

Утицај инерционих момената код делова и склопова моторних возила

Универзитет у Београду
Машински факултет
Катедра за моторна возила

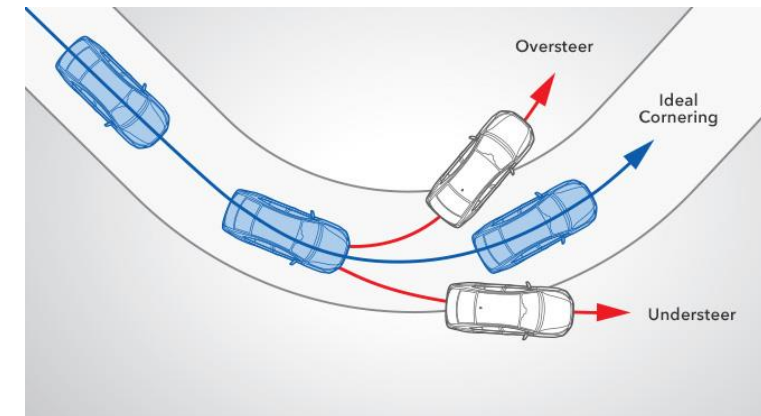
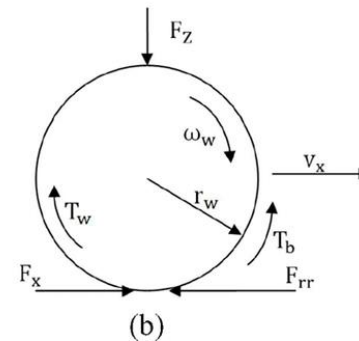
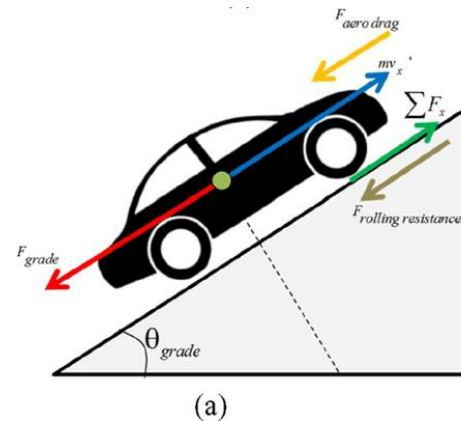
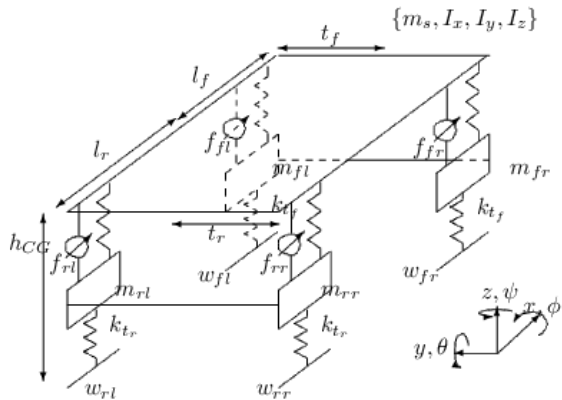


Погонски и ходни системи возила

Понашање возила при кретању

Понашање возила при кретању опредељено је његовим карактеристикама и силама које делују на возило. Силе потичу од гравитације, струјања ваздуха), маршрута (успони, падови), различитих поремећаја и команди возача (погон, кочење, управљање, ...) и на подлогу се преносе преко кретаца (точкова – пнеуматика).

Динамика возила изучава кретање возила по уређеним подлогама, саобраћајницама, и ванпутним условима.

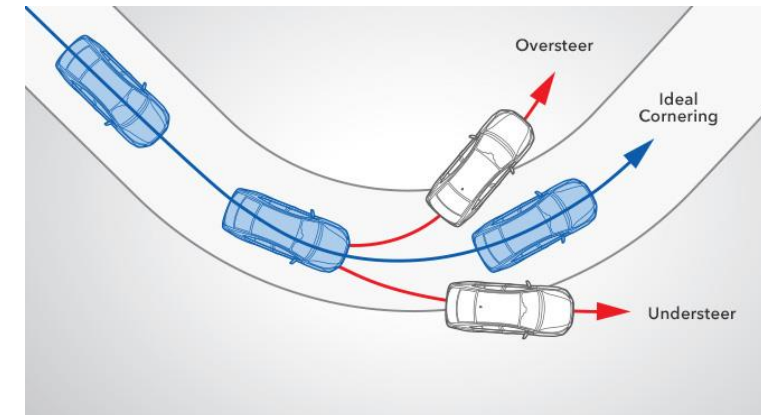
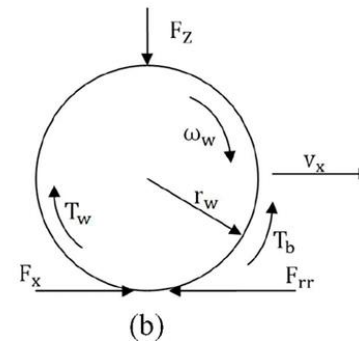
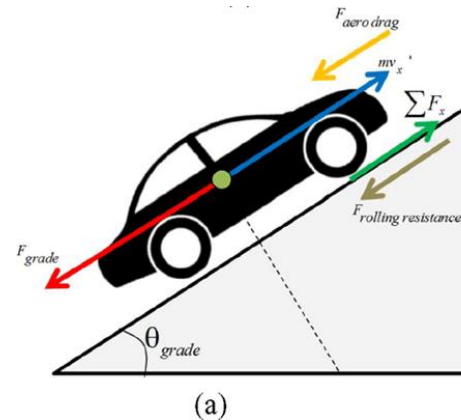
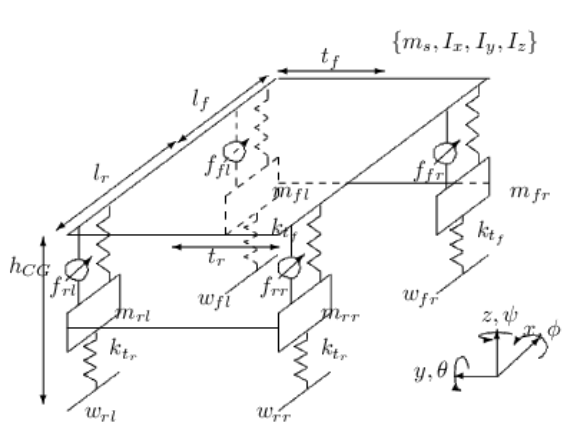


Понашање возила при кретању

Разматрају се осцилације, убрзање, кочење, скретање, ... (сви режими који су присутни, или се могу појавити у реалном коришћењу).

Могу се издвојити следеће целине:

- Вертикална динамика - осцилације возила у различитим формама и у принципу се бави проблемима комфора;
- Подужна динамика - вучно-динамичке карактеристике и кочење;
- Бочна динамика се бави управљањем, стабилношћу и управљивошћу.



Одређивање утицаја инерционих момената

Оптерећења делова и склопова моторних возила могу у одређеним случајевима знатно да премаше оптерећења која потичу непосредно од погона.

Један од типичних примера за то је избор меродавног момента за димензионисање главне фрикционе спојнице, која се не димензионише преко максималног момента мотора, већ преко тзв. момента ношења, који износи:

$$M_n = M_{emax} + J_e \frac{d\omega_e}{dt} = M_{emax} \cdot \beta$$

Одређивање утицаја инерционих момената

Други типичан пример настаје при наглom блокирању погонских точкова (веома интензивно кочење) са укљученом главном спојницом, када се целокупни систем за пренос снаге оптерећује веома значајним инерционим моментима, који, у општем случају, имају облик:

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

где је

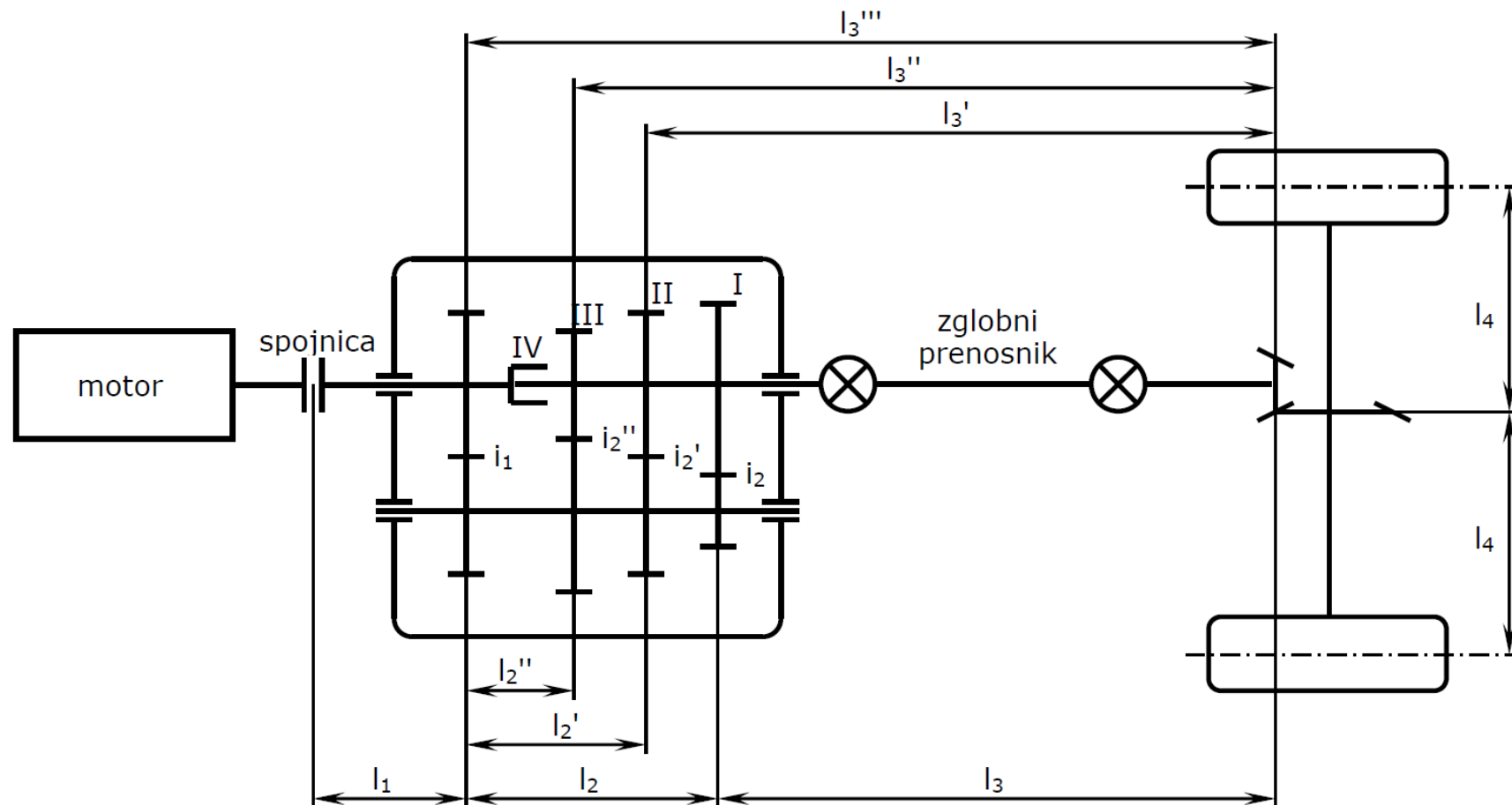
J_m - момент инерције замајца мотора;

ω_m - угаона брзина замајца мотора;

$d\omega_m/dt$ - угаоно успорење замајца мотора.

Одређивање утицаја инерционих момената

Утицај инерционих момената биће приказан на примеру путничког аутомобила са четворостепеним мењачким преносником, мотором у предњем делу возила и задњим погонским точковима.



Одређивање утицаја инерционих момената

Објашњење појаве:

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I}$$

φ - угао увијања;

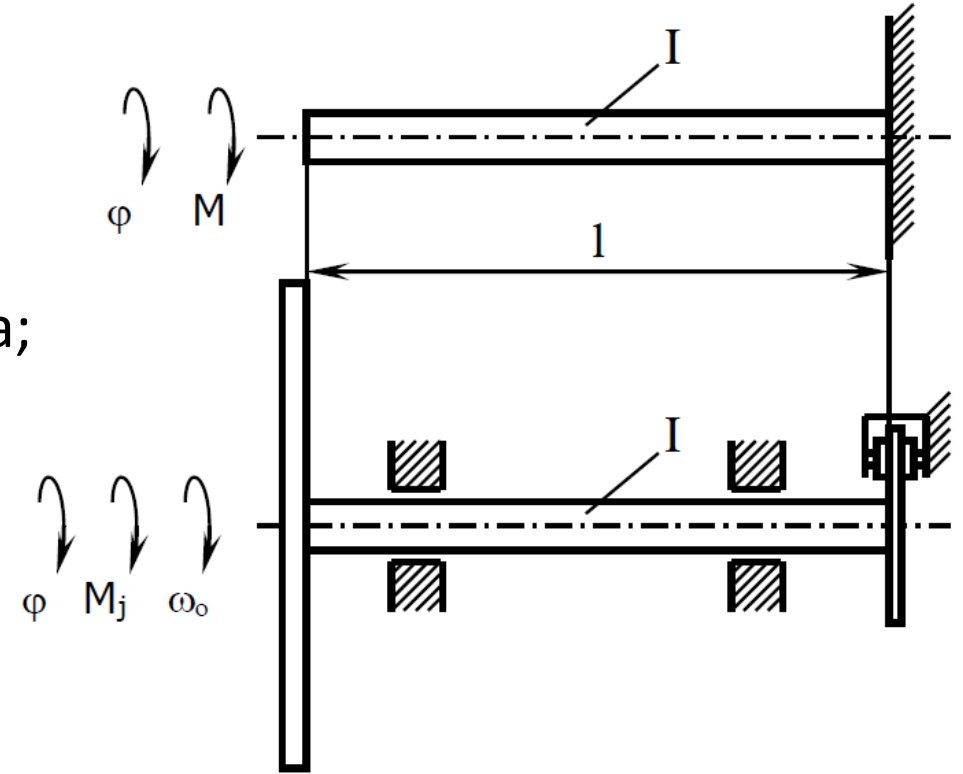
$$\varphi_m = \frac{M_j \cdot l}{G \cdot I}$$

φ_m - угао увијања замајца мотора;

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

I - момент инерције

$G = 8 \cdot 10^5 \text{ daN/cm}^2$ G - модул клизања



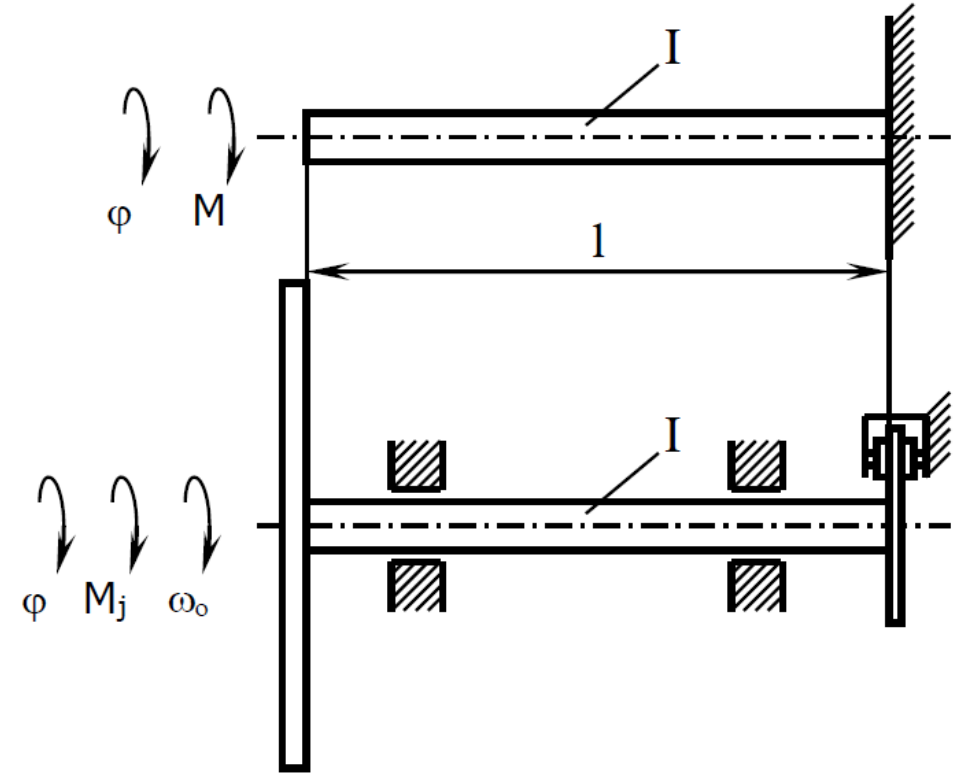
Одређивање утицаја инерционих момената

φ_m - угао увијања замајца мотора:

$$\varphi_m = \frac{M_j \cdot l}{G \cdot I}$$

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

$$c = G \cdot I / l \quad c - \text{константа трансмисије}$$



Одређивање утицаја инерционих момената

Као што је раније речено, израз за момент увијања може се написати и на следећи начин:

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

Израз можемо проширити и написати следећу једнакост:

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

Пошто је

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

Добија се израз

$$c \cdot \varphi_m \cdot d\varphi_m = J_m \cdot \omega_m \cdot d\omega_m$$

Одређивање утицаја инерционих момената

Интеграљењем за почетне услове:

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

$$\omega(0) = \omega_0 \quad ; \quad \omega(t) = 0$$

Добија се:

$$c \cdot \int_0^{\varphi_{\max}} \varphi_m \cdot d\varphi_m = J_m \cdot \int_{\omega_0}^0 \omega_m \cdot d\omega_m$$

$$\frac{1}{2} \cdot c \cdot \varphi_m^2 \Big|_0^{\varphi_{\max}} = \frac{1}{2} \cdot J_m \cdot \omega_m^2 \Big|_{\omega_0}^0$$

$$c \cdot \varphi_{\max}^2 = -J_m \cdot \omega_0^2 \quad \longleftarrow \quad \text{знак „-“ потиче од успорења и занемарује се}$$

Одређивање утицаја инерционих момената

Коначно је:

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

При томе је J_m момент инерције свих транслаторних и обртних делова мотора редукован на замајац, укључујући и сам замајац.

Најчешће се са довољно тачности може узети да овај момент инерције износи

$$J_m = 0.06 \div 1 \text{ kgm}^2$$

или да се одреди према изразу:

$$J_m = 1.02 \cdot m \cdot i^2 \text{ kgm}^2$$

где је

m - маса замајца

i - полупречник инерције

Одређивање утицаја инерционих момената

При блокирању погонских точкова, замајац мотора се закреће за угао φ_m (ако спојница није искључена), увијајући све делове система за пренос снаге.

Овај угао увијања износи:

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

где је

φ_1 - угао увијања улазног вратила мењача

φ_2 - угао увијања посредног вратила мењача

φ_3 - угао увијања излазног вратила са зглобним преносником

φ_4 - угао увијања погонских полувратила

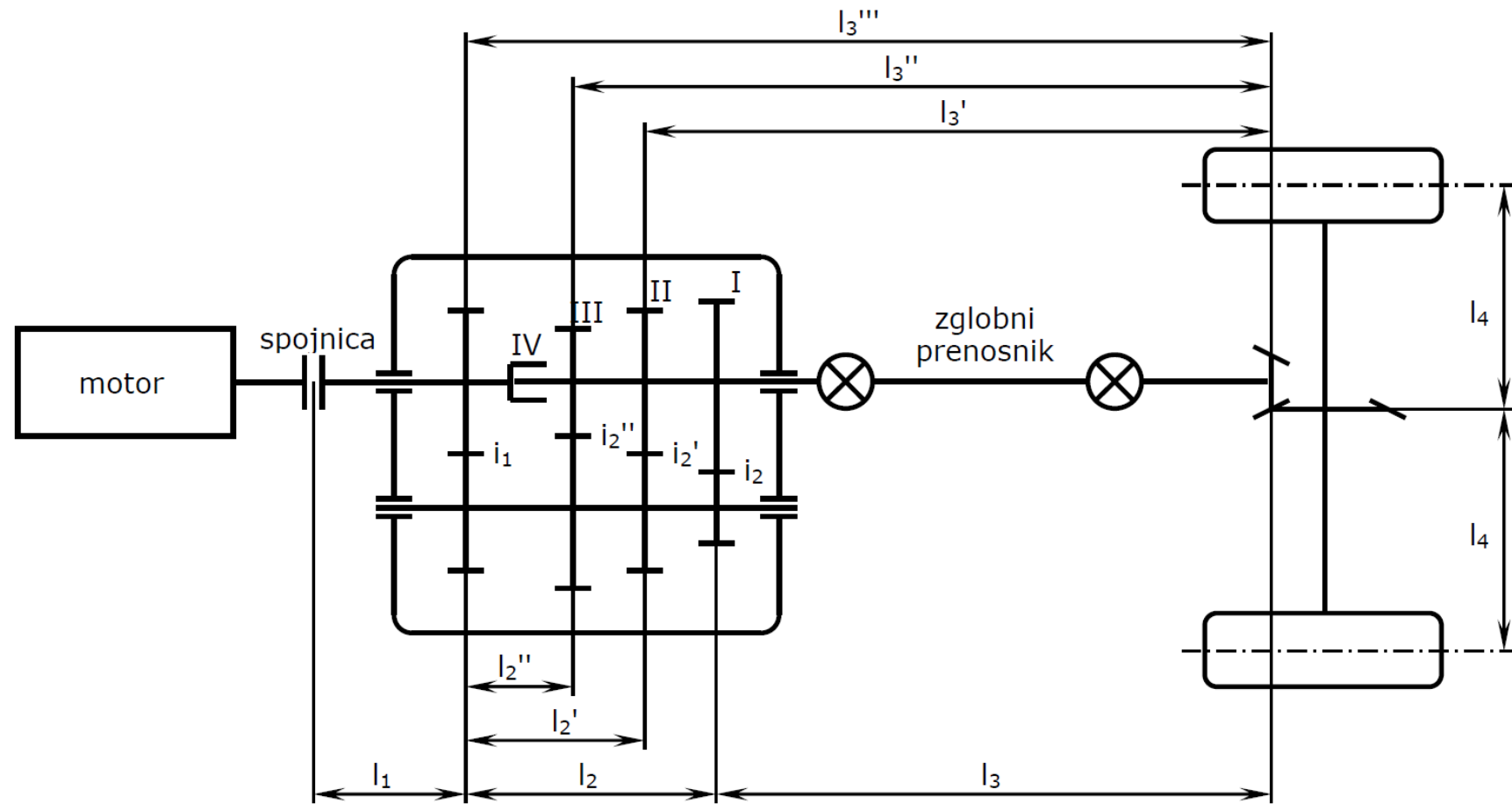
Одређивање утицаја инерционих момената

$$\varphi_1 = \frac{M_j \cdot l_1}{G \cdot I_1}$$

$$\varphi_2 = \frac{M_j \cdot l_2}{G \cdot I_2} \cdot i_1$$

$$\varphi_3 = \frac{M_j \cdot l_3}{G \cdot I_3} \cdot i_1 \cdot i_2$$

$$\varphi_4 = \frac{M_j \cdot l_4}{2 \cdot G \cdot I_4} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_o$$



Одређивање утицаја инерционих момената

На основу тога је:

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

Можемо написати и на следећи начин:

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

Ако напишемо:

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

Добија се:

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

Одређивање утицаја инерционих момената

Напомене:

- Више вредности инерционих момената остварују се у вишим степенима преноса, тј. када је крутост трансмисије већа, као и при већим угаоним брзинама;
- Више вредности крутости трансмисије одговарају нижим вредностима редукције (виши степен преноса) и мањим дужинама вратила;
- Лимитирајући чинилац је заштитни утицај главне фрикционе спојнице (момент ношења)

$$M_n = M_{\text{emax}} \cdot \beta$$

- Хидродинамичке компоненте у трансмисији максимално релаксирају инерциона оптерећења

Утицај инерционих момената код делова и склопова моторних возила

Универзитет у Београду
Машински факултет
Катедра за моторна возила



Погонски и ходни системи возила