

פתרון מוצע לבחינת משה"ח בחשמל ואלקטרוניקה ה'

מועד א תשע"ט, חודש מרץ שנה 2019
מחבר: גב' רחל רפפורט ומר גיל שמלו, מכללת אורט הרמלין

חלק ראשון – מערכות חשמל

שאלה 1

א. קבל לא טעון, מפסק במצב 2 נטען ל:

$$U_C = U_{R2} = \frac{350 \times 500}{650} = 269.23V$$

כעבור 1msec :

$$U_C(t) = 269.23 \left(1 - e^{-\frac{1}{577}} \right) = 0.466V$$

ב. מצב פריקה (חזר למצב 1)

$$\tau = 100K \times 5\mu = 500msec$$

כעבור 30msec :

$$U_C(t) = 0 - (0 - 0.466e^{-\frac{30}{500}}) = 0.4388V$$

ג.

שאלה 2

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6}}} = 2516Hz \quad \text{א.}$$

$$Z = R = 20\Omega \quad \text{ב.}$$

$$X_L = 2 \times \pi \times 2516 \times 2 \times 10^{-3} = 31.6\Omega \quad \text{ג.}$$

$$Q = \frac{R}{X_L} = \frac{20}{31.6} = 0.63$$

$$BW = \frac{f_0}{Q} = \frac{2516}{0.63} = 3993.65Hz$$

$$U_S = 20m \times 20 = 0.4V \quad \text{ד.}$$

$$I_L = \frac{0.4}{31.6 \angle 90} = 12.65mA < -90$$

$$I_C = \frac{0.4}{31.6 \angle -90} = 12.65mA < +90$$

שאלה 3

א.

$$(18 + j3.05)I_1 - (3 + j9.42)I_2 = 30 < 30$$

$$-(3 + j9.42)I_1 + (8 + j5.09)I_2 = 45 < -120$$

ב.

$$\begin{pmatrix} 30 < 30 \\ 45 < -120 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 + j3.05 & -(3 + j9.42) \\ -(3 + j9.42) & 8 + j5.09 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

ג.

$$I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 30 < 30 & -(3 + j9.42) \\ 45 < -120 & 8 + j5.09 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 18 + j3.05 & -(3 + j9.42) \\ -(3 + j9.42) & 8 + j5.09 \end{vmatrix}}$$

$$I_1 = \frac{((30 < 30) \times (8 + j5.09)) - ((-3 + j9.42) \times (45 < -120))}{((18 + j3.05) \times (8 + j5.09)) - (3 + j9.42)^2}$$

$$I_1 = \frac{437.86 < -10.07}{216.54 < 15.94} = 2.022 < -26A$$

$$I_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 18 + j3.05 & 30 < 30 \\ -(3 + j9.42) & 45 < -120 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 18 + j3.05 & -(3 + j9.42) \\ -(3 + j9.42) & 8 + j5.09 \end{vmatrix}}$$

$$I_2 = \frac{((18 + j3.05) \times (45 < -120)) - ((-3 + j9.42) \times (30 < 30))}{((18 + j3.05) \times (8 + j5.09)) - (3 + j9.42)^2}$$

$$I_2 = \frac{594 < -126}{216.54 < 15.94} = 2.743 < -141.97A$$

שאלה 4

א.

$$z_{12} = ((4 + j6)^{-1} + (6 + j9)^{-1})^{-1} = 2.4 + j3.6\Omega = 4.326 < 56.3\Omega$$

$$z_t = (2.4 + j3.6) + (0.2 + j0.26) = 2.6 + j3.86\Omega = 4.65 < 56\Omega$$

$$I_{line} = I_{ph} = \frac{400/\sqrt{3}}{4.65 < 56} = 49.66 < -56A$$

ב.

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\theta$$

$$P = \sqrt{3} \times 400 \times 49.66 \times \cos 56 = 19.239kW$$

$$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin\theta$$

$$Q = \sqrt{3} \times 400 \times 49.66 \times \sin 56 = 28.25kVAR$$

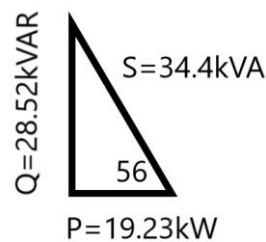
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 34.4kVA$$

ג.

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R$$

$$\Delta P = 3 \times 49.66^2 \times 0.2 = 1.479kW$$

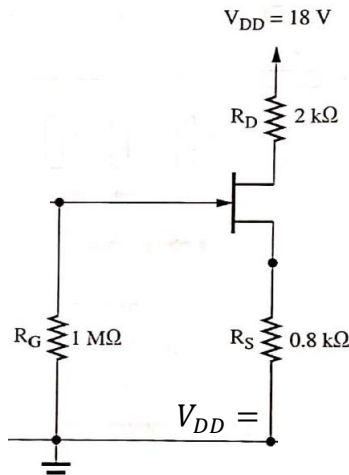
ד.



חלק שני – אלקטרוניקה ב'

שאלה חמישית

א. ניתוח DC: קבלים=נתק. ($I_D = I_S$)



$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} + I_D R_S$$

$$V_G = 0 = V_{GS} + I_D R_S$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 = 10 \left(1 + \frac{V_{GS}}{6}\right)^2$$

$$0 = V_{GS} + 10 \left(1 + \frac{V_{GS}}{6}\right)^2 \cdot 0.8$$

$$V_{GS1} = -2.59 \text{ V} \quad V_{GS2} = -13.91 \text{ V}$$

$$|V_{GS}| < |V_P| \Rightarrow V_{GS} = -2.59 \text{ V}$$

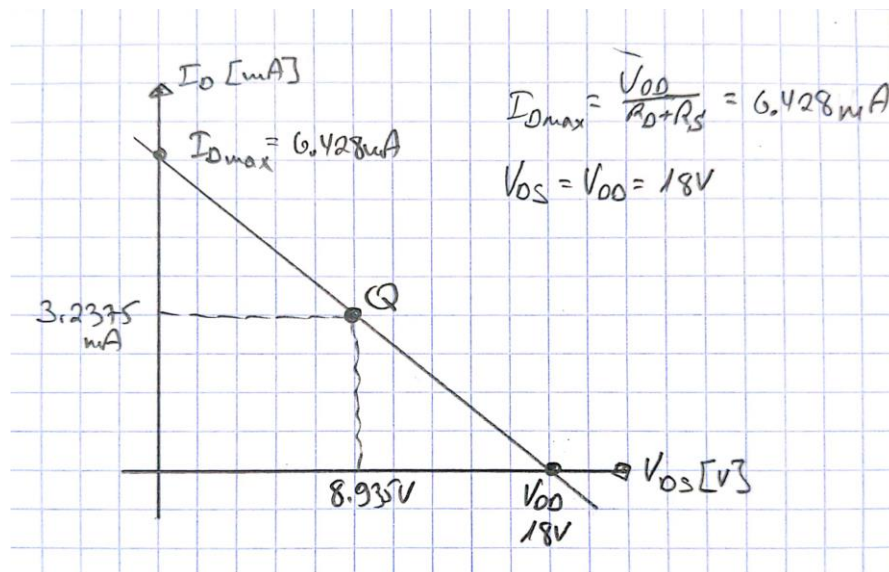
$$0 = -2.59 + 0.8 I_D$$

$$I_D = 3.2375 \text{ mA}$$

$$I_D R_D + V_{DS} + I_D R_S \Rightarrow V_{DS} = 8.935 \text{ V}$$

$$Q[8.935 \text{ V}, 3.2375 \text{ mA}]$$

ב.



ג. לא. מכיוון ש R_D לא משפיע על $I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$

ד. לא. התנגדות הכניסה הפנימית של ה-FET היא אינסופית ולכן הזרם בכניסה שואף לאפס. לפיכך, המתח על R_G הוא אפס. R_G מסייע במניעה מחשמל סטטי מלהשפיע על המעגל.

שאלה שישית

א. מתח הזנר (בהנחה שנפרצת) מאלץ זרם קבוע על R_3 אשר קובע את הזרם בענף ובעקבותיו את המתח במוצא.

ב. הזרם בנגד R_3 הוא קבוע: $I_{R_3} = \frac{V_Z}{R_3} = \frac{5}{10} = 0.5mA$

כאשר $R_P = 10k\Omega$: $V_{O\max} = I_{R_3}(R_2 + R_P + R_3) = 0.5mA \cdot 30k\Omega = 15v$

כאשר $R_P = 0k\Omega$: $V_{O\min} = I_{R_3}(R_2 + R_P + R_3) = 0.5mA \cdot 20k\Omega = 10v$

ג. $I_{L\max} = \frac{V_{O\max}}{R_{L\min}} = \frac{15}{10} = 1.5A$

שאלה שביעית

א. $V_A = V_{CC} \frac{R_2}{R_2 + R_1} = 6 \frac{20}{40} = 3v$

ב. $3v < V_B \leq 6v$

המתח המקסימלי האפשרי הוא $V_{CC} = 6v$. המתח המינימלי שבו ה LED תדלוק הוא הגבול של $3v$ במשווה. אם $V^+ > V^-$ אז $V_{out} = 6v$ (רוויה חיובית) ואז ה LED דולקת.

ג. ה LED תדלוק בממתח קדמי. מצב זה יקרה כאשר המגבר ברוויה חיובית $V_O = 6v$.

זה יקרה כאשר $V_B > V_A$, כלומר $V_B > 3v$ ועד המתח המרבי האפשרי במעגל: $6v$.

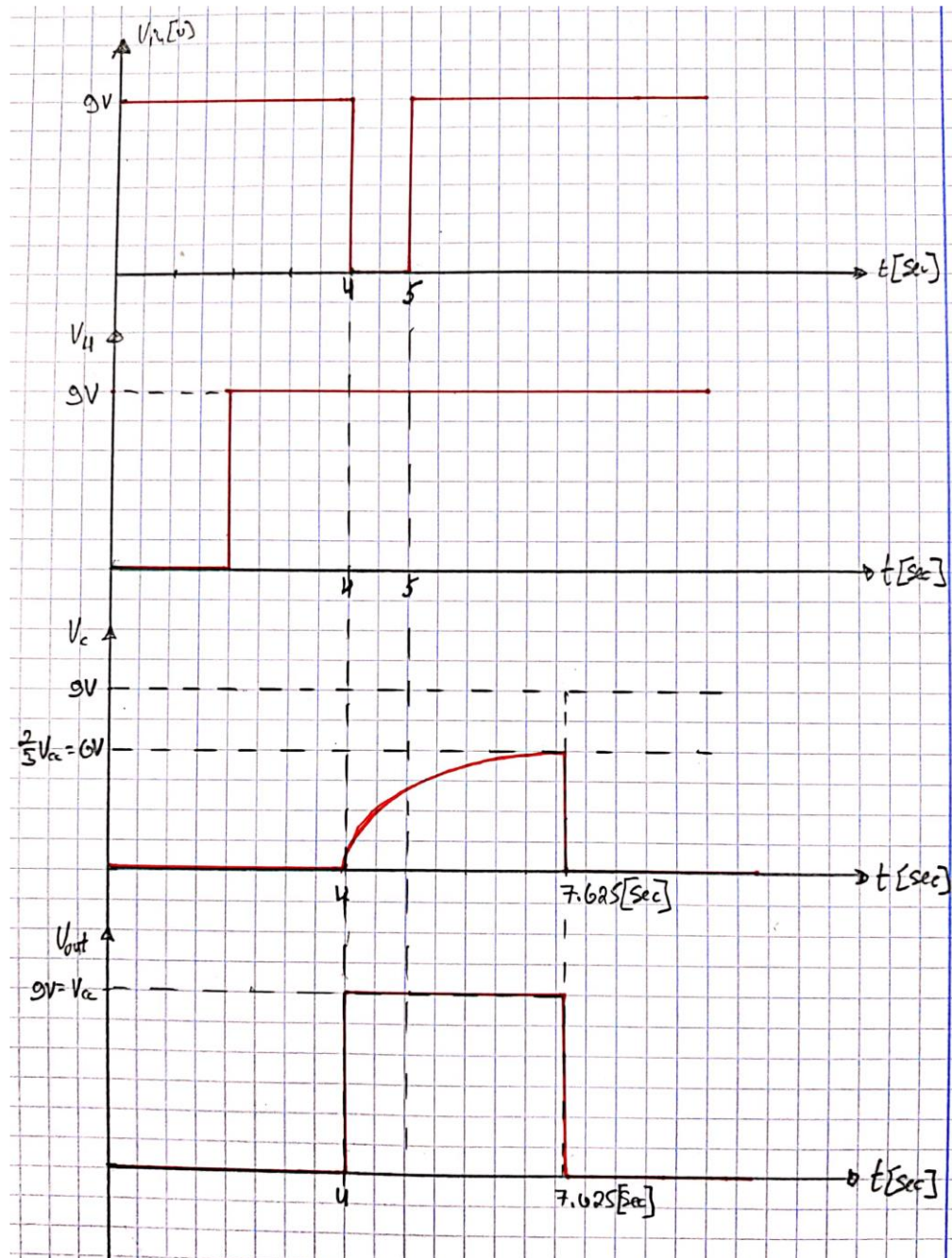
נציב: $V_B = V_{CC} \frac{R_4}{R_4 + RTC} \Leftarrow \Leftarrow 3 = 6 \frac{0.4}{0.4 + RTC} \Leftarrow \Leftarrow RTC = 0.4k\Omega \Leftarrow T = 20^0$

לפי הגרף הנתון.

ד. נציב ונמצא את I_O : $I_O R_3 + V_{LED} = V_{out} \Leftarrow \Leftarrow I_O = 9mA$

שאלה שמינית

- א. (1) הדק 4 הוא הדק ה-Reset. מאלץ מצב LOW במוצא הרכיב. כניסת האיפוס הזאת היא דומיננטית ומתעלמת לחלוטין ממצב הכניסות. בד"כ לא משתמשים בהדק זה ומחברים אותו ישירות למתח ההספקה.
- (2) המתג SW צריך להיות במצב 1 כדי שהמעגל יפעל כחד-יציב. רגל ה-Reset לא תופעל.
- ב.



$$T_{on} = RC \ln 3 = 22 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-6} \cdot \ln 3 = 3.625 [Sec]$$