



אוניברסיטת בן גוריון בנגב

תורת בתינות

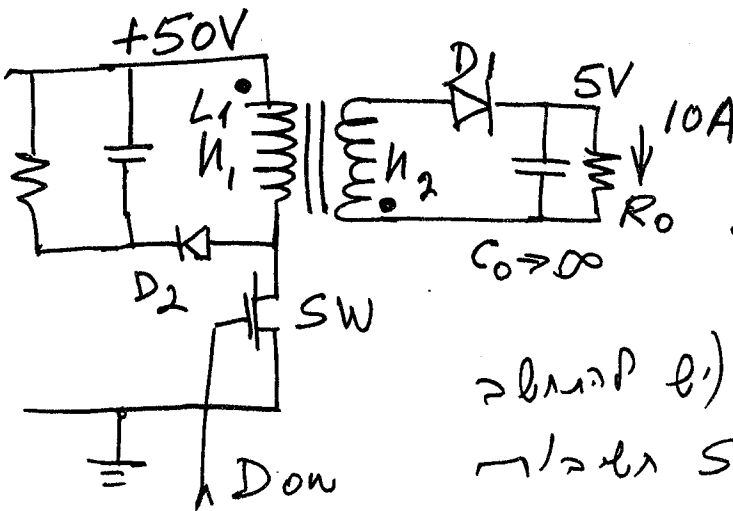
יש לענות על
3 שאלות

סמ' נבחן:

תוכנית למבחן סופי

תאריך הבחינה: 26/11/1996
שם המורה: סני'ר למואל ק/י-עקב
מבחן ב: ממ'ני DC-DC ממ'תים
מסי קורס: 0361.1.4561.1
מועד לחלומידי: ה/פסגת תלמה ומתלבדי
שנה גפ'ת: סמי' א מועד א
משך הבחינה: 3 שאלות
חומר ערך 5 מ'ת ד' מ'ת מ'ת. ס'ון
הקב'ים מ'ת ב'ן ה'ת'ים

שאלה מס' 1

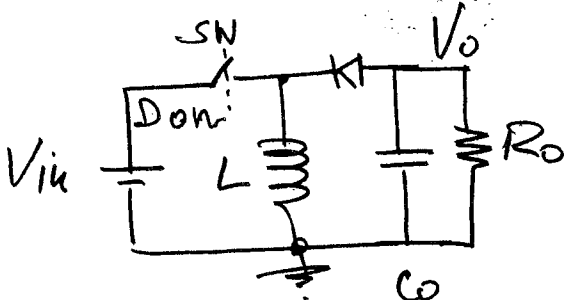


מ'ת ממ'ת Boost
ה'ת'ת ב Discontinuous
MODE. $f_s = 50 \text{ kHz}$
 $C_o \rightarrow \infty$

מ'ת $V_{D1} = 0.5 \text{ V}$; $D_{on} = 0.3$ (יש ק'ת'ת)
ב- (V_{D1}) א'ן δ - Snubber ג'ת'ת
ג'ת'ת 1.5
 L_1 1.1 (30%)

1.2 (40%) ג'ת'ת i_{L2} ג'ת'ת לה'ת'ת δ ה'ת'ת ב'ת 3
'OFF' י'ת'ת מ'ת'ת כ'ת ה'ת'ת'ת
1.3 (30%) ג'ת'ת מ'ת ה'ת'ת'ת D_1

שאלה מס' 2



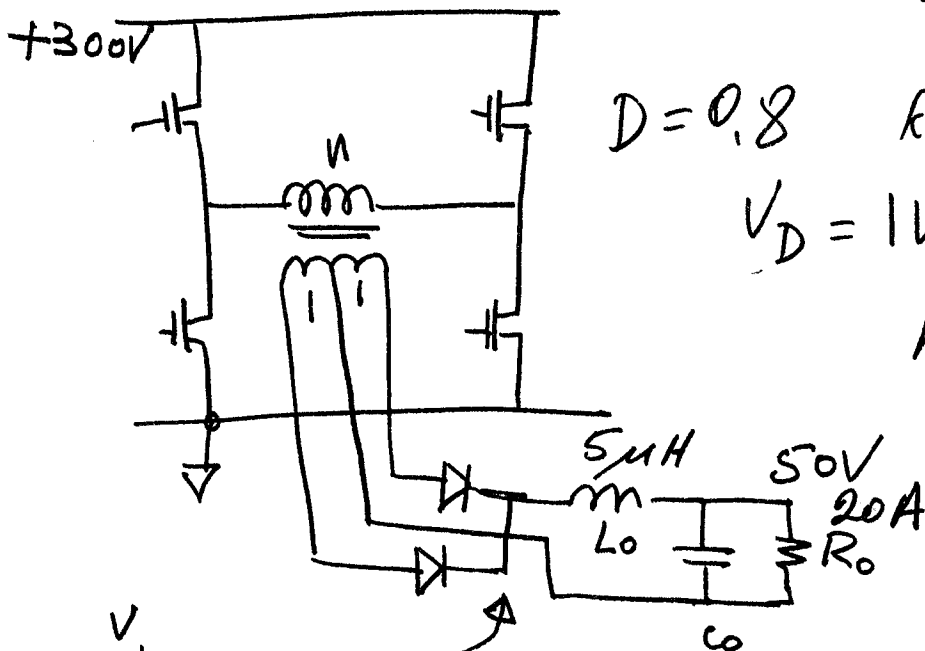
מ'ת ממ'ת Buck-Boost
ה'ת'ת ב Continuous Mode

2.1 (30%) ג'ת'ת ג'ת'ת מ'ת'ת
2.2 (30%) ג'ת'ת ג'ת'ת ה'ת'ת'ת ה'ת'ת'ת
2.3 (40%) ג'ת'ת ג'ת'ת מ'ת'ת'ת מ'ת'ת'ת
(ס'ון צ'ת'ת ג'ת'ת ה'ת'ת'ת)

$\frac{V_o}{V_{in}} = f(D_{on})$
 $\frac{d\tilde{\sigma}}{dt}(s)$; $\frac{d\tilde{\sigma}_o}{d\tilde{\sigma}_{in}}(s)$

מחירי DC-DC ממוננים, מוליך כ', גשר, הנה

3 מ"מ



$D = 0.8$ קדמ שלב/מ

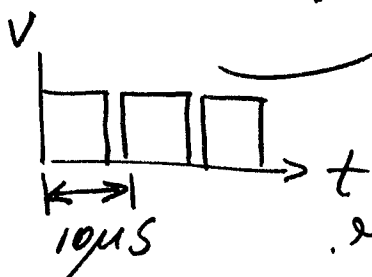
$V_D = 1V$; $R_{ds} = 0.2 \Omega$

3.1 גלגל (30%)

3.2 גלגל

הערכה (30%)

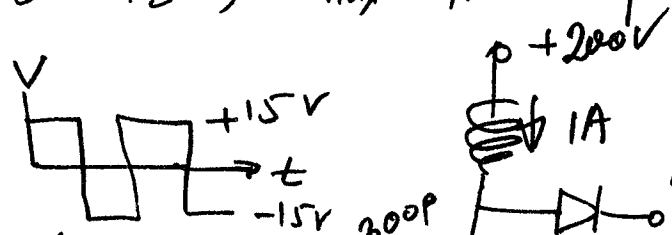
גלגל



3.3 גלגל A_p לשלבי (ל) ס

(40%) קב שהמשי הוא המגדל ה-3 שלב.

$D = 0.8$; $\rho_{max} = 0.2T$ (שלבי > גלגל)



4 מ"מ

מתן צורת של מנוח

כמהים, הקבל'2 מ'3 גים קיבול

$f_s = 100kHz$; $L_m = 200 \mu H$ סנימי

4.1 גלגל אר עממי I_G (30%)

הפולג כפי קבטי ס גלגל/מ/מ/מ ה-3 שלב

מק 100nS (30%)

4.2 גלגל 5מ אמית השלבי

4.3 גלגל 5מ אמית 2מ/מ ה-3 שלב (40%)

מחייב DC/DC, מודל 3 ארבעות
טופס כיסוי השוואה

אזכרה למלא טופס זה
מס' כתיבה: _____

למלה מס 1

$h_1/h_2 = \text{_____} 1.2 (40\%) ; h_1 = \text{_____} 1.1 (30\%)$

$\text{_____} = D_1$ מסה 1.3 (30%) מהה הסוק אל

למלה מס 2

$\frac{V_o}{V_{in}} = \text{_____} 2.1 (30\%)$ מסה 2.1 (30%) מהה מסה 1

$\frac{V_o}{V_{in}} = \text{_____} 2.2 (30\%)$ מסה 2.2 (30%) מהה מסה 1
 $\frac{V_o}{V_{in}} = \text{_____} 2.2 (40\%)$ מסה 2.2 (40%) מהה מסה 1

למלה מס 3

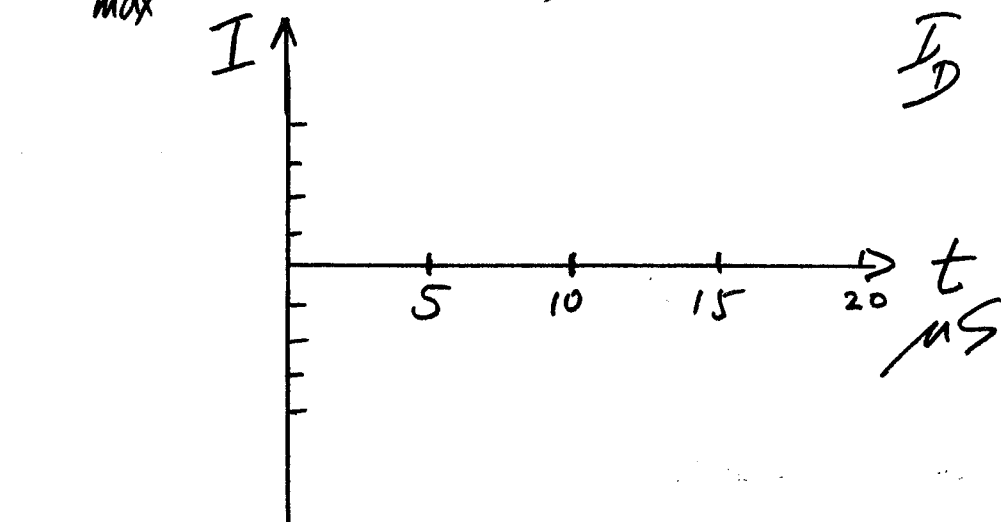
$\eta = \text{_____} 3.2 (30\%) ; \eta = \text{_____} 3.1 (30\%)$

$A_p = \text{_____} 3.3 (40\%)$

למלה מס 4

$I_{Lw_{max}} = \text{_____} 4.2 (30\%) ; I_G = \text{_____} 4.1 (30\%)$

I_D מסה (4.3) 40%



1' 0N > 8KE

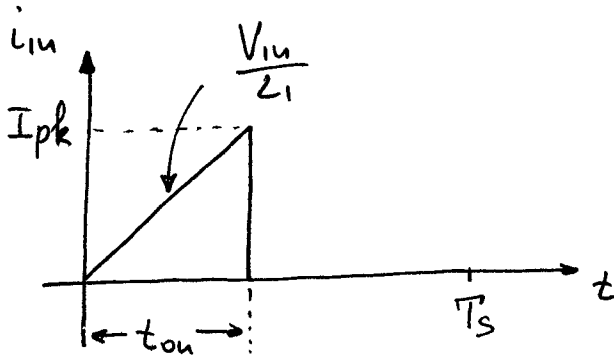
: 1.1 קצין שוה

$$P_o = I_o (V_o + V_{D1}) =$$

$$= 10A (5V + 0.5V) = 55W$$

($\eta = 100\%$) $P_o = P_{in}$: 1.1 קצין שוה

$$P_{in} = \frac{V_{in} \cdot I_{pk}}{2} \cdot D_{on} = P_o = 55W.$$



$$D_{on} = \frac{t_{on}}{T_s} = 0.3$$

$$I_{AV} = \frac{I_{pk} \cdot D_{on}}{2}$$

1.1 קצין שוה

$$I_{pk} = \frac{2P_o}{V_{in} \cdot D_{on}} = \frac{2 \cdot 55W}{50V \cdot 0.3} = 7.3A$$

$$I_{pk} = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{L_1} \Rightarrow$$

$$L_1 = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{I_{pk}} = \frac{V_{in} D_{on}}{I_{pk} \cdot f_s}$$

$$t_{on} = D_{on} \cdot T_s = \frac{D_{on}}{f_s}$$

$$L_1 = \frac{50V \cdot 0.3}{7.3A \cdot 5 \cdot 10^4 Hz} = 41 \mu H$$

$$L_1 = 41 \mu H$$

המתח על המושט שווה: $(V_0 + V_{D1}) \cdot \frac{n_1}{n_2}$, לכן כיוון
 CM-DCM יהיה קטן. כלומר, כיוון לעגוב במצב הגבוהי CM-DCM
 שבו המשוואה של CM תקיפה.
 כיוון להפסיק Reset לזמן המאטרי:

$$V_{in} \cdot t_{on} = V_0' t_{off}$$

כאשר V_0' הוא המתח המוצק המשיק לזכאשני.

$$V_0' = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{t_{off}} = \frac{V_{in} \cdot D_{on}}{1 - D_{on}} = \frac{50V \cdot 0.3}{1 - 0.3} = 21.4V.$$

$$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_0'}{V_0 + V_{D1}} = \frac{21.4V}{5V + 0.5V} = 3.89.$$

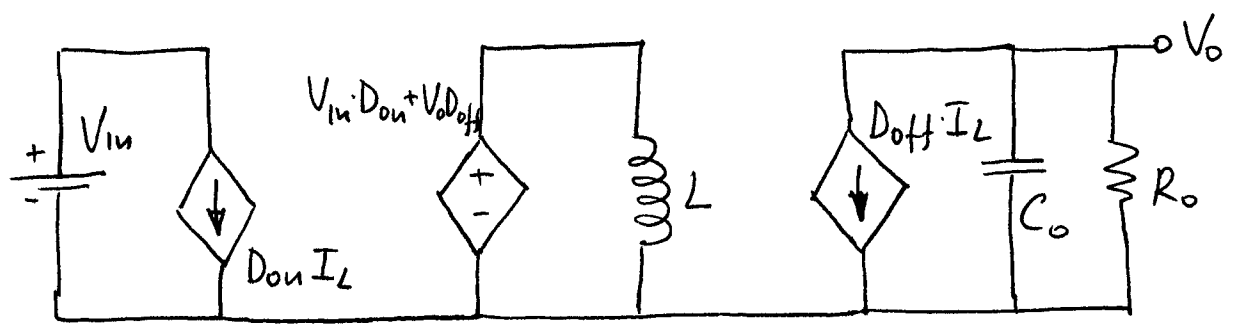
$n = 3.89$

1.3 המתח הטוק על הכיוון: $V_0 + \frac{V_{in}}{n} = 5V + \frac{50}{3.89} =$

$= 17.8V.$

$V_{D1 \text{ הטוק}} = 17.8V$

2.1

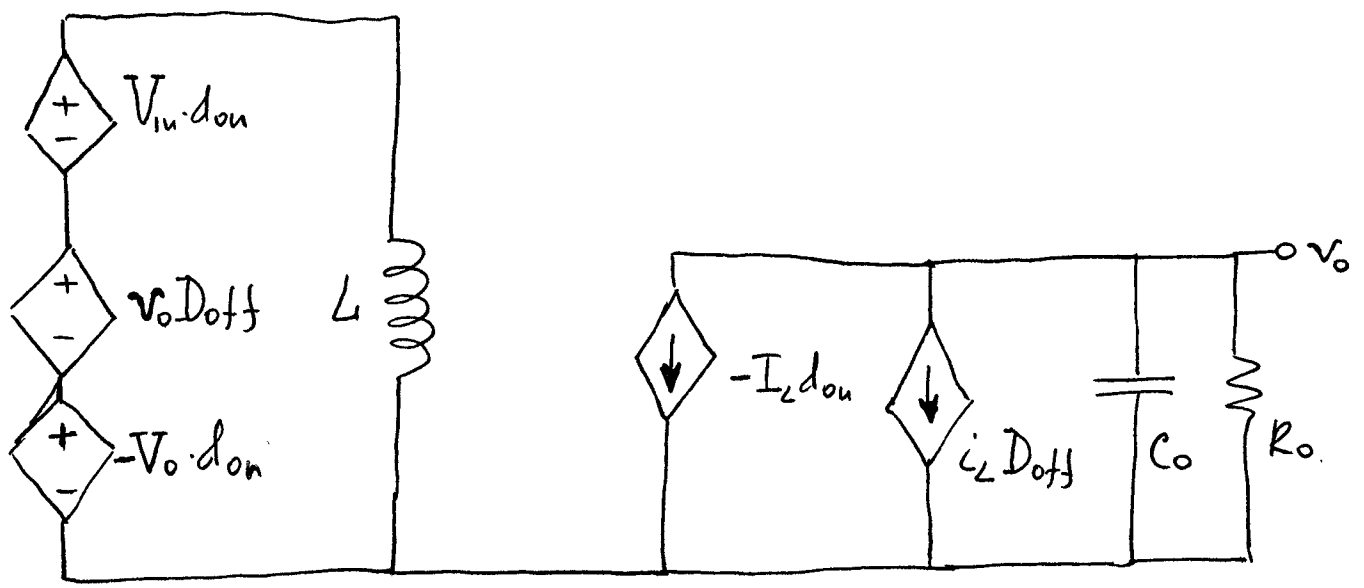


2.2 : סעיף 2.1 לפי חוק קירכוף, $V_{in} \cdot D_{on} + V_o \cdot D_{off} = 0$

$$V_{in} \cdot D_{on} + V_o \cdot D_{off} = 0$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = - \frac{D_{on}}{D_{off}} = - \frac{D_{on}}{1 - D_{on}}$$

2.3 : סעיף 2.2 לפי חוק קירכוף



$$D_{on} = \frac{nV_0'}{V_{in}} \Rightarrow n = \frac{D_{on} V_{in}}{V_0'}$$

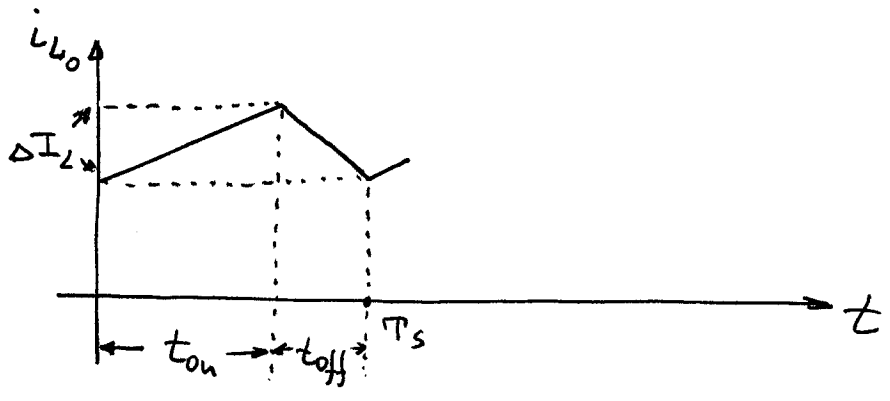
3.1

$$V_0' = V_0 + V_D = 50V + 1V = 51V.$$

$$n = \frac{0.8 \cdot 300V}{51V} = 4.7$$

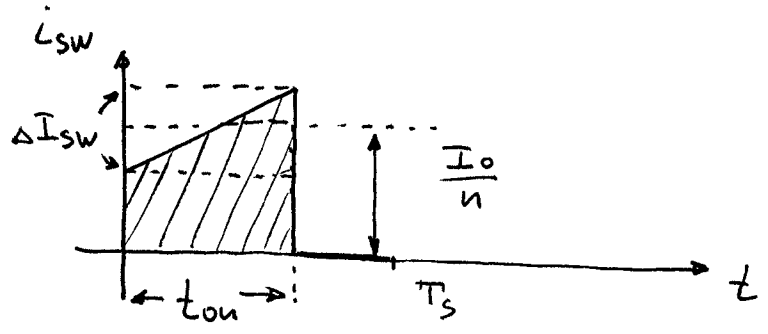
$n = 4.7$

$$P_D = V_{D_{on}} \cdot I_{D_{AV}} = V_{D_{on}} \cdot I_0 = 1V \cdot 20A = 20W \quad 3.2$$



$$\Delta I_{sw} = \frac{\Delta I_{L_0}}{n}$$

$$\begin{aligned} \Delta I_L &= \frac{(V_0 + V_D) \cdot t_{off}}{L_0} = \frac{(50V + 1V)}{5 \cdot 10^{-6} H} (1 - D_{on}) \cdot T_s = \\ &= \frac{51V}{5 \cdot 10^{-6} H} \cdot (1 - 0.8) \cdot \frac{1}{10^5 Hz} = 20.4 A \end{aligned}$$



$$I_{sw_{rms}}^2 = \left(\frac{I_0}{n} \right)^2 + \left(\frac{\Delta I_{L_0}}{2\sqrt{3} \cdot n} \right)^2 = \left(\frac{20A}{4.7} \right)^2 + \left(\frac{20.4A}{2\sqrt{3} \cdot 4.7} \right)^2 = 19.67A^2$$

$$P_{SW_TOTAL} = I_{SW_rms}^2 \cdot R_{ds} \cdot 2 \cdot D_{on}$$

↑
שני טרנזיסטורים

$$P_{SW_TOTAL} = 19.67 \cdot A^2 \cdot 0.2 \Omega \cdot 2 \cdot 0.8 \approx 6.3 W$$

$$P_{\Sigma_LOSSES} = P_D + P_{sw} = 20 W + 6.3 W = 26.3 W$$

$$P_{\Sigma_LOSSES} = 26.3 W$$

$$\eta = \left(\frac{P_{out}}{P_{out} + P_{\Sigma_LOSSES}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{1000 W}{1000 W + 26.3 W} \right) \cdot 100\%$$

$$P_{out} = V_o \cdot I_o = 50 V \cdot 20 A = 1000 W$$

$$\eta = 97.43\%$$

$$A_p = \frac{V \cdot I_{rms}}{2 f \cdot J \cdot K \cdot \Delta B}$$

3.3

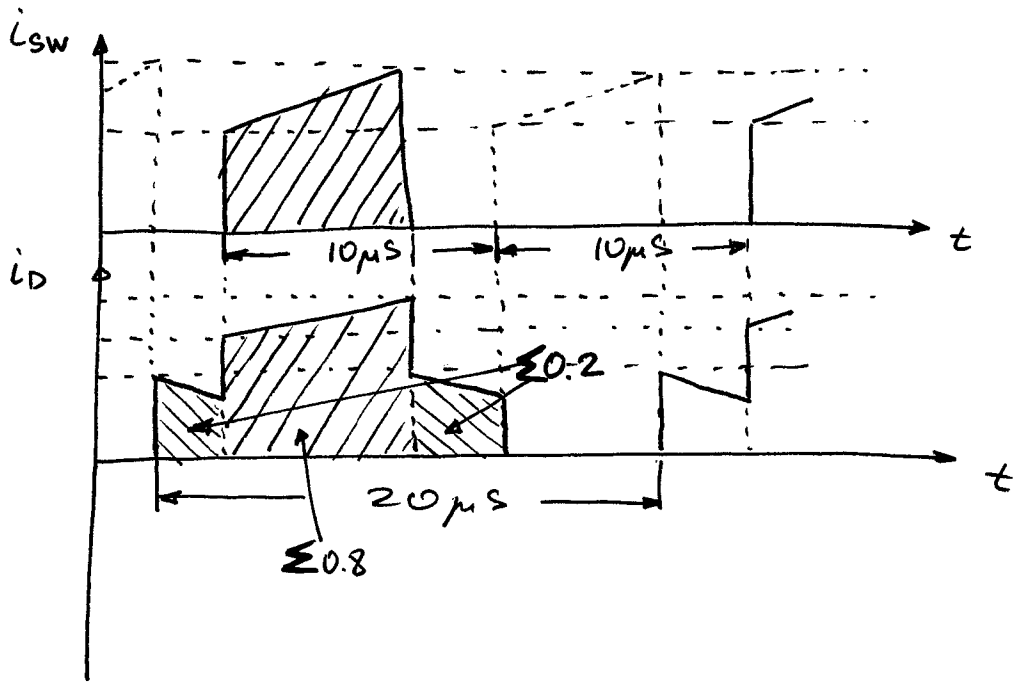
$$J = 4 \frac{A}{mm^2} \text{ : e NJJ}$$

$$K = 0.5$$

$$\Delta B = 2 B_{max} = 2 \cdot 0.2 T = 0.4 T$$

$$V = V_{in} = 300 V$$

$$f = \frac{f_s}{2} = \frac{100 kHz}{2} = 50 kHz$$



$$I_{rms} = I_{sw_{rms}} + I_{D_{rms}} / n$$

$$I_{sw_{rms}} = \sqrt{19.67} \cdot A$$

$$I_{D_{rms}} = n (I_{sw_{rms}} + 0.2 \cdot I_{sw_{rms}})$$

$$I_{rms} = I_{sw_{rms}} + I_{sw_{rms}} + 0.2 I_{sw_{rms}} = 2.2 I_{sw_{rms}}$$

$$A_p = \frac{300V \cdot 2.2 \cdot \sqrt{19.67} A}{2 \cdot 50 \cdot 10^3 Hz \cdot 4 \cdot 10^6 \frac{A}{m^2} \cdot 0.5 \cdot 0.4 T} = 3.66 \cdot 10^{-8} m^4$$

$$A_p = 3.66 \cdot 10^{-8} m^4$$

4.1

$$\Delta Q = C_{gs} \cdot \Delta V_{gs} + C_{gd} (\Delta V_{gs} + V_{ds\text{off}})$$

$$\Delta V_{gs} = |+15V| + |-15V| = 30V$$

$$V_{ds\text{off}} = 400V$$

$$C_{gs} = 2 \cdot 10^{-9} F$$

$$C_{gd} = 300 \cdot 10^{-12} F$$

$$\Delta Q = 2 \cdot 10^{-9} F \cdot 30V + 3 \cdot 10^{-10} F (30V + 400V) = 189 \mu C$$

$$I_G = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{189 \mu C}{100 \mu s} = 1.89 A$$

$$\Delta t = 100 \cdot 10^{-9} s$$

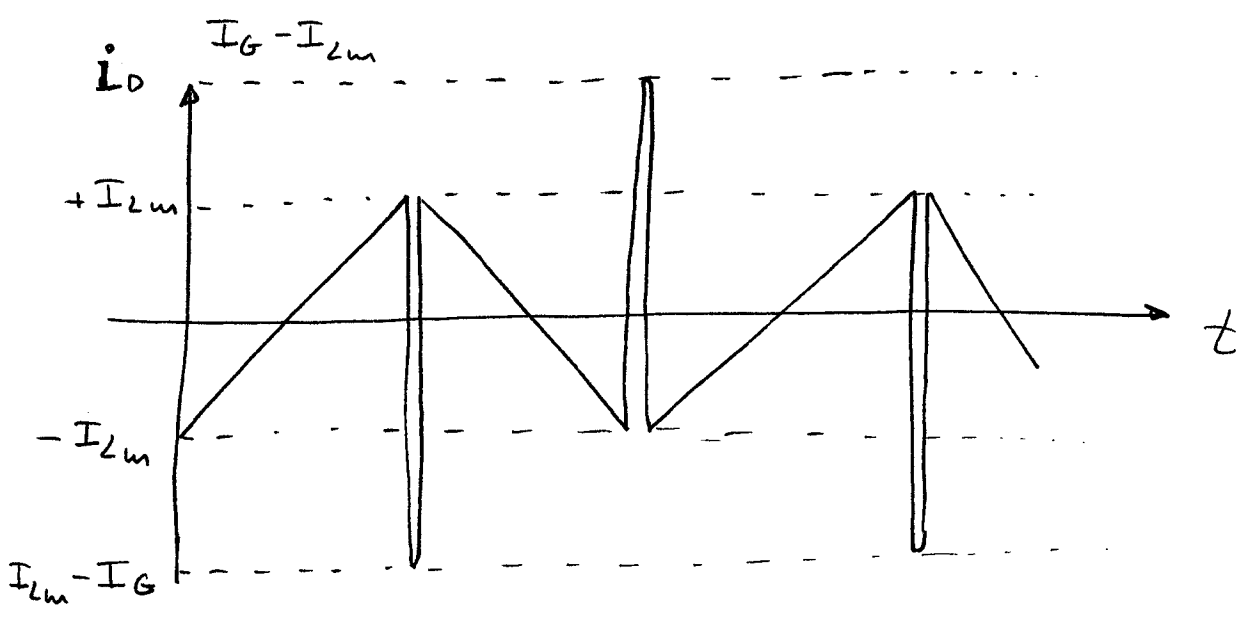
$$I_G = 1.89 A$$

$$\Delta I = \frac{V_+ \cdot T_s}{L_{in} \cdot 2} = \frac{15V}{200 \cdot 10^{-6} H \cdot 2 \cdot 100 \cdot 10^3 Hz} = 0.375 A$$

4.2

$$V_+ = 15V$$

$$I_{Lm(max)} = \frac{\Delta I}{2} = 0.187 A$$



4.3