

מערכות מכטרוניות ה'

(להנדסאי 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. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות. לכל שאלה – 20 נקודות, ובסך-הכל – 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 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 הנוספות.
4. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתך את השאלה. רשום בתשובתך את הנתון שהוספת.
5. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
6. לנוחותך, מצורף לשאלון זה נספח מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 9 עמודים ו-3 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

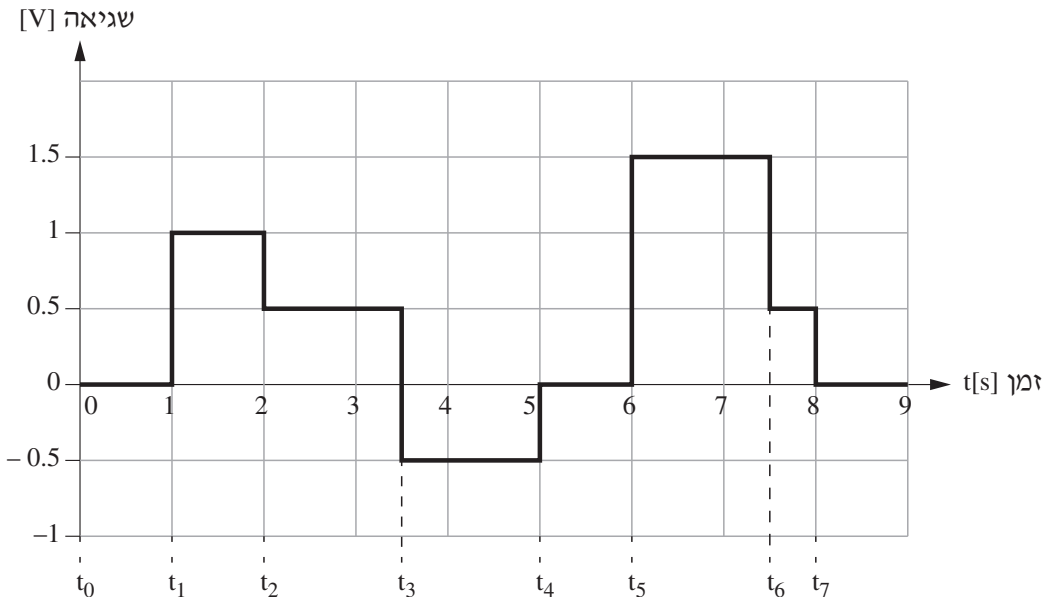
השאלות

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. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: בקרת תהליכים

שאלה 1

בבקר אינטגרלי הפועל בחוג פתוח הוכנסה שגיאה. באיור לשאלה זו נתון גרף המתאר את השגיאה כפונקצייה של הזמן. הנקודות t_0 עד t_7 בגרף הן נקודות הזמן שבהן מתרחשים השינויים בשגיאת הבקר.



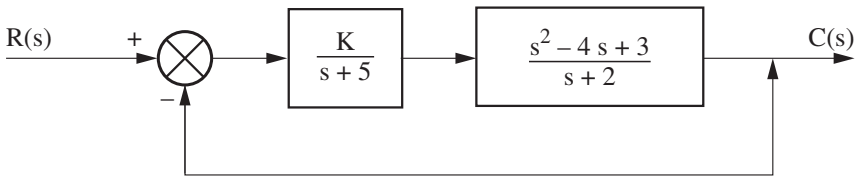
איור לשאלה 1

נתונים:

- המשוואה של הבקר: $\frac{1}{T_i} \int V_e(t) dt$
 - זמן האינטגרציה של הבקר: $T_i = 0.4 \text{ s}$
 - התפוקה של הבקר בשגיאה אפס: $m_0 = 0$
- הנח שהתפוקה של הבקר בזמן $t = 0$ היא אפס.
- א.** חשב את התפוקה של הבקר בסיומו של כל קטע זמן שבו התרחש שינוי בשגיאה (כלומר בכל אחת מהנקודות t_0 עד t_7).
- ב.** העתק את גרף השגיאה למחברתך, וסרטט מתחתיו את גרף התפוקה המתקבל מחישובי התפוקה שחישבת בסעיף א'.

שאלה 2

באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור.

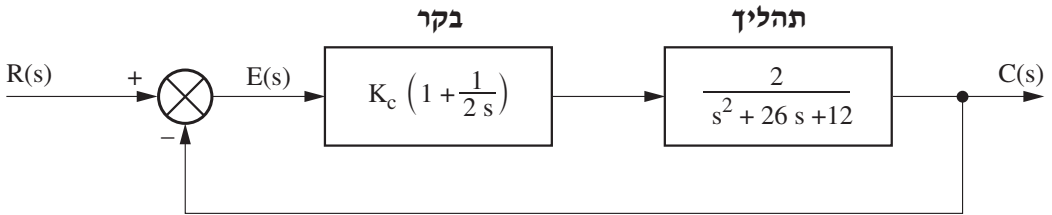


איור לשאלה 2

- א.** 1. רשום את פונקציית התמסורת של החוג הפתוח, $KGH(s)$.
2. רשום את הקטבים ואת האפסים של פונקציית התמסורת, $KGH(s)$.
- ב.** סרטט את המג"ש של מערכת הבקרה, על-פי הכללים השימושיים לבנייתו.
- ג.** האם המערכת יציבה עבור כל ערכי K חיוביים? נמק את תשובתך.

שאלה 3

באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה, הכוללת בקר בעל הגבר K_c .



איור לשאלה 3

א. זהה את סוג הבקר הקיים במערכת.

לפניך שני אותות מבוא של מערכת הבקרה:

– $r(t) = 2$

– $r(t) = 2t$

ב. עבור כל אחד מאותות המבוא הנתונים, חשב את שגיאת המערכת במצב מתמיד, כתלות בהגבר הבקר K_c .

ג. לכל אחד מאותות המבוא הנתונים, קבע אם שגיאת המערכת תלויה בהגבר K_c .

פרק שני: אלקטרוניקה תעשייתית

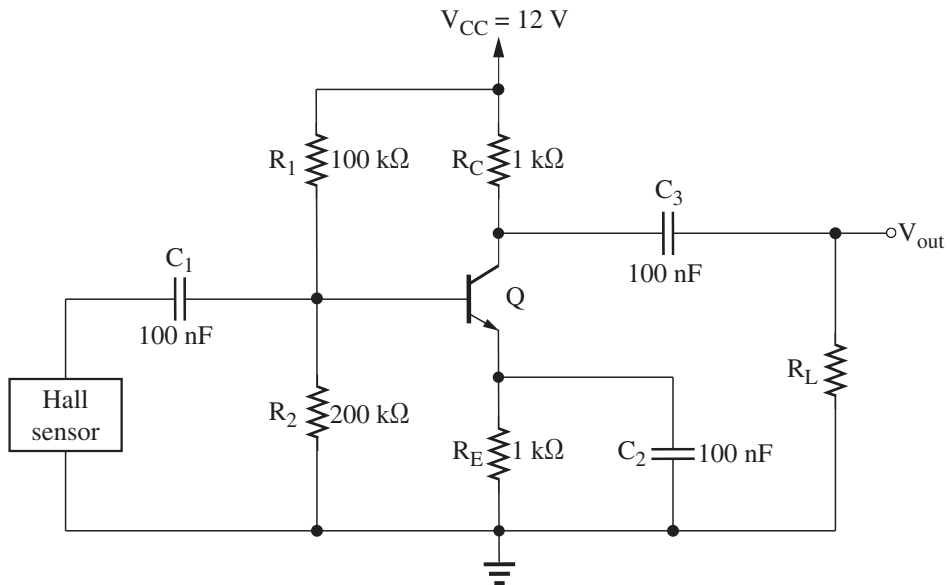
שאלה 4

באיור לשאלה זו נתון מעגל המשמש כמגבר טרנזיסטורי לחיישן אפקט הול (Hall sensor). החיישן, המשמש למדידת מהירות, מוציא מתח סינשוואידלי עם אמפליטודה 40 mV.

נתוני הטרנזיסטור:

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V} ; V_{CEsat} = 0.2 \text{ V} ; \beta = h_{fe} = 100 ; h_{ie} = 2 \text{ k}\Omega$$

הנח שהיגבי הקבלים זניחים.



איור לשאלה 4

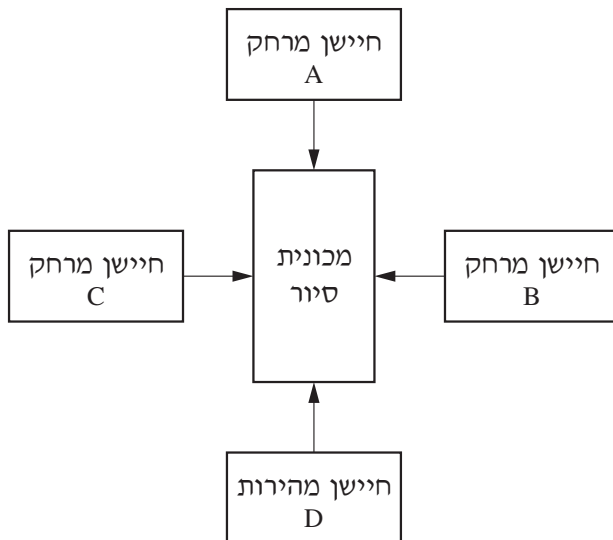
- א. חשב את הזרמים I_B ו- I_C ואת המתח V_{CE} של הטרנזיסטור.
- ב. 1. מהו המתח V_{CE} כאשר הטרנזיסטור נמצא בקיטעון?
2. חשב את הזרם I_C כאשר הטרנזיסטור נמצא ברוויה. ניתן להזניח את זרם הבסיס I_B .
- ג. סרטט במחברתך גרף סכמתי (זרם כתלות במתח) המתאר את קו העבודה של הטרנזיסטור. ציין על-גבי הסרטוט את נקודת העבודה של הטרנזיסטור ואת הערכים שחישבת בסעיפים א' ו-ב'.
- ד. חשב את התנגדות העומס, R_L , עבור אמפליטודת אות-מוצא של $V_{out} = 1 \text{ V}$.

שאלה 5

להלן מפרט של מערכת שתפקידה לפקח על התנועה של מכונית סיור הנוסעת בקרבת גדר בטיחות. המערכת כוללת **ארבעה** חיישנים – שלושה חיישני מרחק A, B, C וחיישן מהירות D.

פירוט החיישנים:

- חיישני המרחק – מפקים את הערך "1" כאשר הם מזהים גדר או מכשול במרחק סף שנקבע מראש, ואת הערך "0" כאשר הם אינם מזהים גדר או מכשול.
 - חיישן המהירות – מפק את הערך "1" כאשר מהירות המכונית קרובה למהירות הסף שנקבעה מראש, ואת הערך "0" כאשר מהירות המכונית אינה קרובה למהירות הסף.
- הפונקציית F קובעת אם המכונית נמצאת בתנועה או לא:
- כאשר $F = 1$, המכונית נמצאת בתנועה, וכאשר $F = 0$, המכונית לא נמצאת בתנועה.
- תנועת המכונית היא בכיוון אחד בלבד – בכיוון חיישן A.
- המכונית תנוע ($F = 1$) רק אם מתקיימים התנאים הבאים בו־זמנית:
- חיישן A לא מזהה מכשול.
 - לפחות אחד החיישנים B או C מזהה מכשול.
 - מהירות המכונית נשארת קרובה למהירות הסף.
- באיור לשאלה זו נתונה סכמה של המערכת.



איור לשאלה 5

- א. רשום במחברתך טבלת-אמת של המעגל הלוגי עבור המשתנים A, B, C, D והמוצא F.
- ב. הסתמך על טבלת-האמת שרשמת בתשובתך לסעיף א', והיעזר במפת קרנו כדי לרשום את הביטוי הלוגי המצומצם ביותר עבור הפונקצייה F.
- ג. ממש את המעגל הלוגי הדרוש לפונקצייה F באמצעות שערי NOR בלבד, וסרטט את מימוש המעגל.

שאלה 6

מנוע בעירה פנימית מסובב גנרטור זרם-ישר בעל עירור זר.

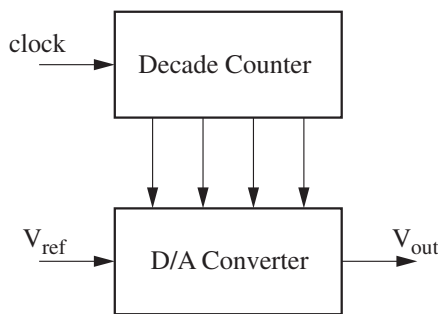
נתוני הגנרטור (במצב עבודה מסוים):

- התנגדות סליל העוגן של הגנרטור: 0.6Ω
 - מהירות הסיבוב: 1,200 RPM
 - הספק המוצא: 4 kW
 - מתח הגנרטור: 125 V
 - נצילות הגנרטור: 80%
- א. חשב את המומנט, T_{in} , שמספק המנוע לגנרטור.
- ב. מהם ההפסדים החשמליים בסליל העוגן של הגנרטור?
- ג. ציין את סוגי ההפסדים האחרים המתרחשים בגנרטור.
- ד. חשב את הכא"מ E שיוצר הגנרטור.

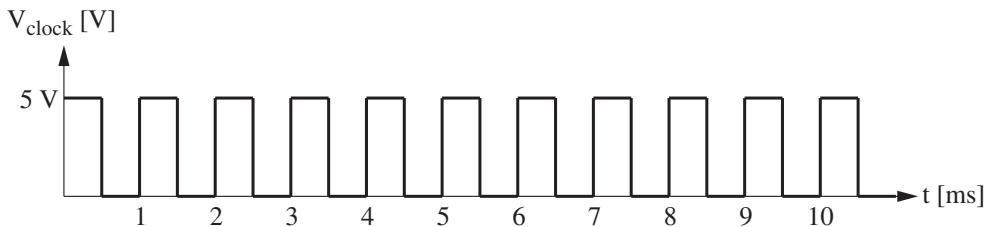
פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 7

באיור א' לשאלה זו מתואר תרשים עקרוני של מערכת ספרתית (של ארבע סיביות) הכוללת מונה עשרוני וממיר D/A. כל רכיבי המערכת מחוברים למתח הזנה של 5 V ולאדמה. מתח הייחוס של הממיר D/A מחובר אף הוא למתח הזנה של 5 V. לכניסת השעון של המונה מחובר גל ריבועי בתדר 1 kHz, כמתואר באיור ב' לשאלה זו.



איור א' לשאלה 7

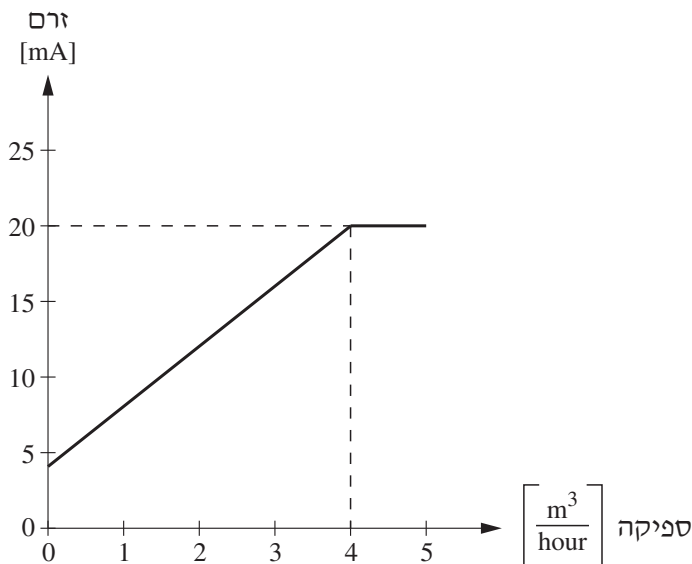


איור ב' לשאלה 7

- א. חשב את כושר ההבחנה (רזולוציה) של הממיר D/A.
- ב. מהו המודולו (modulo) של המונה? נמק את תשובתך.
- ג. חשב את המתח המרבי במוצא המעגל, V_{out} .
- ד. העתק למחברתך את הגרף הנתון באיור ב', וסרטט מתחתיו גרף המתאר את מתח המוצא, V_{out} , כתלות בזמן.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מוצג גרף המתאר את התגובה של מתמר המיועד למדידה של ספיקת נוזלים. המתמר ממיר את שינוי הספיקה בתחום $(0-4) \frac{m^3}{hour}$ לשינוי זרם בתחום $(4-20) mA$, כמתואר באיור.



איור לשאלה 8

א. חשב את ההגבר הסטטי של המתמר ביחידות $\frac{mA}{\frac{m^3}{hour}}$.

מתמר הספיקה הוא חלק ממערכת בקרה ממוחשבת. בין המתמר ובין המחשב מותקן ממיר A/D בעל שמונה סיביות.

ב. מהו השינוי המזערי בספיקה שאותו יכולה לזהות מערכת מדידה זו?

ג. עבור ספיקה 0 הממיר יוצר את המילה הבינארית 10000000, ועבור הספיקה $4 \frac{m^3}{hour}$ הממיר יוצר את המילה הבינארית 11111111.

איזו מילה בינארית תתקבל עבור הספיקה $2.5 \frac{m^3}{hour}$?

בהצלחה!

נספח: מילון מונחים (3 עמודים)

לשאלון 710923, אביב תשע"ח

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
disturbance signal	Помеха	إشارة التشويش	אות הפרעה
input signal	Входной сигнал	إشارة المدخل	אות מבוא
output signal	Выходной сигнал	إشارة المخرج	אות מוצא
proportional controller	Пропорциональный регулятор	تحكم / مُتحكَّم تناسبي	בקר יחסי
tap	вентиль	حنفية (نقطة تفرع)	ברז
duty cycle	Относительная длительность включения	عامل دورة التشغيل	גורם מחזור
driver	Усилитель тока	مُشغِّل (دافع التيار)	דוחף זרם
amplification	Усиление	تضخيم	הגבר
voltage amplification	Усиление напряжения	تضخيم الجهد	הגבר מתח
pin	выход	مِرْبِط	הדק
ignition angle	Угол зажигания	زاوية الإشعال	זווית הצתה
closed loop	Замкнутая система	دائرة مغلقة	חוג סגור
sensor	Датчик	مِجَسَّ	חיישן
viscose friction	Вискозное трение	احتكاك فيسكوز لَزج	חיכוך ויסקוזי
truth table	Таблица истинности	جدول الصدق	טבלת־אמת
stable	Устойчивые	مستقر	יציב
step input	Входная единичная ступенчатая функция	إدخال تَدْرِيجِي	כניסת מדרגה
transistor amplifier	Транзисторный усилитель	مُضخِّم ترانزستوري	מגבר טרנזיסטורי
counter	счетчик	عدّاد	מונה
controlled rectifier	управляемый выпрямитель	مُقَوِّم مُراقَب	מיישר מבוקר
microcontroller	Микроконтроллер	ميكرو كونترولر	מיקרו־בקר

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
switching	Переключение	تشغيل المفاتيح	מיתוג
tank	Резервуар	خزان	מכל
A/D converter	Преобразователь A/D	مُحوّل A/D	ממיר A/D
stepper motor	Шаговый двигатель	مُحرّك خطويّ	מנוע צעד
conveyer	Конвейер	ناقل متحرّك	מסוע
logical circuit	Логическая схема	دائرة منطقية	מעגל לוגי
control system	Система управления	نظام التحكم	מערכת בקרה
stable system	Стабильная система	نظام مستقر	מערכת יציבה
air conditioning system	Система кондиционирования	نظام التكييف	מערכת מיזוג אוויר
level	Уровень	مستوى	מפלס
Karnaugh map	Таблица Карно	خارطة كارنو	מפת קרנו
steady state	Установившийся/ постоянный режим	حالة مُستَمِرة	מצב מתמיד
effective voltage	Эффективное значение напряжения	الإجهاد الفعّال	מתח אפקטיבי
average voltage	Среднее значение напряжения	متوسط الضغط	מתח ממוצע
sinusoidal voltage	Синусоидальное напряжение	جهد المفتاح الإلكتروني مغناطيسي (السولنيد)	מתח סינוסואידלי
operating point	Рабочая точка	نقطة العمل	נקודת עבודה
bit	Бит	بِت	סיבית
anchor coil	Обмотка якоря	ملفّ العضو الثابت (ستاتور)	סליל עוגן
inductive load	Индуктивная нагрузка	حمل حثّي (تَحْرِيطِيّ)	עומס השראותי

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
עומס התנגדותי	حمل المُقاوَمَة	Резистивная нагрузка	resister load
עוצמת הארה	شِدَّة الإضاءة	Сила освещения	luminance power
עירור זר	تحريض خارجي	Независимое возбуждение	separately excitation
פונקציית תמסורת	دالَّة الانتقال	Передаточная функция	transfer function
קו עבודה	خطَّ العمل	Линия нагрузки	load line
קווי בקרה	خطوط المراقبة	Контролирующие линии	control lines
קוטב	قطب	Полус	pole
קיטעון	قاطع	Режим отсечки	cut-off
קתודה משותפת	كاتود مشترك	Общий катод	common cathode
רוויה	مُشَبَّع	Режим насыщения	saturation
ריסון	كبح	Затухание	damping
שגיאה במצב מתמיד	الخطأ في حالة مُستَمِرَّة	Ошибка в установившемся/ постоянном режиме	error in a steady state
שער לוגי	بوابة منطقية	Логический элемент	logic gate
תדר	تردد	Частота	frequency
תהליך	عملية	Процесс	process
תפוקת הבקר	مُخَرَّج التحكم	Выход контроллера	controller output
תצוגת שבעה מקטעים	عارضَة الأجزاء السبعة	Семи сегментный индикатор	seven segments display
תרשים מלבנים	مُخَطَّط المستطيلات	Функциональная схема	block diagram