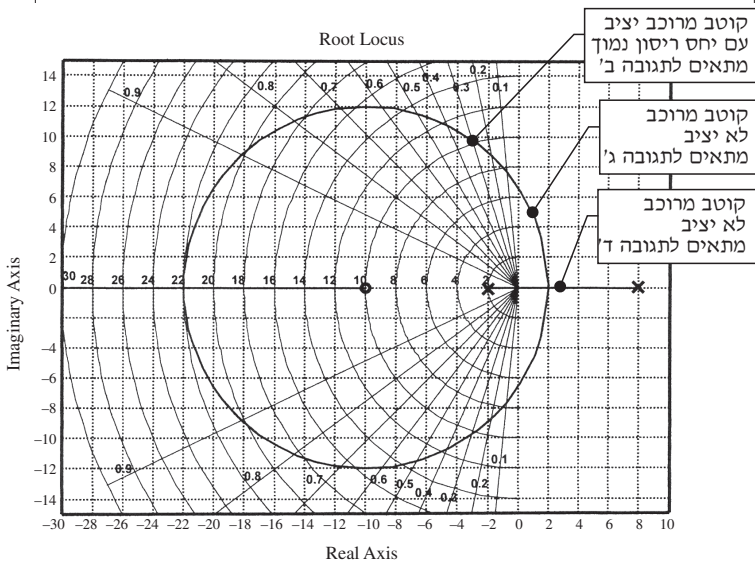


דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב-%	הנחיות להערכה
1	20	א. קווי הבקרה מחוברים להדקי קתודה משותפים ולכן להפעלת התצוגה נדרש בכל אחד מן הקווים ערך לוגי 0. להפעלת תצוגת 7 מקטעים אחת בלבד נדרש בקו הבקרה שלה ערך לוגי 0, כדי שתופעל, וערך לוגי 1 בקו הבקרה של התצוגה השנייה כדי שתישאר כבויה. ב. המיקרו־בקר לא יכול לספק את הזרם הנדרש להפעלת המנוע, לכן מחברים דוחף זרם בין המיקרו־בקר ובין המנוע. ג. רזולוציה (כושר הבחנה): $resolution = \frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{5}{1024} = 4.88 \text{ mV}$ ד. 1. $T = \frac{1.95 \cdot 100}{5} = 39^\circ\text{C}$ 2. $D.C. = 39 \cdot 0.01 = 0.39$ $D.C. = 39\% > 20\%$ המאוורר יפעל במצב זה. ה. $T = \frac{0.2}{0.01} = 20^\circ\text{C} \quad V = \frac{5 \cdot 20}{100} = 1 \text{ V}$		

דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה
2	20	א. לפי הדיאגרמה, ניתן לראות שתגובת המערכת בחוג הסגור לכניסת מדרגה משתנה כאשר ההגבר משתנה משום שהקטבים של החוג הסגור נעים לאורך ענפי הדיאגרמה. 1. בתחילה יש למערכת קוטב ממשי בחלק הימני של המישור, כלומר קוטב לא יציב. כיוון שהוא ממשי, אזי התגובה תהיה אקספוננציאלית ללא תנודות, כלומר התגובה שבאיור ד'. 2. כאשר מגדילים את ההגבר, הקטבים נעים על הענפים ובשלב מסוים יהיו למערכת צמד קטבים מרוכבים לא יציבים, ואז התגובה שלה לכניסת מדרגה תאופיין בתנודות שהולכות וגדלות (מתבדרות), כלומר התגובה שבאיור ג'. 3. עם הגדלת K, הקטבים חוצים את הציר המדומה ונכנסים לחלקו השמאלי של המישור והופכים לצמד קטבים מרוכבים יציבים, ואז התגובות יאופיינו בתנודות דועכות, כמתואר באיור ב'. האזורים הרלוונטים מסומנים בדיאגרמה:		
 איור לשאלה 2 מסקנה: – ההגבר הנמוך ביותר, $K = 2$, מתאים לתגובה שבאיור ד'. – ההגבר $K = 5$ מתאים לתגובה שבאיור ג'.				

דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה												
3	20	- ההגבר $K = 8$ מתאים לתגובה שבאיור ב'. - ההגבר הגבוה ביותר $K = 20$ מתאים לתגובה שבאיור ד'. ב. ניתן לראות בדיאגרמה שנקודה $s = -5$ לא נמצאת על אחד מענפי הדיאגרמה, כלומר היא אינה שייכת ל- RL, ומכאן שאין הגבר שעבורו היא תהווה קוטב של החוג הסגור. ג. אין הגבר שעבורו התדר הטבעי המרוסן הוא $14 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$. ניתן לראות בדיאגרמה שאף אחד מענפיה לא חוצה את הקו האופקי המציין תדר זה. א. פונקציית התמסורת של החוג הסגור היא: $G_{cl}(s) = \frac{\left[\frac{K}{3s+4} \right] \left[\frac{2}{s-1} \right]}{1 + \left[\frac{K}{3s+4} \right] \left[\frac{2}{s-1} \right] \left[\frac{1}{s+5} \right]} = \frac{2K(s+5)}{3s^3 + 16s^2 + s + (2K-20)}$ $G_{cl}(s) = \frac{2K(s+5)}{3s^3 + 16s^2 + s + (2K-20)}$ ב. המכנה של החוג הסגור הוא: $D_{cl} = 3s^3 + 16s^2 + s + 2(K-10)$ טבלת ראוט: <table><tr><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>16</td><td>$2(K-10)$</td></tr><tr><td>1</td><td>$\frac{16-2(K-10)}{16}$</td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>$2(K-10)$</td><td></td></tr></table> תחום ההגדרה של ההגבר $K > 0$	3	1	1	2	16	$2(K-10)$	1	$\frac{16-2(K-10)}{16}$		0	$2(K-10)$			
3	1	1														
2	16	$2(K-10)$														
1	$\frac{16-2(K-10)}{16}$															
0	$2(K-10)$															

דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב-%	הנחיות להערכה																								
		כדי שהמערכת תהיה יציבה יש לדרוש שכל האיברים בעמודת ראוט הם חיוביים, ומכאן מתקבל: $\frac{16 - 2(K - 10)}{16} > 0 \rightarrow 36 - 2K > 0 \quad \underline{13 > K}$ $2(K - 10) > 0 \rightarrow \underline{K > 10}$ ולכן תחום היציבות יהיה: $10 < K < 13$ ג.ד. נבדוק שני תחומים שבהם ידוע שהמערכת אינה יציבה: $0 < K < 10$ וגם $K < 13$. ג. כאשר $0 < K < 10$ למשל $K = 1$: טבלת ראוט תהיה: <table><tr><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>16</td><td>-18</td></tr><tr><td>1</td><td>$\frac{34}{16}$</td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>-18</td><td></td></tr></table> בתחום זה יש למערכת קוטב אחד לא יציב. ד. כאשר $13 < K$: למשל $K = 20$, טבלת ראוט תהיה: <table><tr><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>16</td><td>20</td></tr><tr><td>1</td><td>$\frac{-4}{16}$</td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>20</td><td></td></tr></table> בתחום זה יש למערכת שני קטבים לא יציבים. לסיכום: ג. למערכת יש קוטב אחד לא יציב בתחום: $0 < K < 10$ ד. למערכת יש שני קטבים לא יציבים בתחום: $13 < K$ ה. לפי עמודת ראוט ניתן לראות שכיוון שאין K בשני האיברים הראשונים, אין אפשרות שיהיו יותר משני חילופי סימן בעמודה, ולכן לא ייתכן שכל הקטבים יהיו בלתי יציבים.	3	1	1	2	16	-18	1	$\frac{34}{16}$		0	-18		3	1	1	2	16	20	1	$\frac{-4}{16}$		0	20			
3	1	1																										
2	16	-18																										
1	$\frac{34}{16}$																											
0	-18																											
3	1	1																										
2	16	20																										
1	$\frac{-4}{16}$																											
0	20																											

דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה
4	20	א. פונקציית התמסורת המתארת את הקשר בין הערך המצוי $C(s)$ ובין ערך הרצוי $R(s)$ כאשר הבקר הינו בקר פרופורציונאלי: $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K_P \left[\frac{7}{80s + 10} \right]}{1 - K_P \left[\frac{7}{80s + 10} \right] \left[\frac{1}{0.5s + 1} \right]} = \frac{7K_P(0.5s + 1)}{(80s + 10)(0.5s + 1) + 7K_P} = \frac{(3.5s + 7)K_P}{40s^2 + 85s + (7K_P + 10)}$ $G_{cl}(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{35s + 70}{40s^2 + 85s + 80}$ ב. ההגבר הסטטי של החוג הסגור: $K_s = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{(3.5s + 7)K_P}{40s^2 + 85s + (7K_P + 10)} = \frac{7K_P}{7K_P + 10} = \frac{70}{80} = 0.875$ השגיאה במצב מתמיד תהיה: $e_{ss} = (1 - K_s)r = (1 - 0.875)5 = 0.625$ $e_{ss} = 0.625$ ג. כדי שהשגיאה במצב מתמיד תהיה קטנה מ- 3% ההגבר הסטטי של החוג הסגור צריך להיות גדול מ- 0.97 : $K_s > 0.97$ $K_s = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{(3.5s + 7)K_P}{40s^2 + 85s + (7K_P + 10)} = \frac{7K_P}{7K_P + 10} > 0.97 \quad \rightarrow$ $7K_P > 0.97(7K_P + 10) \quad \rightarrow \quad 7(1 - 0.97)K_P > 9.7 \quad \rightarrow \quad K_P > \frac{9.7}{0.21} = 46.2$ $K_P > 46.2$		

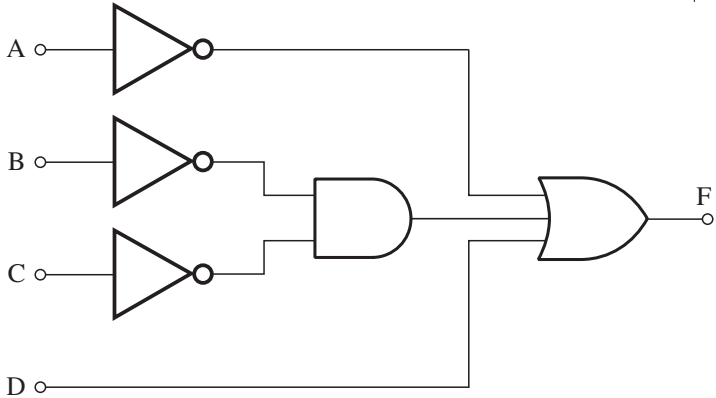
דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה
5	20	א. איור לשאלה 5 ב. לפי הגרף: $\frac{V_L}{V_{in}} = 0.67 \quad V_L = 0.67 \cdot 220 = 147.4V$ ג. הספק הנורה: $P_L = \frac{V_L^2}{R_L} = 217.27W$		

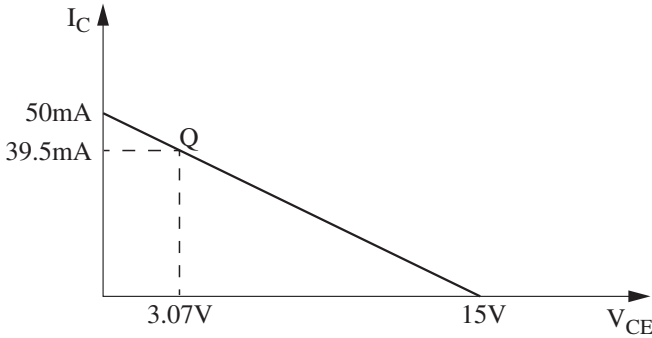
דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה																																																																																																																																							
6	20	א. <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>F</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> ב. <table border="1"> <thead> <tr> <th>AB/CD</th><th>00</th><th>01</th><th>11</th><th>10</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>00</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>01</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> ג. $F = \bar{A} + D + \bar{B} \cdot \bar{C}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>AB/CD</th><th>00</th><th>01</th><th>11</th><th>10</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>00</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>01</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> איור לשאלה 6	A	B	C	D	F	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	AB/CD	00	01	11	10	00	1	1	1	1	01	1	1	1	1	11	0	1	1	0	10	1	1	1	0	AB/CD	00	01	11	10	00	1	1	1	1	01	1	1	1	1	11	1	1	1	0	10	1	1	1	0		
A	B	C	D	F																																																																																																																																							
0	0	0	0	1																																																																																																																																							
0	0	0	1	1																																																																																																																																							
0	0	1	0	1																																																																																																																																							
0	0	1	1	1																																																																																																																																							
0	1	0	0	1																																																																																																																																							
0	1	0	1	1																																																																																																																																							
0	1	1	0	1																																																																																																																																							
0	1	1	1	1																																																																																																																																							
1	0	0	0	1																																																																																																																																							
1	0	0	1	1																																																																																																																																							
1	0	1	0	0																																																																																																																																							
1	0	1	1	1																																																																																																																																							
1	1	0	0	0																																																																																																																																							
1	1	0	1	1																																																																																																																																							
1	1	1	0	0																																																																																																																																							
1	1	1	1	1																																																																																																																																							
AB/CD	00	01	11	10																																																																																																																																							
00	1	1	1	1																																																																																																																																							
01	1	1	1	1																																																																																																																																							
11	0	1	1	0																																																																																																																																							
10	1	1	1	0																																																																																																																																							
AB/CD	00	01	11	10																																																																																																																																							
00	1	1	1	1																																																																																																																																							
01	1	1	1	1																																																																																																																																							
11	1	1	1	0																																																																																																																																							
10	1	1	1	0																																																																																																																																							

דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה
7	20	 א. 1. $\frac{\Theta_c(s)}{\Theta_r(s)} = \frac{K \cdot K_M}{s(J \cdot s + B) + K \cdot K_M}$ 2. $\frac{\Theta_c(s)}{D(s)} = \frac{K_M}{s(Js + B) + K \cdot K_M}$ 3. $\Theta_c(s) = \Theta_r(s) \cdot \frac{K \cdot K_M}{s(Js + B) + K \cdot K_M} - D(s) \frac{K_M}{s(J \cdot s + B) + K \cdot K_M}$ ב. $\Theta_c(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \left[s \cdot \frac{\Theta}{s} \cdot \frac{K \cdot K_M}{s(Js + B) + K \cdot K_M} \right]$ אין שגיאה: $\Theta_c(\infty) = \Theta$ ג. $\Delta \Theta_c(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \left[s \cdot \frac{d}{s} \cdot \frac{K_M}{s(Js + B) + K \cdot K_M} \right]$ $\Delta \Theta_c(\infty) = \frac{d}{K};$ $\Theta_c(\infty) = \Theta - \frac{d}{K}$ עם הפרעה: השינוי יחסי ל- d וביחס הפוך ל- K.		

דגם תשובות לשאלון מערכות מכטרוניות ה', סמל 710923, אביב תשע"ה

השאלה	ניקוד בנק'	פתרון	ניקוד ב- %	הנחיות להערכה
8	20	א. $V_{BB} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \text{ V}$ $R_B = R_1 \parallel R_2 = 6.67 \text{ k}\Omega$ $\begin{cases} V_{BB} = I_B R_B + V_{BE} + (\beta + 1) I_B R_E \\ V_{CC} = \beta I_B R_C + V_{CE} + (\beta + 1) I_B R_E \end{cases}$ $I_B = 0.79 \text{ mA} \quad I_C = 39.5 \text{ mA} \quad V_{CE} = 3.07 \text{ V}$ ב. $I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = 50 \text{ mA} \quad V_{CE} = V_{CC} = 15 \text{ V}$  איור לשאלה 8 ג. $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -h_{fe} \frac{R_C \parallel R_L}{h_{ie}} = -60$ ד. $V_{in} = 20 \text{ mV} \cdot \sqrt{2} = 28.28 \text{ mV}$ $V_{out} = V_{in} \cdot A_V = 1.7 \text{ V}$		