



TENTISSÄ SAA KÄYTTÄÄ OMAA LASKINTA!

- Kolmivaiheista jännitevälipiirillistä PWM-taajuudenmuuttajaa** syötetään 6-pulssisella diodisilla kolmivaiheverkosta, jonka pääjännitteen tehollisarvo $U_{LL} = 690$ V. Mikä on kuormitetun suuntaajan suurin mahdollinen ulostulon vaihejännitteen perusaallon tehollisarvo, kun
 - Modulaattori toimii sini-kolmiovertailulla lineaarisella modulointialueella? (1p)
 - Käytetään kolmannella yliaallolla modifioitua sini-kolmiovertailua lineaarisella modulointialueella? (1p),
 - Suuntaajaa ohjataan kanttiaalto-ohjauksella? (1p)
 - Käytetään vektorimodulointia lineaarisella modulointialueella? (1p),
 - Miten tilanne muuttuu, jos suuntaajalta poistetaan kuorma? (1p),
 - Miten tilanne muuttuu, jos suuntaaja liitetään 400 V:n verkkoon? (1p)
- Yksivaiheinen vaihtosuuntaaja** (kokosiltakytkentä) syöttää resistanssin ($R = 10 \Omega$) ja induktanssin ($L = 10$ mH) sarjaankytkentää. Suuntaajan välipiirissä vaikuttaa jännite $U_{dc} = 540$ V ja ulostulon perusaallon taajuus f on 50 Hz. Mikä on induktanssin L läpi kulkevan **virran perusaallon tehollisarvo ja vaihesiirtokulma** suuntaajan tuottaman jännitteen perusaalton nähden, kun suuntaajaa ohjataan
 - kanttiaalto-ohjauksella? (2 p)
 - vaiheleikkausohjauksella, $\alpha = 30^\circ$ (voltage cancellation) (2 p).
 - pulssinleveysmoduloinnilla (modulointi-indeksi $m = 1$ ja pulssiluku $p = 81$) (2 p)
- Kolmivaiheista IGB-Transistoreilla toteutettua vaihtosuuntaussiltaa** ohjataan six-step-ohjauksella.
 - Piirrä kytkentä, nimeä siihen a-vaiheen komponentit** sekä positiiviseksi valitsemiesi **virtojen suunnat**. (1p)
 - Mihin tarvitaan kytkennän **diodeja**? (1 p)
Piirrä alekkain a-vaiheen kuormajännitteen u_{an} ja -virran i_{an} sekä vaiheen **ylemmän kytkinkomponentin ja sen rinnalle kytketyn diodin läpi kulkevien virtojen i_{Ta+} ja i_{Da+} periaatteelliset käyrämuodot** valitut virransuunnat huomioiden, kun tähteen kytketty kuorma on
 - puhtaasti **resistiivinen** (2 p),
 - puhtaasti **induktiivinen** (2 p).
- Yksivaiheista pulssinleveysmodulointia verkkovaihtosuuntaajaa** (kokosiltakytkentä) ohjataan siten että verkkovirta $i_s(t)$ on joko samassa tai vastakkaisessa vaiheessa verkkojännitteen $u_s(t)$ kanssa. Verkkosuotimen oletetaan muodostuvan pelkästä kuristimesta.
 - Piirrä kytkentä ja periaatteelliset osoitinpiirrokset**, jotka kuvaavat tilanteita, kun pätöteho P on 1) positiivinen ja 2) negatiivinen (loisteho $Q = 0$). Piirrä kuviin verkkovirta I_s , verkkojännite U_s , suodinkuristimen yli vaikuttava jännite U_L ja suuntaajan tuottama jännite U_{conv} . (3 p.)
 - Laske välipiirin jännitteen U_{dc} minimiarvo**, jolla suuntaajan läpi voidaan ajaa 10 kW:n teho kumpaankin suuntaan tahansa (loisteho $Q = 0$). Suuntaajaa ohjataan lineaarisella modulointialueella. (3p)
Verkkojännite $U_s = 230$ V ja taajuus $f_s = 50$ Hz, verkkokuristimen induktanssi $L_s = 5$ mH (kuristin oletetaan ideaaliseksi: $R_L = 0 \Omega$).
- Kolmivaiheisella PWM-vaihtosuuntaajalla tuotetaan **keskimääräisesti** yhden modulointijakson aikana, $T = 1$ ms, **ulostulosuureiden avaruusvektori**, jonka pituus on puolet syötävän dc-suureen arvosta ja jonka kulma reaaliakseliin nähden on 15° . Esitä käytettävät **kytkentätilat, niitä vastaavat kytkentävektorit ja niiden kestoajat**, kun taajuudenmuuttaja on
 - kaksitasoinen jännitevälipiirillinen** (3 p),
 - virtavälipiirillinen** (3 p).