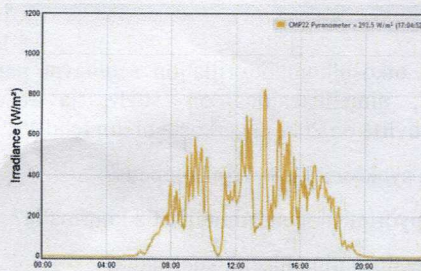


Tehtävä 1 (6p)

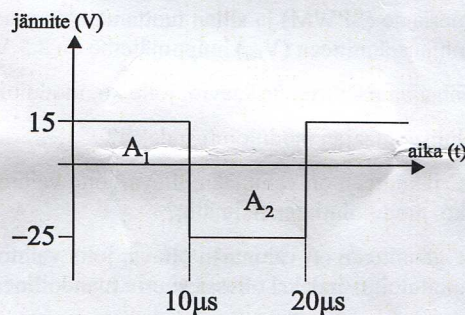
Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- a) Tampereella sijaitseva taloyhtiö haluaisi tuottaa kaiken kuluttamansa energian itse aurinkopaneelien avulla. Auringosta saatava säteilyenergia on esitetty kuvassa 1. Mitä ongelmia havaitset käytännön toteutuksen kannalta ja miten ne voidaan ratkaista tehoelektroniikkaa hyödyntäen? (2p)



Kuva 1: Mitattu auringosta saapuva säteilyenergia Tampereella.

- b) Selitä MOSFET:n toimintaperiaate kytkimena. (1p)
- c) Mitä tarkoittaa termi "continuous conduction mode" (CCM) ja miten se liittyy tehoelektronisten laitteiden analysointiin. (1p)
- d) Mitä ovat kytkentähäviöt ja mistä ne syntyvät? (1p)
- e) Kuvassa 2 on esitetty hakkurin kelan yli vaikuttava jännite käynnistystilanteessa. Hahmottele kelan läpi kulkevan virran aaltomuoto, kun pinta-alalle pätee: $A_1 < A_2$. (1p)



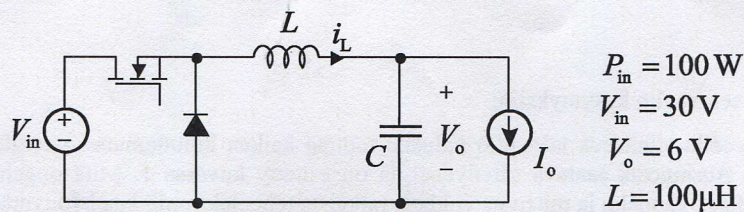
Kuva 2: Kelan yli vaikuttavan jännitteen aaltomuoto.

Tehtävä 2 (6p)

Kuvassa 3 on esitetty DC-DC hakkuri.

- a) Johda hakkurin tasajännitevahvistus $V_o = f(D, V_{in})$. Voit olettaa, että hakkurin kelavirta ei putoa nolleen kytkentäjakson aikana ja että lähtöjännitteen rippeli voidaan jättää huomiotta. (2p)
- b) Mikä on kytkentätaajuuden vähintään oltava, jotta kelavirran rippeli pysyy alle 20 % kelavirran keskiarvosta? (2p) (Huom! Hakkuri on häviötön. Kelavirran keskiarvo on sama kuin kuorman ottama virta.)
- c) Miten hakkurista saadaan muokattua jännitettä nostava hakkuriteholähde? (2p)

Ohjelmoitava laskin sallittu.



Kuva 3: DC-DC -hakkurin päävirtapiiri.

Tehtävä 3 (6p)

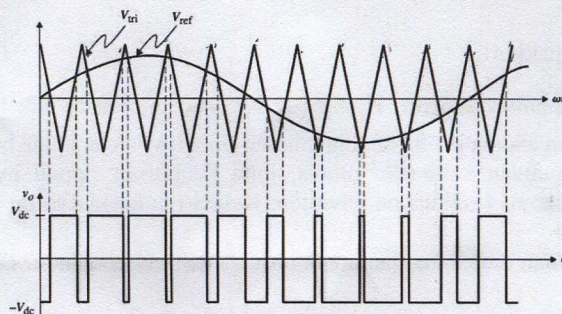
Nelinapaisella kolmivaiheisella oikosulkumotorilla on seuraavat parametrit: Nimellinen teho on 10 kW, nimellinen jännite on 400V, nimellistaajuus on 50Hz, ja täydellä kuormalla jättämä on 5 %. Nimellistoimintapisteessä verkkovirta on 20A ja verkosta otettu teho 11,5kW.

- Mikä on moottorin synkroninen pyörimisnopeus?
- Mikä on roottorin pyörimisnopeus nimellisellä kuormalla?
- Mikä on roottorin taajuus nimellisellä kuormalla?
- Mikä on moottorin momentti nimellisellä kuormalla?
- Mikä on moottorin tehokerroin?
- Mikä on moottorin hyötysuhde?

Tehtävä 4 (6p)

Vaihtosuuntaajan modulointiperiaate (SPWM) ja sillan tuottama aaltomuoto on esitetty kuvassa 4. Kantoaallon (V_{tri}) huippujännite on 3V ja ohjausjännitteen (V_{ref}) huippujännite on 2.5 V. Ohjausjännitteen taajuus on 50Hz.

- Piirrä vaihtosuuntaajan päävirtapiirikaavio, jolle ko. modulointiperiaatetta voidaan käyttää
- Mikä on ko. vaihtosuuntaajan modulointi-indeksi?
- Kuinka suuri DC jännitteen on vähintään oltava, jotta vaihtosuuntaajalla voidaan tuottaa 230Vrms ulostulojännite ko. modulointimenetelmällä?
- Kuinka suuri DC jännitteen on vähintään oltava, jotta vaihtosuuntaajalla voidaan tuottaa 230Vrms ulostulojännite modulointi-indeksi ollessa suurin mahdollinen lineaarisella modulointialueella?
- Mikä on ko. vaihtosuuntaajan kytkimien kytkentätaajuus (Kuva 4)?
- Millä taajuudella sijaitsevat vaihtosuuntaajan tuottamat alimmat harmoniset yliaaltokomponentit?



Kuva 4: DC-DC -hakkurin päävirtapiiri.