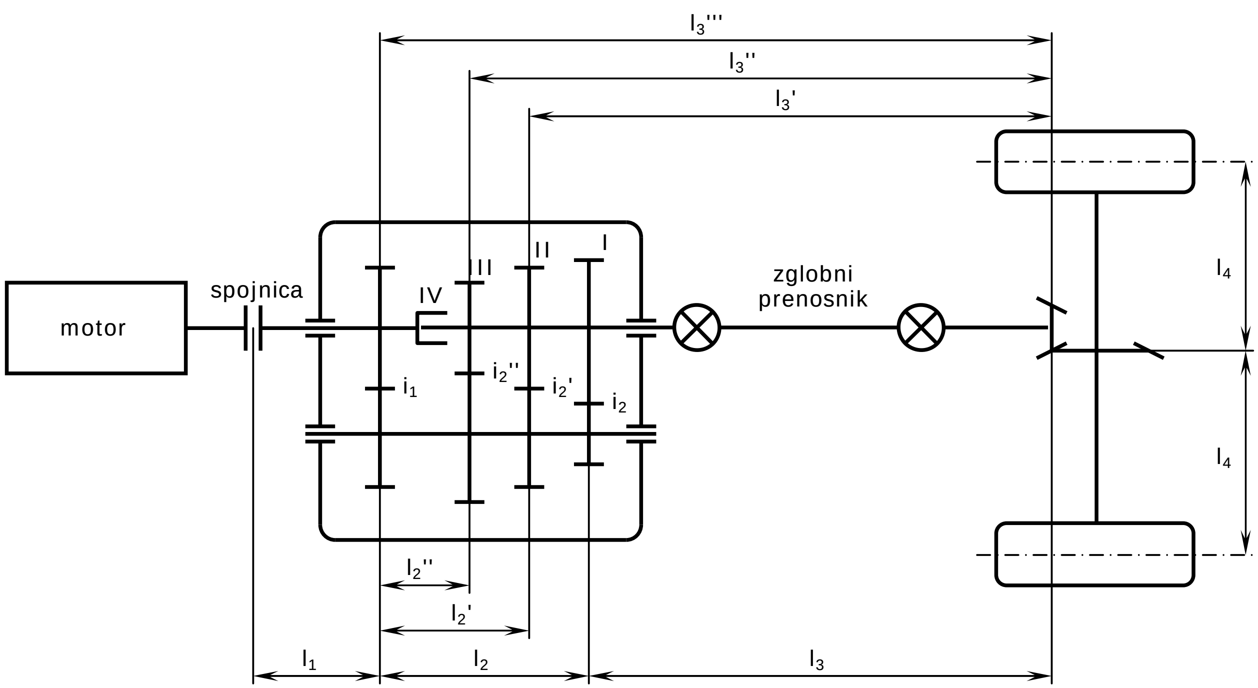
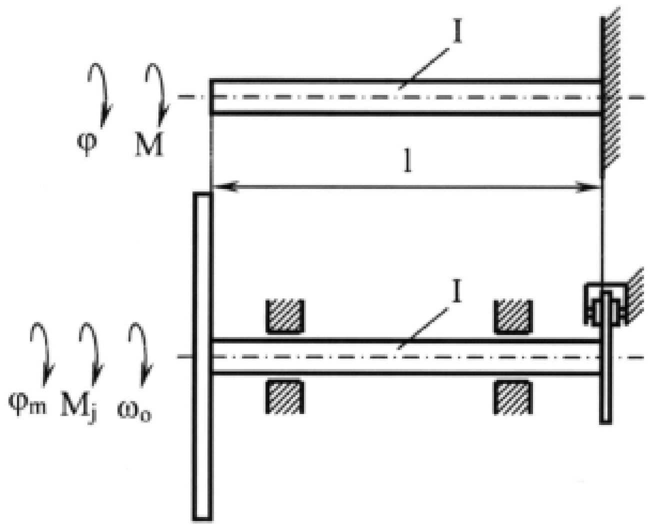
ODREĐIVANJE UTICAJA INERCIONIH MOMENATA KOD DELOVA I SKLOPOVA MOTORNIH VOZILA

Opterećenja delova i sklopova motornih vozila mogu u određenim slučajevima znatno da premaše opterećenja koja potiču neposredno od pogona.

Momenta nošenja spojnice	Blokiranje pogonskih točkova sa uključenom glavnom spojnicom
$M_n = M_{e\,max} + J_e \frac{d\omega_e}{dt} = M_{e\,max} \cdot \beta$	$M_j = J_m \frac{d\omega_m}{dt}$

gde je:
- J_m - moment inercije zamajca motora;
- ω_m - ugaona brzina zamajca motora;
- $\frac{d\omega_m}{dt}$ - ugaono usporenje zamajca motora.





$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I}$$; φ - ugao uvijanja

$$\varphi_m = \frac{M_j \cdot l}{G \cdot I}$$; φ_m - ugao uvijanja zamajca motora

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$; Moment inercije

$G=8.1 \cdot 10^5 daN/cm^2$ Modul klizanja

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I} \qquad \varphi_m = \frac{M_j \cdot l}{G \cdot I} \qquad \varphi_m = \frac{M_j}{c} \qquad c = \frac{GI}{l}$$

$$M_j = J_m \frac{d\omega_m}{dt} \qquad M_j = J_m \frac{d\omega_m}{dt} \cdot \frac{d\varphi_m}{d\varphi_m} = c \cdot \varphi_m \quad \Rightarrow \quad c \cdot \varphi_m = J_m \frac{d\varphi_m}{dt} \cdot \frac{d\omega_m}{d\varphi_m}$$

$$\frac{d\varphi_m}{dt} = \omega_m \quad \Rightarrow \quad c \cdot \varphi_m = J_m \cdot \omega_m \cdot \frac{d\omega_m}{d\varphi_m} \qquad c \cdot \varphi_m \cdot d\varphi_m = J_m \cdot \omega_m \cdot d\omega_m$$

Integraljenjem za početne uslove:

$\varphi(0) = 0 \quad ; \quad \varphi(t) = \varphi_{max}$

$\omega(0) = \omega_o \quad ; \quad \omega(t) = 0$

$$c \cdot \int_0^{\varphi_{max}} \varphi_m \cdot d\varphi_m = J_m \cdot \int_{\omega_o}^{0} \omega_m \cdot d\omega_m$$

$$\frac{1}{2} \cdot c \cdot \varphi_m^2 \Big|_0^{\varphi_{max}} = \frac{1}{2} \cdot J_m \cdot \omega_m^2 \Big|_{\omega_o}^{0}$$

$$c \cdot \varphi_{max}^2 = -J_m \cdot \omega_0^2$$

$$\varphi_{max} = \omega_o \cdot \sqrt{\frac{J_m}{c}}$$

$$\rightarrow \quad M_{max} = c \cdot \varphi_{max} \quad ; \quad \frac{M_{max}}{M_e} \quad \rightarrow \quad \text{Analiza čvrstoće}$$

$$\mathbf{M_{max} = \omega_{max}\sqrt{J_m c}}$$

$$\Rightarrow \quad M_{max\,j} = \omega_0 \cdot \sqrt{c \cdot J_m}$$

Pri blokiranju pogonskih točkova, **zamajac motora se zakreće za ugao φ_m** (ako spojnica nije isključena), uvijajući sve delove sistema za prenos snage.

$$\varphi_m = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot i_1 + \varphi_3 \cdot i_1 \cdot i_2 + \varphi_4 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_o$$

gde je:

- φ_1 - ugao uvijanja izlaznog vratila menjača
- φ_2 - ugao uvijanja posrednog vratila menjača
- φ_3 - ugao uvijanja izlaznog vratila sa zglobnim prenosnikom
- φ_4 - ugao uvijanja pogonskih poluvratila

$$\varphi_1 = \frac{M_j \cdot l_1}{G \cdot I_1} \qquad \varphi_2 = \frac{M_j \cdot l_2}{G \cdot I_2} \cdot i_1 \qquad \varphi_3 = \frac{M_j \cdot l_3}{G \cdot I_3} \cdot i_1 \cdot i_2 \qquad \varphi_4 = \frac{M_j \cdot l_4}{2 \cdot G \cdot I_4} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_o$$

$$\varphi_m = \frac{M_j \cdot l_1}{G \cdot I_1} + \frac{M_j \cdot l_2}{G \cdot I_2} \cdot i_1^2 + \frac{M_j \cdot l_3}{G \cdot I_3} \cdot i_1^2 \cdot i_2^2 + \frac{M_j \cdot l_4}{2 \cdot G \cdot I_4} \cdot i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot i_o^2$$

Možemo napisati i na sledeći način:

c - konstanta krutosti transmisije

$$\varphi_m = \frac{M_j}{G}\left(\frac{l_1}{I_1} + \frac{l_2}{I_2} \cdot i_1^2 + \frac{l_3}{I_3} \cdot i_1^2 \cdot i_2^2 + \frac{l_4}{I_4} \cdot i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot i_o^2\right)$$

$$c = \frac{G}{\left(\frac{l_1}{I_1} + \frac{l_2}{I_2} \cdot i_1^2 + \frac{l_3}{I_3} \cdot i_1^2 \cdot i_2^2 + \frac{l_4}{I_4} \cdot i_1^2 \cdot i_2^2 \cdot i_o^2\right)}$$

$$\varphi_m = \frac{M_j}{c} \Rightarrow M_j = \varphi_m c$$

$$M_j = J_m \frac{d\omega_m}{dt} = \varphi_m c$$

$$M_j = J_m \frac{d\omega_m}{dt} \cdot \frac{d\varphi_m}{d\varphi_m} = c \cdot \varphi_m \quad \Rightarrow \quad c \cdot \varphi_m = J_m \frac{d\varphi_m}{dt} \cdot \frac{d\omega_m}{d\varphi_m}$$

$$\frac{d\varphi_m}{dt} = \omega_m \quad \Rightarrow \quad c \cdot \varphi_m = J_m \cdot \omega_m \cdot \frac{d\omega_m}{d\varphi_m}$$

$$\underline{c \cdot \varphi_m \cdot d\varphi_m = J_m \cdot \omega_m \cdot d\omega_m}$$

Integraljenjem za početne uslove:

$\varphi(0) = 0$; $\varphi(t) = \varphi_{max}$

$\omega(0) = \omega_o$; $\omega(t) = 0$

$$c \cdot \int_0^{\varphi_{max}} \varphi_m \cdot d\varphi_m = J_m \cdot \int_{\omega_o}^{0} \omega_m \cdot d\omega_m$$

$$\frac{1}{2} \cdot c \cdot \varphi_m^2 \Big|_0^{\varphi_{max}} = \frac{1}{2} \cdot J_m \cdot \omega_m^2 \Big|_{\omega_o}^{0}$$

$$c \cdot \varphi_{max}^2 = -J_m \cdot \omega_0^2$$

Znak „-„ zbog usporenja (zanemaruje se)

$$\varphi_{max} = \omega_o \cdot \sqrt{\frac{J_m}{c}}$$

NAPOMENE:

J_m - moment inercije svih translatornih i obrtnih delova motora redukovan na zamajac, uključujući i sam zamajac.

Najčešće se sa dovoljno tačnosti može uzeti da ovaj moment inercije iznosi:

$$J_m = 0.06 \div 1 \ \ kg/m^2$$

ili da se odredi prema izrazu:

$$J_m = 1.02 \cdot m \cdot i^2 \ \ kg/m^2$$

gde je:

m - masa zamajca

i - poluprečnik inercije

- **Više vrednosti inercionih momenata ostvaruju se u višim stepenima prenosa**, tj. kada je krutost transmisije veća, kao i pri vecim ugaonim brzinama.

- Više vrednosti krutosti transmisije odgovaraju
    - **nižim vrednostima redukcije (viši stepeni prenos)** i
    - **manjim dužinama vratila**

- Limitirajući zaštitni uticaj **glavne frikcione spojnice**

  $$M_n = M_{e\max} \cdot \beta$$

- **Hidrodinamičke komponente** u transmisiji maksimalno relaksiraju inerciona opterećenja **(“klizanje” tečnosti – fluid je komponenta u rednoj vezi u toku snage)**

PRIMER

Vozilo: FIAT 125 **P_{emax}=** 66.2 kW pri **ω_{ePemax}**=524 s^{-1}

$$M_e = \frac{P_{e\max}}{\omega_{ePe\max}} = \frac{66200}{524} = 126.3 \text{ Nm}$$

$i_I = i_1 \cdot i_2 = 1.21 \cdot 2.83 = 3.422$ c_I = 370 Nm/rad $M_{jI} = 902\ Nm$

$i_{II} = i_1 \cdot i_2' = 1.21 \cdot 1.74 = 2.100$ c_{II} = 668 Nm/rad $M_{jII} = 1215\ Nm$

$i_{III} = i_1 \cdot i_2'' = 1.21 \cdot 1.12 = 1.361$ c_{II} = 1927 Nm/rad $M_{jIII} = 1850\ Nm$

$i_{IV} = 1.000$ c_{IV} = 4016.2 Nm/rad $M_{jIV} = 2970\ Nm$

$\frac{M_{jI}}{M_e} = \frac{902}{126.3}$	$\frac{M_{jII}}{M_e} = \frac{1215}{126.3}$	$\frac{M_{jIII}}{M_e} = \frac{1850}{126.3}$	$\frac{M_{jIV}}{M_e} = \frac{2970}{126.3}$
$\frac{M_{jI}}{M_e} = 7.14$	$\frac{M_{jII}}{M_e} = 9.62$	$\frac{M_{jIII}}{M_e} = 14.65$	$\frac{M_{jIV}}{M_e} = 23.50$