

# הנעת זרוע רובוטית באמצעות תנועות כף הרגל

מנחה: קובי כוחי  
מגישים:  
רוני זלטוקרילוב  
רותם פוסטי

## מבנה המצגת

---

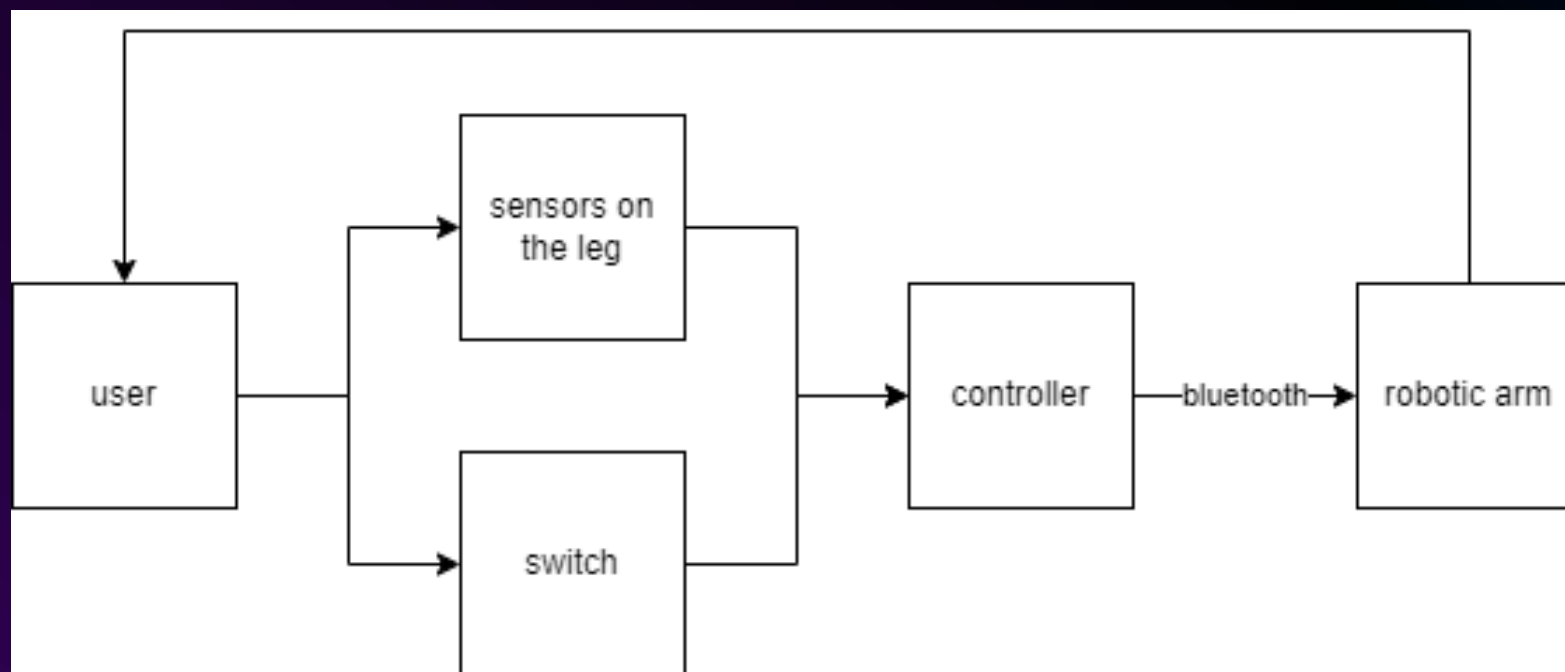
- מבוא לפרויקט
- מבנה המערכת
- תיאור תוכנתי
- תיאור חומרתי
- הדגמה
- אתגרים
- סיכום
- הצעות להמשך פיתוח

## מבוא

- פרויקט הנעשה בשיתוף פעולה עם עמותת 3DHAIFA.
- מוצר זול, קל משקל ונוח לתפעול.
- הרחבת מרחב האפשרויות לשליטה בזרוע.



## מבנה המערכת





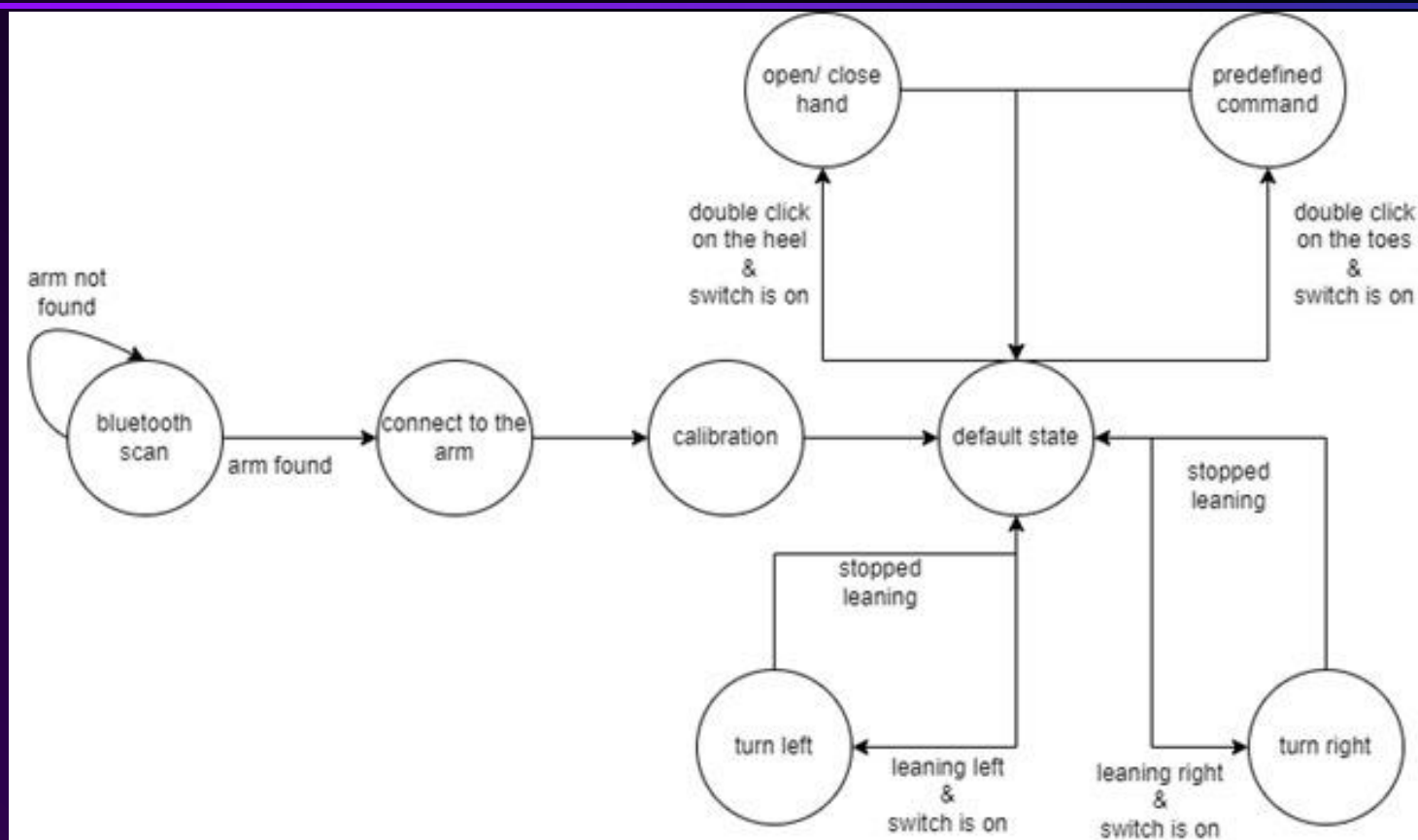
user

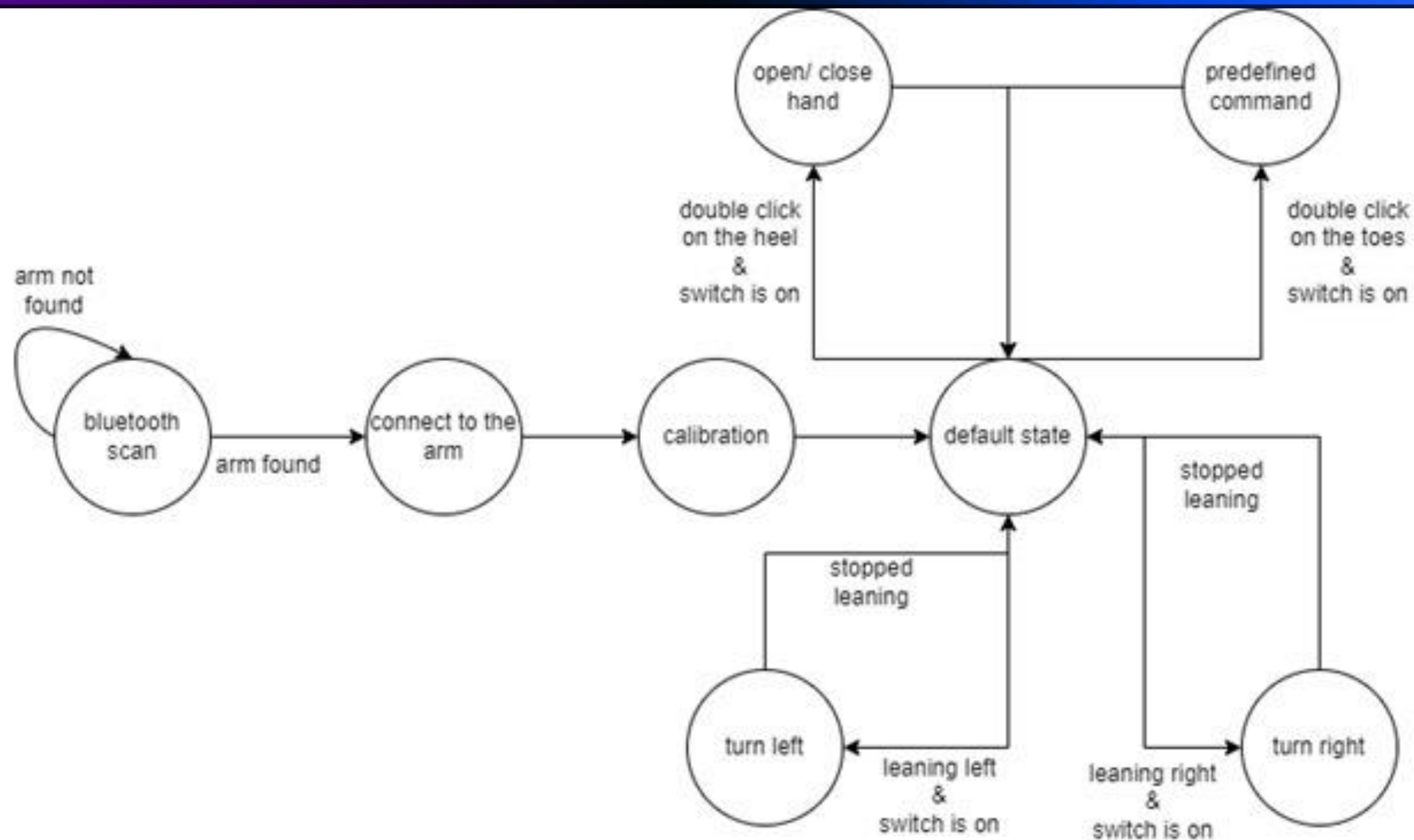
Robotic arm

Controller &  
sensors &  
switch



# תיאור תוכנתי- מכונת מצבים







# תיאור תוכנתי- כיול המערכת



```
Terminal

7f:fe:74:ba:ac:af, manufacturer data: 4c001006351e14f40aab
, txPower: 12, rssi: -99
16:55:54.842 BLE Advertised Device found: Name: [LG] webO
S TV UK6100YVA, Address: 48:b8:b2:e9:f4:16, manufacturer d
ata: c400053302131580, serviceUUID: 0000feb9-0000-1000-
8000-00805f9b34fb, rssi: -80
16:55:54.898 BLE Advertised Device found: Name: , Address:
49:49:89:e6:11:08, manufacturer data: e000016dca31cdb0, s
erviceUUID: 0000fe9f-0000-1000-8000-00805f9b34fb, rssi: -7
3, serviceData:
16:55:54.922 BLE Advertised Device found: Name: , Address:
63:8e:55:d1:b2:f1, manufacturer data: 4c0010053a18d1adca,
txPower: 12, rssi: -92
16:55:55.183 BLE Advertised Device found: Name: , Address:
a0:d7:f3:40:b4:c1, manufacturer data: 75004204012067210d
0002013201010001000000000000000010, rssi: -85
16:56:05.732 Scanning...
16:56:05.755 BLE Advertised Device found: Name: Haifa3D, A
dress: 24:62:cb:f9:72:9e, serviceUUID: 0000180f-0000-1000-
8000-00805f9b34fb, serviceUUID: e0198000-7544-42c1-0000
-b24344b6aa70, serviceUUID: 0000180f-0000-1000-8000-008
05f9b34fb, txPower: 9, rssi: -53
```



# תיאור תוכנתי- כיול המערכת

- מתבצע כיול של מערכת החישה בעת התחברות.

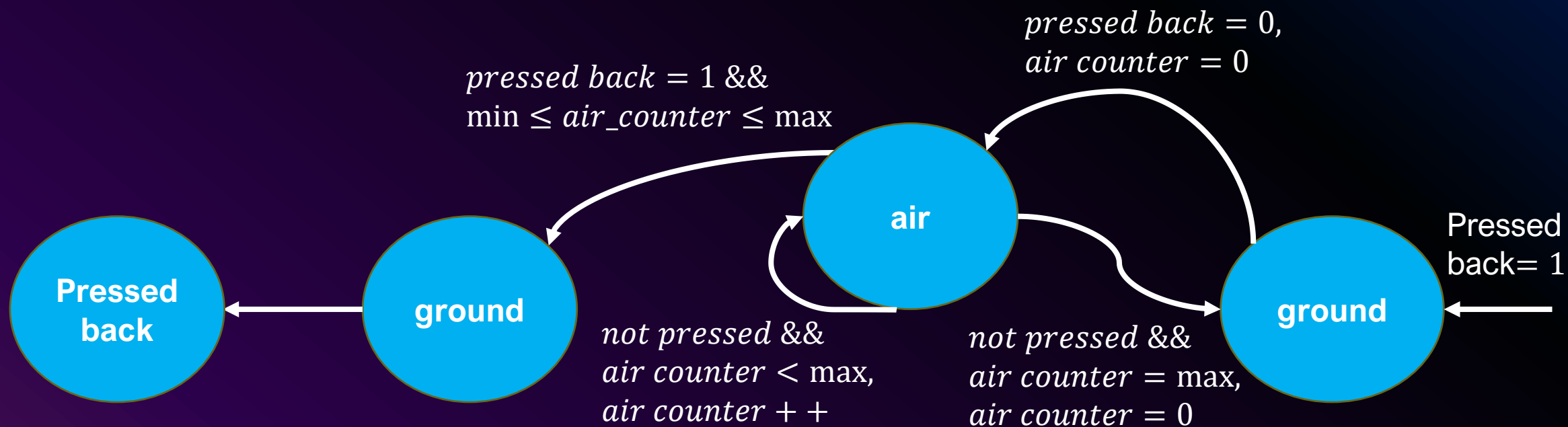
- סך הכל הכיול אורך כ-25

שניות. מערכת החישה בעת

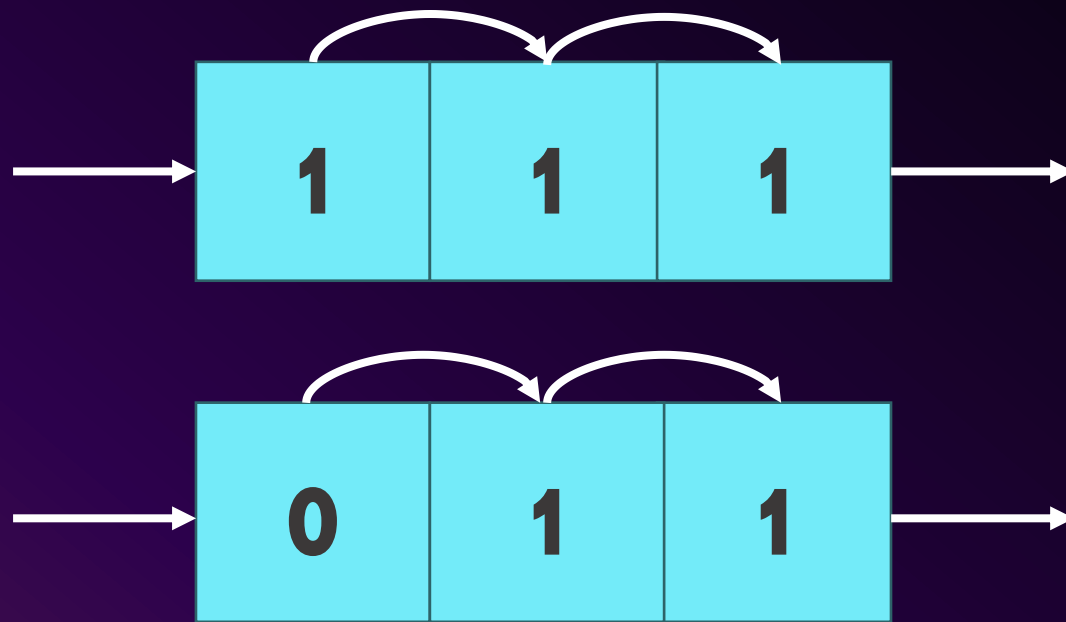
התחברות.

```
16:56:05.772 Forming a connection to 24:62:ab:f9:72:9e
16:56:05.778 - Created client
16:56:05.842 - Connected to server
16:56:07.643 - Found our Execute service
16:56:07.643 - Found our Execute characteristic
16:56:07.648 - Found our Trigger service
16:56:07.648 - Found our Trigger characteristic
16:56:07.654 We are now connected to the BLE Server.
16:56:07.654 started calibration stand normally
16:56:07.658 lean forward
16:56:14.654 Now lean backwards
16:56:19.654 Now lean right
16:56:24.654 Now lean left
16:56:29.654 Ended calibration
16:56:34.657 finished calibration
```

# תיאור תוכנתי- אתגר מימוש זיהוי נקישה כפולה



## תיאור תוכנתי- אתגר מימוש זיהוי נקישה כפולה



OPEN/  
CLOSE  
HAND

Only enter when  
all values are 1

## תיאור חומרתי

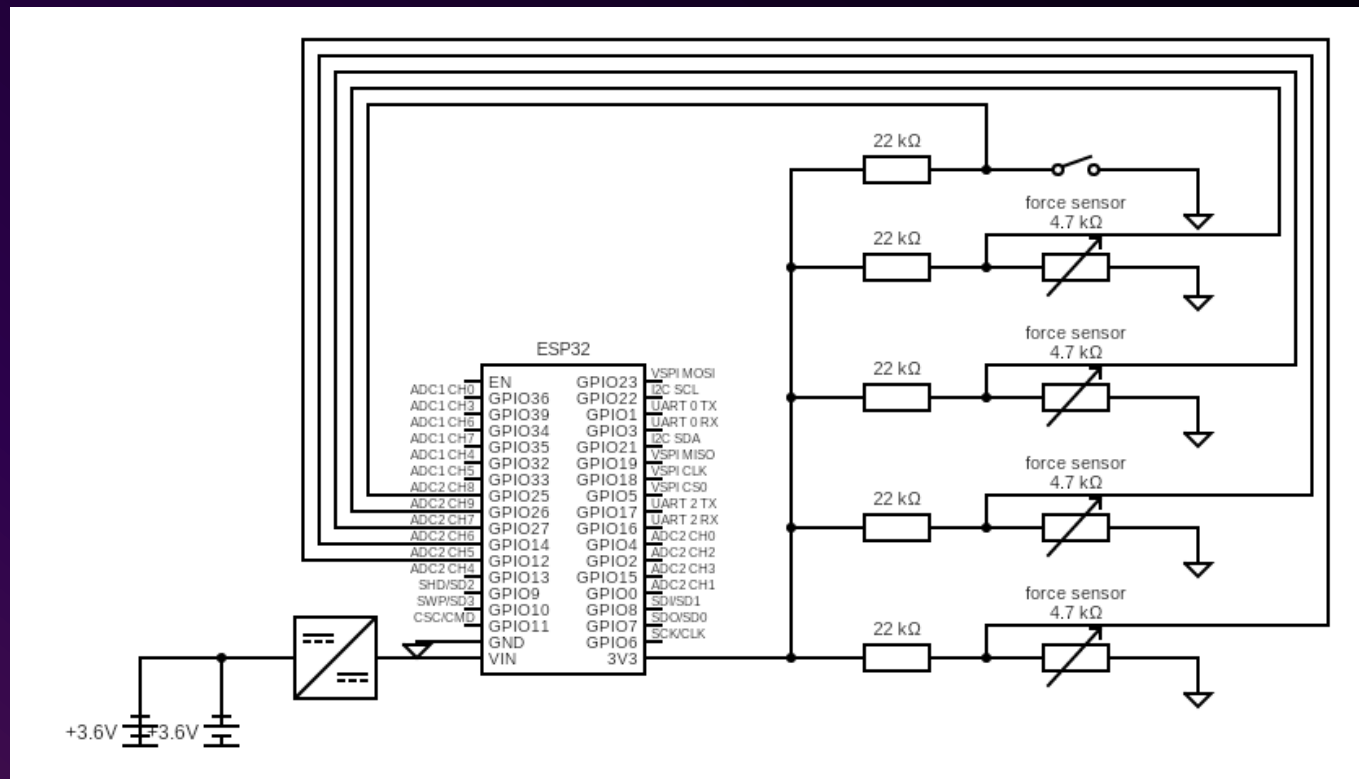
- בקר esp-wroom32  
 - ארבעה חיישני כוח מסוג  
**FSR402 Force Sensitive Resistor 0.5 Inch**

- חמש נגדים עם התנגדות  
 $22k\Omega$

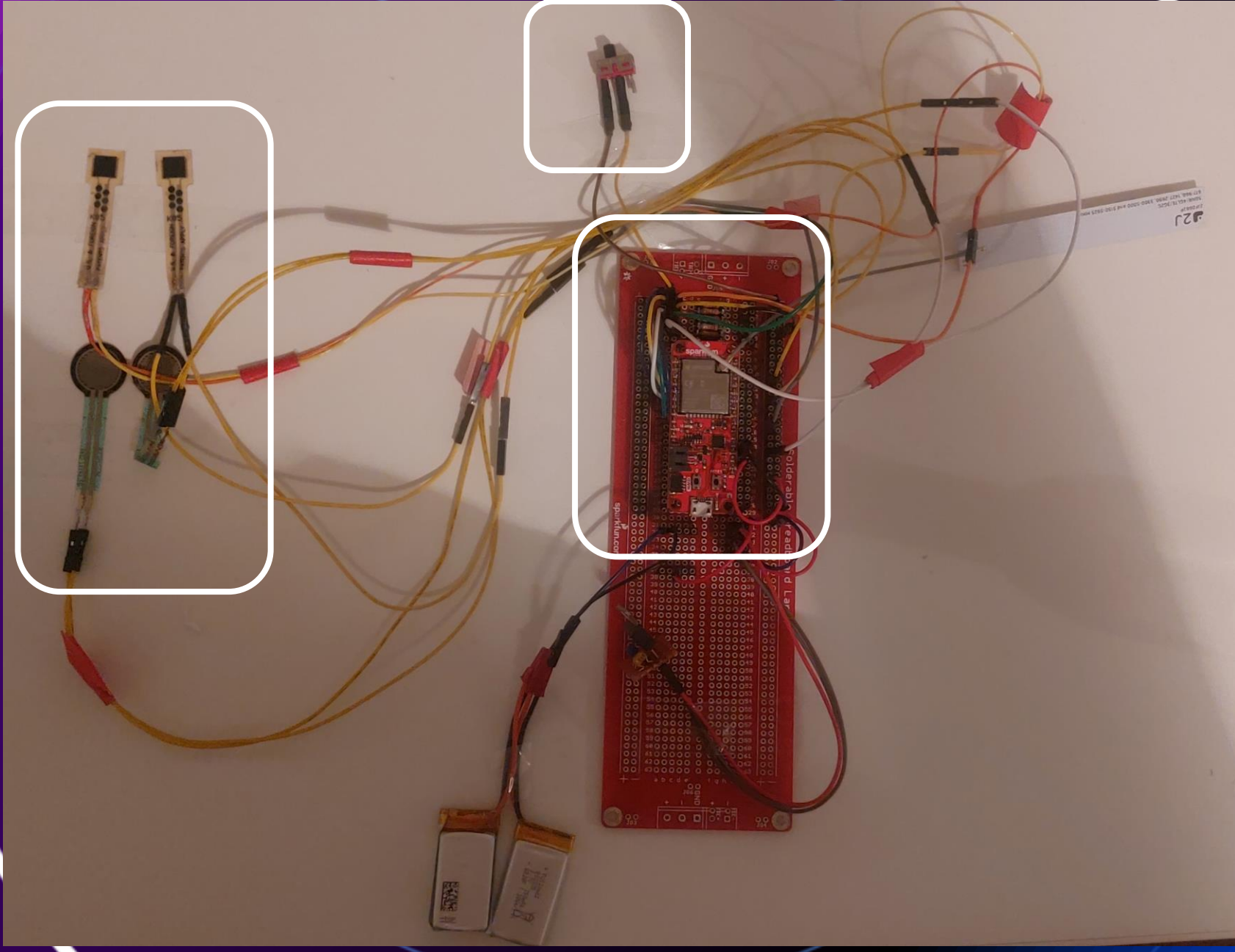
- מתג

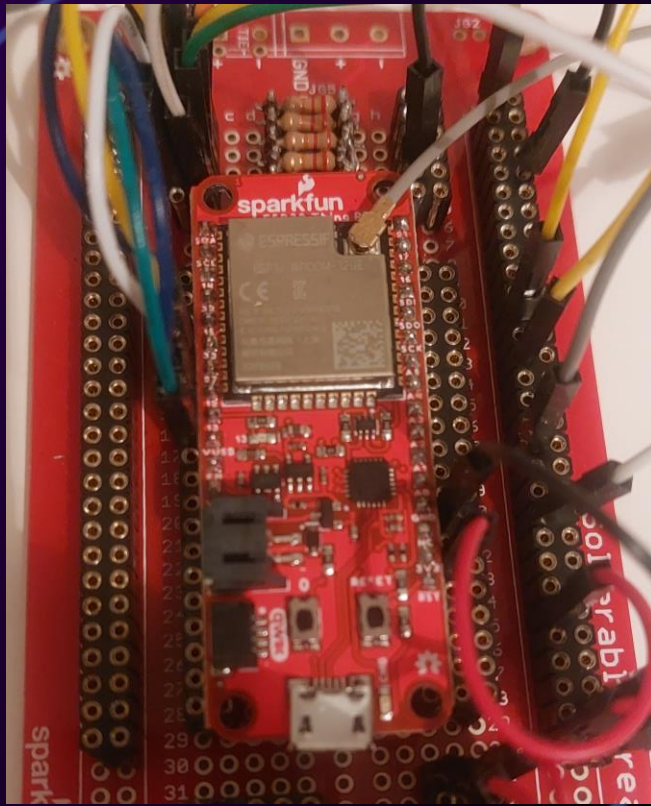
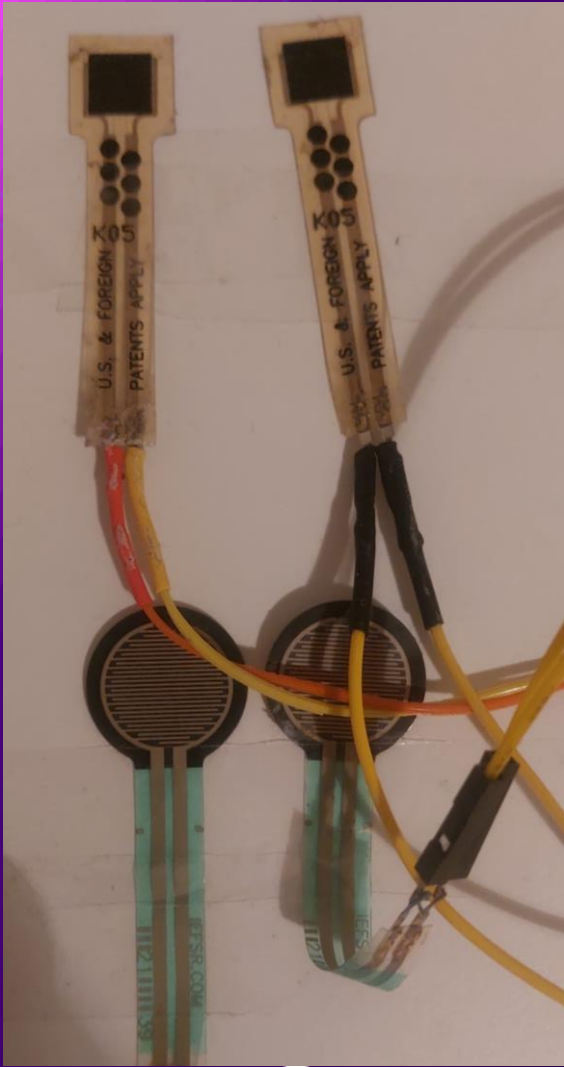
- שתי בטריות של  $3.7[V]$   
 $350[mA]$

- ממיר מתח  $3.3V$  Voltage  
**Regulator 950mA**  
**LD1117V33**

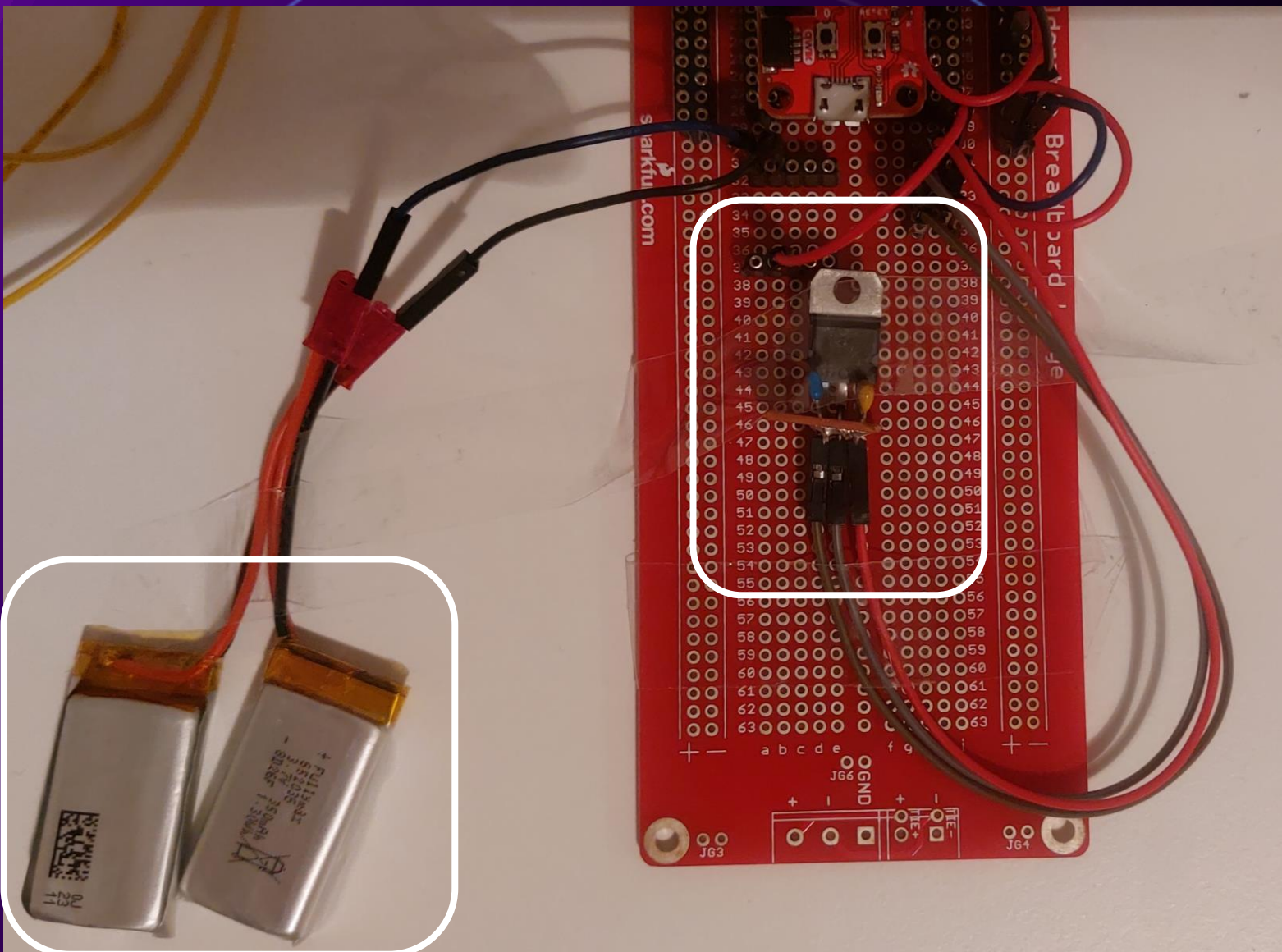


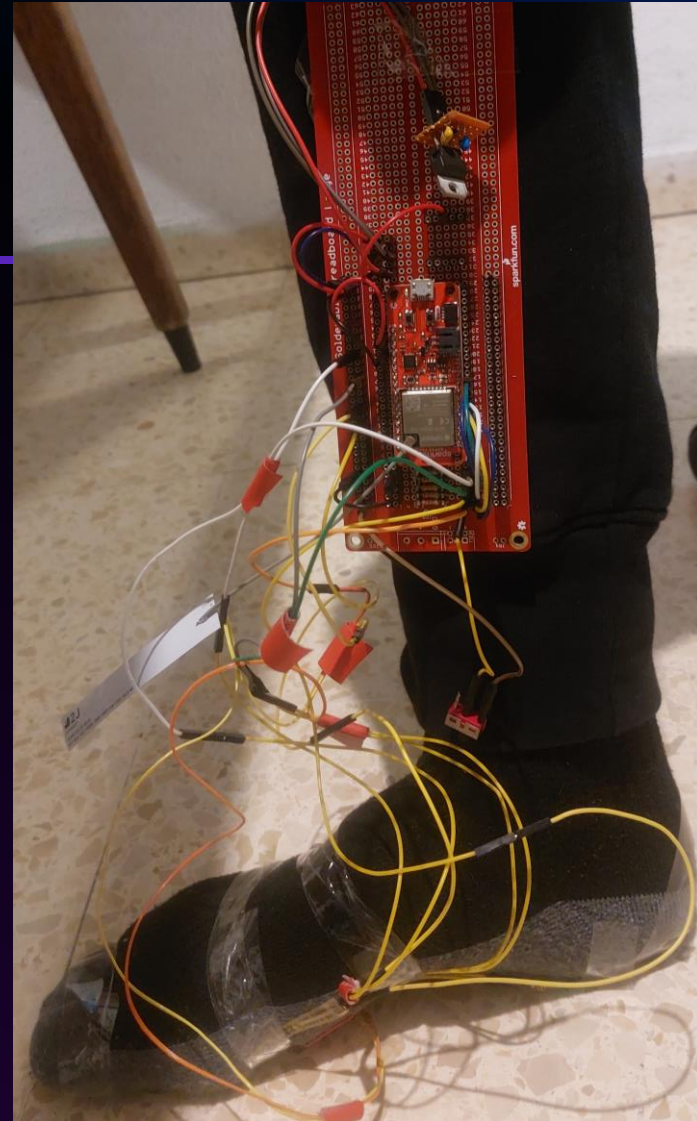
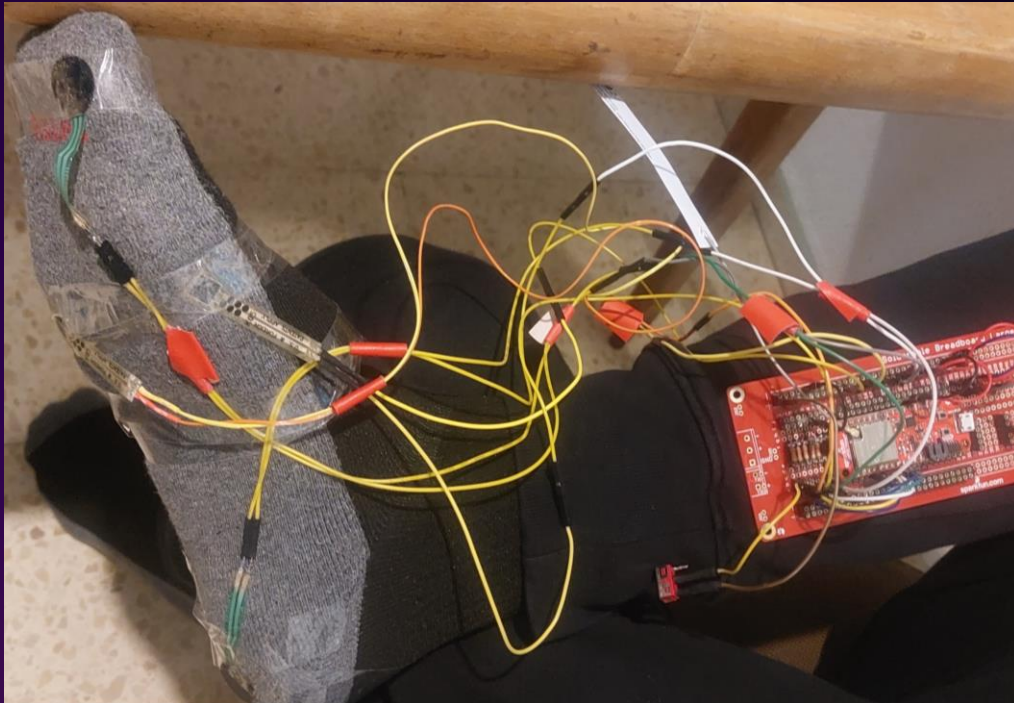














## הדגמה



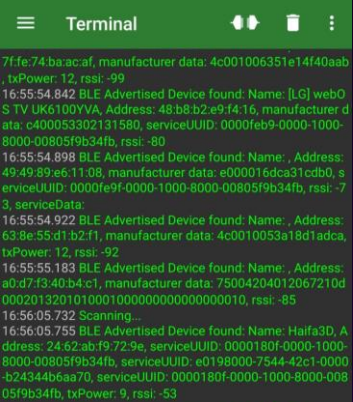
## הדגמה



## הדגמה







# תיאור מפרט המערכת למשתמש

	<p>ראשית יש להרכיב את המכשיר על הרגל במיקום נוח מעל הרגל כך שלא יפריע להליכה נורמלית, ולמקם את החיישנים בתחתית הרגל בעזרת מדבקות כפי שמתואר בתרשים הבא</p>	<p>1. מיקום החיישנים</p>
	<p>הדלק את המכשיר וחבר לטלפון בעזרת קבל USB מתאים.</p>	<p>2. הפעלת המכשיר</p>
	<p>הדלק את היד הרובוטית, המכשיר יתחבר אל היד בצורה אוטומטית, בטלפון ניתן לראות מתי היד מחוברת למכשיר.</p>	<p>3. חיבור ליד הרובוטית</p>



# תיאור מפרט המערכת למשתמש

## 4. כיוול

בטלפון יוצגו הנחיות לכיוול המכשיר אל המשתמש,  
יש לעקוב אחרי ההנחיות בדיוק.

```
16:56:05.772 Forming a connection to 24:62:ab:f9:72:9e
16:56:05.778 - Created client
16:56:05.842 - Connected to server
16:56:07.643 - Found our Execute service
16:56:07.643 - Found our Execute characteristic
16:56:07.648 - Found our Trigger service
16:56:07.648 - Found our Trigger characteristic
16:56:07.654 We are now connected to the BLE Server.
16:56:07.654 started calibration stand normally
16:56:07.658 lean forward
16:56:14.654 Now lean backwards
16:56:19.654 Now lean right
16:56:24.654 Now lean left
16:56:29.654 Ended calibration
```

## 5. ניתוק הטלפון ושימוש

ניתן כעת לנתק את הטלפון מהמכשיר ולהתחיל  
להשתמש בו – 3 לחיצות על העקב יסגור/ יפתח  
את היד, השענוות לכיוון כלשהו  
כאשר רוצים ללכת – יש לשנות את מצב המתג  
וכך היד לא תזוז

## אפשרות נוספת

ניתן להוסיף פקודה מסוימת ליד בעזרת האפליקציה ולהפעיל אותה על ידי 3 לחיצות על הבהן



- 

## בחינת חלופות

---

- חיישני כיפוף

- מיקומים על גבי הרגל

- 
- 
-

## אתגרים

---

- מניעת זיהוי שגוי של פקודות.
- התאמה לצרכנים שונים.
- מורכבות המחיר.

- המטרה הייתה להוכיח התכנות של המוצר ולפתח MVP.
- מוצר פשוט והסתגלות מהירה.
- מניעת זיהוי שגוי של פקודות.
- כיול גמיש למגוון צרכנים.
- הרחבת מרחב האפשרויות להנעת הזרוע.



# הצעות להמשך פיתוח

---

## הצעות לשיפור:

- חיבור בלוטוס לפלאפון לצורך כיוול.
- מוצר קומפקטי ולביש.
- הוספת חיישנים וטיוב המערכת.
- התנסות של לקוחות וקבלת פידבקים.

## תודות

---

שונית- מפתחת הזרוע הרובוטית.

רועי, שחר, ראובן, ואביעד- צוות בדיקה.

עוזי- מהנדס בעמותת Haifa3D.

אורלי- הנדסאית מעבדת CRML.

קובי כוחי- מנחה, מהנדס ואחראי מעבדת

CRML.