



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01272**

(22) Data de depozit: **29.11.2011**

(41) Data publicării cererii:  
**30.09.2013** BOPI nr. **9/2013**

(71) Solicitant:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA,  
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **PÎSLARU- DĂNESCU LUCIAN,  
STR. STÎNJENEILOR NR.19, BL.6, SC.1,  
AP.4, SINAIA, PH, RO;**

• **DOBRIN ION, STR.BABA NOVAC NR.22,  
BL.24C, SC.B, AP.67, ET.2 SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **STOICA VICTOR, ȘOS. GIURGIULUI  
NR.127, BL.2B, SC.1, ET.5, AP.19,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **LIPAN LAURENȚIU CONSTANTIN,  
ALEEA MASA TĂCERII, BL. A, ET. 4,  
AP. 60, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **PISICA IOANA, ALEEA PRAVĂȚ NR. 4,  
BL. Z5, ET. 3, AP. 23, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO**

## (54) INSTALAȚIE PENTRU PROTECȚIA ACTIVĂ A BOBINEI SUPRACONDUCTOARE LA MOTOARE SUPRACONDUCTOARE

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație pentru protecția activă a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, cu aplicații în domeniul supraconductibilității. Instalația conform invenției este alcătuită dintr-un modul (M1) de putere, un modul (M2) de programare a secvențelor logice, și un modul (M3) al surselor de tensiune stabilizate; modulul (M1) de putere conține două comutatoare (IGBT) electronice, realizate de către două tranzistoare (T1, T2) de mare putere, și o rezistență (R) de descărcare, cu rol de a prelua energia înmagazinată într-o bobină (L) supraconductoare, formată din două secțiuni (L1, L2) identice, supraconductoare, înseriate, pentru a realiza o pereche de poli rotorici ai motorului supraconductor; primul comutator realizat cu tranzistorul (T1) permite alimentarea bobinei (L) supraconductoare de la sursa de tensiune de putere, în regim normal de funcționare, precum și decuplarea sursei de tensiune de putere atunci când cel puțin una dintre cele două bobine (L1, L2) s-a normalizat, cel de-al doilea comutator realizat cu tranzistorul (T2) permite cuplarea bobinei (L) supraconductoare pe rezistența (R) de descărcare, în cazul în care cel puțin una dintre bobinele (L1 sau L2) înseriate s-a normalizat; modulul (M2) de programare este format dintr-un bloc amplificator operațional, cu izolare galvanică, un bloc electronic amplificator de precizie și un bloc electronic ampli-

ficator, cu rol de a amplifica în trepte semnalul analogic de la ieșirea amplificatorului operațional cu izolare galvanică; modulul (M3) surselor de tensiune stabilizate este alcătuit din niște surse de tensiune diferențială.

Revendicări: 4  
Figuri: 7

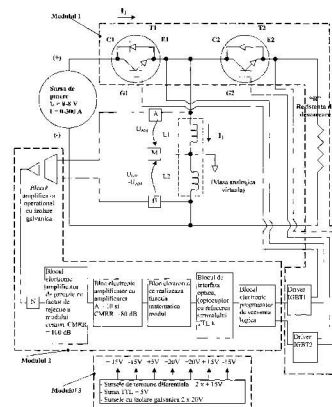
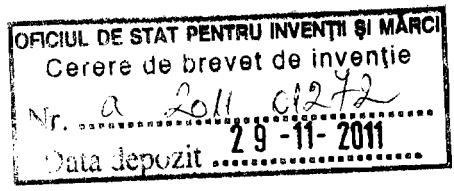


Fig. 1

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).





**Instalatie pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare**

Inventia se refera la o instalatie pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare cu aplicatii in domeniul supraconductibilitatii.

Sunt cunoscute urmatoarele solutii tehnice:

- a) Decuplarea sursei de putere ce alimenteaza bobina supraconductoare prin intermediul unor intreruptoare ultrarapide electromecanice, cu timpi de comutatie de ordinul aproximativ 10 ms si descarcarea energiei magnetice inmagazinata in bobina pe o rezistenta de descarcare.
- b) Sistem pasiv de diode, (cold bypass diode system). In cadrul acestei solutii tehnice, este necesar ca bobina supraconductoare sa fie fragmentata in cit mai multe bobine intermediare, prin intermediul unor prize mediane. Diodele se monteaza in paralel cu bobinele supraconductoare rezultate, ce sunt parcurse in sens direct de catre eventualul curent datorat quench-ului.
- c) Detectia quench-ului si intreruperea sursei de putere ce alimenteaza bobina supraconductoare prin intermediul unor comutatoare realizate cu semiconductoare de tip tiristor de mare putere cu comanda pe poarta si descarcarea energiei magnetice inmagazinata in bobina pe o rezistenta de descarcare. Energia magnetica acumulata in bobina supraconductoare L se va regasi in energia disipata Joule pe rezistorul de descarcare R.

Dezavantajele solutiilor cunoscute sunt urmatoarele: in cazul sistemului a) timpii de comutatie de ordinul aproximativ 10 ms determina de cele mai multe ori extinderea quench-ului si distrugerea bobinei prin iesirea acesteia din starea de supraconductie; in cazul sistemului b) pasiv de diode, (cold bypass diode system), fragmentarea in cit mai multe bobine intermediare, prin intermediul prizelor mediane reprezinta principalul dezavantaj; de asemenea, variatia rapida in timp a curentului determina o variatie rapida in timp a tensiunii ce nu poate depasi tensiunea  $V_{RRM}$  ( tensiunea inversă repetitivă maximă); in cazul sistemului c), tiristoarele sunt sensibile la variatiile in timp cu panta mare ale curentului respectiv ale tensiunii anod – catod respectiv grila - catod; detectia quench-ului trebuie realizata cit mai rapid, de regula sub 1 ms iar timpul de comutatie al tiristoarelor este de aproximativ 100  $\mu$ s.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia, consta in realizarea unei instalatii active care protejeaza bobina supraconductoare la motoare supraconductoare in cazul iesirii accidentale din starea de supraconductie, adica in cazul normalizarii acesteia.

Instalatia pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate mai sus prin aceea ca este alcatuita, conform fig. 1., din: modulul 1 - modulul de putere; modulul 2 - modulul de programare a fazelor; modulul 3 - modulul surselor de tensiune stabilizate; functioneaza in modul urmatoare: constructiv, bobina supraconductoare L este formata din doua sectiuni identice,  $L_1$  si  $L_2$ , supraconductoare inseriate, unde  $L_1 = L_2 = L/2$ , pentru a realiza o pereche de poli rotorici ai motorului supraconductor ; doua comutatoare ultrarapide sunt realizate cu tranzistoare de mare putere IGBT, T1 si T2 ; primul comutator, realizat cu tranzistorul IGBT T1, permite alimentarea bobinei supraconductoare de la sursa de tensiune de putere, in regim normal de functionare precum si decuplarea sursei de tensiune de putere atunci cind cel putin una dintre bobinele  $L_1$  sau  $L_2$  s-a normalizat, cel de-al doilea comutator, realizat cu tranzistorul IGBT T2, permite cuplarea bobinei supraconductoare L pe o rezistenta de descarcare R, in cazul cind cel putin una dintre bobinele  $L_1$  sau  $L_2$  s-a normalizat; in fig. 3., se prezinta schema electronica de principiu pentru comanda bobinelor  $L_1$  si  $L_2$  aflate in stare supraconductoare, caz in care tranzistorul de putere IGBT T1 se gaseste in stare de conductie, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se gaseste in starea blocat. In acest caz, prin bobina supraconductoare  $L = L_1+L_2$  circula curentul  $I_1$ ; la aparitia fenomenului quench, se disting urmatoarele cazuri:

- bobina  $L_1$  s-a normalizat, fig. 4, caz in care amindoua tranzistoarele de putere IGBT  $T_1$  si  $T_2$  sunt in conductie, pentru un timp  $t_{M1} = 0.01\mu s$ , fig. 2 ; in secventa urmatoare, tranzistorul de putere IGBT  $T_1$  se va gasi in starea blocat, iar tranzistorul de putere IGBT  $T_2$  se va afla in starea de conductie, astfel bobina supraconductoare se va afla in paralel cu rezistenta de descarcare, fig. 5;
- bobina  $L_2$  s-a normalizat, fig. 6, caz in care amindoua tranzistoarele de putere IGBT  $T_1$  si  $T_2$  sunt in conductie, pentru un timp  $t_{M1} = 0.01\mu s$ , fig. 2 ; in secventa urmatoare, tranzistorul de putere IGBT  $T_1$  se va gasi in starea blocat, iar tranzistorul de putere IGBT  $T_2$  se va afla in starea de conductie, astfel bobina supraconductoare se va afla in paralel cu rezistenta de descarcare fig. 7; instalatia realizeaza o detectie a quench-ului sub 0,1 ms, utilizeaza un sistem de doua comutatoare electronice realizate cu componente active de tipul tranzistoare de mare putere cu baza izolata IGBT, cu comanda in tensiune, capabile sa comute in timpi de ordinul aproximativ 1  $\mu s$ .

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- realizeaza o detectie a quench-ului sub 0,1 ms;
- realizeaza o decuplare a sursei de putere ce alimenteaza bobina supraconductoare prin intermediul unui comutator electronic realizat cu un tranzistor de mare putere cu baza izolata IGBT, cu comanda in tensiune, capabil sa comute in timpi de ordinul aproximativ 1  $\mu s$ .
- realizeaza trecerea bobinei supraconductoare in paralel pe o rezistenta de descarcare,  $R$ , dupa decuplarea de la sursa de putere, conform inventiei, prin intermediul unui comutator electronic realizat cu un tranzistor de mare putere cu baza izolata IGBT, cu comanda in tensiune, capabil sa comute in timpi de ordinul aproximativ 1  $\mu s$ .
- instalatia pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, conform inventiei, include rezolvarea urmatoarelor probleme si anume: detectia quench-ului; decuplarea sursei de putere de bobina supraconductoare; cuplarea bobinei supraconductoare pe o rezistenta de descarcare  $R$ , caz in care energia magnetica inmagazinata in inductanta  $L$ ,  $W = Li_1^2/2$ , se regaseste in energia disipata Joule,  $W_j = Ri_2^2$ , pe rezistenta de descarcare  $R$ .

Se da in continuare un exemplu de realizare al inventiei in legatura cu fig. 1...7, care reprezinta:

- fig. 1. Schema bloc a instalatiei pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, conform inventiei;
- fig. 2. Diagrama de timp reprezentand secventa logica pe care trebuie sa o realizeze modulul de programare a secventelor logice;
- fig. 3. Starea comutatoarelor electronice  $T_1$  si  $T_2$ , ale instalatiei pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, in cazul cand bobina se gaseste in stare supraconductoare;
- fig. 4. Starea tranzitorie a comutatoarelor electronice  $T_1$  si  $T_2$ , ale instalatiei pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, in cazul cand bobina se gaseste in stare normalizata, datorata normalizarii bobinei  $L_1$ ;
- fig. 5. Starea permanenta a comutatoarelor electronice  $T_1$  si  $T_2$ , ale instalatiei pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, in cazul cand bobina se gaseste in stare normalizata, datorata normalizarii bobinei  $L_1$ ;
- fig. 6. Starea tranzitorie a comutatoarelor electronice  $T_1$  si  $T_2$ , ale instalatiei pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, in cazul cand bobina se gaseste in stare normalizata, datorata normalizarii bobinei  $L_2$ ;
- fig. 7. Starea permanenta a comutatoarelor electronice  $T_1$  si  $T_2$ , ale instalatiei pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, in cazul cand bobina se gaseste in stare normalizata, datorata normalizarii bobinei  $L_2$ .

Instalatie pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, conform figurii 1, este alcatuita din urmatoarele module:

Modulul 1 - Modulul de putere;

Modulul 2 - Modulul de programare a fazelor;

Modulul 3 - Modulul surselor de tensiune stabilizate.

Modulul 1, denumit modulul de putere, fig. 1, este format din: doua comutatoare electronice realizate de catre tranzistoarele de mare putere IGBT, T1 si T2, Driver IGBT 1, Driver IGBT 2 care realizeaza comanda celor doua tranzistoare de mare putere, si R – rezistenta de descarcare cu rolul de a prelua energia magnetica inmagazinata in bobina supraconductoare cu inductanta L,  $W = Li_1^2/2$ , sub forma de energie disipata Joule,  $W_j = Ri_2^2$ , in cazul manifestarii fenomenului de quench.

Modulul 2, denumit modulul de programare a secventelor logice, fig. 1, este format din: blocul amplificator operational cu izolare galvanica cu rol de izolare la interfata cu fenomenul fizic denumit quench, blocul electronic amplificator de precizie cu factor de rejectie a modului comun CMRR = 100 dB si blocul electronic amplificator cu amplificarea A = 10 si CMRR = 80 dB, cu rolul de a amplifica in trepte semnalul analogic de la iesirea amplificatorului operational cu izolare galvanica, blocul electronic ce realizeaza functia matematica modul, ce prezinta la iesire valoarea absoluta a semnalului de la iesirea blocului electronic amplificator, blocul de interfata optica, (optocuplor cu refacerea semnalului TTL), cu rolul de a furniza un semnal izolat galvanic la iesire, pentru blocul electronic programator de secventa logica. Programatorul de secventa logica reprezinta un circuit digital combinational, format din doua circuite monostabile si un circuit dublu bistabil de tip „D” ce realizeaza secventa logica redada in fig. 2 - diagrama de timp reprezentand secventa logica pe care trebuie sa o realizeze modulul de programare a secventelor logice.

Diagrama de timp reprezentata in fig. 2 prezinta modul cum sunt comandate cele doua tranzistoare de putere T<sub>1</sub> si T<sub>2</sub>. Daca bobinele L<sub>1</sub> si L<sub>2</sub> lucreaza in stare supraconductoare, tranzistorul T<sub>1</sub> este in starea deschis (saturat), iar tranzistorul T<sub>2</sub> se gaseste in starea blocat. La aparitia fenomenului quench, atunci cand cel putin una dintre bobinele L<sub>1</sub> sau L<sub>2</sub> se normalizeaza, se realizeaza urmatoarea secventa logica de catre programatorul de secventa logica:

- Tensiunea de comanda V<sub>COMANDA</sub> ce apare la intrarea +TRIGGER (triggerare pe frontul pozitiv) al primului monostabil din circuitului logic combinational, realizeaza o tranzitie din “0” logic in “1” logic, determinand aparitia tensiunii U<sub>M1</sub> pe perioada t<sub>M1</sub>, fig. 2, la iesirea acestuia. Astfel, pe acest interval de timp foarte scurt, t<sub>M1</sub> = 0.01 μs, amandoua tranzistoarele de putere IGBT T<sub>1</sub>, respectiv T<sub>2</sub>, se vor afla in conductie intrucit semnalul logic U<sub>M1</sub> se aplica pe pinii SET 1 si SET 2 ai circuitului logic dublu bistabil tip D iar la iesirile acestuia Q1 si Q2 rezulta semnalele U<sub>Q1</sub> respectiv U<sub>Q2</sub>, fig. 2.

- Pe frontul cazator al semnalului logic U<sub>M1</sub> se activeaza al doilea monostabil -TRIGGER, determinand pe iesirea Q o tranzitie din “0” logic in “1” logic si aparitia tensiunii U<sub>M2</sub> pe perioada t<sub>M2</sub> = 1 μs, fig. 2.

Tensiunea U<sub>M2</sub> (pe perioada t<sub>M2</sub> = 1 μs), fig. 2, se aplica pinului RESET1 al dublului bistabil de tip D, determinind trecerea tranzistorului de putere IGBT T<sub>1</sub> in regim blocat, respectiv realizarea starii T<sub>1</sub> blocat, T<sub>2</sub> conductie, fig. 2. Programatorul de secventa logica poate fi resetat in scopul revenirii la starea initiala prin aplicarea unui semnal “1” logic pinului RESET2 al dublului bistabil de tip D.

Modulul 3, denumit modulul surselor de tensiune stabilizate, fig. 1, este format din sursele de tensiune diferentiale 2 x ± 15V, prima alimentind blocul amplificator operational cu izolare galvanica, fig. 1., iar cea de-a doua blocurile electronice analogice ale modulului de programare a fazelor; sursa TTL + 5V ce alimenteaza blocurile electronice logice (blocul de interfata optica si blocul electronic programator de secventa logica), fig. 1. si sursele cu izolare galvanica 2 x 20V ce alimenteaza driver-ele Driver IGBT1 respectiv Driver IGBT2.

Instalatia pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, a carei scheme bloc este in fig. 1, conform inventiei, functioneaza in modul urmatoare: constructiv, bobina supraconductoare L este formata din doua sectiuni identice,  $L_1$  si  $L_2$ , supraconductoare inseriate, unde  $L_1 = L_2 = L/2$ , pentru a realiza o pereche de poli rotorici ai motorului supraconductor; doua comutatoare electronice ultrarapide sunt realizate cu tranzistoare de mare putere IGBT, T1 si T2; primul comutator, realizat cu tranzistorul IGBT T1, permite alimentarea bobinei supraconductoare de la sursa de tensiune de putere, in regim normal de functionare (bobina L in regim supraconductor), precum si decuplarea sursei de tensiune de putere atunci cind cel putin una dintre bobinele  $L_1$  sau  $L_2$  s-a normalizat. Cel de-al doilea comutator, realizat cu tranzistorul IGBT T2, permite cuplarea bobinei supraconductoare L pe o rezistenta de descarcare R, in cazul cind cel putin una dintre bobinele  $L_1$  sau  $L_2$  s-a normalizat (paraseste starea de supraconductie). In fig. 3., se prezinta schema electronica de principiu pentru comanda bobinelor  $L_1$  si  $L_2$  aflate in stare supraconductoare, caz in care tranzistorul de putere IGBT T1 se gaseste in stare de conductie, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se gaseste in starea blocat. In acest caz, prin bobina supraconductoare  $L = L_1 + L_2$  circula curentul  $I_1$ . La aparitia fenomenului quench, se disting urmatoarele cazuri:

- Bobina  $L_1$  s-a normalizat, fig. 4, caz in care amindoua tranzistoarele de putere IGBT T1 si T2 sunt in conductie, pentru un timp  $t_{M1} = 0.01 \mu s$ , fig. 2; in secventa urmatoare, tranzistorul de putere IGBT T1 se va gasi in starea blocat, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se va afla in starea de conductie, astfel bobina supraconductoare se va afla in paralel cu rezistenta de descarcare, fig. 5;
- Bobina  $L_2$  s-a normalizat, fig. 6, caz in care amindoua tranzistoarele de putere IGBT T1 si T2 sunt in conductie, pentru un timp  $t_{M1} = 0.01 \mu s$ , fig. 2; in secventa urmatoare, tranzistorul de putere IGBT T1 se va gasi in starea blocat, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se va afla in starea de conductie, astfel bobina supraconductoare se va afla in paralel cu rezistenta de descarcare fig. 7;

Instalatia pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, conform inventiei, realizeaza o detectie a quench-ului sub 0,1 ms, utilizeaza un sistem de doua comutatoare electronice realizate cu componente active de tipul tranzistoare de mare putere cu baza izolata IGBT, cu comanda in tensiune, capabile sa comute bobina supraconductoare in paralel cu o rezistenta de descarcare, in cazul normalizarii acesteia, in timpi de ordinul aproximativ 1  $\mu s$ .

## Revendicari

1. Instalatie pentru protectia activa a bobinei supraconductoare la motoare supraconductoare, caracterizat prin aceea ca este alcatuita, conform fig. 1., din: modulul 1 - modulul de putere; modulul 2 - modulul de programare a fazelor; modulul 3 - modulul surselor de tensiune stabilizate; instalatia functioneaza in modul urmatoar: constructiv, bobina supraconductoare L este formata din doua sectiuni identice,  $L_1$  si  $L_2$ , supraconductoare inseriate, unde  $L_1 = L_2 = L/2$ , pentru a realiza o pereche de poli rotorici ai motorului supraconductor; doua comutatoare electronice ultrarapide sunt realizate cu tranzistoare de mare putere IGBT, T1 si T2; primul comutator, realizat cu tranzistorul IGBT T1, permite alimentarea bobinei supraconductoare de la sursa de tensiune de putere, in regim normal de functionare precum si decuplarea sursei de tensiune de putere atunci cind cel putin una dintre bobinele  $L_1$  sau  $L_2$  s-a normalizat, cel de-al doilea comutator, realizat cu tranzistorul IGBT T2, permite cuplarea bobinei supraconductoare L pe o rezistenta de descarcare R, in cazul cind cel putin una dintre bobinele  $L_1$  sau  $L_2$  s-a normalizat; in fig. 3., se prezinta schema electronica de principiu pentru comanda bobinelor  $L_1$  si  $L_2$  aflate in stare supraconductoare, caz in care tranzistorul de putere IGBT T1 se gaseste in stare de conductie, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se gaseste in starea blocat. In acest caz, prin bobina supraconductoare  $L = L_1 + L_2$  circula curentul  $I_1$ ; la aparitia fenomenului quench, se disting urmatoarele cazuri:

- bobina  $L_1$  s-a normalizat, fig. 4, caz in care amindoua tranzistoarele de putere IGBT T1 si T2 sunt in conductie, pentru un timp  $t_{M1} = 0.01 \mu s$ , fig. 2; in secventa urmatoare, tranzistorul de putere IGBT T1 se va gasi in starea blocat, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se va afla in starea de conductie, astfel bobina supraconductoare se va afla in paralel cu rezistenta de descarcare, fig. 5;
- bobina  $L_2$  s-a normalizat, fig. 6, caz in care amindoua tranzistoarele de putere IGBT T1 si T2 sunt in conductie, pentru un timp  $t_{M1} = 0.01 \mu s$ , fig. 2; in secventa urmatoare, tranzistorul de putere IGBT T1 se va gasi in starea blocat, iar tranzistorul de putere IGBT T2 se va afla in starea de conductie, astfel bobina supraconductoare se va afla in paralel cu rezistenta de descarcare fig. 7; instalatia realizeaza o detectie a quench-ului sub 0,1 ms, utilizeaza un sistem de doua comutatoare electronice realizate cu componente active de tipul tranzistoare de mare putere cu baza izolata IGBT, cu comanda in tensiune, capabile sa comute in timpi de ordinul aproximativ  $1 \mu s$ .

2. Instalatie conform revendicarii 1., caracterizat prin aceea ca, este formata din Modulul 1, care este denumit modulul de putere si este format din: doua comutatoare electronice realizate de catre tranzistoarele de mare putere IGBT, T1 si T2, Driver IGBT 1, Driver IGBT 2 care realizeaza comanda celor doua tranzistoare de mare putere, si R - rezistenta de descarcare cu rolul de a prelua energia magnetica inmagazinata in bobina supraconductoare cu inductanta L,  $W = Li_1^2/2$ , sub forma de energie disipata Joule,  $W_j = Ri_2^2$ , in cazul manifestarii fenomenului de quench.

3. Instalatie conform revendicarii 1., caracterizat prin aceea ca, este formata si din Modulul 2, care este denumit modulul de programare a secventelor logice si este format din: blocul amplificator operational cu izolare galvanica cu rol de izolare la interfata cu fenomenul fizic denumit quench, blocul electronic amplificator de precizie cu factor de rejectie a modului comun  $CMRR = 100$  dB si blocul electronic amplificator cu amplificarea  $A = 10$  si  $CMRR = 80$  dB, cu rolul de a amplifica in trepte semnalul analogic de la iesirea amplificatorului operational cu izolare galvanica, blocul electronic ce realizeaza functia matematica modul, ce prezinta la iesire valoarea absoluta a semnalului de la iesirea blocul electronic amplificator, blocul de interfata optica, (optocuplor cu refacerea semnalului TTL), cu rolul de a furniza un semnal izolat galvanic la iesire, pentru blocul electronic programator de secventa logica; programatorul de secventa logica reprezinta un circuit digital combinational.

4. Instalatie conform revendicarii 1., caracterizat prin aceea ca, este formata si din Modulul 3, care este denumit modulul surselor de tensiune stabilizate, ce este alcatuit din sursele de tensiune diferentiale 2 x  $\pm 15V$ , prima alimentind blocul amplificator operational cu izolare galvanica, fig. 1., iar cea de-a doua blocurile electronice analogice ale modulului de programare a fazelor; sursa TTL + 5V ce alimenteaza blocurile electronice logice si sursele cu izolare galvanica 2 x 20V ce alimenteaza driver-ele Driver IGBT1 respectiv Driver IGBT2.

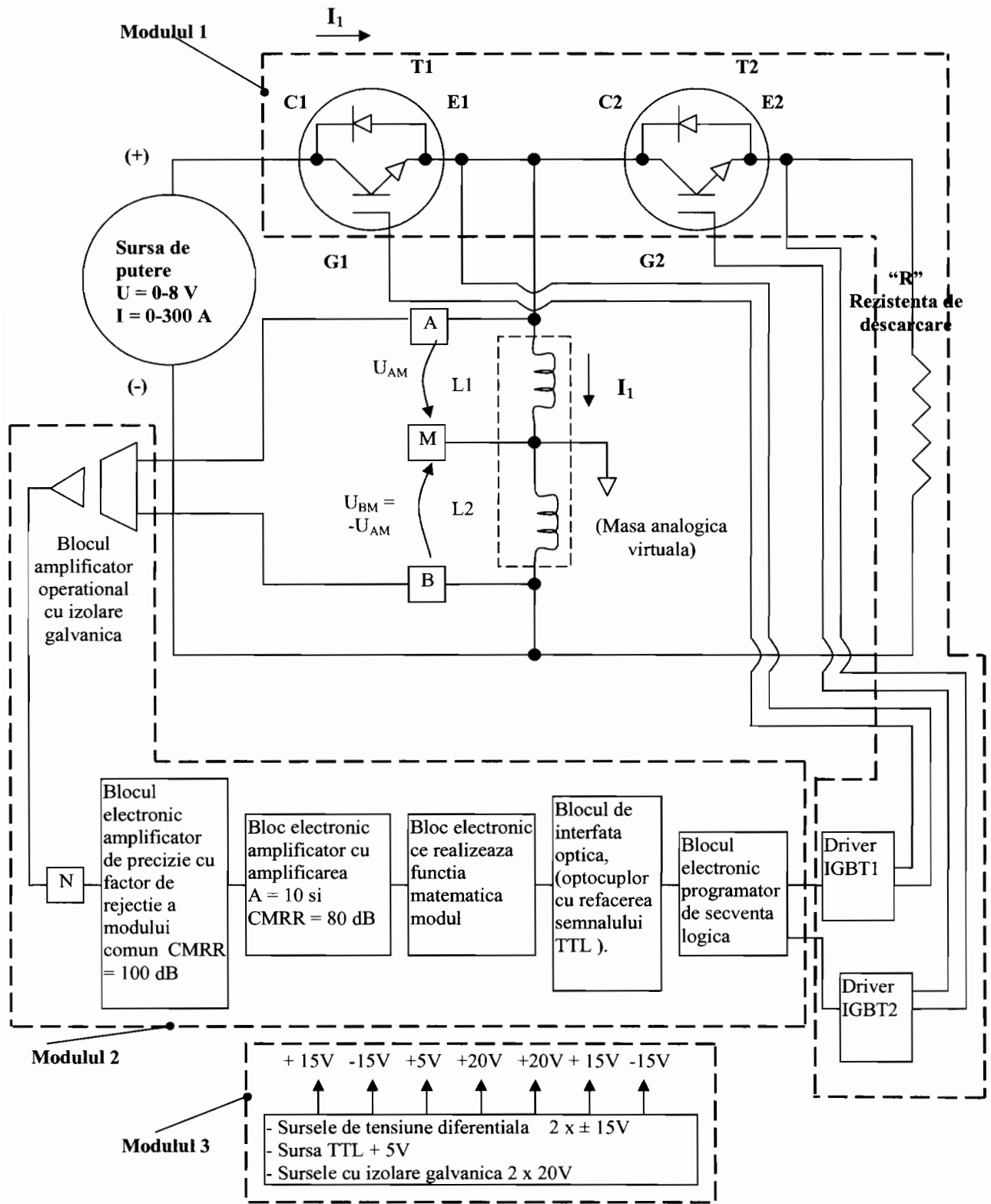


Fig. 1.



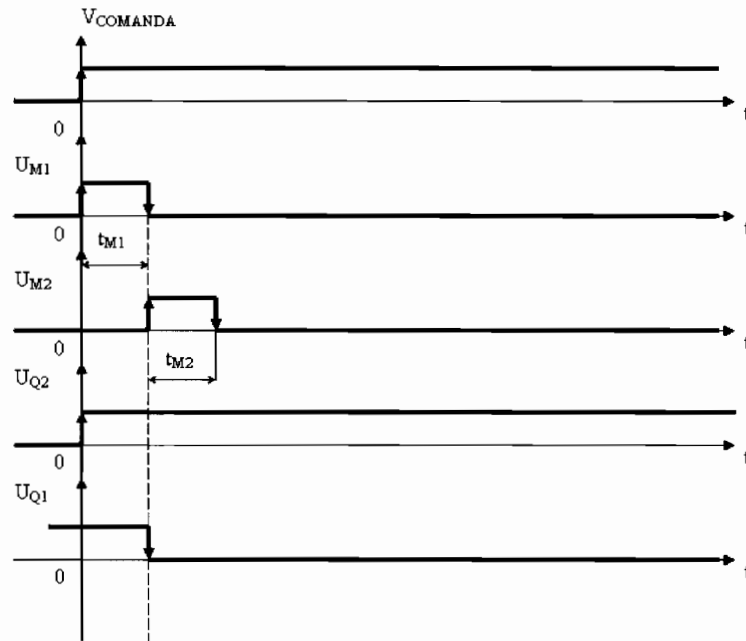


Fig. 2.

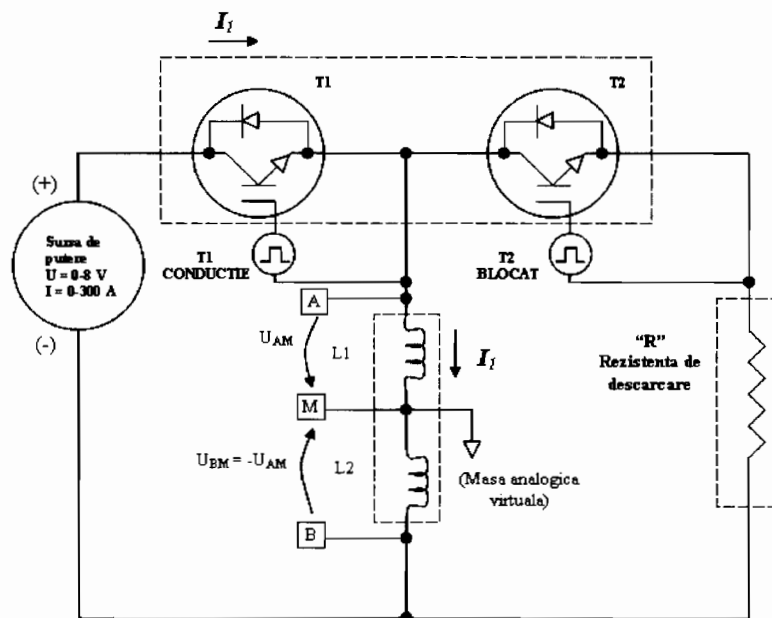


Fig. 3.

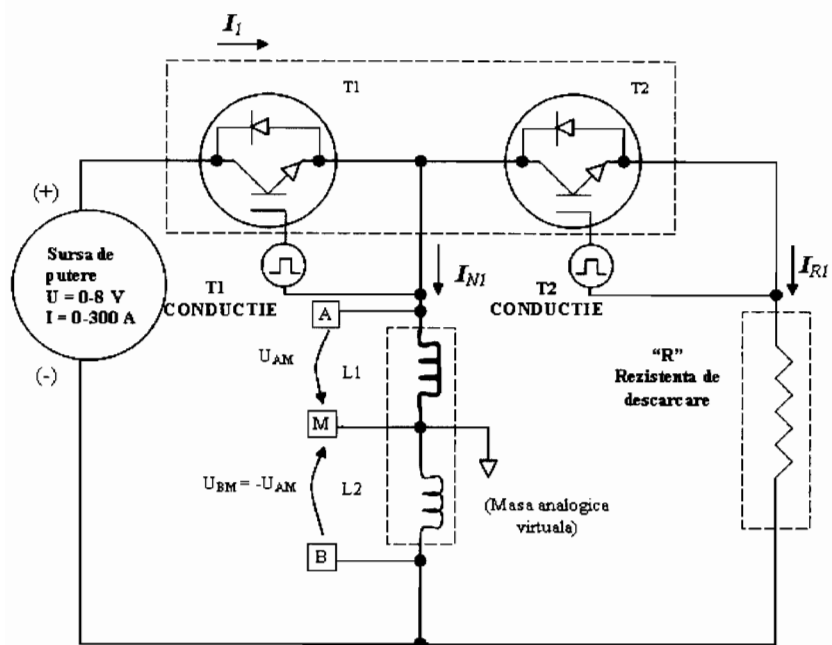


Fig. 4.

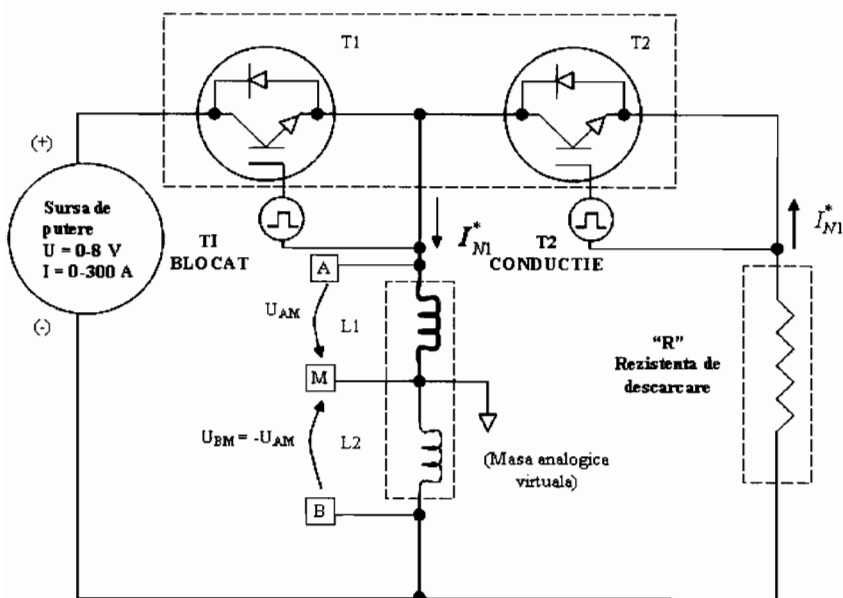


Fig. 5.

24

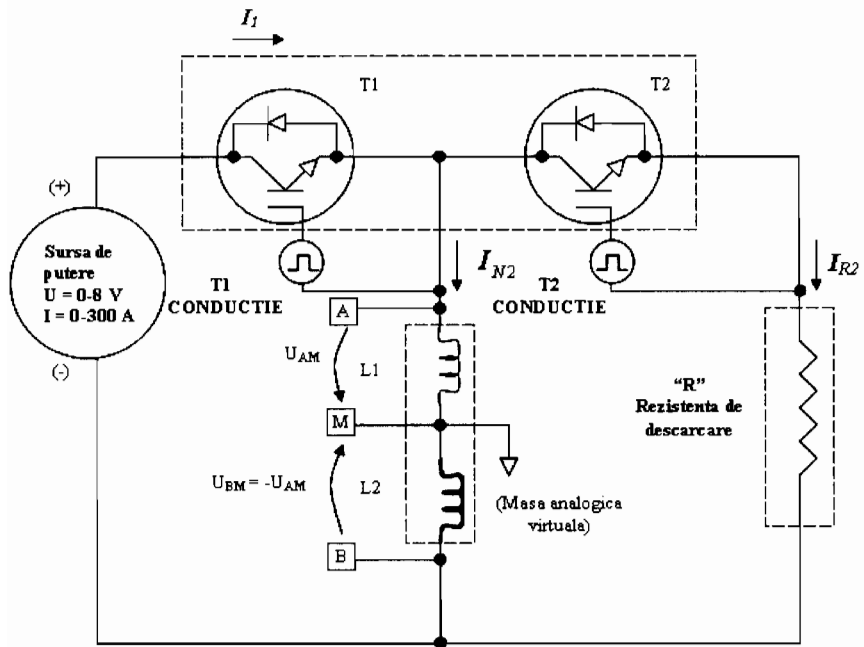


Fig. 6.

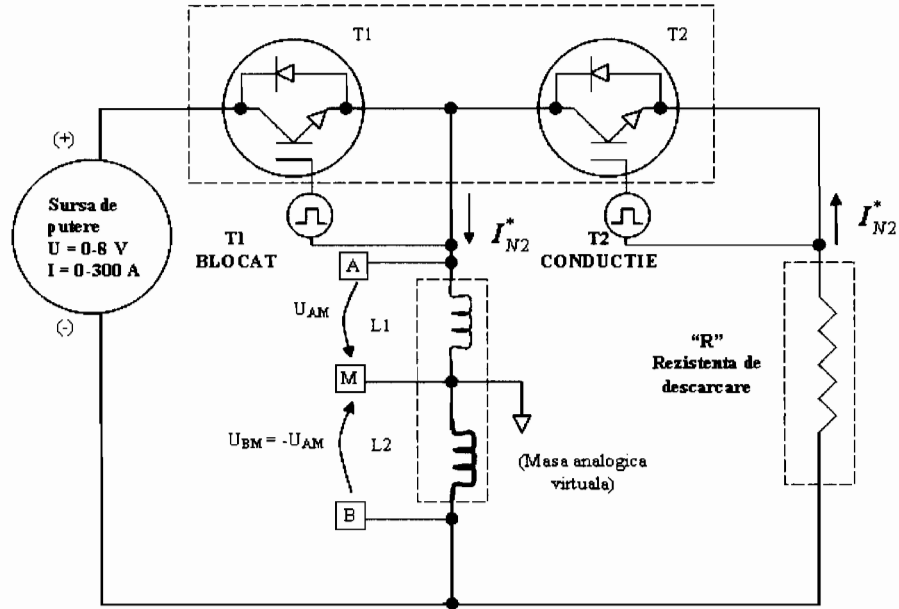


Fig. 7.