

Tehtävä 1 (6p)

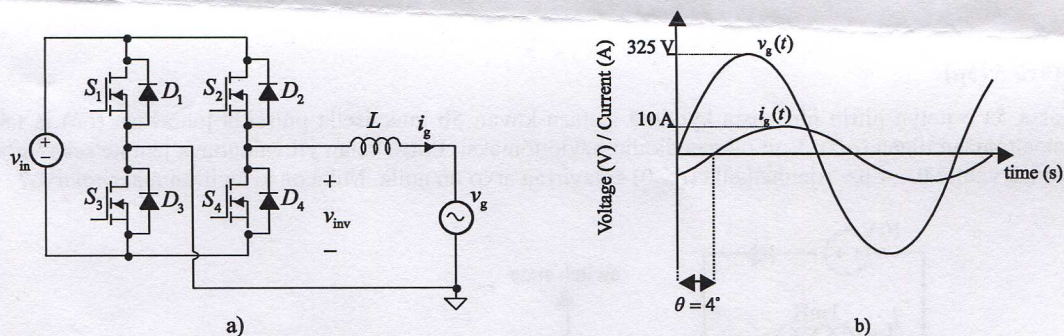
Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Miten tyristorin toiminta kytkimenä eroaa tehodiodista?
- Selitä lyhyesti määritelmä *volt-second balance*.
- Mitkä tekijät rajoittavat *Boost*-hakkurin tuottamaa maksimijännitettä?
- Mitä tarkoittaa termi *SPWM*?
- Mitä rajoituksia on digitaalisessa pulssinleveysmoduloinnissa?
- Mistä kytkentähäviöt johtuvat?

Tehtävä 2 (6p)

Yksivaiheinen *Full-Bridge* topologiaan perustuva vaihtosuuntaaja, sen tuottama verkkovirta (ilman kytkentätaajuuksista riippeliä) sekä verkon jännite on esitetty kuvassa 1a ja 1b.

- Hahmottele osoitinpiirros joka kuvaa jännitteen sekä virran perustaajuisien komponenttien amplitudia ja virran vaihekulmaa jännitteeseen nähden. Piirrä osoitinpiirrokseen lisäksi vaihtosuuntaajan lähtöterminaalien jännite v_{inv} sekä kelan yli vaikuttava jännite.
- Mikä on vaihtosuuntaajan induktanssin L suuruus kun vaihtosuuntaajan terminaalien välisen jännitteen v_{inv} perustaajuisen komponentin amplitudi on 325.14 V ja verkon taajuus on 50 Hz.
- Selitä osoitinpiirroksen avulla miten voit käyttää kuvan topologiaa tasasuuntaajana?

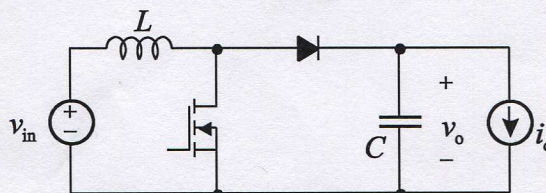


Kuva 1: a) Yksivaiheinen vaihtosuuntaaja b) vaihtosuuntaajan tuottama virta i_g ja verkon jännite v_g .

Tehtävä 3 (6p)

Kuvassa 2 on esitetty hakkuriteholähde. Voit olettaa että kelavirta ei putoa nollaan kytkentäjakson aikana ja että kondensaattorin jännite pysyy kytkentäjakson aikana vakiona. Transistoria kytketään pulssisuhteella d .

- Määritä kuvan 2 hakkurin lähtöjännite v_o tulojännitteen v_{in} sekä pulssisuhteen d funktiona.
- Määritä tarvittavan induktanssin suuruus kun kelavirran rippelin maksimi-arvo (huipusta-huippuun arvo) tulee olla alle 0.1 A. Kyseisessä toimintapisteessä tulojännite v_{in} on 24 V, pulssisuhde 0.3 ja kytkentätaajuus 200 kHz.



Kuva 2: Hakkuriteholähde.

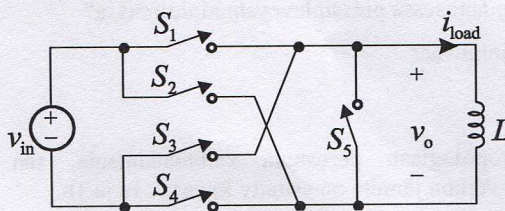
$$\int_0^{T_s} v_L(t) dt = 0$$

$$\frac{di_L}{dt} \approx \frac{\Delta i_L}{\Delta t}$$

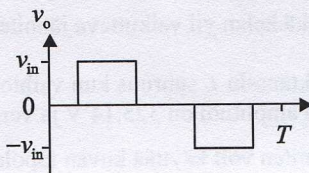
Tehtävä 4 (6p)

Kuvassa 3 on esitetty kytkinmatriisi, jonka kytkimiä voidaan ohjata vapaasti.

- Miten kytkimiä on ohjattava, jotta saadaan tuotettua kuorman yli kuvan 4 mukainen jännite.
- Kytkin 5 vikaantuu. Miten sama aaltomuoto nyt tuotetaan?
- Hahmottele myös kuormavirran aaltomuoto. Kelavirran keskiarvo on nolla.



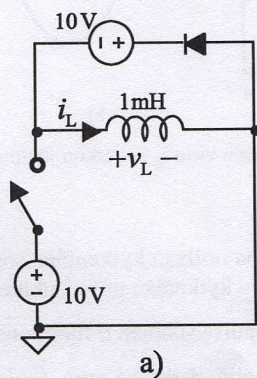
Kuva 3: Ideaalinen kytkinmatriisi.



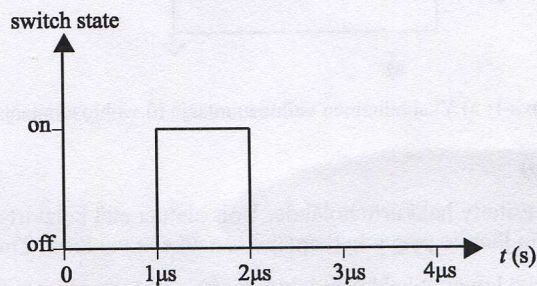
Kuva 4: Kytkinmatriisin tuottaman jännitteen aaltomuoto.

Tehtävä 5 (6p)

Kuvassa 5a esitetyn piirin ideaalista kytkintä ajetaan kuvan 5b mukaisella pulssilla johtavaan (on) ja takaisin johtamattomaan tilaan (off). Voit olettaa diodin häviöttömäksi. Piirrä kelan yli vaikuttava jännite sekä virta ajan funktiona välillä 0...4 μ s. Ajanhetkellä ($t = 0$) kelavirran arvo on nolla. Mikä on kelavirran maksimiarvo?



a)



b)

Kuva 5: a) tutkittava piiri ja b) ideaalisen kytkimen ohjaussignaali ajan funktiona.