



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 01061

(22) Data de depozit: 06/12/2018

(41) Data publicării cererii:
30/10/2019 BOPI nr. 10/2019

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI
RADIĂȚIEI-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) GENERATOR DE PLASMĂ LA PRESIUNE ATMOSFERICĂ,
ALIMENTAT DE CĂTRE O SURSĂ DE CURENT CONTINUU
CU REZISTENȚĂ INTERNĂ MARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un generator de plasmă non-termică, produsă sub formă de jet, la presiune atmosferică, prevăzut cu un sistem de alimentare electrică ce furnizează la ieșire, în absența sarcinii, o tensiune continuă înaltă, de ordinul kilovoților, sistemul de alimentare electrică fiind caracterizat și printr-o rezistență internă echivalentă mare, astfel încât, din punct de vedere electric, funcționarea sa este similară cu aceea a unei surse de curent sau a unei surse de tensiune cu limitare de curent. Tensiunea continuă furnizată de sistemul de alimentare electrică poate varia în timp, adaptându-se la starea descărcării electrice care generează plasma, producând amorsarea descărcării electrice, reamorsarea descărcării electrice în caz de întrerupere, iar după amorsarea descărcării electrice, asigură menținerea jetului de plasmă în stare stabilă. Într-o variantă de realizare, sistemul de alimentare electrică, conform invenției, cuprinde: o sursă (8) de tensiune continuă, un circuit de comutație (9), un transformator (10) ridicător de tensiune, o rețea (13) de redresare și filtraj, un senzor (14) de curent și un circuit (15) de comandă.

Revendicări: 5

Figuri: 4

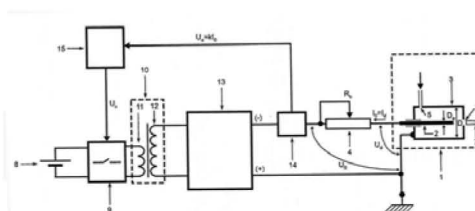


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 01061
Data depozit 16-12-2018

45

DESCRIEREA INVENȚIEI:

GENERATOR DE PLASMĂ LA PRESIUNE ATMOSFERICĂ ALIMENTAT DE CĂTRE O SURSĂ DE CURENT CONTINUU CU REZISTENȚĂ INTERNĂ MARE

Invenția se referă la un generator de plasmă, non-termică, produsă sub formă de jet, la presiune atmosferică, prevăzut cu un sistem de alimentare electrică ce furnizează la ieșire, în absența sarcinii, o tensiune continuă înaltă, de ordinul kilovolților, sistemul de alimentare electrică fiind de asemenea caracterizat prin rezistența internă echivalentă mare, astfel că, din punct de vedere electric, funcționarea sa este similară cu aceea a unei surse de curent sau cu a unei surse de tensiune cu limitare de curent. Jetul de plasmă este generat ca urmare a unei descărcări electrice declanșată și întreținută într-un curent de gaz, numit în continuare *gaz de lucru*. Funcționarea sistemului de alimentare, realizat conform invenției, se bazează pe faptul că tensiunea necesară pentru menținerea unei descărcări electrice este mult mai mică decât tensiunea necesară declanșării acesteia. Tensiunea continuă furnizată de sistemul de alimentare electrică, realizat conform invenției, poate varia în timp, adaptându-se automat la starea descărcării electrice care generează plasma, producând amorsarea descărcării electrice, reamorsarea descărcării electrice în caz de întrerupere, iar după amorsarea descărcării electrice asigură menținerea jetului de plasmă în stare stabilă la un curent de descărcare prestabilit sau la un curent de descărcare mai mic decât o valoare prestabilită.

Generatoarele de jet de plasmă, rece, non-termică, funcționând la presiune atmosferică se utilizează, fără a se limita la aceasta, pentru decontaminarea chimică, decontaminarea biologică sau modificarea proprietăților fizico-chimice ale suprafeței unor obiecte confecționate din materiale sensibile termic, cum sunt cartonul, hârtia, articolele textile sau din piele, diverse categorii de mase plastice, sau a obiectelor acoperită cu substanțe, lacuri sau vopsele sensibile termic. Un sumar al unor astfel de aplicații este prezentat, de exemplu, în: O. V. Penkov, M. Khadem, W.-S. Lim, D.-E. Ki, *A review of recent applications of atmospheric pressure plasma jets for materials processing*, J. Coat. Technol. Res., 12(2) 225–235 (2015). De asemenea, există utilizări posibile ale plasmei reci pentru tratamentul unor răni deschise, ulcerații, eczeme sau a sterilizării unor porțiuni de țesut sau piele, în cazul unor organisme vii. Asemenea aplicații sunt descrise de exemplu în brevetele US6890332B2/2005, US7491200B2/2009, US2012/0039747A1, US8267884B1/2012, US8377388B2/2013. Pentru asemenea aplicații este necesar ca temperatura jetului de plasmă să fie suficient de mică, pentru a preveni apariția arsurilor sau a senzației de durere. Pentru a obține o plasmă rece puterea transferată descărcării $P_d = U_d I_d$, unde U_d , I_d reprezintă tensiunea, respectiv curentul de descărcare, trebuie să fie suficient de mică. Tensiunea de descărcare U_d , semnificând

tensiunea măsurată direct pe electrozii descărcării, rămâne aproximativ constantă după amorsarea acesteia, depinzând de caracteristicile geometrice ale sursei de plasmă, de natura și presiunea gazului de lucru, fiind un parametru greu de controlat. Curentul de descărcare I_d reprezintă intensitatea curentului electric în circuitul electric în care sunt înseriați cei doi electrozi ai descărcării electrice. Prin urmare una din cerințele specifice o reprezintă amorsarea descărcării electrice și menținerea acesteia într-o stare stabilă, la un anumit curent de descărcare I_d considerat suficient de mic pentru a obține o plasmă rece. Pentru amorsarea descărcării, valoarea absolută a tensiunii aplicate electrozilor (tensiune care poate fi negativă sau pozitivă în raport cu electrodul conectat la masă) trebuie să fie mult mai mare decât tensiunea aplicată ulterior, necesară menținerii sale.

De-a lungul timpului s-au propus și utilizat mai multe metode pentru alimentarea surselor de plasmă, obținute la presiune atmosferică. Majoritatea surselor de plasmă rece disponibile comercial utilizează pentru alimentarea electrozilor tensiuni electrice alternative, sub formă de pulsuri de înaltă tensiune, tensiuni de radiofrecvență sau de microunde. În cazul tensiunilor electrice de radiofrecvență și microunde, transferul maxim de putere se obține atunci când impedanța de ieșire a generatorului de radiofrecvență sau microunde este egală cu impedanța sarcinii. Aceasta se realizează prin adăugarea unor rețele de adaptare între sarcină și generator sau folosind circuite rezonante acordate pe frecvența tensiunii aplicate. Surse de plasmă funcționând la presiune atmosferică, dezvoltate recente, ai căror electrozi sunt conectați la tensiuni de radiofrecvență (descrise de exemplu în brevetele EP3253184A1/2017, WO2015/071746A1), sau de microunde (descrise de exemplu în brevetele US6917165B2/2005, US 2010/0296977A1, US2014/0287162A1) conțin rețele de adaptare sau circuite rezonante. Elementele rețelei de adaptare sau ale circuitului acordat depind inclusiv de caracteristicile plasmei, care pot varia aleator, funcție de condițiile de lucru. Prin urmare rețelele de adaptare sau circuitele rezonante trebuie ajustate continuu în timpul funcționării generatorului de plasmă. Pentru întreținerea descărcărilor electrice în radiofrecvență și microunde sunt necesare puteri mari, făcând dificilă astfel obținerea de plasmă reci. Componentele electronice de putere utilizate în domeniul de radiofrecvență sau de microunde sunt relativ scumpe și au o durată de viață limitată. De asemenea utilizarea tensiunilor alternative, de joasă, medie sau înaltă frecvență, pentru generarea plasmei (cum sunt cele descrise în US5909086/1999, US6099523/2000, US2010/0133979A1, US9601317B2/2017), sinusoidale sau sub formă de pulsuri, pot conduce la apariția unor perturbații electromagnetice care să afecteze echipamentele electronice aflate în apropiere, fiind nevoie de circuite de deparazitare. Toate asemenea particularități, menționate mai

înainte, cresc costul și complexitatea echipamentului. Un sistem de alimentare hibrid este descris în: 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), fiind utilizat în cazul unui generator ce produce o plasmă rece, funcționând la un curent de descărcare relativ scăzut. Dezavantajul acestei soluții este acela că utilizează două surse de alimentare, anume o sursă de tensiune continuă, ce întreține descărcarea, și respectiv un generator de pulsuri de foarte înaltă tensiune, ce amorsează descărcarea. De asemenea prezența pulsurilor de foarte înaltă tensiune poate conduce la apariția perturbațiilor electromagnetice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în aceea că reprezintă o soluție prin care, folosind o singură sursă de alimentare electrică ce furnizează o tensiune continuă, sursa de alimentare electrică fiind conectată la electrozii generatorului de plasmă, direct sau în serie cu un rezistor, se asigură amorsarea descărcării electrice, iar ulterior menținerea descărcării electrice sau reamosarea descărcării electrice dacă este necesar, în mod automat, la un curent de descărcare suficient de mic, astfel încât să fie obținut un jet de plasmă rece.

Generatorul de plasmă realizat conform invenției înlătură dezavantajele soluțiilor existente prin aceea că sistemul său de alimentare electrică, constă, conform invenției, dintr-un ansamblu de circuite electronice, care formează sistemul de alimentare electrică și care generează la ieșire o tensiune electrică continuă U_0 , a cărei valoare este ajustată automat, astfel încât valoarea absolută a curentul debitat la ieșire I_0 să fie egală sau mai mică decât o valoare constantă I_p , prestabilită, pentru un domeniu larg de variație a rezistenței de sarcină. Tensiunea electrică existentă U_0 la ieșirea sistemului de alimentare electrică este aplicată, direct sau în serie cu un rezistor, electrozilor sursei de plasmă. Sursa de plasmă conține doi electrozi, cu rol de anod, respectiv catod, amplasați într-un curent de gaz, între care apare o descărcare electrică. În cazul generatorului de plasmă realizat conform invenției, curentul de ieșire al sistemului de alimentare I_0 este egal cu curentul de descărcare I_d . Tensiunea electrică aplicată electrozilor sursei de plasmă poate fi negativă sau pozitivă, față de electrodul conectat la masă, corespunzător cerințelor constructive ale sursei de plasmă. Sistemul de alimentare electrică, în una din variantele sale de realizare, este compus, conform invenției, din: sursă de tensiune continuă, circuit de comutație, transformator ridicător de tensiune, rețea de redare și filtraj, senzor de curent și circuit de comandă. Circuitul de comutație este alimentat de către sursa de tensiune continuă și generează la ieșire o tensiune electrică dreptunghiulară ale cărei amplitudine și factor de umplere sunt controlate de circuitul de comandă. Tensiunea electrică generată de circuitul de comutație este aplicată în primarul transformatorului ridicător de

tensiune. Tensiunea electrică generată în secundarul transformatorului ridicător de tensiune, de ordinul kilovolților, este aplicată la intrarea rețelei de redresare și filtraaj. Rețeaua de redresare și filtraaj, având caracteristici specifice frecvenței tensiunii generate de circuitul de comutație, realizează conversia tensiunii alternative generate de către secundarul transformatorului ridicător de tensiune, într-o tensiune continuă. În absența sarcinii (adică atunci când $I_0=0$), sistemul de alimentare electrică este realizat, conform invenției, să furnizeze tensiunea de ieșire maximă ($U_0=U_{0max}$). Sistemul de alimentare electrică realizat conform invenției poate funcționa în două regimuri de lucru, anume, ca sursă de curent, respectiv, în regim de limitare a curentului. Circuitul de comandă ajustează parametrii de funcționare ai circuitului de comutație, astfel încât $|I_0|=|I_p|$, atunci când sistemul de alimentare electrică funcționează ca sursă de curent, sau astfel încât $|I_0|<|I_p|$, atunci când sistemul de alimentare electrică funcționează în regim de limitare a curentului. Utilizatorul poate selecta regimul de lucru al sistemului de alimentare electrică și valoarea curentului prestabilit I_p , modificând parametrii circuitului de comandă. Electrozii sursei de plasmă sunt conectați la ieșirea sistemului de alimentare electrică, fie direct, fie în serie cu un rezistor, denumit *rezistor de balast*, a cărui rezistență R_b , poate avea valori diferite, depinzând de geometria sursei de plasmă, regimul de funcționare al acesteia, de natura și presiunea gazului de lucru. Rezistorul de balast are rolul de stabilizare a jetului de plasmă și de a crește suplimentar rezistența internă efectivă a sistemului de alimentare electrică. Rezistența sa poate fi modificată ulterior amorsării descărcării, în scopul optimizării parametrilor jetului de plasmă, corespunzător regimului particular de lucru. Conform invenției, valoarea absolută a tensiunii maxime de ieșire $|U_{0max}|$ furnizată de către sistemul de alimentare este aleasă astfel încât, pentru geometria dată a electrozilor, câmpul electric ce apare în spațiul dintre electrozi, ca rezultat al aplicării acestei tensiuni, să fie mai mare decât cel necesar străpungerii gazului, la presiunea și temperatura existente. Pentru aer, la presiune și temperatură normale, valoarea necesară a câmpului electric este de circa 3×10^6 V/m (J. S. Rigden, *Macmillan Encyclopedia of Physics*, Ed. Simon & Schuster, 1996, p. 353.). În cazul unei surse de plasmă, pentru care anodul este un cilindru metalic gol, cu diametrul interior D_i iar catodul este o tijă metalică cu diametrul $D_e < D_i$, amplasată în interiorul anodului, de-a lungul axei sale, câmpul electric E la distanța r față de axă, se calculează conform relației:

$$E = \frac{|U_0| - |I_0|R_b}{r \ln\left(\frac{D_i}{D_e}\right)}$$

În momentul aplicării tensiunii de alimentare, descărcarea electrică nu este amorsată, curentul I_0 debitat de sistemul de alimentare electrică este nul, iar tensiunea de ieșire $U_0 = U_{0max}$, suficient de ridicată pentru amorsarea descărcării. Teoria generală a descărcărilor electrice în gaze arată ca după amorsarea descărcării, tensiunea U_d dintre electrozi se menține aproximativ constantă, pentru un domeniu larg de variație a curentului de descărcare I_d . Valoarea tensiunii U_d depinde de geometria electrozilor, presiunea și natura gazului de lucru. Pe măsură ce curentul de descărcare crește, pentru îndeplinirea condiției $|I_0| = |I_p|$, atunci când sistemul de alimentare electrică funcționează ca sursă de curent sau $|I_0| < |I_p|$, atunci când sistemul de alimentare electrică funcționează în regim de limitare a curentului, circuitul de comandă modifică parametrii de funcționare ai circuitului de comutație astfel încât tensiunea de la ieșirea sistemului de alimentare electrică U_0 să scadă și să atingă o valoare de echilibru corespunzătoare regimului de lucru.

În regimul în care sistemul de alimentare electrică funcționează ca sursă de curent, menținerea constantă a valori curentului de ieșire se realizează prin variația tensiunii de ieșire U_0 astfel încât, în orice moment să fie îndeplinită condiția:

$$|U_0| = |U_d| + |I_p|R_b.$$

În regimul în care sistemul de alimentare electrică funcționează în regim de limitare a curentului, aceasta se realizează prin variația tensiunii de ieșire U_0 astfel încât, în orice moment este îndeplinită condiția:

$$\frac{|U_0 - U_d|}{R_b} < |I_p|.$$

În ambele cazuri ajustarea tensiunii U_0 se face, automat, de către circuitul de comandă.

Într-o altă variantă de realizare, sursa de alimentare electrică conține, conform invenției, un transformator ridicător de tensiune, având circuitul magnetic întrerupt (transformator cu întrefier) al cărui secundar este conectat la o rețea de redresare și filtraaj. Primarul transformatorului de înaltă tensiune este conectat la rețeaua de curent alternativ. Rețeaua de redresare și filtraaj, având caracteristici specifice frecvenței rețelei de curent alternativ, realizează conversia tensiunii alternative existente la capetele secundarului transformatorului ridicător de tensiune într-o tensiune continuă. Electrozii sursei de plasmă sunt conectați la ieșirea rețelei de redresare și filtraaj, fie direct, fie în serie cu un rezistor, denumit rezistor de balast, cu rezistența R_b . Rezistorul de balast are rolul de stabilizare a jetului de plasmă și de creștere suplimentară a rezistenței interne a sistemului de alimentare electrică. Rezistența sa poate fi modificată ulterior amorsării descărcării, în scopul optimizării parametrilor jetului de plasmă, ținând seama de condițiile particulare de lucru. Constructiv, sistemul de alimentare

electrică este realizat, conform invenției, astfel ca tensiunea sa de ieșire U_0 , în absența sarcinii (adică atunci când $I_0=0$), pentru geometria dată a electrozilor, să fie suficient de mare astfel încât să genereze un câmp electric în spațiul dintre electrozi mai mare decât cel necesar străpungerii gazului, la presiunea și temperatura existente. În această variantă, sistemul de alimentare electrică funcționează în regim de limitare a curentului, pentru care $|I_0| < |I_p|$. Curentul prestabilit I_p depinde de dimensiunile întrefierului și de celelalte caracteristici constructive ale transformatorului ridicător de tensiune. Curentul de ieșire $I_0=I_d$ este determinat de parametrii constructivi ai întregului circuit.

În ambele variante de realizare a invenției, funcționarea sistemului de alimentare este echivalentă cu aceea a unei surse ideale de înaltă tensiune, programabile, conectate prin intermediul unui rezistor de valoare mare la electrozii sursei de plasmă.

Față de soluțiile anterioare, generatorul de plasmă la care face referire invenția prezintă următoarele avantaje:

- folosește o singură sursă de alimentare în curent continuu, simplificând construcția sa;
- curentul de descărcare este controlat sau, după caz, limitat, fiind menținut la valori scăzute, ceea ce conduce la posibilitatea obținerii unei plasmă reci;
- alimentarea în curent continuu a generatorului de plasmă elimină necesitatea circuitelor de adaptare;
- alimentarea în curent continuu a generatorului de plasmă elimină apariția perturbațiilor electromagnetice.

Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1, 2, 3, și 4 care reprezintă:

-Figura 1, schema bloc generatorului de plasmă ce utilizează un sistem de alimentare electrică generând la ieșire o tensiune electrică continuă, negativă, U_0 , a cărei valoare este ajustată automat, astfel încât curentul de ieșire I_0 să fie menținut sau să fie limitat la o valoare prestabilită.

-Figura 2, schema bloc a unui generator de plasmă ce utilizează un sistem de alimentare electrică conținând un transformator ridicător de tensiune, având circuitul magnetic întrerupt (transformator cu întrefier).

-Figura 3, schema echivalentă a circuitului electric pentru generatorul de plasmă realizat conform invenției

-Figura 4, tensiunea și curentul furnizate de sistemul de alimentare electrică în timpul funcționării unui generator de plasmă, pentru care s-a implementat practic sistemul de alimentare electrică conform invenției.

În figura 1 este prezentată schema bloc generatorului de plasmă, realizat conform invenției, care utilizează un sistem de alimentare electrică generând la ieșire o tensiune electrică continuă U_0 , negativă față de masă, a cărei valoare este ajustată automat, astfel încât curentul de ieșire I_0 să fie menținut sau să fie limitat la o valoare prestabilită. Sursa de plasmă (1) conține catodul (2) și anodul (3). Catodul (2) este conectat la polul negativ al sistemului de alimentare electrică prin intermediul rezistorului (4), denumit rezistor de balast, având rezistența R_b , care poate fi variată. Anodul (3) și polul pozitiv al sursei de alimentare electrică sunt conectate la masă. Anodul (3) constă într-un cilindru metalic gol cu diametrul interior D_i , prevăzut la un cap cu orificiul de acces (5) prin care este introdus gazul de lucru, iar la celălalt capăt fiind prevăzut cu un ajutor (6) prin care este expulzat jetul de plasmă (7). Catodul (2) constă într-o tijă metalică cu diametrul D_e introdusă în interiorul anodului (3), de-a lungul axei sale și izolată electric față de acesta. Sistemul de alimentare electrică conține sursa de tensiune continuă (8), circuitul de comutație (9), transformatorul ridicător de tensiune (10) cu primarul (11), respectiv secundarul (12), rețeaua de redresare și filtrație (13), senzorul de curent (14) și circuitul de comandă (15). Senzorul de curent (14) furnizează către circuitul de comandă (15) tensiunea electrică U_e proporțională cu curentul de ieșire I_0 , dată de relația $U_e = kI_0$, unde k este un factor de proporționalitate. Circuitul de comandă (15) controlează parametrii de funcționare ai circuitului de comutație (9), prin intermediul tensiunii de comandă U_c , astfel încât $|I_0| = |I_p|$, atunci când sursa de alimentare electrică funcționează ca sursă de curent, sau $|I_0| < |I_p|$, atunci când sursa de alimentare electrică funcționează în regim de limitare a curentului.

În figura 2, este prezentată o altă variantă de realizare a invenției în care generatorul de plasmă utilizează un sistem de alimentare electrică conținând un transformator ridicător de tensiune (16), având circuitul magnetic întrerupt (transformator cu întrefier). Primarul (17) al transformatorului de înaltă tensiune (16) este conectat la rețeaua de curent alternativ. Secundarul (18) al transformatorului de înaltă tensiune (16) este conectat la rețeaua de redresare și filtrație (19), având caracteristici specifice frecvenței rețelei de curent alternativ, ce realizează conversia tensiunii alternative existente la capetele secundarului (18) al transformatorului ridicător de tensiune (16) într-o tensiune continuă, negativă față de masă.

Catodul (2) este conectat la polul negativ al sistemului de alimentare electrică prin intermediul rezistorului (4), denumit rezistor de balast, având rezistența R_b , care poate fi variată. Anodul (3) și polul pozitiv al sursei de alimentare electrică sunt conectate la masă. Miezul feromagnetic (20) este întrerupt folosind distanțierii (21) realizați dintr-un material dielectric sau dintr-un metal care nu prezintă proprietăți feromagnetice. Grosimea d a distanțierilor (21),

care reprezintă întrefierul transformatorului ridicător de tensiune (16) este aleasă astfel încât, ținând seama de caracteristicile circuitului complet, $|I_0| < |I_p|$.

În figura 3 este prezentată schema echivalentă a circuitului electric pentru generatorul de plasmă realizat conform invenției, în oricare din variantele sale. Sistemul de alimentare electrică (22) este echivalent cu sursa ideală programabilă de tensiune continuă (23) conectată în serie cu un rezistor (24) având rezistența R_0 , care reprezintă rezistența internă echivalentă a sistemului de alimentare electrică. Sursa ideală programabilă de tensiune continuă (23) conectată în serie cu rezistorul (24) având rezistența R_0 de valoare mare este echivalentă cu o sursă de curent. Circuitul de sarcină este format din rezistorul (4), denumit rezistor de balast, cu rezistența R_b , și de plasma descărcării electrice, a cărei impedanță echivalentă (25) are valoarea Z_p .

Ca exemplu de aplicare s-a realizat generatorul de plasmă la care face referire invenția, utilizându-se sistemul de alimentare electrică generând la ieșire o tensiune electrică continuă, negativă, U_0 , a cărei valoare este ajustată automat, astfel încât curentul de ieșire I_0 să fie limitat la o valoare prestabilită $I_p=7\text{mA}$. Electrozii sursei de plasmă (1) constau dintr-un cilindru de aluminiu (4) cu $D_i=9\text{ mm}$, având rol de anod și o tijă de alamă (2) cu $D_e=2\text{ mm}$, având rol de catod. Drept gaz de lucru este folosit argonul. Diametrul ajutorului (6) este 2 mm. Tensiunea maximă a sistemului de alimentare, $|U_{0max}| \approx 2.7\text{kV}$ iar rezistența de balast $R_b=100\text{k}\Omega$. În figura 4 sunt reprezentate tensiunea și curentul, în valoare absolută, furnizate de sistemul de alimentare electrică în timpul funcționării generatorului de plasmă. La momentul de timp definit de punctul A, este realizată amorsarea jetului de plasmă. În intervalul de timp definit de segmentul AB, este generat jetul de plasmă, la un curent de descărcare $I_0=I_d \approx 7\text{mA}$. Tensiunea la bornele sistemului de alimentare după amorsarea descărcării este $|U_0| \approx 980\text{V}$, rezultând pentru tensiunea de descărcare $|U_d| = |U_0| - |I_d|R_b \approx 280\text{V}$. Puterea transferată plasmei de către sistemul de alimentare electrică este $P_d \approx 1.96\text{W}$. Temperatura jetului de plasmă $T < 70^\circ\text{C}$, lungimea jetului de plasmă (7) fiind de circa 8 mm. La momentul de timp definit de punctul B, funcționarea generatorului de plasmă este oprită.

REVENDICĂRI

1. Generator de jet de plasmă **caracterizat prin aceea** că este prevăzut cu un sistem de alimentare electrică ce furnizează la ieșire o tensiune continuă, pozitivă sau negativă, sistemul de alimentare electrică având rezistență internă mare, tensiunea de ieșire a sistemului de alimentare electrică poate varia în timp, adaptându-se automat la starea descărcării electrice care generează plasma, producând amorsarea descărcării electrice, reamorsarea descărcării electrice în caz de întrerupere, iar după amorsarea descărcării electrice asigură menținerea jetului de plasmă astfel încât valoarea absolută a curentului de descărcare este egală cu o valoare prestabilită, funcționând ca o sursă de curent.
2. Generator de jet de plasmă **caracterizat prin aceea** că este prevăzut cu un sistem de alimentare electrică ce furnizează la ieșire o tensiune continuă, pozitivă sau negativă, sistemul de alimentare electrică având rezistență internă mare, tensiunea de ieșire a sistemului de alimentare electrică poate varia în timp, adaptându-se automat la starea descărcării electrice care generează plasma, producând amorsarea descărcării electrice, reamorsarea descărcării electrice în caz de întrerupere, iar după amorsarea descărcării electrice asigură menținerea jetului de plasmă astfel încât valoarea absolută a curentului de descărcare este mai mică decât o valoare prestabilită.
3. Sistem de alimentare electrică pentru generatoare de jet de plasmă **caracterizat prin aceea** că funcționează conform cu sistemul de alimentare electrică descris în revendicarea 1 și este compus din sursă de tensiune continuă (8), circuit de comutație (9), transformator ridicător de tensiune (10), rețea de redesare și filtraaj (13), senzor de curent (14) și circuit de comandă (15), și care este conectată la electrozii generatorului de plasmă (1), direct sau în serie cu un rezistor (4), asigurând menținerea jetului de plasmă astfel încât valoarea absolută a curentului de descărcare este egală cu o valoare prestabilită.
4. Sistem de alimentare electrică pentru generatoare de jet de plasmă **caracterizat prin aceea** că funcționează conform cu sistemul de alimentare electrică descris în revendicarea 2 și este compus dintr-o sursă de tensiune continuă (8), circuit de comutație (9), transformator ridicător de tensiune (10), rețea de redesare și filtraaj (13), senzor de curent (14) și circuit de comandă (15), și care este conectată la electrozii generatorului de plasmă (1) direct sau în serie cu un rezistor (4), asigurând menținerea jetului de plasmă astfel încât valoarea absolută a curentului de descărcare este mai mică decât o valoare prestabilită.
5. Sistem de alimentare electrică pentru generatoare de jet de plasmă **caracterizat prin aceea** că funcționează conform cu sistemul de alimentare electrică descris în revendicarea 2 și este compus dintr-un transformator ridicător de tensiune (16), având circuitul magnetic întrerupt

(transformator cu întrefier) și rețeaua de redresare și filtraj (19) și care este conectată la electrozii generatorului de plasmă (1) direct sau în serie cu un rezistor (4), asigurând menținerea jetului de plasmă astfel încât valoarea absolută a curentului de descărcare este mai mică decât o valoare prestabilită.

DESENE EXPLICATIVE

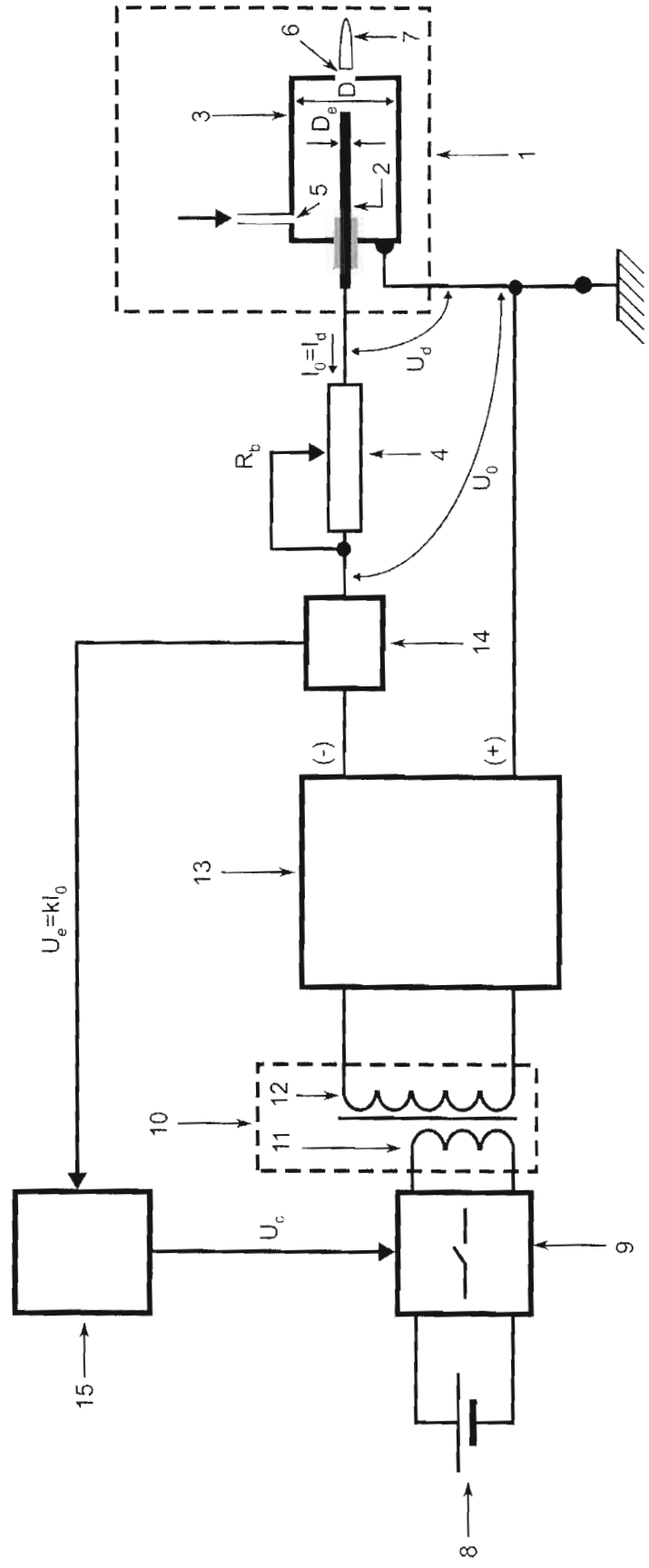


Figura 1

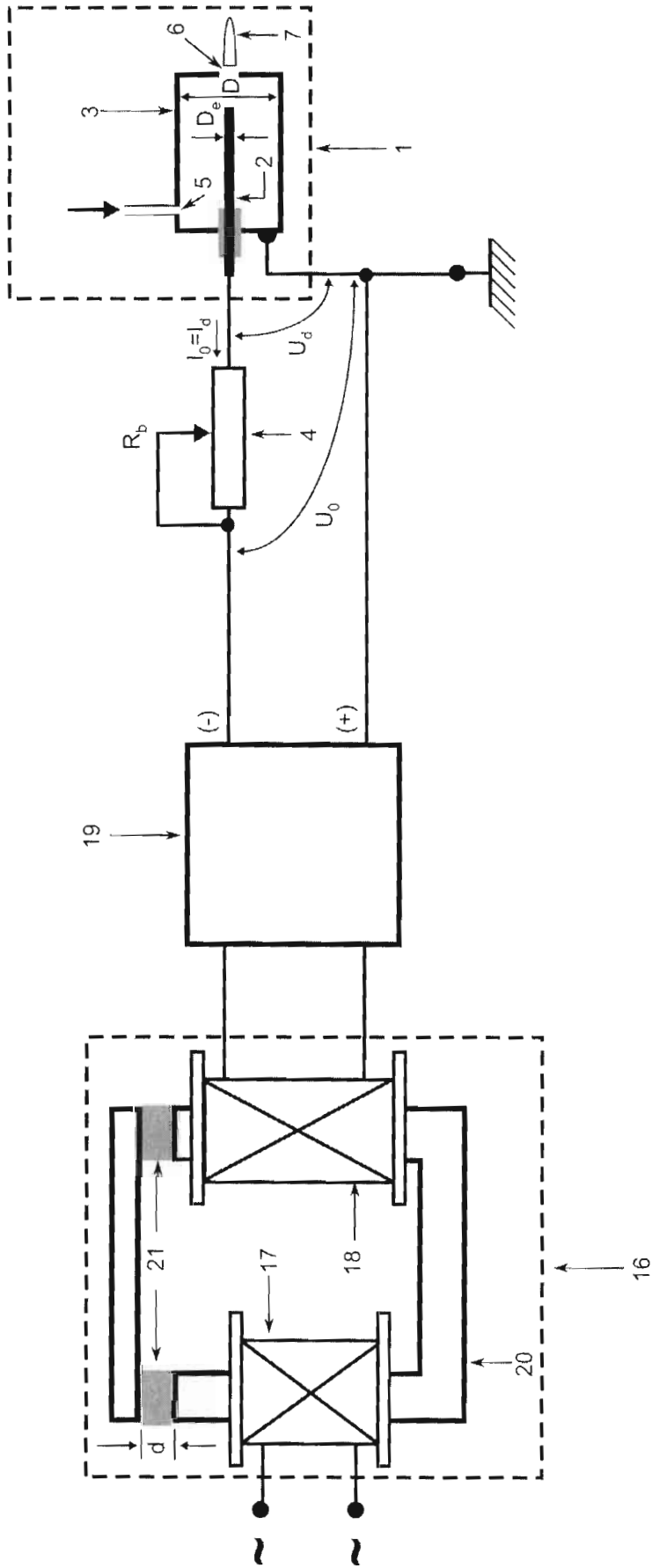


Figura 2

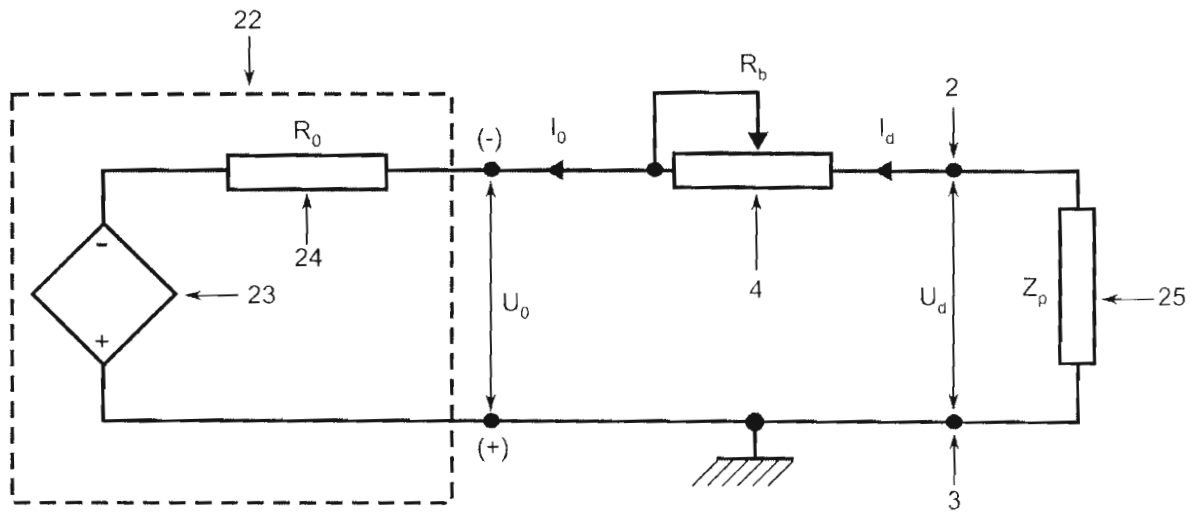


Figura 3

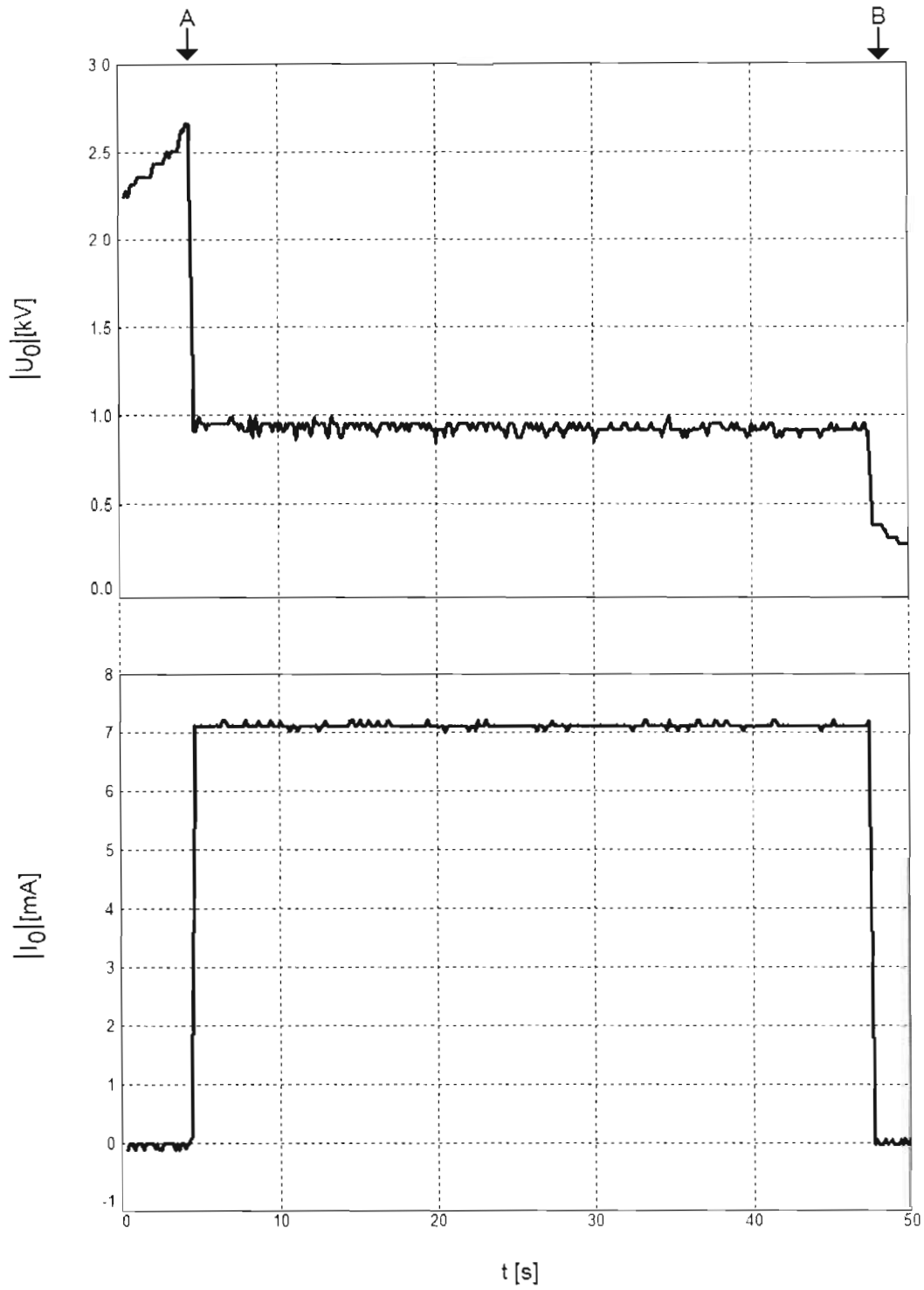


Figura 4