



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00880**

(22) Data de depozit: **09.09.2011**

(41) Data publicării cererii:
30.07.2012 BOPI nr. **7/2012**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO

(72) Inventatori:
• OGRUȚAN PETRE LUCIAN,
STR. JEPILOR NR. 2, BL. A8, SC. C, AP. 7,
BRAȘOV, BV, RO;

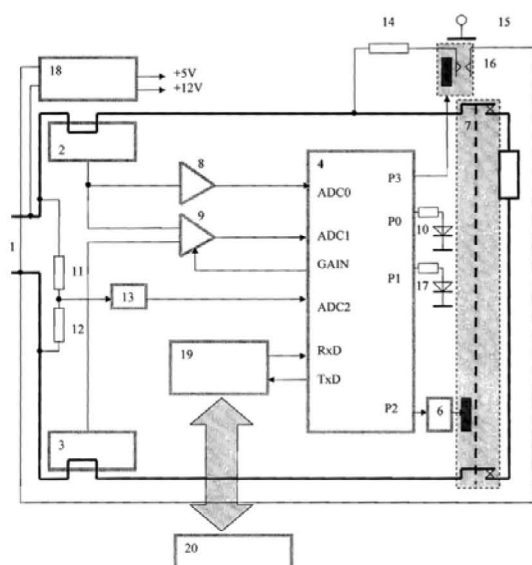
• ACIU LIA ELENA, BD. 15 NOIEMBRIE
NR. 94, AP. 21, BRAȘOV, BV, RO;
• LOZNEANU DAN, STR. FREZIEI NR. 13,
BL. 12, ET. 1, AP. 4, BRAȘOV, BV, RO;
• ROȘCA IOAN,
STR. PICTOR ȘTEFAN LICHIAN NR. 25,
BL. 32, AP. 2, BRAȘOV, BV, RO;
• MUNTEANU RADU IOAN,
STR. ALEXANDRU VLAHUȚĂ, BL. LAMĂC,
SC. 2, AP. 69, CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(54) ÎNTRERUPĂTOR ELECTRONIC ȘI METODĂ PENTRU PROTECȚIE LA PUNEREA LA PĂMÂNT

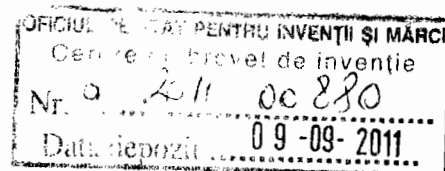
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un întrerupător electronic pentru întreruperea tensiunii de alimentare la sesizarea unui curent de scurgere la împământare mai mare decât o limită impusă, în scopul protecției persoanelor împotriva electrocutării și protecției împotriva incendiilor. Întrerupătorul conform invenției este alcătuit dintr-un micro-controler (4) care determină diferența dintre curenții care trec prin doi traductori (2 și 3) Hall și, în funcție de valoarea diferenței, comandă anclanșarea unui releu (7), prin intermediul unui amplificator (6), caz în care o sarcină (5) este alimentată, sau, dacă diferența este mai mare decât o anumită valoare, anulează comanda de anclanșare a releului (7), iar tensiunea este decuplată.

Revendicări: 1
Figuri: 1



Nr. înr. D.P.I. 1204/40.08.11.



36

Înterupător electronic și metodă pentru protecție la punerea la pământ

Invenția se referă la un dispozitiv electronic cu rolul de întrerupere a tensiunii de alimentare dacă se sesizează un curent de punere la pământ mai mare decât o limită impusă, în scopul protecției persoanelor la electrocutare și protecției împotriva incendiilor. Dispozitivul este conceput pentru rețeaua de joasă tensiune (230V în Europa și 110V în SUA), are o viteză mare de decuplare, revenirea este automată și este prevăzut cu un sistem de transmisii de date pentru comunicarea unui raport de evenimente, alarmarea utilizatorului și pentru decuplarea sarcinii de la distanță. Cuplarea și decuplarea sarcinii au loc în apropierea trecerii tensiunii prin zero, ceea ce înseamnă un șoc de tensiune minim. Dispozitivul poate funcționa independent însă este compatibil cu *Dispozitiv de protecție la scurtcircuit și supratensiune pentru receptori de energie electrică*, brevet de invenție cu nr. 122067/2008 [1], împreună cu care poate forma un tot unitar, obținându-se astfel funcționalități multiple la un preț mic.

Pentru a realiza monitorizarea curentului între fază și pământare și decuplarea sarcinii la depășirea unei anumite valori se folosesc siguranțele diferențiale. Siguranța diferențială se mai numește RCD (Residual Current Device), RCCB (Residual Current Circuit Breaker), în Canada și SUA GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter) sau ALICI (Appliance Leakage Current Interrupter).

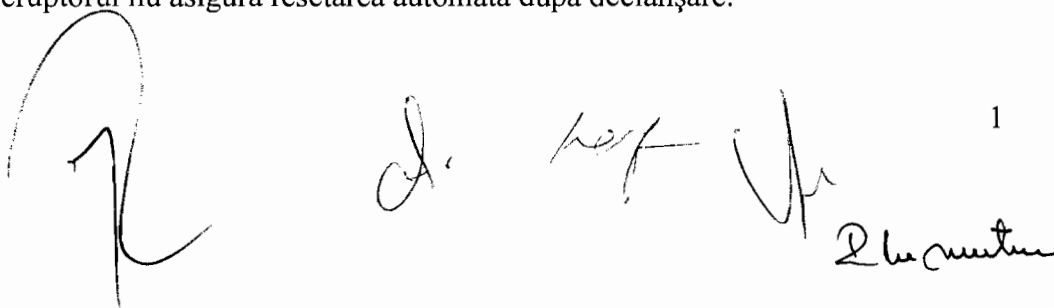
Prima siguranță diferențială a fost concepută de H. Rubin la compania FWJ Electrical Industries din Africa de Sud în 1955 pentru protecția la electrocutare a personalului care lucra în minele de aur. În 1967 a fost realizată în SUA prima variantă tranzistorizată.

Se cunosc mai multe tipuri de siguranțe diferențiale clasice, standardizate de IEC 60755, (General requirements for residual current protective device). Din acest punct de vedere dispozitivul propus este de tip AC- pentru curent sinusoidal alternativ de 50-60Hz.

- După timpul de decuplare, siguranțele diferențiale se clasifică în G (instantanee) la care timpul de decuplare este de maximum 200ms, 150ms sau 40ms, funcție de clasa de rapiditate și S (selective) la care decuplarea urmează după o scurtă întârziere, timpul de decuplare fiind între 130ms și 500ms. Din acest punct de vedere *dispozitivul propus este în clasa G asigurând un timp de decuplare de 20ms, 40ms sau 80ms, programabil.*

- După sensibilitate siguranțele se clasifică în HS (sensibilitate mare) 6,10,30mA și sunt folosite pentru protecția omului, MS (sensibilitate medie) 100, 300, 500, 1000mA pentru protecția la incendii și LS (sensibilitate mică) 3, 10, 30A pentru protecția echipamentelor. Din acest punct de vedere *dispozitivul propus este programabil și poate fi programat pentru orice sensibilitate.*

Este cunoscută realizarea din patentul din 1992 *Solid state circuit interrupter and circuit breaker* [2] (WO92/03866) al inventatorilor A. Ionescu și E. Loveman care este una dintre primele realizări de întrerupător electronic pentru curentul de scurgere la împământare. Elementul de execuție este un tranzistor, element de circuit potrivit aplicațiilor de curent continuu, dar cu multe dezavantaje pentru întreruperea curentului alternativ. Întrerupătorul nu asigură resetarea automată după declanșare.



nt de executie un releu rapid poate executa mai multe sarcini, realizând

astfel o viteză de declanșare și o precizie superioară, fiind extrem de flexibil. Întreruptorul asigură protecția persoanelor la electrocutare deoarece întrerupe alimentarea când detectează un curent de scurgere la împământare și totodată asigură și protecția la incendii, o cauză posibilă a incendiilor fiind scurtcircuitul la împământare. Puterea acestui dispozitiv este suficient de mare (30A la 220V în varianta testată, limitată de puterea releului rapid), astfel că el se poate conecta la tabloul de siguranțe al unui apartament protejând întreg sistemul electric al apartamentului. Dispozitivul inventat prezintă o siguranță în funcționare mărită datorită existenței sistemului de autotestare și testarea de către utilizator. Proiectarea, realizarea și testarea dispozitivului au fost realizate pe baza lucrărilor [11] și [12]. O simulare a funcționării în SIMULINK a fost realizată și prezentată de autori în [13].

Scopul invenției este creșterea preciziei de acționare la apariția unui curent de scurgere, reluarea automată a funcționării după un interval de timp programabil scurs din momentul dispariției scurgerii, cuplarea și decuplarea sarcinii la trecerea prin zero a tensiunii pentru micșorarea șocurilor și transmisia datelor în timp real pentru alarmarea utilizatorului sau distribuitorului de energie electrică.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui dispozitiv de protecție rapidă (cu intrare în funcțiune programabilă în cel mult 20ms, 40ms sau 80ms) și precizie mare de măsurare a valorii scurgerii de curent, care montat în serie cu consumatorii casnici, de preferință în tabloul de siguranțe blochează alimentarea în cazul unei scurgeri. Eșantionarea diferenței între curenții de fază și nul se face cu o frecvență mare și se evaluează valoarea medie a diferenței pe o perioadă programată. Sarcina este alimentată printr-un releu rapid, iar dacă valoarea medie a diferenței de curent depășește o anumită limită, releul este comandat să decupleze cu o perioadă de timp înainte de trecerea prin zero a tensiunii, (perioadă egală cu timpul de întârziere a acționării) pentru ca decuplarea să aibă loc la trecerea prin zero a tensiunii. Implementarea măsurilor de protecție a funcționalității cum sunt testarea de către utilizator, autotestul și micșorarea sensibilității în cazul unei funcționări la limita defectării sunt menite să asigure o siguranță maximă de funcționare.

Invenția este compatibilă cu [1], unificând funcțiile implementate de ambele invenții se poate obține un întreruptor care, cu același microcontroller și triac dar sisteme diferite de măsurare poate asigura protecția la supratensiune, supracurent și scurgerea curentului la împământare. Cele două metode de măsurare și execuție utilizate sunt diferite dar pot fi programate în același microcontroller.

În continuare se dă un **exemplu de realizare a invenției**, în legătură și cu figura 1, care reprezintă schema de principiu pe module a unei implementări a dispozitivului de protecție.

Tensiunea rețelei de alimentare (1) este aplicată sarcinii (5) care poate fi decuplată de releul (7). Curentul prin sarcină este măsurat prin intermediul traductorilor de curent (2) și (3). Traductorii sunt traductori de curent de precizie de tip Allegro [14]. Precizia mai mare este obținută prin faptul că firul care conduce curentul de măsurat nu trece printr-un orificiu al traductorului. Apropierea firului care conduce curentul de traductorul Hall este realizată în interiorul unui circuit, lungimea contactului fiind strict controlată. Avantajele acestui traductor care îl fac potrivit acestei aplicații sunt precizia, erorile fiind mai mici de

1,5% și zgomotul fiind foarte redus, rezistența mică a traseului de putere de maximum $1,2\text{m}\Omega$, sensibilitate mare (tipic 100mV/A), izolare galvanică, o singură tensiune de alimentare, posibilitatea măsurării curentului în ambele sensuri, un histerezis magnetic mic. Construcția integrată asigură uniformitatea parametrilor pentru traductori și astfel se asigură o diferență minimă între valorile tensiunii de ieșire la cei doi traductori Hall parcurși de același curent. Circuitul de putere - rețea (1), sarcină (5), releu (7), traductori de curent (2), (3) - a fost reprezentat pe schemă cu linie îngroșată pentru a fi evidențiat.

Circuitul care controlează funcționarea dispozitivului este un microcontroller (4), care poate fi de orice tip, cu anumite cerințe minimale de module integrate: să conțină convertor analog digital cu minimum 3 canale, minimum 4 pini de intrare ieșire de uz general, interfață UART, interfață SPI pentru programare, timer pentru stabilirea intervalelor de timp. Componentele standard necesare funcționării microcontrollerului nu au fost figurate pe schemă (generator de tact, circuite pentru programarea ISP In System Programming, circuit de Reset) pentru că deși asigură funcționalitatea, nu reprezintă o noutate a invenției.

Circuitul de măsură principal preia valori micșorate de tensiune proporționale curenților de fază și de nul de la traductorii (2) și (3) și amplifică diferența acestor valori cu amplificatorul operațional (9) de tip AD626. Amplificatorul operațional diferențial AD626 de la Analog Devices are ca aplicație specifică măsurarea curentului. Amplificatorul poate fi alimentat cu o singură tensiune de alimentare, ca și traductorul Hall. Amplificarea poate fi de 10 sau 100 și poate fi comandată de la un pin al circuitului (numit $G=100$). Pentru obținerea unei acurateți bune, amplificatorul include un filtru de rejectare a perturbațiilor la intrare. Erorile totale ale circuitului sunt de maximum 1%. Valoarea diferenței de curent amplificată este preluată de microcontrollerul (4) pe canalul de conversie analog digitală ADC1. Valoarea convertită este analizată și dacă ea este egală cu valoarea maximă un anumit număr de eșantioane microcontrollerul (4) comandă micșorarea sensibilității de măsurare. În același timp prin pinul P0 se comandă aprinderea LED-ului galben (10) pentru a indica o funcționare în mod avarie, cu sensibilitate scăzută.

De la traductorul de curent (2) se preia o tensiune proporțională cu curentul prin sarcină care este amplificată de amplificatorul operațional (8) și este preluată mai departe de microcontrollerul (4) pe canalul de conversie analog digitală ADC0. Valoarea numerică a curentului este folosită de software pentru determinarea trecerii prin zero a curentului și pentru determinarea valorii curentului prin sarcină. Divizorul rezistiv format din rezistoarele (11) și (12) divizează tensiunea rețelei care este apoi redresată bialternanță și este preluată de microcontrollerul (4) pe canalul de conversie analog digitală ADC2. Valoarea numerică a tensiunii este folosită de software pentru determinarea trecerii prin zero a tensiunii rețelei.

Cuplarea și decuplarea sarcinii este executată de releul (7), de tip FINDER 66.82, standard EN 60335-1. Releul poate comuta 30/50A (curent nominal / maxim de vârf) la tensiuni de 250/440V, la o alimentare a bobinei cu 12V. Ciclul tipic de viață este de 10^3 cicluri. Contactele trebuie să fie normal deschise pentru ca microcontrollerul să analizeze tensiunea și curentul și abia pe urmă să cupleze sarcina. Timpul de acționare al releului este de 8-10ms, ceea ce înseamnă o viteză net superioară acționării cu siguranțe clasice. Dacă diferența de curent este sub valoarea limită programată microcontrollerul (4) trimite o comandă de anclanșare a releului (7) care este aplicată bobinei releului prin amplificatorul

72 I. Gheorghe V. Blucant

de curent (6). Dacă diferența de curent depășește limita programată nu se mai trimite comanda de anclanșare și la trecerea tensiunii prin zero sarcina este decuplată. Comanda de anclanșare se anulează înainte de trecerea prin zero cu o perioadă de timp egală cu timpul de întârziere al releului.

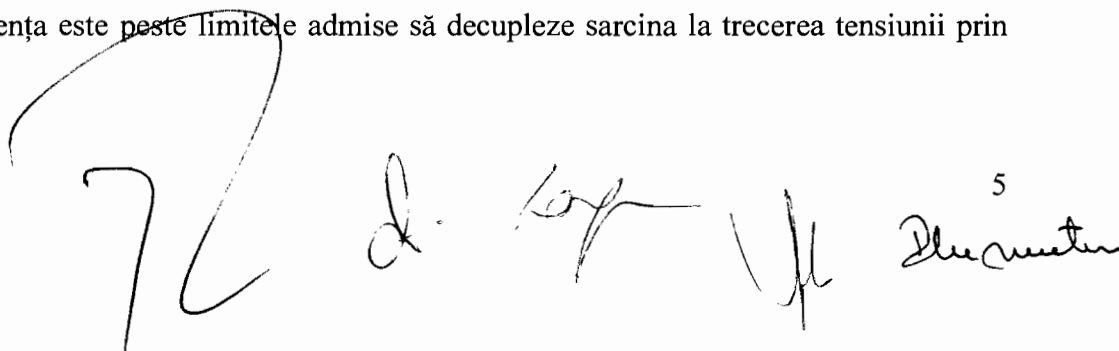
Testarea funcționării dispozitivului se face introducând un rezistor (14) prin care să treacă un curent la închiderea unui contact. Curentul prin (14) este condus doar prin unul dintre traductorii de curent simulând astfel o diferență de curent. Utilizatorul poate testa în orice moment funcționarea dispozitivului apăsând butonul (15). La punerea sub tensiune a dispozitivului se realizează un autotest automat. Acest autotest este inițiat de microcontrollerul (4) prin pinul P3 care închide contactul releului (16), contact în paralel cu contactul de test al utilizatorului. Dacă diferența de curent nu este sesizată atunci se comandă aprinderea unui LED roșu (17) pe panoul frontal al dispozitivului, cu semnificația de eroare la partea de măsurare a diferenței de curent.

Sursa de alimentare (18) asigură alimentarea cu +5V a tuturor circuitelor și cu +12V pentru releu. Circuitul de conversie de nivel (19) de tip MAX232 asigură trecerea de la nivelele de tensiune ale microcontrollerului (4) la nivelele standard RS232. La această interfață se poate conecta un modul de transmisii de date bidirecționale (20) pentru a transmite de la dispozitiv un raport de evenimente și către dispozitiv o comandă de decuplare a sarcinii. Comunicația poate fi utilizată pentru alarmarea utilizatorului sau distribuitorului de energie electrică la apariția unei scurgeri de curent la împământare deoarece acest tip de eveniment poate însemna electrocutarea unei persoane. Alarmarea poate fi realizată în timp real prin Internet. Dispozitivul poate lucra independent sau cuplat cu un modul de comunicații de date. A fost realizată conectarea opțională a următoarelor module:

- Web server de tip Site Player care postează pe Internet o pagină web ce conține raportul de evenimente și un buton pentru comanda deconectării. Acest modul este util dacă există legătură Internet pe cablu;
- Modem GPRS/GPS EZ10 care transmite la un server conectat la Internet raportul de evenimente și recepționează comanda de decuplare. Acest modul este util dacă există acoperire a unei rețele de telefonie mobilă;
- Modul Bluetooth LM058 pentru transferul de date de proximitate dacă nu există altă posibilitate.

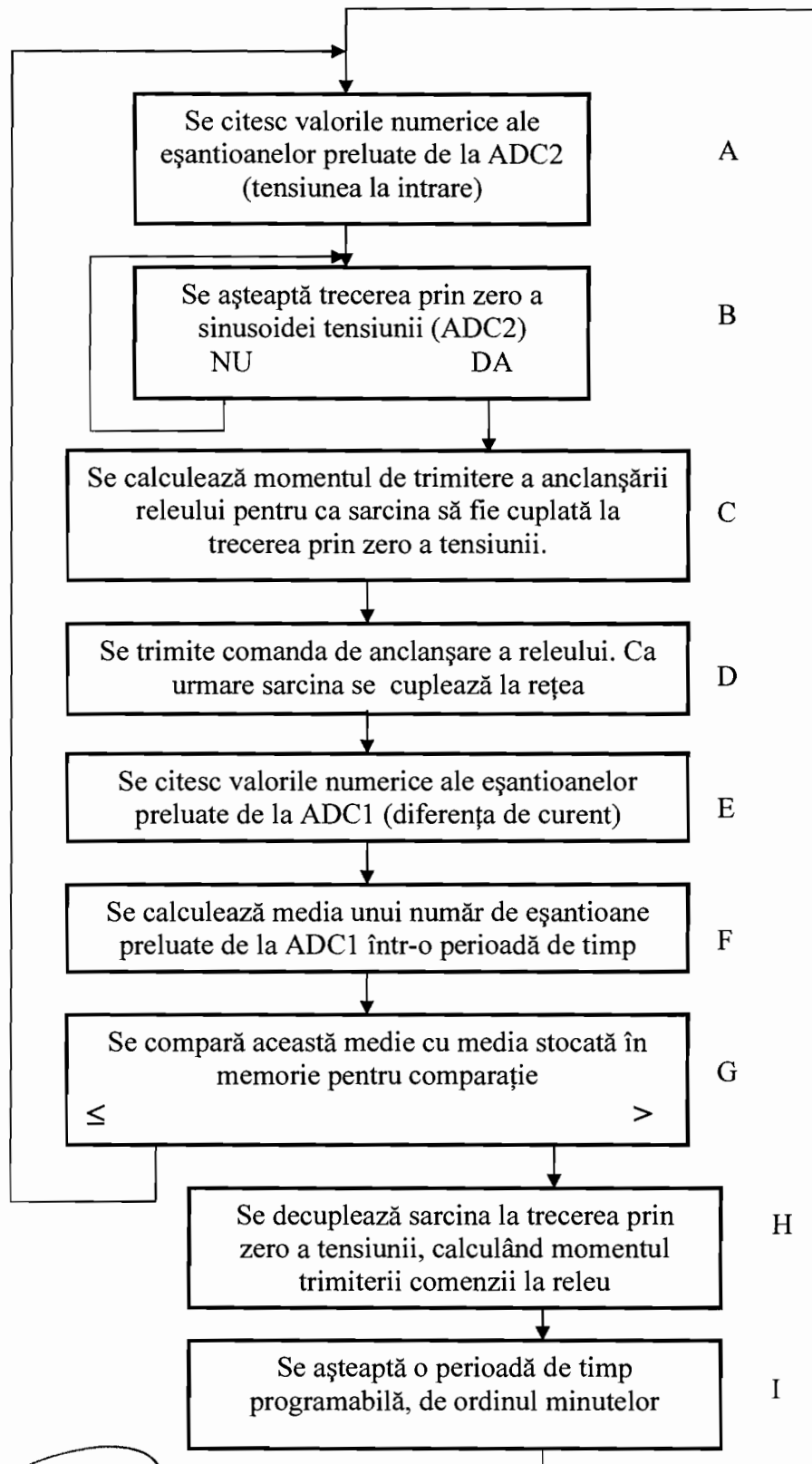
Partea software care rulează în microcontroller trebuie să rezolve următoarele probleme principale:

1. Să preia valoarea numerică a eșantioanelor de la modulul intern de conversie analog numerică (ADC1);
2. Să verifice printr-un anumit algoritm dacă valoarea diferenței de curent este sub sau peste limitele admise pe cât posibil fără ca perturbațiile să afecteze rezultatul verificării;
3. Să preia valoarea numerică a eșantioanelor de la modulul intern de conversie analog numerică (ADC2) și să determine trecerea prin zero a tensiunii;
4. Dacă diferența este peste limitele admise să decupleze sarcina la trecerea tensiunii prin zero.



72 d. 10/11/11 5

O schemă logică simplificată a programului este cea dată în diagrama următoare :



72

2. 100-11 6

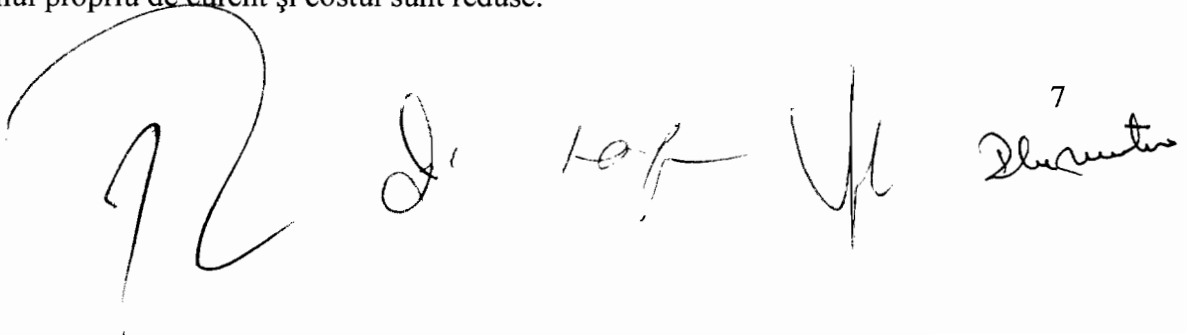
Iluminat

O particularitate a măsurării diferenței de curent este că, datorită neidentității celor doi senzori Hall apare o componentă de mod comun importantă. Această componentă de mod comun poate fi eliminată software din măsurări, comparând valoarea mediei eşantioanelor în perioada de măsurare curentă cu media din măsurătoarea anterioară (operație executată de blocul G din schema logică). Sarcina este decuplată dacă media curentă este mai mare cu o anumită valoare față de media anterioară.

Calculul mediei valorii eşantioanelor realizată de blocul F se poate face pe o durată mai mare sau mai mică. Cu cât durata de evaluare este mai mare, cu atât precizia de decuplare este mai bună dar timpul de decuplare este mai lung. Au fost luate în considerare evaluarea timp de 10ms după trecerea prin zero a tensiunii, obținându-se un timp de decuplare de maximum 20ms, evaluarea timp de 30ms obținându-se un timp de decuplare de maximum 40ms și evaluarea timp de 70ms obținându-se un timp de decuplare de maximum 80ms. Timpul de evaluare și implicit precizia sunt programabile, ca și curentul diferențial de prag. Apare astfel posibilitatea de realizare a întreruptoarelor electronice cu parametri solicitați de beneficiarii acestor dispozitive, funcție de aplicație.

Invenția prezintă următoarele avantaje principale:

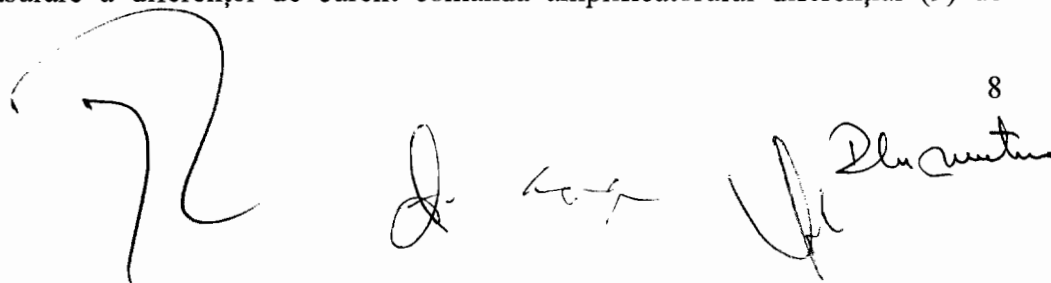
1. Precizie mare și viteză mare de decuplare (20ms, 40ms sau 80ms). Viteza este programabilă și cu cât viteza este mai mică precizia este mai mare;
2. Valoarea pragului de decuplare poate fi programată în funcție de cerințele beneficiarului pentru a asigura protecție la electrocutare și la incendii sau doar la incendii, ținând cont de particularitățile locației beneficiarului și specificului activității;
3. Decuplarea sarcinii se face la trecerea tensiunii prin zero, evitându-se astfel șocurile. Partea software poate fi reconfigurată simplu pentru a asigura decuplarea la trecerea prin zero a curentului;
4. Siguranța de funcționare mare, datorată circuitului de test și autotest. O avarie minoră la circuitul de măsurare nu produce nefuncționarea dispozitivului ci trecerea la sensibilitate redusă. Această trecere la sensibilitate redusă și nefuncționarea sunt semnalizate de LED-uri pe panoul frontal;
5. Comunicarea datelor la distanță permite atenționarea sau alarmarea utilizatorului la apariția unui eveniment. De asemenea distribuitorul poate decupla sarcina în cazuri speciale;
6. Sensibilitatea poate fi micșorată, de exemplu în intervalul de noapte când nu există pericolul de electrocutare se reduce sensibilitatea, protecția oferită fiind doar pentru incendii;
7. Dispozitivul este compatibil cu [1] și împreună pot forma un dispozitiv de protecție complex;
8. Flexibilitatea dispozitivului permite obținerea unor funcționalități specifice unui anumit client, doar printr-o programare adecvată. De exemplu perechea precizie timp de decuplare, modul de decuplare al sarcinii la trecerea tensiunii sau curentului prin zero, sensibilitatea, tipul de comunicație de date, conținutul datelor comunicate pot fi implementate la cererea beneficiarului;
9. Consumul propriu de curent și costul sunt reduse.

The bottom of the page features several handwritten signatures and initials in black ink. From left to right, there is a large, stylized signature, followed by a smaller signature, then the initials 'Hof', a signature that appears to be 'Vf', and finally a signature with a small '7' above it, possibly 'Ducumtu'.

Revendicări

1. Întreruptor electronic și metodă pentru protecția la scurgerea curentului la împământare, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un microcontroller (4) care realizează măsurarea diferenței de curent între curenții care trec prin traductorii Hall (2) și (3) și în funcție de valoarea diferenței comandă anclanșarea releului (7) prin intermediul amplificatorului (6) și sarcina (5) este alimentată sau, dacă diferența de curent este mai mare decât o anumită valoare anulează comanda de anclanșare a releului (7) și tensiunea este decuplată, microcontrollerul (4) realizând și:

- a. tensiunile furnizate de traductorii de curent (2) și (3), proporționale cu curenții prin traductori sunt aplicate unui amplificator operațional (9) care face diferența între tensiuni, microcontrollerul (4) preia valoarea diferenței prin canalul ADC1 și o convertește în format digital, având și posibilitatea de a modifica sensibilitatea amplificatorului operațional (9) su semnalul GAIN. Micșorarea sensibilității este semnalată cu aprinderea LED-ului (10);
- b. preia o tensiune proporțională cu valoarea curentului prin sarcină de la traductorul de curent (2), care amplificată de amplificatorul (8) este aplicată canalului ADC0 și convertită în format digital;
- c. preia o tensiune proporțională cu valoarea tensiunii pe sarcină de la divizorul rezistiv cu rezistoarele (11) și (12), care redresată cu redresorul (13) este aplicată canalului ADC2;
- d. realizează autotestarea la punerea sub tensiune închizând contactele releului (16) care conectează rezistorul (14) în paralel cu sarcina dar cu un curent care se scurge doar prin traductorul (2), ceea ce înseamnă o diferență de curent care este sesizată de microcontroller. Dacă diferența de curent nu este sesizată se aprinde LED-ul (17) de avarie. Acest test poate fi inițiat și de utilizator în orice moment prin apăsarea butonului (15);
- e. realizează transmisia de date generând un raport de evenimente și acceptând un cod de decuplare a sarcinii prin interfața RS232 care este completată de un circuit de conversie de nivel (19) și un modul de comunicații de date (20);
- f. programul software din microcontroller asigură conversia datelor din analogic în digital, calculul mediei într-un interval de timp a diferenței de curent, comparația acestei medii cu o medie de referință anterior salvată în memorie, timpul de evaluare a diferenței fiind programabil. Se obține astfel posibilitatea de a crește precizia pragului de decuplare a sarcinii pe seama micșorării vitezei. Comparația mediei cu o medie salvată anterior face posibilă eliminarea unor erori de offset. Valoarea pragului de decuplare poate fi programată în funcție de cerințele beneficiarului.
- g. programul software din microcontroller asigură în cazul apariției unor erori de măsurare a diferenței de curent comanda amplificatorului diferențial (9) de



reducere a amplificării, ceea ce reduce sensibilitatea de citire. Trecerea la sensibilitate redusă este semnalizată prin comanda de aprindere a LED-ului (10);

- h. programul software din microcontroller asigură comunicația de date în timp real care să permită alarmarea la apariția unui eveniment pentru mai multe tipuri de module de comunicație (20);
- i. programul software din microcontroller asigură intervalul de timp pentru comanda releului astfel încât cuplarea și decuplarea să fie la trecerea prin zero a tensiunii rețelei.

7

9
D. bat Yh Blumenthal

09-09-2011

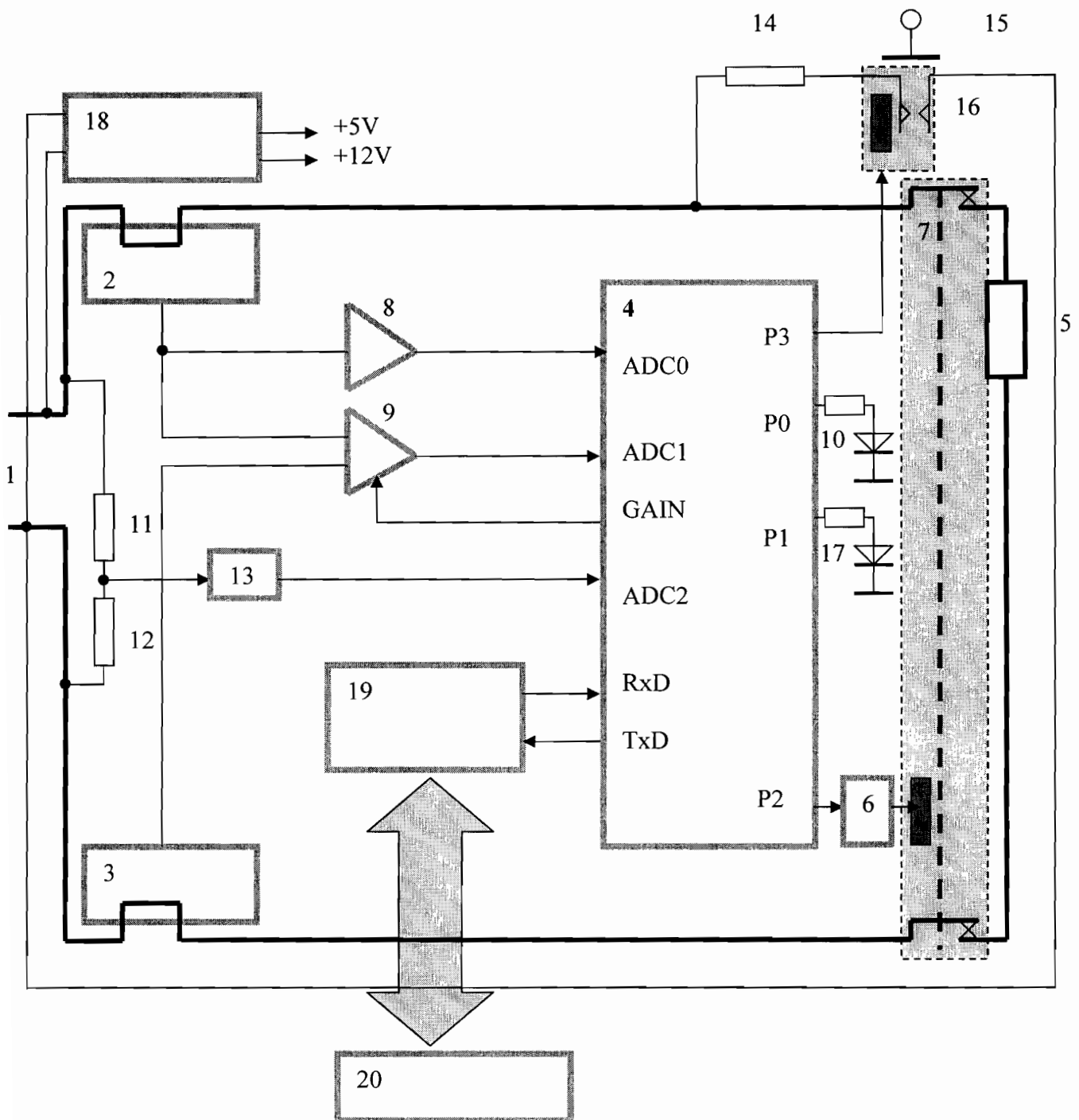


Fig. 1.

10
 d. Kopy
 Blumstein
 Yf