

## **„Contribuții la optimizarea cu calculatorul a mașinilor de prelucrare prin eroziune electrică cu fir”**

elaborată de ing. Alin Vasile MNERIE sub conducerea științifică  
*Prof.dr.doc.st.dhc.ing. Aurel NANU*

În ultima perioadă, datorită unei largi utilizări industriale, eroziunea electrică s-a bucurat de o atenție ridicată din partea cercetătorilor fiind atent analizate multiplele fenomene complexe care apar în timpul procesului de lucru. Concluziile studiilor realizate relevă că procesul de eroziune electrică este un proces complex, cu fenomene multiple și, totodată, foarte greu de controlat, apărând în timpul prelucrării o serie de erori.

Lucrarea de față își propune să studieze și să propună soluții practice, reale, pentru conducerea mașinilor pentru prelucrarea prin eroziune electrică cu fir, oferind posibilitatea reducerii erorilor dimensionale apărute în cazul procesului de eroziune electrică prin poziționarea exactă cu ajutorul calculatorului a firului pe traiectoria conturului piesei de prelucrat.

Subiectul tezei de doctorat îl constituie continuarea și dezvoltarea cercetărilor interdisciplinare din domeniile mecanicii, electronicii și calculatoarelor, cu aplicații în domeniul proiectării, implementării și conducerii mașinilor pentru prelucrarea prin eroziune electrică cu fir.

Teză prezintă contribuțiile proprii, rezultate din activitatea de cercetare pe parcursul mai multor ani de studiu în cadrul programului de doctorat cu frecvență cu tema „Contribuții la optimizarea cu calculatorul a mașinilor de prelucrare prin eroziune electrică cu fir”.

Pentru a sistematiza volumul de informație cuprins în cadrul tezei, lucrarea este structurată pe cinci capitole, la care se adaugă o bibliografie bogată și actuală (142 titluri), cuprinzând și 16 de adrese web.

În bibliografie sunt incluse douăzecișipatru lucrări personale publicate în reviste sau buletine ale unor conferințe internaționale din țară și străinătate

Teza se întinde pe 216 pagini, conține 112 figuri, 21 tabele.

**Capitolul 1, "Oportunitatea și obiectivele tezei"**, conține o introducere în actualitatea tezei, justificarea temei alese și totodată prezintă structura tezei de doctorat. Teza de doctorat se încadrează în contextul preocupărilor actuale în domeniul prelucrărilor prin eroziune electrică cu fir prin oferirea unor soluții moderne, practice și reale pentru conducerea mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir prin dezvoltarea unui sistem tehnologic modern bazat pe comanda cu ajutorul unui calculator precum și interfațarea acestuia cu mașina de prelucrat. Astfel sunt urmărite mai multe obiective.

**Capitolul 2, "Aspecte actuale ale prelucrărilor prin eroziune electrică cu fir"**, prezintă situația actuală a sistemelor de prelucrare prin eroziune electrică cu accent deosebit pe prelucrarea prin eroziunea electrică cu fir. Totodată se include și o integrare în domeniul prelucrărilor neconvenționale a prelucrării prin eroziune electrică cu fir. Sunt prezentate fenomenele ce intervin în procesul de prelucrare prin eroziune și anumiți parametri ce intervin și pot modifica considerabil procesul eroziv în cazul eroziunii electrice.

Sunt prezentate mașinile de prelucrat prin eroziune electrică, în stadiul actual la începerea studiilor doctorale, fiind prezentată și o mașină de prelucrat prin eroziune electrică achiziționată de facultatea de mecanică în timpul studiilor doctorale.

**Capitolul 3, "Contribuții la modernizarea arhitecturii procesului de prelucrarea dimensională prin eroziune electrică cu fir"**, conține o descriere a contribuțiilor personale proiectate și implementate practic, funcționale, pentru automatizarea procesului, creșterea preciziei dimensionale, optimizarea programelor folosite pentru mașina de prelucrat precum și o metodă de comandă și monitorizare a mașinii de prelucrat la distanță.

Capitolul descrie soluțiile moderne hardware și software pentru implementarea soluțiilor propuse și realizate pentru comanda cu ajutorul calculatorului a mașinilor moderne de prelucrat prin eroziune electrică.

Pentru comanda cu ajutorul calculatorului a procesului de prelucrare în general și, în special, a poziționării firului pe traiectoria conturului piesei de prelucrat, este nevoie de un calculator optimizat și configurat hardware pentru astfel de procese, fiind ajutat de un software proiectat și realizat având drept scop principal comanda mașinii, urmărirea procesului, dar și comanda și monitorizarea mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir de la distanță. Acest aspect fiind analizat și propus ca și metodă didactică pentru laboratorul de eroziune electrică.

Una dintre realizările practice rezultate din cercetările desfășurate pe parcursul elaborării tezei de doctorat este reconstrucția și modernizarea mașinii de prelucrare prin eroziune electrică cu fir din cadrul laboratorului de eroziune electrică al catedrei de Tehnologie Mecanică de la Facultatea

de Mecanică a Universității „Politehnica din Timișoara”. Tot în acest capitol sunt prezentate principalele îmbunătățiri aduse mașinii rezultate în urma studiilor desfășurate în cadrul tezei de doctorat.

În finalul capitolului este prezentat un model de sistem expert realizat pentru implementarea rezultatelor experimentale.

În **Capitolul 4, "Cercetări experimentale"**, se tratează programul experimental, propus și realizat de autor, analizând efectele procesului de prelucrare în diferite condiții.

Au fost realizate multiple experimente pe oțel și aluminiu pentru a analiza calitatea suprafețelor prelucrate și influența timpilor de prelucrare. Sunt analizate abaterile dimensionale datorită interstițiului eroziv și recalcularea traiectoriei în vederea reducerii erorilor dimensionale. Tot aici este analizată uzura firului prelucrat și influența acesteia asupra procesului de lucru. În finalul capitolului se prezintă câteva analize ale comportamentului firului în procesul de prelucrare, analize ce au la bază relația între uzura firului în funcție de parametrii procesului impuși de generator pe de o parte iar pe de altă parte comandați de mașină dați de viteza de rulaj a firului.

**Capitolul 5, "Prelucrarea datelor experimentale și modelarea matematică în vederea optimizării sistemului "**, în acest capitol este prezentat și un model matematic pentru definirea influenței parametrilor generatorului asupra procesului și calității suprafețelor prelucrate. Tot aici sunt analizate efectele din punct de vedere al consumurilor, timp de prelucrare, și din punct de vedere al preciziei dimensionale, fiind stabiliți parametrii optimi pentru procesul de prelucrare prin eroziune electrică cu fir condus de calculator.

**Capitolul 6, "Concluzii și contribuții personale"**, cuprinde concluziile generale ale tezei, sinteza contribuțiilor personale, precum și perspectivele oferite de lucrarea de față pentru punerea în practică a rezultatelor obținute, dar și posibilități pentru continuarea cercetărilor.

Studiile complexe realizate pe parcursul tezei au necesitat cercetări teoretice, interpretări fenomenologice, etc. pentru punerea în practică a rezultatelor obținute prin realizarea reconstrucției și modernizării unei mașini de prelucrat prin eroziune electrică cu fir din generația anilor 80' folosind metode și rezultate obținute în cadrul programului experimental personal propus și realizat pe parcursul tezei.

Sunt prezentate în cadrul acestui capitol atât concluzii generale cât și contribuții aduse în domeniul teoretic și mai ales în domeniul practic.

În final sunt prezentate în anexe programele realizate pentru conducerea sistemului, atât cele pentru calculator cât și cele pentru microcontrolerul plăcii de dezvoltare. Tot în anexe sunt prezentate și extrase din fișele de catalog ale părților electronice folosite.

În final sunt prezentate principalele dificultăți în utilizarea programelor de postprocesare insistându-se asupra tendințelor actuale, rezultate din concluziile parțiale ale capitolului.

### **Concluzii**

Teza are o serie de contribuții teoretice și practice valoroase, care vin să întregască experiența acumulată în domeniul prelucrărilor prin eroziune electrică cu fir prin oferirea unor soluții moderne, practice și reale pentru conducerea mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir prin dezvoltarea unui sistem tehnologic modern bazat pe comanda cu ajutorul unui calculator precum și interfațarea acestuia cu mașina de prelucrat.

Dintre **contribuțiile teoretice** se remarcă:

- Realizarea unui model matematic pentru definirea influenței parametrilor generatorului asupra procesului și calității suprafețelor prelucrate.
- Identificarea prin cercetare bibliografică și experimentală a unor parametri de proces ce pot fi optimizați prin comanda cu calculatorul a mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir;
- Studiul teoretic al interstițiului eroziv
- Proiectarea sistemului de monitorizare și comandă al mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir
- Elaborarea unui studiu matematic pentru definirea traiectoriei firului pentru creșterea preciziei dimensionale
- Elaborarea unui algoritm pentru monitorizarea atentă, pas cu pas, a poziției exacte a firului în timpul prelucrării
- Introducerea în algoritmul de conducere a unui parametru „contur critic” bazat în principal pe acceptarea erorilor și introducerea unei toleranțe.
- Stabilirea parametrilor pentru prelucrare în baza materialului de prelucrat, grosimii acestuia și în condițiile impunerii unei anumite productivități.
- Proiectarea software-ului pentru comanda mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir

Dintre **contribuțiile aplicative** se remarcă:

- Identificarea experimentală a valorilor optime ale unor parametri, atât de proces precum impulsuri generator, viteză de rulare fir, cât și rezultați în urma procesului (rugozitate, productivitate, consum) și integrarea acestora într-un sistem expert, în vederea generării unor parametri pentru comanda mașinii.
- Studiul experimental al interstițiului eroziv prin măsurarea distanțelor dintre poziția firului și forma rezultată a piesei

- Realizarea software-ului pentru comanda mașinii de prelucrat prin eroziune electrică cu fir atât pentru calculator cât și pentru placa de dezvoltare cu microprocesor
- Implementarea unor tehnologii IT moderne precum touchscreen, monitorizare la distanță folosind internetul, monitorizarea vizuală a procesului și mașinii bazate pe camere video, telecomanda pentru poziționarea firului etc în realizarea reconstrucției și modernizării mașinii de prelucrat cu eroziune electrică cu fir din cadrul laboratoarelor catedrei.
- Implementarea unei soluții de conturare a piesei de prelucrat pe baza unor algoritmi proprii
- Realizarea unui sistem expert pentru stabilirea parametrilor pentru prelucrare în baza materialului de prelucrat, grosimii acestuia și în condițiile impunerii unei anumite productivități
- Realizarea unui studiu experimental pentru reducerea consumului de fir în funcție de parametrii procesului și de uzura firului folosit
- Optimizarea algoritmilor de conducere a firului pe traiectorie prin introducerea unui parametru „contur critic” bazat, în principal, pe acceptarea erorilor și introducerea unei toleranțe.