

פתרון מוצע לבחינת משה"ח בחשמל ואלקטרוניקה ה' 733003

מועד אביב תשע"ח, מרץ 2018
 מחברים: איל זהר – חשמל/ גיל שמלו - אלקטרוניקה, מכללת אורט הרמלין

חלק ראשון – מערכות חשמל

שאלה מספר 1

א. חישוב הזרמים המופיעים בענפי העומס:

$$I_{ab} = \frac{U_{AB}}{Z_{ab}} = \frac{400 \angle 0}{15 + j16} = 18.238 \angle -46.86^\circ \text{ A}$$

$$I_{bc} = \frac{U_{BC}}{Z_{bc}} = \frac{400 \angle -120^\circ}{10 - j20} = 17.888 \angle -56.56^\circ \text{ A}$$

$$I_{ca} = \frac{U_{CA}}{Z_{ca}} = \frac{400 \angle 120^\circ}{8} = 50 \angle 120^\circ \text{ A}$$

ב. חישוב הזרמים הקווים:

$$I_A = I_{ab} - I_{ca} = 18.238 \angle -46.84^\circ - 50 \angle 120^\circ = 67.88 \angle -56.6^\circ \text{ A}$$

$$I_B = I_{ab} + I_{bc} = 18.238 \angle -46.84^\circ + 17.888 \angle -56.56^\circ = 36 \angle -51.65^\circ \text{ A}$$

$$I_C = I_{ca} - I_{bc} = 50 \angle 120^\circ - 17.888 \angle -56.56^\circ = 67.86 \angle 120.1^\circ$$

ג. חישוב ההספק הממשי הכללי של העומס:
 כיון שהעומס לא סימטרי, יש לחשב את ההספק של כל אחד מהענפים בנפרד ואז לחבר אותם.

$$P_{ab} = |I_{ab}|^2 \times R_1 = 18.238^2 \times 15 = 4989 \text{ W}$$

$$P_{bc} = |I_{bc}|^2 \times R_2 = 17.888^2 \times 10 = 3199 \text{ W}$$

$$P_{ca} = |I_{ca}|^2 \times R_3 = 50^2 \times 8 = 20 \text{ kW}$$

$$P_T = 28189 \text{ W}$$

שאלה מספר 2

א. חישוב עכבה אופיינית:

$$Z_0 = \sqrt{Z_{SC} \times Z_{OC}}$$

חישוב עכבת כניסה כשהמוצא בקצר:

$$Z_1 = Z_3 = 2 - j5\Omega$$

$$Z_2 = j3\Omega$$

$$Z_{SC} = Z_2 \parallel Z_3 + Z_1 = 4.25 + j0.25\Omega$$

חישוב עכבת הכניסה כשהמוצא בנתק:

$$Z_{OC} = Z_1 + Z_2 = 2 - j2\Omega$$

$$Z_0 = \sqrt{(4.25 + j0.25) \times (2 - j2)} = \sqrt{12.041 \angle -41.633} = 3.47 \angle -20.8165^\circ \Omega$$

ב. חישוב מקדמי ABCD

$$A = 1 + \frac{Z_1}{Z_2} = -\frac{2}{3} - j\frac{2}{3}$$

$$B = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2} + Z_1 + Z_3$$

$$C = \frac{1}{Z_2} = -j\frac{1}{3}$$

$$D = 1 + \frac{Z_3}{Z_2} = -\frac{2}{3} - j\frac{2}{3}$$

ג. חישוב מקדמי ABCD של הרשת הכוללת ע"י מכפלת מטריצות:

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -9 - j8.889 & \frac{-2}{9} + j4\frac{2}{3} \\ -\frac{4}{9} + j\frac{4}{9} & -9 - j8.889 \end{pmatrix}$$

שאלה מספר 3

א. משוואת המתח על הקבל תחושב לפי משוואת הדפקים:

$$U_c = U_\infty - (U_\infty - U_0) \times e^{\frac{-t}{\tau}}$$

$$U_0 = 0V$$

$$U_\infty = 80V$$

$$\tau = R_1 \times C = 100k \times 10p = 1\mu Sec$$

$$U_{C(t)} = 80 - (80 - 0) \times e^{\frac{-t}{1 \times 10^{-6}}} = 80(1 - e^{\frac{-t}{1 \times 10^{-6}}})$$

חישוב המתח על הקבל בזמן $t=0.5\mu Sec$:

$$U_{C(t=0.5\mu s)} = 80(1 - e^{\frac{-0.5}{1}}) = 31.477V$$

ב. גרף המתח על הנגד R_1 : כיון ש $7\mu s > 5\tau$ המתח על הקבל יגיע למקסימום ולכן המתח על הנגד יגיע ל $0V$.

חישוב המתח על הנגד בזמן $t=0.5\mu sec$

$$U_{R1(t=0.5\mu s)} = U - U_{C(t=0.5\mu sec)} = 80 - 31.477 = 48.523V$$

ג. לפי הגרף, רואים שהקבל נטען במלואו אחרי $6\mu Sec$ לכן מתקיים:

$$5\tau = 6\mu sec$$

$$\tau = 1.2\mu sec$$

$$\tau = R \times C$$

$$R = \frac{\tau}{C} = \frac{1.2 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-12}} = 120K\Omega$$

שאלה מספר 4

א. נחשב לפי מתחי צמתיים:

$$Z_2 = R_2 - jX_C$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 0.16 \times 10^{-6}} = 19.894 K\Omega$$

$$\frac{U_A - U}{R_1} + \frac{U_A}{Z_2} + I + \frac{U_A}{R_3} = 0$$

$$\frac{U_A - 12\angle 20^\circ}{2} + \frac{U_A}{10 - j19.894} + 4\angle 0 + \frac{U_A}{7} = 0$$

$$U_A \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{10 - j19.894} + \frac{1}{7} \right) = \frac{12\angle 20^\circ}{2} - 4\angle 0$$

$$U_A = \frac{6\angle 20^\circ - 4}{\frac{1}{2} + \frac{1}{10 - j19.894} + \frac{1}{7}} = 9.953\angle 47.937^\circ V$$

$$I_C = \frac{U_A}{Z_2} = \frac{3.953\angle 47.937^\circ}{(10 - j19.894)k} = 0.177\angle 111.25^\circ mA$$

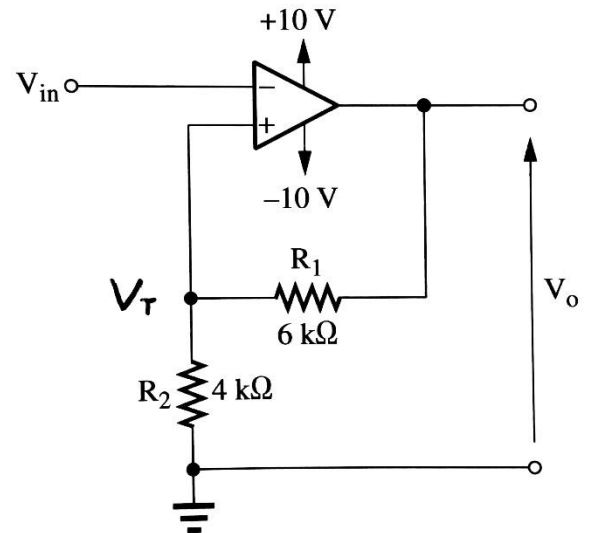
ב. המתח שיראה מד המתח:

$$U = 3.953V$$

חלק שני – אלקטרוניקה

שאלה מספר 5

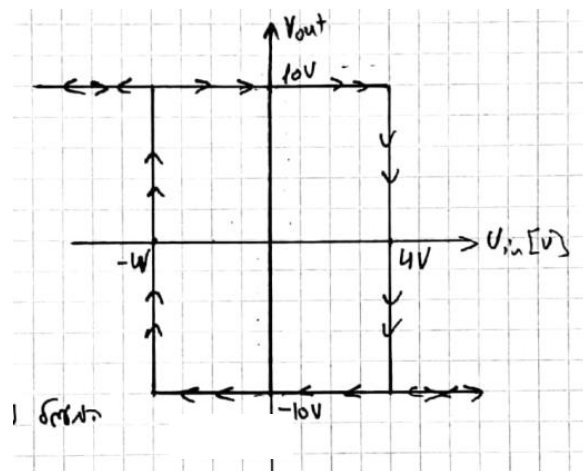
א.



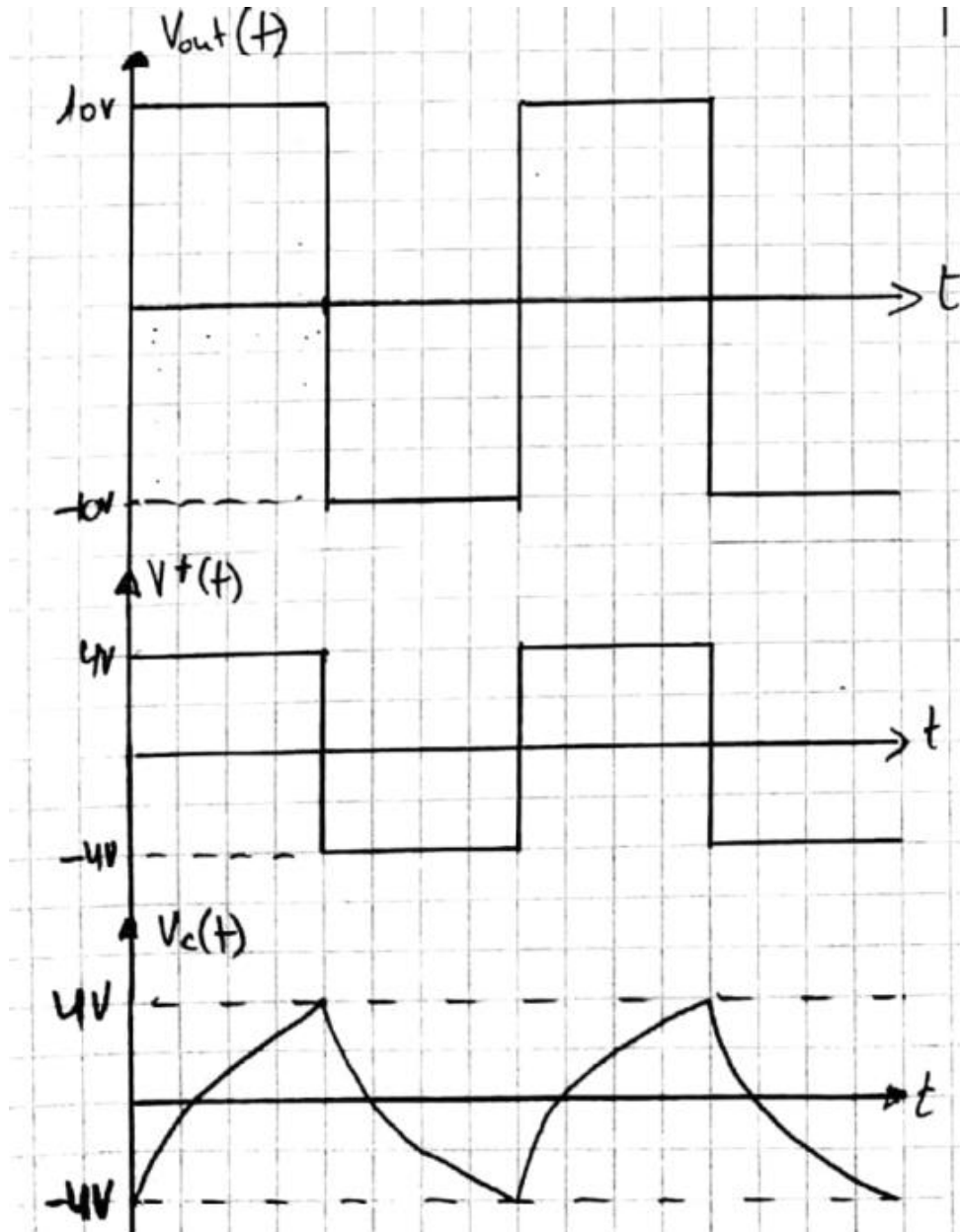
$$V_T = V_{out} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{TH} = +V_{cc} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \times \frac{4}{10} = 4V$$

$$V_{TL} = -V_{cc} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -10 \times \frac{4}{10} = -4V$$



ב. המעגל משמש רכיב רטט חופשי



ג.

$$\tau = R \times C = 1k \times 1\mu = 1mSec$$

$$V(t) = V_{\infty} - (V_{\infty} - V_{0+})e^{\frac{-t}{\tau}}$$

$$V(t) = 4V$$

$$V_{\infty} = 10V$$

$$V_{0+} = -4V$$

$$4 = 10 - (10 - (-4))e^{\frac{-t}{1m}}$$

$$t = 0.847mSec$$

$$f = \frac{1}{T} = 590Hz$$

שאלה מספר 6

א. על פי הגרף:

$$R_T(20^\circ) = 4k\Omega$$

$$V_x = 10 \times \frac{6}{4+6} = 6V$$

$$V_y = 10 \times \frac{1}{1+1} = 5V$$

$$V_{in} = V^+ - V^- = V_x - V_y = 1V$$

$$V_{out, \text{נגב}} = V_{in} \times A_v = 1 \times 1 = 1V$$

$$V_A = V_{out, \text{נגב}} = 1V$$

ב.

$$Res = 20mV = V_{LSB} = '1'$$

$$V_{LSB} = \frac{V_{REF}}{2^8} \times D_{in} \Rightarrow 20mV = \frac{V_{REF}}{256} \times 1 \Rightarrow V_{REF} = 5.12V$$

$$V_{in} = \frac{5.12}{256} \times D_{in}$$

$$1V = \frac{5.12}{256} \times D_{in} \Rightarrow D_{in_{DEC}} = 50 \Rightarrow D_{in_{bin}} = 00110010$$

ג.

$$V_{in} = \frac{5.12}{256} \times 125 = 2.5V$$

$$V^+ - V^- = 2.5V$$

$$V_x - 5 = 2.5V \Rightarrow V_x = 7.5V$$

$$V_x = 10 \times \frac{6}{6 + R_x}$$

$$7.5 = \frac{60}{6 + R_x}$$

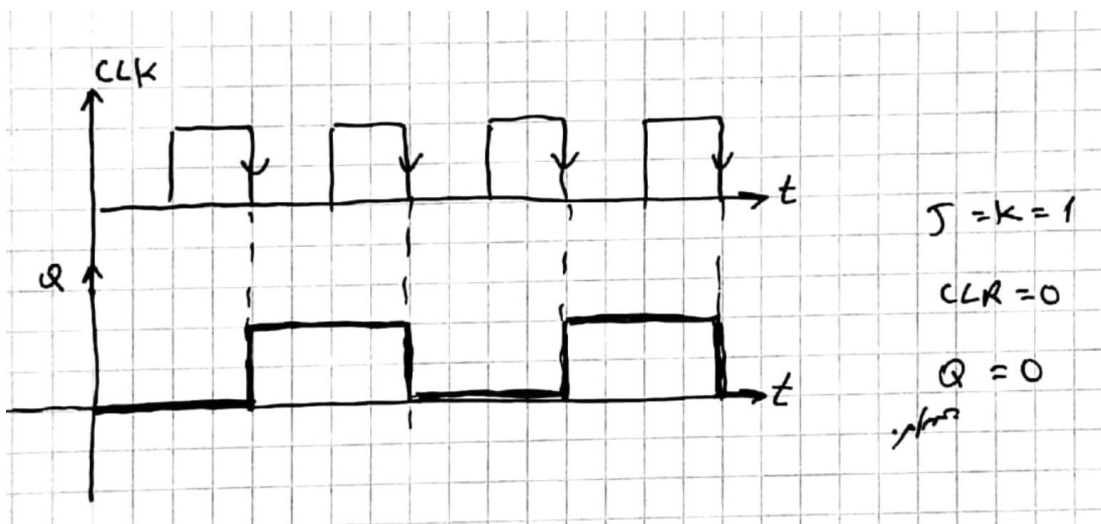
$$45 + 7.5R_x = 60 \Rightarrow R_x = 2.5k\Omega \Rightarrow T = 50^\circ C$$

שאלה מספר 7

א.

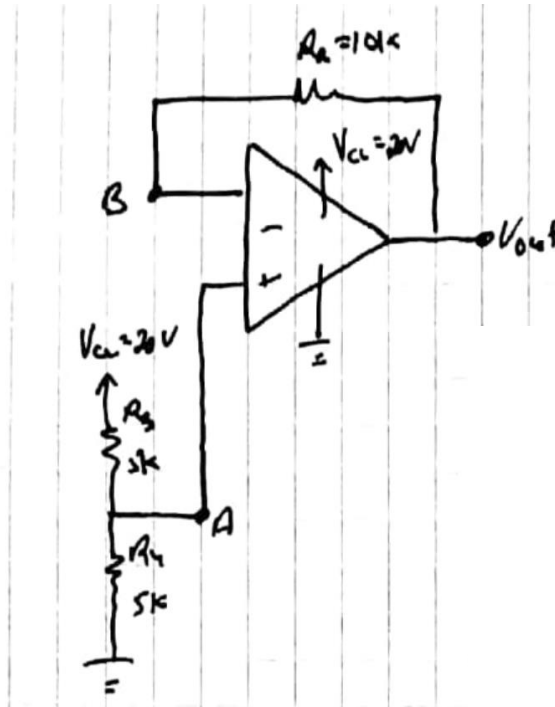
CLR	CLK	J	K	Q_n	Q_{n+1}
0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1
0	↓	0	0	1	1
0	↓	0	1	0	0
0	↓	1	0	0	1
0	↓	1	1	0	1
1	↓	1	1	0	0

ב.



שאלה מספר 8

א.



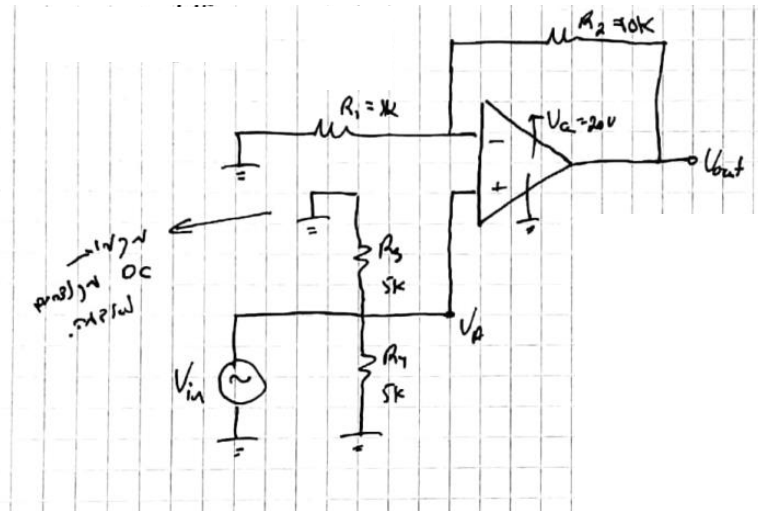
נתון שמגבר השרת אידיאלי, ולכן: $V^- = V^+$

בניתוח DC, V_{in} מנותק לכן:

$$\begin{aligned} V_A = V^+ = V_{cc} \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} &= 10V \\ V_A = V^+ = V^- = V_B = V_{out} &= 10V \end{aligned}$$

מגבר יחידה

ב. היגבי הקבלים זניחים לכן ב AC הם קצר.



המגבר מחובר בתצורת שומר מופע ולכן:

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{10}{1} = 11$$

$$V_{in} = V_A \Rightarrow V_{out} = A_v \times V_{in} = 11V_{in}$$

ג.

