

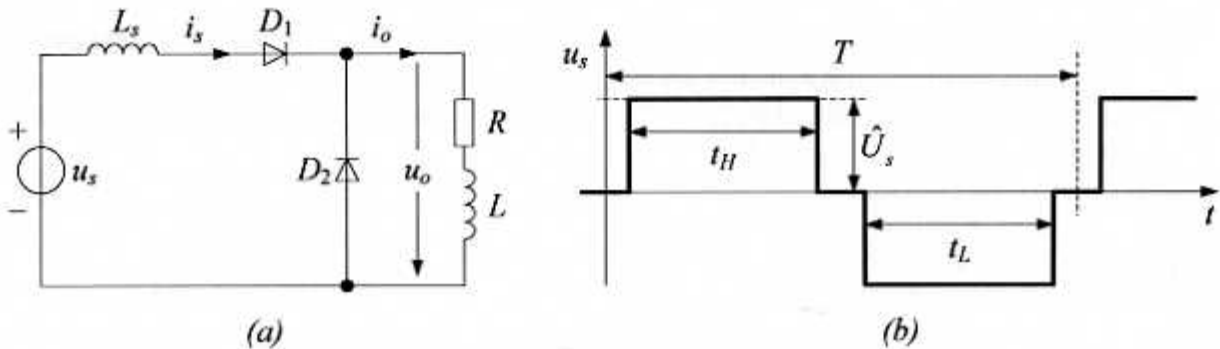
Tentissä saa käyttää matematiikan kaavakokoelmia.

Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään. Syksyllä 2009 hyväksytyistä oppimispäiväkirjoista saa kaksi lisäpistettä lukuvuoden 2009–2010 aikana.

1. Kuvassa 1a olevaa suuntaajaa syötetään kuvan 1b käyrämuodon mukaisesti jännitelähteellä. Syöttöjännitteen jaksonaika  $T = 25 \mu\text{s}$ , kanttiaaltojen pituudet  $t_H = t_L = 10 \mu\text{s}$  ja kanttiaallon amplitudi  $\hat{U}_s = 100 \text{ V}$ . Suuntaajan kuorma muodostuu resistanssin  $R = 4 \Omega$  ja suuren induktanssin  $L$  sarjankytkennästä. Oleta suuntaajan diodit ideaalisiksi ja kuormainduktanssi  $L$  äärettömän suureksi. Laske keskiarvot lähtöjännitteestä  $U_o$ , -virrasta  $I_o$ . Piirrä käyrämuodot tulovirran  $i_s$ , lähtöjännitteen  $u_o$ , ja -virran  $i_o$  käyrämuodot kahden jakson ajalta katkojan toimiessa pysyvässä tilassa:

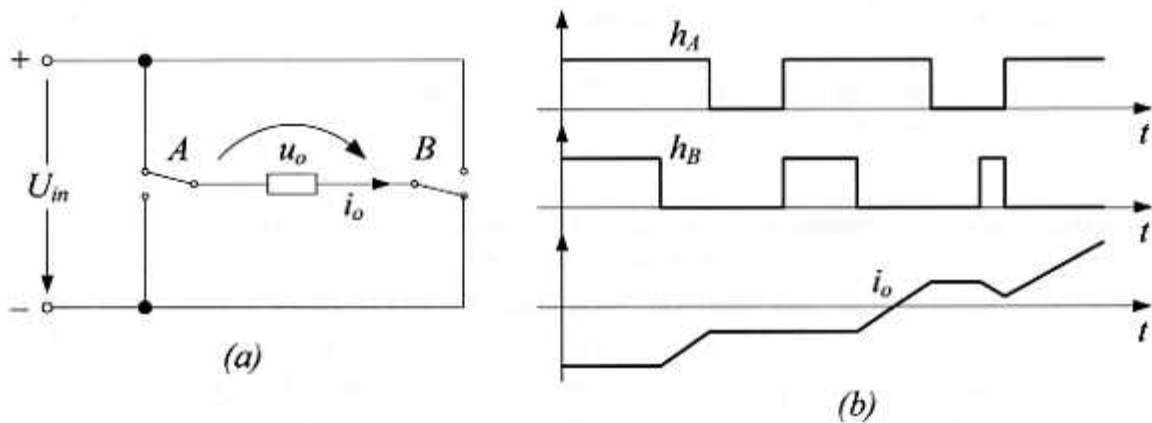
a) kun  $L_s = 0 \text{ H}$ . (2p)

b) kun  $L_s = 25 \mu\text{H}$ . (3p)



Kuva 1: a) dioditasasuuntaaja ja b) jännitelähteen käyrämuoto

2. Kuusipulssinen tyristoritasasuuntaaja on kytketty sähköverkkoon, jonka pääjännitteen tehollisarvo on 400 V ja taajuus 50 Hz. Oleta tyristorit ideaalisiksi ja kuorma ideaaliseksi 50 A tasavirtalähteeksi. Piirrä tulo- ja lähtöjännitteet sekä tulo- ja lähtövirrat kun tasasuuntaajan ohjauskulma on 60 astetta (1p). Johda yhtälöt ja laske lukuarvot seuraaville suureille: tasajännitteen keskiarvo (1p); verkkovirran huippuarvon suhde sen tehollisarvoon ja verkkovirran särökerroin ( $THD$ ) (2p). Kuinka suuri päätoteho sähköverkosta otetaan, kun tasasuuntaaja oletetaan häviöttömäksi (1p)? Virran kommutointi sähköverkon syöttövaiheiden väleillä oletetaan tehtävässä äärettömän nopeaksi.
3. Piirrä nostavan tasasähkökatkojan piirikaavio (1p). Oleta sen kuormaksi ideaalinen vakiovirtalähde suuruudelta 2 A ja piirin toiminta häviöttömäksi. Mikä on tulovirran keskiarvo, jos tulojännite on 100 V ja lähtöjännite vastaavasti 200 V (1p)? Piirrä allekkain kahden kytkentäjakson ajalta syöttöjännitelähteestä otettu virta, kytkimen virta, diodin virta, lähtökondensaattorin virta ja lähtöjännite, olettaen tasasähkökatkojan induktanssi ja kapasitanssi äärettömiksi (2p). Piirrä samat käyrämuodot tapauksessa, jolloin tasasähkökatkojan induktanssi ja kapasitanssi ovat äärellisiä (1p).
4. Yksivaiheisen jännitevälipiirillisen vaihtosuuntaajan periaatekuva on esitetty kuvassa 2a. Piirrä kytkennän toteutus tehopuolijohdekomponenttien avulla (1p). Vaihtokytkimien  $A$  ja  $B$  kytkemisfunktiot ja lähtövirran  $i_o$  käyrämuodot on esitetty kuvassa 2 b. Piirrä lähtöjännitteen käyrämuoto  $u_o$  (2p). Merkitse kuvaajaan kunakin ajan hetkenä johtavat tehopuolijohdekomponentit (2p).



Kuva 1: a) Yksivaiheinen vaihtosuuntaaja, b) kytkemisfunktiot ja lähtövirta

5. Piirrä lohkokaavio ja keskeiset käyrämuodot, joilla luodaan PWM-ohjaussignaali tasasähkökatkojalle (1p). Selitä tai piirrä miten kytkimen suhteellinen johtoaika ja kytkentätaajuus määräytyvät (2p)? Miten kytkentätaajuus vaikuttaa katkojan hyötysuhteeseen, painoon ja kokoon sekä katkojan tuottamien virtojen ja jännitteiden laatuun (2p)?

Fourier-sarja:

$$f(t) = F_0 + \sum_{k=1}^{\infty} f_k(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} [a_k \cos(h\alpha x) + b_k \sin(h\alpha x)]$$

$$F_0 = \frac{1}{2} a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) d(\alpha x) = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(h\alpha x) d(\alpha x) \quad b_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin(h\alpha x) d(\alpha x) \quad h = 1, 2, \dots, \infty$$

**TÄYTÄ KURSSIN ARVIOINTILOMAKE SÄHKÖISESTI OSOITTEESSA**

**<https://oodi.tkk.fi/w/> 17.1.2010 MENNESSÄ!**

**(linkki on myös kurssin Noppa-sivulla)**

**KIITOS!**