

## דוח מכין 1 - 555

מגישים: אריאל רנה 206393662, אור שאול 206491920

1.1.1. תיאור המעגל: מעגל ה-555 הינו מעגל שמייצר אותות שונים בהתאם לקונפיגורציית הכניסה ולאות הכניסה (אם קיים). למעגל זה שני אפשרויות פונקציונליות:

1. יכול לתפקד כמעגל אל-יציב אשר מחולל אות שעון מחזורי
  2. יכול להתפקד כמעגל חד-יציב המחולל פולס ברוחב מבוקש בהתאם להגעת אות דירבון.
- כעת נפרט את רכיבי המעגל:

1. Ground: מתח הייחוס לאדמה של המעגל.
2. Trigger: כניסת פולס הערעור. כניסה זאת הינה פולס צר שרוחבו  $\tau$ , שמשנה את ערכו הלוגי של המשוון התחתון מנמוך לגבוהה, וכן משנה את מצב הפעולה של הדלגלג ל-set. על מנת שכניסה זאת אכן תוכל לשנות את מוצא המשוון כראוי, נדרש שכניסת המשוון השלילית ברגע הגעת הפולס תשתנה מערך לוגי גבוהה לנמוך, לכן נדרש שכניסה זאת תהיה ההיפוך של פולס הערעור  $\overline{Trigger}$ . כניסה זאת נחשבת כבעלת ערך לוגי גבוהה אם ערכה גדול מ- $V^+/3$ .
3. Output: מוצא המעגל, אשר בהתאם לקונפיגורציית החיבורים של המעגל יכול להיקבע להיות מגוון פולסים בעלי מאפיינים שונים.
4. Reset: כניסת האתחול של הדלגלג, כאשר מוצא 4 כולל היפוך של כניסה זאת.
5. Control Voltage: מתח הסף של המשוון העליון, ערכו הינו  $\frac{2}{3}V^+$ .
6. Threshold: כניסה השולטת במוצא המשוון העליון, עבור מתח גבוה מהערך  $\frac{2}{3}V^+$  מוצא המשוון יהיה ערך לוגי גבוה.
7. Discharge: כניסה אשר בדרך כלל מחוברת לקבל ומאפשרת את פריקתו, ובכך מאפשרת להחזיר את המעגל למצבו היציב.
8.  $V^+$ : רמת מתח ה-DC העליונה של המעגל.

1.2.1. כפי שתיארנו קודם, מעגל ה-555 יכול לפעול כמעגל חד-יציב אשר מקבל בכניסתו (כניסת ה-trigger) פולס ערעור צר ופולט במוצאו פולס רחב שרוחבו T. ניתן לקבוע מראש את רוחב פולס המוצא T באמצעות הקיבול של הקבל שיש לחבר למעגל, או לחילופין באמצעות שינוי התנגדות הנגד  $R_A$  שמחובר למעגל. רוחב הפולס המתקבל הינו:

$$T = R_A C \cdot \ln(3)$$

אופן פעולת המעגל: במצב היציב כניסת ה-Trigger של המעגל הינה בעלת ערך לוגי נמוך, ולכן האות  $\overline{Trigger}$  מקבל ערך לוגי גבוה. מכאן, הכניסה השלילית של המשוון התחתון גבוהה מהסף  $\frac{1}{3}V^+$  ולכן כניסת ה-Set לדלגלג היא "0" לוגי. בנוסף, במצב היציב הקבל C פרוק ולכן כניסת מתח ה-Threshold של המשוון העליון נמוכה ומוצאו "0" לוגי. כלומר במצב היציב כניסות הדלגלג הן  $S=0, R=0$ , והדלגלג נמצא במצב זיכרון של ערכו מיחידת הזמן הקודמת, אשר מאותחל ל-0 בכדי לקבל מצב יציב.

בעת הגעת פולס הכניסה, כאשר האות  $\overline{Trigger}$  משתנה לערך לוגי נמוך, המשוון התחתון פולט "1" לוגי וכך מצב הפעולה של הדלגלג משתנה ל-set. במצב זה ערך המוצא הינו גבוה, ומתח השער של

טרנזיסטור NMOS שאחראי על פריקת הקבל הינו נמוך. לכן מתבצעת טעינה של הקבל C, עד אשר מתח ה- Threshold עובר את הערך  $\frac{2}{3}V^+$ . לאחר מעבר זה כניסת ה-Reset של הדלגלג משתנה ל-"1", ובזמן זה כניסת ה-Set הינה "0" משום שפולס הערעור הינו קצר, ומוצא הדלגלג משתנה ל-"0" (ופולס המוצא מסתיים). לאחר שינוי זה, מתח השער של הטרנזיסטור עולה ל-"1", ומתבצעת פריקה של הקבל שמחזירה את המעגל למצבו היציב.

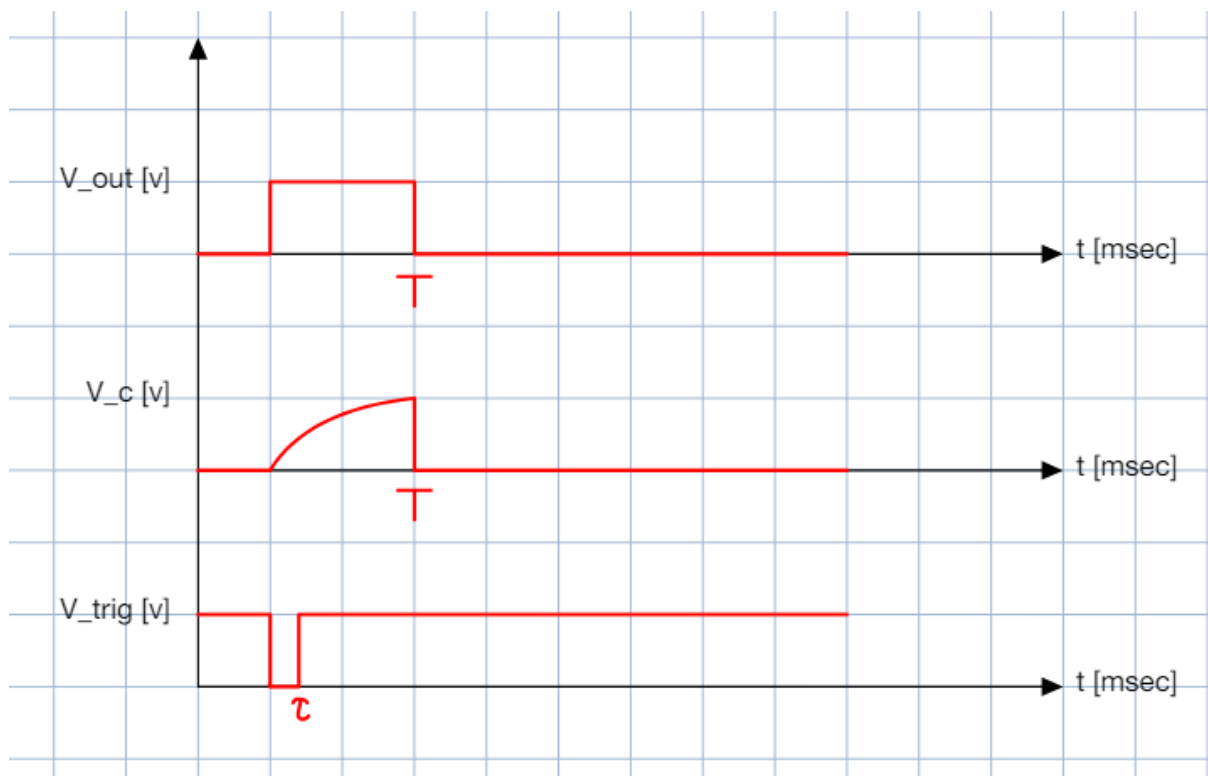
1.2.2. על מנת לקבל פולס בעל רוחב של  $1[msec]$  נבחר את הערכים הבאים עבור ההתנגדות של הנגד והקיבול של הקבל:

$$T = R_A * C * \ln(3) \rightarrow R_A * C = \frac{10^{-3}}{\ln(3)}$$

נבחר קבל בעל קיבול של  $1\mu F$  ולכן נקבל שהתנגדות הנגד  $R_A$  הינה:

$$R_A = \frac{10^{-3}}{\ln(3) * 10^{-6}} = 910.239 [\Omega]$$

1.2.3



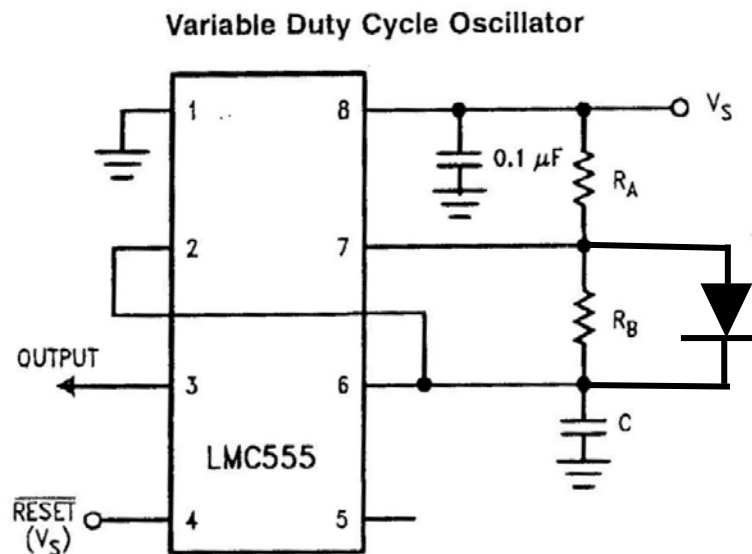
1.3.1. כעת נסביר את אופן פעולת המעגל במצב אל יציב (Oscillator):

נניח כי במצב ההתחלתי מוצא המעגל הינו "0", אז ערכו הלוגי של שער טרנזיסטור הפריקה הוא "1" ולכן הקבל C פרוק. מכאן שכניסת ה- Threshold מקבלת את הערך הלוגי "0", כאשר תחת קונפיגורציה זאת כניסה זאת מחוברת לשני המשוונים. המשוון התחתון פולט את הערך  $S=1$  והמשוון העליון פולט  $R=0$ , מכאן שהדלגלג נמצא במצב Set ומוצא המעגל משתנה ל-"1".

לאחר שינוי זה תעלת טרנזיסטור הפריקה אינה מוליכה, ומתבצעת טעינה של הקבל C. הקבל נטען עד לערך  $\frac{2}{3}V^+$ , ואז מוצאי המשוונים משתנים ל-  $S=0, R=1$  והדלגלג עובר למצב Reset. (נזכור כי כאשר  $V = \frac{1}{3}V^+$  אז מתקבל  $S=0, R=0$  ומוצא המעגל לא משתנה).

כעת, מוצא המעגל הינו "0" לוגי והקבל C טעון לערך  $\frac{2}{3}V^+$ . מכיוון שמוצא הדלגלג  $\bar{Q} = 1$  אז שער הטרנזיסטור מאפשר הולכה, ומתבצעת פריקה של הקבל עד לערך  $\frac{1}{3}V^+$ . במהלך הפריקה מתקיים  $S=0, R=0$  ולכן מוצא המעגל נשאר קבוע לאורך הפריקה. כאשר הקבל מגיע לערך  $\frac{1}{3}V^+$ , הדלגלג משנה את מצבו ל-Set ומוצא המעגל משתנה ל-"1" לוגי. מנקודה זו והלאה פעולת המעגל חוזרת על עצמה ללא התערבות חיצונית כאשר המתח  $V_C$  מתנדנד בין הערכים  $\frac{1}{3}V^+ \leq V_C \leq \frac{2}{3}V^+$  וזמני הטעינה והפריקה הם הזמנים בהם הפולס מקבל ערך לוגי גבוה וערך לוגי נמוך בהתאמה.

1.3.2 + 1.3.3. נחבר דיודה באופן הבא במקביל לנגד  $R_B$ . חיבור זה מאפשר השגת duty-cycle של 30% בכך שבאמצעות פריקת הקבל C מתבצעת באמצעות הנגד  $R_B$  בלבד, ואילו טעינת הקבל מתבצעת באמצעות הנגד  $R_A$  בלבד.



נקבע את גדלי הנגדים  $R_A, R_B$  כך שיתקיימו 2 הדרישות הבאות:

1. תדירות  $f = 1 \text{ [kHz]}$ :

$$T_{charge} + T_{discharge} = 10^{-3} \text{ [sec]}$$

2.  $D.C = 30\%$ :

$$\frac{T_{charge}}{T} = \frac{T_{charge}}{T_{charge} + T_{discharge}} = 0.3$$

לשם קביעת הערכים המתאימים נשתמש במשוואת הדפקים:

$$T = RC \cdot \ln\left(\frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_T}\right)$$

$$T_{charge} = R_A C \cdot \ln\left(\frac{V^+ - \frac{1}{3} V^+}{V^+ - \frac{2}{3} V^+}\right) = R_A C \cdot \ln(2)$$

$$T_{discharge} = R_B C \cdot \ln\left(\frac{0 - \frac{2}{3} V^+}{0 - \frac{1}{3} V^+}\right) = R_B C \cdot \ln(2)$$

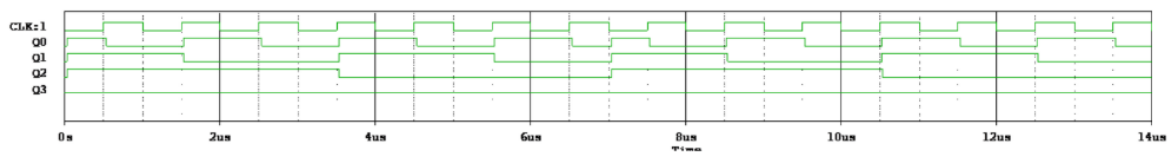
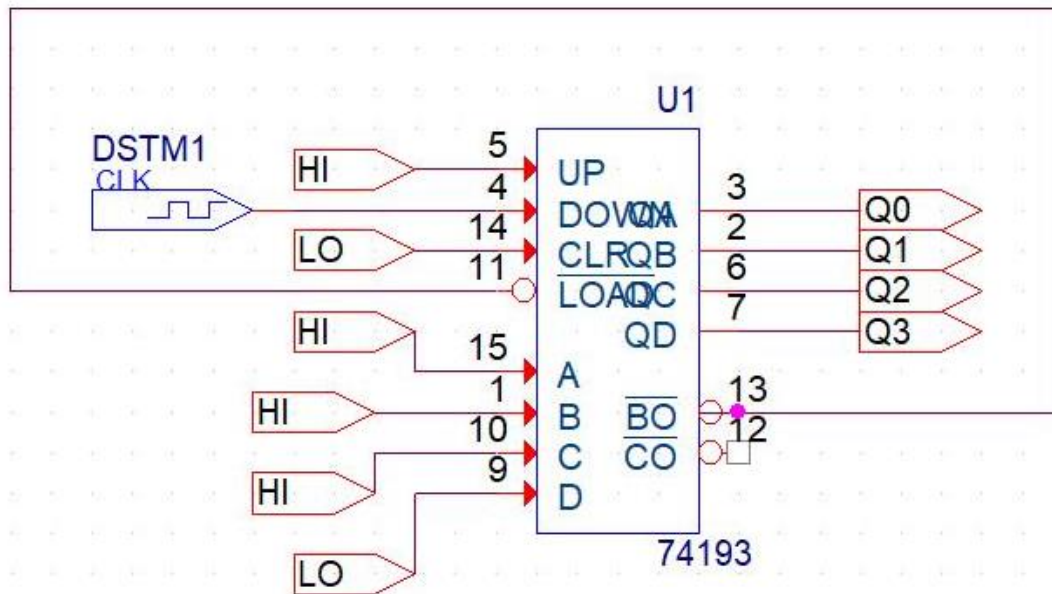
מכאן שעל מנת לקיים את דרישות (1),(2) נדרוש:

$$\begin{cases} (R_A + R_B)C \cdot \ln(2) = 10^{-3} \\ \frac{R_A}{R_A + R_B} = 0.3 \end{cases}$$

פתרון המשוואות הללו עבור בחירת  $C = 1\mu F$  הינו:

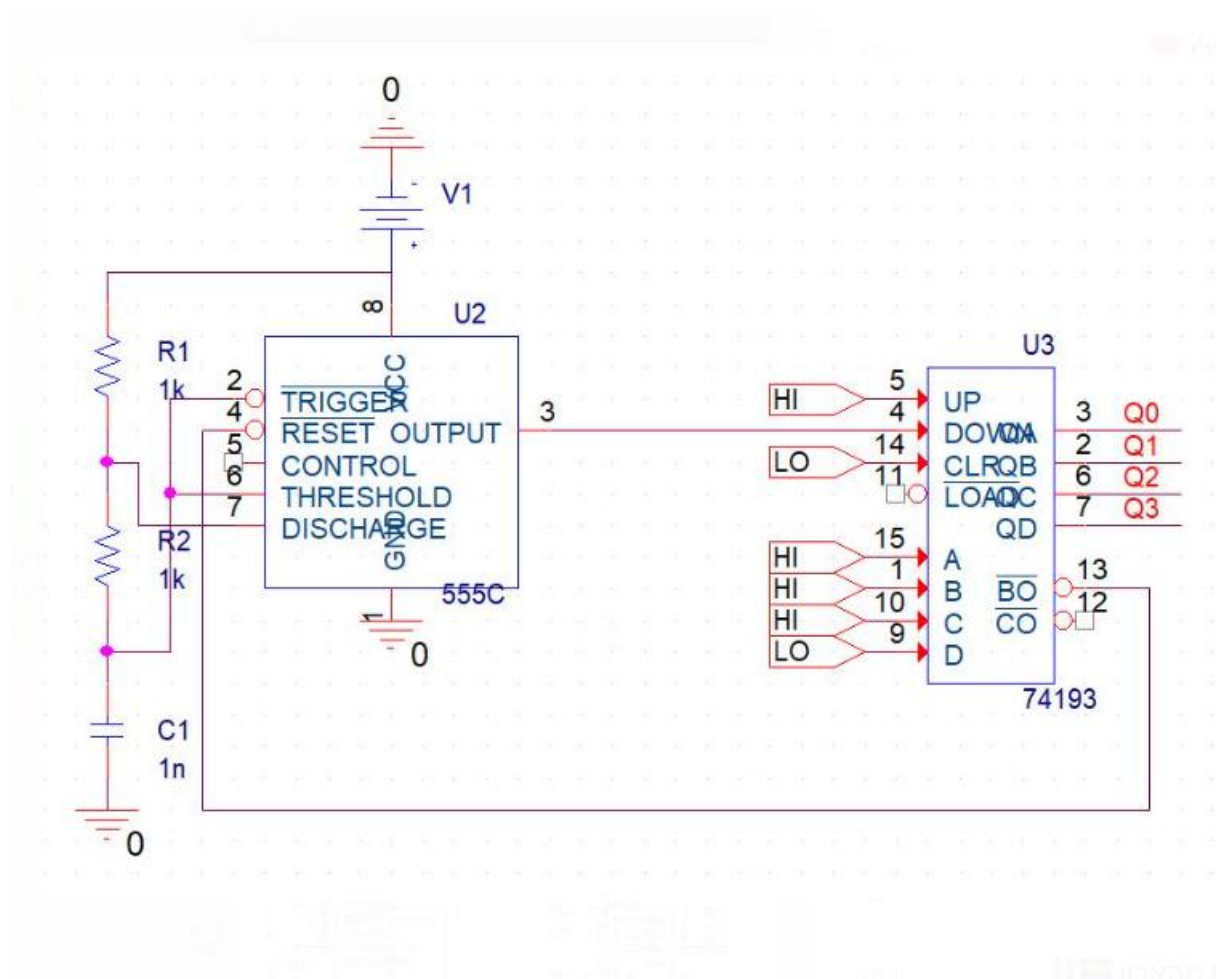
$$R_A = \frac{300}{\ln(2)} = 432[\Omega], R_B = \frac{700}{\ln(2)} = 1.01[k\Omega]$$

1.4. עקרון הפעולה של מחלק התדר פי 7 הוא שימוש במונה כלפי מטה, אשר מאותחל לערך הבינארי 7 ובכל מחזור שעון מופחת ב-1, כך שבמחזור השעון השביעי ערך המוצא של המונה הוא 0.



1.5. מחלק תדר פי 3 ניתן לתכנן על ידי מעגל 555 חד יציב הפולט פולס במוצא באופן הבא: כיוון שכניסת ה *Trigger* לא משפיעה על המוצא שהתקבל כתוצאה מהפולס הקודם לו. לכן ניתן לתכנן את המעגל כך שרוחב הפולס במוצא יהיה שלושה מחזורי שעון ובכך לקבל מחלק תדר פי 3.

1.6. באמצעות הרכיבים 555 ו-74193 ניתן לתכנן מתנד שייעצר לאחר 8 פולסים. כלומר, נוכל לחבר את חיבור ה  $\overline{BO}$  לכניסת ה *reset* של ה 555 שיחובר בתצורת אל יציב:



ניתן לראות כי כאשר  $Q_3$  יגיע לערך 1 (שזהו המצב שבו המונה הגיע ל-7 וסיים את ספירת שמונת הפולסים) מעגל ה-555 יישאר במצב *reset* וכך המתנד ייעצר.