

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
הפקולטה להנדסת חשמל



מעבדה בהנדסת חשמל
1א' 044157

ניסוי SV2
תדריך ודוח מעבדה

גרסה 1.5

קיץ 2020

עדכון אחרון קובי דקל
על פי חוברות של עמוס זסלבסקי, 2009

| ביצוע עד סעיף | שם המדריך בפועל | תאריך |
|-----------------------|-----------------|------------|
| סוף | אלון מזרחי | 18/08/2020 |
| ביצוע הניסוי המקורי | | |
| השלמת חלקים חסרים - 1 | | |
| השלמת חלקים חסרים - 2 | | |

| סטודנט | שם פרטי | שם משפחה |
|--------|---------|----------|
| 1 | ליאור | דביר |
| 2 | נועם | אילתה |

תוכן עניינים

| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 1 | פתיחת ארכיב..... | 3 |
| 2 | בדיקת הרמזור מעבודת ההכנה..... | 3 |
| 3 | פצצה – פרויקטון..... | 6 |
| 3.1 | דיון הכנה עם המדריך | 6 |
| 3.2 | בדיקת קבלה למונה BCD יורד לשתי ספרות | 6 |
| 3.3 | הירארכיה עליונה | 7 |
| 3.4 | סימולציה של הירארכיה עליונה | 8 |
| 3.5 | הפעלת ההירארכיה העליונה | 9 |
| 3.6 | הוספת השמדה עצמית | 10 |
| 3.7 | הוספת השהיה מיוחדת | 12 |
| 4 | גיבוי העבודה..... | 14 |

1. רשום את השעה בה התחלת את המעבדה: 8:30

1 פתיחת ארכיב

הורד מהמודל את קובץ הארכיב של עבודת ההכנה למעבדה זו ופתח אותו לפרויקט בדיסק שלך.

2 בדיקת הרמזור מעבודת ההכנה

לצורך כך פתח את קובץ הרמזור ramzor.sv וקבע אותו כ- TOP. השלם את הקובץ על בסיס דיאגרמת הבלוקים של הרמזור כפי שהוא המופיע בדוח ההכנה (ראה סעיף 3.1.2).

הקובץ בנוי באופן המאפשר לבצע אינטגרציה של מספר מודולים שלא על בסיס חיבור חוטים כדוגמת קבצי *.bdf. אלא על בסיס הגדרת מודולים המקושרים על בסיס משתנים גלובליים במודול.

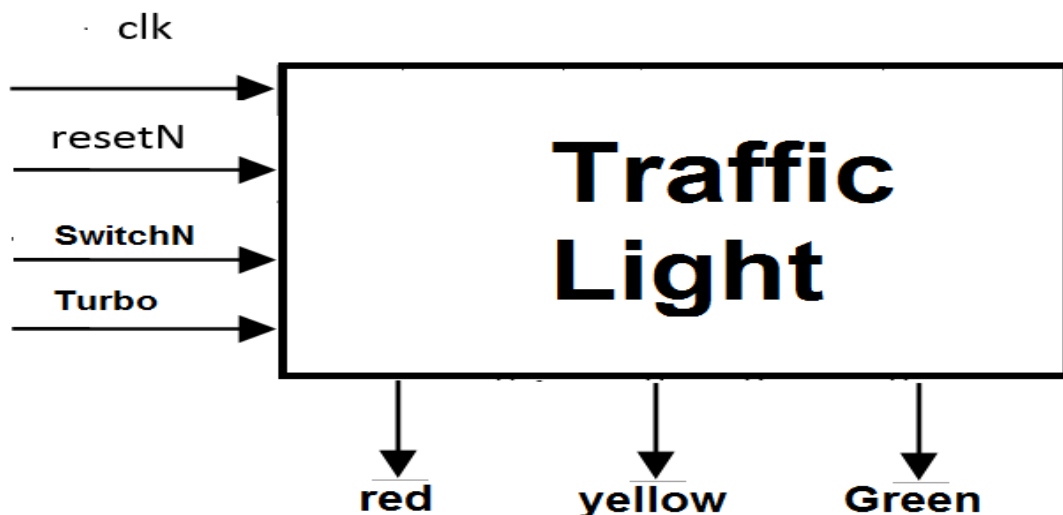
שים לב: לפני הקומפילציה החזר את המונה לחלוקה ב- 5,000,000

לקראת הורדת הרמזור לכרטיס עשה את הפעולות הבאות לפי הסדר: בצע קודם אנליזה, הרץ קובץ הדקים ואז הרץ קומפילציה מלאה.

נתון לך קובץ הדקים עבור הרמזור pinsSV2.tcl. בדוק שהשמות שלך תואמים את חיבוריו:

- את השעון ל- 50 MHz של הכרטיס
- את הכניסות resetN ו- switchN ללחצנים
- את הכניסה turbo למפסק
- את היציאות לשלוש נורות אדומות

ראה בסיכום הקומפילציה המלאה שמספר המודולים, ה- ALMs, אינו 0. אם זה 0 בדוק מה הבעיה ותקן אותה.



צרך את פלט המיפוי של כניסות ויציאות (רק החלק הרלוונטי לתכן זה) לדו"ח.

הורד לכרטיס ובדוק שהרמזור עובד לאחר מכן הוסף לדו"ח את קוד של ההיררכיה העליונה המתוקן.

```
ramzor fsm      #(      .red timer (48),
```

```

        .red_yellow_timer (18),
        .green_timer (36),
        .yellow_timer (18)
    )
ramzor_fsm
(
    .clk(CLOCK_50),
    .resetN(resetN),
    .switchN(switchN),
    .endOftime(endoftime),
    .loadN(loadN),
    .timer_val(timer_val),
    .redLight(redLight),
    .yellowLight(yellowLight),
    .greenLight(greenLight)
);

endmodule

```

2. קרא למדריך, רשום את השעיה בה הוא ראה את המעגל: 8:43

3 פצצה – פרויקטון

במעבדה זו יש להשלים את בניית הפצצה שהתחלת בדוח ההכנה ואז לבדוק אותה על הכרטיס.

3.1 דיון הכנה עם המדריך

הצג למדריך את דיאגרמת המצבים והמלבנים שהכנת, הקוד ותוצאות הסימולציה מדו"ח ההכנה.
המשך רק אחרי אישור המדריך.

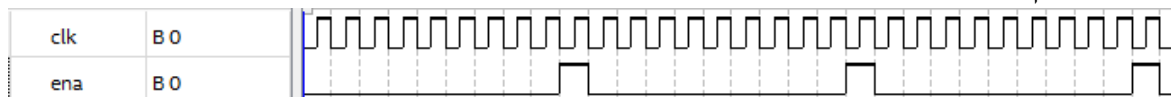
3. קרא למדריך, רשום את השעה בה הוא ראה את המעגל: 9:24

3.2 בדיקת קבלה למונה היורד לשתי ספרות decimal_2_digits_counter

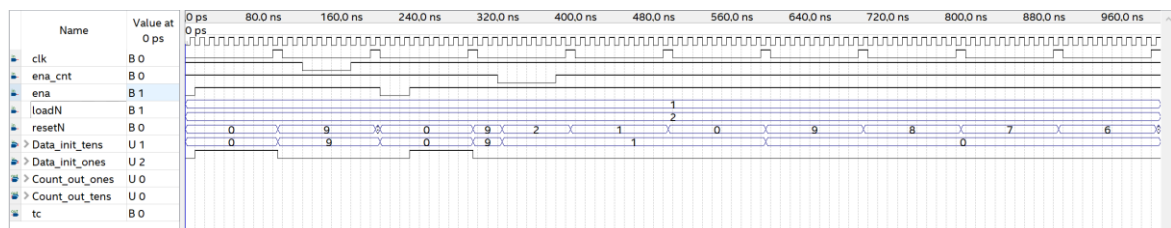
הגדר את המונה מעבודת ההכנה כ- TOP ובדוק אותו בשנית בסימולציה עם שני שעוני כניסה:

- שעון clk_50 לכניסת clk

- שעון איטי שמדמה את כניסת onesec



בדוק עם הוא עדיין עובד כהלכה, אם לא תקן אותו

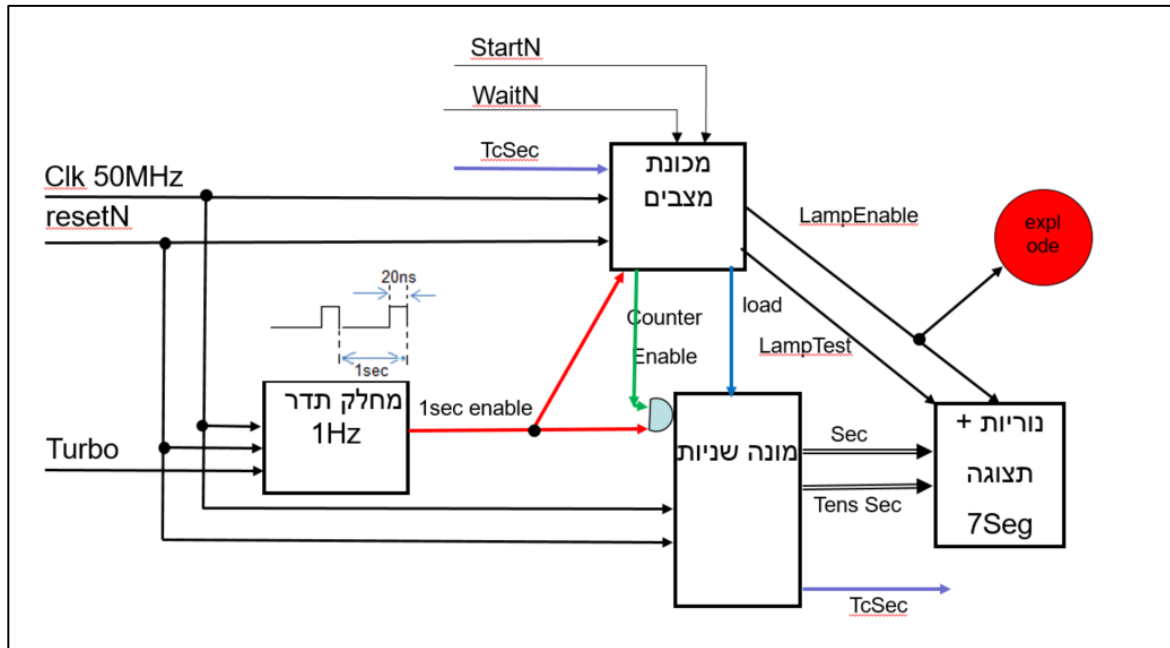


3.3 הירארכיה עליונה

צור Symbols עבור המונה היורד ומכונת המצבים של הפצצה.
הוסף לפרויקט שלך את המודול מהמעבדה הקודמת, של החיבור לתצוגת 7Seg, hexss.

הוסף לדיאגרמה מדו"ח ההכנה שרון עזר שיאפשר למכונת המצבים להפעיל שרון במידת הצורך ולהתקדם למצב הבא רק לאחר שהזמן הסתיים. נתייחס לבלוק הזה בהמשך בסעיף 3.7

פתח קובץ גרפי של הירארכיה עליונה של הפצצה topBomb.bdf (ניתן).
קובץ זה נתון חלקית ועליך להשלים את החסר כדי שהפצצה תעבוד.



השלם את ההירארכיה העליונה:

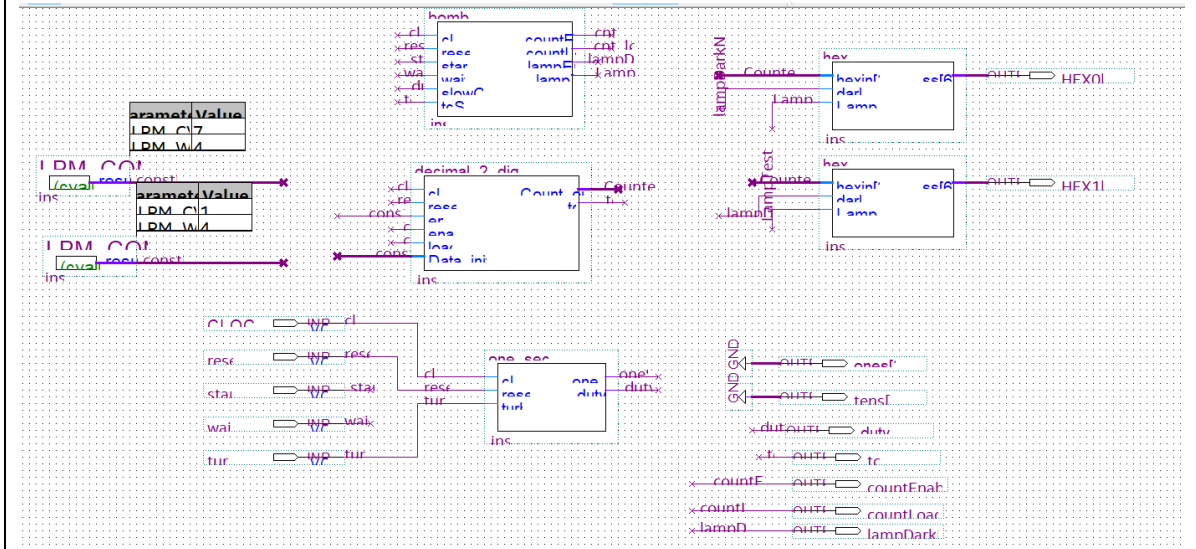
- עדכן את המודולים של המונה ומכונת המצבים שבשרטוט עם המודולים שלך.
- הוסף לשרטוט 2 יחידות תצוגה של 7Seg
- השלם את כל החיבורים בין המודולים השונים. ניתן להשלים חיבורים ע"י שמות.
- במידת הצורך, מותר להוסיף כניסות ויציאות למכונת המצבים, אל תשכחו לעדכן את הסימבול.

הערות:

- בזמן הבהוב הפצצה יש לתת אותות מתאימים לכניסות של ה-hexss, חשוב על כל שלושת המצבים.
- יש לשים לב לתנאי לכניסת ENABLE למונה
- שם לב האם loadN פעיל בנמוך.
- יש לוודא שהטעינה אינה תלוייה ב-ENABLE אחרת נצטרך ללחוץ לחיצה ארוכה מאוד על start
- אפשר להשתמש בקבועים מסוג lpm_constant עבור קבועים חיצוניים (נתונים לך בפרויקט).
- לבדיקת המערכת השתמש בכניסות של לחצנים ומתגים ויציאות של נוריות LED שונות.

שים לב!!! בשרטוט הנתון חלק מכניסות הרכיבים חוברו לאדמה כדי לעבור קומפילציה. הסר חיבורים אלה והשלם את הכניסות לרכיבים עם החיבורים המתאימים.

שם המכלול: TOP_BOMB



בסיום הרץ סינתזה והוסף את הסיכום לדו"ח.

Flow Summary

<<Filter>>

| | |
|---------------------------------|---|
| Flow Status | In progress - Tue Aug 18 09:35:03 2020 |
| Quartus Prime Version | 17.0.0 Build 595 04/25/2017 SJ Lite Edition |
| Revision Name | SV2Lab |
| Top-level Entity Name | topBomb |
| Family | Cyclone V |
| Device | 5CSXFC6D6F31C6 |
| Timing Models | Final |
| Logic utilization (in ALMs) | 58 / 41,910 (< 1 %) |
| Total registers | 50 |
| Total pins | 32 / 499 (6 %) |
| Total virtual pins | 0 |
| Total block memory bits | 0 / 5,662,720 (0 %) |
| Total DSP Blocks | 0 / 112 (0 %) |
| Total HSSI RX PCSs | 0 / 9 (0 %) |
| Total HSSI PMA RX Deserializers | 0 / 9 (0 %) |
| Total HSSI TX PCSs | 0 / 9 (0 %) |
| Total HSSI PMA TX Serializers | 0 / 9 (0 %) |
| Total PLLs | 0 / 15 (0 %) |

4. קרא למדריך, רשום את הישגך בה הוא ראה את המעגל: 9:47

3.4 סימולציה של הירארכיה עליונה

הגדר מה תרצה לבדוק בסימולציה – איזה מצבים מעניינים (המשך למלא את הטבלה)

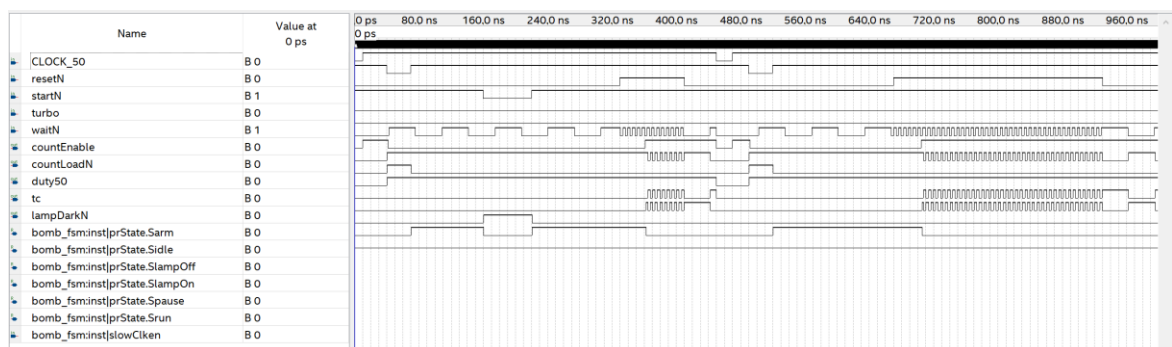
- עמוד 8 - ניסוי SV2, תדריך מעבדה

| מצב | תוצאות צפויות |
|-----------------|-----------------------|
| יציאה מ־RESET | כל היציאות מאותחלות |
| לחיצה על START | טעינת מונה ב־17 שניות |
| עזיבת START | ספירה אחורה של המונה |
| לחיצה על WAIT | השהיית ספירה |
| המתנה לתום הזמן | הבהוב SEG7 |
| הפעלת TURBO | זירוז התהליך |

לקראת הרצת סימולציה אל תשכח:

- לצמצם את המחלק 50,000,000
- לייצר "ידינית" את האותות לכל המפסקים (Reset Start Wait)
- להציג בסימולציה גם את כל מצבי מכונת המצבים

צור קובץ WAVEFORM והרץ סימולציה של המעגל. הוסף את תוצאות הסימולציה לדו"ח.



3.5 הפעלת ההירארכיה העליונה

נתון לך קובץ הדקים עבור הפצצה pinsSV2_bomb.tcl. בדוק ועדכן אותו לפי הצורך. הרץ קובץ הדקים ובצע קומפילציה מלאה.

ראה בסיכום הקומפילציה שמספר המודולים, ה-ALMs, אינו 0. אם זה 0 בדוק מה הבעיה ותקן אותה.

צרף את פלט המיפוי של כניסות ויציאות (רק החלק הרלוונטי לתכן זה) לדו"ח.

| Named: * Edit: countLoadN | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-------------------|-----------|----------|--------------|-----------|------------|--------|
| Node Name | Direction | Location | I/O Bank | REF Group | External Location | Standby | Reserved | Event Stream | Flow Rate | Precedence | Dialog |
| CLOCK_50 | Input | PI...14 | 3B | B3B_NO | PI...14 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | | | |
| countEnable | Output | | | | PI...H2 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| countLoadN | Output | | | | PIN_E13 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| duty50 | Output | PI...22 | 4A | B4A_NO | PI...22 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[6] | Output | PI...18 | 4A | B4A_NO | PI...18 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[5] | Output | PI...18 | 4A | B4A_NO | PI...18 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[4] | Output | PI...17 | 4A | B4A_NO | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[3] | Output | PI...16 | 4A | B4A_NO | PI...16 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[2] | Output | PI...17 | 4A | B4A_NO | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[1] | Output | PIN_V18 | 4A | B4A_NO | PIN_V18 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX0[0] | Output | PI...17 | 4A | B4A_NO | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[6] | Output | PIN_V17 | 4A | B4A_NO | PIN_V17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[5] | Output | PI...17 | 4A | B4A_NO | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[4] | Output | PI...18 | 4A | B4A_NO | PI...18 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[3] | Output | PI...17 | 4A | B4A_NO | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[2] | Output | PI...16 | 4A | B4A_NO | PI...16 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[1] | Output | PIN_V16 | 4A | B4A_NO | PIN_V16 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| HEX1[0] | Output | PI...16 | 4A | B4A_NO | PI...16 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| lampDarkN | Output | | | | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| Node Name | Direction | Location | I/O Bank | REF Group | External Location | Standby | Reserved | Event Stream | Flow Rate | Precedence | Dialog |
| HEX1[0] | Output | PI...16 | 4A | B4A_NO | PI...16 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| lampDarkN | Output | | | | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| ones[3] | Output | PI...24 | 4A | B4A_NO | PI...24 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| ones[2] | Output | PI...23 | 4A | B4A_NO | PI...23 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| ones[1] | Output | PI...23 | 5A | B5A_NO | PI...23 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| ones[0] | Output | PI...24 | 5A | B5A_NO | PI...24 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| resetN | Input | PIN_AJ4 | 3B | B3B_NO | PIN_AJ4 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | | | |
| startN | Input | PI...K4 | 3B | B3B_NO | PI...K4 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | | | |
| tc | Output | | | | PI...17 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| tens[3] | Output | PI...22 | 5A | B5A_NO | PI...22 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| tens[2] | Output | PI...24 | 4A | B4A_NO | PI...24 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| tens[1] | Output | PI...24 | 4A | B4A_NO | PI...24 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| tens[0] | Output | PI...25 | 4A | B4A_NO | PI...25 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | 1 (...lt) | | |
| turbo | Input | PI...30 | 5B | B5B_NO | PI...30 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | | | |
| waitN | Input | PI...14 | 3B | B3B_NO | PI...14 | 3.3...TTL | | 16m...lt) | | | |
| switchN | Un...wn | PI...K4 | 3B | B3B_NO | | 3.3...TTL | | 16m...lt) | | | |

בתום קומפילציה מלאה מוצלחת הורד את התכן לכרטיס ובדוק שכל פונקציות הפצצה עובדות.
הערה: יתכן וידלקו נוריות נוספות על הלוח, זו אינה תקלה אלו היציאות שהגדרתם ב TOP אבל בלי הקצאת פינים ספציפית למשל יציאות המונה.
הראה את התוצאות למדריך המעבדה.

5. קרא למדריך, רשום את השעה בה הוא ראה את המעגל: 10:26

3.6 הוספת השמדה עצמית

על מנת לבלבל את חבלני המשטרה, יש לשנות את ההתנהגות במצב PAUSE כך שכל לחיצה על לחצן WAIT תפעיל את הפצצה מידית.
- אין צורך לאפס את המונה ל- 0 אלא רק להבהב את התצוגה

- עמוד 10 - ניסוי SV2, תדריך מעבדה

הורד את התכן לרכיב והראה את התוצאות למדריך המעבדה.

הוסף לדו"ח את הקוד של מכונת המצבים שהשתנה.

```
localparam selfDestruct = 1;
```

```
...
```

```
Srun: begin
```

```
countEnable = 1'b1;
```

```
if (tcSec == 1'b1) // Check if time is over
```

```
    nextState = SlampOn;
```

```
else if (waitN == 1'b0) begin
```

```
    if (selfDestruct)
```

```
        nextState = SlampOn;
```

```
    else
```

```
        nextState = Spause;
```

```
end
```

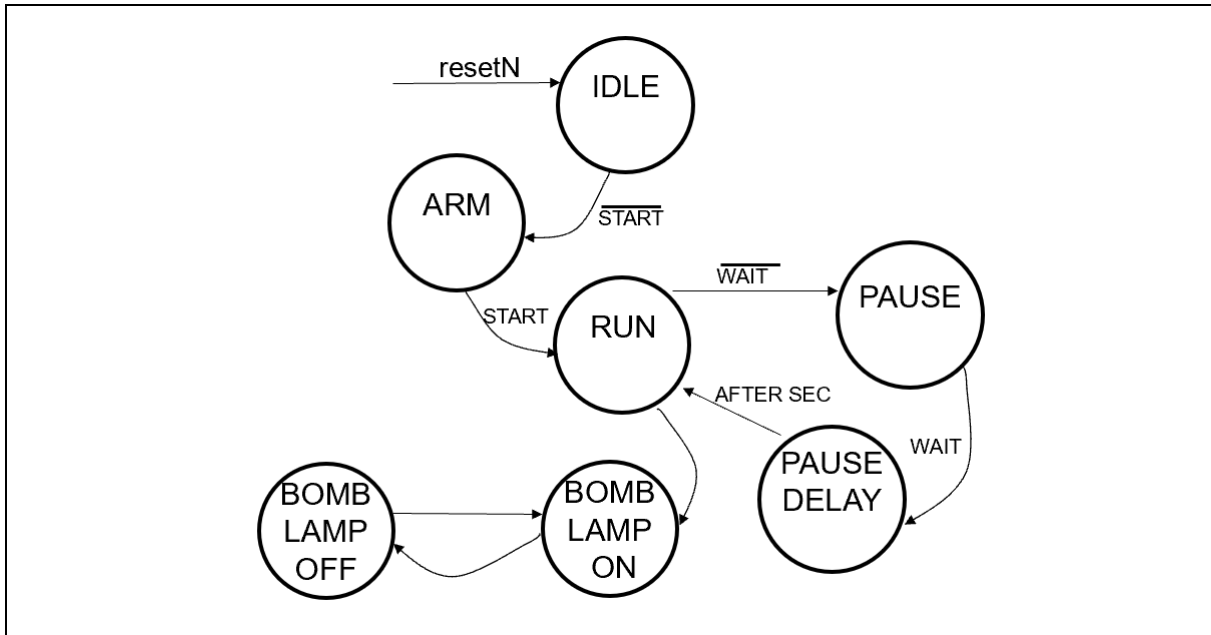
```
end // run
```

3.7 הוספת השהיה מיוחדת

שנה את התנהגות המצב PAUSE כך שכל לחיצה על לחצן WAIT תעצור את המניה במשך כל זמן הלחיצה לפחות שניה עד שתי שנית לאחר שחרור הלחצן.

שימו לב לחצן לחוץ = 0 משוחרר = 1

לשם כך יש להוסיף מצב חדש למכונה.



עדכן את הקוד של מכונת המצבים שהשתנה כיוון שלא השתנו הכניסות והיציאות, אין צורך לעדכן את הסימבול

```

module bomb_fsm
(
    input logic clk,
    input logic resetN,
    input logic startN, // Start the bomb
    counter
    input logic waitN, // Pause the bomb
    counter
    input logic slowClken, // Flickering the bomb display
    Onesec ON Onesec OFF
    input logic tcSec, // Trigger to explode the bomb
    output logic countEnable, // Enable the count down counter
    output logic countLoadN, // Load the bomb down count
    counter.
    output logic lampEnable, // Turn the bomb display to ON -
    Show the number 00
    output logic lampTest
);
  
```

```

    enum logic [2:0] {Sidle, Sarm, Srun, Spause, Sdelay, SlampOn,
SlampOff} prState, nxtState;

localparam selfDestruct = 0; //do not self destruct
localparam addDelay = 1;

always @(posedge clk or negedge resetN)
begin
    if ( !resetN ) // Asynchronous reset
        prState <= Sidle;
    else // Synchronic logic FSM
        prState <= nxtState;
    end // always

always_comb // Update next state and outputs
begin
    nxtState = prState; // default values
    countEnable = 1'b0;
    countLoadN = 1'b1;
    lampEnable = 1'b1;
    lampTest = 1'b0;

    case (prState)
        Sidle: begin
            lampEnable = 1'b0;
            if (startN == 1'b0)
                nxtState = Sarm;
            end // idle
        Sarm: begin
            countLoadN = 1'b0;
            if (startN == 1'b1) //Initiat the bomb when the
start key is pressed
                nxtState = Srun;
            end // arm
        Srun: begin
            countEnable = 1'b1;
            if (tcSec == 1'b1) // Check if time is over
                nxtState = SlampOn;
            else if (waitN == 1'b0) begin
                if (selfDestruct)
                    nxtState = SlampOn;
                else
                    nxtState = Spause;
            end
            end // run
        Spause: begin
            countEnable = 1'b0;
            if (waitN == 1'b1) begin // As long as the wait
key is pressed it pauses the timer
                if (!addDelay)
                    nxtState = Srun;
                else if (slowClken == 1'b1)
                    nxtState = Sdelay;
            end
        end
    endcase
end

```

```

end
end // pause

Sdelay: begin
    countEnable = 1'b0;
    if (slowClken == 1'b0)
        nxtState = Srun;
    end // pause

// The next two states blink the display.
SlampOn: begin
    lampEnable = 1'b1;
    lampTest = 1'b1;
    if (slowClken == 1'b1)
        nxtState = SlampOff;
    end // lampOn

SlampOff: begin
    lampEnable = 1'b0;
    if (slowClken == 1'b0)
        nxtState = SlampOn;
    end // lampOff

endcase
end // always comb
endmodule

```

הורד את התכן לרכיב והראה את התוצאות למדריך המעבדה.

6. קרא למדריך, רשום את השעה בה הוא ראה את המעגל: 10:52

4 גיבוי העבודה

שמור את הפרויקט רגיל וגם כארכיב (באמצעות Project -> Archive Project).
והעלה אותו למודל כי תצטרך אותו בהמשך.

שמור את הדו"ח רגיל וכ- PDF והעלה אותו למודל.

גבה את הדו"ח והפרויקט גם באמצעים אחרים.

7. רשום את השעה בה סיימת את המעבדה: 10:58