


Interfețe de comunicație

- Interfețe seriale
- Interfețe paralele
- Interfețe fără fir

Interfețe fără fir

- IrDA
- Bluetooth
- IEEE 802.11

IrDA (1)

- Consorțiul IrDA – *Infrared Data Association*, www.irda.org
 - Standarde elaborate pentru comunicarea între un calculator și periferice
 - Versiunea 1.0 (1994) provine de la interfața **HP-SIR** (*Hewlett-Packard Serial Infra Red*)
 - Ideea: înlocuirea interfeței seriale → comunicație asincronă, maxim 115.200 biți/s
 - Ratele de transfer au crescut la 16 Mbiți/s, 100 Mbiți/s și 1 Gbit/s

IrDA (2)

- Interfața fizică
 - Impulsuri de lumină invizibilă (infraroșu)
 - Lungimea de undă: 850 .. 900 nm
 - Lumina vizibilă: 400 nm (violet) .. 700 nm (roșu)
 - Distanța: ~ 1 m (putere redusă: 0,2 m)
 - Unghiul conului de lumină: $\pm 15^\circ$.. $\pm 30^\circ$
 - Comunicație bidirecțională semiduplex
 - Viteza inițială: 9.600 biți/s
 - Viteza este negociată între echipamente

IrDA (3)

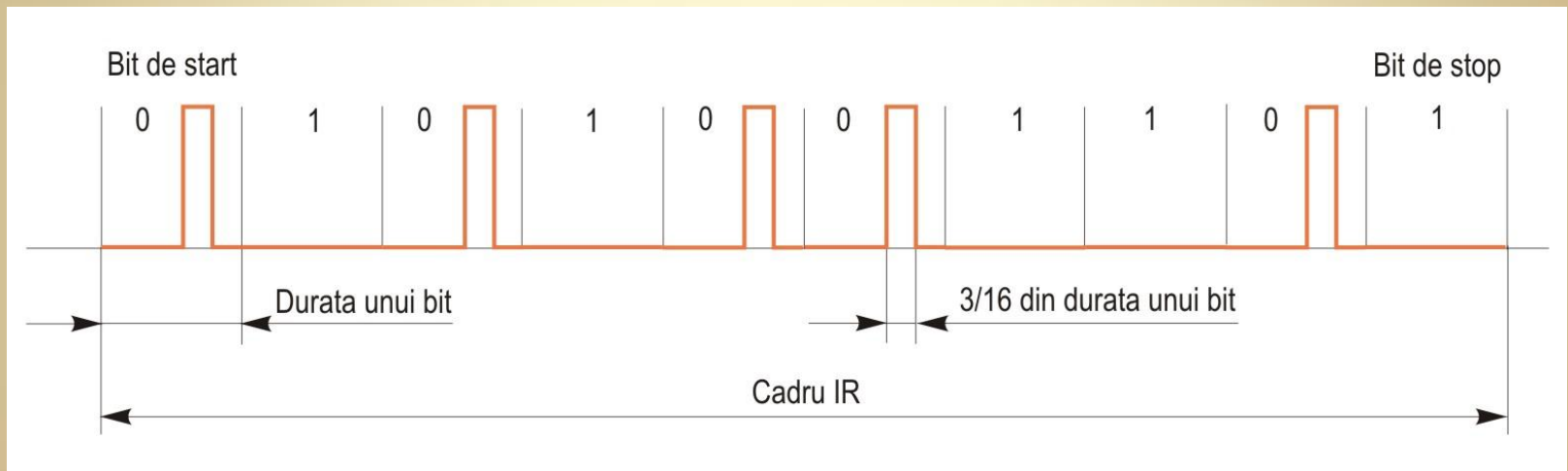
- Categoriile de viteze: SIR, MIR, FIR, VFIR, UFIR, Giga-IR
- SIR (*Serial InfraRed*): vitezele permise de interfața RS-232 (2,4 Kbiți/s .. 115,2 Kbiți/s)
- MIR (*Medium Infrared*): 576 Kbiți/s .. 1,152 Mbiți/s
- FIR (*Fast InfraRed*): 4 Mbiți/s
- VFIR (*Very Fast InfraRed*): 16 Mbiți/s
- UFIR (*Ultra Fast InfraRed*): 96 Mbiți/s
- Giga-IR: 512 Mbiți/s și 1 Gbit/s

IrDA (4)

- Modulația

- Fiecărui bit i se alocă un interval de transmisie (celulă de bit)
 - Pentru 9600 biți/s $\rightarrow 104,2 \mu\text{s}$
 - Pentru 1,152 Mbiți/s $\rightarrow 1,157 \mu\text{s}$
- RZI (*Return to Zero Invert*)
 - Pentru viteze de până la 1,152 Mbiți/s
 - Bitul 0: impuls cu durata de între $1,41 \mu\text{s}$ și $3/16$ din celulă
 - Bitul 1: absența impulsului
 - Pentru șiruri lungi de 1, se inserează impulsuri \rightarrow “*bit stuffing*”

IrDA (5)



IrDA (6)

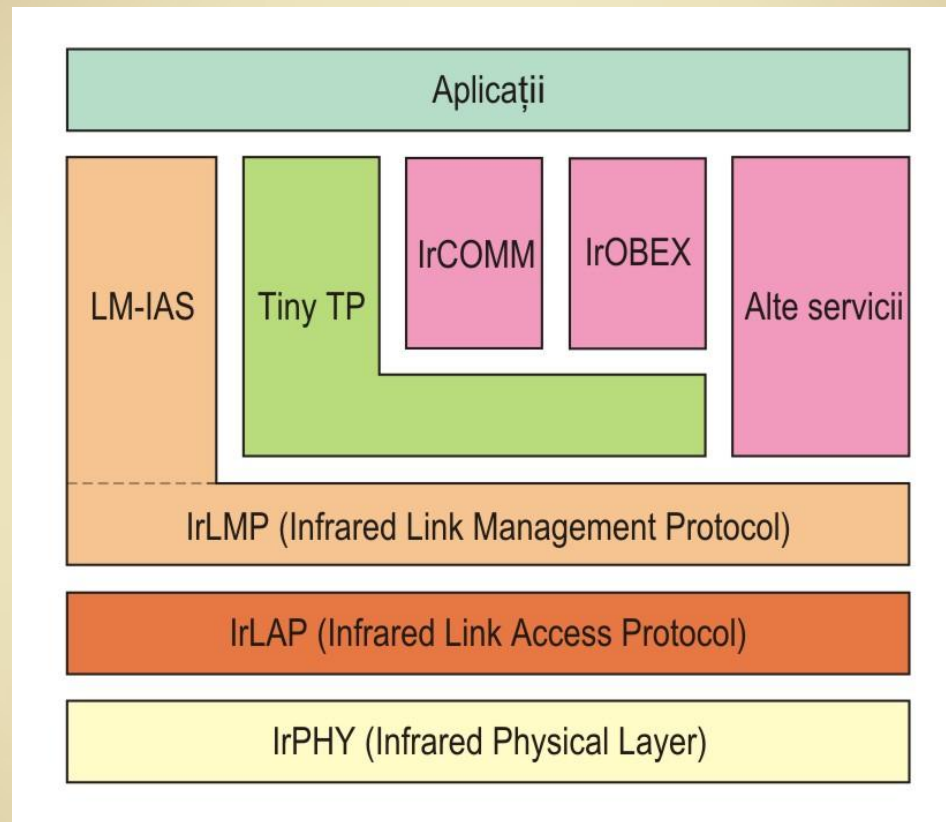
- PPM (*Pulse Position Modulation*)
 - Pentru viteza de 4 Mbiți/s (FIR)
 - Poziția impulsului în celulă codifică o secvență de biți
 - Varianta utilizată: 4 poziții, celule cu 2 biți codificați → 4PPM
 - Intervalul pentru un simbol: $4 \times 125 \text{ ns} = 500 \text{ ns}$

Biți codificați	Simbol 4PPM
00	1000
01	0100
10	0010
11	0001

IrDA (7)

- RLL (1, 13) (*Run Length Limited*)
 - Pentru viteza de 16 Mbiți/s (VFIR)
 - Asigură un consum eficient de energie
 - Factorul de umplere mediu: 26%
- Codificarea 8b/10b
 - Pentru viteza de 96 Mbiți/s (UFIR)
- ASK (*Amplitude-Shift Keying*)
 - Pentru vitezele de 512 Mbiți/s și 1 Gbit/s (Giga-IR)
 - Modulația în amplitudine a unui semnal purtător
 - Se utilizează variantele 2-ASK și 4-ASK

IrDA (8)



- Stiva de protoacoale

IrDA (9)

- IrPHY (*Infrared Physical Layer*)
 - Nivelul fizic
 - Specificații pentru transmițătoare și receptoare
- IrLAP (*Infrared Link Access Protocol*)
 - Nivelul legăturii de date
 - Bazat pe protocolul HDLC (*High-level Data Link Control*)
 - Descoperirea dispozitivelor care pot comunica
 - Rezolvarea conflictelor de adresare

IrDA (10)

- Inițierea comunicației între un dispozitiv primar și un dispozitiv secundar
 - Conexiuni punct la punct sau punct la multipunct
 - Ajustarea parametrilor comunicației în funcție de posibilitățile dispozitivului secundar
- Transferul datelor
 - Detectarea erorilor de transfer
 - Retransmisia datelor eronate
- Controlul fluxului de date
- Deconectarea

IrDA (11)

- IrLMP (*Infrared Link Management Protocol*)
 - Protocolul LM-MUX (*Link Management Multiplexer*)
 - Permite mai multe canale logice multiplexate
 - Conexiuni LSAP (*Link Service Access Point*)
 - Protocolul LM-IAS (*Link Management Information Access Service*)
 - Permite interogarea unui dispozitiv de către un altul pentru determinarea serviciilor disponibile
 - Parametrii pentru stabilirea conexiunii sunt descriși ca attribute ale unui obiect

IrDA (12)

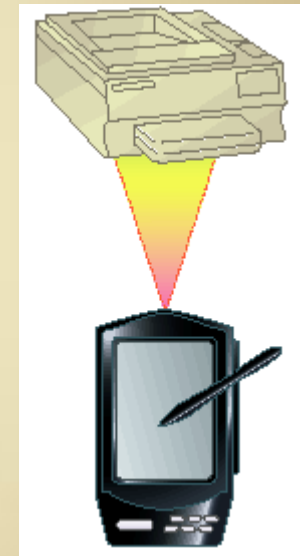
- **TinyTP** (*Tiny Transport Protocol*)
 - Transportul mesajelor prin segmentare și re-asamblare
 - Controlul fluxului de date la nivel de aplicație, deasupra protocolului **LM-MUX**
 - Controlul fluxului de date la nivelul **IrLAP** pentru un canal multiplexat poate conduce la blocaje
- **IrCOMM**
 - Emularea porturilor seriale RS-232 și paralele
 - Aplicațiile existente pot utiliza conexiuni IrDA

IrDA (13)

- IrOBEX (*IrDA Object Exchange Protocol*)
 - Protocol binar care permite transferul simplu al obiectelor de date între dispozitive
 - Obiectele sunt definite în mod flexibil: fișiere, informații de diagnostic, cărți de vizită etc.
- IrTran-P (*Infrared Transfer Picture*)
 - Comunicație pentru aparate foto digitale
 - SCEP (*Simple Command Execute protocol*) stabilește o sesiune bazată pe IRCOMM
 - bFTP (*Binary FTP*) transferă un fișier în formatul UPF (*Uni Picture Format*)

IrDA (14)

- Echipamente IrDA
 - Camere digitale
 - Imprimante
 - Calculatoare portabile (laptop, PDA)
 - Telefoane mobile
 - Aparate ale electronicii de consum
- Avantaje
 - Costuri reduse
 - Energie consumată redusă
 - Viteză ridicată



Interfețe fără fir

- IrDA
- Bluetooth
- IEEE 802.11

Bluetooth (1)



- Specificații elaborate la firma Ericsson
- Specificații formalizate de *Bluetooth Special Interest Group* (1998), www.bluetooth.org
- Permite comunicarea pe distanțe scurte între dispozitive mobile prin unde radio
- Un canal radio este partajat de un grup de dispozitive sincronizate → *piconet*
 - *Master (M)*: asigură ceasul pentru sincronizare cu perioada de $312,5 \mu\text{s}$; *fantă*: $2 \times 312,5 = 625 \mu\text{s}$
 - *Slave (S)*: maxim 7 dispozitive

Bluetooth (2)

- Datele sunt transmise în pachete
 - Durata pachetelor: 1, 3 sau 5 fante
 - *Master*: transmite în fantele cu număr par și recepționează în fantele cu număr impar
- Se utilizează un **semnal purtător** modulat de către datele care trebuie transmise
 - Salt de frecvență: frecvența este comutată de 1600 ori pe secundă → permite evitarea interferențelor
- Transmisie duplex cu divizarea timpului (**TDD** – *Time Division Duplex*)

Bluetooth (3)

- Semnale de ceas
 - Fiecare dispozitiv Bluetooth are propriul ceas intern
 - Dispozitivul M setează frecvența tuturor dispozitivelor S cu care comunică
 - Preambulul fiecărui pachet conține informații pentru sincronizarea ceasurilor
 - Se memorează diferența între frecvențe; nu se modifică frecvențele de ceas ale dispozitivelor S

Bluetooth (4)

- Frecvențe radio

- Se utilizează banda de frecvență alocată pentru echipamente industriale, științifice și medicale (*ISM – Industrial, Scientific and Medical*)
- 2,400 .. 2,480 GHz → ca și IEEE 802.11
- Banda de frecvență este împărțită în 79 de canale, cu lățimea de 1 MHz fiecare
 - 23 de canale în Franța, Spania, Japonia
- Frecvența este comutată în mod pseudo-aleator

Bluetooth (5)

- Clase de dispozitive
 - Definite pe baza puterii transmițătorului
 - Clasa 1: maxim 100 mW; ~ 100 m
 - Clasa 2: maxim 2,5 mW; ~ 10 m
 - Clasa 3: maxim 1 mW; ~ 1 m
- Versiuni ale standardelor Bluetooth
 - Versiunile 1.0 și 1.0B (1999)
 - Probleme de interconectare între echipamente
 - Versiunea 1.1 (2002)
 - Standardul IEEE 802.15.1-2002
 - S-au corectat erorile din versiunea 1.0B
 - Posibilitatea utilizării canalelor ne-criptate


Bluetooth (6)

- Versiunea 1.2 (2003)
 - Standardul IEEE 802.15.1-2005
 - Conectarea mai rapidă între dispozitive
 - Viteze de până la 721 Kbiți/s
 - Îmbunătățirea calității legăturilor audio prin retransmisia pachetelor eronate
- Versiunea 2.0 + EDR (2004)
 - Modul EDR (*Enhanced Data Rate*): 2 sau 3 Mbiți/s
 - Modulația GFSK (*Gaussian Frequency-Shift Keying*) și PSK (*Phase-Shift Keying*), cu variantele DQPSK (*Differential Quadrature PSK*) și 8-DPSK (*Eight-Differential PSK*)
 - Energie consumată mai redusă

Bluetooth (7)

- Versiunea 2.1 + EDR (2007)
 - Reîmprospătarea dinamică a cheilor de criptare
 - SSP (*Secure Simple Pairing*): conectarea mai sigură și mai simplă între dispozitive
- Versiunea 3.0 + HS (2009)
 - Modul HS (*High Speed*): viteze de până la 24 Mbiți/s
 - Facilitatea AMP (*Alternate MAC/PHY*): vitezele superioare se obțin prin alte medii de comunicație
 - Posibilități: 802.11 sau UWB (*Ultra-Wideband*)
 - Varianta UWB, dezvoltată de WiMedia Alliance, a fost abandonată

Bluetooth (8)

- Versiunea 4.0 (2009)
 - Conține specificațiile pentru *Classic Bluetooth*, *Bluetooth HS* și *Bluetooth low energy*
 - *Bluetooth HS* se bazează pe mediul MAC/PHY 802.11
 - *Bluetooth low energy* se bazează pe tehnologia *Bluetooth ULP (Ultra Low Power)* dezvoltată de Nokia prin *Wibree Forum* 
 - Energia consumată este o fracțiune din cea a interfeței Bluetooth clasice
 - Aplicații: ceasuri, senzori pentru sport, aparate medicale, dispozitive de securitate și proximitate

Bluetooth (9)

- Avantaje
 - Specificații deschise → răspândire largă
 - Utilizare simplă: profiluri; rețea ad-hoc
 - Banda de frecvență nu necesită licență
 - Comparativ cu IrDA: distanță mai mare; dispozitivele se pot afla în încăperi diferite
 - Comparativ cu IEEE 802.11: cost și energie consumată mai reduse

Bluetooth (10)

- Dezavantaje
 - Probleme de securitate
 - Comparativ cu IrDA:
 - Cost și energie consumată mai mare
 - Viteze mai reduse
 - Rata de erori mai mare
 - Comparativ cu IEEE 802.11:
 - Viteze mai reduse
 - Distanțe mai mici
 - Nivel de securitate mai redus

Interfețe fără fir

- IrDA
- Bluetooth
- IEEE 802.11

IEEE 802.11 (1)

- Set de standarde elaborate de grupul de lucru 11 al comitetului de standarde IEEE LAN/MAN (IEEE 802)
- Versiunea de bază curentă: IEEE 802.11-2007
- IEEE 802.11a .. IEEE 802.y: amendamente ale standardului original IEEE 802.11-1997
- Cele mai utilizate: 802.11b, 802.11g
- Comunicație în benzile de: 2,4; 3,6; 5 GHz
- Diferite tehnici de modulare
- Același protocol de bază

IEEE 802.11 (2)

- Standardul original IEEE 802.11-1997
 - Rate de transfer de 1 și 2 Mbiți/s
 - Transmisie în infraroșu – neimplementată
 - Transmisie radio cu spectru distribuit
 - Salt de frecvență (*frequency-hopping*): modificarea rapidă a frecvenței semnalului purtător
 - Secvență directă (*direct-sequence*): modulația fazei semnalului purtător cu un semnal de zgomot
 - Banda de frecvență ISM de 2,4 GHz
 - Protocolul de acces **CSMA/CA** (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*)

IEEE 802.11 (3)

- IEEE 802.11b-1999
 - Rate de transfer: 1; 2; 5,5; 11 Mbiți/s
 - Rata de transfer tipică: ~5 Mbiți/s
 - Distanța (interior): ~30 m la 11 Mbiți/s
 - Transmisie: spectru distribuit cu secvență directă în banda de 2,4 GHz
 - Codificare prin coduri complementare CCK (*Complementary Code Keying*)
 - Un simbol: opt perechi de biți; pentru fiecare pereche se utilizează modulația prin decalare de fază în cuadratură QPSK (*Quadrature PSK*)

IEEE 802.11 (4)

- Configurație punct la multipunct: un punct de acces comunică cu mai mulți clienți
- Selecția adaptivă a vitezei: reducerea ratei de transfer la scăderea calității semnalului
 - La vitezele de 1 și 2 Mbiți/s se utilizează modulația **DQPSK** (*Differential QPSK*) din standardul original
- Extensii **802.11b+**: rata maximă 22 Mbiți/s
 - Utilizează o codificare elaborată de Texas Instruments
 - Simbolul care codifică un bit depinde de biții precedenți
 - Modulație **8-PSK**

IEEE 802.11 (5)

- IEEE 802.11g-2003
 - Rate de transfer:
 - 1; 2 Mbiți/s (DQPSK)
 - 5,5; 11 Mbiți/s (CCK)
 - 6; 9; 12; 18; 24; 36; 48; 54 Mbiți/s (OFDM – *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*)
 - Rata de transfer tipică: ~19 Mbiți/s
 - Distanța (interior): ~30 m la 54 Mbiți/s
 - Compatibilitate cu echipamentele 802.11b
 - Prezența unui echipament 802.11b reduce viteza întregii rețele 802.11g

IEEE 802.11 (6)

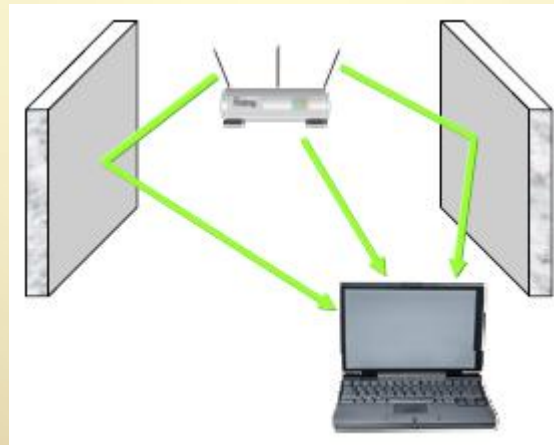
- Banda de frecvență de 2,4 GHz
- Modulația **OFDM** (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*)
 - Se utilizează 48 de semnale sub-purtătoare **ortogonale** → eliminarea interferențelor
 - Pentru fiecare sub-purtătoare se utilizează o tehnică de modulație convențională, de exemplu, **QAM** (*Quadrature Amplitude Modulation*)
- Echipamente duale **802.11b/g**
- Interferențe posibile cu alte echipamente

IEEE 802.11 (7)

- IEEE 802.11n-2009
 - Rate de transfer mai ridicate (maxim 600 Mbiți/s cu patru șiruri de date)
 - Distanțe de până la două ori mai mari (~70 m)
 - Benzile de frecvență de 2,4 GHz și 5 GHz
 - În banda de 5 GHz se utilizează canale cu lățimea de 40 MHz → se poate dubla rata de transfer
 - În banda de 2,4 GHz se utilizează canale cu lățimea de 20 MHz

IEEE 802.11 (8)

- Tehnologia **MIMO** (*Multiple-Input Multiple-Output*)
 - Multiplexare spațială: transmiterea a 2-4 șiruri de date în același canal → antene multiple de transmisie și recepție
 - În general: N transmițătoare, M receptoare ($N \times M$)
 - Configurație obligatorie: **2x2**
 - Configurație opțională: **4x4** → 600 Mbiți/s (canale de 40 MHz)



IEEE 802.11 (9)

- Modulație **OFDM** mai eficientă
 - 52 de semnale sub-purtătoare → maxim 65 Mbiți/s pentru un șir de date (față de 54 Mbiți/s)
- Protocol îmbunătățit: confirmare pe blocuri
 - Se transmite un singur cadru **ACK** pentru mai multe cadre recepționate
 - Dimensiunea cadrului **ACK** este de 8 B (față de 128 B)
- Agregarea cadrelor: creșterea dimensiunii maxime a cadrelor → de la 2304 B la 8 KB sau 64 KB
- Reducerea intervalului de gardă între simboluri: de la 800 ns la 400 ns

IEEE 802.11 (10)

- Aplicații:
 - Transferul datelor multimedia (MM) și audiovizuale
 - Transferuri simultane de voce și date MM
 - Transferul unor șiruri video multiple
 - Partajarea conexiunilor la Internet
 - Creșterea calității audio la aplicațiile VoIP și creșterea numărului de apeluri simultane
 - Creșterea calității recepției la telefoane
 - Creșterea ariei de acoperire a rețelelor fără fir

IEEE 802.11 (11)

- Wi-Fi Alliance (www.wi-fi.org)
 - Consorțiu de firme cu scopul de a asigura compatibilitatea produselor bazate pe standardul IEEE 802.11
 - Certificarea produselor pe baza unor proceduri de test



IEEE 802.11 (12)

- Avantaje

- Prețul seturilor de circuite este în scădere
- Compatibilitate între echipamente
- Securitate ridicată prin sistemul WPA2

- Dezavantaje

- Puterea consumată relativ ridicată
- Necesitatea configurării pentru validarea securității și selectarea unui alt canal
- Distanța relativ redusă
- Posibilitatea interferenței cu alte echipamente