

README – הפעלת בקר מטוטלת הפוכה:

1. התחלת עבודה

לאחר העלאת הקוד לארדואינו ופתיחת Serial Monitor המערכת מתחילה בדיאלוג עם המשתמש.

2. בחירת סוג הבקרה

על המסך תופיע ההודעה:

Select controle mode:

0 - P Controller

1 - PID controller

פעולת המשתמש

- הזן 0 ולחץ Enter להפעלת בקר P.
- הזן 1 ולחץ Enter להפעלת בקר PID.

הערות

- בבקר P ערכי הבקרה נקבעים אוטומטית על ידי המערכת.
- בבקר PID המשתמש נדרש להזין ידנית את פרמטרי הבקרה.

3. הזנת פרמטרי בקר (רק במצב PID)

אם נבחר בקר PID, יוצגו בזה אחר זה:

Enter Kp:

Enter Ki:

Enter Kd:

פעולת המשתמש

- יש להזין מספר עשרוני עבור כל פרמטר.
- לאחר כל הזנה יש ללחוץ Enter.

מגבלות

- אין בדיקת תקינות לערכים עצמם.
- ערכים לא סבירים עלולים לגרום לחוסר יציבות או תנודות חזקות של המערכת.

4. הזנת זווית מטרה

לאחר מכן תופיע ההודעה:

Enter desired angle (between -15 and 15):

פעולת המשתמש

- יש להזין זווית יעד במעלות בתחום $\pm 15^\circ$.

מגבלות מערכת

- הזנת ערך מחוץ לטווח תגרור הודעת שגיאה:

Invalid input! Please enter a value between -15 and 15 degrees.

- המערכת תדרוש הזנה חוזרת עד לקלט תקין.

5. אישור נתוני הבקרה

לאחר קבלת כל הקלטים, יוצגו נתוני הסיכום:

----- Controller Parameters -----

Kp = ...

Ki = ...

Kd = ...

Desired Angle = ...

שלב זה מסמן שהמערכת נכנסה למצב בקרה פעיל.

6. פעולה פיזית עם המטוטלת

פעולת המשתמש

- יש לוודא שהמערכת מחוברת ויציבה (מהודקת לשולחן).
- להסיט את המטוטלת ידנית מהמצב האנכי.
- לשחרר את המטוטלת.

מגבלות בטיחות והפעלה

- אין להסיט את המטוטלת מעבר ל- $\pm 45^\circ$.
- אין להחזיק את המטוטלת לאחר השחרור.
- אין לגעת במנוע בזמן פעולת הבקר.

7. פלט בזמן אמת למסך

במהלך פעולת הבקרה יודפסו שורות בפורמט:

Angle: <value> | Time: <milliseconds>

פירוש הפלט

- Angle – הזווית הנוכחית של המטוטלת במעלות.

- Time – זמן במילישניות מתחילת הריצה.

לבסוף, המטוטלת תתייצב על הערך הרצוי.