga axial. As aplicações que resultam em cargas radiais e axiais simultâneas requerem consultas à Transmotécnica.

- ROTAÇÃO MÍNIMA E MÁXIMA NO EIXO DE ENTRADA

Para serviço contínuo a rotação de entrada não deve ser inferior a 100 rpm. A rotação máxima de entrada não deve exceder 2000 rpm, sendo que a capacidade na entrada em c.v. é limitada aos valores da tabela de 1750 rpm.

Aplicações para rotações fora destes limites requerem consultas à Transmotécnica.

- FRENAGEM NO EIXO DE ENTRADA

A frenagem no eixo de entrada pode resultar em momentos de torção excessivos no eixo de saída do redutor.

A seleção do redutor deve ser feita de acordo com as condições de serviço da Transmotécnica.

DETERMINAÇÃO DO FATOR DE SERVIÇO

As tabelas que determinam o fator de serviço baseiam-se nas características típicas de cada aplicação. Nas tabelas pressupõe-se também que o acoplamento é feito por meio de um acoplamento flexível, que reduz o efeito dos choques em serviço.

Se as condições de serviço forem mais severas que o caso normal, deve-se aplicar um fator de serviço maior que o indicado nas tabelas.

REDUTORES E MOTOREDUTORES A ROSCA SEM FIM

SELEÇÃO DE REDUTORES



TABELA X-1

U = CARGA UNIFORME	M = CHOQUES MODERADOS	F = CHOQUES FORTES	
APLICAÇÃO	CLASSIFI- CAÇÃO	CLASSIFI- CAÇÃO	
AGITADORES Líquidos puros Líquidos e sólidos Líquidos de densidade variável	U M M		
ALIMENTADORES Alimentadores de rosca Transportadores (esteira e correia)	M M		
BOBINADEIRAS Metal Papel Têxtil	M U M		
BOMBAS Centrífugas Dupla ação, multicilíndricas Recíprocas de descarga livre Rotativas a engrenagem	U M M U		
BORRACHA E PLÁSTICOS Calandras * Equipamentos de laboratório Extrusoras Moinhos cilíndricos * Dois em linha Três em linha Refinadores * Trituradores e misturadores *	M M M M U M F		
BRITADORES Pedras e minérios	F		
CERÂMICA Extrusoras e misturadores Prensas de tijolos e ladrilhos	M F		
CIMENTO Britadores de mandíbulas Moinhos rotativos * Moinhos de bolas e rolos *	F M F		
CLASSIFICADORES ROTATIVOS	M		
COMPRESSORES Centrífugos Multicilíndricos Unicilíndricos	U M F		
INDÚSTRIAS TÊXTEIS Calandras, cardas, filatórios, retorcedeiras, maçoqueiros e máquinas de tinturaria	M		
MÁQUINAS OPERATRIZES Acionamento principal cargas pesadas cargas uniformes Acionamento auxiliar Prensas Rosqueadoras	F M U F F		
MISTURADORES Betoneras Borracha * Polpa de papel	M F M		
MOINHOS ROTATIVOS De bolas e rolos De martelos	F F		
PAPEL Agitadores (misturadores) Alvejadores Batedores e despulpadores Calandras Super calandras Cilindros Descascadores Hidráulicos e mecânicos Tambores descascadores	M U M M F U M F		
		DESTILARIAS Cozinhadores - serviço contínuo Tachos de fermentação - serviço contínuo Misturadores	U U U
		DRAGAS Guinchos, transportadores e bombas Cabeçotes rotativos e peneiras	M F
		EIXOS DE TRANSMISSÃO Carga uniforme Carga pesada	U M
		ELEVADORES Caçambas - cargas uniformes Caçambas - cargas pesadas Elevadores de carga Elevadores de canecas	U F M M
		ENGARRAFADORAS E ENLATADORAS	U
		FORNOS ROTATIVOS	M
		GERADORES GUINCHOS Cargas uniformes Cargas pesadas	U M F
		INDÚSTRIAS AÇUCAREIRAS Moendas Facas de cana *	F M
		INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS Cozinhadores de cereais Misturadores de massa, moedores de carne, picadores	U M
		INDÚSTRIAS MADEIREIRAS Alimentadores de plana Serras, tambores despulpadores, transportadores de toras	M F
		INDÚSTRIAS METALÚRGICAS Cortadores de chapa rotativos Cortadores de chapa de faca Viradeiras Trefilas	M F F M
		PAPEL Esticadores de feltro Prensas Secadores	M U M
		PONTES ROLANTES Acionamento do carro e da ponte Acionamento do guincho	F U
		SANEAMENTO Aeradores Alimentadores, bombas, decantadores Filtros, mexedores e peneiras Clarificadores	F U M U
		SECADORES E RESFRIADORES ROTATIVOS	M
		TORRES DE REFRIGERAÇÃO	F
		TRANSPORTADORES Caçamba correia, corrente esteira, rosca; cargas uniformes cargas pesadas e intermitentes vibratórios	U M F
		VENTILADORES Centrífugos Outros	U M

* APLICAR FATOR DE SERVIÇO CORRESPONDENTE A TEMPO DE TRABALHO ACIMA DE 10 HORAS/DIA

As informações contidas nesta folha estão sujeitas a alteração sem previo aviso

(A) 5.8.83



REDUTORES TRANSMOTÉCNICA LTDA

Sao Paulo, Rua Cruzeiro, 558 - CEP 01137

Tel 026 6011 TELEFAX (011) 25532 RETT-BR

**TABELA X-2
FATORES DE SERVIÇO, FS**

ACIONAMENTO POR	TEMPO DE TRABALHO	CLASSIFICAÇÃO DA CARGA		
		UNIFORME U	CHOQUES MODERADOS M	CHOQUES FORTES F
MOTOR ELÉTRICO OU TURBINA A VAPOR	Ocasional até 1/2 h/dia	0,80	0,90	1,00
	Intermitente até 2 h/dia	0,90	1,00	1,25
	Até 10 h/dia	1,00	1,25	1,50
	Acima de 10 h/dia	1,25	1,50	1,75
MOTOR A EXPLOÇÃO MULTICILÍNDRICO OU MOTOR HIDRÁULICO	Ocasional até 1/2 h/dia	0,90	1,00	1,25
	Intermitente até 2 h/dia	1,00	1,25	1,50
	Até 10 h/dia	1,25	1,50	1,75
	Acima de 10 h/dia	1,50	1,75	2,00
MOTOR A EXPLOÇÃO MONOCILÍNDRICO	Ocasional até 1/2 h/dia	1,00	1,25	1,50
	Intermitente até 2 h/dia	1,25	1,50	1,75
	Até 10 h/dia	1,50	1,75	2,00
	Acima de 10 h/dia	1,75	2,00	2,25
OS FATORES ABAIXO APLICAM-SE A PARTIDAS E PARADAS FREQUENTES (1)				
MOTOR ELÉTRICO	Ocasional até 1/2 h/dia	0,90	1,00	1,25
	Intermitente até 2 h/dia	1,00	1,25	1,50
	Até 10 h/dia	1,25	1,50	1,75
	Acima de 10 h/dia	1,50	1,75	2,00

(1) Por "Partidas e paradas frequentes", entende-se mais que 5 partidas por hora. Os fatores de serviço acima podem ser aplicados para até 15 partidas por hora, quando a inércia rotativa da carga é baixa.

Para partidas mais frequentes e aplicações onde a inércia rotativa resulte num tempo de aceleração acima de três (3) segundos é aconselhável um estudo mais detalhado.

EXEMPLO DE SELEÇÃO

Redutor para elevador de caçambas.

Dados da Aplicação

- Redutor com eixos horizontais
- Serviço contínuo, 16 h/dia, cargas uniformes
- Rotação do eixo do elevador: 17 rpm
- Acionamento por motor elétrico, 1750 rpm, acoplado ao eixo de entrada por meio de acoplamento elástico.
- Transmissão por corrente entre o eixo de saída do redutor e o eixo do elevador, com redução 1:5.
- Potência efetiva da carga: 5,5 c v

Seleção

- Redução

$$i = \frac{1750}{17 \times 5} = 20,6$$

- Classificação da carga. A tabela X-1 (p. G-0215) indica para esta aplicação a classificação U.
- Fator de serviço, conforme tabela X-2, (p. G-0216)
 $F_s = 1,25$

- Potência efetiva da carga $P_c = 5,5 \text{ c v}$

- Capacidade equivalente

$$P_e = 5,5 \text{ c v} \times 1,25 = 6,9 \text{ c v}$$

- Seleção do tamanho do redutor, conforme p. G-0220 para uma redução nominal padrão de 1:20.

Tamanho: 12

Capacidade na saída: 8,3 c v

Capacidade na entrada: 10,5 c v

Rendimento

$$\eta = \frac{8,3}{10,5} = 0,80$$

- Potência do motor

$$P_m = \frac{5,5}{0,8} = 6,9 \text{ c v}$$

Aplica-se um motor padrão de 7,5 c v

- Para uma instalação com eixos horizontais, um redutor tipo B com pés inteiriços, forma construtiva 2A1, conforme p. G-0300, seria o mais indicado.

Um motoredutor tipo MB, do mesmo tamanho, também pode ser aplicado para o acionamento deste exemplo.

- A verificação da carga radial que resulta da transmissão por corrente deverá ser feita, sendo que a carga radial não deve ultrapassar 1151 kgf para o tamanho 12.

TAMANHO	CAPACIDADES A 1750 rpm							
	REDUÇÃO NOMINAL							
	10	15	20	25	30	40	50	60
	ROTAÇÃO NA SAÍDA (rpm)							
	175	117	87,5	70,0	58,3	43,8	35,0	29,2
CAPACIDADE NA ENTRADA (cv)								
06	1,82	1,13	1,05	1,00	0,75	0,72	0,66	0,60
08	2,24	1,62	1,81	1,39	1,08	1,00	0,96	0,83
09	4,81	3,48	3,19	2,87	2,46	2,23	1,87	1,48
10	7,26	5,26	4,81	4,42	3,57	3,35	2,80	2,14
12	11,1	7,82	7,15	6,61	5,32	5,04	4,14	3,18
15	18,2	11,5	10,5	9,62	7,81	7,28	6,03	4,70
18	24,8	17,5	15,6	14,4	11,4	10,7	9,19	7,05
21	36,8	26,3	23,5	21,8	16,8	15,9	13,5	10,5
25	57,1	39,6	35,8	33,0	24,8	23,6	20,1	15,7
25		58,0	52,4	47,6	35,9	33,4	28,4	23,0

CAPACIDADE NA SAÍDA (cv)								
05	1,30	0,82	0,74	0,68	0,44	0,40	0,34	0,28
06	1,81	1,20	1,08	0,96	0,65	0,58	0,50	0,41
07	4,08	2,64	2,36	2,14	1,57	1,36	1,05	0,78
09	6,10	4,10	3,65	3,27	2,39	2,15	1,62	1,17
10	8,53	6,26	5,58	4,96	3,67	3,38	2,48	1,81
12	14,1	9,33	8,30	7,41	5,40	5,02	3,80	2,77
15	21,8	14,5	12,6	11,4	8,33	7,57	5,97	4,37
18	33,2	22,1	19,3	17,7	12,7	11,6	9,02	6,74
21	52,0	34,1	30,1	27,1	18,9	17,7	13,9	10,3
25		50,5	44,5	39,5	28,3	25,7	20,4	15,6

MOMENTO DE TORÇÃO NA SAÍDA (mkgf)								
06	5,31	5,01	6,04	6,70	5,53	6,43	6,59	6,87
08	7,41	7,35	8,88	9,83	8,22	9,52	10,1	10,2
09	16,7	16,2	19,3	21,9	19,3	22,3	21,1	19,2
10	25,0	25,2	29,9	33,5	29,3	34,3	32,8	28,3
12	39,0	38,4	45,7	50,7	45,1	52,6	49,8	44,5
15	57,6	57,3	68,0	75,8	66,4	78,1	74,6	68,1
18	89,2	89,2	103	116	102	121	117	107
21	136	136	158	181	156	185	177	166
25	213	209	246	266	240	275	273	250
25		310	364	396	348	400	401	371

REDUÇÃO EXATA								
06	10	15	20	24	31	39	48	60
08	10	15	20	25	31	40	49	60
09	10	15	20	25	30	39	49	60
10	10	15	20	25	30	38	49	60
12	10	15	20	25	30	38	48	60
15	10	15	20	25	30	39	48	60
18	10	15	20	25	30	39	48	60
21	10	15	20	24	31	38	48	59
25		15	20	24,5	30	38	48	58

CARGA RADIAL NO EIXO DE SAÍDA (kgf)								
06	261	309	338	358	401	432	464	503
08	384	449	492	530	581	631	678	728
09	605	703	705	705	705	705	705	705
10	691	806	874	902	902	902	902	902
12	785	933	1013	1076	1076	1076	1076	1076
15	902	1082	1151	1229	1336	1405	1406	1405
18	1171	1381	1502	1603	1741	1872	1918	1916
21	1345	1596	1736	1843	2018	2166	2345	2436
25	1728	2070	2250	2378	2661	2809	2949	2849
25		2762	3002	3192	3187	3197	3197	3197

10	15	20	25	30	40	50	60
REDUÇÃO NOMINAL							

TAMANHO	CAPACIDADES A 1450 rpm							
	REDUÇÃO NOMINAL							
	10	15	20	25	30	40	50	60
	ROTAÇÃO NA SAÍDA (rpm)							
	145	96,7	72,5	58,0	48,3	36,3	29,0	24,2
CAPACIDADE NA ENTRADA (cv)								
05	1,38	1,00	0,94	0,88	0,66	0,63	0,58	0,52
06	1,97	1,42	1,34	1,23	0,96	0,87	0,83	0,72
07	4,27	2,98	2,74	2,56	2,11	1,91	1,55	1,24
09	6,27	4,50	4,13	3,78	3,05	2,84	2,39	1,84
10	9,42	6,68	6,10	5,67	4,60	4,29	3,55	2,72
12	13,5	9,75	8,97	8,20	6,46	6,18	5,22	4,00
15	20,9	14,8	13,1	12,1	9,71	8,99	7,79	5,99
18	31,5	21,9	19,9	19,0	14,2	13,5	11,5	8,96
21	47,8	33,3	30,1	27,8	20,8	19,9	17,0	13,4
25		48,4	44,1	39,8	30,1	28,4	24,0	19,5

CAPACIDADE NA SAÍDA (cv)								
05	1,10	0,72	0,66	0,60	0,38	0,36	0,30	0,25
06	1,60	1,05	0,96	0,85	0,57	0,51	0,44	0,36
07	3,54	2,27	2,02	1,85	1,35	1,16	0,87	0,66
09	5,26	3,51	3,14	2,79	2,04	1,82	1,38	1,01
10	8,10	5,34	4,76	4,25	3,17	2,88	2,13	1,55
12	11,7	7,90	7,09	6,32	4,59	4,26	3,29	2,36
15	18,4	12,3	10,6	9,56	7,09	6,39	5,06	3,71
18	28,3	18,4	16,3	15,4	10,8	9,86	7,72	5,74
21	43,5	28,6	25,3	22,8	16,0	14,9	11,7	8,85
25		42,1	37,5	33,1	23,8	21,8	17,3	13,3

MOMENTO DE TORÇÃO NA SAÍDA (mkgf)								
06	5,45	5,35	6,50	7,10	5,85	6,85	7,00	7,30
08	7,90	7,80	9,50	10,5	8,80	10,0	10,7	10,7
09	17,5	16,0	20,0	22,8	20,0	23,0	21,0	19,5
10	26,0	26,0	31,0	34,5	30,3	35,0	33,5	30,5
12	40,0	39,6	47,0	52,5	47,0	54,0	51,5	46,0
15	58,0	58,5	70,0	78,0	68,0	80,0	78,0	70,0
18	91,0	91,0	105	118	105	123	120	110
21	140	136	161	190	160	190	183	170
25	215	212	250	270	245	280	278	258
25		312	370	400	352	410	410	380

REDUÇÃO EXATA								
06	10	15	20	24	31	39	48	60
08	10	15	20	25	31	40	49	60
09	10	15	20	25	30	39	49	60
10	10	15	20	25	30	38	49	60
12	10	15	20	25	30	38	48	60
15	10	15	20	25	30	39	48	60
18	10	15	20	25	30	39	48	60
21	10	15	20	24	31	38	48	59
25		15	20	24,5	30	38	48	58

CARGA RADIAL NO EIXO DE SAÍDA (kgf)								
05	277	328	359	381	426	458	493	535
06	406	475	521	562	617	671	718	772
07	639	704	704	704	704	704	704	704
09	731	853	901	901	901	901	901	901
10	838	985	1071	1073	1073	1073	1073	1073
12	957	1127	1222	1303	1403	1403	1403	1403
15	1244	1463	1591	1700	1844	1914	1914	1914
18	1421	1695	1833	1960	2136	2297	2433	2433
21	1843	2196	2387	2521	2826	2843	2843	2843
25		2927	3188	3188	3188	3188	3188	3188

10	15	20	25	30	40	50	60
REDUÇÃO NOMINAL							

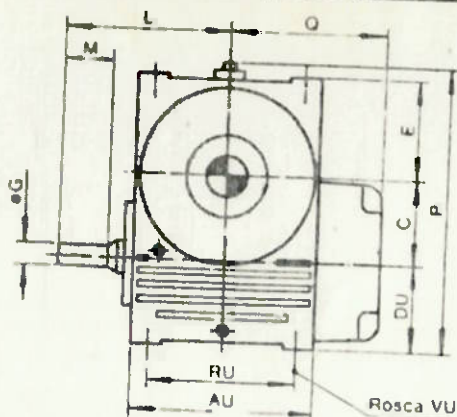
1A1	1A2	1A3	1A4	1B1	1B2	1B3	1B4
2A1	2A2	2A3	2A4	2B1	2B2	2B3	2B4
4A1	4A2	4A3	4A4	4B1	4B2	4B3	4B4
1F1	1E2	1E3	1E4	1F1	1F2	1F3	1F4
2E1	2E2	2E3	2E4	2F1	2F2	2F3	2F4
4E1	4E2	4E3	4E4	4F1	4F2	4F3	4F4
1K1	1K2	1K3	1K4	2K1	2K2	2K3	2K4
4G1 *	4G2 *	4G3 *	4G4 *	4H1 *	4H2 *	4H3 *	4H4 *
4K1	4K2	4K3	4K4				
1F5	2F5	1E5	2E5	4E5			
4F5	1N5 *	2N5 *	4N5 *				

1 - Os quadros sombreados indicam formas construtivas preferenciais.

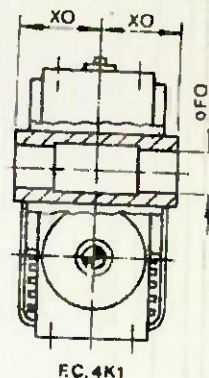
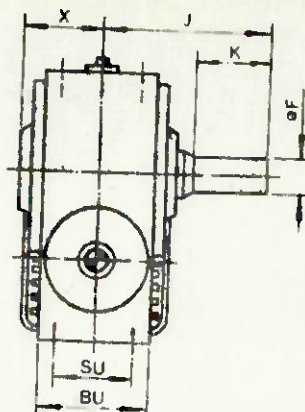
2 - O sinal (*) indica que o tamanho 25 não é fornecido nestas formas construtivas.

REDUTORES E MOTOREDUTORES A ROSCA SEM FIM

REDUÇÃO SIMPLES
EIXO DE SAÍDA CONVENCIONAL OU VAZADO
FIXAÇÃO DIRETAMENTE NA CARCACA, SEM PÉS
FLANGE PARA MOTOR



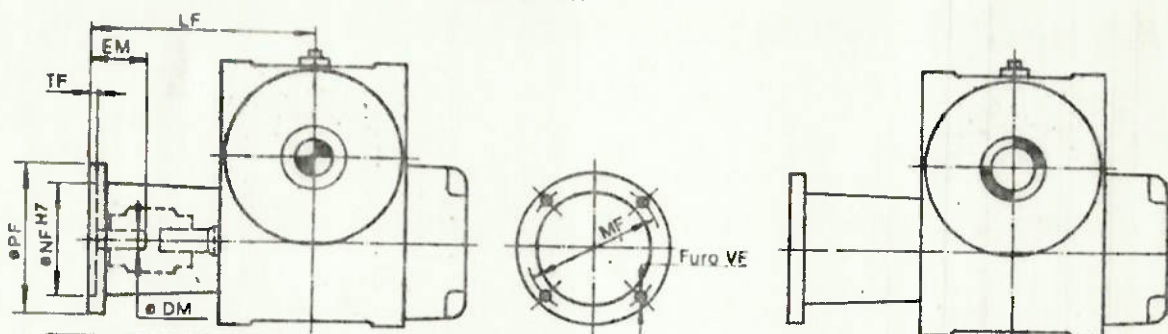
FC.2K1



FC.4K1

Tamanho	AU	BU	C	DU	E	F	FO	G	J	K	L	M	P	Q	RU	SU	VU	X	XO
U-05	14	100	53	67	80	32	32	20	140	63	132	40	208	88	115	75	1/8	67	68
U-06	16.4	112	63	80	93	35	35	22	160	70	149	45	246	100	132	80	1/2	73	78
U-07	17.4	112	75	80	95	40	45	25	170	80	159	50	262	150	132	80	1/2	77	83
U-09	200	126	90	95	115	45	50	28	180	90	180	56	312	175	170	90	1/2	84	90
U-10	244	144	106	112	132	50	55	32	200	100	211	63	362	204	200	100	5/8	89	100
U-12	280	156	125	125	135	55	60	35	250	110	249	70	395	225	200	100	3/4	125	100
U-15	330	182	150	140	160	60	70	40	280	120	279	80	465	260	240	120	7/8	143	112.5
U-18	390	198	180	160	190	70	80	45	315	140	319	90	544	300	280	130	1	158	125
U-21	440	232	212	180	230	80	90	50	355	160	361	100	637	335	320	150	1 1/8	170	140
U-25	527	270	250	200	275	90	100	55	390	170	420	110	750	392	400	190	1 1/8	205	160

- 1-Detalhes dos eixos e tolerância do eixo acionado a ser aplicado em redutores com eixo de saída vazado vide página G-0400.
- 2-Os redutores U-05 e U-10 não possuem aletas de refrigeração
- 3-Os redutores U-05 e U-06 são fornecidos sem ventilador no eixo de entrada.
- 4-A profundidade do furo roscado é de 1.35 do diâmetro (rosca UNC).



Tamanho	Flange N°	Flange						Eixo motor				Acopl. Uniflex
		LF	MF	NF	PF	TF	VF	DM min.	DM max.	EM min.	EM max.	
MU-05	05-160	188	130	110	160	4.5	9.5	14	25	25	35	E-12
	05-200	192	165	130	200	5	10.3	19	25	30	40	
MU-06	06-200	209	165	130	200	5	10.3	19	25	30	40	E-16
	07-200	233	165	130	200	5	10.3	19	32	30	50	
MU-07	07-250	248	215	180	250	6	14.3	28	32	50	80	E-20
	09-200	254	165	130	200	5	10.3	19	32	30	60	
MU-09	09-250	290	215	180	250	6	14.3	28	40	50	80	E-25
	10-200	301	165	130	200	5	10.3	19	40	30	60	
MU-10	10-250	321	215	180	250	6	14.3	28	40	50	80	E-20
	10-300	321	265	230	300	6	14.3	38	40	65	80	
MU-12	12-200	340	165	130	200	6	10.3	19	40	30	60	E-25
	12-250	360	215	180	250	6	14.3	28	40	50	80	
MU-15	15-250	390	215	180	250	6	14.3	28	40	50	80	E-25
	15-300	498	265	230	300	6	14.3	38	50	65	80	
MU-18	18-250	439	215	180	250	6	14.3	28	50	50	80	E-25
	18-300	439	265	230	300	6	14.3	38	50	65	80	

2-Dimensões do acoplamento UNIFLEX vide página 1-0631.

As informações contidas nesta folha estão sujeitas a alteração sem prévio aviso

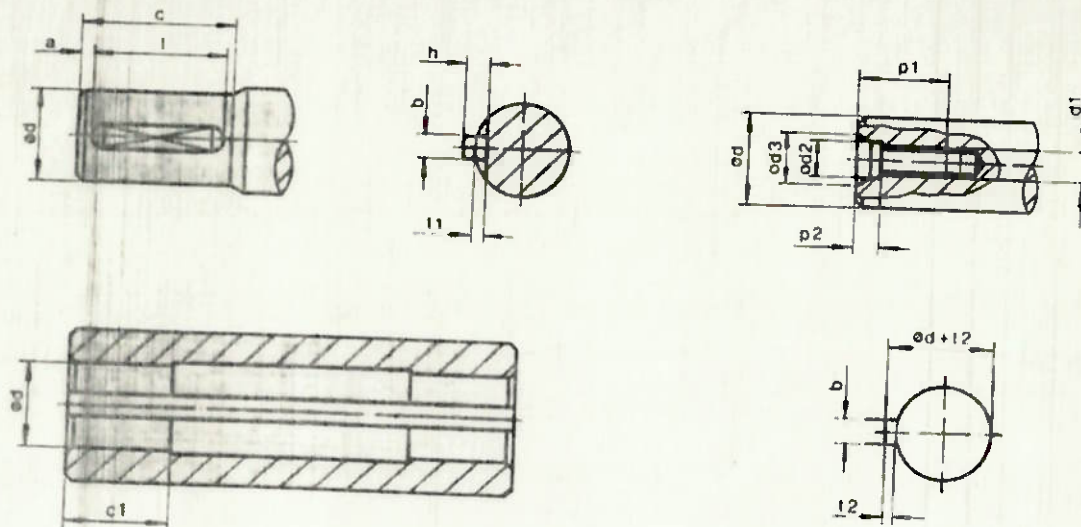
(A)

5.8.83



REDUTORES TRANSMOTÉCNICA LTDA

São Paulo-Rua Cruzeiro, 558-CEP 01137
Tel. 826 6011-TELEX (011)25532 RETT-BR



d	Eixo convencional				Eixo vazado			Chaveta										Furo roscado				
	Tol.	a	c	l	Tol. H7	c1	d+t2	Largura		Altura		Rasgo			Rosca d1	d2	d3	p1	p2			
								Rasgo Tol. P9	Chav. Tol. h9	h	Tol.	t1	t2	Tol.								
20		2	40	38				6	-0012	0	6	h9	3,5	2,8								
22	k6	2	45	42				6	-0042	-0030	6	0	3,5	2,8	+0,1	W 1/16	5,1	8	1,7	4		
25	+0015	2	50	48				8			7	-0,030	4	3,3								
28	+0002	2	56	53				8	-0015	0	7		4	3,3		W 5/16	8,4	12	18	6		
32		3	63	60		32	35,3	10	-0051	-0036	8	h11	5	3,1		W 3/8	10	14,7	21	7,5		
35	k6	3	70	66		35	38,3	10			8	0	5	3,3		W 1/2	13,5	18,7	26	9,5		
40	+0018	3	80	75	+0025			12			8	-0090	5	3,3								
45	+0002	3	90	84	0	45	48,8	14			9		5,5	3,8		W 5/8	17	23,5	36	12		
50		3	100	94		50	53,8	14	-0018	0	9		5,5	3,8								
55		3	110	106		55	59,3	16	-0061	-0043	10		6	4,3	+0,2							
60	m6	4	120	118	+0030	60	64,4	18			11		7	4,4								
70	+0010	6	140	130	0	70	74,9	20			12	h11	7,5	4,9		W 3/4	20	27	42	15		
80	+0011	6	160	147		80	85,4	22			14	0	9	5,4								
90	m6	8	170	165	+0035	90	95,4	25	-0022	0	14	-0110	9	5,4		W 1"	25,4	36	50	18		
100	+0013				0	100	106,4	28	-0074	-0052	16		10	6,4								

d e c da tabela acima correspondem sempre

d e c da tabela acima correspondem respectivamente a eF, eFO, eG e K M nas folhas de catálogo.
Eixos com furo roscado serão fornecidos somente sob encomenda.

Tolerâncias indicadas conforme normas ISO, DIN 7160 e DIN 7161.

Tolerâncias dos eixos acionados para montagem em eixos de saída vazados:

Para aplicações de serviço uniforme ou choques moderados usar tolerância k7.

Para aplicações de choques fortes ou serviço reversível usar tolerância k6.

Chavetas conforme DIN 6885-folha 1 (Tipo B).

**REDUTORES E
MOTOREDUTORES
A ROSCA SEM FIM**

**REDUÇÃO SIMPLES
PESO E VOLUME DE LUBRIFICANTE**
(Valores aproximados)



		Tamanho											
		05	06	07	09	10	12	15	18	21	25		
Forma construtiva		Volume de lubrificante (litros)											
B	2A1 	—	—	—	—	—	3,5	5,3	7,5	10,8	—		
U	2K1 	0,64	0,98	1,13	1,85	2,77	3,4	4,8	6,7	10,6	21,0		
U	2K2 						3,2	4,0	7,1	10,7	23,0		
U	2K3 						4,6	7,3	10,5	16,7			
U	2K4 						3,2	6,1	10,1	14,5			
U	2N5 	0,64	0,97	0,84	1,52	2,52	3,4	4,9	8,4	13,8	—		
U	4K1 	0,62	0,95	1,03	1,70	2,70	3,4	4,8	6,7	10,6	18,5		
U	4K2 						2,2	3,6	6,2	10,2			
U	4K3 						3,5	5,5	9,1	15,4			
U	4K4 						3,5	5,5	9,1	15,4			
U	4N5 	0,61	0,88	0,88	1,60	2,60	2,8	4,7	7,8	12,5	—		
Peso do redutor sem lubrificante (kgf)													
B	2A1 	—	—	—	—	—	75	117	163	249	—		
U	2K1 	15,5	24	28	39	59	84	127	183	270	424		
U	4K1 	14	21,5	23,5	37,5	52	78	123	175	262	412		
Acessórios													
		Peso dos acessórios (kgf)											
Flange motor	Ø 160	3,0	5,6	—	5,9	—	9,8	—	16,4	29,4	56,0		
	Ø 200	4,4		5,7		6,8		10,2					
	Ø 250	—		7,0		7,9		9,0				11,6	13,8
	Ø 300	—		—		12,0		—				15,4	
Lanterna		3,4	3,8	4,2	6,4	7,0	11,8	14,6	19,6	29,4	56,0		
Pe posição		1,8	3,4	3,4	4,4	6,0	7,7	11,6	14,6	23,8	46,0		
Pes laterais (par)		1,2	2,0	2,8	3,9	5,2	7,8	11,8	15,9	23,6	—		
Braço de torção		1,4	1,8	2,3	3,2	5,1	7,1	11,6	12,2	23,2	—		
		05	06	07	09	10	12	15	18	21	25		
Tamanho													

1-Tamanhos 05 a 10 densidade da graxa 102 kg/l

2-Tamanhos 12 a 25 densidade do óleo 0,91 kg/l

As informações contidas nesta folha estão sujeitas a alteração sem prévio aviso

(A)

5 8 83

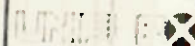


REDUTORES TRANSMOTÉCNICA LTDA

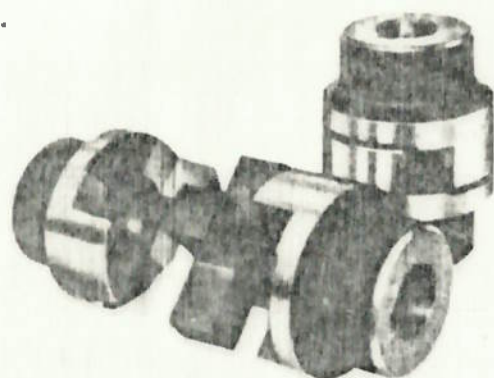
São Paulo - Rua Cruzeiro, 558 - CEP 01137
Tel 826 6011-TELEX (011)25532 RETT-BR

ACOPLAMENTO ELÁSTICO

ACOPLAMENTO ELÁSTICO
COM CRUZETA AMORTECEDORA DE BORRACHA NITRILICA



- consiste em dois flanges simétricos de ferro fundido, com dentes usinados e cruzeta amortecedora de borracha nitrilica a prova de abrasão e resistente a óleos naturais.
- absorve vibrações e choques, trabalhando silenciosamente sem dar origem a forças axiais prejudiciais aos mancais.
- apto para trabalho reversível, em posição horizontal e vertical.
- não requer manutenção nem lubrificação.
- baixo peso unitário resultando assim num momento de inércia (GD^2) reduzido.



DIMENSÕES (tabela 1)

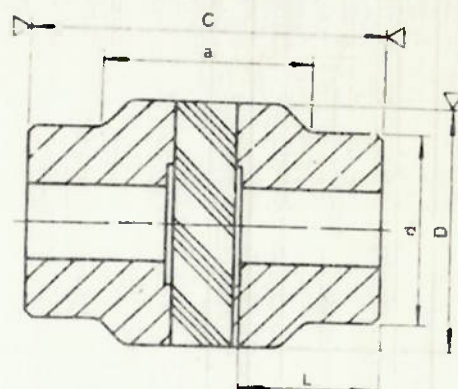
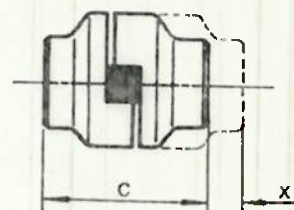


tabela 1

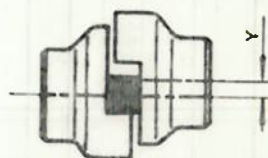
Tamanho	Furo máx.	a	C	d	D	L	Peso (kgf)
E-10	20	32,4	65,4	16	48	24	0,5
E-12	25	40	83	25	60	30	1,0
E-16	32	52	104	36	72	40	2,1
E-20	40	59	120	50	84	45	3,8
E-20L	40	59	142	50	95	55	4,4
E-25	50	74	148	65	106	55	7,0
E-25L	50	74	180	65	116	71	8,5

APLICAÇÃO (tabela 2)

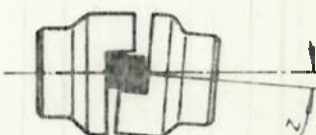
DESLOCAMENTO AXIAL



DESLOCAMENTO PARALELO



DESLOCAMENTO ANGULAR



FUROS ADMISSÍVEIS

Os acoplamentos são fornecidos normalmente sem furos. A pedido poderão ser executados com furos acabados conforme tolerância ISO H7. Para usinagem dos furos a centração deverá ser feita em relação ao diâmetro externo D.

Recomendamos o uso de canal de chaveta para transmissão do torque. Um parafuso sem cabeça para fixação axial somente como elemento auxiliar, quando a aplicação o requer.

tabela 2

Tamanho	X	Y	Z	n_{max}	$\frac{N}{n} \times R$	Mt	GD^2
E-10	0,6	102	1" max	3500	0,00088	0,63	0,0005
E-12	0,8				0,00175	1,25	0,0015
E-16	1				0,0035	2,50	0,0049
E-20	1,25			3000	0,007	5,0	0,0150
E-20L							0,0152
E-25	1,6			2000	0,014	10,0	0,0370
E-25L							0,0422

Exemplo de Seleção:

Determine um acoplamento Uniflex entre um motor elétr. de 10 cv e uma bomba centrífuga que requer N = 8,6 cv à rotação de 1720 rpm.

1. Determine o fator R = 1,2
2. Determine $\frac{N}{n} = \frac{8,6}{1720} = 0,005$
3. Determine $\frac{N}{n} \times R = 0,005 \times 1,2 = 0,006$
4. Pela tabela 2 o tamanho será E - 20
5. Verifique o furo max. admissível em relação aos eixos, do motor e da bomba. (tab. 1).

- n_{max} (rpm) — rotação máxima permitida
- N (cv) — capacidade
- Mt (mkgf) — momento de torção
- GD² (kgm²) — momento de inércia

Um alinhamento correto do acoplamento aumenta a vida do elemento elastico.

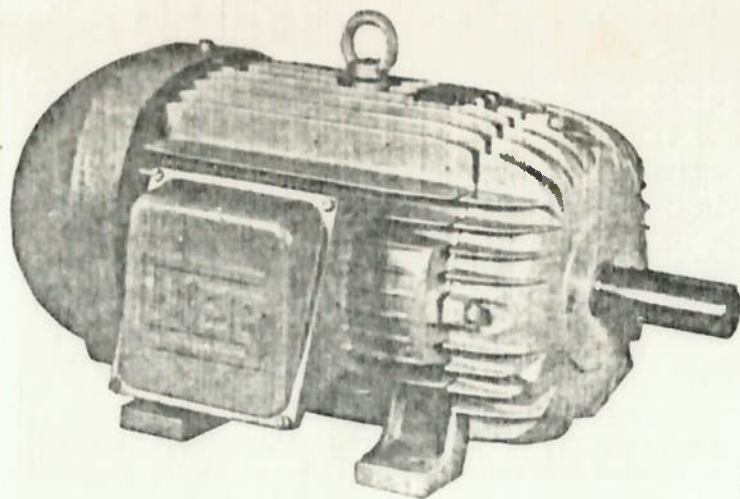
Para rotações próximas de n_{max} recomendamos usinagem dos cubos do acoplamento.

FATOR R

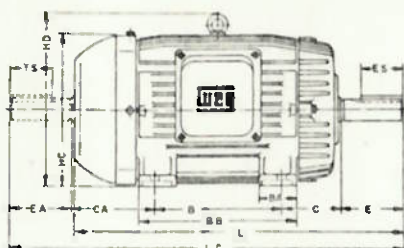
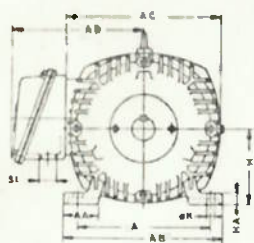
refere-se à máquina acionada por motor elétrico.

Geradores de luz	1,2
Ventiladores N/n < 0,1	
Bombas centrífugas	
Elevadores de canecas	1,4
Exaustores e ventiladores N/n > 0,1	
Maqs. ferram. rotativas	
Transportadores de correia	
Misturadores	1,6
Guinchos	
Maqs. para madeiras	
Monta-cargas	
Fornos e cilindros rotativos	
Jetoneiras	1,8
Bombas centrífugas	
Maqs. lavadeiras	
Bombas de pistão c/volante	
Transportadores de corrente	
Moinhos em geral	
Ambores e moinhos rotativos	1,8
Montes rolantes	

Item 2



Motores Assíncronos de Indução Trifásicos,



Com rotor de gaiola
Mancais: Rolamentos de esferas
Tipo: totalmente fechado, com ventilador externo
Proteção: IP54 (NBR - 6146)
Isolamento: classe "B" (130 °C) - NBR-7094
Categoria: N - (NBR-7094)
Tensão: 220/380 - 380/660 V
Frequência: 60 Hz
Padronização de Potência x Carcaça: NBR-8441
Dimensões: NBR-5432
(50 Hz - Características típicas sob consulta).

DIMENSÕES EM MILÍMETROS

Carcaça	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	Ponta de eixo dianteira					Ponta de eixo traseira					H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	Rolamentos							
											ØD	E	ES	F	G	GD	ØDA	EA	TS	FA											GB	GF	Diant.	Tras.				
63	100	21	116	124	118	80	22	85	40	67	11,6	23	14	4	8,5	4	9,6	20	12	3	7,2	3	63	8	125	-	7	205	230	RWG 1/2"	A 2,5	6201-Z	6201-Z					
71	112	30	132	140	126	90	38	114	45	75	14,6	30	14	5	11	5	11,6	23	14	4	8,5	4	71	12	138	-	7	237	263			6203-Z	6202-Z					
80	125	35	149	157	135	100	40	126	50	82	19,6	40	22	6	15,5	6	14,6	30	14	5	11	5	80	13	158	-	10	267	302			6204-Z	6203-Z					
90 S	140	38	164	178	150	100	42	131	56	92	24,6	50	28	8	20	7	16,6	40	25	5	13	5	90	15	178	-	10	294	338	RWG 3/4"		6205-Z	6204-Z					
90 L	160	44	188	198	160	140	50	173	63	105	28,6	60	36	8	24	7	22,6	50	32	8	18,5	8	100	15	198	-	12	364	418			6206-Z	6205-Z					
112 M	190	48	220	224	175	140	50	177	70	118	28,6	60	36	8	24	7	24,6	50	28	8	20	7	112	18	223	270	12	384	438			6307-Z	6206-Z					
132 S	216	51	248	270	205	140	55	187	89	143	38,6	80	56	10	33	8	28,6	60	36	8	24	7	132	21	282	309	12	445	512	RWG 1"		6308-Z	6207-Z					
132 M	216	51	248	270	205	178	55	225	89	143	38,6	80	56	10	33	8	28,6	60	36	8	24	7	132	21	282	309	12	483	550					RWG	A 4	6309	6209-Z	
160 M	254	64	308	318	252	210	60	256	108	168	42,6	110	80	12	37	8	42,6	110	80	12	37	8	160	22	310	365	15	592	706									RWG
160 L	254	64	308	318	252	254	60	300	108	168	42,6	110	80	12	37	8	42,6	110	80	12	37	8	160	22	310	365	15	636	750	RWG 2"		6312	6212-Z					
180 M	279	80	350	358	272	241	70	294	121	191	48,6	110	80	14	42,5	9	48,6	110	80	14	42,5	9	180	28	353	408	18	655	772					RWG 2"		M 20	6316	
180 L	279	80	350	358	272	279	70	332	121	191	48,6	110	80	14	42,5	9	48,6	110	80	14	42,5	9	180	28	353	408	18	693	811									RWG 3"
200 M	318	82	385	390	298	267	85	332	133	214	55,6	110	80	16	49	10	48,6	110	80	14	42,5	9	200	30	390	454	19	721	834	RWG 3"		6319	6319					
200 L	318	82	385	390	298	305	85	370	133	214	55,6	110	80	16	49	10	48,6	110	80	14	42,5	9	200	30	390	454	19	759	872					RWG 3"		6319	6319	
225 S/M	356	80	436	485	380	288	105	391	149	280	55,6	110	100	18	49	10	55,6	110	100	16	49	10	225	34	455	530	19	815	938									RWG 3"
225 M	356	80	436	485	380	311	105	429	149	280	55,6	110	100	18	49	10	55,6	110	100	16	49	10	225	34	455	530	19	845	995	RWG 3"		6319	6319					
250 S/M	408	100	506	485	380	311	138	449	168	312	60,6	140	125	18	53	11	60,6	140	125	18	53	11	250	42	480	555	24	921	1071					RWG 3"		6319	6319	
250 M	408	100	506	485	380	349	138	487	168	349	60,6	140	125	18	53	11	60,6	140	125	18	53	11	250	42	480	555	24	921	1071									RWG 3"
280 S/M	457	100	557	605	480	368	142	510	190	350	65,6	140	125	18	58	11	65,6	140	125	18	58	11	280	42	565	658	24	1038	1188	RWG 3"		6319	6319					
280 M	457	100	557	605	480	419	142	558	190	388	65,6	140	125	18	58	11	65,6	140	125	18	58	11	280	42	565	658	24	1038	1188					RWG 3"		6319	6319	
315 S/M	508	120	628	605	495	406	152	558	216	378	65,6	140	125	18	58	11	65,6	140	125	18	58	11	315	52	600	693	28	1128	1278									RWG 3"
315 M	508	120	628	605	495	457	152	596	216	425	60,6	170	160	22	71	14	65,6	140	125	18	58	11	315	52	600	693	28	1158	1308	RWG 3"		6319	6319					

Dimensões da ponta de eixo para motores em 11 pólos.

A partir da carcaça 160, inclusive, os rolamentos são com folga radial C3.

Nas carcaças acima de 280 S/M, a medida H tem tolerância -1mm.

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS

Potência		Carcaça ABNT	rpm	Corrente Nominal em 220 V A	Corrente com Rotor Bloqueado Ip/In	Conjugado Nominal Cn kgfm	Conjugado com Rotor Bloqueado Cp/Cn	Conjugado Máximo Cmax/ Cn	Rendimento $\eta\%$			Fator de Potência Cos ϕ			Fator de Serviço FS	Momento de Inércia J kgm ²	Tempo com Rotor Bloqueado (S) a quente	Peso aprox. kg
C V	k W								% da Potência Nominal			50	75	100				
3600 RPM – 60 Hz – 220 V																		
0,16	0,12	63	3450	0,60	5,7	0,03	3,8	4,1	43,0	49,0	53,0	0,59	0,67	0,76	1,35	0,0003	9,0	6,5
0,25	0,18	63	3430	1,10	5,9	0,05	3,9	4,1	48,0	55,0	58,0	0,60	0,69	0,75	1,35	0,0003	8,0	7,0
0,33	0,25	63	3430	1,30	5,9	0,07	3,0	3,5	50,0	61,0	63,0	0,66	0,75	0,78	1,35	0,0003	8,0	7,0
0,50	0,37	63	3410	1,80	5,2	0,10	2,8	2,9	60,0	65,0	67,0	0,75	0,79	0,80	1,25	0,0004	10	7,0
0,75	0,55	71	3400	2,60	6,0	0,16	3,0	2,8	60,0	63,0	67,0	0,84	0,78	0,83	1,25	0,0005	6,0	10
1,00	0,75	71	3420	3,40	6,8	0,21	2,8	2,8	57,0	65,0	68,0	0,86	0,77	0,83	1,25	0,0005	6,0	10
1,50	1,10	80	3420	4,80	6,8	0,31	2,6	3,0	70,0	74,0	75,0	0,71	0,79	0,84	1,15	0,0013	6,0	14
2,00	1,50	80	3400	6,00	6,2	0,42	2,4	2,5	72,0	76,0	77,0	0,78	0,81	0,83	1,15	0,0015	6,0	15
3,00	2,20	90 S	3460	9,00	7,0	0,62	2,9	2,7	72,0	78,0	78,0	0,75	0,80	0,82	1,15	0,0021	6,0	20
4,00	3,00	90 L	3490	12,0	8,1	0,82	3,7	3,2	72,0	77,0	79,0	0,70	0,77	0,81	1,15	0,0026	6,0	23
5,00	3,70	100 L	3500	14,0	9,0	1,00	2,7	3,4	72,0	78,0	79,0	0,69	0,77	0,86	1,15	0,0063	6,0	31
6,00	4,40	112 M	3500	17,0	8,6	1,20	2,0	2,9	72,0	77,0	78,0	0,76	0,82	0,86	1,15	0,0082	6,0	40
7,50	5,50	112 M	3500	22,0	8,1	1,50	2,6	3,4	73,0	78,0	79,0	0,70	0,79	0,85	1,15	0,0092	6,0	43
10,0	7,50	132 S	3500	28,0	7,5	2,10	1,8	2,6	73,0	76,0	80,0	0,83	0,88	0,89	1,15	0,0199	6,0	58
12,5	9,20	132 M	3510	34,0	8,4	2,50	2,1	2,7	78,0	80,0	81,0	0,83	0,86	0,89	1,15	0,0226	6,0	67
15,0	11,0	132 M	3500	38,0	8,7	3,10	2,3	3,3	79,0	82,0	84,0	0,85	0,89	0,90	1,15	0,0252	6,0	73
20,0	15,0	160 M	3520	52,0	8,8	4,10	2,1	3,0	74,0	80,0	82,0	0,85	0,89	0,90	1,15	0,0515	6,0	118
25,0	18,5	160 M	3510	64,0	8,2	5,10	2,4	3,1	80,0	82,0	83,0	0,87	0,90	0,91	1,15	0,0582	6,0	126
30,0	22,0	160 L	3490	74,0	7,9	6,20	2,5	3,4	76,0	82,0	85,0	0,86	0,90	0,92	1,15	0,0627	6,0	135
40,0	30,0	200 M	3560	100	8,2	8,00	2,9	2,5	85,0	87,0	89,0	0,78	0,85	0,87	1,15	0,1658	8,0	213
50,0	37,0	200 L	3560	125	8,5	10,0	3,2	2,7	77,0	83,0	85,0	0,87	0,90	0,91	1,15	0,1916	9,0	242
60,0	45,0	225 S/M	3560	150	7,5	12,0	2,0	2,5	79,0	85,0	87,0	0,82	0,87	0,89	1,00	0,3358	12	366
75,0	55,0	225 S/M	3560	180	8,6	15,0	2,8	3,0	80,0	88,0	90,0	0,87	0,89	0,89	1,00	0,4030	10	384
100	75	250 S/M	3560	244	8,5	20,0	2,3	2,7	83,0	87,0	89,0	0,85	0,87	0,89	1,00	0,4869	7,0	454
125	90	280 S/M	3560	300	7,0	25,0	1,9	2,5	83,0	88,0	90,0	0,87	0,88	0,89	1,00	0,9284	16	647
150	110	280 S/M	3565	370	7,0	30,0	1,8	2,5	83,0	87,0	88,0	0,86	0,89	0,90	1,00	1,0730	25	677
175	130	315 S/M	3565	420	7,5	35,0	1,9	2,6	81,0	86,0	88,0	0,80	0,91	0,91	1,00	1,2255	18	780
200	150	315 S/M	3560	480	8,0	40,0	2,0	2,6	82,0	87,0	89,0	0,90	0,91	0,91	1,00	1,3701	24	807
250	185	315 S/M	3560	580	8,3	50,0	1,8	2,5	88,0	90,0	91,0	0,88	0,90	0,91	1,00	1,8400	25	1077

1800 RPM - 60 Hz - 220 V

0,16	0,12	63	1730	0,90	4,8	0,08	3,5	3,4	41,0	50,0	55,0	0,44	0,54	0,62	1,35	0,0005	11	7,0
0,25	0,18	63	1720	1,30	4,5	0,10	3,2	3,2	46,0	53,0	56,0	0,52	0,60	0,66	1,35	0,0005	11	7,5
0,33	0,25	63	1720	1,60	5,2	0,14	3,5	3,4	57,0	64,0	66,0	0,51	0,58	0,60	1,35	0,0006	8,0	8,0
0,50	0,37	71	1710	2,10	4,6	0,21	3,0	3,0	54,0	63,0	68,0	0,52	0,60	0,67	1,25	0,0006	12	10
0,75	0,55	71	1690	3,00	6,0	0,31	2,9	3,5	57,0	64,0	68,0	0,52	0,62	0,71	1,25	0,0009	6,0	11
1,00	0,75	80	1730	3,80	6,4	0,41	2,7	3,0	58,0	66,0	68,0	0,51	0,63	0,75	1,15	0,0023	6,0	14
1,50	1,10	80	1690	5,00	5,1	0,64	2,4	2,4	67,0	69,0	70,0	0,61	0,74	0,83	1,15	0,0027	6,0	15
2,00	1,50	90 S	1720	6,50	6,3	0,83	3,0	3,0	67,0	71,0	72,0	0,63	0,75	0,83	1,15	0,0045	6,0	19
3,00	2,20	90 L	1710	9,00	6,8	1,30	3,1	3,1	74,0	78,0	77,0	0,81	0,79	0,84	1,15	0,0058	6,0	23
4,00	3,00	100 L	1730	12,0	7,4	1,70	2,7	3,2	72,0	77,0	78,0	0,69	0,78	0,83	1,15	0,0085	6,0	31
5,00	3,70	100 L	1710	15,0	7,1	2,10	3,0	3,0	74,0	75,0	76,0	0,69	0,78	0,85	1,15	0,0091	6,0	33
6,00	4,40	112 M	1730	17,0	7,9	2,50	2,7	3,0	77,0	80,0	82,0	0,69	0,78	0,83	1,15	0,0146	6,0	41
7,50	5,50	112 M	1720	22,0	7,7	3,10	2,8	3,0	75,0	78,0	79,0	0,65	0,75	0,83	1,15	0,0165	6,0	45
10,0	7,50	132 S	1760	28,0	8,0	4,10	2,1	2,8	78,0	82,0	84,0	0,67	0,77	0,82	1,15	0,0407	5,0	55
12,5	9,20	132 M	1760	34,0	8,8	5,10	2,2	2,7	80,0	83,0	86,0	0,74	0,81	0,84	1,15	0,0465	5,0	66
15,0	11,0	132 M	1760	40,0	8,2	6,10	2,3	2,8	80,0	82,0	86,0	0,80	0,84	0,86	1,15	0,0522	5,0	70
20,0	15,0	160 M	1760	52,0	8,3	8,20	2,1	2,7	84,0	86,0	87,0	0,74	0,84	0,86	1,15	0,0722	6,0	111
25,0	18,5	160 L	1760	62,0	8,6	10,0	2,3	2,9	85,0	88,0	90,0	0,73	0,82	0,85	1,15	0,0832	6,0	121
30,0	22,0	180 M	1765	76,0	8,0	12,0	2,8	2,5	87,0	88,0	88,0	0,77	0,83	0,88	1,15	0,1773	6,0	150
40,0	30,0	200 M	1770	98,0	8,7	16,0	2,5	2,8	86,0	88,0	90,0	0,78	0,86	0,88	1,15	0,2532	8,0	211
50,0	37,0	200 L	1770	120	8,7	20,0	2,5	2,8	85,0	89,0	90,0	0,81	0,87	0,89	1,15	0,2936	8,0	244
60,0	45,0	225 S/M	1775	148	7,3	24,0	2,5	2,8	83,0	88,0	89,0	0,81	0,86	0,88	1,00	0,6759	8,0	346
75,0	55,0	225 S/M	1775	180	7,4	30,0	2,3	2,6	85,0	86,0	89,0	0,85	0,86	0,90	1,00	0,7866	8,0	379
100	75	250 S/M	1780	250	8,5	40,0	3,0	3,0	88,0	90,0	91,0	0,72	0,81	0,85	1,00	0,9463	8,0	442
125	90	280 S/M	1780	310	7,3	50,0	2,2	2,3	87,0	89,0	90,0	0,81	0,85	0,86	1,00	1,8495	12	638
150	110	280 S/M	1785	380	8,0	60,0	2,3	2,6	88,0	89,0	91,0	0,81	0,84	0,85	1,00	2,2306	11	725
175	130	315 S/M	1785	440	8,0	70,0	2,4	2,6	88,0	90,0	91,0	0,73	0,81	0,85	1,00	2,4097	11	841
200	150	315 S/M	1780	500	7,2	80,0	2,2	2,3	87,0	90,0	91,0	0,79	0,83	0,85	1,00	2,5985	15	868
250	185	315 S/M	1785	610	8,0	100	2,3	2,6	89,0	91,0	92,0	0,76	0,83	0,86	1,00	3,3536	13	1005

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS

Potência		Carcaça ABNT	rpm	Corrente Nominal em 220 V A	Corrente com Rotor Bloqueado Ip/In	Conjugado Nominal Cn kgfm	Conjugado com Rotor Bloqueado Cp/Cn	Conjugado Máximo Cmax/ Cn	Rendimento $\eta\%$			Fator de Potência Cos ϕ			Fator de Serviço F S	Momento de Inércia J kgm²	Tempo com Rotor Bloqueado (s) a quente	Peso aprox. kg
CV	kW								% da Potência Nominal			80	75	100				
1200 RPM - 60 Hz - 220 V																		
0,16	0,12	63	1130	1,10	3,5	0,10	2,2	2,6	31,0	38,0	45,0	0,50	0,57	0,62	1,35	0,0006	16	7,5
0,25	0,18	71	1090	1,40	2,8	0,16	1,7	1,9	44,0	50,0	51,0	0,49	0,59	0,67	1,35	0,0006	26	9,0
0,33	0,25	71	1100	1,80	3,1	0,21	2,0	2,2	42,0	49,0	54,0	0,48	0,57	0,65	1,35	0,0009	23	11
0,50	0,37	80	1140	2,00	4,0	0,31	2,7	3,0	46,0	54,0	60,0	0,47	0,57	0,62	1,25	0,0010	7,0	14
0,75	0,55	80	1140	3,50	5,2	0,47	2,8	3,1	54,0	63,0	64,0	0,47	0,55	0,65	1,15	0,0032	8,0	15
1,00	0,75	90 S	1140	4,00	5,3	0,63	2,8	2,9	62,0	67,0	68,0	0,62	0,63	0,70	1,15	0,0045	8,0	19
1,50	1,10	90 S	1120	5,60	5,3	0,96	2,6	2,7	65,0	68,0	69,0	0,61	0,66	0,75	1,15	0,0050	6,0	20
2,00	1,50	100 L	1150	7,20	5,6	1,30	2,0	2,2	68,0	74,0	76,0	0,64	0,64	0,71	1,15	0,0103	6,0	27
3,00	2,20	100 L	1130	10,0	5,5	1,90	2,4	2,6	73,0	76,0	77,0	0,64	0,66	0,75	1,15	0,0116	9,0	30
4,00	3,00	112 M	1150	13,0	5,4	2,50	2,3	2,8	71,0	73,0	75,0	0,67	0,73	0,79	1,15	0,0234	6,0	44
5,00	3,70	132 S	1155	16,0	6,5	3,10	2,0	2,7	75,0	78,0	80,0	0,68	0,68	0,75	1,15	0,0324	7,0	51
6,00	4,40	132 S	1160	19,0	6,7	3,70	2,0	2,9	75,0	78,0	80,0	0,68	0,69	0,76	1,15	0,0382	7,0	55
7,50	5,50	132 M	1180	24,0	7,0	4,60	2,0	2,8	76,0	78,0	80,0	0,68	0,70	0,77	1,15	0,0439	6,0	62
10,0	7,50	132 M	1160	30,0	7,5	6,20	2,3	3,0	77,0	80,0	82,0	0,68	0,70	0,77	1,15	0,0526	6,0	72
12,5	9,20	160 M	1160	36,0	8,4	7,70	1,8	2,1	76,0	82,0	84,0	0,65	0,77	0,80	1,15	0,0788	6,0	112
15,0	11,0	160 M	1180	44,0	8,5	9,30	1,8	2,2	72,0	78,0	83,0	0,67	0,77	0,80	1,15	0,0970	6,0	127
20,0	15,0	180 L	1160	56,0	8,6	12,0	2,5	2,9	80,0	84,0	86,0	0,70	0,77	0,80	1,15	0,1079	7,0	139
25,0	18,5	180 L	1170	64,0	7,9	15,0	2,3	2,5	83,0	85,0	86,0	0,82	0,80	0,88	1,15	0,2696	8,0	180
30,0	22,0	200 L	1180	76,0	8,1	18,0	2,1	2,7	82,0	85,0	87,0	0,78	0,80	0,87	1,15	0,3554	10	232
40,0	30,0	200 L	1180	100	8,1	24,0	2,2	2,8	82,0	86,0	89,0	0,76	0,83	0,87	1,00	0,3821	10	244
50,0	37,0	225 S/M	1185	130	8,0	30,0	3,0	2,9	83,0	87,0	88,0	0,72	0,80	0,84	1,00	0,9635	12	370
60,0	45,0	250 S/M	1180	150	7,4	36,0	2,6	2,8	86,0	89,0	90,0	0,75	0,82	0,88	1,00	1,1560	12	425
75,0	55,0	250 S/M	1185	198	7,8	45,0	3,0	2,8	86,0	89,0	89,0	0,70	0,78	0,83	1,00	1,2687	10	453
100	75	280 S/M	1185	256	7,3	60,0	2,7	2,5	87,0	89,0	91,0	0,73	0,81	0,83	1,00	2,5290	16	648
125	90	280 S/M	1185	315	6,6	76,0	2,7	2,5	88,0	90,0	91,0	0,72	0,79	0,85	1,00	2,9021	17	700
150	110	315 S/M	1185	380	7,3	91,0	2,9	2,5	88,0	91,0	92,0	0,68	0,77	0,82	1,00	3,3364	13	820
175	130	315 S/M	1185	448	8,0	106	3,0	2,8	88,0	91,0	92,0	0,70	0,77	0,82	1,00	4,6245	14	987
200	150	315 S/M	1185	500	7,8	121	2,8	2,2	90,0	92,0	93,0	0,74	0,80	0,83	1,00	4,6245	14	987

900 RPM - 60 Hz - 220 V

0,16 0,12	71	820	1,20	2,3	0,14	1,8	2,0	38,0	46,0	50,0	0,38	0,46	0,51	1,35	0,0008	20	10
0,25 0,18	80	850	1,80	3,8	0,21	2,6	3,0	36,0	46,0	49,0	0,42	0,60	0,56	1,35	0,0023	16	14
0,33 0,25	80	850	2,00	3,8	0,28	2,8	3,2	42,0	49,0	55,0	0,43	0,63	0,58	1,35	0,0027	16	16
0,50 0,37	90 S	830	2,60	3,6	0,43	1,6	1,9	49,0	58,0	60,0	0,45	0,54	0,62	1,15	0,0045	18	19
0,75 0,55	90 L	830	3,30	3,5	0,65	1,9	2,1	57,0	62,0	66,0	0,47	0,58	0,67	1,15	0,0054	18	22
1,00 0,75	90 L	830	4,20	3,6	0,86	1,9	2,1	58,0	63,0	68,0	0,45	0,59	0,67	1,15	0,0054	14	22
1,50 1,10	100 L	880	6,50	4,2	1,20	1,8	2,4	60,0	68,0	74,0	0,42	0,61	0,60	1,15	0,0116	15	30
2,00 1,50	112 M	885	8,00	4,5	1,70	2,3	2,9	61,0	67,0	69,0	0,50	0,61	0,70	1,15	0,0229	13	43
3,00 2,20	132 S	870	12,0	6,3	2,50	2,4	3,0	66,0	69,0	71,0	0,45	0,57	0,68	1,15	0,0540	10	59
4,00 3,00	132 M	870	15,0	6,7	3,30	2,3	3,0	68,0	72,0	74,0	0,52	0,64	0,70	1,15	0,0558	10	69
5,00 3,70	132 M	860	17,0	6,9	4,20	2,4	3,1	71,0	74,0	76,0	0,56	0,68	0,75	1,15	0,0737	10	75
6,00 4,40	160 M	880	20,0	7,6	4,80	2,4	3,1	72,0	76,0	76,0	0,62	0,70	0,73	1,15	0,0861	8,0	119
7,50 6,50	180 M	880	27,0	5,4	6,10	2,1	2,6	76,0	78,0	79,0	0,52	0,62	0,68	1,15	0,0881	12	119
10,0 7,50	180 L	875	36,0	6,0	8,20	2,1	2,7	76,0	79,0	82,0	0,47	0,59	0,68	1,15	0,0970	7,0	127
12,5 9,20	180 M	870	38,0	6,0	10,0	2,4	2,7	76,0	79,0	80,0	0,70	0,75	0,79	1,15	0,2267	10	150
15,0 11,0	180 L	880	44,0	6,6	12,0	2,5	2,7	77,0	80,0	83,0	0,67	0,76	0,80	1,15	0,2374	8,0	163
20,0 15,0	180 L	870	58,0	6,5	16,0	2,0	2,2	80,0	82,0	83,0	0,70	0,78	0,80	1,15	0,2696	6,0	177
25,0 18,5	200 L	880	75,0	6,0	20,0	2,2	2,2	84,0	85,0	86,0	0,68	0,72	0,75	1,15	0,3554	12	235
30,0 22,0	225 S/M	885	84,0	8,2	24,0	2,0	2,5	84,0	86,0	89,0	0,62	0,73	0,78	1,00	0,8538	9,0	330
40,0 30,0	225 S/M	885	110	7,7	32,0	2,0	2,4	87,0	88,0	89,0	0,65	0,74	0,79	1,00	0,9670	9,0	360
50,0 37,0	250 S/M	885	136	7,8	40,0	2,0	2,6	80,0	85,0	86,0	0,73	0,78	0,83	1,00	1,1589	9,0	425
60,0 45,0	250 S/M	885	164	7,0	48,0	1,9	2,9	84,0	85,0	86,0	0,73	0,79	0,82	1,00	1,2721	9,0	449
75,0 55,0	280 S/M	890	200	7,6	60,0	1,8	2,4	87,0	89,0	90,0	0,68	0,76	0,80	1,00	2,4920	12	645
100 * 75	280 S/M	890	270	7,8	60,0	2,1	3,0	89,0	90,0	91,0	0,66	0,74	0,79	1,00	2,8626	11	690
125 * 90	315 S/M	890	340	7,8	100	2,1	2,4	87,0	88,0	89,0	0,70	0,76	0,80	1,00	3,6762	13	888
160 * 110	315 S/M	890	402	7,8	120	2,0	2,6	87,0	89,0	90,0	0,62	0,74	0,80	1,00	4,6126	12	989

1) Para obter a corrente em 380V multiplicar por 0,577. Em 440V multiplicar por 0,5.

2) As potências marcadas com * são normalmente fabricadas com isolamento classe F.

3) Os valores apresentados são médios esperados, sujeitos a alteração sem aviso prévio. Para valores garantidos, consultar a fábrica.

4) Até carcaça 80: 220/380 ou 440 V (ligação estrela)

FORMAS CONSTRUTIVAS NORMALIZADAS

Os motores elétricos Weg são normalmente fornecidos na forma construtiva B3D, para funcionamento em posição horizontal. Eles podem também ser aplicados em qualquer outra posição.

Sob consulta e de acordo com as possibilidades da fábrica, aceitam-se encomendas de motores especiais: com flange, eixo com caracteres especiais, verticais, sem pés etc.

O quadro seguinte indica as diversas formas construtivas normalizadas - NBR 5031.

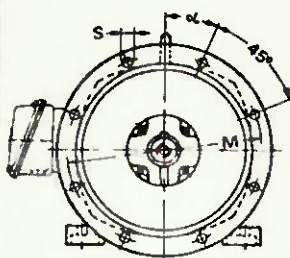
Cada figura apresenta a configuração, referência execução de carcaça (com ou sem pés), localização da ponta do eixo (com relação à carcaça e à caixa de ligação) e o modo de fixação do motor.

Forma Construtiva	Configuração	B 3 E	B 3 D	B 5 E	B 5 D	B 35 E	B 35 D	B 14 E
Referência		B 3 E	B 3 D	B 5 E	B 5 D	B 35 E	B 35 D	B 14 E
Carcaça	com pés	com pés	com pés	sem pés	sem pés	com pés	com pés	sem pés
Ponta de Eixo	à esquerda	à esquerda	à direita	à esquerda	à direita	à esquerda	à direita	à esquerda
Fixação	base ou trilhos	base ou trilhos	flange FF	flange FF	base ou flange FF	base ou flange FF	base ou flange FF	flange C

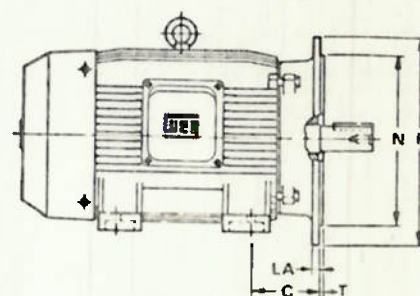
Forma Construtiva	Configuração	B 14 D	B 34 E	B 34 D	V 5	V 6	V 1	V 3
Referência		B 14 D	B 34 E	B 34 D	V 5	V 6	V 1	V 3
Carcaça	sem pés	com pés	com pés	com pés	com pés	com pés	sem pés	sem pés
Ponta de Eixo	à direita	à esquerda	à direita	à direita	para baixo	para cima	para baixo	para cima
Fixação	flange C	base ou flange C	base ou flange C	parede	parede	flange FF	flange FF	flange C

Forma Construtiva	Configuração	V 15	V 36	V 18	V 19	B 6	B 7	B 8
Referência		V 15	V 36	V 18	V 19	B 6	B 7	B 8
Carcaça	com pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	com pés	com pés	com pés
Ponta de Eixo	para baixo	para cima	para baixo	para cima	para cima	para frente	para frente	para frente
Fixação	flange FF	base ou flange FF	flange C	flange C	parede	parede	parede	teto

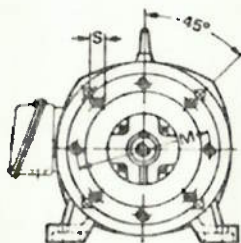
Carcaça ABNT	DIMENSÕES DO FLANGE TIPO FF										QUANT. FUROS
	Flange	C	LA	BM	BN	BP	T	S	OK		
63	FF 115	40	9	115	95	140	3	10			
71	FF 130	45	9	130	110	170					
80		50					3,5				
90 S	FF 165	56	10	165	130	200		12			
90 L											
100 L											
112 M	FF 215	63	14	215	180	250	4	15		45°	4
112 S		70									
132 S	FF 265	89	12	265	230	300					
132 M											
160 M		108			300	250					
160 L	FF 300	121									
180 L											
200 M	FF 350	133	18	350	300	400	5	19			
225 S											
225 M	FF 400	149		400	350	450					
250 S											
250 M	FF 500	168		500	450	550					
280 S		190									
280 M											
315 S	FF 600	216	22	600	550	650	6	24			
315 M											
355 M	FF 740	274	22	740	600	800					



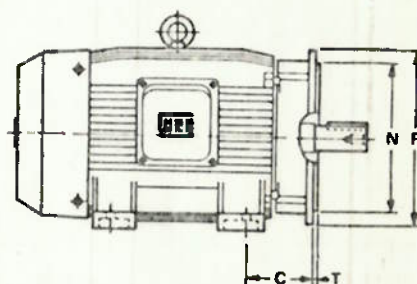
FORMA CONSTRUTIVA B 35 D



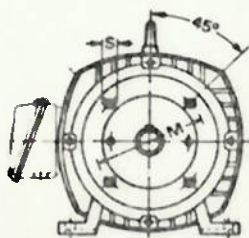
Carcaça ABNT	DIMENSÕES DO FLANGE TIPO C										QUANT. FUROS
	Flange	C	BM	BN	BP	S	T				
63	FC 95	40									
71	FC 95	45	95,2	76,2	141	14	20 UNC				
80		50									
90 S											
90 L	FC 149	56	149,2	114,3	165	38	16 UNC				
100 L		63									
112 M		70									
132 S											
132 M	FC 184	89	184,2	215,9	225						
160 M		108									
180 L											
180 M	FC 228	121	228,6	256,7	280						
200 M		133									
225 S											
225 M	FC 279 C	149	279,4	317,5	385						
250 S											
250 M	FC 355	168	355,6	406,4	450						
280 S		190									
280 M											
315 S	FC 368	216	368,3	419,1	455						
315 M											



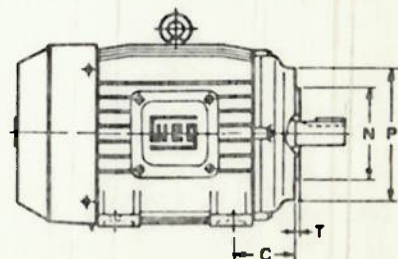
FORMA CONSTRUTIVA B 34 D



Carcaça ABNT	DIMENSÕES DO FLANGE C DIN 42677										QUANT. FUROS
	Flange	C	BM	BN	BP	S	T				
63	C 100	40	75	60	105	M 5					
71	C 105	45	85	70	120	M 6					
80	C 120	50	100	80	120	M 6					
90 S											
90 L	C 140	56	115	95	140	M 8					
100 L											
112 M	C 180	63	130	110	180	M 8					
132 M	C 200	89	165	130	200	M 10					



FORMA CONSTRUTIVA B 34 D



ANEXO 3.

20 — Coeficientes de atrito aproximados.

Aplicáveis para condições médias de velocidade, pressão e temperatura, e para cálculos aproximados.

21 — Coeficientes de atrito no momento da partida. Tabela 1.

Superfícies em contato	Condições do atrito	$f = \tan \varphi$	φ
Madeira/madeira	a seco	0,50	26° 31'
" "	com água	0,68	34° 11'
" "	com sebo	0,19	10° 45'
Madeira/metal	a seco	0,60	31° 00'
" "	com água	0,65	33° 00'
" "	com graxa	0,12	6° 50'
Metal/metal	a seco	0,18	10° 10'
" "	com graxa	0,10	5° 40'
Cordas de cânhamo/madeira..	a seco	0,63	32° 10'
Correias de couro/madeira...	a seco	0,47	25° 10'
Correias de couro/metal.....	a seco	0,54	28° 21'

22 — Coeficientes de atrito em movimento. Tabela 2.

Superfícies em contato	Condições do atrito	$f = \operatorname{tg} \varphi$	φ
Madeira/madeira	a seco	0,36	19° 48'
" "	com água	0,25	14° 00'
" "	com sabão	0,16	9° 08'
" "	com sebo	0,07	4° 00'
Madeira/metal	a seco	0,42	22° 47'
" "	com água	0,24	13° 30'
" "	com graxa	0,08	4° 35'
Metal/metal	a seco	0,19	10° 45'
" "	com graxa	0,09	5° 09'
" "	com óleo	0,07	4° 00'
Corda de cânhamo/madeira...	a seco	0,45	24° 14'
" " " " " "	molhada	0,33	18° 16'
Corda engraxada/ferro	—	0,15	8° 32'
Correias de couro/madeira...	a seco	0,30	16° 49'
Correias de couro/metal.....	a seco	0,30	16° 49'
" " " " " "	com graxa	0,20	11° 19'
Ferro forjado/pedra	a seco	0,45	24° 14'
Madeira/pedra	—	0,40	21° 48'
Pedra/pedra	—	0,76	37° 14'

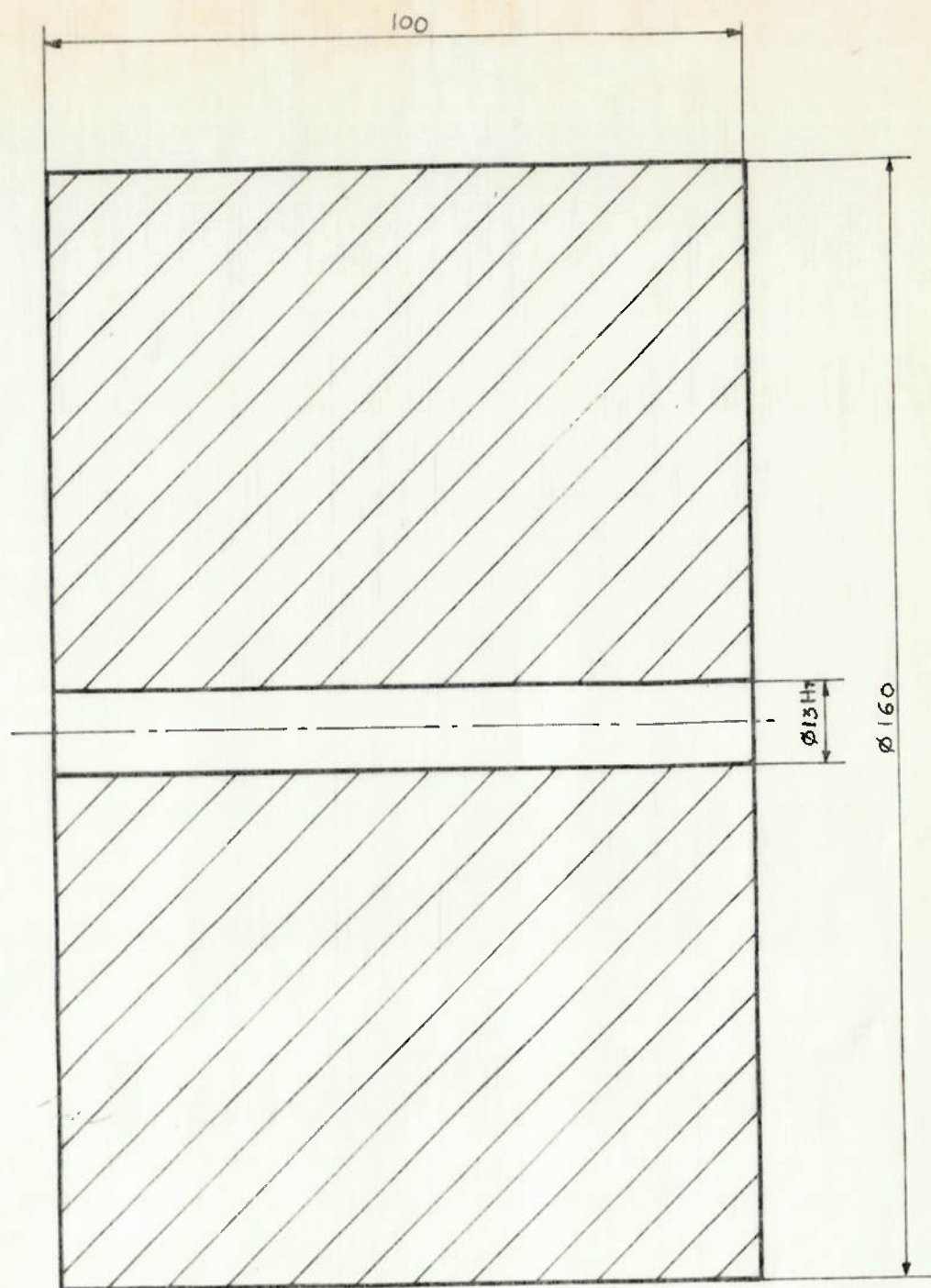
23 — Coeficientes de atrito para mancais. Tabela 3.

Superfícies em contato	Condições do atrito	Coeficiente para o lubrificante renovado:	
		Periódicamente	Continuamente
Ferro fundido/ferro fundido..	com óleo ou graxa untuoso	0,07 a 0,08 0,14	0,054 —
Ferro fundido/bronze	com lubrific. untuoso	0,07 a 0,08 0,16	0,054 —
Ferro fundido/madeira	sem lubrific. com óleo ou graxa	0,18 0,10	— 0,054
" " " "	com graxa e grafite	0,11	0,054
Ferro/ferro fundido	com lubrific.	0,07 a 0,08	0,054
Ferro/bronze	com lubrific. untuoso	0,07 a 0,08 0,19	0,054 —
" "	pouco untuoso	0,25	—
Ferro/madeira	com óleo ou graxa untuoso	0,11 0,19	0,054 —
Bronze/bronze	com óleo com graxa	0,10 0,09	0,054 0,054
Madeira/madeira	com graxa	0,15	0,07

ANEXO 4.

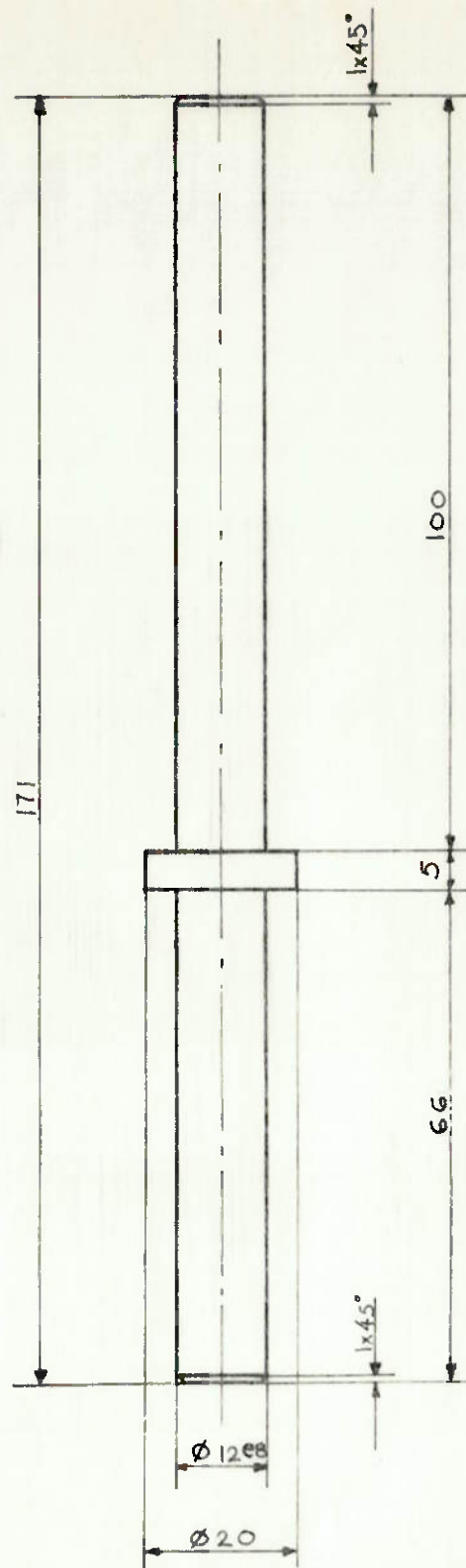
Desenho de Conjunto

Desenho de Fabricação



- QUANTIDADE = 02
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020
- PESO DA PEÇA =
- MEDIDAS EM mm

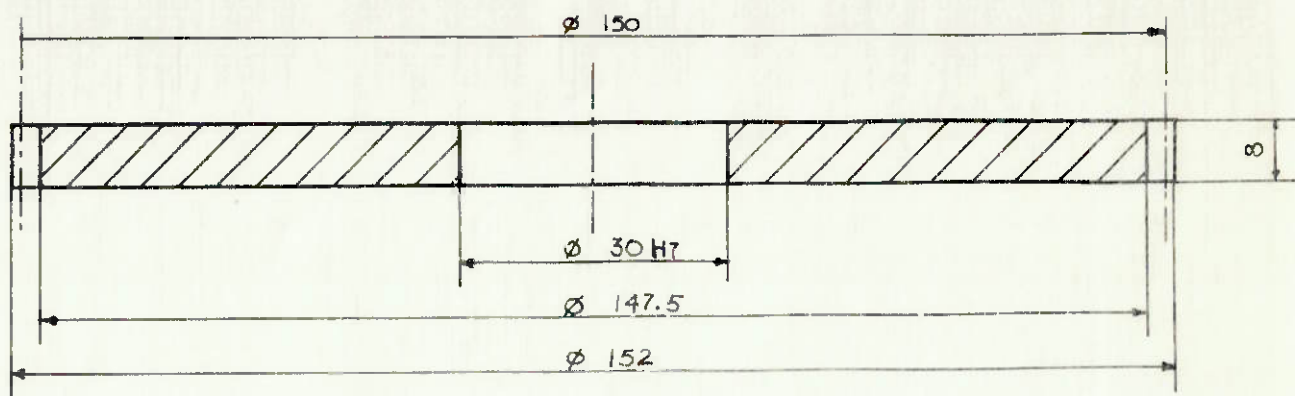
PROJETO EP/EN- 6			-PESO	ESCALA	
	DATA	NOME	DESENHO FAB.	1:1	
DES	300790	WILSON T.K.			
			III		



- QUANTIDADE = 02
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.3
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN-6			EIXO P/ PESO			
	DATA	NOME	DESENHO FAB.		ESCALA	
DES.	30/07/90	WILSON T.K.			1:1	

IV



- MÓDULO = 1.5

- 100 DENTES

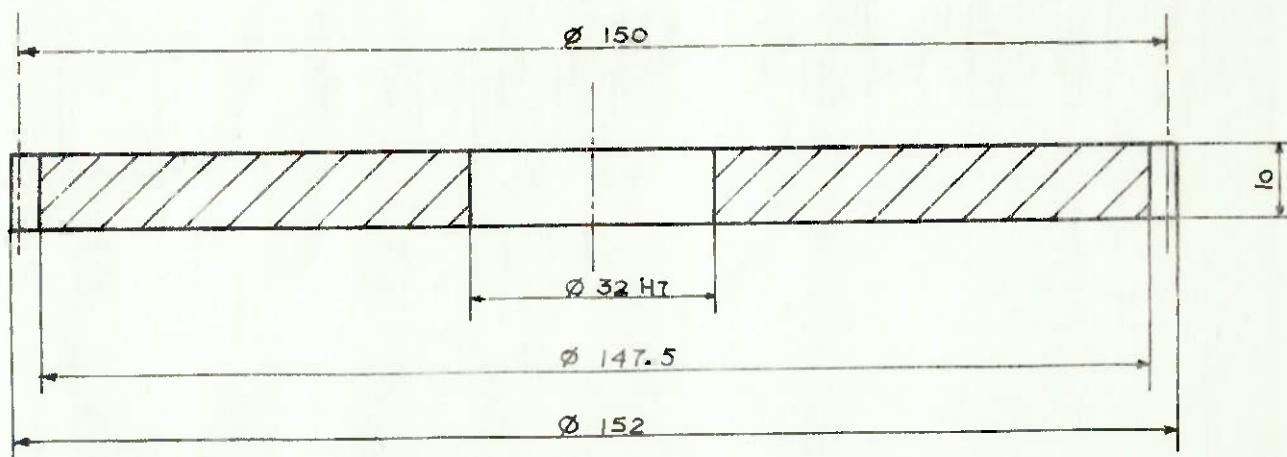
- ENGRENAGEM CILÍNDRICA DE
DENTES RETOS NORMALIZADA
- ÂNGULO DE PRESSÃO = 20°

- QUANTIDADE = 02

- TOLERÂNCIA GERAL = 0.5

- MATERIAL = SAE 1020

- MEDIDAS EM mm



- ÂNGULO DE PRESSÃO = 20°

- MÓDULO = 1.5

- 100 DENTES

- ENGRENAGEM CILÍNDRICA DE
DENTES RETOS NORMALIZADA

- QUANTIDADE = 01

- TOLERÂNCIA GERAL = 0.5

- MATERIAL = SAE 1020

- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN-6

ENGRENAGEM PLANETA

ENGRENAGEM SOL

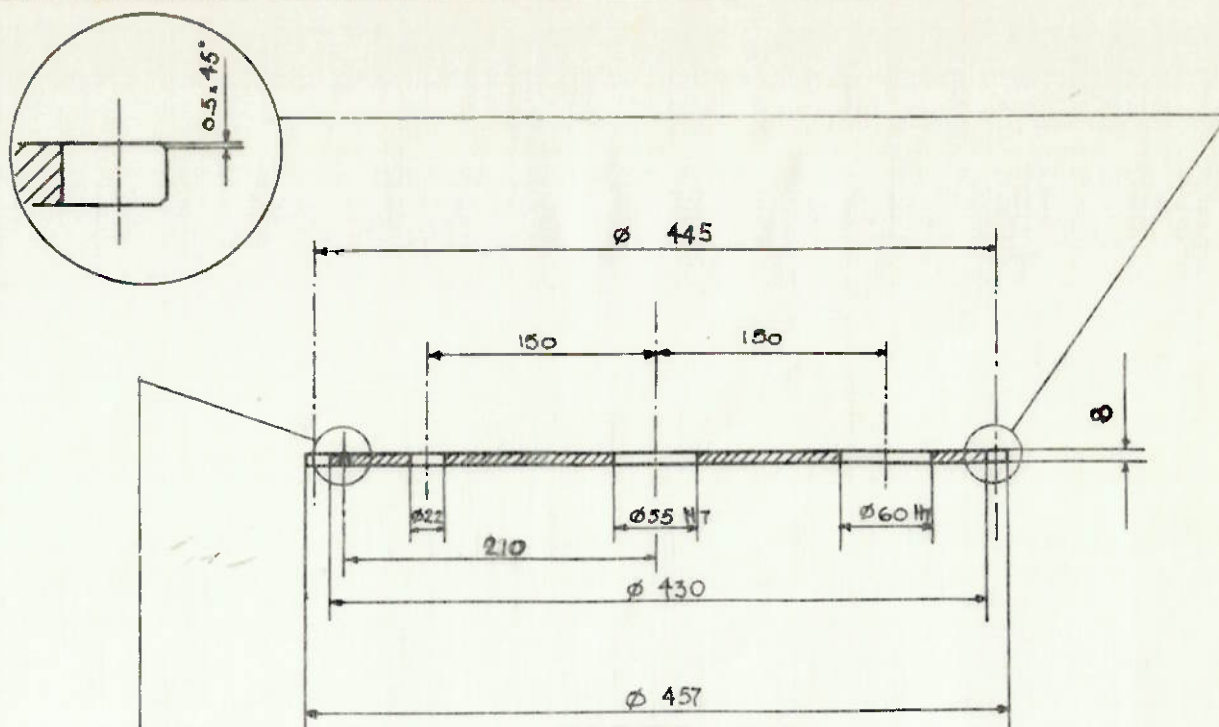
DES DATA NOME
30/07/90 WILSON T. K.

DESENHO FAB

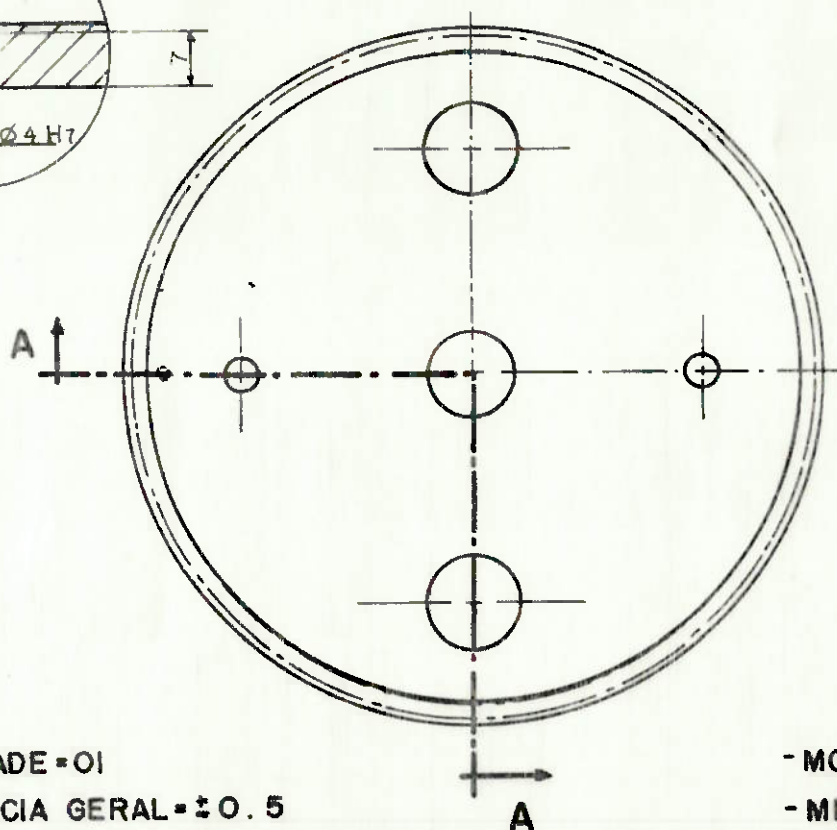
V

ESCALA

1:1



CORTE A-A



- QUANTIDADE = 01
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020
- ENGRENAGEM CILÍNDRICA DE DENTES RETOS
- 74 DENTES
- ÂNGULO DE PRESSÃO = 20°

- MÓDULO = 6.0
- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN-6

ENGRENAGEM
PRINCIPAL

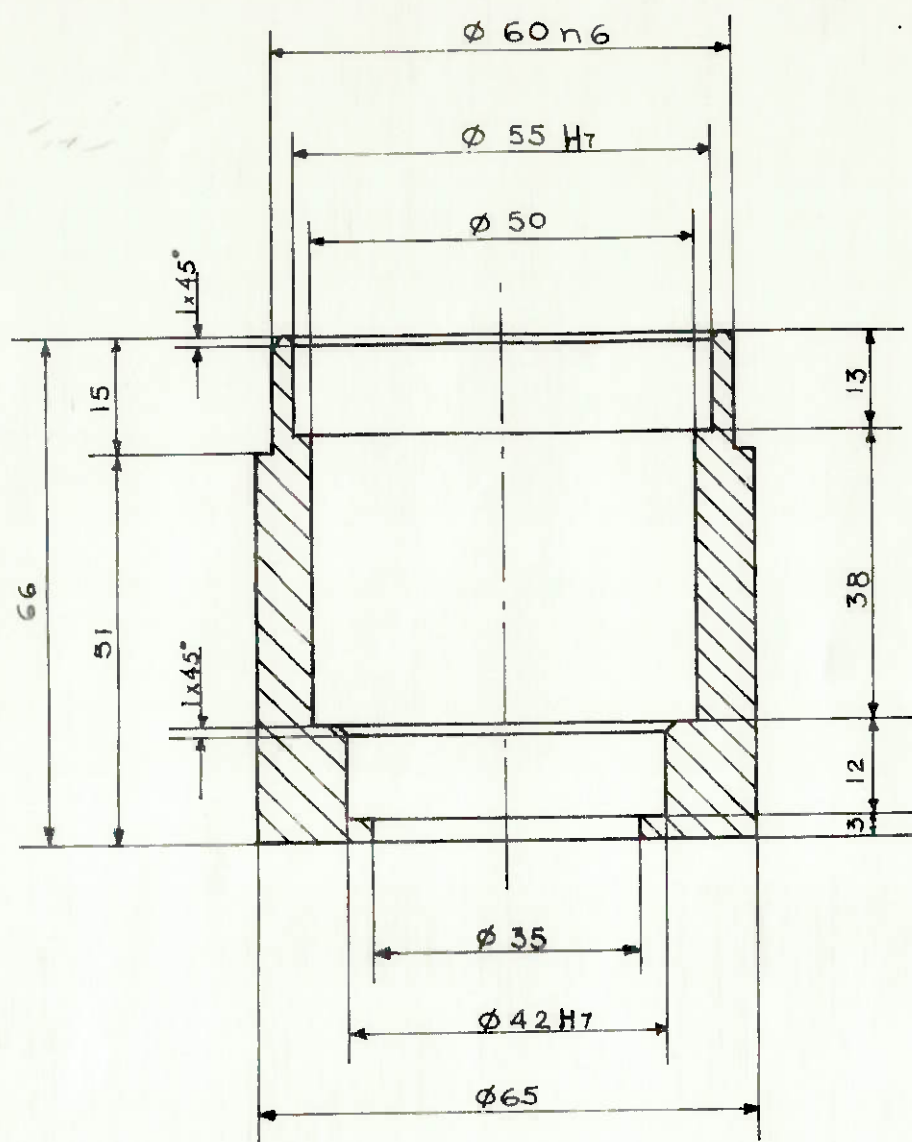
DES DATA NOME
300790 WILSON T. K.

DESENHO FAB.

ESCALA

V

1:5



- QUANTIDADE = 02
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.3
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

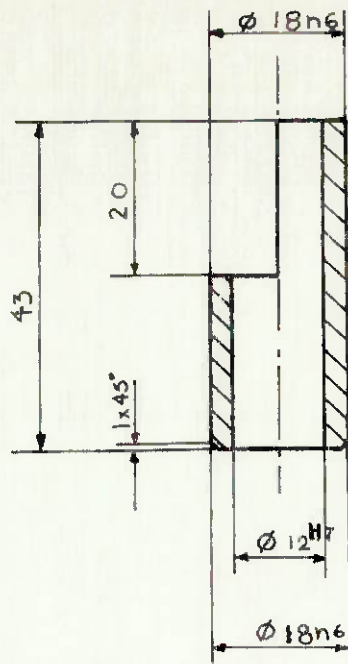
PROJETO EP/EN-6

MANCAL P/EIXO VAZADO

DATA NOME
DES 250790 WILSON T.K.

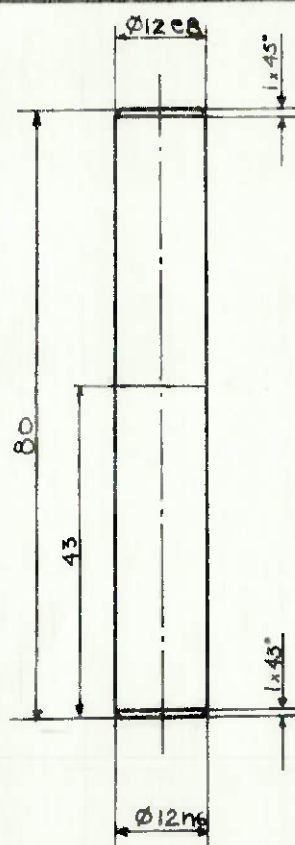
DESENHO FAB.
VIII

ESCALA
1:1



- MEDIDAS EM mm

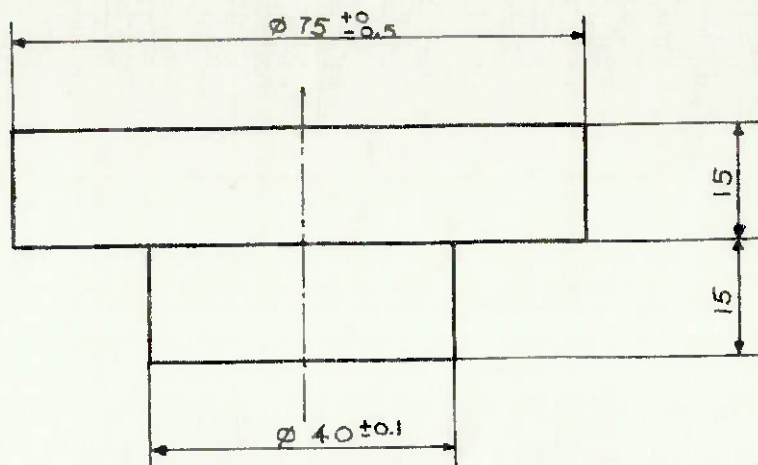
- QUANTIDADE = 0 2
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.3
- MATERIAL = SAE 1020



- MEDIDAS EM mm

- QUANTIDADE = 0 2
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.3
- MATERIAL = SAE 1020

PROJETO EP/EN-6			-FIXADOR DO EIXO CORREDIÇO	
			-EIXO CORREDIÇO	
	DATA	NOME	DESENHO FAB IX	ESCALA 1:1
DES	30/07/90	WILSON T.K.		



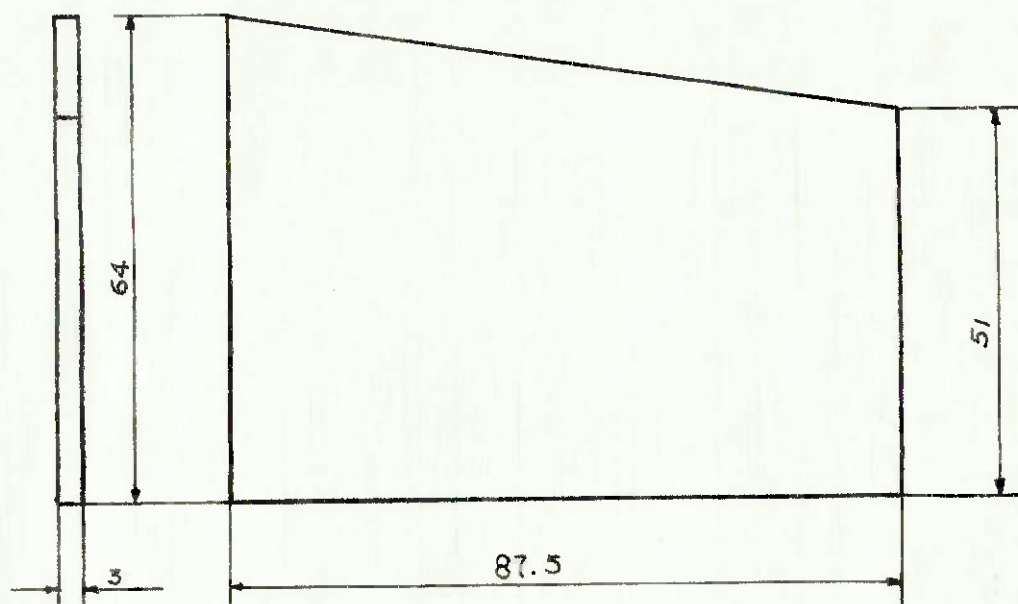
-TRATAMENTO TÉRMICO= TÊMPERA

- QUANTIDADE = 02

- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.3

- MATERIAL = SAE 1020

- MEDIDAS EM mm



-QUANTIDADE = 02

- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5

- MATERIAL = SAE 1020

- MEDIDAS EM mm

PROJETO: EP/EN-6

PONTA DE DESGASTE
-NERVURA

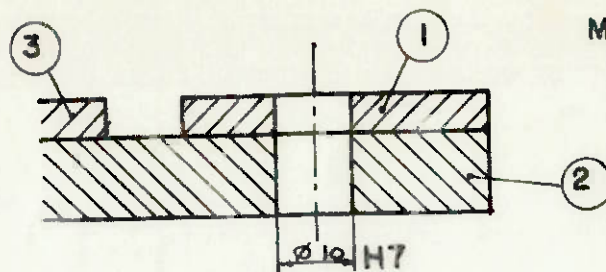
DATA NOME
DES 30/07/90 WILSON T.K.

DESENHO FAB

E SCALA

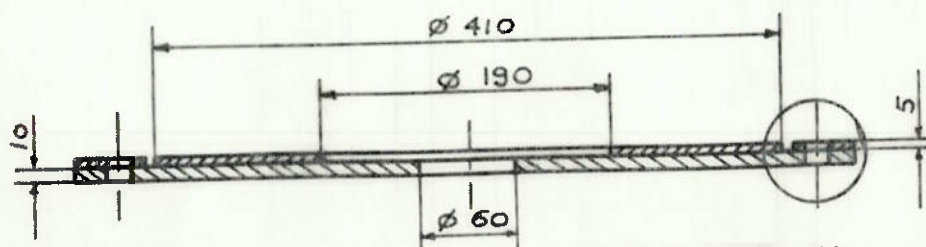
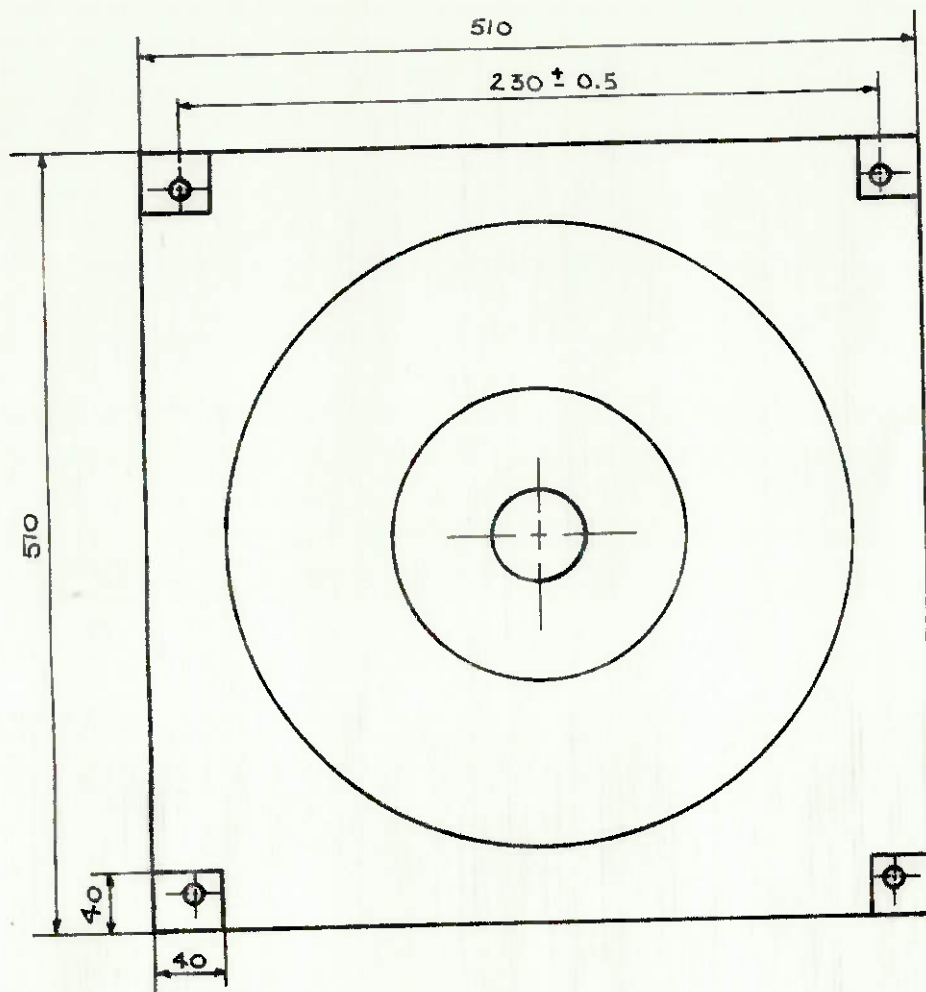
1:1

X



DETALHE DO FURO

MATERIAL = 1 - SAE 1020
2 - SAE 1020
3 - SAE 1045



- MEDIDAS EM mm

- QUANTIDADE = 01

- TOLERÂNCIA GERAL = ± 3.0

- TRATAMENTO TÉRMICO = TÊMPERA EM 3

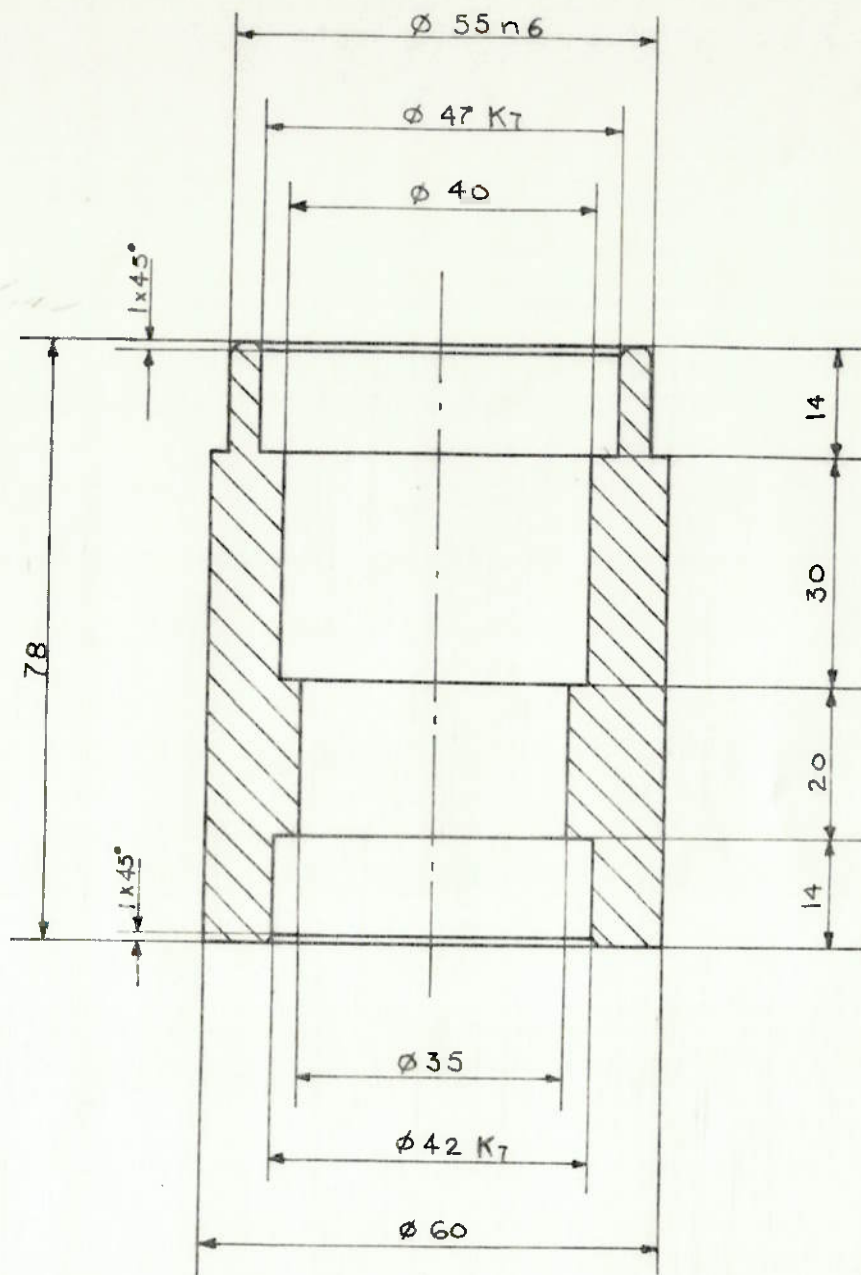
PROJETO EP/EN - 6

BASE

DATA	NOME
25/07/90	WILSON T. K.

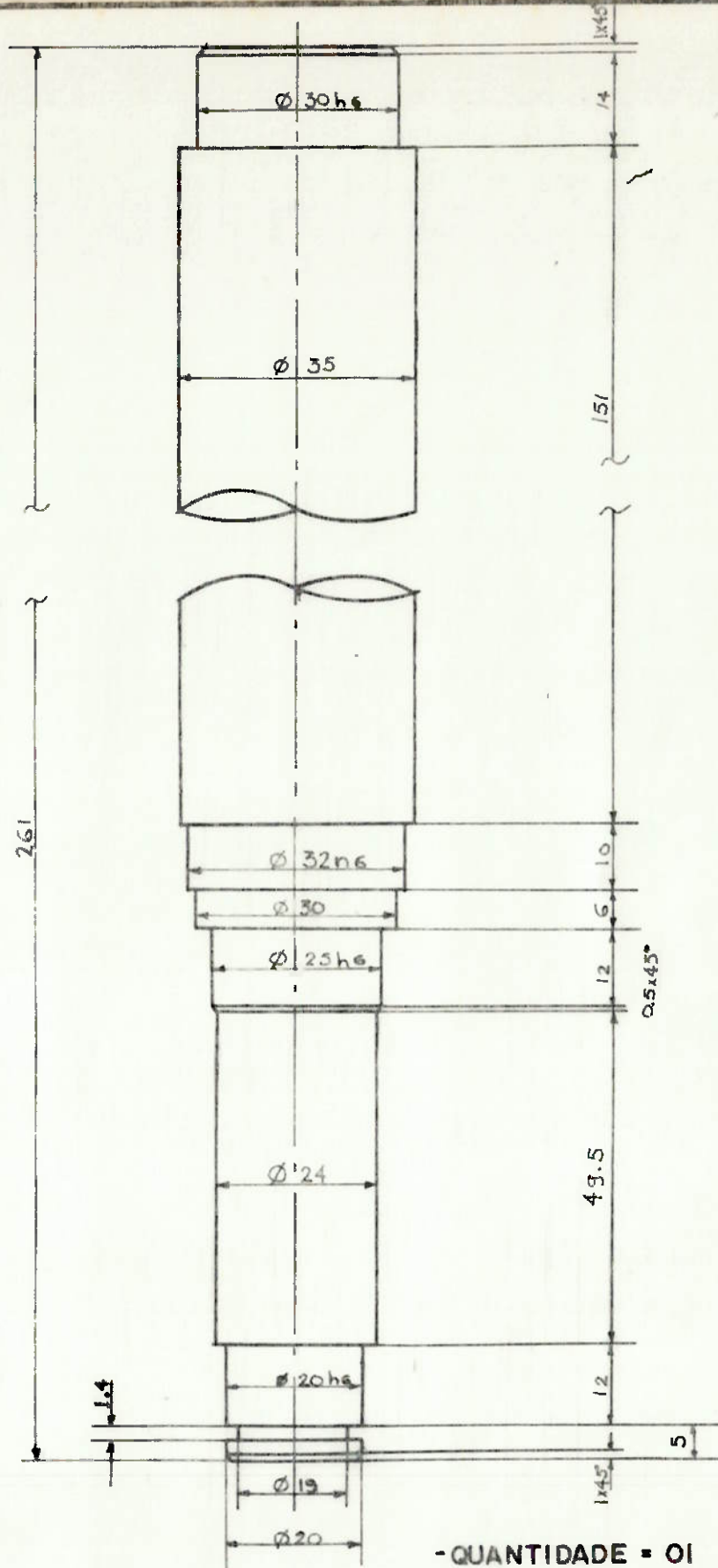
DESENHO FAB.
XI

ESCALA
1:5



- QUANTIDADE = 01
- TOLERÂNCIA GERAL = 0.3
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

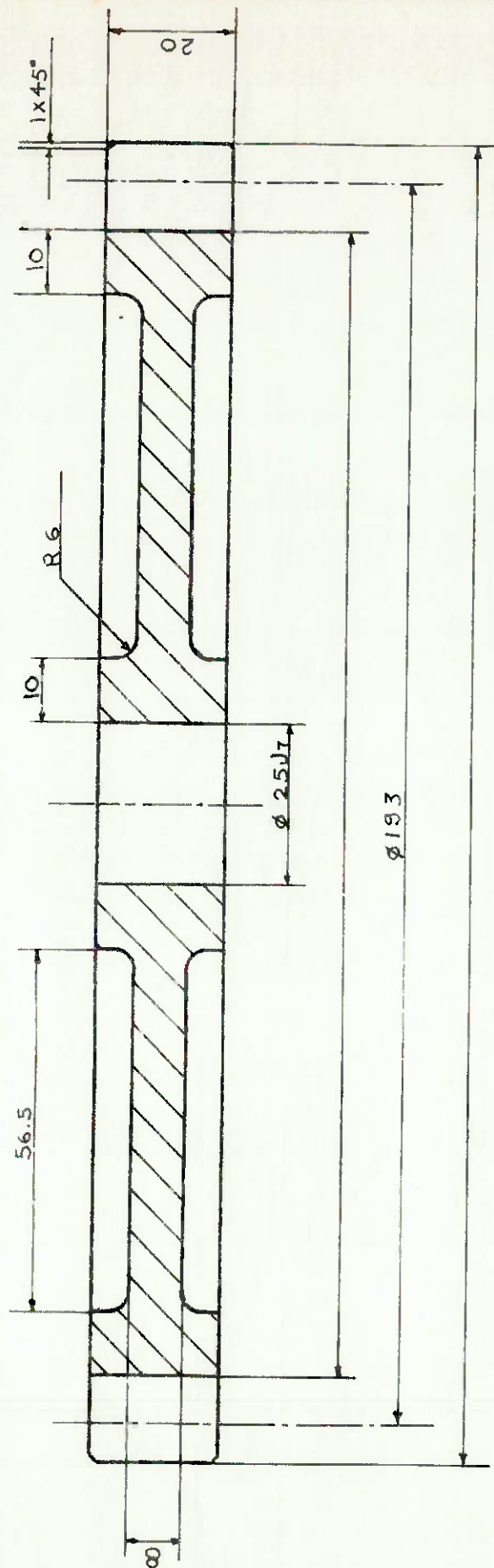
PROJETO EP/EN-6		MANCAL PRINCIPAL	
DATA	NOME	DESENHO FAB.	ESCALA
DE S. 250790	WILSON T.K.		
		XII	1:1



- QUANTIDADE = 01
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020

- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN 6			EIXO PRINCIPAL			
DES	DATA	NOME	DESENHO FAB		ESCALA	
	25/07/90	WILSON T.K.			1:1	
			XIII			



- QUANTIDADE = 01
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020
- ENGRENAGEM CILÍNDRICA DE DENTES RETOS
- 32 DENTES
- ÂNGULO DE PRESSÃO = 20°
- MEDIDAS EM m m.
- MÓDULO = 6.0

PROJETO EP/EN-6

ENGRENAGEM MOTORA

DATA NOME

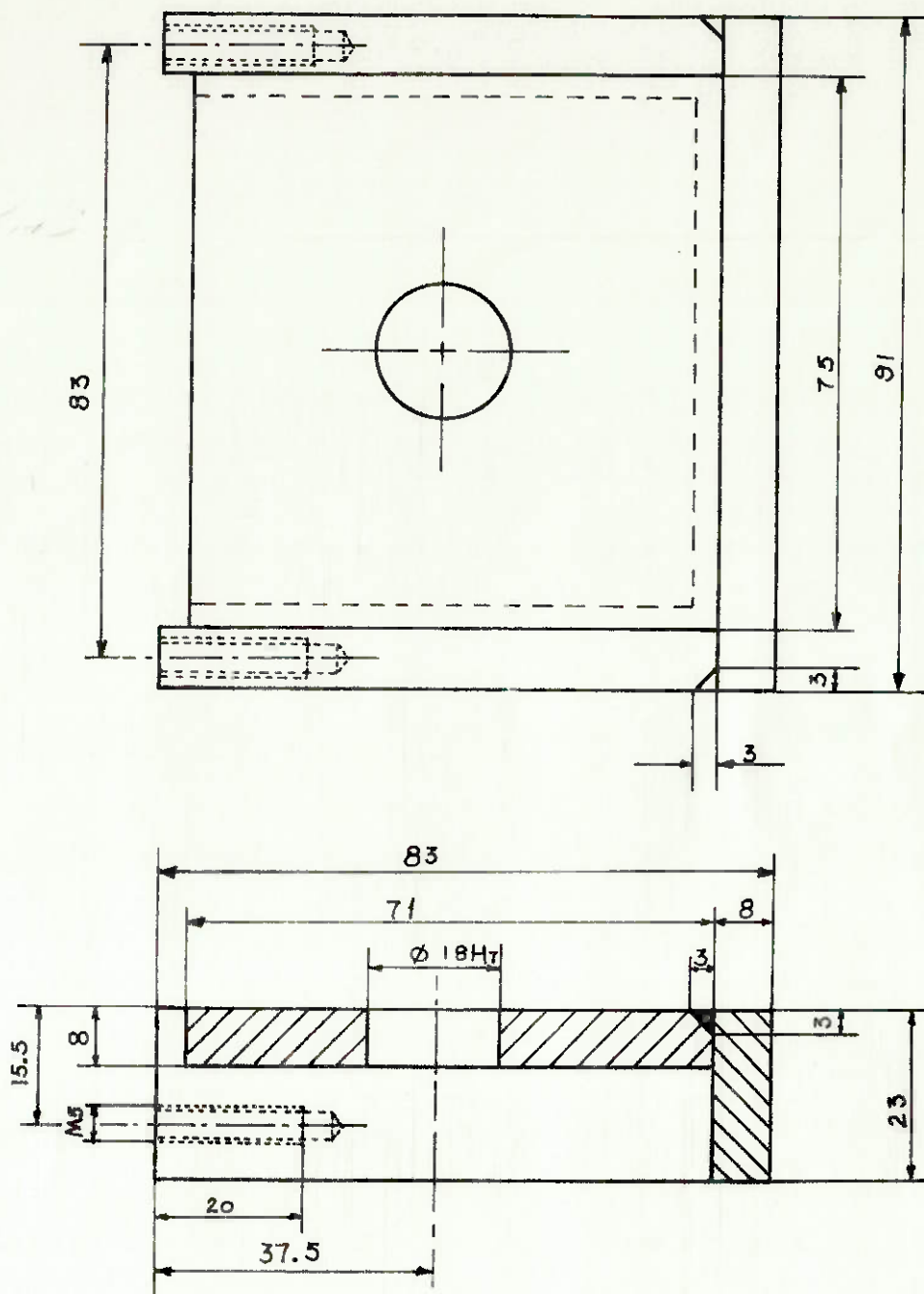
DES 300790 WILSON T.K.

DESENHO FAB.

XIV

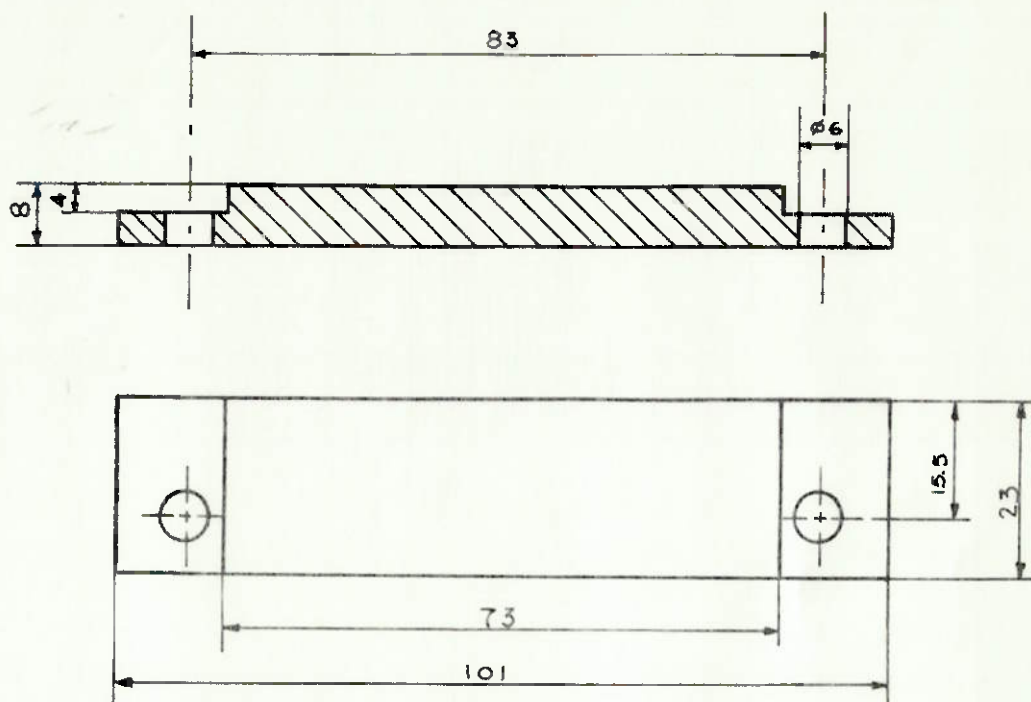
ESCALA

1:1



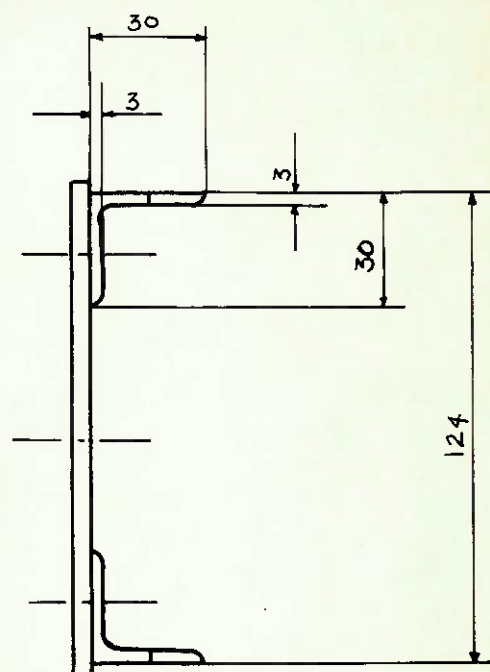
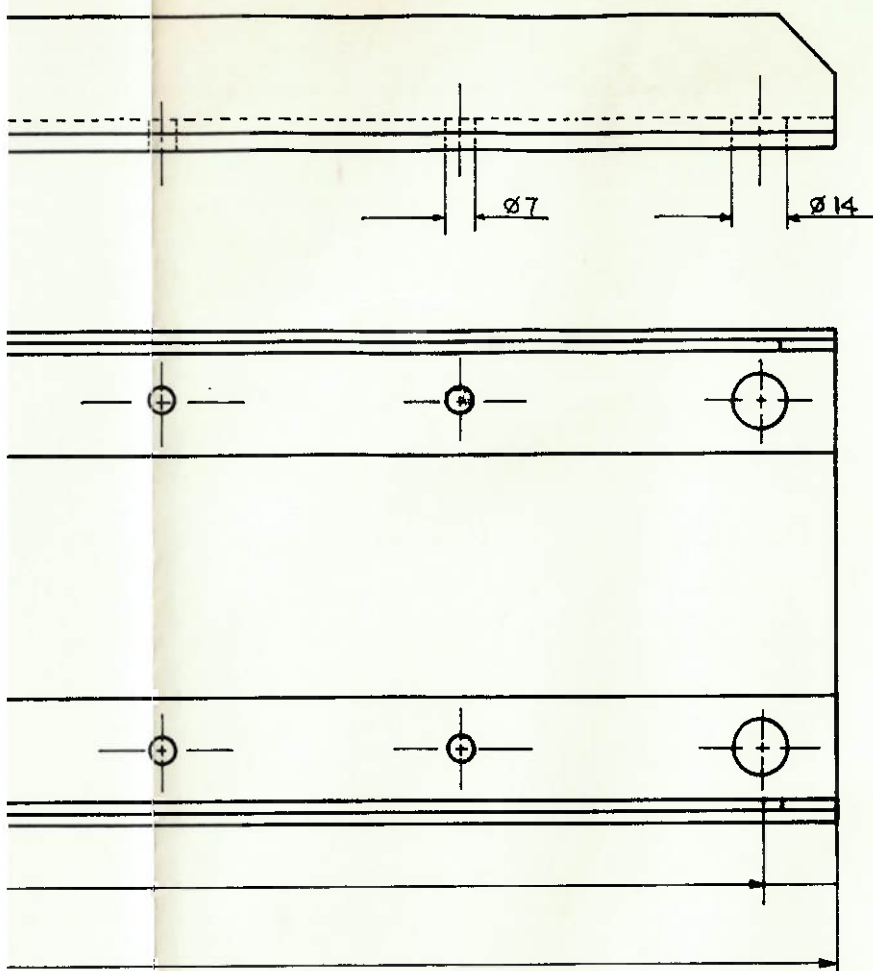
- QUANTIDADE = 02
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN-6			CORPO DO FIXADOR		
	DATA	NOME	DESENHO FAB		ESCALA
DES	25/07/90	WILSON T.K.			
			XVI		1:1



- QUANTIDADE = 02
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

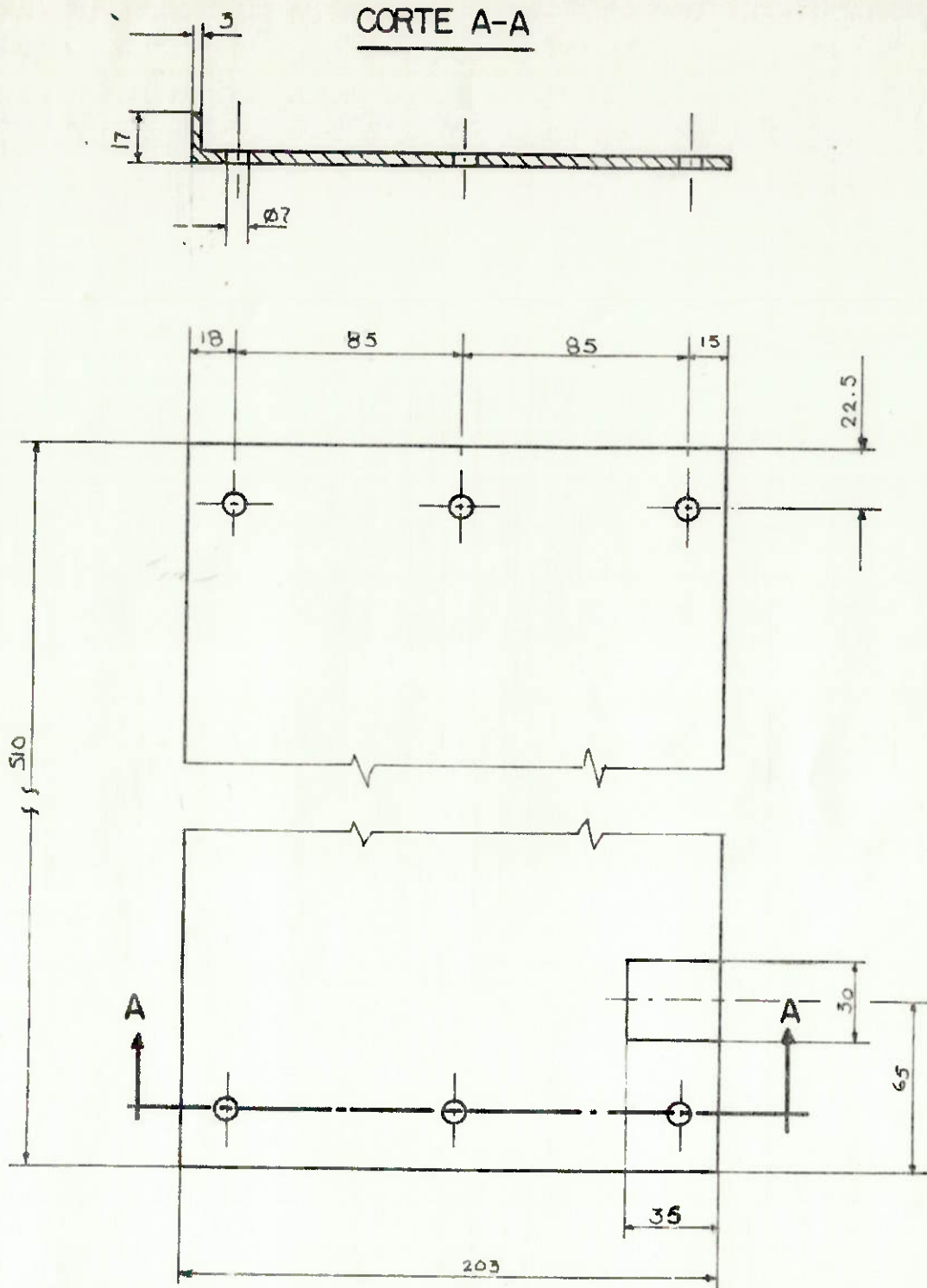
PROJETO EP/EN-6		- TAMPA DO FIXADOR	
	DATA	NOME	
DES	25/07/90	WILSON T.K.	
		DESENHO FAB	ESCALA
		XVII	1:1



- QUANTIDADE = 01
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 1.0
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN- 6			NERVURA E			
			BASE PARA EIXO			
	DATA	NOME	DESENHO FAB.		ESCALA	
DES	30/07/90	WILSON T. K.			1:2	
			I			

CORTE A-A



- QUANTIDADE = 02

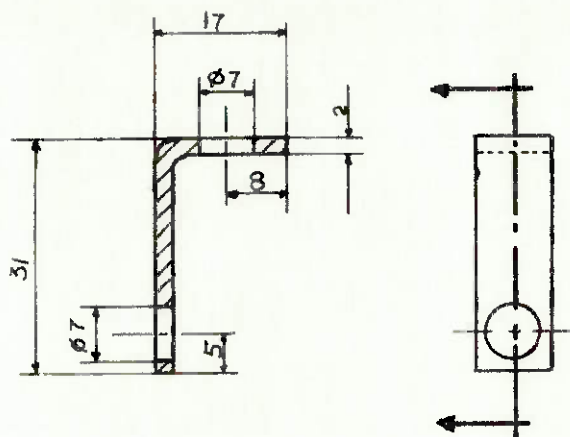
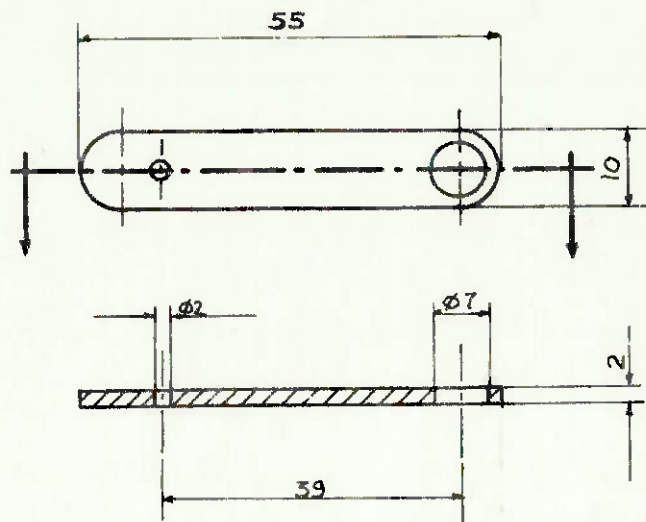
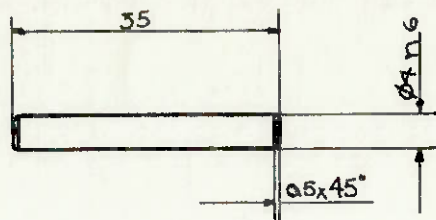
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 1.0

- MATERIAL = SAE 1020

- MEDIDAS EM mm

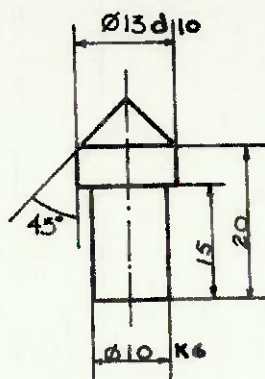
OBS = 01 PEÇA COM RASGO

PROJETO EP/EN-6			CHAPA LATERAL		
	DATA	NOME	DESENHO FAB.	ESCALA	
DES	300790	WILSON T. K.			
			XVIII	1:2.5	



- QUANTIDADE = 01
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.5
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN-6			ACIONADOR DE CONTA-GIRO S BRAÇO DO ACIONADOR BASE P/ BRAÇO		
DES	DATA 30/07/90	NOME WILSON T. K.	DESENHO FAB.		ESCALA 1:1
			XIX		



- QUANTIDADE = 04
- TOLERÂNCIA GERAL = ± 0.2
- MATERIAL = SAE 1020
- MEDIDAS EM mm

PROJETO EP/EN- 6			GUIA DA BASE			
	DATA	NOME	DESENHO FAB		ESCALA	
DES	250790	WILSON T. K.			1:1	

XX

ANEXO 5.

PROJETO EP/EN-6

MANUAL DE USO E DE SERVIÇO

**EQUIPAMENTO PARA ENSAIO DE CONTRAPISOS
(SIMULADOR DE DESGASTE)**

EQUIPAMENTO PARA ENSAIO DE CONTRAPISOS

1. INTRODUÇÃO

O equipamento visa simular o desgaste sofrido pelo contrapiso durante a construção do edifício; o desgaste real pode ser causado pelo trânsito de pessoas e pela movimentação de máquinas e equipamentos. Para simular tais solicitações, o equipamento desenvolvido utiliza o método rotativo que será descrito a seguir.

2. FUNCIONAMENTO

O equipamento possui um motor elétrico para o acionamento de todo sistema. O motor aciona o sistema através de um redutor e um par de engrenagens. O movimento resultante final é na engrenagem maior (peça número 11, desenho de conjunto número 1), onde são encaixados os dois fixadores de corpo de prova (peças número 32 a 36, desenho de conjunto número 1). Estes dois fixadores estão ligados a engrenagens planetárias (peça número 9, desenho de conjunto número 1) que giram em torno da engrenagem sol (peça número 25, desenho de conjunto número 1). Desta forma, o corpo de prova ao descrever trajetória circular, gira também em torno do seu próprio eixo, evitando desta forma um desgaste irregular do mesmo ou da ponta de desgaste (peça número 17, desenho de conjunto número 1), já que todos os pontos do corpo de prova percorrem distâncias iguais.

O material abrasivo constitui-se de areia de granulometria controlada. A areia é jogada na pista onde corre o corpo de prova, sendo renovada a cada volta. Isto é garantido através de alimentadores com furo calibrado (peças número 53 a 57, desenho de conjunto número 2) colocados na mesma engrenagem onde estão os fixadores.

O equipamento está provido de um contador de ciclos que registra o número total de voltas realizado pelo corpo de prova, sendo usado para fins de controle da duração do ensaio.

3. OPERAÇÃO

3.1 Para ensaio com corpo de prova:

Deve-se preparar dois corpos de prova de dimensões 75 x 75 mm e com espessura que pode variar entre 25 a 30 mm. Ambos os corpos de prova deverão ser ensaiados simultaneamente, ou seja, nunca colocar o equipamento em funcionamento com um só corpo de prova, pois isto implica num desbalanceamento do sistema, sendo prejudicial ao equipamento.

Os corpos de prova são fixados nas pinças por intermédio de pressão aplicada por molas, que é controlada através do aperto do parafuso "allen". Após a colocação, é necessário que se aperte firmemente o parafuso.

Neste ensaio coloca-se o equipamento sobre uma pista de aço. A duração do ensaio pode ser determinada fixando-se o número de ciclos e medindo a espessura desgastada ou fixando-se a quantidade desgastada e medindo o número de ciclos.

3.2 Para ensaio *in loco*:

Neste ensaio, no lugar dos corpos de prova como no ensaio anterior, coloca-se a ponta de desgaste, sendo o equipamento colocado diretamente sobre a pista de contrapiso que se quer ensaiar.

O resultado é obtido medindo-se a profundidade desgastada para um determinado número de voltas. Esta profundidade pode ser obtida com o auxílio de um relógio comparador, Sendo aconselhável fazer uma média ao longo do perímetro desgastado.

4. MANUTENÇÃO

No início da operação o redutor necessita de um período de amaciamento, que consiste em deixá-lo ligado, sem carga, durante 20 horas seguidas (na impossibilidade de deixar ligado continuamente, pode ser feito em várias etapas, com um total de 20 horas). Durante o período de amaciamento, deve-se tomar o cuidado de verificar a temperatura do redutor periodicamente.

A temperatura admissível para o redutor em funcionamento é em torno de 60°C , acima da temperatura ambiente, podendo alcançar no máximo 95°C , sendo esta a temperatura interna. A temperatura externa da caixa por sua vez é de aproximadamente 15°C a menos que a temperatura interna.

Após o período de amaciamento, para que a eliminação do óleo com impurezas seja mais eficiente, deve-se adotar os seguintes procedimentos: ainda com o redutor quente deve-se fazer a troca total do lubrificante. Para isto é necessário que se coloque o equipamento com a parte superior voltada para baixo, retirando o bujão (pintado em amarelo).

O lubrificante a ser utilizado deve ser escolhido de acordo com a temperatura ambiente. Tendo em vista as temperaturas alcançadas no Brasil (entre 10°C e 50°C) recomenda-se utilizar lubrificantes de viscosidade AGMA - 8 EP (ou ISO - 680), cujos principais produtos são dados a seguir.

Fabricante	tipo de lubrificante
ATLATIC	Pennant 680
ESSO	Spartan EP 680
IPIBANGA	Ipiranga SF 680
MOBIL OIL	Mobilgear 636
PETROBRÁS	Lubrax Ind. EGF 680 PS
PROMAX	GO 250
SHELL	Omala 680
TEXACO	Meropa 680

Na dificuldade de achar o óleo especificado acima, em último caso pode-se usar o óleo do fabricante CASTROL- óleo para engrenagens - Hipoide EP-140.

A quantidade de lubrificante necessária para garantir o bom efeito lubrificante no redutor é de aproximadamente 0,25 litros. A colocação de lubrificante além do recomendado é prejudicial, pois, com o redutor quente, o óleo se expande e aumenta a pressão interna podendo prejudicar a vedação do redutor. Toda vez que vazar óleo do bujão significa que há excesso de óleo e é necessário que se drene esta quantidade extra.

A segunda troca de óleo deve ser feita após 200 horas de uso contadas a partir da primeira troca; o procedimento para a troca é o mesmo da primeira (com o redutor quente).

A partir da segunda troca de óleo, o mesmo deve ser substituído a cada 2500 horas, ou anualmente se o redutor não trabalhar 2500 horas anuais. Em ambientes ácidos, poeirentos ou de temperatura elevada, efetuar a troca de óleo a cada 1000 horas de funcionamento.

IMPORTANTE: Verificar o nível do óleo periodicamente e completar se necessário.

5. POSSIBILIDADES DE EMPREGO DO EQUIPAMENTO

Além de contrapisos, pode-se explorar o uso em ensaios em outros tipos de materiais, como por exemplo: madeira, revestimentos cerâmicos, revestimento de argamassa, textéis, etc.

ANEXO 1

1. Procedimentos para o ajuste do equipamento

1.1. Para ensaio com corpo de prova :

Para um mesmo material (madeira é o melhor material, para ensaio com finalidade de ajustar o equipamento, pois o desgaste é acentuado - no primeiro ensaio, para fins comparativos, a espessura desgastada foi de 3 mm, com o corpo de prova percorrendo 1000m, ou seja, 1061 ciclos no contador), com as dimensões 75mm x 75mm x (25-28mm) do corpo de prova, testa-se a melhor granulometria da areia, ou seja, a que causa maior desgaste. A melhor granulometria até agora é de 0.59mm , com o furo que já está feito no alimentador de areia.

Para melhor escoamento da areia através do furo do alimentador, há a necessidade de escolher o furo conveniente (geralmente: furo= 8 x granulometria) para cada granulometria. Como melhor escoamento entende-se menor quantidade de areia possível que possa ser jogado na pista continuamente, sem, no entanto, obstruir o furo.

O ensaio é mais válido se a granulometria for bem controlada em um certo intervalo (por exemplo: granulometria entre 0.59mm e 0.2mm no caso testado), ou seja, homogêneo.

Todos os processos acima são feitos com o peso máximo aplicado aos corpos de prova (pesos amarelos, aproximadamente 9 Kg), isto exclusivamente no ensaio com corpo de prova.

Outras modificações que podem ser feitas são:

- . maior reservatório para o alimentador de areia.
- . prolongar o tubo de saída, de modo que a areia caia de uma distância de aproximadamente 1 cm.

1.2. Para ensaio "in loco":

Devido a irregularidades que o contrapiso sempre apresenta, ocorrem trepidações indesejáveis que instabilizam o equipamento. a solução ou minimização está sendo estudada. No sentido de minimizar a trepidação foi instalada um coxim de borracha na barra do apoio do peso.

As trepidações se tornam menores quando o peso aplicado pela ponta de desgaste é menor, para isso foram feitas várias chapas com furo central, para poder aumentar o peso gradativamente e chegar ao máximo peso aplicável. Por ora, a solução é continuar os testes com este peso máximo que puder alcançar e aumentar o ciclo do ensaio.