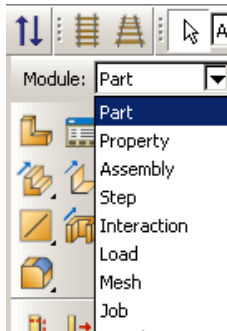


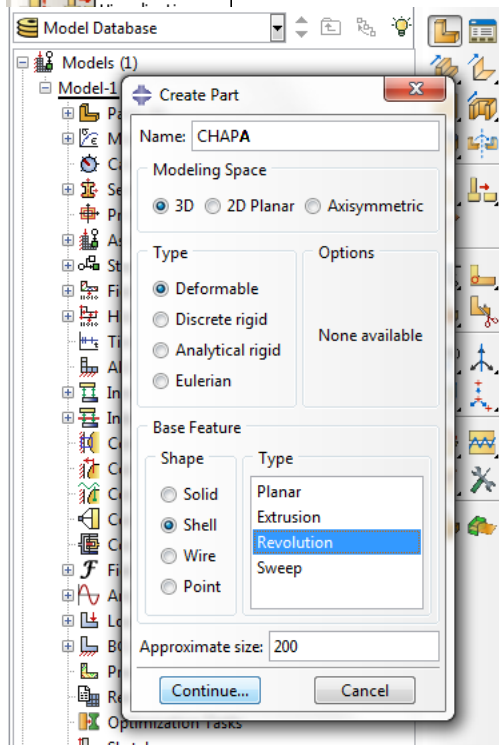
TUTORIAL EMBUTIMENTO DE COPO

ABAQUS VERSÃO 6.12

1. PART

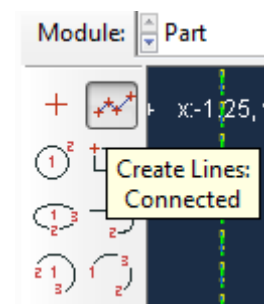


OBJETIVO: Criar as geometrias e colocar o ponto de referência "RP" em cada parte rígida.

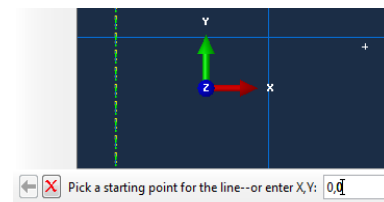


a) CHAPA:

Part → create → name: sheet → 3D
→ deformable → sheet → revolution → aprox.
size 200 → continue

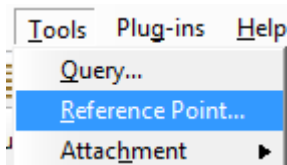


click create lines → segue
promps (parte de baixo da
tela) → (0, 0) → enter → (50
, 0) → enter → Esc
→ done → angle 90 → Ok



b) PRENSA CHAPAS:

Part → Create → name: BlankHolder → 3D → analyticalrigid → revolvedshell → aprox. size 200
→ continue → clique createlines → (39.83, -1.2) → enter → (39.83, 0) → enter → (70.18, 0)
→ enter → Esc → clique createfillet → radius (2.0) → enter → clique nas duas linhas
→ enter → Esc → Done →



tools → reference point → select point.*

*É importante a criação dos RPs pois posteriormente iremos usá-los na criação das inércias e na Assembly (Montagem).

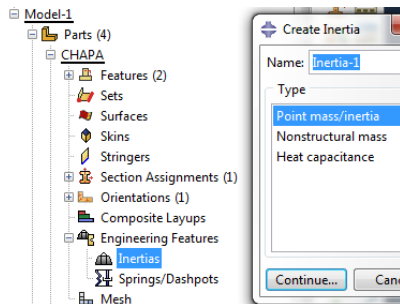
c) PUNÇÃO:

Part → Create → name: Punch → 3D → analyticalrigid → revolvedshell → aprox. size 200
→ continue → clique createlines → (0, 0) → enter → (25, 0) → enter → (25, -49)

→enter→Esc→cliquecreatefillet→radius (5.0) →enter→clique nas duas linhas
 →enter→Esc→Done→tools →reference point →select point.

d) MATRIZ:

Part→Create →name: Die →3D →analytical rigid→revolved shell →aprox. size 200
 →continue →click create lines →(29.83, 15.5) →enter→(29.83 ,0) →enter →(62.80, 0)
 →enter →Esc →clique create fillet →radius (5.0) →enter →cliquenasduaslinhas→enter
 →Esc→tools→reference point →select point.



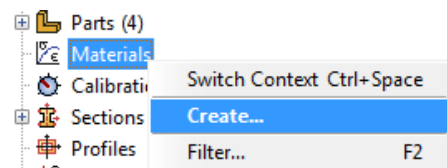
e) DEFINIR MASSA:

Part→fazer para todas as parte rígidas
 →engineeringfeatures→inertias→
Para todas as partes rígidas clicar no RP.

name→point mass/ inertia →continue →select RP →done
 →Mass (magnitude) $7.6e-9$ →Ok.

2. PROPERTY

OBJETIVO: Definir as propriedades do material.



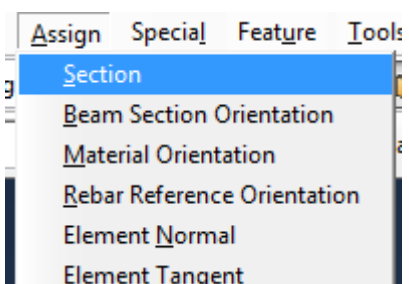
- a) Property→material →create →name: steel
- b) General→density → $7.8e-9$ (steel) [tone /mm³]
- c) Mechanical→elasticity →elastic ($\gamma_m = 210000$ [MPa] →Pr = (0.3)
- d) Plastic→Plastic

	Yield Stress	Plastic Strain
1	400	0
2	420	0.02
3	500	0.2
4	600	0.5

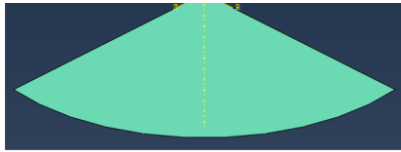
3. Section

OBJETIVO: Definir as propriedades de um componente através das seções.

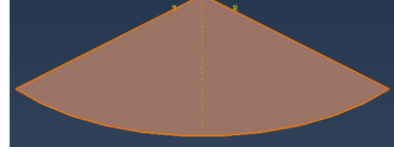
- a) Create→name: blanksection→shell →homogeneous →continue →Shell tickness = 1.2
 →thickness integration rule →simpson→integration points →5 →ok



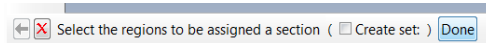
- b) Assign→section→dois cliques na chapa na árvore→seleciona a chapa*→done**→blanksection (linkar a seção e a chapa) →ok.



**antes de selecionar a chapa*



** após selecionar a chapa*



****Clicar no DONE e desmarcar a opção CREATE SET.**

4. ASSEMBLY

OBJETIVO: Criar instâncias onde iremos posicionar cada componente de acordo com todo o sistema.

Montando as partes

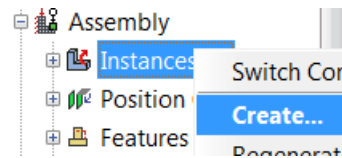
a) Instances:

Instance → create → sheet → ok

Instance → create → punch → ok

Instance → create → blank holder → ok

Instance → create → die → ok



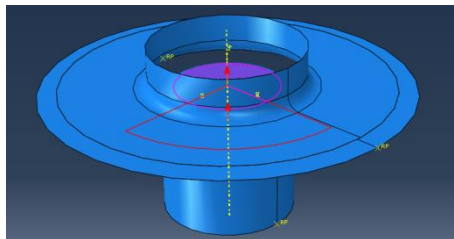
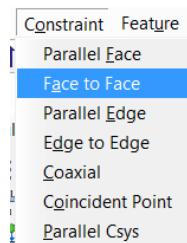
b) Constraints: restrições entre as peças, arrumando o posicionamento delas na montagem.

(1)Faceto face→ seguir prompts→ click nas superfícies do punção e da chapa →(2)se as setas estão na mesma direção click Ok, caso contrario flip e então Ok. (se as setas estiverem para baixo, os valores devem ter seus sinais invertidos, ou seja, para baixo será positivo)

Punção = 0.6 em y →selecione o punção e depois a chapa

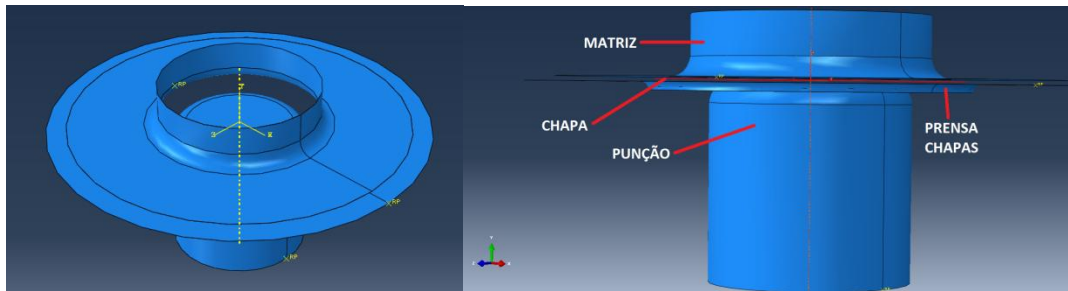
Matriz = -0.6 em y → selecione a matriz e depois a chapa

Prensa chapas = 0.6 em y →selecione o B.H. e depois a chapa – neste caso está em baixo da chapa



(1)(2)

A configuração da montagem após as *constraints* deve ser esta:



c) **Set:** set das geometrias (para especificar loads e boundaryconditions “BC’s”)

Nome: Chapa → continue → selecione a chapa → done

Nome: Matriz → continue → selecione RP → done

Nome: Prensa chapas → continue → selecione RP → done

Nome: Punção → selecione o RP → done

***Deve estar selecionado o referencial point (RP) e chapa.*

d) **Surfaces:** define as superfícies que entrarão em contato.

BLH → continue → selecione a part → done → selecione a cor da parte de cima do blankholder

Die → continue → selecione a part → done → selecione a cor da parte de baixo da matriz

Punch → continue → selecione a part → done → selecione a cor da parte de cima do punção

Lower blank → continue → selecione a part → done → selecione a cor da parte de baixo do blank

Upper blank → continue → selecione a part → done → selecione a cor da parte de cima do blank

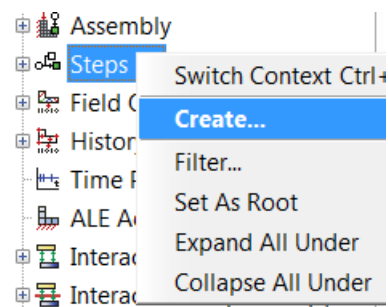
5. STEPS:

OBJETIVO: Definição dos passos da simulação.

***STEP1** - Nome: BLH comes up → general → dynamic explicit → continue → (description: push the blank holder towards sheet)

Time period: 0.01 / Nlgeon → On

Mass scaling → use scaling definitions below → create → scale by factor → 60 → ok → ok



***STEP2** - BLH force → apply blank holder force general → dynamic explicit → continue

Time period: 0.01 / Nlgeon → On

Mass scaling → use scaling definitions below → create → scale by factor → 30 → ok → ok

***STEP3** - Punch comes up → Move the punch for top general → dynamic explicit → continue

Time period: 0.008 / Nlgeon → On

Mass scaling → use scaling definitions below → create → scale by factor → 30 → ok → ok

6. Fields output request

OBJETIVO: selecionar as variáveis a serem analisadas e suas características e relações.

Obs: Field output request e History output request (itens 6 e 7) podem ser deixados para fazer após executar o Job (item 11) e verificar que não há erros na simulação.

O primeiro F.O.R. é criado automaticamente - fazer pelo menos 2.

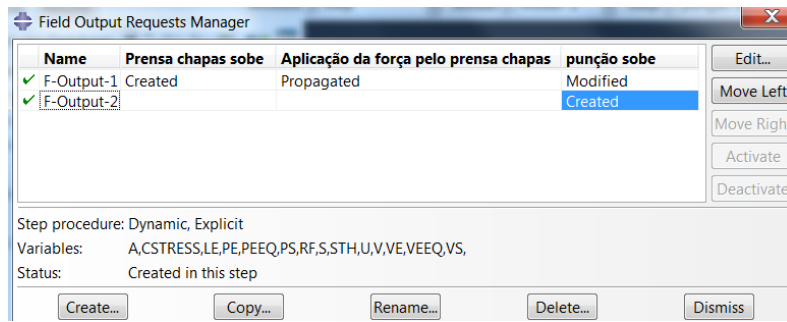
- a) F-Output 1 → punch comes up → continue → model → interval 20 → seleciona as opções LE, PE, PEEQ, PS, RF, S, U → ok

Name: F-Output-1
Step: punção sobre
Procedure: Dynamic, Explicit
Domain: MODEL
Frequency: Evenly spaced time intervals Interval: 20
Timing: Output at approximate times
Output Variables
☒ Select from list below ☐ Preselected defaults ☐ All ☐ Edit variables
LE,PE,PEEQ,PS,RF,S,U,
Stresses
Strains
Displacement/Velocity/Acceleration
Forces/Reactions
Contact
Energy
Failure/Fracture
Thermal
Porous media/Fluids
Output for rebar: None
Output at shell, beam, and layered section points:
Use default section points
Include local coordinate directions
No filtering

- b) F-Output 2 → punch comes up → continue → whole model → interval 20 → seleciona as opções: A, CStress, LE, PE, PEEQ (maximum plastic strain), PS, RF, S, STH (espessura), U, V, VE, VEEQ, VS → ok

Name: F-Output-2
Step: punção sobre
Procedure: Dynamic, Explicit
Domain: Whole model Exterior only
Frequency: Evenly spaced time intervals Interval: 20
Timing: Output at approximate times
Output Variables
☒ Select from list below ☐ Preselected defaults ☐ All ☐ Edit variables
A,CSTRESS,LE,PE,PEEQ,PS,RF,S,STH,U,V,VE,VEEQ,VS,
Stresses
Strains
Displacement/Velocity/Acceleration
Forces/Reactions
Contact
Energy
Failure/Fracture
Thermal
Output for rebar
Output at shell, beam, and layered section points:
☒ Use defaults ☐ Specify
☒ Include local coordinate directions when available
Apply filter: Antialiasing

Onde são: Spatial acceleration at nodes, contact stresses, logarithmic strain components, plastic strain components, equivalent plastic strain, reaction force, stress components, spatial displacement at nodes, spatial velocity at nodes.



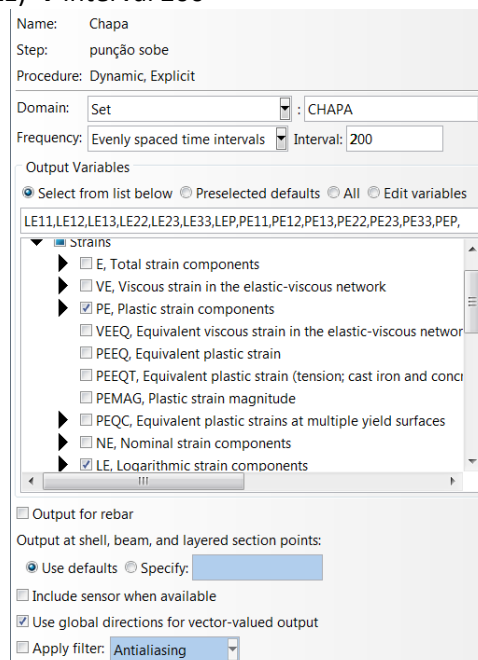
7. History Outputs Requests

OBJETIVO: guarda na saída de memória os resultados analisados.

- a) H-output1 - criado automático –punção sobre →model→interval 200 →energy (deixatudo selecionado)

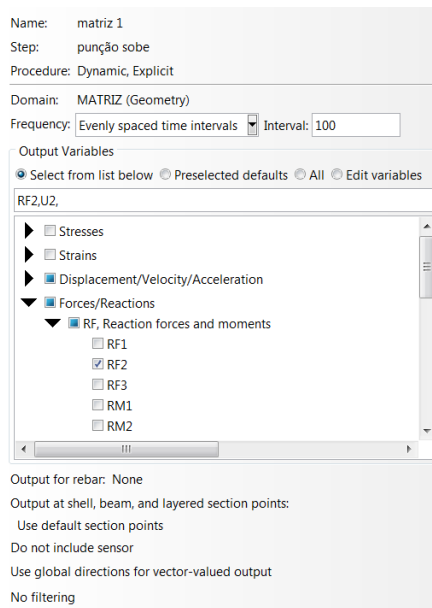
Fazer os outros 10:

- b) Chapa (lower blank) →punção sobre → continua →set →chapa→ check box strain (importante é a PE, LE) →Interval 200



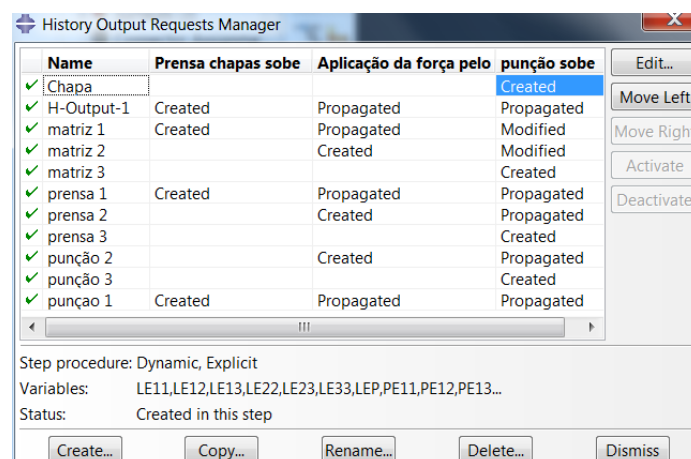
- c) Die 1 → BLH comes up → continue →set → die → check box→displacement and force
 Die 2 → BLH force → continue →set → die → check box → displacements and force
 Die 3 → punch comes up → continue →set → die → check box → displacements and force

For all interval 100, RF2, U2 (reaction force, spatial displacement).



- d)** Holder 1 → BLH comes up → continue → set → holder → check box → displacement and force
 Holder 2 → BLH force → continue → set → holder → check box → displacement and force
 Holder 3 → punch comes up → continue → set → holder → check box → displacement and force
For all interval 100 and RF2, U2

- e)** Punch 1 → BLH comes up → continue → set → punch → check box → displacements and force
 Punch 2 → BLH force → continue → set → punch → check box → displacements and force
 Punch 3 → punch comes up → continue → set → punch → check box → displacements and force
For all interval 100 and RF2, U2



8. INTERACTIONS

OBJETIVO: as interações definem condições de contato entre componentes de uma montagem, ou reações de certa superfície à um ponto, superfície, esforço ou região.

a) Criar duas propriedades de interações:

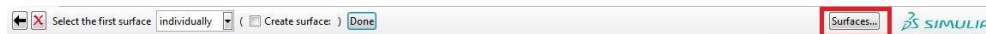
Interactions → property → create → name: friction punch and BH → contact → continue
→ mechanical → tangent behaviour → penalty → friction coefficient → 0.12 → mechanical
→ normal behaviour → default → Ok.

Interactions → property → create → name: friction for Die → contact → continue → mechanical
→ tangent behaviour → penalty → friction coefficient → 0.0225 → mechanical → normal
behaviour → default → Ok.

b) Criar as interações:

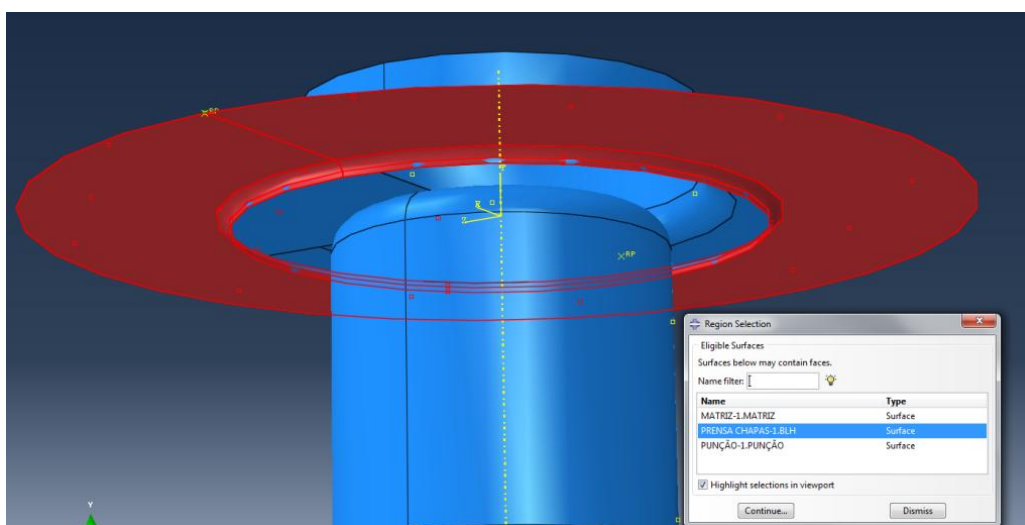
As interações que iremos criar são do tipo contato entre superfícies, no caso uma superfície deformável (chapa) e superfície rígidas.

Interactions → create → name: Holder - low blank → BLH comes up → surface to surface (explicit) → continue → Selecione a opção "Surface" na parte de baixo do programa (mostrado na imagem abaixo) → Escolha a superfície BLH → continue → clique em surface novamente na parte de baixo → selecione a superfície Lowerblank → penalty → contact interaction property → friction punch and BH → Ok.

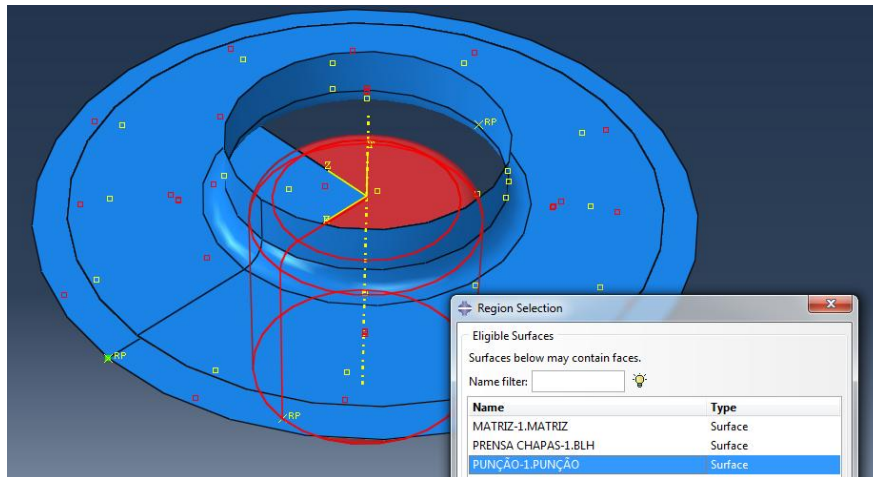


Interactions → create → name: Punch – low blank → punção sobe → surface to surface (explicit) → continue → Selecione a opção "Surface" na parte de baixo do programa → Escolha a superfície Punch → continue → clique em surface novamente na parte de baixo → selecione a superfície Lower blank → penalty → contact interaction property → friction punch and BH → Ok.

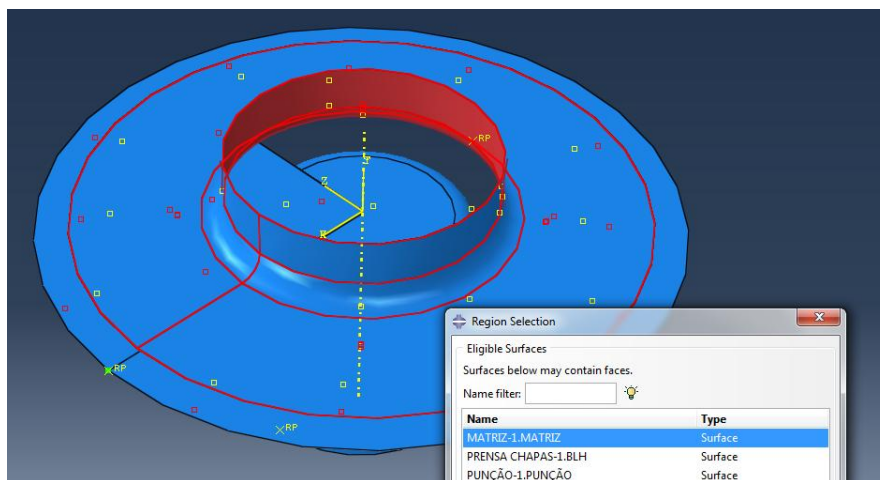
Interactions → create → name: Die - upper blank → BLH sobe → surface to surface (explicit) → continue → Selecione a opção "Surface" na parte de baixo do programa → Escolha a superfície Die → continue → clique em surface novamente na parte de baixo → selecione a superfície Upper blank → penalty → contact interaction property → friction for die → Ok.



Superfície do Holder da primeira interação



Superfície do punção da segunda interação



Superfície do Matriz da terceira interação

9. Loads & Boundary Condition

OBJETIVO: Definir carregamentos e condições acerca destes. Deveremos definir em qual(is) steps eles deverão ser aplicados.

a) BC's para o step 1 (prensa chapas sobre):

BC → create → Fix punch → holder comes up → mechanical → displacement/rotation
 → continue → select RP → done → restringe todos os movimentos (tudo selecionado e zero)
 → amplitude → create → punch → smooth step → continue

Time Frequency (same time period of step)	Amplitude
0	0
0.008	1

→ amplitude → select punch (não instantaneous) → ok

BC → create → Fix blank holder → holder comes up → mechanical → displacement/rotation
 → continue → select RP → done → restringe todos os movimentos porém coloca $u_2 = 0.00012$,
 vai andar para cima- positivamente (pequena pressão no BLH para causar um pequeno movimento para cima e fixar a chapa, serve para evitar vibração) → amplitude → create → BLH
 → smooth step → continue

Time Frequency (same time period of step)	Amplitude
0	0
0.01	1

→amplitude→select punch (não instantaneous) →ok

BC →create →Fix die →holder comes up →mechanical →displacement/rotation →continue
→select RP →done →restringe todos os movimentos (tudo selecionado e zero) BC →create
→amplitude →instantaneous →ok

BC →create →Fix blank1 x-sym→holder comes up →mechanical
→symmetric/antisymmetric/encastre→continue→ selecione a linha do eixo **Z** na chapa
→done →restringe movimentos XSYMM ($u_1 = u_2 = u_3 = 0$) BC →create

BC →create→Fix blank2 z-sym→holder comes up →mechanical
→symmetric/antisymmetric/encastre→ continue→ selecione a linha do eixo **X** na chapa
→done →restringe movimentos ZSYMM ($u_3 = u_1 = u_2 = 0$) BC →create

b) BC's para o step 2 (aplicação da força pelo prensa chapas):

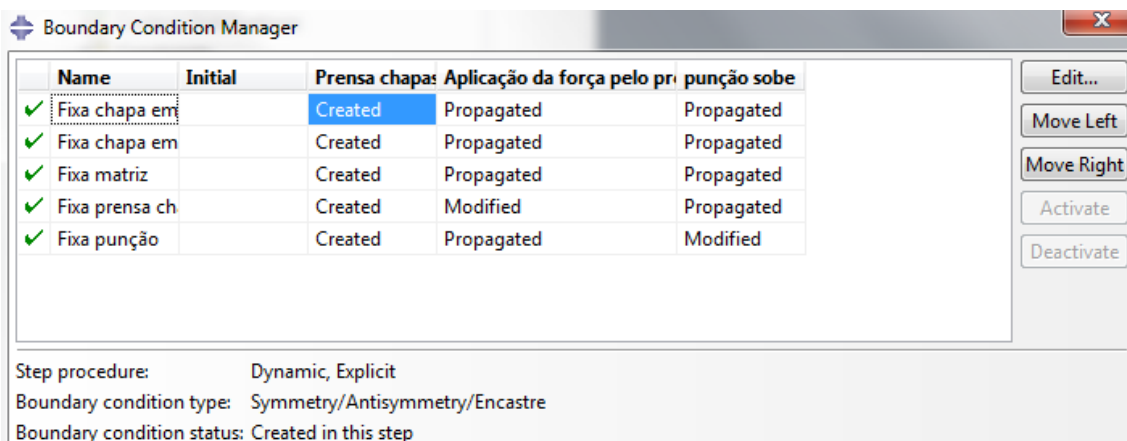
Remove as restrições para mover o blank holder para cima. O blank holder deve ser liberado totalmente no movimento na direção y. Para fazer isto desmarque a caixa u2 usando o boundary condition manager. Ele irá aparecer como modificado.

BC →manager →BLH force →Edit →desmarca a caixa u2.

c) BC's para o step 3 (punção desce):

Move the punch up to forming operation.

Using boundary condition manager →Edit punch specifying 70 for u2 (vai andar 70 paracima - positivamente) →select amplitude punch.



d) Criar o LOAD para o prensa chapas:

Name: Força do prensa chapas
Type: Concentrated force
Step: punção sobre (Dynamic, Explicit)
Region: PRENSA CHAPAS

CSYS: (Global)

Distribution: Uniform $f(x)$

CF1: 0
CF2: 10000
CF3: 0

Amplitude: BLH

☐ Follow nodal rotation

Note: Force will be applied per node.

OK Cancel

Load → create → name: Blank holder force → (step) BLH force
→ mechanical → concentrated force → continue → RP do holder → done
→ CF1 = 0; CF2 = 10000; CF3 = 0 → amplitude → select BLH (não
instantaneous) → ok (deve estar propagated for step punch comes up –
load manager). Deve aparecer o carregamento do holder no RP – seta
para cima.

10. Malha (Mesh)

Objetivo: criar uma malha de elementos finitos. Aqui definimos a técnica que o Abaqus irá usar para criar a malha, o formato do elemento e seu tipo.

a) Primeiro selecione somente a chapa.

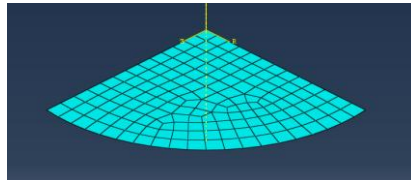
Part → duplo click chapa → mesh → mesh controls → quad → free → ok

b) Criar a malha.

Mesh → element type → explicit → shell → verificar se está com reduced integration (S4R) → Ok.

Seed → part → size → 4.0 → Ok → done

mesh → part → Yes



11.JOB

Objetivo: após termos configurado nossa análise, criamos um job (trabalho) que é associado com o modelo e o submetemos à análise.

Job → create → name: _____ → continue → descrição → Ok

Job → submit → name

Job → monitor → name

12.POSTPROCESSING

a) VERIFICAÇÃO:

File → open → file.odb → tools → display group → create → part instance → replace
→ dismiss → click deformed shape options in the prompt area → animate: time history

Visualizar deformação plástica ou tensões (Misses):

Results (menu principal) – Field outputs – PE – *máxima ou mínima (escolher)*.

Visualizar → Tools → query → probe values → ok → select variables → *passa o mouse pela chapa deformada e pode visualizar os dados para cada nodo localizado.*

Obs.: the file abaqus.rpt (gerado no temp) contém os dados para plotar em excel (pode abrir com o wordpad).

Grava os dados com nome.rpt → it will be saved at temp directory.

b) Para plotarem excel:

Go to results → History output → *selecione o que você deseja (variáveis selecionadas em file.cae history output).*

Para plotar a força do punção (deslocamento x força):

Select → reaction force: RF2 PI: punch – 1 → save as → name → punch force

Ou

Posição do punção (deslocamento x tempo):

Select → Spatial displacement: U2 PI: punch – 1 – save as → name → punch displacement → dismiss

Report → XY data → chose punch displacement → ok

Report → XY data → chose punch force → ok → create abaqus.rpt file at temp directory

Open excel → file → open → all → abaqus.rpt → ok → delimited → next → select by tab and space → next → finish → multiplique a força do punção por 4 (to compare with experimental) = (C45*4) → Abaqus registra a força em N (divide por 1000 para ter kN) → select data

→ plot → standard types → XY (scatter) → smoothed lines → finish.

To plot thickness by distance:

Tool → path → create → name: thickness → node list → continue → blank-1 → add before → select nodes → done → ok

Tools → XY data → create → path → continue → select the path → true distance v select the step/frame → Field output → select STH → ok → ok → save as → name: thickness → ok → plot (in abaqus).

Ou

Report → XY → thickness → ok (create abaqus.rpt file at temp directory)

Open excel → file → open → all files → abaqus.rpt → ok → delimited → next → select by tab and space → next → general → finish → select data → plot → standard types → XY (scatter) → smoothed lines → finish.

c) To create a node list path:

1. Click the tool to display a contour plot of the model. Use the contour options to display the node labels.
2. From the main menu bar, select Tools → Path → Create. The create path dialog box appears.
3. Name the path displacement. Accept the default selection of Node list as the path type, and click Continue. The edit Node List Path dialog box appears.

4. In the path definition table, PART – 1-1 field, and for example, 1:601:40 in the node labels field and press [ENTER]. (This input specifies a range of nodes from 1 to 601 at increments of 40). Alternatively add before...or add after...in the edit node list path dialog box. The selected path highlighted in the current viewport.
5. Click Ok to create the path and to close the edit node list path dialog box

d) To save animations:

From the main menu bar, select Animate → Save As.

The Save Image Animation dialog box appears.

1. Use the Selection field to choose the viewports to save:
 - a. Click the arrow next to the Capture field to save All Viewports (the default) or the Current Viewport.
 - b. Toggle Capture viewport decorations to control whether ABAQUS/CAE saves visible viewport decorations.
2. Use the Settings field to specify the name and format of your animation file:
 - a. Click Select to filter and browse file names, or enter the file name of your choice in the File name field.
3. Click the Format button to choose either AVI (the default) or QuickTime format for your file. To learn more about these format options,
4. Click Apply to save your animations. ABAQUS/CAE captures canvas viewports to a file according to your specifications.

13.ABAQUS/Explicit units:

Units:N,mm

Length=mm

Force=N

Mass=Tonne(1.0E3kg)

Time=second

Stress=MPa(N/mm²)

Energy=J

Density=Tonne/mm³

Conductivity=J/(s.mm.C)

Specific Heat = J/(Tonne.C)