

2024

המחלקה להנדסת
חשמל ואלקטרוניקה

אוניברסיטת
אריאל
בשומרון

מערכת גינה חכמה

פרויקט בקורס מערכות משובצות

מוגש ע"י :

שליו הררי – 314833625

דניאל רם – 208958322

תוכן העניינים:

2.....	מבוא
2.....	ציוד הפרויקט
3.....	מטרת הפרויקט
3.....	התנהגות המערכת
6.....	ספריות בשימוש והסבר פונקציות המערכת
8.....	שימוש בדרייבר
8.....	שימוש בבסיס נתונים בזמן אמת
9.....	סיכום ומסקנות
10.....	נספחים

מבוא:

פרויקט "גינה חכמה" נועד לפתח מערכת מבוססת Arduino המאפשרת ניהול אוטומטי של גינה ביתית באמצעות שילוב של חיישנים שונים, משאבה ותצוגת LCD. המערכת מתוכננת לנטר ולנהל בצורה חכמה את תנאי הסביבה של הצמחים, תוך התחשבות בפרמטרים קריטיים כגון טמפרטורה, לחות, עוצמת אור ולחות הקרקע. מטרת הפרויקט היא לספק פתרון יעיל ונוח לשמירה על גינה ביתית, תוך צמצום הצורך בהתערבות ידנית ושיפור התנאים לגידול צמחים באופן מיטבי.

אחד מהיבטי החדשנות בפרויקט הוא שילוב יכולות עיבוד נתונים מתקדמות, כולל עבודה עם בסיס נתונים ואחסון הנתונים שנאספים מהחיישנים בקובץ Excel. הנתונים מועברים דרך הסיריאל (Serial) אל מחשב, שם הם נשמרים בקובץ Excel לניתוח ומעקב לאורך זמן. עבודה זו מאפשרת למשתמש לבצע אנליזות על תנאי הגידול, לבחון מגמות ושינויים בתנאי הסביבה, ולהתאים את הגדרות המערכת בהתאם לממצאים.

הפרויקט מספק פתרון טכנולוגי שלם לניהול אוטומטי של גינה, ומשלב בין חומרה ותוכנה כדי ליצור מערכת חכמה וידידותית למשתמש. באמצעות ניתוח הנתונים המצטברים לאורך זמן, ניתן לשפר את תנאי הגידול ולהגדיל את היעילות והאפקטיביות של מערכת ההשקיה האוטומטית. פרויקט "גינה חכמה" מציעה דרך חדשנית לשמור על בריאות הצמחים ולהבטיח תנאים אופטימליים לגידול בגינות ביתיות, תוך מינימום מאמץ מצד המשתמש.

ציוד הפרויקט:

- Arduino - לבקרת המערכת ולתפעול התוכנה.
- DHT11 - מדידת טמפרטורה ולחות.
- חיישן לחות קרקע (Moisture Sensor) - מדידת לחות קרקע.
- חיישן אור (LDR) - מדידת עוצמת האור.
- משאבת מים (Pump) – ביצוע פעולת השקיה.
- LCD (LiquidCrystal_I2C) - הצגת נתונים על מסך.
- RTC (RtcDS1302) - שמירת השעה והתאריך.
- כפתורים (Buttons) - ממשק משתמש (תפריט ושינוי הגדרות).
- LED – מתן אינדיקציה על פעולת המשאבה.
- EEPROM - אחסון זיכרון(נתונים).
- ספק כוח חיצוני -להפעלת המשאבה.

מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט היא לפתח מערכת גינה חכמה, המיועדת לניטור ושליטה אוטומטית בתנאי הגידול של צמחים, תוך שימוש בחיישני טמפרטורה, לחות, אור ולחות קרקע. המערכת מאפשרת השקיית הצמחים בצורה אוטומטית בהתאם לתנאים שנקבעו מראש, ומציגה את הנתונים החשובים על גבי צג LCD, עם אפשרות להגדרת פרמטרים באמצעות ממשק משתמש מבוסס כפתורים.

התנהגות המערכת:

1. תצוגת חיישנים:

המערכת תבצע קריאה של החיישנים הבאים אל המסך:

- **טמפרטורה ולחות:** המערכת תציג את ערכי הטמפרטורה והלחות שנקלטו מהחיישן על גבי מסך ה-LCD. במקרה של תקלה בקריאת החיישן (כמו חוסר תגובה או קריאה שגויה), תוצג הודעת שגיאה מתאימה המתריעה על כשל בחיישן.
- **עוצמת אור (lux):** המערכת תמדוד את עוצמת האור ותציג האם מדובר ביום (עוצמת אור גבוהה מ-50) או בלילה (עוצמת אור נמוכה מ-50), בהתאם לנספח 1. בנוסף, תוצג על המסך קריאת ה-lux המדויקת.
- **לחות קרקע:** המערכת תציג את הערך שנמדד על ידי חיישן לחות הקרקע, ותקבע האם הקרקע יבשה או לחה. אם הקרקע יבשה (ערך מתחת ושווה ל-setMoisture), תוצג הודעה שהקרקע יבשה, ואם הקרקע לחה (ערך מעל setMoisture), תוצג הודעה שהקרקע לחה. בנוסף, תוצג על המסך קריאת ה-Moisture המדויקת.

כל הנתונים הנקלטים מהחיישנים יודפסו גם למסך הסריאלי של המחשב למטרות מעקב וניתוח.

2. תפריט המערכת:

המשתמש יוכל לגשת לתפריט הראשי של המערכת באמצעות לחיצה על כפתור ייעודי, כאשר התפריט מציע את האפשרויות הבאות:

- **הגדרת זמן השקיה (Set Watering Time):** מאפשר למשתמש להגדיר את שעת ההתחלה והסיום של חלון ההשקיה האוטומטי.
- **הגדרת שעות (Set Clock):** מאפשר למשתמש להגדיר את השעה והתאריך הנוכחיים במערכת, כולל שעות, דקות, ימים וחודשים.
- **בחירת סוג צמח (Set Plant):** מאפשר למשתמש לבחור את סוג הצמח הגדל בגינה. הבחירה תשפיע על חלונות הזמן להשקיה, שנקבעים על פי צרכי הצמח המומלצים.

סוגי הצמחים הזמינים:**1. עגבנייה: (Tomato)**

עגבניות דורשות השקיה רבה בשעות הבוקר, כאשר האדמה לחה אך לא רטובה מדי.

זמן השקיה אוטומטי:

- **שעת התחלה** 10:00: בבוקר.
- **שעת סיום** 11:00: בבוקר.

השקיה זו מתאימה במיוחד לגידול עגבניות הדורשות מים סדירים כדי להימנע מבעיות כמו ריקבון הפרי.

2. מלפפון: (Cucumber)

מלפפונים זקוקים להשקיה בשעות הבוקר המוקדמות כדי למנוע התייבשות מהירה ביום חם.

זמן השקיה אוטומטי:

- **שעת התחלה** 08:00: בבוקר.
- **שעת סיום** 09:00: בבוקר.

השקיה מוקדמת מבטיחה לחות יציבה במהלך שעות החום של היום.

3. non: (Lettuce)

חסה דורשת השקיה בשעות הצהריים המאוחרות כדי לשמור על טריותה ולהימנע מהתייבשות יתר.

זמן השקיה אוטומטי:

- **שעת התחלה** 12:00: בצהריים.
- **שעת סיום** 13:00: בצהריים.

זמן השקיה זה מספק לחות קבועה בזמן השעות החמות של היום, מה שעוזר לשמור על עלים פריכים וטריים.

- **הגדרת חיישנים: (Setting Up Sensors)** מאפשר למשתמש להגדיר ערכי מקסימום עבור החיישנים, כגון טמפרטורה מקסימלית, לחות מקסימלית, ולחות קרקע מינימלית. המערכת תפעל לפי ערכים אלו בקביעת תנאי הפעלת המשאבה, כאשר ערכי החיישנים יעברו את זמני המקסימום או המינימום המשאבה תפעל לזמן מוגבל.

3. הפעלת משאבה:

המשאבה תופעל אוטומטית במקרים הבאים:

- **תנאי בעדיפות ראשונה- השקיה לפי זמן מוגדר:** המערכת תפעיל את המשאבה במהלך חלון זמן שנקבע מראש על ידי המשתמש (Start Time - End Time), וזאת בתנאי שלחות הקרקע נמוכה מ-500 יחידות, זה אומר שהצמח נמצא במצב רווי ולכן המשאבה תופסק בתנאי זה.

- **תנאי בעדיפות שנייה- תנאי חיישנים:** המערכת תפעיל את המשאבה אם אחד מהתנאים הבאים מתקיים:

- הטמפרטורה גבוהה מהערך המקסימלי שהוגדר על ידי המשתמש.
- הלחות גבוהה מהערך המקסימלי שהוגדר על ידי המשתמש.
- לחות הקרקע נמוכה מהערך שהוגדר על ידי המשתמש.

כאשר תנאי זה מתקיים המערכת יכולה להיכנס שוב לתנאי זה רק לאחר שעה אחת כדי למנוע כפילויות כאשר המערכת עברה את תנאי החיישנים המוגדרים לפי המשתמש.

המשאבה תופעל במקרים אלו כדי להבטיח את השקיית הצמחים בהתאם לצרכים המתאימים לתנאי הסביבה, אפילו מחוץ לחלון הזמן המוגדר.

4. מעקב ושיפור המערכת:

המערכת מספקת מנגנון מעקב בזמן אמת אחר הנתונים הנאספים מהחיישנים השונים, כגון טמפרטורה, לחות, עוצמת אור ולחות קרקע. כל הנתונים מוצגים הן על גבי מסך ה-LCD והן על המסך הסריאלי של המחשב, מה שמאפשר למשתמש לעקוב אחר תנאי הסביבה ולוודא שהמערכת פועלת כראוי בזמן אמת. בנוסף לכך, המערכת מעבירה את הנתונים הנאספים אל בסיס נתונים לצורך תיעוד והיסטוריית הפעילות. פעולה זו מאפשרת שמירת מידע שוטף על פעולות המערכת וקריאות החיישנים, מה שתורם לבקרה מתמשכת של ביצועי המערכת.

באמצעות ניתוח הנתונים ההיסטוריים הנאספים בבסיס הנתונים, ניתן לזהות דפוסים חוזרים והתנהגויות בלתי צפויות במערכת, כמו שינויים קבועים בטמפרטורה, בלחות הקרקע או באור. ניתוח זה מאפשר למשתמש לבצע שיפורים בתכנון ובתפעול המערכת בהתאם למסקנות העולות מתוך הנתונים, תוך התאמה לצרכים של הצמחייה ולתנאי הסביבה המשתנים.

ספריות בשימוש:

Wire.h - לניהול תקשורת I2C בין הבקר לבין רכיבים אחרים, כמו צג ה-LCD ומודול RTC.
 ThreeWire.h - ספרייה לניהול תקשורת שלושה חוטים, המשמשת בעיקר עם מודול RTC DS1302.
 LiquidCrystal_I2C.h - לשליטה בצג ה-LCD דרך ממשק I2C.
 Adafruit_Sensor.h - ספרייה כללית לחיישנים, המשמשת לניהול נתוני חיישנים כמו DHT11.
 TimeLib.h - ספרייה לניהול זמן ותאריך, המשולבת עם ה-RTC.
 RtcDS1302.h - ספרייה לניהול מודול השעון DS1302 RTC.
 EEPROM.h - ספרייה לניהול ואחסון נתונים ב-EEPROM של ה-Arduino.
 Arduino.h - ספריית הבסיס של ה-Arduino, המכילה פונקציות בסיסיות לעבודה עם הבקר.

הסבר פונקציות המערכת:

פונקציית Setup() - פונקציה זו מתבצעת פעם אחת בתחילת הפעלת המערכת. היא מאתחלת את מסך ה-LCD-מגדירה את מצב הפינים, מאתחלת את שעון ה-RTC ומגדירה את הפסיקות לכפתורים. בנוסף, היא בודקת אם יש צורך לכתוב ערכים התחלתיים ל-EEPROM וקוראת את הערכים הנשמרים ב-EEPROM.

פונקציית Loop() - פונקציה זו מתבצעת כלולאה אינסופית ומכילה את הלוגיקה המרכזית של המערכת. היא קוראת את נתוני החיישנים, מציגה אותם על מסך ה-LCD ומפעילה או מכבה את המשאבה בהתאם לנתונים ולהגדרות המשתמש.

פונקציית MenuButtonISR() - פונקציה זו מוגדרת כפסיקה עבור כפתור התפריט. היא משנה את ערך המשתנה הגלובלי 'menuButtonPressed' ל true כאשר הכפתור נלחץ.

פונקציית SelectButtonISR() - פונקציה זו מוגדרת כפסיקה עבור כפתור הבחירה. היא משנה את ערך המשתנה הגלובלי 'selectButtonPressed' ל true כאשר הכפתור נלחץ.

פונקציית CheckMenu() – פונקציה זו בודקת אם כפתור התפריט נלחץ ומציגה את התפריט בהתאם לזמן הנוכחי.

פונקציית DisplaySensor() - פונקציה זו מציגה את נתוני החיישנים על מסך ה-LCD-ומבצעת בדיקות והפעלות בהתאם לערכים הנמדדים.

פונקציית PrintHT() – פונקציה זו מציגה את ערכי הטמפרטורה והלחות על מסך ה-LCD.

פונקציית PrintMoisture() – פונקציה זו מציגה את ערכי לחות הקרקע על מסך ה-LCD.

פונקציית PrintLux() – פונקציה זו מציגה את ערכי האור (lux) על מסך ה-LCD.

פונקציית GetLux() – פונקציה זו מחשבת ומחזירה את ערך האור הנמדד על ידי חיישן LDR.

- פונקציית `PrintClock()` – פונקציה זו מציגה את השעה והתאריך הנוכחיים על מסך ה-LCD.
- פונקציית `showMenu()` – פונקציה זו מציגה את התפריט הראשי ומאפשרת למשתמש לבחור ולהגדיר ערכים שונים באמצעות הכפתורים.
- פונקציית `setWateringTime()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את זמני ההשקיה (שעת התחלה ושעת סיום) ולשמור את הערכים ב-EEPROM.
- פונקציית `setClock()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את השעה הנוכחית ולשמור אותה בשעון ה-RTC.
- פונקציית `setDate()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את התאריך הנוכחי ולשמור אותו בשעון ה-RTC.
- פונקציית `SettingUpSensors()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את הערכים המקסימיים של הטמפרטורה, הלחות והלחות הקרקעית.
- פונקציית `setMois()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את הערך המקסימלי של לחות הקרקע ולשמור אותו ב-EEPROM.
- פונקציית `setHumidity()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את הערך המקסימלי של הלחות ולשמור אותו ב-EEPROM.
- פונקציית `setTemperature()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש להגדיר את הערך המקסימלי של הטמפרטורה ולשמור אותו ב-EEPROM.
- פונקציית `setPlant()` – פונקציה זו מאפשרת למשתמש לבחור את סוג הצמח ולשנות את זמני ההשקיה בהתאם לצמח הנבחר.

שימוש בדרייבר:

הפונקציה `dht11_read` פועלת לפי השלבים הבאים:

אתחול תקשורת עם החיישן:

המערכת מגדירה את הפין שמחובר לחיישן כ-OUTPUT ומורידה את המתח (LOW) כדי לשלוח אות התחלה לחיישן. לאחר מכן, היא מעלה את המתח (HIGH) ומגדירה את הפין כקלט כדי להתחיל לקבל נתונים מהחיישן.

בדיקת תגובת החיישן:

הפונקציה בודקת אם החיישן מגיב כמו שצריך על ידי קריאת המצב של הפין. אם החיישן לא מגיב נכון, הפונקציה מדווחת על שגיאה ומפסיקה את הפעולה.

קריאת הנתונים:

המערכת קוראת את הנתונים מהחיישן. הנתונים נשלחים בסדרה של 40 ביטים (ביטים בודדים של מידע). כל 8 ביטים מאוחסנים כבית (byte) בתוך מערך נתונים.

בדיקת תקינות הנתונים:

הפונקציה מחשבת checksum, שהוא סכום כל הבתים שקיבלנו. אם ה-checksum לא תואם את הנתון שנשלח על ידי החיישן, הפונקציה מדווחת על שגיאה ומפסיקה את הפעולה.

חישוב הטמפרטורה והלחות:

אם הנתונים שנקלטו תקינים, הפונקציה מחשבת את הערכים של הטמפרטורה והלחות מתוך המידע שהתקבל, ומחזירה אותם כמשתנים.

החזרת תוצאה:

הפונקציה מחזירה ערך בוליאני (true או false) שמציין אם הקריאה מהחיישן הצליחה או נכשלה.

שימוש בבסיס נתונים בזמן אמת:

בפרויקט הגינה החכמה, נוסף רכיב חשוב של עבודה עם בסיס נתונים (CSV) דרך חיבור סריאלי, שמאפשר שמירת נתוני החיישנים באופן מתמשך לצורך מעקב וניתוח. חיבור זה מתבצע בין בקר ה-Arduino למחשב באמצעות חיבור סדרתי, כאשר נתוני החיישנים נשלחים ומתקבלים בתדירות קבועה.

הנתונים שנאספים כוללים טמפרטורה, לחות, לחות קרקע ועוצמת אור. נתונים אלו נשמרים בקובץ CSV בצורה מסודרת הכוללת כותרות ותאריך ושעה לכל רשומה. שמירת הנתונים בקובץ זה מאפשרת יצירת היסטוריה של קריאות החיישנים, שיכולה לשמש לניתוחים סטטיסטיים, זיהוי מגמות, והסקת מסקנות לגבי השפעות הסביבה על גידול הצמחים.

בנוסף, השימוש בקובץ CSV מאפשר ייצוא הנתונים לקובץ, מה שמקל על המשתמש בעיבוד הנתונים, יצירת גרפים, ודוחות, ובכך תורם להמשך שיפור ובקרה על תנאי הגידול במערכת. תהליך זה מוסיף רב-ממדיות לפרויקט ומאפשר ניהול ותחזוקה מתקדמים יותר של הגינה החכמה (ניתן לראות דוגמאות של גרפים לפי שעה ונתוני חיישנים בנספח 2)

סיכום:

הפרויקט עוסק בפיתוח מערכת השקיה חכמה לגינה המבוססת על מיקרו-בקור ארדואינו. המערכת משלבת מספר חיישנים (לחות קרקע, טמפרטורה, לחות אוויר, ואור) כדי לנהל את תהליך ההשקיה באופן יעיל ואוטומטי. המערכת מאפשרת למשתמש להגדיר פרמטרים שונים כגון זמני השקיה, ערכי סף לטמפרטורה ולחות, וסוג הצמח.

תכונות עיקריות של המערכת כוללות:

1. תצוגת מידע על מסך LCD
2. שליטה באמצעות כפתורים
3. שמירת נתונים ב-EEPROM-לשימור הגדרות
4. שימוש בשעון זמן אמת (RTC) לתזמון מדויק
5. התאמה אוטומטית להשקיה על פי תנאי הסביבה וסוג הצמח
6. שימוש בבסיס נתונים לניהול והסקות של המערכת

המערכת תוכננה לענות על צרכי השקיה מודרניים, תוך התחשבות בחיסכון במים ויעילות בגידול צמחים.

מסקנות:

1. יעילות וחיסכון: המערכת מציעה פתרון יעיל לניהול השקיה, מה שעשוי להוביל לחיסכון משמעותי במים ולשיפור בריאות הצמחים.
2. גמישות ותכנות: האפשרות להתאים את המערכת לסוגי צמחים שונים ותנאי סביבה משתנים מדגישה את הגמישות והיכולת לתכנת את המערכת לצרכים ספציפיים.
3. שילוב טכנולוגיות: הפרויקט מדגים שילוב מוצלח של טכנולוגיות שונות (חיישנים, מיקרו-בקרים, ממשק משתמש) ליצירת מערכת מורכבת ויעילה.
4. חשיבות לחקלאות ולסביבה: פרויקט זה מדגיש את החשיבות של טכנולוגיה חכמה בניהול משאבי מים, במיוחד באזורים הסובלים ממחסור במים.
5. אתגרים טכניים: הפרויקט חשף אתגרים טכניים כמו אינטגרציה של חיישנים שונים וניהול נתונים, המספקים הזדמנויות למידה חשובות בתחום המערכות המשובצות.

לסיכום, הפרויקט מציג פתרון מבטיח לניהול השקיה חכם ויעיל, עם פוטנציאל להשפעה חיובית על חקלאות וגינון בעידן של מחסור במים ושינויי אקלים.

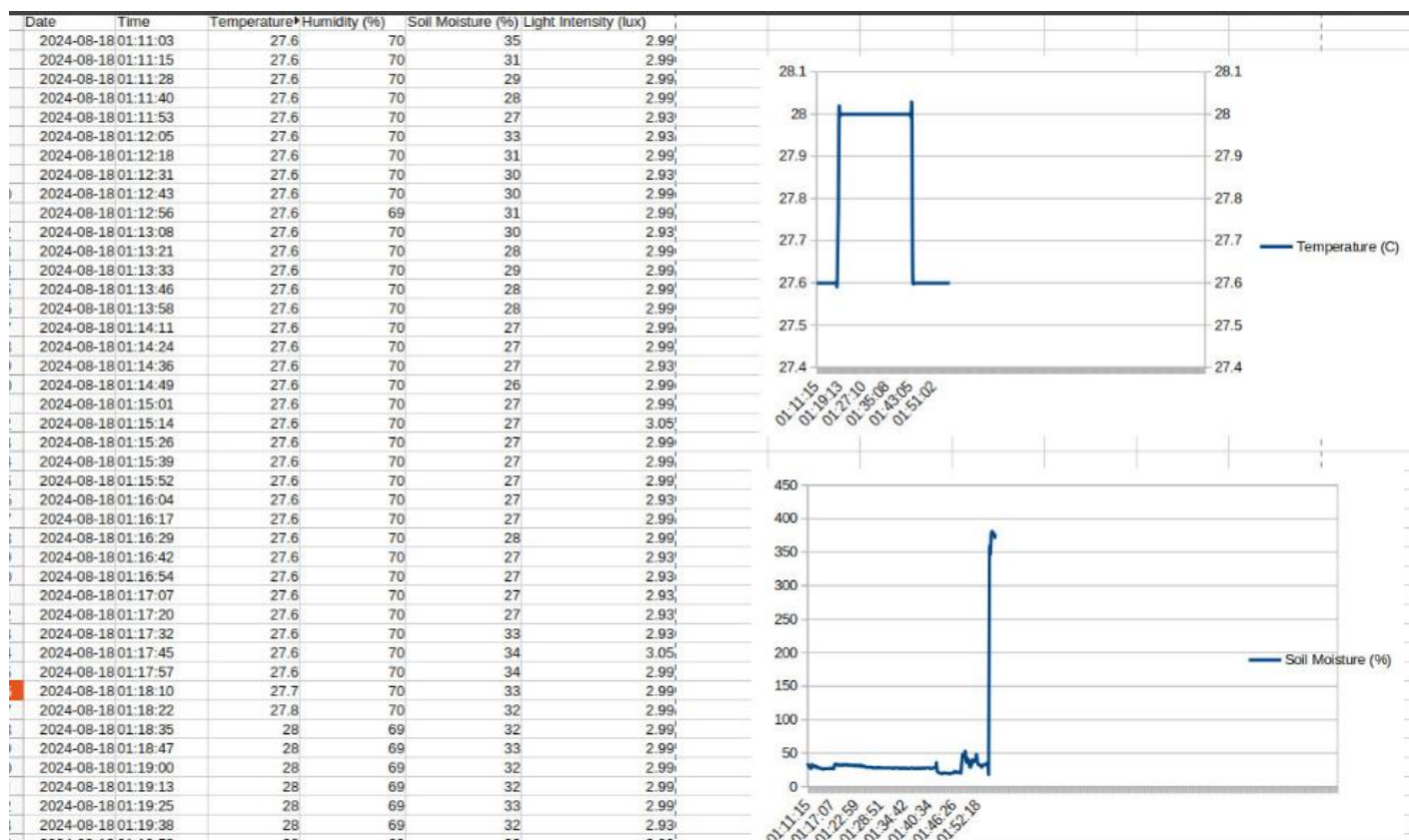
נספחים:

Condition	Illumination (lux)	LDR Resistance	Voltage*	analogRead() value
Full moon	0.1	1.25M Ω	4.96	1016
Deep twilight	1	250k Ω	4.81	985
Twilight	10	50k Ω	4.17	853
Computer monitor**	50	16.2k Ω	3.09	633
Stairway lighting	100	9.98k Ω	2.50	511
Office lighting	400	3.78k Ω	1.37	281
Overcast day	1,000	1.99k Ω	0.83	170
Full daylight	10,000	397 Ω	0.19	39
Direct sunlight	100,000	79 Ω	0.04	8

* When VCC = 5V

** Measured one meter away from the monitor

נספח 1 – הגדרות חיישן אור



נספח 2 - בסיס נתונים עם סיכומי גרפים לשני נתוני חיישנים