

Atualizado em 08/02/2021

# Cortadores a laser: dicas e técnicas

*(A maioria das informações aqui pode ser aplicada a qualquer cortador / gravador a laser e software CAD 2D / 3D.)*

## Usando o Microsoft Office Visio com o Sistema de corte a laser

**PLS6.60 Universal Laser Systems da Microsoft Research** Por Mike Sinclair, Microsoft Research, [sinclair@microsoft.com](mailto:sinclair@microsoft.com) 1<sup>st</sup> publicado em 8/7/2002. Este é um documento de trabalho em andamento contínuo.

### Informações importantes e isenções de responsabilidade

- A Microsoft Corporation, por meio de sua divisão de Pesquisa da Microsoft, está fornecendo essas informações como cortesia aos usuários finais para ajudá-lo a usar um cortador / gravador a laser, bem como gerar designs no Visio da Microsoft. A Microsoft não é fabricante de cortadores a laser ou outros materiais descritos neste manual e não assume nenhuma responsabilidade pelo uso de qualquer cortador a laser ou de quaisquer materiais que você use com o cortador a laser, independentemente de você estar aplicando essas informações. **VOCÊ USA ESTAS INFORMAÇÕES POR SUA PRÓPRIA CONTA E RISCO. A MICROSOFT E SUAS AFILIADAS ISENTAM-SE DE TODA RESPONSABILIDADE POR PREJUÍZOS OU DANOS A VOCÊ, SEUS MATERIAIS, ARREDORES E / OU USO DA SUA CORTADORA A LASER.**
- Se você compartilhar este documento, compartilhe-o em sua totalidade, com os atributos apropriados para a Microsoft.
- Familiarize-se com o manual do proprietário do cortador a laser antes de usá-lo. Consulte frequentemente o manual do proprietário ao usar seu cortador a laser.

**ESTE DOCUMENTO É BASEADO EM UM LASER ESPECÍFICO QUE USAMOS:** Na Microsoft Research, temos um Universal Laser Systems modelo PLS6.60, que é equipado com um laser de dióxido de carbono de 80 watts e saída de comprimento de onda de energia de 10,6 microns. Este laser possui uma lente de 2,0 "fl. O PLS6.60 tem um laser vermelho visível de baixa potência, quando ativado, e o laser de dióxido de carbono de alta potência está desativado, para indicar com segurança o caminho de corte ou corrosão. O cortador a laser também possui um piso em colmeia de alumínio como plataforma de corte. Quer a sua configuração seja semelhante ou não, é aconselhável ajustar as informações neste documento para corresponder à sua configuração específica. **TODOS OS LASERS E SISTEMAS DE LASER SÃO DIFERENTES. TENHA CUIDADO AO USAR ESTAS INFORMAÇÕES COM O CORTADOR DE LASER. CERTIFIQUE-SE DE USAR O SEU MATERIAL NO SISTEMA LASER E QUE O SISTEMA DE ESCAPE E FILTRAGEM ESTÁ APROVADO PARA ESTE MATERIAL, ESPECIALMENTE SE GASES PERIGOSOS FOREM PRODUZIDOS. CERTIFIQUE-SE DE QUE LEU E ESTÁ PERMITIDO A FOLHA DE FISPQ PARA ESSE MATERIAL.**

- **Familiarize-se com a localização dos extintores de incêndio próximos.**
- **O sistema de corte a laser deve ser usado apenas em áreas bem ventiladas. Ventile adequadamente para o exterior ou para um sistema de filtragem adequado. Certifique-se de que o sistema de exaustão e o auxiliar de ar estejam ligados.**

### **Antecedentes e materiais compatíveis**

Este documento descreve como usamos o cortador a laser e o Microsoft Office Visio® com nosso cortador a laser Universal Laser Systems para gravar e cortar *algum* plásticos, cerâmicas, madeiras, metais revestidos e outros materiais. Certifique-se de que seu gerenciamento, sistema de ventilação e sistema de filtragem são compatíveis com os materiais.

uma. **Plexiglas** (acrílico): um dos melhores plásticos, menos caro e mais fácil de cortar. Tende a ser quebradiço em feições pequenas ou finas. Vem em todas as formas, tamanhos e cores. A durabilidade varia com o tipo; alguns acrílicos são menos quebradiços do que outros. Observe que a berma produzida varia de acordo com o fabricante e pode influenciar as operações de colagem subsequentes.

b. **Delrin** (acetato): Estruturalmente, talvez o "melhor" plástico. É extremamente forte, durável, mais flexível do que o acrílico e naturalmente escorregadio. Também é um dos plásticos mais caros. Vem em preto ou branco sujo apenas. Delrin é um pouco mais difícil de cortar do que acrílico. Não use cola ou qualquer outro tipo de adesivo no Delrin - poucas coisas grudam nele. Ele pode ser soldado com calor, o cortador a laser (consulte a seção de soldagem sobre este assunto) ou preso com parafusos.

**Tenha muito cuidado com Delrin. Os vapores são muito inflamáveis, quase explosivos, e podem pegar fogo com uma chama azul quase invisível. Evite cortar seções muito finas, pois podem (leia *va*) pegar fogo.**

c. **Lexan** (policarbonato): muito mais forte, mais durável e mais flexível do que o acrílico, mas mais difícil de cortar. As bordas tendem a queimar ou amarelar facilmente, dificultando um corte limpo. É difícil cortar este material mais espesso do que ~ 1/4 ". Mantenha a folha protetora em ambos os lados durante o corte, pois isso reduz o amarelecimento das partes não cortadas.

d. **Estireno**: Ele queima facilmente e deixa uma crista na borda (berma). Flexível (não quebradiço), mas não tão forte quanto outros plásticos.

e. **Tereftalato de polietileno PET**. Propriedades mecânicas semelhantes ao policarbonato, mas as bordas cortam muito mais limpas, embora o amarelecimento ocorra perto das bordas - mantenha a película protetora. Não pode ser colado com cola acrílica.

f. **ABDÔMEN**: Semelhante ao acrílico, mas mais durável e flexível.

g. **HDPE**: Durável, mas difícil de cortar acima de ~ 1/4 ", deixa uma berma.

h. **PVC, vinil, materiais com cloro - Esses materiais são não permitido no cortador a laser por causa dos vapores altamente tóxicos (cloro).**

### **ESPECIFICAÇÕES PARA O CORTADOR DE LASER :**

1 **Área de trabalho**: 32 "de largura x 18" de profundidade (para o nosso dispositivo). A origem é o canto superior esquerdo.

2 **Tamanho do ponto** (quando focado): aproximadamente 0,005 "usando a lente FL de 2"

3 **Profundidade de campo**: aproximadamente +/- 0,1 "

4 **Resolução de movimento da cabeça**: ~0,001 "

5 **Kerf** (material removido durante um corte): *aproximadamente +/- [0,003 "-0,006"] ~ (0,006 "- 0,012" total, ambos os lados)*

### Segurança do cortador a laser

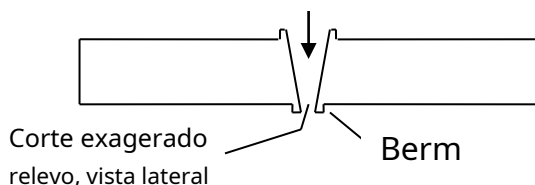
Ao usar seu cortador a laser:

- 1) Certifique-se de ter um extintor de incêndio facilmente acessível.
- 2) Use seu cortador a laser apenas em uma área bem ventilada.
- 3) Lembre-se de que o corte de certos materiais, como o PVC, pode criar gases tóxicos.
- 4) **Não** deixe um trabalho de laser sem supervisão. Monitore o cortador a laser até que o trabalho seja concluído.
- 5) Um extintor de incêndio aprovado e / ou manta anti-incêndio deve estar disponível.
- 6) Cumpra os regulamentos locais relativos ao seu cortador a laser.

### Termos:

**Kerf** é o material removido durante um corte:  $\sim \pm [0,003'' - 0,006''] \sim (0,006'' - 0,012'' \text{ total, ambos os lados})$ .

O corte de saída será ligeiramente *menor* (por 0,002''-0,004'') na parte inferior do que na entrada da viga para plástico espesso. Isso significa que a peça cortada será 0,002''-0,004'' maior na parte inferior do que na parte superior. Isso depende da propriedade do material, espessura e foco do feixe. Para um corte ligeiramente mais quadrado, mova o ponto de foco cerca de um terço da superfície superior. Isso pode exigir um ligeiro aumento na potência e pode causar um ligeiro arredondamento das bordas superiores do corte.



**Berm** é o material acumulado próximo às bordas cortadas, superior e inferior.

Pode haver uma borda ou berma perceptível nas bordas de corte. Verifique com a unha. Pode ser necessário removê-lo com uma lima ou arranhão com uma ponta de metal afiada, como uma lâmina de barbear, uma faca ou uma tesoura, se isso for um problema ao empilhar várias camadas ou colar. Alguns acrílicos (fundido ou 'Chemcast', 'Optix' com um filme de papel marrom) irão produzir *menos de uma berma* do que outros tipos (extrudado - com filme plástico azul).

### **PREPARANDO O CORTADOR DE LASER:**

- 1 **Um novo trabalho:** Se estiver iniciando um novo trabalho de corte a laser, há réguas ao longo das bordas  $X = 0$ ,  $Y = 0$  que são pretas com marcações brancas que ficam sujas rapidamente. Pouco tempo depois de usar o cortador a laser, essas marcações se tornarão ilegíveis pelo afluente produzido e talvez não possam ser limpas. Cubra as marcações com fita adesiva transparente (fita de embalagem). Quando as marcações se tornarem ilegíveis, basta substituir a fita. Uma tira de plástico gravada separadamente também pode ser usada. Ataque profundamente. A fuligem preta restante às vezes pode ser removida com cloreto de metileno (solvente acrílico). Use em um espaço bem ventilado.
- 2 **Colocando material no cortador:** Abra a tampa e coloque o material no cortador, firmemente contra a parada de referência superior esquerda de 90 graus ou qualquer outro lugar no piso do favo de mel, mas observe a posição onde o corte ocorrerá. Tenha cuidado para não arrancar o leito de metal expandido próximo à origem ao carregar grandes folhas de material.

**3 Definindo a posição de corte:** Você pode desenhar a peça a ser cortada no local apropriado na área de desenho de 32 "x 18" do Visio, mantendo a origem no canto superior esquerdo do desenho. Não desenhe nada que toque ou cruze a borda de 32 "x 18". Consulte o manual.

**4 Focalizando: Nota:** Nosso novo cortador a laser PLS 6.60 tem "foco automático", onde tudo o que você especifica é a espessura Z do material que está sendo cortado.

uma. **Para focagem manual:** Observe a altura da peça no que diz respeito aos a extremidade do bico do auxiliar de ar para garantir que ele não bata na peça ao ser movido de seu local de repouso inicial (canto superior direito) para a área de corte. Se parecer que a cabeça não vai limpar quando for movida rapidamente para a posição de foco, remova o material, abaixe a mesa até uma altura segura, usando a seta para baixo quando estiver no modo de foco. Assim que você empurra oZ para entrar no modo de foco, a cabeça se moverá rapidamente para a posição de foco, geralmente perto da origem no canto superior esquerdo. Com a tampa aberta, pressione Z no cortador e use a ferramenta de foco manual para focar na área que você vai cortar, movendo a cabeça com os botões X e Y conforme descrito no manual. Depois de focar, remova a ferramenta e pressione Z para voltar a posicionar a cabeça. Use SELECIONAR e ESCAPE no cortador a laser para acessar o menu de arquivo, o modo normal de uso.

**5. Impressão:** Do PC local, "imprima" o trabalho no cortador a laser. Você pode definir o modo do laser, potência, velocidade ePPI no botão Preferências com a seleção Imprimir. Mais tarde.

**6 Visualizando o caminho do laser antes de cortar:** Para ver o caminho do corte a laser antes de cortar, abra a tampa e pressione INICIAR. Um ponto de laser vermelho não cortante será emitido em vez do laser de dióxido de carbono invisível e rastreará o caminho de corte / gravação. Você pode aumentar a velocidade de corte **temporariamente** para agilizar essa verificação. Certifique-se de redefinir a velocidade antes de cortar / gravar.

**7 Cortando, parando e pausando:** Quando estiver pronto, feche a tampa e pressione **COMEÇAR**. Se você quiser interromper o processo prematuramente ou temporariamente,levante a tampa ou pressione PAUSA. A primeira opção fornece o resposta mais rápida, mas você não pode retomar. Pressione o botão PAUSE para posicionar o cabeçote após concluir a operação atual. Levantar a tampa interromperá o laser de dióxido de carbono imediatamente; pressionar PAUSA sem levantar a tampa pode demorar um pouco. Você pode pressionar o **PAUSA** botão novamente para **retomar** o trabalho em PAUSA, ou você pode começar de novo pressionando **COMEÇAR**. Levantar a tampa e pressionar PAUSE interrompe o caminho de corte depois que o laser foi desligado e você não pode retomar o corte.

**8 Não deixe a tampa aberta:** O laser fica "aquecido" e mais silencioso com a tampa fechada.

- 1 MODOS DE CORTE COM O CORTADOR DE LASER:** Existem dois modos de operação, **vetor** e **raster**. No modo raster (gravar), a cabeça se move para frente e para trás, "preenchendo" a forma, a (linha grande, um polígono preenchido ou uma imagem bitmap). No modo vetorial, que cria linhas finas, a cabeça traça o caminho do vetor. Usar**raster** para gravura e **vetor** para cortar. O modo vetorial cortará apenas ao longo de linhas finas de largura quase zero, enquanto o modo raster tentará preencher tudo designado com aquela cor, incluindo áreas preenchidas, caracteres alfanuméricos e linhas grossas. Tenha cuidado com **não** deixando um contorno de vetor habilitado para corte para seus polígonos gravados. Você pode acabar com um polígono recortado!*Isso é fácil de esquecer.*
2. Com material que não é opaco, você saberá que está cortando completamente o material quando vir as células do favo de mel de alumínio se encherem de fumaça. Você também verá flashes curtos e brilhantes de luz quando o laser atingir as bordas do favo de mel após cortar uma peça transparente ou translúcida. Se você não observar nenhum dos dois, provavelmente não está cortando completamente.
3. Ao cortar completamente o material sem filme protetor colocado no topo do favo de mel, um contorno tênue, mas permanente do favo de mel pode ser visível nas proximidades da linha de corte no

parte inferior da peça que está sendo cortada. Se você não quiser, eleve os pedaços com restos ou deixe o papel ou filme protetor ou coloque uma folha de papel entre o favo de mel e o plástico. Certifique-se de que os objetos elevados não estejam no caminho de corte. Não bata a cabeça na peça elevada. Se você não cortar completamente a peça, mas tiver que quebrar o plástico (especialmente o acrílico) para liberar a peça, **as bordas quebradas devem ser limadas, pois podem ser tão afiadas quanto vidro quebrado e causar ferimentos se as bordas afiadas não forem removidas.**

4. A energia usada para cortar ou gravar é uma função da potência do laser e inversamente à velocidade definida na caixa de diálogo Imprimir -> Propriedades. Também existe uma relação direta com o PPI, embora seja provavelmente melhor usar 1000 PPI ao cortar. Use apenas energia suficiente para fazer o trabalho. Estas notas e o manual ULS fornecem um ponto de partida para alguns materiais. Os pulsos de laser são medidos em sincronia com a posição da cabeça, de forma que várias passagens produzirão o mesmo padrão de pulso espacial.

5. A ordem de corte a laser, do primeiro corte ao último é:

uma. Todas as operações de gravação rasterizada primeiro, desenhadas de trás para a frente na mesma cor e, a seguir, na ordem das cores, conforme listado na configuração de Propriedades do laser. Por exemplo, as áreas pretas serão gravadas antes das áreas vermelhas. As regiões gravadas sobrepostas receberão apenas uma passagem.

O fantasma de outras camadas, vetoriais e raster, pode ocorrer dentro de uma área gravada. É melhor gravar com apenas um tipo e cor por área - sem sobreposição de objetos raster ou vetoriais dentro de uma área gravada-estar seguro.

b. Vetor, as operações de corte seguem, da ordem de profundidade de trás para frente, em seguida, na ordem das cores, conforme listado na Configuração do laser. Por exemplo, todas as linhas pretas serão cortadas antes de quaisquer linhas vermelhas. Várias linhas sobrepostas receberão vários passes.

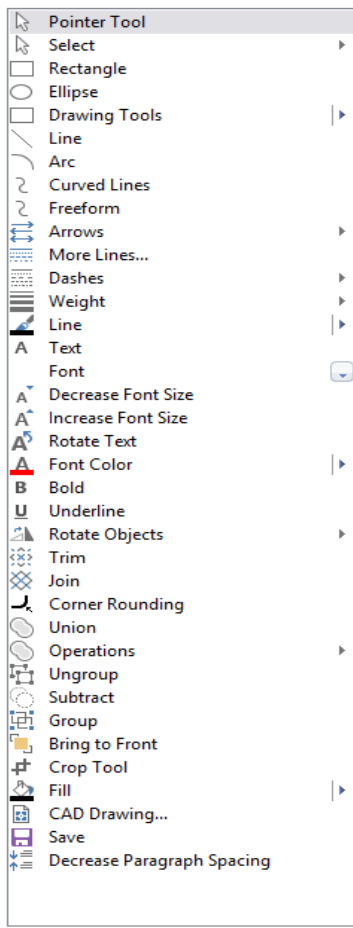
Recortes de peças devem ser feitos depois que todas as operações de peças internas forem concluídas. Caso contrário, um ligeiro deslocamento do movimento da peça pode resultar. Às vezes, os gases produzidos se acumulam nas células do favo de mel e podem ocorrer pequenas explosões, fazendo com que a peça saia, e às vezes transbordando, se for completamente liberada. Corte a parte por último.

## 6 Importando seus dados para o Microsoft Office Visio®:

Você pode usar virtualmente qualquer pacote de desenho 2-D (o Inkscape gratuito é popular) que produza arquivos nos seguintes formatos: .igs, .dxf, .dwg, .dgn, .ai, .emz, .cmx, .cgm, .cdr, .eps, .emf, .png, .ps ou .wmf. O Visio importará a maioria dos arquivos de bitmap ou você pode usar programas como CorelTRACE, InkScape ou Vextractor para produzir um contorno vetorial como um arquivo .wmf ou .dxf a partir de um bitmap. Se você usa um pacote CAD diferente, aprenda quais formatos funcionam.

7. **Desenho no VISIO:** Aqui está um começo em uma barra de ferramentas de acesso rápido utilizável que você pode usar no

VISIO que tem todas as ferramentas de que você precisa para criar desenhos para o cortador a laser. Debaixo **Arquivo / Opções / Barra de Ferramentas de Acesso Rápido**, baixe e importe o arquivo "LaserQuickAccessToolBar.exportdUI" de [\\hardlab-laser01 \ public \ VisioDrawings \ LaserCutterTips & Tricks](#) ou, escolher **Todos os Comandos** e manualmente **Adicionar** os seguintes comandos:



**8 Configurações da impressora:** Nota: Nosso departamento de TI de crack criou um arquivo de inicialização que deve configurar tudo isso como padrão automaticamente.

uma. A configuração de impressão do Visio**must** ser configurado para uma impressora de 32 "x 18" e tamanho do desenho que é o tamanho da mesa de corte do cortador a laser PLS 6.60. **Se você não conseguir passar desse estágio, não imprima! Execute uma visualização de impressão para verificar. Isso pode arruinar seu material se houver um erro. O arquivo de inicialização automática do VISIO nos computadores MSR Hardlab-Laser01 e Hardlab-Laser02 deve fazer o seguinte:**

eu. Escolha a impressora P6.60.

ii. Em Configuração de impressão, escolha *Paisagem definida pelo usuário* e *Ajustar* para 100 por cento.

iii. Em Tamanho da página, escolha *Tamanho personalizado, 32 "x 18", paisagem*

**4. Em Drawing Scale, escolha 1: 1.**

Certifique-se de que o acima está correto e não prossiga até que esteja correto!

Nota: se você estiver tendo problemas com o acima, verifique Home-> Opções-

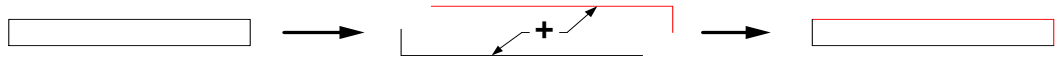
> LaserCutterSettings. Você deverá ver "PAISAGEM definida pelo usuário" preenchido como Tamanho da página. Este é um problema comum quando é deixado em branco.

b. Use cores diferentes para linhas e preenchimentos de gravação para designar diferentes operações de configuração de potência, velocidade e PPI. Potência, velocidade e PPI para cada uma das oito cores pré-selecionadas podem ser configurados em Arquivo-> Imprimir-> Propriedades-> Configurações do Laser. As cores, em ordem de corte, são preto, vermelho, verde, amarelo, azul, magenta, ciano e laranja. Eles podem ser configurados para raster (gravar) e / ou vetor (cortar), ou pular (desligar) nas "Configurações do laser descritas acima.

**As cores devem ser puras.** Use apenas cores como VERMELHO = RGB 255,0,0 e AZUL = RGB 0,0,255, AMARELO = RGB 255,255,0... ..

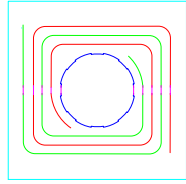
- c. Uma única configuração de cor se aplica a operações vetoriais e raster desenhadas nessa cor. As profundidades de varredura e corte não são as mesmas para potência, velocidade e PPI. É melhor manter as cores de gravação e corte separadas (ou seja, evite usar a configuração Rast / Vect para uma única cor).
- d. Para a configuração de Qualidade / Taxa de transferência, use 5, a configuração mais alta, em Propriedades de impressão. A configuração '6's causou-nos erros estranhos de dimensionamento e deslocamento.
- e. Se for gravar uma imagem em escala de cinza (usando a cor preta), a potência de gravação será inversamente proporcional ao nível de cinza, onde o preto resultará na maior potência / profundidade de gravação mais profunda.
- f. Se cortar recursos bem espaçados, altas potências e baixas velocidades podem causar distorções ou derretimento desses recursos, especialmente ao longo das paredes finas que separam as peças. Use várias passagens com menor potência e / ou períodos de resfriamento entre cortes em lados adjacentes de recursos finos. NoLaserActionPauses pode ser implementado por velocidade lenta e baixa potência em áreas de sucata.

**Você deve estar ciente de que Delrin é extremamente suscetível a pegar fogo e não se autoextinguir sob essas condições.** Ao cortar perto de um corte recente, como uma parede fina, ou cortar perto de uma borda, em nossa experiência, a peça fina pode / vai pegar fogo com uma chama azul fraca e pode não apagar imediatamente. Em nossa experiência, você pode evitar essa situação não cortando perto de peças finas ou perto de uma aresta ou atrasando os cortes adjacentes em recursos de parede fina. Você pode forçar uma mudança de cor do vetor para causar uma pausa ao cortar linhas próximas umas das outras.



Com base em nossa experiência, **Recomendamos fortemente que você evite cortar onde pedaços finos de Delrin resultem que podem pegar fogo facilmente (torna-se "gravetos")**. No diagrama acima, as linhas pretas são cortadas primeiro, depois as linhas vermelhas. Se houver outras linhas pretas e / ou linhas no diagrama, isso irá inserir um atraso efetivo entre o momento em que essas linhas pretas e vermelhas são cortadas, permitindo que a parte fina esfrie entre os cortes. Como alternativa, você pode executar uma PAUSA - um corte vetorial lento e de baixa potência em uma área de sucata para gerar uma pausa efetiva entre o corte de cores. Também recomendamos isso para outros materiais.

Outra dica para reduzir a distorção por calor da parede fina é deixar pequenas "marcas" que continuarão a suportar as estruturas finas durante o corte. Quando terminar de cortar a estrutura fina, use uma única passagem para cortar as etiquetas. O exemplo abaixo demonstra isso. A ordem de corte é vermelho, verde, azul, ciano e magenta como o corte final de liberação da etiqueta. Os vários cortes de estrutura de parede fina são separados no tempo com várias cores. Eles também são suportados através do corte com pequenas (~ .03 ") tags "que os mantêm alinhados onde normalmente seriam distorcidos pelo calor se fossem liberados. A operação final (antes do recorte final do contorno) é cortar as etiquetas (magenta) com uma única passagem.



g. Em Imprimir-> Propriedades-> Configurações do Laser, você pode escolher Pular, Vect / Rast, Vect ou Rast para cada cor.

eu. Ignorar resultará em nenhuma ação para objetos desenhados ou preenchidos com essa cor.

ii. Vect / Rast irá rasterizar / gravar linhas grossas e áreas preenchidas e vetor / cortar linhas finas.

Eu não recomendo usar isso. Você deve dirigir explicitamente a operação como um corte ou uma gravação.

iii. A operação Vect cortará apenas linhas finas. Linhas grossas ou áreas preenchidas serão ignoradas para uma operação Vect.

4. Rast irá rasterizar / gravar linhas grossas e áreas preenchidas. Ele também tentará rasterizar / gravar quaisquer linhas finas dessa cor.

Eu normalmente uso apenas Rast para gravação e Vect apenas para corte e uso cores separadas para gravação e corte para manter essas operações separadas.

9. A gravura produzirá uma superfície áspera. Não espere gravar um polígono preenchido e terminar com um acabamento liso em uma profundidade precisa dentro do polígono. A gravação também leva um pouco de tempo.

uma. Para raster / gravação em acrílico sem a necessidade de mascaramento para evitar o embaçamento, experimente 10 por cento de potência a 50 por cento da velocidade.

b. Mascaramento - Ao gravar, o calor e os gases efluentes produzidos podem causar descoloração e / ou distorção permanente nas superfícies não gravadas próximas. Use a película protetora ou fita adesiva sobre essas áreas para proteger as áreas não gravadas. A própria fita adesiva queimada pode causar descoloração, então experimente. Para ajudar a suavizar (derreter) uma área já gravada, imprima a mesma imagem, mas com 50 por cento de potência e 50 por cento de velocidade e cerca de 0,5 pol. Fora de foco (mais longe). Para marcação vetorial (gravando linhas finas) em acrílico sem a necessidade de mascaramento, experimente com menos de 50 por cento da potência a 35 por cento da velocidade e experimente. O fabricante do laser recomenda cobrir o plástico desprotegido com detergente espesso antes de cortar ou gravar e enxaguar em seguida.

c. Por alguma razão, o cortador a laser pode não gravar pequenas áreas. Especificar menos de 200 dpi pode ajudar. Começar em uma área gravada maior pode ajudar. Experimentar.

**10 Recomendações de corte / gravação: Corte** - use a lente FL de 2 ", a 1000 dpi - a maior parte do material plástico pode ser adquirida localmente na TAP Plastics, 12021 Northup Way, Bellevue, WA. Para quantidades maiores e menores de custo, experimente Calsak Plastics em Seattle. Gravura vetorial leve de Delrin, acrílico ou policarbonato - use potência 20 por cento, 60 por cento da velocidade.

**CORTE**, valores iniciais sugeridos (Nota 'P' = Potência, 'S' = Velocidade) YMMV então experimente!

**Evite cortar qualquer recurso menor que ~ 0,025 ", pois provavelmente não vai resultar.**

uma. 0,125 "Delrin: P = 100, S = 2.

b. 0,25 "Delrin: P = 100, S = 1,3.



c. 0,517 "Delrin: P = 100, S = 0,5. Tente focar ~ 0,2 "abaixo da superfície superior. Pode levar duas passagens. **Fique atento para chamas azuis fracas que não se apagam automaticamente!** Não repita um corte até que o corte anterior esfrie.

eu. Para cortes que deixam paredes / peças finas (<1/8 "), apare os vetores em várias peças e cores para que um lado do corte seja executado após o outro para permitir o resfriamento entre eles. Cortar muito próximo no tempo e na distância pode causar deformação severa.

ii. Certifique-se de que todos os cortes sejam feitos para que os passes anteriores tenham tempo de esfriar. Você pode implementar um atraso efetivo cortando uma linha de cor diferente com 0,5 potência e 0,5 velocidade.

Apenas sugestões. YMMV:

d. 0,046 "acrílico: P = 100, S = 7.

e. 0,114 "acrílico: P = 100, S = 2,5

f. 0,232 "acrílico: P = 100, S = 1,4.

g. 0,440 "acrílico: P = 100, S = 1,0.

h. 0,022 "policarbonato: P = 100, S = 30.

eu. Policarbonato de 0,116 ": P = 100, S = 2. Deixe a película protetora até depois do corte para reduzir o amarelecimento da superfície perto do corte.

j. 0,133 "estireno: P = 100, S = 2. Espere bordas ligeiramente amarelas.

k. Borracha de 0,11 ": P = 100, S = 1,5. Depois, lave bem para remover os resíduos pretos de fuligem.

eu. Filme de transparência da Xerox: P = 20, S = 20. Use duas passagens em P = 10, S = 20 para recursos complexos. Fixe o filme com pesos pequenos bem fora dos limites de corte para evitar empenamento e movimentação com as correntes de ar.

m. Fita de alumínio: corte do lado não-alumínio em P = 100, S = 3.

n Filme Mylar aluminizado: P = 40, S = 30.

o. Corte de espuma de caixa de câmera de 3 ": P = 100, S = 1.

p. Gravação acrílico (apenas sugestões):

eu. 0,150 ": P = 50, S = 8.

ii. 0,078 ": P = 50, S = 20.

iii. 0,053 ": P = 50, S = 30,

4. 0,043 ": P = 50, S = 40.

v. 0,036 ": P = 50, S = 50.

vi. 0,030 ": P-50, S = 60.

q. Tinta de gravura em metal:

eu. Raster: P = 40, S + 100, 150 PPI.

ii. Vetor: P = 40, S = 20, 1.000 PPI.

## 11. Recomendações de corte diversas

uma. Contraplacado de vidoeiro de 0,115 ": P = 100, S = 4.

12. Descoloração e / ou problemas de superfície perto de cortes: Pode ser útil deixar o papel / filme plástico de proteção no plástico durante o corte para preservar a qualidade da superfície. Lembre-se de que você terá que retirar o filme / papel de capa manualmente, então tente deixar uma superfície contínua para facilitar a remoção do filme. Colocar lenço de papel úmido ou pintura com detergente líquido espesso sobre o material ajuda a reduzir esse problema. O fabricante sugere que uma camada fina de sabão de lavar louça reduzirá esse problema. Deixe secar, corte e lave em seguida.

- 13 **Cuidado novamente** - plástico que não é cortado completamente, mas forçado a se separar (por exemplo, martelar para quebrar) pode sair **MUITO** arestas afiadas, tão afiadas quanto uma faca recém-afiada. **ARQUIVAR ESTES PARA BAIXO** antes de usar ou pode causar ferimentos graves.
- 14 **Removendo peças pequenas** (desejado e / ou indesejado) - Para a remoção de muitas peças pequenas (orifícios de parafuso por exemplo), os centros dos orifícios muitas vezes ficarão ligeiramente levantados (em um lado do plástico), mas ainda presos à folha. Coloque o lado levantado para baixo em uma superfície plana e bata com a mão com força média. Todos os centros dos orifícios devem sair. Às vezes, apenas bater a folha cortada contra a mesa ou a borda de uma lata de lixo pode desalojá-la. Se algumas das peças pequenas devem ser salvas, mas indistinguíveis da sucata, coloque uma marca gravada superficial nelas como um "X".

## **VISIO (e outros programas CAD) NOTAS:**

**A Microsoft fornece as seguintes informações para seu benefício. Recomendamos que você experimente ou teste um determinado método para garantir que produz o resultado adequado. VOCÊ USA ESTAS INFORMAÇÕES POR SUA PRÓPRIA CONTA E RISCO. A MICROSOFT ISENTA-SE DE TODA RESPONSABILIDADE POR PREJUÍZOS OU DANOS A VOCÊ, SEUS MATERIAIS E / OU CORTADOR LASER.**

1. **Usando arquivos .dxf do AutoCAD** (funciona na maioria das vezes):
  - a. Inserir-> CAD (especificando arquivos do tipo .dxf).
  - b. Edite (ou clique com o botão direito) o objeto -> Objeto de desenho CAD-> Converter-> OK para converter para o formato Visio. Use padrões.
  - c. Selecione e desagrupe todos os objetos.
  - d. Exclua o quadro de desenho (às vezes é um retângulo invisível ao redor do desenho).
  - e. Selecione o restante dos objetos, que podem ter linhas invisíveis, e escolha uma cor de linha apropriada.  
Notamos em nosso cortador a laser que o preto é a única opção de cor. Às vezes, esse comportamento estranho pode ser eliminado escolhendo a ferramenta Linha e selecionando o objeto.
  - f. Verifique a escala correta e corrija se necessário.
  - g. Certifique-se de que a escala está correta.
  - h. As linhas curvas geralmente são compostas de muitas linhas minúsculas (polilinhas).
  - eu. Quando subseqüentemente cortar / preencher / operações booleanas, você pode notar algum comportamento incomum, como polígonos invertidos ou de dentro para fora. Tente corrigi-los removendo as linhas problemáticas.
2. **Cortes de vetor:** Linhas de largura zero fazem com que o laser trace a linha (corte) quando no modo de corte vetorial. Use Formato-> Linha-> Peso-> Personalizado = 0.
3. **Polígonos:** Dentro / fora não tem significado ao cortar. O corte é de largura finita e não há compensação de ferramenta disponível, pois há no CAM para uma fresadora. Você deve adicionar essa compensação manualmente se for importante. O laser rastreará qualquer linha de largura zero habilitada para corte. Se você estiver gravando um polígono, deve preenchê-lo com uma cor habilitada para gravação e dentro / fora ditará o que será gravado. Desligue a linha de perímetro (especifique Sem linha), ou o polígono será cortado após a gravação.
4. **Origem:** 0,0 está no canto superior esquerdo da área de trabalho de 32 "x 18". Fique a pelo menos 1/8 "de distância das bordas de alumínio do cortador. Coloque os objetos desenhados a não mais que 1/8 "dos eixos X e Y.
5. **Meio Ambiente:** (Observação - nosso excelente departamento de TI gerou um arquivo de inicialização automática para afetar todos os padrões do cortador a laser)

uma. Primeiro, abra um Arquivo-> Novo Desenho. Antes de desenhar qualquer coisa, verifique / altere a espessura da linha (formato / linha / peso / personalizado) para 0. Isso permite que o driver da impressora transforme todas as linhas desenhadas automaticamente em vetores finos em vez de tentar gravar uma linha grossa. Você pode usar uma linha mais grossa, mas o cortador tentará gravá-la. Depois de concluir o desenho, selecione tudo e certifique-se de que o tamanho formatado para todas as linhas somente de corte seja 0.

b. Selecione Sem preenchimento no ícone do balde de tinta para polígonos ou círculos a serem cortados, a menos que você queira gravar a área preenchida. Se estiver gravando sem cortar o polígono, selecione Sem linha no ícone do pincel ou a área será cortada após ser gravada.

c. Use a janela Exibir-> Tamanho e Posição, na qual você pode inserir números para tamanho e deslocamento. Ele executa matemática imediata: por exemplo, ele substituirá  $4 + 15/16$  por 4,9375.

**6. Ordem de Corte:** A ordem das operações do laser é de trás para frente na mesma cor e, a seguir, por ordem de cores (consulte PROPRIEDADES DE IMPRESSÃO). Use estes atributos (Forma-> Ordem e / ou cor) para especificar a ordem de corte / gravação. Se misturar gravação e corte, o laser gravará primeiro. Faça o corte da peça na última operação (com Forma-> Ordem-> Trazer para a Frente) para evitar o movimento do material, porque uma parte se moverá ligeiramente quando for completamente cortada

**7. Velocidade de varredura / gravação:** Ao gravar várias áreas preenchidas com uma cor específica, o cabeçote se moverá para frente e para trás para incluir todas as áreas sobrepostas horizontalmente. Se essas áreas de cor semelhante estiverem bem espaçadas horizontalmente, a gravação pode demorar muito. Se possível, posicione essas áreas gravadas com cores semelhantes próximas umas das outras horizontalmente ou arrume-as de forma que haja pouca sobreposição horizontal.

**8. CorelTRACE (ou, Vextractor, InkScape (gratuito))** é excelente para converter uma imagem de bitmap em um objeto vetorial. (digitalize o objeto em uma imagem bitmap e processe no Photoshop ou ferramenta de edição de imagem semelhante). Às vezes, o programa rastreará com várias linhas sobrepostas. Em Advanced Trace, tente Medium Complexity, Medium Node Reduction e Smooth Node Type com um tamanho mínimo de objeto grande, como 300. Tive muita sorte em escanear um objeto, rastreá-lo e, em seguida, cortar uma parte quase idêntica. Se você precisar compensar o material perdido no kerf, usei o Photoshop's Select-> Modify-

> Expanda ou contraia por um número discreto de pixels para adicionar ou subtrair uma quantidade de kerf.

**9. Sem corte:** Se você não quiser que objetos específicos sejam cortados ou gravados em seu desenho, escolha uma cor não cortante ou uma linha tracejada, ou simplesmente posicione-o completamente fora da página de 32 "x 18" no fundo. **Certifique-se de que nenhum objeto ou linha cruze ou ultrapasse a borda de 32 "x 18".**

**10. Exemplo de corte de furo:** O corte de um orifício de 0,162 "de diâmetro em Delrin produz aproximadamente um orifício de 0,165" de diâmetro e um orifício de 0,154 "de diâmetro, indicando um orifício 0,003" muito grande em diâmetro e um orifício 0,008 "muito pequeno. Isso varia consideravelmente. Se for importante, EXPERIMENTE.

**11. Furos de parafuso:** Para fazer orifícios para parafusos (machos, folgas e tamanhos de corpo), use estes dados em seu CAD:

**Orifícios para torneiras:** subtraia ~ 0,004 "do diâmetro desejado da broca macho para a compensação do kerf. Bater é uma maneira prática, forte e rápida de prender duas peças de material cortado a laser e permitir a desmontagem posterior. Usando nossa ferramenta de rosqueamento rápido ou uma torneira em uma furadeira portátil, aplique uma leve pressão na torneira no orifício da torneira, e a torneira giratória entrará no orifício. Quando na profundidade necessária, inverta rapidamente a direção para recuar a torneira. Se você esperar muito, o calor gerado pela torneira pode derreter parte do plástico, que então esfria e solidifica. Isso pode prender a torneira do plástico e quebrá-la ao tentar removê-la. Para um ajuste de fricção semelhante ao Nyloc, use uma torneira cônica e não toque totalmente, para permitir que o parafuso inserido se enrosque através do pequeno,

**Buracos do corpo:** subtraia 0,004 "do diâmetro desejado da broca do corpo para a compensação do kerf. **Furos de ajuste de folga:** subtraia 0,008 "do diâmetro desejado para a compensação do kerf.

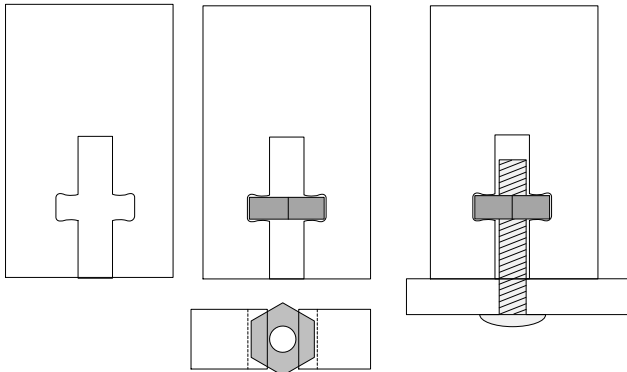
| PARAFUSO<br>TAMANHO | TAP HOLES     |                |                   | FUROS DO CORPO |                |                   | 0,001 "BURACOS DE FOLGA |                |                   |
|---------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|-------------------|
|                     | VISIO<br>RAIO | VISIO<br>DIAM. | DESEJADA<br>DIAM. | VISIO<br>RAIO  | VISIO<br>DIAM. | DESEJADA<br>DIAM. | VISIO<br>RAIO           | VISIO<br>DIAM. | DESEJADA<br>DIAM. |
| <b>2--56</b>        | 0,033         | <b>0,066</b>   | 0,070             | 0,042          | <b>0,084</b>   | 0,086             | 0,039                   | <b>0,080</b>   | 0,084             |
| <b>4--40</b>        | 0,0425        | <b>0,085</b>   | 0,089             | 0,056          | <b>0,111</b>   | 0,113             | 0,051                   | <b>0,106</b>   | 0,108             |
| <b>6--32</b>        | 0,0515        | <b>0,103</b>   | 0,107             | 0,069          | <b>0,138</b>   | 0,140             | 0,064                   | <b>0,130</b>   | 0,134             |
| <b>8--32</b>        | 0,066         | <b>0,132</b>   | 0,136             | 0,082          | <b>0,164</b>   | 0,166             | 0,077                   | <b>0,156</b>   | 0,159             |
| <b>10-32</b>        | 0,0775        | <b>0,155</b>   | 0,159             | 0,099          | <b>0,197</b>   | 0,199             | 0,090                   | <b>0,183</b>   | 0,186             |
| <b>1 / 4--20</b>    | 0,0985        | <b>0,197</b>   | 0,201             | 0,124          | <b>0,248</b>   | 0,250             | 0,120                   | <b>0,240</b>   | 0,246             |
| <b>16/05--18</b>    | 0,1265        | <b>0,253</b>   | 0,257             | 0,155          | <b>0,311</b>   | 0,313             | 0,152                   | <b>0,303</b>   | 0,309             |
| <b>3 / 8--16</b>    | 0,1545        | <b>0,309</b>   | 0,313             | 0,187          | <b>0,373</b>   | 0,375             | 0,181                   | <b>0,362</b>   | 0,368             |
| <b>16/07--14</b>    | 0,182         | <b>0,364</b>   | 0,368             | 0,218          | <b>0,436</b>   | 0,438             | 0,000                   | <b>0,000</b>   |                   |

#### Cabeça de parafuso e porca hexagonal típicas, tamanho real es

| Parafuso<br>Tamanho | Ponta do pão<br>Diâmetro | Cabeça chata<br>Diâmetro | Tamanho da porca<br>Flat-Flat | Porca<br>Grossura |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|
| <b>2-56</b>         | 0,165                    | 0,160                    | 0,185                         | . 062             |
| <b>4-40</b>         | 0,209                    | 0,209                    | 0,245                         | . 095             |
| <b>6-32</b>         | 0,260                    | 0,253                    | 0,308                         | . 105             |
| <b>8-32</b>         | 0,314                    | 0,302                    | 0,338                         | . 123             |
| <b>10-32</b>        | 0,371                    | 0,346                    | 0,370                         | . 128             |
| <b>1 / 4-20</b>     | 0,483                    | 0,468                    | 0,438                         | . 220             |

#### 12. Parafuso de fixação em ângulos retos:

(Esta não é uma ideia nova, embora a retenção da porca possa ser.) Corte uma forma de "cruz" na parte inferior da peça a ser fixada nas bordas. Com um alicate, pressione uma porca sextavada com faces opostas paralelas à dimensão da espessura no espaço para a porca. A cruz deve ser cortada de forma que a porca se encaixe bem, mas não o suficiente para quebrar o plástico. Isso manterá a porca no lugar enquanto você tenta fazer malabarismos com o parafuso e dois pedaços de plástico. Um parafuso pode então ser inserido através de um orifício do corpo na outra peça a ser fixada e apertada.



#### 13. Corte chanfrado rápido: Para produzir um acabamento chanfrado e liso sobre um corte normal:

- uma. Corte a parte normalmente. Você pode ter que projetar pequenas “etiquetas” para segurar a peça no lugar para a próxima operação se a peça se deslocar muito depois do corte inicial. Deixe tudo intocado no cortador após os cortes.
- b. Abaixar o piso em 1,0 ”.
- c. Faça uma cópia dos vetores que deseja chanfrar, mude para uma cor única e sobreponha-os exatamente sobre o (s) objeto (s) original (is).
- d. (Opcional se o laser não estiver alinhado verticalmente) Mova esses novos vetores em X e Y em seu desenho, até 0,01 "e à esquerda 0,015" (adicione -0,015 a X e +0,01 em Y na janela SIZE-POSITION). Isso é responsável pelo desalinhamento vertical desta máquina em deslocamento AZ e EL (L / R) por 1,0 pol. Fora de foco para nossa impressora. Normalmente você não se importa, pois focalizaria no topo do material, mas no processamento fora de foco. Normalmente, isso não é ajustável na maioria das máquinas a laser.
- e. Remova a película protetora e o vetor-corte apenas aquela cor única com velocidade de 2x a 4x, a mesma potência ou metade a um quarto da potência total. Manter o filme soldará o filme ao plástico.
- f. Retorne o chão à altura normal do foco.
- g. Você pode experimentar algum embaçamento removível ou permanente no plástico porque você removeu o filme. Você pode executar um corte superficial apenas através da película protetora (~ 50% pwr, 100% velocidade) cerca de 1/8 "apenas dentro do perímetro externo da peça acabada. Faça isso inicialmente e remova o filme de tudo, exceto a área interna, em seguida, execute as etapas acima.

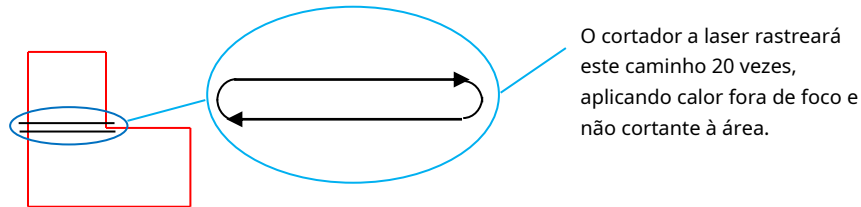
#### h. Experimentar

- eu. Minha sugestão da ULS Corporation - adicione parafusos de ajuste do espelho final para compensar a inclinação vertical do feixe além do ponto de foco.

### **14. Flexão de precisão acrílico, Delrin ou policarbonato:**

Este método pode produzir uma dobra quase perfeita em acrílico fino, acetato ou policarbonato usando o laser para aquecer apenas partes do plástico. A desvantagem pode ser uma seção de plástico mais fraca na curva. Experimentar. O seguinte funciona bem para policarbonato de 1/16 ":

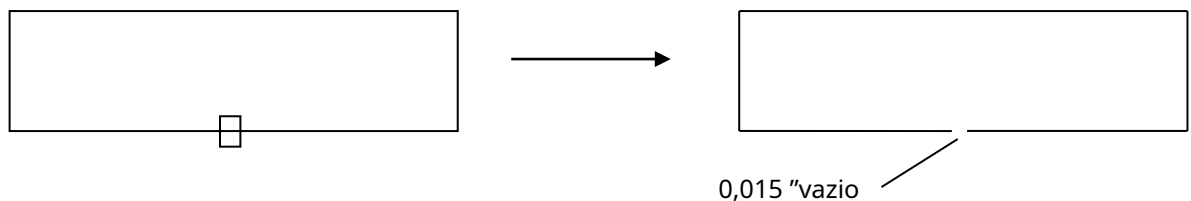
- uma. Corte a peça usando procedimentos de corte regulares. Mantenha as camadas de proteção do plástico ao cortar, mas remova para dobrar.
- b. Abaixar a peça de trabalho 2 "abaixo da posição de foco usando os botões FOCUS.
- c. Desenhe duas linhas separadas por 1/16 ", ligeiramente mais longas (~ 1/8" mais longas em cada extremidade) do que o local que você deseja dobrar. Desenhe a primeira linha de cima para baixo (ou da direita para a esquerda) e a segunda, 1/16 "de distância, de baixo para cima (ou da esquerda para a direita). Selecione essas duas linhas e copie / cole 19 vezes. Selecione essas 19 cópias, coloque no topo das 2 linhas originais e agrupe todas as 20 cópias - 40 linhas no total juntas. Isso fará com que o cortador a laser aplique calor não cortante na área da linha sem que a cabeça volte a traçar. Corte a 30% da potência e 45% da velocidade para policarbonato de 1/16 ".
- d. Remova imediatamente o plástico e dobre-o até a posição desejada.
- e. Para dobras múltiplas, é melhor fazer uma dobra de cada vez (altere a cor dos outros locais da dobra para uma cor não cortante). Certifique-se de que a cabeça não atinja a peça.
- f. É ótimo para fazer caixas de projeto. Como qualquer dobra consumirá uma parte do material, você terá que contabilizar o material usado na dobra. Experimente primeiro.



g. **Laser Origami:** Meus bons amigos e colegas do Instituto Hasso Plattner, na Alemanha, criaram uma técnica onde você pode usar a gravidade para dobrar automaticamente o plástico em ângulos retos. Verificação de saída <http://www.hpi.unipotsdam.de/baudisch/projects/laserorigami.html>.

**15. Fabricação de lentes:** As lentes ópticas brutas podem ser feitas rasterizando formas em acrílico transparente. Descreva o formato Z da lente como uma imagem em escala de cinza em preto e branco - quanto mais escura a imagem, mais profunda a gravação - e grave em 3-D, fora de foco. Use o Photoshop para descrever uma forma radialmente simétrica no menu CURVAS. Um gradiente linear radial do branco ao preto, com o preto no centro, produzirá uma forma côncava cônica. Altere o perfil do gradiente, usando Ajustar / Imagem / Níveis, para aproximar um arco circular para obter uma saída de lente esférica. Tente cortar 1" (longo) fora de foco a 150 PPI, com potência = 100 por cento e velocidade = 30 por cento. Mude para 3D em Propriedades de impressão. Desloque a imagem em X = -0,015" e Y = + 0,01" para compensar o deslocamento angular lateral quando 1,0" fora de foco. Isso criará uma lente negativa com uma profundidade de ~ 0,05" Z em acrílico transparente. Retorne as Propriedades de impressão ao normal.

**16. Corte de materiais finos:** À medida que a parte fina é cortada, ela pode voar para longe, dificultando a localização e criando o potencial de interferência em cortes subsequentes (ou entupimento do exaustor!). Como operação final, instale uma pequena "etiqueta" em uma ou mais das partes inferiores do recorte mais externo; um vazio de ~ 0,015" no vetor de recorte deve funcionar e é fácil de separar posteriormente. Sobreponha um quadrado de 0,015" na linha do vetor, selecione-o e a linha e escolha Forma / Operações / Corte. Em seguida, remova o quadrado e a linha de 0,015" para produzir a etiqueta não cortada.



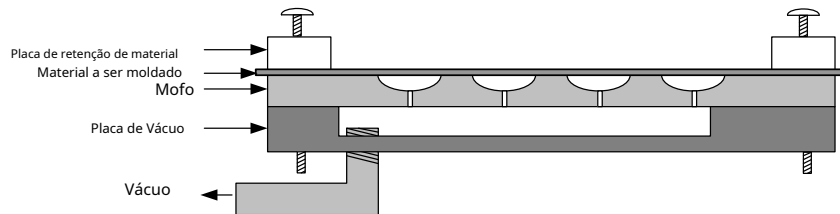
**17 Reduzindo o embaçamento durante a corrosão:** Para reduzir o embaçamento (às vezes permanente danificação da superfície do plástico que acontece quando os gases da gravação tocam o plástico não gravado e causa o embaçamento da superfície), você pode deixar o filme / papel protetor, mas pode acabar tendo que descascar centenas ou milhares de ilhas de papel isoladas (não divertido!) ou remova todo o filme / papel de proteção e grave com uma potência reduzida. Outro método é remover todo o filme / papel superior (para não ter que "capinar" mais tarde), passar uma camada fina de detergente líquido espesso e deixar secar. Faça um ataque ácido em seu plástico e lave o restante do detergente. Funciona bem. Para a parte traseira, você pode remover o filme / papel protetor e substituí-lo por

folha (s) solta (s) de papel normal. Isso reduzirá a marca de fuligem de fumaça e chamas que ocorrem no leito em favo de mel.

**18 Estêncil intrincado para pintura:** Organize um corte vetorial apenas através do papel ou filme plástico de proteção. Remova o filme nas áreas que deseja pintar. Pinte com tinta spray. Deixe secar. Remova o resto da película protetora. Você acabará com um estêncil bonito e com aparência profissional. Você também pode rasterizar a película protetora a ser removida com potência e velocidade suficientes para remover a película, deixando áreas desprotegidas e passíveis de pintura.

**19 Recozimento para remover a tensão residual:** Frequentemente, com muitos cortes espaçados ou gravura profunda, a peça de plástico sairá empenada. Isso se deve a tensões térmicas presas no plástico. Uma maneira de aliviar essas tensões é fazer o recozimento em alta temperatura. Tive sorte em colocar o plástico em um forno de temperatura constante por alguns minutos. Deixe o recozimento acrílico de ~ 1/4 "a 100 ° C por cerca de 5 minutos, repousando sobre uma superfície plana no forno.

**20 Formando vácuo:** Moldes e um gabarito de formação de vácuo podem ser feitos rapidamente para materiais finos de moldagem por calor 3-D, como policarbonato fino e acetato.

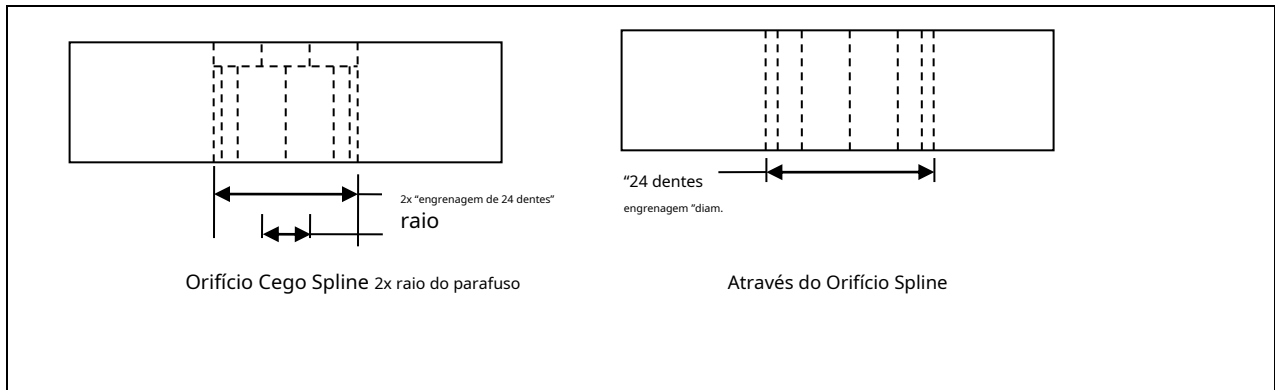


Corte o suporte de material e as placas de vácuo de acrílico. O molde pode ser de acrílico, mas vai depender do que está sendo moldado. Pode ser necessário remover as bermas dos cortes de acrílico para uma boa vedação. Tive sorte usando imagens em escala de cinza no cortador a laser e gravando fora de foco em cerca de 1 ". Isso fará com que a superfície seja lisa, mas não é possível obter muitos detalhes finos. Corte pequenos orifícios (0,008 "- 0,010") em locais estratégicos em seu molde para passar o vácuo. Certifique-se de cortar muitos orifícios de parafusos alinhados em todas as placas e material de moldagem para prender o acessório e vedar para o vácuo. Faça um orifício na placa de vácuo e bata para evitar a adição de uma porca, mas não aperte demais. Depois que tudo estiver preso e a bomba de vácuo conectada, use uma pistola de ar quente para aquecer a parte superior (o material do molde) uniformemente e distorcer o formato do molde.

**21. Furos de conexão cegos:** Para furos cegos (furos roscados que não vão até o fim da peça) em plástico (Delrin neste exemplo), use cortes de círculo vetorial concêntrico, começando com o diâmetro externo como na tabela acima, diminuindo o *raio* em 0,010 "em cada etapa, até 0,010 "mínimo. Em outras palavras, para um furo macho # 2-56 em Delrin, cortes de raio de 0,033 ", 0,0200" e 0,010 "a 50 por cento da potência a 2,5 velocidades produzirão um furo profundo de ~ 1/16" por passagem. Deixe esfriar e toque em, usando um **fundo** toque. Alternativo: Para um furo macho cego 4-40, grave em P = 50, S = 14 para 0,186 "de profundidade em acrílico.

**22. Splines cegos** para servo eixos hobby controlados por rádio (R / C), por exemplo:

Essas estrias funcionam para ter 24 dentes com diâmetros variados em muitos servos - verifique o seu modelo específico, pois eles variam. Você pode usar uma engrenagem de 24 dentes como geometria aproximada.



**Ranhuradas de buraco cego** em DELRIN de 1/8 ". Use engrenagem de 24 dentes como geometria estriada:

-

Use esses números no Visio

| Modelo       | Spline Raio | Parafuso raio | Poder | Velocidade | Observações  |
|--------------|-------------|---------------|-------|------------|--|
| Servo grande | .133 "      |               | 100   | 45         | raster (engrenagem cheia), 2 passes. .bmp image = .276 "Vetor de corte (orifício do parafuso de raio de .047") |
|              |             | .048 "        | 50    | 2          | , 1 passagem   |
| Médio servo  | .123 "      |               | 100   | 45         | raster (engrenagem cheia), 2 passes. .bmp image = .254 "Vetor de corte (furo do parafuso de raio de .047")     |
|              |             | .047 "        | 50    | 2          | , 1 passagem   |

**Ranhuradas através do furo** , 24 dentes:

| Modelo       | Dímetro da engrenagem. | Poder | Velocidade | Observações                           |
|--------------|------------------------|-------|------------|---------------------------------------|
| Servo Grande | .245 "                 | 50    | 2,5        | Corte a engrenagem do vetor, 2 passes |
| Médio        |                        |       |            | Corte a engrenagem do vetor, 2        |
| Servo        | .225 "                 | 50    | 2,5        | passes                                |

**23. Engrenagens:** Você pode fazer boas engrenagens retas com o cortador a laser. Delrin é o que usamos para isso por causa de sua resistência e autolubrificação. Aqui está um programa gerador de engrenagens inteligente e barato: <http://woodgears.ca/gear/> . Observe que as engrenagens produzidas não possuem compensação de kerf. A nova versão possui uma variável chamada "Slop". Inserir um valor negativo "aumentará" o contorno, causando efetivamente uma quase correta compensação de kerf . O programa está em nosso computador com cortador a laser. Consulte também soldagem para empilhar engrenagens retas.

**24. Peças empilhadas e soldadas:** Você pode fazer peças empilhadas (engrenagens retas neste exemplo) soldadas umas às outras. Você também pode fazer isso para outros itens que não sejam de engrenagem. Para engrenagens (Delrin é o material preferido), comece fazendo seu par de engrenagens usando aplicativos como woodengears.com (um ótimo programa !!). Certifique-se de adicionar "slop" para adicionar de volta o kerf, especialmente para engrenagens menores. Corte dois discos de acrílico cerca de 20% maiores do que suas respectivas engrenagens. Certifique-se de que não haja bermas nas bordas que não as deixem empilhar em contato superfície com superfície.



uma. Coloque-os no cortador a laser para que sejam empilhados com o disco maior contra a borda  $X = Y = 0$ .

b. Empilhe-os concentricamente conforme mostrado.

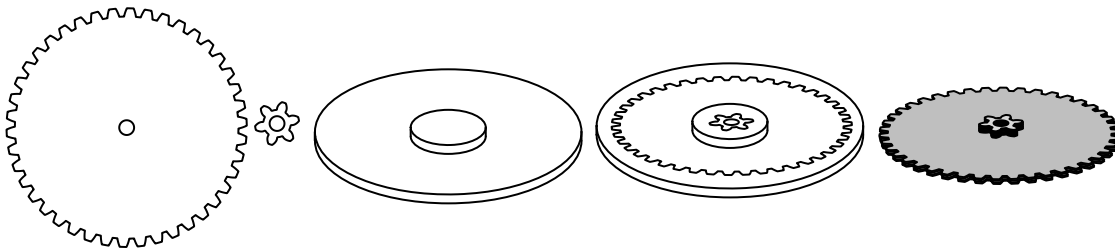
c. Corte o orifício do eixo com o foco correto, potência e velocidade que passará por ambas as espessuras.

d. Corte a engrenagem pequena com foco, potência e velocidade apropriados para passar pela camada superior **E** apenas através **parte da camada inferior**. Isso faz com que as camadas sejam soldadas umas às outras no local do corte ... ENQUANTO ESTÃO LIMPAS E EM CONTATO. Remova qualquer berma que os impeça de deitar cara a cara.

e. Corte a engrenagem maior com a potência e a velocidade para cortar uma única camada.

f. Separe cuidadosamente a parte externa do disco menor para removê-lo.

g. Dependendo da calibração do seu laser, resultados de furos não circulares, etc, você pode ter que experimentar adicionar deslocamentos para garantir que as engrenagens e o furo do eixo sejam concêntricos, especialmente para engrenagens menores.



**25. Menor tamanho de recurso:** Visio (ou o driver de impressora ULS PLS6.60) não parece passar por um círculo com menos de 0,008 "de diâmetro. Nenhum objeto será cortado abaixo desta dimensão. Além disso, se você precisar cortar um orifício muito pequeno ( $\sim 0,050$  "), use círculos concêntricos para fazer a ablação do orifício, pois você pode não conseguir remover o pedaço restante. Como exemplo, desenhe círculos concêntricos de diâmetro = 0,045 ", 0,035 ", 0,025 ", 0,015 " para um furo de aproximadamente 0,050 ".

**26. Exemplo de rolamento de rolos Delrin** (conforme mostrado no desenho da biblioteca .vsd):

uma. Diâmetro do rolamento: Corte os rolamentos de rolos de 8x 0,1104 "de diâmetro (raio de 0,0552")

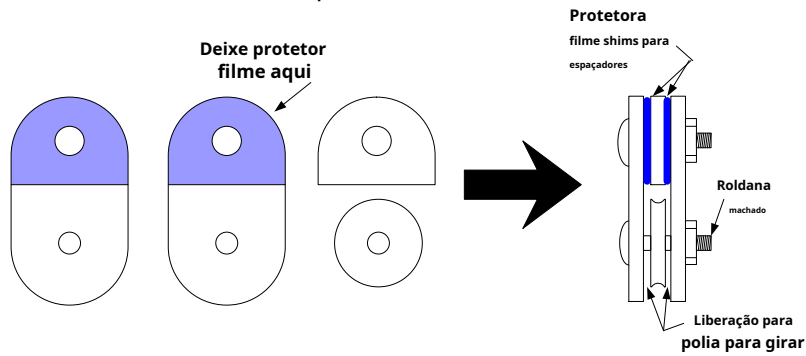
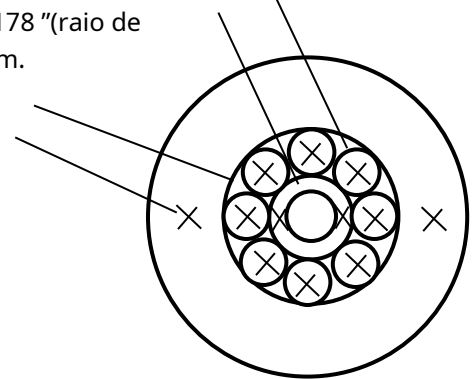
b. Manga interna cortada: 0,108 "ID (raio de 0,054"), OD 0,178 "(raio de 0,089)". O ID aceitará um parafuso 4-40 para montagem.

c. Corte a pista interna da parte externa com 0,37 "ID (raio de 0,185").

d. Marque ('X') no topo de **todas as partes**. Os rolos são montados de cabeça para baixo em relação às pistas.

e. Corte duas geometrias de manga interna de material de transparência Xerox ou filme de acetato para espaçadores. Os espaçadores também podem ser realizados deixando a película protetora nos locais corretos dos suportes do rolamento. Isso é feito marcando a laser e removendo apenas o filme nas áreas onde o espaçador fino não é necessário. Isso funciona muito bem. Ver **Easy Shims** abaixo.

f. **Calços fáceis (espaçadores finos):** Para fazer espaçadores finos para folga, deixe parte da folha / papel protetor no plástico (~ 0,002 "por camada de filme). Por exemplo, para fazer uma polia onde a polia gira mesmo que as bochechas estejam firmemente presas com parafusos, deixe áreas das bochechas com a película protetora / papel intacta. Use baixa potência / alta velocidade para cortar o filme em seções que não precisam ser cortadas no plástico:



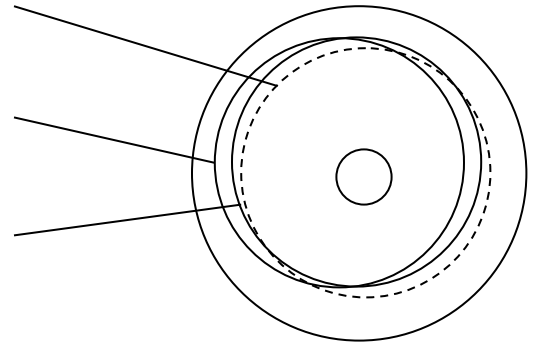
**27. Pista de rolamento pequena (ou ranhura do O-Ring):** Isso é

complicado, mas funciona bem (para este cortador a laser em particular). Comece com isso - a corrida é "cortada" como caminhos circulares de vetor com a lente 1.0 "fora de foco. Posicione a mesa 1,0 "abaixo do ponto de foco. Nesta posição totalmente fora de foco, o feixe de laser corta um fundo liso, largo e arredondado. O feixe tem um astigmatismo, bem como um ligeiro desalinhamento angular do eixo Z quando fora de foco (para a direita inferior em nosso caso), que deve ser contabilizado movendo o traço desenhado para a esquerda superior. É importante fazer todas as medições em relação ao centro desejado. O seguinte é baseado *apenas no nosso cortador a laser* que tem uma inclinação para seu feixe em X e Y. YMMV.

uma. Desenhe um círculo de diâmetro de pista desejado (use uma cor não cortante) linha para não cortante) onde você deseja que a pista de rolamento esteja.

b. Desenhe dois círculos adicionais de diâmetro de corrida (linhas sólidas), um de 0,015 "à esquerda e outro de 0,015" à direita do círculo de corrida original. Agrupe esses dois e faça-os com uma cor diferente um do outro. Agora você tem dois círculos, afastados 0,03 "em X. Isso corrige parcialmente o astigmatismo do feixe.

c. Desloque este grupo de dois círculos em 0,015 "na direção -X e 0,010" na direção -Y (desloque para o canto superior esquerdo). Isso compensa o desalinhamento do feixe ao longo do eixo Z quando focalizado incorretamente (longo) em 1,0 ". Não dimensione ou gire o resultado! Use esses mesmos deslocamentos para todos os tamanhos de corrida.



d. Com o sistema fora de foco (longo) em 1,0 "(use oZ botão no modo Foco), corte vetorial os dois círculos deslocados a 100 por cento da potência, 10 por cento da velocidade e três passes para Delrin, dois para acrílico (o número de passes é variável, mas parece funcionar para 3/32 " -> rolamentos de esferas de 5/32 "obtidos na loja de ferragens).

Para acrílico, faça dois passes de cada lado. Isso será profundo o suficiente para rolamentos de esferas de 3/32 "e um protetor de rolamento de policarbonato de 0,022".

e. Levante a mesa de volta à altura do foco, tomando cuidado para não bater com a cabeça e corte o orifício central, o diâmetro externo e qualquer coisa que precise ser cortada ou gravada. Certifique-se de que o corte da peça seja o último, ou poderá ocorrer um pequeno erro de deslocamento.

f. Um retentor de rolamento pode ser cortado em policarbonato fino (0,022 "). Faça orifícios ligeiramente maiores do que as bolas.

**28. Ajuste confortável:** Para um ajuste confortável com aba em acrílico de ~ 0,2 ", corte a fenda ~ 0,012" menor que a espessura do acrílico. Você pode ter que experimentar. Lembre-se de que o tamanho da entrada de um furo será maior do que a saída (parte inferior) ao cortar. Veja a seção sobre **KERF**.  
**Certifique-se de experimentar.**

**29. Ajuste de pressão para cabeça de parafuso de 1/4-20:** Use um orifício de 0,179 "de raio (0,358" de diâmetro) em acrílico. Faça a ranhura da cabeça do parafuso paralelamente ao eixo do parafuso com a roda de corte ou rebarbadora Dremel. Isso deve ajudar a aliviar a pressão e fornecer força de retenção adicional ao plástico. Bata suavemente a cabeça do parafuso no lugar, entrando pelo lado do laser (diâmetro maior). Isso é bom para fazer uma maçaneta de plástico aparafusada fixa.

**30. Ranhura ampla e suave:** Uma ranhura relativamente lisa pode ser produzida com linhas igualmente espaçadas cortadas fora de foco. Corte como vetores paralelos, afastados de 0,028 ", 2" fora de foco (longo). Evite cortar linhas adjacentes sequencialmente para permitir o resfriamento. Pinte os vetores adjacentes com cores sequenciais - deixe esfriar entre os cortes para ranhuras curtas. Você pode usar zero cortes de energia após cortes regulares e usar várias cópias. P = 7, S = 10, 1000 PPI rende cerca de 0,014 "de profundidade de corte por cópia em acrílico.

**31. Removendo a máscara de solda sobre cobre de uma placa de circuito impresso:** Grave a área a ser removida em P = 50, S = 100, 500 PPI. Esfregue o filme restante com acetona. A acetona não toca na máscara de solda sem laser. Tenha cuidado para não gravar sobre qualquer

áreas não preenchidas com cobre, porque gravar diretamente no material do FR4 irá queimar e transformá-lo em carbono condutor.

**32. Placa de circuito impresso multicamada flexível:** Um PCB viável pode ser feito usando filme Mylar aluminizado. Você deve saber qual lado do Mylar é condutor (às vezes os dois lados são isolados um do outro. Investigue com um ohmímetro). Além disso, o revestimento de alumínio, com alguns 10s de nm de espessura, é fácil de arranhar e quebrar a conexão elétrica, portanto, manuseie com Cuidado. Comece com uma placa plana de metal (o alumínio funciona bem). Limpe-o completamente e cubra com um adesivo em spray de baixa aderência (reposicionável). Asse em forno a ~ 100 graus C por cerca de 15 minutos para se certificar de que o adesivo grude na placa, o que também reduz a pegajosidade do adesivo para cerca de uma nota PostIt. Isso evita que pedaços isolados voem ao serem cortados. Aplique um pedaço de Mylar aluminizado na placa adesiva e pressione-o completamente contra a placa para que todas as partes grudem. Use um rolo. Tenha cuidado para não arranhar o revestimento de alumínio. Corte a laser (sugira P = 40, S = 30 para começar) o contorno da primeira camada. Elimine (remova) partes do filme indesejadas. Pressione a fita adesiva transparente (a fita adesiva transparente funciona) sobre o circuito restante e pressione / esfregue todas as áreas com firmeza para que a fita grude em todas as partes do circuito. Retire com cuidado a fita da placa que deve trazer consigo todas as partes do circuito, fixadas em sua disposição original. Aplique a fita no substrato desejado. A conexão elétrica pode ser feita com tinta condutora ou epóxi. Para circuitos multicamadas, aplique um pedaço de fita adesiva dupla em uma placa de metal limpa. Corte as aberturas a laser onde você deseja vias (conexões elétricas verticais) entre os circuitos adjacentes. Remova a fita da placa e aplique-a no lado condutor do circuito produzido acima. Aplique uma pequena quantidade de epóxi condutivo no meio de cada via e aplique a próxima camada de circuito, lado condutor para baixo, no lado do filme de abertura. Os procedimentos podem variar - experimente!

**33. Gravações bicolores em metal ou plástico:** Pinte um pedaço de metal ou plástico pintado com uma cor contrastante e então grave a tinta com um corte vetorial ou gravura - faz uma bela "gravura". A gravação através da camada colorida em alumínio anodizado também pode produzir um desenho finamente gravado.

**34. Estêncil em metal ou plástico:** Pintar exatamente onde o laser corta / grava: -

uma. Plástico: Com o papel / filme protetor ainda em ambos os lados, corte apenas o papel protetor superior ou filme plástico em acrílico ou policarbonato.

b. Plástico: borrafe o plástico com papel / filme gravado com tinta de cor contrastante.

c. Plástico: Remova o papel / filme protetor após a secagem da tinta.

d. Metal ou Plástico: Se você tiver uma gravação muito detalhada (remover os pedaços do filme protetor levará muito tempo), remova a camada superior do filme protetor ou papel, se houver, e pinte sobre uma camada de sabão em pó. Deixe secar.

e. Grave seu padrão através da camada de sabão e no metal ou plástico

f. Pinte com spray e deixe secar completamente.

g. Sob um jato de água, raspe a camada de sabão revestida de tinta com a ponta reta de um raspador de plástico mais macio (ABS, Delrin, Poly), deixando apenas as partes rebaixadas pintadas.

**35. Estresse térmico fazendo com que a folha de papel se deforme:** Muitas vezes, ao cortar muitas peças de grandes pedaços de folha, o calor acumulado na folha em um curto período de tempo causará tensão mecânica superior / inferior desigual, resultando no empenamento da folha

fora do plano e pode resultar em cortes grosseiramente fora de foco e / ou alinhamento. Isso pode ser atenuado colocando pesos (ou de outra forma prendendo) na parte não cortada para ficar no plano. Eu uso uma barra de aço fina e pesada que coloco sobre a chapa. Primeiro verifique se o carro da lente não bate na barra. Faça um corte prático sem a barra para verificar o caminho do carro da lente antes de cortar. Eu uso uma barra fina o suficiente para que a cabeça do carro não bata, mas passe por cima dela.

### 36. Gerando Fontes vetoriais:

#### Gerando texto vetorial para cortador a laser (um método, usa InkScape gratuito)

uma. (não é o mais rápido como apenas digitar, mas supera o rastreamento de fontes rasterizadas)

b. Abra o InkScape

c. Vá para Extensões / Renderizar / Texto Hershey

d. Renderizar texto

eu. Escolha a visualização ao vivo

ii. Tipo de fonte - escolha uma fonte

iii. Ação - "Digite esse texto"

4. Texto - insira uma linha de texto

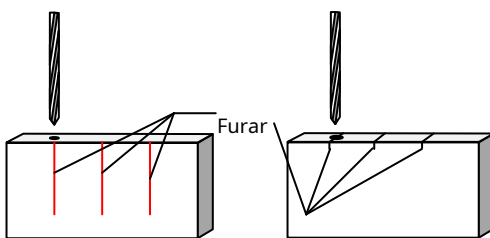
e. Selecione Aplicar

f. Selecione e copie a linha de texto renderizada para a tela do InkScape

g. Copie em seu documento VISIO.

h. Certifique-se de reduzir a largura da linha para 0 se você quiser como um vetor "cortável"

**37. Marcando guias de perfuração:** Se você precisar furar paralelamente ao plano da folha de plástico (broca de borda), você pode fazer uma marcação precisa por meio do corte vetorial de uma linha de marcação superficial em sua peça. Se eu precisar perfurar a borda da minha peça para enroscar um parafuso, por exemplo, eu marco uma linha no plástico usando 20% da potência + 20% da velocidade. Dessa forma, posso ver a linha e alinhar a furadeira e adivinhar no ponto médio da espessura do plástico. Outro método é fazer um atalho (~ .01") na borda do plástico que quero furar mais tarde. Se eu usar valores de cut-through, terminarei com um "entalhe" muito fino onde preciso perfurar, que é fácil de encontrar e iniciar com uma broca.



**38. Cortando com detalhes finos:** Se você deseja cortar material com detalhes finos e pequenas larguras de espaço / traço, considere gravar com potência total e velocidade lenta em vez de usar vetores.

Isso funciona melhor com materiais não termoplásticos (ou seja, madeira). Isso também funciona muito bem com trabalhos complexos de rolagem, como a partir de uma fonte de script. Lembre-se de que, ao projetar em CAD, qualquer material não cortado que você não queira cair não pode ser deixado como uma ilha (delimitada por um perímetro de corte). Provavelmente, é melhor converter para uma imagem raster e tornar pretas todas as áreas que deseja remover. No exemplo abaixo, um "S" renderizado na fonte Edwardian Script produz 4 áreas isoladas não cortadas (branco) cercadas por cortes (preto), portanto, essas áreas serão fisicamente removidas. Converta o objeto em uma imagem

e remova linhas de corte pretas o suficiente para não isolar nenhuma área que você deseja manter. As fontes de estêncil usam essa técnica.



**39. Uso da câmera para colocar desenhos de objetos a serem cortados / gravados:** Um de nossos estagiários inteligentes, Andrew Wittenmyer, montou uma câmera acima e fora da câmara de corte. Se você tem um pedaço de material que já tem uma série de cortes e deseja continuar usando e não desperdiçar mais material do que o necessário, este acréscimo colocará uma imagem "sob" seu desenho e não pode ser movido, dimensionado, girado ou excluído. Tudo que você faz é pressionar F2 (tira a foto e a coloca em seu desenho) e move seu objeto CAD onde há material não cortado ou não esticado e prossiga para cortar / gravar. Uma grande economia de tempo.

#### **Informação adicional:**

[Vídeos instrucionais de plástico](http://www.tapplastics.com/info/video.php) pela TAP Plastics: <http://www.tapplastics.com/info/video.php>

A TAP Plastics tem uma loja em Bellevue, WA, em 12021 Northup Way, (perto da 20th Street), 425-861-0940. Há também uma TAP Plastics em Seattle perto de Westlake: 710 9th Ave. N, 206-389-5900.

#### **Adições em andamento:**

Adição aos sistemas AirAssist - [o segredo para limpar o corte a laser: projetando um bico de laser melhor usando impressão 3D | Blog do sistema nervoso \(Nervous.com\)](#) (Ainda não testei, mas estou curioso. Informe se você já tentou).

**Ferramenta PopOut de plástico cortado a laser.** Passei muito tempo destacando pequenas peças internas, como arruelas de plástico que faço a granel ou os centros de orifícios de parafuso que cortei por volta de 10 ou 100. Moa um par barato de alicates de garganta profunda em uma ferramenta PopOut com uma sobremordida severa como esta:



[Alicates Powerbuilt de 7 polegadas autoajustáveis com mola de uma mão, todos](#)

[Objetivo - Alicates de junta deslizante - Amazon.com](#)