

12

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

101º (de 3)
S. S. S.

***Métodos Computacionais no Dimensionamento de
Máquinas***

Fabiola Maria Vargas

NºUSP 3464921

**São Paulo
2005**

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

***Métodos Computacionais no Dimensionamento de
Máquinas***

**Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Graduação em
Engenharia**

Fabíola Maria Vargas

NºUSP 3464921

Orientador: Edson Gomes

**Área de Concentração:
Engenharia Mecânica**

**São Paulo
2005**

TF-05
V426m

2911845/194m

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600011116

FICHA CATALOGRÁFICA

Vargas, Fabiola Maria

Métodos computacionais no dimensionamento de máquinas

/

F.M. Vargas. -- São Paulo, 2005.

68 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

**1.Engrenagens (Dimensionamento) 2.Correias (Seleção)
3. Visual Basic I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia Mecânica II.t.**

RESUMO

O presente trabalho reúne alguns dos principais elementos para o projeto de máquinas industriais. Uma primeira abordagem inclui os fundamentos básicos sobre elementos de máquinas, incluindo a caracterização de mancais e transmissões mecânicas. Numa segunda análise foi descrita a metodologia de dimensionamento de engrenagens e seleção de correias, que serviram como base para a terceira e última etapa, que consiste no desenvolvimento de dois programas elaborados em Visual Basic. O objetivo do primeiro programa é, a partir de dados inseridos pelo usuário, fornecer qual o perfil de correia a ser utilizado e a quantidade necessária de correias para aquele sistema. Ao final da execução é possível ainda obter os modelos em dois catálogos de fabricantes, sendo todas as informações, tanto de dados quanto de cálculos, disponíveis em um arquivo de Excel. Já o segundo programa, tem como foco o dimensionamento de engrenagens, cilíndricas de dentes retos e helicoidais, através do conceito de Volume Mínimo Pinhão, sendo que a partir de condições de entrada, sejam calculadas as dimensões da engrenagem e posteriormente testadas em função do diâmetro do eixo e da Flexão no pé do dente. Em todas as telas dos dois programas existe o botão de comando “Teoria”, que mostra em detalhes a base teórica utilizada naquela tela.

ABSTRACT

The present work gathers some of the main elements for the project of industrial machinery. A first approach includes the basic fundamentals about machine elements, including the characterization of belts, gears and rolling.

In a second analysis, the methodology of gears dimensioning and belts selection was described, serving as a base for the last and final phase, that consists in developing two computer software written in Visual Basic.

The goal of the first software is to provide, from the data inserted by the user, the profile of the belt to be used and the necessary amount of belts to that system. At the end of the execution, it is also possible to obtain the belt's model in two manufacturer's catalogs, with all the information in terms of data and calculations available in one excel file.

The second software is focused on the dimensioning of gears, Cylindrical, Spur and helical, that from the entry/ (input) conditions will allow to calculate the gears dimensions and later on, test them in relation to the axis, and the Strain on the tooth.

In all screens from both software there will be a command button called "theory", that shows the details and theoretical basis utilized on that screen.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Proposta.....	8
1.2 Divisão dos Itens	8
2 RESUMO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	9
2.1 Mancais.....	9
2.1.1 Introdução.....	9
2.1.2 Elementos rolantes	10
2.1.3 Tipos de Rolamentos	11
2.1.4 Rolamentos com proteção.....	14
2.1.5 Manutenção.....	14
2.1.5.1 Cuidados com os rolamentos.....	14
2.1.5.2 Defeitos Comuns.....	14
2.1.5.2.1 Desgaste	14
2.1.5.2.2 Fadiga	15
2.1.5.2.3 Falhas mecânicas	15
2.1.5.2.4 Queima por corrente elétrica	15
2.1.5.2.5 Rachaduras e fraturas	15
2.1.5.2.6 Engripamento	16
2.1.6 Lubrificantes.....	16
2.1.6.1 Graxa	16
2.1.6.2 Óleo	16
2.2 Transmissões Mecânicas.....	16
2.2.1 Transmissões por correias e polias	17
2.2.1.1 Correias	17
2.2.1.2 Polias.....	23
2.2.2 Transmissões por meio de rodas dentadas.....	23

2.2.3 Eixos.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 Seleção de Correias	27
3.1.1 Determinação do Perfil de Correia.....	27
3.1.2 Valor de HP por correia	28
3.1.3 Fator de Serviço.....	29
3.1.4 Fator de Correção do Arco de Contato.....	29
3.2 Dimensionamento de engrenagens.....	30
3.2.1 Volume Mínimo do Pinhão.....	30
3.2.2 Verificação a Flexão	31
3.2.3 Diâmetro do eixo.....	32
4 RESULTADOS	33
4.1 Seleção de Correias	33
4.2 Dimensionamento de Engrenagens.....	38
5 DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÕES	41
7 BIBLIOGRAFIA	42
8 ANEXOS	43
Anexo A - Tabela de Capacidade em HP por Correia.....	43
Anexo B – Fator de serviço e Fator de forma	44
Anexo C – Pressão Admissível	45
Anexo D – Tensão Admissível	46
Anexo E – Norma DIN 6885 Chavetas	47
Anexo F – Código Fonte.....	48

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Correias Transportadoras	19
Fig. 2 – Exemplos de correias trapezoidais	20
Fig. 3 – Tela inicial Correias	33
Fig. 4 – Tela “Perfil de correias”	34
Fig. 5 – Teoria utilizada na tela “Perfil de Correias”	34
Fig. 6 – Tela “HP por correia/ Fator de serviço”	35
Fig. 7 – Teoria utilizada na Tela “HP por correia/ Fator de serviço”	35
Fig. 8 – Tela “Fator Arco de Contato”	36
Fig. 9 – Teoria utilizada na Tela “Fator Arco de contato”	36
Fig. 10 – Tela “Quantidade Correias”	37
Fig. 11 – Planilha de Resultados	37
Fig. 12 – Tela Inicial “Engrenagens”	38
Fig. 13 – Tela “Dimensões”	39
Fig. 14 – Tela “Verificação”	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 Proposta

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de programas que auxiliem o projetista no dimensionamento de máquinas. Dois tópicos serão abordados neste projeto, a seleção de correias e o dimensionamento de engrenagens, com a criação de programas utilizando como ferramenta o Visual Basic,

A teoria é mostrada posteriormente neste trabalho, com o detalhamento necessário para a compreensão dos algoritmos.

É importante salientar que a proposta é de criação de programas com foco didático e como ferramenta de verificação, a programação utilizada foi funcional e não profissional, já que foi neste projeto o primeiro contado do aluno com o Visual Basic.

1.2 Divisão dos Itens

A primeira parte deste trabalho mostra a teoria de elementos de máquinas, com o objetivo de oferecer ao leitor uma visão global dos principais elementos de máquinas, os tipos existentes e cuidados na manutenção em tópicos. A segunda parte apresenta as equações que serão usadas e metodologia, enquanto que a última é composta efetivamente pelos resultados. Por fim é feita a discussão e as conclusões finais com base nos resultados, os anexos mostram as tabelas, gráficos e as linhas de comando dos programas.

2 RESUMO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Apresentaremos neste tópico, uma visão geral sobre os principais elementos de máquinas, descrevendo características e tipos.

2.1 Mancais

2.1.1 Introdução

Os mancais podem ser divididos em dois grandes segmentos: Os de deslizamento e os de rolamento.

I) Mancais de deslizamento

- bucha fixada num suporte (corpos cilíndricos ocos permitindo melhor rotação);
- usado em máquinas pesadas
- em equipamentos de baixa rotação (evitando o superaquecimento)
- buchas e lubrificantes → reduz o atrito

II) Mancais de rolamento

- maior velocidade, menos atrito
- Para diminuir o atrito de escorregamento utiliza-se rolamento (diminuem as perdas de energia devido ao atrito)
- São geralmente constituídos de 2 anéis concêntricos e elementos rolantes (esferas, roletes e agulhas):

O anel externo é fixado no mancal.

Anel interno é fixado no eixo.

- Normalização é feita a partir do diâmetro interno d
- Existem 3 séries de rolamentos: leve, média e pesada
- Aumentando a carga, o diâmetro externo D e a largura L aumentam.

Podem ser Radiais, Axiais e Mistos:

a. Radiais

Não suportam cargas axiais e impedem o deslocamento no sentido transversal ao eixo.

b. Axiais

Não podem ser submetidos a cargas radiais. Impedem o deslizamento no sentido axial, ou seja, longitudinal ao eixo.

c. Mistos

Suportam carga radial e axial. Suportam deslocamentos no sentido transversal e axial.

2.1.2 Elementos rolantes

- De Esferas: para elevadas rotações
- De Rolos: cilíndricos, rolos cônicos e barriletes. Suportam cargas maiores; usado, portanto, em velocidades menores.
- De Agulhas pequeno diâmetro e grande comprimento. Recomendados para mecanismos oscilantes onde a carga não é constante e o espaço radial é limitado.

VANTAGENS

- Menor atrito e aquecimento
- Baixa exigência de lubrificação
- Intercambialidade internacional
- Não há desgaste do eixo
- Pequeno aumento da folga durante a vida útil

DESVANTAGENS

- Maior sensibilidade aos choques
- Maiores custos de fabricação
- Tolerância pequena para carcaça e alongamento do eixo
- Não suportam cargas tão elevadas como os mancais de deslizamento
- Ocupa maior espaço radial

Variáveis para a SELEÇÃO: d , D , L , medidas do eixo, tipo de solicitação, cargas e número de rotações.

2.1.3 Tipos de Rolamentos

São vários os tipo de rolamentos e sua escolha depende de variáveis de projeto. São eles:

a) Rolamento fixo de uma carreira de esferas

- suporta cargas radiais e pequenas cargas axiais
- Para rotações mais elevadas
- Limitada capacidade de ajuste angular. É necessário um perfeito alinhamento entre o eixo e os furos da caixa
- Lubrificação e supervisão relativamente simples.

b) Rolamento de contato angular de uma carreira de esferas

Admite cargas axiais somente em um sentido e deve ser montado contra outro rolamento que possa receber a carga axial no sentido contrário. Exemplo: furadeiras.

c) Rolamento autocompensador de esferas

É um rolamento de duas carreiras de esferas com pista esférica no anel externo, e que lhe confere a propriedade de ajustagem angular, ou seja, compensar possíveis desalinhamentos a flexões do eixo. Pode suportar um pequeno deslocamento angular no eixo em relação à caixa. Este rolamento foi projetado pelo fundador da *SKF* (Sven Winqvist).

d) Rolamento de rolo cilíndrico

É muito utilizado em situações onde se tem uma carga radial elevada no rolamento. Seus compensadores são separáveis o que facilita a montagem e desmontagem do rolamento. São guiados por flanges incorporados do anel interno e anel externo.

e) Rolamento autocompensador de uma carreira de esferas

Particularmente indicado para construções em que se exige uma grande capacidade para suportar carga radial e a compensação de falhas de alinhamento.

f) Rolamento autocompensador de duas carreiras de rolos

Adequado para os mais pesados serviços. Os rolos são de grande diâmetro, comprimento. Devido ao alto grau de oscilação entre rolos e pistas existe uma distribuição uniforme de carga. A sua propriedade de auto alinhamento (pode variar de 1° a $2,5^\circ$) é usada para compensar deflexão do eixo e erros de alinhamento em algumas aplicações como em eixos de vagões ferroviários. Este rolamento também pode ser fabricado com furo cônico para facilitar a sua montagem e desmontagem.

g) Rolamento de rolos cônicos

Além de cargas radiais, também suportam cargas axiais em um sentido. Os anéis são separáveis. O anel externo e interno podem ser montados separadamente.

Como admitem cargas axiais em apenas um sentido, torna-se necessário montar os rolamentos em pares um contra o outro. Desta forma este mancal suporta carga axial nos dois sentidos.

Neste rolamento qualquer carga radial aplicada origina carga axial(carga axial induzida).

h) Rolamento axial de esferas

Admitem elevadas cargas axiais em apenas um sentido. Não podem ser submetidos a cargas radiais. Para que as esferas sejam guiadas firmemente há a necessidade há a necessidade de uma carga axial mínima. Não pode ser aplicado em mancais de deslizamento. Exemplo: guincho de guindaste.

i) Rolamento axial autocompensador de rolos

Grande capacidade de carga axial. Pode suportar consideráveis cargas radiais. A pista esférica do anel confere ao rolamento a propriedade de alinhamento angular, compensando possíveis desalinhamentos ou flexões de eixos. Exemplo: pontes móveis, guindastes, eixos propulsores e turbinas.

j) Rolamento de agulhas

É um rolamento de secção transversal muito fina. Por isso é muito utilizado em sistemas onde o espaço radial é limitado. O comprimento é geralmente 2,5 vezes o seu diâmetro.

2.1.4 Rolamentos com proteção

Para rolamentos que, em função das características de trabalho precisam ser protegidos ou vedados. A vedação é feita por blindagem(placas). Com isso:

- Evita-se a entrada de material estranho no rolamento.
- São preenchidos com quantidade correta de graxa. Não necessitam de lubrificação. São chamados de rolamentos blindados ou rolamentos lubrificados para a vida.

2.1.5 Manutenção

2.1.5.1 Cuidados com os rolamentos

- Verificar a procedência e códigos corretos
- Verificar catálogo para especificações recomendadas
- Verificar se as dimensões do eixo e do cubo estão corretas.
- Usar lubrificação recomendada
- Remover rebarbas
- No caso de reaproveitamento, deve-se lavá-lo e lubrificá-lo imediatamente para evitar oxidação
- Não usar estopas nas operações de limpeza
- Trabalhar em ambiente livre de pó e umidade

2.1.5.2 Defeitos Comuns

2.1.5.2.1 Desgaste

- Deficiência por lubrificação
- Presença de partículas abrasivas

- Oxidação (ferrugem)
- Desgaste por “patinação” (girar em falso)
- Desgaste por brinelamento

2.1.5.2.2 Fadiga

A fadiga é ocasionada no deslocamento da peça, ao girar em falso (isto ocorre nos dois casos de carga excessiva).

O descascamento parcial revela fadiga por desalinhamento, ovalização ou por conificação do alojamento.

2.1.5.2.3 Falhas mecânicas

- Brinelamento é caracterizado por depressões correspondentes aos roletes ou esferas nas pistas do rolamento. Resulta de aplicação de pré-carga, sem girar o rolamento, ou da prensagem do rolamento com excesso de interferência.
- Goivagem é um defeito causado por partículas estranhas que ficam prensadas pelo rolete ou esferas nas pistas.
- Sulcamento é provocado pela batida de uma ferramenta sobre a pista rolante.

2.1.5.2.4 Queima por corrente elétrica

Geralmente surge após soldagem. Com o uso do rolamento provocam o deslizamento da pista rolante.

2.1.5.2.5 Rachaduras e fraturas

Surgem do aperto excessivo do anel ou cone sobre o eixo. Pode aparecer do girar do anel sobre o eixo com sobrecarga.

2.1.5.2.6 Engripamento

Ocorre devido ao lubrificante ser muito espesso ou viscoso. Pode acontecer por eliminação da folga nos roletes ou esferas por aperto excessivo.

2.1.6 Lubrificantes

2.1.6.1 Graxa

- Seguir especificação do fabricante
- Limpar engraxadeira antes de colocar graxa nova

2.1.6.2 Óleo

- Olhar o nível de óleo e completar se necessário
- Verificar se o espiro está limpo
- Drenar óleo velho e colocar em todo o conjunto lavado óleo novo
- O tempo de troca depende também da temperatura de uso

2.2 Transmissões Mecânicas

Uma transmissão mecânica é uma forma de transmitir energia que pode atuar mediante uma cadeia cinemática, constituída de órgãos mecânicos. Uma máquina é um conjunto de órgãos que, dispostos de modo apropriado e tornados móveis ou fixos em relação à própria carcaça, permitem a transmissão do movimento e portanto a da energia. As máquinas, conforme a finalidade a que são destinadas, se distinguem em máquinas motrizes e operatrizes.

As máquinas motrizes são as máquinas que transformam a energia natural em energia mecânica. Com relação à energia natural utilizada são classificadas em eólicas, hidráulicas, térmicas e elétricas. A energia produzida pela transformação é disponível no eixo motor da máquina e é utilizável pela máquina operatriz por meio de uma transmissão. As máquinas operatrizes transformam a energia recebida em trabalho mecânico (força X deslocamento retilíneo, ou momento X deslocamento angular).

No trabalho em questão abordaremos alguns tipos de transmissões de potência entre eixos. A potência mecânica pode ser transmitida entre eixos coaxiais, ou não coaxiais, e complanares. No primeiro caso os órgãos mecânicos podem ser articulações, embreagens e freios (que não transmitem potência, mas ao contrário a absorvem). No segundo caso podem ser correias e polias, correias e rodas dentadas, rodas de fricção, engrenagens.

Eixos são órgãos mecânicos girantes tendo notável comprimento em relação ao diâmetro, e que servem à transmissão da energia mecânica. Para este fim sobre eles podem ser montadas as articulações, as embreagens, os freios e a seguir as polias, as rodas de fricção, etc. Os eixos são guiados, em seu movimento de rotação, por coxinetes montados em suportes adequados. O elemento do eixo que, juntamente com o coximete, assegura a guia, toma o nome de pino. Os eixos são geralmente feitos cheios, com exceção dos casos em que o peso é limitante, sendo assim se fazem ocos.

2.2.1 Transmissões por correias e polias

2.2.1.1 Correias

Correias e polias permitem a transmissão de potência de potência entre eixos relativamente distantes um do outro. Esta transmissão se dá devido à aderência que se verifica entre correias e polias.

Polias montadas em eixos paralelos são ligadas por meio de um órgão flexível chamado correia, cujas partes estão sujeitas a uma tensão inicial T_0 necessária para garantir a aderência do conjunto.

Há quatro tipos basicamente de correias:

- **Correias planas, ou chatas, com secção retangular:** Dentro deste tipo existem as correias chatas de couro. O couro empregado é o das partes dorsais de peles de bovinos curtidas em tanino ou cromo. As correias planas são constituídas principalmente de borracha vulcanizada, sendo que há a possibilidade de que sejam usados elementos reforçadores como cordonéis, em geral feitos de fios de poliamida (nylon) ou mesmo de aço. A função destes elementos é resistir às tensões de tração que atuam na correia, enquanto a borracha atua com elemento de contato com as polias. Esta correias pode ser feita sem emendas (pequenos comprimentos) ou ser emendada por vulcanização, colagem, ou uso de grampos. Outra forma construtiva para a correia plana é a “fita de aço”, feita em aço com alto teor de carbono, estirado e laminado a frio. Esta correia é fechada pó soldagem ou por meio de rebites. As correias planas tem o uso restrito a algumas situações onde a correia deve acionar várias polias que estão separadas por pequenas distâncias, e no caso de grandes distâncias são empregadas correias planas transportadoras. A figura 1 mostra um exemplo de aplicação de correias transportadoras:



Fig. 1 – Correias Transportadoras

- **Correias trapezoidais (correias “V”):** São correias contínuas com uma secção trapezoidal disposta em uma estrutura heterogênea. São classificadas em 7 tipos (Z, A, B, C, D, E e F) conforme a secção de correia. Veja alguns exemplos nas figuras abaixo:



Fig. 2 – Exemplos de correias trapezoidais

As secções são padronizadas em relação a cargas constantes. Como orientação geral são classificadas da seguinte forma:

1. As secções Z, A, B, para potências transmitidas até 25 CV;
2. As secções B, C e D para potências transmitidas de 25 até 100 CV;
3. As secções D e E para potências transmitidas de 100 até 200 CV;

As correias trapezoidais são as mais empregadas em transmissões de potência. Não havendo exigência de precisão na relação de transmissão, as correias trapezoidais preferencialmente pois apresentam maior capacidade(efeito cunha) de transmissão, se comparada com as correias planas e em menor custo, se comparadas com as correias sincronizadora, correntes e engrenagens.

- **Correias nervuradas**

- **Correias dentadas ou sincronizadas:** diferente das correias plana e trapezoidais, as sincronizadas não usam o atrito da correia com a polia para transmissão de potência. Isto é possível pelo encaixe dos dentes das correias com os da polia, não havendo problemas de escorregamento; o que torna a relação de transmissão constante.

Os tipos mais empregados atualmente são as correias trapezoidais e as sincronizadas, no que se refere à transmissão de potência. De uma maneira geral a escolha do tipo de correia a ser usada numa transmissão depende de fatores tais como: relação de transmissão, velocidade da correia, potência a ser transmitida, distância entre eixos, entre outros. A tabela seguinte apresenta um resumo comparativo entre os principais tipos de transmissão por correia. Os valores apresentados nesta tabela são apenas indicativos da ordem de grandeza ou, como no caso da relação de transmissão, são valores máximos recomendados. Entretanto há a possibilidade destes valores serem excedidos.

Tabela 1 – Características de correias

Tipo de correia /característica	Planas	Trapezoidais	Dentadas
- Rel. de transmissão (max.recomendado)	1:16	1:12	1:11
- Velocidade (m/mim)	4000	1500	4900
- Carga nos mancais	Alta	Baixa	muito baixa
- Vida	Depende de fatores como: velocidade de operação, torque transmitido e comprimento da correia. Em geral a vida é de menos de pelo menos 15.000 horas.		
-Resistência a choques	Boa	Boa	Razoável
- Tolerância a desalinhamentos entre polias	Mínima	Podem compensar alguns desvios	Mínima
- Precisão na relação de transmissão	A relação de transmissão pode variar, em geral, de 1 a 5% devido a escorregamento e “creep”. O correto tensionamento da correia reduz esta variação.		A relação de transmissão é constante.
- Vibração e ruído	Geralmente livre de vibrações	Mínimos	Vibrações geradas pela a ação dos dentes das polias.
- Rendimento	Até 98% com carga constante. O rendimento cai se a carga for variável.		
- Lubrificação	Não há necessidade de lubrificação		
- Ambiente de operação	Praticamente qualquer condição ambiental. Entretanto, partículas sólidas, cavacos, óleos não devem entrar em contato com polias e correias. Temperatura de operação na faixa de 15°C a 110°C.		
- Manutenção	Retensionamento		Inspeção da correia
- Custo inicial	Baixo	Baixo	Moderado

Nas correias planas e trapezoidais o mecanismo de transmissão é o atrito da correia com as polias. Nas correias dentadas o engrenamento dos dentes da correia com os da polia é o responsável pela transmissão. Por não empregar o atrito, a correia dentada permite que a relação de transmissão seja constante, o que não ocorre com as correias planas e trapezoidais.

2.2.1.2 Polias

As polias têm suas dimensões determinadas pela correia escolhida no que se refere a parte dentada. As outras dimensões são função da relação de transmissão e do esforço transmitido. Obrigatoriamente pelo menos uma das polias tem uma proteção lateral que evita a desmontagem da corrente durante o funcionamento. Quando a distância entre eixos for maior que oito vezes o diâmetro da polia menor ou no caso de eixos não horizontais é recomendado que as duas polias tenham esta proteção lateral.

2.2.2 Transmissões por meio de rodas dentadas

Para obter uma transmissão do movimento no qual toda possibilidade de deslizamento entre as rodas e portanto toda variação da relação de transmissão seja eliminada, deve-se recorrer às rodas dentadas. Engrenagem é o mecanismo elementar constituído de duas rodas *dentadas*, girando em torno de eixos de posição relativa invariável. *Roda motriz* é a roda de uma engrenagem que puxa a outra, que é por sua vez chamada *roda conduzida*. Há vários tipos de engrenagens, entre elas:

- **Engrenagens cilíndricas:** são engrenagens constituídas de duas rodas cilíndricas que podem ser *paralelas* (engrenagens cujos eixos são paralelos) ou *obíquas* (engrenagens cujos eixos não se situam no mesmo plano) em relação à posição dos eixos. As engrenagens cilíndricas podem ser de dentes retos ou helicoidais. As engrenagens cilíndricas retas têm por *diretrizes dos flancos* retos geratrizes da superfície cilíndrica primitiva de denteadura. As engrenagens cilíndricas helicoidais apresentam hélices como diretrizes dos flancos. A *hélice primitiva* é a diretriz do flanco dos dentes de uma roda helicoidal com ângulo de hélice β . Este ângulo é o formado entre a hélice primitiva e uma geratriz do cilindro primitivo.
- **Engrenagens a parafuso:** são engrenagens obíquas constituídas de um parafuso e de uma roda conjugada. A roda conjugada é uma roda cujos flancos são suscetíveis

de contato linear com os flancos de um parafuso formando com ele uma *engrenagem oblíqua*.

- **Engrenagens cônicas retas:** Uma engrenagem se define cônica quando é *concorrente*, isto é, quando os eixos das rodas concorrem em um ponto, e é constituída de duas rodas cônicas. Uma *roda cônica reta* é uma roda que cônica que tem por diretrizes dos flancos retos diretrizes do cone primitivo de denteadura. Durante o movimento os cones primitivos deslizam rodando um sobre o outro sem deslizar.

2.2.3 Eixos

Eixos(fixos ou em rotação) servem apenas para apoiar peças de máquinas, fixas, móveis ou oscilantes, mas não transmitem momento de torção , sendo portanto, sujeitos, principalmente à flexão. Eixos curtos são também denominados pinos. As partes dos eixos (e dos eixos-árvore) que se movem nos mancais são denominados moentes.

Eixos-árvore (geralmente em movimento de rotação) servem para a transmissão do momento de torção e são solicitados à torção, ou à torção e à flexão.

Segundo a extensão longitudinal dos eixos-árvore, os eixos-“manivela” (girabrequins) distinguem-se dos eixos retos comuns que, por seu lado, podem ser cheios ou vazados, lisos ou com rebaixos. Segundo a seção transversal, fala-se de eixos-árvore redondos e perfilados. Além disso, conhecem-se eixos-árvore articulados, eixos telescópios, eixos flexíveis e outros.

Deve-se dar especial dedicação ao projeto e à execução das ligações entre o eixo e o cubo e entre eixo com eixo.

Com relação à fabricação de eixos-árvore retos, até 150 mm de diâmetro, são torneados, descascados ou trefilados a frio (St 42.11, St 50.11, St 70.11 e aço-liga); os de maior diâmetro e os que possuem grandes rebaixos são forjados. Eixos-árvore ranhurados são

posteriormente torneados ou retificados, quando se requer uma centragem perfeita. Os assentos dos mancais e os ressaltos, quando exigido, são torneados com acabamento fino, retificados, polidos por deformação, prensagem, ou lapidados e, para grandes exigências, temperados inicialmente. Barras redondas de aço são fornecidas em comprimentos de até 7m.

Com relação à conformação, esta é função das peças que estão em contato com o eixo e o fuso (mancais, vedações e cubos de volantes ou de rodas fixadas sobre o eixo). Em primeiro plano, está a configuração correta das uniões, o bom arredondamento dos rebaixos e principalmente a redução das diversas causas de concentração de tensões. O diâmetro do eixo no cubo convém ser aumentado para $1,3 d$, quando se quer compensar a concentração de tensões causada pelo cubo. Os eixos lisos são simples, sem rebaixos (fabricação econômica com maior consumo de material).

Deve-se observar que:

- a. eixos fixos podem ser muito mais leves do que eixos em movimento;
- b. eixos de aço de *alta resistência* não são mais rígidos do que os de St 42.11 (mesmo módulo), e sua resistência à flexão alternativa ou resistência à torção oscilante será maior somente quando se evitarem as concentrações bruscas de tensões;
- c. eixos *vazados* com $d_i = 0,5d$ têm apenas 75% de peso, porém 94% do momento de resistência do respectivo eixo maciço;
- d. eixos de *alta rotação* exigem bom balanceamento, mancais rígidos e construção sólida;
- e. o *comprimento* de máquinas depende muitas vezes do comprimento dos mancais, dos cubos e das vedações.

O *travamento* dos eixos contra deslocamentos longitudinais é feito por rebaixos no eixo, nos locais de apoio, por anéis de fixação ou por anéis elásticos. Os travamentos longitudinais dos mancais, cubos e polias montadas sobre o eixo podem também ser

travados por um encosto lateral, anéis de fixação ou elásticos, caso a ligação do eixo não ofereça tal travamento (ajuste prensado, etc.).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo nesta seção é detalhar os procedimentos utilizados no desenvolvimento dos programas, as fórmulas, gráficos e tabelas utilizados assim como a metodologia empregada.

3.1 Seleção de Correias

O objetivo da seleção de correias é encontrar seu perfil (A,B,C,D ou E) e a quantidade demandada. Esta quantidade pode ser calculada pela equação 1, onde o fator de serviço é uma variável relacionada ao tipo de máquina e o fator de correção do arco de correção do arco de contato está relacionado com a disposição das correias.

$$Quantidade\ de\ Correias = \frac{HP\ do\ motor\ x\ fator\ de\ serviço}{HP\ por\ correia\ x\ fator\ de\ correção\ do\ arco\ de\ contato} \quad Eq.(1)$$

3.1.1 Determinação do Perfil de Correia

Esta característica pode ser encontrada com os dados de rotação da polia Motora e a HP do Motor, pelo gráfico 1 :

SELEÇÃO DO TIPO DE CORREIA

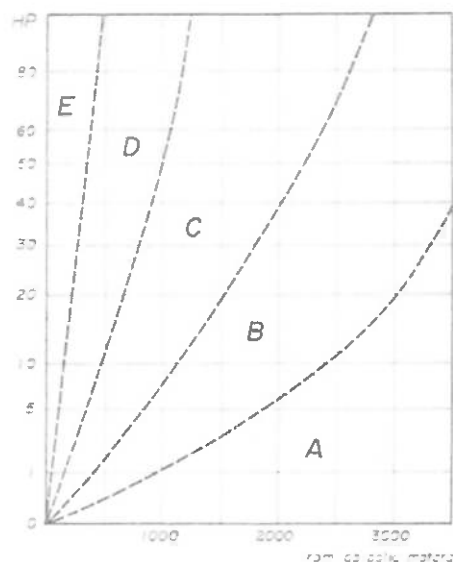


Gráfico 1 – Seleção do Perfil de Correia

Para cada curva do gráfico foram extraídas as equações que separam um dado perfil do outro. Na programação, utilizamos estas equações como fronteiras para a determinação do perfil.

3.1.2 Valor de HP por correia

Sabendo-se a rotação da polia motora, já fornecida no item anterior e com a informação do diâmetro da polia motora D_1 , podemos pela Eq. 2 e pela tabela do Anexo A, determinar a capacidade em HP por correia

$$V_{correia} = \pi \cdot D_1 \cdot \omega_{pl} \quad \text{com } \omega_{pl} \text{ em rpm} \quad \text{Eq.(2)}$$

O Anexo A foi digitado em Excel e com as informações acima o programa busca na planilha a capacidade em HP por correia.

3.1.3 Fator de Serviço

De acordo com os tipos de máquinas Condutoras/Conduzidas, podemos avaliar este fator. Esta avaliação encontra-se no Anexo B.

Cada uma das possibilidades foi digitada nas linhas de comando e de acordo com a seleção feita pelo usuário é gerado o correspondente fator de serviço.

3.1.4 Fator de Correção do Arco de Contato

O primeiro passo é calcular o arco de contato pela equação 3 e com a diferença dos diâmetros das Polias Movida e Motora poderemos finalmente encontrar o fator de correção do arco de contato.

$$\alpha = 180 - \frac{60(D_2 - D_1)}{I} \quad \text{Eq.(3)}$$

De posse das informações acima determinamos então a quantidade de correias necessárias ao nosso projeto.

O programa fundamentalmente executa os passos acima mencionados, com o diferencial de fazê-lo em menos tempo e com maior precisão de resultados.

3.2 Dimensionamento de engrenagens

O dimensionamento de engrenagens foi feito a partir do conceito de Volume Mínimo do Pinhão, sendo o diâmetro e espessura posteriormente corrigidos para valores de módulo padronizados e testados em condições de flexão no pé do dente e verificação relativamente ao diâmetro do eixo.

3.2.1 Volume Mínimo do Pinhão

A equação do volume mínimo do pinhão segue abaixo, assim como a descrição das variáveis:

$$B \times d_p^2 = \frac{K \times M_t \times \phi \times f(i)}{P_{adm}^2} \quad \text{Eq.(4)}$$

Onde:

B → largura do pinhão

d_p → diâmetro primitivo do pinhão

K → constante igual a 5.720.000 para engrenagens cilíndricas de dentes retos e 4.576.000 para EC de dentes helicoidais

M_t → momento torçor no eixo

i → Relação de Transmissão

$$M_t (kgfcm) = 71620 \times \frac{N(cv)}{n(rpm)} \quad \text{Eq.(5)}$$

ϕ → fator de serviço

Do Anexo B verificamos o valor do Fator de Serviço de acordo com o número de horas de operação da máquina e seu tipo.

$f(i) \rightarrow$ fator de redução

$$f(i) = \frac{i+1}{i+0,14} \quad \text{Eq.(6)}$$

$P_{adm} \rightarrow$ pressão máxima admissível entre os flancos dos dentes do pinhão e da coroa.(Anexo C)

Considerando-se engrenagens entre mancais:

$$\frac{B}{d_p} = 1,2 \quad \text{Eq.(7)}$$

Esta rotina de cálculos é executada pelo programa fornecendo a partir dos dados de entrada, os valores do diâmetro e espessura da engrenagem, porém não necessariamente o módulo a partir destas dimensões é um valor padronizado, com isso, é possível também ao usuário, através de um botão de comando recalculas as dimensões para o valor mais próximo de módulo coerente.

3.2.2 Verificação a Flexão

Na segunda tela do programa é feita a verificação a flexão no pé do dente e as fórmulas utilizadas seguem com as respectivas descrições:

$$\sigma = \frac{F_T \times q \times \varphi}{B \times m} \leq \sigma_{adm} \quad \text{Eq.(8)}$$

$$F_T = \frac{2 \times M_t}{d_p} \quad \text{Eq.(9)}$$

Onde:

$\sigma \rightarrow$ tensão que atua no pé do dente

$F_T \rightarrow$ força tangencial na engrenagem

$q \rightarrow$ fator de forma do dente (função do número de dentes – Anexo B)

$\sigma_{adm} \rightarrow$ tensão admissível do material à flexão (Anexo D)

3.2.3 Diâmetro do eixo

O diâmetro do eixo pode ser um limitante as dimensões da engrenagem. Portanto na tela de verificação, o usuário pode através das próximas relações descritas, comprovar se será necessário ou não alterar as dimensões para aquele diâmetro de eixo informado.

Seja D_f o diâmetro do pé do dente, D o diâmetro do eixo, h a altura da chaveta e t a distância entre o topo da chaveta e o pé do dente, temos:

$$t = D_f - D - h/2 \quad (\text{Eq.10})$$

$$t \geq h \quad (\text{Eq.11})$$

No programa, após inserido o valor do diâmetro do eixo, é localizada a chaveta, segundo a norma DIN 6885 (Anexo E), e conseqüentemente sua altura, para que as equações 10 e 11 sejam verificadas.

4 RESULTADOS

Neste item serão mostrados os formatos do programa e uma breve descrição de cada tela.

4.1 Seleção de Correias

Na primeira tela (fig. 3) é feita a apresentação do programa , com a descrição do objetivo e metodologia.

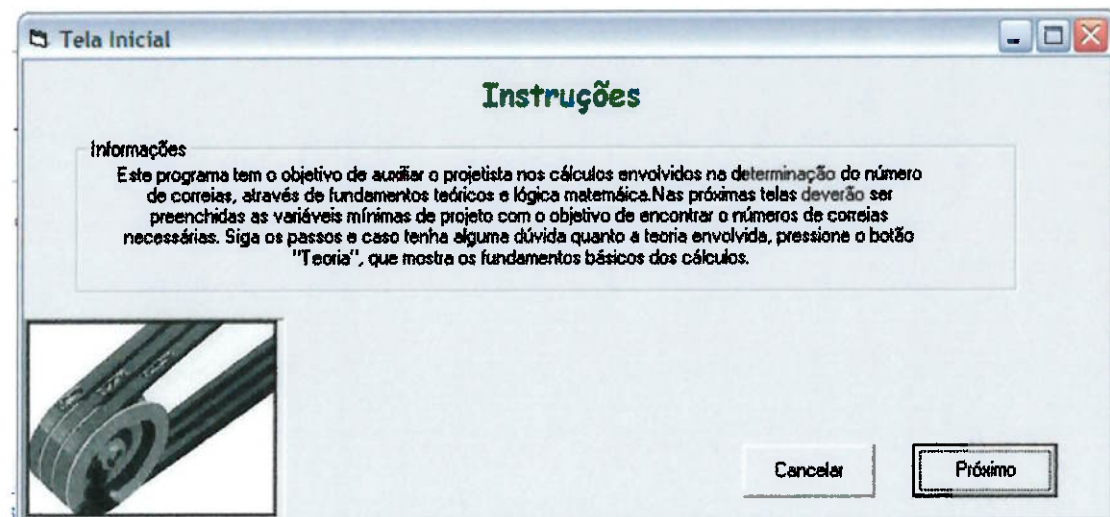


Fig. 3 – Tela inicial Correias

Na tela 2 (Fig. 4) o objetivo é achar o perfil de correia adequado. Conforme citado, no Botão “Teoria”, o usuário tem acesso ao procedimento utilizado para definição do Perfil (Fig. 5).

Perfil da Correia

Passo 1 - Perfil

1) Digite a Potência do Motor em HP

10

2) Digite a rotação do motor em rpm

387

Encontrar Perfil

Dados e Resultados

Dados	Resultados
10HP	PERFIL D
387rpm	

Teoria Cancelar Próximo>>

Fig. 4 – Tela “Perfil de correias”

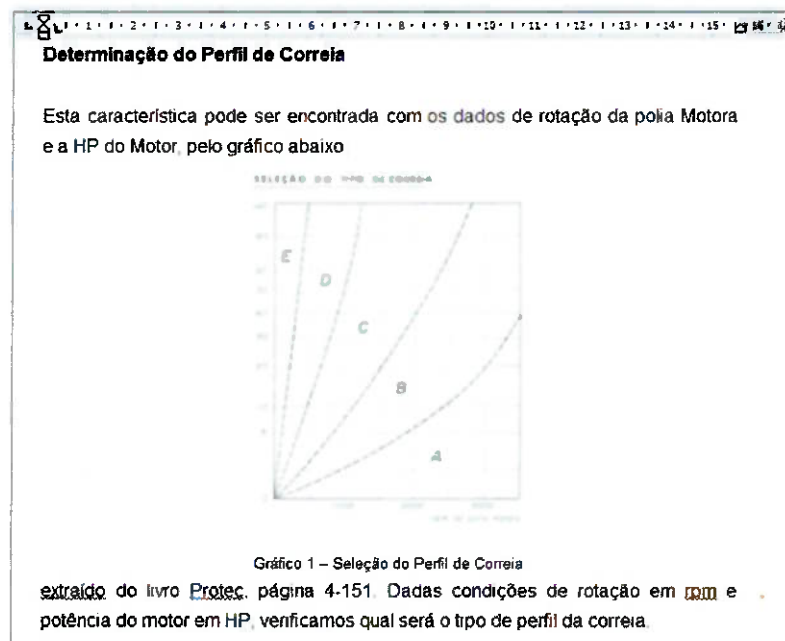
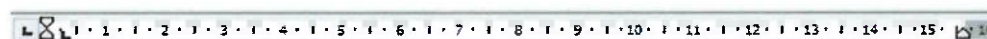


Fig. 5 – Teoria utilizada na tela “Perfil de Correias”

Na Tela 3 (Fig. 6) , o intuito é encontrar a HP por correia e o Fator de Serviço.

Fig. 6 – Tela “HP por correia/ Fator de serviço”

Pressionado o Botão Teoria, temos então a Fig. 7:



Valor de HP por correia

Sabendo-se a rotação da polia motora, já fornecida no item anterior e com a informação do diâmetro da polia motora D_1 , podemos pela Eq. 1 e pela tabela 1(parcial) determinar a capacidade em HP por correia

$$I'_{correia} = \pi \cdot D_1 \cdot \omega_{F_1} \quad \text{com } \omega_{F_1} \text{ em rpm} \quad \text{Eq.(1)}$$

Tabela 1 – Capacidade em HP por correia

D_1 em mm
 V em m/min

$V \leq 1500$ m/min

$\frac{V}{D_1}$	PERFIL A							PERFIL B						
	65	75	85	95	105	115	125	115	125	135	145	155	165	175
300	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
320	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
340	0,6	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
360	0,7	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
380	0,7	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
400	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
420	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
440	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
460	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
480	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
500	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
520	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
540	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
560	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
580	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
600	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2

Fig. 7 – Teoria utilizada na Tela “HP por correia/ Fator de serviço”

Na tela 4 (Fig. 8), o objetivo é encontrar o Fator de Correção do Arco de Contato.

Fig. 8 – Tela “Fator Arco de Contato”

e novamente na opção “Teoria”, temos a Fig. 9:

Fator de Correção do Arco de Contato

O primeiro passo é calcular o arco de contato pela equação 1 e com a diferença dos diâmetros das Polias Movida e Motora poderemos finalmente encontrar o fator de correção do arco de contato.

$$\alpha = 180 - \frac{60(D_2 - D_1)}{I} \quad \text{Eq.(1)}$$

De posse das informações acima determinamos então a quantidade de correias necessárias ao nosso projeto.

Δ distância sugerida equivale ao diâmetro da polia movida, segundo Niemann!

Fig. 9 – Teoria utilizada na Tela “Fator Arco de contato”

Finalmente na última Tela (Fig. 10), é calculado o número de correias necessárias, bem como os modelos nos catálogos dos dois fabricantes fornecidos:

Passo 4 - Quantidade Correias

Quantidade Correias

Calcular o Número de Correias

O número de correias necessárias será: 2

Para encontrar o modelo de correias dos fabricantes abaixo, clique em "Correias Multibelt" ou "Correias Datum" e para ver todas as informações geradas pelo programa, clique em Planilha de Resultados

Correias Multibelt

modelo D 115 ,espessura= 18,90 mm

Correias Datum

modelo D-120 ,espessura= 19 mm

Planilha de Resultados

Sair

Fig. 10 – Tela “Quantidade Correias”

Na Opção “Planilha de Resultados”, é aberta a planilha em Excel, com todas as informações fornecidas e calculadas pelo programa (Fig. 11):

	A	B	C	D
2				
3	Potência do Motor(HP)	10	Perfil	PERFIL D
4	Rotação do Motor(rpm)	367	Potência por Correia	8,2
5	Diâmetro Polia Motora(mm)	366	Fator de Serviço	1,1
6	Diâmetro Polia Movera	1420	Fator de Correção do Arco de Contato	0,87
7	Razão de Transmissão	4	Número de Correias Necessárias	2
8	Distância entre centros	1420	Modelo Multibelt e espessura	modelo D 115 ,espessura= 18,90 mm
9			Modelo Datum e espessura	modelo D-120 ,espessura= 19 mm
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

Fig. 11 – Planilha de Resultados

4.2 Dimensionamento de Engrenagens

Assim como no programa de correias, a primeira tela (Fig. 12) é de introdução, com explicações iniciais sobre o programa.

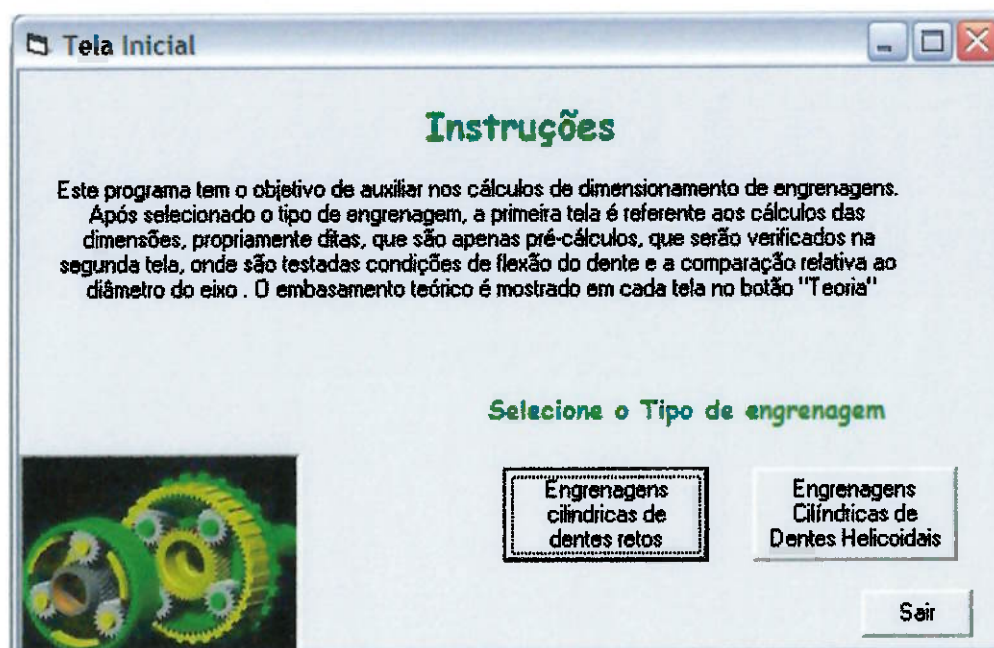


Fig. 12 – Tela Inicial “Engrenagens”

É possível nesta tela fazer a opção entre engrenagens cilíndricas de dentes retos ou Helicoidais, conforme o objetivo. O formato da segunda tela será o mesmo, independentemente da escolha, pois caso a opção seja “dentes retos”, os campos referentes a engrenagens helicoidais ficam omitidos.

Na segunda Tela (Fig. 13), são efetivamente calculadas as dimensões, com a opção de recalcular para módulo padronizado.

Dimensões

1) Digite abaixo a relação de transmissão do par de engrenagens, a Potência e Rotação de Entrada:

R. Transmissão: 2,05 Potência(CV): 14,7 Rotação(rpm): 585 Ângulo de Hélice:

2) Selecione abaixo o tipo de aço das engrenagens, ou no campo ao lado digite a pressão admissível do material em kgf/cm^2 :

Aço ABNT 1050

3) Abaixo, indique o número de horas diárias de operação da máquina:

10 horas ☒ 24 horas ☐

4) Selecione o tipo de aplicação:

ELEVADORES - Caçambas(Cargas Uniformes)

5) Selecione abaixo o número de dentes do pinhão:

20

Calcular dimensões preliminares do pinhão

Diâmetro = 7,10cm Espessura = 8,52cm

Módulo = 3,5501 Passo = 11,1475

Recalcular dimensões para módulo padronizado

diâmetro = 7 espessura = 8,40

Módulo = 3,5 Passo = 10,996

Teoria Limpar Cancelar Próximo

Fig. 13 – Tela “Dimensões”

Na terceira e última tela (Fig. 14), ocorre a verificação a Flexão, e relativamente ao diâmetro do eixo:

Verificação

1) Para verificar se haverá Flexão no Pê do dente da engrenagem, clique no botão abaixo. Selecione o diâmetro que deseja utilizar para os cálculos, o que foi obtido no pré-cálculo ou corrigido pelo módulo padronizado.

☐ Diâmetro pré-cálculo ☒ Corrigido

Flexão pé dente

2) Caso o diâmetro do eixo(pinhão) seja conhecido, coloque seu valor no campo abaixo:

30 Verificar Relação

Para o Pinhão e Coroa, tensão admissível = 1200 kgf/cm^2 . Tensão no pé do dente do pinhão = 595 kgf/cm^2 . Para a coroa, tensão no pé do dente = 909 kgf/cm^2 . Portanto as Tensões admissíveis não foram alcançadas, os valores de diâmetro e espessura são compatíveis.

O diâmetro do eixo não limitou as dimensões da engrenagem. Dimensionamento da engrenagem foi compatível.

Teoria Cancelar Planilha de Resultados

Fig. 14 – Tela “Verificação”

5 DISCUSSÃO

Este trabalho foi uma forma de reunir alguns dos conceitos vistos nas disciplinas de Elementos de máquinas I e II e também a disciplina de Projetos de Máquinas do curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP.

Os resultados aqui gerados são de grande aplicabilidade e podem servir como ferramenta de avaliação e verificação, apesar de sua simplicidade.

Outra vantagem deste trabalho é a grande possibilidade de extensão a outros elementos com o objetivo de gerar um programa completo de dimensionamento de máquinas.

Relativamente aos softwares já existentes e comercializáveis, os algoritmos e técnicas foram muito menos rebuscados, visto que o foco aqui é didático e de apoio e não existe a preocupação de comercialização, propriamente dita.

É importante mencionar que muitas outras variantes estão envolvidas neste processo, é necessário ao projetista um estudo completo de todos os fatores relacionados às necessidades dos envolvidos, pois algumas variantes poderão inviabilizar o projeto. Existe uma padronização de dimensões que deve ser respeitada, afinal, a customização normalmente gera custos altos e como consequência a desistência do projeto inicial.

6 CONCLUSÕES

Vimos que existem não somente muitos cálculos envolvidos no projeto de uma máquina como também muitas variantes práticas, e o trabalho do engenheiro é conciliar as necessidades com aquilo que de fato será construído, na busca de informações, o que exige não apenas conhecimentos específicos, mas um completo entendimento do problema.

Este trabalho é resultado de uma série de estudos feitos ao longo da graduação em Engenharia Mecânica e com ele será possível aos alunos e profissionais da área, um apoio no entendimento dos elementos gerais de máquinas.

Do ponto de vista do elaborador, esta obra veio a conciliar o interesse no assunto e seu aprofundamento além da possibilidade de agregar novos conhecimentos, neste caso o envolvimento com uma nova linguagem de programação, o Visual Basic, que não foi explorado no decorrer da formação, ou seja, esta foi uma oportunidade de estender aquilo que foi ensinado, através dos métodos computacionais, ferramentas básicas para o engenheiro moderno.

7 BIBLIOGRAFIA

- ZAMPESE, Boris. *Apostila de Desenho de Máquinas, Tolerâncias, e Ajustes, Recomendações para Projetos*. São Paulo, 1999.
- ZAMPESE, Boris. *Manual de Elementos de Construção de Máquinas*. São Paulo, 1976
- JUVINALL, R.C. & MARSHEK, K. M.. *Fundamentals of Machine Component Design*. John Wiley & Sons, INC. United States, 2000
- SHIGLEY, J.E. *Elementos de Máquinas 2*. EPUSP. São Paulo, 1984
- PROVENZA, F. ,*Manual do Projetista de Máquinas*. Escola Protec, São Paulo, 1986.
- STIPKOVIC FILHO, M. , *Engrenagens*. Guanabara. Rio de Janeiro, 1983
- Altan, T.-EESCUSP. *Conformação de metais, fundamentos e aplicações*.
- TIMOSHENKO, S. *Resistência dos materiais I e II*.
- WALNUM, C., *O mais completo guia sobre Visual Basic.net*. Berkeley, São Paulo, 2002
- www.freevbcode.com
- www.apostilando.com.br

8 ANEXOS

Anexo A - Tabela de Capacidade em HP por Correia

$V \leq 1500$ m/min

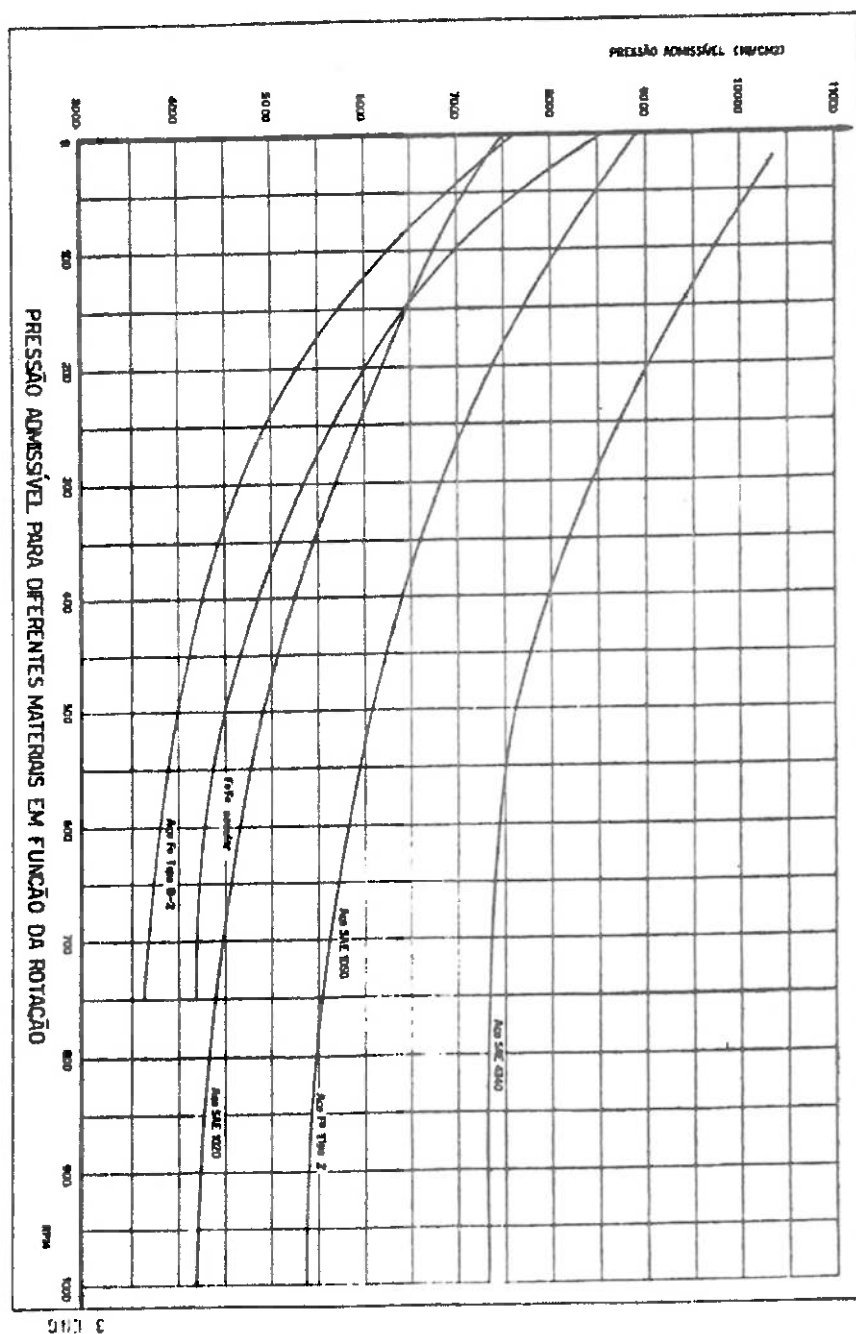
D_1	PERFIL A										PERFIL B										PERFIL C										PERFIL D										PERFIL E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	435	445	455	465	475	485	495	505	515	525	535	545	555	565	575	585	595	605	615	625	635	645	655	665	675	685	695	705	715	725	735	745	755	765	775	785	795	805	815	825	835	845	855	865	875	885	895	905	915	925	935	945	955	965	975	985	995	1005	1015	1025	1035	1045	1055	1065	1075	1085	1095	1105	1115	1125	1135	1145	1155	1165	1175	1185	1195	1205	1215	1225	1235	1245	1255	1265	1275	1285	1295	1305	1315	1325	1335	1345	1355	1365	1375	1385	1395	1405	1415	1425	1435	1445	1455	1465	1475	1485	1495	1505	1515	1525	1535	1545	1555	1565	1575	1585	1595	1605	1615	1625	1635	1645	1655	1665	1675	1685	1695	1705	1715	1725	1735	1745	1755	1765	1775	1785	1795	1805	1815	1825	1835	1845	1855	1865	1875	1885	1895	1905	1915	1925	1935	1945	1955	1965	1975	1985	1995	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	2105	2115	2125	2135	2145	2155	2165	2175	2185	2195	2205	2215	2225	2235	2245	2255	2265	2275	2285	2295	2305	2315	2325	2335	2345	2355	2365	2375	2385	2395	2405	2415	2425	2435	2445	2455	2465	2475	2485	2495	2505	2515	2525	2535	2545	2555	2565	2575	2585	2595	2605	2615	2625	2635	2645	2655	2665	2675	2685	2695	2705	2715	2725	2735	2745	2755	2765	2775	2785	2795	2805	2815	2825	2835	2845	2855	2865	2875	2885	2895	2905	2915	2925	2935	2945	2955	2965	2975	2985	2995	3005	3015	3025	3035	3045	3055	3065	3075	3085	3095	3105	3115	3125	3135	3145	3155	3165	3175	3185	3195	3205	3215	3225	3235	3245	3255	3265	3275	3285	3295	3305	3315	3325	3335	3345	3355	3365	3375	3385	3395	3405	3415	3425	3435	3445	3455	3465	3475	3485	3495	3505	3515	3525	3535	3545	3555	3565	3575	3585	3595	3605	3615	3625	3635	3645	3655	3665	3675	3685	3695	3705	3715	3725	3735	3745	3755	3765	3775	3785	3795	3805	3815	3825	3835	3845	3855	3865	3875	3885	3895	3905	3915	3925	3935	3945	3955	3965	3975	3985	3995	4005	4015	4025	4035	4045	4055	4065	4075	4085	4095	4105	4115	4125	4135	4145	4155	4165	4175	4185	4195	4205	4215	4225	4235	4245	4255	4265	4275	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	4365	4375	4385	4395	4405	4415	4425	4435	4445	4455	4465	4475	4485	4495	4505	4515	4525	4535	4545	4555	4565	4575	4585	4595	4605	4615	4625	4635	4645	4655	4665	4675	4685	4695	4705	4715	4725	4735	4745	4755	4765	4775	4785	4795	4805	4815	4825	4835	4845	4855	4865	4875	4885	4895	4905	4915	4925	4935	4945	4955	4965	4975	4985	4995	5005	5015	5025	5035	5045	5055	5065	5075	5085	5095	5105	5115	5125	5135	5145	5155	5165	5175	5185	5195	5205	5215	5225	5235	5245	5255	5265	5275	5285	5295	5305	5315	5325	5335	5345	5355	5365	5375	5385	5395	5405	5415	5425	5435	5445	5455	5465	5475	5485	5495	5505	5515	5525	5535	5545	5555	5565	5575	5585	5595	5605	5615	5625	5635	5645	5655	5665	5675	5685	5695	5705	5715	5725	5735	5745	5755	5765	5775	5785	5795	5805	5815	5825	5835	5845	5855	5865	5875	5885	5895	5905	5915	5925	5935	5945	5955	5965	5975	5985	5995	6005	6015	6025	6035	6045	6055	6065	6075	6085	6095	6105	6115	6125	6135	6145	6155	6165	6175	6185	6195	6205	6215	6225	6235	6245	6255	6265	6275	6285	6295	6305	6315	6325	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	6435	6445	6455	6465	6475	6485	6495	6505	6515	6525	6535	6545	6555	6565	6575	6585	6595	6605	6615	6625	6635	6645	6655	6665	6675	6685	6695	6705	6715	6725	6735	6745	6755	6765	6775	6785	6795	6805	6815	6825	6835	6845	6855	6865	6875	6885	6895	6905	6915	6925	6935	6945	6955	6965	6975	6985	6995	7005	7015	7025	7035	7045	7055	7065	7075	7085	7095	7105	7115	7125	7135	7145	7155	7165	7175	7185	7195	7205	7215	7225	7235	7245	7255	7265	7275	7285	7295	7305	7315	7325	7335	7345	7355	7365	7375	7385	7395	7405	7415	7425	7435	7445	7455	7465	7475	7485	7495	7505	7515	7525	7535	7545	7555	7565	7575	7585	7595	7605	7615	7625	7635	7645	7655	7665	7675	7685	7695	7705	7715	7725	7735	7745	7755	7765	7775	7785	7795	7805	7815	7825	7835	7845	7855	7865	7875	7885	7895	7905	7915	7925	7935	7945	7955	7965	7975	7985	7995	8005	8015	8025	8035	8045	8055	8065	8075	8085	8095	8105	8115	8125	8135	8145	8155	8165	8175	8185	8195	8205	8215	8225	8235	8245	8255	8265	8275	8285	8295	8305	8315	8325	8335	8345	8355	8365	8375	8385	8395	8405	8415	8425	8435	8445	8455	8465	8475	8485	8495	8505	8515	8525	8535	8545	8555	8565	8575	8585	8595	8605	8615	8625	8635	8645	8655	8665	8675	8685	8695	8705	8715	8725	8735	8745	8755	8765	8775	8785	8795	8805	8815	8825	8835	8845	8855	8865	8875	8885	8895	8905	8915	8925	8935	8945	8955	8965	8975	8985	8995	9005	9015	9025	9035	9045	9055	9065	9075	9085	9095	9105	9115	9125	9135	9145	9155	9165	9175	9185	9195	9205	9215	9225	9235	9245	9255	9265	9275	9285	9295	9305	9315	9325	9335	9345	9355	9365	9375	9385	9395	9405	9415	9425	9435	9445	9455	9465	9475	9485	9495	9505	9515	9525	9535	9545	9555	9565	9575	9585	9595	9605	9615	9625	9635	9645	9655	9665	9675	9685	9695	9705	9715	9725	9735	9745	9755	9765	9775	9785	9795	9805	9815	9825	9833	9845	9855	9865	9875	9885	9895	9905	9915	9925	9935	9945	9955	9965	9975	9985	9995	10005	10015	10025	10035	10045	10055	10065	10075	10085	10095	10105	10115	10125	10135	10145	10155	10165	10175	10185	10195	10205	10215	10225	10233	10245	10255	10265	10275	10285	10295	10305	10315	10325	10335	10345	10355	10365	10375	10385	10395	10405	10415	10425	10435	10445	10455	10465	10477	10485	10495	10505	10515	10525	10535	10545	10555	10565	10575	10585	10595	10605	10615	10625	10635	10645	10655	10665	10677	10685	10695	10705	10715	10725	10733	10745	10755	10765	10777	10785	10795	10805	10815	10825	10833	10845	10855	10865	10877	10885	10895	10905	10915	10922	10935	10945	10955	10965	10977	10985	10995	11005	11015	11022	11033	11045	11055	11066	11077	11085	11095	11105	11115	11122	11133	11145	11155	11166	11177	11185	11195	11205	11215	11222	11233	11245	11255	11266	11277	11285	11295	11305	11315	11322	11333	11345	11355	11366	11377	11385	11395	11405	11415	11422	11433	11445	11455	11466	11477	11485	11495	11505	11515	11522	11533	11545	11555	11566	11577	11585	11595	11605	11615	11622	11633	11645	11655	11666	11677	11685	11695	11705	11715	11722	11733	11745	11755	11766	11777	11785	11795	11805	11815	11822	11833	11845	11855	11866	11877	11885	11895	11905	11915	11922	11933	11945	11955	11966	11977	11985	11995	12005	12015	12022	12033	12045	12055	12066	12077	12085	12095	12105	12115	12122	12133	12145	12155	12166	12177	12185	12195	12205	12215	12222	12233	12245	12255	12266	12277	12285	12295	12305	12315	12322	12333	12345	12355	12366	12377	12385	12395	12405	12415	12422	12433	12445	12455	12466	12477	12485	12495	12505	12515	12522	12533	12545	12555	12566	12577	12585	12595	12605	12615	12622	12633	12645	12655	12666	12677	12685	12695	12705	12715	12722	12733	12745	12755	12766	12777	12785

Anexo B – Fator de serviço e Fator de forma

TABELA I

APLICAÇÕES	SERVIÇOS		APLICAÇÕES	SERVIÇOS		APLICAÇÕES	SERVIÇOS	
	10hs.	24hs.		10 hs.	24 hs.		10 hs.	24 hs.
AGITADORES			Calandras	1,25	1,50	MISTURADORES (vide agitadores)	1,25	1,50
Líquidos	1,00	1,25	Paper calandras	1,75	2,00	Rotacionais	1,25	1,50
Misturadores de polpa	1,25	1,50	Cilindros	1,25	1,50	De líquidos		
Semi-líquidos de densidade variável	1,25	1,50	Desagregadores	1,25	1,50	Densidade constante	1,50	1,75
			Mecânicos e hidráulicos	1,25	1,50	Densidade variável	1,25	1,50
ALIMENTADORES			Tambores desagregadores	1,75	2,00	Para barracha	-	2,00
Alimentadores helicoidais	1,25	1,50	Fabris, deiras	1,00	1,25	Para polpa de papel	1,25	1,50
Alimentadores reciprocantes	1,75	2,00	Relacionados de filtro	1,25	1,50			
Transportadores (esteira e correia)	1,25	1,50	Jardens	1,75	2,00	MOINHOS		
BOMBAS			Pressas	1,00	1,25	De betão e cimento	1,25	1,50
Centrifugas	1,00	1,25	Secadores	1,25	1,50	De martelos	1,75	2,00
Dupla ação			GERADORES	1,00	1,25	Para arca	1,25	1,50
Multi cilíndricas	1,25	1,50	GUICHOS E CRUAS			OLARIAS E CERÂMICAS		
Reciprocantes de descarga livre	1,25	1,50	Cargas uniformes	1,25	1,50	Extrusoras e misturadoras	1,25	1,50
Rotativas de engrenagem ou levas	1,00	1,25	Cargas pesadas	1,75	2,00	Pressas de tijolo e ladrilho	1,75	2,00
			QUINDASTES	consulte-se		PONTES ROLANTES		
ARRASTADORES			INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS			Acionamento de carro e		
Padres e minérios	1,75	2,00	Casinhadores de cerâmica	1,00	1,25	de ponte	1,75	2,00
CERVEJARIAS E DISTILARIAS			Extratadores e engarrafadores	1,00	1,25	Acionamento de guincho	1,00	1,25
Casinhadores - serviço contínuo	1,00	1,25	Misturadores de massa	1,25	1,50	REFINARIAS DE AÇÚCAR		
Tratamento de fermentação - serviço contínuo	1,00	1,25	Moldes de barro	1,25	1,50	Centrifugas	1,25	1,50
Misturadores	1,00	1,25	Piscinas	1,25	1,50	Moendas	1,50	2,00
CLARIFICADORES	1,00	1,25	INDÚSTRIAS DE BORRACHA			Peças de cama	-	1,50
CLASSIFICADORES	1,25	1,50	E PLÁSTICOS			REFINARIAS DE PETRÓLEO		
DRAGAS			Calandras	-	1,50	Bombas	1,00	1,25
Detecção, transportadores e bombas	1,25	1,50	Equipamentos de laboratório	1,25	1,50	Equipamentos em geral	1,25	1,50
Caboçotes relativos a peneiras	1,75	2,00	Extrusoras (extrudadores)	-	1,50	BOMBAS TRANSPORTADORAS		
EIXOS DE TRANSMISSÃO			Moedores			Cargas uniformes	1,00	1,25
Cargas uniformes	1,00	1,25	Moedores cilíndricos	-	1,50	Cargas pesadas e alimentadoras	1,25	1,50
Cargas pesadas	1,25	1,50	2 em linha	-	1,50	SECADORES E DESUMIDIFICADORES		
ELEVADORES			3 em linha	-	1,25	ROTATIVOS	1,25	1,50
Caçambas - carga uniforme	1,00	1,25	Refinadoras	-	1,50	TELAS E PENEIRAS		
Caçambas - carga pesada	1,25	1,50	Vibradores e misturadores	-	2,00	Filtros de ar	1,00	1,25
Elevadores de sorço	1,25	1,50	INDÚSTRIAS MADEIREIRAS			Para água - esteiras	1,00	1,25
EMBOSIMADOURAS			Alimentadoras de placas	1,25	1,50	Reciprocantes	1,25	1,50
Metalis	1,25	1,50	Serras	1,50	1,75	Rotativas para cascalho	1,25	1,50
Papel	1,00	1,25	Tambores despolpadores	1,75	2,00	TORRES DE REFRIGERAÇÃO	1,75	2,00
Têxtil	1,25	1,50	Transportadores de toras	1,75	2,00	TRANSPORTADORAS		
ENLATAÇÓES E			INDÚSTRIAS TÊXTEIS			Esteiras, correias, canoas, correntes, caçambas, helicoidais, - (pneus)		
ENGARRAFADORAS	1,00	1,25	Calandras	1,25	1,50	Cargas uniformes	1,00	1,25
ESCABAS ROLANTES	1,00	1,25	Cardas	1,25	1,50	Cargas pesadas e descontínuas	1,25	1,50
FÁBRICAS DE CIMENTO			Filatórios e retorcidos de ar	1,25	1,50	Reciprocantes e vibratórios	1,75	2,00
Moldes de mandíbulas	1,75	2,00	Moedores de tinta	1,25	1,50	TRATAMENTO DE ÁGUAS E		
Formas rotativas	-	1,50	Moedores de tinta	1,25	1,50	ESGOTOS		
Molinos de betão e cimento	-	1,50	Moedores de tinta	1,75	2,00	Acionamento de carro e bomba, cilindros de lama e detritam, filtros, moedores e peneiras	1,25	1,50
FÁBRICAS DE PAPEL			MÁQUINAS OPERATIZAS			VENTILADORAS		
Agitadores (misturadores)	1,25	1,50	Acionamento principal - cargas pesadas	1,75	2,00	Centrifugas	1,00	1,25
Alveadores	1,00	1,25	Acionamento principal - cargas uniformes	1,25	1,50	Outros tipos	1,25	1,50
Satadores e despolpadores	1,25	1,50	Acionamento auxiliar	1,00	1,25			
			Pressas	1,75	2,00			

Anexo C – Pressão Admissível



Anexo D – Tensão Admissível

VALORES DE σ_{adm} PARA $\psi = 1$

material	Fofo Nodular	Aço Fundido tipo B2	Aço SAE 1020
$\sigma_{adm} (kp/cm^2)$	900	900	1000

Aço Fundido tipo 2	Aço SAE 1050	Aço SAE 4340
1100	1200	1700

Dimensiones y aplicación

47

Anexo F – Código Fonte

Programa de Seleção de Correias

Tela Inicial

```
Private Sub Command1_Click()  
    'Botão Continuar  
    Unload Form1  
    Forma.Show vbModal  
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()  
    'Botão Cancelar  
End  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
    tipo = ""  
End Sub
```

Tela “Perfil da Correia”

```
'Variáveis usadas em todo o formulário  
Public col As Double  
Public linha As Double  
Public i As Double
```

```
Private Sub Cancelar_Click()  
    'Botão Cancelar  
End  
End Sub
```

```
Private Sub cmd_calcula_Click()  
    'Botão “Encontrar Perfil”  
    lbl_resultado.Caption = ""  
    Dim bla As String  
    Dim eqa As Single  
    Dim eqb As Single  
    Dim eqc As Single  
    Dim eqd As Single  
    Dim valor  
    Dim iMessage As Integer
```

```
'Transferindo dados dos objetos para as variáveis  
hp = txt_hp.Text  
n1 = txt_n1.Text  
Label8.Caption = hp & "HP"
```

```
Label9.Caption = n1 & "rpm"
```

'Equações que definem as fronteiras de perfis

' "box" é a variável que guarda a informação do diâmetro médio

```
eqa = 0.847 * Exp(0.0011 * n1)
```

```
eqb = 2 * 10 ^ (-6) * n1 ^ 2.2362
```

```
eqc = 10 ^ (-5) * n1 ^ 2.2426
```

```
eqd = 0.171 * n1 - 10.322
```

```
If hp < eqa Then
```

```
    tipo = "PERFIL A"
```

```
    box = 95
```

```
ElseIf hp > eqa And hp < eqb Then
```

```
    tipo = "PERFIL B"
```

```
    box = 145
```

```
ElseIf hp > eqb And hp < eqc Then
```

```
    tipo = "PERFIL C"
```

```
    box = 240
```

```
ElseIf hp > eqc And hp < eqd Then
```

```
    tipo = "PERFIL D"
```

```
    box = 355
```

```
Else
```

```
    tipo = "PERFIL E"
```

```
    box = 560
```

```
End If
```

```
lbl_resultado.Caption = tipo
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Teoria_Click()
```

'Botão "Teoria", abre o Documento de Word

```
    Dim WordApp As Word.Application
```

```
    Dim WordDoc As Word.Document
```

```
    Dim i As Integer, j As Integer
```

```
    Dim NewResult As String
```

```
    ReDim UsedVariables(0)
```

```
    Set WordApp = CreateObject("Word.Application")
```

```
    Set WordDoc = WordApp.Documents.Open(App.Path & "\template.doc")
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

"Botão Próximo

```
Unload Forma
```

```
Formb.Show vbModal
```

```
End Sub
```

Tela “HP por correia/Fator de Serviço”

'Variáveis Públicas

Dim col As Double

Dim linha As Double

Dim i As Double

Private Sub Cancelar_Click()

'Botão Cancelar

End

End Sub

Private Sub Command3_Click()

"Botão Próximo

Unload Formb

Formc.Show vbModal

End Sub

Private Sub Command4_Click()

'Botão “Utilizar Diâmetro Médio”

d1 = box

txt_d1.Text = d1

End Sub

Private Sub Teoria_Click()

'Botão “Teoria”, abre o documento de word

Dim WordApp As Word.Application

Dim WordDoc As Word.Document

Dim i As Integer, j As Integer

Dim NewResult As String

ReDim UsedVariables(0)

Set WordApp = CreateObject("Word.Application")

Set WordDoc = WordApp.Documents.Open(App.Path & "\template1.doc")

End Sub

Public Sub Form_Load()

Dim cont As Integer

'Acréscendo os itens dos Combos Relativos ao Tipo de Máquina Condutora e Conduzida

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.A. Monofásico em Paralelo"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.A. em curto circuito e síncronos"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.C. em Derivação"

Combo1.AddItem "Turbinas Hidráulicas e a Vapor ou Rodas Hidráulicas "

Combo1.AddItem "Motores de Combustão Interna"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.A. Monofásico em Série"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.A. Condensador ou de Anéis e Coletores"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.A. em Curto Circuito com Compensador"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.A. Repulsão Indução"

Combo1.AddItem "Motores Elet. C.C. Mistos"

Combo1.AddItem "Máquinas a Vapor"

Combo2.AddItem "Ventiladores Helicoidais ou Centrifugos(Pequenos)"

Combo2.AddItem "Bombas Centrifugas"

```

Combo2.AddItem "Agitadores para Líquidos"
Combo2.AddItem "Compressores Centrifugos"
Combo2.AddItem "Transportadores de Pacotes"
Combo2.AddItem "Máquinas Operatrizes(Pequenas)"
Combo2.AddItem "Transportadores de Cintas ou Eixos de Transmissões"
Combo2.AddItem "Geradores ou Punções, Tesourões e Prensas"
Combo2.AddItem "Peneiras Oscilantes ou Exaustores"
Combo2.AddItem "Máquinas Operatrizes(grandes) ou Máquinas Gráficas"
Combo2.AddItem "Moinhos de Martelo, Pulverizadores ou Compressores"
Combo2.AddItem "Ventiladores Centrifugos(grandes) ou Bombas de Pistões"
Combo2.AddItem "Transportadores de Rosca ou de Arrasto"
Combo2.AddItem "Máquinas para lavar madeira ou textéis"
Combo2.AddItem "Elevadores de Canecas"
Combo2.AddItem "Amassadores e máquinas para cerâmicas"
Combo2.AddItem "Mós para indústria de papel"
Combo2.AddItem "Britadores Giratórios/Mandíbulas/Rolos e Cones"
Combo2.AddItem "Moinhos de Bolas/Pilão"
Combo2.AddItem "Misturadores ou Calandras de Borracha"
Combo2.AddItem "Laminadores para Metais"
Combo2.AddItem "Talhas, Guindastes e Elevadores"
Combo2.AddItem "Máquinas para Mineração"

```

```
End Sub
```

```
Public Sub Combo1_Click()
```

'De acordo com a seleção do usuário sobre o tipo de máquina condutora é guardado um valor na variável

```
If Combo1.ListIndex < 5 Then
```

```
col = 1
```

```
ElseIf Combo1.ListIndex >= 5 Then
```

```
col = 2
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Public Sub Combo2_Click()
```

'De acordo com a seleção do usuário sobre o tipo de máquina conduzida é guardado um valor na variável

```
If Combo2.ListIndex <= 5 Then
```

```
linha = 1
```

```
ElseIf Combo2.ListIndex >= 6 And Combo2.ListIndex <= 9 Then
```

```
linha = 2
```

```
ElseIf Combo2.ListIndex >= 10 And Combo2.ListIndex <= 16 Then
```

```
linha = 3
```

```
ElseIf Combo2.ListIndex >= 17 And Combo2.ListIndex <= 23 Then
```

```
linha = 4
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Public Sub Command1_Click()
```

'Determinação do Fator de Segurança

```
If col = 1 And linha = 1 Then
```

```
colin = 1.1
```

```
ElseIf col = 1 And linha = 2 Or col = 2 And linha = 1 Then
```

```

colin = 1.2
ElseIf col = 1 And linha = 3 Then
colin = 1.4
ElseIf col = 1 And linha = 4 Then
colin = 1.6
ElseIf col = 2 And linha = 4 Then
colin = 1.8
End If
Label6.Caption = "Fator de Serviço = " & colin
End Sub

Public Sub teste()
'executa a função procurar, descrita abaixo
Dim sValor
sValor = procurar(tipo, sval1, sval2)
End Sub

Public Function procurar(tipo, sval1, sval2) As Double
'busca na planilha a hp por correia
Dim i, j
Dim bAchou As Boolean
Dim iValComp As Integer
Dim oExcel As Object
Dim sFile As String
d1 = txt_d1.Text
sval1 = d1 * n1 * 3.14 * 0.001
sval2 = d1
Set oExcel = excel.Application
sFile = App.Path & "\dados_excel.xls"
'App.Path busca a planilha no mesmo diretorio que estiver o executavel
oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile
' abre a planilha
bAchou = False
'linha
i = 2
'coluna
j = 2
While (i <> "" And bAchou = False)
    iValComp = oExcel.Sheets(tipo).Cells(i, 1).Value
    If (iValComp >= sval1) Then
        bAchou = True
    Else
        i = i + 1
    End If
Wend

bAchou = False

While (j <> "" And bAchou = False)
    iValComp = oExcel.Sheets(tipo).Cells(1, j).Value
    If (iValComp >= sval2) Then
        bAchou = True
    Else

```

```

        j = j + 1
    End If
Wend

'Transferência dos valores encontrados
hpcorr = oExcel.Sheets(tipo).Cells(i, j).Value
procurar = hpcorr
Label10.Caption = d1 & " mm"
lbl_hpcorreia.Caption = procurar & " HP por correia"
End Function

```

```

Public Sub Command2_Click()
    'Botão que executa a função acima
    teste
End Sub

```

Tela “Fator Arco Contato”

```

'Variáveis Públicas
Dim col As Double
Dim linha As Double

```

```

Private Sub Cancelar_Click()
    'Botão Cancelar
End
End Sub

```

```

Private Sub Command1_Click(Index As Integer)
    'Botão Continuar
    Unload Formc
    Formd.Show vbModal
End Sub

```

```

Private Sub Command4_Click(Index As Integer)
    'se o usuário entrar com o valor de diâmetro, fornece a relação de Transmissão e vice-versa
    Dim dif As Double
    Dim resposta As String
    Dim b As String

```

```

If Option1.Value = True Then
    d2 = Text1.Text
    razao = d2 / d1
    b = d2 & " mm"
    resposta = "Razao = " & Format(razao, 0#)

```

```

ElseIf Option2.Value = True Then
    d2 = Text1.Text * d1
    razao = Text1.Text
    resposta = "Diâmetro = " & d2
    b = "razao = " & Format(razao, 0#)

```

```

End If
dif = d2 - d1
Label11.Caption = resposta
Label16.Caption = b
End Sub

Private Sub Command5_Click(Index As Integer)
    'Botão "Utilizar a distância Sugerida"
    Text2.Text = d2
End Sub

Private Sub Command3_Click(Index As Integer)
    'Botão "Encontrar Fator de Correção Arco Contato"
    'A variável ac guarda a informação do fator de correção
    Dim alfa As Double
    dist = Text2.Text
    Label19.Caption = Text2.Text

    alfa = 180 - (60 * (d2 - d1)) / dist
    If alfa <= 95 Then
        ac = 0.69
    ElseIf alfa > 95 And alfa <= 105 Then
        ac = 0.74
    ElseIf alfa > 105 And alfa <= 115 Then
        ac = 0.79
    ElseIf alfa > 115 And alfa <= 122.5 Then
        ac = 0.83
    ElseIf alfa > 122.5 And alfa <= 127.5 Then
        ac = 0.85
    ElseIf alfa > 127.5 And alfa <= 132.5 Then
        ac = 0.86
    ElseIf alfa > 132.5 And alfa <= 137.5 Then
        ac = 0.87
    ElseIf alfa > 137.5 And alfa <= 142.5 Then
        ac = 0.89
    ElseIf alfa > 142.5 And alfa <= 147.5 Then
        ac = 0.91
    ElseIf alfa > 147.5 And alfa <= 152.5 Then
        ac = 0.92
    ElseIf alfa > 152.5 And alfa <= 157.5 Then
        ac = 0.94
    ElseIf alfa > 157.5 And alfa <= 162.5 Then
        ac = 0.95
    ElseIf alfa > 162.5 And alfa <= 167.5 Then
        ac = 0.96
    ElseIf alfa > 167.5 And alfa <= 172.5 Then
        ac = 0.98
    ElseIf alfa > 172.5 Then
        ac = 0.99
    End If

    Label17.Caption = "Fator de correção arco contato=" & ac
End Sub

```

```

Private Sub Teoria_Click()
    'Botão Teoria, abre o documento de Word
    Dim WordApp As Word.Application
    Dim WordDoc As Word.Document
    Dim i As Integer, j As Integer
    Dim NewResult As String
    ReDim UsedVariables(0)

    Set WordApp = CreateObject("Word.Application")
    Set WordDoc = WordApp.Documents.Open(App.Path & "\template2.doc")
End Sub

```

Tela “Quantidade de Correias”

'Variáveis Publicas neste formulário

```

Dim a As String
Dim valor As String
Dim dat As String
Dim multibelt As String
Dim final As Double

```

```

Private Sub Cancelar_Click()
    'Botão Cancelar
End
End Sub

```

```

Private Sub Command1_Click()
    Dim oExcel As Object
    Dim sFile As String
    razao = d2 / d1
    Set oExcel = excel.Application
    sFile = App.Path & "\dados_excel.xls"
    oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile
    'Enviando Resultados a Planilha de Excel
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(3, 4).Value = tipo
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(3, 2).Value = hp
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(4, 2).Value = n1
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(5, 2).Value = d1
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(5, 4).Value = colin
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(4, 4).Value = hpcorr
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(6, 2).Value = d2
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(7, 2).Value = Format(razao, 0#)
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(8, 2).Value = dist
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(6, 4).Value = ac
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(7, 4).Value = Format(final, 0#)
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(9, 4).Value = dat
    oExcel.Sheets("Resultados").Cells(8, 4).Value = multibelt
    oExcel.Visible = True
End Sub

```



```

Private Sub Command6_Click()
    final = (hp * colin) / (hpcorr * ac)
    Label18.Caption = "O número de correias necessárias será: " & Format(final, 0)
End Sub

```

```

Public Sub teste()
    Dim sValor
    sValor = procurar(a, sval1, sval2)
End Sub

```

```

Public Function procurar(a, sval1, sval2) As Double
    'Busca no Excel os modelos dos fabricantes
    sval1 = 2 * dist + 1.57 * (d2 + d1) + ((d2 - d1) ^ 2) / (4 * dist)
    Dim b As String
    Dim X
    Dim bAchou As Boolean
    Dim iValComp As Integer
    Dim oExcel As Object
    Dim sFile As String
    a = ""
    If tipo = "PERFIL A" Then
        a = "tipo a"
    ElseIf tipo = "PERFIL B" Then
        a = "tipo b"
    ElseIf tipo = "PERFIL C" Then
        a = "tipo c"
    ElseIf tipo = "PERFIL D" Then
        a = "tipo d"
    ElseIf tipo = "PERFIL E" Then
        a = "tipo e"
    End If
    Set oExcel = excel.Application
    sFile = App.Path & "\dados_excel.xls"
    'App.Path busca a planilha no mesmo diretorio que estiver o executavel
    oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile
    'abre a planilha
    bAchou = False
    'linha
    X = 2

```

```

While (X <> "" And bAchou = False)

```

```

    iValComp = oExcel.Sheets(a).Cells(X, 2).Value
    If (iValComp <= sval1) Then
        bAchou = True
    Else
        X = X + 1
    End If
Wend

```

```

    bAchou = False

```

```

valor = oExcel.Sheets(a).Cells(X, 1).Value

```

```

If a = "tipo a" Then
b = "8,15 mm"
ElseIf a = "tipo b" Then
b = "10,60 mm"
ElseIf a = "tipo c" Then
b = "13,60 mm"
ElseIf a = "tipo d" Then
b = "18,90 mm"
End If
multibelt = "modelo " & valor & " ,espessura=" & b
Label1.Caption = "modelo " & valor & " ,espessura=" & b
End Function

```

```

Public Sub catalogo_Click()
'Exceuta a função acima
teste
End Sub

```

```

Public Sub Teste2()
Dim sValor
sValor = correia(a, sval1, sval2)
End Sub

```

```

Public Function correia(a, sval1, sval2) As Double
'Busca modelo catálogo na planilha
sval1 = 2 * dist + 1.57 * (d2 + d1) + ((d2 - d1) ^ 2) / (4 * dist)
Dim b As String
Dim X, Y
Dim iret As String
Dim bAchou As Boolean
Dim iValComp As Integer
Dim sFile As String
Dim oExcel As Object
Dim res
a = ""
If tipo = "PERFIL A" Then
a = "tipo a"
ElseIf tipo = "PERFIL B" Then
a = "tipo b"
ElseIf tipo = "PERFIL C" Then
a = "tipo c"
ElseIf tipo = "PERFIL D" Then
a = "tipo d"
ElseIf tipo = "PERFIL E" Then
a = "tipo e"
End If

```

```

Set oExcel = excel.Application
sFile = App.Path & "\dados_excel.xls"
'App.Path busca a planilha no mesmo diretorio que estiver o executavel
oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile
' abre a planilha
bAchou = False

```

```

If a = "tipo a" Then
Y = 2
b = "8 mm"
ElseIf a = "tipo b" Then
Y = 5
b = "11 mm"
ElseIf a = "tipo c" Then
Y = 8
b = "14 mm"
ElseIf a = "tipo d" Then
Y = 11
b = "19 mm"
End If
X = 1
While (X <> "" And bAcho = False)

    iValComp = oExcel.Sheets("Datum").Cells(X, Y).Value
    If (iValComp <= sval1) Then
        bAcho = True
    Else
        X = X + 1
    End If
Wend
bAcho = False

res = oExcel.Sheets("Datum").Cells(X, Y - 1).Value
dat = "modelo " & res & ", espessura=" & b
Label3.Caption = "modelo " & res & ", espessura=" & b
End Function

Public Sub Datum_Click()
    Teste2
End Sub

```

Programa de Dimensionamento de Engrenagens

Tela Inicial

```
Public Sub Command1_Click()  
    'Botão "Engrenagens Cilíndricas de Dentes Retos"  
    tipoeng = 0  
    valor = 5720000  
    'A variável valor sera posteriormente utilizada em um das fórmulas  
    Unload Form3  
    Form1.Show vbModal  
End Sub  
  
Public Sub Command2_Click()  
    tipoeng = 1  
    valor = 4576000  
    Unload Form3  
    Form1.Show vbModal  
End Sub  
  
Private Sub Command3_Click()  
    'Botão Cancelar  
End  
End Sub
```

Tela "Dimensões"

```
Private Sub Combo1_Validate(Cancel As Boolean)  
    'se algum dos materiais for selecionado, o campo para digitacao do valor da pressão admissível fica  
    'inacessível  
    If Combo1.ListIndex <> 0 Then  
        Text5.Enabled = False  
    End If  
End Sub  
  
Private Sub Command1_Click()  
    i = Text1.Text  
    P = Text6.Text  
    n = Text7.Text  
    If tipoeng = 1 Then  
        ahelice = Text13.Text  
    End If  
    'guardando a informação sobre horas de operação  
    If (i <> "" And P <> "" And n <> "" And (Check1.Value = vbChecked Or Check2.Value = vbChecked))  
    Then  
        If Check1.Value = vbChecked Then  
            h = 10  
        If Check2.Value = vbChecked Then  
            h = 24
```

```

End If
End If
'Através das curves de pressão admissível em função da rotação, achamos a pressão e tensão admissível
If Text5.Text <> "" Then
sigmaad = Text5.Text
ElseIf Text5.Text = "" Then
If Combo1.ListIndex = 1 Then
a = 0.0063 * (n ^ 2) - 9.1398 * n + 7522.8
sigmaad = 900
ElseIf Combo1.ListIndex = 2 Then
a = 0.0042 * (n ^ 2) - 7.7441 * n + 6783.2
sigmaad = 900
ElseIf Combo1.ListIndex = 3 Then
a = 0.0036 * (n ^ 2) - 6.7868 * n + 7388.3
sigmaad = 1000
ElseIf Combo1.ListIndex = 4 Then
a = 0.0042 * (n ^ 2) - 7.6243 * n + 8800.1
sigmaad = 1100
ElseIf Combo1.ListIndex = 5 Then
a = 0.0042 * (n ^ 2) - 7.6243 * n + 8800.1
sigmaad = 1200
ElseIf Combo1.ListIndex = 6 Then
a = 0.0049 * (n ^ 2) - 7.8791 * n + 10429
sigmaad = 1700
End If
End If

```

'Fatores de Serviço

```

If h = 10 And Combo2.ListIndex = 0 Or 6 Or 10 Or 12 Or 13 Or 14 Or 18 Or 20 Or 24 Or 26 Or 27 Or 32
Or 38 Or 40 Or 42 Or 45 Or 46 Or 67 Or 75 Or 79 Or 81 Or 84 Or 85 Or 89 Or 92 Or 94 Then
f = 1
ElseIf h = 10 And Combo2.ListIndex = 1 Or 2 Or 3 Or 5 Or 8 Or 9 Or 15 Or 16 Or 19 Or 21 Or 22 Or 23
Or 25 Or 31 Or 33 Or 34 Or 35 Or 36 Or 39 Or 41 Or 43 Or 47 Or 48 Or 49 Or 50 Or 51 Or 55 Or 56 Or
57 Or 58 Or 59 Or 60 Or 61 Or 62 Or 63 Or 66 Or 69 Or 71 Or 72 Or 76 Or 80 Or 82 Or 86 Or 87 Or 90
Or 93 Or 95 Then
f = 1.25
ElseIf h = 10 And Combo2.ListIndex = 52 Or 77 Then
f = 1.5
ElseIf h = 10 And Combo2.ListIndex = 4 Or 11 Or 17 Or 28 Or 37 Or 44 Or 53 Or 54 Or 64 Or 65 Or 68
Or 70 Or 73 Or 74 Or 88 Or 91 Then
f = 1.75
ElseIf h = 24 And Combo2.ListIndex = 11 Or 87 Then
f = 1
ElseIf h = 24 And Combo2.ListIndex = 0 Or 6 Or 10 Or 12 Or 13 Or 14 Or 18 Or 20 Or 24 Or 26 Or 27
Or 32 Or 38 Or 40 Or 42 Or 45 Or 46 Or 67 Or 75 Or 79 Or 81 Or 84 Or 85 Or 89 Or 92 Or 94 Then
f = 1.25
ElseIf h = 24 And Combo2.ListIndex = 1 Or 2 Or 3 Or 5 Or 8 Or 9 Or 15 Or 16 Or 19 Or 21 Or 22 Or 23
Or 25 Or 29 Or 30 Or 31 Or 33 Or 35 Or 36 Or 39 Or 41 Or 43 Or 47 Or 48 Or 49 Or 50 Or 51 Or 55 Or
56 Or 57 Or 58 Or 59 Or 60 Or 61 Or 62 Or 66 Or 69 Or 71 Or 72 Or 76 Or 78 Or 80 Or 82 Or 83 Or 86
Or 90 Or 93 Or 95 Then
f = 1.5
ElseIf h = 24 And Combo2.ListIndex = 53 Then
f = 1.75

```

```

ElseIf h = 24 And Combo2.ListIndex = 4 Or 17 Or 28 Or 37 Or 44 Or 53 Or 54 Or 64 Or 65 Or 68 Or 70
Or 78 Or 74 Or 77 Or 88 Or 91 Then
f = 2
End If

'Fator de Redução
g = (i + 1) / (i + 0.14)

'Momento Torçor
Mt = 71620 * P / n
'Volume mínimo do Pinhão
d = (valor * Mt * f * g / ((a ^ 2) * 1.2)) ^ (1 / 3)
b = d * 1.2
Text2.Text = "Diâmetro = " & Format(d, "0.00") & "cm"
Text3.Text = "Espessura = " & Format(b, "0.00") & "cm"
ElseIf i = "" Then
MsgBox "Digite a Relação de Transmissão"

ElseIf P = "" Then
MsgBox "Digite a a Potência de Entrada"

ElseIf n = "" Then
MsgBox "Digite a Rotação de Entrada"
ElseIf Check1.Value = vbUnchecked And Check2.Value = vbUnchecked Then
MsgBox "Selecione o tempo de operação diária do equipamento"

End If

'Inserindo número de dentes
If Combo3.ListIndex = 0 Then
z = 10
ElseIf Combo3.ListIndex = 1 Then z = 11
ElseIf Combo3.ListIndex = 2 Then z = 12
ElseIf Combo3.ListIndex = 3 Then z = 14
ElseIf Combo3.ListIndex = 4 Then z = 15
ElseIf Combo3.ListIndex = 5 Then z = 16
ElseIf Combo3.ListIndex = 6 Then z = 17
ElseIf Combo3.ListIndex = 7 Then z = 18
ElseIf Combo3.ListIndex = 8 Then z = 20
ElseIf Combo3.ListIndex = 9 Then z = 21
ElseIf Combo3.ListIndex = 10 Then z = 24
ElseIf Combo3.ListIndex = 11 Then z = 28
ElseIf Combo3.ListIndex = 12 Then z = 34
ElseIf Combo3.ListIndex = 13 Then z = 40
ElseIf Combo3.ListIndex = 14 Then z = 50
ElseIf Combo3.ListIndex = 15 Then z = 65
ElseIf Combo3.ListIndex = 16 Then z = 80
ElseIf Combo3.ListIndex = 17 Then z = 100
End If
If tipoeng = 0 Then
m = d * 10 / z
passo = m * 3.14
ElseIf tipoeng = 1 Then
m = d * 10 * Cos(ahelice) / z

```

```

passo = m * 3.14
End If
Text4.Text = "Módulo = " & Format(m, "0.0000")
Text8.Text = "Passo = " & Format(passo, "0.0000")
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    'Botão Continuar
    Unload Form1
    Form2.Show vbModal
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    'Botão Sair
    End
End Sub

Private Sub Command5_Click()
    Teste2
End Sub

Public Sub Teste2()
    Dim sValor
    sValor = modul(a, sval1, sval2)
End Sub

Public Function modul(a, sval1, sval2)
    "busca módulos padronizados"
    Dim X
    Dim bAchou As Boolean
    Dim iValComp As Integer
    Dim sFile As String
    Dim oExcel As Object
    sval1 = m

    Set oExcel = excel.Application
    oExcel.Visible = True

    sFile = App.Path & "referencia.xls"
    'App.Path busca a planilha no mesmo diretorio que estiver o executavel
    oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile
    ' abre a planilha
    bAchou = False
    'linha
    X = 2
    While (X <> "" And bAchou = False)

        iValComp = oExcel.Sheets("modulos").Cells(X, 1).Value
        If (iValComp >= sval1) Then
            bAchou = True
        Else
            X = X + 1
        End If
    End While
End Function

```

Wend

bAchou = False

```
passonovo = oExcel.Sheets("modulos").Cells(X, 2).Value
modulonovo = oExcel.Sheets("modulos").Cells(X, 1).Value
Text9.Text = "Módulo = " & modulonovo
Text10.Text = "Passo = " & passonovo
d1 = modulonovo * z / 10
B1 = d1 * 1.2
Text11.Text = "diâmetro = " & d1
Text12.Text = "espessura = " & Format(B1, "0.00")
oExcel.ActiveWorkbook.Close
oExcel.Quit
End Function
```

Private Sub Form_Load()

If tipoeng = 0 Then

Text13.Enabled = False

Label11.Enabled = False

End If

Combo1.AddItem ""

Combo1.AddItem "Fofo Nodular"

Combo1.AddItem "Aço Fundido tipo B2"

Combo1.AddItem "Aço ABNT 1020"

Combo1.AddItem "Aço Fundido tipo 2"

Combo1.AddItem "Aço ABNT 1050"

Combo1.AddItem "Aço ABNT 4340"

Combo2.AddItem "AGITADORES - Líquidos"

Combo2.AddItem "AGITADORES - Misturadores de polpa "

Combo2.AddItem "AGITADORES - Semi-Líquidos de Densidade Variável"

Combo2.AddItem "ALIMENTADORES - Alimentadores Helicoidais"

Combo2.AddItem "ALIMENTADORES - Alimentadores Recíprocos"

Combo2.AddItem "ALIMENTADORES - Transportadoras(Esteira e Correia)"

Combo2.AddItem "BOMBAS - Centrífugas"

Combo2.AddItem "BOMBAS - Dupla Ação"

Combo2.AddItem "BOMBAS - Multi-Cilíndricas"

Combo2.AddItem "BOMBAS - Recíprocas de Descarga Livre"

Combo2.AddItem "BOMBAS - Rotativas de Engrenagens ou Lebos"

Combo2.AddItem "BRITADORES - Pedras e Minérios"

Combo2.AddItem "CERVEJARIAS E DESTILARIAS - Cosinhadores(Serviço Contínuo)"

Combo2.AddItem "CERVEJARIAS E DESTILARIAS - Misturadores"

Combo2.AddItem "CLARIFICADORES"

Combo2.AddItem "CLASSIFICADORES"

Combo2.AddItem "DRAGAS - Guinchos, Transportadores e Bombas"

Combo2.AddItem "DRAGAS - Cabeçotes Rolativos e Peneiras"

Combo2.AddItem "EIXOS DE TRANSMISSÃO - Cargas Uniformes"

Combo2.AddItem "EIXOS DE TRANSMISSÃO - Cargas Pesadas"

Combo2.AddItem "ELEVADORES - Caçambas(Cargas Uniformes)"

Combo2.AddItem "ELEVADORES - Caçambas(Cargas Pesadas)"

Combo2.AddItem "ELEVADORES - Elevadores de Carga"

Combo2.AddItem "EMBOBINADEIRAS - Metais"

Combo2.AddItem "EMBOBINADEIRAS - Papel"
 Combo2.AddItem "EMBOBINADEIRAS - Têxtil"
 Combo2.AddItem "ENLATADORAS E ENGARRAFADORAS"
 Combo2.AddItem "ESCADAS ROLANTES"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE CIMENTO - Britadores de Mandíbulas"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE CIMENTO - Fornos Rotativos"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE CIMENTO - Moinhos de Bolas e Rolos"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Agitadores(Misturadores)"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Alvejadores"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Batedores e Despolpadores"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Calandras"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Cilindros Descascadores"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Mecânicos e Hidráulicos"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Tambores descascadores"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Embobinadeiras"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Esticadores de Feltro"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Prensas"
 Combo2.AddItem "FÁBRICAS DE PAPEL - Secadores"
 Combo2.AddItem "GERADORES"
 Combo2.AddItem "GUINCHOS - Cargas Uniformes"
 Combo2.AddItem "GUINCHOS - Cargas Pesadas"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS - Cosinhadores de Cereais"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS - Enlatadoras e Engarrafadoras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS - Misturadores de Massas"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS - Moedores de Carnes"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS - Picadores"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS DE BORRACHA E PLÁSTICOS "
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS MADEREIRAS - Alimentadoras de Plaina"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS MADEREIRAS - Serras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS MADEREIRAS - Tambores Despolpadores"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS MADEREIRAS - Transportadores de Toras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS TÊXTEIS - Calandras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS TÊXTEIS - Cardas"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS TÊXTEIS - Filatórios e Retorcedoras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS TÊXTEIS - Maçaroqueiras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS TÊXTEIS - Máquinas de Tinturaria"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS METALÚRGICAS - Cortadores de Chapas"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS METALÚRGICAS - Embobinadeiras"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS METALÚRGICAS - Laminadores"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS METALÚRGICAS - Trefilas"
 Combo2.AddItem "INDÚSTRIAS METALÚRGICAS - Viradeiras"
 Combo2.AddItem "MÁQUINAS OPERATRIZES - Acionamento principal: Cargas Pesadas"
 Combo2.AddItem "MÁQUINAS OPERATRIZES - Acionamento Principal: Cargas Uniformes"
 Combo2.AddItem "MÁQUINAS OPERATRIZES - Acionamento Auxiliar"
 Combo2.AddItem "MÁQUINAS OPERATRIZES - Prensas"
 Combo2.AddItem "MOINHOS - De Bolas e Rolos"
 Combo2.AddItem "MOINHOS - De Martelos"
 Combo2.AddItem "MOINHOS - Para Areia"
 Combo2.AddItem "OLARIAS E CERÂMICAS - Estruseras e Misturadores"
 Combo2.AddItem "OLARIAS E CERÂMICAS - Prensas de Tijolos e ladrilhos"
 Combo2.AddItem "PONTES ROLANTES - Acionamento de Carro e de Ponte"
 Combo2.AddItem "PONTES ROLANTES - Acionamento de Guinchos"
 Combo2.AddItem "REFINARIAS DE AÇÚCAR - Centrífugas"
 Combo2.AddItem "REFINARIAS DE AÇÚCAR - Moendas"

```

Combo2.AddItem "REFINARIAS DE AÇÚCAR - Facas de Cana"
Combo2.AddItem "REFINARIAS DE PETRÓLEO - Bombas"
Combo2.AddItem "REFINARIAS DE PETRÓLEO - Equipemntos ou Geral"
Combo2.AddItem "ROSCAS TRANSPORTADORAS - Cargas Uniformes"
Combo2.AddItem "ROSCAS TRANSPORTADORAS - Cargas Pesadas e Alimentadores"
Combo2.AddItem "SECADORES E RESFRIADORES ROTATIVOS"
Combo2.AddItem "TELAS E PENEIRAS - Filtragens de Ar"
Combo2.AddItem "TELAS E PENEIRAS - Para água(estereiras)"
Combo2.AddItem "TELAS E PENEIRAS - Recíprocas"
Combo2.AddItem "TELAS E PENEIRAS - Rotativas para Cascalho"
Combo2.AddItem "TORRES DE REFRIGERAÇÃO"

Combo2.AddItem "TRANSPORTADORES - Cargas Uniformes"
Combo2.AddItem "TRANSPORTADORES - Cargas Pesadas e Descontínuas"
Combo2.AddItem "TRANSPORTADORES - Recíprocas e Vibratórias"
Combo2.AddItem "TRATAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS - Aeradores, Alimentadores, Bombas,
Coletores de Lama"
Combo2.AddItem "TRATAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS - Filtros, Mexedores e Peneiras"
Combo2.AddItem "VENTILADORES - Centrífugos"
Combo2.AddItem "VENTILADORES - Outros Tipos"

Combo3.AddItem 10
Combo3.AddItem 11
Combo3.AddItem 12
Combo3.AddItem 14
Combo3.AddItem 15
Combo3.AddItem 16
Combo3.AddItem 17
Combo3.AddItem 18
Combo3.AddItem 20
Combo3.AddItem 21
Combo3.AddItem 24
Combo3.AddItem 28
Combo3.AddItem 34
Combo3.AddItem 40
Combo3.AddItem 50
Combo3.AddItem 65
Combo3.AddItem 80
Combo3.AddItem 100
End Sub

Private Sub Text5_Change()
Combo1.Enabled = False
If Text5.Text = "" Then
Combo1.Enabled = True
End If
End Sub

```

Tela “Verificação”

```
Private Sub Command1_Click()
    fator
    If Option1.Value = True Then
        de = d
        Be = b
        Mu = m
    ElseIf Option2.Value = True Then
        de = d1
        Be = B1
        Mu = modulonovo
    End If
    If tipoeng = 0 Then
        Ft = 2 * Mt / de
        sigma = (Ft * res * f) / (Be * Mu)
        sigmacoroa = (Ft * res3 * f) / (Be * Mu)
    ElseIf tipoeng = 1 Then
        Ft = 2 * Mt / de
        sigma = (Ft * res * f) / (Be * Mu / Cos(ahelice))
        sigmacoroa = (Ft * res3 * f) / (Be * Mu / Cos(ahelice))
    End If
    If sigma <= sigmaad And sigmacoroa <= sigmaad Then
        Text1.Text = "Para o Pinhão e Coroa, tensão admissível = " & sigmaad & " kgf/cm2" & ". Tensão no pé  
do dente do pinhão = " & Format(sigma, "0") & " kgf/cm2" & ". Para a coroa, tensão no pé do dente = " &  
Format(sigmacoroa, "0") & " kgf/cm2" & ". Portanto as Tensões admissíveis não foram alcançadas, os  
valores de diâmetro e espessura são compatíveis"
    ElseIf sigma > sigmaad Or sigmacoroa > sigmaad Then
        Text1.Text = "Para o Pinhão e Coroa, tensão admissível = " & sigmaad & " kgf/cm2" & ". Tensão no pé  
do dente do pinhão = " & Format(sigma, "0") & " kgf/cm2" & ". Para a coroa, tensão no pé do dente = " &  
Format(sigmacoroa, "0") & " kgf/cm2" & ". Portanto poderá haver flexão no pé do dente ou do pinhão, ou  
da coroa, como sugestão altere o material da engrenagem ou modifique suas dimensões"
    End If
End Sub
```

```
Public Sub fator()
    Dim sValor
    sValor = factor(a, sval1, sval2)
End Sub
```

```
Public Function factor(a, sval1, sval2)
    Dim X, Y
    Dim bAcho As Boolean
    Dim iValComp As Integer
    Dim iValComp2 As Integer
    Dim sFile As String
    Dim oExcel As Object
```

```
sval1 = z
sval2 = z * i
Set oExcel = excel.Application
'oExcel.Visible = True
```

```

sFile = App.Path & "\referencia.xls"
'App.Path busca a planilha no mesmo diretorio que estiver o executavel
oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile
' abre a planilha
bAchou = False
'linha
X = 2
While (X <> "" And bAchou = False)

    iValComp = oExcel.Sheets("fforma").Cells(X, 1).Value
    If (iValComp = sval1) Then
        bAchou = True
    Else
        X = X + 1
    End If
Wend
Y = 2
bAchou = False
While (X <> "" And bAchou = False)
    iValComp = oExcel.Sheets("fforma").Cells(Y, 1).Value
    If (iValComp2 = sval2) Then
        bAchou = True
    Else
        Y = Y + 1
    End If
Wend

res = oExcel.Sheets("fforma").Cells(X, 2).Value
res3 = oExcel.Sheets("fforma").Cells(Y, 2).Value
oExcel.ActiveWorkbook.Close
oExcel.Quit
End Function

Private Sub Command3_Click()
End
End Sub

Private Sub Command5_Click()
deixo = Text2.Text
chaveta
df = de * 10 - 2 * 1.2 * Mu
verif = df - deixo - altura / 2
If verif < altura Then
Text3.Text = "O valor do diâmetro do pinhão é baixo relativamente ao do eixo. A engrenagem e/ou eixo
devem ser redimensionados ou a engrenagem pode ser usinada no próprio eixo"
ElseIf verif > altura Then
Text3.Text = "O diâmetro do eixo não limitou as dimensões da engrenagem. Dimensionamento da
engrenagem foi compatível"
End If
End Sub

Public Sub chaveta()
Dim sValor
sValor = eixo(a, sval1, sval2)

```

End Sub

Public Function eixo(a, sval1, sval2)

Dim X

Dim bAchou As Boolean

Dim iValComp As Integer

Dim iValComp2 As Integer

Dim sFile As String

Dim oExcel As Object

sval1 = deixo

Set oExcel = excel.Application

sFile = App.Path & "\referencia.xls"

'App.Path busca a planilha no mesmo diretorio que estiver o executavel

oExcel.Workbooks.Open FileName:=sFile

' abre a planilha

bAchou = False

'linha

X = 2

While (X <> "" And bAchou = False)

iValComp = oExcel.Sheets("chavetas").Cells(X, 1).Value

iValComp2 = oExcel.Sheets("chavetas").Cells(X + 1, 1).Value

If (iValComp <= sval1 < iValComp2) Then

bAchou = True

Else

X = X + 1

End If

Wend

bAchou = False

altura = oExcel.Sheets("chavetas").Cells(X, 2).Value

oExcel.ActiveWorkbook.Close

oExcel.Quit

End Function