

מבחן השלמה למגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים על-תכונות

(כיתה י"ג)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות.
יש לענות על חמש שאלות בלבד, שאלה אחת מכל פרק.
לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון.

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.
 - אם לדעתכם חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתם רשאים להוסיף אותם, בתנאי שתנמקו מדוע הוספתם אותם.
 - 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.

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 11 עמודים ו-29 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

השאלות

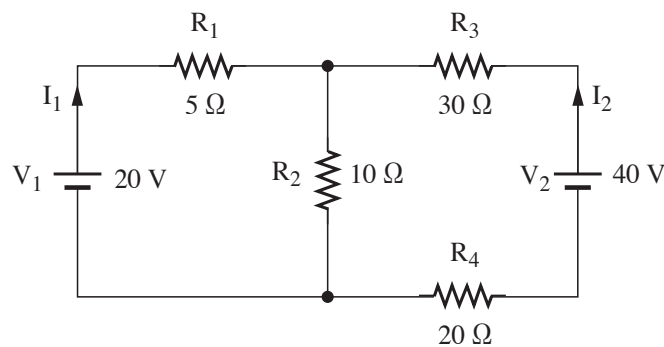
בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד, שאלה אחת מכל פרק.
לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

פרק ראשון: מבוא להנדסת חשמל

ענו על אחת מבין השאלות 1–2 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי.

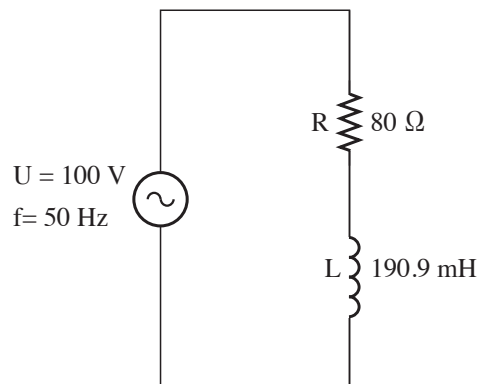


איור לשאלה 1

- א. (5 נק') חשבו את הזרם I_1 .
ב. (5 נק') חשבו את המתח על הנגד R_2 .
ג. (5 נק') חשבו את ההספק המתפתח על הנגד R_3 .
ד. (5 נק') חשבו את ההספק של מקור המתח V_2 .

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.



איור לשאלה 2

- (5 נק') א. חשבו את היגב הסליל X_L .
- (5 נק') ב. חשבו את עכבת המעגל, Z . הציגו את התשובה כגודל וזווית מופע.
- (5 נק') ג. חשבו את המתח על הנגד R .
- (5 נק') ד. חשבו את ההספק, P , המתפתח במעגל.

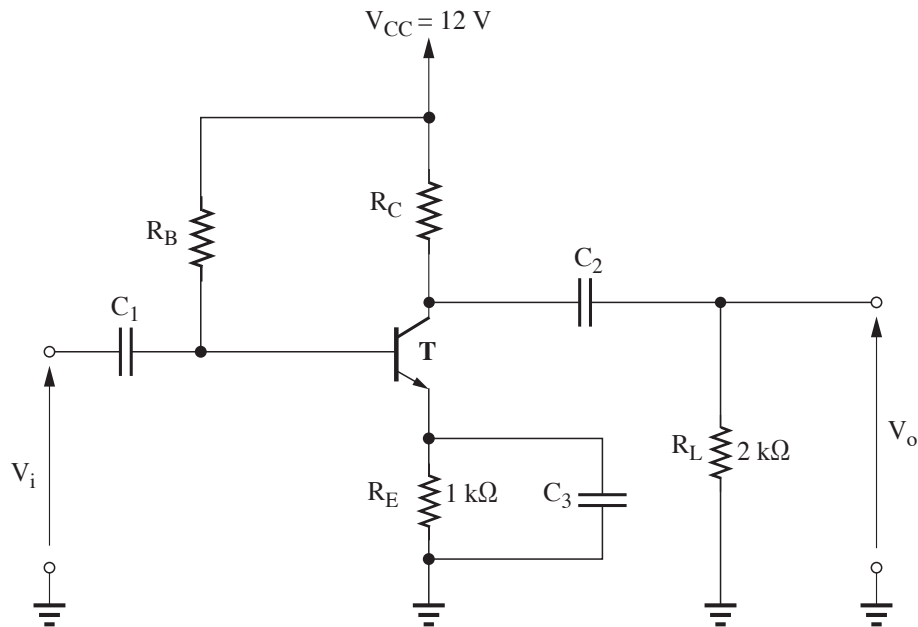
פרק שני: אלקטרוניקה תקבילית

ענו על אחת מבין השאלות 3-4 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון המעגל החשמלי של מגבר טרנזיסטורי. היגבי הקבלים במעגל – זניחים.

נתוני הטרנזיסטור T הם: $\beta = h_{fe} = 100$, $h_{ie} = 1.5 \text{ k}\Omega$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$

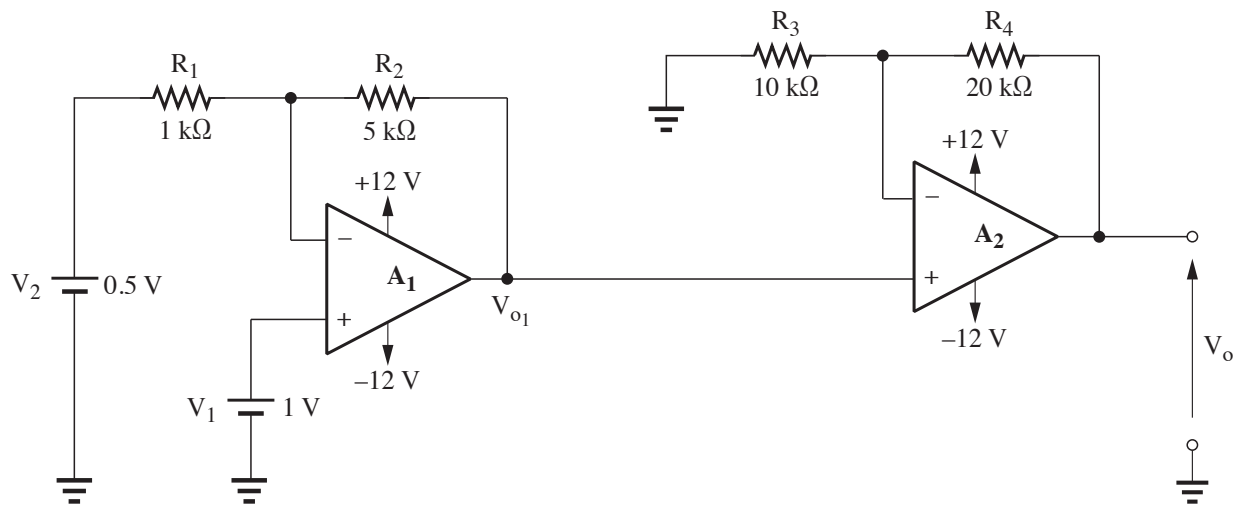


איור לשאלה 3

- א. (5 נק') חשבו את ערך הנגד R_B , אם זרם הבסיס I_B של הטרנזיסטור, T, הוא $10 \mu\text{A}$.
- ב. (5 נק') חשבו את ערך הנגד R_C לקבלת מתח $V_{CE} = 6 \text{ V}$.
- ג. (5 נק') סרטטו גרף המתאר את קו העבודה ואת נקודת העבודה (V_{CE}, I_C) של הטרנזיסטור, T. ציינו את ערכי נקודת החיתוך עם הצירים והוסיפו את נקודת העבודה על הקו.
- ד. (5 נק') חשבו את הגבר המתח של המעגל $A_V = \frac{V_o}{V_i}$.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי, הכולל מגברי שרת אידיאליים.



איור לשאלה 4

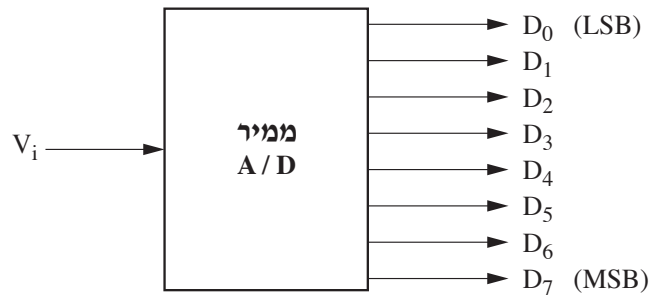
- א. (7 נק') חשבו את מתח המוצא, V_{o1} .
- ב. (7 נק') חשבו את מתח המוצא, V_o .
- ג. (6 נק') מקצרים את הנגד R_2 . חשבו את ערך מתחי המוצא V_{o1} ו- V_o .

פרק שלישי: אלקטרוניקה ספרתית

ענו על אחת מבין השאלות 5–6 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון תרשים מלבנים של ממיר אות אנלוגי לאות ספרתי (A/D) בעל שמונה סיביות. כל הסיביות נמצאות במצב "1" ומתח המבוא הוא $V_i = 5.1 \text{ V}$.

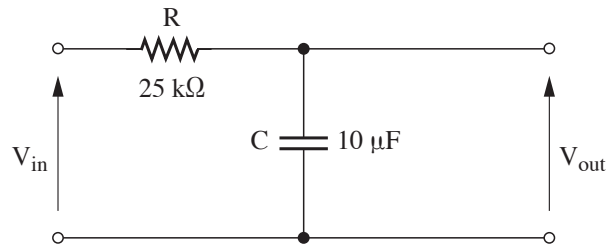


איור לשאלה 5

- א. (6 נק') חשבו את כושר ההבחנה (Resolution) של הממיר.
- ב. (7 נק') חשבו את הערך הספרתי במוצא הממיר עבור מתח מבוא $V_i = 4.2 \text{ V}$. ציינו את הערך בבסיס בינארי.
- ג. (7 נק') חשבו את המתח הנדרש במבוא הממיר, כדי לקבל במוצא הממיר את הערך הספרתי $(00010010)_2$.

שאלה 6

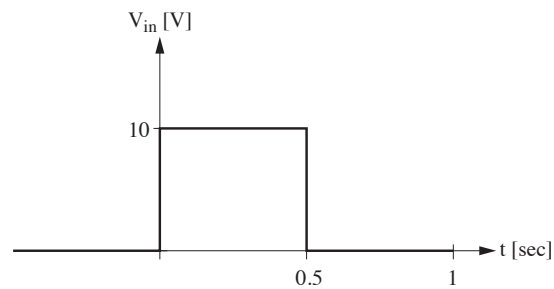
באיור א' לשאלה 6 נתון מעגל חשמלי.



איור א' לשאלה 6

(6 נק') א. חשבו את קבוע זמן הטעינה של הקבל C.

באיור ב' לשאלה מתואר גרף המתח V_{in} המסופק למעגל. המתח על הקבל C בזמן $t = 0$ הוא 0 V.



איור ב' לשאלה 6

(7 נק') ב. העתיקו למחברת את הגרף שבאיור ב' לשאלה וסרטטו מתחתיו, בהתאמה, את צורת מתח המוצא, V_{out} , כפונקצייה של הזמן.

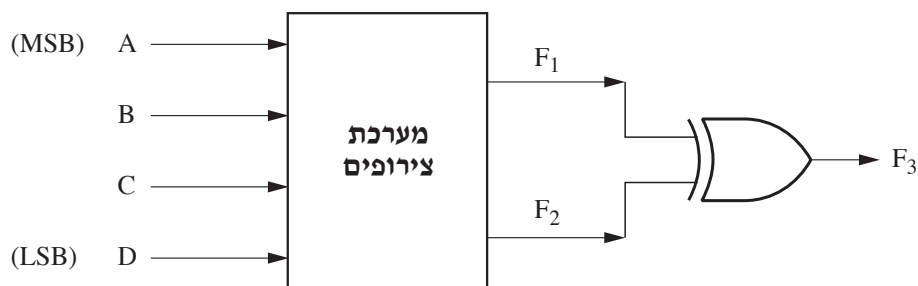
(7 נק') ג. חשבו את ערכו של V_{out} כאשר $t = 0.25$ sec, $t = 0.75$ sec.

פרק רביעי: מערכות ספרתיות

ענו על אחת מבין השאלות 7-8 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתונה מערכת צירופים בעלת ארבעה מבואות A, B, C, D.



איור לשאלה 7

מוצאי המערכת F_1 ו- F_2 מוגדרים כך:

$$F_1(A, B, C, D) = \sum(3, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15)$$

$$F_2(A, B, C, D) = \bar{A}\bar{C}D + \bar{A}CD + CD + ACD$$

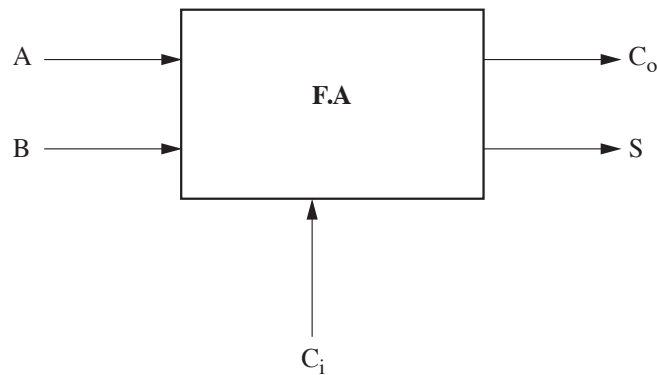
א. (5 נק') הציגו את הפונקציות F_1 ו- F_2 על-גבי מפת קרנו.

ב. (5 נק') הציגו את הפונקצייה F_3 באמצעות מפת קרנו.

ג. (10 נק') בטאו את הפונקצייה F_3 במינימום ליטרלים, וממשו אותה באמצעות שערות לוגיים מסוג NAND בלבד.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתון תרשים של מסכם מלא, F.A.



איור לשאלה 8

- א. (7 נק') ממשו את המסכם המלא F.A בעזרת שערים לוגיים.
- ב. (7 נק') נתונים מסכם מלא F.A ומסכם למחצה H.A. סרטטו מערכת המסכמת שתי מילים בנות ארבע סיביות כל אחת:
 $X_3 X_2 X_1 X_0$ ו- $Y_3 Y_2 Y_1 Y_0$.
- ג. (6 נק') בדקו את המערכת המציגה את תוצאת החיבור הבינארי של $X + Y$ כאשר:
 $X = 5$
 $Y = 11$

פרק חמישי: שפת C

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

שאלה 9

(10 נק') א. לפניכם מימוש חלקי של פונקציית הכתובה בשפת C, המקבלת מספר שלם ומחזירה את סכום הספרות המרכיבות אותו. לדוגמה, אם הפונקצייה תקבל את המספר 123 היא תחזיר את הערך 6 כי $1 + 2 + 3 = 6$. העתיקו למחברת הבחינה את הפונקצייה והשלימו בה את הקטעים החסרים.

```
int SumDigits(int number)
{
    int sum = _____;
    while (number > _____)
    {
        sum = sum + number % _____;
        number = number / _____;
    }
    return _____;
}
```

(10 נק') ב. כתבו תוכנית העושה שימוש בפונקצייה SumDigits המבצעת את ההוראות שלהלן:
על התוכנית לקלוט מהמשתמש סדרה של מספרים חיוביים שלמים. קליטת הנתונים תיפסק כאשר ייקלט מספר שלילי. על התוכנית לחשב את סכום כל הספרות של כל המספרים שנקלטו, ובסוף קליטת כל המספרים להציג את הפלט על גבי המסך.

שאלה 10

לפניכם תוכנית הכתובה בשפת C:

```
#include <stdio.h>
int DoingSomething(int num[]);

void main()
{
    int result, numbers[]={6,9,4,30,40,19,30,2,11,12};
    result = DoingSomething(numbers);
    printf("Result=%d", result);
}

int DoingSomething(int num[])
{
    int counter = 0;
    for (int i=0;i<10;i++)
    {
        if (num[i]%2==0)
            counter++;
    }
    return counter;
}
```

- א. (5 נק') עקבו בעזרת טבלת מעקב אחרי הרצת התוכנית, וכתבו מה יהיה פלט התוכנית. בטבלת המעקב יש לכלול עמודה עבור כל אחד ממשתני התוכנית, עמודה עבור כל תנאי, שבה יצוין אם התנאי מתקיים או לא (כולל תנאי הלולאה), ועמודה עבור פלט התוכנית.
- ב. (5 נק') בהתייחס לפונקציית DoingSomething ענו על השאלות הבאות: מה הפונקצייה מקבלת? מה הפונקצייה מחזירה? מה היא עושה?
- ג. (10 נק') נתונה כותרת של פונקצייה בשם LastOddNumber

```
int LastOddNumber(int num[]);
```

ממשו את קוד הפונקצייה כך שתחזיר את המספר האי-זוגי האחרון במערך num. אם לא קיים מספר אי-זוגי במערך, יוחזר הערך -1.

בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון במבוא להנדסת חשמל לבחינת השלמה

(7 עמודים)

כלל מחלק המתח

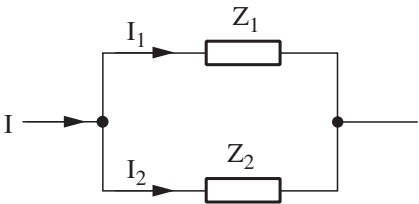
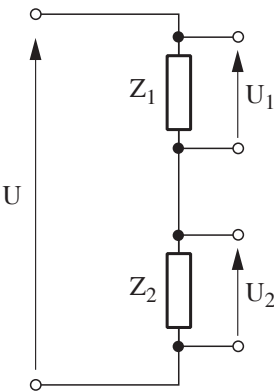
$$U_1 = U \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

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

כלל מחלק הזרם

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

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

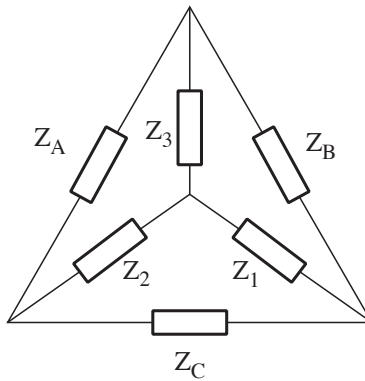


המרת עכבות מחיבור כוכב למשולש

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

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

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

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

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

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

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

$$\omega = 2\pi f$$

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

$$X_L = \omega L$$

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]

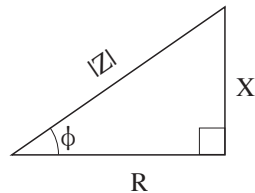
משולש העכבות

$$Z = R \pm jX$$

התנגדות המעגל - R $[\Omega]$

היגב המעגל - X $[\Omega]$

עכבת המעגל - Z $[\Omega]$



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

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

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

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

משולש המתירויות

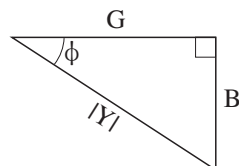
$$Y = G \pm jB$$

מוליכות המעגל - G $[S]$

מניחות המעגל - B $[S]$

מתירות המעגל - Y $[S]$

$$Y = \frac{1}{Z}$$



$$|Y| = \sqrt{G^2 + B^2}$$

$$\sin \phi = \frac{B}{|Y|}$$

$$\cos \phi = \frac{G}{|Y|}$$

$$\text{tg } \phi = \frac{B}{G}$$

הספקים בזרם חילופין

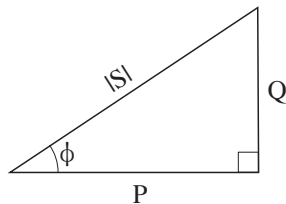
- הספק פעיל - P [W]
- הערך המוחלט של הזרם בנגד - $|I_R|$ [A]
- הערך המוחלט של המתח על הנגד - $|U_R|$ [V]
- הספק היגבי - Q [Var]
- הערך המוחלט של זרם ההיגב - $|I_X|$ [A]
- הערך המוחלט של מתח ההיגב - $|U_X|$ [V]
- הספק מדומה - S [VA]
- הערך המוחלט של זרם העכבה - $|I_Z|$ [A]
- הערך המוחלט של מתח העכבה -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

תדירות התהודה - f_0 [Hz]

השראות - L [H]

קיבול - C [F]

גורם הטיב של המעגל בתהודה - Q_0

רוחב הפס - BW [Hz]

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

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

גורם הטיב במעגל טורי

תדירות זוויתית בתהודה - ω_0 [rad / sec]

התנגדות - R [Ω]

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

גורם הטיב במעגל מקבילי

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

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון באלקטרוניקה תקבילית וספרתית לבחינת השלמה (4 עמודים)

1. נוסחאות באלקטרוניקה תקבילית

חישובי הגבר

הגבר מתח $- A_V$

מתח מוצא $- V_o$ [V]

מתח מבוא $- V_i$ [V]

$$A_V = \frac{V_o}{V_i}$$

הגבר מתח בדציבלים $- A_V$ [dB]

$$A_V = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

הגבר זרם $- A_I$

זרם מוצא $- I_o$ [A]

זרם מבוא $- I_i$ [A]

$$A_I = \frac{I_o}{I_i}$$

הגבר זרם בדציבלים $- A_I$ [dB]

$$A_I = 20 \log \frac{I_o}{I_i}$$

הגבר הספק $- A_P$

הספק מוצא $- P_o$ [W]

הספק מבוא $- P_i$ [W]

התנגדות נגד העומס $- R_L$ [Ω]

התנגדות מבוא $- R_i$ [Ω]

$$A_P = \frac{P_o}{P_i} = A_V \cdot A_I = A_I^2 \cdot \frac{R_L}{R_i} = A_V^2 \cdot \frac{R_i}{R_L}$$

הגבר הספק בדציבלים $- A_P \text{ [dB]}$

$$A_P = 10 \log \frac{P_o}{P_i}$$

הגבר כולל של N דרגות המחוברות בשרשרת (קסקדה) $- A_{VT}$

$$A_{VT} = A_{V1} \cdot A_{V2} \cdot A_{V3} \cdot \dots \cdot A_{VN}$$

$$A_{VT} \text{ [dB]} = A_{V1} \text{ [dB]} + A_{V2} \text{ [dB]} + A_{V3} \text{ [dB]} + \dots + A_{VN} \text{ [dB]}$$

הגבר כולל בדציבלים של $- A_{VT} \text{ [dB]}$

N דרגות המחוברות בשרשרת (קסקדה)

מאזן הספקים

הספק מבוא $- P_I \text{ [W]}$

הספק נצרך מהספקים $- P_{CC} \text{ [W]}$

הספק העומס $- P_L \text{ [W]}$

הספק מבוזבז $- P_{diss} \text{ [W]}$

$$P_I + P_{CC} = P_L + P_{diss}$$

משוב שלילי

הגבר עם משוב (בחוג סגור) $- A_f \text{ [A]}$

הגבר ללא משוב $- A$

(הגבר חוג פתוח)

מקדם משוב $- b$

$$A_f = \frac{A}{1 + \beta A}$$

משוב מתח טורי

התנגדות מבוא עם משוב $- R_{if} \text{ [\Omega]}$

התנגדות מבוא ללא משוב $- R_i \text{ [\Omega]}$

התנגדות מוצא עם משוב $- R_{of} \text{ [\Omega]}$

התנגדות מוצא ללא משוב $- R_o \text{ [\Omega]}$

$$R_{if} = R_i (1 + \beta A)$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + \beta A}$$

טרנזיסטור דו-נושאי (בתחום הפעיל)

בהזנחת זרם הזליגה I_{CO} :

$$I_C = \beta I_B, \quad I_E = (\beta + 1) I_B, \quad I_E = I_C + I_B$$

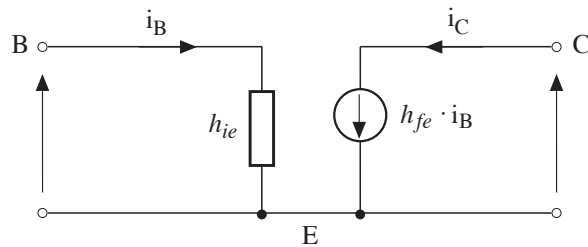
זרם הקולט - I_C [A]

זרם הפולט - I_E [A]

זרם הבסיס - I_B [A]

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{\beta + 1}, \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

תרשים תמורה מקורב מסוג h של טרנזיסטור דו-נושאי



טרנזיסטור בחיבור פולט (אמיטר) משותף

	ללא נגד R_E	עם נגד R_E
A_I	h_{fe}	h_{fe}
R_i	h_{ie}	$h_{ie} + (1 + h_{fe})R_E$
A_V	$-\frac{h_{fe} \cdot R_L}{h_{ie}}$	$-\frac{h_{fe} \cdot R_L}{R_i}$
R_o	∞	∞

מגברי שרת

מגבר מהפך

$$A_V = - \frac{R_f}{R_1}$$

- R_f $[\Omega]$ נגד המשוב
- R_1 $[\Omega]$ הנגד המחובר לכניסה המהפכת

מגבר עוקב

$$A_V = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

- R_f $[\Omega]$ נגד המשוב
- R_1 $[\Omega]$ הנגד היוצא מהכניסה המהפכת לאדמה

2. נוסחאות באלקטרוניקה ספרתית

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

- $v(t)$ $[V]$ הערך הרגעי של המתח
- V_∞ $[V]$ הערך שאליו המתח שואף להגיע כאשר $t \rightarrow \infty$
- V_{0+} $[V]$ הערך ההתחלתי של המתח

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

$$\tau = RC$$

- τ $[\text{sec}]$ קבוע זמן
- R $[\Omega]$ התנגדות
- C $[F]$ קיבול

$$f_H = \frac{1}{2\pi\tau}$$

- f_H $[Hz]$ תדר חצי הספק עליון של רשת מעבירת נמוכים

$$f_L = \frac{1}{2\pi\tau}$$

- f_L $[Hz]$ תדר חצי הספק תחתון של רשת מעבירת גבוהים

$$t_r = 2.2\tau$$

- t_r $[\text{sec}]$ זמן עלייה של רשת מעבירת נמוכים

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון במערכות ספרתיות לבחינת השלמה

(7 עמודים)

מעבר מבסיס b לבסיס 10 ($-m$ מספר המייצג מספר ספרות אחרי הנקודה)

$$\sum_{i=m}^{n-1} a_i b^i = a_{n-1} \cdot b^{n-1} + a_{n-2} \cdot b^{n-2} + \dots + a_1 \cdot b^1 + a_0 \cdot b^0 + a_{-1} \cdot b^{-1} + \dots + a_m \cdot b^m$$

קוד Gray

כל מספר נבדל מזה שלידו בסיבית אחת בלבד.

מעבר מקוד Gray לבינארי (סיבית ראשונה נשארת):

1. בודקים סיבית אחרי סיבית משמאל לימין.
2. מונים כמו אחדים יש משמאל לסיבית הנבדקת.
3. אם מספר האחדים זוגי – לא משנים את הסיבית.
4. אם מספר האחדים אי־זוגי – הופכים את הסיבית.

מעבר מבינארי לקוד Gray (סיבית ראשונה נשארת):

1. בודקים סיבית אחרי סיבית משמאל לימין.
2. מבצעים XOR בין הסיבית הנבדקת לסיבית משמאל.

אלגברה בוליאית.

כלל	ביטוי
משלים	$A + \bar{A} = 1$ $A \cdot \bar{A} = 0$
שלילה כפולה	$\bar{\bar{A}} = A$
כפילות - אידמפוטנטיות	$A + A = A$ $A \cdot A = A$
יחידה	$A + 1 = 1$ $A \cdot 1 = A$
אפס	$A + 0 = A$ $A \cdot 0 = 0$
חילוף - קומוטטיביות	$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$
פילוג - דיסטריבוטיביות	$A \cdot (B + C) = AB + AC$ $A + BC = (A + B) \cdot (A + C)$
קיבוץ - אסוציאטיביות	$A + (B + C) = (A + B) + C$ $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$
חוק הספיגה	$A \cdot (A + B) = A$ $A + (A \cdot B) = A$
צמצום	$A + \bar{A} \cdot B = A + B$
דה מורגן	$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$ $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$

ייצוגים קנוניים:

SOP (Sum Of Products) – הצגה קנונית של סכום של מכפלות.

POS (Products Of Sums) – הצגה קנונית של מכפלה של סכומים.

דוגמה:

	A	B	C	F
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

SOP – סכום מכפלות קנוני.

$$F(A, B, C) = \Sigma(0, 1, 3, 4, 7) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C$$

POS – מכפלת סכומים קנונית.

$$F(A, B, C) = \Pi(2, 5, 6) = (A + \bar{B} + C)(\bar{A} + B + \bar{C})(\bar{A} + \bar{B} + C)$$

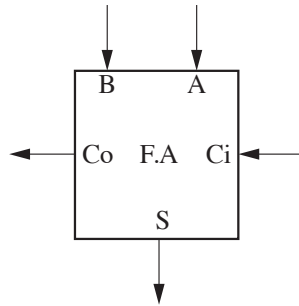
מפות קרנו.

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	0	4	12	8
	01	1	5	13	9
	11	3	7	15	11
	10	2	6	14	10

		AB			
		00	01	11	10
C	0	0	2	6	4
	1	1	3	7	5

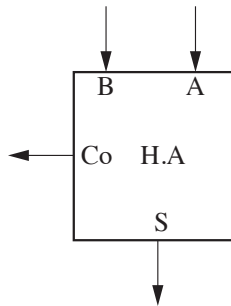
מסכמים

מסכם מלא - F.A (Full Adder)



Ci	A	B	S	Co
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

מסכם למחצה - H.A (Half Adder)

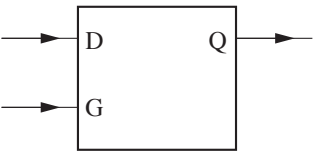
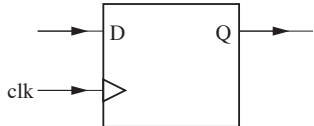
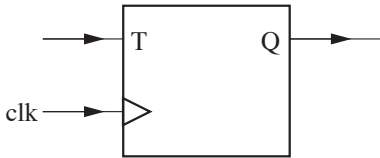
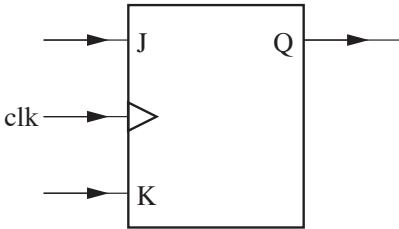
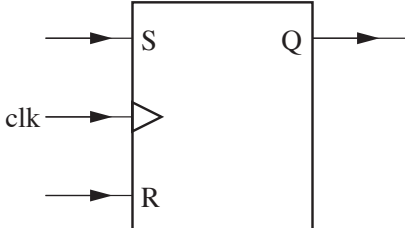


A	B	S	Co
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

מערכות צירופיות לניתוב וקידוד ופענוח מידע.

רכיב	סמל	פונקציה	טבלת אמת																																				
מרבב MUX 2 to 1		$Y = \overline{S} \cdot D0 + S \cdot D1$	<table><tr><th>S</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>D0</td></tr><tr><td>1</td><td>D1</td></tr></table>	S	Y	0	D0	1	D1																														
S	Y																																						
0	D0																																						
1	D1																																						
MUX 4 to 1		$Y = \overline{S1} \cdot \overline{S0} \cdot D0 + \overline{S1} \cdot S0 \cdot D1 + S1 \cdot \overline{S0} \cdot D2 + S1 \cdot S0 \cdot D3$	<table><tr><th>S1</th><th>S0</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>D0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>D1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>D2</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>D3</td></tr></table>	S1	S0	Y	0	0	D0	0	1	D1	1	0	D2	1	1	D3																					
S1	S0	Y																																					
0	0	D0																																					
0	1	D1																																					
1	0	D2																																					
1	1	D3																																					
MUX 2^n to 1		$Y = \overline{S_{m-1}} \cdots \overline{S1} \cdot \overline{S0} \cdot D0 + \overline{S_{m-1}} \cdots \overline{S1} \cdot S0 \cdot D1 + \dots + S_{m-1} \cdots S1 \cdot S0 \cdot D_{n-1}$	<table><tr><th>S_{m-1}</th><th>...</th><th>S1</th><th>S0</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>D0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>D1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>D2</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>Dn-1</td></tr></table> $2^n = m$	S_{m-1}	...	S1	S0	Y	0	0	0	0	D0	0	0	0	1	D1	0	0	1	0	D2	...	...	...	...	...	1	1	1	1	Dn-1						
S_{m-1}	...	S1	S0	Y																																			
0	0	0	0	D0																																			
0	0	0	1	D1																																			
0	0	1	0	D2																																			
...	...	...	...	...																																			
1	1	1	1	Dn-1																																			
מפגל DMUX 1 to 2		$Y0 = \overline{S} \cdot D$ $Y1 = S \cdot D$	<table><tr><th>S</th><th>Y0</th><th>Y1</th></tr><tr><td>0</td><td>D</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>D</td></tr></table>	S	Y0	Y1	0	D	0	1	0	D																											
S	Y0	Y1																																					
0	D	0																																					
1	0	D																																					
DMUX 1 to 4		$Y0 = \overline{S1} \cdot \overline{S0} \cdot D$ $Y1 = \overline{S1} \cdot S0 \cdot D$ $Y2 = S1 \cdot \overline{S0} \cdot D$ $Y3 = S1 \cdot S0 \cdot D$	<table><tr><th>S1</th><th>S0</th><th>Y0</th><th>Y1</th><th>Y2</th><th>Y3</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>D</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>D</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>D</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>D</td></tr></table>	S1	S0	Y0	Y1	Y2	Y3	0	0	D	0	0	0	0	1	0	D	0	0	1	0	0	0	D	0	1	1	0	0	0	D						
S1	S0	Y0	Y1	Y2	Y3																																		
0	0	D	0	0	0																																		
0	1	0	D	0	0																																		
1	0	0	0	D	0																																		
1	1	0	0	0	D																																		
DMUX 1 to 2^n		$Y0 = \overline{S_{m-1}} \cdots \overline{S0} \cdot D$ $Y1 = \overline{S_{m-1}} \cdots S0 \cdot D$ $Y_{n-1} = S_{m-1} \cdots S0 \cdot D$	<table><tr><th>S_{m-1}</th><th>...</th><th>S0</th><th>Y0</th><th>,</th><th>Y_{n-1}</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>D</td><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td></td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>D</td></tr></table> $2^n = m$	S_{m-1}	...	S0	Y0	,	Y_{n-1}	0	0	0	D		0	0	0	1	0		0	0	0	0	0		0	...	...	...	...		0	1	1	1	0		D
S_{m-1}	...	S0	Y0	,	Y_{n-1}																																		
0	0	0	D		0																																		
0	0	1	0		0																																		
0	0	0	0		0																																		
...	...	...	...		0																																		
1	1	1	0		D																																		

רכיבי זיכרון

סוג	סמל	טבלת אמת																	
LATCH מסוג DFF (נועל)	DFF-LATCH 	<table><tr><th>G</th><th>D</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>X</td><td>שומר מצב</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	G	D	Q	0	X	שומר מצב	1	0	0	1	1	1					
G	D	Q																	
0	X	שומר מצב																	
1	0	0																	
1	1	1																	
DFF	DFF 	<table><tr><th>clk</th><th>Q</th></tr><tr><td></td><td>D</td></tr></table>	clk	Q		D													
clk	Q																		
	D																		
TFF	TFF 	<table><tr><th>clk</th><th>T</th><th>Q</th></tr><tr><td rowspan="2"></td><td>0</td><td>שומר מצב</td></tr><tr><td>1</td><td>הופך מצב</td></tr></table>	clk	T	Q		0	שומר מצב	1	הופך מצב									
clk	T	Q																	
	0	שומר מצב																	
	1	הופך מצב																	
JKFF	JKFF 	<table><tr><th>clk</th><th>J</th><th>K</th><th>Q</th></tr><tr><td rowspan="4"></td><td>0</td><td>0</td><td>שומר מצב</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>הופך מצב</td></tr></table>	clk	J	K	Q		0	0	שומר מצב	0	1	0	1	0	1	1	1	הופך מצב
clk	J	K	Q																
	0	0	שומר מצב																
	0	1	0																
	1	0	1																
	1	1	הופך מצב																
SRFF	SRFF 	<table><tr><th>clk</th><th>S</th><th>R</th><th>Q</th></tr><tr><td rowspan="4"></td><td>0</td><td>0</td><td>שומר מצב</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>מצב אסור</td></tr></table>	clk	S	R	Q		0	0	שומר מצב	0	1	0	1	0	1	1	1	מצב אסור
clk	S	R	Q																
	0	0	שומר מצב																
	0	1	0																
	1	0	1																
	1	1	מצב אסור																

לכל הדלגלים יכולים להיות מבואות ישירים: SET, CLR **דוגמא בעמוד הבא.**

טבלת עירור

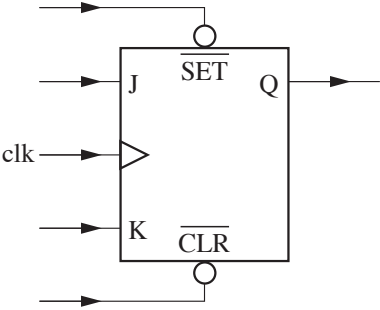
clk	PS	NS	JKFF		SRFF		TFF	DFF
	$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$		J	K	S	R	T	D
	0	→ 0	0	X	0	X	0	0
	0	→ 1	1	X	1	0	1	1
	1	→ 0	X	1	0	1	1	0
	1	→ 1	X	0	X	0	0	1

don't care - X

דוגמה לדלגלג עם מבואות ישירים

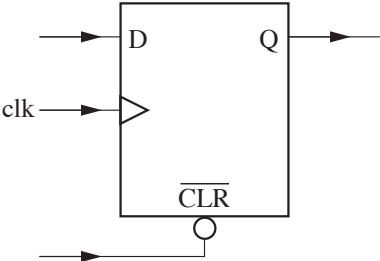
- JKFF עם מבואות ישירים אסינכרוניים (לא תלויים בשעון), עם עדיפות לאיפוס $\overline{CLR}$.

$\overline{CLR}$	$\overline{SET}$	clk	J	K	Q
0	X	X	X	X	0
1	0	X	X	X	1
1	1		0	0	שומר מצב
			0	1	0
			1	0	1
			1	1	הופך מצב



- DFF עם מבוא איפוס CLR סינכרוני (תלוי בשעון).

clk	$\overline{CLR}$	Q
	1	0
	0	D



אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון בשפת C לבחינת השלמה
(11 עמודים)

Data Types (טיפוסי נתונים)

Name	Description	תיאור	Size*	Range*
char	Character or small integer	תו בודד	1 byte	-128 to 127
unsigned char	Unsigned small integer	תו בודד ללא סימן	1 byte	0 to 255
short	Short Integer	מספר שלם קטן	2 bytes	-32768 to 32767
unsigned short	Unsigned short integer	מספר שלם קטן ללא סימן	2 bytes	0 to 65535
int	Integer	מספר שלם	4 bytes	-2147483648 to 2147483647
unsigned int	Unsigned integer	מספר שלם ללא סימן	4 bytes	0 to 4294967295
float	Floating point number	מספר ממשי	4 bytes	+/- 3.4e +/- 38 (~7 digits)
double	Double floating point number	מספר ממשי ארוך	8 bytes	+/- 1.7e +/- 308 (~15 digits)
long	Long Integer	מספר שלם גדול	8 bytes	-9223372036854775807 to +9223372036854775807

*הערכים של עמודות אלו תלויים במבנה המחשב שבו נעשה הידור התוכנית.

דוגמאות:

```
char a;  
  
float number;  
  
int b, c;  
  
unsigned short NewNumber;
```

Preprocessor directives (הנחיות לקדם – מהזר)

Description	Syntax	Example
macro definitions	#define identifier replacement	#define ArrSize 100

identifier – מזהה ; replacement – תחליף

Operators (אופרטורים)

Description	תיאור	Operator
Assignment	השמה	=

Initialization of variables (אתחול משתנים)

```
int d = 0;  
  
d=75;           // decimal number  
  
d=0x4b;         // hexadecimal number
```

Arithmetic operators (אופרטורים חשבוניים)

Description	תיאור	Operator
Addition	חיבור	+
subtraction	חיסור	-
multiplication	כפל	*
division	חילוק	/
modulo	שארית	%

Relational and equality operators (אופרטורים להשוואה ויחסים)

Description	תיאור	Operator
Equal to	שווה	==
Not equal to	שונה	!=
Greater than	גדול מ-	>
Less than	קטן מ-	<
Greater than or equal to	גדול שווה מ-	>=
Less than or equal to	קטן שווה מ-	<=

Logical operators (אופרטורים לוגיים בין ביטויים)

Description	תיאור	Operator
NOT	היפוך	!
AND	וגם	&&
OR	או	

Bitwise Operators (אופרטורים על סיביות)

Description	תיאור	ASM equivalent	Operator
AND	וגם	AND	&
Inclusive OR	או כולל	OR	
Exclusive OR	או מוציא	XOR	^
Bit inversion	היפוך	NOT	~
Shift Left	הזזה שמאלה	SHL	<<
Shift Right	הזזה ימינה	SHR	>>

Basic Input/Output (קלט/פלט בסיסי)

Description	Syntax	Example
Standard Output	<code>int putchar (int character);</code>	<code>int a='G' ;</code> <code>putchar(a) ;</code>
Standard Input	<code>int getchar (void);</code>	<code>int c;</code> <code>c=getchar() ;</code>

Formatted Input/Output (פלט לפי תבנית)

Description	Syntax	Example
Formatted output	<code>printf(format[,arg1,arg2,...]);</code>	<code>int num=10;</code> <code>printf("num=%d\n",num) ;</code>
Formatted Input	<code>scanf(format [,arg1,arg2,...]);</code>	<code>int num;</code> <code>scanf("%d",&num) ;</code>

Specifier	Operator	פלט	Example
<code>%c</code>	Character	תו בודד	a
<code>%d</code>	Signed decimal integer	עשרוני שלם	133
<code>%e</code>	Scientific notation	עשרוני כולל נקודה וחזקה של 10	3.012e+4
<code>%f</code>	Decimal floating point	עשרוני כולל נקודה עשרונית	123.45
<code>%s</code>	String of characters	מחרוזת תווים	Hello
<code>%x</code>	Unsigned hexadecimal integer	הקסדצימלי ללא סימן	3fe

Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

Description	Syntax	Example
if	<pre>if (condition) { statements ; }</pre>	<pre>if (d == 100) { printf("d is 100"); }</pre>
if .. else	<pre>if (condition) statement1; else statement2 ;</pre>	<pre>if (d == 100) printf("d is 100"); else printf("d is not 100");</pre>
if .. else if .. else	<pre>if (condition) statement1 ; else if (condition) statement2 ; else statement3 ;</pre>	<pre>if (d > 0) printf("d is positive"); else if (d < 0) printf("d is negative"); else printf("d is 0");</pre>

תנאי – condition ; הצהרה – statement

Iteration Structures (מבני בקרה - לולאות)

Description	Syntax	Example
while loop	<pre>while (expression) { statements ; }</pre>	<pre>while (n>0) { printf(" %d \n",n); n--; }</pre>
do-while loop	<pre>do { statements ; } while (condition);</pre>	<pre>do { printf("Enter 0 to end: "); scanf("%d",&n); }while (n != 0);</pre>
for loop	<pre>for (initialization; condition; increase) { statements ; }</pre>	<pre>for (i=0; i<10; i++) { printf(" %d \n",i); }</pre>

תנאי – condition ; הצהרה – statement

Arrays (מערכים)

Description	Syntax	Example																																				
הגדרת מערך חד־ממדי arr <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> int	0	1	2	3	4						type name [elements];	int arr[5];																										
0	1	2	3	4																																		
אתחול והצבת ערכים במערך arr <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>-1</td><td>14</td></tr></table> int <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table> <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table> <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	1	2	3	4	3	5	7	-1	14	0	1	2	1	2	3	0	1	2	3	4	1	2	0	0	0	0	1	2	3	4	0	0	0	0	0	type name [elements] = {value1,..valueN};	int arr[5] = {3,5,7,-1,14}; int arr[] = {1,2,3}; int arr[5] = {1,2}; int arr[5] = {0};
0	1	2	3	4																																		
3	5	7	-1	14																																		
0	1	2																																				
1	2	3																																				
0	1	2	3	4																																		
1	2	0	0	0																																		
0	1	2	3	4																																		
0	0	0	0	0																																		
הגדרת מערך דו־ממדי arr <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> arr [1] [3]	0	1	2	3	4	1					2					type name [elements, elements];	int arr[3][5];																					
0	1	2	3	4																																		
1																																						
2																																						

elements – פרטים ; ערך – value

String (מחרוזות)

Description	Syntax	Example
string copy (strcpy)	strcpy (char str1[], char str2[])	<pre>#include <stdio.h> #include<string.h> int main() { char s1[]=Hello"; char s2[][20]; strcpy (s2, "User"); printf ("%s %s", s1, s2); }</pre>
string Length (strlen)	int strlen (char str[])	<pre>char s1[]="Hello World!"; printf ("%d , strlen(s1));</pre>
string Comparison (strcmp)	int strcmp (char str[], char str2[])	<pre>if (strcmp (s1,s2) ==0) printf ("they are same"); else printf ("they are no same");</pre>
string Concatenation (strcat)	strcat (char str[], char str2[])	<pre>char s1[20]="Hello"; char s2[] = "world"; strcat (s1,s2); printf ("%s , s1);</pre>

Functions (פונקציות)

Description	Syntax	Example
Functions with no argument	<pre>void name (void) { statements ; }</pre>	<pre>#include <stdio.h> void PrintHello(void) { printf("Hello"); } void main(void) { PrintHello(); }</pre>
Functions with no type	<pre>void name (parameter1, parameter2, ...) { statements ; }</pre>	<pre>#include <stdio.h> void multiplication(int a,int b) { int c; c=a*b; printf("%d*d=%d",a,b,c); } void main(void) { multiplication(2,8); }</pre>
Functions with type and argument	<pre>type name (parameter1, parameter2, ...) { statements ; }</pre>	<pre>#include <stdio.h> int multiplication(int a,int b) { int c; c=a*b; return c; } void main(void) { int r; r = multiplication(2,8); printf("%d",r); }</pre>

parameter – הצהרה ; ערך המועבר לפונקציה

המשך בעמוד 10

Pointers (מצביעים)

Description	תאור	Operator
Reference operator	אופרטור הכתובת (כתובתו של)	&
Dereference operator	אופרטור המצביע (הערך המוצבע על-ידי)	*

דוגמה:

```
int a;
int *p_a;
p_a = &a;
*p_a = 10;
```

Data Structures (מבנים)

Description	Syntax	Example
הגדרת מבנה	<pre>struct structure_name { member_type1 c_name1; member_type2 member_name2; ... };</pre>	<pre>struct point { int x; int y; };</pre>
אתחול במבנה	structure_name object_name;	point MyPoint;
הצבת ערכים במבנה	object_name . member_name = value;	<pre>MyPoint.x=5; MyPoint.y=10;</pre>

member – איבר ; value – ערך ; structure – מבנה

file input/output (קלט/פלט עם קבצים)

Description	Syntax	Example
Opening a file	FILE * fopen(const char * File_Name , const char * Mode);	FILE *f; f=fopen("MyFile.txt","w");
Closing a stream	int fclose(FILE * file);	fclose(f);
Reading from a stream using fgetc	int fgetc(FILE *fp);	char c; c=fgetc(f);
Writing to a stream using fputc	int fputc(int c, FILE *fp);	fputc('A',f);
Reading from a stream using fscanf	fscanf(FILE *fp , format [,arg1,arg2,...]);	int num; fscanf(f,"%d",&num);
Writing to a stream using fprintf	fprintf(FILE *fp , format [,arg1,arg2,...]);	int a=10; fprintf(f,"a=%d",a);

ערך - value ; כתובת חומרה - hardware address

Mode*	Description
r	open for reading
w	open for writing, creates file if it doesn't exist
a	open for appending, creates file if it doesn't exist

* The character string "Mode" specifies the type of access requested for the file.