הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
הפקולטה להנדסת חשמל

מעבדה בהנדסת חשמל
044157 'א1

ניסוי SV2
שאלות ודוח הכנה

גרסה 1.5

קיץ 2020

על פי חוברות של עמוס זסלבסקי, 2009
עדכן אלכס קרינשפון + קובי דקל

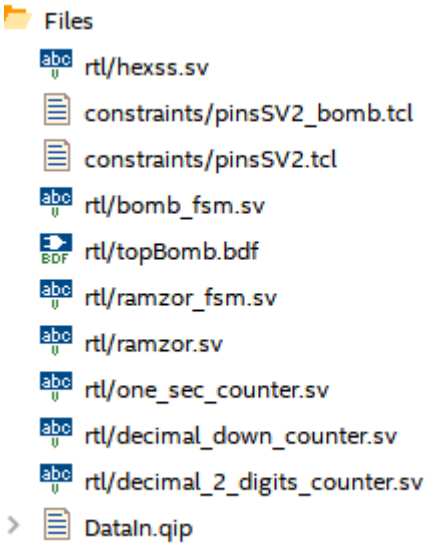
תאריך כתיבת הדו"ח	16/8/20
שם המדריך	אלון

סטודנט	שם פרטי	שם משפחה
1	נועם	אילתה
2	ליאור	דביר

תוכן עניינים

1 פתיחת ארכיב

צור תיקיה למעבדה זו. הורד מהמודל קובץ ארכיב של המעבדה ופתח אותו לפרויקט בתיקייה שיצרת.
ודא תכולת קבצים כזו:



2 מונה דצימלי יורד 2 ספרות

2.1 הגדרות – מונה דצימלי יורד

מונה decimal_down_counter.sv הינו מונה הסופר מטה מ-9 עד 0

כאשר מגיע ל- 0 הוא מעלה את סיגנל tc למשך מחזור שעון אחד. הדבר מאפשר לשרשר כמה מונים ולבנות מונה בעל כמה ספרות.

Module interface 2.1.1

תכננו מונה **דצימלי** יורד כמתואר בהמשך והוסיפו את הקוד שלכם בקובץ - decimal_down_counter.sv

להלן הכניסות והיציאות של יחידת המונה הדצימלי היורד :

Direction	width	Name
input	1	clk
input	1	resetN
Input	1	ena
Input	1	ena_cnt
Input	1	loadN
input	[3:0]	datain
output	[3:0]	count
output	1	tc

Truth table 2.1.2

יש לתכנן את קוד המונה לפי טבלת האמת הבאה:

CLK	resetN (Async)	ena	ena_cnt	loadN	datain[3:0]	Count[3..0]	
x	0	x	x	x	x	4'b0000	Reset
↑	1	x	x	0	datain[3:0]	datain[3:0]	Load
↑	1	0	x	1	x	previous count	
↑	1	x	0	1	x	previous count	

↑	1	1	1	1	x	if (count == 0)
						count <= 4'h9
						else
						count <= count-1;
							decrement

היציאה האסינכרונית **tc** מתוארת להלן:

CLK	resetN	ena	ena_cnt	loadN	count[3:0]	tc Async
x	x	x	x	x	4'b0000	1

הערה חשובה!!! בכמה מקבצי השלד הנתונים היה צורך לסגור חלק של הקוד כדי שהקוד יעבור קומפילציה. לכן לפני שמתחילים לכתוב קוד יש להסיר את ההערות המסומנות ב-

/* $$$$$$ remove to fill

ולהשלים את הקוד שלכם במקומות המסומנים ב-

//fill your code here

הוסיפו את קוד ה-SVv שלכם לדו"ח:

```
module decimal_down_counter
      (
      input logic clk,
      input logic resetN,
      input logic ena,
      input logic ena_cnt,
      input logic loadN,
      input logic [3:0] datain,
      output logic [3:0] count,
      output logic tc
   );

// Down counter
always_ff @(posedge clk or negedge resetN)
  begin
            if ( !resetN )     begin // Asynchronic reset
                        count <= 4'b0;
            end
            else  begin        // Synchronic logic
                  if (!loadN) begin
                        count <= datain;
                  end else if (!ena) begin
                        count <= count;
                  end else if (!ena_cnt) begin
                        count <= count;
```

```
                end else if (count == 4'b0) begin
                        count <= 4'h9;
                end else begin
                        count <= count - 1'b1;
                end
            end //Synch
        end //always

        // Asynchronic tc
        assign tc = (count == 4'b0 ) ? 1'b1 : 1'b0;

endmodule
```

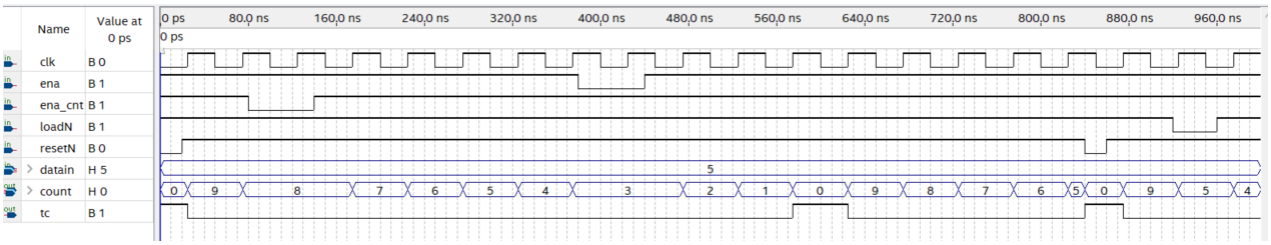
בצעו סינתזה מוצלחת למונה ספרה אחת וצרפו את הסיכום לדו"ח:

Flow Summary

<<Filter>>

Flow Status	Successful - Sun Aug 16 14:38:30 2020
Quartus Prime Version	17.0.0 Build 595 04/25/2017 SJ Lite Edition
Revision Name	SV2Lab
Top-level Entity Name	decimal_down_counter
Family	Cyclone V
Device	5CSXFC6D6F31C6
Timing Models	Final
Logic utilization (in ALMs)	N/A
Total registers	4
Total pins	14
Total virtual pins	0
Total block memory bits	0
Total DSP Blocks	0
Total HSSI RX PCSs	0
Total HSSI PMA RX Deserializers	0
Total HSSI TX PCSs	0
Total HSSI PMA TX Serializers	0
Total PLLs	0
Total DLLs	0

בצעו סימולציה למונה ספרה אחת וצרפו את התוצאות לדו"ח (כללו את כל המקרים הרלוונטיים):



2.2 מונה decimal_2_digits_counter יורד לשתי ספרות

מונה decimal_2_digits_counter.sv הינו מונה הסופר מ-99 עד 0.
כאשר המונה מגיע ל- 0 מעלה את סיגנל ה- tc ל- 1 למשך מחזור שעון אחד.

מונה זה נבנה על ידי שימוש ב- 2 מונים מסוג: decimal_down_counter.sv.

2.2.1 Module interface

להלן הכניסות והיציאות של יחידת המונה הדצימלי מטה של 2 ספרות:

Direction	width	Name
input	1	clk
input	1	resetN
Input	1	ena
Input	1	ena_cnt
Input	1	loadN
input	[7:0]	Data_init
Output	[7:0]	Count_out
Output	1	tc

2.2.2 Truth table decimal_2_digits_counter

יש לתכנן את מונה ה-2 ספרות לפי טבלת האמת הבאה:

CLK	resetN	ena	ena_ cnt	loadN	Data _init7:0]	Count_out[7:0]	tc Async
x	0	x	x	x	x	8'd0	1'b0
↑	1	x	x	0	Data_init [7:0]	Data_init [7:0]	1'b0
↑	1	0	x	1	x	x	1'b0
↑	1	x	0	1	x	x	1'b0
↑	1	1	1	1	x	Count_out[7:0]-1	1'b0
x	x	x	x	x	x	8'd0	1'b1

2.2.3 מימוש המונה לשתי ספרות

ממש את מונה 2 הספרות בקובץ decimal_2digits_counter.sv . היעזר בשלד הקיים בפרויקט.

יש לממש את הקוד באופן היררכי כך שיהיה מבוסס על המונה של ספרה אחת מהסעיף הקודם. הכניסה והיציאה של המונה הוא מספר בינארי בין 8 סיביות . 4 הסיביות התחתונות מייצגות את סיפרת היחידות ו- 4 הספרות העליונות מייצגות את סיפרת העשרות.

```
module decimal_2_digits_counter
      (
      input  logic clk,
      input  logic resetN,
      input  logic ena,
      input  logic ena_cnt,
      input  logic loadN,
      input  logic [7:0] Data_init,
```

```
module decimal_2_digits_counter
        (
        input  logic clk,
        input  logic resetN,
        input  logic ena,
        input  logic ena_cnt,
        input  logic loadN,
        input  logic [7:0] Data_init,
        output logic [7:0] Count_out,
        output logic tc
    );

        logic tc_ones ;
        logic tc_tens ;


// units (Ones)
        decimal_down_counter ones_counter(
                .clk(clk),
                .resetN(resetN),
                .ena(ena),
                .ena_cnt(ena_cnt)  ,
                .loadN(loadN),

                .datain(Data_init[3:0]),

                .count(Count_out[3:0]),
                .tc(tc_ones)
        );


// Tens
        decimal_down_counter tens_counter(
                .clk(clk),
                .resetN(resetN),
                .ena(ena),
                .ena_cnt(tc_ones)  ,
                .loadN(loadN),

                .datain(Data_init[7:4]),

                .count(Count_out[7:4]),
                .tc(tc_tens)
        );


                assign tc = (Count_out == 8'b0) ? 1'b1 : 1'b0;

 endmodule
```

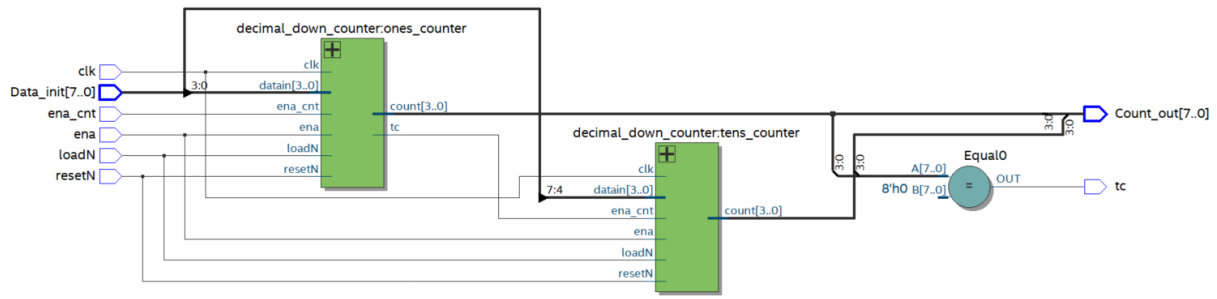
הרץ סינתזה מוצלחת לקובץ decimal_2_digits_counter.sv וצרף את הסיכום לדו"ח:

Flow Summary

<<Filter>>

Flow Status	Successful - Sun Aug 16 15:24:31 2020
Quartus Prime Version	17.0.0 Build 595 04/25/2017 SJ Lite Edition
Revision Name	SV2Lab
Top-level Entity Name	decimal_2_digits_counter
Family	Cyclone V
Device	5CSXFC6D6F31C6
Timing Models	Final
Logic utilization (in ALMs)	N/A
Total registers	8
Total pins	22
Total virtual pins	0
Total block memory bits	0
Total DSP Blocks	0
Total HSSI RX PCSs	0
Total HSSI PMA RX Deserializers	0
Total HSSI TX PCSs	0
Total HSSI PMA TX Serializers	0
Total PLLs	0
Total DLLs	0

הצג את המימוש של המונה decimal_2_digits_counter.sv כ- RTL VIEW והוסף אותו לדו"ח:



2.3 סימולציה

הרץ סימולציה מלאה לתכן **decimal_2_digits_counter.sv** בה תבדוק את כל הכניסות והיציאות **המעניינות** ואת כל מקרי הקצה **המעניינים**.

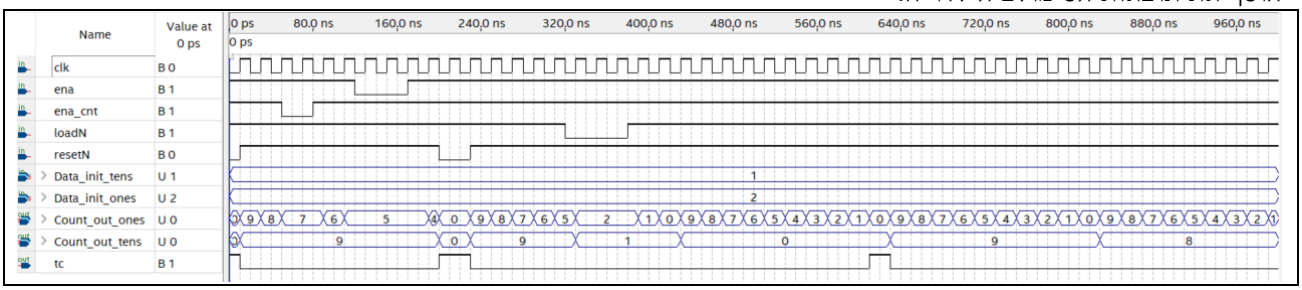
הגדר מה תרצה לבדוק בסימולציה – איזה מצבים מעניינים (המשך למלא את הטבלה)

מצב	תוצאות צפויות
הפעלת **resetN**	כל היציאות מאותחלות
COUNT בלי ENA_CNT	הספירה נשארת קבועה
COUNT בלי ENA	הספירה נשארת קבועה

הפעלת loadN	הכנסת ערכי Data_in
TC	1 אם הספירה (Count_out) הגיעה ל0, אחרת 0

הקפד להציג את המשתנים בפורמט הרלוונטי **BIT HEX DECIMAL**.

הוסף את תוצאות הסימולציה לדו"ח.



3 רמזור מבוקר

בתרגיל זה עליכם לבנות רמזור באמצעות מכונת מצבים ושימוש במונה 8 Bit שמימשתם בסעיף 2 .
בעבודת הכנה זו תתכננו את מכונת המצבים, ותשלבו את מכונת המצבים עם המונה שייטען בזמן המתאים על פי דרישת הזמנים של המצב הבא. כתבו את הקוד שלכם בשלד הקוד הנתון והריצו סימולציה על מנת לבדוק שמה שכתבתם עובד נכון. **במעבדה** תבדקו את הרמזור על הכרטיס.

שימו לב שזמני ההפעלה במצבים השונים של פעולת הרמזור נתונים בעשיריות שניה. במעבדה הקודמת נעזרנו במחלק תדר one_sec_counter.sv המייצר פולס של 1Sec שבו נשתמש גם במעבדה זו. על מנת לייצר מנייה של עשיריות שניה נעזר במונה זה ונעדכן בו את חלוקת התדר במטרה לספור עשיריות שניה. לדוגמה 2.5Sec הם (25Tens of Sec
לצורך כך קחו את הקובץ הישן, שמרו אותו בשם חדש onetens_sec_counter.sv ועשו בו את השינויים הנדרשים כך שיפעל בהתאם.

3.1 הצגת הדרישות

פעולת הרמזור:

- **מצבי הרמזור הם אדום, אדום_צהוב, ירוק, צהוב.**
- זמני הרמזור בכל מצב:
  - 4.8 שניות באדום
  - 3.6 שניות בירוק
  - 1.8 שניות במצבי המעבר (צהוב, אדום-צהוב)
- לרמזור כניסת **TURBO** באמצעותה אפשר לזרז את פעולת הרמזור פי 16.
- לחיצה על לחצן הכניסה **SwitchN** (הלחצן בלוגיקה שלילית, '0' כשהוא לחוץ):
  - אם הרמזור במצב אדום, לחיצה על SwitchN תעביר את הרמזור ישירות (בצורה סינכרונית בשעון המהיר הבא) למצב אדום-צהוב.
  - אחרת הלחיצה לא תעשה כלום.

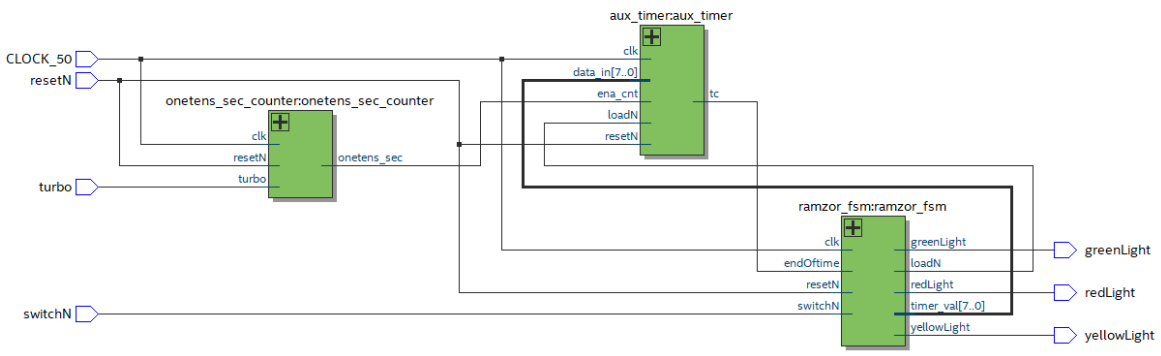
3.1.1 Ramzor Module interface

להלן הכניסות והיציאות של הרמזור:

Direction	width	Name
input	1	CLOCK_50
input	1	resetN
Input	1	turbo
Input	1	switchN
Input	1	loadN
output	1	greenLight
output	1	redLight
output	1	yellowLight

3.1.2 Ramzor Module Block diagram

להלן מימוש הרמזור על ידי שימוש במכונת המצבים, מונה ומחלק תדר:



3.2 *RAMZOR_FSM*

3.2.1 RAMZOR_FSM Module interface

להלן הכניסות והיציאות עבור הבלוק של מכונת המצבים:

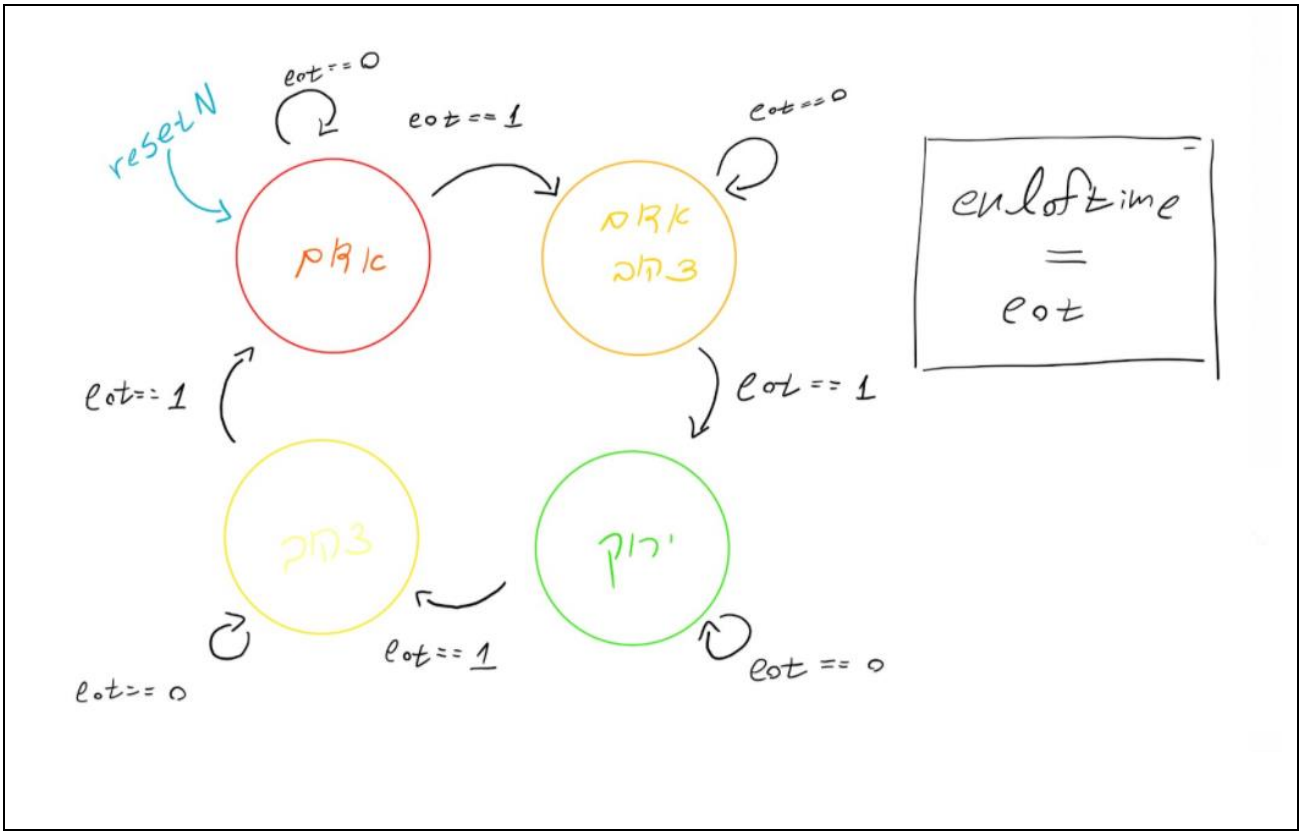
Direction	Type	width	Name
input	logic	1	clk
input	logic	1	resetN
Input	logic	1	switchN
Input	logic	1	cntDn
output	logic	1	greenLight
output	logic	1	redLight
output	logic	1	yellowLight

הפרמטרים:

Parameter	Type	Default value
red_timer	int	48
red_yellow_timer	int	18
green_timer	int	36
yellow_timer	int	18

3.2.2 RAMSOR_FSM bubble diagram

שרטט דיאגרמה של מכונת המצבים של הרמזור, אפשר בעיפרון ולצלם:



3.3 *Aux_timer*

רכיב זה מבוסס על המונה בקובץ **decimal_down_counter.sv** עם מעט שינויים. רכיב זה מיצר פולס במשך זמן של שעון אחד (tc) כל פעם שהמונה הפנימי שלו, שהיה טעון לערך התחלתי, ירד לאפס.

נדרש:

1. לשמור את הקובץ הנ"ל בשם aux_timer,sv בתוך המחיצה \rtl .
2. לעדכן את המונה הפנימי שלו לפי הטבלה המופיעה בסעיף הבא , וכן את היציאה שלו.

3.3.1 Aux_Timer Module interface

להלן הכניסות והיציאות של מונה הזמן של הרמזור. שימו לב שלשעון בניגוד למונה יש יציאה של bit אח (tc) ללא יציאת ערך המונה :

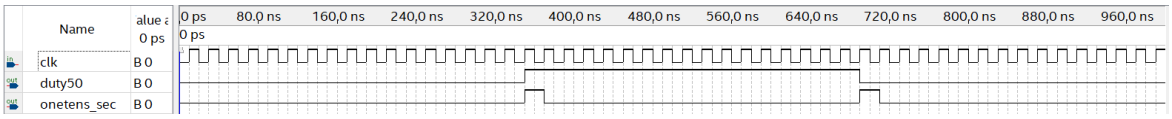
Direction	width	Name
input	1	clk
input	1	resetN
Input	1	ena_cnt
Input	1	loadN
input	[7:0]	data_in
output	1	tc

3.4 *onetens_sec_counter*

רכיב זה מייצר פולסים בתדר של 1/10 שניה ברוחב פולסי השעון המהיר CLOCK_50 (או פעם ב-16 מחזורי שעון עבור הסימולציות) - וכן פולסים של duty50.

עליכם :

1. לעלות את הקובץ *one_sec_counter.sv* נימצא בפרויקט (אותו הכרנו גם במעבדה SV1)
2. לשנות את שמו ל *onetens_sec_counter.sv* ולשמור אותו במחיצה \rtl.
3. *לתקנו כך שיתן פולס* פעם בעשירית שניה (כולל התייחסות לסימולציה והרצה על הכרטיס במעבדה)
4. *להחליף את שמות המשתנים הפנימיים והיציאות מ - *oneSec* ל **onetensSec* -(חשוב מאוד למען מי שיקרא אותו בעתיד)
5. לצרפו לפרויקט



3.4.1 onetens_sec_counter Module interface

להלן הכניסות והיציאות של המונה

Direction	width	Name	
input	1	clk	
input	1	resetN	
Input	1	turbo	**מקצרת מחזור** 1/16
output	1	onetens_sec	

3.5 *קוד SV*

השלם את הקוד שלך בשלד הקוד הנתון של הרמזור (ramzor_fsm.sv).

בצע סינתזה מוצלחת והוסף את הקוד שלך לדו"ח:

```
module ramzor_fsm # (   int red_timer = 48,
                        int red_yellow_timer = 18,
                        int green_timer = 36,
                        int yellow_timer = 18

                        )
      (
      input logic clk,
      input logic resetN,
      input logic switchN,
      input logic endOftime,   // Time is over . Signal received from the timer
      output logic loadN,      // Signal to load the timer
      output [7:0] timer_val, //load the timer value in tens of sec acording to time needed
to stay for each state
      output logic redLight,
      output logic yellowLight,
      output logic greenLight
   );
```

```
      enum logic [2:0] {red_st, red_yellow_st, green_st, yellow_st}
present_state, next_state;

// state register
always_ff @(posedge clk, negedge resetN)
            if (!resetN)
                  present_state <= red_st;
            else
                  present_state <= next_state;

// next state logic
always_comb
begin

            case (present_state)

            red_st:
                  if ( endOftime || !switchN) begin
                        next_state  = red_yellow_st;
                  end else begin
                        next_state  = red_st;
                  end
            red_yellow_st:
                  if (endOftime ) begin
                        next_state  = green_st;
                  end else begin
                        next_state  = red_yellow_st;
                  end
            green_st:
                  if (endOftime) begin
                        next_state  = yellow_st;
                  end else begin
                        next_state  = green_st;
                  end
            yellow_st:
                  if (endOftime ) begin
                        next_state  = red_st;
                  end else begin
                        next_state  = yellow_st;
                  end
            default: begin
                        next_state  = red_st;
            end

            endcase
end


// Logic for loading the requested time into an auxiliary timer for each one of light state.

always_comb begin

            case (present_state)
            red_st:
                  if ( endOftime || !switchN) begin
                        timer_val = red_yellow_timer;
                  end else begin
                        timer_val = red_timer;
                  end
            red_yellow_st:
                  if ( endOftime ) begin
```

```
                        timer_val = green_timer;
                  end else begin
                        timer_val = red_yellow_timer;
                  end
            green_st:
                  if ( endOftime ) begin
                        timer_val = yellow_timer;
                  end else begin
                        timer_val = green_timer;
                  end
            yellow_st:
                  if ( endOftime ) begin
                        timer_val = red_timer;
                  end else begin
                        timer_val = yellow_timer;
                  end
            default: begin
                  timer_val = red_timer;
            end

            endcase
            end
      assign loadN = !(endOftime || (present_state == red_st && !switchN));
      assign redLight          =  (present_state == red_st || present_state ==
red_yellow_st) ? 1'b1 : 1'b0;
      assign yellowLight       =  (present_state == yellow_st || present_state
== red_yellow_st) ? 1'b1 : 1'b0;
      assign greenLight = (present_state == green_st) ? 1'b1 : 1'b0;


endmodule
```

3.6 סימולציה

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

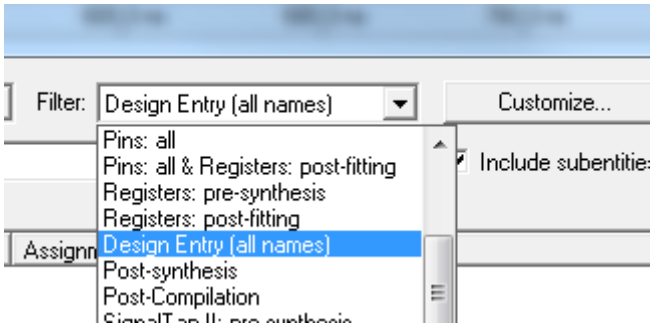
מצב	תוצאות צפויות
הפעלת **resetN**	כל היציאות מאותחלות
מצב Red	הנורה RED דולקת
מצב Red+Yellow	הנורה RED והנורה YELLOW דולקות
מצב Yellow	הנורה YELLOW דולקת
מצב Green	הנורה GREEN דולקת
SwitchN למטה במצב RED	מעבר מצב מRED לRED_YELLOW

בצע סימולציה, לפי ההוראות המופיעות בהמשך.

<u>שים לב</u> היות ובמקרה הרמזור יש לספור הרבה עשיריות שניה בכל מצב (54, 41, וכו') מומלץ להגדיר שעון של 1nsec אם עובדים עם אורך חלון של ברירת המחדל 1usec.

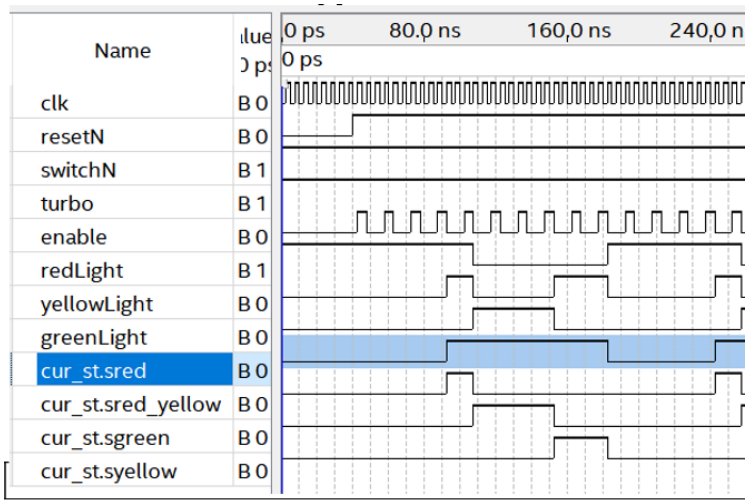
הערה: ניתן לראות בסימולציה את מצבי מכונת המצבים על ידי בחירת **מסנן Filter:**

Design entry (all names)

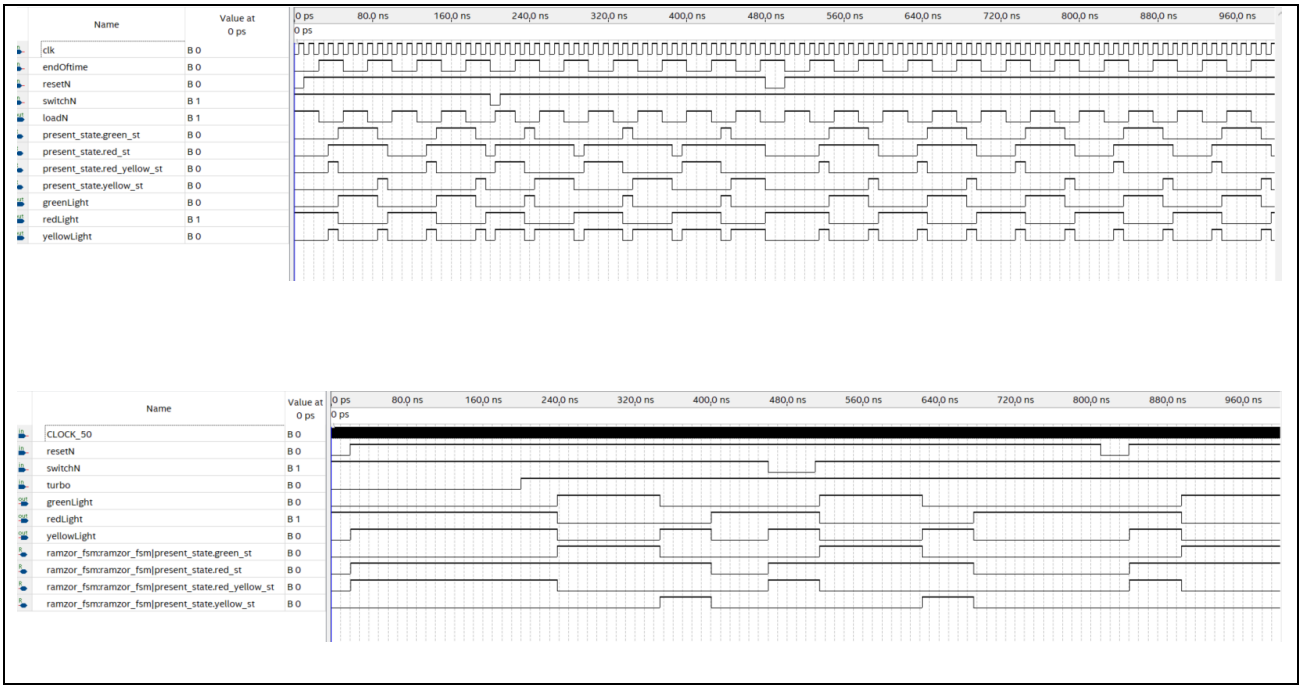


<u>שים לב</u> – יש לבקש להציג בסימולטור את כל המצבים כל אחד בנפרד ולא כקבוצה.

- **המצב הראשון שתגדירו (נניח "אדום") יוצג הפוך (כמו שמוצג מצב idle) כמו בדוגמה להלן.**



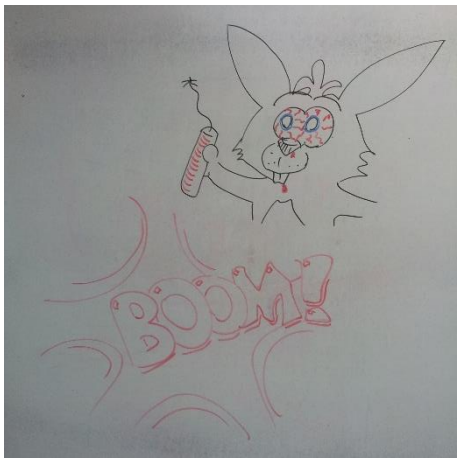
הרץ סימולציה והוסף תוצאות סימולציה לדו"ח.



4 פצצה – פרוייקטון

<u>בתרגיל זה יש לבנות מנגנון לפצצה על פי ההגדרות להלן</u>:

4.1 הגדרות הפצצה



1. השעון clk - יש להשתמש בשעון הכרטיס של 50MHz
2. פעולת RESET - אסינכרונית פעילה בנמוך, תאפס את תצוגת והמונים ותמתין ל START
3. פעולת START - תמופה ללחצן ופעילה בנמוך:
   a. בלחיצה על - startN הפצצה רק תטען לזמן הפצצה שהוא -**<u>17</u>** **<u>שניות</u>**
   b. בעזיבת ה- startN הפצצה תמנה אחורה עד לאפס (פיצוץ)
4. כשעון הפצצה יגיע לאפס יהיה הבהוב בתצוגה בתדר של 1/2 Hz עד ל - RESET חדש
5. פעולת WAIT - תמופה ללחצן ופעילה בנמוך:
   a. בלחיצה על לחצן waitN המניה תעצור כל זמן הלחיצה.
   b. בשחרור הלחצן המניה תמשיך.
   c. הלחיצה יכולה להיות קצרה לכן יש לדגום אותה במכונת מצבים שרצה ב- 50 MHz
6. יש לבנות את הפצצה באמצעות ארבעה מודולים:
   a. מודול של מכונת המצבים (תמומש בעבודת הכנה זו)
   b. מונה שתי ספרות יורד (BCDDN שמומש בסעיף קודם)
   c. מחלק תדר של 1Hz (קיים ממעבדה קודמת)
   d. תצוגת 7Seg (HEXSS קיים ממעבדה קודמת)
7. לצורך ספירת הזמן ניתן להשתמש ביחידה שהכנתם בתרגיל קודם BCDDN ולטעון לה את הזמן עד להתפוצצות (17 שניות).

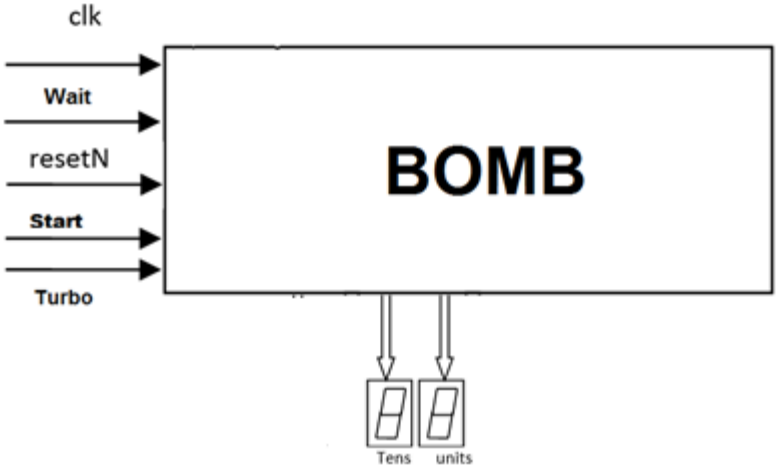
<u>כניסות הפצצה</u>:

- כניסת שעון clk – השעון שבכרטיס DE10 בתדר 50MHz
- לחצן resetN יכבה את התצוגה. עדיין לא יקרה כלום עד ל- START הראשון
- לחצן startN יטען לשעון את זמן הפיצוץ שנקבע (ערך קבוע) ויפעיל את הספירה מטה
- לחצן waitN - כל לחיצה תעצור את המניה כל זמן הלחיצה
  <u>שימו לב:</u> לחצן לחוץ =0 משוחרר = 1
- מפסק turbo - יאיץ את פעולת השעון פי 16 לצרכי (DEBUG)

<u>יציאות הפצצה</u> יציגו את:

- נוריות ותצוגת 7Seg שמראות את הזמן שנותר עד לפיצוץ בשניות (עשרות ויחידות).
- כשהפצצה מסיימת, התצוגה (7Seg) תהבהב, במצבים 88 וכיבוי לסרוגין.

<u>הערה</u>: יש להקפיד להוסיף N כסיומת לאותות שהם active Low (לחצנים)

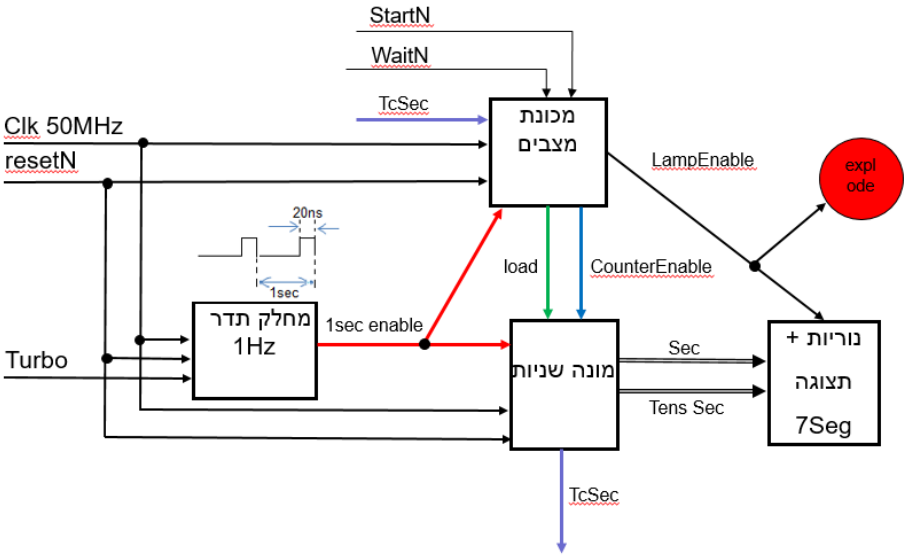


4.2 תכנון הפרויקטון – הפצצה

לאחר שהבנת את דרישות התכן עליך לתכנן כל אחד ואחד מהמודולים, חלקם ימוחזרו מפרויקטים קודמים (בשינויים קלים) ואת חלקם תאלצו לכתוב מבראשית.

דיאגרמת הבלוקים שלהלן מתארת את המודולים המרכיבים את המערכת וחלק מהקשרים ביניהם.

פרוייקטון הפצצה – דיאגרמת בלוקים



מלאו את הטבלאות הבאות להגדרת המודולים השונים:

רשום ופרט כל אחד מהמודולים שתרצה למחזר מפרויקטים קודמים

שם	הסבר פעולה	שינויים דרושים
מונה שניות	מונה אחורה שניות	Load טוען 17 דצימלי
HEXSS	תצוגה ספרתית	אין צורך בשינויים
מחלק תדר	מאריך את מחזור השעון	אין צורך בשינויים

רשום ופרט כל אחד מהמודולים שתרצה לממש מאפס

שם	הסבר פעולה	כניסות עיקריות	יציאות עיקריות
מכונת מצבים	ניהול התהליך	startN	LampEnable
		waitN	load
		clk	CounterEnable
		resetN	LampTest
		enable	
		TcSec	

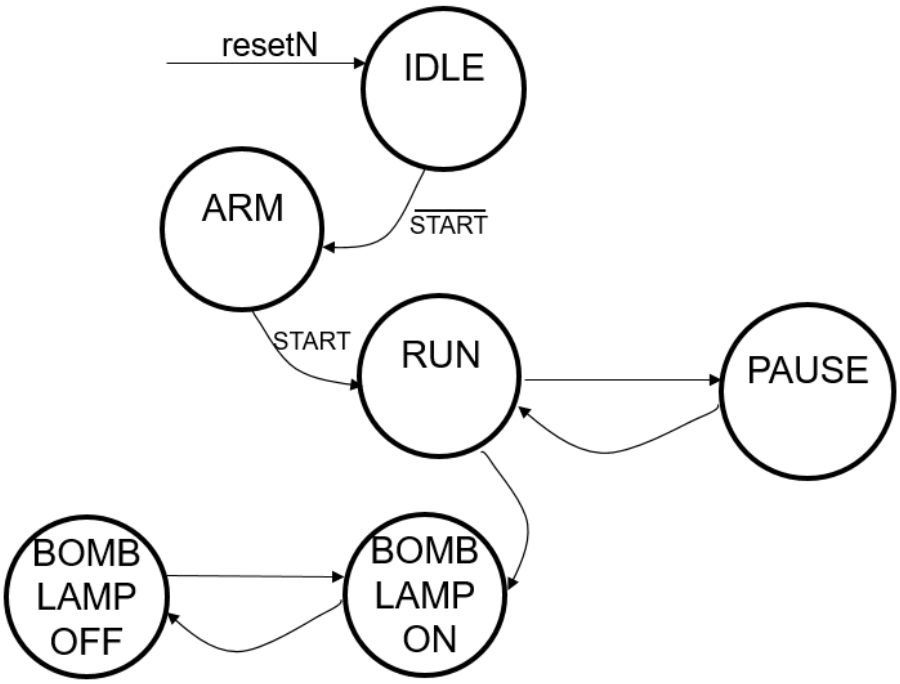
4.3 תכנון מכונת המצבים – הפצצה

בעבודת הכנה זו תבנה את מודול הפצצה (מכונת המצבים שלו) לפי השלבים תכנון, השלמת קוד בשלד נתון ובדיקת נכונות הקוד בסימולציה. **במעבדה** תשלים את הפרויקטון, על ידי חיבור המודולים השונים ובדיקתו על הכרטיס.

הגדר את מכונת המצבים של מודול הפצצה במפורש בטבלה להלן ושרטט את דיאגרמת מצבים - העזר בשבלונה המוכנה וכתוב את פירוט המעברים.

השלם בטבלה שלהלן את כל מצבי מכונת המצבים החסרים ורשום מה עושים בכל מצב ומתי עוברים למצב הבא:

שם המצב	פעילות עיקרית	לאיזה מצב עוברים מהמצב הנוכחי ובאילו תנאים –
Idle	מאפסים את המונה וממתינים	לחיצה על START מעבירה למצב ARM
ARM	טוען 17 שניות למונה יורד	עזיבת לחצן START מעבירה למצב RUN
RUN	ספירה אחורנית ל0	לחיצה על waitN מובילה לPAUSE. בזמן 0 מובילה לLAMPON
PAUSE	משהה את הספירה	עזיבת לחצן waitN מובילה RUN
LAMP ON	מציג 88 בSEG7	מוביל לLAMPOFF כעבור שניה
LAMP OFF	אורות כבויים בSEG7	עובר לLAMPON כעבור שניה



4.4 מימוש מכונת המצבים

פתח את קובץ השלד של הפצצה הנתון לך (**bomb_fsm.sv**) והפוך אותו ל- TOP.

השלם את מכונת המצבים על פי השלד הנתון והתכנון שלך.

שים לב שהמצבים בשלד אינם בהכרח זהים למצבים שעליך לממש, שנה לפי הצורך.

שם המכלול: bomb_fsm

תאור פעולתו בקצרה:

תשובה: אחראי למעבר מצבים בתכן הפצצה

פירוט כניסות:

שם כניסה	פעולה
Clk	מתאר גל ריבועי שעל פיו מתבצעות פעולות התכן
resetN	מחזיר למצב idle
startN	מתחיל את פעולת המונה
waitN	משהה את פעולת המונה
slowClken	נותן חיווי כי עברה שנייה
tcSec	נותן חיווי כאשר המונה מגיעה לאפס

פירוט יציאות:

שם יציאה	פעולה
countEnable	מאפשר פעולת מונה
countLoadN	מאתחל ל17 את המונה
lampEnable	מאפשר את תצוגת SEG7

lampTest	מדליק את כל הנורות בSEG7

```
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,                 // Flikering 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, SlampOn, SlampOff} prState,
nxtState;

always @(posedge clk or negedge resetN)
   begin

   if ( !resetN )   // Asynchronic 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;
                        countLoadN = 1'b0;

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

```
                        else if (waitN == 1'b0)
                                nxtState = Spause;
                        end // run

                Spause: begin
                        countEnable = 1'b0;
                        if (waitN == 1'b1)    // As long as the wait key is pressed it
pauses the timer
                                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'b1)
                                        nxtState = SlampOn;
                        end // lampOff

                endcase
        end // always comb
endmodule
```

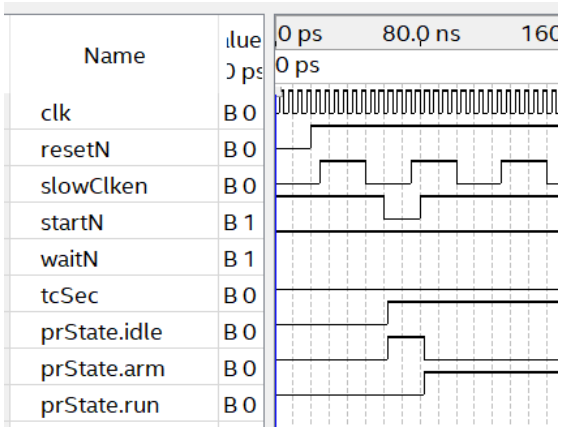
בצע אנליזה מוצלחת לתכן.

4.5 סימולציה של מכונת המצבים

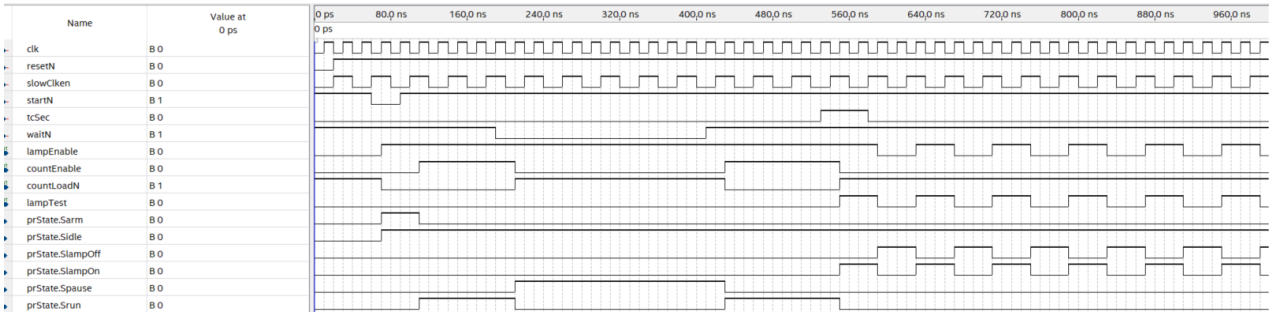
הגדר מה תרצה לבדוק בסימולציה – איזה מצבים מעניינים (המשך למלא את הטבלה)

מצב	תוצאות צפויות
יציאה מRESET	מעבר למצב idle
לחיצה על START	מעבר לARM
עזיבת START	מעבר לRUN
לחיצה על waitN	מעבר לPAUSE
עזיבת waitN	חזרה לRUN
גמר המונה	הבהוב על ידי מעבר בין מצבי LAMPON וLAMPOFF

<u>להזכירך</u> – **<u>בסימולציה המצב הראשון, Idle, יוצג הפוך</u>** כפעיל בנמוך, יתר המצבים יופיעו נכון, כפעילים בגבוה. יש לבחור כל מצב בנפרד (בשורה אחרת)

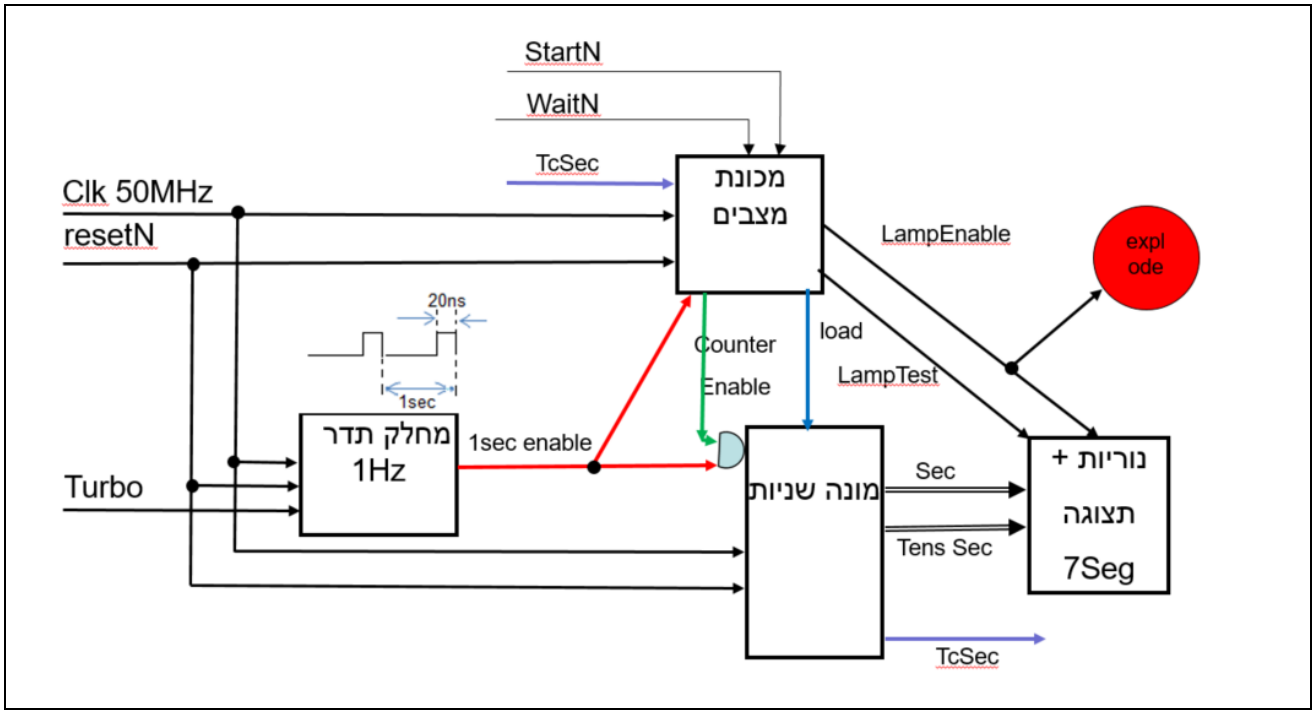


הרץ סימולציה של מכונת המצבים והוסף את תוצאות הסימולציה לדו"ח.



4.6 השלמה של דיאגרמת בלוקים מלאה של הפצצה

לאחר שמימשת את מכונת המצבים והמונה השלם את דיאגרמת הבלוקים הנתונה (השקף הנתון במודל) ע"י הוספת כל הקשרים בין המודולים (אין צורך לבנות שרטוט גרפי בקוורטוס).



5 גיבוי העבודה

שמור את הפרויקט רגיל וגם כארכיב (באמצעות Project -> Archive Project).

תגבה את קובץ הארכיב, העלה למודל והבא למעבדה כי תצטרך אותו בניסוי.

להזכירכם - יש להביא למעבדה את כל הקבצים – כי תשתמשו בהם

לאחר שסיימת - לחץ על ה LINK ומלא בבקשה את השאלון המצורף

מלא את הטופס

שמור דו"ח זה כ- PDF והעלה למודל