



گزارش آزمایش ششم

اعضای گروه:

صادق محمدیان: ۴۰۱۱۰۹۴۷۷

متین محمدی: ۴۰۱۱۱۰۳۲۹

امیرحسین ملک محمدی: ۴۰۱۱۰۶۵۷۷

شرح آزمایش:

در این آزمایش می خواهیم یک Incubator طراحی کنیم که با توجه به محدوده ی دمایی و وضعیت فعلی سیستم واحد گرم کننده و سرد کننده و دور فن را تنظیم کند.

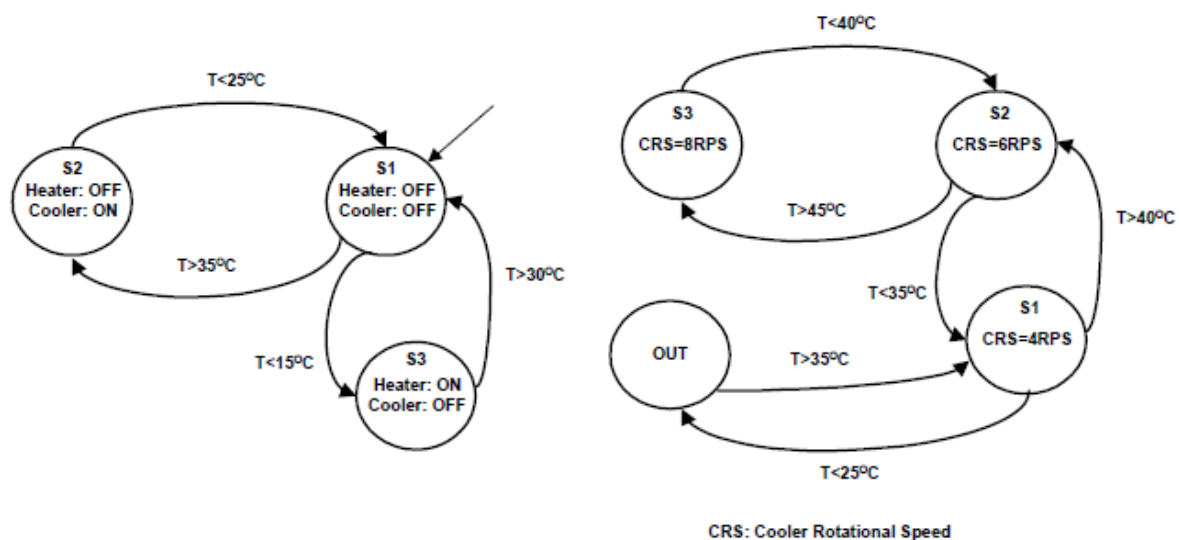
ورودی:

دمای سیستم که به صورت که یک عدد ۸ بیتی به ما داده می شود. همانند بقیه طراحی ها سیگنال کلاک و ریست نیز خواهیم داشت.

خروجی:

سیگنال فعال کردن واحد گرم کننده و سرد کننده و یک عدد ۴ بیتی که نشان دهنده دور فن می باشد.

نمودار حالت سیستم به شکل زیر است:



اعداد روی یال ها شرط هایی روی محدوده دمایی هستند که تغییرات حالت سیستم را مشخص می کنند.

در نمودار سمت راست در صورتی که ما در حالت S2 غیر در نمودار سمت چپ باشیم در حالت OUT در نمودار سمت راست هستیم.

طراحی ما برای این سیستم به شکل زیر می باشد:

```
1 module incubator(input clk, input reset, input signed [7:0] sensor, output reg cooler, output reg heater, output reg [3:0] fan_rps);
2
3 always @(posedge clk or negedge reset)
4 begin
5     if (~reset)
6     begin
7         cooler = 0;
8         heater = 0;
9         fan_rps = 0;
10    end
11    else
12    begin
13        if (~heater && cooler)
14        begin
15
16            if (fan_rps == 4'd6 && $signed(sensor) < 35)
17            begin
18                fan_rps = 4'd4;
19            end
20
21            else if (fan_rps == 4'd6 && $signed(sensor) > 45)
22            begin
23                fan_rps = 4'd8;
24            end
25
26            else if (fan_rps == 4'd8 && $signed(sensor) < 40)
27            begin
28                fan_rps = 4'd6;
29            end
30
31            else if (fan_rps == 4'd4 && $signed(sensor) > 40)
32            begin
33                fan_rps = 4'd6;
34            end
35
36            else if (fan_rps == 4'd4 && $signed(sensor) < 25)
37            begin
38                fan_rps = 4'd0;
39                heater = 0;
40                cooler = 0;
41            end
42
43        end
44
45        else if (~heater && ~cooler && $signed(sensor) > 35)
46        begin
47            heater = 0;
48            cooler = 1;
49            fan_rps = 4'd4;
50        end
51
52        else if (~heater && ~cooler && $signed(sensor) < 15)
53        begin
54            heater = 1;
55            cooler = 0;
56        end
57
58        else if (heater && ~cooler && $signed(sensor) > 30)
59        begin
60            heater = 0;
61            cooler = 0;
62        end
63    end
64 end
65 end
66
67 endmodule
```

توضیحات کد:

در طراحی خود یک بلاک `always` داریم که لیست حساسیت آن شامل `reset` و `clk` می باشد. سیگنال `reset` صفر شود همه ی خروجی ها صفر می شوند. در غیر این صورت در بلاک `always` حالت های مربوط به سیستم چک می شوند. ابتدا باید مشخص کنیم در حالتی که هستیم با توجه به تغییر دما به کدام حالت دیگر می رویم:

الف) اگر در حالتی هستیم که هردو گرم کننده و سرد کننده خاموش باشند:

اگر دما از ۳۵ درجه بیشتر بود سردکننده روشن و گرم کننده خاموش می شود و دور ۴ می شود.

اگر دما از ۱۵ درجه کمتر بود سردکننده خاموش و گرم کننده روشن می شود.

ب) اگر در حالتی هستیم که گرم کننده روشن و سرد کننده خاموش باشد:

اگر دما بیشتر از ۳۰ درجه بود هردو خاموش می شوند.

ج) اگر در حالتی هستیم که گرم کننده روشن و سرد کننده خاموش باشد:

اگر دما از ۳۰ درجه بیشتر بود هردو خاموش می شوند.

د) اگر در حالتی هستیم که گرم کننده خاموش و سرد کننده روشن باشد:

۱) اگر دور فن ۶ بود:

اگر دمای کمتر از ۳۵ درجه بود، دور فن ۴ می شود.

اگر دمای بیشتر از ۴۵ درجه بود، دور فن ۸ می شود.

۲) اگر دور فن ۸ بود:

اگر که دما از ۴۰ کمتر بود، دور فن ۶ می شود.

(۳) اگر دور فن ۴ بود:

اگر دما کمتر از ۲۵ درجه بود فن به حالت Out می رود و سرد کننده خاموش می شود.

در صورتی که دما از ۴۰ درجه بیشتر بود دور فن ۶ می شود.

ماژول تست در پیش گزارش آزمایش:

ماژول تست ما به صورت زیر می باشد:

```
1  module TB ();
2
3  reg signed [7:0] sensor;
4  reg clock = 0;
5  reg reset = 0;
6  wire [3:0] rps;
7  wire heater;
8  wire cooler;
9
10 incubator incubator(clock, reset, sensor, cooler, heater, rps);
11
12 always
13 | #10 clock = ~clock;
14
15 initial
16 begin
17
18     clock = 0;
19     sensor = 8'd20;
20     #20 reset = 1;
21     #20 sensor = 8'd40;
22     #20 sensor = 8'd20;
23     #20 sensor = 8'd20;
24     #20 sensor = 8'd8;
25     #20 sensor = 8'd33;
26     #20 sensor = -8'd5;
27     #20 sensor = 8'd46;
28     #100 $stop;
29
30 end
31
32 initial
33 begin
34 | $monitor("cooler: %d, heater: %d, rps: %d", cooler, heater, rps);
35 end
36
37 endmodule
```

و نتایج آن به صورت زیر می باشد:

```
cooler: 0, heater: 0, rps: 0
cooler: 1, heater: 0, rps: 4
cooler: 0, heater: 0, rps: 0
cooler: 0, heater: 1, rps: 0
cooler: 0, heater: 0, rps: 0
cooler: 0, heater: 1, rps: 0
cooler: 0, heater: 0, rps: 0
cooler: 1, heater: 0, rps: 4
cooler: 1, heater: 0, rps: 6
cooler: 1, heater: 0, rps: 8
```

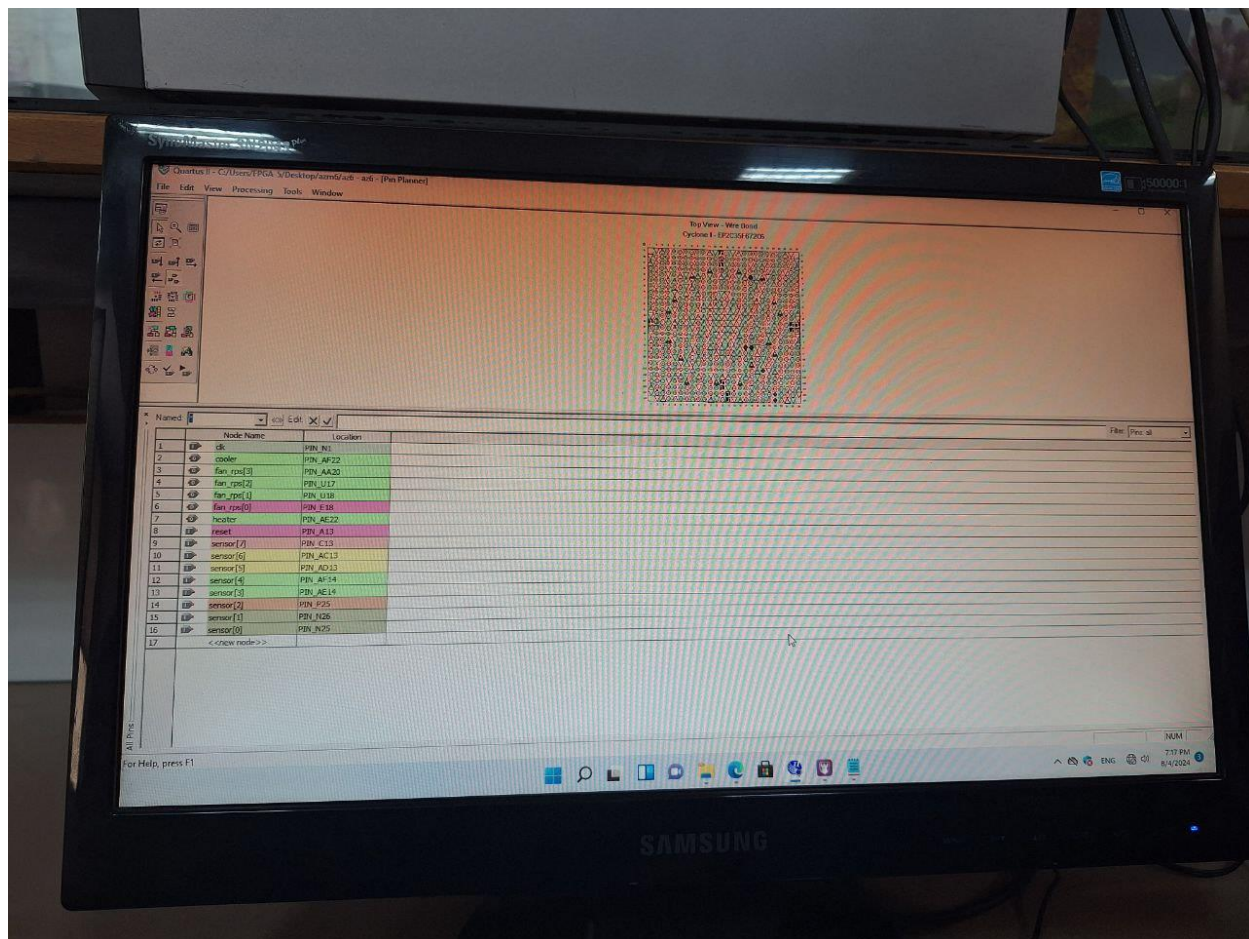
که نشان می دهد کد ما به درستی کار می کند.

حال پس از توضیح کلیات کد و الگوریتم مورد استفاده به سراغ مراحل می رویم که در آزمایشگاه سپری کردیم.

ابتدا برد را روی حالت **program** قرار دادیم و سپس کدهای بالا را درون یک پروژه جدید در نرم افزار کوآرتوس وارد کردیم و ماژول اصلی (**Top module**) خود را انتخاب کردیم سپس پروژه را **compile** کردیم تا کد وریلاگ را سنتز کنیم.

سپس به بخش **pin planner** رفتیم و مشخص کردیم که هر کدام از ورودی ها به کدام سویچ متصل باشند و خروجی های آزمایش یعنی دور فن را با چهار LED سبز (LEDG3 تا LEDG6) و سیگنال **cooler** و **Heater** را با دو LED سبز دیگر (LEDG1 و LEDG0) متصل کردیم. در این مرحله از فایل پی دی اف راهنما آدرس پین های مورد نیاز را برداشتیم.

تصویر پین های **assign** شده در صفحه ی بعد قابل مشاهده است.

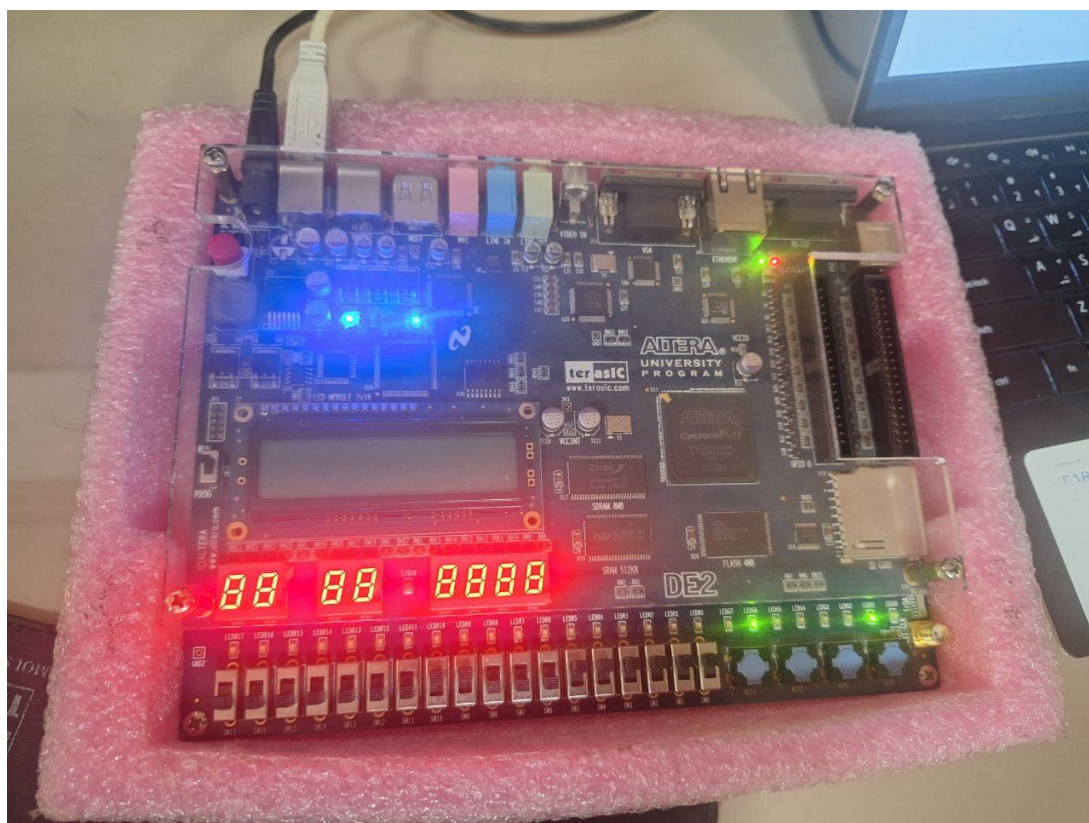


پس از این مراحل به کمک programmer فایل main.scf را انتخاب کرده و پس از تغییر مود از program به run برنامه را استارت زدیم و اقدام به تست مدار بر روی FPGA کردیم.

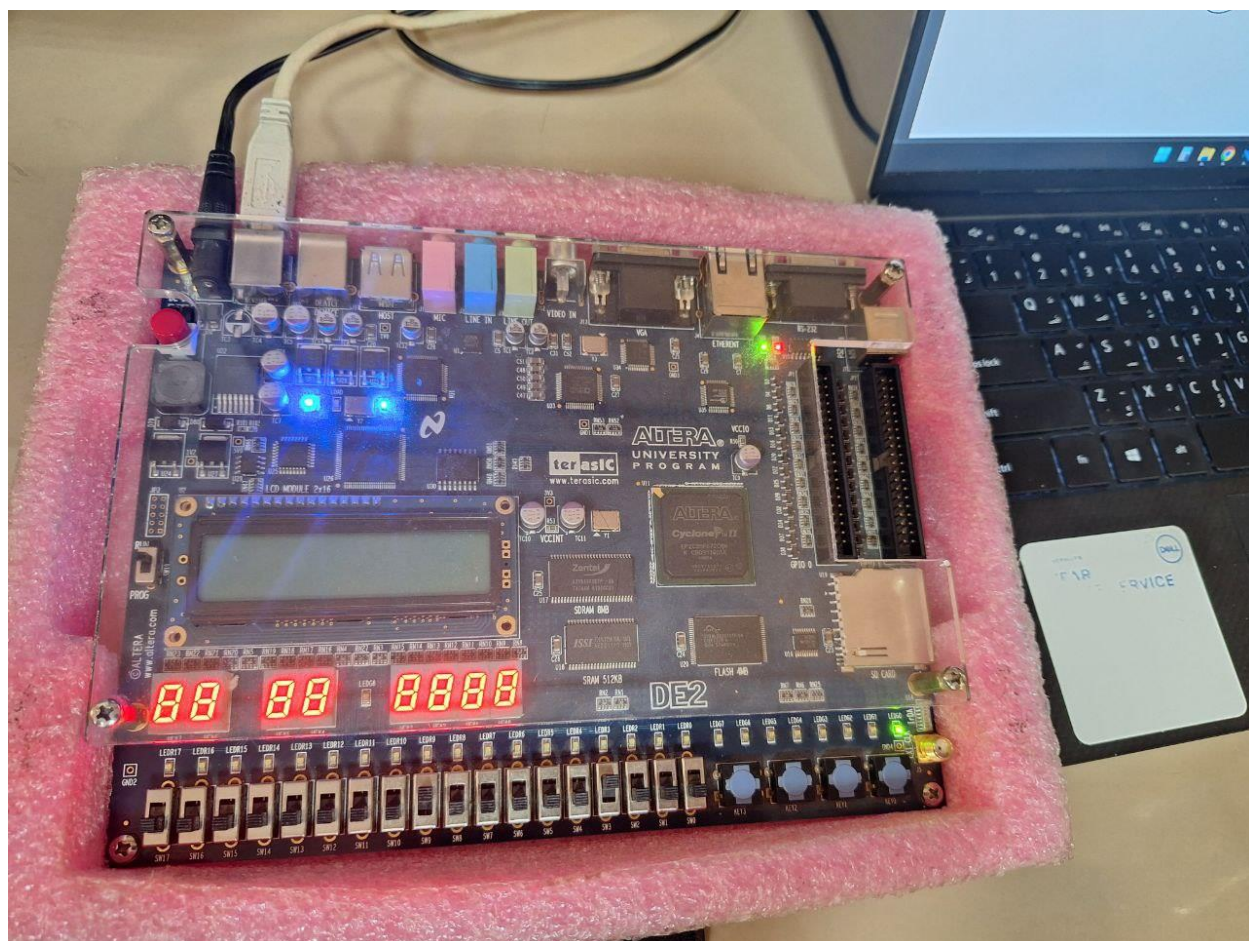
تمامی فایل های مربوط به مراحل کامپایل و سنتز در نرم افزار کوآرتوس در پوشه ی lab-files قابل مشاهده است .

حالت های زیادی توسط TA تست گردید و صحت مدار مورد تایید قرار گرفت.

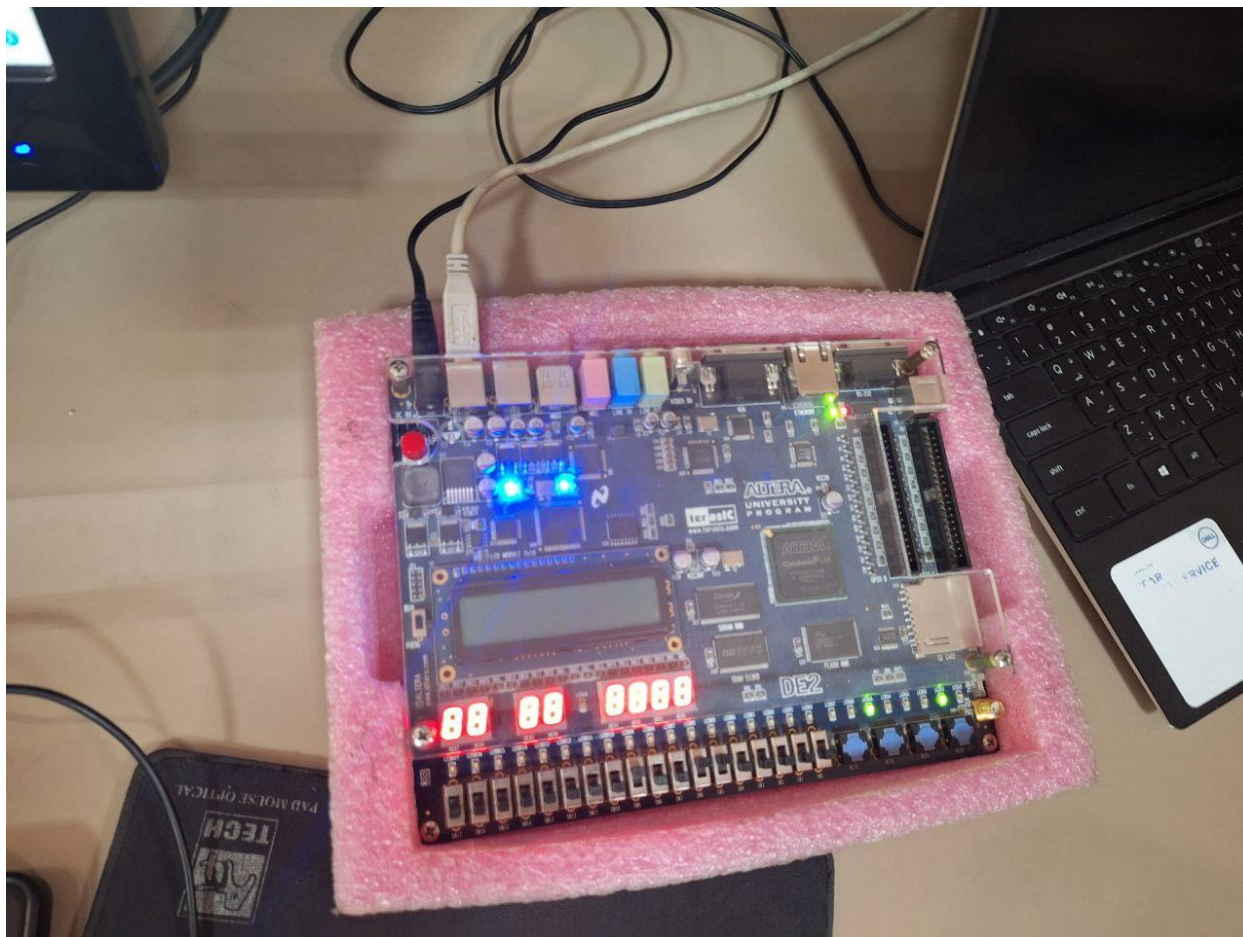
تصویری از برخی از حالت های تست شده و خروجی های آن به صورت زیر است:



در این جا دمای سنسور ۶۳ (۰۰۱۱۱۱۱۱) درجه است و مطابق نمودار های حالت گفته شده باید کولر روشن شود و دور فن ۸ شود که میتوانیم ببینیم LED متناظر با سیگنال کولر روشن شده و سیگنال های متناظر با دور فن هم عدد ۸ یعنی (۱۰۰۰ باینری) را نشان می دهند.



در این جا دمای سنسور ۸ (۰۰۰۰۱۰۰۰) درجه است و مطابق نمودار های حالت گفته شده باید هیتر روشن شود که میتوانیم ببینیم LED متناظر با سیگنال هیتر روشن شده است.



در این جا دمای سنسور ۹۶ (۰۱۱۰۰۰۰۰) درجه است و مطابق نمودار های حالت گفته شده باید کولر روشن شود و دور فن ۸ شود که میتوانیم ببینیم LED متناظر با سیگنال کولر روشن شده و سیگنال های متناظر با دور فن هم عدد ۸ یعنی (۱۰۰۰ باینری) را نشان می دهند.

نتیجه گیری:

توانستیم با استفاده از یک ورودی هشت بیتی سنسور دما یک سیستم انکوباتور قابل سنتر را طراحی کنیم که میتواند با توجه به دما های ورودی و حالت های مختلف سیستم گرم کننده و سرد کننده را روشن یا خاموش کند و دور فن را نیز تنظیم کند .