

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 לענות על חמש שאלות לפי בחירתך, מכל השאלון.

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 שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסביר בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. לנוחותך, מצורף לשאלון זה מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה על הנבחן להדביק את מדבקת הנבחן שלו על-גבי נספח א', ולצרף אותו למחברת הבחינה.

בשאלון זה 10 עמודים ו-4 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

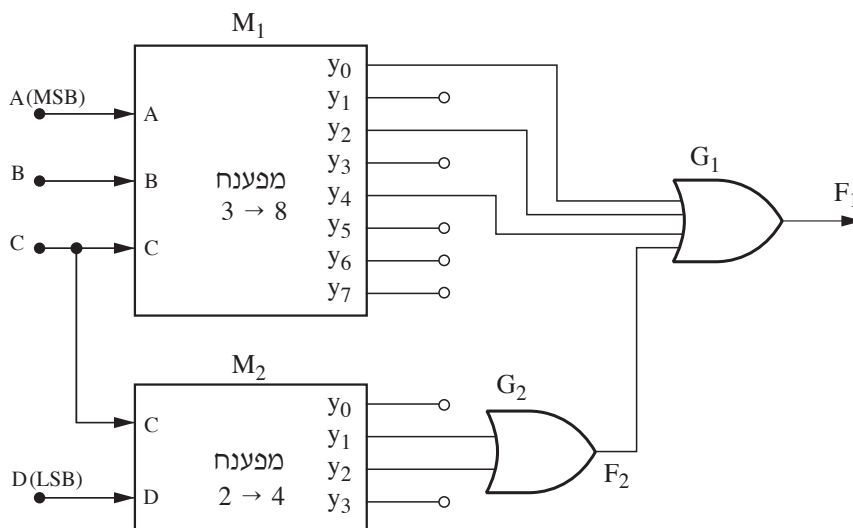
השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.
עליך לענות על חמש שאלות לפי בחירתך מכל השאלון (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: אלקטרוניקה

שאלה 1

באיור לשאלה זו מוצג מעגל לוגי של מערכת ספרתית הממומשת באמצעות שני מפענחים: M_1 ו- M_2 .
 M_1 הוא מפענח $3 \rightarrow 8$; M_2 הוא מפענח $2 \rightarrow 4$.
 F_1 היא פונקציית היציאה של שער G_1 ; F_2 היא פונקציית היציאה של שער G_2 .



איור לשאלה 1

להלן טבלאות-האמת של כל אחד מהמפענחים:

כניסות			יציאות							
A	B	C	y ₀	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

מפענח M_1

כניסות		יציאות			
C	D	y ₀	y ₁	y ₂	y ₃
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

מפענח M_2

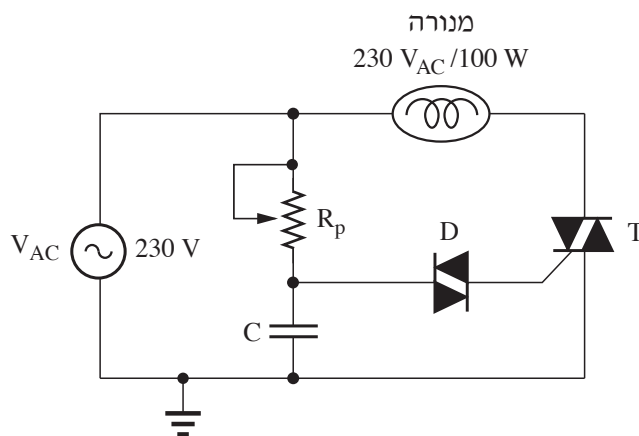
הערה: הכניסה A היא: Most Significant Bit – MSB , והכניסה D היא: Least Significant Bit – LSB .

- א. (5 נק') ממש את הפונקצייה F_2 באמצעות שער לוגי יחיד.
- ב. (7 נק') הצג במחברתך את הפונקצייה $F_1(A, B, C, D)$ באמצעות מפת קרנו.
- ג. (4 נק') היעזר במפת קרנו שהכנת, וכתוב את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה $F_1(A, B, C, D)$.
- ד. (4 נק') ממש את הפונקצייה F_1 המפושטת באמצעות שערים לוגיים.

שאלה 2

(3 נק') א. הסבר בקצרה את עקרון הפעולה של הטריאק.

באיור א' לשאלה זו מוצג מעגל חשמלי לבקרת עוצמת האור של מנורה (עמעם).
רכיבי המעגל הם: נגד משתנה (R_p), קבל (C), טריאק (T – Triac), ודיאק (D – Diac).
המעגל מחובר לרשת החשמל הארצית: $V_{AC} = 230 \text{ V}$.

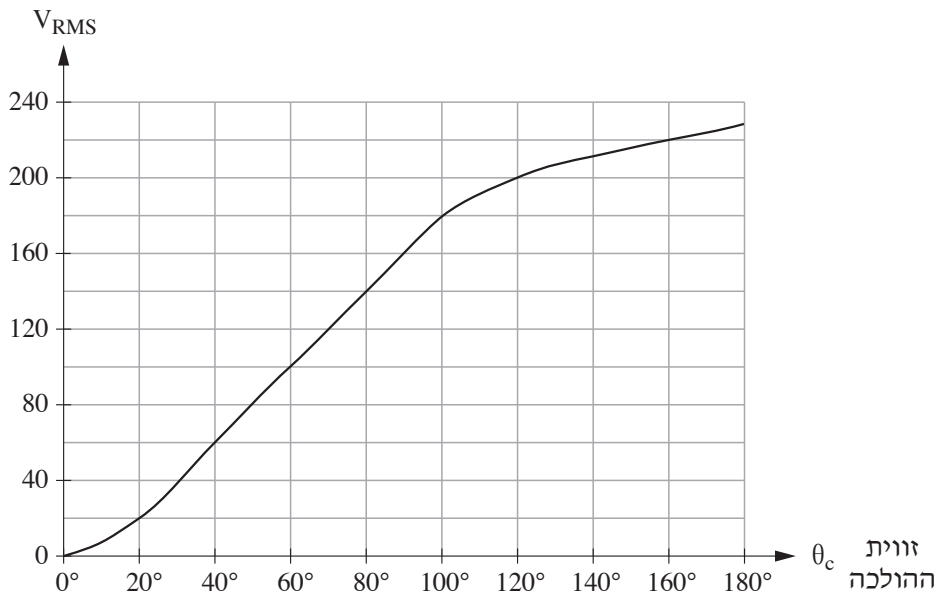


איור א' לשאלה 2

(3 נק') ב. מה צריך להתרחש במעגל כדי שהדיאק יוצת?

(3 נק') ג. הוחלט להחליף את הדיאק ב-SCR יחיד. כיצד החלפה זו תשפיע על אופן הפעולה של הטריאק?

באיור ב' לשאלה זו מתואר אופיין המתח היעיל (RMS) כפונקציה של זווית ההולכה θ_c . אופיין זה מתאים למעגל לבקרת עוצמת ההארה של המנורה, המוצגת באיור א'.



איור ב' לשאלה 2

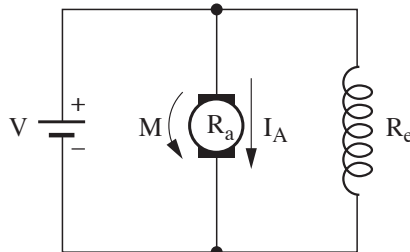
נתון: זווית ההצתה של הטרנאק היא 80° .

(7 נק') ד. חשב את ההספק היעיל של המנורה.

(4 נק') ה. סרטט במחברתך גרף המתאר את המתח על פני הטרנאק כתלות בזווית ההצתה.

שאלה 3

באיור לשאלה זו מוצג מנוע לזרם ישר (D.C.) בעל מעגל עירור מקבילי. בשטית עירור זו משתמשים כדי לשמור על מומנט קבוע בטווח גדול יחסית של מהירויות.



איור לשאלה 3

נתונים נקובים: $I_{a_n} = 50 \text{ A}$; $M = 20 \text{ Nm}$; $n_n = 600 \text{ RPM}$

כמו כן נתונים: $K_e = 0.5$; $\phi = 0.3 \text{ Wb}$; $R_a = 0.2 \Omega$

להלן נוסחאות שיסייעו לך בפתרון השאלה:

$$n = n_0 - \frac{R_a \cdot I_a}{K_e \cdot \phi} \quad \text{— מהירות הסיבוב של ציר המנוע:}$$

$$M = M_{st} \cdot \left(1 - \frac{n}{n_0}\right) \quad \text{— מומנט הסיבוב של ציר המנוע:}$$

4 נק') א. חשב את מהירות הסיבוב של ציר המנוע בריקם.

4 נק') ב. סרטט במחברתך גרף המתאר את מהירות הסיבוב של ציר המנוע (n) כתלות בזרם העוגן (I_a).

7 נק') ג. מקטינים את השטף המגנטי של המנוע ב-10%. הנח שיתר נתוני המנוע אינם משתנים.

4 נק') 1. חשב את מהירות הסיבוב של ציר המנוע.

3 נק') 2. חשב את מומנט הסיבוב של ציר המנוע.

5 נק') ד. מחזירים את השטף המגנטי לערכו ההתחלתי, ומגדילים את העומס על המנוע כך שהמומנט החדש של

המנוע גדל ב-20% לעומת המומנט הנקוב.

מה צריך להיות ערכו של זרם העוגן כדי שהמנוע יעמוד בעומס הנדרש?

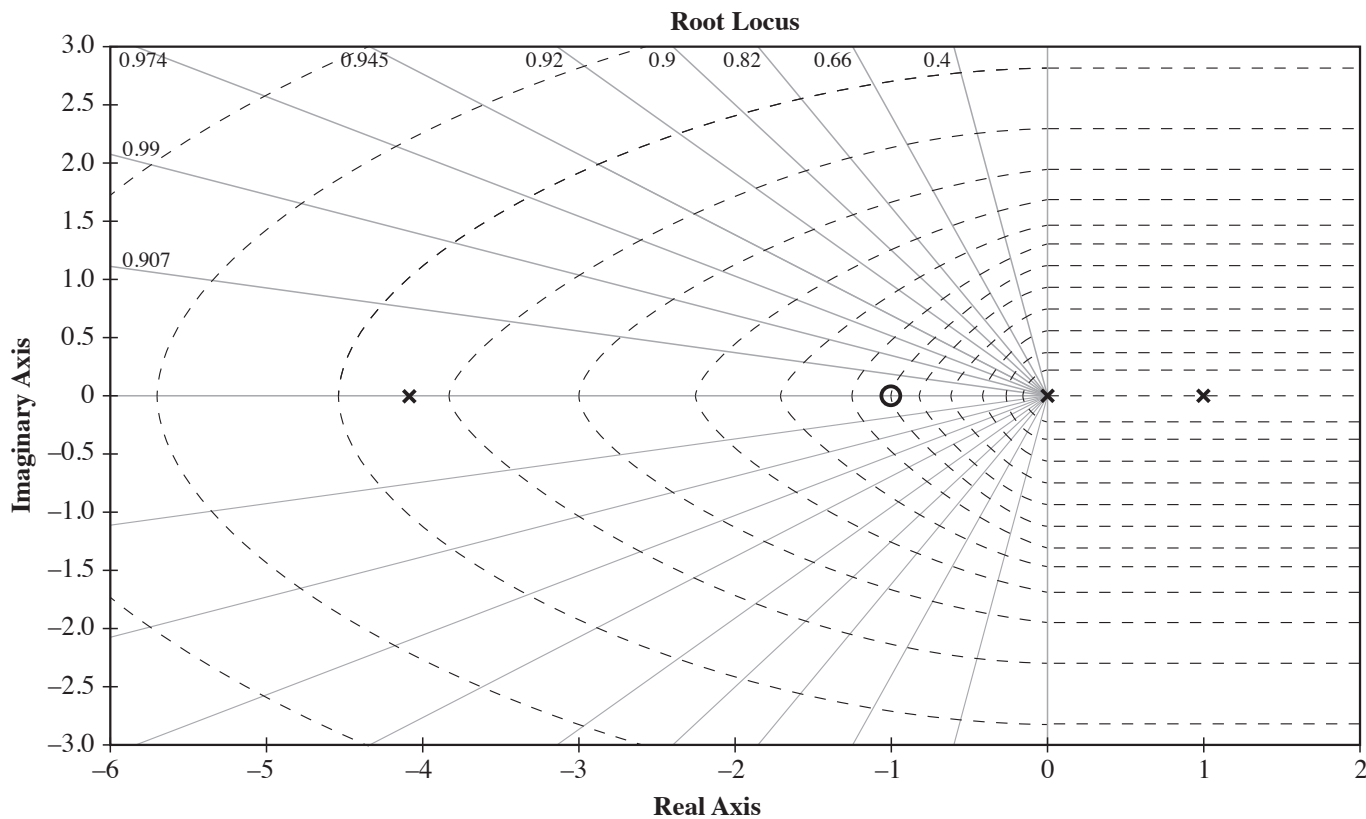
פרק שני: בקרת תהליכים

שאלה 4

באיור לשאלה זו נתונים מיקומי הקטבים והאפסים של מערכת בקרה בחוג פתוח, בעלת פונקציית התמסורת הזו:

$$KGH = \frac{K(s+1)}{s(s-1)(s+4)}$$

למערכת זו משוב יחידה $H = 1$.



איור לשאלה 4

3 נק') א. ציין את סדר המערכת (order) ואת סוג המערכת (type).

האיור לשאלה זו נתון כמו שהוא בנספח א'.

3 נק') ב. חשב במחברתך את האסימפטוטות של המערכת (מיקום וזווית), וסרטט אותן בנספח א'.

5 נק') ג. חשב במחברתך את נקודות החיתוך של המערכת עם הציר המדומה.

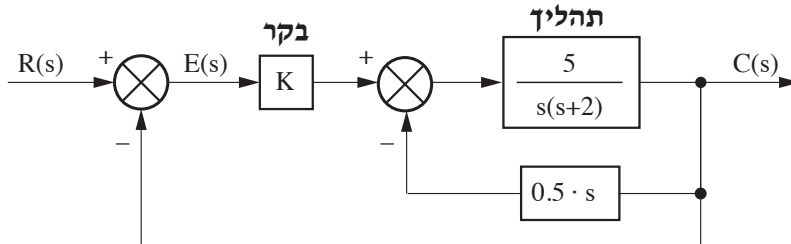
5 נק') ד. השלם בנספח את דיאגרמת המג"ש של מערכת הבקרה הנתונה. אין צורך לחשב את נקודת החיתוך עם הציר הממשי.

4 נק') ה. חשב במחברתך את טווח הערכים של ההגבר K שעבורו המערכת תהיה יציבה.

הערה: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח א', וצרף אותו למחברתך.

שאלה 5

באזור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה. למערכת זו משוב יחידה $H = 1$.



איור לשאלה 5

- 4 נק' א. איזו מבין הפעולות שלהלן מבצע המשוב הפנימי: **גזירה** או **אינטגרציה**? נמק את תשובתך.
- 6 נק' ב. כתוב את פונקציית התמסורת של המערכת בחוג סגור: $G_{cl}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$.
- 6 נק' ג. למערכת הוכנס האות $r(t) = 0.5 \cdot t$. חשב את שגיאת המערכת במצב המתמיד, e_{ss} , לאות הכניסה הזו, כתלות בהגבר הבקר K .
- 4 נק' ד. למערכת הוכנס האות $r(t) = 2t^2$. מה תהיה שגיאת המערכת במצב המתמיד, e_{ss} , לאות הכניסה הזו?

שאלה 6

להלן נתונים של מערכת בקרה:

פונקציית התמסורת של התהליך: $G_p(s) = \frac{2(s+1.5)}{(s+4)(s+2)}$

פונקציית התמסורת של הבקר: $G_c(s) = \frac{K(s+3)}{s}$

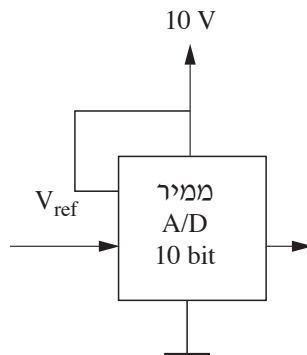
למערכת זו משוב יחידה $H = 1$.

- 5 נק' א. כתוב את פונקציית התמסורת של המערכת בחוג הסגור.
- 5 נק' ב. עבור אילו ערכי K המערכת תהיה יציבה?
- 4 נק' ג. למערכת הוכנס האות $r(t) = t$. מה צריך להיות ערכו של K כך ששגיאת המערכת במצב המתמיד לא תעלה על 1%?
- 6 נק' ד. הבקר המקורי הוחלף בבקר אינטגרלי בלבד: $G_c(s) = \frac{K}{s}$. עבור אילו ערכי K המערכת תהיה יציבה?

פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 7

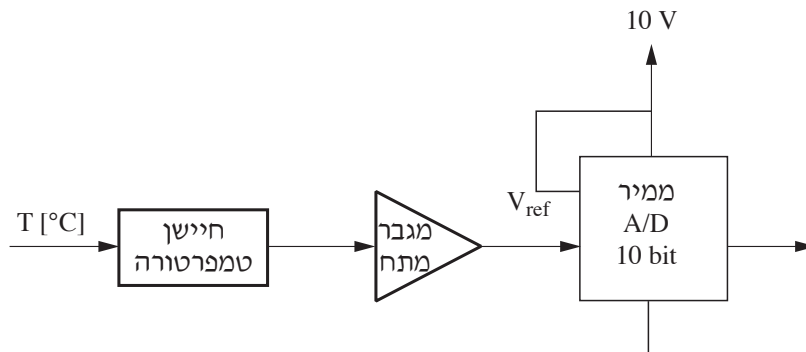
באיור א' לשאלה זו נתון ממיר A/D בעל 10 הדקי מוצא ספרתיים. מתח הייחוס של הממיר הוא 10 V .



איור א' לשאלה 7

- 5 נק' א. חשב את כושר ההבחנה (רזולוציה) של הממיר A/D .
- 5 נק' ב. כתוב את המילה הבינארית שתתקבל ביציאת ממיר ה-A/D כאשר מתח הכניסה לממיר הוא 2 V .
- 5 נק' ג. מהו מתח הכניסה לממיר כאשר אות היציאה ממנו הוא (0110010101) ?

באיור ב' לשאלה זו מחברים את הממיר A/D (הנתון באיור א') לחיישן טמפרטורה ולמגבר.



איור ב' לשאלה 7

- 5 נק' ד. החיישן מספק מתח בטווח של 20 mV – 200 mV בהתאם לערך הנמדד. מה צריכה להיות ההגברה של המגבר כדי שרגישות המדידה תהיה מרבית?

שאלה 8

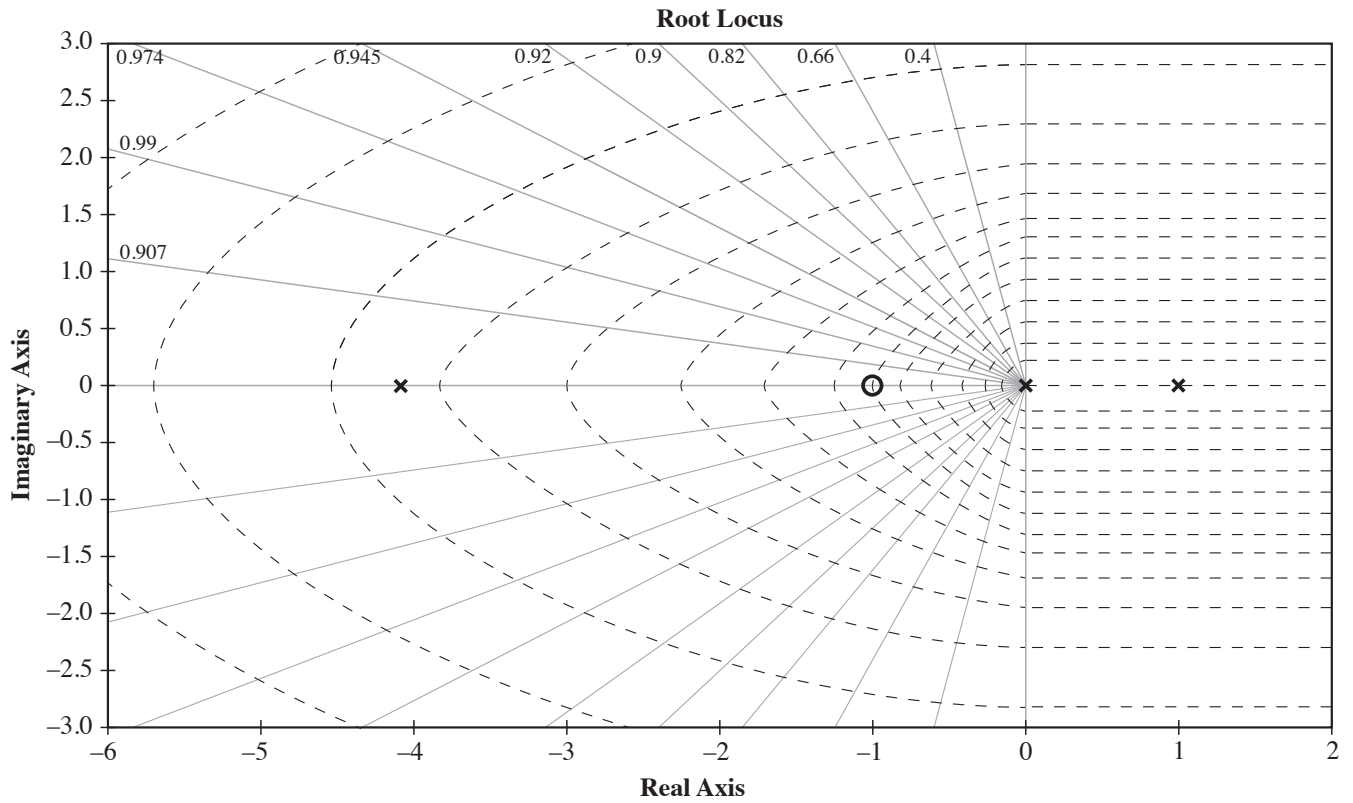
באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים לבקרת זווית על-ידי מנוע צעד בחוג פתוח.



איור לשאלה 8

- א. (6 נק') רוצים לבקר את הזווית בחוג הסגור.
- 3 נק' 1. איזה רכיב צריך להוסיף למערכת?
- 3 נק' 2. סרטט במחברתך תרשים מלבנים לבקרת מנוע צעד בחוג סגור.
- ב. (4 נק') איזו צורת הפעלה במנוע צעד תביא לביצועים מדויקים יותר – צעד מלא או צעד חצי-מלא? נמק את תשובתך.
- ג. (10 נק') מנוע צעד מזיז שולחן באמצעות בורג מוליך.
- מהירות המנוע היא 400 צעדים לשנייה, וגודל כל צעד הוא 1.8° .
- סיבוב אחד של הבורג מקדם את השולחן ב-0.8 מילימטרים.
- חשב את הזמן הדרוש למנוע כדי להזיז את השולחן ב-5 מילימטרים.

בהצלחה!



לשאלון 710923, אביב תשפ"א

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
disturbance signal	Помеха	إشارة التشويش	אות הפרעה
output signal	Выходной сигнал	إشارة المَخْرَج	אות יציאה
input signal	Входной сигнал	إشارة المدخل	אות כניסה
proportional controller	Пропорциональный регулятор	تحكُّم / مُتحكِّم تناسبِي	בקר יחסי
tap	Вентиль	حنفية (نقطة تفرُّع)	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	مُرَبِّط	הדק
ignition angle	Угол зажигания	زاوية الإشعال	זווית הצתה
closed loop	Замкнутая система	دائرة مغلقة	חוג סגור
sensor	Датчик	مِجَسَّ	חיישן
viscose friction	Вязкое 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	عداد	מונה
controlled rectifier	Управляемый выпрямитель	مُقَوِّم مُراقَب	מיישר מבוקר
microcontroller	Микроконтроллер	ميكروكონترولر	מיקרו-בקר
switching	Переключение	تشغيل المفاتيح	מיתוג
tank	Резервуар	خزان	מִקְל

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
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 منطقيّة	מעגל לוגי
control system	Система управления	نظام التحكم	מערכת בקרה
stable system	Стабильная система	نظام مستقرّ	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 مُستمرّة	מצב מתמיד
effective voltage	Эффективное значение напряжения	الإجهاد الفعّال	מתח אפקטיבי
average voltage	Среднее значение напряжения	متوسّط الضغط	מתח ממוצע
sinusoidal voltage	Синусоидальное напряжение	جُهد المفتاح الإلكتروني مغناطيسيّ (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 (تَحْرِيزِيّ)	עומס השראותי
resistive load	Резистивная нагрузка	حمل المُقاومة	עומס התנגדותי
luminance power	Сила освещения	شِدّة الإضاءة	עוצמת הארה
external excitation	Независимое возбуждение	تحريض خارجيّ	עירור זר
transfer function	Передаточная функция	دالّة الانتقال	פונקציית תמסורת
load line	Линия нагрузки	خطّ العمل	קו עבודה
control lines	Контролирующие линии	خطوط المراقبة	קווי בקרה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
pole	Полнос	قطب	קוטב
cut-off	Режим отсечки	قاطع	קיטעון
common cathode	Общий катод	كاتود مشترك	קתודה משותפת
saturation	Режим насыщения	مُشَبَّع	רוויה
damping	Затухание	كبح	ריסון
steady state error	Ошибка в установившемся/ постоянном режиме	الخطأ في حالة مُسْتَمِرَّة	שגיאה במצב מתמיד
logic gate	Логический элемент	بوابة منطقية	שער לוגי
frequency	Частота	تردد	תדר
process	Процесс	عملية	תהליך
controller output	Выход контроллера	مُخْرَج التحكم	תפוקת הבקר
seven segments display	Семи сегментный индикатор	عارضه الأجزاء السبعة	תצוגת שבעה מקטעים
block diagram	Функциональная схема	مُخَطَّط المستطيلات	תרשים מלבנים