REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S.A.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL PORTO ALEGRE - SR6
COORDENADORIA DE MARKETING

CATÁLOGO DE CABRESTANTES EXISTENTES E PROJETADOS

ELABORAÇÃO
ENG. HERMES BRESSAN

AGOSTO/90

CABRESTANTES PARA MOVIMENTAÇÃO DE VAGÕES

Visando a diminuir as intervenções das locomotivas nas operações de manobra para posicionar vagões em carga e descarga a Regional Porto Alegre está desenvolvendo projetos de cabrestantes para que sejam instaladas nos pátios de maior movimentação de carga.

Esta operação com cabrestantes, além de contar prontamente com a possibilidade de movimentação de vagões no momento desejado, evita grandes deslocamentos com a locomotiva para pequenas manobras. Ocorre, também, que nem sempre a locomotiva está disponível para atender outras manobras, acarretando demora na operação de carga ou descarga de vagões.

Em certos casos há possibilidade até de dispensar a locomotiva manobreira para atender puxadas de trem quando se tem instalado no local equipamentos dessa natureza.

1. CABRESTANTES EXISTENTES

Estes equipamentos não são novidades na Regional, uma vez que já existem vários deles operando em pátios da empresa e em desvios ferroviários de firmas particulares.

Entre os cabrestantes instalados e em operação registramos a empresa, localidade e suas características técnicas como seguem:

1.1 - MERLIN S.A. - IND. COM. DE ÓLEOS VEGETAIS

Av. Dique, 3000 - Porto Alegre - RS - T. 0512 42-1555

Informações: Sr. Mauricio Covolan

Dispõe de um cabrestante que anteriormente era utilizado para alçar âncora de barcos. Consta de um motor elétrico trifásico, 10 HP, redutor de 1:40, 1 par de engrenagem pinhão-coroa (19/78), três tambores, sendo dois para enrolar e tracionar corda ou cabo de aço e um intermediário para corrente.

Atualmente utiliza somente o tambor de tração da extremidade, operando com corda de grossa bitola Ø 1 1/4, 40 metros de comprimento. A operação de tração se faz amarrando uma

ponta da corda na lateral ou cabeceira do vagão e outra ponta fica livre. O atrito de tração no tambor se faz aumentando o número de espiras ou voltas e superpondo estas espiras durante o movimento, constituindo-se assim um sistema de embreagem.
Com este mecanismo já foram tracionados até 3 vagões com 80 t cada um. A velocidade do cabo é cerca de 10m/minuto.
Os detalhes de sua construção são vistos fig. 5.

Velocidade do Cabo

$$Vc = \frac{1750}{40} \times \frac{19}{78} \times \pi \times 0{,}30 = 10 \text{ m/min}$$

Força de Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1750} \times \frac{78}{19} \times \frac{40}{0{,}15} = 4500 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{4500 \text{ kg}}{3{,}5 \text{kg/t}} \times \frac{1}{80 \text{t/vag}} \cong 15 \text{ vagões}$$

1.2 - DISTRIBUIDORA PROD. PETRÓLEO IPIRANGA S.A.

Rua Carlos Fagundes Melo, 695 - Canoas - RS
Fone 0512 72-4322/72-4764
Informações: Engº José Luiz/Ramão
Dispõe de cabrestante montado a partir de peças disponíveis no mercado de sucata.
Consta de motor elétrico trifásico, 5 HP, 1750 RPM, cuja polia de Ø 120 mm aciona, mediante 3 correias "V", um volante de Ø 450 mm. O movimento entra num redutor de 1:28, saindo num tambor que enrola cerca de 100 metros de cabo de aço cujo diametro é de 1/2", comprimento 60 metros.
O cabo enrola no tambor formando várias camadas. A operação de desenrolar o cabo se faz puxando manualmente a ponta livre e invertendo a rotação do motor.
Com este equipamento já foram movimentados até 6 vagões de 80 t cada um. A velocidade do cabo é cerca de 16 m/min.
Os detalhes de construção são vistos no fig. 6.

Velocidade do Cabo

$$Vc = 1750 \times \frac{120}{450} \times \frac{1}{28} \times \pi \times 0{,}30 \cong 16 \text{ m/min}$$

Força de Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1750} \times \frac{450}{120} \times \frac{28}{1} \times \frac{1}{0{,}15} = 2850 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{2850 \text{ kg}}{3{,}5 \text{ kg/t} \times 80\text{t/vag}} = 10 \text{ vagões}$$

1.3 - COPESUL - CIA. PETROQUÍMICA DO SUL

Polo Petroquímico - Triunfo - RS
Fone 051 657-1100

Dispõe de um cabrestante de grande porte fabricado, exclusivamente para movimentar veículos ferroviários.

Consta de um motor elétrico trifásico, 40 HP, 1760 RPM, redutor 40 HP e redução 1:104,3 e 2 pares pinhão-coroa de Ø 200/1200 mm cada par.

O tambor de Ø 1000 m, enrola uma ponta do cabo e desenrola a outra, ao mesmo tempo, passando este por roldanas e esticador, tendo um movimento de vai-e-vem até o fim do curso.

O cabo tem Ø 1 1/4" e apresenta ganchos especiais para engatar nos vagões. Possui dispositivos de segurança para quando chega em fim de curso, freio de tambor, etc.

Este equipamento tem capacidade para movimentar acima de 100 vagões com 80 t cada um. O cabo tem comprimento acima de 200 metros e sua velocidade fica em torno de 2 m/min.

Os detalhes de construção são vistos na fig. 7.

Velocidade do Cabo

$$Vc = \frac{1760}{104{,}3} \times \frac{200}{1200} \times \frac{200}{1200} \times \pi \times 1{,}0 \cong 2{,}0 \text{ m/min}$$

Força de Tração

$$Ft = 716 \times \frac{40\ HP}{1760RPM} \times \frac{1200}{200} \times \frac{1200}{200} \times \frac{104,3}{0,5} = 120\ t$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{120.000\ kg}{3,5\ kg/t \times 80t/vag} = 428\ vagões$$

1.4 - REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S.A.

Ramiz Galvão - RS - Fone 051 731-1257 (Estação)

Dispõe de um cabrestante montado a partir de componentes disponíveis nas oficinas de Santa Maria.

Consta de um motor elétrico trifásico 10 HP, 1750 RPM, uma caixa de redução do mecanismo das comportas de vagão GNC cuja relação é de 1:90 e tambor Ø 300 mm que enrola cabo de 105 metros de comprimento em camadas de voltas superpostas. A velocidade do cabo é cerca de 17 m/min.

Está sendo utilizado para posicionar vagões no posto de Lavagem com jato de água.

Os detalhes de construção são vistos na fig. 4.

Velocidade do Cabo

$$Vc = \frac{1750}{90} \times \pi \times 0,30 = 17\ m/min$$

Força da Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1750} \times \frac{1}{90} \times \frac{1}{0,15} = 3000\ kg$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{3000\ kg}{3,5\ kg/t \times 80\ t/vag} \cong 10\ vagões$$

1.5 - ADUBOS TREVO S.A.

Ramiz Galvão - RS - Fone 051 731-1257 (Rede)

Dispõe de um cabrestante reforçado fabricado para trabalhar como elevador (monta carga), bate-estaca, etc.
Consta de um motor elétrico trifásico, 10 HP, 1750 RPM, redutor 1:25, 1 par de pinhão coroa (15/60) e tambor dotado de embreagem e freio.
Consta ainda de polia ao lado dos trilhos para alinhar a direção de tração. O tambor mede Ø 350 X 700 mm e enrola cabos de aço Ø 3/4", comprimento 60 m. A velocidade deste é cerca de 16 m/min.
Os detalhes de construção são vistos na fig. 8.

Velocidade do Cabo

$$Vc = \frac{1750}{25} \times \frac{15}{60} \times \pi \times 0{,}30 \cong 16{,}0 \text{ m/min}$$

Força da Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1750} \times \frac{1}{25} \times \frac{15}{60} \times \frac{1}{0{,}175} = 2350 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{2350 \text{ kg}}{3{,}5 \text{ kg/t} \times 80 \text{ t/vag}} = 8 \text{ vagões}$$

1.6 - UNICAL

Ramiz Galvão - RS - Fone 051 731-1257 (Rede)
Dispõe de um cabrestante semelhante ao do item 1.5.
Faltou anotação de suas características técnicas.
Veja fig. 9.

1.7 - ARMAZENS GERAIS FERROVIÁRIOS S/A - AGEF

Santa Maria - RS Informação: Gelson
Disposição de um cabrestante para posicionar vagões no carregamento de calcário. É adaptado a partir de uma talha da antiga ponte rolante da Oficina Diesel (NDP). Consta de motor elétrico de 10 HP, 1150 RPM, chave de partida e inversora para desenrolar o cabo de aço. O movimento parte de

uma polia motora de Ø 110 e, através de 2 correias "V"aciona na polia de Ø 240 mm. Entra num redutor de 1:25 e sai no pinhão de 24 dentes, o qual aciona a coroa de 68 dentes (Ø 840) solidária ao Tambor Sulcado de 1000 mm de comprimento e 500 mm de diâmetro.

O cabo de aço, Ø 5/8" e compr. 50 m,passa por entre 2 roldanas fixadas na mesma base do cabrestante, distantes a 1250 mm do tambor, o que possibilita movimentar vagões nos 2 sentidos.

Já foram tracionados 8 vagões de 60 t cada um, a uma velocidade constante de 12 m/min.

Os detalhes de construção são vistos na fig. 10.

Velocidade do Cabo

$$Vc = 1150 \times \frac{110}{240} \times \frac{1}{25} \times \frac{24}{68} \times \pi \times 0{,}50 = 12 \text{ m/min}$$

Força da Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1150} \times \frac{240}{110} \times \frac{25}{1} \times \frac{68}{24} \times \frac{1}{0{,}25} = 3.800 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{3800 \text{ kg}}{3{,}5 \text{ kg/t}} \times \frac{1}{80 \text{ t/vag}} \cong 13 \text{ vagões}$$

1.8 - ARMAZÉNS GERAIS FERROVIÁRIOS S/A - AGEF

Uruguaiana - RS Informação: Natalino Tiepo

Trata-se de cabrestante fabricado a partir do projeto mostrado na fig. 1. Os dados técnicos são apresentados no item 2.1 - Projeto de Cabrestantes - Opção I, pág. 07.

2. PROJETOS DE CABRESTANTES

A Regional projetou três opções cabrestantes, partindo de materiais, peças e motores elétricos disponíveis no depósito de materiais desativados da empresa. As 3 opções utilizam no eixo do tambor e no eixo próximo paralelo um par de engrenagens (usadas) - coroa pinhão do sistema de tração de locomotivas. Visando a baratear o projeto não foi previsto embreagem nem freio para controlar a velocidade, porém isto não impede que se coloque, posteriormente, freio, se for necessário a sua operação.

O cabo enrola no tambor em apenas uma camada. Seu comprimento é cerca de 20 m e diâmetro pode variar de 3/8" ou 3/4". Pelas normas técnicas, o diâmetro do tambor deve ser maior que 16 vezes o diâmetro do cabo. Neste caso o diâmetro do cabo de 3/4" corresponde a 19 mm, assim: Ø 300/19 ≅ 16, significa que o diâmetro do cabo 3/4" é 16 vezes o diâmetro do tambor.

2.1 - PROJETO DE CABRESTANTES - OPÇÃO I

Consta de um motor elétrico de 15 HP, 1750 RPM, 3 pares de pinhão- coroa, mancais de fricção, estrutura de perfil U ou T, devendo assentar-se em dormentes cravados no solo a 1,2 m de profundidade. Deve acompanhar chave de partida em razão do motor ter mais do que 7,5 HP e ainda uma chave de reversão de marcha para desenrolar o cabo. Os detalhes de construção são vistos nas fig. 1 e 1-A.

Velocidade de Cabo

$$Vc = \frac{1750}{1} \times \frac{63}{15} \times \frac{63}{15} \times \frac{63}{15} \times \pi \times 0,3 = 22 \text{ m/min}$$

Força de Tração

$$Ft = 716 \times \frac{15}{1750} \times \frac{63}{15} \times \frac{63}{15} \times \frac{63}{15} \times \frac{1}{0,15} \cong 3000 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{3000 \text{ kg}}{3,5 \text{ kg/t}} \times \frac{1}{80 \text{ t/vag}} \cong 10 \text{ vagões}$$

2.2 - PROJETO DE CABRESTANTE - OPÇÃO II

Consta de motor elétrico trifásico de 10 HP, 1750 RPM, 2 pares pinhão-coroa, redutor de 1:25 podendo ser de engrenagens dentes retos ou helicóidais ou ainda sem-fim-coroa, mancais de fricção, estrutura metálica de perfil U ou T. Mesma fixação do item 2.1. Deve acompanhar chave de partida e de reversão de Marcha. Detalhes de contrução na fig.2.

Velocidade do Cabo

$$Vc = 1750 \times \frac{1}{6} \times \frac{15}{63} \times \frac{15}{63} \times \pi \times 0{,}30m = 16 \text{ m/min}$$

Força de Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1750} \times \frac{1}{6} \times \frac{15}{63} \times \frac{15}{63} \times \frac{1}{0{,}15} \cong 2600 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{2600 \text{ kg}}{3{,}5 \text{ kg/t}} \times \frac{1}{80 \text{ t/vag}} = 9 \text{ vagões}$$

2.3 - PROJETO DE CABRESTANTES - OPÇÃO III

Consta de motor elétrico de 10 HP, 1750 RPM, redutor de 1:25, 1 par de pinhão-coroa, mancais de fricção. Estrutura e fixação idênticas ao item 2.1. Deve acompanhar chave de partida e de inversão de marcha.
Os detalhes de construção são vistos na fig. 3.

Velocidade do Cabo

$$Vc = \frac{1750}{25} \times \frac{15}{63} \times \pi \times 0{,}30 \text{ m} = 16 \text{ m/min}$$

Força da Tração

$$Ft = 716 \times \frac{10}{1750} \times \frac{1}{25} \times \frac{15}{63} \times \frac{1}{0{,}15} \cong 2800 \text{ kg}$$

Capacidade de Tração

$$Ct = \frac{2800 \text{ kg}}{3{,}5 \text{ kg/t}} \times \frac{1}{80 \text{ t/vag}} \cong 10 \text{ vagões}$$

3. ELEMENTOS DE CÁLCULO

3.1 - Verificação do diâmetro Do do eixo de maior esforço de torção-flexão.

$$Do = \sqrt[3]{\frac{10\ Mid}{\sigma_f}}, \text{ sendo } Mid = 0,35\ Mf + 0,65\ \sqrt{Mf^2 + \alpha_o^2\ Mt^2}$$

$$\alpha_o = \frac{\sigma_f}{\beta\ \sigma_t}$$

Usando AÇO SAE 1050 - EIXO DE VAGÃO, a tabela fornece:

$\sigma_f = 9,5\ kg/mm^2$; $\sigma_t = 5\ kg/mm^2$; $\beta = 1,3$

Então $\alpha_o = \frac{9,5}{1,3X5} = 1,46$

Considerando eixo sem tambor (a favor da segurança)

$$Mf = \frac{Ft.l}{2} = \frac{3000\ kgX94\ cm}{2} = 141000\ kg.cm$$

$$Mt = Ft.r = 3000\ X\ 15\ cm = 45000\ kg.cm$$

$$Mid = 0,35\ X\ 141000 + 0,65\ \sqrt{141000^2 + 1,46^2 X 45000^2} = 152350\ kg.cm$$

$$Do = \sqrt[3]{\frac{10X\ 152350}{9,5}} = 53,20\ mm$$

Portanto o eixo de maior esforço deve ter Ø > 55 mm.

3.2 - Determinação da resistência ao deslocamento do vagão em função da carga. (Fonte: Fórmula de DAVIS - Helvécio L. Brina - Pag. 89)

Atuam 2 Resistências: Normais e acidentais.

a) Resist. normais - são as próprias dos vagões em reta e em nível como atrito no friso das rodas, nos rolamentos, rolamentos roda-trilho.

Para vagões com peso por eixo > 5 t:

$$R_1 = 1,3 + \frac{29}{W} + 0,045\ V + \frac{0,0005AV^2}{W\ X\ n}, \text{ sendo:}$$

R_1 = taxa de resistência em lb/ton.

A = área frontal em pés² (Para vagão: A=80-90 pés²)

V = velocidade do vagão em milha/hora

n = número de eixo por veículo (4 por vagão)

W = peso médio por eixo em ton (5,5 t/eixo)

Conversão de unidades

1 t = 1,1 ton; 1 km = 0,622 milha; 1 lb/ton = 0,5 kg/t

A = 85 pés²

$V = 18\ m/min = 0{,}018\ km \times \frac{60}{h} = \frac{0{,}622 \times 0{,}018 \times 60}{h} = 0{,}67\ \frac{milha}{h}$

n = 4

W = 5,5 t X 1,1 ton = 6,05 ton (tonelada-curta/short-ton)

$$R_1 = 1{,}3 + \frac{29}{6{,}05} + 0{,}045 \times 0{,}67 + \frac{0{,}0005 \times 85 \times 0{,}67}{6{,}05 \times 4} =$$

$$= 1{,}3 + 4{,}8 + 0{,}303 + 0{,}031 = 6{,}454\ lb/t$$

$$R_1 = 0{,}5 \times 6{,}434\ lb/t = 3{,}22\ kg/t$$

b) Resist. acidentais - para alterar o estado de repouso -MRU (inercial). $R_\gamma = F = m.\gamma = \frac{P}{g}.\gamma = \frac{1000\ Pt}{g}.\gamma$ (kg)

Sendo R_γ a resistência total e Pt o peso em toneladas.
A resistência unitária, em kg/t, será:

$$R'_\gamma = \frac{R\ kg}{Pt} = \frac{1000}{g}.\gamma = \frac{1000}{9{,}81}.\gamma \therefore R'_\gamma = 102\gamma\ kg/t \quad (1)$$

Expressando a resistência em função da velocidade v a ser adquirida no fim do espaço ℓ, temos:

$$\ell = \gamma.\frac{t^2}{2}, \text{ mas } t = \frac{v}{\gamma} \therefore \ell = \gamma.\frac{v^2}{2\gamma^2} = \frac{v^2}{2\gamma} \therefore \gamma = \frac{v^2}{2\ell} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1):

$$R_2 = R'_\gamma = 102 \times \frac{V^2}{2\ell} \qquad v = m/s \text{ e } \ell = 20m$$

Exprimindo a velocidade em km/h e considerando um acréscimo de 5% para levar em conta a inércia da parte rotativa, temos:

$$R_2 = 4\frac{V^2}{\ell} = \frac{4 \times (1{,}08)^2}{20} = 0{,}252\ kg/t$$

Considerando as resistências normais e acidentais

$$R = R_1 + R_2 = 3{,}22\ kg/t + 0{,}252\ kg/t \cong 3{,}50\ kg/t$$

$$\boxed{R = 3,5 \text{ kg/t}}$$

Significa que a cada tonelada de carga adicionada ao vagão necessita-se de 3,5 kg a mais para movimentá-lo.

Como a taxa média de cada vagão pesa cerca de 22 t, a força de tração necessária para movimentá-lo, vazio, é de 22 t X 3,5 kg/t= = 77 kg.

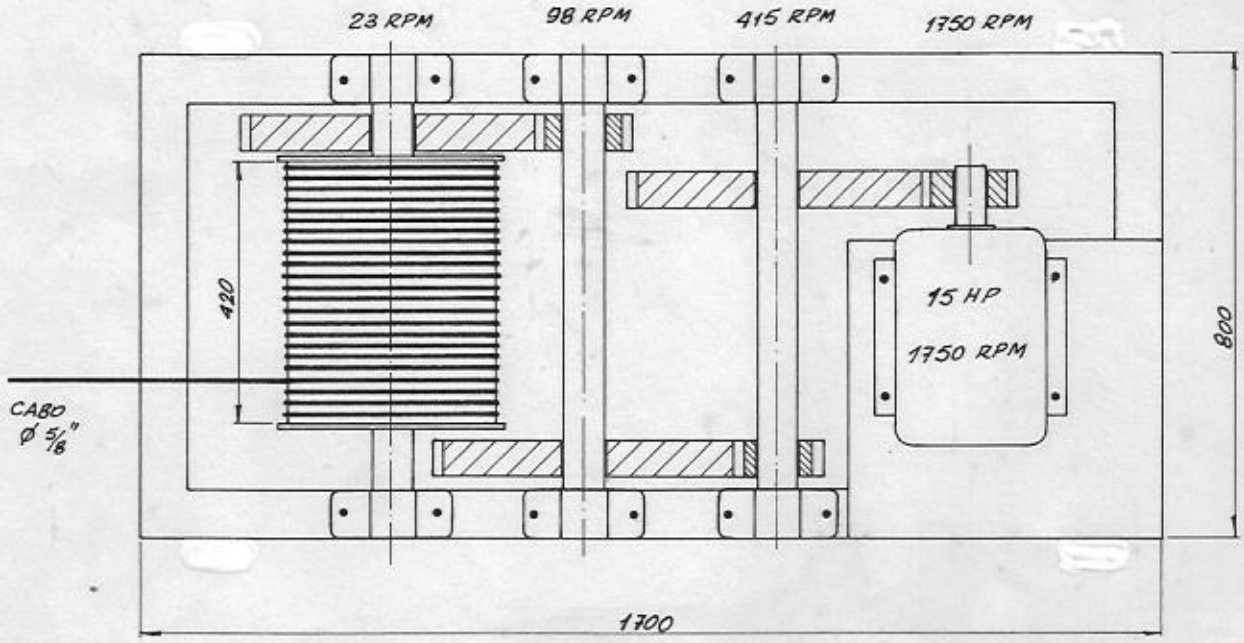


FIG. 1

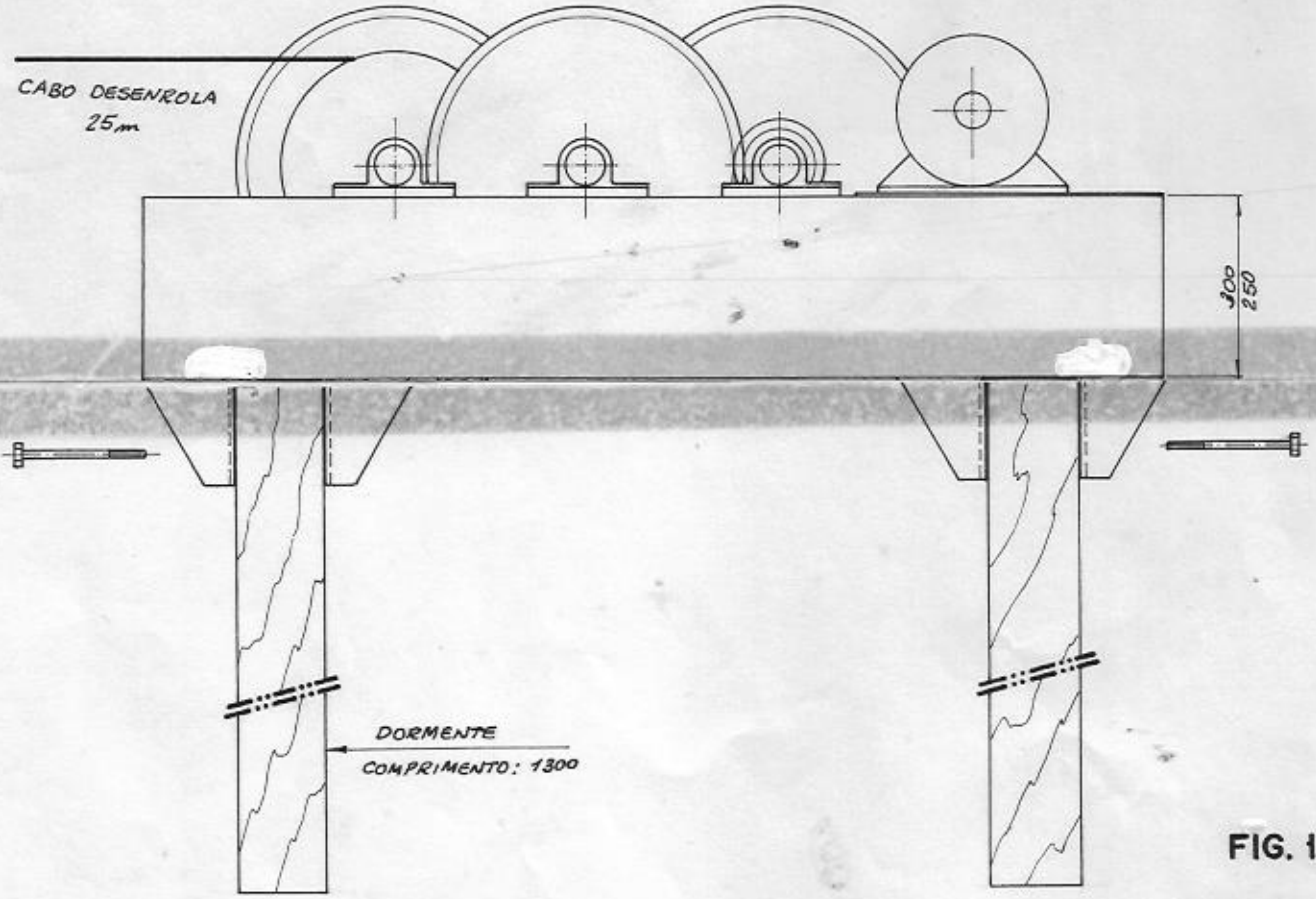


FIG. 1-A

PROJETO DE CABRESTANTE - OPÇÃO I

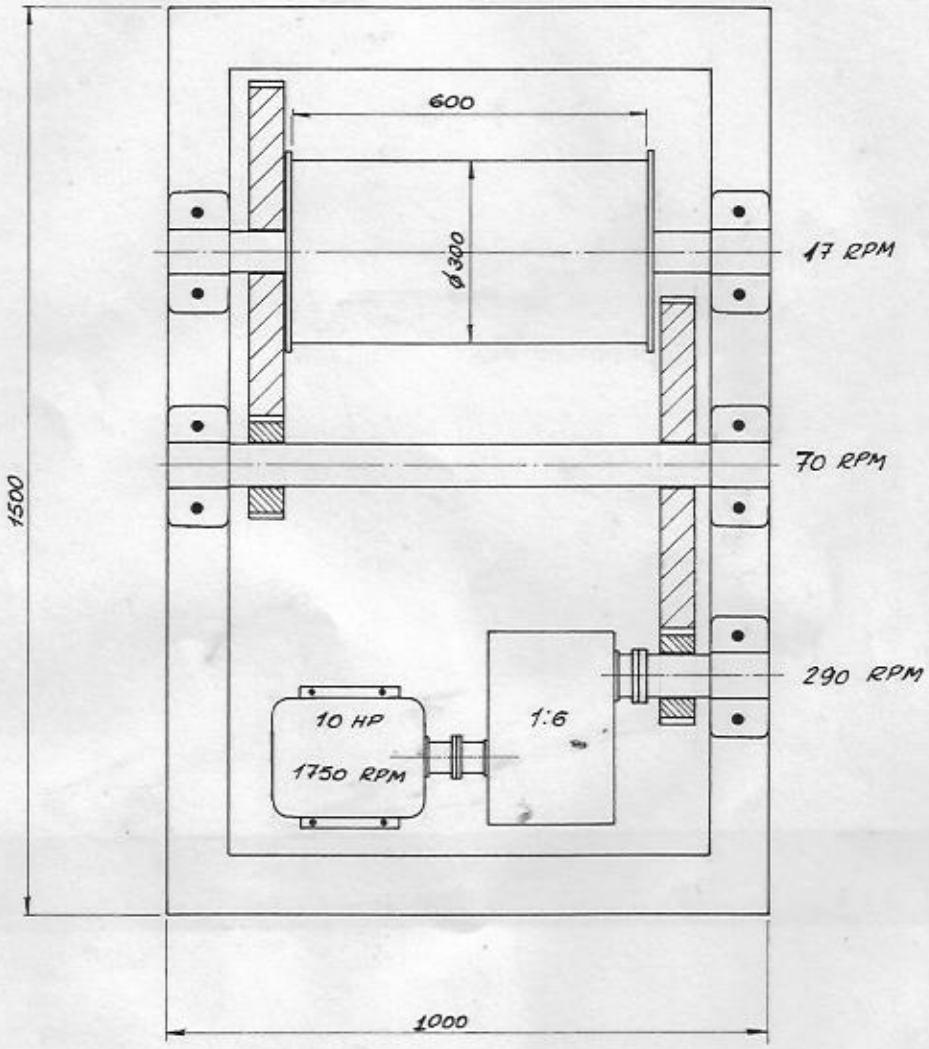


FIG. 2

PROJETO DE CABRESTANTE - OPÇÃO II

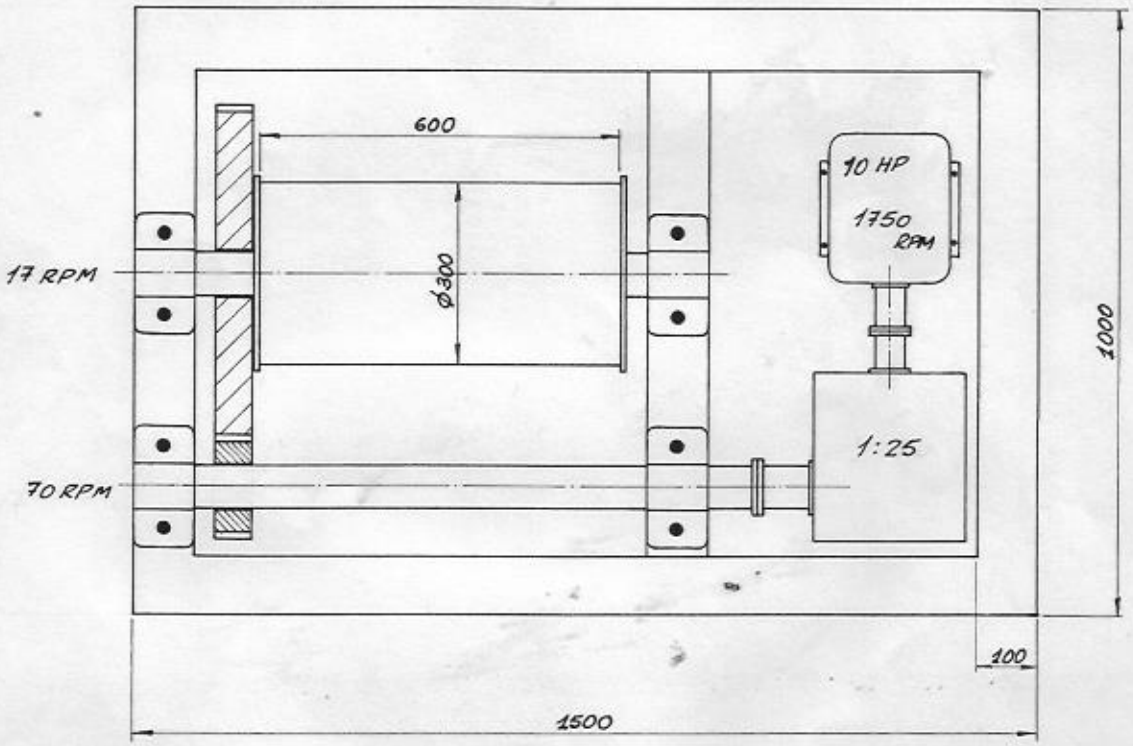


FIG. 3

PROJETO DE CABRESTANTE - OPÇÃO III

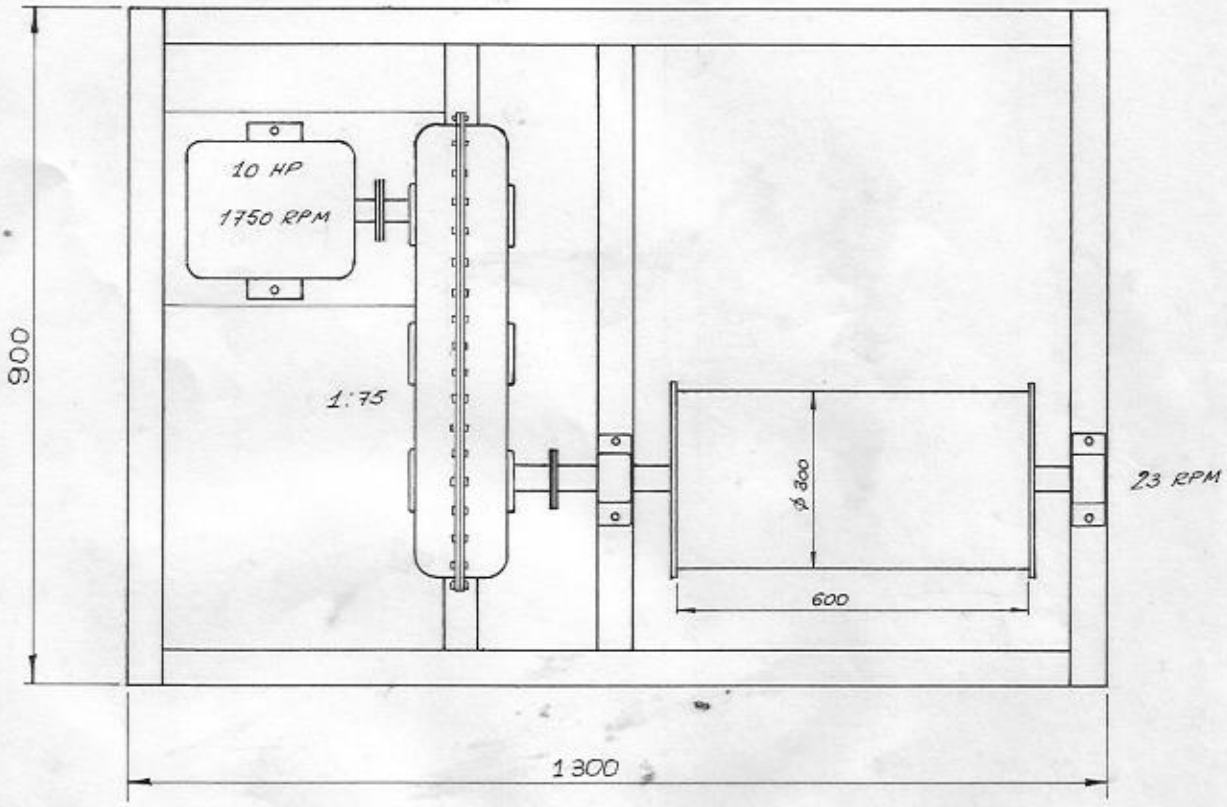


FIG. 4

CABRESTANTE EXISTENTE EM RAMIZ GALVÃO - REDE

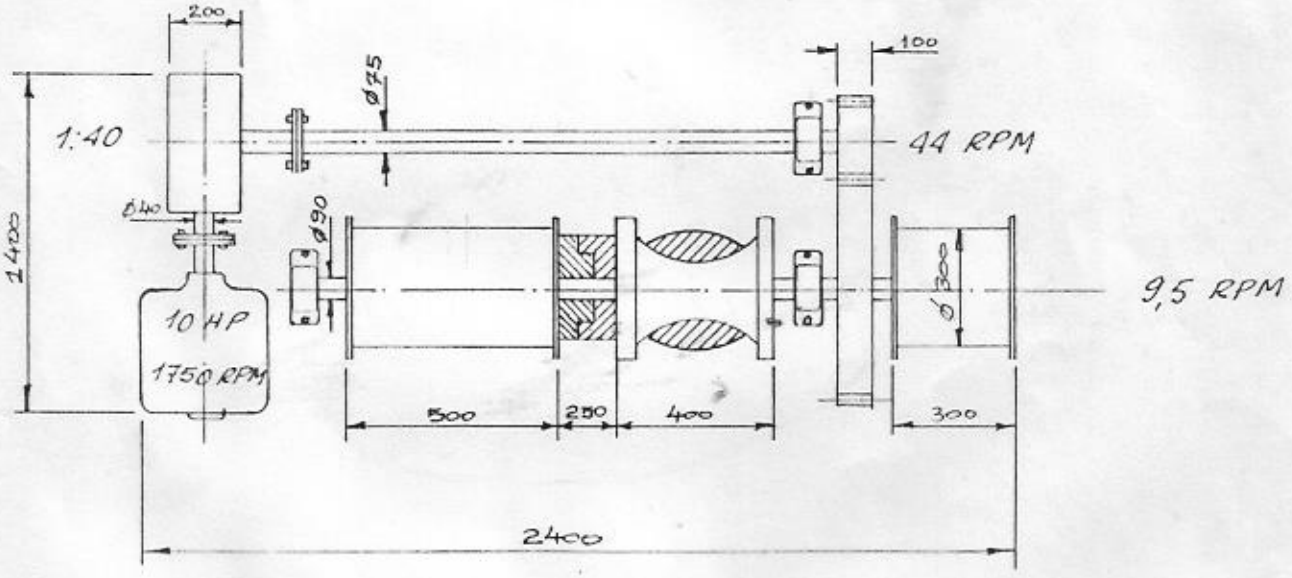


FIG. 5

CABRESTANTE EXISTENTE NA MERLIN S/A.

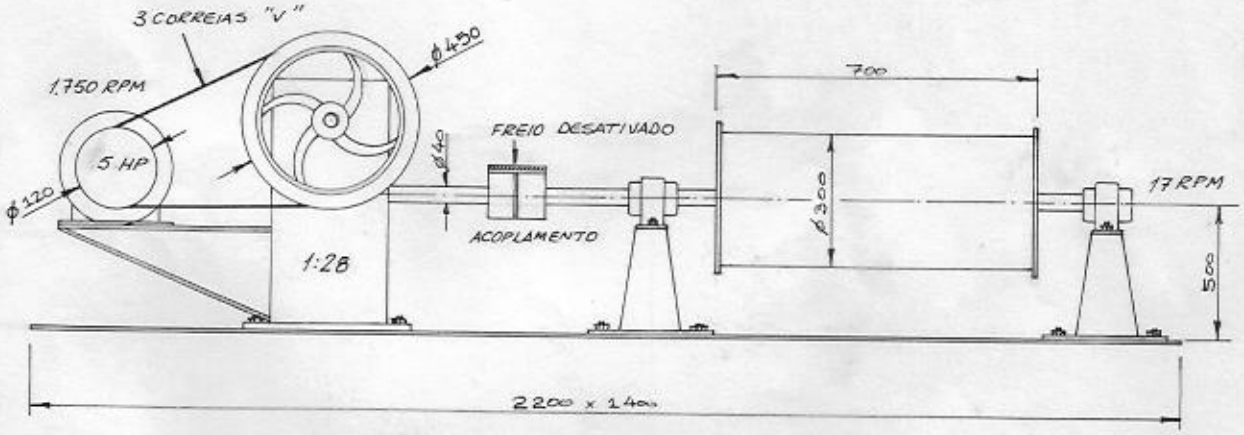


FIG. 6

CABRESTANTE EXISTENTE NA DISTRIBUIDORA IPIRANGA S/A.

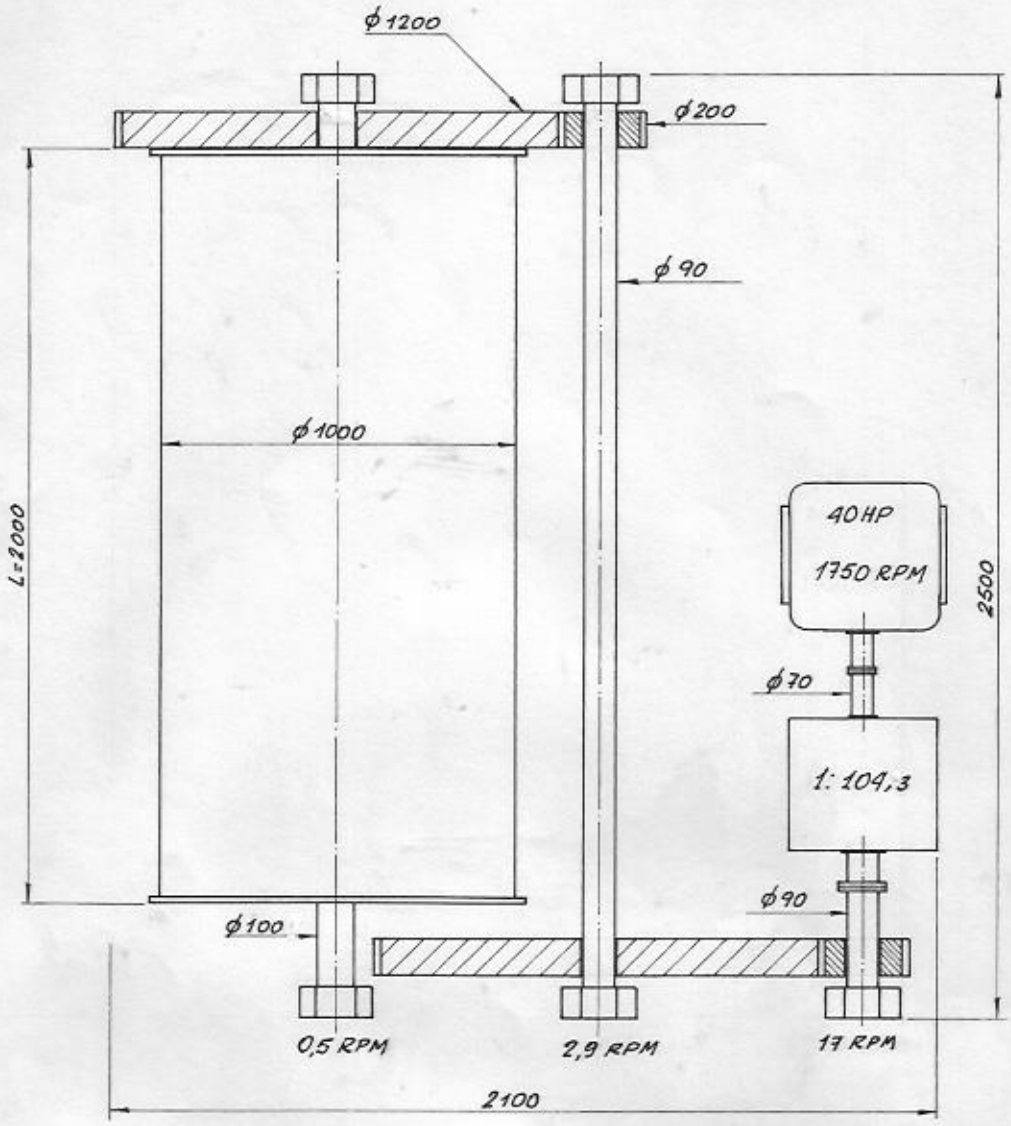
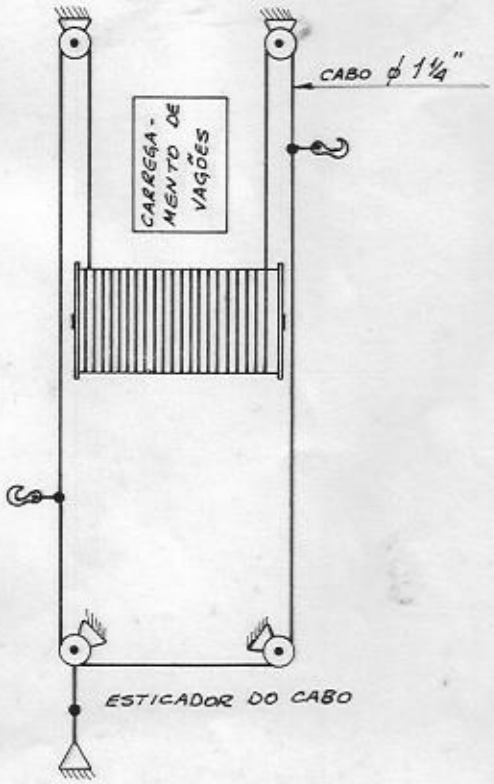
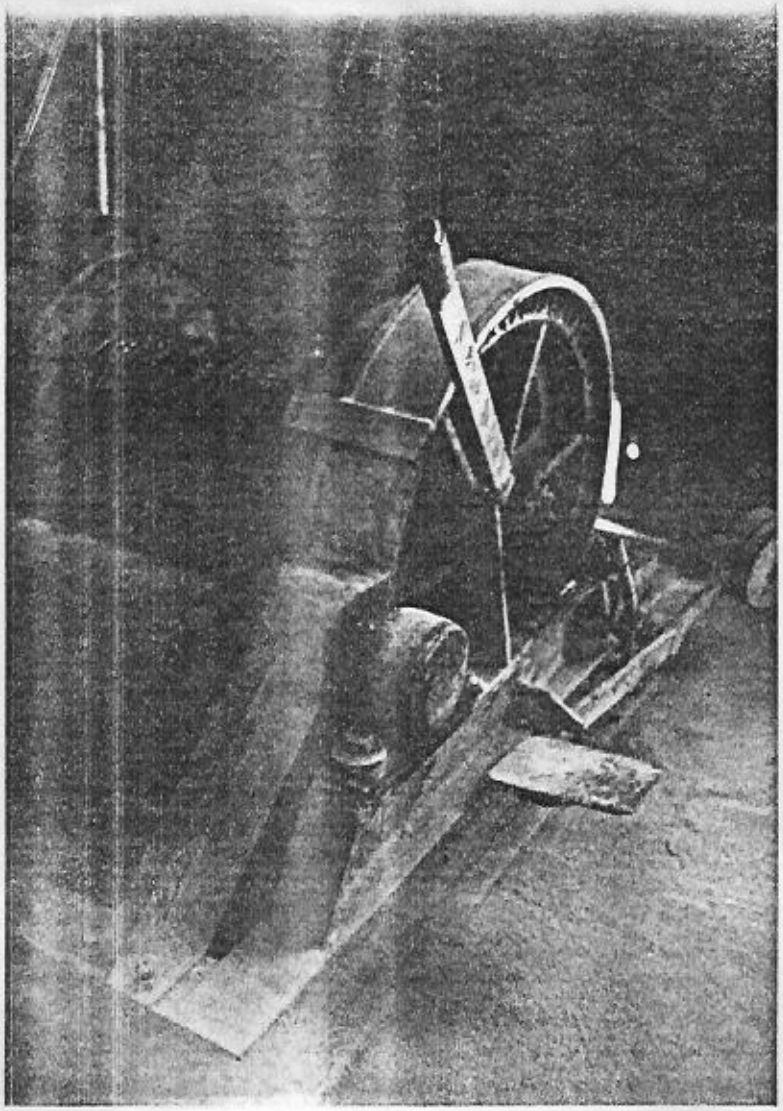


FIG. 7

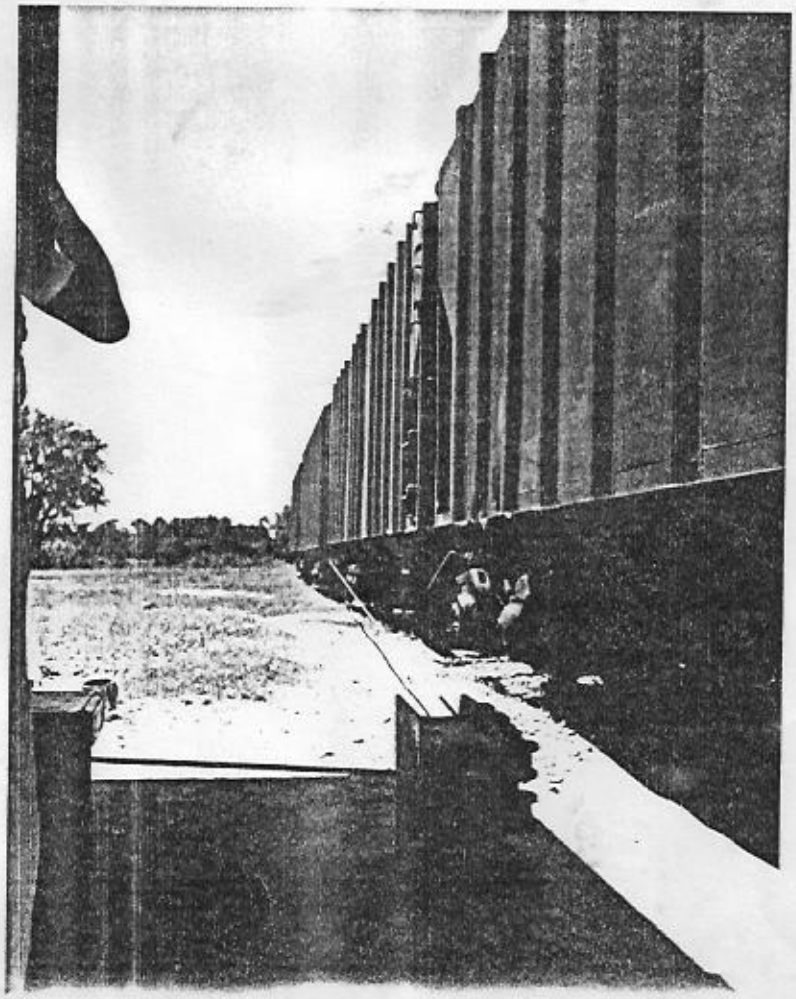


CABRESTANTE EXISTENTE NO POLO PETROQUÍMICO DE TRIUNFO



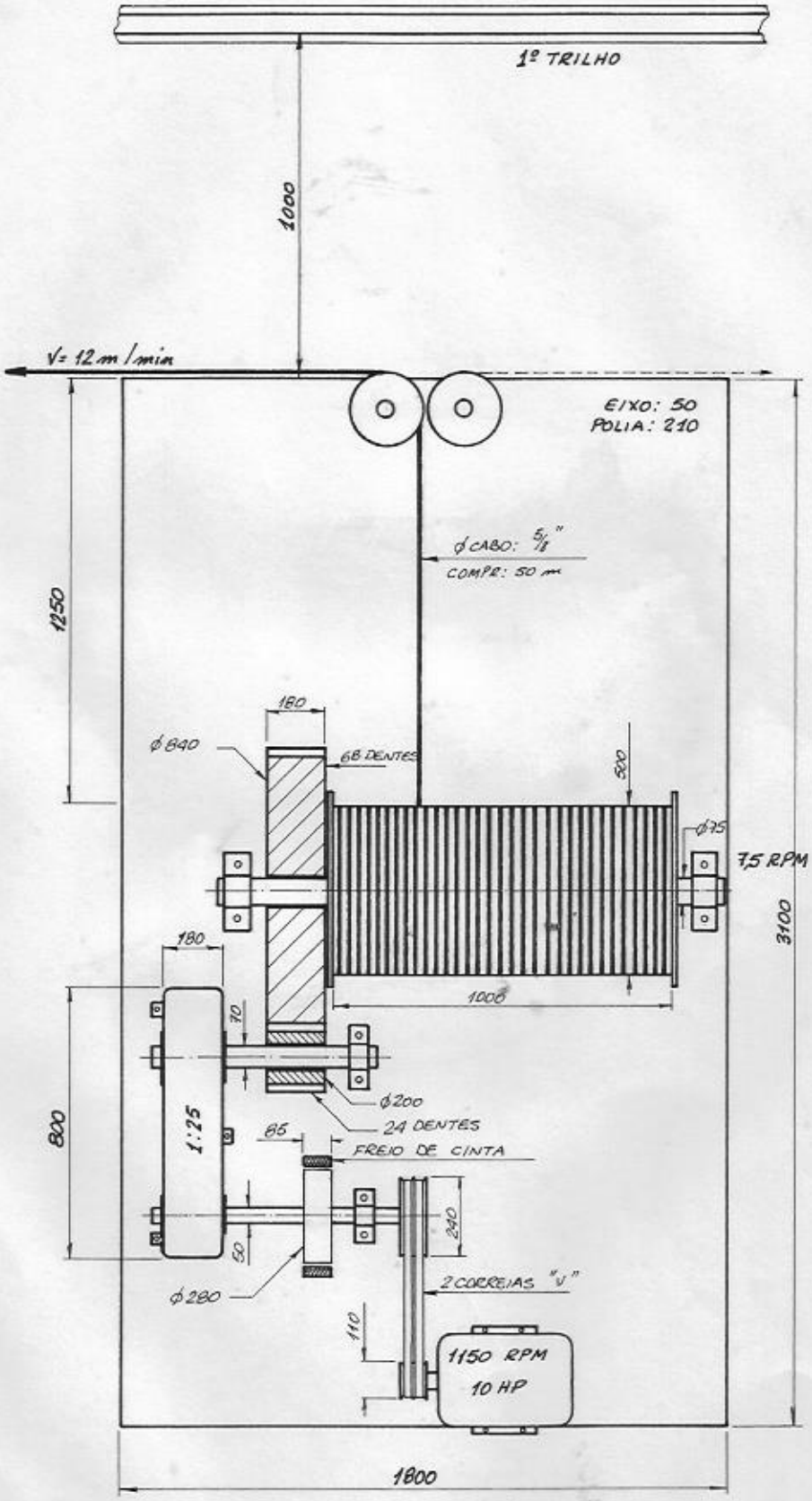
CABRESTANTE EXISTENTE NA ADUBOS TREVO S/A.-RAMIZ GALVÃO

FIG. 8



CABRESTANTE EXISTE NA UNICAL - RAMIZ GALVÃO

FIG. 9



CABRESTANTE EXISTENTE
NA AGEF - SANTA MARIA

50 CPS : 955 RPM
60 CPS : 1150 RPM

FIG. 10