

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Verkkoa kuvaa sisäänmenon  $u(t)$  ja ulostulon  $y(t)$  välillä yhtälö

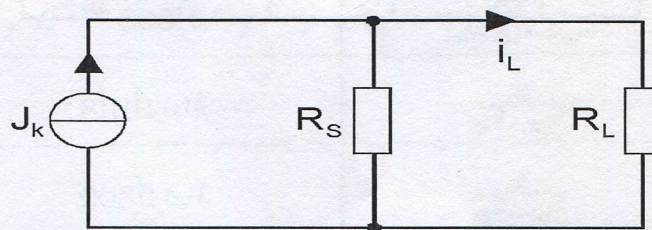
$$y(t) = \frac{1}{u(t)} \left[ \frac{d}{dt} u(t) \right]^2$$

Onko verkko a) additiivinen, b) homogeeninen, c) lineaarinen?

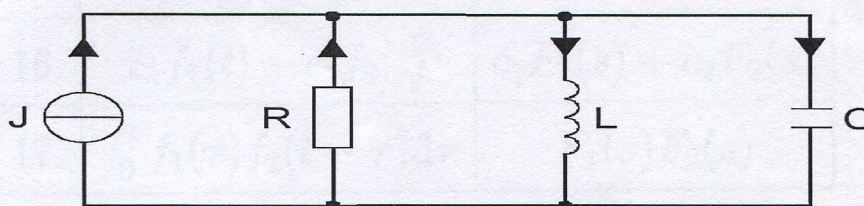
2. Oheisessa piirissä lähdevirta  $J$  muuttuu sekunnin välein yhtälön

$$J_k = 1.8J_{k-1} - 0.81J_{k-2} + 0.01$$

mukaisesti. Mitoita kuormavastuksen resistanssi  $R_L$  siten, että kuorman yli oleva jännite ajanhetkellä 1 minuutti on pienempi kuin 0.5 V.  $R_s = 1 \Omega$  ja lähdevirran  $J$  alkuarvot ovat  $J_0 = 2$  A ja  $J_1 = 2.8$  A.



3. Muodosta tilamuuttujaesitys oheiselle kytkennälle, kun piirin sisäänmenona on lähdevirta  $J$  ja ulostulona kondensaattorin yli oleva jännite. Onko piiri ilman ohjausta stabiili, kun  $J = 1$  A,  $R = 1 \Omega$ ,  $L = 1$  H ja  $C = 0.5$  F?



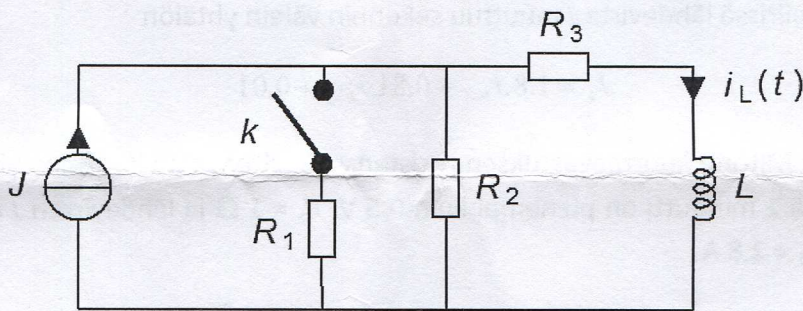
KÄÄNNÄ

4. Diskreettiaikaisen järjestelmän Z-siirtofunktio

$$H(z) = \frac{a}{1-bz}$$

Kun systeemin sisäänmeno on askel, ts.  $u_k = 1, k \geq 0$ , niin ulostulo  $y_0 = 2$  ja  $y_k \rightarrow 2$ , kun  $k \rightarrow \infty$ . Määritä vakiot  $a$  ja  $b$ .

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 käänin 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. Hyödynnä sen jälkeen Laplace-muunnosta.)



	$f(t)$	$F(s)$
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.	$\int_0^t f_1(\tau) f_2(t - \tau) d\tau$	$F_1(s) F_2(s)$

Taulukko 1: Laplacen muunnospareja.