



אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

תאריך הבחינה: 6.04.2009

שם המורה: פרופ' שמואל בן-יעקב

מבחן ב: ממירי DC-DC ממותגים

מס' קורס: 361.1.4561

מיועד לתלמידי: הנדסת חשמל ומחשבים

שנה: תשס"ט סמ': א מועד: ב.

משך הבחינה: 3 שעות

חומר עזר: כל חומר עזר מותר.

מדור בחינות

הרצאה

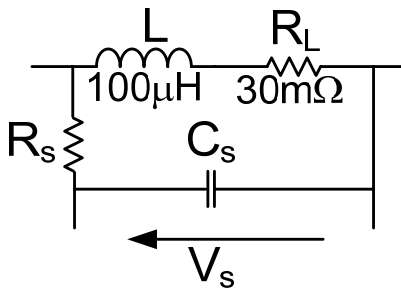
מותר שימוש במחשבוניו בלבד

אין להעביר חומר ו/או מחשבים בין הנבחנים

הערות:

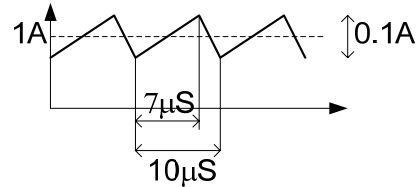
1. יש לענות על 3 מתוך 4 שאלות.
2. מותר לבצע חישובים מקורבים (תוך מתן הסבר להצדקת ההזנחה) אלא אם נדרש חישוב מדויק.

שאלה מס' 1



ניתן למדוד זרם דרך הסליל של ממיר בעזרת רשת C | R כמשורטט.

מניחים שהזרם בסליל הוא כמשורטט.



1.1 (25%)
חשב V_s ממוצע

1.2 (30%)

שרטט את V_s בתלות בזמן אם $\frac{1}{1\pi R_s C} \ll 100\text{KHz}$

1.3 (45%)

שרטט את V_s בתלות בזמן אם $\frac{L}{R_L} = R_s C$

פתרון שאלה מס' 1

את המתח V_s ניתן לבטא באופן הבא:

$$V_s = \frac{V \frac{1}{sC_s}}{sC_s + R_s} = \frac{V}{sC_s R_s + 1} = \frac{I_L(R_L + sL)}{sC_s R_s + 1} = \frac{I_L R_L \left(s \frac{L}{R_L} + 1 \right)}{sC_s R_s + 1}$$

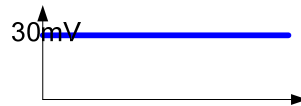
מכאן ניתן לענות על שלוש השאלות
1.1

מתח ממוצע משמעו DC כלומר $s=0$ ולכן המתח הממוצע הנמדד יהיה שווה לזרם הממוצע כפול התנגדות הסליל

$$\overline{V_s} = \frac{I_L R_L \left(s \frac{L}{R_L} + 1 \right)}{sC_s R_s + 1} \Big|_{s=0} = \overline{I_L} R_L = 30\text{mV}$$

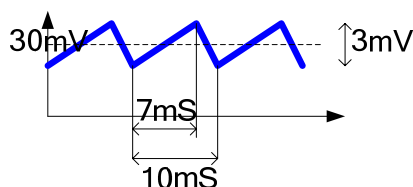
1.2

בסעיף זה משמעות הדבר שיש מיצוע, הנחתת אדוות המתח



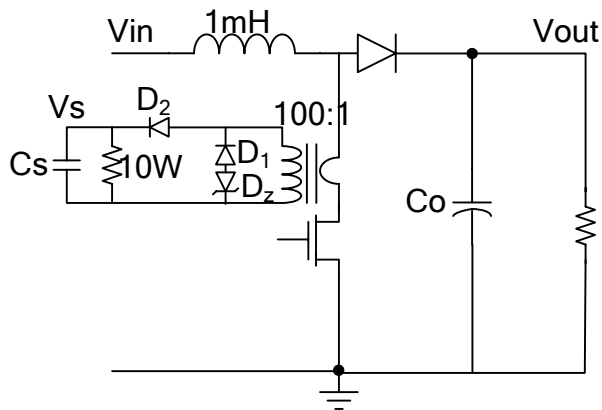
1.3

כאשר קבועי הזמן שווים המתח הנראה על גבי הקבל יהיה זהה בצורתו לזרם הסליל וערכו יהיה כפול התנגדות הסליל



שאלה מס' 2

נתון ממיר Boost הכולל שנאי זרם במסלול המתג

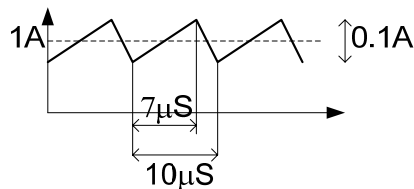


2.1 (25%)

הסבר את יתרונות השימוש בשנאי הזרם לעומת נגד הנמצא ב source.

2.2 (25%)

בהנחה שזרם הסליל הוא כמשורטט, שרטט את מתח Vs עבור $C_s=0$.



2.3 (50%)

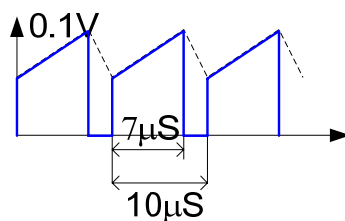
חשב את מתח Vs אם $C_s \rightarrow \infty$ וחשב את Ae הדרוש לשנאי בזרם בהנחה שהזרם הוא כמו ב 2.2. $B_{max}=0.2$ Tesla

פתרון שאלה מס' 2

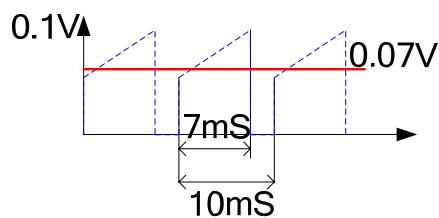
2.1

מדידה מבודדת אין בזבוז הספק על נגד החישה

2.2

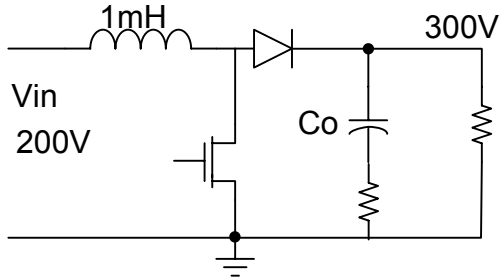


2.3



$$A_e = \frac{VT}{nB} = \frac{0.07 \cdot 7 \cdot 10^{-6}}{100 \cdot 0.2} = 24.5 \cdot 10^{-9} m^2 = 24.5 \cdot 10^{-3} mm^2$$

שאלה מס' 3



נתון ממיר Boost, תדר המיתוג הוא
100KHz
Rds_on=0.1Ω
V_D=1V

3.1 (25%)

חשב את הפסדי ההולכה של המתג ושל הדיודה.

3.2 (25%)

חשב את הסליל הדרוש להפעלת המערכת בגבול בין DCM-CCM.

3.3 (50%)

חשב את הפסדי ההולכה של המתג ושל הדיודה אם המערכת עובדת בגבול DCM-CCM.

פתרון שאלה מס' 3

3.1

$$I_o = I_{Dav} = \frac{V_o}{R} = 3.33A$$

$$I_{in} = \frac{I_o}{1-D} = I_o \frac{V_o}{V_{in}} = 5A$$

$$\Delta I = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{L} = 0.67A$$

$$I_{rms} = \sqrt{I_{av}^2 + \frac{\Delta I^2}{12}} \approx 5A$$

$$P_{sw} = I_{rms}^2 D R_{dson} = 25 \cdot 0.333 \cdot 0.1 = 0.833W$$

$$P_{sw} = V_{Don} \cdot I_{Dav} = 3.33W$$

3.2

עבור מצב גבול DCM-CCM ערך אדוות הזרם הוא כפול מערך הזרם הממוצע לפיכך ערך הסליל הדרוש יהיה

$$L = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{\Delta I} = \frac{200 \cdot 3.33 \mu}{10} = 66.7 \mu H$$

3.3

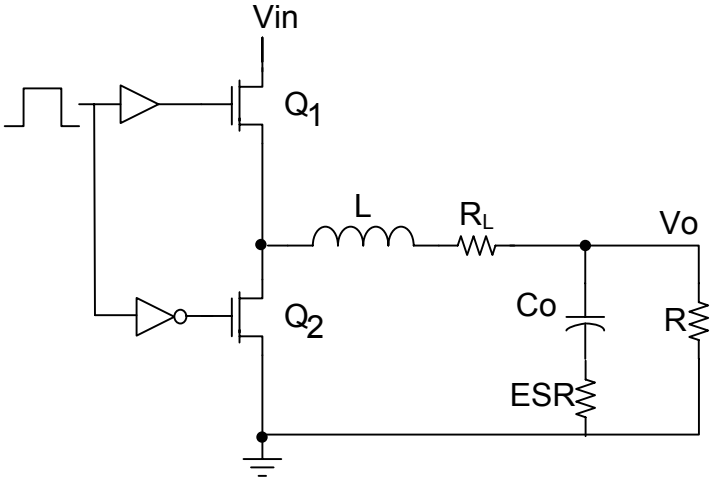
ההפסדים בדיודה הם לפי ערכים ממוצעים ולכן נשארים בהינם, אולם ההפסדים במתג הם לפי ערכי rms, בעבודה בגבול ערכים אלה גבוהים ממצב CCM מכיוון שאדוות הזרם גבוהה יותר.

$$I_{rms} = \frac{\Delta I}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5.773A$$

הפסדי הולכת המתג יהיו

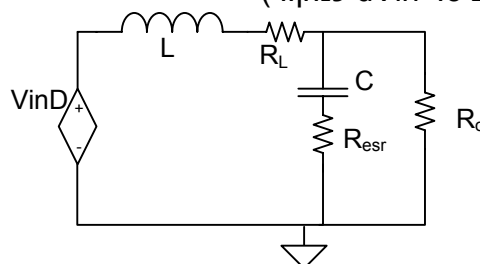
$$P_{sw} = I_{rms}^2 D R_{dson} = 5.76 \cdot 0.333 \cdot 0.1 = 1.11W$$

שאלה מס' 4


<p>4.1 (60%) שרטט מעגל התנהגותי לאות קטן של הממיר המשורטט וחלץ ממנה את $V_o/d(f)$ כולל השפעת ה ESR ו R_L עבור פעולה ב CCM ו DCM.</p>
<p>4.2 (40%) בהנחה שפונקציית התמסורת כוללת אפס וקוטב קומפלקסי (האפס בתדר גבוה מהקוטב הכפול), תן הצעה למבנה של מעגל משוב לייצוב המערכת והסבר מהן האלטרנטיבות ויתרונות והחסרונות של כל אחת מהן. אין צורך לחשב ערכים.</p>

פתרון שאלה מס' 4

זהו ממיר סינכרוני ואינו נכנס למצב עבודה DCM משום שהמתגים מוליכים בצורה משלימה לאורך כל המחזור המודל הממוצע יהיה לפי המודל ל CCM (לאחר לינאריזציה ישאר הביטוי dV_{in} כמקור)



נגדיר אימפדנס מוצא Z_o

$$Z_o = \frac{R_o(sC R_{esr} + 1)}{sC(R_{esr} + R_o) + 1}$$

מתח המוצא יהיה

$$V_o = \frac{V_{in} \cdot d \cdot Z_o}{sL + R_L + Z_o}$$

$$\frac{V_o}{d} = \frac{VinRo(sC Re sr + 1)}{s^2 LC(Re sr + Ro) + s[L + R_L + C(Re sr + Ro)] + R_L + Ro(sC Re sr + 1)}$$

$$\frac{V_o}{d} = \frac{VinRo(sC Re sr + 1)}{s^2 LC\left(\frac{Re sr}{Ro} + 1\right) + s\left[\frac{L}{Ro} + CR_L\left(\frac{Re sr}{Ro} + 1\right) + C Re sr\right] + R_L + 1}$$

