

מערכות מכטרוניות ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.

עליכם לענות על חמש שאלות על-פי בחירתכם, מכל השאלון.

לכל שאלה - 20 נקודות, סך-הכול - 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון, וכל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.

2. ענו על השאלות על-פי הסדר הנראה לכם.

3. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

4. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.

5. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. בנספח ב' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיחים:

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

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 6 עמודים ו-3 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,

אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים ובהם שמונה שאלות.
עליכם לענות על חמש שאלות על-פי בחירתכם, מן השאלון כולו (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: אלקטרוניקה

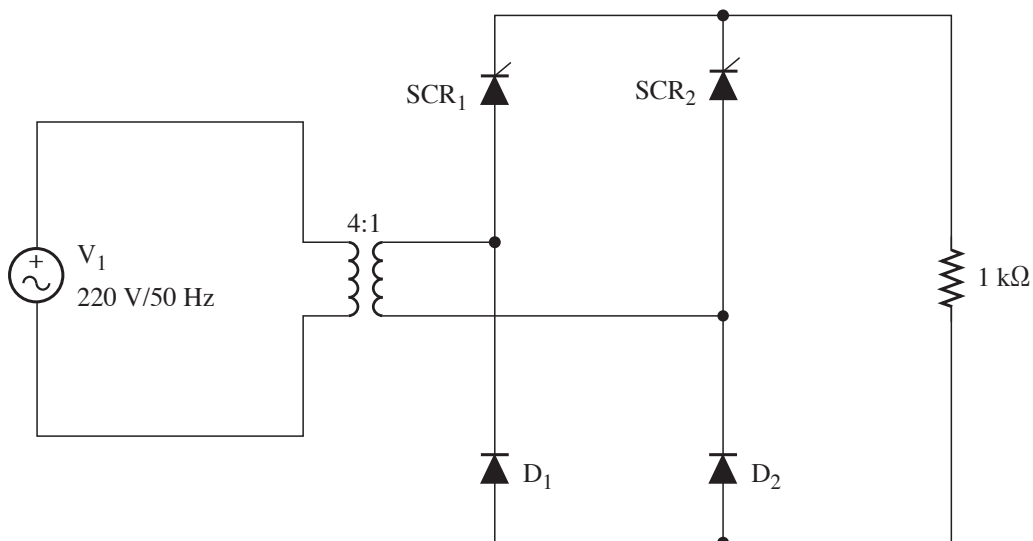
שאלה 1

במפעל מותקנים 4 מנועים חשמליים.
למנוע הראשון (A) הספק של 100 W .
למנוע השני (B) הספק של 150 W .
למנוע השלישי (C) הספק של 180 W .
למנוע הרביעי (D) הספק של 130 W .
יש לתכנן מערכת אשר תפעיל אזעקה, כאשר צריכת ההספק הכוללת של המנועים תעלה על 300 W .

- 5 נק' א. הציגו את טבלת האמת של המערכת.
- 5 נק' ב. צמצמו את הפונקצייה בעזרת מפת קרנו.
- 5 נק' ג. כתבו את הפונקצייה במינימום ליטרלים.
- 5 נק' ד. ממשו את הפונקצייה בעזרת מספר מזערי של שערים לוגיים.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל חשמלי הכולל גשר ושנאי. מקור המתח של המעגל מחובר לגשר דרך שנאי. ערך מקור המתח יעיל.
יחס ההשנאה של השנאי הוא 4:1 .
הערה: כל הדיודות במעגל הנתון אידיאליות.
הגשר מורכב משני רכיבי SCR (מס"ם) ומשתי דיודות. העומס הוא עומס אומי.



איור לשאלה 2

(5 נק') א. הסבירו בקצרה את התפקיד של רכיבי ה-SCR במעגל זה.

(5 נק') ב. שני רכיבי ה-SCR מוצגים בזווית של 45 מעלות.

סרטטו על-גבי נספח א' לשאלה 2 שני גרפים. במערכת הצירים העליונה סרטטו גרף המתאר את צורת המתח המשני של השנאי, ובמערכת התחתונה סרטטו גרף המתאר את צורת המתח על העומס. ציינו על-גבי הגרפים ערכי מתח, מתאימים.

הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם במקום המיועד לכך בנספח א', וצרפו את הנספח למחברת.

(5 נק') ג. חשבו את המתח היעיל על פני העומס, V_{eff} .

(5 נק') ד. מחליפים את שני רכיבי ה-SCR בשתי דיודות צומת. מהו המתח הממוצע שיימדד על פני העומס?

שאלה 3

נתוני מנוע זרם ישר בעירור מקבילי:

מתח הזנה:	150 V
זרם נצרך מהרשת:	16 A
נצילות:	80%
מהירות סיבוב:	10 סיבובים בשנייה
התנגדות העוגן:	0.2 Ω
התנגדות סליל העירור:	200 Ω
הפסדים קבועים:	200 W

(5 נק') א. חשבו את ההספק הנצרך מהרשת.

(5 נק') ב. חשבו את זרם העירור וזרם העוגן.

(5 נק') ג. חשבו את הכוח האלקטרו-מניע.

(5 נק') ד. חשבו את המומנט המכני של ציר המנוע.

פרק שני: בקרת תהליכים

שאלה 4

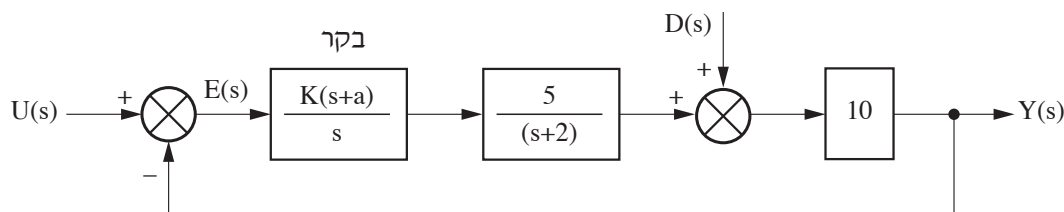
פונקציית התמסורת של מערכת בחוג פתוח היא:

$$G_p = \frac{K}{s(s^2 + 4s + 4)}$$

- 5 נק' (א.) חוג הבקרה נסגר עם משוב יחידה. עבור אילו ערכי K תהיה המערכת יציבה?
- 5 נק' (ב.) סרטטו את המג"ש של המערכת.
- 5 נק' (ג.) בסף היציבות, מה יהיה תדר התנודה של המערכת בחוג סגור?
- 5 נק' (ד.) מה יהיה יחס הריסון של המערכת עבור $K = 1.18$?

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה בעלת משוב יחידה.



איור לשאלה 5

- 5 נק' (א.) כתבו את פונקציית התמסורת של החוג הסגור: $G_{cl}(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$, בהנחה ש- $D(s) = 0$.
- 5 נק' (ב.) נתון: כאשר $d(t) = 0$; $a = 4$. חשבו את ערך ההגבר K של הבקר, כך ששיאית המצב המתמיד של המערכת לכניסת מהירות $u(t) = 0.2t$ תהיה 5%.
- עבור $a = 4$ ו- K שחושב בסעיף ב':
- 5 נק' (ג.) מהו ערכו של יחס הריסון, ζ , של המערכת בחוג סגור?
- 5 נק' (ד.) חשבו את ערכו של $y(t)$ במצב המתמיד לכניסת מדרגה בגודל יחידה בהפרעה $d(t) = 1$.

שאלה 6

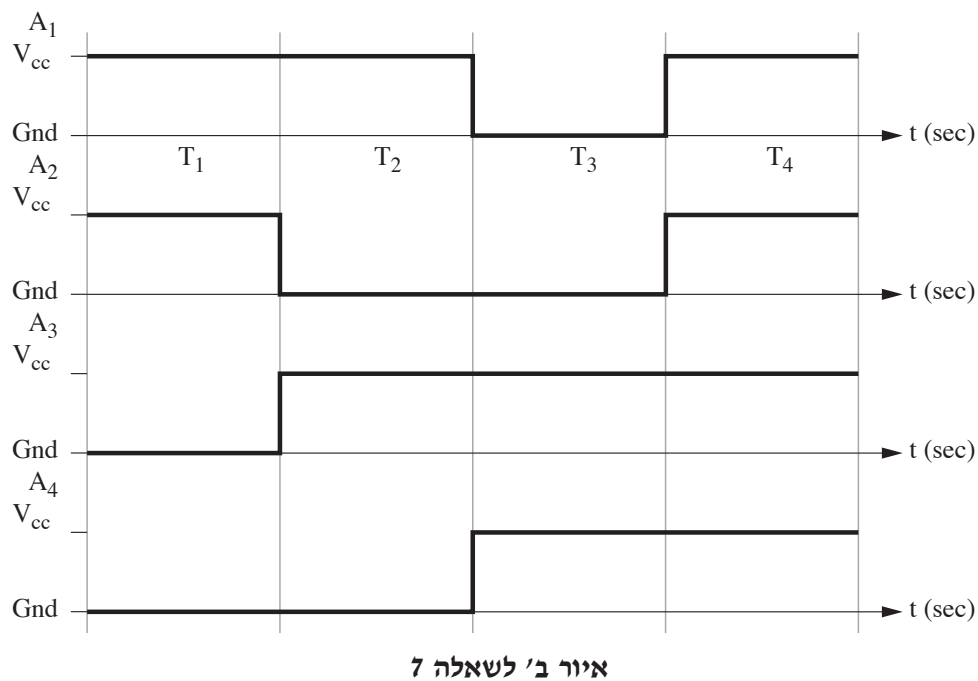
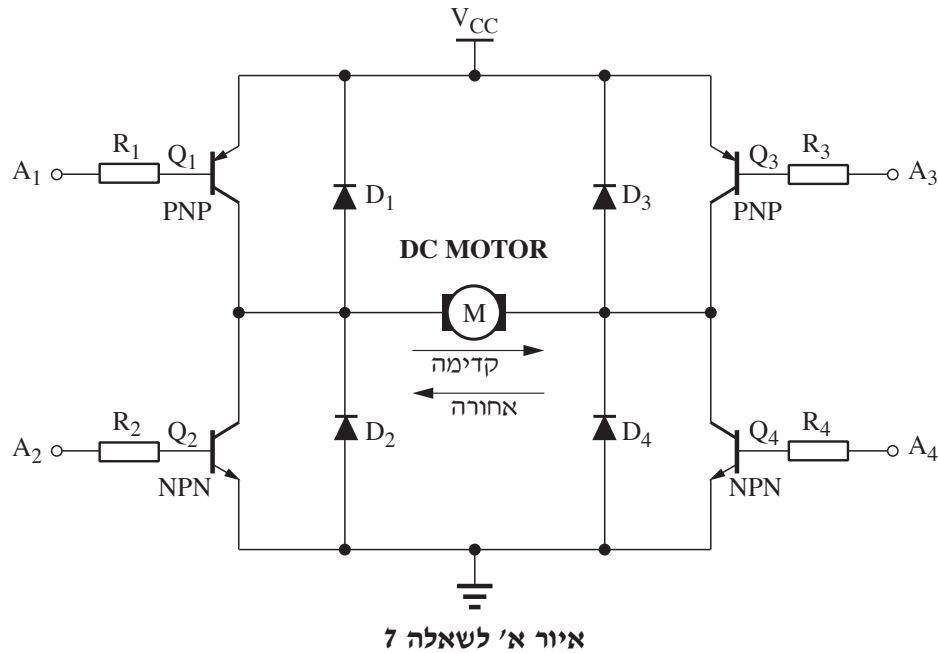
נתון תהליך שפונקציית התמסורת שלו היא: $G_p(s) = \frac{s-1}{s+1}$. חוג הבקרה נסגר עם הבקר הבא: $G_c(s) = \frac{K(s-2)}{s+3}$. למערכת משוב יחידה.

- 5 נק' (א.) כתבו את פונקציית התמסורת של החוג הסגור.
- 5 נק' (ב.) עבור אילו ערכי K המערכת תהיה יציבה?
- 5 נק' (ג.) בדקו אם יש K שעבורו שגיאת המצב המתמיד לכניסת מדרגה יכולה להיות 10%.
- 5 נק' (ד.) הבקר הוחלף בבקר אינטגרלי $G_c(s) = \frac{K}{s}$. האם המערכת תהיה יציבה עבור כל K? ניתן להגיע לפתרון באמצעות ציור של מג"ש עקרוני.

פרק שלישי: מכשור לבקרה

שאלה 7

מנוע הפועל בזרם ישר מבוקר באמצעות גשר H, כמתואר באיור א' לשאלה 7.



- 5 נק' (5) א. הסבירו את עקרון הבקרה על המנוע באמצעות הגשר הנתון.
- 5 נק' (5) ב. הסבירו את תפקיד הדיודות במעגל הנתון.
- 5 נק' (5) ג. באיור ב' לשאלה 8 נתון מצב הכניסות לטרנזיסטורים בארבעה זמנים: T4-T1. עקבו אחר איור א' לשאלה וציינו בכל אחד מארבעת הזמנים מה קורה למנוע - מסתובב קדימה / מסתובב אחורה / עומד במקום. אם המנוע מסתובב, ציינו את מסלול הזרימה שלו.
- 5 נק' (5) ד. האם ניתן להשתמש בשיטת PWM במעגל זה לשליטה במהירות המנוע? הסבירו את התשובה.

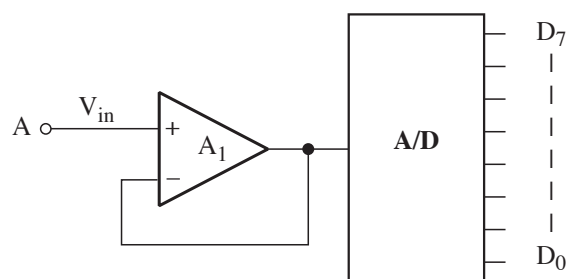
שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתון ממיר A/D, המחובר למעגל מדידה.

נתונים:

המתח המרבי שהממיר מודד הוא 5 V .

מתח הייחוס של הממיר הוא 5 V .



איור לשאלה 8

א. (5 נק') חשבו את רגישות הממיר.

ב. (5 נק') הסבירו את תפקיד המגבר A_1 המתואר באיור.

התקבלה המילה הבינארית שלהלן:

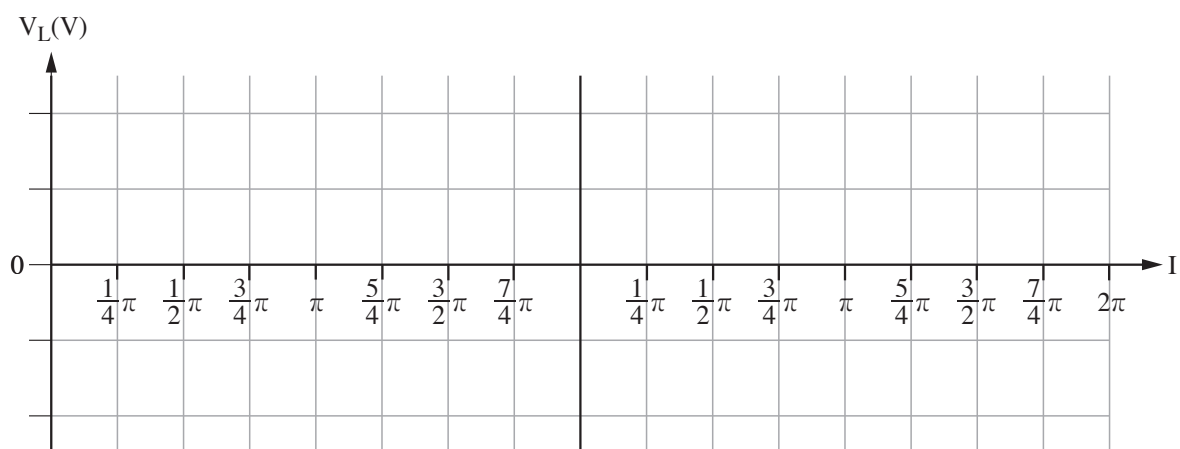
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	1	0	0	1	0	1

ג. (5 נק') חשבו את מתח המבוא, V_{in} , בנקודה A המתוארת באיור.

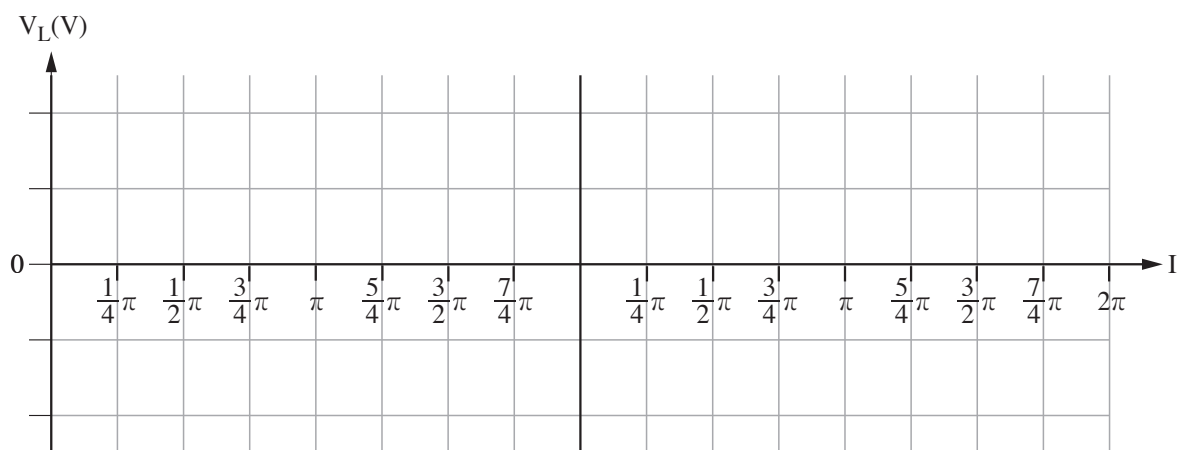
ד. (5 נק') מחליפים את הממיר לממיר בעל 12 מוצאים (ביטים). מהי רגישות הממיר במקרה זה, ומהו דיוק המדידה (שגיאת ההמרה המרבית של הממיר)?

בהצלחה!

גרף המתאר את צורת המתח המשני על השנאי



גרף המתאר את צורת המתח על העומס



לשאלון 710923, אביב תשפ"ג

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
אות הפרעה	إشارة التشويش	Помеха	disturbance signal
אות יציאה	إشارة المخرج	Выходной сигнал	output signal
אות כניסה	إشارة المدخل	Входной сигнал	input signal
בקר יחסי	تحكُّم / مُتحكِّم تناسبِي	Пропорциональный регулятор	proportional controller
ברז	حنفية (نقطة تفرُّع)	вентиль	tap
גורם מחזור	عامل دورة التشغيل	Относительная длительность включения	duty cycle
דוחף זרם	مُشغِّل (دافع التيار)	Усилитель тока	driver
הגבר	تضخيم	Усиление	amplification
הגבר מתח	تضخيم الجهد	Усиление напряжения	voltage amplification
הדק	مِرْبَط	выход	pin
זווית הצתה	زاوية الإشعال	Угол зажигания	ignition angle
חוג סגור	دائرة مغلقة	Замкнутая система	closed loop
חיישן	مِجَسَّس	Датчик	sensor
חיכוך ויסקוזי	احتكاك فيسكوز لَزج	Вязкое трение	viscose friction
טבלת-אמת	جدول الصدق	Таблица истинности	truth table
יציב	مستقر	Устойчивые	stable
כניסת מדרגה	إدخال تَدْرِيجِي	Входная единичная ступенчатая функция	step input
מגבר טרנזיסטורי	مُضخِّم ترانزستوري	Транзисторный усилитель	transistor amplifier
מונה	عداد	счетчик	counter
מיישר מבוקר	مُقَوِّم مُراقَب	управляемый выпрямитель	controlled rectifier
מיקרו-בקר	ميكرو كونترولر	Микроконтроллер	microcontroller
מיתוג	تشغيل المفاتيح	Переключение	switching
מִכָּל	خَزَان	резервуар	tank
ממיר A/D	مُحوِّل A/D	Преобразователь A/D	A/D converter
מנוע צעד	مُحرِّك خطوي	шаговый двигатель	stepper motor
מסוע	ناقل متحرك	Конвейер	conveyer
מעגל לוגי	دائرة منطقِيّة	Логическая схема	logical circuit
מערכת בקרה	نظام التحكم	Система управления	control system
מערכת יציבה	نظام مستقر	Стабильная система	stable system

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
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 مُستَمِرَّة	מצב מתמיד
effective voltage	Эффективное значение напряжения	الإجهاد الفعال	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	ملف العضو الثابت (ستاتور)	סליל עוגן
inductive load	Индуктивная нагрузка	حمل حثي (تَحْرِيزِي)	עומס השראותי
resistive load	резистивная нагрузка	حمل المقاومة	עומס התנגדותי
luminance power	Сила освещения	شدة الإضاءة	עוצמת הארה
external excitation	независимое возбуждение	تحريض خارجي	עירור זר
transfer function	Передаточная функция	دالة الانتقال	פונקציית תמסורת
load line	Линия нагрузки	خط العمل	קו עבודה
control lines	Контролирующие линии	خطوط المراقبة	קווי בקרה
pole	Полус	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 مُستَمِرَّة	שגיאה במצב מתמיד
logic gate	Логический элемент	بوابة منطقية	שער לוגי
frequency	Частота	تردد	תדר
process	Процесс	عملية	תהליך
controller output	выход контроллера	مخرج التحكم	תפוקת הבקר
seven segments display	Семи сегментный индикатор	عارضه الأجزاء السبعة	תצוגת שבעה מקטעים
block diagram	Функциональная схема	مخطط المستطيلات	תרשים מלבניים