



گزارش آزمایش ششم طراحی سیستم‌های دیجیتال

گروه شش

اعضا:

احمد سلیمی

همیلا میلی

درنا دهقانی

شرح آزمایش

در این آزمایش می‌خواهیم یک Incubator برای محفظه‌ای که دمای آن بین 10- تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد متغیر است، طراحی کنیم. این Incubator بر اساس دمایی که از سنسور دریافت می‌کند، تصمیم می‌گیرد محیط را خنک‌تر یا گرم‌تر کند.

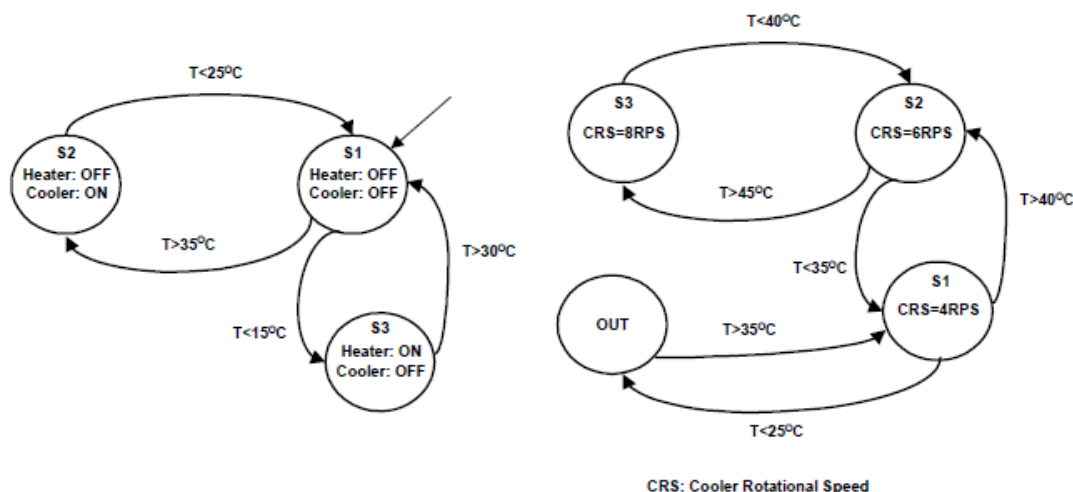
ورودی‌ها:

- Sensor: دمای ورودی هشت بیتی.
- Clock
- Reset

خروجی‌ها:

- Heater: در صورت ۱ بودن، گرم‌کننده روشن می‌شود.
- Cooler: در صورت ۱ بودن، سردکننده روشن می‌شود.
- Rps: سرعت فن را در حالت روشن بودن سردکننده نشان می‌دهد، بین مقادیر ۰، ۴، ۶، ۸.

ماشین حالت برای سیستم فوق به شکل زیر است:



که ماشین حالت سمت راست (دستگاه) فقط در صورتی فعال می‌شود که در S2 ماشین حالت سمت چپ (فن) باشیم و در غیر این صورت در حالت out آن هستیم.

ماژول‌ها

در این آزمایش، از دو ماژول استفاده می‌کنیم. ماژول control برای طراحی کلی مدار و ماژول test برای بررسی کارکرد آن.

Control: این ماژول کلی مدار است و ورودی‌ها و خروجی‌های مذکور مستقیماً به آن متصل‌اند. چون مدار ترتیبی‌ست، از always block حساس به clock و reset استفاده می‌کنیم. در صورت رخ دادن لبه پایین reset، تمامی خروجی‌ها به حالت اولیه برمی‌گردند.

در غیر اینصورت و با لبه مثبت clock، اگر heater خاموش و cooler روشن بودند، به پیاده‌سازی ماشین حالت مربوط به درجات فن می‌پردازیم:

- اگر درجه فعلی فن ۶ بود:
 - در صورتی‌که دمای فعلی کمتر از ۳۵ درجه باشد، درجه فن را کم می‌کنیم (۴).
 - در صورتی‌که دمای فعلی بیشتر از ۴۵ درجه باشد، درجه فن را زیاد می‌کنیم (۸).
 - در غیر این دو صورت درجه فن ۶ می‌ماند.
 - اگر درجه فعلی فن ۸ بود:
 - در صورتی‌که دمای فعلی کمتر از ۴۰ درجه باشد، درجه فن را کم می‌کنیم (۶).
 - در غیر این صورت درجه فن ۸ می‌ماند.
 - اگر درجه فعلی فن ۴ بود:
 - در صورتی‌که دمای فعلی کمتر از ۲۵ درجه باشد (رفتن از S2 به S1 در ماشین حالت دستگاه)، فن در حالت out یا ۰ قرار می‌گیرد و سردکننده خاموش می‌شود.
 - در صورتی‌که دمای فعلی بیشتر از ۴۰ درجه باشد، درجه فن را زیاد می‌کنیم (۶).
 - در غیر این دو صورت درجه فن ۶ می‌ماند.
- اگر هم cooler و هم heater خاموش بودند و دما بیش از ۳۵ درجه بود (رفتن از S1 به S2 در ماشین حالت دستگاه)، cooler روشن و heater خاموش می‌شود و طبق ماشین حالت فن، درجه فن روی ۴ قرار می‌گیرد.
- اگر هم cooler و هم heater خاموش بودند و دما کمتر از ۱۵ درجه بود (رفتن از S1 به S3 در ماشین حالت دستگاه)، heater روشن و cooler خاموش می‌شود.
- اگر cooler خاموش و heater روشن بودند و دما بیشتر از ۳۰ درجه بود (رفتن از S3 به S1 در ماشین حالت دستگاه)، heater و cooler هر دو خاموش می‌شوند.
- در غیر از حالات فوق، اتفاقی رخ نمی‌دهد.
- کد وریلاگ این ماژول به شرح زیر است:

```

module controller(
    input  signed  [7:0]  sensor,
    input          clk,
    input          reset,
    output reg      cooler,
    output reg      heater,
    output reg      [3:0] fan_rps
);

always @(posedge clk or negedge reset) begin
    if (~reset) begin
        cooler = 0;
        heater = 0;
        fan_rps = 0;
    end else begin
        if (~heater && cooler) begin
            if (fan_rps == 4'd6 && $signed(sensor) < $signed(8'd35)) fan_rps = 4'd4;
            else if (fan_rps == 4'd6 && $signed(sensor) > $signed(8'd45)) fan_rps = 4'd8;
            else if (fan_rps == 4'd8 && $signed(sensor) < $signed(8'd40)) fan_rps = 4'd6;
            else if (fan_rps == 4'd4 && $signed(sensor) > $signed(8'd40)) fan_rps = 4'd6;
            else if (fan_rps == 4'd4 && $signed(sensor) < $signed(8'd25)) begin
                fan_rps = 4'd0;
                heater = 0;
                cooler = 0;
            end
        end
        else if (~heater && ~cooler && $signed(sensor) > $signed(8'd35)) begin
            heater = 0;
            cooler = 1;
            fan_rps = 4'd4;
        end
        else if (~heater && ~cooler && $signed(sensor) < $signed(8'd15)) begin
            heater = 1;
            cooler = 0;
        end
        else if (heater && ~cooler && $signed(sensor) > $signed(8'd30)) begin
            heater = 0;
            cooler = 0;
        end
    end
end
endmodule

```

Test: در این ماژول درستی کارکرد مدار را بررسی می‌کنیم. این test bench در کد وریلاگ به شکل زیر است:

```
module test ();

reg signed [7:0] sensor;
reg clock = 0;
reg reset = 0;
wire [3:0] rps;
wire heater;
wire cooler;

controller control (sensor, clock, reset, cooler, heater, rps);

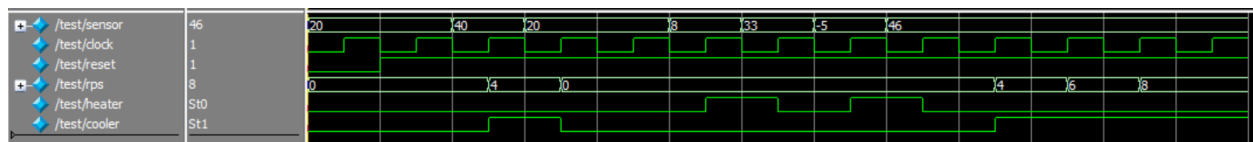
initial begin
    $monitor("cooler: %d, heater: %d, rps: %d", cooler, heater, rps);
    clock = 0;
    sensor = 8'd20;
    #20 reset = 1;
    #20 sensor = 8'd40;
    #20 sensor = 8'd20;
    #20 sensor = 8'd20;
    #20 sensor = 8'd8;
    #20 sensor = 8'd33;
    #20 sensor = -8'd5;
    #20 sensor = 8'd46;
    #100 $stop;
end

always
    #10 clock = ~clock;

endmodule // test
```

Waveform

حاصل شبیه‌سازی test bench این آزمایش به شکل زیر است:



مشاهده می‌شود که دستگاه مطابق ماشین حالت‌های داده شده عمل می‌کند.