



מעבדה #2: בקר מנוע צעד Step Motor Controller

במעבדה זו תלמד ותכירו את התכונות של מנועי צעד (Step Motors), נתמקד בשני הסוגים הנפוצים ביותר: Unipolar ו-Bipolar. במעבדה זו תתכננו ותממשו בקר פשוט שישלוט על מנוע הצעד על פי הדרישות הבאות:

1. בחר מנוע ממבחר המנועים במעבדה, בחן אותו וקבע את סוג המנוע - Bipolar / Unipolar.

2. בהתאם לסוג המנוע שבחרת ובדקת (ולאחר שהבנת כיצד הוא עובד), תכנן מערכת בקרה אלקטרונית להפעלת המנוע על פי המפרט הבא:

a. המערכת תכלול מתג SW1 לקביעת כיוון התנועה של המנוע

(במצב Clockwise - on, במצב Counterclockwise - off).

b. המערכת תכלול כפתור KEY3 לשליטה על מהירות הסיבוב כדלקמן:

i. המערכת תתחיל (אחרי RESET) ב-10 סיבובים לדקה וכל לחיצה

על KEY3 המהירות תעלה ב-10 סיבובים לדקה עד 60 ואז כל

לחיצה נוספת תתחיל בתהליך של הורדת המהירות שוב ב-10 עד

המהירות המינימלית שהיא 10 (פירמידה עולה ויורדת).

ii. את המהירות שנקבעה יש להציג על תצוגת 7-segment

(HEX1, HEX0).

c. המערכת תכלול מתג SW2:

i. במצב ON המנוע יפעל בצורה רציפה

ii. במצב OFF המנוע יעצור (אלא אם ילחץ כפתור ההפעלה הרגעית)

d. המערכת תכלול גם כפתור KEY1 (הפעלה רגעית) כל לחיצה תגרום

למנוע להסתובב רבע סיבוב בלבד – כמובן יש משמעות לפונקציה זו רק

כאשר SW2 נמצא במצב OFF. ההפעלה של KEY1 מותנת על פעולת



הלחיצה, כך שהחזקת הכפתור תגרום לביצוע רבע סיבוב יחיד ולא פעולה רציפה.

e. המתג KEY0 הוא מתג RESET שמאתחל כל המערכת

f. המערכת תכלול מתג SW3 לקביעת גודל הצעד של המנוע

i. במצב on - צעד רגיל

ii. במצב off - חצי צעד

3. עליך לתכנן – Top level Design (כוללת חומרה ותוכנה וחלוקה התוכנה

לבלוקים) של המערכת לפני המימוש. יש לקבל אישור להתחיל לעבוד על

המערכת לאחר הגשת ה-Design ורק לאחר מכן לממש! עליכם להגיש את ה-

Design יחד עם דו"ח המעבדה – בנוסף עליכם להסביר שינויים מה-Design

שתכנתם לבין הבקר אותו יצרתם.

תכולות הדו"ח להגשה

- בדו"ח הכתוב אתם מתבקשים לדווח על מה שביצעתם במעבדה, ולהראות כי מעבר לכך שהצלחתם לבצע את המטלה הנדרשת, הבנתם היטב את שלבי התהליך. בכתיבת הדו"ח עליכם לשכנע את הקורא בהבנתכם את הנעשה. כמו כן, אתם נדרשים להסביר מה היו השיקולים בתכנון או המימוש שבחרתם, וכיצד בדקתם את נכונות המימוש.
- להלן רשימת הנקודות שיש להתייחס אליהן בדו"ח:

0. מבוא

- הסבירו כיצד פועל מנוע הצעד, מהו סוגו (unipolar/bipolar) וכיצד נראה מעגל העבודה שלו. בנוסף הסבירו את החלקים הטכניים הנדרשים להבנת הפעולות שמימשתם בהמשך (חצי צעד, רבע סיבוב וכו')

1. תכנון המנוע - design

- הגדירו את תפקיד כל אחד מתתי היחידות (המודולים) אותם מימשתם במערכת במשפט קצר וקולע, פרטו מה האותות המתקבלים ומה האותות אשר יוצאים מכל מודול (לא רק ציון שמותיהם, אלא הגדרה מדויקת של האות).



- הוסיפו את סקיצת ה-top level אותה אישרתם בתחילת העבודה על המנוע, הסבירו מה השינויים שביצעתם במהלך העבודה מה-design המקורי.
- אם יש יחידות שלדעתכם נכון היה לבצע מעט אחרת ציינו זאת והסבירו מדוע.
- **הקפידו לממש את כל הדרישות שפורטו בדו"ח המעבדה**

2. תתי היחידות

- עבור כל תת יחידה הוסיפו את קטעי הקוד המממשים אותה, צרפו סימולציות המראות כי כל תת יחידה מבצעת את פעולתה כנדרש – **הסבירו** כיצד ניתן ללמוד מן הסימולציה כי תת היחידה מבצעת את עבודתה.

3. פעולת המנוע

- במידה ומתאפשר, הראו בסימולציה **פשוטה** כי המנוע מבצע את פעולתו וכי רמת ה-top level מבצעת את עבודתה.
- הדגימו בסרטון וידאו קצר את פעולת המנוע את הפעולות הבאות:
 - i. פעולה רציפה בכיוון clockwise - במהירות של 60rpm וצילום של סטופר המראה כי כל סיבוב מתבצע בכל שניה
 - ii. פעולה רציפה בכיוון counter-clockwise במהירות של 20rpm
 - iii. פעולה של רבע סיבוב (כאשר המנוע אינו פועל) בכיוון counter-clockwise ו-clockwise במהירות של 60 rpm ו-10 rpm, הראו כי ארבע לחיצות מחזירות אתכם למצב ההתחלתי (סיבוב שלם).

בכל קטעי הקוד, יש לצרף הערות כנהוג בכתיבת קוד תקינה, המבהירות את תפקיד אותו קטע קוד וכו'. הקפידו במיוחד על מתן שמות כפי שלמדתם בשיעורי המבוא לשפת ורילוג (blocking ו-non-blocking).

שימו לב, מעגל ספרתי עובד בצורה סינכרונית, אך חלק מהאותות המתקבלים לבקר אינם סינכרוניים. במידה ואות הכניסה אינו סינכרוני, אם תבצעו פעולת התניה (always) עליו תקבלו לוגיקה קומבינטורית והתוצאה שתתקבל לא תהיה מסונכרנת ואתם יכולים ליצור בעיית timing. תוכלו לפתור בעיה זאת לדוגמא באמצעות דגימת האות (D-ff) וכך לדוגמא תקבלו אות המתנהג באותה הצורה אך מסונכרן לשעון המערכת.

בהצלחה!!