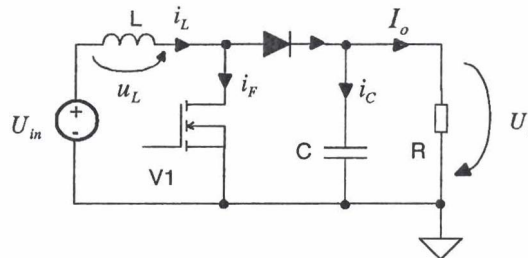


Tehtävä 1.

Määrittele lyhyesti seuraavat teholähdetekniikassa esiintyvät käsitteet (pelkkä suomennos ei riitä): a) Vs balance, b) As balance, c) CCM, d) K_{crit} ja e) $M(D,K)$.

Tehtävä 2.

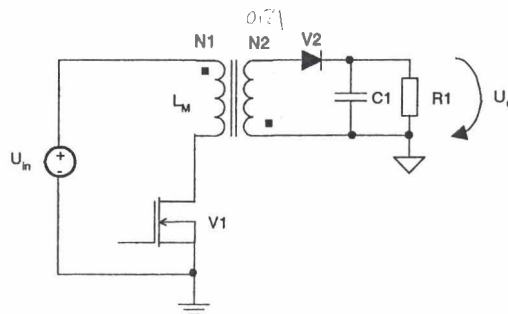
Nostavan hakkurin (boost) kriittinen K arvo on $D(1-D)^2$. a) Mitoita kelan L arvo siten, että kuvan 1 hakkuri pysyy DCM:ssä, kun lähtöjännite on 48 V, tulojännite vaihtelee välillä 18 – 36 V ja kuorma välillä 5 – 100 W. Kytkeäntaajuus on 150 kHz, $M(D) = 1/(1-D)$ ja diodin jännitehäviö = 0. b) Määritä kytkennän pulssisuhde toimintapisteessä $U_{in} = 27$ V, $U_o = 48$ V, $P_o = 50$ W, kun $D = \sqrt{KM(M-1)}$. $K = \frac{2L}{RT_s}$



Kuva 1.

Tehtävä 3.

Kuvan 2 Flyback hakkurin kytkintä V_1 ohjataan 100 kHz:n taajuudella (f_s), ja toimintamuoto on DCM. Sen tulojännite $U_{in} = 400$ V, lähtöjännite $U_o = 54$ V, muuntajan muuntosuhde $N_2/N_1 = 0.21$, $L_M = 40 \mu H$, $C_1 = 330 \mu F$ ja lähtöteho $P_o = 50$ W. Diodi voidaan olettaa ideaaliseksi. Määritä a) kytkimen V_1 jänniterasitus, b) diodin V_2 jänniterasitus, c) kytkimen V_1 huippuvirta, d) diodin V_2 huippuvirta ja e) diodin V_2 tasavirta. $D = \sqrt{K} \cdot M$



Kuva 2.

Tehtävä 4.

Kuvassa 3a on esitetty Forward-hakkuri ja kuvassa 3b kokosiltahakkuri, joidenka tulojännite U_{in} , lähtöjännite U_o , ensiökytkimien kytkeäntaajuus f_s ja lähtöteho P_o ovat yhtäsuuret. Lisäksi lähtökela mitoitetetaan tuottamaan yhtä suuri virtarippeli. Forward-hakkurin reset-käämin kierrosluku on sama kuin ensiökäämin kierrosluku. Vertaile näiden olettamusten pohjalta ko. hakkureiden

a) ensiökytkimien jänniterasitusta, b) toision tasuuntausdioidien jänniterasitusta, c) kelan induktanssiarvon L suuruutta, d) kelan näkemää taajuutta, e) kelan näkemää pulssisuhdetta ja f) lähtökondensaattorin minimi C kokoa tuottamaan sama lähtöjännitteen rippeli.

$$I = \frac{P}{U}$$

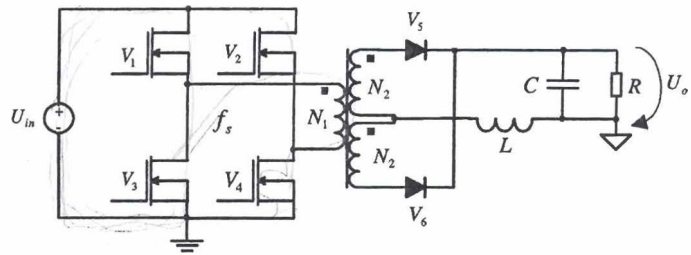
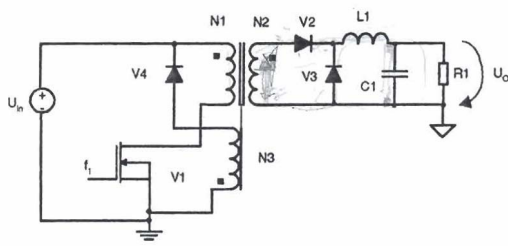
$$P = UI \Rightarrow I = \frac{P}{U}$$

$$U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{U^2}{P}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\frac{P}{U} = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P}$$

1(2)



a) Forward

b) Full-bridge

Kuva 3.

a) ensio kytkimien jännite rasitus
 b) toision tasasuuntaus diodien ↑

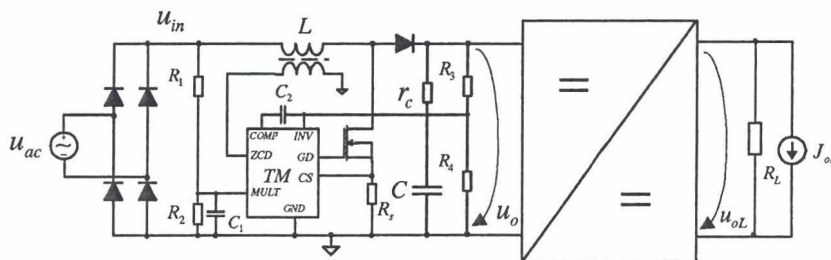
d) kelan pulssisuhde
 e) minimi C tuottamaan sama rippeh

Tehtävä 5.

c) kelan suuruutta

Kuvassa 4 on esitetty hakkurin tehokertoimen korjaamisessa käytetty boost-hakkuri, joka toimii rajavirta (BCM) tilassa. Hakkurin tulojännite on tehollisarvoltaan 230 V sinimuotoinen jännite, jonka taajuus on 50 Hz. Kelan induktanssi on 250 μ H, hakkurin lähtöteho 250 W ja lähtöjännite on 400 V tasajännite. Hakkurin ohjaus on sellainen, että induktanssin huippuvirralla muodostetaan sellainen sinimuotoinen ohjearvo, jonka kautta hakkurin $P_{in} = P_o$. Näin ollen kytkennän tehokerroin = 1. Kytkennän luonteesta johtuen kytkentätaajuus vaihtelee.

- Minkä takia verkkovirta on täysin sinimuotoinen? (1p)
- Mihin arvoon lähtöjännite voitaisiin pudottaa, jotta hakkuri vielä tuottaisi puhtaasti sinimuotoisen verkkovirran? (1p)
- Määritä hakkurin kytkentätaajuuden maksimi ja minimiarvot (4p)



Kuva 4. Rajavirtatilaan (BCM) perustuva tehokertoimen korjaus.

