



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00916**

(22) Data de depozit: **19/12/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2020 BOPI nr. **7/2020**

(71) Solicitant:

- UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- NAPOCA SOFTWARE S.R.L., STR. PARAȘUTIȘTILOR, NR.6A, CLUJ - NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatorii:

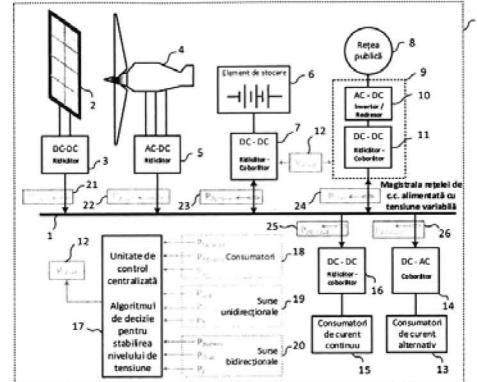
- TEODOSESCU PETRE DOREL, STR. CÂMPULUI NR. 161, BL. CORP A, SC. 1, AP. 3, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

- PINTILIE LUCIAN NICOLAE, STR.MUREŞULUI, NR.9, BL.L1, SC.B, AP.13, CÂMPIA TURZII, CJ, RO;
- IUORAŞ MIHAI ADRIAN, SAT.GLIGOREŞTI, NR.68, COMUNA LUNA, CJ, RO;
- SALCU SORIN IONUȚ, STR. CÂNTARULUI, NR.22, SEBEŞ, AB, RO;
- BOJAN MIRCEA, STR. GEORGE ENESCU NR. 18, TURDA, CJ, RO

(54) **MICRO-REȚEA DE TENSIUNE CONTINUĂ VARIABILĂ ȘI METODĂ DE CONTROL AL ACESTEIA**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o micro-rețea alimentată în curent continuu, cu tensiune variabilă distribuită la nivelul magistralei (1) comune de alimentare, și la o metodă de control al acestei micro-rețele. Micro-rețeaua conform inventiei include surse unidirecționale (2, 4), care injecteză energie în micro-rețea pe baza unor convertoare electronice de putere (3, 5), și surse bidirecționale (6, 8), care injecteză sau absorb energie de la micro-rețea pe baza unor convertoare de putere (7, 9) cu două etaje de conversie (10,11), în care o multitudine de consumatori de curent alternativ (13) și consumatori de curent continuu (15) absorb energia vehiculată în cadrul micro-rețelei utilizând niște convertoare electronice de putere (14, 16), și în care o unitate centrală de control (17) furnizează la ieșire referința de tensiune (12) necesară alimentării magistralei (1) comune a micro-rețelei.



Revendicări: 7

Figuri: 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 brevet de inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Înținderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENTII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de inventie
Nr. a 2019 00916
Data depozit 19 -12- 2019

Micro-rețea de tensiune continuă variabilă și metodă de control a acesteia

Descriere

Domeniului de aplicare a invenției

Actuala invenție, are ca domeniu de referință o micro-rețea cu surse regenerabile care deservește fie un spațiu locativ rezidențial, fie un spațiu locativ comercial. Cu precădere, obiectivul principal al invenției vizează strategia de gestiune și control a fluxului energetic tranzitat într-o micro-rețea, alimentată în curent continuu, dar având un nivel variabil al tensiunii de lucru. Scopul principal al utilizării regimului de funcționare cu tensiune continuă variabilă este de a spori randamentul de conversie a energiei la nivel global.

Stadiul actual al tehnicii mondiale

Micro-rețelele alimentate în curent continuu, reprezintă o pondere însemnată în aria de exploatare a surselor de energie regenerabilă cu impact redus asupra mediului înconjurător. În acest sens, conversia și exploatarea energiei în curent continuu reprezintă un beneficiu major. Utilitatea rețelelor alimentate în curent continuu rezultă din contextul actual de avans tehnologic, al consumatorilor moderni și al mijloacelor moderne de producție și stocare a energiei. Majoritatea mijloacelor moderne de producție și stocare a energiei, funcționează pe bază de tensiune continuă, iar consumatorii uzuali (spre exemplu într-o gospodărie) utilizează etaje de conversie a tensiunii alternative în tensiune continuă (deci prezintă un grad însemnat de compatibilitate cu micro-rețeaua considerată).

Astfel în contextul sistemelor de conversie, producție și stocare a energiei din surse regenerabile, fiecare sursă este controlată individual, prin intermediul unui convertor ridicător sau coborâtor de tensiune (ex. tipologia de convertor coborâtor de tensiune BUCK sau ridicător de tensiune BOOST). Consumatorii (sarcinile), în rețeaua considerată, sunt de asemenea interfațate printr-un convertor ridicător sau coborâtor de tensiune. Astfel, întreg lanțul de conversie de la sursă la consumator, este compus din cel puțin două etaje. Drept exemplu, de la panourile fotovoltaice la consumatorii din componența rețelei considerate, în mod frecvent, sunt întâlnite cel puțin două etaje de conversie de tip Boost-și-Buck (etaj convertor ridicător și etaj convertor coborâtor). Un alt exemplu ar fi sistemele cu turbinele eoliene, care alimentează consumatorii din micro-rețea în care tipologia sau arhitectura etajului de conversie, poate fi compusă, fie dintr-o structură de tip Boost-și-Buck (etaj convertor ridicător și etaj convertor coborâtor de tensiune) sau Buck-și-Buck (etaj convertor coborâtor și etaj convertor coborâtor de tensiune). În funcție de nivelul de tensiune furnizat la ieșirea generatorului și în funcție de natura aplicației sarcinii deservite (ex. sarcini cu impedanță mare sau mică), se optează pentru cea mai eficientă soluție. De obicei, tipologia Buck-și-Buck nu introduce alte inconveniențe deoarece conversia tensiunii este realizată „în același sens” (dublu coborâtor). În mod reciproc, aceeași regulă se aplică și în cazul tipologiilor Boost-și-Boost. Variantele mixte de tip Boost-și-Buck sau Buck-și-Boost constituie un nonsens, deoarece randamentul de conversie este redus în mod inutil. Pentru situațiile expuse, conform

principiului suprapunerii efectelor, „efortul de conversie” dezvoltat de primul etaj, este însumat cu „efortul de conversie” al celui de-al doilea etaj. Efortul depus de către convertor, în mod frecvent, se află, într-o strânsă legătură cu randamentul convertorului. Astfel, dacă efortul de conversie a tensiunii este însemnat, (ceea ce se regăsește în amplificarea tensiunii în cazul convertorului ridicător, sau în atenuarea tensiunii în cazul convertorului coborâtor), rezultă că, randamentul întregului lanț de conversie este redus. În cazul în care se utilizează convertoare în cascadă de tipul Boost-și-Buck sau Buck-și-Boost cu factori mari de amplificare sau atenuare, din punct de vedere al conversie energiei, se va obține cea mai nefavorabilă situație posibilă. În rețelele actuale de distribuție de curent alternativ și curent continuu, situațiile expuse anterior sunt cele mai des întâlnite. Motivul principal al problemei expuse constă în faptul că, sistemele de distribuție funcționează la valori fixe ale nivelului tensiunii de alimentare indiferent de nivelul energiei consumate.

Principiul de funcționare al micro-rețelelor alimentate în curent continuu cu tensiune variabilă este demonstrat în articolul „García Elvira, D.; Valderrama Blaví, H.; Cid Pastor, À.; Martínez Salamero, L. *Efficiency Optimization of a Variable Bus Voltage DC Microgrid*, Energies 2018”. În această lucrare, optimizarea randamentului general la nivelul întregului sistem se realizează prin utilizarea mai multor niveluri de tensiune de alimentare obținute prin calcule complexe, date empirice și tipologii de rețea pre-stabile. De asemenea procesul de optimizare descris, se bazează pe parametrii fizici ai rețelei, hărți, tabele sau caracteristici experimentale pre-determinate ale convertoarelor utilizate. Mai mult, pentru utilizarea unei arhitecturi de rețea cu parametrii pre-determinate, este greu de obținut un algoritm dinamic și adaptabil al nivelului de tensiune, în funcție de randamentul global al sistemului.

În acest sens, conform invenției, în orice structură de rețea alimentată în curent continuu și metoda de control a rețelei prin determinarea nivelului optim de tensiune se poate realiza doar prin simpla monitorizare în timp real a puterilor tranzitate prin rețea.

Scopul invenției este creșterea nivelului de energie stocată sau injectată în rețeaua de distribuție de curent alternativ, sau, reducerea nivelului de energie utilizată din energia stocată sau consumată de la rețeaua de curent alternativ, în aceleași condiții de consum și de producție a energiei electrice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este randamentul scăzut al sistemelor de distribuție a energiei electrice în curent alternativ datorită utilizării de succesiuni de etaje necorespunzătoare sau suplimentare de conversie a energiei electrice.

Conform invenției, micro-rețeaua de tensiune continuă variabilă și metoda de control a acesteia, **rezolvă problema menționată prin aceea că** se propune un algoritm auto-adaptiv de determinare a nivelului tensiunii de alimentare dintr-o micro-rețea de curent continuu în funcție de necesarul impus de către consumatorii deserviți, pentru ca randamentul de conversie și exploatare al întregului sistem să fie maximul posibil în orice situație. Algoritmul de control se bazează doar pe monitorizarea puterii în timp real la nivelul fiecărui element de rețea (sursă sau consumator), fără a fi necesară utilizarea unor date preliminare (ex. hărți de randament, caracteristici de variație sau tabele de valori).



Din punct de vedere al celor exprimate mai sus, unul dintre obiectivele subliniate prin actuala invenție este de a concepe o strategie de control pentru micro-rețelele alimentate în currenț continuu și tensiune variabilă.

Conform invenției, se consideră o posibilă tipologie de micro-rețea alimentată cu tensiune continuă, pentru care, se va propune strategia de control. Micro-rețeaua cuprinde atât consumatori proiectați pentru a funcționa în currenț continuu, cât și consumatori proiectați să lucreze în currenț alternativ. Tot în cadrul micro-rețelei, pe lângă racordul la rețeaua publică de alimentare mai există și surse de energie regenerabilă, mijloace de stocare a energiei, o instalație de distribuție și alimentare în currenț continuu și o unitate decizională de control centralizată. Elementele din cadrul micro-rețelei sunt conectate prin intermediul unei magistrale de distribuție prin care tensiunea de alimentare poate varia în aşa fel încât randamentul întregului sistem să poată fi îmbunătățit la nivel global.

Principiul de bază al invenției actuale constă în ideea de a concepe o strategie de control asupra nivelului tensiunii de distribuție la nivelul magistralei centrale a micro-rețelei. Nivelul de tensiune, în acest sens va fi stabilit de către unitatea centrală de control din componentă micro-rețelei prin intermediul căreia, putere absorbită (de micro-rețea) și puterea cedată (înspre rețeaua publică de alimentare) sunt înregistrate și contorizate. Unitatea centrală de control stabileste, în timp real, valoarea optimă a tensiunii de pe magistrala comună de alimentare, crescând astfel, nivelul de energie stocat sau injectat în rețeaua publică de distribuție, sau reducând nivelul de exploatare a energiei stocate sau de la rețeaua publică de alimentare, ținând cont de aceleași condiții de consum și producție din cadrul micro-rețelei. Din acest punct de vedere, conform principiului suprapunerii efectelor, suma tuturor randamentelor individuale ale convertorilor electronice de interfațare cu rețeaua de currenț continuu, atinge maximul posibil, reducându-se astfel pierderile prin conversie a energiei la nivelul întregului sistem.

În mod particular, fiecare convertor care deservește la alimentarea consumatorilor din cadrul micro-rețelei este proiectat ca să poată accepta la intrare toate nivelurile de tensiune stabilite de către unitatea centrală de control, fără a afecta regimul normal de lucru al consumatorului deservit.

În mod particular, fiecare convertor, care este conectat la o sursă de energie regenerabilă va fi proiectat în aşa fel încât, la ieșire să poată furniza toate nivelurile de tensiune necesare pentru a deservi alimentarea micro-rețelei, în condițiile în care nivelul de energie extras de la sursele regenerabile să fie maximul disponibil.

În mod particular, elementele de stocare, vor fi conectate la micro-rețea prin intermediul unui convertor electronic de putere, care are posibilitatea de a furniza la ieșirea sa, în regim de descărcare, toate nivelurile posibile de tensiune necesare magistralei de distribuție a micro-rețelei. Acest convertor are rolul de sursă principală de alimentare a micro-rețelei, prin intermediul căreia tensiunea de alimentare a magistralei comune a rețelei poate fi ajustată conform legii de variație impusă de către unitatea centrală de control. În același sens, în regim de încărcare, convertorul care deservește mijloacele de stocare, poate accepta la intrarea sa toată gama de tensiune impusă prin intermediul unității de control la nivelul

magistralei comune de alimentare a micro-rețelei. De asemenea, în acest regim de lucru convertorul are un rol principal în a stabili și menține nivelul tensiunii de alimentare pentru micro-rețea.

În mod particular, un convertor electronic de putere este utilizat în vederea gestiunii fluxului energetic tranzitat în mod bidirectional de la micro-rețea la rețeaua publică de distribuție în curent alternativ. În cazul în care, sursele regenerabile produc un surplus de energie, convertorul pentru interfațarea cu rețeaua publică va injecta acest surplus în rețea. Astfel, unitatea centrală de control va stabili valoarea optimă a nivelului de tensiune pentru ca transferul de energie de la micro-rețea la rețeaua publică de distribuție să se realizeze la randament maxim. În cazul în care există un deficit de energie de la sursele regenerabile, și/sau de la elementele de stocare, convertorul de interfațare cu rețeaua publică va alimenta micro-rețeaua. În această situație, tensiunea de ieșire de la convertorul de interfațare cu rețeaua publică va fi stabilită la un nivel optim atât în vederea deservirii tuturor consumatorilor din micro-rețea, cât și în vederea îmbunătățirii randamentului de conversie a energiei. Astfel, indiferent de comportamentul consumatorilor deserviți, energia absorbită prin intermediul convertorului va fi menținută în parametrii optimi de exploatare a rețelei publice, fără ca să mai fie introduse perturbații suplimentare. În cazul în care convertorul de interfațare cu rețeaua publică, realizează schimbul de energie dinspre micro-rețea înspre rețea publică și invers, rețea publică prin respectivul convertor va deveni sursa principală de alimentare a micro-rețelei. Prin acest convertor este controlat nivelul de tensiune distribuit în micro-rețea conform strategiei de control impusă de unitatea centrală.

În mod particular, o unitate centralizată de control este utilizată în scopul de a monitoriza atât nivelul individual de putere al tuturor surselor de energie cât și al tuturor consumatorilor din cadrul micro-rețelei considerate. În baza acestor date preluate, unitatea centrală de control, va stabili, pe baza calculelor, nivelul optim de tensiune pentru situația constatătă. Valoarea optimă de tensiune este transmisă convertorului principal al micro - rețelei, prin intermediul căruia se va realiza variația tensiunii de alimentare. Nivelul tensiunii de alimentare este calculat, iar mai apoi va fi transmis către convertoarele generale / principale ale rețelei la un interval de timp potrivit, astfel încât, variația tensiunii, să nu producă instabilitate sistemului.

Astfel, conform inventiei, controlul nivelului de tensiune de pe magistrala comună a micro-rețelei reprezintă o soluție favorabilă, deoarece prin acest procedeu se poate îmbunătăți randamentul global al întregului lanț sistematic de producere, conversie, distribuție și exploatare a energiei în cadrul micro-rețelei.

Configurația de micro-rețea propusă, nu se restrânge doar la elementele menționate. Echipamentele atașate ulterior pot fi încadrate în micro-rețeaua de curent continuu, dacă acestea prin natura lor caracteristică îndeplinesc următoarele roluri funcționale în rețea: consumatori sau surse cu caracter unidirectional sau bidirectional. Convertoarele conectate la sursele de alimentare cu caracter bidirectional, pot fi considerate convertoarele principale de alimentare a micro-rețelei, ceea ce înseamnă că, aceste convertoare deservesc funcția de alimentare cu tensiune variabilă a magistralei comune din cadrul micro-rețelei.

În cazul în care convertorul de interfațare a micro-rețelei cu rețeaua publică de alimentare, este activ, fie în regim de redresor fie în regim de invertor, acesta va prelua funcția de convertor principal pentru alimentare a magistralei comune din cadrul micro-rețelei. În cazul în care acest convertor este comutat în stare inactivă, convertoarele bidirectionale care deservesc mijloacele de stocare, vor deveni active și vor prelua funcția de convertoare principale pentru alimentarea magistralei comune a micro-rețelei date.

Conceptul de micro-rețea alimentată în curent continuu dar cu tensiune variabilă, conform invenției actuale, poate fi utilizată, spre exemplu, în spații locativ - rezidențiale sau spații comerciale în regim permanent sau temporar. În regim temporar, invenția propusă poate fi folosită ca sistem de determinare a tensiunii de distribuție optime pentru un caz particular de micro-rețea. După această determinare, micro-rețeaua poate funcționa doar la valoarea optimă determinată fără a mai fi necesară variația tensiunii de distribuție.

Dotările avantajoase sau doar preferate ale inovației actuale sunt menționate în materialele care atestă revendicările acestor dotări.

Pentru a înțelege într-o formă mai completă conceptul invenției și avantajele pe care le prezintă, **un exemplu de realizare a invenției** se dă în continuare în legătură și cu figurile 1...2 ce explică în detaliu următoarea descriere, făcând strictă referire la figurile și reprezentările anexate:

Figura 1 - este o schemă generalizată a unei micro – rețele alimentată în curent continuu dar cu nivelul variabil al tensiunii distribuite;

Figura 2 - este o metoda de control a tensiunii de alimentare pentru magistrala comună a micro-rețelei reprezentată în figura 1.

Desenele anexate sunt incluse cu scopul de a reda o mai bună înțelegere a aspectelor reprezentate prin actuala invenție și sunt încorporate în cadrul acestei propuneri ca și parte constitutivă ale specificațiilor tehnice. Desenele ilustrează un mod anume de punere în aplicare a conceptului exprimat prin actuala invenție și împreună cu descrierea tehnică, servesc la explicarea principiilor de funcționare implicate. Alte forme de reprezentări (forme de materializare) ale invenției și suma tuturor avantajelor care însărcină aspectul inovativ al ideii propuse vor fi apreciate în măsura în care aceste aspecte se înțeleg cu ușurință în raport cu stricta referință la următoarea descriere detaliată.

Se va aprecia faptul că aspectele comune sau bine cunoscute care ar putea căpăta o anume însemnatate / importanță sau ar fi necesare în vederea realizării unei reprezentări a inovației în scop comercial nu vor fi redate (detaliate), în vederea păstrării gradului de abstractizare al actualei reprezentări a invenției. Elementele regăsite în aceste imagini nu sunt în mod neapărat o reprezentare a mărimilor la scală reală ci doar o reprezentare principală. În continuare, se va aprecia faptul că anumite acțiuni și / sau etape într-o reprezentare cu un caracter demonstrativ a unei metode sau etape de implementare, ar putea fi descrise sau ilustrate într-o succesiune particulară, în funcție de modul de apariție fenomenologică. Pe de altă parte personalul calificat în domeniu, își va putea însuși etapele necesare de parcurs mult mai ușor, astfel că, descrierea detaliată a acestor etape nu va mai fi imperios necesară. Se va înțelege de asemenea, faptul că, termenii și expresiile utilizate în descrierea tehnică actuală



au sens propriu (aşa cum au fost definiţi) conform sensului de definire care le-a fost acordat unor astfel de termeni şi expresii ţinând cont de înțelesul lor uzuial şi de aria lor de aplicabilitate, exceptând cazul în care sensul propriu a fost specificat în prealabil în acest material.

Descrierea detaliată a reprezentărilor

Referitor la Figura 1 din cadrul desenelor tehnice, conform modului de reprezentare a invenției, micro-rețeaua **0** și magistrala de distribuție **1** sunt reprezentate schematic.

Un aspect important constă în faptul că, în cadrul micro-rețelei **0**, există mai multe tipuri de surse, fiecare dintre ele având tehnologii diferite de realizare și principii diferite de funcționare. În vederea facilitării însușirii principiului de funcționare, se consideră un model de reprezentare simplificat al micro-rețelei care încorporează câteva din sursele de energie des întâlnite în practică. În acest sens principiul de funcționare redat prin ideea de bază a invenției în cauză, poate fi aplicat în orice structură de micro-rețea, indiferent de complexitatea și structura sistemului considerat.

Magistrala comună de tensiune **1** a micro-rețelei conectează diverse tipuri de surse de energie. Respectivele surse, pot avea în structura lor: panouri fotovoltaice **2** interfațate cu micro-rețeaua prin convertorului propriu **3**, micro-turbine eoliene **4** interfațate de asemenea cu micro-rețeaua prin intermediul convertorului propriu **5**, un sistem de stocare **6** interfațat cu micro-rețeaua prin intermediul convertorului **7**, rețeaua publică de curent alternativ **8** având un convertor **9** pentru conectare. Convertorul electronic de putere **9** constă într-un ansamblu de tip redresor – invertor cu caracter bidirectional **10** și un convertor de tip Buck-Boost (cotorator-ridicător) de tensiune continuă cu caracter bidirectional **11**.

Conform invenției, convertoarele electronice de putere **3** și **5** sunt convertoare de curent continuu (DC-DC) și alternativ (AC-DC) având caracter ridicător de tensiune, în timp ce convertorul care deservește sistemul de stocare **7** constă într-un convertor de curent continuu (DC-DC) de tip Buck-Boost bidirectional.

Puterile surselor de alimentare **2**, **4**, **6** și **8** sunt monitorizate și măsurate de către blocurile de măsură P_{Solar} **21**, P_{Wind} **22**, $P_{Battery}$ **23** și P_{Grid} **24**.

Consumatori de curent alternativ **13** și consumatori de curent continuu **15** sunt conectați la magistrala de tensiune continuă **1** a micro-rețelei prin intermediul convertoarelor **14** și **16**. Puterile tranzitate de sarcini sunt contorizate de către blocurile de măsură $P_{AC-load}$ **26** and $P_{DC-load}$ **25**.

În reprezentarea actuală redată în Figura 1, toate punctele de măsură aferente consumatorilor alimentați de la magistrala comună a micro-rețelei **1** sunt rezumate într-un singur bloc de măsură **18**, iar blocurile de măsură pentru surse sunt împărțite în două categorii: bloc de măsură **19** ce reprezintă o unitate centralizată pentru măsurarea puterilor furnizate de către sursele unidirectionale și bloc de măsură **20** ce reprezintă o unitate centralizată pentru măsurarea puterilor furnizate sau absorbite de către sursele bidirectionale. În cadrul blocurilor de măsură **18**, **19** and **20**, pe lângă semnalele de măsură considerate anterior, furnizate de către surse și sarcini, conform reprezentării expuse în Figura 1, au fost adăugate semnale de măsură suplimentare pentru: consumatori suplimentari P_a , surse unidirectionale suplimentare P_b și surse bidirectionale suplimentare P_c . Scopul introducerii acestor elemente suplimentare, este de a replica situația reală a oricărei structuri de micro-rețea. Semnalele rezultante furnizate de către blocurile de măsură, sunt utilizate de către unitatea centrală de comandă și control **17** în vederea determinării valorii de referință a tensiunii de alimentare V_{DC_ref} **12** furnizată pe magistrala comună **1** a micro - rețelei.



Conform reprezentării expuse în Figura 2, algoritmul unității centrale de comandă și control 17 în primul rând, constă în suma P_L a puterilor absorbite de către consumatori, suma P_G a puterilor injectate în rețea de către sursele unidirecționale și suma P_B a puterilor injectate sau absorbite de către sursele bidirecționale. Toate aceste relații de calcul sunt reprezentate de blocul 17a. Valorile rezultante ale însumării puterilor date pentru fiecare grupă de elemente constitutive ale micro-rețelei, vor fi utilizate în blocul decizional 17b, în scopul de a compara dacă puterea de consum P_L este mai mare decât puterea disponibilă injectată P_G de către sursele unidirecționale. În mod similar și simultan blocul decizional 17b determină dacă puterea tranzitată P_B de la sursele bidirecționale este negativă (atunci tranzitul energetic, are loc dinspre sursele bidirecționale înspre sarcinile deservite de către micro-rețea). Blocul decizional 17b furnizează la ieșire ca și rezultat adevărat sau fals, dacă relațiile de comparare au fost satisfăcute sau nu. Rezultatul comparației va fi transmis înspre următoarele blocuri decizionale 17c și 17d.

În cazul în care condițiile impuse în cadrul blocului decizional 17b sunt satisfăcute (adevărate), blocul decizional 17c, care constă într-o implementare clasică a unui algoritm pentru urmărirea punctelor de extrem (valoarea minimă în acest caz), va reduce înspre valoarea de minim puterea injectată P_B de la sursele bidirecționale înspre micro-rețea. În acest caz, tranzitul energetic redat de puterea P_B este considerat negativ și are loc, de la sursele bidirecționale înspre consumatori. În aceeași manieră, dacă condițiile impuse blocului decizional 17b sunt nesatisfăcute (false), blocul decizional 17d, în baza unui algoritm pentru determinarea punctelor de extrem (valoarea maximă în acest caz), va crește înspre valoarea de maxim puterea absorbbită P_B de către sursele bidirecționale. În acest caz, tranzitul energetic redat de puterea P_B are sens pozitiv și are loc, de la sursele unidirecționale înspre sursele bidirecționale (regim de stocare sau furnizare a surplusului de energie înspre rețeaua publică).

Mărimea rezultantă furnizată de către unitatea centrală de comandă și control 17 reprezintă nivelul tensiunii de alimentare de referință V_{DC} ref. 12 vehiculat pe magistrala comună a micro-rețelei. Nivelul referinței de tensiune, poate fi crescut sau scăzut în funcție de rezultatul decizional furnizat pe baza logicii de determinare prin intermediul unui factor ΔV . Pasul de timp necesar în vederea variației nivelului de tensiune este impus prin intermediul variabilei "t" în ambele blocuri decizionale 17c și 17d. Acești doi parametri sunt elemente cheie în obținerea unui algoritm de control stabil și fezabil.

Deși în acest material sunt redate 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 redate în acest document au caracter pur explicativ și constituie doar un exemplu de implementare, fără a restrângă 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, aşa 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", "cuprinzând", "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 descris 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" utilizati în acest document au scopul de a fi înțeleși ca și entitate singulară sau mai multe entități atâtă timp cât nu a fost specificat alt sens în prealabil pentru acești termeni. Mai mult, termenii precum "primul", "al doilea", "al treilea", etc. sunt utilizati pur și simplu ca și indicatori, și nu au scopul de a defini vreo prioritate numerică sau un algoritm de sortare în aşa fel încât ar impune vreo ordine de prioritate.

Listă însemnărilor de referință:

- 0 Structura micro - rețelei considerate
- 1 Tensiunea magistralei comune a micro - rețelei
- 2 Panou fotovoltaic - PV
- 3 Convertorul electronic al panoului fotovoltaic
- 4 Turbină eoliană
- 5 Convertorul electronic al turbinei eoliene
- 6 Element de stocare
- 7 Convertorul electronic al elementului de stocare
- 8 Rețeaua publică de alimentare în curent alternativ
- 9 Convertorul electronic pentru conectare la rețea
- 10 Convertor AC-DC redresor - invertor
- 11 Convertor DC-DC de interfațare cu micro-rețeaua și convertorul AC-DC
- 12 Referința tensiunii de alimentare a magistralei
- 13 Consumatori alimentați în curent alternativ
- 14 Convertoarele consumatorilor de curent alternativ
- 15 Consumatori alimentați în curent continuu
- 16 Convertoarele consumatorilor de curent continuu
- 17 Unitatea centrală de comandă și control
- 17a Bloc de calcul al puterilor măsurate
- 17b Bloc comparator al puterilor măsurate
- 17c Bloc de calcul pentru minimizarea puterii P_B
- 17d Bloc de calcul pentru maximizarea puterii P_B
- 18 Bloc de centralizare a puterilor de la consumatori
- 19 Bloc de centralizare a puterilor de la sursele unidirecționale
- 20 Bloc de centralizare a puterilor de la sursele bidirecționale
- 21 Bloc de măsură a puterii de la panoul fotovoltaic
- 22 Bloc de măsură a puterii de la turbina eoliană
- 23 Bloc de măsură a puterii de la bancul de acumulatori
- 24 Bloc de măsură a puterii de la rețeaua publică
- 25 Bloc de măsură a puterii consumatorilor de curent continuu
- 26 Bloc de măsură a puterii consumatorilor de curent alternativ



Revendicări

1. Micro-rețea de tensiune continuă variabilă (0), în mod particular o micro-rețea alimentată în curent continuu, cu tensiune variabilă distribuită la nivelul magistralei (1) comune de alimentare,
 - în care mai multe surse unidirectionale (2),(4) sunt utilizate pentru a injecta energie în micro-rețea pe baza convertoarelor electronice de putere (3),(5),
 - în care mai multe surse bidirectionale (6),(8) sunt utilizate pentru a injecta sau a absorbi energie de la micro-rețea pe baza convertoarelor electronice de putere (7),(9),
 - în care convertorul electronic de putere (9) constă în două etaje de conversie (10) și (11),
 - în care o multitudine de consumatori de curent alternativ (13) și de consumatori de curent continuu (15) absorb energia vehiculată din cadrul micro-rețelei utilizând convertoare electronice de putere (14),(16),
 - în care unitatea centrală de control (17) furnizează la ieșire referința de tensiune (12) necesară alimentării magistralei comune a micro-rețelei (1)
2. Micro-rețea de tensiune continuă variabilă conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că nivelul de tensiune vehiculat pe magistrala comună este variabil și este stabilit în timp real de către unitatea centrală de comandă și control (17) în vederea maximizării la nivel global a randamentului de conversie sau de a minimiza pierderile globale la nivelul micro-rețelei (0);
3. Micro-rețea de tensiune continuă variabilă conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizată prin aceea că toate puterile vehiculate:
 - către diverse tipuri de consumatori de curent alternativ $P_{AC-load}$ (13), de curent continuu $P_{DC-loads}$ (15) sau nespecificați (P_a), sunt puteri măsurate și înregistrate la nivelul unui bloc centralizator (18) a puterilor absorbite de către consumatori;
 - de la panourile fotovoltaice P_{solar} (2), de la turbinele eoliene P_{wind} (4) și de la orice sursă unidirectională nespecificată (P_b) înspre micro-rețea, sunt puteri măsurate și înregistrate la nivelul unui bloc centralizator (19) a puterilor debitate în micro-rețea de către sursele unidirectionale;
 - prin sistemul de stocare $P_{Battery}$ (6), rețeaua publică de alimentare P_{Grid} (8) și prin orice alte surse cu caracter bidirectional (P_c) spre micro-rețea cât și invers (dinspre micro – rețea înspre surse) sunt puteri măsurate și înregistrate la nivelul unui bloc centralizator (20) a puterilor tranzitate de către sursele bidirectionale.
4. Metodă de control a unei micro-rețele de tensiune continuă variabilă (0), într-un mod particular, pentru o micro-rețea având valoarea tensiunii variabilă la nivelul magistralei comune (1),
 - în care, blocul de calcul decizional (17a) furnizează ca mărimi de ieșire puterea (P_L) ce reprezintă suma puterilor pentru toți consumatorii înregistrate în blocul (18), puterea (P_G) care reprezintă suma puterilor tuturor surselor unidirectionale înregistrate în



blocul (19) și puterea (P_B) care reprezintă suma tuturor puterilor surselor cu caracter bidirectional înregistrate în blocul (20),

- în care blocul de calcul decizional (17b) furnizează la ieșire semnal ce specifică dacă puterea cerută de către consumatorii (P_L) este mai mare decât puterea injectată de sursele unidirectionale (P_G) și totodată dacă puterea tranzitată (P_B) de către sursele bidirectionale este negativă, adică fluxul de energie este dinspre sursele bidirectionale spre consumatori,
 - în care blocul decizional de calcul (17c) furnizează la ieșire valoarea optimă a tensiunii de referință (12) la nivelul magistralei comune de distribuție a micro-rețelei dacă și numai dacă relațiile matematice din cadrul blocului decizional de calcul (17b) sunt adevărate,
 - în care, blocul decizional de calcul (17d) furnizează la ieșire valoarea optimă a tensiunii de referință (12) la nivelul magistralei comune de distribuție a micro-rețelei, dacă și numai dacă, relațiile matematice din cadrul blocului de calcul și decizional (17b) nu sunt adevărate.
5. Metodă de control conform revendicării 4, caracterizată prin aceea că rezultatul blocului de calcul și decizie (17c) este tensiunea de referință $V_{DC\ ref.}$ (12) și se obține utilizând un algoritm standard de urmărire a punctelor de extrem în vederea minimizării puterii absorbite de la sursele bidirectionale de energie (P_B).
6. Metodă de control conform revendicării 4, caracterizată prin aceea că rezultatul blocului de calcul și decizie (17d) este tensiunea de referință $V_{DC\ ref.}$ (12) și se obține utilizând un algoritm standard de urmărire a punctelor de extrem în vederea maximizării puterii transferate către sursele bidirectionale de energie (P_B)
7. Metoda de control conform oricărora revendicări precedente, caracterizată prin aceea că unitatea centrală de control (17) decide nivelul optim de tensiune $V_{DC\ ref.}$ (12) la nivelul magistralei comune de alimentare (1), în scopul îmbunătățirii randamentului global de conversie a energiei electrice într-o micro-rețea (0).

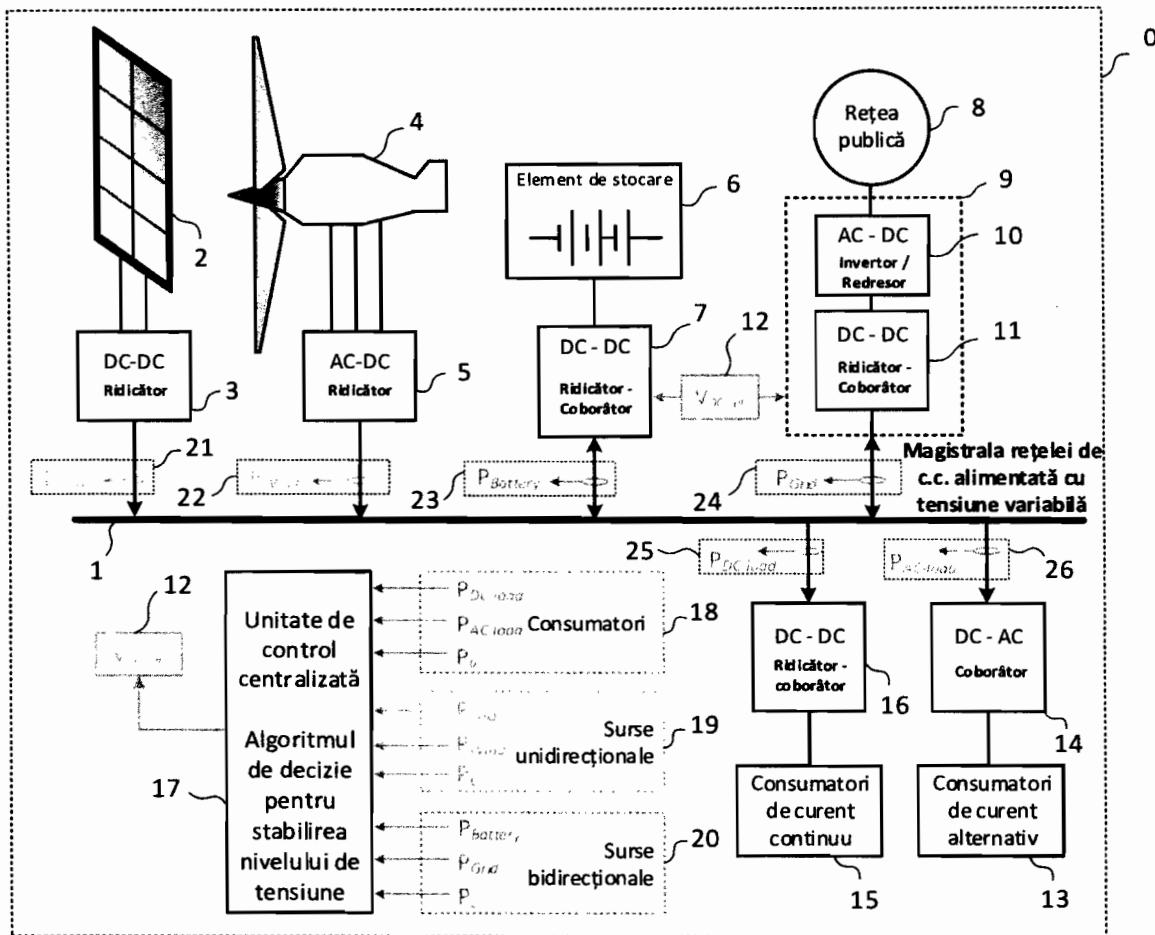


Fig. 1. Schemă generalizată a unei micro-rețele alimentată în curent continuu dar cu nivelul variabil al tensiunii distribuite

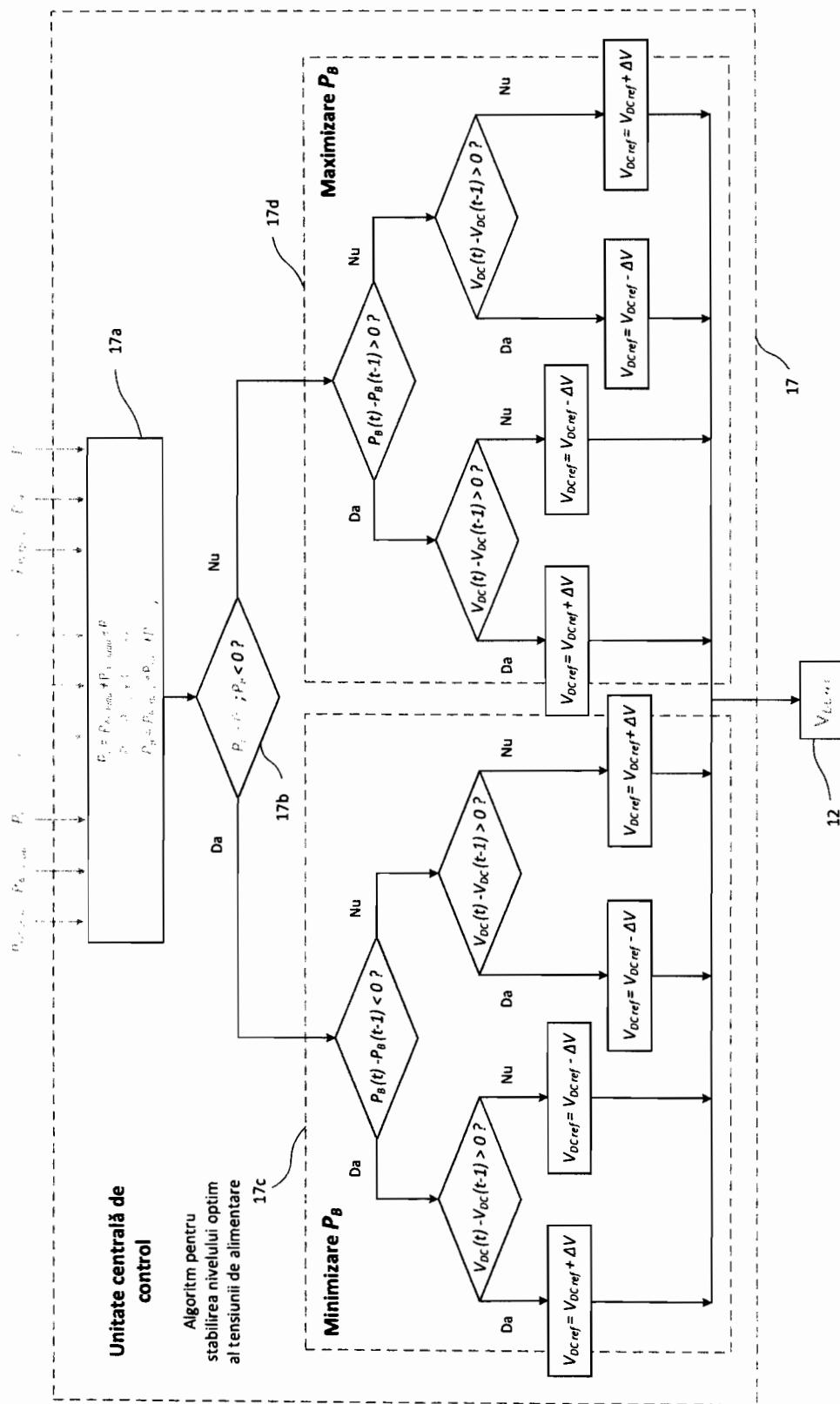


Fig. 2. Metoda de control a tensiunii de alimentare pentru magistrala comună a micro - rețelei