Măsurarea temperaturii prin detectarea radiației infraroșii

E-mail: gabriel.olaru1704@stud.energ.upb.ro

Introducere

În această introducere, vă prezint un dispozitiv numit termometru cu infraroșu, care poate măsura radiația termică emisă de o suprafață prin intermediul undelor infraroșii. Uneori, acest tip de termometru mai este numit și “termometru cu laser”, dacă este utilizat un LED pentru a ajuta la focalizarea punctului de măsurare a temperaturii, sau “termometru fără contact”.

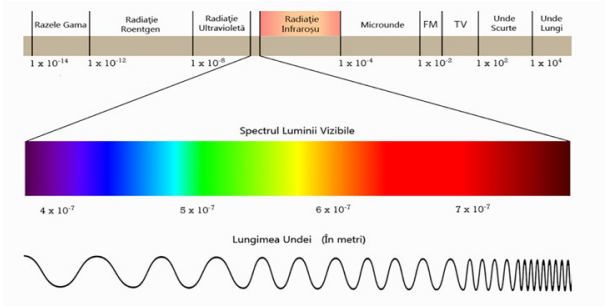
Descriere generală

Termometrul cu infraroșu are o gamă largă de aplicații în viața de zi cu zi, putând fi folosit pentru a măsura temperatura corpului, a suprafețelor, a ventilatoarelor de căldură și multe altele. Senzorul MLX 90614 este echipat cu linii de comunicație I2C, ceea ce permite o interfațare ușoară cu Arduino fără a fi nevoie de circuite suplimentare.

Cantitatea de energie infraroșie emisă de un obiect poate fi utilizată pentru a determina temperatura acestuia. Emisivitatea este de asemenea un factor important, aceasta reprezentând capacitatea unei suprafețe de a emite energie prin radiație. Acest tip de instrument de măsurare este numit și “termometru cu radiație termală” datorită capacității sale de a măsura temperatura prin detectarea radiației infraroșii.

1. Ce sunt razele infraroșii?

Sunt unde electromagnetice invizibile care sunt emise în mod natural de soare şi de toate corpurile fierbinţi. Fără energia lor produsă de exploziile continue ale soarelui nu ar exista viaţă pe pământ. În spectrul luminii naturale se regăsesc la limita extremă, chiar la frontiera cu roşu, de aici provine şi denumirea lor. Deplasându-se mereu spre limita cea mai extremă se găsesc razele mai lungi şi mai sănătoase: razele infraroşii de undă lungă.



Energia produsă de radiaţia infraroşie este un tip de energie care, spre deosebire de alte tipuri, nu foloseşte aerul înconjurător drept mijloc de transmisie. Astfel, razele infraroşii încălzesc mai puţin de 20% din aerul înconjurător şi mai mult de 80% din obiecte. Spectrul razelor infraroşii de undă lungă cuprinde marea majoritate a razelor sigure, cu efect benefic şi vital asupra sănătăţii noastre. Anume aceste raze sunt responsabile de fotosinteză, fără de care, după cum se ştie, nu ar exista viaţă. Corpul uman emană energie infraroşie prin piele, la fel cum absoarbe în mod natural, în jur de 93% din undele infraroşii.
Acesta este şi principiul care stă la baza utilizării incubatoarelor în infraroşu necesare pentru menţinerea în viaţă a copiilor născuţi prematuri.

2. Ce este un termometru cu infraroșu?

Acesta este un termometru care măsoară radiația termală a unei suprafețe, prin intermediul undelor infraroșii. Uneori, acestea mai sunt denumite și „termometre cu laser”, dacă se folosește un led pentru a ajuta la focalizarea punctului din care se dorește măsurarea temperaturii, sau „termometre fără contact”. Acesta are, adeseori, o formă cilindrică, pentru a fi mai ușor de utilizat, și o carcasă rezistentă, deoarece se are în vedere faptul că termometrele cu infraroșu sunt, de cele mai multe ori, folosite în domeniul construcțiilor, loc unde se pot zgâria sau sparge ușor.

3. Cum funcționează un termometru cu infraroșu?

Prin cunoașterea cantității de energie infraroșie pe care o emite un obiect, se poate determina și temperatura acestuia. De asemenea, la fel de importantă este și emisivitatea unui obiect. Emisivitatea este abilitatea unei suprafețe de a emite energie prin radiere. De obicei, aceasta este notată cu ε sau e. De aici vine și denumirea acestor instrumente de „termometre cu radiație termală”.

4. Unde putem folosi un termometru cu infraroșu?

Având un sistem atât de practic de măsurare a temperaturii, termometrul cu infraroșu poate fi folosit în aproape orice domeniu unde se dorește măsurarea ei într-un mod cât mai facil și mai usor. Circumstanța tipică este atunci când obiectul se află în mișcare, atunci când este înconjurat de un câmp magnetic sau când el se află într-un mediu controlat, în care nu se poate intra.
Unele dintre cele mai comune situații în care se folosește termometrul cu infraroșu sunt:

- Detectarea norilor, în meteorologie
- Verificarea echipamentelor mecanice și electrice
- Verificarea temperaturilor din interiorul cuptoarelor sau a camerelor frigorifice
- Verificarea punctelor fierbinți în cazuri de incendiu
- Monitorizarea materialelor în procesele de încălzire și răcire, precum verificarea temperaturii corporale

5. Condiții de mediu

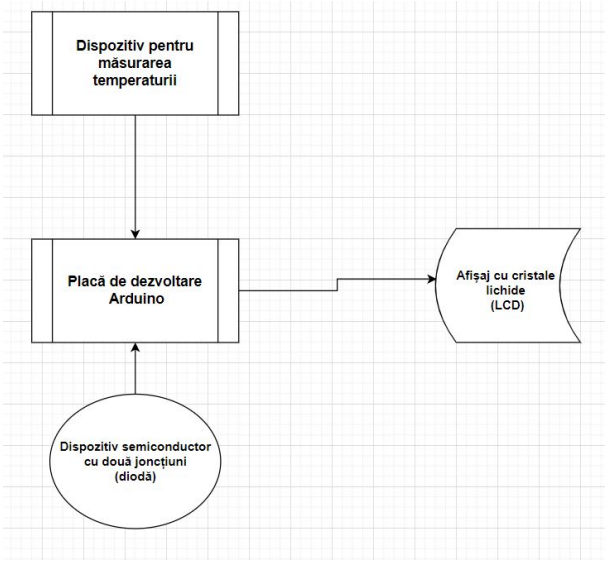
- *Temperatura ambiantă* – temperatura mediului în care funcţionează instrumentul. O carcasă TermoJacket poate asigura funcţionarea instrumentului până la o temperatură de 315OC.
- *Praf, Impurităţi* – în general pirometrele au gradul de protecţie IP65. La pirometrele fixe se pot monta opţional carcase pentru suflarea cu aer a lentilelor. Pirometrele cu două lungimi de undă pot măsura şi cu lentilele murdare.
- *Câmpul electromagnetic* intens poate influenţa negativ funcţionarea unui pirometru electronic. În cazuri extreme se poate opta pentru senzorul IR conectat prin fibră optică.

Timpul de răspuns

Este timpul necesar efectuării unei măsurători şi reprezintă un factor foarte important dacă pirometrul este folosit pentru măsurarea temperaturii unor corpuri/vehicule aflate în mişcare. Pirometrele rapide au un timp de răspuns sub 10ms.

Hardware design

Schema bloc a dispozitivului



Lista de Componente:

• Arduino Uno :
Este o placă de dezvoltare microcontroller foarte populară, proiectată pentru prototipare și dezvoltarea de proiecte electronice interactive. Este una dintre plăcile Arduino cele mai utilizate și accesibile și oferă o platformă versatilă pentru programare și controlul dispozitivelor electronice.

Principalele caracteristici ale Arduino Uno includ:

- Microcontroller: Arduino Uno este bazat pe microcontroller-ul ATmega328P, care are un procesor RISC de 8 biți și o viteză de ceas de 16 MHz. Acest microcontroller oferă funcționalități de bază pentru controlul dispozitivelor și comunicație.
- Pinii de I/O: Arduino Uno are 14 pini digitali de intrare/ieșire, dintre care 6 pot fi utilizați pentru ieșire PWM (modulare lățime impuls). De asemenea, dispune de 6 pini analogici pentru citirea valorilor analogice, precum și de pinuri pentru comunicare serială.
- Interfață USB: Arduino Uno este dotat cu o interfață USB care permite conectarea la calculator pentru programare și comunicare. Aceasta poate fi utilizată și pentru a alimenta placa cu energie.
- Memorie: Arduino Uno are 32 KB de memorie flash, dintre care aproximativ 0,5 KB sunt folosiți pentru bootloader. De asemenea, dispune de 2 KB de memorie SRAM și 1 KB de memorie EEPROM.
- Compatibilitate: Arduino Uno este compatibil cu mediul de dezvoltare Arduino, care include un limbaj de programare simplu și un set de biblioteci predefinite pentru a facilita dezvoltarea rapidă a aplicațiilor.

• Breadboard (placă de conexiuni) :
Dispozitiv folosit pentru a crea prototipuri de circuite electronice fără a fi necesară lipirea componentelor. Este compus dintr-o placă cu o mulțime de orificii mici și o rețea de conexiuni electrice sub suprafață. Aceste conexiuni permit componentelor electronice să fie conectate și să comunice între ele printr-o simplă înțepare în orificiile plăcii, fără a fi necesară lipirea.

• Modul cu diodă laser de 5V :
Dispozitiv electronic care conține o diodă laser (emite lumină coerentă prin procesul de emisie

stimulată) și un circuit de control integrat într-un singur pachet. Modulul poate fi alimentat cu o tensiune de 5V DC și are o putere de ieșire a laserului de obicei între 5 și 20 mW. Acronimul LASER înseamnă Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Primul laser funcţional a fost construit pe rubin de către americanul Theodore Meiman, în 1960. Fundamentele teoretice şi practice pentru acestă realizare au fost oferite de americanul Charles Townes şi ruşii Alexander Prokhorov şi Nikolay Basov, care au şi partajat premiul Nobel în fizică în anul 1964. Interesant este că laserul nu este un amplificator de lumină, așa cum sugerează numele, ci un generator de lumină. Laserul este un dispozitiv care generează lumină prin emisie stimulată de radiaţie.

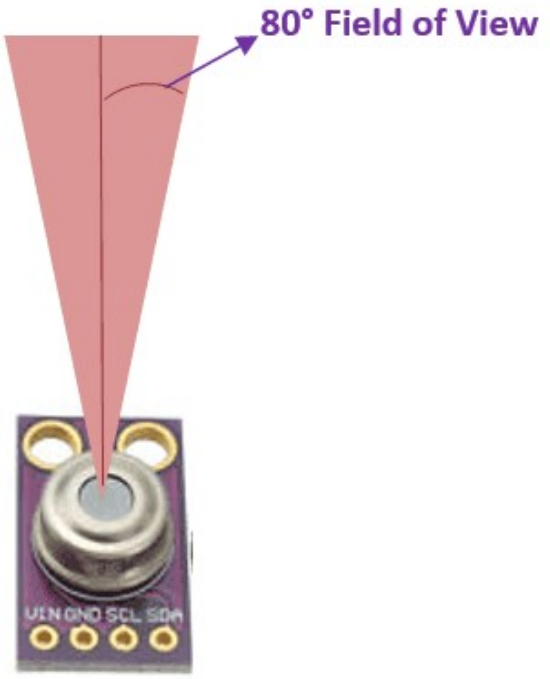
• Sursă curent (laptop)

• Modul cu display OLED (Organic Light Emitting Diode) :
Dispozitiv electronic care integrează un display OLED și un controler într-un singur pachet. Display-ul OLED este un tip de display care utilizează diode organice emițătoare de lumină pentru a afișa imagini. Display-ul OLED emite lumina direct și nu necesită o sursă de lumină externă. Aceasta face ca display-urile OLED să fie foarte subțiri, ușoare și eficiente energetic. Modulul cu display OLED poate fi alimentat cu o tensiune de 3,3V sau 5V și este capabil să afișeze imagini și text. Acesta poate fi utilizat în diferite aplicații, cum ar fi ceasuri, contoare de distanță, afișaje de temperatură, monitoare de sănătate, panouri de afișaj de bord și multe altele.

• Modulul MLX90614 :
Senzor de temperatură non-contact, care poate măsura temperatura obiectelor fără a fi nevoie să fie pus în contact cu acestea. Acesta se bazează pe tehnologia Infrared Thermopile Detection și utilizează o diodă IR (infraroșu) pentru a detecta radiația termică emisă de obiectul aflat în raza sa de acțiune. Modulul MLX90614 poate fi utilizat pentru a măsura temperatura într-o gamă largă de aplicații, cum ar fi sisteme de climatizare, sisteme de iluminare, sisteme de supraveghere și de securitate, etc. De asemenea, poate fi utilizat în aplicații medicale și de igienă pentru a monitoriza temperatura corpului și pentru a detecta febra. Acest modul este ușor de integrat în diferite proiecte electronice, deoarece include un controler integrat și interfață I2C pentru a comunica cu alte dispozitive electronice. Prin intermediul interfeței I2C, datele de temperatură pot fi transmise către microcontroller sau către alte dispozitive electronice pentru procesare și afișare.

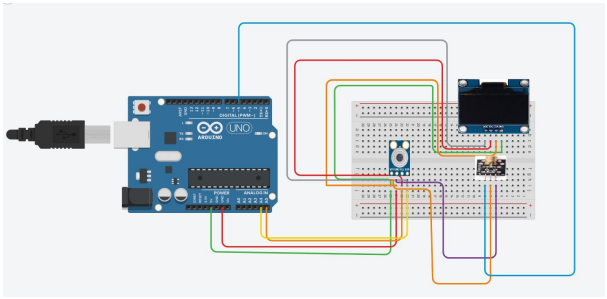
Care ar trebui să fie distanța dintre senzor și obiect ?

Valoarea acestei distanțe este dată de termenul Field of View (FOV). Pentru senzorul din această lucrare, câmpul de vedere este aproximativ 80 °.



Intervalul de senzor trebuie să fie într-o formă conică din punctul senzorului, așa cum se poate observa mai sus. Astfel, pe măsură ce ne îndepărtăm de obiectul de măsurare, zona de detectare crește cu două pliuri. La fiecare 1cm cu care ne îndepărtăm de obiect, zona de detectare crește cu 2cm.

Schema electrică a dispozitivului



Software design

Pentru dezvoltarea software a proiectului, am folosit Arduino IDE și am integrat bibliotecile Adafruit_GFX.h și Adafruit_SSD1306.h pentru funcționalitatea display-ului OLED, Fonts/FreeMonoBold9pt7b.h pentru un font customizat pentru afișarea temperaturii și Adafruit_MLX90614.h pentru funcționalitatea senzorului de temperatură.

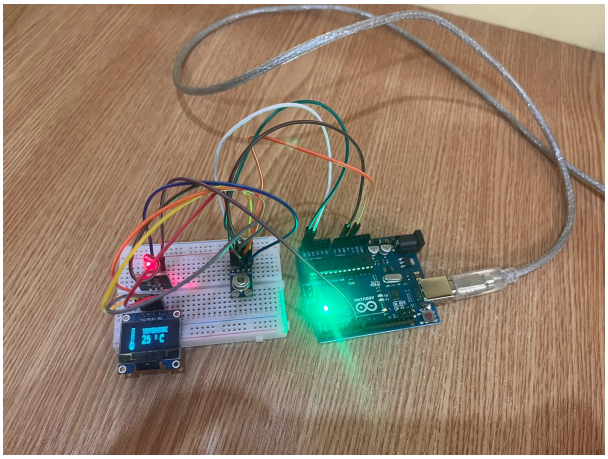
Programul afișează pe OLED temperatura măsurată, la început în grade Celsius, urmând ca la fiecare 5 secunde aceasta să fie convertită și afișată în grade Fahrenheit și înapoi. Temperatura este afișată sugestiv și pe un termometru.

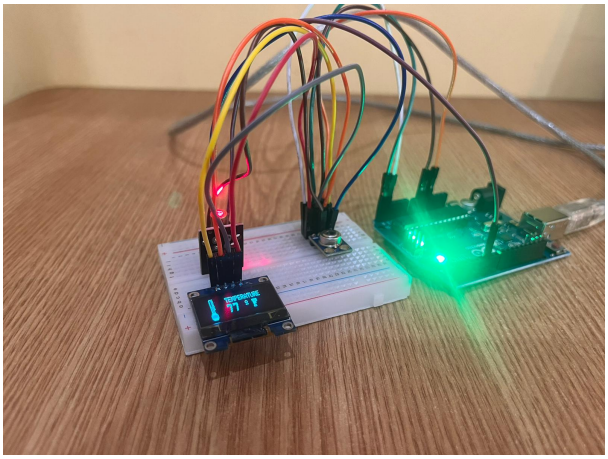
De asemenea, se va printa și pe UART temperatura, iar folosind modulele serial și sqlite3 din Python,

datele se preiau de pe UART și sunt introduse într-o bază de date.

Codul va fi disponibil în arhiva ce va fi încărcată.

Rezultate obținute





prezentare_senzor.zip

Concluzii

Termometrul cu infaroșu poate fi folosit pentru măsurarea temperaturii corpului, a temperaturii suprafeței, a ventilației de căldură și multe altele, având o aplicabilitate mare în viața de zi cu zi.

Termometrul MLX 90614 are linii de comunicație I2C, astfel încât putem interfața acest senzor cu Arduino fără circuite suplimentare.

Deși nu sunt vizibile pentru ochiul uman, toate obiectele emit raze de lumină infraroșie, iar concentrația variază în funcție de temperatură. Prin detectarea razelor IR, putem percepe intervalul de temperatură. Senzorul de termometru MLX90614 funcționează folosind acest principiu.

În cadrul proiectului am constatat flexibilitatea și indispensabilitatea de folosire a plăcuței Arduino. Avantajul major al Arduino este ușurința scrierii de cod și forma sa simplă de interfață cu laptopul sau computerul. Programarea se face într-un mediu separat și ușor de instalat, numit Arduino IDE, care este un software open source. Arduino IDE oferă sintaxa ușor făcută, facilitând începătorii. De asemenea, Arduino simplifică procesul de lucru cu microcontrollere.

Download

olaru_gabriel_332cb_proiectpm.zip

Resurse

Export to PDF

From:
http://ocw.cs.pub.ro/courses/ - **CS Open CourseWare**

Permanent link:
http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2023/alexau/masurarea-temperaturii-prin-detectarea-radiatiei-infrarosii

Last update: **2023/05/26 10:43**