



אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

תאריך הבחינה: 26.03.2009

שם המורה: פרופ' שמואל בן-יעקב

מבחן ב: ממירי DC-DC ממותגים

מס' קורס: 361.1.4561

מיועד לתלמידי: הנדסת חשמל ומחשבים

שנה: תשס"ח סמ': א מועד: א.

משך הבחינה: 3 שעות

חומר עזר: כל חומר עזר מותר.

מדור בחינות

הרצאה

מותר שימוש במחשבוניו בלבד

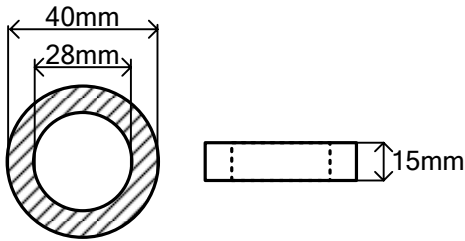
אין להעביר חומר ו/או מחשבים בין הנבחנים

הערות:

1. יש לענות על 3 מתוך 4 שאלות.
2. מותר לבצע חישובים מקורבים (תוך מתן הסבר להצדקת ההזנחה) אלא אם נדרש חישוב מדויק.

שאלה מס' 1

נתון גוף מגנטי טורואידי $\mu r=60$
 $B_{max}=0.8\text{Tesla}$



1.1 (40%)

חשב את ההשראות שתתקבל עם 100 ליפופים ואת הזרם המכסימלי המותר עבור B_{max} הנתון.

1.2 (60%)

חשב את מספר הליפופים ואת עובי החוט אם הסליל הוא חלק ממיר Buck שבו $V_{in}=10\text{V}$ ו $V_{out}=5\text{V}$ $\Delta I=1\text{A}$ $f_s=100\text{KHz}$ והזרם הוא המכסימלי ל B_{max} . הנח $J=4.5\text{A/mm}^2$.

פתרון שאלה מס' 1

1.1

חישוב מימדים מגנטיים
שטח מגנטי:

$$A_e = \frac{40 - 28}{2} \cdot 15 = 90\text{mm}^2$$

$$\ell_e = \frac{20 + 14}{2} \cdot 2\pi = 106.8\text{mm}$$

חישוב ההשראות עבור $n=100$ ליפופים ייעשה באופן הבא:

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r n^2 A_e}{\ell_e} = 635\mu\text{H}$$

בהנתן B_{max} ומספר הליפופים, זרם השיא דרך הסליל יהיה

$$I_{pk} = \frac{nBA}{L} = 11.33\text{A}$$

1.2

נחשב את השראות הסליל

$$L = \frac{V_o(1-D)T}{\Delta I} = \frac{5 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{1} = 25\mu\text{F}$$

מספר הליפופים הדרוש יהיה

$$n = \frac{LI_{pk}}{AB} = \frac{25 \cdot 10^{-6} \cdot 5.76}{90 \cdot 0.8} = 4$$

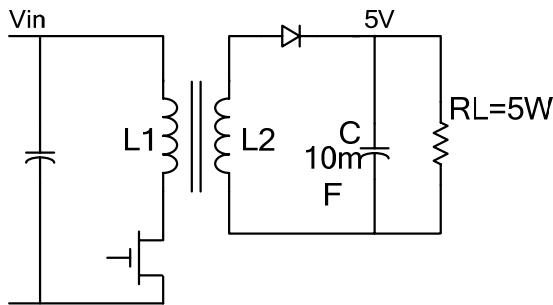
זרם rms דרך הסליל מחושב לפי

$$I_{rms} = \sqrt{I_{av}^2 + \frac{\Delta I^2}{12}} = \sqrt{\left(I_{pk} - \frac{\Delta I}{2}\right)^2 + \frac{\Delta I^2}{12}} = 10.8\text{A}$$

ומכאן, עובי החוט הדרוש הוא

$$A_w = \frac{I_{rms}}{J} = 2.4\text{mm}^2$$

שאלה מס' 2



נתון ממיר flyback
 $260V \leq V_{in} \leq 320V$
 דרוש שהממיר יעבוד במשטר DCM
 עם D מכסימלי של $D=0.5$
 $F_s=80KHz$
 נצילות 80%

2.1 (50%)
 חשב $L1$ ו $L2$.

2.2 (50%)
 חשב מאמצים על הדיודה (זרם מכסימלי, זרם ממוצע ומתח הפוך מכסימלי) וחשב את הספק הפיזור של הדיודה בהנחה $V_D=1V$.

פתרון שאלה מס' 2

2.1

בהנחה שהממיר עובד בגבול CCM,

את זרם השיא במשני ניתן למצוא מתוך זרם המוצא הממוצע

$$I_{oav} = \frac{V_o}{R_o} = \frac{I_{pk} D_{off}}{2} \rightarrow I_{pk} = \frac{2I_{oav}}{1/2} = 4A$$

ההשראות במשני תחושב לפי

$$L2 = \frac{V_o \frac{T}{2}}{I_{pk}} = 7.81 \mu H$$

הזרם הממוצע וזרם השיא בכניסה, בהתחשב בנצילות יהיו

$$I_{L1av} = \frac{P_o}{\eta V_{in}} = \frac{5}{0.8 \cdot 260} = 24mA \rightarrow I_{pk} = \frac{2I_{L1av}}{1/2} = 96mA$$

וההשראות בראשוני

$$L1 = \frac{V_{in} \frac{T}{2}}{I_{L1pk}} = 16.9mH$$

ומכאן יחס הליפופים

$$n = \sqrt{\frac{L1}{L2}} = 46.9$$

2.2

הזרם הממוצע בדיודה שווה לזרם המוצא

$$I_{Dav} = I_{oav} = 1A$$

הספק הדיודה

$$PD = I_{av} \cdot V_D = 1W$$

המתח על הדיודה יהיה

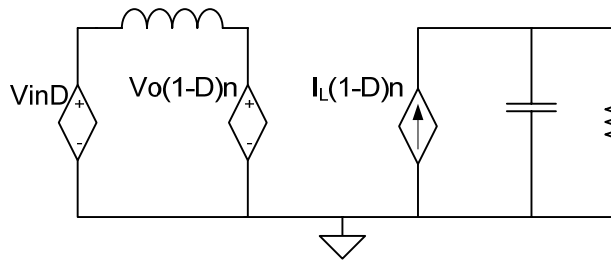
$$VD_r = V_o + \frac{V_{in \max}}{n} = 11.9V$$

שאלה מס' 3

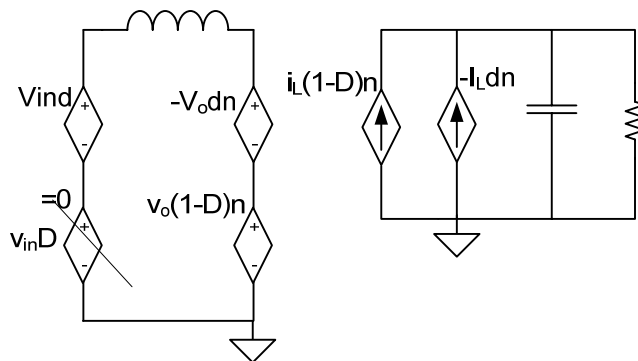
שרטט מעגל תמורה התנהגותי ממוצע של ה flyback של שאלה 2 וחלץ ממנו אנאליטית את התמסורת $V_o/d(f)$ בהנחה שהממיר עובד ב CCM.

פתרון שאלה מס' 3

מודל ממוצע



מודל לאות קטן (לאחר לינאריזציה)



משוואת החוגים

$$v_o = (i_L(1-D) - I_L d) \frac{R \cdot n}{sCR + 1}$$

$$i_L = \frac{(V_{in} + nV_o)d - v_o(1-D)n}{sL}$$

נציב את משוואת הזרם לזו של המתח

$$v_o = \left(\frac{V_{in} + nV_o}{sL} d(1-D) - \frac{v_o(1-D)^2 n}{sL} - I_L d \right) \frac{R \cdot n}{sCR + 1}$$

לאחר כמה פיתוחים נקבל

$$\frac{v_o}{d} = \left[\frac{V_{in} + nV_o}{sL} (1-D) - I_L \right] \frac{R \cdot n}{sCR + 1} \frac{sL(sCR + 1)}{sL(sCR + 1) + (1-D)^2 n^2 R}$$

מספר קשרים

$$V_o = \frac{V_{in} D}{(1-D)n}$$

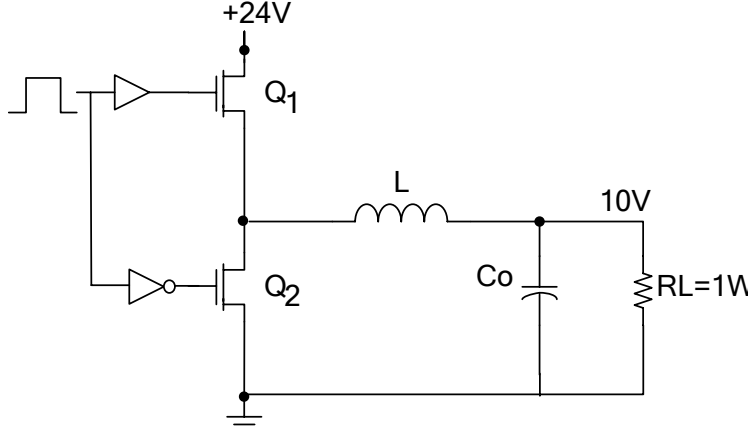
$$I_L = \frac{V_o}{nR(1-D)} = \frac{V_{in} D}{(1-D)^2 n^2 R}$$

התמסורת לאות קטן תהיה

$$\frac{v_o}{d} = \left[1 - s \frac{DL}{(1-D)^2 n^2 R} \right] \frac{nV_{in} R}{s^2 \frac{LC}{(1-D)^2 n^2} + s \frac{L}{R(1-D)^2 n^2} + 1}$$

לקבלת משפחת תמסורות בעבור מתחי כניסה שונים יש לבצע אנליזה פרמטרית כאשר פרמטר הסחיפה הוא מתח הכניסה.

שאלה מס' 4

	
<p>נתון ממיר Buck סינכרוני (Q2 הוא במקום הדיודה כדי להקטין הפסדי הולכה) $f_s=200\text{KHz}$</p>	
4.1 (25%)	חשב L לקבלת אדווה של 10% מזרם ה DC
4.2 (40%)	חשב את הפסדי ההולכה של הטרנזיסטורים כפונקציה של $R_{ds(on)}$ וקבע $R_{ds(on)}$ כך שהפסדים יהיו 5% מהספק המוצא
4.3 (35%)	שרטט את צורת הזרם בסליל אם $R_L=30\Omega$.

פתרון שאלה מס' 4

4.1

השראות הסליל

$$L = \frac{V\Delta T}{\Delta I} = 29.17 \mu H$$

4.2

בהזנחת אדוות הזרם.

יש לשים לב כי כל אחד מהמתגים מוליך חלק מהזמן בצורה משלימה.

$$P_{sw} = I_{rms}^2 R_{dson} = I_{av}^2 R_{dson} = 100 R_{dson}$$

$$100 R_{dson} < 0.05 \frac{10^2}{1}$$

$$R_{dson} < 50 m\Omega$$

4.3

בהגדלת נגד העומס (הקטנת הספק היציאה), זרם המוצא קטן.

$$I_o = \frac{10}{30} = 0.333 A$$

הממיר הנו סינכרוני ולכן המתגים מוליכים באופן כפוי כל המחזור, ולכן מצב DCM לא אפשרי. צורת הזרם תהיה

