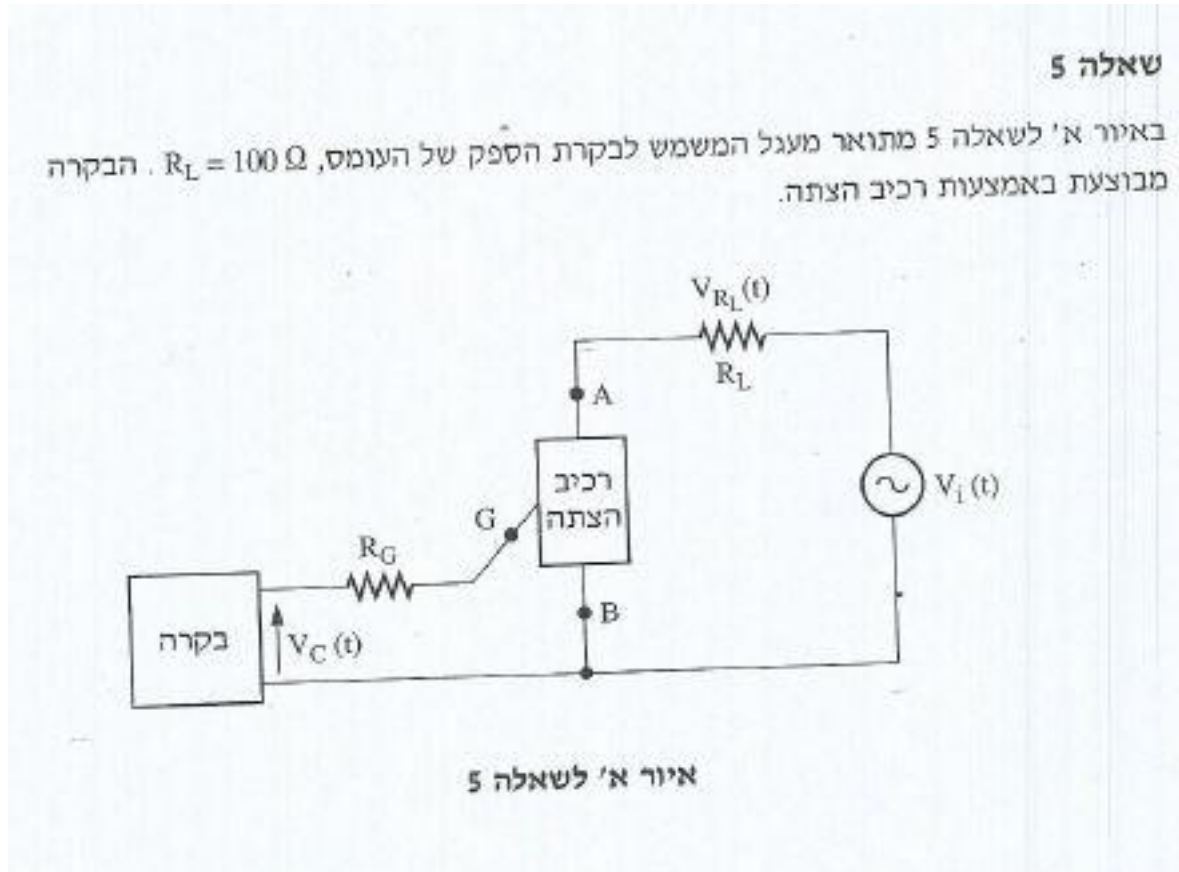
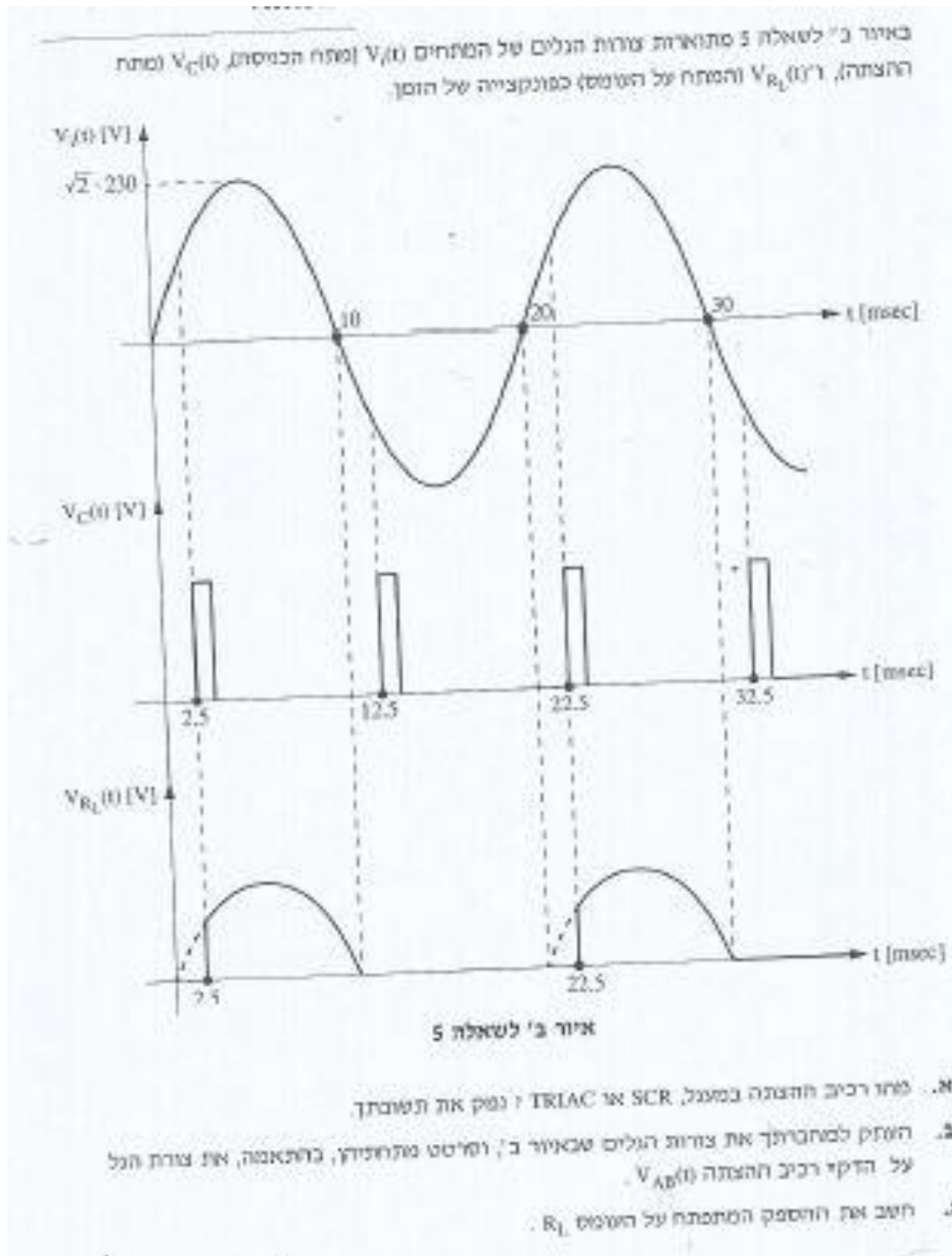


### פתרון, עריכה וכתובה – אלי מוצרי

פתרון זה – לחזרה בלבד, ולא מהווה תחליף ללימוד מסודר עם מרצה.

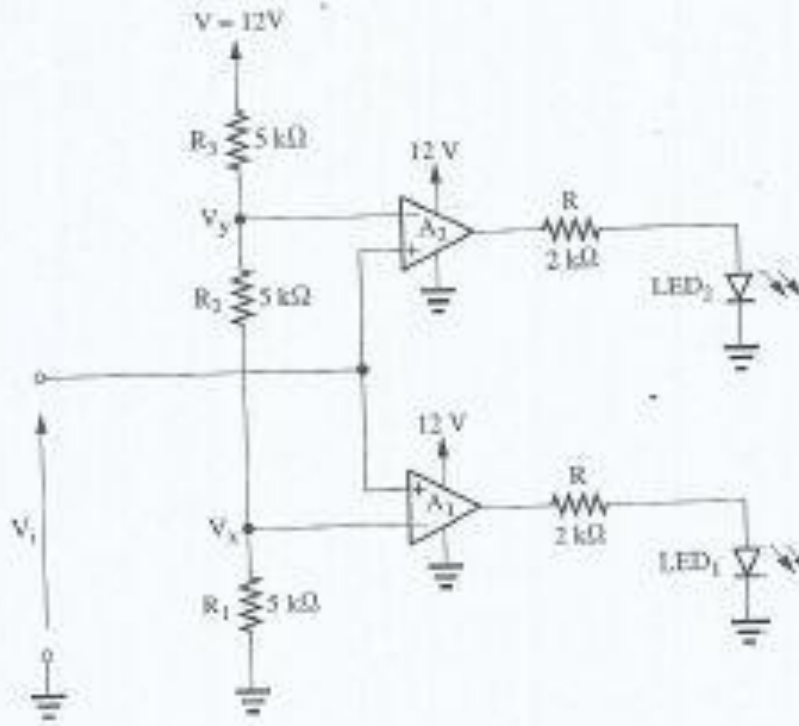
מבחן - 2018 - לטכנאי מערכות פיקוד ובקרה (חשמל) באלקטרוניקה א





שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתון מעגל חשמלי הכולל פנודיו שרת אינדיאלים.  
נתון:  $V_{LED} = 1.5\text{ V}$ .

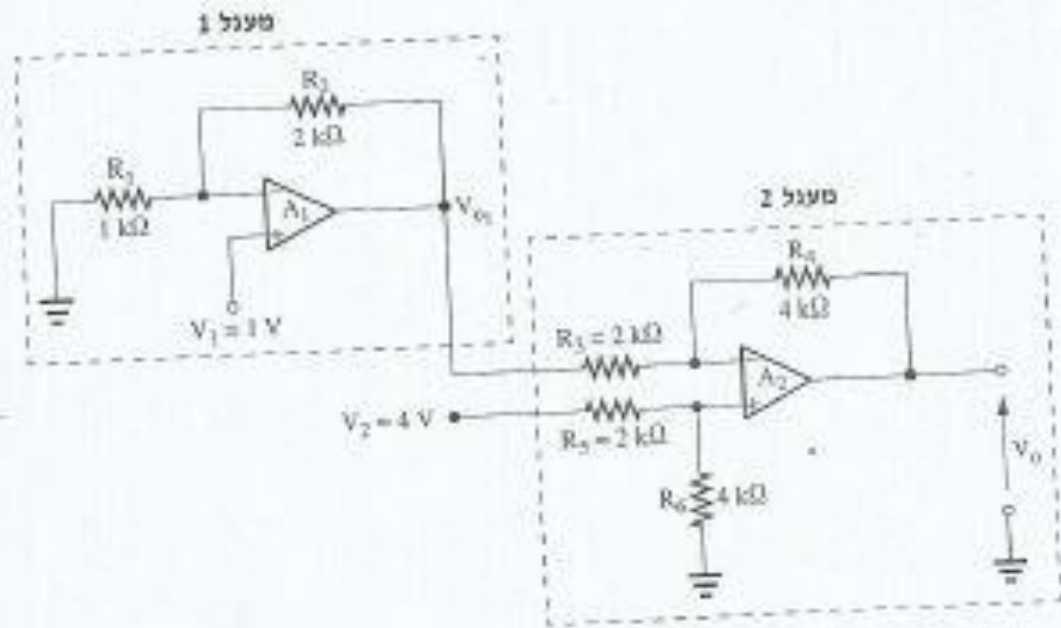


איור לשאלה 6

- א. חשב את הפוטנציאלים בנקודות  $V_x$ ,  $V_y$ .
- ב. זייץ סדר מעגלה של כל אחת פטנודיו ה-LED (דולקת או כבויה) כאשר הפתח  $V_1$  הוא
1.  $3\text{ V}$
  2.  $6\text{ V}$
  3.  $9\text{ V}$
- ג. חשב את הזרם הזורם דרך נורת ה-LED כאשר היא דולקת.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתון מעגל חשמלי הכולל סגובי שרת אידיאליים.

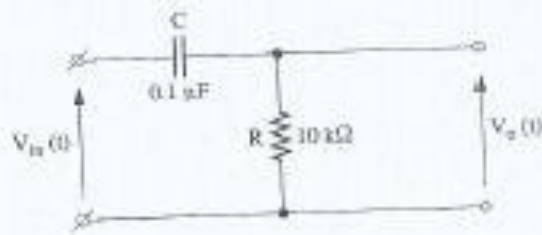


איור לשאלה 7

- א. הסבר את תפקידו של מעגל 1 ואת תפקידו של מעגל 2.
- ב. חשב את הסתחים  $V_{O1}$  ו-  $V_O$ .
- ג. הצע ערכים לנגדים  $R_4$  ו-  $R_6$  כך שמתח המוצא  $V_O$  יהיה 4 V.

שאלה 8

באיור א' לשאלה 8 נתון מעגל חשמלי.  
באיור ב' לשאלה נתון גרף המתאר את סתח המוצא  $V_o(t)$  כפונקציה של הזמן.



איור א' לשאלה 8



איור ב' לשאלה 8

- א. הנתק למחברתך את הגרף שבאיור ב', וסריטס פונקציה, בהתאמה, גרף המתאר את סתח המוצא כפונקציה של הזמן,  $V_o(t)$ .
- ב. 1. חשב את סתח המוצא בזמן  $t = 1.5 \text{ msec}$ .  
2. חשב את סתח המוצא בזמן  $t = 2.5 \text{ msec}$ .
- ג. חשב את הסתח עליפני הקבל בזמן  $t = 1.5 \text{ msec}$ .

**בהצלחה!**

## פתרון המבחן – אלקטרוניקה א' - 2018 תשע"ח

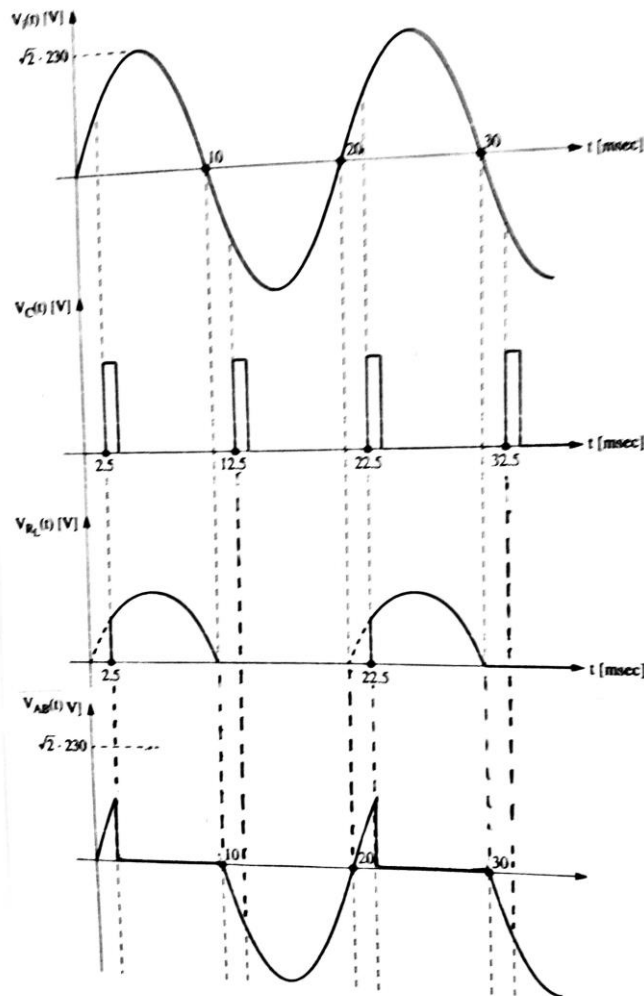
### שאלה 5 – בקרת הספק חצי גל

א. נתון מעגל לבקרת הספק: בקרת חצי גל בעומס אומי. צורת הגל הנתונה זהה לצורת הגל בעמוד 5 בנוסחאון באלקטרוניקה א'. זמן המחזור של אות הכניסה הוא 20ms והבקרה מתבצעת רק בתחום שבין אפס ל- 10ms, לכן זו בקרת חצי גל. הרכיב המבצע בקרת חצי גל נקרא: SCR. רכיב TRIAC מבצע בקרת גל שלם.

ב. שרטוט צורת הגל על הדקי רכיב ההצתה  $V_{AB}(t)$ :

הסבר הגרף – לפי חוק המתחים בכל רגע ורגע  $t$ , ערך מקור המתח שווה למתח

על העומס ועוד המתח על רכיב הבקרה.



ג. חישוב ההספק המתפתח על העומס RL :

1. זווית ההצתה נתונה בזמן t במילישניות. לכן, נחשב תחילה את הזווית במעלות וברדיאנים. מתוך מהשרטוט מבחינים כי זמן המחזור של גל המבוא הוא 20[msec].

זמן[msec]	מעלות	רדיאנים [RAD]
20	360	$\pi 2$
2.5	$\frac{360 * 2.5}{20} = 45^\circ$	$\frac{2\pi * 2.5}{20} = \frac{\pi}{4}$

2. נחשב את הערך היעיל של המתח על העומס לפי הנוסחה בע' 5 בנוסחאון  $V_{RMS}$  :

$$V_{RMS} = \frac{230 * \sqrt{2}}{2} * \sqrt{\frac{1}{\pi} * \left( \pi - \frac{\pi}{4} + \frac{\sin(2 * 45)}{2} \right)} = 155.07[V]$$

3. נחשב את ההספק על העומס לפי הנוסחה בע' 5 בנוסחאון  $P[W]$  :

$$P = \frac{155.07^2}{100} = 240.47[W]$$

תשובה: ההספק על העומס הוא 240.47[W].

### שאלה 6 – מגבר שרת כמשווה

א. חישוב המתחים בנקודות X, Y.

ניזכר כי אחת התכונות של מגבר שרת אידיאלי הוא התנגדות מבוא גדולה מאד. המשמעות המעשית היא כי אין זרם לתוך מגבר השרת. לכן, נחשב את המתחים המבוקשים לפי כלל מחלק מתח:

$$V_X = \frac{V * R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{12 * 5}{5 + 5 + 5} = 4[V]$$

$$V_Y = \frac{V * (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{12 * (5 + 5)}{5 + 5 + 5} = 8[V]$$

נקבע את מצבן של ה-LEDs לפי הכללים של מגבר שרת משווה (ראו גם פתרון

שאלות משנים קודמות) לכן, יתכנו רק שתי אפשרויות למתח המוצא:

$$V(+)>V(-) \Rightarrow V_{out} = +V_{cc} \text{ LED -ON} \bullet$$

$$V(+)<V(-) \Rightarrow V_{out} = -V_{cc} \text{ LED -Off} \bullet$$

## ב. נרכז את כל התוצאות בטבלה:

$V_{IN}[V]$	מצב ה-LED
3	LED 1 כבוי
3	LED 2 כבוי
6	LED 1 דלוק
6	LED 2 כבוי
9	LED 1 דלוק
9	LED 2 דלוק

ג. חישוב הזרם בדיודת ה-LED מבצעים על מעגל טורי הכולל: מקור מתח 12 וולט, נגד בערך של 2 קילואום, ודיודת LED שהמתח עליה הוא 1.5 וולט. המתח על הנגד -  $V_R = 12 - 1.5 = 10.5[V]$  והזרם דרכו:

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{10.5}{2} = 5.25[mA]$$

תשובה: בגלל שהמעגל טורי, הזרם דרך הדיודה הוא 5.25 מילי-אמפר.

שאלה 7 – מגברי שרת

א. תפקיד מעגל 1: מגבר שרת עוקב מופע כי, יש משוב שלילי וגם מקור המתח מחובר(במקרה הזה ישירות) להדק  $V_{IN}(+)$ .

א. תפקיד מעגל 2: למעגל 2 שני מקורות, מוצא מעגל 1 ו-2. ערך המוצא יהיה יחסי להפרש שני המתחים בכניסה. מכאן קיבלנו מעגל מחסר.

ב. חישוב מוצא מגבר 1- הזרם בנגדים 1 ו-2 שווה:

$$\frac{0 - 1}{1k} = \frac{1 - V_{out}}{2k} \implies (0 - 1) * 2k = (1 - V_{out}) * 1k$$

$$-2 = 1 - V_{out} \implies V_{out} = +3[V]$$

ב. חישוב מתח המוצא (הזרם דרך הנגדים 3, 4 הוא שווה) של המגבר  $V_{out}$ :

$$V_+ = \frac{V_2 * R_6}{R_5 + R_6} = \frac{4 * 4k}{2k + 4k} = 2.67[V]$$

$$\frac{V_{o1} - V(+)}{R_3} = \frac{V(+)-V_{out}}{R_4} \implies \frac{3 - 2.67}{2k} = \frac{2.67 - V_{out}}{4k}$$

$$2 * 0.33 = 2.67 - V_{OUT} \implies 0.67 = 2.67 - V_{OUT}$$

$$-2.67 + 0.67 = -V_{OUT} \implies V_{OUT} = 2V$$



בתשובה לסעיף ג. יש צורך לפתור משוואה אחת עם שני נעלמים. אין תשובה אחת אלא סדרה של זוגות תשובות מתאימות. השיטה לפתרון היא הנחה של ערך של נגד אחד וחישוב הערך החסר המתאים.

**נתונים:**

$$V_2 = 4V$$

$$V_{OUT} = 4V$$

$$R_5 = 2k\Omega$$

$$V_{OUT1} = 3V$$

$$R_3 = 2k\Omega$$

$$R_6 = ? \implies R_4 = ?$$

**פתרון – הזרמים בנגדים 3 ו-4 שווים וגם נניח**

$$R_4 = 6k\Omega$$

נוסחה למציאת  $V(-)$

$$\frac{V_{OUT1} - V(-)}{R_3} = \frac{V(-) - V_{OUT}}{R_4} \implies \frac{3 - V(-)}{2k} = \frac{V(-) - 4}{6k}$$

$$3*(3-V(-)) = V(-) - 4 \implies 9 - 3V(-) = V(-) - 4$$

$$9 - 4V(-) = -4 \implies -4V(-) = -4 - 9$$

$$V(-) = \frac{-13}{-4} = 3.25V$$

**נוסחה לחישוב הנגד 6 לפי מחלק מתח:**

$$V(-) = V(+) = V_{R6} \quad \text{נתון כי}$$

$$V_{R6} = \frac{V_2 * R_6}{R_5 + R_6} \implies 3.25 = \frac{4 * R_6}{2k + R_6}$$

$$3.25(2k + R_6) = 4 * R_6 \implies 6.5k + 3.25R_6 = 4 * R_6$$

$$(4 - 3.25)R_6 = 6.5k$$

$$R_6 = \frac{6.5k}{0.75} = 8.67k\Omega$$

**תשובה:**

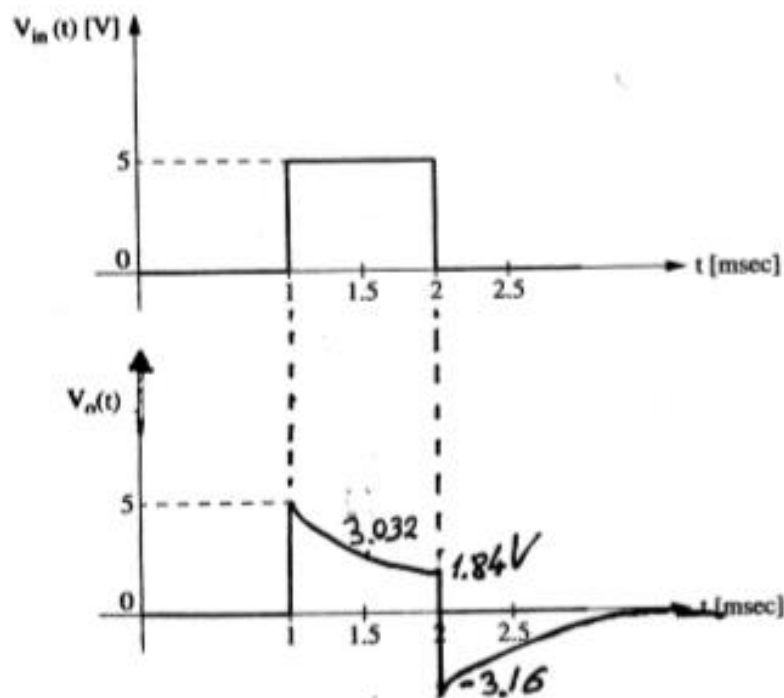
$$R_6 = 8.67k\Omega \implies R_4 = 6k\Omega \quad \text{ערכי הנגדים הם:}$$

**שאלה 8 – תורת הדפקים**

**הסבר המעגל:**

המעגל נקרא HPF - מסנן מעביר גבוהים. במקור שימש להעברת תדרים גבוהים ולהנחתת תדרים נמוכים. אנו מתעניינים בתוצאות של המוצא לאות ריבועי בכניסה. חשוב לזכור את **חוק המתחים** של קירכהוף המופעל כאן בכל רגע ורגע  $t$ . המשמעות היא ערך מקור המתח בכל רגע  $t$  שווה למתח על הנגד ועוד המתח על הקבל.

א. גרף המתאר את מתח המוצא בתלות בזמן  $t$ .



ב. 1: חישוב מתח המוצא בזמן  $t=1.5$  msec לפי משוואת הדפקים ע' 9 בנוסחאון:

$$1 < t < 2 \text{ [msec]}$$

$$V_{0+} = 5V \implies V_{\infty} = 0V$$

**הסבר:** ברגע הראשון אין מתח על הקבל לכן כל מתח הכניסה נופל על הנגד. אחרי הרבה זמן, אינסופי, הקבל נטען במלואו במתח המקור, ולכן, אין מתח על הנגד.

**חישוב קבוע הזמן לפי ע' 9 בנוסחאון:**

$$\tau = R * C = 10k * 0.1\mu = 1 \text{ [msec]}$$

**הסבר הזמנים:** מה שחשוב לנו בחישובים שלנו הוא לא הזמן האבסולוטי הרשום בציר הזמן: 1, 2, 1.5, 2.5 מילי-שניות אלא, משך הזמן של התופעה, הדופק עצמו. לכן:

$$t_1 = 1.5 \implies t_{\text{חדש}} = 1.5 - 1 = 0.5 \text{msec}$$

$$t_2 = 2 \implies t_{\text{חדש}} = 2 - 1 = 1 \text{msec}$$

$$t_3 = 2.5 \implies t_{\text{חדש}} = 2.5 - 2 = 0.5 \text{msec}$$

**הצבה:**

$$V_{OUT}(t = 2 \text{msec}) = 0 - (0 - 5) * e^{\frac{-1m}{1m}} = 1.839V$$

$$V_{OUT}(t = 1.5 \text{msec}) = 0 - (0 - 5) * e^{\frac{-0.5m}{1m}} = 3.032V$$

2 : חישוב מתח המוצא בזמן  $t=2.5\text{msec}$  לפי משוואת הדפקים ע' 9 בנוסחאון:

$$t > 2 [\text{msec}]$$

$$V_{0+} = V_{OUT}(t = 2 \text{msec}) - 5 = 1.839 - 5 = -3.16V \implies V_{\infty} = 0V$$

$$V_{OUT}(t = 2.5 \text{msec}) = 0 - (0 - (-3.16)) * e^{\frac{-0.5m}{1m}} = 1.917V$$

**תשובה:**

1. המתח במוצא בזמן  $t=1.5\text{msec}$  הוא  $3.032V$ .

2. המתח במוצא בזמן  $t=2.5\text{msec}$  הוא  $-1.917V$ .

ג. חישוב המתח על הקבל בזמן  $t=1.5\text{msec}$ :

$$V_{IN}(t) = V_R(t) + V_C(t) \quad \text{נוסחה:}$$

מאחר וחישבנו את המתח על הנגד בזמן הרצוי  $3.032$  וולט, לכן,

$$V_C(t = 1.5 \text{msec}) = V_{IN}(t) - V_R(t)$$

$$V_C(t = 1.5 \text{msec}) = 5 - 3.032 = 1.968V$$

**ב ה צ ל ח ה בבחינות הפנימיות והחיצוניות !**