

Calitatea concepției servomotoarelor electrice

FLOAREA VASILE, MIRCEA COVRIG*

Electrical servomotors quality design

Electrical servomotors are the main components for robots and machines tools drives. They have particular technical functional conditions difficult to be reached sometime like: weight limit, volume limit, voltage limit, current limit.

Technical designed parameters level could be achieved only through high accuracy mechanical processing of their components. Such as we could consider like design quality factors following ratios:

- *Inertia per rated torque [J/Mn]*
- *Weight per rated torque [m/Mn]*
- *Maximum torque per rated torque [M_{max}/Mn]*
- *Maximum speed per rated speed [n_{max}/n_n]*

Calitatea produselor constituie o prioritate majoră, o condiție a satisfacerii la nivel superior a nevoilor societății față de mijloacele de producție și bunurile de consum. Calitatea produselor este direct legată de asigurarea și ridicarea calității vieții. Pentru definirea calității, se pornește de la valoarea de utilizare, care diferențiază produsele între ele, după utilitatea pe care o satisfac. Astfel, *calitatea reprezintă gradul de utilitate socială a produsului*, măsura în care un produs satisface nevoia pentru care a fost creat și respectă restricțiile impuse de interesele societății privind eficiența economico-socială și protecția mediului.

În concepția modernă, **calitatea produselor este apreciată prin prisma serviciului adus clientului, raportat la costul global.**

Calitatea produselor constituie expresia finală a calității proceselor de producție și este concretizată în ansamblul performanțelor tehnice, psihosenzoriale, de disponibilitate, economice și sociale.

Noțiunea de *calitate* este legată de modalitatea și locul de realizare, astfel:

- a). *calitatea proiectată* reprezintă măsura în care produsul proiectat asigură satisfacerea cerințelor clientului și posibilitatea de realizare a produsului în condiții de siguranță a proceselor și de eficiență economică.
- b). *calitatea fabricației* indică gradul de conformitate al produsului cu specificațiile tehnice, pe parcursul desfășurării proceselor de realizare a produsului și este în funcție de resursele tehnico-materiale și umane care contribuie la realizarea sa.
- c). *calitatea livrată* desemnează nivelul efectiv al calității produselor livrate de furnizori.

Servomotoarele electrice reprezintă componente electrice principale în construcția mașinilor-unelte, roboților industriali, echipamentelor aviatice și militare etc.

Ele reprezintă sursa de mișcare, controlată cu mare precizie, a diverselor mecanisme din componența produselor respective, mai sus amintite.

Servomotoarele electrice sunt caracterizate de o serie de condiții tehnice de funcționare, uneori greu de îndeplinit, precum masa-limită, volumul-limită, nivele de tensiuni și curenți-limită; motiv pentru care nivelul lor calitativ se analizează nu numai prin prisma aspectelor procesului de producție, ci și prin prisma calității concepției.

Nivelul parametrilor tehnici proiectați poate fi atins numai printr-o execuție de o acuratețe ridicată, astfel încât putem vorbi de o calitate proiectată și de calitatea execuției.

Indiferent de nivelul calității execuției, calitatea servomotoarelor electrice nu poate depăși nivelul calității proiectate.

Pentru a putea compara diferitele tipuri de servomotoare, se impun ca *indicatori de calitate a concepției* rapoartele:

– Pentru cuplul dezvoltat:

$$\frac{M_n}{M_{max}} \quad \text{cuplul nominal raportat la cuplul maxim;}$$

$$\frac{M_{max f}}{M_n} \quad \text{cuplul la turație maximă funcțională raportat la cuplul nominal;}$$

$$\frac{M_{max r}}{M_n} \quad \text{cuplul la turație maximă de rezistență raportat la cuplul nominal.}$$

– Pentru turație:

$$\frac{n_{ac}}{n_n} \quad \text{turația de accelerație raportată la turația nominală;}$$

* Drd. ing. Vasile Floarea – cercetător șt. II, ICPE SA; prof. dr. ing. Covrig Mircea – Facultatea Inginerie Electrică, Universitatea Politehnică București.

$\frac{n_s}{n_n}$ turația de sarcină raportată la turația nominală;

$\frac{J}{M_n}$ momentul de inerție raportat la cuplul nominal.

$\frac{n_{max f}}{n_n}$ turația maximă de funcționare raportată la turația nominală;

În vederea realizării analizei comparative a indicatorilor de calitate privind seria de servomotoare electrice MPR/ACM de la ICPE SA, destinate pieței europene și nu numai, am analizat caracteristicile tehnice ale unor serii de servomotoare electrice similare de la firmele SEM din Anglia, VUES din Cehia, KEB din Germania și "Magnetic" din Italia.

$\frac{n_n}{n_{max}}$ turația nominală raportată la turația maximă de rezistență.

Aceste firme au, ca și ICPE, mai multe gabarite pentru aceeași tipodimensiune, acestea fiind reprezentate ca S= Small; M=Mediu; L=Large.

Este bine ca aceste rapoarte să fie cât mai mari.

Pe lângă aceste rapoarte, ca parametri de calitate ai concepției, se mai impun următoarele rapoarte, care au o mare legătură cu prețul de realizare al servomotorului:

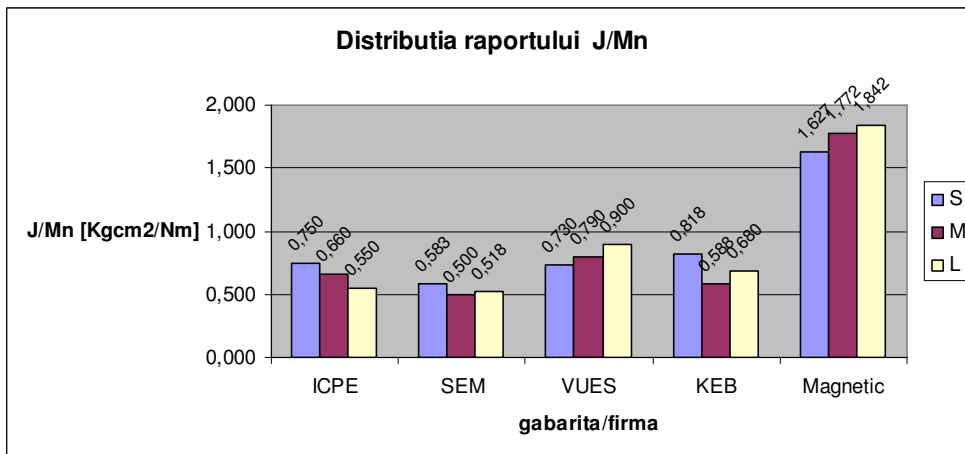
Analiza comparativă s-a realizat folosind informații puse în circulație la Târgul Hanovermesse 2007, de către firmele producătoare de servomotoare electrice, în raport cu caracteristicile seriei MPR/ACM, produsă la ICPE SA.

$\frac{m}{M_n}$ masa servomotorului raportată la cuplul nominal;

1. Primul indicator de calitate a concepției, supus analizei comparative, este raportul: moment de inerție/cuplu nominal, J/Mn, [kgcm²/Nm].

$\frac{V}{M_n}$ volumul servomotorului raportat la cuplul nominal;

Tipodimensiune	ICPE	SEM	VUES	KEB	Magnetic
S	0,750	0,583	0,730	0,818	1,627
M	0,660	0,500	0,790	0,588	1,772
L	0,550	0,518	0,900	0,680	1,842



Momentul de inerție are un rol foarte important în dinamica servomotorului corelat cu valoarea de vârf a curentului furnizat de acționarea electrică. Cu cât momentul de inerție este mai redus, cu atât se obține o constantă mecanică de timp de accelerare mai mică la același curent impulsional.

Din graficul afișat, se observă că servomotoarele firmei englezești SEM au raportul J/Mn cu valorile cele mai avantajoase, apoi pe tipodimensiunea L, ICPE deține locul doi, împreună cu tipodimensiunea M de la firma KEB, Germania și tipodimensiunea S de la VUES, Cehia. Servomotoarele de la firma "Magnetic" din Italia au indicatorul J/Mn cu valorile cele mai puțin favorabile.

Indicatorul de calitate a concepției [Moment de inerție/Cuplu nominal], J/Mn, este de asemenea indicat să aibă valori cât mai mici, din considerente de funcționare. Servomotoarele lucrează de obicei în cicluri de porniri-opriri, frânări, reversări rapide, schimbări de sens și viteza de rotație comandate de acționarea electrică în funcție de utilizare: mașină-unealtă, robot industrial etc.

Și acest indicator este mai bine explicat de variantele constructive lungi, unde ansamblul rotor-stator reprezintă partea activă a servomotorului.

Din acest punct de vedere, seria ICPE deține primul loc cu cea mai mică valoare pentru raportul J/Mn, servomotoarele noastre în variantele lungi

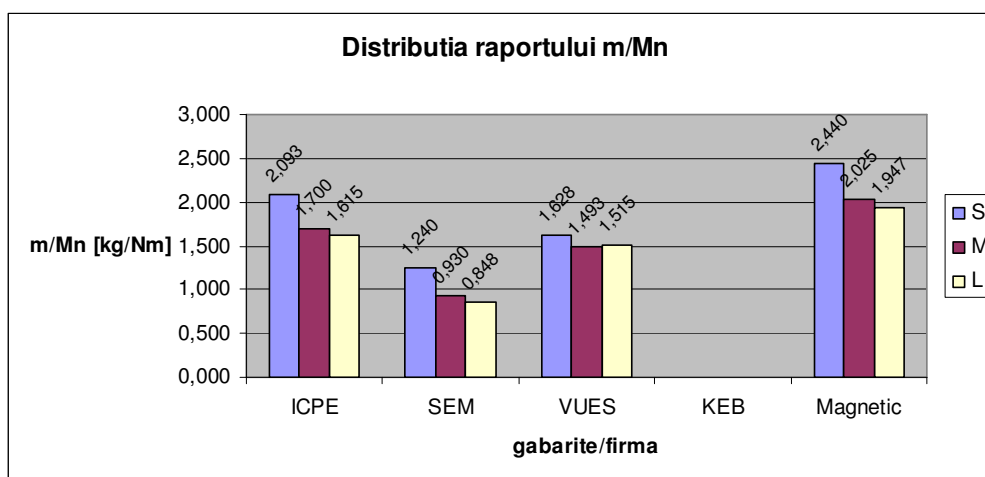
având și un raport redus diametru/lungime pentru partea activă, ceea ce conduce la valori scăzute ale momentului de inerție, inconvenientul pentru aceste tipodimensiuni fiind un grad ridicat de dificultate la bobinarea statoarelor.

2. Al doilea indicator de calitate a concepției supus analizei comparative este raportul: Masă/Cuplu nominal, m/Mn, [kg/Nm].

Tipodimensiune	ICPE	SEM	VUES	KEB	Magnetic
S	2,093	1,240	1,628		2,440
M	1,700	0,930	1,493		2,025
L	1,615	0,848	1,515		1,947

Acest indicator m/Mn este preferabil să aibă valori cât mai mici, adică servomotorul respectiv să dezvolte un cuplu nominal cât mai mare la o masă cât mai mică.

Din graficul afișat, se observă că servomotoarele firmei englezești SEM au raportul m/Mn cu valorile cele mai avantajoase, apoi la tipodimensiunea L, ICPE deține locul doi, și tot pe locul doi se află tipodimensiunile S și M produse de firma VUES din Cehia. Servomotoarele de la firma "Magnetic" din Italia au indicatorul m/Mn cu valorile cele mai puțin favorabile. Pentru firma KEB din Germania, nu am avut informații cu ajutorul cărora să calculăm acest indicator.



Putem constata că servomotoarele lungi valorifică mai bine materialele; practic, la toate firmele, masa specifică raportată la cuplul nominal scade odată cu lungimea servomotorului.

3. Al treilea indicator de calitate a concepției supus analizei comparative este raportul: cuplul maxim/cuplu nominal.

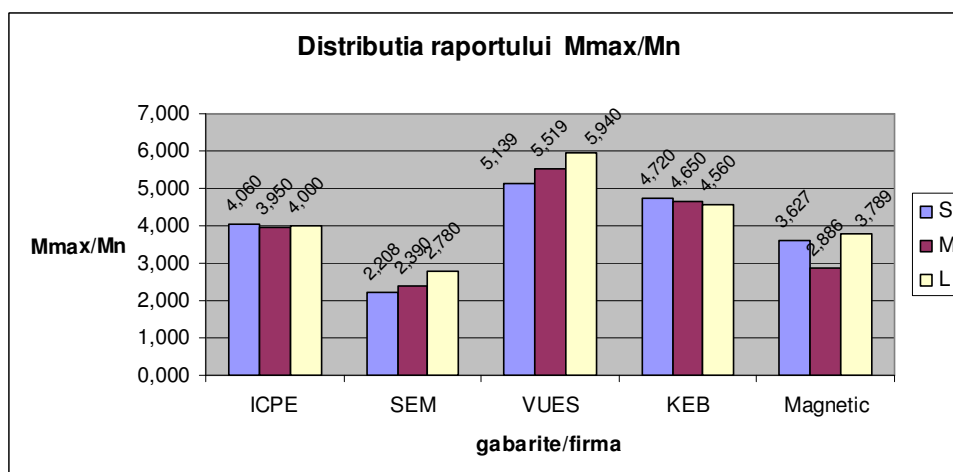
Tipodimensiune	ICPE	SEM	VUES	KEB	Magnetic
S	4,060	2,208	5,139	4,720	3,627
M	3,950	2,399	5,519	4,650	2,886
L	4,000	2,780	5,940	4,560	3,789

Acest indicator, [cuplul maxim/cuplu nominal] este bine să aibă valoarea cât mai mare.

El caracterizează capacitatea servomotorului de a dezvolta cupluri impulsionale mari, necesare în procesele de porniri și reversări, sau la apariția unor sarcini mari, întâmplătoare, de scurtă durată.

De obicei, același raport se regăsește la valorile similare de curent, [curent maxim/curent nominal], valori foarte importante în dimensionarea acționării electrice.

Din punctul de vedere al acestui indicator servomotoarele de la firma VUES din Cehia au cele mai favorabile valori, urmate de cele de la firma KEB, Germania și apoi servomotoarele de la ICPE SA.



4. Al patrulea indicator de calitate a concepției supus analizei comparative este raportul: turația maximă/turația nominală.

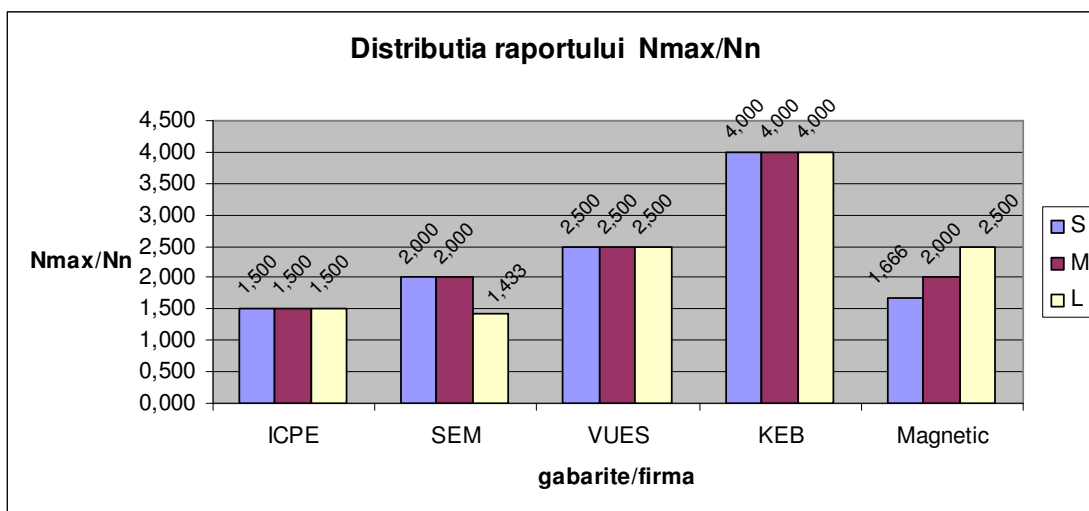
Tipodimensiune	ICPE	SEM	VUES	KEB	Magnetic
S	1,500	2,000	2,500	4,000	1,666
M	1,500	2,000	2,500	4,000	2,000
L	1,500	1,433	2,500	4,000	2,500

Și acest indicator [turația maximă/turația nominală], este bine să aibă valoare cât mai mare.

El arată capacitatea servomotorului de a accelera pe perioade scurte, când este nevoie în aplicația respectivă.

Accelerația este permisă de variațiile tensiunii și frecvenței furnizate de acționarea electrică și, în același timp, de rigiditatea mecanică a servomotorului.

Rigiditatea mecanică permite, sau nu, turații maxime în condiții de siguranță, adică fără riscul de a periclita integritatea mecanică a ansamblului servomotor.



Din punctul de vedere al acestui indicator, servomotoarele firmei KEB, Germania sunt poziționate pe locul întâi, apoi cele de la firma VUES, Cehia, urmate de servomotoarele noastre și cele englezești de la SEM.

Din analiza comparativă a rapoartelor servomotoarelor realizate de cinci firme puternice din Europa: SEM - Anglia, KEB - Germania, VUES - Cehia, "Magnetic" - Italia și ICPE - România, din punctul de vedere al celor patru indicatori de calitate ai concepției, definiți ca rapoarte ale: m/M_n ; J/M_n ; M_{max}/M_n și N_{max}/N_n , putem remarca că servomotoarele livrate de firma SEM - Anglia au cele mai bune valori, urmate de servomotoarele proiectate și realizate la ICPE SA.

Bibliografie

- [1] M. Covrig - Mașini electrice. Probleme specifice (vol I), Ed. ICPE, București, 1997.
- [2] M. Covrig, C. Cepișcă, R. Pârlog, L. Ochina, N. Vasile - Lecții de electrotehnică, Ed. ICPE, București, 2001.
- [3] M. Covrig, C. Cepișcă, R. Pârlog, L. Melcescu - Conversoare electrice, Ed. Printech, București, 2002.
- [4] M. Covrig, C. Cepișcă, R. Pârlog, F. Daniel - Mașina asincronă, Ed. ICPE, București, 2001.
- [5] N. Vasile, S. Slaiher - Servomotoare electrice, Ed. Electra ICPE, București, 2002.
- [6] Anca Borza - Management Organizațional-www.idd.euro.ubbcluj.ro
- [7] Anica Iancu - Economia întreprinderii - www.svedu.ro.
- [8] F. Vasile - Serie de servomotoare fără perii - 2003 - Realizări RELANSIN - Electrotehnica - Editura Electra-ICPE, București, 2003.
- [9] F. Vasile - Modelul de excelență în afaceri al Fundației europene pentru managementul calității, Revista Calitatea, acces la succes, nr. 11/2003.
- [10] F. Vasile - Determinarea parametrilor care influențează calitatea, respectiv prețul servomotoarelor electrice, Referatul nr. 1 din programul de doctorat la teza „Analiza aspectelor specifice relației calitate - preț pentru servomotoarele electrice”, UPB, 2005.
- [11] F. Vasile - Determinarea nivelului de calitate la servomotoarele electrice, prin intermediul analizei statistice a măsurătorilor efectuate în procesul de realizare a acestora, Referatul nr. 2 din programul de doctorat la teza „Analiza aspectelor specifice relației calitate - preț pentru servomotoarele electrice”, UPB, 2006.
- [12] F. Vasile - Economia calității cu aplicații privind relația efort - preț - efect, Referatul nr. 3 din programul de doctorat la teza „Analiza aspectelor specifice relației calitate - preț pentru servomotoarele electrice”, UPB, 2006.