



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

**דו"ח מעבדה 3**

**ARD Group 15**

**חברי הקבוצה:**

שירה חלפון 206766206  
עמית בירינשטיוק 212200570  
עומריו אופיר 315489419  
אלעד אלפרין 208302588



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

### **מטרת המערכת ותיאור מישימת הבקרה:**

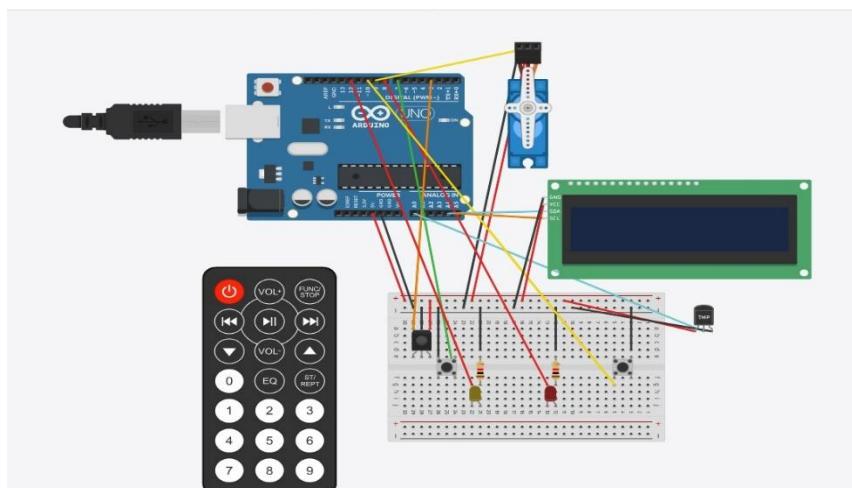
מטרת הפרויקט היא פיתוח "חנוכיה חכמה ובטיחותית", המבוססת על בקר סוחין Arduino. המערכת שבנו נועדה לשלב את מצוות החג עם טכנולוגית ניטור בזמן אמת כדי להבטיח בטיחות מקסימלית סביב אש גלויה.

המערכת מאותחלת באמצעות פקודת IR מהשלט, פעולה שمدליה את מסך LCD ומכוינה את המכשיר במצב כוננות "System Ready". כשהגיע זמן הדלקה, המשמש לחץ פעמי אחד על הceptor, מה שמדליק את נורת ה- LED ומציג את הודעה החגיגית על תחילת המזווה. בלחיצה השנייה, המערכת נכנסת לפעולה מלאה: מנוע ה-Servo מבצע תנועה חדה ורחבת ל- 130 מעלות (מחסום בטיחות שנפתח או נסגר), והטיימר הפנימי מתחיל לספור 60 שניות של בטיחות מוגברת.

בזמן שהנרות דולקים, חישן הטמפרטורה בודק את החום בכל רגע. אם להבת הנר מתקרבת מדי וטמפרטורה חוצה את הרף הבטווח (25.3 מעלות), המערכת מזהה סכנה אש מיידית. באותו רגע, נורת האזהרה ב-Pin 8 (LED אדומה) מתחילה להבהב בעוצמה כדי להתריע על הסכנה, והמנוע מזנק לצד הפוך (50 מעלות) כדי לחסום את התפשטות האש או להרחיק את החנוכיה. כדי להריגע את המערכת ולהחזיר אותה לשגרה, נדרש אימוט אנושי – רק סריקה של טביעת האצבע של ההורה (שמומר במערכת) תאשר למערכת שהבעליים נוכח והסכנה חלהפה. עם סיום הטיימר, המערכת מודדת שהכל כשרה, מכבה את האשיות וחזרת במצב המתנה בטוח, מתווך ידעה שנס החנוכה השנה הוא גם נס של הנדסה ובטיחות.

### **תיאור התכנון:**

- שרטוט המודל מתוכנת – Thincercad





## הפקולטה למדעי ההנדסה - המחלקה להנדסת תעשייה וניהול

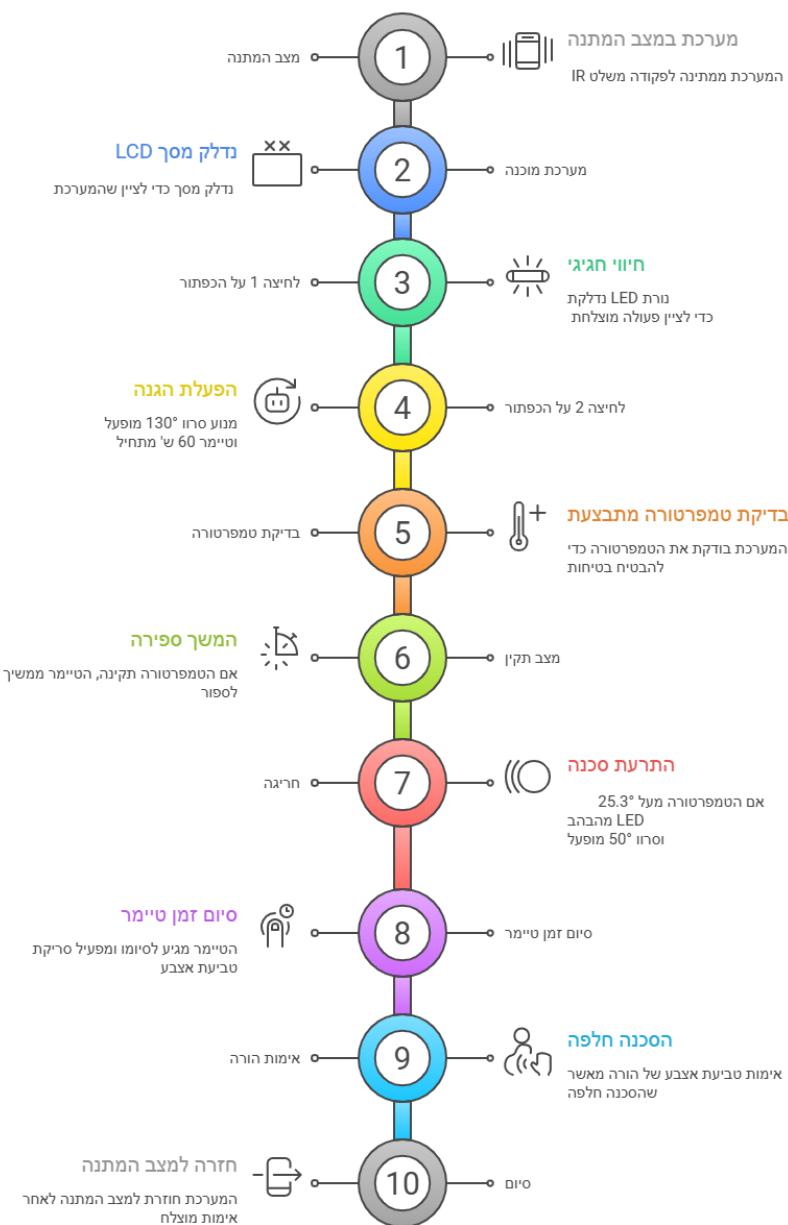
אוטומציה ויצור ממוחשב 1-3321-364

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

## • טבלת הרכיבים –

מספר הפין	שם המשנה	(INPUT/OUTPUT)	צורה	הפעלה (מטרת השימוש ברכיב)
3	IR_PIN	INPUT		חישון IR המקבל פקודות מהשלט להפעלה או קיבוי (Toggle) של המערכת כולה.
7	BUTTON_PIN	INPUT_PULLUP		פתור לניהול שלבי הדלקה (Stage 0 עד Stage 2) וקידום מצב המערכת.
12	EXTERNAL_LED	OUTPUT		נורה המצינית את תחילת זמן הדלקת הנרות (Zman Hadlakat Nerot).
13	SYSTEM_LED	OUTPUT		נורת מערכת המהבהבת כהתרעה ויזואלית כאשר מזוהה טמפרטורה גבוהה מסף הבטיחות.
9	SERVO_PIN	OUTPUT		מנוע סרוו המשמש כמחסום או חיפוי מכני, הנע 45-110 מעלות בזיהוי סכנה.
2	ONE_WIRE_BUS	INPUT		חישון טמפרטורה (Dallas) המודד את החום בסביבת הנרות לזריה התקרכבות אש.
10 (RX), 11 (TX)	mySerial	INPUT / OUTPUT		מנשך תקשורת לחישון טביעה אכבע המשמש לאימונת נוכחות הורה וביצול התרעות.
I2C (0x27)	lcd	OUTPUT		מסך LCD המציג מידע אינפורטטיבי על מצב המערכת. הטמפרטורה והתרעות בטיחות.

### **תרשים זרימה של המערכת:**





### בדיקה המערכת בתנאים שונים:

1. חדר ממוגז ( $22^{\circ}$ ), המערכת יציבה מאד. נדרש זמן רב (או קירוב ממשוני) של להבה) כדי להגיע ל- $25.3^{\circ}\text{C}$ . במצב זה המערכת ברמת רגישות נמוכה.
2. חדר ללא מיזוג בצהרים, טמפרטורת הסביבה קרובה ל- $24.5^{\circ}$ ). המערכת הופכת לרגישה מאד וכל תנועת אויר חם מפעילה את האזהרה. במצב זה המערכת ברמת רגישות גבוהה.
3. תאורה ישירה מהמשמש, מקלט ה-IR הראה קושי קל בקבלת פקודות בגלל רעש אופטי מהמשמש, אך המערכת עבדה. במצב זה המערכת ברמת רגישות בינונית.
4. בדיקה עם ידיים רטובות, חיישן טביעה האcube התקשה לזהות את המשטח. נדרש מספר ניסיונות עד לביטול האזהרה. במצב זה המערכת ברמת רגישות גבוהה.
5. קרבה למספר נורות דולקים, הצלבות חום בקרבת החישון הפעילה את האזהרה והמחסום (הסרו) באופן עקבי, מה שמעיד על דיקן המערכת. במצב זה המערכת ברמת רגישות בינונית.

### mosknut + שדרוג של מערכת הבקרה:

- ניהול משאבים (זרם): למדנו כי הפעלת רכיבים מכניים (סרו) במקביל לרכיבי פלט (לדים) דורשת ניהול נכון של זרם. השימוש ב-`detach()` לשרו היה קריטי לייציבות המערכת.
- הפרדת רعشים: בעבודה עם שלט IR ומונעים, ישנה חשיבות רבה לשינון קודים (כפי שנעשה עם קוד 00x) כדי למנוע השפעות אלקטромגנטיות של המנוע על המקלט.
- מסך משתמש (HMI): השילוב בין מסך LCD להתרעות ויזואליות (לד מהבהב) יוצר מערכת בטיחות אפקטיבית שקופה להתעלם ממנה.
- שדרוג אפשרי: הוספה חיישן להבה (Flame Sensor) ייעוד. כיום המערכת מגיבה לעליית טמפרטורה, תהליך שלוקח מספר שניות. חיישן להבה יכול לזהות קירינת IR של אש גלויה באופן מיידי ולסגור את המחסום עוד לפני שהחומר הספיק להתפשט, מה שיהפוך את המערכת למהירה ובטוחה עוד יותר.



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

### **נסוף 1 : הוראות המפעיל Read Me**

- חיבור לחסמל: חיבורו את הארדואינו למקור מתח (USB או סוללה). המtan להודיעת ."System Ready"
- הדלקה: השתמש בשילט ה-IR ולחץ על כפתור כלשהו להפעלת המערכת.
- שלב ההכנה: לחץ פעמיים על הכפתור הפיזי (Button). נורת ה-LED הלבנה תידלק. זה הזמן להכין את הנרות להדלקה.
- הפעלת הגנה: לחץ לחיצה שנייה על הכפתור. המחסום (סרו) ייזוז והטיימר יתחיל לספור 90 שניות.
- במקרה של אזהרה: אם הלד האדום מהבהב והמנוע זז, הנח את האצבע על חיישן טביעת האצבע לאימות נוכחות וביטול התטרעה.
- סיום: המערכת תכבה אוטומטית בתום הזמן או בלחיצה על השילט.

### **נסוף 2 : כל AI בהם נעשה שימוש במהלך פיתוח העבודה:**

- Napkin.Ai – לצורך בניית תרשימים הזרימה של המערכת.
- Google Gemini – לצורך שיפור ערכיה לשונית.

### **נסוף 3: תיעוד הקוד :**

```
#include <IRremote.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <OneWire.h>

#include <DallasTemperature.h>

#include <Servo.h>
```



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

--- פינים --- //

```
const int IR_PIN = 3;
```

```
const int BUTTON_PIN = 7;
```

```
const int EXTERNAL_LED = 12;
```

```
const int SYSTEM_LED = 13;
```

```
const int ONE_WIRE_BUS = 2;
```

```
const int SERVO_PIN = 9;
```

```
SoftwareSerial mySerial(10, 11);
```

```
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
```

```
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWire);
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

```
Servo myServo;
```

```
bool systemOn = true;
```

```
int buttonStage = 0;
```

```
bool warningMuted = false;
```

```
unsigned long turnOffTime = 0;
```



הפקולטה למדעי ההנדסה - המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

```
unsigned long lastBlinkTime = 0;
```

```
bool warningLedState = LOW;
```

```
bool lastButtonState = HIGH;
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
    IrReceiver.begin(IR_PIN);
```

```
    sensors.begin();
```

```
    myServo.attach(SERVO_PIN);
```

```
    myServo.write(90);
```

```
    pinMode(SYSTEM_LED, OUTPUT);
```

```
    pinMode(EXTERNAL_LED, OUTPUT);
```

```
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
```

```
    finger.begin(57600);
```

```
    lcd.init();
```

```
    lcd.backlight();
```

```
    lcd.print("System Ready");
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    if (IrReceiver.decode()) {
```

```
        uint16_t command = IrReceiver.decodedIRData.command;
```



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול

אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

```
if (command == 0x1C || command == 0x40 || command == 0x44 || command == 0x15) {
```

```
    systemOn = !systemOn;
```

```
    if (!systemOn) systemShutdown();
```

```
    else systemStartup();
```

```
}
```

```
IrReceiver.resume();
```

```
}
```

```
if (systemOn) {
```

```
    bool currentButtonState = digitalRead(BUTTON_PIN);
```

```
    if (currentButtonState == LOW && lastButtonState == HIGH) {
```

```
        delay(50);
```

```
        handleButtonPress();
```

```
}
```

```
    lastButtonState = currentButtonState;
```

בדיקה בטיחות וטיימר קורית ארכורק בשלב 2 (אחרי לחיצה שנייה) //

```
if (buttonStage == 2) {
```

```
    handleSafetyAndTimer();
```

```
}
```

```
}
```



הפקולטה למדעי ההנדסה - המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

}

```
void handleButtonPress() {  
  
    if (buttonStage == 0) {  
  
        digitalWrite(EXTERNAL_LED, HIGH);  
  
        lcd.clear();  
  
        lcd.print("Zman Hadlakat");  
  
        lcd.setCursor(0, 1);  
  
        lcd.print("Nerot!");  
  
        buttonStage = 1;  
  
    }  
  
    else if (buttonStage == 1) {  
  
        turnOffTime = millis();  
  
        warningMuted = false;  
  
        lcd.clear();  
  
        lcd.print("Menorah is Lit");  
  
        myServo.write(110);  
  
        delay(800);  
  
        myServo.write(90);  
  
        buttonStage = 2;  
  
    }  
  
}
```



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

```
void handleSafetyAndTimer() {  
  
    sensors.requestTemperatures();  
  
    float tempC = sensors.getTempCByIndex(0);  
  
    lcd.setCursor(0, 1);  
  
    lcd.print("Temp: "); lcd.print(tempC, 1); lcd.print("C ");  
  
  
  
    if (tempC > 25.3 && tempC != -127.00) {  
  
        if (!warningMuted) {  
  
            lcd.setCursor(0, 0);  
  
            lcd.print("* WARNING! * ");  
  
            myServo.write(110);  
  
            if (millis() - lastBlinkTime >= 500) {  
  
                lastBlinkTime = millis();  
  
                warningLedState = !warningLedState;  
  
                digitalWrite(SYSTEM_LED, warningLedState);  
  
            }  
  
            checkFingerprint();  
  
        }  
  
    } else {  
  
        if (!warningMuted) {  
  
            lcd.setCursor(0, 0);  
  
        }  
  
    }  
  
}
```



הפקולטה למדעי הנדסה - המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

```
lcd.print("Menorah is Lit ");  
  
digitalWrite(SYSTEM_LED, LOW)  
  
myServo.write(90);  
  
}  
  
}
```

```
if (millis() - turnOffTime >= 90000) {  
    finishCycle();  
}  
}
```

```
void checkFingerprint() {  
  
    uint8_t p = finger.getImage();  
  
    if (p == FINGERPRINT_OK) {  
  
        p = finger.image2Tz();  
  
        p = finger.fingerFastSearch();  
  
        if (p == FINGERPRINT_OK) {  
  
            warningMuted = true;  
  
            digitalWrite(SYSTEM_LED, LOW);  
  
            myServo.write(90);  
  
            lcd.setCursor(0, 0);  
  
            lcd.print("Finger Verified");  
    }  
}
```



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

Serial.println("">>>> Fingerprint Detected! Warning Stopped.");

delay(1500);

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("Menorah is Lit ");

}

}

}

void finishCycle() {

digitalWrite(EXTERNAL\_LED, LOW);

digitalWrite(SYSTEM\_LED, LOW);

myServo.write(90);

buttonStage = 0;

lcd.clear();

lcd.print("Cycle Finished");

delay(2000);

lcd.clear();

lcd.print("System Ready");

}

void systemStartup() {

lcd.backlight();



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

```
lcd.clear();  
  
lcd.print("System Ready");  
  
buttonStage = 0;  
  
digitalWrite(EXTERNAL_LED, LOW);  
  
digitalWrite(SYSTEM_LED, LOW);  
  
}
```

```
void systemShutdown() {  
  
    digitalWrite(EXTERNAL_LED, LOW);  
  
    digitalWrite(SYSTEM_LED, LOW);  
  
    myServo.write(90);  
  
    buttonStage = 0;  
  
    lcd.clear();  
  
    lcd.print("System Off");  
  
    delay(1500);  
  
    lcd.noBacklight();  
  
}
```