



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00312**

(22) Data de depozit: **17/04/2014**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2017** BOPI nr. **10/2017**

(41) Data publicării cererii:
29/01/2016 BOPI nr. **1/2016**

(73) Titular:
• **ZOLLER CAROL LAURENȚIU**,
STR.22 DECEMBRIE NR.9, PETROȘANI,
HD, RO;
• **COSTINAȘ SORINA**, BD. UVERTURII
NR. 8, BL. C2, SC. 4, ET. 3, AP. 111,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• **MARC GHEORGHE**, ALEEA POPORULUI,
BL. 6, AP. 4, PETROȘANI, HD, RO;
• **DOBRA REMUS**, STR.SATURN NR.4,
BL.4, SC.1, ET.2, AP.7, PETROȘANI, HD,
RO;
• **PĂSCULESCU DRAGOȘ**,
STR. GEN ION DRAGALINA NR. 20,
PETROȘANI, HD, RO

(72) Inventatori:
• **ZOLLER CAROL LAURENȚIU**,
STR.22 DECEMBRIE NR.9, PETROȘANI,
HD, RO;
• **COSTINAȘ SORINA**, BD. UVERTURII
NR. 8, BL. C2, SC. 4, ET. 3, AP. 111,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• **MARC GHEORGHE**, ALEEA POPORULUI,
BL. 6, AP. 4, PETROȘANI, HD, RO;
• **DOBRA REMUS**, STR.SATURN, BL.4,
ET.2, AP.7, PETROȘANI, HD, RO;
• **PĂSCULESCU DRAGOȘ**,
STR. GEN ION DRAGALINA NR. 20,
PETROȘANI, HD, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
EP 0603088 A1; EP 0851553 A1

(54)

METODĂ DE CONTROL OPERATIV AL COMPONENTELOR SIMETRICE DIN SISTEMELE ELECTROENERGETICE TRIFAZATE



1 Invenția se referă la o metodă de control operativ al componentelor simetrice de
2 tensiune sau de curent din sistemele electroenergetice trifazate, în regim sinusoidal, ce
3 poate fi implementată în releele electronice specifice subsistemelor de protecție, care
4 funcționează pe principii numerice.

5 Metodele actuale de control al stării sistemelor electroenergetice, ce funcționează pe
6 principiul identificării componentelor simetrice, au la bază teorema fundamentală a
7 electrotehnicii (Stokvis-Fortescue), prin care se dovedește că orice sistem nesimetric de
8 tensiuni trifazice, ce apar în situații de funcționare anormală a sistemelor electroenergetice,
9 poate fi descompus într-un număr de trei sisteme simetrice de tensiuni, ce funcționează
10 simultan, dacă se acceptă valabilitatea principiului suprapunerii efectelor, prin intermediul
11 celor trei componente (de succesiune directă, de succesiune inversă și de tip homopolar) se
12 poate identifica starea de defect, pe baza indicatorilor specifici de asimetrie și de disimetrie
13 reglementați de normele impuse pentru asigurarea calității energiei electrice.

14 Se cunosc astfel de aparate de protecție utilizate curent în sistemele electro-
15 energetice trifazate, care utilizează metoda clasică de determinare a gradului de asimetrie,
16 sub denumirea de rele pentru determinarea asimetriei, de tip SAD140 "releu pentru
17 asimetrie pentru sisteme 3NAC", respectiv SAD142 "releu pentru asimetrie pentru sisteme
18 3AC", aceste rele fiind impuse din necesitatea de asigurare a indicatorilor de disimetrie și
19 asimetrie ai sistemului electroenergetic, din punct de vedere al tensiunilor (curenților).

20 Se mai cunoaște, din cererea de brevet **RO146606/20.12.1990**, o metodă de reali-
21 zare a unui releu de protecție homopolară, realizat în structură electronică, având posi-
22 bilitatea de a funcționa corect în orice tip de rețea (parțial sau total compensate) și bene-
23 ficiind de un sistem de prescriere a valorii curentului homopolar la care să lucreze.

24 Metodele actuale de protecție, pe baza componentelor simetrice de tensiune, ce
25 utilizează filtre electrice cu componente RLC, prezintă dezavantaje legate de faptul că:
26 identifică cu întârziere prezența componentelor simetrice, datorită răspunsului proporțional
27 integral al acestor filtre; nu oferă informații în timp real privind componentele simetrice
28 generate de asimetria sistemelor electroenergetice în condiții anormale; metodele electronice
29 care nu necesită filtre electrice RLC solicită: rezolvarea unor algoritmi complecși cu multe
30 secvențe de procesare, calculul indicatorilor specifici regimurilor nesimetrice, și se bazează,
31 în final, pe raportarea valorilor efective, maxime sau medii.

32 Problema pe care o rezolvă invenția constă în eliminarea consecințelor sesizării cu
33 întârziere a dezechilibrului sistemului, în cazul apariției unor defecte, care are efect asupra
34 caracteristicilor de funcționare ale echipamentelor alimentate cu tensiuni nesimetrice,
35 respectiv asupra indicatorilor economici și tehnici ai acestora.

36 Metoda de control operativ al componentelor simetrice din sistemele electroener-
37 getice trifazate, în scopul determinării gradului de disimetrie, (ε_d), și asimetrie, (ε_a), conform
38 invenției, constă în prelevarea de eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de
39 timp (t_1), iar după $\Delta t = 6,6$ [ms], prelevarea de eșantioane de tensiune corespunzătoare
40 momentului de timp (t_2), respectiv după încă un interval de timp $\Delta t = 6,6$ [ms], prelevarea de
41 eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de timp (t_3), echivalentul numeric al
42 acestor eșantioane fiind procesat de către releul numeric, proiectat în baza metodei, care
43 poate lua o decizie de acționare cel mai devreme după timpul T_p ($2 \Delta t$), de la prelevarea
44 primului set de eșantioane, dacă indicatorii (ε_d) sau (ε_a) depășesc valorile prescrise de
45 normele specifice de calitate a energiei electrice.

46 Conform unui aspect al invenției, metoda de control operativ al componentelor
47 simetrice din sistemele electroenergetice trifazate funcționează pe baza unui algoritm ce
48 poate fi utilizat în proiectarea unui releu numeric de componente simetrice sau poate fi
49 convertit în software corespunzător mediului de programare utilizat pe calculator.

Avantajele invenției sunt:	1
- se creează posibilitatea de anticipare eficientă a evoluției sistemelor energetice în spre starea de defect, care să preîntâmpine extinderea amplitudinii defectelor.	3
- oferă posibilitatea unui răspuns ultrarapid al sistemelor digitale în cazul apariției unor defecte de tip dezechilibru și nesimetrie;	5
- nu necesită sisteme numerice performante de procesare;	7
- poate fi implementată în orice tip de sistem numeric de protecție;	9
- oferă posibilitatea de acționare eficientă și de limitare a evoluției sistemelor energetice spre starea de defect;	11
- metoda poate fi implementată ca o subrutină operativă în cadrul sistemelor numerice complexe de protecție existente;	13
- permite modernizarea sistemelor de protecție actuale, fără costuri suplimentare aferente echipamentului;	15
- calculul indicatorilor specifici regimurilor nesimetrice se bazează numai pe raportarea valorilor convenabile instantanee;	17
- se minimizează riscurile extinderii amplitudinii defectelor;	19
- implementarea metodei propuse face posibilă realizarea unor sisteme de protecție selectivă pentru diverse tipuri de regimuri de funcționare și de configurație a rețelelor electrice;	21
- nu necesită un volum mare de date necesare procesării.	23
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare al invenției, în legătură cu fig. 1, 2, care reprezintă:	25
- fig. 1, eșantionarea semnalelor de tensiuni trifazice;	27
- fig. 2, algoritmul de procesare al eșantioanelor.	29
În continuare, se prezintă un exemplu de identificare operativă a componentelor simetrice din sistemele electroenergetice trifazate, (fig. 1). La momentul de timp T_1 se obțin sincron eșantioanele de tensiune $u_R(t_1)$, $u_S(t_1)$, respectiv $u_T(t_1)$, corespunzătoare fazelor sistemului aflat sub control automat, se convertesc în semnale numerice și se memorează în primii trei regiștri de memorie. După un interval de timp $\Delta t = 6,6$ [ms] (dacă frecvența rețelei este de 50 Hz), adică la momentul de timp t_2 , se procedează la eșantionarea sincronă a celor trei tensiuni și se obțin eșantioanele $u_R(t_2)$, $u_S(t_2)$, respectiv $u_T(t_2)$, se convertesc în semnale numerice și se memorează în următorii trei regiștri de memorie. Aceeași procedură se repetă la momentul t_3 , care este întârziat cu aceeași valoare $\Delta t = 6,6$ [ms] față de momentul precedent, t_2 , se obțin eșantioanele de tensiune $u_R(t_3)$, $u_S(t_3)$, respectiv $u_T(t_3)$, eșantioane ce se convertesc în semnale numerice care se memorează în următorii trei regiștri de memorie ai sistemului numeric de protecție.	31
Pentru a obține echivalentul numeric al componentei homopolare de tensiune, u_h , se însumează algebric valorile numerice ale eșantioanelor la momentul t_1 , la momentul t_2 sau la momentul t_3 , respectiv $u_R(t_1) + u_S(t_1) + u_T(t_1)$ sau $u_R(t_2) + u_S(t_2) + u_T(t_2)$ sau $u_R(t_3) + u_S(t_3) + u_T(t_3)$. Pentru a obține echivalentul numeric al componentei directe de tensiune, u_d , se însumează algebric valorile numerice ale eșantioanelor $u_R(t_1) + u_S(t_2) + u_T(t_3)$. Pentru a obține echivalentul numeric al componentei inverse de tensiune, u_i , se însumează algebric valorile numerice ale eșantioanelor $u_R(t_2) + u_T(t_3) + u_S(t_1)$. Pentru a obține valoarea instantanee a gradului de disimetrie, ε_d , al sistemului se face raportul dintre componenta inversă și componenta directă, determinată apriori. Pentru a obține valoarea gradului de asimetrie, ε_a , se face raportul dintre componenta homopolară (u_h) și componenta directă (u_d), toate obținute prin procesarea celor nouă eșantioane pe intervalul de timp de prelevare a eșantioanelor de tensiuni, $2\Delta t = T_p$.	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

1 Releul numeric ce procesează informația în baza metodei descrise mai sus poate lua
o decizie de acționare cel mai devreme după timpul T_p , de la prelevarea primului set de
3 eșantioane, dacă indicatorii ε_a și/sau ε_d depășesc valorile prescrise de normele specifice de
calitate a energiei electrice.

5 Noi cicluri de eșantionare și procesare cu perioada T_p , după procedura descrisă, se
reiau identic, în vederea urmăririi automate, continuu, a "stării de calitate" a sistemului
7 electroenergetic trifazat, pe baza indicatorilor obținuți prin eșantionare ε_a și/sau ε_d .

 Algoritmul (fig. 2) de procesare al eșantioanelor parcurge secvențial următoarele
9 etape:

 - ET_0 : se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp
11 t_1 : $u_R(t_1)$; $u_S(t_1)$, respectiv $u_T(t_1)$. Dacă una din valorile numerice ale eșantioanelor sunt zero,
se repetă procedura. Dacă valorile numerice identificate la momentul t_1 sunt nenule atunci
13 eșantioanele se transferă în regiștrii de memorie MR_{t1} , MS_{t1} , MT_{t1} ;

 - după $\Delta t = 6,6$ [ms], se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare
15 momentului de timp t_2 : $u_R(t_2)$; $u_S(t_2)$, respectiv $u_T(t_2)$ și se transferă în regiștrii de memorie
 MR_{t2} , MS_{t2} , MT_{t2} ;

17 - după încă 6,6 [ms], se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare
momentului de timp t_3 : $u_R(t_2)$; $u_S(t_2)$, respectiv $u_T(t_2)$ și se transferă în regiștrii de memorie
19 MR_{t3} , MS_{t3} , MT_{t3} .

 - se calculează echivalentul numeric al componentei homopolare u_h :

21 $u_R(t_1) + u_S(t_1) + u_T(t_1)$ sau $u_R(t_2) + u_S(t_2) + u_T(t_2)$ sau $u_R(t_3) + u_S(t_3) + u_T(t_3)$

 - se calculează echivalentul numeric al componentei directe u_d :

23 $u_R(t_1) + u_S(t_2) + u_T(t_3)$

 - se calculează echivalentul numeric al componentei inverse u_i :

25 $u_R(t_2) + u_T(t_3) + u_S(t_1)$

 - se calculează gradul de disimetrie al sistemului, $\varepsilon_d = \frac{u_i}{u_d}$, și se compară cu
27 valoarea limită admisă de norme a acesteia. Dacă aceasta depășește valoarea

29 standardizată, se semnalizează corespunzător și se comandă deconectarea automată a
sistemului electroenergetic;

31 - se calculează gradul de asimetrie, $\varepsilon_a = \frac{u_h}{u_d}$, și se compară cu valoarea limită

33 admisă de norme a acesteia. Dacă aceasta depășește valoarea standardizată, se
semnalizează corespunzător și se comandă deconectarea automată a sistemului
35 electroenergetic;

 - dacă valorile indicatorilor ε_a și ε_d sunt în limitele normale, se reiau secvențele de
37 procesare descrise, începând cu eticheta zero, ET_0 , a algoritmului.

1. Metoda de control operativ al componentelor simetrice din sistemele electro-energetice trifazate, **caracterizată prin aceea că**, în scopul determinării gradului de disimetrie (ϵ_d) și asimetrie (ϵ_a), constă în prelevarea de eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de timp (t_1), iar după $\Delta t = 6,6$ [ms], prelevarea de eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de timp (t_2), respectiv după încă un interval de timp $\Delta t = 6,6$ [ms], prelevarea de eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de timp (t_3), echivalentul numeric al acestor eșantioane fiind procesat de către releul numeric, proiectat în baza metodei, care poate lua o decizie de acționare cel mai devreme după timpul T_p ($2 \Delta t$), de la prelevarea primului set de eșantioane, dacă indicatorii (ϵ_d) sau (ϵ_a) depășesc valorile prescrise de normele specifice de calitate a energiei electrice. 1
2. Metoda de control operativ al componentelor simetrice din sistemele electro-energetice trifazate, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** funcționează pe baza unui algoritm ce poate fi utilizat în proiectarea unui releu numeric de componente simetrice sau poate fi convertit în software corespunzător mediului de programare utilizat pe calculator. 3
- 5
- 7
- 9
- 11
- 13
- 15
- 17

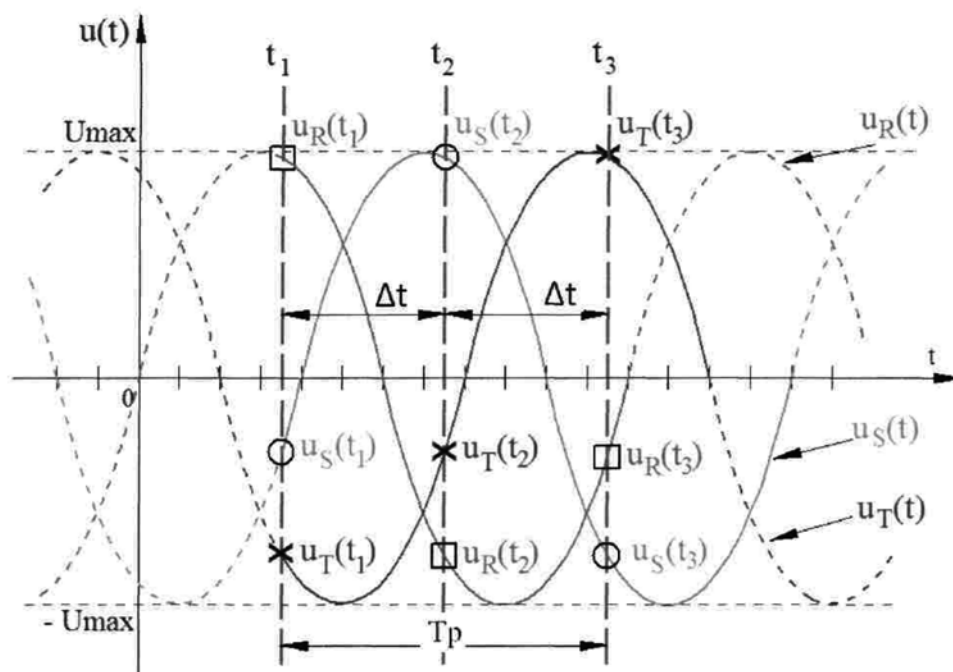


Fig. 1

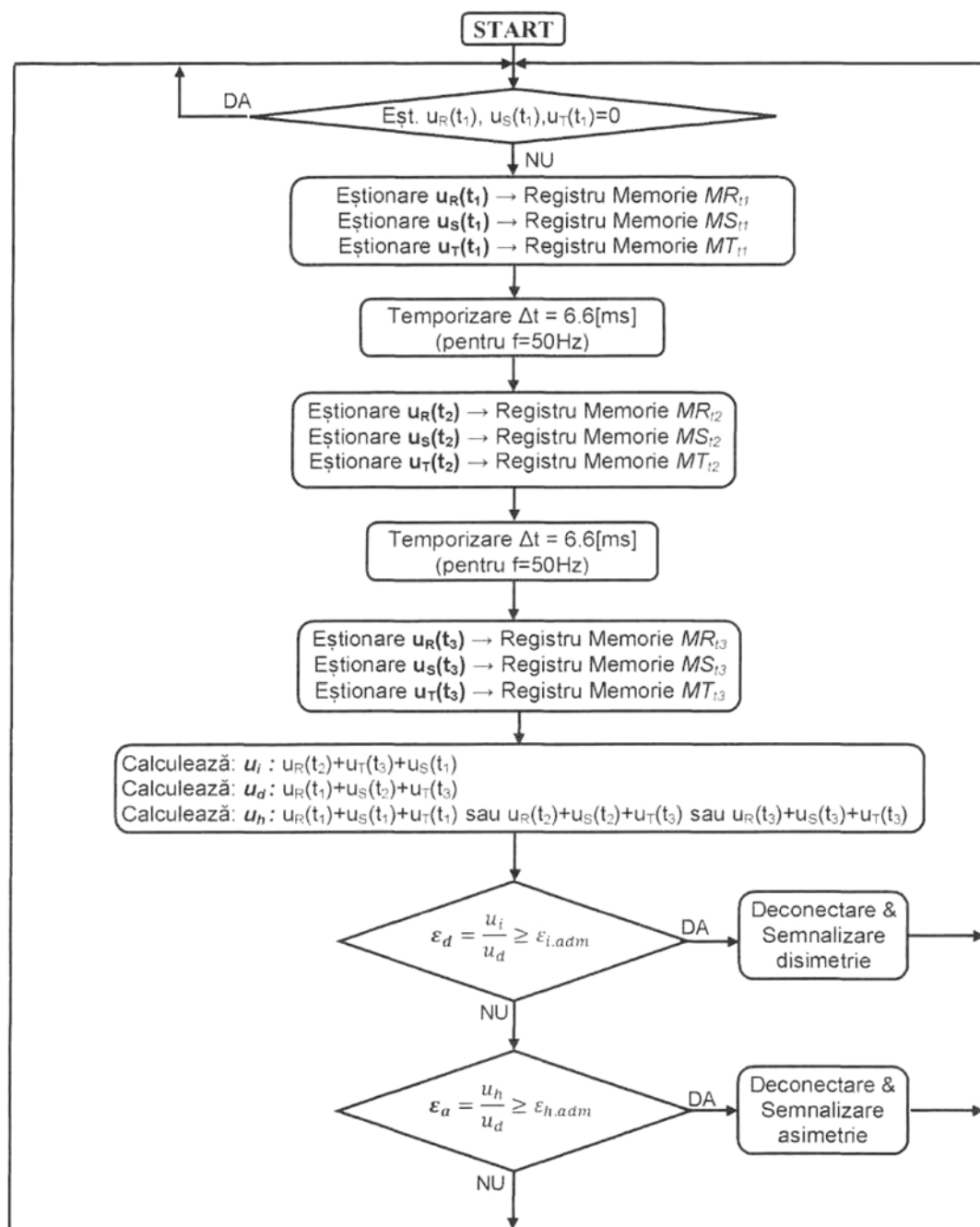


Fig. 2

