



מערכות תוכנה

הנדסאים - הנדסת אלקטרוניקה

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה עשר שאלות. עליך לענות על חמש שאלות בלבד בהתאם לפירוט שלהלן.
- חלק א': 40 נקודות**
- שאלות 1-2. יש לענות על שאלה אחת. ערך כל שאלה - 20 נקודות.
- שאלות 3-4. יש לענות על שאלה אחת. ערך כל שאלה - 20 נקודות.
- חלק ב': 60 נקודות**
- שאלות 5-10. יש לענות על שלוש שאלות. ערך כל שאלה - 20 נקודות.
- בסך-הכול: 100 נקודות.**
- ג. חומר עזר מותר לשימוש:
1. מחשבון - אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון המאפשר תקשורת חיצונית.
 2. קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.
 3. שני ספרי לימוד.
- ד. הוראות מיוחדות:
- ה. הוראות כלליות:
1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות.
 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות.
 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד, בכתב יד ברור.
 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק.
 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד.
 7. אם לדעתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. נמק את בחירתך.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

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

בשאלון זה 17 עמודים.

חלק א' – תוכנה C++ (40 נקודות)

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

שאלה 1

כתוב את הפונקציה הבאה:

```
int secondMaxOnFrame(int matrix[][COLS], int rows)
```

הפונקציה מקבלת מטריצה של מספרים שלמים חיוביים. מספר העמודות במטריצה הוא COLS ומספר השורות במטריצה נתון על-ידי הפרמטר rows.

הפונקציה מחזירה את הערך השני בגודלו (אחרי הערך המקסימלי), שנמצא על מסגרת המטריצה. אם הערך המקסימלי מופיע יותר מפעם אחת, הפונקציה מחזירה את הערך המקסימלי.

יש להקפיד על המימוש היעיל ביותר, כלומר לעבור רק על איברי המסגרת של המטריצה ולא על כל איברי המטריצה, וכן לעבור על איברי המסגרת פעם אחת בלבד.

דוגמאות:

לצורכי הדוגמאות בלבד, הערכים שאינם על המסגרת הם 0.

עבור המטריצה הבאה:

86	31	68	50	79
24	0	0	0	47
1	0	0	0	10
52	75	47	49	62

יוחזר הערך 79, מאחר שהערך הגבוה ביותר על המסגרת הוא 86 והערך השני בגודלו הוא 79.

עבור המטריצה הבאה:

6	44	88	28	68
39	0	0	0	62
67	0	0	0	49
21	85	31	38	34

יוחזר הערך 85, מאחר שהערך הגבוה ביותר על המסגרת הוא 88 והערך השני בגודלו הוא 85.

עבור המטריצה הבאה:

40	48	93	9	62
93	0	0	0	77
19	0	0	0	25
69	64	24	41	67

יוחזר הערך 93, מאחר שהערך הגבוה ביותר על המסגרת הוא 93 והוא מופיע פעמיים.

שאלה 2

להלן הגדרה של פונקציה:

```
void changeString(char str[])
```

הפונקציה מקבלת מחרוזת ומעדכנת אותה באופן הבא:

כל ספרה תהפוך להיות רווח.

כל אות קטנה תהפוך להיות אות גדולה.

דוגמאות:

```
String before function: this3is veRy8nice  
String after function:  THIS IS VERY NICE
```

```
String before function: Game555of444Thrones!  
String after function:  GAME  OF  THRONES!
```

8 נק') א. כתוב מימוש באמצעות לולאות לפונקציה זו.

12 נק') ב. כתוב מימוש רקורסיבי לפונקציה זו.

שאלה 3

המחלקה Holiday כוללת 2 שדות; מספר שלם המכיל את ימי החופשה, ומחרוזת דינמית למיקום החופשה. כמו כן נתונה השיטה print המציגה למסך את נתוני החופשה:

```
class Holiday
{
private:
    int numOfDays;
    char* location;

public:
    void print() const
    {
        cout << "Location: " << location << ", num of days: "
              << numOfDays << endl;
    }
};
```

(המשך בעמוד הבא)

השלימו את המחלקה כך שתהיה שלמה מבחינה תכנותית ותתמודד ב-main הבא ובפלט המצורף עבורו בהמשך:

```
void main()
{
    Holiday h1("London", 5);
    Holiday h2("Paris");

    cout << "h1: ";
    h1.print();

    cout << "h2: ";
    h2.print();

    cout << "h1 > h2 ? " << (h1 > h2 ? "true" : "false") << endl;

    Holiday h3(h2);

    cout << "h3: ";
    h3.print();

    h3 = h1 + h2;
    cout << "h1+h2: ";
    h3.print();
}
```

```
h1: Location: London, num of days: 5
h2: Location: Paris, num of days: 3
h1 > h2 ? true
h3: Location: Paris, num of days: 3
h1+h2: Location: London and Paris, num of days: 8
```

להלן קטע קוד המכיל 2 מחלקות ו־main. כתוב מה יהיה פלט התכנית.

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A
{
public:
    A() {cout << "In A::A\n";}
    ~A() {cout << "In A::~~A\n";}

    virtual void foo() const {cout << "In A::foo\n";}
};

class B : public A
{
    A a;
public:
    B() {cout << "In B::B\n";}

    void foo(const A& a) const
    {
        cout << "In B::fo o 1\n";
        a.foo();
    }

    void foo() const
    {
        cout << "In B::foo 2\n";
    }
};
```

```
void main()
{
    A a1;
    A* a2 = new B();
    a2->foo();
    ((B*)a2)->foo(*a2);
    ((B*)a2)->foo(a1);
}
```

חלק ב – VHDL (60 נקודות)

ענה על שלוש מבין השאלות 5-10 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 5

(8 נק') א. כתוב תכנית בשפת VHDL המממשת מרבב ארבע לאחד (1 → mux 4) באמצעות הישות

המתוארת באיור א'. שם הישות: mux_case.

לישות: כניסה a מסוג std_logic_vector בגודל של 4 סיביות.

כניסה s מסוג std_logic_vector בגודל של 2 סיביות.

יציאה y מסוג std_logic.

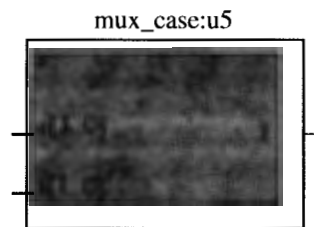
כאשר s = "00" $a(0) = y \leftarrow$

כאשר s = "01" $a(1) = y \leftarrow$

כאשר s = "10" $a(2) = y \leftarrow$

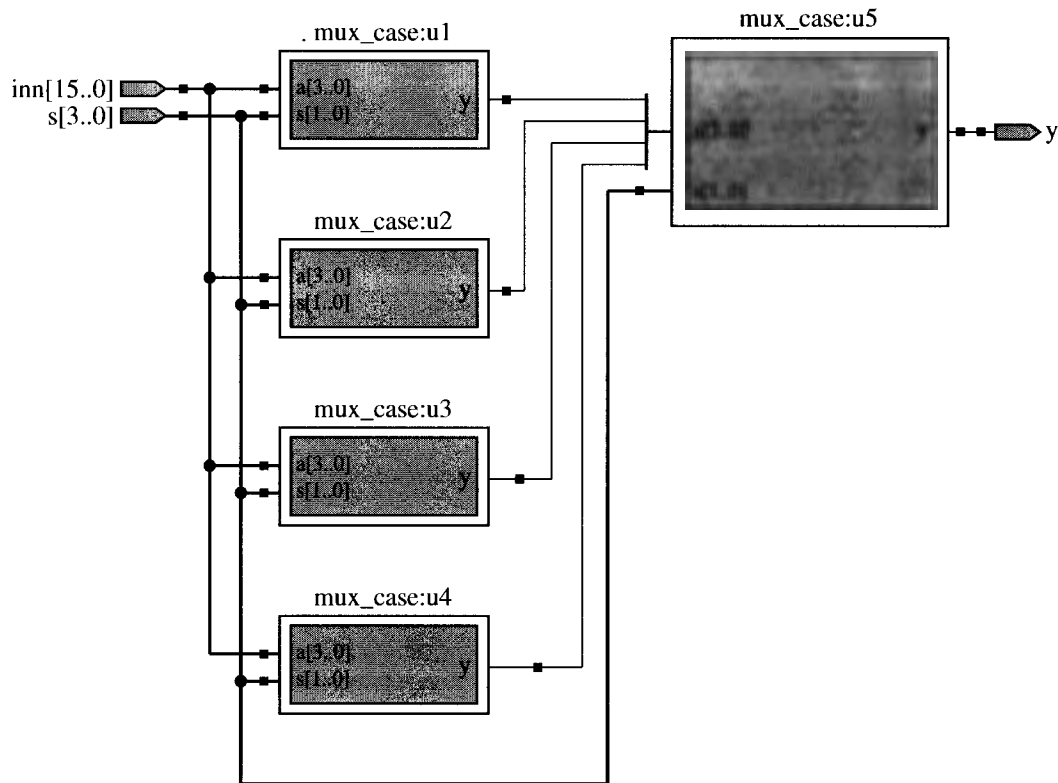
כאשר s = "11" $a(3) = y \leftarrow$

הנחיה: השתמש ב-case למימוש המרבב.



איור א' לשאלה 5

(12 נק') ב. נתון התיאור הסכמתי של מרוב (MUX) מ-16 ל-1.
כתוב תכנית בשפת VHDL, המתארת את המערכת שבאיור ב'.



איור ב' לשאלה 5

הנחיות:

השתמש בתכנון של סעיף א' כ-`COMPONENT` בסעיף ב' עם `PORT MAP`.
העתק את הסרטוט למחברתך כדי להציג את המיקומים והשמות לסיגנלים שבחרת לצורך החיבור.

שאלה 6

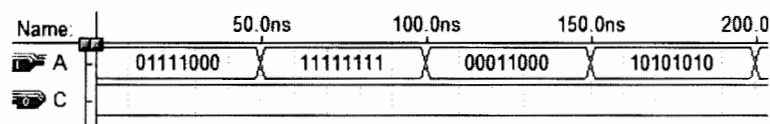
נתונה התכנית tar_6A הבאה:

```
LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;

ENTITY tar_6A IS
  GENERIC (msb: integer := 8);
  PORT (a: IN std_logic_vector (msb-1 downto 0);
        c: OUT std_logic_vector (msb-1 downto 0));
END ENTITY;

ARCHITECTURE behavioral OF tar_6A IS
BEGIN
  f1: for i in 0 to msb-1 GENERATE
    c(i) <= a (msb-1-i);
  END GENERATE;
END ARCHITECTURE ;
```

8 נק') א. העתק למחרתך את דיאגרמת הזמנים הנתונה באיור א', והשלם את מצב המוצא של המערכת המתוארת ב־tar_6A בהתאם למצב המבוא.



איור א' לשאלה 6

2 נק') ב. הסבר בקצרה מה מטרת הקוד tar_6A הנתון בסעיף א' לעיל.

(8 נק') ג. נתונה התכנית tar_6B הבאה:

```

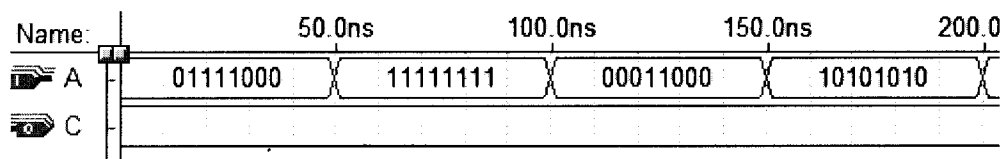
LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.all;

ENTITY tar_6B IS
    PORT (A :IN std_logic_vector (7 downto 0);
          C : out integer range 0 to 8);
END ENTITY;

ARCHITECTURE only OF tar_6B IS
BEGIN
    PROCESS (A)
        VARIABLE num: INTEGER RANGE 0 to 8;
    BEGIN
        Num:=0;
        FOR i in 0 to 7 LOOP
            IF A(i)='1' THEN
                num:=num+1;
            END IF;
        END LOOP;
        C<=num;
    END PROCESS;
END only;

```

העתק למחברתך את דיאגרמת הזמנים הנתונה באיור ג', והשלם את מצב המוצא של המערכת המתוארת ב־tar_6B בהתאם למצב המבוא.

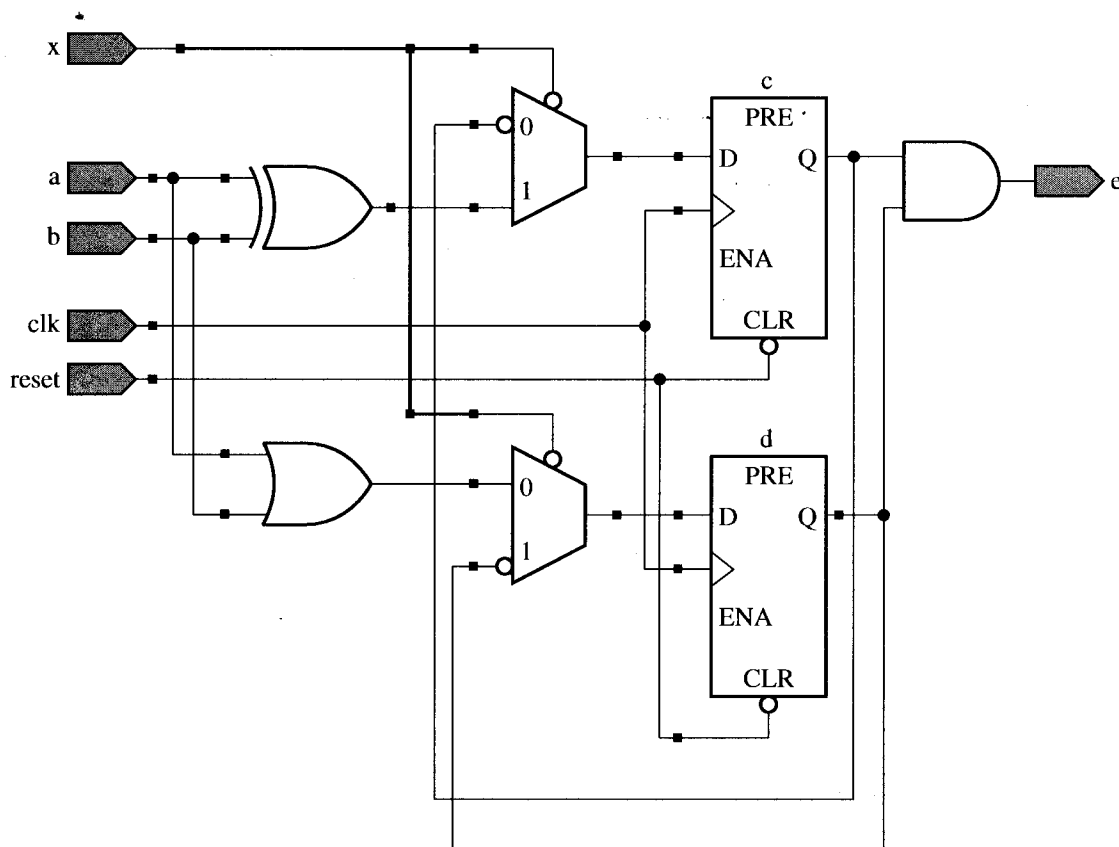


איור ג' לשאלה 6

(2 נק') ד. הסבר בקצרה מה מטרת הקוד tar_6B הנתון בסעיף ג' לעיל.

שאלה 7

(14 נק') א. באיור לשאלה 7 נתון תיאור סכמתי של מערכת חומרה.



איור לשאלה 7

כתוב את הקוד (ישות וארכיטקטורה מלאים) המתאר את המערכת בשפת VHDL. השתמש בתהליך סינכרוני אחד עבור תיאור של כל המערכת.

הנחיה: השתמש רק בסיגנלים המסומנים באיור לשאלה 7.

(6 נק') ב. כתוב קוד לבדיקת הרכיב שבאיור לשאלה 7 (Test Bench). הקוד מחווט את הרכיב הנבדק.

תחילה בדוק איפוס מערכת (reset) למשך 5 nSec.

clk משתנה כל 10 nSec.

בדוק את הכניסות $x = '0'$, $b = '0'$, $a = '0'$ במשך שלושה מחזורים.

בדוק שוב את הכניסות $x = '1'$, $b = '0'$, $a = '0'$ במשך שלושה מחזורים.

בדוק שוב את הכניסות $x = '1'$, $b = '0'$, $a = '1'$ במשך שלושה מחזורים.

שאלה 8

נתונה התכנית הבאה בשפת VHDL המתארת מכונת מצבים:

```
LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;

ENTITY tar_8 IS
    PORT(a,b,clk,rst : IN STD_LOGIC;
         x,y : OUT STD_LOGIC);
END tar_8;

ARCHITECTURE rtl OF tar_8 IS
    TYPE state_type IS (s0,s1,s2);
    SIGNAL current_state : STATE_TYPE;
    SIGNAL next_state : STATE_TYPE;
BEGIN
    Clock:PROCESS(clk,rst) BEGIN
        IF (rst = '1') THEN current_state <= s0;
        ELSIF (clk'EVENT AND clk = '1') THEN
            current_state <= next_state;
        END IF;
    END PROCESS clock;

    Nextstate:PROCESS (a,b,current_state) BEGIN
        CASE current_state IS
            WHEN s0 =>
                IF (a='1') THEN next_state <= s1;
                ELSIF (b='1') THEN next_state <= s2;
                ELSE next_state <= s0;
                END IF;
            WHEN s1 =>
                IF (a='1') THEN next_state <= s2;
                ELSIF (b='1') THEN next_state <= s0;
```

```

ELSE next_state <= s1;

END IF;

WHEN s2 => next_state <= s0;

WHEN OTHERS => next_state <= s0;

END CASE;

END PROCESS nextstate;

Output: PROCESS (current_state) BEGIN

x <= '0';

y <= '0';

CASE current_state IS

WHEN s1 => x <= '1';

WHEN s2 => y <= '1';

WHEN OTHERS => x <= '1';

y <= '1';

END CASE;

END PROCESS output;

END ARCHITECTURE;

```

א. (3 נק') האם מכונת המצבים היא מסוג Mealy או Moore? נמק את תשובתך.

ב. (3 נק') תאר את ההבדלים בין ההוראות: ELSE IF, ELSIF, ELSE.

ג. (7 נק') סרטט דיאגרמת מצבים (דיאגרמת "בועות") של המכונה.

ד. (7 נק') העתק למחברתך את הטבלה הבאה והשלם אותה:

RST	CLK	A	B	STATE	X	Y
1	CLK	0	0			
0	CLK	0	0			
0	CLK	1	0			
0	CLK	1	0			
0	CLK	1	1			
0	CLK	1	1			
0	CLK	0	1			
0	CLK	0	1			
0	CLK	0	1			
0	CLK	0	0			

שאלה 9

נתון קוד (תכנית א') הכולל ישות וארכיטקטורה, וקוד נוסף (תכנית ב') שעושה שימוש ב־COMPONENT. שני הקודים האלה מתארים חומרה מסוימת.

תכנית א'

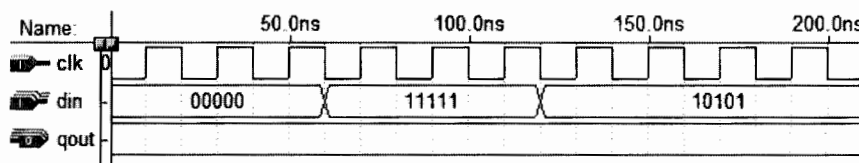
```
LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;
ENTITY TAR_9A IS
  PORT (t,clk :IN std_logic;
        q : OUT std_logic);
END ENTITY;
ARCHITECTURE behavioral OF TAR_9A IS
  SIGNAL q1: std_logic;
BEGIN
  PROCESS (clk)
  BEGIN
    IF(clk = '1' and clk'event)THEN
      IF t='0' THEN
        q1<=q1;
      ELSE
        q1<=not q1;
      END IF;
    END IF;
  END IF;
END PROCESS;
q<=q1;
END ARCHITECTURE;
```

```

LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;
ENTITY TAR_9 IS
  GENERIC (width : natural :=4);
  PORT (clk : IN std_logic;
        din : IN std_logic_vector (width DOWNT0 0);
        qout:OUT std_logic_vector (width DOWNT0 0));
END ENTITY;
ARCHITECTURE d_reg_generate OF TAR_9 IS
  COMPONENT tar_9a IS
    PORT (t,clk : IN std_logic;
          q : OUT std_logic);
  END COMPONENT;
BEGIN
  dreg: FOR i IN din'range GENERATE
    reg : tar_9a PORT MAP (t=> din(i), q=> qout(i), clk=>clk);
  END GENERATE;
END ARCHITECTURE;

```

- א. (8 נק') סרטט במדויק תרשים המתאר את החומרה שתיווצר על-ידי התכניות א' ו-ב' הנתונות לעיל. הקפד על סרטוט ברור תוך רישום שמות ומיקומי האותות על הסרטוט.
- ב. (2 נק') הסבר את פעולת המערכת.
- ג. (10 נק') העתק למחברתך את דיאגרמת הזמנים הנתונה באיור לשאלה 9, והשלם את מהלך המוצא qout.



איור לשאלה 9

שאלה 10

(15 נק') א. באיור לשאלה 10 מתוארת מערכת המזהה את הרצף "1001".

למערכת מבואות x , Reset , Clk ומוצא y .



איור לשאלה 10

כתוב תכנית בשפת VHDL, המממשת את פעולת המערכת, בהתאם לאפיון להלן:

1. המוצא y יהפוך מ-'0' ל-'1' רק בסיום קליטת הנתונים. המערכת תגלה גם "סדרה

בתוך סדרה". כלומר, הרצף החדש כולל בתוכו '1' מהרצף הקודם.

2. סיביות הקוד מתקבלות במבוא x באופן טורי ואקראי (סיבית אחת בכל עליית שעון).

דוגמה:

מבוא x	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
מוצא y	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

(5 נק') ב. סרטט דיאגרמת מצבים ("בועות") המתארת את פעולת המערכת בהתאם לתכנית שכתבת

בסעיף א'.

בהצלחה!