Niko "the moukari" Leväsluoto

DEE-32000 Tehoelektroniikan perusteet
Tampereen Teknillinen Yliopisto
Sähkötekniikka
Tuomas Messo

Tentti, 8.1.2015

Tentissä saa käyttää laskinta.

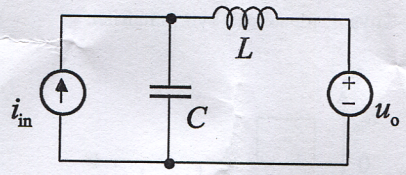
Tehtävä 1 (8p)

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitkä ovat MOSFET:n ja IGBT:n keskeisimmät erot tehoelektroniikkasovelluksissa? (2p)
2. Mainitse kaksi tapaa, joilla tyristori siirtyy johtavasta johtamattomaan tilaan? (2p)
3. Selitä mitä ovat kytkentähäviöt (switching losses) sekä johtotilan häviöt (conduction losses)? (2p)
4. Mitä tarkoitetaan termillä Discontinuous Conduction Mode (DCM)? (1p)
5. Miten kytkentätaajuuden valinta riippuu tehoelektroniikkalaitteen tehosta? (1p)

Tehtävä 2 (4p)

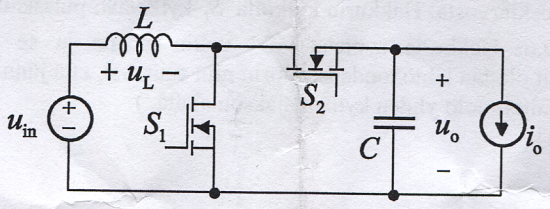
Kuvassa 1 on esitetty hakkurin päävirtapiiri eräässä kytkentätilanteessa. Johda yhtälöt kelavirran derivaatalle sekä kondensaattorin jännitteen derivaatalle.



Kuva 1: Päävirtapiiri eräässä kytkentätilanteessa.

Tehtävä 3 (4p)

Määritä kuvan 2 hakkurin lähtöjännite tulojännitteen sekä pulssisuhteen funktiona $u_o = f(D, u_{in})$ käyttäen volttisekunti-tasapainon periaatetta (volt-second balance). Voit olettaa että kelavirta ei putoa nollaan kytkentäjakson aikana ja että kondensaattorin jännite pysyy kytkentäjakson aikana vakiona. Transistoria S_1 kytketään päälle ja pois pulssisuhteella D ja transistoria S_2 pulssisuhteella $(1-D)$.



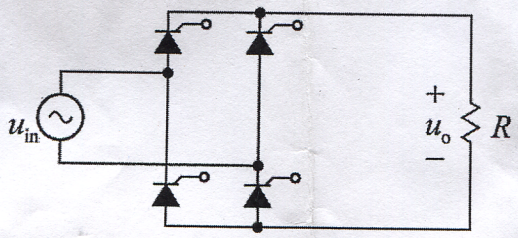
Kuva 2: Jännitettä nostava hakkuri.

Tehtävä 4 (4p)

Kuvassa 3 on esitetty kokoaaltotyristoritasasuuntaaja. Lähteen tuottama jännite on sinimuotoinen.

a) Piirrä kuorman jännitteen ja virran periaatteellinen aaltomuoto kun tyristorit oletetaan häviöttömiksi ja sytytyskulman arvo on 90 astetta. Piirrä myös verkkojännitteen ja –virran aaltomuodot.

b) Toista a-kohdan tarkastelu kun tyristorit korvataan diodeilla ja kuorman rinnalle kytketään kondensaattori.



Kuva 3: Yksivaiheinen tyristoritasasuuntaaja.

Käännä!

DEE-32000 Tehoelektroniikan perusteet Tentti, 8.1.2015

Tampereen Teknillinen Yliopisto

Sähkötekniikka

Tuomas Messo Tentissä saa käyttää laskinta.

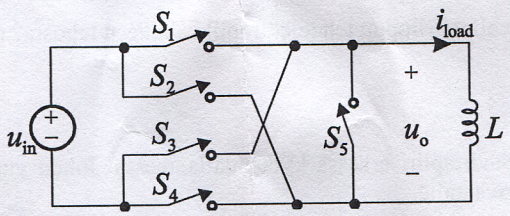
Tehtävä 5 (4p)

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

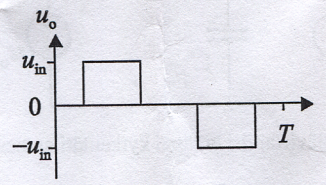
a) Selitä / piirrä miten kytkimiä on ohjattava päälle / pois kun halutaan, että kuorman yli näkyy kuvan 5 mukainen aaltomuoto.

b) Kytkin 5 vikaantuu. Miten sama aaltomuoto nyt tuotetaan?

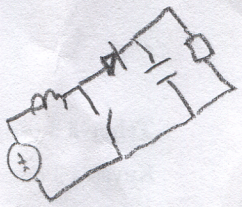
c) Hahmottele myös kuormavirran aaltomuoto.



Kuva 4: Ideaalinen kytkinmatriisi.



Kuva 5: Kytkinmatriisin tuottama jännitteen aaltomuoto.

Tehtävä 6 (6p)

Mitoita tehtävän 3 hakkurin induktanssin arvo siten, että kelavirran rippelin huipusta-huippuun arvo on maksimissaan 20 % kelavirran keskiarvosta. Hakkurin kytkintä S_1 kytketään pulssisuhteella 0.4 ja kytkintä S_2 pulssisuhteen komplementilla 0.6. Hakkuria syötetään 24 voltin akusta ja se ottaa 100 watin tehon. Kytkentätaajuus on 100 kHz. Voit olettaa lähtökondensaattorin niin suureksi, että jännite sen yli pysyy vakiona. (Vinkki: Hahmottele kelavirran aaltomuoto yhden kytkentäjakson ajalta.)