

Modificarea vitezei de rotație a mașinii de inducție

Metode de modificare a vitezei

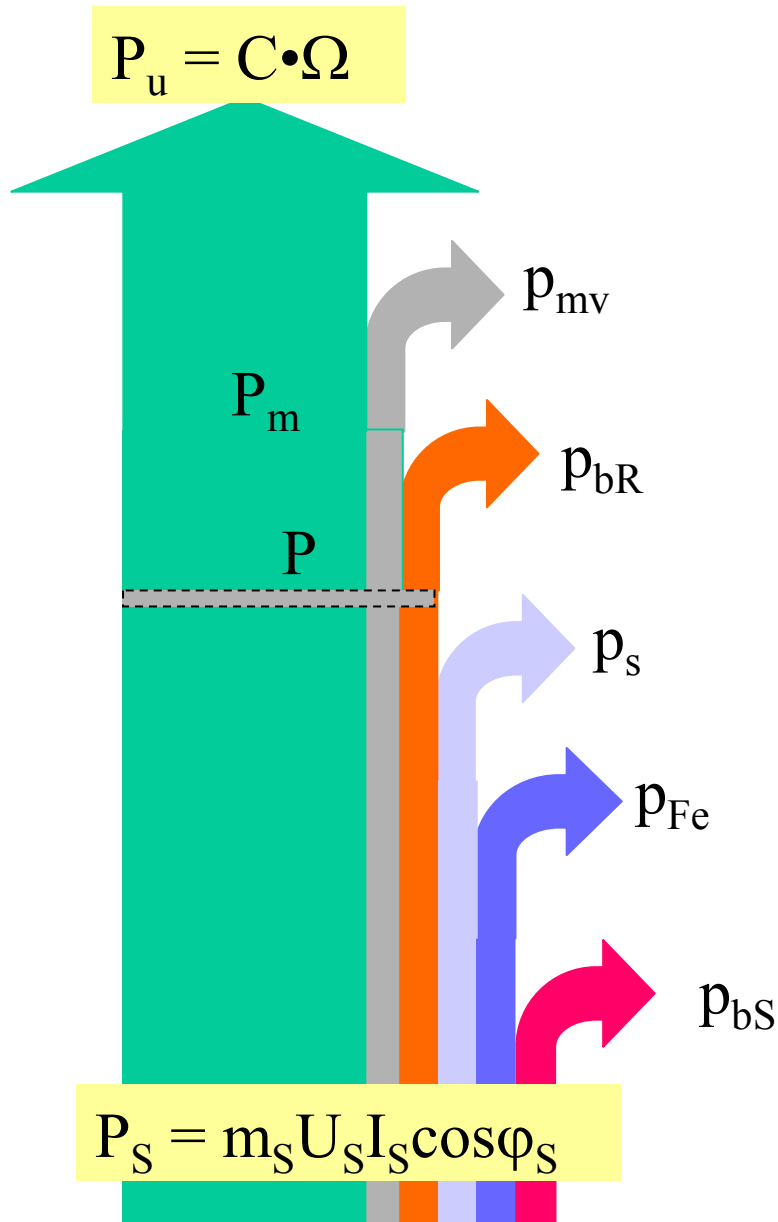
Metode de modificare a vitezei

Expresia vitezei de rotație a mașinii de inducție

$$n = \frac{f_s}{p} (1 - s)$$

- modificarea alunecării la cuplu constant
 - tensiunea de alimentare,
 - rezistența rotorică,
 - regim nesimetric de alimentare,
- schimbarea numărului de perechi de poli
 - mașini cu rotor în colivie,
 - înfășurări speciale
- schimbarea frecvenței tensiunii de alimentare
 - convertor de tensiune
- dubla alimentare a mașinii de inducție
 - cascade de mașini

Pierderile și randamentul mașinii



$$p_{mv} = f(n, P, constr.)$$

$$p_{bR} = m \cdot R_R \cdot I_R^2 \cdot k_{psR}$$

$$p_s = f(P, constr, B, A)$$

$$p_{Fe} = f(f_s, U_S, tola)$$

$$p_{bS} = m \cdot R_S \cdot I_S^2 \cdot k_{psS}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_S} = 1 - \frac{\sum p}{P_S}$$

Modificarea vitezei prin schimbarea alunecării

$$C = \frac{p \cdot m}{\omega} \cdot \frac{U_S^2 \cdot \frac{R'_R}{s}}{\left[\left(R_S + c_S \cdot \frac{R'_R}{s} \right)^2 + \left(X_{S\sigma} + c_S \cdot X'_{R\sigma} \right)^2 \right]} = ct.$$

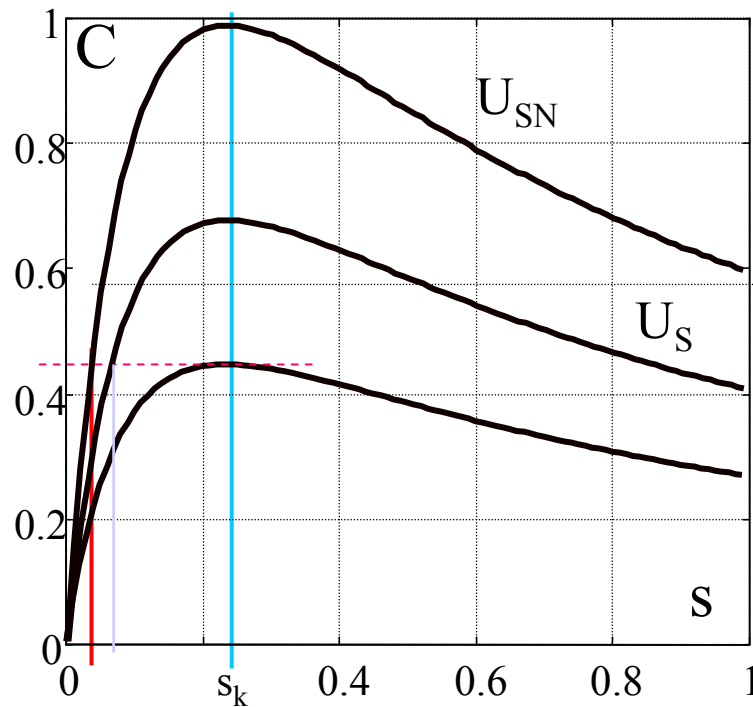
Alunecarea la cuplu constant depinde de :

- tensiunea de alimentare,
- parametri mașinii,
- componentele simetrice ale tensiunii de alimentare

Modificarea tensiunii de alimentare.

- se poate reduce \Rightarrow crește alunecarea, scade turația

Modificarea vitezei prin schimbarea alunecării



Caracteristici mecanice
pentru diferite tensiuni

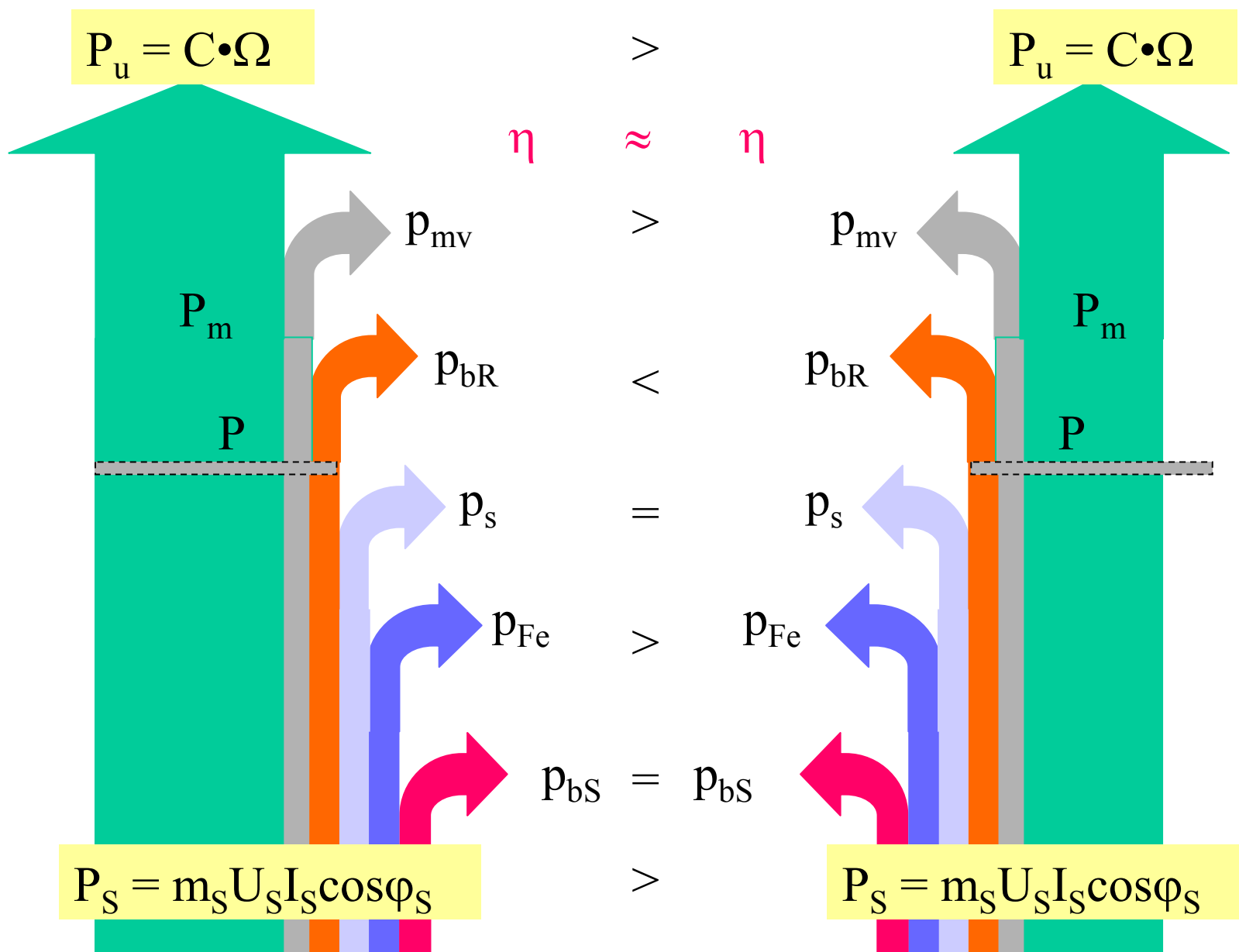
Domeniul de modificare

$$s_1(C) \leq s \leq s_k$$

Restrâns 20-30 %

- Crește curentul din rotor
- scade viteza de rotație,
- se micșorează căldura cedată
- scade puterea utilă,
- scade puterea absorbită

Reducerea tensiunii de alimentare



Crearea alimentării nesimetrice

Se realizează un regim nesimetric prin:

- introducerea în serie cu o fază statorică a unei impedanțe
- alimentarea în sens invers a unei faze,
- alimentarea de la o sursă nesimetrică,
- intreruperea unei faze.

Se reduce cuplul critic, alunecarea critică nu se schimbă mult

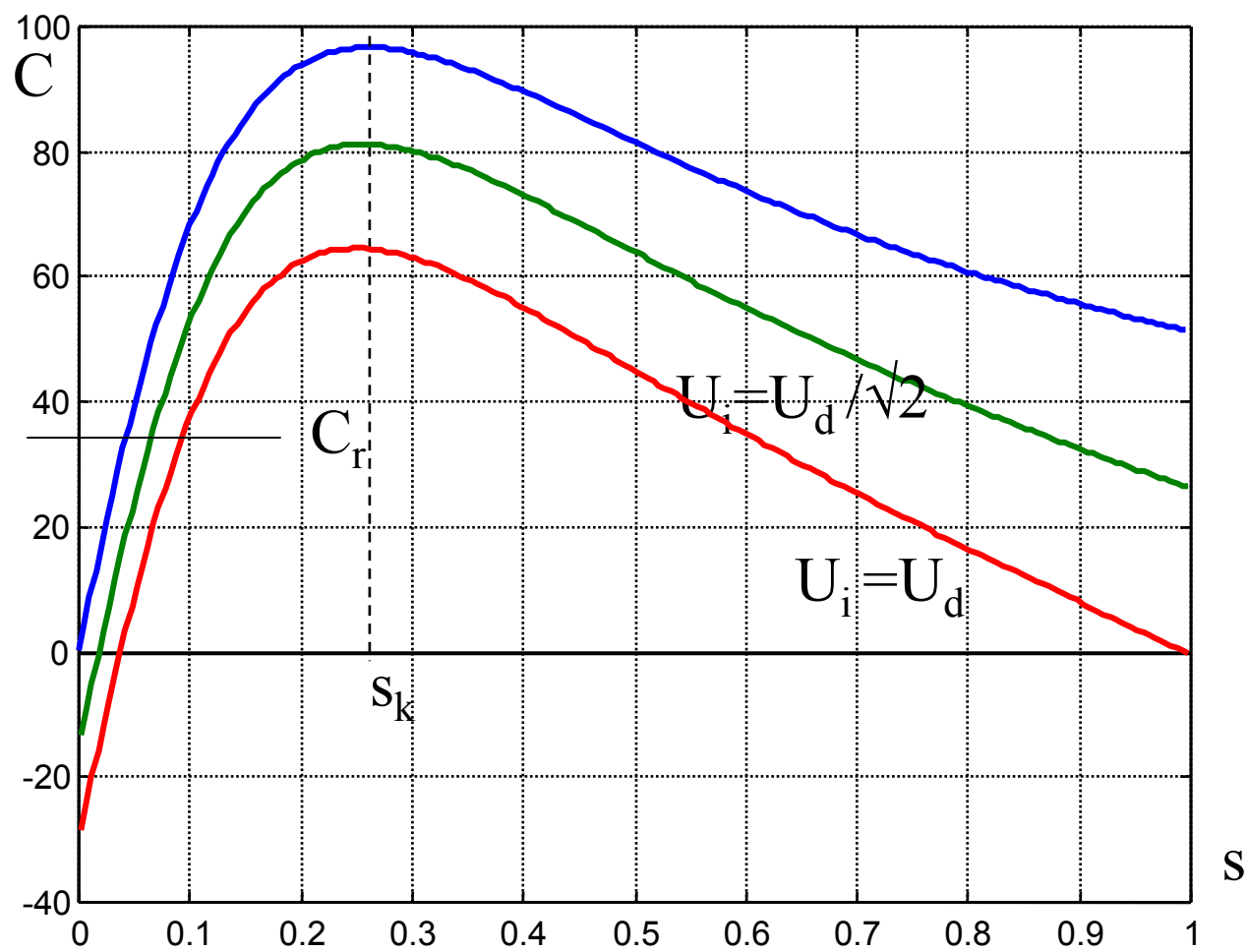
Domeniul de modificare al vitezei

$$s_1(C) \leq s \leq s_k$$

Pierderi mari în înfășurări, pierderi în fierul rotorului

Randament micșorat.

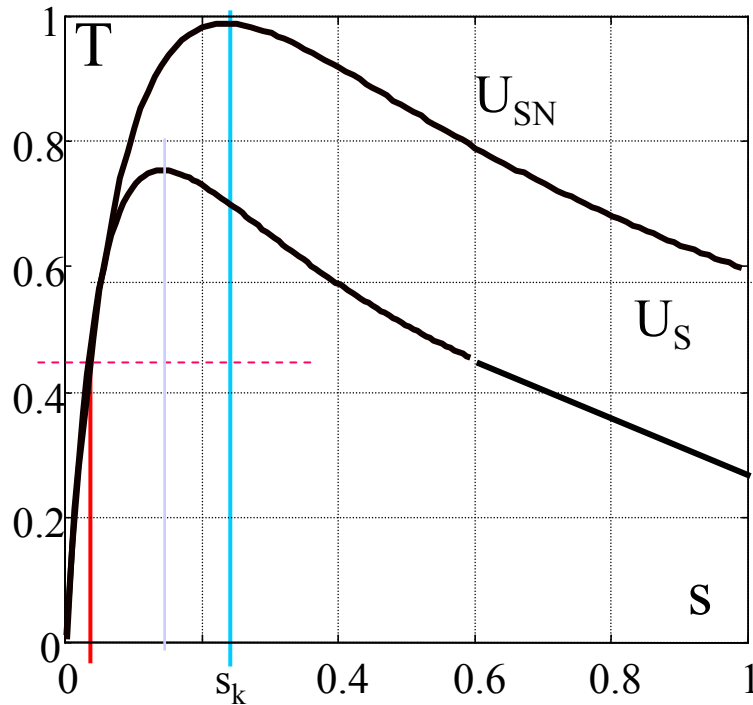
Tensiuni de alimentare nesimetrice



Inserierea unor reactanțe, sau rezistențe în stator

$$s_k = \frac{R_R}{\sqrt{R_S^2 + X_{Ssc}^2}} \cong \frac{R_R}{Z_{Ssc}}$$

$$s_k^* = \frac{R_R}{\sqrt{(R_S + R)^2 + (X_{Ssc} + X)^2}} \cong \frac{R_R}{|Z_{Ssc} + Z|}$$



Alunecarea critică scade

Domeniul de modificare al vitezei este mai redus decât în cazul reducerii tensiunii.

Cuplul critic se reduce

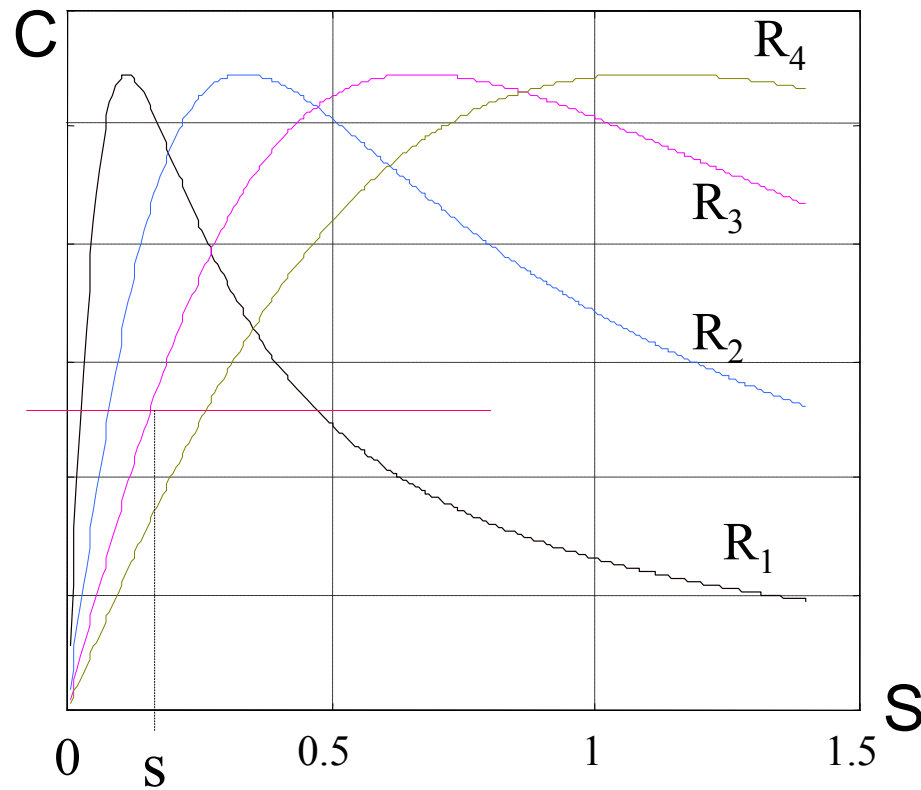
Caracteristica este mai rigida

$$C_k \cong k_c \frac{U_S^2}{c_S} \frac{1}{R_S + R \pm |Z_{Ssc} + Z|} \approx k_c \cdot \frac{U_S^2}{|Z_{Ssc} + Z|} \frac{1}{\varepsilon^* \pm 1}$$

$$\varepsilon^* \cong \frac{R_S + R}{|Z_{Ssc} + Z|}$$

Introducerea unei rezistențe în circuitul rotoric

Alunecarea critică crește



$$s_k = \frac{c_S \cdot (R'_R + R)}{\pm \sqrt{R_S^2 + X_{Ssc}^2}}$$

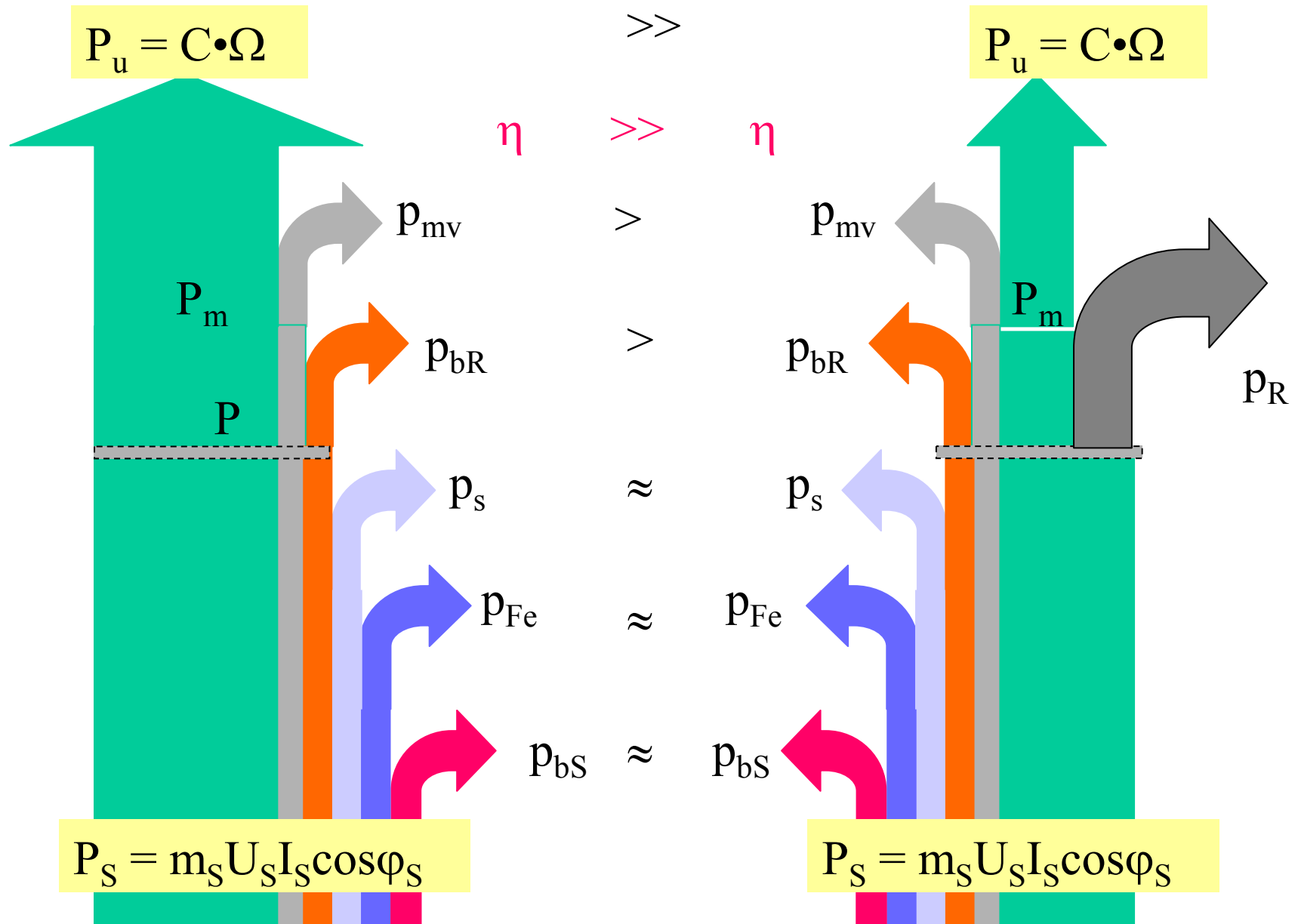
Cuplul critic este constant

Domeniul de reglare

$$s_1(C) \leq s \leq 1$$

- turația scade
- evacuarea căldurii slabă
- pierderi în rezistență

Introducerea unei rezistențe în circuitul rotoric



Schimbarea numărului de perechi de poli

Numărul de perechi de poli este un element constructiv realizat prin construcția înfășurării.

Cele două armături trebuie să aibe același număr de poli,

- nu se poate aplica la motoare cu rotor bobinat, Din cauza numărului mare de inele la rotore bobinate
- la motoare cu rotor în colivie numărul de perechi de poli se formează după stator

Două posibilități:

- se prevăd înfășurări cu $p_1, p_2, p_3 \dots$ perechi de poli,
- se schimbă conexiunea între grupuri de bobine.

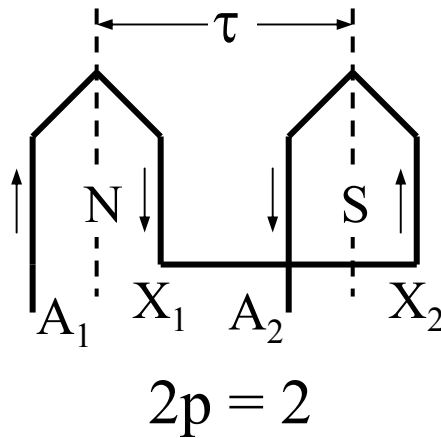
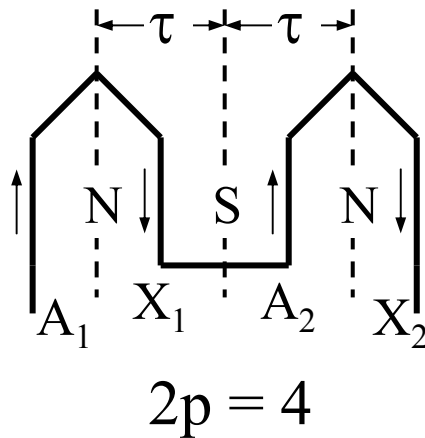
Turația se poate schimba în trepte.

Există pentru fiecare înfășurare sau grup câte 6 borne (inele în cazul rotorului)

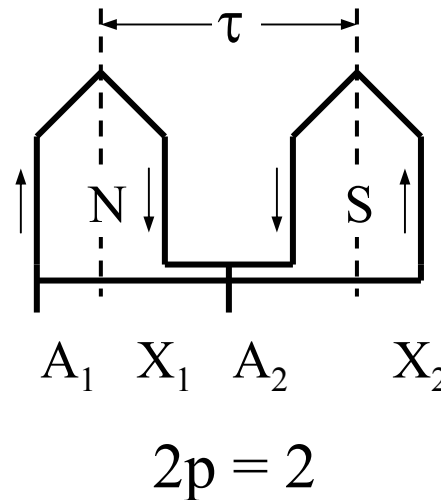
Modificarea numărului de poli

Prin conectare convenabilă a secțiilor înfășurării

- Se modifică:
- numărul de poli p
 - factorul de bobinaj k_b
 - inducția magnetică B_δ
 - numărul de spire înseriate N_{sp}
 - t.e.m. indusă U_e
 - cuplul electromagnetic T



Scheme de principiu



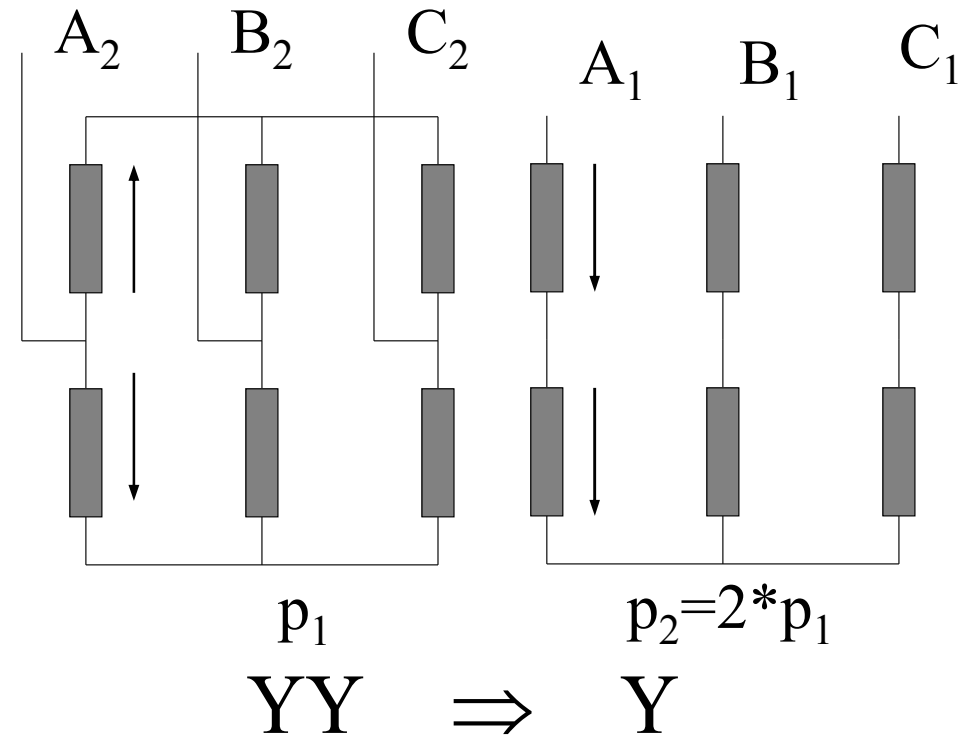
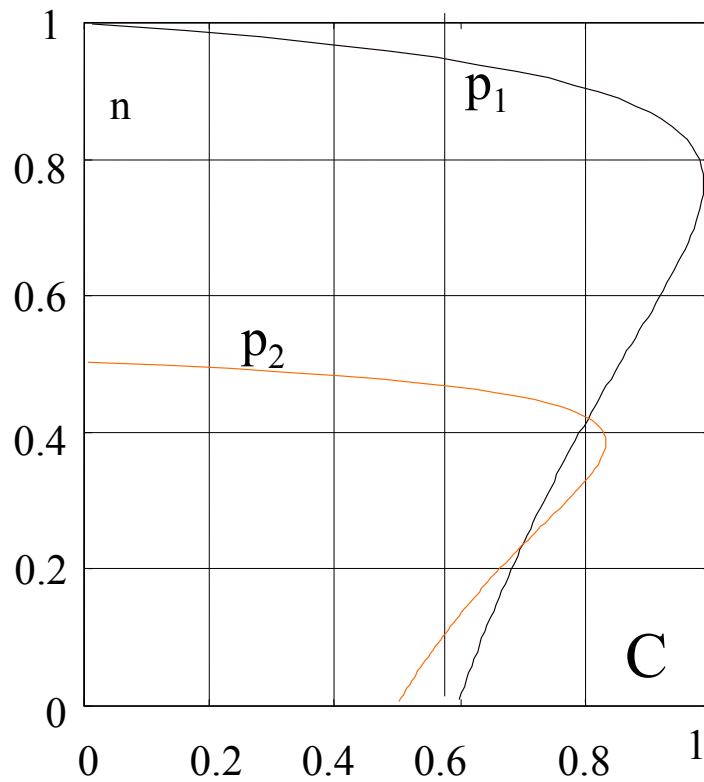
$$\frac{U_{e1}}{U_{e2}} = \frac{p_2 \cdot N_{sp1} \cdot k_{b1} \cdot B_{\delta 1}}{p_1 \cdot N_{sp2} \cdot k_{b2} \cdot B_{\delta 2}}$$

Modificarea numărului de poli

Motoare cu cuplu constant

$$\frac{C_1}{C_2} \approx \frac{B_{\delta 1}}{B_{\delta 2}}$$

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{p_2}{p_1} \frac{w_1 \cdot k_{b1}}{w_2 \cdot k_{b2}}$$

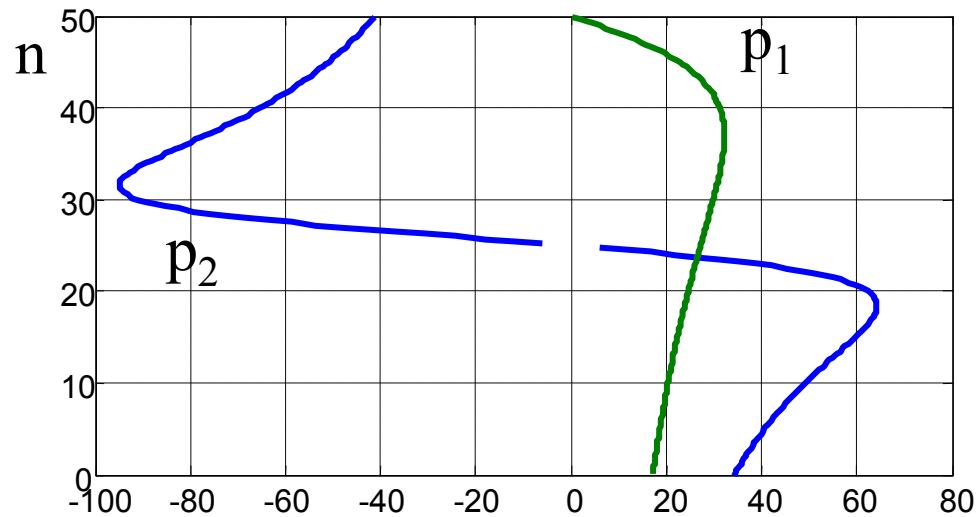
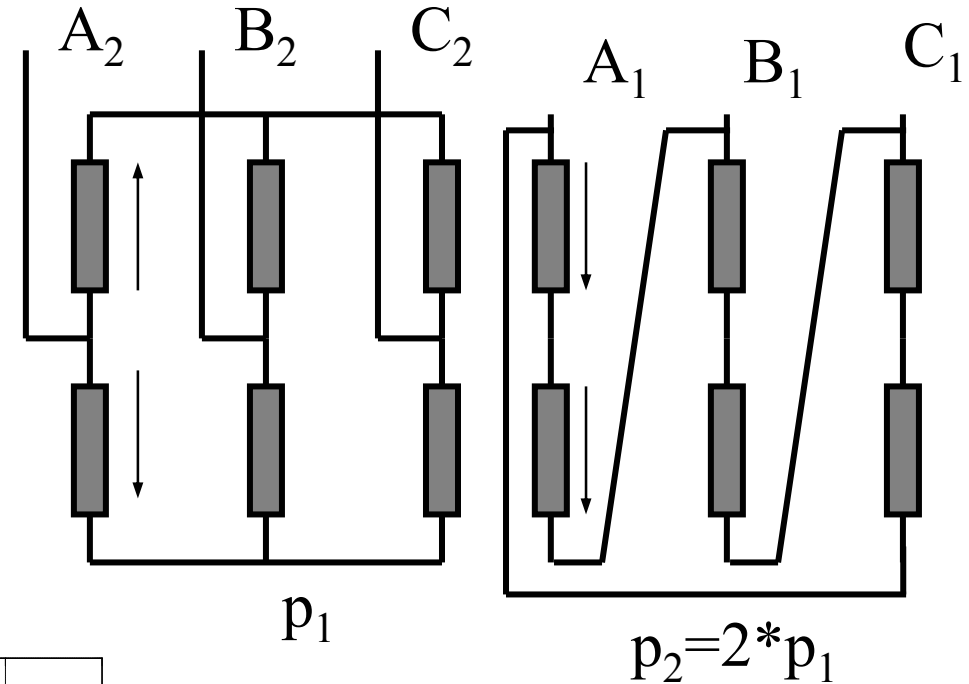


Conexiunea Dahlander

Modificarea numărului de poli

Motoare cu putere constantă

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{p_1 C_1}{p_2 C_2} \approx \frac{B_{\delta 1} p_1}{B_{\delta 2} p_2} \approx ct$$



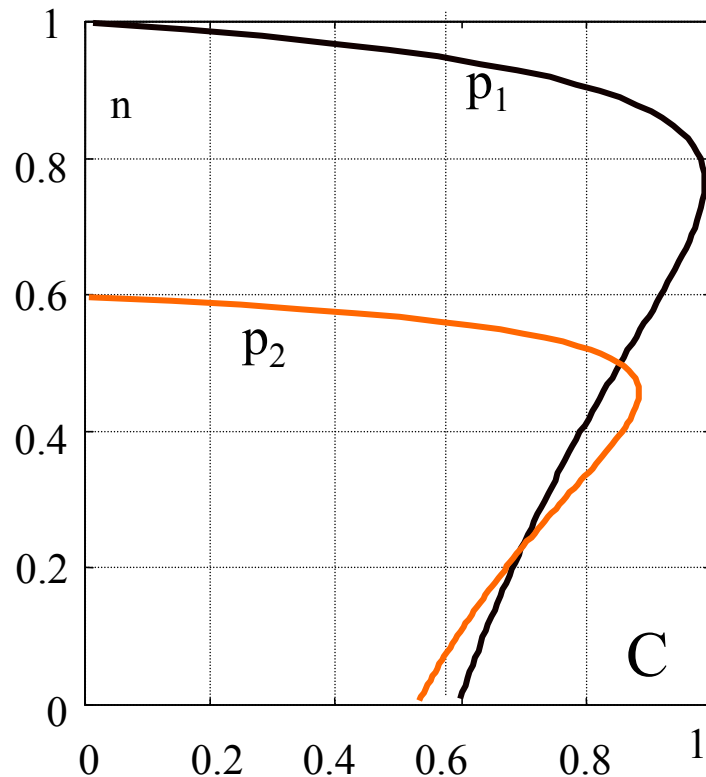
$$U_{e1} \approx \frac{U}{2 \cdot \sqrt{3}}$$

$$U_{e2} \approx U$$

C

Schimbarea numărului de perechi de poli

Două sau mai multe înfășurări distingte pe stator



$$p_1 = 3 ; p_2 = 5$$

- suprafața creștăturii este foarte mare
- diametrul exterior este mai mare decât la un motor normal,
- jugul , fierul statoric nu este bine utilizat,
- parametrii înfășurărilor sunt mai mari,
- randamentul mașinii este mai slab la orice viteză,
- cutia de borne conține $n*6$ borne,
- se folosește dacă și p_2 sunt mult diferite,

Modificarea frecvenței tensiunii de alimentare

Modificarea frecvenței influențează :

- reactanțele mașinii,
- alunecarea critică,
- cuplul electromagnetic maxim,
- fluxul și inducția magnetic în întrefier,
- factorul de putere,

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \rightarrow f$$

$$\cos \varphi \approx \frac{1}{a + b \cdot f}$$

$$s_k = \frac{R_R}{\sqrt{R_S^2 + X_{1sc}^2}} \rightarrow \frac{1}{f}$$

$$C_k = \frac{p \cdot m_S}{\omega_S} \frac{U_S^2}{2 \cdot c_S} \frac{1}{R_S \pm \sqrt{R_S^2 + (X_{S\sigma} + c_S \cdot X_{R\sigma}')^2}} \rightarrow \frac{U_S^2}{f^2}$$

$$\Psi \approx \frac{U_S}{\omega_S} \rightarrow \frac{U_S}{f}$$

$$B_\delta = \frac{\Psi}{\alpha_i \cdot \tau \cdot L_i \cdot N_{sp} \cdot k_b} \rightarrow \frac{U_S}{f}$$

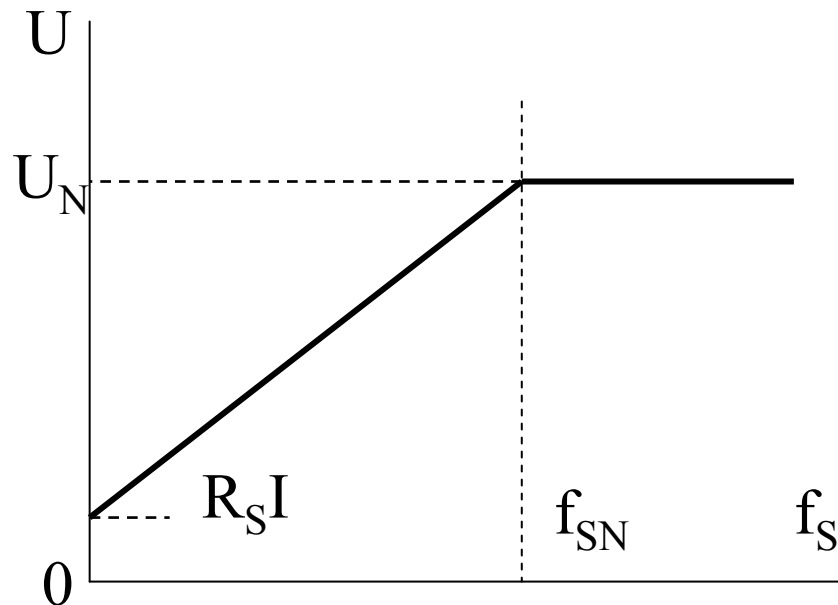
Modificarea frecvenței tensiunii de alimentare

Flux constant cel mai bun pentru mașină

- **nesaturat** – nu se utilizează bine fierul,
- **saturat**- crește curentul de mers în gol, cresc pierderile, scade factorul de putere, mașina nu poate fi încărcată la putere nominală.

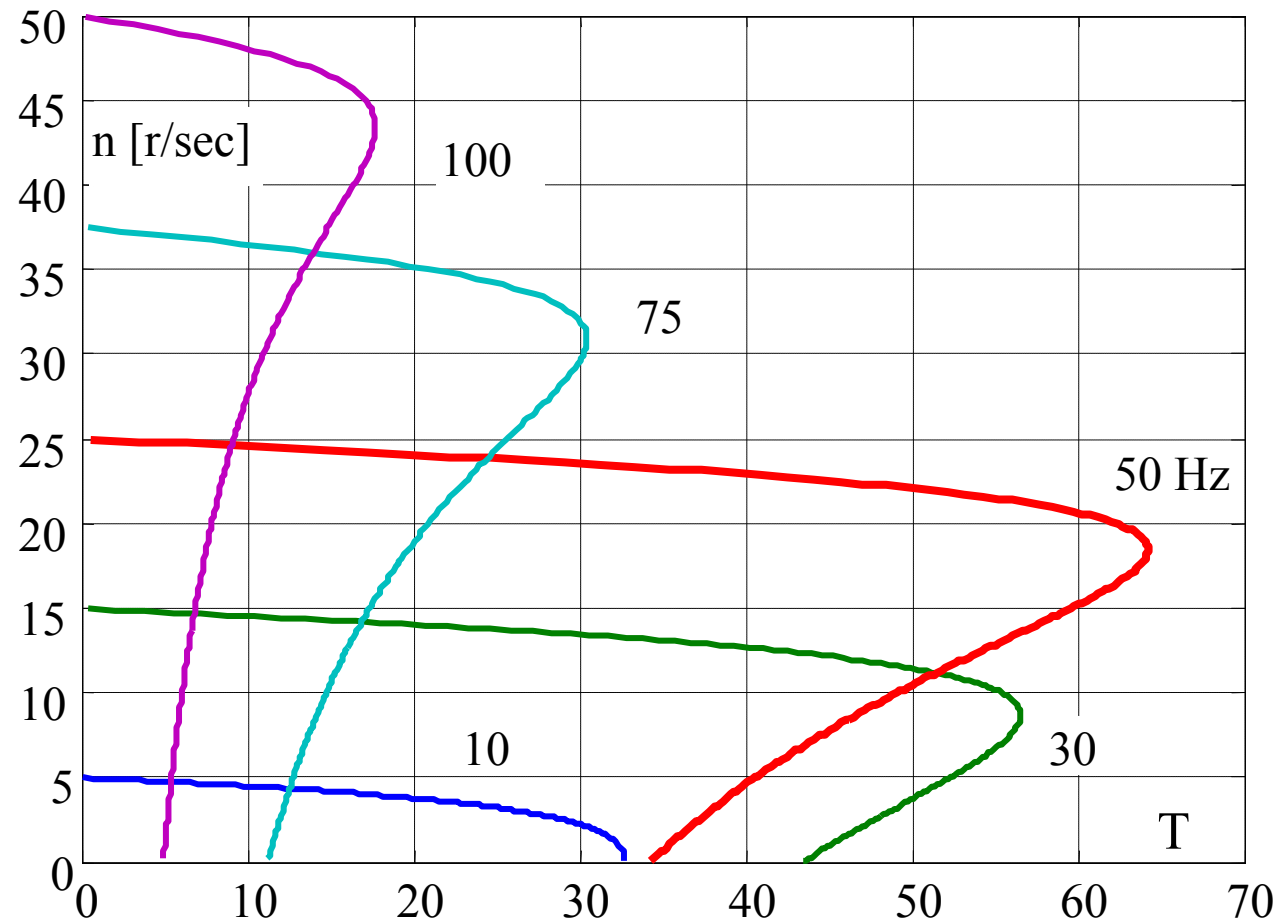
$$\Psi \approx \frac{U_S}{\omega_S} \rightarrow \frac{U_S}{f} \cong ct.$$

Din cauza căderii de tensiune , mai exact



$$\underline{\Psi} = \frac{j}{\omega_S} (\underline{U}_S - R_S \cdot \underline{I}_S)$$

Modificarea frecvenței tensiunii de alimentare



Caracterici mecanice la $U/f = ct.$ și diferite frecvențe

Modificarea frecvenței tensiunii de alimentare

Pierderile în mașină la flux constant

La scăderea frecvenței:

$$p_{Fe} <$$

$$p_m <$$

$$p_{bS} \approx$$

$$p_{bR} \approx$$

$$\eta \approx$$

Se micșorează

capacitatea de cedare

a căldurii

Puterea utilă și absorbită se micșorează

La creșterea frecvenței:

$$p_{Fe} \approx$$

$$p_m >$$

$$p_{bS} \approx$$

$$p_{bR} \approx$$

$$\eta \approx >$$

Puterea absorbită se micșorează, puterea utilă este constantă.