



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 (II)**

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

#### **4. Controlul direct al cuplului**

Strategia de control direct a cuplului (DTC) a apărut ca metodă în anul 1987, ca alternativă la metoda orientării după câmp, și a fost implementată practic de firma ABB în anul 1997.

Caracteristicile acestei metode sunt controlul simplu al cuplului și fluxului statoric fără utilizarea unor transformări de axe și vectori tradiționale d-q, fără utilizarea modulării în lățime de puls (PWM), fără reacție de curent și fără regulatoare de tip PI. Cuplul dezvoltat de

mașină este proporțional cu produsul fluxului de rotație statoric  $\psi_s$  și rotoric  $\psi_r$  și unghiul  $\theta_s$  dintre ele. Principala variabilă care este controlată în strategia DTC este fluxul  $\psi_s$  prin intermediul tensiunii statorice  $V_s$  (prin neglijarea rezistenței înfășurării statorice). Schema bloc a controlului de tip DTC este prezentată în figura 7 [2].

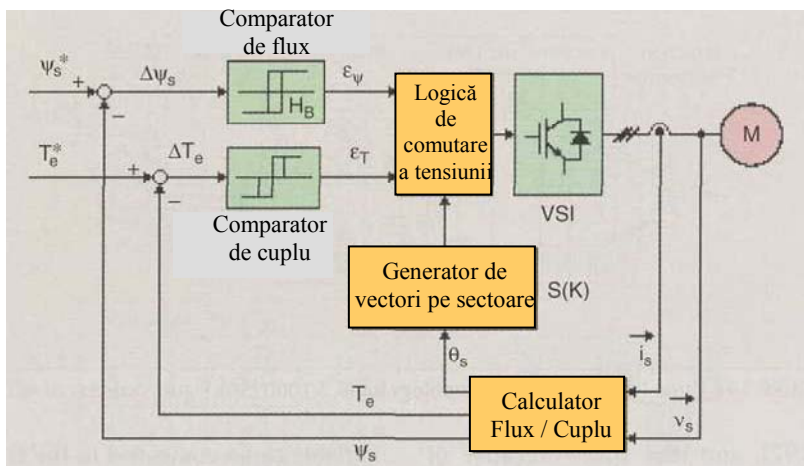


Fig. 7 Schema bloc pentru controlul direct al cuplului (DTC)

Calculul datelor motorului se face la fiecare perioadă de eșantionare ( $25 \mu\text{s}$ ). În strategia DTC răspunsul tipic de cuplu este de 10 ms comparativ cu 10-20 ms pentru cazul controlului vectorial sau mai mult de 100 ms la control PWM în buclă deschisă. Dacă nu se utilizează encoder la măsurarea turației eroarea este de  $\pm 0,5 \%$  în timp ce cu encoder poate ajunge la  $\pm 0,01 \%$ . Dezvoltarea recentă a controlerelor de cuplu și de flux permit utilizarea DTC și la viteze reduse [1].

## 5. Aplicații industriale cu convertoare statice de mare putere

Primele aplicații din țară cu cicloconvertoare de mare putere au fost la cuptorul rotativ de la fabricile de ciment unde puterea a ajuns la 10 MW la o turație de 60-120 rot/min, motorul de acționare fiind sincron.

Cu titlu experimental s-au folosit convertoare la aplicații pentru mori de măcinat, concasoare, pompe și ventilatoare.

După anul 1995, aplicațiile cu acționări de curent alternativ s-au dezvoltat exponențial, fie prin firme ale producătorilor străini (ABB România, Siemens România) fie prin firme autohtone care pe baza unor proiecte proprii au implementat convertoare statice în diverse domenii de activitate (casnic, utilități publice, agricultură, industrie).

Una din aceste firme este Bee Speed Automatizări S.R.L. Timișoara care are implementate soluții cu turație variabilă pentru puterea de 58600 kW (ianuarie 2011), în unități pornind de la 0,37 kW și până la 1800 kW.

Aplicația de 1800 kW se găsește la Sebeș la S.C. Kronospan S.A., unde pentru prima dată în România s-a pus în funcțiune un convertor static de medie tensiune cu valoarea tensiunii de ieșire de 6 kV.

Inițial, ventilatorul cu momentul de inerție  $J = 120000 \text{ kgm}^2$  era antrenat de un motor asincron cu rotor bobinat și rezistențe de pornire cu aceeași putere dar care relativ repede s-a defectat (mai întâi rezistențele, apoi motorul care s-a rebobinat și chiar motorul de rezervă).

Datorită pierderilor foarte mari datorate opririlor repetate ale fluxului de producție (acest ventilator este vital pentru fabrica de MDF) s-a apelat la firma Bee Speed, care în urma analizei istoricului acestei aplicații și prin investigații făcute la beneficiar a propus o soluție cu motor asincron cu rotorul în scurtcircuit cu puterea de 1800 kW alimentat de la un convertor static de frecvență de tip ACS 5000 de la ABB.

Caracteristicile convertizorului sunt: puterea aparentă  $S_N = 2100 \text{ kVA}$ , curentul nominal la ieșire  $I_N = 200 \text{ A}$ , tensiunea nominală la ieșire  $U_N = 6000 \text{ V}$ , domeniul de variație al tensiunii la ieșire  $0 \dots 6000 \text{ V}$ , domeniul



Fig. 8 Duplul convertizorului de tip ACS 5000 – 2100 kVA

de variație al frecvenței la ieșire  $0 \dots 75 \text{ Hz}$ , numărul de faze la ieșire  $m = 3$ , redresorul cu 18 pulsuri, supraîncărcarea acceptată 110 % un minut la fiecare 10 minute. Instalația a fost repusă în funcțiune în august 2009 și de atunci a funcționat foarte bine, fără să mai apară opriri neplanificate ale fluxului tehnologic.

În figura 8 se prezintă dulapul convertizorului, în figura 9 motorul de tip ABB iar în figura 10 partea de comandă și automatizare a convertizorului.



Fig. 9 Motorul ABB de 1800kW de antrenare a ventilatorului  
cu  $J = 120000 \text{ kgm}^2$



Fig.10 Vedere asupra părții de comandă și automatizare la ACS 5000

În figura 11 și figura 12 se prezintă aplicația SCADA în care este inclus sistemul de acționare descris anterior, unde se urmăresc valoarea vitezei, a curentului de ieșire și a puterii absorbite de motor (simbolizat M27.71.11 în schemă).

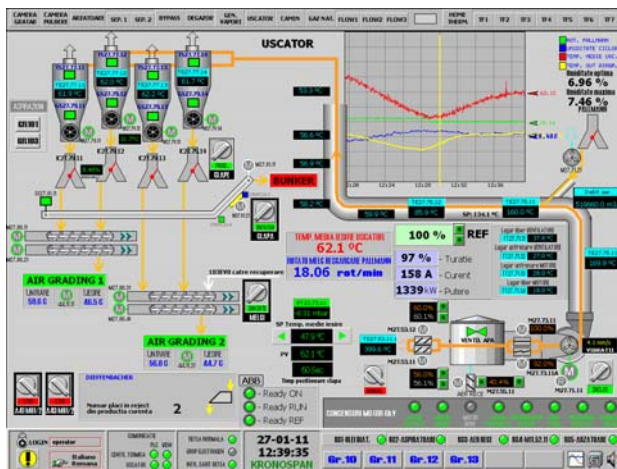


Fig. 11 Schema SCADA a uscătorului

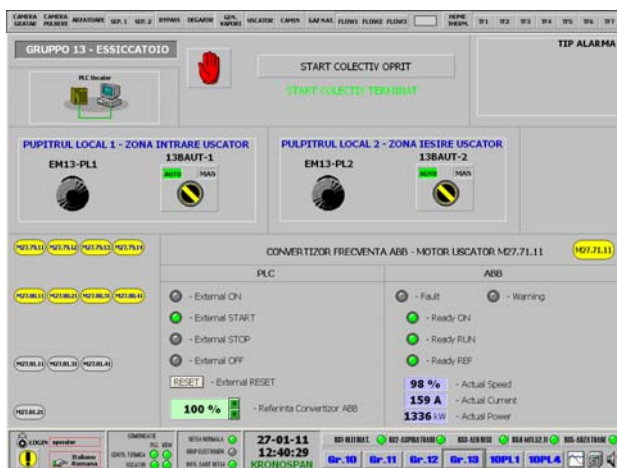


Fig. 12 Schema SCADA care gestionează funcționarea motorului ABB și a convertorului ACS 5000

## 6. Concluzii

Utilizarea convertoarelor statice de mare putere în industrie se face de peste 40 de ani. Dezvoltarea rapidă a semiconductoarelor de putere, a topologiilor de convertoare, a noilor strategii de control și de implementare a lor cu ajutorul procesoarelor digitale avansate a determinat trecerea de la acționările cu mașini de curent continuu la acționările cu mașini de curent alternativ (asincrone și sincrone).

Și în România, acolo unde industria s-a menținut, sunt aplicații cu aceste tipuri de convertoare.

## 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