

## מערכות מכטרוניות ט'

(לטכנאי 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 לפי בחירתכם, מן השאלון כולו.

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 לפי 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 לפי 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 מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

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

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 10 עמודים ו-2 עמודי נספח.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

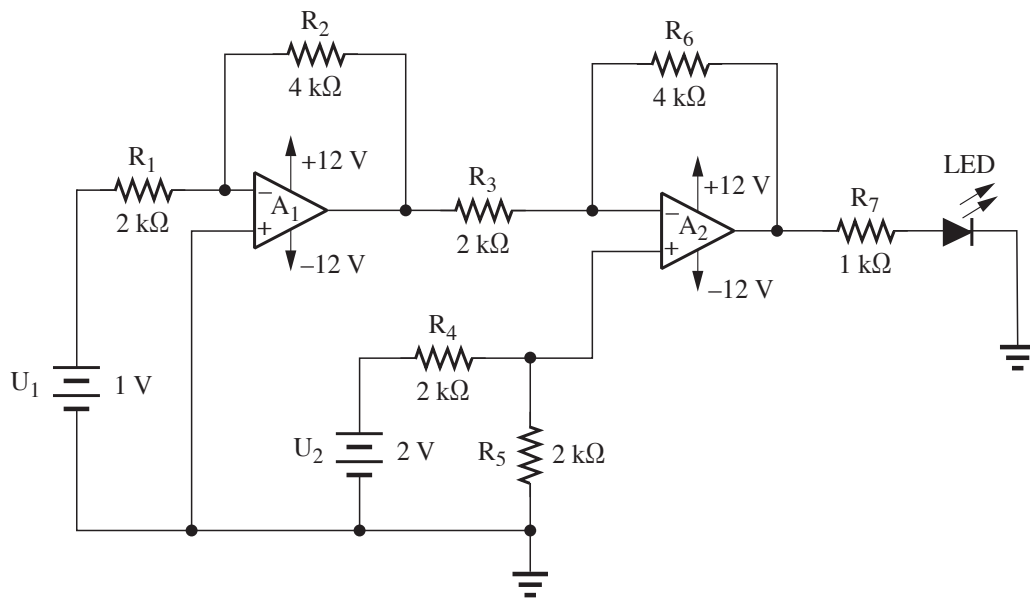
## השאלות

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

### פרק ראשון: אלקטרוניקה

#### שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון מעגל.

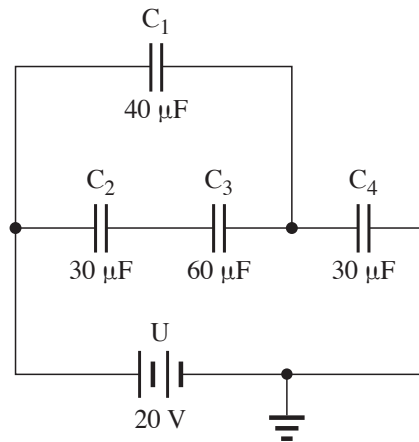


איור לשאלה 1

- א. (5 נק') ציינו את תפקידיהם של המגברים  $A_1$  ו- $A_2$ .
- ב. (5 נק') נתון  $V_{led} = 2\text{ V}$ . חשבו את הזרם הזורם דרך ה-LED.
- ג. (5 נק') מנתקים את הנגד  $R_6$ . כיצד פועל המגבר  $A_2$  במצב זה? הציגו באמצעות ביטוי מתמטי מהו מתח המוצא בהתאם למתחי הכניסה.
- ד. (5 נק') חשבו את הזרם דרך ה-LED אחרי ניתוק הנגד  $R_6$ .

## שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל.



### איור לשאלה 2

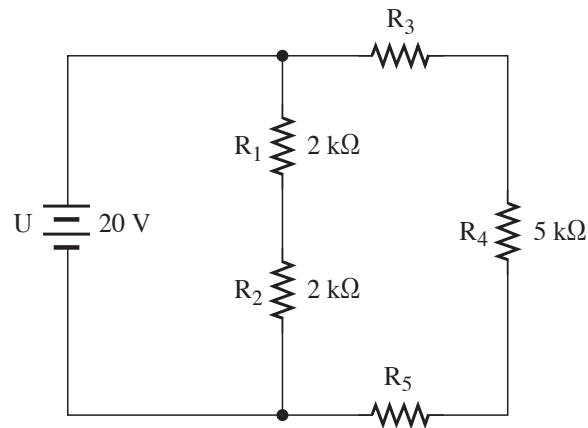
- א. (5 נק') חשבו את המטען על הקבל  $C_1$ .
- ב. (5 נק') חשבו את המתח על הקבל  $C_3$ .
- ג. (5 נק') חשבו את האנרגייה האגורה בקבל  $C_4$ .
- ד. (5 נק') מוסיפים בטור למקור המתח נגד אשר ערכו  $1\text{ k}\Omega$ . חשבו בתוך כמה זמן מרגע חיבור הנגד, יגיע המתח על פני הנגד ל- $10\text{ V}$ .

### שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון מעגל.

ערכו של המתח על פני הנגד  $R_3$  הוא 6 V .

ההספק שנמדד על פני  $R_4$  הוא 20 mW .



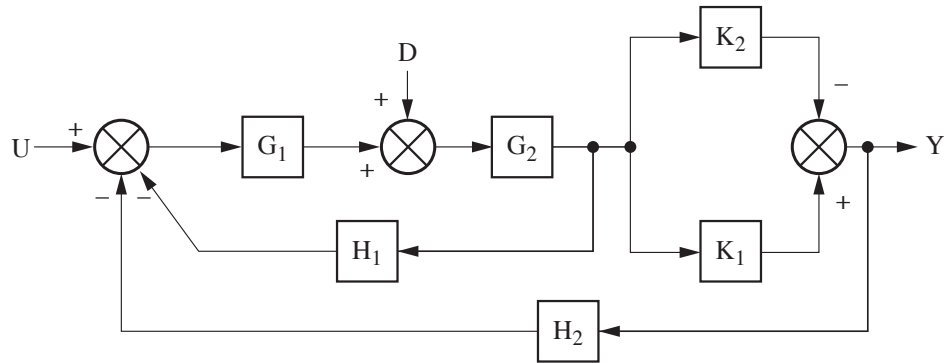
איור לשאלה 3

- (4 נק') א. חשבו את המתח על פני  $R_4$ .
- (4 נק') ב. חשבו את ערכו של  $R_3$ .
- (4 נק') ג. חשבו את ערכו של  $R_5$ .
- (4 נק') ד. חשבו את ערכו של ההספק על פני  $R_2$ .
- (4 נק') ה. מקצרים את הנגד  $R_4$ . כיצד ישפיע הדבר על ערכו של הספק מקור המתח? נמקו את התשובה באמצעות חישוב מתאים.

## פרק שני: בקרת תהליכים

### שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתוארת דיאגרמת מלבנים של מערכת בקרה.



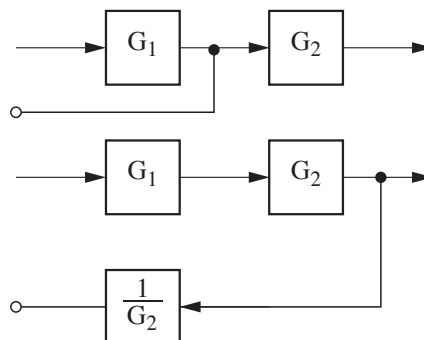
איור לשאלה 4

### נתונים:

$$K_1 = 0.5, \quad K_2 = 2.5, \quad G_1 = 2, \quad G_2 = 1, \quad H_1 = 0.5, \quad H_2 = 2$$

- א. (5 נק') כתבו את פונקציית התמסורת  $\frac{Y(s)}{U(s)}$ .
- ב. (5 נק') כתבו את פונקציית התמסורת  $\frac{Y(s)}{D(s)}$ .
- ג. (5 נק') חשבו את הערך של Y עבור ערך הכניסה  $U = 1$  וערך ההפרעה בכניסה  $D = 0.2$ .
- ד. (5 נק') איזה משוב (חיובי/שלילי) יש למערכת  $\frac{Y(s)}{D(s)}$ ?

### רמז:

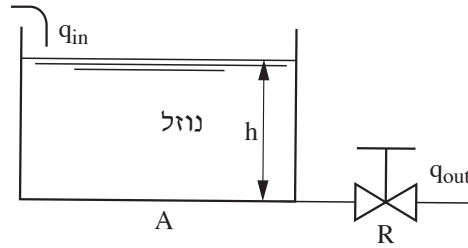


## שאלה 5

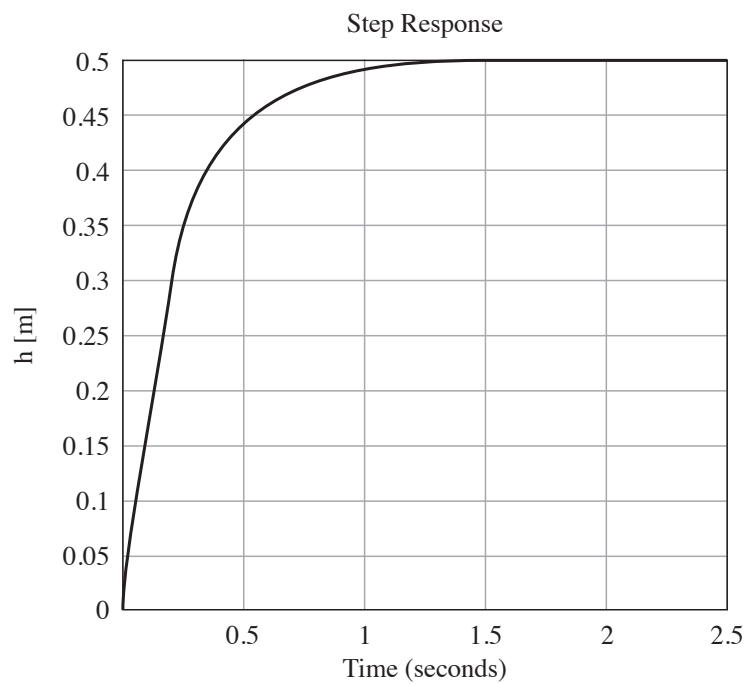
באיור א' לשאלה 5 מוצגת מערכת בקרה למילוי מכל בנוזל.

שטח החתך של המכל הוא  $A[m^2]$ , וההתנגדות של ברז היציאה היא  $R \frac{sec}{m^2}$ .

את המכל מילאו בנוזל בספיקה של  $q_{in} = 1 \frac{m^3}{s}$ . באיור ב' לשאלה מתואר שינוי מפלס הנוזל במכל כתלות בזמן.



איור א' לשאלה 5



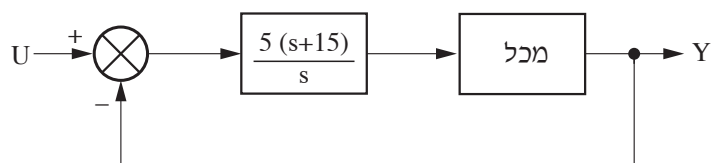
איור ב' לשאלה 5

(5 נק') א.

1. על-פי הגרף שבאיור ב', מצאו את ערכם של  $A$  ו- $R$ .

2. כתבו את פונקציית התמסורת של המערכת  $\frac{H(s)}{Q_{in}(s)}$ .

חוג הבקרה נסגר עם בקר, כמוצג באיור ג'.



איור ג' לשאלה 5

(5 נק') ב. בהסתמך על פונקציית התמסורת של המערכת והבקר שמתואר באיור ג', כתבו את פונקציית התמסורת

$$\frac{Y(s)}{U(s)}$$

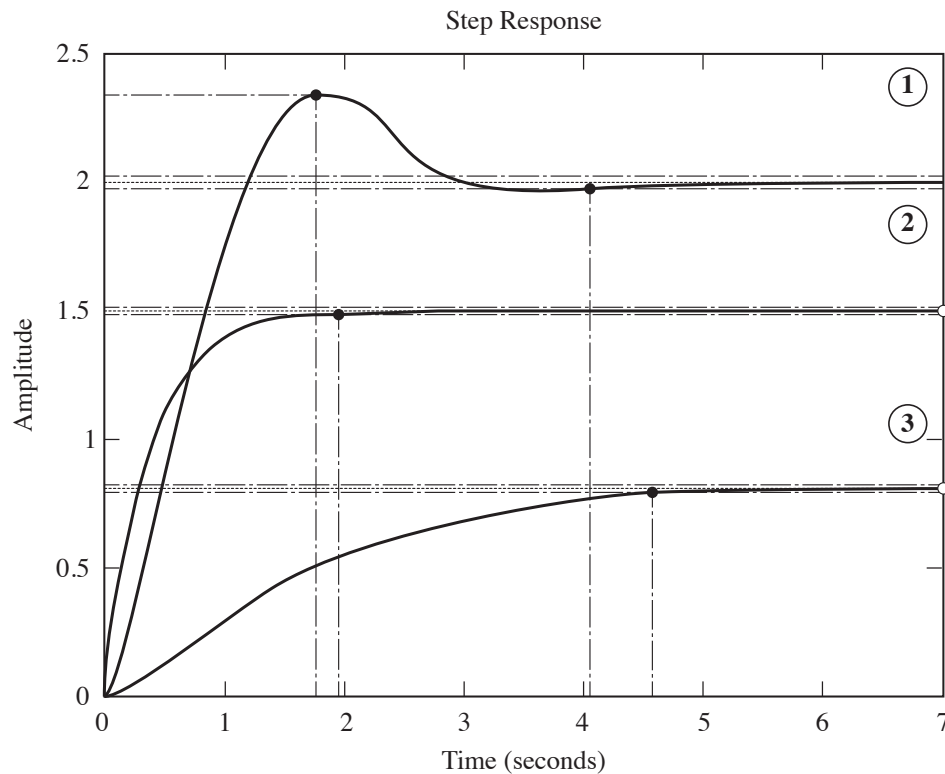
הציבו את הערכים  $R$ .

(5 נק') ג. מהם ההגבר,  $K$ , יחס הריסון,  $\zeta$ , והתדר הטבעי,  $\omega_n$ , של המערכת בחוג סגור?

(5 נק') ד. מה יהיו תגובת היתר וזמן ההתייצבות (לפי  $\pm 2\%$ ) של המערכת בחוג סגור?

## שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצגים שלושה גרפים המתארים את התגובות של **שלוש** מערכות לכניסת מדרגה בגודל יחידה. **הערה:** הקווים האופקיים (מקווקווים מסביב לערך המצב המתמיד) מציינים  $\pm 2\%$  מערך המצב המתמיד.



### איור לשאלה 6

- א. (5 נק') איזה מהגרפים מתאר תגובה של תהליך מסדר ראשון ואיזה מתאר תהליך מסדר שני? נמקו את התשובה.
- ב. (5 נק') מהו ההגבר של כל אחת מהמערכות שהתגובה שלהן מתוארת באיור?
- ג. (5 נק') מהו יחס הריסון של המערכת שהתגובה שלה מתוארת בגרף 1?
- ד. (5 נק') מהי פונקציית התמסורת של המערכת שהתגובה שלה מתוארת בגרף 2?

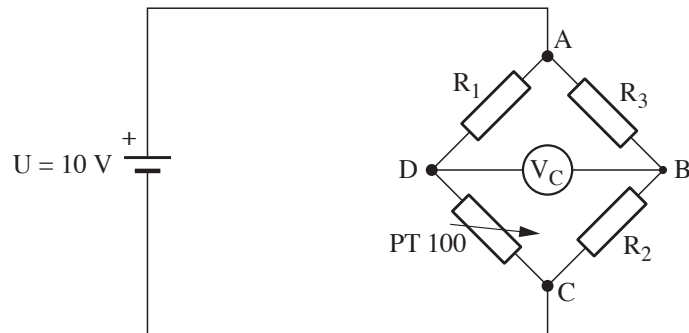
## פרק שלישי: מכשור ובקרה

### שאלה 7

בטבלה שלהלן נתונים ערכי ההתנגדות שהתקבלו במדידת מדיד מסוג PT100, כתלות בטמפרטורה, במעלות צלזיוס.

| טמפרטורה [°C] | -100 | -50 | 0   | 50  | 100 | 200 |
|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| התנגדות [Ω]   | 60   | 80  | 100 | 120 | 138 | 175 |

5 נק' (5) א. סרטטו גרף המתאר את הקשר בין התנגדות המדיד ובין הטמפרטורה.



### איור לשאלה 7

5 נק' (5) ב. המדיד מחובר בגשר ויטסטון, כמתואר באיור לשאלה 7.  $R_1 = R_2 = R_3 = 100 \Omega$ . חשבו את המתח בנקודות B ו-D ואת המתח  $V_{DB}$  כאשר הטמפרטורה היא:

1.  $-50^\circ$

2.  $0^\circ$

3.  $50^\circ$

5 נק' (5) ג. הסבירו את עקרון הפעולה של צמד תרמי (תרמוקפל), והביאו דוגמה לשימוש בו.

5 נק' (5) ד. הסבירו מדוע יש צורך בשני צמתים למדידת טמפרטורה עם צמד תרמי. היעזרו בסרטוט.

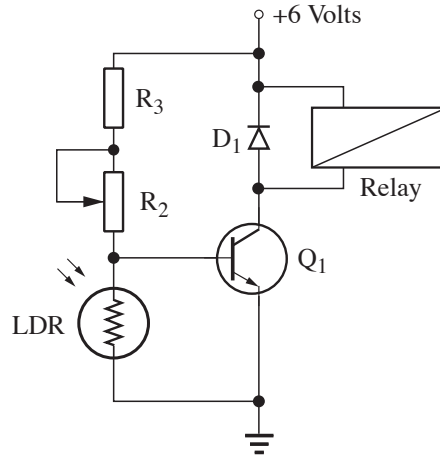
## שאלה 8

באיור א' לשאלה 8 נתון מעגל חשמלי הכולל חיישן תלוי אור (LDR).  
המעגל עובד בחושך.

נתוני החיישן הם:

התנגדות בחושך –  $5\text{ M}\Omega$

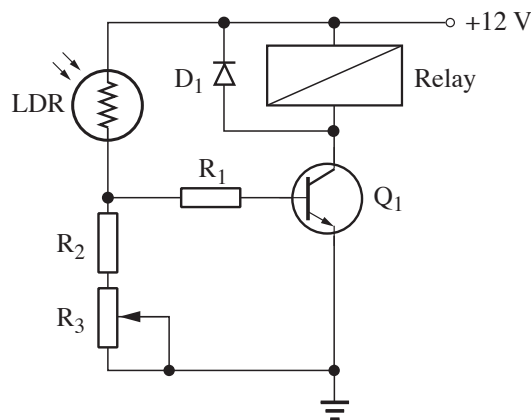
התנגדות באור –  $100\ \Omega$



### איור א' לשאלה 8

- (5 נק') א. הסבירו את עקרון הפעולה של חיישן אור מסוג LDR.  
(5 נק') ב. הסבירו את פעולת המעגל הנתון באיור א' לשאלה 8.  
(5 נק') ג. הסבירו את תפקידיהם של הנגדים  $R_2$  ו- $R_3$  באיור א' לשאלה 8.

באיור ב' לשאלה 8 נתון מעגל חשמלי אחר, הכולל גם הוא חיישן תלוי אור (LDR).



### איור ב' לשאלה 8

- (5 נק') ד. הסבירו את פעולת המעגל הנתון באיור ב'.

## בהצלחה!

| תרגום המונח             |                                     |                                       | המונח           |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| אנגלית                  | רוסית                               | ערבית                                 |                 |
| step input signal       | Сигнал входной ступени              | إشارة إدخال تدريجي                    | אות כניסה 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            | مُقاوَمَة                             | היגב            |
| sensor                  | Датчик                              | مِجسّ                                 | חיישן           |
| damping ratio           | Относительный коэффициент затухания | نسبة التقييد                          | יחס ריסון       |
| button                  | Кнопка                              | زرّ                                   | לחצן            |
| operational amplifier   | Операционный усилитель              | مُضخِّمات تشغيلية                     | מגבר שרת        |
| contactor               | Контактор                           | قواطع                                 | מגען            |
| strain gauge            | Датчик деформации                   | مقياس التشوّة                         | מד מעוות        |
| overload relay          | Реле перегрузки                     | ريليّه يعمل عند تجاوز الحمل أو التيار | ממסר עומס-יתר   |
| conveyer                | Конвейер                            | ناقل                                  | מסוע            |
| equivalent circuit      | Схема компенсации                   | دائرة التعديل                         | מעגל תמורה      |
| optical encoder         | Оптический кодер                    | التشفير البصري                        | מקודד אופטי     |
| inductor                | Катушка индуктивности               | ملفّ                                  | משרן            |
| effective voltage       | Эффективное напряжение              | الفلطية الفعّالة؛ الفولطية المؤثّرة   | מתח אפקטיבי     |
| transducer              | Преобразователь                     | مُحوّل                                | מתמר            |
| resistor                | Резистор                            | مُقاوَمَة                             | נגד             |
| impedance               | Импеданс                            | مُعاوَقَة                             | עכבה            |
| track                   | Канал                               | قناة                                  | ערוץ            |
| transfer function       | Передаточная функция                | دالة الانتقال                         | פונקציית תמסורת |
| linear error            | Линейная ошибка                     | خطأ خطّي                              | שגיאה ליניארית  |

| תרגום המונח       |                      |                 | המונח         |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------------|
| אנגלית            | רוסית                | ערבית           |               |
| valve             | Клапан               | صَمَام          | שסתום         |
| natural frequency | Натуральная частота  | التردد الطبيعي  | תדר טבעי      |
| reduction box     | Раздаточная коробка  | صندوق التخفيض   | תיבת הפחתה    |
| block diagram     | Функциональная схема | مخطط المستطيلات | תרשים מלבניים |