

# COMPENSAREA SUCEESIUNILOR CURENȚILOR ROTORICI LA PORNIREA MOTORULUI ASINCRON CU O SINGURĂ FAZĂ

**Tudor Ambros, Burduniuc Marcel**

**Abstract:** S-a efectuat un studiu asupra motorului asincron cu o singură fază. Este dat procedeul de compensare a unei succesiuni, fiind descrise procesele fizice electromagnetice în regim de pornire. De asemenea, pentru regimul de pornire s-au obținut expresii analitice fiind determinate forțele și cuplul electromagnetic aplicate la rotorul motorului. S-a elaborat dispozitivul de poziționare a rotorului pentru asigurarea pornirii.

**Cuvinte cheie:** succesiune directă, inversă, bare rotorice, înfășurare, forță magnetizantă

Pornirea motorului asincron monofazat poate fi realizată prin introducerea în circuitul fazei de pornire sau auxiliare, a unui element de defazaj. Elementele clasice de defazaj cunoscute sunt: condensatoare, inductivități sau rezistoare. Dacă unul din aceste elemente lipsește, atunci pornirea nu are loc. În figura 1 este prezentată secțiunea transversală schematică a unui motor asincron cu o fază pe stator și rotorul scurtcircuitat. Spirele înfășurării statorice înlănțuie jugul statoric.

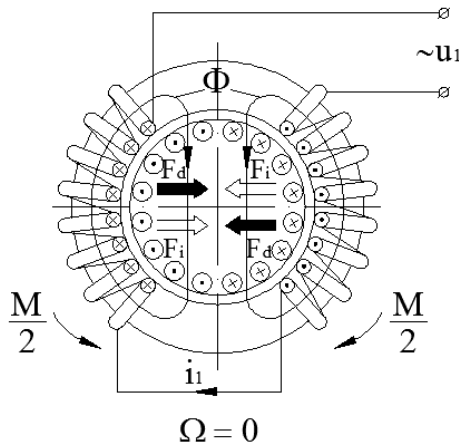


Fig. 1. Schema constructivă a motorului asincron monofazat

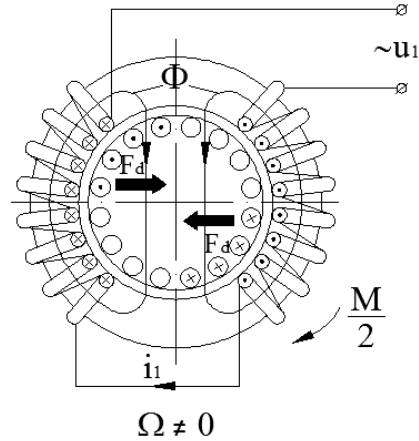


Fig. 2. Motorul asincron monofazat cu o succesiune compensată

L

a conectarea înfășurării statorice la rețea curentul, respectiv forța magnetizantă produce fluxul magnetic pulsatoriu. Acest flux magnetic induce în înfășurarea rotorică tensiuni electromotoare. Aceste tensiuni electromotoare aplicate la bare dau naștere curenților, care se închid prin bare și inelele de scurtcircuitare. Curenții rotorici sunt practic defazați de curenții statorici la unghiul  $\pi$ . La interacțiunea curenților rotorici cu fluxul magnetic se produc forțele directe și inverse ( $F_d$  și  $F_i$ ), orientate în direcții opuse. Ca urmare, cuplul sumat aplicat rotorului este nul și acesta nu pornește [1, 2].

În lucrare se propune studiul unui motor asincron cu o singură fază pe stator repartizată în  $\frac{2}{3}$  din creștăturile statorice. În creștăturile rotorice  $Z_2$  sunt montate sau turnate  $\frac{3}{4}$  din barele rotorice, fiind scurtcircuitate cu două inele laterale. La pornire, poziția rotorului nemișcat trebuie să corespundă cu poziția rotorului prezentată în figura 2, pentru a se putea porni.

Amplitudinea forței magnetizante produse de curentul înfășurării statorice

$$F_{1m} = \frac{m_1 \cdot \sqrt{2} \cdot W_1 \cdot k_{W1}}{\pi \cdot p} \cdot I_1 \quad (1)$$

Valoarea eficientă a fluxului magnetic fascicular

$$\Phi_1 = \lambda \frac{F_{1m}}{\sqrt{2}} = \lambda \frac{m_1 \cdot W_1 \cdot k_{W1}}{\pi \cdot p} \cdot I_1 \quad (2)$$

La neglijarea căderilor de tensiune pe sectoarele feromagnetice, căderea de tensiune revine întrefierului, astfel

$$\Phi_\delta = \lambda_\delta \cdot F_\delta \quad (3)$$

unde

$$\lambda_\delta = \frac{1}{R_{m\delta}} \quad (4)$$

Reluctanța întrefierului

$$R_{m\delta} = \frac{\delta \cdot k_\delta}{\mu_0 \cdot l_\delta \cdot \tau} \quad (5)$$

Substituind expresia (5) și (4) în expresia (3) obținem

$$\Phi_\delta = \frac{\mu_0 \cdot l_\delta \cdot \tau}{\delta \cdot k_\delta} \cdot F_\delta \quad (6)$$

Sau inducția magnetică din întrefier

$$B_\delta = \frac{\Phi_\delta}{\alpha_\delta \cdot l_\delta \cdot \tau} = \frac{\mu_0}{\alpha_\delta \cdot \delta \cdot k_\delta} F_\delta = \frac{\mu_0}{\alpha_\delta \cdot \delta \cdot k_\delta} \cdot \frac{m_1 \cdot W_1 \cdot k_{W1}}{\pi \cdot p} \cdot I_1 \quad (7)$$

Valoarea fluxului magnetic poate fi calculată și cu expresia

$$\Phi_\delta = \frac{U_c}{\pi \cdot W_1 \cdot f_1 \cdot k_{W1}} \quad (8)$$

Dacă sectoarele fieromagnetice ale circuitului magnetic nu sunt luate în considerație ( $\mu_{Fe} \rightarrow \infty$ ), cum s-a constatat anterior, atunci curentul statoric se determină astfel

$$I_1 = \frac{B_\delta \cdot \alpha_\delta \cdot \delta \cdot k_\delta \cdot \pi \cdot p}{\mu_0 \cdot m_1 \cdot W_1 \cdot k_{W1}} \quad (9)$$

și puterea aparentă nominală

$$S_{1n} = U_{1n} \cdot I_{1n} \quad (10)$$

iar puterea nominală la arbore

$$P_n = S_{1n} \cdot \eta_n \cdot \cos \varphi_n \quad (11)$$

Curentul înfășurării rotorice raportat la înfășurarea statorică

$$I_2' = \frac{I_2}{k_i} \quad \text{unde} \quad k_i = \frac{m_1 \cdot W_1 \cdot k_{W1}}{m_2 \cdot W_2 \cdot k_{W2}}$$

prin urmare [3]

$$I_2 = I_2' \cdot k_i = 0.8 \cdot I_1 \cdot k_i \quad (12)$$

Curentul închis prin bare

$$I_{2b} = I_2' \cdot k_i = I_2$$

Pentru înfășurarea scurtcircuitată numărul de spire  $W_2 = \frac{1}{2}$ , iar numărul de faze  $m_2 = Z_2' = \frac{Z_2}{2}$ , prin urmare

$$k_i = \frac{m_1 \cdot W_1 \cdot k_{W1}}{m_2 \cdot W_2 \cdot k_{W2}} = \frac{2m_1 \cdot W_1 \cdot k_{W1}}{Z_2' \cdot 1} \quad (13)$$

Cuplul electromagnetic, produs de forțele de interacțiune dintre fluxul magnetic fascicular  $\Phi_\delta$  și curenții rotorici din barele scurtcircuitate (fig. 3), corespunzătoare numărului de faze rotorice  $m_2$ , poate fi exprimat astfel:

- pentru barele din cadranul I

$$M_{em1} = \Phi_\delta \left[ I_{b1} \sin \alpha_1 + I_{b1} \sin 2\alpha_1 + \dots + I_{b1} \sin \left( \frac{Z_2}{4} \alpha_1 \right) \right] \quad (14)$$

- pentru barele din cadranul III

$$M_{em2} = \Phi_{\delta} \left[ -I_{b1} \sin \alpha_1 - I_{b1} \sin 2\alpha_1 - \dots - I_{b1} \sin \left( \frac{Z_2}{4} \alpha_1 \right) \right] \quad (15)$$

sau

$$M_{em1} = \Phi_{\delta} \cdot I_{b1} \left[ \sin \alpha_1 + \sin 2\alpha_1 + \dots + \sin \left( \frac{Z_2}{4} \alpha_1 \right) \right] \quad (16)$$

$$M_{em2} = \Phi_{\delta} \cdot I_{b1} \left[ -\sin \alpha_1 - \sin 2\alpha_1 - \dots - \sin \left( \frac{Z_2}{4} \alpha_1 \right) \right] \quad (17)$$

cuplul electromagnetic sumar aplicat rotorului în dependență de geometrie

$$M_{em} = \left| \frac{F \left( D - \frac{h_{Z2}}{2} \right)}{2} \right| + \left| \frac{F \left( D - \frac{h_{Z2}}{2} \right)}{2} \right| = F \left( D - \frac{h_{Z2}}{2} \right) \quad (18)$$

unde  $F$  – forța aplicată rotorului;

$D$  – diametrul rotorului;

$h_{Z2}$  – înălțimea creștăturii rotorului.

Expresia (17) poate fi scrisă și astfel

$$M_{em} = \left| \frac{\Phi_{\delta}}{2} \cdot I_{b1} \right| + \sum_{\alpha = \frac{2\pi}{Z_2}}^{\alpha = \frac{2\pi}{Z_2} Z_2'} \sin \alpha \quad (19)$$

Expresiile (18) și (9) pot fi comparate: prima fiind obținută experimental, iar a doua – prin calcul.

Forța de interacțiune dintre curentul rotoric și fluxul magnetic în regim nominal

$$F_n = \frac{P_n}{\Omega_1 (1 - s_n) \left( D - \frac{h_{Z2}}{2} \right)} \quad (20)$$

Pornirea motorului cu o singură fază poate fi realizată dacă unghiul, dintre axa magnetică a înfășurării statorice și axa magnetică a barelor montate pe rotor, constituie 45 grade electrice.

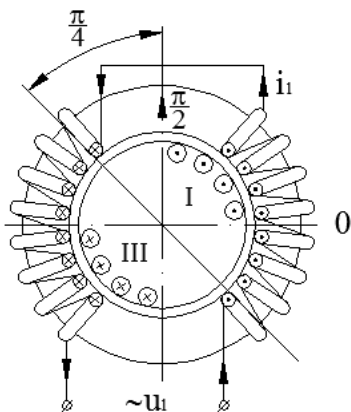


Fig. 3. Poziția rotorului motorului asincron monofazat pentru pornire.

La pornire, de fiecare dată, rotorul trebuie să ocupe poziția indicată în figura 3. Prin urmare rotorul, după deconectarea de la rețea, trebuie să se oprească în poziția corespunzătoare unghiului  $\frac{\pi}{4}$ , adică, axele magnetice ale înfășurărilor statorice și rotorice să fie decalate la unghiul indicat. Oprirea în această poziție poate fi realizată prin mai multe procedee.

Unul din cele mai simple procedee se realizează cu ajutorul magneților. Dispozitivul pentru stoparea rotorului în poziția respectivă conține doi magneți permanenți fixați unul pe stator, iar altul pe rotor (fig. 4). Din figura 4 se observă că pe unul din inelele de scurtcircuitare este fixat magnetul permanent  $N$ , iar pe bulonul înșurubat în scutul rotorului este fixat magnetul permanent  $S$  sau un segment din material feromagnetic. Rotorul se va opri în poziția în care coincid axele magneților. Astfel se obține poziția necesară pentru pornirea rotorului.

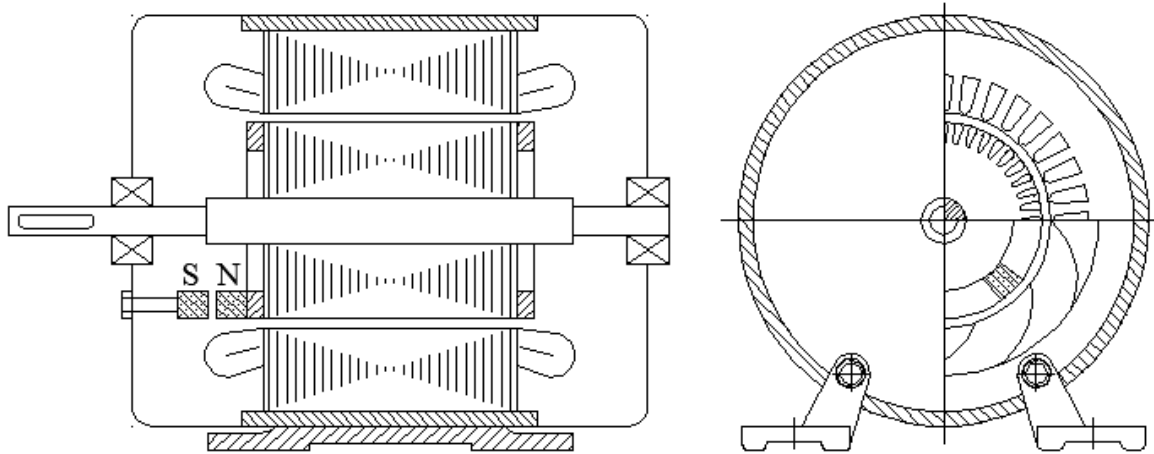


Fig. 4. Explicativă la montarea dispozitivului de oprire și fixarea rotorului în poziția necesară

Acest procedeu poate fi aplicat în cazul când mecanismul sau mașina de lucru are caracteristica mecanică – ventilator.

### Concluzii

S-a descris fenomenul prezenței celor două succesiuni, care împiedică pornirea motorului asincron monofazat cu o singură fază.

De asemenea se explică fenomenul compensării uneia din succesiuni.

Sunt date expresii analitice pentru forțele magnetizante, fluxul magnetic și cuplul electromagnetic dezvoltat de motor la pornire.

Pentru oprirea rotorului în poziția necesară, s-a elaborat dispozitivul respectiv, care asigură pornirea motorului.

### Bibliografie

1. T. Ambros, A. Câmpeanu, C. Carabadjac. Metode de compensare a succesiunii inverse în motoarele asincrone monofazate // Prima Conferința Internațională de sisteme electromecanice, Chișinău, 1997.
2. T. Ambros. Convertizoare electrice și electromecanice speciale // Tehnica-Info, Chișinău, 2008, pag. 288.
3. Kopîlov I. P. Proiectirovanie âlectriceshîh mașîn // Ănergoatomizdat, Moscva, 1993, pag. 464.