



Elektromechanické aktuátory (část 1)

prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
maga@yhnet.sk

prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inovací do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Obsah



Časť 1:

Všeobecne o premenách elektrickej energie

Princípy generovanie elektrickej energie z mechanickej a naopak

Základné pojmy a veličiny

Výkonové pomery a moment

Podmienky stabilnej rovnováhy momentov



Hodnotenie prednášky + študijné materiály:

www.kiwiki.info

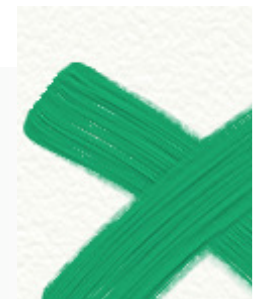
prof. Ing. Dušan Maga, PhD.

Brno, 11. – 15. 4. 2011

maga@yhnet.sk

www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inovácií do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Všeobecne o premenách elektrickej energie



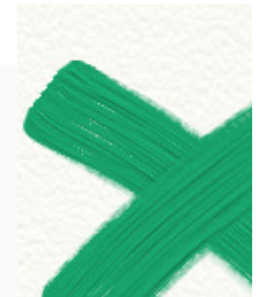
Elektrické stroje = stroje, v ktorých sa elektromagnetickou indukciou mení mechanická energia na elektrickú, elektrická na mechanickú, alebo sa mení samotná elektrická energia. (Hruškovič)

generátor	mechanická en.	→ elektrická
motor	elektrická en.	→ mechanická
transformátor	elektrická en.	→ elektrická

(špeciálne)

prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inováci do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**



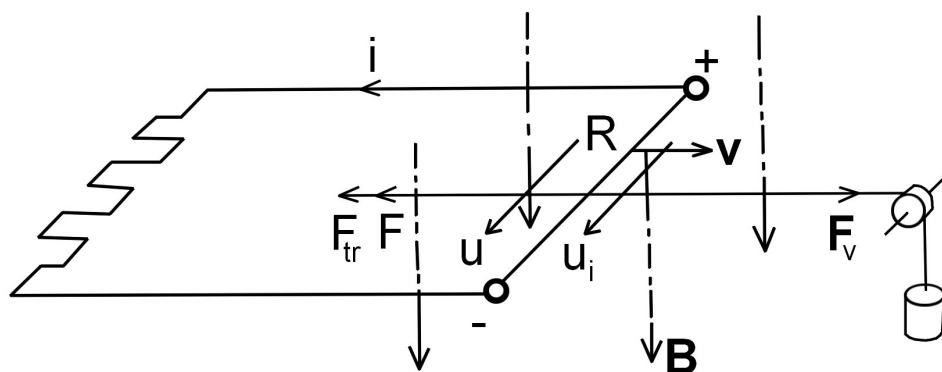


Elektromechanické aktuátory

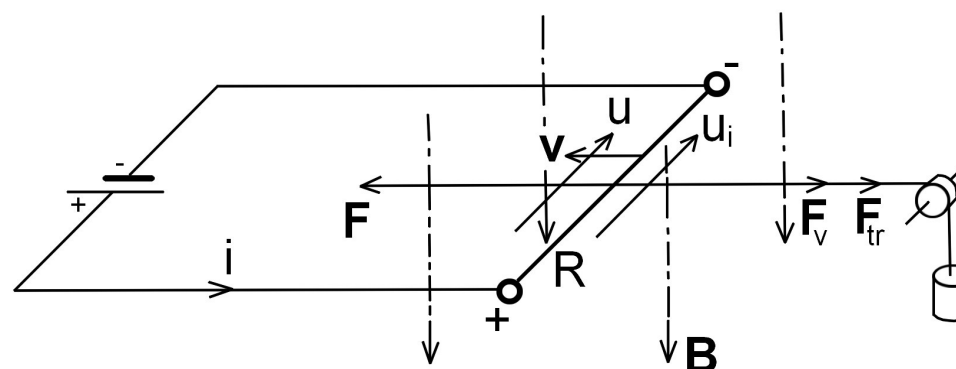
Princípy generovanie elektrickej energie
z mechanickej a naopak



Generátor:



Motor:



prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inováci do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Princípy generovanie elektrickej energie
z mechanickej a naopak



Generátor:

mech. výkon elm. sily

$$u_i = \mathbf{B} \times \mathbf{v} \cdot \mathbf{l} \quad \mathbf{F} = i \mathbf{l} \times \mathbf{B}$$
$$\rightarrow u_i = B l v \quad \rightarrow F = B i l$$

$$u = u_i - R i$$

$$u i = u_i i - R i^2$$

$$F + F_{tr} = F_v$$

$$F v + F_{tr} v = F_v v$$

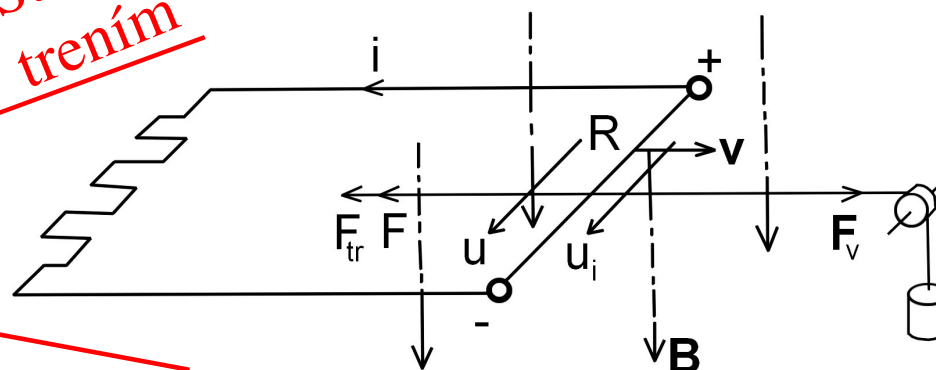
$$F v = u_i i$$

$$F_v v = u i + F_{tr} v + R i^2$$

mechanické
výkonové
pomery

výkonové
pomery pre
generátor

Straty
trením



mech. výkon
vonkajšej sily



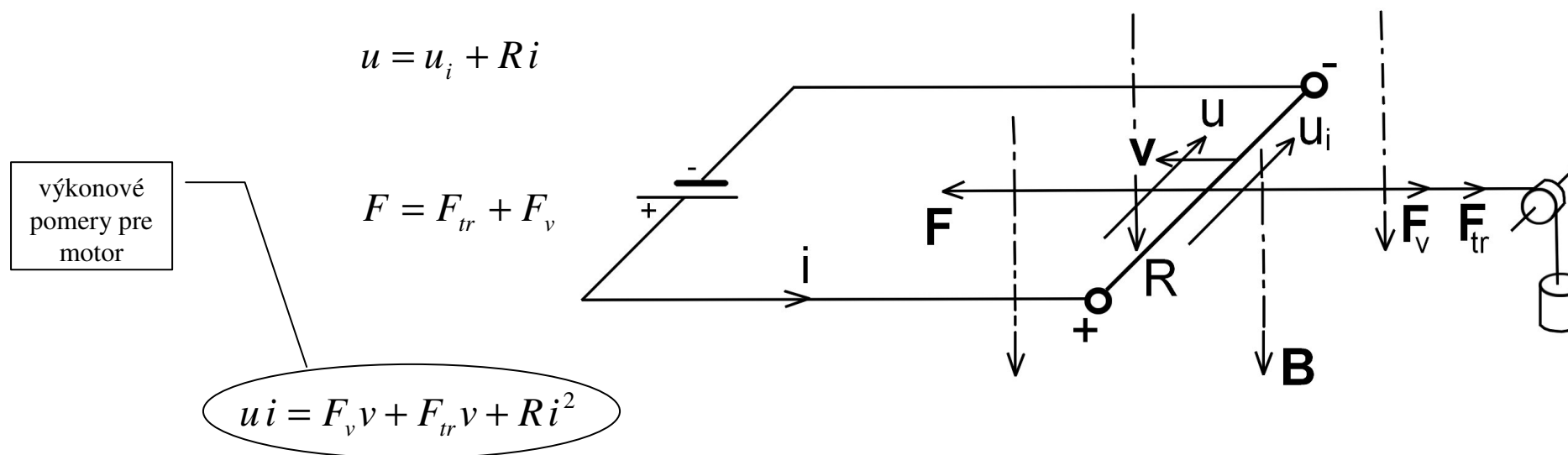


Elektromechanické aktuátory

Princípy generovanie elektrickej energie
z mechanickej a naopak



Motor:



prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

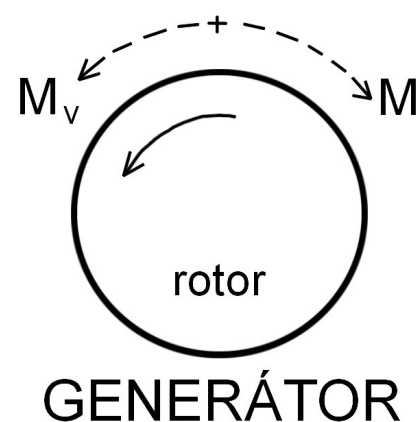
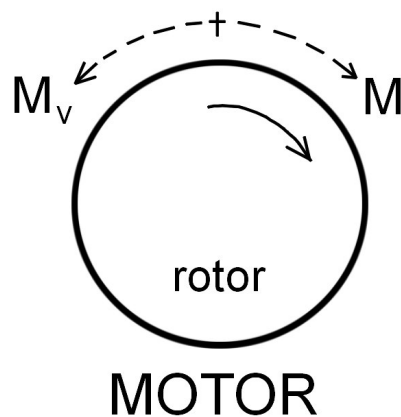
**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inováci do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Princípy generovanie elektrickej energie
z mechanickej a naopak



prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inováci do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





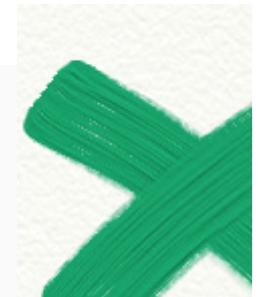
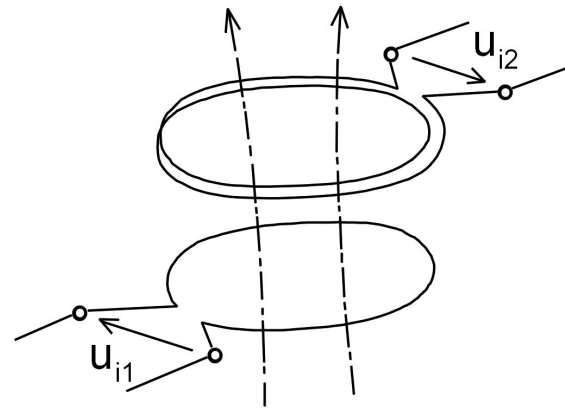
Elektromechanické aktuátory

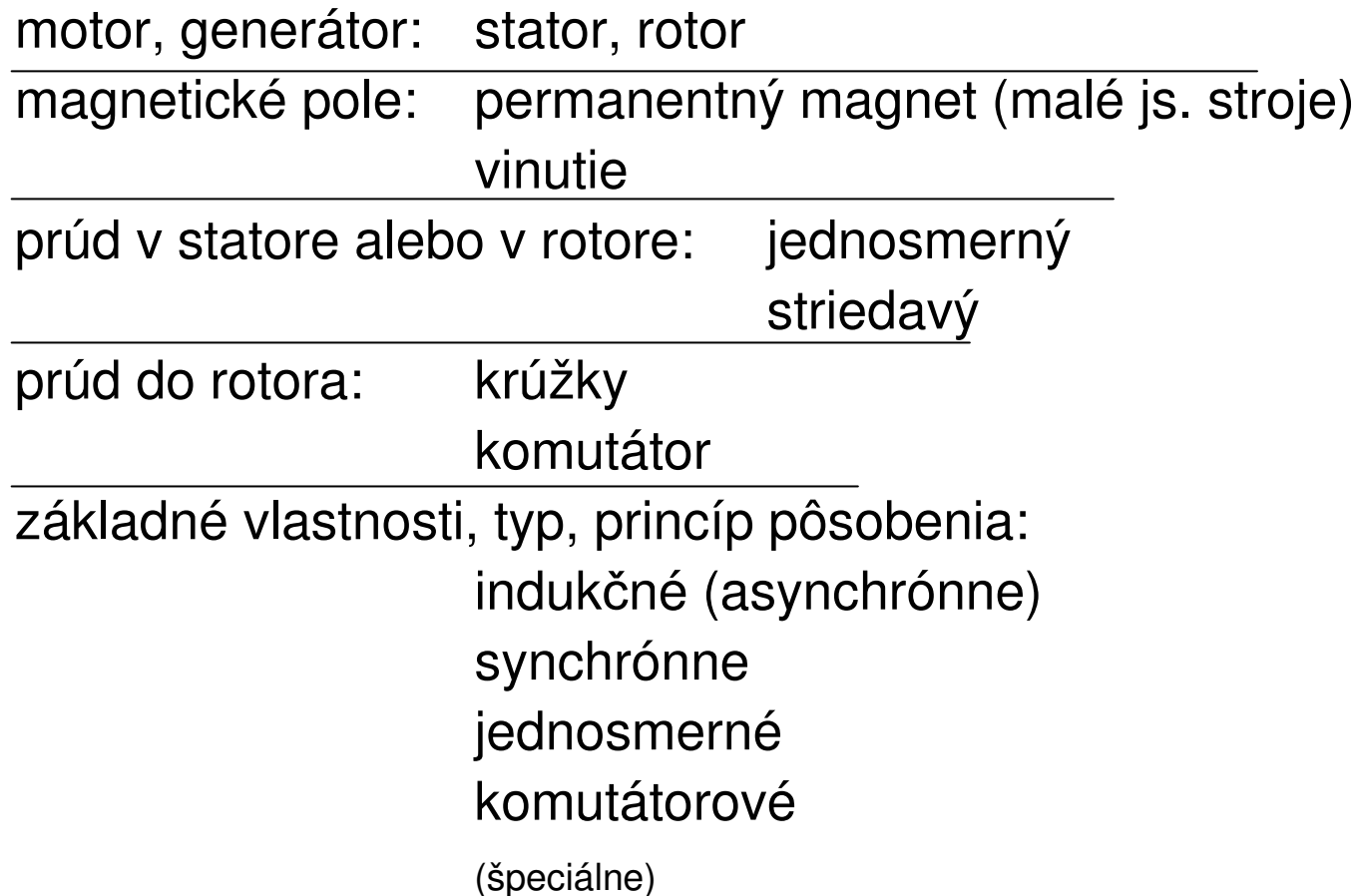
Princípy generovanie elektrickej energie
z mechanickej a naopak



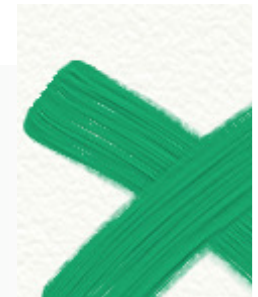
Transformátor:

$$u_i = \frac{d\psi}{dt}$$





Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer inovací do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment

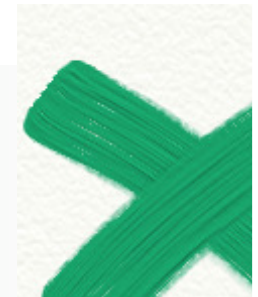


$\text{príkon} = \text{výkon} + \text{straty}$

súčet všetkých strát  oteplenie stroja

prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inovací do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



Straty:

Jouleove straty (straty vo vinutí): $\Delta P_j = R I^2$ $R = \rho \frac{l}{S}$ $\rho_{Cu} = \frac{10^{-6}}{48} \Omega m$

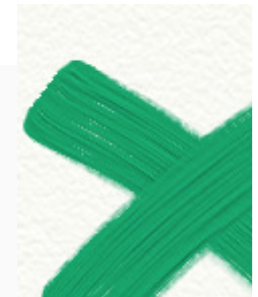
$\Delta P_j = \rho J^2 V_v$ $\rho_{Al} = \frac{10^{-6}}{29} \Omega m$

Straty v železe: $\Delta P_{Fe} = p_{Fe} \Delta G_{Fe}$

$$p_{Fe} = \frac{p_1}{W / kg} \left(\frac{B_{Fe}}{Vs / m^2} \right)^2 \left(\frac{f}{50 Hz} \right)^{1,3} \quad (W/kg)$$

Mechanické straty: (trenie v ložiskách, o vzduch, na pohon ventilátora...)

Prídavné straty: (vírivé prúdy)





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



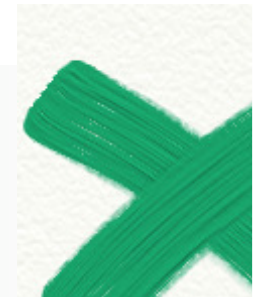
$$\eta = \frac{\text{výkon}}{\text{príkon}} (\cdot 100\%) = \frac{\text{výkon}}{\text{výkon} + \text{straty}} (\cdot 100\%)$$

Stroje s výkonom: účinnosť:

1 - 100 MW 97 - 99%

1 - 10 MW 20 - 30%

stredné stroje 80 - 90%





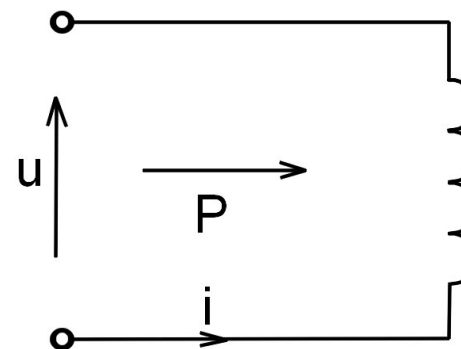
Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



$P > 0$ spotřebič

$P < 0$ zdroj



prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inovací do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment

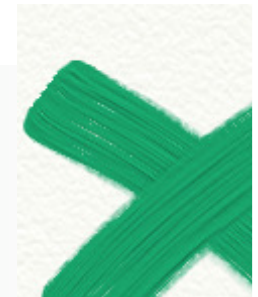


$$P = m \operatorname{Re}[\hat{U} \hat{I}^*]$$

$$\hat{S} = m \hat{U} \hat{I}^* \quad S = P + jQ$$

$$\hat{I} = \frac{I}{U} \hat{U} e^{-j\varphi} \rightarrow S = m \hat{U} \hat{U}^* \frac{I}{U} e^{j\varphi} = m U I e^{j\varphi} = |S| e^{j\varphi}$$

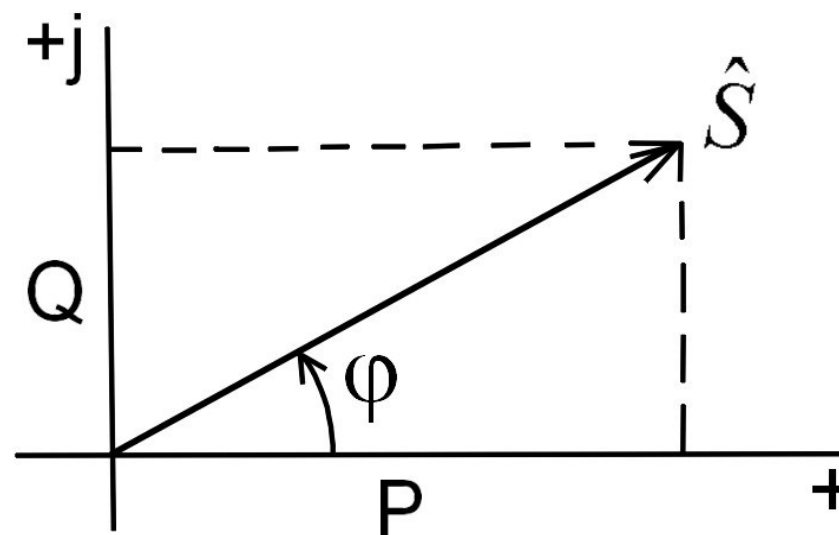
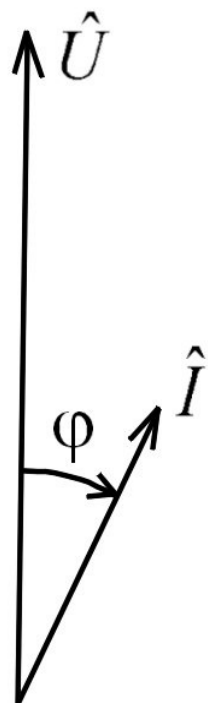
$$\hat{U} \hat{U}^* = U^2 \begin{cases} Q = m U I \sin \varphi \\ P = m U I \cos \varphi \end{cases}$$





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inovací do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





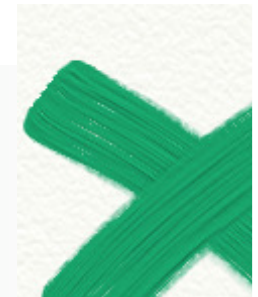
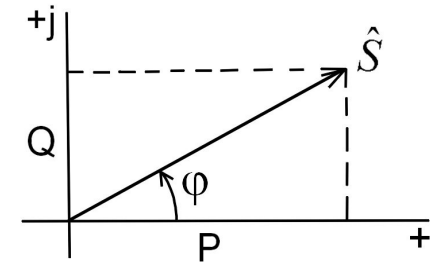
Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



4 kvadranty – 4 režimy:

- podbudený motor
- podbudený generátor
- prebudený generátor
- prebudený motor





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



$$M = F \frac{d}{2}$$

většinou $M_v = \text{konšt}$, alebo $M_v \approx k \cdot n^x$,
(kde $x = 2, 3$)

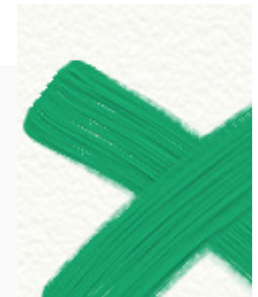
$$P = F v$$

$$v = \pi d n$$

$$P = F \frac{d}{2} 2\pi n$$

$$\omega_m = 2\pi n$$

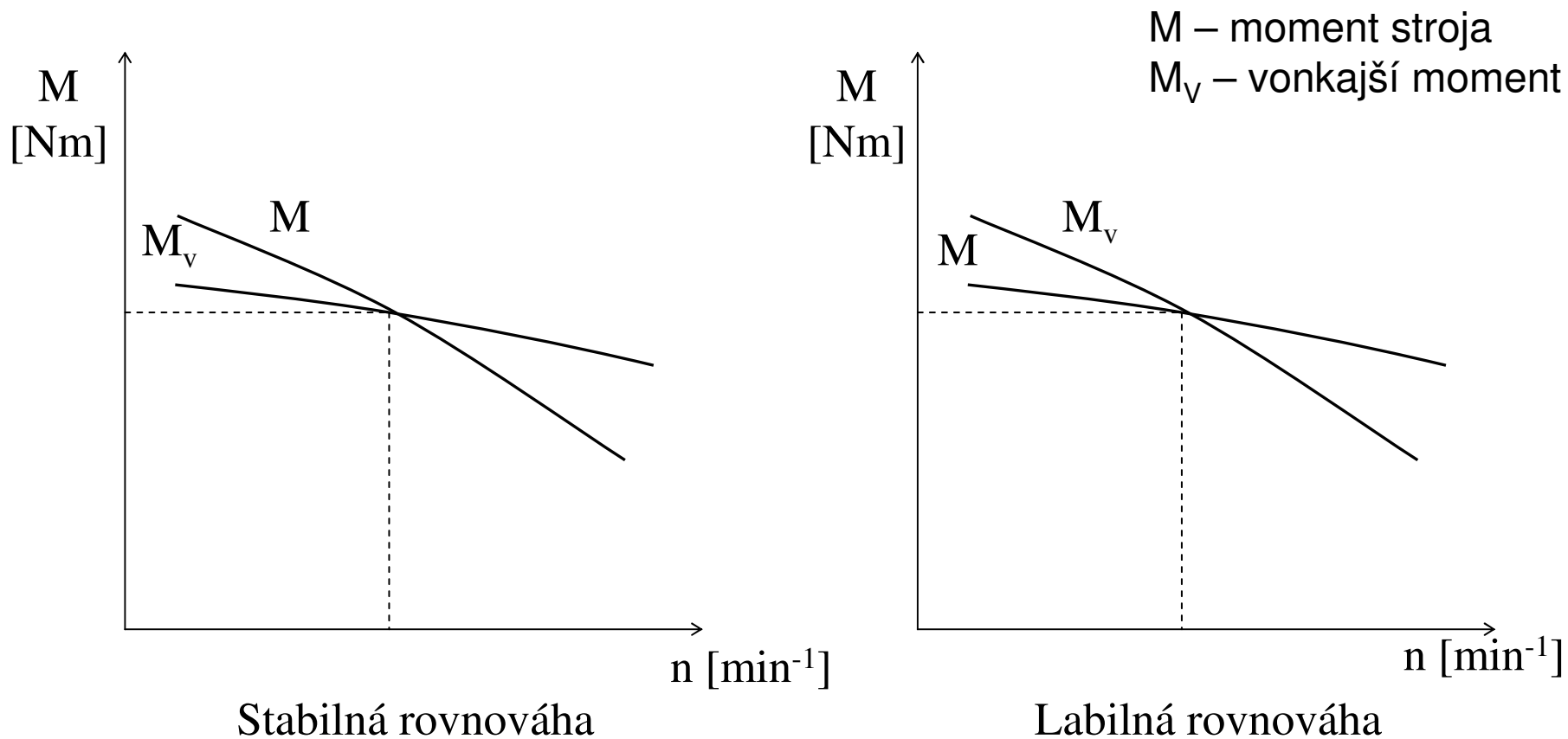
$$P = \omega_m M$$





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



prof. Ing. Dušan Maga, PhD.
Brno, 11. – 15. 4. 2011
maga@yhnet.sk
www.kiwiki.info

**Znalosti a dovednosti v mechatronice - transfer
inováci do praxe, CZ.1.07/2.3.00/09.0162**





Elektromechanické aktuátory

Výkonové pomery a moment



Podmienky stabilnej rovnovahy momentov:


$$M = M_v$$


$$\frac{dM}{dn} < \frac{dM_v}{dn}$$

