

אלקטרוניקה ומחשבים ה'

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

(כיתה י"ד)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה:** ארבע שעות.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:** בשאלון זה שני פרקים, ובהם שמונה שאלות.
יש להשיב על **ארבע שאלות בלבד**, **שאלה אחת לפחות מכל פרק**.
לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר לשימוש:** נוסחאון בית-ספרי מודפס לשפת C, ומחשבון.
 - ד. הוראות מיוחדות:**
 1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר השאלות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 2. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
 3. רשום את כל תשובותיך **אך ורק בעט**.
 4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
 5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה של תשובותיך.
 6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
 7. בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, יחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.
 8. **הדבק על הנוסחאון הבית-ספרי את מדבקת הנבחן שלך, והגש אותו בתום הבחינה עם מחברת הבחינה שלך.**
- בשאלון זה 11 עמודים ו-4 עמודי נספח.**

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

השאלות

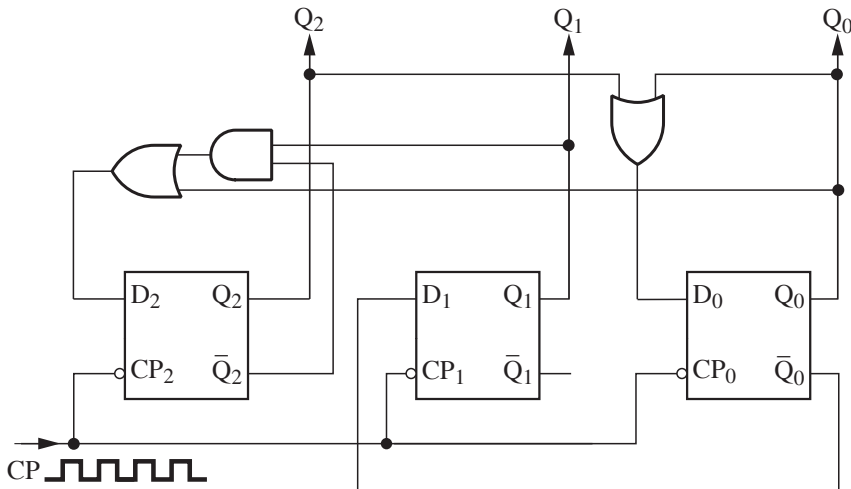
ענה על ארבע מבין השאלות 1-8. עליך לענות על שאלה אחת לפחות מכל פרק.

פרק ראשון: אלקטרוניקה ספרתית ב'

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 1-4 (לכל שאלה - 25 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתונה מערכת עקיבה סינכרונית. המצב ההתחלתי של המערכת הוא:
 $Q_0 = Q_1 = Q_2 = '0'$

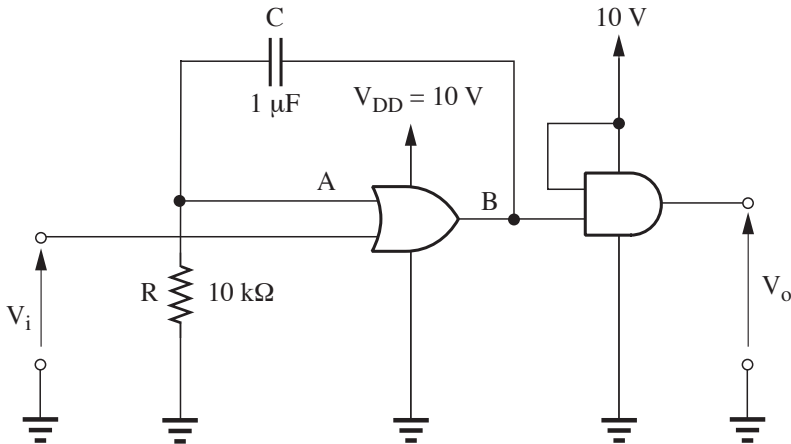


איור לשאלה 1

- א. רשום את פונקציית העירור של כל אחד מן המבואות D_2 , D_1 , D_0 .
- ב. רשום את טבלת המעברים של המערכת הזו.
- ג. רשום את טבלת העירור של המערכת.
- ד. רשום את מצב מוצאי המערכת (Q_2, Q_1, Q_0) במהלך שישה דפקים המתקבלים בכניסת CP.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל חשמלי הכולל שערים ממשפחת CMOS. מתחי הסף של השערים מקיימים: $V_{TH} = 0.5 \cdot V_{DD}$.



איור א' לשאלה 2

למבוא המעגל מספקים דופק צר V_i , המתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 2

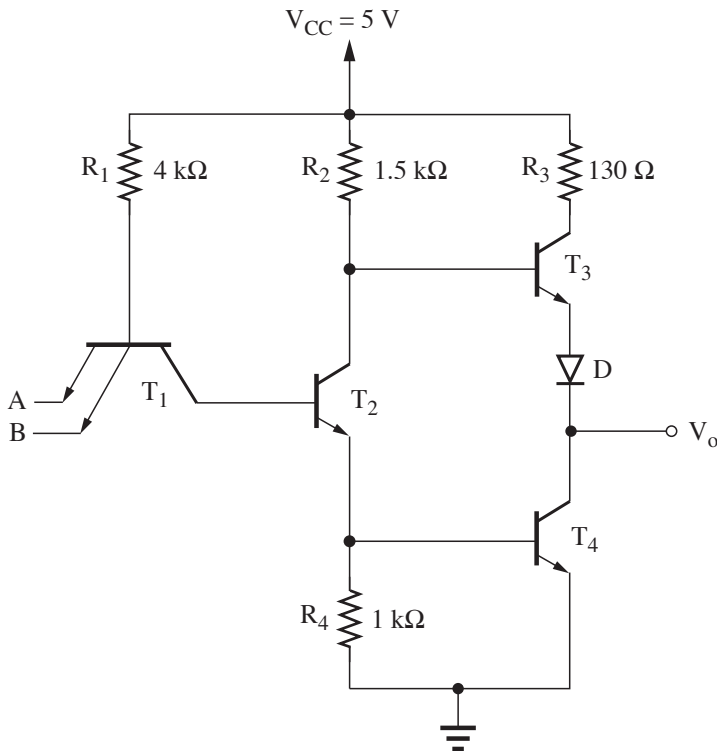
- מהו המתח בכל אחת מן הנקודות A ו-B ומהו מתח המוצא V_o במצב היציב, לפני עליית הדופק הצר V_i ?
- העתק למחברתך את איור ב' לשאלה, וסרטט מתחתיו, בהתאמה, את המתח בנקודה A, את המתח בנקודה B ואת מתח המוצא V_o , כפונקציה של הזמן.
- חשב את משך הזמן הלא-יציב של המעגל הזה.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון המעגל החשמלי של שער לוגי. הטרנזיסטורים $T_2 \div T_4$ זהים, ונתונים הם:

$$V_{BC(ON)} = 0.7 \text{ V} ; V_{BE(ON)} = 0.7 \text{ V} ; V_{CE(SAT)} = 0.2 \text{ V} ; \beta_R = 0 ; \beta_{Fmin} = 10$$

כמו־כן נתון: $V_D = 0.7 \text{ V}$.



איור לשאלה 3

א. העתק את הטבלה שלהלן למחברתך, ורשום באיזה מצב (ON / OFF) נמצא כל אחד מן הטרנזיסטורים $T_2 \div T_4$:

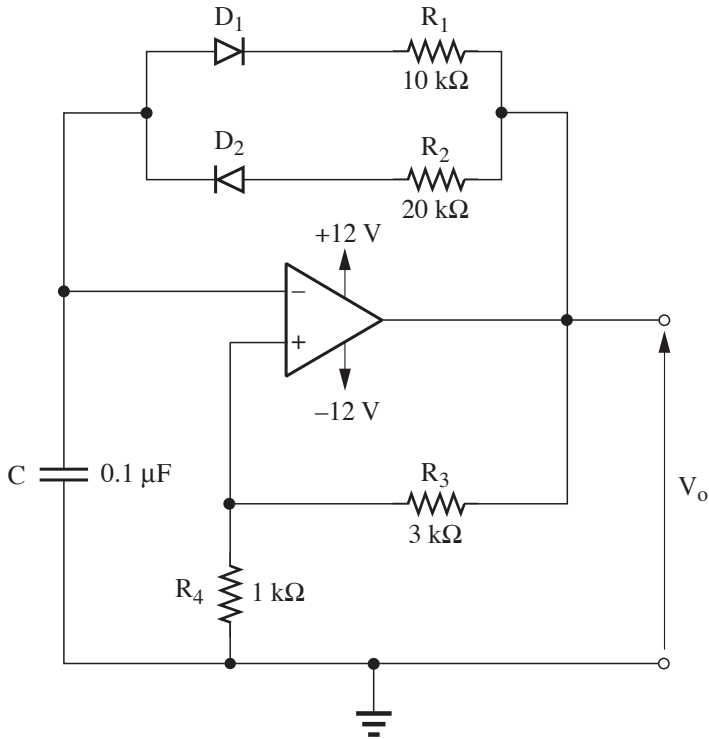
A	B	T_2	T_3	T_4
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

המשך בעמוד 5

- ב. חשב את זרם הפולט של הטרנזיסטור T_2 , כאשר $V_A = V_B = 5\text{ V}$.
- ג. הסבר את תפקידה של הדיודה D במעגל הזה.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון מעגל חשמלי. מגבר השרת והדיודות שבמעגל – אידיאליים.



איור לשאלה 4

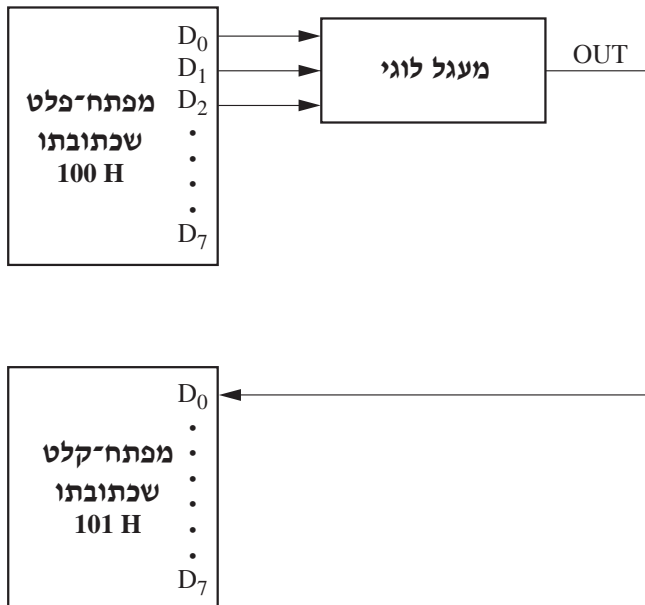
- א. 1. סרטט, זו מתחת לזו בהתאמה, את צורת המתח על הקבל (V_C) ואת צורת מתח המוצא (V_o), כפונקציה של הזמן.
2. חשב את הערך המקסימלי ואת הערך המינימלי של כל אחד מן המתחים V_C ו- V_o , וציין אותם בסרטוטך.
- ב. חשב את תדר ההתנודות של מתח המוצא V_o .
- ג. חשב את מחזור הפעולה (D.C.) של המעגל הזה.

פרק שני: שפה עילית

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5-8 (לכל שאלה - 25 נקודות).

שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מתוארת מערכת ממוחשבת לבדיקת מעגל לוגי. למעגל הלוגי שלושה מבואות ומוצא אחד.



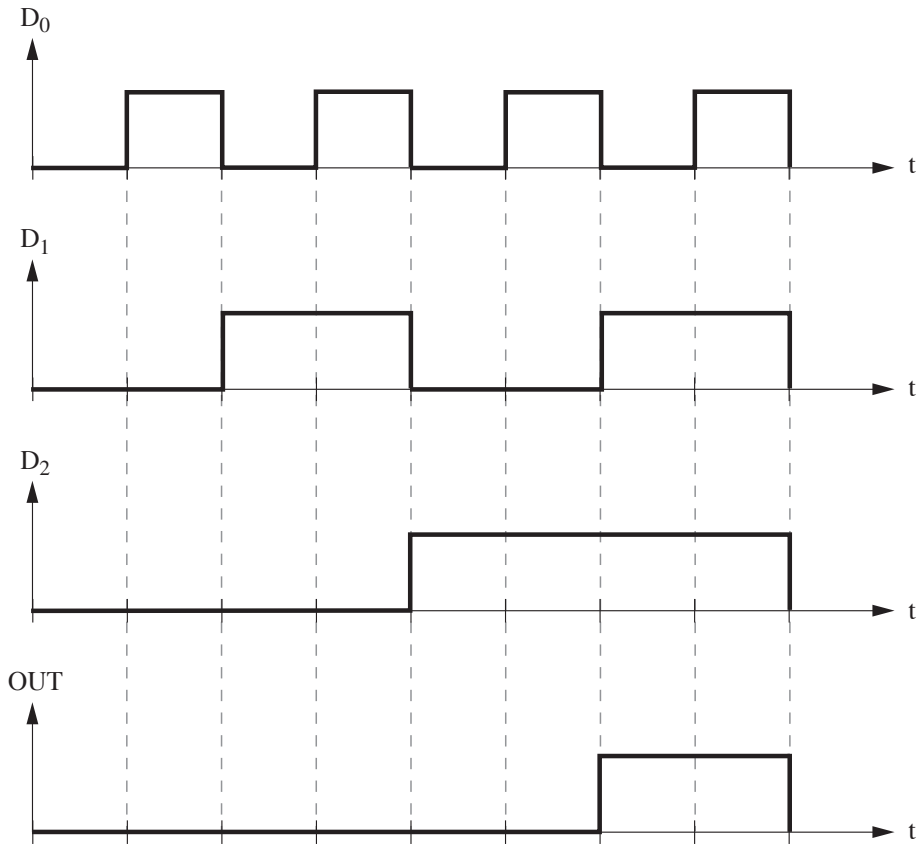
איור א' לשאלה 5

מעגל לוגי תקין מפיק במוצא OUT :

'0' - עבור הצירופים: $D_2 D_1 D_0 = (101)_2 \div D_2 D_1 D_0 = (000)_2$ במפתח-הפלט,

'1' - עבור הצירופים: $D_2 D_1 D_0 = (111)_2 \div D_2 D_1 D_0 = (110)_2$ במפתח-הפלט,

כמתואר באיור ב' לשאלה.



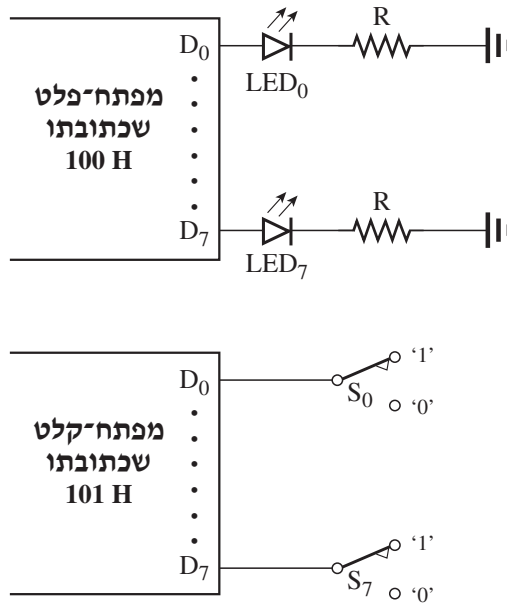
איור ב' לשאלה 5

כתוב תכנית מחשב בשפת C, שתבצע את הפעולות האלה:

1. תייצר את צירופי האותות בהדקים D_0 , D_1 ו- D_2 של מפתח-הפלט, כמתואר באיור ב' לשאלה.
הנח כי לרשותך פונקציה בשם `wait_for_circuit_output()`. הפונקציה מספקת את ההשהיה המתאימה בין הוצאת האותות במפתח-הפלט ובין קריאת מצב המוצא OUT של המעגל הלוגי דרך מפתח-הקלט.
 2. תציג למשתמש את מצב המוצא OUT , עבור כל צירוף של האותות בהדקים D_0 , D_1 ו- D_2 .
 3. תציג למשתמש הודעת-טקסט על תקינותו או על אי-תקינותו של המעגל הלוגי הנבדק.
- הערה:** סמן בתכנית שכתבת את קטעי-הקוד המבצעים את הפעולות 1, 2 ו-3.

שאלה 6

למפתח-פלט, שכתובתו 100 H, מחוברות שמונה נוריות LED, ולמפתח-קלט, שכתובתו 101 H, מחוברים שמונה מתגים, כמתואר באיור לשאלה 6.



איור לשאלה 6

כתוב תכנית מחשב בשפת C שתגרום לנוריות LED₀ ÷ LED₇ להידלק בהתאם למצב המתגים $S_7 \div S_0$. **שים לב לסדר ההפוך:** הנורית LED₀ תידלק אם מצב המתג S₇ הוא '1', הנורית LED₁ תידלק אם מצב המתג S₆ הוא '1', וכך הלאה עד לנורית LED₇, שתידלק אם מצב המתג S₀ הוא '1'.
הערה: אם מצבו של מתג הוא '0' – הנורית המתאימה תישאר כבויה.

שאלה 7

לפניך תכנית הכתובה בשפת C:

```
1  #include <stdio.h>
2  void main ()
3  {
4      int i=0,arr[10];
5      FILE *f;
6      f = fopen ("data.txt","r");
7      if ( f == NULL )
8      {
9          printf("ERROR\n");
10         return;
11     }
12     for (i=0;i<10;i++)
13         fscanf( f ,"%d" ,&arr[i]);
14     fclose (f);
15 }
```

א. הסבר כל אחת מן ההוראות שבשורות 5, 6, 10, 13 .

ב. רשום את איברי המערך arr לאחר ביצוע התכנית, עבור קובץ הנתונים data.txt שלהלן (הנקרא משמאל לימין):

-2 23 3 3 23 2 -12 23 12 2 -1 23 3 -1

ג. הוסף לתכנית קטע־קוד, המחשב את הסכום של שלושת המספרים הראשונים בקובץ data.txt , ושומר את הסכום הזה בקובץ חדש ששמו sumdata.txt .

שאלה 8

לפניך תכנית הכתובה בשפת C:

```
1 #include <stdio.h>
2 void main (void)
3 {
4     int arr[10] = {-3,2,-1,-1,1,-1,1,-3,3,-3};
5     int i,j,b,min;
6     for(i=0;i<9;i++)
7     {
8         min = i;
9         for (j=i+1; j<10; j++)
10             if (arr[j] < arr[min]) min = j;
11         b = arr[i];
12         arr[i] = arr[min];
13         arr[min] = b;
14     }
15     b=arr[0];
16     printf(" %d ",b);
17     for(i=1;i<10;i++)
18         if (arr[i]!=b)
19         {
20             b=arr[i];
21             printf(" %d ",b);
22         }
23 }
```

המשך בעמוד 11

- א. הסבר כל אחת מן ההוראות שבשורות 4, 9, 10, 21.
- ב. 1. רשום את איברי המערך לאחר ביצוע שורה 14.
2. הסבר מה מבצע קטע התכנית שבשורות $4 \div 14$.
ג. רשום את פלט התכנית, והסבר מה מבצעת התכנית כולה.
ד. שנה את התכנית, כך שלאחר ביצוע שורה 14 היא תציג על המסך את איברי המערך.

בהצלחה!

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

אין להעביר נוסחאון זה
מנבחן אחד למשנהו!

מקום לנחלקת נחן

נוסחאון באלקטרוניקה ספרתית ב' לכיתה י"ד

(4 עמודים)

משוואת הדפקים היסודית

מתח המוצא - $V(t)$ [V]

מתח סופי (עבור $t \rightarrow \infty$) - V_∞ [V]

מתח התחלתי - V_{0+} [V]

זמן - t [sec]

קבוע הזמן - τ [sec]

התנגדות שקולה ש"רואה" הרכיב - R_{eq} [Ω]

ההיגבי, מחושבת לפי תבנין

זרם מוצא - $I(t)$ [A]

זרם סופי (עבור $t \rightarrow \infty$) - I_∞ [A]

זרם התחלתי - I_{0+} [A]

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

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

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

תחום הרוויה בטרנזיסטור דו-נושאי

מתח רוויה בין קולט לפולט - V_{CEs} [V]

זרם בסיס - I_B [A]

זרם קולט - I_C [A]

הגבר זרם - β

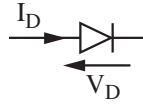
$$V_{CE} = V_{CEs} \\ \beta \cdot I_B > I_C$$

סף רוויה של התחום הפעיל בטרנזיסטור דו-נושאי

$$V_{CE} = V_{CEs} \\ \beta \cdot I_B = I_C$$

דיודת צומת

סימול:



א. דיודה אידיאלית:

ממתח קדמי - $V_D = 0$ (קֶצֶר)

ממתח אחורני - $I_D = 0$ (נֶתֶק)

ב. קירוב באמצעות V_γ :

ממתח קדמי - $V_D = V_\gamma$

ממתח אחורני - $I_D = 0$ ($V_D < V_\gamma$)

ג. קירוב באמצעות V_γ ו- R_f :

ממתח קדמי - $V_D = I_D \cdot R_f + V_\gamma$ ($V_D > V_\gamma$)

ממתח אחורני - $I_D = 0$ ($V_D < V_\gamma$)

טעינה לינארית

טעינת קבל בזרם קבוע:

מתח הקבל	-	V_C	[V]
זרם הקבל	-	I_C	[A]
קיבול	-	C	[F]
זמן	-	t	[sec]

$$V_C = \frac{I_C}{C} \cdot t + V_C(0)$$

$$\Delta V_C = \frac{I_C}{C} \cdot \Delta t$$

זרם הסליל	-	I_L	[A]
מתח הסליל	-	V_L	[V]
השראות	-	L	[H]

טעינת סליל במתח קבוע:

$$I_L = \frac{V_L}{L} \cdot t + I_L(0)$$

$$\Delta I_L = \frac{V_L}{L} \cdot \Delta t$$

טבלת מצבים של JKFF

CLK	J	K	Q
1, 0	$\emptyset$	$\emptyset$	N.C
$\downarrow$	0	0	N.C
$\downarrow$	0	1	0
$\downarrow$	1	0	1
$\downarrow$	1	1	$\bar{Q}_{n-1}$ (שינוי מצב)

טבלת מצבים של SRFF (סינכרוני)

CLK	S	R	Q
0, 1	$\emptyset$	$\emptyset$	N.C
$\downarrow$	0	0	N.C
$\downarrow$	0	1	0
$\downarrow$	1	0	1
$\downarrow$	1	1	מצב אסור

טבלת מצבים של TFF

CLK	T	Q_n
0, 1	$\emptyset$	N.C
$\downarrow$	0	N.C
$\uparrow$	1	$\bar{Q}_{n-1}$ (שינוי מצב)

טבלת מצבים של DFF

CLK	D	Q
1, 0	$\emptyset$	N.C
$\downarrow$	0	0
$\uparrow$	1	1

טבלת עירור

PS			NS		JKFF		SRFF		TFF	DFF
q			→	Q	J	K	S	R	T	D
0	→	0		0	0	ϕ	0	ϕ	0	0
0	→	1		1	1	ϕ	1	0	1	1
1	→	0		0	ϕ	1	0	1	1	0
1	→	1		1	ϕ	0	ϕ	0	0	1

בהצלחה!