

דוח מסכם

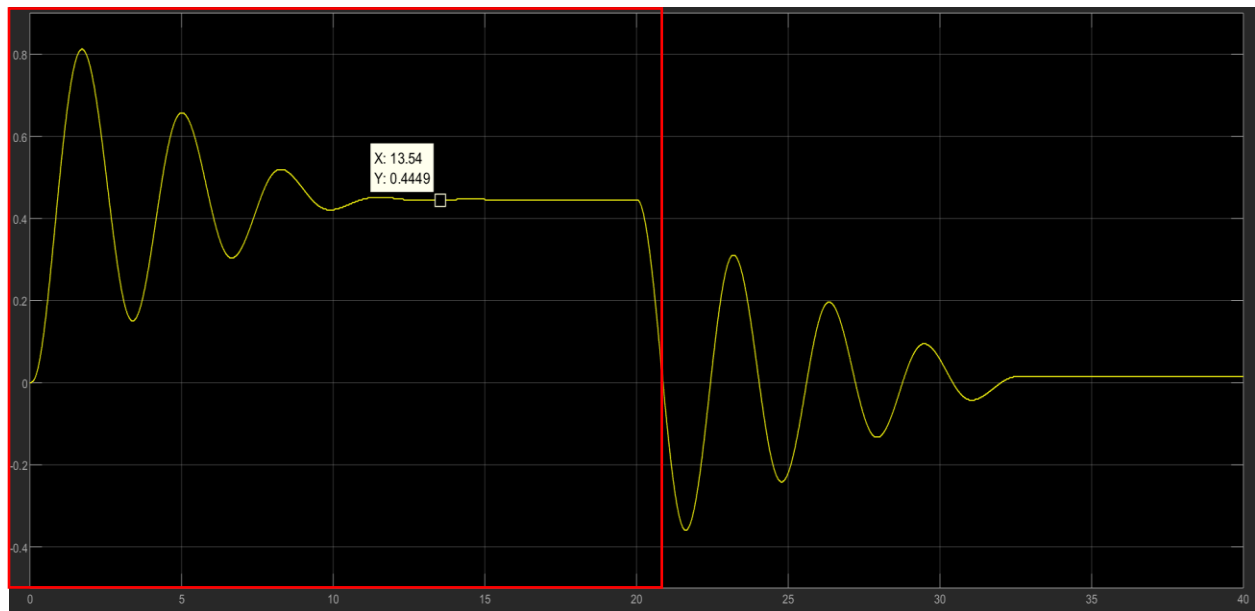
שובל בן שושן 203883830

נדב שולב 302208251

חלק 1-

(2.1)

5. בניסוי התקבל גרף הזווית לזמן הבא-



כאשר באדום מסומן המקטע בו המנוע הפסיק לפעול.

6. נשים לב שכאשר המנוע לא מקבל מתח, נתייצב על הזווית- 25.7258° .

כמו שראינו בדוח מכין, מתקיים-

$$D_t K_t V_m - M_b g (D_m \sin \theta_b) = 0$$

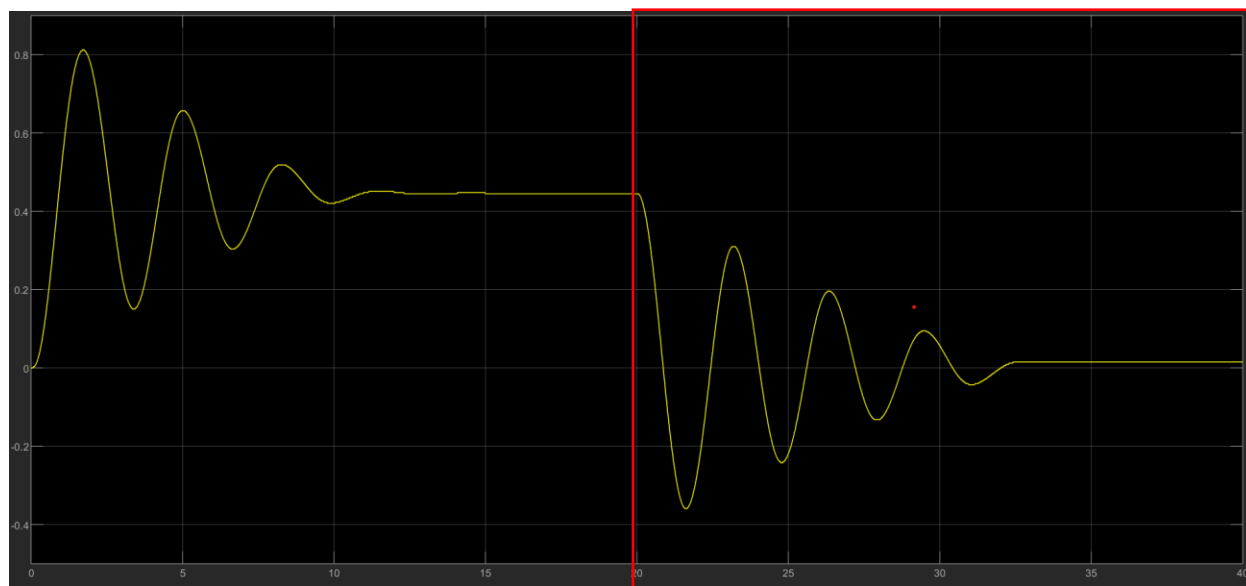
$$K_t = \frac{M_b g (D_m \sin \theta_b)}{D_t V_m}$$

$$K_t = \frac{1.15k \cdot 9.8 \cdot 0.0071 \sin(25.7258^\circ)}{0.158 V_m} = \frac{283}{V_m} = \frac{283}{V_0 - V_1} = \frac{283}{24 - 0} = 11.794 [Ns/rad]$$

(2.2)

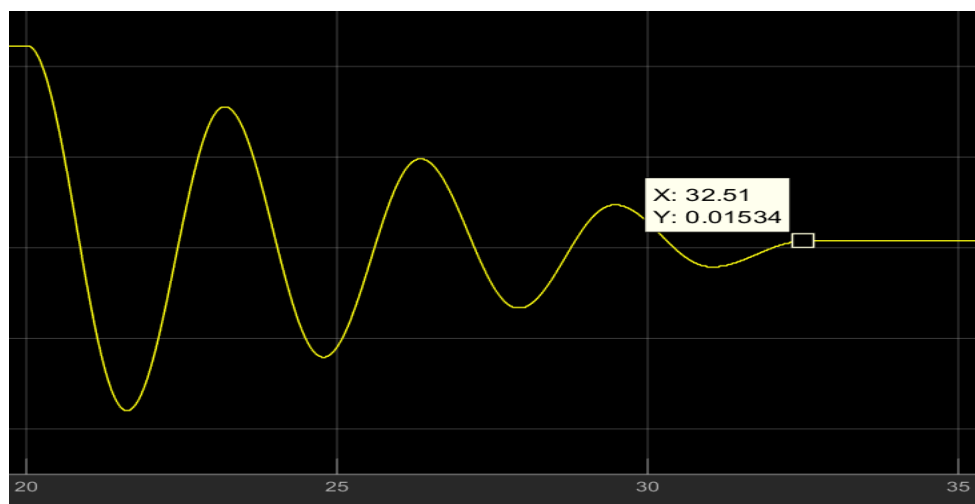
1.

כאשר המונע מפסיק לפעול נסתכל עם החלק המסומן באדום-



2.

הזמן שלוקח לו לסיים את האוסילציה החופשית-



בזמן זה הוא מבצע 4 אוסילציות, ולכן הזמן מחזור הממוצע הוא-

$$\frac{32.51 - 20}{4} = 3.1275$$

ומכאן-

$$f_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{3.1275} = 0.319[Hz]$$

$$\omega_n = 2\pi f_0 = 2[rad/s]$$

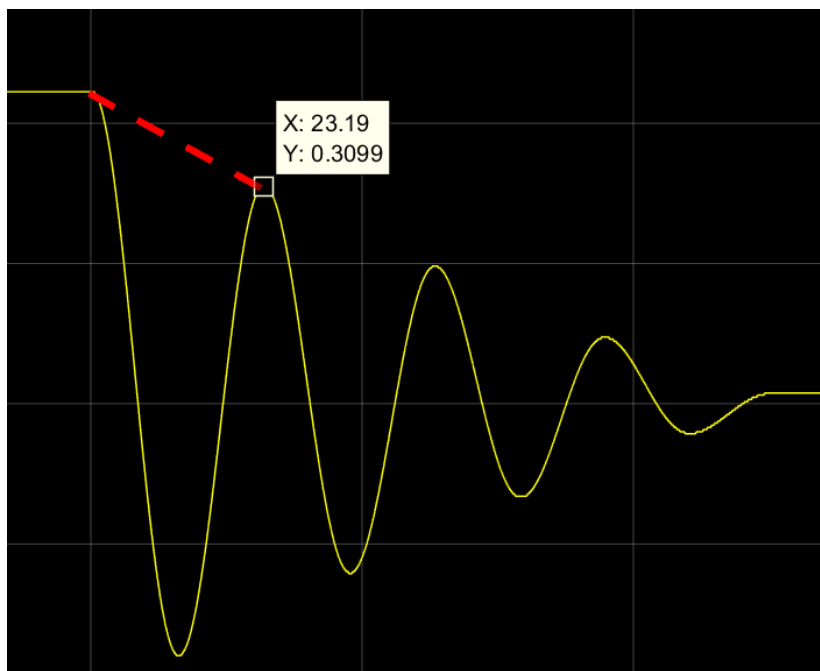
3.

נציב במשוואה-

$$J_p = \frac{M_b D_m g}{\omega_n^2} = \frac{1.15k \cdot 0.0071 \cdot 9.8}{4} = 19.918[kg \cdot m^2]$$

(2.3)

1. נעשה קירוב לינארי-



נראה כי-

$$0.4449 \cdot \frac{1}{e} = 0.16366$$

נשים לב שקצב הדעיכה לשניה הוא-

$$m = \frac{0.31-0.445}{3.19} = -0.042$$

ונקבל-

$$-0.16366 = -0.042\tau_s$$

$$\tau_s = 3.891[s]$$

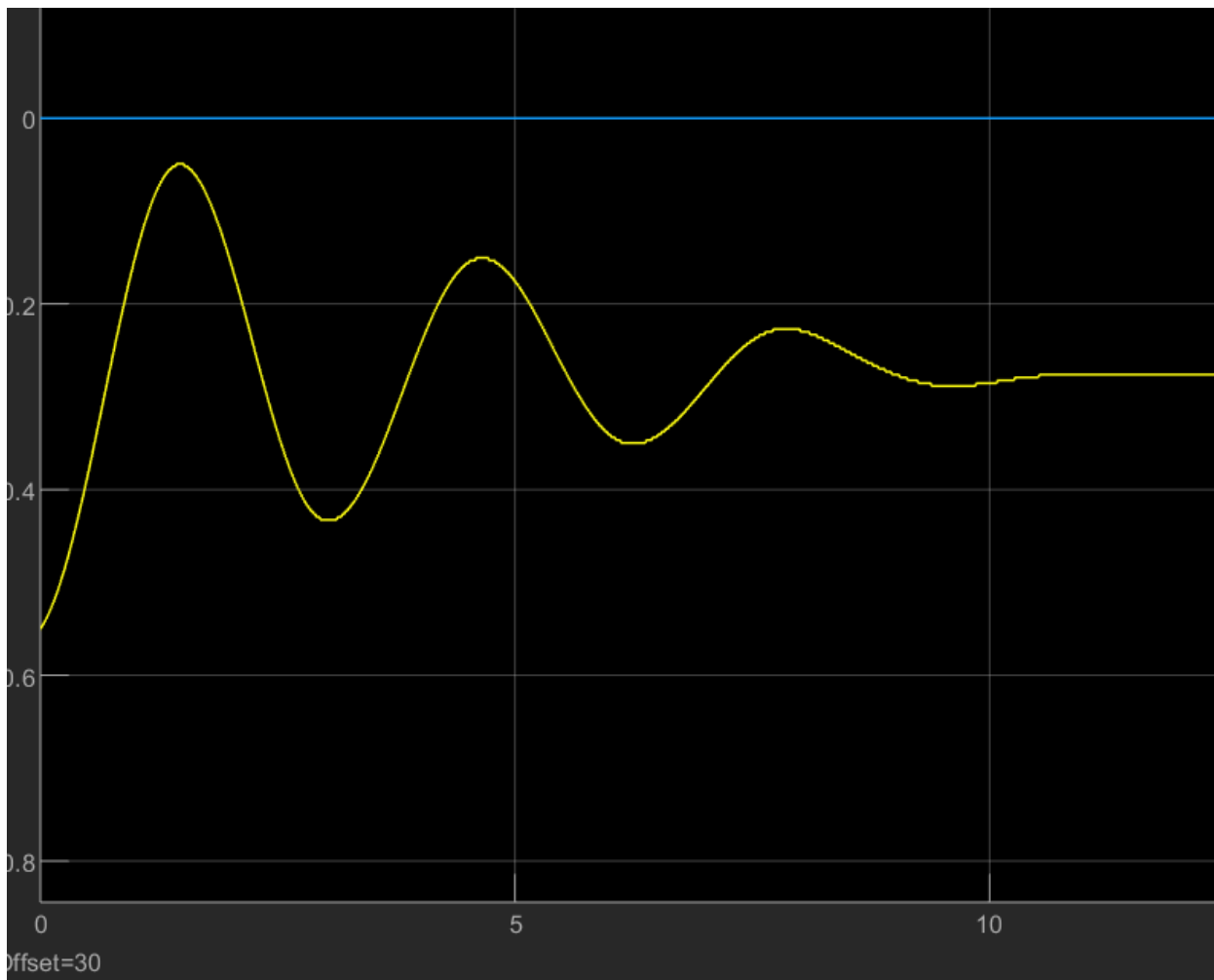
.2

נציב במשוואה ונקבל-

$$D_p = \frac{J_p}{\tau_s} = \frac{19.918}{3.891} = 5.118$$

(2.4

.5



קל לראות שהמודל לא מייצג המציאות שכן הוא מציג שיווי משקל ללא קשר להתנהגות הרכיב.

חלק 2-

(2.1)

4.

ככל שאנחנו מעלים את קבוע הפרופורציה (K_p), התיקון נהיה הרבה יותר אגרסיבי, אנחנו מקבלים הרבה יותר אובר-שוטים ולא מצליחים להתייבב. נשים לב שהמתח שהמנועים מקבלים מגיע לרוויה מהר יותר שהקבוע גדל, כלומר אם סף הרוויה היה גבוהה יותר היינו מתנדנדים בצורה קיצונית יותר ככל שהקבוע היה גדל.

בכללי מאחר ואין מה שימתן את קבוע הפרופורציה אנחנו לא נתייבב לעולם כי נמשיך להאיץ עד שנקבל אובר-שוט, ואז נתחיל לנאיץ בחזרה לכיוון השני וחוזר חלילה. למעשה תפקידו של קבוע הפרופורציה הוא להאיץ ככל שהשגיאה גדולה יותר בכדי לתקן אותה במהירות.

5.

לא, מאחר והמערכת מגיבה מקצה לקצה מהר מאוד, לכן אם ננסה לייבב אותה עם קבוע פרופורציה נאלץ להאט את קצב השינוי שלה ($K_p < 1$), וגם אז, לא נתייבב לעולם על ערך סופי. ומבחינה מתמטית, זו מערכת מסדר שני אשר לא ניתנת לייצוב רק בעזרת קבוע. לכן נרצה להשתמש באינטגרטור וגוזר.

(2.2)

3.

ככל ש- K_d גדל, כך ה-OS (OverShoot) קטן, שכן רכיב זה בודק את השינוי בשגיאה ובפרופורציה לכך מאיץ או מאט את הרכיב.

לכן מרגע השינוי, ככל שהרכיב מתקרב לזווית הרצויה K_d ייתן הגבר שלילי קטן יותר. אם קבוע הגזירה מאוד קטן, אז הוא יהיה זניח לעומת K_p והוא לא יצליח לרסן OS.

5.

כן זה מקובל כי מדובר על שגיאה של כ 15%.

על פי הניסוי, הגודל המינימלי של K_d אשר עומד בתנאי הוא 3 (שכן 1 חצה את הרף בניסוי).

(2.3)

2.

הרכיב האינטגרלי מתקן את ה- steady state value וכל שהרכיב גדול יותר כך הוא מדויקת. שכן הוא "זוכר" את מה שהיה ושומר על אותו מוצא כאשר נגיע לשגיאה 0, וכך למעשה ישמור אותנו יציבים בנק' הרצויה.

אם הרכיב האינטגרלי גדול מדי, נקבל OS גדול, וזמן ההתייצבות גם הוא יגדל. בנוסף יתכן מצב שנקבל גם שגיאה ב- steady state value, ונתייצב על ערך גבוהה יותר ממה שרצינו.

3.

נראה מההקלטה ש- $K_I = 4$ הוא הערך האידאלי כי הוא עומד גם בדרישות המצב יציב וגם בדרישות ה- OS.

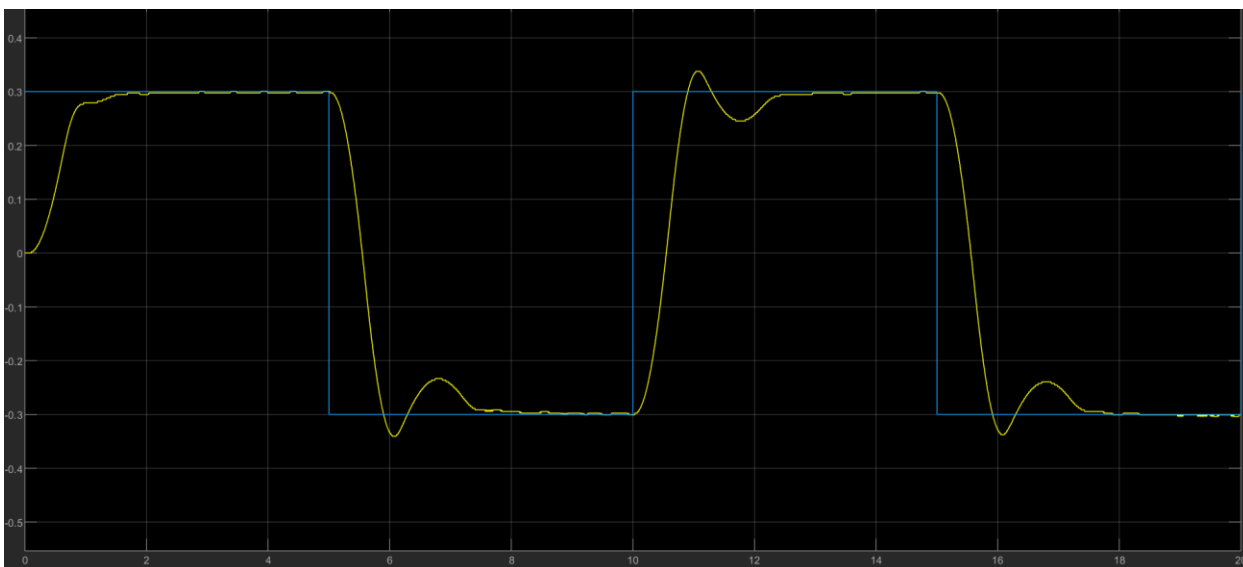
(2.4)

1.

כאשר-

$$K_D = 0, K_I = 4.5, K_P = 20$$

נקבל-

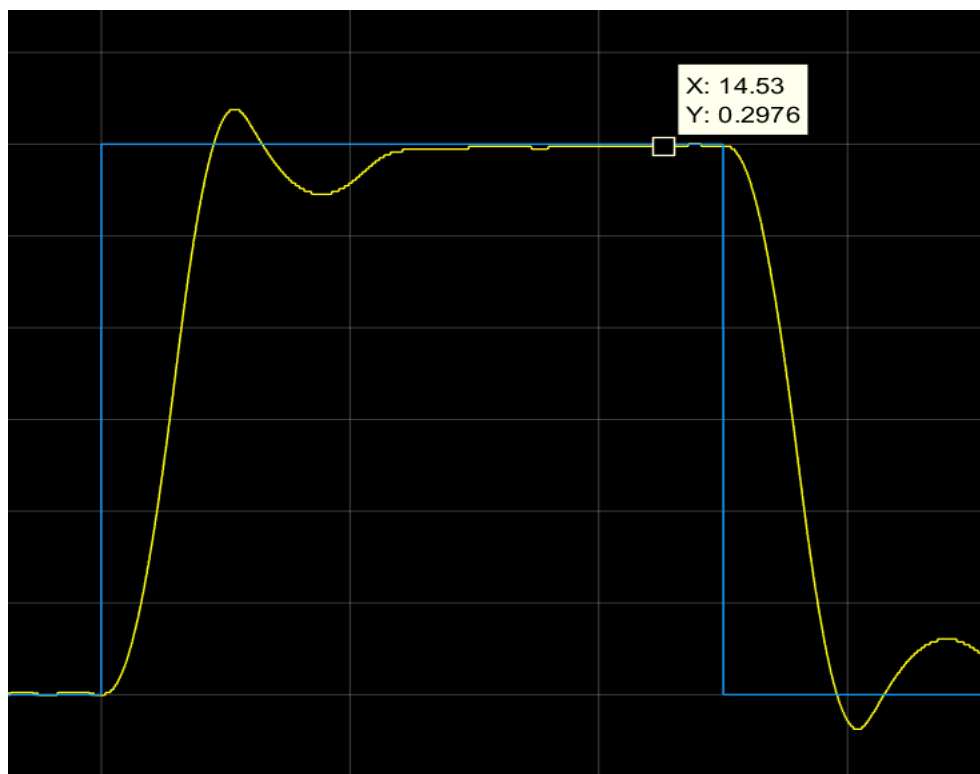
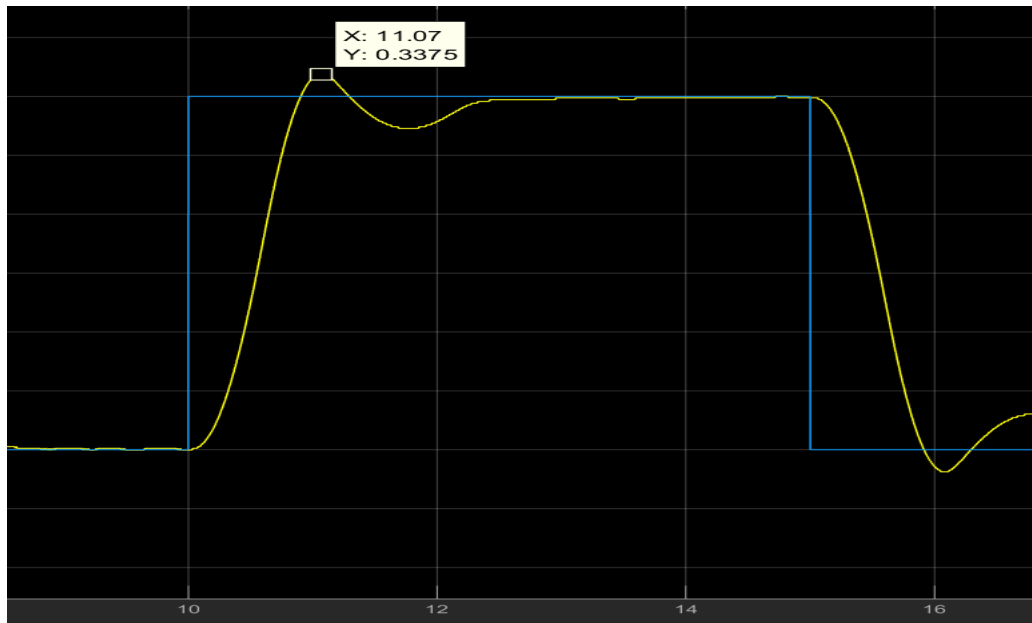


נראה שאכן עומדת בדרישות-

$$t_p < 1.1\text{sec}$$

$$OS < 0.35$$

$$\text{steady state error} < 3\%$$



ניתן לראות בבירור כי המערכת עומדת בדרישות אלו.