

מעבדה בהנדסת חשמל
044157 א'1

פרויקט סיום
תבנית לדוח מסכם

גרסה 2.5
חורף תשפ"ג 2022-3

סטודנט	שם פרטי	שם משפחה
1	אסף	מסרי
2	דנאל	ורדימון
שם הפרויקט		
שם המדריך הקבוע		כדורגל שולחן
שם המדריך הקבוע		אוהד
תאריך ההגשה		8/1/22

תוכן עניינים – פרויקט

3	1	מנהלות –
3	1.1	הנחיות כלליות
4	1.2	סיכום פגישות
4	1.3	ארכיטקטורה - ממשקים לעולם החיצון
5	1.4	צילום של הפרויקט
5	2	תכנון הפרויקט ולוח זמנים –
5	2.1	תכנון לוח זמנים
6	2.2	סקר ספרות
6	2.3	הדרישות המקוריות של הפרויקט (כמו במצגת)
6	2.4	תכנון החלק היצירתי
7	2.5	סכמת מלבנים
7	3	ממוש הספתח –
7	3.1	מטרות ותאור הספתח
8	3.2	דיון ומסקנות עם המדריך
8	3.3	עדכון טבלאות התכנון
8	4	הכנת ה-MVP –
8	4.1	רשימת חמשת המכלולים העיקריים, תפקידם וסדר ביצועם
9	4.2	פרוט ההגדרות של שני המודולים העיקריים למצגת
9	4.2.1	שיקולי בחירה
10	4.2.2	מודול ראשון - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]
10	4.2.3	מודול שני - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]
10	4.3	עדכון טבלאות התכנון
11	5	מעבדת אינטגרציה –
11	5.1	מימוש ה-MVP
12	5.2	שמוש ב-Signal Tap (S.T.)
13	5.3	עדכון טבלאות התכנון
13	6	תיאור מפורט של שני מודולים (כמו במצגת)
13	6.1	מודול ראשון - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]
13	6.1.1	שרטוט המודול
13	6.1.2	דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)
15	6.1.3	פרוט המצבים העיקריים
15	6.1.4	סימולציה של המודול
16	6.2	מודול שני - [שם המודול] - [שם הסטודנט האחראי]
16	6.2.1	שרטוט המודול
16	6.2.2	דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)
17	6.2.3	פרוט המצבים העיקריים
18	6.2.4	סימולציה של המודול
20	7	מימוש ההירארכיה עליונה - התכנסות לסיום הפרויקט
20	7.1	שרטוט
21	7.2	צריכת משאבים
22	8	סיכום ומסקנות –
השתמשת	9	נספחים: דפי נתונים, קישורים, דפי מידע, שונים בהם

שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.

1 מנהלות –

- 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 MVP – Minimal 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 הסיכום שבצעתם.
- יש לכתוב בצורה מלאה וברורה, כך שנתן יהיה להבין את הפרויקט על סמך קריאת הדוח.
- יש לוודא שכל השרטוטים, הסכמות, הגרפים, התמונות וכו' רלוונטים 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

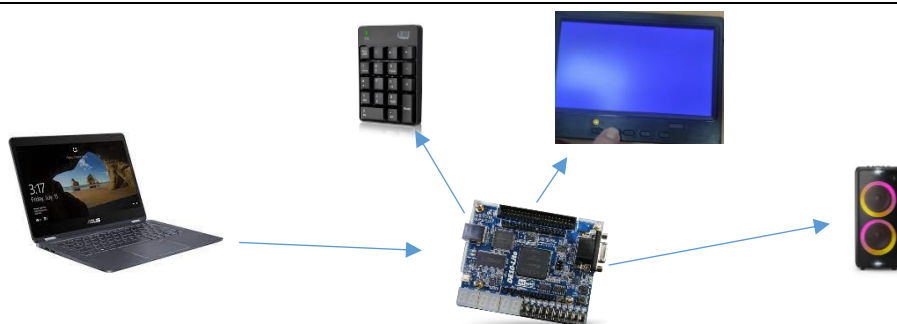
כאן תתכננו מתי תפגשו עם המדריכים לאורך תקופת הפיתוח, מה תראו להם ותסכמו את עיקרי הדיון.

תיאור	נושא לשיחה	במעבדת	תאריך בפועל	שם המדריך	צפי לתוצאות	הערות ומסקנות
דיון בהגדרת הפרויקט	מפרט ראשוני	VGA	27/11	אוהד	תוכנית עבודה	שימוש בקוד הראשוני שמקבלים במעבדת VGA
דיון בארכיטקטורה	סכמת מלבנים בעפרון	VGA	27/11	אוהד	משוב על המכלולים	
דיון ב-MVP	TOP	VGA	27/11	אוהד	משוב על המכלולים	שמירה על ה-TOP כשלד מרכזי לפרויקט
דיונים על בעיות		אינטגרציה	4/12	אוהד	פתרון בעיות	
CODE REVIEW ראשוני	TOP מכלולים	אינטגרציה	4/12	אוהד	משוב על המכלולים	
מצגת ו-CODE REVIEW סופי	כל הפרויקט	בחינה	8/1	אוהד	המוצר הסופי	
דיונים עם מדריך על בעיות	פונקציות מורכבות בפרויקט	שעת קבלה בחנוכה	20-22/12	דודי, אוהד, אבהרם, קובי, אלכסנדר, מוחמד		יבוצע בשעות קבלה

1.3 ארכיטקטורה - ממשקים לעולם החיצון

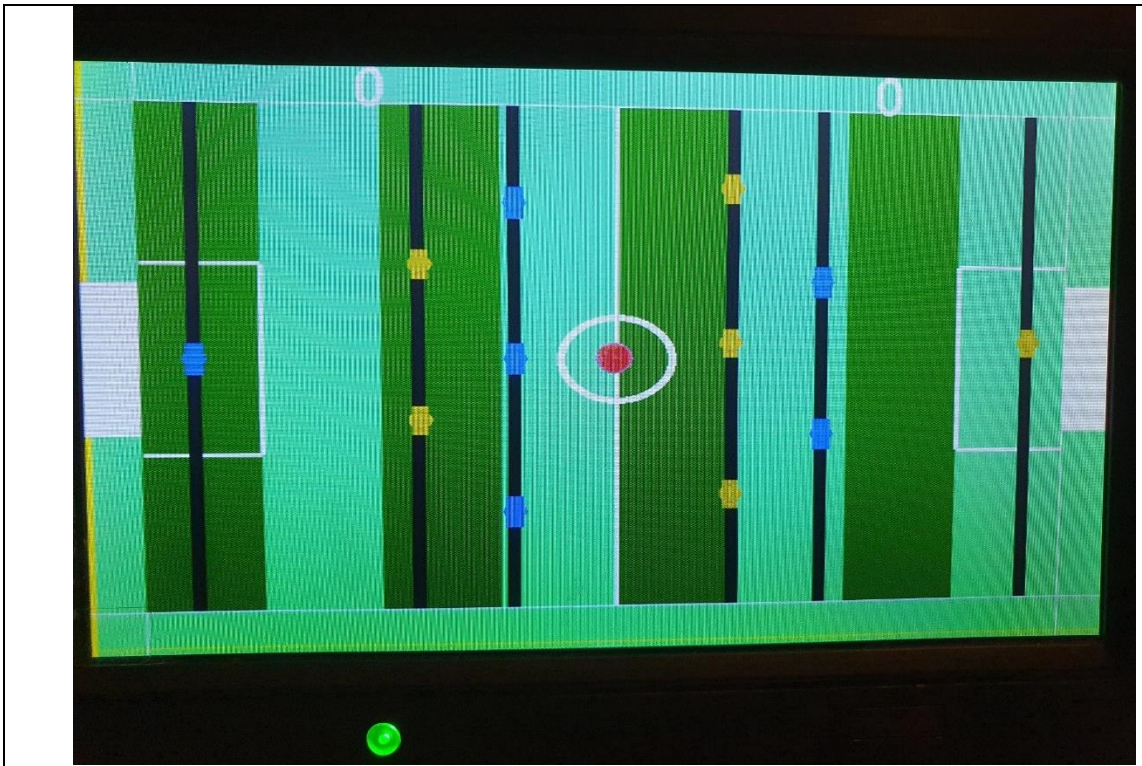
- תיאור היחידות בחומרה מהן בנוי הפרויקט (כרטיסים, אמצעי קלט/פלט וכו') וזרימת הנתונים דרכן.
- שרטוט המבנה והסבר תפקידה של כל יחידה. – העזר ברכיבים מהמצגת ואל תגיש שרטוט בעפרון.

- ציוד בסיסי: מחשבים אישיים/במעבדה וציוד נלווה בהתאם, אם מדובר במחשב נייד-מקלדת, מסכים, ועכבר, כדי לכתוב ולתכנן את הפרויקט.
- כרטיס DE-10 אליו צורבים את התכנית וממנו יועבר הקלט למסך.
- מסך קטן לעבודה אישית המשמש כאמצעי פלט לתכנית.
- מקלדת 18 מקשים שמתחברת לכרטיס ומשמשת לקבלת קלט מהמשתמש.
- רמקולים המשמשים כבדיקת קלט האודיו של התכנית.



1.4 צילום של הפרויקט

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



2 תכנון הפרויקט ולוח זמנים

מטרה: כאן תתכננו איך ייראה הפרויקט, מתי תבצעו כל שלב, ותוך כדי העבודה תמלאו את תאריך הביצוע בפועל.

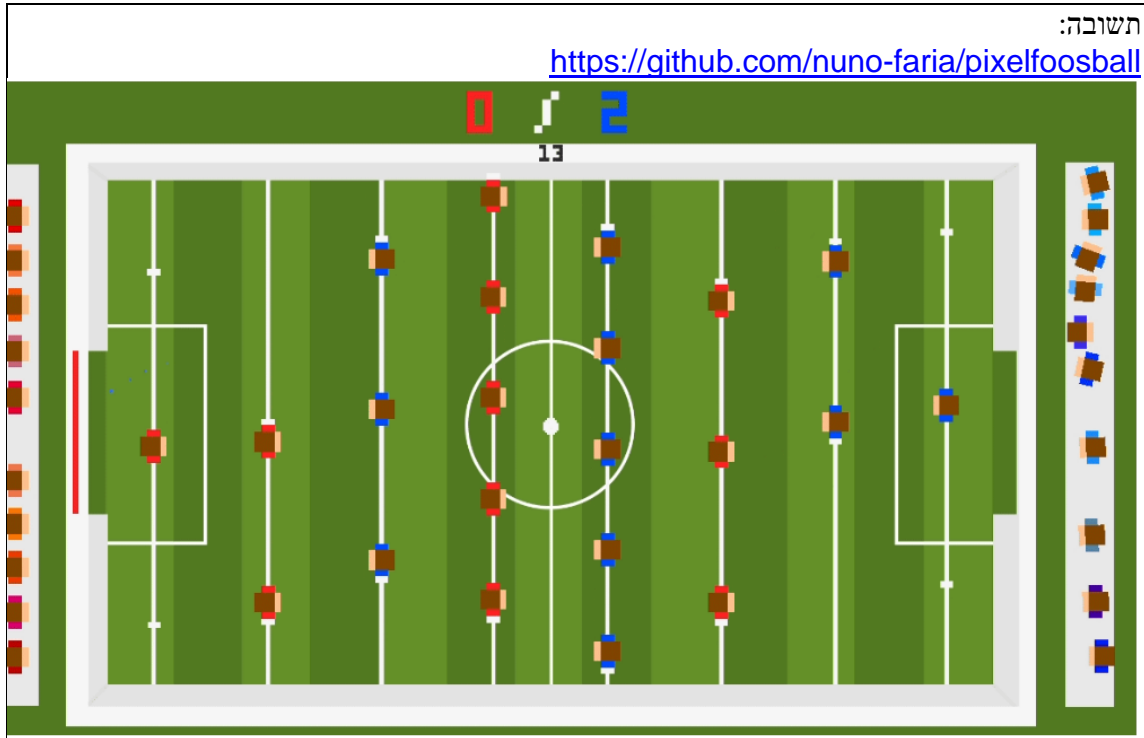
2.1 תכנון לוח זמנים

מטרה: 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	20.11.22	20.11.22	
מימוש ספתח	27.11	8.12.22	לאחר שעת קבלה הבנו כיצד לעבוד עם bitmap ולשחק עם רזולוציית הכדור והשחקן.
סכמת מלבנים MVP	4.12	12.12.22	
כתיבת מכונות המצבים של הפרויקט	11.12	20.12.22	במהלך העבודה במעבדה בחנוכה, נעזרנו בדודי ועברנו להשתמש במס' מכונות מצבים בפרויקט.
מימוש MVP	18.12	24.12	
CODE REVIEW	25.12	31.12.22	מעבר משותף על חלקי הפרויקט והקוד שלו, תיקונים סופיים בתצוגה.
הגשת הפרויקט	8.1.22	8.1.22	

2.2 סקר ספרות

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



2.3 הדרישות המקוריות של הפרויקט (כמו במצגת)

- פרט את הדרישות המקוריות של הפרויקט.

- שלושה מוטות לכל שחקן.
- שחקן אוטומטי ליריב.
- הגבת השחקנים ללחיצת מקשים.
- כדור עובר מתחת לשחקן שוכב.
- שחקנים מסוגלים לגעת בכדור.
- מונה ניקוד.
- השחקנים מסתובבים.
- מכה מושפעת מאורך לחיצה.
- צלילים בסיסיים לפגיעה וניצחון.

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

תשובה:

- האם נדרש סיבוב מלא של השחקן, או שמא שינוי במצב בין עומד לשוכב.

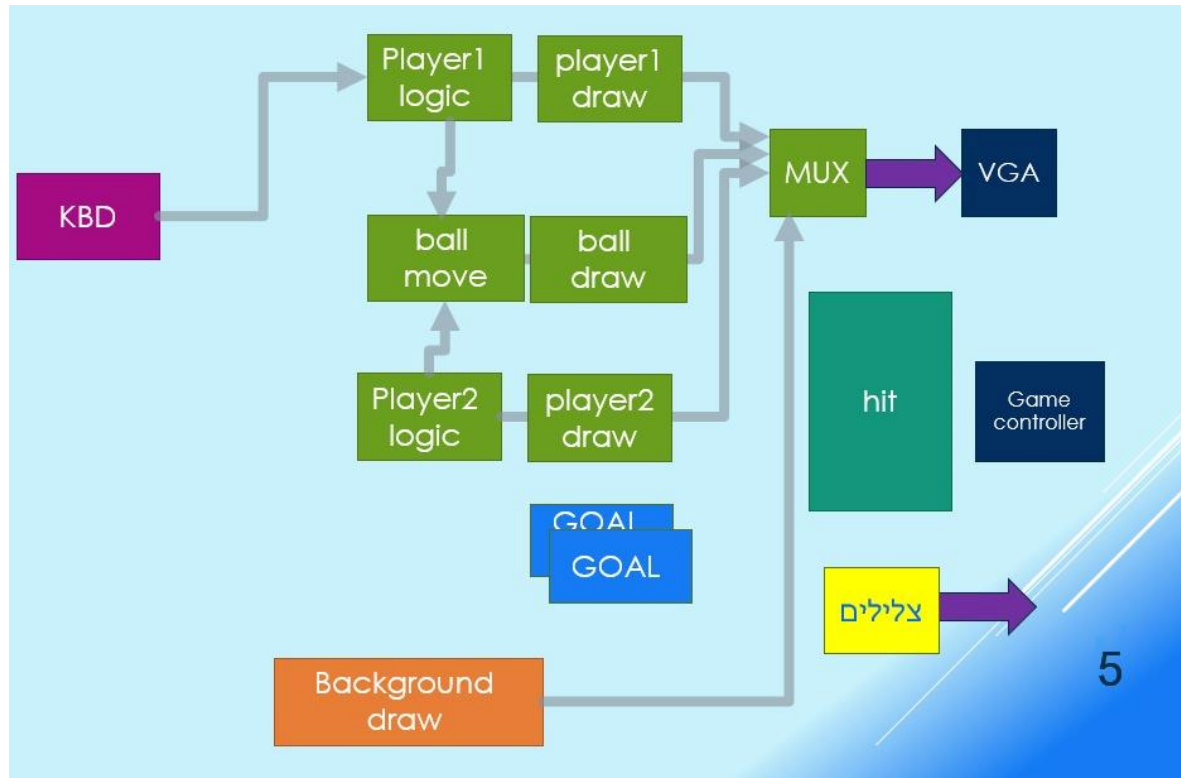
2.4 תכנון החלק היצירתי

- תכנן ופרט את הדרישות הנוספות של הפרויקט כחלק היצירתי שתרצה להוסיף.

- מגוון צלילים בכל מכה
- מכה חזקה מידי (ברמה הכי גבוהה) גורמת ליציאה של הכדור החוצה ומעבר כדור לקבוצה השנייה

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.



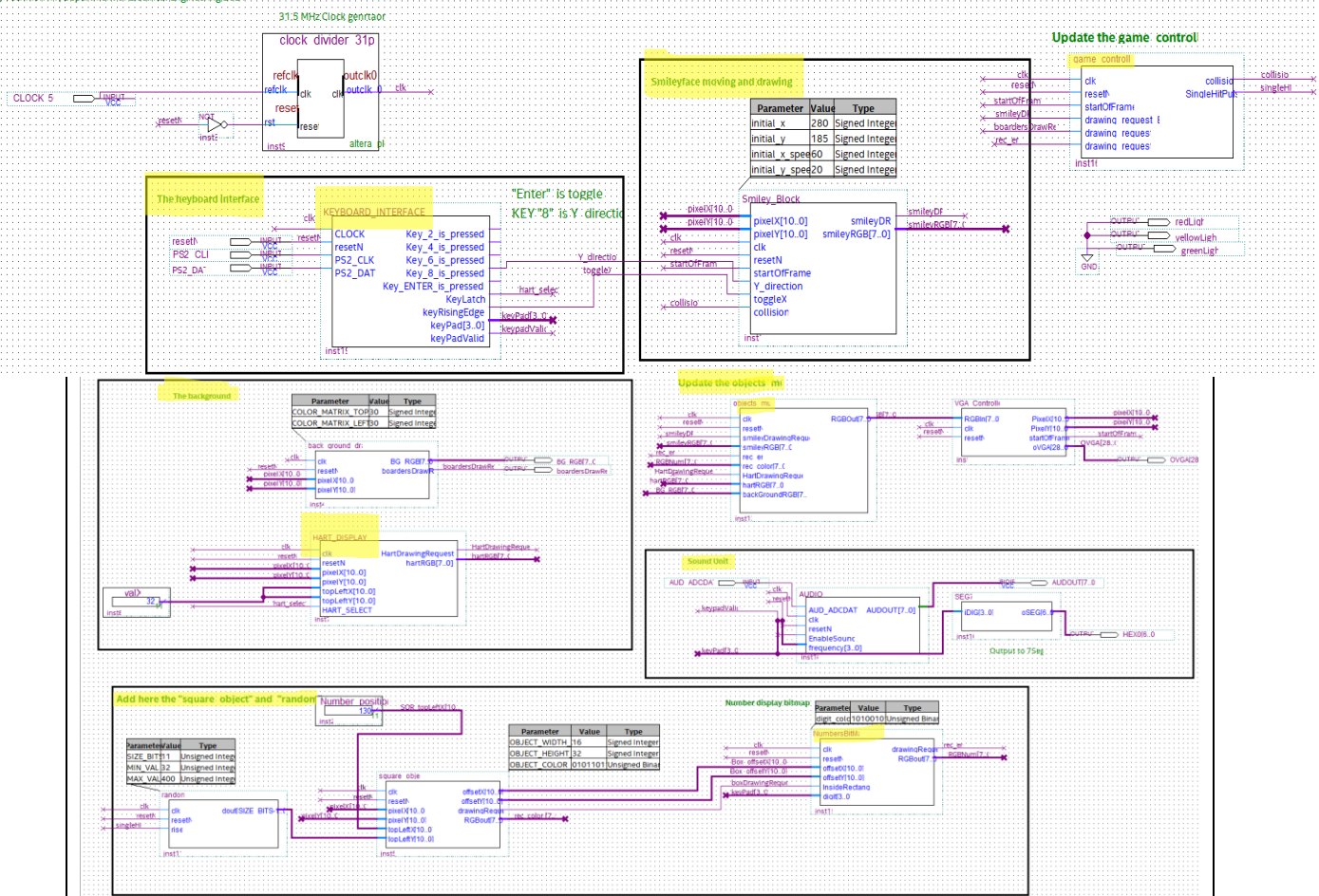
3 ממוש הספתח

3.1 מטרות ותאור הספתח

- רשמו כאן מה אתם מצפים להשיג מהספתח.

בחלק הספתח אנו מתחילים במימוש החלקים הבסיסיים בפרויקט, כמו כדור, שחקן, מוט וכו'. אנו מצפים להבין כיצד החלק הגרפי של המשחק עובד, אם זה בציר המשחק ואם זה בתנועת הגופים שקיימים במשחק.

- 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.

כדי ליצור את הפרויקט בצורה מיטבית, אנו צריכים להבין טוב יותר כיצד עובד ממשק המקלדת, ואיך מתאמים אותו בצורה הטובה ביותר יחד עם שאר חלקי הקוד. כמו כן, ניתן לייעל את זמן הקימפול ואת הפרויקט על ידי שימוש נכון בביטמאפ והבנה כיצד עובדות פונקציות הframe בפרט והVGA בכלל.

3.3 עדכון טבלאות התכנון

- עדכן בבקשה את הטבלה של תכנון הזמנים שבפרק 0.

אם עדכנת סמן V:

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

אם תכנתת סמן V:

4 הכנת ה-MVP

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 החשוב/הארוך/המורכב 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 (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	Back_ground_draw	יצירת החלק הגרפי שהוא לא bitmap, כלומר כל מה שעל המסך למעט כדור, שחקנים, תוצאה, שעון וכו'.	רקע כללי, גבולות מגרש, שערים.	קל	4
2	NumberBitMap	מציג מספר, הכוונה שלנו שישמש כתצוגה לתוצאה.	מספר שממוקם במקום קבוע ומתחלף בכל פגיעה במקום קבוע.	בינוני	1
3	Smiley_block	תנועת הסמיילי, מיועד לייצג תנועת כדור, בדיקת התנגשות שלו ושינוי המהירות שלו על המסך.	תנועה חופשית במסך, שינוי כיוון בכל התנגשות.	קשה	2
4	Hart_display	תנועת הלבבות, מיועד לייצג את תנועת השחקנים, מצב "אדיש" ומצב "מתנגש"	שינוי צורת שחקנים ללבבות, סידור ראשוני במקומות ייעודיים.	בינוני	3
5	Audio	יצירת צלילים במשחק	יקבל אות בהתנגשות בין שחקן לכדור ויפיק צליל	קל	5

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.

מודולים אלו נבחרו מכיוון שהם מהווים את החלקים המרכזיים והמיוחדים במשחק-השחקנים והכדור. בלי חלקים אלו, אין משחק בפועל. החלטנו לוותר על מודל הרקע והמספר.

4.2.2 מודול ראשון - [hart_display] - [אסף מסרי]

תפקיד מפורט של המודול	בשלב הראשוני, המודול מציג את הלבבות שקיבלנו במעבדת הVGA. תפקידו הוא לייצג את השחקנים במשחק, שבדומה ללבבות-ישנו מצב בכל לחיצה על מקש רלוונטי. כמו כן, גם לשחקנים יהיה מצב בו הכדור מתנגש בהם ומצב בו הכדור עובר מתחתיהם.
למה הוא חשוב	המודול חשוב, שכן השחקנים הם החלק המרכזי של המשחק יחד עם הכדור, והם החלק אותו המשתמש יכול להזיז ולשחק איתו.
מימוש מצומצם (MVP)	הלבבות מסודרים כעת בצורת מטריצת לבבות. המימוש שלנו בהתחלה יהיה שינוי מיקום המטריצה שלהם כך שיהיו מסודרים בצורת שורות. בנוסף, נשנה את הלבבות לצורות של שחקנים.
אופן המימוש	יצירת ביטמאפ חדש, שינוי המיקום בעזרת שינוי מטריצת המיקום של הביטמאפ.
כניסות עיקריות	pixelX[10..0] pixelY[10..0] topLeftX[10..0] topLeftY[10..0]
יציאות עיקריות	HartDrawingRequest hartRGB[7..0]

4.2.3 מודול שני - [smiley_block] - [דנאל ורדימון]

תפקיד מפורט של המודול	בשלב הראשוני, המודול מציג את החייכן שקיבלנו במעבדת הVGA. תפקידו הוא לייצג את הכדור המשחק, שבדומה לסמיילי, ינוע בכל המסך ויתנגש בשחקנים (לבבות) או יעבור מתחתיהם.
למה הוא חשוב	המודול חשוב מכיוון שללא ייצוג של הכדור לא יהיה ניתן לשחק את המשחק.
מימוש מצומצם (MVP)	נרצה לשנות את החייכן לכדור, וכמו כן נרצה לשנות את התנועה שלו כך שהוא ינוע בצורה חופשית על המסך ולא יהיה תלוי בתאוצה.
אופן המימוש	יצירת ביטמאפ חדש, מחיקת שורת התאוצה של החייכן בתוך המודול של התנועה וההתנגשות, ביטול שינוי הכיוון בלחיצה על אנטר ועלייה בלחיצה על 8.
כניסות עיקריות	pixelX[10..0] pixelY[10..0] startOfFrame collision
יציאות עיקריות	smiletRGB[7..0] smileyDR

4.3 עדכון טבלאות התכנון

- עדכן בבקשה את טבלאות המעקב של הפגישות ולוח הזמנים.

אם עדכנת סמן V: v

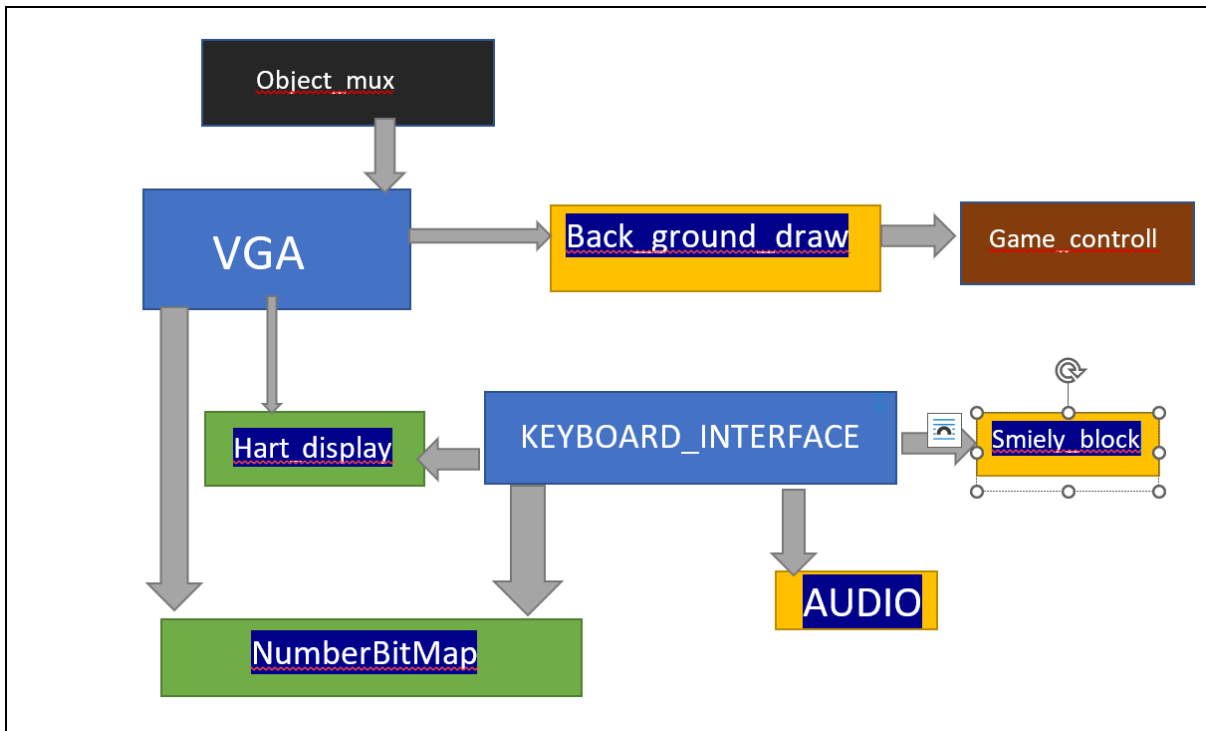
5 מעבדת אינטגרציה –

5.1 מימוש ה-MVP

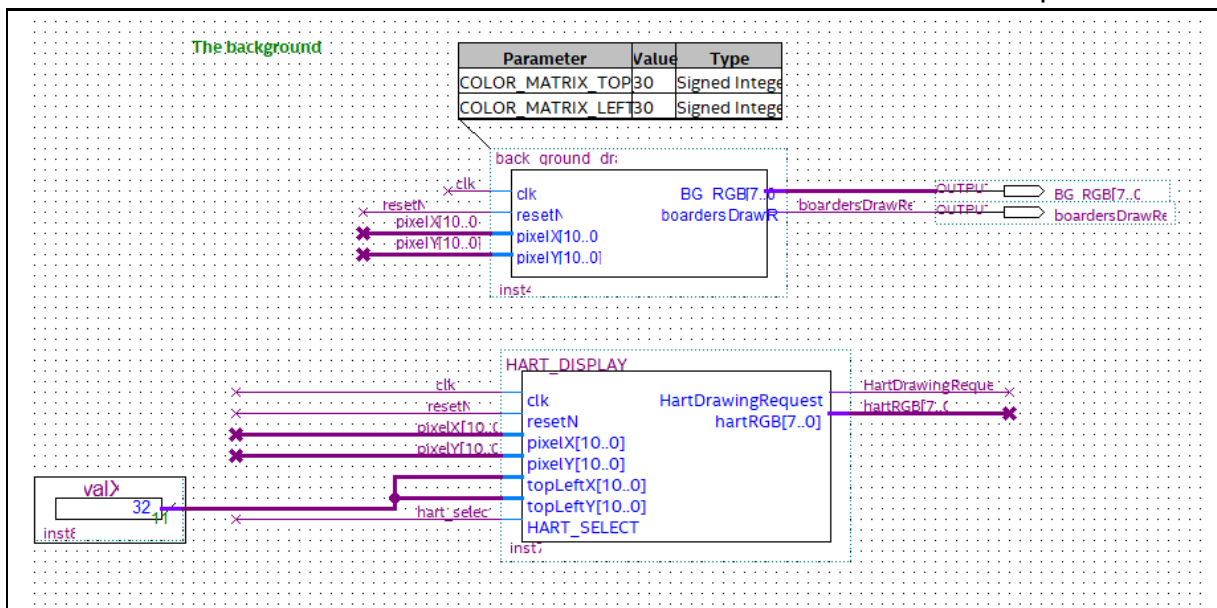
- תאר מה עושה הפרויקט בצורת ה-MVP, כלומר, הפרויקט במצבו המינימלי.

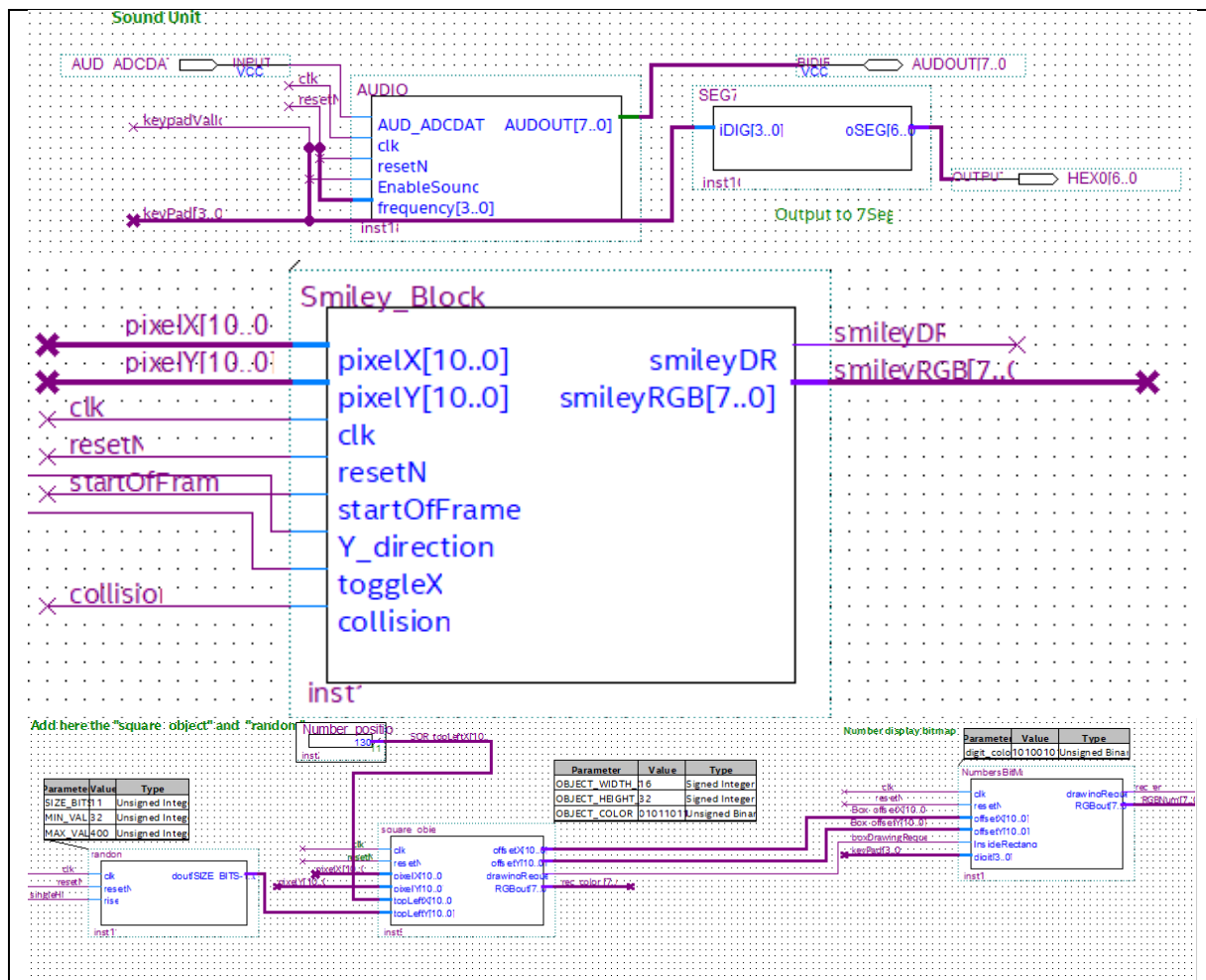
הפרויקט במצבו המינימלי כולל רקע ירוק בהיר ומסגרת למגרש; תנועה חופשית של החייכן ללא תאוצה; שינוי מיקום חלק מהלבבות כך שאינם מסודרים יותר בצורת לב גדול.

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



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

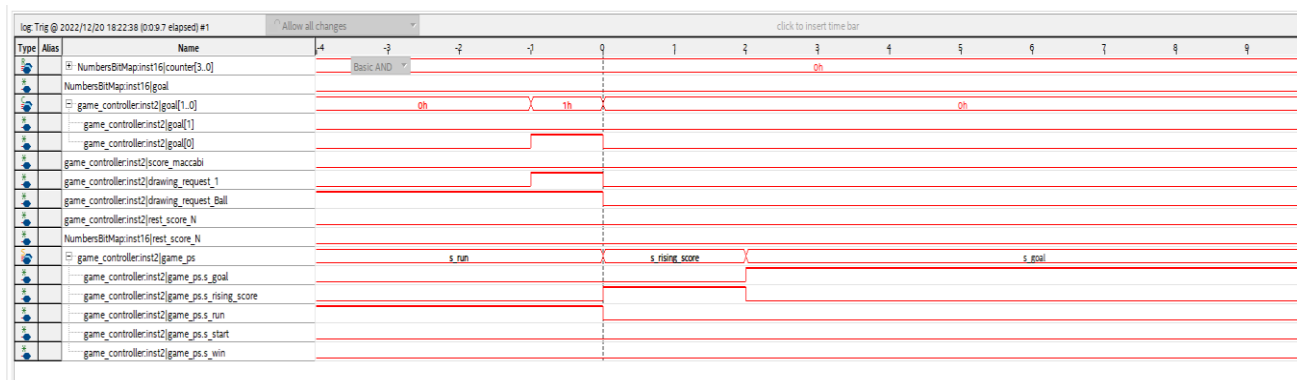




5.2 שמוש ב- S.T.) Signal Tap

אם השתמשת ב S.T. כדי לזהות באג אמיתי בחומרה, צרף מסך של ה S.T. בו זיהית את הבאג. הסבר מה היה הבאג, כיצד זיהית אותו וכיצד תקנת אותו.

אם לא השתמשת ב S.T. לזיהוי באג בחומרה, **חבל**, אבל עדיין עליך לצרף מסך של שימוש ב- S.T. בו מתבצעת פעולה סינכרונית מסובכת יחסית והסבר אותה.



כחלק מהפרויקט, ניסינו לייצר מצב של גול, כלומר פגיעת כדור בשער שתעלה נקודה, אך לא הצלחנו. השתמשנו ב S.T, ובזכותו גילינו שהמידע על התנגשות בין הכדור לשער נגמרת באותו מחזור שעון (drawing_request_1 ו drawing_request_ball), אך המידע על העלאת שער (score_maccabi) לא מתעדכן. הבנו שעלינו לשמור את המידע על התרחשות גול באותו מצב (s_run) ולא לקפוץ למצב אחר (s_rising_score), בו כבר לא קיים המידע על התנגשות.

5.3 עדכון טבלאות התכנון

- עדכן בבקשה את טבלאות המעקב של ההתקדמות בפרויקט.

אם עדכנת סמן V:



6 תיאור מפורט של שני מודולים (כמו במצגת)

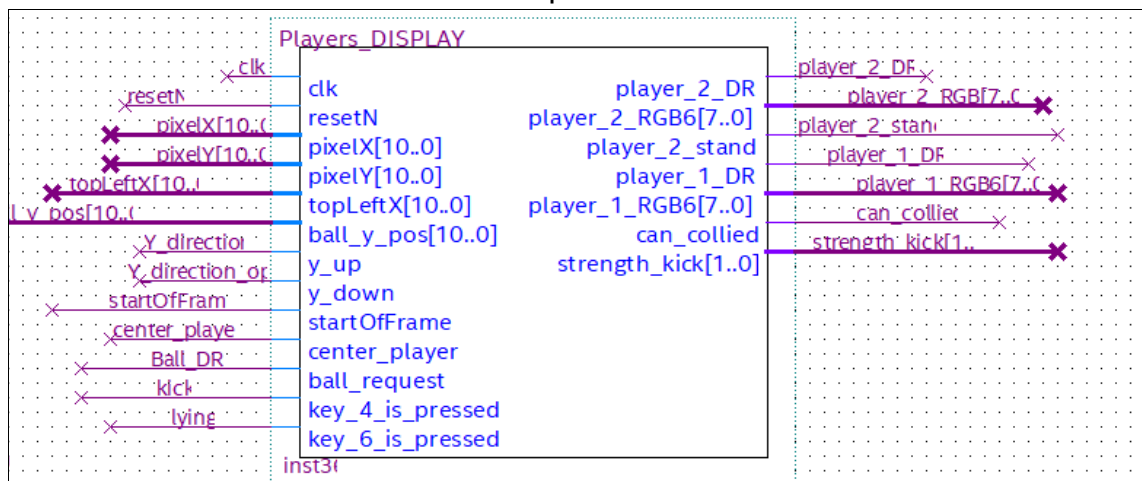
בסעיפים הבאים יש להרחיב על המודולים שעליהם כתבת בתמצות בסעיף 4.2.

שימו 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 טרוויאלי. לכל מודול יש להשלים את הסעיפים שלהלן.

6.1 מודול ראשון - [Players_DISPLAY] - [אסף מסרי]

6.1.1 שרטוט המודול

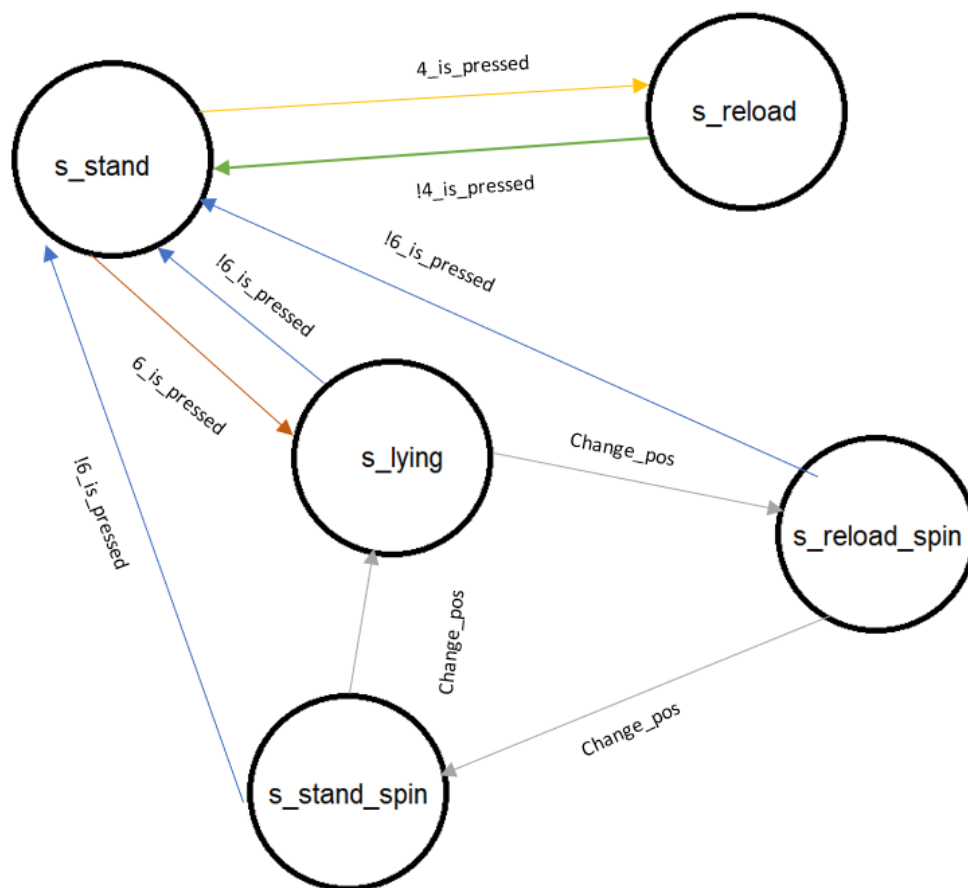
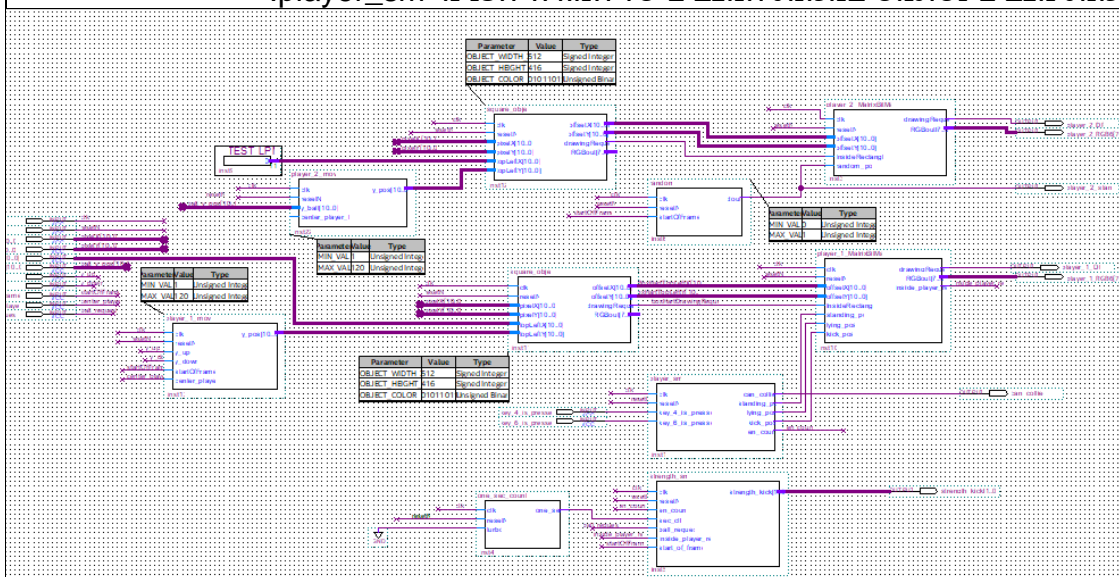
- הצג את שרטוט המודול כפי שהוא ממומש בקוורטוס.



6.1.2 דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)

- צייר את דיאגרמת המצבים של המודול.
- אם לא ממשת באמצעות מכונת מצבים תאר דיאגרמה לוגית של המודול.

המודול מורכב ממספר רב של מודולים. נצרך צילום מסך של המודולים הפנימיים, ועבור מכונת מצבים נשתמש במכונת המצבים של המודול הפנימי player_sm.



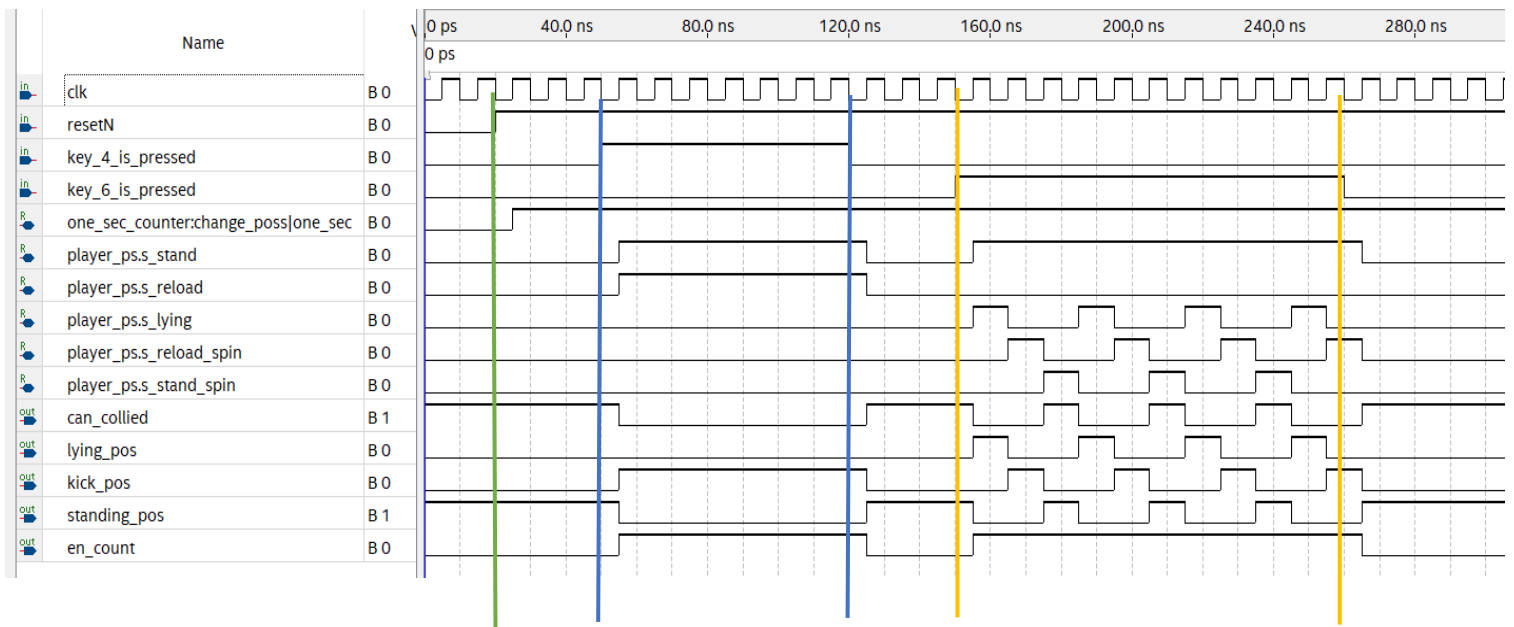
6.1.3 פרוט המצבים העיקריים

- פרט את המצבים העיקריים:

שם המצב	פעילות עיקרית	לאיזה מצב עוברים מהמצב הנוכחי ובאילו תנאים
S_stand	המצב ההתחלתי של מכונת המצבים, כלומר המצב ההתחלתי של השחקנים. מצב בו השחקנים עומדים סטטים.	עובר למצב s_reload בלחיצה על מקש 4. עובר למצב s_lying בלחיצה על מקש 6.
S_reload	מצב טעינת בעיטה. כל עוד 4 לחוץ, השחקן נמצא עם הרגליים לכיוון שמאל, כאשר הכדור יכול לעבור מתחתיו. במידה ומתבצע שחרור של 4 בזמן מפגש עם הכדור, מתבצעת בעיטה בעוצמה שתואמת את משך הזמן ש-4 היה לחוץ.	עובר למצב s_stand ברגע שמפסיקים ללחוץ על מקש 4.
S_lying	מצב ראשון של הסיבוב. בלחיצה על 6 עובר לפה, וחוזר חזרה כל עוד 6 לחוץ לאחר השלמת סיבוב, כלומר לאחר s_reload_spin ו s_stand_spin השחקן נמצא עם הרגליים לצד ימין.	עובר למצב s_stand ברגע שמפסיקים ללחוץ על מקש 6. במידה ומקש 6 נשאר לחוץ עובר למצב s_reload_spin.
S_reload_spin	מצב שני של הסיבוב. מגיע לפה לאחר מצב s_lying, בתנאי שמקש 6 לחוץ, וחוזר חזרה לאחר השלמת סיבוב, כלומר לאחר s_stand_spin ו s_lying. השחקן נמצא עם הרגליים לצד שמאל.	עובר למצב s_stand ברגע שמפסיקים ללחוץ על מקש 6. במידה ומקש 6 נשאר לחוץ עובר למצב s_stand_spin.
S_stand_spin	מצב שלישי של הסיבוב. מגיע לפה לאחר מצב s_reload_spin, בתנאי שמקש 6 לחוץ, וחוזר חזרה לאחר השלמת סיבוב, כלומר לאחר s_lying ו s_reload_spin. השחקן נמצא במצב (גרפית) עומד.	עובר למצב s_stand ברגע שמפסיקים ללחוץ על מקש 6. במידה ומקש 6 נשאר לחוץ עובר למצב s_lying.

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.



קו ירוק-סוף resetN, היציאות הן כערכי default.

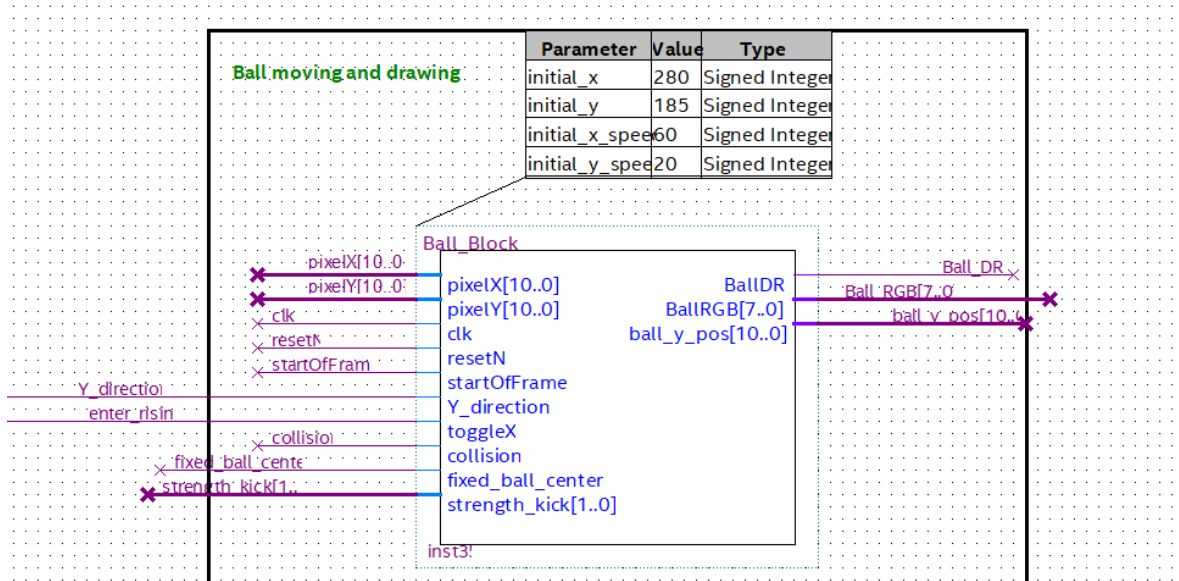
קו כחול-תחילת לחיצה על המקש 4, מה שגורם לכניסה למצב reload. ערכי היציאות תואמים לערכי המעודכנים reload, או למצבי default אם לא הוגדר להן משהו אחר באותו המצב. הקו הכחול השני מסמן על הפסקת לחיצת מקש 4, ובכך ליציאה מהמצב reload וחזרה למצב הדיפולטיבי stand.

קו כתום- תחילת לחיצה על המקש 6, מה שגורם לכניסה למצב lying, ומשם מעבר בכל מחזור שעון למצבים הרלוונטיים כל עוד 6 לחוץ, שהם reload_spin וstand_spin. בהתאם לכך, ערכי היציאות משתנים בכל מחזור שעון לפי המצב הרלוונטי. הקו הכתום השני מייצג הפסקת לחיצת מקש 6 חזרה למצב הדיפולטיבי stand, בהתאם למכונת המצבים.

6.2 מודול שני - [Ball_block] - [דנאל ורדימון]

6.2.1 שרטוט המודול

הצג את שרטוט המודול כפי שהוא ממומש

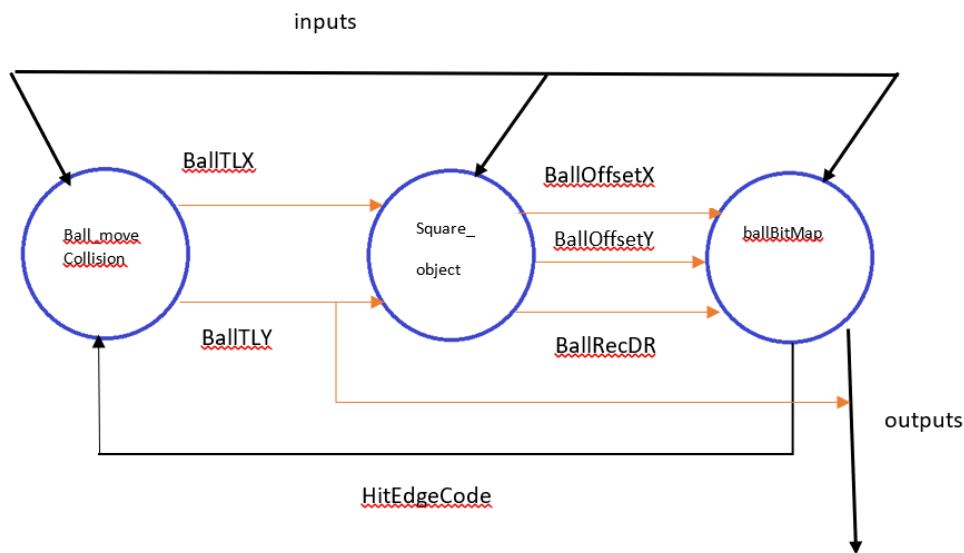
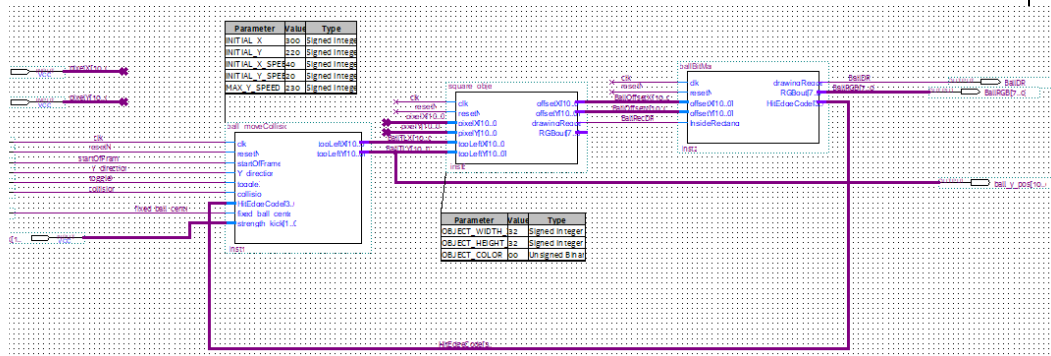


6.2.2 דיאגרמת מצבים (bubble diagram - בועות)

צייר את דיאגרמת המצבים של המודול.

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

המודול מורכב ממספר רב של מודולים. נצרך צילום מסך של המודולים הפנימיים. בנוסף, לא מימשנו מודול זה בעזרת מכונת מצבים, כך שנצרך דיאגרמה לוגית של המודול.



6.2.3 פרוט המצבים העיקריים

• פרט את המצבים העיקריים:

שם המצב	פעילות עיקרית	לאיזה מצב עוברים מהמצב הנוכחי ובאילו תנאים
Ball_move_collision	המודול שאחראי על תנועת הכדור. מקבל כקלט מידע שמשפיע על שינוי המהירות או המיקום של הכדור, ומוציא כפלט את שתי הנקודות הרלוונטיות לציור הכדור. בתוך מודול זה מוחלט האם הכדור ישנה תנועתו בגלל התנגשות עם שחקן/מסגרת, יגביר מהירות בגלל בעיטה של שחקן או	היציאות של המודול הנ"ל עוברות למודול square_object. היציאות הן מיקום הפינה השמאלית העליונה של מלבן bitmap (topLeftX ו topLeftY), והן משתנות בהתאם למהירות הכדור לפי ציר X וציר Y, שהן חוטים פנימיים בתוך המודול. שינוי המהירויות מוגדרים בתוך המודול, ומשתנים בהתאם למקרים

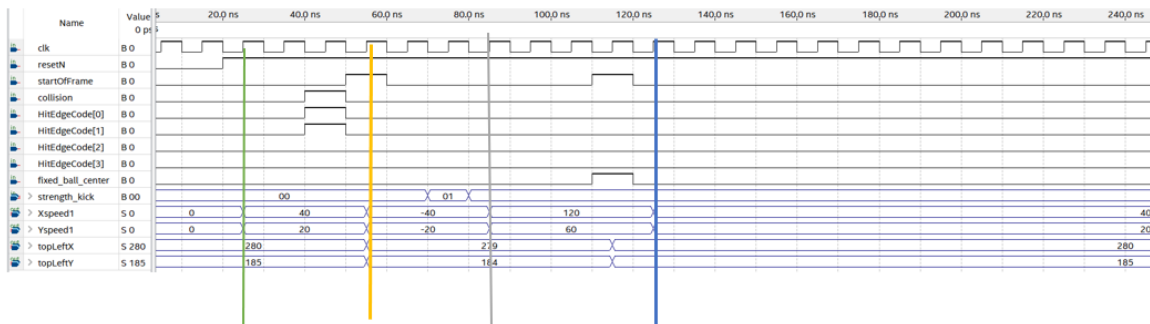
	יחזור חזרה למרכז בגלל גול, ניצחון או איפוס המשחק.	שונים במשחק: במקרה של התנגשות בשחקן/קיר (מידע שמתקבל מהכניסות HitEdgeCode collision) (הכדור נשלח לצד השני/הנכון בהתאם; במקרה של עוצמת בעיטה חזקה) (מידע שמתקבל מהכניסה strength_kick) מהירות הכדור משתנה בהתאם; עבור מקרים של איפוס (כלומר כדור במרכז מהכניסה fixed_ball_center או מresetN) הכדור חוזר למרכז ולמהירותו ההתחלתית. כמו כן, יציאת BallTLY יוצאת גם outputs שמגיע למודול שנמצא בtop, המודול game_controll, שם היא כבדיקה ליציאת הכדור מהגרש.
Square_object	שליחת מיקום מדויק של תחילת ציור הכדור למודול bitmap בתוך המלבן שלו, ושליחת אות לתחילת הציור (אות ה drawing request, כלומר מתי להתחיל לצייר).	היציאות של המודול עוברות למודול ballBitMap. היציאות משתנות לפי ישירות מערכי הכניסה, ומייצגות את offset שיש לבצע מגודל המלבן ועד לתחילת ציור ה bitmap.
ballBitMap	ציור הכדור עצמו לפי ערכי bitmap במיקום המתאים לפי הערכים שקיבל מהמודולים הקודמים.	יציאות המודול הן output המודול הגדול, כלומר ציור הכדור, יחד עם היציאה HitEdgeCode, שמעדכנת את הכניסה הרלוונטית במודול הראשון Ball_move_collision.

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.

מטרת המודול הראשי היא שרטוט bitmap הכדור בהתאם לתנועה הרצויה שלו. לכן, היציאות הראשיות של bitmap רלוונטיות בעיקר ליצירת תמונת VGA, וסימולציה עבור המודול לא תייצג בצורה מדויקת את אפשרויות הפעולה של הכדור. לכן, בחרנו ליצור סימולציה עבור המודול ball_moveCollision, בו מתקבלות ההחלטות לגבי תנועת הכדור בהתאם לכניסות ולמצב המשחק.

הערה: את מהירות הכדור מייצגים שני חוטים פנימיים בתוך המודול, Xspeed וYspeed. לאחר התייעצות עם מדריך בשעת קבלה, ומכיוון שלא ניתן להציג חוטים פנימיים כיציאות, הגדרנו עבור הסימולציה בלבד שתי יציאות Xspeed1 וYspeed1, שמייצגות את ערכי החוטים הפנימיים.



קו ירוק- מייצג את עליית השעון לאחר resetN. ניתן לראות שערכי המהירויות מוגדרות בתור המהירויות ההתחלתיות של הכדור, ומיקום המלבן מוגדר להיות המיקום ההתחלתי שלו.

קו כתום- מייצג מצב של התנגשות בקיר וקבלת start of frame אחריו. ניתן לראות שהמהירות משתנה גם בציר X וגם בציר Y לערך השלילי שלה, שכן הכניסות collision (שמצביעה על התנגשות), HitEdgeCode[0] (התנגשות בציר Y) ו-HitEdgeCode[1] (התנגשות בציר X) חיוביות וגורמות למהירות לצד השני. כמו כן, בעקבות start of frame, גם מיקום המלבן bitmap משתנה בהתאם.

קו אפור- מייצג את עליית השעון לאחר קבלת הערך 01 בstrength_kick, שמצביע על עוצמת בעיטה בינונית בניגוד לכיוון התנועה. בהתאם לכך, החיוביות משתנה שוב, וכמו כן הערך המוחלט של ערכי המהירויות גדל פי 3.

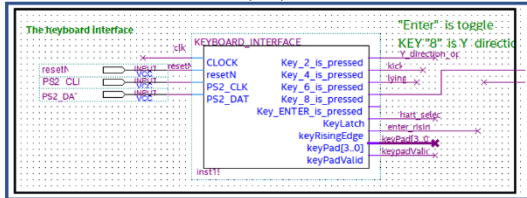
קו כחול- מייצג את עליית השעון לאחר קבלת fixed_ball_center, מה שגורם לכדור לחזור למרכז ולמהירות ההתחלתית שלו-כפי שאכן מוצג ביציאות הרלוונטיות.

7 מימוש ההירארכיה עליונה - התכנסות לסיום הפרויקט

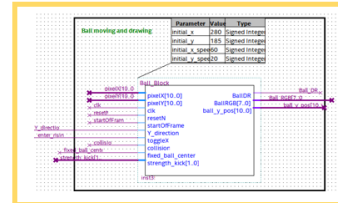
7.1 שרטוט

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

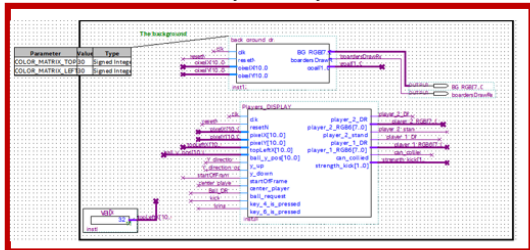
ממשק המקלדת



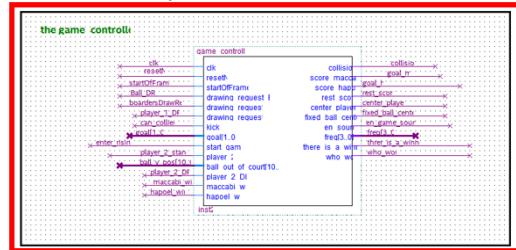
מודול הכדור



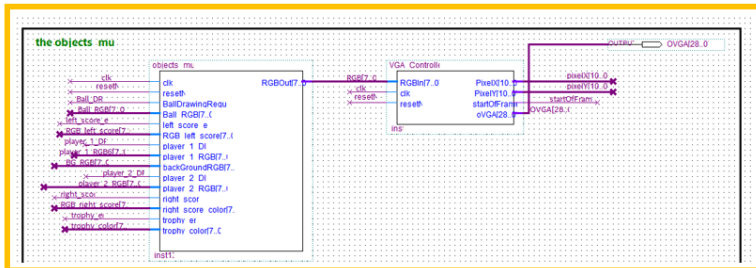
רקע ושחקנים



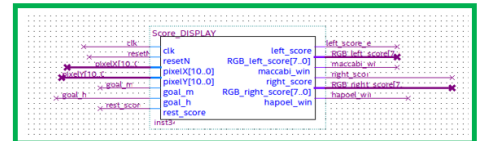
מודול המשחק



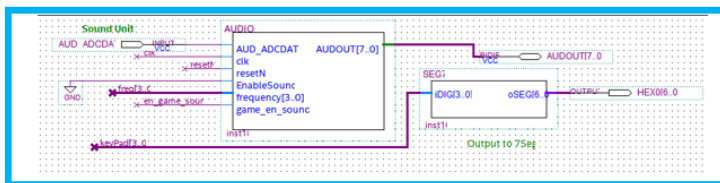
יצירת התמונה



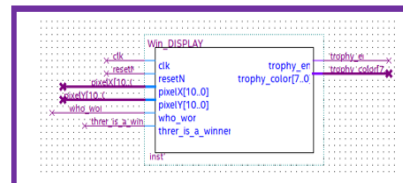
תוצאה



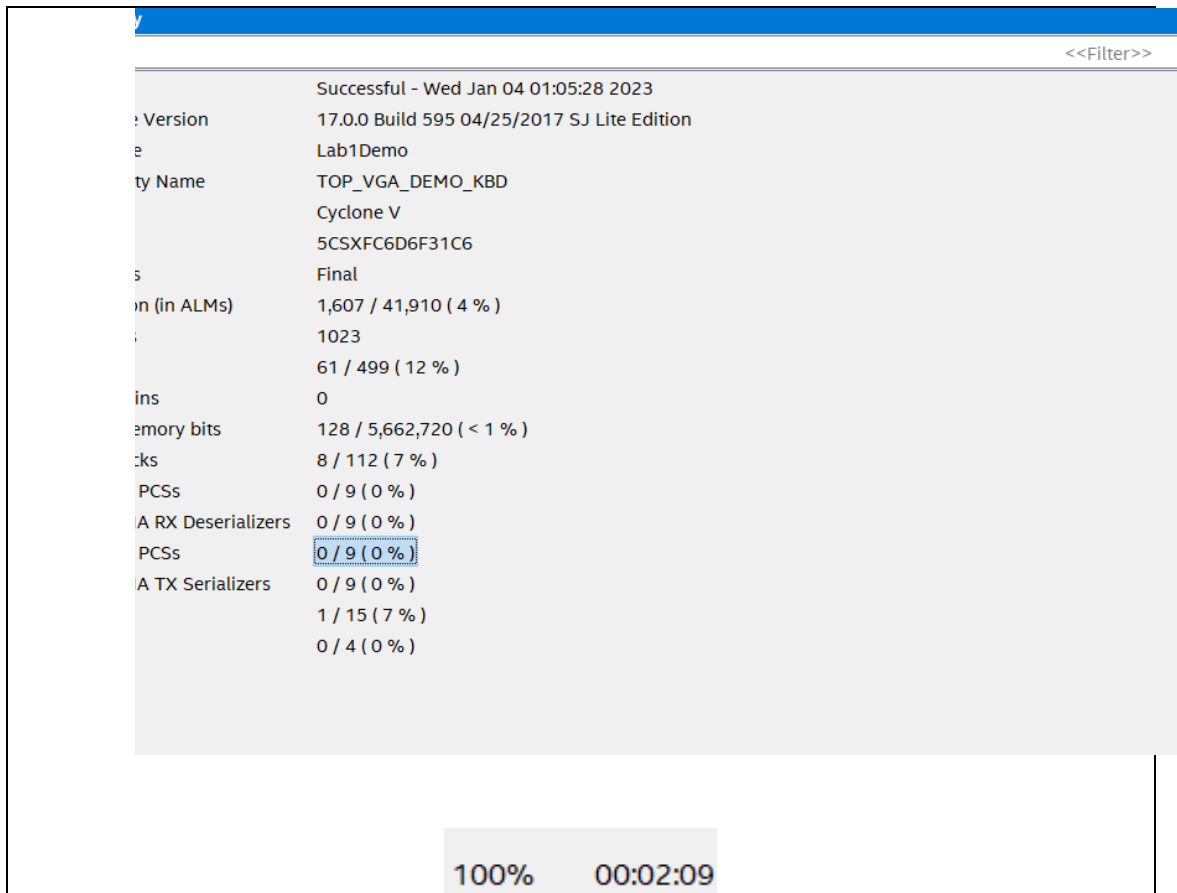
סאונד



ביטמאפ גביע



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?**

צריכת המשאבים היא סבירה, שכן 96% מהמשאבים נשארו פנויים. רוב המשאבים הלכו לדעתינו למימוש הגרפיקה, בעיקר bitmaps, וכן ליצירת רכיבי זיכרון שונים במהלך התכנית. זמן הקומפילציה שלנו הוא 2:09 דקות, לכן עמדנו בדרישת הקומפילציה של פחות מ-10 דקות.

8 סיכום ומסקנות –

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

החוויה של ביצוע הפרויקט הייתה חוויה מיוחדת. במהלכו למדנו המון בכמה תחומים. תחילה, בצד המקצועי הרגשנו שלמדנו טוב יותר את השימוש בverilog. בנוסף, החשיבה המקצועית שלנו השתפרה, בכל הנוגע לשימוש נכון במודולים, מכונות מצבים, סידור קוד, מימוש בשפת תיאור חומרה וכיוצא בזאת. ברמה המשימתית, השתלנו להיצמד לדרישות המקוריות ועמדנו בהן, וניסינו להוסיף גם רעיונות נוספים משלנו. כמו כן, הרגשנו שהשתפרנו בפתרון בעיות וירידה לפרטים, בעיקר במהלך משימות מסובכות ותקלות מסוימות, שלפעמים נדרשו מס' שעות ואפילו מס' ימים לפתרון. השתמשנו בכלים שונים לפתרון בעיות, אם בסימולציות וsignal tap ואם בשעות קבלה, ייעוץ וחיפוש פתרונות במקורות מידע שונים. המסקנות שלנו הן שעבודה מסודרת לפי עקרונות מניבה פתרונות לבעיות, וכמו כן שירידה לשורש הבעיה והבנה מעמיקה של התוכנה יעזרו להתגבר על מכשולים שיגיעו בדרך.