



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00316

(22) Data de depozit: 07.04.2011

(41) Data publicării cererii:  
30.12.2011 BOPI nr. 12/2011

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "CONSTANTIN  
BRÂNCUȘI" DIN TÂRGU JIU,  
CALEA EROILOR NR.30, TÂRGU JIU, GJ,  
RO

(72) Inventatori:  
• BORCOȘI ILIE, ALEEA SMÂRDAN BL.22,  
AP.4, SC.2, TÂRGU JIU, GJ, RO;  
• POPESCU LUMINIȚA GEORGETA,  
STR.23 AUGUST NR.16, TÂRGU JIU, GJ,  
RO;  
• GORUN ADRIAN, STR. DUMBRAVA  
NR.29A, TÂRGU JIU, GJ, RO;  
• GROFU FLORIN, STR. JIULUI NR. 41,  
TÂRGU JIU, GJ, RO;  
• POPESCU ION MARIAN, STR.9 MAI,  
BL.71, SC.1, AP.2, TÂRGU JIU, GJ, RO;

• RACOCEANU CRISTINEL,  
STR. VICTORIEI, BL. 45, SC. 1, AP. 17,  
TÂRGU JIU, GJ, RO;  
• NICULESCU GEORGE, BD. CONSTANTIN  
BRÂNCUȘI NR. 47, BL. 47, SC. 2, ET. 3,  
AP. 10, TÂRGU JIU, GJ, RO;  
• BORCOȘI CORINA ANA, ALEEA  
SMÂRDAN BL.22, AP.4, SC.2, TÂRGU JIU,  
GJ, RO;  
• CRUCERU MIHAI, BD. CONSTANTIN  
BRÂNCUȘI, BL. 12, SC. 1, AP. 9, TÂRGU  
JIU, GJ, RO;  
• DIACONU BOGDAN MARIAN,  
STR. SLT. GRIGORE HAIDĂU, BL. 2, SC. 2,  
AP. 19, TÂRGU JIU, GJ, RO;  
• POPESCU CRISTINEL,  
STR. ȘTEFAN CEL MARE NR. 56, TÂRGU  
JIU, GJ, RO

(54) DISPOZITIV NUMERIC PENTRU PROTECȚIA LA LIPSĂ FAZĂ  
ȘI LA NEFUNCȚIONAREA DISPOZITIVELOR  
SEMICONDUCTOARE DIN COMPONENTA  
REDRESOARELOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv și la o metodă pentru protecția la lipsă fază și la nefuncționarea dispozitivelor semiconductoare din componenta redresoarelor. Dispozitivul conform invenției este destinat protejării unui redresor format din niște elemente semiconductoare (ES1, ..., ES6) ce sunt conectate la o sarcină rezistiv-inductivă (S), și este alcătuit din trei traductoare (TTR, TTS, TTT) de tensiune, montate pe cele trei faze ale redresorului, trei circuite (CA1, CA2, CA3) de adaptare a semnalelor traductoarelor (TTR, TTS, TTT) de tensiune, un traductor (TC) de curent, pentru măsurarea curenților prin sarcină (S), un circuit (CA) de adaptare a semnalului traductorului (TC) de curent și un circuit (CNP) numeric de prelucrare, realizat cu microcontroler care face detecția lipsei pulsurilor pentru redresor. Metoda conform invenției constă în urmărirea valorilor tensiunilor de alimentare și ale curentului prin sarcină, verificarea lipsei tensiunilor de fază, verificarea lipsei pulsurilor curentului prin sarcină, prin compararea valorii maxime a curentului cu valoarea minimă.

Revendicări: 3  
Figuri: 5

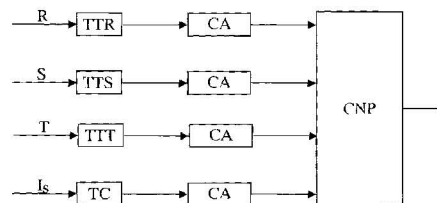
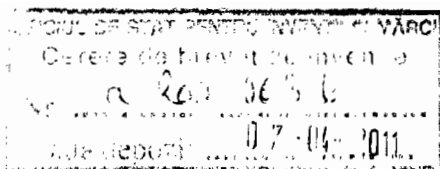


Fig. 2

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).





36

## **DISPOZITIV NUMERIC PENTRU PROTECȚIA LA LIPSĂ FAZĂ ȘI LA NEFUNCȚIONAREA DISPOZITIVELOR SEMICONDUCTOARE DIN COMPONENTA REDRESOARELOR**

### **DESCRIERE**

Invenția se referă la un dispozitiv pentru protecția la lipsă fază sau la nefuncționarea unui element semiconductor (diodă, tiristor, tranzistor etc) din componenta redresoarelor polifazate sau monofazate dublii alternanță, precum și în cazul apariției unei suprasarcini. Nefuncționarea unui element semiconductor poate să apară datorită defectării circuitului de comandă (nu primește semnal de comandă) sau datorită defectării sale.

Sunt cunoscute dispozitive pentru protecția redresoarelor la:

- lipsă fază (urmăresc prezența tensiunilor de sincronizare);
- lipsă pulsuri sau nefuncționarea elementelor semiconductoare prin compararea valorilor maximă și medie ale curentului prin sarcină, știind că atunci când lipsesc pulsuri, diferența dintre valoarea maximă și valoarea medie crește, sau prin numărarea pulsurilor existente într-un interval de timp
- suprasarcină (urmăresc să nu se depășească o anumită valoare a curentului prin sarcină);
- supratensiune (urmăresc să nu se depășească o anumită valoare a tensiunii la bornele sarcinii);

Unele elemente semiconductoare recente prezintă circuite care urmăresc tensiunea între terminalele de forță, intervenind când această cădere de tensiune este mai mare decât cea de saturație, protejând astfel elementele semiconductoare la depășirea curentului nominal.

Aceste dispozitive prezintă dezavantajul că nu detectează cauza nefuncționării unui element semiconductor, atunci când el trebuie să fie în conducție: nu primește semnal de comandă sau lipsește o fază de alimentare, iar circuitele digitale și analogice de prelucrare a semnalelor sunt mai complexe. De asemenea, unele dintre aceste dispozitive, pentru detecția pulsurilor lipsă, compară valoarea maximă cu valoarea medie și, este cunoscut faptul că, pentru un redresor trifazat în punte, diferența dintre cele două valori, dacă nu lipsesc pulsuri, este 5%, iar dacă lipsesc pulsuri este de 30% fiind uneori prea mică și greu de detectat această diferență, mai ales dacă semnalul de curent este distorsionat.

Problema pe care o rezolvă invenția, constă în protecția la lipsă fază, prin indicarea fazei lipsă, precum și protecția redresoarelor polifazate sau monofazate dublă alternanță, avertizând operatorul uman în legătură cu nefuncționarea unuia sau mai multor elemente semiconductoare (prin compararea valorii maxime cu valoarea minimă a curentului prin sarcină pentru un interval de timp egal cu durata unui puls, știind că atunci când lipsesc pulsuri, diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă crește mult, valoarea minimă uneori ia valoarea zero) în vederea stabilirii deciziilor de continuare sau oprire a funcționării.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajul dispozitivelor existente, prin aceea că:

- se urmărește curentul prin sarcină (pe tot intervalul de timp egal cu durata unui puls), cu ajutorul unui singur traductor de curent (față de dispozitivele actuale care folosesc două traductoare ale căror semnale se redresează cu ajutorul redsoarelor de precizie, se însumează cu un sumator) al cărui semnal se prelucrează cu ajutorul blocului de decizie (circuitului numeric de prelucrare) cu microcontroler (față de dispozitivele actuale care folosesc și circuite cu elemente discrete), verificându-se lipsa pulsurilor
- detectarea și indicarea fazei lipsă a sistemului trifazat de alimentare.

Așadar urmărirea curentului prin sarcină înseamnă prelucrarea informației de la traductorul de curent (analiza pentru un interval de timp egal cu durata unui puls, reținerea valorilor maxime și minime și compararea acestora) și verificarea lipsei pulsurilor.

Dispozitivul, conform invenției, prezintă următoarele avantaje :

- are o construcție relativ simplă și flexibilă;
- folosește un singur traductor de curent
- elimină circuitele de protecție la lipsă fază și suprasarcină;
- asigură, în plus, protecție la lipsă puls (nefuncționarea unui element semiconductor al redresorului);
- se poate folosi atât pentru redresoare comandate cât și necomandate;
- de asemenea, se poate folosi la orice tip de redresor monofazat sau trifazat, cu excepția redresorului monofazat monoalternanță, modificând doar durata monostabilelor și numărul traductoarelor de curent și al redsoarelor de precizie folosite;
- cel mai mare avantaj este reprezentat de cazul când redresorul face parte dintr-un sistem de reglare automată a turației unui motor de curent continuu. În această situație dacă lipsesc pulsuri, scade valoarea medie a tensiunii de ieșire din redresor și implicit tensiunea de alimentare a motorului de curent continuu, respectiv, turația. Însă, nemodificându-se prescria

(referința) de turație, turația se menține constantă, pe seama creșterii pulsurilor rămase (valoarea medie păstrându-se constantă) ceea ce duce la creșterea amplitudinii curentului peste valoarea admisibilă. Circuitele actuale nu realizează această protecție la lipsă puls astfel încât să se precizeze cauza: lipsa unei faze sau nefuncționarea elementelor semiconductoare.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a unui dispozitiv de protecție a unui redresor trifazat în punte la lipsă fază, suprasarcină și lipsă puls (nefuncționare element semiconductor) în conformitate cu figurile 1... 5, care reprezintă:

- fig. 1, schema electrică a redresorului trifazat în punte;
- fig. 2, schema bloc a dispozitivului de protecție, conform invenției;
- fig. 3, forma curentului prin sarcină (semnalul **Vcrts**) când nu lipsesc pulsuri (toate elementele semiconductoare intră în conducție la momentele de timp corespunzătoare);
- fig. 4, forma curentului prin sarcină (semnalul **Vcrts**) când lipsesc 2 pulsuri (un element semiconductor nu intră în conducție);
- fig. 5, schema electronică a dispozitivului de protecție.

Forma semnalelor s-a obținut în urma simulării în Pspice folosind circuitul de forță din figura 1.

În conformitate cu figura 1, redresorul este alcătuit dintr-o punte redresoare trifazată formată din niște elemente semiconductoare **ES1...ES6** (care pot fi diode, tiristoare, tranzistoare), conectată la o sarcină rezistiv – inductivă **S**, în sine cunoscută. Pe cele trei faze de alimentare ale redresorului sunt conectate niște traductoare de tensiune **TTR, TTS, TTT**. În circuitul de forță de alimentare a sarcinii este montat un traductor de curent **TC**.

În conformitate cu figura 2, dispozitivul de protecție, conform invenției, preia semnalele **V<sub>R</sub>, V<sub>S</sub> și V<sub>T</sub>** de la traductoarele de tensiune **TTR, TTS și TTT** (montate pe cele trei faze de alimentare ale redresorului) precum și semnalul **Vcrts** de la traductorul de curent **TC**, montat în serie cu sarcina **S**. Semnalele corespunzătoare celor 3 tensiuni sunt condiționate cu ajutorul circuitelor de adaptare **CA1,...,CA2**, iar semnalul corespunzător curentului este condiționat cu ajutorul circuitului de adaptare **CA**, în concordanță cu cerințele impuse de intrările circuitului numeric de prelucrare **CNP**. Aceste circuite de adaptare pot să realizeze: izolare galvanică (mai ales pentru semnalele de la traductoarele de tensiune - traductoarele de curent de regulă oferă prin construcție izolare galvanică), filtrare, adaptarea în nivel a semnalelor, acordarea domeniilor de variație și eventual conversie analog-numerică dacă circuitul numeric de prelucrare **CNP** nu are înglobate astfel de circuite.

Forma semnalului din figurile 3 și 4, **V<sub>crts</sub>**, s-a obținut folosind circuitul din figura 1 pentru simulare în Pspice. În fig. 3, se prezintă forma semnalului **V<sub>crts</sub>** corespunzătoare curentului prin sarcină **I<sub>s</sub>** când nu lipsesc pulsuri (toate elementele semiconductoare intră în conducție la momentele de timp corespunzătoare), iar în fig. 4, se prezintă forma semnalului **V<sub>crts</sub>** corespunzătoare curentului prin sarcină **I<sub>s</sub>** când lipsesc 2 pulsuri (un element semiconductor nu intră în conducție).

Urmărirea curentului prin sarcină constă în prelucrarea semnalului **V<sub>crts</sub>** (filtrare, comparare, detecția valorilor maximă și minimă), operație ce se repetă după trecerea unui interval de timp egal cu durata unui puls. Durata unui puls poate să fie:  $20\text{ms}/(6\text{pulsuri})=3.3\text{ms}$  pentru un redresor trifazat în punte,  $20\text{ms}/(3\text{pulsuri})=6.6\text{ms}$  pentru un redresor trifazat cu secundarul transformatorului în stea sau  $20\text{ms}/(2\text{pulsuri})=10\text{ms}$  pentru un redresor monofazat dublă alternanță. Pentru fiecare interval de timp se compară valoarea maximă cu valoarea minimă, considerându-se situație de defect (pulsuri lipsă) dacă diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă crește peste 50%.

Lipsa pulsurilor se datorează nefuncționării (blocarea, neintrarea în conducție) a unui sau a mai multor elemente semiconductoare ale redresorului din fig. 1. Nefuncționarea unui element semiconductor poate să apară datorită defectării circuitului de comandă (nu primește semnal de comandă), datorită defectării sale sau lipsei tensiunii de alimentare pe una dintre faze.

Verificarea lipsei tensiunii pe una dintre fazele de alimentare se poate face independent de verificarea lipsei pulsurilor sau după ce s-a constatat că lipsesc pulsuri, deoarece lipsa tensiunii pe una dintre faze implică lipsa pulsurilor.

Pentru a se verifica lipsa tensiunii pe una dintre fazele de alimentare, conform invenției, semnalele de la traductoarele de tensiune trebuie aplicate unor circuite de adaptare pentru izolare galvanică, adaptare în nivel etc. În conformitate cu fig.5 se folosesc optocuploare atât pentru izolare galvanică cât și în locul traductoarelor de tensiune, iar pentru măsurarea curentului se folosește un traductor de curent cu efect Hall de tip LTS (**TC**), în buclă închisă, numit și cu flux zero. Traductoarele de curent de tip LTS oferă izolare galvanică și furnizează un semnal între 0 și 5V proporțional cu un curent cuprins în intervalul (-curent nominal, +curent nominal), adică pentru un curent de valoare 0 furnizează un semnal de 2.5V. Circuitul de prelucrare numerică (**CNP**) pentru o aplicație practică poate fi realizat cu microcontroler tip ATtiny 24. Acest microcontroler are convertoare analog numerice integrate care acceptă la intrare semnale în domeniul [0...3V]. Este nevoie de o adaptare în

nivel și impedanță a semnalului de la traductor folosind divizorul de tensiune format din rezistențele **R41** și **R42**, precum și amplificatorul operațional **AO**.

Circuitul numeric de prelucrare face detecția lipsei pulsurilor pentru un redresor trifazat în punte astfel:

- se scade din valoarea curentului, obținută după conversie, o valoare binară corespunzătoare pentru 1.5V;

- se determină valorile minimă și maximă ale curentului prin sarcină pe un interval de timp egal cu durata unui puls (3,3ms);

- se compară cele două valori, raportul dintre ele, când nu lipsesc pulsuri, nu trebuie să fie mai mic decât 0,9. Se știe că raportul dintre valoarea medie și maximă ca fiind egal cu 0,95. Considerând că semnalul are o excursie simetrică față de valoarea medie rezultă un raport estimat între valoarea minimă și maximă egal cu 0,9. De altfel, acest raport se verifică și din fig. 3 făcându-se raportul dintre valorile minimă și maximă când nu lipsesc pulsuri. Atunci când lipsesc pulsuri, corespunzător figurii 4, raportul dintre valorile minimă și maximă este aproximativ 0,125.

În consecință, se consideră că situația de lipsă pulsuri apare atunci când valoarea minimă este mai mică decât jumătatea valorii maxime, adică raportul dintre valorile minimă și maximă scade sub 0,5. Acest raport s-a ales pentru a putea efectua rapid calculele de comparare cu microcontrolerul. Jumătatea valorii maxime se obține prin deplasare la stânga a informației binare. Avertizare lipsă puls se poate face prin aprinderea ledului **LP**.

Pentru detecția apariției unui curent de suprasarcină, pentru un redresor trifazat, se face diferența dintre valoarea maximă și minimă, diferența înjumătățită se adună la valoarea minimă, iar rezultatul obținut se compară cu o valoare prestabilită.

Verificarea lipsei tensiunii pe una dintre fazele de alimentare se face prin verificarea semnalelor negate de la optocuploare (se neagă deoarece optocuploarele transmit 1 logic când lipsește tensiunea). Aplicând legile algebrei booleene și ținând cont că sunt intervale de timp în care semialternanțele pozitive ale tensiunilor (care sunt redresate cu ajutorul diodelor **D1**, **D2**, **D3**) pe două faze determină conducția optocuploarelor aferente celor două faze, se poate spune că nu lipsesc tensiuni pe niciuna dintre faze dacă suma logică negată a semnalelor de la optocuploare este 1 logic. Avertizare lipsă fază se poate face prin aprinderea ledului **LF** (se poate vizualiza lipsa tensiunii pe fiecare fază, prin conectarea a încă două leduri, microcontrolerul dispunând de suficiente ieșiri).

Dispozitivul de protecție se poate conecta la circuitul general de protecție al redresorului (care poate să mai conțină și alte dispozitive de protecție la supratensiune,

supratemperatură, etc.) sau la un sistem care să avertizeze operatorul uman în legătură cu nefuncționarea unuia sau mai multor elemente semiconductoare în vederea stabilirii deciziilor de continuare sau oprire a funcționării. Aproape în toate cazurile de lipsă puls, când redresorul alimentează un motor de curent continuu ce face parte dintr-o linie de producție, nu este indicat ca dispozitivul de protecție să comande decuplarea alimentării redresorului, el făcând parte dintr-un sistem de mentenanță preventivă și predictivă ce permite depistarea din timp, localizarea și identificarea lipsei pulsurilor. În acest fel este posibil calculul duratei de funcționare în condiții de siguranță a utilajului, planificarea opririi, pregătirea echipei de intervenție, comandarea pieselor de schimb necesare și reducerea la minim a duratei de staționare pentru reparație. Costurile de mentenanță preventivă și predictivă înregistrate în același interval de timp vor fi mai mici.

**DISPOZITIV NUMERIC PENTRU PROTECȚIA LA LIPSĂ FAZĂ ȘI LA  
NEFUNCȚIONAREA DISPOZITIVELOR SEMICONDUCTOARE  
DIN COMPONENTA REDRESOARELOR**

**REVENDICĂRI**

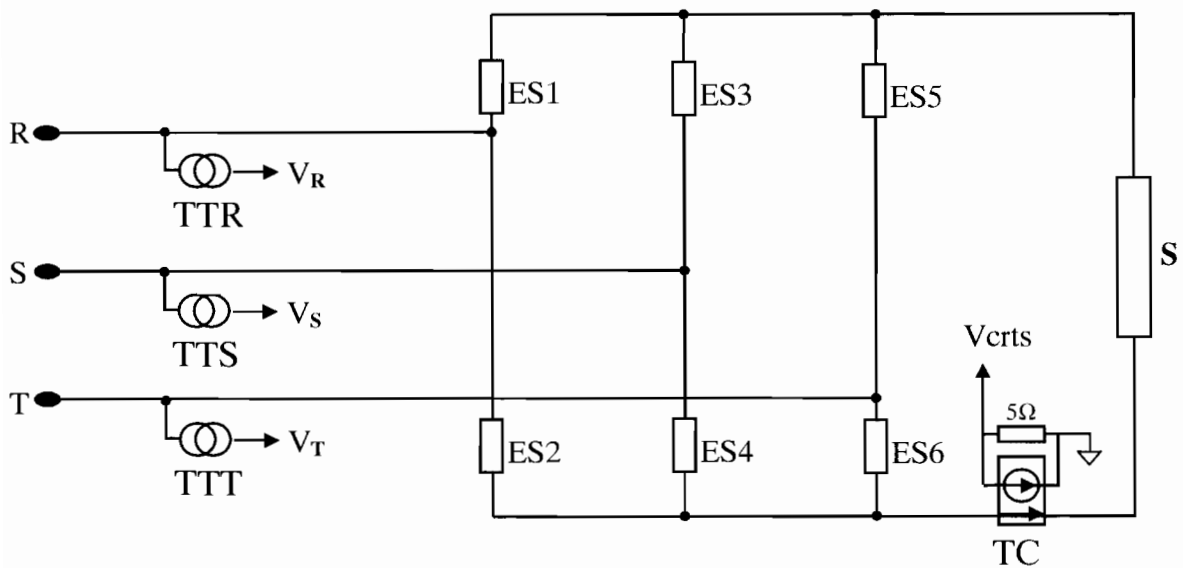
1. Dispozitiv pentru protecția la lipsă fază sau la nefuncționarea unui element semiconductor din componența redresoarelor polifazate sau monofazate dublă alternanță, precum și în cazul apariției unei suprasarcini, dispozitiv destinat protecției la lipsă fază a sistemelor de alimentare trifazate și în cazul nefuncționării unor elemente semiconductoare ( $ES_1, \dots, ES_6$ ), care intră în componența redresoarelor trifazate, **caracterizat prin aceea că** are în alcătuire:
  - i) trei traductoare de tensiune (**TTR, TTS, TTT**) pentru detectarea lipsei tensiunii unei faze realizate cu optocuploare (**O1, ..., O3**);
  - ii) trei circuite de adaptare (**CA1, ..., CA3**) a semnalelor traductoarelor de tensiune (**TTR, TTS, TTT**) a căror funcție poate fi preluată de fotodectoarele optocuploarelor (**O1, ..., O3**) prin alimentarea corespunzătoare a lor;
  - iii) un traductor de curent (**TC**) pentru măsurarea curentului prin sarcină (**S**);
  - iv) un circuit de adaptare (**CA**) a semnalului traductorului de curent (**TC**);
  - v) un circuit numeric de prelucrare (**CNP**) realizat cu microcontroler.
2. Metodă pentru protecția la lipsă fază a sistemelor trifazate de alimentare, utilizată în cadrul dispozitivului de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** include următoarele etape:
  - a) măsurarea tensiunilor pe cele trei faze (**R, S, T**) ale unei rețele de alimentare, cu ajutorul unor traductoare de tensiune (**TTR, TTS, TTT**) realizate cu optocuploare (**O1, ..., O3**);
  - b) prelucrarea semnalelor obținute la ieșirile optocuploarelor (**O1, ..., O3**) cu ajutorul circuitului numeric de prelucrare (**CNP**) realizat cu microcontroler prin însumarea logică negată a acestor semnale și compararea nivelului logic al semnalului obținut .
3. Metodă pentru protecția la lipsă puls sau la nefuncționarea unui element semiconductor din componența redresoarelor polifazate sau monofazate dublă alternanță, utilizată în cadrul dispozitivului de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** include următoarele etape:
  - a. măsurarea curentului prin sarcină (**S**), cu ajutorul unui traductor de curent (**TC**);



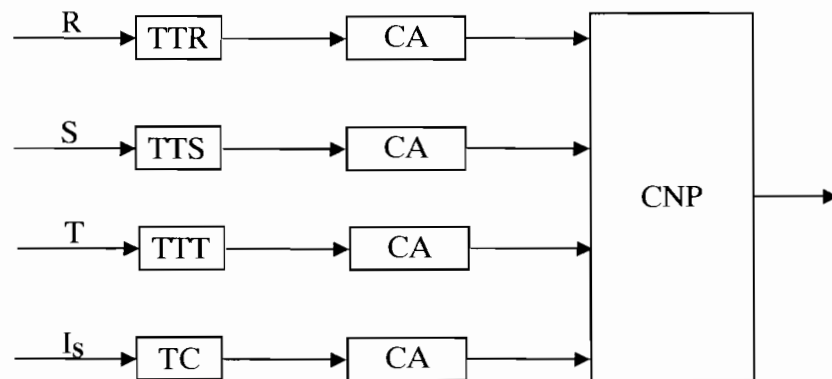
- b. condiționarea semnalului traductorului de curent (TC) cu ajutorul unui circuit de adaptare (CA);
- c. prelucrarea semnalului obținut la ieșirea circuitului de adaptare (CA) cu ajutorul circuitului numeric de prelucrare (CNP) realizat cu microcontroler, în scopul: conversiei analog-numerice, detecției valorilor maximă și minimă și compararea acestor valori.

**DISPOZITIV NUMERIC PENTRU PROTECȚIA LA LIPSĂ FAZĂ ȘI LA  
NEFUNCȚIONAREA DISPOZITIVELOR SEMICONDUCTOARE  
DIN COMPONENTA REDRESOARELOR**

**DESENE EXPLICATIVE**



**Fig. 1**



**Fig. 2**

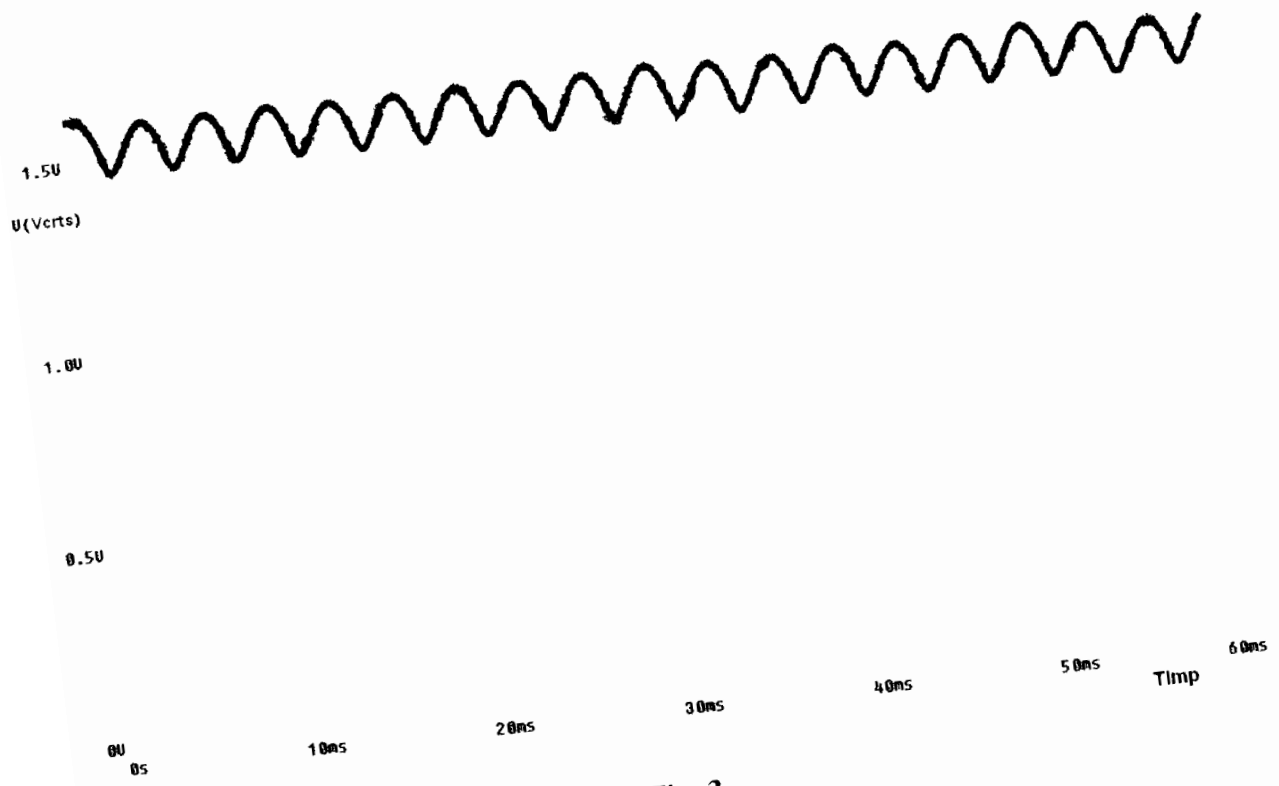


Fig. 3

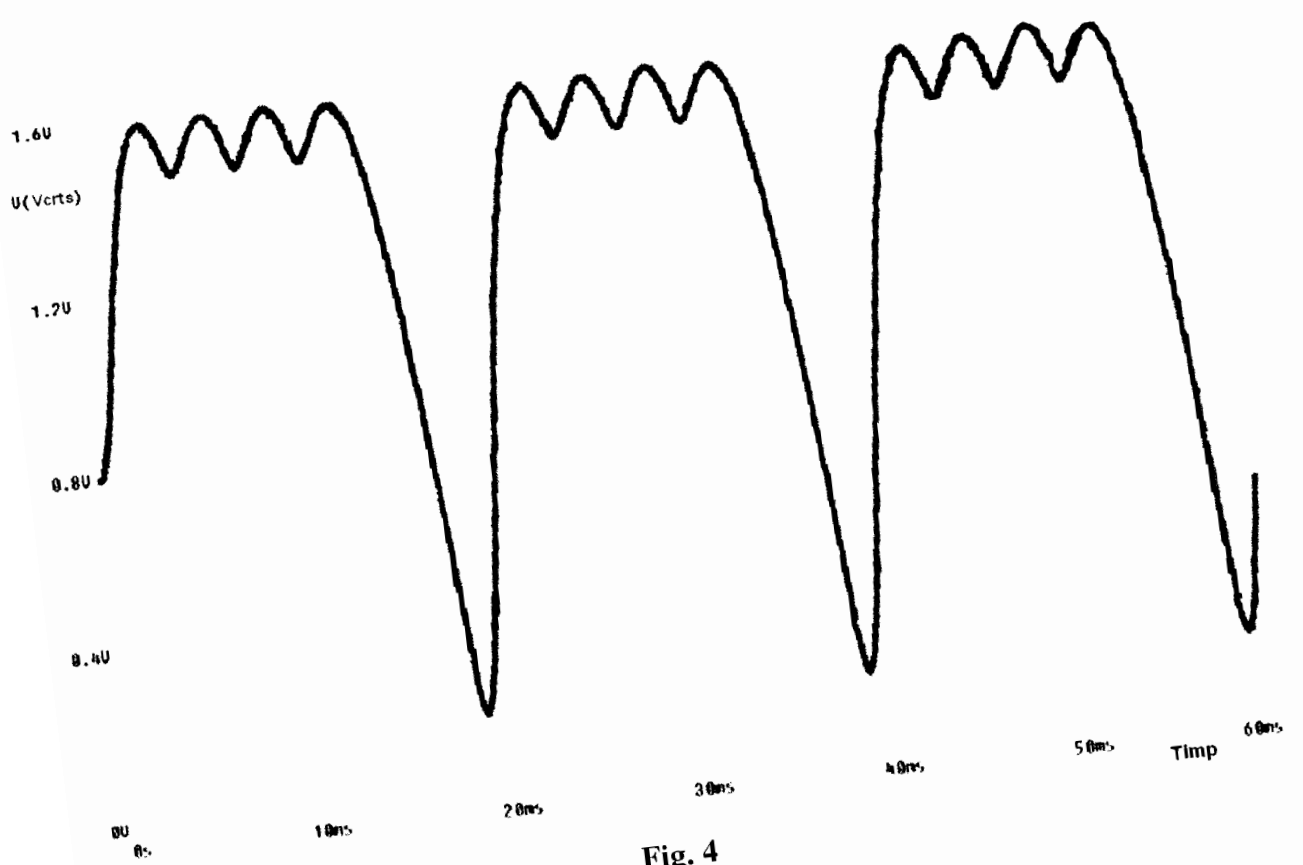


Fig. 4

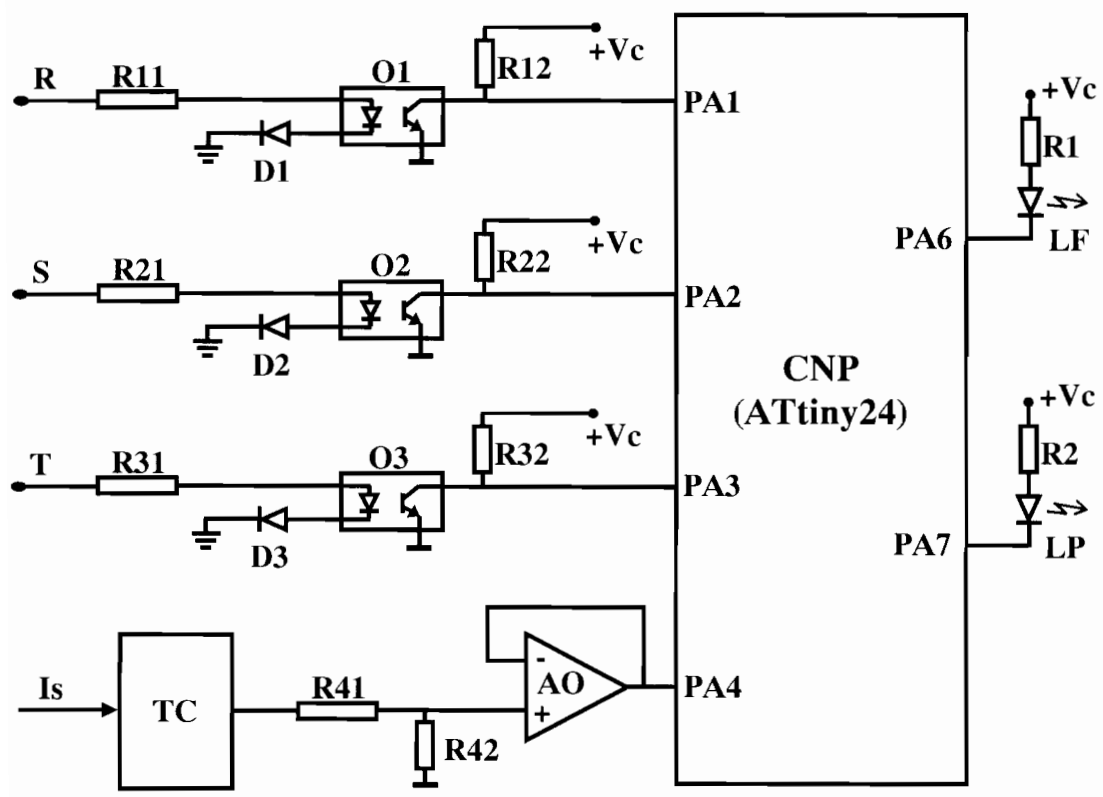


Fig. 5