

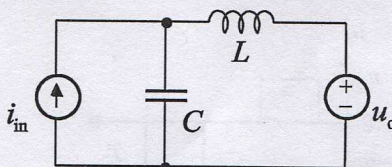
Tehtävä 1 (8p)

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on MOSFET ja mihin sen toiminta kytkimenä perustuu? (1p)
2. Miten tyristori voidaan ohjata johtavaan tilaan ja miten se ohjataan johtamattomaan tilaan? (2p)
3. Selitä mitä ovat kytkentähäviöt (switching losses) sekä johtotilan häviöt (conduction losses)? (2p)
4. Mitä tarkoitetaan termillä Continuous Conduction Mode (CCM)? (1p)
5. Mikä on driver-piiri? (1p)
6. Mitä tarkoittaa termi Sinusoidal pulse-width modulation (SPWM) ja missä sitä käytetään? (1p)

Tehtävä 2 (4p)

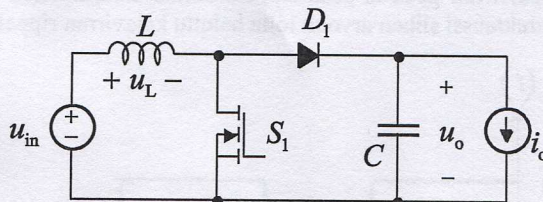
Kuvassa 1 on esitetty hakkurin päävirtapiiri eräässä kytkentätilanteessa. Johda yhtälöt kelavirran derivaatalle sekä kondensaattorin jännitteen derivaatalle.



Kuva 1: Päävirtapiiri eräässä kytkentätilanteessa.

Tehtävä 3 (4p)

Määritä kuvan 2 hakkurin lähtöjännite tulojännitteen sekä pulssisuhteen funktiona $u_o = f(D, u_{in})$ käyttäen voltisekunti-tasapainon periaatetta (volt-second balance). Voit olettaa että kelavirta ei putoa nolnaan kytkentäjakson aikana ja että kondensaattorin jännite pysyy kytkentäjakson aikana vakiona. Transistoria kytketään päälle ja pois pulssisuhteella D .

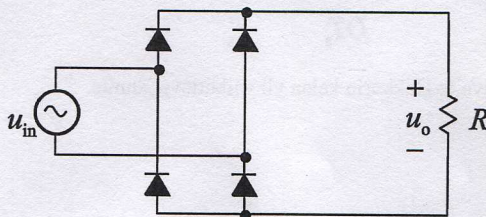


Kuva 2: Jännitettä nostava hakkuri.

Tehtävä 4 (4p)

Kuvassa 3 on esitetty yksivaiheinen dioditasasuuntaaja. Lähteen tuottama jännite on sinimuotoinen.

- a) Piirrä kuorman jännitteen ja virran periaatteellinen aaltomuoto kun diodit oletetaan häviöttömiksi. Piirrä myös verkkojännitteen ja -virran aaltomuodot.
- b) Hahmottele a-kohdan aaltomuodot myös tilanteelle, jossa kuorman rinnalle kytketään kondensaattori.

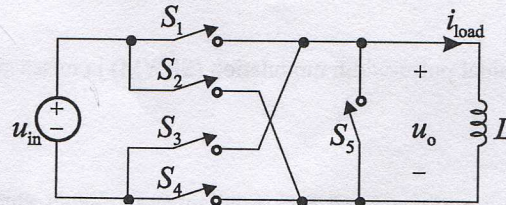


Kuva 3: Yksivaiheinen dioditasasuuntaaja.

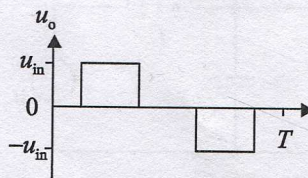
Tehtävä 5 (4p)

Kuvassa 4 on esitetty kytkinmatriisi, jonka kytkimiä voidaan ohjata vapaasti.

- Selitä / piirrä miten kytkimiä on ohjattava päälle / pois kun halutaan, että kuorman yli näkyy kuvan 5 mukainen aaltomuoto.
- Kytkin 5 vikaantuu. Miten sama aaltomuoto nyt tuotetaan?
- Hahmottele myös kuormavirran aaltomuoto.



Kuva 4: Ideaalinen kytkinmatriisi.

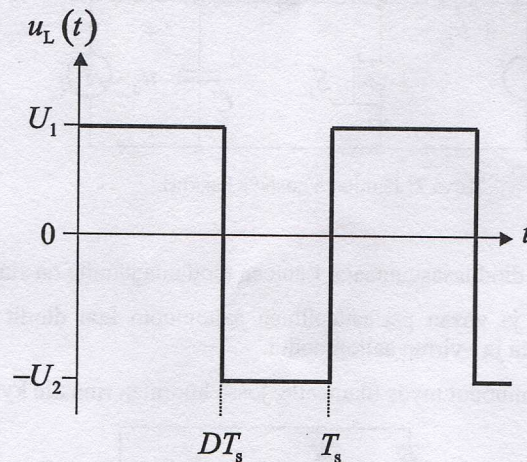


Kuva 5: Kytkinmatriisin tuottama jännitteen aaltomuoto.

Tehtävä 6 (6p)

Kuvassa 6 on esitetty Boost-hakkurin kelan yli vaikuttavan jännitteen aaltomuoto.

- Piirrä kelavirran aaltomuoto. Voit olettaa, että alkutransientti on ohi ja hakkuri toimii jatkuvuustilassa. Kelavirran keskiarvo I_L on positiivinen. Merkitse kuvaan myös kelavirran derivaattojen arvot.
- Merkitse kuvaan myös kelavirran peak-to-peak rippeli. Johda aaltomuodon perusteella yhtälö, jolla voidaan mitoittaa kelan induktanssi siihen arvoon jolla haluttu kelavirran rippeli toteutuu.



Kuva 6: Hakkurin kelan yli vaikuttava jännite.