

LIBRIS

We know
books

MIHAI TODICA

**CONEXIUNI WIRELESS
CU ARDUINO**

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2021

Cuprins

Introducere	7
1. Transmisii simple în banda de 433 MHz	9
1. 1. Module folosite și modulația ASK	9
1. 2. Testarea modulelor	10
1. 3. Modulația cu impulsuri de lungime variabilă	13
1. 4. Transmisia digitală a unei variabile	15
1. 5. Transmisia variabilelor multiple	18
1. 6. Transmisia comenzilor codate	22
1. 7. Transmisia mesajelor text	27
1. 8. Comenzi prin mesaj text	29
2. Transmisii cu transceiverul NRF24L01	32
2. 1. Modulația de frecvență GFSK	32
2. 2. Caracteristicile modulelor	34
2. 3. Protocolul de transmisie	36
2. 4. Transmisia unei variabile fără confirmare	38
2. 5. Transmisia mai multor variabile	39
2. 6. Confirmarea comenzilor	45
3. Transceiverul RF69	52
3.1. Descriere generală	52
3.2. Transmisii simple	55
3.3. Mesaje text duplex	58
3.4. Transmiterea variabilelor numerice	60
4. Transceiverul HC12	65
4.1. Caracteristici și setări	65
4.2. Transmisii text bilaterale	68
4.3. Conexiunea Hard Serial	69
4.4. Comenzi cu confirmare (feedback)	75
5. Conexiuni bluetooth	82
5.1. Setarea modurilor Master/Slave	83
5.2. Comenzi Master/Slave	85
5.3. Conectarea la un computer	88
5.4. Comenzi cu dispozitive Android	93
5.5. Transmisii text bilaterale cu Android	98
5.6. Comenzi vocale cu Android	100

6. Comunicații Wi-Fi cu modulele NodeMCU ESP8266	103
6.1. Caracteristici și setări	103
6.2. Conexiuni P2P unidirecționale	104
6.3. Conexiuni P2P bidirecționale și feedback	110
6.4. Conexiuni prin rețele proprii Access Point	116
6.5. Conexiuni prin server local	120
6.6. Conexiuni web client	123
6.7. Postarea datelor pe un server web	128
6.8. Conexiuni interactive Wi-Fi web cu dispozitive Android și aplicații dedicate	131
6.9. Conexiuni bilaterale cu Blynk	133
6.10. Transmisii mesaje text cu Blynk și confirmare	137
7. Modulele combinate	142
7.1. ESP 32 Caracteristici și setări	142
7.2. ESP 32 Access Point	145
7.3. Conexiuni prin rețeaua locală	149
7.4. Conexiuni bluetooth	152
7.5. ESP 32 cu aplicația Blynk	156
7.6. Conexiuni video cu ESP 32 CAM	158

CAP. 1. TRANSMISII SIMPLE ÎN BANDA DE 433 MHz

Una dintre cele mai utilizate benzi de transmisie a datelor prin radio este banda de 433 Mhz, fiind folosită în general în scop științific, medical, industrial, dar și pentru automatizări domestice, cum ar fi comanda iluminatului, acționarea ușilor de acces în clădiri, transmiterea datelor de la diferiți senzori (temperatură, umiditate, presiune, intensitate luminoasă), la periferice, PC, telefon, tabletă, etc. Este folosită pentru transmisii la mică distanță și cu putere mică de radiofrecvență și nu necesită licență de utilizare. Este inclusă în categoria *ISM*, (*Industrial Scientific and Medical band*), ocupând domeniul de frecvență 433.05-434.79 MHz, [1]. În anumite zone este disponibilă în același scop și banda de 315 MHz. Există mai multe tipuri de echipamente destinate acestor utilizări precum și mai multe protocoale de transmisie și modulație a datelor, dar aici vor fi prezentate doar câteva dintre cele mai folosite.

1. 1. MODULE FOLOSITE ȘI MODULAȚIA ASK

Unul dintre cele mai simple echipamente utilizate pentru transmisia în această bandă folosește un emițător de mică putere FS1000A și un receptor acordate pe aceeași frecvență, ce asigură o comunicație stabilă de ordinul a câtorva zeci de metri. Emițătorul conține un oscilator cu undă de suprafață, (*SAW*), un circuit simplu de comutație și un circuit acordat pe frecvența de lucru, (Fig. 1.1).

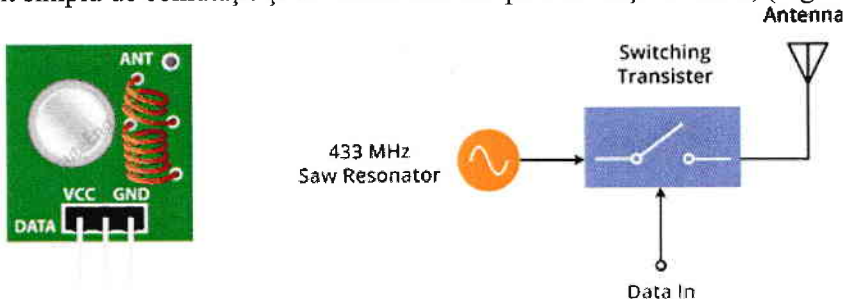


Figura 1.1. Schema bloc a unui emițător simplu în banda de 433 MHz.

Emițătorul folosește modulația *ASK* (*Amplitude Shift Keying*), adică "tot sau nimic", echivalentul transmisiei telegrafice din radiocomunicațiile analogice, [2, 3]. Dacă intrarea de date este în starea *HIGH* oscilatorul intră în funcțiune trimițând un tren de unde cu lungimea dictată de durata acestei stări, iar dacă intrarea de date este în starea *LOW*, emisia încetează. Se obține un tren de unde de lungime variabilă, (Fig. 1.2). Pentru recepție se poate folosi fie un modul radio cu *superreacție*, fie un modul *superheterodină*. Primul oferă avantajul simplității, costului redus și al unei sensibilități ridicate, dar în detrimentul unei selectivități

reduse. Superheterodina prezintă o selectivitate superioară, dar are un preț mai ridicat, [4].

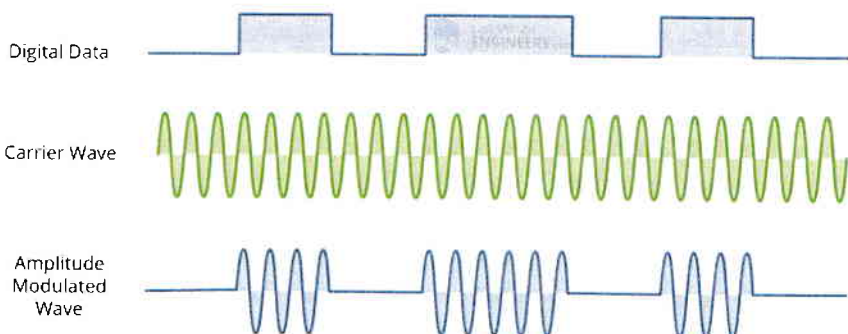


Figura 1.2. Reprezentarea schematică a trenului de unde de radiofrecvență obținut prin modulația ASK.

Indiferent de tip, receptorul conține un circuit acordat pe frecvența de lucru, un amplificator de radiofrecvență, sau frecvență intermediară în cazul superheterodinei și un circuit cu calare pe faza (*PLL*), ce asigură stabilitatea acordului pe frecvența recepționată și sincronizarea datelor, (Fig. 1.3), [5]. La ieșire se obțin impulsuri *TTL* corespunzătoare lungimii trenurilor de undă recepționate.

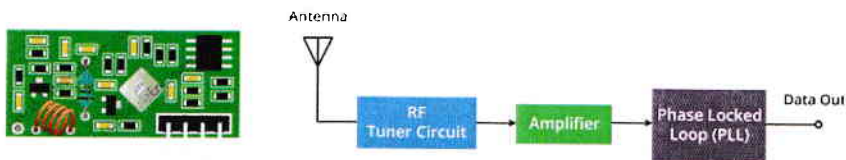


Figura 1.3. Schema bloc a unui modul de recepție în banda de 433 MHz.

Pentru optimizarea transmisiei se folosesc antene acordate pe frecvența de lucru atât la emisie cât și la recepție. Cele mai simple sunt antenele $\lambda/4$, care sunt constituite dintr-un simplu fir conductor cu lungimea 17.3 cm pentru frecvența de 433MHz, [6].

1. 2. TESTAREA MODULELOR

Un prim pas înaintea oricărei utilizări este testarea funcțiilor de emisie și recepție a modulelor. O variantă simplă de testare presupune folosirea unui generator de impulsuri TTL de joasă frecvență și a unui osciloscop. Generatorul se conectează la intrarea DATA a modulului emițător (*Tx*) iar osciloscopul la ieșirea DATA a modulului receptor (*Rx*). Atribuirea pinilor pentru unul dintre cele mai

populare module, modulul Tx FS1000A și a receptorului corespunzător, este prezentată în figura 1.4. Ambele module sunt alimentate cu o tensiune de 5V.

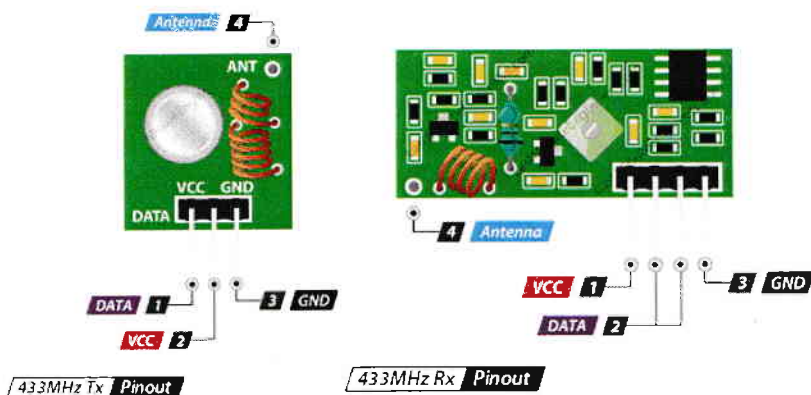


Figura 1.4. Atribuirea pinilor modulului de emisie FS1000A și a receptorului aferent pentru banda de 433 MHz

În lipsa unui generator adecvat se poate folosi un modul *Arduino* programat să genereze impulsuri cu lungimea și perioada de repetiție dorite. Pentru eliminarea conductorilor de legătură, codul *IDE*, (*Integrated Development Environment*), a fost astfel conceput încât modulul Tx să poată fi conectat direct, pin la pin, la placa *Arduino*, (Fig. 1.5).

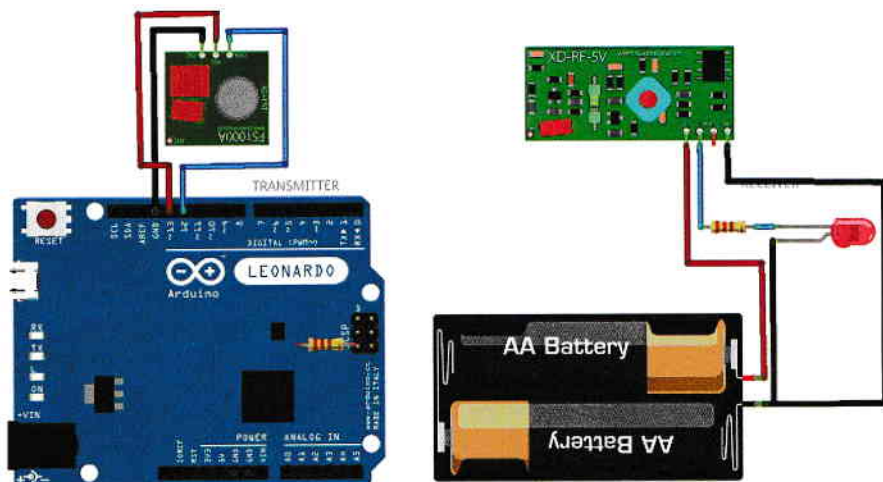


Figura 1.5. Conectarea modulelor Tx și Rx la placa *Arduino Uno*.

Acest lucru este posibil datorită consumului redus de curent al acestuia. Pentru aceasta pinul D13 este declarat pin de ieșire și este setat în modul HIGH, asigurând

alimentarea continuă cu tensiunea de +5V a modului, iar pinul D12 este desemnat pin de ieșire pentru impulsurile generate de Arduino. Pentru un consum mai mare de curent modulul Tx va fi conectat la pinul +5V al plăcii Arduino și GND. Stările HIGH și LOW ale impulsurilor generate sunt definite de variabilele *delay1* și *delay2* din cod. Codul complet este prezentat mai jos.

```
//Generator pulsuri_test_Tx_433MHz
int plus = 13; //alimentare Tx
int led = 12; //ieșire data
//int delay1=10; //pentru vizualizare cu Soundcard scope
//int delay2=20; //pentru vizualizare cu Soundcard scope
int delay1=100; //pentru vizualizare cu led
int delay2=200; //pentru vizualizare cu led
void setup() {
pinMode(plus, OUTPUT);
digitalWrite(plus, HIGH);
pinMode(led, OUTPUT);
}
void loop() {
digitalWrite(led, HIGH);
delay(delay1);
digitalWrite(led, LOW);
delay(delay2);
}
//End of the code.
```

Dacă aceste impulsuri au o perioadă mare de ordinul 0.1-0.5s, ele pot fi urmărite cu ajutorul unui led legat direct la ieșirea DATA a receptorului, (Fig. 1.5).

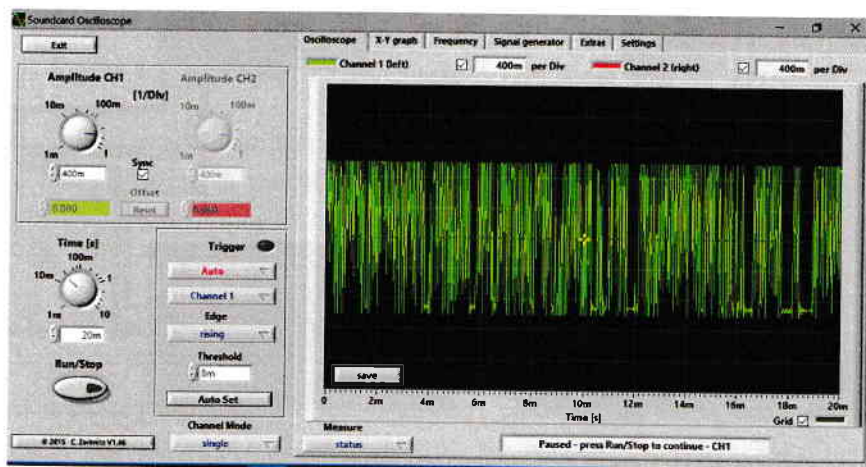


Figura 1.6. Semnalul recepționat de modulul Rx în absența impulsurilor de emisie.

Acesta va clipi în ritmul impulsurilor. Se poate testa simplu și raza de comunicație menținând emițătorul în poziție fixă și deplasând receptorul până când ledul nu mai clipește. S-a atins astfel raza maximă de transmisie.

O soluție simplă și elegantă de testare a calității impulsurilor recepționate constă în vizualizarea acestora direct pe computer cu ajutorul programului *Soundcard Scope* de la Zeinitz, [7]. Acesta este un *osciloscop virtual* care folosește placa de sunet a calculatorului pentru achiziția semnalelor electrice din domeniul audio și afișarea lor pe ecran. Pentru aceasta ieșirea DATA a receptorului se conectează direct la intrarea de microfon a computerului, sau pe portul USB al acestuia prin intermediul unui *adaptor de sunet USB*. În lipsa emisie și dacă receptorul este funcțional, pe ecranul osciloscopului se va obține un semnal zgomotos, caracteristic receptoarelor cu superreacție. Dată fiind slaba selectivitate a acestora, ele vor recepționa parțial sau integral o bună parte din semnalele transmise în aceasta bandă de diferite alte emițătoare aflate în raza de recepție, astfel că semnalul recepționat va fi unul zgomotos, (Fig. 1.6).

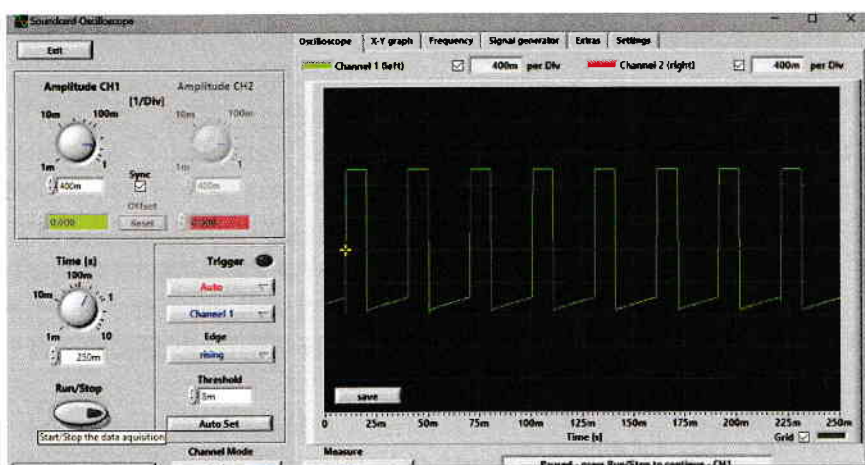


Figura 1.7. Semnalul recepționat de modulul Rx în cazul unei legături radio stabile între receptor și emițător.

Dacă emițătorul și receptorul funcționează corect atunci pe ecranul osciloscopului se va obține clar semnalul transmis, (Fig. 1.7).

1.3. MODULAȚIA CU IMPULSURI DE LUNGIME VARIABILĂ

Aceasta modulație, cunoscută și sub numele de *Pulse Width Modulation*, (*PWM*), constă în transmiterea unor impulsuri de perioadă constantă T dar cu factor de umplere $TI = T * f$ variabil. f reprezintă fracțiunea din perioada T a impulsului când acesta se află în starea HIGH. Dacă un astfel de impuls este transmis unui

consumator, acesta va fi alimentat cu energie electrică doar un interval de timp $T1$

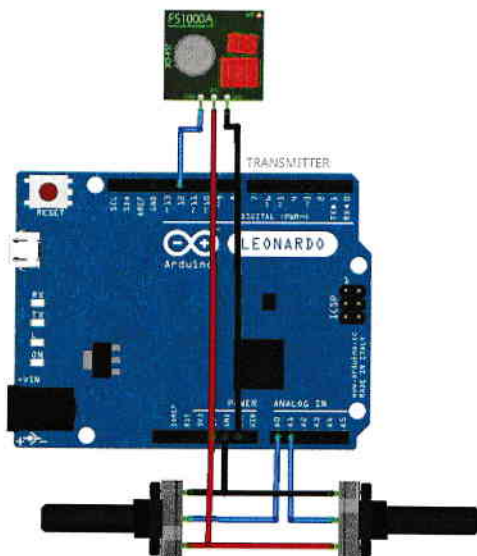


Figura 1.8. Generator PWM cu Arduino și conectarea modulului Tx la acesta.

din întreaga durată T a impulsului. Dacă W este întreaga energie corespunzătoare perioadei T , atunci energia efectivă primită de consumator pe durata unui impuls $T1$ este $W1=W*T1/T=f*W$. Aceasta este proporțională cu factorul de umplere f . Se poate controla astfel intensitatea luminii emise de către un led sau bec cu incandescență, turația unui motor de curent continuu, etc. Un generator simplu de impulsuri PWM realizat cu un modul Arduino Uno și care transmite impulsurile prin radio folosind un modul Tx 433 MHz, este prezentat în figura 1.8.

Impulsurile sunt disponibile pe pinul D12 la care este conectat pinul de date al emițătorului. Alimentarea și conectarea modulului Tx la placa Arduino sunt identice cu cele prezentate în figura 1.5. Perioada T și factorul de umplere f sunt reglate cu ajutorul celor două potențiometre de $10\text{ K}\Omega$ conectate la $+5\text{V}$, GND , A0 și A1 . Recepția semnalelor se face cu receptorul prezentat în figura 1.5. Osciloscopul este conectat la ieșirea DATA a modulului Rx. Codul folosit pentru acest generator este prezentat mai jos.

```
//Generator_PWM_Tx_433
int plus = 13; //alimentare Tx
int Tx = 12; //ieșire data
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(plus, OUTPUT);
  digitalWrite(plus, HIGH);
  pinMode(Tx, OUTPUT);
}
void loop() {
  int T = 1+analogRead(A0); //definește perioada T
  int f = analogRead(A1); //definește factorul de umplere
  float factor=map(f, 0, 1023, 1, 9);
  float T1=T*(factor/10);
  digitalWrite(Tx, HIGH);
  Serial.print("T "); Serial.println(T);
```