

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:

- בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את השאלון וודא שההנחיות בדף השער מובנות לך היטב.
- ענה על השאלות על-פי הסדר הנראה לך.
- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתו את השאלה. רשום בתשובתך את הנתון שהוספת.
- בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- לנוחותך, מצורף לשאלון זה נספח מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה על התלמיד לצרף את נספח א' למחברת הבחינה.

בשאלון זה 9 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 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).

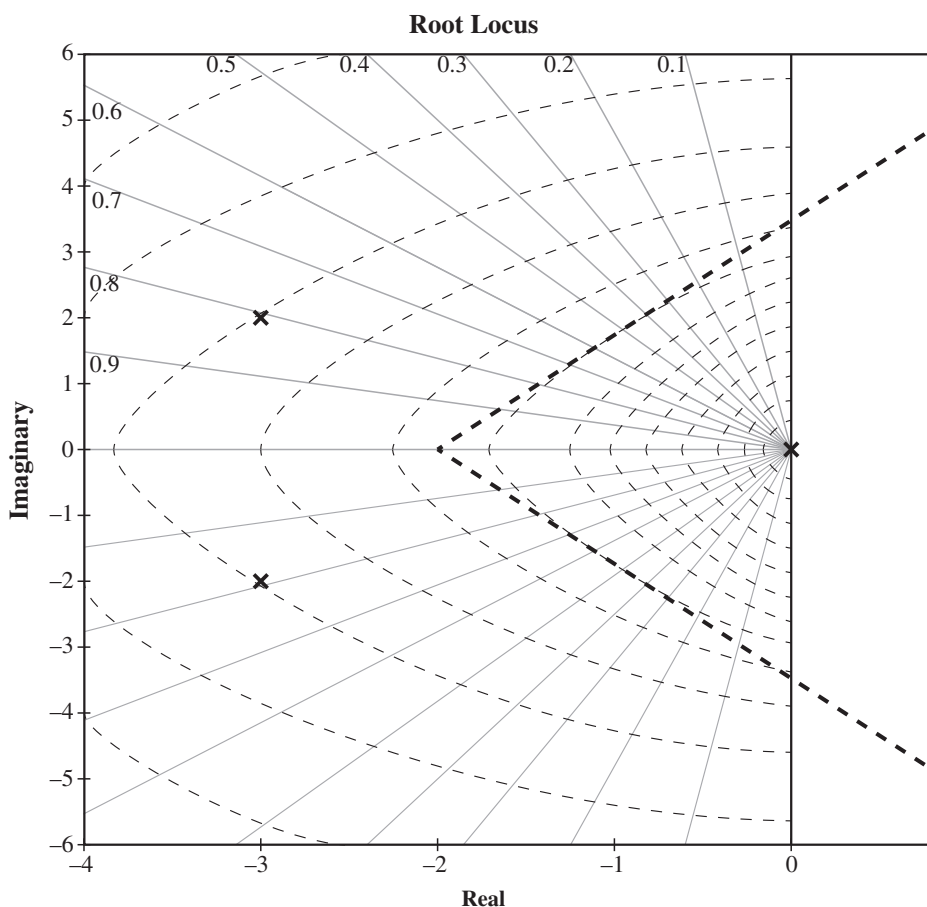
פרק ראשון: בקרת תהליכים

שאלה 1

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

$$KGH(s) = \frac{k}{s \cdot (s^2 + 6s + 13)}$$

למערכת זו משוב יחידה $H = 1$



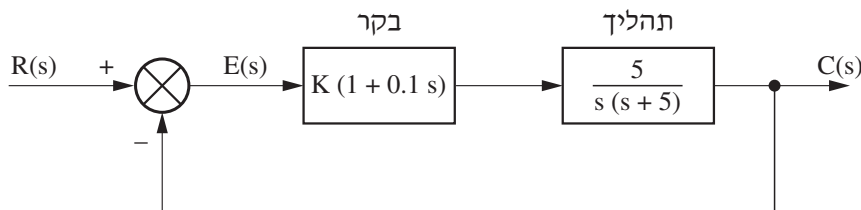
איור לשאלה 1

- 2 נק' (א) ציין את סדר המערכת (order) ואת סוג המערכת (type) .
- 4 נק' (ב)
- 2 נק' (1) בתיאור הכללי של מיקום גיאומטרי של שורשים (מג"ש) יש קווים אלכסוניים מלאים וקשתות מרוסקות. ציין את משמעותם של קווים וקשתות אלו.
- 2 נק' (2) לצורך תיאור המג"ש של המערכת הנוכחית (איור לשאלה זו), סורטטו שני קווים עבים מקווקווים. ציין את משמעותם של קווים אלו.
- 4 נק' (ג) האיור לשאלה זו נתון כמו שהוא גם בנספח א'. השלם על-גבי הנספח את דיאגרמת המג"ש של מערכת הבקרה הנתונה. אין צורך בחישובים.
- 6 נק' (ד) למערכת הוזן אות כניסה מסוג מדרגה. מה תהיה שגיאת המצב המתמיד של המערכת בחוג סגור.
- 4 נק' (ה) חשב את טווח הערכים של ההגבר K שעבורו המערכת תהיה יציבה.

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

שאלה 2

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



איור לשאלה 2

- 2 נק' (א) ציין את סוג הבקר במערכת הבקרה המתוארת באיור.
- 7 נק' (ב) רשום את פונקציית התמסורת של המערכת בחוג הסגור $G_{cl}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$.

על המערכת הופעלו אותות הכניסה הבאים:

$$r(t) = 1 \quad -$$

$$r(t) = 2 \cdot t \quad -$$

- 4 נק' (ג) סרטט גרף של כל אחד מאותות הכניסה כתלות בזמן. ציין ליד כל גרף את סוג אות הכניסה שהוא מתאר.
- 7 נק' (ד) עבור כל אחד מאותות הכניסה הנתונים, חשב את שגיאת המערכת במצב המתמיד, e_{ss} , כתלות בהגבר הבקר K .

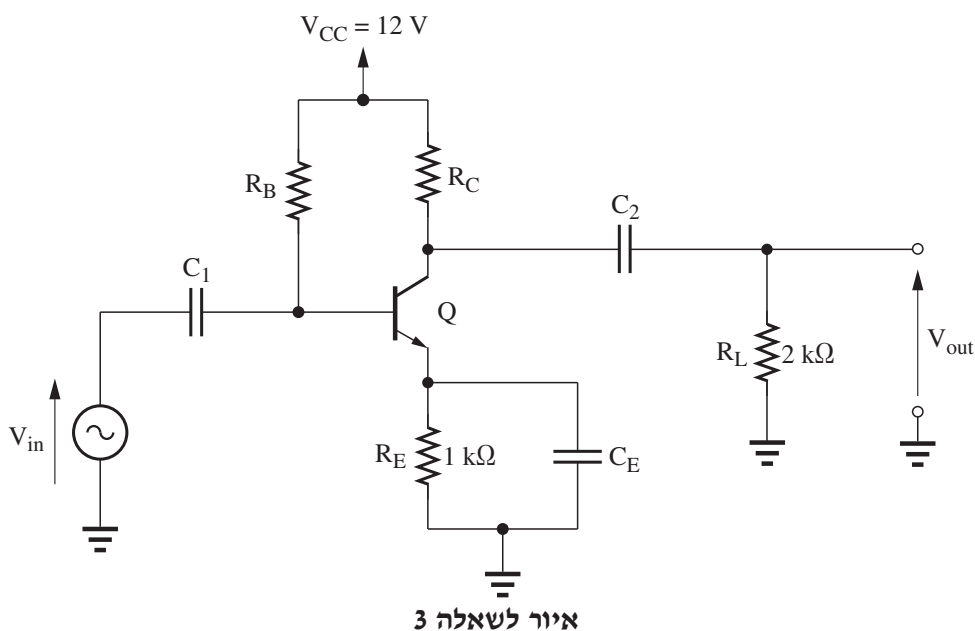
פרק שני: אלקטרוניקה תעשייתית

שאלה 3

באיור לשאלה זו נתון מעגל המשמש כמגבר טרנזיסטורי. נתוני הטרנזיסטור הם:

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V}, \beta = 50, h_{fe} = 50, h_{ie} = 1.5 \text{ k}\Omega$$

הנח שהיגבי הקבלים זניחים.



א. (5 נק') נקודת העבודה של הטרנזיסטור היא: $V_{CE} = 6 \text{ V}$, $I_C = 2 \text{ mA}$.

2. חשב את התנגדות הנגד R_C . (2 נק')

3. חשב את התנגדות הנגד R_B . (3 נק')

ב. (5 נק') סרטט את מעגל התמורה לאות חילופין של המגבר הטרנזיסטורי.

ג. (5 נק') חשב את הגבר המתח של המעגל, $\frac{V_{out}}{V_{in}}$.

ד. (5 נק') מנתקים את הנגד R_B .

1. ציין מהו מצב הפעולה החדש של הטרנזיסטור (קיטעון/הולכה/רוויה). (1 נק')

4. רשום את הערכים של I_B , I_C , V_{CE} במצב הפעולה החדש. (4 נק')

שאלה 4

ארבעה מנועים מפעילים מכונה במפעל.

להלן ההספק של כל מנוע:

- מנוע A : 100 W

- מנוע B : 150 W

- מנוע C : 180 W

- מנוע D : 130 W

ניתן להפעיל את המנועים בצירופים שונים. לא כל המנועים חייבים להיות מופעלים בו זמנית.

במכונה מותקנת אזעקה F, והיא מופעלת כאשר ההספק הכולל של המנועים גבוה מ-300 W.

נסמן את המשתנים הלוגיים:

- מנוע A פועל: $A = 1$

- מנוע B פועל: $B = 1$

- מנוע C פועל: $C = 1$

- מנוע D פועל: $D = 1$

- האזעקה פועלת: $F = 1$

(6 נק') א. רשום במחברתך טבלת-אמת של המעגל הלוגי עבור המשתנים A, B, C, D ועבור המוצא F, ומלא אותה.

(7 נק') ב. הסתמך על טבלת-האמת שרשמת בתשובתך לסעיף א', והיעזר במפת קרנו כדי לרשום את הביטוי הלוגי המצומצם ביותר עבור הפונקצייה F.

(7 נק') ג. ממש את המעגל הלוגי הדרוש לפונקצייה F באמצעות שערי NAND בלבד, וסרטט את מימוש המעגל.

שאלה 5

נתון מנוע זרם-ישר D.C. בעל מעגל עירור זר (נפרד).

עוגן המנוע מלווה בסליל יחיד בליפוף גלי ($p = a$) בעל 300 כריכות.

להלן נתונים נוספים על המנוע:

- מתח ההזנה: 120 V
- התנגדות העוגן: 0.6Ω
- מהירות הסיבוב של המנוע: 950 RPM
- השטף המגנטי **הקבוע** בין זוג הקטבים: 20 mWb

(5 נק') א. חשב את הכוח האלקטרו-מניע (כא"מ) של עוגן המנוע.

(10 נק') ב.

1. (2 נק') כאשר מתח ההזנה למנוע **קבוע**, מה תהיה ההשפעה של הגדלת מומנט הסיבוב של המנוע על

הזרם שצורך העוגן – האם הזרם יגדל, או יקטן, או יישאר ללא שינוי?

2. (8 נק') חשב את מומנט הסיבוב של המנוע.

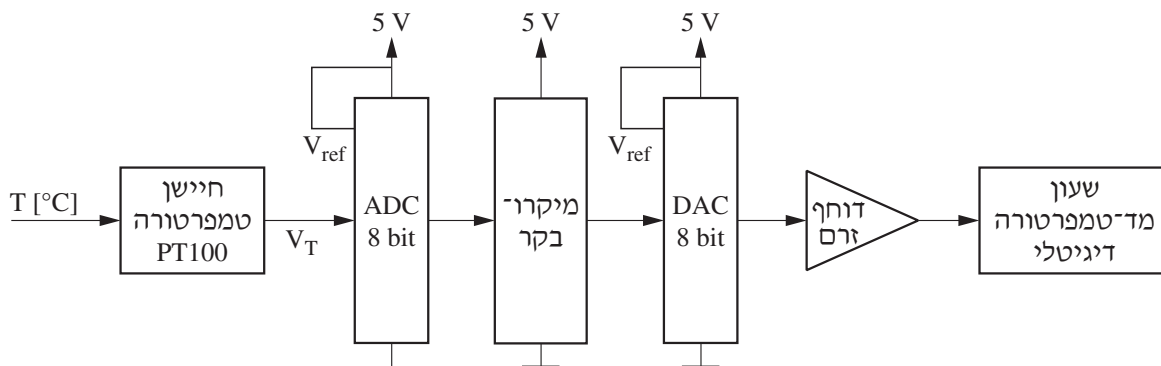
(5 נק') ג. רשום את שמותיהן של **שתי** שיטות עירור נוספות הקיימות במנועי זרם-ישר D.C. סרטט, עבור שתי

השיטות, מעגל חשמלי המתאר את חיבור סליל העירור ביחס לעוגן המנוע.

פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 6

באיור לשאלה זו נתון תרשים של המנגנון להצגה דיגיטלית של טמפרטורה במערכת למדידת טמפרטורה באמצעות חיישן PT100, המותקנת במקרר לירקות.

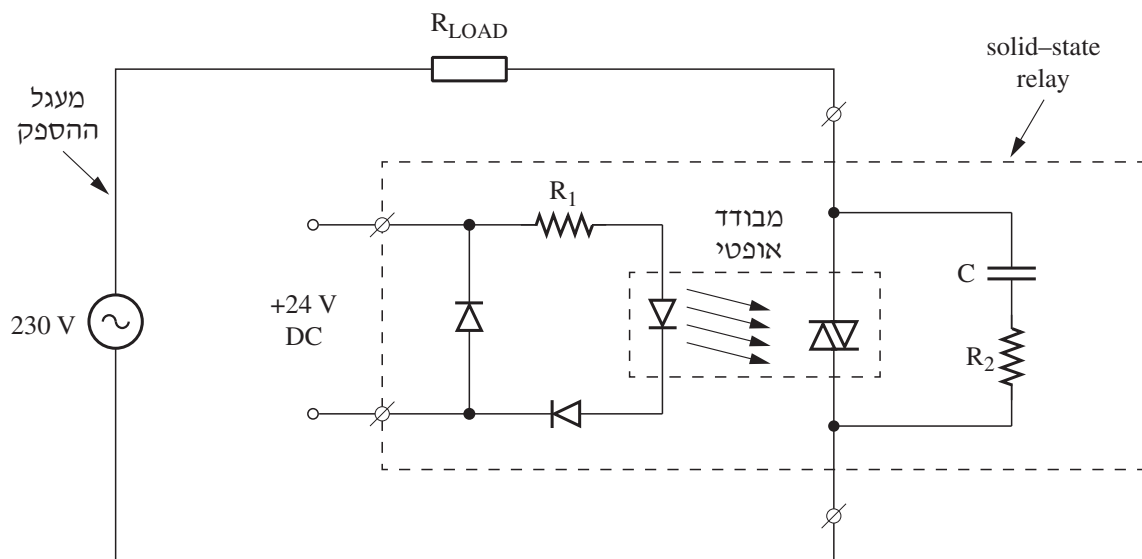


איור לשאלה 6

- א. (2 נק') חשב את כושר ההבחנה (רזולוציה) של הממיר ADC ושל הממיר DAC.
- ב. (6 נק') חשב את מתח היציאה של הממיר DAC כאשר המיקרו־בקר מפיק את המילה הבינארית 11001100.
- ג. (8 נק') הקשר בין המתח V_T במוצא החיישן ובין הטמפרטורה T [°C] שמודד חיישן הטמפרטורה נתון במשוואה הבאה: $V_T = 0.2T + 0.4$.
- ד. (4 נק') חשב את הטמפרטורה המרבית אשר ניתן למדוד באמצעות מערכת זו.

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתואר תרשים של מערכת לבקרת ההספק במעגל זרם חילופין באמצעות ממסר (solid-state relay).

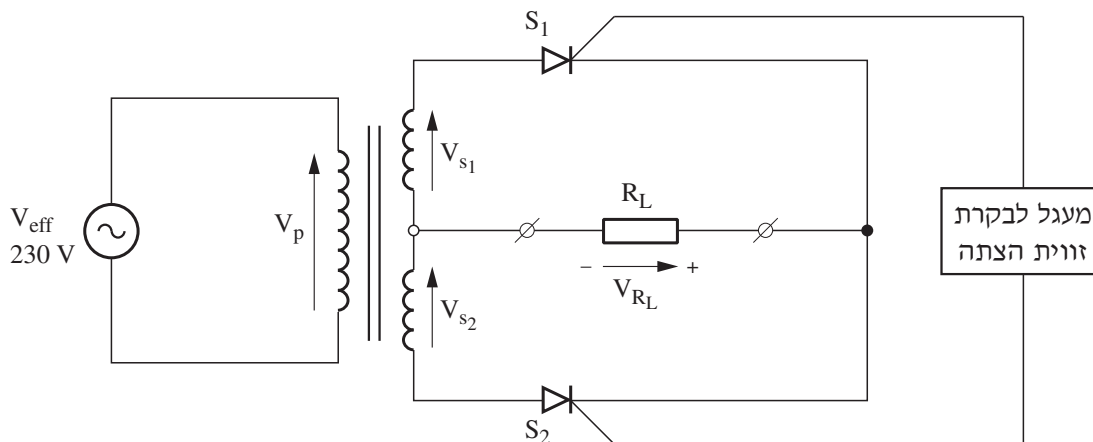


איור לשאלה 7

- א. (5 נק') ציין מה תפקידו של המבודד האופטי שבתוך הממסר.
- ב. (5 נק') רשום את שמו של הרכיב במעגל ההספק האחראי על ויסות ההספק.
- ג. (5 נק') ציין מה תפקידו של הענף במעגל שבו קבל ונגד מחוברים יחדיו.
- ד. (5 נק') ציין שני יתרונות של הממסר המתואר בתרשים (Solid-state relay), לעומת ממסר אלקטרו-מגנטי בעל מגע מכני.

שאלה 8

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי הכולל שני רכיבים למיישר מבוקר SCR - S_1 ו- S_2 .



איור לשאלה 8

נתון:

$$\frac{V_p}{V_{s_1}} = \frac{V_p}{V_{s_2}} = \frac{2.5}{1} \quad \text{יחס ה'שנאה':}$$

הנח שכל רכיבי המעגל הם רכיבים אידיאליים, וכי התקני ה-SCR במעגל (S_1 ו- S_2) מוליכים לסירוגין.

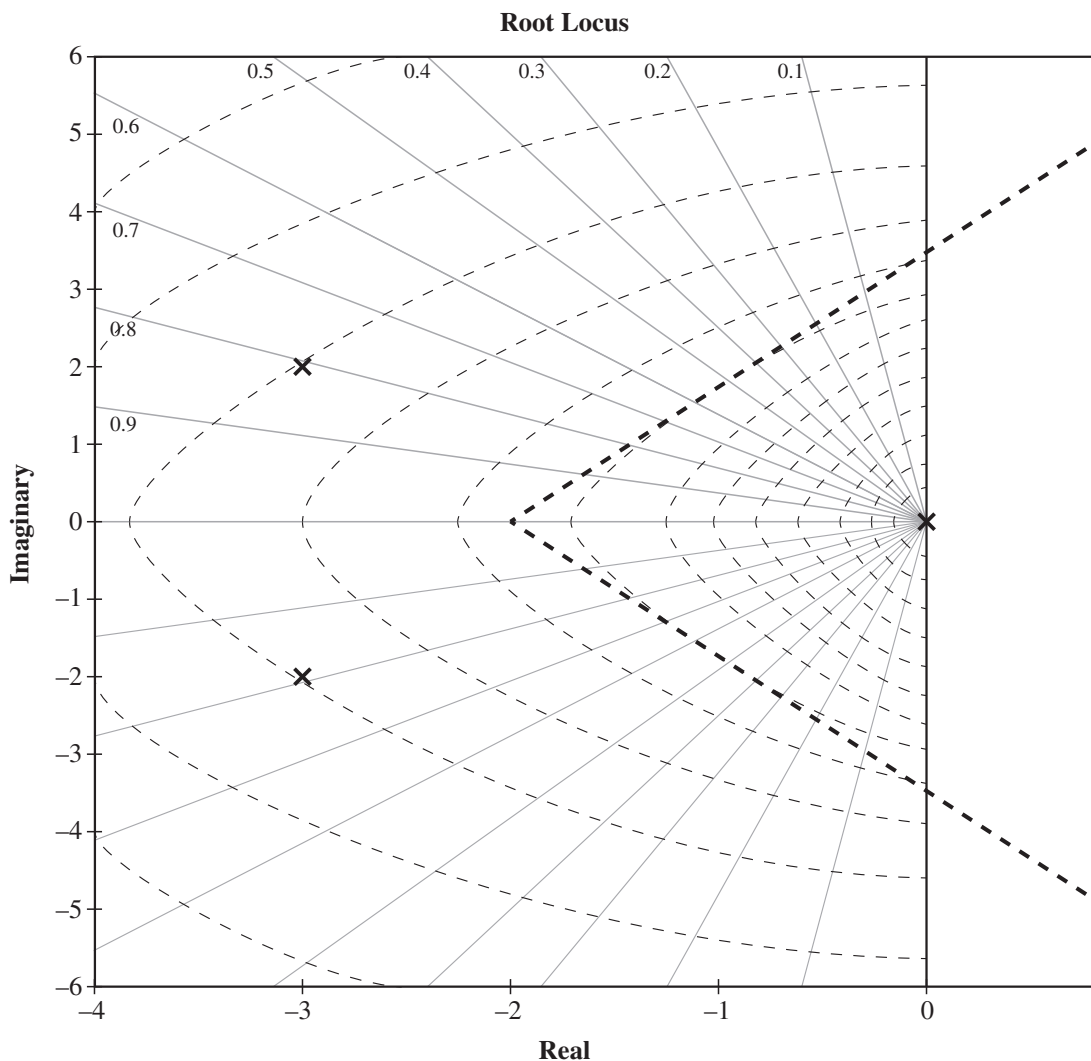
(6 נק') א. חשב את המתח המרבי על-פני ההתקן S_2 כאשר ההתקן S_1 מוליך.

זווית הצתה לשני רכיבי המיישר המבוקר: $\alpha = 45^\circ$

(7 נק') ב. סרטט במחברתך גרף המתאר את המתח על פני העומס כתלות בזווית הצתה.

(7 נק') ג. חשב את המתח הממוצע על פני העומס עבור זווית הצתה הנתונה.

בהצלחה!



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	مُرَبَّط	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	מכל

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
resister load	Резистивная нагрузка	حمل المُقاومة	עומס התנגדותי
luminance power	Сила освещения	شِدّة الإضاءة	עוצמת הארה
separately excitation	Независимое возбуждение	تَحْرِيز خارجي	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	مُشْبَع	רוויה
damping	Затухание	كبح	ריסון
error in a steady state	Ошибка в установившемся/ постоянном режиме	الخطأ في حالة مُستَمِرّة	שגיאה במצב מתמיד
logic gate	Логический элемент	بوابة منطقيّة	שער לוגי
frequency	Частота	تردد	תדר
process	Процесс	عملية	תהליך
controller output	Выход контроллера	مُخْرَج التَحْكُم	תפוקת הבקר
seven segments display	Семь сегментный индикатор	عارضّة الأجزاء السبعة	תצוגת שבעה מקטעים
block diagram	Функциональная схема	مُخَطَّط المستطيلات	תרשים מלבניים