



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 01090**

(22) Data de depozit: **11/12/2017**

(41) Data publicării cererii:
28/06/2019 BOPI nr. 6/2019

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR. 2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• BĂLOI ALEXANDRU,
PIAȚA KARLSRUHE, NR.15, AP.10,
TIMIȘOARA, TM, RO;
• PANĂ ADRIAN,
STR. DIVIZIA 9 CAVALERIE NR. 2, SC. A,
AP. 4, TIMIȘOARA, TM, RO;
• MOLNAR-MATEI-COZMA FLORIN
STELIAN, STR. ȘESU ROȘU, BL.3, SC. A,
AP.2, CARANSEBEȘ, CS, RO

(54) METODĂ ȘI DISPOZITIV AUTOMAT DE COMPENSARE ȘI PROTECȚIE A BATERIILOR DE CONDENSATOARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare, utilizate pentru compensarea puterii reactive din rețelele electrice de distribuție cu regim deformant, împotriva efectelor rezonanței. Metoda de protecție, conform invenției, folosește valoarea impedanței armonice a rețelei electrice în nodul de compensare pentru a determina o valoare anticipată a tensiunii U_{BC} la bornele bateriei de condensatoare care urmează a fi conectată, respectiv curentul I_{BC} care va circula prin aceasta, valori care sunt apoi comparate cu valorile maxime admisibile pentru aceste mărimi electrice, U_{BCmax} , respectiv I_{BCmax} , astfel încât, după un număr de pași succesivi, se îndeplinește condiția încădrării în limitele admisibile și se vor conecta automat doar acele trepte ale bateriei de condensatoare care permit evitarea riscului defectării prin amplificarea regimului deformant ca efect al rezonanței. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un sistem (1) de achiziții de date cu șase canale de intrări analogice, trei canale (3) de curent și trei canale (4) de tensiune, conectat printr-o interfață (5) de comunicație serială la un sistem (2) cu microcontroler, în care sistemul (1) de achiziții de date determină, cu ajutorul intrărilor (3 și 4) analogice, curenții și tensiunile pe faze, culese în punctul (8) comun de cuplare dintre o rețea (9) de alimentare și bornele unui consumator (10), ale căror valori sunt transmise prin interfața (5) de comunicație serială către

sistemul (2) cu microcontroler care calculează puterea activă totală, puterea reactivă totală și factorul de putere, și stabilește dacă este necesară conectarea unei noi trepte a unei baterii de condensatoare (11) după un algoritm iterativ conform metodei de protecție descrise.

Revendicări: 2
Figuri: 2

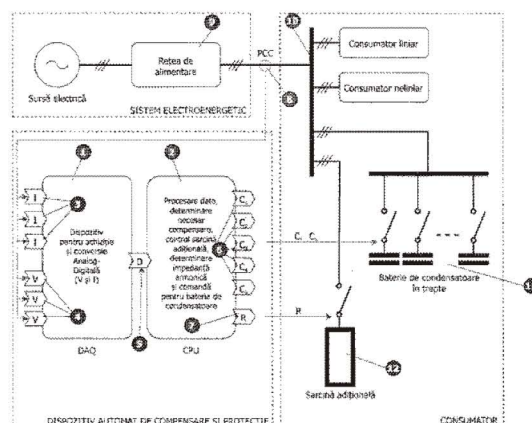


Fig. 2

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 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).



Referitor la compensarea puterii reactive, prescripțiile din România, prin PE 120/1994, [1], prevăd evitarea solicitării instalațiilor de condensatoare peste limitele admisibile $I_{\max}=1,3I_n$ și $U_{\max}=1,1U_n$, unde U_n și I_n sunt valorile nominale ale tensiunii și curentului în regim sinusoidal. Același normativ impune și condițiile privind compensarea puterii reactive în nodurile cu regim deformant și măsurile care trebuie luate atunci când apar condiții de rezonanță. Utilizarea filtrelor refulante este menționată aici cu rezerva utilizării lor numai în cazul în care parametrii regimului deformant sunt sub valorile prescrise.

Pentru compensarea puterii reactive în nodurile cu regim deformant sub limitele prescrise este cunoscută soluția tehnică de utilizare a filtrelor refulante care presupune utilizarea bobinelor antirezonaante (antiarmonici) pentru protecția bateriilor de condensatoare împotriva rezonanțelor paralele care pot apărea între acestea și rețea. Aceste filtre nu au rolul de a filtra armonicile din rețea ci doar de a compensa puterea reactivă, iar rolul bobinei antirezonaanță din componența lor este acela de a proteja bateria de condensatoare împotriva efectelor rezonanțelor paralele [2], [3].

Soluția de mai sus prezintă dezavantajul că pentru fiecare baterie de condensatoare, în funcție de puterea reactivă a acesteia, și pentru o anumită frecvență de antirezonanță, trebuie dimensionată o bobină antirezonanță, ceea ce conduce la costuri mari. Mai mult decât atât, costul acestor bobine crește odată

cu creșterea puterii reactive a bateriilor de condensatoare și/sau cu creșterea nivelului de tensiune al rețelei. În [4] se prezintă un exemplu comparativ conform căruia perioada de recuperare a investiției pentru o baterie de condensatoare este de 4,3 ani și pentru un filtru refulant de aproximativ aceeași putere reactivă, la același nivel de tensiune, este de 6,9 ani. Un alt dezavantaj al utilizării filtrelor refulante este dat de faptul că ele conduc la creșterea tensiunii pe fundamentală la bornele bateriei de condensatoare din componența filtrului [5]. Inclusiv producătorii de filtre refulante impun utilizarea unor baterii de condensatoare având un nivel de tensiune mai mare pentru realizarea acestor filtre în combinație cu bobinele antiarmonici [2].

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în realizarea unui dispozitiv automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare împotriva efectelor rezonanțelor paralel dintre acestea și rețea. Utilizarea unui astfel de dispozitiv conduce la eliminarea completă a bobinei antirezonante din componența filtrelor refulante.

Dispozitivul automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare, conform invenției, elimină dezavantajele soluției tehnice menționată mai sus prin aceea că implementează o metodă de evitare a rezonanțelor paralel, care pot conduce la suprasolicitarea electrică și termică a bateriilor de condensatoare dintr-un nod al rețelei electrice cu regim deformant, folosind valorile impedanței armonice a rețelei electrice, [6-8].

Metoda de protecție a bateriilor de condensatoare, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- utilizează ca mărime de intrare impedanța armonică a rețelei electrice, o mărime ce poate fi determinată în timp real [9-11]. Există inclusiv dispozitive brevetate care determină impedanța armonică [12], [13].
- determină prin calcul, cu anticipație, valorile tensiunii la bornele bateriei de condensatoare care urmează a fi conectată, respectiv curentului care va circula prin baterie [14];

- poate fi implementată cu aceleași costuri indiferent de puterea bateriei de condensatoare și de nivelul de tensiune al rețelei;

Dispozitivul automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- poate fi utilizat cu aceleași costuri indiferent de puterea bateriei de condensatoare și de nivelul de tensiune al rețelei;
- scade gabaritul total al instalației de compensare prin eliminarea bobinei antirezonante.

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

- Fig. 1, Algoritmul de implementare a metodei de protecție a bateriilor de condensatoare.;
- Fig. 2, Schema de conectarea la rețea și principiul de control-comanda a dispozitivului automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare.

Metoda de protecție a bateriei de condensatoare, conform invenției, constă în determinarea valorilor impedanței armonice a rețelei în nodul de compensare și utilizarea valorilor acesteia ca mărimi de intrare pentru calculul anticipativ al valorilor tensiunii la bornele bateriei de condensatoare care urmează a fi conectată (U_{BC}), respectiv a curentului care va circula prin aceasta (I_{BC}). Valorile tensiunilor și curenților astfel obținute sunt apoi comparate cu valorile maxime admisibile și se vor conecta doar acele trepte ale bateriei care permit evitarea amplificării regimului deformant ce poate avea loc la o astfel de operațiune și deci evitarea valorilor ridicate ale tensiunii la bornele bateriei de condensatoare și/sau ale curentului prin baterie, astfel încât se elimină riscul defectării acesteia. În Figura 1 se prezintă algoritmul metodei descrise mai sus.

Dispozitivul automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare, Figura 2, este format din sistemul de achiziții de date (1) și sistemul de calcul cu microcontroler (2). Sistemul de achiziții de date (1)

conține șase canale de intrări analogice: trei de curent (3) și trei de tensiune (4). Semnalele de curent și de tensiune achiziționate sunt trimise spre sistemul de calcul cu microcontroler (2), prin intermediul unei interfețe de comunicație serială (5) de tip Serial Peripheral Interface (SPI). Sistemul de calcul cu microcontroler (2) conține șase canale de ieșire digitale, dintre care cinci ieșiri digitale (6) sunt folosite pentru comanda treptelor de condensatoare ale bateriei, iar a șasea ieșire digitală (7) este folosită pentru conectarea și deconectarea unei sarcini adiționale.

Sistemul de achiziții de date (1) achiziționează cu ajutorul intrărilor analogice (3) și (4), tensiunile și curenții pe faze, culese în punctul comun de cuplare (8) dintre rețeaua de alimentare (9) și bornele consumatorului (10). Valorile achiziționate de sistemul de achiziții de date (1) sunt transmise prin intermediul interfeței de comunicație serială (5), către sistemul de calcul cu microcontroler (2), care calculează puterea activă totală, puterea reactivă totală, factorul de putere. Pe baza acestor informații, se stabilește dacă este necesară conectarea unei noi trepte a bateriei de condensatoare (11). Dacă nu este necesară modificarea configurației treptelor bateriei de condensatoare, procesul se reia după un anumit interval de timp, configurabil prin program. În cazul în care trebuie conectată o nouă treptă a bateriei de condensatoare, se aplică metoda de determinare a impedanței armonice, care constă din: descompunerea în componente armonice a semnalelor achiziționate; comanda prin intermediul ieșirii digitale (7) de cuplare a sarcinii adiționale (12); achiziția, cu sistemul de achiziții de date (1), a unui set nou de curenți și tensiuni pe faze prin intermediul intrărilor analogice de curent (3) și de tensiune (4); transmiterea valorilor noi achiziționate prin intermediul canalului de comunicație serială (5) către sistemul de calcul cu microcontroler (2); comanda prin intermediul ieșirii digitale (7) de decuplare a sarcinii adiționale (12); descompunerea în componente armonice a noilor semnale achiziționate; calculul impedanței armonice; determinarea prin calcul, cu anticipație, a U_{BC} și I_{BC} și compararea cu valorile maxime admisibile.

Dacă în urma calculului rezultă că valorile tensiunii U_{BC} sau a curentului I_{BC} vor depăși valorile maxime admisibile, se alege o treaptă de condensatoare de o putere inferioară, și se determină prin calcul, cu anticipație, noile valori pentru U_{BC} și I_{BC} , care la rândul lor vor fi comparate cu valorile maxime admisibile. În final se va face conectarea treptei de condensatoare din bateria (11), prin transmiterea semnalului de comandă cu ajutorul ieșirilor digitale (6), care respectă condițiile impuse pentru U_{BC} și I_{BC} .

Bibliografie

1. PE 120 / 1994, *Instrucțiuni pentru compensarea puterii reactive în rețelele electrice ale furnizorilor de energie și la consumatorii industriali și similari.*
2. ***, Schneider-Electric, www.schneider-electric.ro/documents/catalogul-electricianului/catalogul-electricianului-2009/capitolul-H-2009.pdf.
3. ***, ABB, <https://library.e.abb.com/public/7385b4a156d09453c1257bf600227be7/1HSM%209543%2032-00en%20Capacitors%20Buyers%20Guide%20Ed%201.pdf>
4. N. Rugthaicharoencheep, S. Chaladying, *Technical and Financial Evaluation for Investment of Harmonic Mitigation in Power Network*, IEEE Power Tech, 18-22 Iunie 2017, Manchester, DOI: 10.1109/PTC.2017.7981079;
5. A. Băloi, A. Pană, *Particularities of Capacitor Bank Overstressing within Detuned Filters*, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 4, 2013;
6. Arrilaga, J., Arnold, C., P., *Computer analysis of power systems*, John Wiley, New York, 1990;
7. Robert, A., Deflandre, T., Groupe de Travail CCO2, *Guide pour l'évaluation de l'impédance harmonique du réseau*, ELECTRA No.167, Août 1996, pp. 96-135;
8. Xu, W., Ahmed, E., Zhang, X., Liu, X. *Measurement of Network Harmonic Impedances: Practical Implementation Issues and Their Solutions*, IEEE Transactions on Power Delivery, vol.17, Issue 1, January 2002, pp. 210-216;
9. D. Serfontein, J. Rens, G. Botha, J. Desmet, *Continuous harmonic impedance assessment using online measurements*, IEEE International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS), Aachen, Germany, 2015, DOI: 10.1109/AMPS.2015.7312738
10. A. Zebardast, H. Mokhtari, *Technique for online tracking of a utility harmonic impedance using by synchronising the measured samples*, IET Generation, Transmission & Distribution, Vol. 10, Issue 5, 2016, DOI: 10.1049/iet-gtd.2015.0874;
11. A. Băloi, A. Pană, F. Molnar-Matei, *Contributions on Harmonic Impedance Monitoring in Smart Grids Using Virtual Instruments*, Innovative Smart Grid Technologies – ISGT Europe, Manchester, UK, 5-7 December, 2011, DOI: 10.1109/ISGTEurope.2011.6162634;
12. Patent No. CN 103630748 A, *Device and method for harmonic impedance measurement of micro-grid*, 14 March 2014;
13. Patent No. CN 203672975 U, *Harmonic-impedance measuring device for power system*, 25 June 2014;
14. A. Băloi, *Contribuții privind calculul și amplasarea optimă a surselor de putere reactivă și a instalațiilor de reducere a poluării armonice din rețelele electrice*, – Teza de doctorat –, Editura Politehnica, Timișoara, 2009.

Revendicări:

1. Metoda de protecție a bateriilor de condensatoare care folosește ca mărime de intrare impedanța armonică a rețelei electrice în nodul de compensare, determinată în timp real de către un dispozitiv specializat folosit în acest scop, **caracterizată prin aceea că** în vederea evitării suprasolicitării electrice și termice a bateriilor de condensatoare dintr-un nod al rețelei electrice cu regim deformant, și a eliminării bobinei antirezonante din componența filtrelor refulante, folosește valoarea impedanței armonice pentru a determina prin calcul o valoare anticipată a tensiunii la bornele bateriei de condensatoare care urmează a fi conectată (U_{BC}), respectiv curentul care va circula prin aceasta (I_{BC}), valori care sunt apoi comparate cu valorile maxime admisibile pentru aceste mărimi electrice (U_{BCmax} , respectiv I_{BCmax}) astfel încât după un număr de pași succesivi (mod de abordare iterativ) este îndeplinită condiția încadrării în limitele admisibile și se vor conecta automat doar acele trepte ale bateriei de condensatoare care permit evitarea riscul defectării prin amplificarea regimului deformant ca efect a rezonanțelor paralel.
2. Dispozitivul automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare prin aplicarea metodei conform Revendicării 1, compus dintr-un sistem de achiziții de date (1) cu șase canale de intrări analogice, trei de curent (3) și trei de tensiune (4) conectat la un sistem de calcul cu microcontroler (2) printr-o interfață de comunicație serială (5), **caracterizat prin aceea că** sistemul de achiziții de date (1) determină cu ajutorul intrărilor analogice (3) și (4), curenții și tensiunile pe faze, culese în punctul comun de cuplare (8) dintre rețeaua de alimentare (9) și bornele consumatorului (10), a căror valori sunt transmise prin interfeța de comunicație serială (5) către sistemul de calcul cu microcontroler (2) care calculează puterea activă totală, puterea reactivă totală, factorul de putere și stabilește dacă este necesară conectarea unei noi trepte a bateriei de condensatoare (11) după un algoritm iterativ

conform Revendicării 1, care ia în considerare impedanța armonică a rețelei electrice în nodul de compensare, descompune semnalele achiziționate în componente, comandă prin intermediul ieșirii digitale (7) cuplarea unei sarcini adiționale (12), măsoară din nou valorile de curent și tensiune care sunt transmise către sistemul de calcul cu microcontroler (2), comandă prin intermediul ieșirii digitale (7) decuplarea sarcinii adiționale (12), descompune în componente armonice noile semnale achiziționate, calculează impedanța armonică, determină prin calcul, cu anticipație, valorile U_{BC} și I_{BC} și le compară cu valorile maxime admisibile, reia procedura de mai sus până când aceasta cerință limitativă este satisfăcută după care se va face conectarea treptei corespunzătoare de condensatoare din bateria (11) prin transmiterea semnalului de comandă cu ajutorul ieșirilor digitale (6).

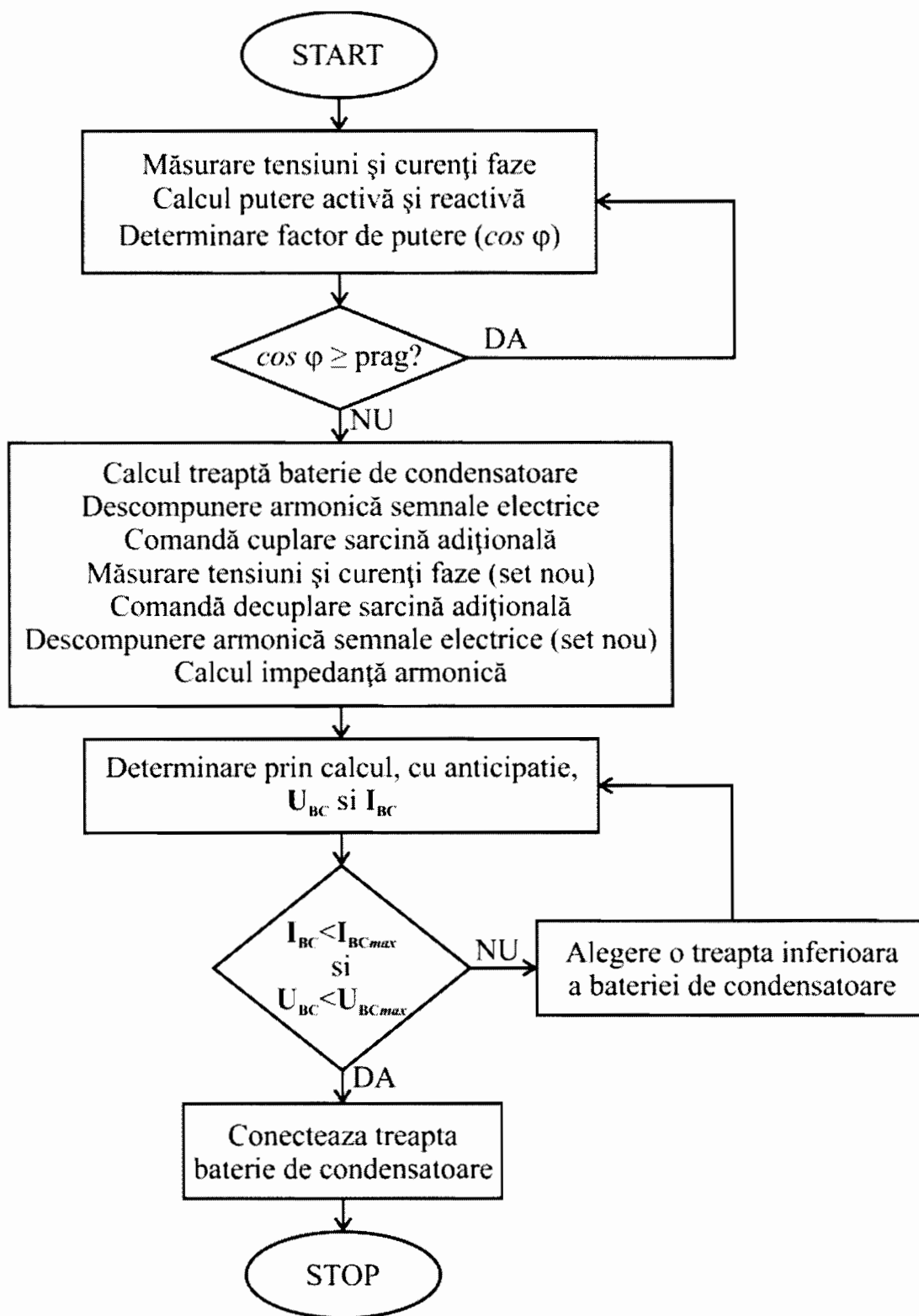


Fig. 1. Algoritm de implementare a metodei de protecție a bateriilor de condensatoare

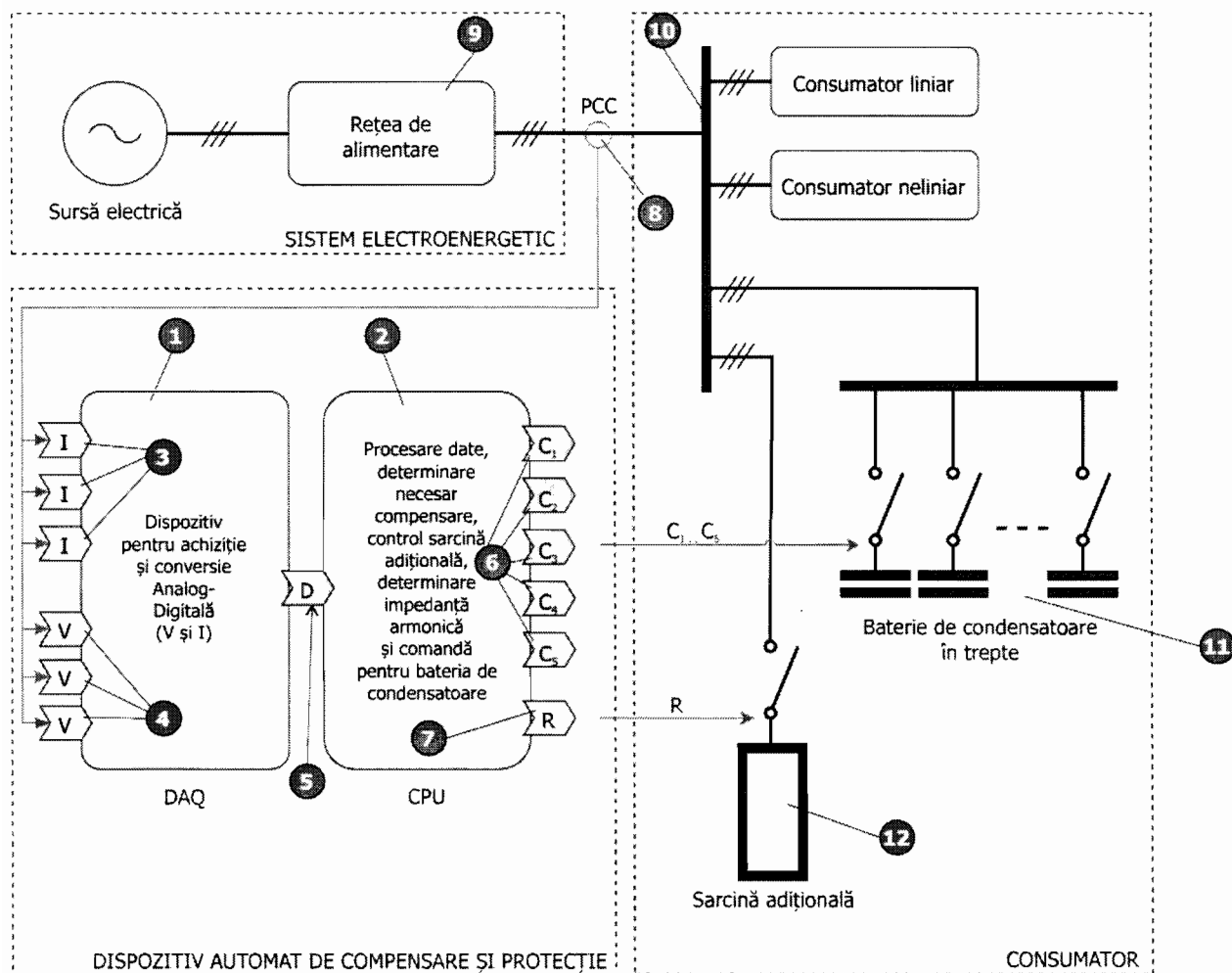


Fig. 2. Schema de conectarea la rețea și principiul de control-comanda a dispozitivului automat de compensare și protecție a bateriilor de condensatoare.