

## 10b. Interfețe pentru comunicații wireless: ZigBee și RFID



### Cuprins modul

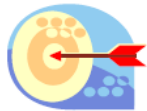
- 10b.1. Zigbee
- 10b.2. RFID
- 10b.3. Concluzii

### Cuprins



### Introducere

Modulul “**Interfețe pentru comunicații wireless**” face în partea a doua o descriere a interfețelor ZigBee și RFID. Concluziile arată un tabel sugestiv care conține caracteristicile modurilor de transfer și încurajează studenții să abordeze interfețele wireless. Cele două părți ale acestei tematici cuprind descrierea câtorva tipuri de interfețe wireless care pot fi implementate cu ușurință de studenți în aplicații cu microcontrollere.



### Obiective

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.

După parcurgerea acestui modul studenții vor putea să:

- Cunoască interfețele ZigBee și RFID;
- 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

Durata medie de studiu individual este de 2 ore.

### 10b.1.Zigbee

Transmisia ZigBee este o transmisie wireless mai ieftină decât Bluetooth, asigură un consum mai redus de energie și dimensiuni mici dar asigură și un debit mai mic de date. Numele se pare că provine de la zborul în zig zag al albinelor care își transmit date referitoare la poziția sursei de hrană. Acest tip de transmisie se pretează la aplicații de tip rețea de senzori (rețele *mesh*). Prima apariție a ZigBee a fost în 1998, ca urmare a nevoii de o interfață mai ieftină decât Bluetooth pentru aplicații cu mulți senzori în care rețeaua se autoconfigurează la intrarea sau ieșirea unor senzori din activitate. Ca aplicații se pot menționa sisteme de senzori în domeniul casnic (incendiu, fum etc.), industrial, medical pentru urmărirea datelor provenite de la un pacient, în telecomunicații etc. Banda alocată este 2,4GHz, dar și alte 2 benzi folosite în diferite țări. Modulația este în cuadratură, QPSK și asigură 250kbps la o distanță uzual până la 70m. Intervalul de bandă folosit este între 2,405GHz și 2,480GHz, împărțit în canale de 5MHz. Modulele ZigBee pot lucra în modul punct la punct sau punct la multipunct și o rețea de astfel de dispozitive necesită un dispozitiv cu funcția de coordonator. Rețeaua *mesh* permite conexiuni radio de date între dispozitive mai îndepărtate decât raza de acțiune radio prin interpunerea unor noduri ZigBee intermediare iar defectarea unui nod poate fi transparentă prin preluarea sarcinilor de alt nod. Zigbee a fost standardizat de IEEE cu numele IEEE 802.15.4.

XBee asigură o rată de transfer de 250kbps la distanțe de maximum 100m în spații închise și 1,6km în spații fără obstacole, iar datele sunt furnizate printr-o interfață serială care admite și comenzi AT, viteze posibile fiind între 1200bps și 1Mbps. Comunicarea radio poate fi criptată (AES) iar corectitudinea transmisiei este asigurată de un mecanism de confirmare (ACK) și reîncercare. Puterea de emisie este de maximum 50mW (17dBm) la 2,4GHz. Pentru legătura cu senzorii modulul are 10 pini de I/O și un canal de conversie A/D pe 10 biți. Tensiunea de alimentare poate fi între 2,1V și 3,3V, curentul maxim (în cazul transmisiei) fiind de 295mA. Există și variante de module cu consum mic și rază de transmisie mai mică.

Aceste module pot realiza o rețea *mesh* și astfel se pot implementa rețele cu proprietăți de descoperire a noilor dispozitive, eliminarea dispozitivelor defecte etc. Astfel modelul XBee-PRO asigură doar o comunicație punct la punct iar XBee Znet poate fi interconectat într-o rețea *mesh*.

Modulele XBee realizează o interfață ZigBee conform standardului IEEE 802.15.4, lucrează la frecvența de 2,4GHz și sunt destinate pentru funcția de senzor în rețele wireless, având ca și caracteristici preț mic, putere consumată mică (63mW) și fiabilitate ridicată, figura 2.3.4. stânga. Distanța maximă de transmisie este 30m în interior și 90m în exterior dar există module de putere mai mare care asigură transmisia pe distanțe mai mari de până la 1600m, la un debit al informației de 250kbps.

Modulul Xbee conține un convertor AD integrat și are un set de 8 linii care pot fi configurate ca linii digitale de I/O sau intrări pentru conversie AD. Circuitul dispune și de un generator PWM integrat. Semnificația pinilor este dată în figura 10.9. dreapta.

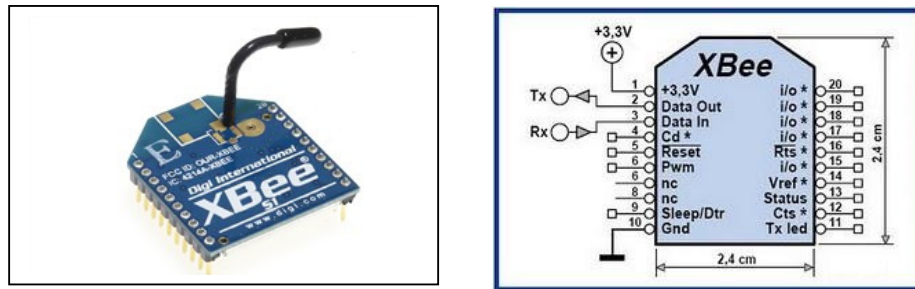


Figura 10.9. Xbee (sursa <http://www.digi.com/controls/products/wireless-wired-embedded-solutions/>)

Implicit modulul funcționează în modul transparent în care tot ce se trimite/recepționează pe interfața serială este emis/ recepționat RF. Pentru a trece în modul de comenzi AT se trimit trei caractere + succesiv. Reluarea modulului transparent se face cu comanda ATCN. Un exemplu de programare a adresei modulului este:

Comanda AT	Răspuns	Rezultat
+++	OK	intrare în mod comenzi AT
ATDL <Enter>	adresa curentă	se afișează valoarea curentă a adresei
ATDL1A0D <Enter>	OK	se trimite adresa dorită
ATWR <Enter>	OK	se scrie informația în memorie
ATCN <Enter>	OK	ieșire din modul de comenzi AT

Un alt exemplu este comanda ATD6 P, unde P este un parametru care poate fi 0-5 prin care se stabilește dacă pinul 5 al circuitului este cu funcția de RTS, intrare analogică, pin de I/O etc.

### 10b.2.RFID

Identificare prin frecvență radio (*Radio-Frequency Identification* sau RFID) este o metodă de identificare automată care se bazează pe stocarea și regăsirea datelor la distanță, folosind dispozitive numite etichete RFID (*tag RFID*) și transmițătoare RFID. Tehnologia necesită o cooperare a unui aparat cititor de RFID cu eticheta RFID. O etichetă RFID este un obiect mic sau foarte mic (sub 1 mm x 1 mm) care poate fi aplicat sau încorporat într-un produs, animal, sau chiar persoană, cu scopul de identificare și

urmărire, folosind undele radio. Unele etichete pot fi citite de la mulți metri depărtare, chiar mult peste 50 m, iar eticheta se poate afla și în afara razei de vedere a cititorului.

O istorie a RFID scrisă de unul dintre cei care au dezvoltat această tehnologie este dată în lucrarea J. Landt, *The history of RFID*, online la: <http://www.transcore.com/pdf/>). Stockman a scris în 1948 prima lucrare care prevede posibilitatea RFID *Communication by Means of Reflected Power*. În 1960 R. F. Harrington studiază teoretic RFID dar primul patent a fost acordat lui H.W. Cardullo în 1973 pentru o etichetă RFID cu memorie (<http://www.rfidjournal.com/article/view/1338/1/129>) . În 1970 guvernul SUA a început cercetările la Los Alamos pentru un sistem de urmărire a materialelor nucleare, avându-l ca membru pe J. Landt. Preluarea ideii de RFID în comerțul retail a constat în eticheta de un bit- articol plătit sau nu, în 1960. După Los Alamos cercetătorii au fondat propria companie pentru dezvoltarea de aplicații comerciale. Primele etichete au fost realizate cu funcționare la 125kHz, dar frecvența a crescut ulterior pentru a extinde raza de acțiune. În 1999 a fost fondat la MIT Auto-ID Center de câteva companii importante pentru a realiza tag-uri ieftine care se pot atașa pe orice produs. La Auto-ID Center s-au alipit peste 100 de companii până în 2003 și au dezvoltat EPC (Electronic Product Code) și o arhitectură de rețea cu acces Internet pentru gestionarea datelor.

Cele mai multe etichete (tag-uri) RFID conțin cel puțin două părți, figura 10.10:

- un circuit integrat pentru stocarea și prelucrarea de informații, modulare și demodulare a unui semnal de radio-frecvență (RF), și alte funcții speciale (*transponder RFID*);
- o antenă pentru recepționarea și transmiterea de semnale radio.



Figura 10.10. Eticheta RFID

Astăzi tehnologia RFID este deja folosită în domenii foarte numeroase. De exemplu în lanțul de aprovizionare al întreprinderilor, pentru a îmbunătăți eficiența inventarelor, pentru urmărirea produselor în cursul fabricației și pentru managementul produselor. Alte exemple de utilizare a RFID sunt:

- măsurarea timpului de la cursele atletice;
- controlul pașapoartelor;
- aplicarea taxelor rutiere pe anumite autostrăzi etc.;

- urmărirea produselor (vacile unei cirezi, cărțile unei biblioteci, transcontainerele pe un vapor);
- urmărirea locomotivelor și vagoanelor la căile ferate;
- autentificarea persoanelor care doresc să intre în zone speciale;
- paza și inventarierea în muzee.

Din cauza miniaturizării permanente a tag-urilor, ajunsă până acolo încât ele sunt din ce în ce mai greu de văzut și recunoscut, a apărut și o problemă gravă, cea a potențialului pentru spionaj în cele mai diverse domenii.

În figura 10.11 se observă cititorul (stânga) care generează un câmp electromagnetic pentru alimentarea transponderului din eticheta RFID. Aceeași bobină este folosită ca antenă pentru transferul de date.

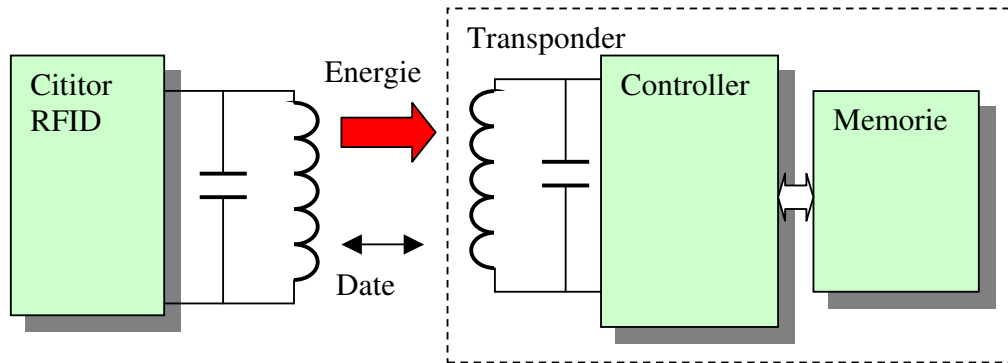


Figura 10.11. Structura sistemului RFID

Etichetele pot fi pasive (ca în figură, cazul cel mai frecvent), ele folosind energia furnizată de cititor, fiind astfel mai mici, mai ieftine și având o viață mai lungă. Pentru extinderea razei de funcționare etichetele pot fi active, având o sursă de alimentare proprie.

Frecvența de lucru poate fi 125kHz care asigură un preț scăzut dar o rată mică de transfer și o etichetă de dimensiuni mai mari. O altă frecvență este de 13,56MHz care elimină dezavantajele de la 125kHz dar costurile sunt mai mari. Alte frecvențe utilizate în prezent sunt cea de 869MHz – 950MHz (funcție de zona geografică) și 2,4GHz, banda ISM în care se aglomerează aproape toate tipurile de comunicații de rază scurtă.

Din punctul de vedere al inițierii transferului există două situații, când eticheta inițiază transferul când intră în zona de acțiune a cititorului (TTF, Tag Talks First) cu dezavantajul că intrarea simultană a mai multe etichete duce la apariția unor întârzieri și a doua situație când cititorul interoghează continuu zona de acțiune și identifică eticheta care intră în zonă (RTF, Reader Talks First).

Cel mai simplu mod de implementare este utilizarea unei interfețe specializate de citire /scriere a etichetelor, cum este cea de la Netronix, H1M-005. Interfața lucrează la

frecvența de 125kHz, poate fi alimentată între 4,1V și 5,5V, asigură un debit de 4kbps la maximum 20cm. Legătura cu un calculator gazdă sau microcontroller se face prin RS232 la viteza de 9600Bd. Conectarea este simplă, ca în figura 10.12:

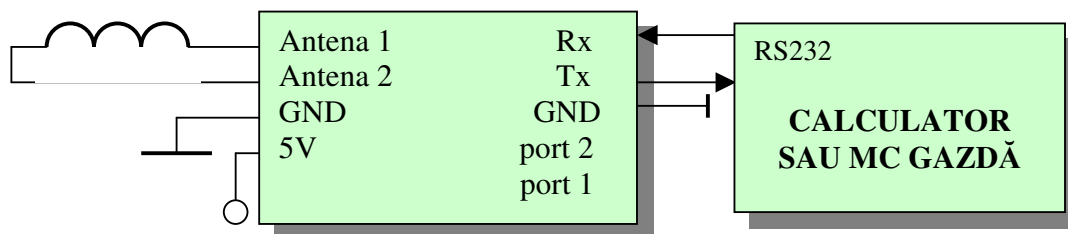


Figura 10.12. Conectarea modulului Netronix HIM-005 (sursa [www.netronix.pl](http://www.netronix.pl))

Formatul comenzii către etichetă și al răspunsului primit sunt date în Tabelul 1 respectiv Tabelul 2:

Tabelul 1

Adresa modulului	Lungime cadru	Comandă	Parametri (1..n)	CRC
1 octet	1 octet	1 octet	n octeți	2 octeți

Tabelul 2

Adresa modulului	Lungime cadru	Răspuns	Parametri (1..n)	Confirmare operație	CRC
1 octet	1 octet	1 octet	n octeți	1 octet	2 octeți

Fiecare etichetă (de tip HITAG1) are o adresă proprie. Dacă adresa pusă de cititor este 00H nu va răspunde nici un modul, dacă este FFH vor răspunde toate modulele aflate în raza de acțiune. Parametri există sau nu în funcție de tipul comenzii. Confirmarea operației specifică în răspuns corectitudinea execuției.

Eticheta este văzută de cititor ca o memorie organizată în 16 blocuri, fiecare bloc are 4 pagini, fiecare pagină are 4 octeți, deci un total de 256 octeți în 64 de pagini. Blocurile 0 și 1 sunt rezervate pentru configurare. Unele blocuri sunt publice, iar altele sunt protejate la citire.

Pentru exemplificare se descriu câteva comenzi și răspunsuri care pot fi trimise de calculatorul gazdă spre HIM-005 prin interfața serială în formatul din Tabelul 1 respectiv Tabelul 2:

- Scriere în etichetă- codul instrucțiunii este A0H, parametri sunt 4 octeți de scris și adresa paginii (sunt 64 de pagini, adresa este între 00H și 3FH). Codul

## Interfețe pentru comunicații wireless: ZigBee și RFID

răspunsului este A1H, ca parametri este dată adresa etichetei și confirmarea operației care este FFH dacă s-a scris cu succes;

- Citirea din etichetă- codul instrucțiunii este A2H, parametru este adresa paginii. Codul răspunsului este A3H, ca parametri este dată adresa etichetei, cei 4 octeți de date citiți și confirmarea operației care este FFH dacă s-a citit cu succes;
- Comanda de cuplare / decuplare a câmpului electromagnetic generat de antenă- codul comenzii este 10H /12H, fără parametri, răspunsul are codul 11H /13H și confirmarea operației FFH;
- Scrierea / citirea unui bit din liniile de I/O locale ale HIM-005- codul comenzii este E0H / E2H, parametru este numărul portului și bitul de scris, codul răspunsului este E1H / E3H, parametru bitul citit și confirmarea operației întotdeauna FFH;
- Setarea amplificării receptorului- codul comenzii este F0H, parametru este amplificarea (0,1,2 sau 3), codul răspunsului este F1H și confirmarea operației întotdeauna FFH.

În figura 10.13 este arătat un model experimental de sistem RFID cu Netronix HIM-005 realizat ca și proiect de licență. În stânga este modulul electronic cu HIM-005 și un microcontroller ca și sistem gazdă, cu antena cuplată și o etichetă HITAG1 în partea de jos a fotografiei. În dreapta este o captură de ecran a softului pus la dispoziție de Netronix pentru citirea / scrierea etichetei.

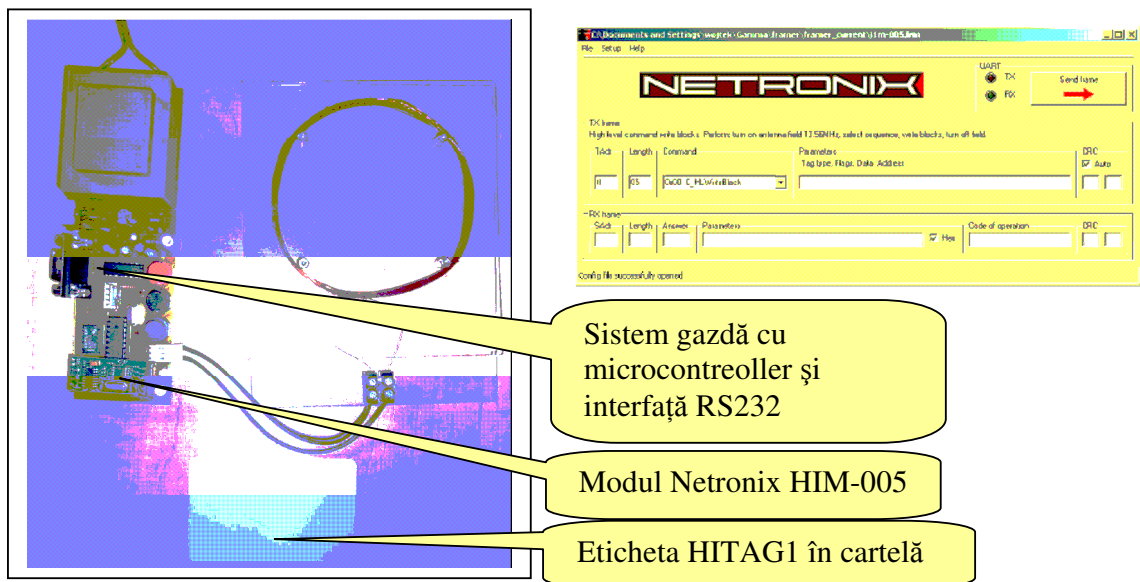


Figura 10.13. Model experimental de sistem RFID cu Netronix HIM-005 (lucrare de diplomă)

### 10b.3. Concluzii

1. Concepția, proiectare și realizarea practică a unei comunicații wireless este mai simplă decât pare, aceasta datorită circuitelor de interfațare specializate. Utilizarea circuitelor specializate micșorează timpul de realizare a unei aplicații – *Time to market*.
2. Concepția unui sistem electronic de comunicații începe cu un studiu pe net în ceea ce privește existența circuitelor specializate (pe paginile constructorilor de circuite- ATMEL, TI, Microchip etc.) apoi disponibilitatea comercială (pe paginile furnizorilor din România- Vitacom, ECAS, Adelaida, Farnell etc.);
3. Interfațarea unui circuit specializat cu un microcontroller se reduce de cele mai multe ori la conectarea printr-o interfață standard serială sau paralelă, de aceea este importantă studierea detaliată a acestor interfețe.

Un tabel comparativ al standardelor parcurse în acest capitol cu avantaje și dezavantaje este dat în tabelul următor:

	<b>ZigBee</b>	<b>GPRS</b>	<b>802.11</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Protocoale proprietare</b>
<b>Aplicații</b>	Monitorizare și control	Rețele internaționale de date și voce	Internet	Conectivitate între dispozitive	Conectivitate între dispozitive
<b>Durata bateriei</b>	Ani	Săptămâni	Săptămâni	Săptămâni	Luni
<b>Viteza</b>	250kps	2Mbps	54Mbps (300Mbps la n)	720kbps	115kbps
<b>Raza</b>	100m	km	100m	100m	200m
<b>Avantaje</b>	Putere și cost mic	Rază mare de acțiune	Viteza	Comoditate	Preț și consum mic, simplitate
<b>Rețea</b>	Posibilă	Acces Internet	Posibilă	Posibilă	Greu de implementat

Prin analiza acestui tabel se pot deduce variantele optime de transmisie radio pentru fiecare aplicație. După alegerea principiului de transmisie se trece la alegerea variantei constructive. În acest capitol sunt prezentate de regulă câte trei variante constructive. Prima, cea mai simplă, care optimizează timpul de realizare a unei aplicații este folosirea unui modul specializat. A doua, un compromis între timpul necesar dezvoltării și costului este folosirea unui circuit de interfață conectat la microcontrollerul aplicației. A treia, care asigură costul cel mai redus al aplicației este utilizarea unui microcontroller care conține integrată interfața de comunicații aleasă. Totuși, în această variantă mai trebuie adăugat de regulă un circuit transceiver (partea de RF).





### Rezumat

Acest modul prezintă pe scurt câteva interfețe wireless: ZigBee și RFID. 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 Universitatii Transilvania Brasov, 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. Modulul Xbee lucrează implicit într-un mod în care tot ce se trimite pe interfața serială este transmis în RF. Modulul poate trece în modul de comenzi AT la o solicitare venită prin interfața serială.**

**R**

adevărat

fals

**I. Vezi pagina 3**

**2. Etichetele RFID pot fi alimentate din câmpul electric generat de cititor, dar pot avea și alimentare proprie. Avantajele alimentării din câmp electric sunt:**

**R**

(a) distanța mai mare de transmisie

(b) costuri mai mici

(c) dimensiuni mai mici

(d) nu este nevoie de capacitor de filtrare a tensiunii de alimentare

**I. Vezi pagina 5**

**3.A fost conceput un termometru ambiental care are un traductor afară și afișarea în casă. Ce sistem de transmisie wireless este utilizabil și care sunt avantajele utilizării lui? Justificați răspunsul.**

**R**

**I. Vezi tabelul din pagina 8.**

**R**

**Răspunsuri corecte:**

1. adevărat, pagina 3
2. b, c, pagina 5
3. Dacă există o rețea de traductori inteligenți varianta optimă (consum mic, distanță mare) este ZigBee. Dacă nu, varianta cea mai ieftină este cu protocol proprietar. Măsurarea temperaturii nu are nevoie de debit mare de transmisie.