



**TREINAMENTO  
FRESAMENTO DE  
PRODUÇÃO  
MASTERCAM X**

© 2005 Ascongraph Ltda

***A Ascongraph é distribuidora exclusiva no Brasil do software Mastercam ®***

*"Material desenvolvido sem a proposição de ser uma apostila de treinamento, material de consulta técnica e/ou manual do software Mastercam, mas sim de ser única e exclusivamente material auxiliar de apoio no treinamento em sala de aula, com a presença do instrutor"*

*Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 5988 de 14/12/1973. Nenhuma parte dessa apostila, sem autorização prévia por escrito da Ascongraph Ltda., poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.*

*Todo o esforço foi feito no sentido de fornecer a mais completa e adequada informação. Contudo a Ascongraph não assume responsabilidade pelos resultados e uso da informação fornecida. Recomendamos aos leitores usuários que testem a informação fornecida antes de sua utilização efetiva.*

## **O que é o Mastercam**

O Mastercam é um poderoso software de CAD/CAM que pode lhe auxiliar no modelamento de peças e geração de programas CNC muito eficientes, servindo como uma importante ferramenta de apoio à fabricação de componentes diversos.

## **Qual é o objetivo desse material**

Essa apostila tem por objetivo orientar o aluno durante o treinamento, não tendo a intenção de ser considerado material de apoio direto ao uso do software. Para isso, o usuário dispõe da Ajuda "on line", do Material Didático que acompanha o produto e do suporte técnico da Ascongraph. Esse material não possui descrição detalhada dos comandos, nem é uma referência extensiva, pois não é possível cobrir todos os recursos e características do software em um único treinamento, mas sim uma referência passo a passo de boa parte do que é visto durante o treinamento, com vistas ao acompanhamento em sala de aula.

Durante o treinamento, o instrutor tem por objetivo apresentar todas as instruções para uma utilização eficiente do Mastercam. Assim, é importantíssima sua participação, questionando, argumentando e apresentando suas próprias experiências. Isso apenas enriquece o conteúdo do treinamento.

Temos certeza que o treinamento adequado do usuário do Mastercam contribui fortemente para o uso adequado e eficiente do software, mas sabemos que ele por si só não poderá esclarecer todas as dúvidas. É necessário que se utilize o software com critério e atenção, que se utilize das ferramentas de aprendizado e, caso seja necessário, se consulte a Ascongraph se surgir alguma dúvida.

Nessa apostila, não são utilizados dados reais. Bibliotecas de materiais, ferramentas e pós-processadores utilizados devem ser consideradas como exemplos didáticos. A Ascongraph não se compromete em fornecer dados precisos de usinagem, devendo o usuário estar ciente de ser ele o responsável pela posterior adequação de todos os dados utilizados pelo Mastercam em seu ambiente de trabalho. Para isso, lhes serão dadas instruções específicas durante o treinamento.

Os exercícios dessa apostila se focam na utilização prática do software, devendo o aluno estar atento às possibilidades de aplicação específica de acordo com sua necessidade.

## **Método de usinagem utilizado nas peças**

O processo utilizado em cada uma das peças aqui apresentadas é didático e exemplificativo. São métodos factíveis, mas não necessariamente os mais viáveis economicamente. Certamente você irá encontrar métodos mais rápidos e eficientes utilizando os recursos do Mastercam para a usinagem das peças, mas a intenção nesse instante é demonstrar quais são os recursos disponíveis.

## **Avaliação de rendimento**

Ao final do treinamento, será ministrado um teste de avaliação, cujo objetivo é verificar a fixação de alguns conceitos básicos.

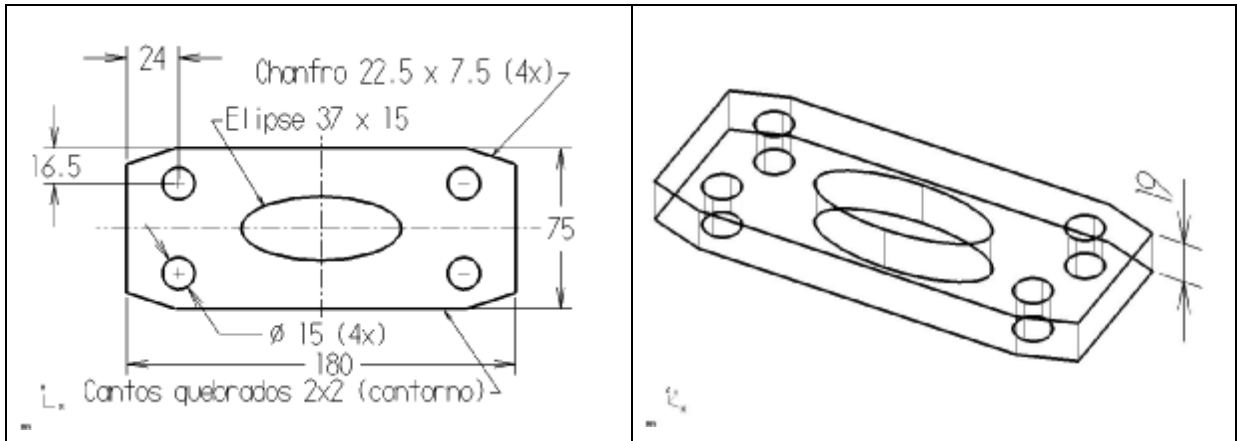
## **Certificado de participação**

Ao final do treinamento será emitido um certificado para os alunos que obtiverem um rendimento igual ou superior a 60%. Caso o rendimento seja inferior, será entregue uma declaração de participação.

## 1º Exercício – Usinagem de contorno - Salvar como: F1.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

- Apresentações
- Instalação do software
- Interface com o usuário
- Modelamento de peças em 2D
- Usinagens de faceamento, contorno, reusinagem e furação







### Instruções iniciais:

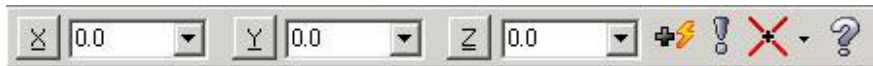
- Abrir o Mastercam, através do ícone na área de trabalho do Windows.
- O que é o Gerenciador de Operações?
- Barra de entrada de dados
- Botões configuráveis, deslocáveis
- Área de informações
- Área de trabalho, com indicações de vistas, sistema de unidades e referência de eixos
- Definição de ponto ordenado – Diferenças na utilização de pontos e vírgulas na separação dos valores
- Criar pasta para guardar os arquivos de treinamento
  - Usar o Windows Explorer - Abaixo da pasta “Alixo”, com o seu nome
- Configurar o Mastercam para guardar arquivos nesta pasta
  - Menu Ajustes / Configuração / Item Arquivos / Item Pasta dos arquivos
  - Salvar ajustes no arquivo de configuração
- Como trabalhar em 2D?
- Modelar ou importar a geometria – Qual a diferença?
- O que é Plano de Construção e Plano de Ferramenta?

### Modelamento:

#### 1) Criando o retângulo




- Plano Construção: Topo – Profundidade de construção em Z:0
- Pressione a tecla “F9”. Aparecerão referências dos eixos de coordenadas
- Clique no menu “Criar / Formas retangulares” ou clique no ícone “”

- Escolha a opção “Ponto Base”
- No item “Largura”, , definir o comprimento da peça, ou seja, 180
- No item “Altura”, , definir a largura da peça, ou seja, 75
- Clique no ícone de expansão da caixa de diálogo , no canto superior esquerdo
- No item “Âncora”, escolher o ponto que localizará o centro do retângulo a ser criado, no caso o ponto central.
- Manter o raio de concordância como 0 (zero)
- Manter o giro do retângulo como 0 (zero grau)
- Manter o formato como “Forma Retangular”
- Não ativar a opção “Superfície”, nem a opção “Ponto Central”
- Para definir o ponto de inserção, digite os valores das coordenadas do ponto central na barra acima:




Você também pode escolher a opção “Origem”, definida pelo ícone “ Origem”.

Os valores marcados de X, Y e Z indicam a coordenada do ponto de inserção. Se clicarmos com o botão esquerdo do mouse, o retângulo será fixado naquele ponto.



- Enquanto não confirmamos os dados clicando no botão “OK” , podemos alterar qualquer informação, incluindo o “Ponto Base” e a Largura e a Altura do retângulo, uma vez que a entidade permanece no “Modo Vivo”. Uma vez aceitando as informações através do botão “OK” o retângulo não poderá mais ser modificado.
- Clique em “OK”, e o comando de criação de retângulos é concluído.
- Clique com o botão direito do mouse na área gráfica e surgirá uma série de opções, chamada de “Menu de Botão Direito”. Escolher o item “Ajustar”, “ Ajustar” ou o ícone  na barra de ícones
- Clique no menu “Criar / Chanfro / Chanfrar entidades”.

## 2) Chanfrando a peça

- Clique no ícone “” ou menu “Criar” / “Chanfro” / “Chanfrar entidades”
- Na barra de dados, escolha o ícone “2 Distâncias




Atenção ao selecionar qual o primeiro lado. A ordem de seleção altera o posicionamento do chanfro.



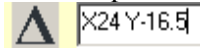

- Defina as dimensões do chanfro:  22.5  7.5

- Ao aproximar o mouse de qualquer dos cantos da peça, aparecerá uma prévia do chanfro. Entretanto, clique na ordem em que você definiu as dimensões: Primeiro na linha que define a dimensão de 22.5 e depois na linha que define a dimensão de 7,5




### 3) Criando a elipse central

- Clique no menu “Criar / Elipse” ou clique no ícone “

### 4) Criando os círculos dos furos


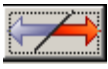



- Clique no ícone “Círculo por ponto e centro”
- Defina o diâmetro ou raio do círculo nos campos da barra de dados: 
- Defina o ponto central clicando em “Relativo” 
- Existe uma seta ao lado do ícone que você acabou de utilizar que não ficou acinzentado. Clique nela e escolha o item “Intersecção”
- Clique na reta vertical esquerda e na horizontal superior. Perceba que o Mastercam define um ponto imaginário, que é a intersecção dessas linhas
- No campo “Delta”, defina os deslocamentos em X e Y a partir dessa intersecção imaginária, para definir o ponto central do círculo. No caso, X24 Y-16.5: 
- Clique em “OK” para completar o comando: 

### 5) Criando os demais círculos do furo espelhando o círculo





- Clique no ícone “Espelhar” 
- Clique sobre o círculo que acabamos de criar, selecionando-o. Tecle “Enter” para confirmar a seleção apenas dessa entidade
- Na janela “Espelhar”, escolha a opção “Copiar”, selecione o eixo “Y” e sua coordenada 0.0. Se a pré-visualização estiver ativada, você já irá ver o resultado na tela. Veja que o círculo original ficou vermelho, e foi gerado um novo círculo agora em lilás.
- Clique nos dois círculos depois no ícone “Cópia retangular” . Defina o valor de “Direção 1” como “1” e da “Direção 2” como “2”. Para definir a distância, podemos usar o cálculo “75-(16.5/2)”. Feche a janela clicando em “OK” 

### Usinagem:

#### 1) Criação da usinagem interna da elipse




- O Mastercam abre como Design, assim escolha “Tipo de máquina / Fresa / Padrão”
- Como o Mastercam X precisa ter uma máquina definida, clique no menu “Tipo de Máquina”, “Fresa”, “Padrão”.
- Clique no ícone “Usinagens de contorno” 
- Clique sobre a elipse. Como queremos uma usinagem concordante e utilizaremos uma ferramenta de corte direito, iremos definir o encadeamento no sentido anti-horário. Se o encadeamento estiver no sentido contrário, clique no ícone .
- Clique em “OK” . Aparece uma janela com os parâmetros de usinagem. Clique no botão “Ler ferram. Bibliot.” e, dentre as ferramentas apresentadas, escolha uma fresa de topo de 25 mm.
- Clique em OK . Mantenha os demais parâmetros de usinagem e clique na aba “Parâmetros de Contorno”.
- Como o desenho foi feito em 2D, precisamos definir as profundidades de corte. Defina o topo do bloco como Zero e a profundidade como -19.
- Mantenha todos os outros parâmetros inalterados. Clique em OK  para gerar a operação de usinagem com os parâmetros que foram informados.

#### 2) Simulação da usinagem gerada





- À esquerda da janela gráfica surgiu uma operação de usinagem, que é composta dos Parâmetros de usinagem, da ferramenta e da geometria da peça, resultando ao final em uma trajetória da ferramenta que podemos simular clicando no ícone  Toolpath - 6.2K - da operação.
- Na janela “Simular”, mantenha ativos os ícones de exibição da ferramenta  e de verificação .
- Acima da janela gráfica temos uma barra semelhante a de um video-cassete. Clique no ícone “Executar” e veja a ferramenta se deslocando e deixando um rastro cinza, mostrando a área usinada. 
- Perceba ao final da simulação que a ferramenta foi incapaz de usinar até o canto do oblongo, por ser grande demais. Precisamos complementar essa usinagem, e para isso geraremos uma outra operação, que irá usinar apenas a região que não pôde ser usinada com essa ferramenta, automaticamente.

#### 3) Copiando uma operação e alterando seus parâmetros




- No Gerenciador de operações, clique com o botão direito do mouse sobre a operação de contorno, mantenha apertado o botão, e arraste para baixo, soltando o botão em seguida.
- Surgem opções para cópia ou deslocamento da operação. Escolha “Copiar depois”.
- Temos agora duas operações idênticas, uma após a outra. Clique no item “Parâmetros dessa operação”. Leia da biblioteca uma ferramenta de diâmetro 10 mm.
- Temos agora duas ferramentas, mas apenas uma delas está destacada. Essa será a ferramenta da operação. Verifique se a fresa de 10 mm é a atualmente destacada para essa operação.
- Na aba “Parâmetros de contorno”, mude o parâmetro “Tipo de Contorno” para “Reusinagem”


- Feche a operação com “OK” 
- Perceba que a operação que alteramos tem um “X” vermelho sobre o ícone do caminho da ferramenta. Isso significa que o caminho da ferramenta não corresponde mais aos parâmetros definidos, e que é preciso atualizar a usinagem. Clique no ícone que atualiza as operações que precisam. 
- Essa segunda operação agora usina apenas os cantos, mas como possui entradas e saídas de ferramenta, percebemos que ainda são necessários ajustes para que esteja coerente.
- Clique no item “Parâmetros” da operação, e na aba “Parâmetros de Contorno”, desative o item “Entrada/Saída”. Feche com “OK” 
- Atualize a operação
- Simule apenas essa segunda operação e veja o novo resultado.

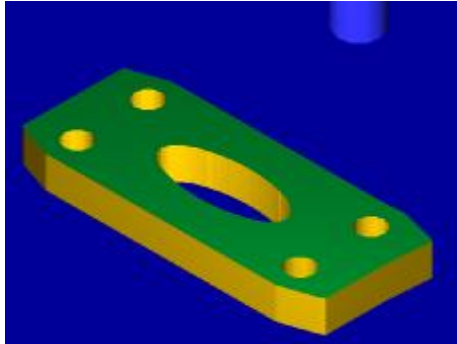
#### 4) Criando uma operação de furação

- Preste atenção na seta vermelha que existe entre as operações que já criamos. Ela sinaliza o ponto onde serão posicionadas as novas operações, caso se deseje criar mais alguma. Precisamos então deslocar essa seta para após a operação de reusinagem para criarmos a operação de furação. Clique com o botão esquerdo do mouse e simplesmente arraste essa seta para o final.
- Clique no ícone “Furação”  e clique no botão “Entidades”. Clique nos 4 círculos e feche com “OK” . O Mastercam automaticamente coleta os pontos. Leia da biblioteca uma broca de 15 mm.
- No campo “Furação Simples” defina o topo do bloco e a profundidade, como na usinagem de contorno. Entretanto, o furo é passante. Assim, ative o Item “Compensação de Ponta” e clique no botão para configurar a passagem da ponta da ferramenta.
- Define-se a passagem da parte paralela da ferramenta. O posicionamento final da ponta da ferramenta considera também a parte angular, resultando num deslocamento um pouco maior. Isso é sinalizado pelo Mastercam. Feche com “OK”  esse parâmetro e clique em “OK”  novamente para fechar a operação.

#### 5) Finalizando a usinagem da peça e Simulando por sólidos




- Para concluir, crie uma usinagem para o contorno externo. Utilizaremos uma fresa de topo de 25 mm, encadeie da mesma maneira que a usinagem da elipse, mas no sentido horário. Ligue o parâmetro de Entrada e saída da usinagem. Cuidado para que a usinagem seja de contorno 2D, e não de Reusinagem.
- Apesar de termos desenhado a peça em 2D, podemos simular as operações vendo uma peça real. Para isso, é importante definirmos o tamanho do bloco que será usinado na máquina CNC.
- Logo acima das usinagens no Gerenciador de Operações, existe um grupo chamado “Propriedades”. Logo abaixo dele, clique no campo “Ajuste do bloco”. Abre-se a janela. Clique no botão em “Caixa limite”. Verifique se apenas o campo “Bloco” está ativo e confirme com OK 
- Perceba que o Mastercam sozinho já posicionou o bloco e já definiu as maiores dimensões, exceto a altura do bloco (no caso, a espessura da peça). Defina a altura (campo Z) como 22 mm (positivo). A origem em Z deve se posicionar de maneira tal que os 3 mm de sobremetal fiquem acima da peça. Feche com OK. 
- Clique no ícone “Vista Isométrica” . Você perceberá que a peça já pode ser vista em perspectiva com a representação da espessura.

- Clique no ícone “Simular Sólido”  que fica na parte mais alta do Gerenciador de Operações.
- Clique no botão “Executar”. O Mastercam exibe a peça usinada, conforme a figura a seguir:



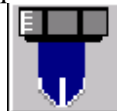
- Podemos girar a peça clicando com o botão direito do mouse, definindo um ponto de giro e movendo o mouse. Entretanto, vimos na simulação que esquecemos de facear a peça. Vamos incluir agora a operação de faceamento e o chanfro externo com uma ferramenta de chanfrar.

#### 6) Gerando a usinagem de faceamento da peça

- Clique no ícone “Facear” 
- Encadeie o contorno externo da peça. Feche com “OK” 
- Escolha a fresa de topo de 25 mm. Mantenha os demais parâmetros.
- Na aba “Parâmetros de faceamento”, perceba que o sobre-metal está 3 mm acima do topo do bloco. O Mastercam define isso automaticamente devido ao tamanho do bloco.
- Escolha o método “Zig-Zag” defina “Mover entre cortes” como “Alta velocidade”
- Feche com “OK” 

#### 6) Gerando a usinagem de chanfrar o contorno externo

- Clique no ícone “Usinagem de Contorno”.
- Encadeie novamente o contorno externo da peça. Feche com “OK”
- Na área em branco da lista de ferramentas, clique com o botão direito do mouse. Escolha a opção “Criar



nova ferramenta”. Clique no ícone “Chanfrar” .. Aceite os valores padrão de medida dessa ferramenta., confirmando com “OK”.

- Na aba “Parâmetros de contorno”, no campo “Tipo de contorno”, escolha a opção “Chanfro 2D”. Clique no botão “Chanfro” que se ativa nesse momento e defina o valor do chanfro. Nesse caso, 2 mm de largura, e uma passagem da ponta em relação ao final do chanfro (Afastamento) de 2 mm, para garantir que o material do chanfro será todo retirado pela ferramenta.
- Confirme com “OK” novamente duas vezes, uma para fechar a janela de parâmetros do chanfro e a outra para encerrar a usinagem.

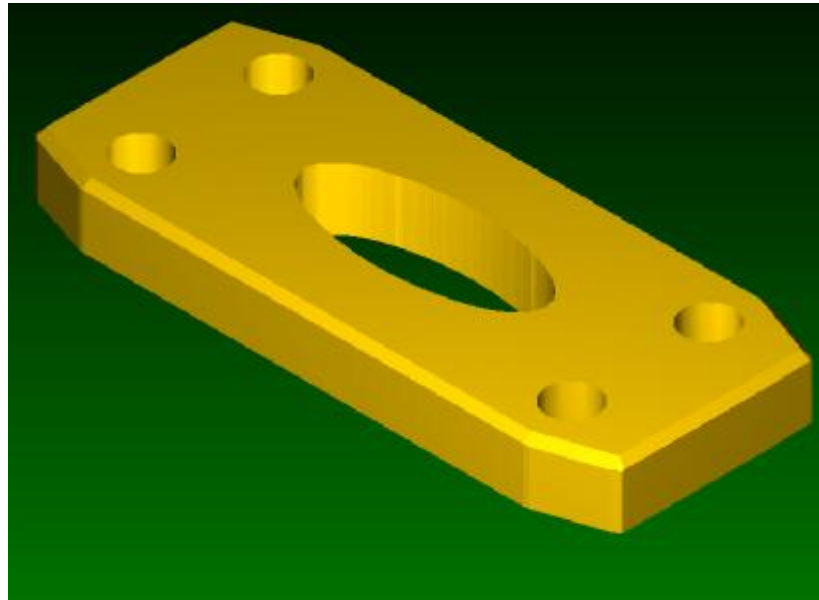
#### 7) Alterando a ordem das usinagens

A operação de faceamento deveria ser a primeira de todas. Entretanto, como a criamos posteriormente, ela está em penúltimo na lista de operações. Assim, devemos movê-la para o início da lista para definir o processo conforme desejamos.



- Clique com o botão direito do mouse sobre a operação de facear. Mantenha o botão direito do mouse pressionado. Arraste dessa forma a operação até sobre a primeira operação, a usinagem da elipse. Solte o botão direito do mouse e escolha a opção “Mover antes”

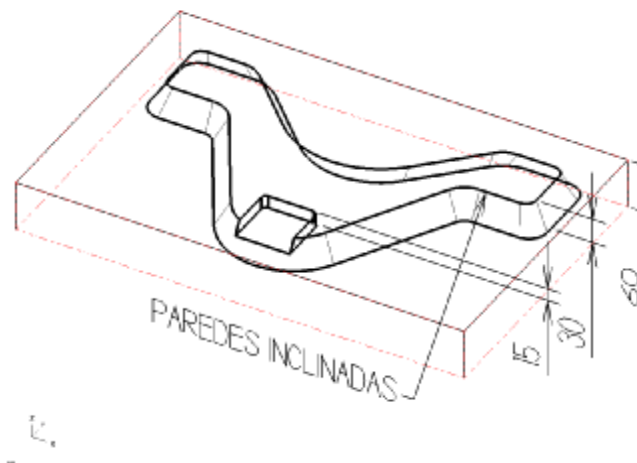
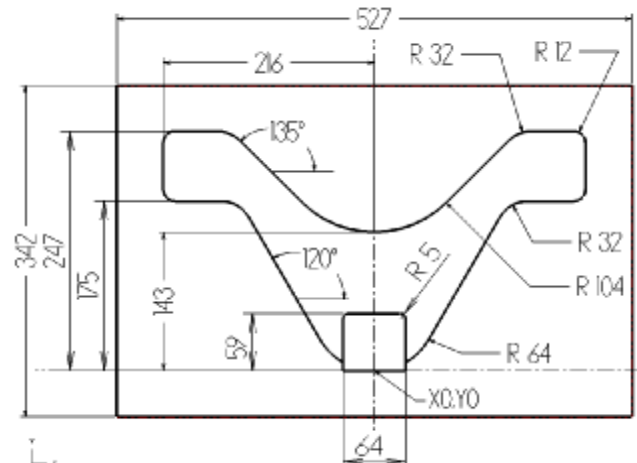
O resultado da simulação final de todas as usinagens se assemelha à figura seguinte:



## 2º Exercício – Usinagem de cavidade - Salvar como: F2.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

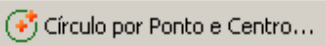
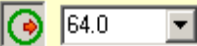


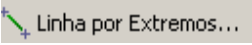

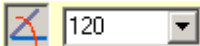
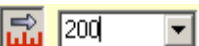


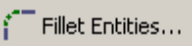









- Modelamento em 2D de metade da peça, espelhando – Resultado da usinagem em 3D.
- Cavidades abertas
- Paredes inclinadas
- Aplicações diversas de usinagem de cavidades








### Instruções iniciais:




- Desenhar apenas em 2D
- O sentido de crescimento de ângulos no Mastercam é no sentido anti-horário
- A definição das paredes inclinadas será feita através da definição da usinagem, não do desenho.
- Peça simétrica. Desenhar somente uma das metades e espelhar



### Modelamento:

- Criar um círculo por ponto e centro 
- Definir o raio como 64 
- Definir o ponto central através do “ponto rápido” como X0 e Y64. Tecle ENTER  
0,64 
- Confirme com OK 
- Criar linha tangente ao círculo. Escolha 
- Abre-se a barra de funções. Escolha o ícone correspondente. 
- Defina o ângulo de tangência como 120 graus. 
- Defina o comprimento em 200mm 
- Clique no lado esquerdo do círculo. Surgem duas opções. Escolha a que melhor lhe atender. No caso, a superior.
- Crie as duas linhas horizontais que definem a aba superior. Sem sair do comando de criar linhas, clique no ícone horizontal 
- Clique em dois pontos na tela, em qualquer posição no lado esquerdo, aproximadamente onde se pretende construir a linha
- Entre a primeira coordenada Y, de 175 mm 
- Faça a mesma coisa com a segunda linha, com a coordenada Y de 247.
- Clique no ícone para criação de linhas verticais, defina dois pontos e a coordenada X de -216
- Criar um círculo por ponto e centro novamente
- Definir o raio como 104 e centro em X0 Y104+143. Confirme com OK.
- Crie uma linha tangente ao raio que acabou de criar, com o ângulo de tangência a 135 graus
- Crie concordâncias clicando no ícone correspondente 
- Defina o raio como 12 e aproxime o cursor da região de concordância. Você verá uma pré-visualização da concordância. Estando de acordo com o desejado, clique com o botão esquerdo do mouse.
- Faça o mesmo na concordância inferior
- Clique em “Aplicar” 
- Mude o raio para 32. Defina as concordâncias nas duas arestas restantes. Confirme com OK.
- Clique em espelhar . Defina o encadeamento clicando em . Encadeie todo o perfil esquerdo, que se tornará amarelo (por padrão). Você perceberá que os arcos não são encadeados. Feche a seleção teclando <ENTER>
- Escolha a opção “Copiar”, ative a opção “Eixo-Y” e confirme se a coordenada de espelhamento está como zero    0.0 . Clique em “Aplicar” 
- Ajuste a peça na tela clicando no ícone  na barra superior ou com o botão direito do mouse.
- Perceba que as entidades originalmente selecionadas estão em vermelho. Elas se tornaram o “Grupo” de seleção. As que foram geradas estão em lilás, sendo agora o “Resultado” da operação.


- Para “Cortar” os trechos de círculo que estão sobrando, utilize do comando “Aparar/Quebrar” . Na barra de dados, ative a opção “Divide” . Clique nas regiões que necessitam ser retiradas.
- Vamos construir o retângulo que define a cavidade aberta. Para isso, clique em “Criar formas retangulares”  Create Rectangular Shapes...
- Utilize a opção “Ponto base”, defina a largura como 59 e o comprimento como 64. Defina o raio de concordância como 5 e o ponto de inserção como o central inferior. Não clique em nada, vá para a tela gráfica e aproxime o cursor do quadrante inferior do raio inferior. Ao aparecer o ícone de “Ponto médio”, clique com o botão esquerdo do mouse. Feche com “OK”
- Para apagar os dois raios de concordância e a linha inferiores, primeiro clique no ícone de seleção padrão  e indique essas entidades. O Mastercam muda as cores das entidades para amarelo, o que significa que são entidades pré-selecionadas. Clique no ícone “Apagar” .
- Crie o retângulo de tamanho 527 x 342, na posição correta.

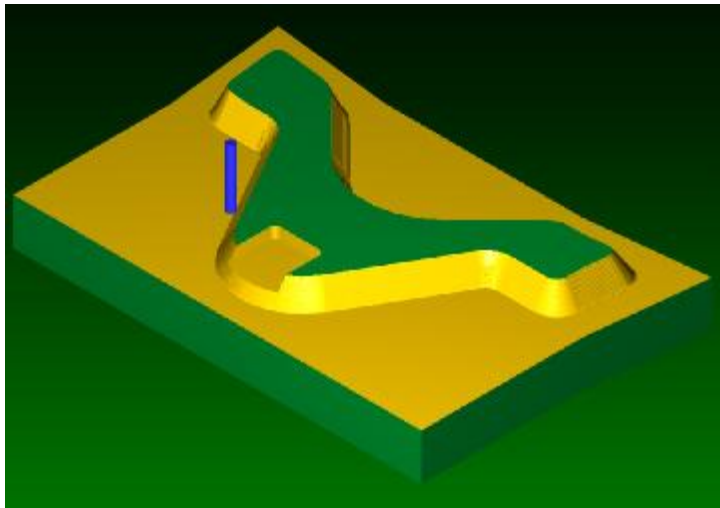
### Usinagem:

- Definir a máquina padrão. Menu Tipo de máquina / Fresa / Padrão
- No item “Propriedades”, clique no ícone “Ajuste do bloco”
- Clique no botão “Caixa limite”. Ative o ítem “Todas entidades” sem expandir em nenhum sentido e confirme com “OK”. Ajuste a espessura como 90 mm. A origem da altura do bloco é no topo, e os demais dados de origem são os mesmos dos definidos pela “Caixa limite”. Confirme com “OK”.
- Coloque em vista isométrica.
- Com o botão direito do mouse na região das barras de ícones, escolha a opção “Estado das barras”. Ative o ícone “Usinagens 2D”. Confirme clicando em “OK”.
- Clique no ícone “Usinagens de cavidade” 
- O Mastercam fica aguardando a definição de encadeamentos. Encadeie o retângulo externo e o perfil da peça, mas não a cavidade aberta. Confirme com “OK”
- Selecione uma fresa de topo de 12 mm. Clique no botão “Ler ferramenta da biblioteca” e em seguida no botão “Filtro”. Ative apenas o botão “Topo”  e o diâmetro como “Igual a” 12 mm. Clique na ferramenta para ativá-la e confirme com “OK”.
- Na aba “Parâmetros de cavidade”, Defina as alturas de usinagem. O topo do bloco deve estar em Z0 e a profundidade em Z-30 para essa operação. Defina o sobremetal em XY como 0.5 mm. Mantenha os outros parâmetros como padrão.
- Na aba “Parâmetros de desbaste/acabamento”, Mantenha os parâmetros conforme padrão. Confirme a geração da operação clicando em “OK”.
- Simule em sólidos. Perceba que a usinagem gerada está da seguinte forma, e temos que ajustar:
  - a) A profundidade está sendo usinada em uma só passada. Devemos definir a usinagem com um passo máximo de 5 mm. Para isso, dentro do Gerenciador de Operações, clique no ícone “Parâmetros” da operação de cavidade:  Parameters. Na aba “Parâmetros de cavidade”, clique no botão “Profundidade de corte”, defina a profundidade máxima como 5 mm.
  - b) Também queremos definir a usinagem de uma parede inclinada em 30 graus. Para isso, na mesma janela devemos ativar o item “Paredes inclinadas”, definindo o ângulo das paredes externas como Zero e das ilhas como 30 graus. Feche a janela de profundidades clicando em “OK”.

- Ao retornar ao Gerenciador de Operações, o ícone do caminho da ferramenta apresenta um “X” vermelho sobre ela. Significa que algo foi alterado nos parâmetros da usinagem e que ela precisa ser ajustada, atualizada.  Toolpath - 27.6K - MACHINE\_GROUP\_1.N.
- Clique no ícone  para atualizar a operação que encontra-se desatualizada.
- Faça agora a simulação por sólidos e você perceberá que as paredes agora estão inclinadas, mas os cantos não foram usinados por completo. Volte para a aba “Parâmetros de cavidade” e altere o método de “Padrão” para “Faceamento”. Ao simular por sólidos você verá que a usinagem fica adequada
- Para fazer o acabamento, utilize uma usinagem de contorno. Ao invés de selecionar uma ferramenta da biblioteca, crie uma fresa toroidal de 25 mm de diâmetro com raio de canto de 4 mm. Atente para os comprimentos da ferramenta.
- Utilize um passe em Z máximo de 0.5 mm com inclinação da parede de 30 graus e uma profundidade de 30 mm. Desta vez, o sobremetal em XY deverá ser zero.
- Crie agora a usinagem do rebaixo de 59x64 com o método de cavidade. Encadeie o contorno do rebaixo, defina a profundidade em 15 mm, com profundidade de corte máxima de 5 mm e utilize a mesma fresa de topo de 12 mm utilizada na primeira operação.

Será apresentada uma mensagem de erro avisando que as fronteiras não são fechadas e que se deve utilizar o método de cavidade aberta ou fechar os encadeamentos. Salve a operação quando você for perguntado, entre nos parâmetros da usinagem e altere o método de corte de “Padrão” para “Aberta”. Clique no botão “Cavidade aberta” e ajuste o parâmetro de % de sobreposição para 200%. É quanto a ferramenta passa além da abertura da cavidade.

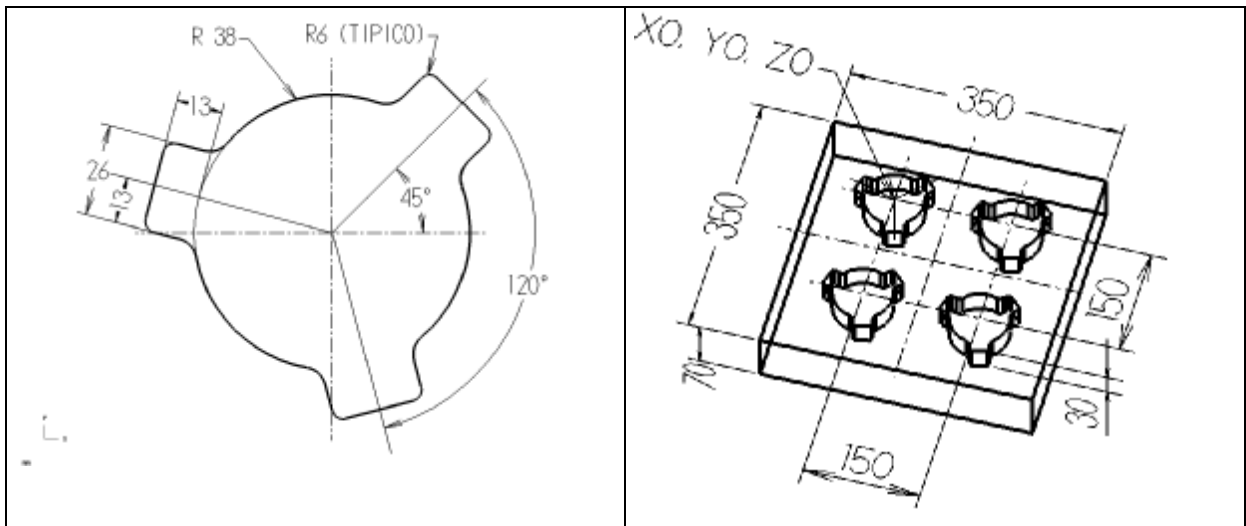
- Atualize a operação, clique no ícone  para destacar todas as operações e simule por sólidos. O resultado final deverá parecer com a figura seguinte:



### 3º Exercício – Transformar Usinagens - Salvar como: F3.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:







- Modelamento de peças definindo uma parte e multiplicando repetições de geometrias.
- Definição de uma única usinagem, que é multiplicada a outras sem necessidade de definir uma a uma.
- Usinagem de cavidade com entrada da fresa em um ponto definido.
- Definição de material e criação de bibliotecas de materiais




#### Instruções iniciais:









- Desenhar apenas um dos “braços” do desenho e copiar, rotacionando a 120 graus as duas outras
- Desenhar apenas uma das cavidades
- As 3 outras cavidades e o bloco serão definidos pelo Mastercam
- Na usinagem, primeiro fazemos um furo depois entramos a fresa nesse furo. Desenhar um ponto e encadeá-lo.

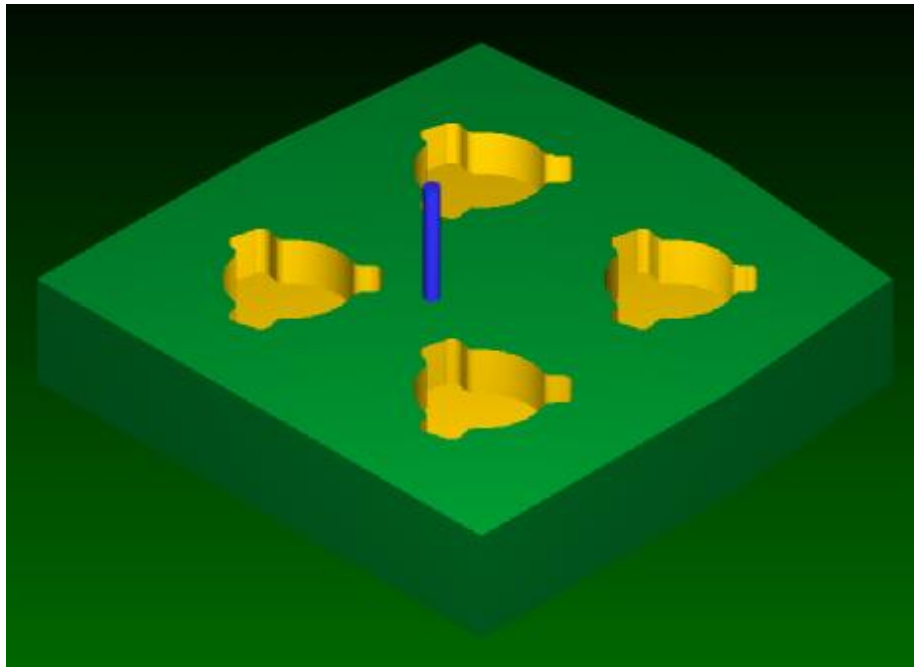
#### Modelamento:

- Criar círculo com ponto central, raio 38, na origem das coordenadas (0,0). Escolha o ícone  Origin. Confirme com OK.
- Criar uma linha que saia da origem, com 45 graus de inclinação, e comprimento 51 (38+13)
- Crie uma linha paralela , defina a distância como 13 mm  13.0, defina um lado para o afastamento e clique duas vezes no ícone “Mudar”  até que duas linhas apareçam, uma de cada lado. Clique em “Aplicar”
- Crie uma linha entre os extremos das linhas paralelas, definindo o topo do “braço”
- Clique em “Aparar / Quebrar”, escolha o ícone “Aparar 3 entidades” . Clique em cada uma das linhas, na região que deseja manter, e depois no arco, também na região que se deseja manter.
- Clique na linha central e depois no ícone “Apagar”
- Clique no ícone “Concordar encadeamentos” e clique no contorno que está definido para concordar todos os cantos ao mesmo tempo. Defina o raio como 6 mm e clique em “OK” para fechar o comando.
- Abra uma janela, envolvendo toda a ponta do braço e seus raios de concordância
- Clique em “Transformar / Rotacionar” . Ative a opção “Copiar”, defina o número de cópias como “2”, defina o ângulo como 120 graus, Rotacionando e clique em “Aplicar”

- Clique em “Aparar / Quebrar”, escolha o ícone “Dividir” e clique nos 2 segmentos que devem ser cortados.
- Clique no ícone “Limpar cores” 
- Clique em “Criar / Ponto / Posição” e clique no ponto central do círculo para definir o ponto

### Usinagem:

- Defina uma fresa padrão
- Defina o bloco como 350x350 com espessura de 70 mm. O ponto de referência do bloco em relação à peça é X75 Y-75 e o Z=0. Ative o item “Exibir” e “Sólido”
- Clique com o botão direito no mouse na região das barras de ícones e ative o item “Usinagens 2D”
- Clique no ícone “Furação” . O Mastercam fica no aguardo da seleção dos pontos de furação. Clique no ponto que acabamos de criar e confirme com “OK”
- Escolha uma broca de diâmetro 15 mm. Na aba “Furação Simples”, defina a profundidade do furo como - 30 mm e o topo do bloco como zero. Confirme com “OK”
- Clique no ícone “Cavidade”  e na janela de encadeamento escolha o ícone “Área” . Confirme com “OK. Isso seleciona tanto o contorno como o ponto, o que faz com que a fresa entre no ponto da furação. Selecione uma fresa de topo de 15 mm, a profundidade como -30 mm e escolha o método “Zig-Zag”, com um passe de acabamento. Confirme com “OK”.
- Coloque em vista isométrica , selecione todas as operações e clique no simulador  para visualizarmos a usinagem. Verifique se os ajustes estão conforme a figura abaixo:
  -  - Exibição da ferramenta
  -  - Exibição dos movimentos em avanço rápido
- Clique no botão “Executar”. Perceba que é possível deslizar o botão ao longo da usinagem, para frente e para trás. Clicando em qualquer ponto da usinagem podemos ver, no campo “Detalhes” as características daquele trecho.
- Mais uma vez, devemos ajustar a profundidade de corte. Defina o passo máximo em Z como 5 mm
- No campo de acabamento, defina “Acabamento somente na profundidade final”.
- Crie uma cópia da operação de cavidade para o final da lista, mude a ferramenta para uma fresa de topo de 10 mm e altere o tipo de “Padrão” para “Reusinar”
- Simulando todas as usinagens em sólido, podemos ver que a mesma está OK.
- Vamos agora gerar as cópias das usinagens, sem que seja necessário gerar nenhuma geometria. Vá até o menu “Usinagens” e escolha “Transformar”  Transform Toolpath...
- Na aba “Tipos e Métodos”, escolha “Transladar”. Ative todas as operações.
- Na aba “Transladar”, escolha o item “Retangular” (mover usando distâncias em X, Y ou Z) com espaçamento de 150 mm em X e -150mm em Y. Defina 2 passos em X e 2 passos em Y.
- Simule a operação que acabamos de criar. Perceba que as usinagens da primeira cavidade não estão incluídas nela, o que faz com que tenhamos uma quantidade grande de trocas de ferramenta.
- Volte para a aba “Tipos e Métodos” e ative as opções “Copiar operações de origem” e “Desabilitar pós-processamento”. Perceba que ao retornar ao Gerenciador de Operações as operações originais de furação e cavidade possuem ícones de “fantasmas”. Isso significa que não poderão ser pós-processadas.
- Ao simular a operação de transformar, percebemos que agora a operação de transformar inclui a primeira cavidade, e que as ferramentas estão ordenadas pelo tipo de operação.
- Simule em sólido apenas a última operação, e o resultado deve se parecer com a figura seguinte:



**Definição de material e de Bibliotecas de material:**

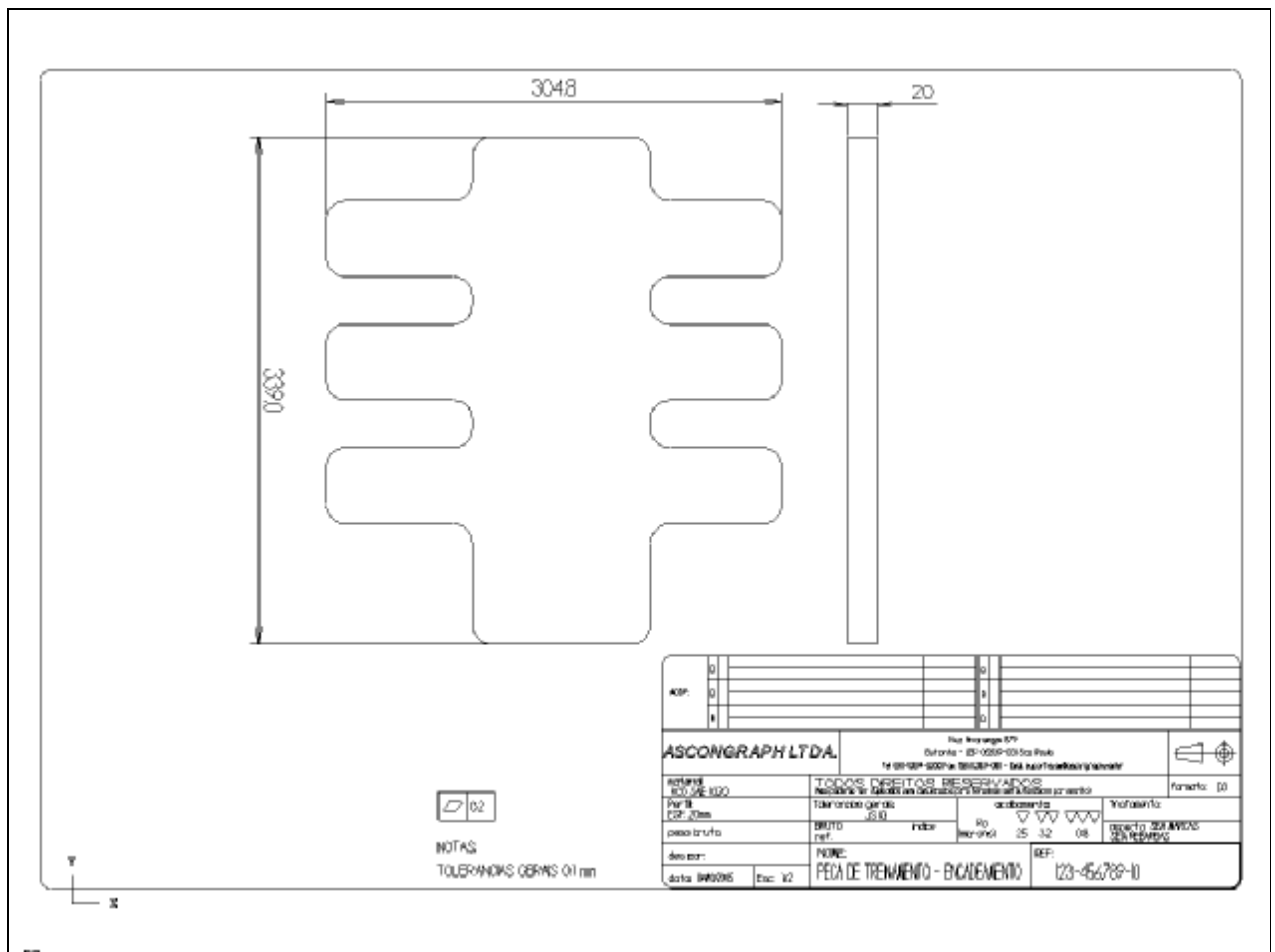
- Abaixo do Grupo de máquina, clique em “Ajuste do Bloco”
- Na aba “Ajustes de ferramenta”, no campo “Material”, clique no botão “Selecionar”
- Clique com o botão direito do mouse e escolha a opção “Criar novo”
- Defina um nome e os valores básicos de velocidade de corte (120 m/min) e avanço por dente (0,1 mm/volta). Feche com “OK”.
- O material entra para a lista de materiais. Para salvá-lo na biblioteca, tecle com o botão direito do mouse sobre o nome e escolha a opção “Salvar na biblioteca”
- Se for escolhido um nome de biblioteca já existente, o Mastercam inclui esse novo material à essa biblioteca. Se o nome dado for novo, será criada uma biblioteca com esse nome.
- De volta à Janela “Propriedades do Grupo de Máquina, no campo “Cálculo de avanço” escolha a opção “Do material”.
- De volta ao Gerenciador de operações, clique com o botão direito do mouse e escolha o item “Editar Operações Seleccionadas” e em seguida “Recalcular avanços e velocidades”. Atualize todas as operações.
- Ao consultar agora os avanços, os mesmos estarão calculados de acordo com a velocidade adequada para cada material, considerando as características da ferramenta, limites da mesma, e tipo de operação.



#### 4º Exercício – Conversão e Erros ao encadear - Salvar como: F4.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:


- Conversão de arquivos DWG
- Solução de problemas de encadeamento
- Uso de níveis no Mastercam







**Instruções iniciais:**




- Não será necessário modelar nada. Entretanto, diversos ajustes deverão ser feitos.
- Atenção pois a peça não está posicionada na origem, mas sim a folha do desenho
- Atenção também para as medidas da peça em relação ao indicados no desenho.

**Conversão e Ajustes:**

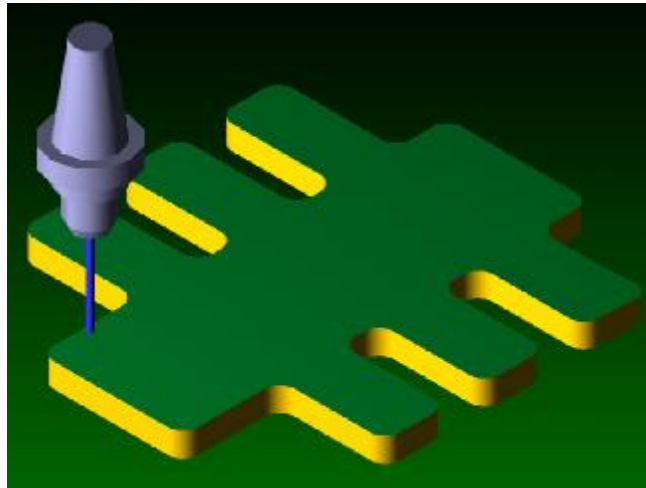
- Converta o arquivo clicando diretamente no ícone de Abrir 
- Escolha a opção “Arquivos Autocad (DWG/DXF)” dentro de “Arquivos do tipo”
- Escolha o arquivo e clique no botão “Opções”

- Clique em “Verificar arq.” para saber quais são as entidades que estão contidas no arquivo e em “Máscara” para definir quais são os tipos de entidades que você deseja importar. Clique no botão “Abrir arquivo” .
- Verifique agora as dimensões para saber se estão corretas, de acordo com as cotas. Clique em “Analisar distância”  Analisar Distância... para isso. Veja que a altura, que deveria ser de 339 mm, na verdade, está com 254,25 mm.
- Vamos “escalar” a peça, aumentando essa dimensão para a correta, sem pensar na outra dimensão. Destaque toda a geometria abrindo uma janela ao redor dela. Clique no ícone “Escalar” . Defina o destino como “Mover”, uma única “instância”, “Uniforme”. No campo “Fator”, defina a escala digitando a relação das duas dimensões: 339/254.25, o que dá um fator de aumento de 1,33333. Confirme com “OK”
- Ajuste a peça na tela. Repita a operação de análise de distância, clicando no ícone que está na barra dos últimos comandos utilizados. Veja que agora a dimensão é 339 mm. Analise a dimensão horizontal, que deve ser 304.8. Está correta! Então, Tecle F9 para ligar a representação dos eixos de coordenadas. Perceba que a peça não está na origem, mas sim está na origem o canto da representação da folha. Precisamos definir a origem esteja no canto da peça.
- Ao clicar no botão “Planos” Planos , clique na opção “Origem”. Clique no botão “Intersecção”  e clique nas duas retas que definem o canto inferior esquerdo da peça. O Mastercam pergunta se quer criar uma nova vista ou atualizar a origem. Atualize a origem.
- Verifique que a intersecção dos eixos agora representado em azul claro agora está no canto desejado.
- Para manter visível apenas o contorno da peça, abra uma janela ao redor da peça para destacá-la. Quando as entidades estiverem destacadas, tecle CTRL+E. Salve a peça. já podemos criar a usinagem.

### Usinagem:

- Defina uma usinagem de contorno clicando no lado direito da linha horizontal inferior da peça. O encadeamento pára ao final da reta. É possível que existam entidades duplicadas. Para verificar e eliminar as duplicadas, clique no ícone “Apagar Duplicadas” . O Mastercam indica que 24 entidades duplicadas foram eliminadas.
- Tente novamente criar a operação de contorno. O encadeamento avança mais, entretanto pára em outro ponto. É possível que existem entidades sobrepostas. Para eliminar, clique em “Ctrl+C” e escolha o programa “Findoverlap”. Abra uma janela ao redor da peça. Tecle “Enter”. Na janela “FindOverlap”, clique no botão “Limpar”. O Mastercam apagar 6 entidades
- Tentando novamente, perceba que o encadeamento pára. Amplie a região onde a seta vermelha (final do encadeamento) está . Veja que o final do arco está além do final da reta, o que impede a continuidade do encadeamento. Sem sair da operação de usinagem, clique em Aparar , Aparar 2 entidades . Clique nas duas entidades, nos trechos que devem ser mantidos.
- Repita novamente o procedimento para o próximo ponto de divergência, que é semelhante.
- Ao corrigir esse último ponto, e tentar novamente criar a usinagem, vemos que parece que está tudo correto. Entretanto, ao ampliarmos a região de início e final da usinagem, percebemos que existe uma pequena “Abertura”. Essa abertura deve ser fechada. Para isso, ajuste novamente as duas entidades.
- Veja que agora o encadeamento pôde ser completado corretamente. Inicie a usinagem, defina uma fresa de topo de 5 mm, com profundidade de corte de 20 mm. Temos uma profundidade máxima de corte de 3 mm. Como o passe se repetirá em profundidades diferentes, podemos usar o recurso de Sub-rotinas do Mastercam, dentro da janela “Profundidades de corte”.

- Defina um tamanho de bloco usando o recurso “Caixa Limite” apenas com a opção “Bloco” ligada (sem criar nenhum tipo de entidade), Com 10 mm de expansão tanto em X como em Y. Ative as opções “Sombreado” e “Mostrar”. Defina a altura do bloco como 20 mm, com o topo em Z0.
- Faça uma simulação por sólidos, mas configure o simulador para “Remover aparas”. Abre-se ao final a janela “Indicar as aparas”. Clique no botão “Indicar” e depois sobre a peça. Você verá que somente ela permanece na tela, conforme figura abaixo:



- Feche a janela de Simulação por sólidos e clique no ícone de pós-processamento **G1**. Ative os itens “Arquivo NC”, “Editar” e “Perguntar”. Confirme com “OK”. Confirme com “OK”. Veja abaixo o exemplo do programa:

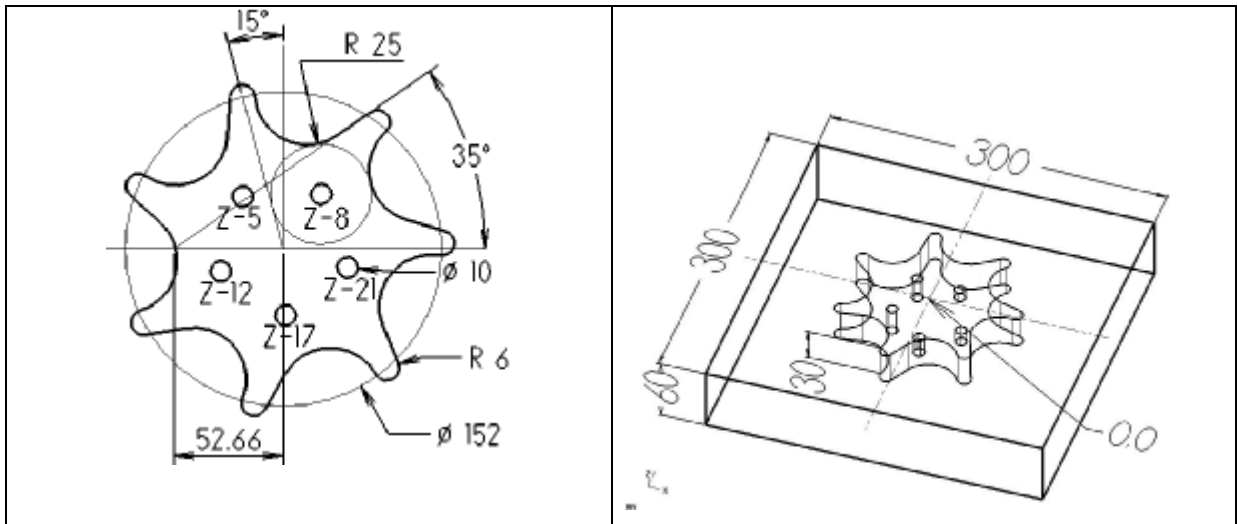
```
N106 G0 G90 G54 X162.4 Y-12.5 A0. S0 M5
N108 G43 H0 Z50.
N110 Z10.
N112 G1 Z-2.857 F1.8
N114 M98 P1001
N116 G90 Z7.143
N118 G0 Z50.
N120 X162.4
N122 Z7.143
N124 G1 Z-5.714
N126 M98 P1001
```

- Perceba que o item M98 P1001 significa que se chamará nesse ponto uma subrotina, que repete o padrão de contorno e é chamado em várias alturas diferentes.

## 5º Exercício – Cavidade com ilhas – Salvar como F5.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:



- Repetição de padrões circulares
- Análise e edição de alturas de entidades desenhadas em 2D.
- Escolha de métodos de usinagem de cavidades






### Instruções iniciais:



- Somente desenhar um “braço” da peça.
- Iremos desenhar os círculos que definem as ilhas no plano (2D). Alteraremos as “alturas” para o Mastercam possa reconhecê-las.

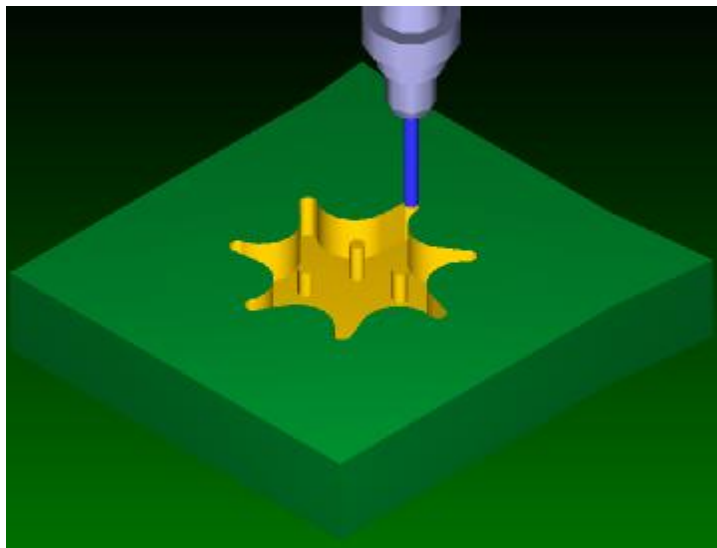
### Modelamento:

- Desenhe o círculo de diâmetro 152, com centro na Origem. Feche com “OK”
- Crie a linha de 105 graus (90+15 graus), com um comprimento de 200 mm
- Crie um círculo de raio 6 mm na intersecção dos dois
- Cria a linha de 35 graus, com um comprimento de 200 mm, iniciando em -52.66,0
- Crie o raio de concordância de 25 mm entre a reta de 35 graus e o raio de 6 mm
- Rotacione , copiando 1x o raio de 6 e o raio de 25 mm para o braço à direita, no ângulo negativo de -360/7
- Rotacione a reta de 35 graus, no ângulo positivo de 360/7
- Apare agora o círculo através de Aparar/Estender 3 entidades
- Apare a reta de 35 graus no raio de 6 mm (apapar/estender 1 entidade) 
- Apague o raio de 6 mm da direita, o círculo de diâmetro 252 e o segmento de reta do lado esquerdo. Mantenha a linha de 105 graus.
- Selecione todo esse contorno, e o rotacione, copiando 6 vezes no ângulo de 360/7 (positivo ou negativo, nesse caso)

- Crie um círculo que seja tangente aos dois círculos de raio 25 mm e à reta de 105 graus. Para isso, escolha a opção “Círculo com ponto na borda” , e ative a opção “tangente” . Clique nas 3 entidades às quais o círculo será tangente e o círculo será criado. O raio será definido pela condição geométrica.
- Clique em “Analisar Propriedades Entidades”. Altere o raio para 5 mm.
- Apague a linha de 105 graus
- Rotacione o círculo, com 4 cópias a 360/5 graus
- Coloque a peça em vista Isométrica
- Selecione todos os círculos
- Na barra dos comandos mais recentes, escolha novamente “Analisar Propriedades Entidades”
- Altere a coordenada Z para -8 mm
- Clique no ícone “Analisar a próxima entidade” . A coordenada Z do primeiro se altera e abre-se um novo campo para editar o segundo. Faça isso para todos os círculos. Feche com “OK”
- Salve a geometria

### Usinagem:

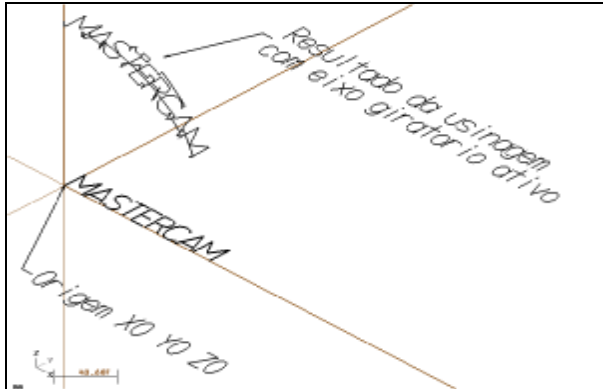
- Defina um bloco de 300 x 300 x 60. O topo do bloco deve estar em 0,0,0. Torne o bloco visível e ative o item “Ajustar na tela”, para incluí-lo quando ajustar a geometria na tela.
- Crie uma usinagem de cavidade definindo a região a usinar com o método “Área”. Para isso, clique no ícone . Clique na parte interna da peça. Todas as entidades serão selecionadas ao mesmo tempo
- Escolha uma fresa de topo de 10 mm, a profundidade de 30 mm
- No campo “Tipo de cavidade”, escolha “Faceamento de ilhas”. Clique no botão “Faceamento”. Escolha um valor de sobreposição, e distâncias de entrada/saída, além do sobremetal no topo das ilhas. Defina o passo em Z máximo como 5 mm.
- Simule a usinagem. Visualize a usinagem em 4 janelas ao mesmo tempo. Para isso, clique no menu Vista/Dividir tela
- Clique no botão “Opções” da simulação . Abre-se a janela “Opções de simulação”. Mude a cor da ferramenta para 55. Simule novamente.



## 6º Exercício – Usinagem com eixo giratório - Salvar como F6.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:







- Criação de geometrias de letras
- Usinagem com a utilização do 4º. eixo giratório





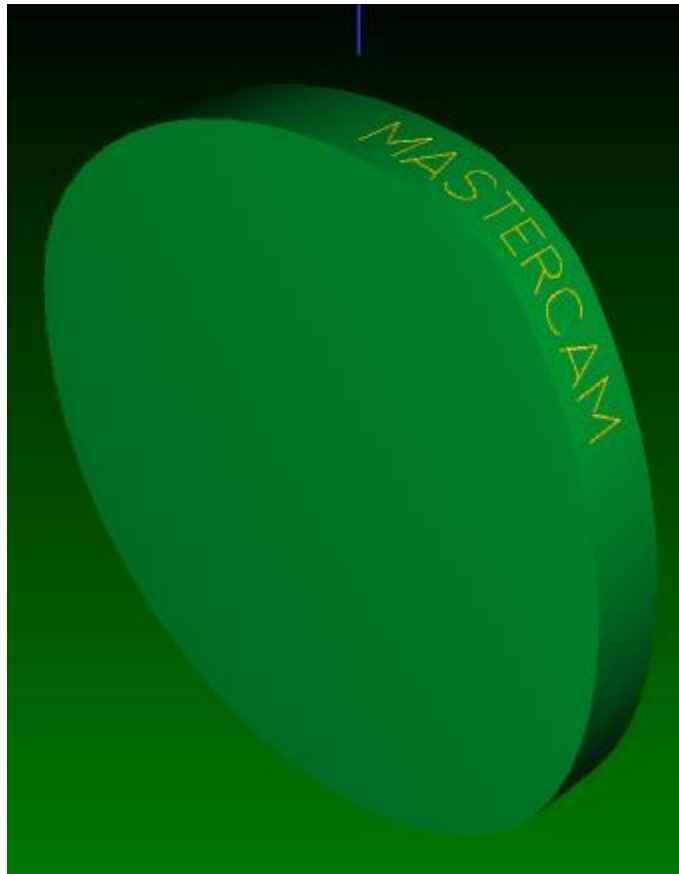
### Instruções iniciais:

- Letras desenhadas no plano (2D). A usinagem é gerada rotacionando a geometria das letras

### Modelamento:

- Para criar as letras, utilize o menu Criar / Letras
- Com a fonte padrão Box, defina as letras como texto “Mastercam” (sem as aspas). Alinhamento horizontal, Altura da letra 20 mm.
- O sistema pede a posição inicial das letras. Clique no ícone “Origem”  Origem.
- Tecle F9 para mostrar os eixos. Defina a vista como Isométrica . Ajuste na tela. .
- Ative a barra de ícones “Usinagens 2D”, clicando com o botão direito do mouse. Clique no ícone “Usinagens de contorno” . Defina uma janela ao redor do texto para selecioná-lo. . Tecle <ENTER> para fechar a seleção.
- Escolha uma fresa de topo de 1 mm. Defina a profundidade como –1 mm. Desligue a compensação da ferramenta (campo “Compensação tipo”) e também a opção Entrada/Saída da ferramenta. Termine a definição de usinagem com “OK”
- Você perceberá, ao simular essa usinagem, que o Mastercam definiu uma usinagem plana, seguindo os contornos da geometria da letra. Agora iremos gerar o giro dessa usinagem.
- Clique no ícone “Parâmetros” dessa usinagem  Parâmetros. Na aba “Parâmetros de usinagem” dessa operação, ative a opção “Eixo giratório”. Defina o campo “Tipo de rotação” como “Substituição de eixo”. O campo “Substituição de eixo” deve ser definido como “Substituir eixo X”. Iremos definir o campo “Direção de rotação” como “Anti-horário” e o “Diâmetro de rotação” como 300 mm.
- Clique em “OK” duas vezes, e ao voltar para o Gerenciador de Operações, clique no ícone “Regenear todas as operações desatualizadas”
- Simule a usinagem e perceba que ela está sendo executada do lado de baixo, ou seja, o resultado da usinagem das letras estão saindo “ao contrário” na peça.
- Volte e ajuste o parâmetro “Direção de rotação” como “horário”. Regenere a usinagem.

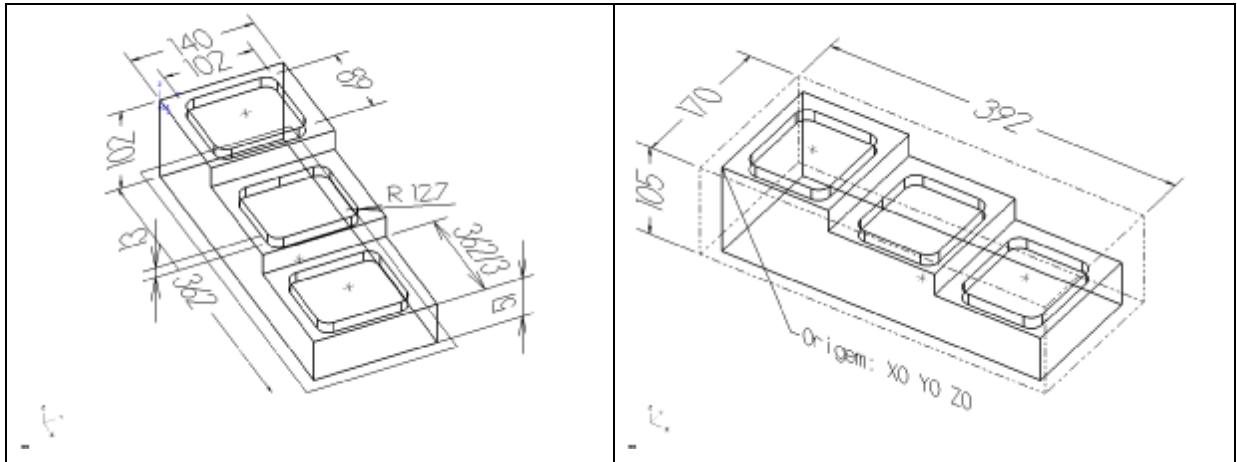
- Simule essa opção em sólido. . Perceba que o bloco apresentado é plano. Precisamos configurar para que a simulação seja feita em uma barra redonda. Clique no ícone “Configurar” .
- No campo “Formato”, defina “Cilindro”. As dimensões de comprimento são automaticamente colhidas da usinagem. Entretanto, defina uma Margem de 10 mm
- No campo “Eixo do cilindro”, defina o diâmetro como 300 mm e a orientação do eixo do cilindro como “Y”.
- Simule a usinagem.
- Salve a peça



## 7º Exercício – Usinagem com eixo giratório - Salvar como F7.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

- Criação de geometrias no espaço
- Usinagens com alturas incrementais






### Instruções iniciais:

- Atenção para a origem da peça
- Dimensões do bloco 15 mm maiores cada lado em X e em Y, mas apenas 3 mm no topo
- As dimensões não assinaladas presumem-se como divisão. Por exemplo, cada “degrau” tem o comprimento de 362/3 mm.
- Atenção para os planos de construção e suas profundidades no momento em que estiver desenhando.




### Modelamento:





- Defina o plano de construção como “Frente” teclando no ícone Plano de Construção de Frente. Outra opção é clicar no campo “Planos” e escolher a opção “Frente”. Ative a representação dos eixos de coordenadas teclando “F9”.
- Clique no ícone “Criar formas retangulares” Formas Retangulares... por “Ponto Base”. Defina um retângulo de 362x102 com a origem definida no canto superior esquerdo. Defina a referência desse retângulo na origem do Mastercam.
- No menu “Transformar”, clique no ícone “Afastar” Afastar... No campo “Distância”, defina “Copiar”, a distância como 51/2 (a altura do degrau), e a quantidade como 2X. Clique na linha superior do retângulo e defina o lado de baixo para o afastamento. São criadas duas linhas adicionais. Clique em “Aplicar”
- Sem sair da janela “Afastar”, defina um novo valor como 362/3 (comprimento do degrau). Escolha a linha da esquerda do retângulo e o lado de afastamento para a direita. Feche a janela com “OK”.
- Clique em “Aparar/Quebrar” e em seguida ative a opção “Divide” .
- Clique nos extremos que sobram, na parte que deve ser retirada da geometria.
- Selecione e apague as linhas que estão sobrando, e clique no ícone “Limpar cores” .
- Coloque em vista isométrica. Ajuste na tela.



- Para gerar o perfil total da peça final, iremos agora gerar uma translação, ligando os elementos que ficam na mesma posição com os elementos que irão ser deslocados. Para isso, clique no ícone “Transladar” .
- Abra uma janela ao redor da peça, para selecionar todas as entidades. Tecle <ENTER>. Na janela “Transladar”, escolha a opção “Unir”, deixe a quantidade como 1x. No valor de Z, defina o valor negativo 140 mm. Feche a janela com “OK”.
- Retorno o plano de contrução para “Topo”. Vamos criar a cavidade do degrau inferior da peça. Para isso, precisamos definir o ponto de inserção. Crie uma linha por extremos criando uma diagonal no retângulo que fornece o “ piso do degrau” mais baixo.
- Crie agora o retângulo de 89 de comprimento por 102 de largura, no ponto médio dessa reta que acabamos de criar. Defina os raios de concordância como 12,7 mm e ative a opção “Ponto Central”. Clique no ponto médio da linha diagonal.
- Apague a linha diagonal
- Translade o contorno desse retângulo, unindo, em Z-13
- Clique em “Transladar” novamente, mude para “Copiar”, clique também no botão “Tudo”, no botão “Gerenciador de grupo”. Escolha o “Grupo” e o “Resultado” ao mesmo tempo, mantendo a tecla CTRL apertada ao clicar.
- No campo “De / Para” da janela “Transladar”. Clique no ícone , que é o primeiro ponto de referência, em seguida clique no canto inferior esquerdo do “degrau”, depois no ícone  e em seguida no ponto correspondente ao degrau imediatamente superior. Defina a quantidade como 2 e clique em “Aplicar”
- Translade o ponto da mesma maneira.

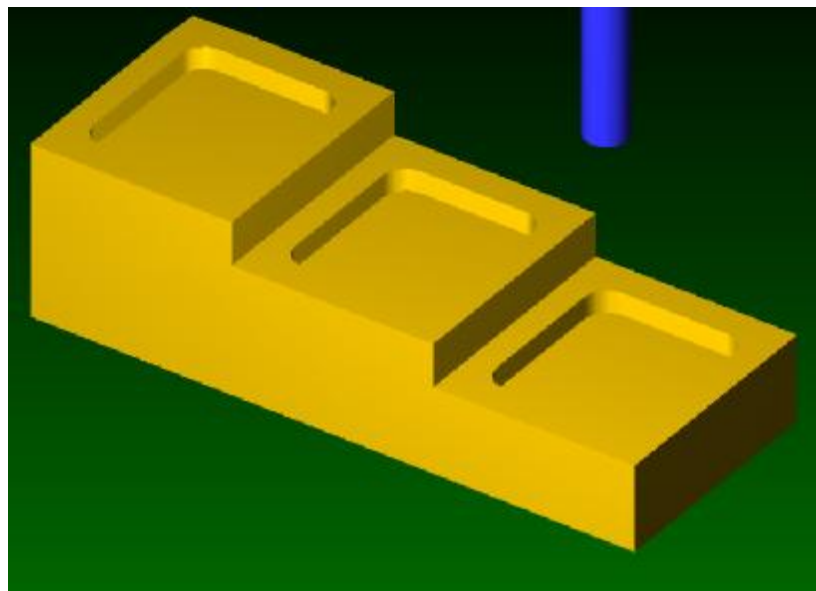
### Usinagem:

- Defina o bloco nas dimensões de 170 x 392 x 105. O ponto zero da peça deve ficar 3 mm abaixo do topo do bloco. Dentro do Gerenciador de Operações, clique em “Propriedades” do “Grupo de máquina”  Propriedades . Em seguida, no ícone  Ajuste do bloco .
- Na janela “Propriedades do Grupo de Máquina, o formato deverá estar definido como “Retangular”. Ative os itens “Mostrar”, “Sombreado”, e defina as dimensões clicando no botão “Caixa limite”.
- Ele deve buscar as maiores dimensões utilizando todas as entidades, criando um bloco, expandindo 15 mm em X também Y. Em Z, devemos deixar o valor de expansão como zero. O bloco será representado no formato retangular. Clique em “OK” para fechar a janela.
- Perceba que o valor de altura permaneceu 102. Entretanto, o sobremetal está definido sobre a peça (considere que o fundo já está faceado). Devemos alterar o valor da altura do bloco para 105 e o valor da origem do bloco deve estar em Z3, significando que o material começa 3 mm acima da peça. Feche a janela de ajuste do bloco clicando em OK.
- A primeira operação será colocar o retângulo de dimensão 102x362 na medida. Para isso, utilizaremos da usinagem de contorno. Clique no ícone correspondente , e tente encadear o retângulo inferior. Você perceberá que o encadeamento para na primeira intersecção. Para prosseguir, teríamos que clicar na próxima entidade, a menos que ativemos o item “PIConst” na janela “Encadear”. Sem precisar cancelar o encadeamento, ative o “PIConst” e clique na próxima entidade. O encadeamento se completa por si, usando as entidades que estão no mesmo plano, sem parar nas intersecções. Clique em “OK” para fechar a janela.
- Pegue a ferramenta de topo de 25 mm de diâmetro que está na biblioteca. Após carregar a ferramenta, clique com o botão direito do mouse e escolha a opção “Editar ferramenta”. Perceba que as alturas da ferramenta são inferiores ao que as alturas da peça exigem. Vamos manter essas dimensões para posteriormente gerar propositalmente uma colisão do suporte da ferramenta com o bloco.

- Na aba “Parâmetros de contorno”, perceba que a profundidade já está em –102 mm e o topo em 3 mm. A medida do topo do bloco veio do ajuste do bloco e da profundidade veio do fato de estarmos trabalhando com uma geometria espacial.
- No campo “Tipo de contorno”, escolha “Rampa”. Isso fará com que a ferramenta desça no sentido “espiral”. Clique no botão “Rampa” que se ativa e defina o movimento de rampa para descer 5 mm a cada profundidade, criando um passe na profundidade final. Clique OK duas vezes e veja que a usinagem entra em um ponto na parte superior e só sai na parte inferior. Após dar uma volta adicional.
- Simule em sólido e você perceberá que ficam ressaltos de material não usinados. Percebemos também que o passe de profundidade nessa usinagem lateral está muito grande, 15 mm, e que queremos que seja no máximo 5 mm. Para isso, entre na aba “Parâmetros de Contorno” da usinagem. Ative o item “Passes Plano” e defina 3 passes de desbaste de 5 mm, sem acabamento. Clique “OK” duas vezes e atualize a usinagem.
- Percebemos que as linhas que representam os movimentos das usinagens estão atrapalhando a visão da peça. Para fazer com que elas não sejam mais apresentadas, tecele Alt+T.
- Pensando um pouco no processo, se primeiro facearmos todo o topo da peça, ao usinar os degraus estaremos usinando material que já foi usinado. Portanto, primeiro usinaremos os degraus. Clique em Usinagem de Contorno, encadeando o canto do degrau intermediário. A compensação deve ser esquerda. Utilize a mesma fresa de topo de 25 mm. Não se esqueça de desligar o item “PIConst” ativando o item “3D” na janela “Encadear”.
- Perceba que a profundidade já está definida. Os dados da última usinagem gerada permanecem, portanto estamos usinando em rampa, com três passes no plano. Assim, mude o tipo de contorno para “2D” e desative o botão “Passes Plano”.
- Você agora percebe que temos um arco e uma linha de entrada que não nos ajuda. Iremos fazer com que o Mastercam comece a usinagem antes do material, e termine depois. Para isso, na opção “Entrada/Saída”, definimos Zero para o comprimento da linha e raio do arco, e ligamos a opção “Ajustar início do contorno”, estendendo a o início do contorno em 110% do diâmetro da ferramenta.
- Clique no ícone  para passar os valores para a direita, tanto das linhas e arcos, quando da extensão do início e final do contorno. Feche com “OK” duas vezes e atualize a usinagem. Coloque em vista de topo e simule a usinagem. Perceba que a ferramenta começa e termina fora do contorno a ser usinado.
- Entretanto, trata-se de um único passe, e precisamos limpar toda essa altura do degrau. Para isso, voltamos a ativar a opção “Passes Plano”. Temos um comprimento a usinar de 241,4 mm, que é o comprimento de dois degraus. Vamos utilizar 10 passes de 24,5 mm.
- Agora nosso problema está na profundidade de corte. Defina a profundidade máxima de 5 mm e atualize a usinagem.
- Repita todo esse processo para o degrau inferior, lembrando que agora a ferramenta começa a encontrar material (topo do bloco) na profundidade de corte da usinagem anterior, e que o comprimento de corte é outro, a metade do degrau que acabamos de usinar. Para melhor definir as profundidades em uma peça desenhada em 3D, clique por exemplo no botão “Profundidade” e clique num ponto extremo topo do degrau inferior na própria janela gráfica.
- Podemos agora facear o topo da peça. Clique no ícone de usinagem de faceamento  e encadeie o quadrado superior. Lembre-se de utilizar a opção “PIConst”. Veja que as alturas já estão corretas quando você selecionou o encadeamento. Aceite os parâmetros padrão.
- Iremos começar a usinar as cavidades nos topos dos degraus. Entretanto, a fresa de topo não teria condições de mergulhar no material. Para isso iremos fazer a usinagem de furação no centro de cada uma das cavidades. Clique no ícone correspondente , selecione os três pontos e feche a seleção com “OK”. Selecione uma broca de 25 mm, topo do bloco como 102 mm e profundidade de 13 mm.
- Após definir a usinagem, coloque em vista de frente  e simule a usinagem. Perceba que a broca sempre desce na mesma profundidade. Podemos corrigir isso voltando à aba dos parâmetros de furação, e

definindo a profundidade como “Incremental”, com um valor de profundidade de 13, negativo . Atualize novamente, simule e veja o efeito dessa alteração.

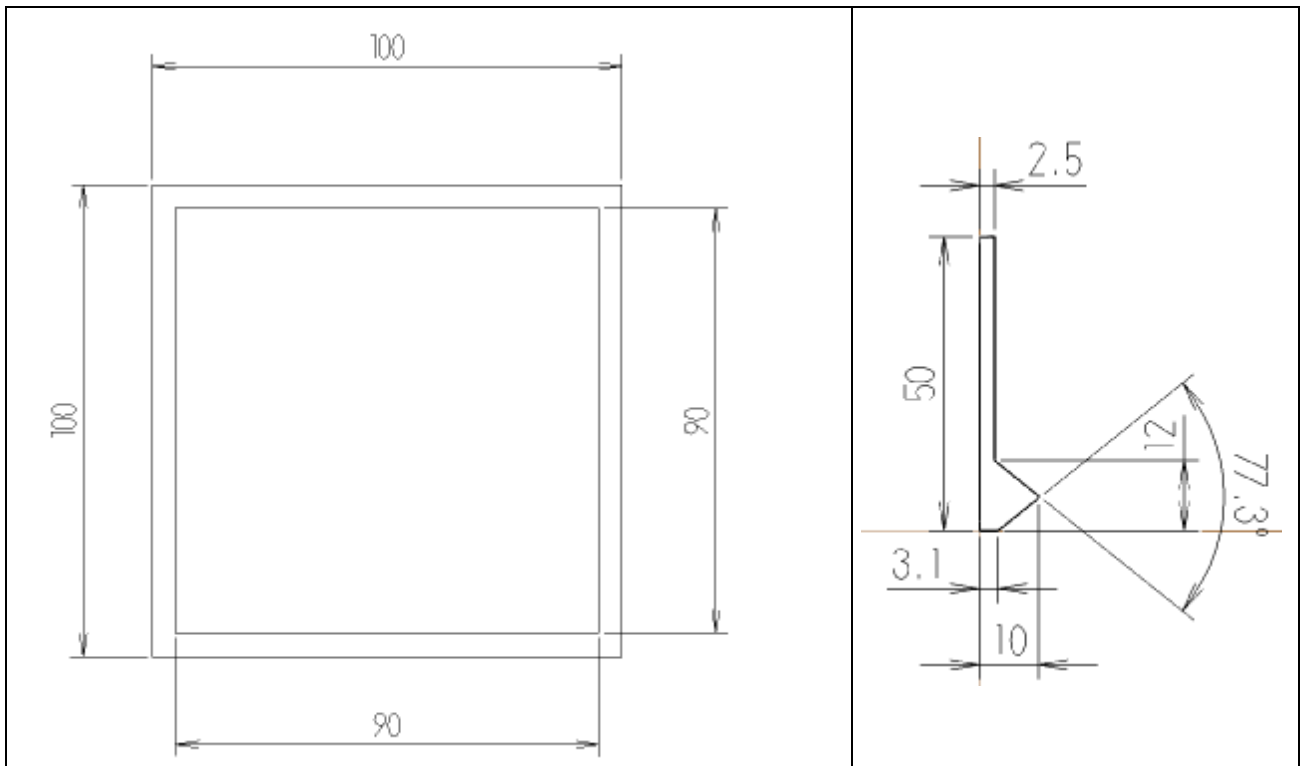
- Veja que agora ele desce na profundidade correta, mas vem descendo desde o topo em velocidade de corte. Defina desta vez o “topo do bloco” como incremental, num valor de 0 e o valor da “retração” como 2, positivo. Significa que o início dos deslocamentos em velocidade o corte será feito a partir de 2 mm de onde existe material. Até ali, o movimento será em velocidade rápida.
- Usinaremos todas as cavidades de uma vez. Para isso, encadear os três fundos das cavidades. Utilize a mesma fresa de topo de 25 mm. Defina o topo do bloco como 13 mm incremental e a profundidade como zero incremental. Apenas mude, no acabamento, que o passe de acabamento na fronteira externa deve ser feito apenas na profundidade final O passe máximo na profundidade deve ser 5 mm.
- Observar que a fresa, a despeito de termos feito um furo para início, entrou em um outro ponto. Para que ela mergulhe no ponto de furação, basta que encadeemos o ponto também, quando encadeamos o contorno da cavidade. Na operação de cavidade, clique no item “Geometria”. Abre-se o “Gerenciador de Operações”. Você vai ver os três encadeamentos definidos. Clique com o botão direito do mouse na área em branco dessa janela e escolha a opção “Adicionar encadeamento”. Clique nos três pontos. Feche a janela com “OK”. Atualize a usinagem.
- Selecione todas as operações e simule em sólidos. Quando a operação termina, vemos que a peça está ronta, mas existe um problema: O comprimento da ferramenta. Simule novamente a usinagem, desta vez exibindo o suporte da ferramenta e com o item “Para em colisão” ativado. Verifique que o Mastercam para quando o suporte colide com a peça. Continue mesmo assim e você verá que o Mastercam marca em vermelho as regiões de colisão.
- Em qualquer operação que utilize a fresa de topo de 25 mm, clique no item “Ferramenta”. Isso abre as características da mesma para edição. Altere o comprimento de corte para 110 mm, o ombro para 115 e o comprimento para 120 mm. Perceba que, durante a edição, quando colocamos uma medida incoerente, o Mastercam mostra, à direita, a geometria da ferramenta como um “X” vermelho.
- O Mastercam mostra um aviso perguntando se você quer atualizar essa ferramenta para todas as operações ou se deseja criar uma nova ferramenta, somente para essa operação. Escolha “Atualizar ferramenta”
- Atualize todas as operações que utilizem essa ferramenta e simule em sólido novamente.
- Veja que agora não existem mais colisões.
- Vamos salvar os dados de algumas dessa usinagem de cavidade para uso no futuro. Clique com o botão da direita do mouse sobre a operação de cavidade. Escolha o item “Exportar”. Clique apenas na última operação (cavidade). No campo “Arquivo”, dê o nome de “Treinamento”. Feche com “OK”.
- Salve a peça.



## 8º Exercício – Usinagem com ferramenta customizada - Salvar como F8.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:










- Criação e utilização de ferramentas customizadas, de uso próprio do cliente
- Efeitos do recurso “Rolar Cantos”









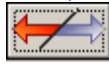


### Instruções iniciais:

- O zero da peça está na parte inferior da mesma
- A ferramenta pode ser definida num arquivo à parte ou num nível. Nesse caso, a definiremos em um nível.

### Modelamento:

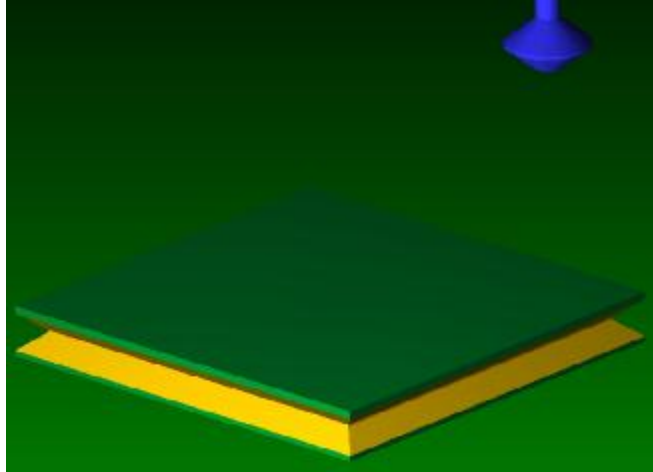
- Inicie desenhando a ferramenta, com o canto inferior esquerdo posicionado na origem
- Criar linha por Extremos , Multi-linha , Horizontal , clique na origem, defina o comprimento de 3.1 mm, e clique no lado do X positivo.
- Clique em horizontal para desativar a função , defina um ângulo de 77.3/2 e clique definindo um comprimento qualquer. Tecle <ESC> e clique novamente na origem
- Clique em criar linha por Extremos , Multi-linha , Vertical , defina o comprimento de 50 mm e clique no lado superior.
- Clique em Horizontal , defina o comprimento de 2.5 mm e clique no lado direito.
- Clique em Vertical , e clique na parte de baixo definindo um comprimento qualquer. Tecle <ESC>.

- Clique em criar linha por Extremos , Ponto rápido , digite a coordenada de início 2.5,12, Defina o ângulo de -38.65 (disponibilizado como positivo na lista de entradas) , um comprimento de 20 mm  e tecle <ENTER>.
- Crie uma linha vertical no comprimento de X10.
- Amplie a ponta da ferramenta. Clique em Aparar/Quebrar , 2 entidades,  e apare as entidades da ponta da ferramenta. Salve o arquivo.
- Vamos agora alterar o nível das figuras geradas para o nível 10. Abra uma janela, selecionando todas as entidades do contorno da ferramenta. Clique com o botão direito do mouse em “Nível”, na barra inferior. Abre-se a janela “Mudar níveis”. Ative “Mover”, desative a opção “Usar nível principal”, e defina “10” para o nome do nível. Feche a janela com “OK”. As entidades foram movidas para o nível 10.
- Clique desta vez com o botão esquerdo do mouse no item “Nível”. Veja que agora aparece o nível 10. Clique no campo “Visível” para desativar o nível 10.
- Crie um retângulo de tamanho 100x100, com referência no canto inferior esquerdo, na origem. Clique em “Criar Formas Retangulares”  Formas Retangulares..., escolha as dimensões e a referência de origem.
- Clique em “Transformar / Afastar contorno”  Afastar Contorno..., encadeie o retângulo, defina “Copiar”, uma única vez, distância de 5 mm. Se o afastamento estiver sendo feito no lado oposto ao desejado, clique no ícone . Defina as opções de “Raios nos cantos” como “Vivos”. Feche a janela com “OK”.
- Vamos agora definir uma das cotas dessa peça. Para isso, clique no menu “Criar / Detalhamento / Cota / Cota Horizontal”. Clique nos dois extremos do retângulo maior, na parte superior. Perceba que a cota é gerada automaticamente. Sem sair do comando, clique no ícone “Número”, que define o número de casas decimais. Mude para zero. Perceba que existem diversos outros ajustes possíveis de serem feitos.

### Usinagem:

- Crie uma usinagem de contorno encadeando o retângulo de 90x90, interno.
- Com o botão da direita do mouse na área em branco dos “Parâmetros de Usinagem”, escolha “Criar nova ferramenta”. Escolha o tipo “Indefinida” (que possui um ponto de interrogação como ícone)
- Abaixo das dimensões da ferramenta, no campo “Perfil da ferramenta”, escolha “Nível personaliz.”. Defina 10, que é o nível onde está desejada a ferramenta.
- Nesse instante, no lado direito, deveria aparecer o perfil da ferramenta. Não aparece porque temos um erro na geometria. A linha vertical que define o centro de giro da ferramenta não deve ser desenhada. Volte a clicar no item “Nível” na barra inferior. Abre-se o Gerenciador de níveis. Clique sobre o número 10 para esse nível se tornar ativo. A linha do nível ativo se torna amarela quando isso acontece. De volta à janela gráfica, apague a linha da esquerda, que define o centro da ferramenta.
- Volte para a usinagem e clique com o botão direito do mouse sobre a ferramenta da operação. Veja que o perfil agora aparece lá. A linha tracejada à direita permite visualizar o diâmetro da ferramenta. Ajuste o diâmetro para 20 mm. Feche com “OK”.
- Feche a operação de usinagem, e ao voltar para a tela gráfica, você percebe que o que aparece é o perfil da ferramenta, porque o nível apresentado é o de número 2.
- Clique no item “Nível” da barra inferior. Torne o nível 1 visível e desligue o nível 10, clicando sobre a marca vermelha do campo “Visível”. Ao voltar à janela gráfica, estarão sendo exibidos os retângulos criados anteriormente. Defina agora o tamanho do bloco como 100x100x12. Como a origem da peça está na parte inferior (“Z zero”), defina o topo da peça como Z12. Dica: Usar o recurso de “Caixa Limite”

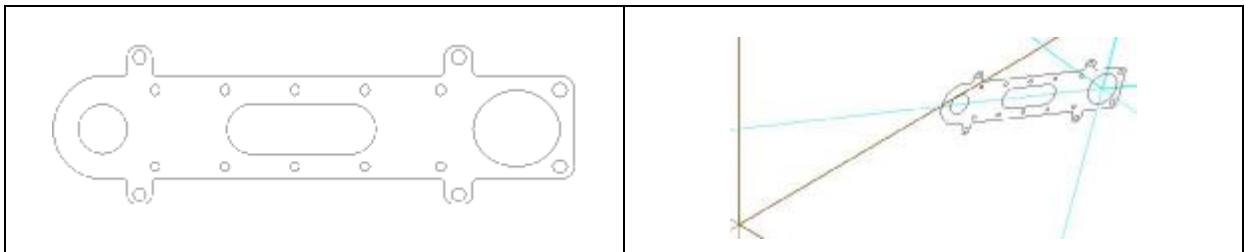
- Atualize a usinagem. Em vista isométrica, Simule em sólidos. Perceba que os cantos estão arredondados. Isso, nessa peça, é totalmente indesejável. Volte para os “Parâmetros de Contorno” e defina o campo “Rolar ferramenta nos cantos” como “Nenhum”.
- Atualize novamente a usinagem e verifique o resultado:



### 9º Exercício – Utilização do recurso SCT - Salvar como F9.MCX

Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:


- Definição de novos planos e origens utilizando o recurso SCT



#### Instruções iniciais:

- A peça já se encontra modelada
- A origem da peça está totalmente num ponto externo, bem longe da peça.
- A peça está desalinhada em relação a todos os planos. É necessário “balanceá-la”

#### Balanceamento através do SCT:

- Clique no item “SCT” da barra de dados na parte inferior da tela. Escolha “Geometria” e clique no círculo maior da peça. Perceba que aparecem setas indicativas dos eixos. Alterne entre as possíveis clicando em . Escolha aquela em que o eixo X está apontando para o lado maior da peça e o Z está apontado para cima.
- O Mastercam pergunta por um nome para essa vista. Defina como “Vista balanceada”. Verifique que o ítem “Associativa” está ligado. Isso significa que o centro desse arco será a origem de coordenadas desta vista. Caso deseje mudar, desligue a opção “Associativa” e indique uma nova origem.
- Coloque a peça em vista de topo e ajuste-a na tela. Tecle F9. Perceba que o sistema de coordenadas foi alinhado automaticamente ao plano do círculo escolhido, e a origem está agora no centro do círculo.

## 10º Exercício – Usinagens em planos inclinados - Salvar como F10.MCX




Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

- Construção de polígonos
- Definição de um plano inclinado
- Usinagens de geometrias
- Usinagens perpendiculares ao plano inclinado
- Ocultar e mostrar entidades



### Instruções iniciais:

- O Mastercam pode gerar usinagens em qualquer plano, inclinado ou não.
- Não importa que a máquina não possua o giro automático. Basta posicionar a peça na máquina, com a origem certo, para que fique na posição adequada de usinagem.

### Modelamento:

- Na barra inferior, verifique se o Mastercam está em Plano de Construção de Topo, Definições de geometria em 3D, altura Z0.
- Clique no menu Criar / Polígono  Polígono... Na janela “Polígono”, defina “6” no número de lados, 250 no campo “Diâmetro” e ative o item “Interno”. Clique na origem e feche a janela com “OK”
- Coloque em vista Isométrica.
- Clique em “Afastar Contorno”  Afastar Contorno... Encadeie o polígono e defina um afastamento lateral de 100 mm e um afastamento na profundidade de -250 mm., “Incremental”, defina “Raio nos cantos” como “Nenhum” e feche a janela como “OK”
- Crie linhas por extremos ligando os extremos dos dois polígonos.
- Crie uma diagonal em apenas uma das faces. Crie um ponto no ponto médio dessa linha.  
 Ponto numa Posição...
- Apague a linha diagonal

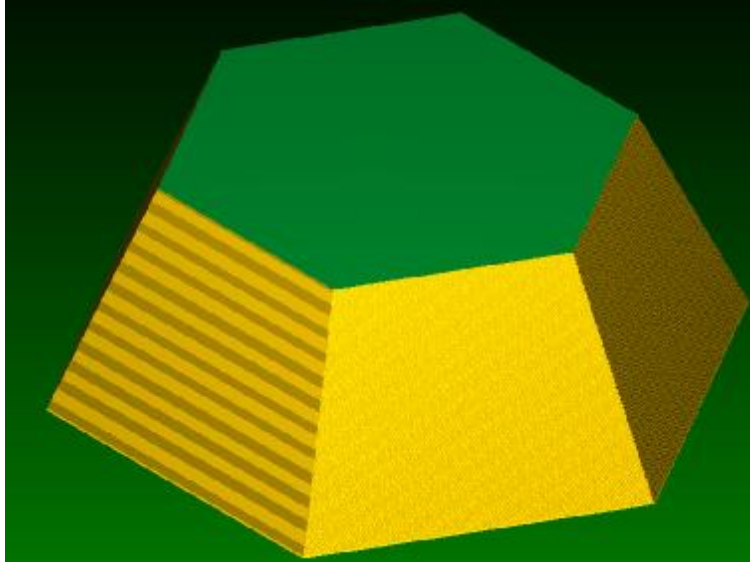
### Usinagem:

- Clique em Usinagens / Geometria / Regrada. Clique no ícone “Encadear parcial” .
- Clique na linha superior da face em que foi criado o ponto. Clique no ícone “Final do encadeamento” . Feche com “OK”.
- Leia da biblioteca uma fresa esférica de 20 mm. Use método de corte “Zig-Zag”, “Corte em Z constante” ligado. No campo “Final” clique com o botão direito do mouse e escolha “Z = coordenada Z de um ponto”. Clique em qualquer extremo do polígono inferior. Defina o passo como 5 mm. Clique em “OK” para gerar a usinagem.
- Para gerar uma usinagem de furação perpendicular à essa face, primeiro precisamos definir um plano. A primeira linha que clicarmos será o eixo X. Essa será a linha da base da face em que geramos o ponto. A segunda linha que clicamos será o eixo Y. Essa será a linha da esquerda da face em que geramos o ponto. O Mastercam apresenta duas alternativas de orientação de eixos. Escolha aquela em que o Z estiver apontando para fora da peça. Dê o nome de Face inclinada quando o Mastercam solicitar pelo nome.
- Clique com o botão direito do mouse no Gerenciador de Operações. Escolha “Fresamento / Transformar”. No tipo, escolha “Rotacionar”. No método, escolha “Coordenada”. Selecione as duas operações para



Rotacionar. Como a origem não mudará a cada face, no campo “Numeração de afastam. De trabalho” defina “Desligado”.

- Na aba “Rotacionar”, o “Ponto de rotação” será a origem, A vista de rotação será a de “Topo”, serão 5 passes^, com um ângulo inicial a 60 graus, e um ângulo de rotação de 60 graus. Clique em “OK” para simular a operação.
- Simule em sólido, usando o arquivo F10.STL como base de simulação.





## 11º Exercício – Usinagens de sólidos - Salvar como F11.MCX










Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

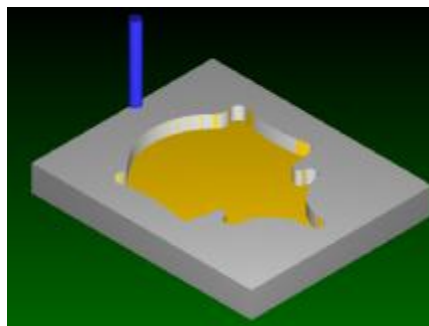
- Usinagens sobre sólidos
- Mostrar na tela apenas as entidades que nos interessam
- Usar sólido da peça como referência de bloco e na simulação por sólidos

### Instruções iniciais:

- A usinagem de sólidos oferece recursos adicionais para seleção de geometria.
- É possível tanto retirar entidades da tela quanto manter apenas aquelas que nos interessam.
- Abra o arquivo F11.MCX. A peça que irá ser usinada já está modelada.

### Usinagem:

- Somente nos interessa, nessa peça, ver o sólido que será usinado. Para vermos quais são as entidades que estão na tela, clique no botão “Estatística” . Você verá que existem linhas, arcos e um sólido. Para manter na tela apenas o sólido, podemos usar o menu “Tela / Mostrar Somente”  **Esconder Entidade** e em seguida **selecione** o sólido clicando diretamente sobre o ele ou também, para selecioná-lo, clique no botão “Tudo”  e escolha a opção “Sólidos” ☒ **Sólidos**. Feche com “OK”. Nesse último caso, automaticamente os sólidos são selecionados. Tecle <ENTER> para fechar a seleção. Tecle em “Estatística”  novamente e você verá que agora só aparece o sólido na tela.
- Clique no ícone “Usinagem de cavidade” . Abre-se a janela “Encadear”. Escolha o ícone de seleção de sólidos . Ao passar o cursor no fundo da cavidade, você perceberá que o cursor do Mastercam indica um ícone de “Face de sólido”. Clique no fundo quando isso ocorrer. Você estará selecionando todo o fundo ao mesmo tempo. Feche a janela “Encadear” clicando em “OK”.
- Escolha uma fresa de topo de 10 mm a partir da biblioteca. Perceba que a profundidade já está correta. Na aba “Parâmetros de Desbaste/Acabamento”, ative o item “Entrada em Hélice”, clique no botão e configure a entrada da ferramenta. O Mastercam irá fazer o maior raio possível de hélice, dentro dos parâmetros de raio fornecido e de folga em XY, que é o espaçamento do raio até a parede da cavidade. A folga em Z significa o quanto acima do topo da peça será iniciada a hélice. Também se não couber a hélice dentro dos parâmetros informados, o Mastercam irá decidir de acordo com seus parâmetros de faz a usinagem mergulhando a ferramenta ou se deixa de executar a cavidade, criando ou não uma “fronteira” na região onde não foi feita a usinagem.
- Clique em “Simular Sólido” . Clique em “Configurar” . Escolha a opção “Sólido” e “Indicar” . Clique sobre o sólido para definí-lo como base de simulação. Feche a janela de configuração com “OK”. Gere a simulação e você perceberá que o sólido estará sendo usado como base na simulação.



## 12º Exercício – Usinagens de curvas 3D - Salvar como F12.MCX










Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

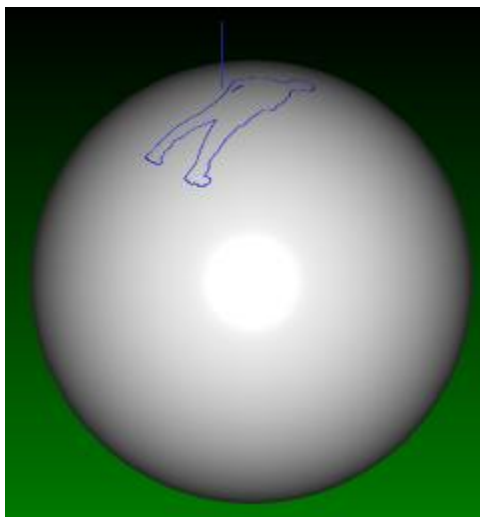
- Criação de sólidos primitivos
- Esconder entidades da tela
- Projetar curvas
- Usinar curvas em 3D

### Instruções iniciais:

- O controle da ponta em uma usinagem de contorno é feito pelo centro e não pela tangente à uma superfície.

### Modelamento e Usinagem:

- Leia o arquivo F12.MCX. Existe o contorno de uma silhueta humana.
- Crie um sólido primitivo, em formato de esfera  **Esfera...**, com um raio de 200 mm, orientada pela origem. Feche a janela de criação da esfera clicando em “OK”.
- Use o menu Transformar / Projetar  **Projetar...**. Abra uma janela ao redor da figura e selecione também a esfera. Teclle <ENTER> para fechar a seleção. Ative as opções “Copiar”, “Vista”, e desative a opção “Encontrar múltiplas”. Clique em “Aplicar” .
- Perceba que poderíamos ter utilizado a opção “Mover” ao invés de “Copiar”. Entretanto, podemos agora ocultar a silhueta original. Para isso, use o menu “Tela / Esconder Entidade”  **Esconder Entidade**. Você terá então na tela apenas a silhueta projetada.
- Teclle em “Estatística” . Podemos ver que agora temos também entidades chamadas de splines, além de linhas e arcos.
- Use o contorno dessa projeção, usando uma usinagem de contorno , com uma fresa esférica de 1 mm, profundidade 1 mm. Desligue a opção “Entrada/Saída” e defina a compensação da ferramenta como “Desligado”.
- Simule por sólido . Clique em “Configurar” . Escolha a opção “Sólido” e “Indicar” . Ative o nível 2 e escolha o sólido que está lá.



## 13º Exercício – Usinagens de curvas 3D - Salvar como F13.MCX





Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

- Fresamento de círculos
- Furação automática

### Instruções iniciais:

- O controle da ponta em uma usinagem de contorno é feito pelo centro e não pela tangente à uma superfície.

### Modelamento e Usinagem:

- Leia o arquivo F13.MCX. Existem diversos círculos, representando os furos em uma chapa.
- Defina o tamanho do bloco utilizando “Caixa Limite”. A espessura da chapa será de 50 mm. O “Zero peça” está na parte inferior, assim o topo do bloco estará em Z50.
- Clique em “Furação automática” . Clique no botão “Entidades”. Abra uma janela envolvendo TODOS os furos. Feche a seleção teclando <ENTER>. Clique no botão “Ordenar”. Escolha o método “Ponto a ponto” . O Mastercam pergunta pelo primeiro furo. Clique sobre o primeiro círculo abaixo à esquerda. Ferramenta de acabamento será uma broca. Não criar operação de broca ponto, Ajuste o “Topo do bloco” como 50 mm., a profundidade como 0 (zero), ajuste a compensação da ponta para a parte paralela da broca passar 3 mm do fundo da peça, sem furação customizada nem pré-furação. Automaticamente o Mastercam gera as operações para TODOS os furos.
- Gere uma operação de contorno , encadeando os dois círculos maiores, no sentido horário. Defina a profundidade de 40 mm positivo, absoluto. Desça em rampa, 2 mm por volta. Deixe um sobremetal de 5 mm, para criar uma parede em relação ao furo, desative a “Entrada/Saída”, compensação da ferramenta pela esquerda.
- Vamos agora usinar a rosca no diâmetro externo do cilindro que acabamos de gerar com a operação de contorno. Clique no ícone “Fresar Rosca”  e selecione os dois pontos centrais dos círculos usinados com a operação de contorno. Clique com o botão direito do mouse na área em branco da lista de ferramentas e escolha o item “Criar nova ferramenta”. Escolha o tipo “Rabo de Andorinha”. Defina as seguintes dimensões:
  - Diâmetro externo: 8 mm
  - Diâmetro da haste: 6 mm
  - Altura de corte: 1 mm
  - Altura de ombro: 1 mm
- Perceba que a representação da geometria da ferramenta indica uma pequena aresta, que é quem vai usinar a rosca. Confirme as dimensões com “OK”.
- Verifique se seus ajustes correspondem à caixa de diálogo seguinte:

**Fresar rosca**

Parâmetros de Usinagem    Fresar Rosca

Número de dentes ativos: 1

Altura de segurança: 100.0

☐ Usar segurança somente no início e final da operação

Altura em rápido: 55.0

Topo da rosca: 50.0

Profundidade da rosca: 40.0

☒ Absoluto    ☐ Incremental

Passo da rosca: 1.5

Ângulo de início da rosca: 0.0

Folga (sobrecorte): 0.0

Ângulo de inclinação: 0.0

Tipo de compensação: Computador

Folga do arco de entrada/saída: 1.0

Comprim. linha entrada/saída: 1.0

☒ Iniciar no centro

☐ Entrada perpendicular

☐ Entr./saída helicoidal no topo rosca

☐ Entr./saída helicoidal no fundo da rosca

☐ Linearizar hélices

Tolerância: 0.025

☐ Rosca interna

☒ Rosca externa

Diâmetro menor da rosca: 24.0

☒ Rosca direita

☐ Roscar esquerda

Direção de usinagem:

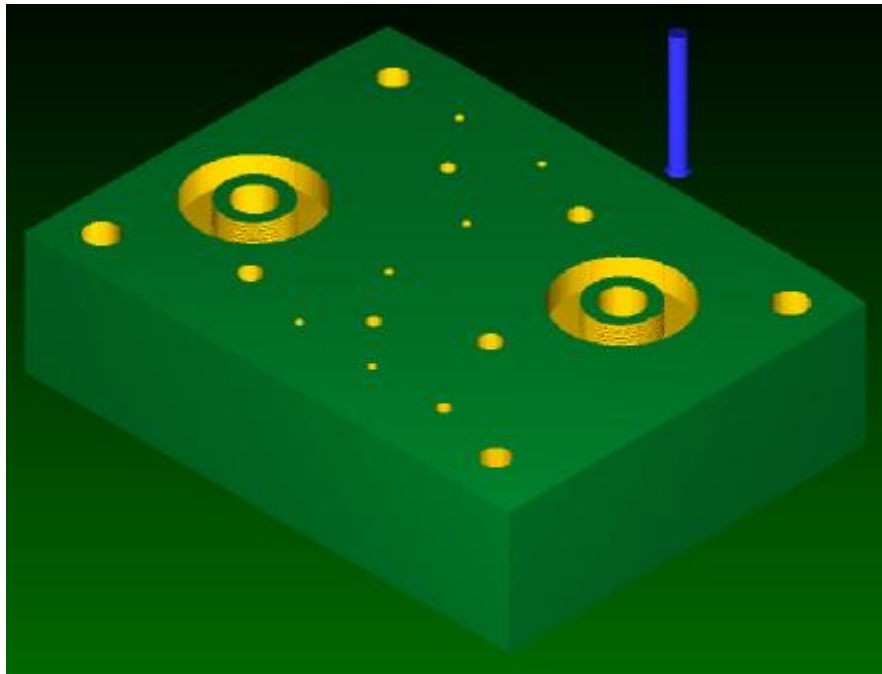
☒ Topo para fundo

☐ Fundo para topo

Fresamento concordante

OK    Cancelar    Ajuda

- Complete a operação com “OK”.



## 14º Exercício – Importar NCI e aparar - Salvar como F14.MCX




Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

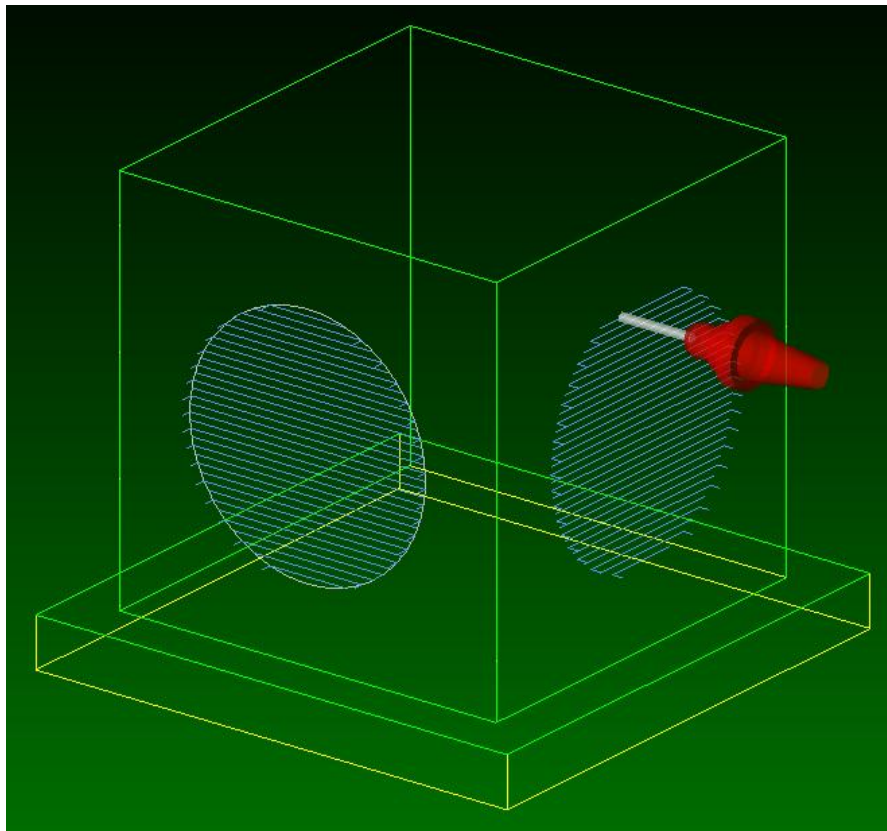
- Manter uma usinagem apenas em uma área desejada, “cortando” a região que não se deseja usinar

### Instruções iniciais:

- Se aplica em qualquer tipo de usinagem, em qualquer plano

### Usinagem:

- Leia o arquivo F14.MCX. Todas as faces são usinadas. Clique em “Aparar Operação”  Aparar Operação... Encadeie o círculo da face frontal. Confirme a seleção com <ENTER>.
- O Mastercam pergunta pelo lado a manter. Clique no lado de dentro do círculo, que será a região mantida após a operação.
- Escolha a operação de Cavidade, que será a “Aparada”. Confirme com “OK”.
- Verifique que surge no Gerenciador de Operações um ícone de “Tesoura”, que indica que aquela operação foi “Aparada” . A operação de transformar, que gira a usinagem para as outras faces, precisa ser atualizada. Clique em “Regenerar todas operações desatualizadas”  e verifique que o efeito se propaga para todas as usinagens de face.



## 15º Exercício – Quebrando geometrias - Salvar como F15.MCX





Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

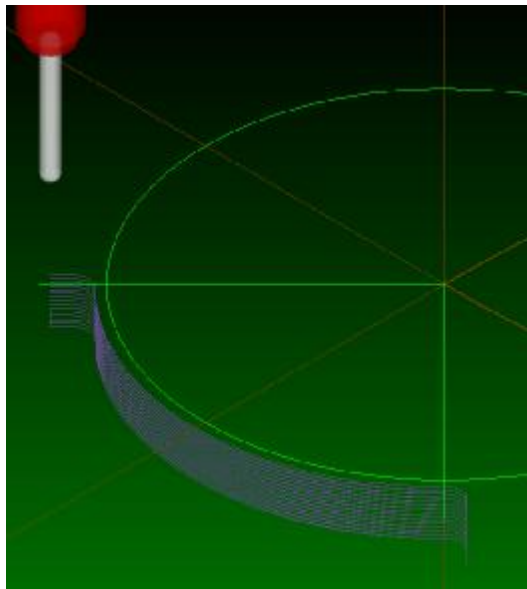
- Usinar apenas um contorno, quebrando a geometria e gerando um encadeamento parcial
- Como utilizar a “Usinagem ponto”





### Instruções iniciais:

- A geometria é um único círculo, que deve ser quebrado entre os ângulos 225 e 315 graus.

### Modelamento e Usinagem:

- Crie um círculo de raio 300, com centro na origem
- Crie duas linhas de comprimento 350 mm, a primeira a 225 graus e a segunda a 315 graus.
- Clique em “Aparar/Quebrar”  e em seguida em “Quebrar” . Clique no círculo e em seguida na linha para quebrar o círculo no ponto de intersecção. Repita o processo para a outra intersecção.
- Crie uma usinagem de contorno , usando “Encadear parcial”  encadeando no sentido horário o segmento de 90 graus. Use uma ferramenta Toroidal de 10 mm, com raio de canto de 3 mm. Defina a profundidade como -30 mm, “Tipo de Contorno” como “Rampa” com profundidade de 2 mm, e use “Rampa sent. Único em contornos abertos”.
- Simule e o resultado deverá ser semelhante ao da figura a seguir:



- Perceba que é feito um movimento de “Zig-Zag”, sem que a ferramenta perca contato com a peça.
- Crie uma operação de entrada manual  Entrada Manual... Ela permite que se insira no programa um comentário ou até mesmo um arquivo de texto completo, com ou sem numeração de texto.
- Se quisermos criar movimentações da ferramenta, podemos usar a “Usinagem Ponto. Por exemplo, vamos mover a ferramenta em movimento rápido até o centro do círculo e em seguida em velocidade de corte para cada um dos quadrantes do círculo. Clique em “Usinagem de Ponto”  Usinagem de Ponto... e no botão “G0” . Clique no ponto central do círculo. Em seguida, clique no botão “G1”  e clique em cada um dos quadrantes do círculo. Clique em “G0” e vá novamente para o centro do círculo. Clique em “OK” para fechar a seleção de pontos. Escolha a ferramenta (no caso, permaneceremos usando a mesma).

## 16º Exercício – Definição de máquina e Comando - Salvar como F16.MCX


Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

- Definição de uma máquina
- Definição de um comando
- Definição de usinagem dentro dos parâmetros possíveis a esta máquina





### Instruções iniciais:

- O Gerenciador de definição de máquina é usado para montar componentes de máquina, selecionar uma definição de comando CNC, e selecionar um pós-processador. Esses três elementos da definição de máquina representam uma máquina ferramenta.
- Existem duas possibilidades de edição de definição de uma máquina: Editar a cópia local ou a cópia do disco. A primeira só afeta a cópia da definição da máquina que é copiada na sessão atual do Mastercam. Editar a cópia do disco significa alterar definitivamente a definição de máquina, inclusive para sessões futuras.
- A definição de máquina define que tipo de operação estará disponível. Por exemplo, definindo uma Fresa não é possível acessar funções de torneamento. Para acessar funções de máquinas diferentes (ex: Fresamento e Torneamento) é preciso criar grupos de máquina diferentes.
- Para peças de versões anteriores à X, o Mastercam utiliza a definição de máquina padrão.
- Antes de efetivar a “Definição de Comando”, é importante atualizar os pós-processadores para a versão X.

### Atualização de pós-processadores:





- Teclar Alt+C. Escolher o arquivo “Updatepost.dll”.
- Definir o tipo de pós-processador (Fresa/Torno), a versão a partir da qual se está atualizando, e selecionar qual pós-processador será atualizado. Defina a pasta de destino e clique em “Aplicar” .

### Definição de máquina:



- Menu “Tipo de Máquina” / “Gerenciador de definição de máquina” 
- Clique no ícone “Iniciar banco de dados...” 
- Na janela “Tipos de máquina CNC”, escolha “Fresa/VMC/HMC” 
- Perceba que existem à direita diversos itens. Partindo da “Base da Máquina” temos: “Grupo da Mesa”, “Grupo dos Fusos”, “Grupo de trocadores de ferramenta”. Do lado esquerdo, no campo de “Arquivo de componente” temos os componentes básicos para montar sua máquina.
- Em nosso exemplo, estaremos montando um Centro de Usinagem vertical, com eixos X, Y e 4º. eixo na na mesa e o eixo Z no cabeçote, com troca de ferramenta automática.
- Arraste o item “VMC X axis”  para o grupo “Grupo da Mesa de Fresamento”. Faça o mesmo com os itens “VMC Y axis” e “VMC A axis”.
- Arraste o item “VMC Z axis” para o grupo “Grupo dos Fusos de Fresamento”. Arraste também o item “VMC Tool spindle”
- No grupo “Grupo de Trocadores de Ferramenta”, insira o item “Automatic Tool Changer”.
- Em qualquer um dos itens, você pode definir parâmetros. Por exemplo, no “Trocador Automático de Ferramentas”, defina o número de ferramentas como 32. Basta clicar com o botão direito do mouse sobre o item e escolher a opção “Propriedades”.
- Defina o avanço máximo para o fuso montado no eixo Z como 6000 rpm.



**Definição de controle:**

- Clique no ícone  para abrir a janela “Definição de Controle”
- Clique no item “Novo” 
- Escolha um pós-processador para esse controle clicando no botão “Pós-processadores”
- Abre-se uma janela com a lista de pós-processadores. Clique no botão “Incluir arquivos”. Escolha o pós-processador e clique no botão “Abrir”. Feche com “OK” se não deseja incluir mais nenhum pós-processador.
- Para cada um dos tópicos, é possível configurar diversos itens. Por exemplo, se desejamos definir um padrão de operações específicos para uma máquina, podemos clicar no item “Padrões da operação”. Basta então configurar cada uma das operações conforme o desejado.
- Clique em “Salvar como” . Escolha um nome para essa nova definição de controle. É gravado em disco um arquivo de definição de controle com a extensão .CONTROL. Feche com “OK”.
- Ao voltar para a janela “Definição de máquinas”, a definição de controle estará pronta e o pós-processador já estará também definido.
- Defina ao final, na parte inferior “Barra de comandos ativa” qual será o menu de botões que será apresentado quando essa máquina for selecionada.
- Clique em “Salvar como” . Escolha um nome para essa nova definição de máquina.

**Combinação de eixos:**

- Clique no ícone “Editar combinações de eixo” 
- Na área em branco do campo “Combinações de eixo”, clique com o botão direito do mouse e escolha o item “Novo”. Serão trazidos os componentes “montados”. Ative cada um dos itens clicando no quadrado à esquerda do componente.
- Defina o ponto de troca de ferramenta
- Com o botão direito do mouse sobre o nome, escolha “Renomear” e dê o nome que desejar.
- Ative todos os eixos e componentes e feche clicando no ícone “OK”
- Salve a definição do comando clicando em  e escolhendo um nome. Feche clicando no ícone “OK”.
- A partir de agora, ao criar uma usinagem, você poderá utilizar esse padrão de máquina. Basta clicar no menu “Tipo de Máquina”, “Fresa” e escolher a definição de máquina que você escolheu.

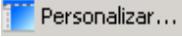






## 17º Exercício – Configurar tela - Salvar como F17.MCX

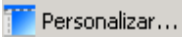
Objetivo: Fornecer ao usuário uma visão geral dos seguintes itens:

- Configuração de botões
- Configuração de menus “Cortina” (pull-down)

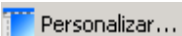
### Configuração de barra de ícones:

- Clique no menu “Ajustes / Personalizar” .
- Na aba “Barra de ferramentas” podemos criar novas barras ou editar as já existentes. Por exemplo, escolha a categoria e arraste o item “Criar linha por extremos para a área gráfica. Perceba que em seguida já aparece um novo nome na lista da “Barra de ferramentas”. Arraste também o ícone “Criar Formas Retangulares”. Insira um separador entre os ícones, arrastando o ícone “Separador” .
- Clicando com o botão direito do mouse sobre o nome “Nova barra de ferramentas” à esquerda, escolhemos o item “Renomear Barra Ferram.”. Altere o nome.
- Você pode salvar qualquer configuração gerando um arquivo de barra de ferramentas (extensão.MTB) clicando no ícone  e dando um nome a esse arquivo. Esse arquivo pode ser lido no futuro clicando no ícone . Para retomar os valores originais da configuração, clique no ícone .

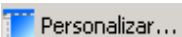
### Configuração de um “Estado da barra”:

- Após definidas quais as barras que você deseja manter na tela, clique no menu “Ajustes / Personalizar” . Clique com o botão direito do mouse sobre a área da barra de ferramentas. Selecione “Estado das barras...”.
- Na janela “Estado das Barras de Ferramenta”, ao digitar um novo nome, é habilitado o botão “Salvar”. Com ele, podemos salvar o estado atual das barras de ferramentas para uso futuro. Após digitar o nome, clique em “Salvar” e clique duas vezes sobre o nome para ativar o novo formato salvo.
- A partir daí, o formato estará disponível para uso nas sessões futuras do Mastercam.

### Configuração de um menu Drop-Down (“Cortina”):

- Clique no menu “Ajustes / Personalizar” .
- Na aba “Menus Drop Downs”, clique com o botão direito do mouse na área à esquerda. Escolha o item “Incluir menu drop-Down”. É criado um novo item ao final da lista. Com o botão direito do mouse sobre esse nome, clique em “Renomear menu drop-down” e escolha um nome.
- Para incluir funções no menu drop-down, basta arrastar para dentro ele a função desejada que está no lado direito, abaixo do campo “Categoria”.
- Para incluir um menu drop-down dentro do outro, basta arrastar no campo “Menu” um para dentro do outro.

### Configuração do mouse:

- Clique no menu “Ajustes / Personalizar” .
- Na aba “Menus Drop Downs”, o primeiro item é “Menu do botão direito do mouse”. Basta arrastar a função ou o menu drop-down para dentro desse item.