



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:
1. אם יש בשאלון שאלות עם טבלה, יש להעתיק את הטבלה למחברת הבחינה.
2. 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.

בשאלון זה 12 עמודים

בהצלחה!

חלק א' – תוכנה C++ (40 נקודות)**ענה על אחת מבין השאלות 1-2 (לכל שאלה – 20 נקודות).****שאלה 1**

כתוב פונקציה המקבלת מספר base. המספר base הוא אורך ניצב של משולש ישר זווית, לכן הוא גם רוחב בסיס המשולש.

הפונקציה תצייר base משולשים ישרי זווית מוכביות כאשר אחד הניצבים מאוזן והניצב השני יוצא מהנקודה השמאלית ביותר של הניצב הראשון בכיוון מעלה. אורכם של שני הניצבים הוא base כוכביות. בסיסי כל המשולשים נמצאים באותה השורה, ובין בסיס משולש אחד לבסיס משולש אחר ישנו רווח אחד.

דוגמאות:

עבור base = 3:

```

*   *   *
**  **  **
*** *** ***

```

עבור base = 4:

```

*   *   *   *
**  **  **  **
*** *** *** ***
**** *****

```

עבור base = 5:

```

*   *   *   *   *
**  **  **  **  **
*** *** *** *** ***
**** *****
*****

```

שאלה 2

כתוב פונקציה **רקורסיבית** המקבלת 2 מערכים באורך זהה. הפונקציה תחזיר true אם ערכי המערך השני מסודרים בסדר הפוך לערכים שבמערך הראשון.

חתימת הפונקציה:

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

דוגמאות:

עבור המערכים {2,8,3,9,6} ו- {6,9,3,8,2} שאורכם 5 יוחזר true מאחר שערכיהם מסודרים בסדר הפוך.

עבור המערכים {2,8,3,7,6} ו- {6,9,3,8,2} שאורכם 5 יוחזר false מאחר שערך האיבר השני במערך הראשון שונה מהערך של האיבר הרביעי במערך השני.

ענה על אחת מבין השאלות 3-4 (לכל שאלה – 20 נקודות).**שאלה 3**

נתונה המחלקה "פרח". נתוניו של פרח הם סוג, צבע עלי הכותרת ואורך הגבעול.

```
class Flower
{
private:
    char    type[10];
    char*   color;
    int     stemLen;
};
```

- (4 נק') א. כתוב בנאי המקבל את כל נתוני האובייקט.
- (8 נק') ב. האם צריך לממש את השלישייה הכוללת בנאי העתקה (copy c'tor), מפרק (distructor) ואופרטור השמה (=)? אם כן, ממש אותם, אחרת הסבר מדוע אין בהם צורך.
- (5 נק') ג. ממש את האופרטור ++ בגרסת ה-postfix כך שיגדיל את אורך הגבעול ב-1.
- (3 נק') ד. ממש אופרטור casting ל-const char* שיחזיר את סוג הפרח.

מצ"ב main לדוגמה והפלט שלו.

```
void main()
{
    Flower f1("anemone", "red", 5); // כלנית אדומה
    Flower f2(f1);
    cout << f2 << " " << f2.getStemLen() << endl;
    Flower f3("cyclamen", "purple", 7); // רקפת סגולה
    f2 = f3;
    f2++;
    cout << f2 << " " << f2.getStemLen() << endl;
}
/*
anemone 5
cyclamen 8
Press any key to continue . . .
*/
```

שאלה 4

להלן קוד המגדיר מחלקה ופונקציה ראשית. כתוב מה יהיה פלט התכנית.

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Stam
{
    int x;
    int* y;
    char* str;
public:
    Stam(int x=0, int* y=NULL, char* str=NULL) : x(x), y(y), str(str)
    {}

    int  getX()    {return x;}
    int* getY()    {return y;}
    char* getStr() {return str;}
    ~Stam()
    {
        (*y)--;
        str[0] = '!';
    }
};

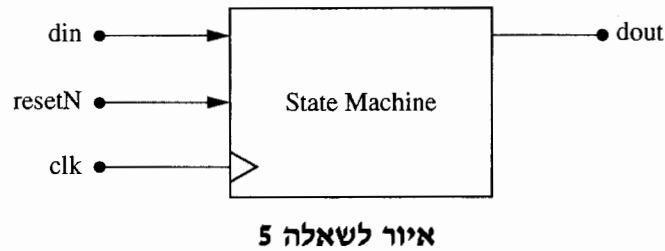
void main()
{
    int n1=10, n2=10, n3=30;
    char text[] = "hello";
    Stam* arr[4];
    arr[0] = new Stam(n1, &n2, text);
    arr[1] = new Stam(n2, &n1, text+1);
    arr[2] = new Stam(n1, &n3, arr[1]->getStr()+1);
    arr[3] = new Stam(*arr[0]->getY(), &n1, text+3);
    for (int i=0 ; i < 4 ; i++)
    {
        cout << arr[i]->getX() << " ";
        cout << *arr[i]->getY() << " ";
        cout << arr[i]->getStr()+1 << "\n";
    }
    for (int i=0 ; i < 4 ; i++)
    {
        delete arr[i];
    }
    cout << n1 << endl;
    cout << n2 << endl;
    cout << text << endl;
}
```

חלק ב' – VHDL (60 נקודות)

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

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתוארת מכונת מצבים בעלת שלושה מבואים ומוצא יחיד.



נתונה תכנית VHDL המתארת את המכונה:

```
library ieee ;
use ieee.std_logic_1164.all ;
entity rd4 is
    port ( resetN,din,clk : in      std_logic ;
          dout  : buffer std_logic ) ;
end rd4 ;
architecture arc_rd4 of rd4 is
    type state is (zero,raise,one,fall) ;
    signal present_state , next_state : state ;
begin
    process ( resetN , clk )
    begin
        if resetN = '0' then
            present_state <= zero ;
        elsif clk'event and clk = '1' then
            present_state <= next_state ;
        end if ;
    end process ;
    process ( present_state , din )
    begin
        dout <= '0' ;
        case present_state is
            when zero =>
                if din = '1' then
                    next_state <= rise ;
                else
                    next_state <= zero ;
                end if ;
            when rise =>
                next_state <= one ;
            when one =>
                next_state <= fall ;
            when fall =>
                next_state <= zero ;
        end case ;
    end process ;
end arc_rd4 ;
```

```

end if ;
when rise =>
  dout <= '1' ;
  if din = '1' then
    next_state <= one ;
  else
    next_state <= fall ;
  end if ;
when one =>
  if din = '1' then
    next_state <= one ;
  else
    next_state <= fall ;
  end if ;
when fall =>
  if din = '1' then
    next_state <= rise ;
  else
    next_state <= zero ;
  end if ;
end case ;
end process ;
end arc_rd4 ;

```

- 5 נק' א. האם המכונה היא מסוג Mealy או מסוג Moore ? נמק את תשובתך.
- 10 נק' ב. סרטט דיאגרמת מצבים (דיאגרמת "בועות") של המכונה.
- 5 נק' ג. כתוב מחדש את חלק הארכיטקטורה של הקוד כאשר אתה קובע את הקצאת המצבים על-פי הטבלה הבאה. בצע מינימום שינויים בקוד החדש יחסית לקוד הנתון והדגש את השינויים

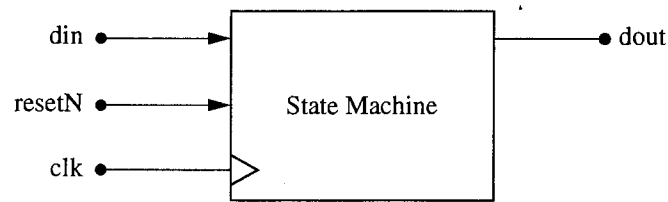
שביצעת:

State	Assignment
zero	00
rise	10
one	11
fall	01

הנחיה: הקצאת המצבים בקוד החדש לא תהיה תלויה באופן כלשהו בכלי הסינתזה.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתוארת מכונת מצבים בעלת שלושה מבואים ומוצא יחיד.



איור לשאלה 6

נתונה תוכנית VHDL המתארת את המכונה:

```
library ieee ;
use ieee.std_logic_1164.all ;
entity rd4 is
    port ( resetN,din,clk : in      std_logic ;
           dout           : buffer std_logic ) ;
end rd4 ;
architecture arc_rd4 of rd4 is
    type state is (zero,raise,one,fall) ;
    signal present_state , next_state : state ;
begin
    process ( resetN , clk )
    begin
        if resetN = '0' then
            present_state <= zero ;
        elsif clk'event and clk = '1' then
            present_state <= next_state ;
        end if ;
    end process ;
    process ( present_state , din )
    begin
        dout <= '0' ;
        case present_state is
            when zero      =>
                if din = '1' then
                    next_state <= rise ;
                else
                    next_state <= zero ;
                end if ;
            when rise      =>
                dout <= '1' ;
                if din = '1' then
                    next_state <= one ;
```

```

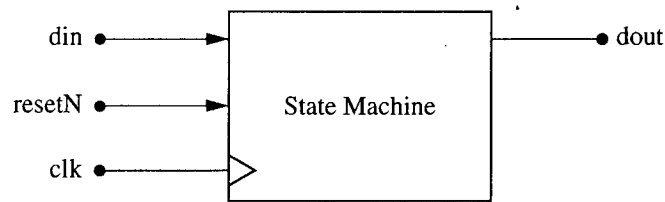
else
    next_state <= fall ;
end if ;
when one =>
    if din = '1' then
        next_state <= one ;
    else
        next_state <= fall ;
    end if ;
when fall =>
    if din = '1' then
        next_state <= rise ;
    else
        next_state <= zero ;
    end if ;
end case ;
end process ;
end arc_rd4 ;

```

כתוב קוד לבדיקת המכונה (Test Bench) שמחווט את הרכיב הנבדק ומשתמש בתיאור ההתנהגותי של המחוללים. בתחילה, הבדיקה מאפסת את המכונה באופן אינכרוני באמצעות המבוא resetN. בהמשך, הבדיקה מעבירה את המכונה באופן סינכרוני דרך המצבים rise, fall, one, rise, zero. כל הבדיקה נעשית פעם אחת בלבד ואין צורך לבדוק את כל המעברים האפשריים ואת כל התוצאות המצופות במוצא. כתוב הערות שמסבירות מה אתה מבצע.

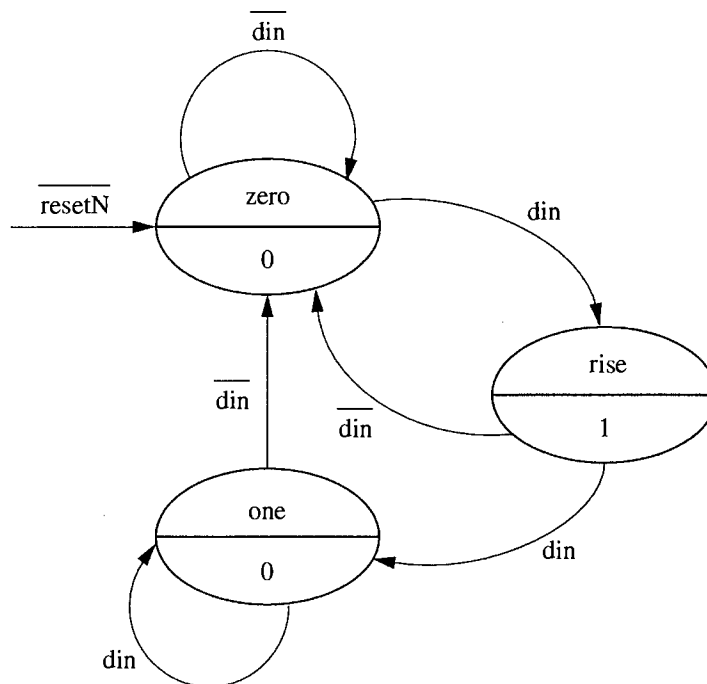
שאלה 7

באיור א' לשאלה 7 מתוארת מכונת מצבים מסוג Moore בעלת מבוא din ומוצא dout:



איור א' לשאלה 7

המבוא resetN הוא כניסה אסינכרונית שפעילה בנמוך. באיור ב' לשאלה 7 מתוארת דיאגרמת המצבים (דיאגרמת "בועות") של המכונה.



איור ב' לשאלה 7

(10 נק') א. כתוב קוד מלא (ישות וארכיטקטורה) המתאר את מכונת המצבים הנתונה, באמצעות שני תהליכים: תהליך אחד המתאר את הפליפ-פלופים (State Register) של המכונה, ותהליך נוסף המתאר את המערכת הצירופית של המכונה (לוגיקת העירור למצב הבא ולוגיקת המוצא). יצג את שמות המצבים בצורה סימבולית (Enumerated Data Type) והנח שתכנית הסינתזה מבצעת את הקצאת המצבים. הנחיה: תאר את המכונה ללא התערבות כלשהי בהקצאת המצבים.

(10 נק') ב. כתוב מחדש את חלק הקוד המתאר את התהליך הסינכרוני של המכונה. בקוד זה התהליך יתאר מבוא אפשרי בשם ena והמכונה תפעל כמו בקוד של חלק א' כאשר ena='1', אך תישאר באותו מצב כאשר ena='0'.

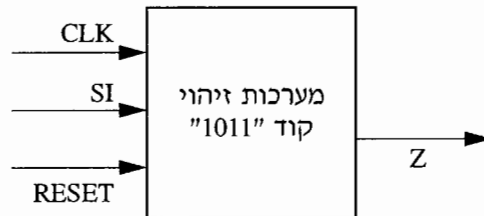
שאלה 8

נתונה מערכת לזיהוי הקוד "1011", כמתואר באיור לשאלה 8.

במבוא הטורי של המערכת SI מתקבלת סיבית אחת בכל דרבון קצה חיובי של המבוא CLK.

המוצא Z הופך מ-'0' ל-'1' רק בסיום קליטת רצף סיביות הקוד "1011". לצורך זיהוי הקוד, הסיבית האחרונה יכולה להיחשב כסיבית הראשונה של הרצף הבא, כפי שמוצג בדוגמה הבאה:

כניסת SI	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
מוצא Z	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0



איור לשאלה 8

א. (10 נק') סרטט דיאגרמת בועות המתארת את פעולת המערכת וכוללת גם ציון העירור על החצים בדיאגרמה.

ב. (10 נק') כתוב תכנית מלאה בשפת VHDL המבצעת את פעולת המערכת המזהה את הקוד "1011".

שאלה 9

בשאלה זו נתונים קטעי קוד בשפת VHDL וכל אחד מהם מתאר רכיב חומרה מתאים.

עליך לסרטט את המעגלים המממשים של כל אחד מרכיבי החומרה האלה. כל האותות במעגלים הם סיביות בודדות (כלומר סקלריות) מסוג std_logic או bit (בחר לפי הצורך) אלא אם נקבע אחרת.

הרכיבים שעומדים לרשותך לצורך ביצוע המימוש הם: שערים לוגיים, בוררי פליפ-פלופ, נועלים עם מבוא אפשר (Gated Latch), מעגלים תלת-מצביים (Tri-State), נגדים, מתחי ספק וחיווט חשמלי.

הערה: לצורך מימוש של רכיב חומרה אין צורך להשתמש בכל הרכיבים הנ"ל.

(5 נק') א.

```
-- Code section #1
process ( c ) -- only c
begin
    if c'event and c = '1' then
        w <= (not s and a) or (s and b) ;
    end if ;
end process ;
```

(5 נק') ב.

```
-- Code section #2
process ( c ) -- only c
begin
    if c'event and c = '1' then
        if s = '1' then
            w <= m ;
        else
            w <= n ;
        end if ;
    end if ;
end process ;
```

(5 נק') ג.

```
-- Code section #3
process ( c ) -- only c
begin
    if c'event and c = '1' then
        if s = '0' then
            w <= a ;
        end if ;
    end if ;
end process ;
```

(5 נק') ד.

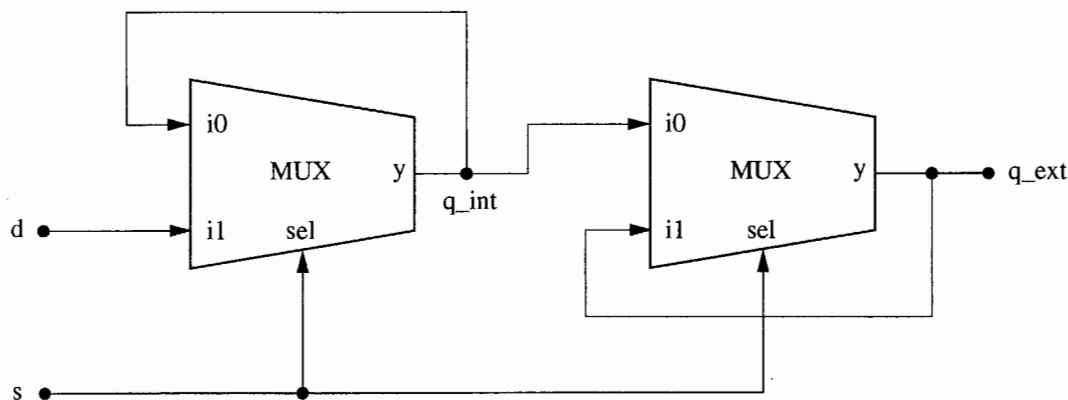
```

-- Code section #4
process (a,b,c,d)
begin
    k <= a and not b ;
    if c = d then
        k <= a ;
    end if ;
    k <= ( not c and a ) or ( c and b ) ;
end process ;

```

שאלה 10

באיור לשאלה 10 נתון תיאור סכמטי של מערכת חומרה:



איור לשאלה 10

10 נק') א. כתוב את הקוד (ישות וארכיטקטורה מלאים) המתאר את החומרה בשפת VHDL. השתמש בתהליך אחד בלבד מסוג Gated Latch עבור תיאור המערכת.

הערה: אין להשתמש במשתנים או באותות נוספים פרט לאלו שמסומנים באיור. כמו כן אסור להשתמש בשמות האותות שרשומים בתוך הרכיבים.

10 נק') ב. כתוב תכנית מלאה בשפת VHDL המבצעת פעולת מרבב (MUX) עם 4 כניסות נתונים ומוצא אחד. יש להשתמש בשמות הכניסות והיציאות המסומנות במרבבים של איור לשאלה 10.

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט