

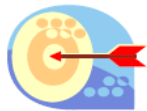
## 10a. Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth



### Cuprins



### Introducere



### Obiective



### Durata medie de studiu individual

#### Cuprins modul

- 10a.1. Introducere
- 10a.2. Transmisii cu protocoale proprietare
- 10a.3. Transmisia datelor prin GPRS
- 10a.4. Bluetooth

Modulul “**Interfețe pentru comunicații wireless**” face o prezentare a mai multor tipuri de interfețe wireless cu caracteristicile lor pentru ca studenții să poată alege interfața potrivită pentru o anumită aplicație. În acest modul se arată cum pot fi utilizate comenzile AT și simplificarea adusă de acestea. Studenții nu trebuie să învețe caracteristicile tehnice prezentate în acest modul, ele sunt folosite doar pentru comparații. Modulul justifică și partea teoretică a cursului, arătând că problema conectării unui modul wireless se reduce de cele mai multe ori la cuplarea pe o interfață serială, paralelă sau pe magistrală. Pentru ca lectura să fie mai plăcută sunt prezentate și câteva aspecte de istorie.

Scopul final al modulului este ca studenții să înțeleagă că problema cuplării unei interfețe wireless nu este atât de complexă cum pare, mai ales dacă se utilizează comenzile AT. Studenții vor înțelege necesitatea studiului anterior detaliat al interfețelor seriale și paralele și a protocoalelor fundamentale la nivel de bit. După parcurgerea acestui modul studenții vor putea să aibă o imagine generală asupra variantelor de transmisii wireless și să aleagă interfața wireless potrivită pentru o aplicație.

Obiective specifice:

1. Învățarea noțiunii de protocol cu aplicare la transferul de date;
2. Cunoașterea unor tipuri de transmisii wireless ca structură, protocol și interfețe tipice;
3. Înțelegerea noțiunilor prin exemplificări practice.

Durata medie de studiu individual este de 2 ore.

### 10a.1.Introducere

Multe dintre aplicațiile cu microcontroller necesită o transmisie de date fără fir. Comunicațiile fără fir înseamnă transferul informației prin intermediul câmpului electromagnetic în gama de frecvență 9kHz-300GHz. Spectrul electromagnetic este o resursă publică și alocarea gamelor de frecvențe pentru diferite transmisii se realizează de către organisme naționale și internaționale. În spectru există benzi de frecvență pentru care trebuie licență și benzi libere, așa cum este banda ISM (Industrial, Scientific and Medical - 2,4GHz).

Istoricul transmisiilor fără fir începe cu David E. Hughes care a transmis codul Morse în 1878 cu o bobină parcursă de curent electric și a patentat invenția. În urma acestui patent s-a născut compania Western Union Telegraph. Thomas Alva Edison (1847 – 1931), un prolific inventator, care a inventat becul cu incandescență, microfonul etc. a inventat în 1888 o metodă de transmisie fără fir cu ajutorul unui magnet vibrator, invenție patentată și aplicată la căile ferate. Heinrich Rudolf Hertz (1857 –1894) a avut realizări importante în domeniul teoriei câmpului electromagnetic. A demonstrat teoretic posibilitatea transmisiei radio dar nu a realizat experimente. Nikola Tesla (1856 – 1943) a avut realizări experimentale deosebite, cum ar fi de exemplu realizarea unui model de vapor telecomandat de la distanța de câțiva kilometri, a construit antene, sisteme de transport al energiei fără fir etc.

Actrița Hedy Lamarr, o vestită frumusețe de la Hollywood, numită de contemporani cea mai frumoasă femeie a lumii a devenit vestită în urma filmului Ecstasy, unde apărea nud, prima apariție nud în cinematografie. În cel de-al doilea război mondial rachetele și torpilele începuseră să fie ghidate prin radio, dar bruierea semnalului făcea ca ghidarea să nu reușească. Hedy Lamarr care a privit multă vreme activitatea navelor în porturi a inventat în 1942 un mod de a schimba frecvențele de transmisie foarte repede în timpul transmisiei pentru ca transmisia să nu poată fi bruiată. Schimbarea frecvenței se făcea prin programul înscris pe un tub, ca și cel al flașnetei. Invenția a fost făcută cu 20 de ani prea devreme. Prima aplicație a fost realizată de armata SUA în timpul crizei rachetelor din Cuba, metoda de salt de frecvență fiind folosită la ghidarea rachetelor. Astăzi, metoda este folosită la WLAN, Bluetooth, ghidarea rachetelor, comunicații prin satelit etc. Această invenție istorică, cunoscută de puțină lume dovedește că pasiunea pentru noutate și patriotismul nu sunt doar vorbe.

Există în prezent o mare varietate de transmisii fără fir. Alegerea uneia sau alteia se face în funcție de aplicație. Dacă este nevoie ca transferul de date să fie între două module cu microcontroller la distanță mică și aplicația trebuie să fie ieftină atunci se pot folosi protocoale proprietare implementate în module ieftine. Dacă este vorba de un aparat care transmite date direct în Internet și este situat mai departe de oraș atunci se poate folosi o

transmisie GPRS. Dacă receptorul de date este un PDA sau un telefon mobil și distanța de transmisie este mică atunci o transmisie Bluetooth este cea mai potrivită. Necesitatea integrării într-o rețea de măsură existentă poate obliga proiectantul să aleagă metoda folosită în rețea, de exemplu ZigBee. O transmisie cu debit mare de informație poate determina alegerea unei transmisii WLAN, costurile fiind însă mai mari ca la variantele anterioare. În consecință, principalele criterii de alegere a metodei de transmisie sunt:

- Distanța de transmisie;
- Debitul de informație;
- Restricții determinate de conectarea la o rețea existentă;
- Poziția geografică;
- Costurile admisibile.

Partea de programare a modulelor wireless este ușurată dacă se folosesc comenzi AT. Comenzile AT sunt șiruri de date care încep cu prefixul AT și pot fi trimise modulului cu un program cum este de exemplu Hyper-Terminal din Windows dacă modulul este conectat la un PC prin interfața RS232 sau direct de la microcontroller. Conectarea la un PC este utilă în faza inițială de punere la punct a părții software. După ce programul a fost pus la punct se programează microcontrollerul care comunică cu modulul GPRS tot prin interfața serială RS232, cu aceleași comenzi AT.

### **10a.2. Transmisii cu protocoale proprietare**

Pentru a realiza o transmisie simplă de date la distanțe de câteva zeci de metri, cu debit mic de informație și care nu trebuie să fie interconectată printr-un anumit standard într-o rețea de date se pot folosi module sau interfețe cu protocol proprietar. Consultând pagina web a unei firme de componente ([www.adelaida.com](http://www.adelaida.com)) se pot găsi multe asemenea module, cu prețuri variind între 6 și 50 de dolari la cumpărarea unei bucăți.

Perechea de circuite RFM01 (receptor) și RFM02 (emițător), figura 10.1 sunt echipate cu interfață SPI, lucrează în banda 433MHz iar debitul de informație maxim este de 115,2Kbps la o distanță de maximum 300m. Modulația datelor este FSK, receptorul conține o buclă PLL și poate fi alimentat între 2,4V și 5,4V, făcând posibilă realizarea de module portabile, alimentate de la două baterii. Dimensiunile mici de 18mm x 14mm x 9mm asigură posibilitatea miniaturizării aplicațiilor. Receptorul are protecție la subtensiune și poate asigura reglajul automat al unor parametri ai antenei.

Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth

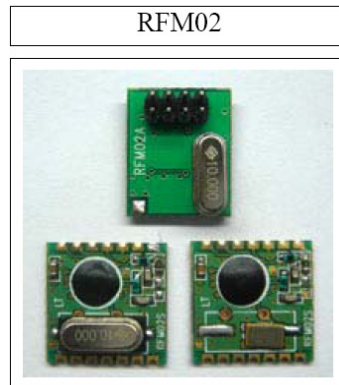


Figura 10.1. Circuite RFM (sursa <http://www.adelaida.ro/module-comunicatii-radio-rf/>)

Schemele simple a receptorului din figura 10.2 și a transmițătorului în figura 10.3 arată simplitatea interconectării cu un microcontroller din familia ATmega.

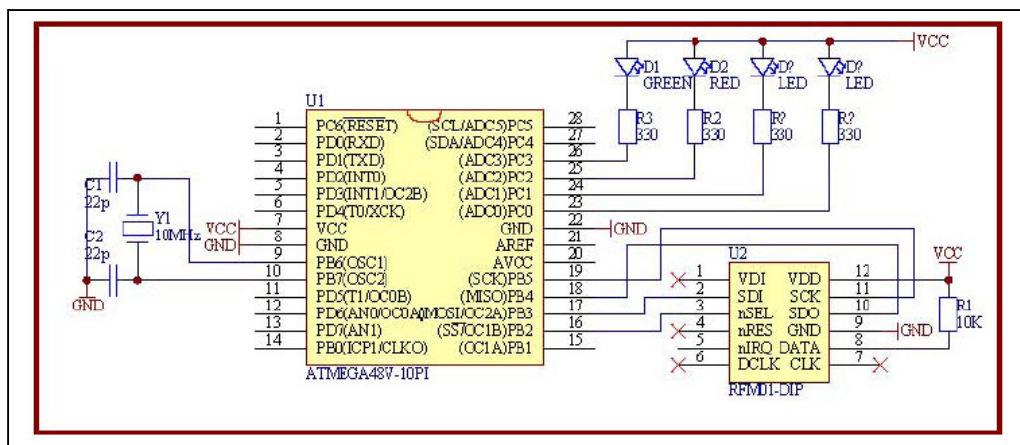


Figura 10.2. Receptor cu RFM01 (sursa [www.mikrocontroller.net](http://www.mikrocontroller.net))

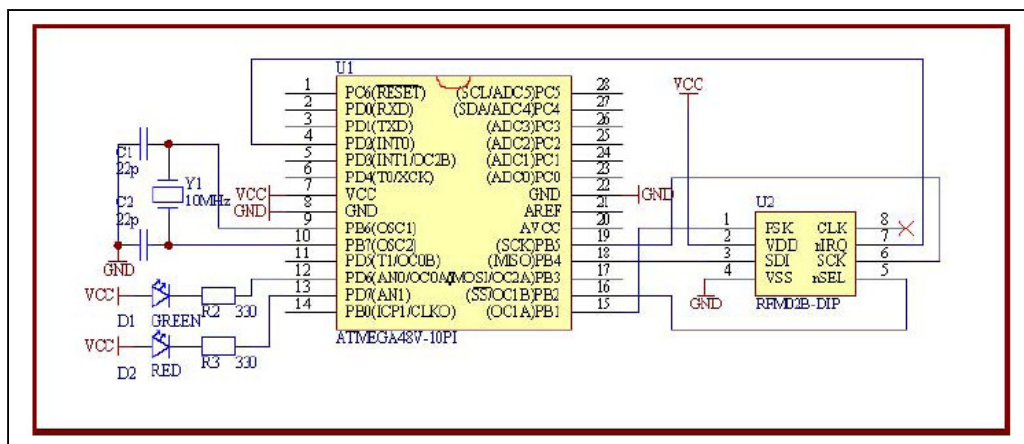


Figura 10.3. Transmițător cu RFM02 (sursa [www.mikrocontroller.net](http://www.mikrocontroller.net))

Poate cea mai simplă soluție este folosirea perechii de circuite hibride TLP434A/RLP434, figura 10.4:

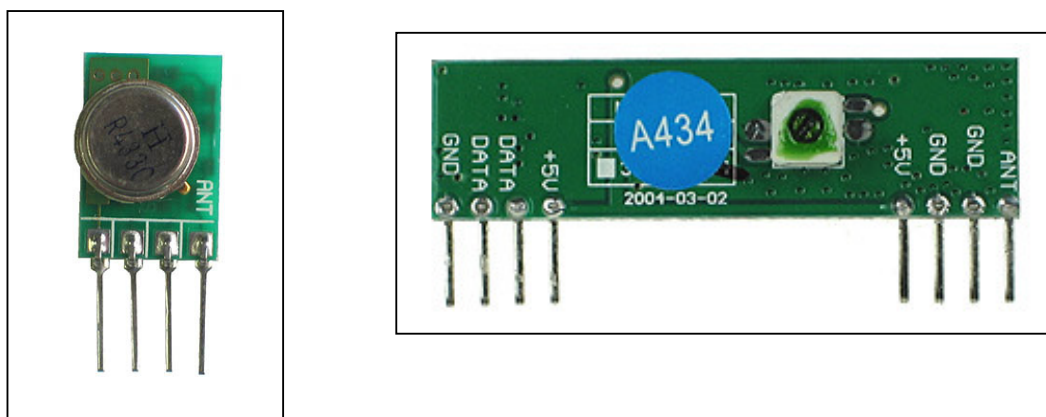


Figura 10.4. Circuite TLP434A (stânga) și RLP434 (dreapta), sursa [http://www.coolcircuit.com/project/rf\\_remote/](http://www.coolcircuit.com/project/rf_remote/)

Frecvența de lucru este 433,92MHz, debitul maxim este de 4,8Kbps la o distanță de maximum 200m cu o antenă adaptată. Tensiunea de alimentare este de 3V-12V iar interfața cu microcontrollerul este serială. Modulația datelor este ASK iar prețul unui circuit este sub 6 dolari. Un proiect realizat cu această pereche de circuite este dat în [http://www.coolcircuit.com/project/rf\\_remote/](http://www.coolcircuit.com/project/rf_remote/), datele seriale transmise fiind codate Manchester de un microcontroller PIC12F509. Schema este extrem de simplă.

O altă variantă este circuitul HM-TR (figura 10.5) construit de Hope Microelectronics Co. Ltd. (<http://www.hoperf.com/>) care conține un receptor și un transmițător pe aceeași placă care pot asigura comunicația half duplex între două puncte, interfața fiind RS232.

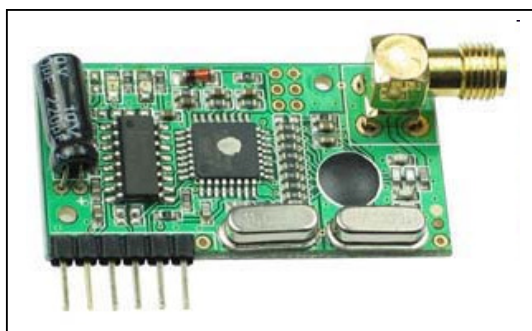


Figura 10.5: Circuitul HM-TR, RS232, half duplex, sursa <http://www.hoperf.com/>

Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth

Circuitul lucrează în banda de frecvențe între 310,24Mhz și 929,27MHz, deci se poate lucra la 433MHz sau 868MHz., modulația fiind FSK. Debitul maxim este de 19,2Kbps, dimensiunile modului fiind 24x43mm. Distanța maximă determinată într-un spațiu fără obstacole este de 330m. Denumirea circuitului HM-TR 433/RS232 sau HM-TR 866/TTL sugerează frecvența de lucru și nivelele de tensiune de interfață (RS232 sau TTL).

### 10a.3.Transmisia datelor prin GPRS

Datorită necesității de a putea avea acces la informație și de a fi totodată mobil, s-a recurs la folosirea terminalelor mobile GSM pentru transmisii de date. Comunicațiile de date prin intermediul rețelelor de telefonie mobilă au devenit mult mai eficiente în momentul în care a fost împrumutată o idee de la rețelele de calculatoare, cea a comutației de pachete. Informația este încapsulată în pachete care circulă prin intermediul unor echipamente de rețea până la destinație. Adresele sursei și destinației sunt conținute în pachet. Astfel a luat naștere GPRS (General Packet Radio Services).

Rata de transfer maximă care se poate obține prin GPRS este de 171,2 kbps adică 21.4kBps. Transferul datelor poate fi efectuat prin UDP (User Datagram Protocol), sau prin TCP/IP. Avantajul transferului prin TCP/IP constă în faptul ca pachetele ajung la destinație în ordinea în care au fost transmise și există o garanție a transmisiei corecte a pachetelor.

Sistemul de transmisie GPRS este pus la dispoziție de operatorii de telefonie mobilă și datele achiziționate sunt trimise la un server al utilizatorului. Fiecare modul GPRS trebuie să aibă un card SIM furnizat de operatorul de telefonie mobilă cu un tip de abonament sau în sistem pre-plătit pentru transferul de date. Tarifele sunt de regulă funcție de traficul realizat.

În aplicațiile realizate la proiecte de diplomă au fost folosite două tipuri de module GPRS, produse de TELIT, modelul GM862-GPRS și modelul EZ10. Ambele modele sunt echipate cu interfețe RS232, figura 10.6:



Figura 10.6. Modulul GPRS GM862 (stânga) și EZ10 (dreapta) (sursa [www.telit.com](http://www.telit.com))

## Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth

EZ10 este un modul GPRS/GPS construit ca ansamblu separat de placa cu microcontroller la care se conectează prin o conexiune serială RS232. Modulul este construit pe baza circuitului GM862, având suplimentar și funcția de GPS. EZ10 administrează intern stiva TCP-IP și ușurează astfel implementarea aplicației. Alimentarea modulului se face de la un alimentator extern. Caracteristicile principale ale modulelor GPRS sunt: Dual Band 900-1800MHz, EASY GPRS (comenzi AT incluse), RS232 UART, nivele CMOS la GM862 și RS232 la EZ10, auto-bauding de la 2.4 până la 57.6 Kbps, interfață card SIM, 3V și 1.8V, Maxim 13 x GPIO porturi, 2 convertoare A/D, agendă numere de telefon, este suportat codul PUK2 pentru condiția de blocare, audio integrat, posibilitatea de lucru cu SMS, GPS integrat (în EZ10).

Conexiunea modulului TELIT cu microcontrollerul se face prin interfața serială RS232, comunicația fiind bazată pe comenzi AT. La activarea conexiunii GPRS trebuie specificați parametrii rețelei și numărul de telefon apelat și se stabilește o conexiune între modem și un server de date (nu se poate stabili o conexiune între două modemi GPRS). Conectarea cu o aplicație aflată pe un server se realizează astfel:

- Cu o comandă AT se setează proprietățile GPRS pentru a permite modemului GPRS să activeze conexiunea GPRS ori de câte ori este nevoie de un transfer de date;
- Cu o comandă AT se setează parametrii de autentificare, nume utilizator și parolă care vor fi folosiți pentru validarea conectării;
- Cu o comandă AT se definesc portul de conectare la server și protocolul UDP sau TCP-IP;
- Se pornește conexiunea cu o comandă de formare a numărului și conectare.

Comenzile utilizate la conectare sunt:

1. **AT**- Comandă vidă, va întoarce întotdeauna răspunsul OK
2. **AT#USERID[=<user>]** – se trimite numele rețelei pentru autentificare, folosită sub forma **AT#USERID="net.vodafone.ro"** (autentificare)
3. **AT#PASSW= <pwd>** - se trimite parola pentru autentificare, folosită sub forma **AT#PASSW="vodafone"** (parolă)
5. **AT+CPIN[=<pin> [,<newpin>]]** – se trimite codul PIN, folosită sub forma **AT+CPIN=2649** (cod PIN)
6. **AT+CREG=?** - Dupa ce se introduce codul PIN al cartelei SIM se asteapta până când se efectuează conectarea. Comanda a fost folosita în forma: **AT+CREG?**
7. **AT+CGDCONT=1** - Se utilizează o conexiune IP prin serverul GGSN cu numele „net.vodafone.ro” fără o compresie a datelor sau a header-ului pachetelor.

Comanda a fost folosită în forma:

**AT+CGDCONT=1,"ip","net.vodafone.ro","0.0.0.0",0,0**

Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth

9. **AT#GPRS=[<mode>]** – activare GPRS cu 1, dezactivare cu 0, transmisia a fost activată cu **AT#GPRS=1** . **AT#GPRS?** interoghează starea modemului
10. **AT#SKTD=0** - Tipul socketului folosit este TCP, numărul portului pe care ascultă serverul este 2222, adresa de IP a serverului este „86.125.93.184” iar conexiunea se închide când serverul închide portul. Comanda a fost folosită în forma: **AT#SKTD=0,2222,"86.125.93.184",0**

După această secvență urmează transmiterea datelor. Practic tot ce primește modulul prin USART va fi transmis către server urmând ca după închiderea conexiunii modulul să fie trecut în stare oprită. O listă completă a comenzilor AT se poate găsi în documentațiile TELIT, de exemplu în ([www.semiconductorstore.com/pdf/newsite/Telit/GM862-GPS/GM862-GPS\\_Software\\_User\\_Guide\\_r4.pdf](http://www.semiconductorstore.com/pdf/newsite/Telit/GM862-GPS/GM862-GPS_Software_User_Guide_r4.pdf)). Oprirea sa se va face hardware. Transferul de date între modulul cu microcontroller și modemul GPRS are loc în aplicațiile realizate astfel:

- Unitatea de procesare selectează prin intermediul circuitului de selecție ieșirea USART-ului către modemul GPRS.
- Unitatea de procesare activează modemul.
- Unitatea de procesare inițializează înregistrarea în rețeaua GSM a modemului și conectarea la GPRS.
- Unitatea de procesare transmite efectiv pe USART datele de transmis. Aceste date vor fi transmise prin intermediul modemului la server-ul cu o anumită adresă IP. Pe acest server este rulat un program ce ascultă și primește pe portul 2222 pachete prin TCP/IP. Aceste pachete conțin ca identificator codul IMEI (International Mobile Equipment Identity – Identitatea Internațională a Echipamentului Mobil) al modemului, cod ce este unic. Ca măsură de siguranță, acest cod este căutat într-o listă în care se află toate codurile IMEI ale echipamentelor ce vor fi utilizate, iar dacă codul IMEI nu se află în lista echipamentelor va închide conexiunea.
- Unitatea de procesare dezactivează modemul;

Aplicațiile GPRS sunt mai simplu de implementat decât pare la prima vedere, aceasta datorită în primul rând programabilității medemurilor GPRS cu comenzi AT (Easy GPRS). Nu este necesară cunoașterea traseului datelor până la serverul utilizatorului, singura condiție pusă serverului fiind să aibă atribuit un IP fix. Transmisia GPRS se pretează la aplicații în care nu există un receptor în apropierea punctului de culegere de date dar există acoperire de telefonie mobilă.

#### 10a.4. Bluetooth

Prin Bluetooth se realizează transferuri de date pe distanțe scurte între un calculator și diverse echipamente periferice, de exemplu căști, telefoane mobile, playere, imprimante,



## Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth

camere video, GPS etc. Numele provine de la numele unui rege danez, Blatand din secolul 10 care a unit triburile scandinave. Modulația datelor este asemănătoare cu cea de la WLAN, adică împărțirea spectrului alocat în mai multe canale și o modulație GFSK (Gaussian Frequency-Shift Keying) a datelor pe fiecare canal. În modul de transmisie de date salturile de frecvență sunt 1600/s, iar în modul de descoperire poate fi de 3200/s pentru a micșora timpul de conectare. Spectrul alocat este situat în banda de 2,4GHz, între 2,402GHz și 2,480GHz. Distanța de transmisie este de uzual de 1m, viteza fiind de 1Mbps, dar există unele dispozitive cu putere mai mare de emisie care asigură distanțe până la 100m. Conectarea unui dispozitiv Bluetooth la un calculator gazdă se realizează printr-un software de descoperire.

Există două variante de implementare a unui sistem înglobat cu transmisie Bluetooth, prin utilizarea unei interfețe Bluetooth conectate la un microcontroller existent sau utilizarea unui microcontroller cu Bluetooth integrat. Momentan prima soluție este preferată asigurând o viteză de implementare mai mare și costuri mai mici.

Interfața Bluetooth de la Rayson BTM222, figura 10.7, conține un nucleu BlueCore4 cu interfețe de conectare SPI, UART, USB și o interfață PCM (Pulse Code Modulation) pentru conectarea unui modul audio. De la nucleu datele sunt emise printr-un amplificator de putere prin antenă, iar datele recepționate sunt amplificate cu un LNA. Alimentarea de putere și cea a nucleului sunt diferite.

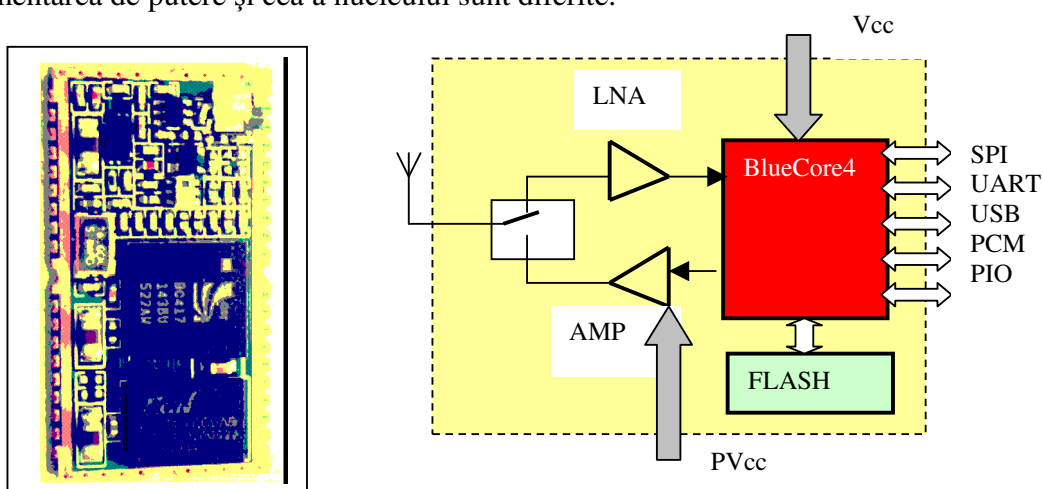


Figura 10.7. Interfața Bluetooth, aspect (stânga) și schema bloc (dreapta) (sursa <http://www.tme.eu/ro/details/btm-222/module-bluetooth/rayson/>)

Interfața asigură transfer Bluetooth versiunea 2 cu EDR (Enhanced Data Rate) de până la 3Mbps. Sunt posibile moduri de lucru cu economie de energie. Alimentarea este între 3V și 3,6V, puterea de emisie fiind de 18dBm.

Interfețe pentru comunicații wireless: protocoale proprietare, GPRS, Bluetooth

Un alt modul Bluetooth care poate fi utilizat în aplicații cu microcontrollere este adaptorul serial LM058, figura 10.8. Acest adaptor este conform cu specificațiile v2.0+EDR, și asigură o distanță de transmisie de 100m, viteza maximă fiind de 115,2kbps dar și 230,4kbps cu tact transmis. Alimentarea poate fi realizată cu un alimentator de 5V, prin cupla USB sau de la un semnal serial nefolosit.



Figura 10.8. Adaptorul Bluetooth serial LM058 (sursa [www.farnell.ro](http://www.farnell.ro))

Modulul poate fi programat cu comenzi AT. Lista completă a comenzilor AT este dată în foile de catalog. Câteva comenzi AT sunt:

AT – verificare

AT+ENQ – afișează toate setările, cele de Bluetooth și de RS232

AT+ACON – validează conectarea automată

AT+CONN =xxxxxxxxxxxxx– stabilește o conexiune cu dispozitivul a cărui adresă este xxxxxxxxxxxx

AT+FIND – caută un dispozitiv Bluetooth timp de un minut

AT+NAME – stabilește un nume pentru un dispozitiv Bluetooth

AT+PIN – trimite codul PIN

AT+RESET – inițializează dispozitivul

AT+BAUD – stabilește viteza de comunicație prin RS232

Un microcontroller complex Bluetooth este Atmel AT76C551 bazat pe un nucleu ARM7. Microcontrollerul prototip este echipat cu interfețe USB, UART și PCMCIA și se folosește la punerea la punct a aplicațiilor. Pentru producția în serie se fabrică microcontrollere cu una dintre interfețe. Microcontrollerul poate fi folosit la realizarea adaptoarelor USB Bluetooth pentru calculatoare desktop, adaptoare PCMCIA pentru notebook-uri, adaptoare USB pentru imprimante, adaptoare pentru camere digitale, telefoane mobile, PDA etc.



### Rezumat

Acest modul prezintă pe scurt câteva interfețe wireless: cele mai simple interfețe care au un protocol proprietar, GPRS și Bluetooth. La fiecare tip de interfață este prezentat un scurt istoric și se propun cele mai simple variante de implementare. Programarea acestor interfețe este simplă dacă se folosesc comenzi AT, așa încât sunt prezentate aceste comenzi la circuitele care admit acest tip de programare. Modulul demonstrează că implementarea unui transfer de date wireless este mai puțin dificilă decât se așteaptă studenții. Conectarea unei interfețe specializate wireless necesită cunoașterea interfețelor paralelă și serială și înseamnă realizarea unei interfațări simple hardware și implementarea software a protocolului de comunicație.



### Bibliografie

1. M. Romanca, P. Ogrutan, *Sisteme cu calculator incorporat. Aplicații cu microcontrollere*, Editura Universității Transilvania Brașov, 2011, pag. 1-4 online la: <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrollere2011/7-aplicatii%20mobile.pdf>
2. P. Ogruțan, C. Gerigan, N. Banciu “Memorii, interfețe și periferice. Interfețe specializate”, Ed. Transilvania Brașov, 2003, 190 pagini, ISBN 973-635-118-1
3. C. Gerigan, P. Ogruțan, "Tehnici de interfațare", Ed. Transilvania Brașov, 2000, 315p., ISBN 973-9474-94-2

## Test de autoevaluare



**1. Pentru a realiza o transmisie simplă de date se pot folosi module cu protocol proprietar. Care dintre afirmațiile următoare sunt adevărate:**

**R**

- (a) Interfața RS232 este preferată față de SPI pentru că asigură o viteză mai mare
- (b) Avantajul acestei transmisii simple este integrarea simplă într-o rețea de comunicații
- (c) Costurile de implementare sunt mici
- (d) Banda de frecvențe utilizate în transmisie este o bandă care nu necesită licență

**I. Vezi pagina 3, 4, 5**

**2. Avantajele transmisiei GPRS sunt:**

**R**

- (a) Asigură costurile cele mai mici dacă transmisia este la distanțe sun 100m
- (b) Asigură transferul de date de la un terminal mobil la un calculator cuplat în Internet
- (c) Calculatorul destinație a datelor poate avea IP alocat dinamic
- (d) Viteza de transfer este aproape cât cea obținută prin Ethernet

**I. Vezi pagina 6,7,8**

**3. Adaptorul serial Bluetooth LM058 asigură o viteză maximă de transmisie de 115,2kbps dar și 230,4kbps cu refacerea tactului din date**



adevărat

fals

**I. Vezi pagina 10**

**R**

**Răspunsuri corecte:**

1. c, d, pagina 3, 4 și 5 și tabelul de la pagina 17
2. b, pagina 8, jos
3. fals, viteza superioară se asigură prin transmisia tactului, pagina 10