

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 חמש שאלות לפי בחירתכם, מן השאלון כולו. לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון, וכל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.
 2. ענו על השאלות לפי הסדר הנראה לכם.
 3. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 4. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו לפי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.
 5. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 6. בנספח לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 10 עמודים ו-2 עמודי נספח.

בהצלחה!

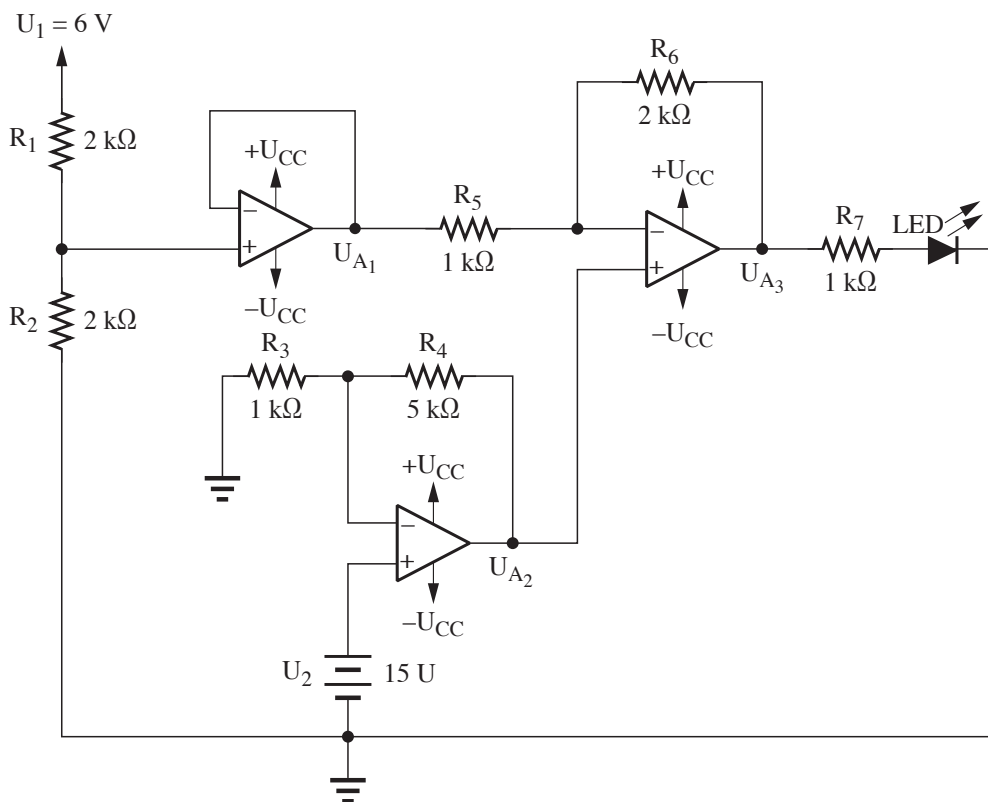
השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.
עליכם לענות על חמש שאלות לפי בחירתכם, מן השאלון כולו (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: אלקטרוניקה

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי המכיל שלושה מגברי שרת.

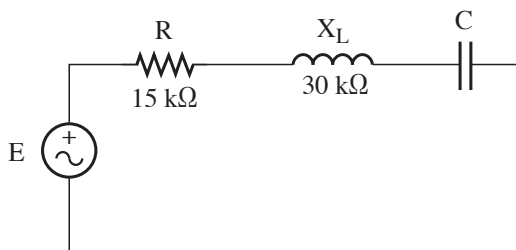


איור לשאלה 1

- א. (5 נק') מהו תפקידו של המגבר A_1 ? נמקו את התשובה.
- ב. (5 נק') ציינו **שלוש** תכונות חשובות של מגבר זה.
- ג. (5 נק') נתון כי: $U_{led} = 2 \text{ V}$. חשבו את הזרם העובר דרך נורת ה-LED.
- ד. (5 נק') חשבו את מתח המקור U_2 הדרוש כדי לקבל: $U_{A_3} = 0 \text{ V}$.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל מתח חילופין.



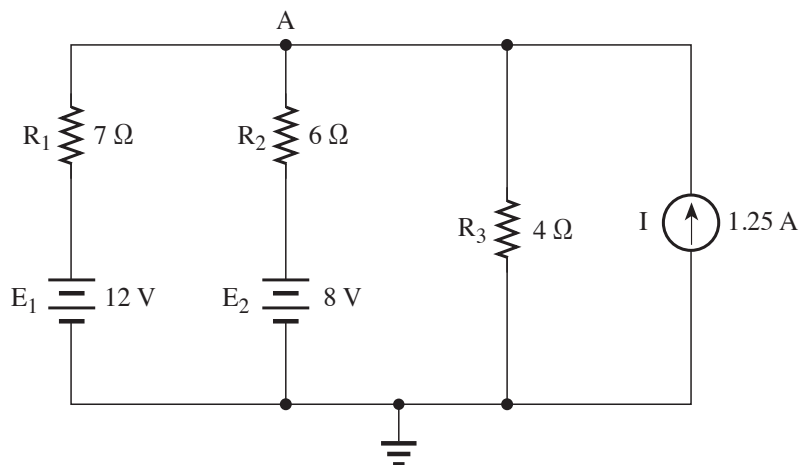
איור לשאלה 2

נתון כי זרם המעגל הוא: $i = 2 \text{ mA}$ (זרם יעיל).

- א. (5 נק') הסבירו את המושג "אופי המעגל", וציינו מהו האופי של המעגל הנתון באיור (השראתי או קיבולי).
- ב. (5 נק') חשבו את המתח על כל רכיב במעגל ואת מתח המקור.
- ג. (5 נק') נתון תדר מקור המתח: $f = 50 \text{ Hz}$. חשבו את ערכי הקבל והסליל.
- ד. (5 נק') חשבו את תדר התהודה של המעגל. מהן העכבות של הסליל ושל הקבל במצב תהודה?

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון מעגל חשמלי.



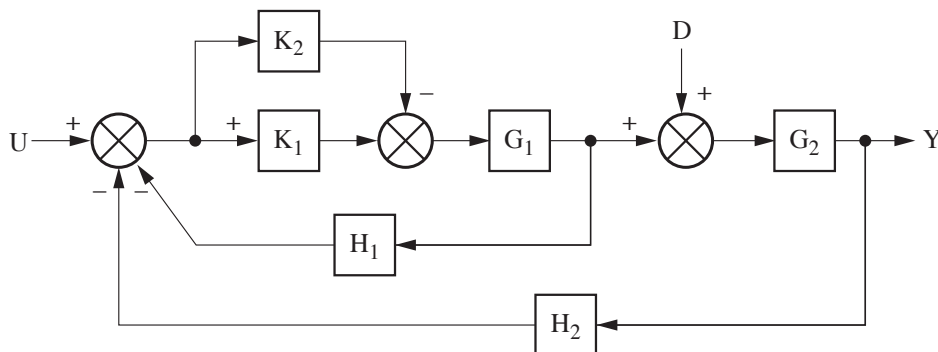
איור לשאלה 3

- א. (8 נק') חשבו את המתח בנקודה A.
- ב. (7 נק') העתיקו את המעגל למחברת, חשבו את הזרם העובר דרך כל נגדי המעגל, וסמנו את כיוונו של הזרם על המעגל.
- ג. (5 נק') חשבו את הספקי המקורות E_1 ו- E_2 .

פרק שני: בקרת תהליכים

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 4

נתונים:

$$K_1 = 2.5, \quad K_2 = 0.5, \quad G_1 = 2, \quad G_2 = 1, \quad H_1 = 0.5, \quad H_2 = 2$$

- א. (5 נק') כתבו את פונקציית התמסורת $\frac{Y}{U}$.
- ב. (5 נק') כתבו את פונקציית התמסורת $\frac{Y}{D}$.
- ג. (5 נק') חשבו את ערכו של Y עבור ערך הכניסה $U = 1$ וערך ההפרעה $D = 0.2$.
- ד. (5 נק') איזה משוב (חיובי או שלילי) יהיה למערכת אם K_2 גדול מ- K_1 ? נמקו את התשובה.

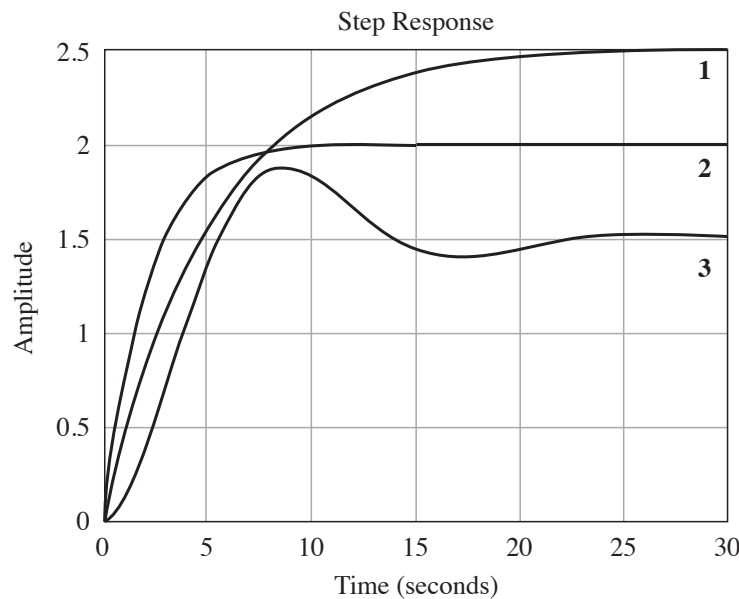
שאלה 5

נתונה פונקציית תמסורת שמתארת תהליך:

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{s+a}$$

כאשר: $Y(s)$ – היציאה מן המערכת, ו- $U(s)$ – הכניסה למערכת.

באיור לשאלה 5 מוצגים שלושה גרפים (1-3) המתארים את התגובות לכניסת מדרגה בגודל יחידה.

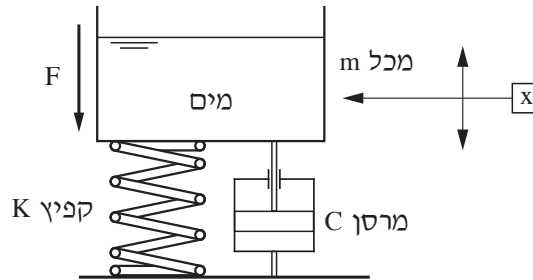


איור לשאלה 5

- א. (5 נק') איזה מבין הגרפים **אינו** מתאר את התגובה של המערכת? נמקו בקצרה.
- ב. (5 נק') כתבו שני ביטויים באמצעות K ו- a : האחד – לחישוב ההגבר, והשני – לחישוב קבוע הזמן של התהליך.
- ג. (5 נק') חשבו את הערכים של K ו- a עבור כל אחד משני הגרפים המתארים את תגובת המערכת.
- ד. (5 נק') הניחו ש- $K = 1$ ו- $a > 1$. כיצד ישתנו קבוע הזמן והגבר המערכת?

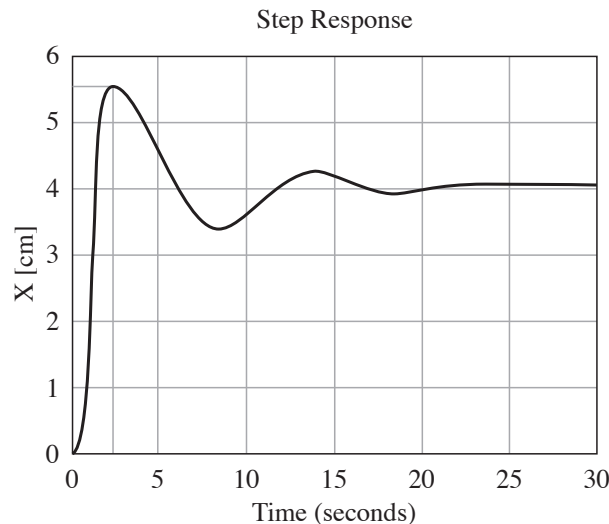
שאלה 6

באיור א' לשאלה 6 מתוארת מערכת המורכבת ממכל מלא במים, שמחובר לבסיס בעזרת קפיץ ומרסן. במערכת פועלים הכוחות אלה: מסת המכל – m [kg], קבוע הקפיץ – K [N/m] וקבוע המרסן – C [N * sec/m]. לעיתים, מופעל כוח חיצוני נוסף – כוח F [N].



איור א' לשאלה 6

באיור ב' לשאלה 6 מתוארת עקומת התגובה של המערכת לאחר הפעלת כוח של 20 N על המכל. לפני הפעלת הכוח המערכת הייתה במנוחה. העקומה מתארת את השינוי שחל לאחר הפעלת הכוח (יציאת המערכת ממצב מנוחה).



איור ב' לשאלה 6

- א. (5 נק') כתבו את המשוואה הדיפרנציאלית שמתארת את המערכת, ואת הביטוי לפונקציית התמסורת של המערכת.
- ב. (5 נק') היעזרו בעקומת התגובה ומצאו את ההגבר הסטטי, K_{st} , את יחס הריסון, ζ , ואת התדר הטבעי של המערכת, ω_n .
- ג. (5 נק') חשבו את קבוע הקפיץ, K , את קבוע המרסן, C , ואת מסת המכל, m .
- ד. (5 נק') בהנחה שקבוע הקפיץ, K , וקבוע המרסן, C , נשארים קבועים – כיצד ישתנה התדר הטבעי של המערכת, ω_n , כאשר מעלים את מפלס המים במכל? נמקו התשובה.

פרק שלישי: מכשור ובקרה

שאלה 7

משתמשים במדי מעוות למדידת כוח, כמתואר להלן.

באיור א' לשאלה 7 מתוארת קורה שעליה מופעל כוח, F , הגורם לכיפופה. כדי למדוד את הכוח המופעל על הקורה משתמשים בארבעה מדי מעוות המחוברים לגשר ויטסטון. שני מדי מעוות מודבקים על חלקה העליון של הקורה ומסומנים באותיות SGu1 ו-SGu2, ושני מדי מעוות מודבקים על חלקה התחתון ומסומנים באותיות SGd1 ו-SGd2.

- כל ארבעת מדי המעוות זהים, וערכם, ללא הפעלת כוח על הקורה, הוא 120Ω
- ערך הנגדים R הוא 120Ω
- מתח ההזנה לגשר ויטסטון הוא 10 V
- קבוע המדיד (gauge factor) הוא $K = 2.1$
- מדי המעוות משנים את ערך התנגדותם בהתאם להתארכותם או התכווצותם, לפי הנוסחה: $\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta L}{L}$

כאשר:

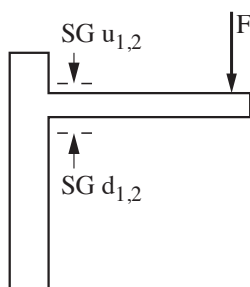
ΔR – השינוי בהתנגדות של מד המעוות כתוצאה משינוי אורכו

R – התנגדות מד המעוות ללא הפעלת כוח

K – קבוע המדיד

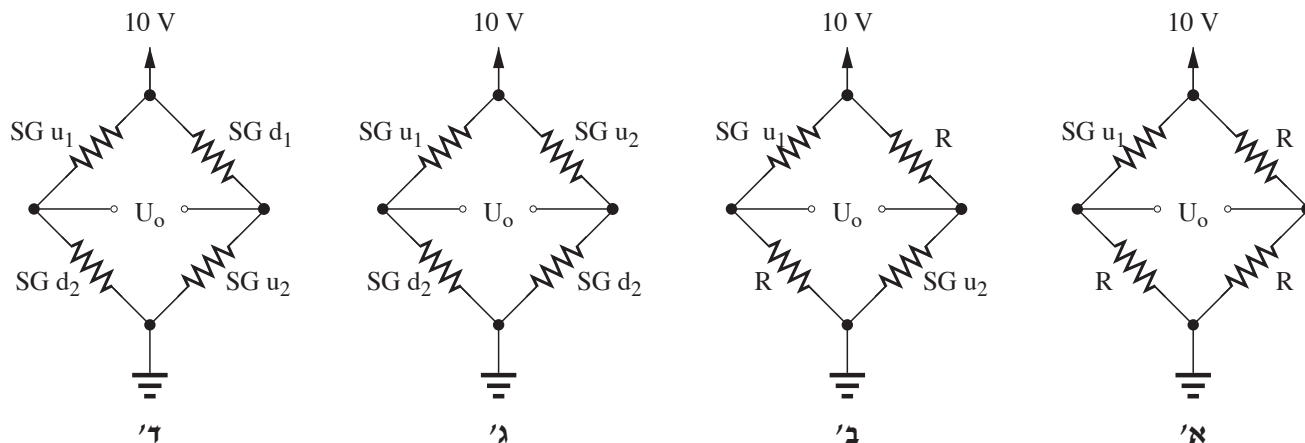
ΔL – השינוי במד המעוות כתוצאה משינוי אורכו

L – אורך מד המעוות ללא הפעלת כוח



איור א' לשאלה 7

באיור ב' לשאלה 7 מתוארות ארבע תצורות שונות לחיבור מדי המעוות לגשר ויטסטון לשם מדידת הכוח.

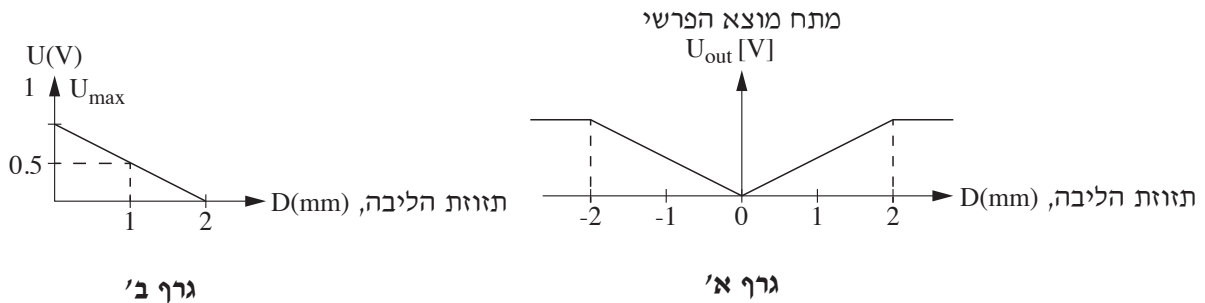


איור ב' לשאלה 7

- א. (5 נק') קבעו איזו תצורת חיבור, מבין התצורות המתוארות באיור ב', היא בעלת הרגישות הגדולה ביותר. נמקו את הקביעה.
- ב. (5 נק') ערך מדי המעוות תלוי בטמפרטורה. קבעו אילו תצורות חיבור, מבין התצורות המתוארות באיור ב', מקזזות את השפעת שינויי הטמפרטורה על המדידה. נמקו את הקביעה.
- ג. (5 נק') חשבו את שינוי ההתנגדות של מד מעוות אחד כאשר מופעל עליו כוח הגורם להתארכות/התכווצות של 0.1%.
- ד. (5 נק') חשבו את מתח המוצא של הגשר בתצורה שבחרתם בסעיף א'.

שאלה 8

נתון שנאי הפרשי המוזן במתח חילופין (AC LVDT). באיור לשאלה 8 נתונים שני גרפים. גרף א' מתאר את ערך מתח המוצא, U_{out} , של השנאי ההפרשי בתלות בתזוזת הליבה, D . גרף ב' מתאר את הקשר בין תזוזת הליבה, D , למתח המוצא, U_{out} , של סליל משני אחד בתחום הליניארי של השינוי.



איור לשאלה 8

- א. (5 נק') הסבירו את עקרון הפעולה של שנאי הפרשי.
- ב. (5 נק') הסבירו מדוע אחרי תזוזת הליבה למרחק של 2 מ"מ ממצב מאוזן (מתח המוצא, 0), מתח המוצא מפסיק לגדול.
- ג. (5 נק') המשוואה שלפניכם מתארת את הקשר בין תזוזת הליבה, D , למתח המוצא U_{out} , של סליל משני אחד בתחום הליניארי של השינוי, כמתואר בגרף ב'.

$$L = \frac{D * U_{max}}{U_{out}}$$

חשבו את האורך של הליבה L .

- ד. (5 נק') מעוניינים לקבל במוצא השנאי ההפרשי מתח ישר. הציעו דרך להפיכת מתח החילופין במוצא למתח ישר.

בהצלחה!

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
step input signal	Сигнал входной ступени	إشارة إدخال تدريجي	אות כניסה מדרגה
spiral screw	Спиральный винт	برغي حلزوني	בורג חלזוני
controller	Регулятор	مُتحكِّم	בקר
programmable controller	Программируемый регулятор	مُتحكِّم مُبرمج	בקר מתוכנת
Wheatstone bridge	Мост Вистона	قنطرة وهيستون	גשר ויטסטון
LED	Светодиод	ديودا (صمام ثنائي) باعثة للضوء	דיודה פולטת אור
static amplification	Статическое усиление	التضخيم الثابت	הגבר סטטי
reactance	Реактивное сопротивление	مُقاوَمَة	היגב
sensor	Датчик	مِجسّ	חיישן
damping ratio	Относительный коэффициент затухания	نسبة التقييد	יחס ריסון
button	Кнопка	زرّ	לחצן
operational amplifier	Операционный усилитель	مُضخِّمات تشغيلية	מגבר שרת
contactor	Контактор	قواطع	מגען
strain gauge	Датчик деформации	مقياس التشوّه	מד מעוות
overload relay	Реле перегрузки	ريليه يعمل عند تجاوز الحمل أو التيار	ממסר עומס־יתר
conveyer	Конвейер	ناقل	מסוע
equivalent circuit	Схема компенсации	دائرة التعديل	מעגל תמורה
optical encoder	Оптический кодер	التشفير البصري	מקודד אופטי
inductor	Катушка индуктивности	ملفّ	משרן
effective voltage	Эффективное напряжение	الفلطية الفعالة؛ الفولطية المؤثرة	מתח אפקטיבי
transducer	Преобразователь	مُحوّل	מתמר
resistor	Резистор	مُقاوَمَة	נגד
impedance	Импеданс	مُعاوَقَة	עכבה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
track	Канал	قناة	ערוץ
transfer function	Передаточная функция	دالة الانتقال	פונקציית תמסורת
linear error	Линейная ошибка	خطأ خطّي	שגיאה ליניארית
valve	Клапан	صمام	שסתום
natural frequency	Натуральная частота	التردد الطبيعي	תדר טבעי
reduction box	Раздаточная коробка	صندوق التخفيض	תיבת הפחתה
block diagram	Функциональная схема	مخطط المستطيلات	תרשים מלבנים