

(19) OFICIUL DE STAT  
PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI  
București

ROMÂNIA



(11) **RO 132556 B1**

(51) **Int.Cl.**  
**B23Q 15/12** (2006.01);  
**B23H 11/00** (2006.01)

(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00810**

(22) Data de depozit: **10/11/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/12/2021** BOPI nr. **12/2021**

(41) Data publicării cererii:  
**30/05/2018** BOPI nr. **5/2018**

(73) Titular:  
• **EDMING SERV CONSULT S.R.L.**,  
**ALEEA LUNCA SIRETULUI NR.4, BL.D 43,**  
**SC.C, AP.42, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,**  
**RO**

(72) Inventatori:  
• **JITIANU GHEORGHE**,  
**ALEEA LUNCA SIRETULUI NR.4, BL.D 43,**  
**SC.C, AP.42, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,**  
**RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 126191 B1; RO 128720 A2;**  
**RO 129537 A0**

(54) **METODĂ ȘI SISTEM PENTRU CREȘTEREA PRECIZIEI DE  
UZINARE PRIN EROZIUNE ELECTRICĂ A MICROFANTELOR**

Examinator: ing. CRISTUDOR DANA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

**RO 132556 B1**

# RO 132556 B1

1           Invenția se referă la o metodă de creștere a preciziei de uzinare prin eroziune elec-  
trică a microfantelor pe baza compensării în proces a uzurii liniare a electrodului sculă și la  
3 un sistem pentru punerea în aplicare a acestei metode.

5           Din brevetul **RO 126191** se cunoaște un echipament de prelucrare prin electro-  
eroziune asistată de ultrasunete a microfantelor. Echipamentul realizează microfante adânci  
și este alcătuit dintr-un lanț ultrasonic, pentru vibrarea unui electrod-sculă, dintr-un dispozitiv  
7 de prindere, reglare și rotire a lanțului ultrasonic, dintr-un dispozitiv de prindere, reglare și  
rotire a unei piese de prelucrat, dintr-un alt dispozitiv de prindere și reglare a lanțului  
9 ultrasonic, pentru spălarea cu dielectric, și dintr-un dispozitiv de spălare cu dielectric pe baza  
cavitației induse ultrasonic.

11           Se cunosc tehnici de măsurare a adâncimii unei fante înfundate, realizate prin ero-  
ziune electrică, prin determinarea cotei până la care pătrunde în fantă un prefabricat calibrat,  
13 gen cală de măsurare, introdus, de regulă, manual. Dacă adâncimea nu se încadrează în  
valoarea acceptată a toleranței, se continuă prelucrarea cu o nouă cotă de pătrundere  
15 estimată și se reia măsurarea cu ajutorul calei de formă geometrică adecvată. În plus,  
întrucât la prelucrarea fantelor cu lățimi submilimetrice se folosesc electrozi sculă lamelari,  
17 uzura liniară a acestora, în sensul de prelucrare, nu este uniformă, iar obținerea unei supra-  
fețe plane a fundului de fantă nu este posibilă decât prin schimbarea repetată a electrodului  
19 cu un altul identic, sau prin refacerea suprafeței frontale a celui inițial, evident, prin demon-  
tarea acestuia de pe suportul portelectrod, cu dificultăți de recentrare a electrodului pe fantă.

21           Toate aceste operații au repercursiuni negative asupra productivității uzinării  
microfantelor și asupra preciziei cu care se realizează adâncimea acestora.

23           Metoda de creștere a preciziei de uzinare prin eroziune electrică a microfantelor pe  
baza compensării în proces a uzurii liniare a electrodului sculă înlătură dezavantajele  
25 prezentate prin aceea că uzinarea se face de la început și până la sfârșit cu același electrod,  
de lungime adecvată, nescos din suportul său, și este caracterizată de faptul că premergător  
27 prelucrării propriu-zise, pe baza testării cu tensiune redusă a stării de scurtcircuit între  
electrozi, se determină și se memorează poziția suportului menționat, corespunzătoare unui  
29 prim contact mecanic dintre vârful electrodului sculă și o suprafață de referință, se progra-  
mează, cu eroarea admisă, adâncimea de pătrundere dorită, se oprește prelucrarea la prima  
31 atingere a cotei echivalente adâncimii programate, se extrage electrodul din fantă și se  
determină poziția suportului corespunzătoare unui al doilea contact mecanic al vârfului  
33 electrodului cu suprafața de referință menționată, se evaluează uzura liniară a electrodului  
sculă prin diferența de cote dintre pozițiile noului contact mecanic și a celui precedent  
35 menționate și, dacă uzura este mai mare decât eroarea de adâncime admisă, se pro-  
gramează o nouă cotă de pătrundere egală cu suma dintre cota anterioară atinsă și uzura  
37 liniară determinată și, în continuare, fazele de oprire a prelucrării, evaluare a uzurii și  
repornire a procesului de eroziune electrică se reiau iterativ până la încadrarea valorii ultimei  
39 uzuri determinate în modul menționat în eroarea admisă a adâncimii de pătrundere. În plus,  
în cazul în care se dorește o suprafață a fundului microfantei perpendiculară pe direcția de  
41 prelucrare, înainte de evaluarea uzurii după fiecare oprire, se reface suprafața frontală a  
electrodului tot prin eroziune electrică, cu un regim adecvat, și în acest mod materialul  
43 îndepărtat intră în evaluarea uzurii liniare a electrodului sculă.

45           Sistemul pentru punerea în aplicare a metodei de creștere preciziei de uzinare prin  
eroziune electrică a microfantelor pe baza compensării în proces a uzurii liniare a electro-  
dului sculă înlătură dezavantajele prezentate prin aceea că alături de piesa de prelucrat  
47 menționată se montează o suprafață de referință SR realizată pe o piesă cu o suprafață  
plană de precizie, orientată perpendicular pe axa de prelucrare, cu rolul de a determina

# RO 132556 B1

pozițiile suportului de electrod menționat în momentul în care se produc scurtcircuitate între vârful electrodului sculă și suprafața de referință menționate. Pozițiile acestor cote se primesc pe intrarea de date a unui bloc de memorare dinamică a cotelor de testare a scurtcircuitului compus din celule de memorare indexate cu indici care pornesc de la testarea premergătoare prelucrării până la capacitatea maximă proiectată. În continuare, mai conține module de calcul numeric identice, organizate într-o relație iterativă.

Un modul de calcul generic, corespunzător unei secvențe de iterație mediane are trei ieșiri, una care primește valoarea uzurii calculată în aceeași secvență de iterație, a doua care primește mărimea calculată a deplasării pe care trebuie să o execute suportul de electrod în cadrul iterației următoare, dacă este necesară, și a treia ieșire care transmite către modulul de calcul corespunzător iterației următoare diferența dintre cotele la care s-au produs scurtcircuitul dintre electrodul sculă și suprafața de referință în iterația mediană menționată, respectiv, scurtcircuitul premergător prelucrării.

Modulul de calcul generic are și trei intrări de date numerice, prima conectată la celula de memorare a adâncimii programate a fantei conținută de un prim bloc de memorare a datelor de uzinare înscrise de operator, a doua și a treia conectate la celulele unui al doilea bloc de memorare în proces a cotelor la care se produc scurtcircuiturile dintre vârful electrodului și suprafața de referință menționată, în faza premergătoare prelucrării, respectiv în iterația mediană. Modulul de calcul generic mai are și o a patra intrare care primește valoarea ce reprezintă diferența dintre cota scurtcircuitului determinată în iterația anterioară și cea memorată în celula de memorare a cotei scurtcircuitului premergător prelucrării. Această diferență este calculată de modulul de calcul anterior este și transmisă de acesta la a treia ieșire a sa echivalentă celei de a treia ieșiri menționată a modulului de calcul generic.

Calcululele din fiecare modul sunt efectuate de un sumator și două scăzătoare, conectate între ele și la intrările și ieșirile numerice menționate ale modulului generic într-o relație de calcul din care să rezulte datele pentru evaluarea uzurii liniare a electrodului sculă în iterația respectivă și eventualul avans de prelucrare care să fie efectuat în iterația următoare. De asemenea, rezultă și datele de care are nevoie modulul de calcul al secvenței următoare pentru uzură și avans.

Sistemul este completat cu un bloc comparator al unui set de valori numerice care primește la o primă intrare a sa, numită intrare martor, valoarea admisă pentru toleranța de execuție a adâncimii fantei, memorată într-o celulă de memorie a blocului de memorie a datelor de uzinare înscrise de operator și la un alt set de intrări la care primește valorile uzurilor liniare ale electrodului sculă calculate în fiecare din iterațiile executate, calcule efectuate de către blocurile de calcul aferente fiecărei iterații.

Dacă, în urma comparării, în iterația mediană - de exemplu, se găsește că valoarea de la intrarea martor este mai mică decât uzura calculată, atunci la o primă ieșire desemnată a blocului de comparare va apărea un nivel logic care va permite ca valoarea calculată a noii cote de avans a electrodului sculă să fie transmisă, prin intermediul unui comutator, la intrarea desemnată a unui bloc de gestionare a comenzilor de avans, uzual într-o instalație de uzinare, determinând un nou avans de prelucrare al suportului de electrod până se epuizează noua cota de avans.

Dacă în iterația următoare se determină că valoarea uzurii electrodului sculă prezentă la intrarea aferentă acestei iterații a blocului de comparare menționat este mai mică decât valoarea prezentă la intrarea martor, atunci la o a doua ieșire desemnată a acestui bloc va apărea un nivel logic care va determina o valoare nulă la intrarea specializată a blocului de gestionare a avansului menționat, ceea ce înseamnă că fanta a fost executată în toleranța prescrisă și prelucrarea poate fi oprită.

# RO 132556 B1

1           Invenția prezintă următoarele avantaje:  
2           - crește precizia de realizare a microfantelor, prin eroziune electrică, în special a celor  
3           înfundate;

4           - crește viteza de realizare a acestor microfante, prin crearea unui proces cu nivel  
5           ridicat de automatizare a uzinării.

6           Se dă mai jos un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1 și 2 care  
7           reprezintă:

8           - fig. 1, un tablou explicativ al principiului de funcționare a utilajului de uzinare prin  
9           eroziune electrică pe baza metodei din invenție;

10           - fig. 2, schema de principiu a sistemului de aplicare a metodei încadrat în utilajul de  
11           uzinare a microfantelor.

12           În fig. 1, se prezintă secvențele de funcționare a utilajului, fiecare secvență având o  
13           fază de prelucrare propriu-zisă până la o cotă programată și o fază de testare a cotei la care  
14           se produce contactul mecanic între vârful electrodului sculă și o suprafață de referință  
15           perpendiculară pe direcția de prelucrare, contact mecanic sesizat printr-un scurtcircuit cu  
16           tensiune redusă aplicată între electrodul sculă și piesa de prelucrat.

17           Suprafața de referință poate fi obținută pe o altă piesă care poate fi suprapusă  
18           manual, de exemplu, peste piesa de prelucrat sau poate fi montată de la început alături de  
19           piesa de prelucrat. În cazul introducerii și scoaterii manuale a piesei cu suprafața de  
20           referință, electrodul rămâne în axa și planul de prelucrare și revenirea lui în fantă se face  
21           direct, iar în cazul acestei piese montată alături de piesa de prelucrat, revenirea pe axa fantei  
22           și planul ei se face prin mișcări automate în planuri perpendiculare pe axa de prelucrare.

23           Pentru explicația funcționării se consideră că prelucrarea se efectuează pe axa Z a  
24           utilajului.

25           În fig. 1 apar notațiile care reprezintă:

26           -  $z = 0$  - originea axei Z;

27           -  $z_0$  - cota la care se află suportul electrodului în momentul contactului mecanic dintre  
28           electrod și suprafața de referință, premergător începerii uzinării propriu-zise;

29           -  $z_{p0}$  - cota la care se află suportul electrodului când începe prima fază a prelucrării  
30           prin eroziune electrică;

31           -  $z_0'$  - cota la care se află suprafața de referință (echivalentă cotei  $z_0$  menționată);

32           -  $z_{p0}'$  - cota la care se află suprafața piesei de prelucrat, denumită în mod curent  
33           "originea piesei";

34           -  $h$  - adâncimea programată a fantei;

35           -  $L$  - lungimea inițială a electrodului sculă;

36           -  $e_l$  - uzură liniară a electrodului sculă apărută la sfârșitul fazei de prelucrare a  
37           secvenței 1;

38           -  $e_2, e_3, \dots, e_k$  - uzurile liniare apărute la sfârșitul fazelor de prelucrare ale secvențelor  
39           2, 3, ..., k;

40           -  $z_1, z_2, z_3, z_4, \dots, z_k$  - cotele la care se află suportul electrodului în momentele  
41           contactelor mecanice dintre electrod și suprafața de referință, în fazele de testare a  
42           scurtcircuitelor în secvențele 1, 2, 3, 4, ..., k;

43           -  $A_0$  - adâncimea programată pentru faza de prelucrare a primei secvențe ( $A_0 = h$ );

44           -  $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_k$  - adâncimile programate pentru fazele de prelucrare ale  
45           secvențelor 2, 3, 4, ..., k + 1;

46           -  $dz_1$  - diferența dintre cota de scurtcircuit în faza de testare a secvenței 1 și cea din  
47           faza premergătoare începutului uzinării;

48           -  $dz_2, dz_3, dz_4, \dots, dz_k$  - diferențele dintre cotele de scurtcircuit în fazele de testare  
49           ale secvențelor 2, 3, 4, ..., k și cea din faza premergătoare începutului uzinării.

# RO 132556 B1

Din fig. 1 se observă că atingerea adâncimii programate a fantei, $h$ , cu o anumită toleranță (negativă), $dh$ , se face în urma unui proces condus de niște calcule iterative, astfel încât cota de oprire a prelucrării devine o asimptotă definită de valoarea $h - dh$ .	1
Din această cauză, punerea în practică a metodei trebuie să țină seama de niște limitări determinate de lungimea $L$ a electrodului și de numărul de iterații disponibile.	3
Calcululele iterative urmează șirul de mai jos.	5
Secvența 1:	7
$z_1 - z_0 = e_1 = dz_1$	
$e_1 = dz_1 - (0)$ (uzura liniară în secvența 1 de prelucrare)	9
$A_1 = h + dz_1$ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței 2)	11
Secvența 2:	
$z_2 - z_0 = e_1 + e_2 = dz_1 + e_2 = dz_2$	13
$e_2 = dz_2 - dz_1$ (uzura liniară în secvența 2 de prelucrare)	
$A_2 = h + e_1 + e_2 = h + dz_2$ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței 3)	15
Secvența 3:	17
$z_3 - z_0 = e_1 + e_2 + e_3 = dz_2 + e_3 - dz_3$	
$e_3 = dz_3 - dz_2$ (uzura liniară în secvența 2 de prelucrare)	19
$A_3 = h + e_1 + e_2 + e_3 - h + dz_3$ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței 4)	21
Secvența $k$ :	
$z_k - z_0 = e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_k = dz_{k-1} + e_k = dz_k$	23
$e_k = dz_k - dz_{k-1}$ (uzura liniară în secvența $k$ de prelucrare)	
$A_k = h + e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_k$ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței $k + 1$ ).	25
Dacă uzura în faza de testare a acestei secvențe $e_k \leq dh$ , atunci uzinarea se oprește și avansul $A_k$ nu va mai fi executat, întrucât s-a atins adâncimea programată a fantei, cu toleranța negativă prescrisă.	27
În fig. 2 se prezintă schema de principiu a sistemului de aplicare a metodei încadrat în utilajul de uzinare a microfantelor.	29
Schema este construită pornind de la șirul de calcule iterative prezentat mai sus.	31
Într-un bazin umplut cu dielectric, și nereprezentat în figură, se află o piesă de prelucrat <b>P</b> și un electrod sculă <b>E</b> fixat solidar pe un suport portelectrod <b>SE</b> acționat de un mecanism de avans electromagnetic, de exemplu, format dintr-un șurub cu piuliță <b>MA</b> solidară, la rândul său, cu suportul de electrod <b>SE</b> , șurub acționat de un motor <b>M</b> .	33
Pe masa utilajului, de asemenea nereprezentată în figură, se montează o altă piesă pe care se realizează o suprafață de referință <b>SR</b> perpendiculară pe axa de deplasare a suportului de electrod.	35
Datele geometrice de uzinare ale fantei sunt înscrise de către operator în două celule ale unui bloc de memorare a datelor de uzinare <b>BMDU</b> , una pentru valoarea adâncimii $h$ a fantei, a doua pentru toleranța $dh$ admisă pentru realizarea acestei adâncimi.	37
Pozițiile unui punct de referință al suportului de electrod sunt citite, de un traductor de poziție <b>TP</b> și sunt preluate la intrarea $i$ a unui bloc de conversie <b>BCP</b> și transformate în valori numerice. Leșirea $q$ a acestui bloc transmite aceste valori la intrarea $idn$ a unui bloc de memorare dinamică <b>BMCT</b> a cotelor la care se sesizează scurtcircuitele dintre vârful electrodului sculă și suprafața de referință.	39
	41
	43
	45
	47

# RO 132556 B1

1 Un bloc, uzual în structura unui utilaj de prelucrare prin eroziune electrică, cu rolul de  
gestionare a avansului suportului de electrod, **BGA** are o ieșire de forță  $qm$  către motorul **M**  
3 de acționare a mecanismului de avans **MA**. De asemenea are o altă ieșire  $qt$  conectată la  
intrarea  $i$  a unui comutator **CLT** care primește la o intrare, 1 o tensiune de la o sursă de  
5 tensiune și curent reduse **UTS** și la doua intrare, 2 impulsurile de prelucrare prin eroziune  
electrică produse de un generator de impulsuri specializat **GEDM**. Ieșirea  $q$  a comutatorului  
7 **CLT** se conectează la electrodul sculă, asigurând fie tensiunea de testare a scurtcircuitelor  
în fazele de testare a secvențelor de uzinare, fie impulsurile electroerozive în fazele de  
9 prelucrare propriu-zise.

Blocul de memorare dinamică, **BMCT** a cotelor la care se produc scurtcircuitelor  
11 dintre electrodul sculă și suprafața de referință are un număr  $n+1$  de celule de memorie, una  
indexată  $Z0$  care conține cota la care se produce scurtcircuitul dintre electrodul sculă și  
13 suprafața de referință, în faza premergătoare uzinării propriu-zise. În continuare, blocul  
**BMCT** mai are alte  $n$  celule de memorie în care se memorează cotele scurtcircuitelor în  
15 fazele de testare ale secvențelor  $1, 2, \dots, k-2, k-1, k, k+1, \dots, n$  ale procesului de uzinare,  $n$  fiind  
capacitatea maximă proiectată. Aceste celule sunt indexate cu  $Z1, Z2, \dots, Zk-2, Zk-1, Zk,$   
17  $Zk+1, \dots, Zn$ .

Calcululele iterative sunt asigurate de  $n$  blocuri de calcul identice, **MC1, ... MCK-1,**  
19 **MCK, MCK+1, ..., MCn**.

Dacă se consideră blocul **MCK** drept bloc de calcul generic, acesta este compus din  
21 două scăzătoare, **dZk** și **Ek**, un sumator, **Ak** și are trei intrări independente de calculul  
iterativ,  $ih, i0$  și  $ik$ , două ieșiri ale căror valori se transmit blocurilor de decizie și execuție ale  
23 sistemului,  $qek$  și  $qak$ . Blocul **MCK** mai are o intrare,  $idk$ , care primește o valoare rezultată  
dintr-un calcul al blocului de calcul precedent, **MCK-1** și o ieșire,  $qdk$  la care se va regăsi o  
25 valoare ce va intra în calculele efectuate de blocul de calcul următor **MCK+1**.

Schema interioară a blocului de calcul **MCK** este organizată așa cum se arată în  
27 continuare.

Un prim scăzător, **dZk** primește la intrarea schimbătoare de semn 1 valoarea de la  
29 intrarea  $i0$ , iar la intrarea directă 2 valoarea de la intrarea  $ik$ . Sumatorul **Ak** primește la o  
intrare, 1 valoarea de la intrarea  $idk$ , iar la a doua intrare, 2, valoarea de la intrarea  $ih$ .  
31 Valoarea de la intrarea  $idk$  a blocului se transmite și la intrarea schimbătoare de semn, 1 a  
celui de-al doilea scăzător, **Ek**. Valoarea de la ieșirea 3 primului scăzător, **dZk**, se transmite  
33 la ieșirea blocului  $qdk$  și la intrarea directă, 2 a celui de-al doilea scăzător, **Ek**.

Valoarea de la ieșirea 3 a sumatorului **Ak** se transmite la ieșirea blocului  $qak$ , iar  
35 valoarea de la ieșirea 3 a celui de-al doilea sumator, **Ek** se transmite la ieșirea  $qek$  a  
blocului.

Încadrarea în sistem a blocurilor de calcul din șirul iterativ se face așa cum se  
37 prezintă în continuare încadrarea blocului **Mk**.

Intrarea  $ih$  a blocului **MCK** și a fiecărui bloc primește datele de la celula  $h$  a blocului  
39 de memorare a datelor de uzinare, **BMDU**. Intrarea  $i0$  a blocului **MCK** și a fiecărui bloc  
primește datele de la celula  $Z0$  a blocului de memorare dinamică **BMCT**.

Intrarea  $ik$  a blocului **MCK** primește datele de la celula de memorie  $Zk$ , corespunzătoare cotei  
43 la care s-a produs scurtcircuitul în faza de testare a secvenței  $k$ . Similar, blocurile de calcul  
**MC1, ... MCK-1, MCK, MCK+1, ..., MCn** primesc datele corespunzătoare cotei la care s-au  
45 produs scurtcircuitele în fazele de testare ale secvențelor asociate,  $1, \dots, k-1, k, k+1, \dots, n$   
la intrările lor  $il, \dots, ik-1, ik, ik+1, \dots, in$ . Intrarea  $idk$  a blocului **MCK** primește datele calculate în  
47 blocul de calcul imediat precedent, **MCK-1** pe care acesta le-a transmis la ieșirea  $qdk-1$  a sa.

# RO 132556 B1

Similar și celelalte blocuri de calcul. Ieșirea  $qdk$  a blocului **MCK** transmite datele la intrarea  $idk+1$  a blocului imediat succedent, **MCK+1**. Similar se transmit datele și de la ieșirile echivalente ale celorlalte blocuri de calcul din șirul iterativ. 1 3

Datele, care reprezintă valoarea uzurii liniare determinate în iterația secvenței  $k$ , prezente la ieșirea  $qek$  a blocului de calcul **MCK**, se transmit la intrarea  $ek$  a unui bloc de comparare, **BC**, a valorilor uzurilor liniare determinate în fiecare iterație cu valoarea primită la intrarea martor a sa,  $idh$ . Această ultimă valoare reprezintă toleranța de realizare a cotei de adâncime a fantei memorată în celula  $dh$  a blocului de memorie a datelor de uzinare, **BMDU**. Similar se transmit către blocul de comparare **BC** și valorile uzurilor liniare determinate în iterațiile celorlalte secvențe la intrările  $e1, \dots, ek-1, ek+1, \dots, en$ . Datele, care reprezintă valoarea cotei de avans a suportului de electrod în faza de prelucrare a secvenței imediat succedente  $k+1$ , prezente la ieșirea  $qak$  a blocului de calcul **MCK** se transmit către intrarea 1 a comutatorului de valori **CVk**. Acest comutator mai conține și o a doua intrare de date, 2 unde primește o valoare nulă. Comutarea celor două valori la ieșirea  $q$  a acestui comutator se face printr-un semnal cu nivel logic la intrarea logică a sa,  $i$ , primit de la o primă ieșire logică,  $da$ , a blocului de comparare **BC**. 5 7 9 11 13 15

Valoarea comutată de comutatorul de date **CVk** la ieșirea sa  $q$  se transmite la intrarea  $vk$  a blocului de gestionare a avansului **BGA** și reprezintă valoarea cotei de avans pe care suportul de electrod o va efectua în faza de prelucrare a secvenței imediat succedente  $k+1$ . Similar se transmit către blocul **BGA** și valorile avansurilor calculate în celelalte iterații. 17 19 21

Semnalul de *nivel logic* de la a doua ieșire logică,  $nu$ , cu semnificația că valoarea de la intrarea martor  $idh$  este mai mare decât uzura liniară calculată într-o iterație oarecare, se transmite la o intrare  $v0$  a blocului de gestionare a avansului **BGA**, având semnificația că uzinarea trebuie oprită întrucât adâncimea fantei a fost realizată în toleranța precisă de operator. 23 25

Pentru simplificarea schemei, nu s-au mai prezentat și alte blocuri, dispozitive sau circuite ale sistemului care nu au legătură directă cu principiul de funcționare conform metodei din invenție, dar contribuie la funcționarea utilajului în ansamblu. 27 29

În explicarea funcționării sistemului se presupune că până la secvența  $k-1$ , considerată în zona mediană în șirul de iterații, nu s-a realizat obiectivul de executare a fantei cu adâncimea care să se încadreze în toleranța prescrisă, iar acest obiectiv este realizat este realizat în secvența  $k$ . 31 33

În secvența  $k$  se execută, în faza de prelucrare, avansul calculat în secvența precedentă  $k-1$ . La atingerea cotei acestui avans, blocul de gestionare a avansului **BGA** oprește prelucrarea, comandă ieșirea electrozudului din fantă, cuplează pe electrod, prin semnalul generat la ieșirea sa  $qt$  și primit de intrarea  $i$  a comutatorului **CLT**, tensiunea de testare a scurtcircuitului dintre electrod și suprafața de referință **SR**. În continuare comandă realizarea contactului mecanic dintre vârful electrozudului sculă și suprafața de referință, sesizat prin apariția unui scurtcircuit. Cota la care se realizează acest scurtcircuit se memorează în celula  $Zk$  a blocului de memorare dinamică **BMCT**. Această cotă este preluată de blocul de calcul **MCK** care, pe baza acesteia, va calcula uzura liniară apărută în faza de prelucrare a secvenței  $k$ . Dacă această uzură, a cărei valoare este preluată de blocul de comparare **BC** prin intrarea sa  $ek$ , este mai mică decât toleranța prescrisă pentru adâncimea fantei, adică  $idh > ek$ , atunci la ieșirea nu a blocului **BC** va apărea un nivel logic, preluat de blocul de gestionare **BGA** pe intrarea sa  $v0$  care va decide oprirea uzurării fantei. 35 37 39 41 43 45

Evident, la o nouă uzinare, toate valorile din celulele de memorie dinamică ale blocului **BMCT** vor fi anulate. 47

# RO 132556 B1

## Revendicări

1  
3  
5  
7  
9  
11  
13  
15  
17  
19  
21  
23  
25  
27  
29  
31  
33  
35  
37  
39  
41  
43  
45  
47

1. Metodă pentru creșterea preciziei de uzinare prin eroziune electrică a micro fantelor pe baza compensării în proces a uzurii liniare a electrodului sculă care pătrunde într-un electrod piesă de prelucrat și sunt realizate pe instalații specializate care sunt dotate cu sisteme de monitorizare a poziției cel puțin pe axa suportului de fixare a electrodului sculă, **caracterizată prin aceea că**, pe baza testării cu tensiune redusă a stării de scurtcircuit între electrozi, se determină și se memorează poziția suportului (**SE**), corespunzătoare unui prim contact mecanic dintre vârful electrodului sculă și o suprafață (**SR**) de referință, se programează, cu eroarea admisă, adâncimea de pătrundere dorită, se oprește prelucrarea la prima atingere a cotei echivalente adâncimii programate, se extrage electrodul din fantă și se determină poziția suportului corespunzătoare unui al doilea contact mecanic al vârfului electrodului cu suprafața de referință, se evaluează uzura liniară a electrodului sculă prin diferența de cote dintre pozițiile noului contact mecanic și a celui precedent și, dacă uzura este mai mare decât eroarea de adâncime admisă, se programează o nouă cotă de pătrundere egală cu suma dintre cota anterioară atinsă și uzura liniară determinată, fazele de oprire a prelucrării, evaluare a uzurii și repornire a procesului de eroziune electrică se reiau iterativ până la încadrarea valorii ultimei uzurii determinate în eroarea admisă a adâncimii de pătrundere.

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, suprafața (**SR**) de referință poate fi creată fie alături de piesa de prelucrat și accesată de electrodul sculă prin deplasări de poziționare în planuri perpendiculare pe axa de prelucrare, fie prin suprapunere manuală peste piesa (**P**) de prelucrat și cu acces la ea fără deplasarea electrodului sculă.

3. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în cazul în care uzura liniară nu este uniformă în direcția de uzinare, înainte de evaluarea uzurii se reface suprafața frontală a electrodului sculă, printr-un regim de eroziune electrică adecvat, fără scoaterea lui din poziția de fixare și se continuă cu faza de evaluare a uzurii care se ia în calcul la programarea noii cote de pătrundere.

4. Sistem pentru creșterea preciziei de uzinare prin eroziune electrică a microfantelor pe baza compensării în proces a uzurii liniare a electrodului sculă, pentru punerea în aplicare a metodei de la revendicarea 1, este **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din într-un bloc (**BMDU**) electronic, în care sunt înscrise și memorate ca date de uzinare caracteristicile geometricele de adâncime și precizie de realizare ale microfantelor, un servomecanism (**MA+M**) de avans subordonat unui bloc (**BGA**) de gestionare a comenzilor, care asigură deplasarea în ambele sensuri a suportului (**SE**) de electrod, deplasare urmărită de un traductor (**TP**) de poziție și convertită în valori numerice de un bloc (**BCP**), pe un electrod sculă (**E**), aplicându-se față de piesa (**P**) de prelucrat, prin intermediul unui prim comutator (**CLT**), fie impulsurile de tensiune produse de generatorul (**GEDM**) de impulsuri electroerozive, fie o tensiune, produsă de o sursă (**UTS**) de valoare mult mai redusă decât tensiunea de mers gol a generatorului, alături de piesa (**P**) de prelucrat montându-se o suprafață (**SR**) de referință realizată pe o piesă cu o suprafață plană de precizie, orientată perpendicular pe axa de prelucrare, cu rolul de a determina pozițiile suportului (**SE**) de electrod în momentul în care se produc scurtcircuite între vârful electrodului sculă și suprafața de referință, poziții ale căror cote se primesc pe intrarea (**idn**) de date a unui bloc (**BMCT**) de memorare dinamică a cotelor de testare a scurtcircuitului, compus din celule de memorare indexate cu indici care pornesc de la testarea premergătoare prelucrării, indexată cu valoarea  $Z_0$ , până la capacitatea maximă proiectată, indexată cu valoarea  $Z_n$ , și, în



# RO 132556 B1

continuare, mai conține un număr de maximum  $n$  module (**MC1...MCK...MCn**) de calcul numeric identice, organizate într-o relație iterativă, un modul (**MCK**) corespunzător secvenței de iterație  $k$ , având trei ieșiri, una, (**qek**), care primește valoarea uzurii calculată în secvența de iterație  $k$ , a doua, (**qak**), care primește mărimea calculată a deplasării pe care trebuie să o execute suportul de electrod în cadrul iterației următoare și a treia ieșire (**qdk**), care transmite către modulul de calcul corespunzător iterației următoare (**MCK+1**) diferența dintre cotele  $Z_k$  și  $Z_0$  la care s-au produs scurtcircuitul dintre electrodul sculă și suprafața de referință în iterația  $k$ , respectiv, scurtcircuitul premergător prelucrării, modulul (**MCK**) de calcul având și trei intrări de date numerice, prima conectată la celula de memorie  $h$  a blocului (**BMDU**), a doua conectată la celula  $Z_0$  a blocului (**BMCT**), iar a treia conectată la celula  $Z_k$  menționată și încă o a patra intrare, care primește valoarea ce reprezintă diferența dintre cota scurtcircuitului determinată în iterația anterioară,  $k-1$ , și cea memorată în celula  $Z_0$ , diferență calculată de modulul de calcul anterior (**MCK-1**) și transmisă de acesta la a treia ieșire a sa, calculele din fiecare modul fiind efectuate de un sumator și două scăzătoare, conectate între ele și la intrările și ieșirile numerice ale modulului (**MCK**), în așa fel încât intrarea  $i_0$  și intrarea  $ik$  se conectează la intrarea inversoare de semn, 1, a unui prim scăzător (**dZk**), respectiv la intrarea directă 2 a acestuia, ieșirea, 3, a scăzătorului (**dZk**) se conectează cu intrarea directă, 2, a celui de-al doilea scăzător (**Ek**) și cu ieșirea  $qdk$  a modulului, intrarea  $idk$  se conectează în cadrul modulului cu prima intrare a sumatorului (**Ak**) și cu intrarea inversoare de semn, 1, a celui de-al doilea scăzător (**Ek**), ieșirea, 3, a sumatorului (**Ak**) se conectează la ieșirea  $qak$  a modulului, iar ieșirea, 3, a celui de-al doilea scăzător se conectează la ieșirea  $qek$  a modulului, și un bloc comparator a unui set (**BC**) de valori numerice care primește la o primă intrare a sa, valoarea admisă pentru toleranța de execuție a adâncimii fantei, memorată în celula de memorie a blocului (**BMDU**) de memorie a datelor de uzinare, iar la un alt set de  $n$  intrări, primește valorile uzurilor liniare ale electrodului sculă calculate în fiecare din iterațiile  $1...k-1, k, k+1, ..., n$ , de către blocurile de calcul aferente (**MC1, ..., MCK-1, MCK, MCK+1...Mn**) și dacă, în urma comparării, în iterația  $k$  se găsește că valoarea de la intrarea martor este mai mică decât uzura calculată, atunci la ieșirea blocului de comparare (**BC**) va apărea un nivel logic care va permite ca valoarea calculată a noii cote de avans a electrodului sculă să fie transmisă, prin intermediul unui al  $k$ -lea comutator (**CVk**) la intrarea a blocului (**BGA**) de gestionare a comenzilor de avans, determinând un nou avans de prelucrare al suportului (**SE**) de electrod până se epuizează noua cotă de avans, iar dacă în iterația următoare,  $k+1$ , se determină că valoarea uzurii electrodului sculă prezentă la intrarea blocului (**BC**) de comparare este mai mică decât valoarea prezentă la intrarea martor, la ieșirea acestui bloc va apărea un nivel logic care va determina o valoare nulă la intrarea ( $v_0$ ) a blocului (**BGA**) de gestionare a avansului, fanta fiind executată în toleranța prescrisă și prelucrarea oprită.



