



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 בערךן – 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 ברור!

א) (5 נקודות) יש לכתוב את הפונקציה `swap`, המקבלת מערך של מספרים שלמים ו-2 אינדקסים ומחליפה את הערכים שבאינדקסים אלו.

למשל עבור המערך $A = \{0, 10, 20, 30, 40\}$, לאחר הקריאה `swap(A, 2, 4)` המערך יכיל $\{0, 10, 40, 30, 20\}$.

ב) (7 נקודות) יש לכתוב את הפונקציה `max`, המקבלת מערך של מספרים שלמים ואת גודלו ומחזירה את האינדקס של המספר הגדול ביותר במערך.

ג) (8 נקודות) כדי למיין מערך מספרים בגודל n ניתן להשתמש באלגוריתם הבא: אם גודל המערך הוא 1 – אז המערך ממויין. אחרת:

1. מחליפים (`swap`) בין המספר הגדול ביותר לבין המספר שבסוף המערך (באינדקס $n-1$)

2. ממיינים את $n-1$ המספרים הראשונים באופן רקורסיבי.

יש לכתוב פונקציה המקבלת מערך מספרים ואת גודלו וממיינת את המערך על פי האלגוריתם שהובא קודם. יש להשתמש בפונקציה מסעיף א'.

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

נתונה המחלקה Time, המייצגת זמן (שעות, דקות ושניות).

```
class Time{
    int hour;//שעה
    int minute;//דקות
    int second;//שניות
public:
    Time();    //בנאים
    Time (int h, int m, int s);
    ...
    int isLater(const Time &time); // משווה את האובייקט עם הזמן המועבר
                                   //כפרמטר
};
```

א) (10 נקודות) יש לכתוב את הפונקציה isLater, המשווה את זמן האובייקט עם הזמן המועבר כפרמטר. אם הפרמטר מאוחר יותר יש להחזיר 1, אם הוא מוקדם יותר יש להחזיר -1, ואם הזמנים שווים יש להחזיר 0.

לדוגמא: עבור $A=10:30:00$, $B=10:29:30$, הקריאה $A.isLater(B)$ תחזיר -1 כיוון שהזמן ש B מייצג מוקדם יותר מהזמן ש A מייצג.

ב) (10 נקודות) יש לכתוב פונקציה המקבלת מערך של זמנים ואת גודל המערך. הפונקציה תחזיר 1 אם המערך מסודר ממוקדם למאוחר (ייתכן שיהיו גם זמנים שווים), ו-0 אחרת. יש 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) (5 נקודות) פונקציה המקבלת מערך של מספרים שלמים ואת גודלו ומחזירה את המספר הקטן ביותר במערך (ערך מינימום).

(ב) (7 נקודות) פונקציה המקבלת מערך של מספרים שלמים ואת גודלו ומחזירה את המספר הקטן ביותר **שגדול מ-100** במערך. הפונקציה תתעלם מערכים קטנים או שווים ל 100. אם אין מספרים גדולים מ-100 במערך, הפונקציה תחזיר 0.

(ג) (8 נקודות) פונקציה המקבלת מערך של מספרים שלמים ואת גודלו, ומספר נוסף. הפונקציה תחזיר את המספר במערך הקרוב ביותר למספר שהתקבל כפרמטר.

לדוגמא : עבור המערך

900	112	50	43	205
-----	-----	----	----	-----

המספר

המינימלי הוא 43, המספר המינימלי שגדול מ 100 הוא 112,
והמספר הקרוב ביותר ל 70 הוא 50.

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

א) (7 נקודות) מה ידפיס הקוד הבא?

```
int what1(int k){
    if(k<=1)
        return 2;
    return 2*what1(k-1);
}

void main(){
    cout<<"what1(5) = "<<what1(5)<<" ";
    cout<<"what1(3) = "<<what1(3)<<endl;
}
```

ב) (7 נקודות) מה ידפיס הקוד הבא?

```
int *what2(int *p){
    return p+1;
}

void main(){
    int arr[]={1,2,3,4,5};
    cout<<*arr<<" "<<*what2(arr)<<" "<<*what2(what2(arr))<<endl;
}
```

ג) (6 נקודות) מה ידפיס הקוד הבא?

```
int what3(int i){
    i+=10;
    return i++;
}

void main(){
    int i=10;
    cout<<i<<" "<<what3(i)<<" "<<i<<endl;
}
```

VHDL : חלק ב'

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

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

נתונה התוכנית הבאה:

(א) (10 נקודות) יש לצייר במדויק את החומרה שתיוצר 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)<= qsig(2) WHEN dsig(3)=dsig(2) ELSE qsig(3);
dsig(2)<= qsig(3) XOR qsig(0);
dsig(3)<= qsig(1) WHEN dsig(1)/=dsig(0) ELSE qsig(2);
-----
    q<=qSig;
end;
```

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

אם סדרה זו מחזורית, רשום את מחזוריה. אם איננה מחזורית, יש לרשום את 16 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 ברור!

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")+1 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

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

הערות:

1. הפונקציה `SHR` קיימת בספריות המצורפות לתוכנית ומבצעת הזזה ימינה.
2. הפונקציה `conv_integer` קיימת בספריות המצורפות לתוכנית ומתרגמת מוקטור ל- `integer`. לידעתך, 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) - עניית על שאלה זו: נא לרשום את מספרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן ברור!

נתון לך התיאור הבא:

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity sm is
    port (resetN, clk: in std_logic;
          din      : in std_logic_vector(1 downto 0);
          dout      : buffer std_logic);
end sm;

architecture arc_sm of sm is
    type state is (pre, bingo, post);
    signal present_state, next_state: state;
begin
    process (resetN, clk)
    begin
        if resetN = '0' then
            present_state <= pre;
        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 pre =>
            if din = "01" then
                next_state <= bingo;
            else
                next_state <= pre;
            end if;
        end if;
    end process;
end arc_sm;
```

```

when bingo =>
    dout <= '1';
    if din = "00" then
        next_state <= pre;
    else
        next_state <= post;
    end if;

when post =>
    if din = "00" then
        next_state <= pre;
    elsif din = "11" then
        next_state <= bingo;
    else
        next_state <= post;
    end if;

when others =>
    next_state <= pre;
end case;
end process;
end arc_sm;

```

(א) (4 נקודות) האם המכונה היא מסוג Mealy או Moore? נמק.

(ב) (8 נקודות) רשום דיאגרמת מצבים של המכונה. הקפד לרשום את כל המעברים (החצים) ממצב למצב ואת התלות שלהם בכניסות ואת מצב היציאה.

(ג) (8 נקודות) עליך לכתוב קוד של גנרטור שיבצע למכונה בדיקה. הגנרטור צריך לבדוק את כל המעברים (החצים) האפשריים ממצב למצב במכונה. אין צורך לבדוק את התוצאות המצופות ביציאות של המכונה.

שאלה מספר 8 (20 נקודות) - ענית 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);
          smaller: OUT STD_LOGIC_vector(3 downto 0));
END;
```

(א) (10 נקודות) יש לכתוב פרוצדורה **ג'נרית** (איננה תלויה בגודל הווקטורים הנכנסים) שתבצע השמה של המילה **הקטנה** יותר מבין שני הווקטורים: $vec1, vec2$ שבתוכנית לעיל. ניתן להשתמש בכל אלגוריתם, נא להסבירו היטב (תזכורת: פרוצדורה איננה מחזירה ערך אלא מבצעת השמה).

(ב) (2 נקודות) יש לכתוב 'חבילה' (Package) ולהכניס את הפרוצדורה לתוכה.
 (ג) (8 נקודות) כעת, יש לכתוב ארכיטקטורה הקוראת לפרוצדורה ומשתמשת בה. חובה להסביר את המשתנים בהם השתמשת. יש להניח כי בכל מחזור שעון, מגיעות לכניסה 2 מילים חדשות להשוואה ויש כניסת rst לאיפוס.

עליך האחראיות לבדוק שכל חלקי הקוד מתאימים והכל עובד כמו שצריך. יש להסביר בעברית את אופן פעולת התוכנית והמשתנים בהם השתמשת.

שאלה מספר 9 (20 נקודות) - ענית על שאלה זו? נא לרשום את מסמרה בעמוד השער של המחברת, ובאופן בולט!

(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=a ELSE (a XOR b);
    process(clk, rst)
    begin
        if rst= '1' then
            a<= '1'; b<= '1';
        elsif rising_edge(clk) then
            a<=inp AND c; b<= NOT a; c<= b OR a;
        end if;
    end process;
end;
```

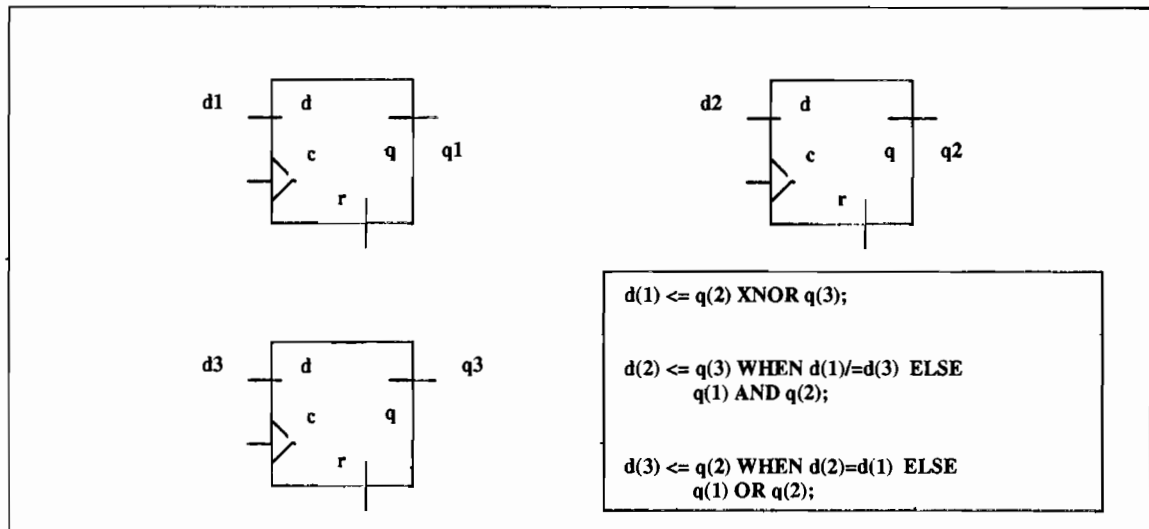
(ב) (10 נקודות) יש לצייר את החומרה שתיווצר מתוכנית זו:

```

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

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

בשאלה זו, אסור לכתוב קוד המכיל חיווטים כלשהם.



(20 נקודות) יש לכתוב קוד המכיל תהליך מדורבן שעון אחד (Clocked Process) עבור הדלגלגים, ועוד תהליך ללא שעון עבור הלוגיקה. סך כל הקוד שלך יתאר במדויק את התרשים לעיל.
הנה המשוואות שוב בהגדלה:

```

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

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

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

הערות חשובות לגבי הסימונים בתרשים

1. בדלגלגים שבתרשים: $r = \text{Reset}$, $c = \text{clk}$, ואילו q הוא מוצא הדלגלג, 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