

DESENVOLVIMENTO MECÂNICO DE UMA MÁQUINA DE ELETROEROSÃO

Suerlei Ferreira Borges Filho¹

Rafael de Oliveira Silva²

RESUMO

Eletroerosão é um processo de usinagem não convencional, o mesmo ocorre através da retirada de material de uma peça por meio de descargas elétricas, desde que a peça a ser usinada esteja submersa em um fluido dielétrico e a mesma seja condutora elétrica para que assim ocorra a abertura do arco elétrico. O processo de usinagem não convencional é bastante utilizado para usinagem de superfícies, ranhuras e matrizes. O seguinte projeto trata-se dos princípios fundamentais para elaboração de uma máquina de eletroerosão, exemplificando o conceito do método de usinagem eletroerosão, por eletrodo, através da centelha elétrica. O mesmo cita os principais componentes para a realização do projeto e seus princípios de funcionamento, no qual é proposto a função de cada um de seus componentes e suas principais características e importâncias durante o processo de usinagem. Após a construção do protótipo da máquina de eletroerosão obtivemos resultados positivos, conseguindo assim realizar a usinagem da peça por meio de descargas elétricas.

Palavras chave: Fluido dielétrico. Eletrodo. Usinagem de materiais.

¹ Graduando de Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde.

² Orientador, Professor Mestre em Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde – UniRV.

1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que a usinagem está presente há vários séculos, na vida humana, e que a mesma tem a função de dar forma a matéria prima, através de ferramentas ou máquinas. Hoje em dia existem vários processos de usinagem, por meio de furação, cerramento, torneamento, brochamento, entre outros. Este projeto trata-se de um meio de usinagem não convencional, de eletroerosão por penetração.

Atualmente, observa-se que o meio de usinagem por eletroerosão vem ganhando cada vez mais espaço no mercado de trabalho, devido à sua atenção aos detalhes e até mesmo à maneira pela qual ocorre a retirada de matérias da peça a ser usinada. A eletroerosão é caracterizada pela retirada de matérias devido a sucessões de descargas elétricas.

Um exemplo de um estudo envolvendo eletroerosão é apresentado por Lopes (1991), trata-se da eletroerosão, com variação da área do eletrodo em que o mesmo tinha como objetivo verificar o comportamento do acabamento superficial do material, quando se tem uma variação na área do eletrodo.

Um estudo sobre eletroerosão aborda a avaliação de superfícies usinadas por diferentes fluidos dielétricos no processo de usinagem por eletroerosão, concluíram que nem todos os fluidos dielétricos específicos para eletroerosão são recomendados, para substituir o querosene, porém os riscos que o querosene fornece reafirmam que o seu uso como dielétrico para eletroerosão deve ser limitado no Brasil (ARANTES et al., 2003).

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma máquina de eletroerosão, por penetração, afim de verificar a sua capacidade de descarga elétrica, para a usinagem do material. O protótipo servirá para ensaios e análises de usinagem, por eletroerosão.

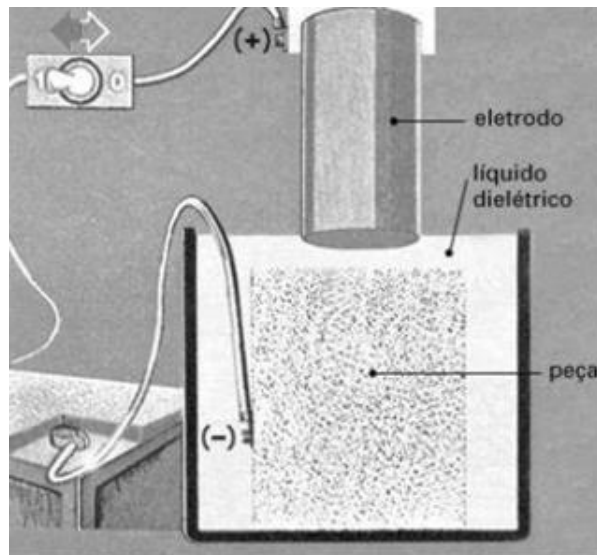
1.1 ELETROEROSÃO

A eletroerosão tem como princípio destruir partículas de um certo material metálico, através de descargas elétricas (SCHMIDT, CANABARRO, 2008).

Por volta do século 18, iniciou-se os estudos para se obter um método de usinagem não convencional através de descargas elétricas, porém, somente cerca de 60 anos atrás o mesmo começou a ser utilizado em indústrias, com a finalidade de se recuperar ferramentas quebradas.

Como o processo de eletroerosão ocorre através de eletricidade, é importante destacar que os materiais envolvidos sejam condutores de eletricidade. A ferramenta utilizada para realizar o desbaste na superfície da peça a ser usinada é o eletrodo. Ambos ficam submersos em fluido (Figura 1), conhecido como fluido dielétrico. Quando se diminui o espaço em relação ao eletrodo e a peça, o fluido começa a atuar como condutor de íons entre eletrodo e peça e, paralelamente, serve para refrigerar a superfície da peça usinada (SCHMIDT, CANABARRO, 2008).

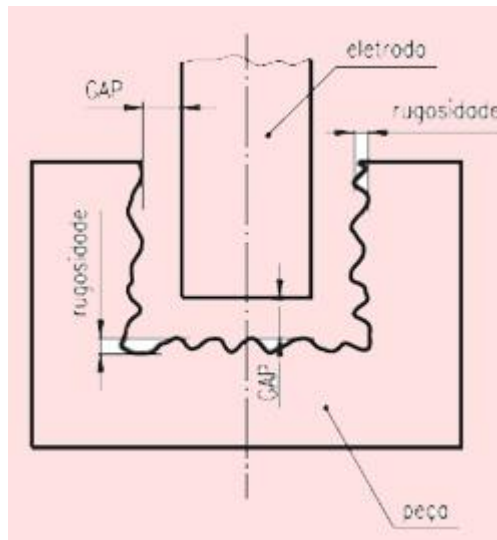
FIGURA 1 – Tanque do fluido dielétrico



Fonte: SCHMIDT, CANABARRO, 2008.

Estima-se que com os ajustes na máquina consiga se obter o controle da erosão de tal maneira, que se obtenha 99,5% de erosão na peça e 0,5% no eletrodo. O espaço mínimo entre a ferramenta e a peça, no qual ocorre a centelha, conforme a Figura 2, é conhecido como GAP (comprimento da centelha), sendo que se o comprimento da centelha for alto, simultaneamente o tempo para a usinagem do material será menor, causando assim, uma maior rugosidade no mesmo. Já com o GAP mais baixo haverá um alto tempo de usinagem ocasionando uma menor rugosidade na superfície do material. Na região em que ocorre a centelha, estima-se que a temperatura possa variar de 2500 a 50000°C (FERNANDES, 2000).

FIGURA 2 – GAP (comprimento da centelha)



Fonte: SCHMIDT, CANABARRO, 2008.

1.2 ELETRODO

A ferramenta utilizada no processo de eletroerosão por penetração é o eletrodo. A princípio, vários materiais são capazes de conduzir energia elétrica e tem um elevado ponto de fusão, servindo como eletrodo. Porém, no processo de usinagem por eletroerosão o eletrodo tem uma quantia significativa quanto a custos do processo, devido a isto, é importante analisar com cuidado o método de usinagem e qual material será utilizado como eletrodo. Os materiais mais utilizados com eletrodos são separados em dois grupos: não metálicos e metálicos (SCHMIDT, CANABARRO, 2008).

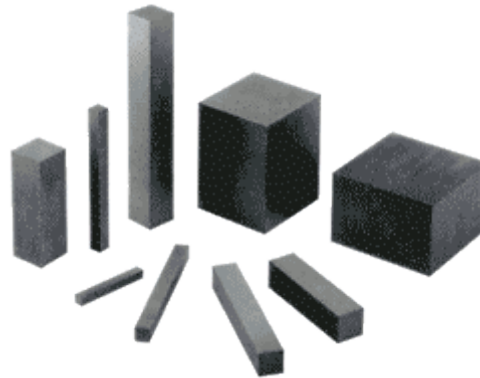
Na área metálica os que mais se destacam são: cobre tungstênio, cobre sintetizado e cobre eletrolítico, ambos apresentam um excelente acabamento e baixo desgaste durante a usinagem.

Entre os não metálicos, o que mais se destaca é o grafite, por ser de fácil usinagem, porém, tem como desvantagem o fato de ser bastante quebradiço. O mesmo não altera suas qualidades em temperaturas elevadas e é insensível ao choque térmico (FERNANDES, 2000).

A fabricação de eletrodos pode ocorrer através de meios convencionais de usinagem, como o torneamento, aplainamento, fresagem, dentre outros.

Conforme o trabalho de usinagem é realizado, podem ser necessários dois tipos de eletrodos, sendo um para o acabamento e outro para desbaste, conforme exemplos na Figura 3.

FIGURA 3 – Tipos de eletrodo



Fonte: WM Polimento. Acesso em: 25 de maio de 2017.

1.3 MOTOR DE PASSO

Motor de passo é um dispositivo eletromecânico, que converte pulsos elétricos, em movimento mecânico. A rotação dos motores de passo está diretamente relacionada, aos pulsos elétricos, que são recebidos, a direção na qual o motor gira irá depender da sequência, na qual os pulsos são aplicados, bem como a velocidade em que o rotor gira e o tamanho do ângulo rotacionado estão diretamente relacionados, com os pulsos recebidos e o número de pulsos aplicados (BRITES, SANTOS, 2008).

Em relação aos outros motores disponíveis no mercado, o motor de passo se destaca pelas seguintes características: precisão no torque aplicado, segue uma lógica digital, resposta rápida em relação à aceleração e desaceleração, alta precisão em seu posicionamento. Porém, em relação aos outros motores, o motor de passo contém as seguintes desvantagens: requer uma certa complexidade para ser operado e baixo desempenho em altas velocidades (SCHMIDT, CANABARRO, 2008).

Geralmente o motor de passo é mais utilizado onde se necessita de movimentos precisos, tais como: velocidade, sincronismo, posição e ângulo de rotação. Por conta de seus movimentos precisos o mesmo é amplamente utilizado em scanners, impressoras, automação industrial, robôs e outros dispositivos que necessitam de uma certa precisão em seus movimentos. O motor de passo não é recomendado para utilização em processos de alta rotação,

também não se recomenda a utilização de motor de passo em casos que requer um torque elevado. O motor de passo utilizado no projeto referido é o Nema 17, conforme Figura 4.

FIGURA 4 – Motor de passo



Fonte: HU Infinito Componentes elétricos. Acesso em: 26 de maio de 2017.

1.4 FLUIDO DIÉLETRICO

As propriedades do fluido dielétrico durante o processo de eletroerosão são:

Ponto de ebulição: O mesmo se torna estável a altas temperaturas, conservando assim, as suas propriedades originais;

Odor: Se houver uma evaporação excessiva do fluido o mesmo exalava um odor;

Custo: Não contém custo elevado

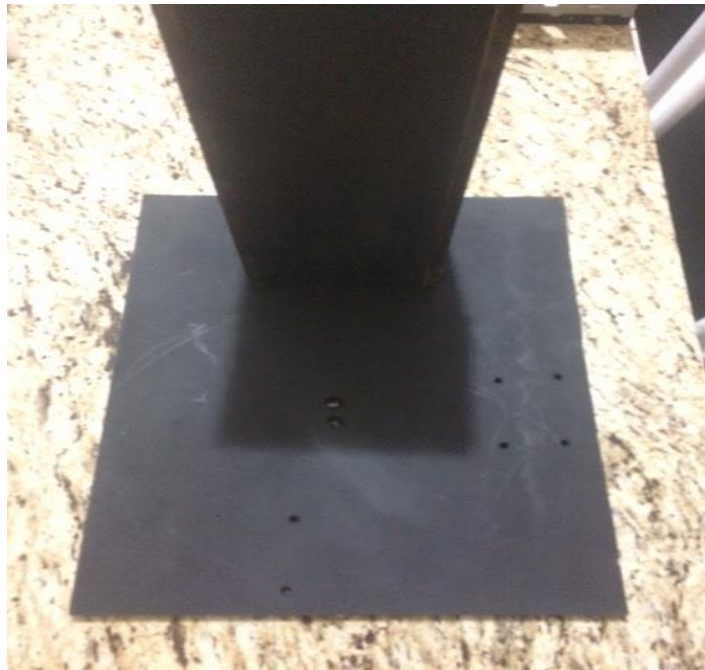
Estabilidade a oxidação: A vida útil do fluido está diretamente ligada com a estabilidade do mesmo para oxidação, ou seja, quanto menor a estabilidade à oxidação, menor será o tempo de vida útil do fluido.

O fluido dielétrico no processo de eletroerosão tem como principal função realizar o controle da potência de abertura da descarga elétrica, A escolha do material do eletrodo sozinho não irá retardar o seu desgaste suficiente, o fluido dielétrico neste caso será inserido no processo de usinagem para auxiliar no arrefecimento do eletrodo, paralelamente com a função de limpeza do material durante a usinagem. O fluido irá recircular pelo sistema através de uma bomba com filtro, com a função de bombear o líquido e retirar partículas presentes no mesmo (FERNANDES, 2000).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A estrutura da máquina de eletroerosão foi feita com madeira MDF (Figura 5) devido ao seu baixo custo e as suas propriedades, sendo umas delas o seu fator isolante. A mesma contém um comprimento de 430 milímetros e 330 milímetros de largura, paralelamente foi construído e acoplado com parafusos de rosca soberba um caixote de 120 milímetros de comprimento, 140 milímetros de largura e 335 milímetros de altura, para fixar o conjunto guia na parte externa e abrigar na parte interna componentes elétricos como o arduino. Na estrutura de MDF está concentrado os equipamentos mecânicos fundamentais para o funcionamento da máquina, como: a estrutura do conjunto guia e motor de passo, o reservatório com seus demais componentes, a bomba e o filtro.

FIGURA 5 – Estrutura MDF



Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

O conjunto guia é composto por dois guias, uma barra roscada e o motor de passo, o mesmo tem a função de fixar e movimentar o eletrodo, durante o processo de usinagem, garantido que há corrente elétrica sendo enviada pelo eletrodo e peça instantaneamente. Foram usinadas barras de teflon, para a fixação do material (Figura 6), devido a sua capacidade de isolamento, não deixando assim, a corrente elétrica se dissipar ao meio externo. A fixação do

eletrodo se dá através de uma barra de alumínio, em que a perfuração da mesma, comporta diâmetros de até 5 mm.

FIGURA 6 – Conjunto guia



Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

O reservatório de vidro foi utilizado para comportar o fluido dielétrico, seguindo as dimensões de: 200 milímetros de altura, 200 milímetros de largura e 200 milímetros de comprimento, o vidro possui uma espessura de 7,5 milímetros. Na base do reservatório encontra-se um furo de 12 mm de diâmetro, no qual o parafuso para a fixação da peça a ser usinada está instalado. Na parede a esquerda do reservatório é possível verificar um furo de 8 milímetros em que instalou-se uma mangueira, que exercerá a função de transportar o fluido dielétrico, até o filtro de combustível. Devido ao uso do fluido dielétrico (querosene) causar desgaste e corrosão ao longo do tempo em colas comuns para vidros, optou-se para a fixação do reservatório a cola Sikaflex 256, devido as suas propriedades serem mais resistentes a fluidos químicos.

FIGURA 7 – Reservatório

Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

O kit bomba e filtro, instalado nas extremidades da estrutura de MDF tem como principal função, retirar as impurezas geradas no fluido dielétrico, durante o processo de usinagem e resfriar o eletrodo, na medida em que o mesmo for realizando as descargas elétricas na peça usinada. A bomba (Figura 8 A) tem como especificação 12V e uma pressão de 3.0 bar, e possui uma saída de 12 milímetros no qual essa terá a função de bombear novamente o fluido para o reservatório. O filtro utilizado (Figura 8 B) é de combustível, o mesmo é utilizado em veículos compactos, tendo ele como principal função, a retirada de cavacos do fluido dielétrico, durante o processo de usinagem.

FIGURA 8 – a) bomba; b) filtro

Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

O eletrodo utilizado foi de cobre (Figura 9), devido a sua alta condutividade elétrica, facilitando assim, o processo de usinagem. O mesmo contém um diâmetro de 5 milímetros e um comprimento de 60 milímetros, está fixado juntamente, a uma barra de alumínio com rosca lateral, para a sustentação do eletrodo

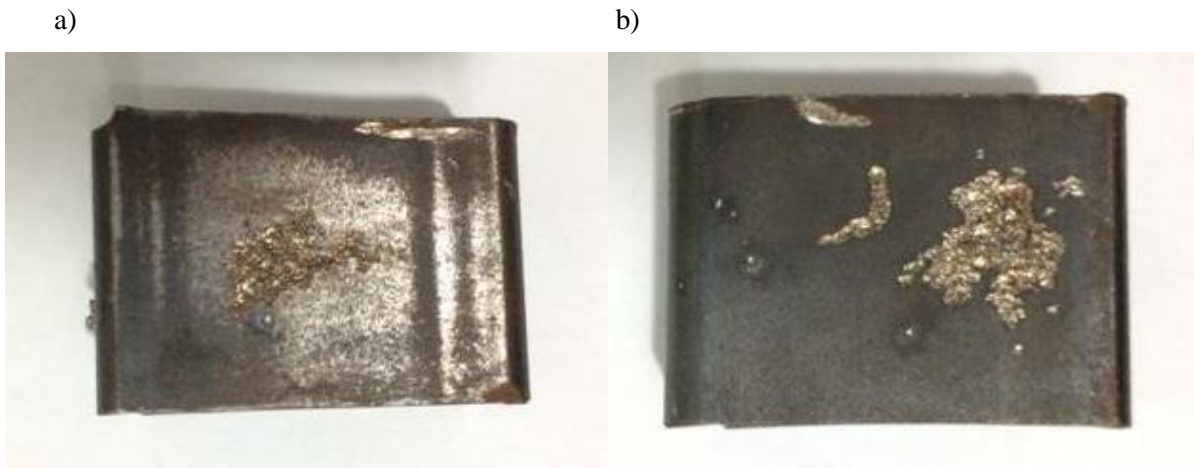
FIGURA 9 – Eletrodo

Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Iniciou-se a montagem da máquina de eletroerosão, no dia 07/09/2017, devido ao tempo de espera, para chegada dos materiais. Após 1 mês, realizou-se o primeiro teste (Figura 10 A) e foi constatado, que houve desgaste na superfície do material, através da centelha elétrica. Após 2 meses realizou-se o segundo teste (Figura 10 B) com o sistema e a programação lógica em funcionamento, assim percebeu-se um maior desgaste, na peça devido ao controle, de estabilidade, do GAP (comprimento da centelha elétrica) já estar em funcionamento.

FIGURA 10 – a) teste1; b) teste2



Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

Como observado na Figura 10 B houve apenas desgaste na superfície do material, porém, esperava-se que com ajustes na máquina a peça usinada sofra um maior desgaste, causando assim, até mesmo a perfuração do material. O eletrodo em si sofreu um pequeno desgaste de 2 milímetros em 15 minutos, mantendo as suas propriedades e até mesmo, a sua capacidade de condução estável durante todo o processo de testes. A coloração escura no fluido dielétrico (Figura 11) comprovar a presença de material, que foi extraído durante o processo de usinagem.

FIGURA 11 – Fluido dielétrico (querosene)



Fonte: Suerlei Ferreira Borges Filho (2017).

Algumas dificuldades foram encontradas, durante o percurso, para a construção da máquina de eletroerosão em relação a materiais adequados para montagem dos equipamentos, disponibilidade de matérias e prazos de entrega. Não houve nenhum contratempo, na parte financeira, devido ao preço das peças serem bastante acessíveis.

4 CONCLUSÃO

Os resultados esperados foram obtidos com sucesso, a princípio o projeto tinha como real motivo provar a capacidade de usinagem, através da centelha elétrica, o que foi obtido, podendo ser observado através da Figura 10 B. Para futuros projetos algumas melhorias podem ser feitas na máquina, como por exemplo, a adequação e testes com outros eletrodos e até mesmo melhorias, na parte eletroeletrônica.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Luciano José et al. **Avaliação de superfícies usinadas por diferentes fluidos dielétricos no processo de usinagem por eletroerosão**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 56, n. 2, p. 91-96, 2003.

BRITES, F. G.; SANTOS, V. P. A. **Motor de passo**. Niterói: Grupo PET-Tele, 2008.

LOPES J. R. **Usinagem por eletroerosão com variação da área do eletrodo**. 1991. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 1991.

FERNANDES F, C, Telecurso 2000. Disponível em:

<<http://essel.com.br/cursos/material/01/ProcessosFabricacao/68proc.pdf>>. Acesso em: 27 de maio de 2017.

HU Infinito Componentes Elétrico. Disponível em:

<http://www.huinfinito.com.br/motores/1034-motor-de-passo-nema-17.html?search_query=motor+de+passo&results=8>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

SCHMIDT, I; CANABARRO, S. S.; Disponível em:

<<http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/proeletroerosao.asp>>. Acesso em: 23 de maio de 2017.

WM Polimento, Eletroerosão. Disponível em:

<<https://sites.google.com/site/wmpolimentoloja/cadinho>>. Acesso em: 25 de maio de 2017.