

מערכות מכטרוניות ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות. עליך להשיב על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני, על שאלה אחת מן הפרק השלישי ועל שתי שאלות נוספות על-פי בחירתך. סך-הכול עליך לענות על חמש שאלות. לכל שאלה – 20 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וכל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את השאלון כולו וודא שההנחיות בדף השער מובנות לך היטב.
 2. ענה על השאלות על-פי הסדר הנראה לך.
 3. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 4. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתו את השאלה. כתוב בתשובתך את הנתון שהוספת.
 5. בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 6. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 13 עמודים ו-2 עמודי נספח.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

ענה על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני, על שאלה אחת מן הפרק השלישי ועל שתי שאלות נוספות על-פי בחירתך. סך-הכול עליך לענות על חמש שאלות (לכל שאלה – 20 נקודות).

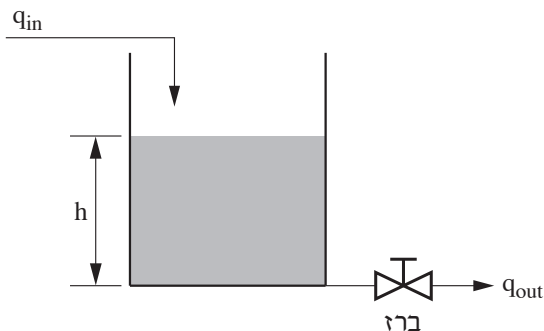
פרק ראשון: בקרת תהליכים

שאלה 1

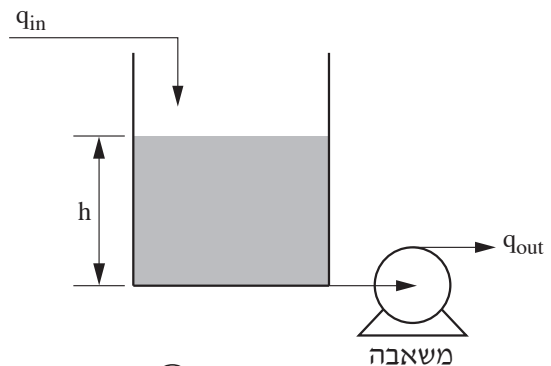
באיור א' לשאלה זו מתוארות שתי מערכות, ① ו-②, המיועדות למילוי מכל בנוזל.

– במערכת ① – במוצא של המכל מותקן ברז.

– במערכת ② – במוצא של המכל מותקנת משאבה, כך שספיקת הנוזל היוצא מן המשאבה היא קבועה, וקטנה מספיקת הנוזל הנכנס למכל.



מערכת ①

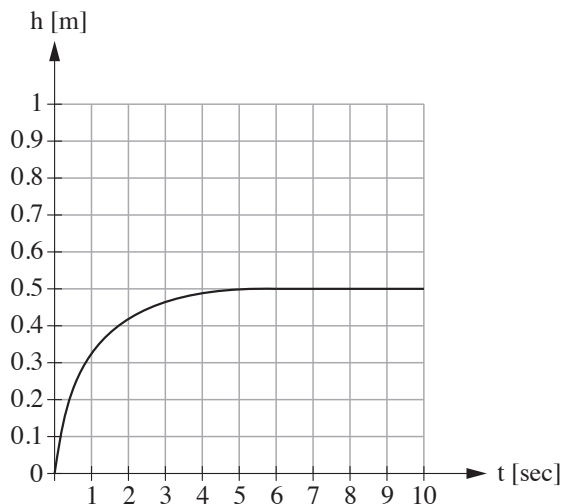


מערכת ②

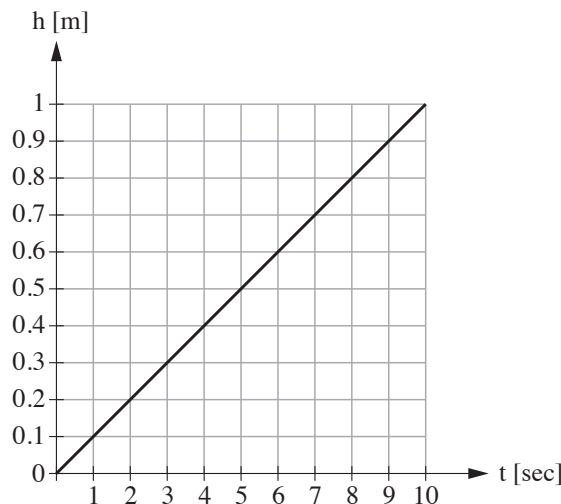
איור א' לשאלה 1

באיור ב' לשאלה זו נתונות שתי עקומות תגובה, a ו-b, המתארות את השינוי במפלס הנוזל בכל אחת מן המערכות

① ו-②, עבור ספיקת כניסה $q_{in} = 1 \frac{m^3}{sec}$.



עקומת תגובה a



עקומת תגובה b

איור ב' לשאלה 1

א. (4 נק') איזו מבין עקומות התגובה (a או b) מבטאת את שינוי המפלס במערכת ①, ואיזו מהן מבטאת את שינוי המפלס במערכת ②? נמק את תשובתך.

ב. (8 נק') על-פי עקומת התגובה שמבטאת את שינוי המפלס במערכת ①, חשב את ההתנגדות של ברז המוצא (R) ואת שטח החתך של המכל (A).

ג. (8 נק') במערכת ① מגדילים את ספיקת הכניסה למכל ל- $q_{in} = 2 \frac{m^3}{sec}$.

2) נק') 1. צייר במחברתך עקומת תגובה במערכת הצירים $h-t$, המתאימה לספיקה הזו.

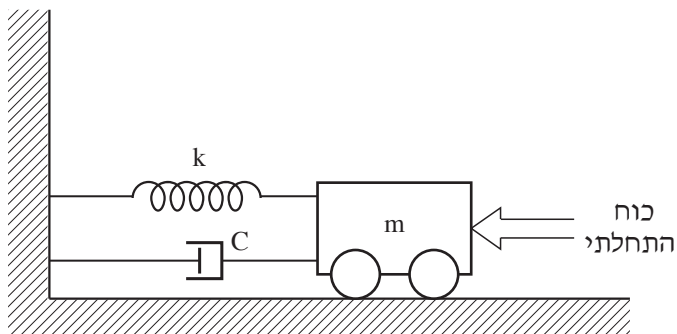
2) נק') 2. האם קבוע הזמן τ של תהליך המילוי ישתנה כתוצאה מכך? נמק את תשובתך.

4) נק') 3. במערכת ① מגדילים פי שניים את שטח החתך של המכל.

מה יהיה גובה המפלס h בזמן $t = 10 \text{ sec}$ במקרה הזה?

שאלה 2

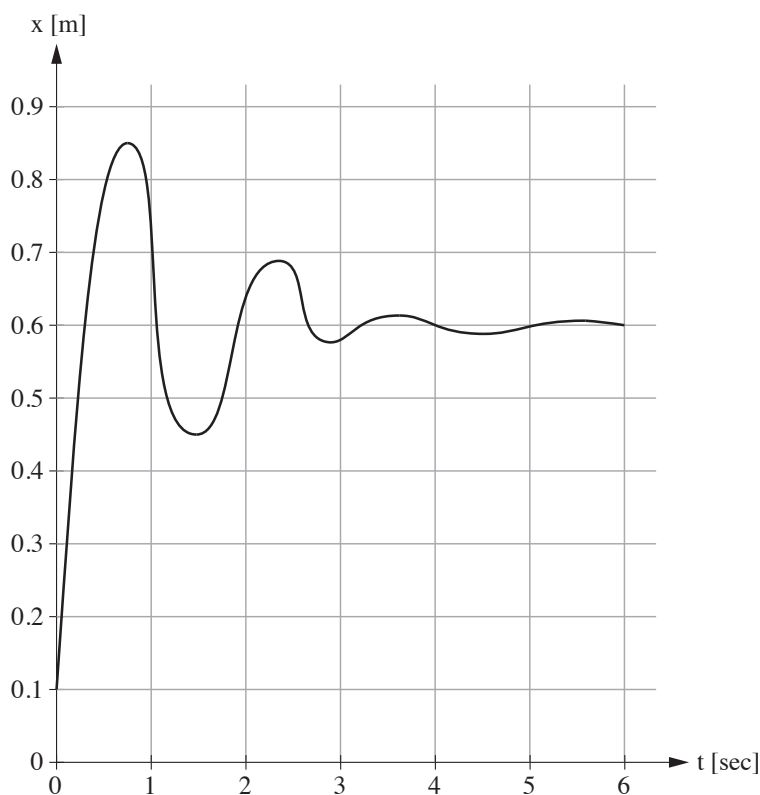
באיור א' לשאלה זו מתוארת מערכת מסה-קפיץ-מרסן. כוח התחלתי קבוע מכווץ את הקפיץ ב- 0.1 m יחסית לאורכו במצב הרפוי שלו.



איור א' לשאלה 2

מפעילים על המסה כוח חיצוני קבוע נוסף של $F = 1 \text{ N}$.

באיור ב' לשאלה זו נתונה עקומת התגובה של המערכת, המתארת את מיקום המסה כפונקציה של זמן, **לאחר** הפעלת הכוח החיצוני הנוסף.

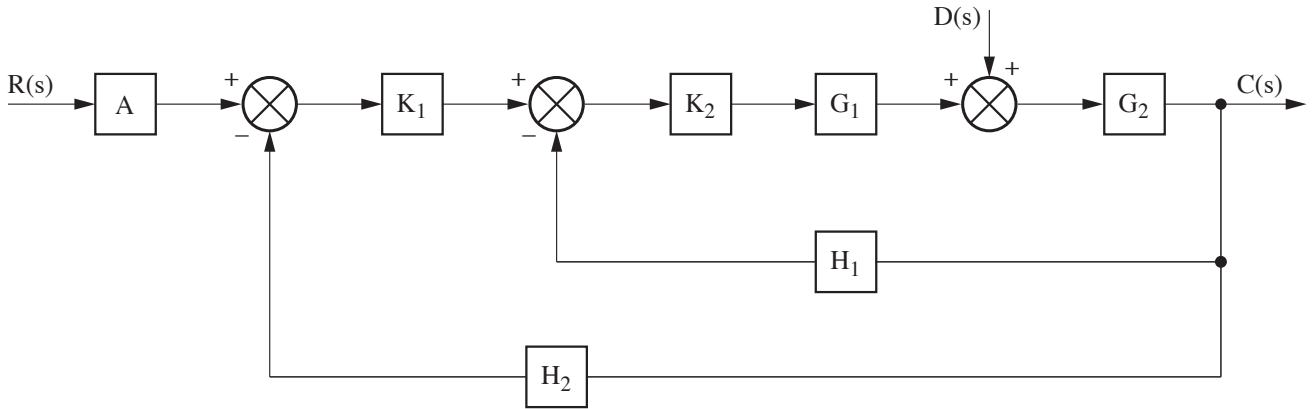


איור ב' לשאלה 2

- א. (4 נק') כתוב את המשוואה הדיפרנציאלית שמתארת את המערכת, וכתוב ביטוי לפונקציית התמסורת של המערכת.
- ב. (6 נק') היעזר בעקומת התגובה ומצא את ההגבר הסטטי, K_{st} , את יחס הריסון, ζ , ואת התדר הטבעי של המערכת, ω_n .
- ג. (6 נק') חשב את קבוע הקפיץ, k , את מקדם הריסון, C , ואת המסה, m .
- ד. (4 נק') חשב את גודלו של הכוח ההתחלתי שגרם לקפיץ להתכווץ ב- 0.1 m .

שאלה 3

באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 3

- א. (8 נק') כתוב ביטוי לפונקציית התמסורת $G_r(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$.
- ב. (7 נק') כתוב ביטוי לפונקציית התמסורת $G_d(s) = \frac{C(s)}{D(s)}$.

להלן נתונים לסעיף ג' בלבד:

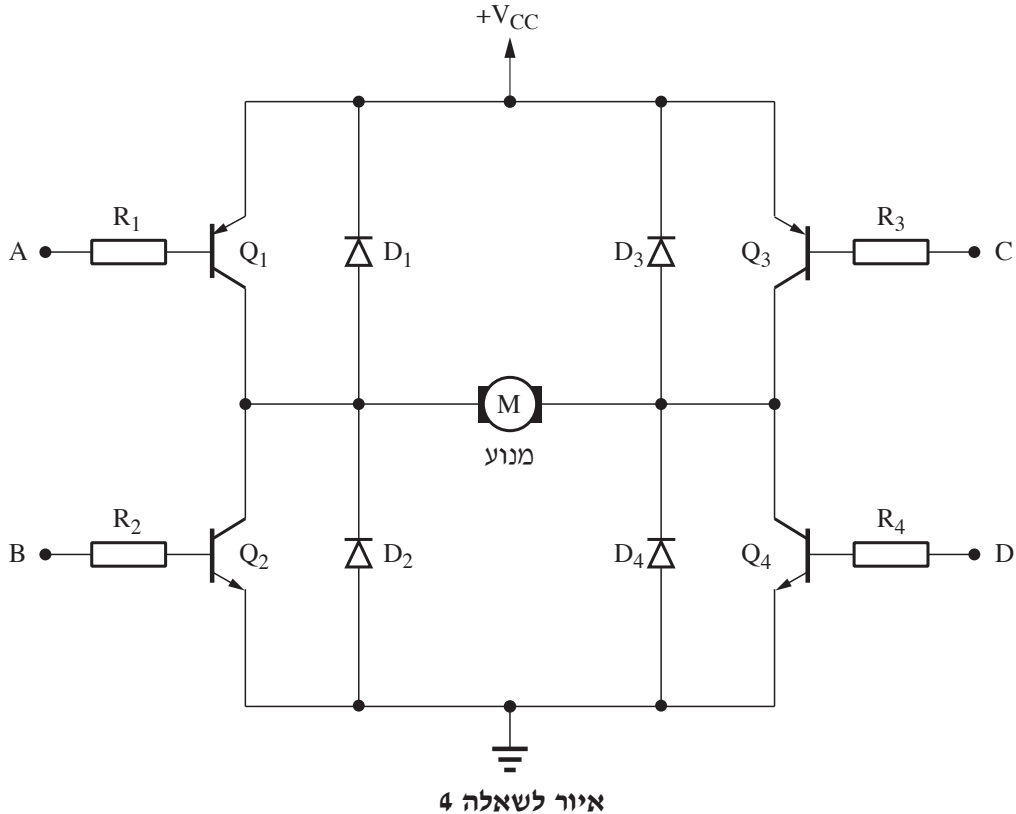
$$A = 2, K_1 = 5, K_2 = 2, G_1 = 4, G_2 = 10, H_1 = 1, H_2 = 2$$

- ג. (5 נק') חשב את הערך של C שיתקבל ביציאת המערכת עבור ערכי הכניסות: $R = 1, D = 0.5$.

פרק שני: אלקטרוניקה

שאלה 4

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי לבקרת מהירות הסיבוב בשני הכיוונים של מנוע לזרם ישר (DC) בעל עירור זר.



איור לשאלה 4

א. (6 נק')

- מהו הסוג (PNP או NPN) של כל אחד מן הטרנזיסטורים במעגל?
- את הנקודות A-D שבבסיסי הטרנזיסטורים Q1-Q4, בהתאמה, ניתן לחבר למקור מתח חיובי ($+V_{CC}$) או להאריק לאדמה (GND).

העתק את הטבלה שלהלן למחברתך, וכתוב בכל תא את מצב ההולכה של הטרנזיסטור (הולכה או קיטעון), בהתאם למתח המסופק לבסיס.

A	B	C	D	הנקודה בבסיס הטרנזיסטור
				מתח הבסיס
				מקור מתח חיובי ($+V_{CC}$)
				אדמה (GND) - מתח 0

(3 נק') ב. מהו תפקידן של הדיודות במעגל זה?

נגדיר שני מצבים לוגיים עבור הנקודות A, B, C, D בבסיסי הטרנזיסטורים:

'1' – מתח גבוה: כאשר הנקודה מחוברת למקור המתח $+V_{CC}$

'0' – מתח נמוך: כאשר הנקודה מוארקת (GND)

נגדיר שלושה מצבים של פעולת המנוע:

- המנוע במצב מנוחה: שני הקצוות של סליל העונן מחוברים לאדמה.
- המנוע מסתובב עם כיוון השעון: הזרם במנוע זורם משמאל לימין.
- המנוע מסתובב נגד כיוון השעון: הזרם במנוע זורם מימין לשמאל.

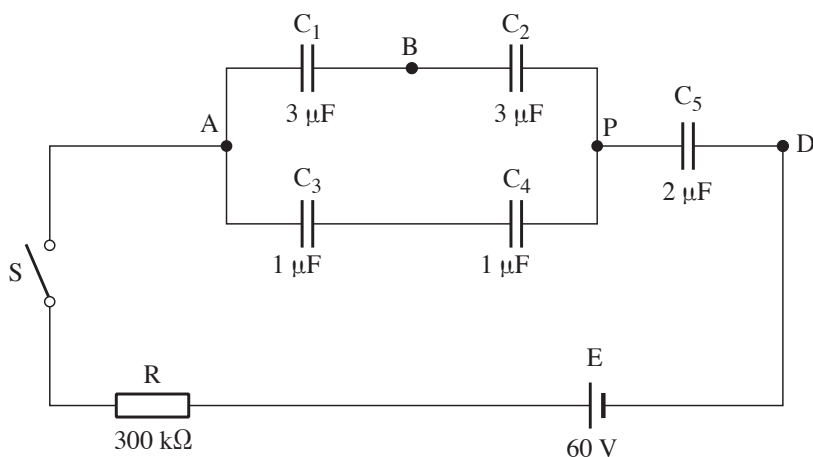
(8 נק') ג. העתק את הטבלה שלהלן למחברתך, וכתוב בכל אחד מן התאים לאיזה מצב ('0' או '1') מחוברת הנקודה C) (A, B, D או).

A	B	C	D	הנקודה בבסיס הטרנזיסטור
				מצבי המנוע
				המנוע במנוחה
				המנוע מסתובב עם כיוון השעון
				המנוע מסתובב נגד כיוון השעון

(3 נק') ד. ישנם כמה צירופים של מצבים לוגיים עבור בסיסי הטרנזיסטורים שיגרמו לקצר במקור המתח. ציין צירוף **אחד** של מצבים לוגיים שיגרמו לקצר במקור המתח.

שאלה 5

באיור לשאלה זו נתון מעגל של קבלים המחוברים במעורב. המתח על כל אחד מהקבלים הוא 0 V. ברגע $t = 0$ סוגרים את המפסק S, והקבלים מתחילים להיטען.

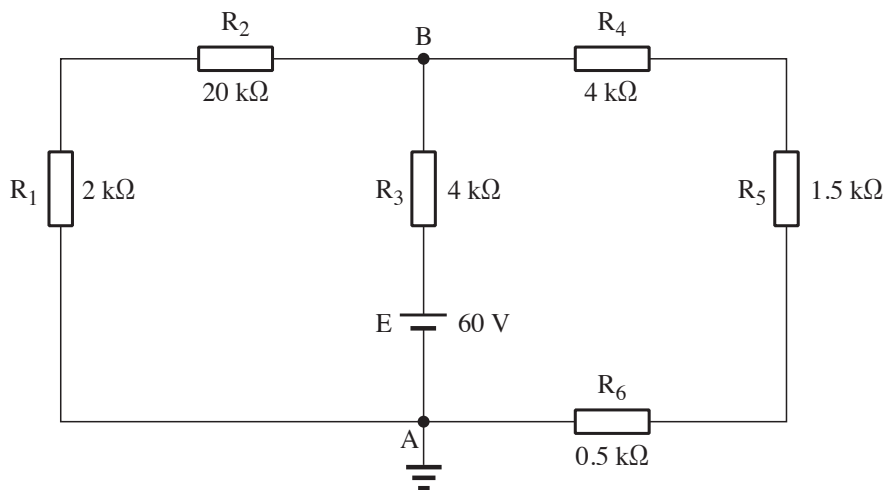


איור לשאלה 5

- א. (7 נק') חשב את הקיבול השקול של המעגל.
- ב. (7 נק') חשב את המתח U_{AB} לאחר זמן ארוך, כך שהקבלים כבר נטענו והמתח על פני הקבלים קבוע.
- ג. (6 נק') חשב את הזמן העובר מהרגע $t = 0$ עד שהמתח U_{AD} יגיע ל- 80% ממתח המקור.

שאלה 6

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי.



איור לשאלה 6

- א. (6 נק') חשב את המתח בנקודה B במעגל.
- ב. (10 נק') חשב את הזרם העובר דרך כל אחד מששת הנגדים במעגל.
- ג. (4 נק') חשב את ההספק שמקור המתח מספק למעגל.

פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 7

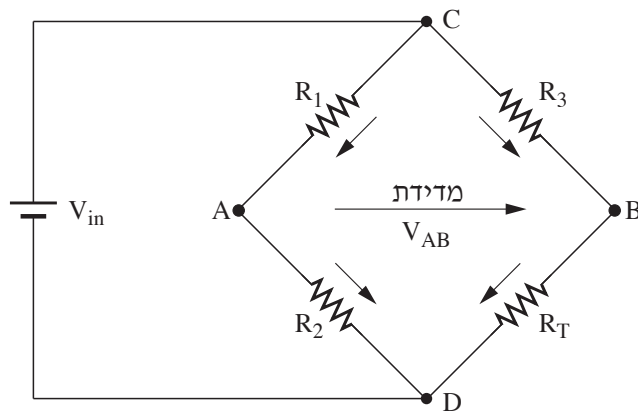
באיור א' לשאלה זו מתואר גשר ויטסטון הכולל חיישן טמפרטורה R_T .

נתונים:

$$R_1 = 149.3 \, \Omega$$

$$R_2 = 56 \, \Omega$$

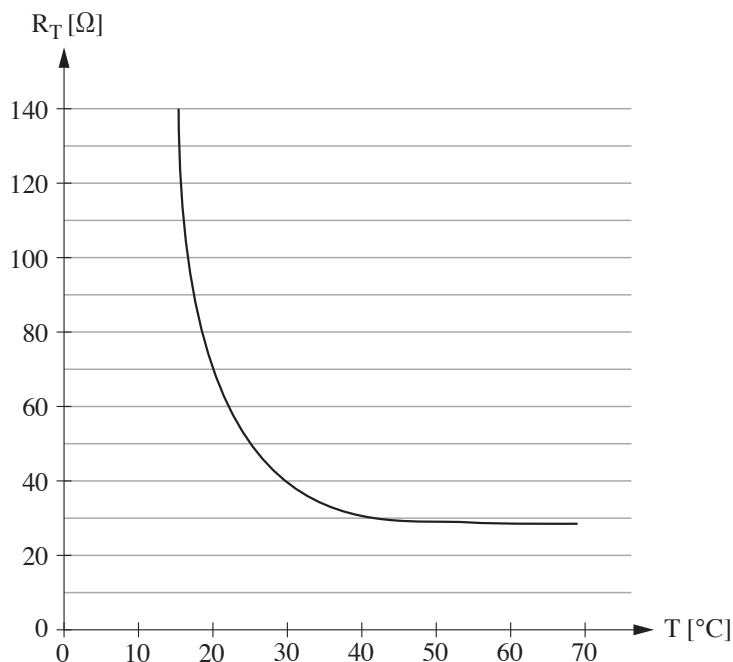
$$R_3 = 80 \, \Omega$$



איור א' לשאלה 7

(6 נק') א. חשב מה צריכה להיות ההתנגדות של החיישן R_T כדי שהגשר יהיה מאוזן.

באיור ב' לשאלה זו נתון גרף המתאר את ההתנגדות של החיישן R_T כתלות בטמפרטורת הסביבה.

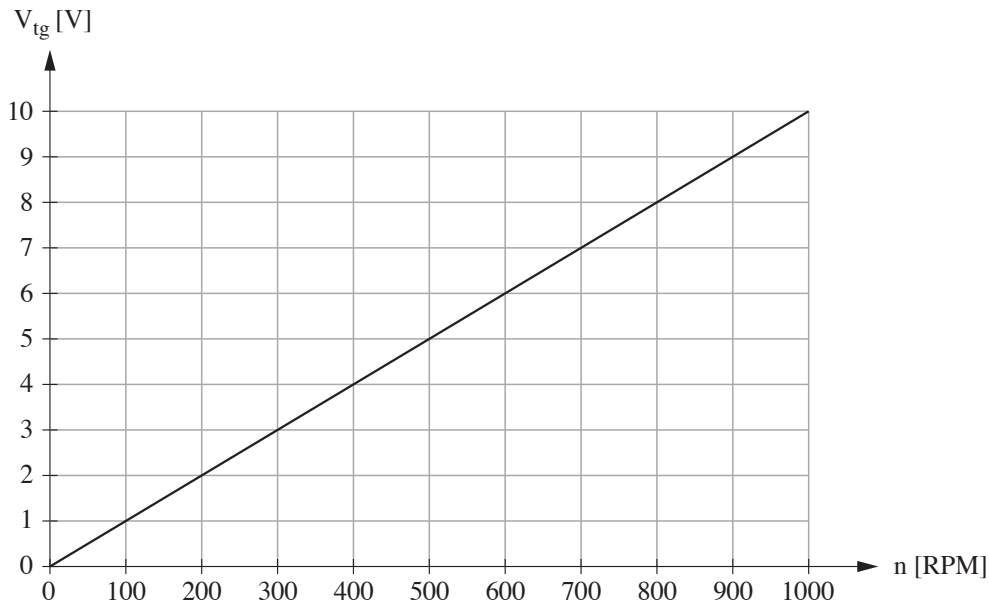


איור ב' לשאלה 7

- (2 נק') ב. מהי טמפרטורת הסביבה כשהגשר מאוזן?
- (8 נק') ג. נתונים לסעיף זה: הגשר לא מאוזן, וטמפרטורת הסביבה היא 30°C .
חשב את מתח המוצא של הגשר, V_{AB} , כאשר נתון: $V_{in} = 5\text{ V}$.
- (4 נק') ד. למה חייבים להשתמש בגשר ויטסטון במדידת לחץ באמצעות מד-מעוות?

שאלה 8

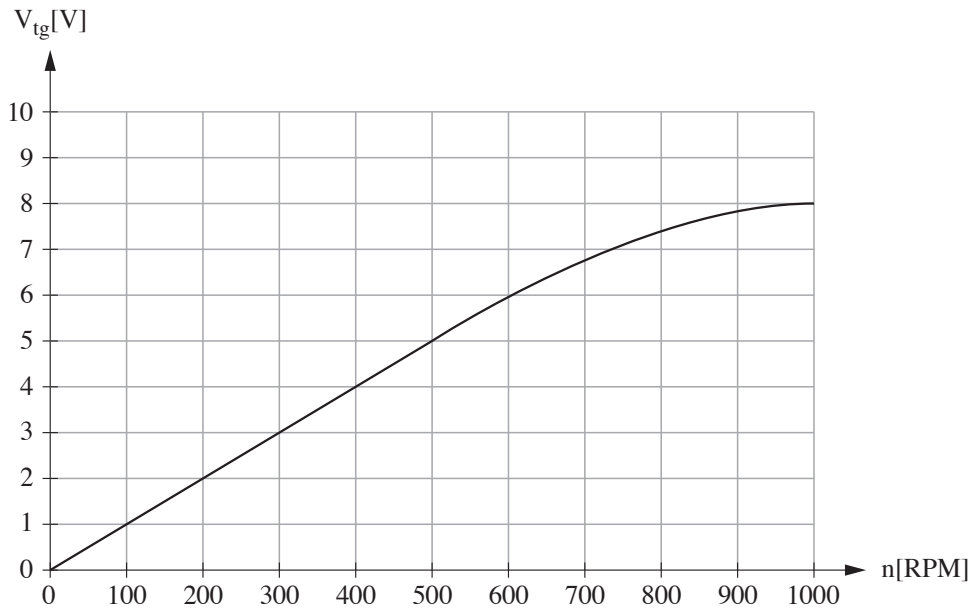
באיור א' לשאלה זו נתון גרף של מתח המוצא של טכוגנרטור העובד בריקם (במוצא הטכוגנרטור לא מחובר עומס) כפונקצייה של מהירות הסיבוב של הציר שלו.



איור א' לשאלה 8

- (3 נק') א. חשב את קבוע הטכוגנרטור, K_{tg} .
- (4 נק') ב. במוצא של הטכוגנרטור נמדד מתח של 9 V. מהי המהירות הזוויתית של ציר הטכוגנרטור? בטא את תשובתך ביחידות $\frac{\text{rad}}{\text{sec}}$.

באיור ב' לשאלה זו נתון גרף של מתח המוצא של **אותו** טכוגנרטור כפונקצייה של מהירות הסיבוב של הציר שלו.



איור ב' לשאלה 8

- ג. (3 נק') מדוע "התעקם" הגרף שבאיור ב' לעומת הגרף הליניארי שבאיור א'?
- ד. (5 נק') במוצא של הטכוגנרטור נמדד מתח של 6 V . ידוע כי במדידת מתח המוצא של הטכוגנרטור קיימת שגיאת ליניאריות של $\pm 3\%$ מן הערך הנמדד. התבסס על הנתונים האלו ועל הגרף שבאיור ב', וחשב את הטווח שבו תימצא מהירות הסיבוב האמיתית של ציר הטכוגנרטור.
- ה. (5 נק') חשב את התנגדות הסליל של הטכוגנרטור, כאשר התנגדות העומס המחובר במוצא הטכוגנרטור היא 100Ω וציר הטכוגנרטור מסתובב במהירות של 1,000 RPM . הנח כי ההשראות של הסליל זניחה. היעזר באיורים א' ו-ב' לשאלה זו.

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 التشوّ	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