Přehled a stav výtahové techniky, pohony pro výtahy a jejich řízení

Pohled do historie

- Antika
- 1853 Elish Graves Otis
- 1867 Léon Edoux (Francie)
- 1870 Anton Freissler (Wien)
- 1880 Werner von Siemens (Mannheim)
- 1883 Anton Freissler (Wien)
- 1890 Anton Freissler (Salzburg)
- 1903 USA
- 20.století - druhá polovina
- 20.století - 80. léta

1853 Elish Graves Otis

Prvním výtahem v současném pojetí.

Byl určený k přepravě nákladu a obsluhy.

Pohon zajišťoval parní stroj.

Kinematicky vázaný pohyb klece.

Řízení polohy klece zajišťoval člověk ovládající parní stroj.

Pro zvýšení bezpečnosti: zachycovače.

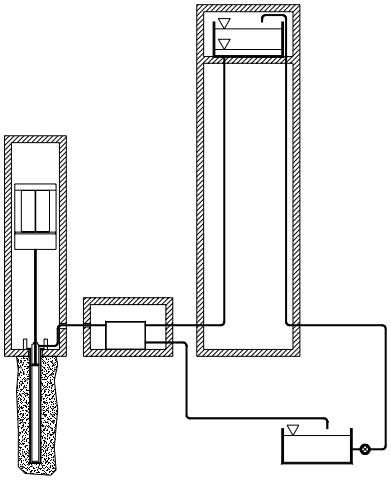
Obr. 1: E.G.Otis předvádí funkci zachycovačů [1]

1867 Léon Edoux

(Francie - Pařížská světová výstava)

První výtah s možností regulace rychlosti.

První výtah s možností zastavení v kterémkoli místě zdvihu.



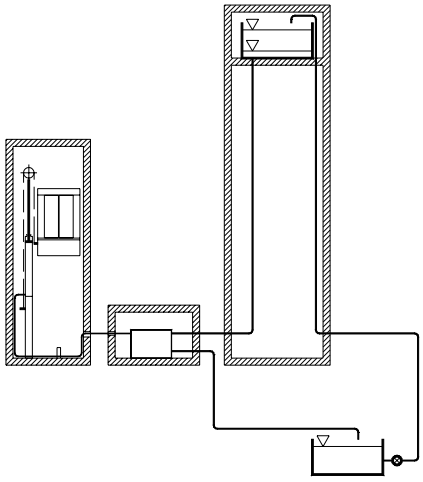
Obr. 2: Hydraulický pohon klece, pracovním médiem je voda.

1870 Anton Freissler

(1870 instalace - císařský palác Wien)

Prvním výtahem s nepřímým hydraulickým pohonem.

Pracovní hydraulický válec je uložen vodorovně nebo svisle a lanovým převodem je zdvih pístu převeden na zdvih klece.



Obr. 3: Hydraulický nepřímý pohon klece, pracovním médiem je voda.

1880 Werner von Siemens

(průmyslová výstava Mannheim)

Prvním výtah s pohonem elektrickým strojem.

1883 Anton Freissler

(vídeňský veletrh)

První osobní výtah.

Nosnost:	4 osoby
Zdvih:	24 m

1890 Anton Freissler

(Salzburg, hora Mochsberg u Salzburgu)

První výtah s přenosem hnacích sil od pohonného stroje na klec výtahu prostřednictvím tření – Eulerův vztah.

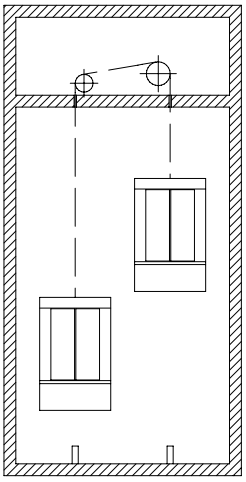
$$\frac{T_1}{T_2} = e^{f' \cdot \alpha}$$

α … úhel opásání

f' … součinitel tření

T_1, T_2 … tah v laně

Koncepce výtahu, která je užívána do současnosti.

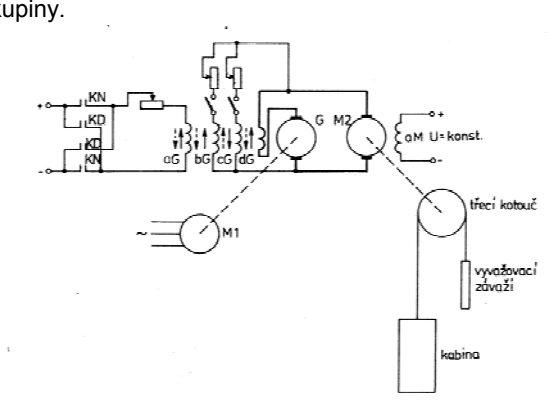


Obr. 4: Přenos hnacích sil prostřednictvím trakčního kola.

1903 USA

Výstavba výškových budov si vynutila novou koncepci pohonu.

Byl použit bezpřevodový výtahový stroj založený na pomaloběžném stejnosměrném stroji s cizím buzením, u kterého je třecí kotouč upevněn přímo na hřídel stroje. Regulace rychlosti pohybu kabiny je uskutečňována použitím Leonardovy skupiny.



Obr. 6: Přímý pohon klece prostřednictvím pomaluběžného stroje [3]

Do poloviny 80. let 20. století

Masové nasazení výtahové techniky k zajištění vertikální dopravy v nově budované výstavbě.

Technika: výrobci používají osvědčených elektromechanických komponentů pro řízení pohonů i pro vlastní řízení pohybu klece.

Od 80. let 20. století

Nasazení polovodičové techniky pro řízení pohonů i pro řízení pohybu klece.

1. První tyristorové měniče s analogovými regulátory založenými na operačních zesilovačích.
2. První použití TTL logiky pro řízení pohybu klece.
3. Nasazení výkonových tranzistorů pracujících ve spínaném režimu s µP zajišťujícím řízení pohonu i pohyb klece.

Pohled do historie na teritoriu České republiky

Do poloviny 80. let 20. století

Masové nasazení výtahové techniky k zajištění vertikální dopravy v nově budované výstavbě, hlavním kritériem hromadná výroba za nízkých nákladů.

Technika: výhradně elektromechanické komponenty pro řízení pohonů i pro vlastní řízení pohybu klece.

Od 80. let 20. století

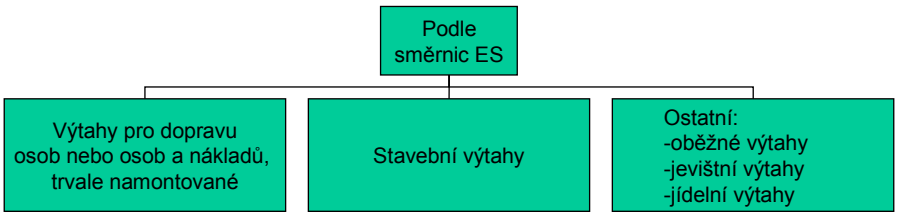
Nasazení polovodičové techniky pro řízení pohonů.

1. První tyristorové měniče s analogovými regulátory založenými na operačních zesilovačích.
2. Nasazení výkonových tranzistorů pracujících ve spínaném režimu s µP zajišťující řízení pohonu i pohybu klece.

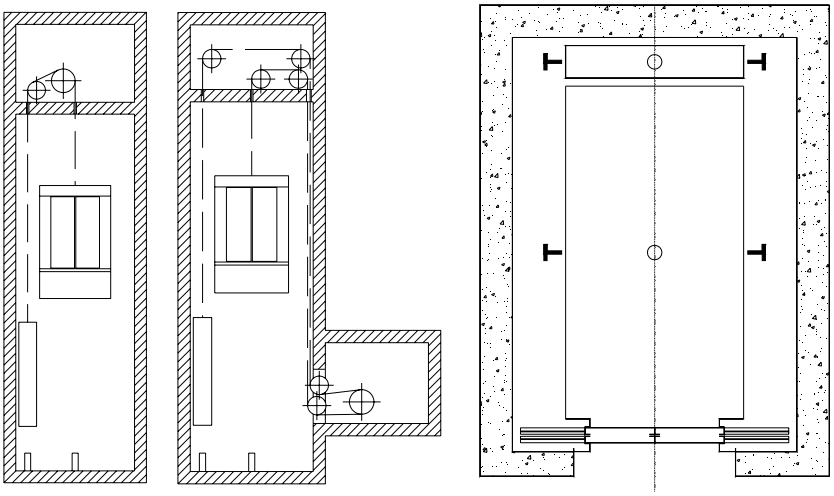
Požadavky kladené na pohyb klece výtahu

- Požadavky norem
  - Rychlost pohybu zatížené klece max. 1,05 jmenovité rychlosti.
  - Střední zpomalení klece musí být nižší jak a = 1g.
  - Je-li zpomalení větší jak 2,5g nesmí trvat déle než 0,04s.
  - Přesnost zastavení klece ±10mm.
- Požadavky z hlediska přepravní pohody:
  - Běžné nároky:
    - a_m = 1,6 [m/s^2]
    - b_m = 1.0 [m/s^3]
  - Současná nároky:
    - a_m = 0,4...0,65 [m/s^2]
    - b_m = 0.6…1,2 [m/s^3]
  - Současná nastavení:
    - a_m = 0,5 [m/s^2]
    - b_m = 0.8 [m/s^3]

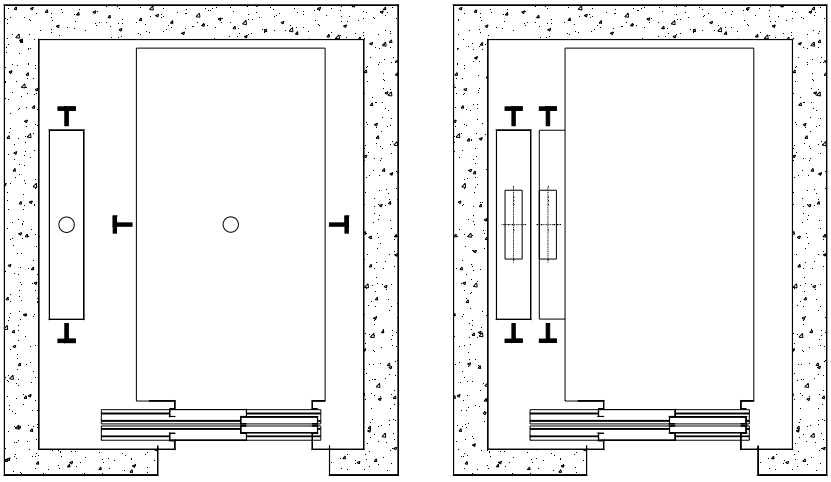
Základní rozdělení výtahů



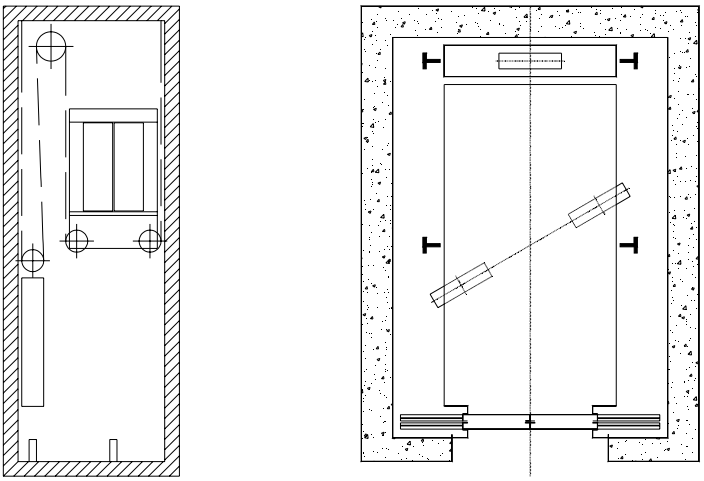
Uspořádání šachty u výtahů pro dopravu osob, osob nebo nákladu



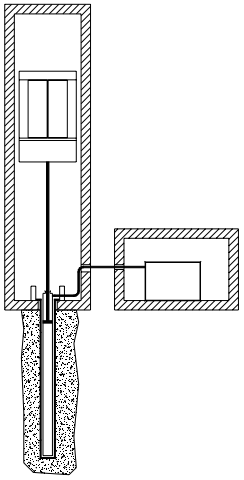
Uspořádání šachty u výtahů pro dopravu osob, osob nebo nákladu



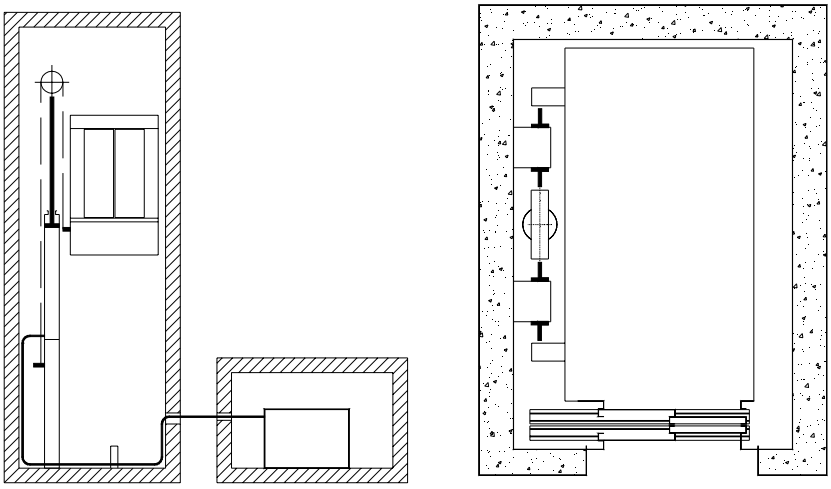
Uspořádání šachty u výtahů pro dopravu osob, osob nebo nákladu



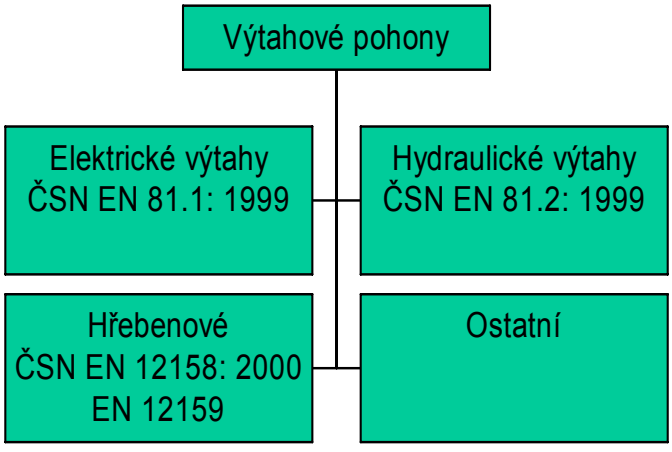
Uspořádání šachty u výtahů pro dopravu osob, osob nebo nákladu



Uspořádání šachty u výtahů pro dopravu osob, osob nebo nákladu

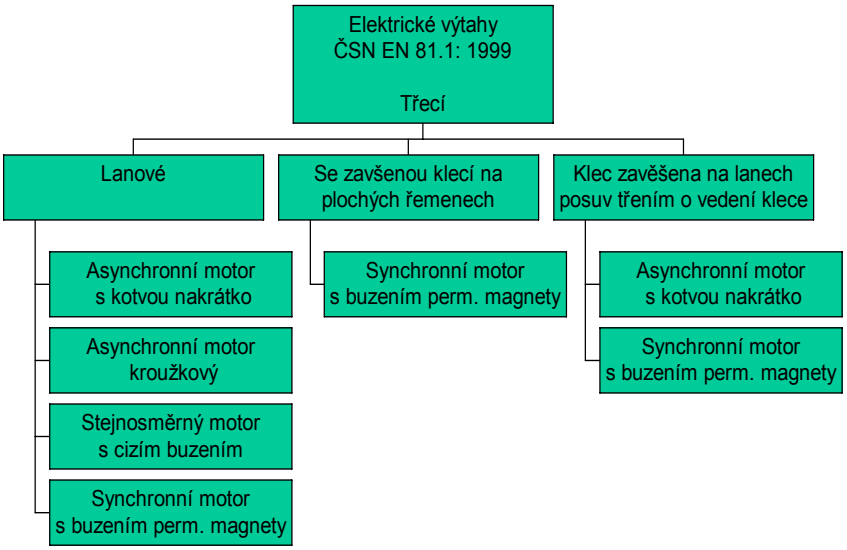


Základní rozdělení výtahů
pro dopravu osob nebo osob a nákladu

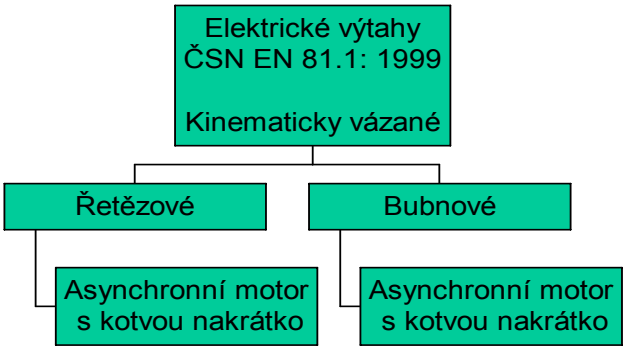


Základní rozdělení pohonů elektrických výtahů

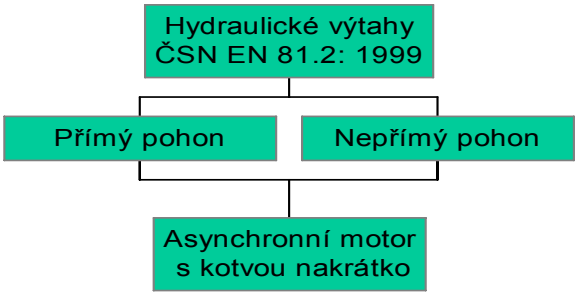
Základní rozdělení pohonů elektrických výtahů



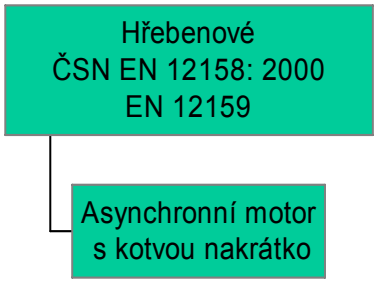
Základní rozdělení pohonů elektrických výtahů



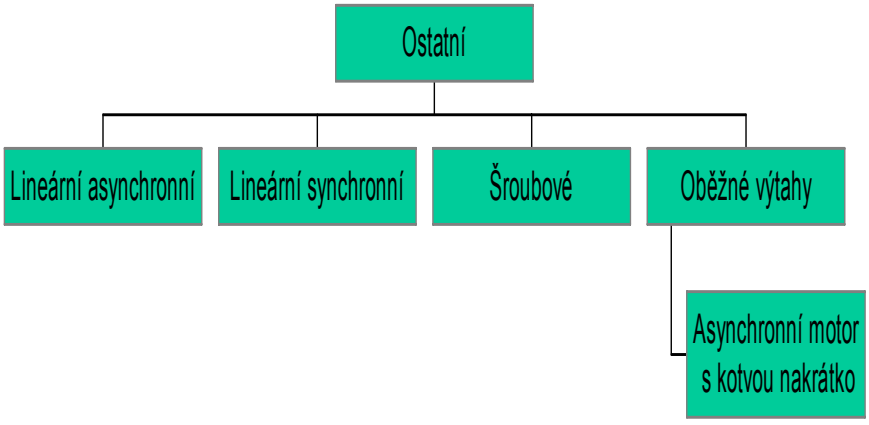
Základní rozdělení pohonů hydraulických výtahů



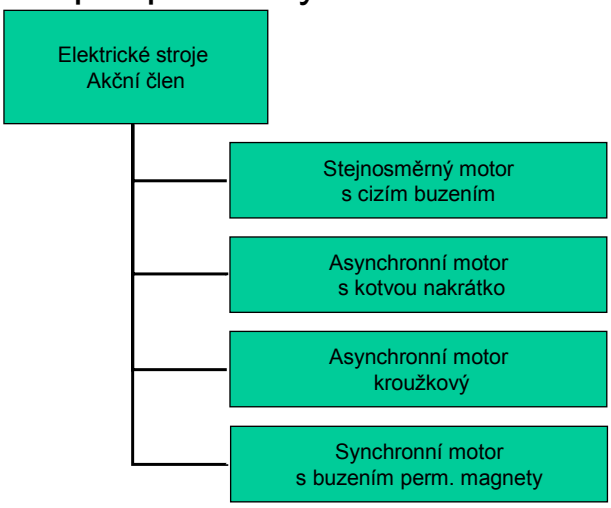
Základní rozdělení pohonů hřebenových výtahů



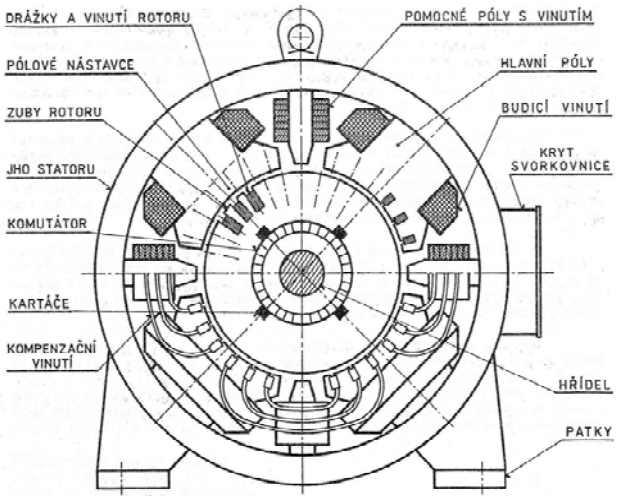
Základní rozdělení pohonů ostatních typů



Základní elektrické stroje pro pohon výtahů

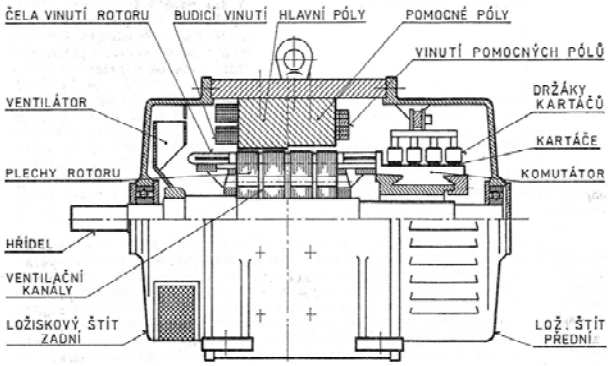


Stejnosměrný motor s cizím buzením



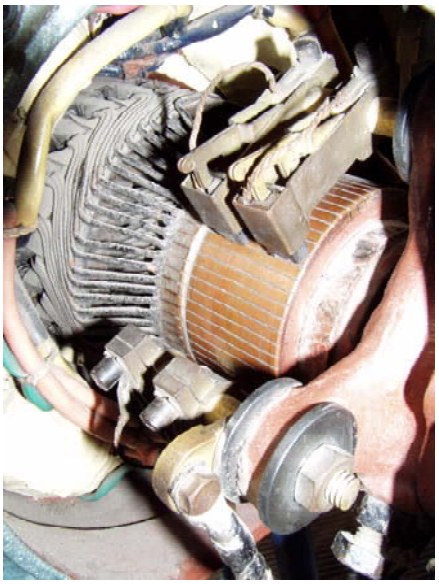
Příčný řez stejnosměrným strojem [4]

Stejnosměrný motor s cizím buzením



Podélný řez stejnosměrným strojem [4]

Stejnosměrný motor s cizím buzením

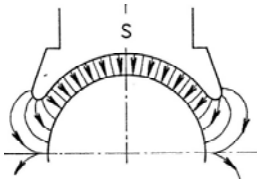


Stejnosměrný motor s cizím buzením

Indukované napětí

$$u_{i\,v} = B_x \cdot l_i \cdot v$$

$$v = \omega_m \cdot \frac{D_r}{2}$$

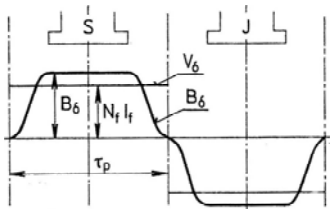


Magnetické pole hlavních pólů [4]

Elektromagnetický moment

$$F_v = B_x \cdot i_v \cdot l_v$$

$$M_v = F_v \cdot \frac{D_r}{2}$$



Průběh magnetické indukce
ve vzduchové mezeře [4]

Stejnosměrný motor s cizím buzením

Matematický popis

$$u_a = R_{ac} \cdot i_a + L_{ac} \cdot \frac{d\,i_a}{dt} + u_i$$

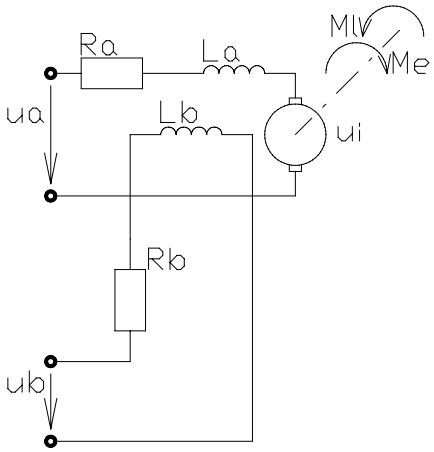
$$u_i = k \cdot C \cdot i_b \cdot \omega_m$$

$$m_E = k \cdot C \cdot i_b \cdot i_a$$

$$m_E - m_L = J_C \cdot \frac{d\,\omega_m}{dt}$$

$$u_b = R_b \cdot i_b + L_b \cdot \frac{d\,i_b}{dt}$$

$$\Phi = C \cdot i_b$$



Stejnosměrný motor s cizím buzením

Základní rovnice popisující chování stejnosměrného stroje

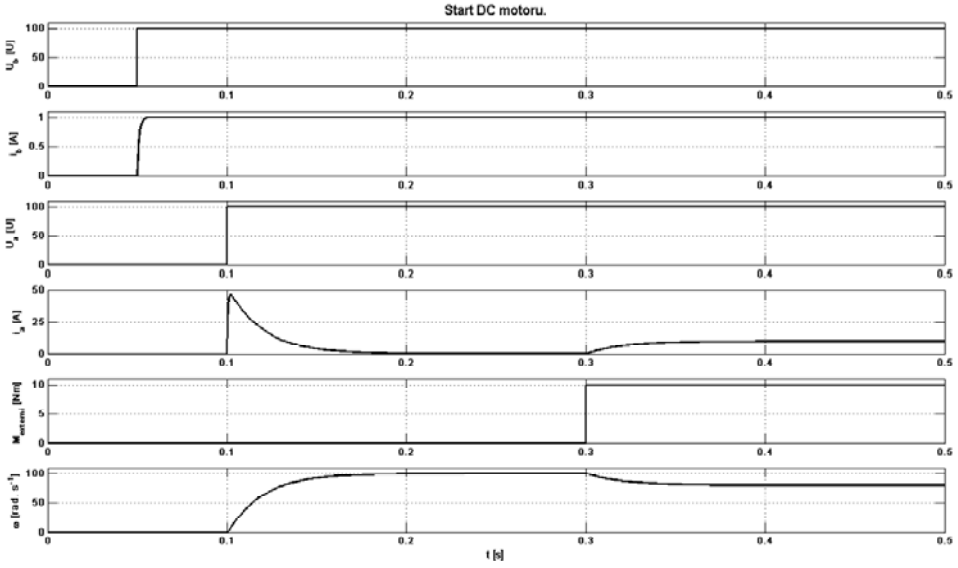
$$\frac{d\,i_a}{dt} = \frac{1}{L_{ac}} \cdot \left(u_a - R_{ac} \cdot i_a - k \cdot C \cdot i_b \cdot \omega_m\right)$$

$$\frac{d\,i_b}{dt} = \frac{1}{L_b} \cdot \left(u_b - R_b \cdot i_b\right)$$

$$\frac{d\,\omega_m}{dt} = \frac{1}{J_C} \cdot \left(k \cdot C \cdot i_b \cdot i_a - m_L\right)$$

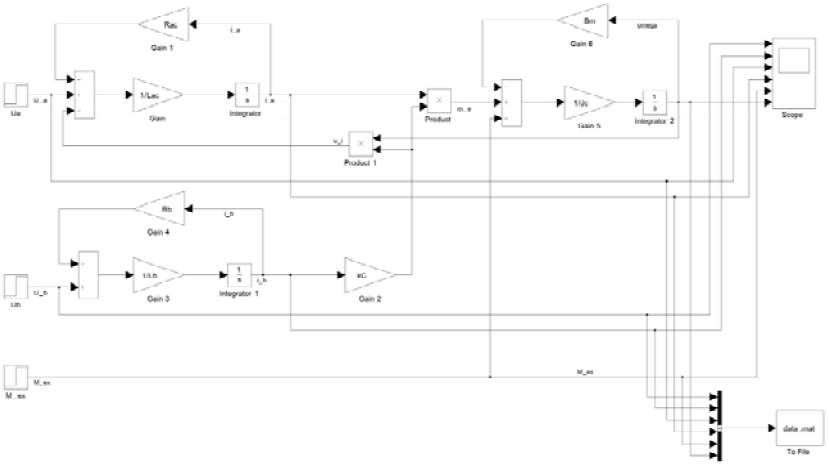
Stejnosměrný motor s cizím buzením

Průběh stavových veličin při startu stejnosměrného stroje

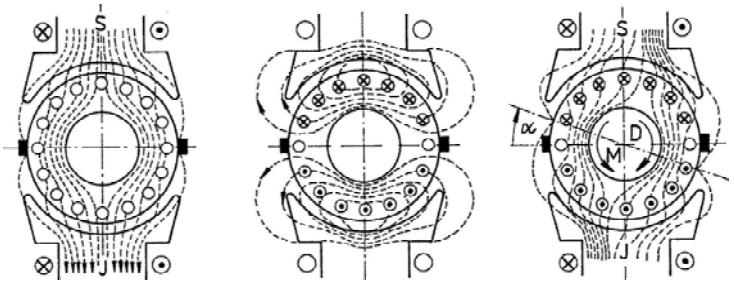


Stejnosměrný motor s cizím buzením

Model stejnosměrného stroje v programu Simulink



Stejnosměrný motor s cizím buzením



Magnetické pole ve stejnosměrném stroji [4]:

1. Magnetické pole hlavních pólů,
2. Magnetické pole vinutí kotvy,
3. Výsledné magnetické pole.