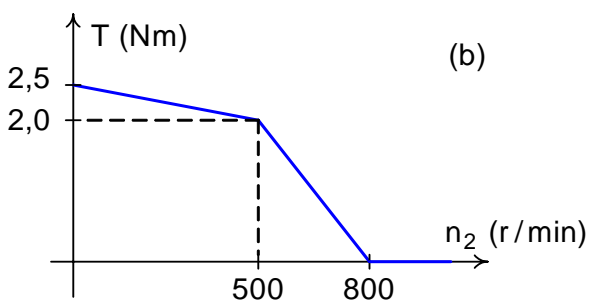
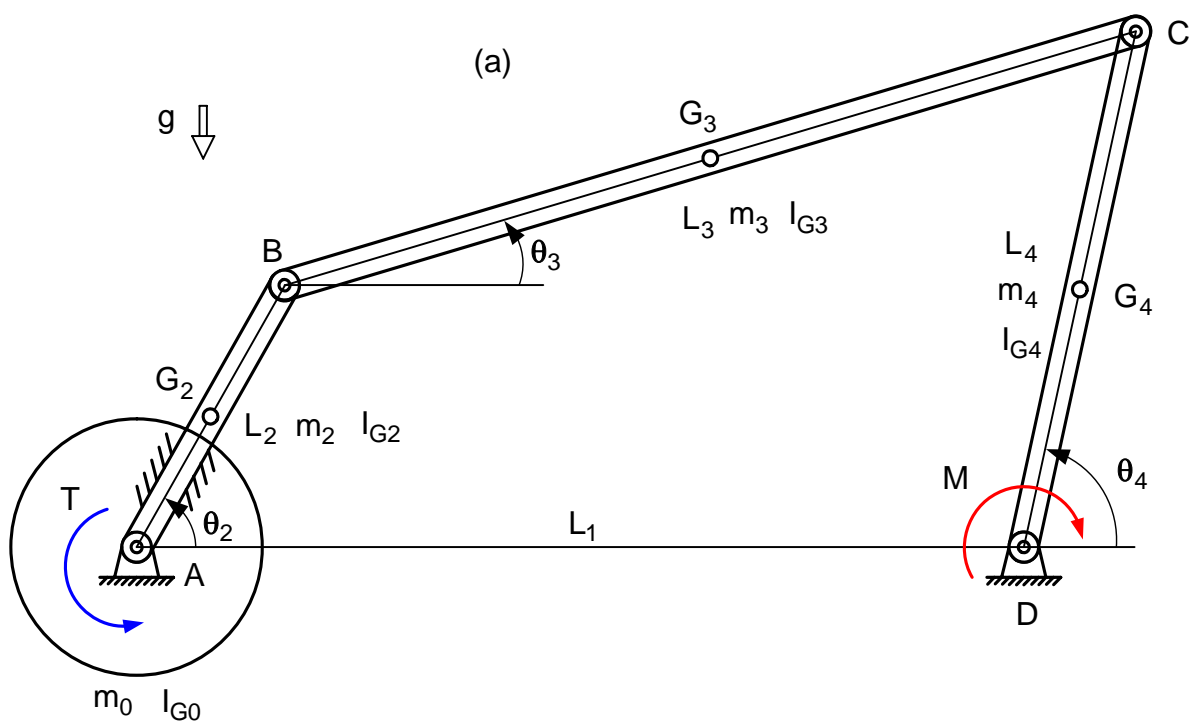


Harjoitustyössä tutkitaan kuvan (a) mukaista nivelnelikulmiota, jonka linkkien AB, BC ja CD massakeskiöt G_2 , G_3 ja G_4 sijaitsevat niiden keskikohtissa. Linkin AB akselille A on kiinnitetty vauhtipyörä. Mekanismia liikutetaan sähkömoottorilla akselilta A. Linkin CD akselille D vaikuttaa kuormitusmomentti M , jonka suunta on aina vastakkainen linkin CD kulmanopeuteen $\dot{\theta}_4$ nähden. Mekanismin parametreilla on seuraavat arvot.

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad L_1 = 0,3048 \text{ m} \quad L_2 = 0,1016 \text{ m} \quad L_3 = 0,3048 \text{ m} \quad L_4 = 0,1778 \text{ m}$$

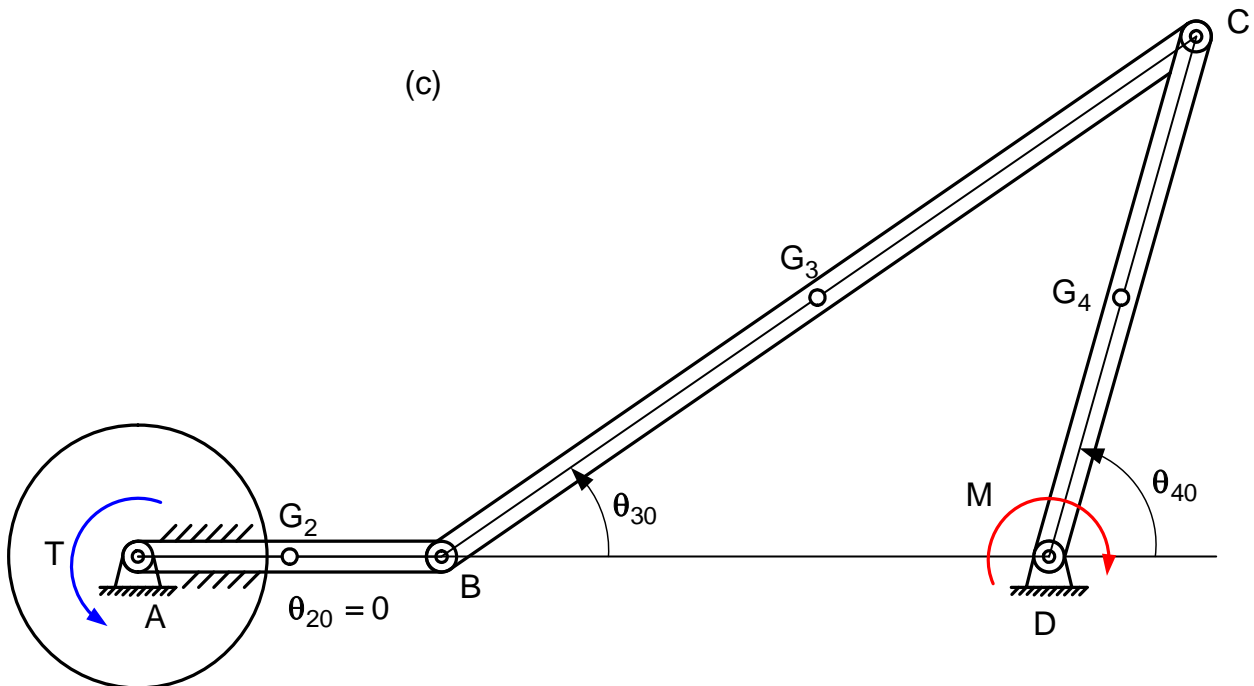
$$m_0 = 2,5 \text{ kg} \quad m_2 = 0,363 \text{ kg} \quad m_3 = 1,088 \text{ kg} \quad m_4 = 0,635 \text{ kg}$$

$$I_{G0} = 0,05 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad I_{G2} = 0,00136 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad I_{G3} = 0,0134 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad I_{G4} = 0,00429 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$



Moottorilta saatavaa vääntömomenttia T approksimoidaan kuvan (b) mukaisesti. Kuvassa (b) n_2 on linkin AB pyörimisnopeus.

Alkuhetkellä $t=0$ mekanismi on levossa kuvan (c) mukaisessa asennossa, jolloin $\theta_{20} = 0^\circ$, $\theta_{30} = 34,09339^\circ$ ja $\theta_{40} = 73,93154^\circ$.



- a) Mallinna mekanismi SimMechanicsilla ensin ilman vauhtipyörää. Simuloi mekanismin liike aikavälillä $[0,2]$ s, kun moottorilta saatava momentti T on kuvan (b) mukainen ja kuormitusmomentin M suuruus on 3 Nm . Ota tulostuksena Scope-lohkoihin linkin AB pyörimisnopeus n_2 ja moottorilta tuleva vääntömomentti. Kommentoi pyörimisliikkeen tasaisuutta.
- b) Lisää malliin vauhtipyörä ja simuloi mekanismin liike aikavälillä $[0,6]$ s, kun moottorilta saatava momentti T on kuvan (b) mukainen ja kuormitusmomentin M suuruus on 3 Nm . Ota tulostuksena Scope-lohkoihin linkin AB pyörimisnopeus n_2 ja moottorilta tuleva vääntömomentti. Kommentoi vauhtipyörän vaikutusta.
- c) Simuloi mekanismin liike aikavälillä $[0,25]$ s, kun kuormitusmomentin suuruus on

$$M = \begin{cases} 3 \text{ Nm, kun } 0 \leq t < 6 \text{ s} \\ 4 \text{ Nm, kun } 12 \leq t < 18 \text{ s} \\ 0 \text{ Nm, muulloin} \end{cases}$$

Moottorilta tuleva vääntömomentti on aikavälillä $[0,18]$ s kuvan (b) mukainen ja muulloin nolla. Lisäksi akselille A vaikuttaa aikavälillä $[18,20]$ s linkin AB pyörimisliikettä jarruttava momentti $T_j = -0,012 \cdot n_2 \text{ Nm}$ (n_2 yksiköissä r/min). Ota tulostuksena Scope-lohkoihin linkin AB pyörimisnopeus n_2 , moottorilta tuleva vääntömomentti, kuormitusmomentti sekä nivelien B ja C reaktivoimat. Kommentoi linkin AB pyörimisnopeuden ja nivelien reaktivoimien vaihtelua.