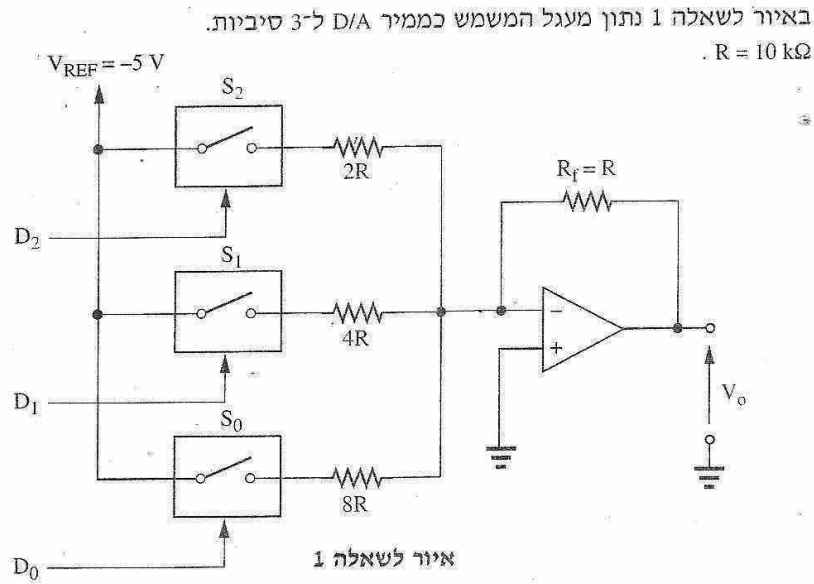


שאלה מס' 1



- א. הסבר את פעולת הממיר. ציין מהי הסיבית MSB, והסבר את קביעתך.
 ב. חשב את מתח המוצא, V_o , עבור צירוף סיביות המבוא: $D_2 = "1"$, $D_1 = "0"$, $D_0 = "0"$.
 ג. חשב את כושר ההבחנה (רזולוציה) של הממיר.
 ד. חשב את הערך המרבי של מתח המוצא של הממיר.
 ה. הסבר כיצד ניתן לשפר את כושר ההבחנה של הממיר.

- א. בממיר זה כל כניסה תורמת זרם יחסי הפוך לערך המחובר לאותה כניסה. כלל הזרמים זורמים לנגד R_f , הממיר את הזרם השקול למתח במוצא. כניסה עם נגד גדול תורמת פחות זרם מאשר כניסה עם נגד קטן (לכן $MSB \leftarrow 2R$, $LSB \leftarrow 8R$). התרומות של הזרם בכפולות של 2, מכיוון שערכה של כל ספרה בינארית גדול פי 2.
 ב. נתונים:

$$V_o = \frac{-V_{REF} \cdot R_f \cdot N}{2^n \cdot R} \quad V_{REF} = -5\text{V}, R_f = 10\text{k}\Omega, n = 3, N = 100_b = 4_d, R = 10\text{k}\Omega$$

מתח מוצא V_o :

$$V_o = \frac{-V_{REF} \cdot R_f \cdot N}{2^n \cdot R} = \frac{-(-5) \cdot 10\text{k} \cdot 4}{2^3 \cdot 10\text{k}} = 2.5\text{V}$$

ג. כושר הבחנה ΔU_{\min} =

$$\Delta U_{\min} = \frac{-V_{REF} \cdot R_f}{2^n \cdot R} = \frac{-(-5) \cdot 10\text{k}}{2^3 \cdot 10\text{k}} = 0.625\text{V}$$

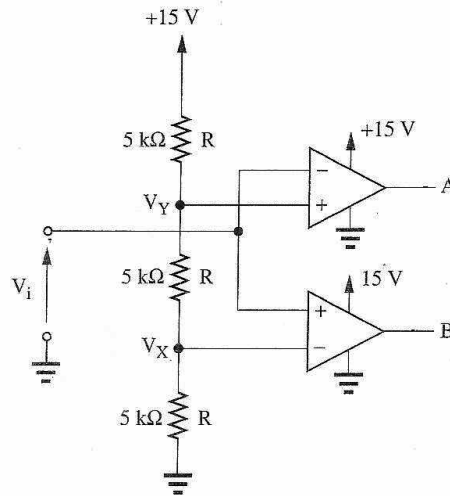
ד. ערך מרבי כאשר כל המפסקים סגורים $N = 111_b = 7_d \leftarrow$

$$V_{O_{\max}} = \frac{-V_{REF} \cdot R_f \cdot N}{2^n \cdot R} = \frac{-(-5) \cdot 10\text{k} \cdot 7}{2^3 \cdot 10\text{k}} = 4.375\text{V}$$

- ה. כדי לשפר את כושר ההבחנה של הממיר פי 2 נוסיף מפסק ונגד בגודל של 16R כדי לשפר את כושר ההבחנה של הממיר פי 4 נוסיף שני מפסקים ושני נגדים בגודל של 16R ו-32R בהתאמה, וכו'.....

שאלה מס' 2

באיור א' לשאלה 2 מתואר מעגל הבנוי ממגברי שרת אינדאליים.



איור א' לשאלה 2

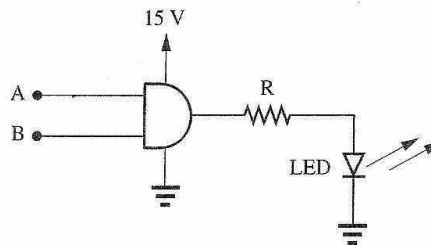
א. חשב את המתחים, V_X ו- V_Y .

ב. חשב וסרטט את אופייני המעבר כאשר V_i משתנה בתחום $0 \leq V_i \leq 15 \text{ V}$:

$$1. V_A = f(V_i)$$

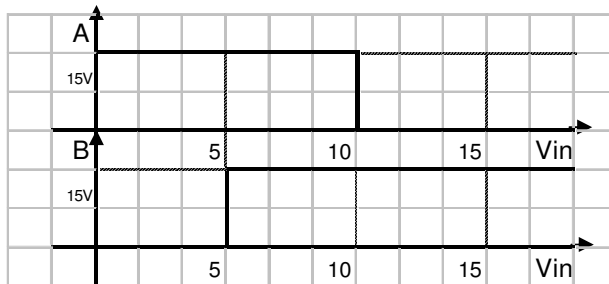
$$2. V_B = f(V_i)$$

ג. מוצאי המשווים A ו-B חוברו למעגל הכולל שער AND ודיודת LED, כמתואר באיור ב' לשאלה 2. הסבר באיזה תחום מתחים, V_i , תידלק דיודת ה-LED.



$$א. \text{ מחלק מתח : } V_X = \frac{V_{cc} \cdot R}{3R} = \frac{15 \cdot 5}{3 \cdot 5} = 5V, \quad V_Y = \frac{V_{cc} \cdot 2R}{3R} = \frac{15 \cdot 10}{3 \cdot 5} = 10V$$

ב. אופיין המעבר של A, B.

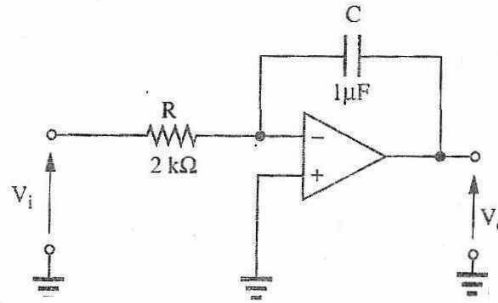


ג. $A=1'$ כאשר $0V < V_{in} < 10V$ $B=1'$ כאשר $5V < V_{in} < 15V$.

כדי שה-LED תדלק אנו צריכים $15V = '1'$ במוצא ה-AND $\leftarrow A=B='1' \leftarrow$
 $5V < V_{in} < 10V$.

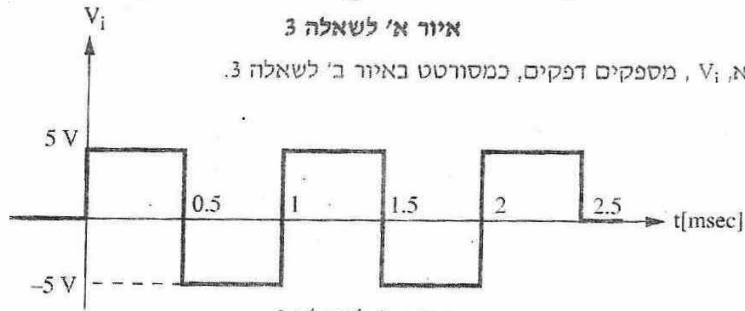
שאלה מס' 3

באיור א' לשאלה 3 מתואר מעגל הבנוי ממגבר שרת אידיאלי. מתחי ההזנה: $\pm 10V$.



איור א' לשאלה 3

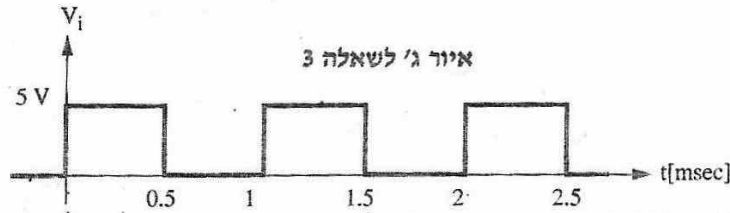
במבוא, V_i , מספקים דפקים, כמסורטט באיור ב' לשאלה 3.



איור ב' לשאלה 3

א. העתק למחברתך את צורת המתח V_i , וסרטט מתחתייה את צורת מתח המוצא, V_o .
חשב את ערכו של מתח המוצא עבור: $t = 1 \text{ msec}$, $t = 0.5 \text{ msec}$.

ב. חזור על החישובים שבסעיף א', כאשר צורת המתחת V_i נתונה באיור ג' לשאלה 3.



איור ג' לשאלה 3

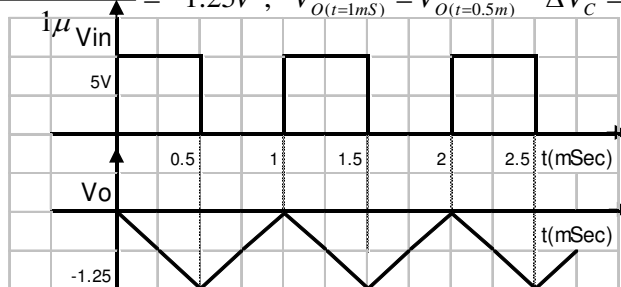
ג. ברגע $t = 0$ מספקים במבוא מתח ישר של $-5V$.
מה ערכו המרבי של מתח המוצא V_o ? נמק את תשובתך.
א. מתח המוצא ב $t = 1 \text{ mSec}$, $t = 0.5 \text{ mSec}$.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{2k} = 2.5 \text{ mA}, \quad C = 1 \mu F, \quad \Delta t = 0.5 \text{ mSec},$$

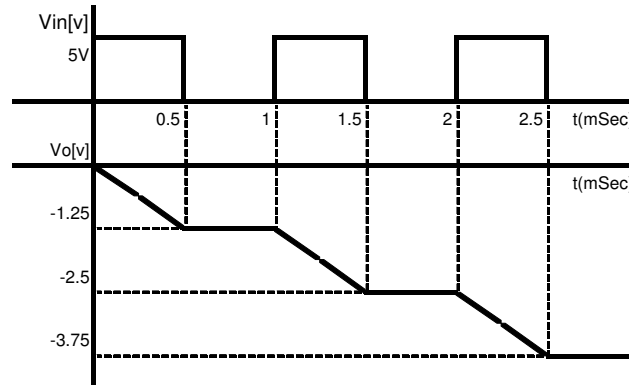
$$\Delta V_C = \frac{I \cdot \Delta t}{C} = \frac{2.5 \text{ m} \cdot 0.5 \text{ m}}{1 \mu} = 1.25 \text{ V}, \quad V_{O(t=0.5)} = -\Delta V_C = -1.25$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{-5}{2k} = -2.5 \text{ mA}, \quad C = 1 \mu F, \quad \Delta t = (1 - 0.5) \text{ mSec}$$

$$\Delta V_C = \frac{I \cdot \Delta t}{C} = \frac{-2.5 \text{ m} \cdot 0.5 \text{ m}}{1 \mu} = -1.25 \text{ V}, \quad V_{O(t=1 \text{ mS})} = V_{O(t=0.5 \text{ m})} - \Delta V_C = -1.25 + 1.25 = 0 \text{ V}$$



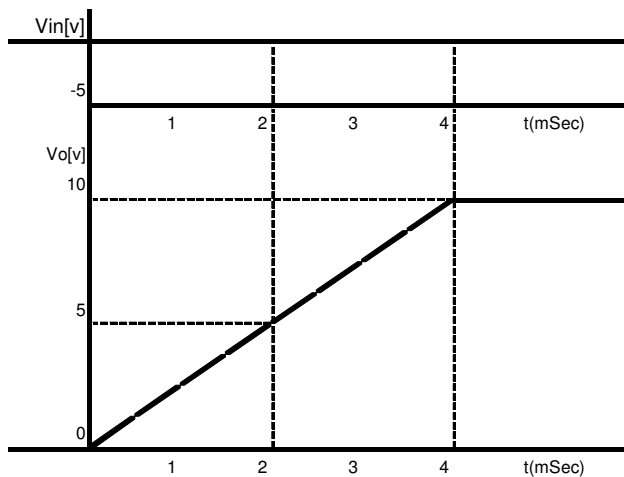
- ב. כאשר מתח הכניסה ב- 5V לזמן של 0.5mSec מתח המוצא יורד ב-1.25V.
 כאשר מתח הכניסה ב- 0V מתח המוצא אינו משתנה.



- ג. עבור מתח ישר של -5V הקבל יטען בצורה ליניארית עד $-\infty$.
 מתחי ההזנה של המשווה לא מאפשרים למתח המוצא לעבור את $\pm V_{Oou.comp} = \pm 10V$.
 כך שמתח המוצא יעלה ליניארית עד 10V ואז יישאר במתח זה עד שינוי מתח הכניסה.

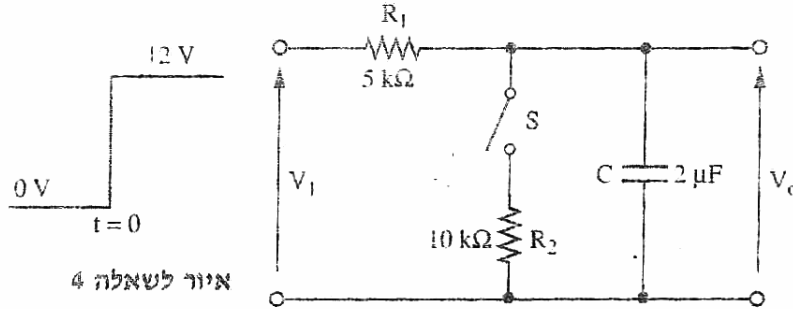
$$I = \frac{V}{R} = \frac{-5}{2k} = -2.5mA, C = 1\mu F, \Delta V = -10V$$

$$\Delta t = \frac{C \cdot \Delta V_C}{I} = \frac{1\mu \cdot -10}{-2.5m} = 4mSec, V_{O(t=4mS)} = V_{O(t=0m)} - \Delta V_C = 0 - (-10) = 10V$$



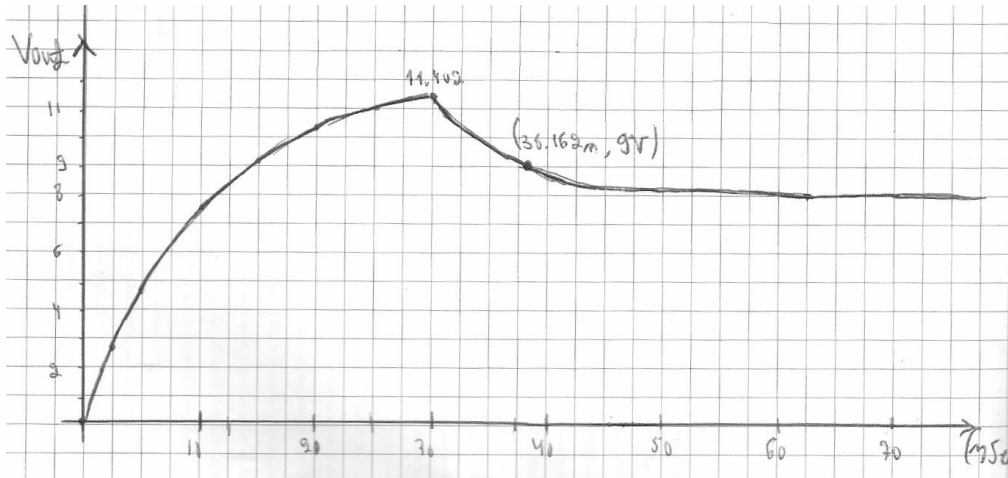
שאלה מס' 4

לרשת הנתונה באיור לשאלה 4 מספקים ברגע $t = 0$ אות מדרגה של 12 V. המתג S היה פתוח זמן רב ונסגר ברגע $t = 30 \text{ msec}$ (ונשאר סגור).



- א. סרטט בקירוב את צורת מתח המוצא, V_0 .
- ב. חשב את מתח המוצא, V_0 , ברגע סגירת המתג S.
- ג. חשב כעבור כמה זמן מוהרגע $t = 0$ יירד מתח המוצא לערך של 9 V.

א.



ב. בתחילה המפסק פתוח לכן במשך 30mSec ראשוניים הקבל יטען אקספוננציאלית לכיוון 12V ויגיע למתח של 11.402V.

$$V_0 = 0V, V_\infty = V_{in} = 12V, \tau = C \cdot R = 2\mu \cdot 5k = 10mSec, t = 30mSec$$

$$V_t = V_\infty - (V_\infty - V_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 12 - 12 \cdot e^{-\frac{30m}{10m}} = 11.402V$$

ג. ברגע סגירת המפסק נתוני המעגל משתנים: $t^* = t - 30mSec$,

$$V_0 = 11.402V, V_\infty = \frac{V_{in} \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{12 \cdot 10}{5 + 10} = 8V, \tau = C \cdot (R_1 \parallel R_2) = 2\mu \cdot (5k \parallel 10k) = 6\frac{2}{3}mSec$$

$$V_t = V_\infty - (V_\infty - V_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 8 - (8 - 11.402) \cdot e^{-\frac{t-30m}{10m}}$$

מתח המוצא מגיע פעמיים ל-9V אבל נתבקשנו למצוא את הזמן שירד מתח המוצא לכן זה בתחום של $30mSec < t$.

$$t^* = \tau \cdot \ln \frac{V_\infty - V_0}{V_\infty - V_t} = 6\frac{2}{3}m \cdot \ln \frac{8 - 11.402}{8 - 9} = 8.162mSec$$

$$t^* = t - 30m \Rightarrow t = t^* + 30m = 38.162mSec$$