

CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA – CRICTE 2013

DESENVOLVIMENTO SISTEMÁTICO DE PROJETO MECÂNICO COM UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA PROJETUAL

Márcio Walber

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Mecânica Universidade de Passo Fundo
mwalber@upf.br

Anderson Bortolotti

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica Universidade de Passo Fundo
105206@upf.br

Resumo. *O estudo em questão traz como tema principal a execução de projetos com utilização de metodologia projetual. Inicialmente, é apresentada uma breve fundamentação teórica sobre o assunto, mostrando as etapas envolvidas em um projeto sob enfoque de diferentes autores, bem como os métodos a serem empregados em cada uma destas etapas. O trabalho também mostra a aplicação da metodologia escolhida em um projeto mecânico completo. Ao término do estudo, é feita uma análise das vantagens provenientes da utilização de tal metodologia.*

Palavras-chave: *Projeto, Metodologia projetual, Desenvolvimento de produtos.*

1. INTRODUÇÃO

Produtos de qualidade, isentos de problemas e com baixo custo tem sido foco dos compradores. Prazos de projeto fabricação e introdução ao mercado também são um importante diferencial.

A fim de evitar problemas e aliar ao produto as qualidades anteriormente citadas é imprescindível que o mesmo seja desenvolvido por meio de técnicas corretas.

O trabalho apresentado a seguir terá sua estrutura composta por uma fundamentação teórica de base principal bibliográfica; abordando a realização adequada de projetos mecânicos, bem como os métodos a serem utilizados.

Posteriormente será apresentada a execução de um projeto de uma catraca recolhadora de cabo de aço de forma sistemática com a utilização da metodologia apresentada, além de dados obtidos e suas respectivas conclusões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os itens a seguir apresentados retratam algumas das principais metodologias de projeto utilizadas.

Baxter (1998, p. 9) emprega em sua metodologia o funil de decisões, que consiste em um processo convergente de tomadas de decisões pelo qual se inicia o desenvolvimento de projeto com alto grau de risco e incerteza, e gradativamente com sua execução, a situação se reverte passando a apresentar baixo risco e um mínimo grau de incerteza.

Já Back *et al.* (2008, p. 34) emprega uma metodologia onde as fases principais de projeto são oito: Planejamento do projeto, Projeto informacional, Projeto conceitual, Projeto preliminar, Projeto detalhado, Preparação da produção, Lançamento do produto e Validação do produto.

De acordo com Pahl *et al.* (2005, p.12), o desenvolvimento de um projeto se desdobra ao longo de quatro fases principais: Esclarecimento e definição metódica da tarefa, Métodos para concepção, Metodologia para anteprojecto e Métodos para o detalhamento.

Tal metodologia é de grande ênfase não só para projetos mecânicos, mas para uma vasta gama de áreas em função de que é baseada na norma alemã VDI 2221.

3. PROCEDIMENTO METÓDICO

Este projeto apresenta as etapas do desenvolvimento do projeto mecânica da catraca em questão

3.1 Esclarecimento e definição metódica da tarefa

Iniciando a primeira etapa de projeto, uma linha mestra com as principais características do produto é criada. Por meio desta técnica, são extraídas ideias e princípios os quais servirão de base na elaboração da lista de requisitos.

Tabela 1 – Linha mestra

<i>Geometria</i>	Geometria simples. De preferência, o conjunto como um todo deve ter um formato cujas dimensões principais não ultrapassem 300 mm.
<i>Cinemática</i>	Recolhimento de cabo de aço com baixa velocidade e aceleração constante, sendo que o cabo de aço traciona de forma linear.
<i>Forças</i>	O cabo de aço irá executar forças da magnitude dos 1500 kgf em direção linear e de forma constante.
<i>Energia</i>	O equipamento trabalhará com condições de temperatura normais (-10°C a 40 °C) e estará exposto a intempéries.
<i>Segurança</i>	Deve haver um sistema de segurança o qual evite possíveis acidentes ao operador.
<i>Ergonomia</i>	O equipamento deve dar condições ao operador para que o mesmo o acione sem excesso de fadiga.
<i>Produção</i>	Por se tratar de um equipamento que não exige um alto grau de precisão, pode ficar como um todo enquadrado em uma tolerância grosseira conforme DIN 15678. A demanda exige uma linha de montagem.
<i>Controle de Qualidade</i>	Possibilidade de ensaios destrutivos e não destrutivos. Atendimento aos requisitos da ISO 9001:2008.
<i>Transporte</i>	Produto deve ser embalado em caixas de papelão. Frete mais comum por caminhões baú.
<i>Operações</i>	Ruídos de no máximo 80 dB. Utilização média de um ciclo diário.
<i>Manutenção</i>	Suscetível a pequenas manutenções. Ao término das condições de uso, o produto deve ser descartado.
<i>Reciclagem</i>	Reprocessamento dos componentes.
<i>Custos</i>	Custos de fabricação reduzidos. Investimento em ferramental momentaneamente inviável.
<i>Prazo</i>	Tempo de projeto estimado em 3 meses.

Conforme sugere o autor, cada um dos requisitos deve ser classificado em vontade (V) ou exigência (E) a fim de ponderá-los e garantir que os de maior importância sejam

atendidos integralmente. Tabela 1 apresenta a linha mestra enquanto a Tabela 2 apresenta a lista de requisitos.

Após a elaboração da lista de requisitos, a primeira etapa de projeto se encerra e é possível partir para a etapa de concepção.

Tabela 2 – Lista de requisitos

		1ª edição: 07/11/2012	
UPF	Lista de requisitos Projeto TFG	Folha 1 Página 1	
Modificação	E/V	Requisitos	Responsável
		Geometria:	Anderson
	V	Geometria simplificada	
		Dimensões principais máximas	
	V	inferiores a 300 mm	
		Segurança:	
		Sistema de travamento para evitar que	
	E	a catraca desenrole acidentalmente	
		Ergonomia:	
	E	Força máxima de acionamento de 25 N	
		Forças:	
		Resistência do conjunto como um todo	
		à uma força de 1500 kgf sem	
	E	deformações prévias	
		Prazos:	
		Prazo da Primeira fase: Novembro de	
	E	2012	
		Prazo da fase de detalhamento: Junho	
	V	de 2013	
		Ergonomia:	Anderson
		Alavanca de acionamento	
		intercambiável para poder utilizar em	
	E	outras catracas	
		Controle de qualidade:	
		Durabilidade mínima de 500 ciclos sem	
	V	deformações superiores às aceitáveis	
		Substituí:	Versão:

3.2 Métodos para concepção

A fase de concepção inicia-se com a abstração do problema, pela qual se definiu a função global (tracionar cabo de aço) ligando a entrada e saída do sistema. A Figura 1 apresenta a estrutura de funções elaborada para a catraca em questão onde a função global foi desdobrada em funções e subfunções.

Tendo em mãos a estrutura de funções e embasando-se na lista de requisitos, é possível montar uma tabela onde são sugeridos princípios de funcionamento para a resolução de cada uma das funções

atribuídas na estrutura anteriormente apresentada na Figura 1.

Ligando as soluções mais apropriadas se estabelece uma variante de solução à qual é

uma possível solução para a função global; conforme mostra a Tabela 3.

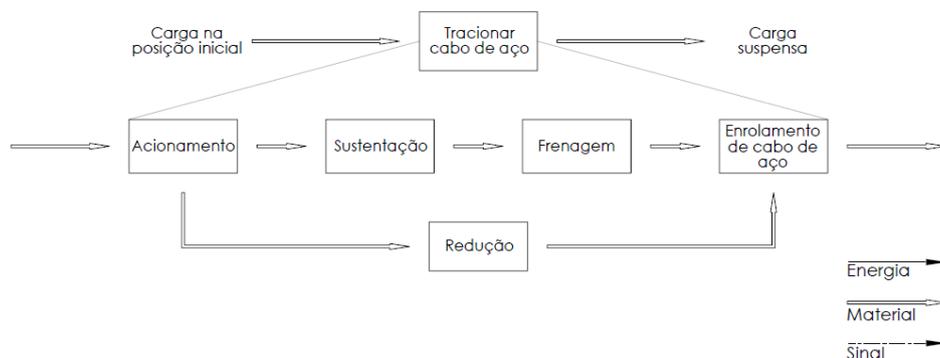


Figura 1 – Estrutura de funções

Tabela 3 – Variante de solução

Solução	1	2	3	4	5
Subfunção					
A - Acionamento	MOTOR	MANIVELA (MANUAL)	CHAVE DE RODA (MANUAL)	-	-
B - Sustentação	CARCAÇA FUNDIDA	CARCAÇA USINADA	DOBRADA COM BUCHAS	CARCAÇA DOBRADA COM ROLAMENTOS	-
C - Frenagem	TRAVA	SISTEMA DE FRICÇÃO	-	-	-
D - Enrolamento de cabo de aço	CARRETEL FUNDIDO	CARRETEL USINADO	CARRETEL SOLDADO	-	-
E - Redução	TREM DE ENGENHAGENS DENTES RETOS	PLANETÁRIO	TREM DE ENGENHAGENS DENTES HELICOIDAIS	CORREIAS E POLIAS	EIXO SEM FIM E COROA

Com a variante de solução definida, é possível criar um esboço do projeto e partir para a fase seguinte. A Figura 2 mostra o esboço criado para a catraca.

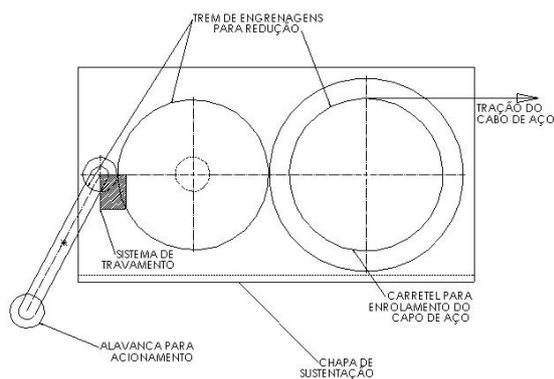


Figura 2 – Esboço da catraca

3.3 Metodologias para anteprojeto

Iniciando-se a terceira etapa, inicialmente é feito uma pré-modelagem tridimensional do produto, a qual servirá de base para o dimensionamento dos

componente portadores de funções principais. A Figura 3 apresenta o pré-modelo tridimensional.

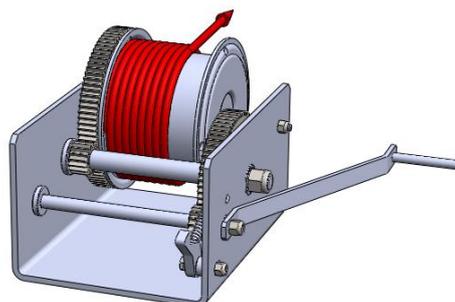


Figura 3 – Pré-modelo tridimensional

Por se tratar de um equipamento para movimentação e elevação de cargas, o mesmo deve atender aos requisitos da ABNT NBR 8400 – Cálculo de equipamentos para levantamento e movimentação de cargas; além de padrões ergonômicos exigidos.

Na fase de anteprojeto, são dimensionados os componentes portadores de funções principais, os quais são mais relevantes: cabos de aço, eixos, engrenagens, carretel e sustentação.

O cabo de aço escolhido foi um cabo Seale (1+9+9) EIPS (extra improved plow-steel) de diâmetro 7/16” com resistência à tração de 200 kg/mm² e carga de ruptura de 8300 kgf.

Sabendo o diâmetro do cabo de aço e considerando a relação sugerida pela norma, é possível definir o diâmetro do tambor do carretel e demais parâmetros do projeto.

Definidos tais parâmetros é possível chegar às forças atuantes conforme mostra a Figura 4.

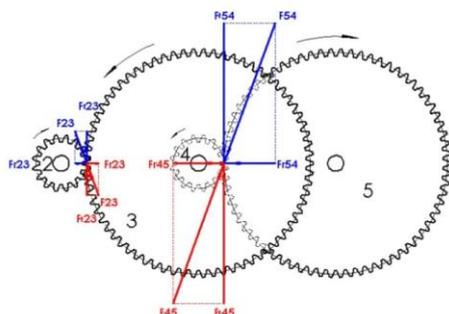


Figura 4 – Forças atuantes

O dimensionamento dos eixos acionador e central é feita pelo cálculo da tensão proveniente de flexo-torção enquanto o eixo do carretel está sujeito a cisalhamento.

Já as engrenagens foram calculadas pelo método de Shigley 1983 onde é possível dimensionar os pares de engrenagem por durabilidade superficial e resistência à fadiga por flexão.

A parte de fixação da catraca exercida pela chapa base bem como o carretel foram calculados pelo MEF (Método de elementos Finitos) o qual consiste em aplicar condições de contorno tais como material, fixação e carregamentos aos elementos alvo de análise. A Figura 5 e Figura 6 mostram as tensões resultantes no corpo e carretel respectivamente.

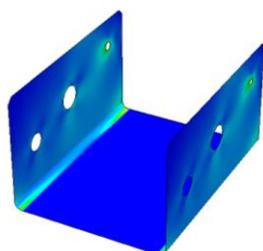


Figura 5 – Tensões atuantes no corpo

Feitas as análises pertinentes na fase de anteprojetado, o projeto torna-se definido e é

possível partir para o detalhamento, este que caracteriza a quarta fase de projeto.

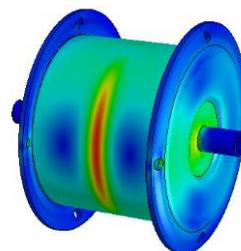


Figura 6 – Tensões atuantes no carretel

3.4 Métodos para o detalhamento

Os desenhos pertinentes para a fabricação da catraca foram detalhados com auxílio do software 3D SolidWorks.

4. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8400:** Estruturas. Rio de Janeiro, 1984. 108 p.
- BACK, Nelson, *et al.* **Projeto integrado de produtos:** planejamento, concepção e modelagem, Barueri, Manole, 2008.
- BAXTER, Mike R.. **Projeto de produto:** guia prático para o desenvolvimento de novos produtos, São Paulo, Edgard Blücher, 1998.
- BUDYNAS, Richard G., NISBETT, Keith. **Elementos de Máquinas de Shigley:** projeto de engenharia mecânica, Porto Alegre, AMGH, 2011.
- PAHL, Gehrard *et al.* **Projeto na engenharia:** fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações, São Paulo, Edgard Blücher, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização do estudo em pauta foi possível notar a importância da utilização de uma metodologia específica para a execução de um projeto mecânico. Além disso, fica bastante explícita a importância da utilização dos métodos corretos indicados em cada fase gerando o andamento correto do projeto.