

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00528

(22) Data de depozit: 30/08/2022

(41) Data publicării cererii:  
28/07/2023 BOPI nr. 7/2023

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• SALCU SORIN IONUȚ,  
STR. CÂNTARULUI, NR.22, SEBEȘ, AB, RO;  
• BOJAN MIRCEA, STR. GEORGHE ENESCU  
NR. 18, TURDA, CJ, RO;

• IUORAȘ MIHAI ADRIAN,  
SAT.GLIGOREȘTI, NR.68, COMUNA LUNA,  
CJ, RO;  
• PINTILIE LUCIAN NICOLAE,  
STR.MUREȘULUI, NR.9, BL.L1, SC.B,  
AP.13, CÂMPIA TURZII, CJ, RO;  
• TEODORESCU PETRE DOREL,  
STR. CÂMPULUI NR. 161, BL. CORP A,  
SC. 1, AP. 3, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) METODĂ DE COMPENSARE A ENERGIEI REACTIVE  
DE LA NIVELUL PUNCTULUI COMUN DE CUPLARE  
CA ȘI FUNCȚIE ELECTRONICĂ SECUNDARĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de compensare a energiei reactive la nivelul unei rețele (10) de alimentare în curent alternativ care deservește consumatori (9a, 9b, 9c) de energie electrică ce pot avea caracter reactiv și la utilizarea acestora pentru controlul unui convertor (4) electronic ce poate servi la compensarea energiei reactive. Metoda conform invenției determină modificarea comportamentului convertorului (4) electronic astfel încât acesta poate dobândi un caracter de consumator reactiv, astfel că, pe lângă funcția principală de conversie din curent alternativ în curent continuu, cu asigurarea unei tensiuni de valoare constantă la ieșire, convertorul (4) va participa la gestionarea energiei reactive din rețeaua (10) de alimentare în funcție de puterea disponibilă în urma alimentării unui consumator ( $R_s$ ) de curent continuu la parametri de putere specifici. Algoritmul de control al convertorului se bazează pe constrângerile stabilite la nivelul de putere la care funcționează convertorul (4) și pe informațiile primite prin intermediul unui analizor (2) de putere care monitorizează tensiunea și curentul la punctul (6) comun de cuplare la rețea.

Revendicări: 3  
Figuri: 9

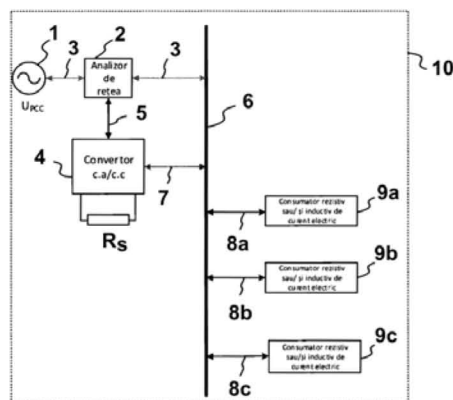
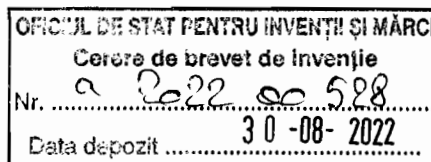


Fig. 1

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).



**METODĂ DE COMPENSARE A ENERGIEI REACTIVE DE LA NIVELUL  
PUNCTULUI COMUN DE CUPLARE CA ȘI FUNCȚIE ELECTRONICĂ  
SECUNDARĂ**



**DESCRIEREA INVENȚIEI**

Invenția are ca domeniu de referință o rețea de alimentare în curent alternativ, care deservește consumatori de energie electrică ce pot avea caracter reactiv. Obiectivul principal al invenției vizează algoritmul și metoda de gestionare a energiei reactive de la nivelul rețelei menționate și utilizarea acestora pentru controlul unui convertor electronic ce poate deservi la compensarea energiei reactive.

În **stadiul actual** sunt cunoscute topologii de convertoare și metode de control ce facilitează funcționarea acestora la factor de putere unitar. În articolul „*Single Phase Power Factor Correction: A Survey*”, Oscar Garcia, Jose A. Cobos, Roberto Prieto, Pedro Alou, Javier Uceda, IEEE Transactions on Power Electronics, vol.18, no.3, May 2003” sunt prezentate soluții utilizate pentru realizarea acestor sisteme, dar care nu deserveșc și funcția electronică secundară de compensare activă a factorului de putere. Cu alte cuvinte, acestea realizează doar un comportament cvasi-rezistiv, la nivelul rețelei. În articolul „*Single-Phase Bridgeless Rectifier Based System With Enhanced Capability of Reactive Power Compensation*”, Hong C, Tien C., Cong W, Zihao Z., Zhi L., Yuying G., IEEE Access” este prezentată o soluție care deservește compensarea energiei reactive la punctul de cuplare comun, prin intermediul unui convertor electronic, obținându-se un factor de putere variabil la intrarea convertorului. Aceasta metodă prezintă dezavantajul utilizării unui ansamblu inductiv-capacitiv în comutație, la intrarea convertorului. Pe lângă aceasta, structura în semi-punte comandată, nu permite circulația de putere bidirecțională la nivelul acesteia. În acest fel, nu se poate discuta de utilizarea topologiei clasice a convertorului pentru a deservi o funcție electronică secundară, fiind necesare structuri și elemente suplimentare.

De asemenea există și metode de a gestiona energia reactivă la nivelul rețelei prin intermediul convertoarelor electronice de putere conectate la acea rețea. Brevetul US20160197482A1, prezintă posibilitatea utilizării invertoarelor unei rețele de co-generare cu panouri fotovoltaice, sub forma de compensatoare statice (STATCOM) pentru a compensa necesarul de reactiv de la nivelul rețelei. Deși convertoarele funcționează în regimul de putere disponibil, acestea prezintă dezavantajul că nu sunt capabile să alimenteze o sarcină de curent continuu la o tensiune stabilizată, concomitent cu realizarea funcției de compensare a energiei reactive.

**Scopul invenției** este creșterea nivelului de exploatare a puterii instalate totale a unor convertoare electronice de curent alternativ/curent continuu (denumit în continuare **c.a/c.c**) ce alimentează consumatori proprii, și deservirea unor funcționalități electronice secundare de compensare a energiei reactive la nivelul punctului comun de cuplare la rețeaua publică, prin observarea și maximizarea nivelului de încărcare al acestora.

**Problema tehnică pe care o rezolvă invenția** este compensarea circulației de putere reactivă dinspre rețeaua de alimentare spre punctul comun de cuplare al convertoarelor și tuturor consumatorilor unei rețele monofazate sau trifazate de curent alternativ, pentru diminuarea pierderilor și îmbunătățirea calității energiei electrice vehiculate în rețea.

Conform invenției, metoda de stabilire a capacității de compensare și algoritmul de control aferent acesteia, **rezolvă problema menționată prin aceea că** determină modificarea comportamentului unui convertor electronic de c.a/c.c, conectat la rețea, astfel încât acesta poate dobândi un caracter de consumator reactiv (capacitiv sau inductiv) sau rezistiv. Scopul principal al convertorului de c.a/c.c va fi acela de a alimenta, la o tensiune stabilă, o sarcină de curent continuu, dar în același timp, de a participa la gestionarea energiei reactive din rețeaua de alimentare. Algoritmul de control se bazează pe constrângerile stabilite de nivelul de putere al convertorului și relațiile geometrice ce rezultă din diagramele fazoriale corelate cu mărimile electrice ale acestuia.

Se dă în continuare **un exemplu de realizare a invenției** în legătură și cu Figurile 1...9, care prezintă:

- Figura 1. Schemă generalizată a punctului comun de cuplare al consumatorilor într-o rețea de alimentare în curent alternativ.
- Figura 2. Diagrama fazorială a curenților la punctul comun de cuplare în rețeaua de alimentare.
- Figura 3. Schema generalizată a convertorului de c.a/c.c
- Figura 4. Exemple de realizare a comutatoarelor electronice.
- Figura 5. Diagrama fazorilor de curent de la nivelul convertorului de c.a/c.c.
- Figura 6a. Diagrama fazorilor de curent de la nivelul convertorului de c.a/c.c – maximul de compensare disponibil pentru nivelul de încărcare dat.
- Figura 6b. Diagrama fazorilor de curent de la nivelul convertorului de c.a/c.c – potențialul de compensare disponibil pentru nivelul de încărcare dat.
- Figura 7. Algoritmul de control a curentului de intrare în convertorul de c.a/c.c.
- Figura 8. Comportamentul convertorului de c.a/c.c în compensarea curentului reactiv la punctul comun de cuplare.
- Figura 9. Tensiunea stabilizată de la ieșirea convertorului de c.a/c.c pe parcursul funcționării acestuia.

În mod particular, la punctul comun de cuplare **6** (denumit în continuare **PCC**) al consumatorilor rețelei, reprezentat în **Figura 1**, se află o unitate de monitorizare a parametrilor energiei electrice **2**, denumită în continuare **Analizor de Rețea**. Aceasta va determina nivelul de energie reactivă din rețea, prin măsurarea diferenței de fază dintre tensiunea  $U_{PCC}$  de alimentare a rețelei **1** și curentul **3** debitat consumatorilor electrici **4**, **9a**, **9b**, **9c**.

În mod particular, consumatorii **9a**, **9b**, **9c** prezintă un caracter predominant inductiv, fiind dispuși la nivelul întregii rețele **10**, într-un număr oarecare, cel puțin egal cu unu, dar nefiind limitat la trei. Curenții **8a**, **8b**, **8c**, pe care aceștia îi consumă înăuntră în componența curentului **3** debitat de rețea în **PCC 6**.

Ulterior se va verifica disponibilitatea de participare la compensarea reactivă, din partea convertorului de curent alternativ/curent continuu **4**, cuplat de asemenea la **PCC**. În mod particular, convertorul **4** va funcționa implicit la factor de putere unitar. În cazul în care nivelul de încărcare al convertorului **4** nu este maxim, atunci prin intermediul unei interfețe de comunicații **5**, se va impune un regim de funcționare al acestuia ce va duce la un comportament în sensul diminuării defazajului dintre tensiunea de alimentare  $U_{PCC}$  **1** și curentul **3** debitat în **PCC 6**. Acest lucru va fi realizat prin modificarea amplitudinii și defazajului curentului **7** absorbit de către convertorul **4**.

În **Figura 2** se reprezintă diagrama fazorială de curent a rețelei din **Figura 1**, având ca și referință de fază, tensiunea de alimentare  $U_{PCC}$ . În mod particular, la conectarea consumatorilor **9a**, **9b**, **9c** și a convertorului **4**, funcționând la factor de putere unitar, curentul **3** debitat în **PCC 6**, este reprezentat de fazorul  $i_{PCC0}$ . Acesta este defazat în urma tensiunii de alimentare  $U_{PCC}$  cu un unghi  $\varphi_{PCC}$ , datorită caracterului predominant inductiv al curenților **8a**, **8b**, **8c**, ai consumatorilor. Astfel cantitatea de curent reactiv  $i_Q$ , poate fi compensată prin defazarea curentului  $i_r$  de intrare în convertor **4** cu unghiul  $\varphi$ , înaintea referinței de tensiune  $U_{PCC}$  și scalarea corespunzătoare a amplitudinii. În cazul în care condițiile de compensare sunt îndeplinite, curentul rezultat  $i_{PCC}$  în **PCC 6**, va fi în fază cu referința de tensiune  $U_{PCC}$ .

În mod particular, în **Figura 3**, este reprezentată topologia convertorului **4** de c.a./c.c. utilizată pentru realizarea invenției. Această topologie are la bază o configurație în punte de dispozitive comandate, reprezentată prin comutatoarele **S1**, **S2**, **S3**, **S4**, **S5**, **S6**. Acestea pot fi reprezentate de oricare tip de dispozitiv electronic comandat, prezentat în **Figura 4**. Rolul acestui etaj este de a realiza conversia curentului alternativ, în curent continuu. Conectarea la tensiunea  $U_{PCC}$  **1** a rețelei din **Figura 1** se realizează prin bobina **L**, aceasta având rolul de filtru și element de stocare a energiei în momentul funcționării convertorului. Pe partea de curent continuu, la ieșirea convertorului, se regăsește condensatorul **C** cu rol de filtrare a tensiunii debitate pe consumatorul **Rs**. Consumatorul **Rs** este reprezentat de orice consumator de curent continuu, care funcționează în parametrii de putere specifici convertorului **4**.

În mod particular mărimile electrice regăsite la nivelul convertorului **4**, prezentat în **Figura 3**, sunt reprezentate în **Figura 5** sub formă de diagramă fazorială. Astfel, datorită topologiei circuitului și a modului în care acesta operează, fazorii curenților sunt configurați astfel încât: curentul de intrare  $i_r$  reprezintă suma vectorială a curentului  $i_s$ , debitat pe sarcina **Rs** și a curentului  $i_c$  de încărcare a condensatorului **C**. Modulul fazorilor  $i_{r \max}$  și  $i_{s \max}$  este direct corelat cu amplitudinea maximă a curentului de intrare  $i_r$  și a curentului de ieșire  $i_s$  din convertor **4**. Cele din urmă mărimi caracterizează nivelul de putere a convertorului **4**. Ca și referință de fază, se va alege tensiunea  $U_{PCC}$  de alimentare a **PCC 6**. Căderea de tensiune  $U_c$ , prezentată în **Figura 3** ca fiind căderea de tensiune pe condensatorul **C**, reprezintă tensiunea debitată la ieșirea convertorului. În urma modului în care acesta operează, din **Figura 5** se observă că tensiunea  $U_c$  va fi defazată în urma tensiunii  $U_{PCC}$  cu un unghi electric  $\theta$ . Întrucât funcționarea convertorului **4** se va realiza, ca și mod uzual de operare, la factor de putere unitar, fazorii curentului de intrare  $i_r$  sau  $i_{r \max}$  se vor afla în fază cu fazorul tensiunii de alimentare  $U_{PCC}$ . Curentul de ieșire  $i_s$  sau curentul maxim de ieșire  $i_{s \max}$  reprezintă curentul debitat pe sarcina **Rs**, iar ambii se vor afla în fază cu tensiunea  $U_c$ .

Conform invenției, urmărind identitățile geometrice care apar în diagrama fazorială din **Figura 5**, se poate arăta faptul că unghiul  $\theta$  poate fi corelat cu modulul fazorilor curenților maximi de intrare  $i_{r \max}$  și de ieșire  $i_{s \max}$ . Astfel, raportul dintre curentul maxim admis la intrarea convertorului **4** și cel maxim admis la ieșirea acestuia determină o valoare ce caracterizează capacitatea de încărcare a convertorului **4**.

$$k = \frac{i_{r \max}}{i_{s \max}} \quad (I)$$

În continuare, se va referi la valoarea raportului ca fiind **k**. Această valoare este prestabilită în etapa de dimensionare a convertorului **4**, fiind corelată cu nivelul maxim de putere al acestuia.

În corespondență cu Figurile **5**, **6a** și **6b**, locul geometric **11** reprezentat în diagramele fazoriale, reprezintă zona în care se poate afla fazorul curentului de intrare  $i_r$  a convertorului **4**, astfel încât nivelul maxim admis al curentului de intrare  $i_{r \max}$  să fie respectat.

În continuare, în **Figura 6a** se indică corespondența între valoarea maximă a unghiului  $\varphi_{\max}$  corelat cu defazajul curentului de intrare  $i_r$  și nivelul de încărcare a convertorului **4**. Astfel, pentru curentul  $i_s$  debitat la ieșirea convertorului **4**, se stabilește valoarea maximă pe care unghiul  $\varphi_{\max}$  o poate avea prin relația:

$$\cos(\varphi_{\max}) = \frac{i_s}{i_{s \max}} \quad (II)$$

unde  $i_{s \max}$  reprezintă valoarea maximă admisă a curentului debitat la ieșirea convertorului 4. Astfel, conform invenției, se determină nivelul de compensare pe care convertorul 4 este capabil să îl manifesteze, fără a depăși constrângerile de proiectare, ținând seama de curentul  $i_s$  consumat la ieșire.

În mod particular, în **Figura 6b**, unghiul  $\varphi$  al defazajului fazorului curentului  $i_r$ , necesar pentru a compensa curentul reactiv  $i_Q$  este determinat, conform invenției, printr-o relație trigonometrică ce implică raportul  $k$  și curentul de ieșire din convertor  $i_s$ , astfel încât capacitatea de compensare reactivă a convertorului 4 este dependentă de nivelul de încărcare al acestuia.

$$\cos(\varphi) = \frac{k \cdot i_s}{\sqrt{(k \cdot i_s)^2 + i_Q^2}} \quad (\text{III})$$

În mod particular, curentul  $i_Q$  este determinat de către Analizorul de rețea 2:

$$i_Q = i_{PCC} \cdot \sin(\varphi) \quad (\text{IV})$$

În continuare, în **Figura 6b**, se indică diferența 13 dintre fazorul curentului  $i_r$  de intrare în convertor și valoarea maximă 14 pe care acesta o poate avea, dat fiind nivelul de încărcare al convertorului 4, corelat cu  $i_s$ .

Conform invenției, implementarea funcției electronice secundare a convertorului 4 în scopul compensării energiei reactive, constă în utilizarea relațiilor matematice (I),(II),(III),(IV) și implementarea acestora într-o metodă de control, având la baza un algoritm 22 ce determină amplitudinea fazorului  $i_r$  și defazajul  $\varphi$  optim pentru curentul de intrare în convertor 4.

Conform reprezentării din **Figura 7**, inițializarea algoritmului 22 constă în evaluarea mărimilor ce caracterizează curentul maxim  $i_{r \max}$  de intrare și curentul maxim  $i_{s \max}$  de ieșire din convertor 4. Acest lucru este reprezentat în blocul 15. Ulterior, în blocul 16, se măsoară valorile curentului de intrare  $i_r$  și a celui de ieșire  $i_s$  din convertor 4, dar și prin intermediul analizorului de rețea 2, curentul  $i_{PCC}$  din PCC 6 și unghiul de defazaj al acestuia față de tensiunea  $U_{PCC}$  a rețelei de alimentare. Pe baza măsurătorilor obținute, se determină nivelul de compensare a energiei reactive necesar la PCC 6 și capacitatea maximă de compensare a convertorului 4 pentru acel moment. Astfel valorile rezultate din 17 vor fi utilizate în blocul decizional 18, în scopul de a compara dacă defazajul  $\cos(\varphi)$  necesar pentru compensarea energiei reactive la PCC 6 se încadrează în capacitatea  $\cos(\varphi_{\max})$  de compensare a convertorului 4. În cazul în care condiția nu este satisfăcută, atunci se va utiliza capacitatea  $\cos(\varphi_{\max})$  de care dispune convertorul 4, realizând o compensare parțială. În schimb, satisfacerea condiției determină evaluarea dinamică a sistemului în 19, prin observarea modificărilor apărute, precum prezența sau absența unui consumator 9a,9b,9c, la PCC 6, prin intermediul blocul decizional 19a, sau modificarea încărcării convertorului 4. Aceste aspecte se reflectă în variații ale curentului  $i_{PCC}$  și modificări ale

defazajului curentului  $\varphi_{PCC}$ . Astfel, dacă nivelul defazajului  $\varphi_{PCC}$  scade, se verifică cauza prin monitorizarea diferenței dintre curentul din **PCC 6** din momentul iterației actuale  $i_{PCC}(t)$  și curentul din **PCC 6** din momentul iterației precedente  $i_{PCC}(t-1)$ , la nivelul blocului decizional **19b**. În funcție de aceasta se decide incrementarea sau decrementarea defazajului curentului  $i_r$ . Pasul de timp necesar în vederea stabilirii momentului de măsurare este impus prin intermediul variabilei "t" în ambele blocuri decizionale. Acest parametru este un element cheie în obținerea unui algoritm de control stabil și fezabil.

Mărimea rezultată în urma blocului decizional **18** va fi furnizată blocului **19** pentru a stabili parametri fazoriali utilizați ulteriori la nivelul blocului **20** pentru a stabili referința curentului de intrare  $i_r$  a convertorului **4**.

Conform reprezentării din **Figura 8**, modificarea curentului de intrare  $i_r$  a convertorului **4**, se realizează în sensul diminuării defazajului dintre curentul  $i_{PCC}$  și tensiunea de alimentare  $U_{PCC}$  de la **PCC**. Acest lucru este realizat prin impunerea unei referințe de curent pentru  $i_r$ , ai cărei parametri au fost stabiliți pe baza algoritmului **22**.

În mod particular, **Figura 9** reprezintă tensiunea de la ieșirea convertorului **4**. Obținerea unei tensiuni continue, stabilizate în jurul unei valori de referință, reprezintă funcția primară a convertorului **4**. Datorită metodei aplicate prin intermediul algoritmului **22**, acest lucru este asigurat pe durata funcționării convertorului de curent alternativ/curent continuu.

Deși în acest material sunt redată doar anumite forme specifice de materializare sau condiții de punere în aplicare ale invenției, din punct de vedere al personalului instruit la un nivel de bază în acest domeniu, se va avea în vedere faptul că există o multitudine de variante aplicative de implementare și / sau materializare a invenției propuse. Se va avea în vedere, de asemenea, faptul că formele de reprezentare sau alte moduri de punere în aplicare redată în acest document au caracter pur explicativ și constituie doar un exemplu de implementare, fără a restrânge domeniul de aplicabilitate sau de complexitate al ideii propuse într-o oarecare măsură. Mai degrabă, rezumatul succint al inovației formulat anterior și descrierea detaliată, va oferi personalului calificat în domeniu, un ghid de implementare pentru cel puțin un exemplu de realizare. Astfel, se va înțelege că pot fi făcute diverse modificări în funcția și aranjarea elementelor descrise în exemplul de realizare fără a se îndepărta de domeniul de aplicare, așa cum este prevăzut în revendicările anexate și echivalențele lor legale. În general, această aplicație este destinată să acopere orice adaptări sau variații ale realizărilor specifice discutate în prezentul document.

De asemenea, se va avea în vedere faptul că, în acest document, termenii precum: "cuprinde", "constă în", "include", "incluzând", "conține", "conținând", "are", "având", sau orice construcție lexicală în baza acestor termeni, trebuie înțeleasă ca și mod de apartenență inclusiv (adică neexclusiv), astfel încât procesul, metoda, dispozitivul, aparatura sau instalația / sistemul

descriș în cadrul acestui document nu se limitează doar la specificațiile, dotările, elementele constructive sau metode și etape de implementare specificate în cadrul acestui document. Dimpotrivă, respectiva reprezentare poate include și alte dotări, componente sau etape și metode care nu au fost specificate în mod explicit în cadrul acestui document, sau preluate în cadrul unui astfel de proces, metodă, articol, sau aparatură. În plus, termenii "un" și "o" utilizați în acest document au scopul de a fi înțeleși ca și entitate singulară sau mai multe entități atâta timp cât nu a fost specificat alt sens în prealabil pentru acești termeni. Mai mult, termenii precum "primul", "al doilea", "al treilea", etc. sunt utilizați pur și simplu ca și indicatori, și nu au scopul de a defini vreo prioritate numerică sau un algoritm de sortare în așa fel încât ar impune vreo ordine de prioritate.

#### **Lista însemnărilor de referință:**

- 1 – sursă de tensiune alternativă;
- 2 – analizor de rețea;
- 3 – curentul la punctul comun de cuplare:  $i_{PCC}$ ;
- 4 – convertorul de curent alternativ – curent continuu (c.a/c.c)
- 5 – interfață de comunicare date;
- 6 – punctul comun de cuplare;
- 7 – curentul de intrare în convertor:  $i_r$ ;
- 8a,8b,8c – curenții absorbiți de consumatori;
- 9a,9b,9c – consumatori electrici la nivelul rețelei;
- 10 – rețea de alimentare în curent alternativ;
- 11 – zona geometrică posibilă pentru fazorul curentului de intrare în convertor;
- 12a – modulul curentului maxim de intrare în convertor:  $i_{r\ max}$ ;
- 12b – modulul curentului maxim de ieșire din convertor:  $i_{s\ max}$ ;
- 13 – diferența dintre modulul curentului maxim ce poate fi compensat și cel compensat momentan;
- 14 – modulul curentului maxim de intrare în convertor;
- 15 – bloc de inițializare a curenților maximi de intrare și ieșire din convertor;
- 16 – bloc de măsurare a curentului de ieșire și de intrare din convertor, a defazajului și a amplitudinii curentului la **PCC**
- 17 – bloc de stabilire a nivelului de compensare necesar și a capacității de compensare posibilă;
- 18 – bloc decizional nivel de compensare;
- 19 – decizie asupra stării de compensare a factorului de putere;
- 19a – bloc decizional factor de putere la **PCC**
- 19b – bloc decizional modificare curent la **PCC**



- 20 – bloc de stabilire a parametrilor fazorului curentului de intrare în convertor;
- 21 – setarea referinței pentru curentul de intrare în convertor.
- 22 – algoritm de control a curentului de intrare în convertor.

## REVEDICĂRI

1. Metodă de compensare a energiei reactive, în mod particular aplicată unei rețele de tensiune alternativă cu alimentare de la rețeaua publică de energie (1),
  - în care blocul analizor de rețea (2) furnizează informații privitoare la circulația de energie reactivă, ce reprezintă un dispozitiv plasat înaintea punctului de alimentare al PCC (6) de către rețeaua de curent alternativ, ce măsoară și transmite informații despre tensiunea, curentul și factorul de putere în PCC (6),
  - în care la punctul comun de cuplare PCC (6) sunt conectate rețeaua publică de energie (1) prin intermediul analizorului (2), convertorul electronic c.a/c.c (4) și mai mulți consumatori 9a, 9b, 9c;
  - unde convertorul electronic bidirecțional (4) deservește un consumator specific ( $R_s$ ) și are structura electronică clasică de redresor monofazat (4a) sau trifazat (4b) cu filtrare inductivă (L) la intrare și filtrare capacitivă la ieșire (C),
  - în care convertorul electronic (4) poate fi construit din diferite componente/structuri electronice cu tranzistoare MOSFET (MOS-FET<sub>1</sub>), (MOS-FET<sub>2</sub>) sau IGBT (IGBT<sub>1</sub>), (IGBT<sub>2</sub>),
  - în care la PCC (6) există cel puțin un consumator reactiv, ce absoarbe un curent care nu este în fază cu tensiunea rețelei (1) din PCC,
  - **caracterizată prin aceea că** este determinat în mod activ nivelul optim de compensare posibilă a energiei reactive pentru rețeaua publică de energie (1) ce este realizată prin intermediul convertorului bidirecțional de c.a/c.c (4) prin utilizarea rezervei de putere instalată a acestuia (4) în condițiile alimentării consumatorului ( $R_s$ ) la parametrii corespunzători.
2. Metodă de compensare a energiei reactive conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** are la bază utilizarea unui algoritm (22) ce determină modificarea comportamentului convertorului electronic (4):
  - în care se stabilesc curenții maximi de intrare și ieșire (15) și astfel se stabilește nivelul de putere pentru care convertorul este proiectat să funcționeze în condiții normale de exploatare;
  - în care se achiziționează (16) valorile curenților de intrare și ieșire din convertorul de c.a/c.c;
  - c.a/c.c (4) pentru un anumit moment de funcționare și respectiv pentru un anumit nivel de încărcare al convertorului, dar și informații despre defazajul și amplitudinea curentului la intrarea în PCC (6);

- a rețelei obținute de la analizorul de rețea (2);
  - în care, pe baza relațiilor (I),(II),(III),(IV) ce reies din geometria diagramelor fazoriale din **Figura 6a** și **Figura 6b** caracteristice convertorului (4) cuplat la **PCC** (6) și a rețelei de alimentare (10), se determină capacitatea de compensare necesară și capacitatea de compensare posibilă (17);
  - în care se determină defazajul și amplitudinea curentului de intrare în convertor, pentru realizarea compensării energiei reactive;
  - în care se evaluează (18) dacă defazajul necesar pentru compensarea energiei reactive la **PCC** (6) se încadrează în capacitatea de compensare a convertorului (4);
  - în care se determină evaluarea dinamică (19) a sistemului, prin observarea modificărilor apărute (19a) în cazul apariției unui consumator la **PCC** (6) și ajustarea compensării necesare (19b);
  - în care, se stabilesc valorile numerice (20) corelate cu amplitudinea și defazajul fazorului curentului  $i_r$  de intrare în convertorul de c.a/c.c (4);
  - în care se setează referința amplitudinii și a defazajului pentru curentul de intrare  $i_r$  în convertorul de c.a/c.c (4).
3. Metodă de compensare a energiei reactive, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** este crescută densitatea de putere a convertorului (4) și a sistemului deservit prin introducerea conceptul de utilizare a rezervei de putere a convertorului de curent alternativ/curent continuu (4) pentru a deservi o funcție electronică secundară de compensare a energiei reactive la **PCC** (6) în condițiile de alimentare corespunzătoare a consumatorului deservit ( $R_s$ ).

DESENE EXPLICATIVE

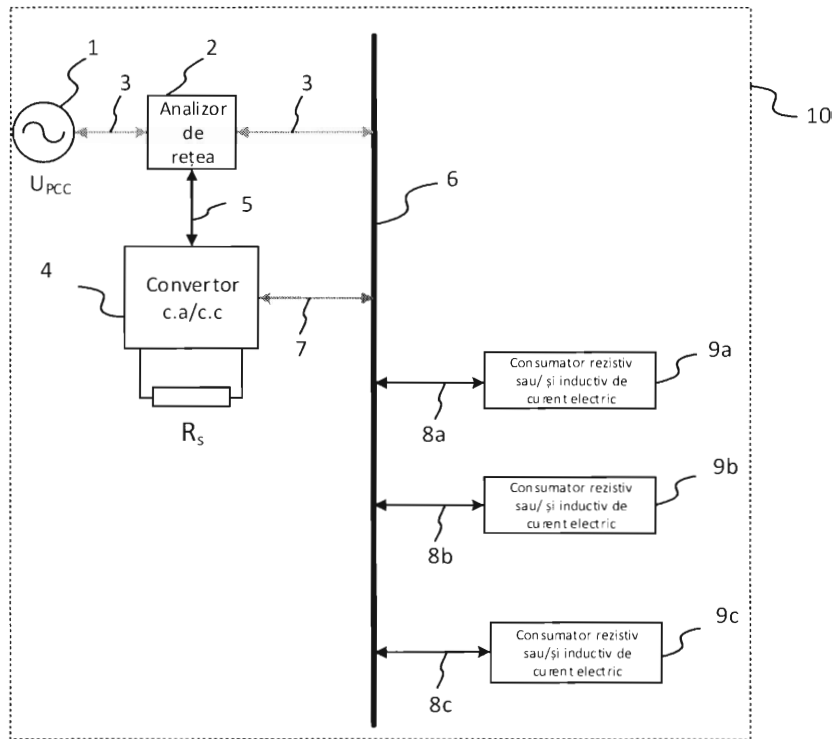


Figura 1

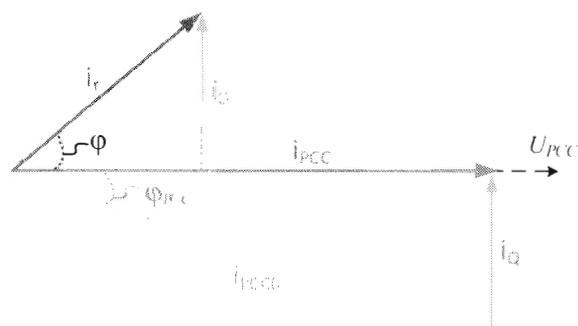


Figura 2

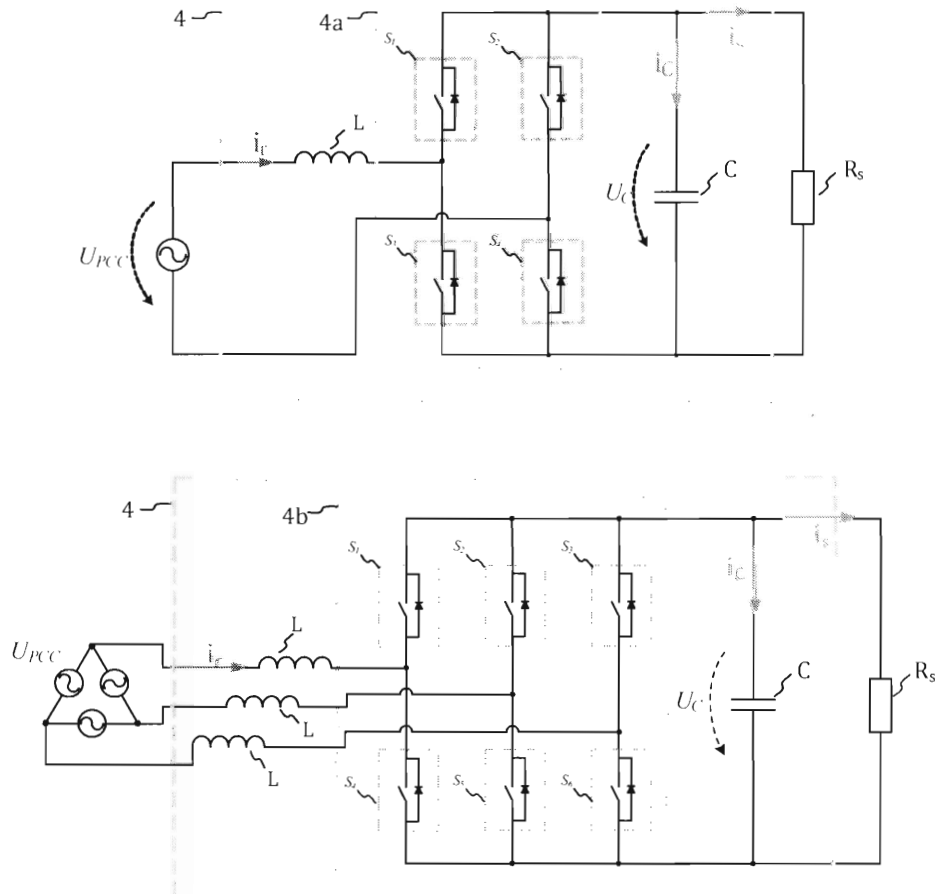


Figura 3

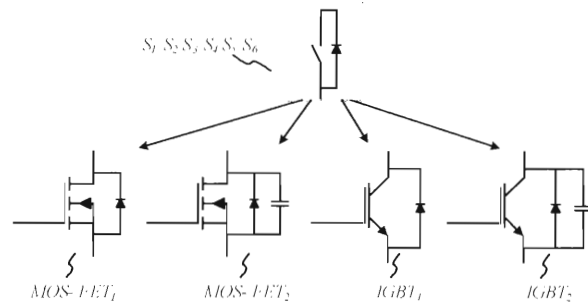


Figura 4

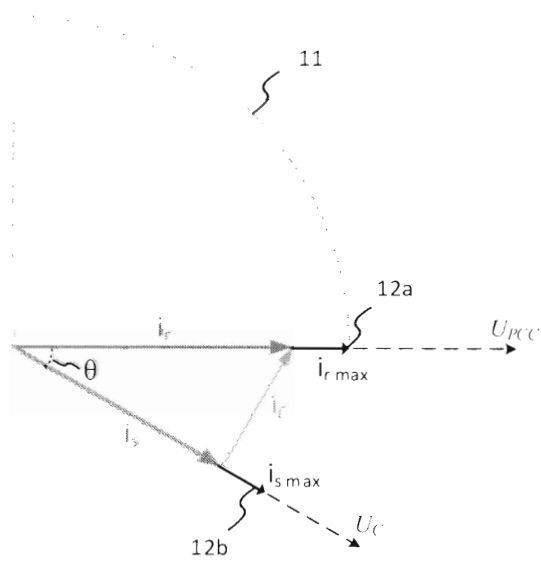


Figura 5

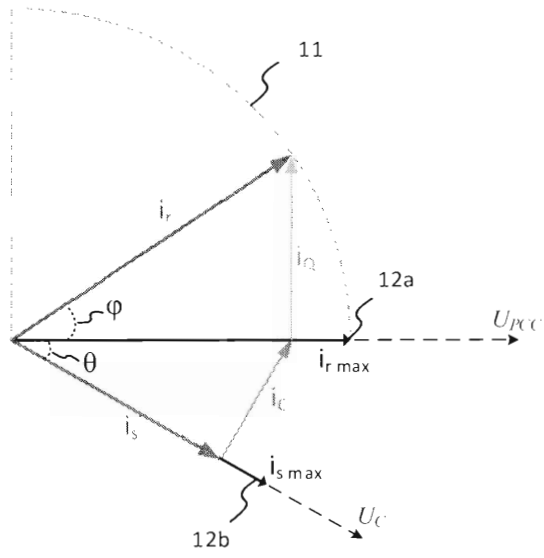


Figura 6a

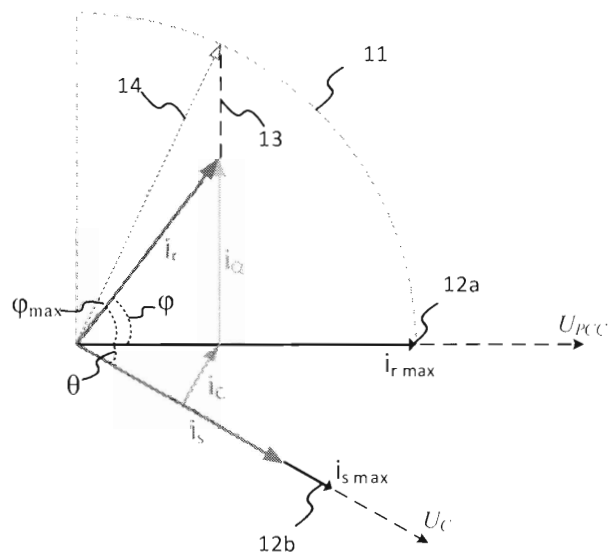


Figura 6b

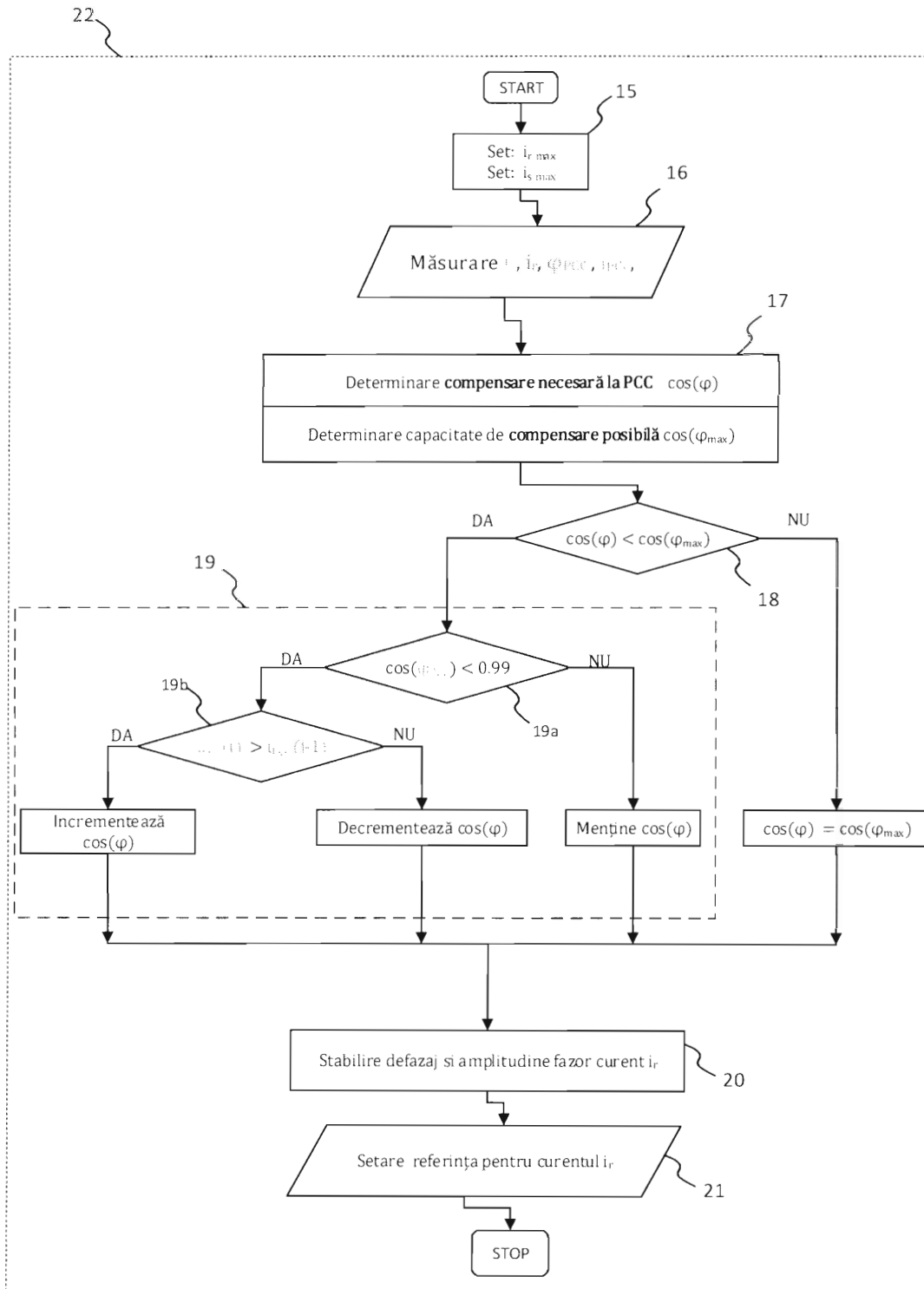


Figura 7



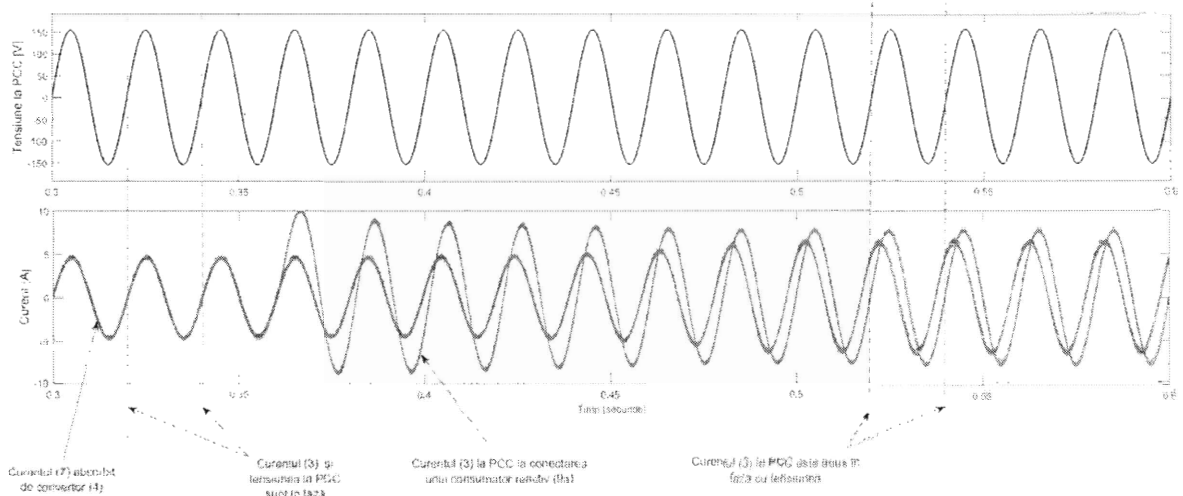


Figura 8

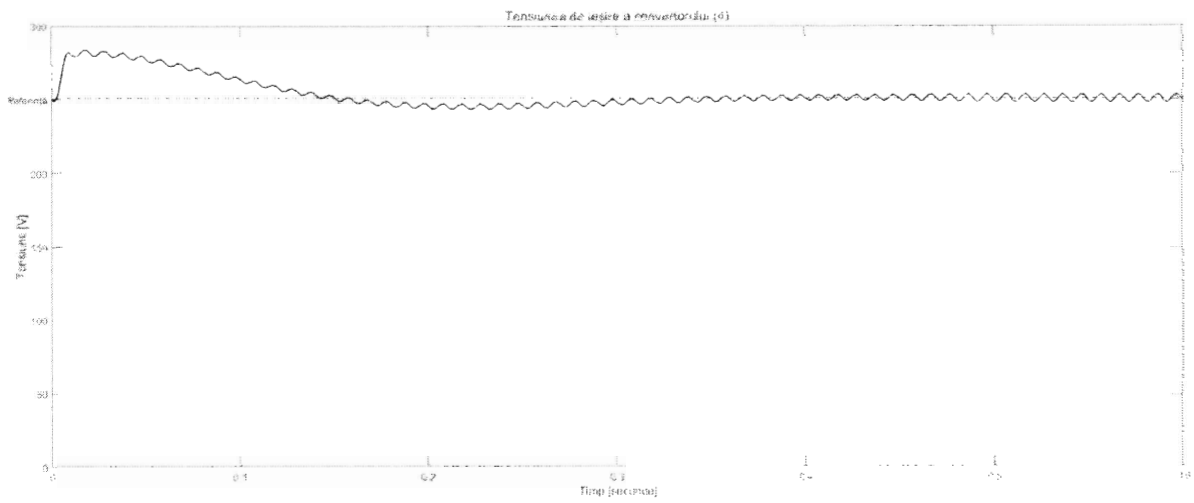


Figura 9