



אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

מדור בחינות

מס' נבחן: _____

ממירי DC-DC בחינה מועד א' - תשנ"ט
פרופ' שמואל בן-יעקב

כל חומר עזר ואו מחשבי כיס - מותרים
משך הבחינה 3 שעות
אין להרשות העברת חומר בין הנבחנים

יש לענות על 3 שאלות (במקרה של פתרון לכל השאלות יבדקו 3 הראשונות במחברת).

הבחינה מתייחסת למעגל ממיר שחולק ודפי מפרט 3824
לכל השאלות: מתח הכניסה 48V אלא אם מצוין אחרת.
בהצלחה!

שאלה 1.

- 1.1 (20%) חשבי את המתח ההפוך על דיודות D2 (הדקים 1-2, 3-2) בהנחת תופעות פרזיטיות.
- 1.2 (50%) בהנחה שזרם ההפוך של דיודה D2 הוא 2Amp והשראות הזליגה במעגל היישור 100 nH חשבי את המתח המכסימלי על D2 (1-2) בהנחה שכל אנרגיית השראות הזליגה עוברת לקבל C16.
- 1.3 (30%) בהנחות של 1.2 חשב/יאת הספק הפיזור של R18.

שאלה 2.

- 2.1 (20%) חשבי באיזה זרם יכנס הממיר למצב Discontinuous Mode (DCM)
- 2.2 (40%) חשבי בקרוב את האדוה (Ripple) על קבל המוצא C4 (כאילו הוא לבד) בהנחה Continuous Mode (CCM) ובהנחה שלקבל המוצא נגד שקול ESR של 14 mΩ.
- 2.3 (40%) תנאי הערכה להפסדי הדיודה ($V_D = 0.5 V$) והסליל ($R_{dc} = 0.1\Omega; R_{ac} = 0.5\Omega$) בזרם מוצא של 1Amp.

שאלה 3.

- 3.1 (25%) מהו זרם מוצא מכסימלי של הממיר?
- 3.2 (45%) מה יהיה המתח ברגל 1 של הבקר 3842 (ערך ממוצע) כאשר זרם המוצא 1Amp?
- 3.3 (30%) אילו ה-RESET של השנאי T1 היה מתבצע ע"י סליל עזר, מה היה צריך להיות יחס הליפופים שלו לעומת הראשוני של T1?

שאלה 4.

- 4.1 (30%) שרטט מעגל תמורה ממוצע לדרגת ההספק של הממיר המתארת את הקשר בין ה-DUTY CYCLE לסליל המתמנה, לכניסה ולמוצא.
- 4.2 (30%) בהנחה שזרם המוצא מכיל רכיב משתנה שעוצמתו 0.3 Amp (rms) הרוכב על זרם (dc) 1.5 Amp, חשבי בעזרת המודל של 4.1 מה יהיה זרם הספק (48 V) וזאת כאשר ה-DUTY CYCLE קבוע (נומינלי).
- 4.3 (40%) בעזרת המודל הממוצע חשב תמסורת (f) $[v(out)/v(in)]$ כאשר העומס 10 W. ניתן להניח שערך הסליל L3 הוא אפס. החישוב הוא עבור ה-DUTY CYCLE הנומינלי.

3069

תאריך הבחינה: 4/3/99
 שם המורה: פרופ' שמואל בן-יעקב
 מבחן ב: DC-DC
 מס' הקורס: 0361.1.4561
 מיועד לתלמידי: תלמידי תואר
 שנה: ג' סמ' א מועד: א
 משך הבחינה: 3 שעות
 חומר עזר: כל חומר עזר מותר

מחלקת DC/DC
 ג'ר, ח' סורו



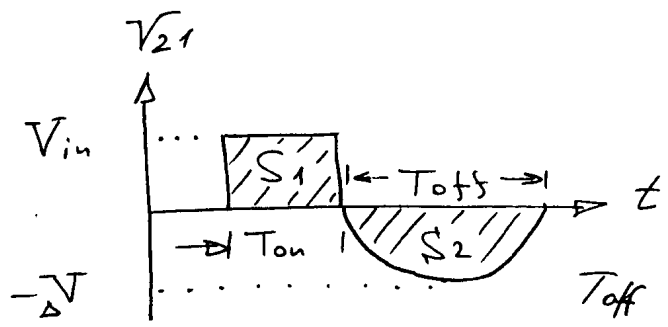
מחלקת DC/DC
 ג'ר, ח' סורו

סימולין V_{in} ח' (ג'ר)

עלון ס'ה

1.1

$$D = \frac{-V_{out} + V_D}{V_{45}} = \frac{V_{out} + V_D}{V_{in}} = \frac{5V + 0.5V}{\frac{48}{30/10}} = 0.34$$



ח' ס'ה

$S_1 = S_2$: ח' ס'ה
 ח' ס'ה ח' ס'ה ח' ס'ה
 ח' ס'ה ח' ס'ה ח' ס'ה

$$\frac{D_{off}}{D_{on}} \approx 2 \rightarrow \Delta V \approx V_{in} = 50V$$

$$V_{D23_{max}} = V_{45} - V_D = 16 - 0.5 = 15.5V$$

$$V_{D21_{max}} = \frac{V_{in} + \Delta V}{3} + V_{out} + V_D \approx \frac{48 + 50}{3} + 5.5 \approx 38V$$

1.2

$$\frac{I^2}{2} \cdot L = \frac{(V_{D21_{max}} + \Delta V)^2}{2} \cdot L - \frac{V_{D21_{max}}^2}{2} \cdot L \Rightarrow$$

$$V_{D21_{max}}' = (V_{D21_{max}} + \Delta V) = \sqrt{\frac{I^2 \cdot L + V_{D21_{max}}^2}{L}}$$

$$= \left(\frac{2A^2 \cdot 100n + 38V^2 \cdot 1nF}{1nF} \right)^{1/2} = 43V$$

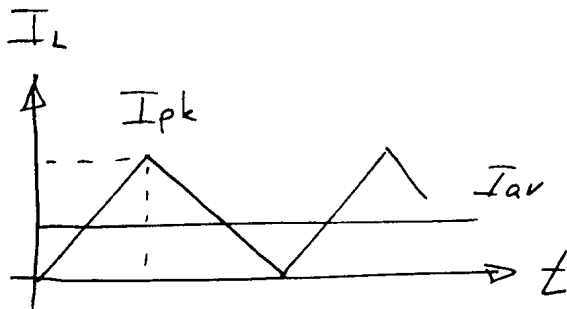
1.3

$$\frac{V_{D2, \max}^2 \cdot C}{2} \cdot f = P_{RIF}$$

$$P_{RIF} = \frac{(43V)^2 \cdot 1nF}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 Hz \approx \underline{\underline{0.15 \text{ Watt}}}$$

2 I_{av} = ΔI_L

2.1



: DCM $\delta = 0 \Rightarrow \delta \approx 1/2$
 $I_{pk} = 2 I_{av}$

$$\frac{V_o + V_D}{L} \cdot T_{off} = I_{pk} = 2 I_{av, DCM} \Rightarrow$$

$$I_{av, DCM} = \frac{(-V_o + V_D) \cdot T_{off}}{L \cdot 2} = \frac{5.5V \cdot 4.125\mu s}{25\mu Hn \cdot 2}$$

$$I_{av, DCM} \approx \underline{\underline{0.454 A}} \quad \Delta I \approx 1 A$$

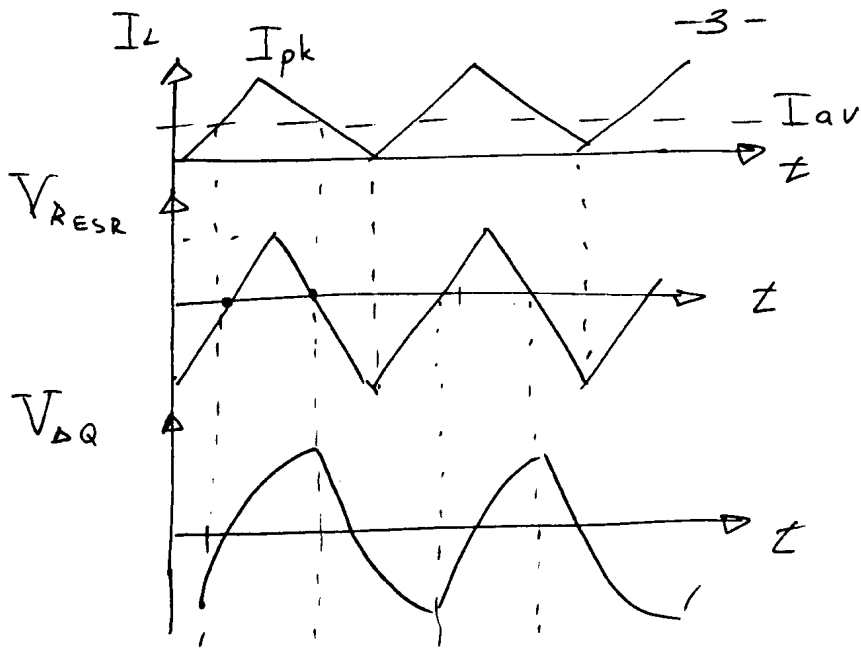
$$I_{av, DCM, load} = 0.454 A - \frac{V_o}{R_{26} \parallel R_{27}} = \underline{\underline{0.387 A}}$$

2.2

$$V_{RESR, pk} = R_{ESR} \cdot \Delta I = 14 mV$$

$$V_{\Delta Q} = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{1}{\delta} \cdot \frac{I_{pk} \cdot T_{off}}{C} = \frac{1A \cdot 4.125\mu s}{\delta \cdot 330\mu}$$

$$V_{\Delta Q} = 1.5 mV$$



9.25.8 102/c
: 213,728

$$V_{\text{ripple max}} = V_{\text{RESR pk}} + V_{\Delta Q}$$

$$\Delta V = 14m + 1.5m = \underline{\underline{15.5m}}$$

2.3

$$P_{D1,2} = I_{av} \cdot V_D = 1A \cdot 0.5V = \underline{\underline{0.5 \text{ Watt}}}$$

$$P_L = I_{av}^2 \cdot R_{DC} + \left(\frac{I_{pk}}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot R_{AC} \quad I_{pk} = \frac{\Delta I}{2}$$

ac part of output current

RMS of

$$P_L = 1 \cdot 0.1 +$$

$$\Delta I = \frac{V_o + V_D}{L} \cdot T_{off} = \frac{5.5V}{25\mu} \cdot 4.125\mu = 0.91A$$

$$P_L = 1A^2 \cdot 0.1\Omega + \left(\frac{0.91A}{2 \cdot \sqrt{3}} \right)^2 \cdot 0.5\Omega =$$

$$= 0.1 + 0.035 = \underline{\underline{0.135 \text{ Watt}}}$$

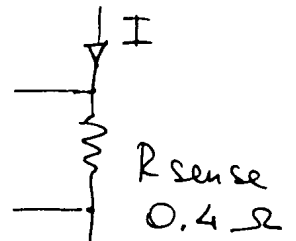
3.1

$$V_{\text{clamp}} (\text{comparator}) = 1V$$

$$R_{\text{sense}} = 0.4 \Omega = R_{24} \parallel R_{21} \parallel R_{23}$$

$$3 I_{pk_1} = I_{pk_2}$$

(prime) (second)



$$\frac{R_{19}}{R_{19} + R_{18}} \cdot V_{\text{REF}} + I_{pk_1} \cdot R_{\text{sense}} = 1V = V_{\text{clamp}}$$

$$1V = \frac{1k\Omega}{11k\Omega} \cdot 5V + I_{pk_1} \cdot 0.4\Omega \rightarrow$$

$$I_{pk_1} = \left(1V - \frac{5V}{11}\right) \cdot \frac{1}{0.4} = 1.364 A$$

$$I_{pk_2} = 3 I_{pk_1} = 4 A$$

(second)

$$I_{av} = I_{pk_2} - \Delta I / 2$$

$$\Delta I = \frac{V_0 + V_p}{L} \cdot T_{off} = \frac{5.5V}{25\mu H} \cdot 4.125\mu s = 0.91 A$$

$$I_{av} = 4 - \frac{0.91}{2} = \underline{\underline{3.545 A}}$$

3.2

$$I_{av}^{\text{second}} = 1 A$$

$$I_{pk_2} = I_{av} + \frac{\Delta I}{2} = 1A + \frac{0.91A}{2} = 1.45 A$$

$$I_{pk_1} = \frac{I_{pk_2}}{3} = \frac{1.45 A}{3} = 0.483 A$$

$$(V_{\text{ERROR}} - 2V_{\Delta}) \cdot \frac{R}{R+2R} = I_{pk1} \cdot R_{\text{sense}} + V_{\text{ref}} \cdot \frac{R_{19}}{R_{19}+R_{18}}$$

$$V_{\text{ERROR}} = V_{111} = 2V_{\Delta} + \frac{3R}{R} \left(I_{pk1} \cdot R_{\text{sense}} + V_{\text{ref}} \frac{R_{19}}{R_{19}+R_{18}} \right)$$

$$= 0.5V \cdot 2 + 3 \left(0.483A \cdot 0.4 + 5V \cdot \frac{1k}{11k} \right) =$$

$$= 1 + 3 \left(0.483 \cdot 0.4 + \frac{5}{11} \right) =$$

$$= 1 + 1.91 \approx \underline{\underline{3.0V}}$$

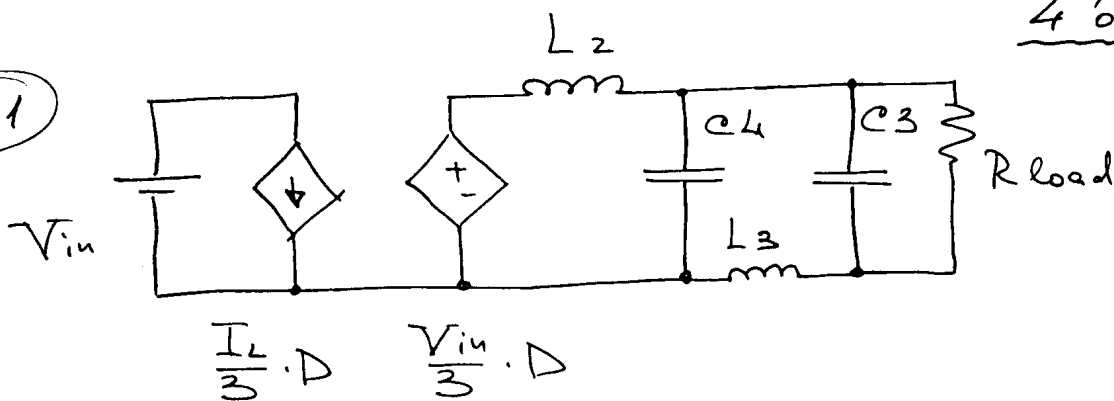
3.3

$$D_{on} \cdot V_{in} = V_{in} \cdot D_{off} \cdot n$$

$$n = \frac{D_{on}}{D_{off}} = 0.43$$

4' or 56e

4.1



4.2

$$I_{in} = \frac{I_L}{3} \cdot D = \left(\frac{1A + 0.3A}{3} \right) \cdot 0.34 = 0.147A$$

4.3

$$P_{out} = \frac{V_{out}^2}{R_L} \rightarrow R_L = \frac{V_{out}^2}{P_{out}} = \frac{5V^2}{10W} = 2.5\Omega$$

$$V_{in} = \frac{I_L}{3} \cdot D$$

$$V_o = \frac{V_{in}}{3} \cdot D \cdot \frac{\frac{1}{s(C_1+C_2)} \parallel R_L}{sL + \frac{1}{s(C_1+C_2)} \parallel R_L} \Rightarrow$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{D}{3} \cdot \frac{\frac{1}{sC_x} \parallel R_L}{sL + \frac{1}{sC_x} \parallel R_L} \quad \leftarrow C_1 + C_2 = C_x$$

$$= \frac{D}{3} \cdot \frac{R_L / (1 + sC_x R_L)}{sL + R_L / (1 + sC_x R_L)} =$$

$$= \frac{D}{3} \cdot \frac{1}{1 + s \frac{L}{R_L} + s^2 L \cdot C_x}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{D}{3} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \frac{L}{R_L} - \omega^2 L \cdot C_x} = \dots$$

$$D = 0.34$$

$$C_x = 660\mu F$$

$$R_L = 2.5\Omega$$

$$L = 25\mu H$$