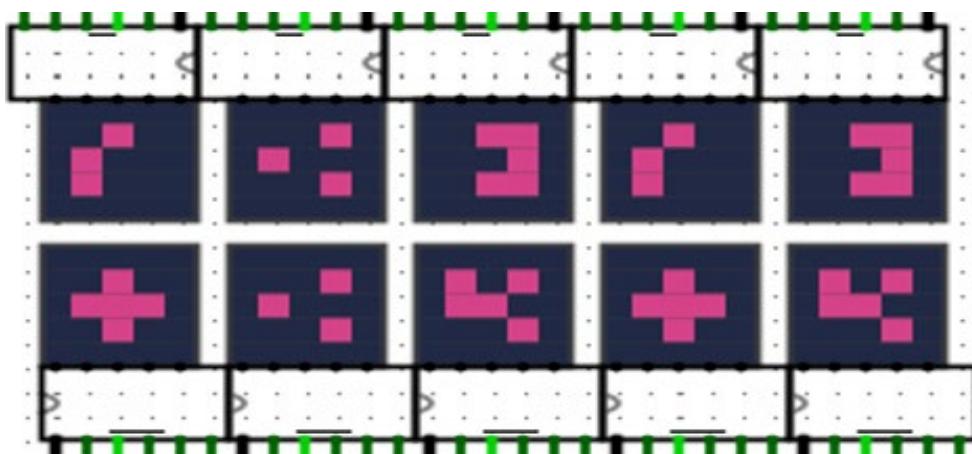




ספר פרויקט - תבן לוגי

Memory Game



מגישים :

שם סטודנט : טטיאנה אבו שקארה

שם סטודנט : מריה נחלה

בהנחיית : מ"ר צור עופר

תוכן עניינים:

1	דף שער
2	תוכן עניינים
3	מבוא
3	תיאור המערכת ופרט פונקציונלי
4-5	רכיבי המערכת שלנו
6	תרשים מלבים
23-7	שימוש המערכת בסימולציה
24	הסבר להפעלת המערכת בסימולציה
25	טבלת רכיבים
26-29	חישוב תזמון
30	סיכום

מבוא:

משחק ה-Memory Game הוא משחק זיכרון שבו השחקן נדרש למצוא ולהתאים זוגות של סמלים מתחום לוח משחק שמורכב מ-10 קלפים (5 זוגות). השחקן בוחר קלפים ולוחץ על כפתור בדיקה כדי לבדוק אם הם תואמים. המטרה היא להצליח להתאים את כל הזוגות תוך שימוש בזיכרון שnbr, תוך כדי שימוש על ניסיונות חיים ומוגבלות זמן במצב קשה.

מצבי המשחק:

- **מצב קל 3:** ניסיונות שגויים (חיים) ללא מגבלת זמן.

- **מצב קשה:** מגבלת זמן של 3 דקות וניסיון שגוי אחד בלבד (חיים 1).
אם השחקן טועה או שהזמן נגמר – המשחק מסתיים.

המשחק בנבנה באמצעות *Logisim-Evolution* וככלול משק יידוטי לשחקן, עם אפשרות להפעיל או לכבות אפקטים קוליים, ולהציג נוריות שמאומנתו אם השחקן מנצח או מפסיד.

תיאור המערכת והמפרט הפונקציונלי – משחק הזיכרון (Memory Game)

1. תיאור כללי של המערכת

המערכת היא משחק זיכרון דיגיטלי המושם באמצעות *Logisim Evolution*. המשחק מתנהל על לוח של 10 מטריצות LED בגודל 5x5, שציגות 5 קלפים שונים, כאשר כל קלף מופיע פעמיים בזוגות אקראיים. מטרה המשחק היא לבחור שני קלפים תואמים וללחוץ עליהם כדי לבדוק אם הם תואמים.

מפרט פונקציונלי – משחק הזיכרון (Memory Game)

✓ מצבי המשחק:

- **מצב קל:** לשחקן יש 3 ניסיונות שגויים (חיים) ללא מגבלת זמן.

- **מצב קשה:** לשחקן יש מגבלת זמן של 3 דקות וניסיון שגוי אחד בלבד (חיים 1).

- ✓ **לוח המשחק:** המשחק מוצג על 10 מטריצות LED בגודל 5x5, כאשר כל אחת מציגה קלף מתוך 5 קלפים שונים, שמאורים בזוגות אקראיים.

- ✓ **בחירה קלפים:** השחקן בוחר שני קלפים מתוך 10 כפתורים, כל כפתור משוויך למטריצה עם קלף. לאחר מכן לחוץ על כפתור בדיקה כדי לבדוק אם הקלפים תואמים.

- ✓ **הנחת מצב המשחק:** מצב המשחק מוצג על המטריצות, עם קלפים נבחרים, מוסתרים ותואמים.

✓ בדיקת זוגות:

- אם הקלפים זהים, הם נשארים גלוים.

- אם אינם תואמים, הם מוסתרים מחדש לאחר זמן קצר.

- ✓ **ניקוד:** מתעדכן עם כל התאמה נכונה.

✓ סיום המשחק:

- **נצח:** כאשר כל הזוגות נמצאו.

- **הפסד:** אם הזמן אוזל או אם השחקן טועה ונוטרו לו חיים.

✓ תוספות נוספות:

- כפתור הפעלה/כיבוי סאונד לבחירה אם לשימוש אפקטים קוליים במהלך המשחק.

- נוריות ירוקה נדלקת כאשר השחקן מנצח.

- נוריות אדומה נדלקת כאשר השחקן מפסיד.

רכיבי המערכת שלנו:

1. לוח המשחק – 10x LED Matrix 5x5 (Game Board – 10x LED Matrix 5x5)

▪ **תפקיד:** מציג את קלפי המשחק ומצבם (מוסתרים, נבחרים, תואמים).

▪ **שימוש:**

- **10 מטריצות LED** בגודל 5×5 , כאשר כל מטריצה מייצגת קלף.
- **הקלפים מפוזרים בזוגות אקריאים** בתחלת המשחק.
- **שינוי מצב הקלפים מוצג באופן חזותי על ה-LED Matrix**.
- **כasher קלף נבחר, הוא מוצג באופן זמני**, ולאחר בדיקה הוא נותר גלי (אם נמצא זוג) או מוסתר מחדש.

2. מערכת שליטה באמצעות כפתורים (Buttons Control)

▪ **תפקיד:** מאפשרת לשחקן לבחור קלפים ולבצע פעולות משחק.

▪ **שימוש:**

- **10 כפתורים**, כל אחד משוויך למטריצה מסוימת לבחירת קלף.
- **כפתור בדיקה (Check)** להשואת שני קלפים שנבחרו.
- **כפתור סאונד (Sound ON/OFF)** להפעלה או כיבוי אפקטים קוליים.
- **כפתור איפוס (Reset)** לתחלת המשחק חדש.

3. מערכת בדיקת זוגות (Matching Logic – Comparator & Logic Gates)

▪ **תפקיד:** בודקת אם שני קלפים שנבחרו תואמים.

▪ **שימוש:**

- **כasher השחקן לוחץ על בדיקה**, המערכת **משווה בין הערכיהם** שנמצאים במטריצות שנבחרו.
- **אם הקלפים זהים → הם נותרים גליים.**
- **אם הם שונים → הם מוחדרים לאחר זמן קצר.**
- **אם השחקן טועה:**
 - **במצב קל**, מספר הניסיונות מצטמצם עד לאובדן שלושת החיים.
 - **במצב קשה**, יש ניסיון אחד בלבד, ואם הוא נזיל – המשחק נגמר בהפסד.

4. מערכת טיימר – 3 Minutes Countdown (Timer System – 3 Minutes Countdown)

▪ **תפקיד:** מגביל את זמן המשחק במצב הקשה.

▪ **שימוש:**

- **Counter ייחודי** שסופר אחוריה מ-180 שניות (3 דקות).
- **כasher הזמן מגע ל-0, המשחק נגמר בהפסד** (אם כל הקלפים לא נחשפו).
- **. התצוגה נעשית באמצעות 7 Segment Display**-7.

5. מערכת ניקוד וחיה (Score & Lives System)

• **תפקיד:** מציגה את מספר הנקודות והחיי השחקן.

• **שימוש:**

- כל התאמה נכונה מוסיפה נקודות (במצב קשה אפשר לחשב ניקוד לפי הזמן שנותר).
- תצוגת- Segment Counter 7 מראה את מספר החיים שנותרו לשחקן.
- במצב קל: מתחילה עם 3 ניסיונות (חיים).
- במצב קשה: יש ניסיון שגוי אחד בלבד.

6. מערכת סיום המשחק (Game Over System – LEDs & Logic)

• **תפקיד:** מזהה ומסמנת את סיום המשחק.

• **שימוש:**

- ניזחון: כאשר כל הזוגות נמצאו ← נדלקת נורית יrokeה.
- הפסד: אם הזמן נגמר או אם אין יותר חיים ← נדלקת נורית אדומה.
- בנוסף, ניתן להציג **аниמציה** או הודעה על המטריצות.

7. מערכת סאונד (Sound System – ROM & Speaker)

• **תפקיד:** מפעילה אפקטים קוליים במהלך המשחק.

• **שימוש:**

- ROM ששומר צלילים דיגיטליים (ビナリים).
- רמקול (Speaker) שモפעל בהתאם לפעולות שונות:
 - צליל בחירות קלף.
 - צליל התאמה נכון.
 - צליל שגיאה במקרה של טעות.
 - צליל ניזחון או הפסד.
- השחקן יכול להפעיל או לכבות את הסאונד באמצעות כפתור סאונד.

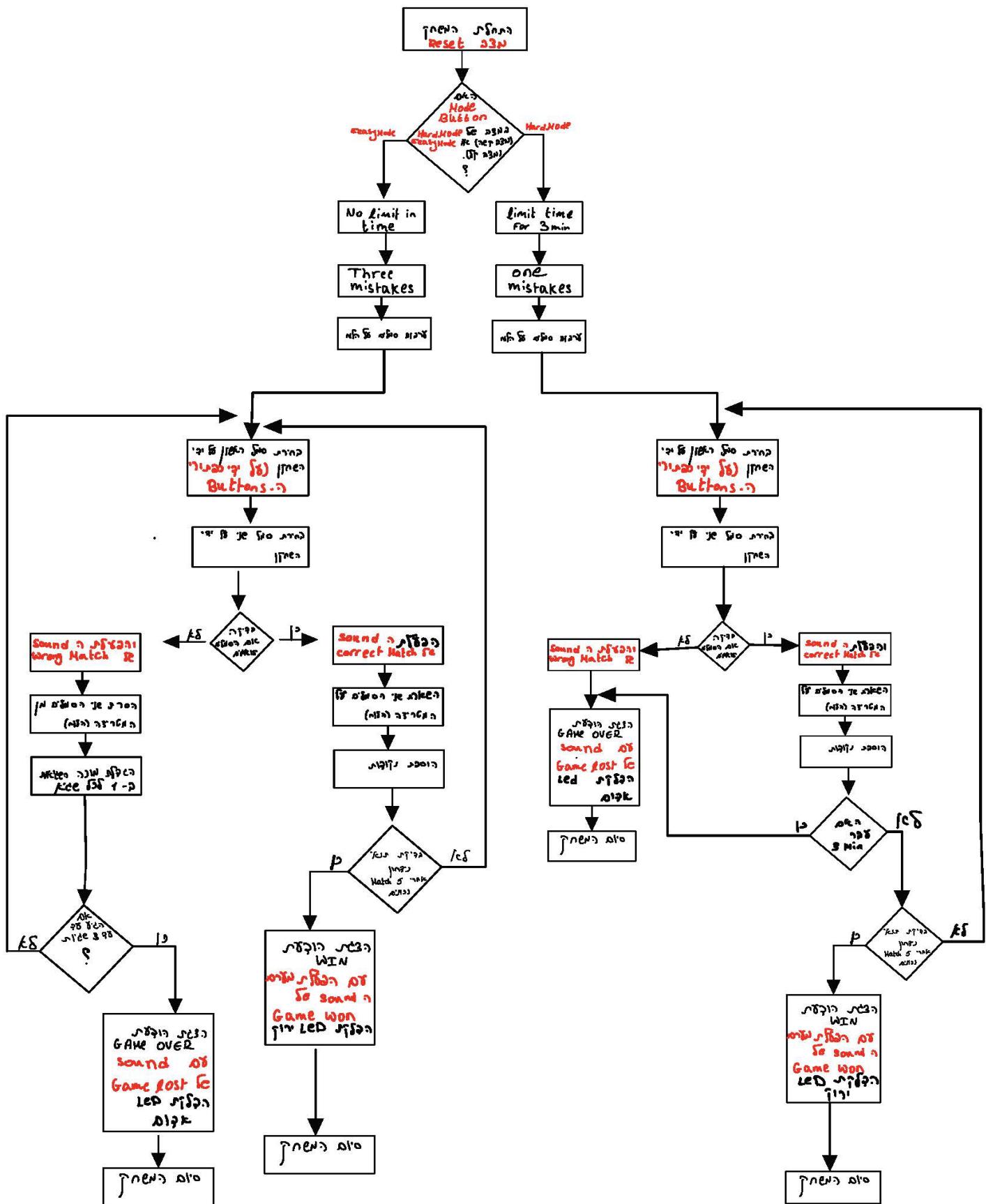
8. תצוגת מידע – Segment Display & Indicators

• **תפקיד:** מציג מידע מספרי על מצב המשחק.

• **שימוש:**

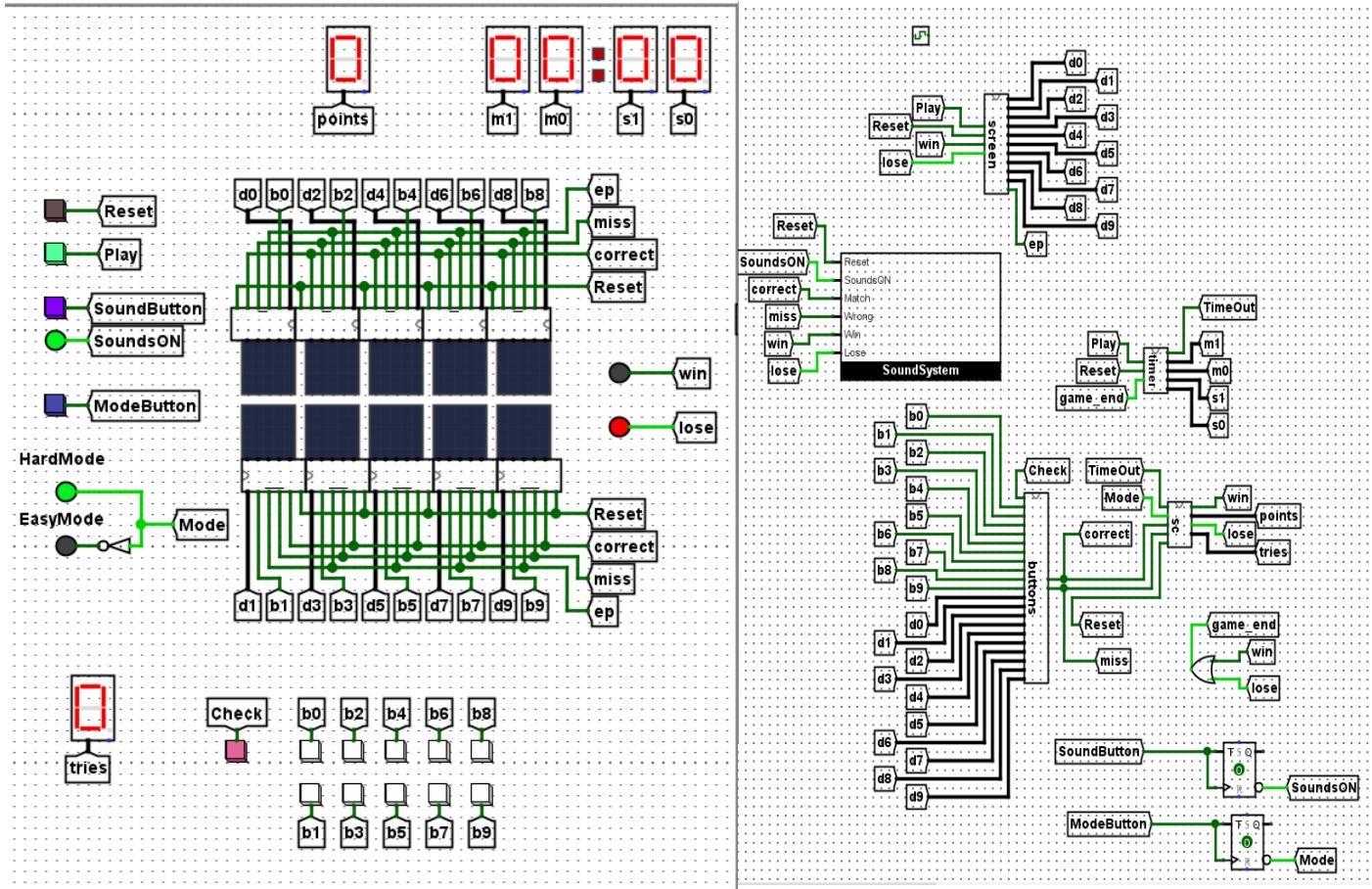
- זמן נותר (במצב קשה) מוצג על Segment Display-7.
- מספר הניסיונות שנותרו (חיים) מוצג אף הוא.
- נורות חיוי (LEDs) מסמןות את ניזחון (ירוק) או הפסד (אדום).

תרשימים מלבניים:



המיושם ב Logism

מיושם כולל של המערכת:



הסבר רמת על

המעגל מציג מערכת למשחק זיכרון הבנויה ב-Logisim. במרכז התרשימים ניתן לראות לוח משחק בצורת מטריצה של להצנים (b0-b9) המוחברים למנגנון בקרה.

- בצד שמאל: **לחצני שליטה** – אתחול (Reset), הפעלה (Play), מצב משחק (Mode), וcptor שמע (Sound).

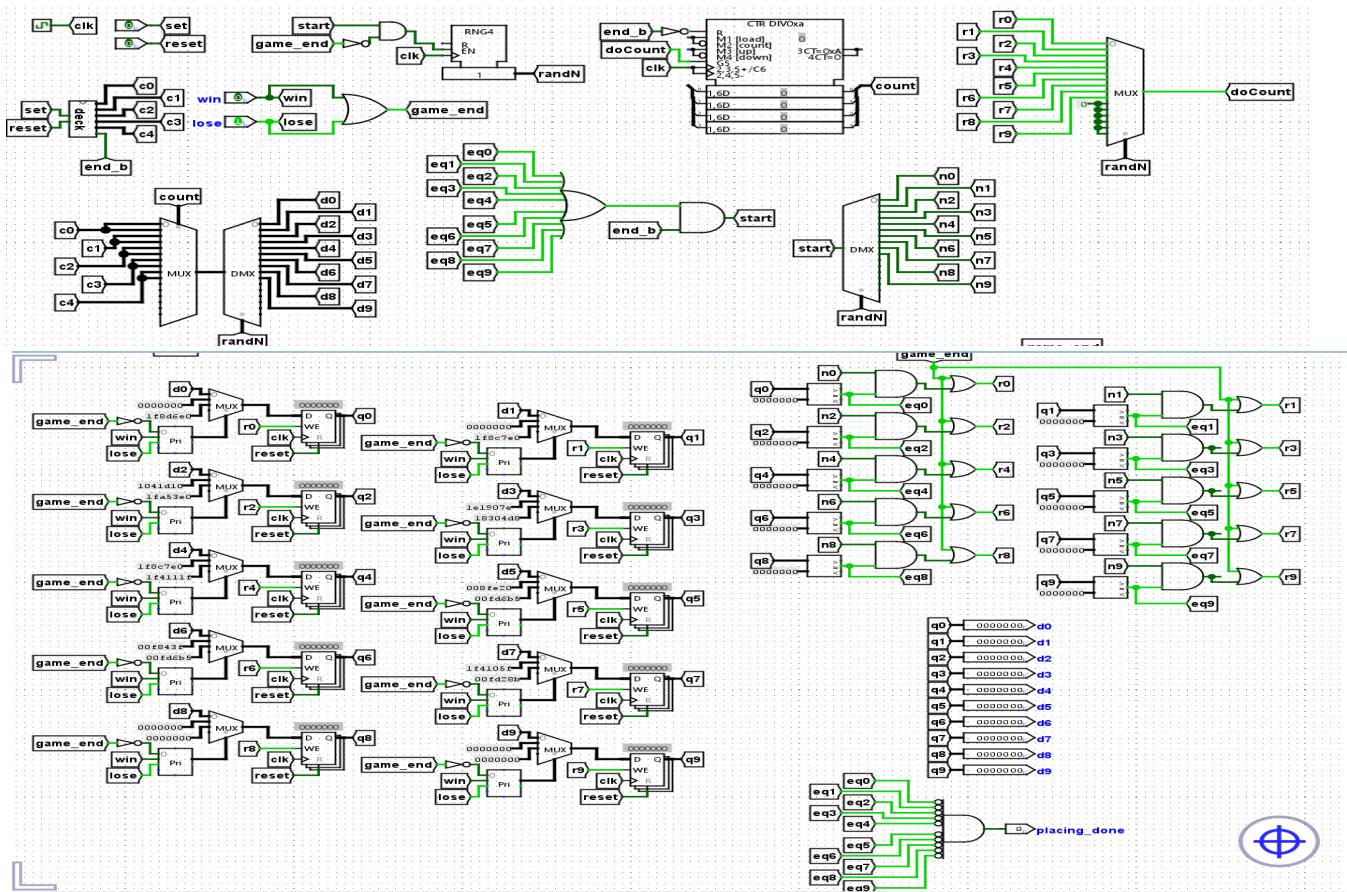
- בצד ימין: **מחוני חיוי** – הצלחה (Win), כישלון (Lose), והתאמות (Correct/Miss).

בחלק העליון: **מונח ניקוד וניסיונות**, לצד יחידת Timeout לניהול מוגבלת הזמן.

- בתמונה השנייה: **מנגנון הבקרה** SMB7 השווה בין הלחיצות, מחשב ניקוד ומפעיל את מערכת השמע בהתאם לתוכזה.

המעגל משלב לוגיקה קומבינטורית וסיקוונסיאלית לניהול מהלך המשחק, בדיקת התאמות וסיום המשחק בתנאי ניצחון או הפסד.

Screen :



הסבר רמת עליון – לוגיקת המשחק

המסכים מציגים את הלוגיקה הפנימית של המשחק הזיכרון, המתמקדת בניהול הבחירה, ייצור מספרים אקראיים והשוואות זוגות.

מרכיבים מרכזיים:

1. מוחלט מספרים אקראיים (**randN**)

- מופיע בצד שמאל העליון.
- משמש לבחירת ערכים רנדומליים להציגת הCARTEISIM על הלוח.
- מתזמן על ידי אות שעון (**clk**).

2. השוואות זוגות (**eq0 - eq9**)

- קבוצת שערים המודדת אם שני UNITS תואמים.
- אם יש התאמה – המשחק ממשיך, אם לא – מתבצע ניסיון נוסף.

3. ניהול מצביו המשחק (win/lose, game_end)

- ייחדות האחריות לקביעת סיום המשחק בקרה של ניצחון (win) או הפסד (lose).
- משתלבות עם מונה הניסיונות ובחירה הקלפיים.

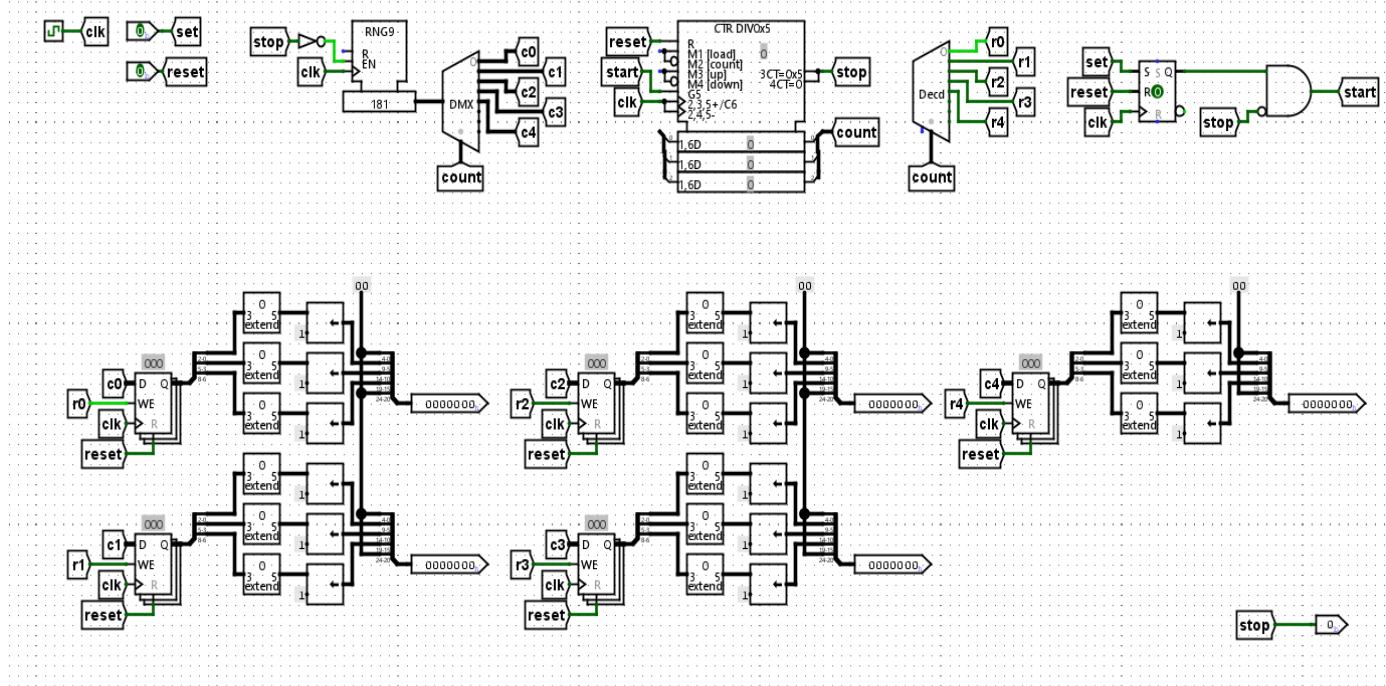
4. זיכרון המשחק (MUX, DMX, רגיסטרים)

- בצד ימין למטה מופיעים רגיסטרים המאחסנים את מצב הלוח הנוכחי.
- לכל CARTEISIM (r0 - r9) שומר ערך המוצג על הלוח.

5. אימוץ וסיום שלב (placing_done)

- בודק אם כל הCARTEISIM מוקמו ומונע בחירות נוספות לאחר סיום המשחק.
- המעגל משלב לוגיקה קומבינטורית וסיקורונסיאלית לניהול שלבי המשחק, תוך שימוש ברגיסטרים, שערים לוגיים ומערכות ספירה לבקרה על מהלך המשחק.

Deck:



הסבר על רכיב DECK בתוך רכיב Screen

רכיב DECK אחראי על ניהול הקלפים במשחק הזיכרון, תוך שילוב לוגיקה של רישום, אחסון ושליפה.

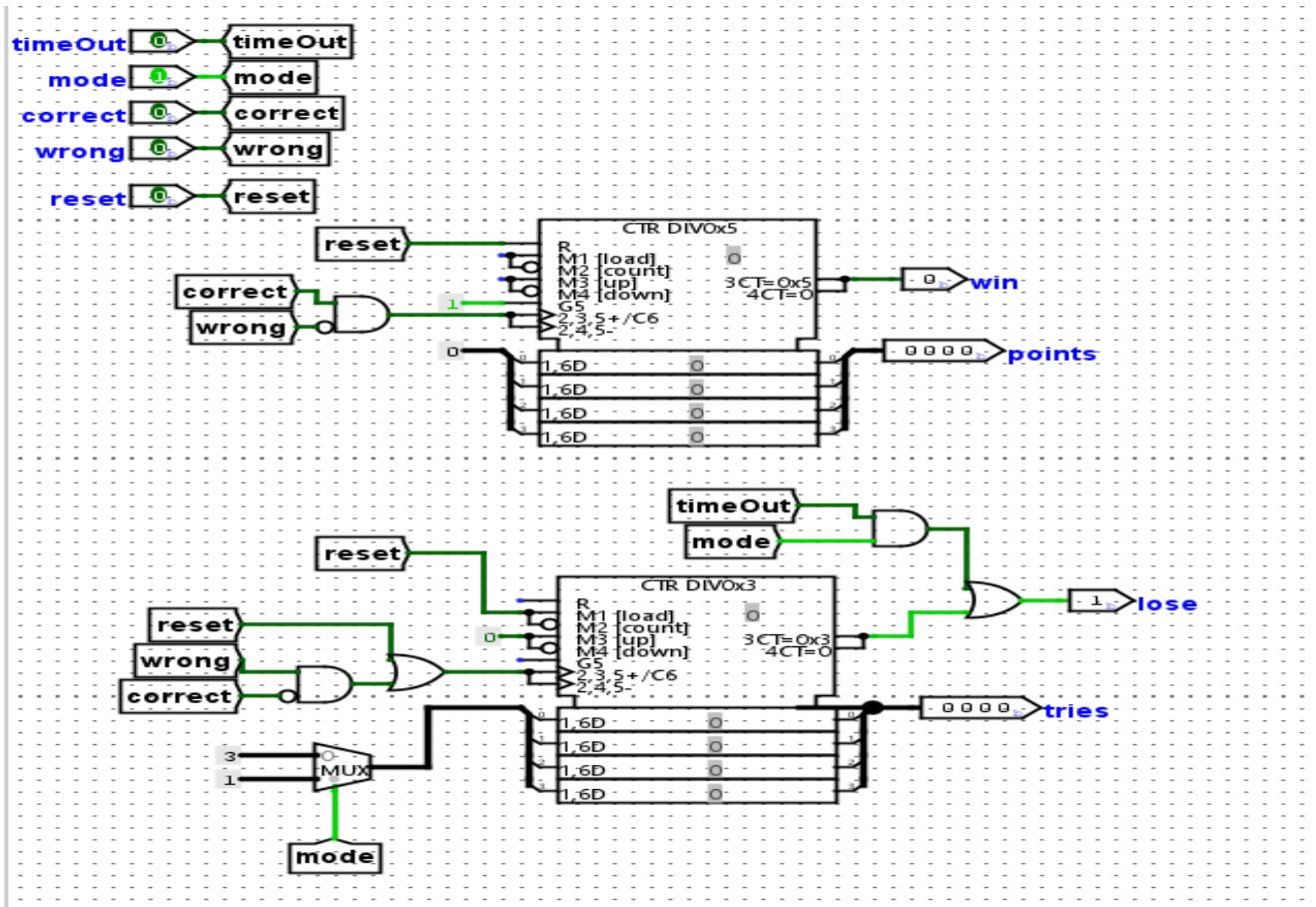
רכיבים מרכזיים ב-DECK:

1. **מחולל מספרים אקראיים (RNG9)**
 - יוצר מספרים אקראיים - c0 - c4 (כדי לקבוע את סדר הקלפים על הלוח).
 - משתמש ברכיב מפענה (DMX) כדי להפיץ את הערכיהם למקום המתאים .
2. **МОНОНГОСПИРЯ (CTR DIV9, count, stop, start)**
 - המונה מנה את סדר הפעולה של המשחק, תוך בקרה על חלוקת הקלפים והתקדמות בשלבים .
 - אחת ה-stop מסמן סיום פעולה הספירה ומאפשר את חזור השלב הבא .
3. **אחסון מצב הקלפים (r0 - r4, רגיסטרים ויחידות הרחבה)**
 - לכל קלף שומר ערך בזיכרון באמצעות כתיבה (WE) לאחסון או עדכון המידע .
 - לכל יחידת אחסון יש אוטות כתיבה (WE) לאחסון או עדכון המידע .
4. **מערכת שליטה והפעלה (set, reset, start, stop)**
 - מנגן בקרה הכלול שערים לוגיים (S-R Latch) המנסכנים את מעבר המצבים בין שלבים שונים במהלך המשחק .

תפקיד הרכיב במהלך המשחק

רכיב DECK קובע את מקום הקלפים על המסך, מודיא שהם נשמרים בזיכרון ומבצע את המונה המתקדם בשלבי המשחק .

Score:

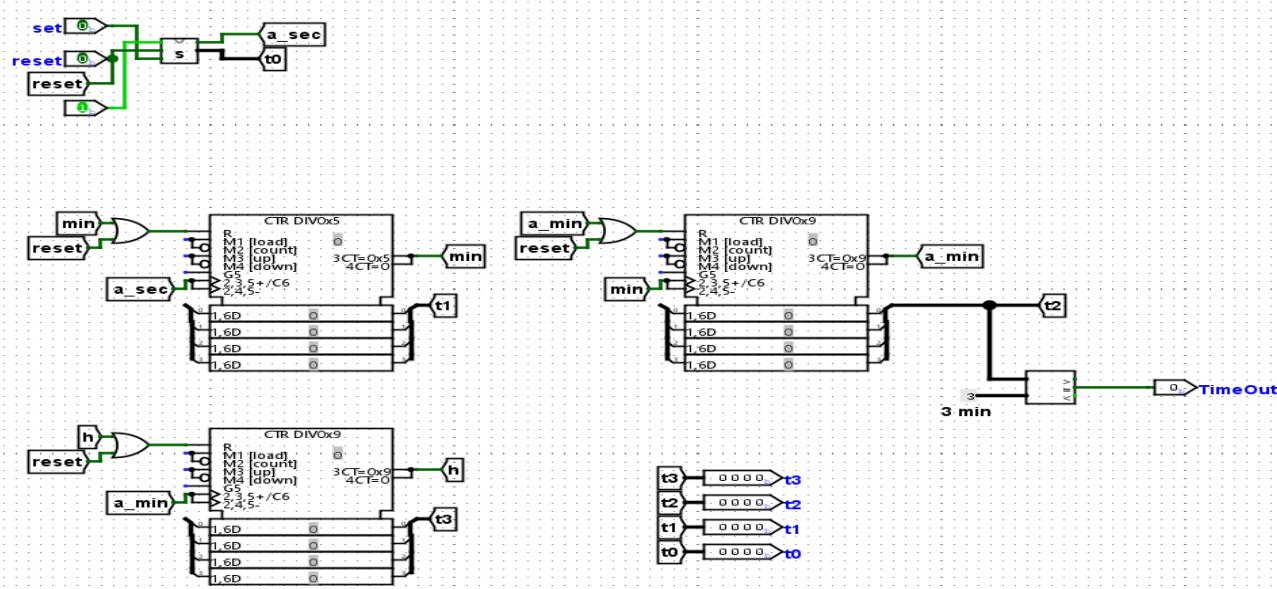


רכיב – SCORE ניהול ניקוד וניסיונות

רכיב SCORE אחראי על מעקב אחר ביצועי השחקן, קביעת הצלחה או כישלון, ועדכון מצב המשחק בהתאם:

- **מונה נקודות (CTR DIV0x5):** סופר תשובות נכונות ומגדיל את הניקוד. כאשר מגיע לערך יעד, מופעל האות **win**, שמצוין על ניצחון.
- **מונה ניסיונות (CTR DIV0x3):** עוקב אחר מספר הניסיונות של השחקן. אם כמות הניסיונות נזוכה או התרחש האות **lose**, מופעל האות **timeOut**.
- **תנאי חפסד:** שעורי AND/OR מנהחים את מצביו **timeOut** ו-**mode** כדי לקבוע האם המשחק נכשל.
- **מצב קשה (Hard Mode):** משפייע על פעולה ה-**MUX**, מקטין את מספר הניסיונות או מחמיר את תנאי הניקוד, מה שהופך את המשחק לאתגר יותר ודורש דיוק גבוהה יותר.
- **ניהול האיפוס:** בכל שינוי של מצב המשחק או הפעלה מחדש, הרכיב דואג לאתחול המונחים כדי לשמר על תקינות ספירת הניקוד והניסיונות.

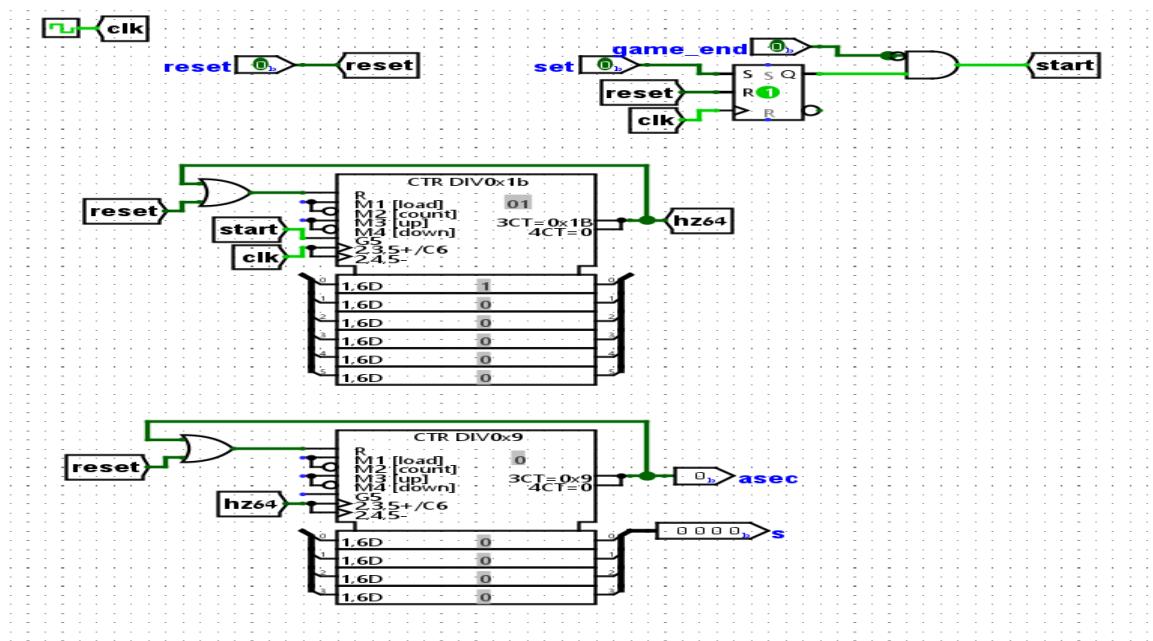
Timer:



רכיב – TIMER ניהול זמנים למשחק

- רכיב **TIMER** אחראי למדידת הזמן במשחק ומגדיר את מצב **TimeOut** בהתאם להתקדמות הזמן:
- מונה 10 שניות (CTR DIV0x5): סופר מהזרוי שעון ומיציר אותן **a_sec** כל 10 שניות.
 - מונה דקות (CTR DIV0x9): סופר מהזרוי **a_sec** ומיציר אותן **min** בכל דקה.
 - מונה 10 דקות (CTR DIV0x9): סופר מהזרוי **min** ומיציר אותן **a_min** כל 10 דקות.
 - תנאי עצירה: שעירים לוגיים מזהרים הרגען המקסימלי (למשל 3 דקות) ומפעילים **TimeOut**.
 - שליטה ואיפוס: אוטות **set** ו- **reset**אפשרותית מהדש או סyncron ספירה.
- הרכיב מאפשר מעקב וניהול מדויק של זמן המשחק באמצעות חלוקה הגיונית של מהזרוי הספירה.

Seconds Counter:



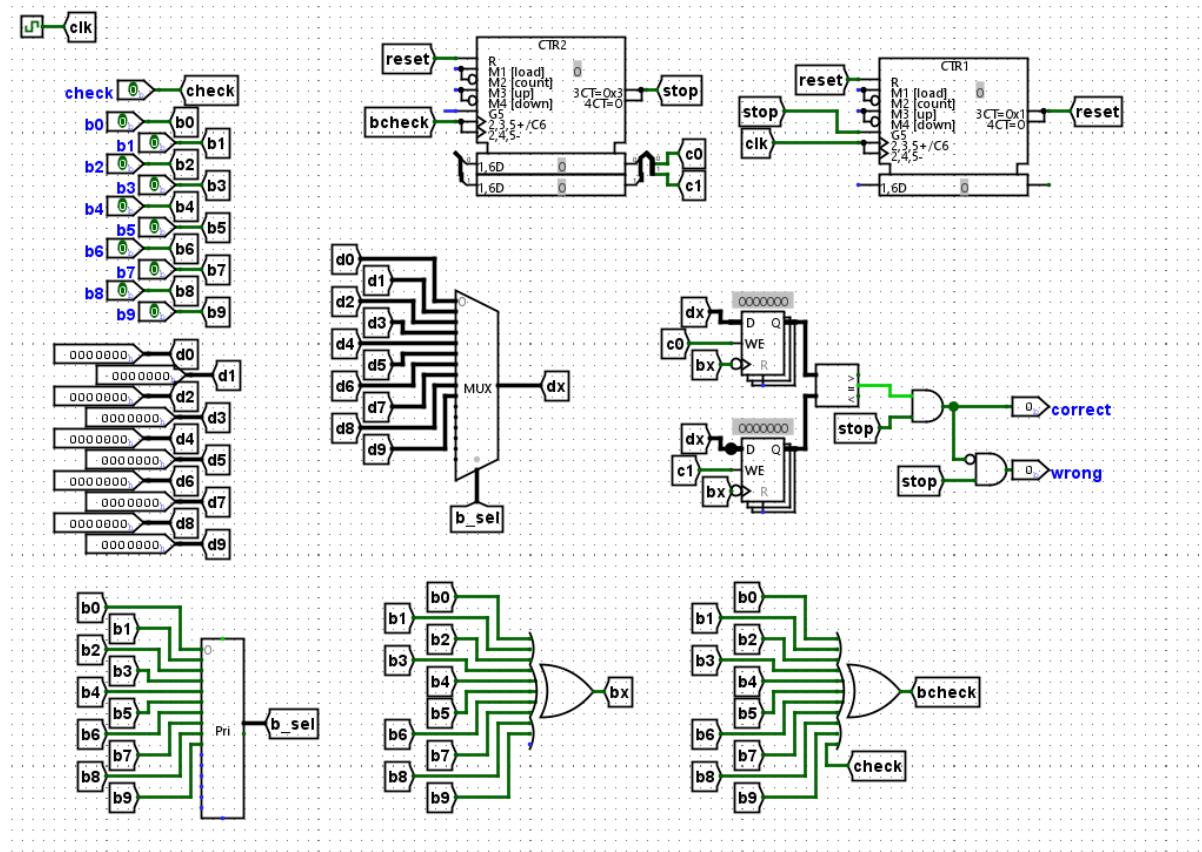
רכיב Seconds_Counter מנהל זמן המשחק והפעלה הספירה

רכיב זה אחראי להתחלה הספירה ולהLOCATION הזמן בהתאם לתקומות המשחק:

- **מנגנון הפעלה (RS-FF)**: מתחילה את המשחק עם אוט **set** ופסיק עם **.game_end**.
- **МОНГА РАШИ (CTR DIV0x1B)**: סופר מזוורי שעון ומפיק אוט **hz64** לצורך תזמון המשחק.
- **МОНГА ШВИНОТ (CTR DIV0x9)**: משתמש באוט **hz64** כדי לייצר אוט **asec**, המציג שניות.
- **שליטה ואיפוס**: אוט **reset** מאפשר חזרה לתחלת הספירה במקרה של צורך באיפוס.

המבנה מבטיח מדיה מדוקת של זמן המשחק תוך שמירה על בקרה גמישה להפעלה ועכירה.

Buttons:



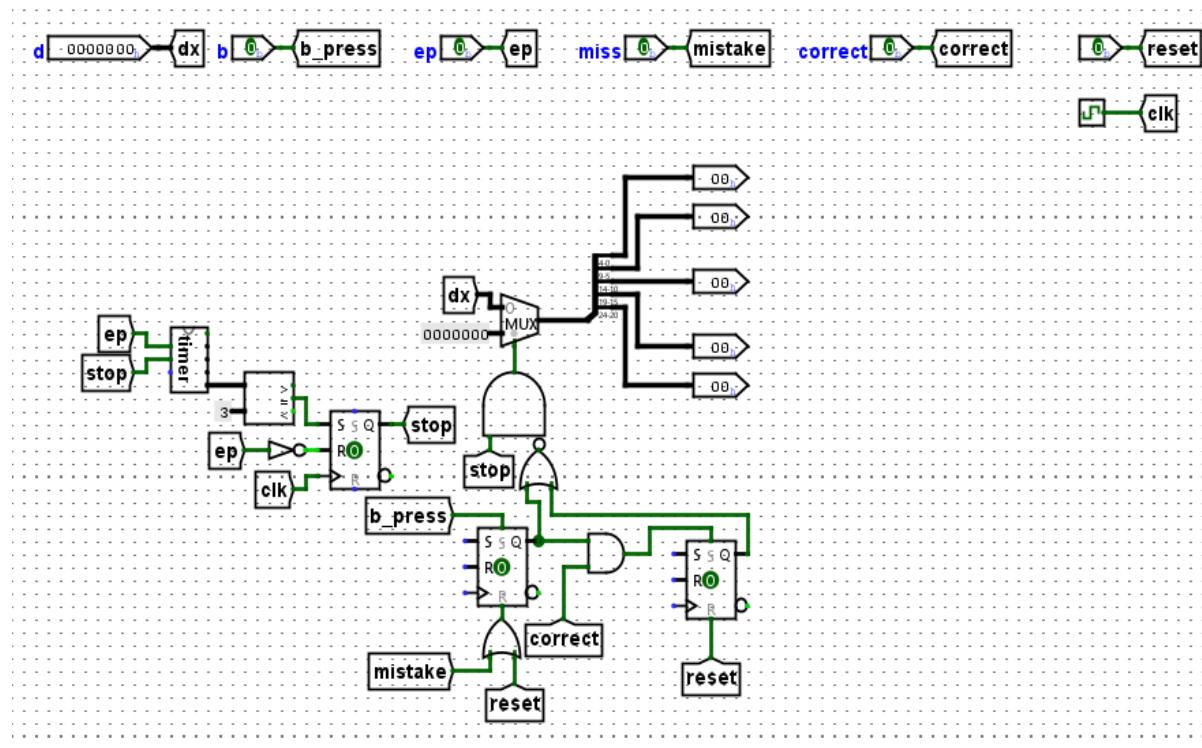
רכיב BUTTONS – ניהול לחיצנים ובדיקה תשובה

רכיב זה אחראי על קליטת הקלט מהלחיצנים, עיבודו, והשוואתו לצורך זיהוי תשובה נכונה או שגויה:

- **קלטי לחיצנים (b0-b9)**: מייצגים 10 לחיצנים אשר נלחצים על ידי המשתמש.
- **בחירה ערך (MUX)**: ריבוב הכניסות לצורך בחירת קלט מסוים בהתאם לבחירה **b_sel**.
- **בדיקה לחיצה (bcheck)**: שילוב שערים לוגיים מזהה האם התקבלה לחיצה תקפה.
- **מנגנון השוואה**: שימוש ברכיב אחסון ויזיהו התאמת בין תשובה צפופה (**dx**) לקלט שהתקבל.
- **קבעת תוצאה**: שערים לוגיים מזהים אם התשובה נכונה (**correct**) או שגויה (**wrong**).
- **שליטה והפעלה**: אותן שלוטים על תהליך הבדיקה וההמשך המשחק.

רכיב זה מבטיח זיהוי יעיל של תשובה תוך שילוב בקרת לחיצנים דינמית.

Single Display:



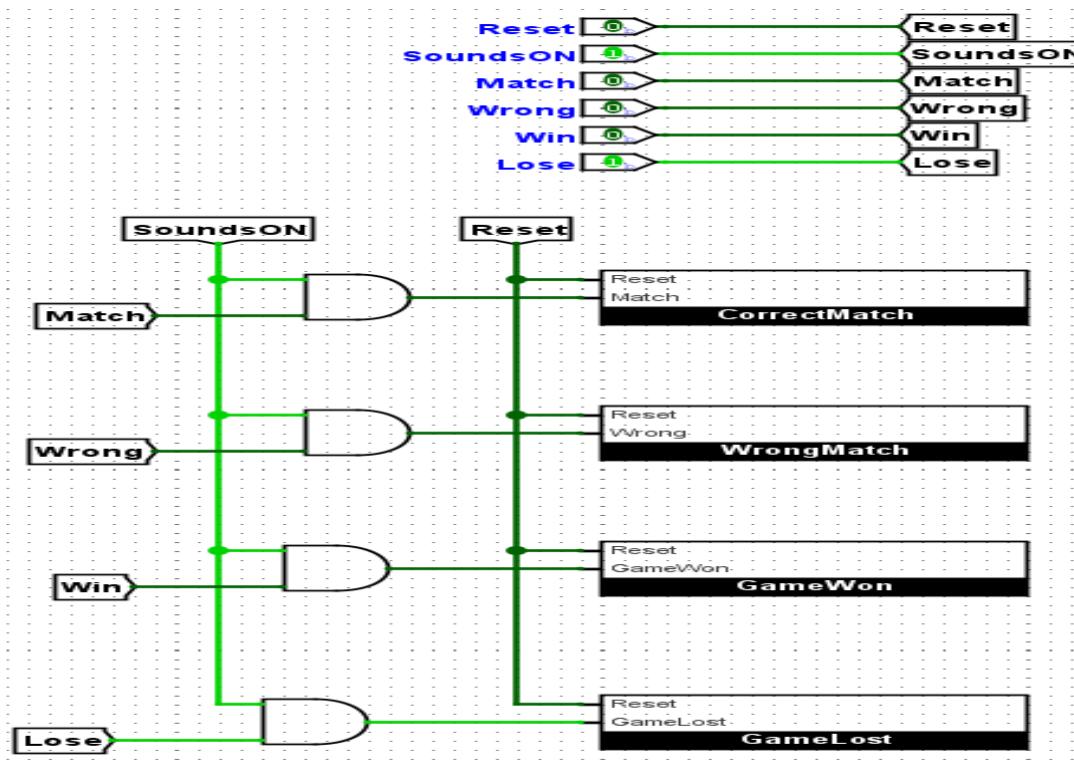
רכיב – SINGLE DISPLAY תצוגת צורה בכרטיס הזיכרון

רכיב זה אחראי על הצגת הצורה בכרטיס הזיכרון במטריצת 5x5 LED וניהול נראותה בהתאם להתקדמות המשחק:

- **תצוגה ראשונית:** הצורה גלויה למשך 3 שניות לאחר הפעלה המשחק.
- **זמן העלמת הצורה:** טימר קובע את רגע ההיעלמות לאחר הזמן הקצוב.
- **אינטראקטיה עם השחקן:** אם השחקן לוחץ על הכרטיס, הצורה תופיע שוב.
- **בדיקה תשובה:**
 - אם התשובה נכונה – הצורה תישאר גלויה לצמיתות.
 - אם התשובה שגויה – הצורה תיעלם שוב.
- **בקרה מצבים:** שילוב בין **MUX**, טירגירים וזיכרון לשמירת מצב התצוגה הנוכחי.

רכיב זה מבטיח חווית משחק דינמית תוך ניהול חכם של הופעת הצורות בכרטיסים.

Sound system :

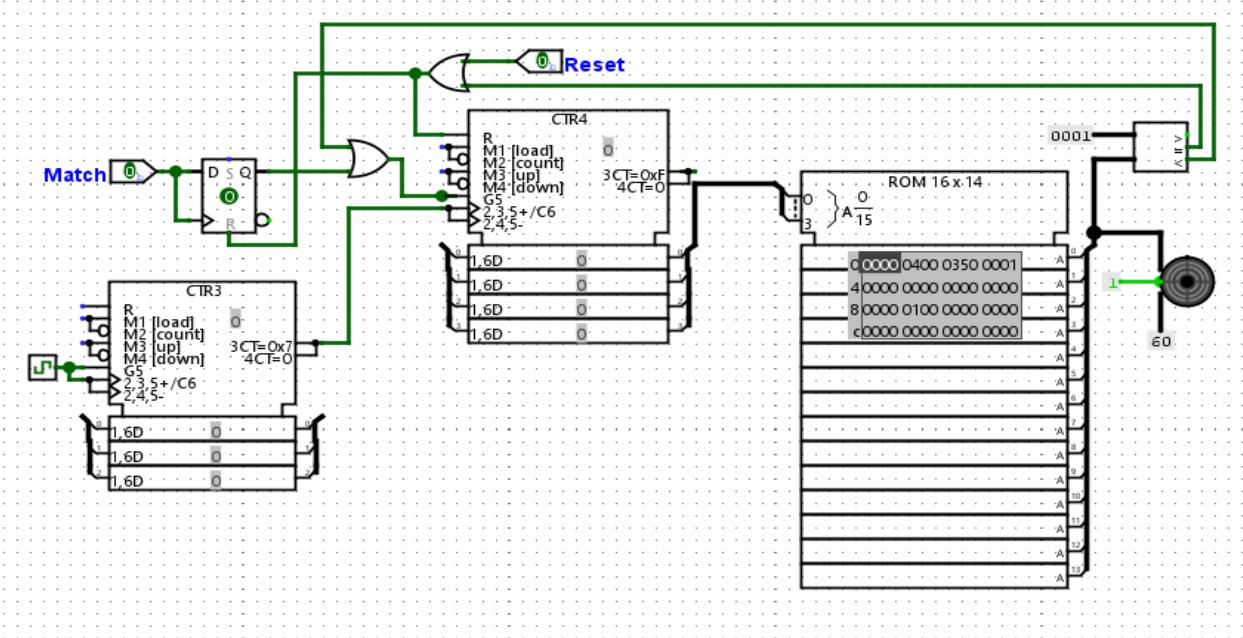


רכיב מערכת הצלילים – Sound System

רכיב זה אחראי על הפעלת צלילים שונים בהתאם למצב המשחק, תוך שימוש בקרת הצלילים עם אירועי המשחק המרמזים:

- **הפעלת צלילים (SoundsON)**: אם אפשרות הצלילים מופעלת, המערכת תפיק צלילים בהתאם לאירועים השונים.
 - **זיהוי התאמה (Match)**: מפעיל את הצליל המתאים כאשר השחקן בוחר זוג נכון.
 - **זיהוי טעות (Wrong)**: מפעיל צליל שגיאה במקרה של בחירה לא נכונה.
 - **נצחון במשחק (Win)**: הפעלת צליל ניצחון כאשר השחקן משלים את כל התואמות הנדרשות (GameWon).
 - **הפסד במשחק (Lose)**: הפעלה צליל הפסד במקרה של כישלון או סיום ללא התואמות נכונות (GameLost).
 - **בקרת הפעלה**: כל אירוע מנוהל באמצעות שערית **AND** המושולבים עם אותן הבקרה, ומחוברים ליחידות השמעת הצליל.
- מערכת זו מוסיפה מידע לחוויות המשחק ומספקת משוב קול לשחקן בהתאם לפעולותיו.

Corccet Match:



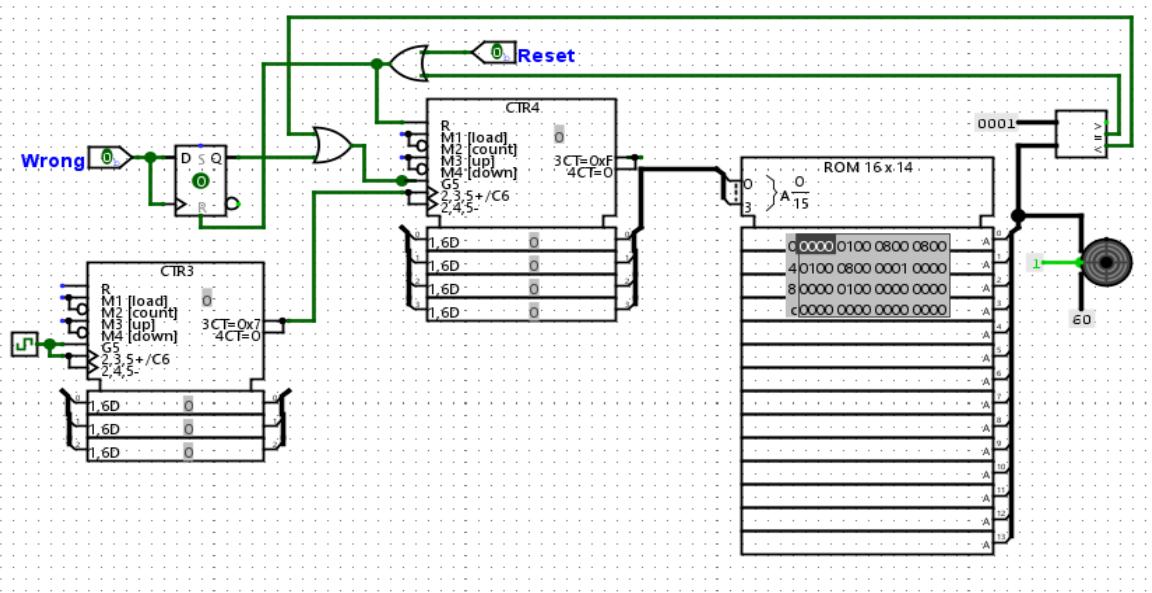
רכיב התאמת נכון – Correct Match

רכיב זה אחראי על זיהוי התאמות נכונות של השחקן והפעלת הצליל המתאים:

- **זיהוי התאמת (Match):** כאשר השחקן בוחר זוג נכון, מופעל טריגר המשדר את האות להפעלת הצליל.
- **שמירת האות:** הטריגר מבוסס **D-FF** אשר שומר את מצב התאמת כך שהצליל יונגן במלואו.
- **בקרת משך הצליל:** המערכת משתמשת בМОונה (CTR3) על מנת להבטיח שהצליל יופעל למשך זמן קבוע מראש.
- **אחסון הצלילים:** הנתונים לייצירת הצליל נשמרים בתוך זיכרון ה-**ROM (16x14)** ממנו נשלח דפוס הצליל לרמקול.
- **בקרת הפעלה:** המערכת משתמשת בשערי AND כדי לוודא שהצליל יופעל רק במקרה של התאמת נכונה ולאمنع השמעה חוזרת במקרה של טעות.

מערכת זו מספקת **משמעותי לשחקן** ומחזקת את תחושת ההצלחה במשחק.

Wrong Match:

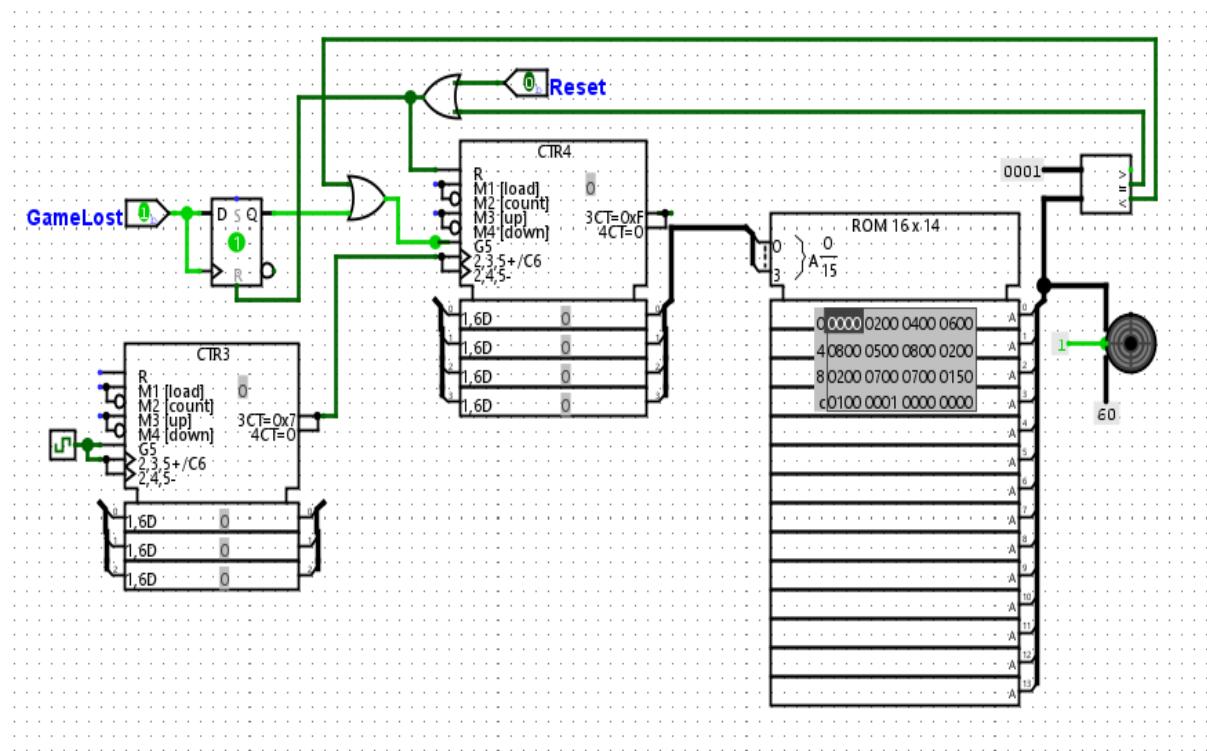


רכיב התאמת שגוייה – Wrong Match

רכיב זה מטפל בזיהוי התאמות שגויות והפעלת צליל שגיאה מתאים:

- **זיהוי שגיאה (Wrong):** כאשר השחקן בוחר זוג שאינו נכון, מופעל טריגר המשדר את האות להפעלה צליל טעות.
- **שמירת האות: הטריגר (D-FF):** שומר את מצב השגיאה כך שהצליל יונגן עד סיוםו.
- **בקרת משך הצליל: המרכיב משתמש בМОנה (CTR3):** כדי לשלוט על אורך הצליל כך שהוא יופעל בזמן שנקבע מראש.
- **אחסון הצלילים: ה- ROM 16x14:** מכיל דפוס אחר המייצג צליל טעות, הנשלח לRamkool עם הפעלה האווירו.
- **בקרה הפעלה: השמעת הצליל מתבצע רק אם זהה טעות, והמערכת חוזרת למצב ניטרלי לאחר מכן.** מערכת זו מספקת משוב חיוני לשחקן, כך שיוכל לדעת מתי עשה טעות ולנסות שוב.

Game Lost:

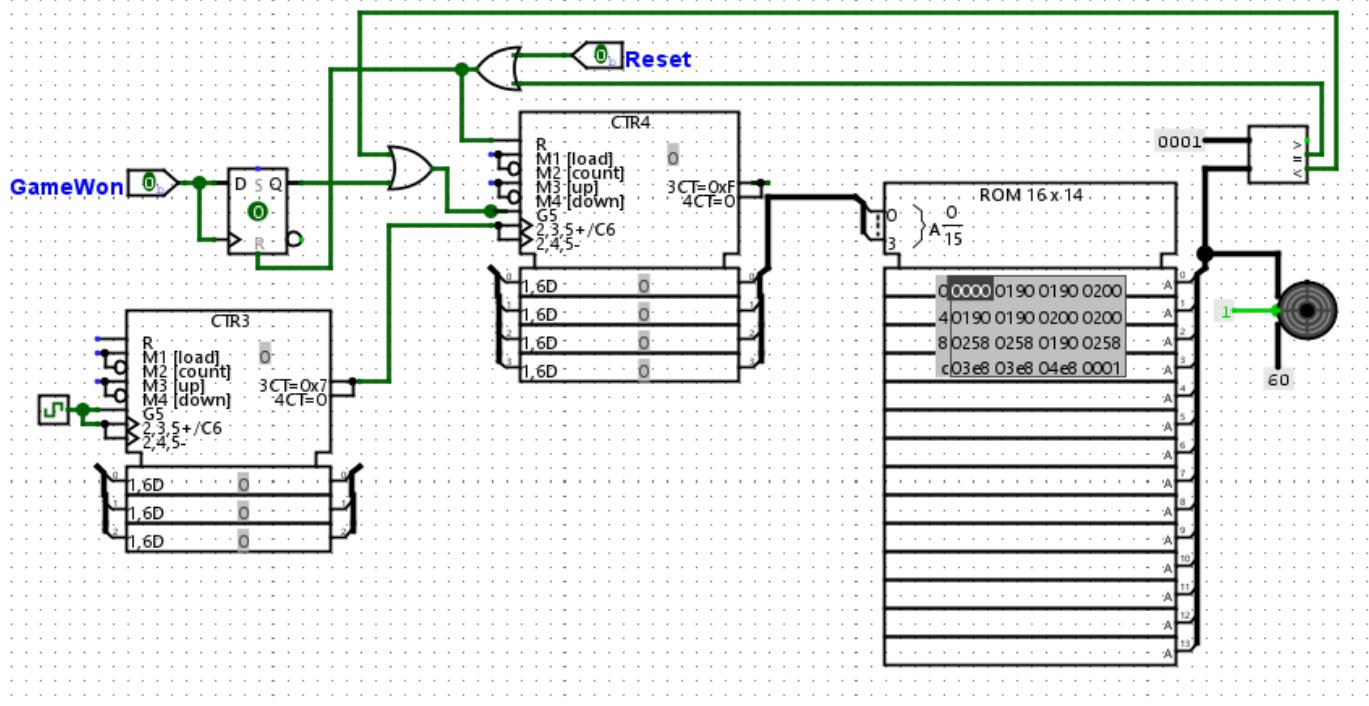


רכיב הפסד במשחק – Game Lost

רכיב זה מופעל כאשר השחקן מפסיד המשחק, ומפיק צליל הפסד מתאים:

- **זיהוי הפסד (GameLost):** כאשר מתקיימים תנאי הפסד (למשל, סיום המשחק ללא התאמות נכונות), מופעל טריגר המשמעת הצליל.
 - **שמירת האות: הפליפ-פלופ (D-FF)** משמש לשימור מצב הפסד, כך שהצליל יונגן עד סיוםו.
 - **בקרה משך הצליל:** המערכת משתמשת בМОונה (CTR3) כדי להבטיח שהצליל יונגן במלואו ולא יהיה באנטז.
 - **אחסון הצלילים:** דפוזי צלילי הפסד מאוחסנים ב- (ROM 16x14) ומשודרים לRamkول כאשר מתרחש הפסד.
 - **בקרה הפעלה:** שערי AND ויחידות בקרה מודאות שהצליל יונגן פעם אחת בלבד לאחר הפסד.
- מערכת זו מוסיפה דרמה ואתגר למשחק, ומסייעת לשחקן להבין שהוא נכשל ולהתכוון לניסיון חדש.

Game Won:



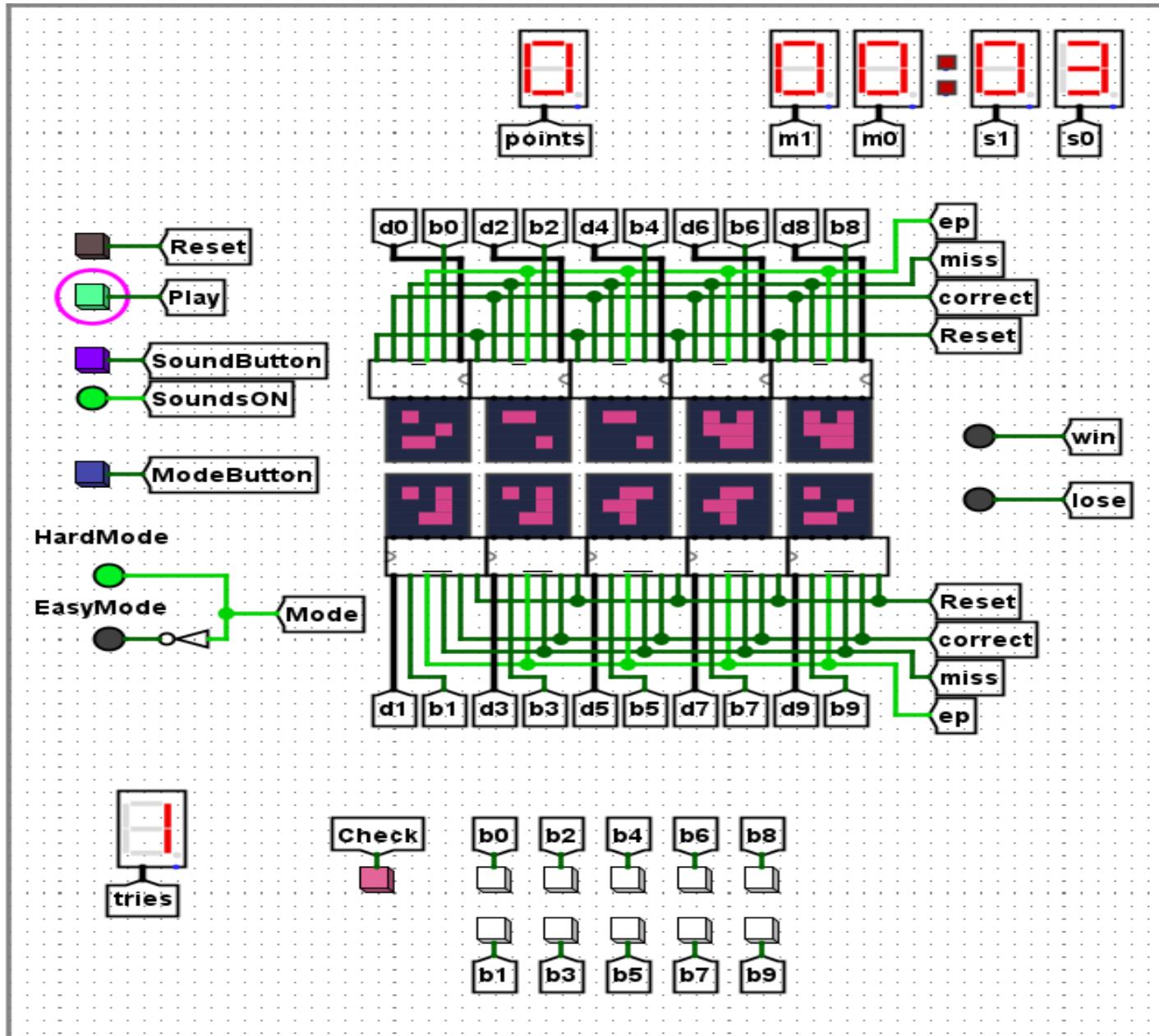
רכיב ניצחון במשחק – Game Won

רכיב זה מופעל כאשר השחקן משלים את כל ההתאמות הנדרשות ומנצח במשחק, ומפעיל צליל ניצחון:

- **זיהוי ניצחון (GameWon):** אם כל הזוגות הותאמו בהצלחה, מופעל טריגר השמעת צליל הניצחון.
- **שמירת האות: הפליפ-פלופ (D-FF)** שומר את מצב הניצחון ומאפשר להשmue את הצליל במלואו.
- **בקרת משך הצליל:** המערכת משתמשת בМОונה (CTR3) כדי להבטיח שהצליל יונגן למשך הזמן המתאים.
- **אחסון הצלילים:** דפוס הצליל המתאר ניצחון נמצא ב- ROM (16x14) ונשלח לרמקול.
- **בקרת הפעלה:** שערי AND מבטיחים שהצליל יונגן פעם אחת בלבד בכל משחק מנצח, עד לאיפוס המערכת.

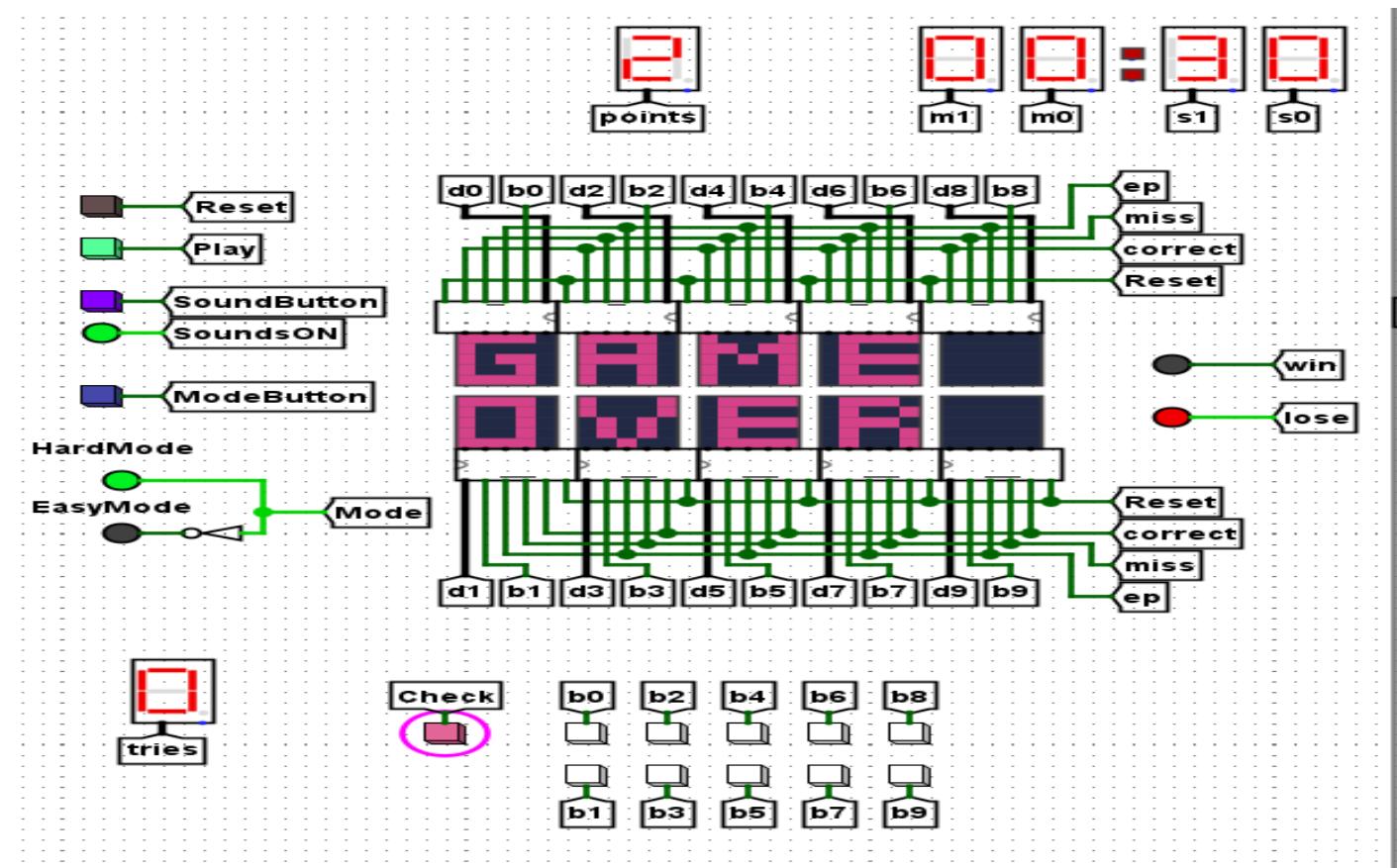
מערכת זו מעכילה את חווית המשחק ונותנת לשחקן תחושת הישג עם צליל ייחודי של ניצחון 🎉.

מימוש המערכת שמציירה שורות ועמודות של המספר:



זהו מצב **Hard Mode** (מצב קשה).

- ניתן לראות שהמתג של **Hard Mode** מופעל.
- לשחקן יש רק **חיים אחד** (**לייב אחד**), כך שאין מקום לטעויות.
- הטימר מוגדר ל-3 דקות, ככלומר המשחק יסתהים כאשר הזמן הגיע לאפס.
- המשחק רק התחיל, ואין נקודות שננצברו עדין.

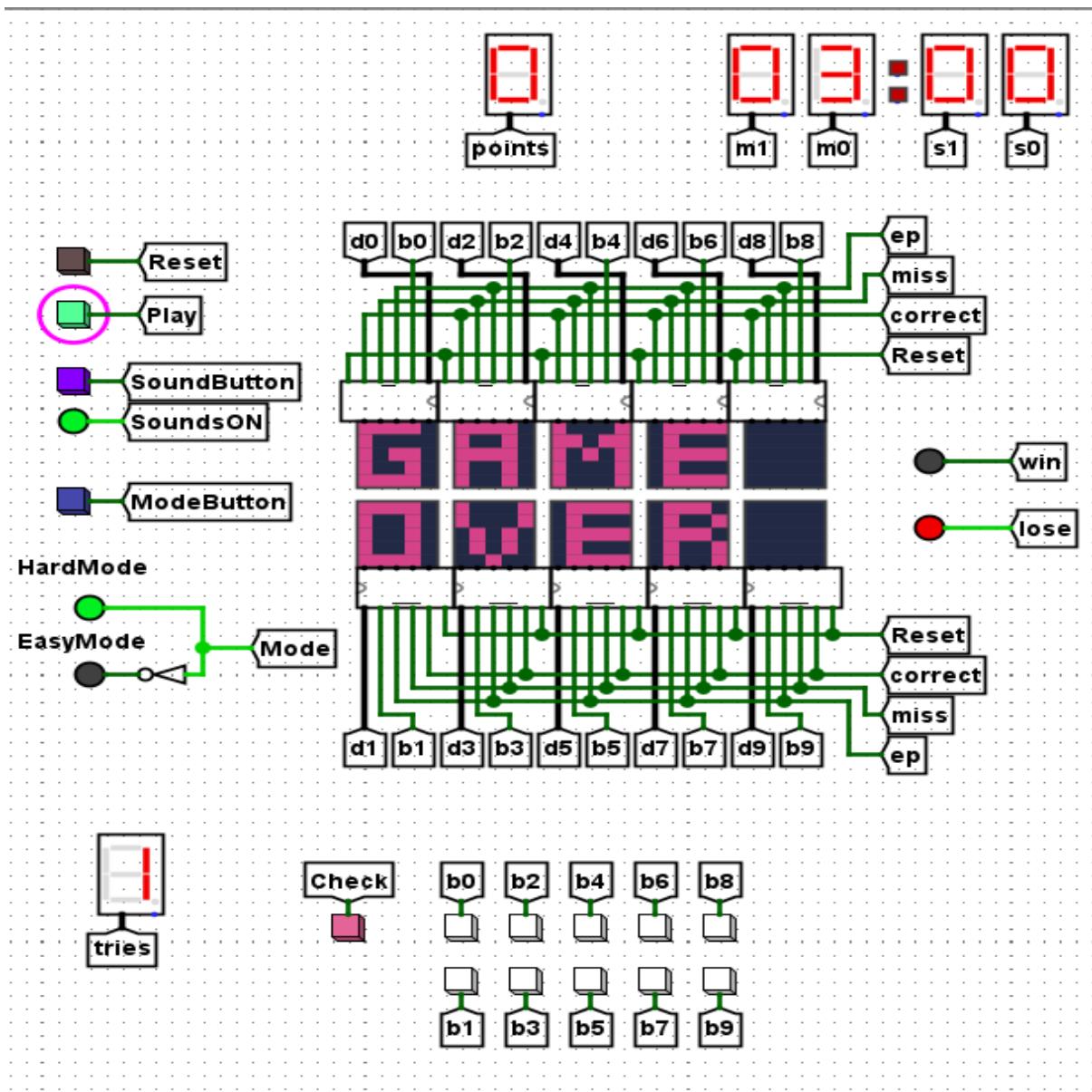


המערכת מציגה "GAME OVER" לאחר שהשחקן הפסיד.

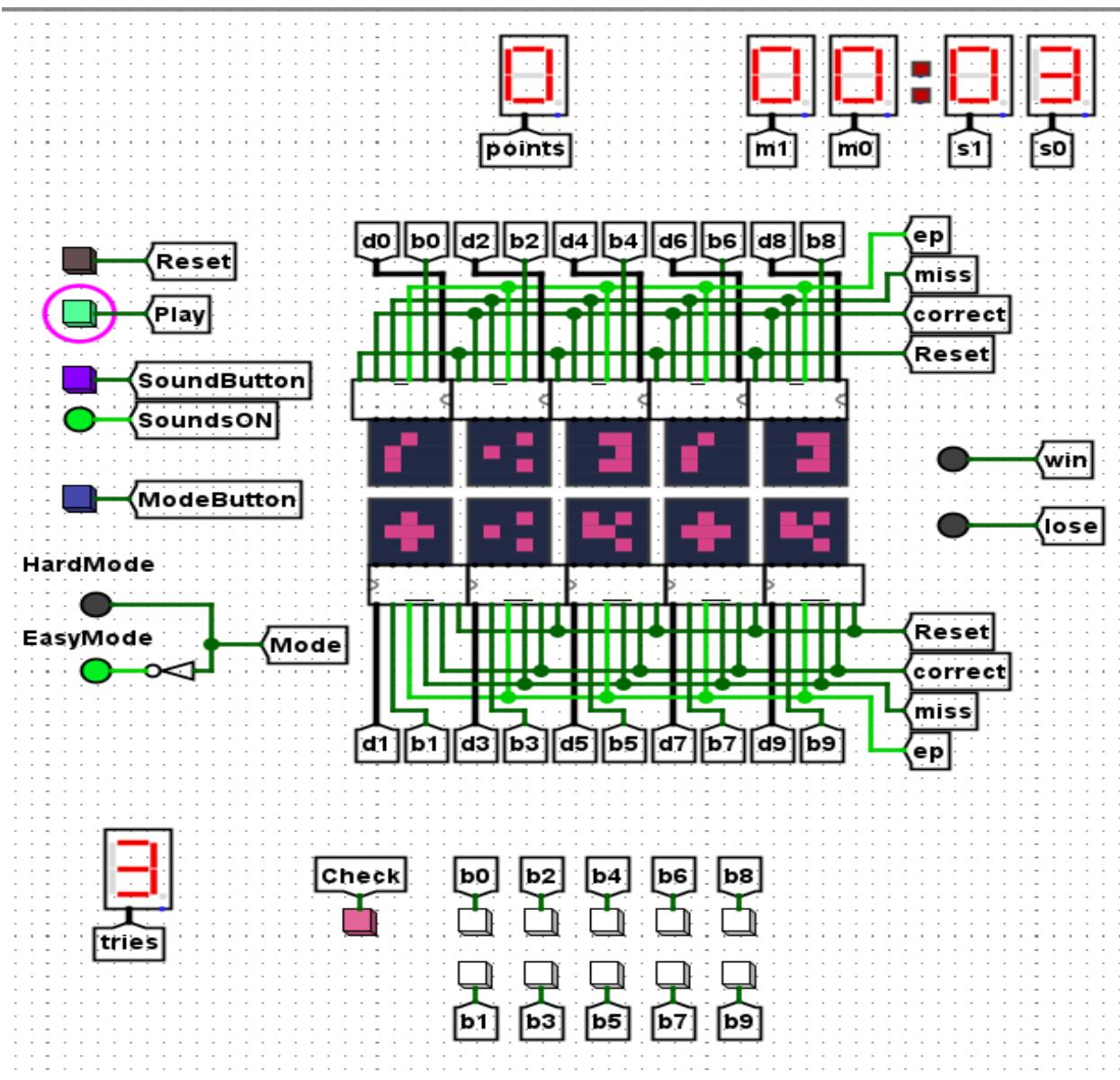
החיובי **lose** דולק (אדום), ומספר הנקודות מוצג.

הלחץ **Check** גלחץ לניטיון אחרון, ומספר הניסיונות הגיע לאפס.

המשחק נמצא במצב סיום, ודורש **Reset** כדי להתחיל מחדש.

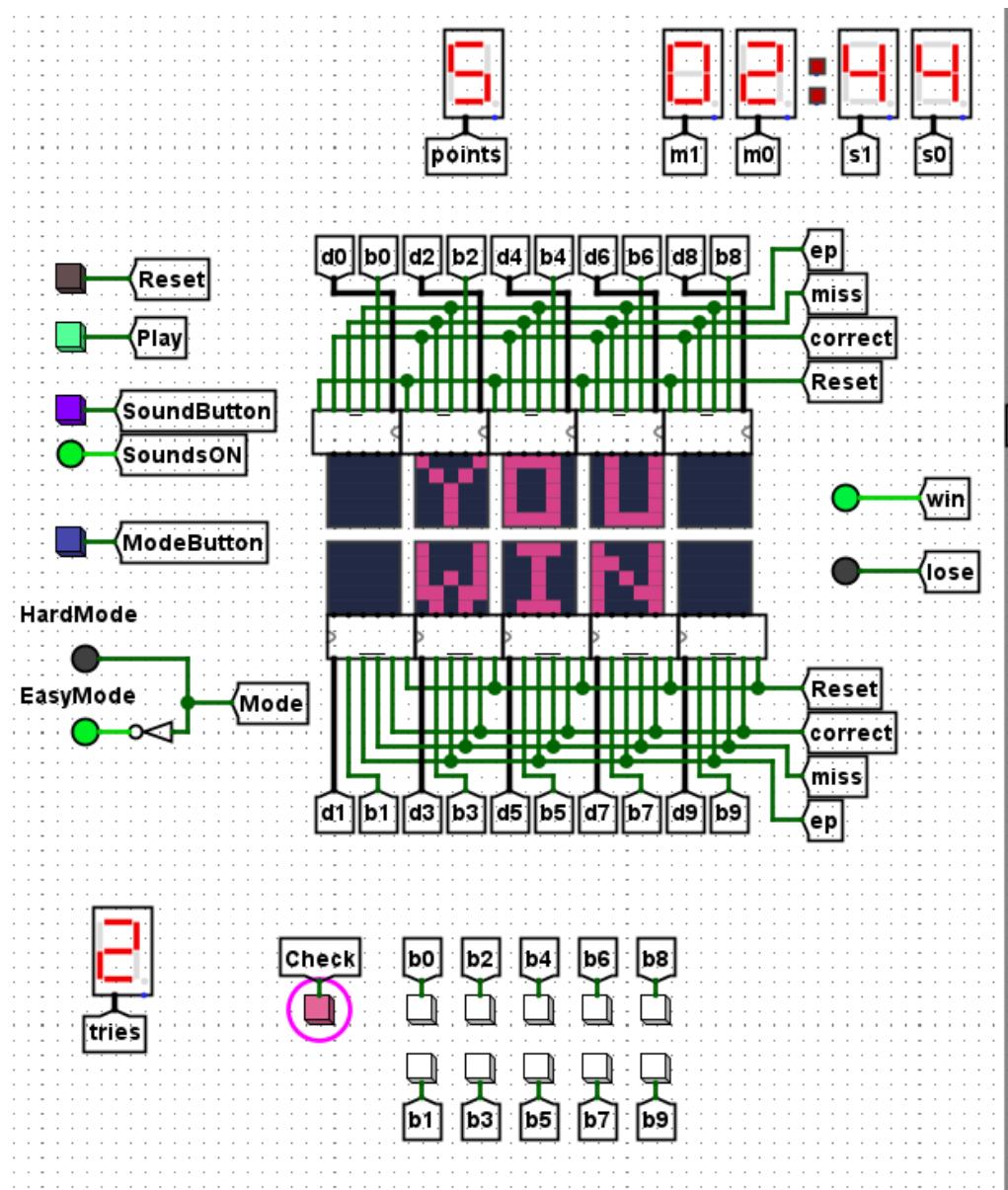


המשחק הסטטיים עקב תום הזמן, מכיוון שהמשחק היה במצב **Hard Mode** מרגע, הティימר הגיע **03:00**, והחיווי **lose** דולק (אזרום).
במצב **Hard Mode**, יש הגבלת זמן, והשחקן לא הספיק להשלים את ההתאמות לפני שהזמן נגמר.
לחיצה על **Reset** תאותחל את המשחק מחדש.



מצב המשחק הוא **Easy Mode** (מצב קל).

- ניתן לראות שהמתג של **Easy Mode** מופעל.
- לשחקן יש **3 ניסיונות (לייבים)**, כפי שמופיע במד ההזדמנויות.
- הטימר סופר כרגע (**03** שניות חלפו).
- נכון לעכשיו, לשחקן **0 נקודות**, והוא עדין במצב.



השחקן ניצח במשחק!
התוצאה הסופית היא **5 נקודות**.
החיובי **win** זולק (ירוק), וההודעה "**YOU WIN**" מוצגת.
השחקן הסתiem בהצלחה לאחר ביצוע כל התאמות הנכונות.
לחיצה על **Reset** תאותל את המשחק מחדש.

הסבר להפעלת המערכת בסימולציה – משחק הזיכרון (Memory Game)

1. הפעלת המערכת

- יש ללחוץ על כפתור Reset כדי לאותחל את המשחק ולהציג את הלוח.
- בסימולציה מוגדר מוגדר Auto Tick Frequency בקצב של 64Hz כדי לאפשר עדכון שוטף של המערכת ולפיעולו חלקה של כל הרכיבים.

2. בחירת מצב המשחק

- השחקן בוחר בין מצב קל (ללא מגבלת זמן, 3 טעויות) לבין מצב קשה (3 דקotas, טעות אחת בלבד).

◦ הבחירה מתחבצת באמצעות כפתורים ייעודיים.

3. מהלך המשחק

◦ השחקן בוחר שני קלפים על ידי להזיהה על שני כפתורים מתוך 10 כפתורי הבחירה.

◦ לאחר בחירת שני הקלפים, יש ללחוץ על כפתור הבדיקה כדי לבדוק אם הם תואמים.

4. בדיקת התאמה

◦ אם הקלפים תואמים, נשמע צליל התאמה (Correct Match), והקלפים ישארו גלוים.

◦ אם הקלפים לא תואמים, נשמע צליל שגיאה (Wrong Match), והקלפים יוסתרו מחדש לאחר זמן קצר.

◦ מספר הטעויות מתעדכן בהתאם.

5. ניקוד וסיום המשחק

◦ במקרה של ניצחון (מציאת כל הזוגות), נשמע צליל ניצחון, והמערכת תדליק נורת LED ירוקה.

◦ במקרה של הפסד (ازילת הזמן או ניצול כל החיים), נשמע צליל הפסד, והמערכת תדליק נורת LED אדומה.

◦ השחקן יכול להתחילה משחק חדש בלחיצה על Reset.

6. מערכת הקול (Sound System)

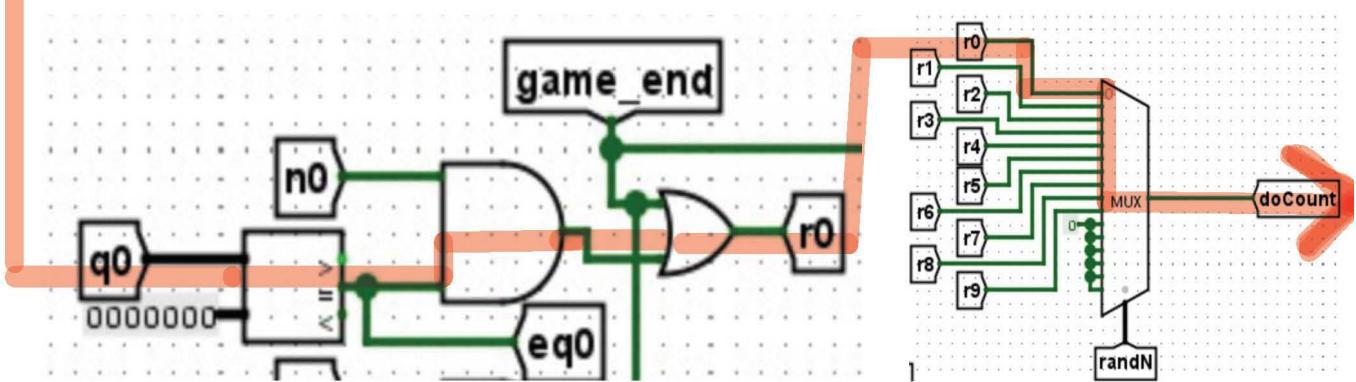
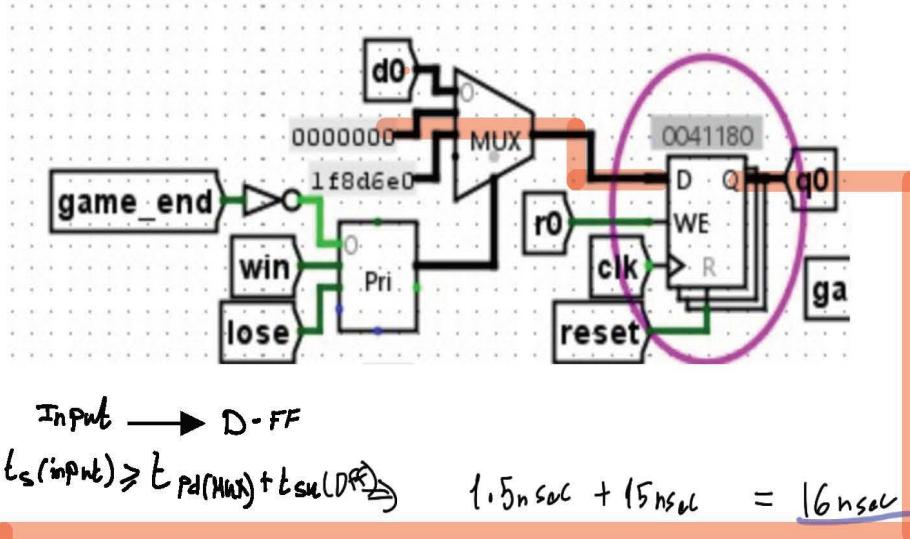
◦ ניתן להפעיל או לכבות את הצלילים במהלך המשחק באמצעות כפתור ייעודי.

טבלת רכיבים:

פרמטרים	רכיב
Tpd: 7.9 nsec Tcd: 5 nsec	And
Tpd: 0.3 nsec Tcd: 0.17 nsec	or
Tpd: 20 nsec Tcd: 3 nsec	SHIFTER
Tpd: 45 nsec Tcd: 1 nsec Th: 0 nsec Tsu: 15 nsec	flipflop D
Tpd: 10nsec Tcd: 5 nsec Th: 0 nsec Tsu: 15 nsec	flipflop SR
Tpd: 1.5nsec Tcd: 1 nsec	Mux
Tpd: 1.7 nsec Tcd: 1 nsec Th: 0.3 nsec Tsu: 0 nsec	counter
Tpd: 30 nsec Tcd : 5 nsec	bit extender
Tpd: 150 nsec Tcd: 70 nsec	Rom
Tpd: 250 nsec Tcd: 125 nsec	COMPERATOR
Tpd: 250 nsec Tcd: 125 nsec	not

חישוב זמינותים:

Screen :



D-FF → do count

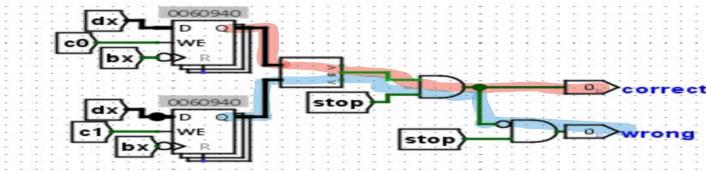
$$t_{clk} \geq t_{pcq}(\text{D-FF}) + t_{pd}(\text{AND}) + t_{pd}(\text{OR}) + t_{pd}(\text{Mux})$$

$$t_{clk} \geq 45 \text{ ns}_{\text{sc}} + 250 \text{ ns}_{\text{sc}} + 7.9 + 0.3 \text{ ns}_{\text{sc}} + 1.5 \text{ ns}_{\text{sc}} = 304.7$$

$$t_{hold} \geq t_{ccq}(\text{D-FF}) + t_{cd}(\text{AND}) + t_{cd}(\text{OR}) + t_{cd}(\text{Mux})$$

$$t_{hold} \geq 1 + 125 \text{ ns}_{\text{sc}} + 5 + 0.17 + 1 = 132.17$$

Buttons:



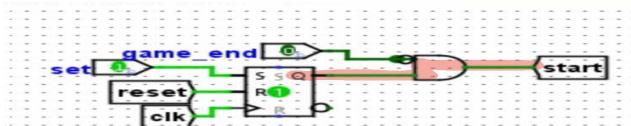
$$t_{clk} \geq t_{pcq}(\text{D-FF}) + t_{pd}(\text{AND}) + t_{pd}(\text{INV}) \Rightarrow 45 + 250 + 7.9 = 302.9$$

$$t_{hold} \leq t_{ccq}(\text{D-FF}) + t_{cd}(\text{AND}) + t_{cd}(\text{INV}) \Rightarrow 1 + 125 + 5 = 131$$

$$t_{clk} \geq t_{pcq}(\text{D-FF}) + t_{pd}(\text{INV}) + 2t_{pd}(\text{AND}) + t_{pd}(\text{INV}) \Rightarrow 45 + 250 + 2(7.9) + 250 = 560.8$$

$$t_{hold} \leq t_{ccq}(\text{D-FF}) + t_{cd}(\text{INV}) + 2t_{cd}(\text{AND}) + t_{cd}(\text{INV}) \Rightarrow 1 + 125 + 2(5) + 125 = 261$$

seconds counter:

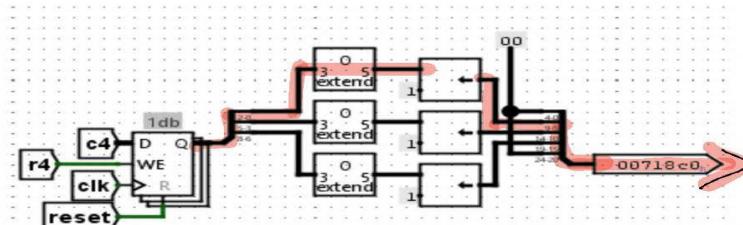


110n 6 1K from 8
Then! Talk 15 1K />
S' 720 1W = 2016 <-->

$$t_{clk} \geq t_{pcq}(\text{SR-FF}) + t_{pd}(\text{AND}) \Rightarrow 10 + 7.9 = 17.9$$

$$t_{hold} \leq t_{ccq}(\text{D-FF}) + t_{cd}(\text{AND}) \Rightarrow 1 + 5 = 6$$

Deck:

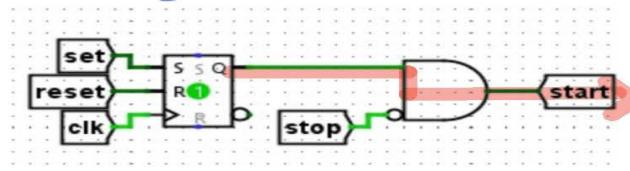


$$t_{clk} \geq 45 + 30 + 20 = 95$$

$$t_{clk} \geq t_{pcq}(\text{D-FF}) + t_{pd}(\text{extend}) + t_{pd}(\text{shift-left})$$

$$t_{hold} \leq t_{ccq}(\text{D-FF}) + t_{cd}(\text{extend}) + t_{cd}(\text{shift-left})$$

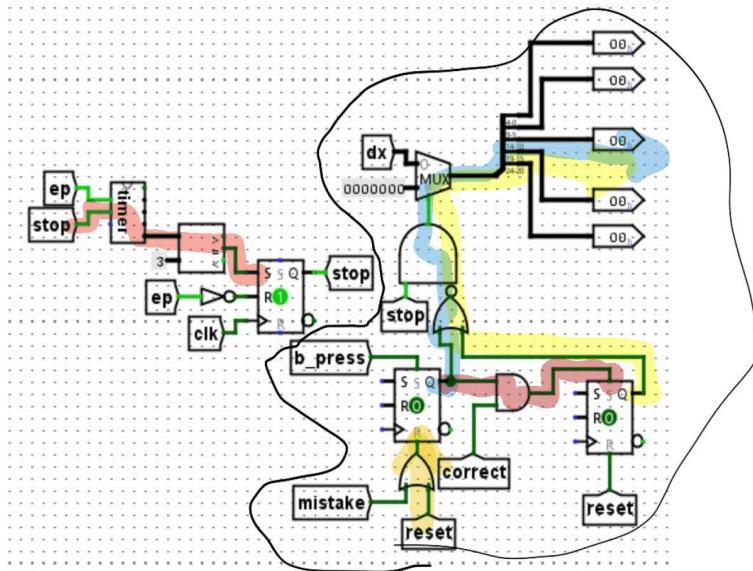
$$t_{hold} \leq 1 + 5 + 3 = 9$$



$$t_{clk} \geq t_{pcq}(\text{SR-FF}) + t_{pd}(\text{AND}) = 10 + 7.9 = 17.9$$

$$t_{hold} \leq t_{ccq}(\text{SR-FF}) + t_{cd}(\text{AND}) = 1 + 5 = 6$$

single display:



$$t_{su}(SR-FF) = 15$$

$$T_{Hold}(SR-FF) = 0$$

$$t_s(\text{Input}) \geq t_{pq}(\text{SR-FF}) + t_{pd}(\text{NOT}) + t_{su}(SR-FF)$$

$$t_{hold} \leq t_{cd}(\text{NOT}) + t_{cd}(\text{SR-FF})$$

$$t_s(\text{Input}) \geq t_{pd}(\text{OR}) + t_{su}(SR-FF) = 0.3 + 15 = 15.3$$

$$t_{hold} \leq t_{cd}(\text{OR}) = 0.17$$

$$t_{clk} \geq t_{pq}(\text{SR-FF}) + t_{pd}(\text{NOT}) + t_{pd}(\text{AND}) + t_{pd}(\text{MUX}) = 10 + 0.3 + 2.9 + 1.5 = 14.8$$

$$t_{hold} \leq t_{cq}(\text{SR-FF}) + t_{cd}(\text{NOT}) + t_{cd}(\text{AND}) + t_{cq}(\text{MUX}) = 5 + 0.17 + 1.5 + 1 = 7.17$$

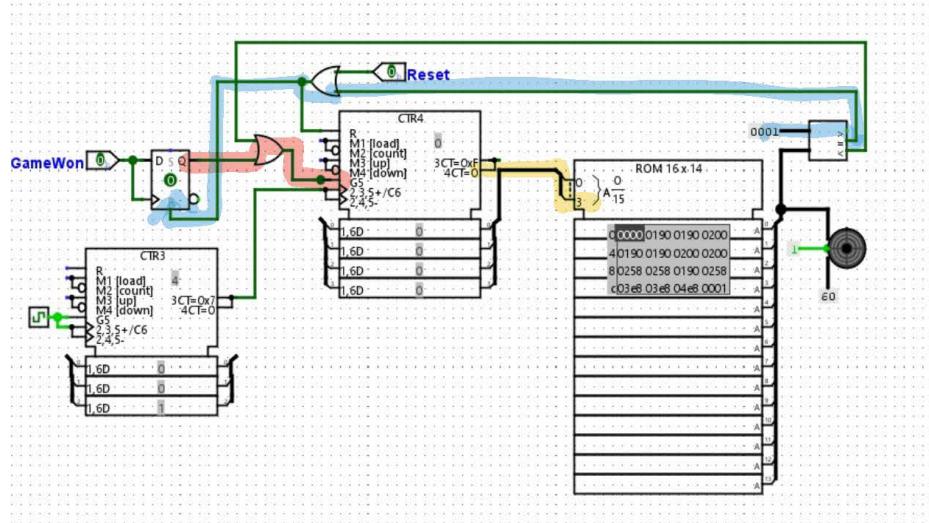
$$t_{clk} \geq t_{pq}(\text{SR-FF}) + t_{pd}(\text{AND}) + t_{su}(FF) = 10 + 2.9 + 15 = 32.9$$

$$t_{hold} \leq t_{cq}(\text{SR-FF}) + t_{cd}(\text{AND}) = 10$$

$$t_{clk} \geq t_{pq}(\text{SR-FF}) + t_{pd}(\text{NOT}) + t_{pd}(\text{AND}) + t_{pd}(\text{MUX}) = 10 + 0.3 + 2.9 + 1.5 = 14.8$$

$$t_{hold} \leq t_{cq}(\text{SR-FF}) + t_{cd}(\text{NOT}) + t_{cd}(\text{AND}) + t_{cd}(\text{MUX}) = 5 + 0.17 + 1.5 + 1 = 7.17$$

Game Won/Match/lost :



input \rightarrow D-FF

$$t_{\text{g}}(\text{input}) \leq t_{\text{pd}}(\text{reset}) + t_{\text{pd}}(\text{OR}) + t_{\text{su}}(\text{D-FF}) \Rightarrow 250 + 0.3 + 15 = \underline{265.3}$$

$$t_{\text{hold}} \leq t_{\text{cd}}(\text{reset}) + t_{\text{cd}}(\text{OR}) \Rightarrow 1.25 + 0.17 = \underline{1.42}$$

D-FF \rightarrow counter

$$t_{\text{clk}} \geq t_{\text{pd}}(\text{counter}) + t_{\text{pd}}(\text{OR}) + t_{\text{su}}(\text{counter}) \Rightarrow 45 + 0.3 + 0 = \underline{45.3}$$

$$t_{\text{hold}} \leq t_{\text{cd}}(\text{counter}) + t_{\text{cd}}(\text{OR}) \Rightarrow 1 + 0.17 = \underline{1.17}$$

Counter \rightarrow D-FF

$$= 1.7 + 150 + 250 + 0.3 + 15 = \underline{417}$$

$$t_{\text{clk}} \geq t_{\text{pd}}(\text{counter}) + t_{\text{su}}(\text{ROM}) + t_{\text{pd}}(\text{ROM}) + t_{\text{pd}}(\text{OR}) + t_{\text{su}}(\text{D-FF})$$

$$t_{\text{hold}} \leq t_{\text{cd}}(\text{counter}) + t_{\text{cd}}(\text{ROM}) + t_{\text{cd}}(\text{ROM}) + t_{\text{cd}}(\text{OR})$$

$$\Rightarrow 1.7 + 150 + 250 + 0.3 = \underline{402}$$

סימוכין:

1. Texas Instruments, "**74LS04 Hex Inverter**," [Online]. Available: <https://www.engineersgarage.com/sites/default/files/74LS04.pdf>.
2. Microchip Technology Inc., "**SY10-100E137: 3.3V/5V Universal Sync FIFO Register**," [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/sy10-100e137.pdf>.
3. Intel Corporation, "**MCS-4 Micro Computer Set Data Sheet**," Nov. 1971. [Online]. Available: http://datasheets.chipdb.org/Intel/MCS-4/datashts/MCS4_Data_Sheet_Nov71.pdf.
4. Microchip Technology Inc., "**SY10-100E104: ECL/PECL 4-Bit D Flip-Flop**," [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/sy10-100e104.pdf>.
5. Texas Instruments, "**LM397: Single Comparator**," [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm397.pdf>.
6. Microchip Technology Inc., "**SY10-100E101: PECL/ECL Logic**," [Datasheet]. <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/sy10-100e101.pdf>
7. Texas Instruments, "**CD74HC595: 8-Bit Shift Register With 3-State Output Registers**," Rev. A, [Datasheet]. https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc595.pdf?ts=1591992526198&ref_url=https%253A%252F%25
8. Texas Instruments, "**SN74LS279A: Quad SR Latch**," [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74ls279a.pdf>.