10/2/98 תאריך הבחינה:

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

שם המורה: פרופ' שמואל בן-יעקב

מדור בחינות

מבחן ב: ממירי DC-DC

מסי הקורס: 361.1.4561

מיועד לתלמידי: הנדסת חשמל

שנה: תשנ"ח סמ': א מועד: א

מסי נבחן: ______

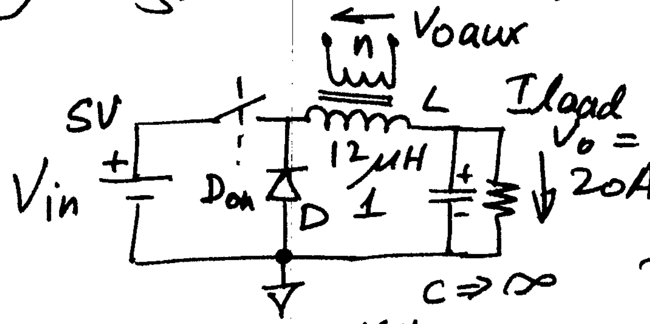
משך הבחינה: 3 שעות

חומר עזר: כל חומר עזר מותר

בהצלחה!

יש לענות על 3 שאלות

שאלה מס 1



$f_s = 100KH_z$

נתון ממיר 5V ל- $V_o = 3.3V$

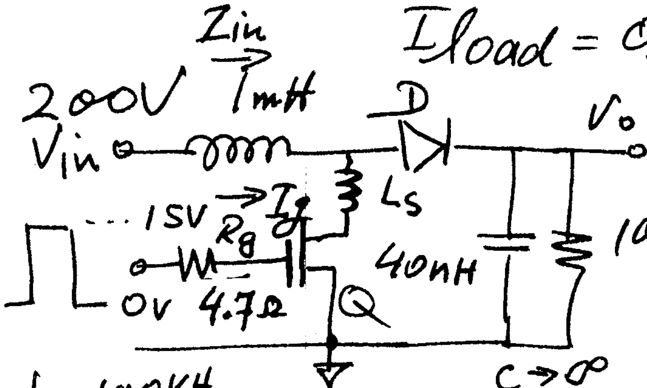
מתח דיודה $V_D = 0.4V$

1.1 חשב Don וחשב הגבול בין רציפות (הרעדות המתג והשלם מוצגים) (30%)

1.2 על הסליל מלופף סליל נוסף ביחס $n(100):1$ שרטט צורת המתח V_{oaux} (20%)

1.3 תכנן את 1.2 אם $I_{load} = 0.1A$ (50%)

שאלה מס 2



$f_s = 100KH_z$

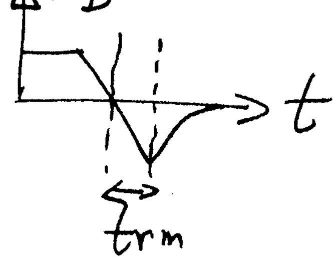
נתון ממיר Boost.

2.1 חשב זרם כניסה שיאי $I_{in\,pk}$ (30%)

2.2 חשב ושרטט בגבול $I_g(t)$ $V_{gs}(t)$ אם: $C_{gs} = 1nF$; $C_{gd} = 300pF$ (40%)

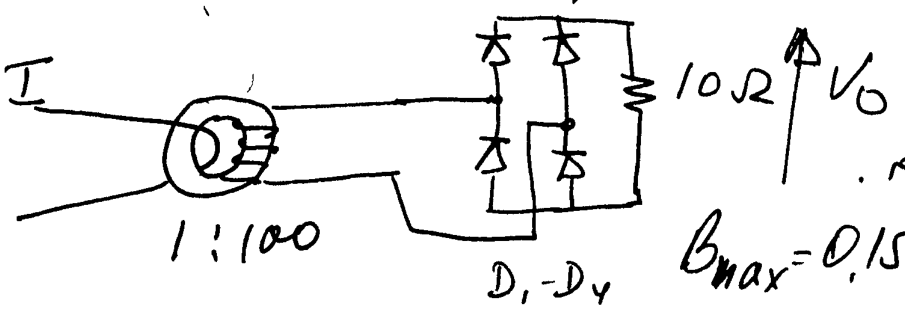
2.3 חשב זרם שיאי דרך Q אם $50ns = t_{rm}$ (30%)

כאשר:



ממירי DC-DC - מועד א' - תשנ"ה - 2 -

שאלה מס 3

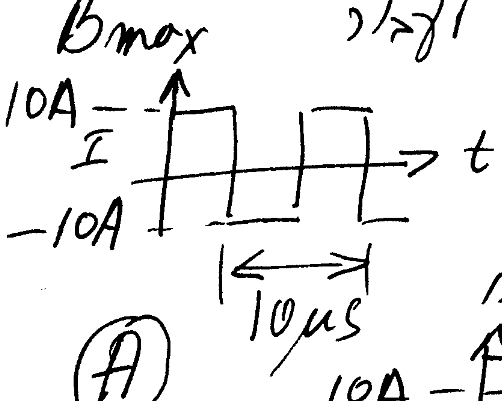


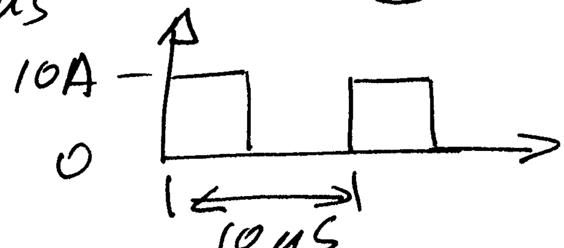
זמן שנאי זרם.

$B_{max}=0.15T$; $V_D=0.5V$

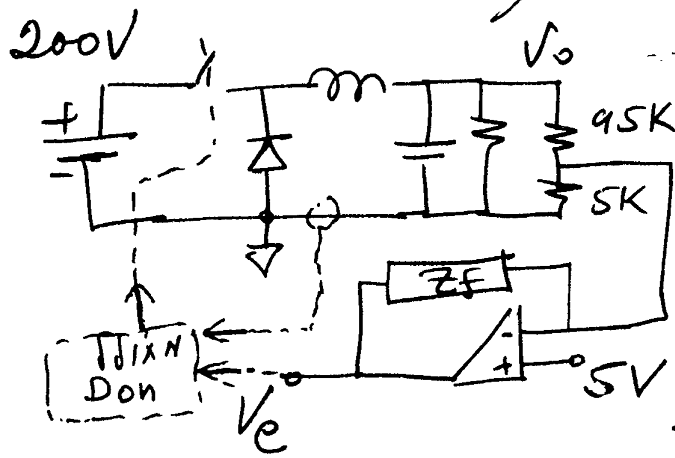
3.1 חשב חתך הגרעין כדי לא לעבור B_{max} את צורת הזרם כמו (A) (50%)

3.2 הסבר מה יהיה מתח המוצא אם צורת הזרם כמו ב (B) (50%)



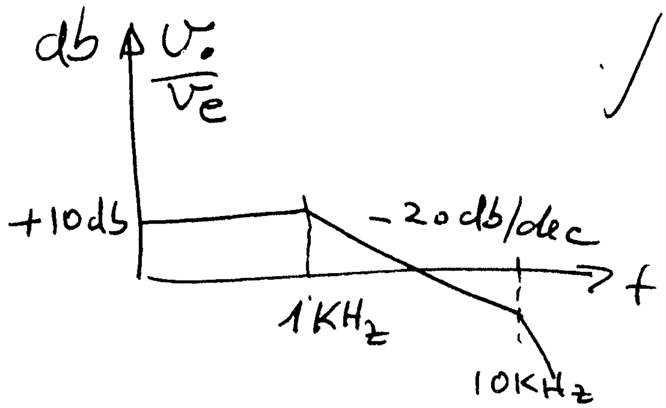


שאלה מס 4



4.1 חשב Don במצב היציב (20%)

4.2 יש לסגור החוג ב-3KHz (80%) כאשר תמסורת פעולת ההספק הינה נתונה. תן הצעה למימוש Z_f



סמסטר א'
תשנ"ח (1998)

המחלקה להנדסת חשמל
אונ' בן-גוריון
ממירי DC/DC

פתרון מבחן מועד א'

שאלה מס' 1

(1.1) *

$$\frac{V_{in} - V_o}{L} \cdot D_{on} = \frac{V_o + V_D}{L} \cdot D_{off} \Rightarrow$$

$$D_{on} = \frac{V_o + V_D}{V_{in} + V_D} = \frac{3.3V + 0.4V}{5V + 0.4V} = \underline{\underline{0.685}}$$

$$I_{av_D} = I_{load} \cdot D_{off} = 20A \cdot 0.315 = 6.3A$$

$$P_{loss} = I_{av_D} \cdot V_D = 6.3A \cdot 0.4V = 2.52\ Watt$$

$$P_{out} = I_{load} \cdot V_o = 20A \cdot 3.3V = 66\ Watt$$

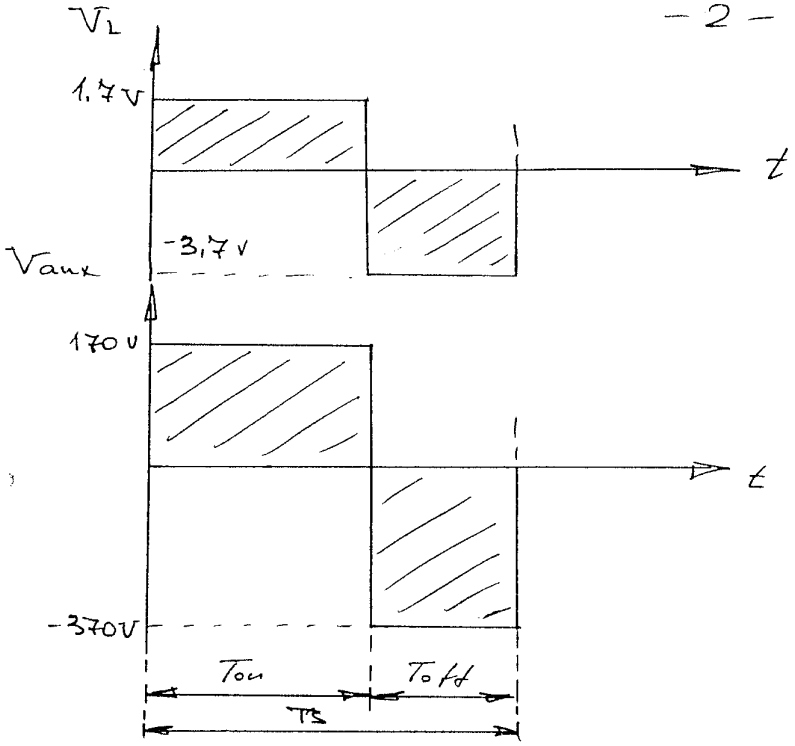
$$\eta = \frac{P_o}{P_o + P_{loss}} \cdot 100\% = \frac{66W}{66W + 2.52W} = 96.3\%$$

* מניחים שהמעגל פועל ב-C.C.M ואין צורך לבדוק זאת.

(1.2)

$$(V_{in} - V_o) \cdot n = (5 - 3.3)V \cdot 100 = 170V$$

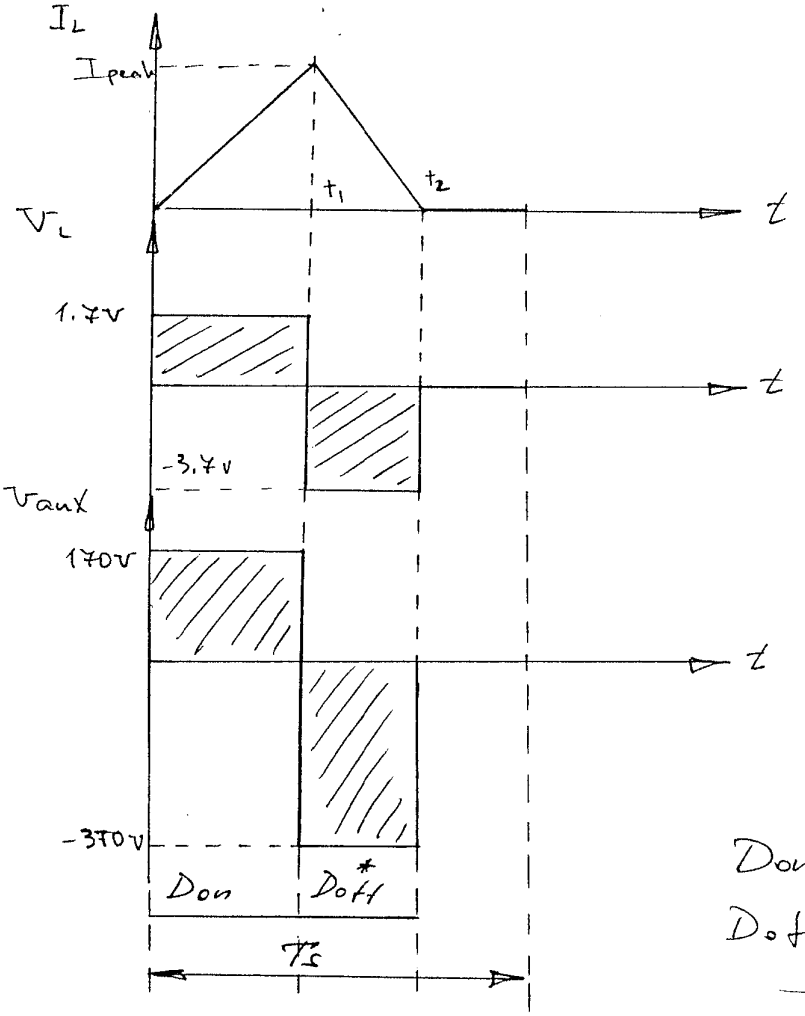
$$(V_o + V_D) \cdot n = (3.3 + 0.4)V \cdot 100 = 370V$$



$T_{on} = 6.85\,\mu s$

$T_{off} = 3.15\,\mu s$

D.C.M. → Stato Solido $I_{load} = 0.1\,A$ pk (1.3)



$$I_{load} = \frac{I_{peak}}{2}\left(D_{on} + D_{off}^*\right)$$

$$I_{peak} = \frac{V_{in} - V_o}{L} \cdot D_{on} \cdot T_S$$

$$I_{peak} = \frac{V_o + V_D}{L} \cdot D_{off}^* \cdot T_S$$

$$\Downarrow$$

$$D_{off}^* = \left(\frac{V_{in} - V_o}{V_o + V_D}\right) \cdot D_{on}$$

$$D_{on} = \sqrt{\frac{2 I_{load} \cdot L \cdot (V_o + V_D)}{T_S \cdot (V_{in} - V_o)(V_{in} + V_D)}}$$

$D_{on} = 0.311 \qquad t_1 = 3.11\,\mu s$

$D_{off}^* = 0.143 \qquad t_2 = 4.54\,\mu s$

שאלה מס' 2

המעגל פועל ב C.C.M.

(2.1.)

$$I_o = \frac{V_o}{R_{load}} = \frac{400V}{100\Omega} = 4A$$

$$P_o = I_o^2 \cdot R_{load} = V_o^2 / R_{load} = 1.6k\,Watt$$

$$P_o \simeq P_{in} = V_{in} \cdot I_{in} \Rightarrow I_{in_{av}} = \frac{P_o}{V_{in}} = 8A$$

$$\Delta I = \frac{V_{in}}{L} \cdot D_{on} \cdot T_s = \frac{200V}{1mH} \cdot 0.5 \cdot 10\mu = 1A$$

$$D_{on} = 1 - \frac{V_{in}}{V_o} = 1 - \frac{200V}{400V} = 0.5$$

$$I_{in_{peak}} = I_{in_{av}} + \frac{\Delta I}{2} = 8 + \frac{1}{2} = \underline{\underline{8.5A}}$$

(2.2)

נניח מתח הסף של ה- FET $V_T \simeq 5V$

$$\boxed{\Delta Q = C \cdot V}$$

$$\Delta Q_1 = (C_{gs} + C_{gd}) \cdot V_T = 6.5nQ$$

$$\Delta Q_2 = C_{gd} \cdot V_{out} = 120nQ$$

$$\Delta Q_3 = (C_{gs} + C_{gd}) \cdot (V_{drive} - V_T) = 13nQ$$

$$\Delta Q \simeq \Delta I \cdot \Delta t \quad \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{\Delta V_1}{R_g} = \frac{V_T}{R_g} = \frac{5}{4.7} \simeq 1\,A \quad \Rightarrow$$

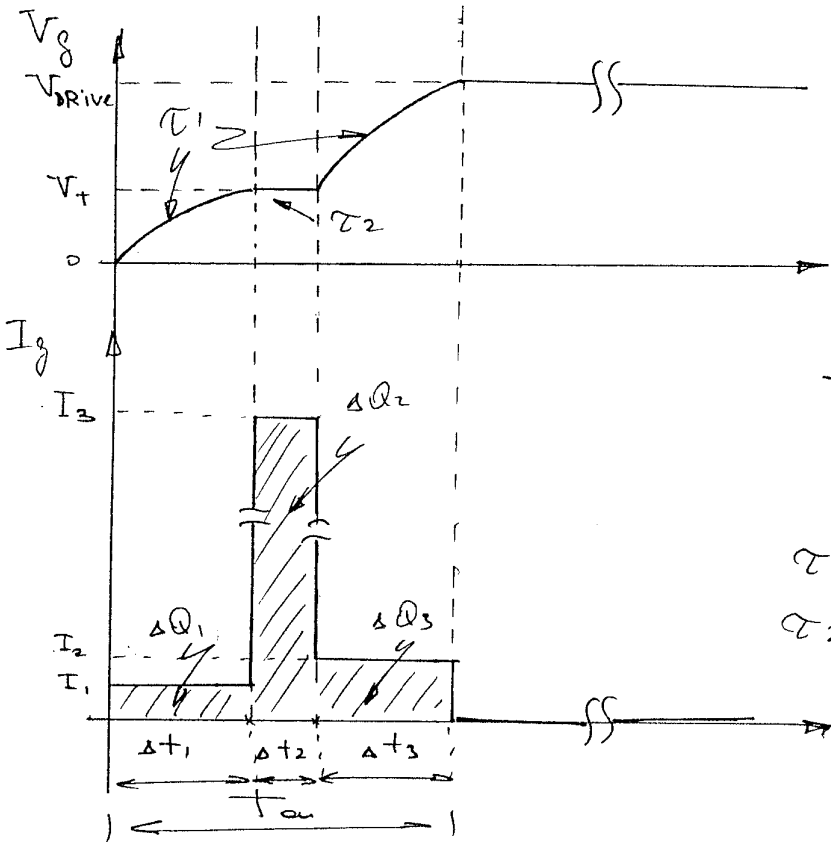
$$\Delta t_1 = \frac{\Delta Q_1}{I_1} = 6.5\,nsec.$$

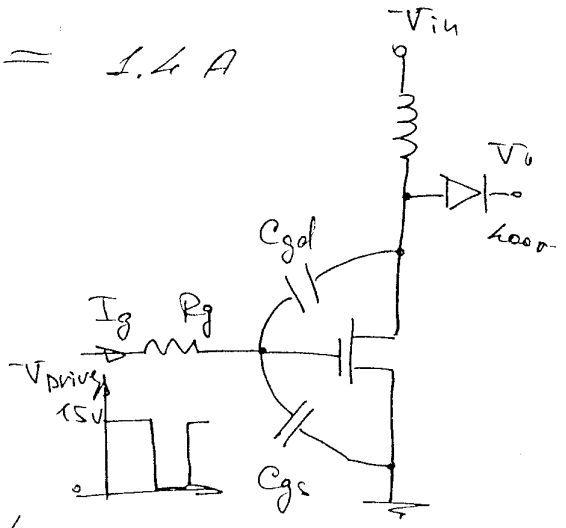
$$I_2 = \frac{(V_0 - V_T) + 2V_T}{R_g} = 8.6\,A$$

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta Q_2}{I_2} = 1.4\,nsec$$

$$I_3 = \frac{V_{drive} - V_T}{R_g} = \frac{7V}{4.7\Omega} \simeq 1.4\,A$$

$$\Delta t_3 = \frac{\Delta Q_3}{I_3} \simeq 8.7\,nsec$$



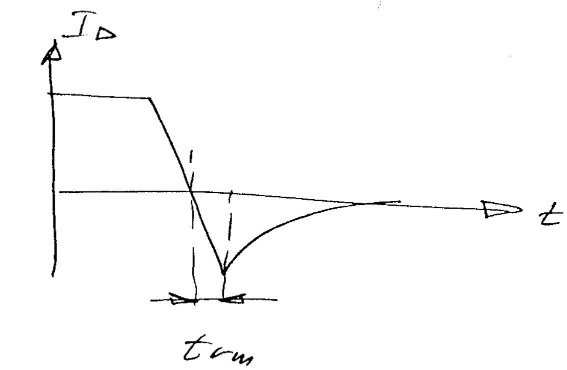


$$t_{on} = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 =$$

$$\simeq 17\,nsec$$

$$\tau_1 = R_g (C_{gs} + C_{gd})$$

$$\tau_2 =$$

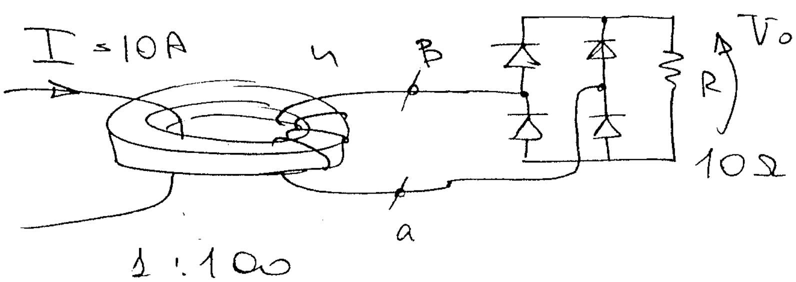


$$I_{P_Q} = \frac{V_o}{L} \cdot t_{rm} \approx \frac{400V}{40\mu H} \cdot 50\mu sec \qquad (2.3)$$

$$\underline{I_{peak_{rm}\,Q} = 500\,A\ !}$$

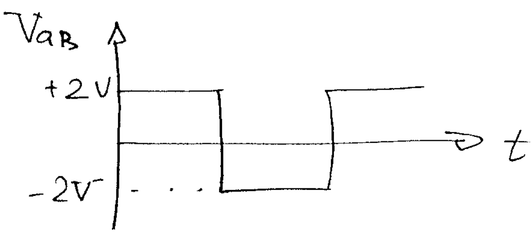
3 or Slike

(3.1)



$$V_{AB_{max}} = \frac{I}{n} \cdot R + 2V_D = \frac{10A}{100} \cdot 10\Omega + 2 \cdot 0.5V$$

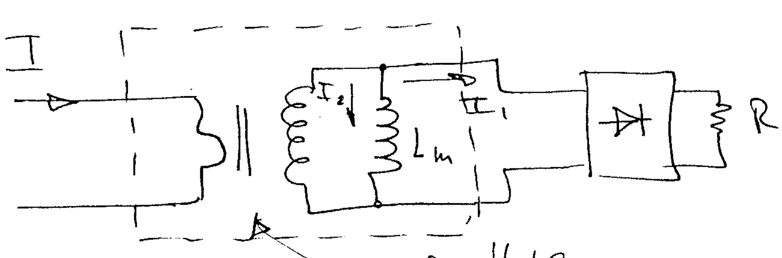
$$V_{AB\,\substack{max \\ min}} = \pm 2V$$



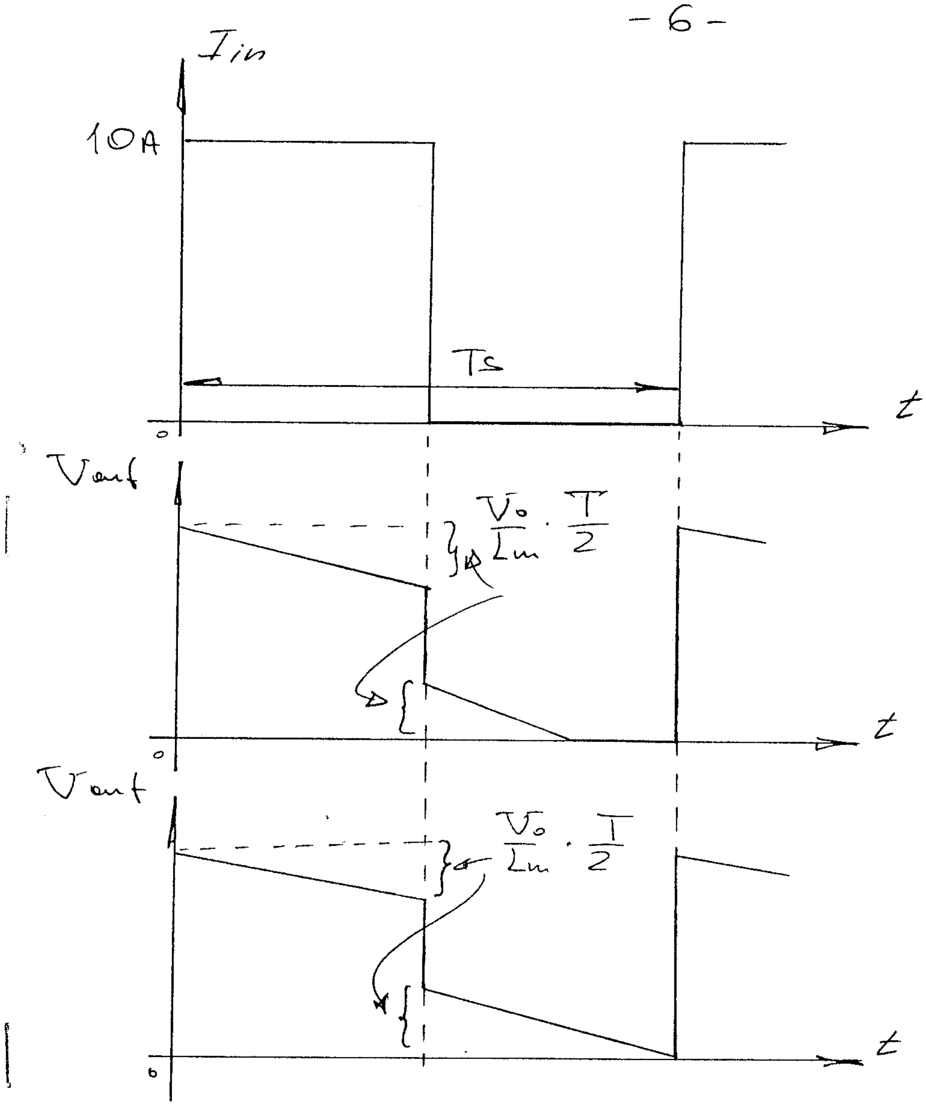
$$n \geq \frac{V_{max}}{\Delta B \cdot A_e \cdot 2f_s} \Rightarrow A_e \geq \frac{V_{max}}{2B_{max} \cdot 2f_s \cdot n}$$

$$A_e \geq \frac{2}{2 \cdot 0.15T \cdot 2 \cdot 100kHz \cdot 100} = \underline{0.33\ mm^2}$$

(3.2)



pns 'lije



השראות מיגנוט של
הממקן של השנאי
״נטענת״ בזמן T_{on}
ו״מתפרקת״ בזמן
T_{off} :

(א) כאשר:

$$\frac{L_m}{R} < \frac{T}{2}$$

(ב) כאשר:

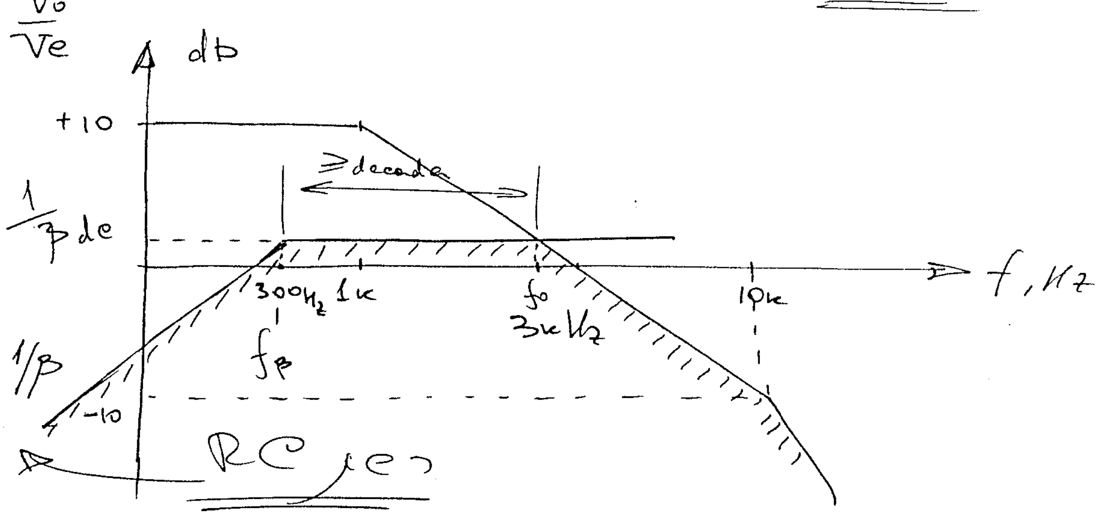
$$\frac{L_m}{R} > \frac{T}{2}$$

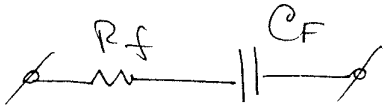
שאלה מס׳ 4

(4.1)

$$D_{on} = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{100V}{200V} = \underline{0.5}$$

(4.2)



$Z_f \equiv$ 

$$\frac{1}{\beta_{DC}} = \left(\frac{V_{ref}}{V_o} \cdot \frac{R_f}{R_1 \| R_2} \right)^{-1} \Rightarrow$$

$R_1 \| R_2 \simeq 4.75\,k\Omega$

$V_{ref} = 5\,V$

$V_o = 100\,V$

$$\frac{1}{\beta_{DC}} = 10\,dB - 20\,dB \cdot \log\left(\frac{3\,kHz}{1\,kHz}\right) = 0.457\,dB$$

$$\frac{1}{\beta_{DC}} = 1.05 \text{ (linear)} = 0.457\,dB$$

$$1.05 = \left(\frac{5\,V}{100\,V} \cdot \frac{R_f}{4.75\,k} \right)^{-1} \Rightarrow$$

$$R_f = \frac{0.949 \cdot 100 \cdot 4.75\,k}{5} \simeq \underline{\underline{90\,k\Omega}}$$

$$f_\beta = \frac{1}{2\pi R_f C_f} = 300\,Hz \Rightarrow$$

$$C_f = \frac{1}{2\pi R_f \cdot f_{3B}} = \underline{\underline{5.9\,nF}}$$