

מבחן השלמה למגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים על-תיכונית

(כיתה י"ג)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה עשר שאלות.

עליכם לענות על חמש שאלות בלבד.

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

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. כל חומר הכתוב (בכתב יד או בהדפסה) על שלושה דפי A4, משני הצדדים.

2. מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן.

במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

2. התחילו כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.

3. כתבו את כל התשובות אך ורק בעט.

4. הקפידו לנסח את התשובות כהלכה ולסרטט את התרשימים בבהירות.

5. כתבו את התשובות בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.

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

7. בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, 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.

8. צרפו את שלושת דפי ה-A4 (חומר העזר שהשתמשתם בו) למחברת הבחינה.

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

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

בשאלון זה 10 עמודים ו-28 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,

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

המשך מעבר לדף

בהצלחה!

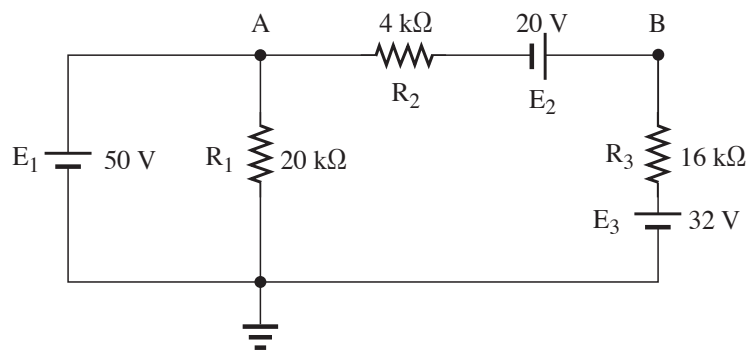
השאלות

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

מבוא להנדסת חשמל

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מעגל חשמלי לזרם ישר.

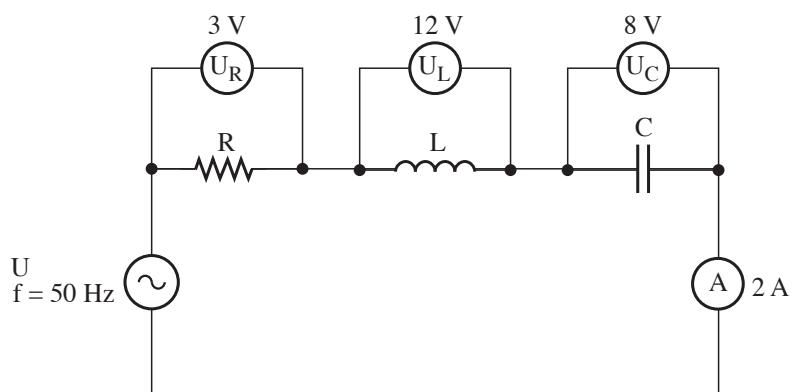


איור לשאלה 1

- א. (10 נק') חשבו את הזרם הזורם דרך הנגדים R_1 ו- R_2 .
- ב. (6 נק') חשבו את המתח בין הנקודות A ו-B.
- ג. (4 נק') חשבו את ההספק הנמסר על-ידי מקור המתח E_1 .

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר מעגל חשמלי לזרם חילופין.



איור לשאלה 2

א. (7 נק') חשבו את מתח המקור, U (הערך היעיל).

ב. (13 נק')

1. (4 נק') חשבו את התנגדות הנגד R .

2. (4 נק') חשבו את השראות המשרן L .

3. (5 נק') חשבו את קיבול הקבל C .

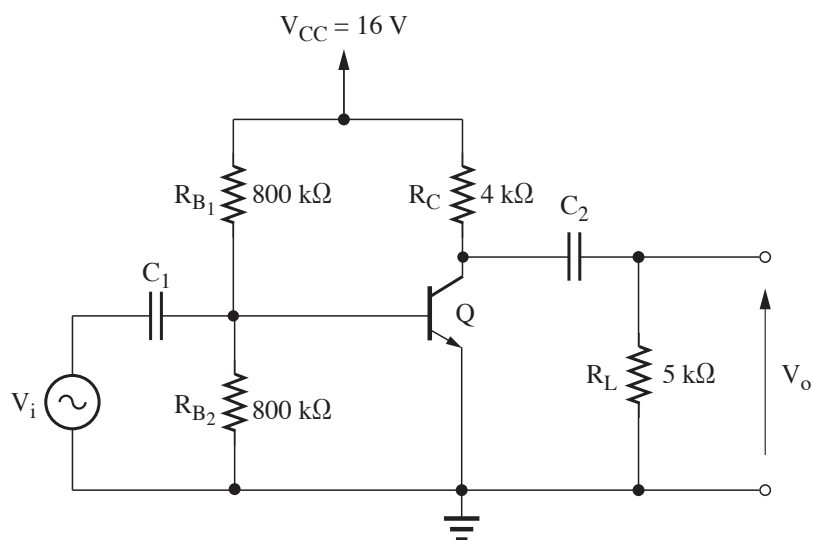
אלקטרוניקה תקבילית

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל חשמלי המשמש כמגבר טרנזיסטורי. נתוני הטרנזיסטור Q הם:

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V} , \beta = h_{fe} = 100 , h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega$$

היגבי הקבלים במעגל – זניחים.

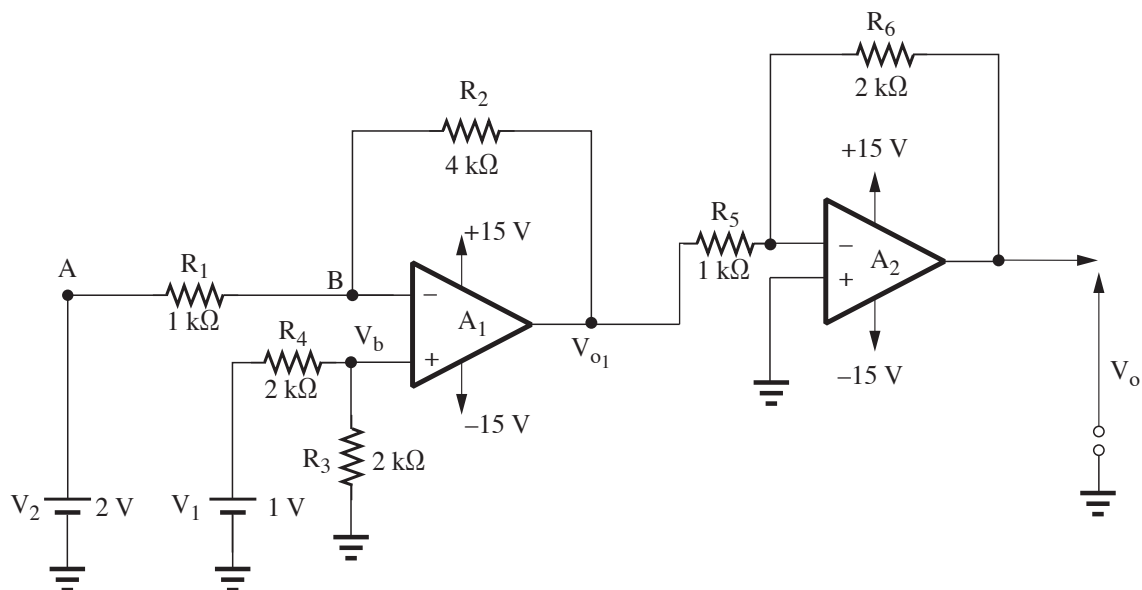


איור לשאלה 3

- א. (7 נק') חשבו את נקודת העבודה של הטרנזיסטור Q (I_C , V_{CE}).
- ב. (6 נק') סרטטו במחברת מעגל תמורה לאות חילופין של המעגל הנתון.
- ג. (7 נק') חשבו את הגבר המתח $A_V = \frac{V_o}{V_i}$.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי הכולל שני מגברי שרת.



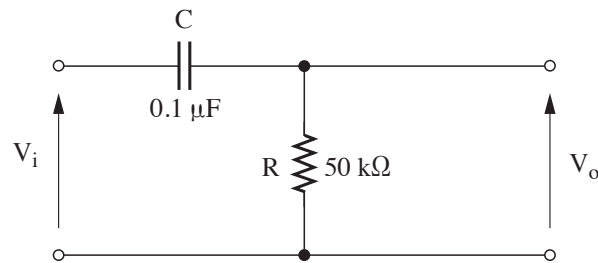
איור לשאלה 4

- א. (4 נק') חשבו את המתח בנקודה V_b .
- ב. (6 נק') חשבו את הזרם בנגד R_1 וקבעו את כיוונו (מ- A ל- B או מ- B ל- A).
- ג. (6 נק') חשבו את המתח במוצא המגבר הראשון V_{o1} .
- ד. (4 נק') חשבו את מתח המוצא V_o .

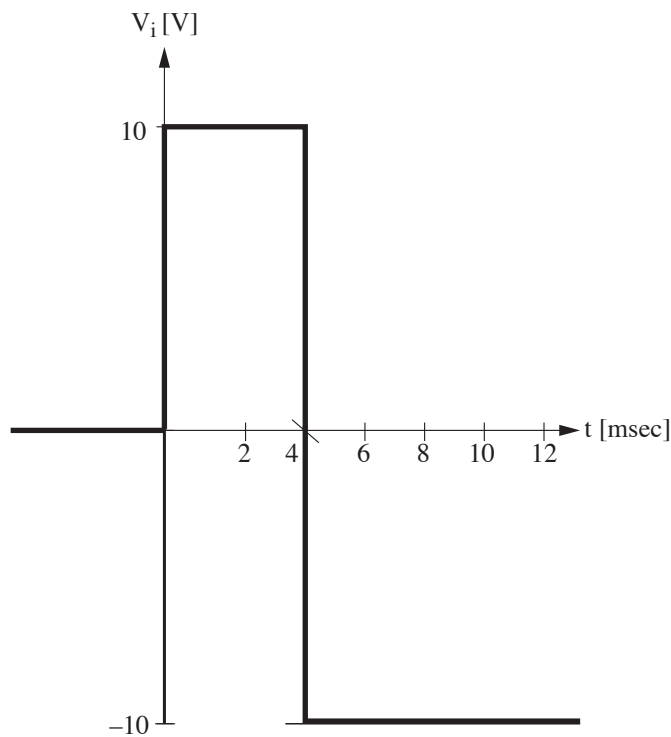
אלקטרוניקה ספרתית

שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מתוארת רשת חשמלית.
אל הרשת מספקים אות מבוא V_i המתואר באיור ב' לשאלה.



איור א' לשאלה 5

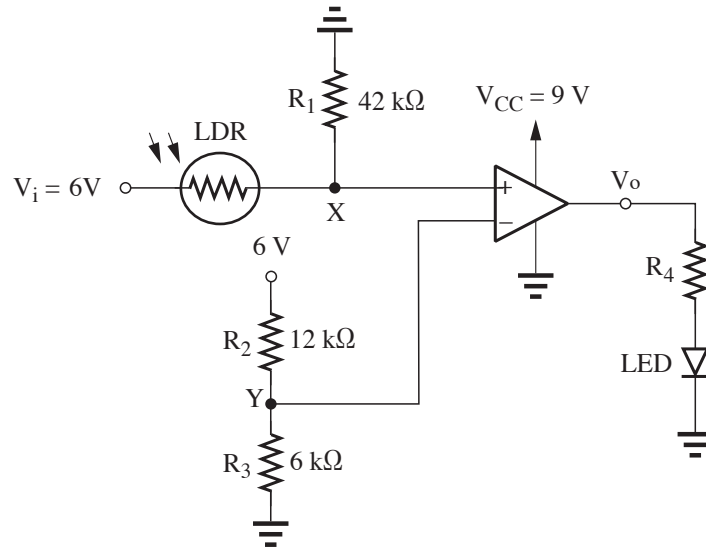


איור ב' לשאלה 5

- א. (6 נק') העתיקו למחברת את אות המבוא V_i , וסרטטו מתחתיו בהתאמה את צורת אות המוצא V_o .
- ב. (7 נק') חשבו את ערכו של מתח המוצא בזמן $t = 4 \text{ msec}$.
- ג. (7 נק') חשבו את ערכו של מתח המוצא V_o , כאשר $t = 12 \text{ msec}$.

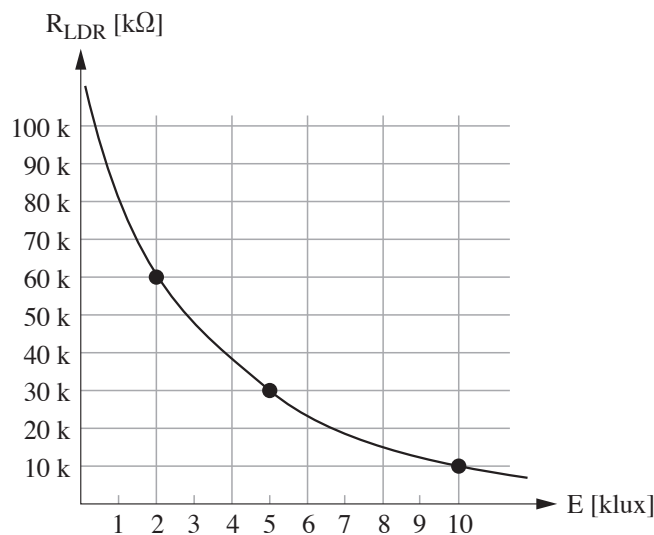
שאלה 6

באיור א' לשאלה 6 מתואר מעגל חשמלי המשמש לחיווי של עוצמת האור. המעגל כולל חיישן אור מסוג LDR (Light Dependent Resistor) ודיודת LED.



איור א' לשאלה 6

- א. (6 נק') חשבו את המתח בנקודה Y (V_Y).
- ב. (7 נק') דיודת ה-LED דולקת, המתח עליה הוא 1.2 V וזרם בה זרם של 15 mA. חשבו את התנגדות הנגד R_4 .
- ג. (7 נק') באיור ב' לשאלה נתון אופיין של חיישן LDR, המתאר את ההתנגדות R_{LDR} כפונקצייה של עוצמת ההארה, E. היעזרו באופיין שבאיור ומצאו מה צריכה להיות התנגדות חיישן ה-LDR כדי שדיודת ה-LED תידלק.

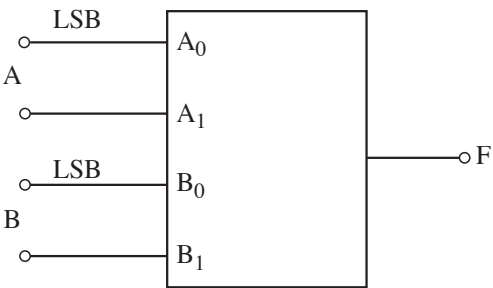


איור ב' לשאלה 6

מערכות ספרתיות

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתואר משווה לשני מבואות, A ו-B, שכל אחד מהם מורכב מ-2 סיביות. המוצא המסומן ב-F מקבל "1" לוגי כאשר $A_0 = B_0$ או $A_1 = B_1$.



איור לשאלה 7

- א. (6 נק') כתבו את טבלת האמת של המשווה המתואר באיור.
ב. (7 נק') הציגו את הפונקצייה על-גבי מפת קרנו.
ג. (7 נק') כתבו ביטוי מצומצם לפונקצייה.

שאלה 8

- א. (10 נק') להלן טבלה בשלושה בסיסים שונים. העתיקו את הטבלה למחברת והשלימו בה את התאים הריקים. הציגו במחברת בעזרת חישובים מתאימים את המעבר מבסיס לבסיס. שימו לב, תשובה שאינה כוללת הצגה של דרך הפתרון – לא תקבל ניקוד.

בסיס עשרוני	בסיס בינארי	בסיס הקסדצימלי
458		
	10111011	
253		
		BD2

- ב. (5 נק') המספר 1011000 הוא מספר מכוון (signed) בשיטת המשלים ל-2. מצאו את ערכו העשרוני של המספר.
ג. (5 נק') נתונה הפונקצייה הזאת:

$$F(x,y,z) = \overline{x} \cdot \overline{y} \cdot \overline{z} + x \cdot y \cdot \overline{z} + (x+y) \cdot \overline{z}$$

ממשו את הפונקצייה בעזרת מינימום ליטרלים.

שפת C

שאלה 9

לפניכם תוכנית הכתובה בשפת C:

```
#include <stdio.h>

int DoSomething1(int num)
{
    if (num/10 == num%10)
        return 1;
    return 0;
}

int DoSomething2(int arr[])
{
    int cnt=0;
    for (int i = 0; i < 6; i++)
    {
        if (DoSomething1(arr[i])!=0) cnt++;
    }
    return cnt;
}

void main()
{
    int arr1[] = {1, 22, 2, 33, 4, 55};
    int arr2[] = {88, 21, 12, 22, 4, 88};
    if (DoSomething2(arr1)==DoSomething2(arr2))
        printf("OK");
    else
        printf("%d %d", DoSomething2(arr1) , DoSomething2(arr2));
}
```

- א. (6 נק') התייחסו לפונקציות DoSomething1 ו-DoSomething2 וענו על השאלות האלה: מה מקבלת כל אחת מהפונקציות? מה מחזירה כל אחת מהן? ומה עושה בפועל כל פונקצייה?
- ב. (4 נק') עקבו אחר ביצוע התוכנית, וכתבו את הפלט שיתקבל.
- ג. (6 נק') כתבו מה מבצעת התוכנית, כלומר נסחו את הגדרת הבעיה שהפתרון שלה מוצג בתוכנית.
- ד. (4 נק') לרשותכם כותרת של פונקצייה בשם TwoDigitsNumber.

```
int TwoDigitsNumber(int arr[]);
```

ממשו את קוד הפונקצייה כך שתחזיר את כמות המספרים הדו-ספרתיים במערך arr שגודלו 6.

שאלה 10

מחיר כרטיס להופעה הוא 160 ש"ח.

בהזמנה של יותר משלושה כרטיסים, תינתן הנחה של 15% על מחיר הכרטיס.

לפניכם כותרת של פונקצייה בשם PriceCalculation.

```
int PriceCalculation(int number);
```

הפונקצייה מקבלת מספר שלם המייצג את מספר הכרטיסים בהזמנה, והיא מחזירה מספר שלם המייצג את הסכום שיש לשלם בעבורם.

(8 נק') א. ממשו את הפונקצייה בהתאם לכללים המתוארים בפתיח של השאלה.

(12 נק') ב. כתבו תוכנית העושה שימוש בפונקצייה PriceCalculation ומבצעת את ההוראות האלו:

1. תקלוט מהמשתמש סדרה של מספרים חיוביים שלמים המייצגים כמות של כרטיסים.

2. אם ייקלט מספר שלילי או 0, תיפסק קליטת הנתונים.

3. תחשב את מחירם הכולל של הכרטיסים שהוזמנו.

4. תציג על-גבי המסך את מספר הכרטיסים שהוזמנו ואת מחירם הכולל.

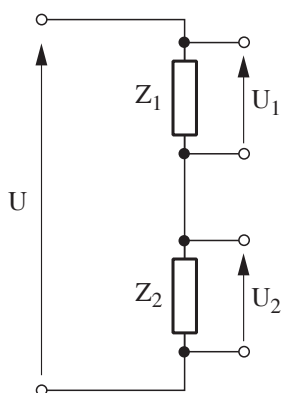
בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון במבוא להנדסת חשמל לבחינת השלמה

(6 עמודים)

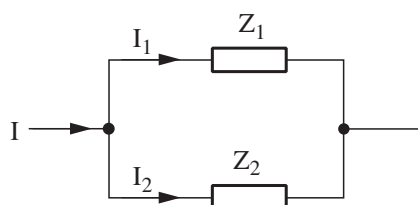
כלל מחלק המתח



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

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

כלל מחלק הזרם



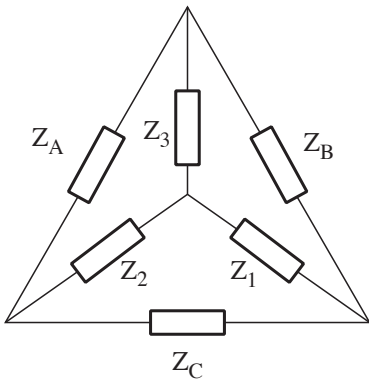
$$I_1 = I \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

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

המרת עכבות מחיבור כוכב למשולש

המרת עכבות מחיבור משולש לכוכב

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



קבל לוחות

- 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

[m²]

האנרגייה החשמלית האגורה בקבל

-

W

[W · sec או J]

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

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

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

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

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

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

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

זרם חילופין סינוסואידלי

ערך רגעי של הזרם	-	$i(t)$ [A]	$i(t) = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$
ערך מרבי של הזרם (תנופת הזרם)	-	$I_{\max}$ [A]	$u(t) = U_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$
זווית מופע	-	φ [rad]	$I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{\max}$
זמן	-	t [sec]	$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\max}$
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]	$T = \frac{1}{f}$
תדירות זוויתית	-	ω [rad / sec]	$\omega = 2\pi f$
תדירות	-	f [Hz]	
היגב השראותי	-	X_L [Ω]	$X_C = \frac{1}{\omega C}$
היגב קיבולי	-	X_C [Ω]	$X_L = \omega L$

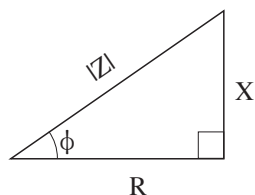
משולש העכבות

ערך רגעי של הזרם - $i(t)$ [A]

$$Z = R \pm jX$$

ערך מרבי של הזרם (תנופת הזרם) - $I_{\max}$ [A]

זווית מופע φ [rad] -



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

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

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

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

משולש המתירויות

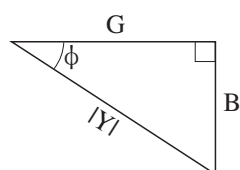
מוליכות המעגל - G [S]

$$Y = G \pm jB$$

מניחות המעגל - B [S]

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

מתירות המעגל - Y [S]



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

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

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

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

הספקים בזרם חילופין

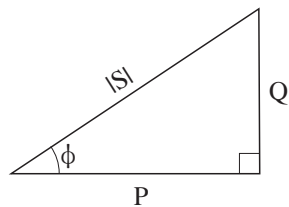
הספק פעיל	-	$P \text{ [W]}$	$P = I_R \cdot U_R = I_R ^2 \cdot R = \frac{ U_R ^2}{R}$
הערך המוחלט של הזרם בנגד	-	$ I_R \text{ [A]}$	$Q = I_X \cdot U_X = I_X ^2 \cdot X = \frac{ U_X ^2}{ X }$
הערך המוחלט של המתח על הנגד	-	$ U_R \text{ [V]}$	$ S = I_Z \cdot U_Z = I_Z ^2 \cdot Z = \frac{ U_Z ^2}{ Z }$
הספק היגבי	-	$Q \text{ [VAr]}$	$S = P \pm jQ = U_Z \cdot I_Z^*$
הערך המוחלט של זרם ההיגב	-	$ I_X \text{ [A]}$	
הערך המוחלט של מתח ההיגב	-	$ U_X \text{ [V]}$	
הספק מדומה	-	$S \text{ [VA]}$	
הערך המוחלט של זרם העכבה	-	$ I_Z \text{ [A]}$	
הערך המוחלט של מתח העכבה	-	$ U_Z \text{ [V]}$	
הצמוד של זרם העכבה	-	$I_Z^* \text{ [A]}$	

משולש ההספקים

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

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

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



מעגל תהודה

טורי/מקבילי

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

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

תדירות התהודה	-	f_0 [Hz]
השראות	-	L [H]
קיבול	-	C [F]
גורם הטיב של המעגל בתהודה	-	Q_0
רוחב הפס	-	BW [Hz]

גורם הטיב במעגל טורי

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

תדירות זוויתית בתהודה	-	ω_0 [rad / sec]
התנגדות	-	R [Ω]

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 –
ערך מרבי של הזרם (תנופת הזרם) V_o [V] –

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

זווית מופע V_i [V] –
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] –

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

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 N דרגות המחוברות בשרשרת (קסקדה)	-	$A_{VT} \text{ [dB]}$	

מאזן הספקים

הספק מבוא	-	$P_I \text{ [W]}$	
הספק נצרך מהספקים	-	$P_{CC} \text{ [W]}$	
הספק העומס	-	$P_L \text{ [W]}$	$P_I + P_{CC} = P_L + P_{diss}$
הספק מבוזבז	-	$P_{diss} \text{ [W]}$	

משוב שלילי

הגבר עם משוב (בחוג סגור)	-	$A_f \text{ [A]}$	
הגבר ללא משוב (הגבר חוג פתוח)	-	A	$A_f = \frac{A}{1 + \beta A}$
מקדם משוב	-	b	

משוב שלילי

התנגדות מבוא עם משוב	-	$R_{if} \text{ } [\Omega]$	
התנגדות מבוא ללא משוב	-	$R_i \text{ } [\Omega]$	$R_{if} = R_i (1 + \beta A)$
התנגדות מוצא עם משוב	-	$R_{of} \text{ } [\Omega]$	
התנגדות מוצא ללא משוב	-	$R_o \text{ } [\Omega]$	$R_{of} = \frac{R_o}{1 + \beta A}$

טרנזיסטור דו־נושאי (בתחום הפעיל)

בהזנחת זרם הזליגה I_{CO} :

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

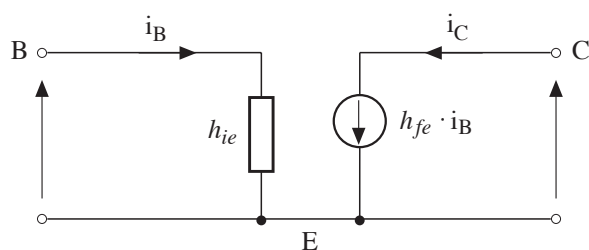
זרם הקולט - I_C [A]

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

$$R_f [\Omega] \quad - \quad \text{נגד המשוב}$$

$$R_I [\Omega] \quad - \quad \text{הנגד המחובר לכניסה המהפכת}$$

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

מגבר עוקב

$$R_f [\Omega] \quad - \quad \text{נגד המשוב}$$

$$R_I [\Omega] \quad - \quad \text{הנגד היוצא מהכניסה המהפכת לאדמה}$$

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

2. נוסחאות באלקטרוניקה ספרתית

$$v(t) [V] \quad - \quad \text{הערך הרגעי של המתח}$$

$$V_\infty [V] \quad - \quad \text{הערך שאליו המתח שואף להגיע כאשר } t \rightarrow \infty$$

$$V_{0+} [V] \quad - \quad \text{הערך ההתחלתי של המתח}$$

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

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

$$\tau [\text{sec}] \quad - \quad \text{קבוע זמן}$$

$$R [\Omega] \quad - \quad \text{התנגדות}$$

$$C [F] \quad - \quad \text{קיבול}$$

$$\tau = RC$$

$$f_H [\text{Hz}] \quad - \quad \text{תדר חצי הספק עליון של רשת מעבירת נמוכים}$$

$$f_L [\text{Hz}] \quad - \quad \text{תדר חצי הספק תחתון של רשת מעבירת גבוהים}$$

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

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

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

$$t_r = 2.2\tau$$

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)

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

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 בוליארית.

כלל	ביטוי
משלים	$A + \overline{A} = 1$ $A \cdot \overline{A} = 0$
שלילה כפולה	$\overline{\overline{A}} = A$
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	$A + \overline{A} \cdot B = A + B$
דה מורגן	$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

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:

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

POS – מכפלת סכומים קנונית:

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

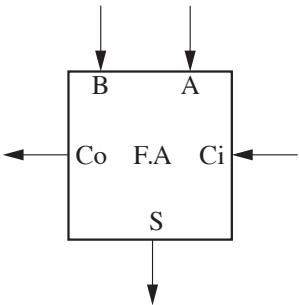
מפות קרנו:

		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

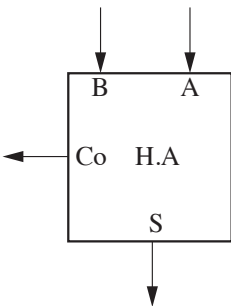
מסכמים

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)

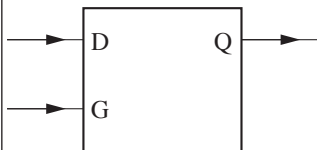
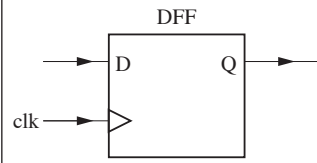
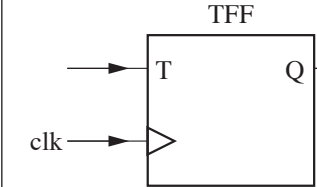
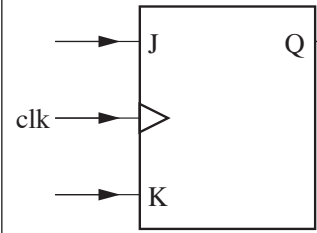
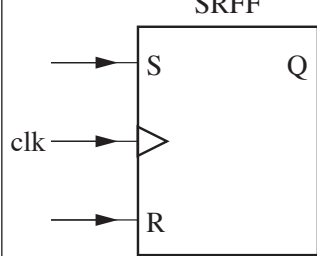


A	B	S	Co
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

מערכות צירופיות לניתוב וקידוד ופענוח מידע.

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

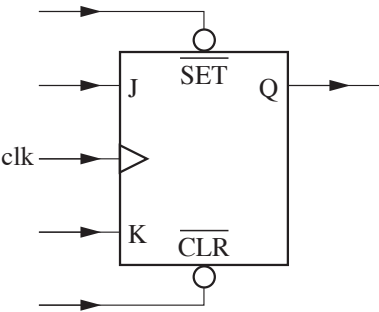
clk	PS	NS	JKFF		SRFF		TFF	DFF
	$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$		J	K	S	R	T	D
	0	→ 0	0	X	0	X	0	0
	0	→ 1	1	X	1	0	1	1
	1	→ 0	X	1	0	1	1	0
	1	→ 1	X	0	X	0	0	1

don't care - X

דוגמה לדלגלג עם מבואות ישירים

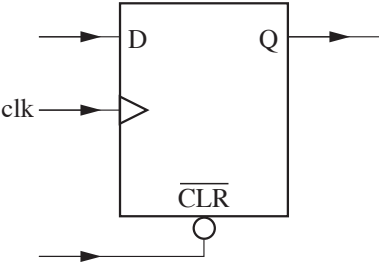
- JKFF עם מבואות ישירים אסינכרוניים (לא תלויים בשעון), עם עדיפות לאיפוס CLR.

$\overline{\text{CLR}}$	$\overline{\text{SET}}$	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	$\overline{\text{CLR}}$	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-מהדר)

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	int putchar (int character);	int a='G' ; putchar (a) ;
Standard Input	int getchar (void);	int c; c=getchar () ;

Formatted Input/Output (פלט לפי תבנית)

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

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

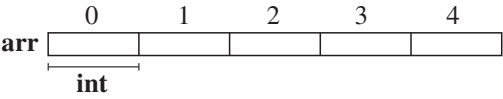
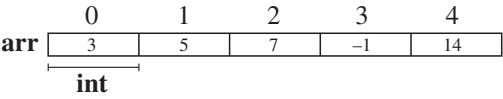
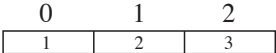
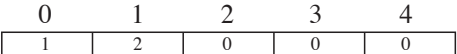
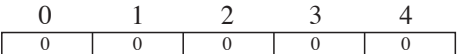
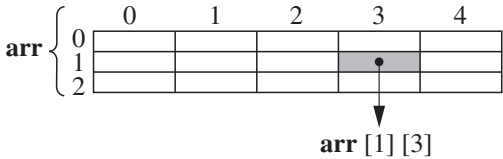
תנאי – condition ; הצהרה – statement

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 	<code>type name [elements];</code>	<code>int arr[5];</code>
אתחול והצבת ערכים במערך    	<code>type name [elements] = {value1,..valueN};</code>	<code>int arr[5] = {3,5,7,-1,14};</code> <code>int arr[] = {1,2,3};</code> <code>int arr[5] = {1,2};</code> <code>int arr[5] = {0};</code>
הגדרת מערך דו־ממדי 	<code>type name [elements, elements];</code>	<code>int arr[3][5];</code>

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 – המועבר לפונקצייה ; הצהרה – statement

Pointers (מצביעים)

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

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	<pre>structure_name object_name;</pre>	<pre>point MyPoint;</pre>
הצבת ערכים במבנה	<pre>object_name . member_name = value;</pre>	<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) ;

hardware address – כתובת חומרה ; ערך – value

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.