A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2012

ACŢIONĂRI ELECTRICE PERFORMANTE CU MAŞINI ASINCRONE ŞI SINCRONE

Sorin Ioan DEACONU, Gabriel Nicolae POPA, Iosif POPA,
Maria NĂSĂUDEAN, Carmen MOTORGA

ASYNCHRONOUS AND SYNCHRONOUS PERFORMANCE ELECTRIC DRIVES

Power electronics controlled high-performance AC drives belong to high-tech industry is one of main factors for energy saving and productivity growth.

Cuvinte cheie: acţionări electrice, convertor sursă de tensiune, convertor sursă de curent, convertor matricial.
Keywords: drives, converter voltage source, current source converter, matrix converter

1. Introducere

Două treimi din energia electrică produsă la nivel mondial este consumată de sistemele de acţionare electrică în care acţionările de curent alternativ (cu maşini asincrone şi sincrone) sunt preponderente. În cadrul acţionărilor electrice reglabile până la începutul anilor ’90 maşina de curent continuu a deţinut supremaţia.

Apariţia convertoarelor statice de frecvenţă indirecte, sursă de tensiune cu două sau mai multe nivele sau sursă de curent, şi a convertoarelor directe (cicloconvertoarelor) a impulsionat câştigarea competiţiei în acest domeniu de către maşinile de curent alternativ [1], [2], [3].

Obţinerea turaţiei variabile are un domeniu de puteri cuprins între câţiva waţi şi zeci de megawaţi.

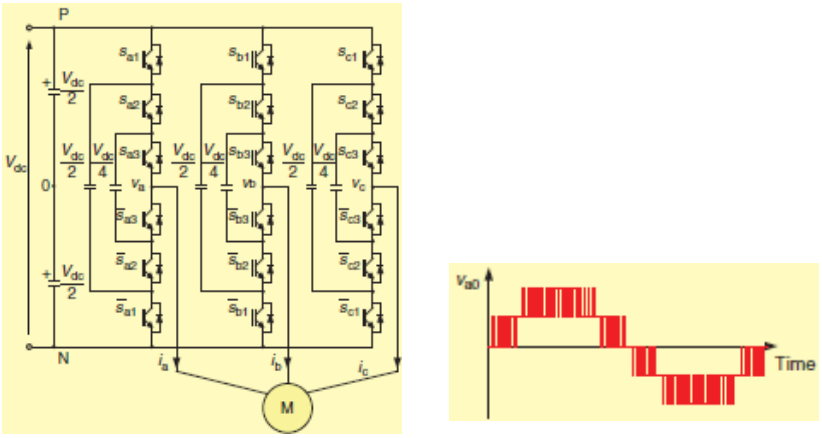
De la acest tip de acţionări se poate obţine:

- un maximum de eficienţă la conversia energiei electrice în energie mecanică;
- o reglare continuă a vitezei unghiulare, fără şocuri, un reglaj de cuplu, acceleraţie, poziţie etc;
- funcţionarea stabilă în regimuri dinamice;
- utilizarea uşoară cu interfeţe prietenoase.

Teoria maşinilor electrice, a controlului şi electronica de putere au avut şi au un rol hotărâtor în dezvoltarea sistemelor automate de acţionări electrice [3], [4].

2. Convertoare statice utilizate în sistemele de acţionare electrică reglabilă

Componentele electronice de putere cele mai utilizate în convertoarele statice sunt semiconductoarele de putere metal-oxid, de tip tranzistor cu efect de câmp (MOSFET) sau tranzistor bipolar cu poartă izolată (IGBT), respectiv la aplicaţiile de foarte mare putere tiristorul cu poartă comutabilă (IGCT). Se utilizează de asemenea şi modulele inteligente de putere. Pentru domeniul tensiunilor, frecvenţelor şi temperaturilor ridicate se dezvoltă dispozitive semiconductoare noi bazate pe siliciu-carbon (SiC) [1], [3].



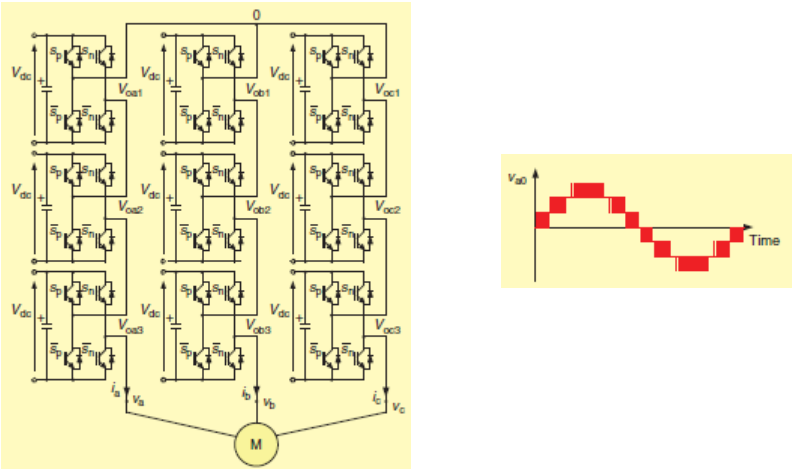
a) b)

Fig. 1 Invertor sursă de tensiune cu cinci nivele
a) topologie; b) forma de undă la ieşire

Convertoarele sursă de tensiune sunt cele mai utilizate în aplicaţiile industriale. În cazul unei topologii cu două nivele de tensiune valoarea maximă a tensiunii de ieşire este de 690 V.

Convertoarele moderne cu nouă nivele de tensiune pot furniza la ieşire 6 kV.

În figura 1, a se prezintă o topologie de invertor cu cinci nivele de tensiune, forma de undă la ieşire fiind dată în figura 1, b. De asemenea o topologie cu şapte nivele este prezentată în figura 2, a, iar forma de undă în figura 2, b [1], [5], [6].



a) b)

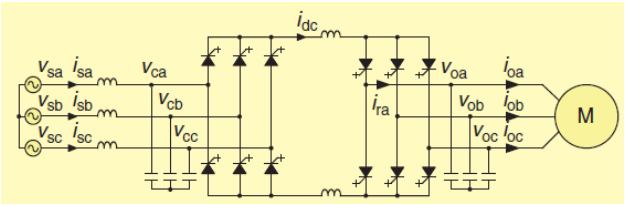
Fig. 2 Invertor sursă de tensiune cu şapte nivele
a) topologie; b) formă de undă la ieşire

Aceste convertoare alimentează motoare asincrone.

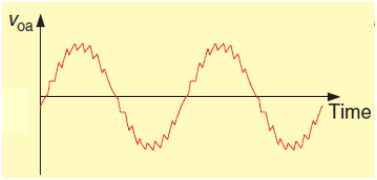
Convertoarele sursă de curent sunt prevăzute cu redresor comandat prin intermediul cărora se furnizează un curent continuu constant în circuitul intermediar, prevăzut cu o inductivitate de netezire.

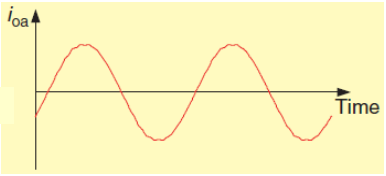
Invertorul este similar ca şi structură cu cel de la convertoarele sursă de tensiune. La ieşirea acestuia este necesar un filtru capacitiv care să atenueze vârfurile de curent (di/dt) pentru a proteja înfăşurările motorului.

Aceste convertoare pot alimenta atât motoare asincrone cât şi motoare sincrone. În figura 3 se prezintă un convertor bidirecţional şi formele de undă ale tensiunii şi curentului [1], [2], [5].



a)

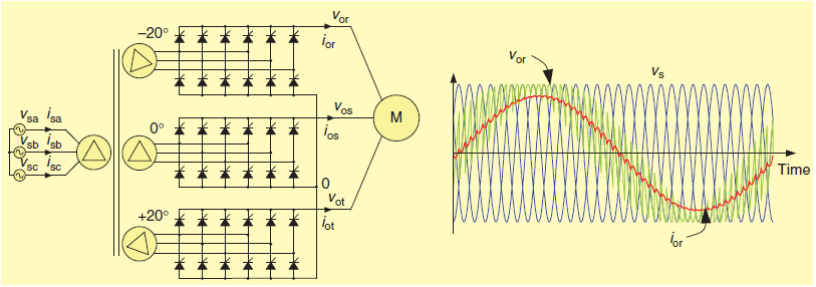




b) c)

Fig. 3 Convertor sursă de curent
a) topologie bidirecţională; b) forma de undă a tensiunii
c) forma de undă a curentului

Convertoarele directe transformă direct tensiunea şi frecvenţa de la ieşire, fără circuit intermediar de curent continuu. Dimensiunile sunt mai reduse dar schema de comandă este complexă şi domeniul de variaţie al frecvenţei este limitat (figura 4) [1], [6].



a) b)

Fig. 4 Convertor de frecvenţă direct
a) topologie; b) forma de undă a tensiunii

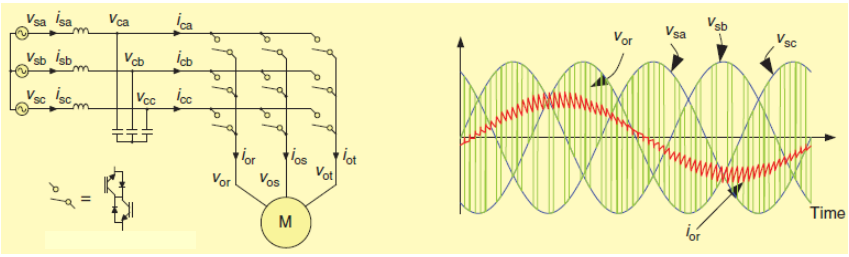
Convertoarele matriciale fac parte tot din categoria convertoarelor directe. Ele conectează prin intermediul a nouă elemente semiconductoare bidirecţionale fiecare fază de la intrare cu

fiecare fază de la ieşire permiţând circulaţia curentului în ambele sensuri.

Dimensiunile acestuia sunt reduse fiind preferate în aplicaţiile din domeniul industriei auto şi aviatice.

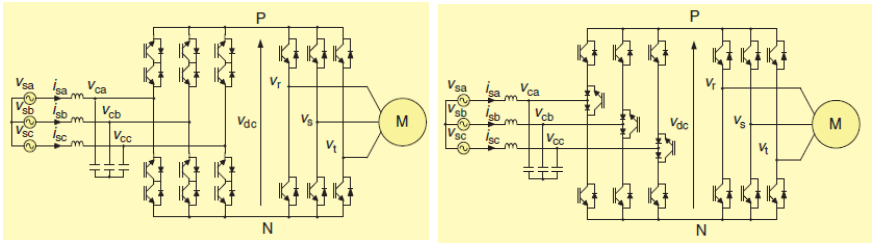
Convertorul matricial indirect este compus dintr-un redresor trifazat comandat, un circuit intermediar virtual şi un invertor trifazat. În locul elementelor bidirecţionale se utilizează elemente unidirecţionale conectate în antiparalel, schema de comandă fiind mai simplă.

În figura 5 se prezintă un convertor matricial direct, iar în figura 6 două convertoare matriciale indirecte [1], [5], [6].



a) b)

Fig. 5 Convertor matricial direct
a) topologie; b) forma de undă a tensiunii



a) b)

Fig. 6 Convertoare matriciale indirecte

3. Concluzii

■ Convertoarele statice permit controlul acţionărilor electrice care se regăsesc în toate domeniile industriale şi mai nou rezidenţiale.

■ În lucrare s-au prezentat principalele topologii de convertoare utilizate în special în acţionările de putere mare şi foarte mare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Kazmierkowski, M.P., Franquelo, L.G., Rodriguez, J., Perez, M.A., and Leon,J., *High-Performance Motor-Drives*, IEEE Industrial Electronics Magazine, September, 2011, pp. 6-26.
[2] Bose, B.K., *Control and Estimation Techniques of High Power Variable Speed AC Drives*, IEEE Power Electronics Society Newsletter, Fourth Quarter 2011, pp. 31-38.
[3] Wu, B., *High-Power Converters and AC Drives*, IEEE Press/John Wiley, Piscataway, Hoboken, 2006.
[4] Rodriguez, J., Bernet, S., Wu, B., Pontt, J., and Kouro, S., *Multilevel voltage-source-converter topologies for industrial medium-voltage drives*, IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 54, no. 6, pp. 2930-2945, Dec., 2007.
[5] Rodriguez, J., Franquelo, L., Kouro, S., Leon, J.I., Portielo, R., Prats, M.M., and Perez, M., *Multilevel converters: An enabling technology for high-power applications*, Proc. IEEE, vol. 97, no. 11,pp. 1786-1817, Nov. 2009.
[6] Kouro, S., Malinowscki, M., Gopakumar, K., Pou, J., Franquelo, J., Wu, B., Rodriguez, J., Perez, M.A., and Leon J.I., *Recent advances and industrial applications of multilevel converters*, IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 57, no. 8, pp. 2553-2580, August 2010.

Conf.Dr.Ing. Sorin DEACONU
Facultatea de Inginerie Hunedoara
Universitatea „Politehnica” Timişoara, membru AGIR,
membru IEEE, membru AAIR
e-mail: sorin.deaconu@fih.upt.ro
Şef lucr.Dr.Ing. Gabriel Nicolae POPA
Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timişoara
membru AGIR, membru IEEE, membru AAIR
e-mail: gabriel.popa@fih.upt.ro
Conf.Dr.Ing. Iosif POPA
Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timişoara
membru AGIR
e-mail: iosif.popa@fih.upt.ro
Drd.Ing. Maria NĂSĂUDEAN
Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timişoara
membru AGIR
e-mail: mariana.nasaudean@fih.upt.ro
Ing. Carmen MOTORGA
Universitatea „Politehnica” Timişoara
Facultatea de Inginerie Hunedoara
e-mail: carmen.motorga@fih.upt.ro