



הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים  
ע"ש אנדרו וארנה ויטרבי



הטכניון  
מכון טכנולוגי לישראל

מעבדה בהנדסת חשמל  
044157 א'1

## ניסוי SV2 תדריך מעבדה ודוח סיכום

גרסה 2.1  
קיץ תשפ"ב 2022

מועד	ביצוע עד סעיף	שם המדריך בפועל	תאריך
ביצוע הניסוי	הכל	מור	11/08/22
השלמת חלקים חסרים			

סטודנט	שם פרטי	שם משפחה
1	עמיחי	שטרנליכט
2	יקיר	לוגסי

## תוכן עניינים

1	פתיחת ארכיב	2
2	בדיקת הרמזור על הכרטיס	3
3	פרויקטון הפצה	4
3.1	דיון הכנה עם המדריך	4
3.2	הירארכיה עליונה	4
3.2.1	השלמת ההירארכיה העליונה	4
3.2.2	סימולציה של ההירארכיה העליונה	7
3.2.3	הפעלת ההירארכיה העליונה	8
4	הוספות ושינויים לפרויקט קיים	9
4.1	הוספת השמדה עצמית	9
4.2	הוספת השחיה מיוחדת	9
4.3	הוספת פיקוד להבהוב של 88	11
5	גיבוי העבודה	12

1. רשמו את השעה בה התחלתם את המעבדה: 15:00

### 1 פתיחת ארכיב

הורידו מהמודל את קובץ הארכיב שהגשתם בסיום עבודת ההכנה למעבדת SV2 ופתחו את הקובץ על מנת לחלץ את הפרויקט והקבצים.

שימו לב לא לשמור אוטומטית בשם ובמיקום הדיפולטיביים שמוצעים לכם אלא:

- פתחו תיקייה בשם SV2 בשולחן העבודה ושמו את הקובץ בתיקייה זו. חלצו את הפרויקט (ע"י פתיחת קובץ הארכיב) לתוך התיקייה הזו כך שהשם של הפרויקט יכלול את התאריך של יום המעבדה. (הקפידו לא להשאירו בתיקיית downloads).

- שימו לב להשתמש בתיקייה קרובה ל- desktop ושאינה עמוק בעץ. יש לוודא שה- PATH אליו אתם מחלצים את הפרויקט אינו מכיל אותיות בעברית, רווחים או את הסימן '—'.

## 2 בדיקת הרמזור על הכרטיס

**מטרה:** לצרוב את פרויקט הרמזור שהכנתם בעבודת ההכנה ולוודא שהוא עובד נכון. לשם כך:

- פתחו את קובץ הרמזור (ramzor.SV) מעבודת ההכנה וקבעו אותו כ- **TOP LEVEL**.

נתון לכם קובץ הדקים pinsSV2.tcl.

- **בדקו** שהשמות בתכן שלכם תואמים את החיבורים בקובץ tcl:

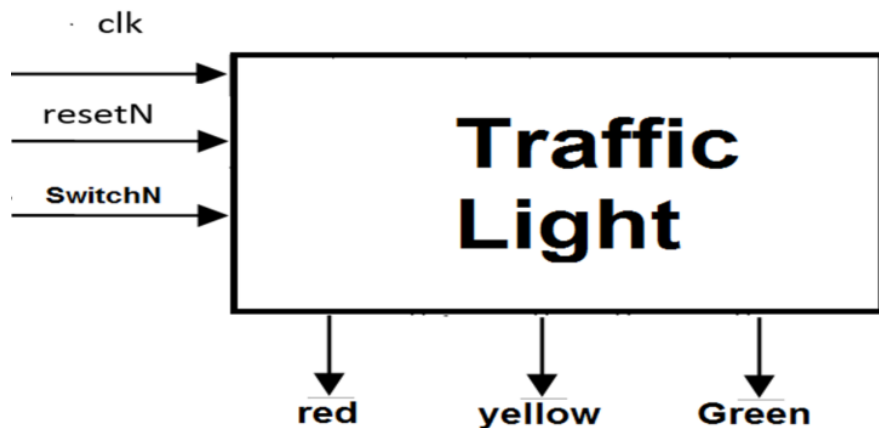
- השעון (clk) מחובר ל- 50 MHz של הכרטיס
- הכניסות resetN ו- switchN מחוברות ללחצנים על הכרטיס
- שלושת היציאות מחוברות לGPIO – (נורות צבעוניות)

**שימו לב:** לפני הקומפילציה עליכם להחזיר את הקבוע של מחלק התדר (בקובץ one\_sec\_counter.sv) לערך המתאים לעבודה על גבי כרטיס FPGA.

**לקראת צריבת הרמזור לכרטיס עליכם לבצע את הפעולות הבאות לפי הסדר:**

- הרצת אנליזה
- הרצת קובץ הדקים (tcl)
- הרצת קומפילציה מלאה

- **ודאו** כי בדוח סיכום הקומפילציה המלאה מספר המודולים (ה- ALMs) אינו 0. אם ערך זה הוא 0 עליכם לבדוק מה הבעיה ולתקן אותה.



- **צרכו את פלט המיפוי של כניסות ויציאות** (רק החלקים הרלוונטיים לתכן הרמזור) לדו"ח.

Node Name	Direction	Location	I/O Bank	VREF Group	Fitter Location	I/O Standard	Reserved	Current Strength	Slew Rate	I
in clk	Input	PIN_AF14	3B	B3B_N0	PIN_AF14	3.3-V LVTTL		16mA (default)		
out greenLight	Output	PIN_AE11	3A	B3A_N0	PIN_AE11	3.3-V LVTTL		16mA (default)	1 (default)	
out redLight	Output	PIN_AF9	3A	B3A_N0	PIN_AF9	3.3-V LVTTL		16mA (default)	1 (default)	
in resetN	Input	PIN_AJ4	3B	B3B_N0	PIN_AJ4	3.3-V LVTTL		16mA (default)		
in switchN	Input	PIN_AK4	3B	B3B_N0	PIN_AK4	3.3-V LVTTL		16mA (default)		
out yellowLight	Output	PIN_AE7	3A	B3A_N0	PIN_AE7	3.3-V LVTTL		16mA (default)	1 (default)	
KEY[2]	Unknown	PIN_AA14	3B	B3B_N0		2.5 V (default)		12mA (default)		
KEY[3]	Unknown	PIN_AA15	3B	B3B_N0		2.5 V (default)		12mA (default)		

- **צרכו את התכן לכרטיס ובדקו** שהרמזור עובד נכון (כולל הswitchN) והראו למדריך.

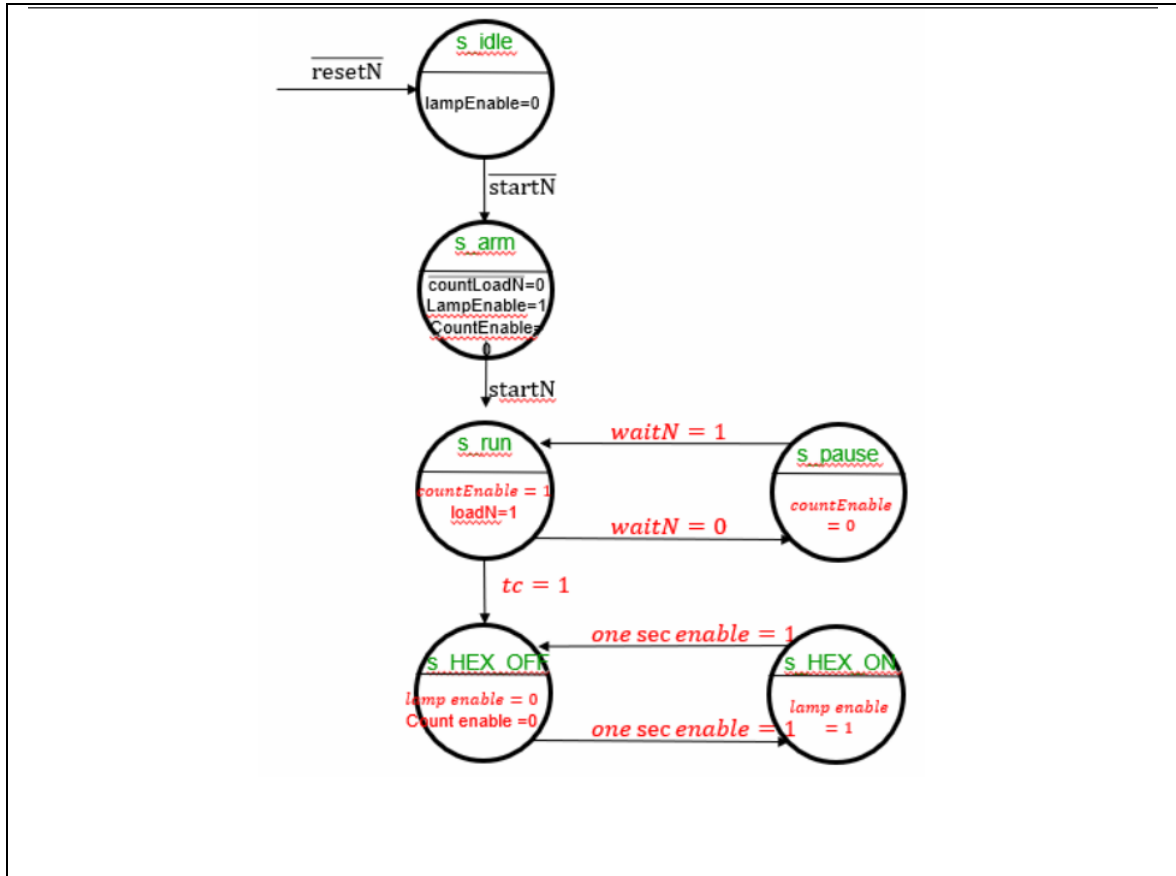
**2. קראו למדריך, רשמו את השעה בה הוא ראה את המעגל: 15:05**

### 3 פרויקטון הפצצה

מטרה: כעת, נרצה להשלים את בניית הפצצה שהתחלתם בדוח ההכנה ולבדוק אותה על הכרטיס.

#### 3.1 דיון הכנה עם המדריך

- הציגו למדריך את דיאגרמות המצבים שהכנתם בדו"ח ההכנה, והעתיקו אותה לכאן:



**יש להקפיד לא לדלג על סעיף זה - המשך רק אחרי אישור המדריך.**

3. קראו למדריך, רשמו את השעה בה הוא ראה את המעגל: 15:06

#### 3.2 הירארכיה עליונה

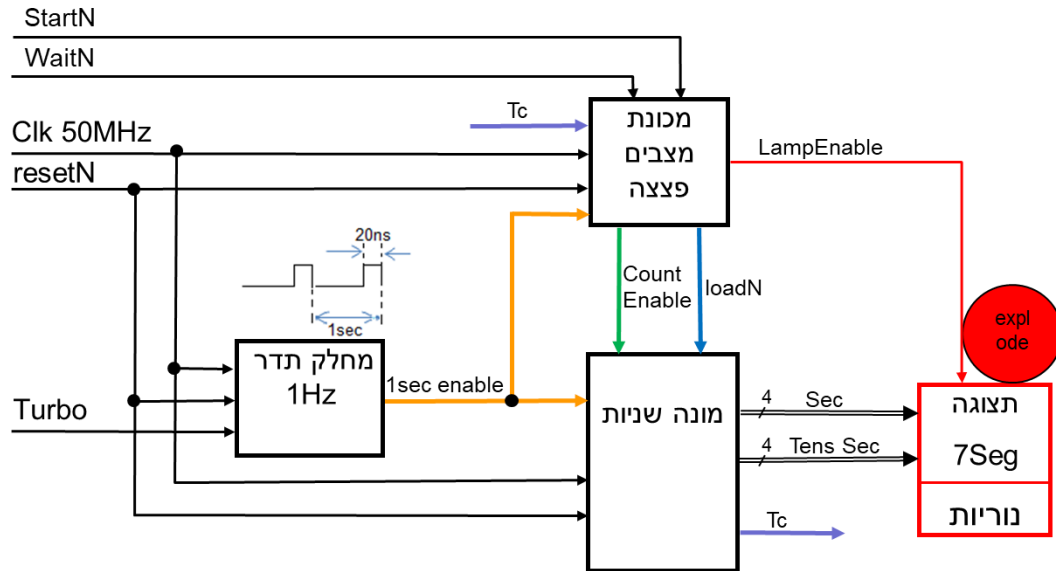
- פתחו את הקובץ הגרפי של ההירארכיה העליונה של הפצצה **topBomb.bdf** שנתון בפרויקט. קובץ זה נתון חלקית ועליכם להשלים את החסר כך שהפצצה תעבוד כנדרש. הגדירו קובץ זה כ- TOP LEVEL של הפרויקט.

##### 3.2.1 השלמת ההירארכיה העליונה

- צרו **Symbols** עבור המונה היורד **beddn** ומכונת המצבים של הפצצה **bomb**.
- הוסיפו לפרויקט שלכם את המודול **hexss** של החיבור לתצוגת 7Seg מהמעבדה הקודמת (SV1). לשם כך:
  - העתיקו את הקובץ **hexss.sv** לתיקית **RTL** של הפרויקט.

- הוסיפו את הקובץ לפרוייקט, (Project -> Add/remove files to project) (ניתן להיעזר גם ב-CookBook)
- צרו סימבול עבור hexss

להשלמת ההירארכיה העליונה בקווארטוס תוכלו להיעזר בדיאגרמת הבלוקים מדו"ח ההכנה:



- השלימו את ההירארכיה העליונה:

- עדכנו את המודולים של המונה היורד (bcdN) ומכונת המצבים (bomb) שבשרטוט עם המודולים המעודכנים שלכם.
- הוסיפו לשרטוט 2 יחידות תצוגה של 7Seg והוסיפו להם יציאות עם השמות המתאימים מקובץ tcl.
- השלימו את כל החיבורים בין המודולים השונים. זכרו כי ניתן להשלים חיבורים ע"י שמות.
- במידת הצורך, מותר להוסיף כניסות ויציאות למכונת המצבים. במקרה כזה – לא לשכוח לעדכן את הסימבול כדי שיכיל את הכניסות/היציאות שנוספו.

**שימו לב!!! בשרטוט הנתון חלק מכניסות הרכיבים חוברו לאדמה כדי לעבור קומפילציה. עליכם להסיר חיבורים אלה ולהשלים את הכניסות לרכיבים עם החיבורים המתאימים.**

**הערות:**

- בזמן הבהוב הפצצה (lampOn-lampOff) יש לתת אותות מתאימים לכל הכניסות של יחידת ה-hexss, חשבו על המצבים האפשריים.

איזה אות נחבר לכניסת lamptest?  
**תשובה:**  
 אדמה (קבוע), אין צורך שהכניסה תהיה פעילה.

איזה אות נחבר לכניסת darkN?  
**תשובה:**  
 lampEnable, כדי שבעזרתו נוכל ליצור את ההבהוב.

- שימו לב - האם loadN פעיל בנמוך או בגבוה?
- ודאו שהטעינה בלחיצה על startN אינה תלויה ב-enable, אחרת תדרש לחיצה ארוכה מאוד על startN.
- שימו לב שבחידה bcdN ישנן 2 כניסות אפשר שיש לחבר אליהן אותות שונים.

איזה אות נחבר לכניסת enable1?

**תשובה:**

countEnable (יציאה של מכונת המצבים שבעזרתו נאפשר את המנייה במצבים יעודיים).

איזה אות נחבר לכניסת enable2?

**תשובה:**

oneSec (היציאה של מחלק התדר שבעזרתו נשלט על קצב המנייה).

- לבדיקת המערכת השתמש בכניסות של לחצנים ומתגים ויציאות של נוריות LED שונות.

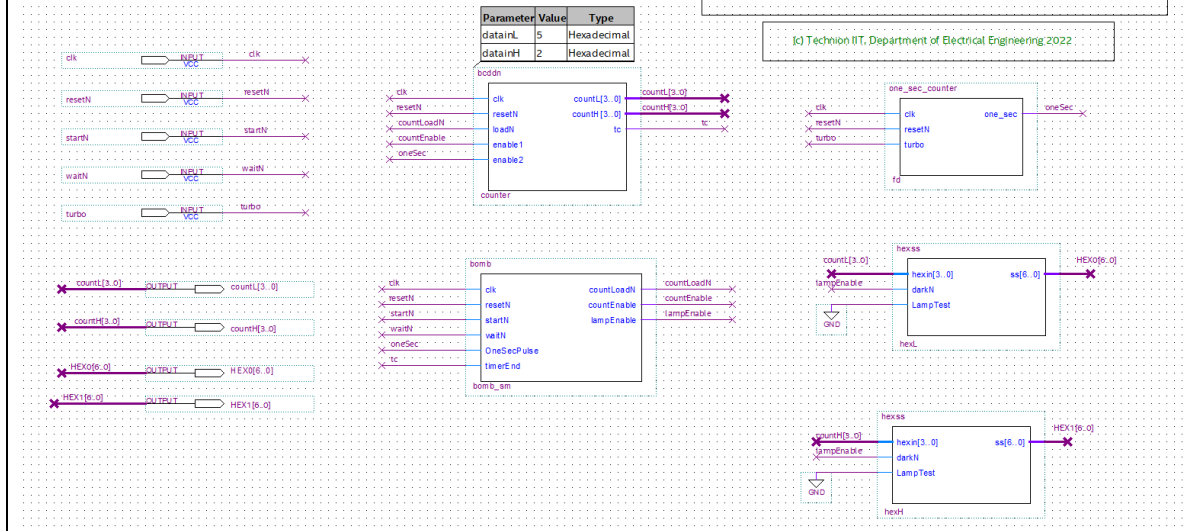
- **בסיום הבניה הרץ סינתזה והוסף את הסיכום לדו"ח.**

Flow Status	Successful - Thu Aug 11 15:42:00 2022
Quartus Prime Version	17.0.0 Build 595 04/25/2017 SJ Standard Edition
Revision Name	SV2
Top-level Entity Name	topBomb
Family	Cyclone V
Device	5CSXFC6D6F31C6
Timing Models	Final
Logic utilization (in ALMs)	N/A
Total registers	47
Total pins	27
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

- הוסף את שרטוט ההירארכיה העליונה לדוח :

## שם המכלול: TOP\_BOMB

### Bomp top level schematic



4. קראו למדריך, רשמו את השעה בה הוא ראה את המעגל: 15:47

## 3.2.2 סימולציה של ההירארכיה העליונה

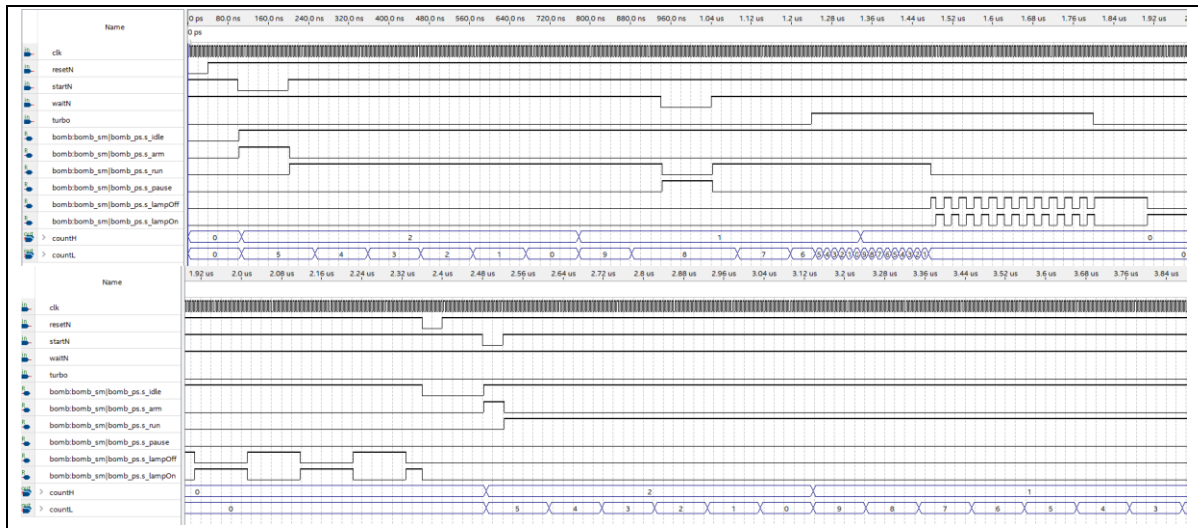
- הגדירו מה תרצו לבדוק בסימולציה – איזה מצבים מעניינים (המשיכו למלא את הטבלה)

תוצאות צפויות	מצב
כל היציאות מאותחלות.	יציאה מ-RESET
נטען ערך התחלתי למונה (25) וממתין.	לחיצה על start
הספירה לאחור מתחילה.	יציאה מ-start
השהיית הספירה.	לחיצה על wait
אפשרור הספירה.	יציאה מ-wait
האצת הספירה.	אפשרור turbo
תצוגות 7-המקטעים מהבהבות.	סיום הספירה

לקראת הרצת סימולציה יש לוודא שאתם לא שוכחים :

- לצמצם את מחלק הזמן של מונה השניות
- לייצר "ידינית" את האותות לכל המפסקים (Reset , Start , Wait )
- להציג בסימולציה גם את כל מצבי מכונת המצבים
- ודאו שהקבוע oneSecVal ביחידת the one\_sec\_counter הוא בעל ערך המתאים לסימולציה

- צרו קובץ סימולציה (WAVEFORM) והריצו סימולציה של המעגל.
- הוסיפו את תוצאות הסימולציה לדו"ח.



### 3.2.3 הפעלת ההירארכיה העליונה

- השתמשו באותו קובץ הדקים pinsSV2.tcl גם עבור הפצצה. בדקו ועדכנו אותו לפי הצורך.
- הריצו קובץ הדקים (tcl script).
- ודאו שהקבוע oneSecVal ביחידת ה-one\_sec\_counter הוא בעל ערך המתאים להרצה על הכרטיס.
- הריצו קומפילציה מלאה.

**ודאו בדוח סיכום הקומפילציה שמספר המודולים, ה-ALMs, אינו 0.** אם הוא 0 בדקו מהי הבעיה ותקנו אותה.

- צרפו את פלט המיפוי של הכניסות והיציאות (רק החלק הרלוונטי לתכן זה) לדו"ח (pin planner).

Node Name	Direction	Location	I/O Bank	VREF Group	I/O Standard	Reserved	Current Strength	Slew Rate
in clk	Input	PIN_AF14	3B	B3B_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	
out countH[3]	Output	PIN_AB22	5A	B5A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countH[2]	Output	PIN_AF24	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countH[1]	Output	PIN_AE24	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countH[0]	Output	PIN_AF25	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countL[3]	Output	PIN_AG25	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countL[2]	Output	PIN_AD24	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countL[1]	Output	PIN_AC23	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out countL[0]	Output	PIN_AB23	5A	B5A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[6]	Output	PIN_AH18	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[5]	Output	PIN_AG18	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[4]	Output	PIN_AH17	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[3]	Output	PIN_AG16	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[2]	Output	PIN_AG17	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[1]	Output	PIN_V18	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX0[0]	Output	PIN_W17	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[6]	Output	PIN_V17	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[5]	Output	PIN_AE17	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[4]	Output	PIN_AE18	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[3]	Output	PIN_AD17	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[2]	Output	PIN_AE16	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[1]	Output	PIN_V16	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
out HEX1[0]	Output	PIN_AF16	4A	B4A_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	1 (default)
in resetN	Input	PIN_AJ4	3B	B3B_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	
in startN	Input	PIN_AA14	3B	B3B_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	
in turbo	Input	PIN_AB30	5B	B5B_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	
in waitN	Input	PIN_AA15	3B	B3B_NO	3.3-V LVTTTL		16mA (default)	

- עמוד 8 - ניסוי SV2, תדריך מעבדה



- בתום קומפילציה מוצלחת **הורידו את התכן לכרטיס ובדקו** שכל פונקציות הפצצה עובדות.
- הערה:** יתכן וידלקו נוריות נוספות על הלוח, זו אינה תקלה אלו היציאות שהגדרתם ב TOP אבל בלי להקצות להן פינים, למשל יציאות המונה.
- **הראו** את התוצאות למדריך המעבדה.

5. קראו למדריך, רשמו את הישעה בה הוא ראה את המעגל: 16:15

## 4 הוספות ושינויים לפרוייקט קיים

מטרת סעיפים אלו היא לשנות את תכונות הפצצה ותוך כדי כך לתרגל תחזוקת קוד קיים, הוספת יכולות נוספות, תוך שמירה בכל שלב על קוד תקין ועובד.

### 4.1 הוספת השמדה עצמית

בסעיף זה נתרגל שינוי המעברים בין מצבים במכונה קיימת

**השינוי:** על מנת לבלבל את חבלני המשטרה, יש לשנות את ההתנהגות: במקום לעבור למצב PAUSE, כל לחיצה על לחצן WAIT תפעיל את הפצצה מידית. אין צורך לאפס את המונה ל- 0 אלא רק להבהב את התצוגה

- **שנו** את הקוד בהתאם כך שיבצע את הפונקציונליות הנדרשת, שימו לב לשים בהערה את קטע הקוד שאתם משנים ולא למחוק אותו לגמרי.
- **סמנו בצורה מסודרת כהערה את החלק שהחלפת** (תאריך, מה שיניתם, למה)
- **הוסיפו** לדו"ח **רק את קטע הקוד שהשתנה** במכונת המצבים.
- **הורידו את התכן לרכיב** והראו את התוצאות למדריך המעבדה.

```
s_run:
begin
countEnable = 1'b1;
if (timerEnd == 1'b1) begin
bomb_ns = s_lampoff;
end
else if (waitN == 1'b0) begin
//bomb_ns = s_pause; #changed on 11/8/2022 as a new feature which explodes the bomb when wait is hit
bomb_ns = s_lampoff;
end
end // run
```

6. קראו למדריך, רשמו את הישעה בה הוא ראה את המעגל: 16:35

## 4.2 הוספת השהיה מיוחדת

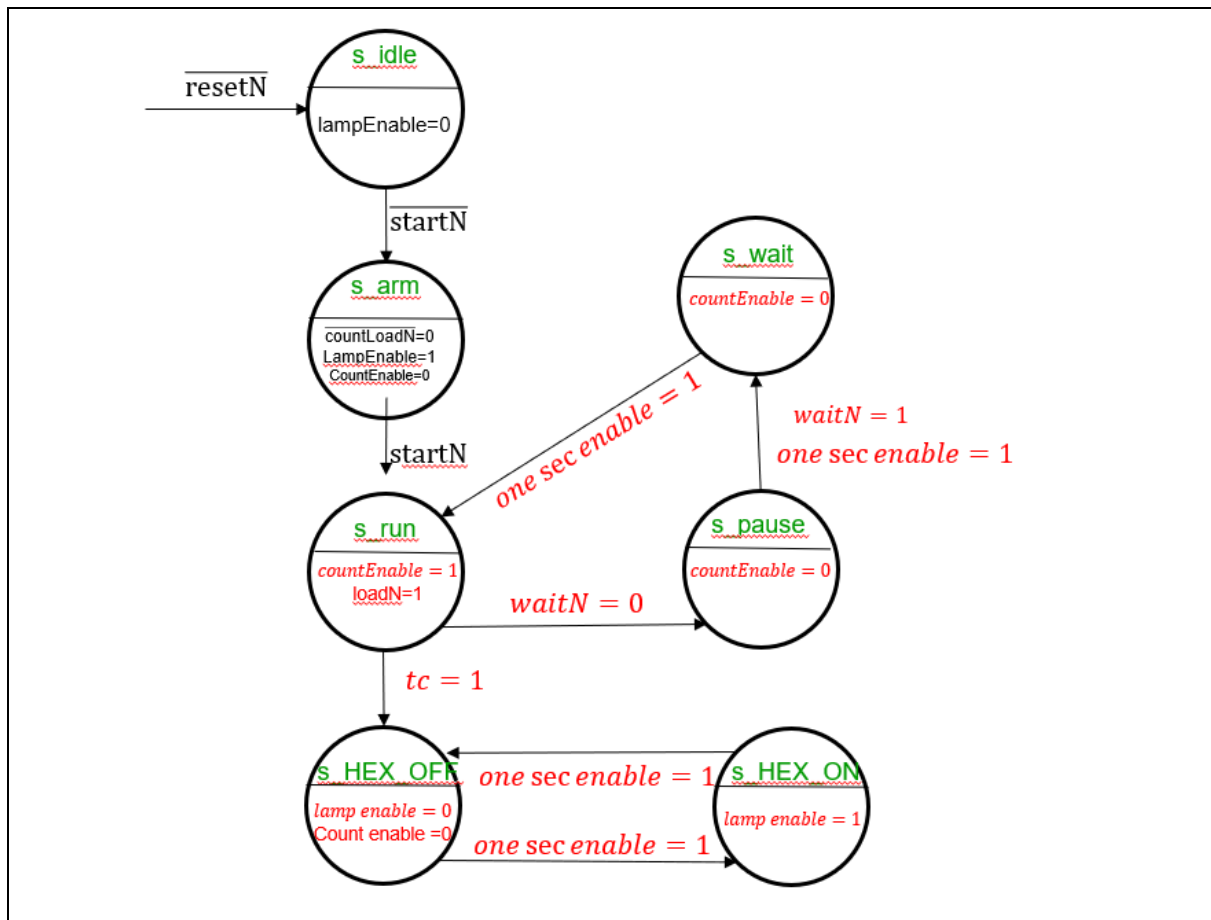
בסעיף זה נתרגל הוספת מצבים נוספים למכונה קיימת

**השינוי:** שנו את התנהגות המצב PAUSE כך שכל לחיצה על לחצן WAIT תעצור את המניה במשך כל זמן הלחיצה ועוד לפחות כשניה עד שתי שניות לאחר שחרור הלחצן אחרי ההשהיה המכונה תמשיך לספור עד הפיצוץ (כלומר לאחר העזיבה תהיה השהייה של עוד בין שניה אחת לשתיים עד שהפצצה תחזור לספור).

**שימו לב לחצן לחוץ = 0 משוחרר = 1**

**לשם כך עליכם**

- לבטל תחילה את הפעולה הקודמת (השמדה עצמית).
- להוסיף מצב חדש, מצב ההשהייה, למכונת המצבים ואת הלוגיקה המתאימה.
- עדכנו את דיאגרמת המצבים והוסיפו אותה לדוח.



- **עדכנו** את הקוד שהשתנה במכונת המצבים. כיוון שהכניסות והיציאות לא השתנו, אין צורך לעדכן את הסימבול, תוכנו יתעדכן במהלך הקומפילציה.
- **הוסיפו** רק את קטע הקוד שהשתנה במכונת המצבים לדו"ח.

```

// state machine declaration
enum logic [2:0] {s_idle, s_arm, s_run, s_pause,s_wait, s_lampoff, s_lampon } bomb_ps, bomb_ns;

s_pause:
begin
if (waitN == 1'b1 && oneSecPulse == 1'b1) begin
bomb_ns = s_wait;
end
end // pause

s_wait:
begin
if (OneSecPulse == 1'b1) begin
bomb_ns = s_run;
end
end // pause
  
```

- **הורידו** את התכן לרכיב **והראו** את התוצאות למדריך המעבדה.

7. קראו למדריך, רשמו את השעה בה הוא ראה את המעגל: 17:04

### 4.3 הוספת פיקוד להבהוב של 88

בסעיף זה נתרגל הוספת יציאות למכונה קיימת  
השינוי: יש להוסיף יציאה למודול של מכונת המצבים, ולשנות אותה כך שההבהוב יראה 88 (בהתאם לפעולת LAMP TEST) ולא 00.

- לשם כך הוסיפו יציאה נוספת למודול של מכונת המצבים.

הערה: אין צורך לבטל את הפעולה הקודמת (הוספת השהיה ל-WAIT).

- הוסיפו לדו"ח רק את קטע הקוד שהשתנה במכונת המצבים, בגוף הקוד ובהגדרת הממשק.

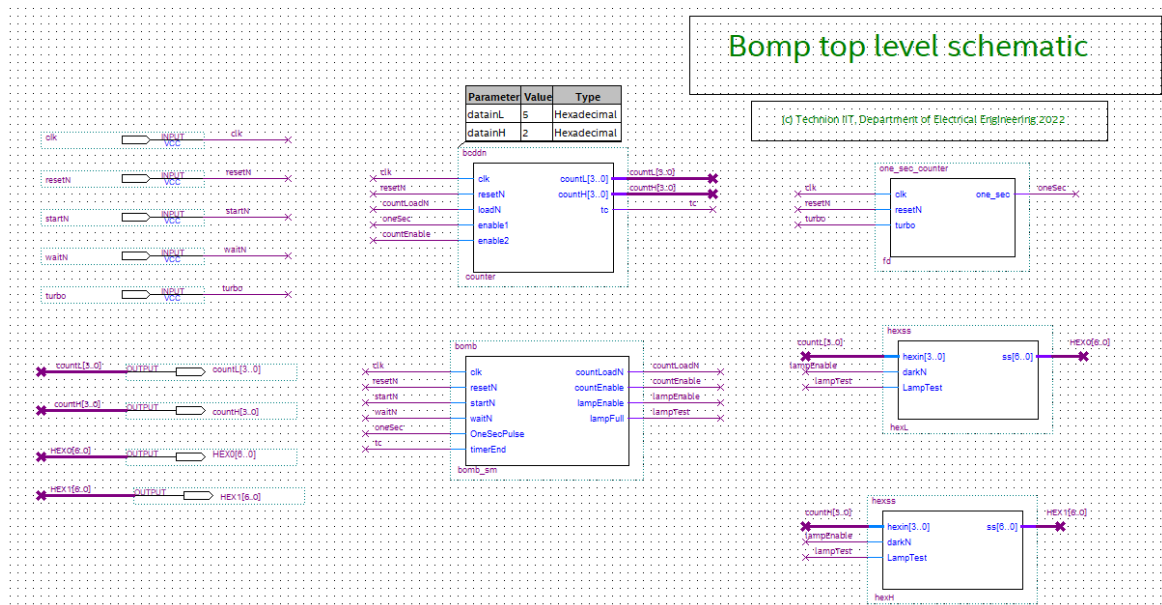
```
module bomb
(
    input logic clk,
    input logic resetN,
    input logic startN,
    input logic waitN,
    input logic OneSecPulse,
    input logic timerEnd,

    output logic countLoadN,
    output logic countEnable,
    output logic lampEnable,
    output logic lampFull
);

always_comb // update next state and outputs
begin
    // set all default values
    bomb_ns = bomb_ps;
    countEnable = 1'b0;
    countLoadN = 1'b1;
    lampEnable = 1'b1;
    lampFull = 1'b0;

    s_lampon:
    begin
        lampFull = 1'b1;
        if (OneSecPulse == 1'b1) begin
            bomb_ns = s_lampoff;
        end
    end // lampon
end
```

- עדכנו את ההירארכיה העליונה עם המודול החדש ועדכנו חיבורים לפי הצורך.
- הוסיפו לדוח את ההירארכיה העליונה המעודכנת



- הריצו קומפילציה מלאה והורידו לכרטיס.
- בדקו שהשינוי עובד.
- הראו למדריך המעבדה.

8. קראו למדריך, רשמו את השעה בה הוא ראה את המעגל: 17:17

## 5 גיבוי העבודה

שמרו דוח זה גם כקובץ word וגם כ-PDF והעלו את קובץ ה-PDF למודל.

שמרו את הפרויקט וגם צרו לו ארכיב (באמצעות Project -> Archive Project). שימו לב לשנות את השם שמציע הקוורטוס לשם קצר, שאינו מכיל: עברית, רווחים ו/או את הסימן '!' ומכיל את התאריך ושעה של הדחיסה, למשל SV2\_LABWORK\_13\_01\_2026. העלו את קובץ הארכיב למודל, כיוון שתצטרכו אותו בהמשך.

גבו את הדוח והפרויקט גם באמצעים אחרים.

9. רשמו את השעה בה סיימתם את המעבדה: 17:22