

2302240

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica
Projeto Mecânico

10,0 (dez) Plaza

FORMAS CONSTRUTIVAS DO MECANISMO DE ELEVAÇÃO
DE PONTES-ROLANTES

Autor: Eduardo Tadashi Matsumoto
NUSP: 3235146

Orientador : Prof. João Plaza

Ano 1987

TF-87
M 423 f

I N D I C E

	PÁGINA
Introdução	01
1 - Conjunto Geral	02
1.1 - Concepções de Conjuntos Existentes	02
TIPO 01	03
TIPO 02	09
TIPO 03	14
TIPO 04	18
TIPO 05	24
TIPO 06	27
TIPO 07	30
TIPO 08	33
TIPO 09	37
1.2 - Conclusões	40
2 - Elementos Constituintes	41
2.1 - Tambor	41
TIPO 01	43
TIPO 02	45
TIPO 03	48
TIPO 04	50
TIPO 05	51
2.2 - Redutores	53
Consideração sobre as engrenagens	56

	PÁGINA
TIPO 01	58
TIPO 02	60
TIPO 03	62
TIPO 04	64
TIPO 05	66
Considerações sobre o câmbio	69
2.3 - Motores	71
TIPO 01	71
TIPO 02	73
TIPO 03	74
Considerações sobre Moto-Freio	75
2.4 - Freios	76
TIPO 01	76
TIPO 02	78
TIPO 03	80
TIPO 04	81
2.5 - Elementos Diversos	83
2.5.1 - Elementos de Fixação do cabo do motor	83
2.5.2 - Proteção de engrenagens	84
2.5.3 - Acoplamentos	85
2.5.4 - Mancais	86
2.5.5 - Fins-de-curso (Seletor e Força)	87
2.5.6 - Indicador de Profundidade	87
2.5.7 - Mecanismos Auxiliares para descida e subida da carga em situações de emergência	88

PÁGINA

3 - Inspeção e Manutenção	89
3.1 - Inspeção	89
3.2 - Manutenção	92
4 - Referências	93
5 - Desenhos (papel vegetal)	93

I N T R O D U Ç Ã O

O objetivo deste trabalho é o estudo das principais formas construtivas do CONJUNTO DE ELEVAÇÃO DE PONTES ROLANTES.

O trabalho consiste na abordagem de diferentes tipos construtivos do conjunto geral de elevação e de alguns de seus principais elementos constituintes.

Os elementos constituintes estudados são:

- Tambores
- Redutores
- Motores
- Freios
- Elementos diversos:- mancais, acoplamentos, dispositivos de fixação do cabo no tambor proteções de engrenagens, etc.

A abordagem será caracterizada por:

- Descrição geral, englobando tipos utilizados, aplicações, vantagens, desvantagens, seqüencia de montagem, inspeção e manutenção.
- Desenhos de conjunto das diferentes formas do Mecanismo de elevação e dos principais tipos de tambores e redutores.

FORMAS CONSTRUTIVAS

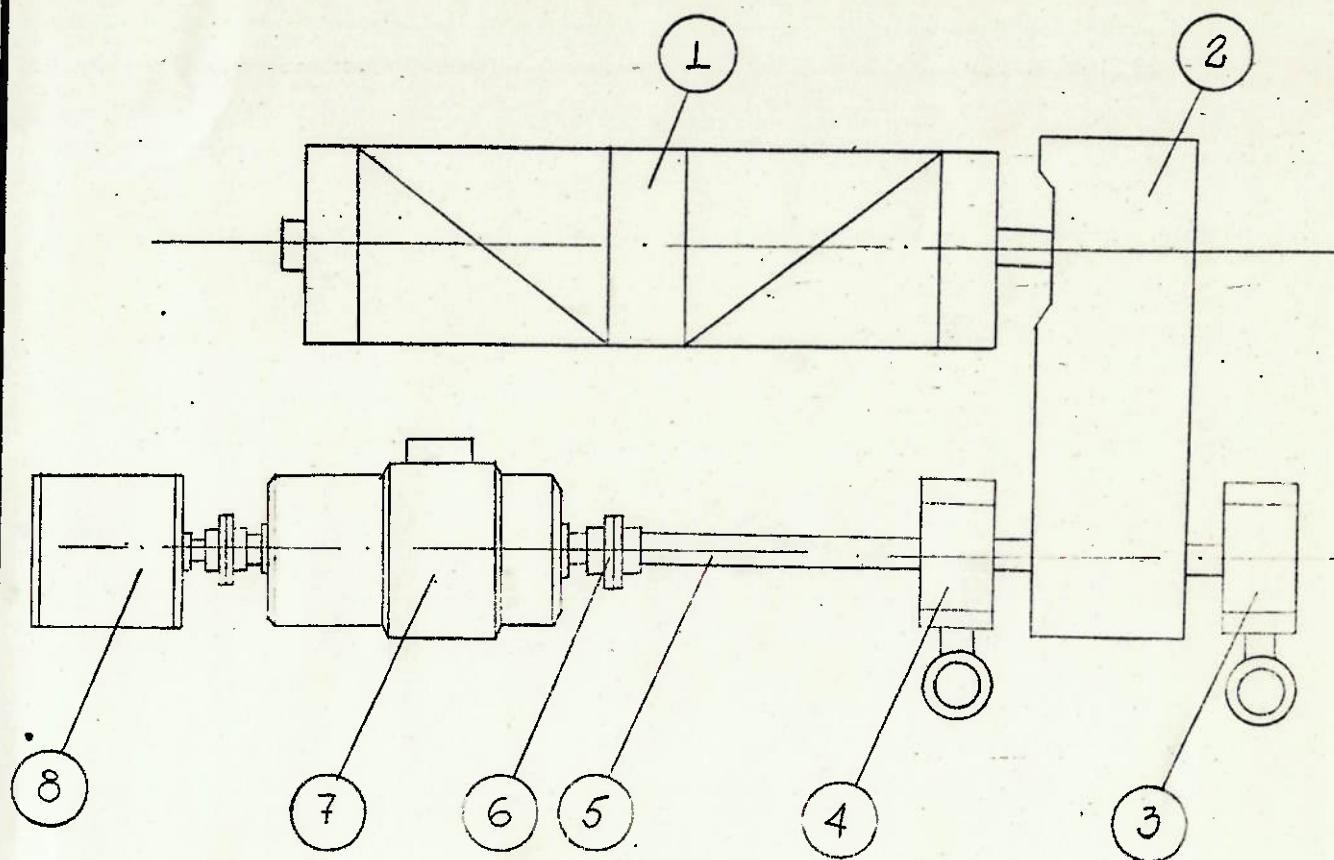
1. CONJUNTO GERAL

1.1 - CONCEPÇÕES DE CONJUNTOS EXISTENTES

Todo o projeto de um mecanismo de elevação de carga depende basicamente das características desejadas, ou seja, valores e exigências que definirão o mecanismo quanto a dimensões, capacidades, estruturas e formas construtivas.

A partir deste pensamento, e a coletânia de diversos projetos já realizados, pode-se chegar à seleção de algumas das principais formas construtivas do conjunto de elevação dos equipamentos projetados, segundo sua utilizações características.

TIPO 01 Desenhos (01-001 e 01-002) ANEXO



- 01 - Tambor
- 02 - Redutor
- 03 - Freio de sapatas
- 04 - Freio de sapatas
- 05 - Eixo flutuante
- 06 - Acoplamento
- 07 - Motor
- 08 - Freio dinâmico (Foucault)

D E S C R I Ç Ã O

No motor, com duas pontas estão acoplados o freio dinâmico e o eixo intermediário. O eixo intermediário está sustentado por um mancal e transmite a potência do motor para a entrada do redutor.

Dois freios de sapatas, (um de um lado e outro no lado oposto), no eixo de entrada do redutor asseguram a frenagem do mecanismo e a segurança no caso de falha de um deles.

No eixo de saída do redutor está diretamente acoplado o eixo do tambor.

U T I L I Z A Ç Ã O

Este tipo de construção é um dos mais comuns e simples dentre os existentes, pois é o mais apropriado para pontes de pequeno porte com com levantamento de cargas por meio de ganchos (maitão mais comum).

Sua maior vantagem, sem dúvida, é a simplicidade de fabricação. Porém, quando as exigências e solicitações forem maiores, este tipo de construção exigirá / redutores e tambores de maiores dimensões o que tornará o projeto anti-econômico.

Parte-se então para outras soluções.

V A R I A N T E S

Por ser uma construção comum, são encontradas várias variantes em função das conveniências.

Por exemplo:- O desenho ilustrado na figura 01 , possui possuir um eixo intermediário (06) que é utilizado em situações onde não há espaço para colocação / do motor (08) próximo do redutor (02).

No desenho também encontramos dois freios de sapata (03 e 04). Um deles trabalha normalmente e outro a uma defasagem de tempo controlada de forma a servir apenas como freio de segurança. Podem existir eventualmente construções com apenas um freio, não existindo o freio de segurança.

Em alguns casos encontramos um dos freios de sapatas após o motor, no lugar onde no desenho se localiza o freio de Foucault (09). Isto porém é inconveniente caso de apenas um freio pois numa falha ou quebra do motor não é possível o travamento do sistema / para manutenção deste, sendo o operador obrigado a desenrolar o cabo do tambor até que a carga chegue ao chão e descarregue o sistema. Já com um segundo freio este inconveniente é solucionado e pode-se colocar o freio de trabalho na ponta do eixo do motor de modo a facilitar a manutenção (lugar mais acessível) e colocar o freio de segurança em qualquer outro ponto (03 ou 04). A manutenção é feita travando-se o sistema / com o freio de segurança .)

O Freio de Foucault (09) pode, dependendo do arranjo físico no carro, ser colocado no eixo do motor (como mostra o desenho) ou no eixo do redutor (local do freio(03)).

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Não só para este tipo de construção mas para todas as formas construtivas do mecanismo de elevação, existem alguns ítems em comum e de prioridade no momento / de montagem:

1) As únicas referências que o carro possui / quando está para ser montado são duas linhas de centro (€) verticais e horizontais.

Portanto as cotas nos desenhos bem como to das as referências no processo de montagem deverão par tir destas linhas.

2) O que se procura, quando na montagem do mecanismo de elevação é que o moitão seja corretamente / posicionado em relação ao carro. Como é o tambor o elemento que sustenta os cabos e, portanto, define a posição do moitão, é prioritário a correta montagem deste, em relacão às linhas de centro do carro. Sempre que / possível é o primeiro elemento a ser montado no carro.

Uma montagem incorreta, onde o moitão se localize em uma posição indevida pode, num carregamento, fazer com que o cabo saia da ranhura do tambor, descoordenando todo o enrolamento e o levantamento da carga.

MONTAGEM :- Tipo 01

Como um dos apoios do tambor desta construção é o próprio redutor (Eixo do tambor é o eixo de saída do redutor), o elemento a ser colocado primeiramente no carro é o redutor. Realiza-se este processo determinando préviamente as linhas de centro do redutor em relação às linhas de centro do carro.

Colocado o redutor e fixado por presilha, coloca-se então o tambor apoiado no redutor e no mancal da outra extremidade. Na colocação do redutor fixou-se praticamente uma das linhas de centro do tambor. A outra linha de centro é seguida ajustando o mancal que sustenta a outra extremidade do tambor.

Verifica-se a posição final do tambor com a indicada no projeto.

Monta-se o conjunto de freios, motor e demais dispositivos à entrada do redutor e alinhados em relação ao seu eixo.

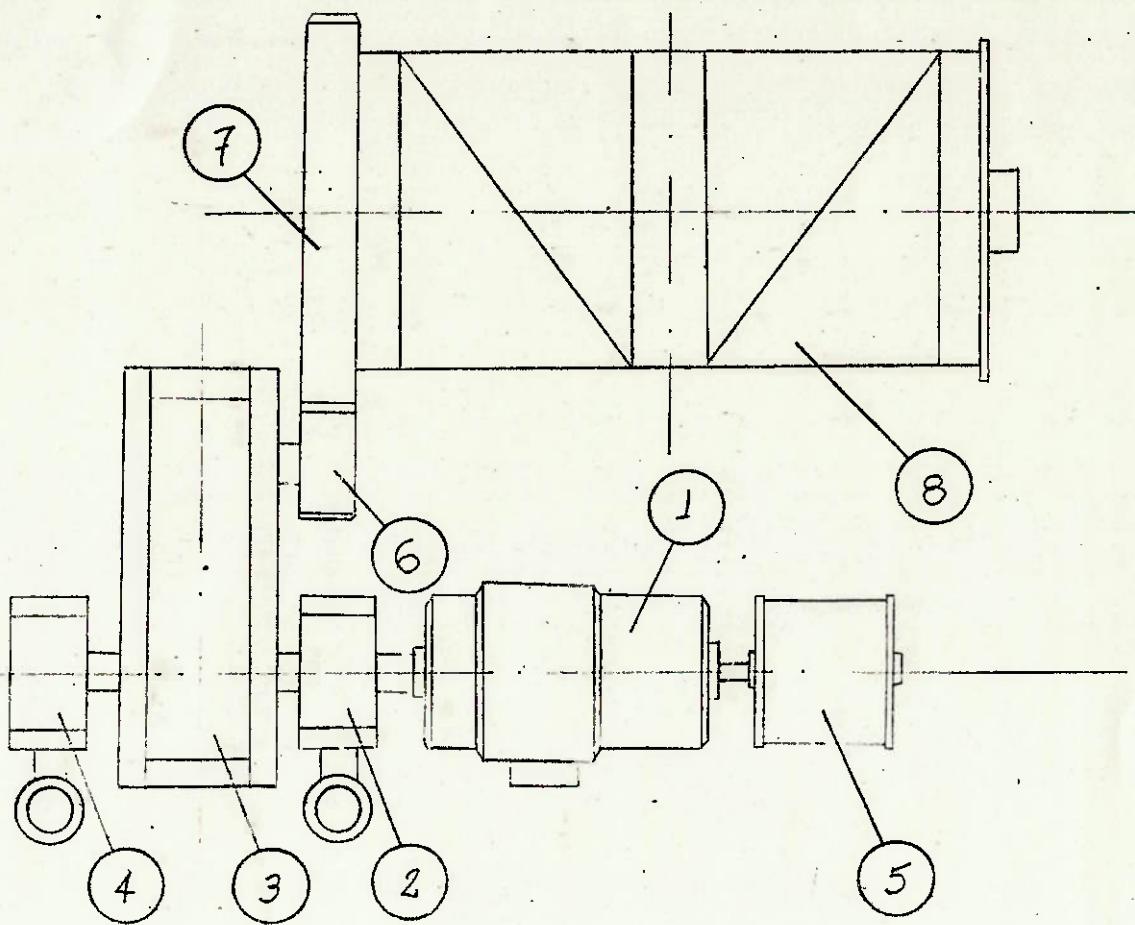
OBSERVAÇÃO :- Em um nível geral de formas construtivas, existe uma certa convenção na escolha de acoplamentos entre os elementos construtivos. Por exemplo:

- entre dois elementos rígidos como motor e redutor, procura-se colocar acoplamentos cuja flexibilidade esteja nos dois eixos (Ex.: Falk G10, G20).

- Por outro lado, quando se emprega um eixo flutuante entre dois elementos rígidos, procura-se colocar acoplamentos semi-flexíveis, ou seja, de um la-

do flexível e de outro lado rígido (G52). Há razões de ordem dinâmica para se acoplar o lado rígido ao elemento rígido e o lado flexível ao eixo flutuante. (Vide / item 2.5.3 - acoplamentos).

Após uma verificação final do conjunto, que ainda está fixado por meio de presilha, risca-se na superfície do carro os locais onde serão feitos furos para a fixação final por parafusos.



- 01 - Motor
- 02 - Freio de sapatas
- 03 - Redutor
- 04 - Freio de sapatas
- 05 - Freio dinâmico (Foucault)
- 06 - Pinhão
- 07 - Coroa
- 08 - Tambor

D E S C R I Ç Ã O

Em cada ponta do eixo de entrada do Redutor (3), estão acoplados:

- Freio eletrohidráulico (2) e a este o motor (1) e o freio dinâmico (5).
- Freio eletrohidráulico (4).

Como já esclarecido no tipo anterior, um dos freios chamado " de trabalho ", atua instantaneamente ao comando do operador. O outro " de segurança ", tem um tempo de resposta defasado (atrasado) do primeiro, e portanto, com desgaste menor. Este segundo freio atua como dispositivo de segurança em casos de emergência ou quando na manutenção do freio " de trabalho ".

À saída do redutor acopla-se o pinhão o qual engrenando à coroa do tambor realiza uma segunda redução. Pode-se colocar uma tampa de proteção neste engrenamento, contra contaminações externas.

A coroa é solidária ao tambor por meio de parafusos.

UTILIZAÇÃO

Esta construção também é bastante comum entre as pontes rolantes fabricadas.

É utilizado quando se deseja grandes reduções, sem a colocação de um redutor de grandes dimensões. Isto é conseguido com uma primeira redução no redutor e uma segunda no engrenamento coroa-pinhão entre os eixos de / saída do redutor e o eixo do tambor. Assim consegue-se reduzir consideravelmente o tamanho do redutor tornan-do o projeto viável economicamente.

Outra vantagem nesta construção é a possibilidade, de colocação de tambores de maior diâmetro visto que este não tendo eixo do tambor acoplado diretamente ao eixo do redutor (tipo 1), o diâmetro não é limitado / pela distância entre eixos do redutor (no tipo 01, diâmetros exclusivamente grandes podem resultar em inter-ferência entre o tambor e a carcaça do motor).

Esta maior possibilidade de diâmetro do tambor per-mite alturas de elevação maiores (maior quantidade de cabo enrolado).

Uma desvantagem nesta forma construtiva está no fa-tode que o engrenamento da redução secundária não está, completamente vedada contra poeira e resíduos que podem aderir ao lubrificante, sujando-o ou mesmo agir sobre a superfície do engrenamento, deteriorando e danificando-o.

Assim, conforme o ambiente em que o mecanismo for trabalhar, torna-se inviável a colocação deste tipo de construção.

OBS.: muitas vezes, nela vazão acima citada, o cliente' que o eixo do tambor saia direto do redutor pois este /

tem ótimas condições de vedação.

V A R I A N T E S

Assim como no tipo 01, esta construção também comum possui muitas variantes:

- O Freio de Foucault (5) como foi dito, pode estar na posição em que se encontra (fig. 2) ou no eixo do redutor (vide des. 01-003).

- Dependendo da disponibilidade física, pode-se optar pela colocação do eixo flutuante intermediário entre o motor e o redutor.

- Pode-se retirar um dos freios eletro-hidráulicos se o projeto assim permitir (retira-se o 2º freio de segurança e mantém-se o de trabalho funcionando).

S E Q U Ê N C I A D E M O N T A G E M

Como o tambor está apoiado, neste caso, sobre dois mancais, independentemente do redutor, não é necessário a colocação do redutor no carro num primeiro momento / (como acontecia na montagem do Tipo 01).

Coloca-se então o tambor a partir de suas linhas de centro indicadas no projeto, em relação à linhas de centro do carro.

Fixa-se os mancais do tambor por meio de presilhas.

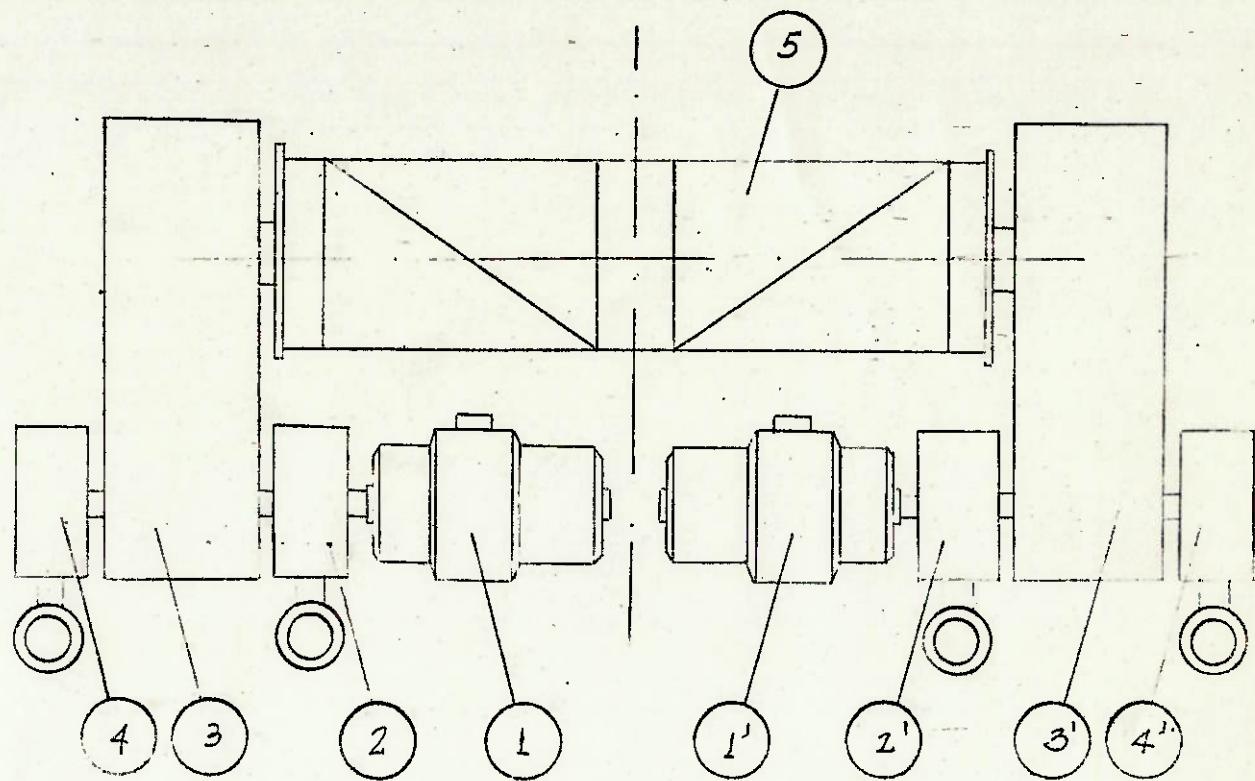
O redutor só então é colocado, à partir da linha de centro indicadas no desenho e o ajuste final é feito de modo a permitir o perfeito acoplamento do pinhão e da coroa.

Consegue-se isto a partir da pintura dos dentes das engrenagens e movimentação manual do pinhão e consequentemente da coroa, de forma a revelar os locais de maior desgaste da pintura nos dentes devido ao desalinhamento do engrenamento. Ajusta-se então o redutor ou o tambor de modo a minimizar e uniformizar o desgaste.

Fixado o redutor po presilhas, acoplam-se os demais elementos do eixo de entrada do redutor tomando-se como referência a linha de centro do referido eixo. Compara-se as posições assim obtidas como as indicadas no projeto para verificar se houve algum erro de fabricação ou projeto.

O ponto crítico da montagem, sem dúvida é o de conseguir o perfeito acoplamento entre engrenagem e pinhão, visto que neste local há grandes torque envolvidos o que caso contrário (se não houvesse acoplamento) causaria grandes danos ao engrenamento.

TIPO 03 Desenho (01-004) ANEXO



01 e 01' - Motor

02 e 02' - Freio de sapatas

03 e 03' - Redutor

04 e 04' - Freio de sapatas

05 - Tambor

D E S C R I Ç Ã O

As duas pontas de eixo do tambor (5) estão acopladas, cada qual a um sistema motor, redutor, freio de modo que a potência é transmitida ao tambor pelos dois lados.

Cada sistema é constituído de um redutor (3 e 3'), em cujo eixo de entrada estão acoplados:- em uma ponta um freio eletro-hidráulico (4 e 4')

em outra um
segundo freio (2 e 2') e o motor (1 e 1')

A construção é basicamente formada por duas formas/gêmeas e opostas do tipo 01 acopladas ao mesmo tambor , cada qual numa ponta de eixo do tambor.

U T I L I Z A Ç Ã O

Esta forma construtiva foi projetada para trabalhar com altas capacidades de elevação.

Sua concepção em um mecanismo duplo deveu-se ao fato de ser inconveniente e inviável à colocação de um motor de grande porte, muitas vezes inexistente no mercado, em um sistema simples (Tipo 01). Assim, dividiu-se a potência a ser transmitida em dois mecanismos separados, constituidos de motor, freio e redutor, e cuja

transmissão é feita em cada ponta de eixo do tambor único.

Torna-se assim, mais econômico à determinadas potências de elevação, que se projete um mecanismo com um par de motores de menor capacidade do que construir um mecanismo mais robusto de apenas um redutor e um motor, (que é de difícil acesso no mercado devido à elevada / potência que requer).

O sistema por outro lado exige uma maior precisão e sincronismo dos componentes já que são por um lado independentes e por outro transmitem cada qual uma potência que será tomada para elevação de carga.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Neste tipo de construção, em que o tambor está apoiado sobre dois redutores, não é possível a colocação / deste sem antes estarem fixos os redutores. Para isso, tomando-se as linhas de centro dos redutores à partir / das linhas de centro do carro indicadas no desenho, montamo-os corretamente.

Fixados os redutores, coloca-se o tambor e verifica-se suas linhas de centro em relação ao carro (desenho de fabricação e montagem).

O ajuste é feito movimentando-se os redutores até a posição correta do tambor.

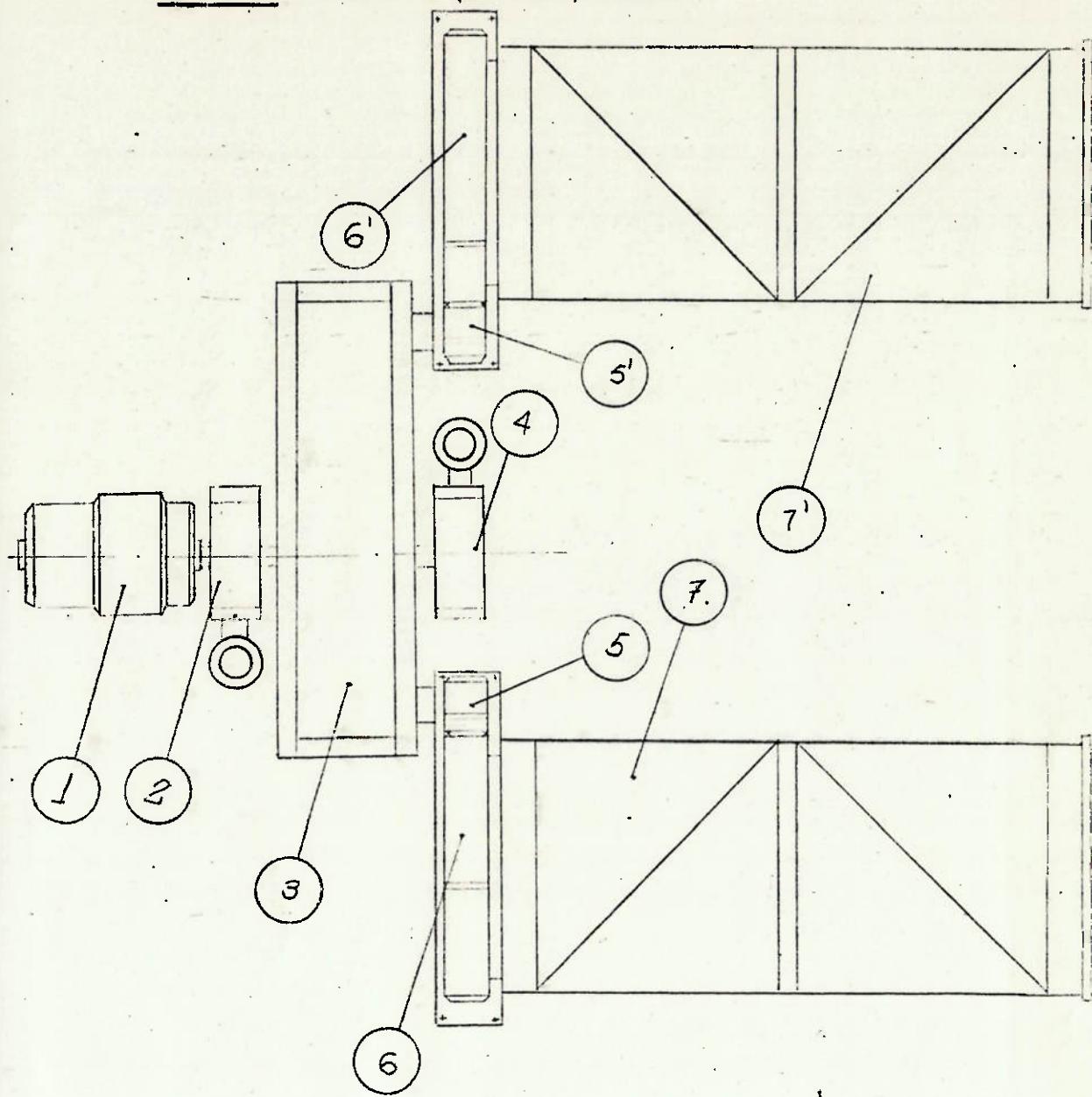
NOTA.: como já foi dito na sequencia de montagem do Típo 01, na montagem o mais importante é manter as linhas de centro do tambor no local correto.

Pade-se então acoplar os freios e motores com base na linha de centro do eixo de entrada do redutor.

Traça-se todos os pontos para a furação final.

Um ponto crítico na montagem está portanto perfeito no alinhamento dos redutores para que o tambor possa / ser acoplado corretamente e as linhas de centro coincidam com as prescritas no desenho.

É necessário no entanto, por razões obvias, que se fabrique o tambor com dimensões precisas, principalmente em relação ao comprimento do tambor e das pontas de/ eixo.



01 - Motor

02 - Freio de sapatas

03 - Redutor

04 - Freio de sapatas

05 e 05' - Pinhão

06 e 06' - Coroa

07 e 07' - Tambor

D E S C R I Ç Ã O

No eixo de entrada do redutor (03) estão acoplados de um lado um freio de sapatas (04) e do outro o segundo freio (02) juntamente com o motor (01).

O redutor duplo possui dois eixos de saída com velocidades sincronizadas. Em cada um deles é acoplado um pinhão (05 e 05') que engrena a uma respectiva coroa (06 e 06') parafusadas na estrutura do tambor (07 e 07').

U T I L I Z A Ç Ã O

Este tipo de construção é empregado em casos onde a extensão do cabo a ser enrolado é muito grande e que se fosse utilizada uma concepção com apenas um tambor, o comprimento ou diâmetro seriam demasiadamente grandes.

Assim constrói-se o sistema com dois tambores sincronizados para enrolamento maiores.

Se por um lado a saída mais viável foi esta, tem-se por outro lado algumas desvantagens.

- Necessidade de construção de um redutor duplo mais difícil e caro para fabricar.
- Necessidade de um moitão especial que seja muito

vimentado à partir do enrolamento de cabos de dois tambores.

V A R I A N T E S

Caso não haja espaço para a colocação do motor acoplado ao freio (02), pode-se coloca-lo acoplado ao outro freio (04), ficando entre os dois tambores.

O redutor duplo pode ser também planetário de tal modo a receber a potência de dois motores distintos e transmiti-la equalitativamente para os dois tambores sincronizados.

S E Q U Ê N C I A D E M O N T A G E M

A montagem deste tipo de construção é um pouco mais complexa que as do tipo que possuem apenas um tambor.

Como podemos notar, existem 4 linhas a serem determinadas pelas linhas de centro do carro e que definirão a localização dos tambores e consequentemente do moitão. Estas linhas são as linhas de centro longitudinais e transversais de cada tambor.

Montando os tambores segundo as linhas de centro determinadas e fixando-os por meio de presilhas, (ainda não foram feitos os furos para parafuzagem), coloca-se o redutor de modo a acoplar os dois engrenamentos (do

1º e 2º tambor). Os engrenamentos pinhão-coroa são os pontos críticos na montagem pois caso o acoplamento não seja correto irá causar um desgaste acentuado ou mesmo/quebra dos dentes das engrenagens, visto o alto torque na saída do redutor.

A saída entre esta montagem , o que define sua maior complexidade, e as montagens em construções com apenas um tambor está justamente no fato de que o ajuste / para o acoplamento pinhão coroa para perfeito engrenamento

tambor está justamente no fato de que o ajuste para o acoplamento pinhão coroa para perfeito engrenamento tem de ser feito às custas de deslocamentos de um ou dos dois tambores, já que é impossível só com o movimento de ajuste do redutor, obter acoplamento perfeito em casos onde houver algum desvio dimensional. Assim compromete-se as linhas de centro dos tambores e consequentemente a posição dos moitoões em relação às linhas de centro do carro.

É necessário pois, que, após os ajustes finais, verifique se as linhas de centro dos tambores em relação as linhas de centro do carro estejam dentro das tolerâncias esperadas.

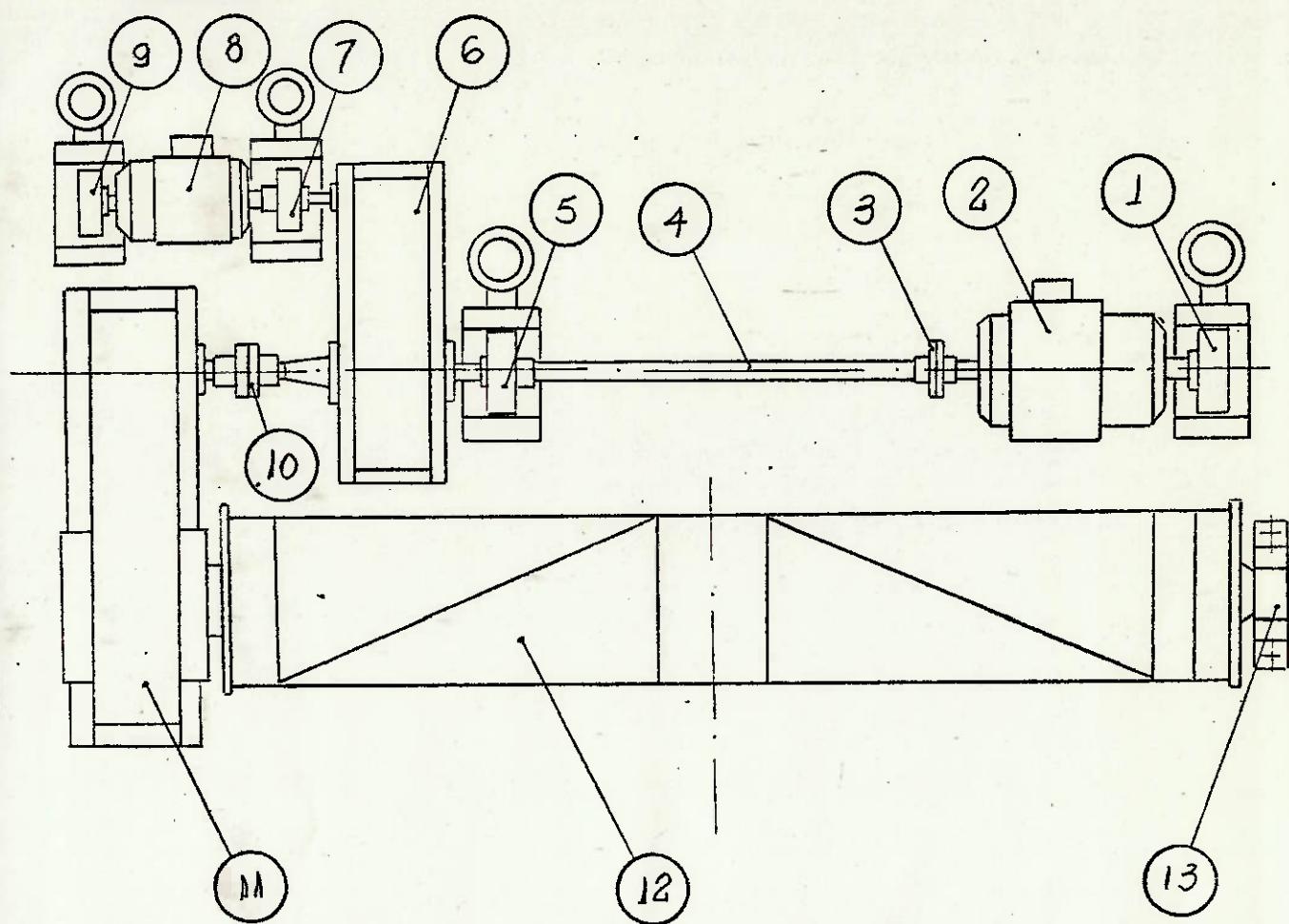
Após colocar o redutor, monta-se o conjunto de elementos (freios e motor) no seu eixo de entrada, fixando todos eles por presilhas.

Faz-se então uma verificação final e marca-se na superfície do carro os pontos onde haverá furação para posterior fixação definitiva do conjunto.

Um ponto crítico de fabricação é o perfeito dimensionamento do redutor, principalmente a distância entre os dois eixos de saída.

A fabricação da coroa e do pinhão também deve ser de boa precisão.

TIPO 05



- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1 - Freio de sapatas | 8 - Motor |
| 2 - Motor | 9 - Freio de sapatas |
| 3 - Acoplamento | 10 - Acoplamento |
| 4 - Eixo flutuante | 11 - Redutor de elevação |
| 5 - Freio de sapatas | 12 - Tambor |
| 6 - Redutor Planetário | 13 - Mancal do tambor |
| 7 - Freio de sapatas | |

- DESCRICAO

No redutor planetário (6) estão acoplados:- no primeiro eixo de entrada:- Freio (5), eixo flutuante (4), acoplamento (3), motor (2) e o freio (1)

No segundo eixo de entrada:- Dois freios (7 e 9) e o motor (8).

A saída do redutor planetário é acoplado por (10) está o redutor auxiliar (11) cujo eixo de saída é o próprio eixo do tambor (12). A outra ponta do tambor é apoiada no mancal (13).

- UTILIZACAO

O mecanismo com redutor planetário é utilizado quando se quer 2 velocidades distintas de elevação.

O travamento de um dos eixos e o acionamento do outro produz uma velocidade. A outra é obtida com uma sequência inversa.

A grande desvantagem deste tipo construtivo é a dificuldade de fabricação e elevado nº de peças que encarecem o mecanismo e não justificam muitas vezes a pouca necessidade de elevações com 2 velocidades distintas.

Este mecanismo portanto, é utilizado apenas em casos especiais que justifiquem seu projeto.

- VARIANTES

Existem muitas formas construtivas que utilizam o redutor planetário:

- Dependendo do espaço disponível pode-se colocar os dois motores num mesmo lado (no desenho encontram-se alternados).

- O redutor planetário e o auxiliar de elevação podem ser projetados de maneira a formarem uma só carcaça de redutor.
- A saída do redutor pode conter o próprio eixo do tambor ou um pinhão que transmite a potência por um engrenamento com coroa parafusada no tambor.
- Podem existir eventualmente um ou dois tambores dependendo do caso.

- SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

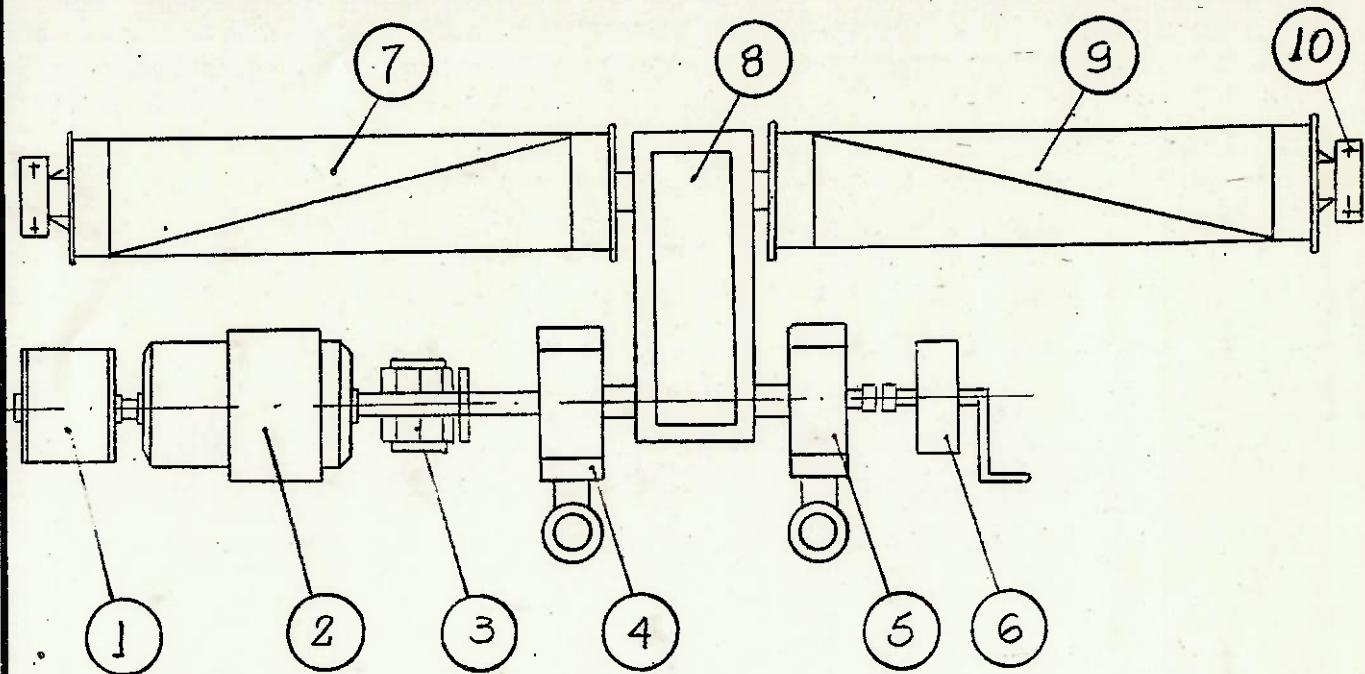
Localiza-se as linhas de centro do redutor auxiliar em relação às do carro e coloca-se o redutor fixando-o por presilhas.

Coloca-se o tambor cujo eixo está apoiado no redutor auxiliar, verificando as linhas de centro com as do desenho. Se estiverem fora de posição, o ajuste é feito com movimentação do mancal e/ou eventualmente do redutor.

Coloca-se o redutor planetário segundo as linhas de centro no desenho e verifica-se se alinhamento com o redutor auxiliar. O ajuste em caso de desalinhamento é feito a partir da movimentação do redutor planetário em relação à linha de centro do eixo de entrada do redutor auxiliar. Monta-se os conjuntos de freios e motores para cada eixo de entrada do redutor planetário, tomando-se como referências as linhas de centro destes eixos.

TIPO 06

(Des:- 01-007)



- 1 - Freio dinâmico (Foucault)
- 2 - Motor
- 3 - Alternador
- 4 - Freio de sapatas
- 5 - Freio de sapatas
- 6 - Mecanismo de acionamento manual
- 7 - Tambor
- 8 - Redutor
- 9 - Tambor
- 10 - Mancal do tambor

- DESCRICAÇÃO

Cada lado do eixo de entrada do redutor contem:

- Freio de Foucault (1) acoplado ao motor (2), freio de sapatas (4) e alternador (3).
- Freio de sapatas (5) juntamente com o sistema de acionamento manual (6)

No eixo de saída do redutor estão acoplados de cada lado os tambores de elevação (7 e 9)

- UTILIZAÇÃO

O mecanismo é usado em casos em que a concepção de um único tambor resultaria num comprimento excessivamente grande deste, causando problemas de flexão e mesmo deformação. Assim, dividi-se o tambor em 2 metades e coloca-se o redutor no centro.

O tambor, se fosse único teria apenas 2 pontos de apoio. Agora dividido em 2, possui 4 pontos de apoio.

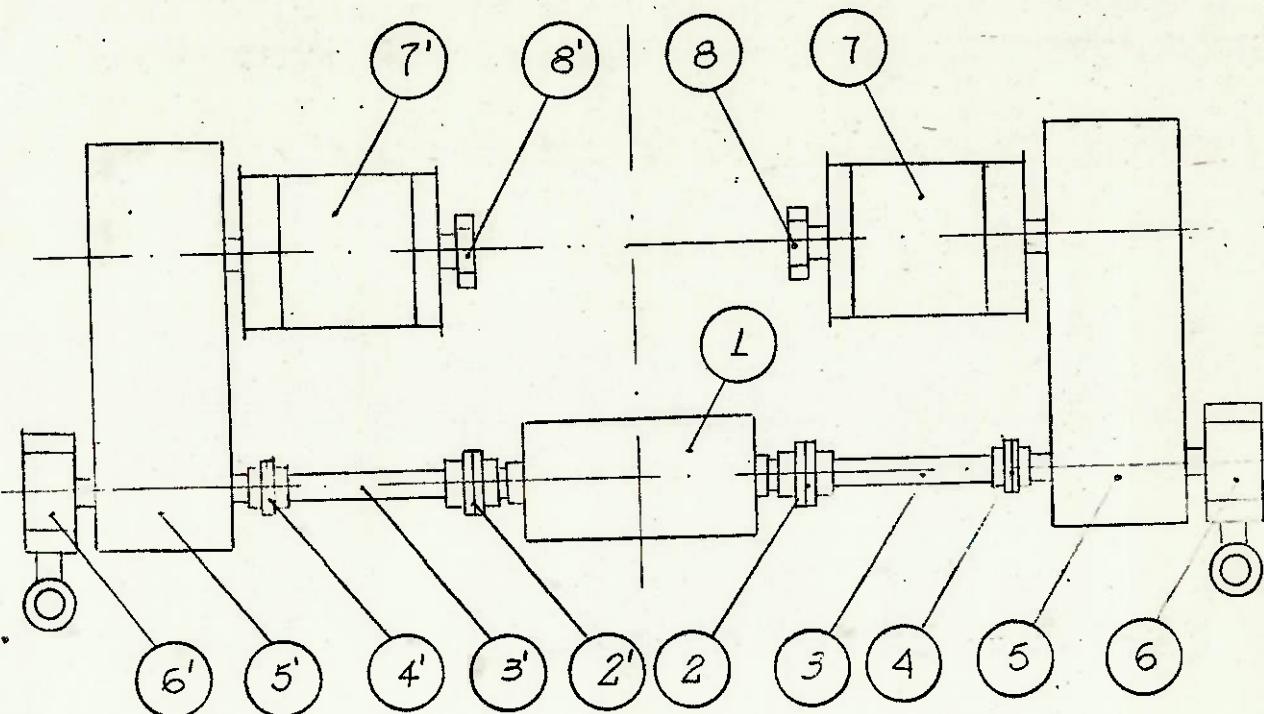
Um exemplo de utilização deste tipo de forma construtiva são os projetos que necessitam de vigas pescadoras, o que requer moitões gêmeos e a uma distância razoável entre si.

- SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

- Determina-se no carro as linhas de centro do tambor e redutor.

- Como o eixo de saída do redutor está diretamente acoplado aos tambores, torna-se necessário a colocação do redutor antes dos tambores.
- A linha de centro do eixo de saída do tambor coincide com as linhas de centro dos tambores, o que facilita a montagem.
- Colocado o redutor e fixado por presilhas, acoplam-se os tambores e verifica-se seu correto posicionamento ajustando-os com o movimento dos mancais dos tambores (10).
- Coloca-se os freios, motor e demais equipamentos tomando-se como referência o eixo de entrada do redutor.
- O ponto crítico da montagem, sem dúvida é o posicionamento correto do redutor central pois a localização dos 2 tambores está diretamente ligada a este procedimento.

TIPO 07 Desenho(01-008) ANEXO



- 01 - Motor
- 02 e 02' - Acoplamento
- 03 e 03' - Eixo flutuante
- 04 e 04' - Acoplamento
- 05 e 05' - Redutor
- 06 e 06' - Freio de sapatas
- 07 e 07' - Tambor
- 08. e 08' - Mancal do tambor

D E S C R I Ç Ã O

Um motor único (saída dos 2 lados) transmite potência por meio de eixos flutuantes (3 e 3') a dois redutores (5 e 5').

Em cada eixo de entrada dos redutores estão também acoplados os freios de sapatas (6 e 6').

À saída dos redutores é diretamente acoplados a estes (eixo redutor = eixo tambor) estão os tambores de elevação.

U T I L I Z A Ç Ã O

A utilização deste tipo de construção é a mesma da do tipo anterior (tipo 06), ou seja, no levantamento de cargas que necessitem de vigas longas sustentadas por moitões gêmeos.

O emprego desta forma construtiva é vantajoso para distâncias entre moitões tais que em se usando a concepção nº 07, a região utilizada dos tambores seria apenas as extremidades, ficando todo o resto do tambor, inutilizado para enrolamento. Isto pode tornar a solução 07 onerosa e desnecessária.

Assim, em vez de prolongar o tambor e usar apenas as extremidades, acopla-se eixos flutuantes no motor e coloca-se dois redutores com tambores de menor comprimento de cada lado.

A vantagem, portanto, está na diminuição do comprimento do tambor com economia de material e ocupação de menos espaço no carro.

A desvantagem e motivo pelo qual também decidirá a escolha deste tipo construtivo é a necessidade de colocação de dois redutores em vez de um.

VARIANTES

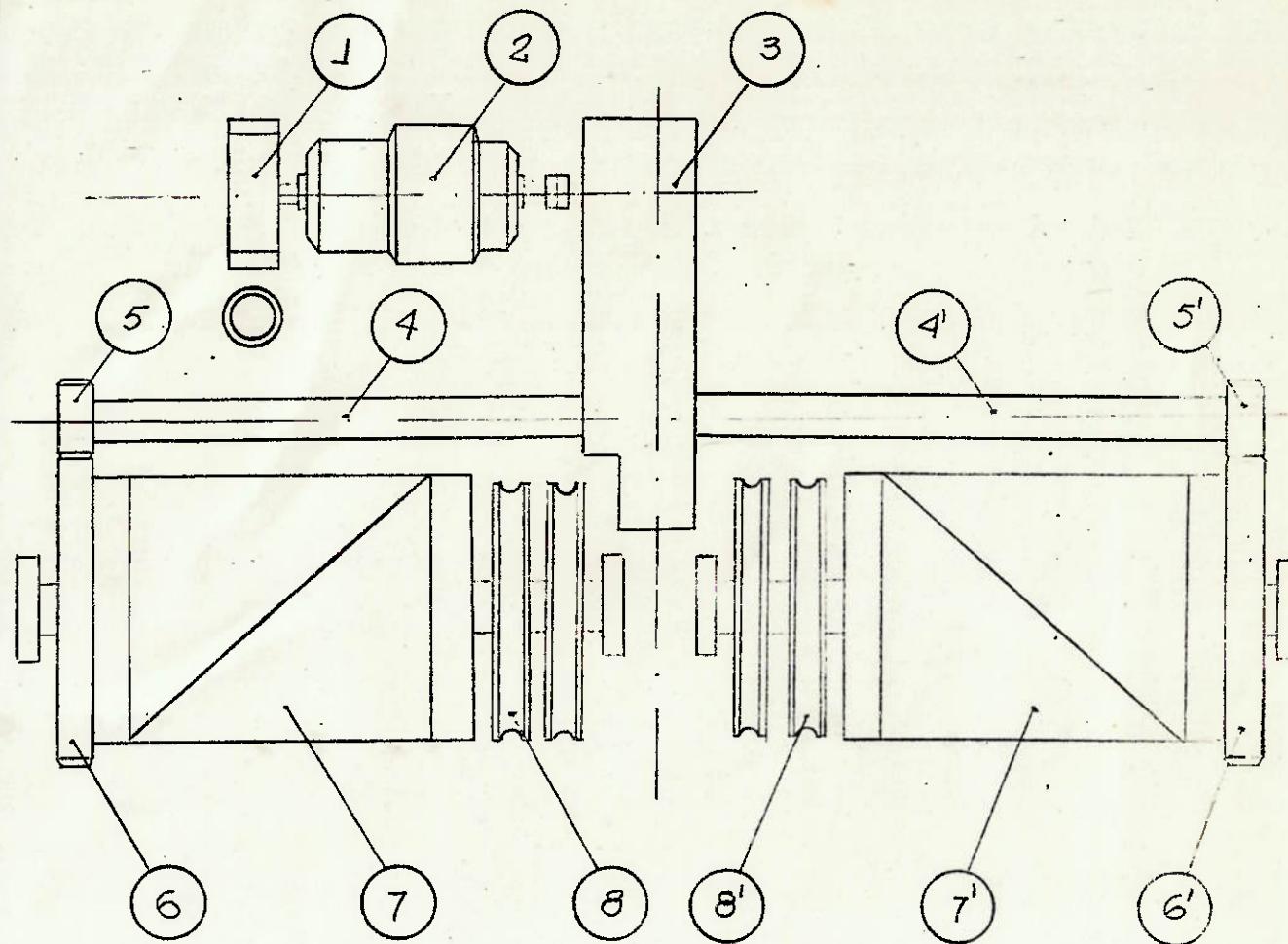
Caso as características de elevação exijam a colocação de um motor muito grande no sistema, pode-se dividir a potência transmitida nos tambores colocando um motor à entrada de cada redutor. É necessário porém a colocação de um eixo mecânico ou elétrico que sincronize as velocidades dos 2 motores, fazendo com que as movimentações dos moitões gêmeos sejam iguais.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Inicia-se a montagem com a colocação dos dois redutores em suas posições pré-definidas no desenho de montagem. Acopla-se os tambores verificando o correto posicionamento das linhas de centro destes em relação às linhas de centro do carro.

Acopla-se os eixos flutuantes aos redutores e ao motor. É importante na montagem que os tambores fiquem corretamente posicionados o que caso contrário, pode originar problemas no enrolamento do cabo, posicionamento da viga pescadora, etc..

Por outro lado, é imperativo na montagem que a distância entre motor e redutor sejam precisas para que se encaixem perfeitamente os eixos flutuantes que os ligam.



- 01 - Freio de sapatas
- 02 - Motor
- 03 - Redutor
- 04 e 04' - Eixo flutuante
- 05 e 05' - Pinhão
- 06 e 06' - Coroa
- 07 e 07' - Tambor
- 08 e 08' - Roldanas de passagem

D E S C R I Ç Ã O

Motor e freio de sapatas estão acoplados ao eixo de entrada do redutor central.

No eixo de saída do redutor estão acoplados, de cada lado, os eixos flutuantes, cada qual transmitindo potência a um pinhão engrenado à coroa solidária ao tambor.

U T I L I Z A Ç Ã O

A utilização deste tipo de construção pode ser a mesma dos dois tipos anteriores: Um tambor muito grande traria problemas de flexão e necessidade de estrutura mais robusta. A divisão em dois tambores fornece 2 pontos de apoio para cada um deles e um menor comprimento.

Além do mais, pode-se com isso colocar as roldanas de passagem no próprio prolongamento do eixo de cada tambor, com economia de espaço e material.

Este sistema tem a vantagem em relação ao tipo anterior (tipo 07) de necessitar de apenas um redutor sendo que os engrenamentos coroa-pinhão completem a redução.

A desvantagem deste tipo contrutivo, bem como de todos os outros que utilizam o engrenamento coroa-pinhão na saída do redutor e no tambor, é a impossibilidade de trabalhar em ambientes com muitas partículas em suspensão ou de gases agressivos que deterioraram as engrenagens e contaminam o lubrificante devido a vedação não tão eficiente que nos redutores em carcaça fechada.

VARIANTES

Uma das variantes mais comuns desta forma construtiva bem como de todas as demais está na disposição e número de freios do sistema, segundo opções de projeto.

Assim pode-se colocar um freio de sapatas apenas, ou dois, caso seja exigido um de segurança. O freio dinâmico também é opcional, sendo sua localização no eixo do motor ou na eixo do redutor.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

O tambor, não estando diretamente acoplado ao eixo do redutor pode ser montado independentemente, pelas linhas de centro localizadas no carro segundo desenhos de montagem.

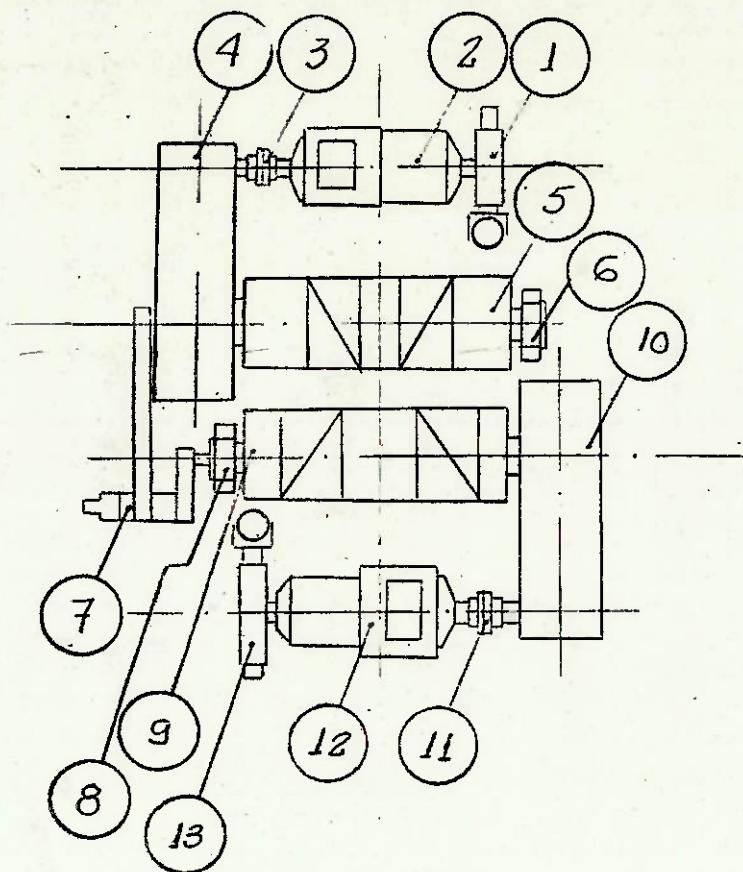
Coloca-se o redutor e os eixos flutuantes de forma que as linhas de centro dos pinhões e coroas se coincidam. O perfeito acoplamento entre coroa e pinhão é feito, na prática, como o descrito na sequência de montagem do tipo 02, ou seja:

- Pinta-se alguns dentes das engrenagens com uma tinta especial
- Movimenta-se manualmente o pinhão-coroa
- Os pontos de maior desgaste da tinta nos dentes é indicador do desalinhamento
- Ajusta-se o redutor de forma a minimizar e uniformizar o desgaste

- Colocam-se o motor e o freio de sapatas tomando-se como referência o eixo de entrada do reductor
- OBS.: Todos os equipamentos são fixados nesta primeira etapa por presilhas. Ao final, traçam-se os lugares corretos para a furação no carro. Só assim os equipamentos são recolocados e apafusados definitivamente à estrutura do carro

T I P O 09

TIPO 09 Desenho (01-010) ANEXO



- 01 - Freio de sapatas
- 02 - Motor
- 03 - Acoplamento
- 04 - Redutor de elevação
- 05 - Tambor de elevação
- 06 - Mancal
- 07 - Fim de curso diferencial
- 08 - Mancal
- 09 - Tambor de fechamento
- 10 - Redutor de fechamento
- 11 - Acoplamento
- 12 - Motor
- 13 - Freio de sapatas

D E S C R I Ç Ã O

Este mecanismo é responsável pela elevação, fechamento e abertura da caçamba. Estes movimentos serão feitos através de dois tambores independentes, acionados por 2 motores idênticos de anéis, utilizados exclusivamente para o movimento da caçamba.

Pode-se dizer que as funções de elevação, fechamento e abertura da caçamba são feitos por dois conjuntos distintos. Cada conjunto é composto, essencialmente, de 1 motor, 1 freio, 1 redutor e 1 tambor. Em cada conjunto, o torque proveniente do motor é transmitido ao redutor de velocidade que fornecerá ao tambor a velocidade e o torque necessários ao movimento da caçamba.

Somente um destes conjuntos comandará os movimentos de abertura e fechamento da caçamba.

O içamento da mesma será feito através de ambos os conjuntos, ou seja, para elevar a caçamba os dois motores acionarão os tambores simultaneamente.

E - Elevação

H - Abertura e fechamento

U T I L I Z A Ç Ã O

Esta forma construtiva, como já foi dito, é especial para acionamento de caçamba.

A caçamba, descrita no item anterior, é um mecanismo próprio para carregamento de materiais granulados. Pode ser utilizado para transportar cereais, terra, calcário, carvão, ração, areia, e demais materiais a granel.

S E Q U Ê N C I A D E M O N T A G E M

A sequência de montagem de cada conjunto separadamente é identica à sequência apresentada no tipo construtivo nº 01. Deve-se apenas acrescentar os dispositivos para controlar ou limitar os movimentos da caçamba.

Estes dispositivos são:

- Chave fim-de-curso, seletor diferencial, que limitará as posições extremas de abertura e fechamento da caçamba, bem como as posições superior e inferior do mesmo.
- Chave fim-de-curso de força para desligamento no ponto superior, que atuará somente em caso de falha da chave fim-de-curso seletor diferencial, no ponto superior.

1.2 - CONCLUSÕES

A forma contrutiva do mecanismo de elevação que se projeta depende basicamente:

- Serviço a que se destina: - capacidade, local, tipo de carga, etc.,
- Espaço disponível
- Segurança exigida
- Custo

Cada um destes ítems, especificados pelos clientes ou seguindo as normas do fabricante, definirão a melhor forma construtiva, segundo características dos modelos já existentes ou por ventura, o projeto de um mecanismo novo, caso seja necessário.

Observamos assim, que cada forma construtiva se encaixa à uma determinada situação prevista e que a mudança de qualquer um dos parâmetros desta situação pode determinar a sua parcial ou total inconveniência.

Num caso de inconveniência parcial, pode-se tentar encontrar uma de suas variantes e no caso de inconveniência total, procura-se outras formas construtivas que melhor se adaptem à nova situação.

T A M B O R

2 - ELEMENTOS CONSTITUINTE S

2.1 - T A M B O R

Basicamente os tambores que hoje são fabricados podem ser classificados, entre outras formas, das seguintes maneiras:

- Quanto à disposição e fixação da coroa no tambor
- Quanto às características de fixação do eixo ou ponta de eixo (prensado ou soldado)
- Quanto ao nº de flanges (simples ou dupla)

Logicamente um tambor pode ser projetado com as diferentes combinações destas maneiras apresentando muitas formas construtivas, dependendo das características requeridas em cada caso.

Neste aspecto, dentro dos estudos dos tipos de tambores utilizados, levou-se em conta os tambores usualmente fabricados devido às suas facilidades de construção e montagem.

OBS.: Os tambores atualmente fabricados são construídos de chapas de aço calandradas e soldadas, sendo raro o emprego de tambores fundidos para o mecanismo de elevação. Todos os tipos descritos neste estudo, portanto, são construídos sobre chapas.

OBS.: Convém lembrar que as utilizações, vantagens e desvantagens que serão descritas a seguir são de caráter genérico, sendo que um mesmo problema pode ser resolvido de várias formas, sempre dando diferentes tipos de tambores, não sendo portanto rígida a escolha de um ou outro tambor

T I P O S U T I L I Z A D O S

TIPO 01 (ver desenho 02-001) ANEXO

- DESCRIÇÃO

Trata-se de um tambor (chapa calandrada e soldada) de simples flange no qual as pontas de eixo, fabricadas à partir de aço laminado, são soldadas. A engrenagem (coroa) é acoplada na ponta de eixo e fixada por meio de chaveta.

- APLICAÇÃO

Esta concepção é uma das mais comuns existentes devido à sua facilidade de fabricação. Porém é um tipo indicado para tambores de diâmetros menores pois nestes casos não há ocorrência de deformação do flange devido às forças de reação nos apoios.

OBS.: Uma outra observação de caráter geral é que os tambores vão progressivamente deixando de serem fabricados com eixos inteiros para construção com apenas pontas de eixo.

Esta opção é hoje escolhida pelo aspecto de economia de material.

Pode-se em alguns casos, ser soldado um tubo metálico entre as pontas de eixo para conferir ao sistema uma estabilidade dinâmica e uma melhor distribuição de esforços.

- MONTAGEM

As únicas operações de montagem do tambor depois de fabricado são:

- Colocação da engrenagem chavetando-a.
- Colocação dos elementos de fixação do cabo
- Montagem do manual na ponta de sítio

TIPO 02 (Ver desenho 02-002) ANEXO

- DESCRIÇÃO

O tambor possui dupla flange nas duas extremidades, sendo que em uma delas está soldada uma ponta de eixo. Na outra extremidade está soldada nas flanges um "eixo tubular" e neste "eixo tubular" a outra ponta de eixo.

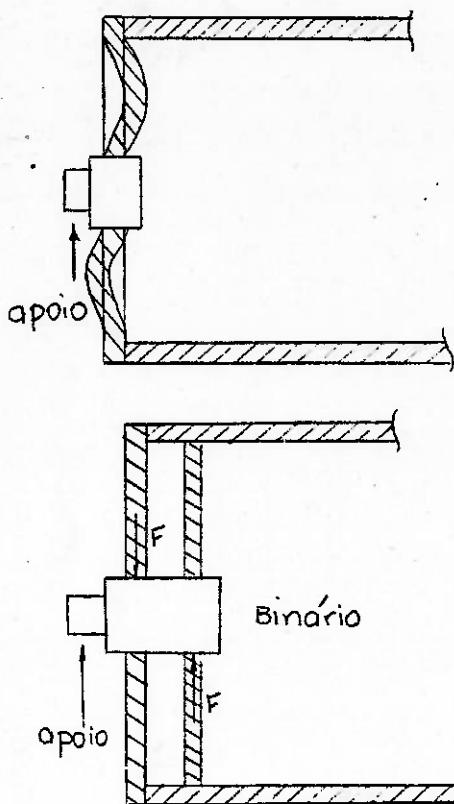
O eixo tubular possui uma flange onde é parafusada a engrenagem que auxiliará na redução da velocidade.

O desenho ilustra um tambor com ranhuras 50% à direita e 50% à esquerda.

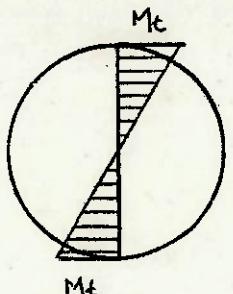
- APLICAÇÃO

Este tambor é utilizado em diâmetros um pouco maiores, mas que ainda é viável sua colocação direto à saída do redutor.

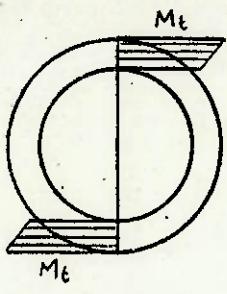
A dupla flange é colocada para melhora da rigidez em casos que a adoção de simples flange acarretaria em desflexão desta flange:



O "eixo tubular" ou "eixo oco": - há uma melhora significativa da resistência à torção à medida que se aumenta o diâmetro. Porém, se optássemos por um eixo maciço de grandes diâmetros apenas para suportar o momento de torção, o custo deste eixo seria muito elevado. Sabendo-se que o valor do momento torçõ se concentra mais na periferia do eixo e por uma questão de economia de material utiliza-se o eixo tubular que consegue bons valores quanto à resistência à torção, com pouco material para sua fabricação.



eixo maciço



eixo tubular

- MONTAGEM

- Colocação de engrenagem na flange do eixo tubular e parafusá-la
- Montagem do manual na outra ponta do eixo
- Colocação dos elementos de fixação do cabo.

TIPO 03 (ver desenho: 02-003) ANEXO

- D E S C R I Ç Ã O

O tambor é de flange dupla raiada com ponta de eixo soldado.

Os furos realizados nas flanges são importantes para a diminuição da massa do tambor e consequentemente a sua inércia. Também facilitam no processo de fabricação e montagem do tambor pois dão acesso à entrada do operário para soldar, inspecionar, etc.,

A coroa é acoplada ao corpo do tambor por meio de pinos de forma que a ponta de eixo não sofra torção.

- A P L I C A Ç Ã O

Este tipo de tambor é usado em casos que necessitam um diâmetro relativamente grande. A redução é feita primeiramente no redutor e posteriormente num engrenamento "coroa-pinhão", sendo o eixo do tambor, portanto, diferente do eixo de saída do redutor. A coroa está diretamente acoplada ao tambor.

Uma desvantagem deste tipo de construção é uma das principais causas de sua substituição por outros tipos está na dificuldade de fabricação com as pontas de eixo soldadas nas flanges.

As pontas, uma vez soldadas, precisam ser usinadas de forma que são necessárias máquinas de grande porte para que o tambor possa ser acoplado.

Isto exige um tempo de máquina maior e mais elevado, para executar um pequeno serviço.

- M O N T A G E M

- Colocação da coroa no tambor e fixação dos pinos
- Montagem dos mancais nas pontas de eixo
- Colocação dos elementos de fixação do cabo

TIPO 04 (ver desenho: 02-004) ANEXO

- D E S C R I Ç Ã O

Trata-se de um tambor semelhante ao tipo anterior (03), mas com a diferença das pontas de eixo serem prensadas, em vez de soldadas. As pontas são prensadas em anéis soldados nas flanges.

Como no exemplo anterior, a coroa é acoplada por pinos no corpo do tambor. A ponta de eixo não sofre torção e a potência é transmitida por engrenamento coroa-pinhão, fora do redutor.

- A P L I C A Ç Ã O

A aplicação é a mesma do tipo anterior, ou seja, para tambores de grandes diâmetros e utilização do sistema coroa-pinhão em que os eixos de saída do redutor e do tambor são distintos.

A vantagem deste processo em cia do anterior é que, com o eixo prensado, é possível usiná-lo separadamente do tambor em tornos convencionais e os anéis internos, soldados no tambor por meio de mandrilhadeira (tambor parado, ferramenta rotativa).

Assim, o tempo de usinação bem como o custo das máquinas (sendo máquinas menores) são menores tornando o projeto mais econômico.

- M O N T A G E M

A sequência é a mesma do tipo anterior com exceção das pontas de eixo.

A montagem das pontas de eixo são por interferência de maneira que estes devem ser resfriados antes de serem acoplados. Normalmente utiliza-se "gelo seco" em solução com álcool para resfriamento.

TIPO 05 (ver desenho: 02-005) ANEXO

- D E S C R I Ç Ã O

Este tipo também tem dupla flange podendo ser raiada ou não, com ponta de eixo prensado.

A diferença está na fixação da coroa que é por meio de parafusos. A coroa possui um anel soldado e o tambor, uma flange nos quais se encontram os furos para colocação dos parafusos.

- A P L I C A Ç Ã O

Este tipo de tambor mais frequentemente utilizado atualmente para grandes diâmetros e com engrenamento "coroa-pinhão" fora do redutor. São duas as principais vantagens sobre os demais tipos (03 e 04):

- A primeira vantagem é a concepção com ponta de eixo prensado, o que, como explicado no tipo 04, facilita a fabricação com redução de custo.

- A segunda vantagem está no tipo de fixação da coroa. Verificou-se que haviam problemas de fabricação da coroa que vai acoplada no tambor, no tipo 03 e 04.

Este problema era de deformação elástica da coroa na usinagem dos dentes, pois a engrenagem tinha uma expressura muito pequena para o diâmetro, módulo e altura dos dentes desejados. Isto provocava distorções dimensionais nos dentes da engrenagem usinada

A solução encontrada foi a utilização do tipo 05 cuja engrenagem possui um anel soldado à coroa para fixação no tambor por parafusos. Este anel providencialmente concede à coroa uma maior rigidez de forma a não se deformar quando na usinagem dos dentes.

- M O N T A G E M

- Colocação das pontas de eixo por meio de resfriamento
- Montagem dos mancais
- Colocação das presilhas de fixação do cabo
- Acoplamento da engrenagem e fixação por parafusos.

OBS.: na fabricação são feitos rebaixos no anel soldado à coroa para ajuste preciso da coroa no momento de montagem.

R E D U T O R E S

2.2 - REDUTORES

Os redutores utilizados no mecanismo de elevação podem ser classificados, de uma maneira geral, pelas seguintes características.

- a) sistema de redução:- sistema planetário, sistema com coroa-pinhão, etc.
 - b) forma de fabricação da carcaça:- soldada ou fundida
 - c) formato da carcaça e disposição dos eixos
 - d) nº de eixos
- a) Sistemas de redução

O sistema de redução dependerá da aplicação a que se destina, por exemplo:

- Em um projeto normal de elevação, onde a velocidade do tambor é constante, emprega-se o redutor comum, de sucessivos engrenamentos "coroa-pinhão" (vide desenho 01-001).
- Em um projeto que necessite duas velocidades distintas para o eixo de saída do redutor, utiliza-se o sistema planetário onde dois motores de rotacões nominais diferentes são acoplados aos eixos de entrada do redutor

- Para casos que necessitem de 2 tambores para elevação da carga (vide desenho 01-005), utiliza-se o redutor duplo, onde apenas um motor (um eixo de entrada), aciona dois eixos de saída. O esquema interno dos engrenamentos é o mesmo do redutor convencional (simples), porém existem duas ramificações no eixo de entrada, um para eixo de entrada. Este porém é um redutor especial usado apenas em casos típicos, não tão comum quanto os dos sistemas anteriores.

b) Forma de fabricação da carcaça

Dentre as duas formas de fabricação de carcaças podemos comparar algumas características:

- A carcaça fundida apresenta um maior peso em relação a um redutor de carcaça soldada de mesma capacidade.
- A carcaça soldada não absorve o ruído tão bem quanto a carcaça fundida.
- A carcaça soldada é mais resistente que a fundida.

Atualmente os redutores fabricados pelas empresas construtoras de equipamentos de elevação são de carcaça soldada. Alguns aspectos justificam este procedimento:

- A tecnologia e os equipamentos de corte e soldagem são relativamente aprimorados visto a necessidade de fabricação na empresa, das estruturas das pontes, porticos, etc, que são constituídas de chapas soldadas.

Com isso a empresa tem condições mais que satisfatórias para a fabricação de carcaças à partir da mesma tecnologia.

- Como em geral estas empresas não possuem equipamentos para fundição, torna-se necessário a contratação de serviços externos para a fabricação de carcaças fundidas. As unidades fabricadas não são de uma maneira geral seriadas o que inviabiliza este tipo de procedimento visto o custo de fabricação de moldes para fundição de um número restrito de carcaças.

OBS.: Uma outra possibilidade poderia ser a compra do redutor pronto de empresas especializadas. Este procedimento também não é viável para redutores de elevação tendo em vista que para utilização destes redutores seria necessário um acoplamento entre a saída do redutor e o equipamento de elevação. Este acoplamento por sua vez teria dimensões muito grandes e de custo muito alto, devido ao alto torque na saída do redutor.

Nota-se que em todos os redutores estudados, o eixo do tambor é o próprio eixo de saída do redutor ou em casos de engrenamento "coroa-pinhão" externos ao redutor (vide desenho 01-003) o pinhão é usinado no próprio eixo de saída do redutor. Assim são eliminados os inconvenientes de se usar acoplamientos à saída do redutor de elevação.

c) Formato da carcaça e disposição dos eixos

Existem vários formatos de redutores cuja disposição peculiar dos eixos são justificados pelas aplicações e limitações a que se destinam.

Os redutores do mecanismo de elevação tem, de uma maneira geral, a particularidade de serem em sua grande maioria de carcaça horizontal, encontrando-se alguns de carcaça inclinada e não se tendo em visto nenhum projeto já pronto que tenha carcaça vertical.

Este ítem será abordado detalhadamente nos tipos de redutores estudados (à seguir).

nº de eixos

O nº de eixos de um redutor dependerá da relação de transmissão que se deseja, com a preocupação de projetá-lo com as menores dimensões possíveis. Assim, por exemplo, para uma determinada redução, o emprego de um redutor de 4 eixos resulta em um redutor mais compacto que se optássemos por um redutor de 3 eixos com engrenagens excessivamente grandes. Isto quer dizer que o nº de eixos não é na prática diretamente proporcional às dimensões do redutor.

Como o estudo não envolve cálculos, os desenhos dos tipos de redutores foram baseados em 4 eixos, sendo que todos eles podem ser fabricados com qualquer nº de eixos (3,5, etc), dependendo das reduções desejadas.

CONSIDERAÇÃO SOBRE AS ENGRANAGENS

De uma maneira geral, os redutores do mecanismo de elevação apresentam engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais e de dentes retos sendo que estes últimos se encontram nas proximidades do eixo de saída enquanto os dentes helicoidais estão próximos do eixo de entrada do redutor. Este tipo de construção é feito para diminuição do ruído no redutor.

As engrenagens helicoidais, mais caras e de difícil fabricação, são mais silenciosas e por isso usadas apenas nos eixos de maior rotação (entrada). Já os eixos de menor rotação (saída), podem ser projetados com engrenagens de dentes retos pois o ruído é menor.

TIPOS UTILIZADOS

Considerações sobre a apresentação dos desenhos:

Observando o desenho interno do redutor para diferentes formas de carcaça de um mesmo sistema de redução e mesmo nº de eixos, verificou-se que estas vistas eram idênticas excetuando-se alguns detalhes de fabricação irrelevantes para o nosso estudo. Assim, foram feitas as vistas internas de dois sistemas de redução (planetário e "coroa-pinhão" (comum)) em folhas A.2 e as vistas frontais dos diferentes formatos de carcaça em folhas tipo A.4. Para cada formato de carcaça está assinalada a secção de corte (A-A) que corresponde a vista interna na folha A.2. Assim o desenho de conjunto do redutor estará completo visualizando o formato da carcaça A.4 e o respectivo corte em A.2.

Com este procedimento pôde-se desenhar todos os tipos de redutores, sem perder o principal objetivo do trabalho que é o conhecimento e análise das diferentes formas de redutores.

TIPO 01 (ver desenhos 03-001 e 03-005)

DESCRICAÇÃO

Este redutor tem carcaça bipartida, construída em chapas de aço soldadas, com bujão para drenagem, janela de inspeção, respiro e vareta para medição do nível de óleo.

É montado na posição horizontal, sendo que os eixos estão numa mesma linha.

Possui engrenagens cilíndricas de dentes retos e helicoidais sendo lubrificadas em banho de óleo, com auxílio de calhas especiais no eixo de entrada. Estas calhas retém parte de óleo transportado pelo engrenamento de maior diâmetro (banhado pelo óleo) e armazena numa calha para lubrificação das engrenagens menores, que estão acima do nível do óleo. Os mancais são lubrificados por raspadores que desviam parte do óleo da engrenagem para os mancais.

APLICAÇÃO

Utilizado em condições normais onde o eixo do motor pode estar na mesma linha do eixo do tambor e não há problemas de espaço disponível no carro.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM INTERNA

Todos os redutores estudados tem carcaça bipartida de modo que a sequência de montagem é relativamente igual para todos eles. Deve-se observar os seguintes ítems para montagem:

- Nos eixos deverão ser acoplados: as engrenagens, os retentores, os anéis e os rolamentos.

- Estes eixos, depois de montados serão colocados na parte inferior da carcaça bipartida.
- Começar a colocação dos eixos pelo eixo de saída, pois é mais fácil o manuseio de engrenagens cada vez mais leves (eixo de entrada) no momento de acoplamento.
- Colocar a parte superior da carcaça.
- Colocar as tampas de vedação.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

Este redutor, de concepção mais antiga, apresenta algumas desvantagens como:

- Volume de óleo tem se ser grande pois é necessário banhar a engrenagem de entrada (menor), localizada numa mesma linha horizontal da engrenagem de saída.
- O projeto deste redutor prevê a carcaça soldada na estrutura o que lhe tira mobilidade para manutenção.
- O projeto prevê apenas saída para tambor, tendo dificuldades quando se utiliza pinhão à saída do redutor.

TIPO 02 (vide desenhos 03-002 e 03-005)

DESCRÍÇÃO

A descrição é a mesma do tipo 01, com exceção de:

- Dispositivo especial para drenagem e medição do nível do óleo. (qualquer tipo pode ter este dispositivo)
- Eixo de entrada localiza-se acima do segundo eixo. A caixa do redutor portanto é constituída de 03 partes

OBS.: Este redutor é comumente chamado de tipo "L" pela disposição dos eixos.

APLICAÇÃO

A aplicação é a mesma do tipo 01, porém em casos onde haja restrição de espaço no carro e que a disposição do motor e do tambor sejam restritas.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM INTERNA

A sequência de montagem é semelhante a do tipo 01 observando-se apenas que o eixo de entrada é montado na parte superior da carcaça diferentemente dos demais eixos.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

A principal vantagem deste redutor está no eixo de entrada do redutor que, por estar acima da segunda engrenagem reduz o comprimento do redutor tornando-se o mais compacto.

Esta disposição de eixos também é utilizada quando a altura do eixo do motor deve ser maior que a altura do eixo do tambor.

As desvantagens são as mesmas do tipo 01 ressaltando-se a necessidade de calhas para desvio do óleo e lubrificação no eixo de entrada.

TIPO 03 (vide desenhos 03-003 e 03-005)

DESCRIÇÃO

Este redutor é de carcaça bipartida, com janela de inspeção, respiro, bujão para drenagem e vareta para medição do nível do óleo.

Os eixos estão alinhados segundo uma reta inclinada aproximadamente 13° com a horizontal, de forma que o eixo de entrada está numa altura menor que o eixo de saída.

O redutor é montado na posição horizontal e possui engrenagens de dentes retos e helicoidais lubrificadas em banho de óleo.

Devido à configuração do redutor, todas as engrenagens são banhadas pelo óleo não necessitando nenhum dispositivo para lubrificação.

O que se tem, não só para este redutor mas para todos aqueles que não possuam sistema de bombeamento ou lubrificação centralizada, são raspadores nas engrenagens que desviam o óleo da engrenagem para os mancais.

APLICAÇÃO

Este redutor é o mais comum utilizado atualmente. Pode ser aplicado em todas as situações em que não há restrições quanto ao espaço a ser ocupado. É projetado de modo a acoplar o tambor diretamente no eixo de saída ou a colocação de um pinhão para casos de engrenamento "coroa-pinhão" externos.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM INTERNA

Idem a do tipo 01

VANTAGENS E DESVANTAGENS

Este tipo de construção, mais moderno possui uma série de vantagens em relação aos tipos 01 e 02:

- Seu projeto prevê a colocação de pinhão à saída do redutor enquanto os outros tipos só previam saída para o tambor.
- O volume de óleo pode ser menor, que os outros pois a disposição dos eixos (de forma inclinada) permite o banho de todas as engrenagens sem um nível muito elevado.
- Tem carcaça projetada para ser parafusada no carrinho ganhando mobilidade e facilitando montagem e manutenção. Ao contrário dos tipos anteriores que são soldados no carrinho.

TIPO 04 (vide desenhos 03-004 e 03-005)

DESCRIÇÃO

Este redutor também é de carcaça bipartida, possuindo todos os elementos e dispositivos para seu bom funcionamento e manutenção.

Os eixos estão alinhados segundo uma reta inclinada aproximadamente 15° com a horizontal, com o eixo de entrada no nível mais alto que o eixo de saída. (diferente do tipo 03)

O redutor tem a base horizontal e os dentes helicoidais (entrada).

Esta configuração dos eixos é totalmente desfavorável quanto a lubrificação. Por isso é necessário um sistema de bombeamento para assegurar o banho de todas as engrenagens.

Podem ser colocadas bombas de palheta, centrífuga, etc utilizando-se a própria potência do redutor ou com auxílio de um motor extra para bombeamento. Nos casos de retirada de potência de um dos eixos do redutor, observar a escolha de bombas com sentido único de fluxo tanto na subida quanto na descida da carga.

APLICAÇÃO

De concepção especial este redutor é projetado para casos de falta de espaço físico no carro para instalação do motor, tambor e do próprio redutor.

É um tipo usado também em tambores rebaixados, ou seja o nível do motor está acima do nível do tambor.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM INTERNA

Idem a do tipo 01, observando a instalação das linhas de bombeio e do sistema de bombeamento para lubrificação forçada.

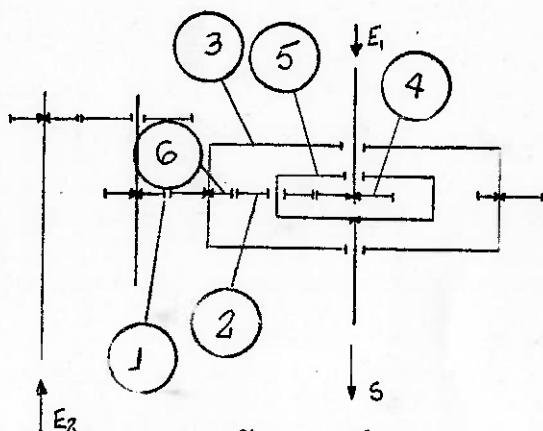
VANTAGENS E DESVANTAGENS

Sua maior vantagem portanto está na sua aplicação para casos de limitação de espaço no carro e sua desvantagem está na lubrificação que necessita ser forçada.

TIPO 05 (vide desenhos 03-006)

DESCRÍÇÃO

O sistema planetário:



E_1 - Entrada 1

E_2 - Entrada 2

S - Saída

E_2 1^a redução: - É obtida com o travamento de E_2 e acionamento de E_1 travando E_2 , o engrenamento 01 fixa a coroa 03. O acionamento de E_1 solidário à engrenagem 04 transmite a potência para a engrenagem satélite 02 que também está engrenada à engrenagem 06 solidária à coroa 03. Como 03 está fixa, o satélite 02 é obrigado a se movimentar ao longo do engrenamento 06 da coroa. Isto faz com que o cubo 05 também se movimente e como é solidário ao eixo s, proporciona a rotação de saída do redutor.

Definindo $J = \frac{z_6}{z_4}$ Onde: z_6 = nº dentes engrenagem 06
 z_4 = nº dentes engrenagem 04

temos $i_{planetario} = nE_1$

$$\frac{nE_1}{ns} = 1+J$$

2ª redução:- É obtida com o travamento de E1 e acionamento de E2 travando E1 fixa-se a engrenagem 04. Aciona-se E2 pelas reduções coroa-pinhão intermediárias, transmite-se a potência no engrenamento 01.

Com isso a coroa 03 tende a girar e a sua movimentação é acompanhada pela rotação da engrenagem satélite 02 que está engrenada a 06 (movimentando-se) e a 04 (travada).

O movimento do satélite move o cubo 05 que movimenta o eixo de saída s.

$$\text{Se } J = \frac{z_6}{z_4} \text{ temos iplanetário} = \frac{n_{E2}}{n_s} = \frac{J+1}{J}$$

APLICAÇÃO

O redutor planetário é um caso especial de redutor e é utilizado quando se deseja mais de uma velocidade à saída do redutor, e consequentemente, da elevação da carga.

Num exemplo, podemos citar os casos de necessidade de levantamento de duas cargas com pesos diferentes. A carga de menor peso pode ser levantada com acionamento de um motor de menor potência e/ ou maior velocidade de elevação e a carga de maior peso, travando-se o primeiro motor e acionando-se um motor de maior potência, e/ou menor velocidade à saída do redutor.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM INTERNA

- Acopla-se a engrenagem 04 ao eixo E1
- Monta-se o cubo 05 acoplando o satélite 02 à engrenagem 04. O cubo 05 é soldado ao eixo de saída s. Existem rolamentos entre E1 e 05 e entre E1 e s, que devem ser perfeitamente acoplados.

- Monta-se a coroa 03 apoiada nos eixos E1 e s por roamentos. Acopla-se 06 ao satélite 02
- coloca-se o conjunto nos apoios da parte inferior do redutor bipartida.
- montam-se os eixos secundários colocando-os nos apoios da parte inferior da carcaça do redutor e acoplados entre si e ao engrenamento 01.
- Monta-se o eixo E2 de entrada.
- Acopla-se a parte superior do redutor, colocando as tampas de vedação.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

A principal vantagem é que podem ser acoplados neste redutor 2 sistemas distintos de potência bem como 2 tipos de reduções de velocidade.

A desvantagem está no custo mais elevado, nas dificuldades de fabricação por se tratar de um equipamento mais complexo e o redutor planetário é muitas vezes o indicado para altas reduções em que um redutor normal ocuparia muito espaço.

Outra desvantagem do planetário é o ruído elevado que produz.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O REDUTOR PLANETÁRIO

Ao se projetar um mecanismo de elevação que utilize o redutor planetário, deve-se tomar cuidado no seguinte caso:

- Se por acaso o sistema planetário com 2 velocidades foi projetado para elevar cargas diferentes, ou seja

elevar carga pesada com baixa velocidade e a carga leve com alta velocidade, deve-se tomar cuidado no dimensionamento do freio no eixo de entrada do redutor que eleva a acarga leve a alta velocidade.

O dimensionamento deste freio certamente não será pela potência do motor (150% do torque da potência nominal) e sim pelo torque que deve ser feito no travamento desse eixo para acionar o outro motor, que eleva a carga pesada.

Caso não se tenha observado este aspecto do redutor, poderíamos prever a ocorrência de acionamento do motor de elevação da carga pesada e movimentação do eixo do motor de elevação da carga leve por ultrapassar o torque máximo no freio em vez de movimentar o eixo de saída do redutor, que permanece travado ou até com movimento contrário, baixando a carga.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O CÂMBIO

Se por um lado temos que a principal função do redutor planetário é a obtenção de 2 velocidades distintas no eixo de saída do redutor, temos por outro lado que o mesmo efeito pode ser conseguido à partir de um câmbio (caixa de marchas) entre o motor e o redutor normal.

Além disso a caixa de câmbio é um mecanismo mais simples e não precisa de 2 motores, tantos freios e acomentos.

Alguns porões limitam seu uso e tornam-no desvantajoso

- O acionamento do câmbio deve ser efetuado com o sistema parado para evitar problemas de choque e de ordem dinâmica.

- É necessária a colocação de um sistema hidráulico para acionamento do pistão de mudança de marcha. Esta instalação não é vantajosa quando o equipamento não usa esta instalação para outras finalidades além do pistão.
- Há problemas de segurança pois existe uma posição do pistão que não engrena nem uma nem outra engrenagem deixando todo o conjunto de elevação livre.

M O T O R E S

2.3 - MOTORES

Dentre os tipos de motores elétricos no mercado:

Assíncrono com rotor de anéis, assíncrono com rotor de gaiola e motor de corrente contínua, sem dúvida o mais usado atualmente no mecanismo de elevação é o motor com rotor de anéis.

Porém cada um dos motores têm sua aplicações, vantagens e desvantagens específicas.

TIPO 01

Motor assíncrono com rotor de anéis

APLICAÇÃO

É utilizado na maioria dos mecanismos de elevação, tanto para pequenas, médias e grandes capacidades.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

Este motor oferecer a grande vantagem de trabalhar em corrente alternada e de ser possível o controle do seu conjugado de partida, bem como sua velocidade inicial por meio de um painel de resistências (reostato). Consegue-se assim, baixa corrente e alto conjugado durante toda a partida

RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO

Rolamentos:

- O ruído no mancal deve ser periodicamente
Se o ruído for agressivo, deve-se substituir o rolagemto.

- Lubrificação periódica
- Controle de temperatura

Controle do entreferro:- (em motores abertos de grande potência).

Anéis coletores:-

- Devem ser corretamente centrados
- Mantê-los limpos e lisos
- Verificação do desgaste:- medida da ovalação ou da superfície desigual. Se for constatado, a anel deve ser torneado e retificado e novamente polido.
- Controle de temperatura

Porta escovas:-

- Regulagem do posicionamento e distância da superfície de contato

Escovas:-

- Verificação do desgaste para substituição
- Na substituição colocar sempre escovas do tipo original.

TIPO 02

Motor assíncrono com rotor gaiola

APLICAÇÃO

É utilizado em mecanismos de pequeno porte onde a carga elevada bem como inércias envolvidas são pequenas.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

A desvantagem deste motor é a razão de ser usado apenas em mecanismos de pequena capacidade é de não possuir um controle no conjugado de partida onde o acionamento torna-se brusco e impreciso.

É por outro lado um motor relativamente mais barato que o de rotor de anéis e o de corrente contínua e por isso a sua prioridade de aplicação nos casos possíveis (partidas leves).

RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO

Idem a do tipo 01

TIPO 03

Motor de corrente contínua

APLICAÇÃO

São usados em mecanismos para elevação de grandes cargas e especialmente em aplicações de siderurgia.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

O motor de corrente contínua é mais robusto e de custo elevado. Além disso são necessários dispositivos elétricos para transformação da corrente alternada da fonte em corrente contínua (conversores, comandos, etc). Porém este motor apresenta algumas vantagens que justificam sua aplicação:

- Desenvolvimento de altos torques - grandes capacidades
- Regulagem precisa da velocidade
- Velocidade constante sob qualquer condição de carga
- Aceleração e/ou desaceleração controlada
- Conjugado constante em ampla faixa de velocidades.

MANUTENÇÃO

Idem a do tipo 01

Como complementação pode-se citar a necessidade de manutenção nos filtros de ar nos motores que o necessitam.

CONSIDERAÇÕES SOBRE MOTO-FREIO

O moto-freio de um motor de indução acoplado a um freio a disco formando uma unidade compacta.

Funcionamento do motofreio:- Quando a tensão é aplicada a bobina do freio se energiza e atrai o disco magnético contra a carcaça, liberando o disco de freagem que está preso entre as lonas.

Simultaneamente o motor é energizado e o eixo gira livremente.

Um mola que está comprimida pelo disco magnético é liberada quando a bobina é desenergizada e aciona as lonas de fricção contra o disco, freando o motor.

Este tipo de motor é vantajoso em casos de restrição de espaço, mas leva desvantagem na manutenção mais complicada e pôde fato de não poder desenvolver grandes potências de elevação.

F R E I O S

2.4 - FREIOS

Dentre os tipos pesquisados foram encontrados 4 freios

Freio de sapatas eletrohidráulico; Freio de sapatas eletrocentrífugo; Freio de sapatas eletromagnético e o Freio dinâmico ou Freio de Foucault.

TIPO 01 - FREIO DE SAPATAS ELETROHIDRÁULICO

DESCRÍÇÃO

O freio é constituído por duas sapatas que freiam por atrito numa polia acoplada ao eixo.

As sapatas são acionadas por um sistema de molas, alavancas e eldros.

Os eldros são dispositivos que ao serem energizados movimentam um pistão com força constante por um curso pré-determinado.

O eldro fornece a força de elevação, abrindo desta forma o freio.

APLICAÇÃO (VANTAGENS E DESVANTAGENS)

Os freios eletrohidráulicos são os atualmente mais usados nos mecanismos de elevação.

Este freio apresenta algumas vantagens:

- Abertura e fechamento das sapatas é feito de modo suave devido à parte hidráulica do mecanismo.
- Sua segurança é maior que a dos freios eletromagnéticos
- O sentido de rotação não influí no seu funcionamento
- Insensível a variações de tensões e sobrecargas.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

- Retirando o pino de travamento, levantar o braço do freio de forma que a linha de centro da polia coincida com a linha de centro do freio.
- Travar o braço novamente
- Após este procedimento o freio dever ser novelado e alinhado corretamente para operar com segurança e máxima eficiência.
- Fazer a regulagem da folga entre a polia e a lona
- Ajustar a força da mola para regulagem do momento a ser aplicado
- Fazer a instalação elétrica.

RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO/LUBRIFICAÇÃO

- Desmontagem uma vez por ano para limpeza, verificando eventuais desgastes, tratamento dos pinos e furações com graxa, e o conjunto da mola com graxa.
- Regulagem da folga quando a distância entre a tala e a carcaça do eldro não estiver correta.
- Substituição das lonas quando a espessura desta chegar a um valor pré-estabelecido por Norma. Substituir sempre as lonas juntas aos pares.
- Manutenção do Eldro, com abastecimento de óleo hidráulico como fluido de trabalho, quando necessário.

TIPO 02 - FREIO DE SAPATAS ELETROCENTRÍFUGO

DESCRIÇÃO

O freio é constituído por duas sapatas, um sistema de alavancas e o dispositivo de acionamento composto de motor, haste, molas e massas girantes.

Ligando-se o motor elétrico do acionador, seu giro é transmitido ao conjunto de massas girantes e a medida que a rotação do conjunto se eleva, estas terão uma separação relativa entre si, provocada pelo surgimento de forças centrífugas, impulsionando a haste do acionador para cima, e ao mesmo tempo comprimindo o conjunto de molas. Este movimento da haste provoca, através dos braços articulados, o afastamento das sapatas, tendo como consequência, a liberação da polia.

Quando o motor é desligado, sua rotação cai gradativamente, e da mesma forma a força exercida pelo conjunto de massas girantes.

Assim as operações de frenagem e abertura do freio são suaves egradativas.

APLICAÇÃO

Tem a mesma aplicação dos freios eletrohidráulicos, sendo que não necessita de fluido hidráulico para seu acionamento.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Idem à montagem do freio eletrohidráulico.

RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO/LUBRIFICAÇÃO

- Lubrificação nos mancais e peças móveis do acionador eletrocentrifugo.
- Desgaste no sistema de massas girantes do acionador.
- Manutenção nas lonas com verificação da superfície , espessura, etc.,.
- Manutenção e inspeção periódica na parte elétrica.

TIPO 03 - FREIO DE SAPATAS ELETROMAGNÉTICO

Descrição

É constituído de duas sapatas, sistema de alavancas, molas e o sistema de acionamento por bobina (eletromagneto).

A energização do freio é feita em paralelo com à do motor a ser freiado. Quando o motor está desenergizado o freio mantém-se travado à mercê do esforço da mola, comprimindo as sapatas sobre a polia. Ao ser ligado o motor, sendo também energizado o eletromagneto, este aciona a alavanca abrindo-se as sapatas para liberar a polia.

Aplicação

Este tipo de freio não é muito utilizado atualmente nos mecanismos de elevação visto seu princípio de funcionamento que não é tão suave e gradativo como o eletrohidráulico ou o electrocentrifugo.

Porém ainda é um freio muito utilizado em paralelo com motores de corrente contínua devido a variação gradual de corrente neste tipo de motor.

RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO/LUBRIFICAÇÃO

Idem a dos tipos anteriores, excetuando-se a manutenção do sistema de acionamento.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Idem à montagem do freio eletrohidráulico.

TIPO 04 - FREIO DINÂMICO OU FREIO DE FOUCAULT

Descrição

O freio dinâmico é um gerador de correntes parasitas que transforma a energia cinética em calor.

O freio é excitado através de um sistema de pólos, fixados no interior da carcaça. As bobinas dos pólos produzem um campo magnético contínuo, ajustável. O fluxo magnético fecha-se num lado através da própria carcaça e no outro lado através do rotor. Pelo movimento do rotor cilíndrico em relação ao campo magnético, produzem-se no rotor correntes parasitas, as quais formam um campo magnético e em consequência, um momento de frenagem.

Aplicação

Sua aplicação está nos casos onde são necessárias velocidades intermediárias auxiliares especialmente quando se necessita de ajuste de posições ou para conseguir uma paralização suave dos movimentos.

Poderíamos imaginar então a utilização deste freio como variador de velocidades substituindo os redutores planetários ou os câmbios.

Isto porém não é possível pois o freio de Foucault não pode ser usado constantemente numa elevação de carga pois pode provocar avarias no motor, danificando-o.

Este freio também só pode ser utilizado paralelamente a motores assíncronos, sendo impossível sua utilização com motores de corrente contínua.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Na montagem deverá ser cuidadosamente observado o alinhamento concêntrico dos eixos, para um perfeito funcionamento do equipamento.

É importante verificar o tipo de ambiente em que o freio trabalha, para especificar a classe de proteção do freio.

Como relação ao arranjo do freio dinâmico na montagem do conjunto de acionamento, ele poderá ser de várias maneiras, porém as mais indicadas são:

- Acoplar o freio diretamente à segunda ponta de eixo do motor, no qual será feito o controle de velocidade
- Acoplar o freio à segunda ponta do eixo do redutor.

RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO/LUBRIFICAÇÃO

Uma das principais vantagens dos freios dinâmicos é que os mesmos não requerem quase nenhuma manutenção. Apenas a substituição da graxa dos mancais é necessária e o intervalo de tempo para cada troca varia conforme o tipo de freio.

Para manutenção preventiva troca-se os rolamentos a cada 2 anos de operação.

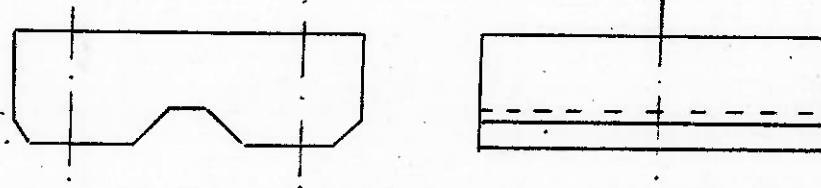
E L E M E N T O S D I V E R S O S

2.5 - ELEMENTOS DIVERSOS

2.5.1 - ELEMENTOS DE FIXAÇÃO DO CABO NO MOTOR

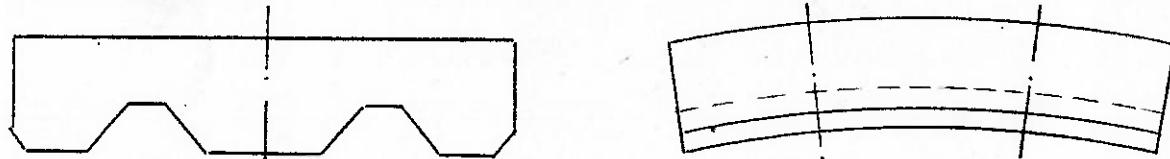
Existe um variedade de tipos de elementos de fixação do cabo no motor. Dentre eles, cita-se 3 tipos:

TIPO 01



É o tipo mais comum encontrado por sua facilidade de fabricação. Pode haver mais de um dispositivo deste prendendo um cabo para maior segurança.

TIPO 02

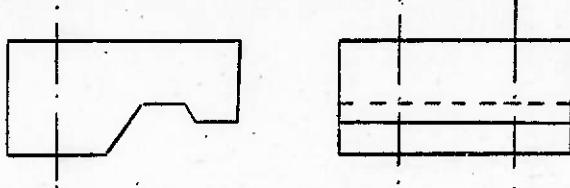


Este tipo não é tão comum devido à dificuldade de usinagem.

Seu processo de fabricação é um pouco mais complicado, visto a dupla ranhura e à curvatura de seu perfil.

Esta presilha porém é mais segura que a primeira pois prende 2 voltas de cabo enquanto que a outra, só uma.

TIPO 03



Este é um tipo mais comum, não apresentando condições ótimas de segurança, porém é de fácil fabricação, mais barato e fácil montagem.

2.5.2 - PROTEÇÃO DE ENGRANAGENS

Trata-se de uma tampa fabricada em chapas de aço soldadas. A tampa envolve o engrenamento "coroa-pinhão" de uma redução externa ao redutor, em casos como do Tipo 02 de formas construtivas do conjunto geral (vide desenho 01-003).

Esta tampa é necessária para proteção quanto a poeira ou demais sujeiras que podem impregnar na graxa de lubrificação ou mesmo danificar os dentes do engranamento.

Nota-se que esta proteção não é tão eficiente quanto uma caixa de redutor fechado, portanto, dependendo do local e tipo de trabalho em que o mecanismo terá de atuar, torna-se inconveniente a utilização de reduções externas ("coroa-pinhão"), mesmo com a tampa de proteção.

OBS.: Logicamente a tampa de proteção também é necessária para segurança dos operadores pois caso contrário as engrenagens trabalhariam expostas sendo de grande risco à ocorrência de acidentes.

2.5.3 - ACOPLAMENTOS

Os acoplamentos não comandáveis estão divididos em rígidos e flexíveis. Os flexíveis por sua vez estão subdivididos e, flexíveis elásticos e flexíveis não elásticos.

Acoplamentos flexíveis elásticos

Possuem um elemento de ligação elástico entre os cubos (borracha, mola, grade, etc) com a finalidade de absorver choques, além de acomodar desalinhamento.

Acoplamentos flexíveis não elásticos

Apesar de acomodarem desalinhamentos, não possuem elasticidade torcional, transmitindo todos os choques e sobrecargas.

Acoplamentos rígidos

Sua construção não permite outra função além de unir dois eixos, sendo necessário para isso que os eixos estejam perfeitamente alinhados, sem o que os mancais nos eixos irão desenvolver grandes esforços.

Exemplos de acoplamentos:

- Flexível elástico:- Steelflex (FALK), que é caracterizada pelo uso de uma grade de aço como elemento elástico. Esta grade (mola) acomoda desalinhamentos paralelos e angulares, além de flutuações axiais, assim como absorve choques torcionais.

- Acoplamentos Flexíveis não elásticos

Fazem parte destes acoplamentos os de engrenagens, que possuem flexibilidade, acomodando desalinhamentos e flutuações axiais, porém são rígidos torcionalmente.

Para conseguir a flexibilidade, o cubo deste tipo de acoplamento possui dentes abaulados em três faces (topo, flanco e pé), que assegura o contato uniforme de todos os dentes em quaisquer condições.

Existem vários tipos de acoplamentos de engrenagens (FALK):

- Acoplamento "flexível-rígido" (G51-G52), que possui uma metade constituída de cubo dentado e outra uma flange (cubo rígido).
- Acoplamento "rígido-rígido" (G81-G82), que na verdade trata-se de um acoplamento rígido e não flexível, exigindo o perfeito alinhamento dos eixos.

Uma discussão sobre a aplicação destes acoplamentos foi feita na "sequência de montagem" do tipo 01 do item 1.1, pág. 09 e 10.

2.5.4 - MANCAIS

Os mancais são elementos de apoio para eixos dos diferentes equipamentos. São constituídos de um rolamento e uma carcaça para fixação e proteção.

Os mancais existem em quase todos os equipamentos que constituem o mecanismo de elevação.

A própria carcaça do redutor é base de fixação dos rolamentos onde serão apoiados os eixos de transmissão.

O tambor também possui mancais independentes e/ou conjugados ao redutor, dependendo da forma construtiva.

Mesmo em alguns eixos flutuantes são colocados mancais de apoio.

2.5.5 - FINS-DE-CURSO (SELETOR E FORÇA)

Seletor:- Destina-se a controlar as quantidades máximas de cabo enrolado e desenrolado.

Os fins-de-curso seletores geralmente estão acoplados diretamente ao eixo do tambor ou por meio de corrente, marcando e limitando o nº de voltas máximas ao enrolar e ao desenrolar o cabo. A limitação é feita através do desligamento do circuito elétrico ao ultrapassar o fim de curso do seletor.

Em alguns casos o seletor pode ser acoplado a um redutor (Borg-Mar) juntamente com o indicador de profundidade.

O seletor portanto, delimita os níveis máximo e mínimo do moitão suspenso.

Fim-de-Curso de Força:- este fim de curso é acionado pelo gancho ao ultrapassar os limites superiores, quando da falha do fim de curso seletor.

2.5.6 - INDICADOR DE PROFUNDIDADE

O indicador de profundidade, sendo um equipamento mais caro, só é usado em casos que o operador não tem possibilidade de visualizar o moitão da cabine de controle. É usado por exemplo, em pórticos cujos moitões trabalham debaixo d'água ou mesmo na máquina Limpa-Grades indicando o nível do rastelo.

O indicador de profundidade é acoplado ao eixo do tambor por meio de um redutor (Borg-Mar), compatibilizando o nº de voltas regulado no indicador com o nº de voltas do tambor.

O indicador nada mais é que um transdutor elétrico de ângulo de rotação.

O transdutor é composto em 3 partes: um capacitor diferencial, um circuito eletrônico e uma placa terminal de indicação.

A deflexão angular é medida transferindo o ângulo para o rotor do capacitor diferencial por um acoplamento mecânico. Este ângulo então é convertido em uma mudança proporcional da capacitância, que pode ser medida e transformada no indicador.

2.5.7 - MECANISMOS AUXILIARES PARA DESCIDA E SUBIDA DA CARGA EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Dentre os mecanismos auxiliares podemos citar:

- Mecanismo de elevação manual:- Este mecanismo é constituído de uma alavanca de acionamento manual acoplada num redutor especial. Este redutor por sua vez é acoplado no eixo de entrada do redutor em casos de emergência e o operador tanto pode subir como descer a carga (Vide desenho 01-007).

- Alternador:- O alternador é um equipamento elétrico que é acoplado para descida da carga em emergência. O alternador quando acoplado ao eixo de entrada do redutor e liberados os freios de parada e segurança, estabiliza a velocidade de descida da carga em situação de emergência.

Pode ser visto um alternador no desenho (01-007).

INSP EÇÃO E MANUTENÇÃO

3 - INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

3.1 - INSPEÇÃO

Todos os equipamentos fabricados precisam de inspeções periódicas. Em cada período de inspeção, que é diária, semanal, mensal, semestral e anual, existe um roteiro específico e que deve ser corretamente seguido. A título de exemplificação, menciona-se a seguir um roteiro de inspeção mensal e anual específicos para o mecanismo de elevação:

Itens a serem inspecionados	Mensal	Anual	Método
-----------------------------	--------	-------	--------

Redutores

Mancal:- elevação anormal da temperatura	X	X	medição pela percepção
Vibração	X	X	medição pela percepção
Nível de óleo e contaminação	X	X	Visual
Vazamento de óleo	X	X	Visual
Contatos entre as engrenagens e as superfícies dos dentes	X	X	Visual
Barulho anormal	X	X	Pela percepção
Desgaste da superfície dos dentes	X	X	Pela percepção

Itens a serem inspecionados Mensal Anual Método

Espessura nominal das engrenagens	X	Pela percepção
Parafusos de fixação soltos	X	Martelo de testes
Caixa, soldas fissuradas, acoplamento de engrenagem, nível de óleo e parafusos soltos	X	Martelo de testes
Chaveta de acoplamento solta	X	Visual
Inspeção detalhada com a tampa removida:		
Superfície dos dentes gasta ou danificadas	X	Visual
Chaveta solta, rasgo de chaveta deformado	X	Visual
Rolamento danificado ou arranhado	X	Visual
Deslocamento sobre um nº dado de dentes	X	Bitola da espessura do dente

FREIOS DE SAPATA

Funcionamento do freio:

Lona do freio, condição de abrasão	X	Visual
Asperaça da superfície da polia dentro de 2mm de profundidade	X	Vernier, visual

Itens a serem inspecionados	Mensal	Anual	Método
Polia danificada ou rachada	X	X	Visual
Polia gasta dentro de 30% da espessura nominal	X	X	Visual, vernier
Alavanca, hastes e pinos gastos ou soltos	X	X	Visual
Folga entre a lona e polia	X	X	Medição

TAMBOR:

Soldas fissuradas	X	X	Visual
Ranhura do cabo gasta	X	X	Visual
Extremidades do cabo solta	X	X	Visual
Parafusos do mancal soltos	X	X	Martelo de teste
Rolamentos do tambor, barulho e elevação da temperatura	X	X	Percepção c/ a mão
Parafusos da engrenagem do tambor soltos	X	X	Visual
Tampa do rolamento do tambor soldas fissuradas	X	X	Visual

CABOS DE AÇO:

Número de fios rompidos até 1/10 do nº de fios individuais em cada 300 mm de comprimento	X	X	Visual
Abrasão	X	X	Medição, vernier
Fios individuais externos não mais do que 2/3 do tamanho original	X	X	Medição

3.2 - MANUTENÇÃO

Além das manutenções mecânicas usuais nos equipamentos prescritas nos catálogos dos fabricantes, um item da manutenção que merece destaque é a lubrificação.

Para todos os equipamentos, fornecidos por terceiros ou fabricados pela empresa construtora, há a necessidade de lubrificação periódica.

Além dos motores e freios, cujo roteiro de inspeção e manutenção já foram descritos no ítem 2.3 e 2.4, descreve-se a seguir a lubrificação dos redutores e dos mancais dos tambores.

Redutores:- A primeira troca de lubrificante deve ser feita após um mês ou 250 horas de funcionamento, retirando o óleo sujo pelo bujão de dreno.

As trocas posteriores devem ser feitas a cada seis meses ou 1500 horas de funcionamento.

O volume de óleo dependerá da carcaça do redutor projetado e o tipo de óleo, das condições de operação, do tipo de engrenamento e do regime de trabalho. Geralmente usa-se o óleo Industrial EGF 150 PS.

Tambor:-

Mancais do tambor:- os mancais devem ser lubrificados a cada 15 dias ou 125 horas de funcionamento (de um modo geral), manualmente ou através do sistema de lubrificação centralizada.

O lubrificante usualmente utilizado é o Ind. GMA-2.

Engrenagem do tambor:- em formas construtivas que exijam engrenagem no tambor, é preciso lubrificar o par "coroa pinhão" a cada 15 dias ou 125 (150) horas de funcionamento. Utiliza-se usualmente Ind. GBA 250-FL, aplicado a frio com pincel ou lambaz.

R E F E R E N C I A S

4 - REFERÊNCIAS

Livro:

ERNST, HELLMUT: Aparatos de Elevación y Transporte; Tomo 1 e 2

Normas:

- Normas técnicas Bardella (NTB)
- Redutores de elevação padronizados Bardella (RE3 - RE4 - RE5)

DESENHOS

Desenho de conjunto do mecanismo de elevação, conjunto do tambor, conjunto do redutor de elevação, etc., dos seguintes PI'S:

4811	4470
4260	4512
5583	3404
4670	4719
4066	4269
3701	2439
1602	3272
4806	4261
1636	4262
3606	4254
4467	4114
190	6120

MANUAIS

Manuais de montagem, manutenção e inspeção dos PI'S:

4811	3606
4254	6120
4261	5583

PASTAS

Pastas de projetos realizados na Bardella:

- Conjunto de carros
- Tambores
- Redutores de elevação

CATÁLOGOS

- Motores WEG
- Motores BBE
- Freios Eletro-centrífugos SMAR
- Freios Eletro-magnéticos BBE
- Freios Eletro-Hidráulicos EMH
- Acoplamentos FALK
- Freios dinâmicos EMH
- Fins-de-curso "Telemecanique"