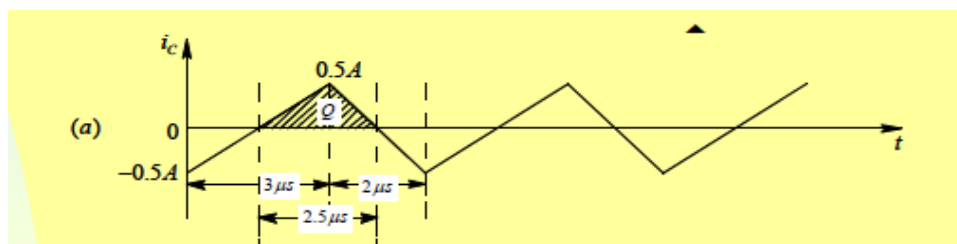


Answer all five questions (in English, Finnish, Swedish). Questions in Finnish are on the reverse side.

- The current i_c shown below is a typical waveform in a Buck converter. Explain the waveform based on the operation of the converter. The inductor of the converter is $50 \mu\text{H}$ and the capacitor is $100 \mu\text{F}$. Calculate and draw the inductor voltage waveform when the peak value of the inductor current is 4 A . Calculate the peak-to-peak voltage change in the output capacitor due to i_c .



- A full-bridge single-phase diode rectifier is connected to a sinusoidal 50 Hz 230 V (rms) utility voltage. The ac-side inductance is 3 mH . The load of the rectifier is a very large inductance in series with a 20Ω resistance. What are the dc-side current and the average dc-side voltage?
- The input voltage of a boost converter $V_{\text{in}} = 10 \text{ V}$ and the output voltage $V_o = 25 \text{ V}$. Assume the converter to be lossless and omit the ripple in the output voltage. The inductance is $0,1 \text{ mH}$, the output power $P_o = 30 \text{ W}$, and the switching frequency $f_s = 100 \text{ kHz}$.
 - Draw the circuit diagram of the converter, when the switching power-pole is implemented with an IGBT and a diode.
 - Calculate the IGBT duty ratio, the average input current, and the minimum and maximum values of the input current.
 - Draw the waveforms of the inductor voltage, the input current, and the current of the diode below each other's.
- A three phase voltage-sourced dc-ac converter is supplying a balanced three-phase load.
 - Draw the circuit diagram of the converter in which individual power semiconductor devices can be recognized.
 - Derive equations for the phase and line-to-line voltages as function of pole voltages.
 - The converter operates in square-wave (six-step) mode. Draw the waveforms of pole, line-to-line and phase voltages.
- Operating of power electronics is based on power semiconductor devices. What are the basic characteristics required by them? What are the main differences of the used power semiconductor devices when they are grouped in three categories?

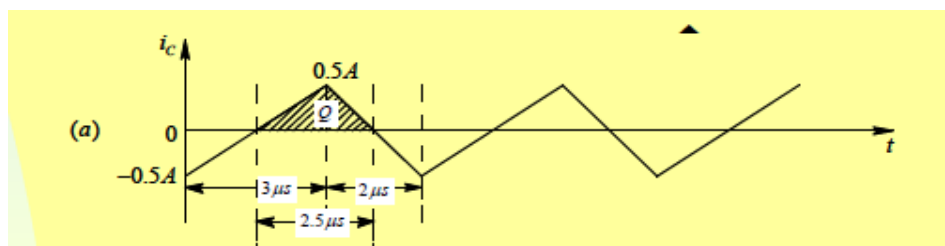
Fourier-series

$$f(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{h=1}^{\infty} (a_h \cos(h\omega t) + b_h \sin(h\omega t))$$

$$a_h = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(h\omega t) d\omega t, \quad h = 0, \dots, \infty \quad b_h = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin(h\omega t) d\omega t, \quad h = 1, \dots, \infty$$

Vastaa kaikkiin viiteen kysymykseen joko suomeksi, englanniksi, ruotsiksi. Kysymykset löytyvät englanniksi paperin toiselta puolelta.

1. Alla oleva virta i_c on tyypillinen käyrämuoto jännitettä laskevassa katkojassa (Buck). Perustelee käyrämuoto katkojan toiminnan perusteella. Katkojassa käytettävä induktanssi on $50 \mu\text{H}$ ja kondensaattori $100 \mu\text{F}$. Laske ja piirrä induktanssin jännitteen käyrämuoto kun induktanssin virran huippuarvo on 4 A . Laske kondensaattorin jännitteen huipusta huippuun vaihtelu.



2. Yksivaiheinen diodisilta on kytketty 50 Hz ja 230 V (rms) vaihtojänniteverkkoon. Syöttöjärjestelmän induktanssi on 3 mH . Tasasuuntaajan kuormana on hyvin suuren induktanssin ja 20Ω resistanssin sarjaankytkentä. Kuinka suuria tasavirta ja tasajännite ovat?
3. Jännitettä nostavan katkojan (boost) syöttöjännite $V_{\text{in}} = 10 \text{ V}$ ja lähtöjännite $V_o = 25 \text{ V}$. Katkoja on häviötön ja lähtöjännite on täysin tasainen. Katkojassa käytettävä induktanssi on $0,1 \text{ mH}$, lähtöteho $P_o = 30 \text{ W}$ ja kytkemistaajuus $f_s = 100 \text{ kHz}$.
 - a) Piirrä kytkennän piirikaavio,
 - b) laske kytkimen suhteellinen johtoaika, tulovirran keskiarvo ja sen minimi- ja maksimiarvot,
 - c) piirrä induktanssin jännitteen, tulovirran ja diodivirran käyrämuodot allekkain.
4. Kolmivaiheinen jännitevälipiirillien dc-ac suuntaaja syöttää symmetristä kolmivaiheista kuormaa.
 - a) Piirrä suuntaajan kytkentä, jossa näkyvät myös tehpuolijohdekomponentit.
 - b) Johda yhtälöt pää- ja vaihejännitteille vaihtokytkimien (pole) jännitteiden avulla.
 - c) Suuntaaja toimii täydellä ohjauksella (square-wave, six-step). Piirrä vaihtokytkimien sekä pää- ja vaihejännitteiden käyrämuodot.
5. Tehoelektroniiikan toiminta perustuu tehpuolijohdekomponentteihin. Mitä komponenttien perusvaatimukset ovat? Mitä ovat käytettyjen komponenttien toiminnan periaatteelliset erot kun ne jaotellaan kolmeen eri ryhmään?

Fourier-sarja

$$f(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{h=1}^{\infty} (a_h \cos(h\omega t) + b_h \sin(h\omega t))$$

$$a_h = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(h\omega t) d\omega t, \quad h = 0, \dots, \infty \quad b_h = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin(h\omega t) d\omega t, \quad h = 1, \dots, \infty$$