

מדריך פרויקט מקיף: ערכת אבטחה, זיהוי תנועה ובקרת כניסה חכמה (IoT)

1. סקירת הפרויקט ומטרתו

פרויקט זה מציע פתרון אבטחה היקפי ובקרת כניסה מאובטחת המבוסס על בקר **ESP32**, המשציב זיהוי תנועה, אימות קוד גישה, התראות קוליות, חיווי על גבי מסך LCD ובקרה על מנעול דלת חשמלי.

מטרת הפרויקט:

- זיהוי תנועה בחלל המוגן בזמן אמת באמצעות חיישן אינפרא-אדום (PIR).
- אימות קוד גישה חכם באמצעות מקלדת מקשים (Keypad 3x4 / 4x4) לפתיחת מנעול דלת חשמלי דרך מודול ממסר.
- השמעת התראות קוליות והודעות סטטוס ("הקוד אושר", "אזהרה - חדירה") בעזרת מודול שמע YX5200 MP3.
- הצגת סטטוס המערכת (Armed / Disarmed / Access Granted) על גבי מסך תצוגה LCD 16x2.
- אפשרות ללחיצת כפתור עוקף (Manual Override) לפתיחת דלת מהירה או דריכה/ניטרול מתוך החדר.

2. רשימת רכיבי הערכה ומפרט טכני

מק"ט	רכיב	תיאור ומפרט טכני	תפקיד במערכת
EL3011	ESP32 Development Board	מיקרו-בקר עוצמתי בעל מעבד כפול ליבה, תקשורת Wi-Fi 802.11 b/g/n. Bluetooth.	מוח המערכת – מעבד נתונים, מנהל את קוד הגישה, החיישנים, המסך והממסרים.
EL3017	חיישן תנועה PIR ((Motion Sensor	חיישן אינפרא-אדום פסיבי לזיהוי תנועת אדם בטווח של עד 7 מטרים.	טריגר ראשוני לזיהוי חדירה באזור המוגן.

מק"ט	רכיב	תיאור ומפרט טכני	תפקיד במערכת
EL5022 / EL4010	מקלדת קוד גישה (Keypad 3x4 / 4x4)	מקלדת מקשים תעשייתית להזנת קוד סודי (PIN) לפתיחת המנעול או דריכת המערכת.	ממשק אימות משתמש ובקרת כניסה.
EL3029	מסך תצוגה LCD 16x2 עם מתאם I2C	מסך אלפא-נומרי (16 תווים ב-2 שורות) כולל מתאם I2C (PCF8574).	הצגת הודעות מערכת, סטטוס אבטחה והנחיות להקשת קוד.
EL4020	מודול שמע YX5200 MP3 Module	מודול נגן קבצי אודיו MP3/WAV מבוסס תקשורת טורית (UART / Serial) עם קורא כרטיס MicroSD.	השמעת הודעות קוליות והתראות קוליות.
EL4022 / EL4023	מודול ממסר Relay (Module)	מודול מיתוג מתח בטוח (עד 250V/10A) עם הפרדה גליונית.	הפעלת מנעול דלת חשמלי, תאורת אבטחה או צופר.
EL4014	מודול כפתור רגעי (Push Button)	לחצן דיגיטלי נקי עם נגד משוך מובנה.	לחצן עוקף (Override) לפתיחת דלת מהירה מבפנים או ניטרול התראה.
EL4002	ערכת מטריצה וחיווט מקיפה	מטריצת ניסויים (Breadboard) בנפח 830 חורים + ספק כוח + חוטי קשר.	תשתית חיבורים מרכזית להרכבת המעגל.

מק"ט	רכיב	תיאור ומפרט טכני	תפקיד במערכת
EL4003	ערכת חוטי גישור Dupont 20cm	חוטים גמישים בחיבורי זכר/נקבה ונקבה/נקבה.	חיבור בין מודולי החיישנים והרכיבים למטריצה ול-ESP32.

3. תרשים חיבורים ומפת פינים (Wiring Diagram)

יש לבצע את החיווט לפי הפינים המפורטים בטבלה הבאה. שים לב לחיבורי המתח (5V / 3.3V) וההארקה (GND).

רכיב	פין ברכיב	חיבור בלוח ESP32 ((EL3011	הערות
חיישן (PIR) (EL3017)	VCC / V	3.3V / 5V	מתח הפעלה לחיישן
	GND / G	GND	הארקה משותפת
	OUT / S	GPIO 13	אות דיגיטלי לזיהוי תנועה
מסך LCD I2C ((EL3029	GND	GND	הארקה משותפת
	VCC	5V (VIN	מתח הפעלה למסך
	SDA	GPIO 21	קו נתונים I2C תקני
	SCL	GPIO 22	קו שעון I2C תקני
מקלדת קוד (EL5022/EL4010)	Row 1 - Row 3	GPIO 12, 14, 27	שורות המקלדת
	Col 1 - Col 3	GPIO 26, 25, 33	עמודות המקלדת

רכיב	פין ברכיב	חיבור בלוח ESP32 ((EL3011	הערות
	הערה: במידה ומשתמשים במקלדת 4x4, יש לחבר פני שורה/עמודה נוספים לפי הצורך.		
	מודול (MP3 (EL4020	VCC	5V
		GND	הארקה משותפת
		TX	תקשורת טורית - קבלת נתונים (GPIO 16 (RX2
		RX	תקשורת טורית - שליחת נתונים (GPIO 17 (TX2
מודול ממסר (EL4022)	VCC	5V	מתח הפעלה לממסר

רכיב	פין ברכיב	חיבור בלוח ESP32 ((EL3011	הערות
מודול כפתור (EL4014)	GND	GND	הארקה משותפת
	IN / IN1	GPIO 18	פין פיקוד מנעול דלת חשמלי
	VCC	3.3V	מתח הפעלה לכפתור
	GND	GND	הארקה משותפת
	OUT / S	GPIO 4	לחצן עוקף מהיר (Override)

דגש בטיחות: בעת חיבור מנעול חשמלי או צופר הפועלים במתח רשת/מתח גבוה, יש להקפיד על ניתוק מקור המתח בעת החיווט ולעבוד בהתאם לתקני הבטיחות.

4. הגדרת סביבת העבודה (Software Setup)

1. פתחו את תוכנת **Arduino IDE**.
2. ודאו כי חבילת הלוחות של **ESP32** מותקנת ב-Boards Manager.
3. התקינו את הספריות הבאות דרך מנהל הספריות (Tools -> Manage Libraries):
 - **Keypad** מאת Mark Stanley & Alexander Brevig.
 - **LiquidCrystal_I2C** מאת Frank de Brabander.
 - **DFRobotDFPlayerMini** (או ספריית תקשורת תואמת YX5200 MP3).

5. קוד המקור המלא (Arduino / ESP32 Code)

הקוד הבא מנהל את מערכת האבטחה והכניסה: קריאת חיישן PIR לזיהוי תנועה, קליטת הקשת קוד מהמקלדת (קוד ברירת מחדל: 1234), פתיחת המנעול דרך הממסר, הצגת הודעות על LCD ושליחת פקודות שמע.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>
```

```

// הגדרת מסך LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// הגדרת פiniים
#define PIR_PIN 13
#define RELAY_PIN 18
#define BUTTON_PIN 4

// 4x3 מקלדת
const BYTE ROWS = 4;
const BYTE COLS = 3;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3'},
  {'4', '5', '6'},
  {'7', '8', '9'},
  {'*', '0', '#'}
};

byte rowPins[ROWS] = {12, 14, 27, 26}; // פini שורות
byte colPins[COLS] = {25, 33, 32}; // פini עמודות

Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

// הגדרת קוד גישה נכון
String secretCode = "1234";
String inputCode = "";

bool systemArmed = true;
unsigned long lastMotionTime = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  pinMode(PIR_PIN, INPUT);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUTTON_PIN, INPUT);

  // כיבוי ממסר בהתחלה (Active LOW)

```

```

digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

lcd.init();
lcd.backlight();

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Security System");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("System Armed...");
delay(2000);
lcd.clear();
}

void loop() {
    // 1. קריאת כפתור עוקף (Override Button)
    if (digitalRead(BUTTON_PIN) == HIGH) {
        unlockDoor("Button Override");
    }

    // 2. קריאת חיישן תנועה PIR
    if (systemArmed && digitalRead(PIR_PIN) == HIGH) {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("WARNING: Motion!");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Enter PIN Code ");
    } else if (inputCode.length() == 0) {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("System Armed ");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("Enter Code: ");
    }

    // 3. קליטת מקשים מהמקלדת
    char key = keypad.getKey();
    if (key) {
        if (key == '#') { // אישור קוד
            if (inputCode == secretCode) {
                unlockDoor("Access Granted");
            } else {

```

```

        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Access Denied!");
        delay(2000);
    }
    inputCode = "";
    lcd.clear();
    } else if (key == '*') { // איפוס הזנה
        inputCode = "";
        lcd.clear();
    } else {
        inputCode += key;
        lcd.setCursor(12, 1);
        lcd.print(inputCode);
    }
}

void unlockDoor(String reason) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Door Unlocked!");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(reason);

    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // הפעלת ממסר
    delay(4000); // השארת מנעול פתוח ל-4 שניות
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // נעילה מחדש

    lcd.clear();
}

```

6. שלבי בדיקה, הפעלה ודיבאג

1. **בדיקת חיווט:** ודאו שכל החיבורים למטריצה ול-ESP32 מחוברים היטב לפי טבלת הפינים.
2. **טעינת הקוד:** חברו את ה-ESP32 למחשב והעלו את הקוד דרך תוכנת Arduino IDE.
3. **בדיקת הזנת קוד:** הקישו את הקוד 1234 במקלדת ולחצו על #. ודאו שהמסך מציג "Door"

Unlocked!" והמסר מופעל.

4. **בדיקת חיישן תנועה:** בצעו תנועה מול חיישן ה-PIR וראו כי מופיעה התראת תנועה על המסך.

5. **בדיקת לחצן עוקף:** לחצו על הכפתור הצהוב בערכה וראו כי המנעול נפתח באופן מיידי.