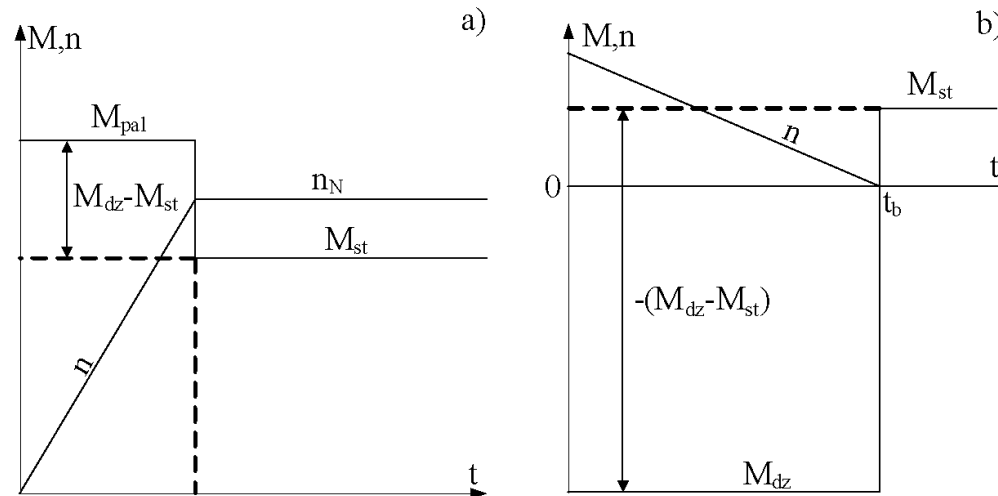


# ELEKTRISKĀS PIEDZIŅAS PĀREJAS PROCESI

# Elektromehānisko pārejas procesu raksturojumi

## Pārejas procesu jēdziens

Par elektriskās piedziņas pārejas procesu (režīmu) uzskata pāreju no viena nostabilizēta stāvokļa uz citu, kad izmainās griešanās frekvence, moments un strāva.



Linearizētas piedziņas pārejas režīmi: a - palaišana; b - bremzēšana

$$M_{din} = M_{dz} - M_{st} = J \frac{d\omega}{dt}$$

$$t = \frac{1}{375} \int_{n_1}^{n_2} \frac{GD^2}{M_{dz} - M_{st}} dn$$

# Linearizētas elektriskās piedziņas mehānisko pārejas procesu analītiskais aprēķins

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{\text{din}} = M_{\text{dz}} - M_{\text{st}} = \frac{GD_{\Sigma}^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}, \\ M_{\text{dz}} = M_K - \beta n, \\ M_{\text{st}} = M_{\text{st0}} + \beta_{\text{st}} n, \end{array} \right.$$

kur  $M_K$  un  $M_{\text{st0}}$  - dzinēja un mehānisma momenti pie nulles ātruma;

$\beta$  un  $\beta_{\text{st}}$  - attiecīgo mehānisko raksturlīkņu cietības moduļi.

$$\frac{GD_{\Sigma}^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt} + (\beta + \beta_{st})n = M_K - M_{st0}$$

$$T_m \frac{dn}{dt} + n = n_{nost}$$

kur  $T_m = \frac{GD_{\Sigma}^2}{375(\beta + \beta_{st})}$  - elektriskās piedziņas mehāniskā laika konstante;

$n_{nost} = \frac{M_K - M_{st0}}{\beta + \beta_{st}}$  - nostabilizējusies griešanās frekvence.

$$n = n_{nost} + Ce^{-\frac{t}{T_m}},$$

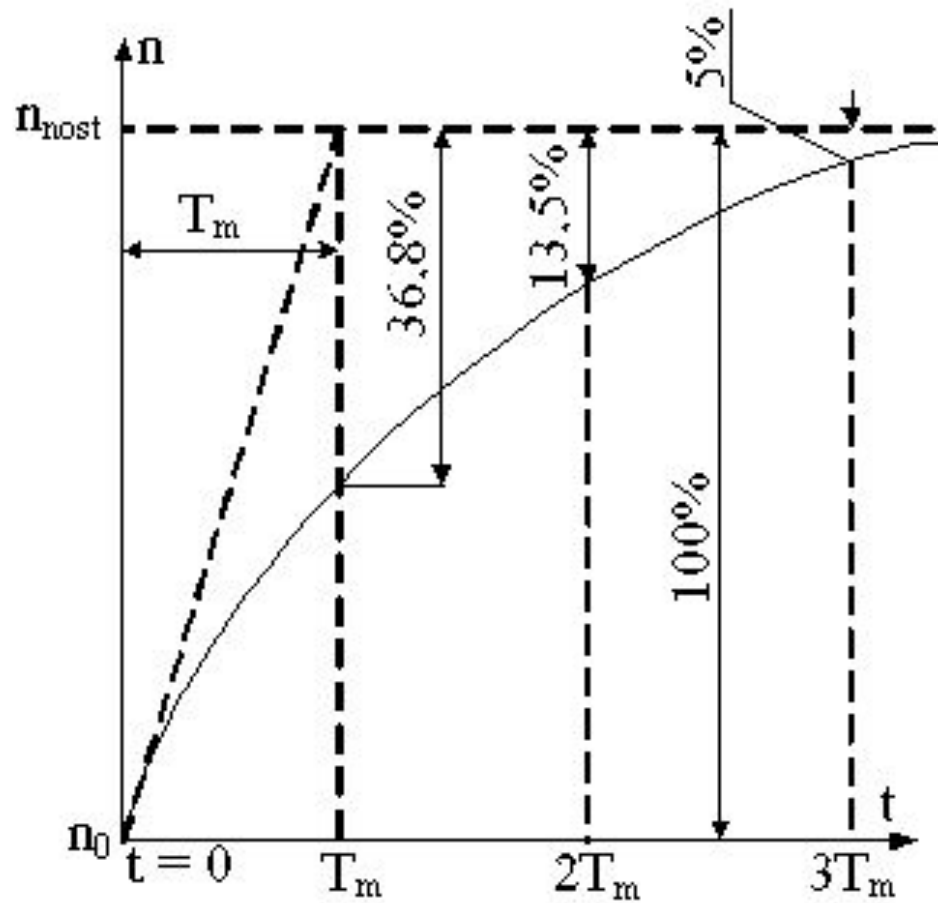
kur C - integrēšanas konstante.

Pie sākuma nosacījumiem, ja  $n = n_{sāk}$   $t = 0$ , integrēšanas konstante  $C = n_{sāk} - n_{nost}$ .

Ievietojot C vērtību

$$n = n_{ākst} + (n_{nost} - n_{sāk})e^{-\frac{t}{T_m}}$$

$$M = M_{ākst} + (M_{nost} - M_{sāk})e^{-\frac{t}{T_m}}$$



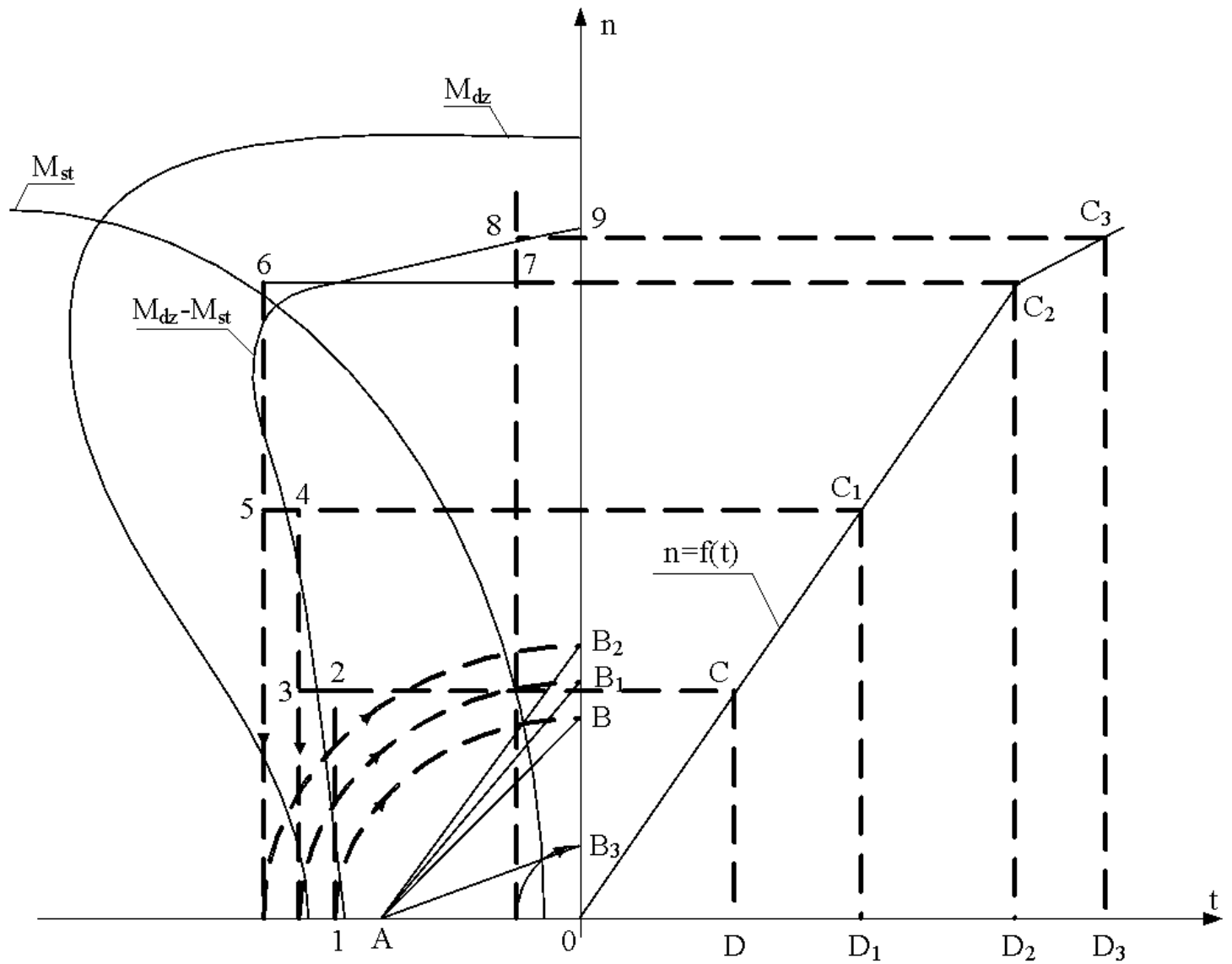
Linearizētas piedziņas griešanās frekvences izmaiņas grafiks, ja  $M_{st} = \text{const}$

## Piedziņas pārejas procesu aprēķins ar grafisko integrēšanu

$$\frac{M_{dz} - M_{st}}{J} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

vai

$$\frac{M_{dz} - M_{st}}{GD^2/375} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$



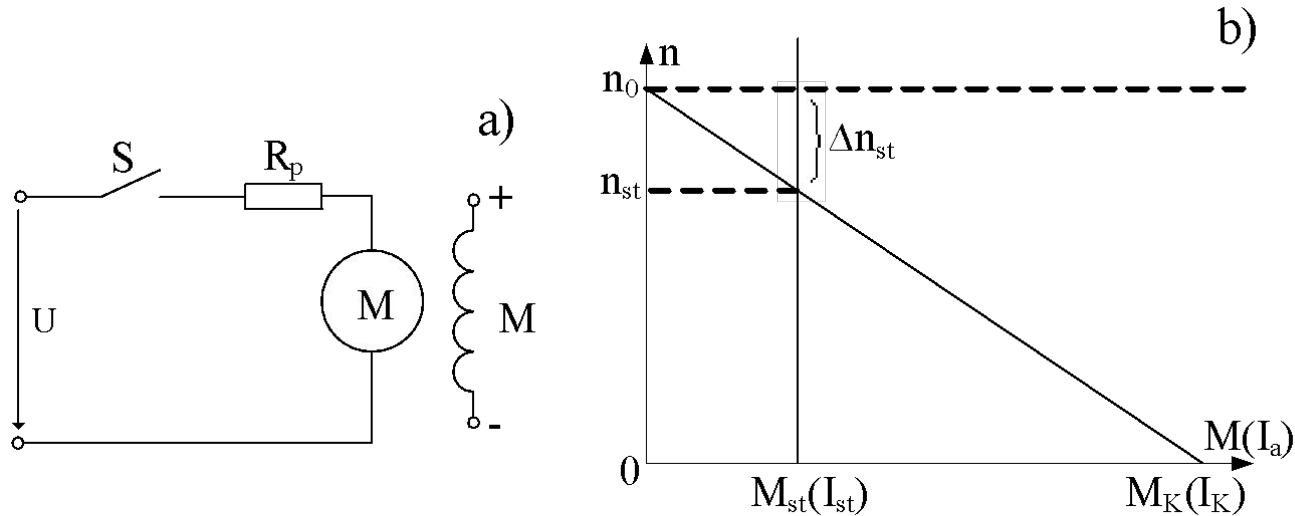
Piedziņas pārejas procesa laika noteikšana izmantojot proporciju metodi



# PĀREJAS PROCESI LĪDZSTRĀVAS PIEDZIŅĀ

# Pārejas procesi līdzstrāvas piedzinā ar neatkarīgās ierosmes dzinēju

## Palaišana



Līdzstrāvas neatkarīgās ierosmes dzinējs:

a - vienkāpes palaišanas shēma, b - mehāniskā raksturlīkne

Elektromehānisko raksturlīkni apraksta ar elektriskā līdzsvara vienādojumu

$$U = E + iR = c_E \Phi n + iR$$

Kustības vienādojumu var uzrakstīt šādi:

$$M = c_M \Phi i = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} + M_{st}$$

$$\frac{U}{c_E \Phi} = n + \frac{GD^2}{375 c_E c_M \Phi^2} \frac{R}{dt} \frac{dn}{dt} + \frac{M_{st} R}{c_E c_M \Phi^2};$$

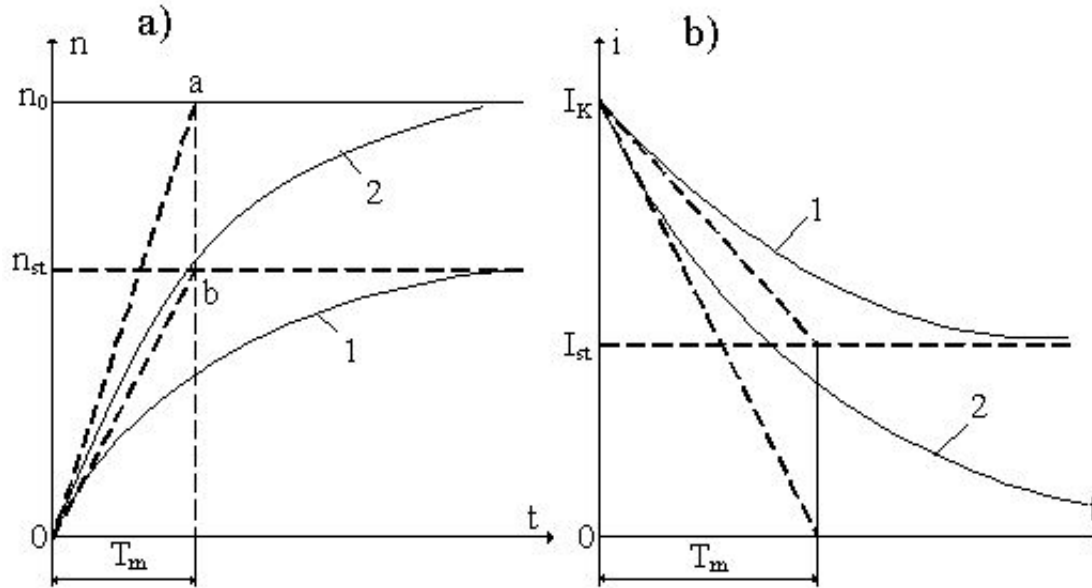
$$n_0 = n + T_m \frac{dn}{dt} + \Delta n_{st},$$

kur  $n_0 = U/c_E \Phi$  - ideālās tukšgaitas griešanās frekvence;

$$T_m = \frac{GD^2}{375 c_E c_M \Phi^2} - \text{mehāniskā laika konstante};$$

$\Delta n_{st} = M_{st} R / c_E c_M \Phi^2$  - griešanās frekvences lieluma izmaiņas pretestības momenta  $M_{st}$  iedarbības rezultātā.

$$n = n_{st} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right)$$

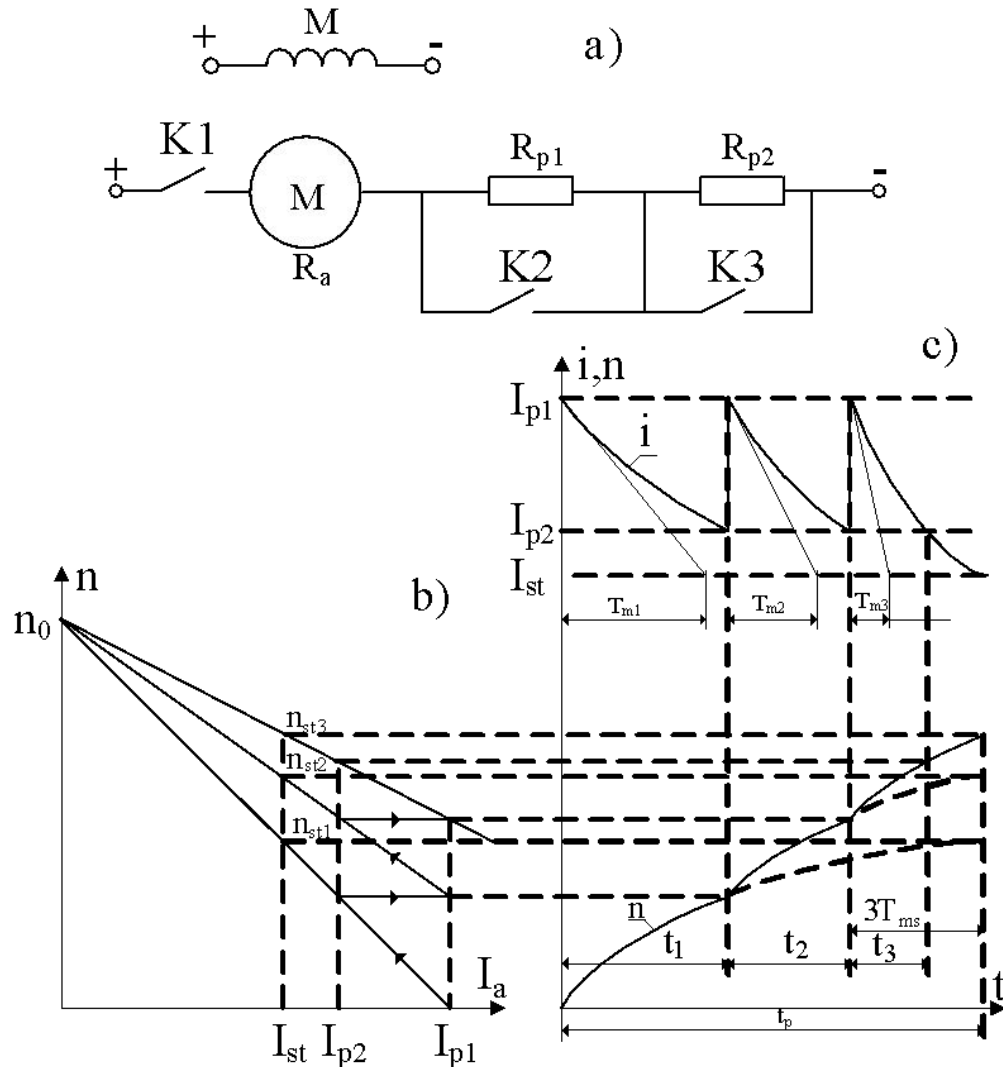


Līdzstrāvas neatkarīgās ierosmes dzinēja vienpakāpes palaišanas raksturlīknes:  
 a -  $n(t)$ ; b -  $i(t)$ ; 1 - ar slodzi , 2 - tukšgaitā

$$n = n_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right)$$

$$i = I_{st} + (I_K - I_{st}) e^{-\frac{t}{T_m}},$$

# Palaišana ar daudzpakāpju reostatu



Līdzstrāvas neatkarīgās ierosmes dzinēja daudzpakāpju palaišana ar reostatiem:  
a -slēguma shēma; b - elektromehāniskās raksturlīknes; c -  $n(t)$  un  $i(t)$

Laiku, kurā dzinēja enkura strāva izmainās no  $I_{p1}$  līdz  $I_{p2}$ , nosaka pēc izteiksmes:

$$I_{p2} = I_{st} + (I_{p1} - I_{st})e^{-\frac{t_x}{T_{mx}}},$$

kur  $t_x$  - dzinēja palaišanas laiks attiecīgajā pakāpē;

$T_{mx}$  - attiecīgās reostata palaišanas pakāpes mehāniskā laika konstante, kas atkarīga no enkura ķēdes kopējās aktīvās pretestības.

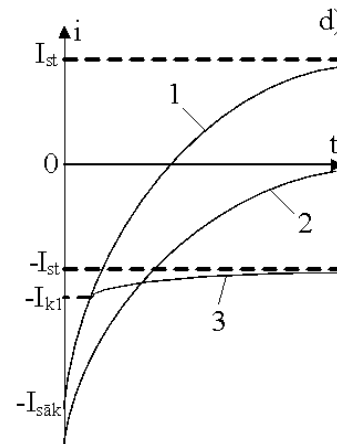
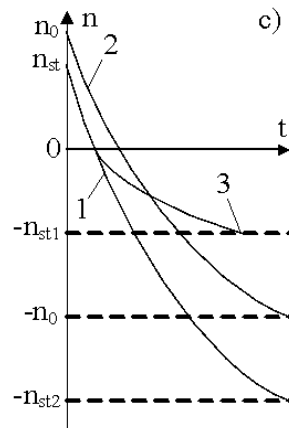
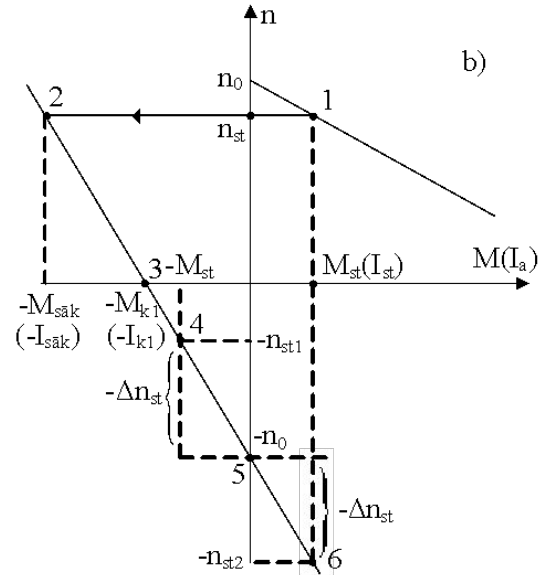
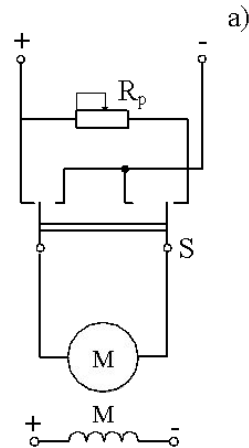
$$t_x = T_{mx} \ln \frac{I_{p1} - I_{st}}{I_{p2} - I_{st}}$$

Katrai nākošai palaišanas pakāpei laiks samazinās  $t_1 > t_2 > t_3$ . Pēdējās pakāpes laiku ( $R_p = 0$  un  $I_{sāk} = I_{pr}$ ) nosaka pēc empīriskas formulas

$$t_3 \approx 3T_{m.dz.}$$

Dzinēja palaišanā ar daudzpakāpju reostatu kopējais laiks ir vienāds ar visu atsevišķo pakāpju laiku summu.

# Pretslēguma bremzēšana un reversēšana



Līdzstrāvas neatkarīgās ierosmes dzinēja pretslēguma bremzēšanas un reversēšanas režīmi:  
 a - slēguma shēma; b - mehāniskās raksturlīknes; c - reversēšanas diagrammas  $n(t)$  aktīva pretestības momenta gadījumā (1), reaktīva (3) un tukšgaitā (2); d -  $i(t)$  diagrammas reversēšanas gadījumā

Aktīva pretestības momenta gadījumā  $n_{\text{nost}} = -(n_0 + \Delta n_{\text{st}})$ ,  $n_{\text{sāk}} = n_{\text{st}}$  un iegūst:

$$n = -(n_0 + \Delta n_{\text{st}}) + (n_{\text{st}} + n_0 + \Delta n_{\text{st}}) e^{-\frac{t}{T_m}}$$

$$n_{\text{nost}} = -n_0 ; n_{\text{sāk}} = n_0 : \quad n = -n_0 + 2n_0 e^{-\frac{t}{T_m}}$$

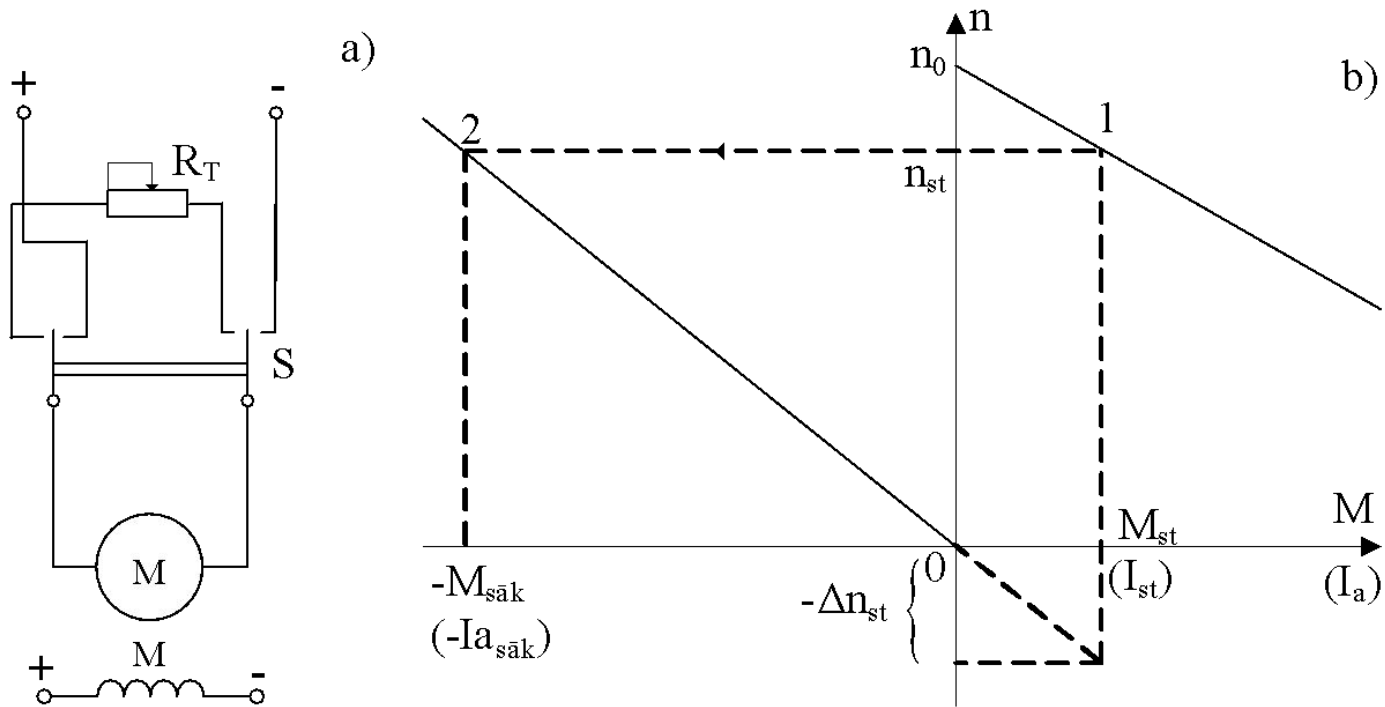
$$i = I_{\text{sāk}} - (I_{\text{st}} + I) e^{-\frac{t}{T_m}}$$

$$\text{kur } I_{\text{sāk}} = (U + c_E \Phi n_{\text{sāk}}) / (R_a + R_p)$$

$$\text{Reversējot tukšgaitā, iegūst } i = -2I_k e^{-\frac{t}{T_m}}$$



## Dinamiskā bremsēšana



Līdzstrāvas neatkarīgās ierosmes dzinēja dinamiskā bremsēšana:

a - slēguma shēma; b - mehāniskās raksturlīknes

Dinamiskās bremsēšanas procesu raksturo vienādojumu sistēma:

$$\begin{cases} c_E \Phi n + iR = 0 \\ c_M \Phi i = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} + M_{st} \end{cases},$$

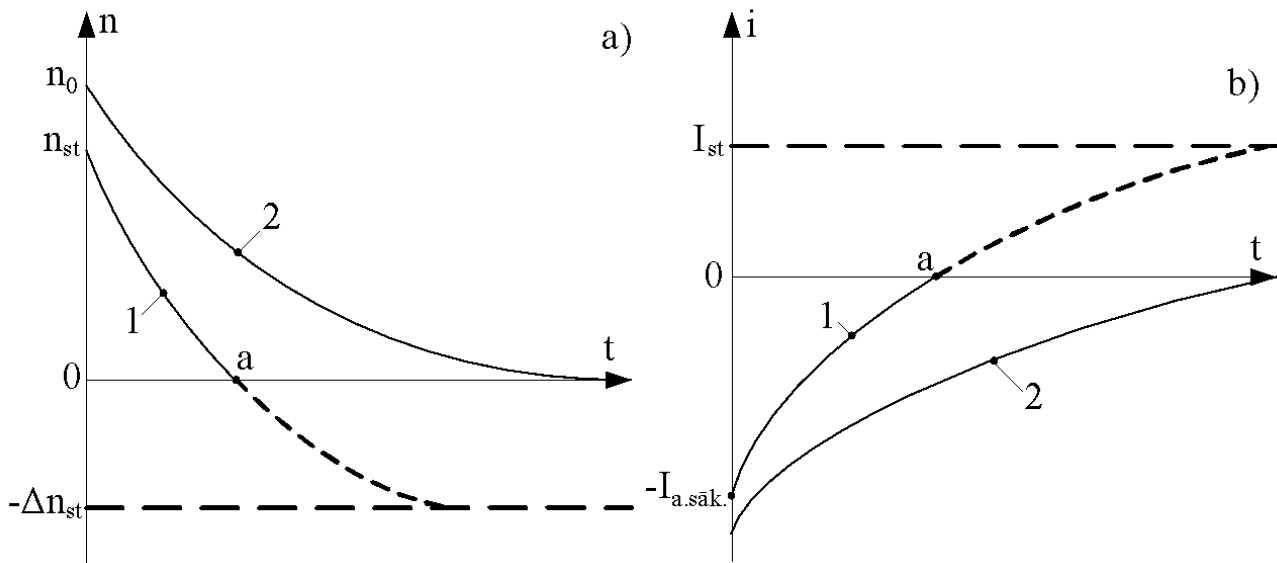
kur  $R = R_a + R_T$  - enkura ķēdes aktīvā pretestība.

Ievērojot sākuma nosacījumus ja  $t = 0$  un  $n = n_{sāk} = n_{st}$  aprēķina  $C = n_{sāk} + \Delta n_{st}$ ,

kur  $\Delta n_{st} = M_{st} R / c_E c_M \Phi^2$ . Atrisinot un ievietojot  $C$ , iegūst izteiksmi

$$n = (n_{sāk} + \Delta n_{st}) e^{-\frac{t}{T_m}}$$

Tukšgaitā, ja  $M_{st} = 0$ ,  $\Delta n_{st} = 0$  un  $n_{sāk} = n_0$ , izteiksme vienkāršojas:  $n = n_0 e^{-\frac{t}{T_m}}$



Dinamiskās bremsēšanas pārejas procesa raksturlīknes:

a -  $n = f(t)$  pie slodzes (1) un tukšgaitā (2); b -  $i = f(t)$  pie slodzes (1) un tukšgaitā (2)

Dzinēja enkura strāvas izmaiņu laikā dinamiskās bremsēšanas režīmā pie norādītajiem sākuma nosacījumiem apraksta izteiksme:

$$i = -(I_{a.sā.} + I_{st})e^{-\frac{t}{T_m}} + I_{st}$$

Bremzēšanas procesa laiks ir:  $t_1 = T_m \ln \frac{\Delta n_{sk} + n_{st}}{\Delta n_{st}}$

Dinamiski bremsējot konstanti slogotu dzinēju līdz tas apstājas  $n_1 = 0$ , pārejas procesa laiku nosaka pēc vienkāršotas izteiksmes:

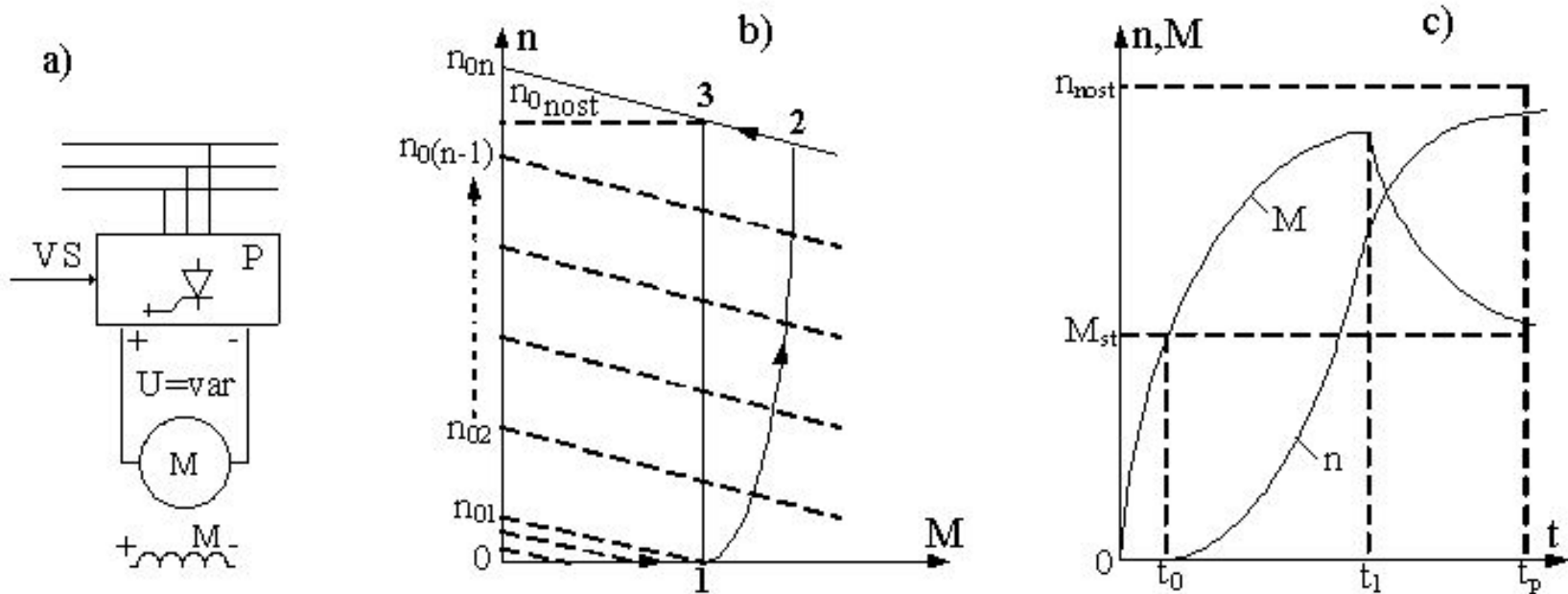
$$t_T = T_m \ln \frac{\Delta n_{sk} + n_{st}}{\Delta n_{st}}$$

Ja bremsējam dzinēju tukšgaitā pie nosacījuma, ka  $I_{st} = 0$ ,  $\Delta n_{st} = 0$ , tad pieņemts

bremzēšanas laiku noteikt kā

$$t_T \cong 3T_m$$

# Pārejas procesi līdzstrāvas piedzinā ar pusvadītāju pārveidotāju



Līdzstrāvas piedziņas palaišana ar pusvadītāju pārveidotāju:

a- slēguma shēma; b - dinamiskā raksturlīkne; c -  $n = f(t)$ ,  $M = f(t)$

$$n = \varepsilon_p t - T_m \varepsilon_p \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}}\right), \quad \varepsilon_p = \frac{U_{p.N}}{c_E \Phi t_p}$$

$$M = M_{st} + \frac{GD^2}{375} \varepsilon_p \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}}\right).$$