

DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO PARA CONTAR FIOS DE LÃ PARA CONFEÇÃO DE CABELOS DE BONECO

Henrique Saraiva Scarmagnan

henrique.scarmagnan@gmail.com

Resumo: O objetivo final deste trabalho é desenvolver e construir um protótipo que melhore o processo de corte dos fios. A metodologia do projeto consiste de um Estudo de Viabilidade seguido pelo Projeto Básico e pelo Projeto Executivo. O Estudo de Viabilidade tem por objetivo principal caracterizar a necessidade do projeto, a qual é a de melhorar o processo de corte do fio de lã na confecção dos cabelos dos bonecos. Então a melhor alternativa, dentro de algumas criadas, é escolhida para ser desenvolvida no Projeto Básico. Segue-se então para o projeto executivo onde o projeto de fabricação será todo determinado e um protótipo construído. Na etapa final serão realizados testes do protótipo que serão analisados para aplicação de melhorias no equipamento.

Palavras chave: equipamento, cortar, fios, cabelo, boneco

1. Introdução

A ONG Grupo Primavera, sediada na região periférica da cidade de Campinas no estado de São Paulo, veio até a Escola Politécnica da USP, através do programa Poli Cidadã, expor suas dificuldades no processo de confecção de bonecos de tecido. A venda destes bonecos é uma das principais fontes de renda da entidade que realiza programas contínuos de assistência social dirigido às meninas de 11 a 17 anos de idade da periferia daquela cidade. Por trás destes produtos, está uma bela e grandiosa estrutura assistencial com muitos programas educacionais como: o IMT (Iniciação ao Mundo do Trabalho), o Programa Florada e o Projeto Tear, além de aulas de ensino complementar. A instituição também oferece alimentação nutritiva e variada no café da manhã, almoço e lanche da tarde.

Este trabalho irá se concentrar na solução de problemas relativos ao processo de confecção dos cabelos dos bonecos. Estes são feitos com fios de lã e as principais dificuldades encontradas no processo são: padronização do corte dos fios a fim de se obter sempre certa quantidade de fios de um comprimento pré-estabelecido; melhorar o processo de colagem dos fios de lã na cabeça dos bonecos; e acelerar e facilitar o processo de corte dos fios após colagem dos mesmos.

O objetivo final deste trabalho é desenvolver e construir um protótipo de um equipamento que solucionem a dificuldade encontrada na padronização do corte dos fios de lã. Assim, seria possível aumentar a produção dos bonecos e conseqüentemente aumentar a receita da instituição, uma vez que é sabida a existência de demanda do mercado sobre esse produto.

2. O Grupo Primavera

A atividade da entidade foi iniciada em 1981 quando três voluntárias, mães e donas de casa, responderam ao desejo de seis adolescentes moradoras do Jardim São Marcos (Campinas – SP), de fazer algo útil no seu tempo livre.

Os trabalhos começaram em pequeno Posto de Saúde do bairro, onde funcionava um “Clube de Mães” do qual as meninas queriam participar. Desapontadas pela impossibilidade de se filiarem ao grupo, receberam a promessa do Dr. Nelson Noronha Gustavo Filho de que iria providenciar um programa para elas. O Dr. Nelson fez o convite àquelas três mulheres que, apesar de não terem experiência no campo social, aceitaram prontamente a incumbência.

Começaram informalmente os encontros semanais de meio período, no pátio do Posto de Saúde do bairro. Sem sala, sem planos traçados, sem recursos, havia apenas o objetivo de alcançar um amanhã mais promissor para aquelas jovens. Nesses encontros as voluntárias conversavam com as adolescentes, ouvindo seus anseios e esperanças, com o objetivo de afirmar valores morais, éticos e sociais, utilizando-se do ensino de trabalhos manuais.

De ano a ano foi aumentando o número de participantes, tanto adolescentes quanto voluntárias. Esse crescimento exigiu espaços mais adequados, multiplicação dos grupos, aumento do número de dias de encontro e diversificação dos programas. Em 1992, já funcionando cinco dias por semana nos dois períodos, a instituição se estruturou juridicamente, permanecendo o nome original – Grupo Primavera – escolhido pelas adolescentes devido à analogia com a fase de suas vidas.

Hoje, instalado em sede própria, o GP atende mais de 200 adolescentes do sexo feminino, com idade entre 11 e 17 anos, e conta com uma equipe de 62 colaboradores (voluntários e contratados), dos quais 25% são jovens formadas na entidade. O caminho escolhido pelo Grupo Primavera é o de investir na formação da jovem mulher - mãe e educadora natural dos futuros cidadãos.

3. A Confeção dos bonecos

O processo de confecção dos bonecos de pano é bastante artesanal. Os bonecos são confeccionados basicamente com tecidos, linhas, algodão e lã. Os tecidos são utilizados para fazer o corpo do boneco e suas roupas. Já o algodão é utilizado como enchimento dos corpos de tecido. Por fim, os fios de lã, que é o material relacionado a este trabalho, são utilizados na confecção dos cabelos.

Os bonecos ou bonecas são de dois tipos: “normais” e “fofos”, podendo ter vários tamanhos. Os bonecos “normais” possuem um corpo de tecido com enchimento de algodão e as roupas vão por cima deste corpo. Já os “fofos” não possuem roupa, mas seus corpos são feitos com tecidos estampados, imitando roupas, que recebem o enchimento.

Os cabelos são confeccionados com fios de lã de 2 mm de diâmetro. O GP recebe doações destes fios, que são condicionados em grandes carretéis.

De acordo com o boneco a ser confeccionado, há diferentes necessidades de comprimento e quantidade de fios para a confecção dos cabelos.

Para se obter fios de mesmo comprimento, o fio contínuo proveniente do carretel é enrolado em um cilindro, chamado pelas artesãs de roda. Depois de enrolado, elas cortam os fios acumulados sobre a roda em uma mesma linha, perpendicular aos mesmos, obtendo-se um maço de fios de um mesmo comprimento. Quanto maior número de voltas, maior é a quantidade de fios e quanto maior o diâmetro da roda, maior o comprimento dos fios.

Hoje as artesãs trabalham com seis diferentes diâmetros de rodas, que são traçadas dependendo do comprimento de fios necessário. Para quantificar a quantidade de fios, utiliza-se uma fita métrica para medir o perímetro do maço de fios formado sobre a roda antes de ser cortado.

4. Estudo das Dificuldades

Após a visita a instituição e conversas com as artesãs, foi possível determinar a dificuldade que é encontrada no processo de corte dos fios. Esta é a de conseguir uma quantidade de fios de um mesmo tamanho, sendo que inicialmente se tem um fio único que é condicionado em um grande carretel.

Hoje em dia as artesãs já contam com uma máquina adaptada com um motor de máquina de costura que gira uma roda fixada em um eixo, o qual é apoiado em mancais. A transmissão da rotação e do torque do motor elétrico para o eixo e feita por um conjunto de duas polias e uma correia.



Figura 1. Máquina utilizada pelas artesãs.

O processo consiste em enrolar o fio de lã sobre essa roda e após certo número de voltas, que elas não conseguem determinar, esta é parada. Os fios são então cortados obtendo-se um maço de fios de um mesmo tamanho. O momento de corte dos fios é determinado pelo perímetro do maço de fios que se forma sobre a mesma, o que obriga que ela seja parada algumas vezes para a realização da medição.

As rodas podem ser trocadas como forma de se obter comprimentos diferentes de fios. Portanto, para a confecção dos cabelos de cada tipo de boneco existe uma roda e um valor de perímetro do maço a ser atingido. As rodas utilizadas são numeradas em valores crescentes dependendo de seu diâmetro, porém não existe nenhuma relação direta entre os números das rodas e seus respectivos diâmetros.

A artesã responsável pela confecção dos bonecos montou uma tabela com os principais bonecos confeccionados relacionando-os à roda que deve ser utilizada e ao perímetro do maço de fios que deve ser atingido.

Tipos de Bonecos	Nº da Roda	Diâmetro do Maço
Boneco Mini	1	10 cm
Boneca Mini	0,5	7 cm
Boneco Fofo Mini	1	8 cm
Boneca Fofa Mini	0,5	5 cm
Boneco Médio	2	13 cm
Boneca Média	1	10 cm
Boneco Fofo Médio	2	13 cm
Boneca Fofa Média	1	8 cm

Tabela 1. Tabela dos bonecos.

Podemos então relacionar o perímetro das rodas com o comprimento dos fios e o diâmetro do maço de fios com certa quantidade de fios. Na visita realizada, obteve-se um maço de fios de 13 cm de perímetro. Contando a quantidade de fios, chegamos ao valor de 900 fios. Pegando maços de 5, 7, 8 e 10 cm de perímetro chegamos a valores, respectivamente, de 160, 290, 360 e 550 fios.

Portanto, montando uma nova tabela relacionando os tipos de bonecos com os comprimentos e quantidades de fios:

Tipos de Bonecos	Comprimento dos fios	Quantidade de fios
Boneco Mini	33 cm	550 fios
Boneca Mini	39 cm	290 fios
Boneco Fofa Mini	33 cm	360 fios
Boneca Fofa Mini	39 cm	160 fios
Boneco Médio	53 cm	900 fios
Boneca Média	39 cm	550 fios
Boneco Fofa Médio	53 cm	900 fios
Boneca Fofa Média	39 cm	360 fios

Tabela 2. Tabela das necessidades do projeto.

Portanto, a necessidade que este projeto deve suprir é a de criar um equipamento que corte certa quantidade de fios de certo comprimento para cada tipo de boneco, como apresentado na tabela acima.

Apesar de sabermos da existência das rodas de números 3 e 4, que possuem diâmetros maiores, vamos nos ater apenas a suprir a necessidades de utilização das rodas de menor diâmetro, uma vez que são as mais utilizadas.

As rodas de maiores diâmetros, de acordo com as artesãs, são utilizadas apenas quando existe uma encomenda de bonecos de tamanhos maiores, fora dos padrões normais de produção.

Outra grande dificuldade no processo, além das trocas das rodas, é a necessidade de a artesã ter que segurar o fio de lã com as mãos durante do processo de enrolamento. Devido à alta rotação, o fio corre pelos dedos da artesã em grande velocidade causando aquecimento e desconforto. Por esse motivo, alternativas serão desenvolvidas para que não seja necessário que a artesã fique segurando o fio durante o processo. Além disso, se por algum motivo o fio escapa das mãos da artesã, este se enrola no eixo da roda, obrigando a artesã parar a máquina e desenrolar o fio acumulado sobre o eixo para só então voltar ao processo.

5. Máquinas existentes no mercado

Atualmente no mercado existem algumas máquinas para a indústria têxtil que realizam o processo de rebobinamento dos fios de lã. São utilizadas principalmente para reaproveitamento de sobras de linhas, para combinação de linhas diferentes em um mesmo carretel ou para divisão de carretéis grandes em carretéis menores.

Durante o processo de pesquisa, percebeu-se que este tipo de máquina pode receber alguns nomes dentro da cultura da indústria têxtil. Entre eles podemos citar: espuladeira, conicaleira, desmeadeira e parafinadora. Utilizaremos o termo conicaleira neste trabalho por considerar o que melhor caracteriza o tipo de máquina a ser desenvolvida.

Pesquisando sobre as conicaleiras encontramos algumas máquinas profissionais, utilizadas em produção em larga escala. São máquinas maiores e com acessórios importantes para o ganho de produção e para o conforto do operador. Essas máquinas apresentam um rebolo ranhurado que tem a função de distribuir o fio durante o processo de enrolamento. Algumas máquinas apresentam ainda um mecanismo para parafinar os fios. A parafinação é um processo muito importante, pois torna o fio mais macio e flexível facilitando o processo de tricotagem do tecido de lã.

Para realização do enrolamento, o operador passa o fio pelas guias parafinadoras e amarra o mesmo no cone. Abaixa-se então o cone, colocando-o em contato com o rebolo guiador de fios. A máquina é ligada e o rebolo guiador começa a girar. Como o cone encontra-se em contato com o rebolo, este também gira pela ação do atrito, fazendo o fio se enrolar sobre o cone. Conforme o fio vai sendo enrolado este passa pelas ranhuras do rebolo, as quais guiam o fio distribuindo-o uniformemente sobre o cone.



Figura 2. Conicaleira Industrial ServMak®.

Existem ainda máquinas para grandes tecelagens que possuem até doze rebolos com acionamentos independentes.

6. Desenvolvimento de alternativas de solução

Após analisar a dificuldade encontrada pelas artesãs, não foi possível encontrar um método mais eficiente para se obter um maço de fios de mesmo comprimento que não fosse o de enrolar o fio contínuo, proveniente de um carretel, em um rebolo e posteriormente cortar o maço de fios perpendicularmente ao mesmo.

Além do problema de troca das rodas, também se busca solucionar o problema de determinação do momento de parada da roda e o do desconforto da artesã durante o processo de enrolamento.

Como, de acordo com as artesãs, guiar o fio durante o processo de enrolamento é o problema que causa maior desconforto, partiremos então para a adaptação de uma máquina industrial, como as apresentadas anteriormente. Assim temos o problema de enrolamento dos fios solucionado, uma vez que nestas máquinas o operador não tem contato com o fio durante o enrolamento. Além disso, o fio é distribuído uniformemente sobre a roda, solucionando os dois problemas desse processo.

Resta então o problema de troca de rodas e o da determinação do momento de parada.



Figura 3. Rebolo Ranhurado.

6.1. Problema de troca das rodas:

Como partiremos para a adaptação de uma conicaleira, teremos que trabalhar necessariamente com cilindros devido ao princípio de funcionamento da máquina.

Assim, serão criados quatro cilindros que deverão ser substituídos de acordo com a necessidade das artesãs.

Como o princípio de enrolamento se baseia basicamente no atrito entre o rebolo e o cilindro onde o fio será enrolado, os cilindros deverão ser confeccionados com um material que garanta o atrito com o rebolo metálico. Por esse motivo e os cilindros terão uma manta de borracha natural vulcanizada que cobrirá a superfície que entrará em contato com o rebolo (cilindro ranhurado). Além de garantir o atrito, o emprego de um material com propriedades elásticas contribuirá significativamente com a diminuição de vibração do equipamento.

6.2. Parada da Roda:

6.2.1. Alternativa A

A primeira alternativa para solucionar o problema de parada do rotor seria um cronômetro acoplado ao sistema liga e desliga do motor. Assim que o motor fosse ligado, o cronômetro começaria a contar o tempo. Após um determinado tempo, dependendo da quantidade de fios que se quisesse obter, o motor deveria ser desligado.

Sabendo a rotação do motor e a relação de transmissão entre o motor e o rotor é fácil determinar o tempo que se deve esperar.

$$\Delta t = \frac{30 * N}{\pi * w_{motor} \cdot i} \quad (\text{Equação 1})$$

Na equação temos que N é a quantidade de fios desejada, w_{motor} é a rotação do motor em RPM e i é a relação de transmissão entre o motor e o rotor. A equação dará o tempo em segundos de máquina ligada para se obter a quantidade de fios desejada.

A deficiência dessa solução é que consideramos que a rotação do motor é constante, que não há nenhum escorregamento entre as polias e a correia do sistema de transmissão nem entre o rebolo e a roda.

6.2.2. Alternativa B

Outra alternativa para esse problema seria o acoplamento de um conta-giros eletrônico ao rotor. Da mesma forma que o cronômetro, o operador deveria desligar o motor elétrico após certo número de voltas. Porém, essa alternativa seria mais confiável, pois seria medida a rotação diretamente no rotor.

6.2.3. Alternativa C

A terceira proposta de alternativa seria o acoplamento de um contador mecânico de voltas ao rotor. A aplicação seria igual a da alternativa anterior e com a mesma confiabilidade. O que diferenciaria uma alternativa da outra seriam o custo de cada equipamento e a manutenção dos mesmos.

6.2.4. Alternativa D

Uma ultima alternativa seria o desenvolvimento de um circuito eletrônico que contasse o numero de voltas do rotor e desligasse o motor após certo número de voltas. Para isso seria necessário o desenvolvimento de um sistema com um microprocessador. Conectaríamos a uma de suas entradas um sensor magnético o qual seria estimulado a cada volta do rotor por um pequeno imã fixado no mesmo. O sistema deveria desligar o motor após certo numero de voltas pré-programado através do acionamento de um relê.

Essa alternativa é a que mais reduziria o esforço do operador do equipamento, pois só seria necessária a escolha de quantas voltas o rotor deveria realizar, todavia é a que apresenta custo mais elevado.

7. Determinação da alternativa de solução

7.1. Critérios de Decisão:

Esforço do Operador: Esse critério diz respeito ao conforto do operador. Ele avaliará a necessidade de ações que este deverá realizar para conseguir que a roda pare no momento certo.

Precisão: esse critério caracteriza o quão preciso é o sistema responsável por determinar o momento de parada do sistema girante, ou seja, se o motor será desligado depois do número determinado de voltas.

Manutenção: esse critério tem por objetivo avaliar as alternativas quanto à necessidade de manutenção do sistema e quando está for necessária, se é de fácil realização.

Custo Geral: esse último critério tem o objetivo de comparar as alternativas quanto ao seu custo, tanto se forem comprados ou se for necessário o seu desenvolvimento. No caso de necessidade de desenvolvimento, será avaliado além do custo de material, o custo da mão-de-obra e de utilização de máquinas.

7.2. Matriz de Decisão

A matriz de decisão esta apresentada abaixo:

CRITÉRIO	Peso	A		B		C		D	
		nota	npx	nota	npx	nota	npx	nota	npx
Esforço Operador	0,33	3,0	0,99	4,0	1,32	4,0	1,32	5,0	1,65
Precisão	0,27	4,0	1,08	5,0	1,35	5,0	1,35	5,0	1,35
Manutenção	0,22	4,0	0,88	3,0	0,66	3,5	0,77	2,0	0,44
Custo Geral	0,18	5,0	0,90	3,0	0,54	3,5	0,63	2,0	0,36
TOTAL	1,00		3,85		3,87		4,07		3,80

Tabela 3. Matriz de Decisão

Justificando as notas atribuídas a cada uma das alternativas:

Esforço do Operador: as notas foram dadas de acordo com as ações que seriam necessárias. Na primeira alternativa, o cronômetro, é necessário ligar o cronômetro e o motor e depois de determinado tempo desligar ambos. No caso dos conta-giros eletrônico e mecânico, o operador necessita apenas ligar o motor e desligá-lo após determinado numero de voltas. Já a última alternativa seria a de menor esforço do operado, pois este necessitaria apenas ligar o motor que desligaria automaticamente após certo numero de voltas.

Precisão: a primeira alternativa recebeu uma pior nota em relação às demais alternativas, pois pode haver escorregamento entre as polias e a correia. Além disso, pode haver um atraso ou até mesmo esquecimento na ligação do cronômetro. As alternativas B, C e D receberam as mesmas notas, pois trazem leituras mais confiáveis e que não dependem do operador.

Manutenção: as notas atribuídas levaram em conta principalmente a complexidade das alternativas, pois quanto mais complexo, maior seria a dificuldade em um caso de manutenção. Assim, os equipamentos eletrônicos receberam piores notas. A melhor nota foi dada ao cronômetro, pois é um instrumento bastante comum, seguido pelo contador de voltas mecânico.

Custo: as melhores notas foram dadas as alternativas que são mais comuns, simples e baratas. O cronômetro recebeu a melhor nota, seguido pelo conta-giros mecânico e em seguida pelo eletrônico. A pior nota ficou com o sistema eletrônico com micro chip devido não apenas ao custo de materiais, mas também a necessidade de construção do sistema.

7.3. Solução Escolhida

Teremos então uma conicaleira adaptada, que possuirá um cilindro no lugar do cone onde usualmente são enrolados os fios. Teremos então a troca destes cilindros para a obtenção de fios de comprimentos diferentes.

Para a determinação da parada da roda, teremos o acoplamento de um contador de voltas mecânico ao eixo onde o rebolo está fixo, bastando então que o operador acompanhe o processo e desligue o equipamento quando o número de voltas desejado for atingido.

Apesar de a leitura ser realizada no eixo do rebolo e não no eixo roda onde o fio será enrolado, é possível garantir que não há escorregamento entre os dois cilindros, pois se assim houvesse o mecanismo não funcionaria. Além disso, a fixação do contador de voltas em um local fixo garante uma maior vida útil ao equipamento.

8. Projeto da Máquina enroladora de fios

Como a máquina a ser desenvolvida irá trabalhar com fios de lã, fez-se uma pesquisa em um dos grandes pólos de produção de tecidos e roupas de lã no estado de São Paulo, a cidade de Campos do Jordão.

Foram realizadas visitas a algumas malharias da cidade em busca de máquinas que poderiam ser aplicadas para solucionar o problema. Foi então que se teve conhecimento da conicaleira, a máquina descrita anteriormente que tem aplicação parecida com o que se deseja para esse projeto. A partir de então se iniciou uma busca por peças para a construção do equipamento.

8.1. Sistema de troca de cilindros

Os cilindros serão feitos de chapas de alumínio, tarugos de poliestireno expandido e tubos de policloreto de vinila (PVC). O alumínio será utilizado para a confecção de discos que garantirão a rigidez das rodas. Os tarugos de poliestireno serão utilizados para a confecção de cilindros, que serão a alma das rodas. E por fim, a manta de borracha cobrirá os cilindros para garantir o atrito e a absorção de vibrações.

Assim, de acordo com o comprimento de fio desejado deveremos ter um diâmetro de cilindro. Fazendo uma conta simples conseguimos determinar os diâmetros.

$$C = \pi D \Rightarrow D = \frac{C}{\pi}, \text{ onde } C \text{ é o comprimento do fio e } D \text{ o diâmetro do cilindro.}$$

Assim, temos os seguintes valores de diâmetro.

Nº da Roda	Comprimento (C)	Diâmetro (D)
0,5	330 mm	105 mm
1	390 mm	124 mm
1,5	420 mm	134 mm
2	530 mm	169 mm

Tabela 4. Relação dos comprimentos dos fios e dos diâmetros das rodas

Para a adaptação da máquina deveremos confeccionar uma peça onde os cilindros deverão ser fixados. A máquina original possui um cone de plástico onde os cones de papelão são fixados para enrolamento dos carretéis.

Será confeccionado então um cilindro de borracha natural vulcanizada, onde as rodas serão fixadas. Este cilindro de borracha ficará permanentemente fixado à máquina.

Os discos de alumínio serão colocados nas laterais das rodas que serão feitas de tarugos de poliestireno expandido. Por cima destes tarugos será aplicada uma manta de borracha. Como a manta de borracha possui 1,5mm de espessura, podemos diminuir o diâmetro dos tarugos em valores de 3 a 5 mm, facilitando também a confecção das rodas.

Além do diâmetro externo, todos os cilindros terão um furo de 51 mm (2 pol.), onde serão colados os tubos de PVC, que darão maior resistência as rodas.

8.2. Seleção do Motor

Como a única força externa aplicada ao sistema é o peso do fio, a qual é muito pequena, no dimensionamento do motor devemos considerar apenas as forças internas, como atrito e as inércias rotacionais. Todavia, essas forças também são muito pequenas.

De acordo com as informações obtidas pelos empresários do ramo e por pequenos fabricantes destas máquinas que existem na cidade, foi informado que um motor de ¼ de cavalo é suficiente para o funcionamento da máquina. Assim, as características do motor utilizado são apresentadas abaixo.

Motor Kohlbach Mod. 48KT1	
Alimentação	110 /220 V
Corrente	5,2/2,6 A
Potência	¼ cv (184W)
Rotação	1700 RPM

Tabela 5: Características do Motor

Ainda assim devemos verificar se a potência do motor é suficiente. Porém, as forças de resistências são muito difíceis de serem dimensionadas. Assim, estas serão superestimadas a um valor 4 kgf, a qual corresponderia ao somatório das forças de atrito e de inércia do equipamento.

Assim temos:

$$Q = 4\text{kgf} = 39,2\text{N}$$

$$v = w * r$$

$$w = \frac{w_{motor}}{i} * \frac{2\pi}{60} = \frac{1700}{1,71} * \frac{\pi}{30} = 104,1\text{rad} / s$$

$$r = \frac{D_{rebolo}}{2} = \frac{70}{2} = 35\text{mm}$$

$$v = w * r = 104,1 * 0,035 = 3,64\text{m} / s$$

$$\eta_{eq} = \eta_{corr} = 0,97$$

$$N_e = Q * v = 39,2 * 3,64 = 142,7\text{W}$$

$$N_m \geq \frac{N_e}{\eta_{eq}} = \frac{142,7}{0,97} \Rightarrow N_m \geq 147,1\text{W} = 0,2\text{cv}$$

Assim, verificamos que mesmo superestimando o valor das forças de resistência, o motor de 0,25cv é suficiente.

8.3. Sistema de Transmissão por Polias

Desejamos que a rotação do rebolo ranhurado não fosse superior a 1000 RPM por uma questão de segurança e por limitação do contador de golpes. Assim, teremos a polia motora com 38 mm de diâmetro externo e polia movida com diâmetro externo de 65 mm, ambas com perfil tipo A. Assim, estabelece-se uma relação de transmissão 1:1,71, ou seja, a rotação máxima na polia movida será de 993 RPM.

A correia utilizada é da serie A-44, com circunferência externa de 1710 mm.

8.4. Verificação dos rolamentos

Consultando um catálogo da SKFTM de rolamentos autocompensadores de esferas, obtivemos alguns dados sobre um rolamento equivalente ao que o equipamento possuía. O código do produto é 1203 ETN9

Característica	Principais Dimensões			Coeficientes de Cargas		Taxas de Velocidades		
	Símbolo	d	D	B	Dinâmico C	Estático Co	Veloc. de Referência	Veloc. Limite
Unidade	mm	mm	mm	mm	kN	kN	RPM	RPM
Valor	17	40	12		8,84	2,2	38000	24000

Tabela 6: Dados do rolamento 1203 ETN9 da SKFTM

Como podemos, os valores dos coeficientes de carga são da ordem de grandeza de kN e portanto muito superiores a qualquer carregamento que a máquina poderia sofrer.

Admitindo novamente então uma força radial de 4kgf, podemos calcular o numero de que este rolamento duraria.

A carga equivalente $P = F_R$ pois não há força axial, então $P = F_R = 4 * 9,8 = 39,2\text{N}$, assim $\frac{C}{P} = \frac{8840}{39,2} = 225,51$

Sabendo que L, número de solicitações, é dado por $\left(\frac{C}{P}\right)^p = L$ e $p = 3$, pois trata-se de um rolamento de esferas, temos que:

$$L = \left(\frac{8840}{39,2} \right)^3 = 11,5 \cdot 10^6 \text{ milhões de solicitações. Assim, calculando a vida dos rolamentos em horas, podemos}$$

fazer:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^6}{60 \cdot 993} = 192,5 \text{ milhões de horas}$$

Portanto, temos que os rolamentos possuem vida infinita.

8.5. Contador Mecânico

Foram encontradas algumas empresas que fabricam ou distribuem contadores mecânicos, entre elas podemos citar a Líder Cont® e a Switron®, ambas localizadas na cidade de São Paulo.

Existe uma gama variada de contadores que possuem diversas aplicações como contagem de voltas, de metros e de golpes.

O contador que apresentou especificação mais adequada foi o modelo da série 7272 de fabricação pela Veeder-Root do Brasil.



Figura 4. Serie 7272 – Contador mecânico de golpes

Principais Características: Eixo em aço; Caixa robusta de Zamak; Não requer lubrificação; Resistente à corrosão; Velocidade de até 1000 contagens por minuto; Montagem pela base; 4 ou 5 dígitos.

9. Fabricação do protótipo

Grande parte das peças foi comprada, como toda a estrutura da máquina, placas e eixos, as duas polias, o rebole ranhurado, os mancais de rolamento e o braço que sustenta o cone. Essas peças serão indicadas e mostradas na etapa de montagem do protótipo.

Neste capítulo iremos nos ater às peças que foram fabricadas, ou seja, sofreram um processo onde houve modificação de suas dimensões originais.

De maneira a simplificar o processo de fabricação, sua exemplificação foi dividida em etapas. Cada etapa representou a fabricação de determinada peça, seguindo os conceitos descritos por NORTON, 1994.

9.1. Eixo de sustentação do cilindro

9.1.1. Materiais Utilizados

Barra Hexagonal de Aço SAE 1020:

Altura: 16 mm;

Comprimento: 205 mm.

9.1.2. Maquinário Utilizado

Serra de fita;

Torno;

Furadeira de bancada.

9.1.3. Folha de Processo

- Tornear a barra ao longo de 164,5 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 13,0 mm;
- Tornear a barra ao longo de 164,0 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 9,5 mm;
- Tornear a barra ao longo de 19 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 8,7 mm;
- Tornear a barra ao longo de 13 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 8 mm;
- Tornear a barra ao longo destes 13 mm uma rosca M8;
- Fazer um furo de 3/8" (9,5 mm) de diâmetro a uma distância de 10 mm da outra extremidade da barra.

9.2. Cilindro de Borracha

9.2.1. Materiais Utilizados

Cilindro maciço de borracha natural vulcanizada

Comprimento: 175 mm

Diâmetro: 3" (76,2 mm)

9.2.2. Maquinário Usado

Torno

9.2.3. Folha de Processo

- a) Tornear o cilindro de borracha até atingir o diâmetro de 52 mm
- b) Fazer um furo passante no cilindro com ½'' (12,7 mm) de diâmetro
- c) Tornear o furo interno em ambos os lados até se obter furos de 24 mm de diâmetro e 22 mm de profundidade

9.3. Rodas

9.3.1. Material Utilizados

Tubo de PVC

Comprimento: 710 mm

Diâmetro Externo: 51 mm

Espessura de parede: 1,6 mm

Chapa de Alumínio

Comprimento x Largura: 320 x 335 mm

Espessura: 0,5 mm

Tarugos de Poliestireno expandido

Comprimento: 500 mm

Diâmetros: 100, 120, 150 e 200 mm

9.3.2. Maquinário Usado

Guilhotina

Serra de fita

Torno

Furadeira de bancada

Cortador de Poliestireno expandido ("Fio quente")

9.3.3. Folha de Processo

9.3.3.1. Tubo Central:

- a) Serrar 175 mm do tubo de PVC
- b) Serrar o tubo ao meio

8.3.3.2. Disco para a roda 0,5:

- a) Guilhotinar uma chapa 110 x 110 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Tornear a chapa até obter um diâmetro de 105 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½''
- d) Tornear o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

8.3.3.3. Disco para a roda 1:

- a) Guilhotinar uma chapa 125 x 125 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Tornear a chapa até obter um diâmetro de 124 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½''
- d) Tornear o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

8.3.3.4. Disco para a roda 1,5:

- a) Guilhotinar uma chapa 135 x 135 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Tornear a chapa até obter um diâmetro de 134 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½''
- d) Tornear o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

8.3.3.5. Disco para a roda 2:

- a) Guilhotinar uma chapa 170 x 170 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Tornear a chapa até obter um diâmetro de 169 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½''
- d) Tornear o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

8.3.3.6. Cilindro para a roda 0,5:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 100 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro com o cortador de poliestireno;
- c) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

8.3.3.7. Cilindro para a roda 1:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 120 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro com o cortador de poliestireno;
- c) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

8.3.3.8. Cilindro para a roda 1,5:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 150 mm de diâmetro;

- b) Fixar o cilindro em uma barra e cortar o cilindro externamente até obter um diâmetro externo de 130 mm;
- c) Fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro;
- d) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

8.3.3.9. Cilindro para a roda 2:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 200 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e cortar o cilindro externamente até obter um diâmetro externo de 164 mm;
- c) Fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro;
- d) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

10. Conclusão

O início do processo de desenvolvimento foi um pouco lento e difícil devido à falta de informação sobre as máquinas empregadas na indústria têxtil.

Após a visita a algumas fábricas de malhas na cidade de Campos do Jordão, o trabalho se desenvolveu relativamente rápido. O fato de ter conseguido peças, como a estrutura da máquina, facilitou muito o processo de fabricação do protótipo, ficando apenas necessária a confecção do sistema de troca das rodas.

Como melhorias para as artesãs, temos que não há mais a necessidade de contato com o fio durante o processo de enrolamento, uma vez que a máquina traciona e distribui uniformemente o fio sobre as rodas.

A determinação de parada da roda é muito mais simples, uma vez que só é necessário o acompanhamento do processo e o desligamento da máquina quando a quantidade de fios desejada for atingida. Não há mais a necessidade de constantes desligamentos da máquina para avaliar a quantidade de fios que se acumulou sobre a roda.

Por fim, a troca das rodas permanece devido à característica de funcionamento do equipamento, mas foi facilitada, pois não é mais necessária a desconexão da correia para a sua realização.

Com relação ao tempo de enrolamento, temos uma redução de quase 50%. Se compararmos o processo mais longo, ou seja, dar 900 voltas na roda de maior diâmetro; no equipamento anterior as artesãs levavam em média quatro minutos e meio. No atual, esse mesmo processo leva pouco mais que dois minutos. Considerando ainda que com a roda maior teremos uma rotação menor, devido a configuração do novo equipamento, esse ganho aumenta consideravelmente quando há a utilização das rodas menores.

11. Referências

Kaminski, P. C., *Desenvolvendo Produtos com Planejamento, Criatividade e Qualidade*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 2000.

Norton, R. L. *Projeto de máquinas*, Bookman, 2ª Ed, São Paulo, 1994.

Zampese, B. *Manuais de rolamento*, Copyright Boris Zampese, São Paulo, 1995.

Grupo Primavera. Site Institucional. Disponível em <<http://www.gprimavera.org.br>>. Acesso em 14 de junho de 2007;

12. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

DEVELOPMENT OF EQUIPMENT TO COUNT WOLLEN WIRES FOR THE CONFECTION OF DOLL'S HAIR

Henrique Saraiva Scarmagnan

Abstract. The final objective of this work is to develop and to build a prototype that improves the cutting wires process. The project methodology consists in a Feasibility study followed by the Basic Project and the Executive Project. The Feasibility Study has the objective to characterize the project necessity, which is to improve the wire cutting process. Then, the best alternative, among some created, will be selected to be developed in the Basic Project. The next step is the executive project where the manufacture project will be determined and a prototype will be created. In the end, tests will be done and the results will be analyzed in order to improve the equipment.

Keywords: *equipment, cut, wires, hair, doll.*