# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO ỨNG DỤNG DAO ĐỘNG HỖ TRỢ GIA CÔNG MÁY EDM

RESEARCH DESIGN AND APPLIED HIGH FREQUENCY FOR MODULE OF EDM TO SUPPORT MANUFACTURING

**Hoang Trung Kien[1], Dao Phuoc Loc[2]**

[1]Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

[2]Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

[1]kienhtr@hcmute.edu.vn, [2]daphulo1989@gmail.com

**TÓM TẮT**

Gia công tia lửa điện (EDM) là một trong những công nghệ gia công phi truyền thống được chấp nhận rộng rãi nhất trong ngành công nghiệp sản xuất hiện nay. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để nghiên cứu quá trình EDM và cải thiện hiệu quả gia công. Trong số nhiều phương pháp được đề xuất, EDM hỗ trợ dao động là một trong những phương pháp phổ biến và hiệu quả nhất. Bài báo này trình bày một nghiên cứu về thiết kế và phân tích mô-đun hỗ trợ dao động siêu âm được áp dụng để cải thiện hiệu quả gia công của quy trình EDM. Các mô-đun sẽ được áp dụng để kích thích điện cực trong một máy EDM ở tần số không siêu âm để tăng hiệu quả của quá trình rữa phoi. Sự dao động sẽ được tạo ra bởi một bộ truyền động áp điện và sẽ được chuyển đến điện cực thông qua một bản lề uốn. Cấu trúc và độ dao động của mô-đun sẽ được phân tích bằng phần mềm  ANSYS. Việc tối ưu hóa bản lề uốn cũng sẽ được thực hiện và trình bày trong bài báo này.

**Từ khóa:** Vibration-assisted method; EDM; Machining efficiency

**ABSTRACT**

Electrical discharge machining (EDM) is one of the most widely accepted non-traditional machining technology in the manufacturing industry, nowadays. Many researches have been carried out to study the EDM process and to improve the machining efficiency. Among many proposed methods, vibration-assisted EDM is one of the most popular and efficient ones. This paper presents a study in designing and analyzing of an ultrasonic vibration-assisted module applied to improve the machining efficiency of the EDM process. The module will be applied to excite the electrode in a die-sinker EDM machine at ultrasonic frequencies and suitable amplitudes to increase the flushing efficiency of the debris solution. The vibration will be generated by a piezoelectric actuator stack and will be transferred to the electrode through a

flexure hinge. The structure and vibration of the module will be analyzed using ANSYS software. The optimization of the flexure hinge will also be conducted and presented in this paper.

**Keywords:** Vibration-assisted method; EDM; Machining efficiency

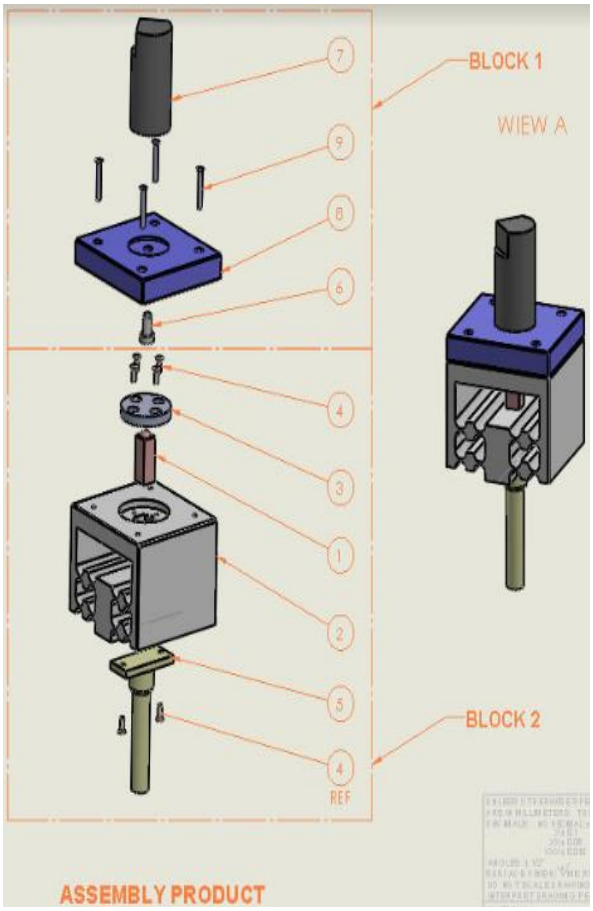
## 1. GIỚI THIỆU

Gần đây, gia công tia lửa điện (EDM) là một trong những quy trình gia công phi truyền thống phổ biến nhất trong ngành công nghiệp sản xuất. Vì EDM là quá trình gia công không tiếp xúc, EDM là một phương pháp gia công không ma sát và không có lực. Do đó, quá trình gia công EDM có thể được áp dụng trên các cấu trúc cứng và vi mô thấp. Ngoài ra, với nhiệt độ cực kỳ cao, EDM có thể cắt bất kỳ vật liệu điện nào được thực hiện bất kể độ cứng của nó. Do đó, EDM là tiên tiến để cắt kim loại cứng và siêu cứng, cấu trúc khó gia công và các hợp kim, tuy nhiên EDM có tốc độ gia công thấp và đối mặt với những thách thức đáng kể với hiệu suất khi gia công như lỗ sâu và bề mặt lớn [1]. Nhiều phương pháp đã được đề xuất, nhằm nâng cao hiệu quả gia công của quy trình EDM. Hầu hết các phương pháp được trình bày tập trung vào việc cải thiện hiệu suất quá trình rữa phoi và phương pháp hỗ trợ dao động là một trong những phương pháp phổ biến nhất. Phương pháp này đã được áp dụng cho cả EDM và WEDM và cả cho điện cực và phôi gia công. Kết quả báo cáo của các nghiên cứu trước đây cho thấy rằng khi ta đưa dao động vào sản xuất thì hiệu suất gia công và chất lượng bề mặt gia công đã được cải thiện đáng kể. Kremer et al. [21] đã nghiên cứu ảnh hưởng của độ dao động siêu âm lên đặc điểm gia công EDM và chất lượng bề mặt. Kết quả của họ cho thấy rằng với độ dao động siêu âm, tỷ lệ loại bỏ vật liệu tăng đáng kể. Nhiều nghiên cứu về EDM hỗ trợ dao động siêu âm trong những năm tiếp theo cũng thừa nhận lợi ích của phương pháp cải thiện hiệu quả gia công. Wansheng et al. [22] thành công gia công lỗ sâu và nhỏ trên hợp kim titan bằng cách sử dụng siêu âm EDM. Zhang et al. [23] đã trình bày một nghiên cứu về EDM hỗ trợ dao động siêu âm trong khí với dao động được áp dụng cho phôi gia công và kết luận rằng hệ thống dao động của chúng có thể đạt hiệu suất cao hơn EDM thông thường trong chất lỏng điện môi. Ưu điểm của dao động gia công có thể làm tăng đáng kể hiệu quả gia công và giảm độ phức tạp của hệ thống được chứng minh thêm bởi Gao và Liu [24]. Sử dụng EDM hỗ trợ dao động siêu âm, Huang et al. [25] đã mô tả hiệu ứng của độ dao động siêu âm khi gia công các lỗ vi mô trong Nitinol. Nghiên cứu của họ cho thấy rằng dao động có thể cải thiện hiệu quả gia công mà còn tăng khả năng chóng mòn công cụ tốt. Hơn nữa, kích thước điện cực, điện áp và biên độ dao động cũng ảnh hưởng đến hiệu quả gia công. Dao động cũng đã được sử dụng trong gia công khô để cải thiện hiệu quả gia công. Xu et al. [26] quan sát thấy rằng hiệu suất gia công được cải thiện do lực quán tính gây ra bởi dao động, làm tăng

tốc độ loại bỏ các vật liệu bị tan chảy. Nghiên cứu EDM dao động siêu âm, Zhang et al. thấy rằng MRR có thể được cải thiện bằng cách tăng điện áp mở, thời gian xung và biên độ dao động, hoặc bằng cách giảm độ dày thành ống của điện cực ống [23], [27, 28].

## 2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH DAO ĐỘNG

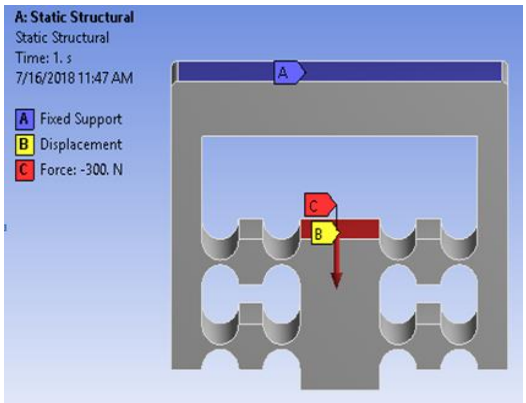
Thiết kế bao gồm 9 phần cơ bản như hình dưới đây.



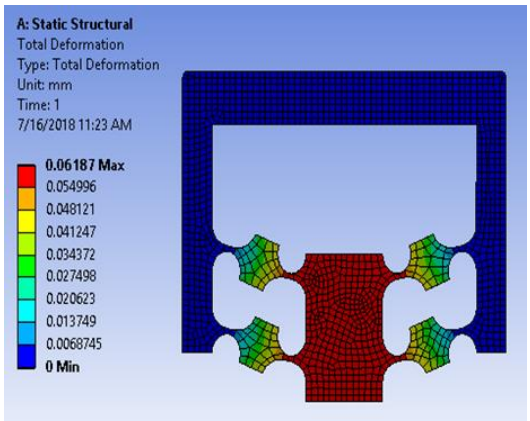

**Hình.1.** Cấu hình của hệ thống.

1. PZT
2. FLEXURE HINGES
3. RING
4. SCR M2X0.4X 4MM
5. TOOL
6. SCR M4X0.7X8MM
7. HEAD
8. COVER
9. SCR M2X0.4X16MM

Biến dạng phân tích tĩnh của toàn bộ cơ cấu được tính toán và nghiên cứu bởi ANSYS. Mô hình phần tử hữu hạn của cơ chế được phân tích để có được các biến dạng và phân bố ứng suất. Để mô phỏng độ cứng, các điều kiện biên được thể hiện trong **Hình.2.**



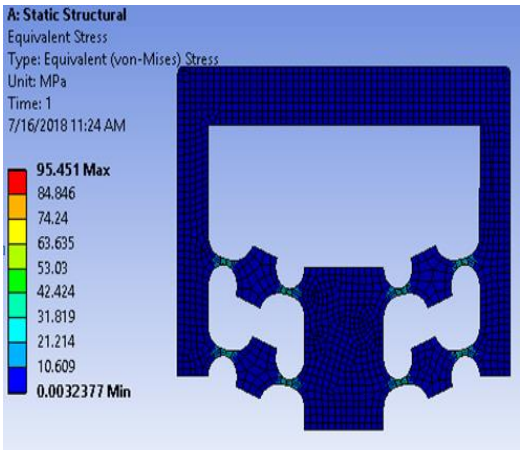

**Hình.2.** Các điều kiện biên được thiết lập trong ANSYS




**Hình.3.** Tính toán độ cứng của cơ chế uốn bằng cách sử dụng ANSYS

Dưới tải trọng tối đa 300N, biến dạng cực đại là 0,06187 mm, như trong Hình.3. Độ cứng mô phỏng được tính như 4848 N/µm.

$$K_{FEA} = \frac{F}{\delta_y} = \frac{300}{0{,}06187} = 4848{,}9\ (\frac{N}{mm})$$




**Hình.4.** Ứng suất do ANSYS ước tính

Áp lực tương đương tối đa là 95,451 MPa, như trong Hình.4. thấp hơn rất nhiều so với cường độ năng suất 275 MPa. Do đó, cơ chế uốn vẫn an toàn và đáng tin cậy. Flexure Hings đã được lựa chọn rộng rãi do các ứng dụng lớn trong chuyển động phù hợp đòi hỏi chuyển động chính xác cao

## 3. VI ĐIỀU KHIỂN ATMEGA 2560

Đây được coi là phần quan trọng của hệ thống, trong hệ thống chúng tôi sử dụng board arduino mega. Vi điều khiển Atmega 2560 sẽ điều chỉnh mọi hoạt động của hệ thống bao gồm kích hoạt thời gian thực, ghi nhận dữ liệu từ bàn phím, đưa kế quả đã nhận ra màn Hình, điều khiển các động cơ.

**Hình.5.** Arduino Mega2560

***Thông số kỹ thuật:***

Điện áp hoạt động: 5V

Điện áp vào: 7-12V

Điện áp vào: 6-20V

Chân số (Digital I/O): 54 chân trong đó có 15 chân ra PWM

Chân tương tự (Analog): 16

Dòng DC cho ngõ vào/ra: 40mA

Dòng DC cho chân 3. 3V: 50mA

SRAM: 8KB

Xung nhịp:16MHx

Cổng USB: đây là cổng giao tiếp để ta upload code từ PC lên vi điều khiển. Đồng thời nó cũng là giao tiếp serial nối tiếp để truyền dữ liệu giữa vi điều khiển và máy tính . Jack nguồn: Sử dụng nguồn từ 9-12V, vì qua jack đã có IC 7805 chuyển dòng. Có 14 chân vào/ra đánh số từ 0 đến 13, ngoài ra có các chân nối đất (GND), chân điện áp tham chiếu (AREF).

Vi điều khiển AVR: đây là bộ xử lý trung tâm của toàn bo mạch, mỗi mẫu Arduino khác nhau thì con chip khác nhau, ở đây Arduino sử dụng chip điều khiển ATMega328

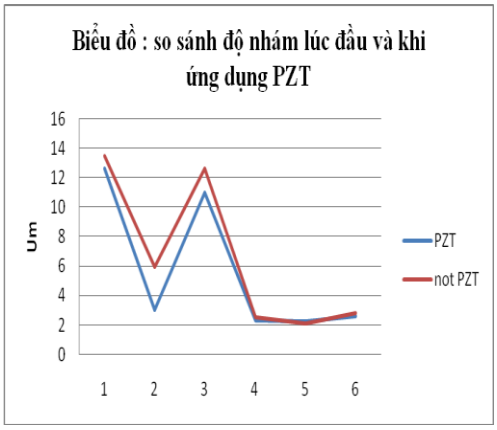
**CHƯƠNG TRÌNH TẠO XUNG 500 HZ**

```
// khai bao chan PWM DUTY 50%

#define PIN_PWM  13

void setup()

 {
```

```
 // put your setup code here, to run once:

pinMode(PIN_PWM,OUTPUT);

tone(PIN_PWM,500);

}

void loop() {

 // put your main code here, to run repeatedly:

}
```

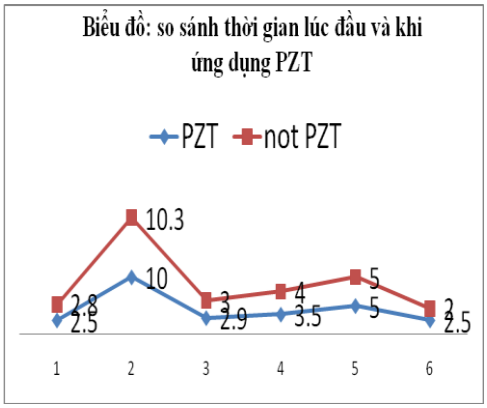
## 4. KẾT LUẬN

Khi dùng dao động trong quá trình gia công, nó giúp ngăn chặn quá trình làm ngắn mạch khi quá trình rữa phoi không thật sự tốt, khi ta kiểm soát được quá trình ngăn mạch tức là chất lượng sản phẩm, dưới đây là biểu đồ so sánh độ nhám khi chua áp dụng và khi áp dung vào sản xuất.




**Hình.6.** So sánh độ nhám lúc đầu và khi ứng dụng PZT

Nhìn vào biểu đồ ta thấy chất lượng sản phẩm đã được nâng cao, đường màu xanh là khi ta sử dụng dao động thì độ nhám giảm hơn đường màu cam (màu cam là khi chưa dùng dao động) tuy chưa có sự cải thiện vượt trội nhưng cũng là một sự tiến triển tốt trong quá trình gia công, nếu tao đưa vào nó tần số cao hơn tinh chắc rằng ta sẽ thu được kết quả cao hơn. Bên cạnh đó nó cũng làm tăng săng suất trong quá trình gia công như biểu đồ bên dưới. Đây là điều mà đồ án của tôi đã thể hiện được.




**Hình.7.** So sánh thời gian lúc đầu và khi ứng dụng PZT

## REFERENCES


[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, J. Sci. Commun. 163 (2000) 51-59.Reference to a book:

[2] W. Strunk Jr., E.B. White, The Elements of Style, third ed., Macmillan, New York, 1979. Reference to a chapter in an edited book:

[3] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), Introduction to the Electronic Age, E-Publishing Inc., New York, 1999, pp. 281-304.

[4] R.J. Ong, J.T. Dawley and P.G. Clem: submitted to Journal of Materials Research (2003)

[5] P.G. Clem, M. Rodriguez, J.A. Voigt and C.S. Ashley, U.S. Patent 6,231,666. (2001)

[6] Information on http://www.weld.labs.gov.cn

[7] M. Fujiki, G. Y. Kim, J. Ni and A. J. Shih, "Gap control for near-dry EDM milling with lead angle," International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 51, pp. 77-83, 2011.

[8] F. Han, S. Wachi and M. Kunieda, "Improvement of machining characteristics of micro-EDM using transistor type isopulse generator and servo feed control," Precision Engineering, vol. 28, pp. 378-385, 2004.

[9] S. H. Yeo, E. Aligiri, P. C. Tan and H. Zarepour, "A new pulse discriminating system for micro-EDM," *Materials and Manufacturing Processes,* vol. 24, pp. 1297-1305, 2009.

[10] M. T. Yan and H. T. Chien, "Monitoring and control of the micro wire-EDM process," *International Journal of Machine Tools and Manufacture,* vol. 47, no. 1, pp. 148-157, 2007.

[11] T. P. Tee, R. Hosseinnezhad, M. Brandt and J. Mo, "Pulse discrimination for electrical discharge machining with rotating electrode," *Machining Science and Technology: An International Journal,* vol. 17, no. 2, pp. 292-311, 2013.

[12] Y. S. Tarng, C. M. Tseng and L. K. Chung, "A fuzzy pulse discriminating system for electrical discharge machining," *International Journal of Machine Tools & Manufacture,* vol. 37, no. 4, pp. 511-522, 1997.

[13] D. F. Dauw, R. Snoeys and W. Dekeyser, "Advanced Pulse Discriminating System for EDM Process Analysis and Control," *CIRP Annals - Manufacturing Technology,* vol. 32, no. 2, pp. 541-549, 1983.

[14] C. J. Heuvelman, "Some aspects of the research on electro-erosion machining," *Annals of the CIRP,* vol. 17, pp. 195-199, 1969.

[15] P. M. Lonardo and A. A. Bruzzone, "Effect of flushing and electrode material on die sinking EDM," *CIRP Annals - Manufacturing Technology,* vol. 48, pp. 123-126, 1999.

[16] T. Masuzawa and C. J. Heuvelman, "A self-flushing method with spark-erosion machining," *CIRP Annals - Manufacturing Technology,* vol. 32, pp. 109-111, 1983.

[17] H. E. De Bruijn, T. H. Delft and A. J. Pekelaring, "Effect of a magnetic field on the gap cleaning in EDM," *CIRP Annals - Manufacturing Technology,* vol. 27, pp. 93-95, 1978.

[18] B. H. Yan and C. C. Wang, "The machining characteristics of Al2O3/6061Al composite using rotary electro-discharge machining with a tube electrode," Journal of Materials Processing Technology, vol. 95, pp. 222-231, 1999.

[19] M. Kunieda and T. Masuzawa, "A fundamental study on a horizontal EDM," CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol. 37, pp. 187-190, 1988.

[20] B. H. Yan, F. Y. Huang, H. M. Chow and J. Y. Tsai, "Micro-hole machining of carbide by electric discharge machining," Journal of Materials Processing Technology, vol. 87, pp. 139-145, 1999.

[21] D. Kremer, J. L. Lebrun, B. Hosari and A. Moisan, "Effects of ultrasonic vibrations on the performances in EDM," Annals of the CIRP, vol. 38, pp. 199-202, 1989.

[22] Z. Wansheng, W. Zhenlong, D. Shichun, C. Guanxin and W. Hongyu, "Ultrasonic and electric discharge machining to deep and small hole on titanium alloy," Journal of Materials Processing Technology, vol. 120, pp. 101-106, 2002.

***Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:***

Họ tên: ĐÀO PHƯỚC LỘC

Đơn vị: Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Điện thoại: 0169 6739518

Email: daphulo1989@gmail.com

# BÀI BÁO KHOA HỌC

**THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ**

**Bài báo khoa học của học viên**

**có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn**

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.