המכללה האקדמית להנדסה - אורט בראודה

A child sleeping in a car

Description automatically generated with medium confidenceפרויקט מעבדה – שכחת ילדים ברכב

מאת:

יובל המר

רועי סביר

נור זכור

מספרי תעודת זהות:

209158518

318402484

312356868

בהנחיית:

אלחנדרו גוליחוב

שנה"ל תשפ"ג

# מבוא:

שכחת ילד ברכב הינה אירוע בו מבוגר המסיע ילד ברכבו יוצא מהרכב ועקב שכחה, אשר יכולה לנבוע בין היתר מחוסר תשומת לב, משאיר את הילד ברכב. לעיתים קרובות, האירוע מתרחש מעייפות והסחות דעת שונות כגון שימוש בטלפון הנייד. על המבוגר משתלט מצב "נהג אוטומטי", הגורם לו להמשיך בשגרת היום ללא מודעות לכך שהילד נשאר ברכב. ילד קטן, ובמיוחד תינוק, אינו יכול לחלץ עצמו או להזעיק עזרה, והוא חסר ישע ברכב. שהייה של הילד ברכב הסגור במשך שעות אחדות ביום חם עלולה להביא לפגיעה קשה בו ואף למותו. עקב טמפרטורה גבוהה ברכב הסגור העשויה להגיע ל-65 מעלות צלזיוס ואף יותר, הילד עשוי להיקלע לסכנת התייבשות ומכת חום.

אנו בחרנו בנושא עקב המקרים הרבים עליהם שמענו באמצעי התקשורת השונים.

טיפול בנושא זה הוא בעל חשיבות עליונה של כל הורה והורה שכן הוא מציל חיים!

כמו כן, עקב מערכות שונות שהומצאו לאחרונה, רצינו לממש מערכת דומה אשר יכולה להשפיע על הציבור הרחב.

אנו מצפים מפרויקט זה להעמיק את הידע התיאורטי והמעשי בבנייה ומימוש מערכת המתבססת על עקרונות ורכיבים שלמדנו במהלך התואר, ואף מתעסקת בנושאים אקטואליים מחיי היומיום.

ברצוננו להגיע למצב בו המערכת הינה מערכת זולה, בעלת רכיבים פשוטים יחסית וקלה להבנת משתמש הקצה.

תוכן עניינים

[מבוא: 2](#_Toc137406530)

[תיאור הבעיה: 4](#_Toc137406531)

[תפקיד הפרויקט: 4](#_Toc137406532)

[מפרט פונקציונלי: 4](#_Toc137406533)

[עיקרון הפעלה: 5](#_Toc137406534)

[תרשים מלבנים: 6](#_Toc137406535)

[שרטוט המעגל החשמלי: 7](#_Toc137406536)

[מימוש המעגל החשמלי: 13](#_Toc137406537)

[רשימת הרכיבים: 13](#_Toc137406538)

[סיכום הפרויקט: 14](#_Toc137406539)

# תיאור הבעיה:

תופעת שכחת ילדים ברכב, הינה תופעה נפוצה בחיי היומיום, המתגברת בשנים האחרונות, ועדות לכך ניתן לראות במהלך חודשי הקיץ החמים, בהם התופעה עלולה להיות קטלנית ועלולה לגרום לאובדן חיים של חסרי ישע.

עקב כך, עלה הצורך למערכות אשר מתריעות על הימצאות ילד ברכב ללא הנהג ובכך מונעות טרגדיה מסוג זה.

# תפקיד הפרויקט:

מטרת הפרויקט הינה לתכנן ולממש מערכת אשר מתריעה לנהג באשר להימצאות ילדו ברכבו, ואף מסוגלת לפתוח במעט את חלונות הרכב, בכך להאט את עליית הטמפרטורה ברכב ואולי אף למנוע אובדן חיי אדם.

# מפרט פונקציונלי:

בעת תכנון המערכת, ברצוננו שתהיה לה את המאפיינים הבאים:

1. שליחת SMS או התראה לטלפון החכם של הבעל הרכב.
2. המערכת יודעת לזהות לפי משקל האם הנהג והילד נמצאים ברכב.
3. במידה וזוהה ילד ברכב, ולאחר זמן מוגדר, המערכת תוכל לפתוח את חלונות הרכב.
4. המערכת תפעל על חשבון מצבר הרכב, לכן כעבור זמן קבוע, ובהנחה ואין ילד שנשכח ברכב, על המערכת להיכבות אוטומטית.
5. בעזרת SEGMENT - 7 המערכת תציג את הטמפרטורה ברכב.
6. המערכת תפעיל את אזעקת הרכב לאחר זמן מסוים.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| מאפייני המערכת | תיאור | פרמטר ביצועי |
| שליחת התראה לטלפון החכם | המערכת תוכל לשלוח התראה לנייד של בעל הרכב | לאחר כ-2 דקות המערכת תשלח התראה לטלפון החכם של בעל הרכב |
| זיהוי ומדידת משקל בכיסא הנהג | המערכת תוכל לדעת האם הנהג והילד נמצאים ברכב | משקל הנהג יהיה מעל 20 ק"ג  משקל הילד יהיה מעל 3 ק"ג |
| תזמון מצבים | המערכת יודעת לפעול לפי מצבים מסוימים באופן אוטומטי  (תרשים זרימה) | המערכת תמדוד זמנים מרגע יציאת הנהג עד להוצאת התינוק |
| פתיחת חלונות הרכב | המערכת תוכל לפתוח את חלונות הרכב במידה וזוהה ילד ברכב | לפי הזמן והטמפרטורה שמדדה המערכת, היא תפתח את חלונות הרכב |
| הצגת הטמפרטורה ברכב | המערכת תציג את הטמפרטורה ברכב | בעזרת SEGMENT – 7 ניתן יהיה לראות את הטמפרטורה |
| הפעלת אזעקת הרכב | המערכת תדע להפעיל את אזעקת הרכב לאחר זמן מסוים | המערכת תפעיל את האזעקה לאחר מסוים מרגע שכחת הילד |

# עיקרון הפעלה:

על המערכת לפעול רק במצב יחיד – כאשר הנהג אינו נמצא ברכב בעוד הילד נשאר ברכב.

לאחר שזוהה מצב זה, המערכת תתחיל בתזמון המצבים שלה:

1. מדידת הטמפרטורה ברכב.
2. השהייה של 15 שניות ולאחר מכן שליחת הודעה לטלפון החכם של הנהג.
3. השהייה של 5 שניות ואח"כ הפעלת אזעקת הרכב.
4. הפעלת השהייה של 15 שניות כאשר הטמפרטורה הגיעה לטמפרטורת סף שנקבעה מראש ולאחריה, כל עוד הילד עדיין ברכב, המערכת תפתח את חלונות הרכב.

חשוב לציין כי על המערכת לתת אפשרות לנהג לחזור בכל רגע ולהציל את הילד שברכב.

להלן תיאור מופשט של המערכת שברצוננו לבנות:

פלט תהליך המערכת קלט

חיישן מודד טמפרטורה

תזמון עבודת המערכת

עיבוד המידע שהתקבל

עיבוד המידע שהתקבל

חיישן מודד משקל לנהג ולילד

טיפול במצב הנתון

# תרשים מלבנים:

**פעולת המערכת לפי משקל: מדידת טמפרטורה ברכב:**

מעל 30 מעלות ואזעקה עובדת?

לא

מדידת הטמפרטורה

לא

התינוק ברכב?

לא

טמפרטורה תקינה

(נורה כחולה)

כן

כן

הנהג ברכב?

כן

כן

הצגת הטמפרטורה

השהייה 10 שניות

טמפרטורה מעל 30?

לא

פתיחת חלונות הרכב

(נורה אדומה)

השהייה 10 שניות

כן

לא

המערכת כובתה?

התראה לפלאפון

(נורה צהובה)

טמפרטורה גבוהה

(כיבוי נורה כחולה)

נלחץ אישור?

כן

מדידת הטמפרטורה

לא

נמדדה טמפרטורה מקסימלית?

לא

השהייה 20 שניות

כן

הפעלת אזעקה

(זמזם)

כן

הצגת טמפרטורה מקסימלית

לא

האזעקה כובתה?

כן

המערכת כובתה?

לא

כן

# שרטוט המעגל החשמלי:

A picture containing diagram, plan, text, technical drawing

Description automatically generatedלהלן המעגל החשמלי שמימשנו בתוכנת ה-MultiSim ומטרתו למנוע שכחת ילדים ברכב:

את המעגל הנ"ל חילקנו למספר תתי מערכות אשר מופיעות בתרשים כבלוקים.

* נציין כי את זמני ההשהיות שכתובים לעיל ניתן לשנות לפי בקשת המשתמש בעזרת שינוי הקבלים והנגדים במערכת ההשהיות.

**הסבר אופן פעולת המעגל החשמלי:**

משקל הנהג ומשקל הילד ברכב מיוצגים על ידי מתח המשתנה בעזרת שני פוטנציומטרים זהים. על המערכת לעבוד רק עבור המצב בו הנהג אינו נמצא ברכב בעוד שהילד כן. כאשר דולקת נורה ירוקה, זהו סימן המעיד כי הילד אינו בסכנה ויש נהג הנמצא ברכב.

לכן, בעזרת בניית מערכת צירופית בשימוש רכיבים לוגיים נממש מצב זה. (ראה טבלת מצבים מצורפת[[1]](#footnote-1)) .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| האם מצב תקין | מוצא מערכת צירופית | מצב הילד | מצב הנהג |
| תקין | '0' | '0' | '0' |
| לא תקין | '1' | '1' | '0' |
| תקין | '0' | '0' | '1' |
| תקין | '0' | '1' | '1' |

חשוב לציין כי המערכת מודדת את הטמפרטורה ברכב בכל זמן.

לאחר כ-14 שניות, מתח המוצא של המערכת הצירופית הנ"ל יטעין את הקבל עד למתח סף של.

כאשר הקבל יגיע למתח זה, תידלק נורה צהובה אשר מסמלת את שליחת ההודעה לנהג ומתריעה על כך שהילד נשכח ברכב.

במידה והנהג לחץ "אישור", המערכת תפסיק את פעולתה.

במידה והנהג לא ראה את ההודעה, המערכת תמשיך לעבוד ולאחר כ-5 שניות נוספות, אזעקת הרכב תתחיל לפעול (זמזם).

אם נהג הרכב חזר וכיבה את האזעקה, המערכת תפסיק את פעולתה.

אם נהג הרכב טרם הגיע ובתנאי שהטמפרטורה בתוך הרכב גדולה מ-30 מעלות, המערכת תפעיל השהייה שלישית של כ-14 שניות נוספות. לאחר ההשהיה תידלק נורה אדומה המסמלת את פתיחת חלונות הרכב. לאחר פתיחת החלונות הטמפרטורה ברכב תפסיק לעלות.

בהזדמנות זו נגיד כי הטמפרטורה המקסימלית אותה המערכת מודדת היא 50 מעלות.

נפרט כעת על כל תת מערכת ונתעמק באופן פעולתה:

A picture containing text, diagram, line, parallel

Description automatically generated**Child system:**

תפקיד המערכת הינו לזהות האם ישנו נהג ברכב על ידי משקלו.

|  |  |
| --- | --- |
| **מספר כניסה/ יציאה** | **תפקיד** |
| Vcc | מתח אספקה למשווה, מקור למחלק מתח |
| Weight | מתח להדק החיובי של המשווה, ניתן לשינוי על ידי פוטנציומטר המחובר בכניסה |
| Output | מוצא המערכת (אות דיגיטלי) |

פוטנציומטר מחובר לכניסה Weight (ראה שרטוט המעגל החשמלי) המסמל את משקלו של הילד ברכב. כאשר הילד אינו ברכב, הפוטנציומטר יכוון על התנגדות גבוהה (גדולה מ8k-, כ- 80%) ומתח ההדק השלילי יהיה גדול מהמתח בהדק החיובי של המשווה. מכיוון שמתח האספקה השלילי של המשווה מחובר לאדמה, נקבל במוצא המשווה 0 ולכן הממיר ADC לא יבצע את פעולתו. כאשר הילד ברכב, הפוטנציומטר יכוון על התנגדות הקטנה מ8k- (כ- 80%), לכן במוצא המשווה נקבל בקירוב את מתח האספקה.

לכניסות ו-SOC בממיר נחבר מקור מתח של 10 וולט ושעון בהתאמה (במימוש המעגל המעשי, לא היה צורך במקור מתח ובשעון) . ביציאת הממיר ראינו כי סיביות D6,D7 דולקות. לשם "שרידות" המערכת, נחבר את הסיביות הנ"ל לשער OR ואת מוצאו נחבר ליציאה Output.

A picture containing text, diagram, screenshot, font

Description automatically generated**Driver system:**

תפקיד המערכת הינו לזהות האם ישנו נהג ברכב על ידי משקלו.

|  |  |
| --- | --- |
| **מספר כניסה/ יציאה** | **תפקיד** |
| Vcc | מתח אספקה למגבר שרת ולמחלק מתח |
| Weight | מתח להדק החיובי של המשווה, ניתן לשינוי על ידי פוטנציומטר המחובר בכניסה |
| Output | מתח מוצא המערכת (V0/V5) |

פוטנציומטר מחובר לכניסה Weight (ראה שרטוט המעגל החשמלי) המסמל את משקלו של הנהג ברכב. בהדק השלילי של המשווה ישנו מתח קבוע של 3 וולט שנוצר על ידי מחלק מתח. כאשר הנהג ברכב, הפוטנציומטר יכוון על התנגדות נמוכה (קטנה מ4.1k-, כ- 41%) ומתח ההדק החיובי יהיה גדול מהמתח בהדק השלילי של המשווה. את מוצא המשווה נחבר ליציאה Output ונקבל את מתח האספקה למשווה אשר שווה בקירוב ל-5 וולט.

במצב בו הנהג איננו נמצא ברכב, הפוטנציומטר יכוון על התנגדות גבוהה (גדולה מ4.1k-) ולכן במוצא המשווה נקבל 0 וולט (בקירוב טוב מאוד).

נדגיש כי כאשר הנהג ברכב, המערכת הנ"ל מוציאה את מתח האספקה. בעזרת מהפך (NOT) המערכת לא תוציא מתח במוצא, שכן **עלינו להתייחס רק למצב היחיד** בו התינוק נמצא ברכב ואילו הנהג לא. (לשם כך, נשתמש ברכיב מהפך ובשער AND, ראה תרשים המעגל החשמלי.)

**15 sec delay RC:**

A picture containing text, diagram, screenshot, parallel

Description automatically generated

תפקיד המערכת הינו לתת השהייה של כ-15 שניות (בפועל) עד לקבלת מתח במוצא.

|  |  |
| --- | --- |
| **מספר כניסה/ יציאה** | **תפקיד** |
| Vcc | מתח אספקה 5 וולט למשווה, מתח אספקה למחלק מתח |
| Vin | מתח כניסה משער AND (ראה שרטוט המעגל החשמלי) |
| Output | מוצא המערכת |

במערכת זו, הקבל מחובר למתח כניסה של 5 וולט ולנגד אשר מחובר למתח המתקבל מהשערים הלוגיים במעגל. בכניסה השלילית של המשווה נקבל מתח השווה ל-2.5 וולט (בעזרת מחלק מתח). הכניסה החיובית מחוברת בין הקבל לנגד כך שכאשר הקבל נטען, המתח עליו גדל עד לערך של 2.5 וולט. עד מתח זה, יתקבל במוצא המשווה מתח 0. כאשר המתח על הקבל מגיע ל-2.5 וולט, המשווה מוציא את מתח הכניסה (5 וולט) באופן קבוע. זמן טעינת הקבל עד לקבלת מתח חיובי במוצא המערכת הוא כ-15 שניות (בפועל). לאחר ההשהיה, תידלק הנורה הצהובה המסמלת שליחת התראה לטלפון הסלולרי של הנהג.

במידה והנהג ראה את ההודעה ולחץ על אישור (בעזרת לחצן), הנורה תיכבה.

נחשב כעת את זמן טעינת הקבל עד למתח של 2.5 וולט:



* נשים לב כי ישנו הבדל בין זמן טעינת הקבל בתיאוריה לבין זמן הטעינה באופן מעשי, הבדלים אלו נובעים בין היתר מ"עיגול" תוצאות המדידה למספרים "נוחים", רעשים שונים במעגל, שגיאה בהתנגדויות הרכיבים בהם השתמשנו ועוד.

**A picture containing text, diagram, number, font

Description automatically generated5 sec delay 555:**

|  |  |
| --- | --- |
| **מספר כניסה/ יציאה** | **תפקיד** |
| Vcc | מתח אספקה 5 וולט |
| Vin | מתח כניסה מההשהיה הראשונה (ראה שרטוט המעגל החשמלי) |
| Output | מוצא המערכת |

תפקיד המערכת הינו לתת השהייה של כ-5 שניות עד לקבלת מתח במוצא המפעיל את האזעקה (זמזם).

הרכיב 555 מייצר גל ריבועי בתדירות קבועה (הידועה בדפי הנתונים של הרכיב הנ"ל) שקובעת את זמן ההשהיה (כ-5 שניות).

גל זה מחובר לכניסת השעון של המונה עם כניסת איפוס א-סנכרונית הפועלת במתח נמוך.

לאחר 15 דופקי שעון, ההשהיה מסתיימת והאזעקה (זמזם) תתחיל לצפצף.

כאשר נלחץ על המתג, פעולת הזמזם (והנורה מהשהייה הקודמת) תסתיים, עקב קיצור רגל איפוס המונה לאדמה.

A picture containing text, diagram, plan, map

Description automatically generated**Temperature system:**

תפקיד המערכת הינו להציג את טמפרטורת הרכב, תוך שימוש בתצוגת 7-SEGMENT וקבלת אות מוצא כאשר הטמפרטורה עולה על 30 מעלות. מערכת זו מציגה טמפרטורה של 10 עד 50 מעלות. עבור טמפרטורות הנמוכות מ-30 מעלות, תידלק נורה כחולה המסמלת שהטמפרטורה ברכב אינה מסוכנת עבור הילד שנשכח (ראה שרטוט מעגל חשמלי). מערכת זו עובדת על פי דופקי שעון ממקור חיצוני.

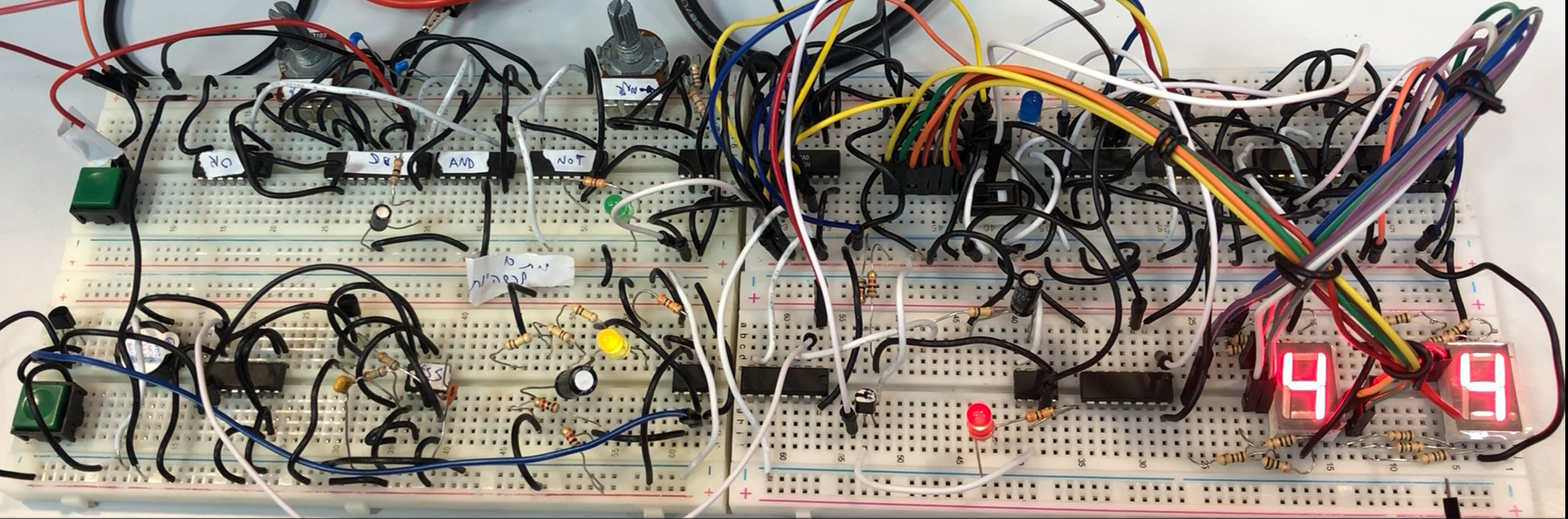
|  |  |
| --- | --- |
| **מספר כניסה/ יציאה** | **תפקיד** |
| Vcc | מתח אספקה |
| Vin | מתח המתקבל מההשהיה השנייה (555) |
| Output | מתח מוצא המערכת |

עבור כל עליית שעון, המערכת עולה במעלה אחת (תצוגה עליונה) עד אשר מגיעה לספרה 9. כאשר ישנו דופק שעון נוסף, המערכת נותנת אות למונה העליון לקדם את ספרת העשרות של הטמפרטורה (תצוגה תחתונה). כאשר ספרת העשרות תהיה 3 ומעלה, (כלומר בתצוגה יהיה 30 מעלות ומעלה), יישלח אות לשערים הלוגיים הממוקמים בתחתית והמערכת הנ"ל, וביחד עם מתח מההשהיה הקודמת (555) תופעל ההשהיה האחרונה במערכת הכוללת. כאשר התצוגה תראה 50 מעלות, במוצא ה-NAND יהיה 0 ובכך הטרנזיסטור יהווה נתק ותיפסק מדידת הטמפרטורה והצגת מספר קבוע של 50 מעלות בתצוגה.

תפקידו של המתג במעגל הוא לתת לנו שליטה על תצוגת המערכת ועצירתה על מספר מסוים ובחינת המערכת עבור טמפרטורה זו.

# מימוש המעגל החשמלי:

להלן המערכת שבנינו בפועל:



1

1

2

3

4

5

6

6

6

7

8

8

9

10

10

11

11

12

13

11

14

14

5

2

[**קישור לסרטון הדגמת הפרויקט**](https://drive.google.com/file/d/1TsfRZkt2iU881FcUq_2ltN8jfMiMG5aP/view?usp=sharing)

# רשימת הרכיבים:

להלן רשימת הרכיבים בהם השתמשנו על מנת לממש את המעגל הנ"ל:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **מספר הרכיב במעגל** | **סוג** | **תת-סוג** | **דגם / ערך** | **כמות** |
| 6 | מגברים ושאר רכיבי IC | מגבר אופרטיבי OP. AMP | LM741 | 5 |
| 7 | Timer | LM555 | 1 |
| 2 | IC 74xx(x) | 74xx | 7432 OR | 2 |
| 4 | 7411 AND | 1 |
| 8 | 7447 BCD to DEC | 2 |
| 14 | 740x | 7408 AND | 3 |
| 5 | 7404 NOT | 2 |
| 9 | 74xxx | 74161 4bit Binary Counter | 1 |
| 10 | IC 40xx | 40xx | 4029 Counter | 2 |
|  | לחצן / מתג | מתג |  | 2 |
| לחצן | 2 |
| LED | LED | לד צבע ירוק | 1 |
| לד צבע צהוב | 1 |
| לד צבע אדום | 1 |
| לד צבע כחול | 1 |
| 11 | טרנזיסטור | BJT (NPN) | 2N2222 | 2 |
| 3 | A/D D/A ממיר | A/D Analog to Digital | 0804 8bit | 1 |
| 12 | תצוגה | 7 segment | רגיל Common Anode | 2 |
| 13 | רכיב קול | רמקול / זמזם |  | 1 |
|  | נגדים | רגיל (1/4 וואט 5%) Ohm | 150 | 14 |
| רגיל (1/4 וואט 5%) KOhm | 1 | 3 |
| 3 | 5 |
| 3.9 | 1 |
| 5.6 | 1 |
| 7.5 | 1 |
| 10 | 1 |
| 300 | 2 |
| 680 | 4 |
| 1 | נגד משתנה KOhm | 10 | 2 |
|  | רגיל (1/4 וואט 5%) Mohm | 1 | 1 |
| קבלים | µF | 47 | 3 |
| 1 | 1 |
| pF | 10 | 1 |

# סיכום הפרויקט:

במהלך פרויקט זה, למדנו רבות על הרכיבים השונים הקיימים בתעשייה. זאת, על ידי שימוש בהם במעגל שבנינו, וקריאת דפי הנתונים לעומק של כל רכיב ורכיב במעגל.

ראינו שקיים הבדל מהותי בין התיאוריה אותה אנו לומדים בהרצאות לבין מימוש המעגל ואופן פעולתו בפועל.

הפרויקט היווה עבורנו אתגר גדול, שכן זהו הפרויקט הראשון שלנו בו אנו בונים מעגל חשמלי מעשי המשלב רכיבים אנלוגיים ודיגיטליים.

במהלך הפרויקט נתקלנו בלא מעט קשיים אשר אילצו אותנו לעשות שינויים בין תכנון המעגל בתוכנה לבין מימושה בפועל, כגון שימוש במונה בעל כניסת איפוס א-סינכרונית במקום שימוש במונה עם איפוס סינכרוני, הוספת מתגים לאיפוס מונים, הוספת לחצן ל-"דקירת" רכיב ה-ADC, הגנה על רכיבים בעזרת שימוש בנגדים לפניהם ועוד.

על כל אלה ועוד קשיים רבים נוספים, הצלחנו להתגבר בעזרת חשיבה יצירתית, התייעצויות והתעמקות בחומר הנלמד בהרצאות ואף חיפוש אקטיבי במקורות מידע שנמצאים לרשותנו.

נהנו מאוד לעבוד על הפרויקט הנ"ל, במיוחד לאור העובדה שביכולתו של פרויקט זה להציל חיים.

1. '1' - נמצא ברכב, '0' - לא נמצא ברכב [↑](#footnote-ref-1)