



## מערכות תוכנה להנדסאים - הנדסת אלקטרוניקה

### הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 10 שאלות.  
יש לענות על 5 שאלות בלבד בהתאם לפירוט הבא :  
**חלק א'** - שאלות 1-4 : יש לענות על 2 שאלות בלבד.  
**חלק ב'** - שאלות 5-10 : יש לענות על 3 שאלות בלבד.  
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.  
סה"כ 100 נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש :  
1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד, מחשב כף יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).  
2. קלסר **אחד בלבד** עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.  
3. שני ספרי לימוד.
- ד. הוראות מיוחדות :  
1. **אם צוין בשאלון הבחינה שאלות המכילות השלמת טבלה יש לרשום את הטבלה במחברת הבחינה.**  
2. יש לציין את המקור ומספר העמוד במקרים בהם ניתנה תשובה מתוך ספרי הלימוד.  
3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק.  
בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות :  
1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.  
2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).  
3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.  
4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תבדק.  
5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.  
6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

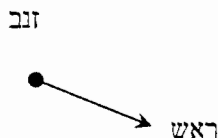
**בהצלחה !**

## חלק א': תוכנה C/C++

יש לענות על 2 שאלות בלבד, מתוך 4 השאלות הבאות (שאלות 1 - 4)

**שאלה מספר 1 (20 נקודות)** - ענית על שאלה זו? נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

חץ מוגדר באמצעות שתי נקודות: זנב, וראש החץ.  
המחלקה חץ מכילה 2 נקודות: "זנב" (tail) ו- "ראש" (head).



(א) (6 נקודות) יש לכתוב את המחלקה נקודה (Point), המכילה קורדינטות x ו y של הנקודה (שני משתני מחלקה מטיפוס int - יוגדרו כ private). יש להוסיף למחלקה פונקציות המחזירות את ערכי משתני המחלקה (פונקציות פלט) ופונקציות המאפשרות לשנות את ערכי משתני המחלקה (פונקציות קלט). בסעיף זה אין לממש פונקציות.

(ב) (7 נקודות) יש לכתוב את המחלקה חץ (Arrow), המכילה את הנקודות "זנב" ו "ראש" של החץ. יש להוסיף למחלקה פונקציות קלט ופלט. בנוסף יש להוסיף למחלקה פונקציה inverse ההופכת את כיוון החץ. בסעיף זה אין לממש פונקציות.

(ג) יש לממש את הפונקציה inverse, ההופכת את כיוון החץ המיוצג על ידי המחלקה.

**רמז:** כדי להפוך את כיוון החץ יש להחליף בין נקודות הראש והזנב.

**שאלה מספר 2 (20 נקודות)** - ענית על שאלה זו? נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

נתונה המחלקה Email, המייצגת כתובת אימייל, ומוגדרת כך:

```
class Email{
    char addr[MAX];
public:
    Email(char *address);
    void setEmail(char *address);
    char *getEmail();
    int equal(Email e);
};
```

הפונקציה equal מחזירה 1 כאשר e מייצג את אותה כתובת Email שמייצגת המחלקה הנוכחית. אין צורך לממש אותה.

יש להניח במהלך השאלה כי כל פונקציות המחלקה ממומשות.

א) (10 נקודות) יש לכתוב פונקציה המקבלת מערך של אובייקטים מסוג Email (מערך של כתובות אימייל), את גודל המערך, וכתובת אימייל נוספת to\_find. הפונקציה תחזיר את האינדקס של to\_find במערך, או -1 כאשר הכתובת to\_find לא נמצאת במערך.

ב) (10 נקודות) יש לכתוב פונקציה המקבלת מערך של כתובות אימייל, את גודל המערך, ובנוסף כתובת אימייל ישנה וכתובת אימייל חדשה. הפונקציה תחפש את הכתובת הישנה במערך ותחליף אותה בכתובת החדשה. ניתן להשתמש בפונקציה מסעיף א'.

שאלה מספר 3 (20 נקודות) - ענית על שאלה זו! נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

יש לממש את הפונקציות הבאות:

א) (10 נקודות) פונקציה **רקורסיבית** המקבלת מחרוזת ותו (`char`), ובודקת האם התו נמצא במחרוזת. הפונקציה תחזיר 1 אם התו נמצא ו 0 אחרת.

ב) (10 נקודות) פונקציה המקבלת מחרוזת ו 2 תוים. הפונקציה תבדוק האם 2 התוים נמצאים זה ליד זה במחרוזת (לא משנה הסדר).

לדוגמא:  $f("abcd", 'c', 'b')$  תחזיר 1, כי התו c נמצא ליד התו b במחרוזת,

אולם  $f("abcd", 'a', 'c')$  תחזיר 0, כי התוים a, c לא צמודים זה לזה.

**שאלה מספר 4 (20 נקודות)** - עניית על שאלה זו! נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

א) (7 נקודות) מה ידפיס הקוד הבא?

```
int *p, arr[]={0,1,2};  
p=arr;  
*p=3;  
arr[1]=arr[0]+1;  
cout<<arr[0]<<" "<<arr[1]<<" "<<arr[2]<<endl;
```

ב) (7 נקודות) מה ידפיס הקוד הבא?

```
char str[]="abcde";  
str[strlen(str)-1]='\0';  
cout<<str+1<<endl;
```

ג) (6 נקודות) מה ידפיס הקוד הבא?

```
int i, j;  
i=10;  
j=i++;  
i=j++;  
cout<<i<<" "<<j<<endl;
```

## **VHDL : חלק ב'**

**יש לענות על 3 שאלות בלבד, מתוך 6 השאלות הבאות (שאלות 5 - 10)**

**שאלה מספר 5 (20 נקודות) - ענית על שאלה זו! נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!**

נתונה התוכנית הבאה:

א) (10 נקודות) יש לצייר במדויק את החומרה שתיווצר מהתוכנית הנתונה, הכוללת רישום של כל ה"אקטואלים" וה"פורמלים" מהקוד. נא להקפיד על תרשים ברור!

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity dff is
    port (clk, rst: in std_logic;
          d: in std_logic;
          q: out std_logic);
end;

architecture rtl of dff is
begin
    process (rst, clk)
    begin
        if rst='1' then q<= '0';
        elsif clk'event and clk = '1' then
            q<= d;
        end if;
    end process;
end;

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_arith.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;
entity test5A is
    GENERIC (Size: INTEGER:= 4);
    port(d, clk, rst: in std_logic;
          q: out std_logic_vector (Size-1 downto 0));
end;

architecture for_gen of test5A is
    COMPONENT dff
        port(d, clk, rst: in std_logic; q:out std_logic);
    end component;
```

```

SIGNAL qSig: std_logic_vector (Size-1 DOWNT0 0):= (others=>'0');
SIGNAL dSig: std_logic_vector (Size-1 DOWNT0 0):= (others=>'0');

begin
    dSig(0)<=d;
    out_loop: FOR i in 0 to size-1 GENERATE
        boxs: dff port map(d=>dSig(i), clk=>clk, rst=> rst,
q=>qSig(i));
    end GENERATE out_loop;
    -----
    dsig(1)<= dsig(0) XOR dsig(3);
    dsig(2)<= dsig(1) XNOR dsig(0);
    dsig(3)<= dsig(2) WHEN dsig(1)=dsig(0) ELSE dsig(1);
    -----
        q<=qSig;
    end;

```

Handwritten annotations:  $qSig()$  and  $qSig()$  with arrows pointing to the `q` parameter in the DFF map and the `q<=qSig` assignment respectively.

ב) (10 נקודות) יש לרשום את סדרת המוצאים של התוכנית במספרים עשרוניים, כאשר ניתן להניח שהמערכת מתחילה לאחר Reset מ-0, והכניסה d מקבלת '1' באופן קבוע.

אם סדרה זו מחזורית, רשום את מחזוריה. אם איננה מחזורית, יש לרשום את 10 המצבים הראשונים בלבד (כולל ה-0).  
בכל מקרה הסבר את טענותיך.

**שאלה מספר 6 (20 נקודות) - ענית על שאלה זו? נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!**

נתונה התוכנית הבאה, כאשר בכל הסעיפים נתון: `input = "1000"`. יש להשלים את הטבלאות להלן וגם לצייר את צורות הגלים של הפלט `div_by` ביחס ל-`count`. יש להניח שניתן איפוס קצר לפני הופעת מחזור השעון הראשון.

```
library ieee;
use ieee.STD_LOGIC_1164.all;
use ieee.STD_LOGIC_ARITH.all;
use ieee.STD_LOGIC_UNSIGNED.all;
entity div is
    generic (size: NATURAL:= 4);
    port (clk: in BIT; rst: in BIT;
          input: in std_logic_vector(size-1 downto 0);
          div_by: out std_logic);
end div;
architecture div of div is
    signal count: std_logic_vector(size-1 downto 0);
begin
    process (rst, clk)
    begin
        if rst = '1' then
            count<= input;
            div_by<='0';
        elsif clk'event and clk = '1' then
            if count = 1 then
                count<=input;
                div_by<='0';
            else
                if count > SHR(input,"01") then
                    div_by<='0';
                else
                    div_by<='1';
                end if;
                count<=count-1;
            end if;
        end if;
    end process;
end;
```

א) (10 נקודות) עבור התוכנית לעיל כמו שהיא, יש לצייר טבלה במחברת ע"י רישום ערכו של `div_by` ביחס ל- `count` וגם לצייר את צורות הגלים:

| count | div_by |
|-------|--------|
| 8     |        |
| 7     |        |
| 6     |        |
| 5     |        |
| 4     |        |
| 3     |        |
| 2     |        |
| 1     |        |

ב) (10 נקודות) משנים את השורה המודגשת בתוכנית, ובמקומה רושמים את השורה הבאה:

```
if count < conv_integer(input)/2 +1 then
```

מומלץ לרשום לעצמך שורה זו במילים, כדי לוודא ששמת לב לשינויים!  
יש לצייר טבלה חדשה במחברת ע"י רישום ערכו של `div_by` ביחס ל- `count` וגם לצייר את צורות הגלים:

| count | div_by |
|-------|--------|
| 8     |        |
| 7     |        |
| 6     |        |
| 5     |        |
| 4     |        |
| 3     |        |
| 2     |        |
| 1     |        |

#### הערות:

1. הפונקציה `SHR` קיימת בספריות המצורפות לתוכנית ומבצעת הזזה ימינה.
2. הפונקציה `conv_integer` קיימת בספריות המצורפות לתוכנית ומתרגמת מוקטור ל- `integer`. לידיעתך, מותר להשתמש בחילוק ב-2 עבור הסוג `integer`.
3. הרבה טועים בשאלה זו מאחר והם "שוכחים" שמדובר בדלגלים, בבקשה נא לא לשכוח!

**שאלה מספר 7 (20 נקודות)** - ענית על שאלה זו? נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

(20 נקודות) לפניך מכונת מצבים סינכרונית, עם איפוס אסינכרוני - למצב A. נתון שמחזור השעון הוא 100ns והוא סימטרי (כלומר: 50ns ב-'0' ואח"כ 50ns ב-'1'). עליך לכתוב **עירור מלא** שיבדוק 4 ממצבי המכונה, ע"י תוכנית כרצונך (הקל ביותר הוא לכתוב תוכנית עצמאית שהממשק נתון להלן). חשוב: כתיבת קוד חסר מזכה בניקוד חלקי!

למשל:

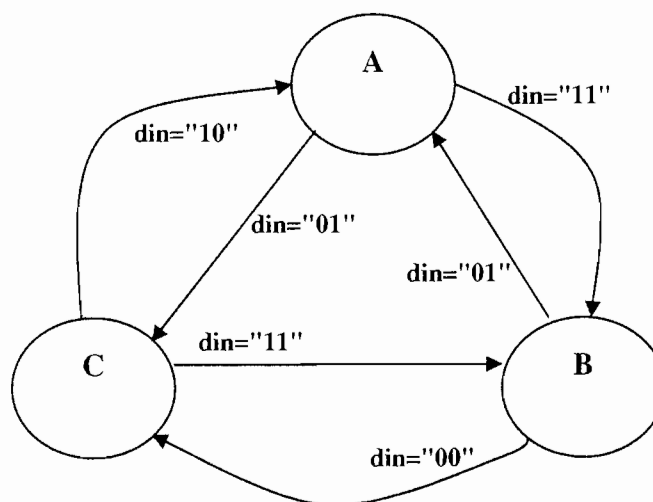
ממצב A ל-B, ל-C וחזרה ל-A זו אפשרות **אחת** מתוך ה-4 (בכל בדיקה תמיד חוזרים בסוף ל-A).

סימונים לשאלה זו:

מצב A: "01"

מצב B: "10"

מצב C: "11"



```

ENTITY test7 IS
  PORT(rst, clk: OUT bit;
        din: OUT bit_vector(1 downto 0);
        otp: IN bit);
END;
```

**שאלה מספר 8 (20 נקודות)** - עניית על שאלה זו? נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

נתון הממשק הבא:

```
LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
ENTITY cnt IS
    PORT (clk, rst: IN STD_LOGIC;
          vec1, vec2: IN STD_LOGIC_vector(3 downto 0);
          bigger: OUT STD_LOGIC_vector(3 downto 0));
END;
```

- א) (10 נקודות) יש לכתוב פונקציה **ג'נרית** (איננה תלויה בגודל הווקטורים הנכנסים) שתחזיר את המילה **הגדולה** יותר מבין שני הווקטורים:  $vec1, vec2$  שבתוכנית לעיל. מותר להשתמש בכל אלגוריתם.
- ב) (10 נקודות) כעת, יש להוסיף ארכיטקטורה הקוראת לפונקציה ומשתמשת בה בתוכנית לעיל. יש להניח כי בכל מחזור שעון, מגיעות לכניסה 2 מילים חדשות להשוואה.

עליך האחריות לבדוק שכל חלקי הקוד מתאימים והכל עובד כמו שצריך. יש להסביר בעברית את השיטה בה התוכנית כולה עובדת.

**שאלה מספר 9 (20 נקודות)** - עניית על שאלה זו! נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המכתבת, ובאופן ברור!

(א) (10 נקודות) יש לצייר את החומרה שתיווצר מתוכנית זו:

```

LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;
ENTITY test09A_What IS
    PORT(clk, rst, inp: IN STD_LOGIC;
          otp: OUT std_logic);
END;

ARCHITECTURE arc OF test09A_What IS
    SIGNAL a, b, c: std_logic;
BEGIN
    otp<= (c AND b) WHEN inp='1' ELSE
          (a OR b);
    process(clk, rst)
    begin
        if rst= '1' then
            a<= '1'; b<= '0';
        elsif rising_edge(clk) then
            a<=inp OR c; b<= a; c<= b XOR a;
        end if;
    end process;
end;
```

(ב) (10 נקודות) יש לצייר את החומרה שתיווצר מתוכנית זו:

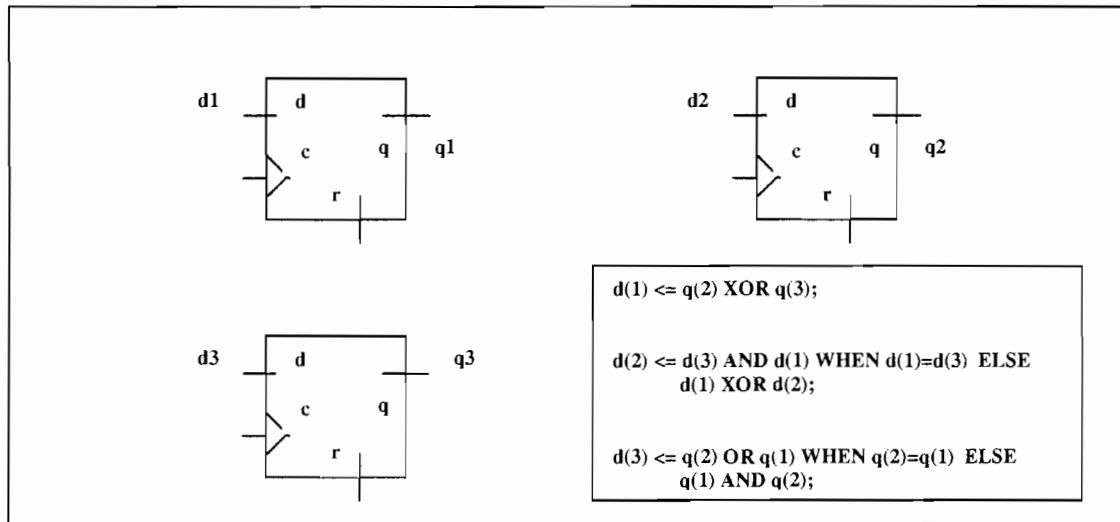
```

LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;
ENTITY test09B_What IS
    PORT(clk, inp1, inp2: IN STD_LOGIC;
          otp: BUFFER std_logic);
END;

ARCHITECTURE arc OF test09B_What IS
    SIGNAL a, b, c: std_logic;
BEGIN
    process(clk)
    begin
        if rising_edge(clk) then
            a<= inp2; otp<= b OR a;
        end if;
    end process;
    b<= inp1 WHEN inp2= '1' ELSE c;
    c<= b WHEN (a = inp1) ELSE (inp2 OR otp);
end;
```

**שאלה מספר 10 (20 נקודות) - ענית על שאלה זו! נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן מולט!**

בשאלה זו, אסור לכתוב קוד המכיל חיווטים כלשהם.



(20 נקודות) יש לכתוב קוד המכיל תהליך מדורבן שעון אחד (Clocked Process) עבור הדלגלים, ועוד פקודות מקביליות לתיאור הלוגיקה שבתרשים. סך כל הקוד שלך יתאר במדויק את התרשים לעיל.  
והנה המשוואות שוב בהגדלה:

```

d(1) <= q(2) XOR q(3);

d(2) <= d(3) AND d(1) WHEN d(1)=d(3) ELSE
d(1) XOR d(2);

d(3) <= q(2) OR q(1) WHEN q(2)=q(1) ELSE
q(1) AND q(2);

```

**הערות חשובות** לגבי הסימונים בתרשים

1. בדלגלים שבתרשים:  $r = \text{Reset}$ ,  $c = \text{clk}$ , ואילו  $q$  הוא מוצא הדלגל, ו- $d$  היא הכניסה.
2.  $d(1)$ ,  $d(2)$ ,  $d(3)$ ,  $q(1)$ ,  $q(2)$ ,  $q(3)$  הם אותות מסוג Signal.
3. ניתן להניח שכל האותות מסוג bit.
4. חובה להשתמש בסימונים שעל התרשים, אחרת יורדו נקודות.
5. מותר להוסיף אותות לקוד, אך חובה לנמק את ההוספה בצורה משכנעת.

**בהצלחה**