

CURS 17

MAȘINI ELECTRICE

Mașina asincrona – partea 2

CONTINUT

- ☐ **Puterile, pierderile si randamentul motorului asincron**
 - ☐ **Regimurile de funcționare ale MA**
 - ☐ **Caracteristicile motorului asincron**
 - **Caracteristica factorului de putere**
 - **Caracteristica randamentului**
 - **Caracteristica mecanica**
 - ☐ **Pornirea motorului asincron trifazat**
-

❑ Puterile, pierderile si randamentul motorului asincron

La funcționarea în sarcină a motorului asincron trifazat, înfășurarea statorică absoarbe de la rețeaua de alimentare, puterea activă:

$$P_1 = 3U_l \cdot I_l \cdot \cos \varphi_1$$

Diferența dintre P_1 și pierderile din stator (p_{Cu1} și p_{Fe1}) → puterea electromagnetică P :

$$P = P_1 - p_{Cu1} - p_{Fe1}$$

Diferența între P și pierderile în cupru rotor (p_{cu2}) → puterea mecanică totală P_M .

$$P_M = P - p_{Cu2}$$

Puterea mecanică utilă:

$$P_2 = P_M - (p_m + p_s)$$



pierderi mecanice



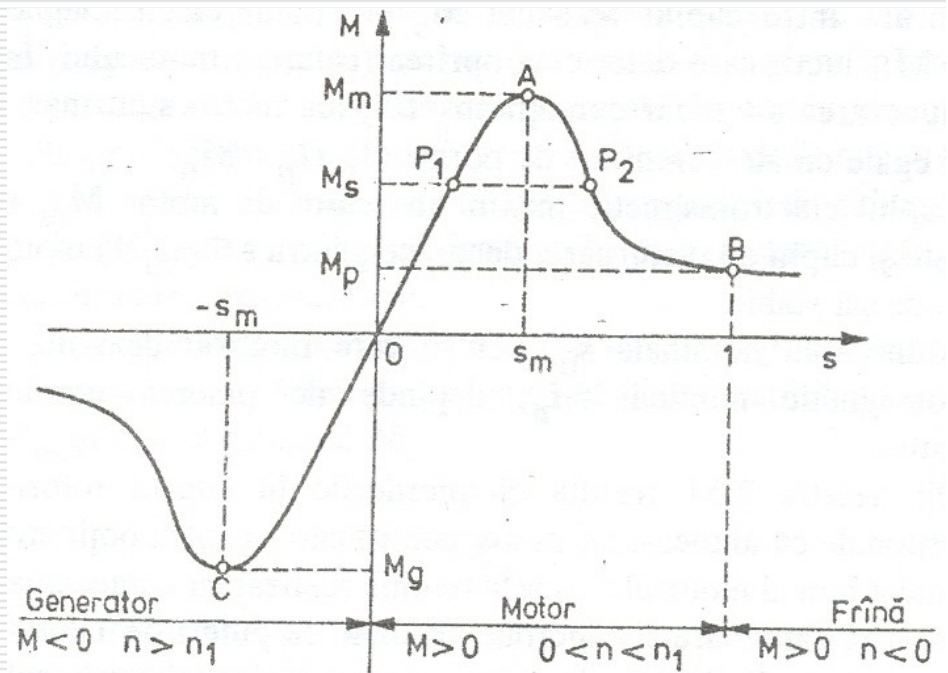
pierderi suplimentare

Randamentul motorului asincron: $\eta = \frac{P_2}{P_1}$

→ 10 ÷ 100 kW - $\eta = 85 \div 92 \%$, iar la puteri mici poate scădea sub 75 %.

□ Regimurile de funcționare ale MA

- pentru M_s pot exista 2 puncte de funcționare: P_1 și P_2 ;
- porțiunea OA este porțiunea stabilă;
- pe porțiunea AB, motorul funcționează instabil deoarece la o creștere a cuplului M_s , alunecarea crește, punctul de funcționare se deplasează spre B → scade cuplul electromagnetic → nu se realizează un echilibru între cuplul M_s și cuplul electromagnetic **M** lucru care determina oprirea motorului.



M_m – cuplul maxim;
 M_s – cuplul de sarcina;
 M_p – cuplul de pornire.

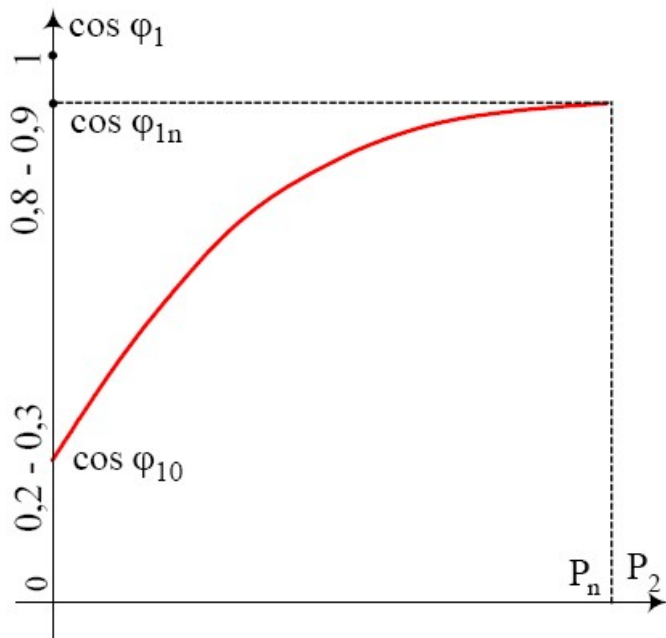
□ Regimurile de funcționare ale MA

- **funcționarea ca motor**, $s \in (0,1)$, mașina primește putere electrică de la rețeaua de alimentare ($P_1 = M\Omega_1 > 0$) și cedează putere mecanică utilă la arbore ($P_2 = M\Omega > 0$).
 - **funcționarea ca generator**, dacă rotorul este antrenat de o mașină primară la o turație $n > n_1$. În acest caz alunecarea devine negativă ($s < 0$), cuplul electromagnetic devine negativ, iar mașina debitează energie în rețeaua de alimentare. Mașina asincronă are în acest regim de funcționare alunecarea $s \in (-\infty, 0)$, primește putere mecanică $P_2 < 0$, și cedează putere electrică $P_1 < 0$.
 - **funcționarea ca frână electromagnetică** – dacă rotorul este antrenat în sens invers câmpului învârtitor ($n < 0$, $s > 1$), mașina primește putere mecanică $P_2 < 0$ și putere electrică $P_1 > 0$, ambele transformându-se în căldură.
-

□ Caracteristicile motorului asincron

Caracteristica factorului de putere $\rightarrow \cos\varphi_1=f(P_2)$

Dependenta factorului de putere statoric $\cos\varphi_1=\cos(\underline{U}_1, \underline{I}_1)$ si puterea mecanica utila P_2 la arborele motorului, la tensiune de faza statorică constanta $\underline{U}_1=\underline{U}_{1n}$ si frecventa constanta $f_1=f_{1n}$.



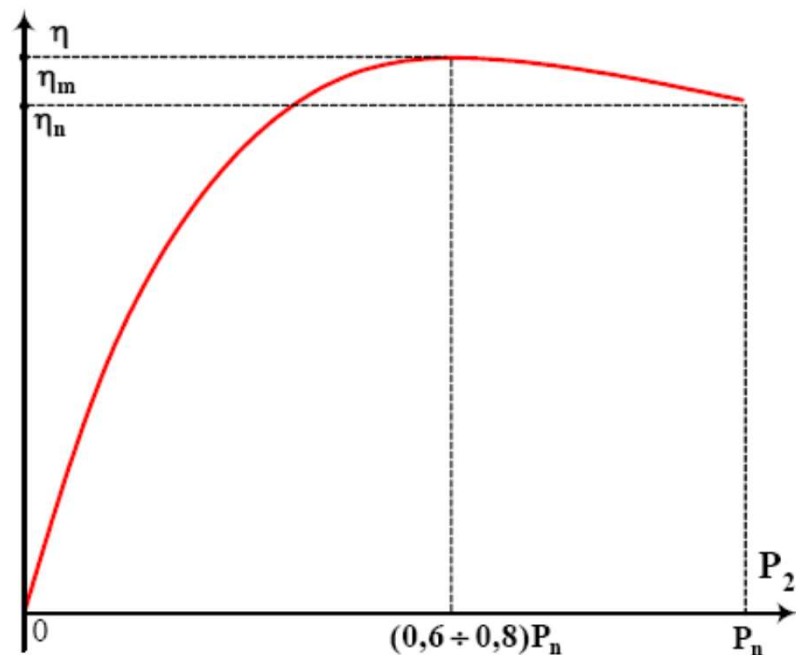
- La funcționarea in gol: $\cos\varphi_1=(0.2-0.3)$
- La funcționarea in sarcina: $\cos\varphi_1=(0.8-0.9)$

□ Caracteristicile motorului asincron

Caracteristica randamentului $\rightarrow \eta = f(P_2)$

Dependenta randamentului η de puterea mecanică utilă P_2 la arborele motorului, la tensiune de fază statorică constantă $U_1 = U_{1n}$ și frecvență constantă $f_1 = f_{1n}$.

η depinde de pierderile care apar la funcționarea lui.

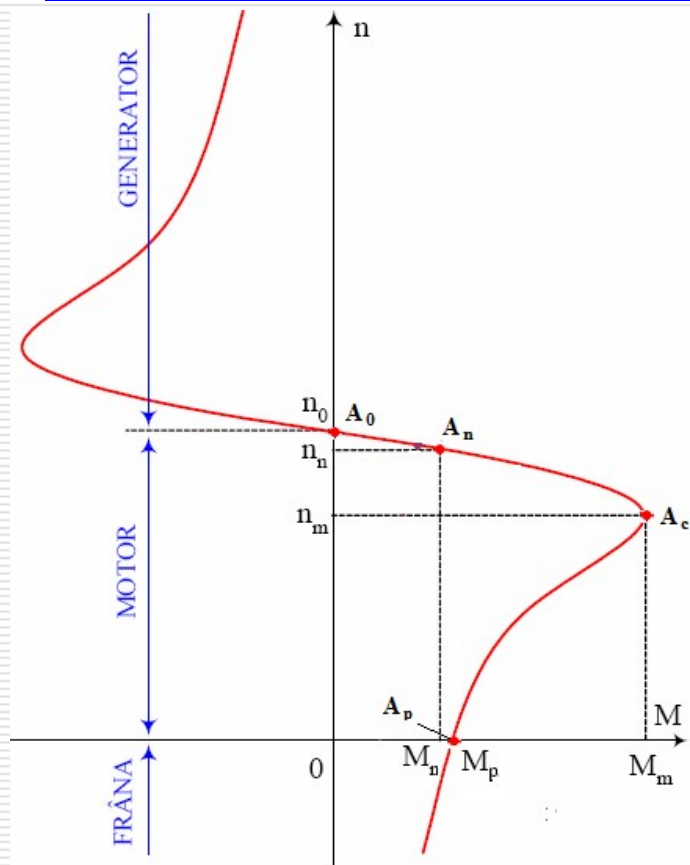


Randamentul motoarelor asincrone are o valoare maximă η_m puțin mai mare decât randamentul nominal η_n pentru o putere de circa $(0,6 \div 0,8)$ din puterea nominală.

$\eta_n = 0,6 \div 0,9$ și crește cu creșterea puterii nominale a motoarelor.

□ Caracteristicile motorului asincron

Caracteristica mecanica $\rightarrow n=f(M)$



A_0 – punctul de mers in gol ($M=0, n_0=n_1$);

A_n – punctul de funcționare nominal ($M_n, n_n=(1-s_n)n_1$);

A_c – punctul critic ($M=M_m, n_c=(1-s_m)n_1$);

A_p – punctul de pornire ($M=M_p, n=0$);

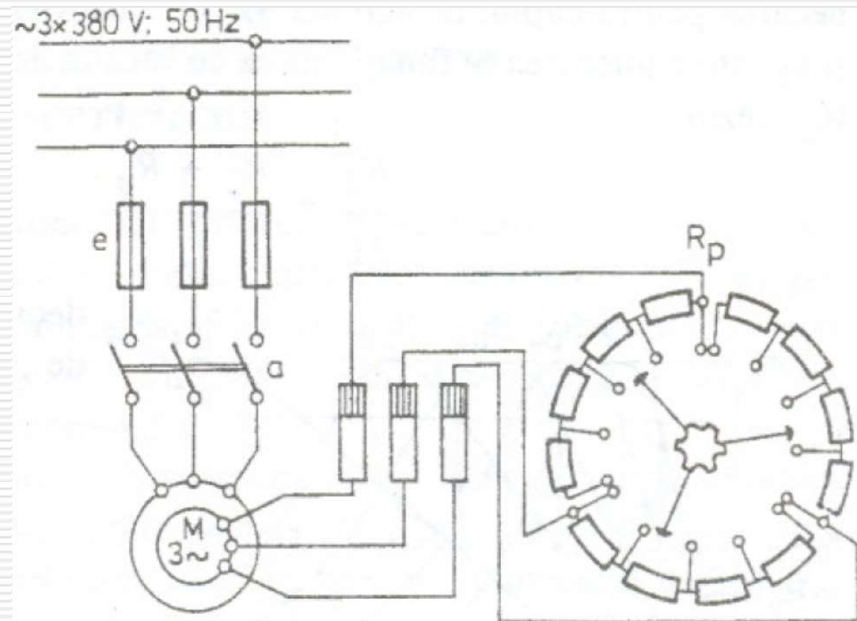
❑ Pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat

Pornirea cu rezistente rotorice externe

Pentru a micsora curentul absorbit la pornire si a mari cuplul de pornire, prin intermediul inelelor si periilor se introduce in circuitul rotoric un reostat de pornire trifazat.

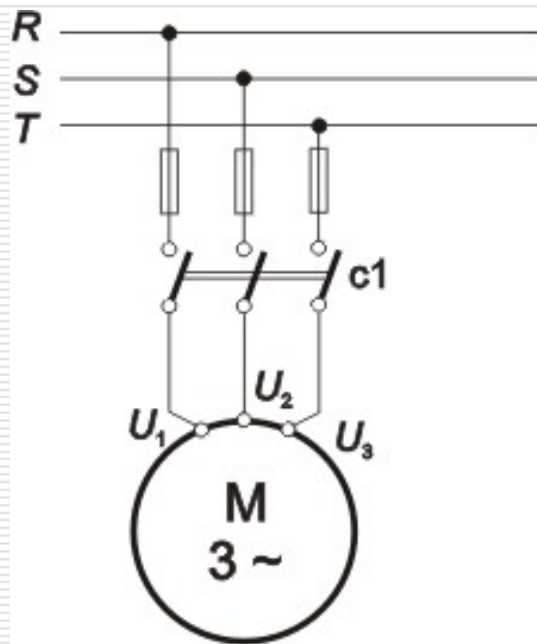
Reostatul este constituit din trei rezistenle reglabile, cate una pentru fiecare faza.

La pornire, maneta reostatului este la rezistenta maxima, iar pe masura cresterii vitezei de rotatie a rotorului, rezistenta reostatului se micsoreaza pana la scurtcircuitarea lui completa, motorul intrand in functionare normala.



❑ Pornirea motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit

Pornirea prin conectare directă la rețea



$I_p = (4,5 \div 7) I_{1n}$ determină o reducere a tensiunii în rețeaua de alimentare.

Pentru a limita această reducere (variație) a tensiunii la valori acceptabile, normativul I7 - 91 precizează următoarele:

- în cazul când alimentarea motorului cu rotor în scurt circuit se face din rețeaua publică de 3x380 V, acesta se poate porni prin conectare directă dacă puterea sa nominală este, $P_n \leq 5,5 \text{ kW}$;
- în cazul când alimentarea motorului cu rotor în scurtcircuit se face de la un post de transformare, motorul se poate porni prin conectare directă dacă puterea sa nominală este, $P_n \leq 0.2S_{if}$;

suma puterilor nominale a transformatoarelor instalate și aflate în funcțiune din postul respectiv

□ Pornirea motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit

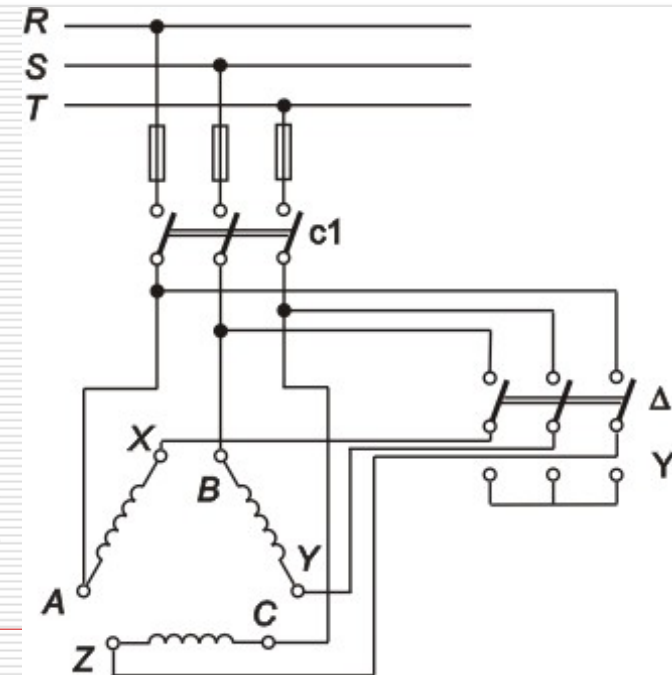
Pornirea prin comutare stea-triunghi

La aceste motoare înfășurarea statorică se conectează la începutul pornirii în stea, obținându-se prin aceasta o reducere a tensiunii de fază, respectiv o reducere a curentului de pornire în fazele statorului și în linia de alimentare.

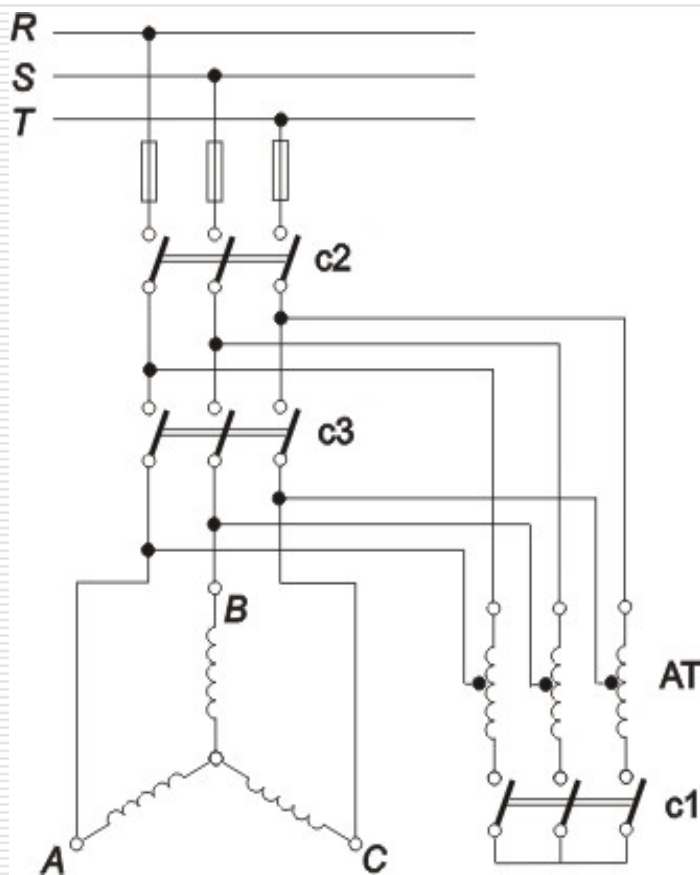
$$\frac{I_{lY}}{I_{l\Delta}} = \frac{M_{pY}}{M_{p\Delta}} = \frac{1}{3} \rightarrow$$

se obține o reducere a curentului de pornire din linie de trei ori și o reducere a cuplului de pornire tot de trei ori.

Motorul pornește cu conexiunea stea (Y), producând un șoc de curent relativ mic în rețea; după un scurt timp se ajunge la funcționarea staționară ($n = \text{const.}$). Atunci se poate trece comutatorul în poziția Δ .



❑ Pornirea motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit



Față de pornirea prin comutare stea-triunghi, pornirea cu autotransformator are **avantajul** că utilizează trei tensiuni în timpul pornirii, și astfel, la trecerea de la o tensiune la alta, șocurile de curent sunt mai mici.

Ca **dezavantaj** al acestei metode: costul ridicat al autotransformatorului și a aparatajului de conectare față de cel al comutatorului stea-triunghi.

Subiecte examen

1. Puterea activa la funcționarea în sarcină a motorului asincron trifazat - formula, semnificație mărimi.
2. Puterea electromagnetica la funcționarea în sarcină a motorului asincron trifazat - formula, semnificație mărimi.
3. Puterea mecanica la funcționarea în sarcină a motorului asincron trifazat - formula, semnificație mărimi.
4. Randamentul motorului asincron – definiție, formula, semnificație mărimi, valoare în funcție de ordinul de putere .
5. Regimul de funcționare ca motor - valorile lui n , M , s , detalierea funcționării .
6. Regimul de funcționare ca generator - valorile lui n , M , s , detalierea funcționării.
7. Regimul de funcționare ca frână electromagnetica – valorile lui n , M , s , detalierea funcționării.
8. Caracteristica factorului de putere la motorul asincron – reprezentare grafică (valorile factorului de putere la funcționarea în gol și sarcină).
9. Caracteristica randamentului motorului asincron – reprezentare grafică (valoarea randamentului nominal și valoarea randamentului maxim raportat la puterea nominală a motorului).