

1. Kuvaile lyhyesti seuraavat puolijohteisiin liittyvät termit ja käsitteet:

- | | |
|--------------------------------|------|
| a) Recombination | (1p) |
| b) Majority carrier | (1p) |
| c) Drift | (1p) |
| d) Doping (ei liity urheiluun) | (1p) |
| e) Contact potential | (1p) |



2. Standardikokoisesta "potcore" -sydänrungosta tiedetään seuraavat datatiedot: sydänmateriaalin keskimääräinen pituus $l_{\text{core}} = 37,6\text{mm}$, sydänmateriaalin keskimääräinen poikkipinta-ala $A_{\text{core}} = 94,8\text{mm}^2$, ilmavälin tehollinen pinta-ala $A_{\text{gap}} = 76,5\text{mm}^2$, sekä nimellinen induktanssi kierrosta kohden $L_{N=1} = 400\text{nH/kierros}^2$. Annettujen datatietojen lisäksi tiedetään, että ilmavälin pituus on $0,23\text{ mm}$, suhteellinen permeabiliteetti 2000 ja kyllästysvuontiheys $0,3\text{T}$. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ Vs/Am}$.

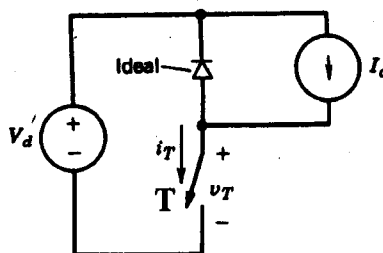
- | | |
|--|------|
| a) Kuinka suuri on induktanssi, jos sydänrunko varustetaan käämillä, jossa $N = 20$? Tarkista tulos magneettipiirin geometrinen mittojen perusteella. | (2p) |
| b) Kuinka suuri virta käämissä voi kulkea? | (1p) |
| c) Kuinka suuren energian kuristin ($N = 20$) pystyy varastoimaan? | (1p) |
| d) Mikä on suurin jännite-aika integraali joka kuristimeen saa vaikuttaa? | (1p) |

3. Erään tehotransistorin turn-on ja turn-off ominaiskäyrästöstä saadaan määritettyä seuraavat arvot: $t_{\text{ri}} = 50\mu\text{s}$, $t_{\text{fv}} = 40\mu\text{s}$, $t_{\text{rv}} = 75\mu\text{s}$, $t_{\text{fi}} = 60\mu\text{s}$. Komponentin maksimirasitukset ovat 120V ja 80A . Mikä on maksimi kytkentätaajuus, jos keskimääräinen kytkentähäviö saa olla korkeintaan 200W ? (5p)

4. Kuvassa 1 on esitetty induktiivista kuormaa syöttävän jännitettä laskevan hakkurin (buck) yksinkertaistettu sijaiskytkentä.

a) Piirrä kytkinkomponentin T virran ja jännitteen käyrämuodot, kun komponentti saatetaan johtavaksi ja vastaavasti, kun komponentti saatetaan johtamattomaksi. Komponentin johtavassa siinä syntyy jännitehäviö V_{on} . Virran ja jännitteen muutokset voidaan olettaa lineaarisiksi. Merkitse selvästi muutosten kestoajat. Selkeät perustelut! (3p)

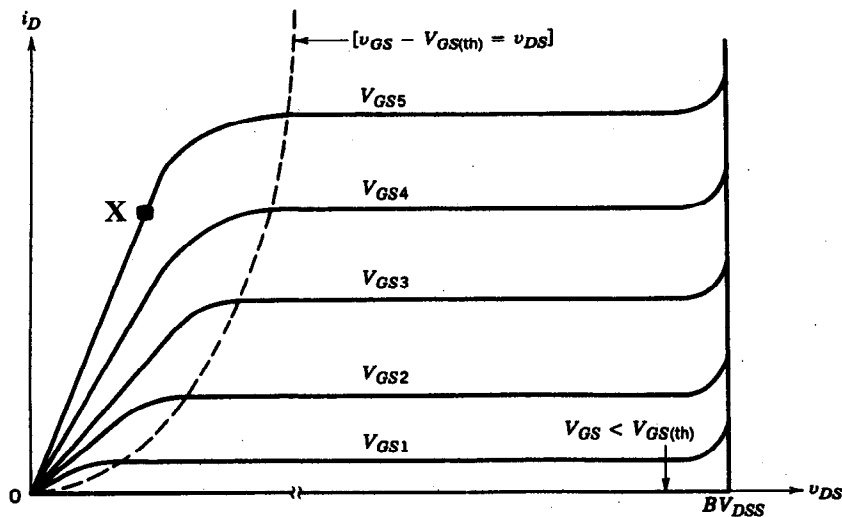
b) Miten käyrämuodot muuttuvat, jos induktiivinen kuorma korvataan resistiivisellä kuormalla, jonka suuruus on R ? Merkitse selvästi muutosten kestoajat. Selkeät perustelut! (2p)



Kuva 1.

5. Tehtävän 4 a-kohdan tilanteessa käytettävä tehokytkinkomponentti on MOSFET, jonka ominaiskäyrästä on esitetty *kuvassa 2*.

- a) Määritä tehtävän 4 a-kohdassa piirtämiäsi käyrämuotojen perusteella MOSFET:in toimintapisteen muuttuminen turn-on ja turn-off tilanteissa *kuvan 2* mukaiseen ominaiskäyrästäön. MOSFET:in johtotilan jännitehäviöksi voidaan olettaa $V_{on} = v_{GS} - v_{GS(th)}$. Käytä samoja merkintöjä kuin tehtävässä 4. Selkeät perustelut! (2p)
- b) Jos transistorin T (*kuva 1*) johtotilan toimintapisteen halutaankin olevan syvällä ohmisella alueella, esimerkiksi *kuvan 2* pisteessä X, niin kuinka tehtävän 4 a-kohdassa piirtämäsi turn-on tilanteen käyrämuodot muuttuvat? Selkeät perustelut! (3p)



Kuva 2.