

EDITURA PARALELA 45

TOTAL

Editor: Călin Vlasic

Redactare: Bianca Vișan

Tehnoredactare & prepress: Marius Badea

Coperta colecției: Ionuț Broștianu

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ANGHEL, TRAIAN

Programarea plăcii Arduino / Traian Anghel. - Pitești : Paralela 45,
2016

Conține bibliografie

ISBN 978-973-47-2402-4

004

Copyright © Editura Paralela 45, 2016

Traian Anghel

**PROGRAMAREA
PLĂCII ARDUINO**

Editura Paralela 45

Cuprins

Introducere	9
Capitolul 1. Noțiuni de electricitate	14
1.1. Structura corpurilor	14
1.2. Sarcina electrică	18
1.3. Conducători, izolatori, semiconducători.....	20
1.4. Legea lui Coulomb. Câmpul electric.	23
1.5. Potențialul electric. Tensiunea electrică.....	27
1.6. Condensatorul. Capacitatea electrică	29
1.7. Curentul electric. Circuitul electric	31
1.8. Intensitatea curentului electric	33
1.9. Rezistența electrică. Rezistivitatea.....	36
1.10. Surse electrice. Tensiunea electromotoare	38
1.11. Legile circuitelor electrice	40
1.12. Energia și puterea electrică	44
1.13. Potentiometrul.....	47
1.14. Fotorezistorul	47
1.15. Sistemul Internațional. Multipli și submultipli	50
Capitolul 2. Noțiuni de programare.....	52
2.1. Sisteme de numerație	52
2.2. Algoritmi.....	55
2.3. Limbajul pseudocod.....	57
2.4. Programarea structurată	61
2.5. Introducere în limbajul C++.....	66
2.6. Instrucțiunile limbajului C++	73
2.7. Funcții în C++	79
2.8. Programarea orientată pe obiect în C++.....	83
Capitolul 3. Prezentarea plăcii și a mediului de dezvoltare Arduino	94
3.1. Placa de dezvoltare Arduino	94
3.2. Instalarea IDE Arduino Software.....	100

3.3. Conectarea plăcii Arduino la PC.....	101
3.4. Biblioteci Arduino.....	102
3.5. Software suplimentar	105
3.6. Bootloader-ul Arduino	106
Capitolul 4. Bazele programării plăcii Arduino	109
4.1. Structura unui program Arduino	109
4.2. Compilarea și încărcarea sketch-ului pe placa Arduino	111
4.3. Primul sketch Arduino	112
4.4. Breadboard, fire de legătură și LED-uri.....	115
4.5. Intrări și ieșiri digitale	118
4.6. Generarea semnalelor PWM	123
4.7. Utilizarea întreruperilor.....	125
4.8. Intrări analogice	128
4.9. Afișarea datelor folosind LCD-uri	137
4.10. Generarea sunetelor.....	143
Capitolul 5. Interfețe de comunicație	146
5.1. Porturi analogice și digitale.....	146
5.2. Interfața serială.....	147
5.3. Interfața SPI	150
5.4. Interfața I ² C.....	152
Capitolul 6. Aplicații bazate pe senzori.....	156
6.1. Măsurarea temperaturii și umidității	156
6.2. Măsurarea nivelului de iluminare.....	159
6.3. Măsurarea distanței	162
6.4. Măsurarea nivelului de fum	165
6.5. Măsurarea forței	167
6.6. Măsurarea inducției magnetice	169
6.7. Detectarea mișcării.....	178
6.8. Detectarea înclinării	181
6.9. Detectarea ploii	183
6.10. Măsurarea presiunii atmosferice	186
6.11. Detectarea sunetului.....	189

Capitolul 7. Comunicația prin Bluetooth	193
7.1. Standardul Bluetooth.....	193
7.2. Conectarea modului HC-06 la placa Arduino UNO R3.....	195
7.3. Proiect: comunicarea între Arduino și calculator prin Bluetooth	195
7.4. Proiect: comunicarea între Arduino și telefon prin Bluetooth ...	201
7.5. Proiect: telefonul, telecomandă Bluetooth pentru Arduino.....	204
Capitolul 8. Comunicația în rețele Ethernet și în Internet	205
8.1. Standardul Ethernet.....	205
8.2. Internet și Web: organizare și accesare	211
8.3. Shield Ethernet.....	219
8.4. Conectarea și testarea shield-ului Ethernet	220
8.5. Client Web cu Arduino	226
8.6. Server Web cu IP dinamic	228
8.7. Proiect: server Web pentru monitorizarea camerei.....	230
8.8. Proiect: postarea unui tweet folosind Arduino.....	234
8.9. Proiect: salvarea datelor măsurate folosind PHP și MySQL.....	237
8.10. Proiect: server Web care folosește un card micro-SD.....	250
Capitolul 9. Comunicația în rețele Wi-Fi și în Internet	256
9.1. Rețele Wi-Fi.....	256
9.2. Conectarea plăcii Arduino la o rețea Wi-Fi	258
9.3. Scurtă prezentare a modului ESP8266.....	258
9.4. Prezentarea plăcii NodeMCU	260
9.5. Proiect: client Web cu NodeMCU	261
9.6. Proiect: server Web cu NodeMCU	264
9.7. Proiect: monitorizarea nivelului de iluminare cu NodeMCU	269
9.8. Proiect: stație meteo cu NodeMCU.....	272
9.9. Instalarea firmware-ului LUA pe NodeMCU	275
9.10. Proiect: server Web cu NodeMCU și LUA Script.....	279
Capitolul 10. Comunicația prin GSM.....	282
10.1. Standardul GSM.....	282
10.2. Shield GSM.....	282
10.3. Proiect: sistem de alarmare prin GSM	283

Capitolul 11. Controlul motoarelor	291
11.1. Motoare de curent continuu	291
11.2. Proiect: comanda a două motoare de curent continuu.....	294
11.3. Proiect: modificarea dinamică a vitezei motoarelor DC	297
11.4. Motoare pas cu pas.....	299
11.5. Proiect: controlul rotației unui motor pas cu pas.....	300
11.6. Servomotoare	302
11.7. Proiect: controlul unui servomotor.....	304
Capitolul 12. Programarea plăcii Arduino cu LabVIEW	307
12.1. Introducere în LabVIEW	307
12.2. Cum se utilizează LabVIEW cu Arduino.....	308
12.3. Analiza unui instrument virtual.....	310
12.4. Proiect: măsurarea temperaturii și a iluminării	314
Capitolul 13. Internetul lucrurilor	318
13.1. Avantaje și dezavantaje ale utilizării IoT.....	318
13.2. Servicii IoT	320
13.3. Proiect: monitorizarea temperaturii cu ThingSpeak.....	321
13.4. Proiect: monitorizarea nivelului de iluminare cu Ubidots	335
13.5. Proiect: monitorizarea temperaturii cu NodeMCU și Ubidots.	343
13.6. Proiect: utilizarea platformei Thethings.....	345
Bibliografie.....	348
Cărți.....	348
Web.....	349

Capitolul 1. Noțiuni de electricitate

„Studiază mai întâi știința și continuă apoi cu practica născută din această știință!”

Leonardo da Vinci

În primul capitol sunt prezentate succint o serie de noțiuni de electricitate necesare pentru buna înțelegere a lucrării, în special a exemplelor practice oferite în cadrul acesteia. Precizăm că noțiunile prezentate în capitolul de față se regăsesc între cele incluse în programele de fizică pentru gimnaziu și de liceu, fiind astfel accesibile tuturor persoanelor interesate de buna înțelegere a lucrării.

1.1. Structura corpurilor

Eforturile depuse de savanți de-a lungul secolelor – în special fizicieni și chimiști – au permis obținerea unei imagini bogate și complexe a realității înconjurătoare, în particular a structurii corpurilor.

Astăzi, se știe că toate corpurile, indiferent de starea de agregare a acestora, sunt compuse din atomi și molecule. Moleculele sunt structuri alcătuite din atomi uniți prin câteva tipuri de legături chimice (e.g. covalentă, ionică). Un tip special de legătură este cea metalică.

După încercarea de pionierat¹ din 1904 a lui J.J. Thomson (care a elaborat un model simplificat al atomului, supranumit „cozonacul cu stafide”), structura atomului a fost dezvăluită în 1911 de către fizicianul Ernest Rutherford (1871-1937), laureat al premiului Nobel pentru chimie (1908), considerat „părintele” fizicii nucleare și cel mai mare experimentator după Michael Faraday. Rutherford a formulat, ca urmare a celebrelor sale experiențe de împrăștiere a particulelor alfa² pe foițe metalice subțiri,

¹ Menționăm că primul model atomic a fost cel al lui Dalton (1766-1844). Conform acestuia, atomul este sferic și fără structură internă, atomii aceluiași element fiind identici, dar diferiți de atomii altor elemente.

² Particulele alfa (α) sunt nuclee de heliu (i.e. atomi de heliu care au cedat prin ionizare ambii electroni), cu o sarcină pozitivă de două ori mai mare decât cea a electronului și cu o masă de circa 7300 de ori mai mare decât masa unui electron.

Capitolul 8. Comunicația în rețele Ethernet și în Internet

„Comunicarea este esența științei.”

Francis Crick

Adesea, este necesar ca proiectele realizate pe baza plăcii de dezvoltare Arduino să poată face schimb de date cu alte dispozitive conectate într-o rețea sau chiar la Internet. Acest lucru presupune conectarea plăcii la o rețea locală (LAN, *Local Area Network*) creată în jurul unui dispozitiv (*router*) care să „iasă” în Internet.

Pentru conectarea la *router* se pot utiliza conexiuni fizice (Ethernet) sau wireless (Wi-Fi). Ambele modalități sunt prezentate în capitolul de față și, respectiv, în următorul capitol.

8.1. Standardul Ethernet

O *rețea* este un ansamblu de calculatoare autonome interconectate, capabile să comunice unele cu altele, folosind canale de comunicație (medii de transmisie).

Componentele unei rețele se pot conecta în variate moduri și pot avea funcții diferite. Dintre scopurile creării și utilizării rețelelor de calculatoare, menționăm:

- partajarea resurselor:
 - fizice (hardware; e.g. imprimante, scannere);
 - logice (software de bază și aplicații);
 - informaționale (baze de date, fișiere);
- accesul la informații aflate la distanță;
- comunicare între oameni;
- divertisment interactiv.

Un criteriu de clasificare a rețelelor de calculatoare des utilizat îl constituie *dispunerea spațială*. Din acest punct de vedere, se deosebesc:

- rețele locale (LAN, *Local Area Network*): sunt rețele private de mică întindere, localizate într-o locuință, clădire sau campus (CAN, *Campus Area Network*), pe distanțe de câteva zeci de

Capitolul 12. Programarea plăcii Arduino cu LabVIEW

„Variația în muncă este întotdeauna
o adevărată destindere.”

J.-J. Rousseau

Conceptul de *instrumentație virtuală* (*Virtual Instrumentation*) a fost introdus în urmă cu peste 25 de ani de compania National Instruments. În educație, instrumentația virtuală poate fi utilizată pentru prelucrarea datelor furnizate în urma realizării unor experimente reale, precum și pentru construirea unor aplicații care simulează desfășurarea unor fenomene fizice sau funcționarea unor instrumente reale. În acest capitol este prezentat modul în care placa de dezvoltare Arduino poate fi utilizată împreună cu LabVIEW, folosit pentru crearea instrumentelor virtuale.

12.1. Introducere în LabVIEW

Un instrument virtual (VI, *Virtual Instrument*) este un ansamblu alcătuit dintr-un calculator standard sau o stație de lucru echipată cu aplicații software și echipamente hardware adecvate, care – împreună – realizează funcții ale instrumentelor tradiționale. Software-ul reprezintă cea mai importantă componentă a unui instrument virtual. Din acest motiv, prin instrument virtual se înțelege adesea numai aplicația software care realizează o anumită sarcină și nu întregul ansamblu descris mai sus.

Unul dintre mediile cele mai utilizate pentru crearea instrumentelor virtuale este LabVIEW. Acesta este un mediu de programare grafică de uz general, creat de compania National Instruments.

Folosirea unui mediu de programare grafică elimină necesitatea cunoașterii în amănunțime a unui limbaj de programare clasic (e.g. C, C++), deoarece, în locul scrierii algoritmului de calcul sub forma unui set de instrucțiuni text, acesta este creat prin intermediul unor elemente grafice, sub forma unei scheme logice. Totuși, utilizatorul trebuie să aibă unele cunoștințe de programare de bază, referitoare – printre altele – la structuri de programare, control și decizie (e.g. *if*, *for*, *while*), tipuri de date (e.g. numerice, booleene, șiruri de caractere) și variabile (locale și globale).