

מדינת ישראל משרד החינוך

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשע"ז, 2017
סמל השאלון: 711001
נספחים: א. נספח לשאלה 9
ב. נספח לשאלה 10
ג. נוסחאון באלקטרוניקה
ד. נוסחאון במבוא להנדסת חשמל
ה. מילון מונחים
לכיתה י"ג
לכיתה י"ג

תורת האלקטרוניקה והחשמל ט'

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים (כיתה י"ג)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם עשר שאלות.
יש להשיב על חמש שאלות בלבד: שאלה אחת לפחות
מכל אחד משני הפרקים הראשונים, ושאלה אחת מן הפרק
השלישי. לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר השאלות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
2. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
3. רשום את כל תשובותיך אך ורק בעט.
4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבירות.
5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה של תשובותיך.
6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
7. בכתובת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:

- * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, יחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.
8. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, אנגלית, רוסית וערבית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 10 עמודים ו-23 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות כלשון זכר, אך מכוונות

הן לנבחנות והן לנבחנים.

המשך מעבר לדף

בהצלחה!

השאלות

ענה על חמש מבין השאלות 1-10. עליך לענות על שאלה אחת לפחות מן הפרק הראשון, על שאלה אחת לפחות מן הפרק השני, ועל שאלה אחת מן הפרק השלישי.

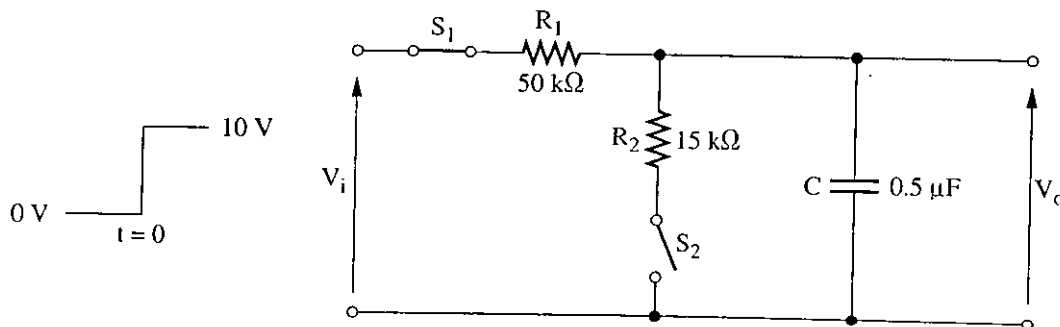
פרק ראשון: אלקטרוניקה ספרתית א'

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 1-4 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי. הקבל C אינו טעון. המפסק S_1 סגור והמפסק S_2 פתוח.

ברגע $t = 0$ מספקים למבוא המעגל אות מדרגה של 10 V.



איור לשאלה 1

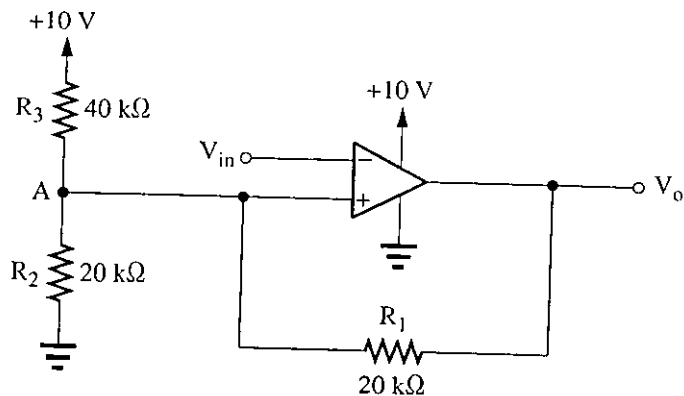
כאשר ערכו של מתח המוצא מגיע ל-5 V פותחים את המפסק S_1 וסוגרים את המפסק S_2 .

- חשב את ערכו של קבוע הזמן הטעינה (τ) של המעגל שבאיור.
- חשב את הזמן שבו פותחים את המפסק S_1 וסוגרים את המפסק S_2 .
- חשב את ערכו של מתח המוצא 2 msec לאחר פתיחת המפסק S_1 וסגירת המפסק S_2 .
- סרטט את מתח המוצא V_o כפונקציה של הזמן. ציין בסרטוט ערכי מתח וערכי זמן.

המשך בעמוד 3

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל חשמלי.



איור לשאלה 2

א. חשב את המתח בנקודה A במעגל, כאשר:

1. $V_o = 0 \text{ V}$

2. $V_o = 10 \text{ V}$

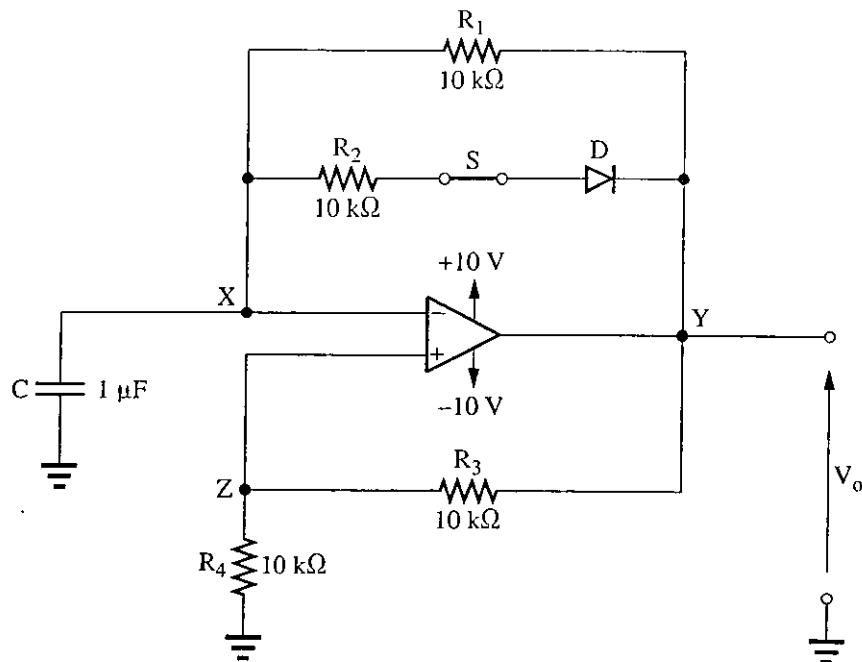
ב. 1. סרטט את אופיין המעבר של המעגל עבור תחום מתח-המבוא $0 \text{ V} \leq V_{in} \leq 10 \text{ V}$.

2. ציין את ייעודו של המעגל החשמלי הזה.

ג. 1. סרטט את מתח-המוצא V_o כפונקציה של הזמן, כאשר מתח-המבוא הוא: $V_{in}(t) = 10 \cdot \sin(\omega t)$.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון המעגל החשמלי של מחולל גל משולש וגל מרובע. מגבר השרת והדיודה D במעגל - אידיאליים.

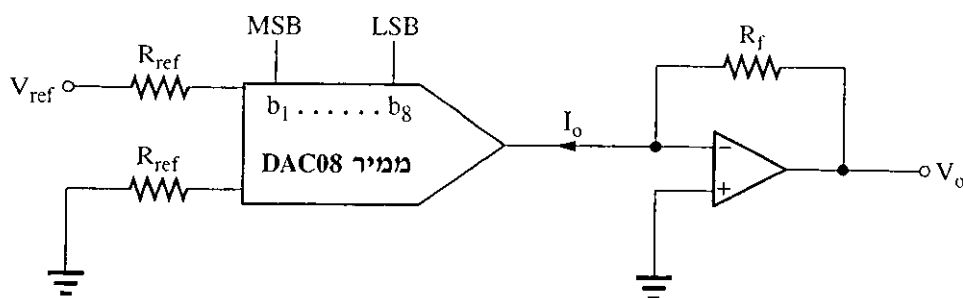


איור לשאלה 3

- סרטט, זה מתחת לזה בהתאמה, את צורות הגל של המתחים בנקודות X, Y ו-Z במעגל, כפונקציה של הזמן. ציין בסרטוטך ערכי מתחים וערכי זמנים.
- חשב את תדר התנודות ואת מחזור הפעולה (Duty Cycle) של המחולל.
- פותחים את המפסק S. סרטט את צורת הגל של המתח בנקודה Y.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון המעגל החשמלי של ממיר DAC08.



איור לשאלה 4

- א. רשום ביטוי לזרם I_o , כפונקציה של המתח V_{ref} , הנגד R_{ref} וערכי שמונה הסיביות $b_1 \div b_8$.
- ב. רשום ביטוי למתח המוצא V_o , כפונקציה של המתח V_{ref} , הנגדים R_{ref} ו- R_f , וערכי שמונה הסיביות $b_1 \div b_8$.

לסיביות $b_1 \div b_8$ נמסר האות הספרתי 00110001.

ג. נתון: $V_{ref} = 10 \text{ V}$ ו- $R_f = R_{ref} = 5 \text{ k}\Omega$. חשב את הזרם I_o ואת מתח המוצא V_o .

ד. נתון: $V_{ref} = 5 \text{ V}$.

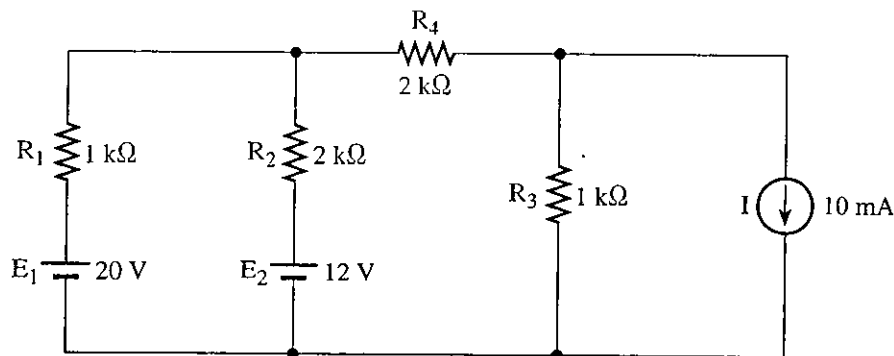
1. חשב את ערך הנגד R_{ref} , המאפשר לקבל את אותו ערך של הזרם I_o שקיבלת בסעיף ג'.
2. חשב את ערך הנגד R_f , המאפשר לקבל במוצא המעגל מתח כפול מזה שקיבלת בסעיף ג' עבור ערך הנגד R_{ref} שחישבת בסעיף ד'.

פרק שני: מבוא להנדסת חשמל

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5-8 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון מעגל חשמלי.

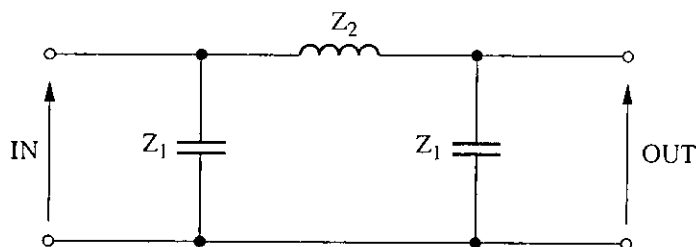


איור לשאלה 5

- א. המר את מקור-הזרם I במקור-מתח מתאים, ורשום מערכת משוואות לפתרון המעגל בשיטת זרמי החוגים.
- ב. חשב את הזרם העובר בכל אחד מן הנגדים במעגל שבאיור (לפני ההמרה שביצעת בסעיף א').
- ג. חשב את ההספק על הנגד R_3 .

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתונה רשת-זוגיים סימטרית.



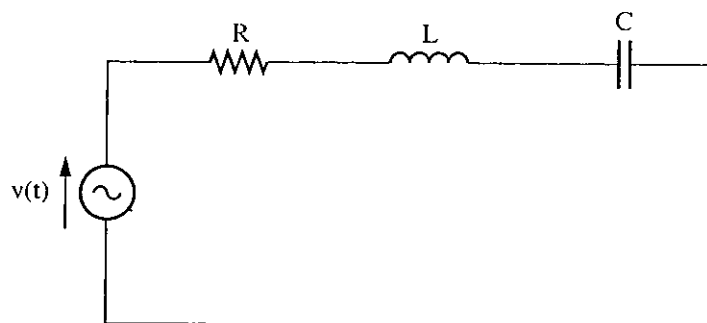
איור לשאלה 6

נתוני הרשת הם: $L = 20 \text{ mH}$; $C = 1 \mu\text{F}$; $f = 1 \text{ kHz}$.

- א. חשב את העכבות Z_1 ו- Z_2 .
- ב. חשב את המקדמים A, B, C, D של רשת-הזוגיים הזו.
- ג. חשב את עכבת-המבוא, כאשר:
 1. המוצא נמצא בנתק.
 2. המוצא נמצא בקצר.
- ד. חשב את העכבה האופיינית של הרשת הזו.

שאלה 7

- המעגל החשמלי שבאיור לשאלה 7 נמצא **במצב תהודה**, וגורם הטיב שלו הוא $Q_0 = 50$.
הזרם במעגל במצב הזה הוא $I = 10 \text{ mA}$.
מתח המקור הוא: $v(t) = 2 \cdot \sin(10^6 t) \text{ [V]}$.



איור לשאלה 7

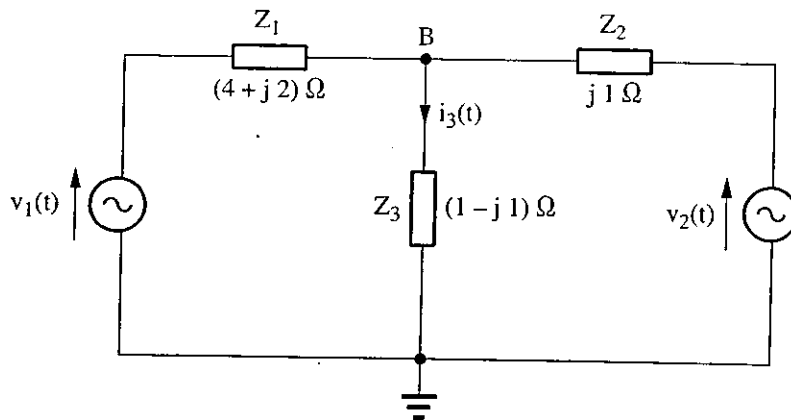
- א. חשב את התנגדות הנגד R , את השראות הסליל L ואת קיבול הקבל C .
- ב. חשב את רוחב-הפס של המעגל.
- ג. חשב את מפל-המתח על כל אחד מן הרכיבים במעגל, כאשר הוא אינו **במצב תהודה**.
 $\omega = 5 \cdot 10^5 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$

שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתון מעגל חשמלי, שבו:

$$i_3(t) = 5.656 \cdot \sin\left(314t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ [A]} \quad ; \quad v_1(t) = 28.28 \cdot \sin(314t) \text{ [V]}$$

תדר התנודות של מקור המתח v_2 זהה לתדר התנודות של מקור המתח v_1 .



איור לשאלה 8

- א. רשום ביטוי למתח בצומת B כפונקציה של הזמן, $v_B(t)$.
- ב. חשב את הזרם היעיל העובר בעכבה Z_1 .
- ג. חשב את הזרם היעיל העובר בעכבה Z_2 .
- ד. חשב את המתח היעיל של מקור המתח v_2 , ורשום ביטוי למקור המתח הזה כפונקציה של הזמן, $v_2(t)$.

פרק שלישי: אנגלית טכנית

ענה על שאלה אחת מבין השאלות 9-10 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 9

בנספח לשאלה 9 מובא דף-מפרט בשפה האנגלית של רכיב אלקטרוני.
עליך לענות על הסעיפים שלהלן בעברית, רק על-פי הכתוב בדף-המפרט.

- א. מהו תפקידו של הרכיב?
- ב. בכמה צירים יכול הרכיב לבצע מדידות, ומהם תחומי-המדידה שלו?
- ג. מהו סוג התקשורת הספרתית שבה ניתן לתקשר עם הרכיב? ציין את שמות ההדקים ברכיב המוקצים לתקשורת זו.
- ד. מהו תחום מתחילת-האספקה של הרכיב ומהו תחום צריכת הזרם שלו?

שאלה 10

בנספח לשאלה 10 מובא קטע של מאמר בשפה האנגלית, העוסק בחיישן MTCS.
עליך לענות על הסעיפים שלהלן בעברית, רק על-פי הכתוב במאמר.

- א. מהו ייעודו של החיישן הזה?
- ב. מהו החידוש המופיע לראשונה במבנה החיישן הזה?
- ג. לאיזה טווח רמות-תאורה של האור הנראה מיועד החיישן הזה?
- ד. ציין שלושה מאפיינים של החיישן.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

NXP Semiconductors

Data sheet: Technical data

Document Number: MMA8451Q

Rev. 10.1, 05/2016

MMA8451Q, 3-axis, 14-bit/8-bit digital accelerometer

The MMA8451Q is a smart, low-power, three-axis, capacitive, micromachined accelerometer with 14 bits of resolution. This accelerometer is packed with embedded functions with flexible user programmable options, configurable to two interrupt pins. Embedded interrupt functions allow for overall power savings relieving the host processor from continuously polling data. There is access to both low-pass filtered data as well as high-pass filtered data, which minimizes the data analysis required for jolt detection and faster transitions. The device can be configured to generate inertial wakeup interrupt signals from any combination of the configurable embedded functions allowing the MMA8451Q to monitor events and remain in a low-power mode during periods of inactivity.

Features

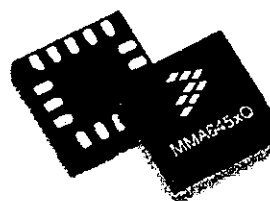
- 1.95 V to 3.6 V supply voltage
- 1.6 V to 3.6 V interface voltage
- $\pm 2 g/\pm 4 g/\pm 8 g$ dynamically selectable full scale
- Output data rates (ODR) from 1.56 Hz to 800 Hz
- 14-bit and 8-bit digital output
- I²C digital output interface (operates to 2.25 MHz with 4.7 k Ω pullup)
- Two programmable interrupt pins for seven interrupt sources
- Three embedded channels of motion detection
 - Freefall or motion detection: one channel
 - Pulse detection: one channel
 - Jolt detection: one channel
- Orientation (portrait/landscape) detection with programmable hysteresis
- Automatic ODR change for auto-wake and return to sleep
- 32-sample FIFO
- High-pass filter data available per sample and through the FIFO
- Self-test
- Current consumption: 6 μ A to 165 μ A

Typical Applications

- E-compass applications
- Static orientation detection (portrait/landscape, up/down, left/right, back/front position identification)
- Notebook, e-reader, and laptop tumble and freefall detection
- Real-time orientation detection (virtual reality and gaming 3D user position feedback)
- Real-time activity analysis (pedometer step counting, freefall drop detection for HDD, dead-reckoning GPS backup)
- Motion detection for portable product power saving (auto-sleep and auto-wake for cell phone, PDA, GPS, gaming)
- Shock and vibration monitoring (mechatronic compensation, shipping and warranty usage logging)
- User interface (menu scrolling by orientation change, tap detection for button replacement)

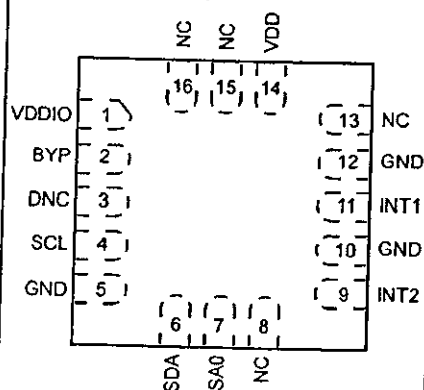
MMA8451Q

Top and bottom view



16-pin QFN
3 mm x 3 mm x 1 mm

Top view



Pin connections

MTCS – XYZ True Color Sensor with I²C Interface

Introduction

The MAZeT company has developed a modernistic sensor solution for controlling LEDs.

The MTCS (MAZeT True Color Sensor) is a low power, high sensitivity sensor IC with I²C interface for relative and absolute color measurement and control. It is designed especially for emitting applications like LED lighting systems, directly integrated within projectors, video walls, TVs and displays.

It is the first to include a true-color filter function, integrated signal amplification based on light-to-digital conversion, and an on-chip temperature sensor.

The combination of True Color XYZ photodiodes with a filter function is based on the standard CIE 1931 / DIN 5033 (human eye perception). The integrated programmable Light-to-Digital converter with 10-24 bit ADC (output 16 bit via shifter) resolution provides an accurate XYZ spectral response to measure and control colors, color temperatures or color brightness. True Color in interference filter technology is the leading and most accurate technology of three-range sensors, more accurate than RGB sensors without spectral changings over lifetime.

The MTCS is designed to measure any light in the visible range in environments from sun light to dark rooms, dimmed LEDs, or dark colored monitors. A programmable range with the option of synchronization allows the user to optimize the sensitivity and match the requirements for specific applications, timings and interrupts.

The MTCS is long-term stable over the entire product lifetime and resistant to external influences such as temperature drifts and light energy.

The MTCS operates within temperature range of – 40°C to 125°C . These conditions and the guaranteed filter stability without spectral drifts over lifetime are necessary to use a sensor IC very close to LEDs in lighting applications.

The highlights of the MTCS at a glance

- Direct conversion of light to digital signals (light-to-digital, based on CIE 1931)
- Flexible ADC: High amplification and resolution of up to 24 bits
- Large dynamic range 1:10,000,000 (lowest to highest light intensity)
- Integration time can be variably programmed and reference currents can be set
- Temperature compensation on amplification channels with high linearity and synchronicity
- Measurement process (such as PWM) can be synchronized externally
- Signal evaluation via I^2C

Applications

- LED lighting control management for solid-state lighting applications (SSL)
- LED spotlights
- Cabin lighting
- Daylight management / Human and Color Centric Lighting (HCL and CCL)
- Ambient light color detection / correction
- LED display control
- LED display aging compensation and dynamic display color balancing
- Portable light color measurement
- Digital light projection (DLP)
- Printer
- Smart phone
- Palmtop computer (PDA)
- Tablet PCs
- LCD-TVs
- Digital picture
- Frames
- Digital cameras color enhancement

מילון מונחים

לשאלון 711001, אביב תשע"ז

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
אופיין מעבר	المُنحنى الانتقالي المُمَيِّز	Переходная характеристика	transfer characteristic
גורם טיב	عامل النوعية	Коэффициент добротности	quality factor
השראותי	تحريضي / محاثي	Индуктивное	inductive
זרם יעיל	تيار فعال	Эффективный ток	effective current
מגבר שרת	مُضخَّم تشغيلي	Оперативный усилитель	operational amplifier
מקור זרם	مصدر تيار	Источник тока	current source
מקור מתח	مصدر طاقة	Источник напряжения	power source
משווה	مُقارن	компаратор	comparator
מתח יעיל	الفولطية الفعالة	Эффективное напряжение	effective voltage
עכבה אופיינית	الممانعة / المقاومة المُمَيِّزة	Характерное реактивное сопротивление	characteristic impedance
צורות הגל	أشكال الموجات	Формы напряжения	waveforms
קבוע זמן	ثابت الوقت	постоянная времени	time constant
קיבולי	ذو سعة (كهربائية)	Емкостное	capacitive
שיטת זרמי החוגים	طريقة شبكة التيار	Метод контурных токов	mesh current method
תהודה	رنين	резонанс	resonance