

RESEARCH ON PERFORMANCE INCREASE IN THE EDM PROCESS USING FUZZY LOGIC AND EVALUATION OF PROCESSED SURFACE MICROGEOMETRY

BĂLUȚ Alin-Cosmin, BELEAGĂ Marian-Costin

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: balutalincosmin@yahoo.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. **Liviu Daniel GHICULESCU**

SUMMARY: This study presents the current state of EDM processing, of logic fuzzy and the possibility of analyzing the microgeometry of the processed surface. To grow performances of the EDM process, a program for operating the electroerosive system advance has been developed, applying fuzzy logic and using as monitoring process parameter the tension in the processing gap. The results of the simulation of such a program were presented, for the fuzzy sizes considered. The analysis of the microgeometry of the electroerosive processed surface was carried out by means of a program for recognizing the shape of craters generated by discharges, applying to the original image a filter and searching all crater areas of the initially set size. The results of running the program provide an image of the performance of the EDM process.

Cuvinte cheie : electroeroziune, logica fuzzy, recunoașterea formelor.

1. Introducere

Prelucrarea prin electroeroziune este o metodă de prelucrare dimensională a materialelor metalice, la care îndepărtarea surplusului de material se face pe baza efectelor erozive ale descărcărilor electrice în impuls, amorsate în mod repetat între obiectul de prelucrat și un electrod denumit obiect de transfer. [1]

Prelucrarea prin electroeroziune se aplică materialelor metalice cu duritate mare, pentru obținerea unor suprafețe de o formă ce nu se poate realiza ușor și cu precizie prin procedeele de așchiere clasice [1].

Prelucrarea prin electroeroziune, face parte din categoria prelucrarilor erozive termice pentru ca utilizeaza energia termica pentru topirea, vaporizarea si chiar fierberea materialului piesei prelucrate. Energia termica este produsa de descarcarile electrice successive avand ca rezultat formarea unor canale de plasma intre suprafata electrodului scula si suprafata piesei prelucrate intre care exista un mediu de lucru, izolator electric [6].

Logica fuzzy definită ca un „supraset al logicii convenționale boolene, logică ce a fost extinsă pentru a cuprinde adevărul parțial, valori ale adevărului cuprinse între “complet adevărat” și “complet fals” [2].

A fost definită în 1965 de către prof. Lotfi Zadeh de la Universitatea Californiei din Berkeley. Spre deosebire de logica clasică, în care se lucrează cu două valori de adevăr exacte (notate de ex. 0 pentru fals și 1 pentru adevărat), logica fuzzy folosește o plajă continuă de valori logice cuprinse în intervalul [0, 1], unde 0 indică falsitatea completă, iar 1 indică adevărul complet. Astfel, dacă în logica clasică un obiect poate aparține (1) sau nu (0) unei mulțimi date, logica fuzzy lucrează cu gradul de apartenență al obiectului la multime, acesta putând lua valori între intervalul 0 și 1 [2].

Această logică prelucrează informații aproximative într-o manieră sistematică, ea fiind potrivită pentru controlul sistemelor neliniare, dar și pentru modelarea sistemelor complexe [3].

Analizând suprafața prelucrată prin EDM folosind un microscop cu scanare electronica se poate obține microgeometria suprafeței.

2. Stadiul actual

Descărcările se produc atunci când se străpunge mediul izolator electric ca urmare a diferenței de potențial dintre sculă și piesă (U) – impulsuri de tensiune. De aceea, zona în care se produc descărcările trebuie să aibă o rezistență electrică relativ mică. Aceasta se obține prin crearea unei distanțe optime dintre suprafața sculei și a piesei prelucrate, care se numește interstițiu de prelucrare (scânteiere). [6]

În figura 1 este prezentată schema de principiu a prelucrării prin electroeroziune.

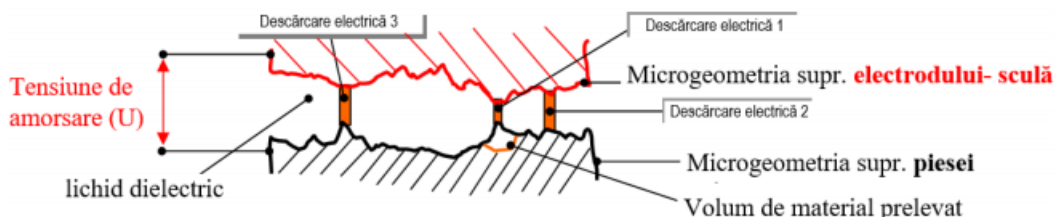


Fig. 1. Schema de principiu a prelucrării prin electroeroziune [6]

În figura 2 este prezentată structura clasică a unui sistem fuzzy:

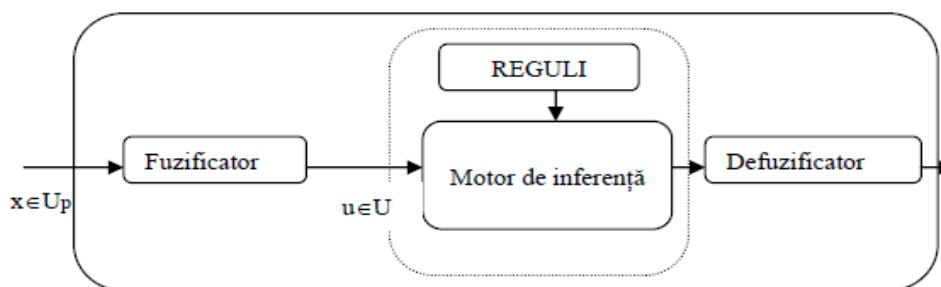


Fig. 2. Structura clasică a unui sistem fuzzy [4]

La sistemul fuzzy fuzificatorul are rolul de a transpune exprimările numerice în seturi fuzzy, necesare pentru activitatea regulilor; regulile transformă variabilele lingvistice în corespondențele lor numerice; mecanismul de inferență aplică o transformare a seturilor de reguli în seturi fuzzy, este zona de implementare și tratare a regulilor; defuzificatorul are rolul de a efectua transformarea reciprocă din seturi fuzzy în valori numerice [4].

Au fost raportate mai multe rezultate privind aplicarea logicii fuzzy la EDM care au condus la creșterea performanțelor tehnologice în ceea ce privește productivitatea, uzura volumetrică relativă și calitatea suprafeței prelucrate [5].

Incrementul axial Δ pentru deplasarea liniară a mesei - BLU (Basic Length Unit):

$$\Delta = p / n \text{ [mm]} \quad (1)$$

unde: p este pasul șurubului cu bile [mm]; n – numărul de incremente unghiulare pe rotație, caracteristică a sistemului de avans; acest parametru este determinat de pasul unghiular motorului pas cu pas, care poate fi divizat prin utilizarea unui driver digital pentru acționarea sa.

În scopul poziționării cu precizie (la cota precisă), dar care să asigure și o deplasare suficient de rapidă (cerință de productivitate), viteza liniară de deplasare a mesei (capului de lucru) trebuie să aibă un profil de variație adecvat [5].

În figura 3 este prezentat profilul unui crater pe suprafața prelucrată:

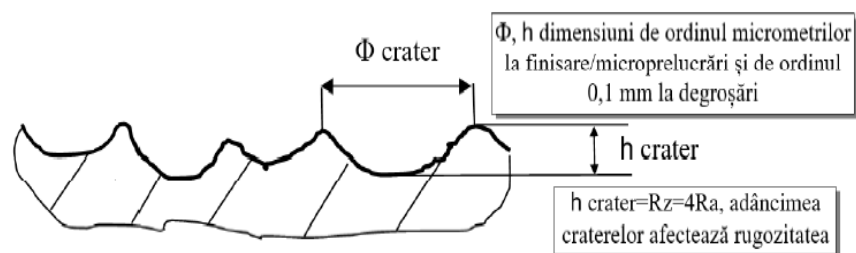


Fig. 3. Profilul unui crater pe suprafața prelucrată [6]

Prin programele de recunoaștere a formelor se poate studia microgeometriei suprafețelor prelucrate prin EDM contorizând numărul de cratere care se încadrează în anumite intervale valorice de dimensiuni corespunzătoare unui comportament stabil al sistemului de avans electroeroziv.[6]

3. Structura sistemului de avans la EDM

Pentru această etapă a lucrării s-a făcut o comparație între sistemul de avans/retragere al unei mașini de prelucrare EDM(Figura 4) și un stand experimental creat de noi pentru aplicarea logicii fuzzy (Figura 5).

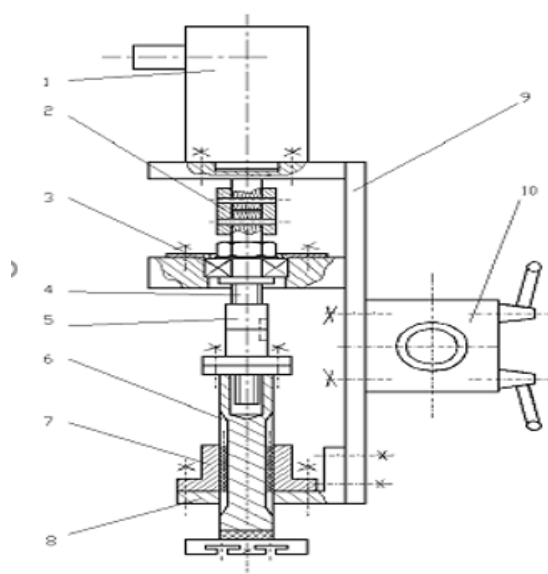


Fig. 4. Sistemul de avans/retragere EDM [5]

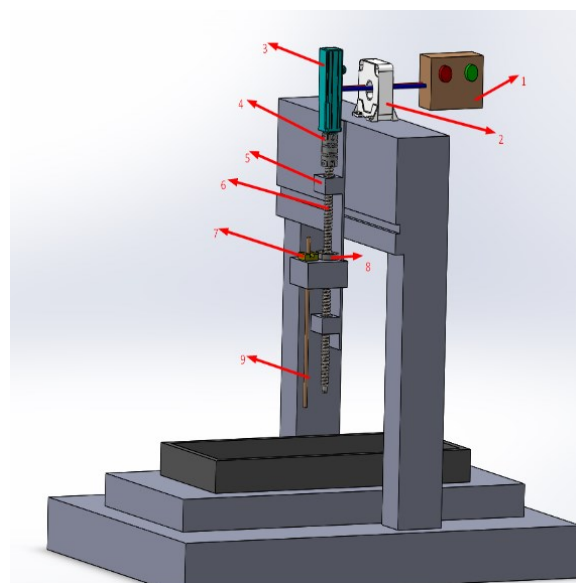


Fig. 5. Stand experimental

Componentele din figura 4 sunt următoarele: 1.Motor AC fara perii; 2.Cuplaj manson cu stifturi conice; 3.Rulment radial oscilant; 4.Surub cu bile; 5.Piulita dubla; 6.Coloana canelata; 7.Bucsa cu bile; 8.Suport bucsa; 9.Suport cap EDM; 10.Ghidaj

Componentele standului experimental din Figura 5 sunt următoarele: Componente: 1.Panou de control; 2.Senzor de current; 3.Motor; 4.Cuplaj elastic; 5.Bucsa de ghidare; 6 Surub; 7.Suport scula electrod; 8 Piulita; 9.Electrod.

4. Realizarea programului de logică fuzzy pentru acționarea sistemului de avans EDM

Pentru parametrii input au fost introduse 4 variabile ale tensiunii: T1 cu interval in (20,30], T2 cu interval in (30,200), T3 (15,20), T4 (0,15).

Pentru parametrii output(impulsul) au fost stabilite cate o variabila pentru miscarea de avans mic(1-5) si pentru retragere cu pas mic(0-3). In cazul avansului mare si al retragerii cu pas mare, au fost stabilite o succesiune de impulsuri (tren de impulsuri) . Avans mare(1-6), retragere mare(3-6).

Parametrii mai sus menționați sunt prezentați în Figura 6.

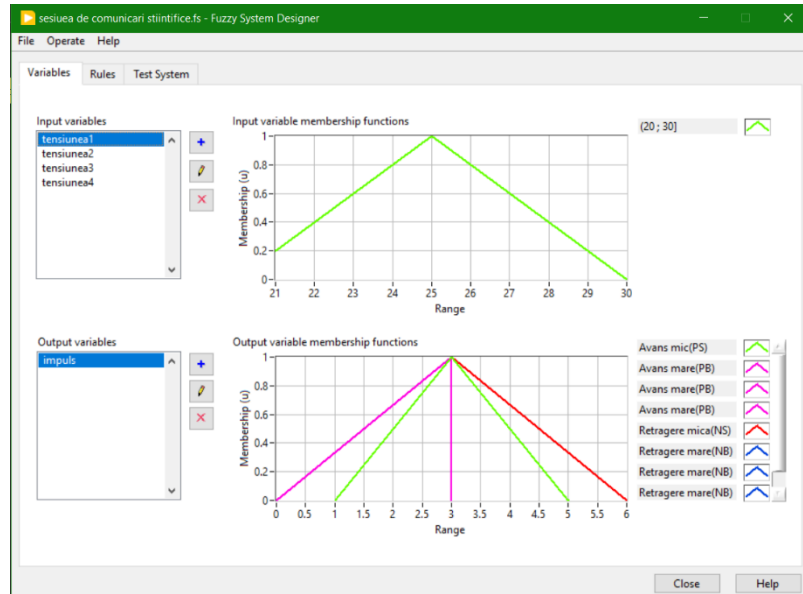


Fig. 6. Setarea parametrilor de input și output

Regulile aplicate sistemului fuzzy sunt următoarele:

- Între t1 și IMP1 a fost creată regula pentru avans mic;
- Între t2 și IMP2 au fost create trei reguli pentru avans mare;
- Între t3 și IMP3 a fost creată o regulă pentru retragere cu pas mic;
- Între t4 și IMP4 au fost create trei reguli pentru retragere cu pas mare.

În urma introducerii parametrilor de input și output, aplicării regulilor necesare programul generează următoarele rezultate prezentate în Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10.

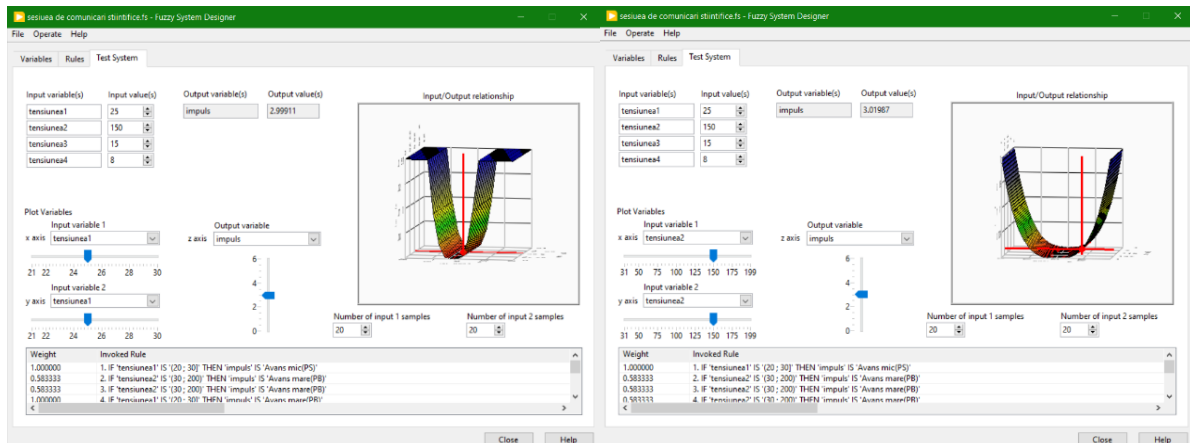


Fig. 7. Positive small

Fig. 8. Positive big

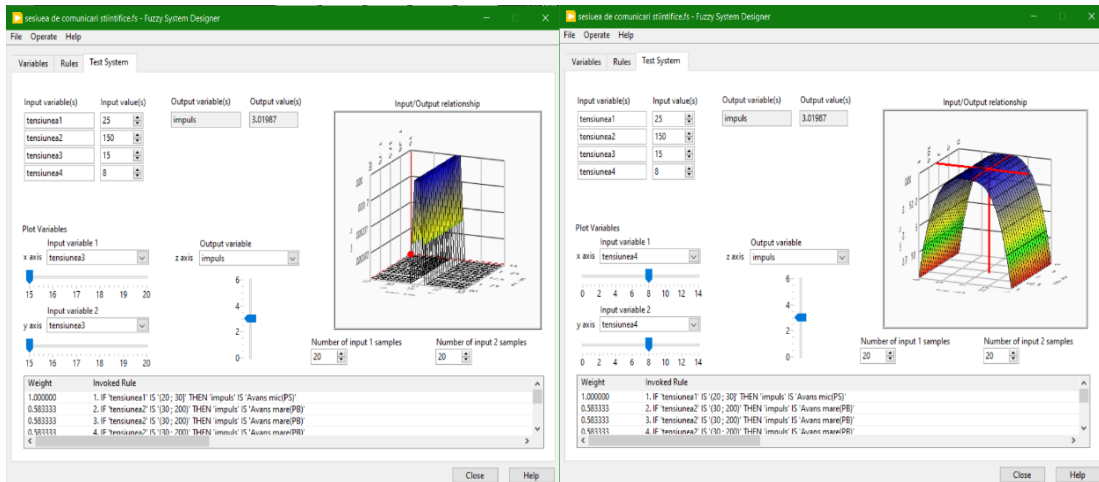


Fig. 9. Negative small

Fig. 10. Negative big

Au fost atribuite urmatoarele cazuri privind actionarea sistemului de avans: 1. avans cu pas mic – un impuls pentru actionarea motorului pas-cu-pas; 2. Avans cu pas mare – un tren de trei impulsuri; 3. Retragerre cu pas mic – un impuls de semn contrar; 4. Retragerre cu pas mare – un tren de trei impulsuri de semn contrar.

5. Realizarea programului de recunoaștere a formelor suprafeței prelucrate prin EDM la nivel microgeometric

Pentru evaluarea microgeometriei suprafeței prelucrate avem nevoie, în primă fază de imaginea obținută în urma analizei cu un microscop digital.

Etapile recunoașterii formelor suprafeței prelucrate prin EDM la nivel microgeometric sunt următoarele:

- introducerea imaginii inițiale
- aplicarea unui filtru imaginii
- identificarea formelor pe suprafața prelucrată

Aceste etape sunt prezentate cu print screen din software-ul realizat în Figura 11:

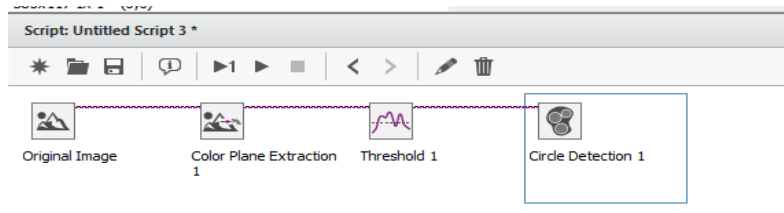


Fig. 11. Etapele recunoașterii formelor de pe suprafața prelucrată prin EDM

În Figura 12 este prezentată imaginea ce urmează să fie analizată. Această imagine reprezintă imaginea inițială căreia i s-a aplicat un filtru.

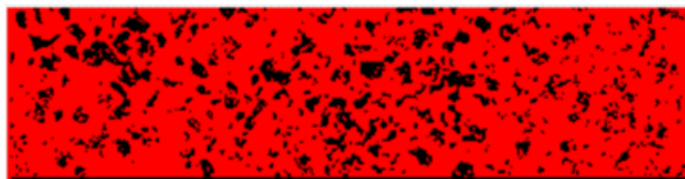


Fig. 12. Imaginea cu filtrul aplicat

În urma executării programului acesta generează un set de valori, acestea reprezentând numărul de forme/cratere găsite pe unitatea de suprafață prelucrată conform parametrilor setați în cadrul programului (diametrul minim, diametrul maxim) cât și dimensiunile acestora (diametru).

În Figurile 13,14,15 sunt prezentate rezultatele executării programului.

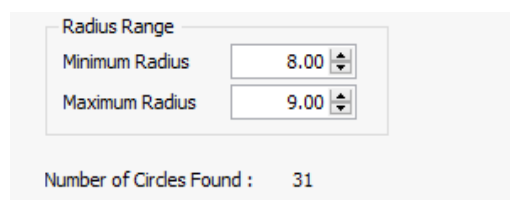


Fig. 13. Numărul de cratere

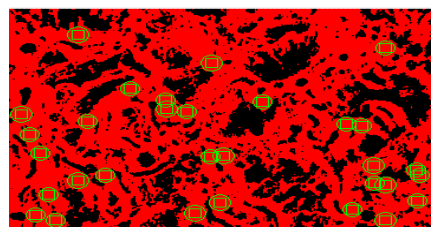


Fig. 14. Prezentarea craterelor pe suprafață

Results ...	1	2	3	4	5	6
Center X	58.00	318.00	171.00	102.00	132.00	214.00
Center Y	29.00	44.00	61.00	90.00	103.00	105.00
Radius	9.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00

Fig. 15. Tabelul cu dimensiunile craterelor

6. Concluzii

1. A fost aplicata logica fuzzy prin elaborarea unui program bazat pe aceasta pentru determinarea vitezei de avans a capului de lucru EDM, apropiata de aceea a operatorului uman. Aceasta simplifica procesul de calcul, comparativ cu determinarea unor valori discrete ale avansului si in consecinta, scade timpul de reactie, esential in procesele EDM.

2. Logica fuzzy trebuie asociata cu un timp scazut al interzierii produse de sistemul mecanic de avans, bazat pe reducerea frecarilor la organele de masini, aflate in miscare relativa, utilizand suruburi cu bile, bucle de ghidare cu bile etc.

3. Logica fuzzy si dinamica ridicata a sistemului de avans permit reducerea instabilitatii procesului EDM, respectiv fenomene de scurt-circuit (interstitiu prea mic) sau de mers in gol (interstitiu prea mare), aceasta se reflectandu-se si in regularitatea microgometriei suprafetei prelucrate.

4. A fost studiata microgometria suprafetei prelucrate prin elaborarea unui program de recunoasterea formelor, aplicat in vederea cuantificarii microcraterelor determinate de descarcările EDM succesive.

5. Rezultate obtinute reprezinta o masura a stabilitatii procesului EDM, respectiv a performantelor sistemului de avans, actionat cu ajutorul logicii fuzzy.

7. Bibliografie

- [1]. Ministerul Educatiei Cercetarii si Tineretului, *Auxiliar curricular, Modulul Tehnologiei neconventionale*, Proiectul Phare TVET RO, Noiembrie 2008
- [2]. C. Negoită, A. Ralescu, (1974), *Mulțimi vagi și aplicațiile lor*, Editura Tehnică, București.
- [3]. G. Oltean, (2007) *Tehnici de inteligenta computationala in electronica*, Editură, Oraș Cluj-Napoca, ISBN 978-973-662-302-8.
- [4]. G.Prostean Capitolul 2: Sisteme Fuzzy din Proiectul „Sisteme inteligente în electrotehnică” al Universității Politehnice Timișoara.
- [5]. D. Ghiculescu (2013), *Inginerie și fabricare asistată de calculator în domeniul prelucrărilor neconvenționale*, Printech, Bucuresti, ISBN 978-606-521-971-7
- [6] Daniel GHICULESCU Curs 2. TN_Electroeroziune_Fenomene de bază, Disponibil la: <https://curs.upb.ro/my/> Accesat la: 1.02.2021.