

## הפרויקט וספר פרויקט הנדסאים

מעודכן לשנת הלימודים תשפ"ד

במאמר כאן 2 פרקים : פרק 1 : הכללים מתוך נוהל הגשת פרויקטים ממכתב מפמ"ר אלקטרוניקה לשנת תשפ"ד.

פרק 2 : דוגמאות מפורטות לכתובת ספר הפרויקט.

### פרק 1

הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה:

- **פרויקט המתבצע ע"י סטודנט יחיד יכול:**
    - בקר מרכזי או רכיב בר תכנות VHDL אחד לפחות שנלמד בתהליך לימודי במהלך יג - יד
    - יודגש בקר ארדואינו אינו יכול לשמש כבקר המרכזי אך יכול לשמש כבקר משני.
    - רכיבי קלט לדוגמה: חיישן אנלוגי, חיישן ספרתי, חיישן I2C וכו'.
    - רכיב פלט (תצוגת 7 מקטעים, LCD, מסך מחשב, טלפון סלולארי וכו').
    - רכיבי הפעלה - לדוגמה ממסר, מגבר טרנזיסטורי וכו'.
    - רכיב שליטה אחד (מסך מגע, שלט IR, לוח מקשים וכו').
    - לפחות פרוטוקול תקשורת אחד (80SPI, One Wire, I<sup>2</sup>C, RECS, וכו').
  - **פרויקט זוגי:**
    - התוצר הסופי יכיל בתוכו שני בקרים עצמאיים (כמפורט בסעיף הקודם) המקיימים קשר ביניהם.
    - שימו לב, בהגשת ספר הפרויקט על כל סטודנט לציין את חלקו בתוצר הסופי.
- מכללות המבקשות לפתח פרויקטים ייחודיים החורגים מצד אחד מהגדרות אלו, ובעלי אתגר פיתוחי, מוקרי או טכנולוגי יוצאי דופן מתבקשים לבקש מראש אישור המפמ"ר בכתב.

**דגם בנוי הוא תנאי להיבחנות**

נוהל הגשת הצעות פרויקט ועבודות גמר במסלול העל-תיכוני (כיתות יג-יד) :

לצורך פשטות הניסוח, המונח פרויקט המופיע במסמך זה מתייחס לעבודת גמר ולפרויקט גמר כאחד, אלא אם כן מצויין אחרת.

## הגשת הצעת פרויקט

הגשת הצעות לביצוע פרויקט תיעשה באמצעות האתר מוקד מקצוע בלבד.



על מרכז המגמה למלא את הפרטים הבאים בטופס הממוחשב המופיע עם בחירת הקישור הזמנת בוחנים/תשובות, כמודגש באיור.

- מספר ת.ז. של הסטודנט (אין חובה למלא בשלב הגשת הצעת פרויקט);
- שם פרק הבחירה (חובה);
- שם הסטודנט (חובה);
- כיתה (חובה);
- נושא (חובה);
- תיאור הנושא (חובה);
- מפרט טכני (חובה);
- הערות המורה (חובה לציין אם הפרויקט מבוצע באמצעות תלמיד יחיד או זוג תלמידים).

על המרכז לצרף להצעת הפרויקט קובץ של תרשים המלבנים של הפרויקט.

**את ההצעות לפרויקט יש להגיש עד ל-6 בנובמבר של שנה"ל.**

לאחר הגשת הצעת פרויקט תשלח לרכז תשובה בדבר עמידת ההצעה בקריטריונים. התשובה תופיע בשדה "הערות הבוחן" בהצעה. במידה והצעת פרויקט לא תעמוד בקריטריונים על הסטודנט והמרכז יהיה לתקנה ולשולחנה שנית לאישור הבוחן

## תהליך ביצוע פרויקט

ביצוע פרויקט הוא תהליך למידה המתבצע במהלך שנת הלימודים כולה. במהלך ביצוע הפרויקט רוכש ומחזק הסטודנט את המיומנויות הבאות: חקר, תכנון, ניתוח, תיעוד, בניית פרויקט, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצאה. להלן תיאור שלבי בניית פרויקט שהקפדה על ביצועם חשוב להפקת המרב מתהליך לימודי זה.

## תכנון וכתובת הצעת פרויקט

- ✓ הסטודנט, ורק הוא, יבחר את נושא הפרויקט ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.
- ✓ הסטודנט יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.
- ✓ הסטודנט יתאר במילים את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.
- ✓ הסטודנט ישרטט את תרשימי המלבנים של מערכת הפרויקט.

## בניית הפרויקט (יש לתעד כל אחד מהשלבים הבאים כחלק מרכזי בספר הפרויקט)

- ✓ הסטודנט ישרטט, באמצעות כלי תוכנה ייעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשימי המלבנים של מערכת הפרויקט.
- ✓ בניית המעגל החשמלי תתבצע בשלבים. בכל שלב ייבנה מנגנון אחד. לאחר תכנון של כל שלב במעגל החשמלי, ישתמש הסטודנט בתוכנת הדמיה לשם ביצוע מדידות במעגל ולתיקון שגיאות התכנון.
- ✓ לאחר בניית כל שלב במעגל, יבצע בו הסטודנט מדידות חשמליות לאישור תקינותו, ולאיתור ותיקון תקלות.
- ✓ בניית פרויקט מלווה בדרך כלל בהתמודדות עם תקלות ובעיות שלא נצפו מראש. על המנחה לראות בהופעתן של תקלות ובעיות כאלה הזדמנות לאתגר את הסטודנט ולדרבן אותו להעמיק את הבנתו באופן פעולת הפרויקט.
- ✓ כאשר מופיעה תקלה, המנחה צריך להימנע מלטפל בה בעצמו. עליו לכוון את הסטודנט לבצע תהליך איתור שיטתי של התקלה ולתקנה. תהליך איתור תקלה ותיקונה הוא אחד מהיעדים החינוכיים המרכזיים בבניית פרויקט.

## תיעוד

- חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על הסטודנט לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק הכולל את הנושאים הבאים:
- ✓ ניהול יומן פעילות בו יהיה רשם, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנושטה במהלכה.
  - ✓ על הסטודנט לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
  - ✓ על הסטודנט לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, מוצע גם בוידאו.
  - ✓ הסטודנט יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
  - ✓ יש לתעד את שינויים בסטייה מהתכנון המקורי, לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
  - ✓ על הסטודנט לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.
  - ✓ בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון, את הפרויקט בפעולה.
  - ✓ התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט (ראה פרק 2 להלן) וישמש את בוחן/בוחני הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

## סיכום והפקת לקחים

בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו ייקחו חלק המנחה והסטודנט. בדיון יסקרו השלבים השונים ותהליך העבודה על הפרויקט, כולל השלבים בהם הופיעו תקלות ובעיות. בדיון תהיה התייחסות לשאלה: "לו היית מתחיל היום את העבודה, לאור הניסיון שצברת מה היית משנה בתהליך העבודה, במעגלי החומרה ובתוכנת הפרויקט שנבנתה?" - על הסטודנט לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

## חוברת הפרויקט

חוברת הפרויקט משמשת כמסמך המתעד את תהליך העבודה על הפרויקט. על המסמך להציג את המפרט הטכני המייצג את המבנה, אופן פעולתו ותהליך בנייתו של הפרויקט. החוברת משקפת את הידע המצטבר של התלמיד כתוצאה מתהליך הלמידה שעבר – משלב הרעיון הבסיסי ועד להשלמת הפרויקט, ואת תהליך העבודה על הפרויקט תוך הדגשת דרכי ההתמודדות של התלמיד עם הקשיים שהופיעו בשלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

## מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים במכללה:

ניקוד	פירוט	מרכיב ראשי
10	יישום מלא של דגם תוצר עובד.	מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסתטית וגימור של פרויקט (30%)
10	נראות אסתטית וגימור של פרויקט.	
10	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות הסטודנט עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים.	
10	יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים והפרוטוקולים המתקשרים איתם.	בקיאות בנושא הפרויקט (50%)
15	יכולת לבצע שינויים בקוד התוכנית, להדר, לצרוב ולהריץ אותו. (כולל שינוי חומרה, ללא מימוש בפועל)	
15	שימוש והבנה ברכיבים ופרוטוקולים עדכניים, כולל היכולת להסביר את ספריות השירות שבהם השתמש כולל היכולת לקשר בין העקרונות של הפרוטוקול ליישום שלו בתוכנה * למען הסר ספק נדרש מהסטודנט להבין את תוכנות השירות/הפעולות/המחלקות/הפונקציות שבהם השתמש ליישום הפרויקט ללא קשר לזהות כותב הקוד.	
10	היכולת של הסטודנט להבין עקרונות מדעיים, מתמטיים, עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים הקשורים לפרויקט שבנה, הצורך או הבעיה.	
3	התייחסות הסטודנט לנושא: חקר, תכנון, ניתוח, שיקולי תכנון וחישובים.	איכות חוברת העבודה (מידת)

2	אסתטיקה ומבנה כללי (דף שער, הצהרת התלמיד, הגדרת הפרויקט, תקציר, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים)	ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים (20%)
2	גוף החוברת (תקציר, תרשים מלבניים והסבר, תרשים חשמלי והסבר, תוכנה, רפלקציה)	
8	תיעוד הלמידה (עבור כל אחד ממרכיבי הפרויקט) - הסבר תפקיד ופעולת הרכיבים, תיעוד קוד התוכנה שבעזרתם נבדקו, תרשימי חשמליים, תקלות, שינויים מדידות.	
5	תיעוד ביצוע מדידות רלוונטיות בדגש על צילום המדידה, הצגת מעגל הנמדד, תיעוד וניתוח התוצאות.	
100	סה"כ:	

www.arikporat.com

## תכנון וכתיבת הצעת פרויקט

- ✓ הסטודנט, ורק הוא, יבחר את נושא הפרויקט ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.
- ✓ הסטודנט יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.
- ✓ הסטודנט יתאר במילים את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.
- ✓ הסטודנט ישרטט את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.

## בניית הפרויקט (יש לתעד כל אחד מהשלבים הבאים כחלק מרכזי בספר הפרויקט)

- ✓ הסטודנט ישרטט, באמצעות כלי תוכנה ייעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.
- ✓ בניית המעגל החשמלי תתבצע בשלבים. בכל שלב ייבנה מנגנון אחד.  
לאחר תכנון של כל שלב במעגל החשמלי, ישתמש הסטודנט בתוכנת הדמיה לשם ביצוע מדידות במעגל ולתיקון שגיאות התכנון.
- ✓ לאחר בניית כל שלב במעגל, יבצע בו הסטודנט מדידות חשמליות לאישור תקינותו, ולאיתור ותיקון תקלות.
- ✓ בניית פרויקט מלווה בדרך כלל בהתמודדות עם תקלות ובעיות שלא נצפו מראש. על המנחה לראות בהופעתן של תקלות ובעיות כאלה הזדמנות לאתגר את הסטודנט ולדרבן אותו להעמיק את הבנתו באופן פעולת הפרויקט.
- ✓ כאשר מופיעה תקלה, המנחה צריך להימנע מלטפל בה בעצמו. עליו לכוון את הסטודנט לבצע תהליך איתור שיטתי של התקלה ולתקנה. תהליך איתור תקלה ותיקונה הוא אחד מהיעדים החינוכיים המרכזיים בבניית פרויקט.



(שם ביה"ס + סמל)

## עבודת גמר/פרויקט גמר

למילוי חלקי של הדרישות לקבלת תואר

## טכנאי/הנדסאי אלקטרוניקה מחשבים

בהתמחות:                      (שם ההתמחות)

הנושא:                      (השם המאושר של הנושא)

מאת

                                      
(שם הסטודנט)

                                      
(מספר תעודת זהות)

העבודה בוצעה בהנחיית (שם המנחה)

שנה"ל תש\_\_\_\_ - 20\_\_\_\_



**הצהרת הסטודנט:**

שם הסטודנט: \_\_\_\_\_ מספר ת"ז: \_\_\_\_\_

אני הח"מ, מצהיר בזאת כי פרויקט/עבודת הגמר וספר הפרויקט המצ"ב נעשו על ידי בלבד .  
הפרויקט מסכם ידע, מיומנות והרגלים שלמדתי במסגרת לימודי ההתמחות במגמה ובאופן עצמאי.  
הפרויקט וספר תיעוד הפרויקט נעשו על בסיס ההנחיות שקיבלתי מהמנחה שלי .  
מקורות המידע בהם השתמשתי לביצוע פרויקט מצוינים ברשימת המקורות שבסוף הספר.  
אני מודע לאחריות שהנני מקבל על עצמי על ידי חתימתי על הצהרה זו שכל הנכתב בה אמת.

חתימת הסטודנט: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

**אישור מנחה הפרויקט/עבודת הגמר**

הריני מאשר שהפרויקט בוצע בהנחייתי, קראתי את ספר הפרויקט ומצאתי כי הוא ראוי להגשה.

שם המנחה: \_\_\_\_\_ חתימה: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

**אישור רכז המגמה**

הריני מאשר שדרישות הפרויקט ורמתו מתאימים לדרישות והנחיות משרד החינוך המפורסמים בחוזר המפמ"ר  
ובאתר המגמה.

שם רכז המגמה: \_\_\_\_\_ חתימה \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

הקדשה/תודה:

דף להבעת שלמי תודה או הקדשה.

www.arikporat.com

**תוכן עניינים**

9..... הצהרת הלומד:

10..... הקדשה/תודה:

11..... תוכן עניינים

12..... תקציר

12..... תיאור הבעיה או הצורך

12..... תפקיד הפרויקט

12..... תרשים המלבנים

12..... טיוטה לשרטוט חשמלי

12..... רשימת הרכיבים (מפרט טכני בסיסי של רכבים)

13..... שרטוט חשמלי סופי

14..... תיעוד

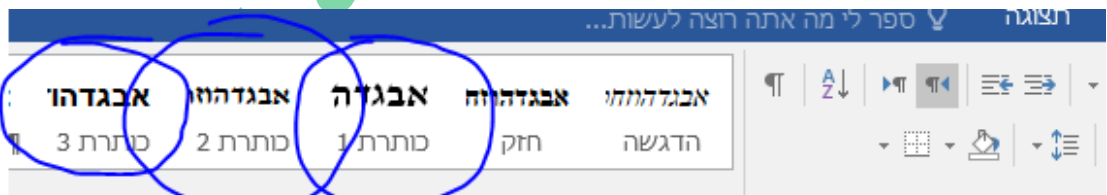
15..... מימוש תוכנה גרסה סופית

16..... רפלקציה על התהליך ועל התוצר

17..... רשימה ביבליוגרפית/ רשימת מקורות

18..... נספחים

// כדי לשמור על תוכן עניינים מסודר ואוטומטי יש להקפיד שכל הכותרות במסמך יעוצבו על פי הגדרות כותרת : 1,2,3



// כדי לעדכן את תוכן העניינים יש לעמוד במרכז תוכן העניינים ללחוץ על מקש ימני ואז על "עדכן שדה" ולבסוף "עדכן את הרשימה כולה".

גופן David 12

- רשימת הטבלאות לפי סדר עוקב ותוך ציון מס' העמוד.
- רשימת התרשימים לפי סדר עוקב ותוך ציון מס' העמוד.
- רשימת הנספחים לפי סדר עוקב ותוך ציון מס' העמוד.

## תקציר

// עד שני עמודים

// על התקציר להציג את הפרויקט כמוצר והיכולות של אותו מוצר

// תיאור קצר של הפרויקט. התקציר לא יכלול הסברים בתחום האלקטרוניקה

## תיאור הבעיה או הצורך

// תיאור קצר של הבעיה או הצורך. לא יותר מעמוד אחד.

// רצוי להתייחס לשלוש נקודות: מה היה, מה קיים עכשיו, מה אנו רוצים לשנות, לשפר או לפתור.

// יש להתייחס לסקר פתרונות קיימים/חלופיים

// התלמיד יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.

## תפקיד הפרויקט

// התלמיד יתאר במילים את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.

## תרשים המלבנים

// התלמיד ישרטט את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.

// הסבר תרשים המלבנים (כל מלבן מה הוא מקבל מה הוא עושה ומה הוא מוציא)

## טיוטה לשרטוט חשמלי

// התלמיד ישרטט, באמצעות כלי תוכנה ייעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.

## רשימת הרכיבים (מפרט טכני בסיסי של רכיבים)

// רשימת הרכיבים בהם אתם צפויים להשתמש כולל מתחי הפעלה, מאפיינים טכניים כמו רזולוציה, טווחים,

מאפייני התקשורת לכל רכיב ורכיב.

**שרטוט חשמלי סופי**

// יש להגיש את השרטוט הסופי המממש את הפרויקט.

// הסבר תרשים חשמלי מפורט

// הסבר מפורט של המעגל החשמלי – הסבר מפורט של התהליכים העיקריים המתרחשים במעגל תוך התייחסות

לשילוב בין פעולת הבקר לשאר רכיבי החומרה. יש לצרף שרטוטים של צורות גלים המתקבלות בצמתים ראשיים של הפרויקט (חשוב לצלם את תוצאות המדידות!).

מומלץ (לא חובה) לממש את הנתונים בטבלאות כדוגמת הטבלה הבאה:

שם הרכיב ומספרו הסידורי:

מספר הדק ברכיב	שם האות	הסבר מאפייני האות	לאן האות מחובר	שרטוט צורת האות

שם הרכיב ומספרו הסידורי:

מספר הדק ברכיב	שם האות	הסבר מאפייני האות	לאן האות מחובר	שרטוט צורת האות

שם הרכיב ומספרו הסידורי:

מספר הדק ברכיב	שם האות	הסבר מאפייני האות	לאן האות מחובר	שרטוט צורת האות

## תיעוד

// חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על הסטודנט לנהל מסמך תיעוד, מסמך זה, (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק של מימוש כל אחד ממנגנוני הפרויקט. // תיעוד מהלך העבודה כמפורט להלן:

- ניהול יומן פעילות בו יירשם, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
  - על הסטודנט לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
  - על הסטודנט לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע.
  - הסטודנט יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
  - במידה ובמהלך הבנייה נעשים שינויים בסטייה מהתכנון המקורי על התלמיד לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
  - על הסטודנט לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.
- // הוראות אלה יש לבצע עבור כל אחד ממרכיבי המעגל בהתאם להתקדמות העבודה על הפרויקט.
- // על התיעוד להכיל הסבר, תפקיד ופעולת רכיבים עבור כל אחד ממנגנוני הפרויקט.
- // על התיעוד להכיל את קודי התוכנה שבעזרתם נבדקו אותם מנגנונים.

### מימוש תוכנה גרסה סופית

תכנית מפורטת: קובץ מקור של התוכנה (קובץ LIST כאשר רלוונטי). כאשר התוכנה כתובה בשפה עלית, כדוגמת שפת C ועושה שימוש בפונקציות, יש לצרף טבלה שבה מופיעות העמודות הבאות (אין חובה או צורך לפתח תרשימי זרימה אלה רק במקרים שיש צורך או קושי להסביר אלגוריתם מורכב):

שם הפונקציה	תפקידה של הפונקציה	מה הפונקציה "מקבלת".	מה הפונקציה "מתזירה".

www.arikporat.com

## רפלקציה על התהליך ועל התוצר

// להלן רשימה של שאלות המזמנות חשיבה רפלקטיבית, אתם מוזמנים לבחור מספר שאלות שישמשו אתכם במהלך הכתיבה:

- מאילו דברים נהנית במיוחד בזמן ביצוע הפרויקט ומדוע?
- מאילו דברים לא נהנית בעת ביצוע הפרויקט ומדוע?
- באילו בעיות/קשיים נתקלת תוך ביצוע הפרויקט? ממה נבע הקושי? איך פתרת את הקשיים?
- מה תעשה/י באופן שונה כאשר תעבוד/י בעתיד על פרויקט מסוג זה?
- מה למדת תוך ביצוע הפרויקט על עצמך?
- מהן המיומנויות שרכשת או שדרגת תוך ביצוע הפרויקט?
- מהם היתרונות או חסרונות לגביך בניהול זו שיח מורה - תלמיד תוך ביצוע הפרויקט זה?
- כיצד התייחסת למושב של המורה או העמיתים שלך תוך ביצוע הפרויקט?
- האם העבודה על הפרויקט פתחה בפניך היבטים נוספים בהקשר לחומר הלימוד שנלמד בכיתה, פרט באילו נושאים ולמה?
- כיצד את/ה קושר/ת את נושא הפרויקט לנושאים אחרים שנלמדו בכיתה? תן/י דוגמא. הדוגמא יכולה להיות מהתחום המדעי, טכנולוגי, חברתי וכן מתחום המיומנויות שהשתמשת בהם בפרויקט.
- כיצד את/ה קושר/ת את נושא הפרויקט לחייך הפרטיים?
- האם את/ה מרגישה שהפרויקט גרם לך לשנות את דרך התנהגותך או חשיבתך בתחום בו עוסקת הפרויקט? הסביר/י.



## רשימה ביבליוגרפית / רשימת מקורות

באופן כללי רצוי (אם אפשר) להסביר לתלמידים שהמבנה של המקורות צריך להיות על פי כללי APA. יש להבדיל בין רשימת מקורות שהיא ציון המקורות לציטוטים בטקסט (בדרך כלל תלמידינו לא משתמשים בכך בפרויקט/עבודת גמר), לבין רשימה ביבליוגרפית המציינת ספרות שכוללת תכנים ששימשו להכנת עבודת הגמר אך אין ציטוט מהם בתוך הטקסט.

ברשימת ספרים ומקורות אינטרנטיים (מדויקים – כולל תאריך גישה) יש לכלול את המקורות שבהם השתמש התלמיד בהכנת העבודה.

אופן רישום מקורות:

Author/editor. (Year). Title (edition), [Type of medium]. Producer (optional). Available: Supplier/Database identifier or number [Access date].

Author/editor. (Year). Title (edition), [Type of medium]. Producer (optional). Available Protocol (if applicable): Site/Path/File [Access date].

דוגמה לרישום ספר:

Oxford English dictionary computer file: On compact disc (2nd ed.), [CD-ROM]. (1992). Available: Oxford UP [1995, May 27].

דוגמה לרישום מקור אינטרנטי:

Pritzker, T. J. (No date). An Early fragment from central Nepal [Online]. Available: <http://www.ingress.com/~astanart/pritzker/pritzker.html> [2018, June 8].

## נספחים

נספח א' – רשימת רכיבים.

נספח ב' – דפי נתונים – לרכיבים משמעותיים בלבד, לא כולל את המעבדים והבקרים למיניהם. לדוגמא, חיישנים, מנועים, רכיבים מוכללים ברי תכנות. יש לכלול את הנתונים החשמליים של הרכיבים במלואם ללא נתונים מכניים. למען הסר ספק, אין להסתפק בעמוד הראשון של דף הנתונים.

www.arikporat.com

## פרק 2 :

בדפים הבאים תמצאו דוגמה עם פירוט רב לדפים המופיעים בספר הפרויקט:

### אין צורך בספר פיזי ואפשר להיבחן עם הספר שבמחשב האישי .

**שימו לב!**

- קבוצת פרויקט שמוגשת לבחינה כוללת לכל היותר שני תלמידים. (במקרים חריגים נדרש קבלת אישור בכתב ממפמ"ר. יש לצרף אישור זה לספר הפרויקט)
- דגם בנוי הוא תנאי להיבחנות

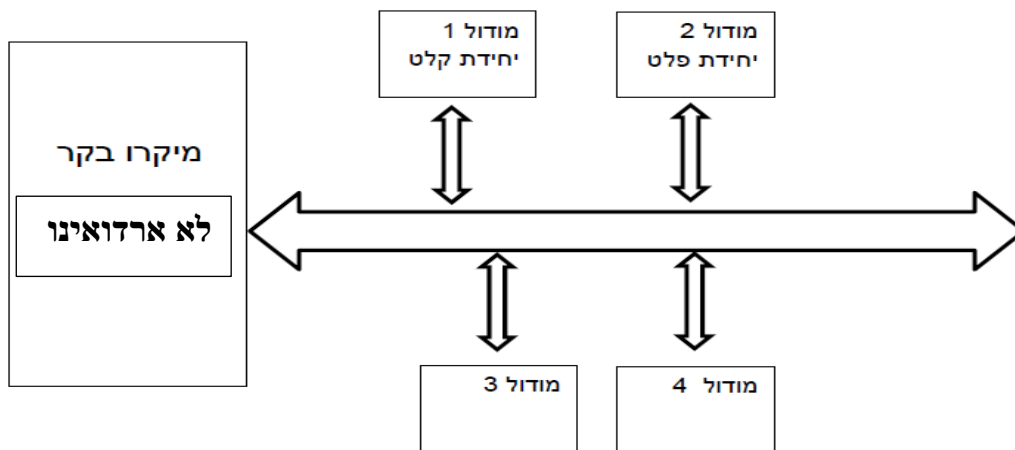
### 1. הצעת הפרויקט

מספר כללים לנושא הצעת הפרויקט, כמות הרכיבים בפרויקט וכו':

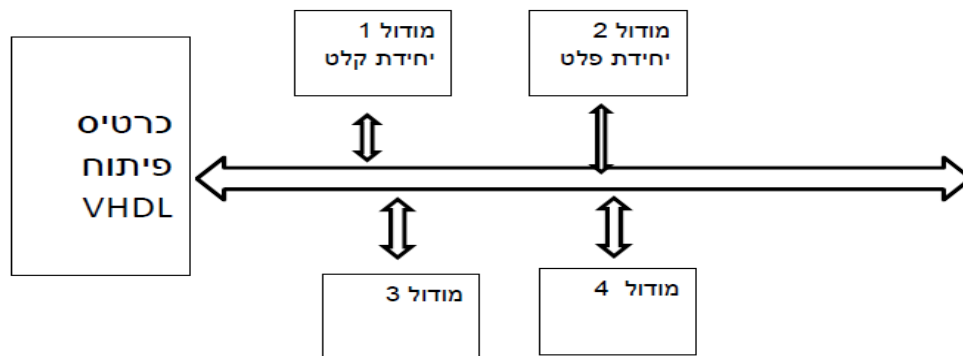
שאלון 711917, 711918

סכמה מלבנית למבנה הצעת פרויקט

1. מבנה פרויקט עם מיקרו-בקר



2. מבנה פרויקט ב VHDL



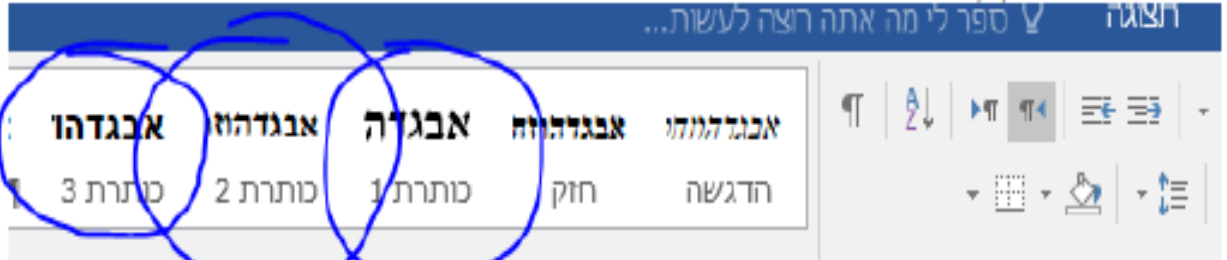
1. יחידת קלט הכוונה לוח מקשים ולא מפסק אחד או שניים. אם משתמשים ברכיב 74922 לקלט מלוח מקשים אז לוח המקשים והגיוק נחשבים ליחידת קלט אחת ולא שתיים.
2. אם משתמשים במפסקים וביחידת מרחיב פס (כמו PCF8574) אז ניתן להחשיב את המפסקים והגיוק ביחד ליחידת קלט אחת.
3. יחידת פלט הכוונה תצוגת LCD או TFT או כל מסך אחר ולא לד אחת או שתיים. "תצוגה" יכולה להיות גם פס לדים עם כתובות כמו ניא-פיקסל או תצוגת 7 מקטעים או תצוגת לדים 8\*8. אם משתמשים בפס לדים רגיל (ללא כתובת) אז החוצץ – דוחף הזרם - ופס לדים **ביחד** יכולים לשמש כמודול אחד.
4. **מודול - איננו** טרנזיסטור, דיודה, נגד או קבל. מודול הוא יחידה המורכבת לפחות מ- 2 - 3 רכיבים ומעגל משולב שהמיקרו בקר או כרטיס ה-VHDL פונים אליו.
  - a. מודול יחשב גם טרנזיסטור להפעלת צרכן : כמו-mosfet המפעיל מנוע.
  - b. מסך מגע צבעוני יחשב כשני מודולים(מסך + touch).
5. **דוגמאות למודולים** : חיישן מרחק (SRF04), מודול GPS, מודול תקשורת RF, מודול תקשורת Wi-Fi, מודול תקשורת בלוטות, מודול קולורדואינו, שעון RTC מודול תאוצה, מודול ממסר עם מצמד אופטי וכו' מודול הקלטה/השמעה של קול מודול זיהוי קול, מודול טביעת אצבע ועוד.
 

\*במילה "מודול" ייחשבו גם חיישנים כמו : לחץ, צבע, טמפרטורה, לחות וכו' .
6. במידה ומשתמשים במודול "מורכב" שמכיל מספר חיישנים (כמו צבע, תאוצה, GPS וכו') אפשר יהיה לרדת בכמות המודולים המינימלית. המודול המורכב יכול לשמש כ-2 ואפילו 3 מודולים. על מנחה הפרויקט להוסיף להצעה לינק למודול ה"מורכב" ומאשר ההצעה יחליט על פי ניסיונו האם לקבל את ההצעה.
7. בפרויקט מספר המודולים המינימלי :
  - טכנאי – 3
  - הנדסאי – 4
  - זוג הנדסאי – 6
 פרויקט VHDL מספר המודולים קטן יותר בגלל תכנון חומרה
  - הנדסאי – 2
  - זוג הנדסאי – 4
8. הסטודנט יידע את המבנה המלבני של לפחות 80 אחוז מתוך כלל המודולים שבפרויקט, כולל עיקרון העבודה של המודול (לדוגמה - אם מדובר בלוח מקשים אז את עיקרון ה-'0' הרץ).
9. בהצעת הפרויקט יש לציין על אילו מודולים אחראי כל סטודנט. כל סטודנט ידע ברמה המלבנית את המודול שהוא אחראי עליו כולל עיקרון עבודה של המודול.
10. במידה והפרויקט כולל פיתוח חדשני או שהפרויקט הוא פרויקט רב תחומי המשלב מספר תחומי דעת/מגמות, או שהפרויקט הוא פרויקט תעשייתי, אין חשיבות למספר המודולים.

### 3. תקציר - הכנת ספר פרויקט

**המלצה :** כדי להשתמש בתוכן עניינים אוטומטי כדאי להיעזר ביכולות של הוורד – WORD כמתואר באיור הבא:

// כדי לשמור על תוכן עניינים מסודר ואוטומטי יש להקפיד שכל הכותרות במסמך יעוצבו על פי הגדרות כותרת 1,2,3 :



// כדי לעדכן את תוכן העניינים יש לעמוד במרכז תוכן העניינים ולחץ על מקש ימני ואז על "עדכן שדה" ולבסוף "עדכן את הרשימה כולה".

ספר הפרויקט יכול לכול את הדפים הבאים בסדר הקבוע הבא: (דוגמאות – נמצאים בעמודים הבאים).

#### כריכה ודפים ראשונים

1. מעטפת כריכה חיצונית שקופה
2. עמוד כריכה חיצוני ובו : (העזר בדוגמה בעמוד 6)
  - א. שם המכללה (כדאי לשים את סמל המכללה)
  - ב. שם העבודה (נושא העבודה)
  - ג. כותרת : פרויקט גמר במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים במקצוע מערכות אלקטרוניות וסמל השאלון
  - ד. מאת : (שם המגיש)
  - ה. תעודת זיהוי :
  - ו. בהנחיית : (שם המנחה)
  - ז. שנה"ל תש\_\_.
3. דף פתיחה בדיוק כמו דף הכריכה בסעיף 2.
4. דפי הצעת הפרויקט

#### פרק א : מבוא

1. דף הצהרת הסטודנט (חתומה על ידי הסטודנט , המנחה ורכז המגמה )
2. דף שלמי תודה / הבעת תודה / הקדשה (לא חובה).
3. תוכן עניינים מחולק לפרקים , תת פרקים ולסעיפים.

4. רשימת טבלאות.
5. רשימת תרשימים/שרטוטים/איורים.
6. רשימת נספחים.
7. מפרט טכני
8. תקציר – עד 2 עמודים בלבד המתארים את הפרויקט כמוצר והיכולות שלו.
9. תיאור הבעיה או הצורך (עד עמוד אחד בלבד). להתייחס ל 3 נקודות : א. מה היה עד היום. ב. מה קיים היום. ג. מה הפרויקט בא לשפר או לפתור. להתייחס לסקר פתרונות קיימים/חילופיים.
10. תפקיד, מבנה ואופן פעולה.

## פרק ב : חומרה

1. מבוא: כיצד נבנתה החומרה? האם הרכיבים נמצאים על מעגל מודפס? הלחמות Wire Wrap? כדאי/רצוי לצרף תמונה של החומרה).
2. תרשים הסכימה מלבנית.
3. הסבר תרשים הסכימה המלבנית.
4. תרשים הסכימה החשמלית.
5. הסבר מפורט של תרשים הסכימה החשמלית. יש לרשום הסבר מפורט של התהליכים העיקריים המתרחשים במעגל תוך התייחסות לשילוב בין פעולת הבקר לשאר רכיבי החומרה. יש לצרף שרטוטים של צורות גלים המתקבלות בצמתים ראשיים של הפרויקט (חשוב לצלם ולהכניס את תוצאות המדידות!) מומלץ לממש את הנתונים בטבלאות כדוגמת הטבלה הבאה

שם הרכיב ומספרו הסידורי:

מספר הדק ברכיב	שם האות	הסבר מאפייני האות	לאן האות מחובר	שרטוט צורת האות

## 6. תיעוד הפעילות בפיתוח הפרויקט.

- חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על הסטודנט לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק הכולל את הנושאים הבאים:
- ניהול יומן פעילות בו יהיה רשום, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
  - על הסטודנט לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
  - על הסטודנט לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, מוצע גם בווידאו.

- הסטודנט יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
  - יש לתעד את שינויים בסטייה מהתכנון המקורי, לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
- כדאי לבצע זאת בעזרת טבלה שבה יהיו העמודות הבאות (דוגמאות בלבד ללא קשר לתאריכים. דוגמאות נוספות בהמשך) :

מס"ד	תאריך	מטרה	הפעילות	תוצאות/מדידות/צילום
1	20.10.2030	הפעלת כרטיס הקלטה/השמעה של 8 דקות	חיבור הדקי ה SPI של הכרטיס בעזרת כבל מתאים בין הכרטיס לארדואינו. חיבור עם wire wrap להדקים 10 עד 14 של הארדואינו. כתיבת תוכנה מתאימה לתקשורת SPI. בדיקה במפגש הבא.	סיימנו בניית החומרה. רשמנו פונקציות start stop ו ack של ה SPI
2	22.10.2030	הצגת מסך תפריט בתצוגת ה TFT	על פי השרטוט החשמלי, חיבור הדקי תצוגת TFT מקבילית בעזרת 4 Flat Cables לקונקטורים מתאימים שחיברתי במעגל המטריצה, כתיבת התוכנה ובדיקה האם מקבלים את מה שרוצים?	
3	-----	-----	-----	-----

התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט וישמש את בוחן/בוחני הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

## פרק ג : תוכנה

1. מבוא : עם איזו סביבת עבודה נכתבה התכנה ? שלבי הפיתוח . פונקציות שכתב המשתמש או/ו פונקציות ספרייה מוכנות .
2. לא חובה ניתן לפתח תרשימי זרימה של הפונקציה הראשית ושל 3-4 פונקציות של התוכנית.
3. הסבר תרשימי הזרימה ( רק אם רשמת תרשימי זרימה בסעיף קודם).
4. טבלת פונקציות או/ו טבלת מתודות שבה יופיעו : א. שם הפונקציה. ב. תפקיד הפונקציה. ג. מה הפונקציה מקבלת ד. מה הפונקציה מחזירה. אם התוכנה רשומה בשפת מונחית עצמים אז יש להוסיף טבלה עם מחלקות אובייקטים ומתודות.
5. התוכנה עצמה .

## פרק ד : כלים

1. תכנון מכני : שרטוט המערכת המכנית אם עבדת עם תוכנה מתאימה, צילום של הקופסא שבה נמצאת האלקטרוניקה עם מידות אורך, רוחב וגובה).
2. כלי תכנון ממוחשבים ( באיזו תכנה השתמשת לשרטוט המעגל החשמלי ? עם איזו תכנה כתבת את ספר הפרויקט ? תוכנות סימולציה ? תוכנה לתכנון מכני וכו' )
3. הוראות כיוון והפעלה.
4. איתור ליקויים אפשרי.

## פרק ה : רפלקציה/סיכום ומסקנות.

## פרק ו : ביבליוגרפיה/רשימת מקורות.

## פרק ז : נספחים : 1. רשימת רכיבים 2. דפי נתונים לרכיבים משמעותיים. 3. הסברים כללים על נושאים

שקיימים בפרויקט , שרטוט והסבר למודולים/כרטיסים שלא נבנו על ידי הסטודנט/ית.

הערה : בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון, את הפרויקט בפעולה.

## דפי סיום :

דף כריכה חיצוני רצוי מקרטון.

כריכה חיצונית שקופה

בעמודים הבאים מתואר מבנה של ספר:



## 6. דוגמא של ספר - מכאן מתחיל הספר :

**מעטפת כריכה חיצונית שקופה ( לא נחויץ אם הספר  
לא פיזי אלא במחשב) !**

www.arikporat.com

## דף הפתיחה

דוגמה לעמוד הכריכה החיצוני והעמוד הפנימי עבור הנדסאי אלקטרוניקה  
בהתמחות מערכות אלקטרוניות במכללת הולץ חיל האוויר



חיל האוויר  
הולץ

בית הספר  
**הרב תחומי**  
רשת תיכונים ומכללות מקבוצת עמל

כתובת : קיבוץ גלויות 150 תל-אביב  
טלפון : 03-6835393  
פקס : 03-6828543  
סמל : 570044

### פרויקט גמר

למילוי חלקי של הדרישות לקבלת תואר

### הנדסאי אלקטרוניקה

במגמת : אלקטרוניקה ומחשבים

בהתמחות : מערכות אלקטרוניות

הנושא : רובוט רב תחומי לטיול על הירח

מאת : ישראל ישראלי

ת.ז : 123456789

העבודה בוצעה בהנחיית : פרופ' אלברט איינשטיין

שנה"ל : תשצ"א - 2031 .

# א.ו הצהרת הסטודנט

## הצהרת הסטודנט:

שם הסטודנט: \_\_\_\_\_ מספר ת"ז: \_\_\_\_\_

אני הח"מ, מצהיר בזאת כי פרויקט/עבודת הגמר וספר הפרויקט המצ"ב נעשו על ידי בלבד. הפרויקט מסכם ידע, מיומנות והרגלים שלמדתי במסגרת לימודי ההתמחות במגמה ובאופן עצמאי. הפרויקט וספר תיעוד הפרויקט נעשו על בסיס ההנחיות שקיבלתי מהמנחה שלי. מקורות המידע בהם השתמשתי לביצוע פרויקט מצוינים ברשימת המקורות שבסוף הספר. אני מודע לאחריות שהנני מקבל על עצמי על ידי חתימתי על הצהרה זו שכל הנכתב בה אמת.

חתימת הסטודנט: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

## אישור מנחה הפרויקט/עבודת הגמר

הריני מאשר שהפרויקט בוצע בהנחייתי, קראתי את ספר הפרויקט ומצאתי כי הוא ראוי להגשה.

שם המנחה: \_\_\_\_\_ חתימה: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_



## אישור רכז המגמה

הריני מאשר שדרישות הפרויקט ורמתו מתאימים לדרישות והנחיות משרד החינוך המפורסמים בחוזר המפמ"ר ובאתר המגמה.

שם רכז המגמה: \_\_\_\_\_ חתימה: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

## 2. א. שלישי תודה לא הורגם

עמוד זה איננו חובה.

מטרתו להודות למנחה/מורים/מרכז מגמה/מנהל/ הורים או / ו להקדיש את הספר למישהו/מישהם מסוימים.

דוגמה של שלמי תודה :

ברצוני להודות מקרב לב למנחה שלי \_\_\_\_\_ שליווה אותי במהלך פיתוח הפרויקט ולא חסך מזמנו והיה קשוב וזמין תמיד לפתרון בעיות שצצו במהלך הפיתוח. הסבלנות, העזרה והפתרונות לבעיות הביאו לסיומו המוצלח של הפרויקט. תודה רבה גם לצוות המורים במגמה יוסי, חיים ו..... שלימדו אותנו את כל היסודות והסודות של המקצוע. תודה גדולה למרכז המגמה \_\_\_\_\_ שלא חסך מאמצים ומשאבים כדי שנסיים את הפרויקט בזמן ובהצלחה. תודה גדולה למנהל/ת המכללה שהמריץ, עודד ולא חסך בתקציבים ועזרה ....

## א.3 תוכן עניינים

חלוקה לפרקים , תתי פרקים וסעיפים

דוגמה מפרויקט עם רובוט:

111	.....	11. מערכת ההנעה
111	.....	11.1 מבוא
112	.....	11.2 היגוי הרובוט
113	.....	11.3 H BRIDGE
114	.....	10.3.1 חיבור המנוע הקדמי של הרובוט
115	.....	10.3.2 חיבור המנוע האחורי של הרובוט
	.....	11.4

140 ..... 12. חיישנים

..... 12.1 חיישן המרחק הקדמי

במידה והספר לא מחולק לפרקים ניתן גם ללא ציון הפרק או הסעיף.

2	הצהרת הלומד:
3	הקדשה/תודה:
4	תוכן עניינים.
5	תקציר
5	תיאור הבעיה או הצורך
5	תפקיד הפרויקט
5	תרשים המלבנים
5	טיוטה לשרטוט השמלי
5	רשימת הרכיבים (מפרט טכני בסיסי של רכבים)
6	שרטוט השמלי סופי
7	תיעוד
8	מימוש תוכנה גרסה סופית
9	רפלקציה על התהליך ועל התוצר
10	רשימה ביבליוגרפית/ רשימת מקורות
11	נספחים

www.arikporat.com

## א.א רשימת טבלאות

כאן נשים את רשימת הטבלאות שבפרויקט . לדוגמה :

עמוד	הנושא	מספר
120	השוואה בין חיישן א לחיישן ב	.1
124	המרה בין מרחק המטרה לזווית הפגיעה	.2
	.....	.3
		.4

www.arikporat.com

## א.5 רשימת החומרים הנדרשים

בדומה לרשימת הטבלאות בעמוד קודם רק לגבי איורים, שרטוטים, ציורים וכו'.  
דוגמה לטבלת איורים :

מספר עמוד	שם איור	מספר איור
16	לוח המסננות	1
17	לוח הארדואינו	2
18	מסך התצוגה	3
18	תצוגת פסי הלדים	4
19	פוטנציומטרים	5
24	ארדואינו מגה	6
24	ULN2803	7
25	LCD TFT	8
92	מבנה הקופסא	9
92	מבנה קידמי של הקופסא	10
103	פסי הלדים	11
---	-----	12
---	-----	13



## א.6 רשימת נספחים

כמו רשימת הטבלאות והתרשימים שבעמודים קודמים אבל לגבי הנספחים.  
אין צורך להכניס בנספחים דפי נתונים של מיקרו בקרים נפוצים ( כמו ארדואינו, מיקרו 51 וכו').  
רק רכיבים "מיוחדים" כמו ג'וקים לא נפוצים ( אין צורך בדפי נתונים של שערים "פשוטים" וכך  
הלאה). חיישנים מיוחדים וכו' .

www.arikporat.com

## א.7 מפרט וכו'

ניתן להכניס מפרט של המיקרו בקר / רכיב מתוכנת בפרויקט כמו מתח הפעלה שלו, כמה זמן יעבוד ללא רשת החשמל, רגישות הכניסה התנגדות כניסה ויציאה, מתחים מקסימליים שאין לעבור אותם וכו', תדרי עבודה וכו'. כמו כן עבור כל מודול בפרויקט: מתח הפעלה, תדר עבודה, פרוטוקול תקשורת וכו'.

www.arikporat.com

## 8.א תקציר

// עד שני עמודים  
// על התקציר להציג את הפרויקט כמוצר והיכולות של אותו מוצר  
// תיאור קצר של הפרויקט . התקציר לא יכלול הסברים בתחום האלקטרוניקה

www.arikporat.com

## 9.4 האור הנטייה האדום

// רצוי להתייחס לשלוש נקודות: מה היה, מה קיים עכשיו, מה אנו רוצים לשנות, לשפר או לפתור.  
// יש להתייחס לסקר פתרונות קיימים/חלופיים  
// התלמיד יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.

www.arikporat.com

## א.10 תפקיד התקנים

יש לתאר את התפקיד, המבנה ואופן פעולה. אין להכניס הסבר לאלקטרוניקה ( לא לתאר איזה מעגלי אלקטרוניקה השתמשת..). בסעיף כאן.

www.arikporat.com

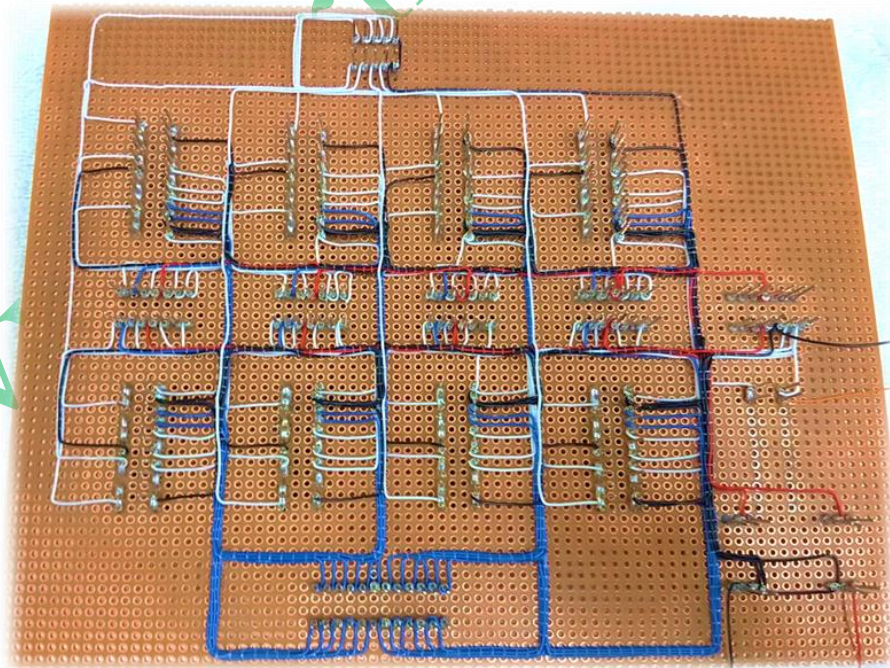
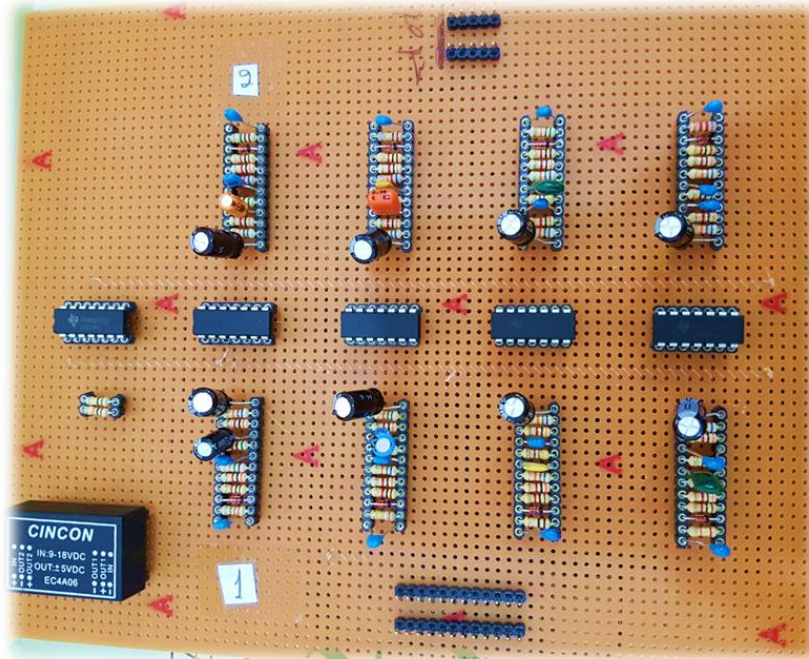
## פרק ב

www.arikporat.com

תורת הדין

# ב. 1 מבווא

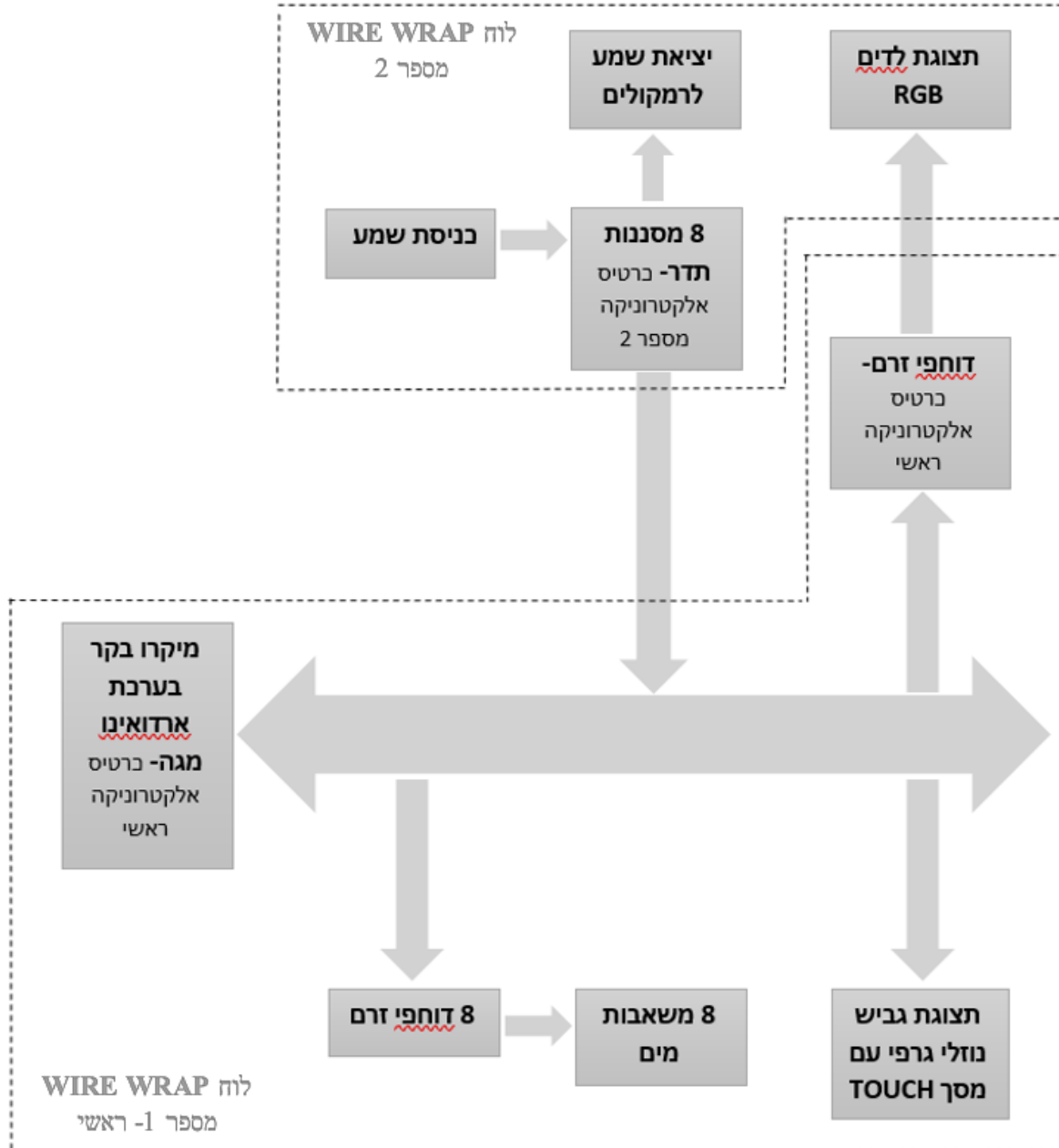
איך הפרויקט בנוי? האם הלחמות? חיווט wire wrap איזה מודולים, צילום החומרה  
דוגמה לחיווט wire wrap:



איור ..... : מעגל מספר 2 – מעגל המסננות. בחלק העליון באיור – צד הרכיבים. בחלק התחתון – צד החיווט.

# 2.1 סכימה מלבנית

כאן מציגים את המלבנים המרכיבים את הפרויקט. לדוגמה לסכמה מלבנית של איקוולייזר:



איור ... : סכמה מלבנית איקוולייזר



## ב.3 התור הנכונה המלבנית

רצוי לתת בהסבר הסכמה המלבנית מספר סידורי לכל מלבן ולהסביר את תפקידו והקשר שלו אל המלבנים האחרים. לדוגמה:

### a. מעגל המיקרו בקר

תפקיד המיקרו בקר לשלוט על כל התהליכים בפרויקט.....

הוא מתחבר אל המלבנים הבאים :

א.1 אל מעגל 8 דוחפי זרם המורכב מ 8 רכיבי ULN2803 בעזרת ההדקים.....

א.2 אל מעגל .....

### b. מעגל דוחפי הזרם

.....

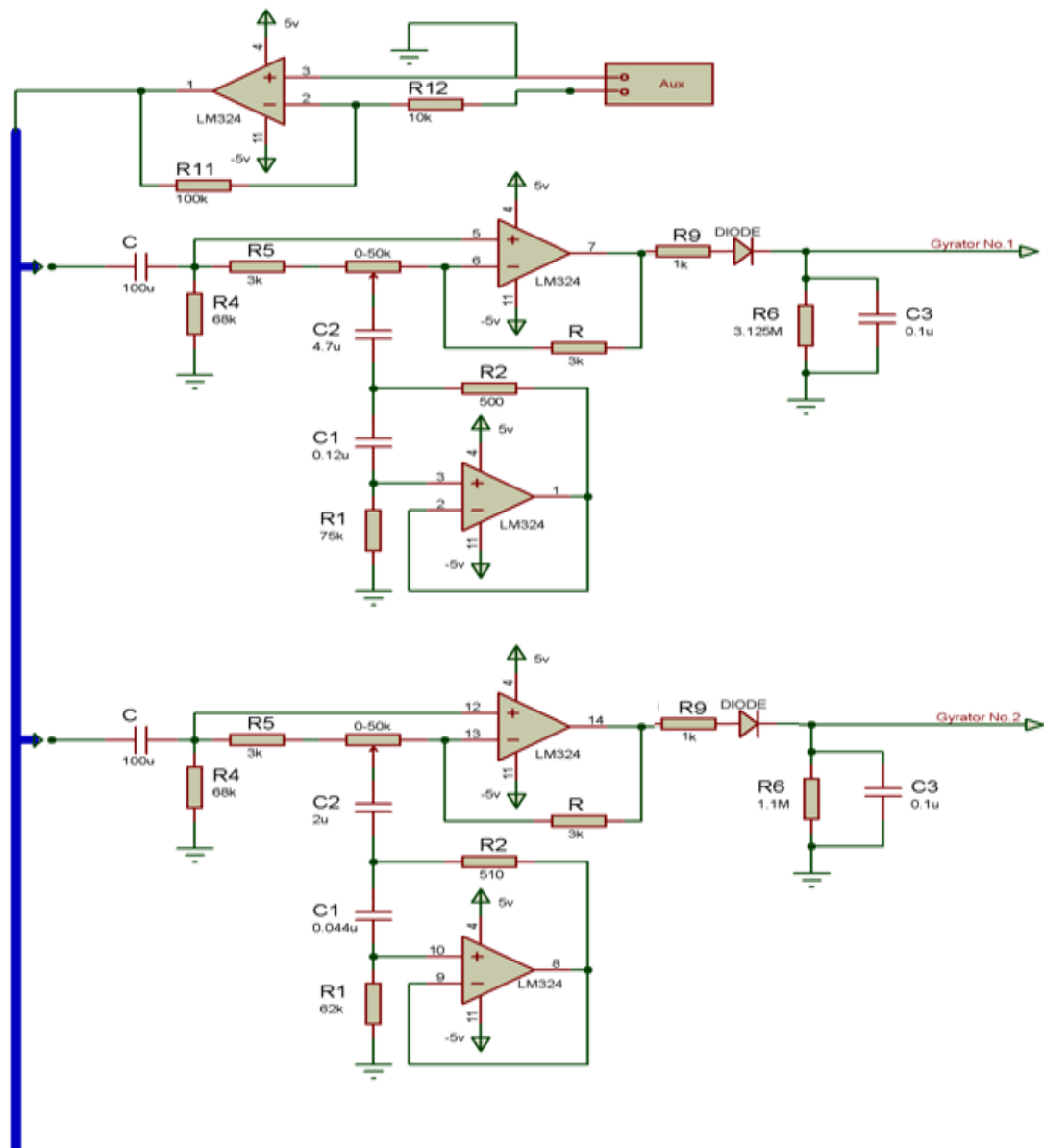
### c. מעגל תצוגה גביש נוזלי גרפי עם TOUCH

.....

# ב.4 טכניקה מעגלים

הסכמה החשמלית בתוכנת ה ORCAD או Fritzing או EasyEDA או TinyCad או Xcircuit או CadSoft Eagle או Tina או Altera (לרכיבים מתוכנתים) או כל תכנה אחרת שבה שורטט הפרויקט.

לדוגמה : חלק מהשרטוט החשמלי של מסננות באיקוולייזר :

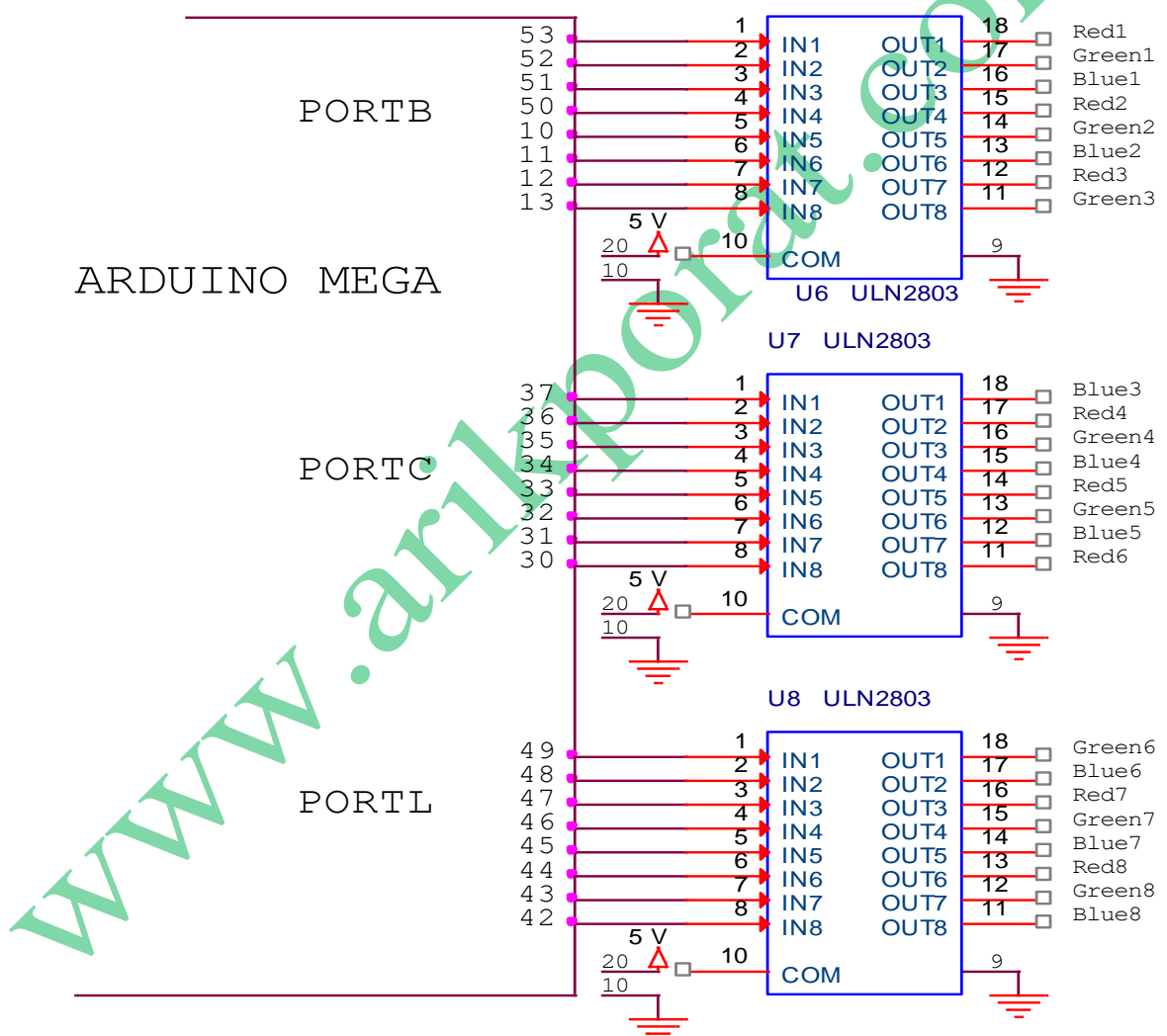


איור X : מעגל המסננות מספר 1 ו 2

## ב.5 הטנר הנכונה

יש להסביר בצורה מפורטת את החיבור בין כל הקווים/הדקים שבשרטוט. כדאי לחלק את השרטוט הכולל לחלקים קטנים יותר בהתאמה לחלוקה למלבנים בהסבר של הסכמה המלבנית. כדאי להעתיק מהשרטוט החשמלי את החיבור המתאים למלבן המדובר. לדוגמה חיבור בין המיקרו ל 8 דוחפי הזרם.

### חיבור דוחפי הזרם לארדואינו ולפסי הLED:

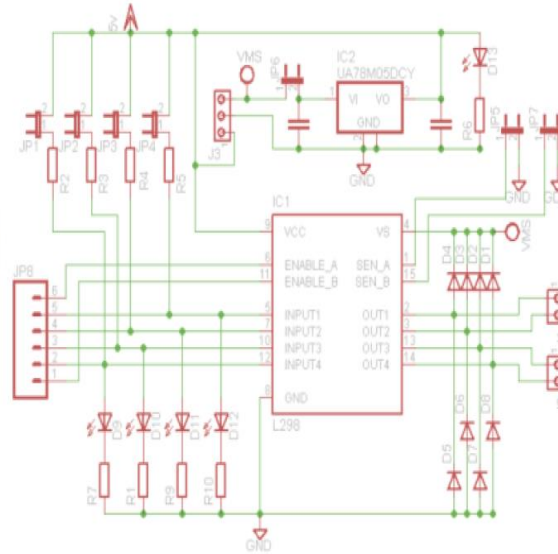
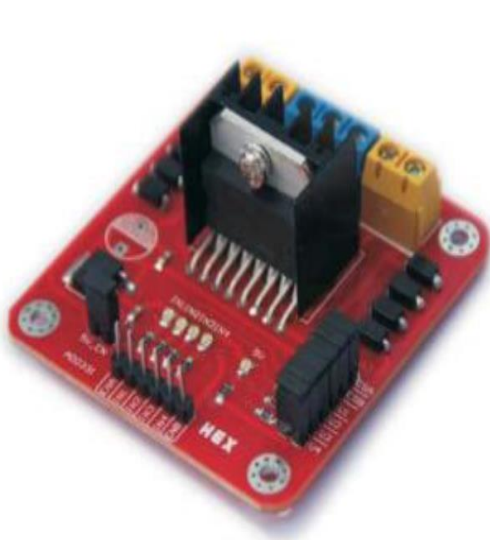


איור מספר y : חיבור דוחפי הזרם אל הארדואינו

יש להוסיף צילום צורות גלים או/ו מדידות אחרות (זרם, מתח התנגדות וכו') המתקבלות בנקודות "חשובות" ( כמו צילום התקשורת הטורית של הבלוטות בקווים RXD ו TXD , או צילום צורות גל על קווי SPI או קווי I2C ברכיבים/מודולים בהתאמה).

יש לפרט את המבנה הפנימי של כל אחד מתתי המנגנונים/ מודולים/ כרטיסים בפרויקט. בין אם מדובר במעגל שהסטודנט בנה או במעגל חשמלי מוכן ( מודול).

לדוגמה שרטוט של מודול מוכן של דוחף זרם למנועי DC עם רכיב L298 .



יש להסביר את תפקידי הרכיבים המופיעים בשרטוט.

מומלץ לממש את הנתונים בטבלאות כמו הטבלה הבאה:

שם הרכיב ומספרו הסידורי:

מספר הדק ברכיב	שם האות	הסבר מאפייני האות	לאן האות מחובר	שרטוט צורת האות

## ב.6 תיעוד

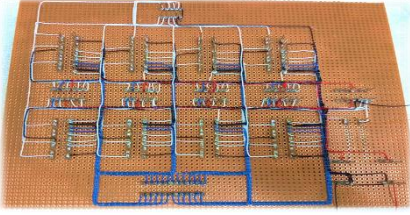
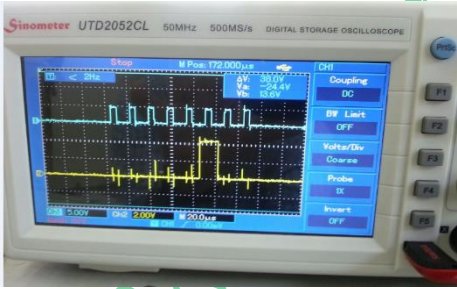
### 4.3 תיעוד

4.3.1 חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על הסטודנט לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדוייק הכולל את הנושאים הבאים:

- 4.3.1.1 ניהול יומן פעילות בו יהיה רשם, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
- 4.3.1.2 על הסטודנט לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
- 4.3.1.3 על הסטודנט לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, מוצע גם בוידאו.
- 4.3.1.4 הסטודנט יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
- 4.3.1.5 יש לתעד את שינויים בסטיה מהתכנון המקורי, לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
- 4.3.1.6 על הסטודנט לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.
- 4.3.2 בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון, את הפרויקט בפעולה.
- 4.3.3 התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט (ראה פרק 2 להלן) וישמש את בוחן/בוחני הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

**יש לערוך טבלה המתעדת יומן פעילות של תהליך הפיתוח. לדוגמה כיצד תיראה הטבלה:**

מס"ד	תאריך	מטרה	הפעילות	תוצאות/מדידות/צילום
1		הכנה לעבודת הפרויקט	מומלץ בחופשת הקיץ (החופש הגדול) לבחור פרויקט בתחום העניין של הסטודנט בהתייעצות עם המנחה.	בנינו סכמה מלבנית של הפרויקט והתחלנו להזמין/לקנות רכיבים. בהמשך יש לשרטט את המעגל החשמלי ולהתחיל לבנות את החומרה.
2	5.10.2020	פגישה ראשונה של שנת הלימודים.	המנחה נתן מטרות ותאריכים לקצב התקדמות בפרויקט והסביר כיצד לכתוב את ספר הפרויקט תוך הדגשת התיעוד.	

	<p>תיקון חיווט וויאר ראפ שלא חובר כראוי ושיפור האסתטיקה של החיווט</p>	<p>בדיקת כרטיס החומרה הראשון שבנינו</p>		<p>3</p>
<p>-----</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>		<p>-----</p>
<p>-----</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>		<p>-----</p>
<p>סיימנו בניית החומרה. רשמנו פונקציות start ו stop של ה SPI</p>	<p>חיבור הדקי ה SPI של הכרטיס בעזרת כבל מתאים בין הכרטיס לארדואינו. חיבור עם wire wrap להדקים 10 עד 14 של הארדואינו. כתיבת תוכנה מתאימה לתקשורת SPI . בדיקה במפגש הבא.</p>	<p>הפעלת כרטיס הקלטה/השמעה של 8 דקות</p>	<p>20.10.2030</p>	<p>8</p>
<p>בדיקה האם כאשר לוחצים על מפסק השמעה שומעים את ההקלטה. הצלחנו לשמוע את ההקלטה שביצענו.</p>	<p>הוספנו את פונקציית ההשמעה.</p>	<p>שילוב חומרה / תכנה בכרטיס הקלטה/ השמעה</p>	<p>23.10.2030</p>	<p>9</p>
	<p>חיברנו סקופ דיגיטאלי ל 2 הדקים . 1. להדק הנתונים 2. להדק פולסי השעון של התקשורת הטורית. באיור משמאל בצבע התכלת רואים את צורת הגל של פולסי השעון ובצבע הצהוב את הנתון הטורי שנשלח מהמיקרו לרכיב.....</p>	<p>בדיקת צורות גל בכרטיס הקלטה/השמעה</p>		<p>10</p>
<p>-----</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>	<p>11</p>



# ג.ו. מברוא

באיזו סביבת עבודה נכתבה התכנה ( איזה IDE ? ) , באיזו שפה ? לאילו רכיבים/מודולים כתבת את הפונקציות בעצמך ולאילו נעזרת בתכנה מוכנה ?

www.arikporat.com

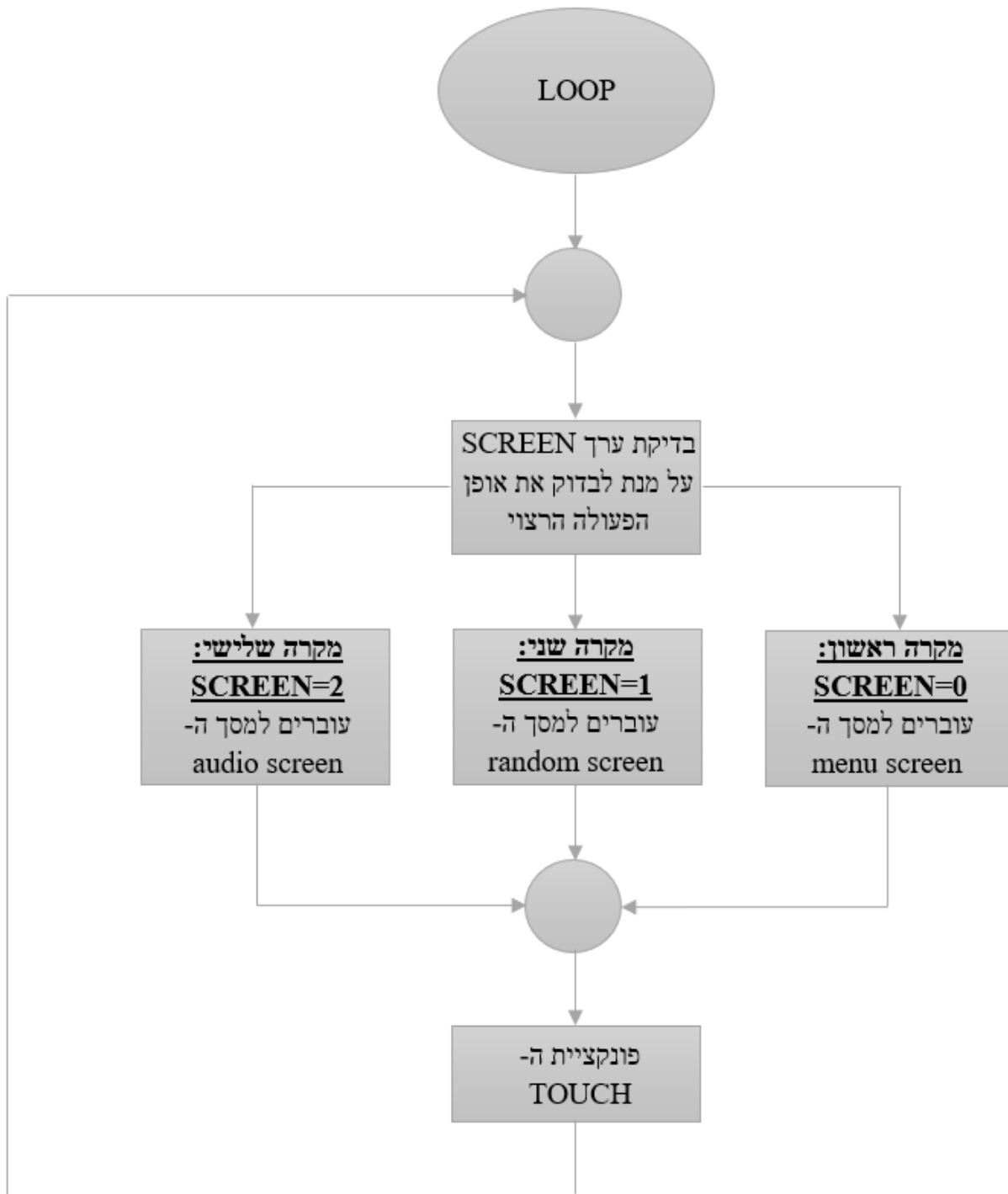


## 2.1 תרשימי זרימה

בספר ההנחיות של משרד ה חינוך אין חובה לפתח תרשימי זרימה אלא אם יש אלגוריתם מורכב .

אני ממליץ לעשות תרשימי זרימה כי הם מסבירים בצורה טובה יותר את זרימת התוכנית מאשר "סתם"

שורות של קוד. לדוגמה פונקציית loop בפרויקט איקוולייזר :



## 3.1 הסבר תרשימי הזרימה

אם רשמת תרשימי זרימה בסעיף הקודם אז אחרי כל תרשים זרימה בפרק הקודם יש לרשום הסבר של התרשים.

**לדוגמה :** הסבר תרשים הזרימה מעמוד קודם:

הפונקציה loop עובדת בלולאה אין סופית כפי שנראה בתרשים הזרימה.

בהפעלה הראשונה אנחנו יודעים כי הערך במשתנה SCREEN שווה ל 0, איפסנו אותו בתוכנית האתחול, לכן במקרה זה נעבור למסך התפריט עם הפעלת הפרויקט. במסך זה 2 מלבנים עם 2 אפשרויות עבודה והמשתמש צריך לבחור בעזרת ה touch את אופן העבודה הרצוי.

שני אופני העבודה הם :

1. RADOM

2. AUDIO

כאשר נלחץ על מלבן RANDOM המשתנה SCREEN מקבל את הערך 1 ואז נעבור ל random screen. במסך זה מוצגים 8 "עמודי" העוצמה בכל ערוץ לפי ערך רנדומאלי שהתקבל עבור כל ערוץ מהפונקציה RANDOM .

במצב AUDIO המשתנה screen=2 ואז עוברים למסך audio screen שהוא איקוולייזר "אמיתי" שבו מקבלים 8 עמודים בגובה ובצבע שונה לפי השמע הנכנס.

## 4.1 טבלת פונקציות

מס"ד	שם הפונקציה	מה הפונקציה מקבלת	מה הפונקציה מחזירה	תפקיד
1	setup	---	---	קביעת תפקיד הדקים , אתחול מודולים / רכיבי חומרה , קביעת קצב תקשורת (לפרט אילו מודולים. רכיבים וסוגי תקשורת)
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

## 5.1 מחלקות לאביזרים

מס"ד	שם המחלקה	האובייקט	הפונקציה ( מתודה )	תפקיד
1	SoftwareSerial	myGPS(RXPin, TXPin)	myGPS.begin(9600)	אתחול קצב התקשורת הטורית עם מודול ה GPS ל 9600 ביטים בשנייה
2				
3				
4				
5				
6				

## 6.1 התכנה בשפת Python

כאן נשים את התכנה עצמה. אם לתוכנה יש קובץ list (עם הסיומת lst) נשים קובץ זה. אם לא – נשים את הקובץ בשפה שנכתבה ( לדוגמה : קובץ עם הסיומת C אם כתבנו בשפת סי או קובץ עם הסיומת ino אם רשמנו בתוכנת הארדואינו וכו'). מומלץ לשים הערות בתכנה להבנה/קריאות טובה יותר של התכנה. דוגמה לעמוד ראשון בתכנת הפיתון :

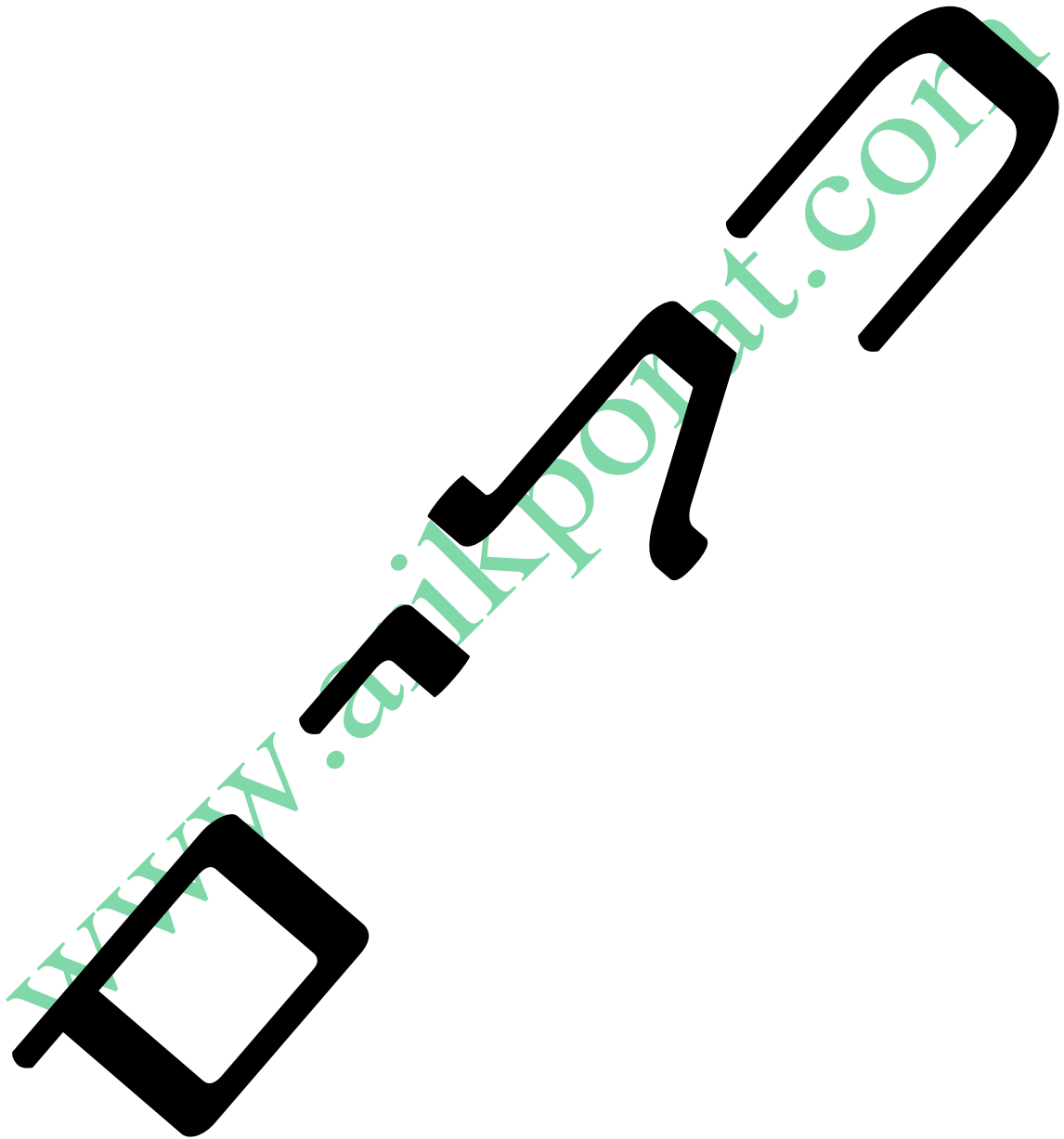
# תוכנה בשפת PYTHON

```
import tkinter          # יבוא של הספרייה tkinter
from tkinter import ttk # יבוא של מחלקה ttk מתוך הספרייה tkinter
from tkinter import *
import time
import hashlib
from pyfingerprint.pyfingerprint import PyFingerprint
import RPi.GPIO as GPIO
import face_recognition
import picamera

import numpy as np

GPIO.setmode(GPIO.BCM) # הגדרה של צורת הספירה של הפינים
GPIO.setwarnings(False) # ביטול של האזהרות שקשורות בפינים
GPIO.setup(18, GPIO.OUT) # הגדרת פיך 18 כפלט
GPIO.setup(22, GPIO.OUT)
```

# פרק ז

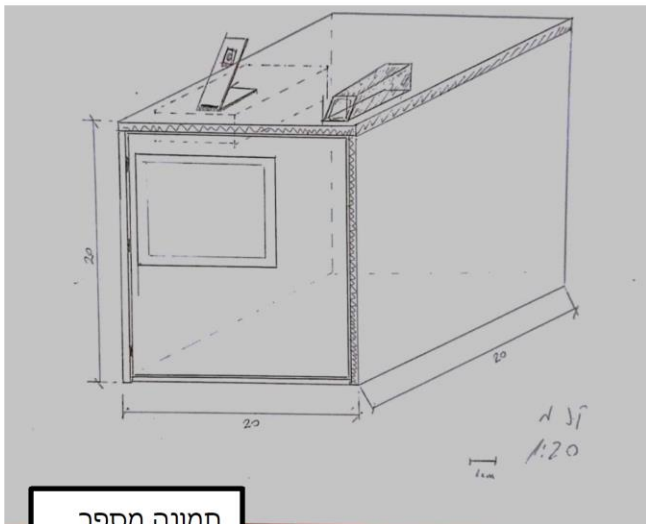


# ד.1 תכנון מסגרי

ניתן לצלם את הקופסא , את האלקטרוניקה שבתוך הקופסא ולרשום מידות של הקופסה ושל הכרטיסים השונים. לדוגמה :



את הכספת בניתי מדפנות של חומר פרספקס שקוף שהזמנתי במיוחד, הדפנות חוברו בעזרת ברגים.



תמונה מספר 9: סקיצה של הכספת



תמונה מספר 8: הכספת במהלך הבניה

## מידות הכספת:

רוחב: 20 ס"מ

אורך: 20 ס"מ

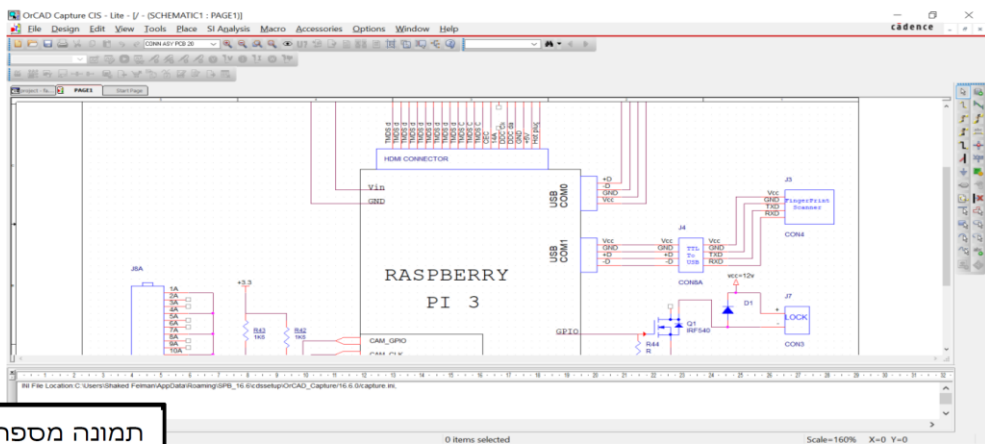
גובה: 20 ס"מ

# ד.ד כלי תוכנה ממומנים

כאן ניתן לרשום את כלי התוכנה שבה השתמשנו בפרויקט כמו : קובץ ה WORD לכתובת ספר הפרויקט. טבלאות וגרפים של EXELL. תוכנה מכנית שבה השתמשנו לבנות את החומרה ( קופסה , גלגלי שיניים וכו'), כלי סימולציה שבה עשינו הדמיה . לדוגמה:

## תוכנת Orcad Lite 17.2

זוהי התוכנה שבה השתמשתי לשרטוט המעגל החשמלי של הפרויקט. את התוכנה הכרתי במסגרת הלימודים בכתה יג'. הגרסה Lite ניתנת להורדה בחינם באתר של החברה.



תמונה מספר  
10: תוכנת  
Orcad -ה

## תוכנת Python 3.6 Idle

בעזרת תוכנה זו כתבתי את התוכנה של הפרויקט בפרק המבוא לתוכנה הרחבתי לגבי תוכנה זו.



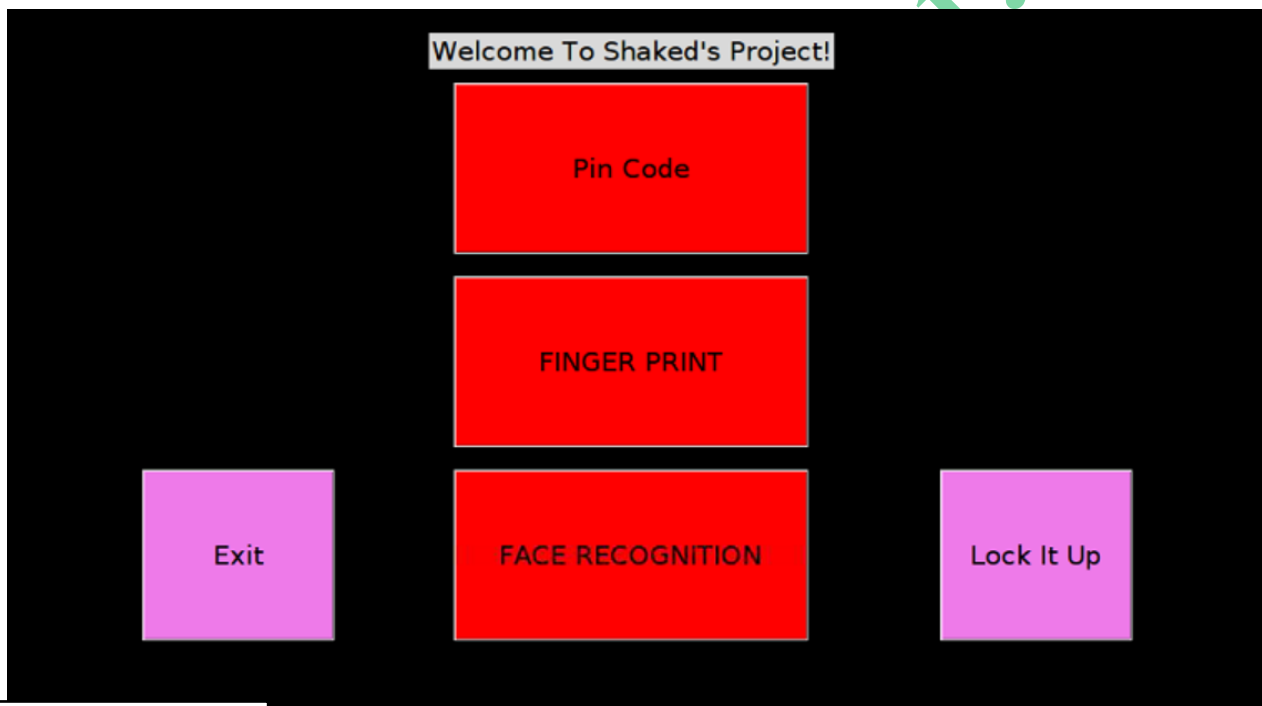
תמונה מספר  
11: תוכנת  
IDLE -ה



## ד.3 הוראות כיוון התפעול

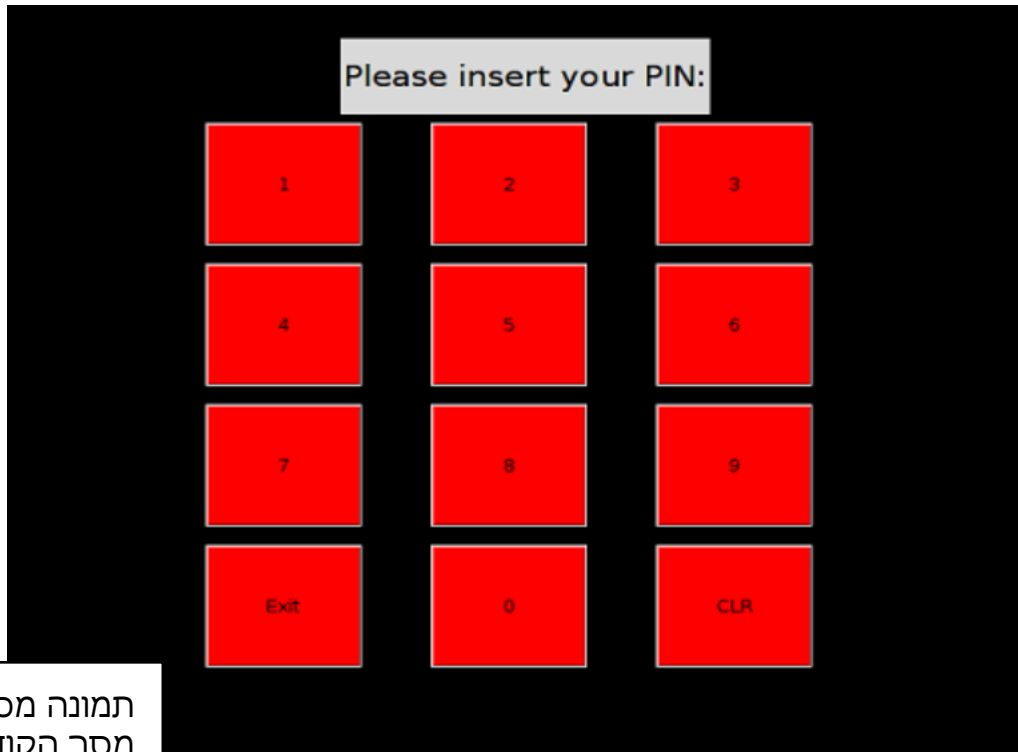
כאן נרשום כיצד מפעילים את הפרויקט. על איזה כפתורים/מפסקים יש ללחוץ כדי לקבל את ביצועי הפרויקט. אם בפרויקט יש מסכי תפריט שונים יש לצלם אותם ולהסביר את המעבר בין התפריטים. לדוגמה : מעבר בין מסכים בפרויקט פתיחת כספת עם קוד, טביעת אצבע וזיהוי פנים .

כאשר מחברים את הפרויקט לחשמל, על פני תצוגת ה-LCD יוצג המסך התפריט בו המשתמש יצטרך לבחור את אחת האופציות לפתיחת המנעול:



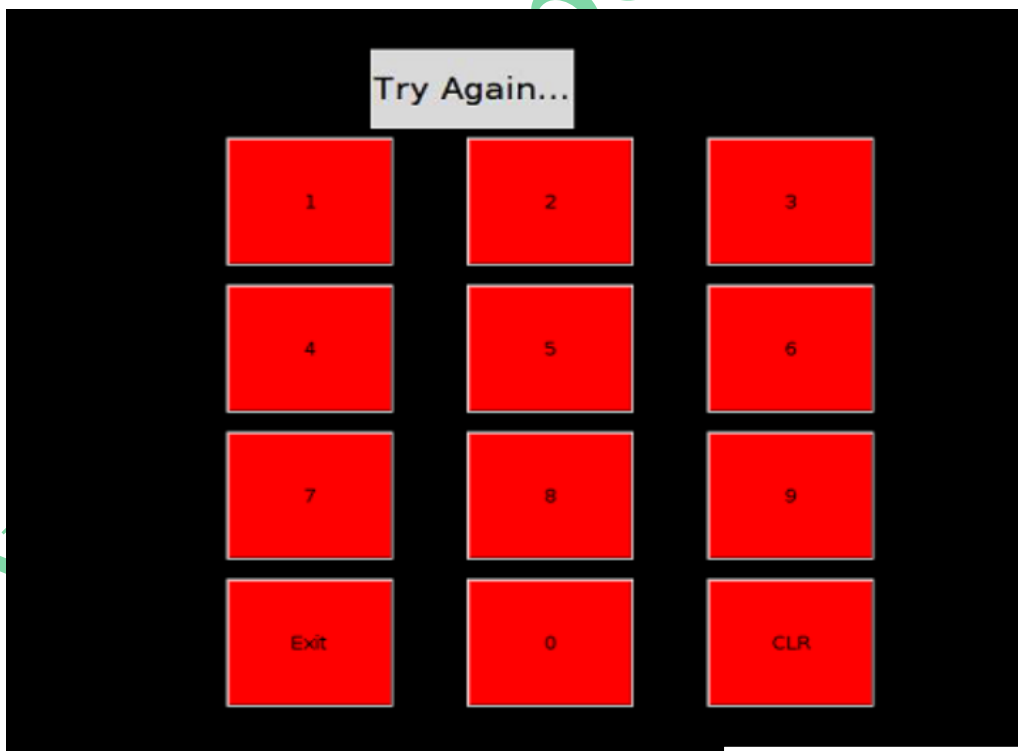
תמונה מספר 16:  
מסך התפריט

כאשר המשתמש לוחץ על כפתור הקוד יפתח בפניו המסך הבא:



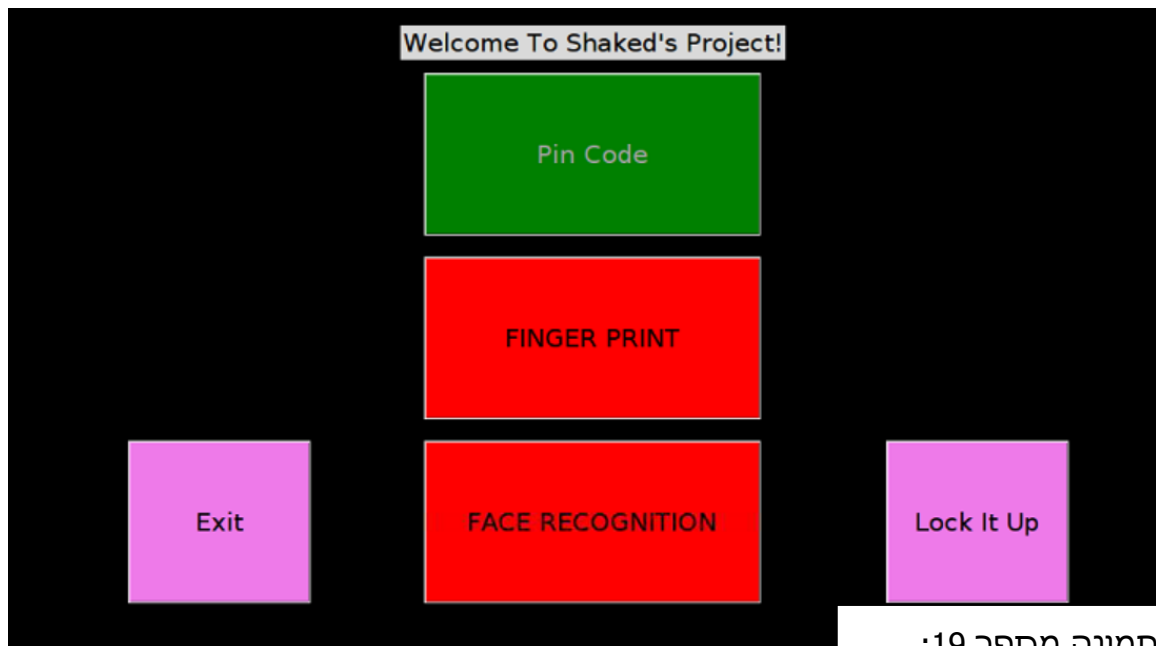
תמונה מספר 17:  
מסך הקוד

במידה והמשתמש הקיש קוד שגוי תופיע לך הודעה כזו:



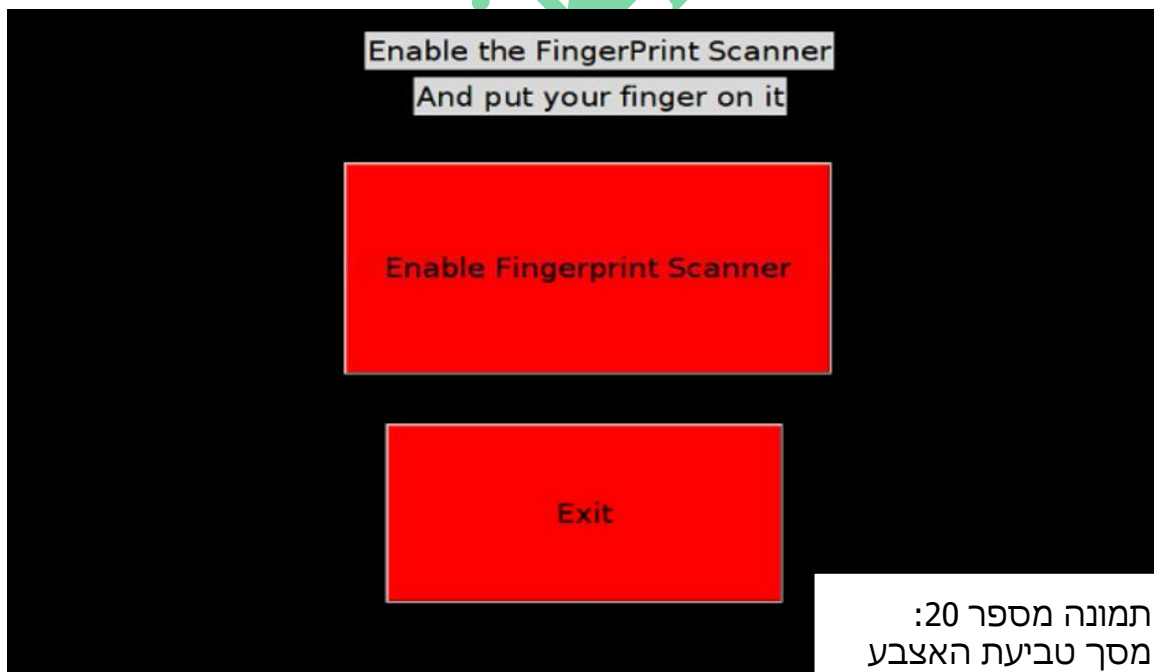
תמונה מספר 18:  
מסך הקוד כאשר  
הושם קוד שגוי

כאשר המשתמש הקיש קוד תקין, הוא מועבר למסך התפריט, כאשר הכפתור של הקוד הופך לירוק.



תמונה מספר 19:  
מסך התפריט לאחר שהקוד הושם בהצלחה

כאשר המשתמש לוחץ על כפתור טביעת האצבע יפתח בפניו המסך הבא:



תמונה מספר 20:  
מסך טביעת האצבע

לחיצה על כפתור ה"Enable Fingerprint Scanner" תפעיל את חיישן טביעת האצבע. וכך הלאה.....

## ד.4 יותר ליישום

בפרק זה ניתן לתאר את התקלות שהופיעו במהלך פיתוח הפרויקט וכיצד ניתן להתגבר עליהן, כמו גם מהן ההכנות שיש להכין מבחינת חומרה ( קונקטורים מיוחדים, כבלים...) ומבחינת תכנה ( איפה ניתן להוריד את התוכנה, האם יש לבצע התאמות למחשבי 32 או 64 ביט , דרייברים, התאמות תוכנה וחומרה וכו').  
לדוגמה : תלמיד שעובד פעם ראשונה עם רספברי פיי ונתקל בבעיות:

1. **התמודדות עם מערכת ההפעלה - היכרות עם מערכת ההפעלה Linux שעליה מבוססת מערכת ההפעלה של הרספברי פי ה-Raspbian.**
  2. **מציאת דרייברים –** על מנת להפעיל את מסך ה-LCD שהזמנתי הייתי צריך למצוא דרייברים מיוחדים שמסדרים את הרזולוציה ומכילים את פונקציית הטאצ'. לאחר חיפושים רבים הדרייברים נמצאו.
  3. **התאמת החומרה לתוכנה –** לצד יתרונותיו הרבים של ה-Raspberry Pi יש לו גם חסרונות, אחד מהחסרונות הוא שה-Raspberry Pi פחות מתאים לחיבורי חומרה ישירים ביחס לארדואינו, ולכן כאשר חיברתי את החיישן טביעת האצבע אל יציאות התקשורת הטורית החיישן לא הגיב ולאחר ניסיונות ממושכים חיברתי אותו אל ממיר ה-TTL ל-USB ואז החיישן עבד.
- התקנת ספריות ופונקציות שונות –** מכיוון שה-Raspberry Pi עובד עם מערכת הפעלה מבוססת לינוקס התקנת ספריות וחבילות (שמהן אפשר למצוא פונקציות שונות) מתבצעת דרך הורדה מהאינטרנט שזהו תהליך לא פשוט למי שלא מתמצא בלינוקס.

# פרק ה' רפלקציה סיכום פרק

בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו יקחו חלק המנחה והסטודנט. בדיון יסקרו השלבים השונים ותהליך העבודה על הפרויקט, כולל השלבים בהם הופיעו תקלות ובעיות. בדיון תהיה התייחסות לשאלה: "לו היית מתחיל היום את העבודה, לאור הנסיון שצברת מה היית משנה בתהליך העבודה, במעגלי החומרה ובתוכנת הפרויקט שנבנתה?" - על הסטודנט לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

// להלן רשימה של שאלות המזמנות חשיבה רפלקטיבית, אתם מוזמנים לבחור מספר שאלות שישמשו אתכם במהלך הכתיבה:

- מאילו דברים נהנית במיוחד בזמן ביצוע הפרויקט ומדוע?
- מאילו דברים לא נהנית בעת ביצוע הפרויקט ומדוע?
- באילו בעיות/קשיים נתקלת תוך ביצוע הפרויקט? ממה נבע הקושי? איך פתרת את הקשיים?
- מה תעשה/י באופן שונה כאשר תעבוד/י בעתיד על פרויקט מסוג זה?
- מה למדת תוך ביצוע הפרויקט על עצמך?
- מהן המיומנויות שרכשת או שדרגת תוך ביצוע הפרויקט?
- מהם היתרונות או חסרונות לגביך בניהול דו שיח מורה - תלמיד תוך ביצוע הפרויקט זה?
- כיצד התייחסת למשוב של המורה או העמיתים שלך תוך ביצוע הפרויקט?
- האם העבודה על הפרויקט פתחה בפניך היבטים נוספים בהקשר לחומר הלימוד שנלמד בכיתה, פרט באילו נושאים ולמה?
- כיצד את/ה קושר/ת את נושא הפרויקט לנושאים אחרים שנלמדו בכיתה? תנ/י דוגמא. הדוגמא יכולה להיות מהתחום המדעי, טכנולוגי, חברתי וכן מתחום המיומנויות שהשתמשת בהם בפרויקט.
- כיצד את/ה קושר/ת את נושא הפרויקט לחיך הפרטיים?
- האם את/ה מרגישה שהפרויקט גרם לך לשנות את דרך התנהגותך או חשיבתך בתחום בו עוסקת הפרויקט? הסביר/י.

ניתן לרשום מסקנות מה היית עושה אחרת, על מה ניתן היה לוותר / להוסיף כדי להגיע לתוצאות טובות יותר, מה ניתן להוסיף כדי לשפר את הפרויקט.

לדוגמה: בפרויקט שיש מספר מערכות/מודולים/רכיבים המתחברים בתקשורת טורית נוצרת בעיה בהפעלה של מספר רכיבים במקביל. איך פתרת את הבעיה?

דוגמה נוספת: אם במהלך הפיתוח היית צריך להשתמש ברכיבים נוספים והייתה בעיה של כמות הדקים (נגמרו לך הדקי הארדואינו והיית צריך עוד הדק/הדקים נוסף/פים). איך הצלחת להתגבר על הבעיה.

# פרק 10. ביבליוגרפיה מקורות

רשימה ביבליוגרפית מציינת את הספרים /אתרי אינטרנט שנעזר בהכנת ספר הפרויקט. יש לרשום את הביבליוגרפיה על פי **כללי APA**. "רשימת מקורות" הם המקורות שמהם כתבת ציטוטים של טקסט בספר הפרויקט.

מצורף לינק לכתיבה על פי כללי APA (של המכללה האקדמית בית ברל).

[https://www.beitberl.ac.il/libraries/main-library/citation\\_guide/apa](https://www.beitberl.ac.il/libraries/main-library/citation_guide/apa)

לינק נוסף של אוניברסיטת תל אביב

<https://www.tau.ac.il/~harnik/lab/report-guidelines/referenceing-rules.doc>

## קיצור של כללי APA

- רישום המקורות לפי סדר אלפביתי של שמות המשפחה של המחברים.
- אין אבחנה בין סוגי המקורות (ספרים, מאמרים וכו').
- אין למספר את המקורות ברשימה.
- המקורות בשפה העברית ירשמו בנפרד ממקורות בשפה האנגלית ויקדימו אותם.
- רשימת המקורות בעברית - מוצמדת לימין.
- רשימת המקורות באנגלית: מוצמדת לשמאל.

### הזחה של שורות ברשימה הביבליוגרפית

בכתיבה של המקורות ברשימה הביבליוגרפית יש להשתמש בכניסה תלויה (הזחה של השורה השנייה). ברישום הפריט השורה הראשונה מיושרת לשוליים של הדף, אבל המשך הציטוט מוסט פנימה. יש לבחור את הפיסקה המבוקשת (מומלץ עברית ולועזית בנפרד):

### כללים למידע מהאינטרנט

- אין לכתוב את כתובת אתר בלבד בתור מקור !
- מקור מהאינטרנט חייב לכלול לפחות את המרכיבים הבאים: כותרת של הפריט או תיאור, נתונים קיימים של הפריט ותאריך שליפת המידע מן האינטרנט וכתובתו של הפריט.
- בכל מקרה חובה לספק כתובת שבאמצעותה ניתן להגיע למקור.
- יש לכוון את הקוראים קרוב ככל שניתן למידע שצוטט – כשניתן, עדיף לכוון למקור עצמו ולא לדף בית של האתר או תפריט.

### כללים למידע מספר :

שם משפחה, שם פרטי, ו-שם משפחה, שם פרטי. (שנה). שם הפרק. בתוך : שם העורך (עורך הסדרה) ו-שם העורך (עורך הכרך), שם הסדרה : מספר הכרך. שם הכרך בסדרה. (מהדו', עמ'). מקום הוצאה : שם הוצאה לאור.

**דוגמאות :**

אופנהיימר, א' (1991). תפיסת המרחב. בתוך : נדלר, א' (עורך הסדרה), *מבוא לפסיכולוגיה : כרך א' יחידה 3. תפיסה*. (עמ' 67-55). תל-אביב : הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.

Maccoby, E.E., & Martin, J. (1983). Socialization in the context of the family: Parent-child interaction. In P.H. Mussen (Series Ed.) & E.M. Hetherington Vol. (Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 4. Socialization, personality, and social development* (4<sup>th</sup> ed., pp. 1-101). New York: Wiley.

www.arikporat.com

# פרק ז. ניסויים

## ז.1 רשימת רכיבים

דוגמה לטבלת רשימת רכיבים

מס"ד	הרכיב/מודול	השם בשרטוט	כמות	תפקיד בפרויקט
1	נגד 220 אוהם	R1,R2,R3	3	נגדי עבודה של הלדים
2	קבל 0.1 מיקרו פאראד	C1	5	קבל סינון בין מתח ה 5 וולט לאדמה במודול הבלוטות
3	מייצב מתח ל 5 וולט	LM78C05	1	מייצב את מתח הכניסה של ספק הכוח (בין 7 ל15 וולט) למתח 5 וולט מיוצב בזרם של עד 1 אמפר. מתח זה מפעיל את כל הרכיבים שבפרויקט.
4	מעגל משולב (ג'וק)	ULN2803	8	דוחף זרם לפסי הלד
5	כרטיס מיקרו בקר	Arduino uno	1	כרטיס המיקרו בקר המפעיל את כל הפרויקט
6	.....			
7				
8				
9				
10				



## 2.2 דפי נתונים

יש להכניס דפי נתונים של רכיבים "משמעותיים" בלבד.

אין צורך בדפי הנתונים של המיקרו בקר (כמו ארדואינו).

יש לכלול את כל הדפים (לא רק את הדף הראשון !!) . אין להכניס את הנתונים המכניים של המעגלים המשולבים (ג'וקים או רכיבים בדידים כמו טרנזיסטורים למיניהם).

רכיבים "משמעותיים" הם חיישנים למיניהם כמו חיישן מרחק, חיישן לחץ, חיישן טמפרטורה וכו'. מנועים כמו מנוע צעד או מנוע PWM לרחפן וכו'. מודול כמו רכיב דוחף זרם למנוע Bridge Motor Driver או מודול הקלטה/השמעה ל 8 דקות עם ISD4004-8 .

אין צורך להכניס דפי נתונים של רכיבים עם שערים "פשוטים" כמו 7400 או CD4001 וכו'.

## 3.1 הסברים כלליים

הסבר על רכיבים , אופן פעולת מעגלים ומודולים וכו'.

[www.arikporat.com](http://www.arikporat.com)

## עמוד כריכה ריק – רצוי מקרטון דק

www.arikporat.com

## כיסוי כריכה חיצוני שקוף

[www.arikporat.com](http://www.arikporat.com)