

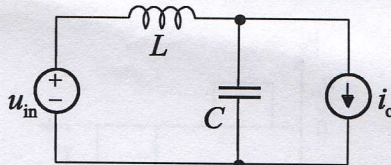
Tehtävä 1 (8p)

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on tyristori ja missä sitä käytetään? (2p)
2. Kerro miten MOSFET-tyyppistä transistoria voidaan käyttää kytkimenä? (1p)
3. Selitä mitä ovat kytkentähäviöt? (1p)
4. Mitä tarkoitetaan termillä Discontinuous Conduction Mode (DCM)? (1p)
5. Mikä on driver-piiri? (1p)
6. Mitä tarkoittaa termi Sinusoidal pulse-width modulation (SPWM) ja missä sitä tarvitaan? (2p)

Tehtävä 2 (4p)

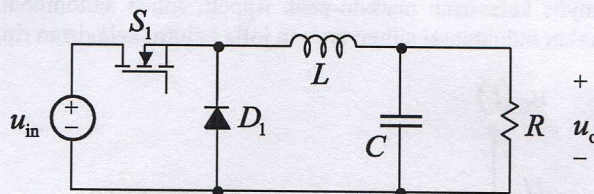
Kuvassa 1 on esitetty erään hakkurin päävirtapiiri transistorin johtaessa. Johda yhtälöt kelavirran derivaatalle sekä lähtökondensaattorin jännitteen derivaatalle (Vinkki: Kirchhoff'n jännite- ja virtalaki).



Kuva 1: Hakkurin päävirtapiiri kytkimen johtaessa.

Tehtävä 3 (4p)

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

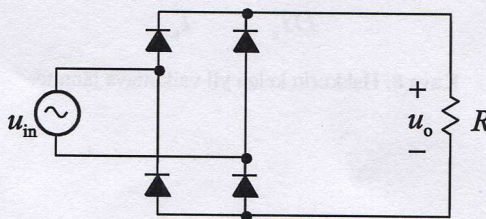


Kuva 2: Jännitettä laskeva hakkuri.

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 kuormavastuksen rinnalle kytketään kondensaattori.

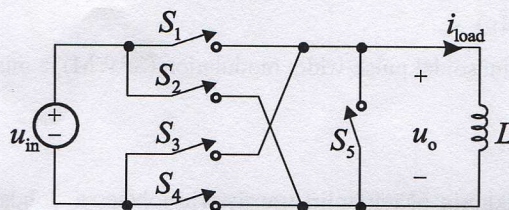


Kuva 3: Yksivaiheinen dioditasasuuntaaja.

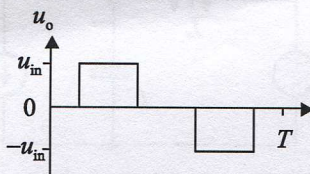
Tehtävä 5 (4p)

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.

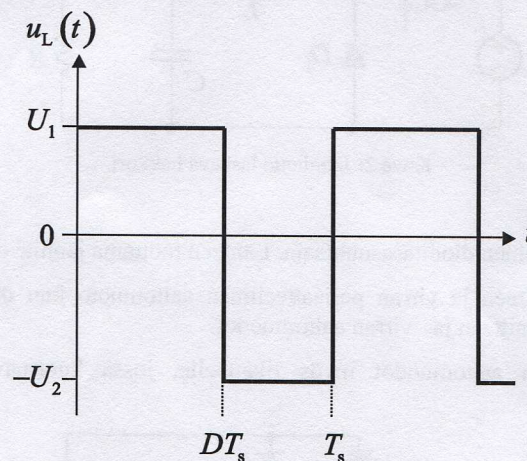


Kuva 5: Kytkinmatriisin tuottama jännitteen aaltomuoto.

Tehtävä 6 (6p)

Kuvassa 6 on esitetty 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 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.