



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00721**

(22) Data de depozit: **07/10/2015**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/12/2017** BOPI nr. **12/2017**

(41) Data publicării cererii:
29/04/2016 BOPI nr. **4/2016**

(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 129537 A0; RO 94924; RO 131211 A2;
GB 2025824 A

(54) **METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU MAXIMIZAREA
NUMĂRULUI COINCIDENȚELOR MOMENTELOR AMORSĂRII
UNOR DESCĂRCĂRI ELECTROEROZIVE ÎNTR-UN MEDIU
DIELECTRIC LICHID, SUPUS SONOCAVITAȚIEI
CU UN ANUMIT MOMENT PRESTABILIT AL FAZELOR
UNDEI ULTRASONICE ASOCIATE**



RO 131031 B1

1 Invenția se referă la o metodă pentru maximizarea numărului coincidențelor momen-
2 telor amorșării unor descărcări electroerozive într-un mediu dielectric lichid, supus sonocavi-
3 tației, cu un anumit moment prestabilit al fazelor undei ultrasonice asociate, și la echipa-
4 mentul de punere în aplicare a metodei, în cazul în care energia este asigurată de două con-
5 densatoare care se descarcă alternativ în spațiul de lucru.

6 Se cunosc tehnici de combinare a procesului de prelucrare prin electroeroziune a
7 materialelor conductoare electric, prin efectul descărcărilor electrice dintre un electrod numit
8 sculă și un altul numit piesă, ambele cufundate într-un dielectric lichid în care, simultan, se
9 propagă și unde ultrasonice. Mai mult decât atât, se cunosc tehnici de combinare a electro-
10 eroziunii cu ultrasunetele, având particularitatea că însuși electrodul sculă este solidar cu
11 sonotrodul generator de unde ultrasonice, și astfel este supus efectului de sonocavitație.
12 Cercetările au arătat că, dacă descărcările electroerozive se produc într-o anumită fază a
13 undei ultrasonice, cresc performanțele prelucrării concretizate prin creșterea vitezei de
14 prelevare a materialului și, în același timp, prin scăderea rugozității suprafeței prelucrate,
15 performanțe puse cel mai bine în evidență la energii mici de prelucrare. Apare restricția că
16 durata descărcărilor nu trebuie să depășească durata unei semiperioade a undei ultrasonice
17 (în general mai mică de 25 μ s), ceea ce a condus la ideea de a folosi, cu predilecție, ca
18 energie de prelucrare, energia furnizată prin descărcarea unui condensator în spațiul dintre
19 electrozi. Pentru ca efectul favorizant al undei ultrasonice să se producă sistematic, ar trebui
20 ca fiecare descărcare să se producă în aceeași semiperioadă a semnalului generator de
21 unde. Însă aici apare o dificultate majoră, cauzată de faptul că ultrasunetele sunt un fenomen
22 strict periodic, iar electroeroziunea este un proces aleatoriu și, deci, o sincronizare reală
23 devine imposibilă.

24 În plus, se impune o foarte bună stabilitate a distanței dintre electrozi, dificultate
25 accentuată de faptul că, la energii mici de prelucrare (pentru superfinisări și/sau micropre-
26 lucrări de fante și găuri cu deschideri submilimetrice), această distanță este în domeniul a
27 10 μ m, ceea ce conduce la scurtcircuite aleatorii în interstițiul de prelucrare, urmate de
28 îndepărtări și apropieri frecvente ale electrozilor. Pe durata deplasărilor electrodului sculă
29 (mai uzual) nu se mai produc descărcări electroerozive. Este, de asemenea, cunoscut că,
30 odată aplicată tensiunea între electrozi, străpungerea spațiului se produce cu întârziere (sau
31 nu se produce deloc), în funcție de distanța dintre electrozi și conductibilitatea locală a
32 spațiului umplut cu dielectric lichid. La energii mici de prelucrare (cum este cazul prezentei
33 aplicații), ionizarea remanentă după fiecare descărcare este foarte mică, deci o conduc-
34 tibilitate foarte redusă, ceea ce impune ca descărcările să poată fi amorșate numai și numai
35 dacă cei doi electrozi sunt la distanță foarte mică unul de altul, cu riscul scurtcircuitelor dintre
36 aceștia.

37 Tehnicile cunoscute de combinare a electroeroziunii cu ultrasunetele fie lasă ca
38 fiecare fenomen să se desfășoare independent, fie descărcările condensatoarelor în spațiul
39 dintre electrozi sunt pilotate de semnalul generator de ultrasunete, în așa fel încât tensiunea
40 să apară între electrozi numai pe durata semiperioadei favorabile a undei ultrasonice, care,
41 fiind scurtă, nu oferă timp suficient pentru străpungerea spațiului. În ambele cazuri,
42 probabilitatea producerii descărcărilor în cadrul semiperioadei favorabile este foarte redusă.

43 Din considerentele prezentate, metodele și echipamentele care combină electroero-
44 ziunea cu ultrasunetele au importante limitări de performanță în ceea ce privește produc-
45 tivitatea procesului de prelucrare și rugozitatea suprafeței obținute.

46 Scopul invenției este creșterea productivității procesului de prelucrare prin electroero-
47 ziune la energii mici, și creșterea calității suprafeței prelucrate.

RO 131031 B1

Problema pe care o rezolvă invenția este optimizarea procesului de prelucrare prin electroeroziune la energii mici, combinat cu ultrasunetele generatoare de sonocavitație în spațiul dintre electrozi, prin creșterea probabilității ca descărcările electroerozive să se producă pe durata semiperioadei favorabile a undei ultrasonice.

Metoda pentru maximizarea numărului coincidențelor momentelor amorsării unor descărcări electroerozive într-un mediu dielectric lichid, supus sonocavitației cu un anumit moment prestabilit al fazelor undei ultrasonice asociate, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că tensiunea de străpungere a spațiului dintre electrozi se aplică, de fiecare dată, cu o semiperioadă înaintea fazei undei ultrasonice aleasă pentru stabilirea momentului de coincidență, completată cu aceea că momentul coincidenței se reglează prin deplasări ale electrozilor cu un increment de mărime convenabilă în sensul de apropiere, în cazul în care majoritatea descărcărilor pe durata unui prim număr prestabilit de perioade succesive ale undei ultrasonice amorsează după momentul ales pentru coincidență al fazei undei ultrasonice, și cu același increment în sensul de îndepărtare, în cazul în care majoritatea descărcărilor pe durata numărului de perioade succesive menționat se produce anterior momentului ales pentru coincidență, și se mai completează cu aceea că, în cazul în care un al doilea număr prestabilit de perioade consecutive, semnificativ mai mic decât primul număr menționat, nu prezintă amorsare pe durata fazei alese pentru coincidență, se comandă apropierea imediată a electrozilor cu incrementul menționat, iar în cazul în care pe durata celui de-al doilea număr menționat de perioade consecutive amorsările se produc pe durata fazei imediat anterioară celei alese pentru coincidență, se comandă îndepărtarea imediată a electrozilor cu incrementul menționat.

Echipamentul pentru maximizarea numărului coincidențelor momentelor amorsării unor descărcări electroerozive într-un mediu dielectric lichid, supus sonocavitației cu un anumit moment prestabilit al fazelor undei ultrasonice asociate, compus din două circuite identice de încărcare a două condensatoare, prin două elemente de comutație, și de descărcare în spațiul dintre electrozi prin alte două elemente de comutație, și dintr-un circuit de discriminare a semiperioadelor numite convențional impare de cele pare, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că gestionarea comenzilor de încărcare, respectiv, descărcare alternativă a celor două condensatoare este asigurată de un prim circuit complex, ce are o topologie formată din circuite logice care asigură spațiului dintre electrozi aplicarea tensiunii cu o semiperioadă înaintea semiperioadei aleasă ca favorabilă, mai conține un al doilea circuit complex, ce are o topologie formată din circuite logice pentru discriminarea momentului descărcărilor, în cadrul unui tren de perioade ale undei ultrasonice, în raport cu unghiul de fază prestabilit, și mai conține un al treilea circuit complex, format din circuite logice organizate într-o topologie ce realizează o statistică în cadrul trenului menționat, și determină fie o majoritate în cadrul acestui tren, fie o consecutivitate pe un al doilea tren de perioade de lungime prestabilită, semnificativ mai mică decât a primului tren menționat, iar pe baza rezultatelor obținute, se decide modificarea cu un increment a distanței dintre electrozi.

Se dă mai jos un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...4, ce reprezintă:

- fig. 1, schema generală a echipamentului pentru punerea în aplicare a metodei;
- fig. 2, schema circuitului de analiză statistică și generare a comenzilor de corecție a distanței dintre electrozi;
- fig. 3a, forma de undă a semnalului în fază cu unda ultrasonică; sincron și cu semnalul din punctul **OK**, din fig. 1;
- fig. 3b, forma de undă a semnalului pe electrodul de comandă al elementului de comutație **T1**;

RO 131031 B1

- 1 - fig. 3c, o variantă de formă de undă a tensiunii la bornele condensatorului **C1**, din
fig. 1;
- 3 - fig. 3d, forma de undă a semnalului pe electrodul de comandă al elementului de
comutație **T2**;
- 5 - fig. 3e, forma de undă a semnalului pe electrodul de comandă al elementului de
comutație **T3**;
- 7 - fig. 3f, o variantă de formă de undă a tensiunii la bornele condensatorului **C2**, din
fig. 1;
- 9 - fig. 3g, forma de undă a semnalului pe electrodul de comandă al elementului de
comutație **T4**;
- 11 - fig. 3h, forma de undă a tensiunii dintre electrozii sculă **S** și piesă **P**, din fig. 1;
- 13 - fig. 4a, forma de undă a semnalului în fază cu unda ultrasonică; sincron și cu
semnalul din punctul **OK**, din fig. 1 (identică cu fig. 3a);
- 15 - fig. 4b, forma de undă rezultată din programarea unghiului de fază al semiperioadei
favorabile a undei ultrasonice, ales pentru sincronizare, ta ;
- 17 - fig. 4c, forma de undă a tensiunii dintre electrozii sculă **S** și piesă **P**, din fig. 1
(identică cu fig. 3h);
- 19 - fig. 4d, forma de undă a semnalului la ieșirea circuitului bistabil **CL36**, din fig. 1, td ,
în acord cu forma de undă a tensiunii dintre electrozi;
- 21 - fig. 4e, impuls pentru marcarea descărcărilor care s-au produs după domeniul admis
pentru coincidență, $t\alpha + dt/2$, la ieșirea circuitului **CL38**, din fig. 1;
- 23 - fig. 4f, impuls pentru marcarea descărcărilor care s-au produs în domeniul admis
pentru coincidență, $t\alpha \pm dt/2$, la ieșirea circuitului **CL39**, din fig. 1;
- 25 - fig. 4g, impuls pentru marcarea descărcărilor care s-au produs înaintea domeniului
admis pentru coincidență, $t\alpha - dt/2$, la ieșirea circuitului **CL33**, din fig. 1;
- 27 - fig. 4h, impuls pentru marcarea perioadelor undei ultrasonice în care nu s-au produs
descărcări, la ieșirea circuitului **CL37**, din fig. 1;
- 29 - fig. 4i, impuls pentru marcarea descărcărilor care s-au produs înaintea
semiperioadei favorabile, la ieșirea circuitului **CL40**, din fig. 1.
- 31 În fig. 1 și fig. 2 se dă un exemplu de echipament pentru punerea în aplicare a
metodei conform invenției, la o instalație de prelucrare a găurilor sau microfantelor cu deschi-
dere mică în materiale conductoare electric.
- 33 Echipamentul are în componere un servomecanism comandat incremental în ambele
sensuri, cu scopul menținerii distanței optime dintre electrozii între care se produc descăr-
cările electroerozive, unul numit sculă **E** și celălalt piesă de prelucrat **P**, care este legată la
35 un pol comun al unui grup de surse. Cei doi electrozi sunt cufundați într-un bazin umplut cu
37 dielectric, nefigurat în schemă.
- 39 Tensiunea dintre electrozi este monitorizată printr-un prim divizor rezistiv **Rg**.
Electrodul **E** este solidar cu un sonotrod **S** care generează undele ultrasonice cu efect de
sonocavitație asupra electrodului, ca efect al oscilațiilor produse de generatorul **US**.
- 41 Un prim circuit de discriminare a unor semiperioade convenite ca favorabile pentru
43 electroeroziune ale undei ultrasonice în semiperioade, numite, convențional, impare și pare,
se interpune între generatorul de ultrasunete **US** și schema acestui echipament.
- 45 Un circuit de forță este compus, pe de o parte, dintr-un circuit serie rezistență **Rt** și
47 diodă **Dt**, conectat între o primă sursă **Ut** și electrodul sculă **E** și, pe de altă parte, dintr-un
circuit generator al impulsurilor de descărcare electroerozivă compus, la rândul său, dintr-un
prim condensator **C1** care se încarcă de la o a doua sursă **Ui** cu tensiunea de mers în gol

RO 131031 B1

semnificativ mai mare decât a primei menționate, prin intermediul unui prim element de comutație **A1**, comandat în stările de conducție și blocare de un prim amplificator cu separare galvanică **A1**, și se descarcă în spațiul dintre electrozi prin intermediul unui al doilea element de comutație **T2**, comandat în stările de conducție și blocare de un al doilea amplificator cu separare galvanică **A2**.

Un al doilea condensator **C2** se încarcă de la a doua sursă menționată, prin intermediul unui al treilea element de comutație **T3**, comandat în stările de conducție și blocare de un al treilea amplificator cu separare galvanică **A3**, și se descarcă în spațiul dintre electrozi prin intermediul unui al patrulea element de comutație **T4**, comandat în stările de conducție și blocare de un al patrulea amplificator cu separare galvanică **A4**.

Tranzițiile prin câte două praguri a tensiunilor pe fiecare dintre cele două condensatoare menționate, un prim prag aflat în apropierea tensiunii de mers în gol a celei de a doua surse menționate, și un al doilea prag aflat sub nivelul la care se consideră că o descărcare a amorsat, sunt monitorizate pe baza unor informații primite printr-un al doilea **RC1** și un al treilea **RC2** divizor rezistiv de un prim **P1**, respectiv, un al doilea **P2** circuit de comutație cu prag și separare galvanică. Fiecare dintre circuitele cu prag menționate emite la ieșire câte un semnal corespunzător tranzițiilor în sens crescător și descrescător prin primul, respectiv, al doilea prag menționate.

Circuitul discriminator al semiperioadelor impare și pare menționat este format din două circuite cu funcția logică **ȘI** și un circuit basculant bistabil, în schemă de divizor cu doi, și creează semnale ce se transmit echipamentului pentru punerea în aplicare a metodei, prin cinci ieșiri care vor fi nominalizate mai departe.

Pentru punerea în aplicare a metodei, un prim circuit complex al echipamentului, având rolul de a gestiona comenzile necesare formării impulsurilor de descărcare electroerozivă, are un prim set de intrări care se conectează cu ieșirile circuitului de discriminare a semiperioadelor, menționat astfel:

- o primă intrare, notată **id1**, conectată cu o primă ieșire a circuitului de discriminare, notată **sPi**, corespunzătoare impulsului sincron cu semiperioada convenabilă impară;

- o a doua intrare, notată **id2**, conectată cu o a doua ieșire, notată **sPp**, corespunzătoare impulsului sincron cu semiperioada convenabilă pară;

- o a treia intrare, notată **id3**, conectată cu o a treia ieșire, notată **i**, corespunzătoare perioadei considerată convențional impară;

- o a patra intrare, notată **id4**, conectată cu o a patra ieșire, notată **p**, corespunzătoare perioadei considerată pară, și

- o a cincea intrare, notată **id5**, conectată cu o a cincea ieșire, notată **T**, corespunzătoare tactului sincron cu perioadele undelor ultrasonice.

Un doilea set de intrări ale acestui prim circuit complex se conectează la ieșirile celor două circuite de comutație cu prag și separare galvanică menționate, astfel:

- o a șasea intrare, notată **f3.1**, conectată cu prima ieșire menționată a primului circuit cu prag menționat **P1**, notată **F3.1**, o a șaptea intrare, notată **f2.1**, conectată cu a doua ieșire a acestui circuit cu prag, notată **F2.1**;

- o a opta intrare, notată **f3.2**, conectată cu prima ieșire menționată a celui de-al doilea circuit cu prag menționat **P2**, notată **F3.2**;

- o a noua intrare, notată **f2.2**, conectată cu a doua ieșire a acestui al doilea circuit cu prag, notată **F2.2**.

Acest prim circuit complex mai are o intrare, notată **f1**, prin care primește o informație că au avut loc tranziții printr-un al treilea nivel de tensiune aflat în domeniul în care se definește scurtcircuitul între electrozi.

RO 131031 B1

1 Pe baza informațiilor primite la toate intrările menționate, circuitul emite semnale la
un prim set de ieșiri legate la intrările amplificatoarelor de comandă ale elementelor de
3 comutație din circuitul de forță menționat, astfel:

5 - o primă ieșire, notată **t1**, legată la intrarea primului amplificator, simbolizat **A1**, al
primului element de comutație menționat **T1**;

7 - o a doua ieșire, notată **t2**, legată la intrarea amplificatorului, simbolizat **A2**, al celui
de-al doilea element de comutație menționat **T2**;

9 - o a treia ieșire, notată **t3**, legată la intrarea amplificatorului, simbolizat **A3**, al celui
de-al treilea element de comutație menționat **T3**;

11 - o a patra ieșire, notată **t4**, legată la intrarea amplificatorului, simbolizat **A4**, al celui
de-al patrulea element de comutație menționat **T4**.

De asemenea, mai emite semnale la un al doilea set de ieșiri, astfel:

13 - o a cincea ieșire, notată **ok**, prin care emite un semnal corespunzător semiperi-
oadelor impare și pare convenabile producerii descărcărilor electroerozive, și

15 - o a șasea ieșire, notată **nok**, prin care emite un semnal corespunzător
semiperioadelor care le preced pe cele impare și pare convenabile.

17 Acest prim circuit complex are o topologie logică, prezentată sub formă de rețea de
conexiuni între intrările menționate **id1**, **id2**, **id3**, **id4**, **id5**, **f3.1**, **f2.1**, **f3.2**, **f2.2** și **f1** și
19 elemente logice de diverse tipuri, conectate, la rândul lor, între ele și la ieșirile menționate
t1, **t2**, **t3**, **t4**, **ok** și **nok**, topologie care va fi prezentată în continuare.

21 Prima intrare **id1** este conectată cu o primă intrare a unui prim circuit cu funcție logică
SAU, **CL1**, cu o primă intrare a unui al doilea circuit cu funcție logică SAU, **CL2**, cu o primă
23 intrare a unui prim circuit cu funcție logică ȘI, **CL3**, și cu intrarea **i** a unui prim circuit sensibil
la tranziții negative 1/0, **CL4**.

25 Intrarea a doua **id2** este conectată cu prima intrare al unui al treilea circuit cu funcție
logică SAU, **CL5**, cu prima intrare a unui al doilea circuit cu funcție logică ȘI, **CL6**, cu intrarea
27 **i** a unui al doilea circuit sensibil la tranziții negative 1/0, **CL7**, și cu a doua intrare a celui de-al
doilea circuit cu funcție logică SAU menționat, **CL2**, a cărei ieșire este conectată cu cea de-a
29 cincea ieșire menționată, **ok**, a acestui prim circuit complex.

31 Intrarea a treia **id3** este conectată cu prima intrare a unui al treilea circuit cu funcție
logică ȘI, **CL8**.

33 Intrarea a patra **id4** este conectată cu prima intrare a unui al patrulea circuit cu funcție
logică ȘI, **CL9**.

35 Intrarea a cincea **id5** este conectată la intrarea unui prim circuit logic inversor, **CL10**,
a cărei ieșire este conectată cu a doua intrare a celui de-al treilea circuit ȘI menționat, **CL8**,
și cu a doua intrare a celui de-al patrulea circuit ȘI menționat, **CL9**.

37 Intrarea a șasea **f3.1** este conectată cu a doua intrare a primului circuit cu funcție ȘI
menționat **CL3**, și cu prima intrare a unui al cincilea circuit cu funcție logică ȘI, **CL11**.

39 Intrarea a șaptea **f2.1** se conectează cu prima intrare a unui al șaselea circuit cu
funcție logică ȘI, **CL12**.

41 Intrarea a opta **f3.2** se conectează cu a doua intrare a celui de-al doilea circuit ȘI
menționat **CL6**, și cu prima intrare a unui al șaptelea circuit cu funcție logică ȘI, **CL13**.

43 Intrarea a noua **f2.2** se conectează cu prima intrare a unui al optulea circuit cu funcție
logică ȘI, **CL14**.

45 În sfârșit, intrarea a zecea **f1** se conectează cu a treia intrare a primului circuit ȘI
menționat **CL3**, și cu a treia intrare a celui de-al doilea circuit ȘI menționat, **CL6**.

RO 131031 B1

În continuarea topologiei, ieșirea celui de-al treilea circuit ȘI menționat, CL8 , se	1
conectează cu a doua ieșire a celui de-al cincilea circuit ȘI menționat, CL11 , cu a doua	
intrare a primului circuit SAU menționat, CL1 , și cu prima ieșire a unui al patrulea circuit cu	3
funcție logică SAU, CL15 .	
Ieșirea celui de-al patrulea circuit ȘI menționat, CL9 , se conectează cu a doua intrare	5
a celui de-al treilea circuit SAU menționat, CL5 , cu a doua intrare a celui de-al șaptelea	
circuit ȘI menționat, CL13 , și cu a doua intrare a celui de-al patrulea circuit SAU menționat,	7
CL15 , a căruia ieșire se conectează cu a șasea ieșire menționată, nok , a acestui prim circuit	
complex.	9
Ieșirea primului circuit SAU menționat, CL1 , se conectează cu a doua intrare a celui	
de-al șaselea circuit ȘI menționat, CL12 , a căruia ieșire se conectează cu intrarea i a unui al	11
treilea circuit sensibil la tranziții negative 1/0, CL16 , a căruia ieșire q se conectează la intrarea	
de resetare, R , a unui prim circuit basculant bistabil de tip RS, CL17 .	13
Ieșirea q a primului circuit sensibil la tranziții negative menționat, CL4 , se conectează	
cu intrarea de resetare, R , a unui al doilea circuit basculant bistabil de tip RS, CL18 , și cu	15
intrarea de setare a primului circuit basculant bistabil menționat, CL17 , a căruia ieșire Q se	
conectează la ieșirea t1 a acestui prim circuit complex, destinată comenzilor primului	17
element de comutație T1 .	
Ieșirea primului circuit ȘI menționat CL3 se conectează la intrarea i a unui prim circuit	19
sensibil la tranziții pozitive 0/1, CL19 , a căruia ieșire q se conectează cu intrarea de setare	
S a celui de-al doilea circuit basculant menționat CL18 , a căruia ieșire Q se conectează cu	21
prima ieșire a unui al cincilea circuit cu funcție logică SAU, CL20 .	
Ieșirea celui de-al cincilea circuit ȘI menționat, CL11 , se conectează cu a doua	23
intrare a celui de-al cincilea circuit SAU menționat, CL20 , a căruia ieșire se conectează la	
ieșirea t2 a acestui prim circuit complex, destinată comenzilor celui de-al doilea element de	25
comutație menționat, T2 .	
Ieșirea celui de-al treilea circuit SAU menționat, CL5 , se conectează la a doua intrare	27
a celui de-al optulea circuit ȘI menționat, CL14 , a căruia ieșire se conectează la intrarea i a	
unui al patrulea circuit sensibil la tranziții negative 1/0, CL21 , a căruia ieșire q se conectează	29
la intrarea de resetare a unui al treilea circuit basculant bistabil, de tip RS, CL22 , și la	
intrarea de resetare R a unui al patrulea circuit basculant bistabil, de tip RS, CL23 .	31
Ieșirea q a celui de-al doilea circuit sensibil la tranziții negative menționat, CL7 , se	
conectează la intrarea de setare S a celui de-al treilea circuit basculant menționat, CL22 , a	33
căruia ieșire Q se conectează cu ieșirea t3 a acestui prim circuit complex, destinată	
comenzilor celui de-al treilea element de comutație menționat, T3 .	35
Ieșirea celui de-al șaptelea circuit ȘI menționat, CL13 , se conectează cu prima intrare	
a unui al șaselea circuit cu funcție logică SAU, CL24 . Ieșirea celui de-al doilea circuit ȘI	37
menționat, CL6 , se conectează cu intrarea i a unui al doilea circuit sensibil la tranziții pozitive	
0/1, CL25 , a căruia ieșire q se conectează cu intrarea de setare a celui de-al patrulea circuit	39
basculant bistabil menționat, CL23 , a căruia ieșire Q se conectează cu a doua intrare a celui	
de-al șaselea circuit SAU menționat, CL24 , ce are ieșirea conectată la ieșirea t4 a acestui	41
prim circuit complex, destinată comenzilor celui de-al patrulea element de comutație	
menționat T4 .	43
Echipamentul pentru punerea în aplicare a metodei mai are în componență un al	
doilea circuit complex cu rolul de a face discriminarea descărcărilor în funcție de momentul	45
în care s-au produs în raport cu unghiul de fază al undei ultrasonice.	

RO 131031 B1

1 Acest al doilea circuit complex are un prim set de intrări conectate cu ieșirile dedicate
ale primului circuit complex menționat, prima intrare, notată **OK**, conectată cu cea de-a
3 cincea ieșire, **ok**, a doua intrare, notată **NOK**, conectată cu cea de-a șasea ieșire, **nok**.

În plus, mai are o intrare prin care culege tensiunea de la ieșirea primului divizor
5 potențiomtric menționat, **Rg**, ale cărei tranziții prin trei praguri, primul imediat sub nivelul
7 tensiunii de mers în gol a celei de-a doua surse menționate **Ui**, al doilea la nivelul tensiunii
sub care se consideră că a amorsat descărcarea, și un al treilea la nivelul sub care se consi-
9 deră existența unui scurtcircuit între electrozi, sunt analizate de un al treilea circuit cu praguri
și separare galvanică, **Pg**, care emite la o primă ieșire a sa, notată **F4**, un nivel logic **1** pe
11 durata existenței tensiunii de mers în gol între electrozi, la o a doua ieșire, notată **F2**, un nivel
logic **0** în momentul amorsării descărcărilor, iar la a treia ieșire, notată **F1**, un nivel logic **0**,
13 când tensiunea dintre electrozi este la o valoare apropiată de referința **0vg** a surselor de
putere **Ui** și **Ut**.

A treia ieșire a celui de-al treilea circuit cu praguri, **Pg**, se conectează cu cea de-a
15 zecea intrare, **f1**, a primului circuit complex menționat; prima ieșire, **F4**, se conectează cu
intrarea **i** a unui al cincilea circuit sensibil la tranziții negative 1/0, **CL26**, iar a doua ieșire, **F2**,
17 se conectează cu intrarea **i** a unui al șaselea circuit sensibil la tranziții negative 1/0, **CL27**.

Prima intrare menționată, **OK**, a acestui al doilea circuit complex menționat, se
19 conectează cu prima intrare a unui al nouălea circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL28**, cu intrarea
unui prim circuit basculant monostabil, **CL29**, care emite la ieșirea sa un impuls cu durata
21 mai mică decât marginea inferioară a domeniul prestabilit $t\alpha - dt/2$, cu intrarea unui al doilea
circuit basculant monostabil, **CL30**, care emite la ieșirea sa un impuls cu durata prescrisă
23 din exterior mai mare decât marginea superioară a domeniului prestabilit $t\alpha + dt/2$, dar mai
mică decât durata unei semiperioade a undei ultrasonice, și cu intrarea **i** a unui al șaptelea
25 circuit sensibil la tranziții negative 1/0, **CL31**.

Ieșirea primului circuit monostabil menționat, **CL29**, se conectează cu intrarea unui
27 al doilea circuit logic inversor, **CL32**, și cu prima intrare a unui al zecelea circuit cu funcția
logică **ȘI**, **CL33**.

Ieșirea celui de-al doilea circuit monostabil menționat, **CL30**, se conectează cu intra-
29 rea unui al treilea circuit inversor, **CL34**, și cu prima intrare a unui al unsprezecelea circuit
cu funcția logică **ȘI**, **CL35**.

Ieșirea **q** a celui de-al cincilea circuit sensibil la tranziții negative menționat, **CL26**,
33 se conectează la intrarea de setare a unui al cincilea circuit basculant bistabil de tip RS,
CL36, a cărui ieșire **Q** se conectează cu prima intrare a unui al doisprezecelea circuit cu
35 funcție logică **ȘI**, **CL37**.

Ieșirea celui de-al nouălea circuit **ȘI** menționat, **CL28**, se conectează cu prima intrare
37 a unui al treisprezecelea circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL38**.

Ieșirea celui de-al unsprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL35**, se conectează cu prima
39 intrare a unui al paisprezecelea circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL39**.

A doua intrare menționată a acestui al doilea circuit complex, **NOK**, se conectează
41 cu prima intrare a unui al cincisprezecelea circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL40**.

Ieșirea **q** a celui de-al șaselea circuit sensibil la tranziții negative menționat, **CL27**,
43 se conectează cu intrarea de resetare **R** a celui de-al cincilea circuit basculant menționat
CL36, și cu a doua intrare a fiecăruia dintre circuitele **ȘI** menționate, al zecelea **CL33**, al
45 treisprezecelea **CL38**, al paisprezecelea **CL39** și al cincisprezecelea **CL40**.

Ieșirea **q** a celui de-al șaptelea circuit sensibil la tranziții negative menționat, **CL31**,
47 se conectează cu a doua intrare a celui de-al doisprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL37**, și
cu o primă intrare, notată **p**, a unui al treilea circuit complex cu rol de analiză statistică și
49 formare a deciziilor de corectare a spațiului dintre electrozi.

RO 131031 B1

Acest al treilea circuit complex mai are o a doua intrare, notată j , care se conectează cu ieșirea celui de-al treisprezecelea circuit ȘI menționat, CL38 , o a treia intrare, notată dm , care se conectează cu ieșirea celui de-al paisprezecelea circuit ȘI menționat, CL39 , o a patra intrare, notată s , care se conectează cu ieșirea celui de-al zecelea circuit ȘI menționat, CL33 , o a cincea intrare, notată rs , care se conectează cu ieșirea celui de-al cincisprezecelea circuit ȘI menționat, CL40 și o a șasea intrare, notată rj .	1
Topologia logică a acestui al treilea circuit complex este realizată în așa fel încât prima intrare menționată, p , la care se primesc impulsuri de marcarea a sfârșitului fiecărei perioade a undei ultrasonice, este conectată cu intrarea de numărare, d , a unui prim numărător, CL41 , programat la un număr N de impulsuri.	3
A doua intrare menționată, j , la care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în timpul semiperioadei selectate, dar după domeniul acceptat al momentului prefixat, este conectată la intrarea de numărare, d , a unui al doilea numărător, CL42 , programat la un număr N/2 de impulsuri.	5
A treia intrare menționată, dm , la care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în timpul semiperioadei selectate, și în domeniul acceptat al momentului prefixat, este conectată la intrarea de numărare, d , a unui al treilea numărător, CL43 , programat la același număr N/2 de impulsuri.	7
A patra intrare menționată, s , la care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în timpul semiperioadei selectate, dar înaintea domeniului acceptat al momentului prefixat, se conectează cu intrarea de numărare a unui al patrulea numărător, CL44 , programat la același număr N/2 de impulsuri.	9
A cincea intrare menționată, rs , la care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în semiperioada anterioară celei selectate, se conectează cu intrarea de numărare, d , a unui al cincilea numărător, CL45 , programat la un număr de impulsuri M de valoare semnificativ mai mică decât numărul N menționat.	11
În sfârșit, a șasea intrare menționată, rj , la care se primesc impulsuri corespunzătoare sfârșitului perioadelor undei ultrasonice pe durata cărora nu s-au produs descărcări, se conectează cu intrarea d a unui al șaselea numărător, CL46 , programat cu același număr M menționat.	13
Stările celor de-a doilea, al treilea și al patrulea numărătoare sunt citite de un circuit de comparare numerică, CL47 , prin intermediul conexiunilor între ieșirea de date Q1 a celui de-al doilea numărător menționat CL42 , și intrarea notată n1 , a circuitului de comparare CL47 , a conexiunii dintre ieșirea de date Q2 a celui de-al patrulea numărător menționat, CL44 , și intrarea, notată n2 , a circuitului de comparare CL47 , a conexiunii dintre ieșirea de date Q3 a celui de-al treilea numărător menționat, CL43 , și intrarea notată n3 , a circuitului de comparare CL47 .	15
Ieșirea notată cu B , a primului numărător menționat CL41 , care emite un semnal când s-a atins numărul N programat, se conectează cu prima intrare a unui al șaisprezecelea circuit cu funcție logică ȘI, CL47 , cu intrarea unui al patrulea circuit inversor, CL48 , a cărui ieșire se conectează cu prima ieșire a unui al șaisprezecelea circuit cu funcție logică ȘI, CL49 , cu prima intrare a unui al șaptesprezecelea circuit cu funcție logică ȘI, CL50 , cu prima intrare a unui al optsprezecelea circuit cu funcție logică ȘI, CL51 , și cu intrarea, notată C , a circuitului de comparare menționat, CL47 .	17
Circuitul de comparare CL47 emite la o primă ieșire a sa, notată n1M , un impuls sincron cu impulsul primit la intrarea C , în cazul în care, în urma comparației, rezultă că numărul citit la intrarea sa n1 este mai mare decât cele primite la intrările n2 și n3 menționate, ieșire care se conectează cu prima intrare a unui al șaptesprezecelea circuit cu funcție logică SAU, CL52 , și cu intrarea de setare, S , a unui al șaselea circuit basculant bistabil de tip RS, CL53 .	19

RO 131031 B1

1 La a doua sa ieșire a circuitului de comparare, **CL47**, notată cu **n2M**, emite un
semnal sincron cu impulsul primit la intrarea sa **C** în cazul în care, în urma comparației,
3 rezultă că numărul citit la intrarea sa **n2** este mai mare decât cele primite la intrările **n1** și **n2**
menționate, ieșire care se conectează cu intrarea de resetare a celui de-al șaselea circuit
5 basculant menționat, **CL53**, și cu a doua intrare a celui de-al șaptelea circuit SAU menționat,
CL52, a cărui ieșire se conectează cu a doua intrare a celui de-al șaisprezecelea circuit **ȘI**
7 menționat, **CL49**.

leșirea, notată **Q1**, a celui de-al șaselea circuit basculant bistabil menționat, **CL53**,
9 se conectează cu a doua intrare a celui de-al optsprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL51**.

leșirea, notată cu **Q2**, a celui de-al șaselea circuit basculant bistabil menționat, **CL53**,
11 se conectează cu a doua intrare a celui de-al șaptesprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL50**.

leșirea celui de-al șaisprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL49**, se conectează cu
13 intrarea unui al cincilea circuit inversor, **CL54**, a cărui ieșire se conectează cu prima intrare
a unui al nouăsprezecelea circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL55**.

leșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat, **B**, a celui de-al
15 doilea numărător menționat, **CL42**, se conectează cu prima intrare a unui al douăzecilea
circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL56**, și cu a doua intrare a celui de-al nouăsprezecelea numă-
17 rător menționat, **CL55**.

leșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat, **B**, a celui de-al
19 patrulea numărător menționat, **CL44**, se conectează cu prima intrare a unui al douăzeci și
21 cincilea circuit cu funcție logică **ȘI**, **CL57**, și cu a treia intrare a celui de-al nouăsprezecelea
circuit **ȘI** menționat, **CL55**.

leșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat, **B**, a celui de-al
23 treilea numărător menționat, **CL43**, se conectează cu a doua ieșire a celui de-al șaispre-
25 zecelea circuit **ȘI** menționat, **CL47**.

leșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat, **B**, a celui de-al
27 șaselea numărător programat, **CL46**, se conectează cu a patra intrare a celui de-al nouă-
sprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL55**, și cu a doua intrare a celui de-al douăzecilea circuit
29 **ȘI** menționat, **CL56**.

leșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat, **B**, a celui de-al
31 cincilea numărător menționat, **CL45**, se conectează cu a cincea intrare a celui de-al
nouăsprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL55**, și cu a doua intrare a celui de-al douăzeci și
33 unulea circuit **ȘI** menționat, **CL57**.

leșirea celui de-al optsprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL51**, se conectează cu cea
35 de-a treia intrare a celui de-al douăzecilea circuit **ȘI** menționat, **CL56**.

leșirea celui de-al șaptesprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL50**, se conectează cu cea
37 de-a treia intrare a celui de-al douăzeci și unulea circuit **ȘI** menționat, **CL57**.

leșirea celui de-al șaisprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL57**, se conectează cu
39 intrările de inițializare, **L**, ale celor șase numărătoare menționate, **CL41**, **CL42**, **CL43**, **CL44**,
CL45 și **CL46**.

leșirea celui de-al nouăsprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL55**, se conectează cu cea
41 de-a treia intrare a celui de-al șaisprezecelea circuit **ȘI** menționat, **CL47**, și cu intrarea **i** a
43 unui al treilea circuit basculant monostabil, **CL58**.

leșirea celui de-al douăzecilea circuit **ȘI** menționat, **CL56**, se conectează cu intrarea
45 de setare a unui al șaselea circuit basculant bistabil de tip RS, **CL59**.

RO 131031 B1

Ieșirea celui de-al douăzeci și unulea circuit ȘI menționat, **CL57**, se conectează cu intrarea de resetare a celui de-al șaselea circuit basculant bistabil menționat, **CL59**, a cărui ieșire **Q** se conectează la prima ieșire, notată **DIR**, a acestui al treilea circuit complex, prin care stabilește sensul de deplasare a electrodului sculă, iar ieșirea **q** celui de-al treilea circuit basculant menționat, **CL58**, se conectează la a doua ieșire, notată **imp**, a acestui al treilea circuit complex prin care se transmite impulsul de realizare a incrementului de deplasare al electrodului sculă prin intermediul driverului motorului pas cu pas DMpp, și al lanțului cinematic aferent.

În schemele din fig. 1 și 2 nu sunt prezentate sursele de alimentare pentru circuitele de comandă electronice, și nici potențialele de referință pentru diferitele părți ale schemei.

Echipamentul prezentat în fig. 1 și 2, cu referire și la diagramele din fig. 3 și fig. 4, funcționează după cum este prezentat în continuare.

În diagrama din fig. 3a este reprezentată o succesiune de impulsuri sincrone cu oscilația generatorului de ultrasunete, în care sunt numerotate în ordine crescătoare semiperioadele, de nivel logic **1**, considerate favorabile procesului de prelucrare prin electroeroziune. Pe fiecare impuls se marchează domeniul programat pentru momentul descărcării, de lățime **dt**. Pentru ușurarea urmăririi funcționării, acest domeniu este marcat și pe diagramele care urmează. Semnalul din punctul **ok** al schemei este sincron cu semnalul din această diagramă.

În diagrama din fig. 3b este prezentat semnalul pe electrodul de comandă al elementului de comutație **T1** prin care se asigură încărcarea condensatorului **C1**; nivelul logic **1** corespunde conducției elementului de comutație.

În diagrama din fig. 3c este prezentată forma de undă a tensiunii pe condensatorul **C1**, în care: **Ui** este tensiunea de mers în gol a sursei principale de putere, **Ut** este tensiunea de mers în gol a sursei secundare de testare a stării interstițiului, **F3** este un nivel de tensiune fixat sub nivelul tensiunii de mers în gol, **Ui**, peste care se consideră că s-a încărcat condensatorul la un nivel de tensiune care asigură energia programată pentru descărcare, **F2** este un nivel de tensiune sub care se consideră că descărcările au amorsat, **F1** este un nivel de tensiune aflat în apropierea potențialului **0Vg**, și sub care se consideră că s-a produs un scurtcircuit între electrozi; produsul $Rt \times Cp$ reprezintă constanta de timp a circuitului de testare a scurtcircuitului, unde **Cp** este capacitatea parazită a conexiunilor electrice dintre electrozi, iar **Rt** este rezistența de limitare.

În diagrama din fig. 3d este prezentat semnalul pe electrodul de comandă al elementului de comutație **T2**, prin care se descarcă condensatorul **C1** în spațiul dintre electrozi; nivelul logic **1** corespunde conducției elementului de comutație.

În diagrama din fig. 3e este prezentat semnalul pe electrodul de comandă al elementului de comutație **T3** prin care se asigură încărcarea condensatorului **C2**; nivelul logic **1** corespunde conducției elementului de comutație.

În diagrama din fig. 3f este prezentată formă de undă a tensiunii pe condensatorul **C2**. Notațiile au aceleași semnificații ca și cele de la fig. 3c.

În diagrama din fig. 3g este prezentat semnalul pe electrodul de comandă al elementului de comutație **T4**, prin care se descarcă condensatorul **C2** în spațiul dintre electrozi; nivelul logic **1** corespunde conducției elementului de comutație.

În diagrama din fig. 3h este prezentată formă de undă rezultată între cei doi electrozi, ca urmare a secvențelor de încărcare și descărcare a celor două condensatoare, în funcție și de distanța dintre electrozi. Diagrama conține o succesiune de secvențe reale, dar nu neapărat reproductibilă întocmai, și are numai rolul de a folosi la explicarea funcționării echipamentului.

RO 131031 B1

1 Diagramele din fig. 4 constituie o continuare a diagramelor din fig. 3 și, pentru o
urmărire mai comodă a explicațiilor pentru funcționarea echipamentului, diagrama din fig. 4a
3 este aceeași cu cea din fig. 3a, iar diagrama din fig. 4c este aceeași cu diagrama din fig. 3h.

În diagrama din fig. 4b este prezentat un tren de impulsuri care însoțește impulsurile
5 sincronizate cu unda ultrasonică, dar având nivelul logic **1** poziționat numai până la mijlocul
domeniului de timp t_a , care definește unghiul de fază a al undei ultrasonice, prestabilit pentru
7 coincidența cu amorsarea descărcării electroerozive. Din acest tren de impulsuri se extrag
valorile programate marginile domeniului pentru programarea duratelor circuitelor basculante
9 monostabile **CL29** și **CL30**, din fig. 1.

În diagrama din fig. 4d este prezentat semnalul de la ieșirea circuitului basculant
11 bistabil **CL36**, care definește întârzierea la amorsare a descărcărilor, td .

În diagrama din fig. 4e este reprezentat semnalul generat la ieșirea circuitului logic
13 **CL38**, și care definește descărcările a căror amorsare s-a produs în cadrul semiperioadei
favorabile, dar peste domeniul stabilit pentru coincidență.

În diagrama din fig. 4f este reprezentat semnalul generat la ieșirea circuitului logic
15 **CL39**, și care definește descărcările a căror amorsare s-a produs în interiorul domeniului
stabilit pentru coincidență.

În diagrama din fig. 4g este reprezentat semnalul generat la ieșirea circuitului logic
19 **CL33** și care definește descărcările a căror amorsare s-a produs în cadrul semiperioadei
favorabile, dar înaintea domeniului stabilit pentru coincidență.

În diagrama din fig. 4h este reprezentat semnalul generat la ieșirea circuitului logic
21 **CL37**, și care definește sfârșitul perioadelor în cadrul cărora nu s-au produs amorsări ale
descărcărilor.

În diagrama din fig. 4i este reprezentat semnalul generat la ieșirea circuitului logic
25 **CL40**, și care definește perioadele în cadrul cărora descărcările s-au produs înaintea semi-
perioadei favorabile a undei ultrasonice.

În diagramele din fig. 3 și 4 apar niște benzi verticale, de lățime dt , care marchează
27 lățimea domeniului în care sunt considerate că s-au produs coincidențele dintre momentul
amorsării descărcărilor și unghiul de fază programat al undei ultrasonice.

În explicarea funcționării echipamentului se pornește de la premisa că sursele
31 circuitelor de comandă și cele două surse de forță, **Ut** și **Ui**, sunt cuplate. De asemenea,
generatorul de ultrasunete este în funcțiune, dar semnalul sincronizat cu acesta poate fi înlo-
33 cuit cu orice alt semnal periodic, cu impulsuri dreptunghiulare și factor de umplere, de pre-
ferat, în jur de 1:2. Se mai presupune că cei doi electrozi sunt la o distanță care nu permite
35 ca spațiul dintre ei să poată fi străpuns.

În diagramele din fig. 3a și 4a se presupune că semiperioadele cu nivel logic **1** sunt
37 cele favorabile pentru producerea descărcărilor.

La apariția primei tranziții 1/0 la ieșirea **sPi**, de exemplu, a circuitului discriminator al
39 semiperioadelor undei ultrasonice, preluată de circuitul sensibil la tranziții negative **CL4**,
circuitul basculant bistabil RS **CL17** este comutat în starea cu nivel logic **1** pe ieșirea sa **Q**.
41 Acest nivel se transmite, prin intermediul amplificatorului cu separare galvanică **A1**, la
terminalul de comandă al elementului de comutație **T1** (poate fi de tip MOSFET sau IGBT),
43 care astfel intră în stare de conducție. Ca urmare, condensatorul **C1** se încarcă până la
nivelul tensiunii de mers în gol, **Ui**.

În perioada următoare (pe care o putem numi a doua) a undei ultrasonice, la apariția
45 tranziției 1/0 la ieșirea **sPp** a circuitului discriminator, preluată de circuitul sensibil la tranziții
negative **CL7**, circuitul basculant bistabil RS **CL22** este comutat în starea cu nivel logic **1** pe
47

RO 131031 B1

ieșirea sa **Q**. Acest nivel se transmite, prin intermediul amplificatorului cu separare galvanică **A3**, la terminalul de comandă al elementului de comutație **T3**, care astfel intră în stare de conducție. Ca urmare, și condensatorul **C2** se încarcă până la nivelul tensiunii de mers în gol, **Ui**. 1
3

La a treia perioadă (impară), la ieșirea **i** a circuitului discriminator apare nivelul logic **1** pe toată durata perioadei, iar la ieșirea circuitului logic inversor **CL10** apare nivelul logic **1** numai pe durata semiperioadei cu nivel logic **0** a acestei perioade (deci anterioară semiperioadei considerate favorabilă). Ca urmare, la ieșirea circuitului ȘI **CL8** apare nivel logic **1**. Întrucât nivelul tensiunii pe condensatorul **C1** este peste pragul **F3**, la intrarea **1** a circuitului ȘI **CL11** se găsește nivel logic **1**, care, împreună cu nivelul logic **1** de la intrarea **2** a sa, determină la ieșirea circuitului sau **CL20** nivel logic **1**. Acest nivel se transmite, prin intermediul amplificatorului **A2**, la electrodul de comandă al elementului de comutație **T2**, și determină intrarea sa în conducție. 5
7
9
11
13

În consecință, între cei doi electrozi apare tensiunea de mers în gol **Ui** existentă pe condensatorul **C1**. 15

Lucrurile se întâmplă la fel și în timpul celei de-a patra perioade (pară), când între electrozi apare tensiunea de mers în gol **Ui** existentă pe condensatorul **C2**. În acest caz intră în discuție circuitele **CL9**, nivelul **F3** al tensiunii pe condensatorul **C2**, **CL13**, **CL24**, amplificatorul **A4** și elementul de comutație **T4**. 17
19

Întrucât electrozii sunt la distanță mare unul față de altul, încă de la prima depășire a nivelului **F4**, circuitul cu prag și separare galvanică **Pg** (fig. 3h și fig. 4c) determină o tranziție la intrarea circuitul sensibil la tranziții pozitive **CL26** și acesta, la rândul său, determină apariția nivelului logic **1** la ieșirea **Q** a circuitului basculant RS, **CL36**. Acest nivel logic este prezent la intrarea **1** a circuitului și **CL37** și, împreună cu nivelul logic **1** de scurtă durată de la ieșirea circuitului sensibil la tranziții pozitive **CL31**, care apare la sfârșitul fiecărei perioade (impară sau pară), determină un impuls la ieșirea circuitului și **CL37** (diagrama din fig. 4h). În continuare, acest impuls este contorizat de numărătorul **CL46** (fig. 2) în contul perioadelor fără amorsare. După un număr **M** de asemenea perioade, la ieșirea **B** a numărătorului **CL46** apare un impuls care va determina executarea unui pas în sensul de apropiere ce trebuie executat de motorul pas cu pas. Acest pas de apropiere este cerut, pe de o parte, pe calea circuitului ȘI **CL53** și a circuitului basculant monostabil **CL56** (impulsul) și, pe de altă parte, pe calea circuitului ȘI **CL54**, circuitului basculant bistabil **CL57**, a cărui ieșire **Q** determină sensul de rotire al motorului. Trebuie observat că elementele de comutație **T2** și **T4** intră în conducție alternativ și, astfel, nu va apărea o simultaneitate a prezenței ambelor condensatoare de lucru între cei doi electrozi (fig. 3d și 3g). 21
23
25
27
29
31
33
35

Această logică de funcționare se păstrează până la apariția primei descărcări electroerozive între electrozi, ca urmare a intrării în domeniul distanței care face posibilă străpungerea spațiului umplut cu dielectric. 37

Pentru explicarea în continuare a funcționării echipamentului, presupunem că descărcarea s-a produs pe durata unei semiperioade favorabile impare, dar înaintea marginii inferioare a domeniului stabilit pentru realizarea coincidenței, de exemplu, cea notată cu **1** în diagramele din fig. 3a și 4c. În momentul scăderii tensiunii pe condensatorul **C1** sub nivelul pragului **F2** (sub care se consideră că descărcarea a amorsat), apare nivel logic **0** la intrarea **1** a circuitului ȘI **CL12** și, ca urmare, la ieșirea circuitului sensibil la tranziții negative **CL16** apare un impuls care resetează circuitul basculant bistabil **CL17**. La ieșirea sa **Q** apare nivel logic **0** care determină blocarea elementului de comutație **T1**, prin intermediul amplificatorului **A1**. În acest mod, spațiului dintre electrozi i se va ceda numai energia acumulată în condensatorul **C1**. 39
41
43
45
47

RO 131031 B1

1 La sfârșitul semiperioadei favorabile impare, nivelul logic **0** de la ieșirea **i** a circuitului
discriminator al perioadelor se transmite până la ieșirea circuitului logic **CL11**, iar tranziția
3 1/0 de la ieșirea circuitului sensibil la tranziții negative **CL4** va reseta circuitul bistabil **CL18**.
Prin intermediul circuitului SAU **CL20** și al amplificatorului **A2**, circuitul de comutare **T2** se
5 va bloca, iar circuitul de comutare **T1** va reintra în conducție datorită setării circuitului bistabil
CL17 și a amplificatorului **A1**. În acest mod, condensatorul **C1** se va reîncărca pentru un nou
7 ciclu.

Lucrurile se întâmplă similar și în cazul producerii unei descărcări pe durata unei
9 semiperioade favorabile pare. În acest caz, se va bloca elementul de comutație **T3** la produ-
cerea descărcării (scăderea tensiunii pe condensatorul **C2** sub pragul **F2**), și apoi va reintra
11 în conducție la sfârșitul perioadei pare, iar elementul de comutație **T4** va sta în stare de con-
ducție pe toată durata perioadei pare. Pe durata perioadei pare, ieșirea circuitului SAU **CL5**
13 se află la nivel logic **1**, iar scăderea tensiunii pe condensatorul **C2** sub pragul **F2** va reseta
circuitul basculant **CL22** și va bloca elementul de comutație **T3**, prin intermediul amplifica-
15 torului **A3**. Acest element de comutație va reintra în conducție la sfârșitul semiperioadei
favorabile pare. La sfârșitul semiperioadei favorabile pare elementul de comutație **T4** se va
17 bloca, prin resetarea circuitului bistabil **CL23**, care va transmite nivelul logic **0** la electrodul
său de comandă.

19 La începutul fiecărei semiperioade favorabile (marcată prin impulsul de nivel logic **1**
la ieșirea circuitului logic SAU **CL2**), la ieșirile **q** ale circuitelor basculante monostabile **CL29**,
21 respectiv, **CL30** se generează câte un impuls de durată $t\alpha - dt/2$, respectiv, $t\alpha + dt/2$, unde
 $t\alpha$ este mijlocul domeniului programat, din exterior, pentru obținerea coincidențelor dintre
23 momentul descărcărilor și unghiul de fază al oscilației ultrasonice.

La fiecare descărcare produsă, ca urmare a scăderii tensiunii dintre electrozi sub
25 pragul **F2**, circuitul cu prag **Pg** va determina o tranziție 1/0 la intrarea circuitului sensibil la
tranziții negative **CL27**. În acest mod circuitul basculant bistabil **CL36** va fi resetat, iar la
27 intrările notate cu **2** ale circuitelor ȘI **CL38**, **CL39**, **CL33** și **CL40** vor apărea impulsuri scurte
de nivel logic **1**.

29 În situația în care descărcarea are loc după marginea superioară a domeniului pres-
cris pentru coincidență, la ieșirea circuitului ȘI **CL38** apare un impuls care va fi contorizat
31 pentru decizia de apropiere a electrozilor (diagrama din fig. e).

Dacă descărcarea are loc înaintea marginii inferioare a domeniului prescris pentru
33 coincidență, la ieșirea circuitului ȘI **CL33** apare un impuls care va fi contorizat pentru decizia
de îndepărtare a electrozilor (diagrama 4g).

35 În situația în care descărcarea are loc în limitele domeniului prescris pentru coinci-
dență, la ieșirea circuitului ȘI **CL39** apare un impuls care va fi contorizat pentru decizia de
37 menținere a distanței dintre electrozi (diagrama 4f).

La ieșirea circuitului logic SAU **CL15** apar niveluri logice **1** la începutul fiecărei
39 semiperioade imediat anterioare celor favorabile.

În situația în care descărcările se produc în cadrul acestor semiperioade care le
41 preced pe cele favorabile, la ieșirea circuitului ȘI **CL40** apare un impuls care va fi contorizat
pentru decizia de îndepărtare imediată (diagrama 4i).

43 Un exemplu de creare a deciziilor de modificare a distanței dintre electrozi pe baza
unei analize statistice a momentului amorsării, raportat la unghiul de fază al undei ultra-
45 sonice, este prezentat în fig. 2.

În schema din fig. 2, punctele de intrare notate **j**, **s**, **dm**, **p**, **rj**, **rs** corespund ieșirilor
47 circuitelor logice din fig. 1, astfel:

- **j** primește impulsuri care marchează descărcări ce s-au produs în semiperioada
49 favorabilă, dar după marginea superioară a domeniului prestabilit pentru coincidență (ieșirea
circuitului **CL38** și diagrama 4e);

RO 131031 B1

- s primește impulsuri care marchează descărcări ce s-au produs în semiperioada favorabilă, dar înaintea marginii inferioare a domeniului prestabilit pentru coincidență (ieșirea circuitului CL33 și diagrama 4g);	1 3
- dm primește impulsuri care marchează descărcări ce s-au produs în semiperioada favorabilă și în interiorul domeniului prestabilit pentru coincidență (ieșirea circuitului CL39 și diagrama 4f);	5
- p primește impulsuri la sfârșitul fiecărei perioade favorabile (ieșirea circuitului CL31);	7
- rj primește impulsuri care marchează perioade în care nu s-au produs descărcări (ieșirea circuitului CL37 și diagrama 4h);	9
- rs primește impulsuri care marchează descărcări ce s-au produs anterior semiperioadei favorabile (ieșirea circuitului CL40 și diagrama 4g).	11
Numărătorul CL41 este programat cu numărul N, corespunzător lungimii trenului de unde ultrasonice pe care se face analiza statistică. Numărătoarele CL42 , CL43 și CL44 sunt programate cu numărul N/2 (50%).	13 15
În cazul în care fiecare dintre numărătoarele menționate a atins numărul programat, la ieșirile B emit impulsuri care marchează o decizie de modificare cu un increment a distanței dintre electrozi (mai puțin CL43) și, în același timp, inițializează celelalte numărătoare din acest grup.	17 19
Dacă, după terminarea trenului de unde ultrasonice, niciunul dintre numărătoarele CL42 , CL43 și CL44 nu a atins numărul programat (50%), la intrarea C a circuitului de comparare CL47 apare un impuls care comandă compararea între ele a numerelor înregistrate în numărătoarele CL42 ($Q \rightarrow n1$), CL43 ($Q3 \rightarrow n3$), respectiv, CL44 ($Q3 \rightarrow n3$).	21 23
În cazul în care n2 este cel mai mare număr, la ieșirea n2M apare un semnal care setează circuitul basculant bistabil CL53 și, pe calea CL52 , CL55 și CL57 , se stabilește sensul de îndepărtare a electrozilor.	25
În cazul în care n1 este cel mai mare număr, la ieșirea n1M apare un semnal ce resetează circuitul basculant bistabil CL53 și, pe calea CL51 , CL54 și CL57 , se stabilește sensul de apropiere a electrozilor.	27 29
Totodată, pe calea CL48 , CL49 , CL52 , CL53 , CL56 se generează impulsul corespunzător incrementului de deplasare.	31
Trebuie observat că, în cazul în care majoritatea au fost descărcările în domeniul prestabilit (n3 cel mai mare număr), nu se mai emite niciun impuls de deplasare, și distanța dintre electrozi se păstrează.	33
Pentru situațiile în care, în cadrul unui tren de unde ultrasonice, se produc un număr de $M \ll N$ evenimente consecutive, la ieșirile B ale numărătoarelor CL45 și CL46 apar impulsuri care determină modificarea imediată a distanței dintre electrozi, fără să se mai aștepte finalizarea analizei pe eșantionul de lungime N.	35 37
Dacă s-au produs M descărcări în semiperioada anterioară celei favorabile, la ieșirea numărătorului CL45 apare impulsul care determină îndepărtarea imediată a electrozilor.	39
Dacă au fost M perioade fără să se fi produs vreo descărcare, la ieșirea numărătorului CL46 apare un impuls care determină apropierea imediată a electrozilor. În ambele situații de mai sus, numărătoarele care activează în cadrul eșantionului M se inițializează, și se reia analiza statistică.	41 43
O instalație concretă conține și un bloc pentru depistarea scurtcircuitelor dintre electrozi și elaborarea unei strategii de îndepărtare a acestuia, dar acest lucru nu face obiectul prezentei invenții.	45 47
Invenția prezintă următoarele avantaje:	
- asigură o bună stabilitate a procesului de prelucrare prin electroeroziune la energii mici și foarte mici;	49
- crește productivitatea procesului și îmbunătățește calitatea suprafeței prelucrate.	51

RO 131031 B1

Revendicări

1

3

1. Metodă pentru maximizarea numărului coincidențelor momentelor amorsării unor descărcări electroerozive într-un mediu dielectric lichid, supus sonocavitației, cu un anumit moment prestabilit al fazelor undei ultrasonice asociate, descărcări a căror energie este asigurată prin descărcarea alternativă în spațiul dintre electrozi a două condensatoare încărcate în prealabil de la o sursă de tensiune, **caracterizată prin aceea că** tensiunea de străpungere a spațiului dintre electrozi se aplică, de fiecare dată, cu o semiperioadă înaintea fazei undei ultrasonice aleasă pentru stabilirea momentului de coincidență.

9

11

2. Metodă conform revendicării 1, la care corecțiile de spațiu dintre electrozi se fac prin deplasări incrementale, **caracterizată prin aceea că** momentul coincidenței se reglează prin deplasări ale electrozilor cu un increment de mărime convenabilă în sensul de apropiere, în cazul în care majoritatea descărcărilor pe durata unui prim număr prestabilit, de perioade succesive ale undei ultrasonice, amorsează după momentul prestabilit pentru coincidență al fazei undei ultrasonice, și cu același increment în sensul de îndepărtare, în cazul în care majoritatea descărcărilor pe durata numărului de perioade succesive menționat se produce anterior momentului prestabilit pentru coincidență.

13

15

17

19

3. Metodă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, în cazul în care un al doilea număr prestabilit de perioade consecutive, semnificativ mai mic decât primul număr menționat, nu prezintă amorsare pe durata fazei alese pentru coincidență, se comandă apropierea imediată a electrozilor cu incrementul menționat, iar în cazul în care, pe durata celui de-al doilea număr menționat de perioade consecutive, amorsările se produc pe durata fazei imediat anterioară celei alese pentru coincidență, se comandă îndepărtarea imediată a electrozilor cu incrementul menționat.

21

23

25

27

29

31

33

35

37

39

41

43

45

47

4. Echipament pentru maximizarea numărului coincidențelor momentelor amorsării unor descărcări electroerozive într-un mediu dielectric lichid, supus sonocavitației, cu un anumit moment prestabilit al fazelor undei ultrasonice asociate, în componerea căruia intră un servomecanism comandat incremental în ambele sensuri, cu scopul menținerii distanței optime dintre electrozii între care se produc descărcările electroerozive, unul numit sculă (**E**) și celălalt piesă de prelucrat (**P**), care este legată la un pol comun al unui grup de surse, iar tensiunea dintre electrozi este monitorizată printr-un prim divizor rezistiv (**Rg**), un prim circuit de discriminare a unor semiperioade convenite ca favorabile pentru electroeroziune ale undei ultrasonice în semiperioade, numite convențional, impare și pare, un circuit de forță compus, pe de o parte, dintr-un circuit serie rezistență și diodă, conectat între o primă sursă (**Ut**) și electrodul sculă (**E**), și un circuit generator al impulsurilor de descărcare electroerozivă, compus dintr-un prim condensator (**C1**) care se încarcă de la o a doua sursă (**Ui**) cu tensiunea de mers în gol semnificativ mai mare decât a celei dintâi menționate, prin intermediul unui prim element de comutație (**T1**), comandat în stările de conducție și blocare de un prim amplificator cu separare galvanică (**A1**), și se descarcă în spațiul dintre electrozi prin intermediul unui al doilea element de comutație (**T2**), comandat în stările de conducție și blocare de un al doilea amplificator cu separare galvanică (**A2**), dintr-un al doilea condensator (**C2**) care se încarcă de la a doua sursă menționată, prin intermediul unui al treilea element de comutație (**T3**), comandat în stările de conducție și blocare de un al treilea amplificator cu separare galvanică (**A3**), și se descarcă în spațiul dintre electrozi prin intermediul unui al patrulea element de comutație (**T4**), comandat în stările de conducție și blocare de un al patrulea amplificator cu separare galvanică (**A4**), iar tranzițiile prin câte două praguri ale tensiunilor pe fiecare dintre cele două condensatoare, un prim prag aflat în apropierea tensiunii de mers în gol a celei de a doua surse menționate, și un al doilea prag aflat sub nivelul la

RO 131031 B1

care se consideră că o descărcare a amorsat, sunt monitorizate pe baza unor informații primite printr-un al doilea divizor rezistiv (**RC1**) și un al treilea divizor rezistiv (**RC2**), de un prim circuit de comutație (**P1**), respectiv, un al doilea circuit de comutație (**P2**) cu prag și separare galvanică, ce emit la ieșire, fiecare, câte un semnal corespunzător tranzițiilor în sens crescător și descrescător, prin primul, respectiv, al doilea prag, menționate, echipament care, pentru punerea în aplicare a metodei de la revendicările 1, 2 și 3, este **caracterizat prin aceea că** este compus dintr-un prim bloc funcțional (**1**), cu rolul de a gestiona comenzile de încărcare a condensatoarelor menționate prin intermediul primului, respectiv, celui de-al treilea element de comutație, menționate, și de descărcare a acestora în spațiul de lucru prin intermediul celui de-al doilea, respectiv, al patrulea element de comutație, comenzi ce se produc pe baza informațiilor privind tranzițiile prin cele două praguri menționate ale tensiunilor la bornele primului, respectiv, celui de-al doilea condensator, corelate cu semiperioadele discriminate ale undeii ultrasonice, în așa fel încât încărcarea să se producă sistematic numai la începutul semiperioadei premergătoare celei favorabile, dintr-un al doilea bloc funcțional (**2**), cu rolul de a face discriminarea descărcărilor generate de primul bloc funcțional menționat în funcție de momentul în care acestea s-au produs în raport cu unghiul de fază al undeii ultrasonice, prestabilit, al fazei favorabile, pe baza determinării momentelor tranzițiilor tensiunii dintre electrozi, raportate la domeniul prestabilit pentru descărcare, respectiv, înaintea domeniului, în domeniu, după domeniu, mult înaintea acestuia sau mult după acesta, rezultatul discriminării descărcărilor fiind transmis unui al treilea bloc funcțional (**3**), cu rol de analiză statistică și formare a deciziilor incrementale de corectare în sensul de scădere, respectiv, de creștere a distanței dintre electrozi cu un increment, analiza statistică fiind realizată pe un prim număr prestabilit de perioade consecutive, pe baza realizării unor majorități de descărcări produse după domeniul prestabilit, respectiv, înainte, dar în cadrul semiperioadei favorabile, și o analiză pe un al doilea număr de perioade consecutive, semnificativ mai mic decât primul număr menționat, în care se produc descărcări consecutive numai după, respectiv, numai înainte de semiperioada favorabilă, și care determină comenzi imediate de scădere, respectiv, de creștere cu un increment.

5. Echipament conform revendicării 4, ale cărui blocuri funcționale pot fi materializate prin scheme logice realizate fie în variantă hardware, fie în variantă software, **caracterizat prin aceea că**, într-o schemă în variantă hardware, blocul funcțional, cu rolul gestionării comenzilor de încărcare a condensatoarelor și de descărcare a acestora în spațiul dintre electrozi, are un prim set de intrări care se conectează cu ieșirile circuitului de discriminare a semiperioadelor menționat, o primă intrare (**id1**) conectată cu o primă ieșire a circuitului de discriminare (**sPi**), corespunzătoare impulsului sincron cu semiperioada convenabilă impară, o a doua intrare (**id2**) conectată cu o a doua ieșire (**sPp**), corespunzătoare impulsului sincron cu semiperioada convenabilă pară, o a treia intrare (**id3**) conectată cu o a treia ieșire (**i**), corespunzătoare perioadei considerată convențional impară, o a patra intrare (**id4**) conectată cu o a patra ieșire (**p**), corespunzătoare perioadei considerată pară, o a cincea intrare (**id5**) conectată cu o a cincea ieșire (**T**), corespunzătoare tactului sincron cu perioadele undelor ultrasonice; mai are un al doilea set de intrări care se conectează la ieșirile celor două circuite de comutație cu prag și separare galvanică menționate, astfel încât o a șasea intrare (**f3.1**) conectată cu prima ieșire (**F3.1**) menționată a primului circuit cu prag menționat (**P1**), o a șaptea intrare (**f2.1**) conectată cu a doua ieșire a acestui circuit cu prag (**F2.1**), o a opta intrare (**f3.2**) conectată cu prima ieșire (**F3.2**) a celui de-al doilea circuit cu prag menționat (**P2**), a noua intrare (**f2.2**) conectată cu a doua ieșire (**F2.2**) a acestui al doilea circuit cu prag, și mai are o intrare (**f1**) prin care primește o informație că au avut loc

RO 131031 B1

1 tranziții printr-un al treilea nivelul de tensiune aflat în domeniul în care se definește scurtcircuitul între electrozi, circuit complex, care, pe baza informațiilor primite la toate intrările
3 menționate, emite semnale la un prim set de ieșiri legate la intrările în amplificatoarele de comandă ale elementelor de comutație din circuitul de forță menționat, o primă ieșire (**t1**)
5 legată la intrarea primului amplificator (**A1**), al primului element de comutație menționat (**T1**), o a doua ieșire (**t2**) legată la intrarea amplificatorului (**A2**) celui de-al doilea element de
7 comutație (**T2**), o a treia ieșire (**t3**) legată la intrarea amplificatorului (**A3**) celui de-al treilea element de comutație (**T3**), o a patra ieșire (**t4**) legată la intrarea amplificatorului (**A4**) celui
9 de-al patrulea element de comutație menționat (**T4**), mai emite semnale la un al doilea set de ieșiri, o a cincea ieșire (**ok**), prin care emite un semnal corespunzător semiperioadelor
11 impare și pare convenabile producerii descărcărilor electroerozive, și o a șasea ieșire (**nok**), prin care emite un semnal corespunzător semiperioadelor care le preced pe cele impare și
13 pare convenabile, iar acest prim circuit complex are o topologie logică prezentată sub formă de rețea de conexiuni între intrările menționate și elemente logice de diverse tipuri, conectate,
15 la rândul lor, între ele și la ieșirile menționate, astfel încât prima intrare (**id1**) este conectată cu o primă intrare a unui prim circuit cu funcție logică SAU (**CL1**), cu o primă intrare a
17 unui al doilea circuit cu funcție logică SAU (**CL2**), cu o primă intrare a unui prim circuit cu funcție logică ȘI (**CL3**), și cu intrarea (**i**) unui prim circuit sensibil la tranziții negative 1/0
19 (**CL4**); intrarea a doua (**id2**) este conectată cu prima intrare a unui al treilea circuit cu funcție logică SAU (**CL5**), cu prima intrare a unui al doilea circuit cu funcție logică ȘI (**CL6**), cu
21 intrarea (**i**) unui al doilea circuit sensibil la tranziții negative 1/0 (**CL7**), și cu a doua intrare a celui de-al doilea circuit cu funcție logică SAU menționat (**CL2**), a cărui ieșire este conectată
23 cu cea de-a cincea ieșire (**ok**) a acestui prim circuit complex; intrarea a treia (**id3**) este conectată cu prima intrare a unui al treilea circuit cu funcție logică ȘI (**CL8**), intrarea a patra
25 (**id4**) este conectată cu prima intrare a unui al patrulea circuit cu funcție logică ȘI (**CL9**), intrarea a cincea (**id5**) este conectată la intrarea unui prim circuit logic inversor (**CL10**), a
27 cărui ieșire este conectată cu a doua intrare a celui de-al treilea circuit ȘI (**CL8**), și cu a doua intrare a celui de-al patrulea circuit ȘI (**CL9**), intrarea a șasea (**f3.1**) este conectată cu a doua
29 intrare a primului circuit cu funcție ȘI (**CL3**), și cu prima intrare a unui al cincilea circuit cu funcție logică ȘI (**CL11**), intrarea a șaptea (**f2.1**) se conectează cu prima intrare a unui al
31 șaselea circuit cu funcție logică ȘI (**CL12**), intrarea a opta (**f3.2**) se conectează cu a doua intrare a celui de-al doilea circuit ȘI menționat (**CL6**), și cu prima intrare a unui al șaptelea
33 circuit cu funcție logică ȘI (**CL13**), intrarea a noua (**f2.2**) se conectează cu prima intrare a unui al optulea circuit cu funcție logică ȘI (**CL14**), iar intrarea a zecea (**f1**) se conectează cu
35 a treia intrare a primului circuit ȘI (**CL3**) și cu a treia intrare a celui de-al doilea circuit ȘI (**CL6**); ieșirea celui de-al treilea circuit ȘI (**CL8**) se conectează cu a doua ieșire a celui de-al
37 cincilea circuit ȘI (**CL11**), cu a doua intrare a primului circuit SAU (**CL1**) și cu prima ieșire a unui al patrulea circuit cu funcție logică SAU (**CL15**); ieșirea celui de-al patrulea circuit ȘI
39 (**CL9**) se conectează cu a doua intrare a celui de-al treilea circuit SAU (**CL5**), cu a doua intrare a celui de-al șaptelea circuit ȘI (**CL13**) și cu a doua intrare a celui de-al patrulea
41 circuit SAU (**CL15**), a cărui ieșire se conectează cu a șasea ieșire (**nok**) a acestui prim circuit complex; ieșirea primului circuit SAU (**CL1**) se conectează cu a doua intrare a celui de-al
43 șaselea circuit ȘI (**CL12**), a cărui ieșire se conectează cu intrarea (**i**) unui al treilea circuit sensibil la tranziții negative 1/0 (**CL16**), a cărui ieșire (**q**) se conectează la intrarea de
45 resetare (**R**) a unui prim circuit basculant bistabil de tip RS (**CL17**), ieșirea (**q**) primului circuit sensibil la tranziții negative (**CL4**) se conectează cu intrarea de resetare (**R**) a unui al doilea
47 circuit basculant bistabil, de tip RS (**CL18**), și cu intrarea de setare a primului circuit

RO 131031 B1

basculant bistabil (CL17), a cărei ieșire (Q) se conectează la ieșirea (t1) acestui prim circuit complex, destinată comenzilor primului element de comutație (T1); ieșirea primului circuit ȘI (CL3) se conectează la intrarea (i) unui prim circuit sensibil la tranziții pozitive 0/1 (CL19), a cărei ieșire (q) se conectează cu intrarea de setare (S) a celui de-al doilea circuit basculant (CL18), a cărei ieșire (Q) se conectează cu prima ieșire a unui al cincilea circuit cu funcție logică SAU (CL20); ieșirea celui de-al cincilea circuit ȘI (CL11) se conectează cu a doua intrare a celui de-al cincilea circuit SAU (CL20), a cărei ieșire se conectează la ieșirea (t2) acestui prim circuit complex, destinată comenzilor celui de-al doilea element de comutație (T2); ieșirea celui de-al treilea circuit SAU (CL5) se conectează la a doua intrare a celui de-al optulea circuit ȘI menționat (CL14), a cărei ieșire se conectează la intrarea (i) unui al patrulea circuit sensibil la tranziții negative 1/0 (CL21), a cărei ieșire (q) se conectează la intrarea de resetare al unui al treilea circuit basculant bistabil de tip RS (CL22), și la intrarea de resetare (R) a unui al patrulea circuit basculant bistabil de tip RS, (CL23); ieșirea (q) celui de-al doilea circuit sensibil la tranziții negative (CL7) se conectează la intrarea de setare (S) a celui de-al treilea circuit basculant (CL22), a cărei ieșire (Q) se conectează cu ieșirea (t3) acestui prim circuit complex, destinată comenzilor celui de-al treilea element de comutație (T3); ieșirea celui de-al șaptelea circuit ȘI (CL13) se conectează cu prima intrare a unui al șaselea circuit cu funcție logică SAU (CL24), ieșirea celui de-al doilea circuit ȘI (CL6) se conectează cu intrarea (i) unui al doilea circuit sensibil la tranziții pozitive 0/1 (CL25), a cărei ieșire (q) se conectează cu intrarea de setare a celui de-al patrulea circuit basculant bistabil (CL23), a cărei ieșire (Q) se conectează cu a doua intrare a celui de-al șaselea circuit SAU (CL24), ce are ieșirea conectată la ieșirea (t4) acestui bloc funcțional, destinată comenzilor celui de-al patrulea element de comutație (T4).

6. Echipament conform revendicărilor 4 și 5, ale cărei blocuri funcționale pot fi materializate prin scheme logice realizate fie în variantă hardware, fie în variantă software, **caracterizat prin aceea că**, într-o schemă în variantă hardware, blocul funcțional, cu rolul de a face discriminarea descărcărilor electroerozive în funcție de momentul în care acestea s-au produs în raport cu unghiul de fază al undei ultrasonice prestabilit al fazei favorabile, are un prim set de intrări conectate cu ieșirile dedicate ale primului bloc funcțional menționat, prima intrare (OK) conectată cu cea de-a cincea ieșire (ok), a doua intrare (NOK) conectată cu cea de-a șasea ieșire (nok), și mai are o intrare prin care culege tensiunea de la ieșirea primului divizor potențiomtric (Rg), ale cărei tranziții prin trei praguri, primul imediat sub nivelul tensiunii de mers în gol a celei de-a doua surse (Ui), al doilea la nivelul tensiunii sub care se consideră că a amorsat descărcarea, și un al treilea la nivelul sub care se consideră existența unui scurtcircuit între electrozi, sunt analizate de un al treilea circuit cu praguri și separare galvanică (Pg), ce emite, la o primă ieșire a sa (F4), un nivel logic (1) pe durata existenței tensiunii de mers în gol între electrozi, la o a doua ieșire (F2), un nivel logic 0 în momentul amorsării descărcărilor, iar la a treia ieșire (F1), un nivel logic 0 când tensiunea dintre electrozi este la o valoare apropiată de referința (0vg) surselor de putere (Ui și Ut), această a treia ieșire a celui de-al treilea circuit cu praguri (Pg) se conectează cu cea de-a zecea intrare (f1) a primului circuit complex, prima ieșire (F4) se conectează cu intrarea (i) unui al cincilea circuit sensibil la tranziții negative 1/0 (CL26), iar a doua ieșire (F2) se conectează cu intrarea (i) unui al șaselea circuit sensibil la tranziții negative 1/0 (CL27); prima intrare (OK) a acestui al doilea circuit complex menționat se conectează cu prima intrare a unui al nouălea circuit cu funcție logică ȘI (CL28), cu intrarea unui prim circuit basculant monostabil (CL29), care emite la ieșirea sa un impuls cu durata mai mică decât marginea inferioară a domeniul prestabilit, cu intrarea unui al doilea circuit basculant monostabil

RO 131031 B1

1 (CL30), care emite la ieșirea sa un impuls cu durata prescrisă din exterior mai mare decât
2 marginea superioară a domeniului prestabilit, dar mai mică decât durata unei semiperioade
3 a undei ultrasonice, și cu intrarea (i) unui al șaptelea circuit sensibil la tranziții negative 1/0
4 (CL31); ieșirea primului circuit monostabil (CL29) se conectează cu intrarea unui al doilea
5 circuit logic inversor (CL32), și cu prima intrare a unui al zecelea circuit cu funcția logică ȘI
6 (CL33); ieșirea celui de-al doilea circuit monostabil (CL30) se conectează cu intrarea unui
7 al treilea circuit inversor (CL34), și cu prima intrare a unui al unsprezecelea circuit cu funcția
8 logică ȘI (CL35); ieșirea (q) celui de-al cincilea circuit sensibil la tranziții negative menționat
9 (CL26) se conectează la intrarea de setare a unui al cincilea circuit basculant bistabil de tip
10 RS (CL36), a cărui ieșire (Q) se conectează cu prima intrare a unui al doisprezecelea circuit
11 cu funcție logică ȘI (CL37); ieșirea celui de-al nouălea circuit ȘI (CL28) se conectează cu
12 prima intrare a unui al treisprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (CL38), ieșirea celui de-al
13 unsprezecelea circuit ȘI (CL35) se conectează cu prima intrare a unui al paisprezecelea
14 circuit cu funcție logică ȘI (CL39), a doua intrare a acestui al doilea circuit complex (NOK)
15 se conectează cu prima intrare a unui al cincisprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (CL40);
16 ieșirea (q) celui de-al șaselea circuit sensibil la tranziții negative (CL27) se conectează cu
17 intrarea de resetare (R) a celui de-al cincilea circuit basculant menționat (CL36), și cu a doua
18 intrare a fiecăruia dintre circuitele ȘI, al zecelea (CL33), al treisprezecelea (CL38), al pais-
19 prezecelea (CL39) și al cincisprezecelea (CL40), ieșirea (q) celui de-al șaptelea circuit
20 sensibil la tranziții negative (CL31) se conectează cu a doua intrare a celui de-al doispre-
21 zecelea circuit ȘI (CL37), și cu o primă intrare (p) a unui al treilea bloc funcțional, cu rol de
22 analiză statistică și formare a deciziilor de corectare a distanței dintre electrozi.

23 7. Echipament conform revendicărilor 4, 5 și 6, ale cărui blocuri funcționale pot fi
24 materializate prin scheme logice realizate fie în variantă hardware, fie în variantă software,
25 **caracterizat prin aceea că**, într-o schemă în variantă hardware, blocul funcțional, cu rolurile
26 de a face o analiză statistică și de a forma deciziile incrementale de corectare în sensul de
27 scădere, respectiv, de creștere a distanței dintre electrozi cu un increment, mai are și o a
28 doua intrare (j), care se conectează cu ieșirea celui de-al treisprezecelea circuit ȘI (CL38),
29 o a treia intrare (dm) care se conectează cu ieșirea celui de-al patrusprezecelea circuit ȘI
30 (CL39), o a patra intrare (s) care se conectează cu ieșirea celui de-al zecelea circuit ȘI
31 (CL33), o a cincea intrare (rs) care se conectează cu ieșirea celui de-al cincisprezecelea
32 circuit ȘI (CL40), și o a șasea intrare (rj), iar topologia logică a acestui al treilea circuit com-
33 plex este realizată în așa fel încât prima intrare (p), la care se primesc impulsuri de marcarea
34 a sfârșitului fiecărei perioade a undei ultrasonice, este conectată cu intrarea de numărare (d)
35 a unui prim numărător (CL41) programat la un număr N de impulsuri, a doua intrare (j), la
36 care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în timpul semipe-
37 rioadei selectate, dar după domeniul acceptat al momentului prefixat, este conectată la
38 intrarea de numărare (d) a unui al doilea numărător (CL42) programat la un număr N/2 de
39 impulsuri, a treia intrare (dm), la care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor
40 care s-au produs în timpul semiperioadei selectate, și în domeniul acceptat al momentului
41 prefixat, este conectată la intrarea de numărare (d) a unui al treilea numărător (CL43)
42 programat la același număr N/2 de impulsuri, a patra intrare (s), la care se primesc impulsuri
43 corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în timpul semiperioadei selectate, dar
44 înaintea domeniului acceptat al momentului prefixat, se conectează cu intrarea de numărare
45 a unui al patrulea numărător (CL44) programat la același număr N/2 de impulsuri, a cincea
46 intrare (rs), la care se primesc impulsuri corespunzătoare descărcărilor care s-au produs în
47 semiperioada anterioară celei selectate, se conectează cu intrarea de numărare (d) a unui

RO 131031 B1

al cincilea numărător (**CL45**) programat la un număr de impulsuri M de valoare semnificativ mai mică decât numărul N, iar a șasea intrare (**rj**), la care se primesc impulsuri corespunzătoare sfârșitului perioadelor undei ultrasonice, pe durata cărora nu s-au produs descărcări, se conectează cu intrarea (**d**) unui al șaselea numărător (**CL46**) programat cu același număr M, stările celor de-al doilea, al treilea și al patrulea numărătoare sunt citite de un circuit de comparare numerică (**CL47**), prin intermediul conexiunilor între ieșirea de date (**Q1**) a celui de-al doilea numărător menționat (**CL42**), și intrarea (**n1**) circuitului de comparare (**CL47**), a conexiunii dintre ieșirea de date (**Q2**) a celui de-al patrulea numărător (**CL44**) și intrarea (**n2**) circuitului de comparare (**CL47**), a conexiunii dintre ieșirea de date (**Q3**) a celui de-al treilea numărător (**CL43**) și intrarea (**n3**) circuitului de comparare (**CL47**), ieșirea (**B**) primului numărător (**CL41**), care emite un semnal când s-a atins numărul N programat, se conectează cu prima intrare a unui al șaisprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (**CL47**), cu intrarea unui al patrulea circuit inversor (**CL48**), a cărui ieșire se conectează cu prima ieșire a unui al șaisprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (**CL49**), cu prima intrare a unui al șaptesprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (**CL50**), cu prima intrare a unui al optsprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (**CL51**), și cu intrarea (**C**) circuitului de comparare (**CL47**), ce emite, la o primă ieșire a sa (**n1M**), un impuls sincron cu impulsul primit la o intrare (**C**), în cazul în care, în urma comparației, rezultă că numărul citit la intrarea sa (**n1**) este mai mare decât cele primite la intrări (**n2** și **n3**), ieșire care se conectează cu prima intrare a unui al șaptelea circuit cu funcție logică SAU (**CL52**), și cu intrarea de setare (**S**) a unui al șaselea circuit basculant bistabil de tip RS (**CL53**); la a doua sa ieșire (**n2M**), circuitul de comparare emite un semnal sincron cu impulsul primit la intrarea sa (**C**) în cazul în care, în urma comparației, rezultă că numărul citit la intrarea sa (**n2**) este mai mare decât cele primite la intrări (**n1** și **n2**), ieșire care se conectează cu intrarea de resetare a celui de-al șaselea circuit basculant (**CL53**), și cu a doua intrare a celui de-al șaptelea circuit SAU (**CL52**), a cărui ieșire se conectează cu a doua intrare a celui de-al șaisprezecelea circuit ȘI (**CL49**), ieșirea (**Q1**) celui de-al șaselea circuit basculant bistabil (**CL53**) se conectează cu a doua intrare a celui de-al optsprezecelea circuit ȘI (**CL51**), ieșirea (**Q2**) celui de-al șaselea circuit basculant bistabil (**CL53**) se conectează cu a doua intrare a celui de-al șaptesprezecelea circuit ȘI (**CL50**), ieșirea celui de-al șaisprezecelea circuit ȘI (**CL49**) se conectează cu intrarea unui al cincilea circuit inversor (**CL54**), a cărui ieșire se conectează cu prima intrare a unui al nouăsprezecelea circuit cu funcție logică ȘI (**CL55**), ieșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat (**B**), a celui de-al doilea numărător menționat (**CL42**), se conectează cu prima intrare a unui al douăzecilea circuit cu funcție logică ȘI (**CL56**), și cu a doua intrare a celui de-al nouăsprezecelea numărător menționat (**CL55**), ieșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat (**B**), a celui de-al patrulea numărător (**CL44**), se conectează cu prima intrare a unui al douăzeci și cincilea circuit cu funcție logică ȘI (**CL57**), și cu a treia intrare a celui de-al nouăsprezecelea circuit ȘI (**CL55**), ieșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat (**B**), a celui de-al treilea numărător (**CL43**), se conectează cu a doua ieșire a celui de-al șaisprezecelea circuit ȘI (**CL47**), ieșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat (**B**), a celui de-al șaselea numărător programat (**CL46**), se conectează cu a patra intrare a celui de-al nouăsprezecelea circuit ȘI (**CL55**), și cu a doua intrare a celui de-al douăzecilea circuit ȘI (**CL56**), ieșirea de confirmare a atingerii numărului de impulsuri programat (**B**), a celui de-al cincilea numărător (**CL45**), se conectează cu a cincea intrare a celui de-al nouăsprezecelea circuit ȘI (**CL55**), și cu a doua intrare a celui de-al douăzeci și unulea circuit ȘI (**CL57**), ieșirea celui de-al optsprezecelea circuit ȘI (**CL51**) se conectează cu cea de-a treia intrare a celui de-al douăzecilea circuit ȘI (**CL56**),

RO 131031 B1

1 ieșirea celui de-al șaptesprezecelea circuit ȘI (**CL50**) se conectează cu ce-a de-a treia
intrare a celui de-al douăzeci și unulea circuit ȘI (**CL57**), ieșirea celui de-al șaisprezecelea
3 circuit ȘI (**CL57**) se conectează cu intrările de inițializare (**L**) ale celor șase numărătoare
(**CL41, CL42, CL43, CL44, CL45** și **CL46**); ieșirea celui de-al nouăsprezecelea circuit ȘI
5 (**CL55**) se conectează cu ce-a de-a treia intrare a celui de-al șaisprezecelea circuit ȘI
(**CL47**), și cu intrarea (**i**) unui al treilea circuit basculant monostabil (**CL58**), ieșirea celui de-al
7 douăzecilea circuit ȘI (**CL56**) se conectează cu intrarea de setare a unui al șaselea circuit
basculant bistabil de tip RS (**CL59**), ieșirea celui de-al douăzeci și unulea circuit ȘI (**CL57**)
9 se conectează cu intrarea de resetare a celui de-al șaselea circuit basculant bistabil (**CL59**),
a cărei ieșire (**Q**) se conectează la prima ieșire (**DIR**) a celui de-al treilea circuit complex, prin
11 care stabilește sensul de deplasare a electrodului sculă, iar ieșirea (**q**) celui de-al treilea
circuit basculant (**CL58**) se conectează la a doua ieșire (**imp**) a acestui al treilea circuit com-
13 plex prin care se transmite impulsul de realizare a incrementului de deplasare al electrodului
sculă, prin intermediul driverului motorului pas cu pas (**DMpp**) și al lanțului cinematic aferent.

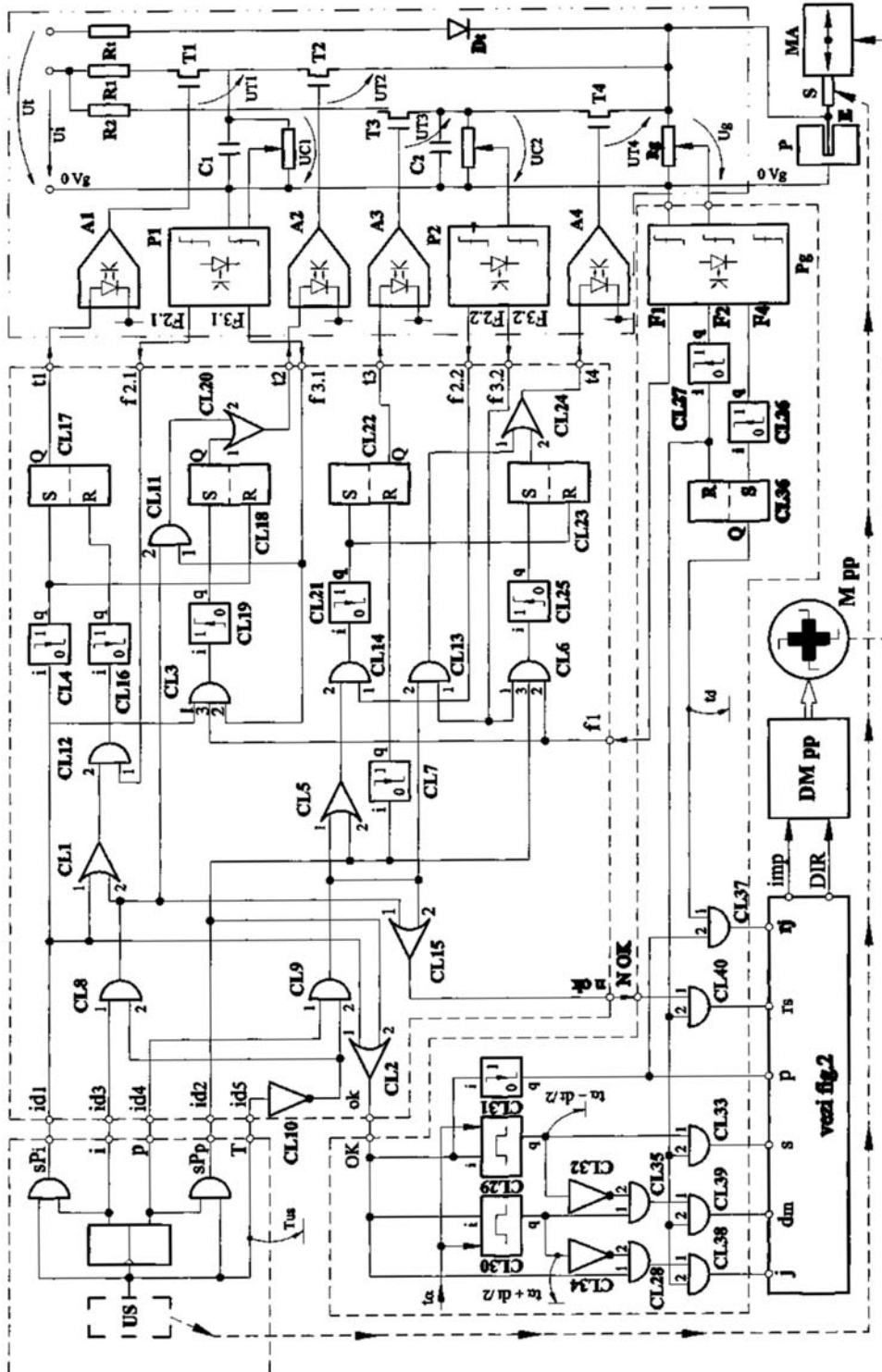


Fig. 1

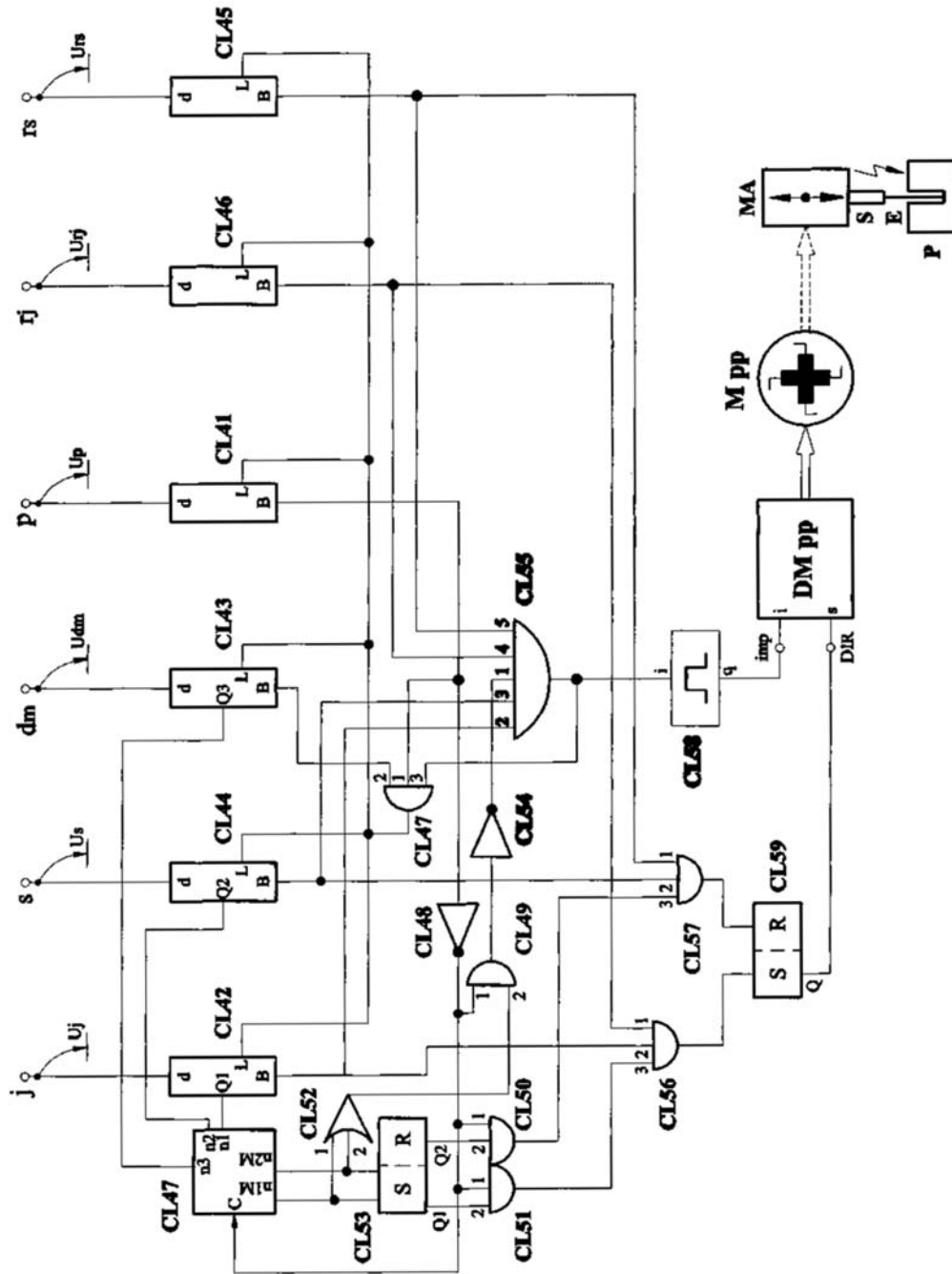


Fig. 2

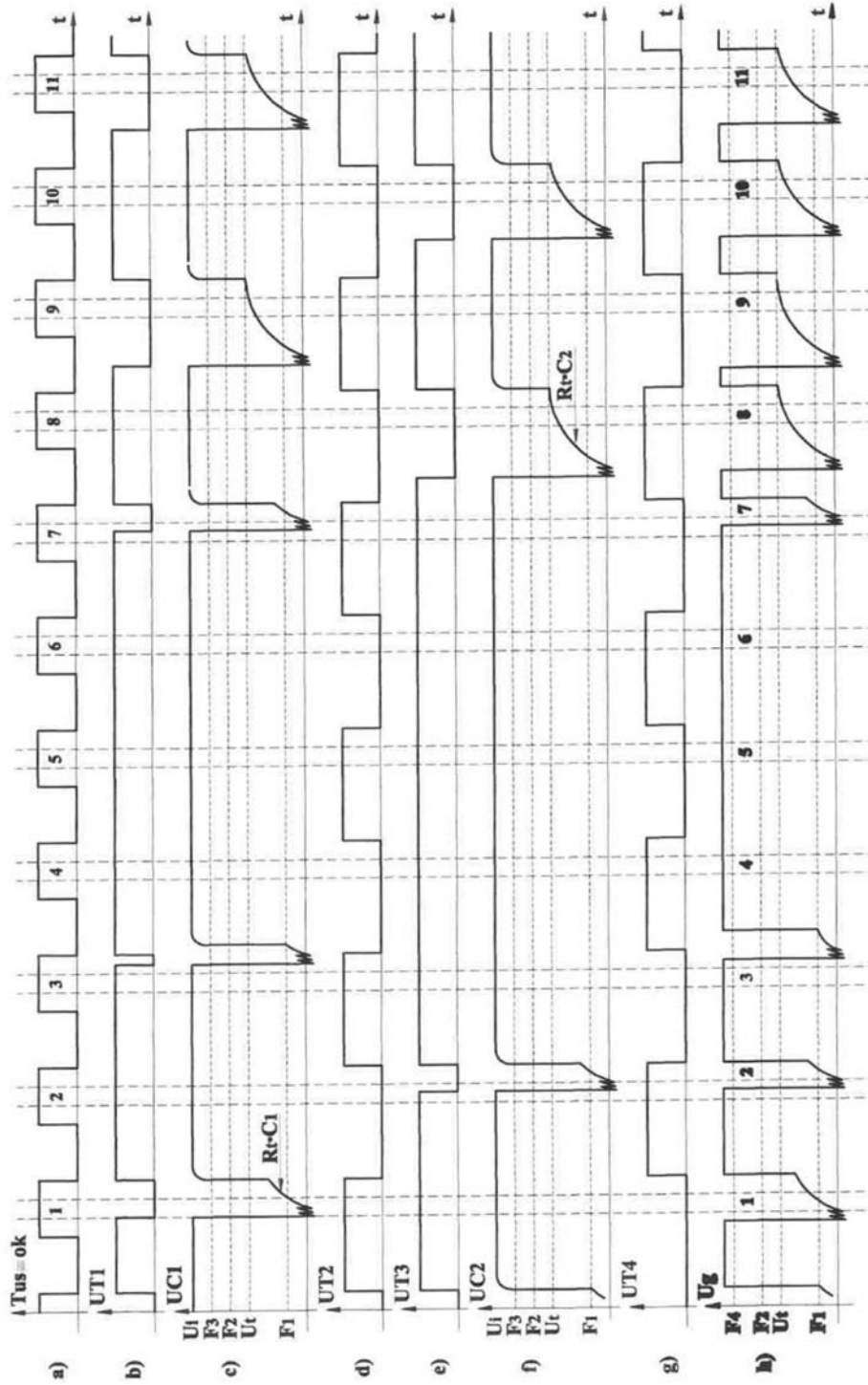


Fig. 3

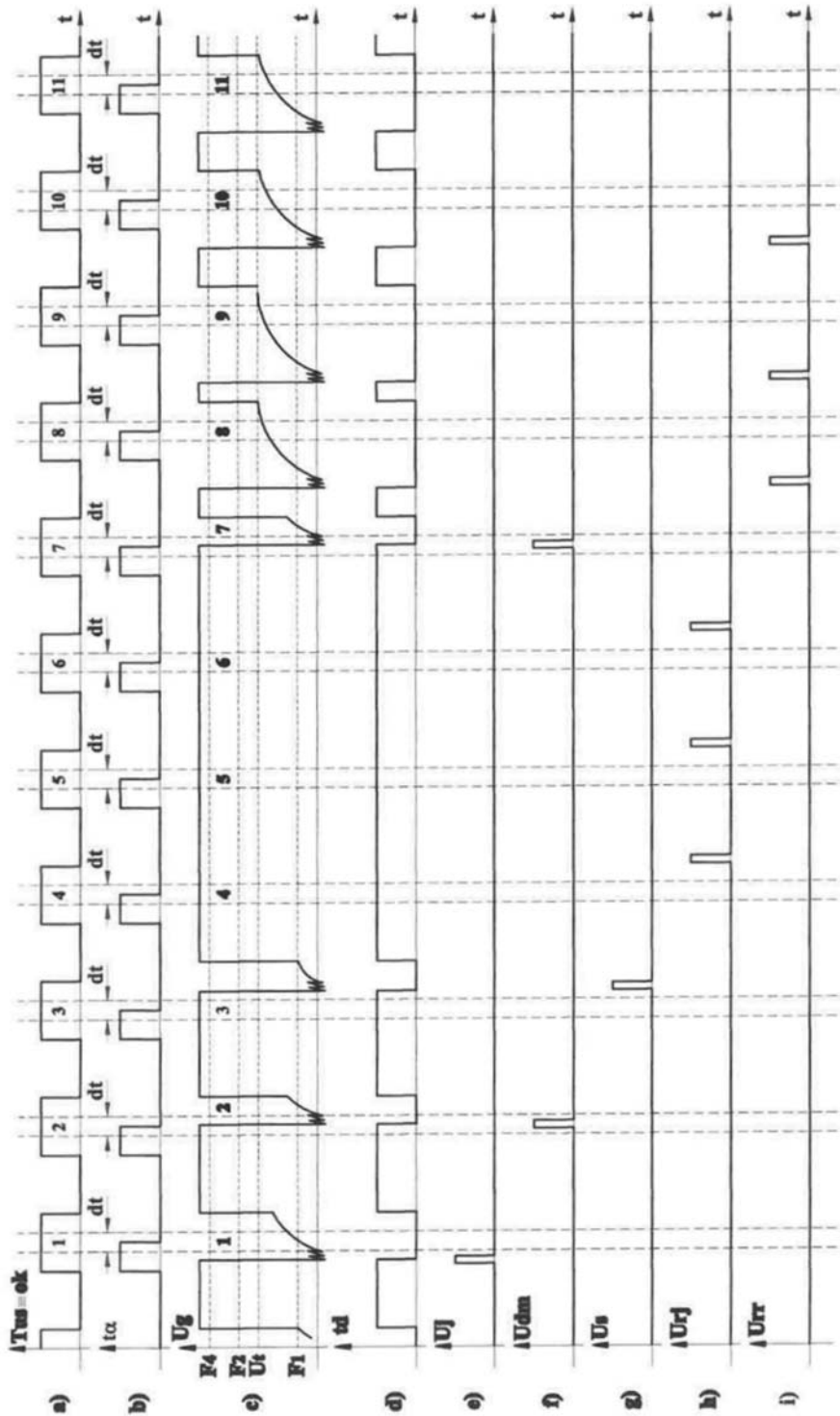


Fig. 4

