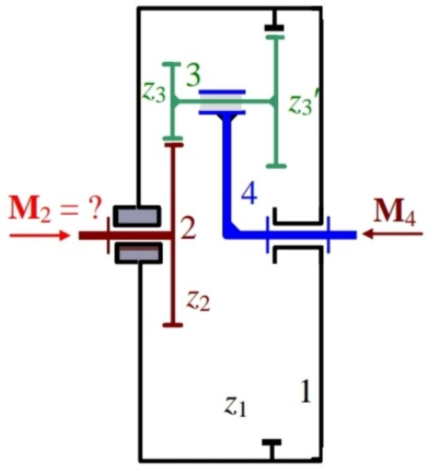
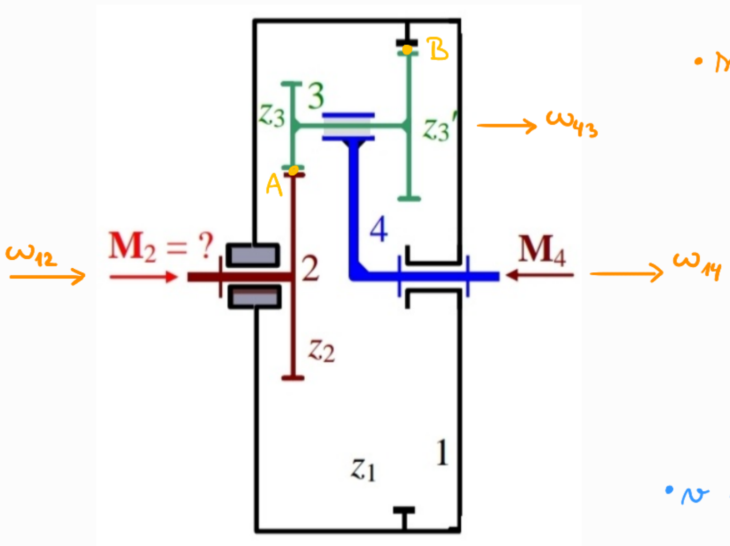
Příklad 12.5



Hřídel 4 planetové převodovky podle obrázku je zatížen silovou dvojicí o momentu $\mathbf{M}_4$. Principem virtuálních výkonů vypočítejte potřebný moment $\mathbf{M}_2$ silové dvojice působící na člen 2 pro statickou rovnováhu mechanismu.

Dáno: $\mathbf{M}_4$, z_1, z_2, z_3, z'_3 .



• směry úhlových rychlostí si zvolíme

$$\text{PVV:} \quad M_2 \cdot \tilde{\omega}_{12} - M_4 \cdot \tilde{\omega}_{14} = 0$$

$$M_2 = M_4 \cdot \frac{\tilde{\omega}_{14}}{\tilde{\omega}_{12}}$$ neznáme

• v jednotlivých bodech víme, že: A... $v_{12} = v_{13}$

B... $v_{13} = 0$

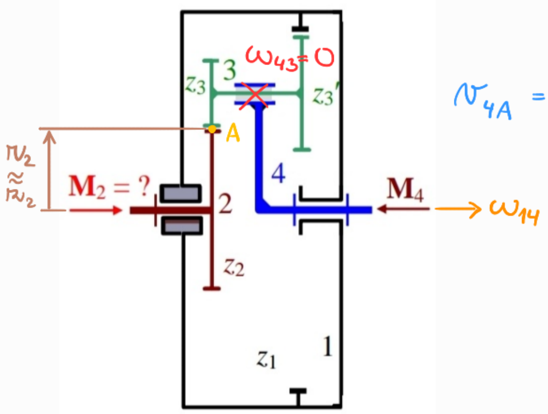
• určení v_{13} ⟶ Coriolisův rozklad: $13 = 14 + 43$ ⇒ $v_{13} = v_{14} + v_{43}$

jeden z pohybů vždy uměle zastavíme a určíme příslušnou rychlost

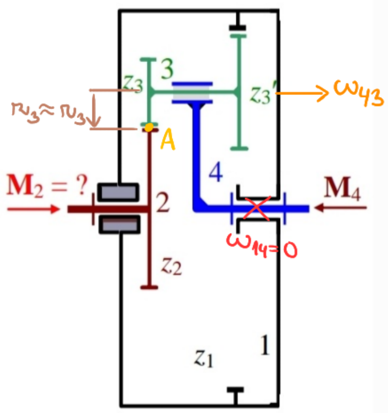
• počet zubů soukolí je úměrný poloměru převod. poměr $= \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cancel{\pi} \cdot d_2 \cdot n_2}{\cancel{\pi} \cdot d_1 \cdot n_1} = \frac{\cancel{modul} \cdot z_2}{\cancel{modul} \cdot z_1} \Rightarrow r \approx z$

$d = \text{modul} \cdot z = 2 \cdot r$

Bod A:



$v_{4A} = \omega_{14} \cdot r_2 \approx \omega_{14} \cdot z_2$

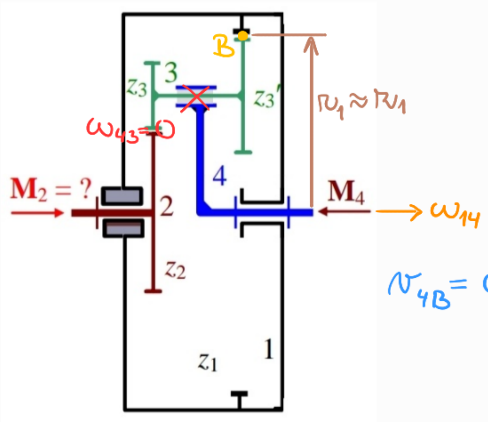


$v_{3A} = \omega_{34} \cdot r_3$

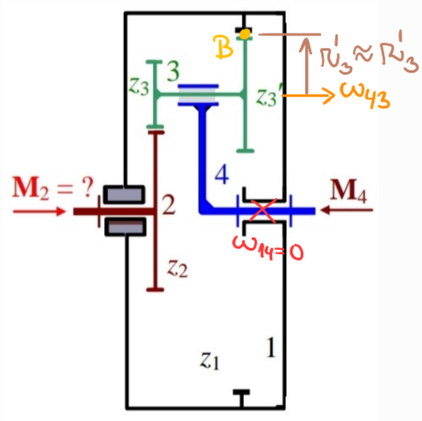
• poloměry jsou dány: $r_4 = r_2 + r_3 \Rightarrow r_2 = r_4 - r_3 \Rightarrow$ analogicky rozdíl mezi rychlostmi v_{4A} a v_{3A} nám dá skutečnou rychlost v_{12A}:

$$v_{12A} = \omega_{12} \cdot r_2 = \omega_{14} \cdot r_2 - \omega_{43} \cdot r_3$$

Bod B



$v_{4B} = \omega_{14} \cdot r_1$



$v_{3B} = \omega_{34} \cdot r_3'$

$$\longrightarrow v_{3B} = 0 = \omega_{14} \cdot r_1 + \omega_{43} \cdot r_3'$$

$$\omega_{14} \cdot r_2 - \omega_{43} \cdot r_3 = \omega_{12} \cdot r_2 \qquad / \cdot r_3'$$

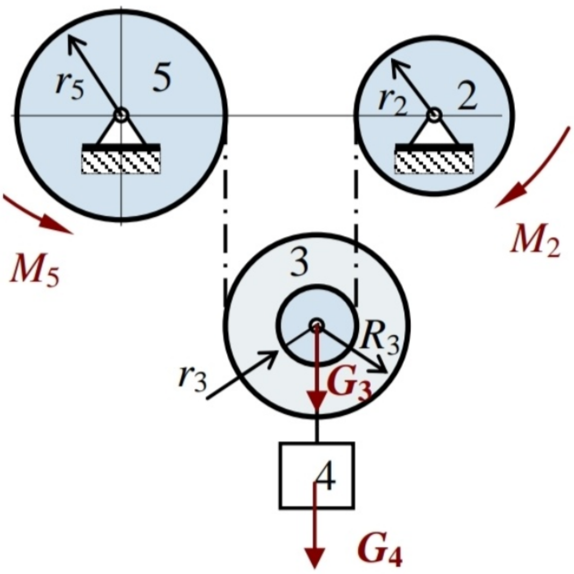
$$\omega_{14} \cdot r_1 + \omega_{43} \cdot r_3' = 0 \qquad / \cdot r_3$$

$\oplus$

$$\omega_{14} \cdot (r_2 \cdot r_3' + r_1 \cdot r_3) = \omega_{12} \cdot r_2 \cdot r_3'$$

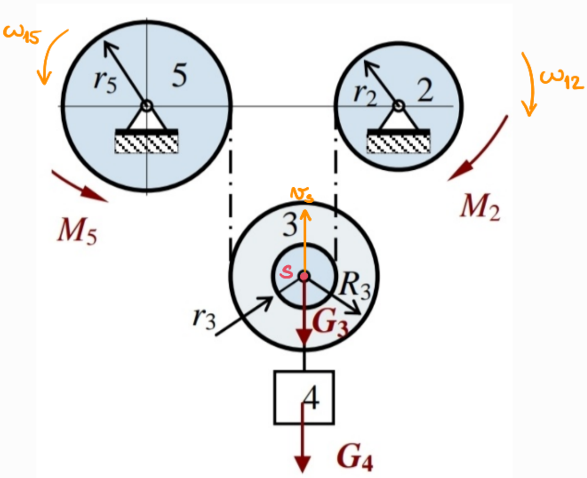
$$\frac{\omega_{14}}{\omega_{12}} = \frac{r_2 \cdot r_3'}{r_2 \cdot r_3' + r_1 \cdot r_3} \qquad \Rightarrow \qquad \| \quad M_2 = \frac{r_2 \cdot r_3'}{r_2 \cdot r_3' + r_1 \cdot r_3} \cdot M_4$$

Příklad 12.6



Principem virtuálních výkonů vypočítejte velikosti potřebných hnacích silových dvojic $\mathbf{M}_2$ a $\mathbf{M}_5$ pro statickou rovnováhu mechanismu.

Dáno: r_2, r_3, R_3, r_5, $\mathbf{G}_3$, $\mathbf{G}_4$.



PVV:

$$M_5\cdot\tilde{\omega}_{15} + M_2\cdot\tilde{\omega}_{12} - G_4\cdot\tilde{v}_{14} - G_3\, v_{13}^S = 0$$

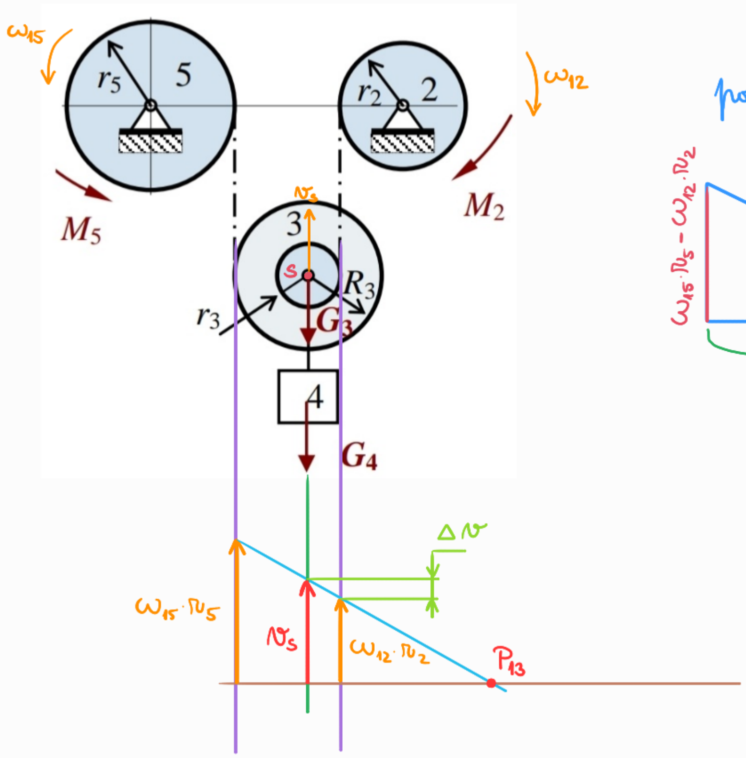
$$v_{14} = v_S = v_{13}^S$$

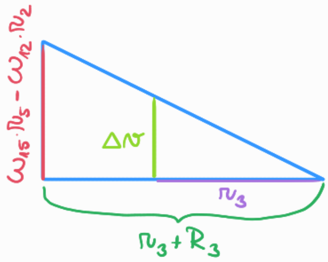
$$\Rightarrow M_5\cdot\tilde{\omega}_{15} + M_2\tilde{\omega}_{12} - (G_3+G_4)\cdot v_S = 0$$

• ω_{12} a ω_{15} předpokládáme nenulové $\Rightarrow$ určíme pól pohybu tělesa 3: P_{13}

$\Downarrow$

pomocí podobnosti trojúhelníků určíme v_S





$$v_S = \omega_{12}\cdot r_2 + \Delta v$$

$$\frac{\omega_{15}\cdot r_5 - \omega_{12}\cdot r_2}{r_3+R_3} = \frac{\Delta v}{r_3}$$

$$\Delta v = r_3\cdot\frac{\omega_{15}\cdot r_5 - \omega_{12}\cdot r_2}{r_3+R_3}$$

$$\Rightarrow v_S = \omega_{12}\cdot r_2 + r_3\cdot\frac{\omega_{15}\cdot r_5 - \omega_{12}\cdot r_2}{r_3+R_3}$$

$$v_S = \frac{\omega_{12}\cdot\left(\cancel{r_2\cdot r_3} + r_2\cdot R_3 - \cancel{r_2\cdot r_3}\right) + \omega_{15}\cdot r_5\cdot r_3}{r_3+R_3}$$

$$\longrightarrow v_S = \frac{\omega_{12} \cdot r_2 \cdot R_3 + \omega_{15} \cdot r_5 \cdot r_3}{r_3 + R_3} \longrightarrow \text{dosadíme do virtuálních výkonů}$$

$$\Rightarrow M_2 \tilde{\omega}_{12} + M_5 \cdot \tilde{\omega}_{15} - (G_3 + G_4) \cdot \frac{\tilde{\omega}_{12} \cdot r_2 \cdot R_3 + \tilde{\omega}_{15} \cdot r_5 \cdot r_3}{r_3 + R_3} = 0$$

$$\tilde{\omega}_{12} \cdot \underbrace{\left[M_2 - (G_3 + G_4) \cdot \frac{r_2 \cdot R_3}{r_3 + R_3} \right]}_{=0} + \tilde{\omega}_{15} \cdot \underbrace{\left[M_5 - (G_3 + G_4) \cdot \frac{r_3 \cdot r_5}{r_3 + R_3} \right]}_{=0} = 0$$

- $\tilde{\omega}_{12}$ a $\tilde{\omega}_{15}$ obecně nenulové $\Rightarrow$ aby platila rovnost, musí být obě [ ] = 0

$$\hookrightarrow M_2 = (G_3 + G_4) \cdot \frac{r_2 \cdot R_3}{r_3 + R_3} \qquad M_5 = (G_3 + G_4) \cdot \frac{r_3 \cdot r_5}{r_3 + R_3}$$