

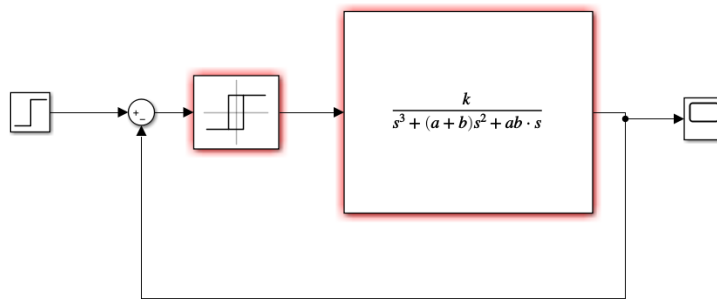
# Limit cycle

שובל בן שושן 203883830

נדב שולב 302280251

$$G(s) = \frac{K}{s(s+a)(s+b)}$$

א. נקבל-



ב. פונקציה מתארת של רכיב relay בגובה  $D$  היא-

$$N(A, \omega) = \frac{4D}{\pi A}$$

ג. התנאים להתפתחות מערכת לא לינארית היא שיש פתרון למשוואה-

$$N(A, \omega)L(j\omega) = \frac{4DK}{\pi As(s+a)(s+b)} = -1$$

ד. עבור נתונים אלו נקבל-

$$\begin{aligned} -1 &= \frac{4}{\pi A} \cdot \frac{1}{j\omega(j\omega+2)(j\omega+3)} \\ -\frac{A\pi}{4} &= \frac{1}{(-5\omega^2) + j\omega(6-\omega^2)} \\ -\frac{A\pi}{4} &= \frac{1}{(-5\omega^2) + j\omega(6-\omega^2)} \cdot \frac{(-5\omega^2) - j\omega(6-\omega^2)}{(-5\omega^2) - j\omega(6-\omega^2)} \\ -\frac{A\pi}{4} &= \frac{(-5\omega^2) - j\omega(6-\omega^2)}{25\omega^4 + \omega^2(6-\omega^2)^2} \end{aligned}$$

כעת נשווה את החלק המדומה ל-0 ונקבל

$$\omega(6-\omega^2) = 0$$

הפתרון  $\omega = 0$  טריוויאלי ולכן נפסל.

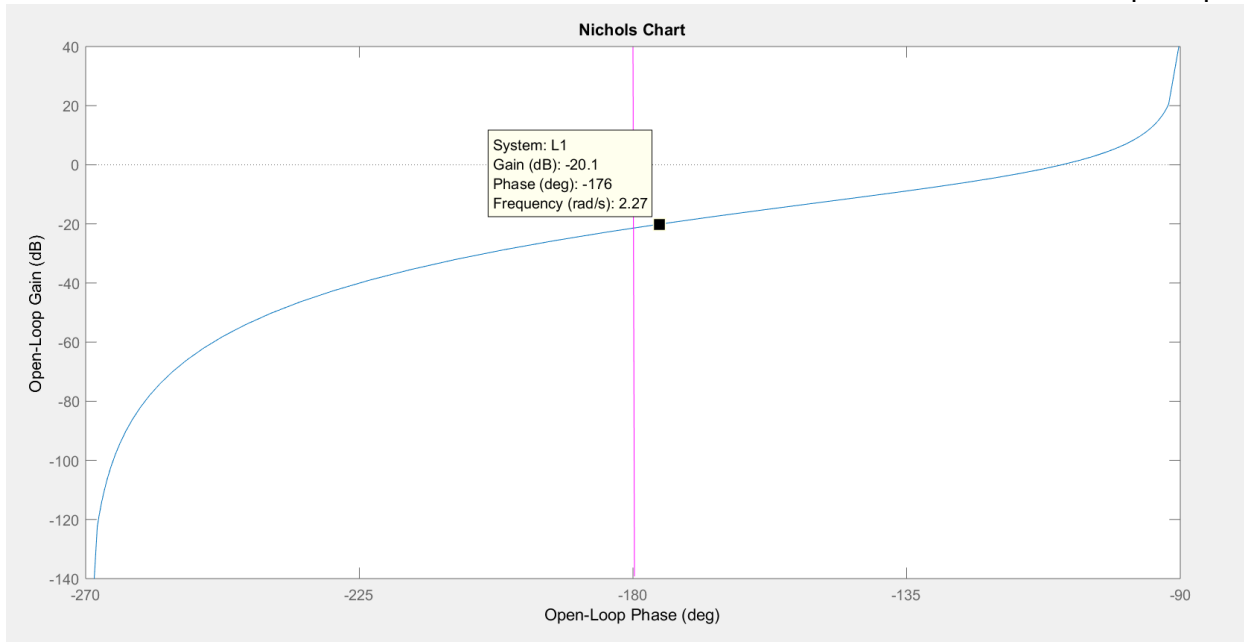
$$\omega = \pm\sqrt{6}$$

כעת נשווה את החלק הממשי ונציב את  $\omega$  שקיבלנו-

$$-\frac{A\pi}{4} = -\frac{5 \cdot 6}{25 \cdot 36}$$

$$A = \frac{2}{15\pi}$$

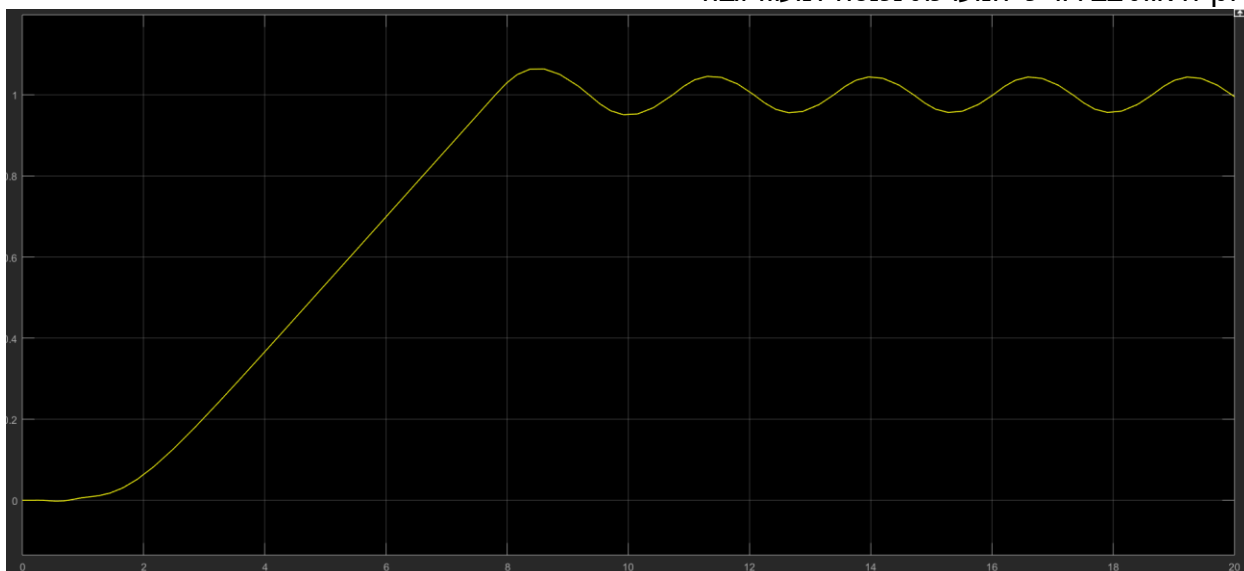
ה. מניקולס נקבל-



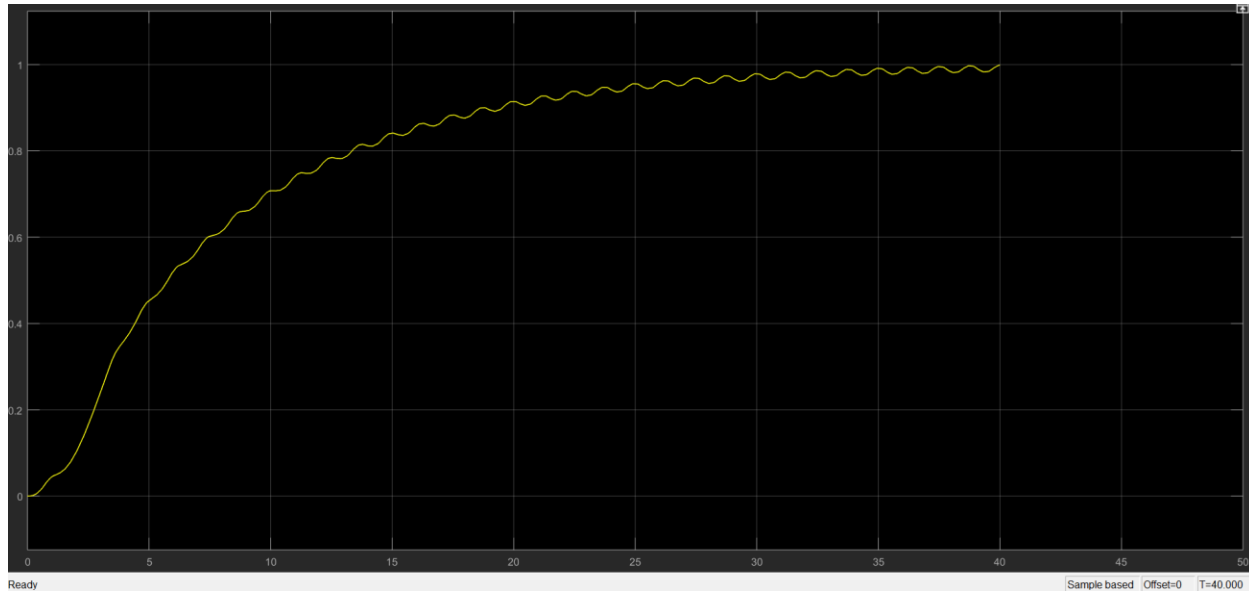
הגרף של רכיב *relay* הוא קו ישר למעשה ב-180 מעלות, ולכן בנק' בה הם נחצים נקבל את מעגל הגבול.

נשים לב שקיבלנו תדר זהה ( $2.44 \text{ rad/sec}$ ), וכך גם לגבי  $A$ .

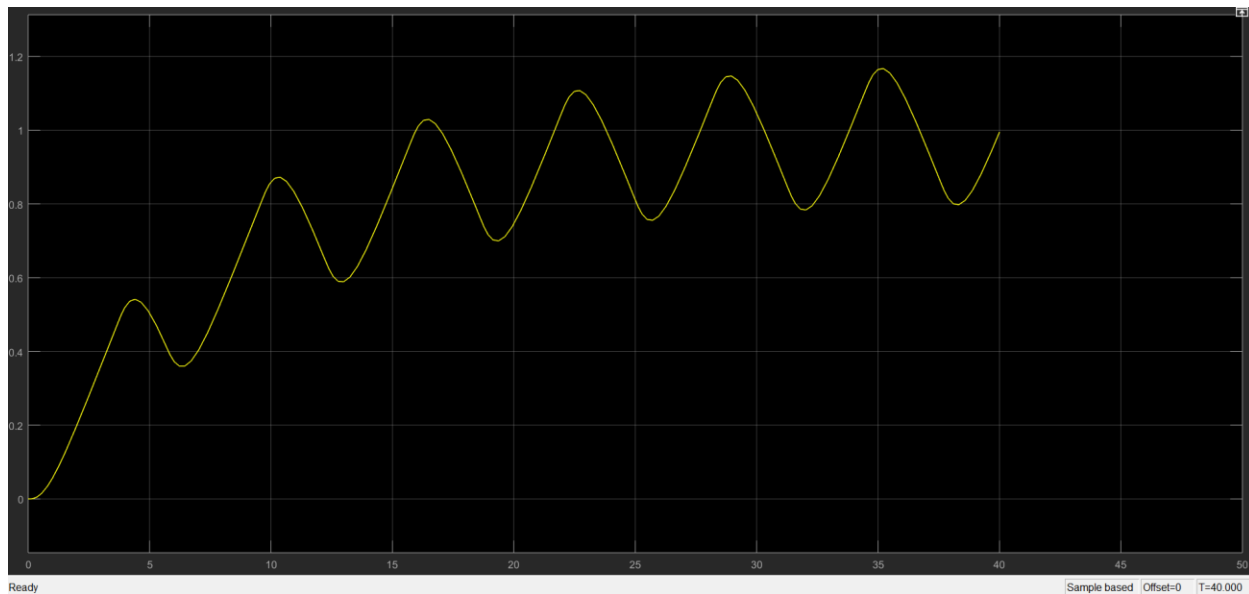
ו. ניתן לראות בבירור כי המערכת נכנסה למעגל גבול-



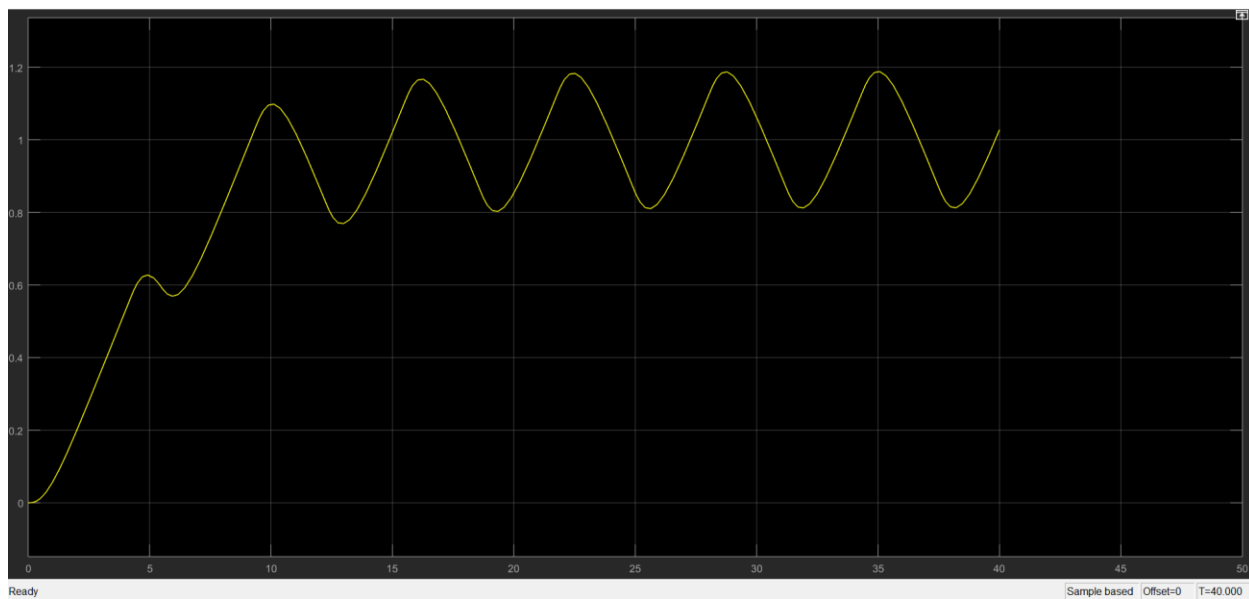
ז. עבור סינוס בגובה 1 ובתדר 5-



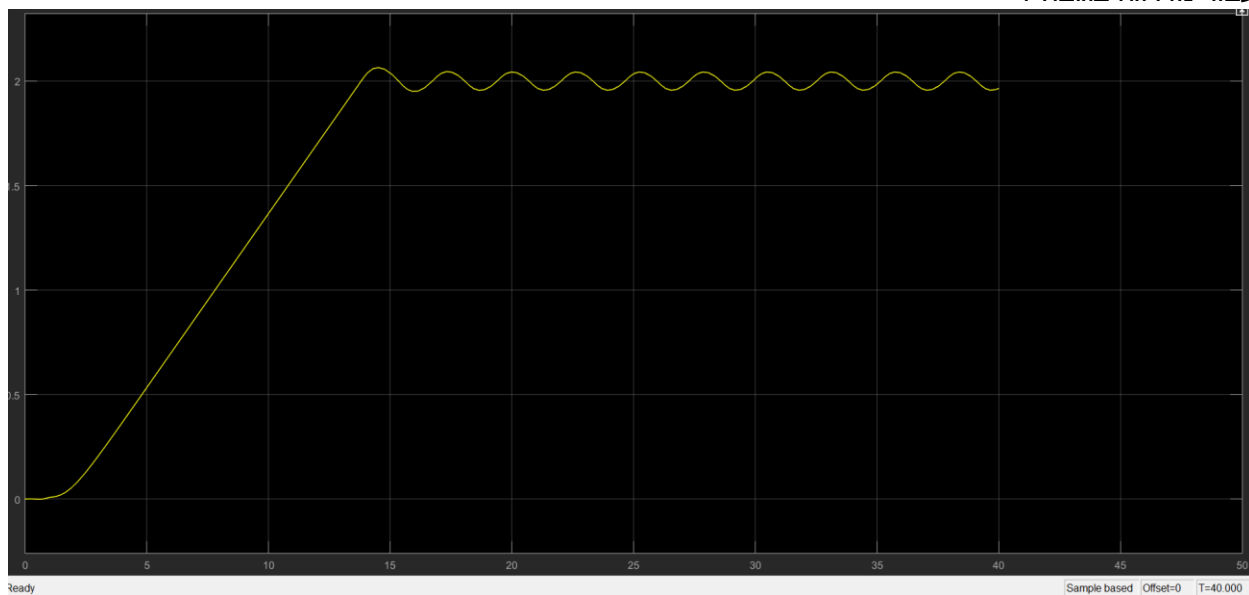
עבור סינוס בגובה 1 תדר 1-



עבור סינוס בגובה 0.5 ותדר 1-



עבור מדרגה בגובה 1-



עבור כניסת פולס-

