

APLICAREA CONCEPTULUI IOT ÎN DOMENIUL MĂSURĂRILOR FĂRĂ CONTACT

S.L.Dr.Ing. Corneliu DRUGĂ¹, S.L.Dr.Ing. Ionel ȘERBAN²

^{1,2} Universitatea Transilvania din Brasov, Brasov, România

REZUMAT. Această lucrare prezintă o aplicație dezvoltată în cadrul conceptului IoT și anume un sistem de măsurare a temperaturii de la distanță cu ajutorul unui senzor contactless și transmiterea informației în mediul on-line cu ajutorul Internetului. Totul se realizează prin utilizarea unei plăci ESP8266 cu modul WI-FI integrat, care poate fi conectată ca și dispozitiv secundar la o platformă Arduino sau poate fi utilizată ca și componentă principală fiindcă oferă suficientă putere de calcul cât să îndeplinească numeroase sarcini și aplicații. Cealaltă componentă importantă este senzorul de temperatură MLX90614 (în infraroșu).

Cuvinte cheie: IoT, temperatură, Arduino, Wi-Fi, ESP8266, senzor.

ABSTRACT. This paper presents an application developed within the IoT concept, namely a remote temperature measurement system with the help of a contactless sensor and the transmission of information in the on-line environment with the help of the Internet. Everything is done by using an ESP8266 board with integrated WI-FI module, which can be connected as a secondary device to an Arduino platform or can be used as the main component because it provides enough computing power to fulfill many tasks and applications. The other important component is the MLX90614 (Infrared) temperature sensor.

Keywords: IoT, Temperature, Arduino, Wi-Fi, ESP8266, sensor.

1. INTRODUCERE

Internet of Things (IoT) sau Internetul Obiectelor este un concept nou, care prevede conectarea a cât mai multor dispozitive la internet cu scopul de a ne ușura activitățile zilnice și a ne oferi un plus de confort și calitate în rutina zilnică (Fig.1.1). Termenul a fost inventat de către cercetătorul britanic Kevin Ashton în anul 1999. În ultimii 20 de ani, acest termen a câștigat încet și sigur teren în viața noastră. Ideea de la bază presupune conectarea lumii reale cu lumea digitală. Dorința este ca orice dispozitiv electronic să aibă posibilitatea de a se conecta la internet și de a putea interacționa cu celelalte dispozitive conectate și ele la internet.[1] Deși, multe dispozitive au fost deja integrate în acest concept, totuși mai există în continuare loc pentru multe altele. Ca și exemple comune găsim: clasicul Smartphone, Smart TV-ul, sistemele de iluminat Indoor/Outdoor controlabile, Smartwatch-ul, sisteme de control a temperaturii, etc. Tendința este de a dota orice dispozitiv, care funcționează pe principiul On/Off cu modul de WI-FI, astfel încât să poată fi conectat la Internet și mai mult de atât să comunice și cu celelalte dispozitive on-line. Deși, se pot observa multe oportunități în această direcție, se pot observa și multe provocări și obstacole. O astfel de provocare o reprezintă securitatea și confidențialitatea datelor. Ca și comparație de sisteme specifice

IoT, putem pune în balanță un sistem de hrănire a animalelor de companie de la distanță versus un sistem on-line de plată contactless prin diferite variante. [2] Datorită dezvoltării masive în domeniul electronicii și a telecomunicațiilor, mai exact pe partea comunicațiilor wireless, dispozitivele mobile au posibilitatea de a-și păstra conectivitatea oriunde și oricând, furnizând utilizatorului acces în permanență la rețea. Saltul uriaș a avut loc în ultimii 10 ani și suntem în continuare în plină dezvoltare în ceea ce privește acest domeniu. Rolul dispozitivelor se schimbă însă, ele fiind în momentul de față un fel de punte între lumea fizică și cea digitală.

Datele din lumea fizică sunt preluate cu ajutorul senzorilor. Ele pot fi stocate, prelucrate sau transmise direct mai departe. Principalul beneficiar al acestui concept de IoT este chiar omul. Mai exact, procesele care sunt impactate de această îmbunătățirea vieții omului și a proceselor din jurul său (Fig. 1.1). Internet of Things deține un potențial uriaș de a putea fi aplicat în aproape orice domeniu datorită faptului că există senzori care pot colecta date de orice natură (Fig.1.1). Punând în discuție IoT, rezultatul final trebuie să fie o nouă aplicație sau un nou proces care să aducă un plus față de situația precedentă.

Asta se traduce în linii mari în eficientizare, productivitate crescută, timp câștigat, etc. Omul se află în centrul acestui concept (Fig.1.2).[1]

APLICAREA CONCEPTULUI IOT ÎN DOMENIUL MĂSURĂRILOR FĂRĂ CONTACT

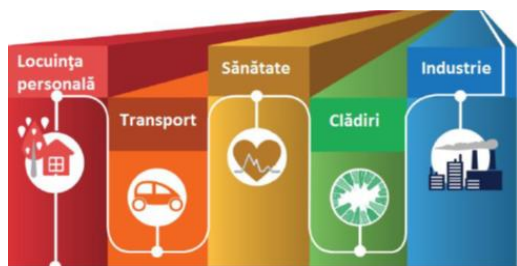


Fig. 1.1. Domeniile aplicațiilor –IoT [3].

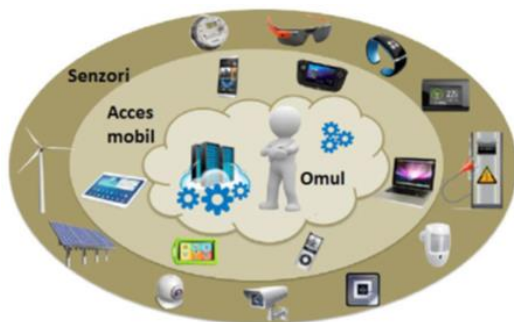


Fig. 1.2. Exemple de dispozitive din cadrul-IoT.[4].

- Interactiv;
- Programabil;
- Low-cos;
- Hardware similar cu Arduino;
- USB-TTL Plug&Play;
- 10 porturi GPIO, fiecare port GPIO poate fi utilizat ca PWM / I2C ;
- 802.11 b / g / n ;
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP;
- Protocol TCP / IP integrat;
- PLL, DCXO, reglatoare si unitati de gestionare a energiei integrate;
- +19,5 dBm putere iesire in modul 802.11b;
- Memorie flash 1MB;
- CPU-ul integrat de 32 bit cu consum redus de energie;
- Transmite pachete in < 2 ms;
- Consumul de energie in modul standby < 1,0 mW.

2. DESCRIEREA SISTEMULUI DE MĂSURARE A TEMPERATURII CONTACTLESS

Sistemul este prevăzut cu un senzor in infraroșu care măsoară temperatura folosind un senzor, care este conectat la o placă de dezvoltare care la rândul ei este conectată la internet. Vizualizarea informațiilor captate de senzor se realizează pe un smarhphone/laptop/tabletă.

Componentele hardware ale sistemului sunt [5]:

- NodeMCU v2 - ESP8266 Wi-Fi;
- Senzor temperatură infraroșu MLX90614;
- 4 conectori mamă-mamă;
- Cablu micro USB;
- Laptop pentru scrierea codului sursă;
- Smartphone sau orice dispozitiv capabil de conectare Wi-Fi;
- Router internet.

Componentele software ale proiectului:

- Kit instalare Arduino IDE (Integrated Development Environment);
- Driver NodeMCU v2 - ESP8266 Wi-fi;
- Librărie NodeMCU v2 - ESP8266 Wi-fi;
- Librărie Senzor temperatură MLX90614.

Placa ESP8266 Wi-Fi (Fig.1.3) este o alegerea perfectă în cazul în care proiectul pe care dorim să-l realizăm are nevoie de conectare la rețeaua Internet. Folosește un limbaj de programare identic cu cel de la Arduino. Caracteristicile principale ale acestui modul sunt [5]:

- Open-Source;



Fig. 1.3. Placă NodeMCU v2 - ESP8266 Wi-Fi [6].

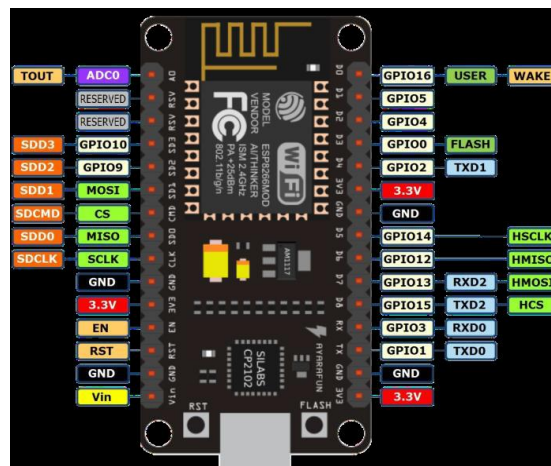


Fig. 1.4. Configurația lui NodeMCU v2 - ESP8266 Wi-Fi [5].



Fig.1.5. Senzorul de temperatură MLX90614 [7].

Semnificația pinilor mai des utilizați este următoarea:

- GPIO – pini de intrare/ieșire;
- 3.3V – sursa de alimentare;
- GND – împământare;
- RX – recepționare date;
- TX – trimitere date;
- SCLK – ceas serial;
- MOSI/SIMO – ieșire master, intrare slave;
- MISO/SOMI – intrare master, ieșire slave;
- TOUT – ADC convertor analog digital;
- RST – reset;
- RESET și FLASH- două butoane fizice dispuse în stânga și dreapta mufei microUSB.

MLX90614 este un senzor de temperatură cu o funcționalitate unică (Fig.1.5). Determină temperatura obiectelor de la distanță, fără a le atinge! Senzorul funcționează pe baza determinării lungimii de undă a radiației infraroșii. [8], [10]

Radiația în infraroșu (IR) este o radiație electromagnetică a cărei lungime de undă este mai lungă decât cea a luminii vizibile (400-700 nm), dar mai scurtă decât cea a radiației terahertz (100 μm - 1 mm). Majoritatea radiației termice emise de către obiectele aflate la temperatura camerei este în infraroșu. Caracteristicile principale ale senzorului MLX90614:

- Dimensiune redusă;
- Ușor de integrat;
- Pre-calibrat pentru măsurare temperatură în următoarele interval :
- de la -40 la +125 °C pentru mediul ambiantal;
- de la -70 la +380 °C pentru obiecte.

- Acuratețe de 0.5 °C;
- Alimentare de 3V sau 5V;
- Mod economisire energie.

Senzorul poate fi folosit într-o gamă vastă de aplicații, mare parte dintre ele fiind cele în care se urmărește măsurarea temperaturii. Varianta de senzor care s-a folosit în acest proiect are disponibili 4 pini (Fig.1.5):

- VIN – alimentare;
- GND – împământare;
- SCL – serial clock;
- SDA – serial data.

Există o variantă a acestui senzor dedicată pentru aplicații medicale. Diferențele sunt în ceea ce privește acuratețea care este de ±0.1°C și intervalul temperaturii este limitat la valori specifice organismului nostru. [8]

Un factor important de luat în considerare este reprezentat de așteptările pe care le avem de la acest senzor. El funcționează în condițiile descrise dacă se află în echilibru termic și sub condiții izotermice. El poate fi influențat și implicit oferind rezultate

eronate de diverși factori externi cum ar fi sursele de căldură sau frig, curenți de aer etc.

Alte componente hardware auxiliare folosite în cadrul acestui proiect sunt: cabluri mufate mama-mamă, mama-tată, cablu micro-USB, Laptop/PC, smartphone și router. Unealta principală pentru a scrie, verifica și încărca un cod pe o platformă de dezvoltare Arduino este softul Arduino IDE (Fig.1.7). Este un program open source și poate fi descărcat de pe site-ul oficial de la adresa <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>.

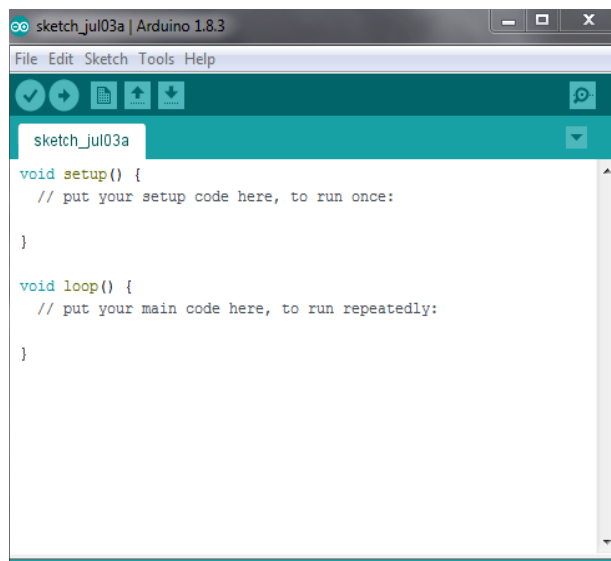


Fig. 1.7. Interfața Arduino IDE.

Softul este simplist și intuitiv ca și utilizare. În partea de sus, avem simbolizate de la stânga la dreapta cele mai frecvente comenzi: verificare cod, încărcare cod, proiect nou, deschidere proiect existent și salvare proiect.[9], [10]

Aplicația are deja preinstalate mai multe librării și drivere pentru cele mai comune plăci de dezvoltare. Mai exact, a fost necesară instalarea driverului pentru modulul ESP 8266, astfel încât să fie recunoscut de către laptop/pc. Având în vedere diversitatea și accesul facil la informație, driverul a fost preluat de pe diverse site-uri de profil [10], [11].

Pentru ca softul Arduino IDE să recunoască și să putem programa cele 2 module, a fost necesară instalarea librărilor specifice acestor module.

În urma update-urilor multiple, aplicația permite acum apelarea la surse terțe pentru descărcarea de softuri necesare proiectului. Acest lucru se face accesând calea *File-Preferences- Additional Boards Manager URLs*. Se copiază în rubrica alocată, adresa web a site-ului de unde dorim să inițiem descărcarea. Mai departe, trebuie descărcat softul în sine. Se accesează ramura *Tools- Boards- Boards Manager* și se caută modelul plăcii deținute, în acest caz NodeMCU ESP -12Module.

APLICAREA CONCEPTULUI IOT ÎN DOMENIUL MĂSURĂRILOR FĂRĂ CONTACT

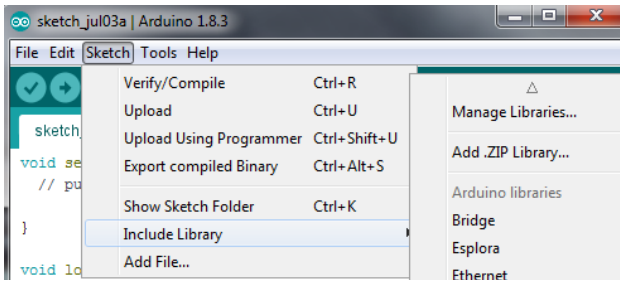


Fig. 1.8. Interfață Sketch Arduino IDE (11).

Codul sursă folosit în cadrul acestei aplicații este:

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
WiFiServer server(80);
const char* ssid = "TheRedNose";
const char* pass = "raindeer";
const char* ap_name = "Aplicatie IoT";
float gettemp(){
return mlx.readObjectTempC();
}
float v[100];
int l=0;
String oldreq;
void setup()
{
Serial.begin(9600);
Wire.pins(12,14);
WiFi.mode(WIFI_AP_STA);
WiFi.begin(ssid,pass);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
delay(500);
Serial.print('.');
}
WiFi.softAP(ap_name);
server.begin();
mlx.begin();
Serial.print("ip=");
Serial.println(WiFi.localIP());
}
void loop()
{
WiFiClient client = server.available();
if(!client)
{
client.flush();
goto top;
}
while(!client.available())
delay(1);
String request = client.readStringUntil('\r');
Serial.println(request);
client.flush();
```

```
if(request.indexOf("add=")!=-1)
{
if(request!=oldreq){
int _l=request.indexOf("add=");
String num=request.substring(_l+4,_l+6);
float add=num.toInt();
num=request.substring(_l+7,_l+9);
add+=num.toInt()/100.0;
v[l]=add;
l++;
request=oldreq;
}
}
else if(request.indexOf("log")!==-1)
{
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println(""); // do not forget this one
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.println("<head>");
client.println("<title>LOG</title>");
client.println("<meta name='viewport' content='width=device-width, initial-scale=1.0'>");
client.println("<style>html,body{ width:100%;height :100%;margin:0;}div{ width:100%;height:70px;line-height:70px;font-size:32px;}.imp{ background-color:#a0a0a0;}.par{ background-color:#848484;}.a{ text-decoration:none;color:white;font-size:60px;}.navbar{ line-height:100px;height:100px;background-color:black;}</style>");
client.println("</head>");
client.println("<body>");
client.println("<center>");
client.println("<a href='/'><div class='navbar'>Home</div></a>");
for(int i=0;i<l;i++){
client.print("<div ");
if(i%2)
client.print("class='imp'>Temperatura");
else
client.print("class='par'>Temperatura");
client.print("=");
client.print(v[i]);
client.print((char)176);
client.println("C</div>");
}
client.println("</center></body></html>");
client.flush();
client.stop();//oprire client
goto top;
}
float t=gettemp();
```

```

client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println(""); // do not forget this one
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.println("<head>");
client.println("<title>Temperatura</title>");
client.println("<meta          name='\"viewport\""
content='\"width=device-width, initial-scale=1.0\">");
client.println("<style>a{line-
height:70px;width:50%;height:70px;text-
decoration:none;padding:1px 6px;align-items: flex-
start;text-align: center;cursor: default;color:
buttontext; background-color: buttonface;box-sizing:
border-box;border-width: 2px;border-style: outset;
border-color: buttonface;border-image: initial;text-
rendering: auto;letter-spacing: normal;word-spacing:
normal;text-transform: none;text-indent: 0px;text-
shadow: none;margin: 0em 0em 0em 0em;-webkit-
writing-mode: horizontal-tb;-webkit-appearance:
button;font-size:32px;font-weight:600;margin-
top:15px;}</style>");
client.println("<meta          http-equiv='\"refresh\""
content='\"3\">");
client.println("</head>");
client.println("<body><center><br/><br/><br/>");
client.print("<h1>Temperatura=");
client.print(t);
client.print((char)176);
client.println("C</h1><br/><br/>");
client.print("<br/><br/><a href='\"/add=\"");
client.print(t);
client.println(">Adauga</a>");
client.println("<br/><br/><a href='\"/log\">LOG</a>");
client.println("</center></body>");
client.println("</html>");
client.flush();
client.stop();//oprire client
}

```

Pentru ca sistemul să fie funcțional, trebuie să fie definită în codul sursă o rețea de internet WI-FI; este nevoie de numele complet și parola rețelei, astfel încât modulul să fie capabil să se conecteze la internet și să ofere posibilitatea de a citi valorile înregistrate de către senzor.

Accesul modulului ESP8266 la internet se poate face doar prin intermediul limbajului de programare. ESP-ul asigură funcția atât de receiver cât și de transmitter. Denumirea ESP-ului este “Aplicatie IoT” iar rețeaua lui nu este securizată. După conectarea la rețea, în navigatorul de internet trebuie introdusă adresa 192.168.4.1 (IP-ul). ESP-ul este deja încărcat cu codul sursă și conectarea lui la un laptop nu este absolut necesară, astfel încât se poate folosi orice altă sursă de alimentare (încărcător mobil sau powerbank). [10]

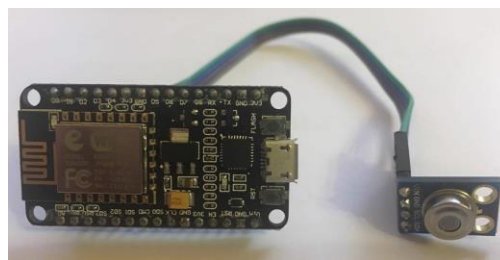


Fig. 1.9. Sistemul de măsurare a temperaturii.



Fig.1.10. Interfața WEB a sistemului

Înregistrarea temperaturii se realizează în timp real pe display-ul dispozitivului conectat la ESP. Prin apăsarea butonului „Adaugă” este înregistrată valoarea temperaturii din momentul respectiv. Pentru a vizualiza istoricul de înregistrări, se accesează butonul de “LOG”.

3. CONCLUZII

Internet of Things (IoT) reprezintă în mod cert o parte destul de mare și importantă din viitorul nostru, ca și dezvoltare a societății și a proceselor din jurul nostru. Treptat trecerea la acest concept se va realiza în toate domeniile științei și tehnicii. Acest proiect are rolul de a marca lansarea în mediul online a unei aplicații simple, scopul fiind să demonstreze că oricât de simplă sau complexă ar fi ea, conceptul de IoT tot se poate aplica cu succes. Proiectul actual are loc de îmbunătățiri atât pe partea dezvoltării complexității lui cât și pe partea de design. Prin adăugarea unei plăcuțe Arduino, a unui ecran LCD și a unor senzori de umiditate și presiune atmosferică, putem realiza un termometru de încăpere de succes. Prin înlocuirea senzorului de temperatură cu unul specific aplicațiilor medicale, putem obține un termometru non contact pe care să-l folosim atunci când suntem bolnavi.

BIBLIOGRAFIE

[1] https://ro.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things

APLICAREA CONCEPTULUI IOT ÎN DOMENIUL MĂSURĂRILOR FĂRĂ CONTACT

- [2] <https://www.quora.com/What-exactly-is-Internet-of-Things-IoT>
- [3] <https://www.postscapes.com/what-exactly-is-the-internet-of-things-infographic/>
- [4] http://businessbreakfast.biz/wp-content/uploads/2017/02/AAEAAQAAAAAAAAAY_AAAAJGUxOTg1OTNILTQyZmEtNDUwOC1hNGY5LTNhMzZjOTEyM2ZlNg.jpg
- [5] <http://www.kloppenborg.net/images/blog/esp8266/esp8266-node-mcu-pinout.png>
- [6] https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71GUeTwFn5L._SL1088_.jpg
- [7] <http://www.arduinoprojects.net/wp-content/uploads/2016/05/mlx90614.jpg>
- [8] <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/SEN-09570-datasheet-3901090614M005.pdf>
- [9] <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- [10] Radovici, R, *Sistem pentru măsurarea temperaturii contactless-IoT*, Proiect de Dizertație, Fac. Design de Prods și Mediu, Univ. Transilvania din Brașov, 2017.
- [11] Druga, C, Repanovici, A, Rosca, I, *Sisteme -Micro-Electro-Mecanice, Indrumar de laborator*, Ed. Univ. Transilvania din Brașov, România, 2015.

Despre autori

Sef. Lucr. 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.

Sef. Lucr. Dr. Ing. **Ionel SERBAN**

Universitatea Transilvania din Brașov, Brașov, România

Ionel Șerban este absolvent al Facultății de Mecanică, specializarea Mecanică Fină și Mecatronică (promoția 2008). A urmat cursurile de master în cadrul Facultății de Inginerie Tehnologică, specializarea Ingineria și Managementul Calității în Industrie. A absolvit studiile doctorale în anul 2011, în cadrul Facultății Design de Prods și Mediu, în domeniul Ingineriei Medicale. Din 2012 este angajat, șef de lucrări, al Universității Transilvania din Brașov, la Facultatea de Design de Prods și Mediu.