



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00378

(22) Data de depozit: 29/05/2018

(41) Data publicării cererii:
30/10/2018 BOPI nr. 10/2018

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN
BRAȘOV, B-DUL EROILOR NR. 29,
BRAȘOV, BV, RO

(72) Inventatori:
• STANCA AUREL CORNEL, STR.NEPTUN,
NR. 1, BL.110 BIS, SC.B, AP.34, BRAȘOV,
BV, RO;

• OGRUȚAN PETRE LUCIAN,
STR. JEPILOR NR. 2, BL. A8, SC.C, AP. 7,
BRAȘOV, BV, RO;
• GERIGAN CARMEN, STR.MORII, NR.46,
COMUNA CRISTIAN, BV, RO;
• MACHIDON OCTAVIAN MIHAI,
STR.DOBROGEA, NR.1, BL.13, SC.D, AP.2,
BRAȘOV, BV, RO;
• ACIU LIA ELENA,
B-DUL. ȘTEFAN CEL MARE ȘI SFÂNT,
NR.10, SC.B, AP.9, BRAȘOV, BV, RO

(54) DISPOZITIV ELECTRONIC ȘI METODĂ
PENTRU DETECTAREA ARCULUI ELECTRIC
ȘI DECUPLAREA SARCINII

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv electronic și la o metodă pentru detectarea arcului electric și decuplarea sarcinii în rețele electrice de alimentare. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un microcontroler (M) ce conține intrări digitale (DI1, ..., DI5), ieșiri digitale (DO1, ..., DO5) și o intrare analogică (AI1), ce realizează preluarea de eșantioane de curent de la un senzor de curent (S1), și prelucrarea acestora cu 3 rezistoare (R1, R2, R21), un condensator (C2), 2 diode (D1, D2), un amplificator operațional (A1), detectarea arcului electric cu un senzor de curent (S1), un filtru trece sus cu rezistor (R3) și condensator (C3), prelucrarea semnalului cu 3 rezistoare (R4, R5, R6), o diodă (D3), un condensator (C3), prelucrarea semnalului cu 3 rezistoare (R4, R5, R6), un condensator (C5) și un amplificator operațional cu rol de comparator (A2), dispozitivul fiind prevăzut cu o cale de verificare a funcționalității comutatoarelor de decuplare a sarcinii, și cu o cale de transmisie de date, prin care poate avertiza utilizatorul sau compania de distribuție a energiei electrice despre apariția arcului electric și decuplarea consumatorului.

Revendicări: 3

Figuri: 2

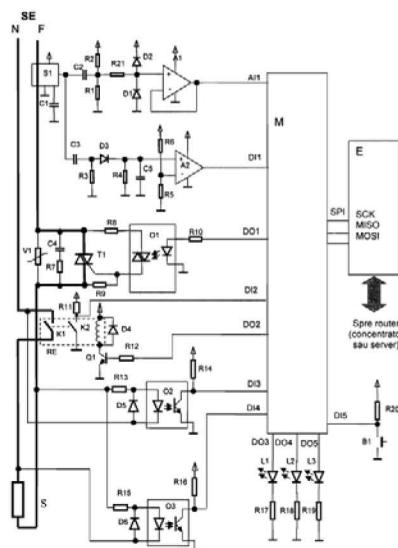


Fig. 1

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).



Dispozitiv electronic și metodă pentru detectarea arcului electric și decuplarea sarcinii

Descrierea invenției

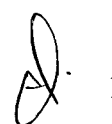
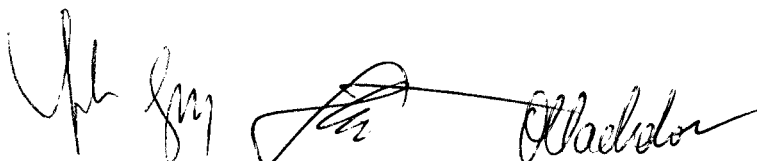
OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 00378
Data depozit 29-05-2018

Este cunoscut faptul că arcul electric generat de contactele electrice necorespunzătoare în rețeaua de alimentare de curent alternativ de 230V la 50Hz este una dintre cauzele importante ale incendiilor. Se presupune că arcul electric nu generează un curent atât de mare încât să declanșeze protecția la scurtcircuit. Când se produce un scurtcircuit intermitent (arc paralel între fază și nul) curentul crește și produce apariția unei descărcări. Descărcarea are ca efect topirea contactului, scăderea curentului și revenirea lui la valori normale. Astfel descărcarea dispare, dar ciclul se poate repeta (în mod frecvent în cazul cablurilor multifilare). Un al doilea tip de arc electric este arcul electric serie ce apare în cazul întreruperii intermitente a conductorului de alimentare (fază sau nul) și ca urmare întreruperea intermitentă a curentului de sarcină. Apariția unui arc electric paralel produce mărirea curentului consumat de la rețea iar arcul electric serie micșorarea curentului absorbit de sarcină din rețea. Arcul electric apare la momente aleatoare de timp, iar amplitudinea curentului este de asemenea aleatoare.

Domeniul invenției conform clasificării internaționale este **H02**: GENERATION; CONVERSION OR DISTRIBUTION OF ELECTRIC POWER, subdomeniile **H02H**: EMERGENCY PROTECTIVE CIRCUIT ARRANGEMENTS, **H02H3/00**: Emergency protective circuit arrangements for automatic disconnection directly responsive to an undesired change from normal electric working condition with or without subsequent reconnection.

Sunt cunoscute siguranțele pentru arc electric oferite comercial, așa cum sunt de exemplu cea de la EATON numită BR Arc Fault, cea de la Schneider numită NA15AFICP, sau de la Siemens. Legislația unor țări (de exemplu prin Canadian Electrical Code în 2015) a introdus obligativitatea utilizării acestui tip de siguranțe în anumite condiții. Aceste siguranțe au doar rolul de a detecta arcul electric și de a decupla sarcina și nu pot asigura recuplarea automată, informarea utilizatorului sau întreaga gamă de protecție, de exemplu la supracurent și supratensiune.

Este cunoscut patentul *Arc fault circuit interrupter system*, US 7253637 B2 (2007) al inventatorilor Robert F. Dvorak și Kon B. Wong, în care este descris un dispozitiv cu



microcontroller și un circuit analogic de filtrare care separă componentele spectrale specifice arcului electric. Invenția prevede determinarea arcului electric doar prin determinarea armonicilor superioare.

Este cunoscut patentul *Fault arc detecting method*, CN107037341 (A) (2017), al inventatorilor Yuan Chang, Yuan Yangbo și Li Kuang, în care este descris un algoritm care calculează componența în armonici a tensiunii rețelei și recunoaște arcul electric în funcție de variabilitatea valorilor armonicilor superioare. Invenția prezintă doar o cale software de recunoaștere a arcului electric.

Este cunoscută cererea de brevet *Arc fault detection unit*, US20170343597A1 (2017), a inventatorilor J. Meyer, P. Schegner, K. Wenzlaff în care detecția arcului se face din eșantioane de curent și tensiune cu un algoritm original de calcul prin software.

Este cunoscut patentul *Composite multi function relay system and its control method*, KR101791255B (2017), al inventatorilor Maeston și Ahn, asigură decuplarea sarcinii la mai multe incidente legate de alimentarea cu energie electrică. Decuplarea sarcinii se face cu triac în paralel cu un releu pe linia de fază a tensiunii rețelei.

Dispozitivul electronic propus conform invenției elimină limitările soluțiilor cunoscute de recunoaștere a arcului printr-o singură metodă pentru că se folosește de două metode, una hardware și una software de recunoaștere, ceea ce mărește probabilitatea de detectare corectă. De asemenea decuplarea sarcinii se face atât prin decuplarea fazei (cu triac) cât și a nulului (cu releu).

Dispozitivul electronic propus conform invenției elimină dezavantajul de a putea detecta doar o singură anomalie de alimentare cu energie electrică prin faptul că poate completa cu caracteristica de detectare a arcului electric dispozitivul din brevetul P.Ogrutan, R. Munteanu, L.Suciu, *Dispozitiv de protecție la scurtcircuit și supratensiune pentru receptori de energie electrică*, Brevet de invenție nr. 122067/2008 și dispozitivul din cererea de brevet P. Ogrutan, L. Aciu, D. Lozneau, I. Rosca, R. Munteanu, *Înterruptor electronic și metodă pentru protecția la scurgerea curentului la pământ*, Cerere de brevet de invenție, OSIM, cu nr. înreg. A00880/09.09.2011, cu care este compatibil.

Avantajele principale ale invenției sunt:

1. Recunoașterea arcului electric este realizată pe două căi, una software prin analiza variabilității eșantioanelor de curent și una hardware prin detectarea armonicilor superioare



2

generate de arc. Astfel se mărește probabilitatea de recunoaștere corectă a arcului și se evită decuplări false ale consumatorului;

2. Decuplarea consumatorului se face atât prin întreruperea fazei (cu triac) cât și a nulului (prin releu). Decuplarea fazei este comandată prima și se face efectiv la trecerea prin zero a curentului. Decuplarea nulului prin releu se face după decuplarea fazei, astfel încât curentul prin releu va fi zero și contactele sale nu sunt afectate. Decuplarea nulului elimină pericolul apariției de potențiale periculoase pe conductorul de nul din locația consumatorului datorate disfuncționalităților celorlalți consumatori conectați în același tronson de rețea și elimină pericolul generat de montarea greșită (inversată) a fazei și nulului la conductoarele care alimentează consumatorul;

3. Decuplarea se realizează la trecerea prin zero a curentului ceea ce asigură perturbații electromagnetice minime conduse spre rețeaua de alimentare;

4. Recuplarea alimentării se face automat după un timp în care consumatorii care au creat arcul este posibil să fi fost decuplați. Dacă arcul se menține decuplarea va avea loc din nou. Timpul în care sarcina este decuplată este programabil. Recuplarea consumatorului se face prin cuplarea întâi a nulului (cu releu) și apoi a fazei (cu triac). Astfel contactele releului nu vor fi afectate;

5. Decuplarea corectă a consumatorului și funcționalitatea elementelor de execuție a decuplării se verifică automat. Verificarea funcționalității se face atât la la inițializarea dispozitivului cât și timpul funcționării. În plus, comanda de decuplare a nulului este generată doar după ce a fost verificată decuplarea fazei, iar comanda de cuplare a fazei este generată doar după ce s-a verificat cuplarea nulului;

6. Un contor numără decuplările și recuplările iar dacă numărul acestora depășește o valoare de prag dispozitivul abandonează recuplarea automată și trimite un mesaj utilizatorului;

7. În cazul în care un arc electric este recunoscut doar pe una dintre căile de recunoaștere este posibil ca acesta să aibă o intensitate mică și astfel să fie cu un grad de pericol redus. În acest caz sarcina nu este decuplată dar un indicator LED galben indică utilizatorului acest eveniment;

8. În cazul în care utilizatorul folosește pe perioade de timp scurte consumatori care generează arc electric, cum ar fi aspiratoare de putere mare sau aparate de sudură electrică poate invalida decuplarea consumatorului la detectarea arcului electric;

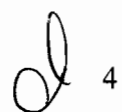
3

9. Dispozitivul este compatibil cu dispozitivele electronice de protecție la supratensiune, supracurent, scurtcircuit și scurgerea curentului la pământ, toate aceste sarcini putând fi înglobate alături de detectarea arcului într-un singur dispozitiv cu microcontroller.

10. Dispozitivul comunică apariția unui arc electric și ora, minutul și secunda apariției printr-un mesaj către un concentrator de date care are o adresă de IP (Internet Protocol) proprie și poate fi inclus într-o structură IoT (Internet of Things). Datele sunt preluate de un server care realizează o bază de date cu evenimente. Apariția unui eveniment poate fi transmisă utilizatorului prin mail sau SMS. Distribuitorul de energie sau firme specializate de întreținere pot consulta baza de date pentru a diagnostica eventuale probleme ale instalației de furnizare a energiei;

11. Dispozitivul este conceput modular, astfel încât utilizatorul poate opta pentru o variantă mai ieftină cu informare locală prin trei LED-uri sau varianta care conține modulul de comunicații și care permite informarea la distanță prin email și SMS.

Obiectivul invenției este un dispozitiv electronic pe bază de microcontroller și o metodă care detectează arcul electric care poate apărea în instalația electrică cuplată la rețeaua de alimentare de 230V curent alternativ. Se urmărește ca recunoașterea arcului să fie cât mai precisă, astfel încât să fie recunoscute toate arcurile electrice care pot produce incendii dar nu și arcurile care apar în timpul utilizării normale a unor consumatori, cum ar fi pornirea / oprirea unei sarcini sau funcționarea unui motor electric. Pentru a realiza acest lucru dispozitivul folosește două căi de recunoaștere, una hardware și una software și consideră un arc ca periculos dacă este detectat prin ambele metode. Dacă dispozitivul detectează un arc considerat nepericulos (cu intensitate mai mică) avertizează utilizatorul, iar dacă arcul este considerat periculos avertizează utilizatorul și decuplează consumatorii de la tensiunea de alimentare. Decuplarea consumatorilor se face atât prin decuplarea fazei cât și a nulului cu un triac și respectiv un releu, prima dată faza, apoi nulul. După un interval de timp consumatorii sunt recuplați automat prin cuplarea nulului și apoi a fazei și dacă arcul nu mai este detectat funcționarea revine la normal. Dacă arcul este detectat din nou, consumatorii sunt decuplați. După un anumit număr de decuplări și cuplări succesive recuplarea este abandonată. Elementele care asigură decuplarea și cuplarea, triacul și releul sunt testate funcțional în etapa de pornire a dispozitivului, la autotest, dar și pe parcursul funcționării. În timpul funcționării decuplarea nulului se face doar după ce a fost decuplată faza iar cuplarea fazei se face doar după ce a fost cuplat nulul. Dispozitivul poate conține un modul de comunicații cu adresă proprie de IP (Internet Protocol) sau mai multe dispozitive aflate în proximitate se pot

 4

conecta la un concentrator de date căruia îi este atribuită o adresă IP. Astfel dispozitivele pot fi integrate într-o structură IoT putând transmite avertizări utilizatorului. Metoda de detectare a arcului electric și de decuplare respectiv recuplare a consumatorilor este implementată în programul de pe microcontroller. Operațiile executate de microcontroller se fac pe baza prelucrării de grupuri de eșantioane de curent de sarcină și în funcție de starea unor linii de intrare digitale, iar comenzile se dau prin intermediul liniilor digitale de ieșire.

Analizând imaginile curentului preluate cu un osciloscop în prezența arcului electric și la funcționarea unor consumatori se poate observa că în cazul arcului electric curentul are variații dese și de amplitudine mare. De asemenea spectrul curentului prin sarcină are o componență mai bogată în armonici decât la funcționarea normală a consumatorilor. Aceste două caracteristici ale arcului electric stau la baza a două variante de recunoaștere. Prima este o recunoaștere hardware prin detectarea armonicilor superioare emise la apariția unui arc electric. A doua variantă este analiza software a eșantioanelor de curent preluate din circuitul sarcinii și determinarea unor caracteristici statistice prin care se recunoaște arcul. Decuplarea sarcinii se face când arcul este recunoscut prin ambele metode.

Pentru analiza curentului și recunoașterea arcului electric se pot folosi algoritmi care calculează caracteristici statistice a eșantioanelor de curent. Pentru a pune în evidență variabilitatea eșantioanelor se pot utiliza suma pătratelor deviațiilor față de media eșantioanelor $DEVSQ$ și media deviațiilor punctelor față de media eșantioanelor $AVEDEV$ (denumiri ale funcțiilor Excel).

$$DEVSQ = \sum_{i=1}^n (x_i - x_{med})^2$$

unde n este numărul de eșantioane, x_i sunt eșantioane de curent, iar x_{med} este valoarea medie a eșantioanelor.

$$AVEDEV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - x_{med}|$$

unde n este numărul de eșantioane, x_i sunt eșantioane de curent, iar x_{med} este valoarea medie a eșantioanelor.

Au fost realizate simulări Simulink ale arcului electric iar datele obținute din simulări au fost utilizate ca vectori de test pentru verificarea algoritmilor de detectare a arcului electric în

prima etapă a testării. În a doua etapă a testării s-a generat arcul electric și valorile eșantioanelor au fost preluate cu osciloscopul cu memorie în diferite situații. Au fost calculate în Excel valorile *AVEDEV* și *DEVSQ* pentru șirurile de eșantioane provenite din cele două etape ale testării și s-au comparat rezultatele obținute în timpul arcului electric cu cele obținute în situația pornirii și opririi unor diverși consumatori, ceea ce poate produce arc electric de scurtă durată. S-a constatat că atât *DEVSQ* cât și *AVEDEV* sunt substanțial mai mari în situația apariției unui arc electric decât la funcționarea sau comutarea unui consumator obișnuit. Pentru implementare s-a utilizat algoritmul de calcul *AVEDEV* care este mai adecvat calculului digital în cazul microcontrollerelor care nu folosesc virgulă flotantă.

Se dă în continuare un **exemplu de realizare a invenției** în legătură cu figurile 1 și 2, care reprezintă:

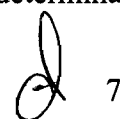
Figura 1- Schema electrică a dispozitivului de detectare a arcului electric și decuplarea sarcinii. Schema este construită în jurul unui microcontroller și conține componentele cu rol funcțional, grupate pe baza rolului în schemă;

Figura 2- Schema logică simplificată a metodei de recunoaștere a arcului electric și decuplare a consumatorului. Schema logică arată succesiunea de operații executate de microcontroller conform programului încărcat, în funcție și de valorile logice ale liniilor de intrare digitale. În schema logică simplificată nu sunt reprezentate toate operațiile executate de microcontroller ci doar cele mai importante.

Dispozitivul de detectare a arcului electric și decuplarea sarcinii conform invenției și în legătură cu figura 1 este constituit din microcontrollerul **M** care preia valoarea analogică a eșantioanelor de curent din circuitul de putere prin care se alimentează sarcina **S** de la sursa de energie **SE** (rețeaua de alimentare de 230V curent alternativ, cu linia de fază **F** și de nul **N**). Circuitul de putere este reprezentat în figură cu linii îngroșate. Curentul de sarcină este citit cu traductorul Hall **S1** protejat față de zgomote cu condensatorul de filtrare **C1**. Condensatorul **C2** și rezistoarele **R1** și **R2** constituie un filtru trece sus cu o frecvență de tăiere de ordinul zeci de kHz cu rol antiperturbativ. Rezistoarele **R1** și **R2** stabilesc și nivelul de referință al semnalului ce va trimis intrării analogice a microcontrollerului **M** prin intermediul repetorului **A1**. Supratensiunile sunt eliminate de diodele **D1** și **D2**, **R21** având rolul de rezistență de limitare a curentului. Semnalul dat de senzorul Hall **S1** este de asemenea preluat prin filtrul trece sus format din rezistorul **R3** și condensatorul **C3** ce permite trecerea doar a armonicilor superioare generate de arcul electric. Un detector al

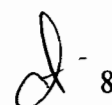
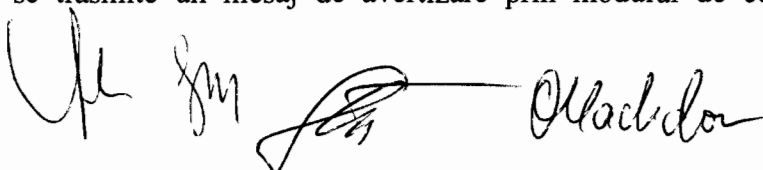
anvelopei acestor armonici este realizat cu dioda **D3**, rezistorul **R4** și condensatorul **C5**. Rezistoarele **R5** și **R6** stabilesc pragul de comutare al comparatorului **A2**. Nivelul 1 logic generat la depășirea pragului este aplicat microcontrollerului la intrarea digitală **DI1**, producând o întrerupere. Atunci când programul ce rulează în microcontroller recunoaște un arc electric periculos comandă prin ieșirea digitală **DO1** și optotriacul **O1** anularea impulsurilor de amorsare ale triacului **T1** care decuplează linia de fază a alimentării și astfel decuplează sarcina. Rezistorul **R10** limitează curentul pentru LED-ul din optotriac, rezistorul **R8** limitează curentul prin triacul din optotriac iar rezistorul **R9** descarcă sarcinile din poarta optotriacului. Triacul este protejat la supratensiuni de varistorul **V1** iar protecția la variații bruște ale tensiunii pe triac se face prin circuitul "snubber" format din rezistorul **R7** și condensatorul **C4**. La decuplarea consumatorului, după decuplarea fazei este decuplat și nulul prin comanda dată pe ieșirea digitală **DO2**. Comanda de la ieșirea **DO2** este transmisă prin rezistorul **R12** în baza tranzistorului **Q1** care comandă deschiderea releului **RE** cu contactele **K1** pentru circuitul de putere și **K2** pentru verificarea cuplării/ decuplării. Poziția contactului **K2** este determinată de microcontroller prin intrarea digitală **DI2**. Rezistorul **R11** asigură nivel logic 1 dacă contactul este deschis. Dioda **D4** este o diodă de descărcare a tensiunii induse în înfășurarea releului. La recuplarea consumatorului este comandată întâi cuplarea nulului prin releu apoi cuplarea fazei prin triac.

Verificarea stării de funcționare a comutatoarelor (triac și releu) este importantă pentru siguranța de operare a dispozitivului. Verificarea poate fi făcută prin program când sarcina este alimentată și când sarcina este decuplată pentru a putea verifica dacă comutatoarele pot cupla și respectiv pot decupla sarcina. Această verificare se face la autotestul inițial la pornirea dispozitivului și se poate comanda periodic prin program. Dacă a fost comandată decuplarea sarcinii triacul nu conduce și contactul releului este deschis, tensiunea de comandă a optocuplorului **O2** este zero și **DI3** este 1 logic. Rezistorul **R13** limitează curentul pentru LED-ul din optocuplor iar dioda **D5** conduce la masă curentul în alternanțele negative. Tensiunea de comandă a optocuplorului **O3** este de asemenea zero și **DI4** este 1 logic. Rezistorul **R15** limitează curentul pentru LED-ul din optocuplor iar dioda **D6** conduce la masă curentul în alternanțele negative. Rezistoarele **R14** și **R16** asigură polarizarea fototranzistoarelor din optocuploare. Dacă a fost comandată cuplarea sarcinii triacul conduce și contactul releului este închis. Astfel tensiunea de comandă a optocuplorului **O2** determină comutarea periodică a tranzistorului din optocuplor cu frecvența rețelei. Impulsurile sunt aplicate intrării **DI3** ce generează întreruperi, o rutină dedicată determinând starea de conducție a triacului. De asemenea tensiunea de comandă a optocuplorului **O3** determină

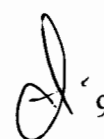
 7

comutarea periodică a tranzistorului din optocuplor cu frecvența rețelei. Impulsurile sunt aplicate intrării **DI4** ce generează întreruperi, o rutină dedicată determinând starea de conducție a releului. Pentru informarea utilizatorului se folosesc trei LED-uri colorate, **L1**, **L2** și **L3**, unul verde care semnifică lipsa arcului electric, unul galben care semnifică o atenționare pentru arc considerat nepericulos și unul roșu pentru arc periculos.. Rezistoarele **R17**, **R18** și **R19** limitează curentul prin LED-uri. Led-urile sunt comandate de liniile digitale de ieșire din microcontroller **DO3**, **DO4** și **DO5**. Pentru ca utilizatorul să poată lucra cu aparate care generează arc electric, se poate invalida temporar decuplarea prin apăsarea butonului **B1**, citit de intrarea digitală **DI5**. Rezistorul **R20** stabilește potențial ridicat al intrării **DI5** dacă nu este apăsat butonul. Pentru realizarea comunicației a fost ales modulul de comunicații **E**, de tip W5500 care se conectează la un router folosind un cablu Ethernet. Partea hardware mai conține o sursă de alimentare, un circuit de tact și un circuit de inițializare (Reset) pentru microcontroller care sunt clasice și nu reprezintă elemente de noutate și care din acest motiv nu au fost reprezentate în schemă.

Metoda de detectare a arcului electric și decuplarea sarcinii conform invenției și în legătură cu figura 2 este implementată software în programul microcontrollerului. Etapele metodei au fost notate cu E1 până la E17 și reprezintă simplificat succesiunea de operații conduse de microcontroller. În prima etapă **E1** dispozitivul se autotestează prin generarea software a unor operații de verificare a funcționalității și integritatea comutatoarelor (triac și releu) care cuplează și decuplează sarcina. Verificarea comutatoarelor constă în comanda decuplării cu **DO1** și **DO2** a fazei apoi a nulului și verificarea intrărilor digitale **DI3** și **DI4**, recuplarea cu **DO2** și **DO1** a nulului apoi a fazei și verificarea intrărilor digitale **DI3** și **DI4**. Se poate astfel diagnostica dacă triacul și releul sunt întrerupte sau în scurtcircuit. Dacă autotestul detectează lipsa unei funcționalități se semnalizează utilizatorului prin aprinderea LED-ului roșu cuplat la ieșirea digitală **DO5**. Dacă dispozitivul trece autotestul se aprinde LED-ul verde cuplat la ieșirea digitală **DO3**. După autotest valoarea curentului **I** este preluată de la senzorul de curent și convertită în format digital cu convertorul analog digital, etapa **E2**. În etapa **E3** se calculează variabilitatea eșantioanelor de curent. În etapa **E4** se compară valoarea variabilității cu un prim prag, p_1 . Dacă variabilitatea este mai mică decât p_1 se consideră că nu s-a detectat arc și se reia achiziția cu un nou grup de eșantioane. Dacă variabilitatea este mai mare decât p_1 atunci se compară cu pragul 2, numit p_2 , **E5**. Dacă variabilitatea este mai mică decât p_2 atunci în etapa **E6** se comandă aprinderea LED-ului galben cuplat la ieșirea digitală **DO4** care avertizează că există un arc electric nepericulos, se stinge LED-ul verde și se transmite un mesaj de avertizare prin modulul de comunicații **E7**. După transmiterea



mesajului se reia achiziția cu un nou grup de eșantioane. Dacă variabilitatea este mai mare decât p_2 atunci se verifică existența recunoașterii arcului prin metoda hardware a armonicilor superioare, lucru semnalizat prin bitul **DI1** în etapa **E8**. Dacă arcu nu este detectat hardware bitul **DI1** este 0 și se menține semnalizarea de arc electric nepericulos. Dacă arcu este detectat hardware se verifică dacă este apăsat butonul de invalidare a alarmei B1, bitul **DI5**, în etapa **E9**. Dacă este apăsat butonul B1 și **DI5** este zero se transmite un mesaj de avertizare prin modulul de comunicații **E7** și se generează o întârziere de ordinul minutelor în care nu se mai face verificarea existenței arcului electric. Dacă **DI5** este 1 se comandă aprinderea LED-ului roșu **E10** și se transmite un mesaj de arc periculos, **E11**. Consumatorul este decuplat, **E12**, prin decuplarea fazei prin semnalul **DO1**, apoi verificarea decuplării fazei prin citirea semnalului **DI3**, apoi se comandă decuplarea nulului cu semnalul **DO2** și verificarea decuplării nulului cu semnalul **DI2**. Apoi se generează o întârziere de ordinul zecilor sau sutelor de secunde, **E13** și se incrementează un contor de decuplări **E14**. Se verifică dacă a fost un număr de decuplări multiple succesive mai mare decât o anumită valoare de prag, p_3 , **E15**. Dacă numărul de decuplări a fost mai mic decât p_3 atunci consumatorul este recuplat **E16** și se reia achiziția cu un nou grup de eșantioane. Recuplarea se face prin cuplarea nulului apoi a fazei. Dacă numărul de decuplări a fost mai mare decât p_3 atunci se trimite un mesaj către utilizator de arc periculos și de absența tensiunii de alimentare din cauza recuplărilor nereușite, **E11**. În acest caz se așteaptă intervenția unui specialist pentru diagnosticarea și remedierea defectului, **E17**. Etapele **E7** și **E11** de comunicații sunt realizate de un modul de comunicații Ethernet care are următoarele funcționalități: client Web și realizarea de cereri HTTP, server Web, transmiterea mesajelor prin UDP (User Datagram Protocol), client Web DNS și DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Programul principal de transmitere a datelor către server-ul web folosește și biblioteci software create de producători, menite să ajute la scrierea programelor. Utilizatorul este informat de eveniment prin mail și SMS.

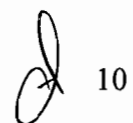


Revendicări

1. Dispozitiv electronic pentru detectarea arcului electric și decuplarea sarcinii pentru protecția utilizatorului la efectele arcului electric, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un microcontroller (**M**) ce conține intrările digitale (**DI1**), (**DI2**), (**DI3**), (**DI4**), (**DI5**), ieșirile digitale (**DO1**), (**DO2**), (**DO3**), (**DO4**), (**DO5**) și intrarea analogică (**AI1**), care realizează preluarea de eșantioane de curent de la un senzor de curent (**S1**) și prelucrarea acestora cu rezistoarele (**R1**), (**R2**), (**R21**), condensatorul (**C2**), diodele (**D1**), (**D2**), amplificatorul operațional (**A1**), detectarea arcului electric cu un senzor de curent (**S1**), un filtru trece sus cu rezistorul (**R3**) și condensatorul (**C3**), prelucrarea semnalului cu rezistoarele (**R4**), (**R5**), (**R6**), dioda (**D3**), condensatorul (**C5**) și un amplificator operațional cu rol de comparator (**A2**),

2. Dispozitiv conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** mai are în structură componentele triac (**T1**) comandat de ieșirea digitală a microcontrollerului (**DO1**) prin intermediul unui optotriac (**O1**), a rezistoarelor (**R7**), (**R8**), (**R9**), (**R10**), a condensatorului (**C4**) și a varistorului (**V1**) pentru decuplarea fazei, un releu (**RE**) cu contactul (**K1**) comandat de ieșirea digitală a microcontrollerului (**DO2**) prin intermediul tranzistorului (**Q1**) a rezistorului (**R12**) și a diodei (**D4**) pentru decuplarea nulului, optocuplorul (**O2**), rezistoarele (**R13**), (**R14**) și dioda (**D5**), pentru verificarea decuplării fazei, apoi recuplarea automată a sarcinii după un interval de timp cu aceleași componente, adică releul (**RE**) pentru recuplarea nulului și triacul (**T1**) pentru recuplarea fazei și contactul (**K2**) cu rezistorul (**R11**) pentru verificarea recuplării nulului, iar pentru autotest mai are în structură optocuplorul (**O2**), rezistoarele (**R13**), (**R14**) și dioda (**D5**) pentru verificarea funcționării triacului (**T1**), optocuplorul (**O3**), rezistoarele (**R15**), (**R16**) și dioda (**D6**) pentru verificarea funcționării releului (**RE**) și o interfață cu utilizatorul cu 3 LED-uri, unul verde (**L1**) care este comandat de o linie digitală de ieșire (**DO3**), un LED galben (**L2**) comandat de o linie digitală de ieșire (**DO4**) și un LED roșu (**L3**) comandat de o linie digitală de ieșire (**DO5**), un buton (**B1**) pentru invalidarea decuplării sarcinii, rezistoarele (**R17**), (**R18**), (**R19**) pentru limitarea curentului prin LED-uri, rezistorul (**R20**) pentru stabilirea potențialului intrării (**DI5**) și modulul (**E**) conectat la interfața (**SPI**) pentru transmiterea de mesaje prin mail sau SMS .

3. Metodă pentru detectarea arcului electric și decuplarea sarcinii pentru protecția utilizatorului la efectele arcului electric, **caracterizată prin aceea că** prin programul software din microcontroller se realizează inițializarea detectării arcului electric (**E1**) în care se inițializează regiștrii și porturile microcontrollerului cu valorile necesare și se face un

 10

autotest al funcționării triacului și releului prin comandarea acestora în stare de conducție cu liniile de ieșire digitală (DO1) și (DO2) și verificarea liniilor digitale de intrare în microcontroller (DI3) și (DI4) care trebuie să fie zero logic, urmat de comandarea triacului și releului în stare blocată și verificarea liniilor (DI3) și (DI4) care trebuie să fie unu logic, iar dacă verificarea este reușită se comandă aprinderea LED-ului verde printr-o linie digitală de ieșire (DO3) și dacă verificarea detectează o eroare se comandă aprinderea LED-ului roșu cu o linie de ieșire digitală (DO5), apoi conversia datelor din format analogic în digital (E2), se calculează variabilitatea eșantioanelor de curent (E3) și se compară variabilitatea cu două praguri, astfel încât dacă este sub cel mai mic prag rămâne aprins un LED verde, dacă este între praguri se aprinde un LED galben (E6) iar dacă este mai mare decât pragul superior se aprinde un LED roșu (E10), metoda conținând și următoarele etape: verificarea butonului care poate fi apăsat de utilizator pentru a ignora arcul electric, (E9), pentru a permite utilizatorului să folosească pe o perioadă limitată un echipament care generează arc electric, prin citirea unei linii de intrare digitală (DI5) care dacă este în zero logic se generează o perioadă de timp în care nu se decuplează consumatorii, dar se trimite prin modulul de comunicații (E7) un mesaj și se comandă aprinderea LED-ului roșu cu o linie de ieșire digitală (DO5), apoi recunoașterea unui arc electric periculos, dacă arcul electric este detectat prin două metode diferite, una software și una hardware, prima fiind prin calculul variabilității eșantioanelor și compararea rezultatului cu un prag superior (E5), iar a doua o detectare hardware a nivelului armonicilor prin intrarea digitală (DI1) care este activată (E8), apoi decuplarea sarcinii (E12), în cazul în care este recunoscut un arc electric periculos și nu este apăsat butonul de ignorare a arcului, prin decuplarea întâi a fazei, verificarea decuplării fazei și apoi decuplarea nulului, apoi recuplarea sarcinii (E16), după trecerea unui interval de timp în care sarcina este decuplată (E13), cu condiția ca numărul de recuplări anterioare să fie mai mic decât un anumit prag (E15) numărul de recuplări fiind contorizat (E14), recuplarea fiind realizată prin cuplarea nulului, verificarea cuplării nulului și cuplarea fazei, apoi trimiterea de mesaje către utilizator dacă a apărut un arc electric nepericulos, în cazul în care variabilitatea eșantioanelor de curent este între cele două praguri și când arcul a fost detectat printr-o singură metodă, și dacă a apărut un arc electric periculos dacă arcul a fost detectat prin ambele metode, transmisia fiind realizată cu un modul de comunicații prin SMS și email (E7), (E11), iar dacă numărul de recuplări este mai mare decât un anumit prag se trimite un mesaj de avarie și solicitare de intervenție a unui operator (E17).



Desene

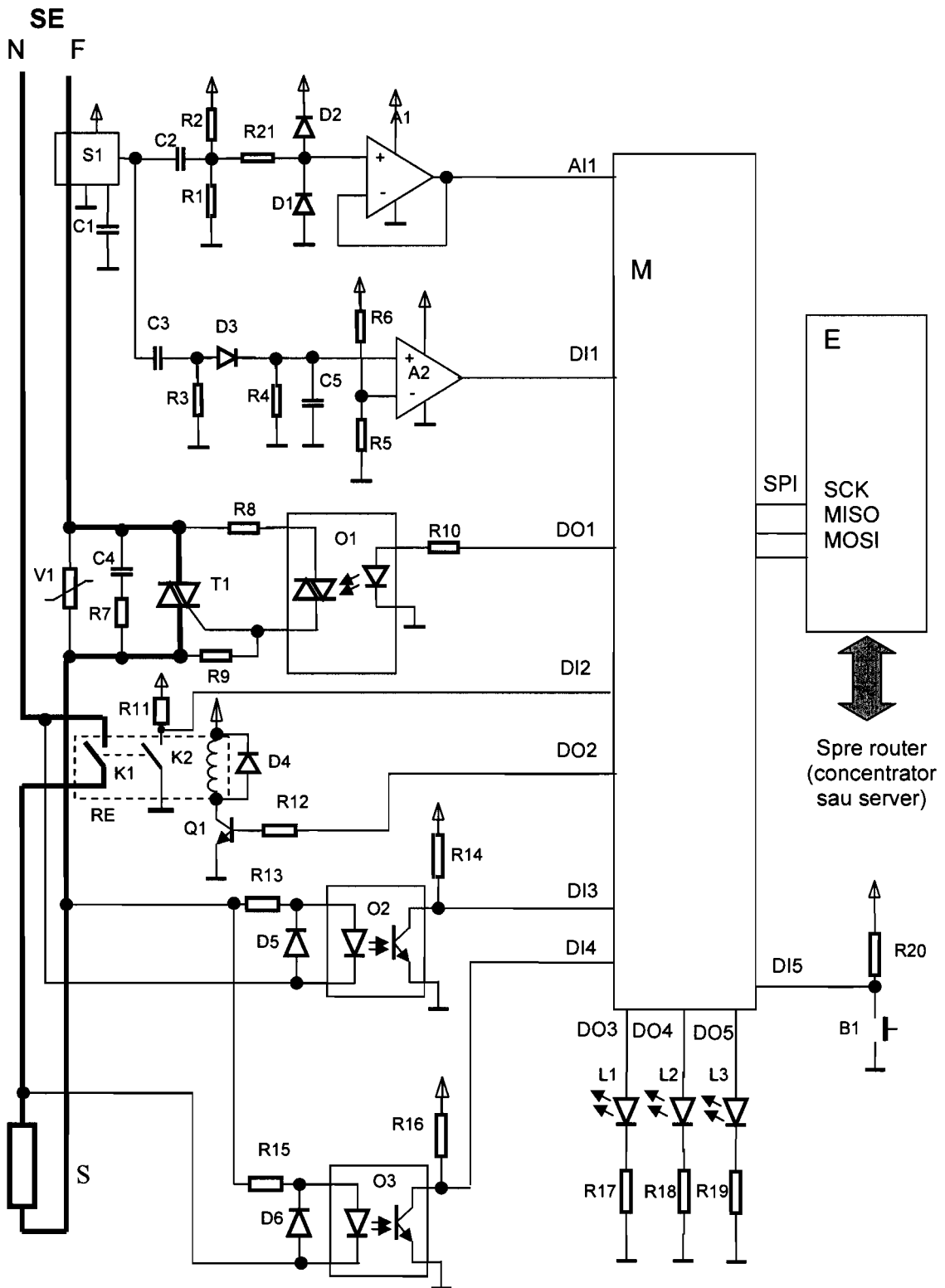


Figura 1

Ue gm *Al. Oladala*

D. 12

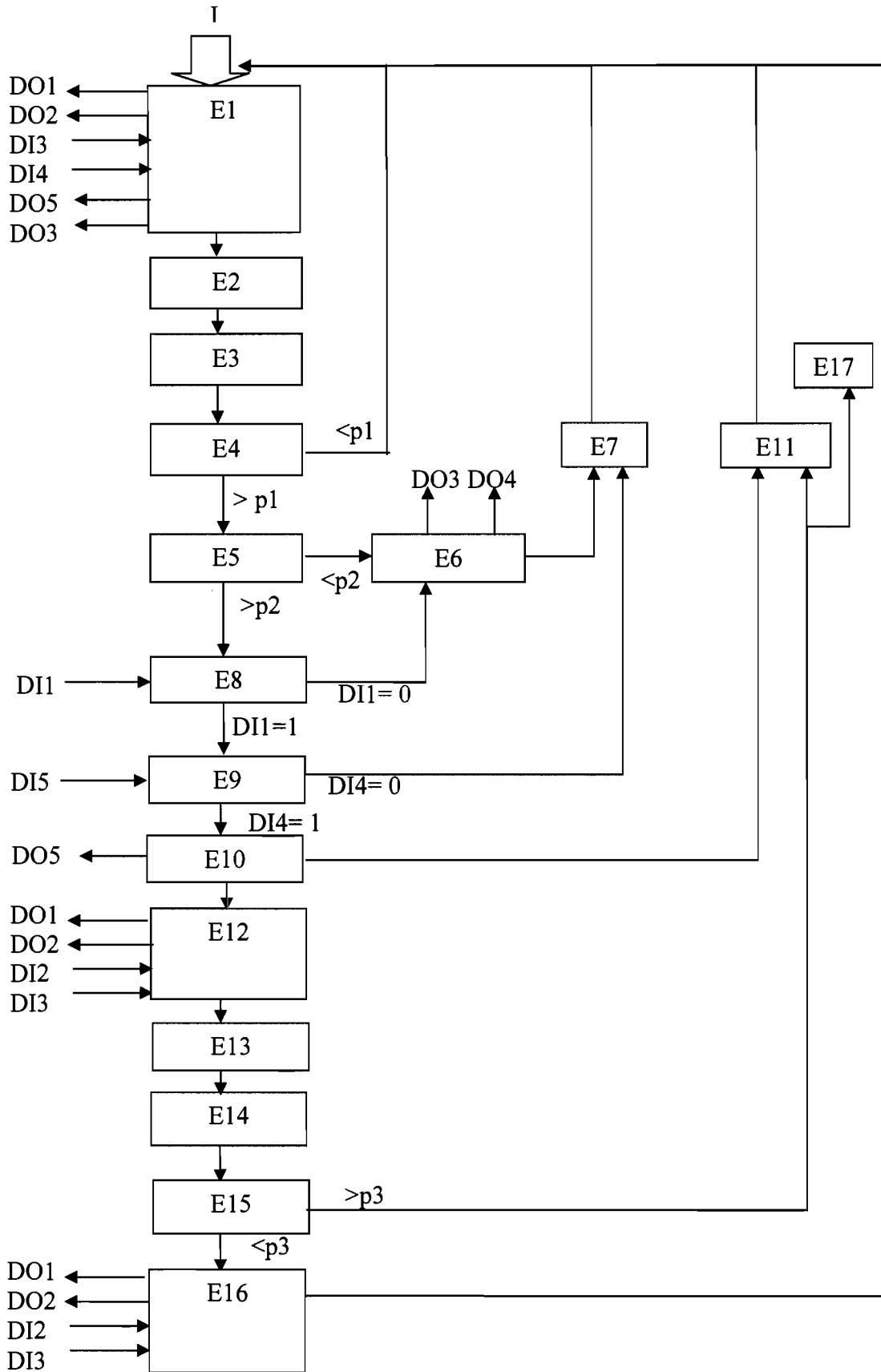


Figura 2

[Handwritten signatures]