

- נספחים: א. נספח לשאלה 3
ב. נספח לשאלה 9
ג. נספח לשאלה 10
ד. נוסחאון באלקטרוניקה
ספרתית לכיתה י"ג
ה. נוסחאון במבוא להנדסת
חשמל לכיתה י"ג
ו. מילון מונחים

תורת האלקטרוניקה והחשמל ט'

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים (כיתה י"ג)

הוראות לנבחנים

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה עשר שאלות.
עליכם להשיב על חמש שאלות בלבד.
לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון ומילוני. 2. כל חומר הכתוב (בכתב-יד או בהדפסה) על שלושה דפי A4, הכתובים משני הצדדים.
- ד. הוראות מיוחדות:
- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 - התחילו כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
 - כתבו את כל התשובות **אך ורק בעט**.
 - הקפידו לנסח את התשובות כהלכה ולסרטט את התרשימים בבהירות.
 - כתבו את התשובות בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
 - בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.
 - בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מִרְב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהן, בסדר שבו הם כתובים:
 - * כתיבת הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * כתיבת התוצאה המתקבלת, יחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.
 - בנספח ו' לשאלון מובא מילון מונחים בשפות עברית, אנגלית, רוסית וערבית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.
 - צרפו את שלושת דפי ה-A4 (חומר העזר שהשתמשם בו) למחברת הבחינה.

הוראות למשגיחים: יש לוודא כי הנבחנים צירפו את דפי ה-A4 למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כ**טיוטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 9 עמודים ו-18 עמודי נספחים

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

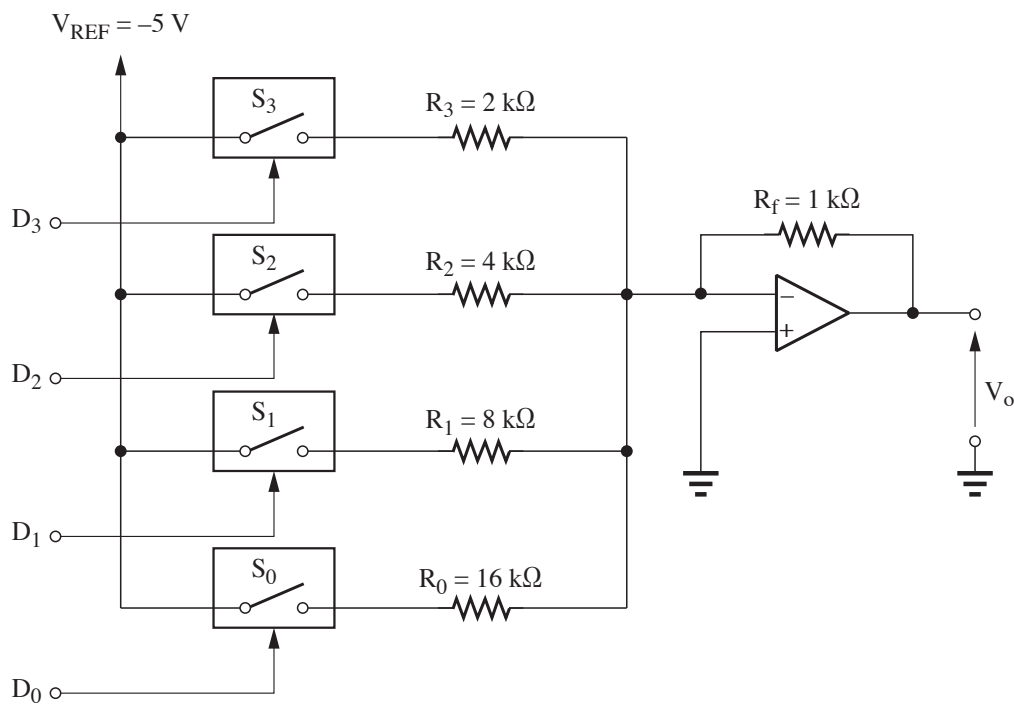
השאלות

ענו על חמש מבין השאלות 1–10 (לכל שאלה – 20 נקודות)

אלקטרוניקה ספרתית

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מעגל המשמש כממיר אות ספרתי בעל 4 סיביות לאות אנלוגי (D/A). מגבר השרת במעגל אידיאלי. המתגים נמצאים במצב ON (מצב סגור) כאשר מתקבל בהם '1'.



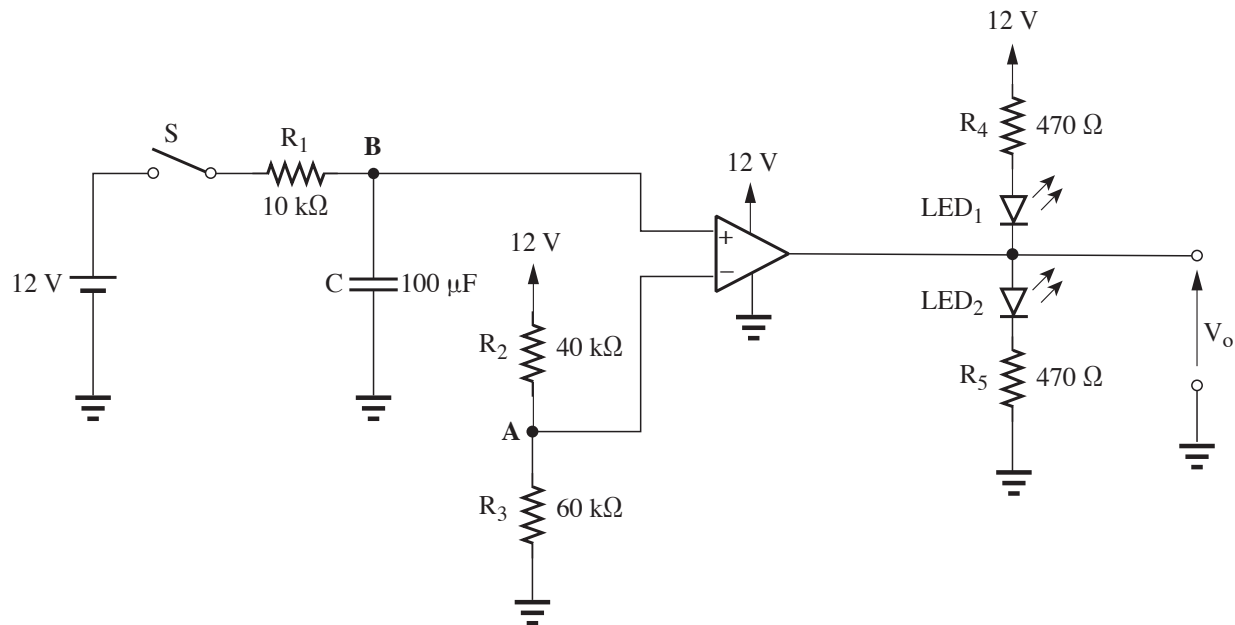
איור לשאלה 1

- א. (4 נק') איזו סיבית מתוך הסיביות D_0, D_1, D_2, D_3 מייצגת את סיבית ה־LSB? נמקו את התשובה.
- ב. (4 נק') מה כושר ההבחנה של הממיר?
- ג. (4 נק') חשבו את מתח המוצא V_o עבור צירוף סיביות המבוא: $D_0 = '0', D_1 = '1', D_2 = '0', D_3 = '1'$.
- ד. (4 נק') מצאו את צירוף סיביות המבוא עבור מתח המוצא $V_o = 0.9375V$.
- ה. (4 נק') חשבו את הערך המרבי האפשרי של מתח המוצא.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר מעגל חשמלי הכולל רשת מעבירה נמוכים LP, ומשווה. מגבר השרת שבמעגל אידיאלי, המתח על הקבל בזמן $t = 0$ הוא 0 V.

נתון: $V_{LED1} = V_{LED2} = 2V$



איור לשאלה 2

המפסק S פתוח.

5 נק' א. חשבו את המתח בנקודות A ו-B ואת מתח המוצא V_o .

בזמן $t = 0$ סוגרים את המפסק S.

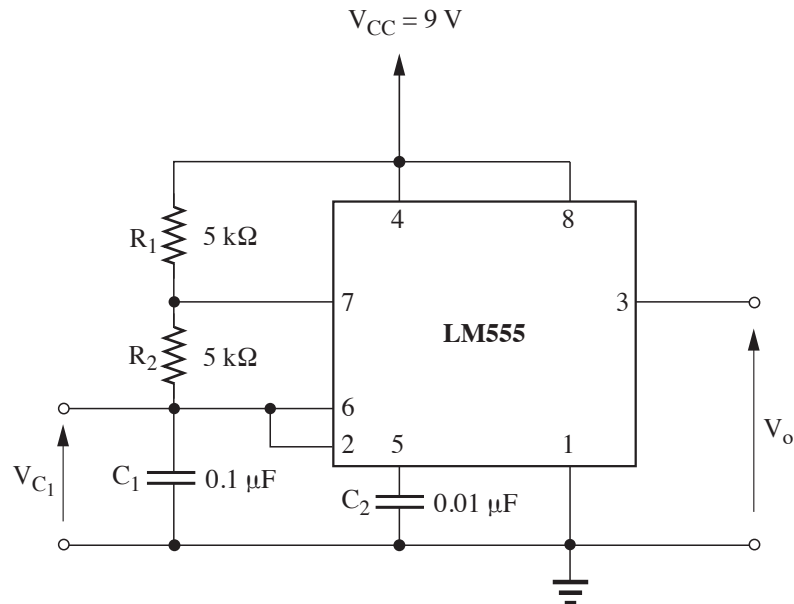
5 נק' ב. סרטטו זה מתחת לזה בהתאמה, את צורת המתח בנקודה B ואת צורת מתח המוצא, V_o , כפונקצייה של הזמן בין הזמנים 0 ל-5 שניות. ציינו ערכי מתח וזמן על גבי הסרטוט.

5 נק' ג. ציינו באילו זמנים יפעל LED_1 ובאילו זמנים יפעל LED_2 .

5 נק' ד. חשבו את עוצמת הזרם הזורם דרך LED_2 כאשר LED_2 פועל.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל חשמלי של רב-רסט חופשי, הממומש באמצעות הרכיב LM555. נתוני הרכיב מפורטים בנספח א' לשאלה 3.

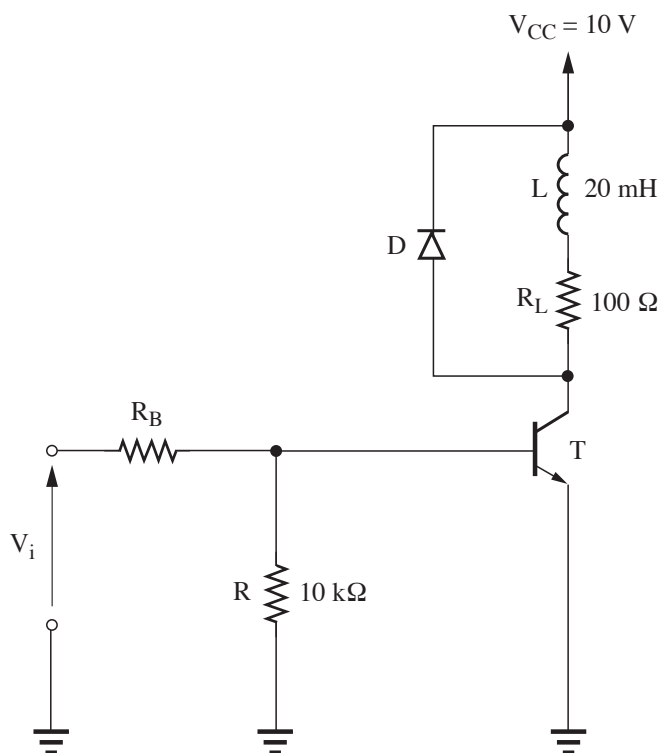


איור לשאלה 3

- א. (8 נק') סרטוט, זה מתחת לזה בהתאמה, את צורת המתח על הקבל, C_1 , ואת צורת מתח המוצא, V_O , כפונקצייה של הזמן. ציינו על גבי הסרטוט את הערך המרבי ואת הערך המזערי של שני המתחים.
- ב. (6 נק') חשבו את תדר התנודות של מתח המוצא, V_O .
- ג. (6 נק') חשבו את מחזור הפעולה (Duty Cycle) של מתח המוצא, V_O .

שאלה 4

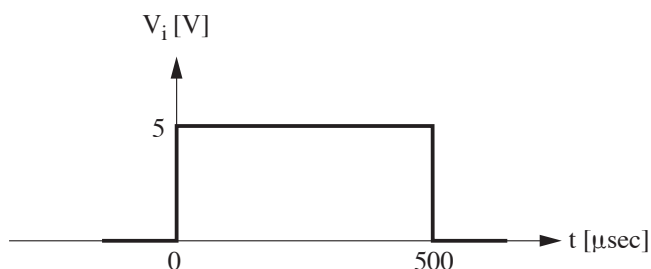
באיור א' לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי המשמש למיתוג ממסר. הקמסר מורכב מסליל L ונגד R_L . הדיודה במעגל – אידיאלית.



איור א' לשאלה 4

נתוני הממסר הם: זרם תפיסה – 30 mA , זרם התרה – 20 mA .
נתוני הטרנזיסטור T הם: $\beta = 100$, $V_{CE(SAT)} = 0.2 \text{ V}$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$.

למבוא המעגל מספקים את האות V_i , המתואר באיור ב' לשאלה.



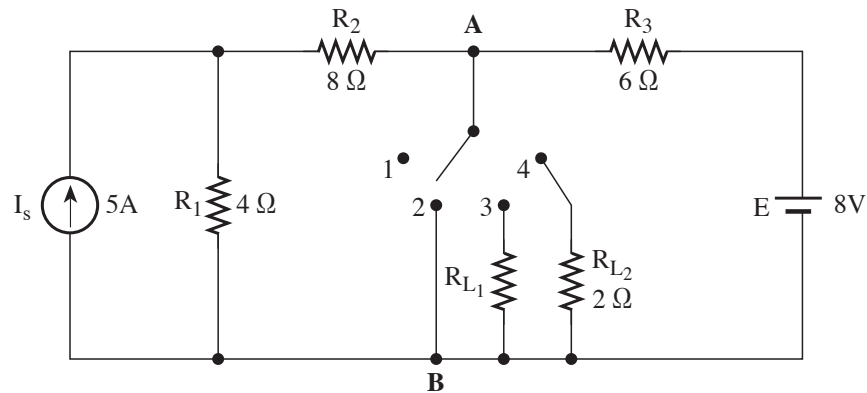
איור ב' לשאלה 4

- 5 נק' א. חשבו את ערכו המרבי של הנגד R_B , שיבטיח שהטרנזיסטור T יימצא ברוויה עבור מתח־מבוא V_i קבוע של 5 V .
- 5 נק' ב. כעבור כמה זמן מרגע $t = 0$ הממסר ייתפס?
- 5 נק' ג. כעבור כמה זמן מרגע $t = 0$ הממסר ישתחרר?
- 5 נק' ד. 1. סרטוט, זה מתחת לזה בהתאמה, את צורת מתח־המבוא, V_i , ואת צורת הזרם בסליל, I_L , כפונקצייה של הזמן.
2. ציינו על גבי הסרטוט את הזמנים שחושבו בסעיפים ב' ו-ג'.

תורת החשמל

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם ישר.



איור לשאלה 5

המפסק במצב 1 (מצב פתוח).

(5 נק') א. חשבו את המתח בין הנקודות A-B, U_{AB} .

המפסק במצב 2.

(5 נק') ב. חשבו את הזרם הזורם בין הנקודות A-B, I_{AB} .

המפסק במצב 3.

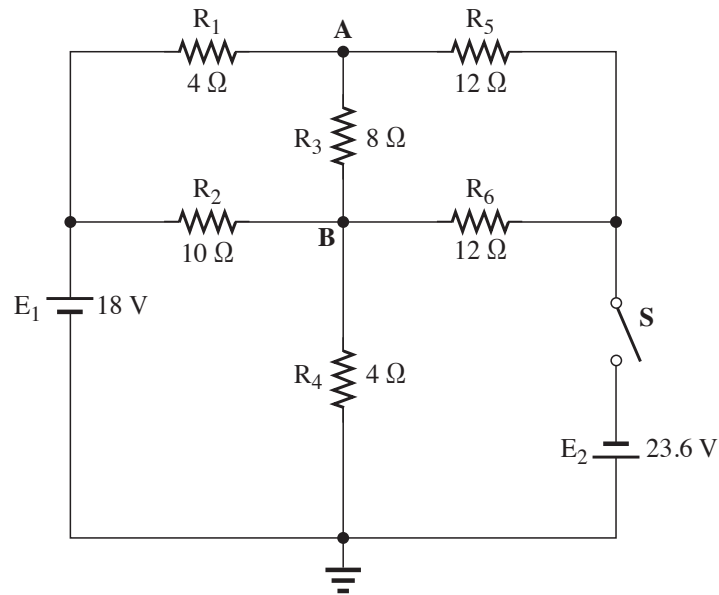
(5 נק') ג. חשבו את ערכו של הנגד R_{L1} כך שיתפתח בו הספק מרבי.

המפסק במצב 4.

(5 נק') ד. חשבו את ההספק המתפתח בנגד R_{L2} .

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם ישר.



איור לשאלה 6

המפסק S פתוח. במצב זה המתח בנקודה B הוא $U_B = 8 \text{ V}$.

7 נק' א. חשבו את הזרם הזורם דרך הנגד R_3 , I_{R_3} .

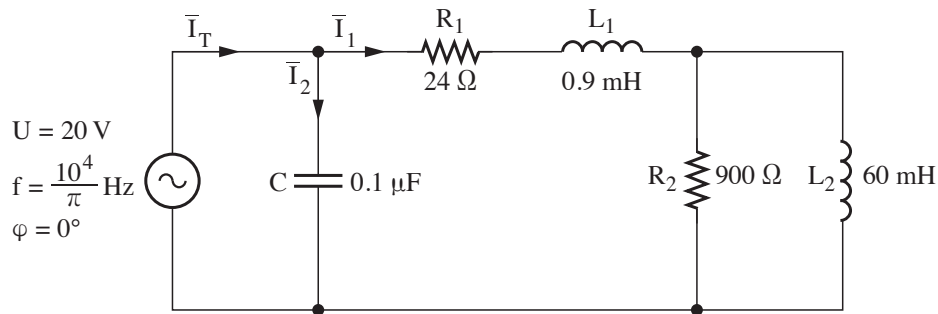
6 נק' ב. חשבו את ההספק שמספק מקור המתח E_1 .

סוגרים את המפסק S. במצב זה המתח בנקודה B הוא $U_B = 1 \text{ V}$.

7 נק' ג. חשבו את הזרם הזורם דרך כל אחד מהנגדים במעגל.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.



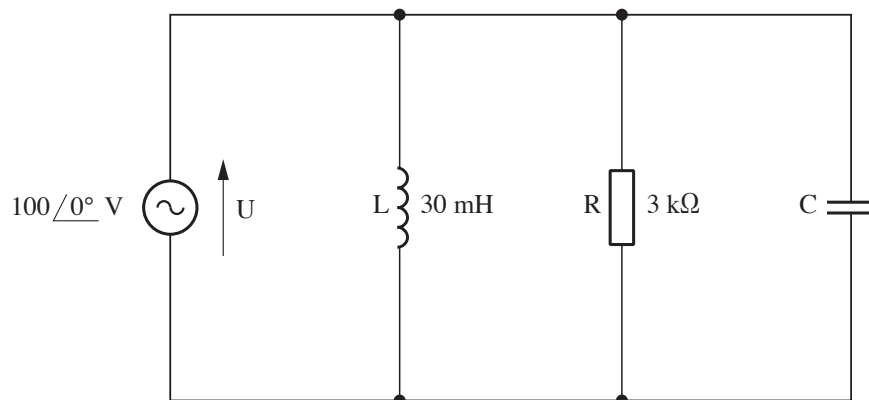
איור לשאלה 7

1. חשבו את פאזורי הזרמים $\bar{I}_T, \bar{I}_2, \bar{I}_1$. (8 נק')
2. סרטטו דיאגרמה פאזורית של הזרמים $\bar{I}_T, \bar{I}_2, \bar{I}_1$. (6 נק')
3. חשבו את עכבת המעגל, Z_T . הציגו את התשובה כמספר מרוכב. (6 נק')
4. חשבו את ההספק המתפתח בנגד R_2 . (6 נק')

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.

המעגל נמצא במצב תהודה.



איור לשאלה 8

- הקבל C שמחובר למעגל הוא מסוג קבל לוחות.
להלן נתוני הקבל:
שטח חתך הלוחות - 50 סמ"ר; המרחק בין לוחות הקבל - 0.01 מ"מ;
הקבוע של החומר הדיאלקטרי בין לוחות הקבל - נציץ (מיקה) $\epsilon_r = 5$
5. חשבו את קיבול הקבל C. (6 נק')
 6. חשבו את תדר התהודה, גורם הטיב, ורוחב-הפס של המעגל. (7 נק')
 7. חשבו את הזרמים I_C, I_R, I_L ו- I_T , וסרטטו דיאגרמה פאזורית של הזרמים במעגל. (7 נק')

אנגלית טכנית

שאלה 9

בנספח ב' לשאלה 9 מובאים דפי מפרט של מיקרו-בקר, בשפה האנגלית.

ענו על הסעיפים הבאים בעברית, רק על-פי הכתוב בדפי המפרט.

- (5 נק') א. כמה מונים/טיימרים לשימושים כלליים יש למיקרו-בקר?
(5 נק') ב. כמה משווי מתח יש למיקרו-בקר?
(5 נק') ג. האם ניתן לשדרג את גרסת הקושחה של המיקרו-בקר?
(5 נק') ד. ידוע כי למשתמש יש יכולת לכבות את הרכיבים ההיקפיים. הסבירו מדוע.

שאלה 10

בנספח ג' לשאלה 10 מובאים דפי מפרט של רכיב אלקטרוני, בשפה האנגלית.

ענו על הסעיפים הבאים בעברית, רק על-פי הכתוב בדפי המפרט.

- (5 נק') א. מה ההבדל העיקרי בין הרכיבים CD4510B ל-CD4516B?
(5 נק') ב. מה תפקידה של רגל 10 ברכיב?
(5 נק') ג. מהו תדר הכניסה המרבי של הרכיב כאשר הוא מוזן ממתח הזנה של 10 V ?
(5 נק') ד. מה נדרש לעשות כדי לחבר מספר מונים בחיבור סינכרוני מדורג (שרשור)?

בהצלחה!

LM555

Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200mA or drive TTL circuits.

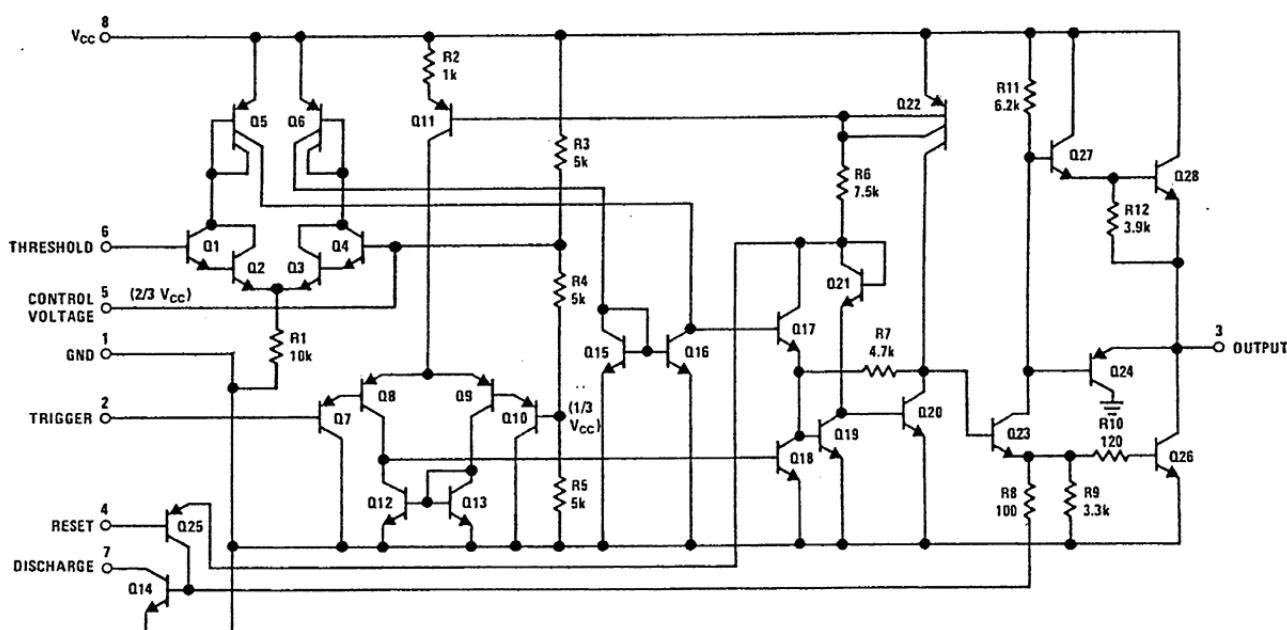
Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output
- Available in 8-pin MSOP package

Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Schematic Diagram



Applications Information

ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in *Figure 4* (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through $R_A + R_B$ and discharges through R_B . Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

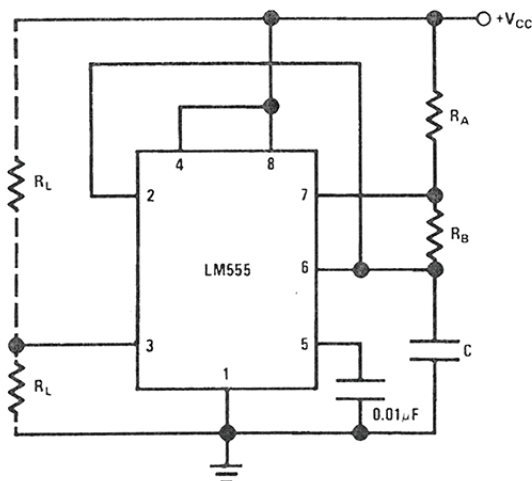
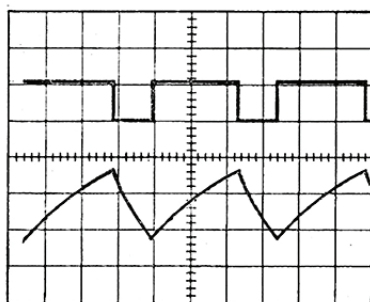


FIGURE 4. Astable

In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between $1/3 V_{CC}$ and $2/3 V_{CC}$. As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

Figure 5 shows the waveforms generated in this mode of operation.



$V_{CC} = 5V$
TIME = 20μs/DIV.
 $R_A = 3.9k\Omega$
 $R_B = 3k\Omega$
 $C = 0.01\mu F$

Top Trace: Output 5V/Div.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.

FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

Figure 6 may be used for quick determination of these RC values.

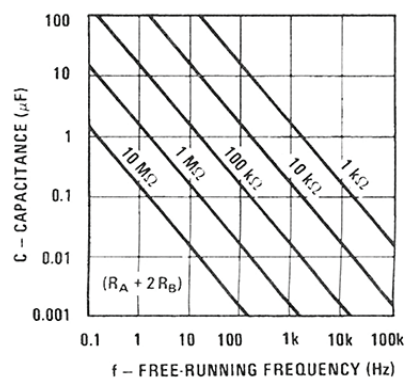


FIGURE 6. Free Running Frequency



C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D

Full Speed USB Flash MCU Family

Analog Peripherals

- 10-Bit ADC (C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/A/B only)

- Up to 200 ksp/s
- Built-in analog multiplexer with single-ended and differential mode
- VREF from external pin, internal reference, or V_{DD}
- Built-in temperature sensor
- External conversion start input option

- Two comparators

- Internal voltage reference (C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/A/B only)

- Brown-out detector and POR Circuitry

USB Function Controller

- USB specification 2.0 compliant
- Full speed (12 Mbps) or low speed (1.5 Mbps) operation
- Integrated clock recovery; no external crystal required for full speed or low speed
- Supports eight flexible endpoints
- 1 kB USB buffer memory
- Integrated transceiver; no external resistors required

On-Chip Debug

- On-chip debug circuitry facilitates full speed, non-intrusive in-system debug (No emulator required)
- Provides breakpoints, single stepping, inspect/modify memory and registers
- Superior performance to emulation systems using ICE-chips, target pods, and sockets

Voltage Supply Input: 2.7 to 5.25 V

- Voltages from 3.6 to 5.25 V supported using On-Chip Voltage Regulator

High Speed 8051 μ C Core

- Pipelined instruction architecture; executes 70% of Instructions in 1 or 2 system clocks
- 48 MIPS and 25 MIPS versions available.
- Expanded interrupt handler

Memory

- 4352 or 2304 Bytes RAM
- 64 or 32 kB Flash; In-system programmable in 512-byte sectors

Digital Peripherals

- 40/25 Port I/O; All 5 V tolerant with high sink current
- Hardware enhanced SPI™, SMBus™, and one or two enhanced UART serial ports
- Four general purpose 16-bit counter/timers
- 16-bit programmable counter array (PCA) with five capture/compare modules
- External Memory Interface (EMIF)

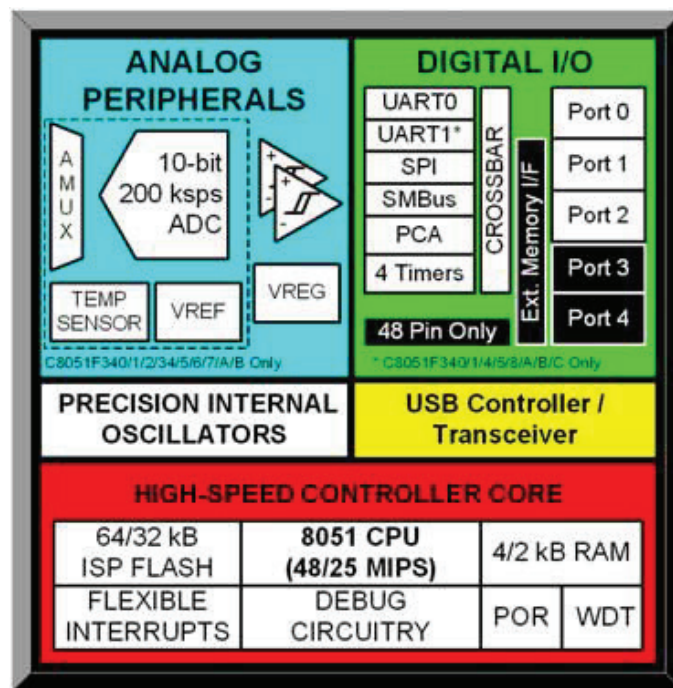
Clock Sources

- Internal Oscillator: $\pm 0.25\%$ accuracy with clock recovery enabled. Supports all USB and UART modes
- External Oscillator: Crystal, RC, C, or clock (1 or 2 Pin modes)
- Low Frequency (80 kHz) Internal Oscillator
- Can switch between clock sources on-the-fly

Packages

- 48-pin TQFP (C8051F340/1/4/5/8/C)
- 32-pin LQFP (C8051F342/3/6/7/9/A/B/D)
- 5x5 mm 32-pin QFN (C8051F342/3/6/7/9/A/B)

Temperature Range: -40 to $+85$ °C



C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D

1. System Overview

C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D devices are fully integrated mixed-signal System-on-a-Chip MCUs. Highlighted features are listed below. Refer to Table 1.1 for specific product feature selection.

- High-speed pipelined 8051-compatible microcontroller core (up to 48 MIPS)
- In-system, full-speed, non-intrusive debug interface (on-chip)
- Universal Serial Bus (USB) Function Controller with eight flexible endpoint pipes, integrated transceiver, and 1 kB FIFO RAM
- Supply Voltage Regulator
- True 10-bit 200 ksp/s differential / single-ended ADC with analog multiplexer
- On-chip Voltage Reference and Temperature Sensor
- On-chip Voltage Comparators (2)
- Precision internal calibrated 12 MHz internal oscillator and 4x clock multiplier
- Internal low-frequency oscillator for additional power savings
- Up to 64 kB of on-chip Flash memory
- Up to 4352 Bytes of on-chip RAM (256 + 4 kB)
- External Memory Interface (EMIF) available on 48-pin versions.
- SMBus/I2C, up to 2 UARTs, and Enhanced SPI serial interfaces implemented in hardware
- Four general-purpose 16-bit timers
- Programmable Counter/Timer Array (PCA) with five capture/compare modules and Watchdog Timer function
- On-chip Power-On Reset, V_{DD} Monitor, and Missing Clock Detector
- Up to 40 Port I/O (5 V tolerant)

With on-chip Power-On Reset, V_{DD} monitor, Voltage Regulator, Watchdog Timer, and clock oscillator, C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D devices are truly stand-alone System-on-a-Chip solutions. The Flash memory can be reprogrammed in-circuit, providing non-volatile data storage, and also allowing field upgrades of the 8051 firmware. User software has complete control of all peripherals, and may individually shut down any or all peripherals for power savings.

The on-chip Silicon Labs 2-Wire (C2) Development Interface allows non-intrusive (uses no on-chip resources), full speed, in-circuit debugging using the production MCU installed in the final application. This debug logic supports inspection and modification of memory and registers, setting breakpoints, single stepping, run and halt commands. All analog and digital peripherals are fully functional while debugging using C2. The two C2 interface pins can be shared with user functions, allowing in-system debugging without occupying package pins.

Each device is specified for 2.7–5.25 V operation over the industrial temperature range (–40 to +85 °C). For voltages above 3.6 V, the on-chip Voltage Regulator must be used. A minimum of 3.0 V is required for USB communication. The Port I/O and $\overline{RST}$ pins are tolerant of input signals up to 5 V. C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D devices are available in 48-pin TQFP, 32-pin LQFP, or 32-pin QFN packages. See Table 1.1, “Product Selection Guide,” on page 18 for feature and package choices.

CMOS Presettable Up/Down Counters

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

CD4510B — — — BCD Type

CD4516B — — — Binary Type

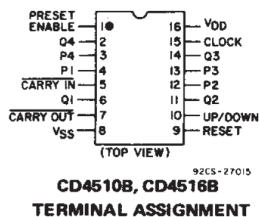
■ CD4510B Presettable BCD Up/Down Counter and the CD4516 Presettable Binary Up/Down Counter consist of four synchronously clocked D-type flip-flops (with a gating structure to provide T-type flip-flop capability) connected as counters. These counters can be cleared by a high level on the RESET line, and can be preset to any binary number present on the jam inputs by a high level on the PRESET ENABLE line. The CD4510B will count out of non-BCD counter states in a maximum of two clock pulses in the up mode, and a maximum of four clock pulses in the down mode.

If the CARRY-IN input is held low, the counter advances up or down on each positive-going clock transition. Synchronous cascading is accomplished by connecting all clock inputs in parallel and connecting the CARRY-OUT of a less significant stage to the CARRY-IN of a more significant stage.

The CD4510B and CD4516B can be cascaded in the ripple mode by connecting the CARRY-OUT to the clock of the next stage. If the UP/DOWN input changes during a terminal count, the CARRY-OUT must be gated with the clock, and the UP/DOWN input must change while the clock is high. This method provides a clean clock signal to the subsequent counting stage. (See Fig. 15).

These devices are similar to types MC14510 and MC14516.

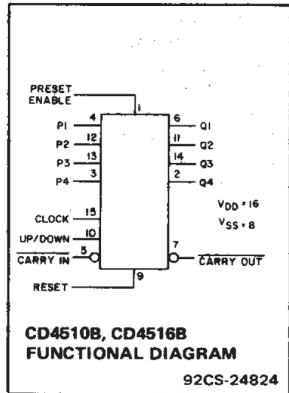
The CD4510B and CD4516B types are supplied in 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 16-lead small-outline packages (NSR suffix), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes). The CD4516B types also are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix).



CD4510B, CD4516B Types

Features:

- Medium-speed operation --
 $f_{CL} = 8 \text{ MHz typ. at } 10 \text{ V}$
- Synchronous internal carry propagation
- Reset and Preset capability
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Standardized symmetrical output characteristics
- Maximum input current of $1 \mu\text{A}$ at 18 V over full package temperature range;
 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (full package-temperature range):
 1 V at $V_{DD} = 5 \text{ V}$
 2 V at $V_{DD} = 10 \text{ V}$
 2.5 V at $V_{DD} = 15 \text{ V}$
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"



Applications:

- Up/Down difference counting
- Multistage synchronous counting
- Multistage ripple counting
- Synchronous frequency dividers

OPERATING CONDITIONS AT $T_A = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges.

Characteristic	V_{DD}	Min.	Max.	Units
Supply Voltage Range (At $T_A = \text{Full Package-Temperature Range}$)		3	18	V
Clock Pulse Width, t_W	5	150	—	ns
	10	75	—	
	15	60	—	
Clock Input Frequency, f_{CL}	5	—	2	MHz
	10	—	4	
	15	—	5.5	
Preset Enable or Reset Removal Time*	5	150	—	ns
	10	80	—	
	15	60	—	
Clock Rise and Fall Time, t_{rCL} , t_{fCL} *	5	—	15	μs
	10	—	5	
	15	—	5	
Carry-In Setup Time, t_S	5	130	—	ns
	10	60	—	
	15	45	—	
Up-Down Setup Time, t_S	5	360	—	ns
	10	160	—	
	15	110	—	
Preset Enable or Reset Pulse Width, t_W	5	220	—	ns
	10	100	—	
	15	75	—	

*Time required after the falling edge of the reset or preset enable inputs before the rising edge of the clock will trigger the counter (similar to setup time).

*If more than one unit is cascaded in the parallel clocked application, t_{rCL} should be made less than or equal to the sum of the fixed propagation delay at 15 pF and the transition time of the carry output driving stage for the estimated capacitive load.

CD4510B Types

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})	
Voltages referenced to V_{SS} Terminal	-0.5V to +20V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to V_{DD} +0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	$\pm 10\text{mA}$
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):	
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	500mW
For $T_A = +100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	Derate Linearity at 12mW/ $^\circ\text{C}$ to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A = \text{FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)}$	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A)	-55°C to $+125^\circ\text{C}$
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg})	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance 1/16 $\pm$ 1/32 inch (1.59 $\pm$ 0.79mm) from case for 10s max	+265 $^\circ\text{C}$

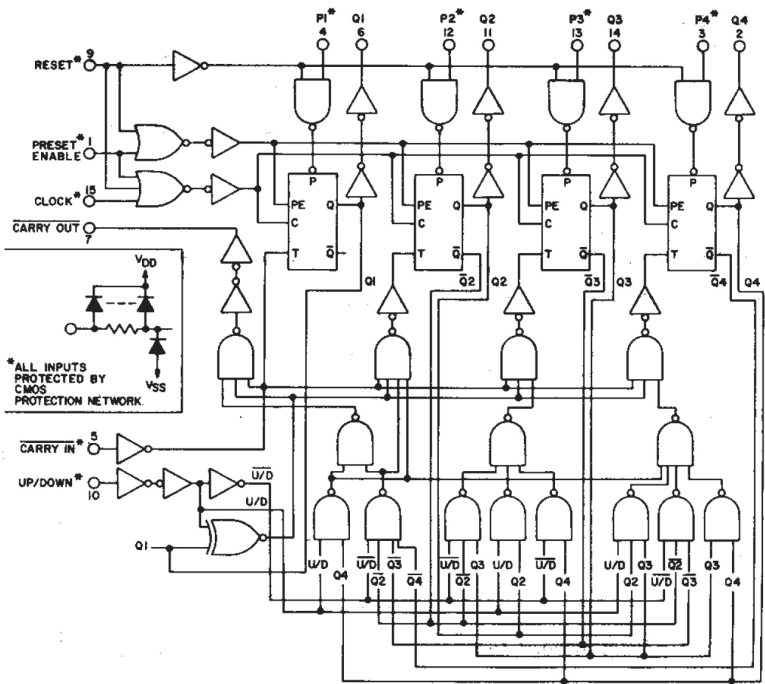


Fig.3 - Logic Diagram for CD4510B.

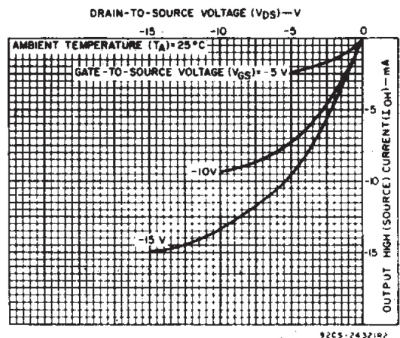


Fig.5 - Minimum output high (source) current characteristics.

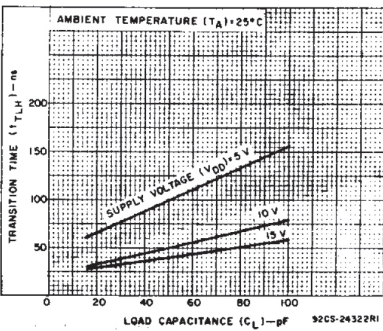


Fig.6 - Typical transition time vs. load capacitance.

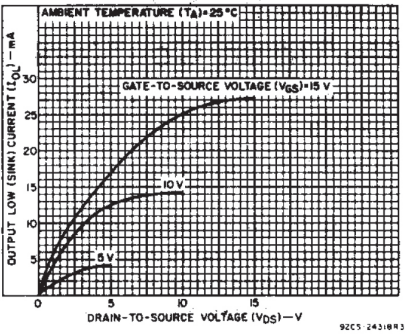


Fig.1 - Typical output low (sink) current characteristics.

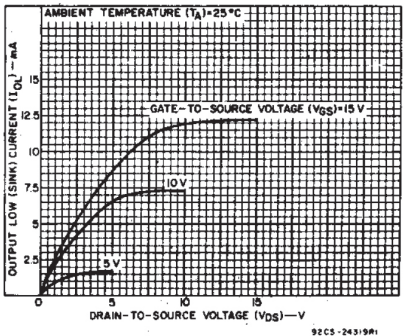


Fig.2 - Minimum output low (sink) current characteristics.

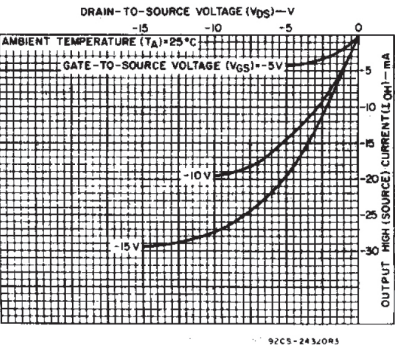


Fig.4 - Typical output high (source) current characteristics.

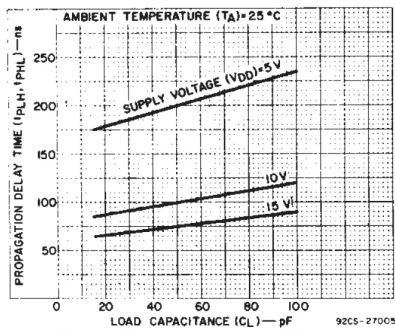


Fig.7 - Typical propagation delay time vs. load capacitance for clock-to-Q outputs.

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון באלקטרוניקה ספרתית לכיתה י"ג (4 עמודים)

משוואות הדפקים היסודית

מתח מוצא	–	$u(t) [V]$
מתח סופי (עבור $t \rightarrow \infty$)	–	$V_\infty [V]$
מתח התחלתי	–	$V_{0+} [V]$
זמן	–	$t [\text{sec}]$
קבוע הזמן	–	$\tau [\text{sec}]$
זרם מוצא	–	$I(t) [A]$
זרם סופי (עבור $t \rightarrow \infty$)	–	$I_\infty [A]$
זרם התחלתי	–	$I_{0+} [A]$
התנגדות שקולה ש"רואה" הרכיב ההיגבי, מחושבת לפי משפט תבנין	–	$R_{eq} [\Omega]$

$$u(t) = V_\infty - (V_\infty - V_{0+}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i(t) = I_\infty - (I_\infty - I_{0+}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = R_{eq} \cdot C ; \tau = \frac{L}{R_{eq}}$$

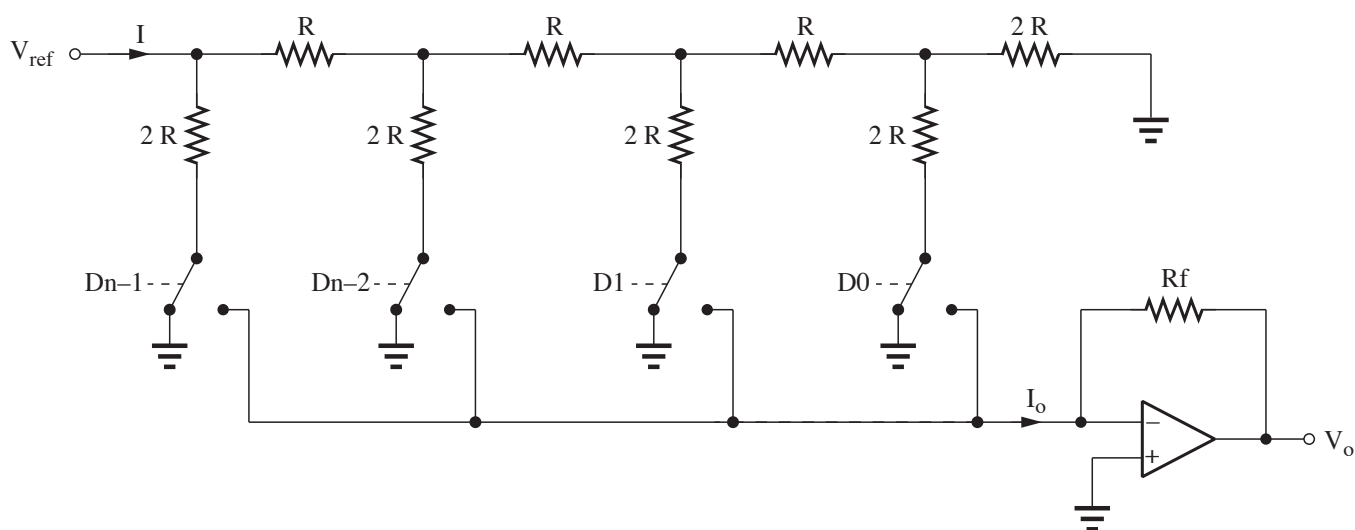
$$t = \tau \cdot \ln \frac{V_\infty - V_{0+}}{V_\infty - u(t)}$$

$$t = \tau \cdot \ln \frac{I_\infty - I_{0+}}{I_\infty - i(t)}$$

ממיר D/A המבוסס על סולם נגדים R/2R ומגבר שרת

- n - מספר הסיביות
- V_{REF} [V] - מתח ייחוס
- R [Ω] - ערך הנגד ברשת הסולם
- R_f [Ω] - ערך נגד המשוב
- הערך העשרוני של המילה הבינארית שבכניסה לממיר - D

$$V_o = - \frac{V_{REF} \cdot R_f}{2^n \cdot R} \cdot D$$



ממיר A/D הפועל בשיטת ADC Counting Converter

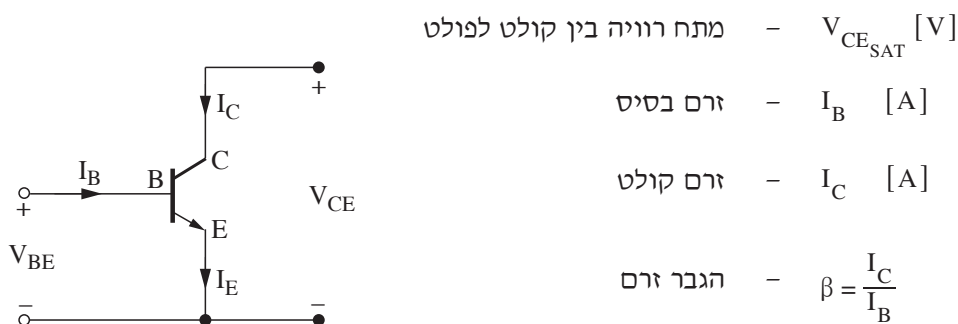
זמן המרה	-	T_{CON}	
מספר הסיביות של הממיר	-	n	$T_{CON} = \frac{2^n}{f_{CLK}}$
תדר השעון	-	f_{CLK}	

ממיר A/D מסוג קירוב רציף - SUCCESSIVE APPROXIMATION

זמן המרה	-	T_{CON}	
מספר הסיביות של הממיר	-	n	$T_{CON} = \frac{n+1}{f_{CLK}}$
תדר השעון	-	f_{CLK}	

טרנזיסטור דו קוטבי BJT (Bipolar Junction Transistor)

תחום רווייה

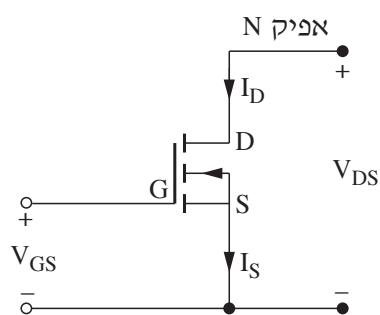


$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CE_{SAT}} \\ \beta \cdot I_B &> I_C \end{aligned}$$

סף רווייה של התחום הפעיל

$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CE_{SAT}} \\ \beta \cdot I_B &= I_C \end{aligned}$$

טרנזיסטור MOSFET N Channel מסוג הרחבה (Enhancement)



K - מקדם $\left(\frac{A}{V^2}\right)$

$$K = \frac{I_{DSS}}{V_T^2}$$

V_T - מתח צביטה (V)

תחום רוויה

$$V_{GS} > V_T, V_{DS} > V_{GS} - V_T$$

$$I_D = K(V_{GS} - V_T)^2$$

תחום ההתנגדות

חישוב מקורב עבור מתח VDS נמוך:

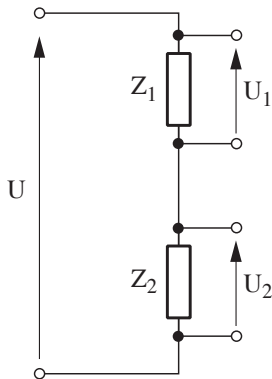
$$I_D \cong 2K \cdot (V_{GS} - V_T) \cdot V_{DS}$$

אזור קיטעון

$$I_D = 0, V_{GS} \leq V_T$$

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון במבוא להנדסת חשמל לכיתה י"ג
(7 עמודים)



כלל מחלק המתח

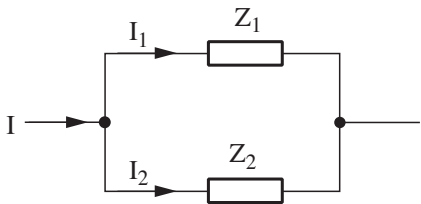
$$U_1 = U \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

$$U_2 = U \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

כלל מחלק הזרם

$$I_1 = I \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

$$I_2 = I \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

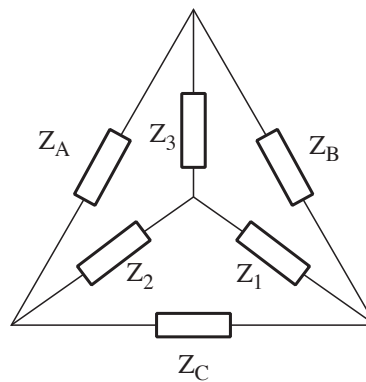


המרת עכבות מחיבור כוכב למשולש

$Y \rightarrow \Delta$
$Z_A = \frac{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3}{Z_1}$
$Z_B = \frac{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3}{Z_2}$
$Z_C = \frac{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3}{Z_3}$

המרת עכבות מחיבור משולש לכוכב

$Y \rightarrow \Delta$
$Z_1 = \frac{Z_B Z_C}{Z_A + Z_B + Z_C}$
$Z_2 = \frac{Z_A Z_C}{Z_A + Z_B + Z_C}$
$Z_3 = \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B + Z_C}$



קבל לוחות

$$\epsilon_o = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} = 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot \left[\frac{F}{m} \right]$$

$$\epsilon = \epsilon_o \cdot \epsilon_r$$

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot C U^2$$

$$W = \frac{Q \cdot U}{2}$$

$$W = \frac{Q^2}{2C}$$

קבוע דיאלקטרי של החומר	-	ϵ	[F / m]
קבוע דיאלקטרי של הריק	-	ϵ_o	[F / m]
קבוע דיאלקטרי יחסי	-	ϵ_r	
קיבול הקבל	-	C	[F]
המתח על הקבל	-	U	[V]
מטען הקבל	-	Q	[C]
המרחק בין לוחות הקבל	-	d	[m]
שטח החתך של לוחות הקבל	-	A	[m ²]
האנרגייה החשמלית האגורה בקבל	-	W	[W · sec או J]

זרם חילופין סינוסואידלי

ערך רגעי של הזרם	-	$i(t)$	[A]
ערך מרבי של הזרם (תנופת הזרם)	-	$I_{\max}$	[A]
זווית מופע	-	φ	[rad]
זמן	-	t	[sec]
ערך רגעי של המתח	-	$u(t)$	[V]
ערך מרבי של המתח (תנופת המתח)	-	$U_{\max}$	[V]
ערך יעיל של הזרם	-	I_{eff}	[A]
ערך יעיל של המתח	-	U_{eff}	[V]
זמן המחזור	-	T	[sec]
תדירות זוויתית	-	ω	[rad / sec]
תדירות	-	f	[Hz]
היגב השראותי	-	X_L	[Ω]
היגב קיבולי	-	X_C	[Ω]

$$i(t) = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$u(t) = U_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{\max}$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\max}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \omega L$$

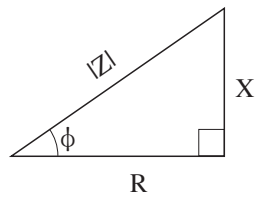
משולש העכבות

$$Z = R \pm jX$$

התנגדות המעגל - R $[\Omega]$

היגב המעגל - X $[\Omega]$

עכבת המעגל - Z $[\Omega]$



$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\sin \phi = \frac{X}{|Z|}$$

$$\cos \phi = \frac{R}{|Z|}$$

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{X}{R}$$

הספקים בזרם חילופין

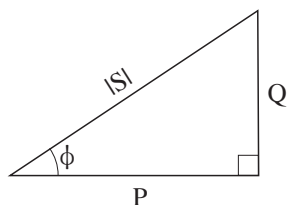
הספק פעיל	-	P	[W]
הערך המוחלט של הזרם בנגד	-	$ I_R $	[A]
הערך המוחלט של המתח על הנגד	-	$ U_R $	[V]
הספק היגבי	-	Q	[VAr]
הערך המוחלט של זרם ההיגב	-	$ I_X $	[A]
הערך המוחלט של מתח ההיגב	-	$ U_X $	[V]
הספק מדומה	-	S	[VA]
הערך המוחלט של זרם העכבה	-	$ I_Z $	[A]
הערך המוחלט של מתח העכבה	-	$ U_Z $	[V]
הצמוד של זרם העכבה	-	I_Z^*	[A]

$$P = |I_R| \cdot |U_R| = |I_R|^2 \cdot R = \frac{|U_R|^2}{R}$$

$$Q = |I_X| \cdot |U_X| = |I_X|^2 \cdot X = \frac{|U_X|^2}{X}$$

$$|S| = |I_Z| \cdot |U_Z| = |I_Z|^2 \cdot Z = \frac{|U_Z|^2}{Z}$$

$$S = P \pm jQ = U_Z \cdot I_Z^*$$



משולש ההספקים

$$|S| = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$Q = |S| \cdot \sin \phi$$

$$P = |S| \cdot \cos \phi$$

מעגל תהודה

טורי/מקבילי

$$\text{תדירות התהודה} - f_0 \quad [\text{Hz}]$$

$$\text{השראות} - L \quad [\text{H}]$$

$$\text{קיבול} - C \quad [\text{F}]$$

$$\text{גורם הטיב של המעגל בתהודה} - Q_0$$

$$\text{רוחב הפס} - BW \quad [\text{Hz}]$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$BW = \frac{f_0}{Q_0}$$

גורם הטיב במעגל טורי

$$\text{תדירות זוויתית בתהודה} - \omega_0 \quad [\text{rad / sec}]$$

$$\text{התנגדות} - R \quad [\Omega]$$

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R}$$

גורם הטיב במעגל מקבילי

$$Q_0 = \frac{R}{\omega_0 L}$$

נספח ו': מילון מונחים

לשאלון 711001, אביב תשפ"ה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
inductive	Индуктивное	مَحَاثِّي	השראותי
characteristic resistance	Характерное сопротивление	المُقاومة المُمَيِّزة	התנגדות אופיינית
operational amplifier	Оперативный усилитель	مُضَخَّم تشغيلي	מגבר שרת
filter	Фильтр	مصفاة	מסנן
current source	Источник тока	مَصْدَر تيار	מקור זרם
power source	Источник напряжения	مَصْدَر طاقة	מקור מתח
capacitive	Емкостное	ذو سعة (كهربائية)	קיבולי
node voltage method	Метод узловых потенциалов	طريقة فولطيات العقود	שיטת מתחי הצמתים
resonance	резонанс	رنين	תהודה