

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. 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 בעזרתו את השאלה. רשום 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 11 עמודים ו-2 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

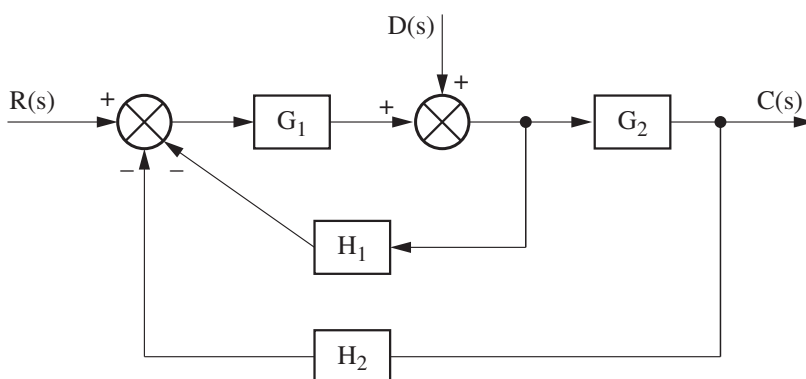
השאלות

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

פרק ראשון: בקרת תהליכים

שאלה 1

באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



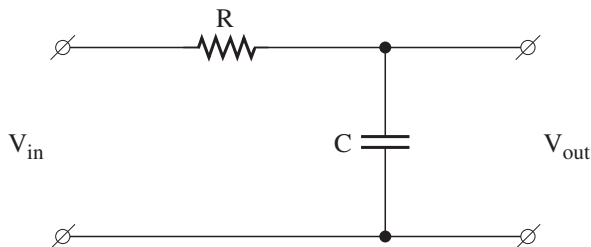
איור לשאלה 1

8 נק') א. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת: $G_{r(s)} = \frac{C(s)}{R(s)}$

12 נק') ב. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת: $G_{d(s)} = \frac{C(s)}{D(s)}$

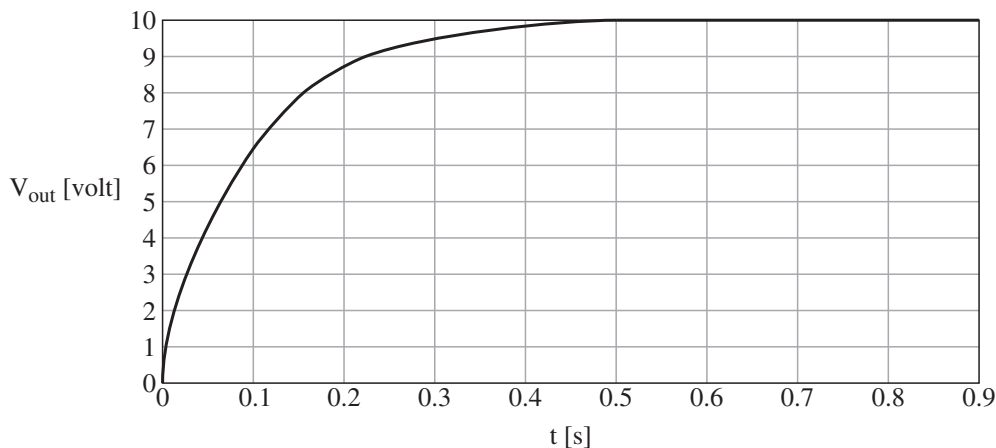
שאלה 2

באיור א' לשאלה זו נתון תרשים חשמלי של מערכת.



איור א' לשאלה 2

תגובת המערכת נתונה באיור ב' לשאלה זו.



איור ב' לשאלה 2

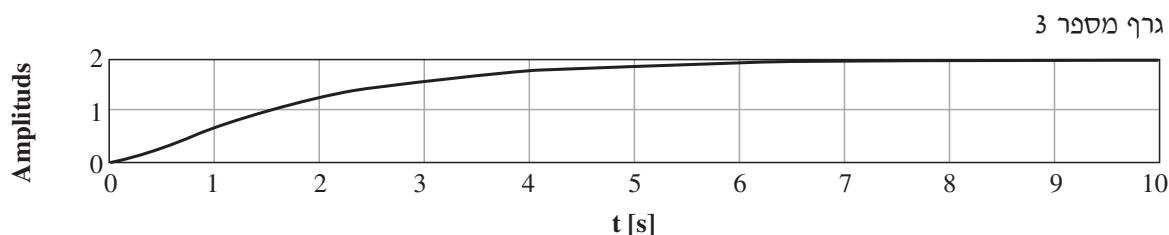
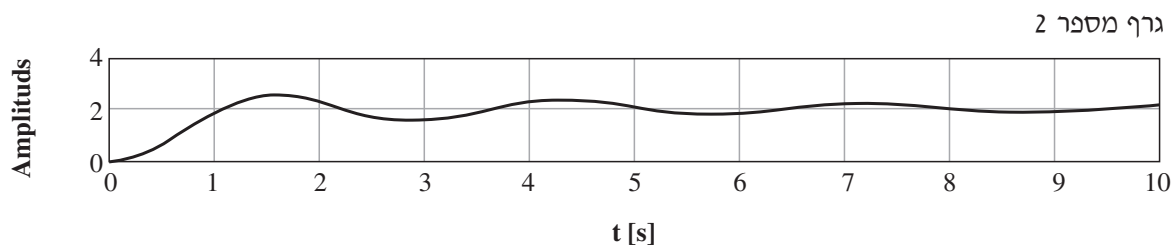
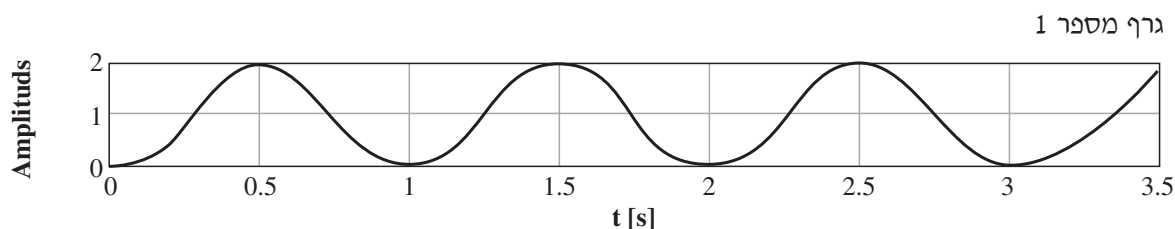
- 5 נק') א. מצא מתוך הגרף את קבוע הזמן τ של המערכת.
- 7 נק') ב. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת של המערכת $\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)}$, כתלות בפרמטרים R ו-C.
- 4 נק') ג. חשב את קיבולו של הקבל C, אם ידוע ש- $R = 1\text{ k}\Omega$.
- 2 נק') ד. ציין את סוג כניסת המתח V_{in} שהופעלה על המערכת, בהתאם לתגובת המערכת המוצגת באיור ב'.
- 2 נק') ה. רשום את גודלה של כניסת המתח. בטא את תשובתך ביחידות volt.

שאלה 3

להלן משוואה דיפרנציאלית המתארת תהליך פיזיקלי מסדר שני:

$$y''(t) + 2 \cdot y'(t) + 5 \cdot y(t) = 10 \cdot x(t)$$

- א. (4 נק') בצע התמרת לפלס למשוואה הדיפרנציאלית הנתונה, אם ידוע שתנאי ההתחלה שווים לאפס.
- ב. (2 נק') רשום את פונקציית התמסורת של התהליך.
- ג. (3 נק') חשב את ההגבר של התהליך, K .
- ד. (3 נק') חשב את התדר הטבעי של התהליך, ω_n .
- ה. (3 נק') חשב את מנת הריסון של התהליך, ξ .
- ו. (5 נק') באיור לשאלה זו מוצגים שלושה גרפים המתארים את התגובות של **שלוש** מערכות מסדר שני לכניסת מדרגה בגודל יחידה.



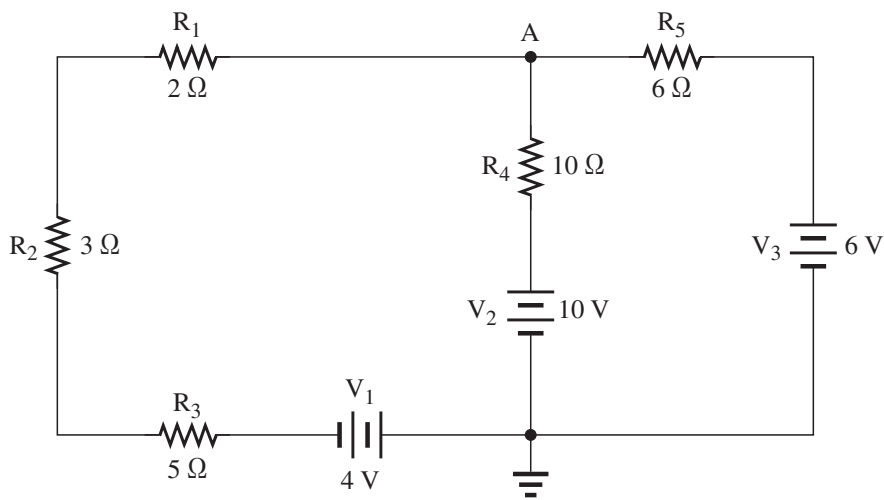
איור לשאלה 3

איזה גרף, מבין הגרפים המוצגים באיור, מתאר את תגובת התהליך הנתון? נמק את תשובתך.

פרק שני: אלקטרוניקה תעשייתית

שאלה 4

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי.

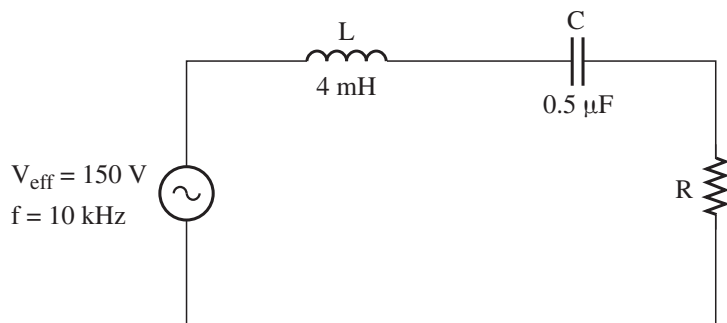


איור לשאלה 4

- א. (8 נק') חשב את המתח בנקודה A .
- ב. (4 נק') חשב את הזרם העובר דרך כל אחד מהנגדים במעגל.
- ג. (4 נק') חשב את מפל המתח על-פני נגד R_1 .
- ד. (4 נק') קבע לגבי כל מקור מתח, אם הוא מקור אנרגייה או צרכן אנרגייה. נמק את תשובתך.

שאלה 5

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי. התנגדותו של הנגד R אינה ידועה.



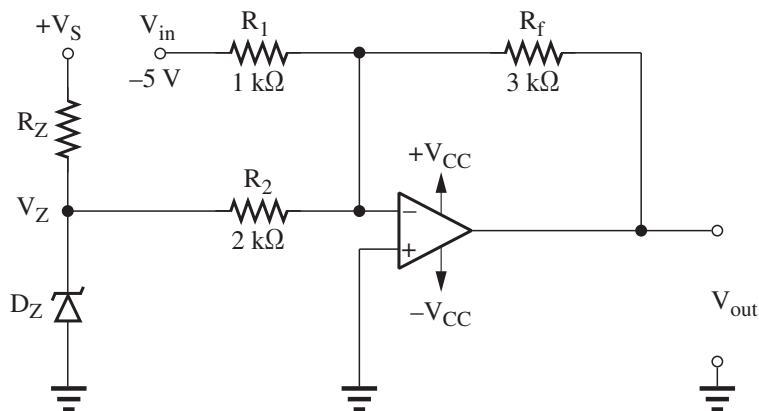
איור לשאלה 5

הזרם האפקטיבי הזורם במעגל הוא $I_{\text{eff}} = 150 \text{ mA}$

- (2 נק') א. חשב את עכבת המעגל, Z .
- (4 נק') ב. חשב את היגב הקבל, X_C , ואת היגב הסליל, X_L .
- (4 נק') ג. חשב את התנגדותו של הנגד R .
- (10 נק') ד. נדרש לשנות את תדר המקור כך שהמעגל יימצא במצב תהודה.
 - (4 נק') 1. חשב את תדר התהודה של המעגל.
 - (6 נק') 2. חשב את ערכי המתח של הרכיבים V_R , V_C , V_L במצב תהודה.

שאלה 6

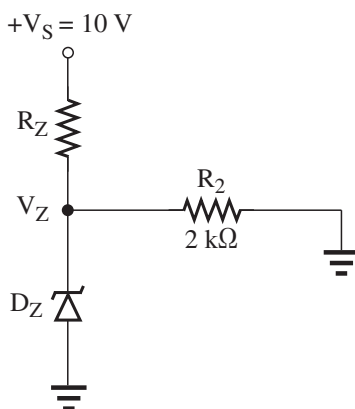
באיור א' לשאלה זו מתואר מעגל בקרה הכולל מגבר שרת אידיאלי.



איור א' לשאלה 6

- א. (3 נק') מהו תפקיד מעגל זה הכולל את מגבר השרת?
- ב. (8 נק') חשב את המתח של דיודת הזנר V_Z , אם ידוע שמתח המוצא של המעגל הוא $V_{out} = 7.5 \text{ V}$.
- ג. (2 נק') מהו המתח בנקודה A? נמק את תשובתך.

באיור ב' לשאלה זו מתואר מעגל עזר לחישוב ערך ההתנגדות של נגד R_Z . נתון: $V_S = 10 \text{ V}$.



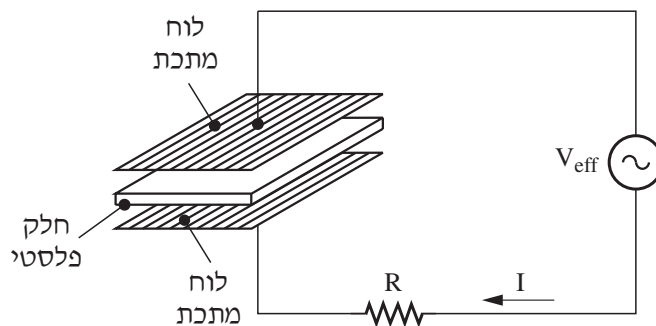
איור ב' לשאלה 6

- ד. (7 נק') נתונים: $V_Z = 5 \text{ V}$, $I_Z = 2.5 \text{ mA}$. חשב את התנגדותו של נגד R_Z .

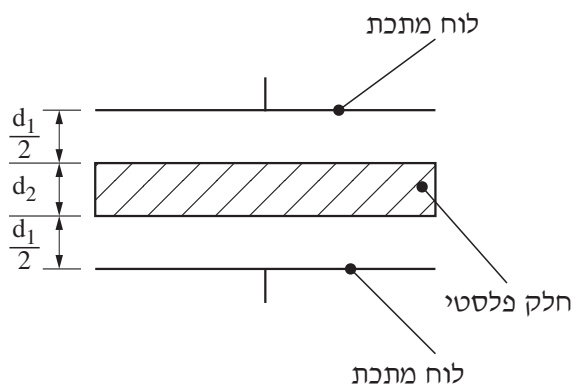
פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 7

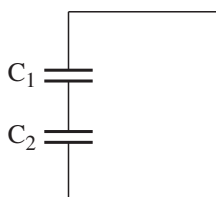
באיור א' לשאלה זו מתואר מתמר קיבולי שמחובר למעגל חשמלי. המתמר נועד למדוד עובי של חלק העשוי מחומר פלסטי. באיור ב' לשאלה מתואר פרופיל (חתך) של המערכת העובי.



איור א' לשאלה 7



איור ב' לשאלה 7



איור ג' לשאלה 7

בעקבות מעבר החלק הפלסטי בין שני לוחות המתכת ובמקביל להם, מתקבל מתמר קיבולי המורכב משני קבלים: C_1 ו- C_2 **המחברים בטור** (כמתואר באיור ג') על-פי הפירוט שלהלן:

- קבל C_1 - המרווח בין לוחותיו הוא d_1 (מרווח זה מתקבל מסכום המרווחים $d_1 = \frac{d_1}{2} + \frac{d_1}{2}$), והתווך הדיאלקטרי ביניהם הוא אוויר.

- קבל C_2 - המרווח בין לוחותיו הוא d_2 , והתווך הדיאלקטרי ביניהם הוא החלק הפלסטי.
כל שינוי בעובי החלק הפלסטי, בעת המעבר שלו בין לוחות המתכת, גורם לשינוי בקיבול בין הלוחות.

להלן כמה נתונים:

- מתח המקור האפקטיבי: $V_{eff} = 24 \text{ V}$

- תדירות מתח החילופין: $f = 1,000 \text{ Hz}$

- התנגדות הנגד: $R = 10 \text{ k}\Omega$

- המקדם הדיאלקטרי של אוויר (ריק): $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$

- המקדם הדיאלקטרי היחסי של החומר הפלסטי: $\epsilon_r = 12$

- שטח לוחות המתכת: $A = 2 \text{ m}^2$

- עובי תקין של החלק הפלסטי: $d_2 = 2 \text{ mm}$

- המרווח בין לוחות קבל C_1 : $d_1 = 6 \text{ mm}$

(6 נק') א. חשב את הקיבול של הקבלים C_1 ו- C_2 .

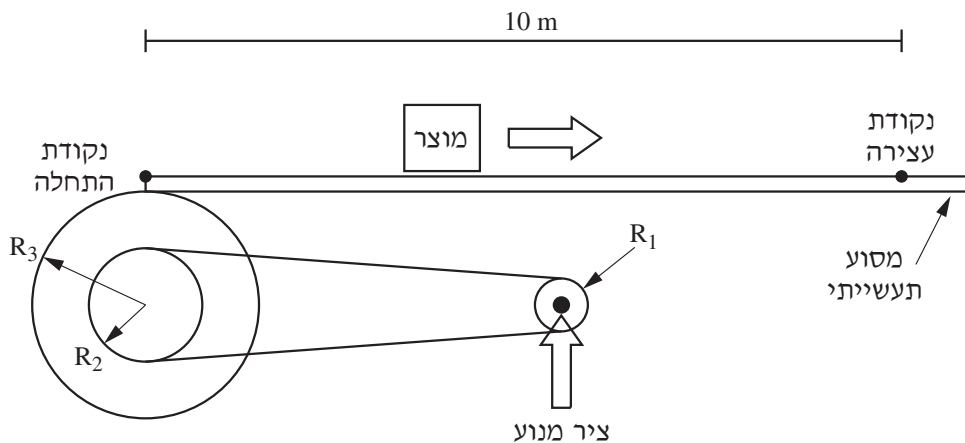
(4 נק') ב. חשב את הקיבול הכולל של המתמר.

(6 נק') ג. חשב את הזרם האפקטיבי במעגל, I_{eff} , במצב שבו עובי החלק הפלסטי תקין.

(4 נק') ד. במקום מקור מתח AC, חיברו למעגל מקור מתח DC (זרם ישר). האם מעגל המדידה יעבוד? הסבר בקצרה.

שאלה 8

באיור א' לשאלה זו מתואר חלק ממסוע רצועה תעשייתי. על המסוע התעשייתי נע מוצר מנקודת ההתחלה לנקודת עצירה. המרחק בין שתי נקודות אלה הוא 10 m.



איור א' לשאלה 8

המסוע התעשייתי מונע על-ידי מנוע דרך תמסורת בעלת שלושה גלגלים.

גלגל 1, שרדיוסו $R_1 = 5 \text{ cm}$, מורכב על ציר המנוע ומסתובב איתו יחד כגוף אחד.

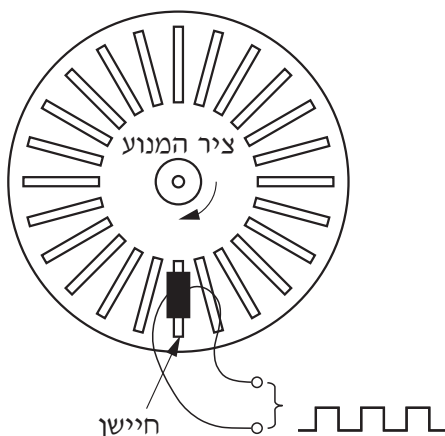
גלגל 2, שרדיוסו $R_2 = 20 \text{ cm}$, מחובר על-ידי רצועה לגלגל 1.

גלגל 3, שרדיוסו $R_3 = 40 \text{ cm}$, מורכב על גלגל 2, ומסתובב איתו יחד כגוף אחד.

גלגל 3 מסייע את המסוע התעשייתי.

(8 נק') א. חשב את מספר סיבובי המנוע הנדרש כדי להסיע את המוצר מנקודת ההתחלה לנקודת העצירה.

על ציר המנוע מותקן חיישן למדידת מספר סיבובי המנוע. החריצים של החיישן זהים בגודלם, והמרחק ביניהם אחיד, כפי שמתואר באיור ב' לשאלה זו.



איור ב' לשאלה 8

פקודת העצירה של המסוע התעשייתי מבוססת על ספירת הפולסים המתקבלים מהחיישן. הנח שעם קבלת פקודת העצירה - המסוע התעשייתי נעצר מיד על-ידי בלם מכני.

המרחק שצריך לעבור המוצר הוא 10 m .

הדיוק (הרזולוציה) הנדרש בעצירת המסוע התעשייתי הוא 5 cm .

(6 נק') **ב.** חשב את מספר הפולסים שצריך להתקבל מהחיישן, כדי להבטיח את הדיוק הנדרש.

(6 נק') **ג.** חשב את מספר החריצים שצריך להיות בחיישן, כדי להבטיח את הדיוק הנדרש.

בהצלחה!

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
step input signal	Сигнал входной ступени	إشارة إدخال تدريجي	אות כניסת 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 وهيتستون	גשר ויטסטון
LED	Светодиод	ديودا (صمام ثنائي) باعثة للضوء	דיודה פולטת אור
static amplification	Статическое усиление	التضخيم الثابت	הגבר סטטי
reactance	Реактивное сопротивление	مقاومة	היגב
sensor	Датчик	مِجسّ	חיישן
damping ratio	Относительный коэффициент затухания	نسبة التقييد	יחס ריסון
button	Кнопка	زر	לחצן
operational amplifier	Операционный усилитель	مُضخِّمات تشغيلية	מגבר שרת
contactor	Контактор	قاطع / قواطع	מגען/מגענים
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
compensation circuit	Схема компенсации	دائرة التعديل	מעגל תמורה
optical encoder	Оптический кодер	التشفير البصري	מקודד אופטי
effective voltage	Эффективное напряжение	الفلطية الفعالة؛ الفولطية المؤثرة	מתח אפקטיבי
transducer	Преобразователь	مُحوّل	מתמר
resistor	Резистор	مقاومة	נגד
worm-pipe	Змеевик	أنبوب أفعواني	נחשון
inductor	Катушка индуктивности	ملف	משרן

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