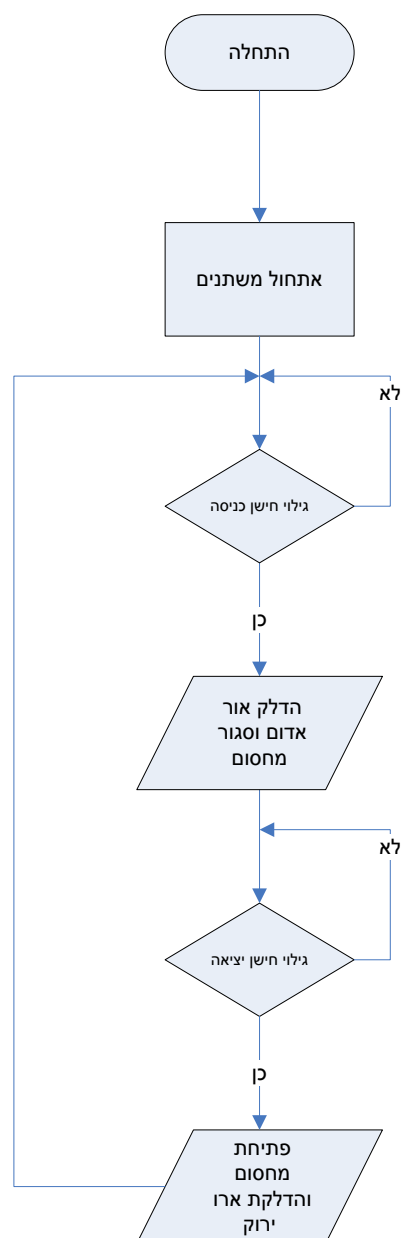


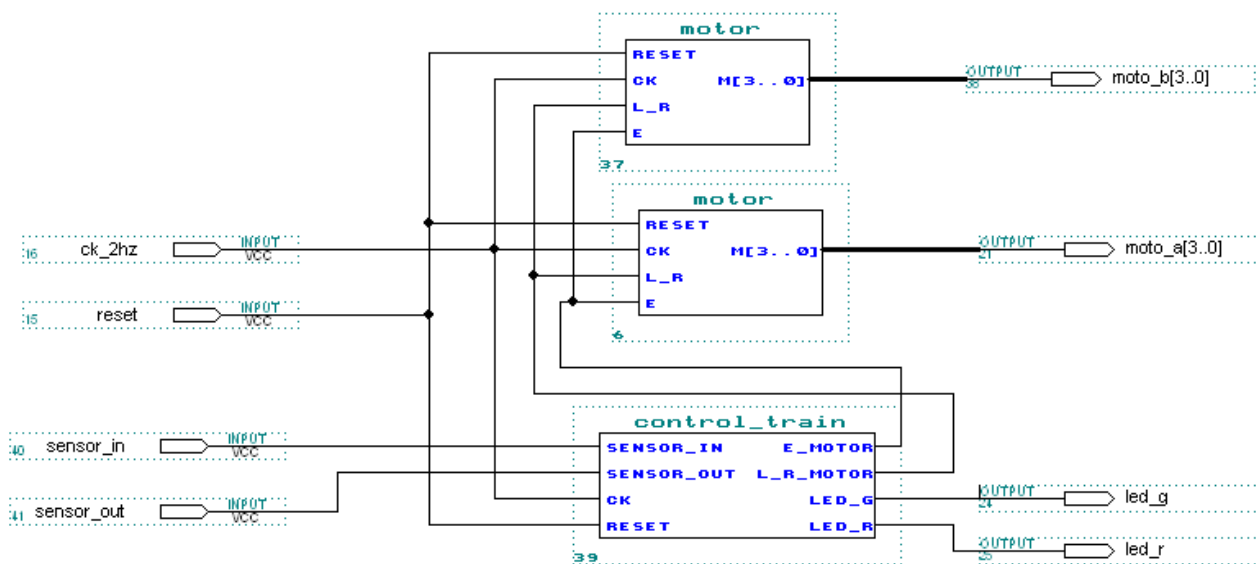
תרשים זרימה

האיור הבא מציג תרשים מלבנים של החומרה בפרויקט, תרשים זה משקף את קו המחשבה והתהליכים, שבעזרתם תוכנן תיכון החומרה.



תוכנהמודול ראשי

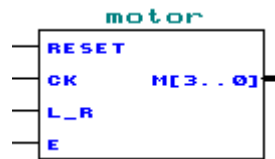
1.1



הסבר

המודול הראשי מורכב משני סוגי מודלים:

- מודול `motor` : תפקידו לבקר על מנוע הצעד בהתאם לכניסות .
- מודול `control_train` : תפקידו לבקר על המערכת ע"י מכונת מצבים בהתאם לכניסות החיישנים של כניסה ויציאה של הרכבת למחסום.

מודול motorתפקיד הפינים

Reset - מאפס את מצב היציאה לעצירה.

Ck – מספק פולסים בתדר 2Hz לכל צעד של המנוע.

L_R - תפקידו לקבוע את כוון הסיבוב של המנוע,

E - אפשרור פעולת המנוע במצב 1 לוגי.

M[3..0] – יציאות למנוע.

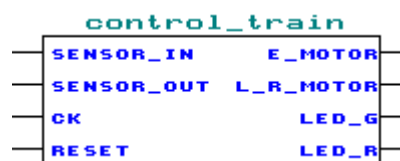
```

module motor (reset, ck, l_r, e, m);
    input reset, ck, l_r, e;
    output [3:0]m;
    reg [3:0]m;

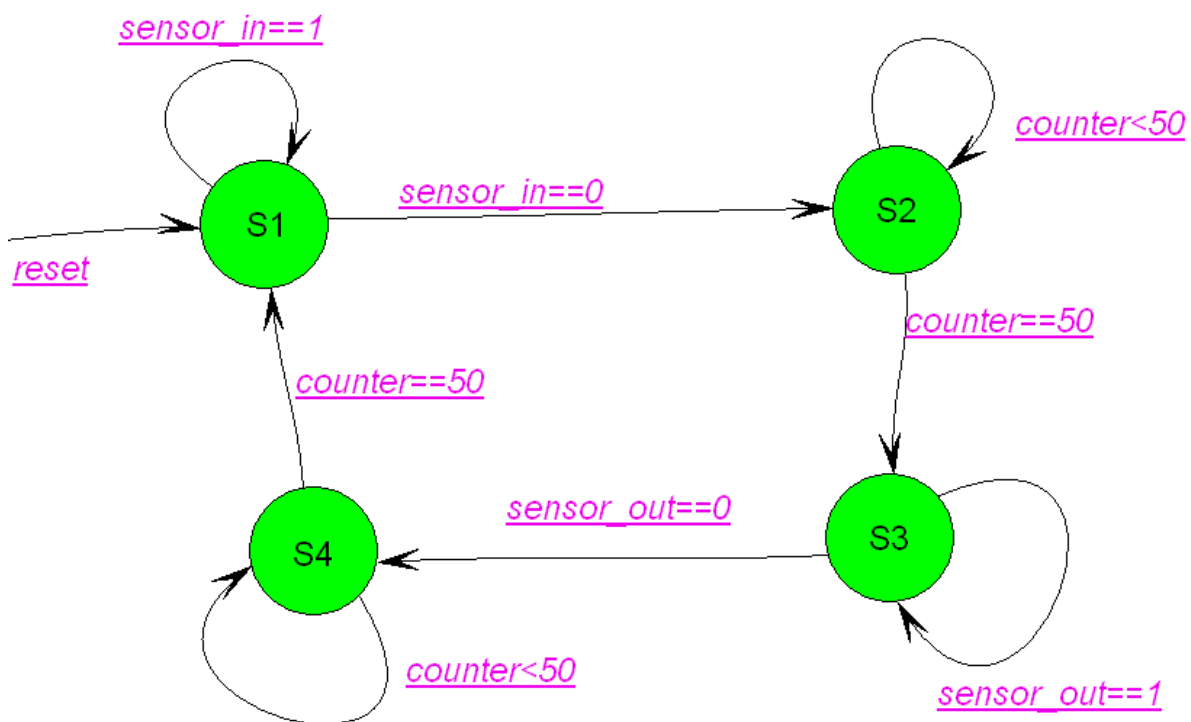
    always@(posedge reset or posedge ck)
        if (reset) m=4'b0000;
        else
            if (e)
                if (!l_r)
                    case (m)
                        4'b0000: m=4'b1100;
                        4'b1100: m=4'b0110;
                        4'b0110: m=4'b0011;
                        4'b0011: m=4'b1001;
                        4'b1001: m=4'b1100;
                    endcase
                else
                    case (m)
                        4'b0000: m=4'b1100;
                        4'b1100: m=4'b1001;
                        4'b1001: m=4'b0011;
                        4'b0011: m=4'b0110;
                        4'b0110: m=4'b1100;
                    endcase
            end
    endmodule
  
```

הסבר התוכנית

בעליית reset יציאה למנוע מוציא 0000 אשר גורם להפסקת הזרם ל-4 סלילי המנוע. אם כניסת e שווה 1 כלומר אפשר פעולת המנוע נבדקת רגל I_r הקובעת את כוון הסיבוב. במקרה שהערך שווה 0 יש הזזה של שני אחדים ימינה הגורם למנוע להסתובב בכוון אחד ואם הערך שווה 1, שני האחדים זזים שמאלה וגורם למנוע להסתובב בכוון שני.

מודול control_trainתפקיד הפינים

- Reset מאפס את האוגרים הפנימים ואת יציאת האפשר.
- Ck – מספק פולסים לפעולת מכונת המצבים וה- counter הפנימי.
- Sensor_in – לגילוי הגעת הרכבת למחסום.
- Sensor_out – לגילוי עזיבת הרכבת מהמחסום.
- E_motor – אפשר פעולת המנועים.
- L_R_motor- קובע את כוון הסיבוב של המנועים.
- LED_G- יציאה ללד הירוק.
- LED_R- יציאה ללד האדום.

מכונת המצבים

תוכנית

```

module control_train(sensor_in,sensor_out,e_motor,l_r_motor,led_g,led_r,ck,reset);

    input sensor_in,sensor_out,ck,reset;
    output led_g,led_r,e_motor,l_r_motor;

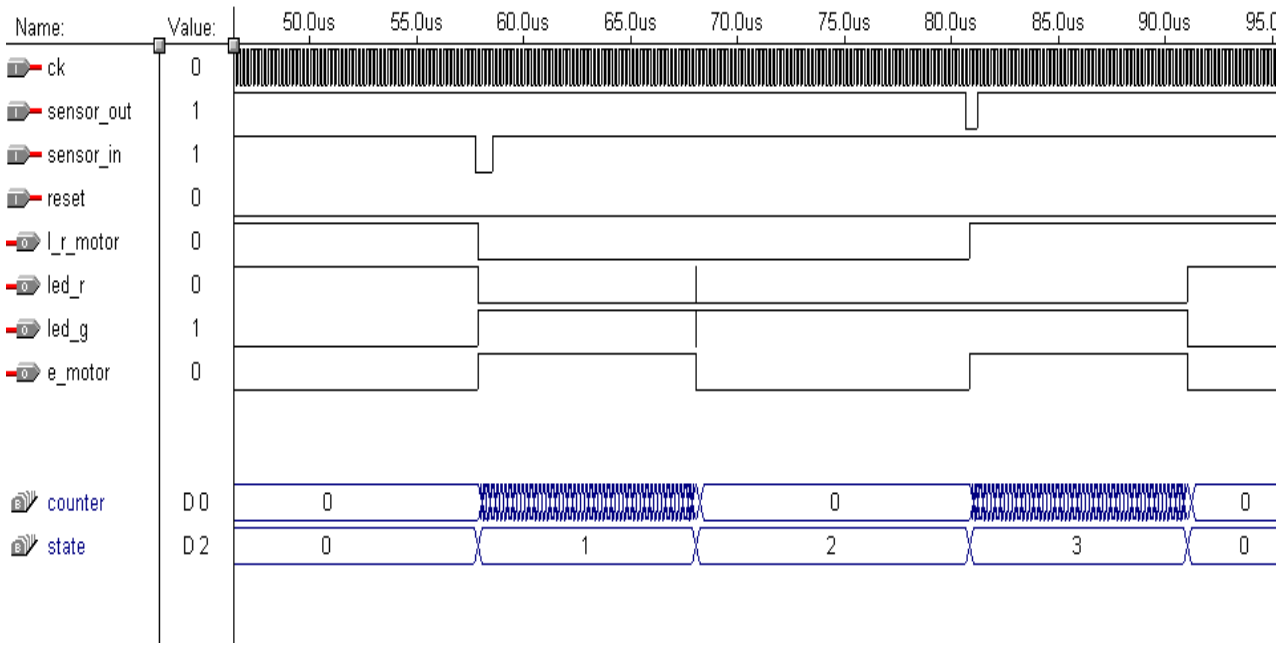
    reg led_g,led_r,e_motor,l_r_motor;
    reg [1:0]state;
    reg [5:0]counter;

    always @(posedge ck or posedge reset)
        begin
            if(reset)
                begin
                    state=0;
                end
            else
                case(state)
                    0:begin
                        counter=0;
                        if(sensor_in==0) state=1;
                    end
                    1: if(counter<50) counter=counter+1;
                       else state=2;
                    2:begin
                        counter=0;
                        if(sensor_out==0) state=3;
                    end
                    3:if(counter<50) counter=counter+1;
                       else state=0;
                endcase
            end

    always @(state)
        case(state)
            0:begin
                e_motor=0;
                led_r=1;
                led_g=0;
            end
            1: begin
                led_r=0;
                led_g=1;
                e_motor=1;
                l_r_motor=0;
            end
            2:begin
                e_motor=0;
                led_r=0;
                led_g=1;
            end
            3:begin
                led_r=0;
                led_g=1;
                e_motor=1;
                l_r_motor=1;
            end
        endcase
    endmodule

```

סימולציה



הסבר

התרשים מראה שכאשר חישן כניסה של הרכבת יורד ל-0 לוגי, יציאת $led_r=0$ הגורם להדלקת הled ויציאת $led_g=1$ הגורם לכיבוי הled הירוק. המנוע מקבל אפשר למשך 50 פולסים לפי ה-counter בכוון מתאים. כאשר חישן יציאה יורד ל-0 לוגי מקבלים פעולות הפוכות ללדים ולמנוע.