

מערכות מכטרוניות ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות. עליכם לענות על ארבע שאלות לפי בחירתכם, מן השאלון כולו. לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון, וכל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.

ד. הוראות מיוחדות:

- בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.
- ענו על השאלות לפי הסדר הנראה לכם.
- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו לפי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.
- בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- בנספח לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 9 עמודים ו-2 עמודי נספח.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,
אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

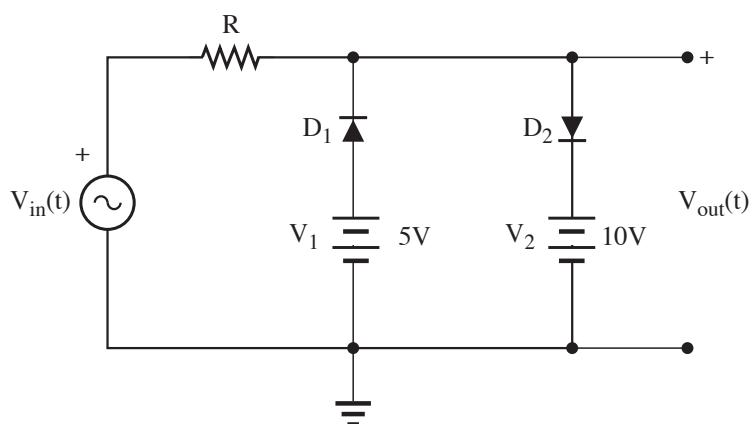
בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.
עליכם לענות על ארבע שאלות לפי בחירתכם, מן השאלון כולו (לכל שאלה – 25 נקודות).

פרק ראשון: אלקטרוניקה

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מעגל חשמלי הכולל שתי דיודות אידיאליות.

נתון: $V_{in}(t) = 15 \sin 2\pi 100t$



איור לשאלה 1

- א. (12 נק') סרטוט, זה מתחת לזה, גרף של אות המוצא V_{out} וגרף של אות המבוא V_{in} כפונקצייה של הזמן. ציינו על גבי הגרפים את הערכים המרביים והמזעריים של האותות.
- ב. (6 נק') הסבירו כיצד היה משתנה מתח המוצא אם הדיודות לא היו אידיאליות כאשר נתון: $V_D = 0.7 \text{ V}$.
- ג. (7 נק') סרטוט גרף של **מחזור אחד** המתאר את מתח המוצא כפונקצייה של הזמן, כאשר הדיודות אינן אידיאליות (המצב המתואר בסעיף ב').

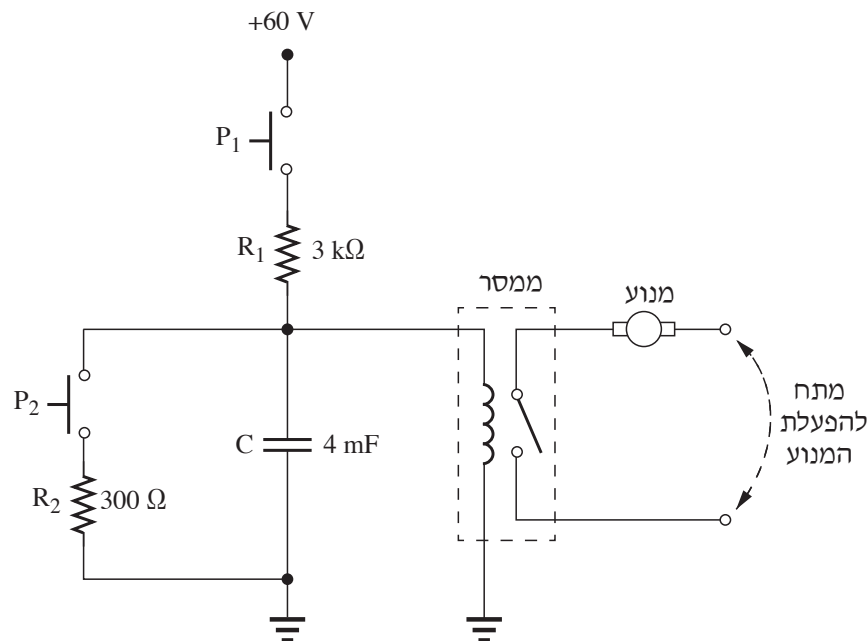
שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר מעגל חשמלי הכולל מנוע, ממסר ומתג להפעלת המנוע. כאשר לוחצים על הלחצן P_1 הקבל C נטען, והמתח עליו מגיע לערך של 40 V , שבו הממסר מופעל והמנוע מתחיל לפעול. כאשר לוחצים על הלחצן P_2 הקבל נפרק, והמתח עליו יורד לערך של 10 V , שבו הממסר משתחרר והמנוע נעצר.

הערה:

כאשר המנוע מופעל או מופסק, משחררים את הלחצנים P_1 ו- P_2 כדי לא לגרום לקבל להמשיך להיטען או להיפרק מעבר לערכים הרצויים.

הניחו שההתנגדות האומית של הסליל גדולה מאוד.

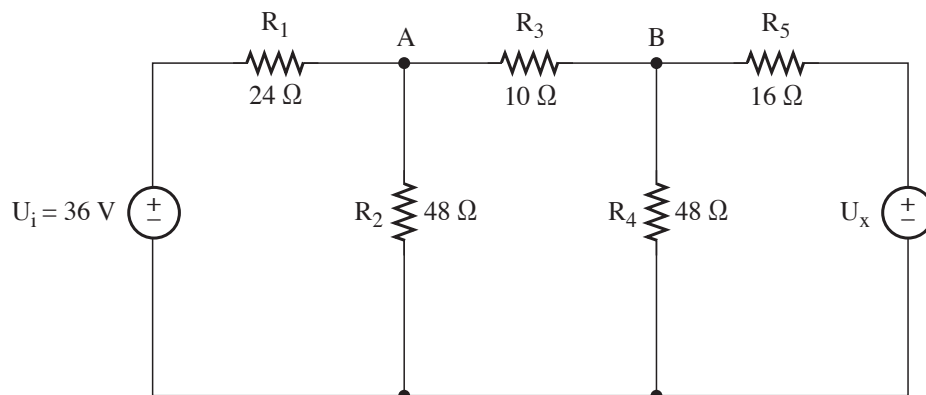


איור לשאלה 2

- א. (6 נק') חשבו את משך הזמן מרגע הלחיצה על P_1 ועד לרגע שבו המנוע מתחיל לפעול בפעם הראשונה, כלומר הזמן הדרוש להגעה למתח של 40 V על הקבל.
- ב. (6 נק') חשבו את משך הזמן מרגע הלחיצה על P_2 ועד לרגע שבו המנוע נעצר, כלומר הזמן הדרוש לירידה של מתח הקבל ל- 10 V .
- ג. (13 נק') סרטטו במחברת דיאגרמת מתח-זמן המציגה את המתח על הקבל לצורך הפעלת המנוע ועד לעצירתו.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל חשמלי הכולל חמישה נגדים ושני מקורות מתח. ההתנגדות הפנימית של מקורות המתח שווה לאפס.



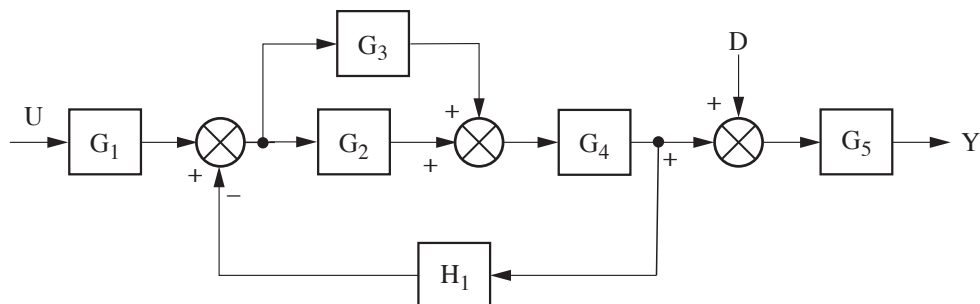
איור לשאלה 3

- (12 נק') א. חשבו את המתח U_x הדרוש כדי שדרך הנגד R_3 לא יזרום זרם כלל.
- (13 נק') ב. חשבו את המתח U_x הדרוש כדי שדרך הנגד R_3 יזרום זרם של 0.4 A מהנקודה A אל נקודה B.

פרק שני: בקרת תהליכים

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתונה דיאגרמת מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 4

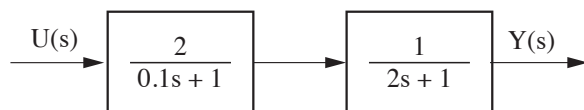
נתונים:

$$G_1 = 2, G_2 = 1, G_3 = 4, G_4 = 2, G_5 = 0.5, H = 1.5$$

- א. (8 נק') כתבו את פונקציית התמסורת $\frac{Y(s)}{U(s)}$.
- ב. (5 נק') כתבו את פונקציית התמסורת $\frac{Y(s)}{D(s)}$.
- ג. (6 נק') חשבו את הערך של Y עבור ערך הכניסה $U = 1$ וערך ההפרעה $D = 0.2$.
- ד. (6 נק') מזיזים את המשוב מהיציאה של G_4 ליציאה Y. מה תהיה פונקציית התמסורת $\frac{Y(s)}{D(s)}$ במצב זה?

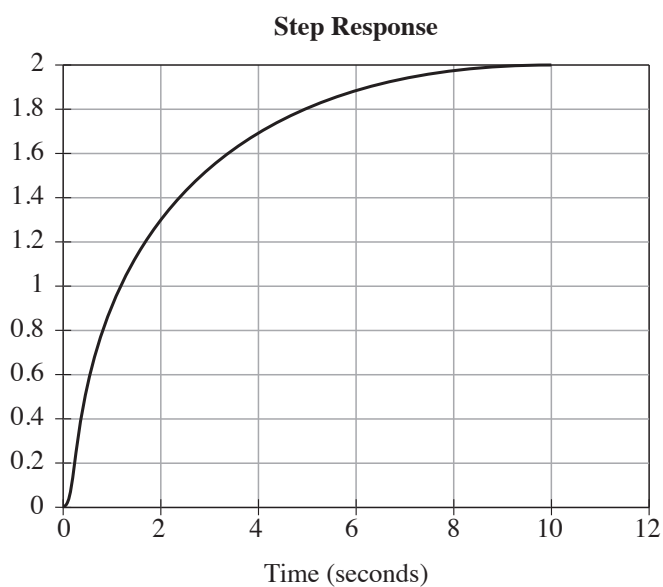
שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 נתונה מערכת שכוללת את פונקציות התמסורת המתוארות באיור.

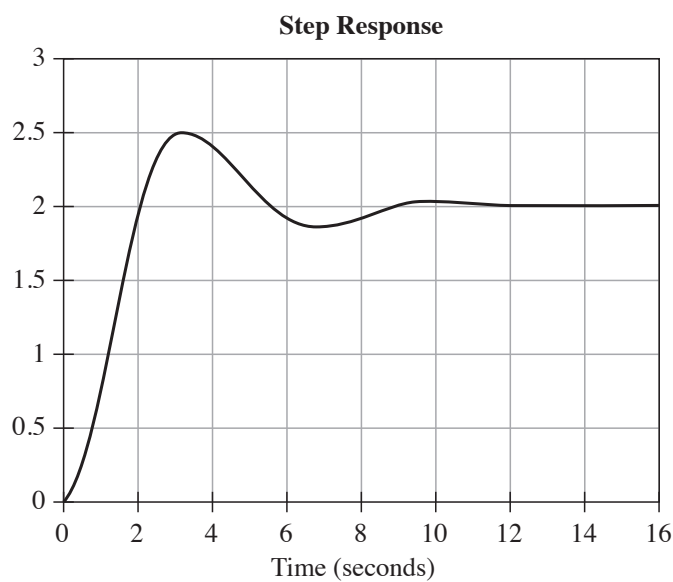


איור א' לשאלה 5

- (6 נק') א. מהי פונקציית התמסורת $\frac{Y(s)}{U(s)}$?
- (7 נק') ב. בדקו אם למערכת תהיה תגובת יתר, ואם כן – מה גודלה ובאיזה זמן היא תתרחש.
- (6 נק') ג. כמה זמן דרוש להתייצבות של תגובת המערכת לכניסת מדרגה בגודל יחידה?
- (6 נק') ד. באיור ב' לשאלה 5 מתוארות שתי תגובות של מערכות לכניסת מדרגה בגודל יחידה. איזו מהן מתאימה למערכת הנתונה? נמקו את התשובה.



תגובה 2 לכניסת מדרגה בגודל יחידה

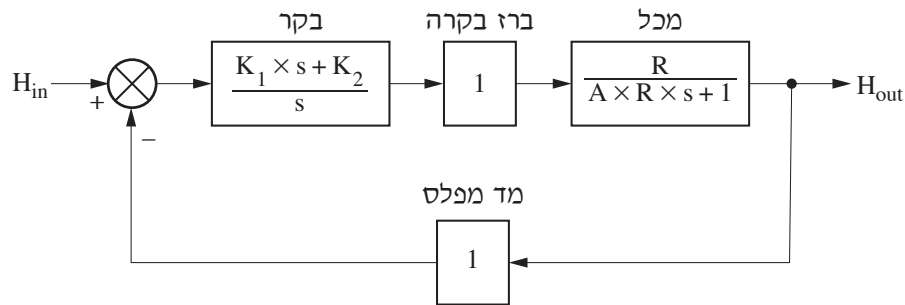


תגובה 1 לכניסת מדרגה בגודל יחידה

איור ב' לשאלה 5

שאלה 6

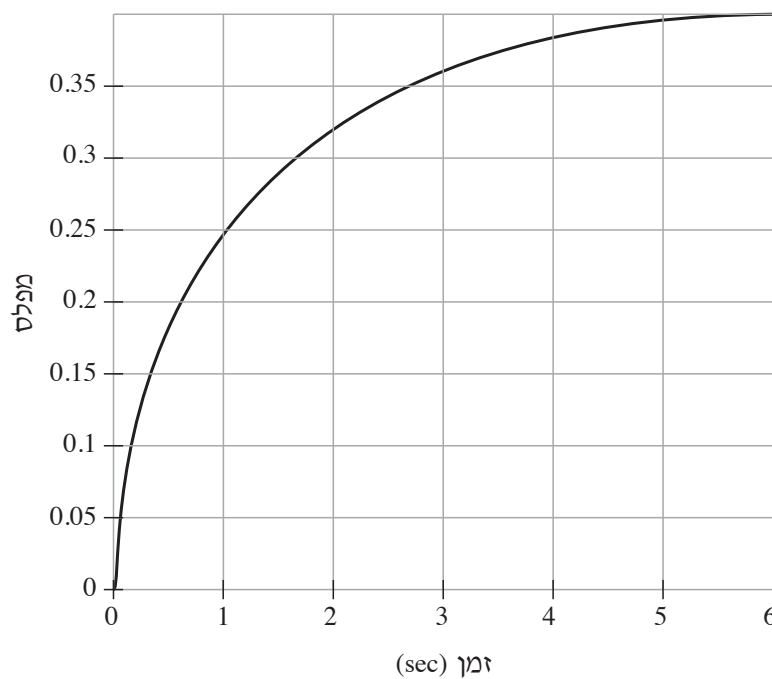
באיור א' לשאלה 6 נתונה דיאגרמת מלבנים של מערכת בקרה למילוי מכל בנוזל.



איור א' לשאלה 6

באיור ב' מתואר שינוי מפלס הנוזל במכל לכניסת מדרגה בגודל של $q = 0.1 \frac{m^3}{s}$.

תגובה לכניסת מדרגה



איור ב' לשאלה 6

נתונים: $K_1 = 0.1$, $K_2 = 1$

- 6 נק' א. מהי פונקציית התמסורת של המכל?
- 7 נק' ב. בהסתמך על פונקציית התמסורת של המכל והבקר, כתבו את פונקציית התמסורת של החוג הסגור עם משוב יחידה $\left(\frac{H_{out}(s)}{H_{in}(s)} \right)$.
- 6 נק' ג. חשבו את ההגבר הסטטי, יחס הריסון והתדר הטבעי של המערכת בחוג סגור.
- 6 נק' ד. שינו את ערכו של K_1 ל-0.5. חשבו את ההגבר הסטטי החדש של המערכת בחוג סגור.

פרק שלישי: מכשור ובקרה

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתואר מעגל חשמלי המשמש למדידת טמפרטורה.

R_1 ו- R_2 הם נגדים שהתנגדותם משתנה כתלות בטמפרטורה.

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha_1 \Delta T)$$

$$R_2 = R_0 (1 + \alpha_2 \Delta T)$$

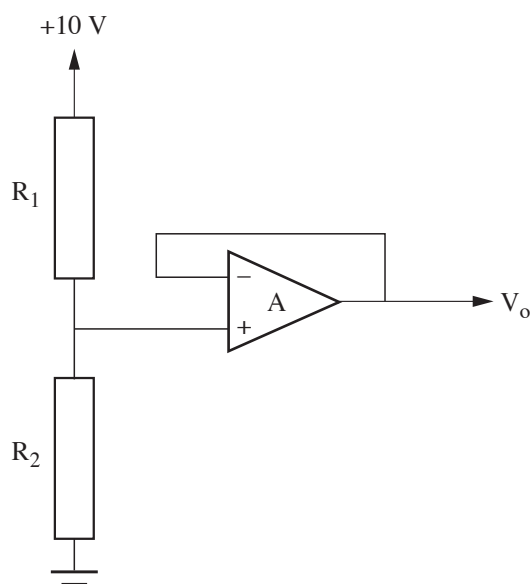
ΔT היא הטמפרטורה במעלות צלזיוס $^{\circ}\text{C}$

נתונים:

$$R_0 = 100 \, \Omega$$

$$\alpha_1 = 0.01$$

$$\alpha_2 = -0.015$$



איור לשאלה 7

- א. (5 נק') הסבירו את פעולת המעגל ואת תפקיד מגבר השרת A.
- ב. (5 נק') מה יהיה מתח המוצא V_o בטמפרטורה של 0°C ? נמקו את התשובה.
- ג. (5 נק') חשבו את מתח המוצא כאשר הטמפרטורה היא 20°C .
- ד. (5 נק') סרטטו גרף עקרוני המתאר את הקשר בין הטמפרטורה למתח המוצא V_o .
- ה. (5 נק') האם המעגל יכול למדוד טמפרטורות הנמוכות מ- 0°C ? נמקו את התשובה.

שאלה 8

למדדת משקל משתמשים ב-4 מדי מעוות זהים המודבקים למשטח המדידה. התנגדותם של מדי המעוות R_1 ו- R_2 עולה כשמינחים משקל על המשטח. התנגדותם של מדי המעוות R_3 ו- R_4 יורדת כשמינחים משקל על המשטח. מדי המעוות מחוברים באמצעות גשר ויטסטון המקבל מתח של 10 V . משקל של 1 ק"ג גורם לשינוי של 1% בהתנגדות של מד מעוות.

- (5 נק') א. הסבירו את המבנה ואת עקרון הפעולה של מד מעוות.
- (7 נק') ב. סרטטו גשר ויטסטון עם מדי המעוות הנתונים, והסבירו כיצד בחרתם את מיקום מדי המעוות בגשר.
- (7 נק') ג. העתיקו למחברת את הטבלה שלפניכם והשלימו אותה: השוו בין חיבור מד מעוות אחד לחיבור זוג מדי מעוות ולחיבור ארבעה מדי מעוות, מבחינת רגישות המדידה ומבחינת העמידות לשינויי טמפרטורה.

מדי מעוות	רגישות המדידה (נמוכה / בינונית / גבוהה)	עמידות לשינוי טמפרטורה (יש / אין)
בודד		
זוג		
ארבעה		

- (6 נק') ד. מניחים משקל של 5 ק"ג על המשטח. חשבו את מתח המוצא של הגשר, בהנחה של גשר מלא.

בהצלחה!

נספח: מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710921, אביב תשפ"ו

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
אות כניסת מדרגה	إشارة إدخال تدريجي	Сигнал входной ступени	step input signal
בורג חלזוני	برغي حلزوني	Спиральный винт	spiral screw
בקר	مُتحكِّم	Регулятор	controller
בקר מתוכנת	مُتحكِّم مُبرمج	Программируемый регулятор	programmable controller
גשר ויטסטון	قنطرة وهيتستون	Мост Вистона	Wheatstone bridge
דיודה פולטת אור	ديودا (صمام ثنائي) باعثة للضوء	Светодиод	LED
הגבר סטטי	التضخيم الثابت	Статическое усиление	static amplification
היגב	مُقاوِمة	Реактивное сопротивление	reactance
חיישן	مِجسّ	Датчик	sensor
יחס ריסון	نسبة التقييد	Относительный коэффициент затухания	damping ratio
לחצן	زرّ	Кнопка	button
מגבר שרת	مُضخِّمات تشغيليّة	Операционный усилитель	operational amplifier
מגען	قواطع	Контактор	contactor
מד מעוות	مقياس التشوّة	Датчик деформации	strain gauge
ממסר עומס-יתר	رلييه يعمل عند تجاوز الحَمْل أو التيار	Реле перегрузки	overload relay
מסוע	ناقل	Конвейер	conveyer
מעגל תמורה	دائرة التعديل	Схема компенсации	equivalent circuit
מקודד אופטי	التشفير البصري	Оптический кодер	optical encoder
משרן	ملفّ	Катушка индуктивности	inductor
מתח אפקטיבי	الفلطية الفعّالة؛ الفولطية المؤثّرة	Эффективное напряжение	effective voltage
מתמר	مُحوّل	Преобразователь	transducer
נגד	مُقاوِمة	Резистор	resistor
עכבה	مُعاوِقة	Импеданс	impedance
ערוץ	قناة	Канал	track
פונקציית תמסורת	دالة الانتقال	Передаточная функция	transfer function
שגיאה ליניארית	خطأ خطّي	Линейная ошибка	linear error

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
valve	Клапан	صَمَام	שסתום
natural frequency	Натуральная частота	التردد الطبيعي	תדר טבעי
reduction box	Раздаточная коробка	صندوق التخفيض	תיבת הפחתה
block diagram	Функциональная схема	مُخَطَّط المستطيلات	תרשים מלבניים