



Curso de Treinamento no Solid Edge

Versão 17.0

Módulo 6 - Construindo Features Especiais - II

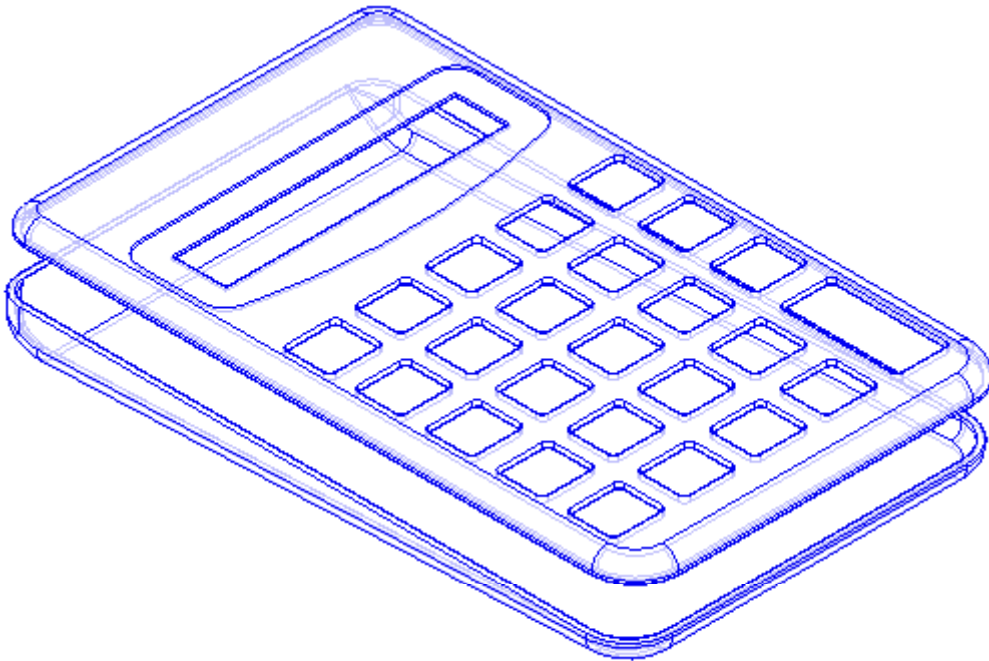
**Editores: Prof. Dr.-Ing. Klaus Schützer
Eng. Claudemir Rogério Prado
Marcelo Soares da Silva**

Laboratório de Sistemas Computacionais para Projeto e Manufatura
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo
Universidade Metodista de Piracicaba



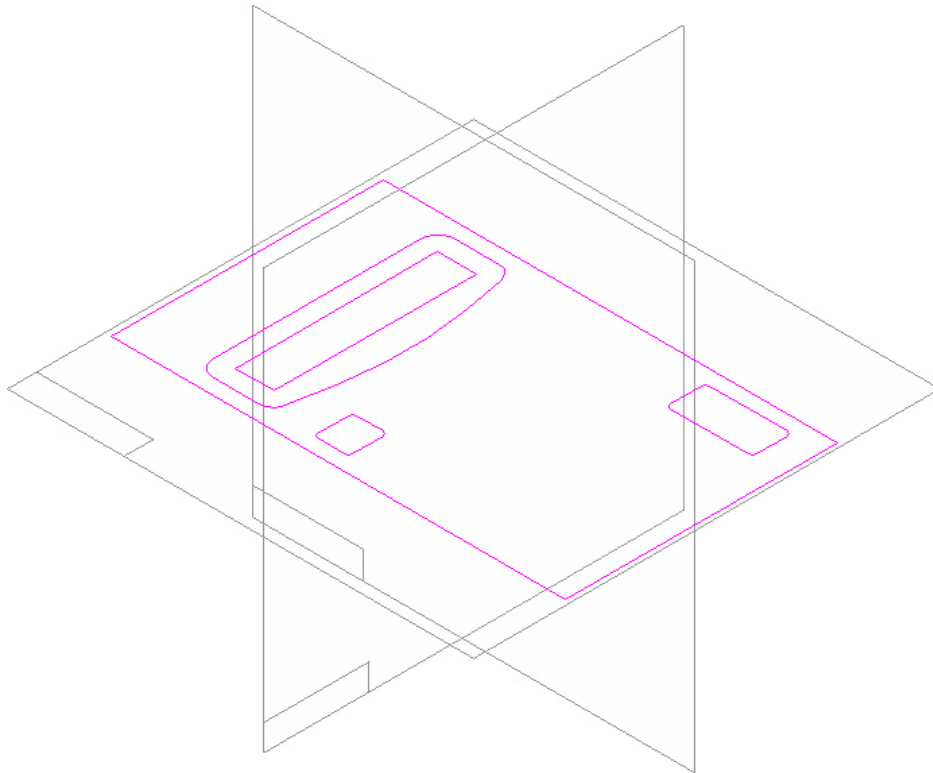
13 Construindo a Carcaça Bi-partida de uma Calculadora¹

Nesta atividade você criará a carcaça da calculadora abaixo utilizando os comandos **Thin Region** e **Extruded Surface** para gerar a parte superior e inferior da carcaça a partir de um único objeto.



1. Abra o ambiente **Solid Part**.
2. Feche o documento *Part default* e abra o documento de nome *Calculadora.par* localizado em P:\SolidEdge.
3. Salve o modelo na unidade de disco local U:\.
4. Familiarize-se com o documento fornecido. Observe que este já possui um *Sketch* construído.

¹ Esta apostila foi desenvolvida para uso exclusivo acadêmico em disciplinas que utilizem o sistema CAD Solid Edge, não devendo ser utilizada em cursos de treinamento para empresas, ou cursos afins, sem o prévio consentimento dos autores e dos representantes do software no Brasil.

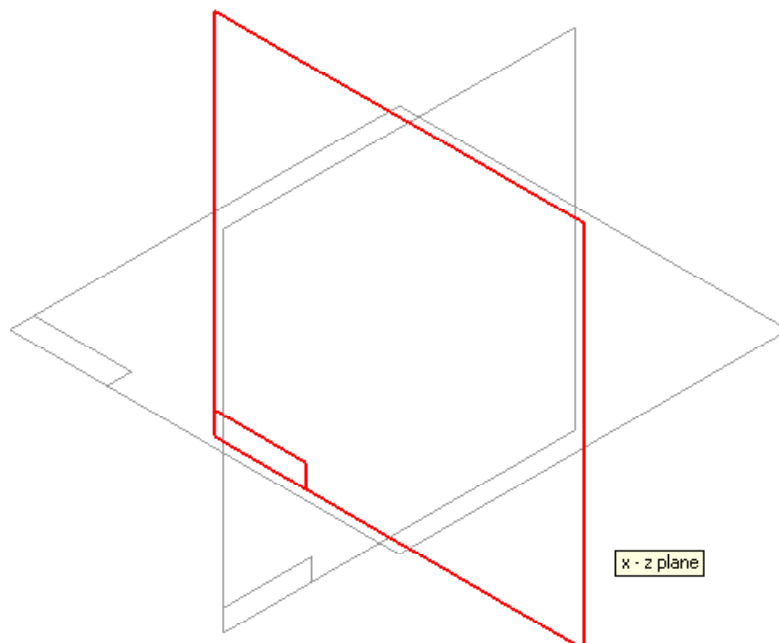


5. Utilizando o menu **Tools** e a opção **Hide All** e **Sketches** iniba a exibição do **Sketch** atual.

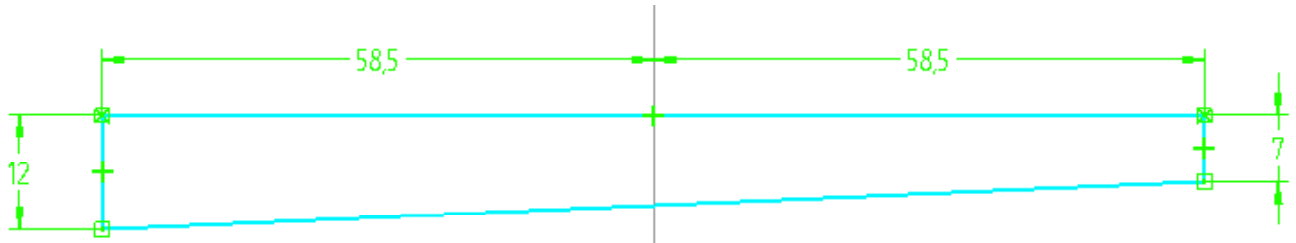
6. Na **Barra de Features** selecione o comando **Protrusion**



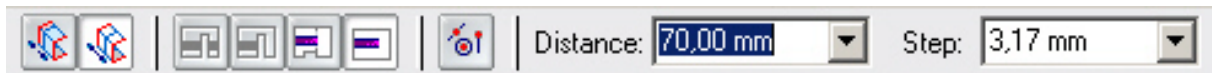
7. Selecione o plano de referência **x - z plane**.



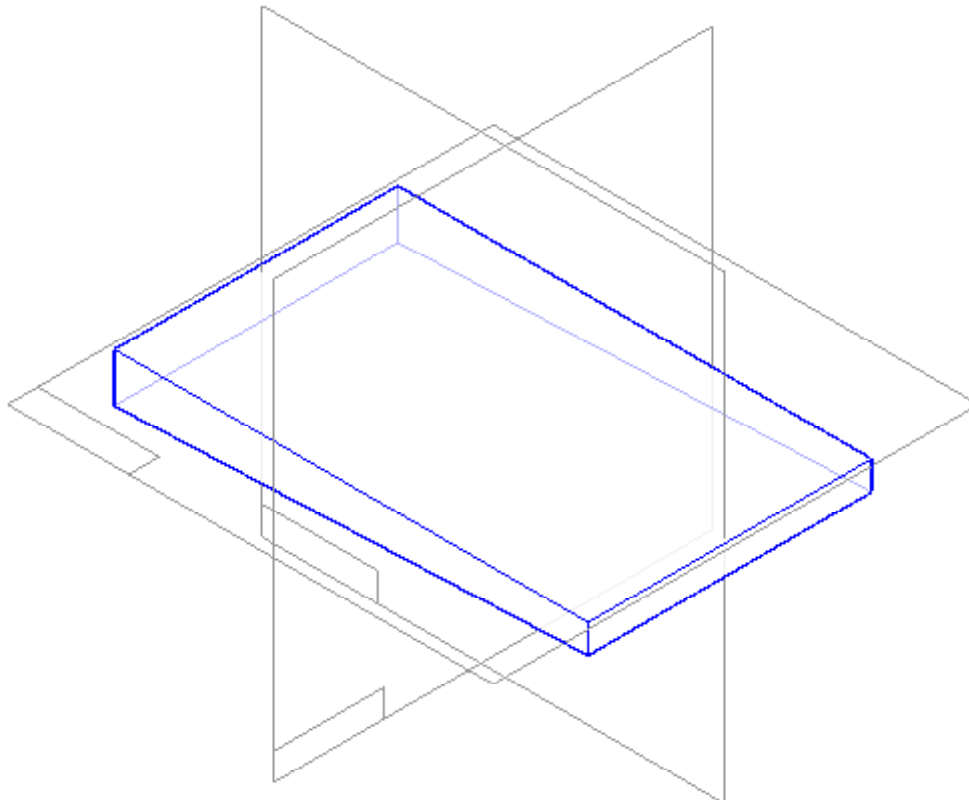
8. Crie o perfil abaixo. Certifique-se de que as dimensões estejam iguais às especificadas e que a linha horizontal tenha sido construída sobre o plano de referência horizontal.



9. Selecione **Return** para concluir o perfil.
10. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Symmetric Extent** e no campo **Distance** digite 70 mm.



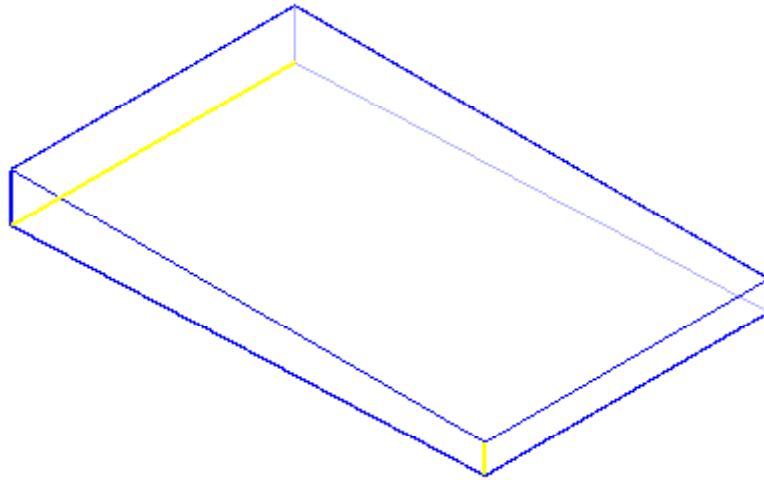
11. Selecione **Finish** para completar a operação.



12. Na *Barra de Features*, selecione o comando **Round**

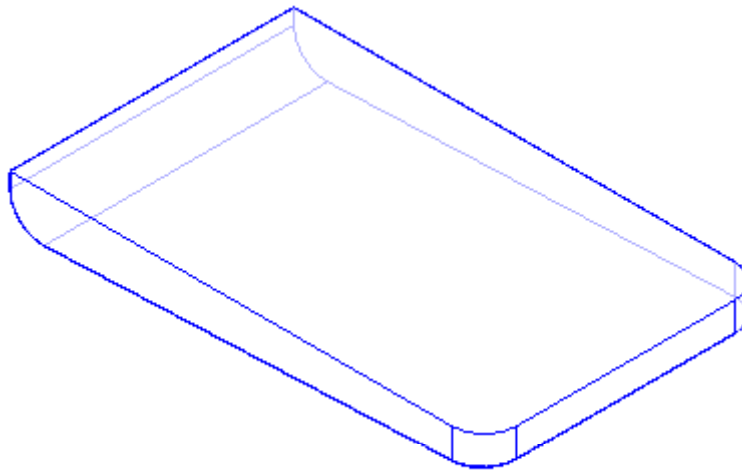



13. Selecione as três arestas mostradas na figura.



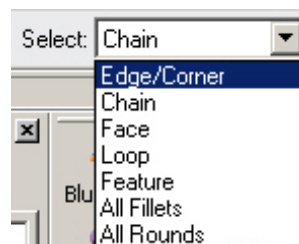
14. No campo **Radius** da *Barra de Fita* digite 8 mm e confirme em **Accept** .

15. Selecione **Preview** e **Finish** para completar a operação.

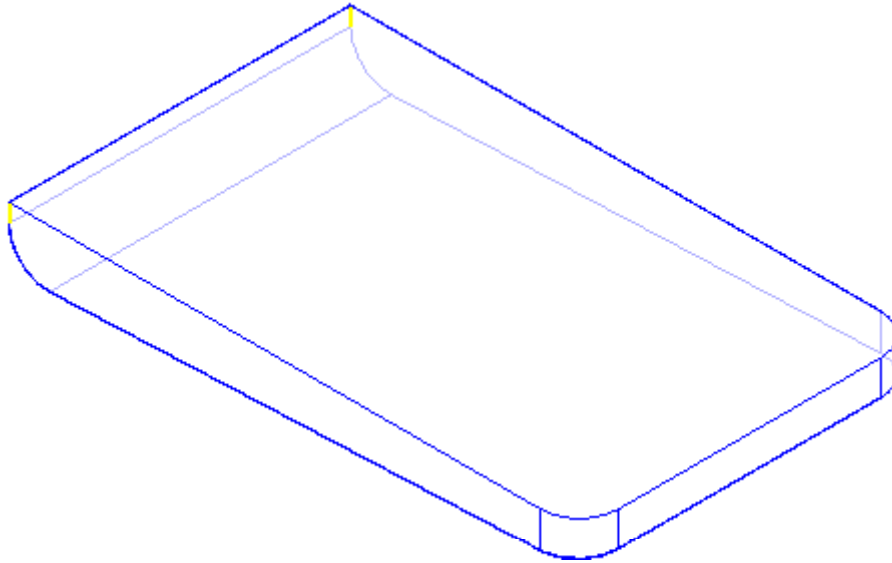


16. Na *Barra de Features* selecione o comando **Round** .

17. Na *Barra de Fita*, na opção **Select**, selecione a opção **Edge/Corner**.



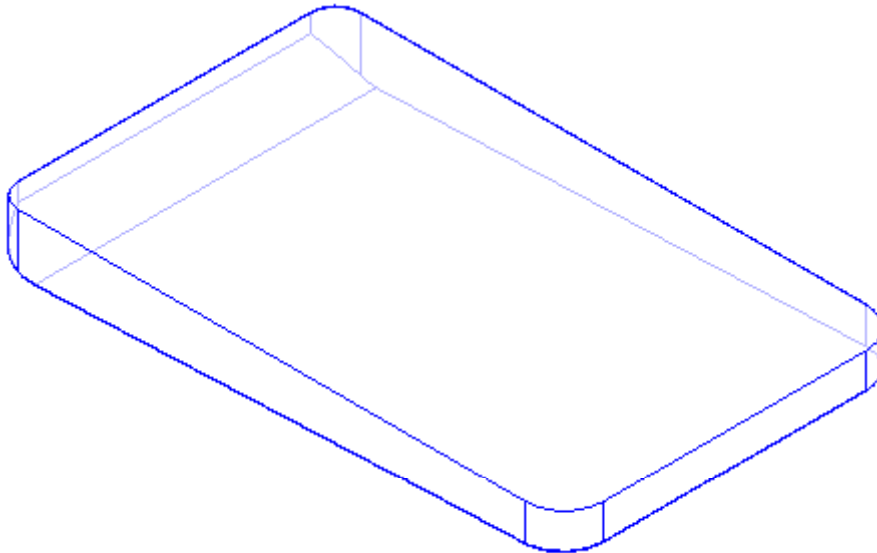
18. Selecione as duas arestas como mostrado na figura.



19. No campo **Radius** da *Barra de Fita* digite 5 mm e confirme em **Accept**



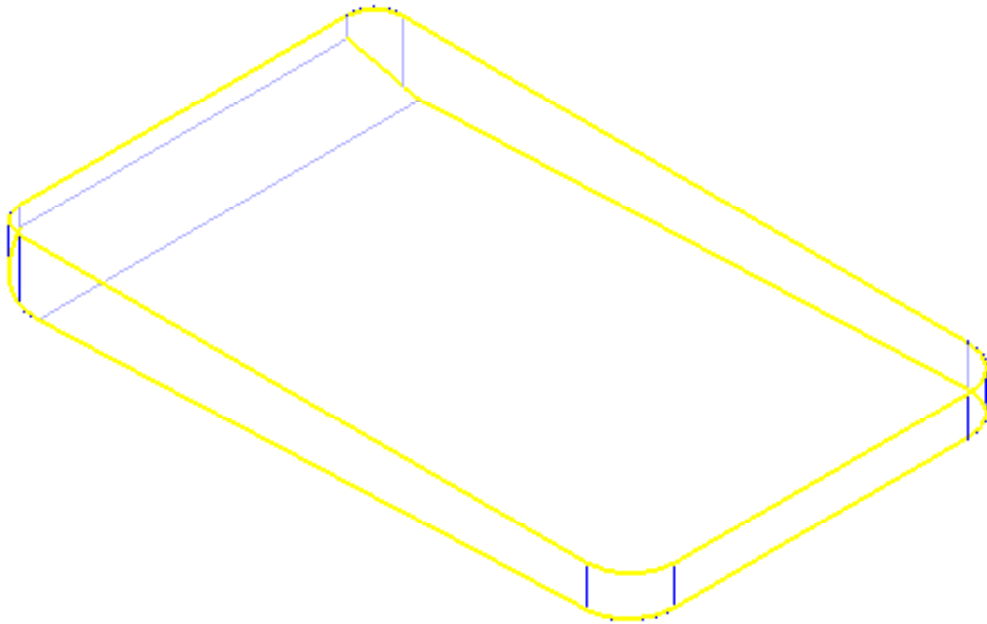
20. Selecione **Preview** e **Finish** para completar a operação.



21. Na *Barra de Features* selecione o comando **Round**

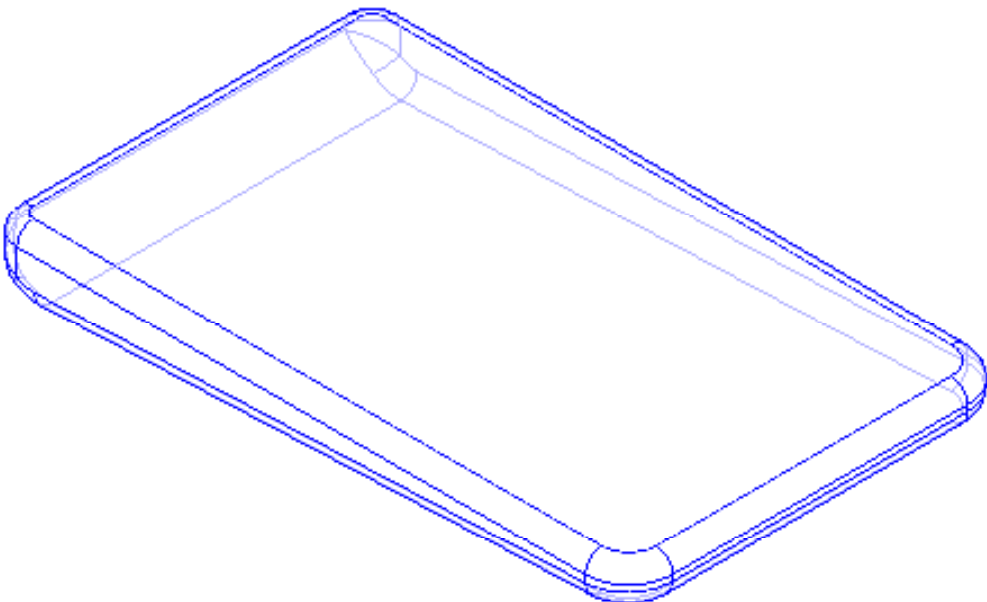


22. Selecione as arestas como mostrado abaixo.

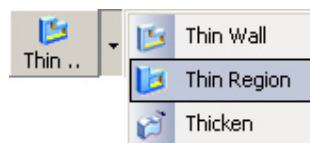


23. No campo **Radius** da *Barra de Fita* digite 3 mm e confirme em **Accept** .

24. Selecione **Preview** e **Finish** para completar a operação.



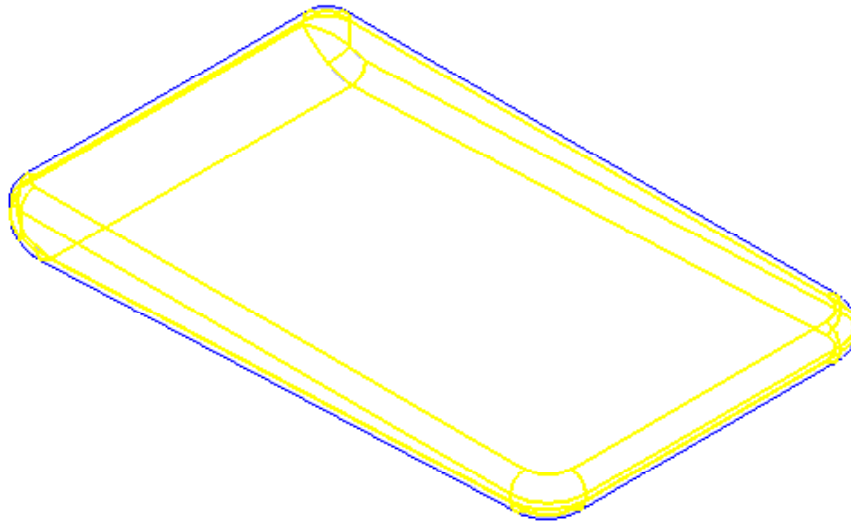
25. Selecione o comando **Thin Region** no submenu do comando **Thin Wall**.




26. Na *Barra de Fita*, na opção **Select**, selecione a opção *Feature*.



27. Selecione todas as features já construídas.

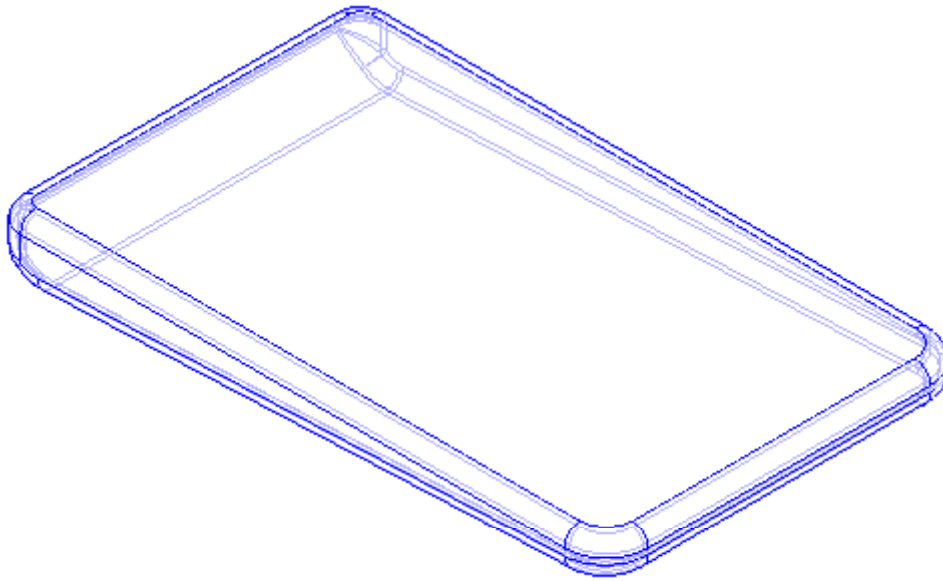


28. No campo **Common Thickness** da *Barra de Fita* digite 1 mm e confirme em **Accept** .

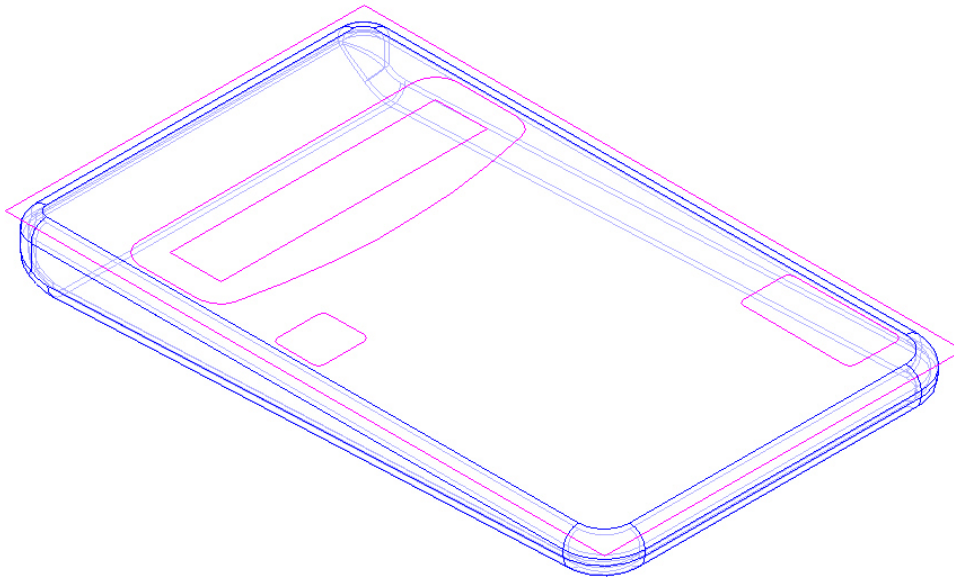


29. Selecione **Preview** e **Finish** para completar a operação.

30. Examine o resultado do comando **Thin Region**. Externamente o modelo sólido não sofreu nenhuma alteração, internamente criou-se uma parede de espessura 1mm partindo das faces exteriores do modelo, resultando num modelo sólido oco.



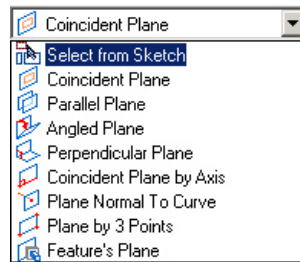
31. Utilizando o menu **Tools** e as opções **Show All** e **Sketches** ative a exibição do **Sketch** apresentado no início da construção deste exemplo.



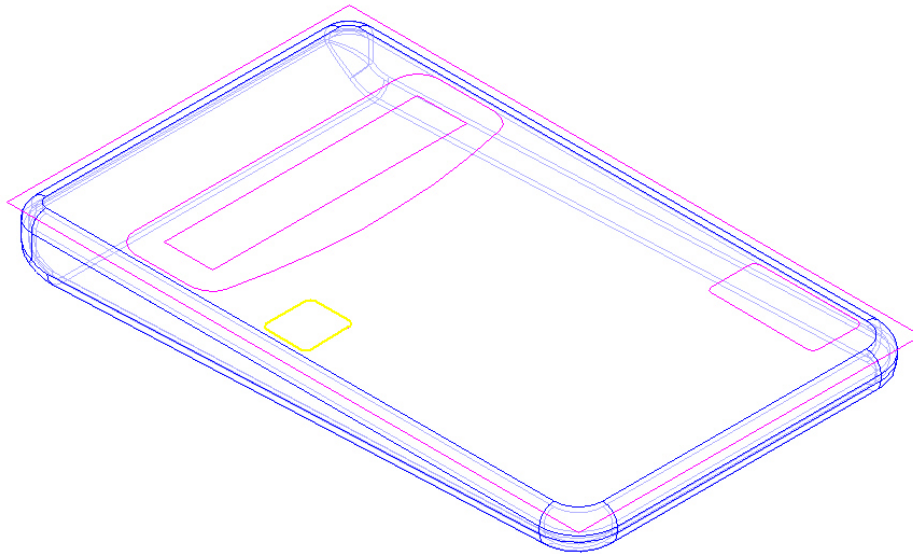
32. Na **Barra de Features** selecione o comando **Cutout**





33. Na **Barra de Fita** selecione a opção **Select From Sketch**



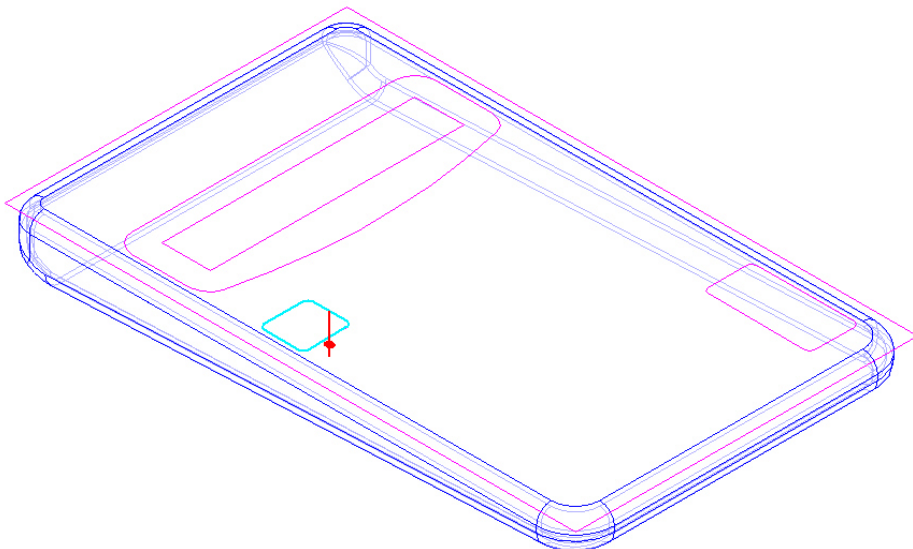
34. Selecione o elemento do *Sketch* conforme mostrado abaixo.



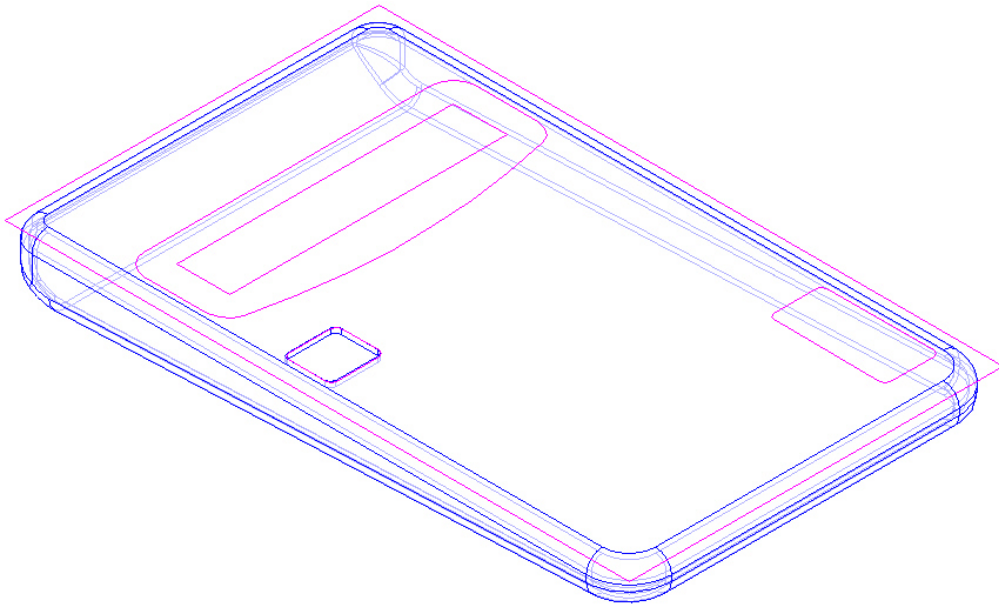
35. Confirme em **Accept** .

36. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Through Next** .

37. Oriente o **Cutout** conforme indicado.



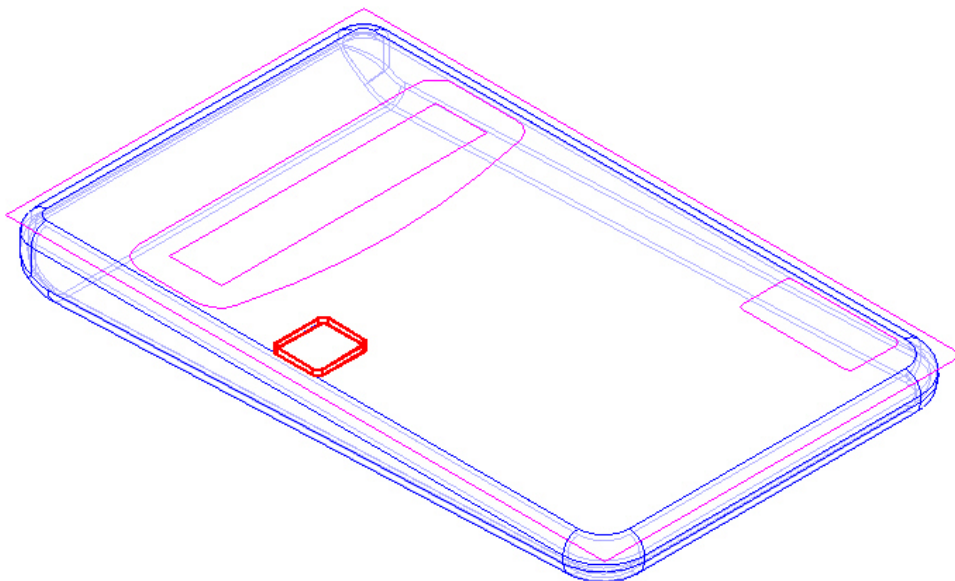
38. Encerre a operação com **Finish**.



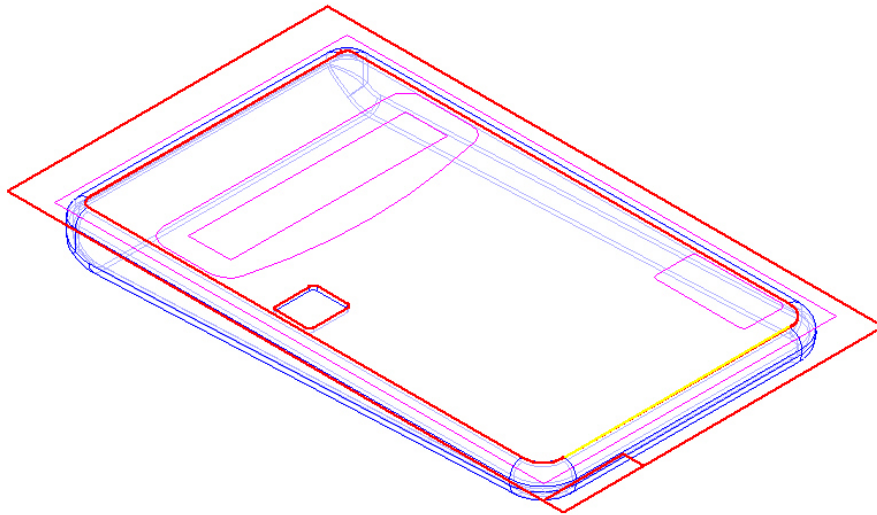
39. Na Barra de *Features* selecione a opção **Pattern**



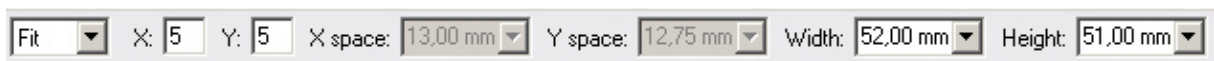
40. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Smart**. No *Edge Bar* ou na área de construção selecione o **Cutout** que acabou de ser feito e confirme em **Accept**



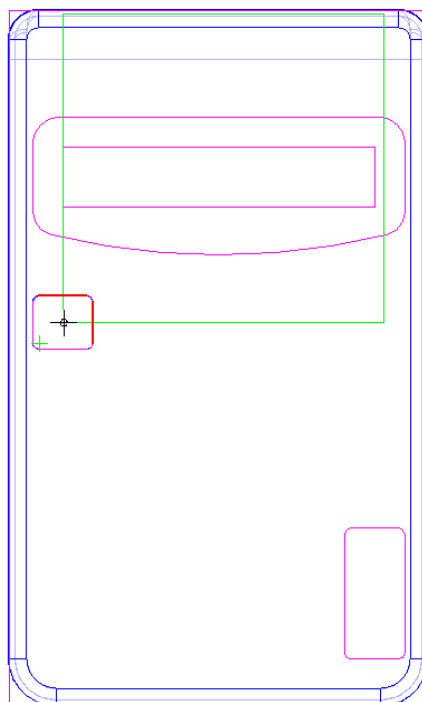
41. Selecione o plano superior da peça aonde se encontra o *Sketch*.



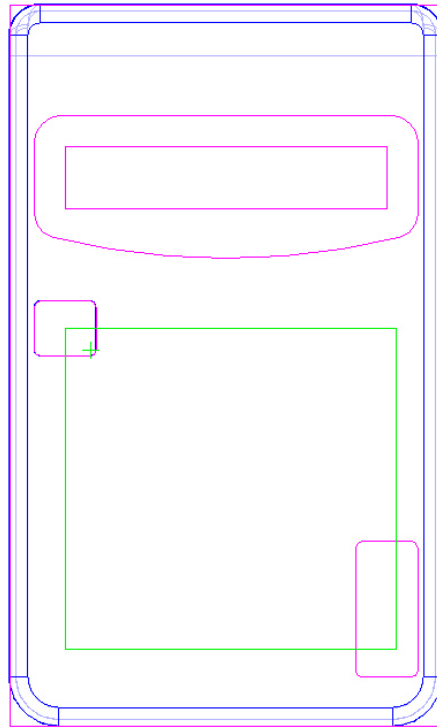
42. Na *Barra de Fita* em **Pattern Type** utilize a opção **Fit** e preencha os campos X=5; Y=56; Width=52 e Height=51.



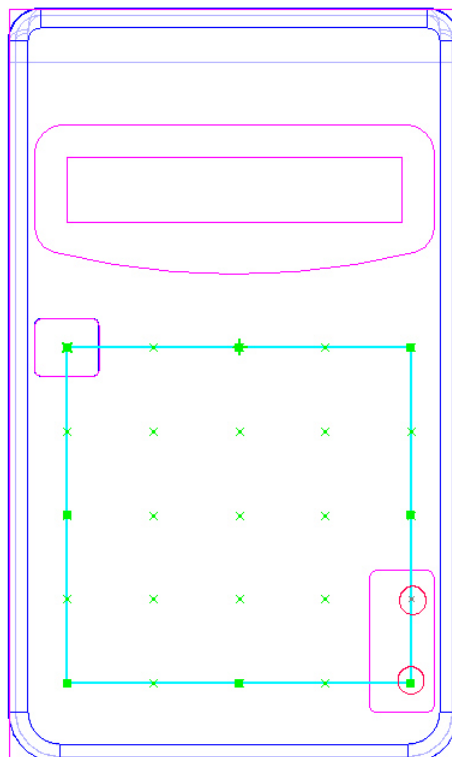
43. Posicione o cursor no centro do retângulo passando o cursor sobre dois lados adjacentes esperando os dois lados ficarem destacados e em seguida dê um clique com botão esquerdo do mouse para posicionar o primeiro ponto do retângulo do Pattern.



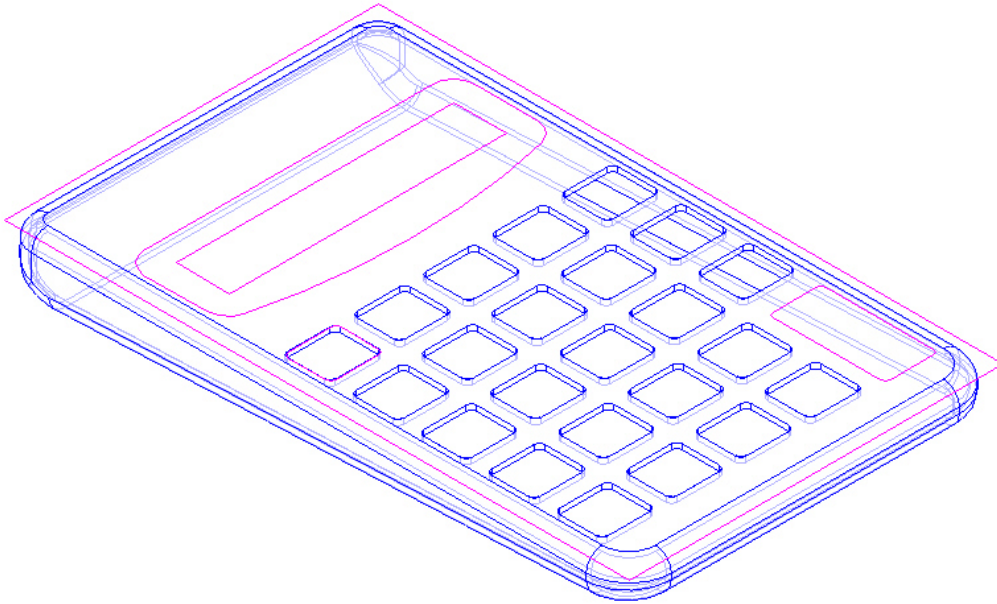
44. Com o mouse, posicione o segundo ponto do retângulo como a figura abaixo.



45. Ainda na *Barra de Fita* selecione o botão **Suppress Occurrence** e selecione os dois pontos do canto inferior direito destacado na figura abaixo.



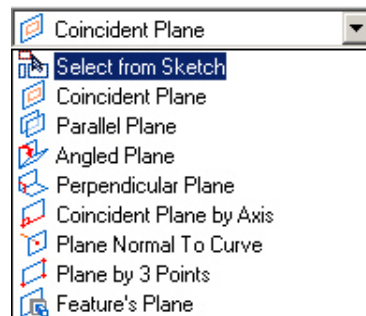
46. Confirme em **Return** e finalize em **Finish**.



47. Na *Barra de Features* selecione o comando **Cutout**

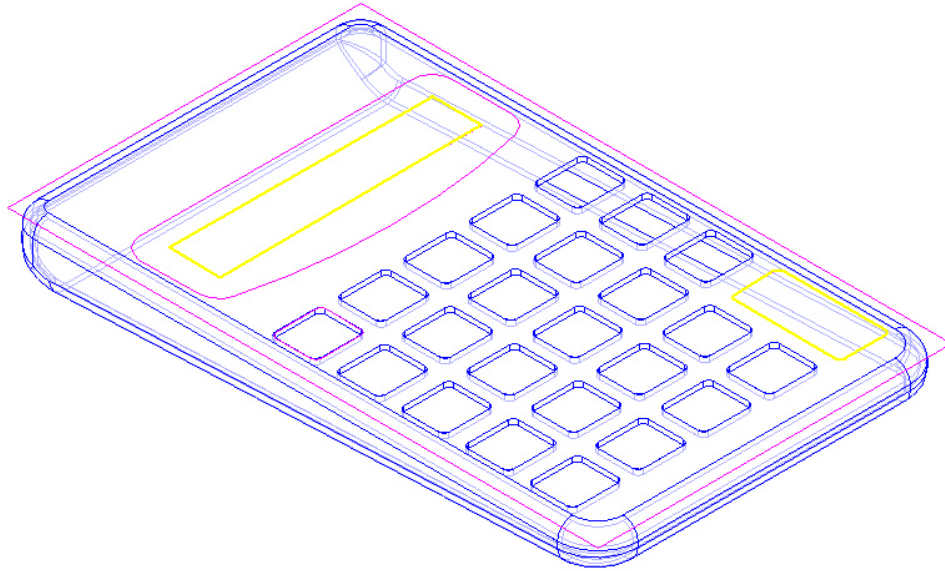



48. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Select From Sketch**




49. Selecione os elementos do *Sketch* como mostrado abaixo.

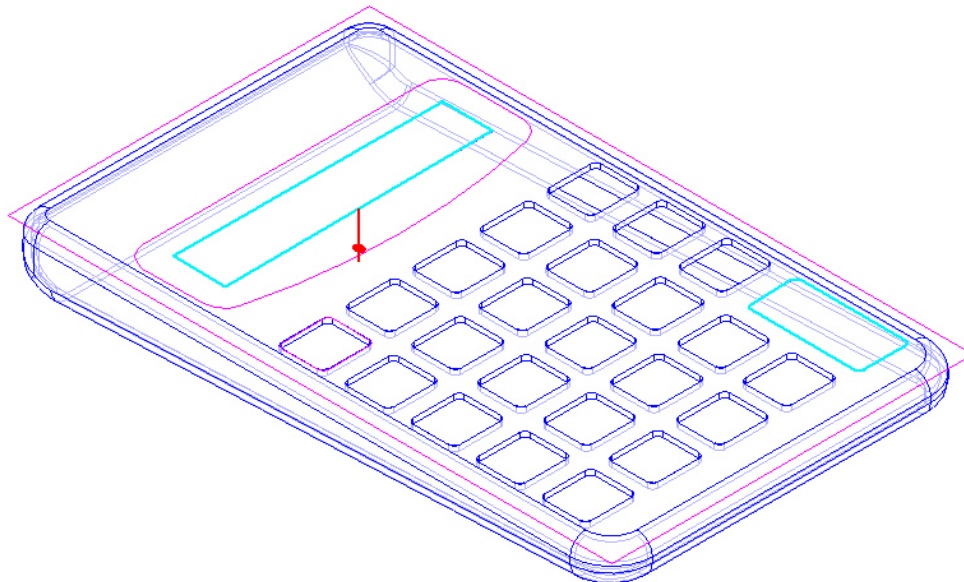
Nota: os elementos do *Sketch* que deverão ser selecionados são os que resultarão no alojamento do botão maior e do visor da calculadora.



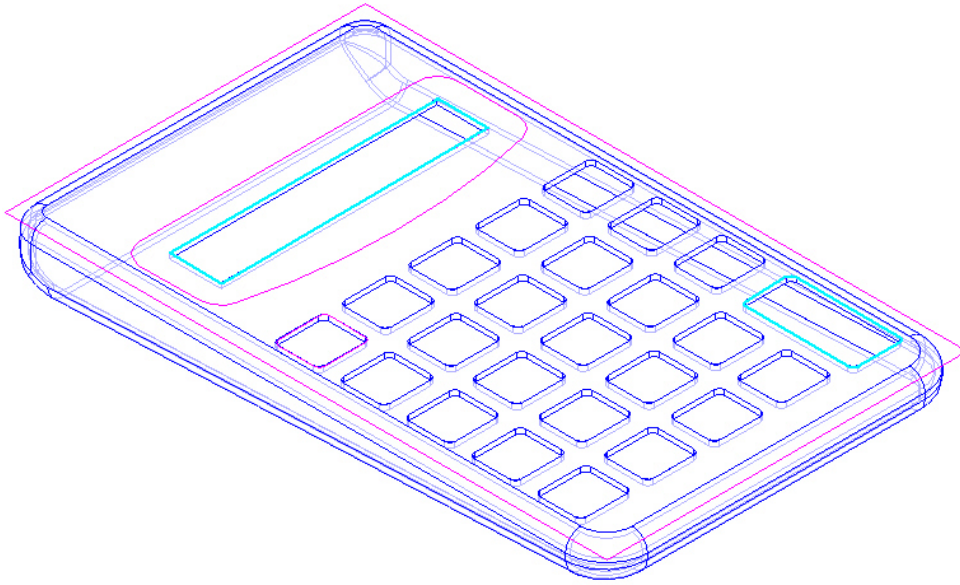
50. Confirme em **Accept** .

51. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Through Next** .

52. Oriente o **Cutout** conforme indicado.



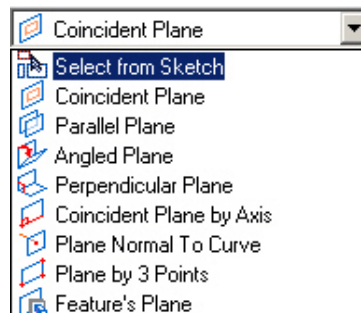
53. Encerre a operação com **Finish**.




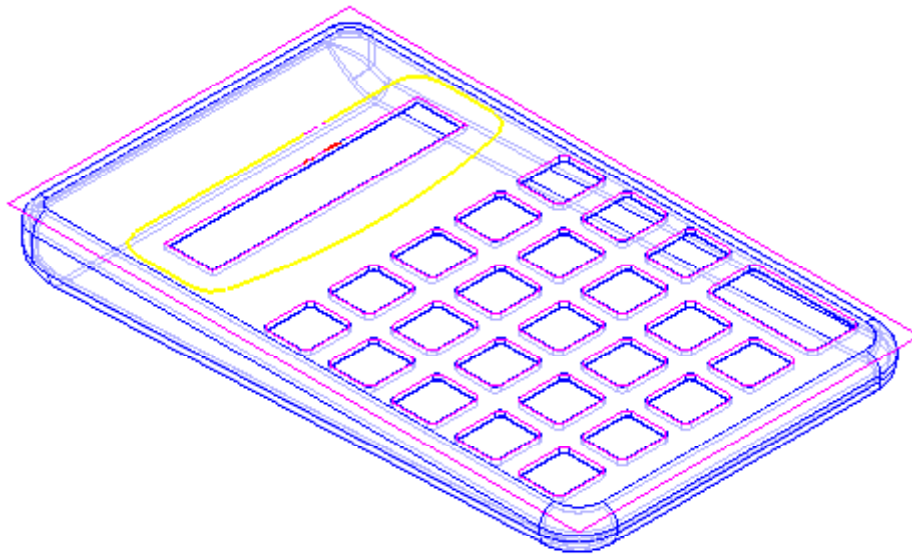
54. Na *Barra de Features* selecione o comando **Cutout**



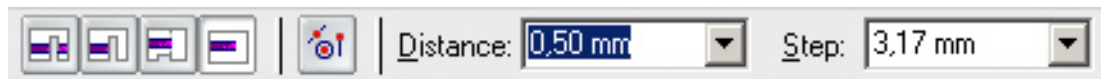
55. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Select From Sketch**.



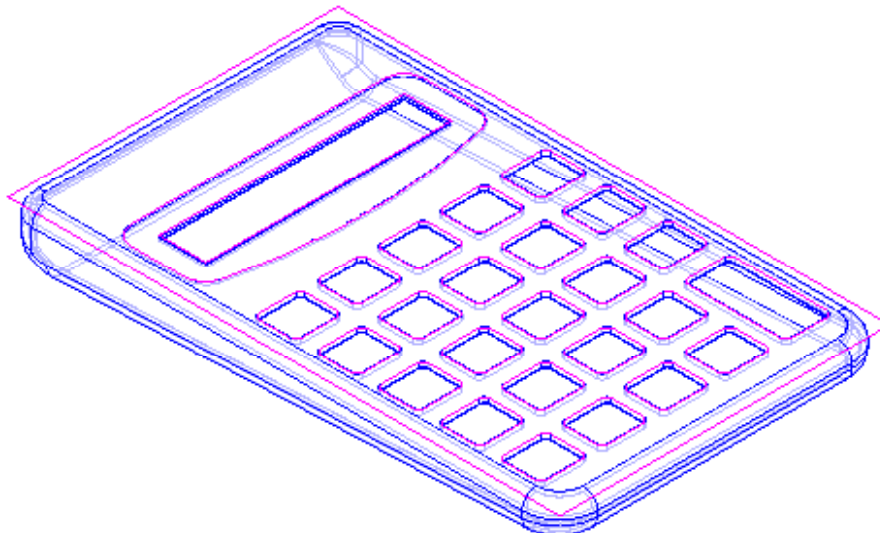
56. Selecione o perfil do *Sketch* que envolve o visor da calculadora conforme mostrado abaixo e confirme com **Accept** .



57. Na *Barra de Fita*, no campo **Distance** digite 0,5 mm e oriente o **Cutout** para retirar material do lado de baixo do perfil selecionado.



58. Encerre a operação com **Finish**.

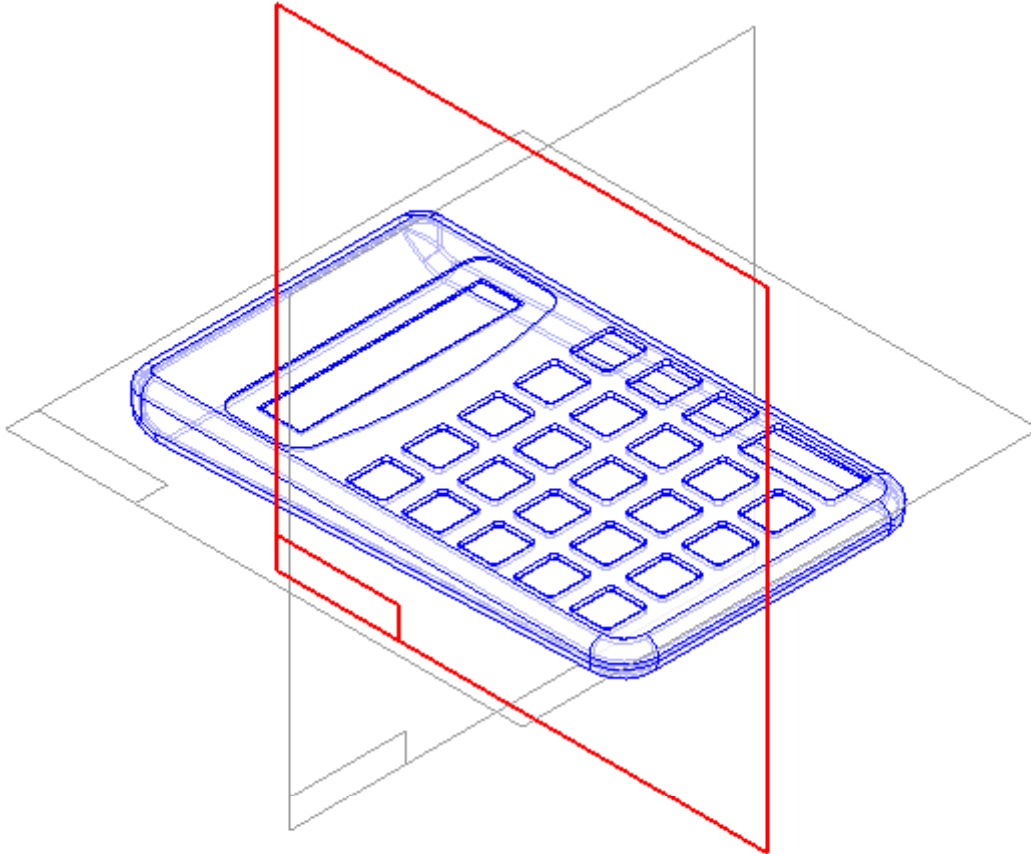


59. Neste momento temos a geometria do modelo sólido completa. Iremos agora dividir o modelado atual em dois outros modelos em arquivos distintos.
60. Iniba novamente a exibição do *Sketch* selecionando **Tools, Hide All , Sketches**.

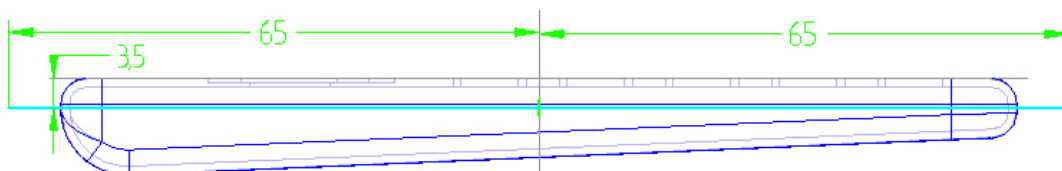
61. Na *Barra de Ferramentas* **Constructions** selecione o comando **Extruded**



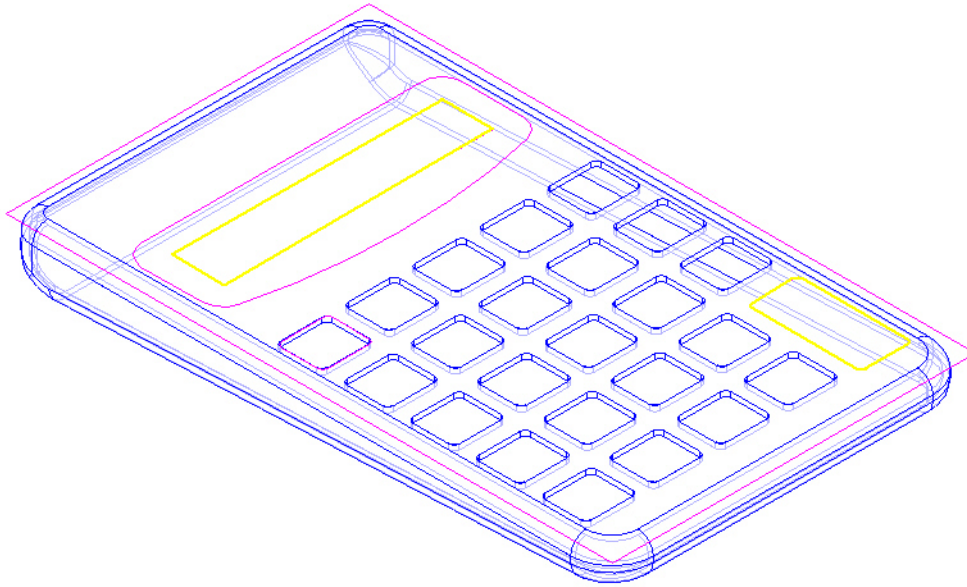
62. Selecione o plano de referência **x – z plane**.




63. Construa uma linha horizontal paralela ao plano de referência horizontal como demonstrado. O importante é que o comprimento da linha é maior que o do modelo.

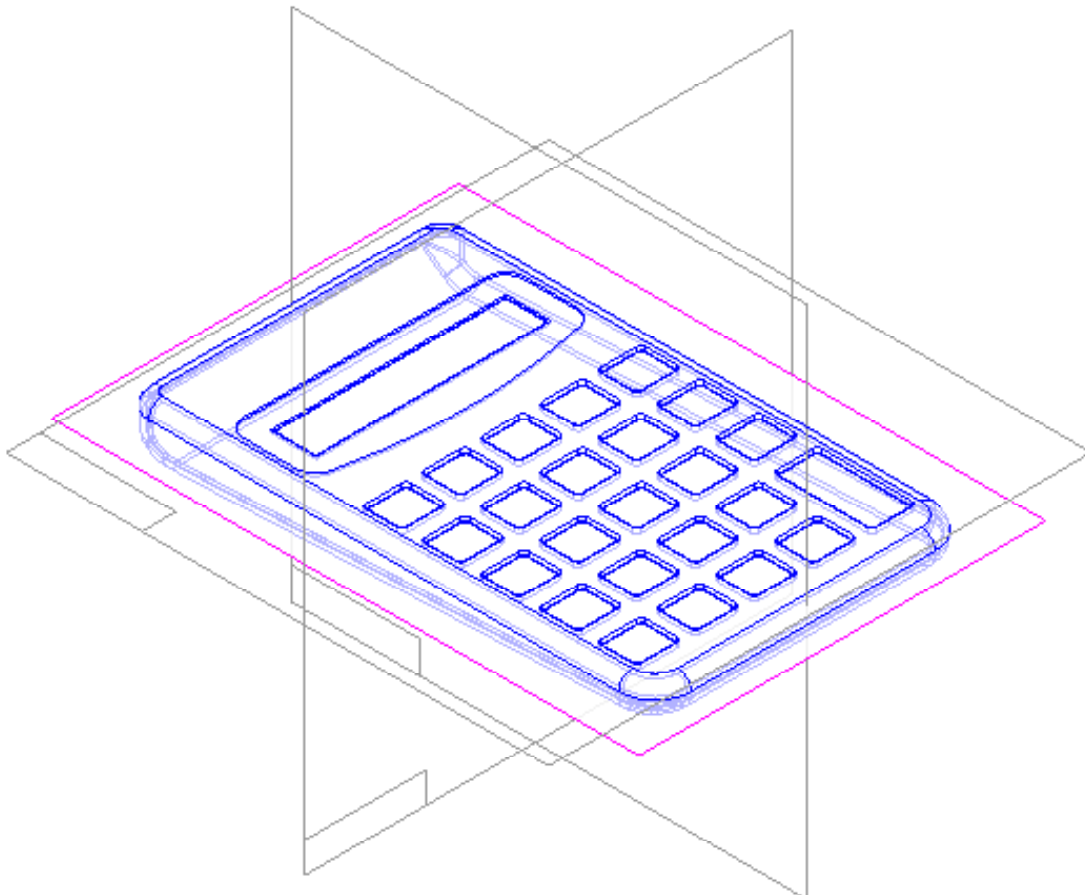


64. Confirme com **Return**.



65. Na *Barra de Fita* selecione a opção **Symmetric Extent**  no campo **Distance** digite 90 mm e Enter.

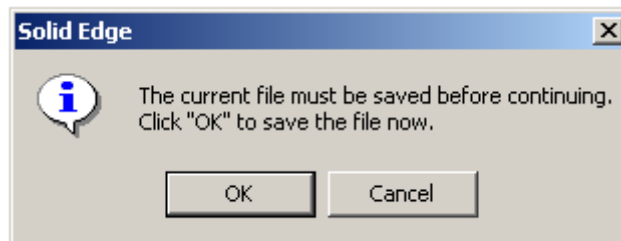
66. Confirme com **Finish**.



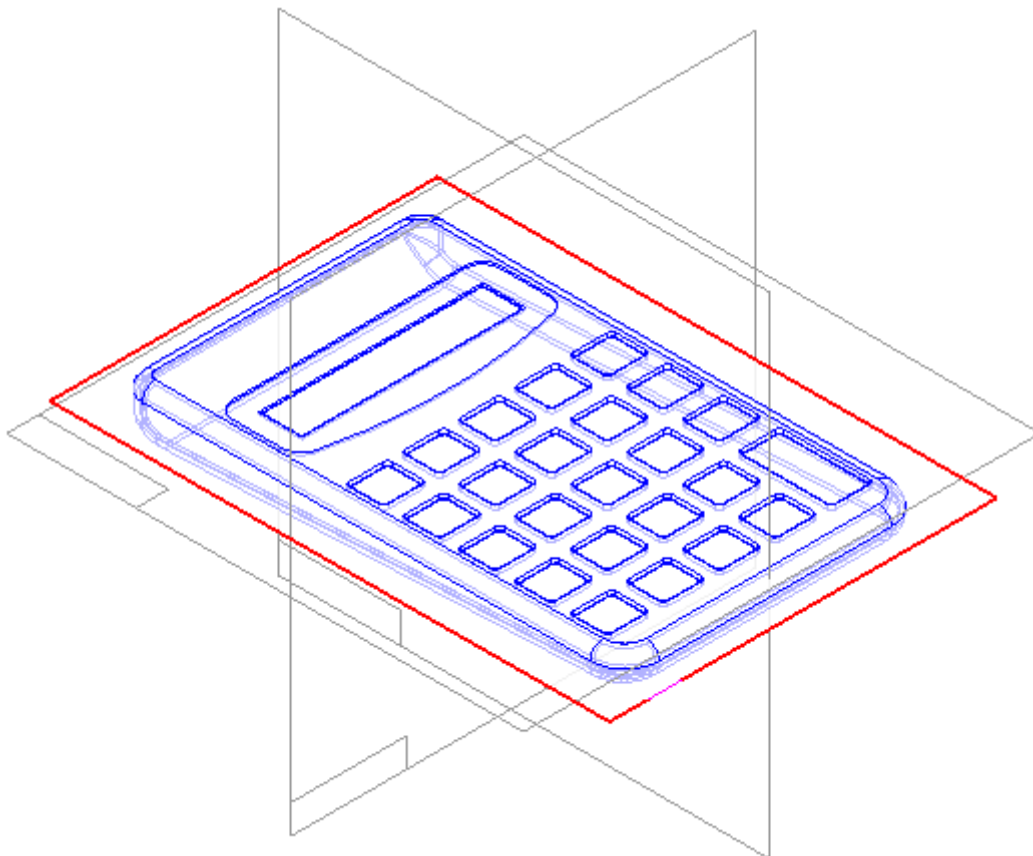
67. Na *Barra de Ferramentas Surfacing* **Divide Part**



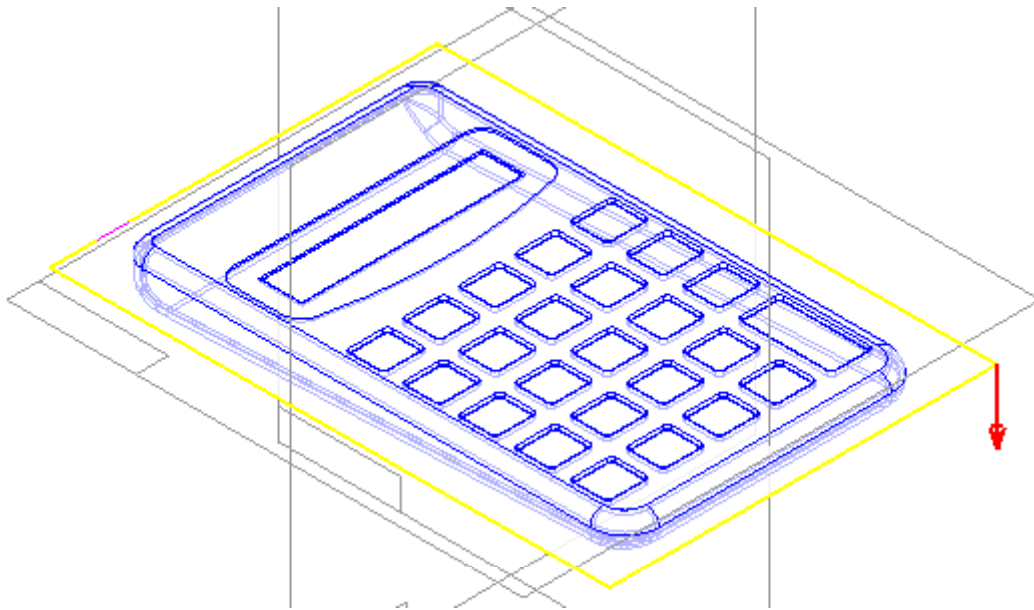
68. A seguinte mensagem será exibida informando ao usuário que o arquivo atual deverá ser salvo antes de prosseguir. Responda **OK**.



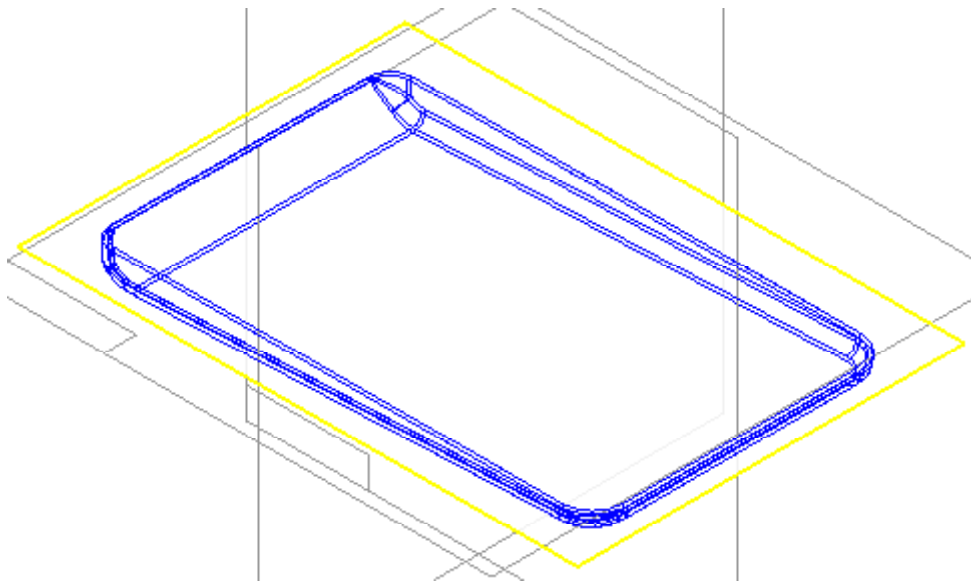
69. Selecione a *Surface* construída anteriormente (veja figura abaixo).



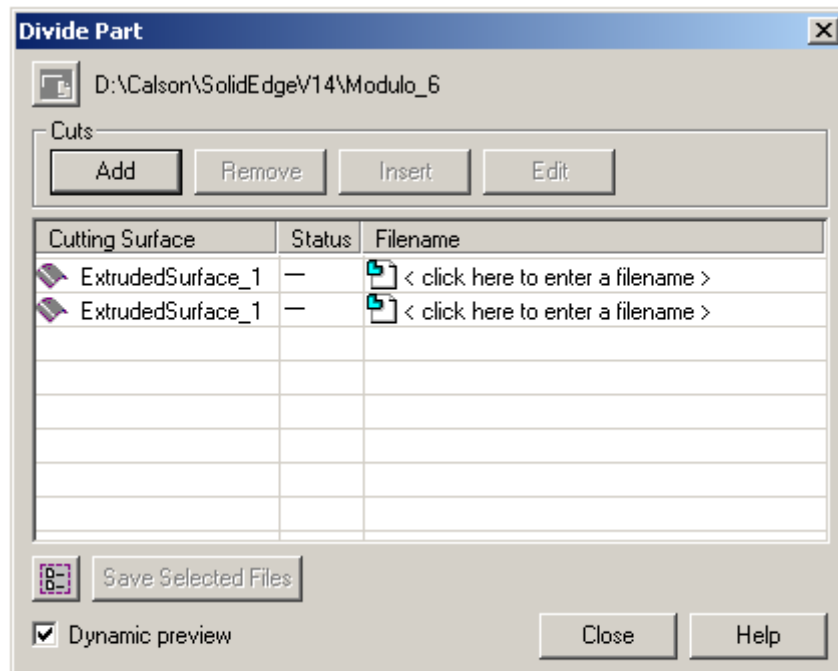
70. Oriente a seta para baixo da *Surface* e confirme com o botão esquerdo do mouse.



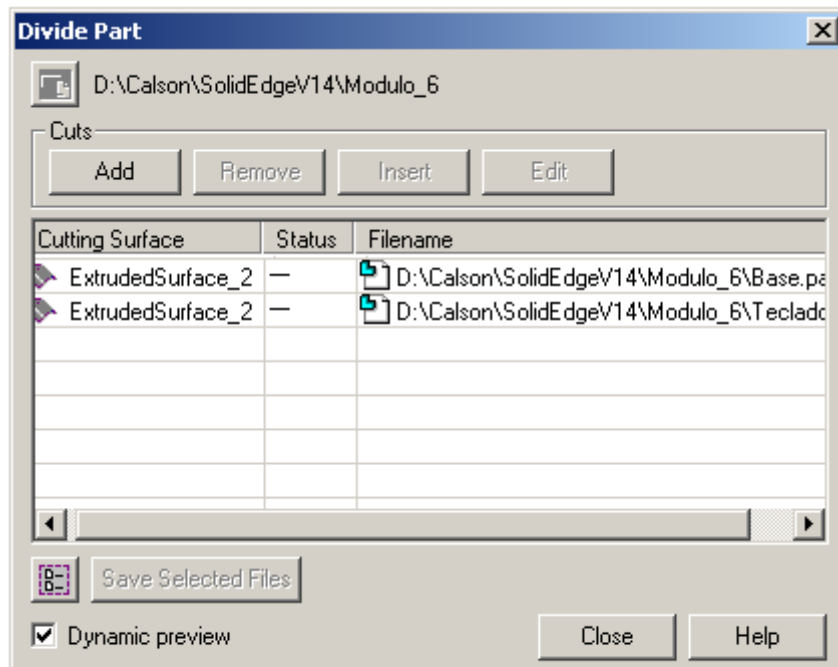
71. Nesse momento apenas a porção do modelo sólido que estava sob a *Surface* será exibida.




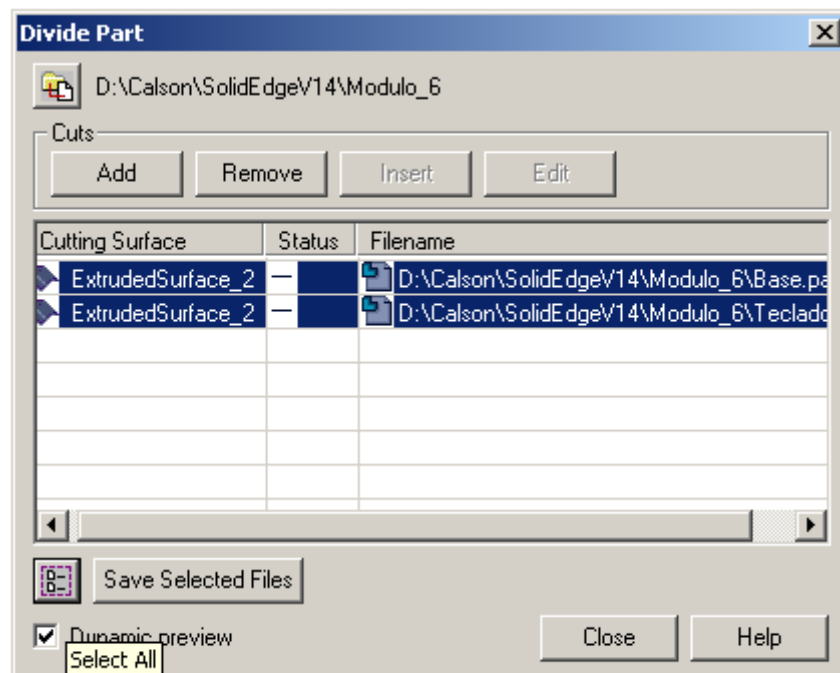
72. Na *Barra de Fita* selecione **Finish**.
73. A caixa de diálogo do comando **Divide Part** irá aparecer novamente.



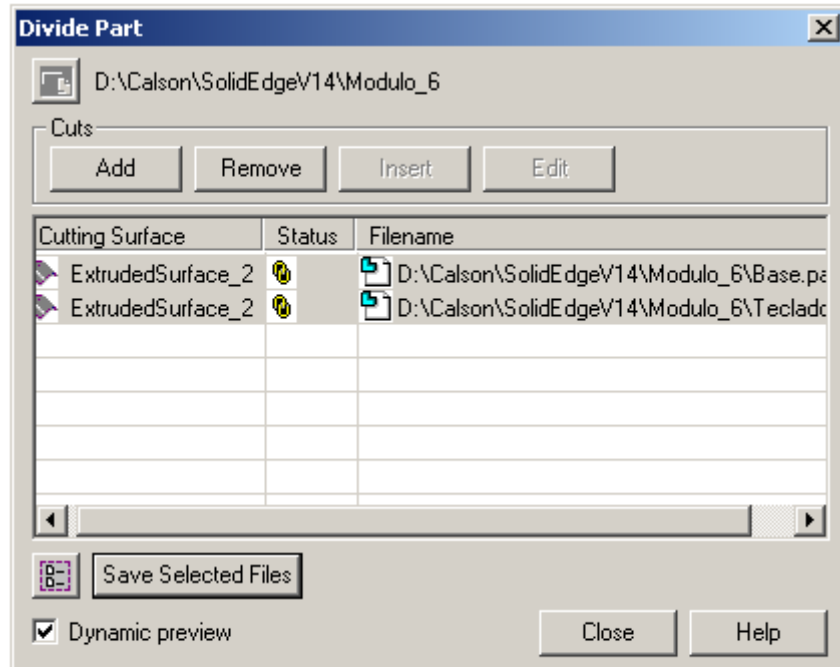
74. Digite na coluna **Filename** da caixa de diálogo novos nomes para os dois arquivos que serão gerados automaticamente. Chame os de *Base.par* e *Teclado.par*



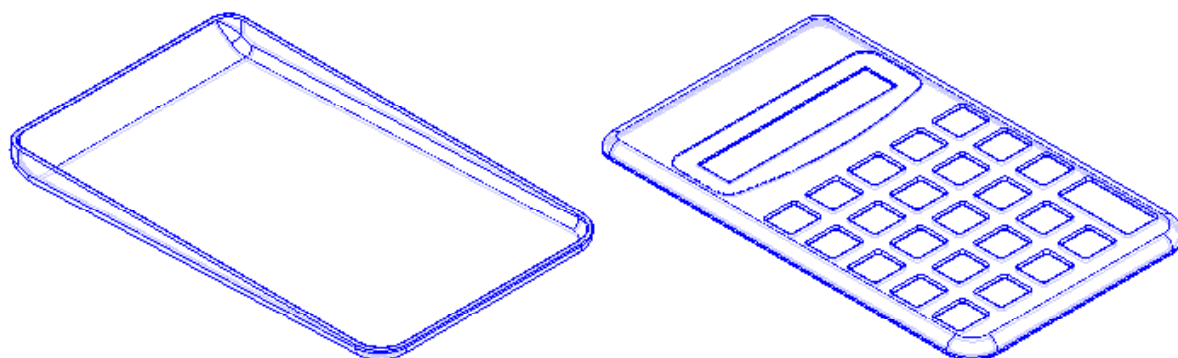
75. Selecione o comando **Select All**  e a seguir o comando **Save Selected Files**.



76. Após os arquivos serem salvos a caixa de diálogo deverá estar com as informações indicadas abaixo. Selecione **Close** para fechar a caixa de diálogo.



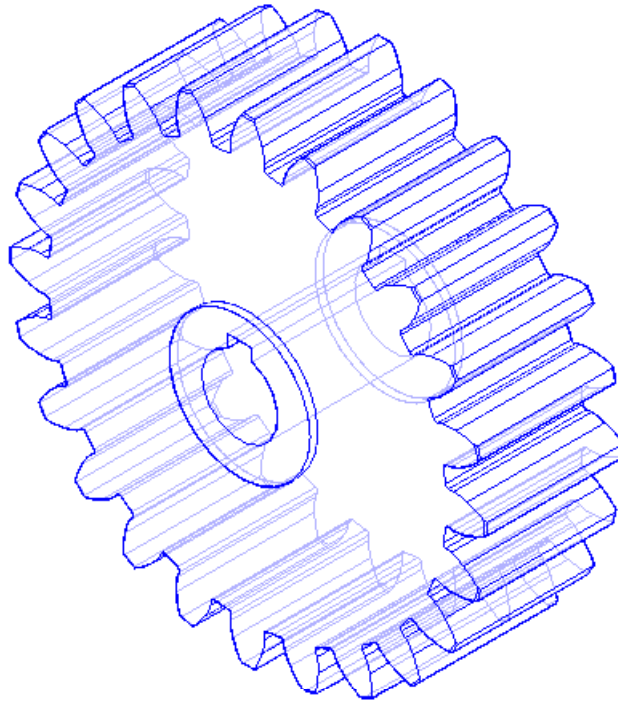
77. Feche o arquivo atual.
78. Abra e examine os arquivos *Base.par* e *Teclado.par* gerados com o comando **Divide Part**.



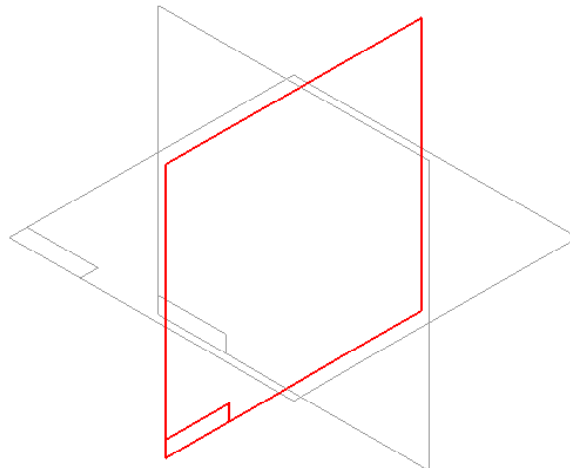
79. A atividade esta completa.

14 Construindo uma Engrenagem Cilíndrica de Dentes Retos.

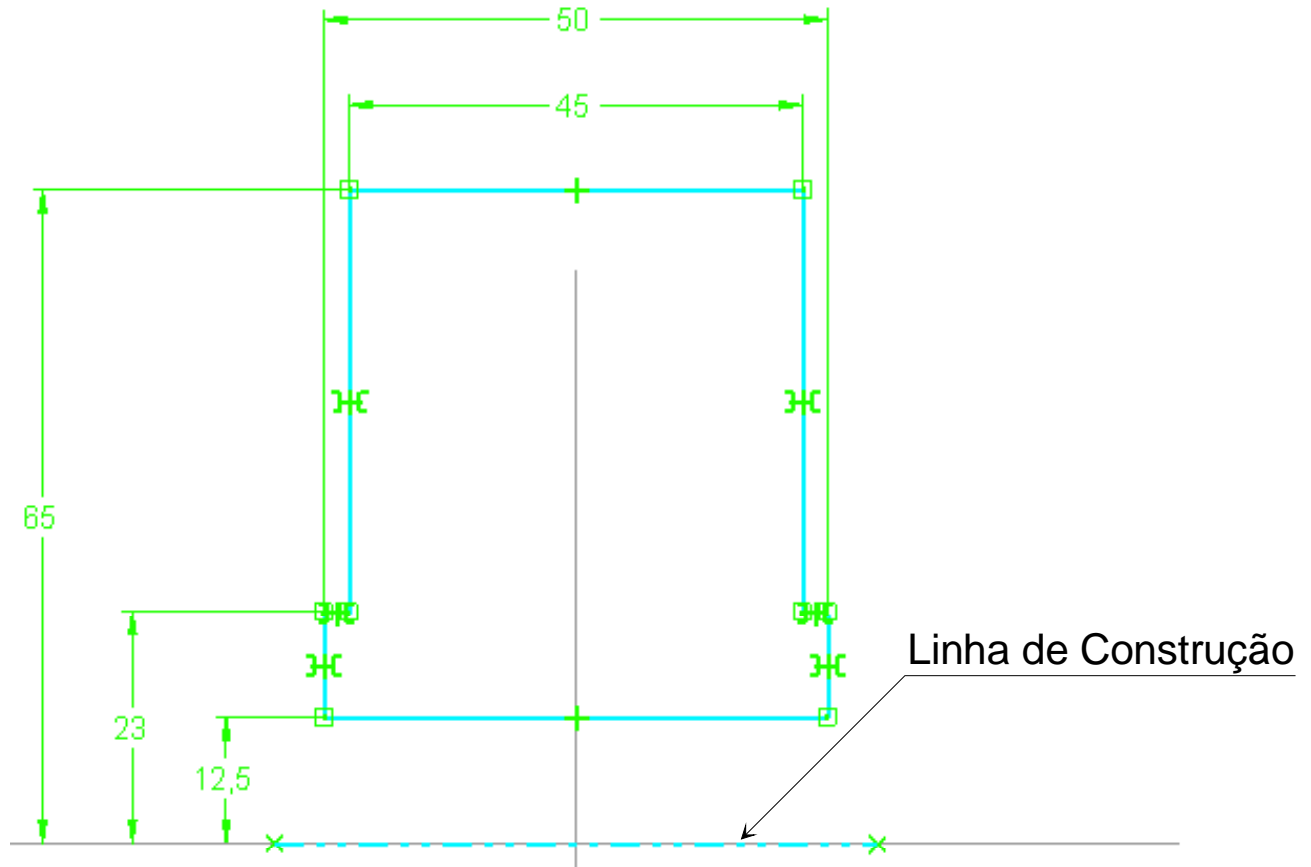
Neste exemplo você criará a engrenagem abaixo.



1. Abra o ambiente **Solid Part**.
2. Na *Barra de Feature*, selecione o comando **Sketch**
3. Selecione no plano de referência **y – z plane**.



4. Crie o perfil e a linha de construção mostrado abaixo. Certifique-se de que as linhas verticais estejam simétricas em relação ao plano de referência vertical.

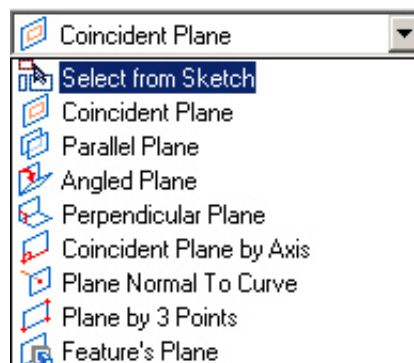


5. Selecione **Return** para concluir o perfil.

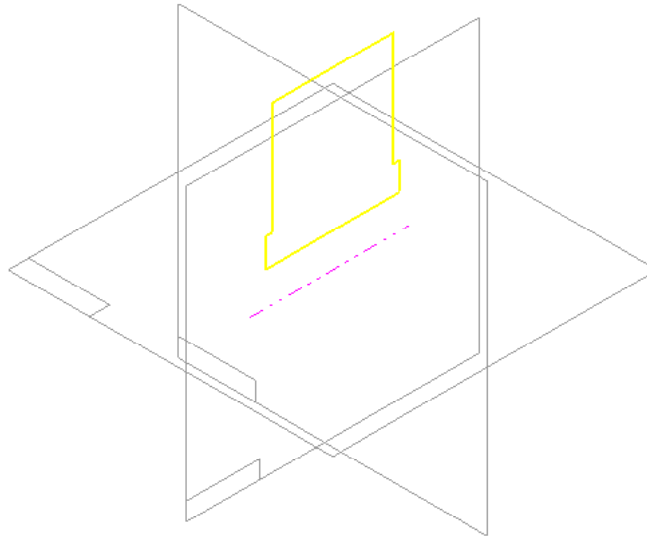
6. Selecione o comando **Revolved Protrusion**



7. Na **Barra de Fita** selecione a opção **Select From Sketch**.



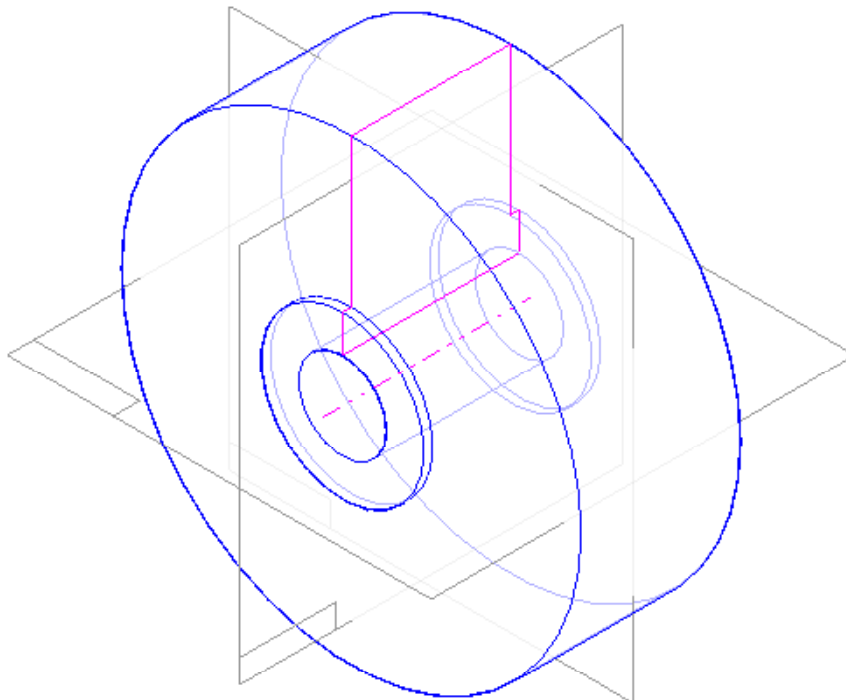
8. Selecione o perfil como mostrado abaixo e confirme com **Accept**



9. Selecione a linha de construção como eixo de revolução e a opção **Revolved 360°**



10. Encerre a operação com **Finish**.



11. Agora você criará um novo *Sketch* para construir o perfil do dente da engrenagem.

Nota: Utilizaremos o Odontógrafo de Grant² para o traçado aproximado de perfis de dentes de engrenagem. Devemos dispor de alguns dados da engrenagem, tais como: número de dentes, módulo e ângulo de pressão. Com estes dados iniciais, calculamos alguns valores como mostra a tabela abaixo e com eles iniciamos a construção do perfil do dente da engrenagem.

Dados construtivos da engrenagem:

Número de dentes	$z = 24$ dentes
Módulo	$M = 6$
Ângulo de pressão	$\theta = 20^\circ$
Diâmetro primitivo	$d_p = m \times z = 144$ mm
Passo	$p = m \times \pi = 18,84$ mm
Espessura circular	$s = p/2 = 9,42$ mm
Diâmetro do círculo de base	$d_b = d_p \times \cos\theta = 135,4$ mm
Diâmetro interno	$d_i = m (z - 2,334) = 130$ mm
Diâmetro externo	$d_e = m (z + 2) = 156$ mm
Raio r	$r = f \times m = 3,64 \times 6 = 21,84$ mm
Raio r_1	$r_1 = f' \times m = 2,24 \times 6 = 13,44$ mm
Raio r_3	$r_3 = m / 6 = 1$ mm

Nota: os valores dos coeficientes ($f = 3,64$) e ($f' = 2,24$) são obtidos em função do número de dentes da engrenagem como demonstra a tabela abaixo.

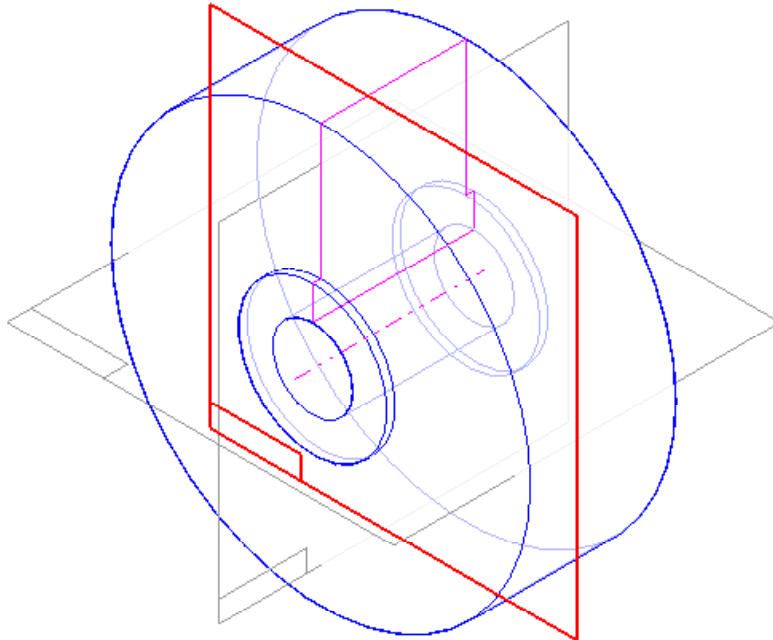
Nº de Dentes	Coeficientes		Nº de Dentes	Coeficientes	
z	f	f'	z	f	f'
8	2,10	0,45	27	3,85	2,50
10	2,28	0,69	28	3,92	2,59
11	2,40	0,83	29	3,99	2,67
12	2,51	0,96	30	4,06	2,76
13	2,62	1,09	32	4,20	2,93
14	2,72	1,22	32	4,27	3,01
15	2,82	1,34	34	4,03	3,09
16	2,92	1,46	35	4,39	3,16
17	3,02	1,58	36	4,45	3,23
18	3,12	1,69	37-40	4,20	
19	3,22	1,79	41-45	4,63	
20	3,32	1,89	46-51	5,06	
21	3,41	1,98	52-60	5,74	
22	3,49	2,06	61-70	6,52	
23	3,57	2,15	71-90	7,72	
24	3,64	2,24	91-120	7,78	
25	3,71	2,33	121-180	13,38	
26	3,78	2,42	181-360	31,62	

² PROVENZA, F.: Desenhista de Máquinas. Editora F. Provenza, 46ª Edição, 1991.

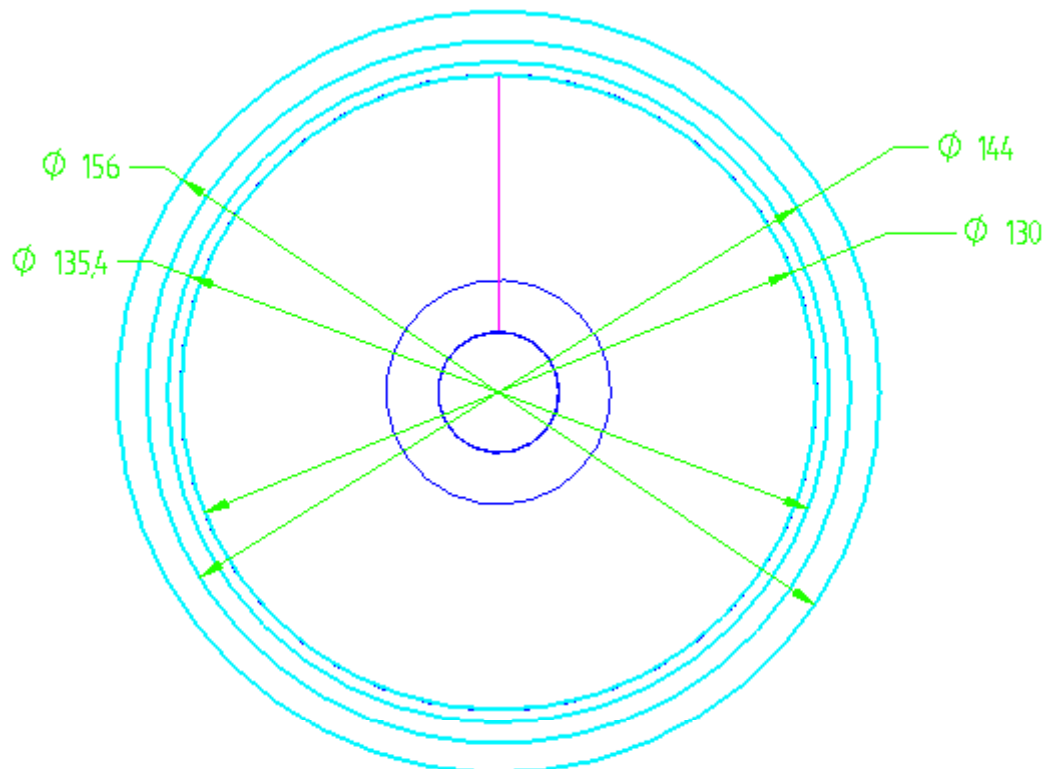
12. Selecione o comando **Sketch**



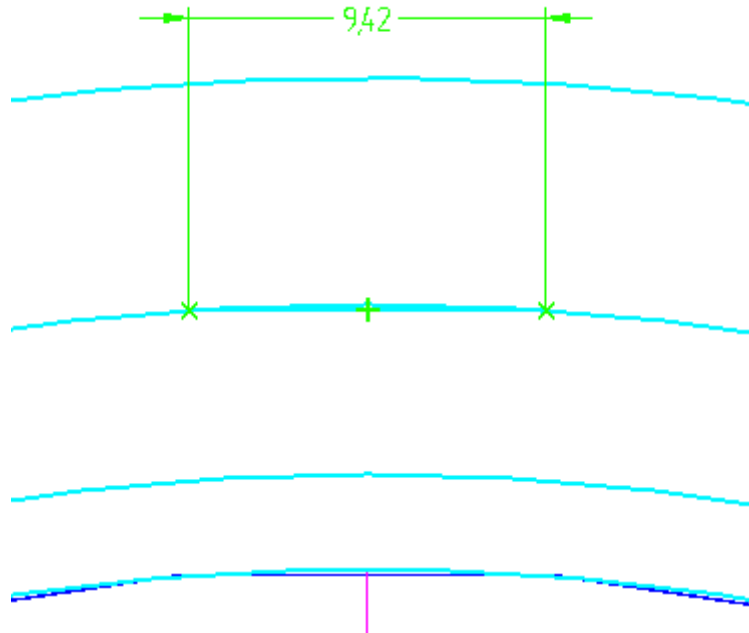
13. Selecione o plano de referência **x - z plane**.



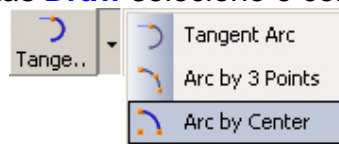
14. Construa quatro circunferências com os valores dos diâmetros da engrenagem: d_i , d_b , d_p e d_e . Certifique-se que os centro das circunferências estejam todos no *midpoint* do plano de referência horizontal.



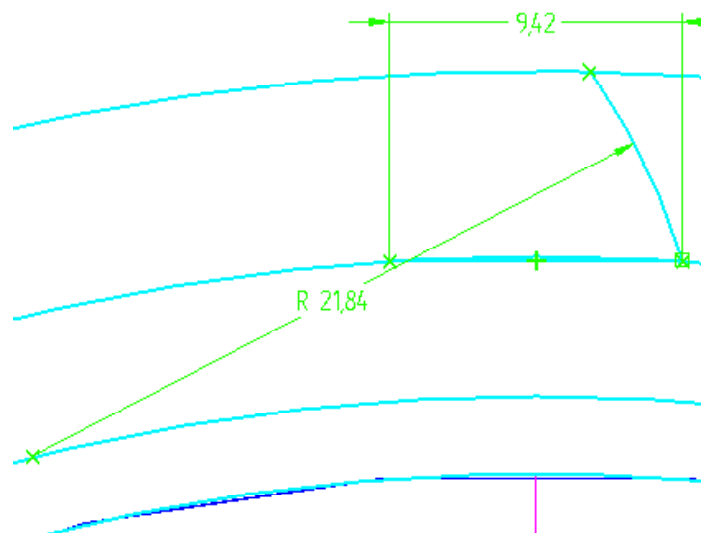
15. Construa com a dimensão indicada ($s = 9,42$ mm) uma linha **horizontal** com seus extremos conectados a circunferência do diâmetro primitivo $d_p = 144$ mm. Esta linha define a espessura circular do dente.



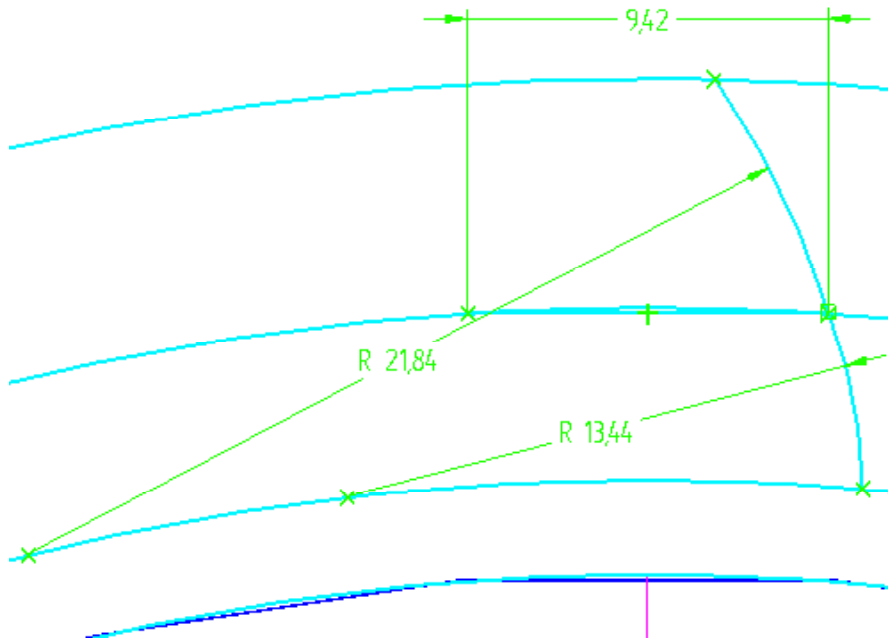
16. Na *Barra de Ferramentas Draw* selecione o comando **Arc by Center**.



17. Construa um arco com o valor de $r = 21,84$ mm conforme mostrado abaixo. Observe que o arco tem seu centro conectado a circunferência de base $d_b = 135,4$ mm, seu início no ponto final da linha horizontal $s = 9,42$ mm e seu ponto final esta conectado a circunferência do diâmetro externo.



18. Na *Barra de Ferramentas draw*, selecione o comando **Arc by Center**.
19. Construa um arco com o valor de $r1 = 13,44$ mm conforme mostrado. Observe que o arco também tem seu centro conectado a circunferência de base $db = 135,4$ mm, seu início está do ponto final da linha horizontal $s = 9,42$ mm e seu final está conectado a circunferência do diâmetro de base $db = 135,4$ mm.



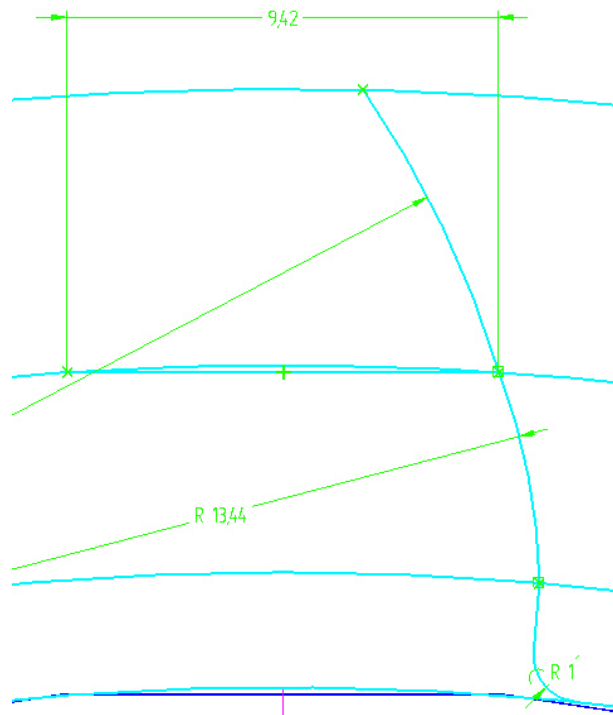
20. Construa uma linha que inicie do centro da circunferência primitiva até o ponto final do arco $r1 = 13,44$ mm.



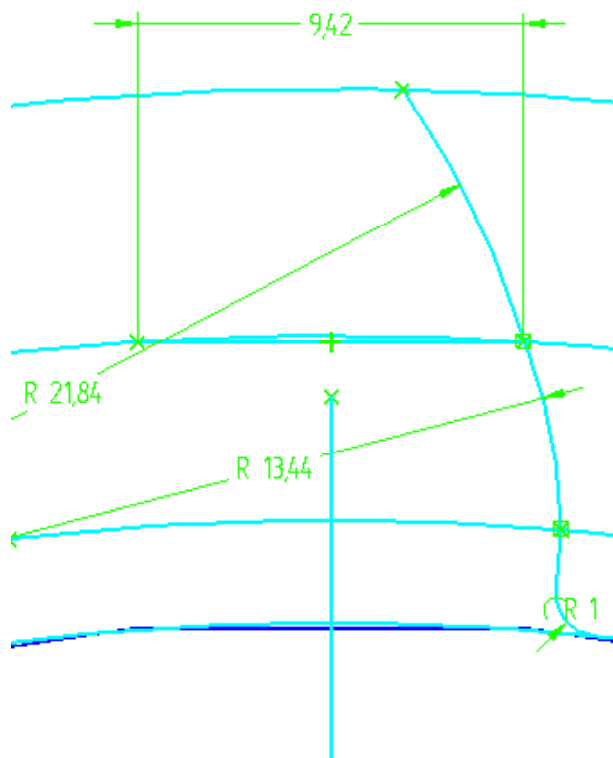
21. Na *Barra de Ferramentas Draw* **Fillet**



22. Construa o arco $r3 = 1 \text{ mm}$ no canto inferior direito, conforme indicado.



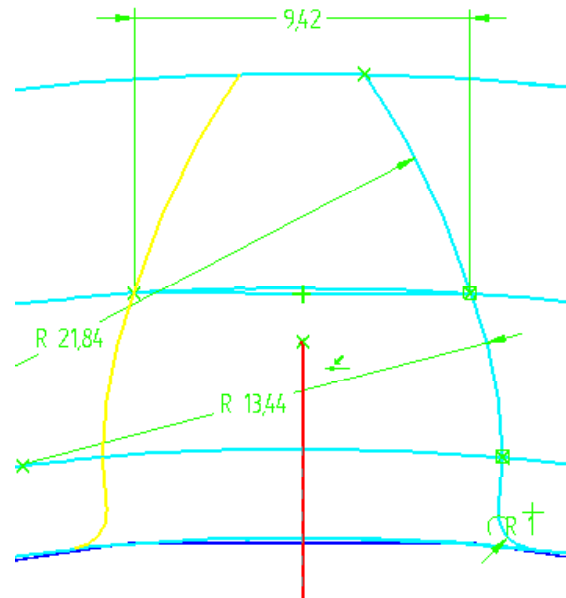
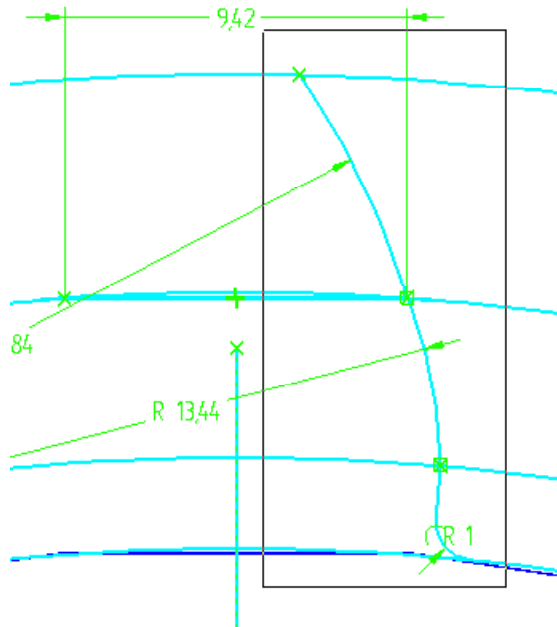
23. Construa uma linha **vertical** de dimensão qualquer, que tenha o seu início no *midpoint* da linha horizontal $s = 9,42$ mm.



24. Na *Barra de Ferramentas Draw*, selecione o comando **Mirror**



25. Selecione os elementos mostrados abaixo e os espelhe utilizando a linha vertical construída anteriormente como eixo de simetria.

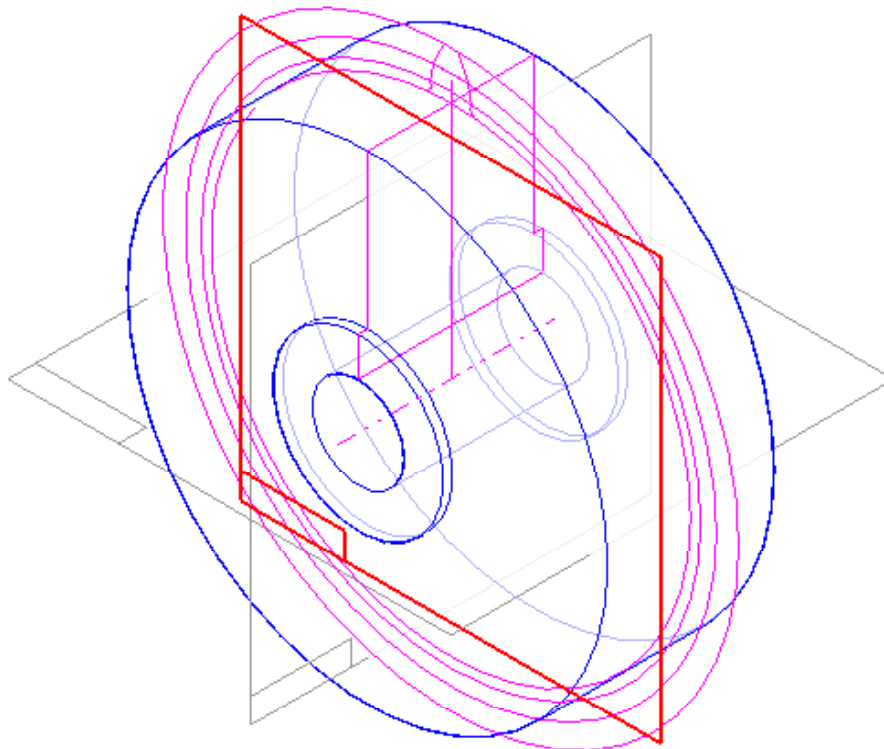



26. Encerre a operação com **Return**.

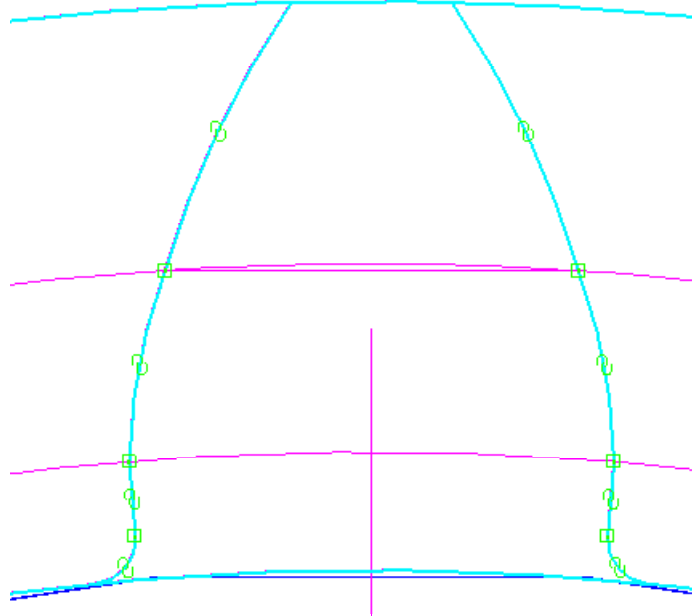
27. Na *Barra de Feature* selecione o comando **Protrusion**




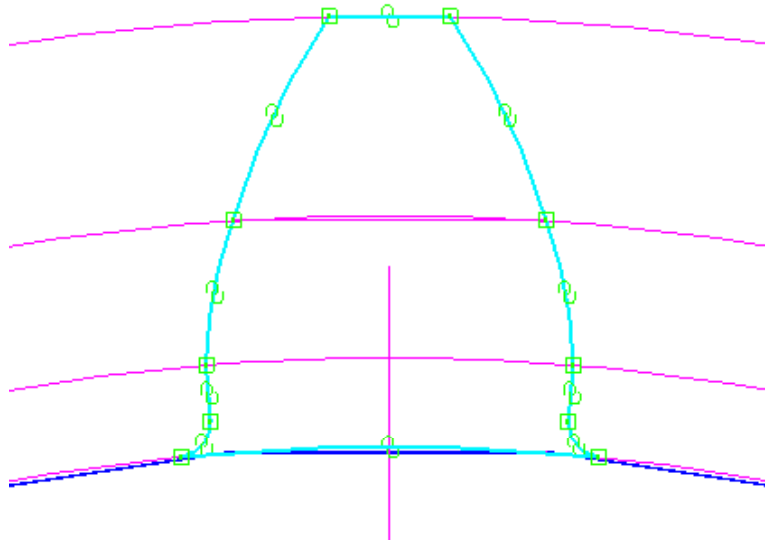
28. Selecione o plano de referência **x - z plane**.



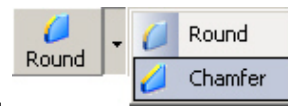
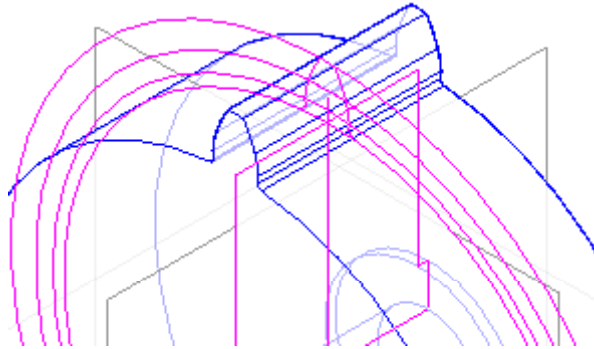
29. Na *Barra de Ferramentas Draw* selecione o comando **Include** , na caixa aberta selecione **OK** e inclua as linhas mostradas abaixo.




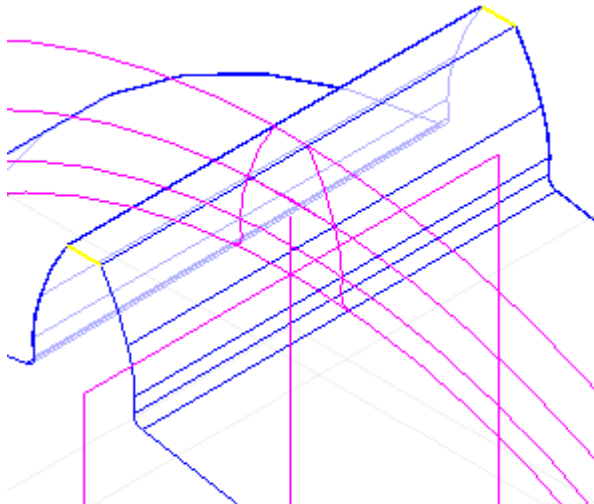
30. Na *Barra de Ferramentas Draw* selecione o comando **Trim**  e remova os elementos incluídos até obter a geometria do dente da engrenagem.




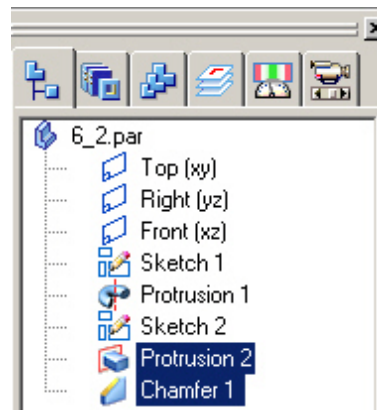
31. Encerre a operação com **Finish**.
32. Na *Barra de Fita* do **Protrusion SmartStep**, digite 45 mm para **Distance** e ative a opção **Simmetric Extent** .



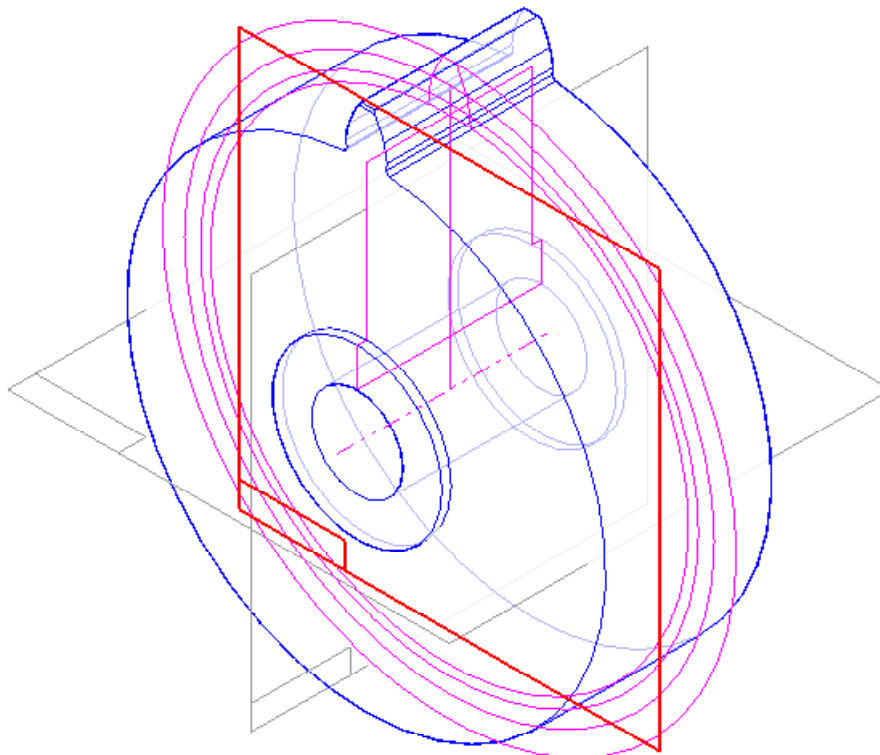
33. Na *Barra de Feature* selecione o comando **Chamfer**.
34. Selecione as duas arestas como mostrado, digite 0,5 mm no campo **SetBack** da *Barra de Fita* do **SmartStep** e confirme com **Accept** .



35. Na *Barra de Feature* selecione o comando **Pattern**.
36. No *EdgeBar* selecione, com o auxílio da tecla **Shift**, as últimas features construídas (*Protrusion* e *Chamfer*) e confirma em **Accept** .

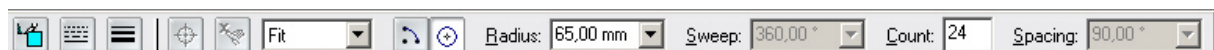


37. Selecione o plano de referência ***x-z plane*** .

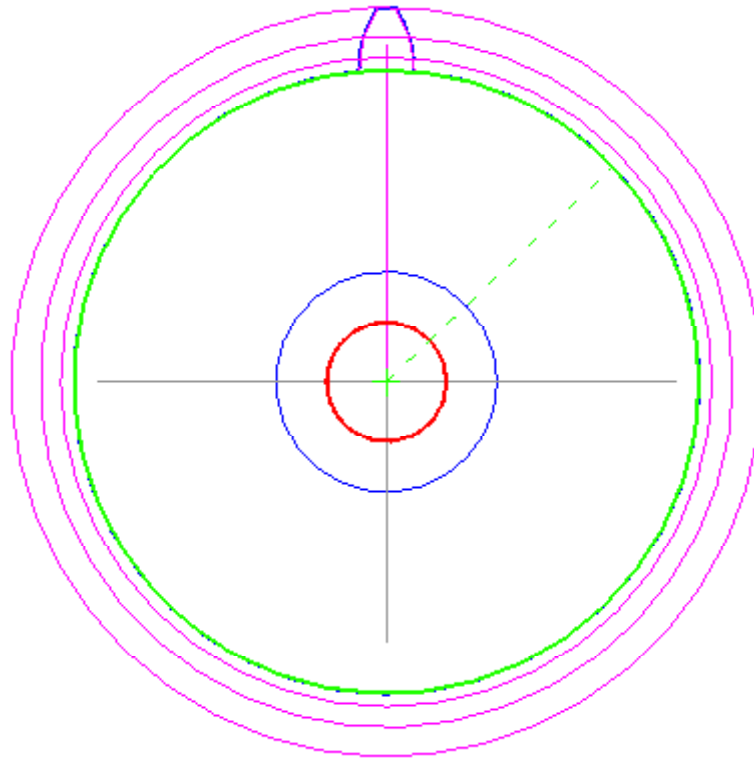


38. Na *Barra de Ferramenta Draw* selecione o comando ***Circular Pattern***  .

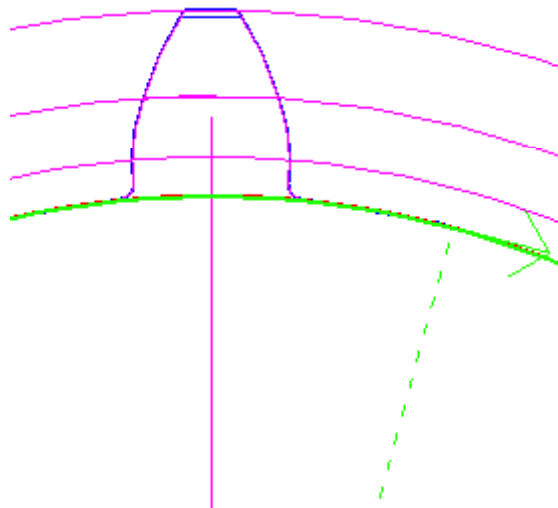
39. Na *Barra de Fita* do ***SmartStep*** digite em ***Radius*** 65 mm (referente ao raio do diâmetro interno $d_i = 130$ mm) e digite em ***Count*** 24 (referente ao número de dentes da engrenagem) e ***Enter***.



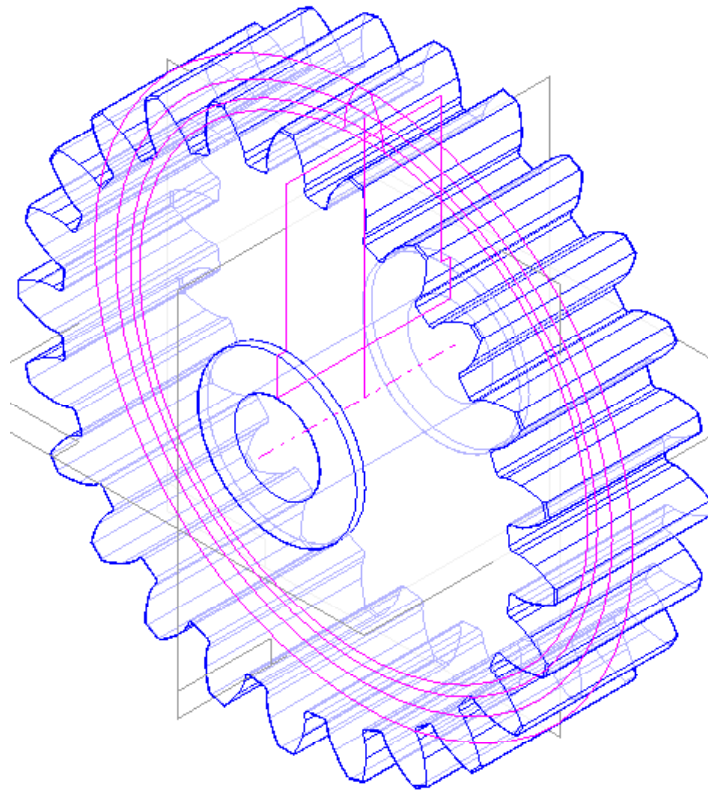
40. Clique no centro das circunferências.



41. Confirma outra vez com o botão esquerdo do mouse para aparecer a seta e direcione no sentido mostrado abaixo.



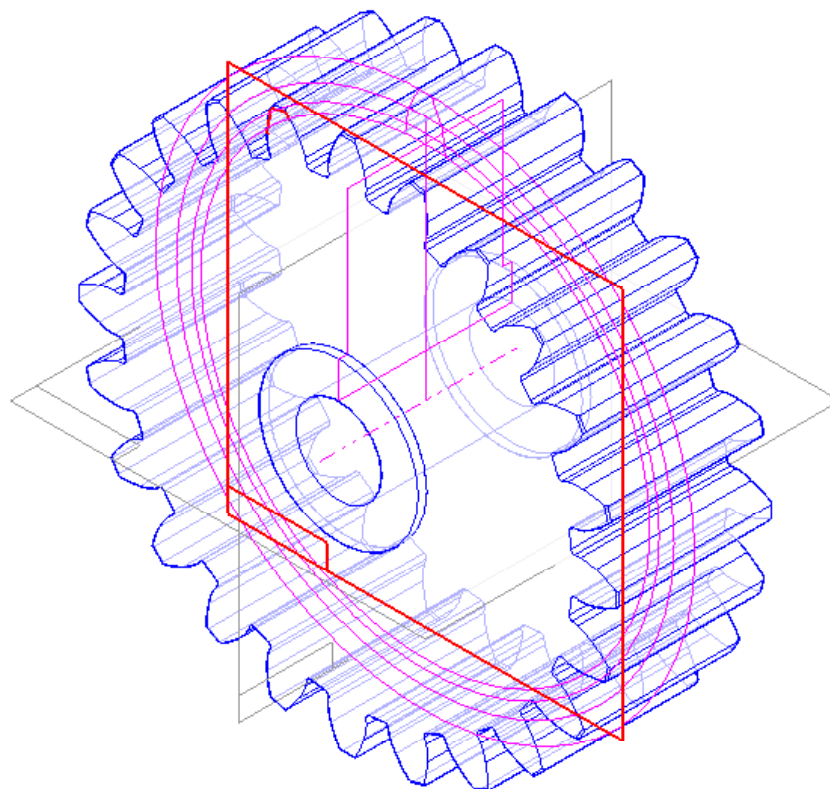
42. Confirme com o botão esquerdo do mouse e **Return**.



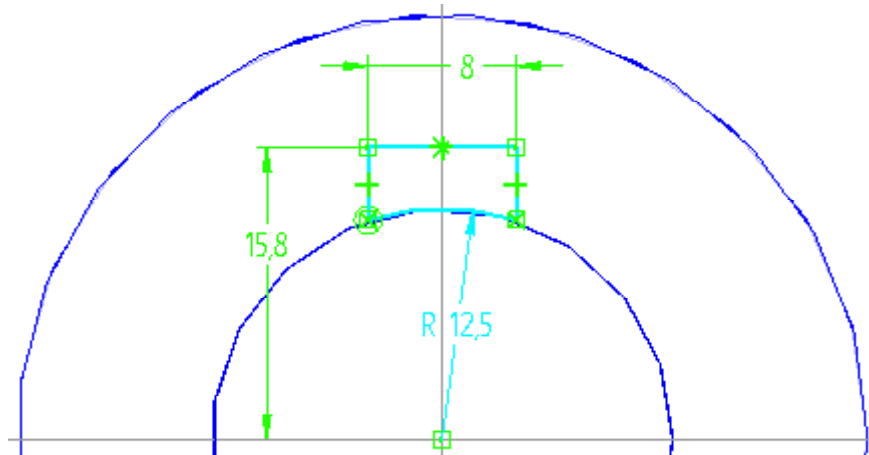
43. Na *Barra de Feature* selecione o comando **Cutout**



44. Selecione o plano de referência **x - z plane**.

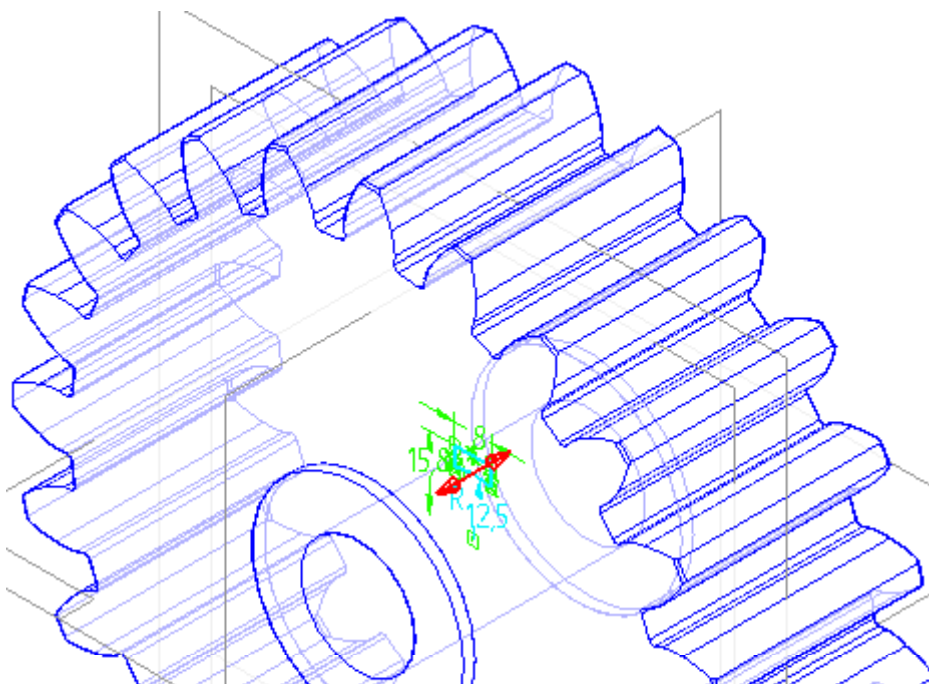


45. Oculte os Sketches em menu **Tools** e as opções **Hide All** e **Sketches**
46. Construa o seguinte perfil. Este será o rasgo de chaveta para o diâmetro de 25 mm.

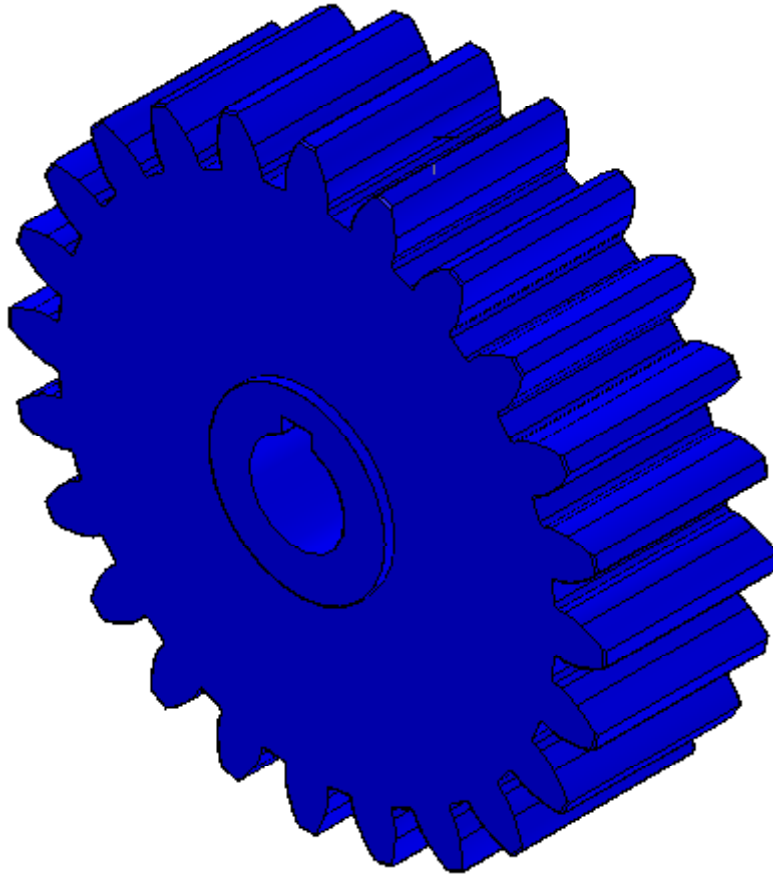


Nota: as dimensões de chavetas podem ser obtidas em livros de Elementos de Máquinas, Manuais de projetistas, etc.

47. Encerre a operação com **Return**.
48. Na **Barra de Fita** do **Cutout SmartStep** ative a opção **Simmetric Extent** e selecione o comando **Through Next**.
49. Oriente o perfil para que seja retirado material dos dois lados do perfil e confirme.



50. Encerre a operação com **Finish**.



51. Salve o arquivo. A atividade está completa.