



ELEKTRICKÉ STROJE - POHONY

Ing. Petr VAVŘIŇÁK

2013

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU



2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

Vlastní volba elektrického motoru pro daný pohon vychází z druhu zatížení a ze způsobu řízení otáček.

Potřebný výkon motoru se počítá vždy tak, aby oteplení vzniklé ztrátami motoru nikdy nepřekročilo hodnotu dovoleného oteplení motoru respektive jeho izolace (při překročení dovolené teploty izolace o deset stupňů se sníží její životnost až o padesát procent) a zároveň tak, aby motor nebyl zbytečně velký.

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU



2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

Je-li motor zatížen **trvale neproměnným zatížením**, je výpočet velice jednoduchý, neboť **výkon motoru** musí být minimálně **roven výkonu pracovního mechanismu** ($P_m \geq P_{pm}$).

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU



2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

Je-li motor zatížen **trvale proměnným zatížením**, musíme nejdříve toto zatížení **přepočítat** na tzv. **ekvivalentní trvalé neproměnné zatížení** a z něj pak určíme velikost potřebného minimálního výkonu motoru ($P_m \geq P_{p_{m_{ekv}}}$). Podmínkou přepočtu je, aby oteplení od vypočteného ekvivalentního zatížení bylo stejné jako oteplení od skutečného trvale proměnného zatížení (větší zatížení zahřívá více, menší méně).

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU



2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

V každém motoru vznikají ztráty přeměňující se na teplo, tyto ztráty jsou buď **nezávislé na zatížení** (ztráty v železe a ztráty třením), nebo ztráty **závislé na zatížení** (ztráty ve vinutí - Jouleovo teplo).

Na základě rovnosti skutečných ztrát závislých na zatížení při proměnné zátěži a ztrát závislých na zatížení ekvivalentních můžeme odvodit rovnice pro přepočítání skutečného zatížení na ekvivalentní.

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

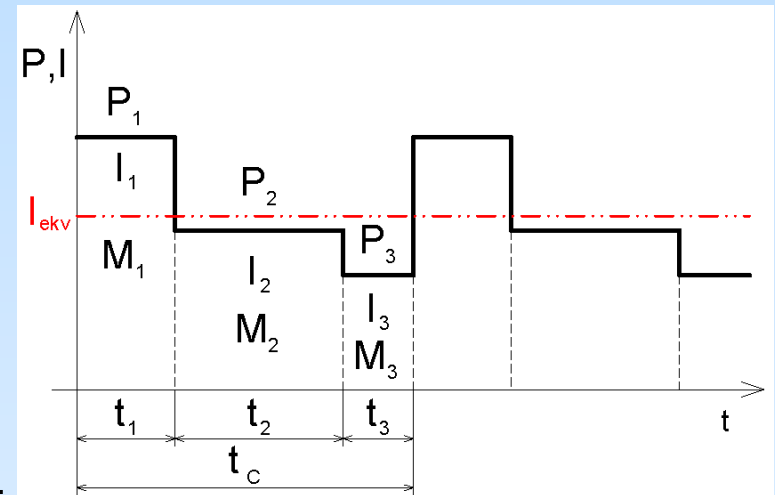
Je-li zatížení zadáno velikostí proudů:

$$I_{ekv} = \sqrt{\frac{t_1 \cdot I_1^2 + t_2 \cdot I_2^2 + t_3 \cdot I_3^2 + \dots + t_n \cdot I_n^2}{t_c}}$$

Minimální výkon motoru je pak dán vztahem:

$$P_m = I_{ekv} \cdot U \quad (\text{resp. } P_m = I_{ekv} \cdot U \cdot \cos\varphi, \text{ popř.})$$

$$P_m = \sqrt{3} \cdot I_{ekv} \cdot U \cdot \cos\varphi$$



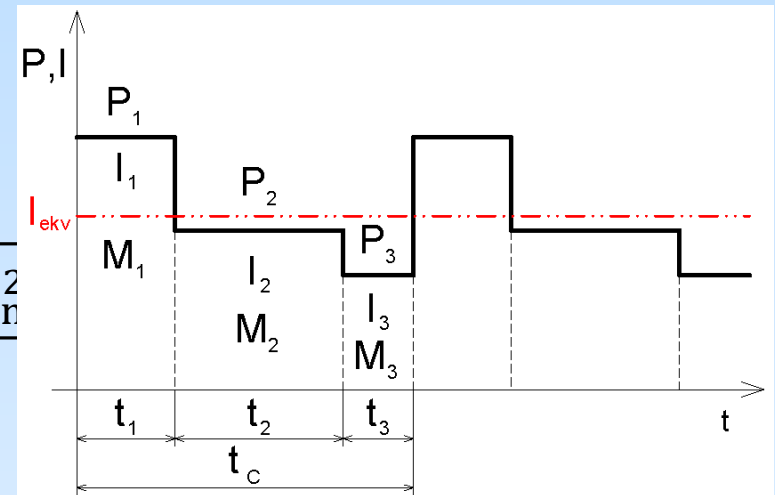
ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

Při zadání zatížení velikostmi momentů:

$$M_{ekv} = \sqrt{\frac{t_1 \cdot M_1^2 + t_2 \cdot M_2^2 + \dots + t_n \cdot M_n^2}{t_c}}$$



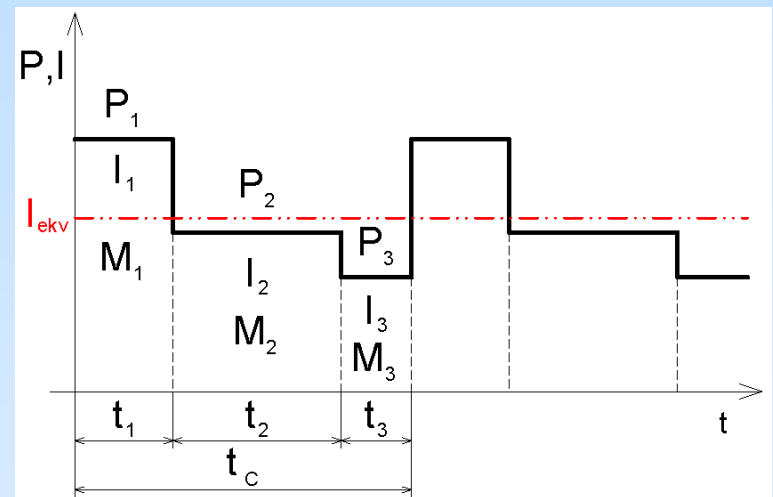
ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

Výjimkou jsou ss motory sériové (moment je úměrný druhé mocnině proudu $M \approx I^2$) a vztah pro výpočet velikosti ekvivalentního momentu se upraví na tvar:

$$M_{\text{ekv}} = \frac{t_1 \cdot M_1 + t_2 \cdot M_2 + \dots + t_n \cdot M_n}{t_c}$$



ROBOTI

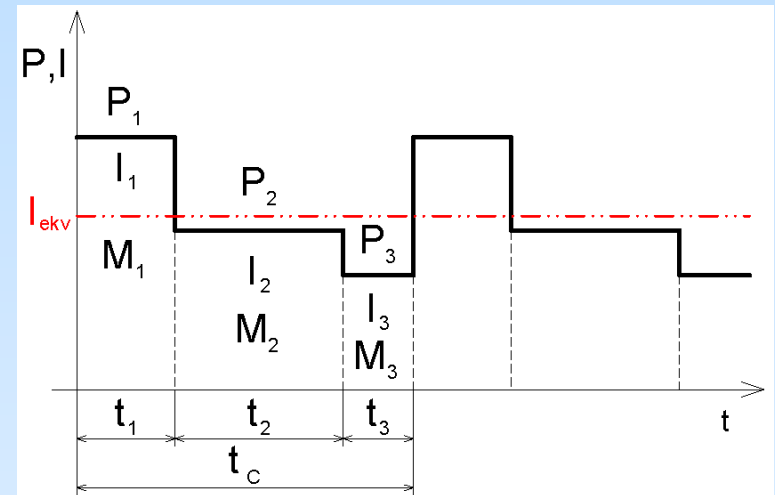
2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO TRVALÉ ZATÍŽENÍ

V obou případech pak minimální výkon motoru je dán vztahem:

$$P_m = M_{ekv} \cdot \omega$$

Odvození výpočtu i řešené příklady jsou v učebním textu.



ROBOTI



2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO PŘERUŠOVANÉ ZATÍŽENÍ

Pro **přerušované zatížení** je výpočet výkonu motoru úplně stejný, jen do celkové doby musíme započíst i všechna období klidu (stejně je i odvození výpočtu).

Při výpočtu tedy **přepočteme skutečné přerušované zatížení** na **ekvivalentní** trvalé neproměnné **zatížení** a z něj pak vypočteme potřebný výkon motoru (pro druhy motorů platí stejná pravidla jako u trvalého proměnného zatížení).

ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO PŘERUŠOVANÉ ZATÍŽENÍ

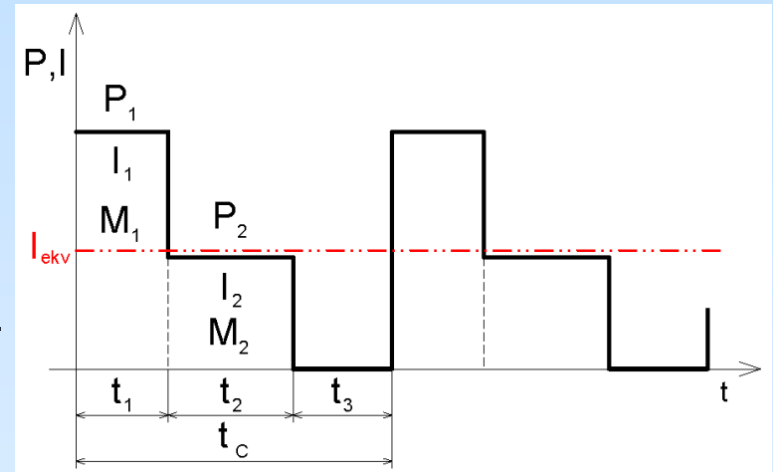
Je-li zatížení zadáno velikostí proudů:

$$I_{ekv} = \sqrt{\frac{t_1 \cdot I_1^2 + t_2 \cdot I_2^2 + t_3 \cdot I_3^2 + \dots + t_n \cdot I_n^2}{t_c}}$$

Minimální výkon motoru :

$$P_m = I_{ekv} \cdot U \quad (\text{resp. } P_m = I_{ekv} \cdot U \cdot \cos\varphi, \text{ popř.})$$

$$P_m = \sqrt{3} \cdot I_{ekv} \cdot U \cdot \cos\varphi$$



ROBOTI



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

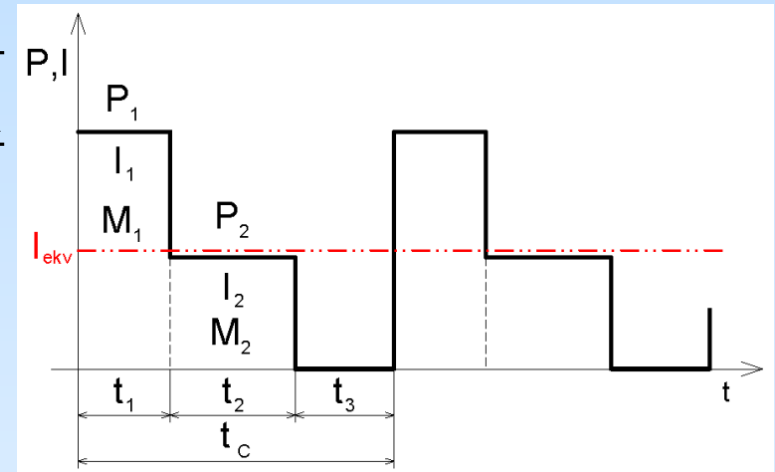
VOLBA MOTORU PRO PŘERUŠOVANÉ ZATÍŽENÍ

Při zadání zatížení velikostmi momentů:

$$M_{ekv} = \sqrt{\frac{t_1 \cdot M_1^2 + t_2 \cdot M_2^2 + \dots + t_n \cdot M_n^2}{t_c}}$$

Pro ss motory sériové:

$$M_{ekv} = \frac{t_1 \cdot M_1 + t_2 \cdot M_2 + \dots + t_n \cdot M_n}{t_c}$$



ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU

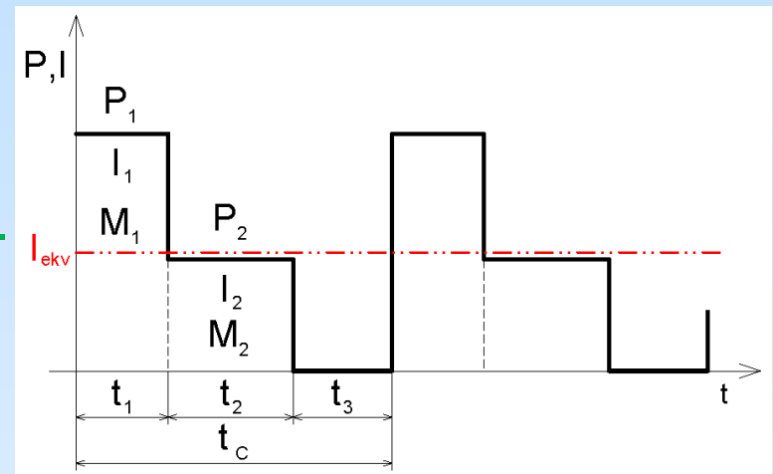
2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO PŘERUŠOVANÉ ZATÍŽENÍ

Minimální výkon motoru je opět dán vztahem:

$$P_m = M_{ekv} \cdot \omega$$

Řešené příklady jsou v učebním textu.

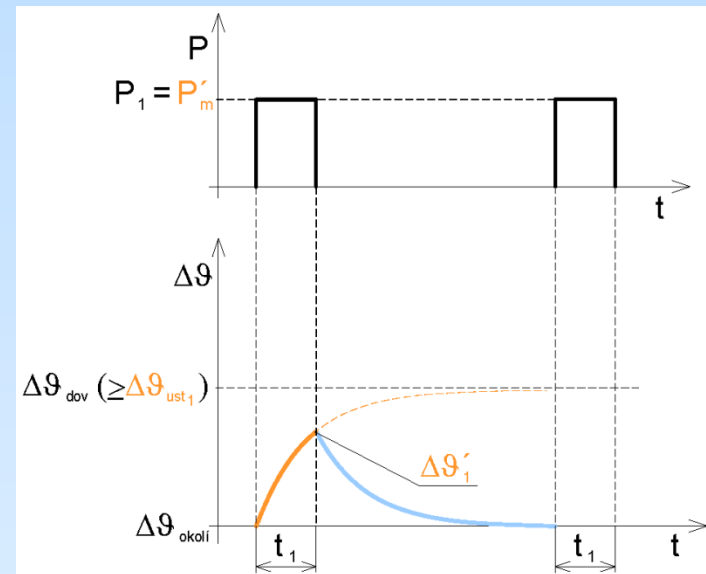


ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

Jak je patrné z obrázku, kdybychom zvolili výkon motoru stejný jako potřebný krátkodobý výkon ($P'_m = P_1$), motor by se za dobu provozu t_1 ohřál jen o teplotu $\Delta\theta'_1$ a nedosáhl by dovoleného oteplení, nebyl by tedy plně využit.

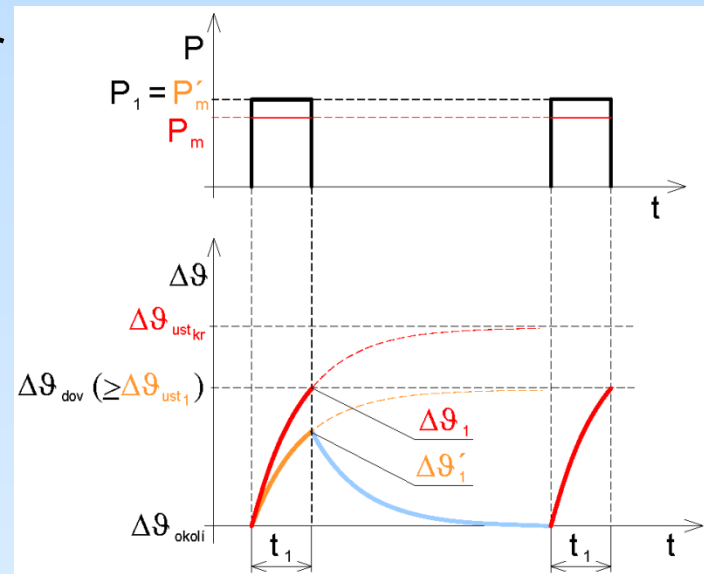


ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

Je proto výhodnější zvolit menší motor s výkonem P_m , který bude po dobu provozu t_1 přetěžován. Jeho oteplení v čase t_1 ($\Delta\vartheta_1$) dosáhne právě hodnoty dovoleného oteplení ($\Delta\vartheta_1 = \Delta\vartheta_{dov}$)

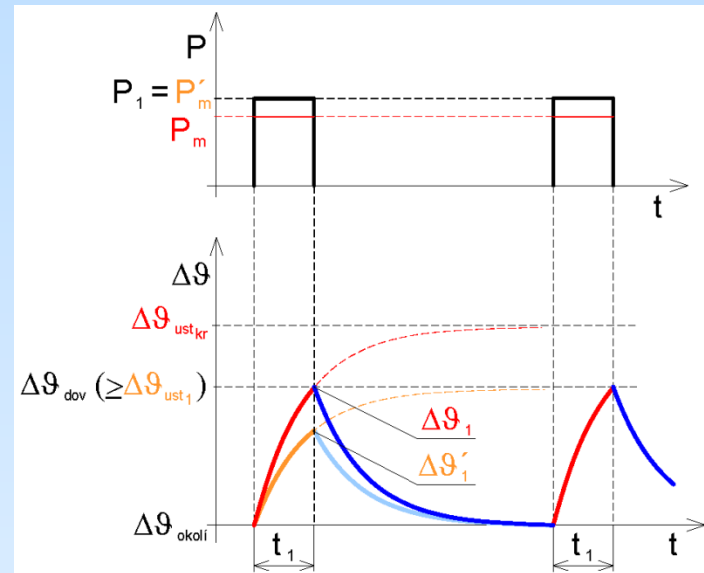


ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

a jelikož dle definice krátkodobého zatížení bude následovat doba natolik dlouhá, že se motor ochladí až na teplotu okolí, nic se mu nestane.



ROBOTI

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

Chceme-li vypočítat výkon motoru, který by byl dostatečný a zároveň plně využitý pro použití ke krátkodobému zatížení, vycházíme z jeho teplotního a výkonového přetížení.

Teplotní přetížení:

$$p_{\vartheta} = \frac{\Delta\vartheta_1}{\Delta\vartheta'_1} = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}} \quad \left\{ \text{oteplní obecně: } \Delta\vartheta = \Delta\vartheta_{\text{ust}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right); \text{ pak: } \frac{\Delta\vartheta'_1}{\Delta\vartheta_1} = 1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}} \right\}$$

ROBOTI



2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

Výkonové přetížení:

$$p_P = \frac{P_1}{P_m}$$

Vztah mezi výkonovým a teplotním přetížením:

$p_P = \sqrt{p_g}$ (ztráty ve vinutí jsou úměrné druhé mocnině proudu - $R \cdot I^2$ a výkon je úměrný proudu - $U \cdot I$)

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU

2.7 VOLBA VELIKOSTI MOTORU

VOLBA MOTORU PRO KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

Při určování výkonu motoru dostatečného pro krátkodobý chod postupujeme takto:

- ① vypočítáme činitele teplotního přetížení: $p_g = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}}$
- ② vypočítáme činitele výkonového přetížení: $p_p = \sqrt{p_g}$
- ③ vypočítáme potřebný výkon: $P_m = \frac{P_1}{p_p}$.

Řešené příklady jsou
v učebním textu.

ROBOTI