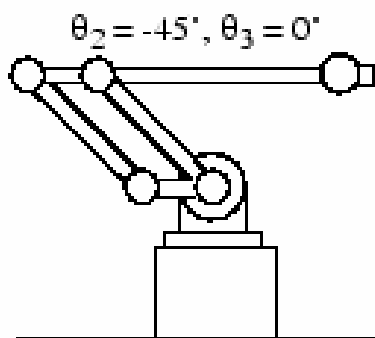
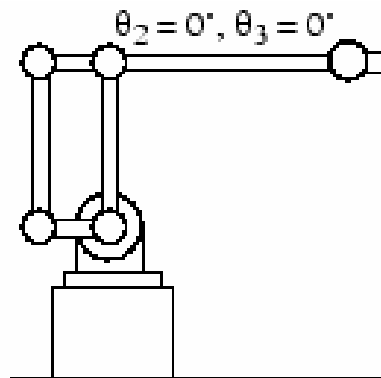


SISTEME DE ACTIONARE

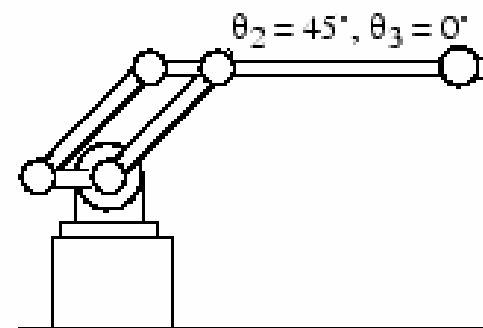
II



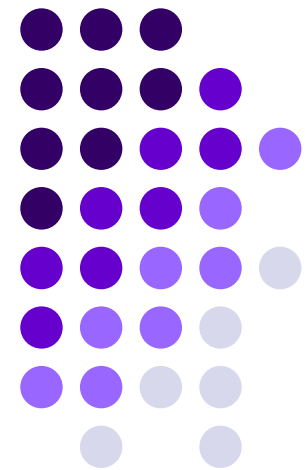
$$J_1 = 215 \text{ kgm}^2$$

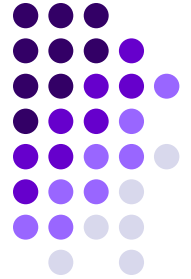


$$J_1 = 170 \text{ kgm}^2$$



$$J_1 = 340 \text{ kgm}^2$$

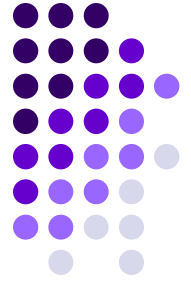




Cuprins_6

1. Introducere. Principii privind reglarea vitezei.
2. SA prin m.c.c.
 - a) Introducere
 - b) Ecuatiile si caracteristicile m.c.c.
 - c) Regimul de pornire
 - d) Frinare
 - e) Caracteristicile dinamice

Introducere



regimul de pornire - procesul de trecere de la starea de repaus la starea de mișcare caracterizată prin punctul de funcționare. Acest lucru este posibil pe baza unui cuplu de accelerare asigurat de servomotorul de acționare;

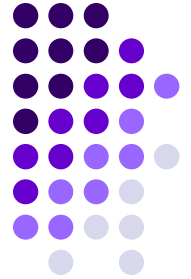
regimul de oprire - procesul de trecere de la starea de funcționare la starea de repaus, cuplul de frânare datorându-se numai frecărilor naturale din sistem;

regimul de frânare - procesul de reducere a vitezei prin introducerea unui cuplu de frânare asigurat printr-un procedeu oarecare: mecanic, electromecanic;

regimul de reversare - schimbarea sensului de mișcare. Acest regim se poate descompune într-un regim de *frânare*, *oprire* și *pornire* în sens invers până în noul punct de funcționare;

reglarea vitezei - trecerea de la o viteză de lucru la altă viteză de lucru, impusă de desfășurarea procesului tehnologic, printr-o intervenție asupra parametrilor funcționali ai sistemului.

Cerintele reglării vitezei

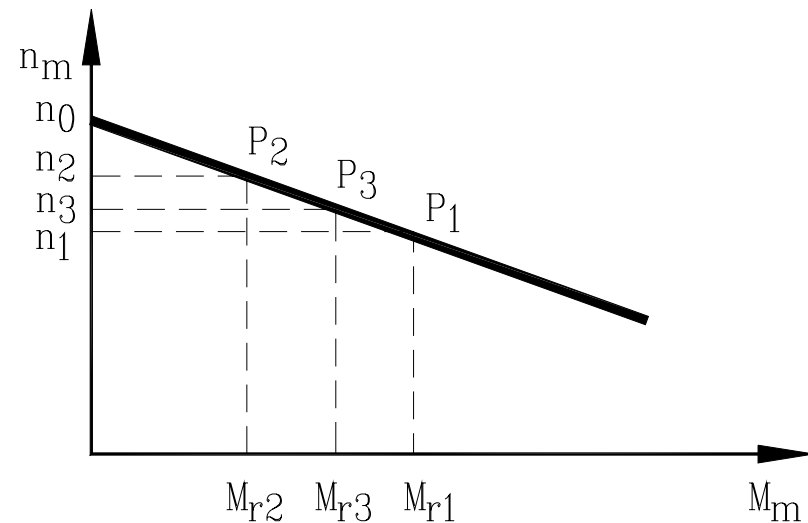
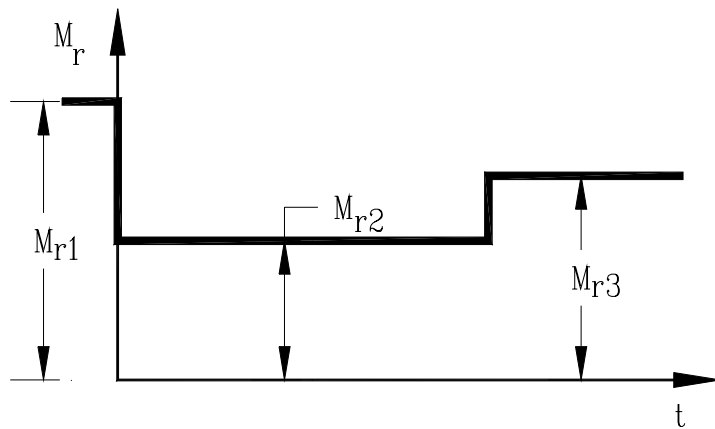


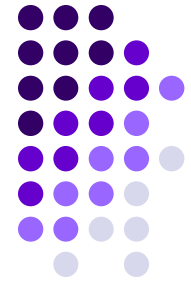
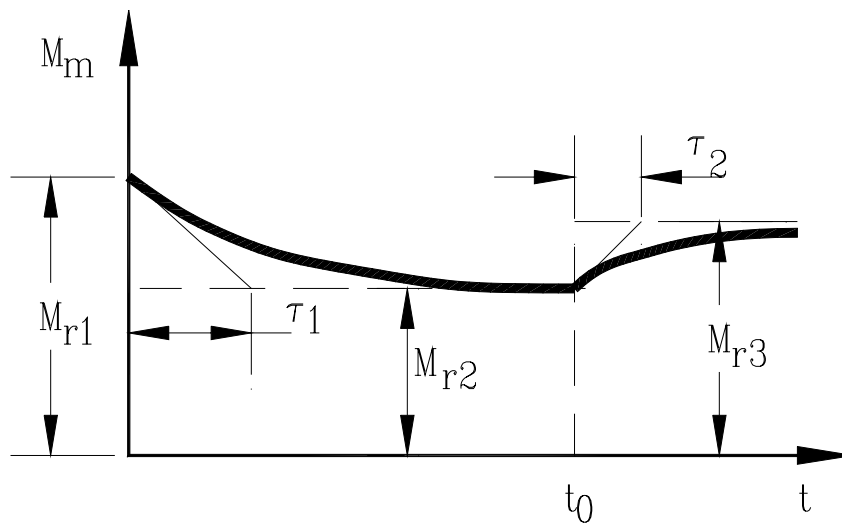
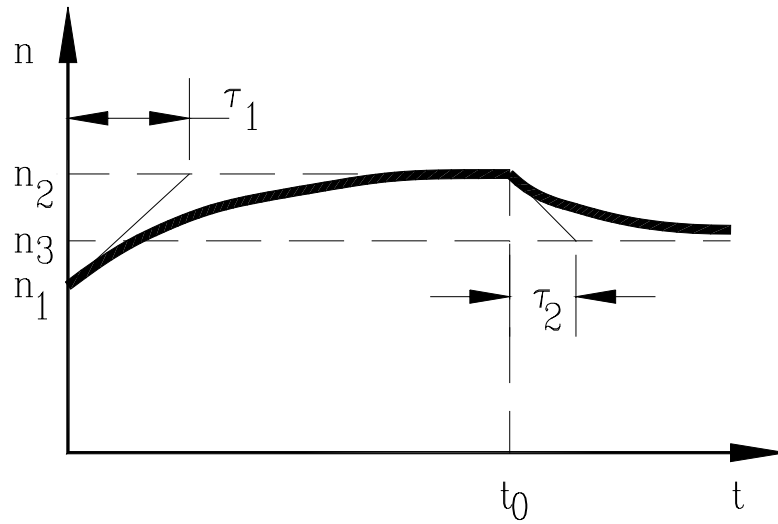
Cerințele impuse reglării vitezei sunt în general de ordin:

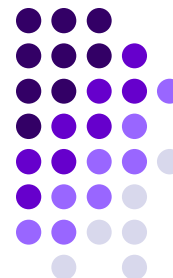
funcțional: viteză, sarcină, dinamică, comandă;

- *Cerințele de viteză* se referă la stabilirea tuturor aspectelor privind funcționarea sistemului cu o **viteză constantă, în trepte de viteze sau cu o reglare continuă**

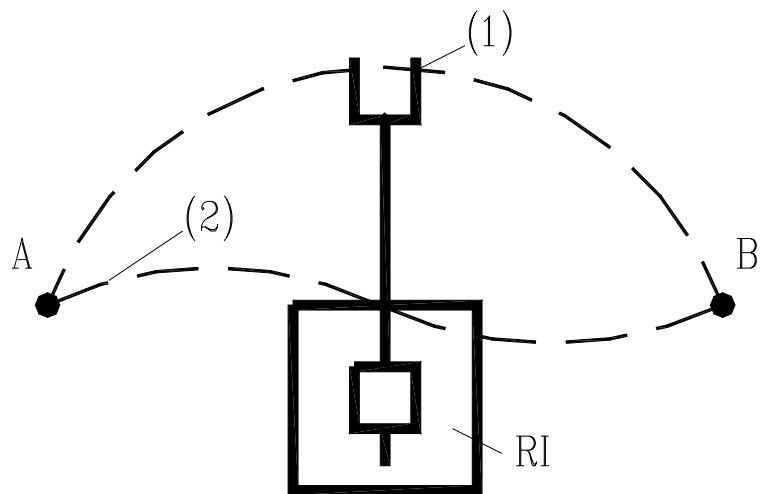
$$P = M_r \cdot \Omega$$







Cerințele dinamice se referă la sistemele de acționare cu sarcini inerțiale mari (și cazul roboților industriali).

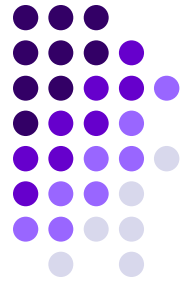


In primul caz (1) (lungimea maximă a brațului), momentul de inerție raportat la arborele motorului va fi mare cu influențe negative asupra timpului de acționare.

Cerințele de comandă trebuie să precizeze dacă reglarea vitezei trebuie să se facă în ambele sensuri de mișcare, dacă funcționarea sistemului este continuă etc. Sunt necesare precizări privind aserviri sau interblocări între anumite componente ale sistemului.

Indici de calitate ai metodelor de reglare a vitezei

Gama de reglare a vitezei: $G_r = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$ *Finețea reglării*: $F_r = \frac{n_i}{n_{i+1}}$



Stabilitatea reglării este dată de rigiditatea caracteristicii de reglare. Cu cât caracteristica este mai rigidă cu atât indicele de stabilitate este mai bun.

Indicele de răspuns al sistemului de reglare = durata regimului tranzitoriu de trecere de la o viteză la altă viteză stabilă.

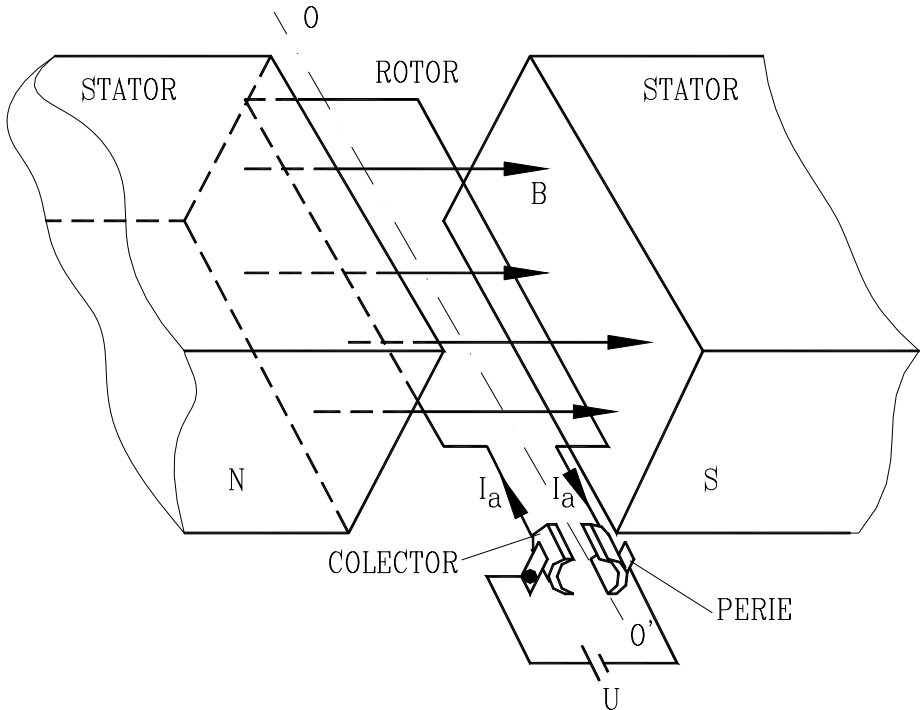
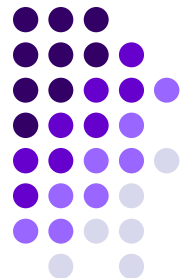
Indicele de răspuns depinde în mare măsură de *inerția mecanică și cea electromagnetică a sistemului* prin cele două constante de timp.

Metoda de reglare este cu atât mai favorabilă cu cât durata regimului tranzitoriu este mai redusă.

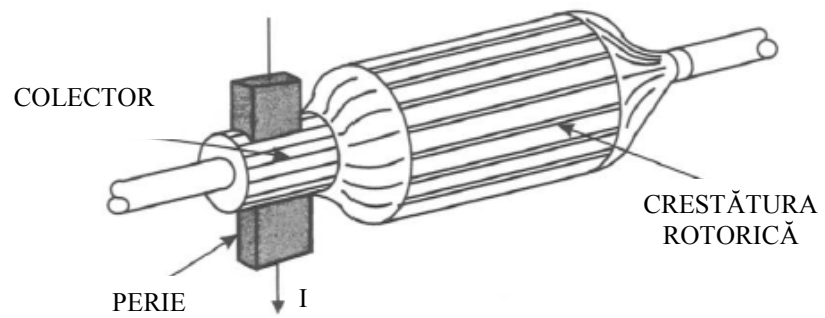
Precizia reglării face referiri la abaterile relative ale vitezei (maxime și minime) în urma stabilirii unei anumite metode de reglare:

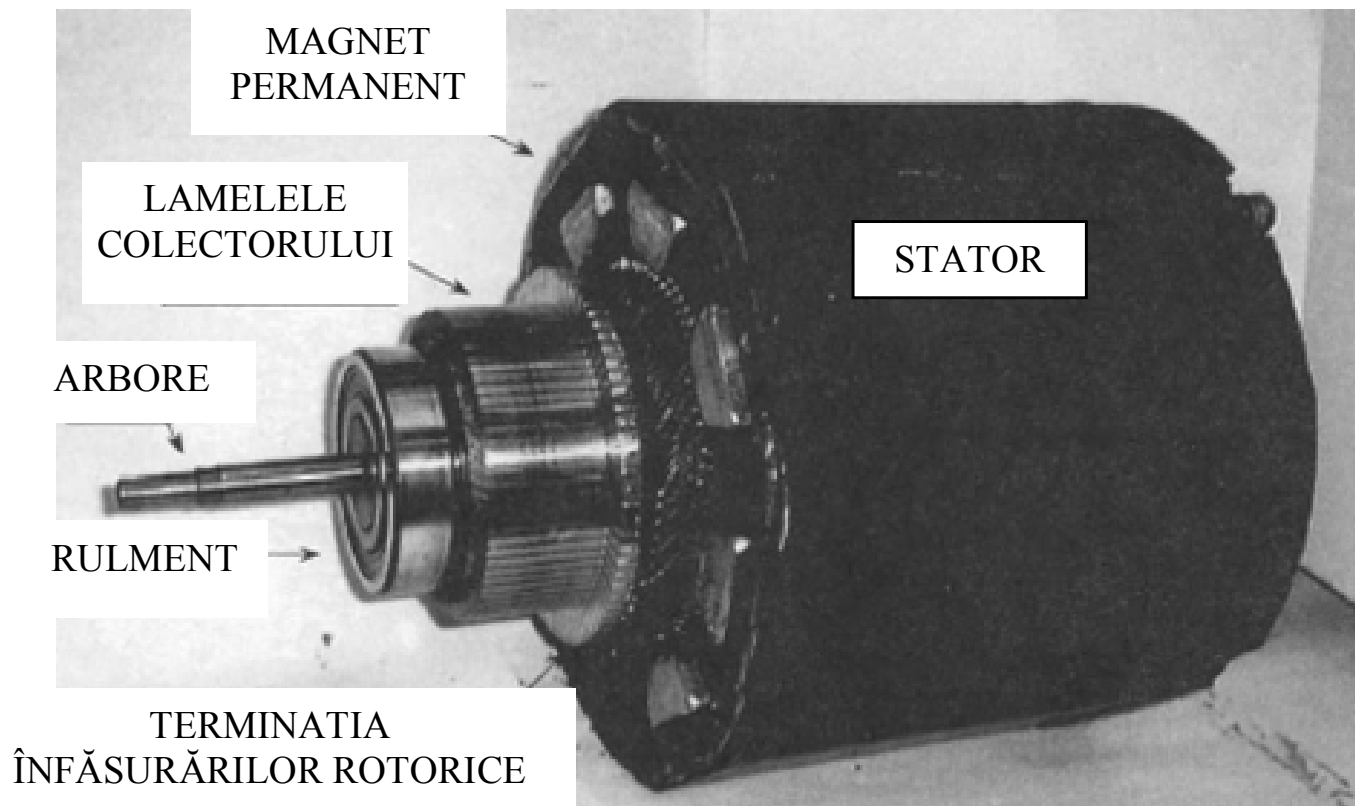
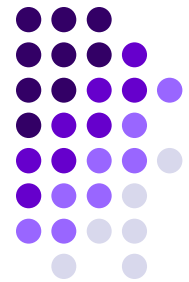
$$p_{r1} = \frac{\Delta n_1}{n_1} \cdot 100 \quad \%$$

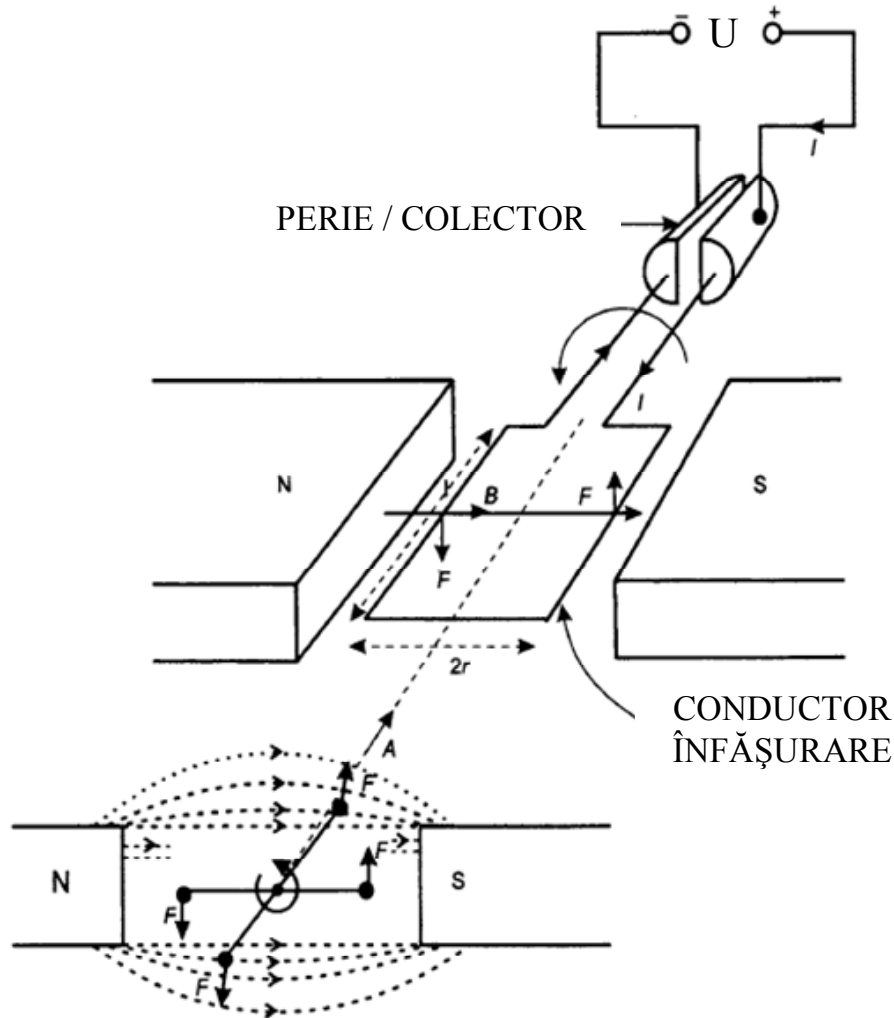
Introducere



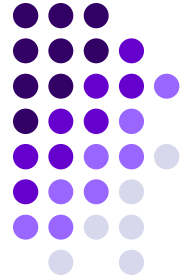
Principiul de functionare a motorului de c.c.

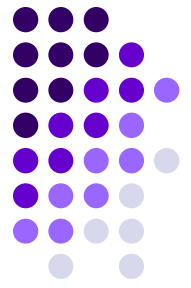
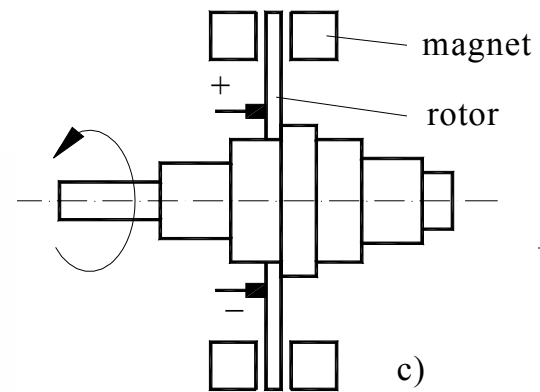
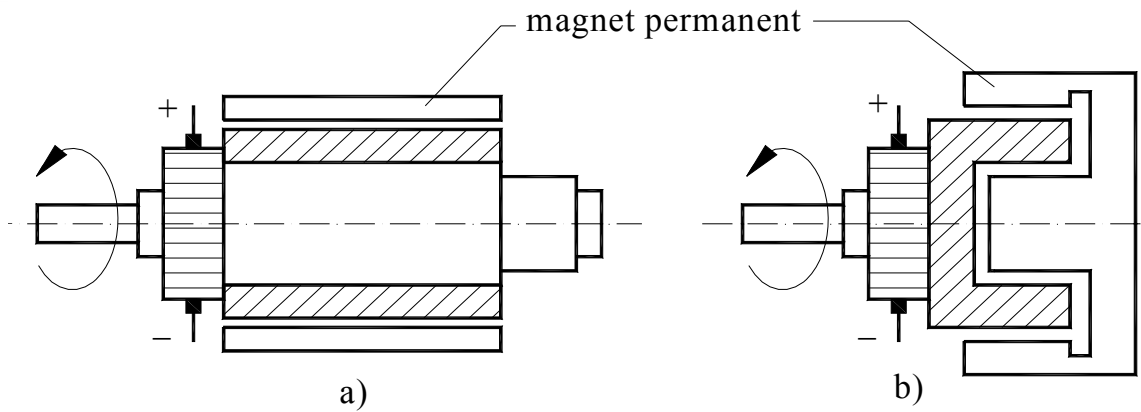




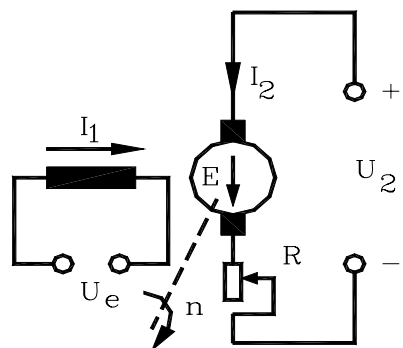
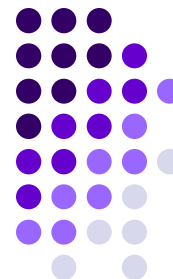


$$F = BIL$$

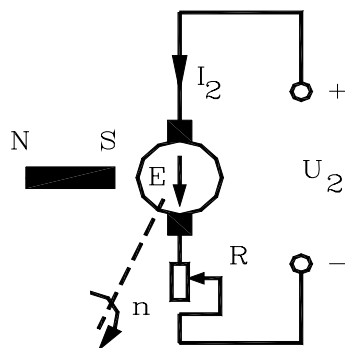




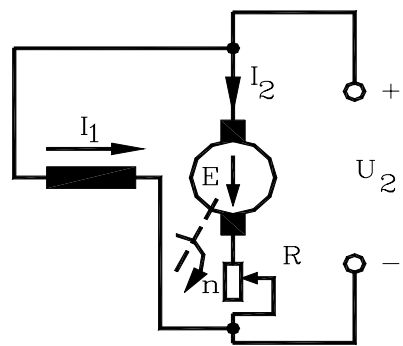
Ecuatiile si caracteristicile m.c.c



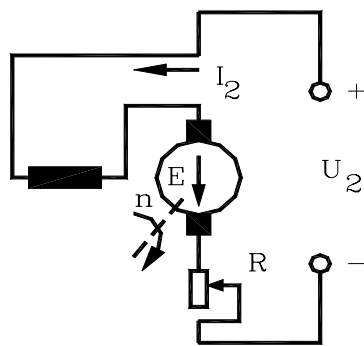
a)



b)



c)



d)

$$u_2 = e + (R_A + R) \cdot i_2 + L_A \cdot \frac{di_2}{dt}$$

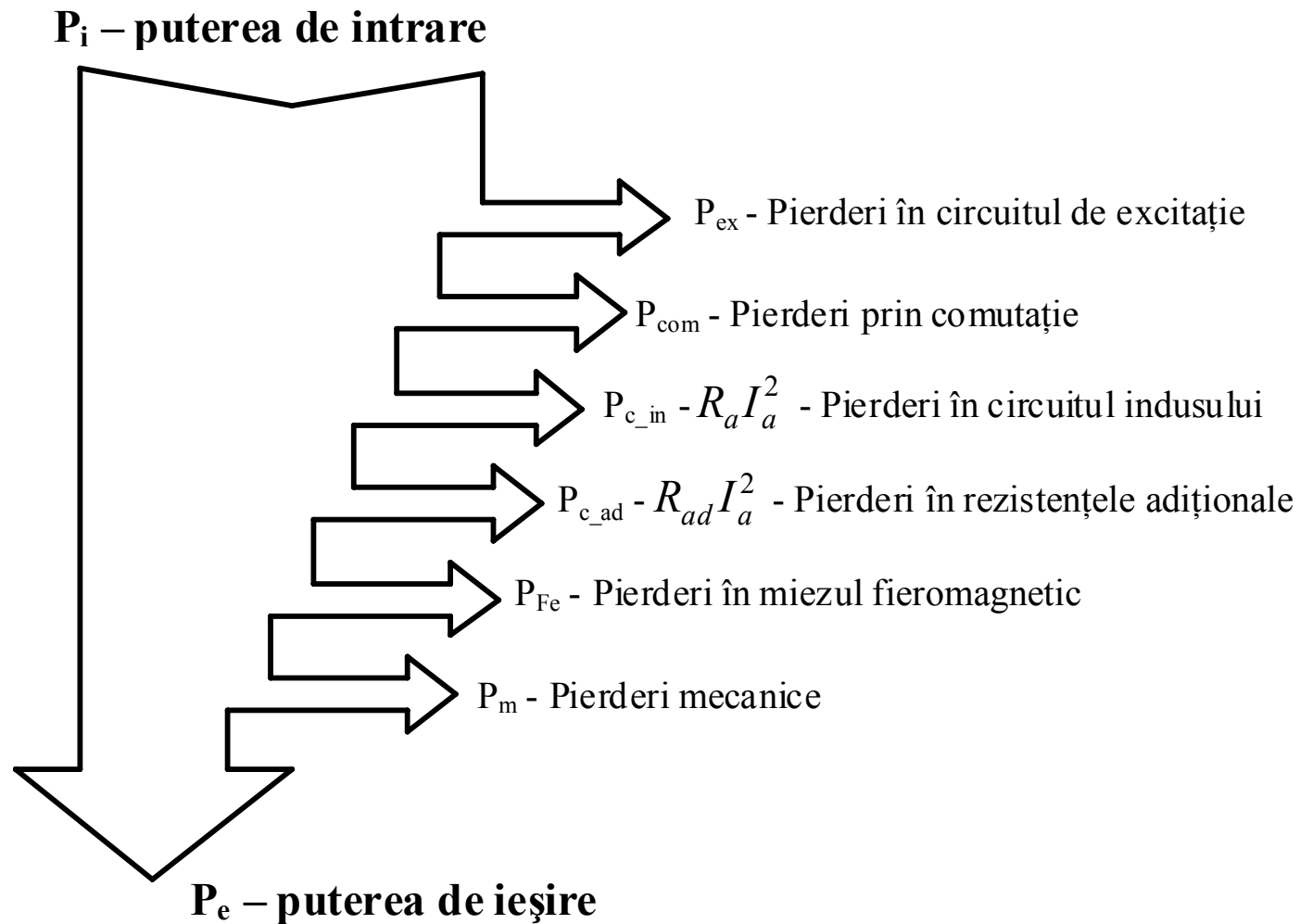
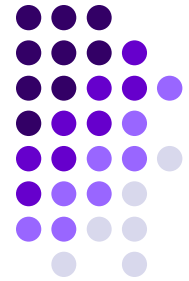
$$e = K_E \cdot \Omega$$

$$U_2 = (R + R_A) \cdot I_2 + K_E \cdot \Omega$$

$$P = E \cdot I_2$$

$$M = k \cdot \Phi \cdot I_2 = K_E \cdot I_2$$

$$\Omega = \frac{U_2}{K_E} - \frac{R + R_A}{K_E^2} \cdot M$$



Exemplu

Un m.c.c are puterea $P_n = 5 \text{ kW}$ și turația nominală $n = 1500 \text{ rot /min}$.

Pierderile de putere au valorile: $P_{com} = 0.005P_n$; $P_{c_ad} = 0.005P_n$;

$P_{Fe} = 0.01P_n$; $P_{mec} = 0.01P_n$; $P_{c_in} = 0.04P_n$.

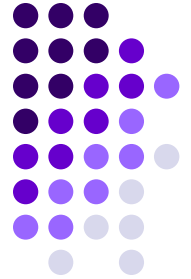
Se cer:

Suma pierderilor și randamentul motorului

$$\sum P = P_{com} + P_{ad} + P_{Fe} + P_{mec} + P_{in}$$

$$\sum P = 25 + 25 + 50 + 50 + 200 = 350 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_n}{P_n + \sum P} = \frac{5000}{5000 + 350} = 0.9345$$



Curentul nominal și rezistența indusului

$$I_n = \frac{P_n}{\eta U_n} = \frac{5000}{0.9345 \cdot 110} = 48.64 \text{ A}$$

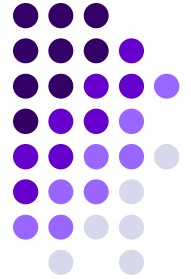
$$R_a = \frac{P_{in}}{I_n^2} = \frac{200}{48.64^2} = 0.0845 \text{ } \Omega$$

Căderea de tensiune la perii

$$\Delta U = \frac{P_{com}}{I_n} = \frac{25}{48.64} = 0.51 \text{ V}$$

Tensiunea electromotoare indusă

$$E = U_n - I_n \cdot R_a - \Delta U = 110 - 48.64 \cdot 0.0845 - 0.51 = 105.38 \text{ V}$$



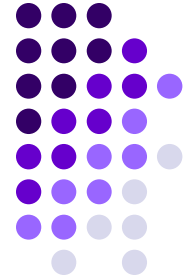
Cuplul electromagnetic

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1500}{60} = 157 \text{ rad / s}$$

$$M_e = \frac{P_e}{\omega} = \frac{E \cdot I_a}{\omega} = \frac{105.38 \cdot 48.64}{157} = 32.64 \text{ Nm}$$

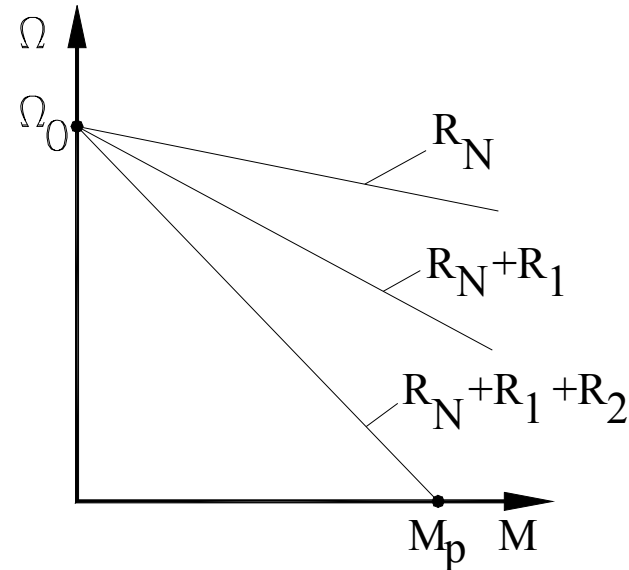
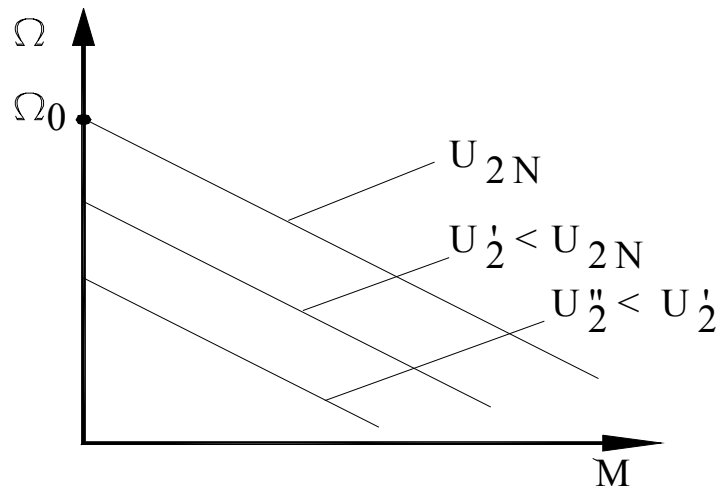
Cuplul la arbore

$$M_L = \frac{P_n}{\omega} = \frac{5000}{157} = 31.84 \text{ Nm}$$



Posibilități de a regla viteza unghiulară a rotorului:

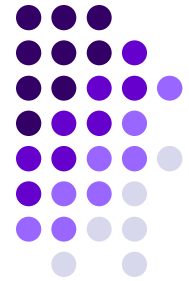
- prin modificarea tensiunii de alimentare U_2 a indusului;
- prin modificarea rezistenței electrice R , intercalate în circuitul indusului.



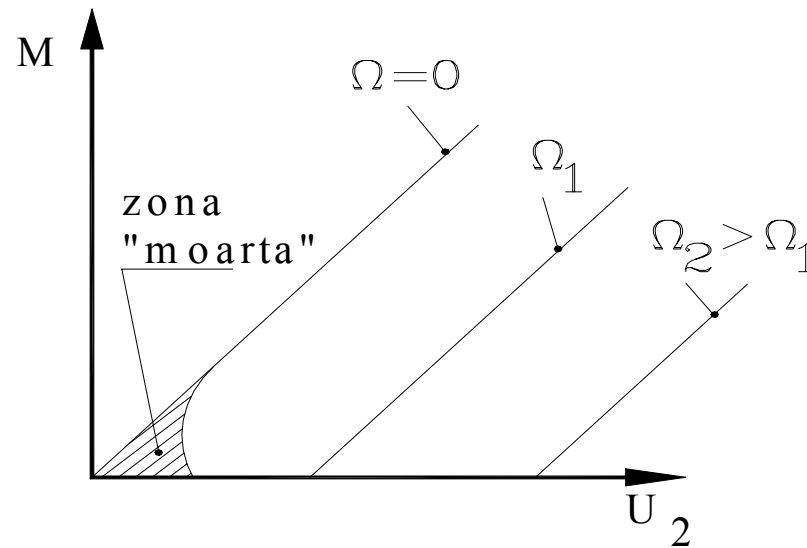
$$K_E = \frac{U_{2N} - R_A \cdot I_{2N}}{\Omega_N}$$

$$M_p = \frac{K_E \cdot U_2}{R + R_A}$$

$$\Omega_0 = \frac{U_2}{K_E}$$

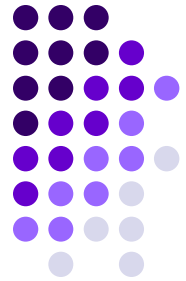


$$M = \frac{K_E \cdot U_2}{R_A} - \frac{K_E^2}{R_A} \cdot \Omega$$



Zona de insensibilitate a motorului este limitată pentru servomotoarele de comandă (sub 3 % U_2).

Regimul de pornire

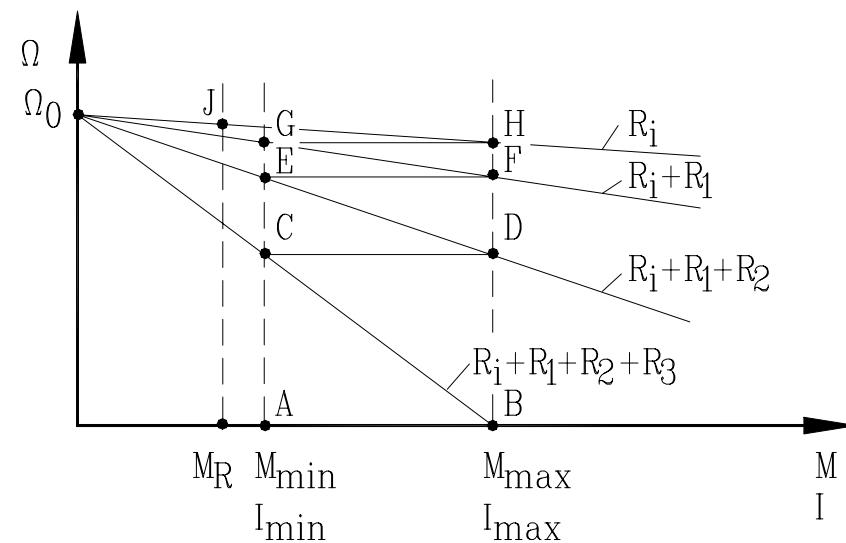
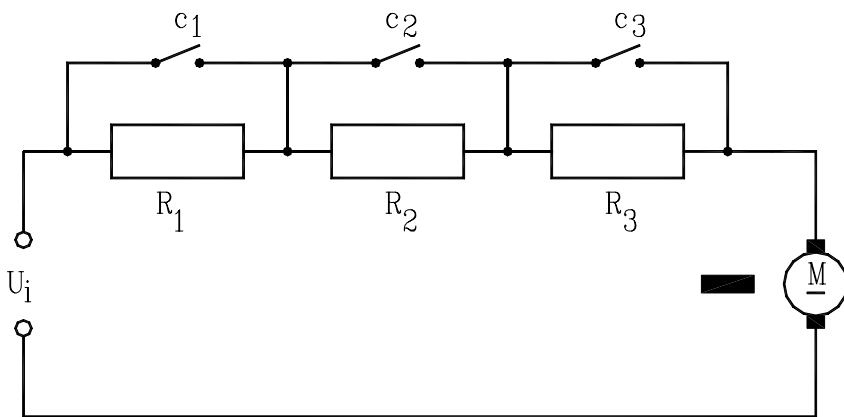


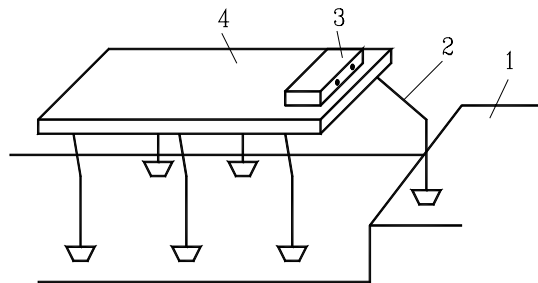
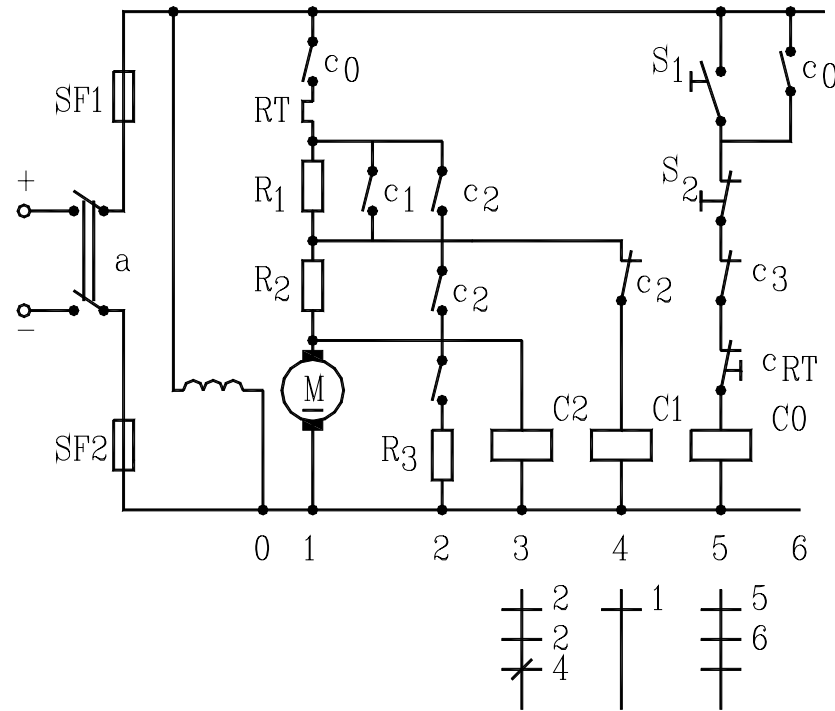
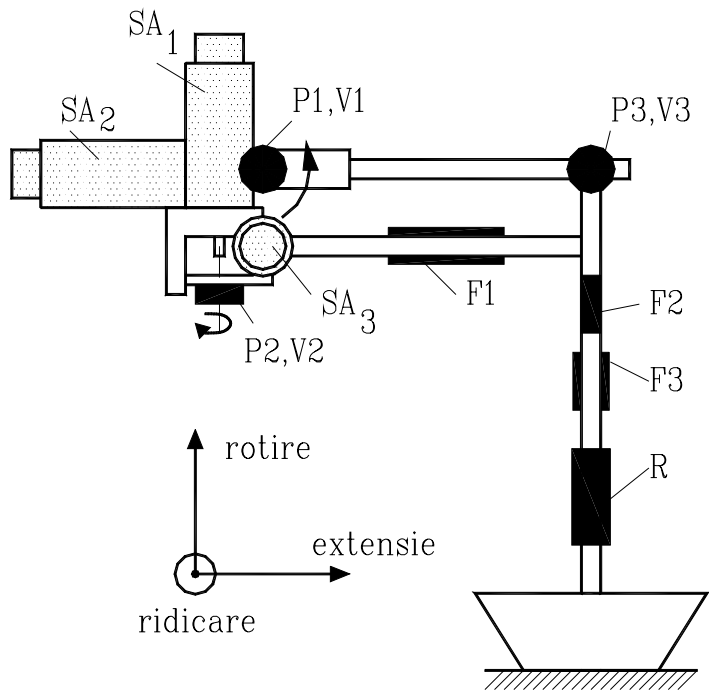
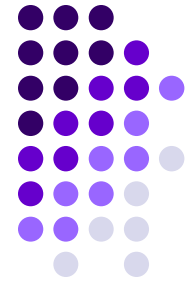
Pornirea prin conectare directă la rețea

$$\frac{I_p}{I_N} = 8,5 \dots 13,8$$

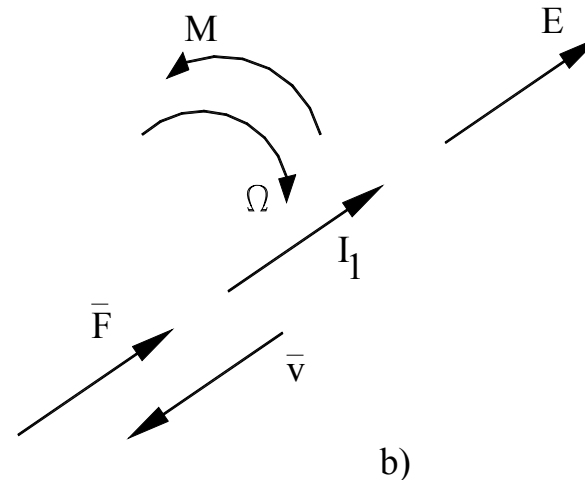
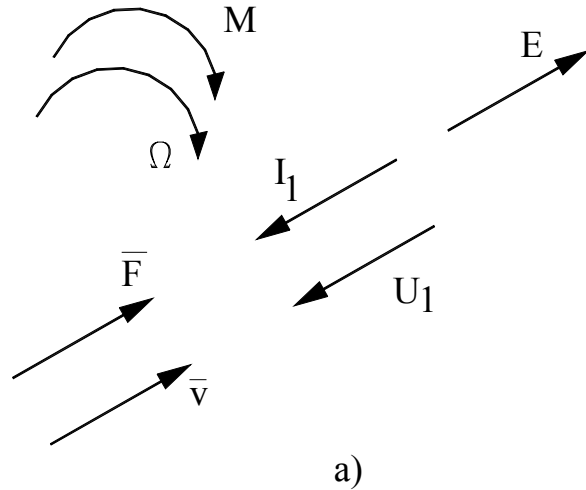
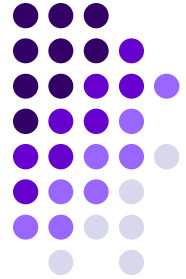
Pornirea reostatică (prin cuplare de rezistențe adiționale)

$$i_{\max} = (1,5 \dots 2,5) \cdot i_N \quad i_{\min} = (1,1 \dots 1,2) \cdot i_N$$





Frinare



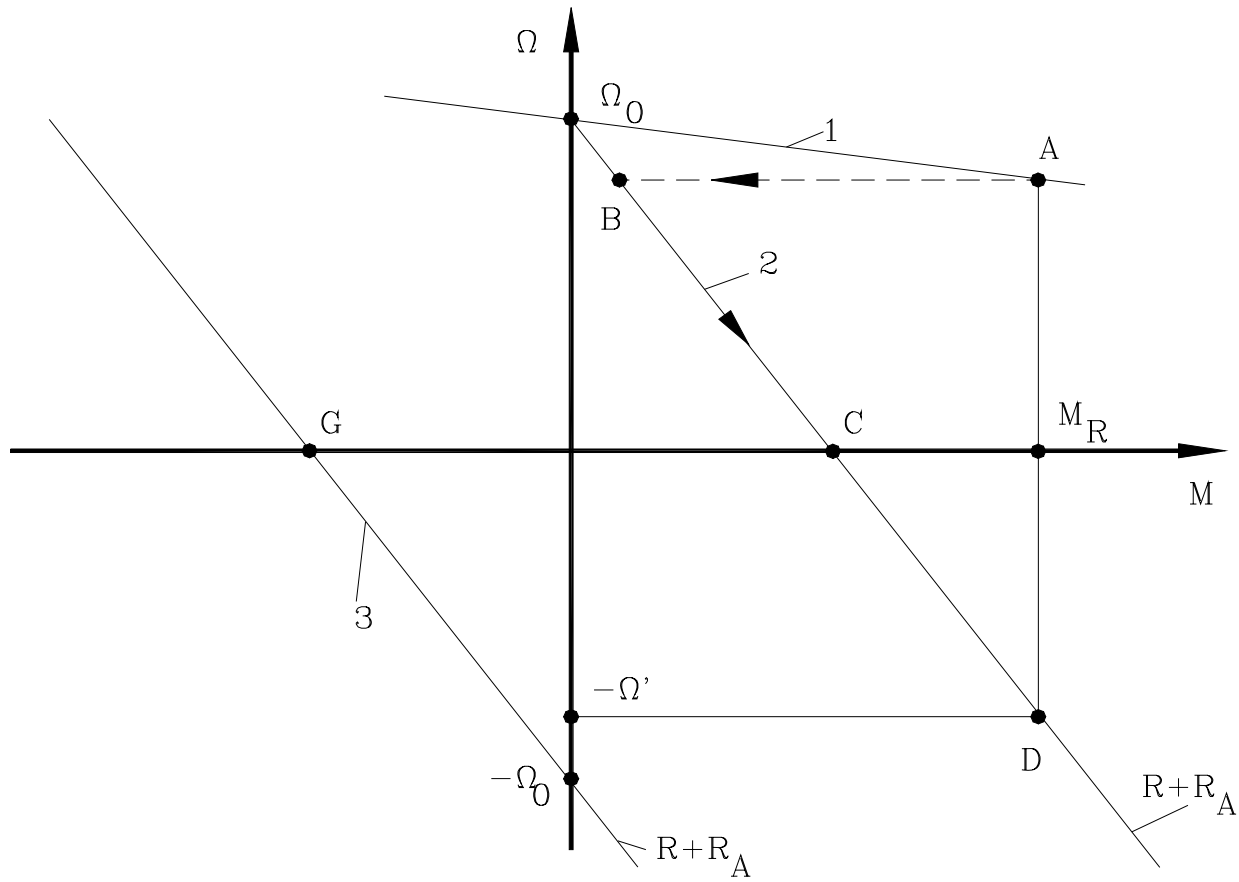
• **Frânarea cu recuperare**

$$I_2 = \frac{K_E \cdot \Omega_0 - K_E \cdot \Omega}{R_A} < 0$$

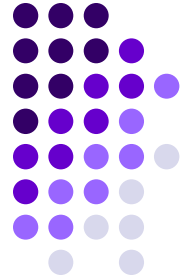
• *Această metodă se poate aplica numai la viteze mai mari a rotorului decât viteza de mers în gol și prin această metodă nu se poate opri echipamentul acționat.*

• *Acționarea modului de translație pe verticală pentru un robot industrial poate fi asociat acestei categorii de frânare.*

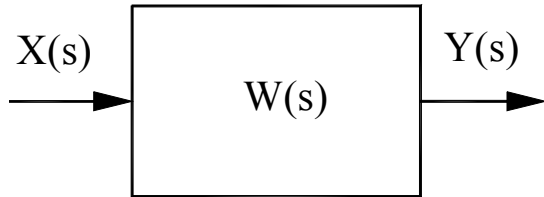
• *Frânarea prin contracurent*



• *Frânarea reostatică*



Caracteristicile dinamice



$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

$$U_2(s) - E(s) = I_2(s) \cdot R_A \cdot (1 + s \cdot \tau_E)$$

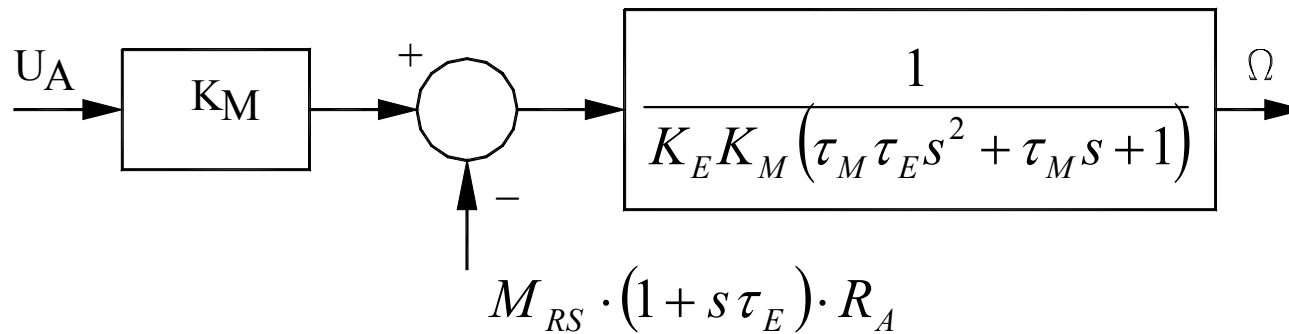
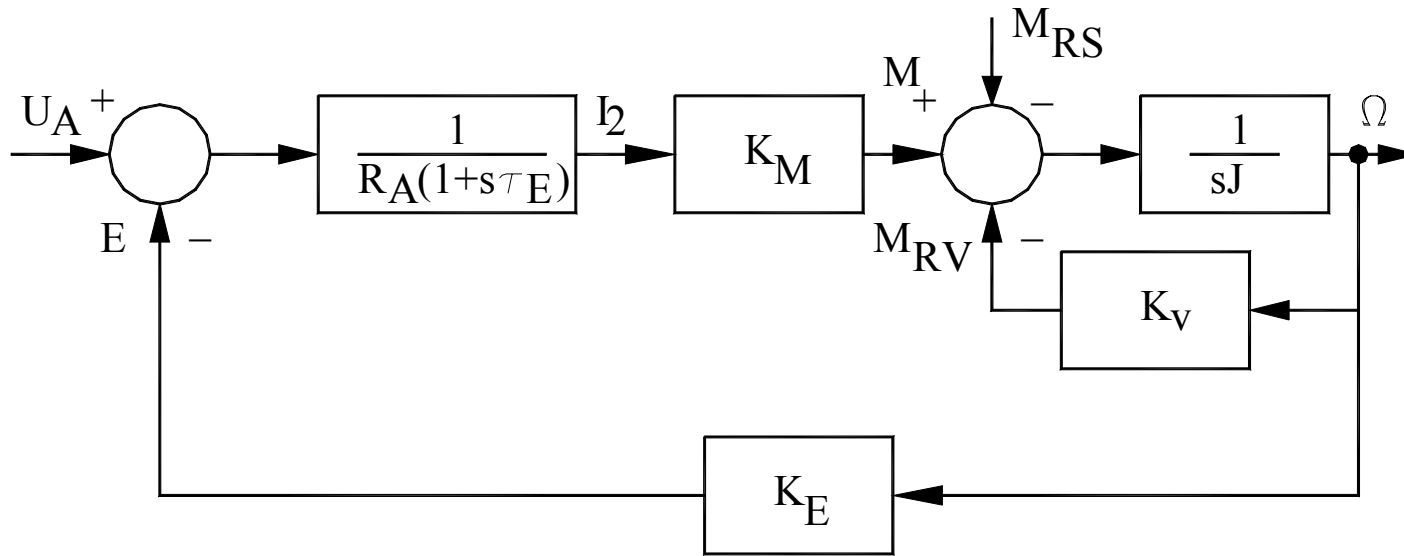
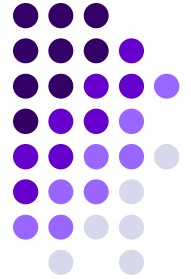
$$\tau_E = \frac{L_A}{R_A}$$

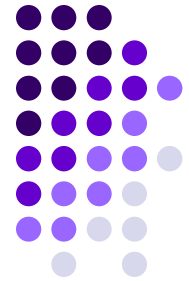
$$E(s) = K_E \cdot \Omega(s)$$

$$M(s) = K_M \cdot I_2(s)$$

$$M(s) - M_R(s) = s \cdot J \cdot \Omega(s)$$

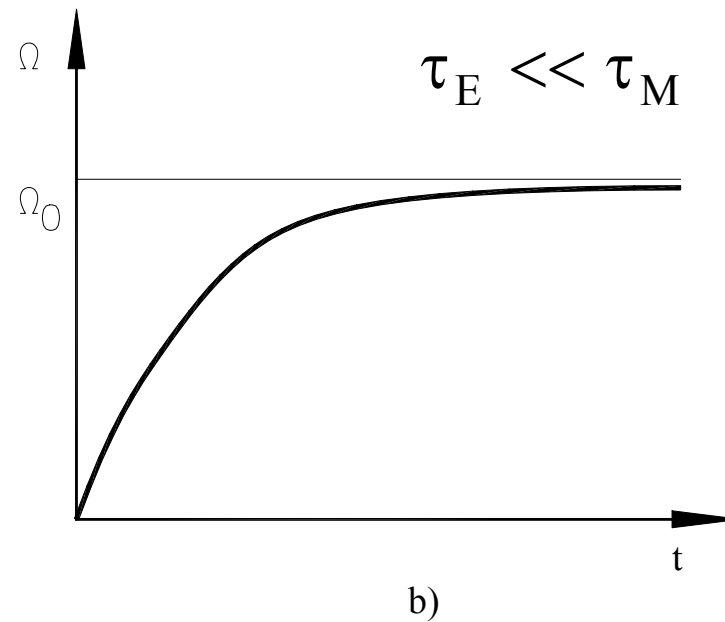
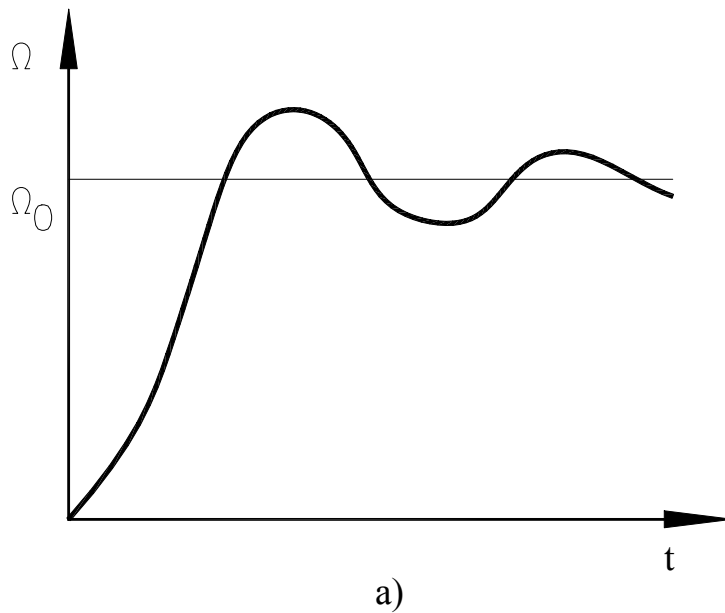
$$M_R = M_{RS} + M_{RV} = M_{RS} + K_V \cdot \Omega$$

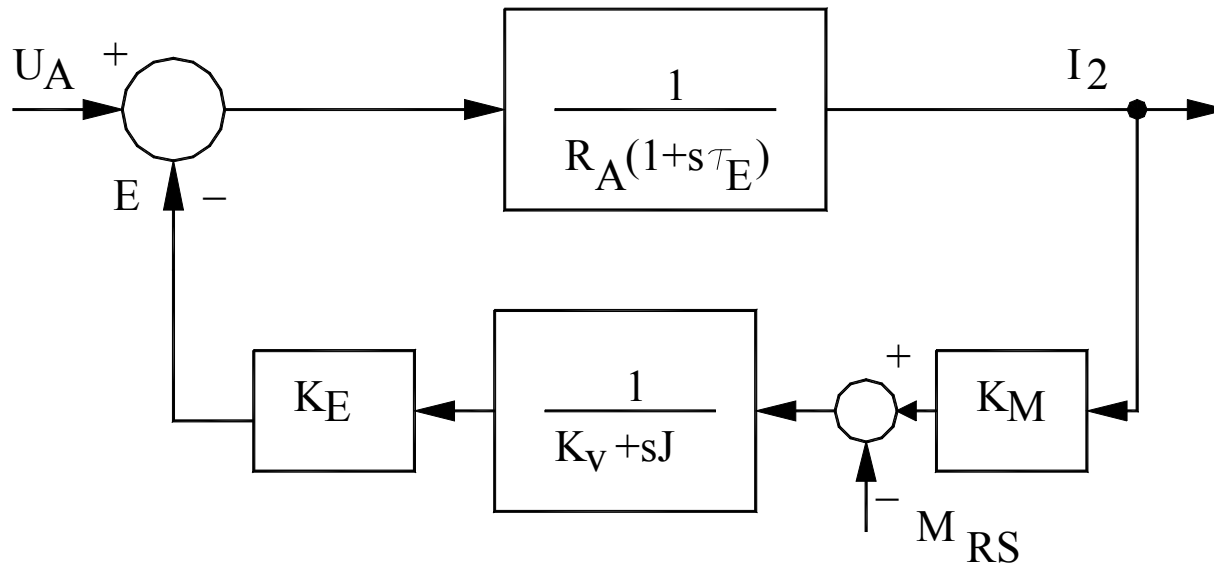
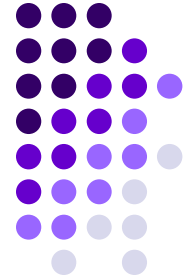




$$M_{RS} = 0 \quad \tau_M = \frac{R_A J}{K_E K_M}$$

$$W(s) = \frac{\Omega(s)}{U_2(s)} = \frac{1}{K_E} \cdot \frac{1}{\tau_e \tau_M s^2 + \tau_M s + 1}$$





Rezistența indusului $R = 3.5 \Omega$
 Constanta de cuplu $K_T = 0.84$
 Inductivitatea $L = 24 \text{ mH}$
 Momentul de inerție $J_r = 0.00028 \text{ kgm}^2$

$$\tau_e = \frac{L}{R} = \frac{24 \cdot 10^{-3}}{3.5} = 6.9 \text{ ms} \qquad \tau_m = \frac{R \cdot J_r}{K^2} = \frac{3.5 \cdot 0.00028}{0.84^2} = 1.4 \text{ ms}$$

