



הפקולטה להנדסת חשמל  
ע"ע אנדרו וארנה ויטרבי



הטכניון  
מכון טכנולוגי לישראל

מעבדה בהנדסת חשמל  
1א' 044157

## פרויקט סיום תבנית לדוח מסכם

גרסה 2.3  
אביב תשפ"א 2021

שם פרטי	שם משפחה	סטודנט
דן	מואב	1
תמיר	אביסרור	2

שם המדריך הקבוע	שם הפרויקט
דן	פולשים מהחלל

## תוכן עניינים – פרויקט

2	מנהלות – לתחזק לכל אורך הפרויקט	1
3	הנחיות כלליות	1.1
3	סיכום פגישות	1.2
4	ארכיטקטורה - ממשקים לעולם החיצון	1.3
4	צילום של הפרויקט	1.4
5	תכנון הפרויקט ולוח זמנים – להגיש פרק זה כדוח הכנה למעבדת VGA	2
5	תכנון לוח זמנים	2.1
6	סקר ספרות	2.2
6	הדרישות המקוריות של הפרויקט (כמו במצגת)	2.3
6	תכנון החלק היצירתי	2.4
7	סכמת מלבנים	2.5
8	ממוש הספתח – להגיש פרק זה בסוף מעבדת VGA	3
8	מטרות ותאור הספתח	3.1
9	דיון ומסקנות עם המדריך	3.2
9	עדכון התכנון	3.3
9	הכנת ה-MVP – להגיש פרק זה כדוח הכנה למעבדת אינטגרציה	4
9	רשימת חמשת המכלולים העיקריים, תפקידם וסדר ביצועם	4.1
11	פרוט ההגדרות של שני המודולים העיקריים למצגת	4.2
11	שיקולי בחירה	4.2.1
11	מודול ראשון - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]	4.2.2
14	מודול שני - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]	4.2.3
15	עדכון טבלאות התכנון	4.3
16	מעבדת אינטגרציה – להגיש פרק זה בסוף מעבדת אינטגרציה	5
16	מימוש ה-MVP	5.1
17	שמוש ב-Signal Tap (S.T.)	5.2
18	דיון ומסקנות עם המדריך במהלך מעבדת אינטגרציה	5.3
18	עדכון טבלאות התכנון	5.3.1
18	תיאור מפורט של שני מודולים (כמו במצגת) להגיש עד יום הצגת הפרויקט	6
18	מודול ראשון - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]	6.1
18	שרטוט המודול	6.1.1
19	דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)	6.1.2
19	פרוט המצבים העיקריים	6.1.3
21	סימולציה של המודול	6.1.4
23	מודול שני - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]	6.2
23	שרטוט המודול	6.2.1
23	דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)	6.2.2
24	פרוט המצבים העיקריים	6.2.3
24	סימולציה של המודול	6.2.4
26	מימוש ההירארכיה עליונה - התכנסות לסיום הפרויקט להגיש עד יום הצגת הפרויקט	7
26	שרטוט	7.1
27	צריכת משאבים	7.2
27	סיכום ומסקנות – להשלים ולהגיש את כל הדוח עד יום הצגת הפרויקט	8
29	נספחים: דפי נתונים, קישורים, דפי מידע שונים בהם השתמשת	9

## 1 מנהלות – לתחזק לכל אורך הפרויקט

פרויקט הסיכום מורכב יחסית למה שתכננתם עד היום. עקב כך וכדי שהפרויקט ייבנה בצורה הדרגתית, נעבוד בשלושה שלבים עיקריים, מהקל אל הכבד.

1. סיפתח – ביצוע פריט אחד או שניים הקשורים לממשקים של הפרויקט: תצוגה על מסך VGA וצליל. – יעשה במעבדת VGA.

2. PIPE – ביצוע מסלול שלם ומנוון של הפרויקט הדורש שיתוף כל המכלולים העיקריים שלו, חלקם בצורה מצומצמת, וחלקם ללא שכפול – אמורים לעשות עד מעבדת האינטגרציה. במצב זה הפרויקט נקרא Minimal – MVP Viable Product.

3. הפרויקט הסופי – יושלם עד התאריך שנקבע להצגת הפרויקטים. בתאריך זה יוגש גם דוח זה בשלמותו.

חובה לבצע את כל השלבים בסדר הנ"ל כאשר לכל שלב יש חלק בציון הפרויקט. פרקים מסויימים בדוח זה מהווים דוחות הכנה או סיכום של מעבדות, כפי שמצוין מפורשות בדוח ובהתאם ללו"ז המופיע במודל. תמיד יש להגיש את הדוח כולו עם הפרקים המושלמים עד אותו שלב.

### 1.1 הנחיות כלליות

- מטרת הדוח היא לתכנן ולתעד בצורה מלאה את פרויקט הסיום שבצעתם.
- יש לכתוב בצורה מלאה וברורה, כך שנתן יהיה להבין את הפרויקט על סמך קריאת הדוח.
- יש לוודא שכל השרטוטים, הסכמות, הגרפים, התמונות וכו' ברורים ומובנים. העתקת שרטוט מ- QUARTUS ע"י: סימון השרטוט, העתק, הדבק, ולא Print-Screen.
- בכל אחד מפרקי הדוח, יש לציין את החלק השייך לתוספת היצריתית, אם רלוונטי.
- לפני ההגשה הסופית יש למלא ו/או לעדכן את כל סעיפי הדוח בהתאם לגרסה הסופית של הפרויקט.

### 1.2 סיכום פגישות

כאן תתכננו מתי תפגשו עם המדריכים לאורך תקופת הפיתוח, מה תראו להם ותסכמו את עיקרי הדיון.

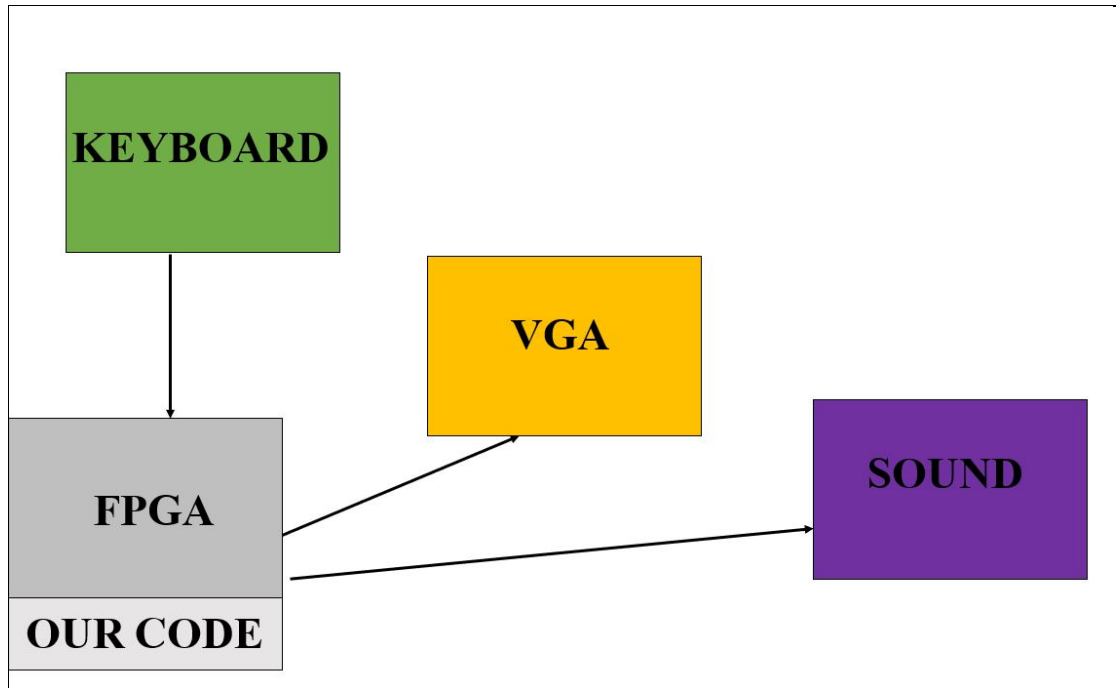
תיאור	נושא לשיחה	במעבדת	תאריך בפועל	שם המדריך	צפי לתוצאות	הערות ומסקנות
דיון בהגדרת הפרויקט	מפרט ניר	VGA	2.5	אייל	תוכנית עבודה	להתקדם צעד אחר צעד. להתחיל משינוי ראשוני של המכלולים שקיבלנו המעבדת ה-vga
דיון בארכיטקטורה	סכמת מלבנים בעפרון	VGA	1.5	דן	משוב על המכלולים	-
דיון ב-MVP	TOP	VGA	2.5	אייל	משוב על המכלולים	-
דיונים על בעיות		אינטגרציה	9.5	דן	פתרון בעיות	
CODE REVIEW ראשוני	TOP מכלולים	אינטגרציה	26.5	דן	משוב על המכלולים	-
מצגת ו-CODE REVIEW	כל הפרויקט	בחינה	28.5	דן	המוצר הסופי	-

שים לב: יש לעדכן טבלה זו באופן שוטף עם התקדמותכם בכל שלבי הפרוייקט ולהוסיף/להוריד שורות לפי הצורך.

### 1.3 ארכיטקטורה . ממשקים לעולם החיצון

תיאור היחידות מהן בנוי הפרויקט (כרטיסים, אמצעי קלט/פלט וכ"ו) וזרימת הנתונים דרכן.

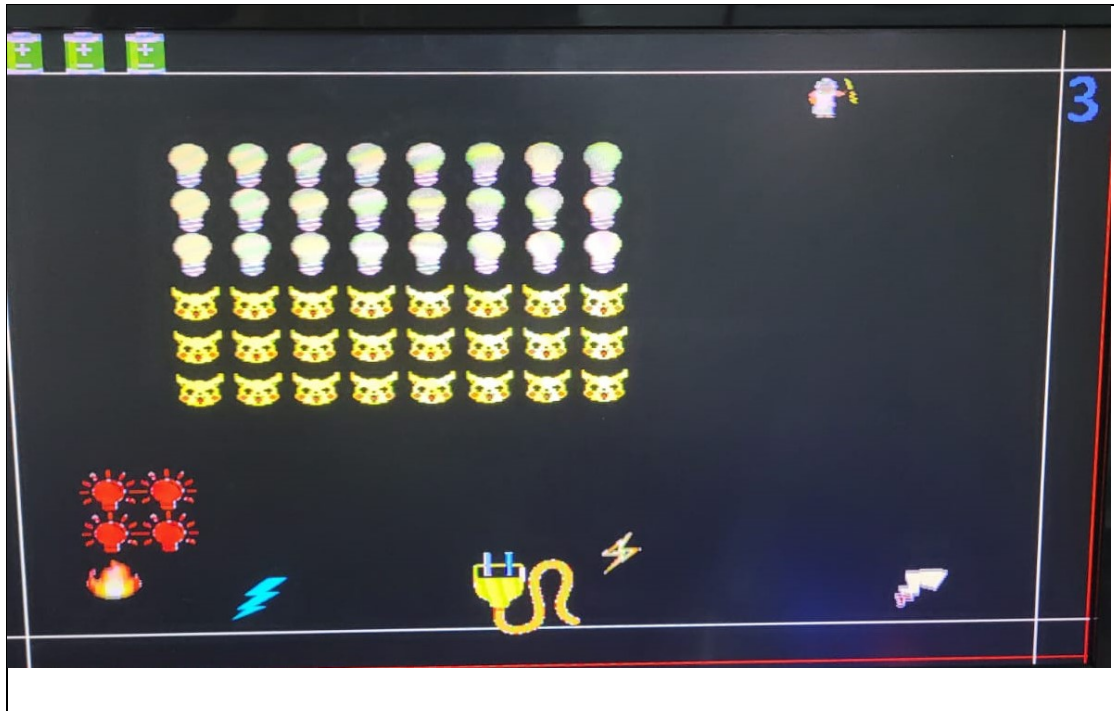
שרטוט המבנה והסבר תפקידה של כל יחידה. – העזר ברכיבים מהמצגת ואל תגיש שרטוט בעפרון.



שימו לב: לזכור להשלים בגרסה הסופית של הפרוייקט!

### 1.4 צילום של הפרויקט

הוסף לדוח תמונות של הפרויקט, המסך הראשי שלו בגרסה הסופית, או מספר מסכים אם יש.



שימו לב: לזכור להשלים עם תמונות מהגרסה הסופית של הפרוייקט!

## 2 תכנון הפרויקט ולוח זמנים – להגיש פרק זה כדוח הכנה למעבדת VGA

### 2.1 תכנון לוח זמנים

כאן תתכננו מתי תבצעו כל שלב, ותוך כדי העבודה תמלאו את תאריך הביצוע בפועל.

תיאור הפעילות	תאריך מתוכנן	תאריך בפועל	הערות ומסקנות
דיון בהגדרת הפרויקט	1.5	1.5	הדיון היה אבסטרקטי והיה קשה להבין הפועל מה מצופה, לפני שהתחלנו לעבוד בעצמנו על הפרויקט.
מימוש ספתח	1.5	2.5	עבדנו על הספתח במעבדת ה-vga
סכמת מלבנים MVP	6.5	8.5	את סכמת המלבנים הראשונית, יצרנו כשהפרויקט היה בשלביו הראשוניים. כמובן שהסכמה עברה שינויים רבים ככל שהפרויקט התקדם.
כתיבת מכונות המצבים של הפרויקט	6.5	22.5	אנו התחלנו בצורה אחרת. בנינו את המכלולים ואז תכננו בפירוט את מכונת המצבים שקושרת בין כל המכלולים.
מימוש MVP	8.5	8.5	
CODE REVIEW	8.5	-	
דיונים עם מדריך על בעיות	8.5		יבוצע בשעות קבלה

יש לעדכן טבלה זו באופן שוטף ולהוסיף/להוריד שורות לפי הצורך.

## 2.2 סקר ספרות

אנא מצא באינטרנט פרויקט דומה ושים כאן תמונה וקישור לדוגמה מתאימה לפתרון הבעיה.

תשובה : <https://github.com/nikkatsa7/SpaceInvadersFpgaGame>



## 2.3 הדרישות המקוריות של הפרויקט \*כמו במצגת/

פרט את הדרישות המקוריות של הפרויקט.

תשובה : הפרויקט שנבחר הוא "פולשים מהחלל". מטריצה של מפלצות למשל 16

\* 8

- מפלצות מסוגים שונים ובצבעים שונים,
- יותר מירייה אחת בו זמנית של המפלצות והשחקן
- יש לנהל את כל המפלצות עם מטריצה אחת שתכיל FLAG של צבע , צורה וחיים עבור כל מפלצת

במידה וחסרו פרטים בהגדרת בפרויקט, הוסף את ההנחות שלך לפיהם פעלת.

תשובה :

## 2.4 תכנון החלק היצירתי

תכנן ופרט את הדרישות הנוספות של הפרויקט כחלק היצירתי שתראה להוסיף.

תשובה: - מספר מפלצות, מסוגים שונים. כל מפלצת יורה טיל אחר. ההבדל בין הטילים השונים במטריצת המפלצות הראשית הוא בנראות. כאשר שחקן נפסל, בכל שלב, המשחק מאותחל לשלב הראשון. בשלב 2, נוספת מטריצת מפלצות שנעה כלפי מטה. כאשר היא פוכעת בחללית או ברצפה, אז מפסידים במשחק. בנוסף חללית זו יורה טילים שמורידים חיים (כמו מטריצת המפלצות הראשית).

- בשלב 3 נוספת מפלצת "בוס". מפלצת זו נעה ימינה ושמאלה בלבד בקצה העליון של המסך. נדרשות **מספר יריות** על מנת להרוג אותה. בנוסף, הטילים שמפלצת זו יורה, שונים גם בנראות אך גם באופן פעולתם. הטילים נורים באופן רנדומלי. הטילים במיקום שבו נמצאת מפלצת הבוס, **שוהים באוויר**, כך שמפלצת הבוס ממשיכה לנוע. בנוסף לאחר שהטילים פוגעים בקרקע, הם לא נעלמים מיד, אלא **שוהים על הקרקע**, ולכן אסור לחללית לעבור דרכם ( כי אז יורדים חיים).

- שלב ניצחון. כאשר מנצחים מופיעה תמונה של גביע.

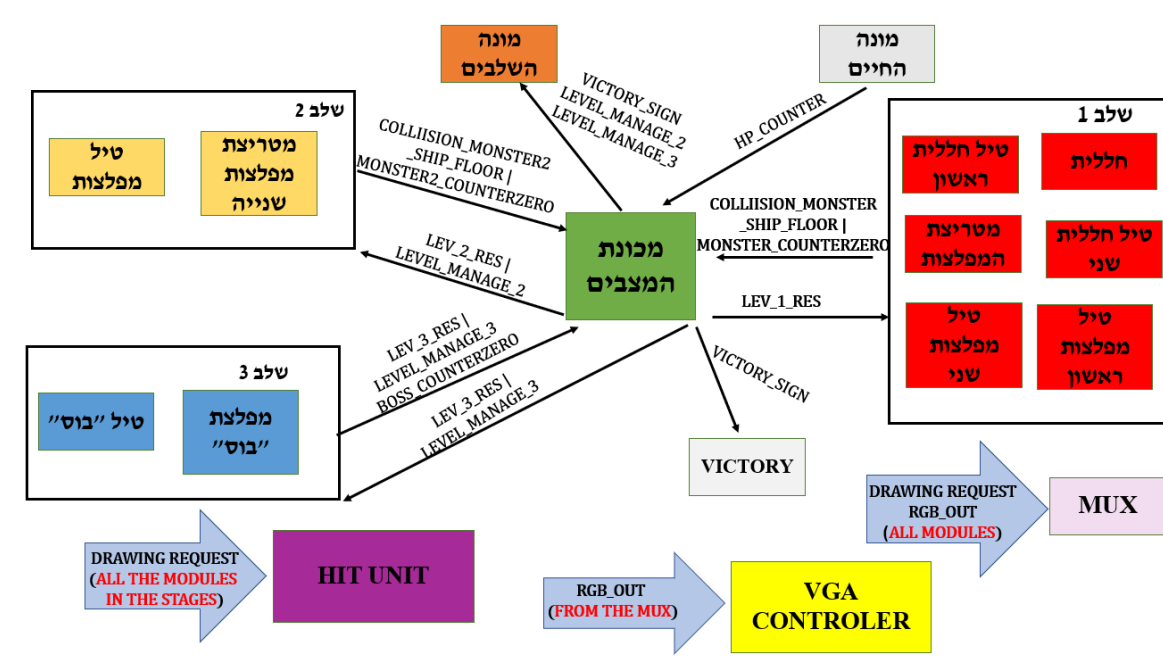
- מונה חיים. בכל שלב יש מונה חיים שמופיע בצידו השמאלי העליון של המסך. אם נפגעים מטיל, רואים שהחיים אוזלים ( ע"י כך שהסוללה שמייצגת חיים מתחלפת בסוללה אדומה). כאשר נגמרים 3 חיים, מפסידים. בכל עליית השלב, מספק החיים חוזר להיות 3.

- מספר השלב הרלוונטי מופיע בכל שלב בצדי המסך.

- מטריצת המפלצות הראשית מורכבת מ- 2 סוגי מפלצות שיורות טילים שונים. בנוסף, בכל לחיצה של השחקן על מקש >- , מפלצות שונות נדלקות ואז כובות לסירוגין.

## 2.5 סכמת מלבנים

שרטוט סכמת מלבנים כללית של רכיבי הפרויקט שלך (עם VISIO או PPT, לא בעפרון) אמורים להיות עד כ- 10-20 מלבנים.



יש לעדכן את הפרטים בפרק זה לפי הצורך לפני ההגשה הסופית.

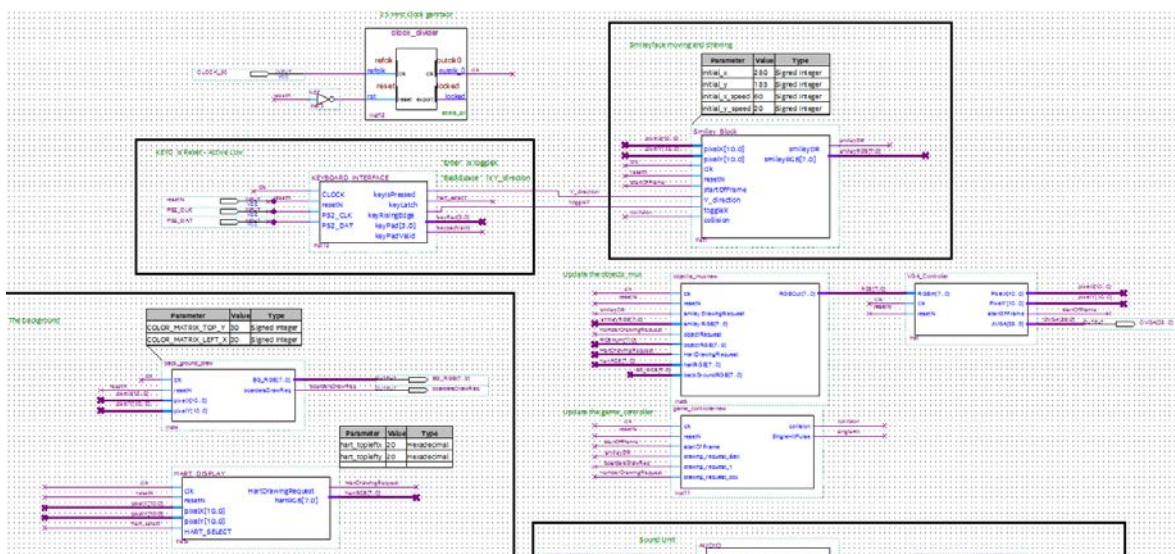
### 3 ממוש הספתח – להגיש פרק זה בסוף מעבדת VGA

#### 3.1 מטרות ותאור הספתח

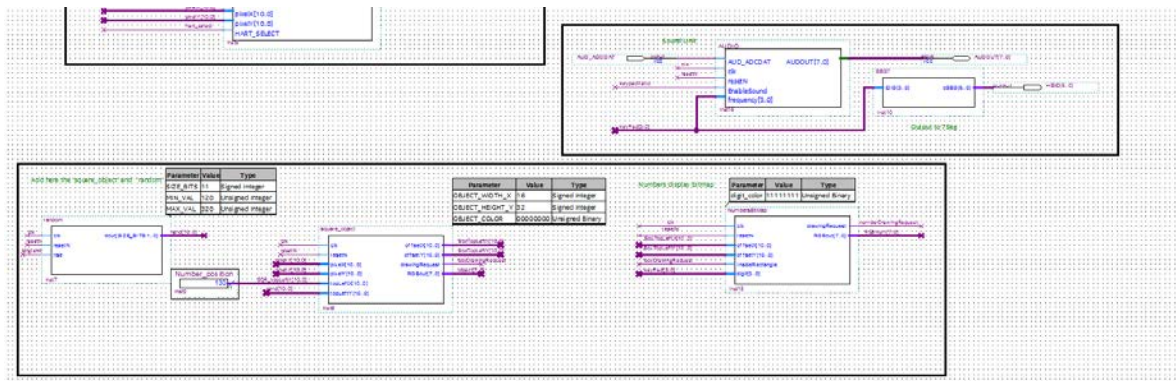
רשמו כאן מה אתם מצפים להשיג מהספתח

**תשובה:** נשנה את הקוד של הסמיילי על מנת שיתאים לבסוף לתזוזת החללית. מיקומו של סמיילי בציר ה-y יהיה קבוע. התזוזה תהיה רק בציר ה-x וכיוון התזוזה ישתנה בהתאם ללחיצה על מקש האנטר.

שימו כאן צילום של ה TOP שביצעתם במעבדה VGA – סמנו עליו את החלקים העיקריים (מלבנים וטקסט גדול)







### 3.2 דיון ומסקנות עם המדריך

רשמו כאן את עיקרי הדברים, ודגשים חשובים להמשך העבודה

**תשובה :**  
ביצוע מטרות הספתח.  
דג שים-  
1. לגבות בכל פעם שביצענו משימה בהצלחה (באמצעות ארכיב).  
2. להשתדל לעבוד בצעדים קטנים. שינוי קטן בכל פעם.  
3. תכנון מקדים (חשוב מאוד!) (לדעת מראש איך מטרות לשבוע הבא –  
1. החללית תזוז רק בעת לחיצה על המקשים הרלוונטים.  
2. סידור הלבבות בצורת מטריצת המפלצות.

### 3.3 עדכון התכנון

עדכן בבקשה את הטבלה של תכנון הזמנים שבפרק 2.1.

אם עדכנת סמן V: ☐

תכנן את חלוקת הפרויקט שלך למודולים פונקציונליים ומה יהיו הקשרים ביניהם.

אם תכננת סמן V: ☐

**השלם את הפרק הזה בסיום מעבדת ה- VGA.**

## 4 הכנת ה- MVP – להגיש פרק זה כדוח הכנה למעבדת אינטגרציה

### 4.1 רשימת חמשת המכלולים העיקריים- תפקידם וסדר ביצועם

פרט בטבלה להלן את חמשת המכלולים העיקריים שתפתח. **המנע ממכלולים טריוויאליים כמו KBD.** רצוי להתחיל עם ליבת הפרויקט (החלק הקשה/הארוך/המסובך של הפרויקט).

- לכל יחידה פרט, בנוסף לשם ותפקיד, את הסיבוכיות שתידרש לדעתך למימושה (קל/בינוני/קשה)
- החלט מהו סדר המימוש, מיין את המכלולים לפי סדר זה
- ב"תפקיד מנוון עבור ה- MVP" (MVP - Minimum Viable Product) הכוונה היא לתאר מה המינימום שמכלול זה יבצע בשלב הראשון, כדי שנוכל להשתמש בו בשלב ה- PIPE, לפני שנרחיב אותו לפונקציונליות מלאה.

מודול מס	שם	תפקיד	תפקיד מנוון עבור ה-MVP	סיבוכיות התכן	סדר ביצוע
1	Game_controller	"המוח של המשחק". מכונת מצבים אשר מנהלת את המעבר בין השלבים השונים של המשחק.	מכונת מצבים של המצבים הבסיסיים. פגיעת מטריצת החיזורים בקצוות, זיהוי כל starts of ה frames.	קשה	5
2	monsters	ניהול שלושת סוגי המפלצות, המטריצה המרכזית, המטריצה הנוספת בשלב 2, והבוס בשלב ה-3. ניהול בדיקת הרנדומליות למציאת מקום ליריית טילים בשתי המטריצות וניהול קצב הירייה של הבוס.	תזוזה כוללת של כל המפלצות יחד, בצורה אופקית, ועדכון ירידה אנכית בהתנגשות בקיר.	בינונית	2
3	spaceship	ניהול תנועת החללית בהתאם ללחיצות השחקן על המקלדת, ושליחת אות לירייה בהתאם.	תזוזת החללית בציר אופקית על הקרקע.	קל	1
4	spaceship_missiles	מקבל אות לשיגור טיל מהחללית, מנהל את תנועת הטיל, וכאשר יש טיל באוויר ונלחץ מקש, נורה טיל נוסף.	ניהול תצוגת טיל, תנועה והעלמות בהתנגשות.	בינוני	3
5	monsters_missiles	קבלת מיקום רנדומלי ואישור שיגור טיל, ניהול תנועת הטיל, וכאשר יש טיל באוויר, נורה טיל נוסף.	ניהול תצוגת טיל, תנועה מטה והעלמות בהתנגשות.	בינוני	4

דוגמה משימות לפי קדימות		
מס'	מודול	תפקיד
1	rand	יצירת מספר פסאודו אקראי בין 1-4, ע"י חילוק השעון המהיר של המערכת.
2	kbdTOP	קליטת מוקשים מהמקלדת והעברת וקטור המייצג את המוקש הנלחץ עבור הקונטרולר, תוך התעלמות ממוקשים שאינם 1-4.
3	controller	ממומש ע"י מכונת מצבים ואחראי על ניהול המשחק. מקבל בכניסותיו מספר אקראי וכן את וקטור המוקש הנלחץ. ע"י המצבים נותן יציאות מתאימות ליחידות האחראיות על יצירת פלט הצלילים והתאורה.
4	lightsTop	יצירת פלט תאורה עבור המשחק בנורות led הירוקות והאדומות וכן נורות 7segment mode : מקבל mode מהקונטרולר ועל פיו התאורה משתנה.
5	soundsTop	יצירת פלט הצלילים עבור המשחק : מקבל mode מהקונטרולר אשר על פיו משתנה תדר אות sin ובכך הצלילים משתנים.
		סיבוכיות
		קל
		בינוני-קשה
		קשה
		קל-בינוני
		בינוני

## 4.2 פרוט ההגדרות של שני המודולים העיקריים למצגת

רשמו תת-פרק לכל אחד משני מודולים שתתכננו להציג במצגת הסיום (לא לבחור מודול שולי כמו ה-MUX) עדיף לבחור מודול בעל מכונת מצבים או קוד מורכב אחר. יש להקפיד לשים מודול אחד לכל סטודנט (שיהיה תכנון שלו ואותו הוא יציג גם במצגת סיום). כעת יש להציג מודולים אלה בקצרה, הרחבה נוספת על מודלים אלה תעשה בפרק 6.

### 4.2.1 שיקולי בחירה

מדוע נבחרו מודולים אלה, על אילו מודלים התלבטנו ובסוף ויתרנו.

**תשובה:** מכונת המצבים היא המודול החשוב ביותר במשחק. ללא מכונת המצבים, המשחק יהיה מוגבל בכמות האפשרויות השונות ומצבי המשחק.

מודול הלוגיקה של הטיילים נבחר מכיוון שגם הוא מודול בסיסי למשחק, וגם מייצג את אלמנטים חשובים ביותר בניהול אובייקטים במסך כמו ניהול תנועה, התנגשויות, היווצרות ממקום רנדומלי ועוד.

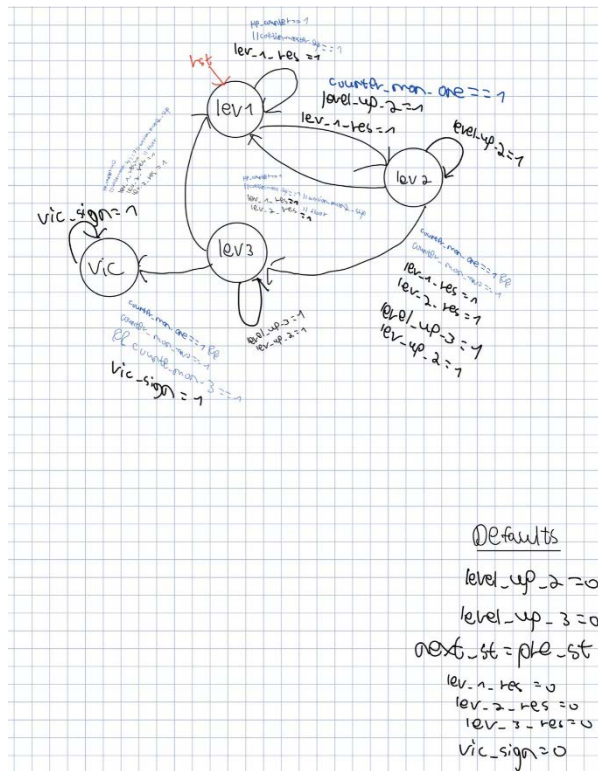
התלבטנו לגבי המודול של לוגיקת המפלצות, אך בסוף בחרנו במודול של הטיילים השונים.

### 4.2.2 מודול ראשון - [Game\_controller\_state\_machine] - [תמיר]

תפקיד מפורט של המודול	"המוח של המשחק", מכונת מצבים אשר מנהלת את המעבר בין שלבי המשחק ומצב ניצחון, מאתחלת לשלב ראשון במקרה של הפסד.
למה הוא חשוב	באמצעותו, למעשה, המשחק מתקדם ומתאפשר שינוי בנראות המשחק ואופן הפעולה.

מימוש  
מצומצם  
(MVP)

תכננו מראש את מכונת המצבים ואז העלנו אותה על קוד. חיברנו באופן הדרגתי את המודולים הרלוונטיים לכל שלב, ובדרנו אותם בנפרד. להלן תמונה של הסקיצה והתכנון מראש -





	<p>Victory – מסך המראה לשחקן כי הוא ניצח. עד להגעת reset, שמאתחל את המשחק.</p>
כניסות עיקריות	<p>HP_COUNTER - מונה חיים של החללית.</p> <p>COLLISIONSHIP_MONSTERS - התנגשות בין מטריצת המפלצות המרכזית לבין השחקן או הריצפה.</p> <p>COLLISIONSHIP_MONSTERS2 - התנגשות בין מטריצת המפלצות הנוספת מהשלב השני לשחקן או לריצפה.</p> <p>MONSTER_COUNTERZERO - אות שעולה כאשר מחסלים את כל המפלצות במטריצה המרכזית.</p> <p>MONSTER2_COUNTERZERO - אות שעולה כאשר מחסלים את כל המפלצות במטריצה הנוספת מהשלב השני.</p> <p>BOSS_COUNTERZERO - אות שעולה כאשר מחסלים את הבוס בשלב השלישי.</p>
יציאות עיקריות	<p>LEV1_RES - אות שעולה כדי לאתחל את האובייקטים של שלב 1.</p> <p>LEV2_RES - אות שעולה כדי לאתחל האובייקטים (שנוספו) של שלב 2.</p> <p>LEV3_RES - אות שעולה כדי לאתחל האובייקטים (שנוספו) של שלב 3.</p> <p>LEVEL2_MANAGE - אות שעולה (ונשאר על אחד במשך כל שלב 2 ו-3) הגורם להופעת והישארותם על המסך של האובייקטים שנוספו בשלב 2.</p> <p>LEVEL3_MANAGE - אות שעולה (ונשאר על אחד במשך כל שלב 3) הגורם להופעת והישארותם על המסך של האובייקטים שנוספו בשלב 3.</p> <p>VICTORY_SIGN - אות שעולה (ונשאר על אחד במשך כל שלב הנצחון) הגורם להופעתו והישארותו על המסך של האובייקט שנוסף במצב הניצחון.</p>

### 4.2.3 מודול שני - [missilemonster\_moveCollision] - [דן]

תפקיד מפורט של המודול	<p>מנהל את הופעת ותנועת טיל אחד של המפלצות. הוא מקבל ממכלול המפלצות מיקומים רנדומליים של x ו y וכן אות האם קיימת שם מפלצת, ובהתאם משגר טיל ממיקום זה, אשר מתקדם אנכית כלפי מטה עד אשר הוא מתנגש עם החללית או עם הריצפה. הוא מעביר לbitmap של הטיל שני דברים. אחד אות שמציין האם שוגר טיל או לא, וכך bitmap יודע אם לצייר אותו או לא. דבר שני זה את השורה שממנה יצא הטיל, בשביל שייצא ה bitmap של הטיל המתאים למפלצות בשורה זו. בנוסף הוא מוציא אות שיוצא אל מודול הטיל השני של המפלצות, שלמעשה משמש כאות ירייה משלו.</p>
למה הוא חשוב	<p>ייריית המפלצת היא מהאלמנטים החשובים והבסיסיים ביותר במשחק. היווצרותו במקום הנכון, בזמן הנכון ותנועתו על המסך הם קריטיים להתנהלות התקינה של המשחק.</p>
מימוש מצומצם (MVP)	<p>בתחילה, עשינו מטריצת מפלצות שנעה ימינה ושמאלה (ויורדת בהתנגשויות) – ומשם ירינו בקצב משתנה (התחבר למכונת רנדום), ממיקום קבוע במטריצה. כאשר התנאי מהרנדום היה מתאים, הטיל נוצר, נע מטה, ונעלם בהתנגשות עם החללית או הריצפה.</p>

<p>במודול עצמו נשתמש בדגל שמסמן האם נורה טיל או לא. כאשר הדגל 0, ומתקבל אות ליריית טיל אז נעלה את הדגל ל1, וגם נמקם את הטיל במקום שהתקבל ונעביר לאות היציאה המתאים את הoffset בצ שהתקבל באותו רגע. כאשר לא התקבל אות ירייה, או שהדגל מורם ל1, אז נדלג על השלב הזה.</p> <p>בכל StartOfFrame בו גם הדגל נמצא ב1, נעלה (הטיל יורד) את topleftY בהתאם למהירות.</p> <p>כאשר מתקבלת התנגשות, אז נרצה לאפס את הדגל שלנו.</p> <p>בנוסף נחבר יציאה אשר תהיה שווה לדגל, ותתעדכן על פיו, ותסמן האם יש טיל בתנועה או לא.</p> <p>וכן כאשר הדגל 1, וגם מתקבל random_shot 1, נרצה להעביר אות לטיל השני של המפלצות שישוגר במידה והוא יכול.</p>	<p>אופן המימוש</p>
<p>Random_shot – אות שמאשר ממכלול המפלצות כי אכן קיימת מפלצת בoffsets שהתקבל.</p> <p>Random_x – הoffset האופקי במטריצת המפלצות שהוגרל ברנדום.</p> <p>Random_y – הoffset האנכי במטריצת המפלצות שהוגרל ברנדום.</p> <p>Collision – אות שמסמן התנגשות בין הטיל לחללית או לרצפה.</p> <p>Initial_x – המיקום האופקי של מטריצת המפלצות ברגע נתון (ממנו מחשבים offset).</p> <p>Initial_y – המיקום האנכי של מטריצת המפלצות ברגע נתון (ממנו מחשבים offset).</p> <p>Lvl1_rst – אות לאתחול השלב הראשון, שמסמן לטיל להעלם, ובהתאם להתמקם מחדש לירייה.</p>	<p>כניסות עיקריות</p>
<p>topleftX – בהתאם לInitial_x וRandom_x הוא מחשב היכן למקם את הטיל אופקית.</p> <p>topleftY – בהתאם לInitial_y וRandom_y הוא מחשב היכן למקם את הטיל אנכית.</p> <p>missile_up – אות שמתעדכן כאשר משוגר טיל, זאת אומרת אמור להופיע טיל על המסך, ומועבר לbitmap.</p> <p>y_start_missile – אות שמקבל את הoffset בY שהתקבל מהרנדום, רק במידה ואכן טיל נורה. מועבר לbitmap, כך שיתאים את הטיל שיוצג בהתאם למפלצת.</p> <p>shot_next_missile – אות שמסמן שהתקבל random_shot בזמן שיש טיל ששוגר כבר. האות מועבר למכלול הטיל השני של המפלצות, כדי שישגר טיל במידה והוא לא שיגר כבר.</p>	<p>יציאות עיקריות</p>

### 4.3 עדכון טבלאות התכנון

עדכן בבקשה את טבלאות המעקב של הפגישות ולוח הזמנים.



אם עדכנת סמן V :

## 5 מעבדת אינטגרציה – להגיש פרק זה בסוף מעבדת אינטגרציה

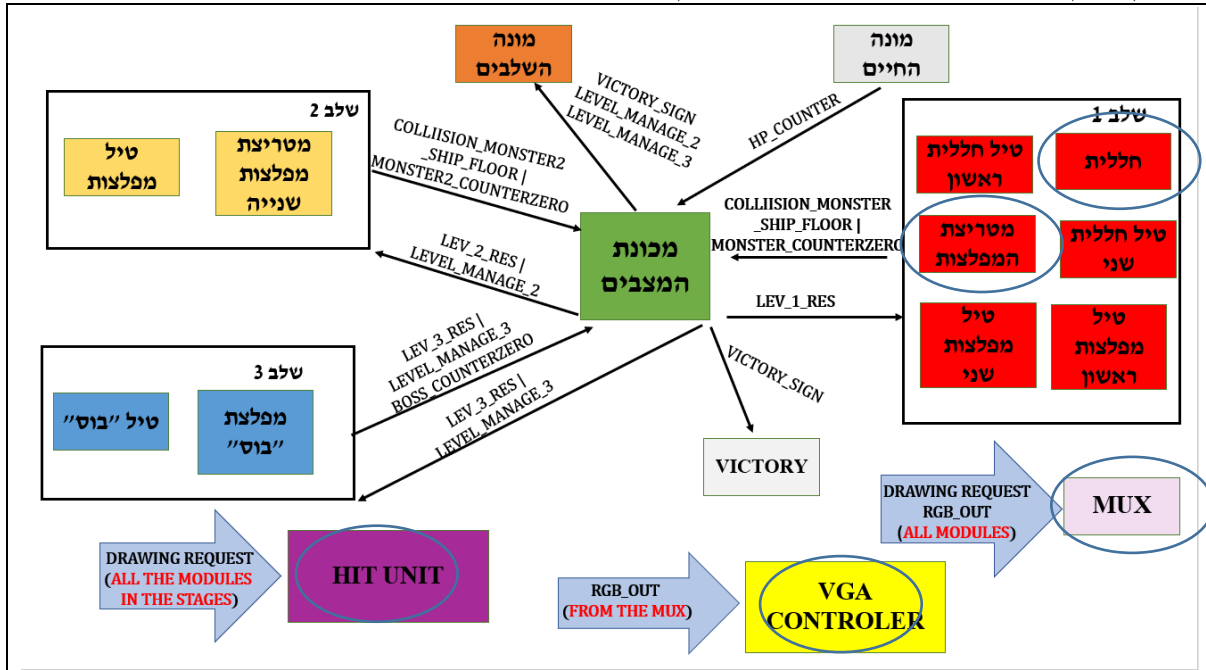
השלם את המטלות שבפרק זה במהלך מעבדת האינטגרציה והגש בסוף המעבדה כדוח סיכום שלה.

### 5.1 מימוש ה-MVP

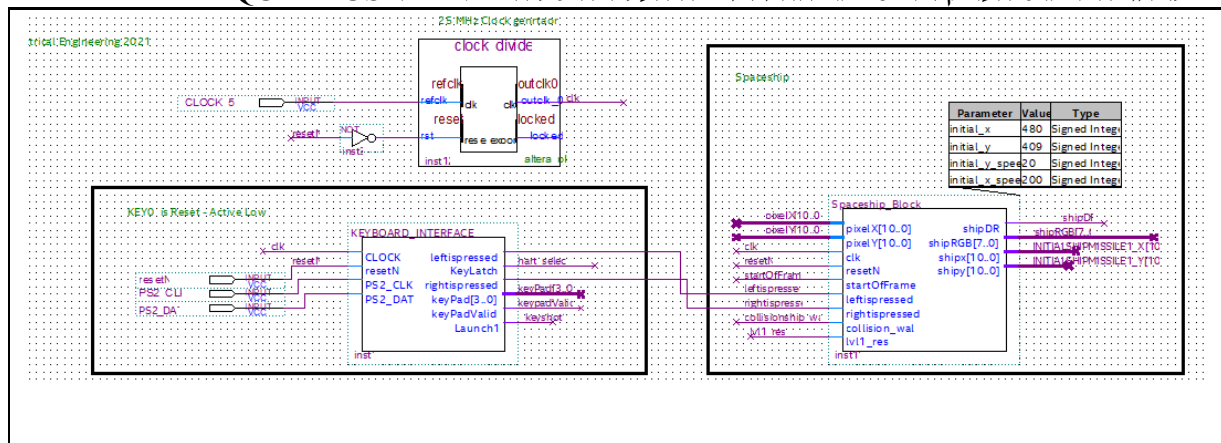
תאר מה עושה הפרויקט בצורת ה-MVP, כלומר, הפרויקט במצבו המינימלי.

**תשובה:** חללית נעה בהתאם ללחיצות השחקן, מטריצת מפלצות שזזה מימין לשמאל, ויורדת שורה בכל התקלות בקירות.

העתק לכאן את סכמת המלבנים הכללית וסמן עליה את המכלולים המשתתפים בביצוע ה-MVP.



לאחר המימוש העתק את סכמת ההירארכיה העליונה של ה-MVP מ-QUARTUS







- לפני שהפעלנו את כלי ה-SIGNAL TAP, חשבנו כי הבעיה הייתה במיקומים שיוצאים מהמטריצה לטילים.
- ה-SIGNAL TAP הכוין אותנו לכך שהבעיה היא כנראה בתזמון של הפקודות בתוך המודול בו הן מתבצעות (מודול הטיל של המפלצות).
- לאחר בדיקה של המודול הרלוונטי, אכן הבעיה התגלתה שם.

### 5.3 דיון ומסקנות עם המדריך במהלך מעבדת אינטגרציה

רשום כאן את עיקרי הדברים מהדיון, ודגשים חשובים להמשך העבודה. אשר עם המדריך שאתה עומד בלוח הזמנים שקבעת.

**תשובה:** עד שבוע הבא יהיה בסיס המשחק (כל הדברים שמחוייבים להיות). לאחר מכן להוסיף את החלק היצירתי.

#### 5.3.1 עדכון טבלאות התכנון

עדכן בבקשה את טבלאות המעקב של ההתקדמות בפרויקט.  
אם עדכנת סמן V: ☐

## 6 תיאור מפורט של שני מודולים (כמו במצגת) להגיש עד יום הצגת הפרויקט

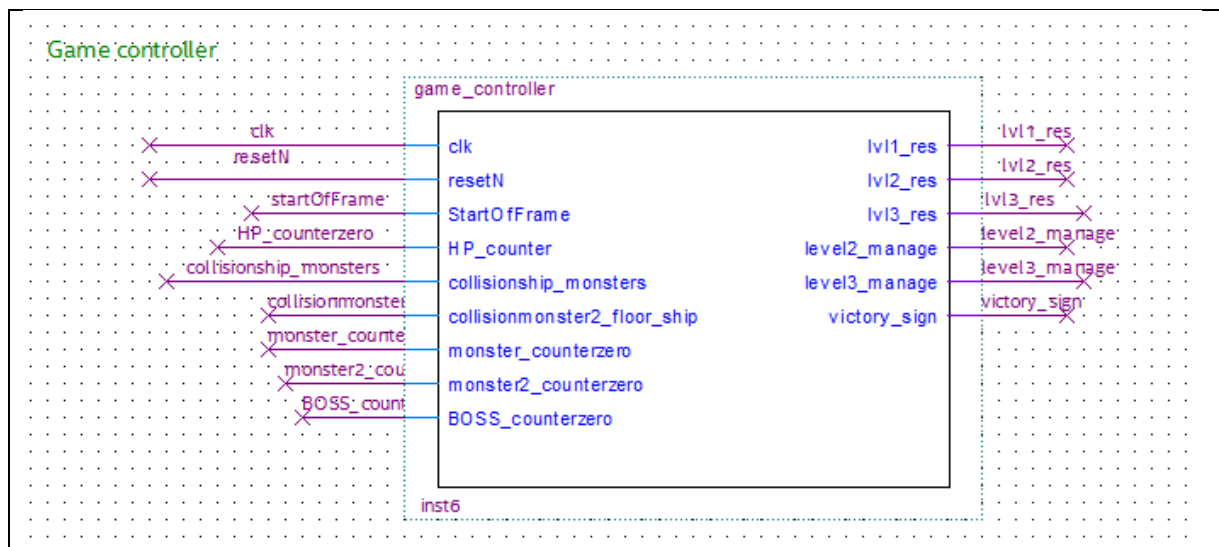
**מכאן והלאה יש להשלים את כל הסעיפים עבור הפרויקט בצורתו הסופית. כמו כן, יש לעדכן גם פרטים בסעיפים קודמים, במידה וחלו בהם שינויים. יש להגיש את הדוח השלם והסופי עד יום הצגת הפרויקט.**

בסעיפים הבאים יש להרחיב על המודולים שעליהם כתבת בתמצות בסעיף 4.2.  
**שים לב** שיש להקפיד לתאר מודול אחד לכל סטודנט - (שיהיה תכנון וביצוע שלו ועליו הוא יסביר גם במצגת). **יש לקחת מודולים מהמורכבים יותר**, רצוי כאלה המכילים מכונת מצבים, ולא קוד טרואיאלי. לכל מודול יש להשלים את הסעיפים שלהלן.

### 6.1 מודול ראשון. *game controller*. <sup>א</sup>יתמיר אביסרור

#### 6.1.1 שרטוט המודול

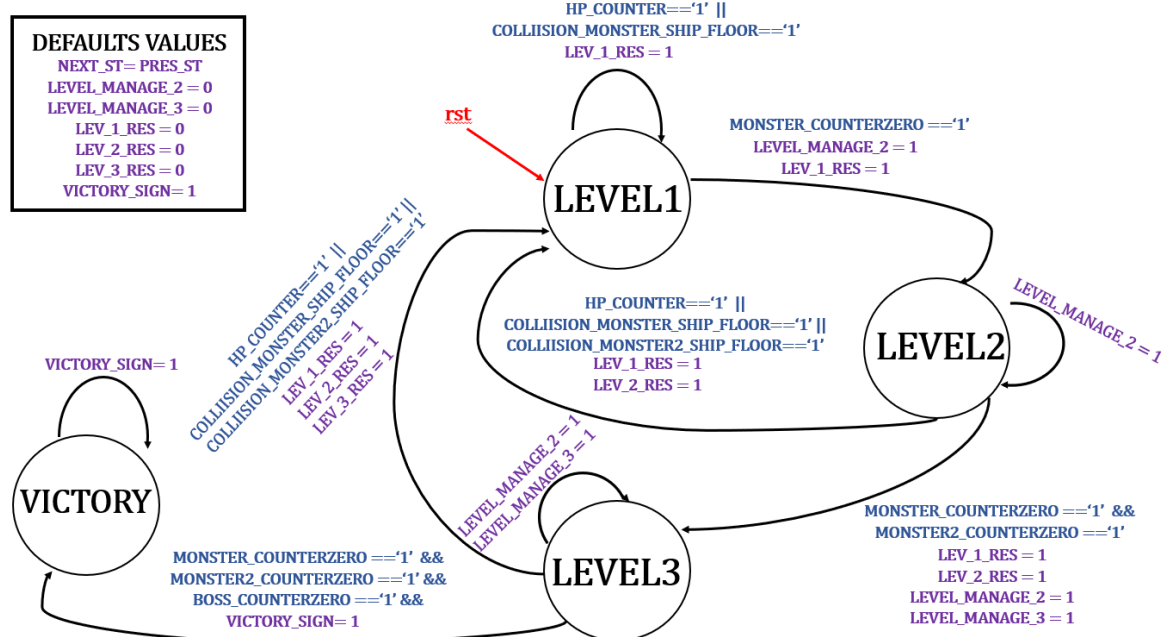
הצג את שרטוט המודול כפי שהוא ממומש בקוורטוס.



### 6.1.2 דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)

צייר את דיאגרמת המצבים של המודול.

אם לא ממשות באמצעות מכונת מצבים תאר דיאגרמה לוגית של המודול.



### 6.1.3 פרוט המצבים העיקריים

פרט את המצבים העיקריים:

שם המצב	פעילות עיקרית	לאיזה מצב עוברים מהמצב הנוכחי ובאילו תנאים
Level1	כל היציאות של המכונה בשלב זה הן 0. (לפי ה-defaults values). בשלב זה, על המסך מופיעה מטריצת המפלצות הראשית,	if HP_COUNTER=='1'    COLLISION_MONSTER_SHIP_FLOOR=='1' אז חוזרים ל- level1 ומוציאים LEV1_RES=1 (על מנת לרסט את כל המודולים הרלוונטים לשלב 1)

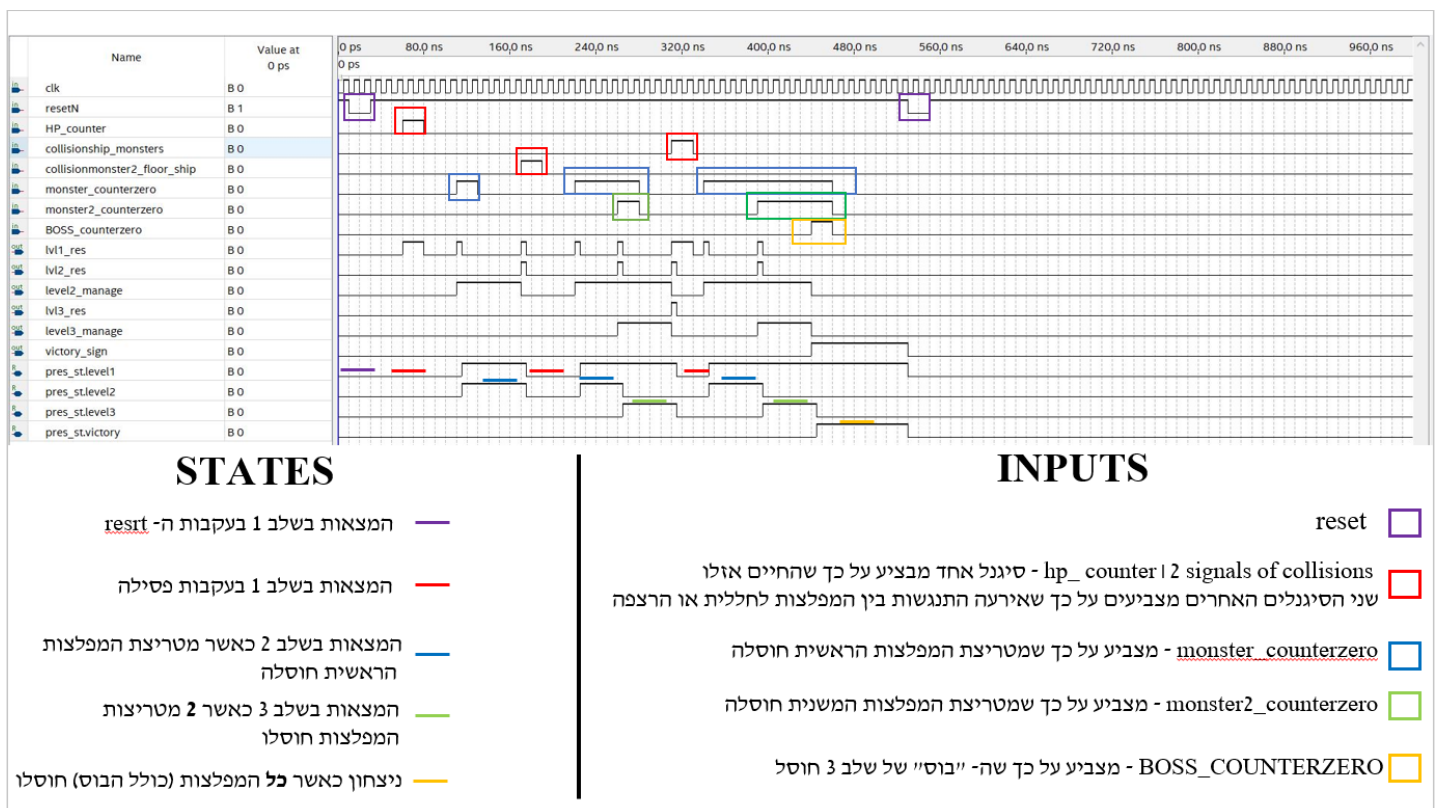
	<p>מונה השלבים, מונה החיים.</p>	<p><b>else if</b>  '1'==MONSTER_COUNTERZERO אז עוברים ל-level2 ומוציאים  LEVEL_MANAGE2=1 וLEV1_RES=1 (על מנת לרסט את כל המודולים הרלוונטים לשלב 1 ולהפעיל את המודולים הרלוונטים לשלב 2).  <b>else</b>  נשארים בשלב 1 והיציאות נקבעות לפי ה-defaults values.</p>
Level2	<p>בשלב זה היציאה היחידה שהיא 1, היא LEVEL_MANAGE2  בשלב זה, נוספה עוד מטריצת מפלצות.</p>	<p><b>if</b>  '1'==HP_COUNTER  '1'==COLLISION_MONSTER_SHIP_FLOOR  COLLISION_MONSTER2_SHIP_FLOOR==1'  אז עוברים לשלב 1 ומוציאים LEV1_RES=1 וLEV2_RES=1 (על מנת לרסט את כל המודולים של שלב 1 ושלב 2).  <b>else if</b>  '1'==MONSTER_COUNTERZERO &amp;&amp; '1'==MONSTER2_COUNTERZERO  אז עוברים ל-level3 ומוציאים LEVEL_MANAGE2=1  LEVEL_MANAGE2=1 וLEV1_RES=1 וLEV2_RES=1 (על מנת לרסט את כל המודולים הרלוונטים לשלב 1 ולשלב 2 ולהפעיל את המודולים הרלוונטים לשלב 3).  <b>else</b>  נשארים בשלב 2 ומוציאים LEVEL_MANAGE2=1.</p>
Level3	<p>בשלב זה היציאות שהן 1, LEVEL_MANAGE2 LEVEL_MANAGE3  בשלב זה נוספה מפלצת "בוס".</p>	<p><b>if</b>  '1'==HP_COUNTER  '1'==COLLISION_MONSTER_SHIP_FLOOR  COLLISION_MONSTER2_SHIP_FLOOR==1'  אז עוברים לשלב 1 ומוציאים LEV1_RES=1 וLEV2_RES=1  LEV3_RES=1 (על מנת לרסט את כל המודולים של שלב 1, שלב 2 ושלב 3).  <b>else if</b>  '1'==MONSTER_COUNTERZERO &amp;&amp; '1'==MONSTER2_COUNTERZERO &amp;&amp; '1'==BOSS_COUNTERZERO  אז עוברים ל-victory- ומוציאים VICTORY_SIGN=1 (על מנת להפעיל את המודול הרלוונטי למצב "ניצחון").  <b>else</b></p>

נשארים בשלב 3 ומוציאים LEVEL_MANAGE2=1		
LEVEL_MANAGE3=1		
<b>if</b> RESET==0' עוברים לשלב 1, והיציאות נקבעות לפי ה- defaults values. <b>else</b> נשארים בשלב ה- victory ומוציאים VICTORY_SIGN=1	בשלב זה היציאה שהיא 1 היא VICTORY_SIGN במצב זה מופיע גביע כל המסך.	victory

#### 6.1.4 סימולציה של המודול

בסימולציה יש לבדוק את כל הכניסות והיציאות, כל מקרי הקצה וכל המקרים המיוחדים. אם יש צורך, הצג את תוצאות הסימולציה במספר חלונות. מעל כל חלון כתוב מה הוא בודק. **סמן בעזרת חיצים על דיאגרמת הזמנים, את מקום הבדיקה ולמה אתם מצפים (ראו דוגמה למטה).** וודאו שבחלון הסימולציה רואים את רשימת האותות ואת ציר הזמן.

**שימו לב יש למלא חלק זה במהלך העבודה ולא לצאת ידי חובה אחרי שסיימתם**



הסבר – level1 הוא המצב הראשון במכונת המצבים ולכן מוצג הפוך בסימולציה. ניתן לראות כי בעת הפעלת reset - מצב המכונה הוא level1 – כמצופה. כאשר יש פסילה (התנגשות בין המפלצות השונות לחללית או לרצפה) – המצב שאליו מגיעים הוא חזרה לשלב 1 – לא משנה באיזה שלב אירעה הפסילה. על מנת להתקדם בשלבים, צריך לחסל את מטריצות המפלצות השונות. בשלב 1 קיימת רק מטריצה אחת, ולכן כאשר monster\_counterzero עולה ל-1, אז עוברים למצב

level2. בשלב 2 נוספה מטריצה מפלצות חדשה, ולכן, על מנת להתקדם לשלב 3, 2 הסיגנלים צריכים לעלות **בו זמנית**. כפי שניתן לראות, רק כאשר monster\_counterzero ו- monster2\_counterzero עולים ל-1, אז עוברים לשלב 3. באופן דומה, כאשר מחסלים את 3 המפלצות בשלב 3, עוברים לשלב הניצחון. כאשר הגענו לשלב הניצחון, צריך להפעיל reset על מנת לחזור לשלב 1.

בכל שלב עולים סיגנלי outputs שונים. בשלב 1 ניתן לראות כי כל הסיגנלים הם 0 (לפי ה- defaults) שהגדרנו. רק כאשר חוזרים לשלב 1 – הסיגנל lev1\_res עולה.

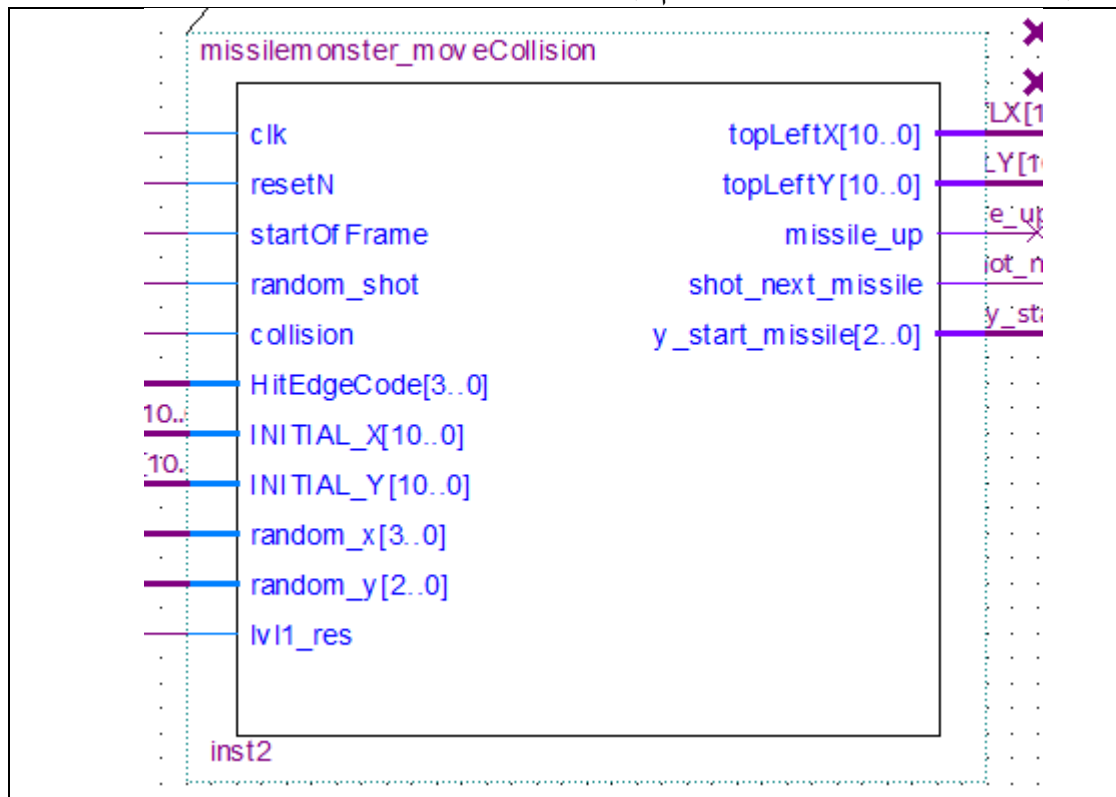
כאשר עוברים לשלב 2, הסיגנל level2\_manage עולה ונשאר על 1 בכל כל זמן השהייה בשלב.

כאשר עוברים לשלב 3, הסיגנל lev2\_res עולה (על מנת להחזיר את המצב לקדמותו). level2\_manage ו level3\_manage עולים ונשארים על 1 במשך כל זמן השהייה בשלב 3 (על מנת שכל המפלצות, הישנות והחדשות, יופיעו). כאשר מנצחים, עולה, כמצופה victory\_sign ונשאר על 1, עד אשר לוחצים על reset.

## 6.2 מודול שני <sup>1</sup> missilemonster\_moveCollision. א. דן מואב

### 6.2.1 שרטוט המודול

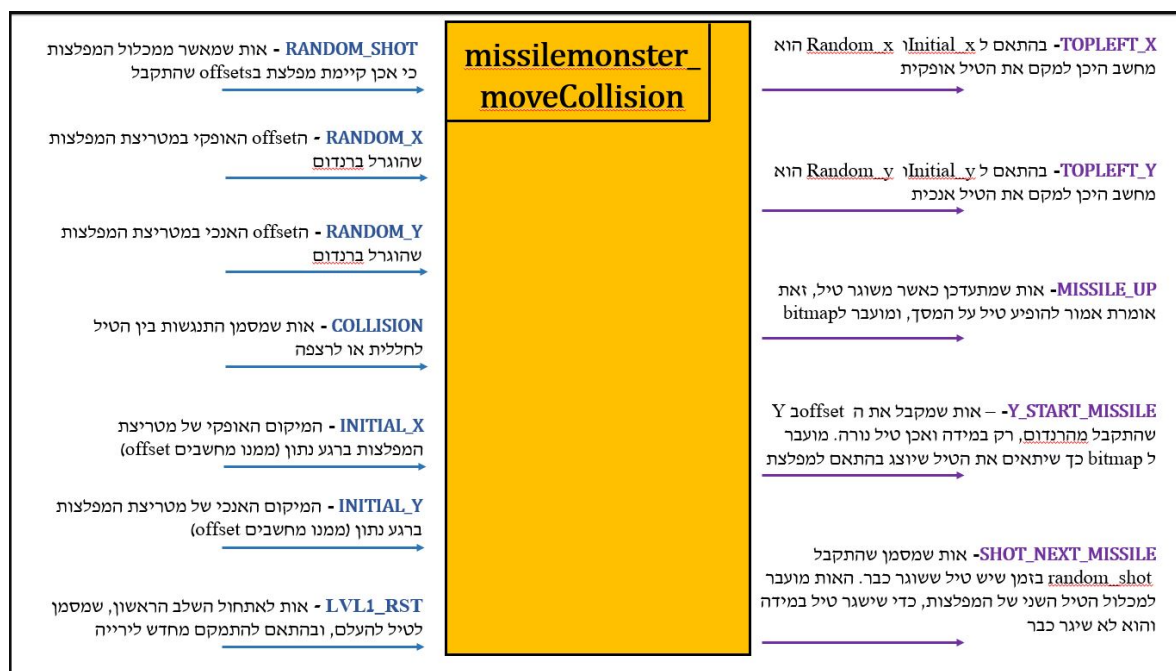
הצג את שרטוט המודול כפי שהוא ממומש בקוורטוס.



### 6.2.2 דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)

צייר את דיאגרמת המצבים של המודול.

אם לא ממשות באמצעות מכונת מצבים תאר דיאגרמה לוגית של המודול.



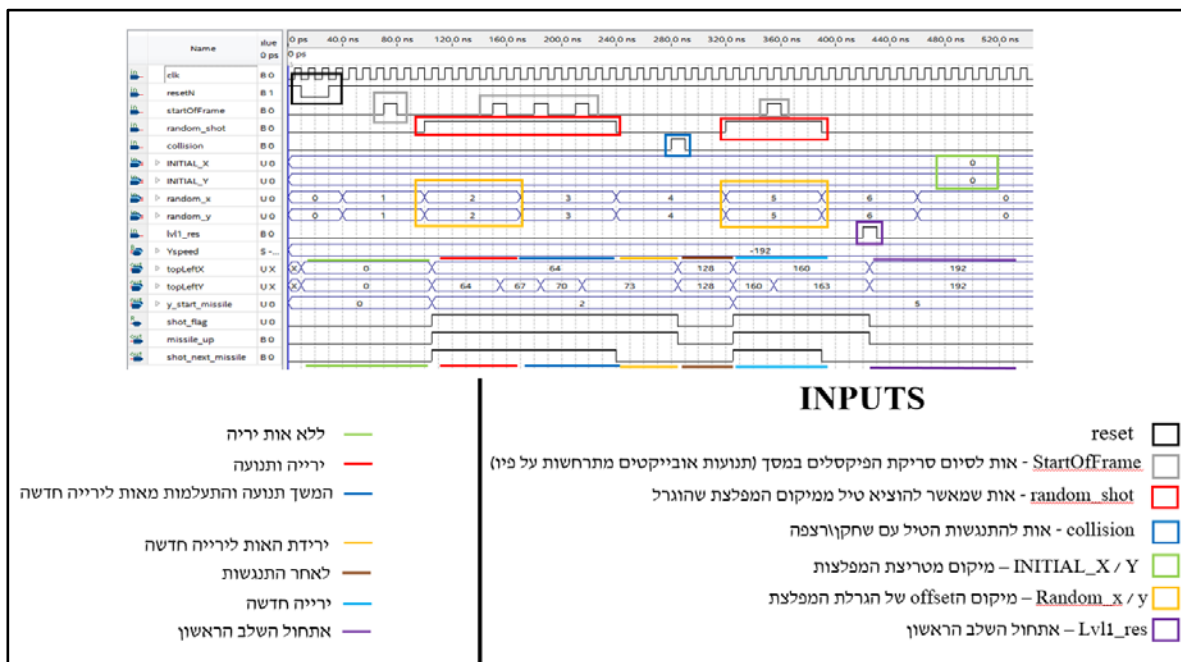
### 6.2.3 פרוט המצבים העיקריים

פרט את המצבים העיקריים:  
אין מצבים זו לא מכונת מצבים.

### 6.2.4 סימולציה של המודול

בסימולציה יש לבדוק את כל הכניסות והיציאות, כל מקרי הקצה וכל המקרים המיוחדים.  
אם יש צורך, הצג את תוצאות הסימולציה במספר חלונות. מעל כל חלון כתוב מה הוא בודק. **סמן בעזרת חיצים על דיאגרמת הזמנים, את מקום הבדיקה ולמה אתם מצפים** (ראו בדוגמה למטה).  
וודאו שבחלון הסימולציה רואים את רשימת האותות ואת ציר הזמן.

**שימו לב יש למלא חלק זה במהלך העבודה ולא לצאת ידי חובה אחרי שסיימתם**



הסבר:

"ללא אות ירייה" – random\_shot אפס, ולכן לא יוצא טיל, מיקומו הוא בהתאם למיקום שהוגרל, במקרה זה, 1 בx ו0 בy, זאת אומרת ב(0,0) לפי initials. בעליית startofframe לא משתנה דבר.

"ירייה ותנועה" – random\_shot עולה, והמיקום בכניסות ה-random הפעם 2 ו2, לכן מיקום הטיל הוא 64 (2 הוא offset בקפיצות של 32). בהתאם, עולה flag והיציאה של missile\_up, אשר מסמנים כי יש טיל באוויר, וכך גם shot\_next\_missile שעולה כאשר יש בקשה לירייה, אך יש טיל באוויר.

בstartofframe הtopleftY מתעדכן כמצופה בכל פעם מתקדם ב3 (בגלל הFIXED\_POINT\_MULTIPLIER). Y\_start\_missile מוציא כנדרש 2, בהתאם לשורה ממנה יצא הטיל.

"המשך תנועה והתעלמות מאות לירייה חדשה" – גם כאשר ממשיך להגיע אות ירייה תקינה, הטיל ממשיך לנוע בעליית startOffFrame, והדגלים המתאימים מורמים.  
"ירידת האות לירייה חדשה" – כאשר יורד random\_shot, המיקום לא תקין ולכן לא צריך לירות טיל נוסף, ואכן יורד גם shot\_next\_missile.



"לאחר התנגשות" – כאשר מתקבל collision, המיקום מתעדכן בהתאם ל-`random_x` ו-`y`, ואכן מתעדכן ל- $128(4*32)$ , אך הטיל לא נורא כי אין `random_shot`

"ירייה חדשה", ואכן כאשר עולה `random_shot` נורה טיל חדש בהתאם למיקום החדש (במקרה זה  $160, 32*5$ ). `Y_start_missile` מתעדכן ל-5 שכן יצא טיל משורה זו.

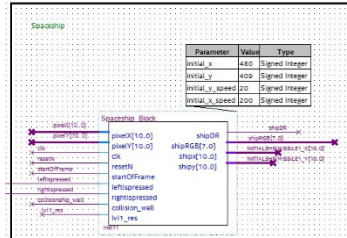
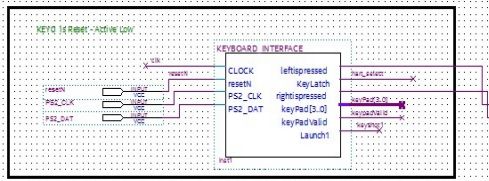
"אתחול השלב הראשון" – לאחר `lvl1_res` מתאפסים הדגלים, המיקום של הטיל מתעדכן לכניסת ה-`random`, אך אין טיל באוויר.

# 7 מימוש ההירארכיה עליונה - התכנסות לסיום הפרויקט להגיש עד יום הצגת הפרויקט

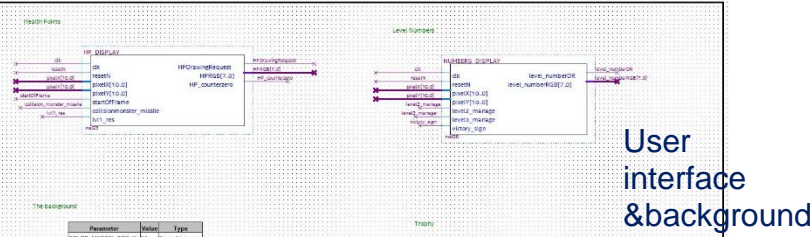
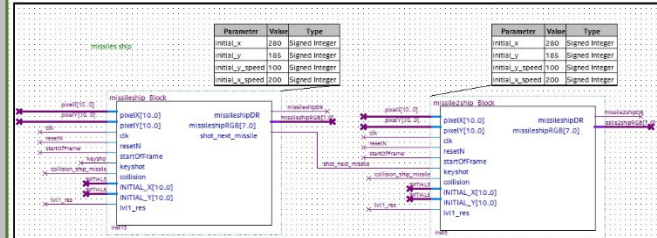
## 7.1 שרטוט

הצג כאן שרטוט מלבנים של ההירארכיה העליונה של הפרויקט – מצויר מעל תדפיס הקוארטס

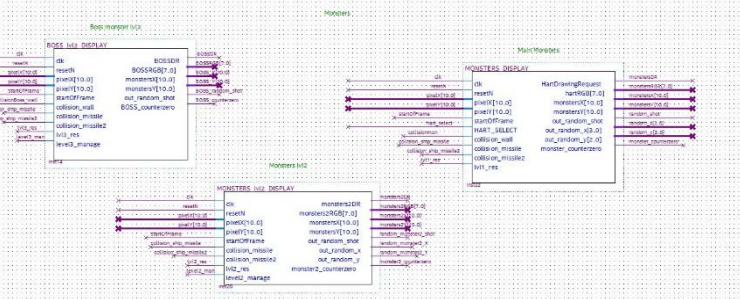
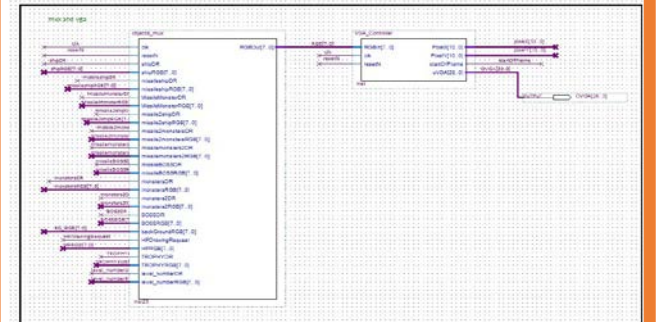
### Player - spaceship



### Missiles of ship

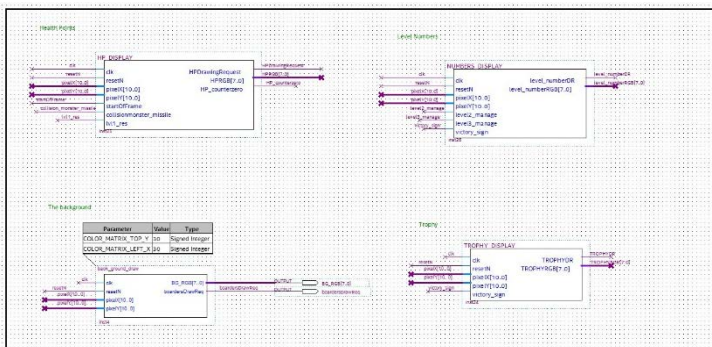


### Mux

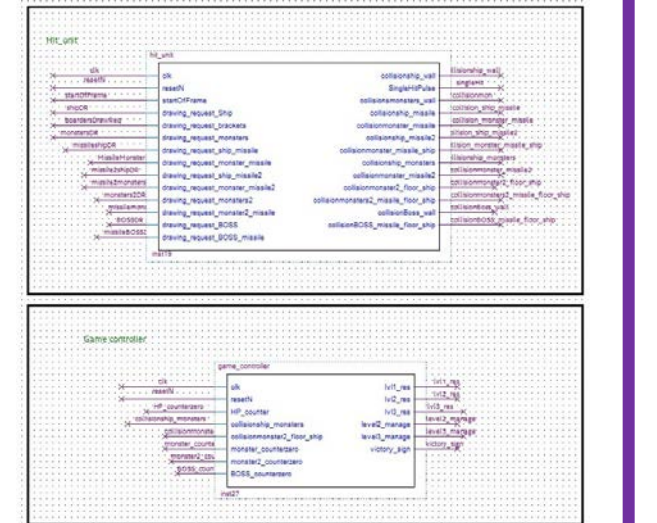


### Monsters

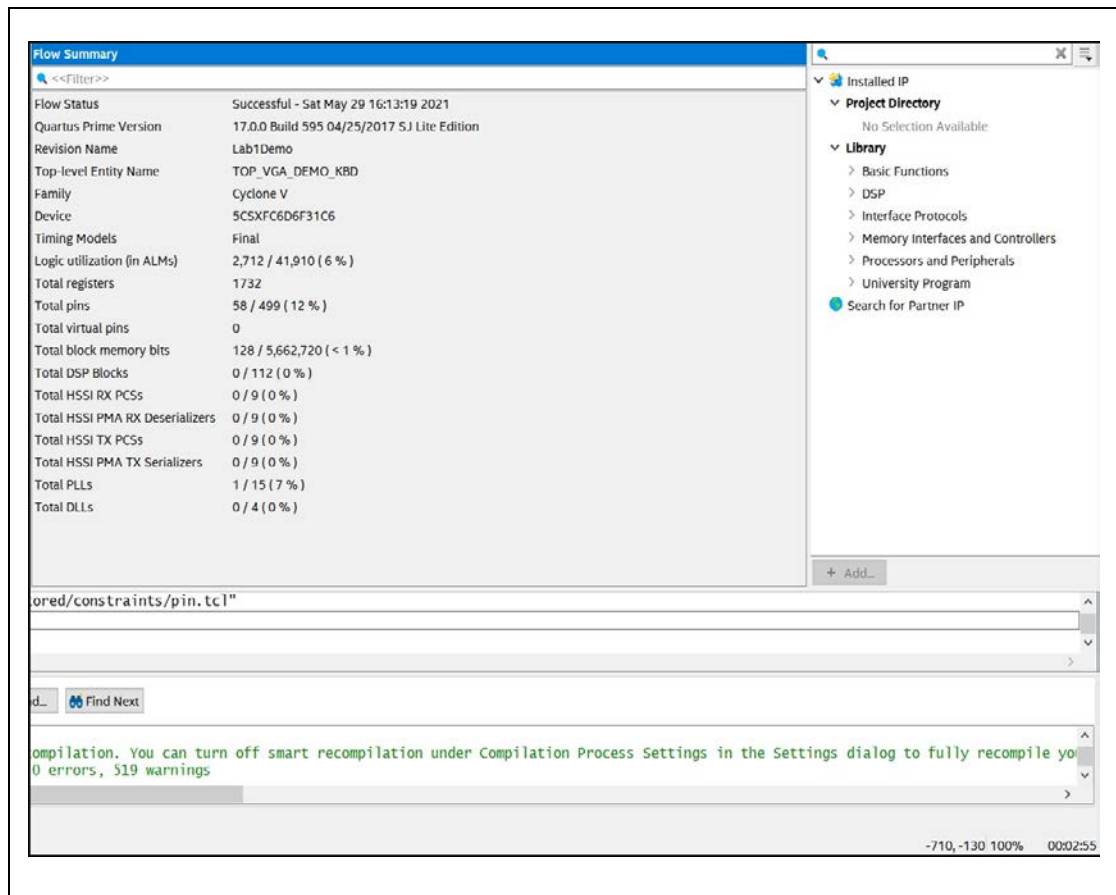
### Missiles of monsters



### Game Controller & Hit Unit



## 7.2 צריכת משאבים



האם צריכת המשאבים (Logic utilization (in ALMs)) סבירה, לאן לדעתכם הלכו רוב המשאבים? ציין את זמן הקומפילציה. האם עמדתם בדרישת קומפילציה של **פחות מ- 10 דקות**?

תשובה: כן

## 8 סיכום ומסקנות – להשלים ולהגיש את כל הדוח עד יום הצגת הפרויקט

סכם את החוויה של ביצוע הפרויקט. התייחס לעמידה בדרישות, קשיים, פתרונות, שימוש בכלים, מסקנות.

תשובה:

הפרוייקט היה לנו מאתגר מאוד. זהו ה"פרוייקט" הראשון שהיה לנו בתואר, ולמעשה הפרוייקט בסדר גודל כמו זה, הראשון בחיינו (אין מה להשוות לבית הספר). נהנו לעשות את הפרוייקט, ועוד יותר שמחנו שלראשונה בתואר אנו מרגישים שאנחנו עוסקים בהנדסת חשמל! לחשוב על בניית מודלים, סנכרון שלהם ביחד עם כל המערכת ולבסוף לראות אותם עובדים על המסך, זו תחושה מהנת ומספקת ביותר.

עם זאת, התמודדנו עם לחץ כבד, בעיקר של זמן. הגורם המשמעותי ביותר, היה כאשר נתקלנו בבאג, במנגנון בסיסי יחסית של המשחק, עליו נתקענו זמן רב באופן מוגזם כדי לנסות לתקן. כאשר התייעצנו עם מדריכים, ואף ישבנו איתם שעות קבלה

שלמות בניסיון להעזר בהם בלמצוא את הבעיה, לא מצאנו את הפתרון. זה היה מתסכל ולפעמים מייאש, שכן כולם חזרו ואמרו שהדרך שלנו נכונה לחלוטין ורק צריך למצוא מה גורם לבעיה. לבסוף, הצלחנו לפתור את הבעיה, ומאז הרגשנו שעשינו התקדמות ענקית בפרויקט, ועל כן אם היינו מצליחים לפתור את התקלה הזו בהתחלה, היה לנו הרבה יותר זמן להשקיע בדברים נוספים בפרויקט.

יחד עם זאת, באופן כללי בתחילה לקח לנו זמן להבין בכלל מה רוצים מאתנו בפרויקט איך נגשים אליו ובכלל מה הציפייה. וגם כשלאט לאט הבנו, הרגיש שמצפים מאתנו להתקדמויות מהירות. הרגשנו קצת כאילו "זרקו אותנו לים" ואנחנו לומדים לשחות תוך כדי.

דברים שלמדנו :

- המסקנה החשובה ביותר – תכנון מראש! השקענו זמן ומחשבה בתכנון מכונת המצבים. היישום בקוד היה קל ולא היה צורך לשנות את המכונה בעת הכתיבה וחיבור המודולים האחרים
- מסקנה חשובה נוספת – לא "להתקע" זמן רב מדי על אותה הבעיה ולהזניח את שאר העבודה על הפרויקט בזמן הזה. עדיף להתמקד בעשייה אחרת ולהתקדם בפרויקט, ולאחר מכן לגשת לבעיה הקודמת לנסות לפתור אותה
- DEBUG – שימוש ב-signal tap בצורה נכונה, מתוך הבנה והתמקדות בסיבות שיכולות לגרום לבעיות – יכול לקצר משמעותית את זמן ה-DEBUGGING ואת זמן העבודה על הפרויקט בצורה משמעותית!

המלצות לשנה הבאה (אם יש):

תשובה: יותר הכוונה ועזרה מהמדריכים.  
כמו גם, כמובן, ללא ריחוק חברתי – שיהיה ניתן לשבת במעבדות עצמם.

## 9 נספחים: דפי נתונים, קישורים, דפי מידע שונים בהם השתמשת

**9.1** מאמר מהאינטרנט, אשר מגבה את התיאוריה לפיה מקשים מסוימים במקלדת לא יכולים להילחץ בו זמנית.

לינק לאתר: <https://www.microsoft.com/appliedsciences/antighostingexplained.msp>

**9.2** טבלות Excel בהן השתמשנו, כאשר איסוף הנתונים נעשה על ידי איסוף נתונים מהאינטרנט:

**9.2.1** שיוך אות במקלדת לתו ותדר שמשויך לתו זה

Keyboard chart	Num	Name	Frequency (HZ)
S	0	c	261.626
E	1	c#	277.183
D	2	d	293.665
R	3	d#	311.127
F	4	e	329.628
G	5	f	349.228
Y	6	f#	369.994
H	7	g	391.995
U	8	g#	415.305
J	9	a	440
I	10	a#	466.164
K	11	b	493.883

דוגמה

הוסף כאן דפי נתונים, מאמרים, קישורים בהם השתמשת במהלך העבודה על הפרויקט, או כל מידע שהיה נוסף לחומר שקבלת במהלך הקורס.

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

**מלא את הטופס**