



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2011

## **UTILIZAREA INDUSTRIALĂ A CONVERTOARELOR STATICE DE MARE PUTERE (I)**

Sorin Ioan DEACONU, Gabriel Nicolae POPA,  
Ioan RODEAN, Carmen MOTORGA

### **INDUSTRY APPLICATIONS WITH HIGH POWER STATIC CONVERTERS**

The use of AC Drives in the industry applications has seen tremendous growth over the last 40 years with the rapid development of high-power semiconductors, power converter topology, new control strategies, and their implementation with the advanced digital processors. These have made it possible to design drives with higher VA rating, with PWM and VC/DTC.

However, this article presents a real application in Kronospan S.A. Sebes, with an ACS 5000 ABB static frequencies converter.

Keywords: power electronics, inverters, two and three levels of voltage, direct torque control, industrial applications

Cuvinte cheie: dispozitive electronice de putere, invertoare pe două și trei nivele de tensiune, control direct de cuplu, aplicații industriale

#### **1. Introducere**

Acționările de mare putere sunt acționări alimentate la medie tensiune (între 2,2 și 6,9 kV) gama de puteri fiind cuprinsă între 0,5÷70 MW.

Datorită dezvoltării rapide a semiconductoarelor de putere, a microprocesoarelor, a procesoarelor digitale de semnal și a tehnologiilor de estimare, acționările electrice de curent alternativ de mare putere și înaltă performanță ce alimentează motoare asincrone

sau motoare sincrone cu invertoare sau cicloconvertoare, au contribuit la înlocuirea treptată a acționărilor cu mașini de curent continuu care în urmă cu 30 de ani dominau acest segment de aplicații [1].

Industriile care utilizează aceste acționări sunt: industria cimentului, chimie, petrol, gaze, nave maritime, siderurgie, energetică, hârtie, alimentare cu apă și tratarea apelor uzate și aplicații speciale.

Tipurile de aplicații sunt: pompe, ventilatoare, compresoare (acestea trei cu o pondere de 90 %), benzi transportoare, concasoare, laminoare, extrudere, mixere, propulsie vapoare, mașini de extracție minieră, startere pentru turbine cu gaz și hidro, softstartere pentru mașini mari, standuri de testare, tunelurile aerodinamice etc.

Strategiile de control cele mai întâlnite sunt controlul vectorial și controlul direct de cuplu.

## 2. Semiconductoare utilizate în electronica de putere

Creșterea rapidă a ponderii acționărilor electrice de curent alternativ și a convertoarelor statice de putere a fost posibilă printr-o continuă și uimitoare dezvoltare a performanțelor dispozitivelor semiconductoare de putere în ultimii 50 de ani. Există două mari categorii de semiconductoare de mare putere:

- tiristoare (care comută curenți) unde se încadrează tiristoare clasice (SCR), tiristoarele cu blocare pe poartă (GTO) și tiristoarele cu poartă integrată comutabilă (IGCT).
- tranzistoare (care comută tensiuni) unde avem tranzistoarele cu poartă izolată (IGBT) și tranzistoarele cu poartă cu injecție controlată (IEGT).

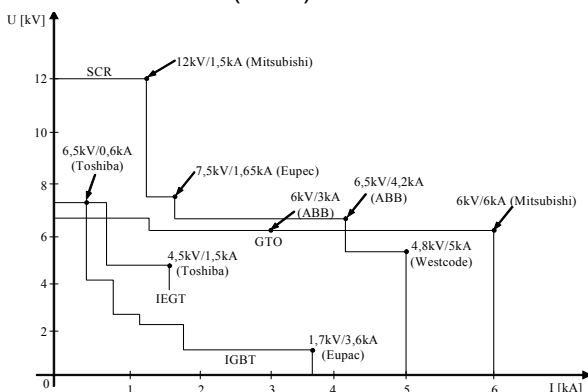


Fig. 1 Domenii de variație tensiune/curent pentru dispozitivele semiconductoare de putere

În figura 1 se prezintă domeniile de variație ale tensiunilor și curenților pentru dispozitivele semiconductoare de putere utilizate în prezent la construcția convertoarelor statice [1], [2].

În figura 2, a se prezintă un dispozitiv semiconductor de tip SCR iar în figura 2, b un GTO [3].

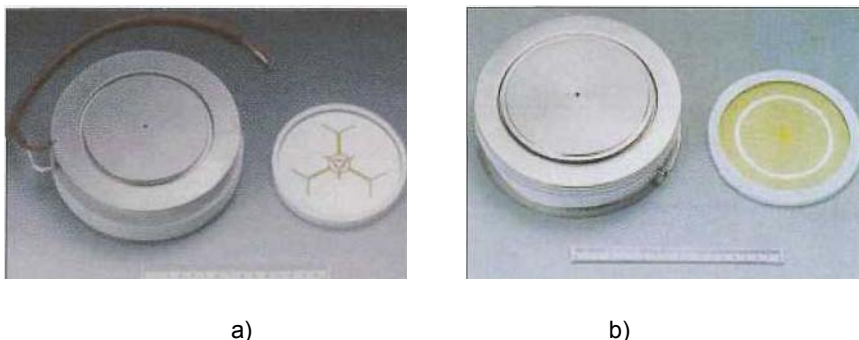


Fig. 2 Dispozitive semiconductoare a) SCR la 12kV și 1,5kA;  
b) GTO la 6kV și 6kA

Tiristoarele IGCT sunt cu stingere pe poartă la curenți de până la 6000 A. Aceste dispozitive au fost dezvoltate de ABB în 1996. Se caracterizează printr-o viteză mare de închidere ( $3000 \text{ A}/\mu\text{s}$  comparativ cu  $40 \text{ A}/\mu\text{s}$  la GTO) și pierderi în comutație reduse. Căderea de tensiune pe acest dispozitiv la un curent de 6000 A este de 4V comparativ cu 4,4 V pe un GTO parcurs de un curent de 4000 A [1].

Fiecare dispozitiv semiconductor de putere are aplicații specifice unde se comportă mai bine decât alte tipuri de dispozitive.

### 3. Convertoare statice de mare putere la medie tensiune

Aționările de curent alternativ de mare putere cu cicloconvertoare statice au un randament ridicat, întreținere necostisitoare și motoare cu dimensiuni mai mici.

O schemă de principiu pentru un astfel de sistem este prezentată în figura 3 [1].

Tehnologiile recente de convertoare încorporează invertoare de tensiune cu 3 niveluri.

Avantajul acestora este că unda de tensiune la ieșire are o formă mai apropiată de sinusoidă iar filtrul care se folosește este de dimensiuni mai reduse.

În figura 4 se prezintă topologiile de invertoare cu 2 și 3 nivele de tensiune și forma unde de tensiune la ieșire [4].

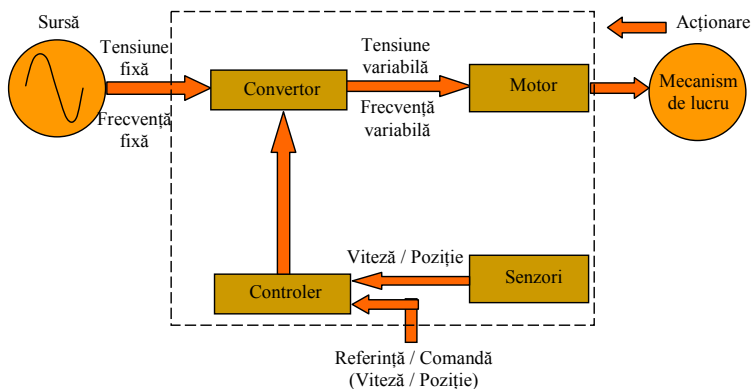


Fig.3 Schema bloc pentru o acționare de c.a. de mare putere

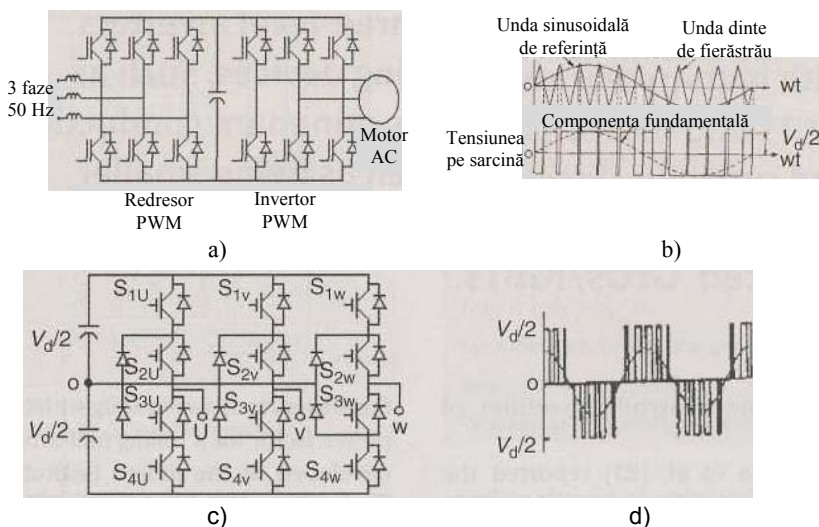


Fig. 4 Comparația între un inverter de tensiune cu 2 nivele și unul cu 3 nivele

Tipul de convertor diferă în funcție de tipul de motor (asincron sau sincron) care se folosește.

În figura 5 se prezintă o schemă tipică cu GTO pentru alimentarea unui motor sincron [5] iar în figura 6 o schemă cu IGCT pentru un motor asincron [6].

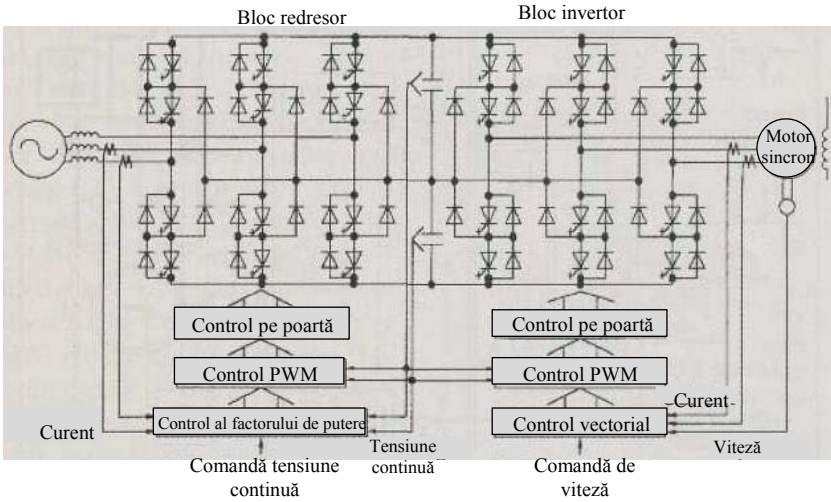


Fig. 5 Converter cu trei nivele de tensiune cu GTO pentru un motor sincron

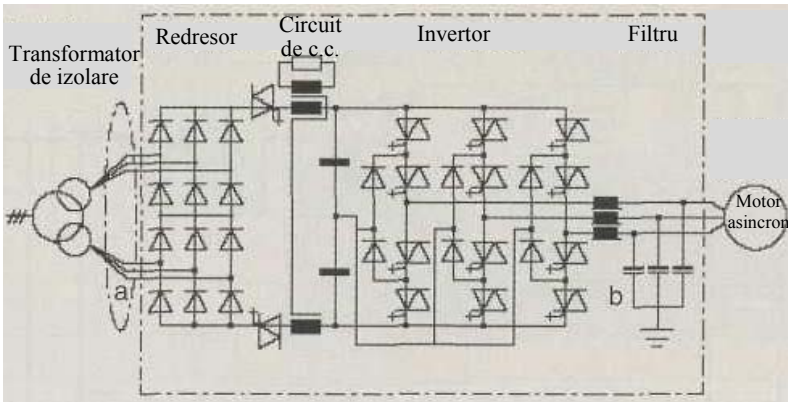


Fig. 6 Converter cu trei nivele de tensiune cu IGCT pentru un motor asincron

**BIBLIOGRAFIE**

[1] Chattopadhyay, A.K., *Alternating Current Drives in the Steel Industry*, IEEE Industrial Electronics Magazine, December 2010, ISSN 1932-4529, pag. 30-42.  
 [2] Wu, B., *High-Power Converters and AC Drives*, New York, IEEE Press/Wiley-Inter-science, 2006.

- [3] Sato, K., Yamamoto, M., *The present state of the art in high-power semiconductor devices*, Proc. IEEE, vol. 89, no. 6, pag. 813-821, June 2001.
- [4] Chattopadhyay, A.K., *High power high performance industrial AC drives—A review*, Proc. India Int. Conf. Power Electronics (IICPE) 2002, Mumbai, Nov. 2002, pag. 1-12.
- [5] Okayama, H., Koyama, M., Tamai, S., Fujii, T., Uchida, R., Mizoguchi, S., Ogawa, H., Shimomura, Y., *Large capacity high performance 3-level GTO inverter system for steel main rolling mill drives*, in IEEE IAS Conf. Rec, 1996, pag. 174-179.
- [6] Malik S., Kluge, D., *ACS 1000—World's first standard AC drive for medium voltage applications*, ABB Rev., vol. 2, 1998, pag. 4-11.

Conf.Dr.Ing. Sorin DEACONU

Director DIEIIND, Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara, membru AGIR, membru IEEE, membru AAIR  
e-mail: sorin.deaconu@fih.upt.ro

Șef lucr.Dr.Ing. Gabriel Nicolae POPA  
Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara,  
membru AGIR, membru IEEE  
e-mail: gabriel.popa@fih.upt.ro

Ing. Ioan RODEAN  
S.C. Kronospan S.A. Sebeș  
e-mail: irodean@kronospansebes.ro

Ing. Carmen MOTORGA  
Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timișoara,  
e-mail: carmen.motorga@fih.upt.ro