

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 7 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!

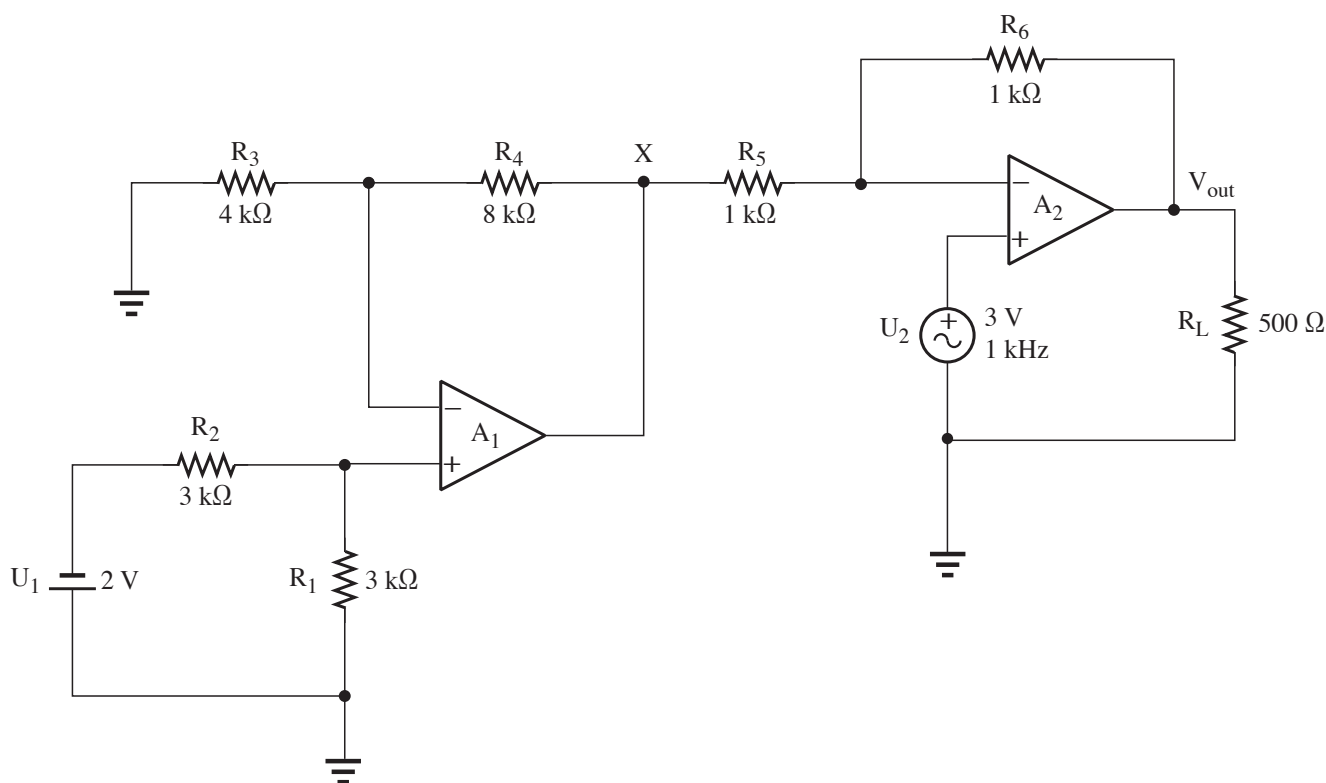
השאלות

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.
מתחי ההזנה של המגברים הם: $+15\text{ V}$ ו- -15 V .
מקור המתח U_1 הוא מקור מתח ישר וערכו 2 V .
מקור המתח U_2 הוא מקור מתח חילופין. צורת הגל היא סינוס.
תדר המקור הוא 1 kHz וגודלו 3 V .



איור לשאלה 1

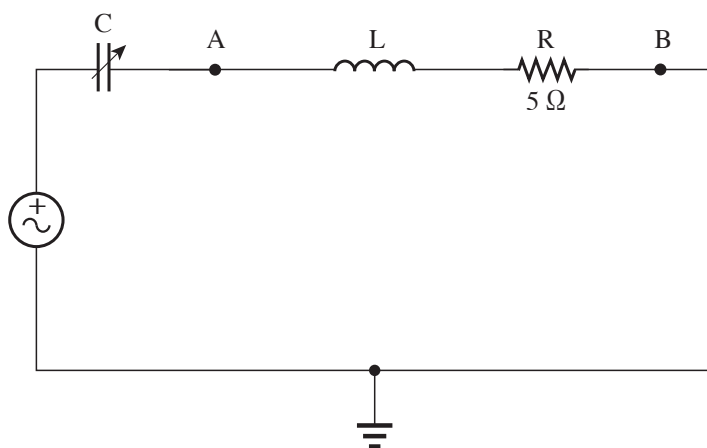
- א. (6 נק') מהו תפקידו של כל מגבר במעגל?
- ב. (6 נק') חשבו את הזרם העובר דרך הנגד R_3 וציינו את כיוונו.
- ג. (7 נק') סרטוט את צורת אות המתח במוצא המעגל לאורך שלושה מחזורים. ציינו בסרטוט את הערך המזערי ואת הערך המרבי של מתח המוצא.
- ד. (6 נק') מקצרים את המקור U_2 ומחברים בטור לנגד העומס R_L דיודת LED, בעלת ערך $V_{LED} = 1.5\text{ V}$. מהו ההספק המתפתח על הנגד R_L ?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר מעגל חשמלי.

במעגל נמדד זרם מרבי, וזאת כאשר ערך הקבל המשתנה הוא 40 nF .

במצב זה המתח הנמדד על הנגד הוא $V_R = 40 \text{ V}$, המתח הנמדד על הקבל הוא $V_C = 240 \text{ V}$ והתנגדות הסליל בזרם החילופין היא 30Ω .



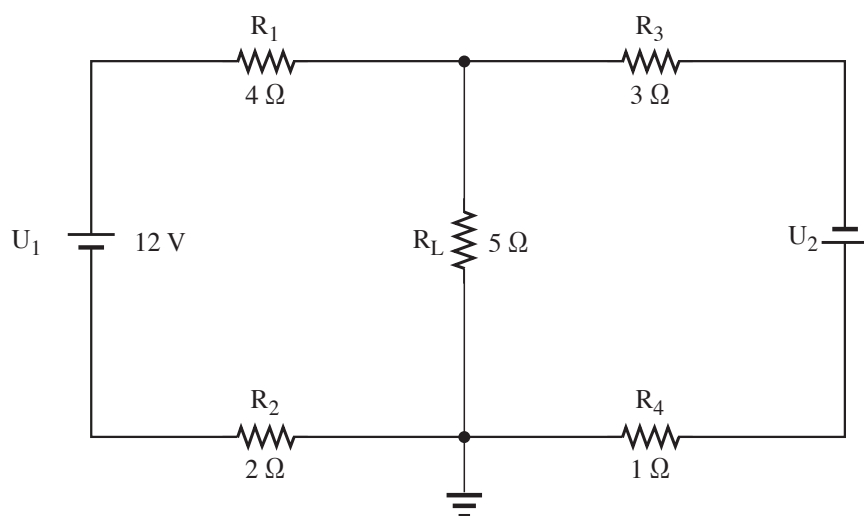
איור לשאלה 2

- א. (6 נק') חשבו את תדר התהודה של המעגל.
- ב. (6 נק') חשבו את רוחב הפס של המעגל.
- ג. (5 נק') חשבו את ערכו של הסליל.
- ד. (8 נק') חשבו את גודל המתח V_{AB} ואת גודל מתח המקור.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל חשמלי.

ערך מקור המתח U_2 אינו ידוע.



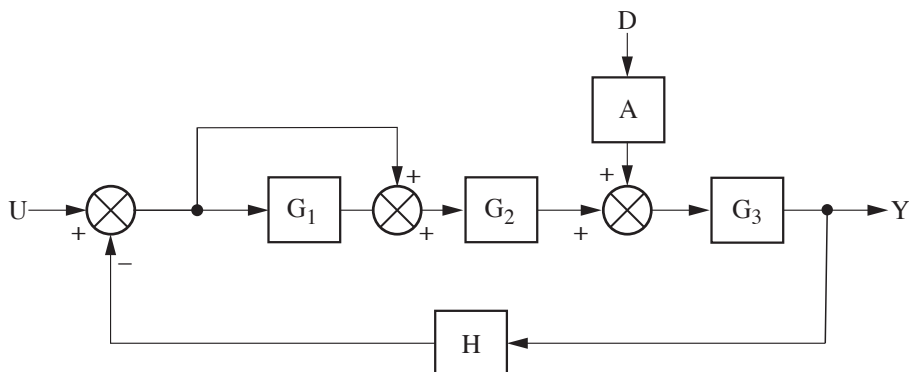
איור לשאלה 3

- א. (6 נק') המתח על פני נגד העומס R_L הוא 0 V. מה ערכו של U_2 ?
- ב. (6 נק') עבור המתח שחושב בסעיף קודם, חשבו את ההספקים של שני מקורות המתח.
- ג. (6 נק') קבעו אם מקורות המתח משמשים כמקורות או כצרכנים. הסבירו את קביעתכם.
- ד. (7 נק') משנים את גודל המקור U_1 . ההספק שנמדד על פני נגד העומס R_L הוא 5 W. מה ערכו של U_1 ?

פרק שני: בקרת תהליכים

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתוארת דיאגרמת מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 4

נתונים:

$$A = 2.5, \quad G_1 = 2, \quad G_2 = 1, \quad G_3 = 4, \quad H = 1.5$$

- א. (6 נק') כתבו את פונקציית התמסורת $\frac{Y(s)}{U(s)}$.
- ב. (6 נק') כתבו את פונקציית התמסורת $\frac{Y(s)}{D(s)}$.
- ג. (7 נק') חשבו את הערך של Y עבור ערך הכניסה $U = 1$ וערך ההפרעה $D = 0.2$.
- ד. (6 נק') האם שינוי של H לערך שלילי, תבטיח שתגובת המערכת תתייצב? הסבירו את תשובתכם.

שאלה 5

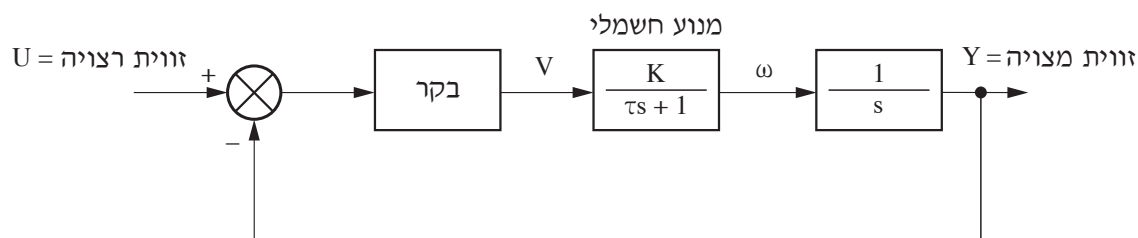
נתונה פונקציית התמסורת הבאה:

$$G(s) = \frac{160}{s^2 + 4 \cdot s + 16}$$

- א. (6 נק') מאיזה סדר המערכת שמייצגת את פונקציית התמסורת הנתונה?
- ב. (7 נק') חשבו את יחס הריסון, את התדר הטבעי ואת ההגבר של המערכת.
- ג. (6 נק') באיזה גודל תהיה תגובת היתר?
- ד. (6 נק') בתוך כמה זמן תתייצב תגובת המערכת?

שאלה 6

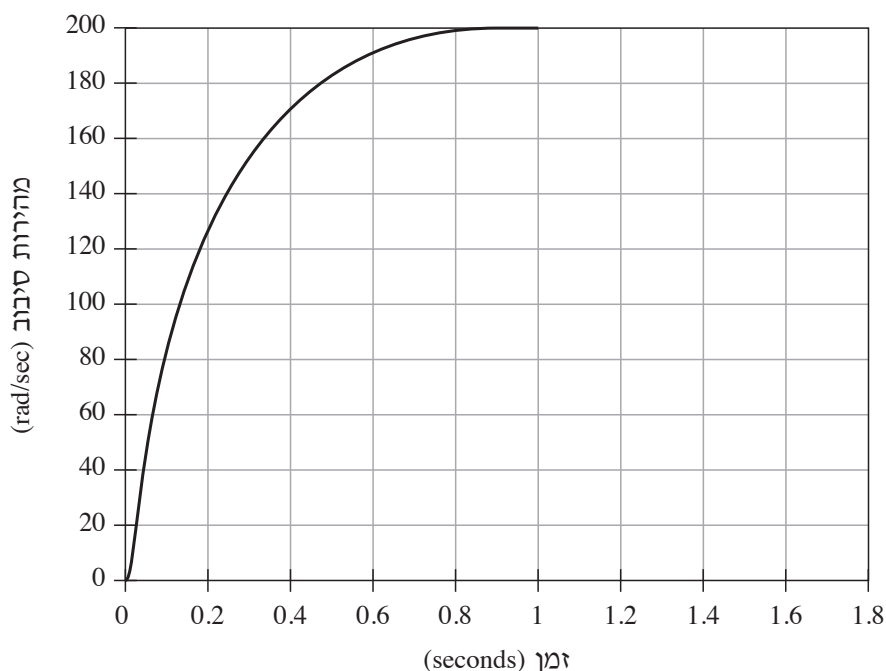
באיור א' לשאלה מתוארת דיאגרמת מלבנים של מערכת לבקרת זווית.



איור א' לשאלה 6

באיור ב' מתואר שינוי מהירות הסיבוב של המנוע ω , לכניסת מתח של 5 V.

תגובה לכניסת מדרגה



איור ב' לשאלה 6

6 נק' א. חשבו את פונקציית התמסורת $\frac{\omega(s)}{V(s)}$.

חוג הבקרה נסגר עם הבקר הבא:

$$G_c = 0.22 \cdot (s + 14)$$

6 נק' ב. בהסתמך על פונקציית התמסורת של המנוע והבקר, כתבו את פונקציית התמסורת של החוג הסגור $\left(\frac{Y(s)}{U(s)}\right)$ באמצעות משוב היחידה.

7 נק' ג. חשבו את ההגבר, יחס הריסון והתדר הטבעי של המערכת בחוג סגור.

6 נק' ד. מה תהיה שגיאת המצב המתמיד לכניסת מהירות?

פרק שלישי: מכשור ובקרה

שאלה 7

נתון צמד תרמי (Thermocouple) הפועל בתחום $0-1,000^{\circ}\text{C}$. טמפרטורת הייחוס של הצמד היא 0°C . מקדם הצמד הוא $41\text{ }\mu\text{V}$ לכל מעלה.

- (6 נק') א. הסבירו את המבנה ואת עקרון הפעולה של צמד תרמי.
- (6 נק') ב. סרטטו את הגרף העקרוני המתאר את הקשר בין הטמפרטורה למתח המוצא של הצמד התרמי.
- (6 נק') ג. מהו מתח המוצא של הצמד התרמי הנתון בטמפרטורה של 250°C ?
- (7 נק') ד. נתון שהדיוק של הצמד התרמי הנתון הוא $\pm 1.5\%$.
חשבו את הטווח האפשרי של מתח המוצא בטמפרטורה של 250°C .

שאלה 8

נתון שנאי הפרשי (LVDT) שבו טווח מתח המוצא הוא $\pm 5.2\text{ V}$ וטווח תנועת הליבה הוא $\pm 1.5\text{ mm}$.

- (8 נק') א. סרטטו את המבנה העקרוני של שנאי הפרשי והסבירו את עקרון פעולתו.
- (6 נק') ב. סרטטו גרף המתאר את התלות בין מיקום הליבה למתח המוצא של השנאי ההפרשי הנתון.
- (6 נק') ג. חשבו את מתח המוצא כאשר מיקום הליבה ביחס למרכז הוא:

1. 1 mm

2. -0.5 mm

- (5 נק') ד. חשבו את רגישות השנאי ההפרשי ביחידות V/mm .

בהצלחה!

נספח: מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710921, אביב תשפ"ה

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	مُقاوَمَة	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 التشوّه	Датчик деформации	strain gauge
ממסר עומס-יתר	رلييه يعمل عند تجاوز الحمل 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	الفولطية الفعّالة؛ الفولطية المؤثّرة	Эффективное напряжение	effective voltage
מתמר	مُحوّل	Преобразователь	transducer
נגד	مُقاوَمَة	Резистор	resistor
עכבה	مُعاوَقَة	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	صَمَّام	שסתום
natural frequency	Натуральная частота	التردد الطبيعي	תדר טבעי
reduction box	Раздаточная коробка	صندوق التخفيض	תיבת הפחתה
block diagram	Функциональная схема	مخطط المستطيلات	תרשים מלבניים