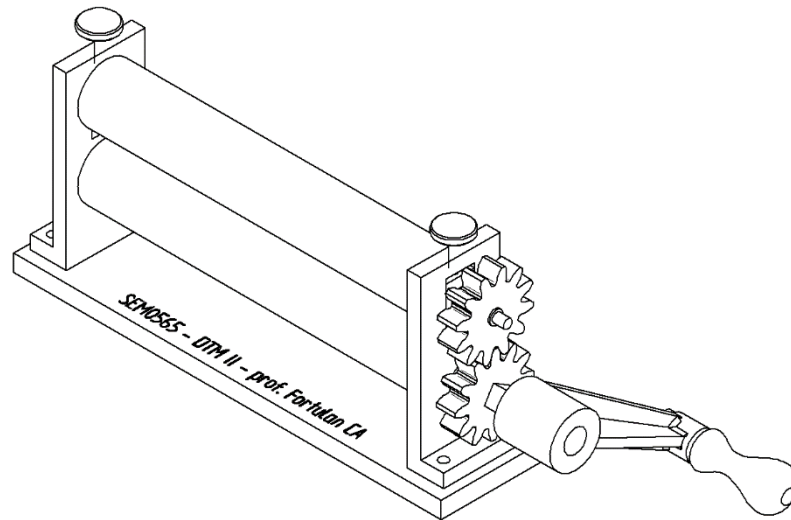
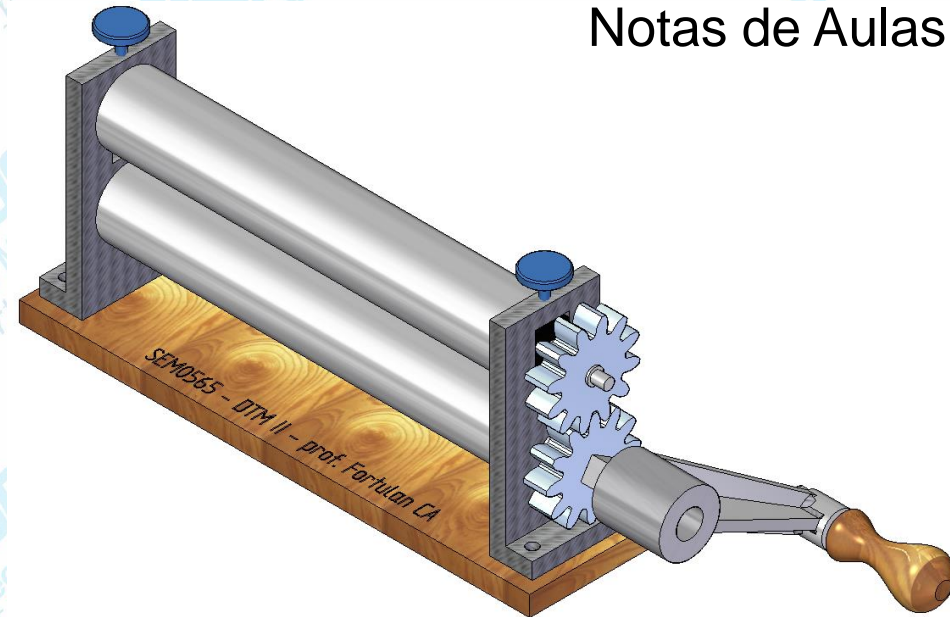


DESENHO TÉCNICO MECÂNICO I (SEM 0565)

Aula 10 – Tutorial 10 – Cilindro de massa: Engrenagens e Solda



Departamento de Engenharia Mecânica
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo



Notas de Aulas v.2021

Prof. Dr. Carlos Alberto Fortulan

Desenhando engrenagens

Neste Tutorial será criado e movimentado um cilindro de massas, crie uma pasta denominada cilindro_de_massas, carregue o software **Solid Edge** e abra o ambiente **ISO Metric Assembly** e salve como engrenagens. No **Pathfinder** abra o **Engineering Reference**, escolha o **Spur Gear** com dois clics sobre seu ícone e preencha os valores

Relação de transmissão 1;

Largura 17mm;

Módulo 5

Distancia entre centros

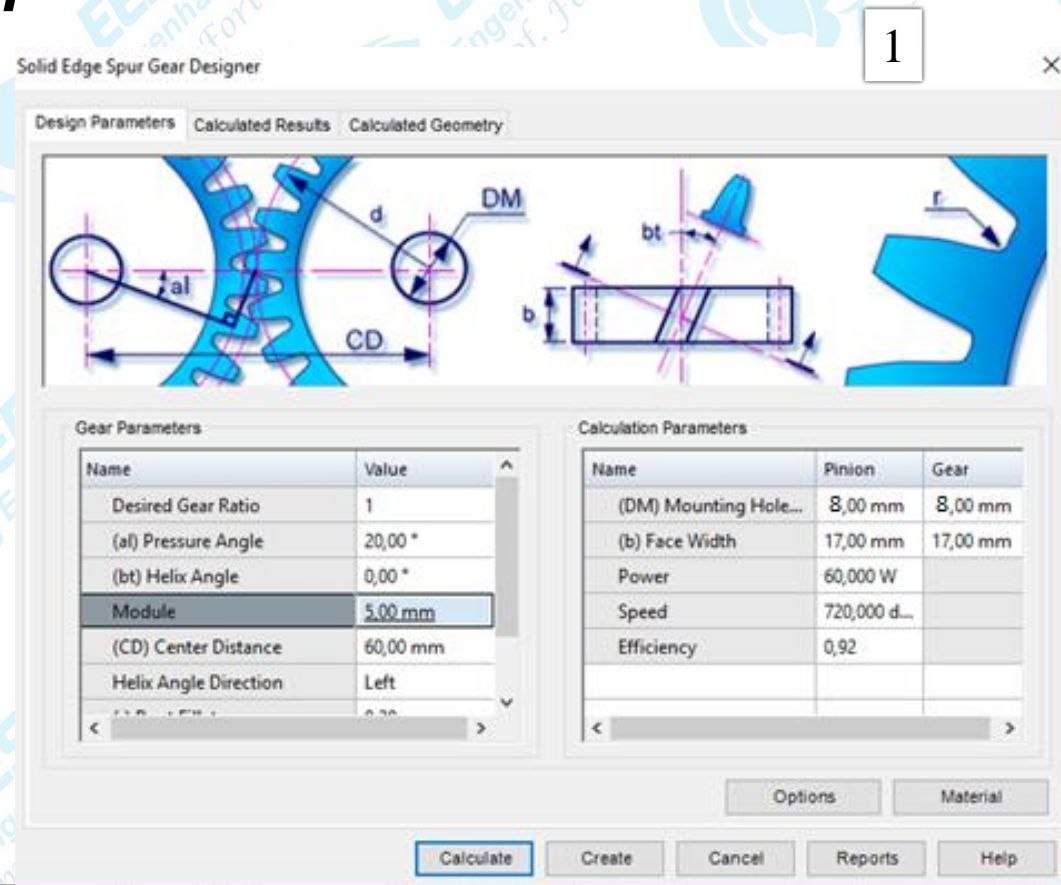
(CD)=60mm;

Φ furo do pinhão 10mm;

Φ furo da coroa 10mm;

Potência 60W;

Rotação 720 deg/s;



Em options selecione:

Design Parameters - Input Conditions

Type of Gearing
 External Gearing
 Internal Gearing

Strength Calculation Type
 Based on given Material Strength
 Find Material Strength at Minimum Safety Factor

Output Geometrical Parameters
 Find No. of Teeth and Module
 Find No. of Teeth
 Find Center Distance

Load Calculation
 Find Torque
 Find Power
 Find Speed

Strength Calculation Method
 Based on Simple Bending Stress
 Based on Bending and Contact Stress

Face Width Values
 User Specified
 Based on Standards

Advanced Calculations
 Place with full Assembly Relation

OK Help

2

Em materials selecione:

Material Values

Pinion
 Select Material: User
 Contact Stress [MPa]: 177
 Bending Stress [MPa]: 207

Gear
 Select Material: User
 Contact Stress [MPa]: 177
 Bending Stress [MPa]: 207

OK Help

3

Solid Edge Spur Gear Designer

Design Parameters | Calculated Results | Calculated Geometry

General Results

Name	Pinion	Gear
Actual Gear Ratio	1	
No. of Teeth	12	12
Face Width Ratio	0,2833	0,2833
Unit Correction	0	0
Total Unit Correct...	0	
Contact Ratio	1,42	
Tangential Pressu...	20,00 °	
Operating Pressu...	20,00 °	
Tan. Operating Pr...	20,00 °	
Base Helix Angle	0,00 °	
Product Center D...	60,00 mm	
Tangential Module	5,00 mm	
(Pc) Circular Pitch	15,71 mm	
Tangential Circul...	15,71 mm	

Strength Validation Pass

Name	Pinion	Gear
Allowable Bending S...	2155,777 ...	2155,777 ...
Safety Factor in Ben...	13,5	13,5

Forces

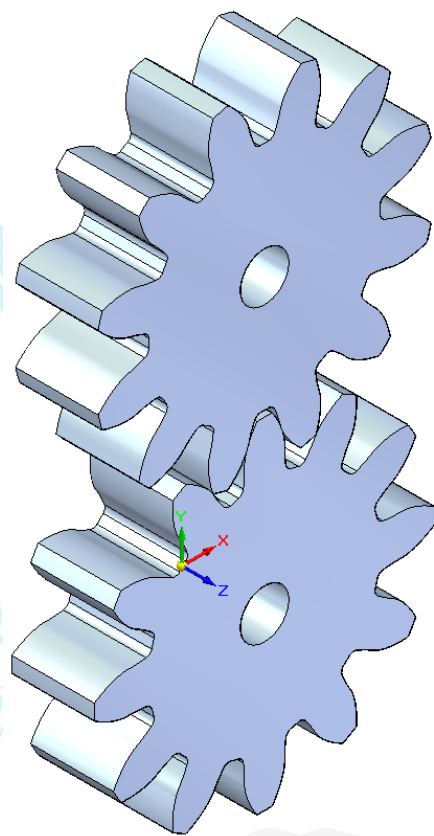
Name	Value
Tangential Force	159154,9...
Radial Force	57927,66...
Normal Force	169369,1...
Circumferential Velocity	37,699 c...

Calculate Create Cancel Reports Help

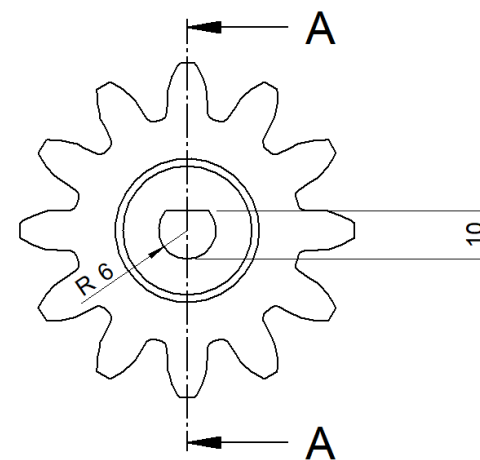
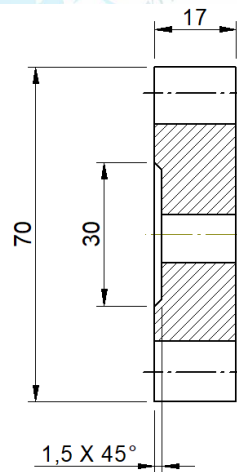
4

Selecione **Calculate** (Verifique se foi validada) pelo pass;

- Selecione **Create**. Na sequencia o Solid Edge fará a geração das engrenagens (pinhão e coroa) (que deverão ser nominadas e salvas como **part**, no final, o software apresentará a montagem (engrenagens).
- O pinhão e a coroa precisarão ser modificadas, abra-a altere as de acordo com o desenho.



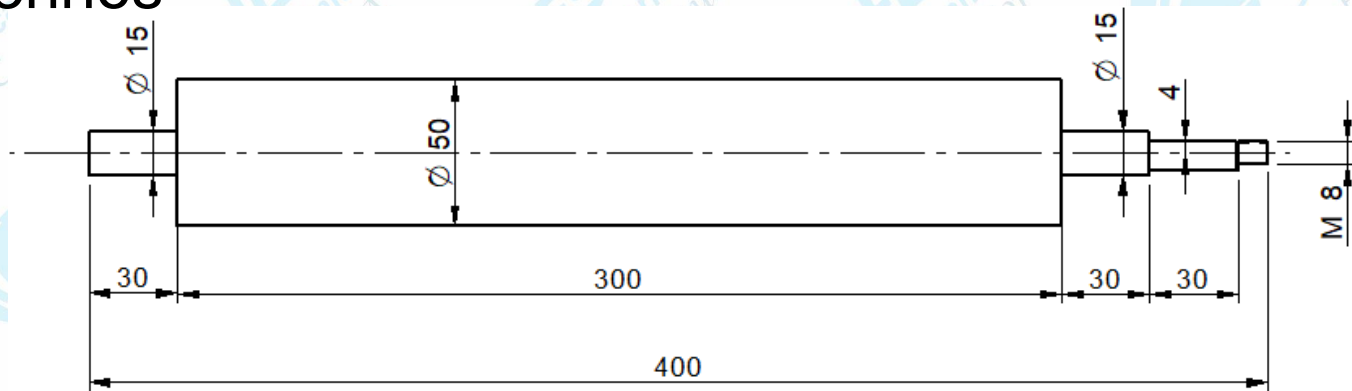
Pinhão



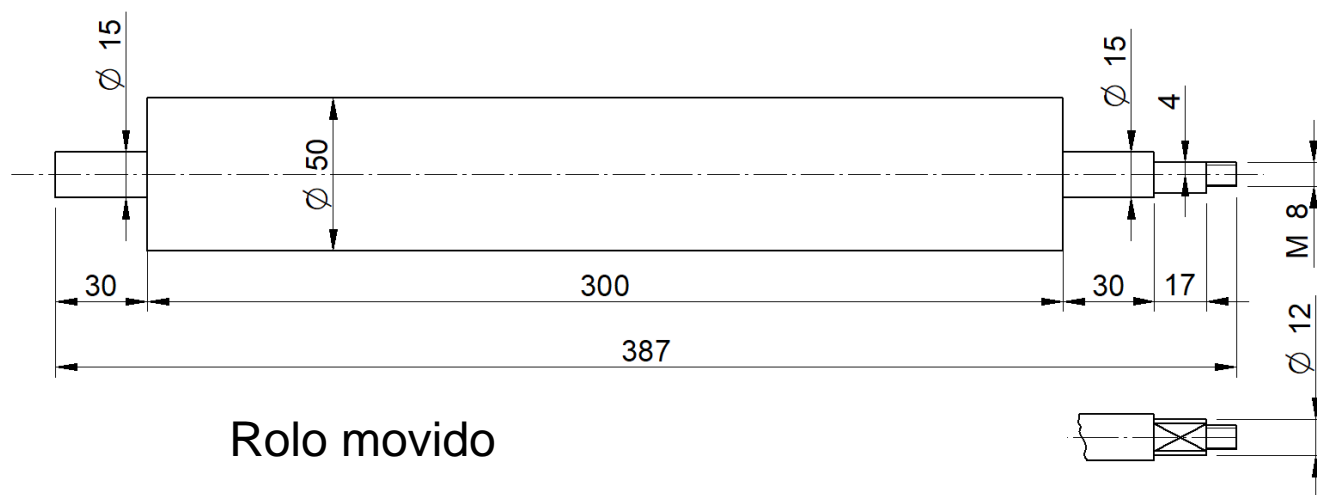
Coroa

Corte A-A

Fazer os desenhos

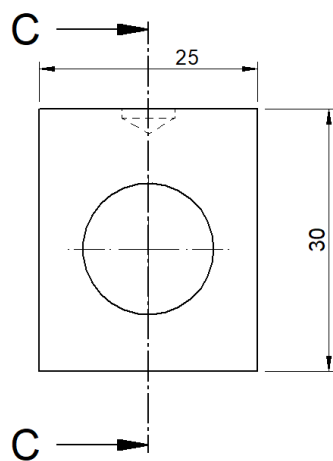
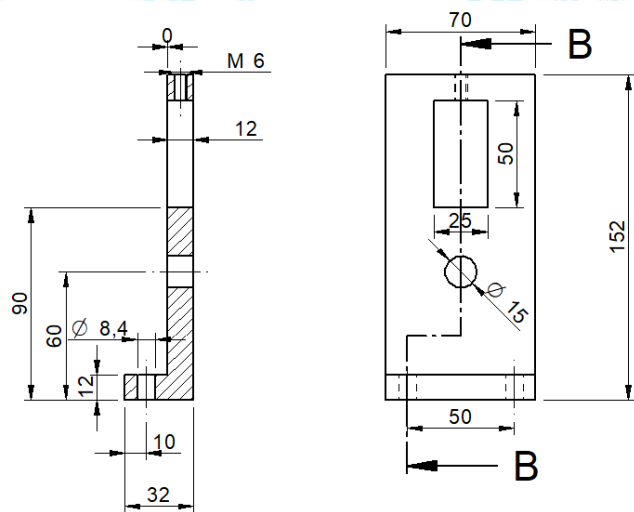


Rolo motor

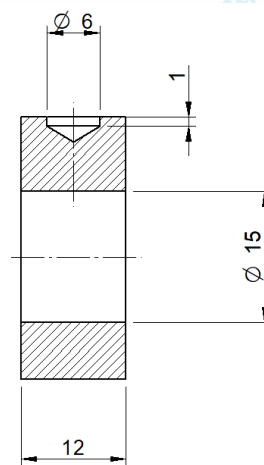


Rolo movido

Coluna

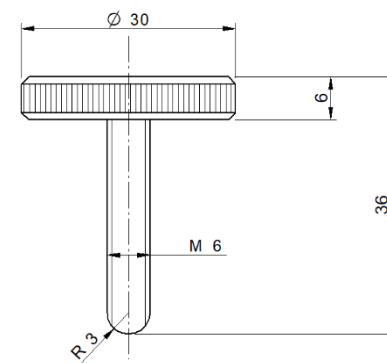
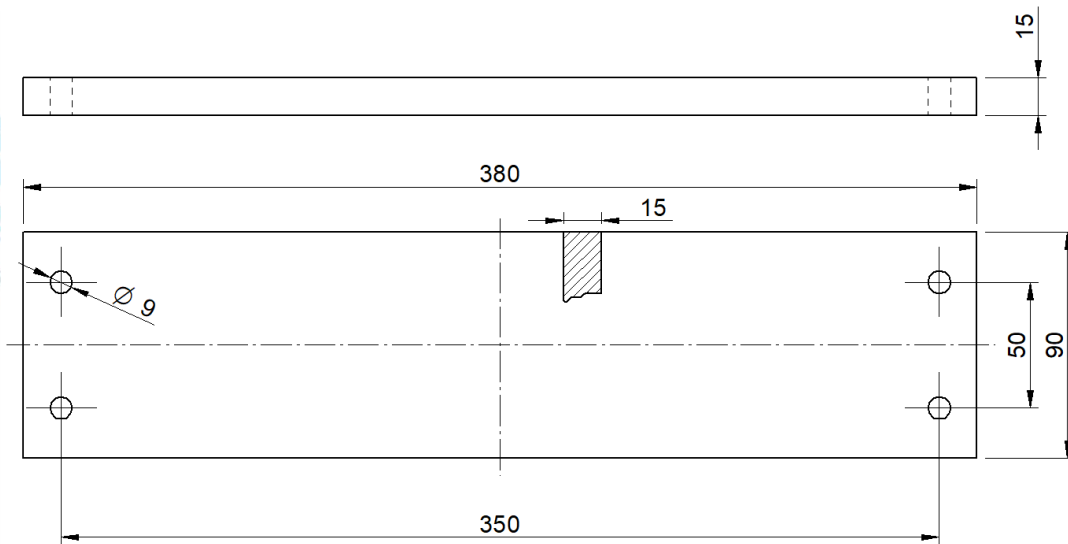


Móvel



Corte C-C

Corte B-B



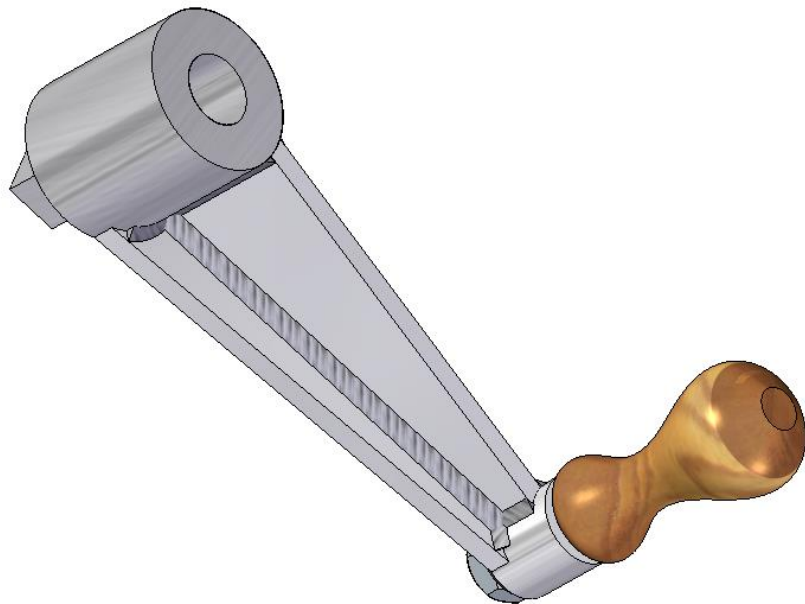
Parafuso de ajuste

Base

Modelando uma Manivela com Weldment

Este tutorial objetiva o treinamento do recurso weldment. O uso da ferramenta “weldment “ é feita pelo “assembly” de “part”(s). Para isto crie uma pasta chamada manivela e salve as componentes (part(s)) da manivela nesta pasta para a montagem subsequente.

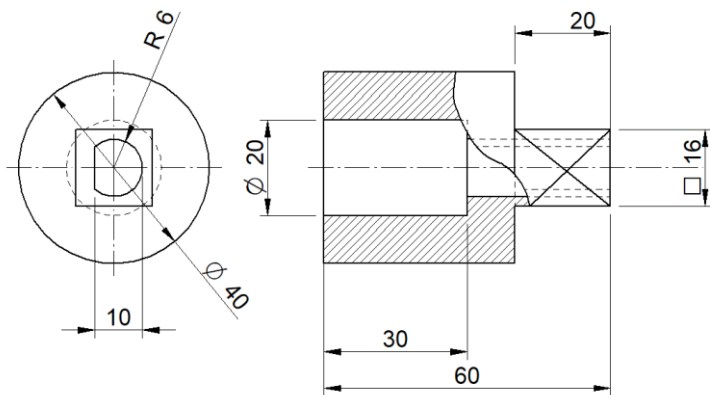
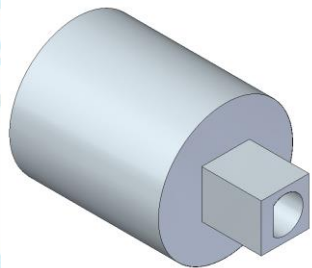
A manivela referente é mostrada a abaixo



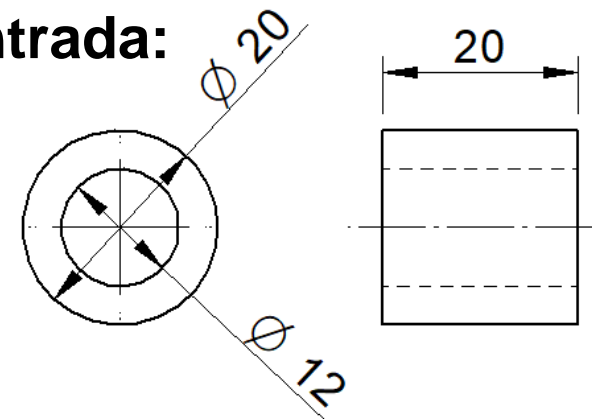
Adaptado de: Stevan Rodrigues Manzan 2006

No ambiente Solid Edge Part, crie as peças a seguir abaixo

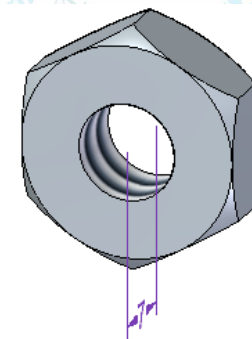
Eixo saída



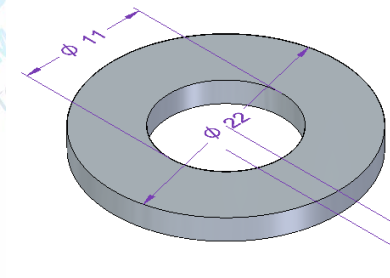
Eixo de entrada:



Porca M10: Observe que na operação **Extrude** há no ícone do retângulo (seta) uma opção **Polygon by Center**. Diâmetro do circunscrito= **20 mm** e a espessura da porca é **7 mm**. Maiores instruções das medidas de uma porca se encontram na aula 7 de DTM I.

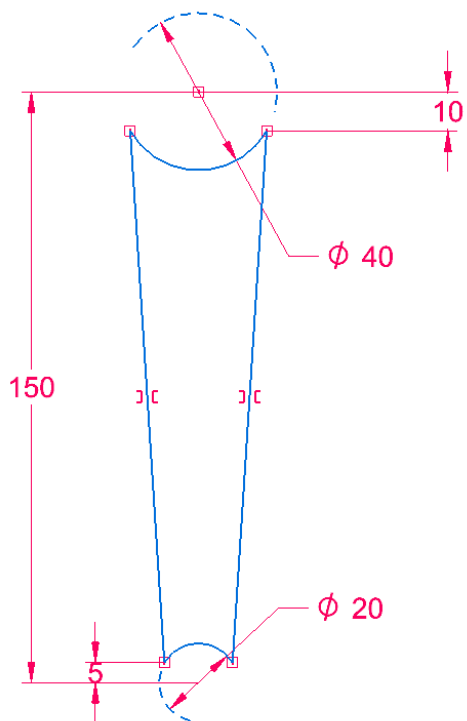


Arruela: como a representada na figura abaixo. Diâmetro interno de **11 mm**, diâmetro externo **22 mm** e espessura **2 mm**. Maiores instruções das medidas de uma porca se encontram na aula 7 de DTM I.

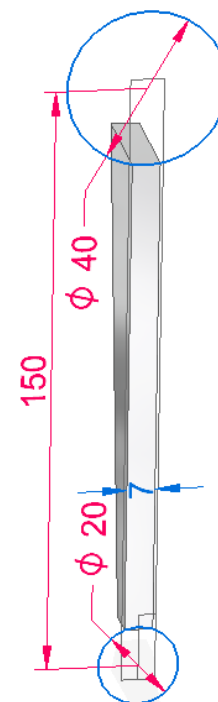
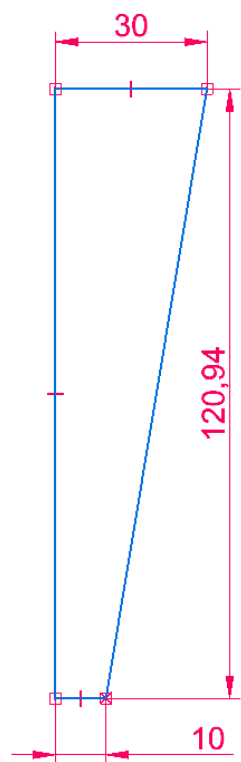


Braço:

Crie a peça abaixo com as seguintes dimensões do perfil e com 7 mm de espessura. Salve seu Trabalho.

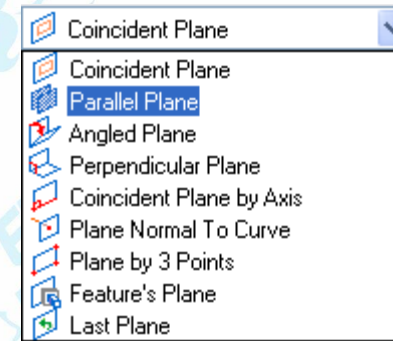
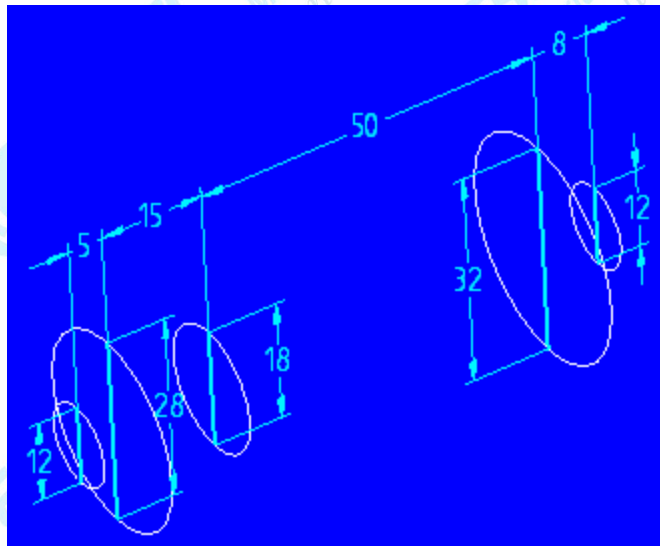


Nervura: Com as ferramentas *Extrude* e *Cut* crie a peças mostrada abaixo com suas medidas. Então salve e feche o documento. Crie a peça abaixo com as seguintes dimensões do perfil e com 7 mm de espessura.



Manípulo: O desenho deste manípulo será feito passo a passo para o aprendizado e treinamento do recurso *lofted protusion*.

Crie um conjunto de **Sketches** paralelos ao plano x-z com os perfis e espaçamentos mostrados abaixo.



Selecione o comando **Lofted Protrusion** na Barra de Ferramentas (ícone 1). Selecione as cinco circunferências (figura a). Clique em *Preview* (Ícone 2), veja como ficará sua peça, e em seguida, clique em *Finish*. Você obterá a peça mostrada em Figura b

Selecione agora a ferramenta **Protrusion** e crie uma extrusão de **35 mm de comprimento**, com o perfil de uma circunferência de **10 mm de diâmetro**. E, em seguida, com a ferramenta **Thread**, coloque rosca **M10** no eixo criado. Obtendo assim a peça representada na figura c.

Figura a

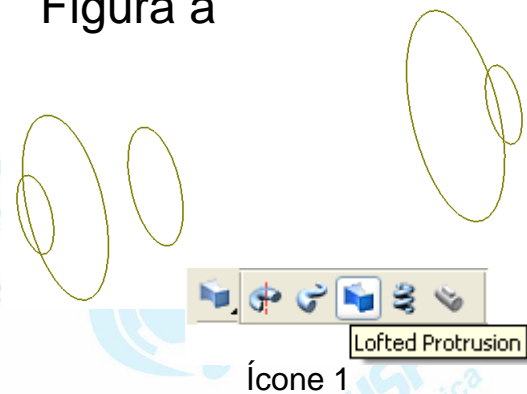
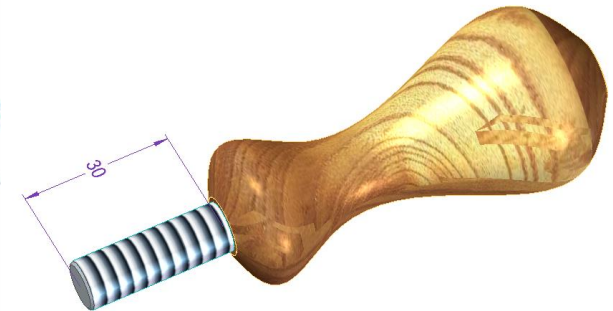


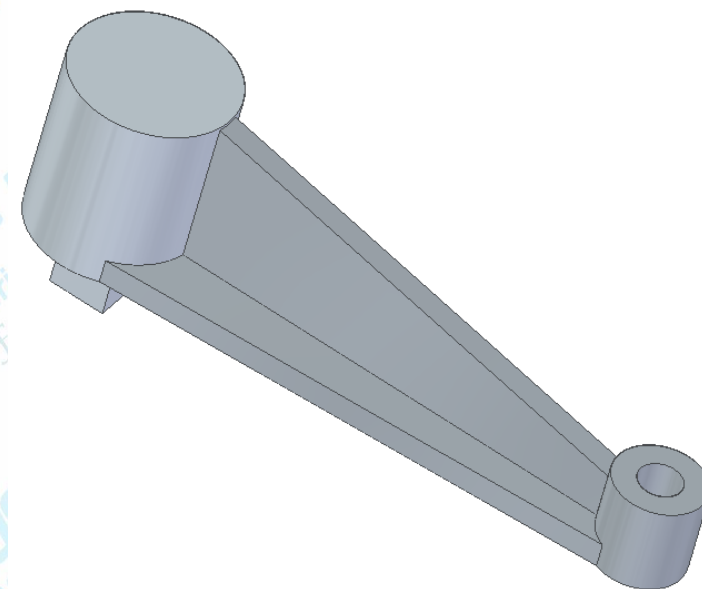
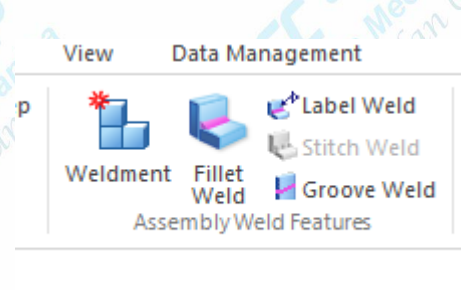
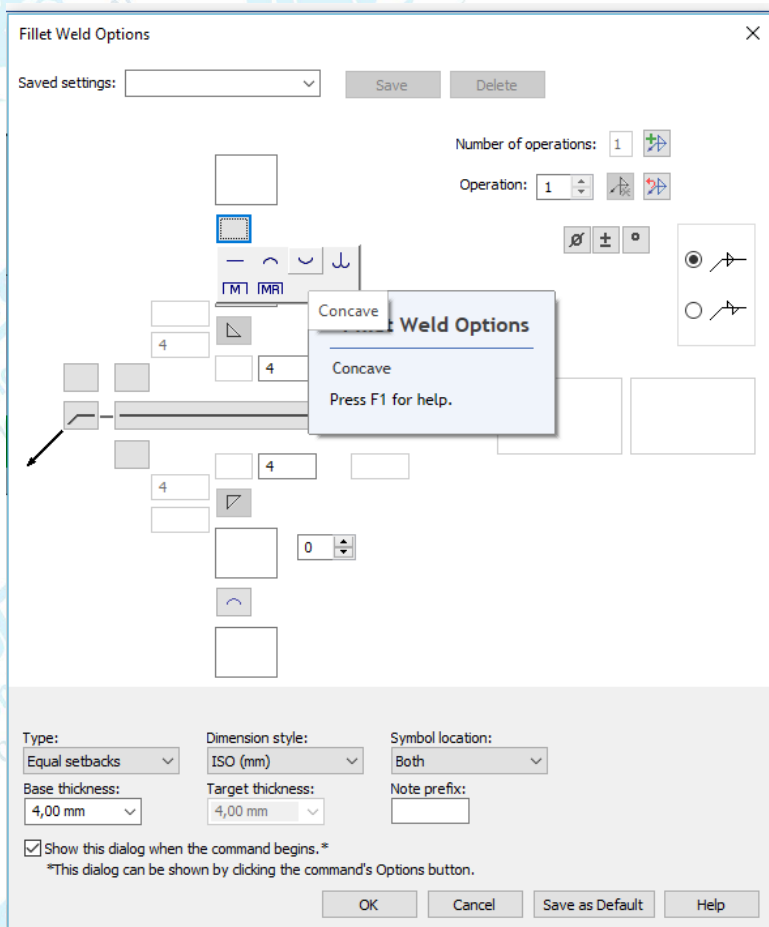
Figura b



Figura c



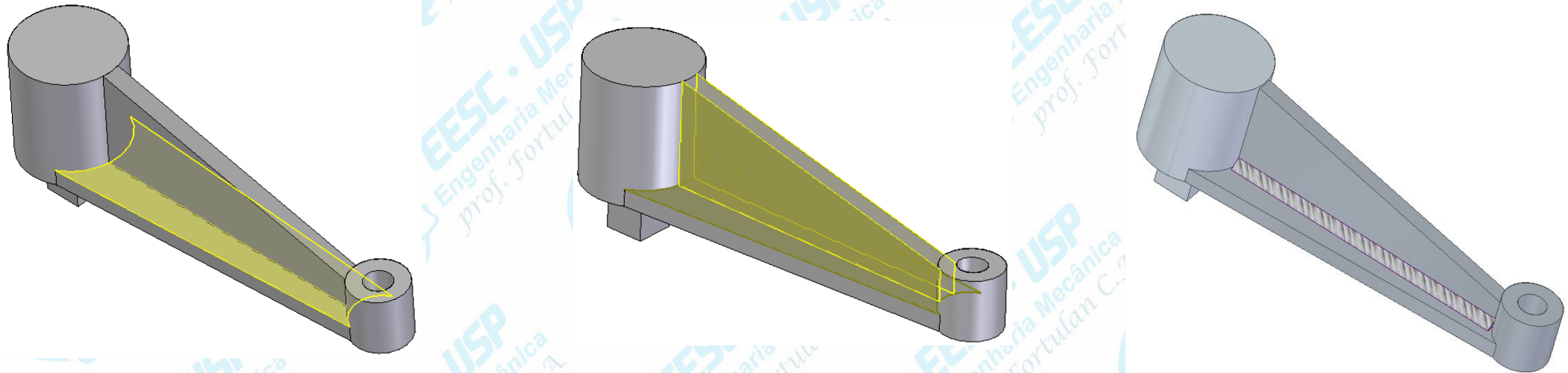
Montar e Soldar as Peças do mancal:
Abra então este ambiente **ISO Metric Weldment**.
Monte as peças como indica o desenho.
No comando Feature selecione o comando **Fillet Weld**.



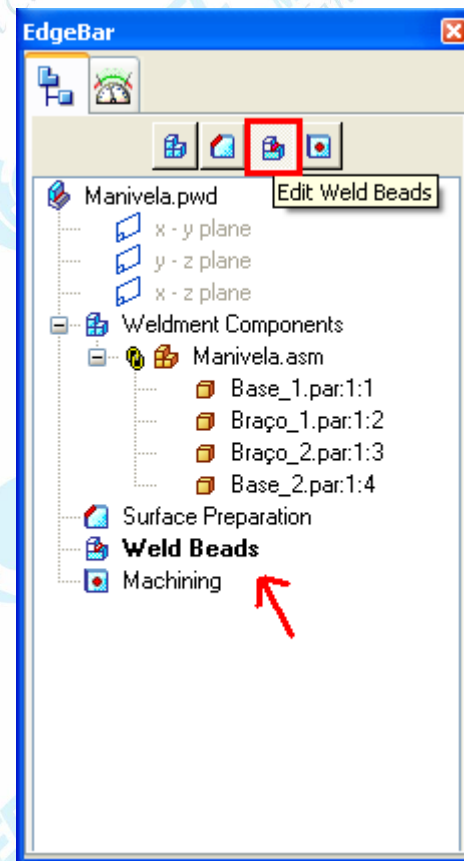
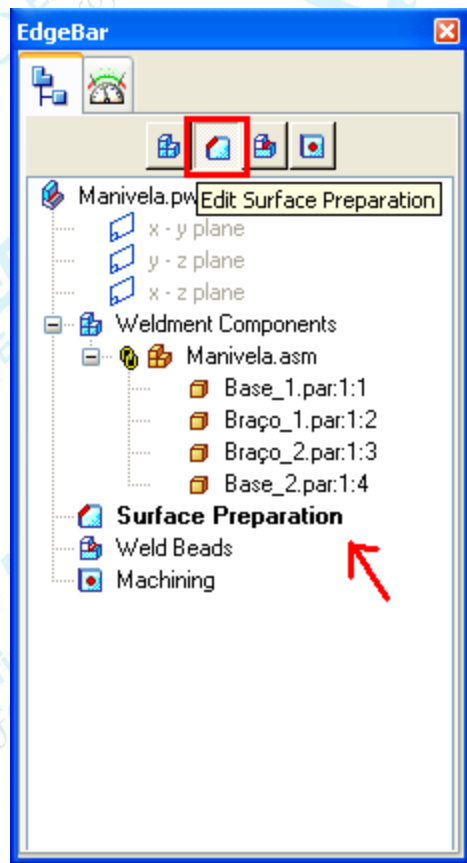
Preencha os dados da janela conforme representados na figura ao lado. Escolha o contorno da solda como cônica e clique em **OK**.

Selecione a face mostrada na **figura 1** e clique no botão **Accept** na Barra de Fita (ícone 1).
Selecione depois as faces mostradas na **figura 2** e clique novamente e **Accept**. Por Fim,
Clique em **Preview** na Barra de Fita.

No Conjunto aparecerá um cordão de Solda dos dois lados conforme a figura abaixo.



Clicando no botão **Edit Weld Beads** você habilita as ferramentas para criar os filetes de solda ou crias extrusões que representem a solda entre as peças.



Agora falta soldar os Braços com as Bases do mancal. Para isto, selecione novamente a ferramenta **Fillet Weld** e selecione as seguintes opções do tipo de solda:

- Clique em **OK**. Então selecione as Faces das Bases da manivela, como mostrado na **figura 1**.
- Clique no Botão **Accept** na Barra de Fita e selecione as 3 faces mostradas na **figura 2**.
- Clique novamente em **Accept** e então em **Preview**.

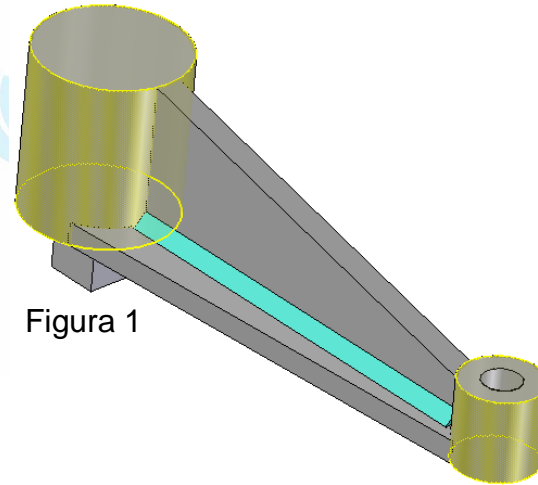
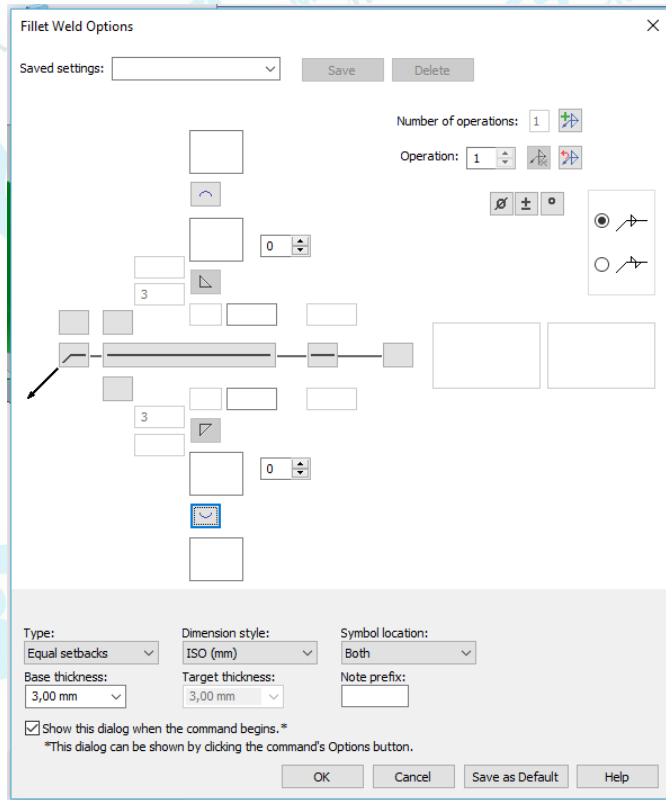


Figura 1

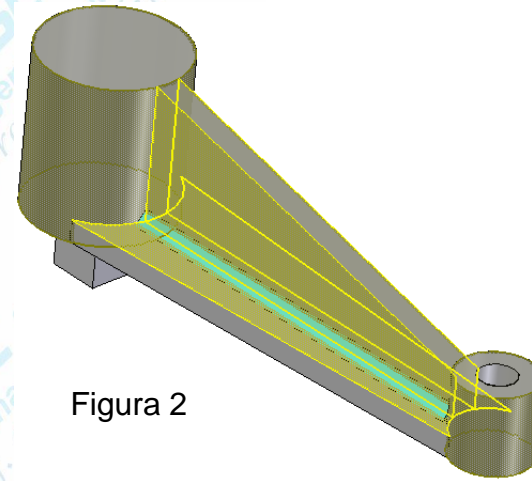
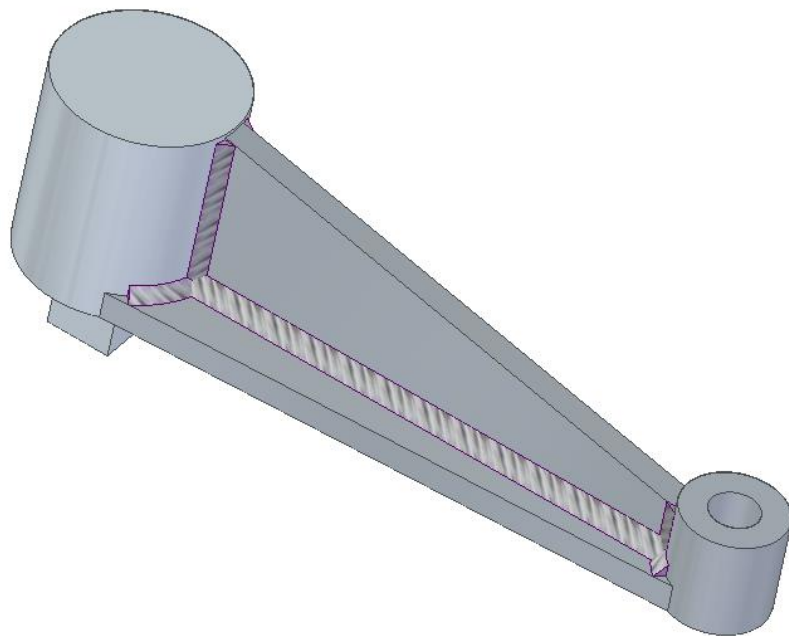


Figura 2

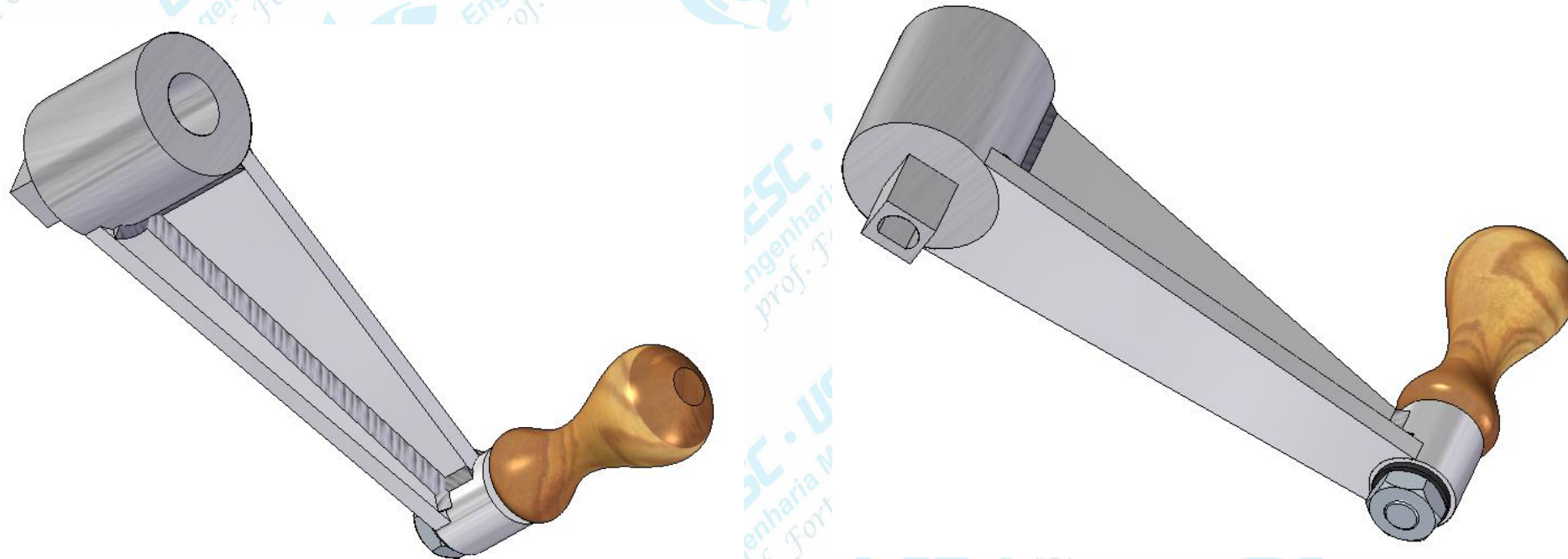


Montagem do conjunto das peças no programa Solid Edge Assembly.

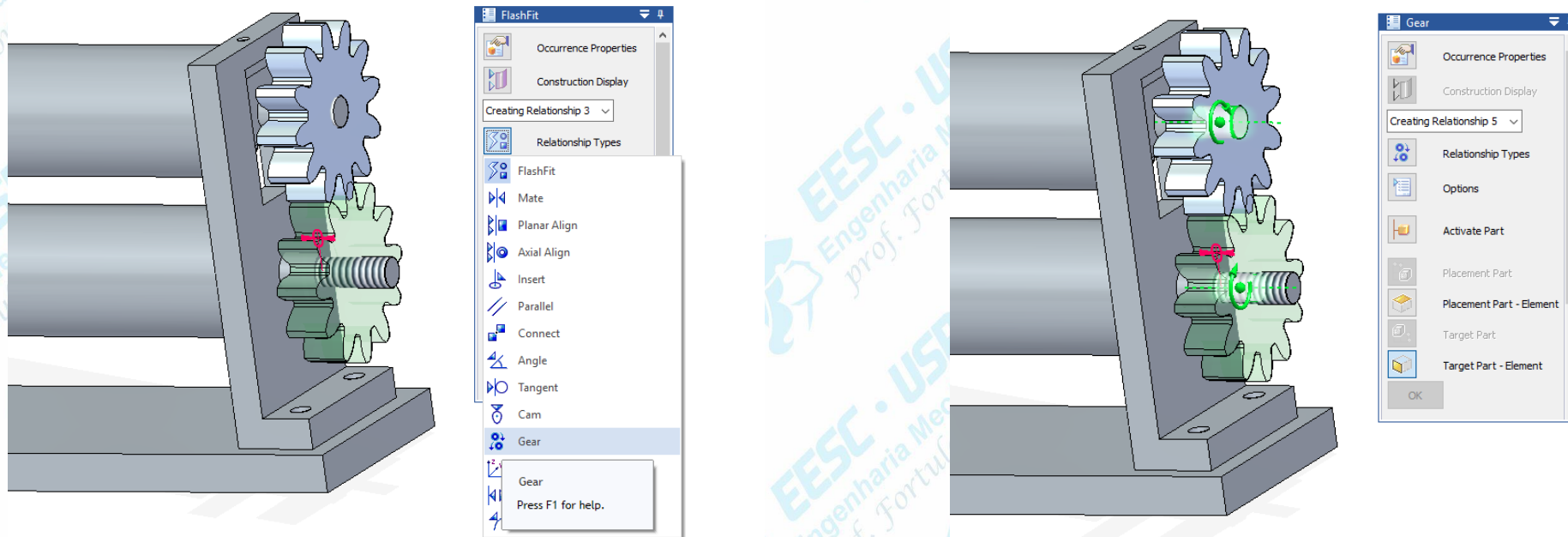
Abra um Documento .asm salve-o com o nome **manivela.asm**.

Faça a montagem da Manivela conforme mostrado no desenho abaixo.

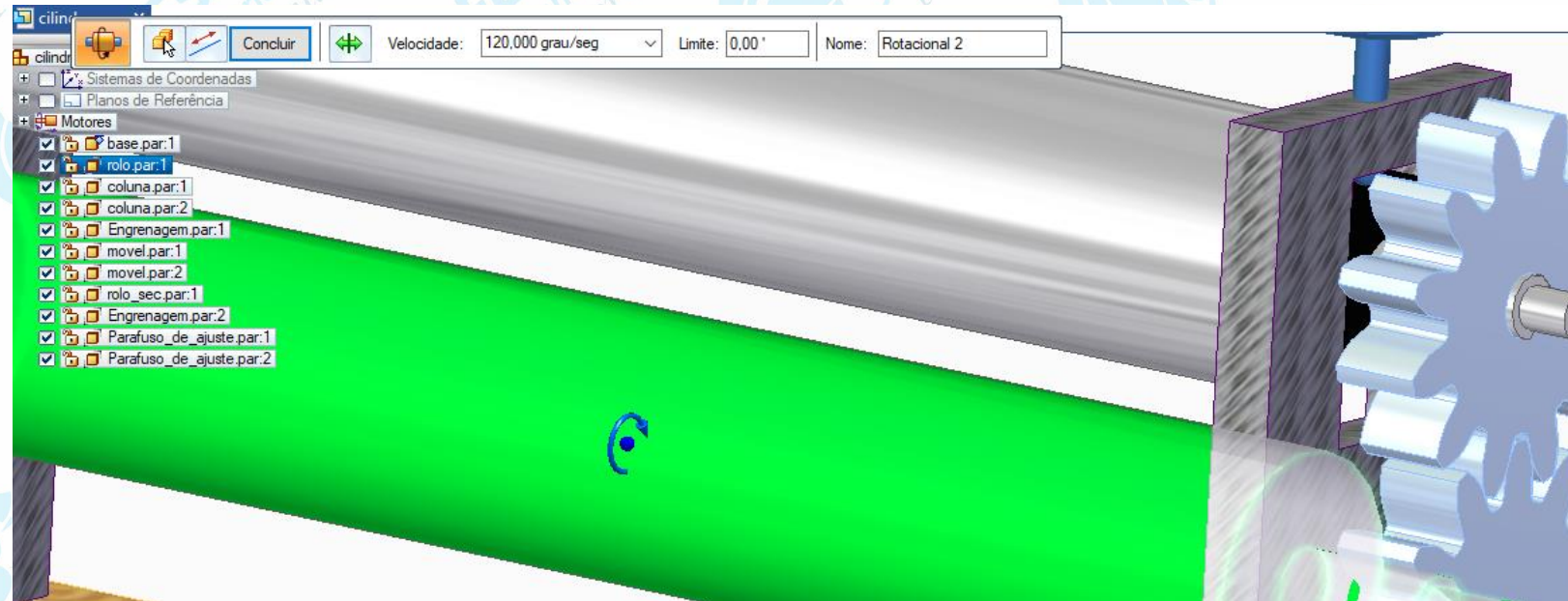
Salve e feche o documento.



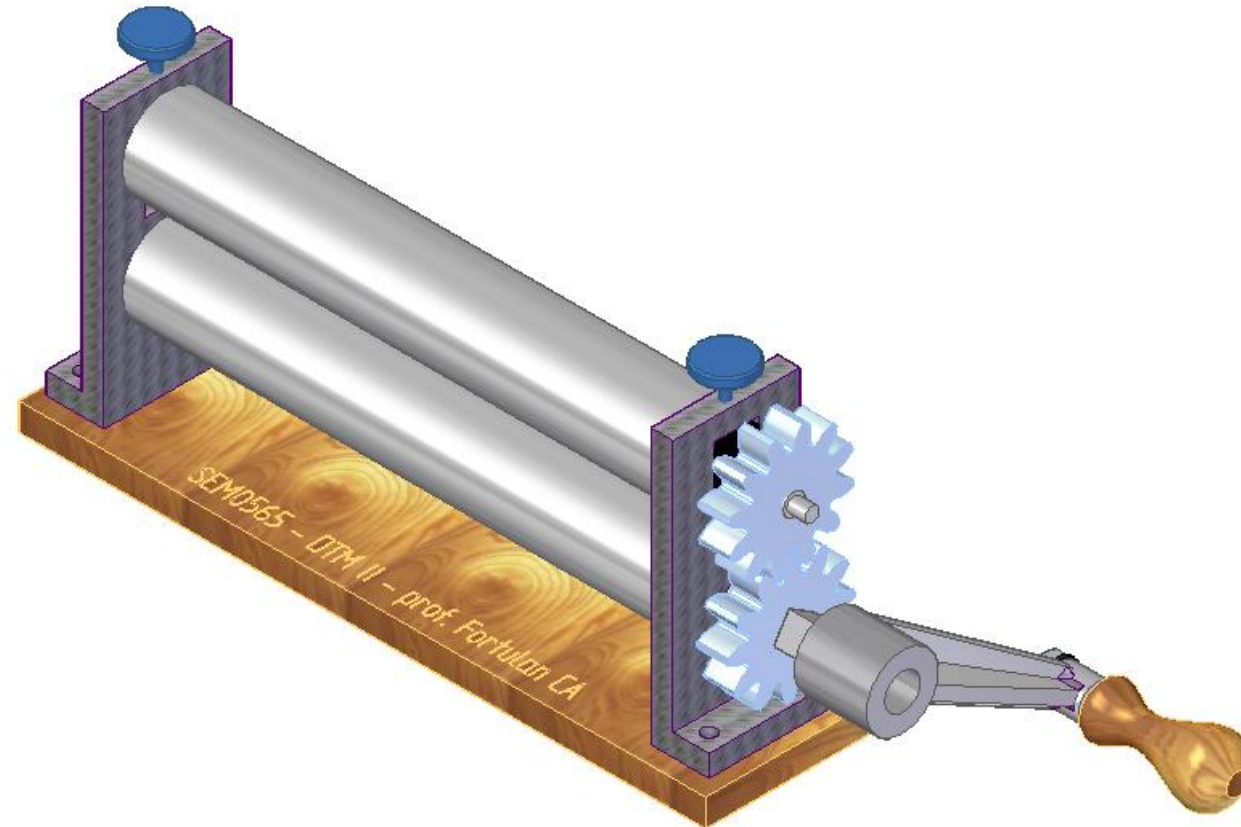
Estabeleça entre as engrenagens a relação **Gear**, para isso clique sobre uma delas e selecione o ícone **Select – Edite Definição (Selecionar Editar Definição)**, selecione o ícone de *Creation Relationship Gear* e posicione o cursor sobre o furo do eixo e observe a simbologia com o sentido de giro e clique o botão esquerdo do mouse, reposicione sobre o eixo de giro da outra engrenagem e observe o a simbologia de giro e clique com o botão direito, se o sentido não for o desejado clique em **Flip** também, corrija a relação de transmissão que neste caso será de 1:1.



Simulação de Movimentação, a ferramenta disponível é o **Simulate Motor**. Para isso será necessário habilitar a função **Rotational Motor (Motor giratório)** em **Motors (Motores)**, em seguida clique sobre o componente primário do giro que neste caso será o cilindro inferior, aparecerá um simbologia com o sentido de giro e é possível mudar a direção clicando sobre a dupla seta verde (virar direção) na barra de fita e clique em concluir.

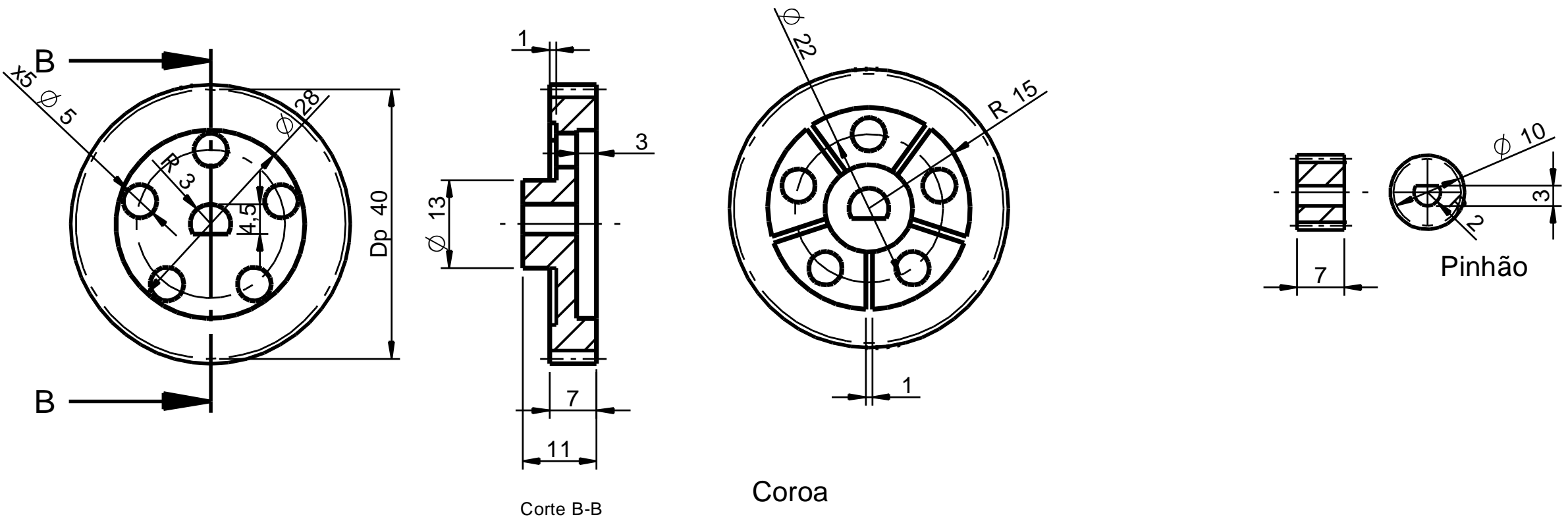


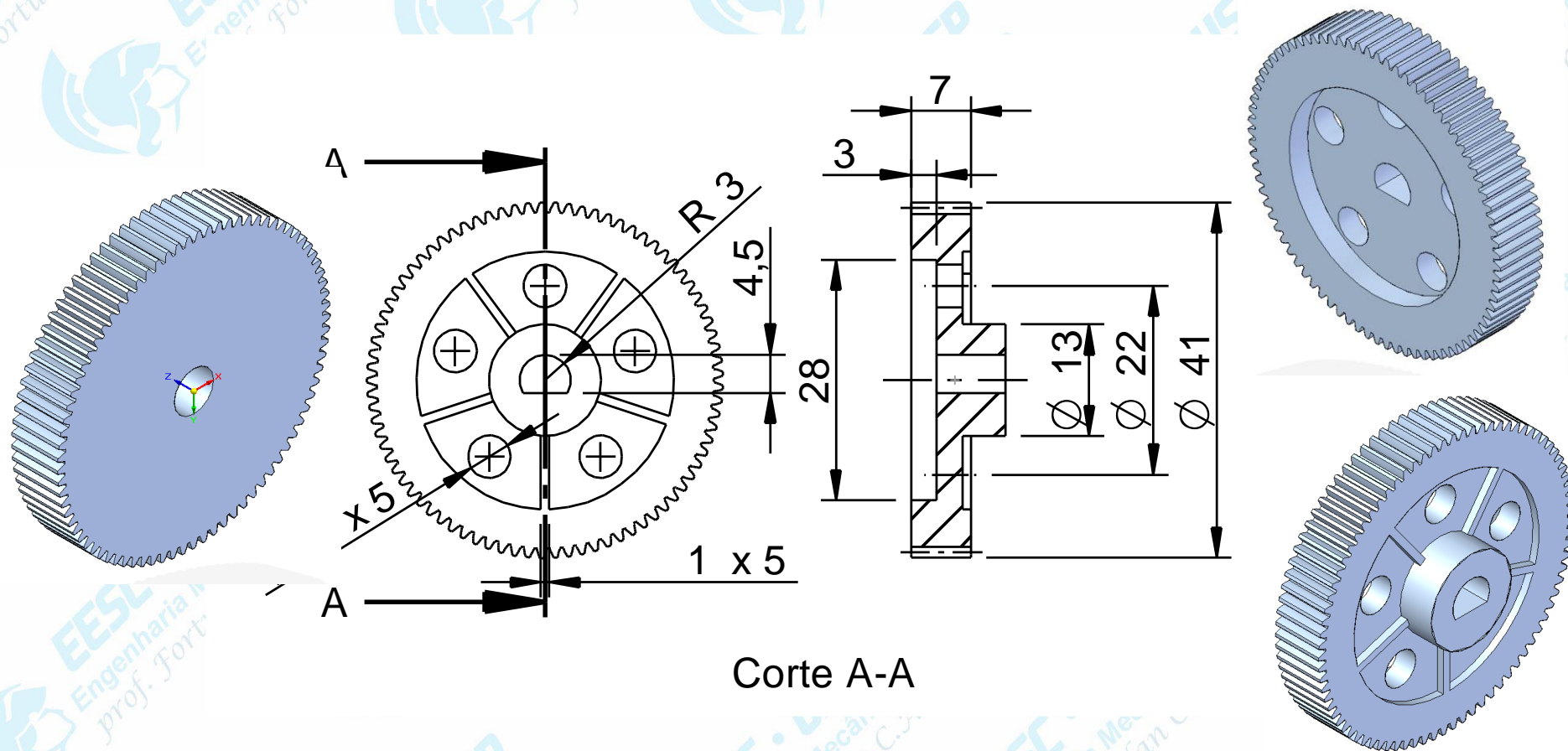
- À partir deste momento o ícone **Simulate Motor** deverá estar habilitado. Clique sobre ele e um campo de edição de simulação será aberto, por ele é possível realizar o movimento, gravar vídeos e
- Adicione a manivela ao cilindro de massa e movimento.



Exercício: Compressor de ar

Os componentes a serem desenhados nesta aula serão as engrenagens.





Corte A-A

Dados:

Relação de transmissão 4;

Largura 7mm;

Φ furo do pinhão 3mm;

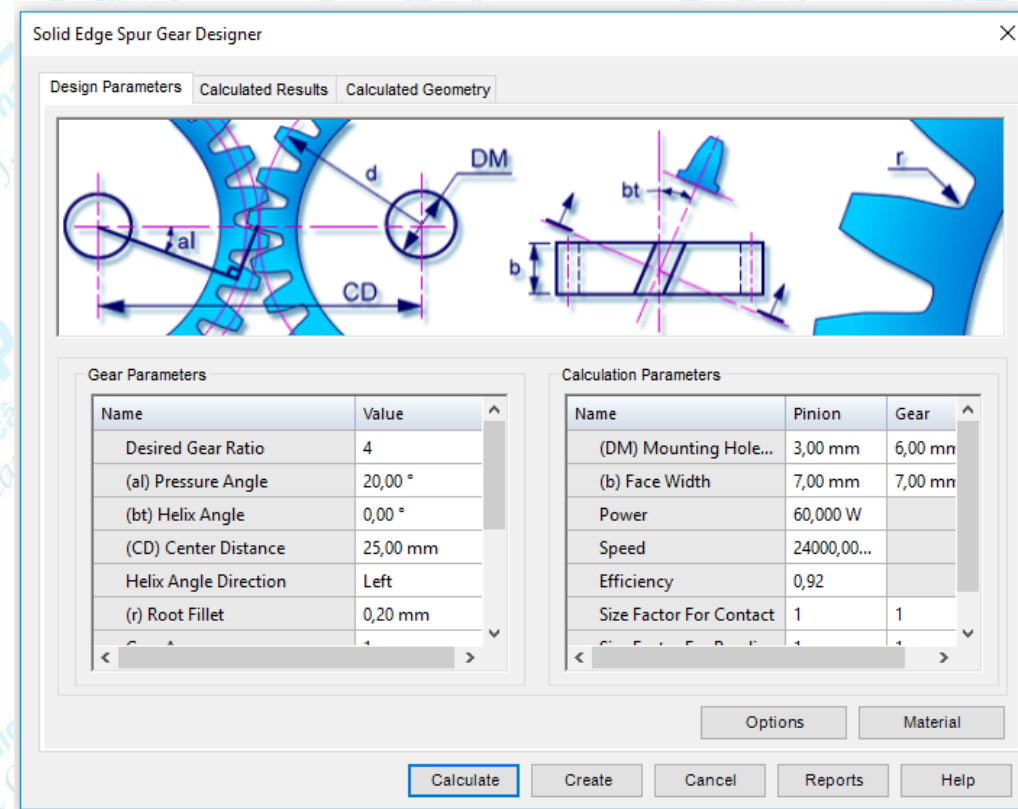
Φ furo da coroa 6mm;

Potência 30W;

Rotação 6000 deg/s;

Selecione **Calculate** (Verifique se foi validada) pelo pass;

Selecione **Create**.



- Observe que é possível modificar os parâmetros de entrada pelo acesso em **Options**, materiais em **Materials**, obter os fatores da engrenagem e geométricos.

Design Parameters - Input Conditions

Type of Gearing

External Gearing

Internal Gearing

Strength Calculation Type

Based on given Material Strength

Find Material Strength at Minimum Safety Factor

Output Geometrical Parameters

Find No. of Teeth and Module

Find No. of Teeth

Find Center Distance

Load Calculation

Find Torque

Find Power

Find Speed

Strength Calculation Method

Based on Simple Bending Stress

Based on Bending and Contact Stress

Face Width Values

User Specified

Based on Standards

Advanced Calculations

Place with full Assembly Relation

OK Help

Material Values

Pinion

Select Material: C 45 [En 8D] - Hardened and Tempec

Contact Stress [MPa]: 432

Bending Stress [MPa]: 504

Gear

Select Material: C 45 [En 8D] - Hardened and Tempec

Contact Stress [MPa]: 432

Bending Stress [MPa]: 504

OK Help

Solid Edge Spur Gear Designer

Design Parameters | Calculated Results | Calculated Geometry

Basic Dimensions

Name	Pinion	Gear
(db) Base Diameter	8,93 mm	38,06 mm
(da) Outside Diameter	10,59 mm	41,41 mm
(d) Pitch Diameter	9,50 mm	40,50 mm
(dr) Root Diameter	8,34 mm	39,16 mm
Work Pitch Diameter	9,50 mm	40,50 mm
(T) Chordal Thickness	0,72 mm	0,67 mm
(ht) Chordal Thickness Height	0,41 mm	0,34 mm
(M) Chordal Dimension	3,72 mm	3,66 mm

Calculate Create Cancel Reports Help

Factors

Factors of Additional Load

	Pinion	Gear
Dynamic Factor	1,001	1,001
Face Load Factor	1,47	1,346
Transverse Load Factor	1	1

Factors for Contact

Elasticity Factor	189,81	
Zone Factor	2,495	
Contact Ratio Factor	0,8819	
Lubricant Factor	0,9368	
Velocity Factor	0,9371	
Helix Angle Factor	1	
Work Hardening Factor	1	
Life Factor	1	1

Factors for Bending

Form Factor	5,81	2,495
Stress Correction Factor	1,731	2,224
Helix Angle Factor	1	
Contact Ratio Factor	0,7	
Life Factor	1	1
Notch Sensitivity Factor	1,1	1,357

Gear Parameters OK Help