



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:

יש לציין את המקור ואת מספר העמוד במקרים שבהם ניתנה תשובה מתוך ספרי הלימוד.

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.

בהצלחה!

חלק א' – תוכנה C++ (40 נקודות)

ענה על שאלה אחת מבין שאלות 1-2 ועל שאלה אחת מבין שאלות 3-4.

(לכל שאלה – 20 נקודות)

שאלה 1

להלן פונקציה רקורסיבית:

```
bool what(int n)
{
    if (n < 10)
        return true;

    if (n%10 != n/10%10*2)
        return false;

    return what(n / 10);
}
```

(2 נק') א.

מה תהיה תוצאת הרצת הפונקציה עם הערך $n=2468$

(5 נק') ב.

תאר במשפט אחד מה מבצעת הפונקציה, יש להתייחס לכל המקרים האפשריים.
(בלי להסביר "איך הפונקציה מבצעת את העבודה" ו"בלי להסביר כל פקודה בנפרד").

(13 נק') ג.

כתבו את הפונקציה הרקורסיבית הבאה:

```
bool areCouplesSwapped(int arr1[], int arr2[], int size)
```

הפונקציה מקבלת שני מערכים $arr1$ ו- $arr2$ בגודל $size$.

הפונקציה תחזיר true במידה ו:

- הערך במקום הראשון במערך הראשון זהה לערך השני במערך השני, והערך הראשון במערך השני זהה לערך השני במערך הראשון.
- הערך במקום השלישי במערך הראשון זהה לערך הרביעי במערך השני, והערך השלישי במערך השני זהה לערך הרביעי במערך הראשון.
- וכו' אחרת הפונקציה תחזיר false

דוגמאות:

יחזור true עבור המערכים:

```
int arr1[] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
```

```
int arr2[] = { 2, 1, 4, 3, 5 };
```

יחזור true עבור המערכים:

```
int arr3[] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6 };
```

```
int arr4[] = { 2, 1, 4, 3, 6, 5 };
```

יחזור false עבור המערכים:

```
int arr5[] = { 1, 2, 8, 4, 5 };
```

```
int arr6[] = { 2, 1, 4, 3, 5 };
```

שאלה 2

כתבו את הפונקציה הבאה:

```
void rotateColumnsRight(int matrix[][COLS], int rows)
```

הפונקציה מקבלת מטריצה עם COLS עמודות (ניתן להניח ש-COLS מוגדר כקבוע) וכן פרמטר נוסף rows המעיד על מספר השורות במטריצה.

הפונקציה תשים את הערכים של כל עמודה בעמודה הימנית שליד, וערכי העמודה הימנית ביותר יכנסו לעמודה ה-0. ניתן לומר שזהו סיבוב של עמודות המטריצה.

דוגמאות:

Before:		
96	47	82
33	62	94
80	33	15
40	45	43
After:		
82	96	47
94	33	62
15	80	33
43	40	45

Before:			
45	40	30	32
43	72	80	16
46	40	48	16
1	63	30	48
55	90	90	22
After:			
32	45	40	30
16	43	72	80
16	46	40	48
48	1	63	30
22	55	90	90

שאלה 3

נתון כי קיימת המחלקה Person ששדותיה הן שם האדם (מחרוזת באורך מקסימלי של 20 תווים) ושנת הלידה שלו. ממחלקה זו יורשת המחלקה Student המוסיפה את שדה ממוצע הציונים של הסטודנט.

להלן main המייצר אובייקטים ממחלקות אלו:

```
void main()
{
    Person p1("gogo", 1990);
    p1.print();
    cout << endl;

    Student s1(p1, 87.3);
    s1.print();
    cout << endl;

    Person* p2 = new Student(Person("momo", 1995), 92.1);
    p2->print();
    cout << endl;

    delete p2;
}
```

להלן פלט הרצת התוכנית:

```
Name: gogo, Birth year: 1990
Name: gogo, Birth year: 1990, Average: 87.3
Name: momo, Birth year: 1995, Average: 92.1
```

כתבו את המחלקות Person ו-Student כך שיהיו שלמות מבחינה תכנותית, יתמכו ב-main הנ"ל וייצרו את הפלט שהוצג.

שאלה 4

להלן קטע קוד המכיל 2 מחלקות ו-main. עליכם לכתוב מה יהיה פלט התוכנית.

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

class A
{
protected:
    char* str;
```

public:

```

A(const char* str) : str(NULL)
{
    cout << "In A::A c'tor str=" << str << "\n";
    setStr(str);
}
A(const A& other) : str(NULL)
{
    cout << "In A::copy c'tor\n";
    *this = other;
}
const A& operator=(const A& other)
{
    cout << "In A::A operator= str=" << other.str << "\n";
    if (this != &other)
    {
        setStr(other.str);
    }
    return *this;
}
void setStr(const char* str)
{
    delete []this->str;
    this->str = new char[strlen(str)+1];
    strcpy(this->str, str);
}
const char* getStr() const
{
    return str;
}

```

};

class B : public A

{

A a;

int num;

public:

B(const char* str, int num) : num(num), A("kuku"), a(str)

{

```

        cout << "In B::B c'tor str=" << str << ", a.str=" << a.getStr() << ", num=" <<
num << "\n";
    }

```

};

void main()

{

A a1("bla");

B b1("stam", 4);

B b2(b1);

A a2(b1);

}

חלק ב' – VHDL (60 נקודות)**ענה על שלוש מבין השאלות 5-10 (לכל שאלה – 20 נקודות)****שאלה 5****(5 נק') א.** לפניך תכנית בשפת VHDL המממשת מערכת ספרתית (**myjk**)

סרטט במדויק (בעזרת דלגלג מסוג D, MUX ושערים לוגים) את תרשים המתאר את החומרה שתיווצר על-ידי התוכנית.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity myjk is port(
    j, k, clk : in std_logic;
    q, nq: buffer std_logic);
end;
architecture jk of myjk is
    signal jk: std_logic_vector(1 downto 0);
begin
    process(clk, j, k)
    begin
        jk <= j & k;
        if clk'event and clk = '1' then
            case jk is
                when "00" => q <= q;
                when "01" => q <= '0';
                when "10" => q <= '1';
                when "11" => q <= not q;
            end case;
        end if;
        nq <= not q;
    end process;
end;
```

(7 נק') ב. נתון הקוד הבא (**tar5**) שמשמש בקוד הקודם **myjk**.

סרטט במדויק (בעזרת המעגל **myjk** ושערים לוגים) תרשים המתאר את החומרה שתיווצר על-ידי התוכנית **tar5** הנתונה.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity tar5 is port(
    clock : in std_logic;
    a, b, c: buffer std_logic);
end;
architecture mycnt of tar5 is
    signal notc : std_logic;
    component myjk
        port(j, k, clk : in std_logic;
            q, nq: buffer std_logic);
    end component;
begin
    jkc: myjk port map (b and a, '1', clock, c, notc);
    jkb: myjk port map (notc and a, a or c, clock, b, open);
    jka: myjk port map (notc, '1', clock, a, open);
end;
```

(8 נק') ג. כתוב TEST BENCH עבור התכנית **myjk**. (כולל בדיקת המוצאים בעזרת **assert**).

שאלה 6

נתונה התוכנית tar6 הבאה :

```

Library ieee;
Use ieee.std_logic_1164.all;

Entity tar6 is port
  (a, b, c, clk : in std_logic;
   sel : in std_logic_vector(2 downto 0);
   q1, q2 : out std_logic);
end ;

ARCHITECTURE test OF tar6 IS
  Signal z1, z2 : std_logic;
  Begin
    z1 <= c when sel(2) = '1' else
           b when sel(1) = '1' else
           a when sel(0) = '1' else
           '0' ;

    q1 <= z1 when clk = '1' else 'Z' ;

    Process (a, b, c, sel, clk)
    Begin
      if (clk = '1' and clk' event) then q2 <= Z2;
      end if;

      If    sel(0) = '1' then z2 <= a;
      elsif sel(1) = '1' then z2 <= b;
      elsif sel(2) = '1' then z2 <= c;
      else      z2 <= '0' ;
      end if;
    End process;
  End ;

```

(10 נק') א. צייר את המעגל חומרה המתואר על יד התכנית.

- הסבר בקצרה את תפקידו של רכיב BUFFER TRI STATE

(10 נק') ב. מלא את הטבלה והעתק את השורות q1, q2 למחברת הבחינה.

clk	'0'	'1'	'0'	'1'	'0'	'1'	'0'	'1'	'0'	'1'
sel(0)	'1'	'1'	'0'	'0'	'1'	'1'	'1'	'1'	'0'	'0'
sel(1)	'1'	'1'	'1'	'1'	'0'	'0'	'1'	'1'	'0'	'0'
sel(2)	'0'	'0'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'1'	'0'	'0'
q1										
q2										

שאלה 7

(10 נק') א. בעזרת מכונת מצבים, כתוב תכנית VHDL לתיאור מעגל המזהה רצף של מינימום שלוש סיביות זהות (0' או 1'), רצף המגיע באופן טורי (סיבית אחת בכל עלית שעון).

- ניתן לאפס אסינכרוני את המערכת בעזרת המבוא rst.
- הסיביות נכנסות למערכת דרך המבוא din.
- המוצא Q יהיה :
- 0' - כאשר rst=1' או כאשר אין זיהוי הרצף
- 1' - ברגע זיהוי הרצף (ראה את הדוגמה)

דוגמה :

rst	1'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'	0'
clk	x	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
din	x	0'	1'	1'	1'	0'	0'	1'	0'	0'	0'	0'	1'
Q	0'	0'	0'	0'	1'	0'	0'	0'	0'	0'	1'	1'	0'

(6 נק') ב. סרטט את דיאגרמה מצבים (דיאגרמת "בועות") של המכונה.

(4 נק') ג. האם המכונה היא מסוג Mealy או מסוג Moore ? נמק את תשובתך.

שאלה 8

נתונה התוכנית הבאה בשפת VHDL המתארת מכונת מצבים :

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity tar8 is port(
    clock, reset, dir : in std_logic;
    q: out std_logic_vector (3 downto 0));
end;

architecture test8 of tar8 is
    type sm is (s0, s1, s2, s3);
    signal state : sm;

begin

    process(clock, reset)
    begin
        if reset = '1' then state <= s0;
        elsif clock' event and clock = '1' then
            case state is
                when s0 =>
                    if dir = '0' then state <= s1; else state <= s3 ; end if;
                when s1 =>
                    if dir = '0' then state <= s2; else state <= s0 ; end if;
                when s2 =>
                    if dir = '0' then state <= s3; else state <= s1 ; end if;
                when s3 =>
                    if dir = '0' then state <= s0; else state <= s2 ; end if;
                when others => state <= s0;
            end case;
        end if;
    end process;

    with state select
    q<= "0100" when s1,
        "1000" when s2,
        "1100" when s3,
        "0000" when others;
end architecture;
```

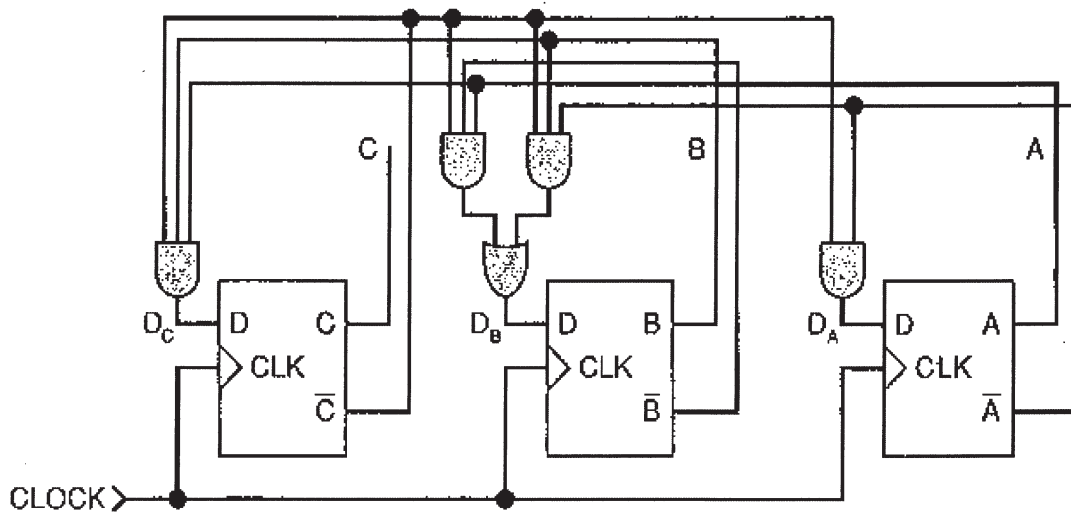
(4 נק') א. האם המכונה מסוג Mealy או Moore? נמק את תשובתך.

(12 נק') ב. סרטט דיאגרמת מצבים (דיאגרמת "בועות") של המכונה.

(4 נק') ג. הסבר בקצרה את השיטה "ONE HOT"

שאלה 9

בעזרת **COMPONENT** ופונקציה, כתוב תכנית מלאה ב-VHDL לתיאור המערכת מאיור הבא:



- מבוא : CLOCK
- מוצאים : A, B, C

התוכנית כוללת:

(5 נק') א. תכנית בשם MYDFF לתיאור רכיב דלגלג מסוג D :

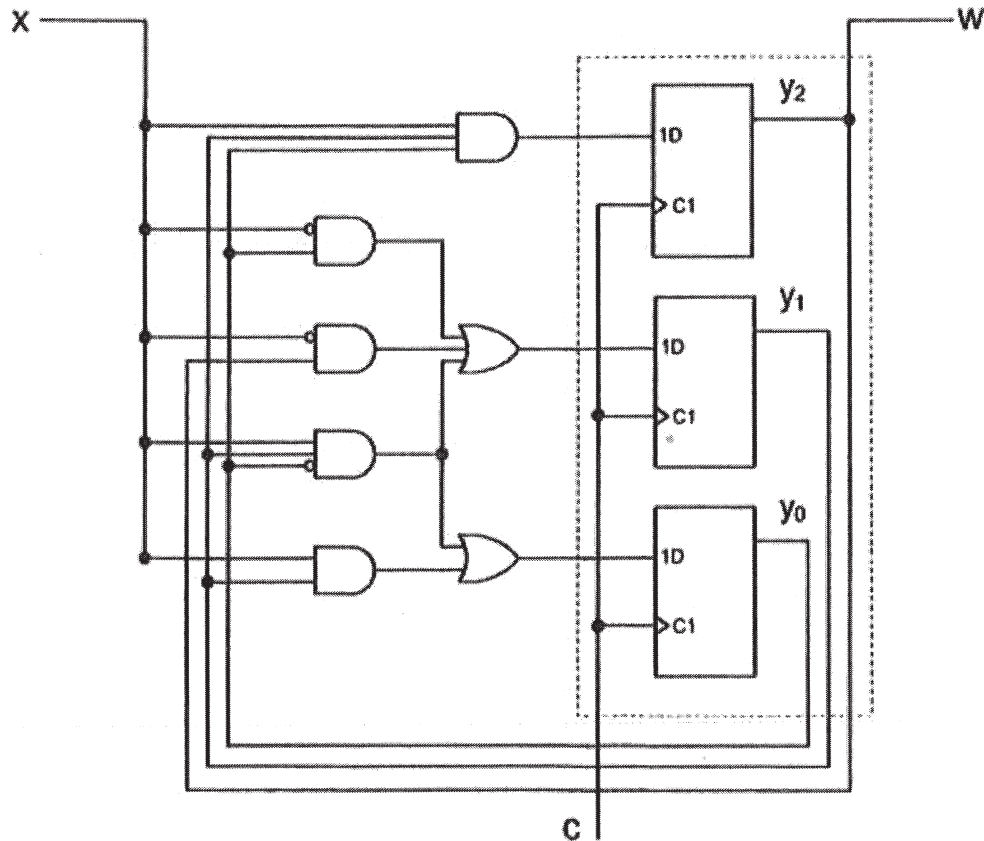
- כניסות : CLK, D ;
- מוצאים : Q, NQ ,
כאשר : $NQ = \text{not } Q$

(5 נק') ב. תכנית לתיאור AND בעל 3 כניסות בעזרת FUNCTION בשם MYAND . יש לכתוב את הפונקציה בתוך ה- ARCHITECTURE של התכנית הראשית.

(10 נק') ג. התכנית הראשית המשמשת ב COMPONENT MYDFF וגם ב- FUNCTION MYAND (עבור כל הרכיבי מסוג AND בציר)

שאלה 10

(15 נק') א. כתוב בשפת VHDL את הקוד (ישות וארכיטקטורה מלאים) המתאר את המערכת חומרה מאיור הבא.



- מבוא : X , C

- מוצא : W

הנחיות

- השתמש בתהליך סינכרוני אחד עבור תיאור של כל המערכת.
- ניתן ורצוי להשתמש גם בהליך מקבילי בארכיטקטורה.
- השתמש בסיגנלים המסומנים באיור
- ובנוסף בסיגנלים DY0, DY1, DY2 עבור המבוא D של הדלגלים Y0, Y1, Y2 (בהתאמה)

(5 נק') ב. הסבר בקצרה את ההבדל בין INOUT, OUT ו-BUFFER.

(התייחס גם ל-VHDL-2008)

מתי יש צורך ברכיבי TRI STATE?

בהצלחה !