

DIMENSIONAMENTO DE UM EXERCITADOR PASSIVO PARA MEMBROS INFERIORES COM CONTROLE DE ESPASTICIDADES.

Kleber Paiato José de Souza, Victor Orlando Gamarra Rosado. – Ciências Exatas – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

INTRODUÇÃO

Através de pesquisas feitas sobre equipamentos assistivos, foi verificado que os exercitadores passivos a venda no mercado nacional são de alto custo (Cajumoro – FlexMotor® com controle de espasticidades)^[1], inviabilizando a obtenção deste equipamento pela maioria dos deficientes físicos, sendo paraplégicos, tetraplégicos ou deficientes temporários, bem como idosos ou pessoas que necessitam deste produto para fisioterapia.

O exercitador passivo para membros inferiores com controle de espasticidades é um aparelho para o tratamento de recuperação dos membros inferiores que visa, através de movimentos cíclicos com amplitudes e velocidades controladas, manter as amplitudes articulares, manter o controle da hipertonía, ativar a circulação sanguínea e conseqüentemente melhorar o metabolismo e funções intestinais; problemas estes que são causados geralmente pelo sedentarismo apresentado pela maioria dos deficientes físicos. Este equipamento pode ser aplicado a pessoas com comprometimentos circulatórios, reumatológicos, ortopédicos ou com dificuldade de movimentos, bem como pessoas com paralisias devido a comprometimentos neurológicos em que haja manifestação de espasticidades.

O equipamento consiste em um motor elétrico de 0,25 cv (184 watts), ligado ao sistema “coroa e sem-fim” que movimenta os pedais em movimento circular. Os pés do paciente são fixados nos pedais por meio de tiras com velcro. Tem como função o controle de espasticidades realizado através de um circuito eletrônico que detecta picos de corrente no motor, devido a um excesso de carga, evidenciando uma câimbra ou um espasmo muscular. Com a detecção de um pico de corrente o equipamento é desligado automaticamente evitando lesões. Suas formas visam fácil utilização e transporte. Assim como o baixo custo final.

Com os objetivos bem definidos, foram iniciadas as pesquisas sobre dados técnicos e de mercados sobre equipamentos deste tipo, na qual foi possível verificar que existe apenas um fabricante no mercado nacional, sendo os demais modelos importados e também de alto custo. Isto se deve ao fato de que no Brasil as pesquisas com tecnologia reabilitadora e assistiva são bastante restritas.

DIMENSIONAMENTO E DESENHOS PRELIMINARES

Após a realização das pesquisas foi iniciada a concepção do protótipo com a realização de desenhos 2D e 3D em AutoCAD^[4]. Foram encontradas três possibilidades de mecanismos para a construção do protótipo. São eles: sistema de “coroa e sem-fim”, sistema de polias e sistema com transmissão por engrenagens. Foi escolhido para o protótipo inicial o sistema de “coroa e sem-fim” devido à facilidade de montagem, pouco espaço ocupado, confiabilidade, robustez e principalmente a possibilidade de construção na Universidade.

Foi adotado para este projeto um motor de corrente alternada com potência nominal de 184 w (0,25 cv) e rotação variável entre 900, 1350 e 1800 rpm, sendo que esta variação é feita através de botões no controle do motor.

Para atender as necessidades da maioria dos usuários foi definida uma rotação de saída entre 30 e 60 rpm.

Vem sendo desenvolvido também um sistema mecânico de controle de espasticidades, que através da variação do esforço realizado sobre os pedais faça-os “girar em falso”, evitando lesões nos pacientes. Este sistema complementa o circuito elétrico de detecção de picos de corrente, garantindo uma maior segurança para o paciente.

Segue abaixo o dimensionamento do sistema “coroa e sem-fim” (conforme catálogo Protec)^[2,3]

Relação de transmissão:

$$i = \frac{n_{\text{máx}}}{n_{s\text{máx}}} = \frac{1800}{60} = 30$$

Onde: n = rotações por minuto (rpm) do motor; e Ns = rotação de saída no pedal.

Modulo: m = 3 (Adotado).

DIMENSIONAMENTO DE UM EXERCITADOR PASSIVO PARA MEMBROS INFERIORES COM CONTROLE DE ESPASTICIDADES.

Kleber Paiato José de Souza, Victor Orlando Gamarra Rosado. – Ciências Exatas – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

Número de entradas do sem-fim: $N_{SF} = 3$.

Número de dentes da coroa: $Z_C = N_{SF} \cdot i = 3 \cdot 30 = 90$ dentes.

Altura da cabeça do dente: $h_C = m = 3$ mm.

Altura do pé do dente: $h_P = 1,2 \cdot m = 1,2 \cdot 3 = 3,6$ mm.

Altura total do dente: $h = h_C + h_P = 3 + 3,6 = 6,6$ mm.

Diâmetro primitivo da coroa: $dp_C = \frac{m \cdot Z_C}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 90}{\cos 16} = 280,88$ mm.

Onde: β = ângulo de inclinação dos dentes do “sem-fim”. Adotado 16° .

Diâmetro externo da coroa: $d_{EC} = dp_C + 2h_C = 280,88 + 2 \cdot 3 = 286,88$ mm.

Diâmetro interno da coroa: $d_{IC} = dp_C - 2h_C = 280,88 - 2 \cdot 3 = 274,88$ mm.

Diâmetro primitivo do “sem-fim”: $dp_{SF} = \frac{m \cdot Z_{SF}}{\sin \beta} = \frac{3 \cdot 3}{\sin 16} = 32,65$ mm.

Onde: Z_{SF} = número de dentes do “sem-fim” = $\frac{Z_C}{i} = \frac{90}{30} = 3$.

Diâmetro externo do “sem-fim”: $d_{ESF} = dp_{SF} + 2h_C = 32,65 + 2 \cdot 3 = 38,65$ mm.

Diâmetro interno de “sem-fim”: $d_{ISF} = dp_{SF} - 2h_C = 32,65 - 2 \cdot 3 = 26,65$.

Inclinação do perfil do dente (θ) = 20° . Tabelado de acordo com o ângulo β , segundo tabela Protec^[2,3].

Largura útil da coroa: $b_u = 2 \cdot \sqrt{1 + \frac{dp_{SF}}{m}} \cdot m = 2 \cdot \sqrt{1 + \frac{32,65}{3}} \cdot 3 = 20,70$ mm.

Largura total da coroa: $b_0 = b_u + m = 20,70 + 3 = 23,70$ mm.

Comprimento do “sem-fim”: $L_{SF} = 2 \cdot (1 + \sqrt{Z_C}) \cdot m = 2 \cdot (1 + \sqrt{90}) \cdot 3 = 62,92$ mm.

Passo do “sem-fim”: $t_{SF} = m \cdot \pi = 9,42$.

Avanço do “sem-fim”: $H_{SF} = t_{SF} \cdot m = 28,27$ mm.

Os esboços preliminares foram realizados com auxílio do software computacional AutoCAD^{®[4]}, conforme as figuras apresentadas a seguir:

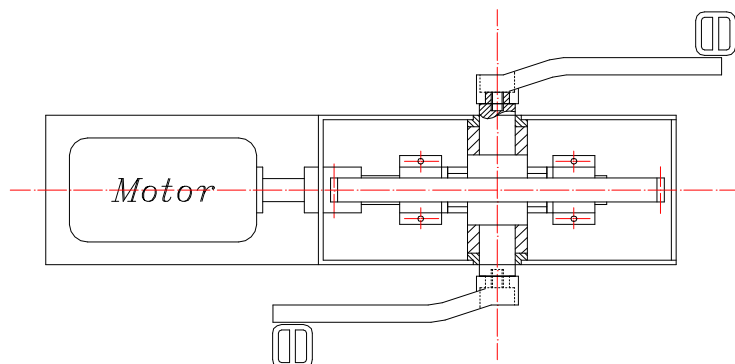


Figura 1: Vista superior do exercitador

DIMENSIONAMENTO DE UM EXERCITADOR PASSIVO PARA MEMBROS INFERIORES COM CONTROLE DE ESPASTICIDADES.

Kleber Paiato José de Souza, Victor Orlando Gamarra Rosado. – Ciências Exatas – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

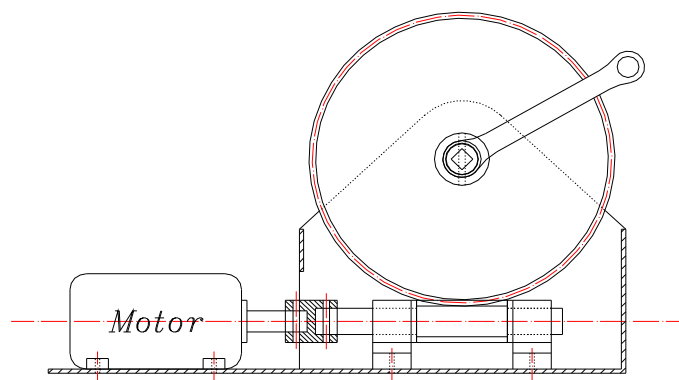


Figura 2: Vista lateral do exercitador

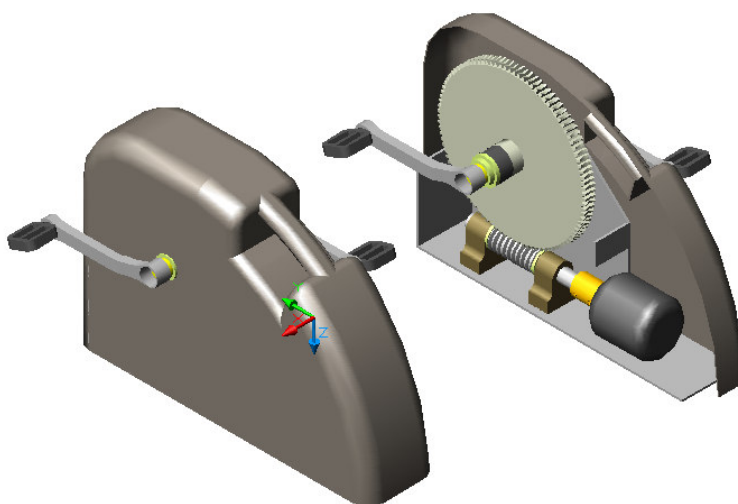


Figura 3: Modelo 3D do exercitador

Tabela 1: Tabela de componentes.

Componentes:	Quantidade:	Material e dimensão:
Coroa	1	Nylon® – 62 x ϕ 287 mm
Eixo do “sem-fim”	1	Aço 1020 – 230 x ϕ 40 mm
Eixo da coroa	1	Aço 1020 – 170 x ϕ 30 mm
Mancal do eixo do motor	2	Aço 1020 – 35 x 60 x 70 mm
Acoplamento do eixo do motor	1	Aço 1020 – 48 x ϕ 40 mm
Mancal do eixo de manivelas	2	Nylon® - 15 x ϕ 25 mm
Buxa do eixo de manivelas	2	Bronze - 25 x ϕ 50 mm
Buxa do eixo do “sem-fim”	2	Bronze – 6 x ϕ 40 mm

DIMENSIONAMENTO DE UM EXERCITADOR PASSIVO PARA MEMBROS INFERIORES COM CONTROLE DE ESPASTICIDADES.

Kleber Paiato José de Souza, Victor Orlando Gamarra Rosado. – Ciências Exatas – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

O suporte será feito de chapas de aço 1020 com 3 mm de espessura soldadas e a cobertura será feita com chapas de aço pré-pintadas com 0,43 mm de espessura. Os pedais e as alavancas dos pedais serão comerciais assim como as utilizadas em bicicletas.

CUSTOS E CONCLUSÕES

Com os estudos e dimensionamentos realizados, verificou-se uma real necessidade da realização deste projeto devido à escassez de pesquisas na área de tecnologia de reabilitação, ao alto custo dos poucos equipamentos disponíveis no mercado nacional e também o grande número de pessoas que necessitam deste equipamento. A concepção deste projeto é totalmente exequível, uma vez que trata-se de um sistema de simples usinagem, podendo ser confeccionado com os recursos existentes nesta instituição. O custo aproximado para a construção do protótipo está em torno de R\$ 1500,00 (incluindo custos de usinagem), custo este bem inferior ao de mercado, R\$ 3000,00.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAJUMORO APARELHOS MÉDICOS LTDA **Flexmotor**. Disponível em: < <http://www.cajumoro.com.br/home>>. Acesso em: 29 set. 2006.
- [2] PROVENZA, F. **Projetista de Maquinas**: Protec. 71. ed. São Paulo: F. Provenza, 1996. 456p.
- [3] PROVENZA, F. **Desenhista de Maquinas**: Protec. 4. ed. São Paulo: F. Provenza, 1978. 388p.
- [4] SOFTWARE. **AutoCAD®**. Autodesk®. 2000.