

Influența modificării parametrilor

Tematica: Mașini electrice
Secțiunea: Comanda vectorială
Capitol: Mașina asincronă

În această lucrare, se va analiza influența variației parametrilor motorului asincron asupra răspunsului sistemelor de acționare cu comandă vectorială cu orientare după fluxul rotoric.

- cunoștințe anterioare necesare: principiul comenzii vectoriale, influența tipului de inverter
- nivel: ciclul 2
- tip resursă: expunere
- durata estimată: 3/4 h
- autor: Gheorghe Popescu
- realizare: Iulian Cumpănașu



Resurs realizat cu sprijin financiar din partea Comunității Europene. Documentul de față nu angajează decât responsabilitatea autorului(rilor). Comisia își declină orice responsabilitate ce ar putea decurge din utilizarea lui.

1. Modalități de control vectorial a motorului asincron.

Generic, există două moduri de control vectorial a motorului asincron:

- **Controlul vectorial prin măsurarea directă a fluxului rotorului (Fig. 1) propusă de F. Blaschke:**

Semnalul corespunzător fluxului măsurat în întrefier este introdus ca reacție în regulator și utilizat pentru decuplarea componentelor curentului statoric care produce cuplul, de componentele fluxului.

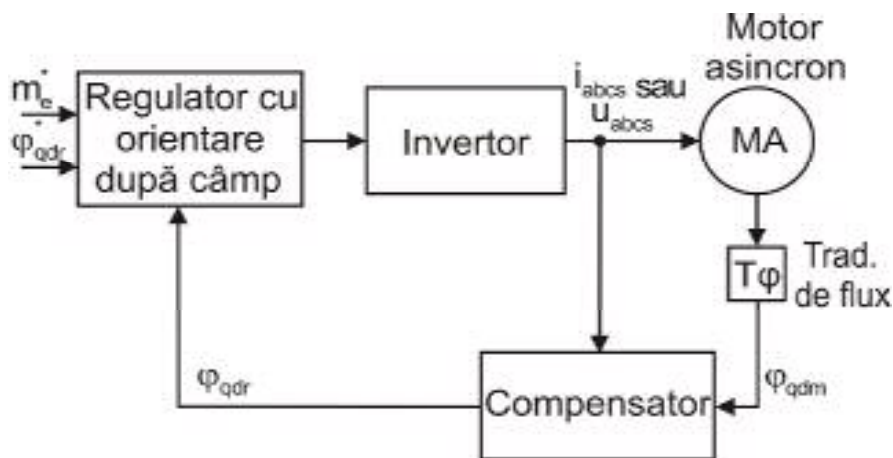


Figura 1. Schema generică a reglării vectoriale prin metoda directă

Avantaje:

- cea mai precisă metodă disponibilă de reglare cu orientare după câmp;
- utilizează măsurarea directă a fluxului în întrefier (senzori Hall, bobine de explorare sau alte tehnici de măsurare a fluxului);
- utilizând o buclă de reglare și măsurarea directă a variabilelor reglate este practic insensibilă la variația parametrilor motorului.

Dezavantaje:

- cost ridicat;
- necesitatea măsurării cu precizie a fluxului.

- **Controlul vectorial prin determinarea indirectă a fluxului rotorului (Fig. 2) propusă de K. Hasse:**

Fluxul rotorului este calculat din vectorul curentului statoric, vectorul tensiunii și/sau viteza rotorului și apoi semnalul obținut este introdus în regulator.

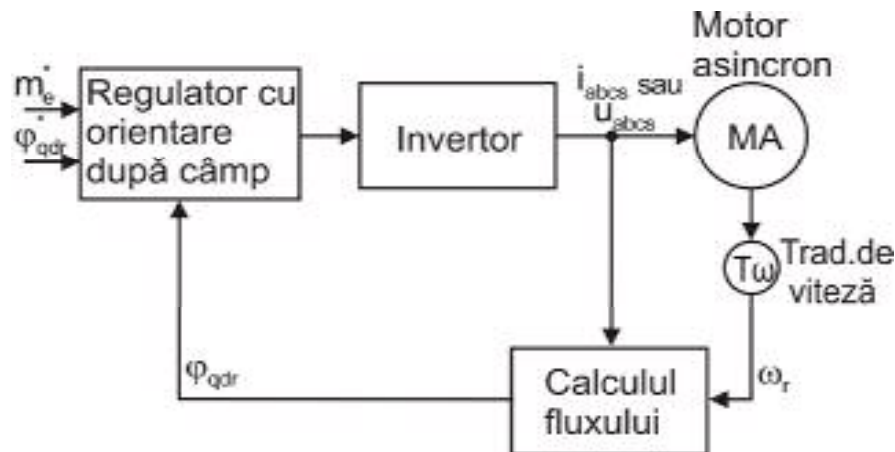


Figura 2. Schema generică a reglării vectoriale prin metoda indirectă

Avantaje:

Dezavantaje:

- metoda este sensibilă la erorile parametrilor;
- rezistența rotorului, inductivitatea de scăpări a rotorului și inductivitatea de magnetizare trebuie fie cunoscute cu exactitate pentru a obține performanțe echivalente cu metoda directă de măsurare a fluxului;
- parametrii motorului se modifică în limite largi în funcție de temperatură, frecvență și amplitudinea curentului.

2. Variația parametrilor

Rezistențele R_s și R_r variază puternic cu temperatura.

Pentru un coeficient de temperatură de 0,0039 (cupru) și o temperatură nominală de 20 °C, un interval de temperatură între -40 °C și +250 °C (care este realist de exemplu pentru motoarele de tracțiune) rezistența variază între 77% și 190% din valoarea nominală.

În practică, temperatura statorului poate fi măsurată sau se pot utiliza modele termice pentru a estima temperatura motorului, care micșorează deviația de temperatură între model și motor. Erorile modelului pentru estimarea temperaturii și variațiile dinamice dau erori de temperatură, în particular în rotor.

Inductivitatea principală L_m este influențată de saturație (vezi exemplul din Fig. 3.a). Pentru o inductivitate nominală luată la fluxul nominal rezultă în acest exemplu că

inductivitatea principală se poate modifica între 66% și 114% din valoarea nominală pentru o variație a fluxului până la 130% din valoarea nominală.

Inductivitatea de scăpări L_s poate varia cu sarcina (de exemplu pentru motoarele cu colivie turnată) așa cum se indică în Fig. 3.b (Datorită comutațiilor din invertor, limita inferioară a curentului RMS total este mai mare decât zero. Rezultă că valori mari ale inductivității de scăpări care corespund curenților foarte mici din rotor nu pot să apară în practică). Pentru o valoare nominală a inductivității L_s de 0,79 mH, inductivitatea poate varia cel puțin între 70% și 120% din valoarea nominală.

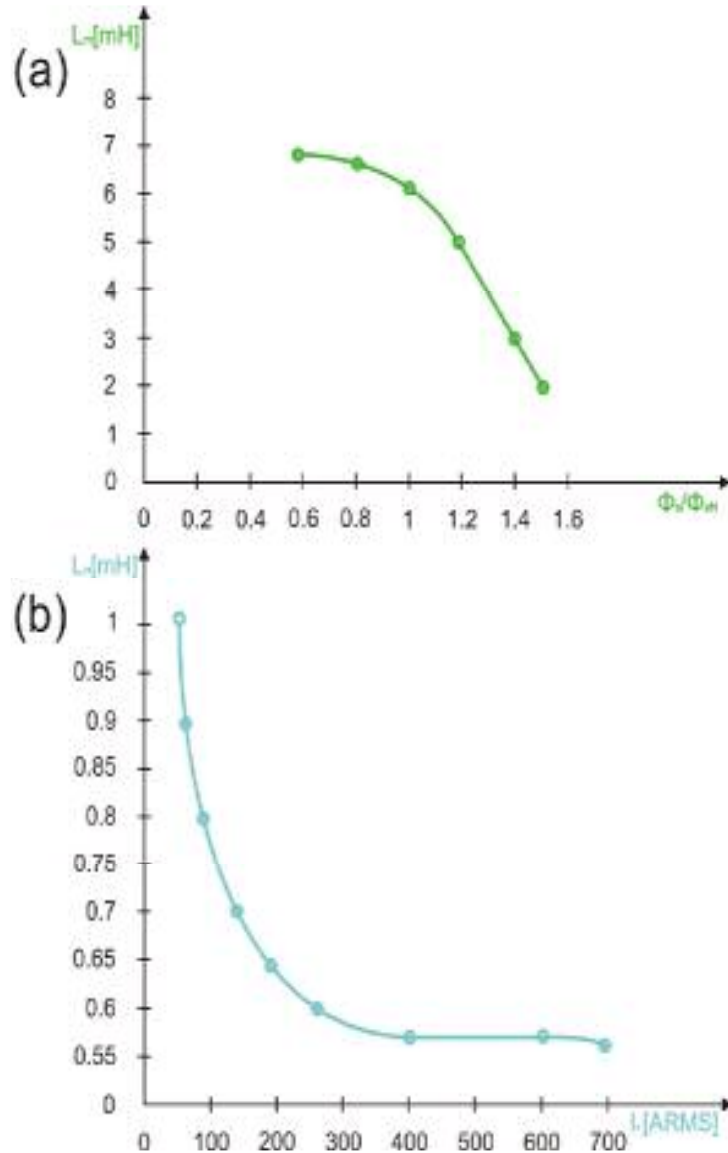


Figura 3. (a) Inductivitatea L_m în funcție de fluxul statoric
(b) Variația inductivității de scăpări totală L_s în funcție de curentul rotoric

3. Schema bloc a reglării vectoriale prin metoda indirectă.

Schema bloc a sistemului este indicată în Fig.4

Regulatorul generează curenții de comandă ai statorului i_{sxc} , i_{sync} și viteza ω_{rc} din comanda cuplului m_c și comanda fluxului rotoric φ_{rc} .

Componentele comenzilor curentului statoric i_{sac} și i_{sbc} se obțin prin transformarea de coordonate xy/ab și i_{Ac} , i_{Bc} , i_{Cc} prin conversia de fază ab/ABC .

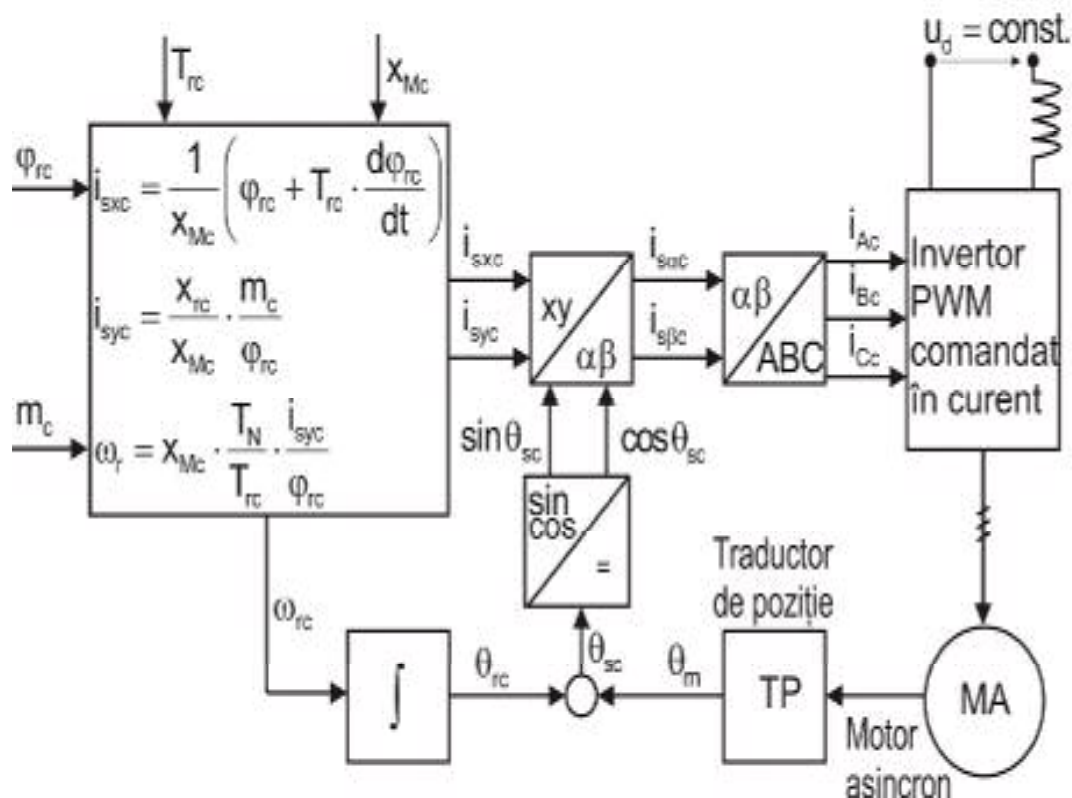


Figura 4. Schema de principiu a reglării vectoriale prin metoda indirectă a motorului asincron alimentat de la inverter PWM comandat în curent.

Metoda indirectă de comandă vectorială a motorului asincron alimentat de la un inverter PWM comandat în curent este ce mai ușor de implementat din punct de vedere al procesării semnalelor.

4. Efectul modificării parametrilor.

Sistemul de control vectorial prin metoda indirectă este efectiv numai dacă valorile parametrilor motorului care intră în regulator sunt egale cu valorile reale.

Pentru funcționarea la flux rotoric constant, modificarea constantei de timp a motorului T_r conduce la deviația vitezei ω_{rc} :

$$\omega_{rc} \sim \frac{T_N}{T_{rc}} \cdot i_{syc}$$

Poziția fluxului rotoric anticipat:

$$\theta_{sc} = \theta_m + \left(\frac{1}{T_N} \right) \cdot \int \omega_{rc} dt$$

se abate de la poziția reală:

$$\theta_s = \theta_m + \left(\frac{1}{T_N} \right) \cdot \int \omega_r dt$$

care produce o deviere a unghiului cuplului

$$\Delta\delta = \Delta\theta_s = \theta_{sc} - \theta_s$$

În consecință rezultă o descompunere incorectă a vectorului curentului statoric i_s în cele două componente i_{sx} și i_{sy} (Fig. 4).

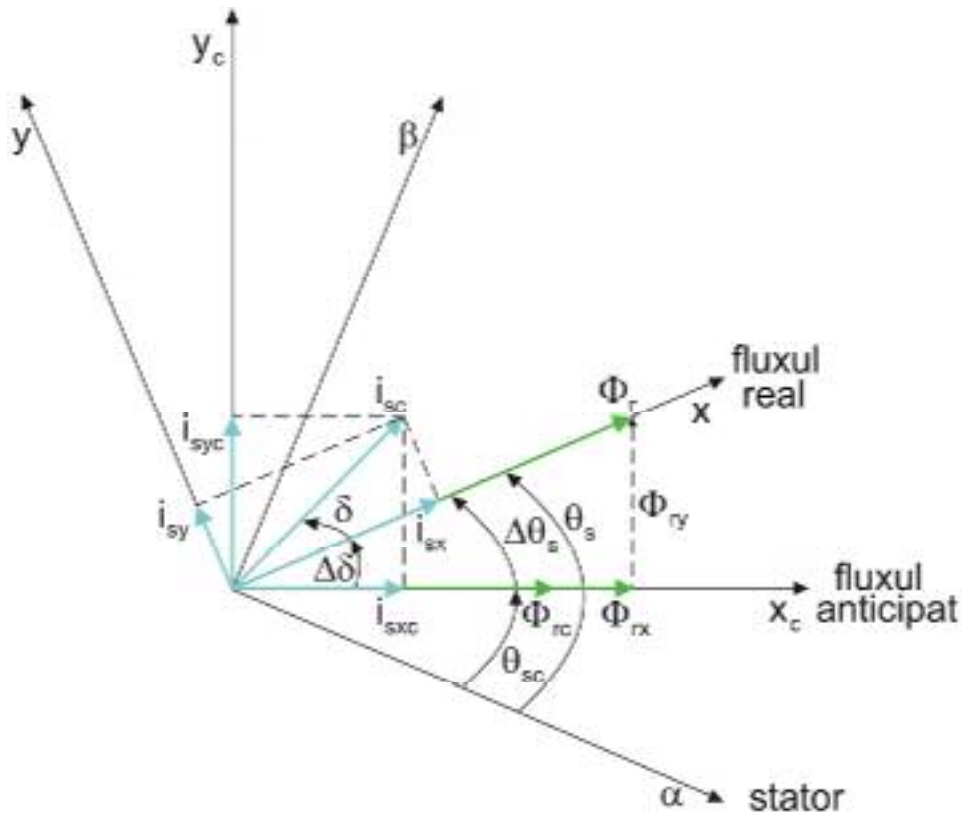


Figura 5. Orientarea incorectă a fluxului rotoric anticipat φ_{rc}
($T_{rc} > T_r$, ω_{rc} prea mic)

Condiția de decuplare a controlului fluxului și cuplului nu se poate obține, conducând la valori incorecte pentru fluxul rotoric φ_r și componenta curentului i_{sy} la funcționarea staționară (pentru $m_c = \text{const}$).

În Fig.5 se prezintă efectul modificării constantei de timp asupra cuplului și fluxului rotoric obținute pentru valorile normale ale comenzilor curentilor $i_{sy} = i_{syN}$ și $i_{sx} = i_{sxN}$ (s-a omis efectul saturației). Se observă de exemplu că dacă valoarea constantei de timp reale este mai mică decât cea comandată ($T_r/T_{rc} < 1$) fluxul crește față de valoarea lui corectă.

Atât modificarea cuplului cât și a fluxului depinde puternic de valoarea i_{syN}/i_{sxN} . Motoarele de putere mai mare sunt mult mai sensibile la modificarea constantei de timp (T_r/T_{rc}) decât cele de putere mică.

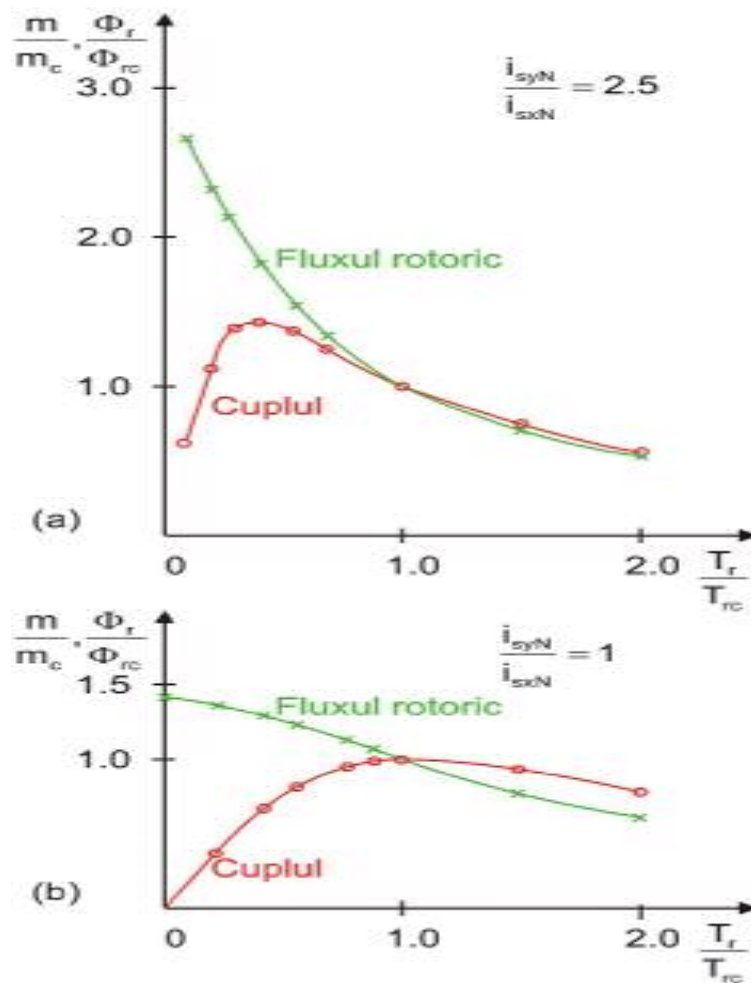


Figura 6. Efectul dezacordului parametrilor în regim staționară:
 (a) motoare de putere mare
 (b) motoare de putere mică