

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00339

(22) Data de depozit: 16/06/2022

(41) Data publicării cererii:
29/12/2023 BOPI nr. 12/2023

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• ILIES ELISEI, STR.UZINEI NR.18, CAREI,
SM, RO;

• MARINCA MAGDALENA, SAT FENES
NR.149A, COMUNA ARMENIS, CS, RO;
• BĂRBULESCU CORNELIU,
PIAȚA VICTORIEI NR.7, TIMIȘOARA, TM,
RO;
• GONTEAN AUREL,
STR. GHEORGHE LAZĂR, NR.25, SC.A,
ET.1, AP.6, TIMIȘOARA, TM, RO

(54) **APARAT PROGRAMABIL SI METODĂ
PENTRU ÎMBĂTRÂNIREA CONDENSATOARELOR
ELECTROLITICE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat programabil și la o metodă pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice. Aparatul conform invenției cuprinde:

-un microsistem (1) de calcul prevăzut cu un microcontroler programabil care este capabil să măsoare, să controleze în timp real parametri necesari pentru îmbătrânirea unui condensator electrolitic și să gestioneze parametri de regim,

-o cameră (9) termică cu temperatură controlată,

-un bloc (3) electronic, pentru fiecare condensator (2) supus îmbătrânirii, capabil să asigure încărcarea condensatorului la care este conectat cu o tensiune și un curent comandate de microsistemul (1) de calcul,

-un bloc (5) electronic, pentru fiecare condensator (2) supus îmbătrânirii, capabil să asigure descărcarea condensatorului la care este conectat cu o tensiune și un curent comandate de microsistemul (1) de calcul,

-un bloc (7) electronic de măsurare, pentru fiecare condensator, care măsoară în timp real tensiunea și temperatura pe fiecare condensator și care transmite în timp real rezultatele măsurătorilor, la cererea microsistemului (1) de calcul, și

-un bloc (8) electronic multiplexor care permite microsistemului (1) de calcul citirea selectivă a informațiilor de la blocurile (7) electronice de măsurare. Metoda este realizată cu ajutorul aparatului conform invenției și constă în îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice prin expunerea acestora la cicluri repetate de încărcări/descărcări accelerate, într-un mediu de

temperatură controlată și cu parametri de regim monitorizați în funcție de caracteristicile de răspuns ale fiecărui condensator în timp real, permițând controlul individual al factorilor de stres electrici precum: amplitudine, curent, frecvență, factor de umplere, pentru fiecare ciclu de încărcare/descărcare, precum și neelectrici: temperatură, timp.

Revendicări: 1

Figuri: 2

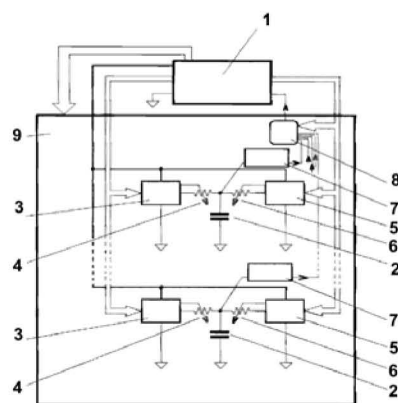


Fig. 1

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).



Aparat programabil și metodă pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice

Condensatoarele electrolitice sunt componente electrice caracterizate printr-o capacitate electrică relativ mare raportată la volumul lor, această proprietate determinând utilizarea acestora pe scară largă, de exemplu, pentru stocarea temporară a energiei electrice și filtrarea zgomotului în sursele de alimentare. În același timp, condensatoarele electrolitice sunt cunoscute pentru rata lor de defectare care este mai mare decât a multor alte componente electrice sau electronice ceea ce conduce la un impact negativ asupra fiabilității echipamentelor în care sunt utilizate. Fenomenul de degradare în timp a parametrilor condensatoarelor electrolitice este cunoscut ca "îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice" și se reflectă în principal prin reducerea în timp a capacității electrice (C) în paralel cu creșterea rezistenței electrice echivalente (ESR). Literatura de specialitate acordă multă importanță dezvoltării tehnicilor pentru estimarea timpului de viață a condensatoarelor electrolitice și implicit a perioadei de timp cât echipamentul în care sunt utilizate poate funcționa în condiții minime cerute. Astfel, au fost puse la punct pentru proiectanții circuitelor electrice și electronice metode de calcul specifice care se bazează pe date experimentale rezultate dintr-o gamă de regimuri de exploatare cunoscute a modificărilor valorilor C și ESR ale unui condensator electrolitic în vederea asigurării unei durate de viață minim garantată.

Invenția se referă la un aparat și metodă pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice supuse unor factori de stres, în același timp cu monitorizarea procesului de îmbătrânire sub comanda unui microsistem care controlează la nivel individual, pentru fiecare condensator din setul supus tratamentului de îmbătrânire, factorii de stres concretizați prin parametrii electrice (amplitudinea, curentul, frecvența, factorul de umplere) pentru fiecare ciclu de încărcare și de descărcare precum și temperaturile și intervalele de timp pentru care acești parametri se mențin constanți.

Totodată, prin intermediul aceluiași microsistem dotat cu interfețe specifice, este monitorizată temperatura fiecărui condensator, este determinată starea acestuia relativă la timpul de viață

rămas, parametrii ciclurilor de încărcare și descărcare precum și este controlat profilul în timp programat al temperaturii incintei în care se desfășoară procesul de îmbătrânire.

Este cunoscută soluția tehnică descrisă în invenția JPH08195331, [1], care permite îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice prin aplicarea de tensiuni continue, DC, de diferite valori unor circuite rezistență-condensator, RC. Valorile tensiunilor DC aplicate sunt crescute treptat pentru a evita încălzirea condensatoarelor și sunt obținute cu ajutorul unei singure surse de tensiune alternativă, AC, prin intermediul unui transformator și a unor circuite redresoare.

De asemenea, este cunoscută și soluția tehnică conform invenției CN202150367, [2], care descrie un dispozitiv de îmbătrânire a condensatoarelor electrolitice format din mai multe unități de îmbătrânire de bază alimentate de la o sursă de tensiune trifazată controlată de un microprocesor. Metoda prezentată presupune îmbătrânirea condensatoarelor prin aplicarea unor impulsuri de tensiune cu un factor de umplere cuprins între 0.7 și 0.9 și față de o metodă de îmbătrânire clasică, cu tensiune continuă, aduce numeroase avantaje precum un consum mai redus de energie, o eficiență mai ridicată, o durată de timp mai scurtă pentru procesul de îmbătrânire și un curent de scurgere mai redus.

Totodată este cunoscută și invenția CN1085009, [3], care prezintă o altă metodă de îmbătrânire a condensatoarelor electrolitice prin aplicarea de impulsuri de tensiune generate cu ajutorul unor tiristoare controlate în mod corespunzător. Schema propusă în această invenție permite îmbătrânirea simultană a mai multor condensatoare și poate fi utilizată atât pentru condensatoarele de joasă tensiune cât și pentru cele care operează la tensiuni ridicate.

O altă soluție pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice este cea prezentată în invenția JP2012186380, [4]. Modul de funcționare al dispozitivului de îmbătrânire prezentat în această invenție se bazează pe măsurarea timpului în care un dispozitiv electronic nu este alimentat și activarea unui proces de îmbătrânire a condensatoarelor electrolitice din componența acestuia în situațiile în care timpul măsurat depășește o valoare prestabilită. Îmbătrânirea este efectuată prin aplicarea în mod succesiv a tensiunii de alimentare condensatoarelor de pe dispozitiv pentru

perioade de timp care cresc treptat ca și durată. Întregul proces este controlat de o unitate de control, iar determinarea timpului în care dispozitivul electronic nu a fost alimentat se face cu ajutorul unei unități de temporizare, a unui dispozitiv de stocare și a unei surse de alimentare externe, de exemplu o baterie, care să asigure funcționarea unității de temporizare atunci când alimentarea principală a dispozitivului este oprită.

Mai este cunoscută și soluția tehnică conform invenției CN201490022, [5], care oferă posibilitatea îmbătrânirii condensatoarelor într-un interval de timp mai redus în comparație cu metodele clasice. În această invenție ciclurile de încărcare și de descărcare sunt asigurate de un contactor AC care va conecta în mod succesiv condensatorul supus îmbătrânirii la o sursă de alimentare DC, care să asigure încărcarea acestuia, respectiv la o rezistență de descărcare. Timpul pentru cele două procese se stabilește cu ajutorul unui controler în funcție de condițiile impuse procesului de îmbătrânire.

Cele cinci soluții prezentate ca fiind cunoscute nu permit analizarea în timp real a efectului îmbătrânirii asupra capacității și/sau rezistenței electrice echivalente a diferitelor tipuri de condensatoare electrolitice și nici estimarea îmbătrânirii pentru un anumit profil de timp-temperatură ales. Nici una dintre soluțiile tehnice prezentate anterior prezentate nu permite măsurarea parametrilor esențiali (capacitate, rezistență serie echivalentă, ESR) în timpul îmbătrânirii, nu asigură versatilitatea regimului de îmbătrânire la tipul condensatorului sau condensatorilor cu care se operează și nici posibilitatea de adaptare a regimului de lucru și optimizare a procesului în funcție de răspunsul condensatorului/condensatorilor.

Mai mult de atât, invenția JPH08195331, [1], nu permite oprirea ciclurilor de încărcare-descărcare după efectuarea unui număr prestabilit de astfel de cicluri pentru a se putea efectua o analiză asupra evoluției îmbătrânirii.

Problema tehnică a invenției constă în găsirea unei soluții pentru efectuarea unei îmbătrâniri parametrizabile și monitorizarea continuă la nivelul fiecărui condensator dintr-un set prin măsurarea în timpul procesului a parametrilor esențiali pentru funcționalitatea condensatorului: capacitatea și rezistența serie echivalentă ESR. Realizarea procesului de îmbătrânire se face

printr-o succesiune parametrizabilă de regimuri de îmbătrânire incluzând atât parametri electrici precum amplitudinea, curentul, frecvența, factorul de umplere cât și neelectrici precum **temperatura și timpul.**

Comparativ cu soluțiile tehnice anterior prezentate ca fiind cunoscute, aparatul programabil și metoda pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- asigură versatilitatea regimului de îmbătrânire prin parametrizarea acestuia (tensiune, curent, **frecvența, factor de umplere, temperatura, intervale de timp, număr de cicluri de încărcare, descărcare și repaos**), în funcție de tipul condensatorului;
- oferă posibilitatea monitorizării continue a stadiului îmbătrânirii prin măsurare, în timpul procesului, a **parametrilor esențiali pentru funcționalitatea condensatorului: capacitatea C a acestuia și rezistență serie echivalentă ESR;**
- permite urmărirea efectelor unui anumit parametru (tensiune, curent, frecvență, factor de umplere, temperatură, intervale de timp, număr de cicluri de încărcare-descărcare și repaos) sau o combinație de parametri asupra îmbătrânirii fiecărui condensator dintr-un set supus testării;
- permite efectuarea unui proces de îmbătrânire controlat pentru un set de condensatoare, putându-se asigura identitatea între procesele aplicate fiecărui condensator și deci posibilitatea efectuării unei analize statistice pentru setul respectiv în acord cu parametrii ciclurilor efectuate și tipul condensatoarelor (incluzând, de exemplu, fabricantul sau data de fabricație a unui lot).

Se dă în continuare un exemplu de aplicare a soluției conform invenției, în legătură cu figurile :

- **Figura 1, care reprezintă schema bloc a aparatului pentru îmbătrânire accelerată a condensatoarelor electrolitice**

Aparat programabil conform invenției este astfel configurat încât permite îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice prin expunerea acestora la un proces de îmbătrânire accelerată controlată și monitorizată, urmărind evoluția celor 2 parametri corespunzători modelului redus (capacitatea si ESR) ca urmare a unei funcționări în regim de stres electric si termic prin

impunerea unor condiții în afara domeniilor specificate de foile de catalog în ceea ce privește: tensiunea de lucru, curenții de încărcare - descărcare, temperatura de funcționare și frecvența ciclurilor de încărcare - descărcare.

Aparatul programabil conform invenției este compus din:

- un **microsistem de calcul bazat pe microcontroler programabil și un ceas/calendar în timp real, 1**, capabil să măsoare și să controleze în timp real parametri necesari pentru îmbătrânirea unui condensator electrolitic **2** sau a unui set de condensatoare electrolitice C_x , și să programeze acești parametri pentru un ciclu de îmbătrânire, prin controlul amplitudinii, frecvenței și factorului de umplere a impulsurilor de încărcare-descărcare în regim de tensiune și curent variabile, la valori prestabilite la setarea microsistemului, într-un mediu de temperatură controlat pe intervale de timp programabile;
- o **cameră termică 9**, cu temperatură controlată de microsistemul **1**, care asigură astfel un regim termic programabil pe intervale de timp, pe durata procesului de îmbătrânire;
- un **bloc electronic 3, CHG_x**, pentru fiecare condensator **2** supus îmbătrânirii, capabil să asigure încărcarea condensatorului la care este conectat cu o tensiune și un curent variabile, la valori prestabilite la setarea microsistemului, prin intermediul unei rezistențe electrice selectabile **4, R_{CH_x}**, rezultată dintr-o combinație de rezistențe dintr-un set de rezistențe disponibile interconectate prin comanda microsistemului **1** care stabilește rezistența echivalentă potrivită situației regimului de îmbătrânire programat;
- un **bloc electronic 5, DSC_x**, pentru fiecare condensator **2** supus îmbătrânirii, capabil să asigure descărcarea condensatorului la care este conectat cu o tensiune și un curent variabile, la valori prestabilite la setarea microsistemului, prin intermediul unei rezistențe electrice selectabile **6, R_{DSC_x}**, interconectate prin comanda microsistemului **1** care stabilește rezistența echivalentă potrivită situației regimului de îmbătrânire programat;
- un **bloc electronic de măsurare 7, V&T**, pentru fiecare condensator **2** supus condiționării, care măsoară în timp real tensiunea și temperatura pe fiecare condensator, pe durata ciclurilor de încărcare-descărcare efectuate prin intermediul blocurilor electronice **3 și 5, CHG_x respectiv DSC_x** și care transmite în timp real rezultatele măsurătorilor la cererea microsistemului **1**.

- un bloc electronic multiplexor **8** care este controlat de microsistemul **1** astfel încât informațiile obținute din fiecare din blocurile electronice de măsurare **7** să fie accesate prin citirea selectivă comandată de microsistemul **1**.

Metoda pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice se referă la modul în care este utilizat aparatul propus conform invenției astfel:

Un set de condensatoare supus îmbătrânirii accelerate este introdus în camera termică **9**, care asigură o temperatură programabilă pe intervale de timp în baza comenzilor primite de la microsistemul **1**.

Procesul de îmbătrânire se desfășoară sub controlul microsistemului **1** care controlează funcționarea elementelor **CHG_x**, **DSC_x**, **Rch_x**, **Rdsex** programând astfel, în mod individual pentru fiecare condensator analizat, parametrii electrici (amplitudinea, curentul, frecvența, factorul de umplere) pentru fiecare ciclu de încărcare și de descărcare precum și fiecare interval de timp în care acești parametri se mențin constanți. În timpul ciclurilor de încărcare-descărcare și repaus, microsistemul de calcul **1** efectuează cicluri de citire a informațiilor de la blocurile electronice de măsurare **7**, eșantionează temperaturile și curbele de tensiune la nivelul fiecărui condensator din setul supus îmbătrânirii, stochează date privind evoluția în timp a variației principalilor parametri urmăriți: capacitatea și rezistența internă ESR a fiecărui condensator din setul analizat și procesează toate aceste informații în vederea unei analize ulterioare.

Microsistemul **1** poate fi astfel programat încât oferă posibilitatea opririi oricărui ciclu de încărcare-descărcare și inserării unui ciclu de repaus pentru fiecare condensator în funcție de un parametru sau combinație de parametri din lista: temperatura condensatorului, numărul de cicluri de încărcare-descărcare efectuate, variația în timp a capacității C, rezistența internă ESR.

Ciclurile de încărcare-descărcare pentru fiecare condensator **C_x** din set se asigură astfel:

- pentru ciclul de încărcare, fiecare circuit **3**, **CHG_x**, primește comanda de încărcare de la microsistemul **1**, asigurând profilul curentului de încărcare, prin tensiunea programabilă aplicată și valoarea curentului de încărcare dată de fiecare rezistență de încărcare echivalentă **4**, **RCH_x**, de asemenea programabilă dintr-un set de rezistențe disponibile, pe baza comenzilor primite de la același microsistem **1**.
- pentru ciclul de descărcare, fiecare circuit **DSC_x**, **5**, primește comanda de descărcare de la microsistemul **1**, asigurând profilul curentului de descărcare, prin tensiunea programabilă

aplicată și valoarea curentului de descărcare dată de fiecare rezistență de descărcare echivalentă **6**, **RDSC_x**, de asemenea programabilă dintr-un set de rezistențe disponibile, pe baza comenzilor primite de la același microsistem **1**.

Pentru fiecare condensator **C_x**, durata fiecărui ciclu de încărcare sau descărcare se asigură prin comenzile primite de circuitele **CHG_x**, respectiv **DSC_x**, asigurându-se astfel o perioadă/frecvență precum și un factor de umplere programabile.

Temperaturile și curbele de încărcare-descărcare pentru fiecare condensator **C_x**, sunt monitorizate prin intermediul blocurilor de măsurare **7** a căror informații sunt măsurate de către microsistemul **1** prin eșantionare pe calea asigurată de multiplexorul **8** aflat sub comanda aceluiași microsistem **1**. Parametrii mășurați prin eșantionare continuă pentru fiecare **C_x** sunt tensiunea la borne și temperatura. Acești parametri împreună cu curentul de încărcare/descărcare controlat de microsistemul **1** pentru fiecare condensator **C_x** permite calculul în timp real de către același microsistem **1** a parametrilor **C** și **ESR**. Momentul de timp, parametrii calculați **C** și **ESR**, temperatura interioară a camerei climatice **9**, împreună cu temperatura măsurată pentru fiecare condensator **C_x** și parametrii de comandă pentru fiecare ciclu de încărcare/descărcare la care este supus fiecare condensator **C_x** sunt stocate(memorate) de către microsistemul **1** în vederea prelucrării ulterioare și estimarea ciclurilor de viață ale condensatoarelor în corelație cu factorii de stres la care au fost expuși (tensiune, curent, temperatură, frecvența și numărul ciclurilor de încărcare, descărcare și repaus parcurse).

Bibliografie

- [1] JPH08195331, Aging apparatus for electrolytic capacitor, NIPPON CHEMICON Corp., OKAZAKI NORIAKI, 1996-07-30 ;
- [2] CN202150367, Device capable of aging aluminium electrolytic capacitor by pulse voltage, XIHAN GAO, XIHAN GAO, YONG WU, ZHONGFA MA, HUAIJIANG BIAN, 2012-02-22 ;
- [3] CN1085009, Pulse voltage aging device for aluminium electrolytic capacitor, XI AN ELECTRONIC SCIENCE & TEC, XIHAN GAO, 1994-04-06 ;
- [4] JP2012186380, Aging device, aging program and electronic apparatus, OKI NETWORKS CO LTD, HAZAKO YUSUKE, 2012-09-27 ;
- [5] CN201490022, Capacitor aging equipment, ZHUHAI GREE XINYUAN ELECTRONIC CO LTD, LINGQI ZENG, 2010-05-26.

Revendicări

1. Aparat programabil pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice **caracterizat prin aceea că este compus din:**
 - un microsistem de calcul (1), ce conține un microcontroler programabil și un ceas/calendar în timp real, care preia informații de la toate celelalte componente menționate în continuare, **stabilește și controlează parametri electrici ai procesului de îmbătrânire;**
 - o cameră termică (9), cu temperatură controlată de microsistemul (1);
 - un bloc electronic (3), CHGx cu rezistențe selectabile (4), R_{CHn} , pentru fiecare condensator (2) supus îmbătrânirii;
 - un bloc electronic (5), DSCx cu rezistențe electrice selectabile (6), R_{DSCn} , pentru fiecare condensator (2) supus îmbătrânirii;
 - un bloc electronic de măsurare (7), V&T, pentru fiecare condensator (2) supus condiționării;
 - un bloc electronic multiplexor (8) care este controlat de microsistemul (1) astfel încât informațiile obținute din fiecare din blocurile electronice de măsurare (7) să fie accesate prin citirea selectivă comandată de microsistemul (1).

2. Metodă pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice care folosește aparatul programabil conform revendicării 1 pentru îmbătrânirea condensatoarelor electrolitice prin expunerea acestora la cicluri repetate de încărcări-descărcări accelerate, într-un mediu cu temperatură controlată și cu parametrii de regim monitorizați în funcție de caracteristicile de răspuns ale condensatorului măsurate în timp real, **caracterizat prin aceea că permite controlul individual, pentru fiecare condensator din setul supus tratamentului de îmbătrânire, a factorilor de stres concretizați prin parametrii electrici (amplitudine, curent, frecvență, factor de umplere) pentru fiecare ciclu de încărcare-descărcare și neelectrici (temperatură, timp) astfel:**
 - microsistem de calcul (1) măsoară și controlează în timp real starea unui condensator electrolitic (2) sau a unui set de condensatoare electrolitice C_x în funcție de tipul condensatorului și cerințele stabilite de utilizator la programarea microsistemului, stabilește parametrii necesari pentru aplicarea regimului de îmbătrânire accelerată: amplitudinea, frecvența și factorul de umplere a impulsurilor de încărcare-descărcare în regim de tensiune

și curent variabile, și folosește aceste informații pentru programarea și conducerea procesului de îmbătrânire, într-un mediu de temperatură controlat, pe intervale de timp programabile;

- **blocul electronic (3), CHGx asigură încărcarea condensatorului la care este conectat cu o tensiune și un curent variabile, la valori prestabilite la setarea microsystemului (1), prin intermediul rezistenței electrice selectabile (4), R_{CHn} , rezultată dintr-o combinație de rezistențe dintr-un set de rezistențe disponibile conectată prin comanda microsystemului (1) care stabilește rezistența echivalentă potrivită situației regimului de îmbătrânire programat;**
- **blocul electronic (5), DSCx asigură descărcarea condensatorului la care este conectat cu o tensiune și un curent variabile, la valori prestabilite la setarea microsystemului (1), prin intermediul rezistenței electrice selectabile (6), R_{DSCn} , conectată prin comanda microsystemului (1) care stabilește rezistența echivalentă potrivită situației regimului de îmbătrânire programat;**
- **blocul electronic de măsurare (7), V&T măsoară în timp real tensiunea și temperatura pe fiecare condensator, pe durata ciclurilor de încărcare-descărcare, primește informații de la blocurile electronice (3) și (5), CHGx respectiv DSCx, transmite în timp real rezultatele măsurătorilor la cererea microsystemului (1) iar acesta, pe baza informațiilor primite ajustează parametrii regimului de îmbătrânire pentru optimizarea procesului.**

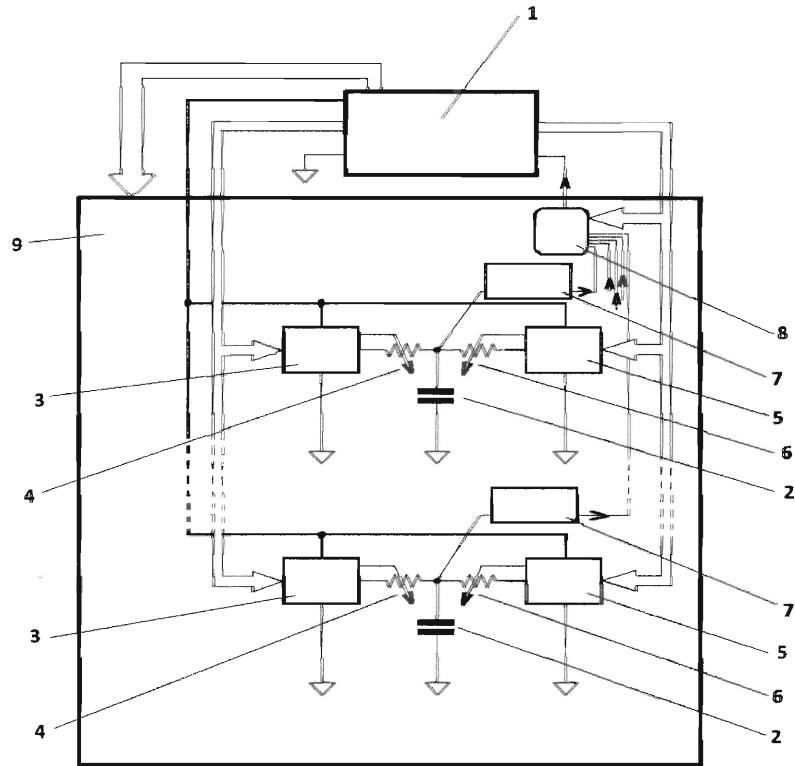


Figura 1

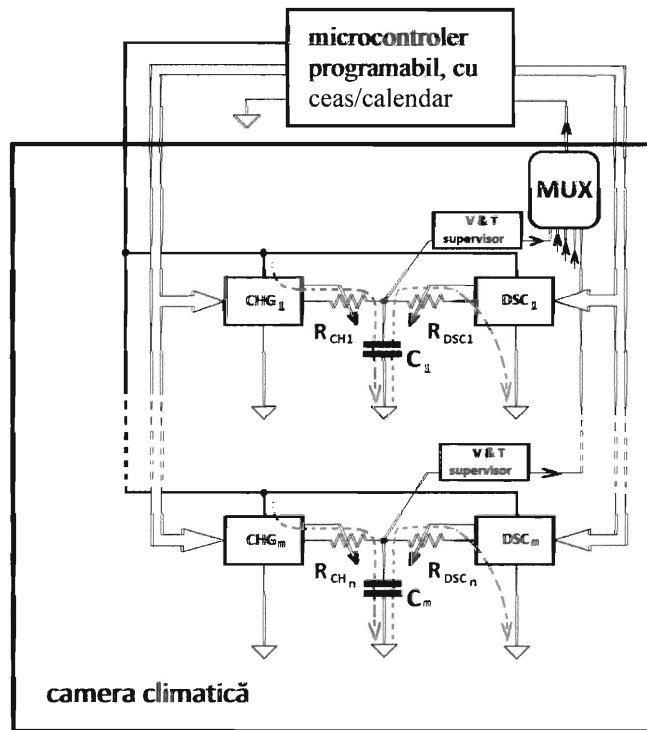


Figura 2