



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00810

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

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

(71) Solicitant:
• EDMING SERV CONSULT S.R.L.,
ALEEA LUNCA SIRETULUI NR.4, BLD 43,
SC.C, AP.42, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO

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

(54) METODĂ ȘI SISTEM PENTRU CREȘTEREA PRECIZIEI
DE UZINARE PRIN EROZIUNE ELECTRICĂ
A MICROFANTELOR PE BAZA COMPENSĂRII ÎN PROCES
A UZURII LINIARE A ELECTRODULUI SCULĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un sistem pentru creșterea preciziei de uzinare a microfanelor înfundate, realizate prin eroziune electrică. Metoda conform invenției constă în evaluarea iterativă a uzurii liniare a electrodului cu o suprafață de referință perpendiculară pe direcția de prelucrare, la sfârșitul fiecărei etape de prelucrare, și premergător începerii uzurii propriu-zise, și reluarea procesului la o nouă cotă, programată, egală cu suma dintre adâncimea programată și uzura determinată în etapa sau etapele anterioare, atât timp cât uzura se încadrează în toleranța de realizare a microfantei. Sistemul pentru aplicarea metodei cuprinde o piesă cu suprafață de referință, un bloc electronic (BMCT) pentru memorarea a $n+1$ cote la care se produc scurtcircuite între vârful electrodului sculă și suprafața de referință, un număr de n blocuri de calcul (MC1...MCn) identice, organizate într-un șir iterativ, pentru determinarea uzurii liniare în fiecare etapă de prelucrare, și a cotei de avans a suportului electrodului, și un bloc (BC) de comparare a uzurii din fiecare etapă cu toleranța prescrisă pentru adâncimea

fantei având rolul de a comanda oprirea prelucrării atunci când uzura determinată într-o etapă este mai mică sau egală cu toleranța admisă pentru execuție.

Revendicări: 4
Figuri: 2

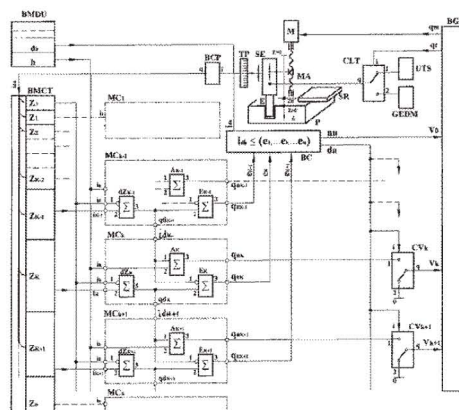
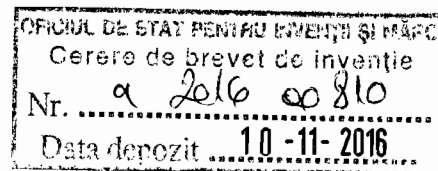


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



60



Descrierea

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

Se cunosc tehnici de măsurare a adâncimii unei fante înfundate, realizate prin eroziune electrică, prin determinarea cotei până la care pătrunde în fantă un prefabricat calibrat, 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 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, uzura liniară a acestora, în sensul de prelucrare, nu este uniformă, iar obținerea unei suprafețe plane a fundului de fantă nu este posibilă decât prin schimbarea repetată a electrodului cu un altul identic, sau prin refacerea suprafeței frontale a celui inițial, evident, prin demontarea acestuia de pe suportul portelectrod, cu dificultăți de recentrare a electrodului pe fantă.

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

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 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 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 prim contact mecanic dintre vârful electrodului sculă și o suprafață 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 menționată, se evaluează uzura liniară a electrodului sculă prin diferența de cote dintre pozițiile noului contact mecanic și a celui precedent menționate 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 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 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 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 îndepărtat intră în evaluarea uzurii liniare a electrodului sculă.

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 electrodului sculă înlătură dezavantajele prezentate prin aceea că alături de piesa de prelucrat 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 pozițiile suportului de electrod menționat în momentul în care se produc scurtcircuite 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 ca fanta a fost executată în toleranța prescrisă și prelucrarea poate fi oprită.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- crește precizia de realizare a microfantelor, prin eroziune electrică, în special a celor înfundate,
- crește viteza de realizare a acestor microfante, prin crearea unui proces cu nivel ridicat de automatizare a uzinării.

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

- fig. 1 - un tablou explicativ al principiului de funcționare a utilajului de uzinare prin eroziune electrică pe baza metodei din invenție,
- fig. 2 – schema de principiu a sistemului de aplicare a metodei încadrat în utilajul de uzinare a microfantelor.

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

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

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

În fig.1 apar notațiile care reprezintă:

- $z = 0$ - originea axei Z,
- $z0$ – cota la care se află suportul electrodului în momentul contactului mecanic dintre electrod și suprafața de referință, premergător începerii uzinării propriu-zise,
- $zp0$ – cota la care se află suportul electrodului când începe prima fază a prelucrării prin eroziune electrică,
- $z0'$ - cota la care se află suprafața de referință (echivalentă cotei $z0$ menționată),
- $zp0'$ - cota la care se află suprafața piesei de prelucrat, denumită în mod curent "originea piesei",
- h – adâncimea programată a fantei,
- L – lungimea inițială a electrodului sculă,
- $e1$ - uzură liniară a electrodului sculă apărută la sfârșitul fazei de prelucrare a secvenței 1,
- $e2, e3, \dots, ek$ – uzurile liniare apărute la sfârșitul fazelor de prelucrare ale secvențelor 2, 3, k,
- $z1, z2, z3, z4, \dots, zk$ - cotele la care se află suportul electrodului în momentele contactelor mecanice dintre electrod și suprafața de referință, în fazele de testare a scurtcircuitelor în secvențele 1, 2, 3, 4, k,
- $A0$ – adâncimea programată pentru faza de prelucrare a primei secvențe ($A0=h$),
- $A1, A2, A3, A4, \dots, Ak$ – adâncimile programate pentru fazele de prelucrare ale secvențelor 2, 3, 4, , k+1,
- $dz1$ – diferența dintre cota de scurtcircuit în faza de testare a secvenței 1 și cea din faza premergătoare începutului uzinării,

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

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 $h - dh$.

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.

Calcululele iterative urmează șirul de mai jos.

Secvența 1:

$$z_1 - z_0 = e_1 = dz_1$$

$$e_1 = dz_1 - (0) \text{ (uzura liniară în secvența 1 de prelucrare)}$$

$$A_1 = h + dz_1 \text{ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței 2)}$$

Secvența 2:

$$z_2 - z_0 = e_1 + e_2 = dz_1 + e_2 = dz_2$$

$$e_2 = dz_2 - dz_1 \text{ (uzura liniară în secvența 2 de prelucrare)}$$

$$A_2 = h + e_1 + e_2 = h + dz_2 \text{ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței 3)}$$

Secvența 3:

$$z_3 - z_0 = e_1 + e_2 + e_3 = dz_2 + e_3 = dz_3$$

$$e_3 = dz_3 - dz_2 \text{ (uzura liniară în secvența 2 de prelucrare)}$$

$$A_3 = h + e_1 + e_2 + e_3 = h + dz_3 \text{ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței 4)}$$

...

Secvența k:

$$z_k - z_0 = e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_k = dz_{k-1} + e_k = dz_k$$

$$e_k = dz_k - dz_{k-1} \text{ (uzura liniară în secvența k de prelucrare)}$$

$A_k = h + e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_k$ (avansul suportului de electrod pe care trebuie să îl facă în faza de prelucrare a secvenței k+1)

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.

În fig. 2 se prezintă schema de principiu a sistemului de aplicare a metodei încadrat în utilajul de uzinare a microfantelor.

Schema este construită pornind de la șirul de calcule iterative prezentat mai sus.

Într-un bazin umplut cu dielectric, și nereprezentat în figură, se află o piesă de prelucrat **P** și un electrod sculă **E** fixat solidar pe un suport portelectrod **SE** acționat de un mecanism de avans electromagnetic, de exemplu, format dintr-un șurub cu piuliță **MA** solidară, la rândul său, cu suportul de electrod **SE**, șurub acționat de un motor **M**.

Pe masa utilajului, de asemenea nereprezentată în figură, se montează o altă piesă pe care se realizează o suprafață de referință **SR** perpendiculară pe axa de deplasare a suportului de electrod.

Datele geometrice de uzinare ale fantei sunt înscrise de către operator în două celule ale unui bloc de memorare a datelor de uzinare **BMDU**, una pentru valoarea adâncimii h a fantei, a doua pentru toleranța dh admisă pentru realizarea acestei adâncimi.

Pozițiile unui punct de referință al suportului de electrod sunt citite, de un traductor de poziție **TP** și sunt preluate la intrarea i a unui bloc de conversie **BCP** și transformate în valori numerice. Ieșirea q a acestui bloc transmite aceste valori la intrarea idn a unui bloc

de memorare dinamică **BMCT** a cotelor la care se sesizează scurtcircuitul dintre vârful electrozului sculă și suprafața de referință.

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** 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, l o tensiune de la o sursă de 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 **CLT** se conectează la electrozului sculă, asigurând fie tensiunea de testare a scurtcircuitelor în fazele de testare a secvențelor de uzinare, fie impulsurile electroerozive în fazele de prelucrare propriu-zise.

Blocul de memorare dinamică, **BMCT** a cotelor la care se produc scurtcircuitul dintre electrozului 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 electrozului sculă și 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 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 $Z1, Z2, \dots, Zk-2, Zk-1, Zk, Zk+1, \dots, Zn$.

Calculul iterativ sunt asigurate de n blocuri de calcul identice, **MC1, MCk-1, MCk, MCk+1,, MCn**.

Dacă se consideră blocul **MCk** drept bloc de calcul generic, acesta este compus din 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 sistemului, qek și qak . Blocul **MCk** mai are o intrare, idk , care primește o valoare

rezultată dintr-un calcul al blocului de calcul precedent, $\mathbf{MCK-1}$ și o ieșire, qdk la care se va regăsi o valoare ce va intra în calculele efectuate de blocul de calcul următor $\mathbf{MCK+1}$.

Schema interioară a blocului de calcul \mathbf{MCK} este organizată așa cum se arată în continuare.

Un prim scăzător, \mathbf{dZk} primește la intrarea schimbătoare de semn 1 valoarea de la intrarea $i0$, iar la intrarea directă 2 valoarea de la intrarea ik . Sumatorul \mathbf{Ak} primește la o intrare, 1 valoarea de la intrarea idk , iar la a doua intrare, 2, valoarea de la intrarea ih .

Valoarea de la intrarea idk a blocului se transmite și la intrarea schimbătoare de semn, 1 a celui de-al doilea scăzător, \mathbf{Ek} . Valoarea de la ieșirea 3 primului scăzător, \mathbf{dZk} , se transmite la ieșirea blocului qdk și la intrarea directă, 2 a celui de-al doilea scăzător, \mathbf{Ek} .

Valoarea de la ieșirea 3 a sumatorului \mathbf{Ak} se transmite la ieșirea blocului qak , iar valoarea de la ieșirea 3 a celui de-al doilea sumator, \mathbf{Ek} se transmite la ieșirea qek a blocului.

Încadrarea în sistem a blocurilor de calcul din șirul iterativ se face așa cum se prezintă în continuare încadrarea blocului \mathbf{Mk} .

Intrarea ih a blocului \mathbf{MCK} și a fiecărui bloc primește datele de la celula h a blocului de memorare a datelor de uzinare, \mathbf{BMDU} . Intrarea $i0$ a blocului \mathbf{MCK} și a fiecărui bloc primește datele de la celula $Z0$ a blocului de memorare dinamică \mathbf{BMCT} . Intrarea ik a blocului \mathbf{MCK} primește datele de la celula de memorie Zk , corespunzătoare cotei la care s-a produs scurtcircuitul în faza de testare a secvenței k . Similar, blocurile de calcul $\mathbf{MC1}, \dots, \mathbf{MCK-1}, \mathbf{MCK}, \mathbf{MCK+1}, \dots, \mathbf{MCn}$ primesc datele corespunzătoare cotei la care s-au produs scurtcircuitele în fazele de testare ale secvențelor asociate, $1, \dots, k-1, k, k+1, \dots, n$ la intrările lor $i1, \dots, ik-1, ik, ik+1, \dots, in$. Intrarea idk a blocului \mathbf{MCK} primește datele calculate în blocul de calcul imediat precedent, $\mathbf{MCK-1}$ pe care acesta le-a transmis la ieșirea $qdk-1$ a sa. Similar și celelalte blocuri de calcul. Ieșirea qdk a blocului \mathbf{MCK} transmite datele la intrarea $idk+1$ a blocului imediat succedent, $\mathbf{MCK+1}$. Similar se

transmit datele și de la ieșirile echivalente ale celorlalte blocuri de calcul din șirul iterativ.

Datele, care reprezintă valoarea uzurii liniare determinate în iteratia 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 $e1, ..ek-1, ek+1.. en$.

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**.

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.

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.

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.

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 .

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 electrodului 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 electrodului 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 uzinării fantei.

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

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- crește precizia de realizare a microfantelor, prin eroziune electrică, în special a celor înfundate,
- crește viteza de realizare a acestor microfante, prin crearea unui proces cu nivel ridicat de automatizare a uzinării.

REVENDICĂRI

1. Metodă pentru creșterea preciziei de uzinare prin eroziune electrică a microfantelor 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 menționat,

caracterizată prin aceea că,

premergător 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 prim contact mecanic dintre vârful electrodului sculă și o suprafață 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 menționată, se evaluează uzura liniară a electrodului sculă prin diferența de cote dintre pozițiile noului contact mecanic și a celui precedent menționate 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 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 uzuri determinate în modul menționat în eroarea admisă a adâncimii de pătrundere.

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că,** suprafața 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 de prelucrat și cu acces la ea fără deplasarea în planurile menționate a 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 prelucrării acestuia, fără scoaterea lui din poziția de fixare și, apoi, numai după refacerea suprafeței frontale menționate 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, microfante ale căror caracteristici geometrice de adâncime și precizie de realizare sunt înscrise și memorate ca date de uzinare într-un bloc electronic specializat (**BMDU**), sistem în componența căruia intră un servomecanism de avans (**MA +M**) subordonat unui bloc de gestionare a comenzilor (**BGA**) care asigură deplasarea în ambele sensuri a suportului de electrod (**SE**), deplasare urmărită de un traductor de poziție (**TP**) și convertită în valori numerice de un bloc specializat (**BCP**), iar pe electrodul sculă (**E**) se aplică, față de piesa de prelucrat (**P**), prin intermediul unui prim comutator (**CLT**), fie impulsurile de tensiune produse de generatorul de impulsuri electroerozive (**GEDM**), fie o tensiune, produsă de o sursă (**UTS**) de valoare mult mai redusă decât tensiunea de mers gol a generatorului menționat, sistem care pentru punerea în aplicare a metodei de la revendicarea 1 este **caracterizat prin aceea că**

alături de piesa de prelucrat 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 pozițiile suportului de electrod menționat în momentul în care se produc scurtcircuite între vârful electrodului sculă și suprafața de referință menționate, poziții ale căror cote se primesc pe intrarea de date, idn , a unui bloc de memorare dinamică a cotelor de testare a scurtcircuitului (**BMCT**) compus din celule de memorare indexate cu indici care pornesc de la testarea premergătoare prelucrării, indexată cu valoarea $Z0$, până la capacitatea maximă proiectată, indexată cu valoarea Zn , și, în continuare, mai conține un număr de maximum n module de calcul numeric identice (**MC1 ... MCk ... MCn**), organizate într-o relație iterativă, un modul generic (**MCK**) corespunzător secvenței de iterație k , având trei ieșiri, una, notată generic qek , care primește valoarea uzurii calculată în secvența k de iterație, a doua, notată generic qak , 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, notată generic qdk , care transmite către modulul de calcul corespunzător iterației următoare (**MCK+1**) diferența dintre cotele Zk și $Z0$ la care s-au produs scurtcircuitul dintre electrodul sculă și suprafața de referință în iterația k , respectiv, scurtcircuitul premergător prelucrării, modulul de calcul generic (**Mk**) având și trei intrări de date numerice, notate ih , $i0$ și ik , prima conectată la celula de memorie h a blocului BMDU menționat, a doua conectată la celula $Z0$ a blocului **BMCT** menționat, iar a treia conectată la celula Zk menționată și încă o a patra intrare, notată generic idk , care primește valoarea ce reprezintă diferența dintre cota scurtcircuitului determinată în iterația anterioară, $k-1$, și cea memorată în celula $Z0$ menționată, diferență calculată de modulul de calcul anterior (**Mk-1**) și transmisă de acesta la a treia ieșire a sa, $qdk-1$, ieșire echivalentă ieșirii qdk menționată, calculele din fiecare modul fiind efectuate de un sumator și două scăzătoare, conectate între ele și la intrările și ieșirile numerice menționate la modulul generic (**Mk**), în așa fel încât intrarea $i0$ 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 menționat (**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, sistemul fiind completat cu un bloc comparator a unui set de valori numerice (**BC**) care primește la o primă intrare a sa, numită intrare martor, *idh*, valoarea admisă pentru toleranța de execuție a adâncimii fantei, memorată în celula de memorie *dh* a blocului de memorie a datelor de uzinare, BMDU, menționat, iar la un alt set de *n* intrări, notate *e1 ... ek-1, ek, ek+1, ... en*, primește valorile uzurilor liniare ale electrozului 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* de exemplu, se găsește că valoarea de la intrarea martor *idh* este mai mică decât uzura calculată, atunci la ieșirea *da* a blocului de comparare (**BC**) va apărea un *nivel logic* care va permite ca valoarea calculată a noii cote de avans a electrozului sculă, prezentă la ieșirea *qak*, să fie transmisă, prin intermediul unui al *k*-lea comutator (**CVk**) la intrarea *vk* a blocului de gestionare a comenzilor de avans, BGA, menționat, determinând un nou avans de prelucrare al suportului de electrod până se epuizează noua cota de avans, iar dacă în iterația următoare, *k+1*, se determină că valoarea uzurii electrozului sculă prezentă la intrarea *ek+1* a blocului de comparare (**BC**) este mai mică decât valoarea prezentă la intrarea martor, *idh*, la ieșirea *nu* a acestui bloc va apărea un *nivel logic* care va determina o valoare nulă la intrarea notată *v0* a blocului de gestionare a avansului (BGA), ceea ce înseamnă ca fanta a fost executată în toleranța prescrisă și prelucrarea trebuie oprită.

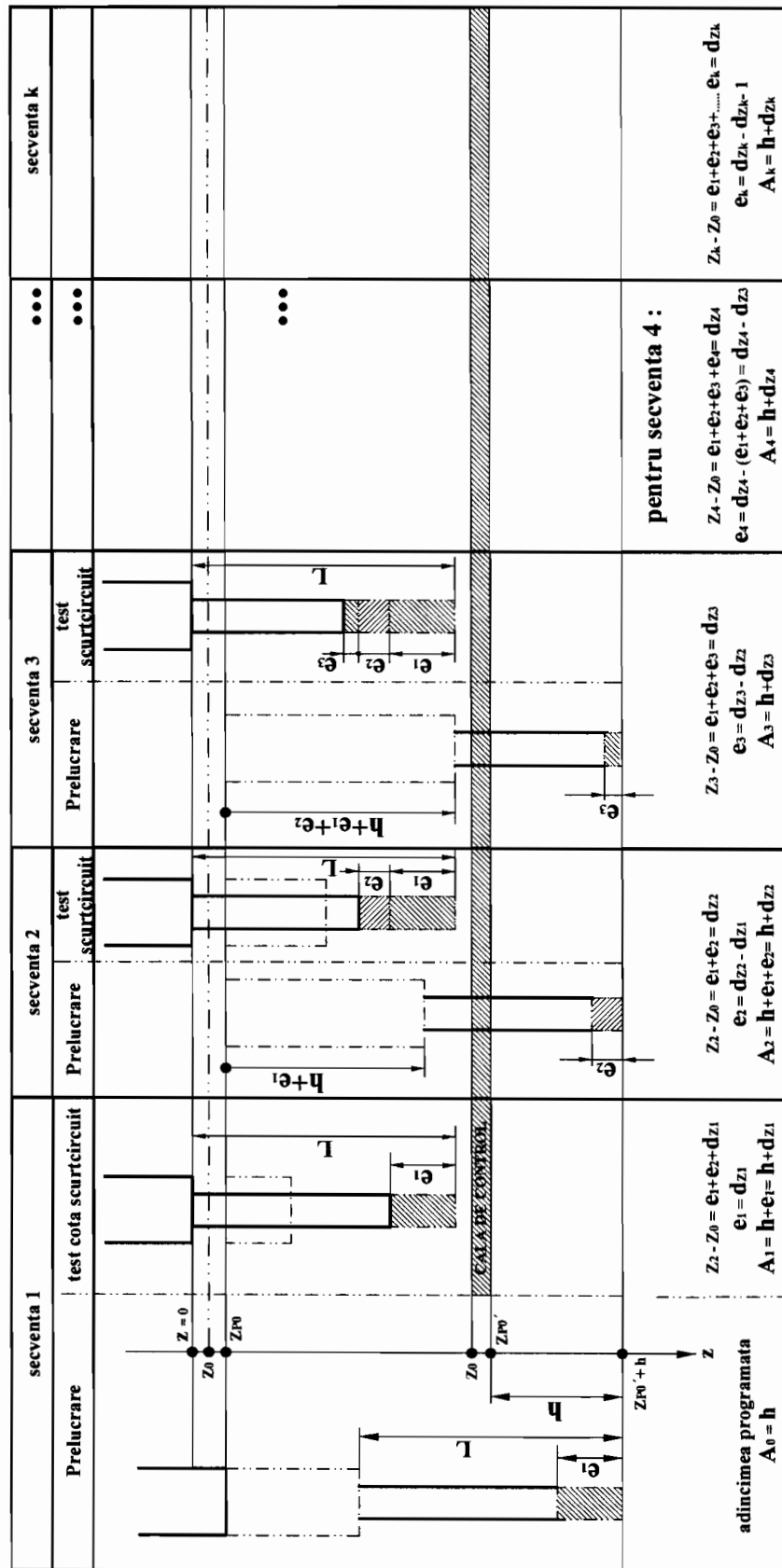


Fig. 1

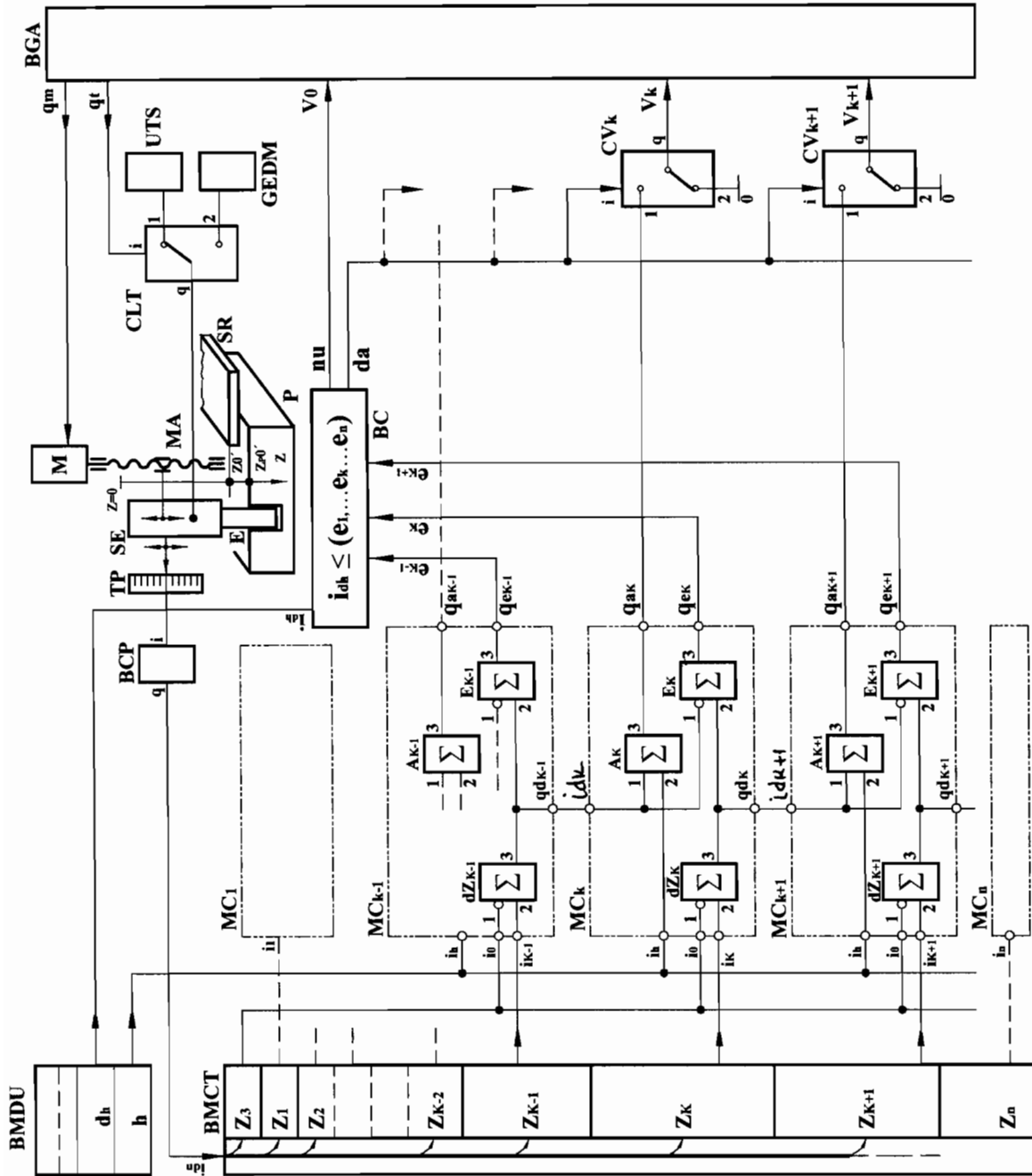


Fig. 2