

a) Kuvan akselistossa koordinaatteina ovat pyörien kulma-asemat  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ ,  $\theta_4$ ,  $\theta_5$  ja  $\theta_6$ . Kun vaihteissa ei ole välyksiä, ovat koordinaatit  $\theta_2$  ja  $\theta_3$  sekä  $\theta_4$  ja  $\theta_5$  toisistaan riippuvia, joten vapausasteiden määrä on neljä. Redusoi akselisto alimman akselin pyörimisnopeuteen ekvivalentiksi akseliksi ja kirjoita ekvivalentin akselin ominaisvärähtelyn liikeyhtälöt. **2 p**

b) Ratkaise systeemin ominaistaajuudet ja ominaismuodot Mathcadin genvals ja genvecs funktioita hyväksikäyttäen. Piirrä ominaismuotoja havainnollistavat kuvat. **2 p**

Akseleiden mitat ovat ( $L$  = pituus,  $d$  = halkaisija):

$$L_1 = 0,8\text{m} \quad L_2 = 0,5\text{m} \quad L_3 = 0,5\text{m} \quad d_1 = 100\text{mm} \quad d_2 = 60\text{mm} \quad d_3 = 40\text{mm}$$

Pyörät käsitellään ympyräsylintereinä ( $r$  = pohjan säde,  $h$  = korkeus) ja mitat ovat:

$$r_1 = 0,3\text{m} \quad r_2 = 0,2\text{m} \quad r_3 = 0,1\text{m} \quad r_4 = 0,15\text{m} \quad r_5 = 0,1\text{m} \quad r_6 = 0,15\text{m}$$

$$h_1 = 0,15\text{m} \quad h_2 = 0,1\text{m} \quad h_3 = 0,1\text{m} \quad h_4 = 0,1\text{m} \quad h_5 = 0,1\text{m} \quad h_6 = 0,1\text{m}$$

Materiaalivakiot ovat:  $G = 80 \text{ GPa}$      $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

