

PROIECTAREA UNUI DISPOZITIV PENTRU MĂSURAREA TEMPERATURII DIN CAMERA DE SINTERIZARE A IMPRIMANTEI 3D DE CO-CR

Ing. Alexandru - Constantin TULICĂ¹, Ș. I. dr. ing. Corneliu- Nicolae DRUGĂ²

^{1, 2} Universitatea „Transilvania”, Brașov, România

REZUMAT. Această lucrare prezintă proiectarea și realizarea unui sistem mecatronic, cu ajutorul căruia se poate monitoriza temperatura din interiorul camerei de sinterizare a imprimantei 3D MySint100 și a mediului ambiant. Această imprimantă 3D cu pulbere metalică realizează proteze metalice stomatologice (punți metalice stomatologice, implanturi dentare), și lucrează în anumite condiții, de temperatură și umiditate, ce trebuie monitorizate în permanență. Dispozitivul de măsurare a temperaturii este realizat cu ajutorul unei platforme de dezvoltare Arduino UNO R3, a unui senzor de temperatură LM35, un modul bluetooth HC-06 și a unor componente anexe (LED-uri, fire de conexiune etc.).

Cuvinte cheie: Arduino UNO R3, LM35, temperatură, selective laser melting, modul bluetooth HC-06.

ABSTRACT. This paper presents the design and realization of a mechatronic system, with the help of which the temperature inside the sintering chamber of the MySint100 3D printer and the environment can be monitored. This 3D printer with metal powder makes dental metal prostheses (dental metal bridges, dental implants), and works in certain conditions, temperature and humidity, which must be constantly monitored. The temperature measuring device is made with the help of an Arduino UNO R3 development platform, an LM35 temperature sensor, an HC-06 Bluetooth module and some attached components (LEDs, connecting wires, etc.).

Keywords: Arduino UNO R3, LM35, temperature, selective laser melting, modul bluetooth HC-06.

1. DESCRIEREA DISPOZITIVULUI MYSINT 100

Echipamentul pentru fabricarea produselor stomatologice metalice sunt supuse procesului Selective Laser Melting (SLM), adică topirea cu laser a straturilor de pulbere metalică. Orice altă aplicație este considerată neconformă scopurilor pentru care a fost proiectată mașina.

Acest tip de sistem mecatronic, este proiectat totodată pentru asigurarea calității produselor realizate. Mașina poate fi utilizată pentru prelucrarea numai a pulberilor metalice.

De reținut faptul că acest sistem mecatronic este din CLASA 1: Produs laser (IEC 60825-1), mașina trebuie instalată într-o clădire cu iluminare și ventilație adecvată, precum și o podea solidă, la nivel. Aparatul este potrivit pentru a funcționa în medii cu:

- temperatură între + 15 ° C și + 30 ° C
 - umiditate relativă <50% fără condensare
- Astfel este necesar un mediu cu aer condiționat, cu posibilitatea de a reduce nivelul de umiditate, dacă este necesar, asigurându-se calitatea pudrei metalice, implicit produselor realizate. [1.]



Fig. 1.1. Dispozitivul MYSINT 100 (1.)

Mașina efectuează un proces de topire selectivă cu laser a pulberilor metalice. Fiecare strat de pulbere metalică (10-30 Vm) este depozitat printr-un dispozitiv special, care colectează materialul dintr-un cilindru, numit cilindru de alimentare, și îl depozitează pe o platformă într-un alt cilindru, numit cilindru de lucru. Odată ce stratul este depus, laserul topește figura corespunzătoare secțiunii care este procesată. La sfârșitul procesului de construcție, obiectul este preluat cu "platforma" acestuia pentru a fi supus, dacă este necesar, altor procese de finisare (desprinderea de platformă, finisarea suprafeței).

Acest sistem mecatronic, de fapt reprezintă o imprimantă 3D cu pulberi de metal sau un sinterizator,

MĂSURAREA TEMPERATURII DIN CAMERA DE SINTERIZARE A IMPRIMANTEI 3D DE CO-CR

este utilizat în cadrul domeniului stomatologic, pentru realizarea lucrărilor metalice (schelete) stomatologice, având astfel o rezistență și o duritate înaltă. [1]

2. PROIECTAREA DISPOZITIVULUI

Dispozitivul realizat este compus din componenta principală, placa de achiziții de date, ARDUINO UNO R3, rezistențe de 220Ω , senzorul de temperatură LM35, LED-uri, buzzer activ și componentele anexe, anume, firele de conectare al componentelor precizate anterior, cablul de comunicație, breadboard-ul, bateria de 9V.

Senzorul LM35 are un avantaj față de senzorii de temperatură liniari calibrați în Kelvin, deoarece nu este necesar ca utilizatorul să scadă o tensiune constantă mare de la ieșire pentru a obține o scalare convenabilă al gradelor Celsius.[2.]

Dispozitivul LM35 nu necesită nici o calibrare sau o conexiune externă pentru a oferi o precizie tipică de $\pm \frac{1}{4} ^\circ \text{C}$ la temperatura camerei și $\pm \frac{3}{4} ^\circ \text{C}$ într-un interval de temperatură între -55°C și 150°C .

Dispozitivul este utilizat cu surse de alimentare unice. Deoarece dispozitivul LM35 atrage numai $60 \mu\text{A}$ de la alimentarea cu energie electrică, acesta are o temperatură de auto-încălzire foarte scăzută, mai mică de $0,1 ^\circ \text{C}$, în aer liber.

Dispozitivul LM35 este destinat să funcționeze într-un interval de temperatură între $-55 ^\circ \text{C}$ și $150 ^\circ \text{C}$, în timp ce dispozitivul LM35C este evaluat pentru o gamă de $-40 ^\circ \text{C}$ până la $110 ^\circ \text{C}$ ($-10 ^\circ \text{C}$ cu o precizie îmbunătățită). [2]

Dispozitivele din seria LM35 sunt disponibile în pachete ermetice pentru tranzistori, în timp ce dispozitivele LM35C, LM35CA și LM35D sunt disponibile în pachetul de plastic TR 92. Dispozitivul LM35D este disponibil într-un pachet de mici dimensiuni și un pachet TO-220 din plastic. [2.]

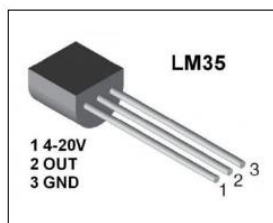


Fig. 2.1. Senzorul de temperatură LM35

Tabelul 1. Conexiunea senzorului de temperatură LM35 la placa Arduino Uno R3

Pinii senzorului de temperatură LM35	Pini placa Arduino UNO R3
Pin 1 (4-20 V)	5 V
Pin 2 (OUT)	A 2 (analog)
Pin 3 (GND)	GND

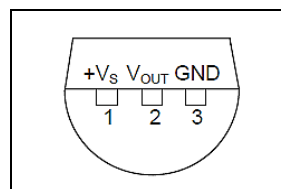


Fig. 2.2. Senzorul de temperatură LM35 - pini de conectare [2].

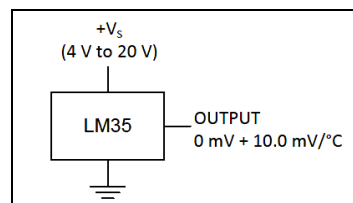


Fig. 2.3. Senzorul de temperatură LM35 - schema electrică [2].

Conectarea senzorului la placa ARDUINO UNO R3 , se realizează conform tabelului 1.

LED-urile se vor conecta la o câte o rezistență de 220Ω , apoi la fiecare pin de la placa de dezvoltare, anume 2,3,4 și la GND-ul breadboard-ului.

Aceștia vor avea 3 culori, distincte, deoarece, utilizatorul acestui dispozitiv, va realiza dacă temperatura este ridicată (aprinderea LED-ului ROȘU), temperatura este optimă (LED-ul verde), temperatură scăzută (LED-ul albastru).

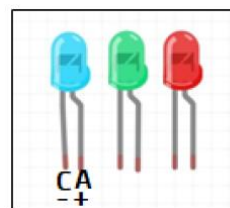


Fig. 2.4. LED-uri.

O altă componentă din cadrul acestui dispozitiv este buzzer-ul activ, acesta emite anumite semnale sonore, la diverse frecvențe, la fel ca în cazul LED-urilor; acesta va emite frecvențe diferite, în funcție de temperatura măsurată. Acesta prezintă doi pini, pentru conexiunea la placa de achiziție de date și se conectează conform tabelului 2.

Tabelul 2. Conexiunea buzzer-ului activ la placa Arduino Uno R3

Pinii buzzer-ului activ	Pini placa Arduino UNO R3
Pin 1	Pin 7
Pin 2	GND

O componentă foarte importantă la nivelul acestui dispozitiv de măsurare a temperaturii este, modulul bluetooth HC-06, identificat în figura 2.5.

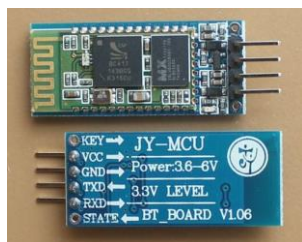


Fig. 2.5. Modulul bluetooth HC-06 [3].

Modulul Bluetooth, HC-06 ne ajută la transferul de date, din mediul înconjurător către orice fel de dispozitiv, ce prezintă funcția bluetooth, laptop sau telefon, tabletă, ce au un sistem de operare, Windows sau Android.

Tabelul 3. Conexiunea modului bluetooth HC-06 la placa Arduino Uno R3

Pinii modului bluetooth HC-06	Pini placa Arduino UNO R3
RXD	PIN 1- TX
TXD	PIN 0- RX
GND	GND
VCC	5V

3. PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE

Dispozitivul prezintă componentele specificate în capitolul anterior, astfel, principiul de funcționare este următorul: în primul rând, acesta urmează a efectua măsurători ale temperaturii din încăperea specifică sinterizării, din cadrul Imprimantei 3D. În momentul în care dispozitivul este conectat, acesta înregistrează o anumită temperatură, dacă această temperatură este una normală procesului de sinterizare se va aprinde un LED verde, iar buzzer-ul este inactiv (nu transmite un semnal sonor).

În schimb dacă apare o variație de temperatură, spre exemplu în camera este o temperatură scăzută, se va aprinde un LED albastru, iar buzzer-ul se va activa, transmițând un semnal sonor specific. Dacă temperatura este una ridicată, ce poate influența procesul de sinterizare, se va aprinde LED-ul roșu, iar buzzer-ul ca în cazul anterior se va activa, doar că nu va avea același semnal sonor.

Dispozitivul prezintă modulul bluetooth, HC-06, cu ajutorul căruia putem observa temperatura pe telefon sau laptop, fără ca dispozitivul să fie conectat printr-un cablu de comunicație.

În programul Fritzing, am realizat montajul, conectând componentele dispozitivului, vezi figura numărul 3.1. Totodată, putem observa dispozitivul fizic, partea hardware, în figura 3.2.

Conectarea Bluetooth, pe telefon, s-a realizat cu ajutorul unei aplicații, anume BlueCore_Tech_Serial, aici arătând, ca pe monitorul serial al programului Arduino, temperatura, cât și textul specific

(dacă este cald sau rece), acest monitor se poate observa în figura 3.3..

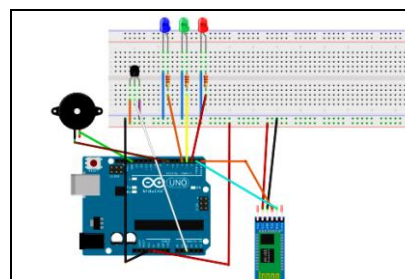


Fig. 3.1. Conectarea componentelor dispozitivului de măsurare a temperaturii.

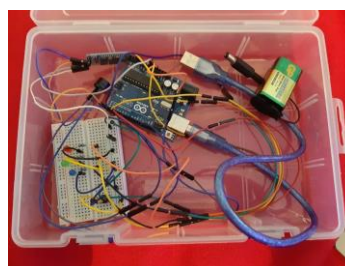


Fig. 3.2. Dispozitiv de măsurare a temperaturii.



Fig. 3.3. BlueCore Tech Serial Monitor-înregistrare temperatură.

4. CODUL IMPLEMENTAT PENTRU DISPOZITIV

Pentru ca dispozitivul să funcționeze, i s-a implementat un cod, în propriul soft, ce este specific plăcii de achiziție Arduino UNO R3, numit, ARDUINO IDE.

```
const int hot = 25; //set hot parameter
const int cold = 21; //set cold parameter
const int sensor=A2; // Assigning analog pin A5 to variable 'sensor'
const int buzzer=7; // Buzzer pe pin-ul 7
float tempc;
float vout; //temporary variable to hold sensor reading
int tempx;
int temppin = 0;
void setup () {
```

MĂSURAREA TEMPERATURII DIN CAMERA DE SINTERIZARE A IMPRIMANTEI 3D DE CO-CR

```
pinMode(buzzer,OUTPUT);
Serial.begin(9600);
delay(1000);
pinMode(sensor,INPUT); // Configuring sensor pin
as input
Serial.begin(9600);
}
void loop(){
tempc=analogRead (temppin);
tempc=(5.0*tempc*100.0)/1023.0;
tempx=(int)tempc;
Serial.print("TEMP:");
Serial.print(tempx);
Serial.print("C:");
if (tempc < cold) { //cold
digitalWrite(2, HIGH);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
Serial.println(" It's Cold.");
tone(buzzer,1000);
delay(40);
noTone(buzzer);
}
else if (tempc >= hot) { //hot
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, HIGH);
Serial.println(" It's Hot.");
tone(buzzer,8000);
delay(10);
noTone(buzzer);
}
else { //fine
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(4, LOW);
Serial.println(" It's Fine.");
}
delay(1000);
}
```

5. CONCLUZII

Dispozitivul realizat ajută la identificarea temperaturii în cadrul imprimantei 3D de Cobalt-Crom, cât și al mediului ambiental, pentru ca procesul de imprimare să fie unul corect.

Măsurarea temperaturii este realizată în timp real, fără ca acesta să se întrerupă.

Cu ajutorul modulului bluetooth utilizatorul poate observa variația temperaturii, din altă cameră fără a fi expus în timpul procesului de sinterizare. Acest dispozitiv este low-cost, realizat din componente ușor de identificat. Scrierea codului ce va fi implementat, este scris în programul ARDUINO IDE, versiunea cea mai nouă.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *Operator's Manual SISMA S.p.A., Via dell'Industria, 1 – 36013 PIOVENE ROCCHETTE, Vicenza, ITALY*
- [2] *LM-35 USER GUIDE*. Editura Texas Instruments Incorporated, Texas, Statele Unite ale Americii.
- [3] *Arduino and HC-06 bluetooth example - Arduino*, 2016.

Despre autori

Ing. Alexandru-Constantin TULICĂ

Universitatea „Transilvania”, Brașov, România
S.C. Dentalmed Tehnocom, Brașov, România

Tulică Alexandru-Constantin este absolvent al facultății “Design de Prods și Mediu” (promoția 2018- șef de promoție), specializarea Inginerie Medicală. Urmează ciclul de master, din cadrul aceleiași facultăți, specializarea “Sisteme mecatronice în Industrie și Medicină”. Este inginer din anul 2018, în cadrul instituției “Dentalmed Tehnocom” din Brașov, cu specializarea în domeniul sinterizării, mentenanța dispozitivelor din cadrul acestei instituții. A participat la 3 sesiuni de comunicări științifice, una din ele finalizând cu premiul I. A participat de altfel la AFÇO, “Absolvenți în fața companiilor”, ediția 2018, unde a luat premiul I la secțiunea Medicină, Inginerie Medicală, Educație Fizică și Sporturi Montane. E-mail: alexandrutulica@yahoo.com, alexandrutulica23@gmail.com

Șef. luc. dr. ing. Corneliu DRUGĂ

Universitatea „Transilvania” din Brașov, Brașov, România

Drugă Corneliu este absolvent al Facultății de Mecanică, specializarea Mecanică Fină (promoția 1998). A urmat cursurile de Studii Aprofundate (specializarea Structuri de Mecanică Fină pentru Managementul Sistemelor Tehnice) în cadrul aceleiași facultăți. Din 2001, este angajat al Universității Transilvania din Brașov, la Facultatea de Inginerie Mecanică, iar din 2011 este Doctor în domeniul Inginerie Mecanică. Din 2013, este șef de lucrări la Departamentul de Design de Prods, Mecatronică și Mediu din cadrul Universității Transilvania din Brașov. A publicat în calitate de autor sau coautor: 7 cărți și peste 100 de articole în reviste de specialitate și în volumele unor conferințe internaționale și naționale.