



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2020 00142**

(22) Data de depozit: **23/03/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2020 BOPI nr. **10/2020**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA,**
STR.ALEXANDRU IOAN CUZA NR.13,
CRAIOVA, DJ, RO

(72) Inventatori:
• **BITOLEANU ALEXANDRU,**
STR. ÎMPĂRATUL TRAIAN NR.1, BL.G,
SC.1, AP.10, CRAIOVA, DJ, RO;

• **POPESCU MIHAELA,**
CALEA BUCUREȘTI, NR.47, BL.27D, AP.8,
CRAIOVA, DJ, RO;
• **SURU VLAD CONSTANTIN,**
STR.CASTANILOR, NR.11, BL.9, SC.1,
AP.6, CARTIER CORNITOIU, CRAIOVIȚA
NOUĂ, CRAIOVA, DJ, RO

*Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35
alin. (20) din HG nr. 547/2008*

(54) **METODĂ ȘI SISTEM PENTRU COMANDA ADAPTIVĂ
A FILTRELOR ACTIVE DE PUTERE PARALEL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și un sistem pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere dispuse în paralel cu sarcina. Metoda, conform invenției, adaptează automat tensiunea pe condensatorul de compensare și parametrii regulatorului de tensiune de tip PI, în funcție de puterea neactivă care trebuie compensată, metoda bazându-se pe relații originale de dimensionare a capacității condensatorului de compensare și a tensiunii pe acesta.

Revendicări inițiale: 3

Revendicări amendate: 3

Figuri: 4

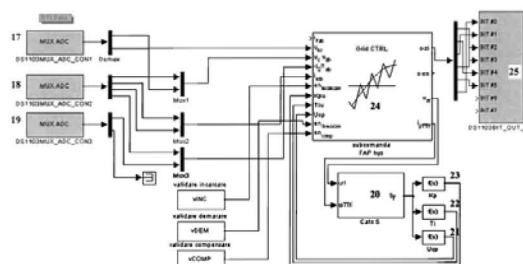


Fig. 4

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).



27

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2020 00142
Data depozit 23-03-2020

METODĂ ȘI SISTEM PENTRU COMANDA ADAPTIVĂ A FILTRELOR ACTIVE DE PUTERE PARALEL

DESCRIEREA INVENȚIEI

Titlul invenției

Metodă și sistem pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel.

Domeniul invenției

Invenția se referă la comanda filtrelor active de putere paralel trifazate, care se montează în paralel cu o sarcină deformantă sau în punctul comun de conectare al unei rețele de curent alternativ și au rolul de a compensa armonicile de curent și/sau puterea reactivă. Concret, invenția propune o metodă și un dispozitiv de comandă care realizează adaptarea automată a tensiunii pe condensatorul de compensare și a parametrilor regulatorului de tensiune, pentru filtrele active paralel. Metoda se bazează pe relațiile de dimensionare a capacității condensatorului de compensare și a tensiunii pe acesta, găsite de autori, iar sistemul de comandă definește blocurile necesare și structura acestora. Se exemplifică implementarea pe sistemul dSPACE 1103.

Descrierea stadiului actual

Filtrele active de putere (FAP) sunt convertoare statice de tip inverter, bidirecționale în curent și tensiune, comandate astfel încât să absoarbă din rețea un curent care să conducă la compensarea armonicilor și/sau puterii reactive și sunt prevăzute cu o componentă de circuit pentru stocarea energiei pe partea de c.c. [1]. Cea mai folosită configurație de filtru activ este cea paralel (SFAP), în care convertorul static sursă de tensiune se comportă, față de rețea, ca o sursă de curent, compensând curenții armonici din componența curentului de sarcină, dar și puterea reactivă a sarcinii. Conectarea filtrului activ de putere la rețea se face, întotdeauna, printr-un filtru de interfață, care, în forma cea mai simplă, este o inductivitate, dar poate avea și structuri mai complexe [2].

Cu referire la Fig. 1, inverterul de tensiune (1) este conectat la rețeaua de alimentare în punctul comun de conectare (PCC), (2) cu sarcina neliniară deformantă (3), prin intermediul filtrului pasiv de interfață (4). Energia necesară compensării este stocată și preluată din condensatorul de compensare (5), conectat pe partea de curent continuu a inverterului. Pentru compensarea armonicilor de curent și a puterii reactive, tranzistoarele inverterului sunt comandate corespunzător prin intermediul blocului (6), care primește semnalele de comandă elaborate în partea de comandă (7). În vederea elaborării semnalelor de comandă, în blocul (8) se achiziționează tensiunile în PCC (u), curenții sarcinii (i_L), curenții la rețea (i_g) și tensiunea pe condensatorul de compensare (v_{dc}). Acestea sunt furnizate părții de comandă (7) sub forma unor semnale de tensiune unificate (u_m), (i_{Lm}), (i_{gm}) și (v_{dcm}).

Cu referire la Fig. 2, partea de comandă (7) conține două bucle de reglare: una principală, pentru reglarea tensiunii pe condensatorul de compensare și una subordonată, pentru reglarea curentului care să asigure compensarea impusă. În cazul controlului indirect al curentului inverterului, respectiv controlul curentului la rețea [3], în comparatorul (9) se compară tensiunea precisă pe condensatorul de compensare (U_{Cp}) și tensiunea reală (v_{dcm}). Eroarea se aplică regulatorului de tensiune (10), a cărui ieșire semnifică amplitudinea curentului activ la rețea și care, după înmulțirea, în blocul (11), cu o sinusoidă de amplitudine unitară și în fază cu tensiunea, obținută în blocul (12), semnifică curentul activ impus la rețea. Acest curent se compară în comparatorul (13), cu cel obținut la rețea. Eroarea de curent se aplică regulatorului de

curent (14), ale cărui ieșiri constituie semnalele de comandă pentru circuitele de comandă (6) ale inverterului de tensiune (1).

În urma unei analize detaliate a funcționării circuitului de curent continuu pe durata filtrării, autorii au evidențiat aspecte originale care constituie baza găsirii unor relații mai adecvate pentru dimensionarea condensatorului de compensare și a valorii tensiunii pe acesta, la funcționarea în sarcina nominală.

Astfel, s-a constatat că:

- Pulsațiile tensiunii pe condensator au variație periodică, cu frecvența de 6 ori mai mare decât frecvența tensiunii la bornele de curent alternativ ale inverterului (f);
- Curentul prin condensator este comutat pe fazele inverterului, iar pe intervale de timp de cel puțin un sfert din perioada pulsațiilor (intervale de $\pi/12$ radiani) se suprapune, preponderent, peste curentul unei faze.

Pe această bază, prin echivalarea curentului inverterului pe intervalul de suprapunere cu un curent sinusoidal având valoarea efectivă a curentului real de compensare, s-a stabilit o relație directă între puterea neactivă nominală care trebuie compensată (S_{FN}), capacitatea condensatorului de compensare (C), tensiunea medie pe acesta (V_{dcN}), valoarea efectivă a tensiunii de linie la bornele inverterului (U_F) și valoarea impusă pentru amplitudinea relativă a pulsațiilor tensiunii (δU_{cimp}),

$$C = \frac{\sqrt{3}-1}{12\pi\sqrt{3}f} \frac{k_s S_{FN}}{\delta U_{cimp} V_{dcN} U_F} \quad (1)$$

k_s este un coeficient de suprasarcină pentru regimuri dinamice rapide și poate lua valori în intervalul:

$$k_s \in [1, 1.3]. \quad (2)$$

O a doua relație de dimensionare poate fi impunerea puterii aparente corespunzătoare energiei medii a condensatorului de compensare (S_{cc}), la valoarea nominală a puterii FAP, eventual, majorată cu coeficientul de suprasarcină k_s , respectiv,

$$S_{cc} = k_s S_{FN} = 3fCV_{dc}^2; \quad (3)$$

Din (1) și (3) se determină expresiile capacității condensatorului de compensare și a tensiunii necesare pe acesta:

$$C = \frac{2-\sqrt{3}}{72\pi^2 f} \frac{k_s S_{FN}}{\delta U_{cimp}^2 U_F^2} \quad (4)$$

$$V_{dcN} = \sqrt{\frac{k_s S_{FN}}{3fC}} = \frac{4\pi\sqrt{3}\delta U_{cimp} U_F}{\sqrt{3}-1} \quad (5)$$

Dacă regulatorul de tensiune de tip PI este acordat prin criteriul modulului corelat cu impunerea benzii de trecere a sistemului închis prin reacție unitară la (10-20) Hz, atât constanta de proporționalitate, cât și constanta de timp de integrare, sunt dependente de valoarea medie a tensiunii pe condensatorul de compensare, [10],

$$K_{puN} = K_1 V_{dcN}; \quad T_{iuN} = \frac{K_2}{V_{dcN}}. \quad (6)$$

După construirea SFAP capacitatea condensatorului de compensare nu se mai modifică, în timp ce puterea neactivă care se compensează este variabilă, deoarece este dependentă de sarcină. Menținerea tensiunii pe condensator la valoarea nominală atunci când puterea ce se compensează este mai mică, determină deteriorarea unor indicatori energetici ai sistemului, respectiv:

- Factorul total de distorsiune a curentului la rețea crește;
- Puterea aparentă corespunzătoare energiei medii a condensatorului de compensare crește;
- Frecvența de comutație a inverterului, comandat de la regulator cu hysterezis, crește;
- Pierderile SFAP cresc, iar randamentul întregului sistem scade.

În aceste condiții, reglarea adaptivă a tensiunii prescrise regulatorului de tensiune devine atractivă și poate constitui o soluție de îmbunătățire a performanțelor SFAP.

Literatura de specialitate prezintă implementarea unor regulatoare adaptive [5], [6], sliding mode [7], fuzzy [8], sau care combină aceste tehnici între ele, sau cu tehnici neurale [9], [10], atât la reglarea tensiunii pe condensatorul de compensare, cât și la reglarea curentului.

Se apreciază că acestea conduc la creșterea timpului de calcul necesar și implicit, la scăderea frecvenței de eșantionare, cu consecințe negative asupra performanțelor SFAP.

Scopul invenției propuse este de a îmbunătăți stadiul tehnicii în domeniul comenzii filtrelor active paralel, prin minimizarea pierderilor și a distorsiunii curentului filtrat la funcționarea în regim staționar.

Metoda, conform prezentei invenții, este o metodă originală de adaptare a valorii tensiunii pe condensatorul de compensare și a parametrilor regulatorului PI de reglare a tensiunii, în funcție de puterea neactivă care se compensează, iar sistemul de comandă definește blocurile necesare și structura acestora.

Descrierea detaliată a invenției

Conform invenției, metoda propusă calculează puterea neactivă care se compensează (S_F), cu relația,

$$S_F = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (7)$$

în care S și P sunt puterile aparentă și activă la bornele sarcinii deformante (în aval de punctul de conectare a FAP).

Conform invenției, metoda propusă adaptează tensiunea prescrisă regulatorului de tensiune, în funcție de puterea neactivă care se compensează, cu relația,

$$V_{dco} = \sqrt{2}U_F + \frac{(V_{dcN} - \sqrt{2}U_F)}{\sqrt{S_{FN}}} \sqrt{S_F}. \quad (8)$$

Conform invenției, metoda propusă adaptează și parametrii regulatorului PI de reglare a tensiunii pe condensatorul de compensare (constanta de proporționalitate și constanta de timp de integrare) în funcție de tensiunea prescrisă, pe baza relațiilor:

$$K_{pu} = K_{puN} \frac{V_{dco}}{V_{dcN}}; \quad T_{iu} = T_{iuN} \frac{V_{dcN}}{V_{dco}}. \quad (9)$$

Conform invenției, sistemul de comandă adaptivă a filtrelor active paralel sub forma schemei de principiu, ilustrat în Fig. 3, cuprinde (suplimentar comparativ cu Fig. 2), un bloc (15) pentru calculul puterii neactive care trebuie compensată (S_F) cu relația (7) și un bloc (16) pentru calculul valorilor adaptate ale tensiunii prescrise pe condensatorul de compensare (V_{dc}^*), constantei de proporționalitate (K_{pu}) și constantei de timp de integrare (T_{iu}) ale regulatorului de tensiune (10), pe baza relațiilor (8) și (9).

Un avantaj al prezentei invenții este acela că pulsațiile curentului la rețea datorate comutației inverterului se mențin în limite acceptabile, indiferent de variațiile puterii neactive care se compensează.

De asemenea, un mare avantaj al invenției este acela că determină reducerea pierderilor în filtrul activ paralel și a distorsiunii curentului la rețea.

Un alt avantaj al invenției este acela că este simplu de implementat și necesită un timp de calcul redus și implicit, o precizie ridicată.

Scurtă descriere a desenelor

Semnificația figurilor care însoțesc prezenta propunere de invenție este prezentată în continuare.

Fig. 1 reprezintă structura sistemului de filtrare activă paralel. Blocul de comandă (7) este blocul la care se referă cererea de invenție.

Fig. 2 arată structura de reglare în circuit închis bazată pe controlul indirect al curentului furnizat de SFAP, cu două regulatoare în cascadă.

Fig. 3 reprezintă structura sistemului adaptiv de reglare a tensiunii pe condensatorul de compensare și constituie obiectul cererii de invenție.

Fig. 4 exemplifică realizarea sistemului pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, după metoda propusă de autori, pe sistemul de control DSP dSPACE 1103.

Se dă, în continuare, o modalitate de realizare a invenției, prin implementarea pe sistemul dSPACE 1103, în legătură cu fig. 4.

Conform invenției, două tensiuni de linie în punctul comun de conectare (u_{ab} și u_{bc}), curenții prin sarcină pe fazele b și c, curenții la rețea pe fazele b și c și tensiunea pe condensatorul de compensare, se achiziționează prin convertoarele analog-digitale, pe 12 biți, (17), (18) și (19). Conform invenției, sistemul DSP calculează: puterile aparentă și activă în punctul comun de conectare a sarcinii și puterea neactivă care trebuie compensată, în blocul (20); valoarea adaptată a tensiunii prescrise pe condensatorul de compensare în blocul (21); constanta de proporționalitate (K_p) în blocul (23) și constanta de timp de integrare (T_i) în blocul (22). Sistemul de reglare în circuit închis și funcțiile de protecție și monitorizare sunt implementate în blocul (24). Acesta furnizează semnalele de comandă a tranzistoarelor prin șase ieșiri digitale ale blocului (25).

REVENDICĂRI

1. Metodă pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, **caracterizată prin aceea că se realizează adaptarea valorii tensiunii pe condensatorul de compensare în funcție de puterea neactivă care se compensează, conform relației (8).**
2. Metodă pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, **caracterizată prin aceea că se realizează adaptarea valorilor parametrilor regulatorului de reglare a tensiunii pe condensatorul de compensare (de tip PI), în funcție de puterea neactivă care se compensează, conform relației (9).**
3. Sistem pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel care implementează metoda de comandă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că este compus dintr-un bloc de identificare a puterii neactive care se compensează (15) dintr-un bloc de adaptare (16) a tensiunii prescrise pe condensatorul de compensare, a constantei de proporționalitate și a constantei de timp de integrare ale regulatorului adaptiv de tensiune (10), în funcție de puterea neactivă care trebuie compensată.**

4. DESENELE EXPLICATIVE

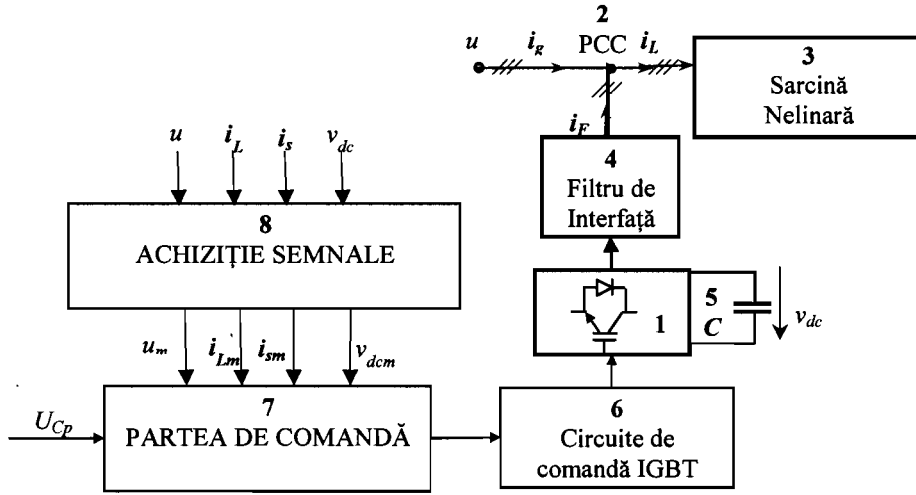


Fig. 1

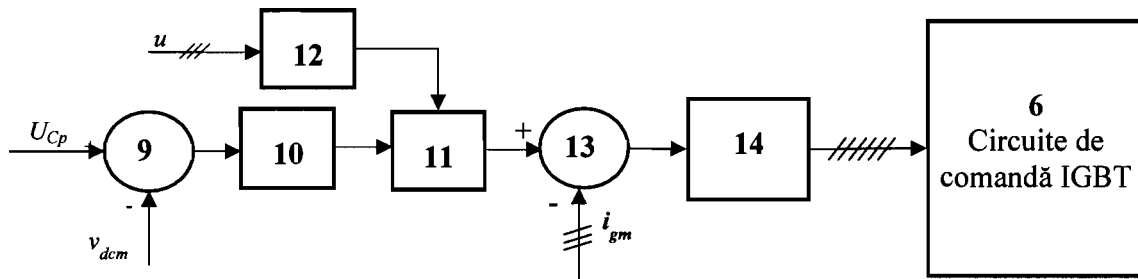


Fig. 2

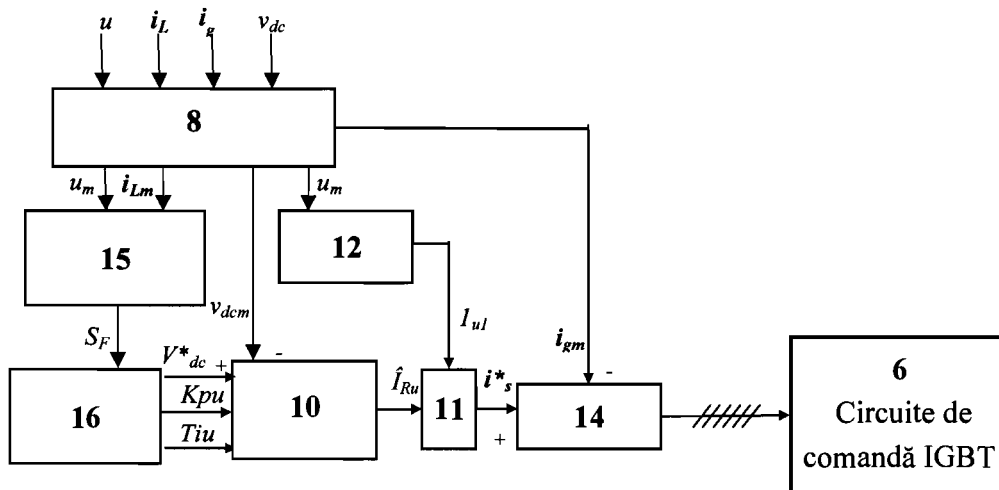


Fig. 3

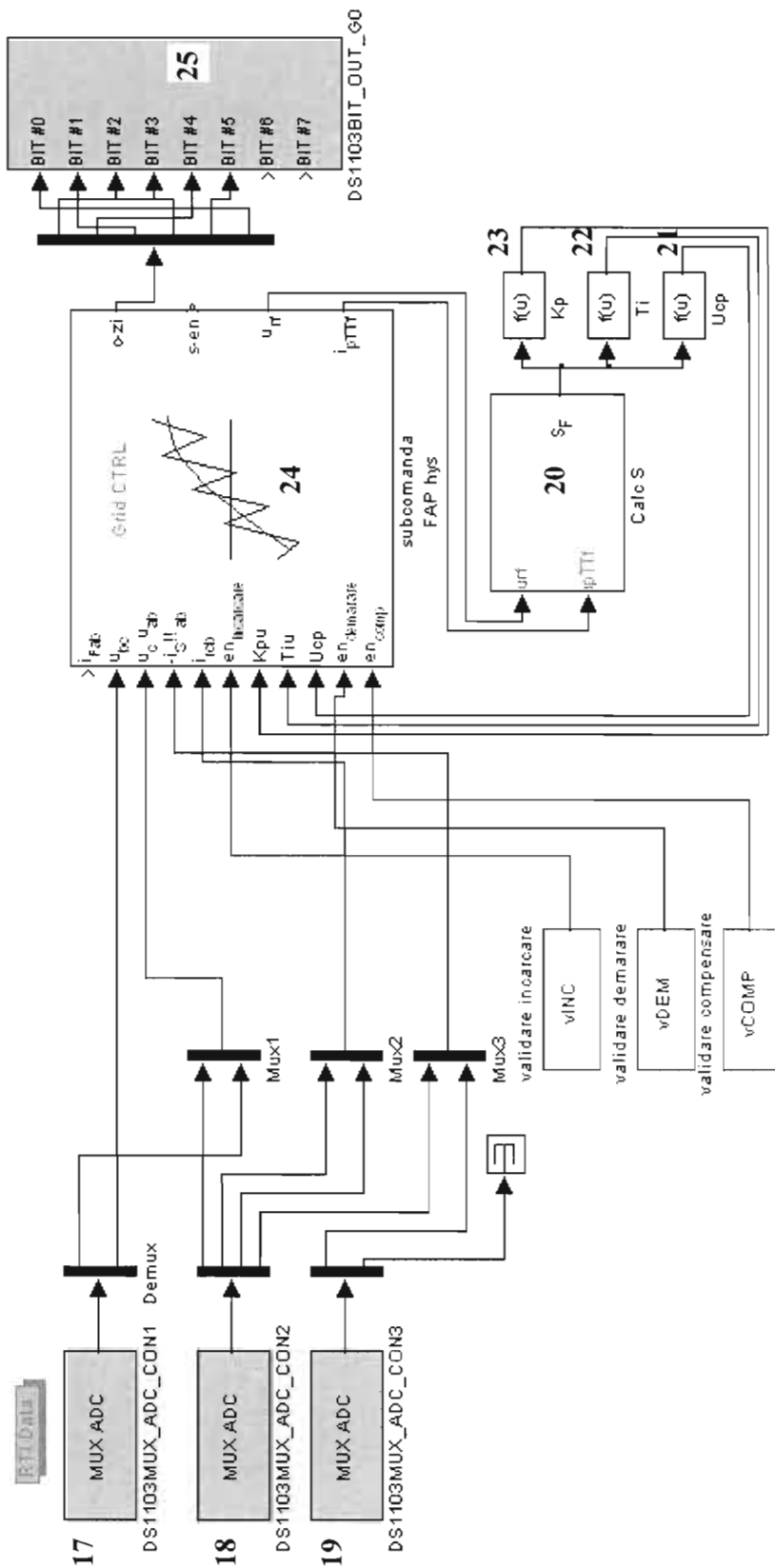


Fig.4

METODĂ ȘI SISTEM PENTRU COMANDA ADAPTIVĂ A FILTRELOR ACTIVE DE PUTERE PARALEL

DESCRIEREA INVENȚIEI (Reformulată)

Titlul invenției

Metodă și sistem pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel.

Domeniul invenției

Invenția se referă la comanda filtrelor active de putere paralel trifazate, care se montează în paralel cu o sarcină deformantă sau în punctul comun de conectare al unei rețele de curent alternativ și au rolul de a compensa armonicile de curent și/sau puterea reactivă. Concret, invenția propune o metodă și un dispozitiv de comandă care realizează adaptarea automată a tensiunii pe condensatorul de compensare și a parametrilor regulatorului de tensiune, pentru filtrele active paralel. Metoda se bazează pe relațiile de dimensionare a capacității condensatorului de compensare și a tensiunii pe acesta, găsite de autori, iar sistemul de comandă definește blocurile necesare și structura acestora. Se exemplifică implementarea pe sistemul dSPACE 1103.

Descrierea stadiului actual

Filtrele active de putere (FAP) sunt convertoare statice de tip inverter, bidirecționale în curent și tensiune, comandate astfel încât să absoarbă din rețea un curent care să conducă la compensarea armonicilor și/sau puterii reactive și sunt prevăzute cu o componentă de circuit pentru stocarea energiei pe partea de c.c. [1]. Cea mai folosită configurație de filtru activ este cea paralel (SFAP), în care convertorul static sursă de tensiune se comportă, față de rețea, ca o sursă de curent, compensând curenții armonici din componența curentului de sarcină, dar și puterea reactivă a sarcinii. Conectarea filtrului activ de putere la rețea se face, întotdeauna, printr-un filtru de interfață, care, în forma cea mai simplă, este o inductivitate, dar poate avea și structuri mai complexe [2].

Cu referire la Fig. 1, inverterul de tensiune (1) este conectat la rețeaua de alimentare în punctul comun de conectare (PCC), (2) cu sarcina neliniară deformantă (3), prin intermediul filtrului pasiv de interfață (4). Energia necesară compensării este stocată și preluată din condensatorul de compensare (5), conectat pe partea de curent continuu a inverterului. Pentru compensarea armonicilor de curent și a puterii reactive, tranzistoarele inverterului sunt comandate corespunzător prin intermediul blocului (6), care primește semnalele de comandă elaborate în partea de comandă (7). În vederea elaborării semnalelor de comandă, în blocul (8) se achiziționează tensiunile în PCC (u), curenții sarcinii (i_L), curenții la rețea (i_g) și tensiunea pe condensatorul de compensare (v_{dc}). Acestea sunt furnizate părții de comandă (7) sub forma unor semnale de tensiune unificate (u_m), (i_{Lm}), (i_{gm}) și (v_{dcm}).

Partea de comandă (7) este detaliată în Fig. 2 și conține două bucle de reglare: una principală, pentru reglarea tensiunii pe condensatorul de compensare și una subordonată, pentru reglarea curentului care să asigure compensarea impusă. În cazul controlului indirect al curentului inverterului, respectiv controlul curentului la rețea [3], în comparatorul (13) se compară tensiunea prescrisă pe condensatorul de compensare (U_{Cp}) și tensiunea reală (v_{dcm}). Eroarea se aplică regulatorului de tensiune (14), a cărui ieșire semnifică amplitudinea curentului activ la rețea și care, după înmulțirea în blocul (15), cu o sinusoidă de amplitudine unitară și în fază cu



tensiunea, obținută în blocul (16), semnifică curentul activ impus la rețea. Acest curent, împreună cu cel obținut la rețea, se aplică regulatorului de curent (17), ale cărui ieșiri constituie semnalele de comandă pentru circuitele de comandă (6) ale inverterului de tensiune (1).

Comment [I1]: Paragraf reformulat

Dacă regulatorul de tensiune (14) este de tip PI (proporțional-integrator), funcționarea sa este determinată de tensiunea prescrisă (U_{CP}) și de doi parametri specifici (constanta de proporționalitate - K_{pu} și constanta de timp de integrare - T_{iu}). De regulă, valorile acestora (U_{CP} , K_{pu} și T_{iu}) provin din exteriorul sistemului de reglare, corespund datelor nominale de proiectare și sunt constante.

Comment [I2]: Paragraf nou (1)

După construirea SFAP, capacitatea condensatorului de compensare nu se mai modifică, în timp ce puterea neactivă care se compensează este variabilă, deoarece este dependentă de sarcină. Menținerea tensiunii pe condensator la valoarea nominală atunci când puterea ce se compensează este mai mică, determină deteriorarea unor indicatori energetici ai sistemului, respectiv:

- Factorul total de distorsiune a curentului la rețea crește;
- Puterea aparentă corespunzătoare energiei medii a condensatorului de compensare crește;
- Frecvența de comutație a inverterului, comandat de la regulator cu hysterezis, crește;
- Pierderile SFAP cresc, iar randamentul întregului sistem scade.

De asemenea, menținerea constantă a parametrilor regulatorului de tensiune, are ca efect reducerea performanțelor atunci când puterea ce se compensează este mai mică decât valoarea nominală.

Comment [AB3]: Paragraf nou (2)

În aceste condiții, reglarea adaptivă a tensiunii prescrise regulatorului de tensiune devine atractivă și poate constitui o soluție de îmbunătățire a performanțelor SFAP.

Literatura de specialitate prezintă implementarea unor regulatoare adaptive [6], sliding mode [7], fuzzy [8], sau care combină aceste tehnici între ele, sau cu tehnici neurale [9], [10], atât la reglarea tensiunii pe condensatorul de compensare, cât și la reglarea curentului.

Se apreciază că acestea conduc la creșterea timpului de calcul necesar și, implicit, la scăderea frecvenței de eșantionare, cu consecințe negative asupra performanțelor SFAP.

Comment [AB4]: Paragrafe repositionate (1)

Descrierea detaliată a invenției

În urma unei analize detaliate a funcționării circuitului de curent continuu pe durata filtrării, autorii au evidențiat aspecte originale care constituie baza găsirii unor relații mai adecvate pentru dimensionarea condensatorului de compensare și a valorii tensiunii pe acesta, la funcționarea în sarcină nominală.

Astfel, s-a constatat că:

- Pulsațiile tensiunii pe condensator au variație periodică, cu frecvența de 6 ori mai mare decât frecvența tensiunii la bornele de curent alternativ ale inverterului (f);
- Curentul prin condensator este comutat pe fazele inverterului, iar pe intervale de timp de cel puțin un sfert din perioada pulsațiilor (intervale de $\pi/12$ radiani) se suprapune, preponderent, peste curentul unei faze.

Pe această bază, prin echivalarea curentului inverterului pe intervalul de suprapunere cu un curent sinusoidal având valoarea efectivă a curentului real de compensare, s-a stabilit o relație directă între puterea neactivă nominală care trebuie compensată (S_{FN}), capacitatea



[Handwritten signature]

condensatorului de compensare (C), tensiunea medie pe acesta (V_{dcN}), valoarea efectivă a tensiunii de linie la bornele inverterului (U_F) și valoarea impusă pentru amplitudinea relativă a pulsațiilor tensiunii (δU_{cimp}),

$$C = \frac{\sqrt{3}-1}{12\pi\sqrt{3}f} \frac{k_s S_{FN}}{\delta U_{cimp} V_{dcN} U_F} \quad (1)$$

k_s este un coeficient de suprasarcină pentru regimuri dinamice rapide și poate lua valori în intervalul:

$$k_s \in [1, 1.3] \quad (2)$$

O a doua relație de dimensionare poate fi impunerea puterii aparente corespunzătoare energiei medii a condensatorului de compensare (S_{cc}), la valoarea nominală a puterii FAP, eventual, majorată cu coeficientul de suprasarcină k_s , respectiv,

$$S_{cc} = k_s S_{FN} = 3fCV_{dc}^2 \quad (3)$$

Din (1) și (3) se determină expresiile capacității condensatorului de compensare și a tensiunii necesare pe acesta:

$$C = \frac{2-\sqrt{3}}{72\pi^2 f} \frac{k_s S_{FN}}{\delta U_{cimp}^2 U_F^2} \quad (4)$$

$$V_{dcN} = \sqrt{\frac{k_s S_{FN}}{3fC}} = \frac{4\pi\sqrt{3}\delta U_{cimp} U_F}{\sqrt{3}-1} \quad (5)$$

Dacă regulatorul de tensiune de tip PI este acordat prin criteriul modului corelat cu impunerea benzii de trecere a sistemului închis prin reacție unitară la (10-20) Hz, atât constanta de proporționalitate, cât și constanta de timp de integrare, sunt dependente de valoarea medie a tensiunii pe condensatorul de compensare, [4],

$$K_{puN} = K_1 V_{dcN}; \quad T_{iuN} = \frac{K_2}{V_{dcN}} \quad (6)$$

Scopul invenției propuse este de a îmbunătăți stadiul tehnicii în domeniul comenzii filtrelor active paralel, prin utilizarea unor valori variabile pentru mărimea prescrisă și parametrii regulatorului de tensiune (tensiunea prescrisă - U_{Cp} , constanta de proporționalitate - K_{pu} și constanta de timp de integrare T_{iu}), în funcție de puterea neactivă care se compensează, obținându-se minimizarea pierderilor și a distorsiunii curentului filtrat la funcționarea în regim staționar.

Comment [15]: Paragrafe repositionate (2)

Metoda, conform prezentei invenții, este o metodă originală de adaptare a valorii tensiunii pe condensatorul de compensare și a parametrilor regulatorului PI de reglare a tensiunii, în

Comment [16]: Paragraf reformulat și repositionat



funcție de puterea neactivă care se compensează, iar sistemul de comandă definește blocurile necesare și structura acestora.

Comment [17]: Paragraf repositionat (3)

Conform invenției, metoda propusă calculează puterea neactivă care se compensează (S_F), cu relația,

$$S_F = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (7)$$

în care S și P sunt puterile aparentă și activă la bornele sarcinii deformante (în aval de punctul de conectare a FAP), cu relații existente în literatura de specialitate pentru regim nesinusoidal [5].

Conform invenției, metoda propusă adaptează tensiunea prescrisă regulatorului de tensiune, în funcție de puterea neactivă care se compensează, cu relația,

$$V_{dco} = \sqrt{2}U_F + \frac{(V_{dcN} - \sqrt{2}U_F)}{\sqrt{S_{FN}}} \sqrt{S_F}. \quad (8)$$

Conform invenției, metoda propusă adaptează și parametrii regulatorului PI de reglare a tensiunii pe condensatorul de compensare (constanta de proporționalitate și constanta de timp de integrare) în funcție de valoarea adaptată a tensiunii prescrise, pe baza relațiilor:

$$K_{pu} = K_{puN} \frac{V_{dco}}{V_{dcN}}; \quad T_{iu} = T_{iuN} \frac{V_{dcN}}{V_{dco}}. \quad (9)$$

K_{puN} și T_{iuN} sunt valorile nominale ale constantei de proporționalitate și constantei de timp de integrare, corespunzătoare valorii nominale a tensiunii pe condensatorul de compensare [4].

Comment [18]: Paragraf nou (3)

Conform invenției, cu referire la Fig. 3, sistemul de comandă adaptivă a filtrelor active paralele este materializat prin blocurile (18) și (19) și realizează calcularea periodică în interiorul algoritmului de comandă (cu perioada de eșantionare aferentă algoritmului de comandă), a valorilor actualizate în funcție de puterea neactivă care se compensează, pentru mărimea prescrisă și parametrii regulatorului de tensiune (tensiunea prescrisă - U_{Cp} , constanta de proporționalitate - K_{pu} și constanta de timp de integrare T_{iu}).

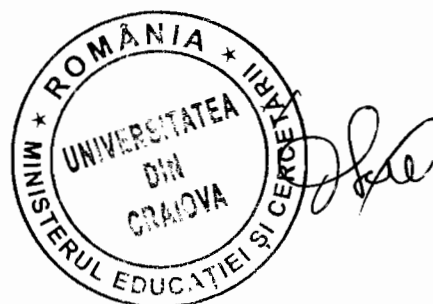
Conform invenției, blocul (18) implementează relația (7) pentru calcularea puterii neactive care trebuie compensată (S_F), iar blocul (19) implementează relațiile (8) și (9) pentru calcularea valorilor adaptate ale tensiunii prescrise pe condensatorul de compensare (V_{dc}^*), constantei de proporționalitate (K_{pu}) și constantei de timp de integrare (T_{iu}) ale regulatorului de tensiune (14).

Comment [19]: Paragraf reformulat (2)

Un avantaj al prezentei invenții este acela că pulsațiile curentului la rețea datorate comutației inverterului se mențin în limite acceptabile, indiferent de variațiile puterii neactive care se compensează.

De asemenea, un mare avantaj al invenției este acela că determină reducerea pierderilor în filtrul activ paralel și a distorsiunii curentului la rețea.

Un alt avantaj al invenției este acela că este simplu de implementat și necesită un timp de calcul redus și implicit, o precizie ridicată.



Scurtă descriere a desenelor

Semnificația figurilor care însoțesc prezenta propunere de invenție este prezentată în continuare.

Fig. 1 reprezintă structura sistemului de filtrare activă paralel. Blocul de comandă (7) este blocul la care se referă cererea de invenție.

Fig. 2 arată structura de reglare în circuit închis bazată pe controlul indirect al curentului furnizat de SFAP, cu două reglatoare în cascadă.

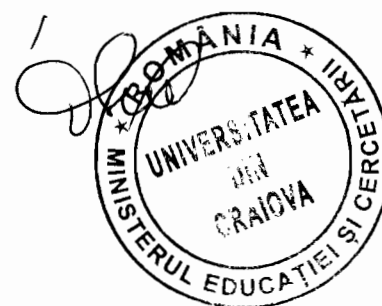
Fig. 3 reprezintă structura sistemului adaptiv de reglare a tensiunii pe condensatorul de compensare și constituie obiectul cererii de invenție.

Fig. 4 exemplifică realizarea sistemului pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, după metoda propusă de autori, pe sistemul de control DSP dSPACE 1103.

Se dă, în continuare, o modalitate de realizare a invenției, prin implementarea pe sistemul dSPACE 1103, în legătură cu fig. 4.

Conform invenției, două tensiuni de linie în punctul comun de conectare (u_{ab} și u_{bc}), curenții prin sarcină pe fazele b și c, curenții la rețea pe fazele b și c și tensiunea pe condensatorul de compensare, se achiziționează prin convertoarele analog-digitale, pe 12 biți, (21), (22) și (23). Conform invenției, sistemul DSP calculează: puterile aparentă și activă în punctul comun de conectare a sarcinii și puterea neactivă care trebuie compensată, în blocul (24); valoarea adaptată a tensiunii prescrise pe condensatorul de compensare în blocul (25); constanta de proporționalitate (K_p) în blocul (26) și constanta de timp de integrare (T_i) în blocul (27). Sistemul de reglare în circuit închis și funcțiile de protecție și monitorizare sunt implementate în blocul (28). Acesta furnizează semnalele de comandă a tranzistoarelor prin șase ieșiri digitale ale blocului (29).

Comment [110]: Paragraf reformulat (3)



REVENDICĂRI

1. Metodă pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, **caracterizată prin aceea că** realizează adaptarea valorii tensiunii pe condensatorul de compensare (V_{dco}) în funcție de puterea neactivă care se compensează (S_F), prin parcurgerea a 3 etape:
 - a) se calculează puterile aparentă (S) și activă (P) ale sarcinii neliniare (în aval de PCC), cu relații existente în literatura de specialitate pentru regim nesinusoidal;
 - b) se calculează puterea aparentă neactivă care trebuie compensată (S_F) prin aplicarea relației (7);
 - c) se calculează valoarea adaptată a tensiunii pe condensatorul de compensare (V_{dco}) pe baza valorii nominale a puterii FAP (S_{FN}), a valorii efective nominale a tensiunii la bornele FAP (U_F), a tensiunii nominale pe condensatorul de compensare (V_{dcN}) și a puterii neactive care se compensează (S_F), prin aplicarea relației (8).
2. Metodă pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, **caracterizată prin aceea că** realizează adaptarea valorilor parametrilor regulatorului de reglare a tensiunii pe condensatorul de compensare, de tip PI (constanta de proporționalitate și constanta de timp de integrare), în funcție de puterea neactivă care se compensează (S_F), pe baza valorii recalculate a tensiunii pe condensatorul de compensare (V_{dco}), a tensiunii nominale pe condensatorul de compensare (V_{dcN}) și a valorilor nominale ale celor doi parametri (K_{puN} și T_{iuN}) prin aplicarea relației (9).
3. Sistem pentru comanda adaptivă a filtrelor active de putere paralel, **caracterizat prin aceea că** implementează metoda de comandă conform revendicărilor 1 și 2, este compus dintr-un bloc de identificare a puterii neactive care se compensează (18), dintr-un bloc de adaptare a tensiunii prescrise pe condensatorul de compensare, a constantei de proporționalitate și a constantei de timp de integrare (19), ale regulatorului adaptiv de tensiune (20), în funcție de puterea neactivă care trebuie compensată, iar actualizarea valorilor se face la fiecare perioadă de eșantionare aferentă algoritmului de comandă, în interiorul acestuia.

