

1. **Esitä lyhyesti, mitä tarkoittaa ja miten määritellään:**
 - a) Suureen tehollisarvo (rms value) (1p)
 - b) Yliaalto (harmonic component) (1 p)
 - c) Särö (total harmonic distortion) (1p)
 - d) Huippukerroin (crest factor) (1p)
 - e) Perusaallon tehokerroin (displacement power factor) (1p)
 - f) Kokonaistehokerroin (power factor) (1p)

2. **Yksivaiheinen vaihtosuuntaaja** syöttää 25 Hz:n taajuudella kuormaa, joka muodostuu 10 Ω :n vastuksen ja 100 mH:n kelan sarjakytkennästä. Vaihtosuuntaajaa syötetään 210 V:n tasajännitteellä.
 - a) Mitkä ovat ja miksi **puolisilta-vaihtosuuntaajan** kytkinkomponenttien (IGBT-Transistorit, diodit) **jännite- ja virtarasitukset**, kun käytetään PWM-ohjausta, modulointi-indeksi $m=1$ ja kuormavirrasta huomioidaan vain perusaalto? Piirrä myös kytkentä (2p)
 - b) Mitkä ovat vastaavat **jännite- ja virtarasitukset kokosillan tapauksessa**, kun ohjaustapa on kanttiaalto-ohjaus ja tässäkin tapauksessa huomioidaan vain virran perusaalto? Piirrä tästäkin kytkentä. (2p)
 - c) Laske kummassakin tapauksessa ohjattavien kytkinkomponenttien käytettävyyserroin (switch utilization ratio) (2 p).

3. Jännitevälipiirillistä kolmivaiheista vaihtosuuntaajaa ohjataan **avaruusvektori-moduloinnilla**.
 - a) **Ratkaise ohjeavaruusvektori** (pituus ja kulma), joka vastaa vaihejännitteohjeita $u_a(t_k) = -68,40 \text{ V}$, $u_b(t_k) = 196,96 \text{ V}$ ja $u_c(t_k) = -128,56 \text{ V}$. (2 p).
 - b) **Piirrä kuva**, jossa näkyy edellä laskettu vektori ja kaikki **mahdolliset suuntaajan kytkentävektorit**, kun suuntaaja syöttävä tasajännite on 650 V.(2 p)
 - c) **Mitä kytkentävektoreita käytetään** a-kohdassa lasketun jänniteohjeen toteuttamiseen. Esitä niiden järjestys modulointijakson aikana, kun vain yhden kytkimen tilaa muutetaan kerrallaan.(2 p)

4. Kolmivaiheinen jännitevälipiirillinen **PWM-verkkovaihtosuuntaaja** toimii stationäärisessä tilassa ottaen verkosta 100 kW pätötehoa ja 10 kVar loistehoa. Suuntaajassa käytetään L-tyyppistä verkkosuodinta, jonka induktanssi on 1 mH. Suodin oletetaan häviöttömäksi.
 - a) Johda verkkojännitteen ja suuntaajasillan tuottaman jännitteen tehollisarvo-osoittimien avulla yhtälöt suuntaajan verkosta ottamalle pätö- ja loisteholle. (4p)
 - b) Mikä on välipiirin jännitteen vähintään oltava, jotta tehtävänannon tilanne on mahdollinen?suuntaajaa ohjataan kanttiaalto-ohjauksella?(2p)

5. **Kolmitasoinen kolmivaiheinen PWM-vaihtosuuntaaja**. Piirrä päävirtapiirin kuva ja nimeä komponentit. (2 p)
Kirjaa a-vaiheen osalta ne päävirtapiirin komponentit, joiden läpi virta kulkee seuraavissa kolmessa tapauksessa: Suuntaajalla tuotetaan jännite: 1°: $u_{a0} = u_{dc}/2$, 2°: $u_{a0} = 0$ ja 3°: $u_{a0} = -u_{dc}/2$. Hetkellisen tehon suunta on:
 - a) positiivinen. (2p)
 - b) negatiivinen. (2p)