



دانشکده مهندسی کامپیوتر

آزمایشگاه طراحی سیستم‌های دیجیتال

آزمایش ششم - طراحی یک انکوباتور

دکتر اجلالی، مهندس اثنی عشری

امیرمهدی کوششی - ۹۸۱۷۱۰۵۳

ایمان محمدی - ۹۹۱۰۲۲۰۷

شایان صالحی - ۹۹۱۰۵۵۶۱

۶ شهریور ۱۴۰۲

فهرست مطالب

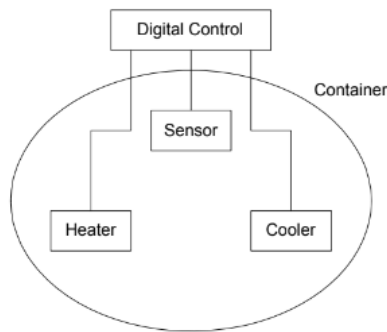
۱	مقدمه	۳
۲	شرح آزمایش	۳
۳	پیاده سازی سیستم	۴
۴	شبیه سازی کارایی سیستم	۵
۱.۴	مدل تست	۵
۲.۴	نتایج تست	۵

۱ مقدمه

هدف از انجام این آزمایش آن است که یک واحد کنترل سیستم انکوباتور را طراحی کنیم. در این واحد کارایی اجزایی همانند Cooler ، Heater و Fan را کنترل می‌کنیم.

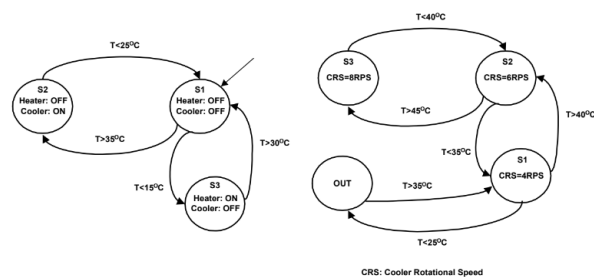
۲ شرح آزمایش

در این سیستم می‌خواهیم براساس یک حسگر دما که در هردقیقه دریافت می‌کنیم تصمیم بگیریم چگونه واحدهای گرم کننده و سرد کننده فعالیت کنند و دور فن را چگونه تعیین کنیم. همچنین روش کار این سیستم به این



شکل ۱: ساختار سیستم انکوباتور

صورت بوده که دو نمودار حالت جدا یکی برای سرعت فن و دیگری برای فعالیت سردکننده و گرم کننده داشته باشیم. همانطور که مشاهده می‌کنیم این دو نمودار به این صورت خواهند بود.



شکل ۲: نمودار حالت سیستم

۳ پیاده سازی سیستم

در ابتدا کد طراحی شده برای این قسمت را مشاهده می‌کنیم: این ماژولی که مشاهده می‌کنید برای کنترل دمای

```

1  module incubator(
2      input signed [7:0] sensor,
3      input clk,
4      input reset,
5      output reg cooler,
6      output reg heater,
7      output reg [3:0] fan_rps
8  );
9
10 // Local Parameters for temperature thresholds
11 parameter TEMP_LOW = 8'd15;
12 parameter TEMP_MID_LOW = 8'd25;
13 parameter TEMP_MID = 8'd35;
14 parameter TEMP_MID_HIGH = 8'd40;
15 parameter TEMP_HIGH = 8'd45;
16
17 always @(posedge clk or negedge reset)
18 begin
19     if (!reset)
20     begin
21         cooler <= 0;
22         heater <= 0;
23         fan_rps <= 0;
24     end
25     else
26     begin
27         case({cooler, heater})
28             2'b01: // cooler is on
29                 case(fan_rps)
30                     4'd4:
31                         if (sensor < TEMP_MID) fan_rps <= 0;
32                         else if (sensor > TEMP_MID_HIGH) fan_rps <= 4'd6;
33                     4'd8:
34                         if (sensor < TEMP_MID) fan_rps <= 4'd4;
35                         else if (sensor > TEMP_HIGH) fan_rps <= 4'd8;
36                     4'd8:
37                         if (sensor < TEMP_MID_HIGH) fan_rps <= 4'd6;
38                 endcase
39             endcase
40         end
41     end
42 end

```

شکل ۳: قسمت اول مدل انکوباتور

```

38     endcase
39     2'b00: // neither heater nor cooler is on
40     if (sensor > TEMP_MID)
41     begin
42         cooler <= 1;
43         fan_rps <= 4'd4;
44     end
45     else if (sensor < TEMP_LOW)
46     begin
47         heater <= 1;
48         cooler <= 0;
49     end
50     2'b10: // heater is on
51     if (sensor > TEMP_MID_LOW)
52     begin
53         heater <= 0;
54         cooler <= 0;
55     end
56     endcase
57 end
58 end
59
60 endmodule

```

شکل ۴: قسمت دوم مدل انکوباتور

یک اینکوباتور (یا یک دستگاه فرضی) طراحی شده‌است که دارای سه ورودی و سه خروجی است. ورودی‌ها:

- sensor : یک ورودی ۸ بیتی است که دمای فعلی را نشان می‌دهد.
- clk : ساعت برای همگام‌سازی فرآیندها.
- reset : ورودی تنظیم مجدد برای بازنشانی وضعیت‌ها.

خروجی‌ها:

- cooler : یک سیگنال خروجی است که نشان‌دهنده‌ی وضعیت فعال یا غیرفعال بودن سیستم خنک‌کننده است.
- heater : یک سیگنال خروجی است که نشان‌دهنده‌ی وضعیت فعال یا غیرفعال بودن سیستم گرمایشی است.
- fanrps : این خروجی ۴ بیتی سرعت فن را نشان می‌دهد.

در ادامه، پارامترهایی تعریف شده‌اند که حدود دمایی را مشخص می‌کنند. به عنوان مثال، templow و temphigh حداقل و حداکثر دماها را نشان می‌دهند.

در بخش اصلی کد، یک بلاک always وجود دارد که هنگام بالا رفتن لوله‌ی مثبت ساعت یا پایین آمدن ورودی reset فعال می‌شود. در صورتی که reset فعال باشد، خروجی‌ها به حالت اولیه تنظیم می‌شوند. در غیر این صورت، بر اساس وضعیت فعلی cooler و heater تصمیم‌گیری انجام می‌شود که شامل حالات زیر است:

- اگر فقط cooler فعال باشد، سرعت فن بر اساس دمای حسگر تنظیم می‌شود.
- اگر هیچکدام فعال نباشند، بر اساس دمای حسگر تصمیم گرفته می‌شود که کدام سیستم (گرمایشی یا خنک‌کننده) فعال شود.
- اگر فقط heater فعال باشد، در صورتی که دما بیش از یک حد معین شود، سیستم گرمایشی خاموش می‌شود.

۴ شبیه‌سازی کارایی سیستم

در این قسمت به طراحی مدل تست و نتایج آن می‌پردازیم.

۱.۴ مدل تست

مدل طراحی شده برای تست این سیستم انکوباتر به این صورت است: در اینجا با استفاده از حلقه for دماهای آروم آروم زیاد و کم شده و حالات مختلف بررسی می‌شود. قبل از اینها نیز سیگنال کلاک تعریف شده و مقادیر لازم به رجیسترها مقداری شده است.

۲.۴ نتایج تست

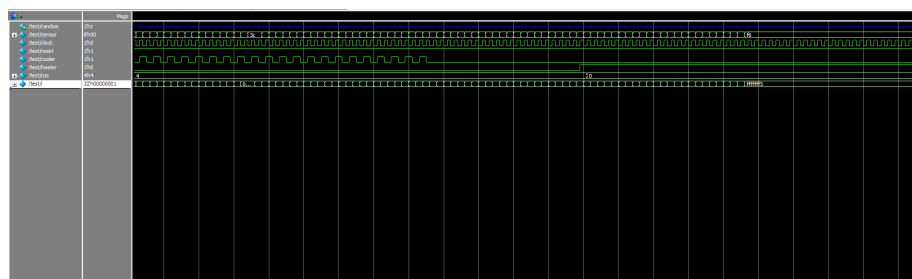
با توجه به مدل تست نتایج به دست آمده از تست آن به این صورت خواهد بود:

```

1  module test(output random);
2
3  reg signed [7:0] sensor;
4  reg clock = 0;
5  reg reset = 0;
6  wire cooler;
7  wire heater;
8  wire [3:0] rps;
9
10 // Connect the redesigned incubator module
11 incubator u_incubator(
12     .sensor(sensor),
13     .clk(clock),
14     .reset(reset),
15     .cooler(cooler),
16     .heater(heater),
17     .fan_rps(rps)
18 );
19
20 integer i;
21 initial begin
22     clock = 0;
23     reset = 0;
24     sensor = -10;
25     #10 reset = 1;
26
27     for (i=10; i<61; i=i+1) begin
28         #10 sensor = i;
29     end
30
31     for (i=60; i>=10; i=i-1) begin
32         #10 sensor = i;
33     end
34 end
35
36 always #5 clock = ~clock;
37
38 initial
39     $monitor("sensor: %d, reset: %d, cooler: %d, heater: %d, rps: %d", sensor, reset, cooler, heater, rps);
40

```

شکل ۵: مدل تست



شکل ۶: نتایج به دست آمده از شبیه سازی