



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3203

Usinagem por eletroerosão a fio (EDM-F)

GRUPO - 10

Almir Ribeiro Couto - 10379381

Cauê Luna da Silva - 10706062

Maria Clara Chinen de Oliveira - 10771476

Pedro Barletta Marcondes Perito - 10771372

Raquel de Almeida Siqueira Santos - 11257331

2020.1



Introdução

- Origens da eletroerosão a fio: processo inicialmente utilizado para obtenção de pó metálico
- Atualmente é um processo utilizado na usinagem de peças por meio de descargas elétricas
- Tornou possível a conformação de materiais de dureza elevada, evitando a perda de características superficiais da peça ou esforços de corte



Objetivo

Esta apresentação terá como objetivo principal a exposição dos fundamentos da usinagem por eletroerosão a fio, sua aplicabilidade na indústria atual e as vantagens e desvantagens desse processo.



Aplicações

- Na indústria atual, a usinagem por eletroerosão a fio é principalmente utilizada na fabricação de peças com cavidades passantes ou perfurações transversais:
 - placas de guia
 - porta-punções
 - matrizes para estampas de corte
 - fieiras para trefilação
- Conformação de ferramentas de metal duro





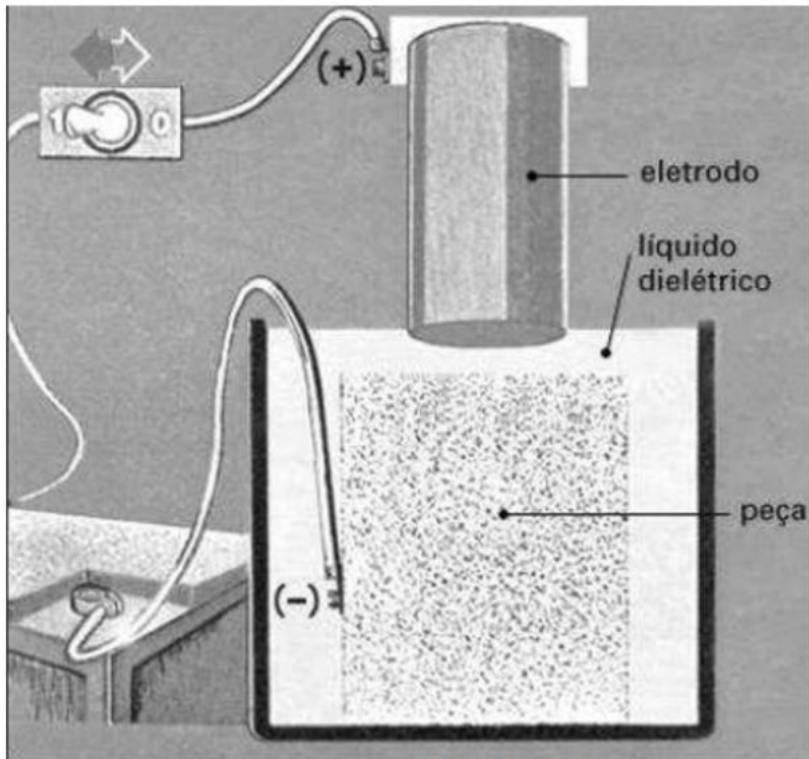
Princípios da eletroerosão

Definição: remoção de material por meio de descargas elétricas que ocorrem entre um eletrodo e uma peça através de um líquido dielétrico (EDM)

Requisitos: para que o processo ocorra é necessário que a peça a ser usinada e a ferramenta sejam bons condutores elétricos



Princípios da eletroerosão

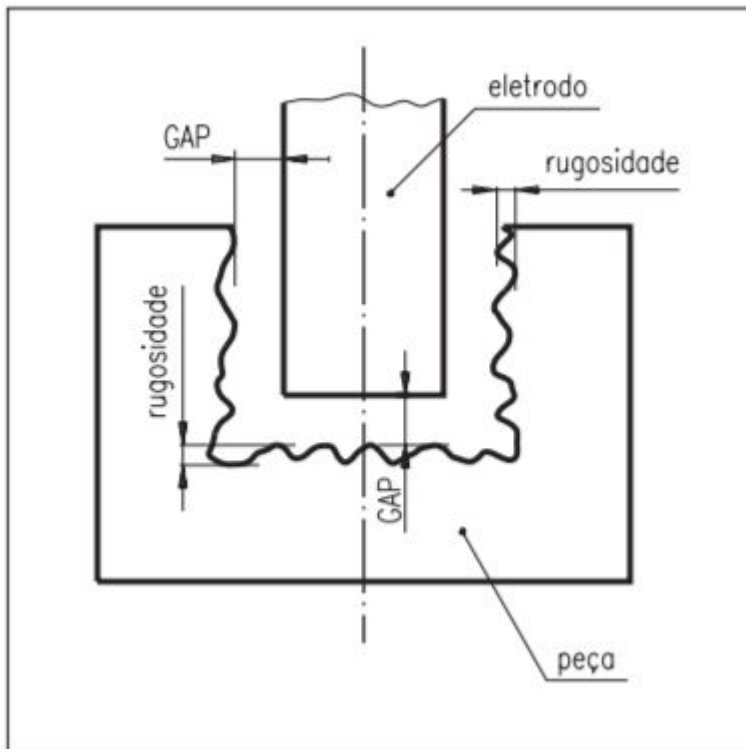


A peça e o eletrodo são mergulhados num recipiente que contém um fluido dielétrico e ligados a uma fonte de corrente contínua.

Fluido dielétrico: possui alta viscosidade e alta resistência elétrica; atua como isolante, refrigerante e como um meio de lavagem para remover os subprodutos metálicos da área de trabalho



Princípios da eletroerosão



Quando o espaço entre a peça e a ferramenta atinge a distância GAP, o dielétrico forma uma “ponte” de íons entre o eletrodo e a peça.

GAP: determina a rugosidade da peça e o tempo de usinagem; com GAP alto, o tempo de usinagem é menor, mas a rugosidade é maior

Um ciclo é definido pelo afastamento e reaproximação do eletrodo, que provoca uma descarga, podendo chegar a 200 mil ciclos/s. Descargas sucessivas, fazem a usinagem da peça, sua frequência



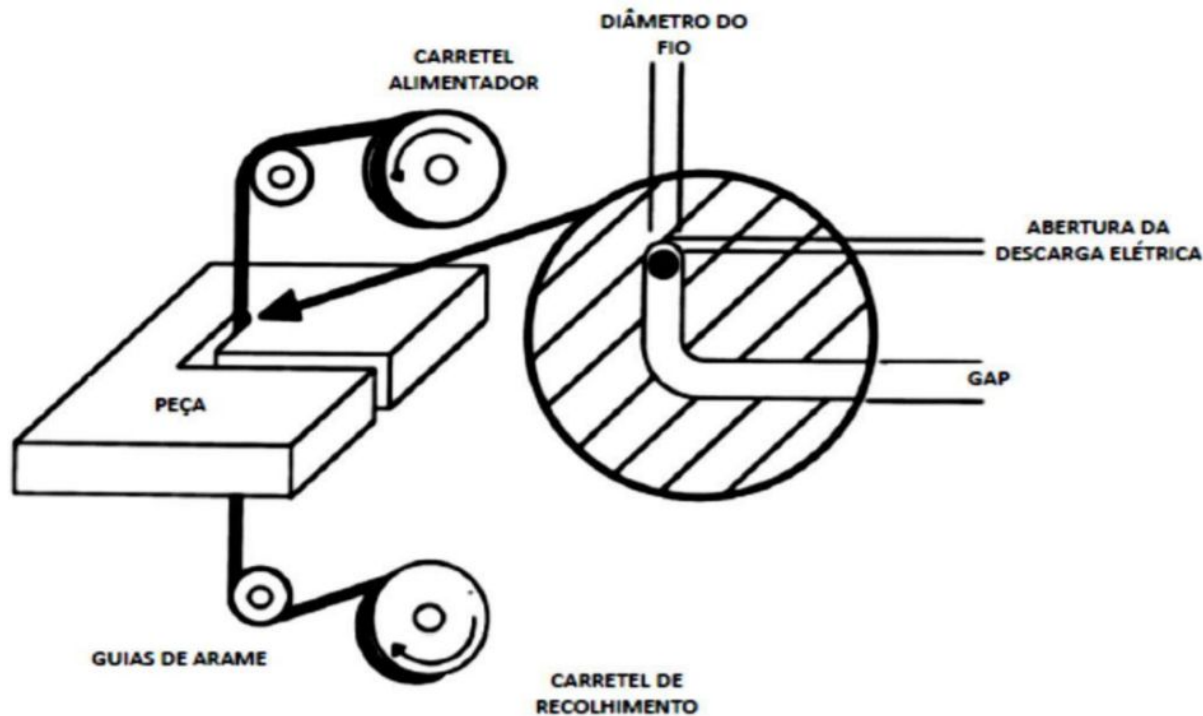
Eletroerosão por penetração e a fio

Por penetração: ocorre a penetração do eletrodo na peça

A fio: o eletrodo utilizado é um fio de latão, o líquido dielétrico é água não ionizada e há a necessidade de programação do perfil de corte em computador



Procedimento

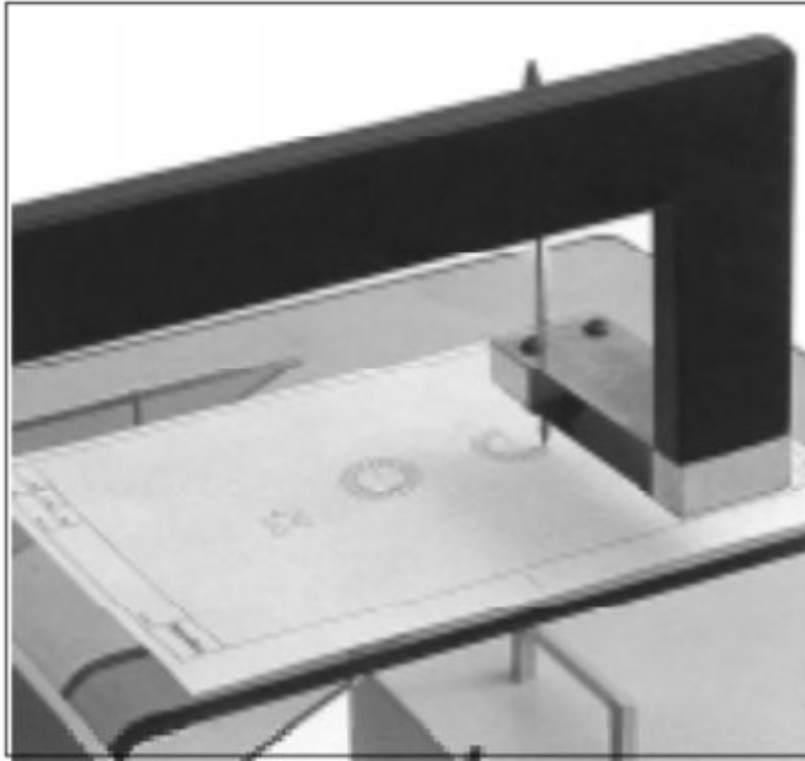


Um fio de latão ionizado atravessa a peça submersa em água não ionizada, em movimentos constantes, provocando descargas elétricas entre o fio e a peça, cortando material.

Para permitir a passagem do fio, é feito previamente um pequeno orifício no material a ser usinado



Procedimento



O corte a fio é programado por computador, que permite o corte de perfis complexos e com exatidão.

Em alguns equipamentos, um plotter (traçador gráfico) possibilita a conferência da execução do programa pela máquina



Eurostec Máquinas e Assessoria para Importação
www.eurostec.com.br / (54) 3212 2941



Equipamento

- **Bobina de fios de cobre**

- Corte com eletrodos de fios -> importância CNC
- Condução: qualquer fio x cobre (abundância)
- Material limpo
- Mais vantajoso: material eletrolítico polido
- Máquinas com arame como eletrodo -> não produzem cantos vivos
- Prever arredondamento = raio do arame da centelha
- Furos finos -> cobre inviável (falta de resistência à tração)
 - Usar fio molibdênio



Máquinas de Eletroerosão a fio



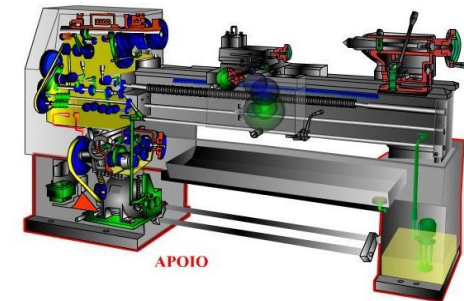


Subsistemas

- Subsistemas:
 - Suporte
 - Fixação da peça
 - Avanço
 - Acionamento principal

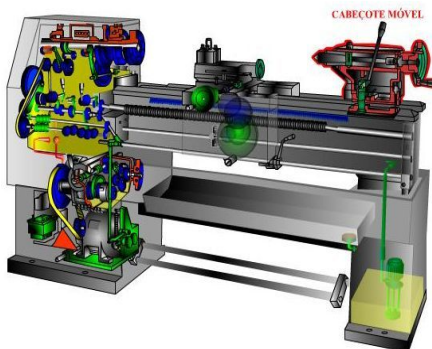
Máquina Ferramenta

- ✓ Subsistema de suporte – Apoio (bases da máquina)

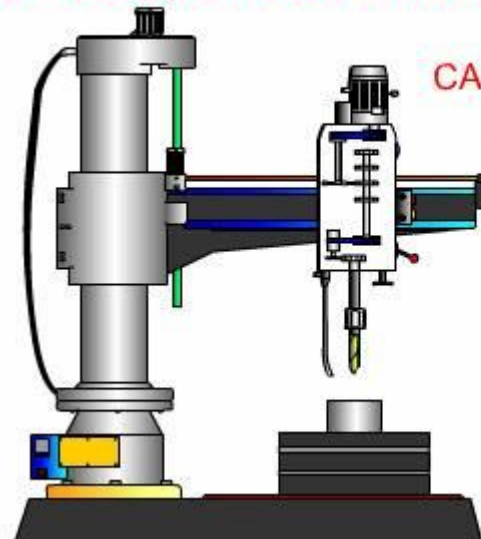


Máquina Ferramenta

- ✓ Subsistema de fixação da peça – Cabeçote móvel (pressão da peça à máquina)



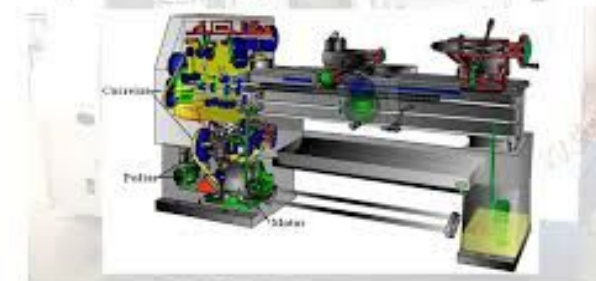
SUBSISTEMA DE AVANÇO



CAIXA VARIADORA
PRINCIPAL

Subsistemas Máquina Ferramenta

- ✓ Subsistema de Acionamento Principal
Proporciona o giro da peça com diferentes velocidades.

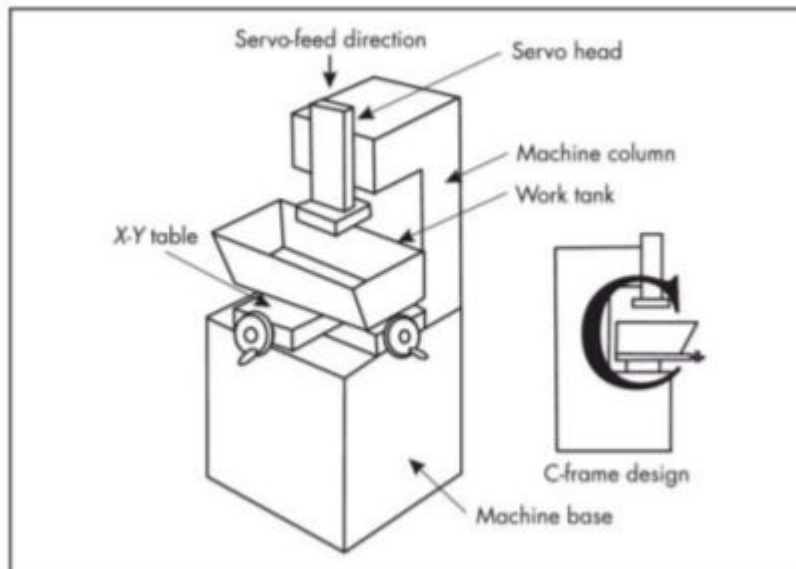




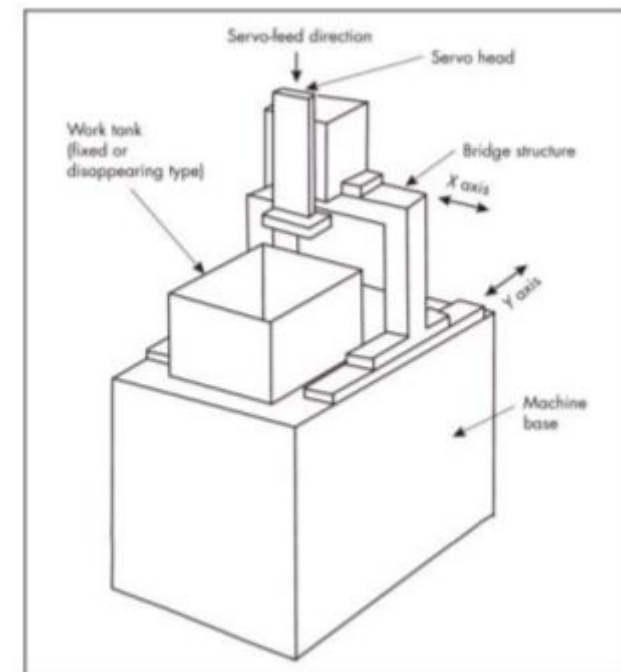
Máquinas - Estrutura

- Elementos de fixação do material, mesa, cabeçotes móveis e fusos fixados na coluna central
- Colunas: tipo C e tipo ponte.
 - C: peça -> eletrodo
 - Ponte: eletrodo -> peça

Tipo C



Tipo ponte





Máquinas - Fonte de Energia

- Produção de centelhas - removem material
- Geração de impulsos elétricos entre peça e eletrodo
- Ionização do dielétrico
- Circuitos: RC (resistor-capacitor) e chaveamento
 - RC: acabamento fino ou furos pequenos de baixa precisão
 - chaveamento: maior frequência de centelhamento -> maior retirada de material

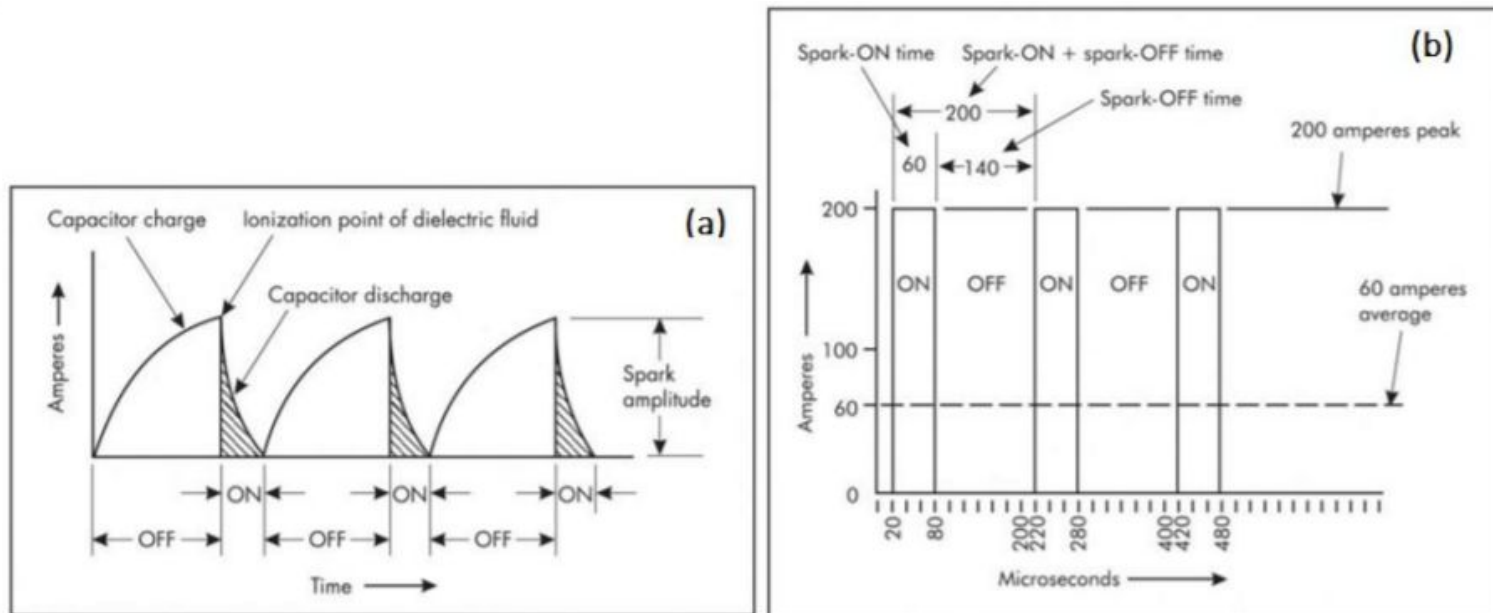
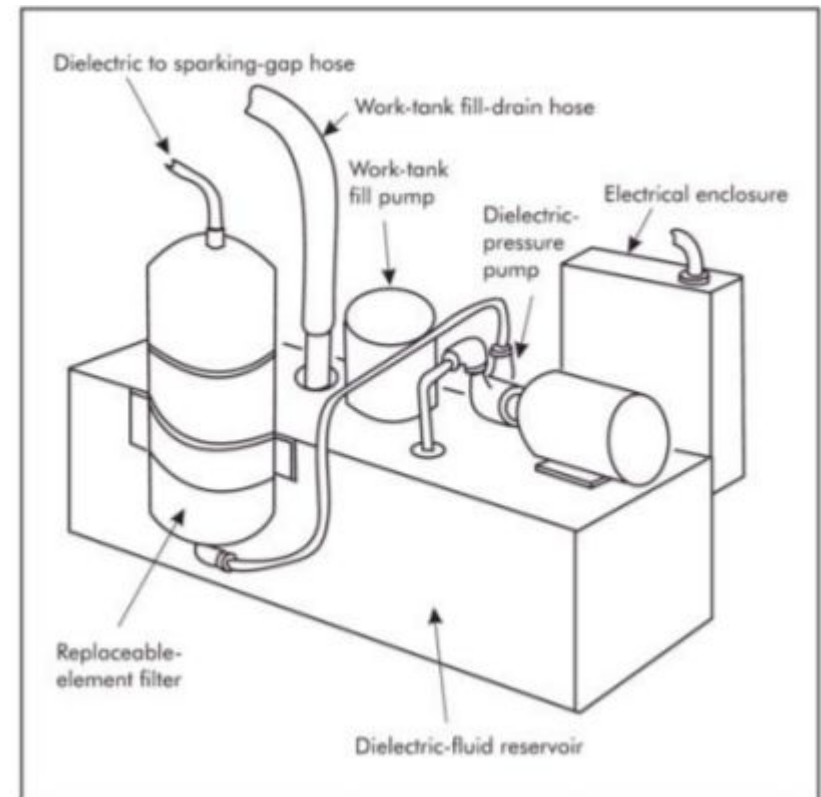


Figura 6. Forma de onda do centelhamento das fontes de energia: (a) circuito RC e (b) circuito chaveado.



Máquinas - Unidade de dielétrico

- Armazenamento do fluido dielétrico
 - Água deionizada ou óleo mineral.
- Principais componentes do reservatório:
 - filtro de impurezas
 - bomba de circulação
 - bomba de pressão do dielétrico





Máquinas - Controle dos Eixos XYZ - CNC

- Eixos movimentados por servo-motores -> melhor controle da folga
- Toque -> curto circuito -> materiais não serão removidos
- 2, 4 e 5 eixos de operação: X-U; Y-V; Z
- Usinagem vertical e inclinada

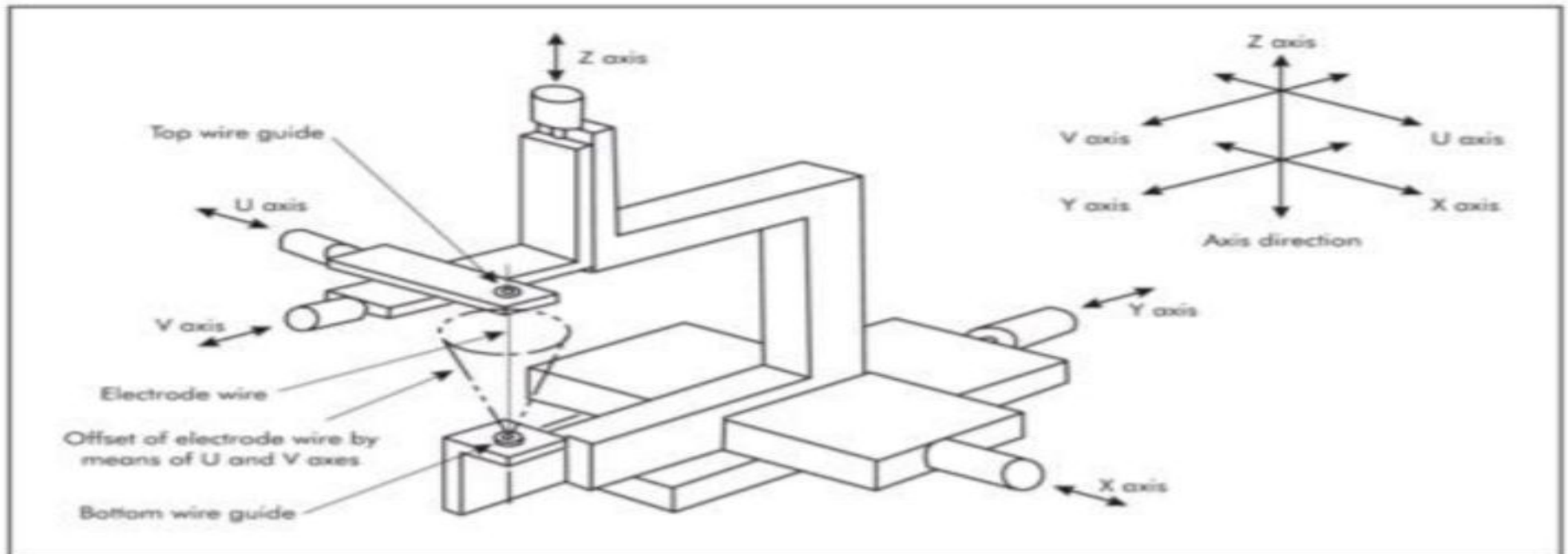


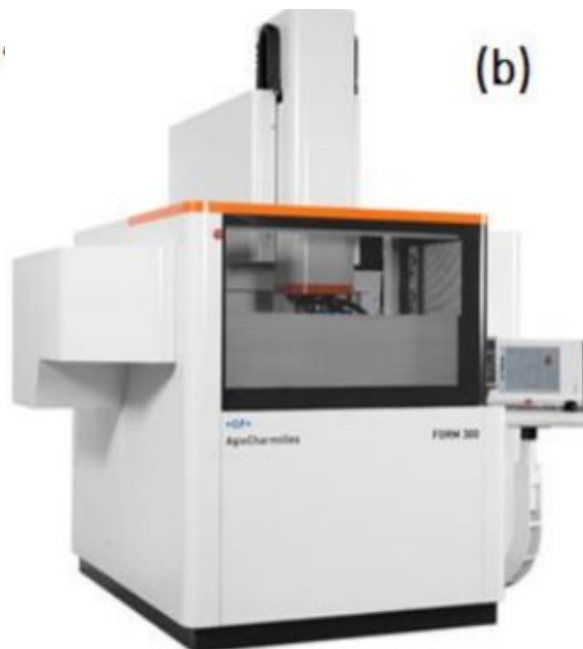
Figure 2-14. Five-axes wire-cut-machine design.

Figura 8. Eixos de posicionamento das máquinas de eletroerosão a fio.



Fornecedores

- Principais fornecedores:
 - Eletro;
 - Resistron;
 - Agie Charmilles;
 - Mitsubishi.





Vantagens

- Vantagens da geometria
 - Cortes e moldes complexos podem ser produzidos com precisão com custo reduzido
 - Possibilidade de produzir cavidades e aberturas não-redondas
 - Possibilidade de cortar cantos internos com raios muito pequenos
 - O processo de eletroerosão é livre de rebarbas
 - Os movimentos dos eixos X, Y e Z permitem a programação de perfis complexos usando eletrodos simples



Vantagens

- Vantagens de custo
 - Os passes de desbaste eliminam as operações de acabamento secundário
 - Permite a reutilização de sobras para substituir a produção de cavacos
 - Evita mover uma peça através de múltiplos processos convencionais. Tendo a forma final obtida através de uma única configuração (melhorando assim a precisão)



Vantagens

- Qualquer material que seja eletricamente condutor pode ser usinado por meio da eletroerosão
- Peças endurecidas podem ser usinadas eliminando a deformação causada pelos tratamentos térmicos
- A dureza do material tem pouco efeito na taxa de corte da eletroerosão e não limita a geometria das peças



Vantagens da eletroerosão a fio

- Não oferece muitos riscos à saúde
 - A utilização de água não ionizada como líquido dielétrico torna esse processo bastante eficiente no que se trata da saúde dos operadores
- Não oferece muitos riscos ao meio ambiente
 - Diferentemente da eletroerosão por penetração, a eletroerosão a fio não utiliza óleo hidrocarboneto em seu processo e, portanto, oferece menores riscos ambientais



Desvantagens

- Baixa taxa de remoção do material
 - Quanto maior o ponto de fusão e de vaporização da peça, menor a taxa de remoção do material
 - Quanto melhor condutor elétrico for o material, maior a taxa de remoção do material
 - Portanto, em termos da taxa de remoção do material, é preferível a aplicação em materiais de baixo ponto de fusão e de vaporização e de alta condutibilidade elétrica
 - Esta baixa taxa de remoção do material acaba por ocasionar um processo mais lento de usinagem



Desvantagens

- Alto investimento inicial necessário
 - Como já visto, a não utilização de ferramentas de contato e a ausência de necessidade de operações de acabamento secundário podem tornar o processo mais econômico
 - Entretanto, o maquinário que executa as descargas elétricas na eletroerosão a fio pode possuir custos elevados
 - Portanto, esse processo requer um investimento elevado para sua implementação, por mais que este fator tende a se pagar com o tempo



Comentários Finais

A eletroerosão a fio é um processo de usinagem moderno capaz de conformar peças de geometria complexa e de alta dureza, com fabricação majoritariamente em pequenas quantidades.

Sua aplicação na indústria está em permanente ampliação devido a suas vantagens significativas, dentre as quais o baixo risco à saúde e ao meio ambiente, e custo a longo prazo reduzido.



Referências

- WEILAND, Alan. Eletroerosão. Revista Gestão Universitária, Horizontina, 03 de dez. de 2018. V.10, Páginas 1 a 12. Disponível em:
http://www.gestaouniversitaria.com.br/system/scientific_articles/files/000/000/482/original/Eletroeros%C3%A3o.pdf?154431335
5. Acesso em: 28/06/2020.
- <https://www.steelcarbon.com.br/eletroerosao/>
- <https://essel.com.br/cursos/material/01/ProcessosFabricacao/68proc.pdf>



- Fim -