



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2013 00573**

(22) Data de depozit: **31/07/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2019** BOPI nr. **10/2019**

(41) Data publicării cererii:  
**27/02/2015** BOPI nr. **2/2015**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII  
IZOTOPICE ȘI MOLECULARE,**  
*STR. DONATH NR. 71-103 POB 700,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO*

(72) Inventatori:  
• **SURDUCAN VASILE, STR.NUCULUI  
NR.8, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**

• **SURDUCAN EMANOIL,**  
*STR. GHEORGHE DIMA NR.10, AP.19,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;*  
• **LIMARE ANGELA,**  
*183 AVENUE DU GENERAL LECLERC,  
YERRES, FR*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**EP 1885161 B1; RO 122063 B1;**  
**US 3840774; US 2012080619 A1;**  
**EP 1324637 A2; US 4835353**

(54) **BLOC DE STABILIZARE ȘI CONTROL DESTINAT  
ALIMENTĂRII CURENTULUI DE FILAMENT  
AL MAGNETROANELOR**



# RO 130089 B1

1 Prezenta invenție se referă la un bloc electronic pentru stabilizarea și controlul  
curentului de filament al magnetronelor utilizând module POL (Point of Load - punct de  
3 sarcină) sau echivalente.

5 Magnetronurile sunt dispozitive cu emisie de electroni ce necesită încălzirea unui  
filament pentru eliberarea fasciculului de electroni care generează radiația de microunde.  
Modulele stabilizatoare POL sunt module electronice cu preț relativ scăzut ce se utilizează  
7 pentru alimentarea dispozitivelor electronice programabile energofage ca FPGA (Field  
Programable Gate Array) sau DSP (Digital Signal Processor) prin montarea în imediata  
9 apropiere a acestora. În acest mod, este micșorată căderea de tensiune pe circuitele de  
alimentare ale FPGA/DSP. În mod normal, un modul POL nu poate fi utilizat pentru  
11 stabilizarea curentului de filament al unui magnetron datorită tensiunii înalte aplicate între  
catodul (filamentul) și anodul magnetronului, cât și datorită curentului de pornire al  
13 filamentului, acesta fiind cu mult mai mare decât curentul de scurtcircuit furnizat de modulul  
POL. Prezentul brevet rezolvă aceste două probleme, făcând posibilă stabilizarea curentului  
15 de filament al magnetronului cu module POL. Prin stabilizarea curentului de filament al  
magnetronului și controlul digital al acestuia, se poate modifica mai precis amplitudinea  
17 radiației de microunde și lărgimea de bandă a frecvențelor generate, controlând practic  
puterea de microunde generată de magnetron. Invenția poate fi folosită oriunde se utilizează  
19 magnetronuri pentru generarea unei radiații de microunde cât mai stabile (în generatoare de  
microunde pentru aplicații științifice, aparatură medicală pentru diatermie/hipertermie,  
21 instalații industriale pentru generare de plasmă în câmp de microunde, reactoare și  
digestoare în câmp de microunde cu utilizare în chimie, cuptoare de microunde performante  
23 pentru uz casnic etc.).

25 La ora actuală, se cunosc două tipuri de alimentare a magnetronurilor: cu  
transformatoare, respectiv cu invertoare. Magnetronul cu câmp magnetic fix generat din  
magnet permanent necesită două tensiuni de alimentare: o tensiune anodică continuă sau  
27 pulsată de ordinul a 4 KV ce debitează prin circuitul anod-catod al magnetronului circa  
0,5...0,8 A și o tensiune de filament alternativă de ordinul a 3,5 V ce debitează circa 10...15 A  
29 prin filamentul (catodul) magnetronului (fig. 1). Tensiunea de filament se găsește la  
potențialul catodului (circa 4 KV măsurat față de anodul magnetronului conectat la pământ).  
31 Cele două tensiuni de alimentare pot fi obținute din același transformator [US 3840774,  
"Magnetron operating circuit with surge voltage absorber", Kozo Iwata, New Nippon Electric  
33 Company, 1974] (fig. 1a), din transformatoare independente [RO 122063 B1, "Procedeu și  
instalație pentru procesare dinamică a substanței în câmp de microunde de putere", E.  
35 Surducan, V. Surducan, INCDTM-Cluj Napoca, 2008] (fig. 1b) sau dintr-un inverter care  
debitează atât tensiunea anodică, cât și tensiunea de filament [EP 1885161 B1, "Magnetron  
37 driving power supply", Sakai Shinichi et al., Panasonic Corporation, 2011] (fig. 2). Puterea  
generată de magnetron este condiționată de valoarea și stabilitatea tensiunii anodice, res-  
39 pectiv de stabilitatea tensiunii de filament. Pentru aplicațiile nepretențioase de încălzire în  
câmp de microunde, unde stabilitatea câmpului de microunde nu este importantă (cuptoare  
41 cu microunde pentru uz casnic), circuitul de alimentare al filamentului utilizează curent  
alternativ nestabilizat. S-a observat însă că, atunci când e nevoie de generarea unui câmp  
43 de microunde stabil pentru o perioadă îndelungată de timp, este nevoie fie de redresarea și  
filtrarea curentului de filament [EP 1324637 A2, "Microwave oven with DC magnetron heater  
45 power supply", Jang Seong-Deong et al., Samsung Electronics Co., 2002], fie de compen-  
sarea valorii curentului de filament în funcție de variația curentului anodic al magnetronului  
47 [US 4835353, "Filament power compensation for magnetron", Peter H. Smith et al., General  
Electric Company, 1989], având loc o stabilizare a puterii de microunde generate.

# RO 130089 B1

Soluțiile mai recente includ stabilizarea curentului de filament [US 2012280619 A1, "High Frequency cathode heater supply for a microwave source", Robert Richardson et al., E2V Technologies Ltd., 2012], prin controlul tensiunii primare a unui transformator izolator funcționând la frecvență ridicată, urmat de redresarea și filtrarea tensiunii obținute în secundar, direct în circuitul de filament al magnetronului. 1  
3  
5

Magnetronul este cel mai ieftin dispozitiv cu emisie termoelectrică utilizat azi pentru generarea radiației de microunde și de aceea este și foarte utilizat. Reglarea puterii de microunde a magnetronului, respectiv controlul lărgimii de bandă al spectrului de microunde generat se poate face prin controlul curentului anodic, dar și prin controlul (stabilizarea, respectiv modulația) curentului de filament. Blocul ce realizează această funcție, numit în acest document bloc de stabilizare și control, trebuie să funcționeze flotat la potențialul catodului magnetronului (circa - 4 kV pentru magnetron comercial de 1...2 kW). Stadiul anterior al tehnicii relevă utilizarea unor metode de reglare a puterii magnetronului prin controlul curentului anodic al magnetronului fără a stabili în mod special curentul de filament [EP1885161B1, "Magnetron driving power supply", Sakai Shinichi et al., Panasonic Corporation, 2011]. 7  
9  
11  
13  
15

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unei tensiuni de filament continue (cu riplu minim) care să nu se modifice în funcție de variația tensiunii de alimentare, sau în funcție de valoarea curentului anodic al magnetronului, adică în funcție de puterea electrică absorbită de magnetron de la rețea. 17  
19

Blocul de stabilizare destinat filamentului magnetronului conform invenției înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că este alcătuit dintr-un redresor bialternanță, un sistem de filtrare, un sistem de protecție, un filtru suplimentar, și utilizează mai multe module stabilizatoare POL conectate în paralel, combinate cu un modul de pornire încetinită și cu un modul izolator comandat printr-un conector, aceste module realizând împreună un bloc compact de alimentare stabilizată. 21  
23  
25

Blocul de stabilizare, conform invenției, prin intermediul conectorului modulului izolator realizează modularea digitală a amplitudinii curentului de filament și a secvenței de pornire-oprire a acestuia, pornirea alimentării făcându-se cu o rampă de tensiune crescătoare prin modulul de pornire încetinită până la atingerea valorii nominale a tensiunii de filament, iar oprirea cu un semnal treaptă aplicat printr-un conector al modulului izolator. 27  
29  
31

Blocul de stabilizare, conform invenției, este conectat cu un echipament de comandă extern printr-un conector al modulului izolator, care transferă comanda digitală pentru reglajul de tensiune al filamentului, respectiv prin celălalt conector al modulului izolator care transferă comanda de oprire a curentului de filament. 33  
35

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- permite modificarea în mod controlat a lărgimii de bandă a spectrului de microunde generat de magnetron (între 10...70 MHz) și a frecvenței centrale a acestuia; 37

- permite reglajul fin al puterii generate de magnetron, coborând până la circa 5...10% din puterea nominală a magnetronului, prin modificarea lărgimii de bandă. Acest reglaj fin nu poate fi realizat prin metodele clasice de control al curentului anodic care acoperă circa 10...100% din puterea nominală a magnetronului utilizat; 39  
41

- prin modificarea frecvenței centrale generate de magnetron, se poate ajusta mai ușor adaptarea magnetronului la circuitul de microunde, acolo unde este cazul. 43

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...6, care reprezintă: 45

- fig. 1, stadiul anterior al tehnicii relativ la alimentarea magnetronului prin transformatoare; 47

# RO 130089 B1

- 1 - fig. 2, stadiul anterior al tehnicii relativ la alimentarea magnetronului prin invertor;  
- fig. 3, schema de principiu a blocului de stabilizare și control;  
3 - fig. 4, un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare și control, împreună cu un invertor comercial pentru magnetron;  
5 - fig. 5, un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare și control, împreună cu un transformator anodic;  
7 - fig. 6, un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare și control, împreună cu un alt transformator anodic.

9 În fig. 1a se prezintă alimentarea magnetronului **M** printr-un transformator comun **E** pentru tensiunea anodică (înfășurarea **S2**), respectiv tensiunea de filament (înfășurarea **S1**).  
11 Tensiunea anodică este obținută prin dublarea monolaternanță a tensiunii anodice alternative (înfășurarea **S2**, 50 Hz), utilizând un condensator **C1** și o diodă **D1**, ambele de înaltă  
13 tensiune. Controlul puterii emise de magnetron **M** se face prin alimentarea în pulsuri de tensiune a primarului transformatorului **E** printr-un comutator static cu dispozitive semi-  
15 conductoare sau releu electromagnetic **S**. În această configurație, nu se pot comanda separat tensiunea anodică A-K și tensiunea de filament 1-2 a magnetronului **M**;

17 În fig. 1b se prezintă alimentarea magnetronului **M** cu transformatoare separate pentru tensiunea anodică **F**, respectiv tensiunea de filament **G**. Controlul celor două tensiuni  
19 se face separat, prin comutarea statică cu dispozitive semiconductoare sau cu releu electromagnetic **S** a tensiunii aplicate în primarul transformatoarelor.

21 În fig. 2 se prezintă stadiul anterior al tehnicii, relativ la alimentarea magnetronului **M** prin invertor. Blocul invertor permite comanda proporțională a puterii de microunde generate  
23 de magnetron (la bornele **J4**) prin modificarea curentului anodic al acestuia, în timp ce tensiunea anodică (măsurată între bornele A-K) rămâne aproximativ constantă indiferent de  
25 valoarea curentului anodic. Tensiunea anodică este generată prin dublarea bialternanță a tensiunii înalte (înfășurarea **S1**), utilizând condensatoarele **C2** și diodele **D2**. Tensiunea de  
27 filament a magnetronului este alternativă, cu frecvența de circa 30 kHz, obținută direct din înfășurarea **S2** a transformatorului invertorului **I**. În această configurație nu se poate modifica  
29 separat valoarea curentului anodic A-K, respectiv valoarea tensiunii de filament 1-2 a magnetronului **M**.

31 Invenția de față realizează stabilizarea și controlul prin comandă digitală a tensiunii de alimentare a filamentului, implicit al curentului de încălzire al filamentului, utilizând un bloc  
33 electronic care funcționează flotat la tensiunea de alimentare a catodului magnetronului (fig. 3, fig. 4). Pentru a face posibilă comanda digitală a acestui modul dintr-un sistem  
35 încorporat (embedded system), în invenție este utilizată o interfață pentru comunicație, izolată galvanic de circuitul de înaltă tensiune.

37 Prezenta invenție descrie un bloc de stabilizare și control destinat alimentării curentului de filament al magnetronelor (fig. 3). În acest context, prin stabilizare se înțelege gene-  
39 rarea unei tensiuni de filament a cărei valoare să nu prezinte o variație mai mare de +/-1% din tensiunea nominală în situația în care curentul anod-catod al magnetronului este nul,  
41 respectiv să nu prezinte variație mai mare de +/-10% în situația în care curentul anod-catod al magnetronului este egal cu cel nominal și magnetronul funcționează în condiții extreme  
43 (raportul de undă staționară VSWR = 1.5:1). Prin control, se înțelege posibilitatea de modificare continuă a tensiunii între limitele 50...120% din tensiunea nominală a filamentului  
45 magnetronului, utilizând o interfață digitală serială. Blocul de stabilizare permite și comutarea pornit-oprit a tensiunii de filament astfel: pornirea se realizează întotdeauna de la tensiune  
47 nulă cu o rampă de tensiune crescătoare până la valoarea nominală a tensiunii de filament, iar oprirea se realizează întotdeauna instantaneu (prin treapta de tensiune). Durata de  
49 acționare a rampei de tensiune crescătoare la bornele filamentului este de minimum 10 s.

# RO 130089 B1

Conform fig. 3, blocul de stabilizare și control este alcătuit dintr-un redresor bialternanță **B**, un circuit de filtrare **CE**, un circuit de protecție (siguranță) **H**, un circuit de filtrare suplimentară **C**, unul sau mai multe module stabilizatoare POL, un modul de pornire încetinită **MPI** și un modul izolator **MI**. Cele trei module sunt amplasate pe aceeași placă de circuit imprimat; fizic, nu există delimitare între ele. Circuitul de redresare bialternanță **B**, circuitul de filtrare **CE**, circuitul de protecție **H** și circuitul de filtrare suplimentară **C** pentru suprimarea zgomotelor asigură tensiunea de alimentare pentru modulul POL.

La ieșirea din modulul POL, respectiv, la ieșirea din modulul de pornire încetinită se găsesc două circuite suplimentare de filtrare **CE1**, **CE2**, în care **CE1** reprezintă un filtru de îmbunătățire a stabilității, iar **CE2**, un filtru de suprimare a oscilațiilor. Modulul POL dispune de intrări (+/-SENSE) utilizate pentru compensarea căderii de tensiune pe circuitul imprimat. Intrările SENSE ale modulului POL compensează (prin rezistențele **R** având valoare nulă) căderea de tensiune cauzată de porțiunile de circuit situate între ieșirea modulului POL și borna 1 a filamentului magnetronului **M**, respectiv intrarea în modulul de pornire încetinită **MPI**. Ieșirea V0+ a modulului POL este conectată direct la borna 1 a filamentului magnetronului **M**. Ieșirea V0- a modulului POL este conectată cu modulul de pornire încetinită **MPI** care asigură o întârziere de minimum 10 s de la pornirea la rece a filamentului magnetronului **M** până la generarea tensiunii nominale de filament  $U_{\text{nominale}}$ . Pe durata pornirii încetinite, tensiunea de filament  $U_{\text{filament}}$  crește de la 0 la valoarea nominală a acesteia. Modulul de pornire încetinită **MPI** asigură disiparea energiei furnizată de modulul POL pe durata rampei de tensiune. Căderea de tensiune între intrarea și ieșirea modulului de pornire încetinită **MPI** este de maximum 50 mV la atingerea regimului nominal de funcționare al filamentului ( $I_{\text{filament}} \geq 10 \text{ A}$ ,  $U_{\text{filament}} = U_{\text{nominale}}$ ). Ieșirea modulului de pornire încetinită este conectată cu borna 2 a filamentului magnetronului **M**. La bornele de filament ale magnetronului **M** se găsește filtrul **CE2** pentru suprimarea oscilațiilor parazite ce pot apărea pe durata rampei de tensiune. Modulul izolator **MI** asigură o izolație galvanică de minimum 10 kV și permite controlul start-stop al tensiunii de filament (conectorul **J5**), respectiv controlul valorii tensiunii (conectorul **J6**) printr-un semnal digital constând în masă, tact și date intrare.

Blocul de stabilizare și control descris în prezenta invenție poate funcționa cu orice tip de alimentare anodică a magnetronului existentă la această dată. Un exemplu de utilizare având performanțe maxime este prezentat în fig. 4. Circuitul anodic **A-K** al magnetronului **M** rămâne alimentat din blocul de înaltă tensiune al inverterului (cu funcționare în pulsuri de curent sau având curent constant), în timp ce filamentul magnetronului este alimentat din blocul stabilizator prin intermediul unui transformator izolator **J** cu tensiune secundară redusă. Circuitul de filament al magnetronului **M** este alimentat din modulul de alimentare și control descris în prezenta invenție. În această configurație, se pot comanda separat valoarea curentului anodic (conectorul **J4**), respectiv pornirea-oprirea tensiunii de filament (conectorul **J5**) și controlul valorii acesteia (conectorul **J6**). Astfel, controlând doar curentul anod-catod **A-K** al magnetronului **M** pentru  $U_{\text{filament}} = U_{\text{nominale}}$ , se modifică puterea de microunde debitată de acesta în limita a 10...100% din puterea nominală. Controlând tensiunea de filament a magnetronului **M**, ( $U_{\text{filament}} \leq U_{\text{nominale}}$ ) pentru curentul anodic minim, se modifică puterea de microunde debitată în limita a 5...10% din puterea nominală. Modulând digital tensiunea de filament cu o undă dreptunghiulară, lărgimea de bandă a radiației de microunde crește până la 50...100 MHz. Oprind total curentul de filament în timp ce tensiunea anodică este păstrată constantă, lărgimea de bandă a radiației de microunde poate scădea sub 20 MHz. Modificând valoarea tensiunii de filament, (pentru o configurație specifică a circuitului de microunde pe care debitează magnetronul), frecvența centrală a magnetronului se poate modifica între  $F_{\text{min}}$  și  $F_{\text{max}}$ , unde  $\Delta F = F_{\text{max}} - F_{\text{min}}$  este domeniul maxim de variație al frecvenței magnetronului.

# RO 130089 B1

1 Fig. 5 prezintă exemplul de utilizare a blocului de stabilizare și control împreună cu  
un transformator anodic **F** urmat de dublare de tensiune monoalternanță, prin intermediul  
3 condensatorului **C** și a diodei **D**. În această configurație, se pot comanda separat curentul  
anodic al magnetronului **M** printr-un comutator static **S**, respectiv tensiunea de filament  
5 (conectorul **J5**) și valoarea acesteia (conectorul **J6**). Spre deosebire de fig. 4, unde curentul  
anodic al magnetronului putea fi reglat în mod continuu, alimentarea anodului cu pulsuri de  
7 curent de 50 Hz provenite din dublarea tensiunii înalte furnizate de transformatorul anodic  
**F** prin elementele **C** și **D** este comandată prin comutatorul static sau printr-un releu  
9 electromagnetic **S**. Astfel, nu este posibilă decât comanda pornit-oprit a curentului anodic al  
magnetronului **M**, respectiv comanda energiei debitate de magnetron prin comanda anodică  
11 PWM (pulse width modulation - modulație cu lărgime de puls). În aceste condiții, utilizarea  
blocului stabilizator pentru tensiunea de filament a magnetronului extinde domeniul de reglaj  
13 al puterii debitate de magnetron.

Fig. 6 prezintă un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare și control împreună  
15 cu un transformator anodic **F** urmat de dublare de tensiune bialternanță prin intermediul  
punții alcătuită din condensatoarele **C-C** și diodele **D-D**, pentru creșterea eficienței regimului  
17 de funcționare. În această configurație, se pot comanda separat curentul anodic al  
magnetronului **M** printr-un comutator static **S**, respectiv tensiunea de filament (conectorul **J5**)  
19 și valoarea acesteia (conectorul **J6**). Exemplul de utilizare din fig. 6 crește randamentul de  
generare al microundelor de către magnetronul **M** comparativ cu cel din fig. 5. Prin dublarea  
21 de tensiune bialternanță realizată de elementele **C-C** și **D-D**, pulsurile de tensiune anodică  
au frecvența de 100 Hz la aceeași valoare a curentului anodic. Dimensiunea de gabarit a  
23 condensatoarelor **C** se reduce la jumătate. Controlul energiei de microunde se realizează  
identic prin comutatorul static sau releul electromagnetic **S**, respectiv prin comanda  
25 curentului de filament din blocul stabilizator.

În ambele exemple de utilizare prezentate în fig. 5, respectiv în fig. 6, frecvența  
27 centrală de funcționare a magnetronului se modifică în funcție de factorul de umplere al  
comenzii PWM aplicate tensiunii anodice. Fără a utiliza blocul stabilizator al tensiunii de  
29 filament descris în prezenta invenție, este practic imposibilă menținerea constantă a  
frecvenței centrale generate de magnetron pentru diverse energii de microunde programate  
31 (factor de umplere variabil al PWM).

# RO 130089 B1

## Revendicări

1. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronului, alcătuit dintr-un circuit de alimentare format din redresor bialternanță (**B**), circuit de filtrare (**CE**), circuit de protecție (**H**) și circuit de filtrare suplimentară (**C**) **caracterizat prin aceea că** utilizează unul sau mai multe module stabilizatoare POL conectate în paralel, combinate cu un modul de pornire încetinită (**MPI**) și cu un modul izolator (**MI**) comandat prin două conectoare (**J5**, **J6**), aceste module realizând împreună un bloc compact de alimentare stabilizată. 3 5 7
2. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronului, conform cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, prin intermediul conectorului (**J6**) modulului izolator (**MI**), se realizează modularea digitală a amplitudinii curentului de filament și a secvenței de control a acestuia, pornirea alimentării făcându-se cu o rampă de tensiune crescătoare prin modulul de pornire încetinită (**MPI**) până la atingerea valorii nominale a tensiunii de filament, iar oprirea cu un semnal treaptă aplicat prin conectorul (**J5**) al modulului izolator (**MI**). 9 11 13
3. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronului, conform cu revendicările 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** este conectat cu un echipament de comandă extern prin conectorul (**J6**) al modulului izolator (**MI**), care transferă comanda digitală pentru reglajul de tensiune al filamentului, respectiv prin conectorul (**J5**) al modulului izolator (**MI**) care transferă comanda de oprire a curentului de filament. 15 17 19
4. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronului, conform cu revendicările 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** modulul izolator (**MI**) asigură o izolare galvanică de minim 10 kV valoare efectivă, între echipamentul de comandă extern cuplat la conectoare (**J5**, **J6**) și ansamblul alcătuit din circuitul de alimentare (**B**, **CE**, **H**, **C**) al modulului POL, modulul POL și circuitul său de filtrare (**CE1**), modulul de pornire încetinită (**MPI**) și filtrul (**CE2**). 21 23 25
5. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronului, conform cu revendicările 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** modularea digitală a amplitudinii curentului de filament al magnetronului (**M**) se realizează prin modulul izolator (**MI**) prin transfer serial de date utilizând două circuite (**J6**) alcătuite din tact și date cu masă comună, iar oprirea curentului de filament se realizează printr-un circuit (**J5**) de comandă și masă comună. 27 29

# RO 130089 B1

(51) Int.Cl.

H02H 9/04 (2006.01);

H05B 6/68 (2006.01);

H01J 25/50 (2006.01)

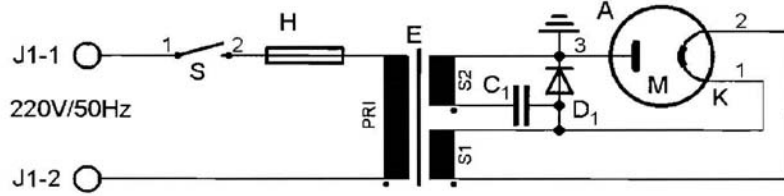


Fig. 1A

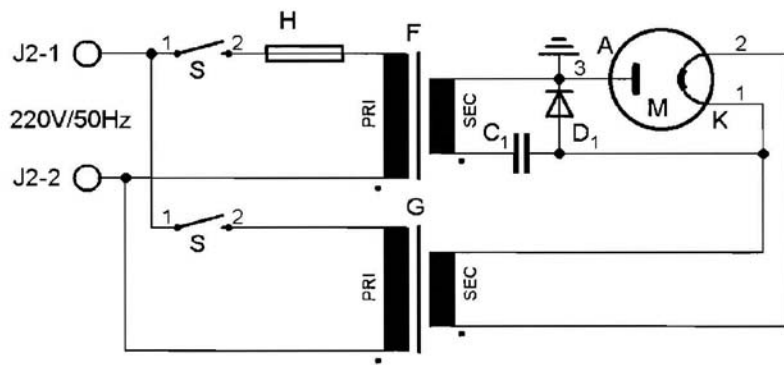


Fig. 1B

Fig. 1

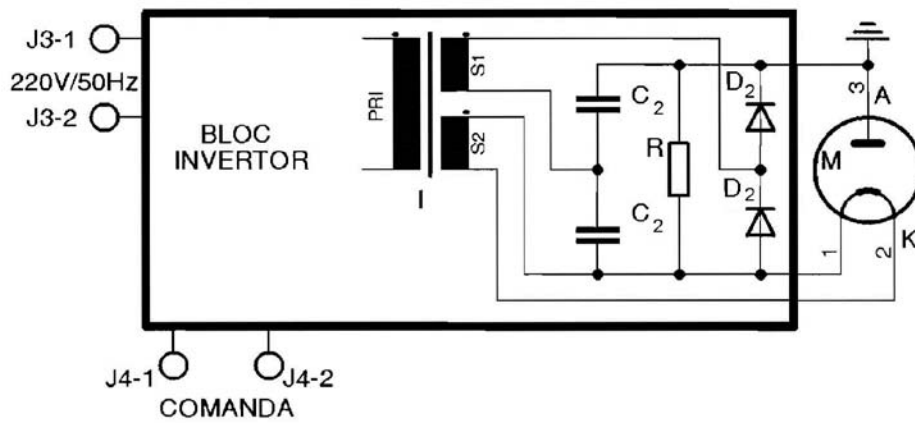


Fig. 2



# RO 130089 B1

(51) Int.Cl.

H02H 9/04 (2006.01);

H05B 6/68 (2006.01);

H01J 25/50 (2006.01)

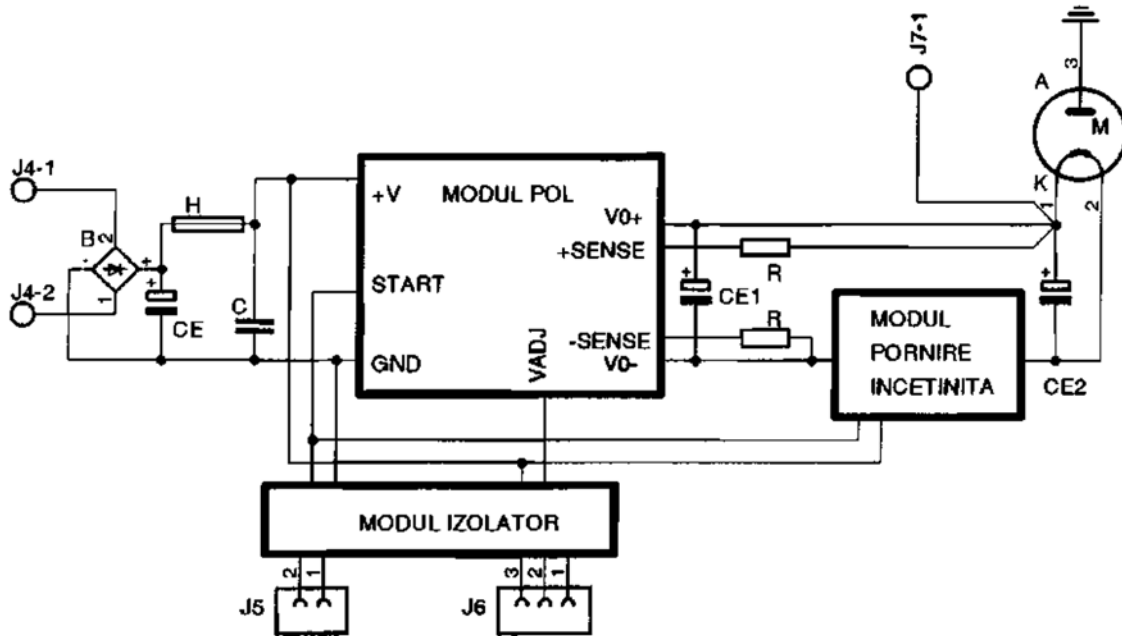


Fig. 3

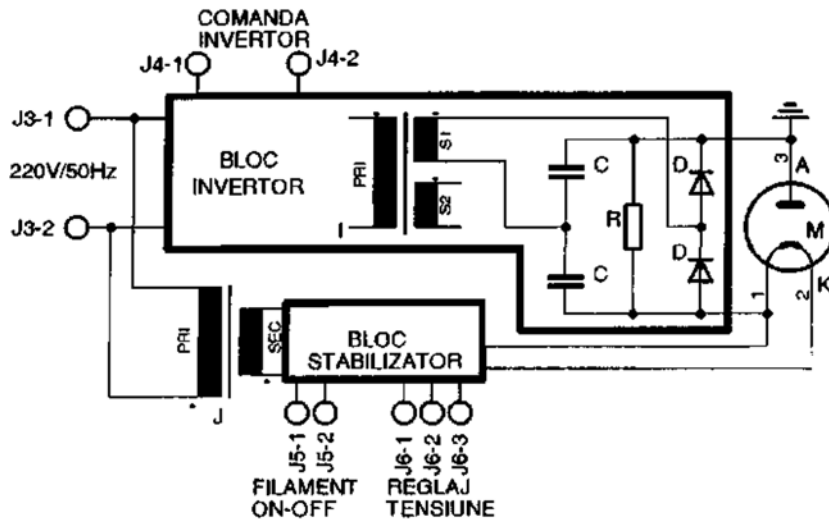


Fig. 4

# RO 130089 B1

(51) Int.Cl.  
H02H 9/04 (2006.01);  
H05B 6/68 (2006.01);  
H01J 25/50 (2006.01)

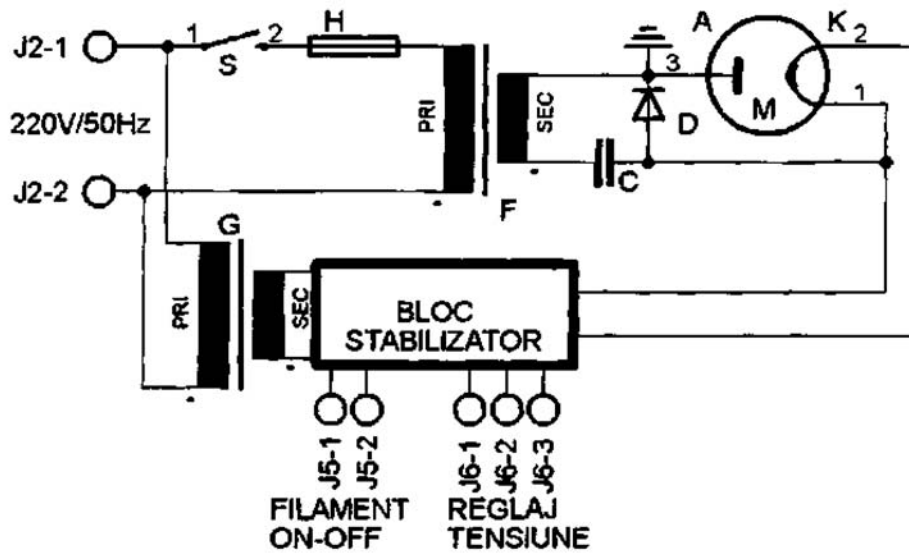


Fig. 5

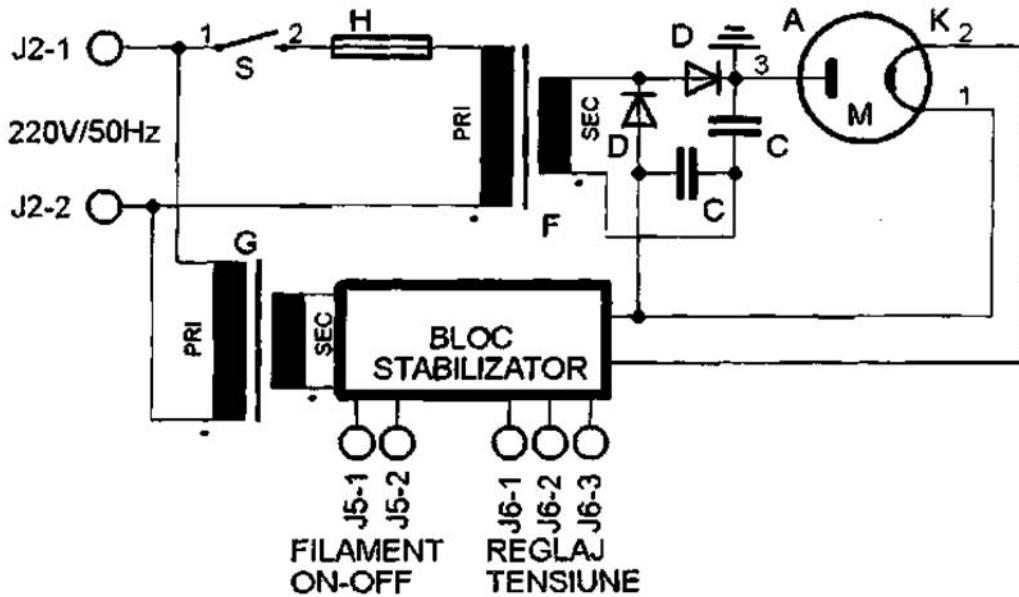


Fig. 6



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 440/2019