

מבחן בתקבילית – תשס"ח

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר המעגל החשמלי של מגבר, המורכב מטרנזיסטור תוצא שדה (FET) Q_1 ומטרנזיסטור ביפולרי Q_2 .

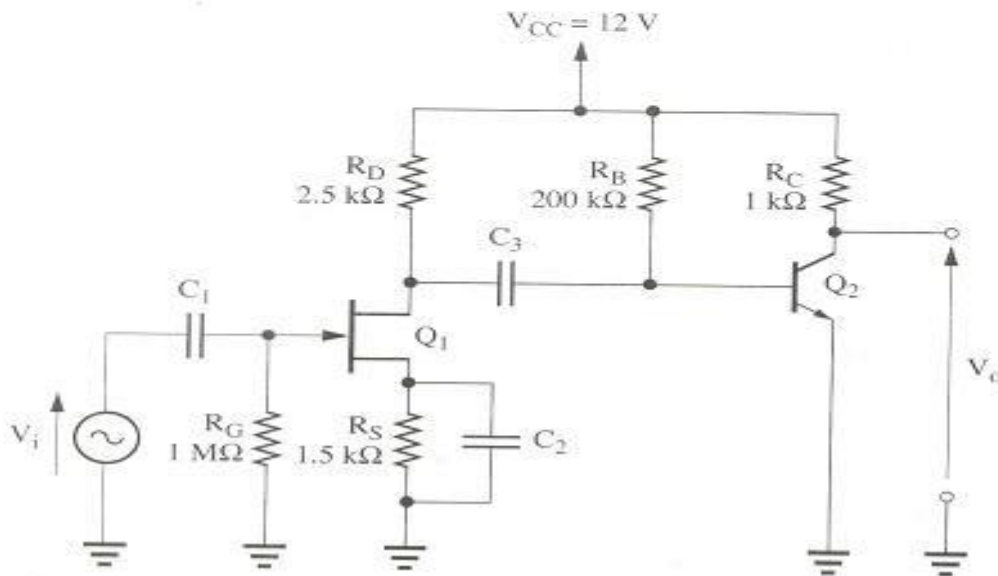
נתוני הטרנזיסטור תוצא השדה (FET) :

$$r_d = \infty, g_m = 1.33 \text{ mS}, I_{DSS} = 8 \text{ mA}, V_p = -6 \text{ V}$$

נתוני הטרנזיסטור הביפולרי:

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V}, h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega, h_{fe} = 100, \beta = 100$$

היגבי הקבלים במעגל זניחים.



איור לשאלה 1

א. חשב את נקודת העבודה של הטרנזיסטור Q_1 (V_{DS}, I_D) ואת המתח V_{GS} .

ב. סרטט מעגל תמורה לאות חילופין של המעגל הנתון.

ג. חשב את הגבר המתח $\frac{V_o}{V_i}$.

תשובה 1

א.

$$0 = I_G \cdot R_s + V_{gs} + I_d \cdot R_s$$

$$V_{gs} = -I_d \cdot R_s$$

$$I_d = I_{dss} \cdot \left(1 - \frac{V_{gs}}{V_p} \right)^2$$

$$I_d = 8 * \left(1 - \frac{-I_d * R_s}{-6}\right)^2$$

$$I_d = 8 * \left(1 - \frac{I_d * 1.5}{6}\right)^2$$

$$I_d = 8 * (1 - 0.25 * I_d)^2$$

$$I_d = 8 (1 - 0.5I_d + I_d^2) \rightarrow I_d = 8 - 4 I_d + 0.5I_d^2$$

$$0.5I_d^2 - 5I_d + 8 = 0$$

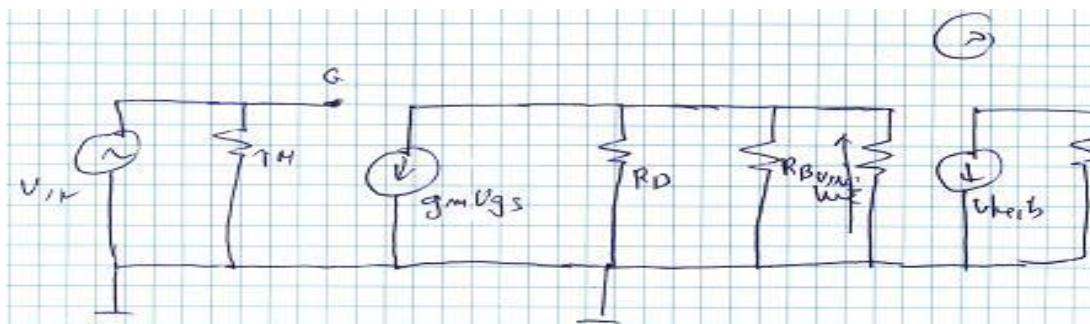
$$I_{d1,2} = \frac{5 \pm \sqrt{25-16}}{2*0.5} \rightarrow I_{d1} = 8\text{mA} \quad I_{d2} = 2\text{mA}$$

8 מילי אמפר הוא זרם לא מעשי כי אז מפל המתח $I_d R_d$ יהיה $8 * 2.5 = 20\text{v}$ וולט שזה יותר ממתח הספק V_{dd} ולכן הוא לא מעשי ונבטל זרם זה. ניקח $I_d = 2\text{mA}$ ומכאן :

$$V_{gs} = -I_d R_s = -2 \text{ mA} * 1.5\text{K}\Omega = -3\text{v}$$

$$V_{dd} = I_d * R_d + V_{ds} + I_s * R_s \rightarrow 12 = 2\text{mA} * 2.5\text{K}\Omega + V_{ds} + 2\text{mA} * 1.5\text{K}\Omega$$

$$V_{ds} = 4\text{v}$$



$$\frac{V_o}{v_{in}} = \frac{V_o}{v_{gs}} \cdot \frac{v_{gs}}{v_{in}} = -100 \cdot -0.95 = \boxed{95} \quad \text{c)}$$

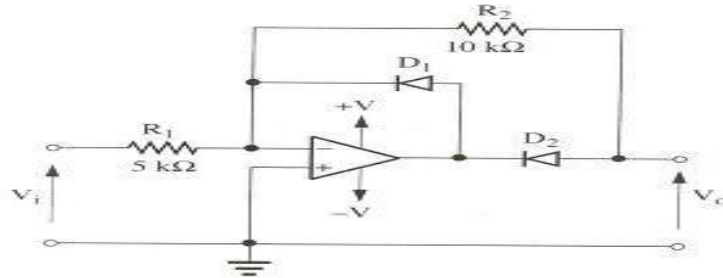
$$\frac{V_o}{v_{gs}} = \frac{-h_{fe} i_b R_c}{h_{ie} + r_b} = \frac{-100 \cdot I}{1} = \boxed{-100}$$

$$\frac{v_{gs}}{v_{in}} = \frac{-g_m v_{gs} (2.5 // 200 // 1)}{v_{gs}} =$$

$$\frac{-v_{gs}}{v_{in}} = -g_m \cdot 2.5 // 200 // 1 = -133 \cdot 10^3 \cdot 0.114 \cdot 10^5 = -0.95$$

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון מעגל חשמלי. מגבר השרת והדיודות שבמעגל – אידיאליים.



איור לשאלה 3

א. ציין את המצב (ON/OFF) של כל אחת מן הדיודות D_1 ו- D_2 , כאשר:

1. $V_i > 0$

2. $V_i < 0$

ב. חשב את היחס $\frac{V_o}{V_i}$, כאשר:

1. $V_i > 0$

2. $V_i < 0$

ג. ציין את ייעודו של המעגל הזה.

1. נתון: $V_i = 2 \sin(2\pi \cdot 1000 t)$

6

1. $V_i > 0$ D_1 קבוצה, D_2 קבוצה

2. $V_i < 0$ D_1 קבוצה, D_2 קבוצה

ב.

1. $V_i > 0$

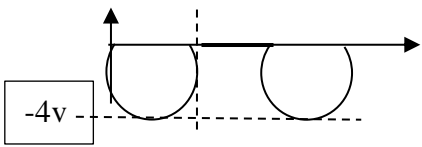
2. $V_i < 0$

3. $\frac{V_o}{V_i} = \frac{-10}{5} = -2$

4. $\frac{V_o}{V_i} = 0$

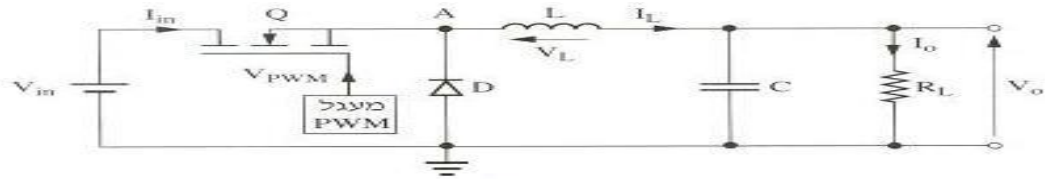
5. $V_i = 2 \sin(2\pi \cdot 1000 t)$

יישור חד דרכי שלילי



שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 נתון המעגל החשמלי של ממיר מסוג BUCK (step-down) . הדיודה וה-MOSFET אידיאליים (ה-MOSFET מהווה קצר בזמן t_{on}).

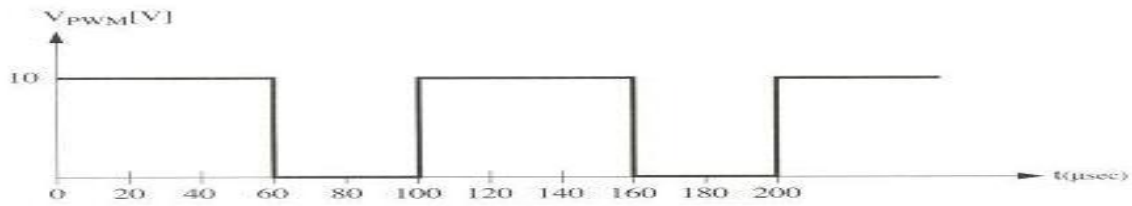


איור א' לשאלה 4

נתוני המעגל הם:

$R_L = 90 \Omega$; $V_o = 9V$; $\Delta I_L = 0.1 I_o$

באיור ב' לשאלה 4 מתואר המתח במוצא של מעגל ה-PWM, כפונקציה של הזמן.



איור ב' לשאלה 4

- א. חשב את מתח המבוא, V_{in} .
- ב. חשב את השראות הסליל, L .
- ג. העתק למחברתך את צורת הגל של המתח במוצא מעגל ה-PWM, וסרטט לו מתחת לזו בהתאמה (כולל ערכים), את צורת הגל של המתח V_L (המתח על הסליל L), ואת צורת הגל של הזרם I_L (הזרם בסליל), כפונקציה של הזמן.

Handwritten calculations and waveforms for the Buck converter problem.

$$V_o = V_i \cdot D$$

$$D = \frac{60}{100} = 0.6$$

$$V_i = \frac{V_o}{D} = \frac{9}{0.6} = 15V$$

$$\Delta I_L = \frac{V_L}{L} \cdot \Delta t$$

$$I_o = \frac{V_o}{R_L} = \frac{9}{90} = 0.1A$$

$$\Delta I_L = 0.1 I_o = 0.1 \cdot 0.1 = 0.01A = 10mA$$

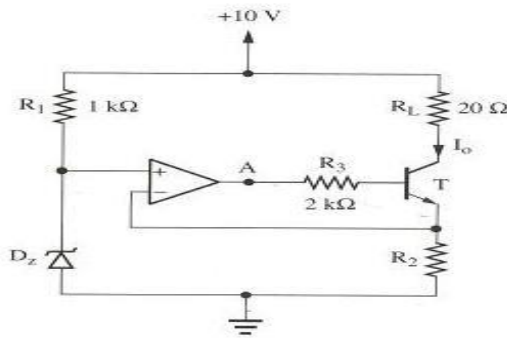
$$\Delta t = t_{on} = 60\mu sec$$

$$(t_{on} = 25\mu sec) \quad V_L = V_{in} - V_o = 15 - 9 = 6V$$

$$L = \frac{V_L \cdot \Delta t}{\Delta I_L} = \frac{6 \cdot 60 \cdot 10^{-6}}{0.01} = 36mH$$

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון מעגל חשמלי המשמש כמקור זרם I_o . מגבר השרת שבמעגל – אידיאלי.
נתוני המעגל: $V_z = 4\text{ V}$; $\beta = 100$; $V_{BE} = 0.7\text{ V}$; $I_o = 100\text{ mA}$.



איור לשאלה 5

- א. חשב את התנגדותו של הנגד R_2 .
- ב. חשב את המתח בנקודה A.
- ג. חשב את התנגדותו המרבית של הנגד R_L , אם בנוסף לנתוני המעגל נדרש גם $V_{CE} \geq 1\text{ V}$.

5) אני חייב לתת פתרון שהיא נכונה בקולנוע אבל
מקביל מעולה. היא יוצאת נכונה. מכניס
ה + ישלבו 4V - 0 (אנטיסטור בקולנוע)
יש 'ו' ב'נ'אם מתחננה הטרנזיסטור מולין חייב
מתיב 'נ'אם' $V_- = V_+ = 4\text{ V}$ פחד רחל נכנס 4V

6)
$$I_{R2} = \frac{4}{R_2}$$

$$I_c = I_o = I_{R2} = 100\text{ mA}$$

~~$$I_{R3} = I_c = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{101}$$~~

$$I_b = \frac{100}{100} = 1\text{ mA}$$

$$I_E = 101\text{ mA} = I_{R2}$$

~~$$39.6 \cdot 10^{-3} = \frac{4}{R_2} \rightarrow R_2 = \frac{4}{101 \cdot 10^{-3}}$$~~

$$101 = \frac{4}{R_2} \rightarrow 101 R_2 = 4$$

$$R_2 = \frac{4}{101} = 39.6\Omega$$

7)
$$V_a = I_B \cdot R_3 + V_{BE} + V_{R2}$$

$$V_A = 1\text{ mA} \cdot 2\text{ K} + 0.7 + 4 = 6.7\text{ V}$$

8)
$$10\text{ V} = 100 \cdot 10^{-3} \cdot R_L + 1 + 39.6 \cdot 101 \cdot 10^{-3}$$

$$10\text{ V} = 100 \cdot 10^{-3} \cdot R_L \rightarrow R_L = \frac{10 - 4}{100 \cdot 10^{-3}} = 60\Omega$$