

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Ideaalikaasun tilayhtälö on

$$p = \frac{nRT}{V}$$

missä  $n$  on aineen moolimäärä,  $T$  lämpötila,  $V$  tilavuus ja  $R$  yleinen kaasuvakio. Onko malli lineaarinen, jos sisäänmenona on tilavuus ja ulostulona paine, kun lämpötila on vakio? Perustele vastauksesi.

2. Erään tuotantoprosessin analysoija on saanut prosessin ulostuloksi lukujonon  $\{1, 4, 8, \alpha\}$ , kun sisäänmenona on ollut lukujono  $\{1, 2, 4\}$ . Kun saman lineaarisen, aikainvariantin systeemin sisäänmenona on lukujono  $\{1, 3, 5\}$  on mitattu ulostulo  $\{1, 5, \beta, 10\}$ . Määritä alkio  $\alpha$  ja  $\beta$ .

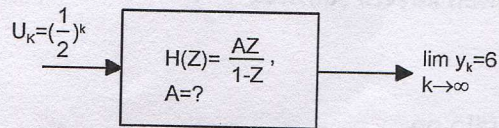
3. Piirrä oheista tilaesitystä vastaava kytkentä.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_1}{L} & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{R_2 C} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} E$$

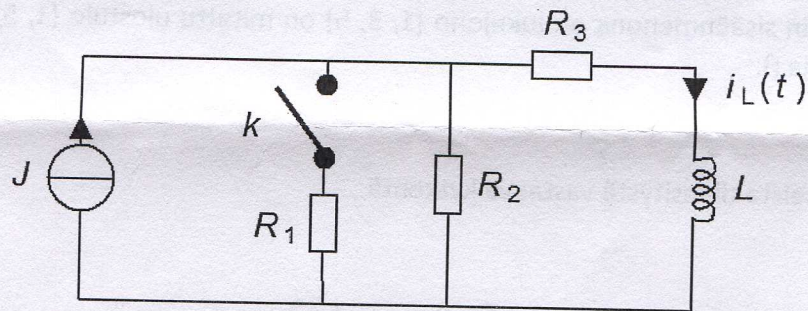
Onko kytkentä ilman ohjausta stabiili, kun  $R_1 = 3/2 \Omega$ ,  $R_2 = 1/4 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ H}$ ,  $C = 1 \text{ F}$  ja sisäänmeno  $E = 1 \text{ V}$ ?

**KÄÄNNÄ!**

4. Tarkastellaan oheista lineaarista, diskreettiaikaista järjestelmää. Määritä siirtofunktion  $H(z)$  lausekkeessa kuvaan merkitty vakio  $A$ .



5. Oheisen piirin kytkin  $k$  suljetaan ajanhetkellä  $t = 0$ . Tätä ennen piiri on ollut jatkuvuustilassa, jolloin lähdevirta  $J(t) = 3$  A. Kun kytkin sulkeutuu, lähdevirta  $J(t)$  muuttuu arvoon  $J(t) = e^{-t} \cos t$  A. Määritä käämin kautta kulkeva virta  $i_L(t)$ , kun  $t \geq 0$ .  $R_1 = R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 4 \Omega$  ja  $L = 5$  H. (Vihje: Kun  $t \geq 0$  s, (jolloin kytkin on siis kiinni), tee piiristä yksinkertaisempi lähdemuunnoksen ja vastusten yhdistelemisen avulla. Muodosta tilannetta kuvaava DY ja ratkaise se Laplace-muunnoksen avulla.)



	$f(t)$	$F(s)$
1.	1	$\frac{1}{s}$
2.	$t$	$\frac{1}{s^2}$
3.	$e^{-at}$	$\frac{1}{s+a}$
4.	$te^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
5.	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
6.	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$
7.	$\sin(\omega t + \theta)$	$\frac{s \sin \theta + \omega \cos \theta}{s^2+\omega^2}$
8.	$\cos(\omega t + \theta)$	$\frac{s \cos \theta - \omega \sin \theta}{s^2+\omega^2}$
9.	$e^{-at} \sin(\omega t)$	$\frac{\omega}{(s+a)^2+\omega^2}$
10.	$e^{-at} \cos(\omega t)$	$\frac{s+a}{(s+a)^2+\omega^2}$
11.	$\sinh \omega t$	$\frac{\omega}{s^2-\omega^2}$
12.	$\cosh \omega t$	$\frac{s}{s^2-\omega^2}$
13.	$\frac{df}{dt}$	$sF(s) - f(0^+)$
14.	$\int_0^t f(\tau) d\tau$	$\frac{F(s)}{s}$
15.	$f(t - t_1)$	$e^{-t_1 s} F(s)$
16.	$c_1 f_1(t) + c_2 f_2(t)$	$c_1 F_1(s) + c_2 F_2(s)$
17.	$\int_0^t f_1(\tau) f_2(t - \tau) d\tau$	$F_1(s) F_2(s)$

käämi

Taulukko 1: Laplacen muunnospareja.