



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00017

(22) Data de depozit: 12/01/2017

(41) Data publicării cererii:
30/07/2018 BOPI nr. 7/2018

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL PENTRU FIZICA
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI -
INFLPR, STR. ATOMIȘTILOR NR. 409,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• STOICAN OVIDIU-SORIN,
STR. FIZICIENILOR NR. 6, BL. 4, SC. 2,
ET. 2, AP. 26, MĂGURELE, IF, RO

(54) CIRCUIT PENTRU CONTROLUL AUTOMAT
AL FUNCȚIONĂRII UNUI GENERATOR DE PLASMĂ
CU ALIMENTARE MIXTĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un circuit electronic pentru controlul automat al funcționării unui generator de jet de plasmă. Circuitul, conform invenției, este format dintr-un senzor fotoelectric (15) cu sensibilitatea maximă în domeniul infraroșu al câmpului electromagnetic, care detectează radiația optică (14) emisă de jetul de plasmă (13) al unui generator de plasmă alimentat electric de la o sursă de tensiune continuă (1) și de la un generator de pulsuri de foarte înaltă tensiune (2), a cărui funcționare este controlată de un bloc de comandă (16) alcătuit dintr-un modul amplificator (17), care amplifică tensiunea de la ieșirea senzorului fotoelectric (15), un comparator (18), care compară valoarea tensiunii de intrare cu o valoare de prag prestabilită, și un modul temporizator (19), care furnizează tensiunea de control pentru generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune.

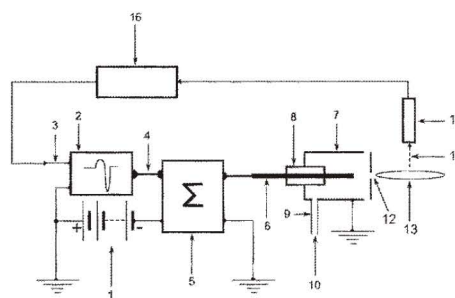


Fig. 1

Revendicări: 4
Figuri: 6



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2017 00017
Data depozit 12 -01- 2017

48

DESCRIEREA INVENȚIEI:

CIRCUIT PENTRU CONTROLUL AUTOMAT AL FUNCȚIONĂRII UNUI GENERATOR DE PLASMĂ CU ALIMENTARE MIXTĂ

Invenția se referă la un circuit electronic folosit pentru controlul automat al funcționării unui generator de jet de plasmă, în cazul în care acesta este alimentat electric de către două surse de tensiune conectate în paralel, anume o sursă de tensiune continuă și respectiv un generator de pulsuri de foarte înaltă tensiune, acest mod de alimentare fiind denumit în continuare *alimentare mixtă*. Într-o altă variantă constructivă circuitul la care face referire invenția permite detecția apariției de arcuri electrice parazite între elementele care compun generatorul de plasmă. Circuitul la care face referire invenția poate fi folosit, fără a se limita la acestea, la construcția generatoarelor portabile de jet de plasmă non-termică, cu alimentare mixtă, funcționând la presiune atmosferică. Generatoarele de jet de plasmă non-termică la presiune atmosferică au diverse utilizări cum sunt: îndepărtarea diversilor contaminanți chimici organici sau biologici, eliminarea inscripțiilor ilegale ("graffiti") de pe cădirile publice, curățarea componentelor optice, a suprafețelor înainte de aplicarea diverselor acoperiri, a rămășițelor de fotorezist ca etapă în procesul de realizare a plăcilor de circuit imprimat, a componentelor din mase plastice sau cauciuc înaintea operațiilor de lipire, a resturilor de ulei de pe deșeurile metalice, precum și sterilizarea unor instrumente medicale sau a unor proteze care urmează a fi implantate în organism. Exemplele unor asemenea aplicații sunt descrise în brevetele US20100273129 A1/2010, WO 2002041963 A3/ 2002, WO 2006031452 A3/2007 și EP 1613133 A3/2011. Există mai multe moduri în care pot fi alimentate electric generatoarele de jet de plasmă non-termică la presiune atmosferică. În articolul *C. Tendero, C. Tixier, P. Tristant, J. Desmaison, P. Leprince, Atmospheric pressure plasmas: A review, Spectrochimica Acta Part B 61, pp. 2-30 (2006)* sunt prezentate schemele de bază existente. Acestea se pot combina, rezultând sisteme de alimentare mixte care utilizează două sau mai multe surse de tensiune, de tip diferit, conectate în paralel. Un asemenea generator de jet de plasmă este descris în articolul *O.S. Stoican, An atmospheric pressure plasma source driven by a train of monopolar high voltage pulses superimposed to a dc voltage, European Physical Journal-Applied Physics, 55, 30801 (2011)*, pentru care sistemul de alimentare electrică constă din două surse de tensiune. Una dintre surse este un generator ce furnizează la ieșire pulsuri de foarte înaltă tensiune, de ordinul kilovolților. Cealaltă este o sursă convențională de curent continuu ce furnizează la ieșire tensiuni de ordinul sutelor de volți.



Descărcarea electrică este inițiată și periodic reaprinsă de către generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune. Descărcarea electrică este întreținută de către sursa de curent continuu. Dispozitivele de iluminat cu plasmă, cum sunt de exemplu tuburile fluorescente, utilizează de asemenea o schemă de alimentare mixtă. În cazul acestora, inițierea descărcării electrice se face numai la început, în momentul aprinderii. Deoarece plasma este generată la presiune scăzută, într-o incintă închisă în care condițiile de mediu rămân constante, întreruperea descărcării electrice este neuzuală și apare foarte rar. În acest caz, determinarea stării în care se află plasma descărcării electrice se poate face prin intermediul curentului de descărcare. Descărcarea este considerată întreruptă și se comandă reaprinderea sa atunci când curentul de descărcare scade sub o anumită valoare. În cazul generatoarelor de plasmă funcționând la presiune atmosferică, datorită interacției jetului de plasmă cu diverse elemente exterioare, condițiile de funcționare se modifică foarte rapid și imprevizibil, ceea ce duce la întreruperea descărcării și implicit la necesitatea reaprinderii sale, la momente de timp aleatoare. Determinarea stării în care se află jetul de plasmă prin intermediul curentului de descărcare nu este întotdeauna relevantă, deoarece accidental se pot forma arcuri electrice între alte elemente constructive ale generatorului. Este posibil astfel să existe curent de descărcare dar să nu existe jet de plasmă.

Una din soluții la această problemă, descrisă în articolul *O.S. Stoican, An atmospheric pressure plasma source driven by a train of monopolar high voltage pulses superimposed to a dc voltage, European Physical Journal-Applied Physics, 55, 30801 (2011)*, constă în aplicarea continuă a pulsurilor de foarte înaltă tensiune. Unul din dezavantajele funcționării în regim continuu a generatorului de pulsuri de foarte înaltă tensiune îl constituie consumul mărit energie. În cazul echipamentelor portabile, alimentate din baterii de acumulatori, consumul de energie reprezintă un parametru important, care trebuie menținut la un nivel cât mai scăzut. De asemenea este cunoscut că obținerea unei tensiuni electrice foarte ridicate, continuă sau în pulsuri, dintr-o tensiune continuă de valoare relativ mică, cum este cea furnizată de către o baterie de acumulatori, se face cu randament scăzut. Alt dezavantaj al funcționării în regim continuu a generatorului de pulsuri de foarte înaltă tensiune îl constituie generarea permanentă de perturbații electromagnetice.

Circuitul pentru controlul automat al funcționării unui generator de plasmă cu alimentare mixtă, la care face referire invenția, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că pulsurile de înaltă tensiune sunt aplicate numai atunci când este necesară menținerea continuității



în timp a jetului de plasmă.

Conform invenției circuitul pentru controlul automat al funcționării unui generator de plasmă cu alimentare mixtă, constă dintr-un senzor fotoelectric și un bloc de comandă, care controlează funcționarea generatorului de pulsuri de foarte înaltă tensiune funcție de intensitatea radiației optice din domeniul infraroșu (IR) al spectrului radiației electromagnetice, emise de jetul de plasmă. La rândul său blocul de comandă este format, conform invenției, dintr-un șir de circuite electronice, anume modulul amplificator, comparator și modulul temporizator, conectate în serie, în această ordine. Prin construcție, conform invenției, generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune este prevăzut cu o intrare de comandă prin intermediul căreia, funcție de valoarea unei tensiuni de control aplicate, producerea pulsurilor de foarte înaltă tensiune este fie permisă, fie inhibată. Senzorul fotoelectric, conform invenției, este orientat perpendicular pe direcția jetului de plasmă, în apropierea acestuia, având sensibilitatea maximă în IR. Acest senzor furnizează la ieșire o tensiune electrică proporțională cu intensitatea radiației optice în IR emise de jetul de plasmă. Utilizarea intensității radiației optice din domeniului IR pentru determinarea stării jetului de plasmă este motivată de faptul că, așa cum dovedesc măsurătorile experimentale, radiația optică emisă de jetul de plasmă prezintă valori maxime ale intensității sale în acest domeniu. De asemenea, deoarece senzorul fotoelectric are sensibilitatea maximă în IR, perturbarea sistemului de către radiația optică ambientală din domeniul vizibil este minimizată. Tensiunea de la ieșirea senzorului fotoelectric este amplificată de către modulul amplificator, apoi aplicată la intrarea comparatorului, care compară valoarea acestuia cu o valoare de prag prestabilită, denumită în continuare tensiune de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR pentru un jet de plasmă considerat a fi un jet normal. Tensiunea de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR reprezintă un parametru constructiv al circuitului pentru controlul automat al funcționării unui generator de plasmă cu alimentare mixtă ce poate fi ajustat în scopul determinării unui punct de funcționare optim. Tensiunea de la ieșirea comparatorului este aplicată în continuare la intrarea modulului temporizator care furnizează tensiunea de control pentru generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune. Dacă valoarea tensiunii de ieșire a senzorului fotoelectric, după amplificare, este mai mare decât tensiunea de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR, se consideră că jetul de plasmă există și are caracteristici normale și, conform invenției, tensiunea de control are o astfel de valoare încât producerea pulsurilor de foarte înaltă tensiune este inhibată. Dacă valoarea tensiunii de ieșire a senzorului fotoelectric,

după amplificare, este mai mică decât tensiunea de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR se consideră că jetul de plasmă nu există sau are caracteristici anormale și, conform invenției, tensiunea de control are o astfel de valoare încât producerea pulsurilor de foarte înaltă tensiune este permisă. În acest ultim caz, conform invenției, în scopul stabilizării jetului, blocul temporizator controlează durata producerii pulsurilor de înaltă tensiune, astfel încât aceasta să fie mai mare decât intervalului de timp necesar tensiunii de ieșire a senzorului fotoelectric să atingă din nou, după amplificare, tensiunea de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR. Diferența de timp dintre durata producerii pulsurilor de foarte înaltă tensiune și intervalul de timp după care tensiunea de ieșire a senzorului fotoelectric, după amplificare, atinge valoarea tensiunii de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR reprezintă un parametru constructiv al circuitului pentru controlul automat al funcționării unui generator de plasmă cu alimentare mixtă, denumit timp de stabilizare, și poate fi ajustat în scopul determinării unui punct de funcționare optim.

Într-o altă variantă constructivă, pentru detecția apariției de arcuri electrice parazite este inclus un circuit de monitorizare a intensității curentului de descărcare care este debitat de sursa de curent continuu, constând dintr-un senzor de curent, comparator și un circuit de detecție. Conform invenției, dacă intensitatea curentului de descărcare depășește o anumită limită prestabilită, iar intensitatea radiației optice în IR este mai mică decât valoarea de prag prestabilită, circuitul de detecție semnalizează apariția unui arc electric parazit. În această variantă constructivă, circuitul la care face referire invenția, poate fi folosit pentru detecția apariției de arcuri electrice parazite în cazul oricărui generator de jet de plasmă, oricare ar fi modul său de alimentare.

Față de soluțiile anterioare circuitul la care face referire invenția prezintă următoarele avantaje:

- reduce consumul de energie electrică și nivelul de zgomot electromagnetic deoarece generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune funcționează intermitent;
- permite semnalizarea dispariției jetului de plasmă;
- permite semnalizarea prezenței unor arcuri electrice parazite între elemente ale generatorului de plasmă atunci când circuitul la care face referire invenția include și un circuit care monitorizează curentul de descărcare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare și aplicare a invenției, în legătură și cu



figurile 1, 2, 3, 4, 5 și 6 care reprezintă:

-Figura 1, schema bloc a unui generator de plasmă cu alimentare mixtă a cărui funcționare este controlată de către circuitul la care face referire invenția;

-Figura 2, forma de undă a pulsurilor de foarte înaltă tensiune;

-Figura 3, măsurătoare experimentală pentru spectrul radiației optice emise de jetul de plasmă, atunci când se folosește argonul drept gaz de lucru;

-Figura 4, schema bloc a circuitului la care face referire invenția;

-Figura 5, formele de undă pentru tensiunile ieșire ale modulului amplificator, comparator și temporizator;

-Figura 6, exemplu de aplicare a circuitului la care face referire invenția, într-o altă variantă constructivă, care are inclus un circuit de monitorizare a curentului de descărcare, utilizat în scopul semnalizării apariției de arcuri electrice parazite.

Este descris în continuare un exemplu de realizare și aplicare a circuitului pentru controlul automat al funcționării unui generator de plasmă cu alimentare mixtă, conform invenției. În figura 1 este prezentată schema bloc a unui generator de plasmă cu alimentare mixtă a cărui funcționare este controlată de către circuitul la care face referire invenția. Alimentarea electrică a generatorului de plasmă constă din sursa de curent continuu **1** care furnizează o tensiune continuă de ordinul sutelor de volți și generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2** care furnizează un șir de pulsuri negative de foarte înaltă tensiune cu amplitudinea de ordinul kilovolților, a căror formă de undă este prezentată în figura 2, aplicate la una din intrările circuitului sumator **5** prin intermediul cablului de foarte înaltă tensiune **4**. Generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2** este prevăzut cu intrarea de comandă **3** prin intermediul căreia, funcție de valoarea tensiunii de control furnizate de blocul de comandă **16**, producerea pulsurilor de foarte înaltă tensiune este fie permisă, fie inhibată. Tensiunile furnizate de sursa de curent continuu **1** și generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2** sunt însumate de către circuitul sumator **5**, tensiunea rezultantă fiind aplicată pe catodul **6** al generatorului de plasmă. Generatorul de plasmă constă din electrodul cilindric **6**, care are rol de catod, și cavitatea cilindrică metalică **7**, care este conectată la masă și are rol de anod. Catodul **6** este izolat de anodul **7** prin intermediul manșonului izolator **8**. Cavitatea cilindrică **7** este prevăzută cu o conductă laterală **9** prin care este introdus gazul de lucru **10** și cu un orificiu central **12** prin care este expulzat jetul de plasmă **13**. Radiația optică **14**, al cărui spectru este prezentat în figura 3, emisă de jetul de plasmă **13** este detectată de senzorul

fotoelectric **15**, orientat perpendicular pe direcția jetului de plasmă **13**, având sensibilitatea maximă în IR, și care furnizează o tensiune electrică proporțională cu intensitatea radiației optice **14**, ce este aplicată la intrarea blocului de comandă **16**.

În figura 4 este prezentată schema bloc a circuitului la care face referire invenția, care este compus din senzorul fotoelectric **15** și blocul de comandă **16**. La rândul său blocul de comandă **16** este format, conform invenției, din modulul amplificator **17**, comparatorul **18** și modulul temporizator **19**, conectate în serie. Parametrii U_f , U_a , U_c și U_T din figura 4 au următoarea semnificație:

U_f -tensiunea de ieșire a senzorului fotoelectric **15**;

U_a -tensiunea de ieșire a modulului amplificator **17**;

U_c -tensiunea de ieșire a comparatorului **18**;

U_T -tensiunea de ieșire a modulului temporizator **19**.

În figura 5 sunt reprezentate formele de undă ale tensiunilor U_a , U_c și U_T .

Tensiunea U_f este tensiune de intrare pentru modulul amplificator **17**, tensiunea U_a este tensiune de intrare pentru comparatorul **18**, tensiunea U_c este tensiune de intrare pentru modulul temporizator **19**, iar tensiunea U_T este tensiune de control pentru generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune, care se aplică la intrarea de comandă **3** a acestuia.

Tensiunea U_f este proporțională cu intensitatea radiației optice **14** în domeniul infraroșu generată de jetul de plasmă **13**. Modulul amplificator **17** amplifică semnalul furnizat de senzorul fotoelectric, astfel că tensiunea U_a este dată de relația $U_a = AU_f$, unde A este factorul de amplificare al modulului amplificator **17**. Tensiunile U_c și U_T pot avea numai două valori, anume U_H și respectiv U_L , îndeplinind condiția $U_H > U_L$. Conform invenției, elementele circuitului pentru controlul automat al funcționării unui generator de plasmă cu alimentare mixtă sunt realizate astfel încât valoarea tensiunilor U_c și U_T este determinată de regulile prezentate în continuare. Tensiunea $U_c = U_H$ dacă $U_a > U_{pr}$ și $U_c = U_L$ dacă $U_a \leq U_{pr}$, unde U_{pr} reprezintă tensiunea de prag corespunzătoare intensității radiației optice în IR, care are o valoare prestabilită ce poate fi ajustată. Valoarea tensiunii de prag U_{pr} corespunde nivelului considerat necesar al intensității radiației optice **14** emise de către jetul de plasmă **13**. Tensiunea $U_T = U_H$ dacă $U_c = U_L$ și păstrează această valoare atâta timp cât $U_c = U_L$, interval de timp care se prelungește cu o valoare T_S prestabilită, denumită timp de stabilizare, măsurată din momentul în care U_c face o tranziție de la valoarea U_L la valoarea U_H . Conform invenției, pulsurile de foarte înaltă tensiune sunt produse

numai dacă $U_T=U_H$. Dacă $U_T=U_L$, pulsurile de foarte înaltă tensiune sunt inhibitate. Prin urmare generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2** funcționează atât timp cât jetul de plasmă **13** nu emite radiație optică în infraroșu, intensitatea acesteia este sub limita admisă, sau jetul de plasmă **13** nu există la care se adaugă un interval de timp T_S după ce intensitatea radiației optice în infraroșu **14** atinge limita admisă. Prelungirea pentru intervalul de timp T_S a aplicării pulsurilor de foarte înaltă tensiune, după ce intensitatea radiației optice în IR emise de jetul de plasmă atinge valoarea admisă, are rolul de a stabiliza jetul. După inițierea și stabilizarea jetului de plasmă **13** generatorul de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2** își încetează funcționarea. În figura 6 se dă un exemplu de utilizare a circuitului la care face referire invenția, în varianta constructivă în care este inclus un circuit de monitorizare a curentului de descărcare cu scopul semnalizării apariției de arcuri electrice parazite. Circuitul de monitorizare a curentului de descărcare se compune din senzorul de curent **20**, comparatorul **21** și circuitul de detecție **22**.

Parametrii U_i și U_d din figura 6 au următoarea semnificație:

U_i -tensiunea de ieșire a senzorului de curent **20**;

U_d -tensiunea de ieșire a comparatorului **21**;

U_c -tensiunea de ieșire a comparatorului **18**, inclus în blocul de comandă **16**.

Senzorul de curent **20** inserat în circuitul sursei de alimentare în curent continuu **1**, furnizează tensiunea U_i proporțională cu intensitatea curentului debitat de sursa de alimentare în curent continuu **1**. Tensiunea U_i este aplicată la intrarea comparatorului **21**. Acesta compară tensiunea U_i cu tensiunea de prag U_{pd} corespunzătoare curentului de descărcare, ce are o valoare prestabilită și ajustabilă. Tensiunea de ieșire U_d a comparatorului **21** poate fi $U_d=U_H$ dacă $U_i>U_{pd}$ sau $U_d=U_L$ dacă $U_i\leq U_{pd}$. Circuitul de detecție **22** analizează valorile tensiunilor U_c și U_d . Dacă sunt îndeplinite simultan condițiile $U_c=U_L$ și $U_d=U_H$, circuitul de detecție **22** semnalizează apariția unui arc electric parazit.

Ca exemplu de aplicare s-a realizat circuitul la care face referire invenția utilizându-se ca senzor fotoelectric **15**, fotodioda PIN Hamamatsu S5972 având sensibilitatea maximă în jurul lungimii de undă de 800nm. Modulul amplificator **17** constă dintr-un circuit bazat pe amplificatorului operațional de mare viteză AD8001 cu lărgimea de bandă de 800MHz. Pentru comparatoarele **18** și **21** s-au folosit circuitul integrat specializat LT1016, care este un comparator de precizie, ultrarapid, având timpul de propagare 10 ns. Modulul temporizator **19** și circuitul de detecție **22** sunt realizate utilizându-se combinații de circuite logice din familia HCT. Senzorul de

curent **20** este compus din circuitul integrat specializat ACS712 și din amplificatorul operațional TL071. Tensiunile $U_H=5V$ și $U_L=0V$. Circuitul realizat conform invenției a fost testat utilizându-se generatorul de plasmă descris în articolul *O.S. Stoican, An atmospheric pressure plasma source driven by a train of monopolar high voltage pulses superimposed to a dc voltage, European Physical Journal-Applied Physics, 55, 30801 (2011)*, care este alimentat de la sursa de tensiune continuă **1** a cărei tensiune poate fi variată între -100V și -400V, și de la un generator de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2** care produce pulsuri negative cu amplitudinea de circa 4kV și frecvența de 5kHz. Folosind drept gaz de lucru **10** argonul, la un curent de descărcare între 50-100mA, se obține un jet de plasmă **13** cu lungimea de circa 8 mm.



REVENDICĂRI

1. Circuit electronic **caracterizat prin aceea că**, controlează automat parametrii de funcționare ai unui generator de jet de plasmă, prin monitorizarea intensității radiației optice **14** emisă de către jetul de plasmă **13**, în domeniul infraroșu, folosind în acest scop un senzor fotoelectric **15** având sensibilitatea maximă în domeniul infraroșu al spectrului radiației electromagnetice și orientat perpendicular pe direcția jetului de plasmă **13**.
2. Circuit electronic **caracterizat prin aceea că**, este utilizat pentru controlul automat al unui generator de jet de plasmă în cazul în care generatorul de jet de plasmă este alimentat electric de către două surse de tensiune conectate în paralel, anume o sursă de tensiune continuă **1** și respectiv un generator de pulsuri de foarte înaltă tensiune **2**, iar funcționarea sa se bazează pe monitorizarea intensității radiației optice **14** emise de jetul de plasmă **13**, în infraroșu, conform cu revendicarea 1, realizat astfel încât întrerupe aplicarea pulsurilor de foarte înaltă tensiune atunci când intensitatea acestei radiații depășește o anumită valoare de prag sau, în caz contrar, reia aplicarea pulsurilor de foarte înaltă tensiune.
3. Circuit electronic realizat și aplicat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, intervalul de timp în care sunt aplicate pulsurile de foarte înaltă tensiune este prelungit cu o anumită valoare, ajustabilă, după ce intensitatea radiației optice **14** emise de jetul de plasmă **13**, în infraroșu, depășește valoarea necesară de prag, în scopul stabilizării jetului de plasmă **13**.
4. Circuit electronic **caracterizat prin aceea că** semnalizează apariția de arcuri electrice parazite între elementele unui generator de jet de plasmă, prin monitorizarea intensității radiației optice **14** emise de jetul de plasmă **13**, conform revendicării 1, concomitent cu monitorizarea curentului de descărcare prin intermediul unui senzor de curent **20**, realizat astfel încât în situația în care intensitatea radiației optice **14** este mai mică decât o valoare minimă prestabilită iar curentul de descărcare depășește o valoare maximă prestabilită, circuitul de detecție **22** semnalizează prezența unui arc electric parazit.



DESENE EXPLICATIVE

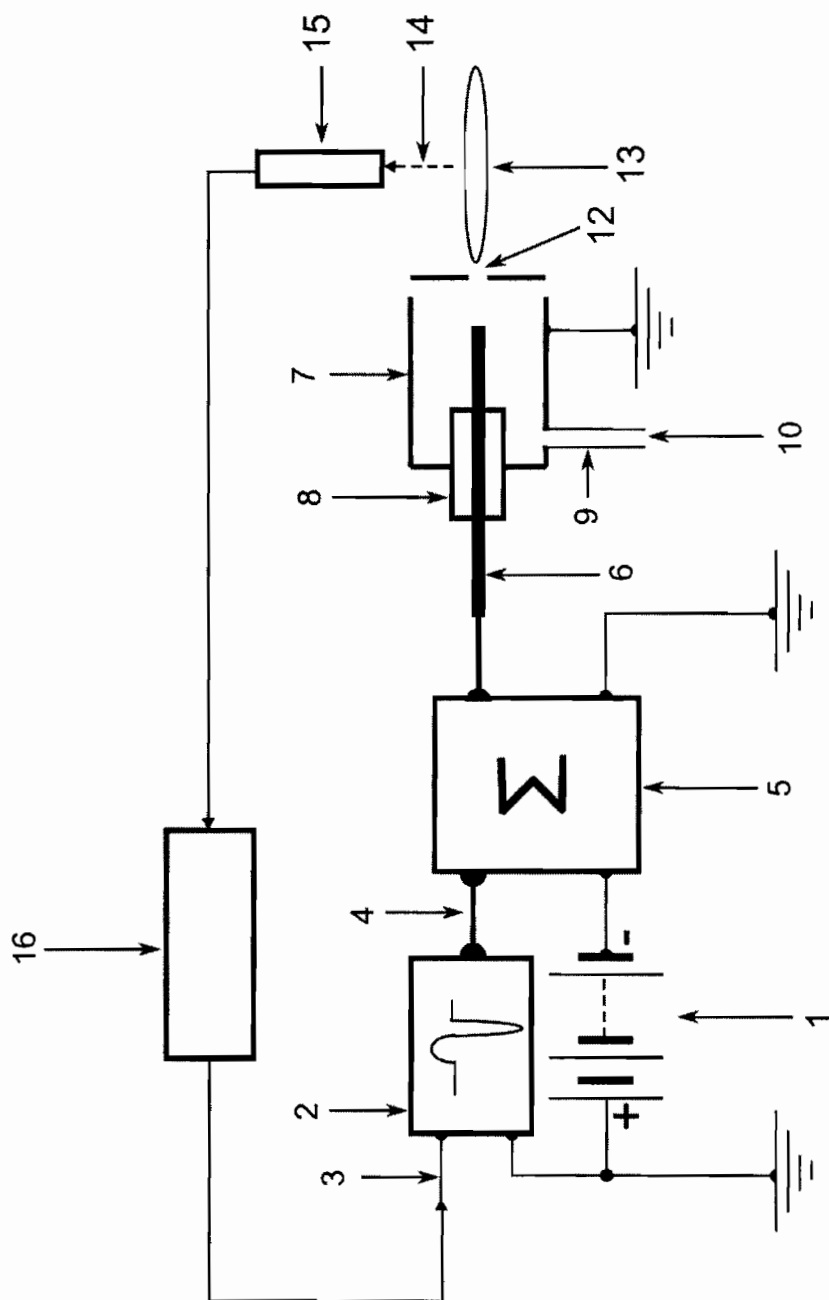


Figura 1



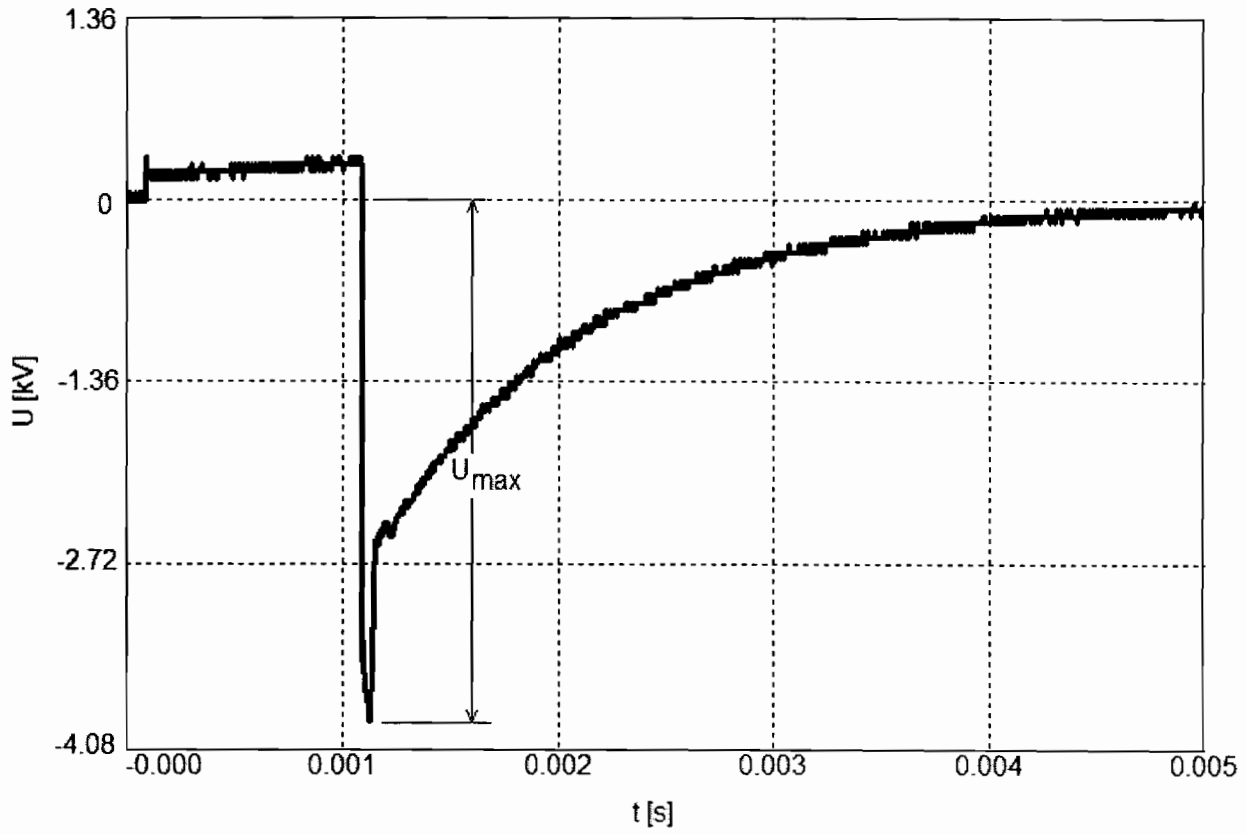


Figura 2



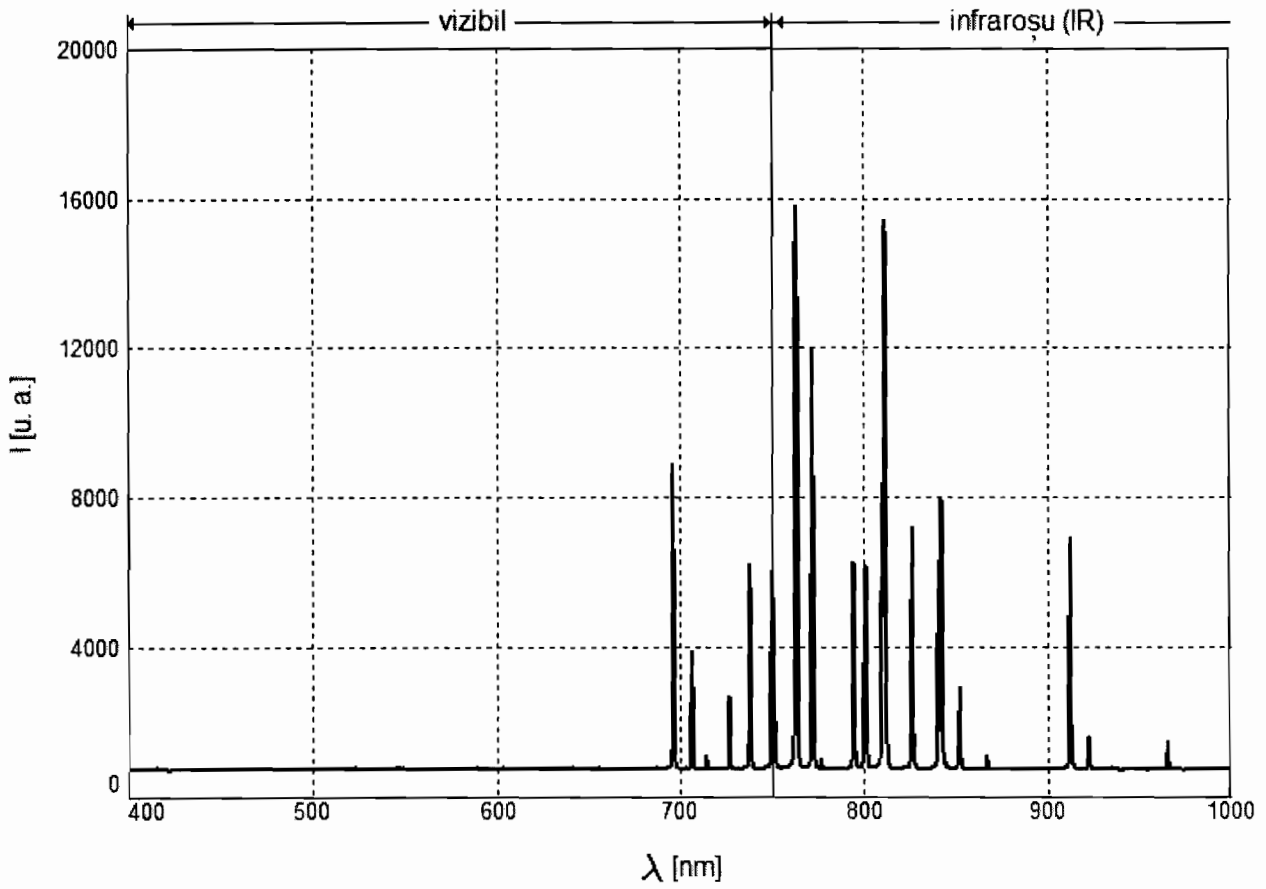


Figura 3

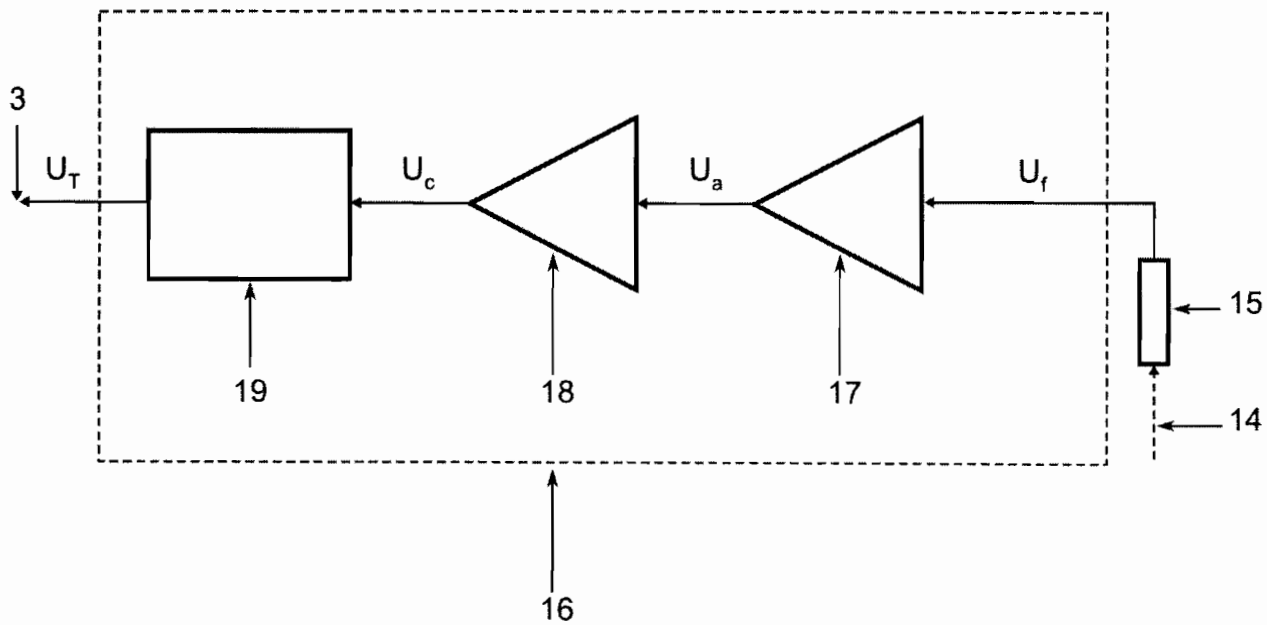


Figura 4



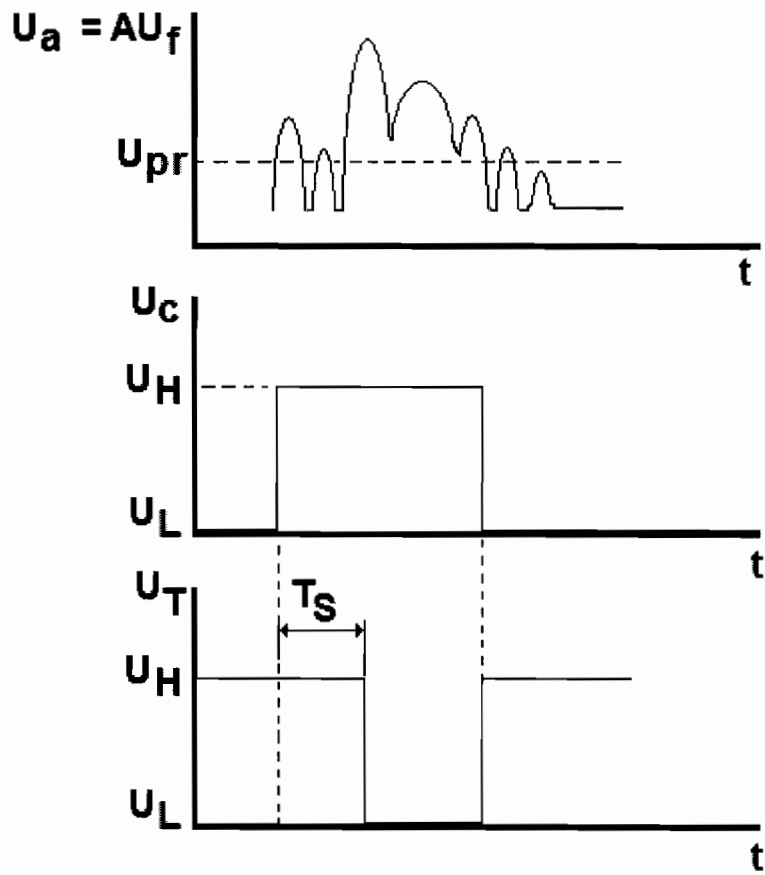


Figura 5



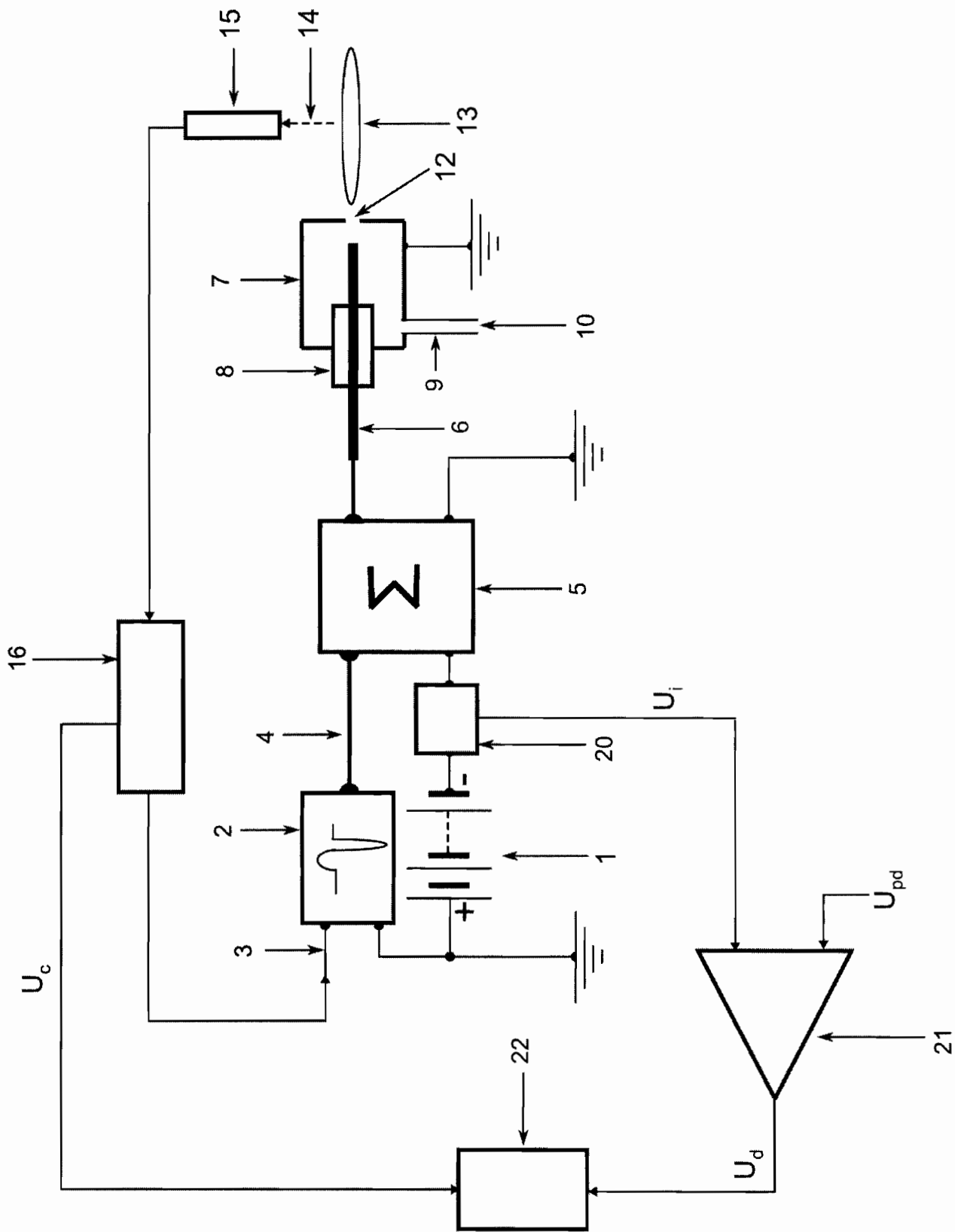


Figura 6

