



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: מחשבון - אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון המאפשר תקשורת חיצונית.
- ד. הוראות מיוחדות: קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.
- ה. הוראות כלליות: שני ספרי לימוד.
1. יש לציין את המקור ואת מספר העמוד במקרים שבהם ניתנה תשובה מתוך ספרי הלימוד.
2. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות.
3. 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.
4. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד, בכתב יד ברור.
5. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
6. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק.
7. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד.
8. 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 20 עמודים.

בהצלחה!

חלק א' – תוכנה C++ (40 נקודות)**ענה על אחת מבין השאלות 1-2 (לכל שאלה – 20 נקודות).****שאלה 1****(10 נק') א. כתוב את הפונקציה הבאה:**

```
int countReversedSequence(int arr1[], int size1, int arr2[], int size2)
```

הפונקציה מקבלת את הפרמטרים הבאים:

- arr1 – מערך של מספרים שלמים
- size1 – מספר שלם המייצג את מספר האיברים ב-arr1
- arr2 – מערך של מספרים שלמים
- size2 – מספר שלם המייצג את מספר האיברים ב-arr2

הפונקציה תחזיר כמה פעמים רצף הערכים של arr2 מופיע הפוך ב-arr1.

דוגמאות:

עבור המערכים $arr1[] = \{2,3,4,1,2,3,4,2,3,4,5\}$, $arr2[] = \{4,3,2\}$ יוחזר 3 מאחר והרצף $\{4,3,2\}$ מופיע 3 פעמים הפוך בתוך arr1 (החל מאינדקס 2, 6 ו-9).

עבור המערכים $arr1[] = \{4,3,4,1,2,3,4,3,4,3,4\}$, $arr2[] = \{4,3,4\}$ יוחזר 4 מאחר והרצף $\{4,3,4\}$ מופיע 4 פעמים הפוך בתוך arr1 (החל מאינדקס 2, 8, 10 ו-12).

שימו לב: תיתכן חפיפה בין מופעים חוזרים כמו למשל בדוגמה השניה שאינדקס 10 שייך לשני רצפים.

(6 נק') ב. להלן main חלקי המשתמש בפונקציה שנכתבה בסעיף א'. העתיקו למחברת הבחינה את שתי**הקריאות לפונקציה והשלימו את הפרמטרים שהפונקציה תקבל באופן הבא:**

- הקריאה הראשונה לפונקציה צריכה לקבל את המטריצה mat, אורכה (מספר האיברים במטריצה), את המערך arr ואורכו, ותחזיר כמה פעמים המערך arr מופיע הפוך ב-mat. שימו לב כי הרצף יכול להתחיל בשורה אחת ולהסתיים בשורה העוקבת.
- הקריאה השנייה לפונקציה צריכה לקבל חלק מהמטריצה mat, כך שתחזיר כמה פעמים המערך arr מופיע הפוך בחצי השני של mat, כלומר, החל מהאיבר באינדקס 2 בשורה שהאינדקס שלה 1. בנוסף הפונקציה תקבל את אורכה המתאים של המטריצה שהתקבלה (כלומר, חצי ממספר איבריה), את המערך arr ואורכו.

```
void main()
{
    int mat[3][4] = {{2,3,4,1},{2,3,4,2},{3,4,5,1}}, arr [] = {4,3,2};
    int size = 12;
    int count;

    count = countReversedSequence( ... );
    printf("count=%d\n", count);

    count = countReversedSequence( ... );
    printf("count=%d\n", count);
}
```

שימו לב: הקוד שאתם משלימים צריך לעבור קומפילציה ללא errors וללא warnings.

(4 נק') ג. כתוב מה יהיה פלט התוכנית.

שאלה 2

(6 נק') א. כתוב את הפונקציה הבאה:

```
char* getDelimiterPosition(const char* str, char delimiter)
```

הפונקציה מקבלת מחרוזת ותו. הפונקציה מחזירה את הכתובת של המופע הראשון של התו במחרוזת. במידה והתו לא קיים, הפונקציה תחזיר null.
הגבלה: אין להשתמש בפונקציות קיימות על מנת לממש פונקציה זו.

(9 נק') ב. כתוב את הפונקציה הבאה:

```
char* getName(char* str)
```

הפונקציה מקבלת כפרמטר מחרוזת המכילה נתונים של סטודנט בפורמט הבא: מספר מזהה של הסטודנט, קו עומד, שם הסטודנט, קו עומד וממוצע הציונים של הסטודנט. הפונקציה תחזיר את כתובת ההתחלה של שם הסטודנט במחרוזת שהתקבלה, ובנוסף תחליף את התו של הקו העומד השני בתו '0'.
 דוגמה למחרוזת שיכולה להתקבל: "111|momo|85" ועבורה תוחזר המחרוזת momo, המחרוזת תתעדכן להיות עם '0' במקום הקו העומד השני ותראה כך: "111|momo|085"
 ניתן להניח כי הקלט תקין והמחרוזת המתקבלת הינה בדיוק בפורמט שתואר.
 הגבלות:

- על-מנת לממש פונקציה זו יש להשתמש בפונקציה מסעיף א', אף אם לא כתבתם אותה
- אין להשתמש בלולאות במימוש פונקציה זו

(5 נק') ג. כתוב את הפונקציה הבאה:

```
int numOfIdenticalNames(char text[][COLS], int rows, const char name[])
```

הפונקציה מקבלת מערך של מחרוזות (כל אחת באורך מקסימום הקבוע COLS), מספר השורות במערך ומחרוזת נוספת. כל שורה במערך הינה מחרוזת בפורמט שתואר בסעיף ב'. יש להחזיר כמה מחרוזות מכילות שם של סטודנט הוזה למחרוזת שהתקבלה בפרמטר name.
הגבלה: על מנת לפתור סעיף זה יש להשתמש בפונקציה המוגדרת בסעיף ב', אפילו אם לא כתבת אותה.
 דוגמאות:

עבור המחרוזות gogo ומערך המחרוזות הבא:

```
{"111|momo|85", "121|gogo|78", "323|gogo|91", "444|yoyo|85"}
```

הפונקציה תחזיר את הערך 2.

עבור המחרוזת momo ומערך המחרוזות הבא:

```
{"111|momo|85", "121|gogo|78", "323|gogo|91", "444|yoyo|85"}
```

הפונקציה תחזיר את הערך 1.

שים לב: אין חובה לשמור על ערכי המחרוזות במטריצה, ויתכן כי היא תשתנה.

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

שאלה 3

בשאלה זו נתונים קבצי ה־h של שתי מחלקות:

- המחלקה `CellPhone` המייצגת נתונים של טלפון סלולרי, שנתוניה הם מערך של `char` באורך 11 עבור מספר הטלפון, ומחרוזת דינאמית עבור שם הספק. כמו כן, מוגדרים במחלקה בנאים, מפרק, אופרטור השמה, שיטות `set` והעמסת האופרטור >
- המחלקה `SmartPhone` המייצגת נתונים של טלפון־חכם היורשת מ־`CellPhone`, ובנוסף שומרת מחרוזת דינאמית עבור שם המכשיר (גלקסי, נקסוס, איפון וכו'). כמו כן, מוגדרים במחלקה בנאים, מפרק, אופרטור השמה ומתודת `set`.

להלן קבצי ה־h:

```
#ifndef __CELL_PHONE_H
#define __CELL_PHONE_H

#include <string.h>

class CellPhone
{
public:
    static const int NUMBER_LEN = 11;

protected:
    char number[NUMBER_LEN];
    char* provider;

public:
    CellPhone(const char number[], const char* provider);

    CellPhone(const CellPhone& other);
    ~CellPhone();
    const CellPhone& operator=(const CellPhone& other);

    void setNumber(const char* number);
    void setProvider(const char* provider);
```

```
bool operator>(const CellPhone& other) const;
};

#endif // __CELL_PHONE_H

#ifndef __SMART_PHONE_H
#define __SMART_PHONE_H

#include "cellPhone.h"

class SmartPhone : public CellPhone
{
private:
    char* type;

public:
    SmartPhone(char number[], const char* provider, const char* type);
    SmartPhone(const SmartPhone& other);
    const SmartPhone& operator=(const SmartPhone& other);
    ~SmartPhone();

    void setType(const char* type);
};

#endif // __SMART_PHONE_H
```

עליכם לממש את המתודות הבאות תוך הקפדה על אי-שכפול קוד, שימוש בקוד שכבר קיים במתודות אחרות, וכן יש להניח ששאר המתודות ממומשות היטב:

- (3 נק') א. במחלקה CellPhone עליכם לממש את האופרטור > כך שיחזיר true אם מספר הטלפון של האובייקט המפעיל קטן לקסיקוגרפית ממספר הטלפון של הפרמטר שהתקבל
- (4 נק') ב. במחלקה SmartPhone עליכם לממש את הבנאי
- (4 נק') ג. במחלקה SmartPhone עליכם לממש בנאי העתקה
- (2 נק') ד. במחלקה SmartPhone עליכם לממש את המפרק
- (4 נק') ה. במחלקה SmartPhone עליכם לממש את אופרטור ההשמה
- (3 נק') ו. במחלקה SmartPhone עליכם לממש את המתודה setType
- הערה: על מנת לפתור את השאלה מותר להשתמש בפונקציות הקיימות ב-string.h.

שאלה 4

להלן קטע קוד המכיל 3 מחלקות ו-main. עליכם לכתוב מה יהיה פלט התוכנית.

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

class A
{
public:
    ~A() {cout << "In A::~A" << endl;}
    virtual void foo() {cout << "In A::foo" << endl;}
    void goo() {cout << "In A::goo" << endl;}
};

class B : public A
{
public:
    virtual ~B()
    {
        cout << "In B::~B" << endl;
        foo();
    }
};
```

```
void foo() {cout << "In B::foo" << endl;}
void goo() {cout << "In B::goo" << endl;}
};
```

```
class C : public B
{
public:
    ~C()      {cout << "In C::~C" << endl;}
    void foo() {cout << "In C::foo" << endl;}
    void goo() {cout << "In C::goo" << endl;}
};
```

```
void main()
{
    A* arr1[3];

    arr1[0] = new A();
    arr1[1] = new B();
    arr1[2] = new C();

    for (int i=0 ; i < 3 ; i++)
    {
        arr1[i]->foo();
        arr1[i]->goo();
    }

    B* arr2[2];
    arr2[0] = new B();
    arr2[1] = new C();

    for (int i=0 ; i < 2 ; i++)
    {
        arr2[i]->foo();
        arr2[i]->goo();
    }
}
```

```
for (int i=0 ; i < 3 ; i++)  
{  
    delete arr1[i];  
}  
  
for (int i=0 ; i < 2 ; i++)  
{  
    delete arr2[i];  
}  
}
```

חלק ב' - VHDL (60 נקודות)ענה על שלוש מבין השאלות 5-10 (לכל שאלה - 20 נקודות).**שאלה 5**

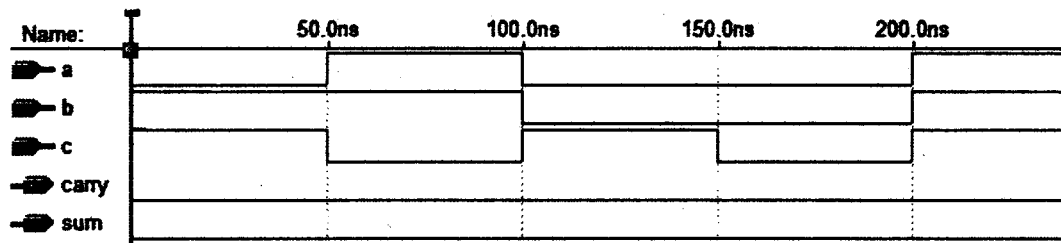
לפניך תכנית בשפת VHDL המבצעת חיבור של שלוש סיביות (מחבר מלא - full adder):

```

LIBRARY ieee;
ENTITY full_adder IS
    PORT (a,b,c : IN bit;
          sum,carry : OUT bit);
    end FULL_ADDER;
ARCHITECTURE gate OF FULL_ADDER IS
BEGIN
    sum<=a XOR b XOR c;
    carry <= (a AND b) or (a AND c) or (b AND c);
END gate;

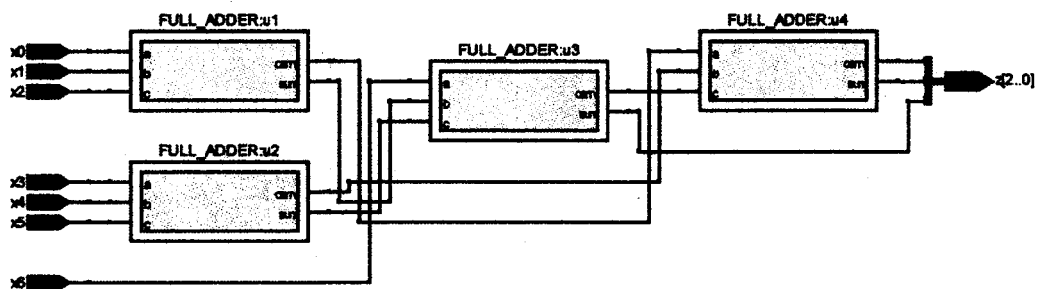
```

(5 נק') א. העתק למחברתך את דיאגרמת הזמנים והשלם את מצב המוצאים sum ו-carry.



איור לשאלה 5 א

15 נק') ב. נתון תיאור סכמתי של מחבר בעל שבע סיביות הבנוי מארבעה רכיבים מסוג FULL_ADDER. כתוב תכנית בשפת VHDL, המתארת את המערכת שבאיור לשאלה 5 ב':



איור לשאלה 5 ב'

הנחיות:

יש להשתמש ב-PORT MAP.

העתק את הסרטוט למחברתך כדי להציג את המיקומים והשמות לסיגנלים שבחרת לצורך החיבור.

שאלה 6

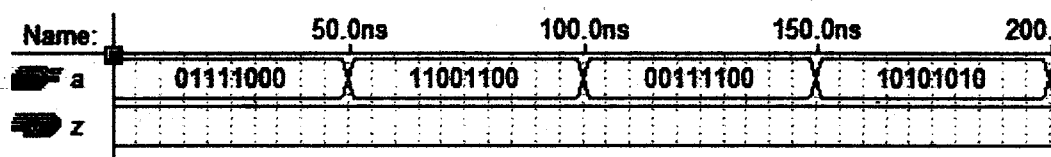
נתונה התוכנית tar_6A הבאה:

```

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);
        z: OUT std_logic_vector(msb-1 downto 0));
END ENTITY;
ARCHITECTURE behavioral OF tar_6A IS
  BEGIN
    PROCESS (a)
    BEGIN
      f_1:FOR i in 0 to msb-1 LOOP
        z(i) <= a(msb-1-i);
      END LOOP;
    END PROCESS;
  END ARCHITECTURE;

```

- (8 נק') א. העתק למחברתך את דיאגרמת הזמנים, והשלם את מצב המוצא למערכת המתוארת ב-tar_6A בהתאם למצב המבוא.



איור לשאלה 6 א'

- (2 נק') ב. הסבר בקצרה מה מטרת הקוד tar_6A.

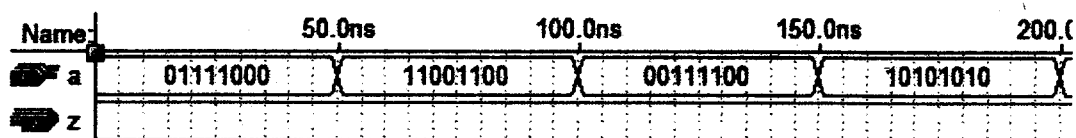
(8 נק') ג. נתונה התוכנית tar_6B הבאה:

```

LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;
USE ieee.std_logic_arith.ALL;
ENTITY tar_6B is
  GENERIC (xx:integer:=8);
  PORT (a:IN unsigned (xx-1 DOWNT0 0);
        z:OUT integer RANGE 0 to 2**xx-1);
END ENTITY ;
ARCHITECTURE behav of tar_6B IS
  BEGIN
  PROCESS(a)
  VARIABLE number : integer RANGE 0 to 2**xx-1;
  BEGIN
  number:=0;
  FOR i in xx-1 DOWNT0 0 LOOP
    CASE a(i) is
      WHEN '0' => number := number * 2;
      WHEN '1' => number := number * 2 + 1;
      WHEN others => number := number;
    END CASE;
  END LOOP;
  z<=number;
  END PROCESS;
END ARCHITECTURE;

```

העתק למחברתך את דיאגרמת הזמנים, והשלם את מצב המוצא למערכת המתוארת
ב־tar_6B בהתאם למצב המבוא.

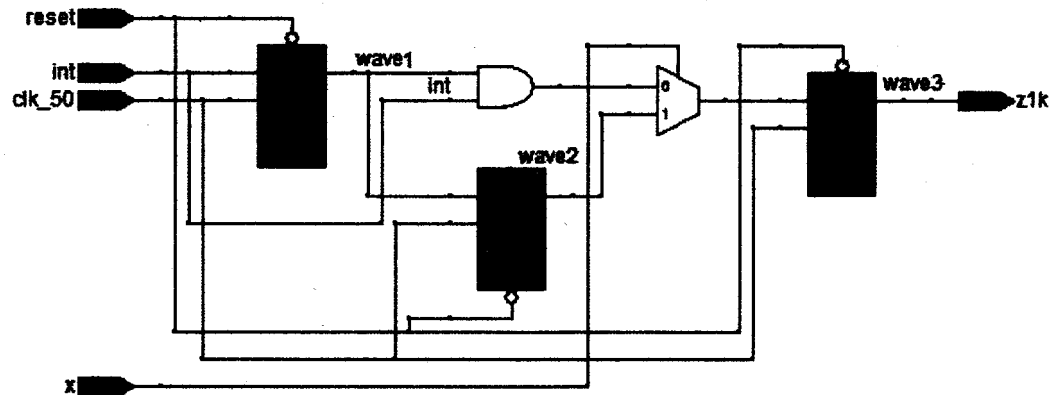


איור לשאלה 6 ג'

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

שאלה 7

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 (`wave1`, `wave2`, `wave3`).

שאלה 8

נתונה התוכנית הבאה בשפת VHDL המתארת מכונה:

```

LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;
ENTITY tar_8 IS
    PORT(a,clk,rst : IN std_logic;
          z : OUT std_logic);
END tar_8;
ARCHITECTURE behavioral OF tar_8 IS
    TYPE statetype IS (s0,s1);
    SIGNAL state , next_state : statetype ;
BEGIN
    PROCESS (clk)
    BEGIN
        IF (clk'EVENT AND clk = '1') THEN
            IF (rst = '1') THEN
                state <= statetype'left;           --15 שורה
            ELSE
                state <= next_state ;
            END IF;
        END IF;
    END PROCESS;
    PROCESS (state,a)
    BEGIN
        CASE state IS
        WHEN s0 =>
            IF (a='1') THEN
                Z <= '0';
            ELSE
                Z <= '1';
            END IF;
        WHEN s1 =>
            IF (a='0') THEN
                Z <= '0';

```

```

ELSE
    Z <= '1';
END IF;
END CASE;
END PROCESS;
PROCESS (state,a)
BEGIN
CASE state IS
    WHEN s0 =>
        IF (a='0') THEN
            next_state <= s0;
        ELSE
            next_state <= s1;
        END IF;
    WHEN s1 =>
        IF (a='0') THEN
            next_state <= s0;
        ELSE
            next_state <= s1;
        END IF;
END CASE;
END PROCESS;
END ARCHITECTURE;

```

- א. (3 נק') האם המכונה מסוג Mealy או Moore! נמק את תשובתך.
- ב. (3 נק') הסבר את השורה ; state <= statetype'left (שורה 15).
- ג. (7 נק') סרטט דיאגרמת מצבים (דיאגרמת "בועות") של המכונה.
- ד. (7 נק') כתוב עבור הישות tar_8 ארכיטקטורה חדשה זהה פונקציונלית לארכיטקטורה behavioral, תוך שימוש ב-process אחד בלבד.

שאלה 9

נתונים שני קודים (תוכנית א' ותוכנית ב') הכוללים ישויות וארכיטקטורות לשני רכיבים (components) וקוד שלישי (תוכנית ג') המשתמש ברכיבים אלו לתיאור חומרה מסוימת.

תכנית א'

```

LIBRARY IEEE;
USE IEEE.std_logic_1164.ALL;
ENTITY ando IS
PORT (a,b:IN std_logic;
      c: OUT std_logic);
END ENTITY;
ARCHITECTURE behav OF ando IS
BEGIN
c <=a AND b;
END ARCHITECTURE;

```

תכנית ב'

```

LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.ALL;
ENTITY tff1 IS
PORT (t,clk,reset :IN std_logic;
      q : OUT std_logic);
END ENTITY;
ARCHITECTURE behavioral OF tff1 IS
SIGNAL xx:std_logic;
BEGIN
PROCESS (clk,reset)
BEGIN
IF reset ='1' THEN  xx<='0';
ELSIF (clk = '0' and clk'event) THEN
    IF t='0' then      xx<=xx;
    ELSE              xx<=not xx;
    END IF;
END IF;
END IF;

```

```
q<=xx;
END PROCESS;
END ARCHITECTURE;
```

תכנית ג'

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

ENTITY tar_9 IS
  GENERIC (length: integer:=4);
  PORT (clk,reset : IN std_logic;
        b : OUT std_logic_vector (0 to length-1 ));
END tar_9;

ARCHITECTURE rtl OF tar_9 IS
  COMPONENT tff1
  PORT (t,clk,reset : IN std_logic;
        q : OUT std_logic );
  END COMPONENT;
  COMPONENT ando
  PORT (a,b : IN std_logic;
        c: OUT std_logic );
  END COMPONENT;
  SIGNAL z: std_logic_vector (0 TO (length-1));
  SIGNAL zz: std_logic_vector (1 TO (length-2));
  SIGNAL one:std_logic;
  BEGIN
    one<='1';
    g1: FOR i IN 0 TO (length-1) GENERATE
      i0:IF i=0 GENERATE
        dffx:tff1 PORT MAP (one,clk,reset,z(i));
      END GENERATE;
```

```

i1: IF i=1 GENERATE
    dffw:tff1 PORT MAP (z(i-1),clk,reset,z(i));
END GENERATE;

i2: IF (i=2) GENERATE
    dffz:tff1 PORT MAP (zz(i-1),clk,reset,z(i));
    dffz: ando PORT MAP (z(i-2),z(i-1),zz(i-1));
END GENERATE;

i11: IF (i>2) GENERATE
    dffz: tff1 PORT MAP (zz(i-1),clk,reset,z(i));
    dffz: ando PORT MAP (zz(i-2),z(i-1),zz(i-1));
END GENERATE;

END GENERATE;

b<=z;

END ARCHITECTURE;

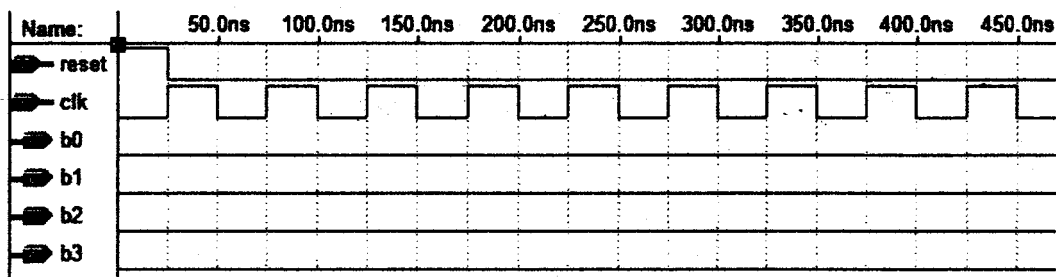
```

10 נק') א. סרטט במדויק תרשים המתאר את החומרה שתיווצר על-ידי התוכנית הנתונה לעיל.

הקפד על סרטוט ברור תוך רישום שמות ומיקומי האותות על הסרטוט!

10 נק') ב. העתק למחברתך את דיאגרמת הזמנים, והשלם בה את מצב המוצאים b0, b1, b2, b3 של

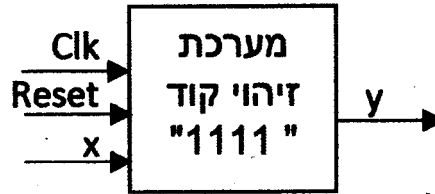
המערכת המתוארת בסעיף א' לעיל. יש להניח שמצב ההתחלתי של כל המוצאים הוא '0'.



איור לשאלה 9 ב'

שאלה 10

א. (15 נק') כתוב תכנית בשפת VHDL המבצעת פעולת מערכת המזהה רצף של ארבע סיביות '1': "1111". למערכת כניסות x , $reset$, clk ומוצא y . (ראה איור לשאלה 10).



איור לשאלה 10

המוצא y יהפוך מ-'0' ל-'1' רק בסיום קליטת הנתונים. אם ימשיכו להגיע סיביות '1' המוצא יישאר ב-'1'.

סיביות הקוד מתקבלות במבוא x באופן טורי ואקראי (סיבית אחת בכל עליית שעון). ראה הדוגמה להלן:

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

ב. (5 נק') סרטט דיאגרמת מצבים ("בועות") המתארת את פעולת המערכת הנתונה בתכנית שכתבת בסעיף א'.

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט