



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

(22) Data de depozit: **31.07.2013**

(41) Data publicării cererii:
27.02.2015 BOPI nr. 2/2015

(71) Solicitant:
• **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 BIS AVENUE DU
GENERAL LECLERC, YERRES, FR, FR**

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un bloc electronic pentru stabilizarea și controlul curentului de filament al magnetronelor utilizate pentru generarea unei radiații de microunde cât mai stabile. Blocul de stabilizare, conform invenției, este alcătuit dintr-un circuit de redresare bialternanță (B), un circuit de filtrare (CE), un circuit de protecție (H), un circuit de filtrare suplimentară (C), un modul POL (point of load), un modul de pornire încetinită, un modul de izolare galvanică, aceste module realizând împreună un bloc compact de alimentare stabilizată; pornirea alimentării se face cu o rampă de tensiune crescătoare până la atingerea valorii nominale, iar oprirea se face cu un semnal treaptă, astfel că amplitudinea curentului de filament și a secvenței de pornire-oprire poate fi modulată digital; puterea magnetronului poate fi controlată digital, prin modificarea amplitudinii și a lărgimii de bandă a spectrului de microunde generat.

Revendicări: 5
Figuri: 6

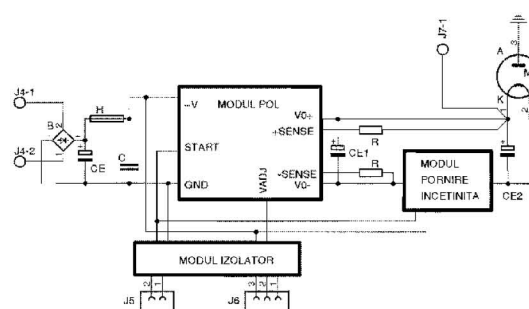
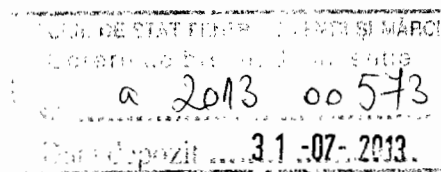


Fig. 3

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





Descrierea invenției

a) Titlu:

BLOC DE STABILIZARE SI CONTROL DESTINAT ALIMENTARII CURENTULUI DE FILAMENT AL MAGNETROANELOR

b) Precizarea domeniului tehnic in care poate fi folosita inventia;

Prezenta invenție se refera la un bloc electronic pentru stabilizarea și controlul curentului de filament al magnetronelor utilizând module POL (Point of Load – punct de sarcină) sau echivalente. Magnetronele 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 pentru alimentarea dispozitivelor electronice programabile energofage ca FPGA (Field Programable Gate Array) sau DSP (Digital Signal Processor) prin montarea în imediată apropiere a acestora. În acest mod, este micșorată caderea de tensiune pe circuitele de alimentare ale FPGA/DSP. În mod normal, un modul POL nu poate fi utilizat pentru stabilizarea curentului de filament al unui magnetron datorită tensiunii înalte aplicate între catodul (filamentul) și anodul magnetronului, cât și datorită curentului de pornire al 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 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 radiației de microunde și lățimea de bandă a frecvențelor generate, controlând practic puterea de microunde generată de magnetron. Invenția poate fi folosită oriunde se utilizează magnetron pentru generarea unei radiații de microunde cât mai stabile (în generatoare de microunde pentru aplicații științifice, aparatura medicală pentru diatermie/hipertermie, instalații industriale pentru generare de plasmă în câmp de microunde, reactoare și digesteore în câmp de microunde cu utilizare în chimie, cuptoare de microunde performante pentru uz casnic, etc.)

c) Indicarea stadiului anterior al tehnicii si indicarea documentelor care stau la baza acestuia;

La ora actuala se cunosc doua tipuri de alimentare a magnetronelor: cu transformatoare respectiv cu invertoare. Magnetronul cu camp magnetic fix generat din magnet permanent necesita doua tensiuni de alimentare: o tensiune anodica continua sau pulsata de ordinul a 4KV ce debiteaza prin circuitul anod-catod al magnetronului cca. 0.5A-0.8A si o tensiune de filament alternativa de ordinul a 3.5V ce debiteaza cca.10A-15A prin filamentul (catodul) magnetronului (Fig.1). Tensiunea de filament se gaseste la potentialul catodului (cca -4KV masurat fata de anodul magnetronului conectat la pamant). Cele doua tensiuni de alimentare pot fi obtinute din acelasi transformator [1] (Fig.1a), din transformatoare independente [2] (Fig1.b) sau dintr-un invertor care debiteaza atat tensiunea anodica cat si tensiunea de filament [3] (Fig.2). Puterea generata de magnetron este conditionata de valoarea si stabilitatea tensiunii anodice, respectiv de stabilitatea tensiunii de filament. Pentru aplicatiile nepretentioase de incalzire in camp de microunde unde stabilitatea campului de microunde nu este importanta (cuptoare cu microunde pentru uz casnic), circuitul de alimentare al filamentului utilizeaza curent alternativ nestabilizat. S-a observat insa ca atunci cand e nevoie de generarea unui camp de microunde stabil pentru o perioada indelungata de timp, este nevoie fie de redresarea si filtrarea curentului de filament [4], fie de compensarea valorii curentului de filament in functie de variatia curentului anodic al magnetronului [5], avand loc o stabilizare a puterii de microunde generate. Solutiile mai recente includ stabilizarea curentului de filament [6], prin controlul tensiunii primare a unui transformator izolator functionand la frecventa ridicata, urmat de redresarea si filtrarea tensiunii obtinute in secundar, direct in circuitul de filament al magnetronului.

d) Expunerea inventiei in termeni care sa permita intelegerea problemei tehnice si a solutiei asa cum este revendicata precum si avantajele inventiei in raport cu stadiul anterior al tehnicii;

Magnetronul este cel mai ieftin dispozitiv cu emisie termoelectrica utilizat azi pentru generarea radiatiei de microunde si de aceea este si foarte utilizat. Reglarea puterii de microunde a magnetronului respectiv controlul largimii de banda al spectrului de microunde generat se poate face prin controlul curentului anodic dar si prin controlul (stabilizarea respectiv modulatia) curentului de filament. Blocul ce realizeaza acesta functie (numit in acest document bloc de stabilizare si control) trebuie sa functioneze flotat la potentialul catodului magnetronului (cca. -4kV pentru magnetronane comerciale de 1kW-2kW, Fig.3). Stadiul anterior al tehnicii releva utilizarea unor metode de reglare a puterii magnetronului prin controlul curentului anodic al magnetronului fara a stabili in mod special curentul de filament [3]. Prin stabilizare se intelege obtinerea unei tensiuni de filament continue (cu riplu minim) care sa nu se modifice in functie de variatia tensiunii de alimentare (retea) sau in functie de valoarea curentului anodic al magnetronului (adica in functie de puterea electrica absorbita de magnetron de la retea). Inventia de fata realizeaza stabilizarea si controlul prin comanda digitala a tensiunii de alimentare a filamentului (implicit al curentului de incalzire al filamentului) utilizand un bloc electronic care functioneaza flotat la tensiunea de alimentare al catodului magnetronului (Fig.3, Fig.4). Pentru a face posibila comanda digitala a acestui modul dintr-un sistem incorporat (embedded system) in inventie este utilizata o interfata pentru comunicatie, izolata galvanic de circuitul de inalta tensiune. Avantajul esential al inventiei de fata, este acela ca printr-o astfel de alimentare se poate modifica in mod controlat largimea de banda a spectrului de microunde generat de magnetron (intre 10-70MHz) si frecventa centrala a acestuia. Modificand largimea de banda, inventia permite reglajul fin al puterii generate de magnetron coborand pana la cca.5%-10% din puterea nominala a magnetronului. Acest reglaj fin nu poate fi realizat prin metodele clasice de control a curentului anodic care acopera cca.10%-100% din puterea nominala a magnetronului utilizat. Modificand frecventa centrala generata de magnetron se poate ajusta mai usor adaptarea magnetronului la circuitul de microunde, acolo unde este cazul.

e) Prezentarea pe scurt a desenelor explicative

Figura 1. prezinta stadiul anterior al tehnicii relativ la alimentarea magnetronului prin transformatoare, astfel:

Figura 1a prezinta alimentarea magnetronului (M) prin transformator comun (E) pentru tensiunea anodica (infasurarea S2), respectiv tensiunea de filament (infasurarea S1). Tensiunea anodica este obtinuta prin dublarea monolaternala a tensiunii anodice alternative (infasurarea S2, 50Hz) utilizand un condensator (C) si o dioda (D) ambele de inalta tensiune. Controlul puterii emise de magnetron (M) se face prin alimentarea in pulsuri de tensiune a primarului transformatorului (E) printr-un comutator static cu dispozitive semiconductoare sau releu electromagnetic (S). In aceasta configuratie nu se pot comanda separat tensiunea anodica (A-K) si tensiunea de filament (1-2) a magnetronului (M).

Figura 1b prezinta alimentarea magnetronului (M) cu transformatoare separate pentru tensiunea anodica (F) respectiv tensiunea de filament (G). Controlul celor doua tensiuni se face separat, prin comutarea statica cu dispozitive semiconductoare sau releu electromagnetic (S) a tensiunii aplicate in primarul transformatoarelor.

Figura 2. prezinta stadiul anterior al tehnicii relativ la alimentarea magnetronului M prin invertor. Blocul invertor permite comanda proportionala a puterii de microunde generate de magnetron (la bornele J4) prin modificarea curentului anodic al acestuia in timp ce tensiunea anodica (masurata intre bornele A-K) ramane aproximativ constanta indiferent de valoarea curentului anodic. Tensiunea anodica este generata prin dublarea tensiunii inalte (infasurarea S1) prin dublare bialternanta, utilizand condensatoarele (C) si diodele (D). Tensiunea de filament a magnetronului este alternativa cu frecventa de cca.30KHz, obtinuta direct din infasurarea S2 a transformatorului invertorului (I). In aceasta configuratie nu se poate modifica separat valoarea curentului anodic (A-K) respectiv valoarea tensiunii de filament (1-2) a magnetronului (M).

Figura 3. prezinta schema de principiu a blocului de stabilizare si control, solutia prezentei inventii. Acesta este alcatuit dintr-un circuit de redresare bialternanta (B), filtrare (CE), protectie (siguranta H), filtrare suplimentara (C), un modul POL, un modul de pornire incetinita si un modul izolator. Cele trei module sunt amplasate pe aceeasi

placa de circuit imprimat, fizic nu exista delimitare intre ele. Circuite suplimentare de filtrare se gasesc la iesirea din modulul POL (CE1) si la iesirea din modulul de pornire incetinita (CE2). Intrarile SENSE ale modulului POL compenseaza (prin rezistentele R avand valoare nula) caderea de tensiune cauzata de portiunile de circuit situate intre iesirea modulului POL si borna (1) a filamentului magnetronului (M) respectiv intrarea in modulul de pornire incetinita. Modulul izolator asigura o izolatie galvanica de minim 10kV si permite controlul start-stop al tensiunii de filament (conectorul J5) respectiv controlul valorii tensiunii (conectorul J6) printr-un semnal digital serial (SPI - serial peripheral interface) constand in masa, tact (CLK-clock) si date intrare (SDI-serial data in).

Figura 4. prezinta un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare si control impreuna cu un invertor comercial pentru magnetron. Circuitul anodic (A-K) al magnetronului (M) ramane alimentat din blocul de inalta tensiune al invertorului. Circuitul de filament al magnetronului (M) este alimentat din modulul de alimentare si control descris in prezenta inventie. In aceasta configuratie se pot comanda separat valoarea curentului anodic (conectorul J4) respectiv pornirea-oprirea tensiunii de filament (conectorul J5) si controlul valorii acesteia (conectorul J6).

Figura 5. prezinta un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare si control impreuna cu un transformator anodic (F) urmat de dublare de tensiune monoalternanta (C, D). In aceasta configuratie se pot comanda separat curentul anodic al magnetronului (M) prin comutator static (S) respectiv tensiunea de filament (conectorul J5) si valoarea acesteia (conectorul J6).

Figura 6. prezinta un exemplu de utilizare a blocului de stabilizare si control impreuna cu un transformator anodic (F) urmat de dublare de tensiune bialternanta (C, D) pentru cresterea eficientei regimului de functionare. In aceasta configuratie se pot comanda separat curentul anodic al magnetronului (M) prin comutator static (S) respectiv tensiunea de filament (conectorul J5) si valoarea acesteia (conectorul J6).

f) Expunerea detaliata a inventiei pentru care se solicita protectia

Prezenta inventie descrie un bloc de stabilizare si control destinat alimentarii curentului de filament al magnetronelor (Figura.3). In acest context, prin stabilizare se intelege generarea unei tensiuni de filament a carei valoare sa nu prezinte variatie mai mare de +/-1% din tensiunea nominala in situatia in care curentul anod-catod al magnetronului este nul, respectiv sa nu prezinte variatie mai mare de +/-10% in situatia in care curentul anod-catod al magnetronului este egal cu cel nominal si magnetronul functioneaza in conditii extreme (raportul de unda stationara VSWR=1.5:1). Prin control se intelege posibilitatea de modificare continua a tensiunii intre limitele 50%-120% din tensiunea nominala a filamentului magnetronului utilizand o interfata digitala seriala. Blocul de stabilizare permite si comutarea pornit-oprit a tensiunii de filament astfel: pornirea se realizeaza intotdeauna de la tensiune nula cu o rampa de tensiune crescatoare pana la valoarea nominala a tensiunii de filament iar oprirea se realizeaza intotdeauna instantaneu (prin treapta de tensiune). Durata de actionare a rampei de tensiune crescatoare la bornele filamentului este de minim 10s.

Blocul de stabilizare si control este alcatuit conform Figurii 3 dintr-un sistem de redresare (B), filtrare (CE), protectie (H) si suprimare a zgomotelor (C). Acest sistem asigura tensiunea de alimentare pentru modulul POL. Iesirea modulului POL este conectata la un filtru de imbunatatire a stabilitatii (CE1). Modulul POL dispune de intrari (+/-SENSE) utilizate pentru compensarea caderii de tensiune pe circuitul imprimat. Iesirea (V0+) a modulului POL este conectata direct la borna (1) a filamentului magnetronului (M). Iesirea (V0-) este conectata cu un modul de pornire incetinita care asigura o intarziere de minim 10s de la pornirea la rece a filamentului magnetronului (M) pana la generarea tensiunii nominale de filament ($U_{nominal}$). Pe durata pornirii incetinite, tensiunea de filament ($U_{filament}$) creste de la zero la valoarea nominala a acesteia. Modulul de pornire incetinita asigura disiparea energiei furnizata de modulul POL pe durata rampei de tensiune. Caderea de tensiune intre intrarea si iesirea modulului de pornire incetinita este de maxim 50mV la atingerea regimului nominal de functionare al filamentului ($I_{filament} \geq 10A$, $U_{filament} = U_{nominal}$). Iesirea modulului de pornire incetinita este conectata cu borna (2) a filamentului magnetronului (M). La bornele de filament ale magnetronului (M) se gaseste un element (CE) pentru suprimarea oscilatiilor parazite ce pot apare pe durata rampei de tensiune.

Blocul de stabilizare si control descris in prezenta inventie poate functiona cu orice tip de alimentare anodica a magnetronului existenta la aceasta data. Un exemplu de utilizare avand performante maxime este prezentat in Figura 4. Circuitul anodic al magnetronului (M) ramane alimentat din blocul invertor (cu functionare in pulsuri de curent sau avand curent constant) in timp ce filamentul magnetronului este alimentat din blocul stabilizator prin intermediul unui transformator izolator (J) cu tensiune secundara redusa. In aceasta configuratie, controland doar curentul anod-catod (A-K) al magnetronului (M) pentru $U_{\text{filament}} = U_{\text{nominal}}$, se modifica puterea de microunde debitata de acesta in limita a 10%-100% din puterea nominala. Controland tensiunea de filament a magnetronului (M), ($U_{\text{filament}} \leq U_{\text{nominal}}$) pentru curentul anodic minim, se modifica puterea de microunde debitata in limita a 5%-10% din puterea nominala. Moduland digital tensiunea de filament cu o unda dreptunghiulara, largimea de banda a radiatiei de microunde creste pana la 50-100MHz. Oprind total curentul de filament in timp ce tensiunea anodica este pastrata constanta, largimea de banda a radiatiei de microunde poate scadea sub 20MHz. Modificand valoarea tensiunii de filament, (pentru o configuratie specifica a circuitului de microunde pe care debiteaza magnetronul), frecventa centrala a magnetronului se poate modifica intre F_{min} si F_{max} , unde $\Delta F = F_{\text{max}} - F_{\text{min}}$ este domeniul maxim de variatie al frecventei magnetronului.

Un alt exemplu de utilizare este prezentat in Figura 5. Spre deosebire de Figura 4 unde curentul anodic al magnetronului putea fi reglat in mod continuu, alimentarea anodului cu pulsuri de curent de 50Hz provenite din dublarea tensiunii inalte furnizate de transformatorul anodic (F) prin elementele (C) si (D) este comandata printr-un releu electromagnetic sau static cu semiconductoare (S). Astfel, nu este posibila decat comanda pornit-oprit a curentului anodic al magnetronului, respectiv comanda energiei debitate de magnetron prin comanda anodica PWM (pulse width modulation-modulatie cu largime de puls). In aceste conditii, utilizarea blocului stabilizator pentru tensiunea de filament a magnetronului extinde domeniul de reglaj al puterii debitate de magnetron.

Exemplul de utilizare din Figura 6 creste randamentul de generare al microundelor de catre magnetronul (M) comparativ cu cel din Figura 5. Prin dublarea de tensiune bialternanta realizata de elementele (C) si (D), pulsurile de tensiune anodica au frecventa de 100Hz la aceeasi valoare a curentului anodic. Dimensiunea de gabarit a condensatoarelor (C) se reduce la jumatate. Controlul energiei de microunde se

realizeaza identic prin releul electromagnetic sau static (S), respectiv prin comanda curentului de filament din blocul stabilizator.

In ambele exemple de utilizare prezentate in Figura 5 respectiv Figura 6, frecventa centrala de functionare a magnetronului se modifica in functie de factorul de umplere al comenzii PWM. Fara a utiliza blocul stabilizator al tensiunii de filament descris in prezenta inventie, este practic imposibila mentinerea constanta a frecventei centrale generate de magnetron pentru diverse energii de microunde programate (factor de umplere variabil al PWM).

Revendicari

1. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronelor **caracterizat prin aceea ca** utilizeaza unul sau mai multe module stabilizatoare POL, combinate cu un circuit de pornire incetinuta si un circuit de izolare galvanica pentru interfata digitala.
2. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronelor **caracterizat prin aceea ca** permite modularea digitala a amplitudinii curentului de filament si a secventei de pornire-oprire a acestuia astfel: pornirea alimentarii se face cu o rampa de tensiune crescatoare pana la atingerea valorii nominale iar oprirea cu un semnal treapta.
3. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronelor conform cu revendicarile 1, si 2, **caracterizat prin aceea ca** poate fi interfatat cu un echipament de comanda extern.
4. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronelor conform cu revendicarile 1, 2 si 3, **caracterizat prin aceea ca** permite controlul digital al puterii magnetronului prin modificarea amplitudinii si a largimii de banda al spectrului de microunde generat.
5. Bloc de stabilizare destinat filamentului magnetronelor conform cu revendicarile 1, 2 si 3, **caracterizat prin aceea ca** impreuna cu un invertor comercial permite si reglajul fin al puterii generate de magnetron intre 5%-10% din puterea nominala a acestuia.

Desene explicative

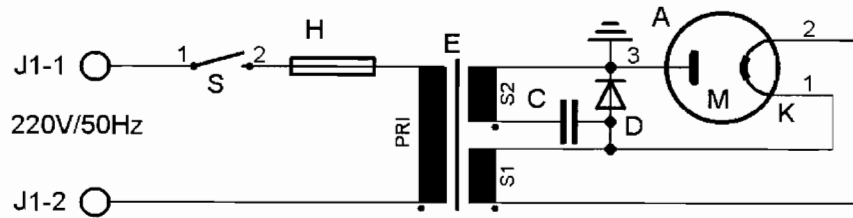


Figura1a

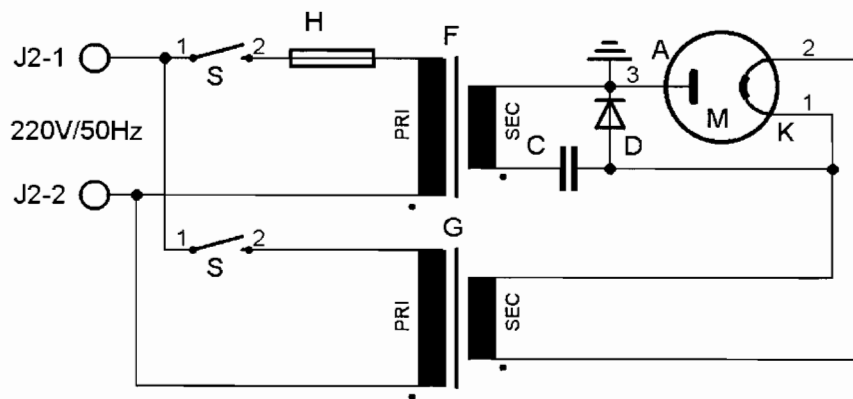


Figura1b

Figura1. Stadiul anterior al tehnicii, alimentarea magnetronului prin transformatoare

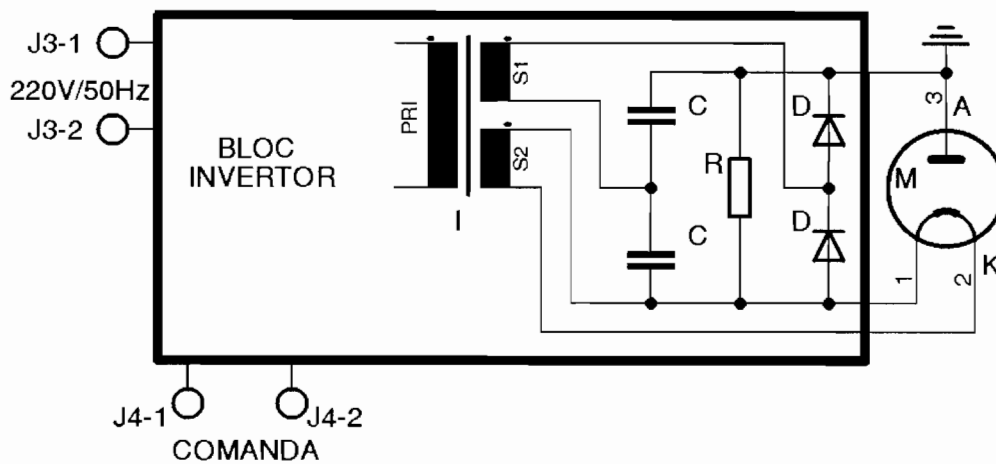


Figura 2. Stadiul anterior al tehnicii, alimentarea magnetronului prin inverter

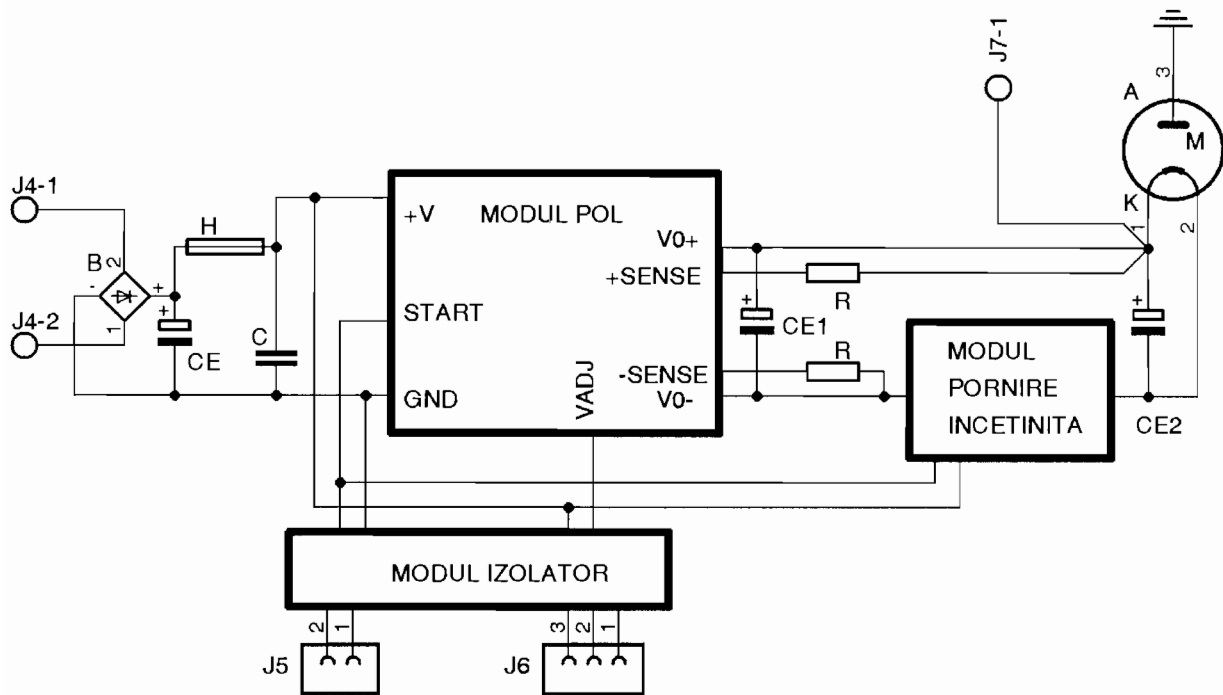


Figura 3. Schema de principiu a blocului de stabilizare si control (bloc stabilizator)

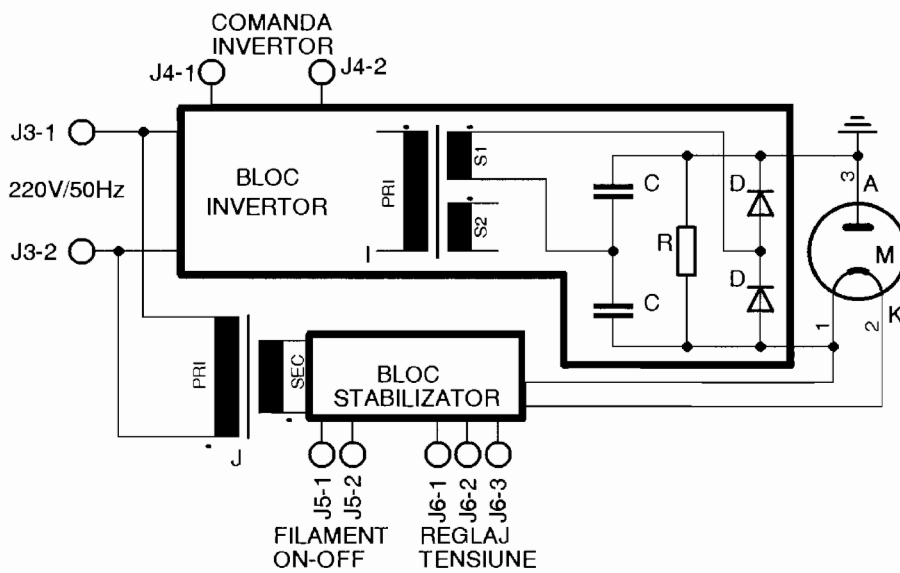


Figura 4. Exemplu de utilizare al blocului de stabilizare cu un invertor comercial

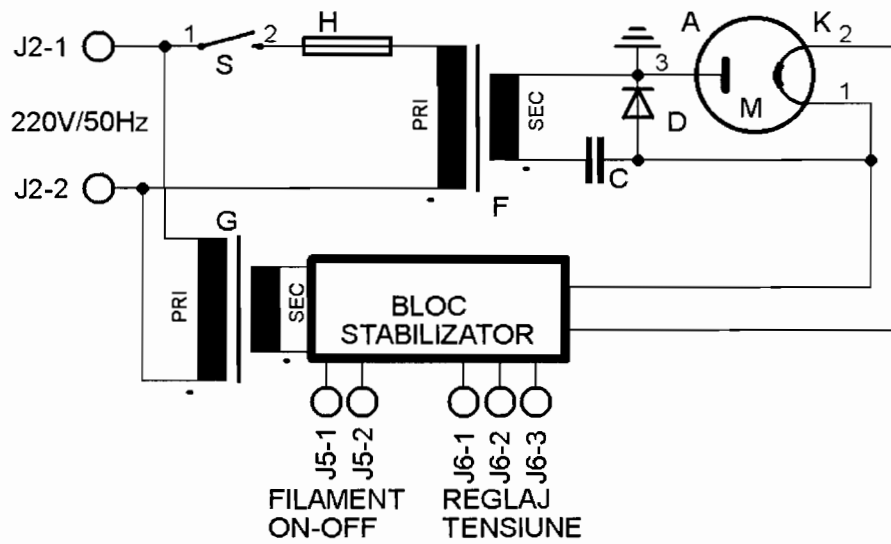


Figura 5 Exemplu de utilizare al blocului de stabilizare cu un transformator anodic comercial cu dublor de tensiune monoalternanta

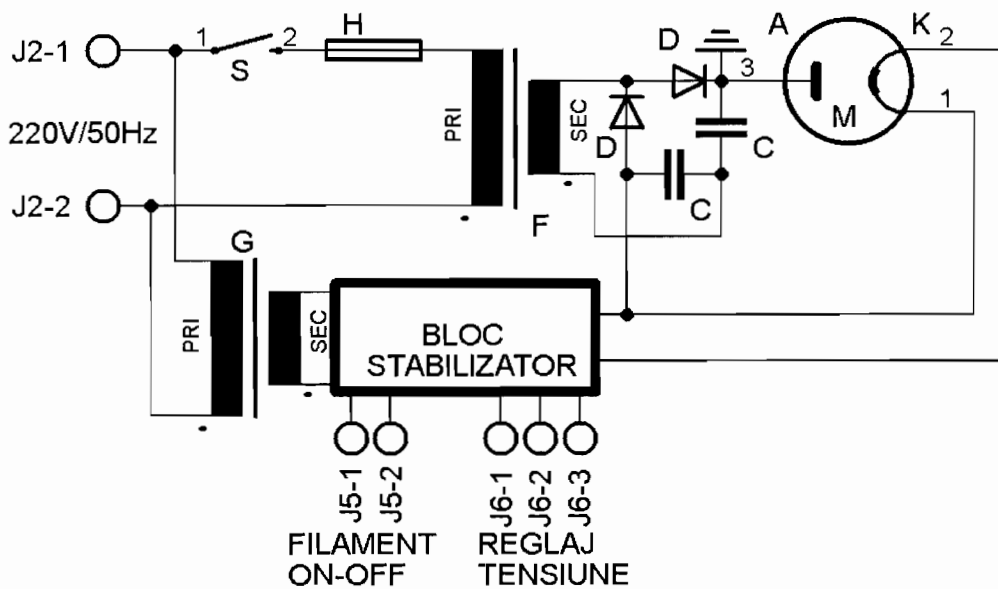


Figura 6 Exemplu de utilizare al blocului de stabilizare cu un transformator anodic comercial cu dublor de tensiune bialternanta