

تعریف پروژه:

در این پروژه می‌خواهیم یک دستگاه تهویه مطبوع را طراحی کرده و با استفاده از ابزار Proteus شبیه‌سازی کنیم. این سیستم، دما و رطوبت را توسط سه حسگر دما و رطوبت از سه نقطه نمونه‌برداری کرده و یک دستگاه هیتر، یک دستگاه کولر و یک دستگاه رطوبت‌ساز را کنترل می‌کند.

برای انجام این پروژه ابتدا ویدئوی بارگذاری شده در سامانه را مشاهده کنید. در این ویدئو، نحوه راه‌اندازی بخش‌های مورد نیاز برای انجام این پروژه مانند حسگر دما و رطوبت، LED و همچنین ترمینال مجازی برای نمایش خروجی توضیح داده شده است. برای پیاده‌سازی این سیستم، لطفاً موارد زیر را در نظر بگیرید:

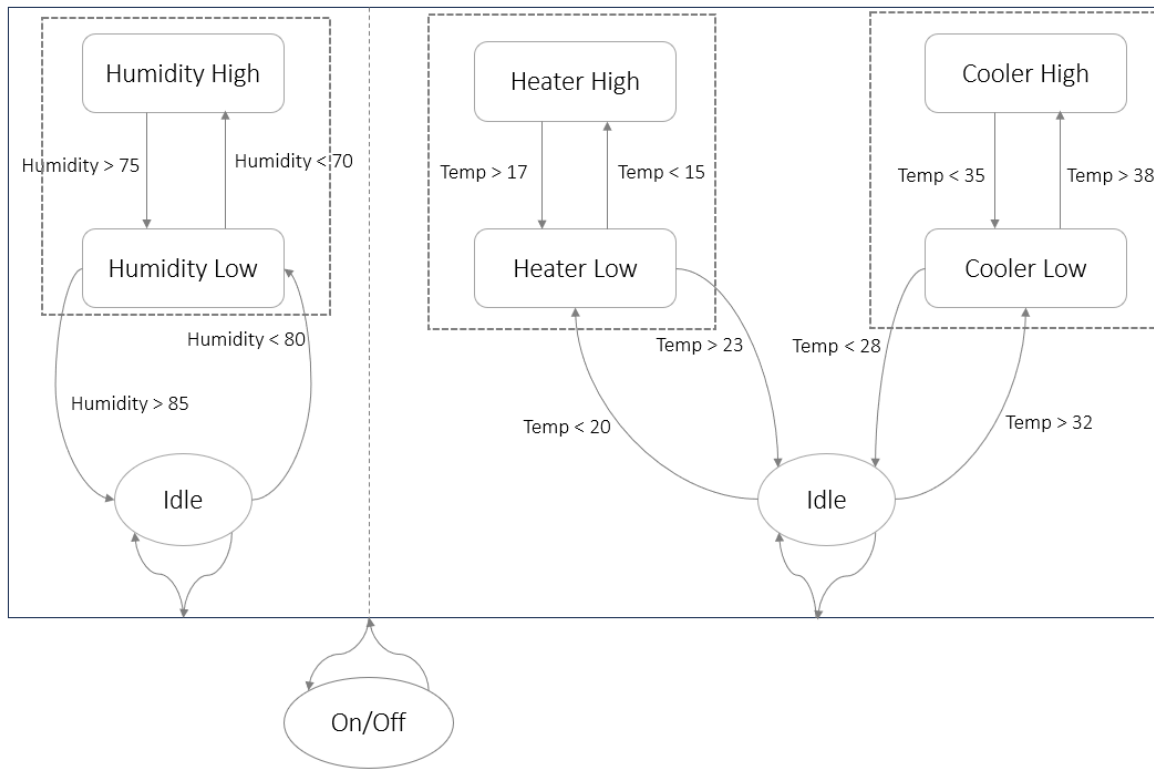
- 1) منظور از دما، میانگین دمای اندازه‌گیری شده توسط سه حسگر دما است.
- 2) منظور از رطوبت، میانگین رطوبت اندازه‌گیری شده توسط سه حسگر رطوبت است.
- 3) کولر دارای دو حالت کاری کند (Low) و تند (High) است. وقتی دما بالای 32 درجه سانتی‌گراد شود کولر در حالت Low روشن می‌شود و اگر دما بالاتر از 38 درجه سانتی‌گراد شود حالت High برای کولر فعال می‌شود. اگر دما پایین‌تر از 35 درجه سانتی‌گراد شود کولر از حالت High خارج می‌شود و اگر دما پایین‌تر از 28 درجه سانتی‌گراد شود کولر خاموش می‌شود.
- 4) هیتر دارای دو حالت کاری کند (Low) و تند (High) است. وقتی دما زیر 20 درجه سانتی‌گراد باشد هیتر در حالت Low روشن می‌شود و اگر دما پایین‌تر از 15 درجه سانتی‌گراد شود حالت High برای هیتر فعال می‌شود. اگر دما بالاتر از 17 درجه سانتی‌گراد شود هیتر از حالت High خارج می‌شود و اگر دما بالاتر از 23 درجه سانتی‌گراد شود هیتر خاموش می‌شود.
- 5) رطوبت‌ساز دارای دو حالت کاری کند (Low) و تند (High) است. وقتی رطوبت زیر 80٪ باشد رطوبت‌ساز در حالت Low روشن می‌شود و اگر رطوبت پایین‌تر از 70٪ شود حالت High برای رطوبت‌ساز فعال می‌شود. اگر رطوبت بالاتر از 75٪ شود رطوبت‌ساز از حالت High خارج می‌شود و اگر رطوبت بالاتر از 85٪ شود رطوبت‌ساز خاموش می‌شود.

موارد تحویلی در گزارش پروژه:

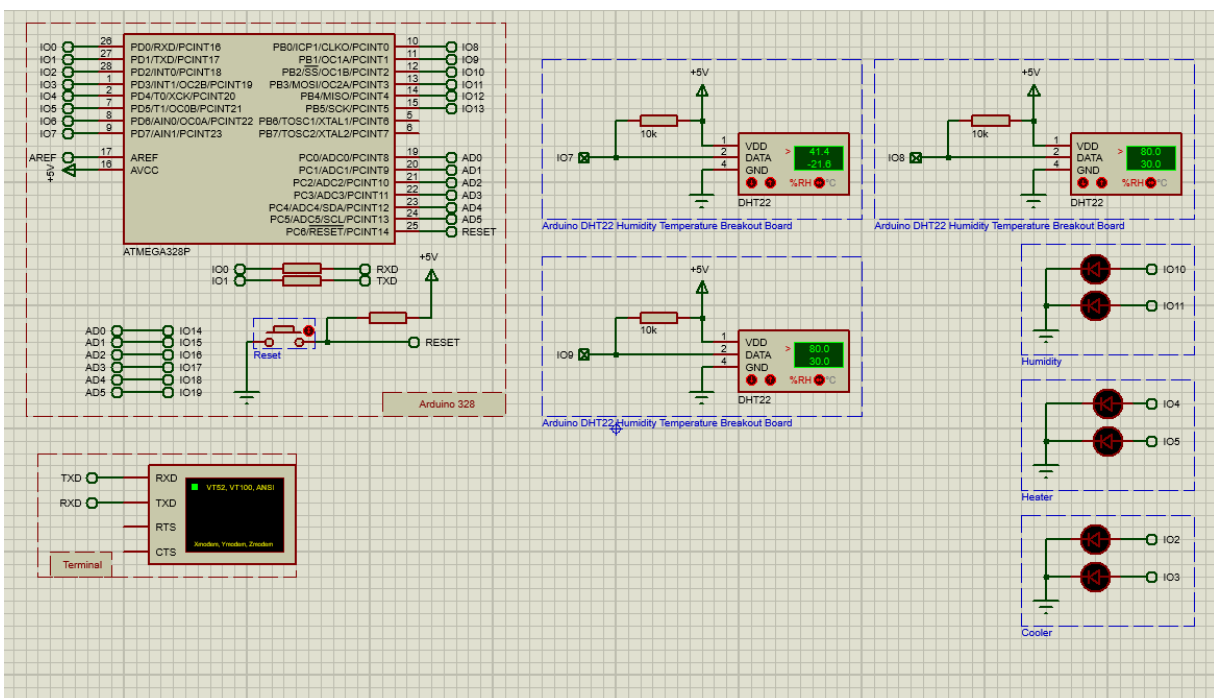
لطفاً توجه کنید که در صورت عدم ارسال گزارش کامل برای پروژه، هیچ نمره‌ای به پروژه تعلق نمی‌گیرد.

- 1) نمودار ماشین حالت برای کنترل کولر، هیتر و دستگاه رطوبت‌ساز. در این ماشین حالت‌ها، حالت‌های روشن و خاموش به صورت super-state و حالت‌های کاری Low و High به صورت sub-state در نظر گرفته شوند.
- 2) محیط شبیه‌سازی طراحی شده در Proteus.
- 3) کد پیاده‌سازی شده.
- 4) تصاویر از اجرای شبیه‌سازی در نرم‌افزار Proteus.

(1) نمودار ماشین حالت



(2) محیط شبیه‌سازی شده در پروتئوس



(3) کد پیاده‌سازی شده

ابتدا با معرفی پین‌های پیش فرض DHT22 شروع میکنیم و حالات مربوط به پایین یا بالا بودن هیتر، کولر و رطوبت ساز را تعریف میکنیم. چون حالات مربوط به هیتر و کولر با حالات مربوط به رطوبت ساز به طور موازی اجرا می‌شوند، دو حالت پیش فرض idle0 و idle1 برای هر کدام معرفی میکنیم. سپس دو متغیر برای حالت کنونی و حالت بعدی به نام currstate و nextstate تعریف میکنیم. H مربوط به حالت رطوبت ساز و T مربوط به حالت دما برای کولر و هیتر می‌باشد.

```
#include "DHT.h"
#define DHT0PIN 7
#define DHT1PIN 8
#define DHT2PIN 9
#define DHTTYPE DHT22

#define ST_IDLE0      0
#define ST_IDLE1      1
#define ST_HEATER_LOW 2
#define ST_HEATER_HIGH 3
#define ST_COOLER_LOW 4
#define ST_COOLER_HIGH 5
#define ST_HUMIDIFY_LOW 6
#define ST_HUMIDIFY_HIGH 7

int currstateT, nextstateT,
    currstateH, nextstateH;

DHT dht0(DHT0PIN, DHTTYPE,4);
DHT dht1(DHT1PIN, DHTTYPE,4);
DHT dht2(DHT2PIN, DHTTYPE,4);
```

پس از تعریف پیش فرض مربوط به DHT22، پین‌های خروجی برای اتصال به ال ای دی ها را تعریف میکنیم. در اینجا پین 2 و 3 مربوط به کولر، پین 4 و 5 برای هیتر و پین 10 و 11 مربوط به رطوبت ساز هستند. پین‌های 7 و 8 و 9 برای نمونه‌گیری از دما و رطوبت استفاده می‌شوند. سپس برای خواندن هر نمونه، از دو تابع readHumidity و readTemperature استفاده میکنیم و مقادیر را درون شش متغیر float قرار میدهیم.

```
void setup(void) {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("--Humidity & Temperature test with 3 samples--");
    Serial.println("-----");

    dht0.begin();
    dht1.begin();
    dht2.begin();

    pinMode(2, OUTPUT);
    pinMode(3, OUTPUT);
    pinMode(4, OUTPUT);
    pinMode(5, OUTPUT);
    pinMode(10, OUTPUT);
    pinMode(11, OUTPUT);

    currstateT = ST_IDLE0;
    currstateH = ST_IDLE1;
}

void loop(void) {
    float h0 = dht0.readHumidity();
    float t0 = dht0.readTemperature();
    float h1 = dht1.readHumidity();
    float t1 = dht1.readTemperature();
    float h2 = dht2.readHumidity();
    float t2 = dht2.readTemperature();
```

در ادامه در صورت اشکال در پین ها یا عدم خواندن دما و رطوبت، ارور های مربوطه را از حسگرها خروجی میدهیم.

```
if (isnan(h0) || isnan(t0)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT0 sensor!");
    return;
}
if (isnan(h1) || isnan(t1)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT1 sensor!");
    return;
}
if (isnan(h2) || isnan(t2)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT2 sensor!");
    return;
}
```

در این قسمت فرمت نمایش مقادیر دریافت شده و میانگین دما و رطوبت محیط را به نمایشگر ترمینال می دهیم. سپس از هر 3 مقدار خوانده شده میانگین میگیریم و مقادیر را نشان می دهیم.

```
Serial.print("Sample 1 Humidity: ");
Serial.print(h0);
Serial.print("%");
Serial.print(" Sample 1 Temp: ");
Serial.print(t0);
Serial.println(" C");

Serial.print("Sample 2 Humidity: ");
Serial.print(h1);
Serial.print("%");
Serial.print(" Sample 2 Temp: ");
Serial.print(t1);
Serial.println(" C");

Serial.print("Sample 3 Humidity: ");
Serial.print(h2);
Serial.print("%");
Serial.print(" Sample 3 Temp: ");
Serial.print(t2);
Serial.println(" C");

float averageH = (h0 + h1 + h2) / 3;
float averageT = (t0 + t1 + t2) / 3;
Serial.print("Average Humidity: ");
Serial.print(averageH);
Serial.print("%");
Serial.print(" Average Temp: ");
Serial.print(averageT);
Serial.println(" C");
Serial.println("-----");
```

برای تعریف حالات، از حالت پیش فرض IDLE0 برای دما شروع میکنیم که پین های مربوط به کولر و هیتر را low میگذاریم. برای معرفی اولین تغییر حالت، دمای محیط اگر زیر 20 درجه شود هیتر باید روشن شود و اگر بالای 32 درجه شود، کولر باید روشن شود و هردو باید در حالت low شروع به کار کنند.

```
switch(currstateT) {
    case ST_IDLE0:
        digitalWrite(2, LOW);
        digitalWrite(3, LOW);
        digitalWrite(4, LOW);
        digitalWrite(5, LOW);

        if(averageT < 20)
            nextstateT = ST_HEATER_LOW;
        else if(averageT > 32)
            nextstateT = ST_COOLER_LOW;
        else
            nextstateT = currstateT;
        break;
}
```

برای معرفی حالات مربوط به کولر، در حالت low بودن کولر، اگر دمای محیط بالای 38 درجه شود کولر باید به حالت high تغییر کند، اما اگر دما زیر 28 درجه شود از حالت مربوط به کولر خارج شده و وارد حالت پیش فرض میشود. در حالت مربوط به high بودن کولر، اگر دما زیر 35 درجه شد باید به حالت low برود.

```
case ST_COOLER_LOW:
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, HIGH);
    if(averageT < 28)
        nextstateT = ST_IDLE0;
    else if(averageT > 38)
        nextstateT = ST_COOLER_HIGH;
    else
        nextstateT = currstateT;
    break;

case ST_COOLER_HIGH:
    digitalWrite(2, HIGH);
    if(averageT < 35)
        nextstateT = ST_HEATER_LOW;
    else
        nextstateT = currstateT;
    break;
}
```

حال برای هیتر، اگر دما زیر 15 درجه باشد هیتر باید از low به high تغییر کند، اما اگر میانگین دما بالای 23 شود وارد حالت پیش فرض خواهیم شد. برای حالت high بودن هیتر نیز اگر دما بالای 17 درجه شود، این حالت به حالت low برای هیتر تغییر خواهد یافت. در آخر در switch case بیرون آمده و حالت کنونی را به حالت خوانده شده تبدیل میکنیم.

```
case ST_HEATER_LOW:
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, HIGH);

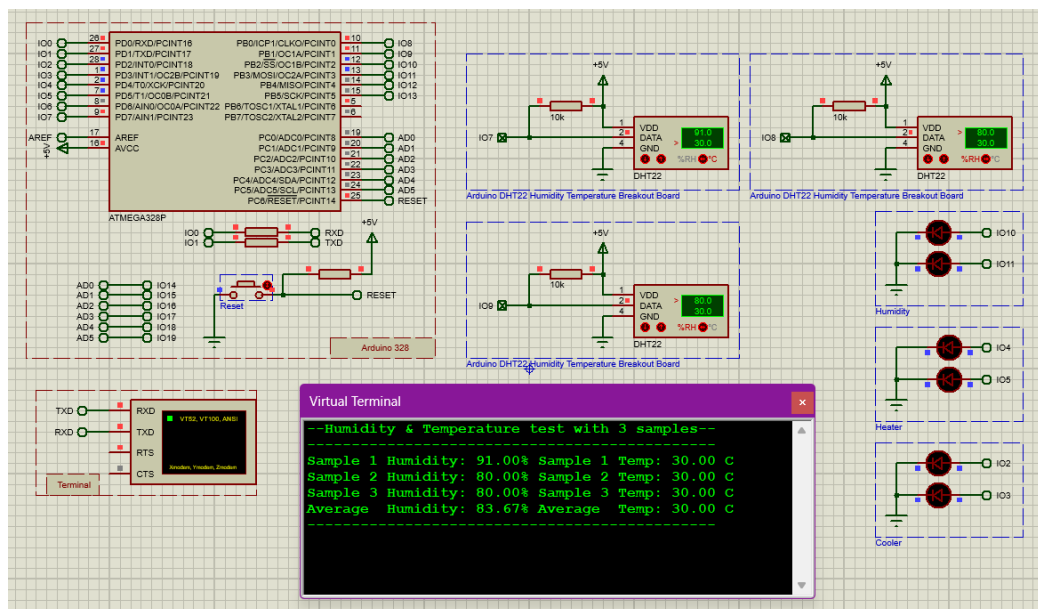
    if(averageT < 15)
        nextstateT = ST_HEATER_HIGH;
    else if(averageT > 23)
        nextstateT = ST_IDLE0;
    else
        nextstateT = currstateT;
    break;

case ST_HEATER_HIGH:
    digitalWrite(4, HIGH);
    if(averageT > 17)
        nextstateT = ST_HEATER_LOW;
    else
        nextstateT = currstateT;
    break;
}
currstateT = nextstateT;
```

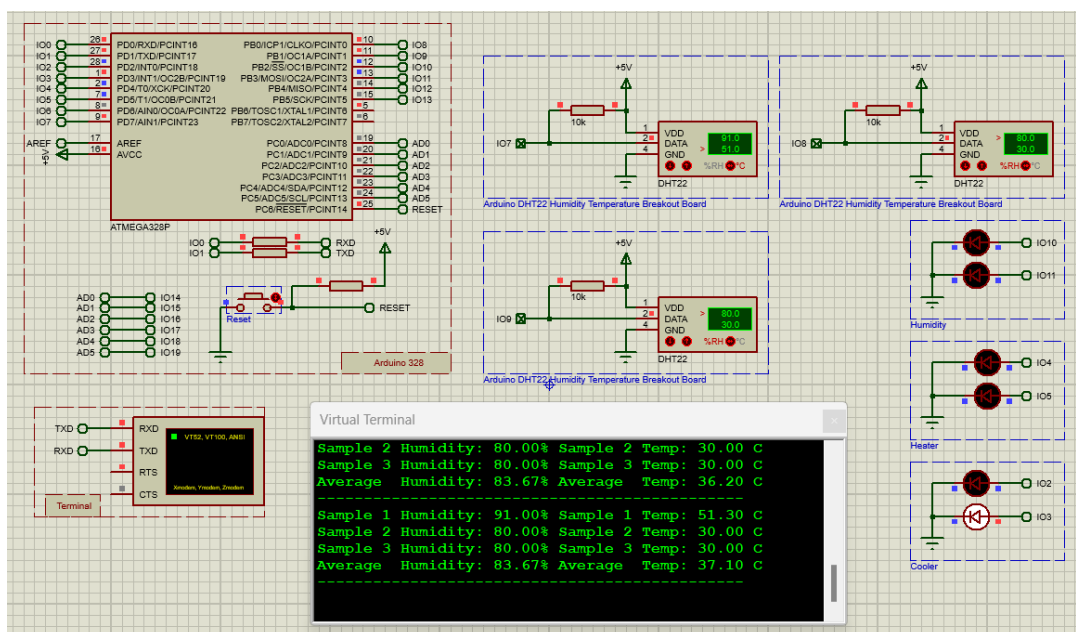
برای رطوبت ساز، باید میانگین رطوبت را در نظر بگیریم. اگر رطوبت کمتر از 80 درصد شود رطوبت ساز باید شروع به کار کند، بنابراین به حالت low تغییر حالت خواهد داد. اگر رطوبت ساز در حالت low بود، در صورت کاهش رطوبت به زیر 70 درصد، باید به حالت high تغییر کند و اگر رطوبت به بالای 85 درصد رسید، وارد حالت پیش فرض خواهد شد. اگر رطوبت ساز در حالت high باشد در صورتی که میانگین رطوبت محیط بالای 75 درصد شود، به حالت low خواهد رفت. با کمک delay این فرایند نمونه گیری و تغییر حالت را هر دو ثانیه یک بار انجام می‌دهیم.

```
switch(currstateH) {  
    case ST_IDLE1:  
        digitalWrite(10, LOW);  
        digitalWrite(11, LOW);  
        if(averageH < 80)  
            nextstateH = ST_HUMIDIFY_LOW;  
        else  
            nextstateH = currstateH;  
        break;  
  
    case ST_HUMIDIFY_LOW:  
        digitalWrite(10, LOW);  
        digitalWrite(11, HIGH);  
        if(averageH < 70)  
            nextstateH = ST_HUMIDIFY_HIGH;  
        else if(averageH > 85)  
            nextstateH = ST_IDLE1;  
        else  
            nextstateH = currstateH;  
        break;  
  
    case ST_HUMIDIFY_HIGH:  
        digitalWrite(10, HIGH);  
        if(averageH > 75)  
            nextstateH = ST_HUMIDIFY_LOW;  
        else  
            nextstateH = currstateH;  
        break;  
}  
currstateH = nextstateH;  
delay(2000);  
}
```

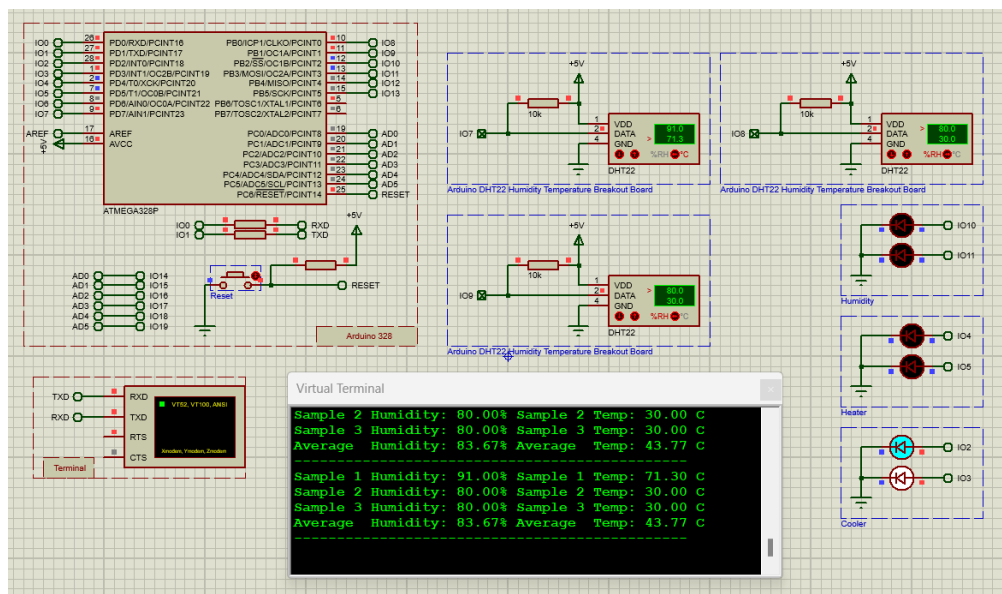
4) تصاویر از اجرای شبیه‌سازی در نرم‌افزار Proteus.



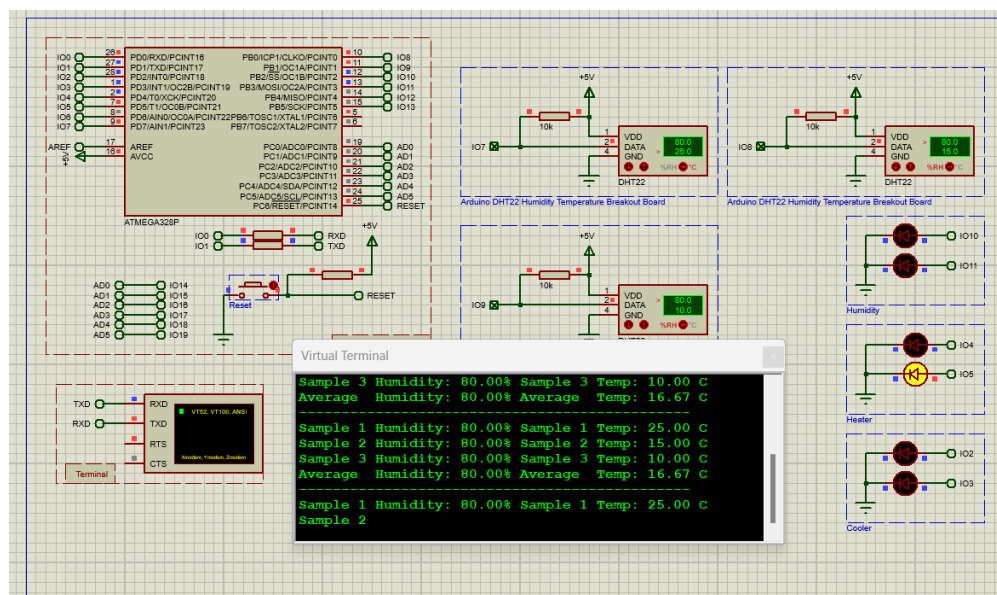
در حالت اولیه که میانگین دمای محیط 30 درجه و رطوبت بالای 80 درصد است، هیچ دستگاهی روشن نیست و در حالت پیش فرض برای هر سه دستگاه هستیم. بنابراین ال ای دی روشن نمی شود.



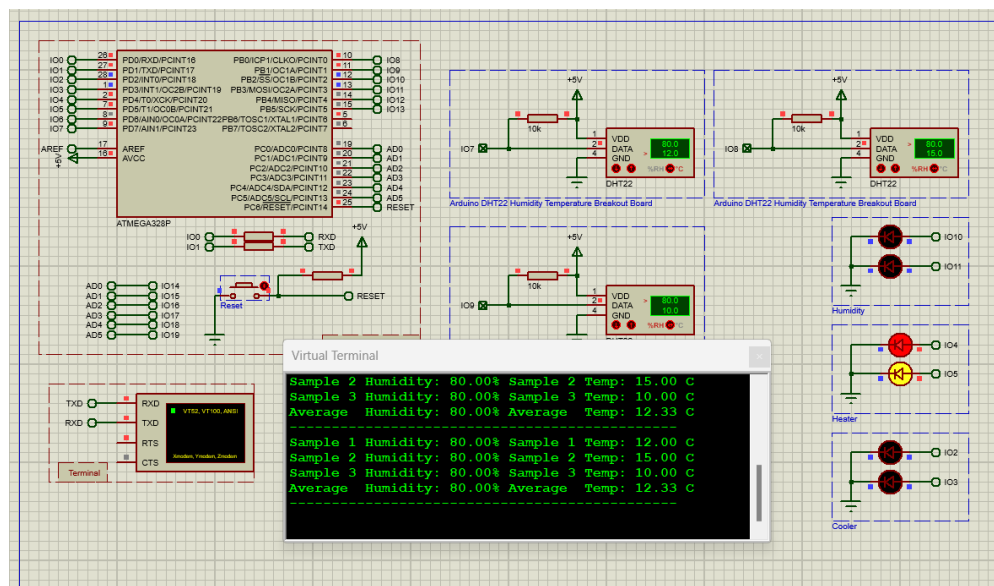
پس از افزایش دما، وقتی میانگین بالای 32 درجه شده است، کولر در حالت low روشن می‌شود که led سفید آن روشن است.



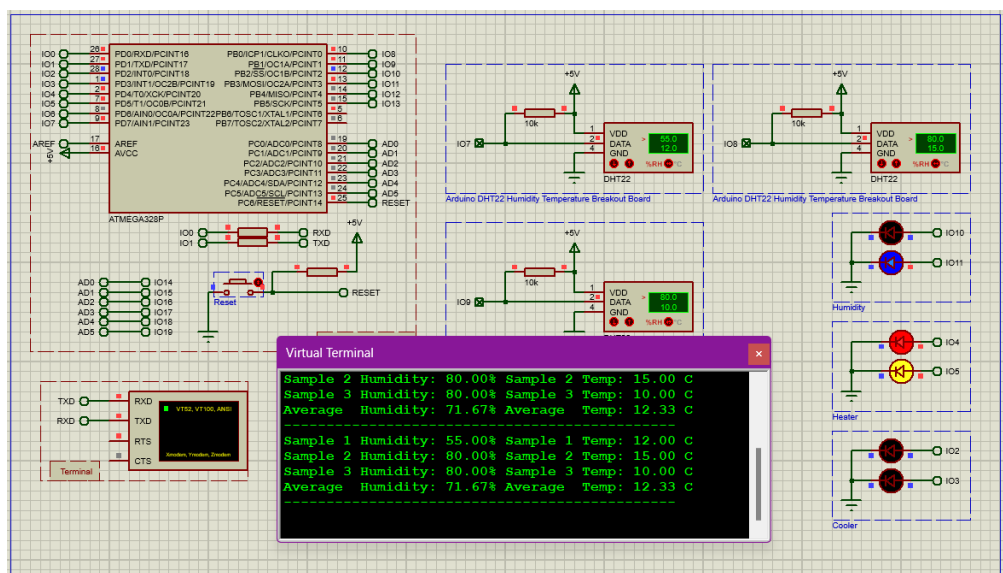
در ادامه وقتی دما بالای 38 درجه می‌شود حالت high کولر فعال شده و ال ای دی فیروزه‌ای برای آن فعال می‌شود.



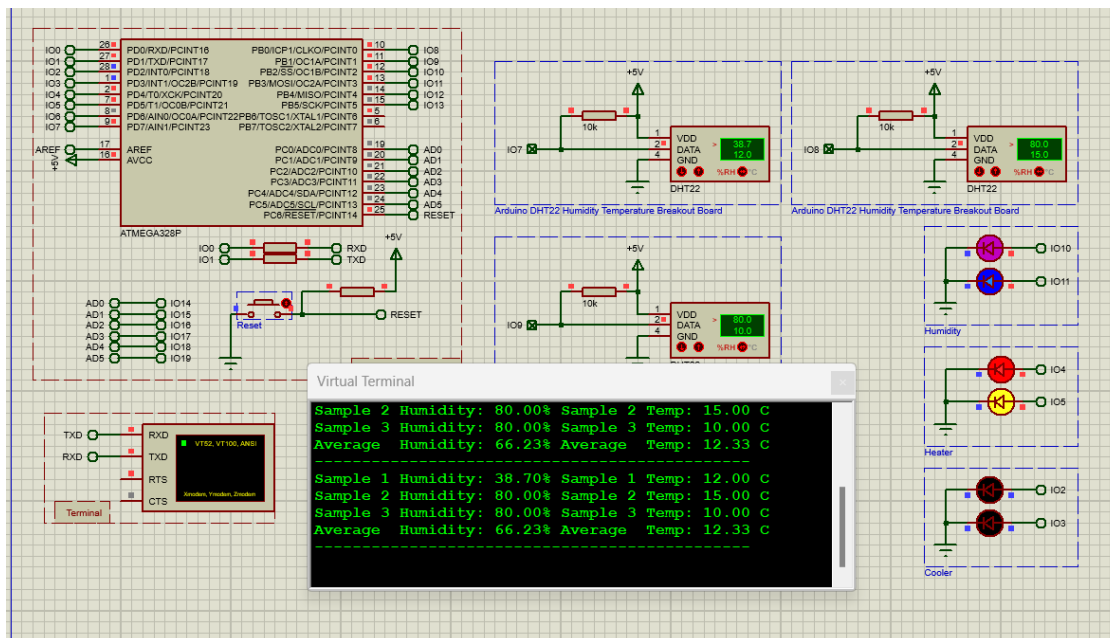
با کاهش دما، میانگین به 16.67 درجه رسیده است که زیر 20 درجه می‌باشد، بنابراین led زرد هیت‌ر که حالت low هیت‌ر است روشن می‌شود.



با کاهش دما به زیر 15 درجه حالت high هیتر فعال خواهد شد (led قرمز)



در ادامه با تغییر رطوبت محیط کارکرد رطوبت‌ساز را بررسی میکنیم. وقتی رطوبت به 71.67 درصد برسد که مقداری کمتر از 75 درصد است، رطوبت‌ساز در حالت low روشن خواهد شد (led آبی)



در آخر، با کاهش میانگین رطوبت به زیر 70 درصد حالت high آن فعال خواهد شد. (led بنفش رنگ)