

Ohjeet: Tässä välikokeessa on viisi tehtävää ja yksi bonustehtävä. Välikokeessa ei saa käyttää laskinta. Oheismateriaalina on tenttikaavasto. **Huom!** Älä tee mitään merkintöjä tenttikaavastoon. Palauta kaavasto kokeen valvojalle vastauspaperin kanssa. **Välikokeen 1 maksimipistemäärä on 25 pistettä.**

Tehtävä 1. Selitä alla olevat termit ja käsitteet (max 1p per termi/käsite).

a) Laplace-muunnos

b) tasapainopiste

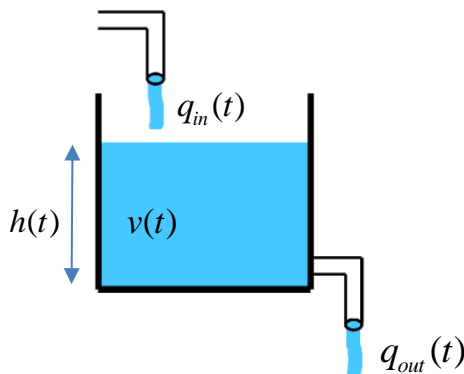
c) reguloititehtävä

d) erosuure

e) kausaalinen funktio

f) P-säädin

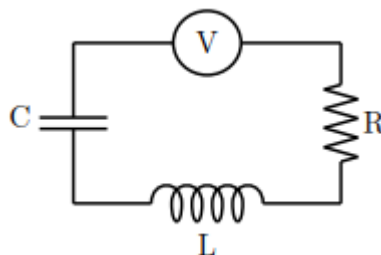
Tehtävä 2. Tarkastellaan alla olevaa läpivirtaussäiliötä, jossa $q_{in}(t)$ on säiliöön sisään virtaavan nesteen tilavuusvirtaus, $q_{out}(t)$ on säiliöstä ulosvirtaavan nesteen tilavuusvirtaus, $v(t)$ on säiliössä olevan nesteen tilavuus ja $h(t)$ nesteen pinnankorkeus.



Läpivirtaussäiliö on suoraseinäinen ja sen poikkipinta-ala $= A$. Säiliöstä ulosvirtaavan nesteen tilavuusvirtaus määräytyy Bernoullin laista: $q_{out}(t) = a \cdot \sqrt{2g \cdot h(t)}$, jossa a on ulostuloputken poikkipinta-ala ja g putoamiskiihtyvyyden.

Muodosta säiliön pinnankorkeutta kuvaava lineaarinen poikkeamamalli. (5p)

Tehtävä 3. Tarkastellaan alla olevaa RLC-piiriä, jossa $V = V(t) = E_0 \cdot \sin(\omega t)$ on vaihtojännitelähde, C on kondensaattorin kapasitanssi, R on vastuksen resistanssi ja L on käämin induktanssi.

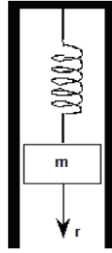


Piirissä kulkevalle virralle $i(t)$ on saatu differentiaaliyhtälö:

$$L \frac{d^2}{dt^2} i(t) + R \frac{d}{dt} i(t) + \frac{1}{C} i(t) = \frac{d}{dt} V(t). \quad (1)$$

Piirrä RLC-piirin mallia (1) vastaava alkeislohkokaavio, jonka ulostulo on piirin virta $i(t)$. (5p)

Tehtävä 4. Tarkastellaan alla olevaa jousi-massa-vaimenninsysteemiä, jossa ulkoinen voima $r(t)$ vaikuttaa kappaleeseen. Jouseen on kiinnitetty m -massainen kappale, joka voi liikkua pystysuoraan putken sisällä.



Jousi-massa-vaimenninsysteemiä voidaan kuvata differentiaaliyhtälöllä:

$$F_{net}(t) = r(t) - b \cdot v(t) - k \cdot y(t) = m \cdot \dot{v}(t) = m \cdot \ddot{y}(t)$$

$$\Leftrightarrow m \cdot \ddot{y}(t) + b \cdot \dot{y}(t) + k \cdot y(t) = r(t)$$

jossa $F_{net}(t)$ on kappaleeseen vaikuttava nettovoima, jousivoima = $k \cdot y(t)$, viskoosin vaimennuksen voima = $b \cdot v(t)$ ja $y(t)$ on jouseen kiinnitetyn kappaleen keskipisteen korkeuskoordinaatti.

Kirjoita jousi-massa-vaimenninsysteemin luonnollisen vasteen ja pakkovasteen Laplace-muunnokset, kun $r(t) = a \cdot \sin(\omega t)$. (5p)

Tehtävä 5. Ihmisen kaltainen robotti juoksee vaihtelevassa maastossa, jossa vastaan voi tulla monenlaisia odottamattomia esteitä. Robotin juoksunopeus voi tarvittaessa muuttua ja se osaa hyppiä esteiden yli. Lisäksi robottiin asennettujen anturien ja niiden tuottamien mittaustietojen sekä robotin säätöjärjestelmien takia robotti pysyy pystyssä, vaikka se juostessa välillä horjuu. Robotti kykenee myös tarkkailemaan ympäristöään kameroilla, joiden havainnot rajoittuvat tietylle etäisyydelle kameroiden kiinnityspisteestä. Selosta tämän kurssin tietämyksen perusteella, mitkä juoksevan robotin toiminnoista perustuvat takaisinkytkentään ja mitkä myötäkytkentään. (4p)

BONUS-tehtävä. Pisteytä välikokeeesi **Tehtävät 1–5** ja laske tehtäväkohtaiset pisteet yhteen. Olkoon p **Tehtävien 1–5** kokonaispisteet. Anna lopuksi välikokeellesi arvosana alla olevien pisterajojen perusteella.

$$0, p < 11.50$$

$$1, 11.50 \leq p \leq 13.75$$

$$2, 14.00 \leq p \leq 16.25$$

$$3, 16.50 \leq p \leq 18.75$$

$$4, 19.00 \leq p \leq 21.25$$

$$5, p > 21.25$$

Oikea arvosana: +2p

Arvosanan virhe ± 1 arvosanaa: +1p

Muutoin: 0p