



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00959

(22) Data de depozit: 26/11/2018

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

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• PETRESCU CĂTĂLIN-DUMITRU,
STR.VIDIN NR.8, BL.56, SC.1, ET.4, AP.17,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;

• OLTEANU SEVERUS-CONSTANTIN,
STR.ANTIAERIANĂ NR.6A26, BL.C2,
PARTER, AP.2, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• POPESCU DUMITRU, STR. ARIEȘUL
MARE NR.3, BL.110, SC.F, ET.2, AP.84,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

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

(54) SISTEM MODULAR DE PRODUCERE A ENERGIEI
ELECTRICE DIN SURSE REGENERABILE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem modular de conversie a energiei electrice, destinat a fi utilizat în domeniul producerii energiei din surse regenerabile. Sistemul, conform invenției, constă din macrocelule elementare de conversie (18), formând un convertor bidirecțional de curent continuu pentru panouri fotovoltaice (3), care permite transferul de energie între două circuite conectate la niște porturi (A, B), condiția de funcționare fiind aceea ca tensiunea la nivelul unui port (A) să fie mai mare decât la cel al altui port (B), niște tranzistoare (10, 11) a căror comandă este realizată în mod complementar, asigurând un regim continuu de conducție printr-un inductor (14), controlul transferului de energie între cele două porturi realizându-se prin intermediul raportului dintre timpul de conducție (ton) al tranzistorului (11) și perioada de comutație (To) presupusă constantă.

Revendicări inițiale: 1
Revendicări amendate: 3
Figuri: 4

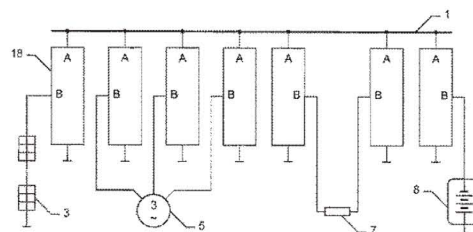


Fig. 4

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).



BUCURIA DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2018 ee 959
Data depozit	26-11-2018

Descrierea invenției

Invenția se referă la un sistem modular de conversie a energiei utilizat în domeniul producerii energiei electrice din surse regenerabile.

În domeniul producerii energiei electrice din surse regenerabile sînt cunoscute două categorii principale de sisteme și anume:

- Sisteme independente – utilizate în cazul în care nu exista acces la rețeaua de distribuție a energiei electrice și care sînt caracterizate prin autonomie energetică totală. Acest tip de sisteme au în componență baterii de acumulatori destinați asigurării alimentării consumatorilor în perioadele de timp în care sursele de energie regenerabilă nu pot asigura întregul necesar de consum (noaptea sau în zilele înnorate – în cazul generatoarelor fotovoltaice, condiții de vînt de intensitate redusă – în cazul generatoarelor eoliene);
- Sisteme conectate la rețea – utilizate pentru a injecta întreaga producție de energie regenerabilă în rețeaua de distribuție a energiei electrice. Aceste sisteme au o construcție mai simplă deoarece nu presupun utilizarea bateriilor de acumulatori.

În figura 1 se prezintă structura unui sistem hibrid (cazul cel mai complex) care include atît generator fotovoltaic cît și eolian precum și o baterie de acumulatori.

Sistemul utilizează un circuit intermediar de curent continuu (1) prin care se realizează schimbul de energie între componentele sistemului.

Generatorul fotovoltaic este format din șiruri de panouri fotovoltaice (3) care alimentează circuitul intermediar prin intermediul unui convertor de curent continuu (2). La nivelul acestui convertor se realizează și funcția de urmărire a punctului de maximă putere prin utilizarea unor algoritmi de optimizare adecvați.

Generatorul eolian de tip sincron trifazat (5) și alimentează circuitul intermediar prin intermediul unui redresor comandat (4) care asigură extragerea puterii maxime din generator și un transfer energetic cu factor de putere ridicat.

Alimentarea consumatorilor (7) / injectia energiei electrice în rețea este asigurată de invertorul (6) care preia energie din circuitul intermediar de curent continuu.

Stocarea energiei este realizată de către bateria de acumulatori (8) care se conectează la circuitul intermediar de current continuu fie direct sau, în anumite implementări, prin intermediul unui convertor bidirecțional de curent continuu (9).

Un exemplu de sistem fotovoltaic cu stocare de energie în baterie de acumulatori este prezentat în brevetul US 2011/0148195 A1 – “Energy storage system and method of controlling the same”.

Dezavantajele implementărilor mai sus menționate constau în:

- Structura eterogenă din punct de vedere hardware a modulelor electronice de conversie a energiei electrice. Convertorul de curent continuu (2), redresorul comandat (4), invertorul (6) și convertorul bidirecțional (9) au scheme electronice diferite necesitând proceduri de proiectare specifice și construcția unor module electronice diferite. Ca urmare costurile asociate proiectării și construcției unui astfel de sistem sînt destul de ridicate;
- La nivelul aceluiași modul electronic apar diferențe de ordin constructiv în funcție de puterea electrică necesară. Din acest motiv, producătorii de astfel de sisteme sînt obligați să proiecteze și să introducă în fabricație mai multe versiuni ale aceluiași tip de modul pentru a face față diferitelor puteri instalate. Deasemenea, creșterea puterii instalate a unui sistem existent presupune de cele mai multe ori înlocuirea modulelor electronice existente cu variantele acestora de putere mai mare ceea ce implică costuri ridicate.

Sistemul modular de conversie a energiei, potrivit invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus, deoarece propune utilizarea unui singur tip de circuit de conversie a energiei electrice pentru implementarea tuturor modulelor.

Se observă prezența a patru tipuri diferite de dispozitive de conversie a energiei electrice (convertor unidirecțional de curent continuu pentru panourile fotovoltaice, redresor comandat pentru generatorul eolian, inverter pentru alimentarea consumatorilor/injecția curentului în rețea și eventual convertor bidirecțional de curent continuu pentru conectarea bateriei de acumulatori).

În urma analizei topologiilor posibile utilizate în cadrul acestor dispozitive de conversie s-a concluzionat că toate pot fi implementate pe baza unei celule elementare de tipul celei prezentate în figura 2.

Această celulă este un convertor bidirecțional de curent continuu care permite transferul de energie între două circuite conectate la porturile A și B. Condiția de funcționare a acestui circuit este aceea ca tensiunea prezentă la nivelul portului A să fie mai mare decît cea de la portul B.

Comanda celor două tranzistoare (10) și (11) se realizează în mod complementar asigurînd astfel un regim continuu de conducție prin inductorul (14). Controlul transferului de energie între cele două porturi se realizează prin intermediul raportului dintre timpul de conducție al tranzistorului (11) – t_{on} – și perioada de comutație – T_o – presupusă constantă.

Dacă raportul $q = \frac{T_{on}}{T_o} \geq \frac{U_b}{U_a}$ atunci transferul de energie se realizează de la portul A către portul B (regim de funcționare ca reducător de tensiune), iar pentru rapoarte $q = \frac{T_{on}}{T_o} \leq \frac{U_b}{U_a}$ transferul se va realiza la portul B către portul A (regim de funcționare ca ridicător de tensiune).

Pentru asigurarea scalabilității sistemului din punct de vedere al puterii instalate, mai multe celulele elementare se pot conecta în paralel formînd astfel macrocelule elementare (Fig. 3).

Deoarece conectarea în paralel a mai multor convertoare să conducă la o distribuție inegală a curenților prin acestea, se va utiliza un modul de echilibrare (17) care ajustează comenzile celulelor elementare (15) în funcție de comanda primită (cmd) astfel încât curenții mășurați de traductoarele (16) să fie egali.

Se dă, în continuare, un exemplu nelimitativ de realizare a invenției și în legătură cu:

- Figura 1 care prezintă structura unui sistem convențional de conversie a energiei electrice din surse regenerabile;
- Figura 4 care prezintă modalitatea de realizare a sistemului propus conform invenției. Sistemul, conform invenției (Fig. 4), propune implementarea modulelor de conversie a energiei electrice utilizând macrocelule elementare de conversie (18) astfel:
 - Toate macrocelulele elementare sînt conectate cu portul A la circuitul intermediar de curent continuu;
 - Un sir de panouri fotovoltaice (3) se conectează la portul B al unei macrocelule elementare care funcționează ca ridicător de tensiune;
 - Cele trei faze ale generatorului eolian (5) se conectează la trei macrocelule elementare care implementează un redresor comandat. Fiecare macrocelulă funcționează ca ridicător de tensiune cînd sensul curentului din faza generatorului are sensul de la generator spre redresor sau ca reducător de tensiune cînd sensul curentului este de la redresor cître generator;
 - Invertorul monofazat este realizat cu două macrocelule elementare, consumatorii / rețeaua electrică (7) fiind conectați între porturile B ale acestor macrocelule;
 - Convertorul bidirecțional (9) destinat conectării bateriei de acumulatori (8) este format dintr-o macrocelulă elementară care are bateria conectată la portul B. Macrocelula funcționează ca ridicător de tensiune cînd bateria furnizează energie in circuitul intermediar de curent continuu sau ca reducător de tensiune cînd bateria se încarcă din același circuit.

Modalitatea de implementare propusă conform invenției prezintă avantajul ca utilizează un singur tip de modul electronic de conversie (celula elementară) pentru implementarea tuturor modulelor existente in structura unui sistem de producer a energiei electrice din surse regenerabile. Un alt avantaj este scalabilitatea sistemului asigurată de posibilitatea grupării mai multor celule elementare într-o macrocelulă (conform Fig. 3) pentru obținerea puterii instalate dorite.

Revendicări

1. Sistem de producere a energiei electrice din surse regenerabile caracterizat prin aceea că utilizează ca element constructiv unic celule elementare de conversie (Fig. 2) grupate în macrocelule (Fig. 3) pentru obținerea nivelului de putere necesar; caracterizat prin aceea că este
3. caracterizat prin aceea că este consumatorii / rețeaua electrică conectați între porturile B ale macrocelulelor (Fig. 4)

Desene explicative

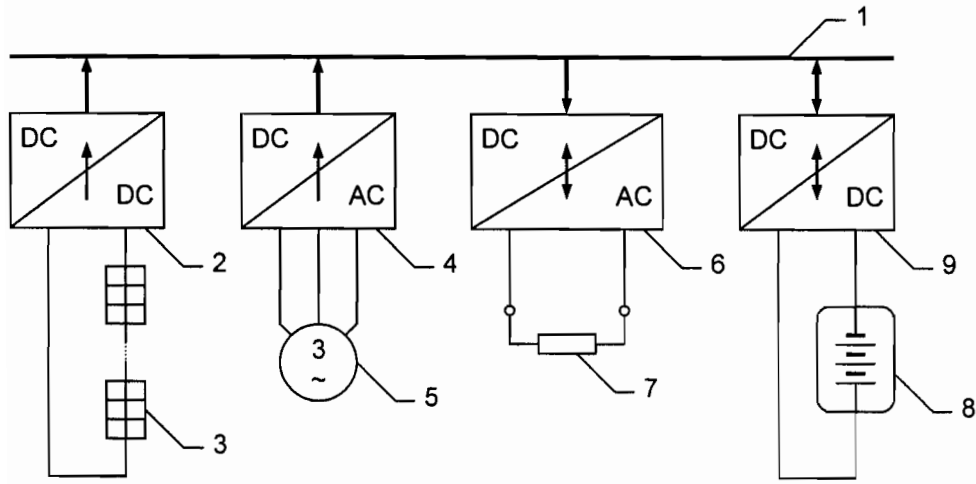


Fig. 1

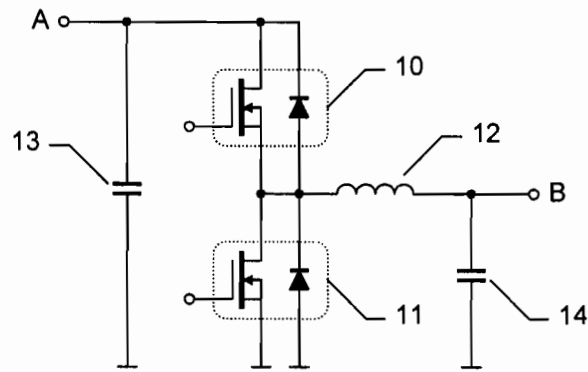


Fig. 2

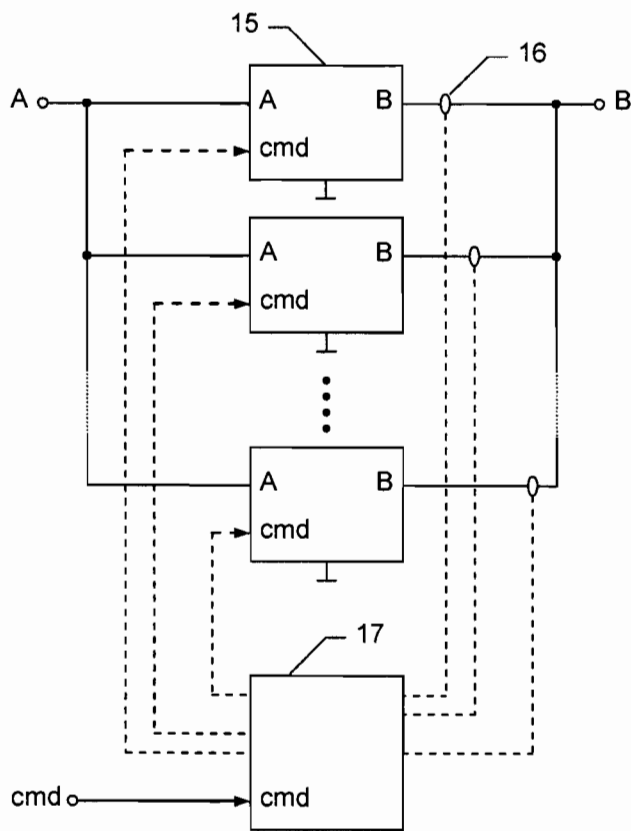


Fig. 3

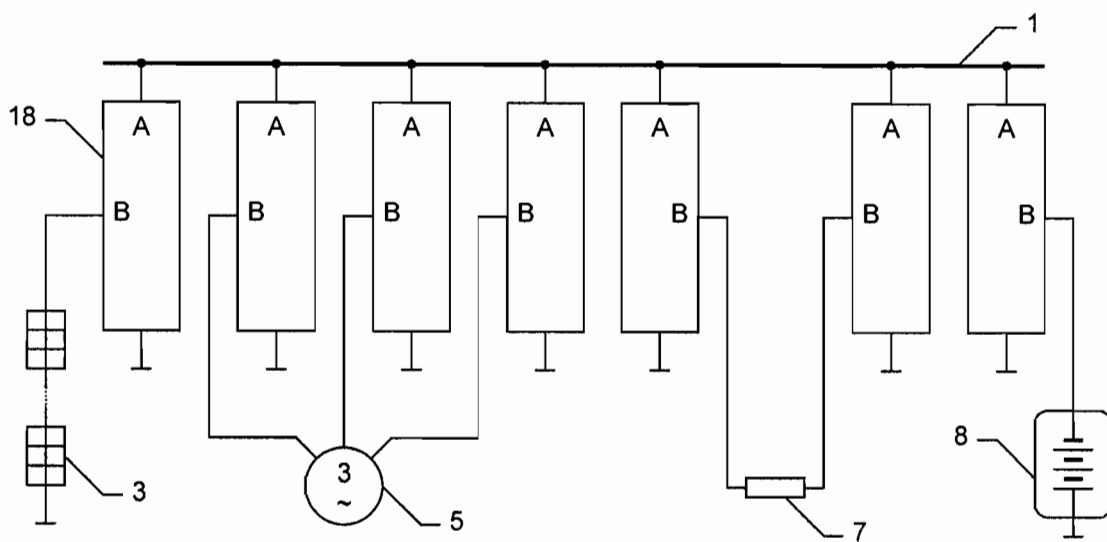


Fig. 4

Descrierea invenției

Invenția se referă la un sistem modular de conversie a energiei utilizat în domeniul producerii energiei electrice din surse regenerabile.

În domeniul producerii energiei electrice din surse regenerabile sînt cunoscute două categorii principale de sisteme și anume:

- Sisteme independente – utilizate în cazul în care nu exista acces la rețeaua de distribuție a energiei electrice și care sînt caracterizate prin autonomie energetică totală. Acest tip de sisteme au în componență baterii de acumulatori destinați asigurării alimentării consumatorilor în perioadele de timp în care sursele de energie regenerabilă nu pot asigura întregul necesar de consum (noaptea sau în zilele înnorate – în cazul generatoarelor fotovoltaice, condiții de vînt de intensitate redusă – în cazul generatoarelor eoliene);
- Sisteme conectate la rețea – utilizate pentru a injecta întreaga producție de energie regenerabilă în rețeaua de distribuție a energiei electrice. Aceste sisteme au o construcție mai simplă deoarece nu presupun utilizarea bateriilor de acumulatori.

În figura 1 se prezintă structura unui sistem hibrid (cazul cel mai complex) care include atît generator fotovoltaic cît și eolian precum și o baterie de acumulatori.

Sistemul utilizează un circuit intermediar de curent continuu (1) prin care se realizează schimbul de energie între componentele sistemului.

Generatorul fotovoltaic este format din șiruri de panouri fotovoltaice (3) care alimentează circuitul intermediar prin intermediul unui convertor de curent continuu (2). La nivelul acestui convertor se realizează și funcția de urmărire a punctului de maximă putere prin utilizarea unor algoritmi de optimizare adecvați.

Generatorul eolian este de tip sincron trifazat (5) și alimentează circuitul intermediar prin intermediul unui redresor comandat (4) care asigură extragerea puterii maxime din generator și un transfer energetic cu factor de putere ridicat.

Alimentarea consumatorilor (7) / injecția energiei electrice în rețea este asigurată de invertorul (6) care preia energie din circuitul intermediar de curent continuu.

Stocarea energiei este realizată de către bateria de acumulatori (8) care se conectează la circuitul intermediar de curent continuu fie direct sau, în anumite implementări, prin intermediul unui convertor bidirecțional de curent continuu (9).

Un exemplu de sistem fotovoltaic cu stocare de energie în baterie de acumulatori este prezentat în brevetul US 2011/0148195 A1 – “Energy storage system and method of controlling the same”.

Dezavantajele implementărilor menționate anterior constau în:

- Structura eterogenă din punct de vedere hardware a modulelor electronice de conversie a energiei electrice. Convertorul de curent continuu (2), redresorul comandat (4), invertorul (6) și convertorul bidirecțional (9) au scheme electronice diferite necesitând proceduri de proiectare specifice și construcția unor module electronice diferite. Ca urmare costurile asociate proiectării și construcției unui astfel de sistem sînt destul de ridicate;
- La nivelul aceluiași modul electronic apar diferențe de ordin constructiv în funcție de puterea electrică necesară. Din acest motiv, producătorii de astfel de sisteme sînt obligați să proiecteze și să introducă în fabricație mai multe versiuni ale aceluiași tip de modul pentru a face față diferitelor puteri instalate. Deasemenea, creșterea puterii instalate a unui sistem existent presupune de cele mai multe ori înlocuirea modulelor electronice existente cu variantele acestora de putere mai mare ceea ce implică costuri ridicate.

Sistemul modular de conversie a energiei, potrivit invenției, înlătură aceste dezavantaje deoarece propune utilizarea unui singur tip de circuit de conversie a energiei electrice pentru implementarea tuturor modulelor.

Se observă prezența a patru tipuri diferite de dispozitive de conversie a energiei electrice (convertor unidirecțional de curent continuu pentru panourile fotovoltaice, redresor comandat pentru generatorul eolian, inverter pentru alimentarea consumatorilor/injecția curentului în rețea și eventual convertor bidirecțional de curent continuu pentru conectarea bateriei de acumulatori).

În urma analizei topologiilor posibile utilizate în cadrul acestor dispozitive de conversie s-a concluzionat că toate pot fi implementate pe baza unei celule elementare de tipul celei prezentate în figura 2.

Această celulă este un convertor bidirecțional de curent continuu care permite transferul de energie între două circuite conectate la porturile A și B. Condiția de funcționare a acestui circuit este aceea ca tensiunea prezentă la nivelul portului A să fie mai mare decât cea de la portul B.

Comanda celor două tranzistoare (10) și (11) se realizează în mod complementar asigurînd astfel un regim continuu de conducție prin inductorul (14). Controlul transferului de energie între cele două porturi se realizează prin intermediul raportului dintre timpul de conducție al tranzistorului (11) – ton – și perioada de comutație – To – presupusă constantă.

Dacă raportul $q = \frac{T_{on}}{T_o} \geq \frac{U_b}{U_a}$ atunci transferul de energie se realizează de la portul A către portul B (regim de funcționare ca reducător de tensiune), iar

pentru rapoarte $q = \frac{T_{on}}{T_o} \leq \frac{U_b}{U_a}$ transferul se va realiza la portul B către portul A (regim de funcționare ca ridicător de tensiune).

Pentru asigurarea scalabilității sistemului din punct de vedere al puterii instalate, mai multe celulele elementare se pot conecta în paralel formînd astfel macrocelule elementare (Fig. 3).

Deoarece conectarea în paralel a mai multor convertoare poate să conducă la o distribuție inegală a curenților prin acestea, se va utiliza un modul de echilibrare (17) care ajustează comenzile celulelor elementare (15) în funcție de comanda primită (cmd) astfel încât curenții mășurați de traductoarele (16) să fie egali.

Se dă, în continuare, un exemplu nelimitativ de realizare a invenției și în legătură cu:

- Figura 1 care prezintă structura unui sistem convențional de conversie a energiei electrice din surse regenerabile;
- Figura 4 care prezintă modalitatea de realizare a sistemului propus conform invenției.

Sistemul, conform invenției (Fig. 4), propune implementarea modulelor de conversie a energiei electrice utilizând macrocelule elementare de conversie (18) astfel:

- Toate macrocelulele elementare sînt conectate cu portul A la circuitul intermediar de curent continuu;
- Un șir de panouri fotovoltaice (3) se conectează la portul B al unei macrocelule elementare care funcționează ca ridicător de tensiune;
- Cele trei faze ale generatorului eolian (5) se conectează la porturile B corespunzătoare a trei macrocelule elementare care implementează un redresor comandat. Fiecare macrocelulă funcționează ca ridicător de tensiune cînd sensul curentului din faza generatorului are sensul de la generator spre redresor sau ca reducător de tensiune cînd sensul curentului este de la redresor către generator;
- Invertorul monofazat este realizat cu două macrocelule elementare, consumatorii / rețeaua electrică (7) fiind conectați între porturile B ale acestor macrocelule;
- Convertorul bidirecțional (9) destinat conectării bateriei de acumulatori (8) este format dintr-o macrocelulă elementară care are bateria conectată la portul B. Macrocelula funcționează ca ridicător de tensiune cînd bateria furnizează energie în circuitul intermediar de curent continuu sau ca reducător de tensiune cînd bateria se încarcă din același circuit.

Modalitatea de implementare propusă conform invenției prezintă avantajul ca utilizează un singur tip de modul electronic de conversie (celula elementară) pentru implementarea tuturor modulelor existente în structura unui sistem de producere a energiei electrice din surse regenerabile. Un alt avantaj este scalabilitatea sistemului asigurată de posibilitatea grupării mai multor celule elementare într-o macrocelulă (conform Fig. 3) pentru obținerea puterii instalate dorite.

BT

Revendicări

1. Sistem de producere a energiei electrice din surse regenerabile caracterizat prin aceea că utilizează ca element constructiv unic celule elementare de conversie (Fig. 2) grupate în macrocelule (Fig. 3) pentru obținerea nivelului de putere necesar;
2. Redresor trifazat comandat, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că este realizat din trei macrocelule elementare de conversie având cele trei faze ale generatorului conectate la porturile B ale macrocelulelor (Fig. 4);
3. Invertor monofazat, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că este realizat din două macrocelule elementare având consumatorii / rețeaua electrică conectați între porturile B ale macrocelulelor (Fig. 4).

Pat

Desene explicative

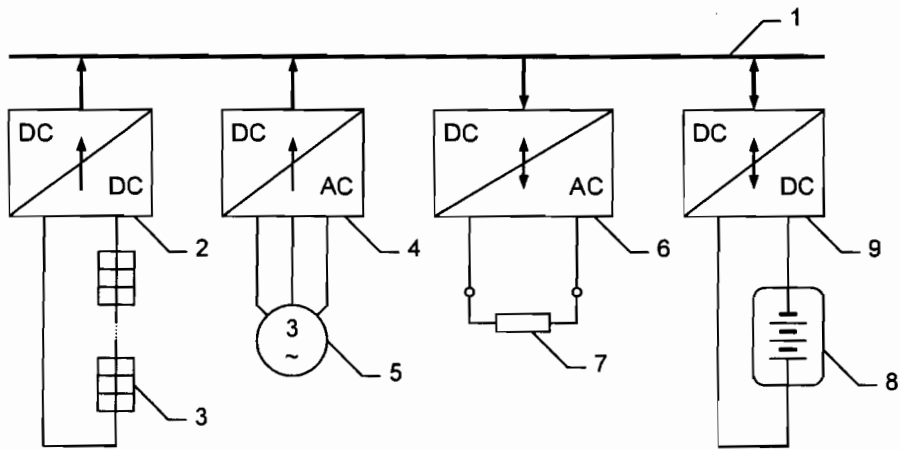


Fig. 1

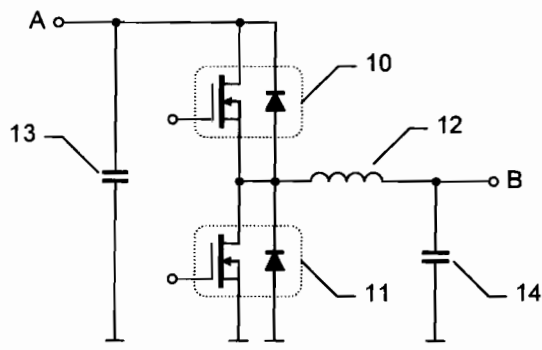


Fig. 2

BT

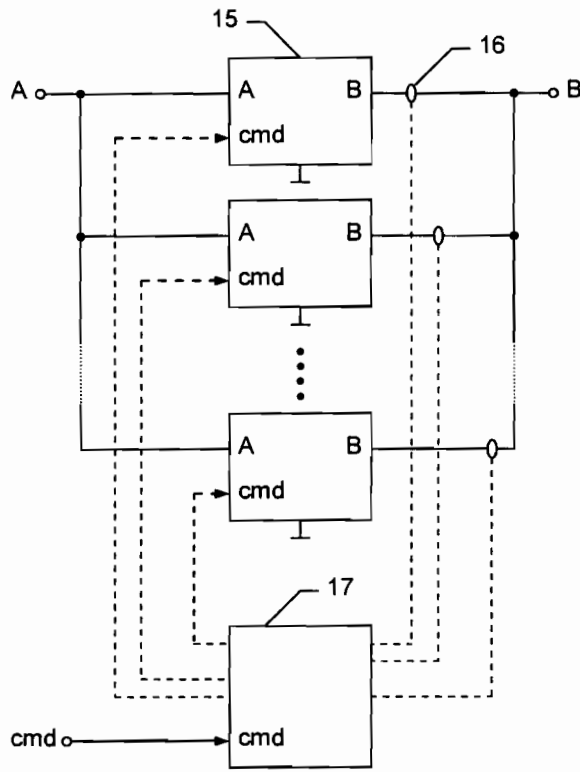


Fig. 3

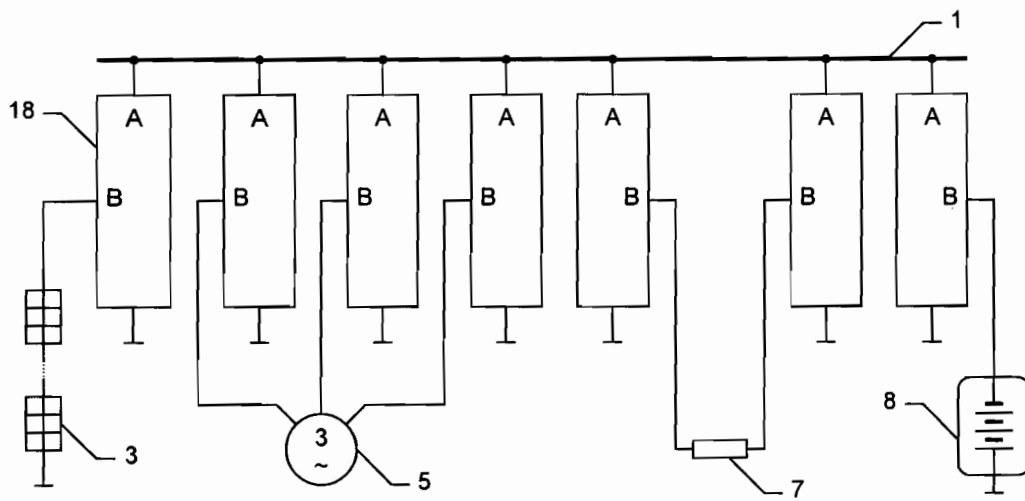


Fig. 4

PLB