



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 בירינשטיק 212200570

עומרי 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 משימת הבקרה:

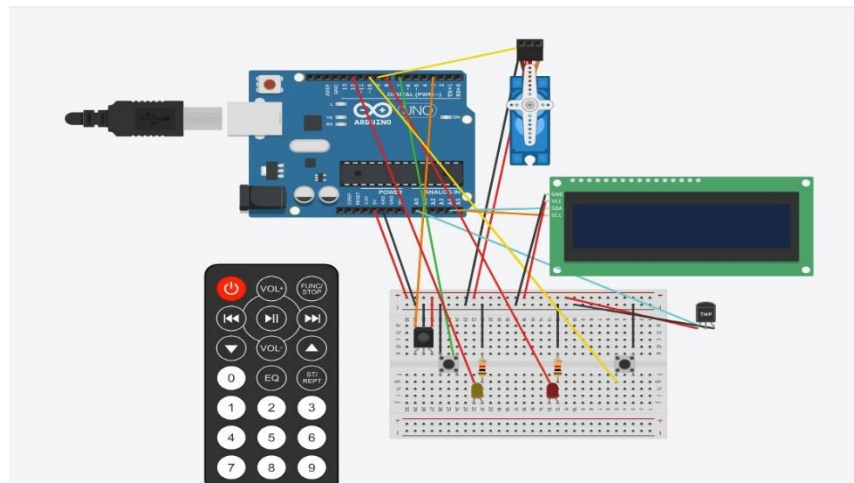
מטרת הפרויקט היא פיתוח "חנוקייה חכמה ובטיחותית", המבוססת על בקר Arduino. המערכת שבנינו נועדה לשלב את מצוות החג עם טכנולוגיית ניטור בזמן אמת כדי להבטיח בטיחות מקסימלית סביב אש גלויה.

המערכת מאותחלת באמצעות פקודת IR מהשלט, פעולה שמדליקה את מסך ה-LCD ומכניסה את המכשיר למצב כוננות "System Ready". כשהגיע זמן ההדלקה, המשתמש לוחץ פעם אחת על הכפתור, מה שמדליק את נורת ה-LED ומציג את ההודעה החגיגית על תחילת המצווה. בלחיצה השנייה, המערכת נכנסת לפעולה מלאה: מנוע ה-Servo מבצע תנועה חדה ורחבה ל-130 מעלות (מחסום בטיחות שנפתח או נסגר), והטיימר הפנימי מתחיל לספור 60 שניות של בטיחות מוגברת.

בזמן שהנרות דולקים, חיישן הטמפרטורה בודק את החום בכל רגע. אם להבת הנר מתקרבת מדי והטמפרטורה חוצה את הרף הבטוח (25.3 מעלות), המערכת מזהה סכנת אש מיידית. באותו רגע, נורת האזהרה ב-Pin 8 (LED אדומה) מתחילה להבהב בעוצמה כדי להתריע על הסכנה, והמנוע מזנק לצד ההפוך (50 מעלות) כדי לחסום את התפשטות האש או להרחיק את החנוקייה. כדי להרגיע את המערכת ולהחזיר אותה לשגרה, נדרש אימות אנושי – רק סריקה של טביעת האצבע של ההורה (ששמור במערכת) תאשר למערכת שהבעלים נוכח והסכנה חלפה. עם סיום הטיימר, המערכת מוודאת שהכל כשורה, מכבה את האורות וחוזרת למצב המתנה בטוח, מתוך ידיעה שנס החנוכה השנה הוא גם נס של הנדסה ובטיחות.

תיאור התכנ:

- שרטוט המודל מתוכנת Thinckercad –





הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול

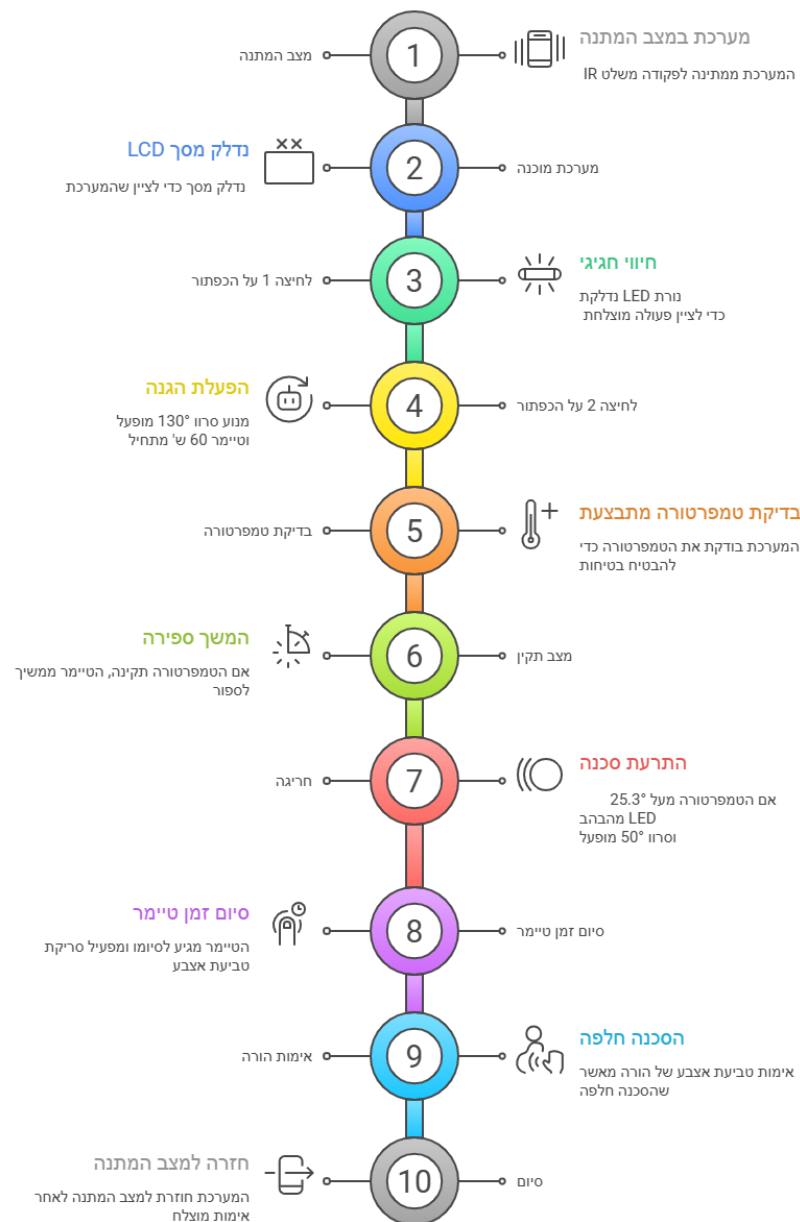
אוטומציה וייצור ממוחשב 3321-364-1

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

• טבלת הרכיבים –

מספר הפין	שם המשתנה	תצורה (INPUT/OUTPUT)	הפעלה (מטרת השימוש ברכיב)
3	IR_PIN	INPUT	חיישן IR המקבל פקודות מהשלט להפעלה או כיבוי (Toggle) של המערכת כולה.
7	BUTTON_PIN	INPUT_PULLUP	כפתור לניהול שלבי ההדלקה (Stage 0 עד Stage 2) וקידום מצב המערכת.
12	EXTERNAL_LED	OUTPUT	נורה המציינת 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 חיווי מכני, הנע ל-110 מעלות בזיהוי סכנה.
2	ONE_WIRE_BUS	INPUT	חיישן טמפרטורה (Dallas) המודד את החום בסביבת הנרות לזיהוי התקרבות אש.
10 (RX), 11 (TX)	mySerial	INPUT / OUTPUT	ממשק תקשורת לחיישן טביעת אצבע המשמש לאימות נוכחות הורה וביטול התרעות.
I2C (0x27)	lcd	OUTPUT	מסך LCD המציג מידע אינפורמטיבי על מצב המערכת, הטמפרטורה והתרעות בטיחות.

תרשים זרימה של המערכת:





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

בדיקת המערכת בתנאים שונים:

1. חדר ממוזג (22°), המערכת יציבה מאוד. נדרש זמן רב (או קירוב משמעותי של להבה) כדי להגיע ל- 25.3° C. במצב זה המערכת ברמת רגישות נמוכה.
2. חדר ללא מיזוג בצהריים, טמפרטורת הסביבה קרובה לסף (24.5° C). המערכת הופכת לרגישה מאוד וכל תנועת אוויר חם מפעילה את האזהרה. במצב זה המערכת ברמת רגישות גבוהה.
3. תאורה ישירה מהשמש, מקלט ה-IR הראה קושי קל בקבלת פקודות בגלל רעש אופטי מהשמש, אך המערכת עבדה. במצב זה המערכת ברמת רגישות בינונית.
4. בדיקה עם ידיים רטובות, חיישן טביעת האצבע התקשה לזהות את המשתמש. נדרשו מספר ניסיונות עד לביטול האזהרה. במצב זה המערכת ברמת רגישות גבוהה.
5. קרבה למספר נרות דולקים, הצטברות חום בקרבת החיישן הפעילה את האזהרה והמחסום (הסרוו) באופן עקבי, מה שמעיד על דיוק המערכת. במצב זה המערכת ברמת רגישות בינונית.

מסקנות + שדרוג של מערכת הבקרה:

- ניהול משאבים (זרם): למדנו כי הפעלת רכיבים מכניים (סרוו) במקביל לרכיבי פלט (לדים) דורשת ניהול נכון של זרם. השימוש ב-detach () לסרוו היה קריטי ליציבות המערכת.
- הפרדת רעשים: בעבודה עם שלט IR ומנועים, ישנה חשיבות רבה לסינון קודים (כפי שנעשה עם קוד x00) כדי למנוע השפעות אלקטרומגנטיות של המנוע על המקלט.
- ממשק משתמש (HMI): השילוב בין מסך LCD להתרעות ויזואליות (לד מהבהב) יוצר מערכת בטיחות אפקטיבית שקשה להתעלם ממנה.
- שדרוג אפשרי: הוספת חיישן להבה (Flame Sensor) ייעודי. כיום המערכת מגיבה לעליית טמפרטורה, תהליך שלוקח מספר שניות. חיישן להבה יוכל לזהות קרינת IR של אש גלויה באופן מיידי ולסגור את המחסום עוד לפני שהחום 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

נספח 1 : הוראות המפעיל Read Me :

- חיבור לחשמל: חברו את הארדואינו למקור מתח (USB או סוללה). המתן להודעת "System Ready".
- הדלקה: השתמש בשלט ה-IR ולחץ על כפתור כלשהו להפעלת המערכת.
- שלב ההכנה: לחץ פעם אחת על הכפתור הפיזי (Button). נורת ה-LED הלבנה תידלק. זה הזמן להכין את הנרות להדלקה.
- הפעלת הגנה: לחץ לחיצה שנייה על הכפתור. המחסום (סרוו) יזוז והטיימר יתחיל לספור 90 שניות.
- במקרה של אזהרה: אם הילד האדום מהבהב והמנוע זז, הנח את האצבע על חיישן טביעת האצבע לאימות נוכחות וביטול ההתרעה.
- סיום: המערכת תכבה אוטומטית בתום הזמן או בלחיצה על השלט.

נספח 2 : כלי AI בהם נעשה שימוש במהלך פיתוח עבודה:

- Napkin.Ai – לצורך בניית תרשים הזרימה של המערכת.
- Google Gemini – לצורך שיפור עריכה לשונית.

נספח 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 364-1-3321

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 3321-1-364

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;
```

בדיקת בטיחות וטיימר קורית אך ורק 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 ההנדסה- 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 בר 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();  
  
}
```

}