a. Vastaa perustellen: Onko systeemi *i.* stabiili?, *ii.* asymptoottisesti stabiili? *iii.* Tulo-lähtöstabiili?
b. Oletetaan, että tilat ovat mitattavissa. Järjestelmälle muodostetaan tilatakaisinkytkentä, ja asetetaan tavoitteeksi asettaa suljetun järjestelmän navat kompleksitason pisteisiin z_1 ja z_2. Mitkä pisteet ovat mahdollisia? Laske säätölaki. Mikä on suljetun järjestelmän vaimennus ja luonnollinen kulmataajuus?

4. Prosessin tulo-lähtökäyttäytymistä kuvaa malli

$$\left(1+q^{-1}+0.16q^{-2}\right)y(k)=(4q^{-1}+q^{-2})u(k)$$

a. Määritä prosessin navat ja nollat.

b. Prosessia säädetään P-säätimellä $u(k)=K(u_c(k)-y(k))$, jossa u_c on referenssisignaali. Millä säätimen vahvistuksen K arvoilla säädetty systeemi on stabiili?

5. Työskentelet projektissa, jossa ollaan modernisoimassa 100 m pikajuoksun ajantarkkailujärjestelmää. Maaliin tulevan juoksijan tarkkailuun käytetään servojärjestelmää, jonka eräänä ohjauskomponenttina on PID-säätäjä. Tehtävänä on digitalisoida tämä. Olet saanut työpariksesi yhdysvaltalaisen jatko-opiskelijan nimeltään Tyson Gay, joka osaa vain analogista säätöä. Hän hallitsee hyvin suomea (tai ruotsia, jos tämä on tentissa käyttämäsi kieli).

a. Kirjoita Tysonille jatkuva-aikaisen PID-säätimen yhtälö sekä aika- että Laplace-tasossa.
b. Muodosta diskreetti PID- säätöalgoritmi käyttämällä Eulerin approksimaatiota.
c. Tyson kysyy, miten säätöväli valitaan. Vastauksesi?