

Retele wireless

Lenuta Alboaie (adria@info.uaic.ro)
Andrei Panu (andrei.panu@info.uaic.ro)

Cuprins

- Preliminarii
- Componente
- Tipuri de rețele *wireless*. Caracteristici.
- IP Mobil
- Aplicații
- Wireless Sensor Networks (WSN)



Preliminarii

- Semnalele wireless sunt transportate prin aer de unde electromagnetice
- Spectrul de frecvențe radio este un continuum al undelor electromagnetice folosite pentru date și comunicații de voce
- Rețelele care transmit semnale prin atmosfera prin frecvență radio (RF) sunt cunoscute sub numele de rețele wireless sau rețele WLAN (wireless LAN)

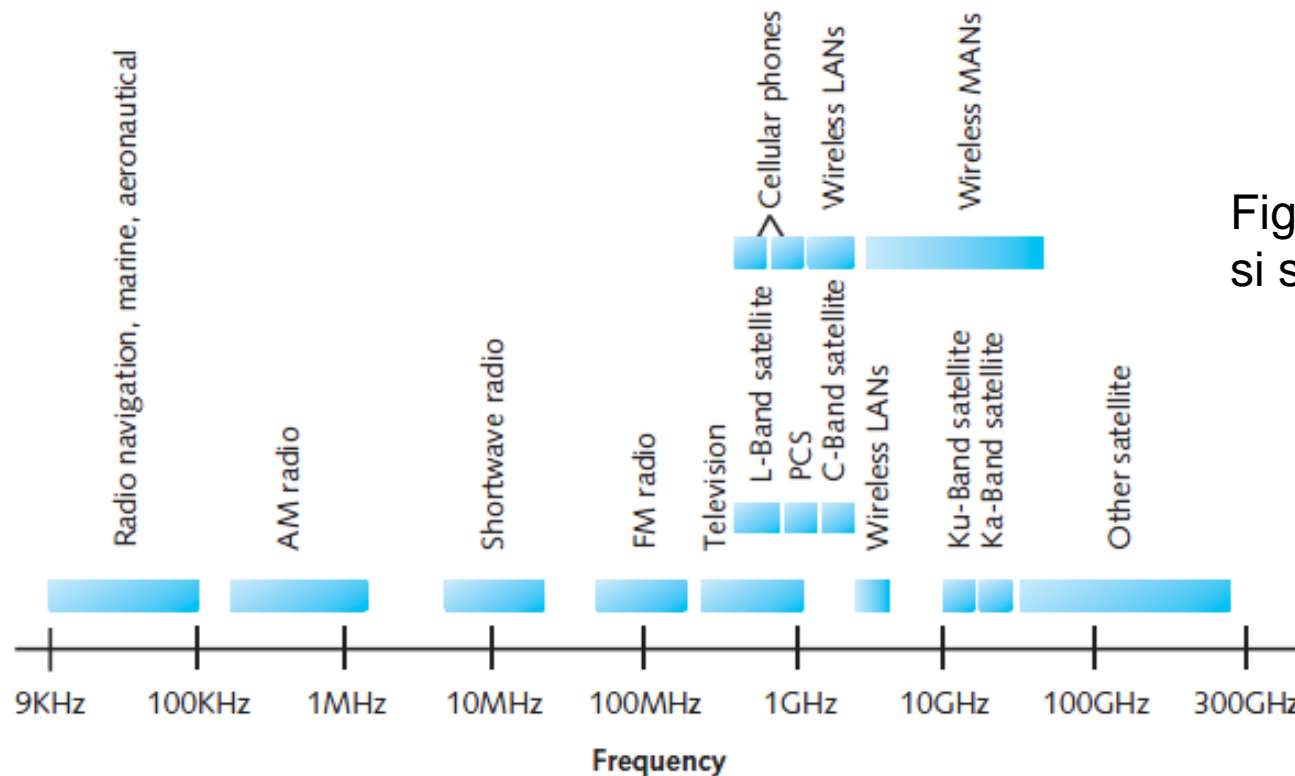


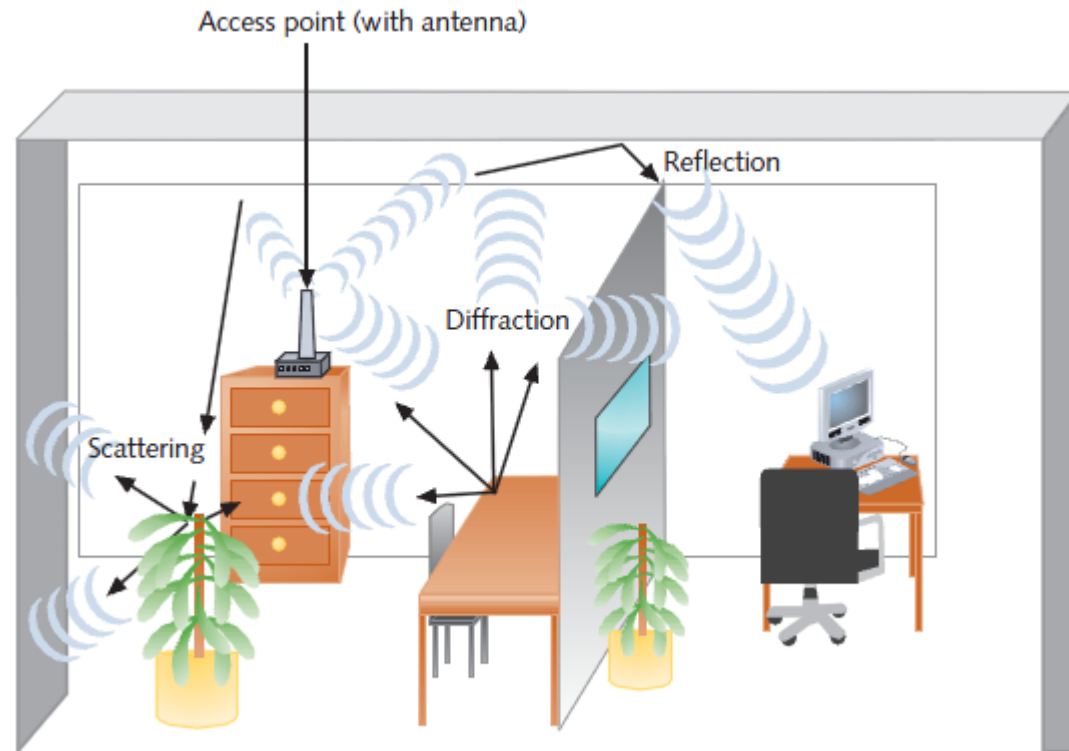
Fig. Spectrul *wireless* și serviciile Wireless

[Network+ Guide to Networks,
Tamara Dean]

Preliminarii

Propagarea semnalului:

- ideal: in line dreapta de la emitator la destinatar - LOS (*line-of-sight*)
- *reflection*
- *diffraction* – cauzata de obstacole ca obiecte cu margini ascutite (e.g. colturile birourilor, peretilor)
- *scattering* – cauzata de intalnirea cu un obiect care are dimensiuni mici în comparație cu lungimea de undă a semnalului sau poate fi determinata de rugozitatea unei suprafete; pentru semnalele care sunt transmise in aer liber, ploaia, ceata, ninsoarea pot provoca acest efect



[Network+ Guide to Networks,
Tamara Dean]

Preliminarii

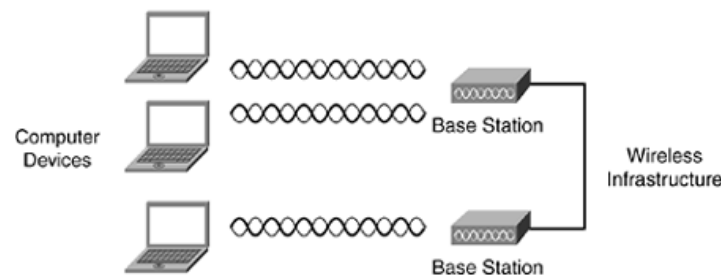
- *Fixed versus Mobile*
 - Sistemele wireless *fixed* – locatia emitatorului si receptorului nu se schimba (legatura *point-to-point*)
 - *Toata energia este folosita pentru transmiterea semnalului, si nu pentru transmiterea intr-o arie geografica mare*
 - Sisteme wireless *mobile* – receptorul poate fi localizat oriunde in aria emitatorului

Preliminarii

- Probleme:
 - Acoperirea si penetrarea
 - Latimea de banda
 - Latenta
 - Fiabilitatea transmisiei
 - Standardizarea
- Provocari:
 - Descoperirea locatiei
 - Detectarea mutarii si (re)stabilirea caii de comunicare

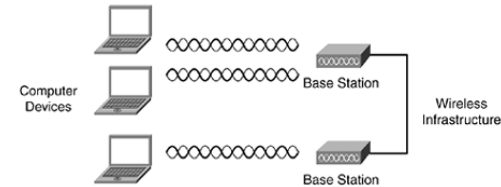
Preliminarii

- In retelele *wireless* comunicarea are loc intre dispozitive (*computer devices*): *smartphone*-uri/PDAs (*Personal Digital Assistants*), laptopuri, tablete, servere, imprimante, senzori, ...
 - Caracteristici ale acestor *dispozitive*
 - Procesor, memorie
 - Un mijloc de interfațare cu un anumit tip de rețea
 - Obs.: In trecut, telefoanele traditionale nu intrau in aceasta categorie, dar majoritatea telefoanelor existente in acest moment incorporeaza caracteristicile de mai sus



[Wireless Networks first-step,
Jim Geier]

Retele *wireless* | Componente



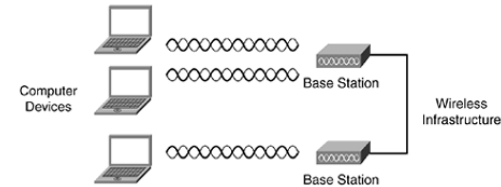
- **Dispozitive**

Aspecte de interes

- Marime & Greutate
- Memorie disponibila pentru aplicatii & date
- Viteza procesorului
- Caracteristicile ecranului (rezolutie, adincime de culoare, etc)
- Mecanisme de intrare (achizitie de date)
- Suport pentru mobilitate din partea sistemului de operare



Retele *wireless* | Componente



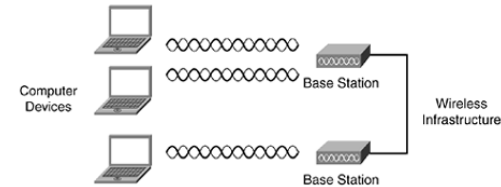
- **Dispozitive**

Aspecte de interes

- Slot-uri pentru extinderea ulterioara (memorie suplimentara, conectivitatea cu alte dispozitive)
 - Timpul de viata al bateriei
 - Caracteristici integrate: camera digitala, tastatura, porturi cu infrarosu, Bluetooth,...
 - Suport software: aplicatii, instrumente de dezvoltare, navigatoare mobile, drivere pentru hardware etc.



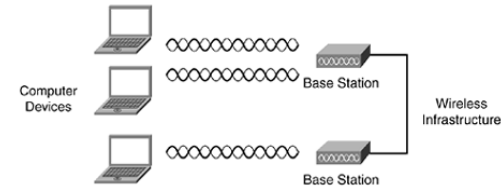
Retele *wireless* | Componente



- **NIC (Network Interface Card)**
 - Asigura interfata dintre dispozitive si infrastructura retelei wireless



- Implementeaza un anumit standard (e.g. IEEE 802.11ad) => va permite interfatarea cu o retea wireless compatibila

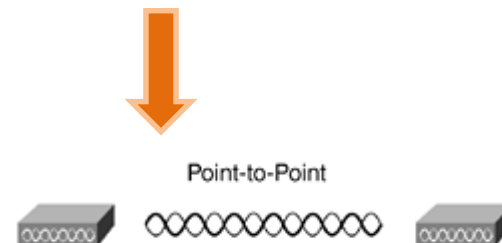
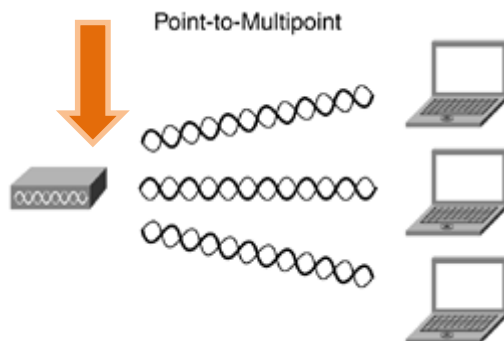


Retele *wireless* | Componente

In infrastructura unei retele wireless urmatoarele componente asigura comunicarea sau furnizeaza o serie de functionalitati:

- ***Base stations***

- Componente care interfateaza comunicatiile *wireless* cu cele *wired*
- Exemplu: puncte de acces (access point) sau routere
- Poate suporta comunicatii *point-to-point* sau *point-to-multipoint*



Retele *wireless* | Componente

- ***Access controllers***

- Este de obicei o componenta hardware care se afla intre punctul de access si partea de retea protejata
- Functionalitati: autentificarea si autorizarea utilizatorilor, criptare, managementul latimii de banda
- Exista si puncte de access care integreaza aceste functionalitati

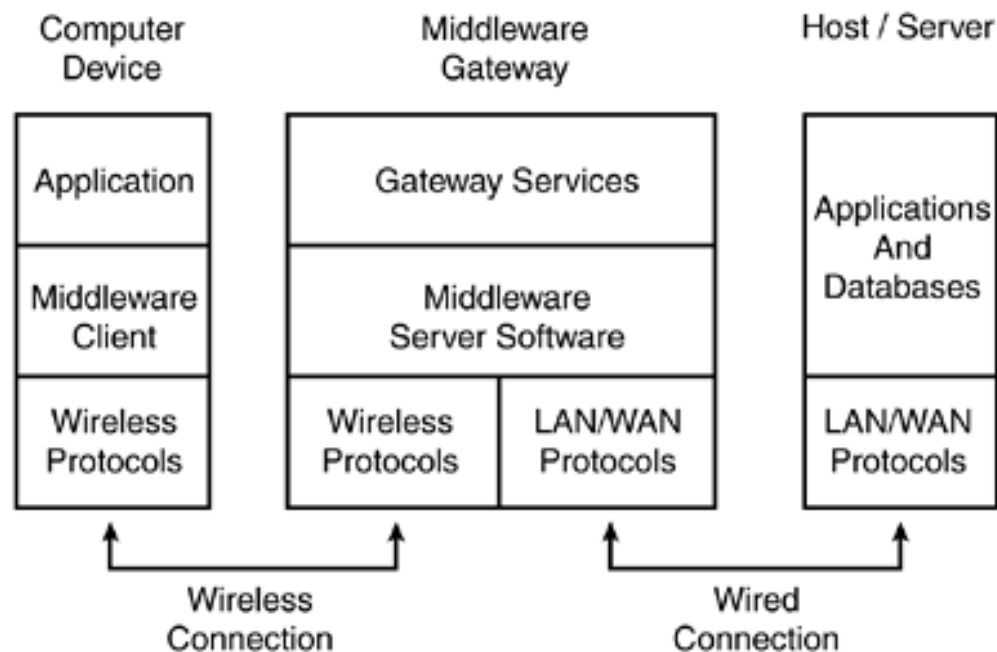
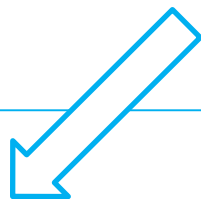
Retele *wireless* | Componente

- Soft de conectare

- Are ca scop asigurarea unei comunicatii eficiente si sigure in retea *wireless*

Exemplu: *wireless middleware software*

- optimizare
- repornire inteligenta
- (re)afisare eficienta
- etc.



Retele *wireless*

- Categorii – in functie de dimensiunea zonei pe care o acopera
 - **WPAN** (*Wireless Personal-Area Network*)
 - **WLAN** (*Wireless Local-Area Network*)
 - **WMAN** (*Wireless Metropolitan-Area Network*)
 - **WWAN** (*Wireless Wide-Area Network*)

Retele *wireless* | WPAN

WPAN (*Wireless Personal-Area Network*)

- Spatiu de operare ~ 10m
- Inlocuieste cablurile de interconectare la alte echipamente
- Performante: moderate
- Standarde:
IrDa ; Bluetooth; (IEEE) 802.15, 802.11ah/Wi-Fi HaLow (IoT)



Retele *wireless* | WPAN



Standarde de conectivitate pentru **WPAN**

- **IrDa** (*Infrared Data Association*): comunicare punct-la-punct bidirectionala via porturi cu infrarosu
 - Poate fi folosita intr-o arie limitata fara obstacole (*line-of-sight*)
 - Nu este afectata de interferente *RF* (*radio frequency*)

Exemplu: sincronizare *smartphone* - PC

Retele *wireless* | WPAN



Standarde de conectivitate pentru **WPAN**

- **Bluetooth**

- Introdus in 1998, asigura interconectivitatea intre dispozitive, folosind frecventa 2.4 GHz
- Un dispozitiv poate fi setat ca putand fi descoperit in mod general, limitat sau deloc (descoperirea e automata)
- 8 dispozitive formeaza un *piconet* (1 *master* si 7 dispozitive *slave*). Reteaua *ad-hoc* formata are suprafata de maxim 10m.
 - Piconet-urile se stabilesc dinamic in functie de modul cum dispozitivele intra sau ies dintr-o anumita zona

Retele *wireless* | WPAN



Standarde de conectivitate pentru **WPAN**

- **Bluetooth**
 - *Masterul piconetului* este un dispozitiv a carui caracteristici (ceas, adresa) definesc caracteristicile canalului fizic al *piconetului*
 - La un moment dat, data poate fi transferata intre master si un slave; dispozitivul master foloseste un mecanism de tip *round-robin* pentru comunicarea cu fiecare dispozitiv slave
 - Orice dispozitiv poate trece din starea slave in master si invers – vezi www.bluetooth.com
 - Mai multe *piconet*-uri = *scatternet*

Retele *wireless* | WPAN



Standarde de conectivitate pentru **WPAN**

IEEE 802.15: se bazeaza pe modelul Bluetooth, pentru a oferi standarde de comunicare wireless

www.ieee802.org/15

- Oferă și interoperabilitate cu dispozitive suportând 802.11
- 802.15.1 – lățime de bandă: 1 Mbps
- 802.15.3 - lățime de bandă: 20 Mbps

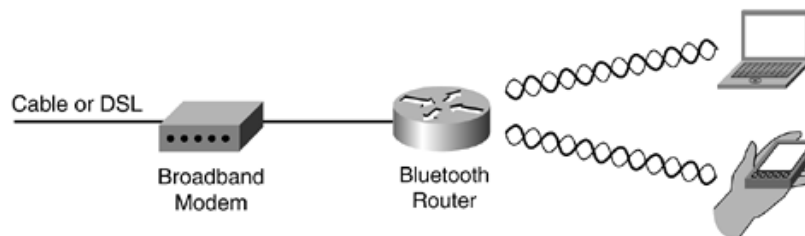
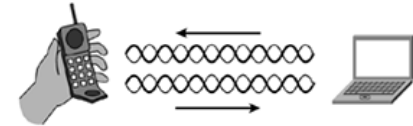
UWB (Ultra Wide Band) – tehnologie radio pentru comunicații pe arii limitate, utilizând frecvențe >5GHz

Retele *wireless* | WPAN



Utilizari ale sistemelor wireless **PAN**:

- **Sincronizare**
 - Ex. Intre telefoane mobile cu un laptop, tableta sau PC
- **Streaming multimedia**
- **Control**
 - Ex: mouse wireless, tastatura wireless
- **Acces mai usor la dispozitive**
 - Ex: conexiunea wireless dintre un PC si o imprimanta
- **Conexiune Internet**



- **Enterprise**
 - Folosesc WPAN pentru sincronizari sau acces la dispozitive
 - Pentru conectivitatea la Internet se utilizeaza WLAN

Retele *wireless* | WPAN



Utilizari ale sistemelor wireless PAN

- **Bluetooth**



'Smart Hip' uses *Bluetooth* technology to monitor joint implants

When it comes to replacing wires with *Bluetooth* wireless technology, we can't think of any better place to do this than with medical devices surgically implanted in your body. That's why the new "Smart Hip" sounds so intriguing.

The Smart Hip monitors the performance of hip implants in real time, sending the information wirelessly from inside your body to a nearby *Bluetooth* enabled computer. The Smart Hip is actually a network of capsules, measuring sensors and actuators placed on the hip implant. Once activated by the doctor, these sensors send information to help prevent eventual problems after surgery. This is important because of the 1 million hip joint surgeries annually in Europe and the United States, an estimated that 5% to 10% of them eventually generate further health problems, which usually requires additional surgery.

The Smart Hip is being developed in Portugal by researchers at the University of Porto and other organizations.

<http://www.bluetooth.com/English/Experience/Pages/cool-clever.aspx>

Retele *wireless* | WPAN



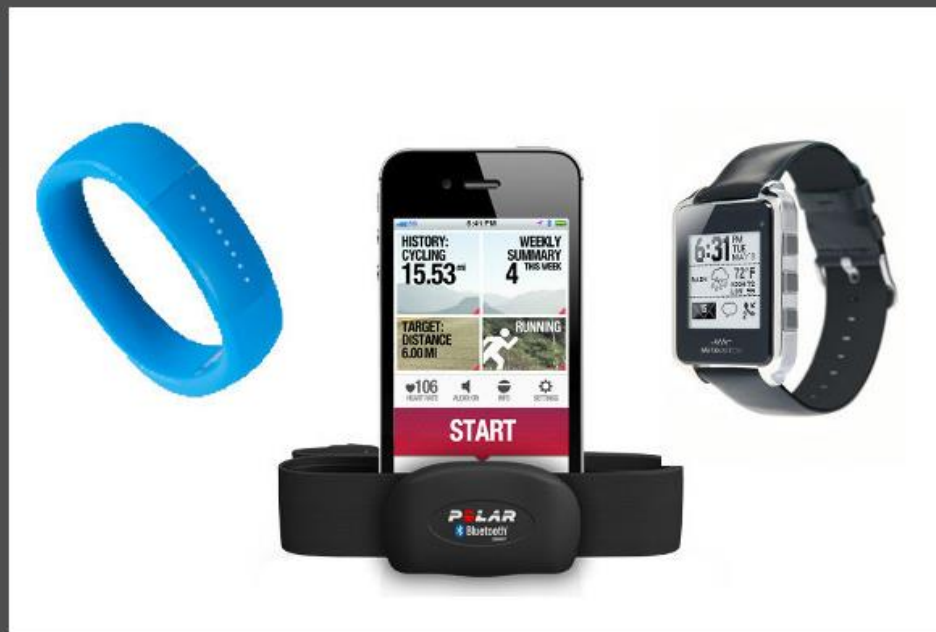
Standarde de conectivitate pentru **WPAN**

- **Bluetooth**

GADGETS Bluetooth , CES ,

Bluetooth powers gizmos for health, wristwatches, and more

Yardena Arar @dennyarar Jan 8, 2013 12:52 PM



Bluetooth for all

LAS VEGAS— Forget mice and headsets: The latest Bluetooth gadgets can help monitor your health, keep track of personal belongings, and empower a wristwatch to show text messages and the identity of smartphone callers.

Most of the devices here at CES and on display at an event held for Bluetooth device makers use the low-voltage wireless technology to communicate with mobile apps to either record or deliver information and create peer-to-peer wireless connections.

At the Bluetooth SIG's CES event, vendors showed a slew of electronic nagging gadgets, including a toothbrush for monitoring dental hygiene and wristwatches that can deliver text messages and caller ID info from a paired cellphone.

Tweet 114 Like 30 +1 3 Share

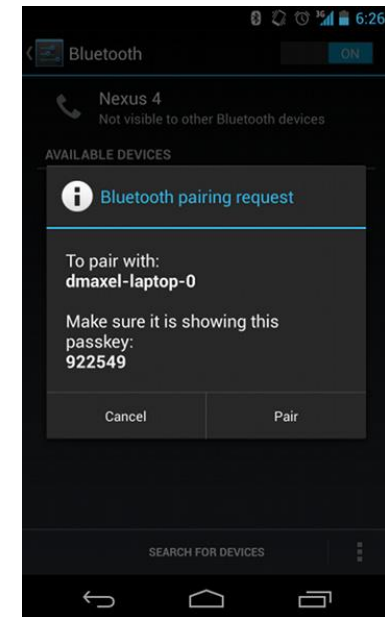
<http://www.pcworld.com/article/2024238/bluetooth-powers-gizmos-for-health-wristwatches-and-more.html>

Retele *wireless* | WPAN



Standarde de conectivitate pentru **WPAN**

- **Bluetooth**

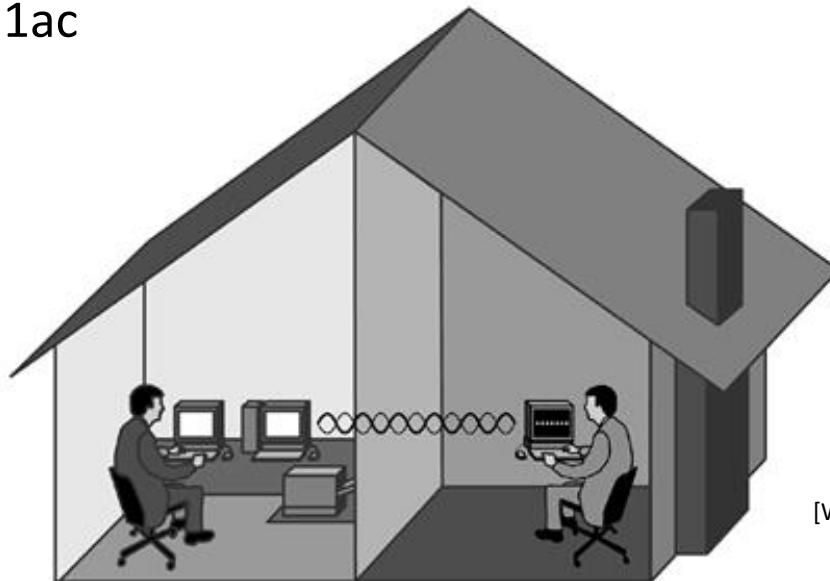


<http://www.makeuseof.com/tag/top-uses-for-bluetooth-on-your-android-phone/>

Retele *wireless* | WLAN

WLAN (*Wireless Local-Area Network*)

- Spatiu de operare ~ 100m (cladiri, campusuri)
- Extensie/alternativa la LAN-urile conventionale
- Performante: ridicate
- Standarde pentru nivelul fizic & a legaturii de date :
 - 802.11b,a,g,n, WiGig (802.11ad)
 - (802.11k, r, y, n, w, p, z, v, u, s) => IEEE 802.11-2012
 - HiperLAN/2, 802.11ac



[Wireless Networks first-step,
Jim Geier]

Retele *wireless* | WLAN

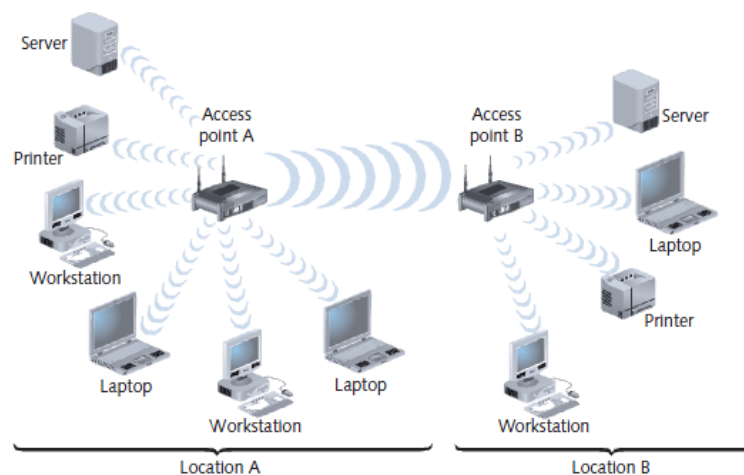
WLAN – Componente

- **Dispozitive utilizator**
 - PC-uri, laptopuri, PDA-uri, smarthpone-uri -> echipate corespunzator
- **Radio NIC** (*Network Interface Card*) sau *adaptere* sau *card radio*
 - Opereaza in cadrul dispozitivului si ofera conectivitatea *wireless*
 - Implementeaza si suporta unul sau mai multe versiuni al unui standard (e.g. 802.11a, 802.11b/g,)
- **Punct de acces** (*Access point*)
 - Contine un card radio care comunica cu un dispozitiv utilizator folosind o retea *wireless*

Retele *wireless* | WLAN

WLAN – Componente

- Exemplu de **punct de access** ce ofera posibilitatea de conectare a unui WLAN la un LAN :
 - se asigura posibilitatea de configurare a diferitelor functionalitati (eventual printr-o interfata http)
 - ✓ SSID (Service Set Identifier)
 - ✓ puterea de transmisie a punctului de acces
 - ✓ un identificator pentru canalul de acces (de ex. 1, 6, 11)
 - ✓ stabilirea unui nivel de securitate – activarea unui mecanism de criptare (de ex. WPA, ...)



Interconectarea de retele LAN

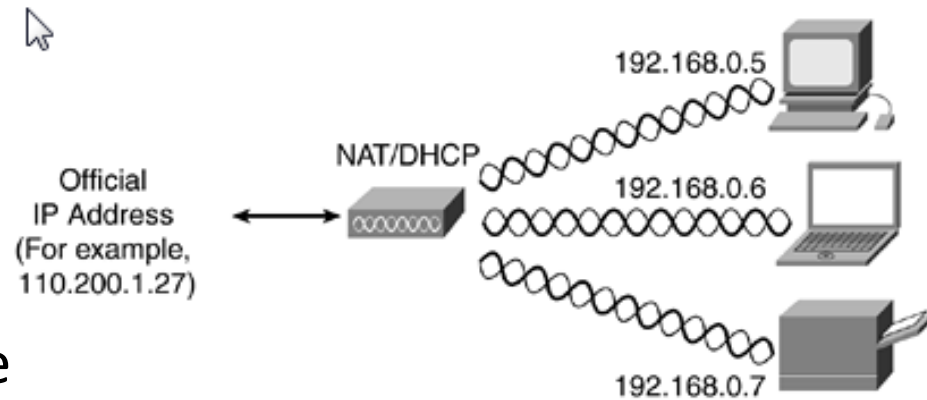
[Network+ Guide to Networks, Tamara Dean]

Retele *wireless* | WLAN

WLAN – Componente

Router

- Dispozitiv ce asigura rutarea corespunzatoare a pachetelor (folosind IP, tabele de rutare si alte protocoale interne ... vezi cursurile 2, 3, 12)
- Routerile wireless – adauga unui router Ethernet functionalitatea asigurata de un punct de acces (802.11)
- Routerile implementeaza NAT (Network Address Translation) si DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

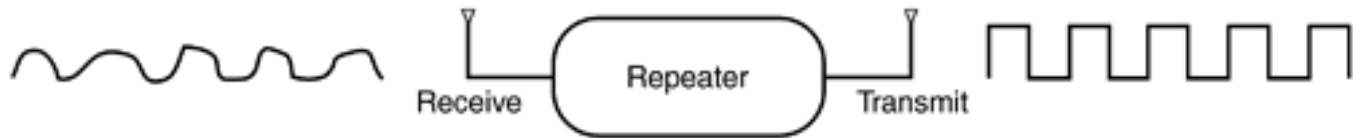


Retele *wireless* | WLAN

WLAN – Componente

Repetor (*Repeater*)

- Dispozitive care asigura regenerarea semnalului (=>largirea ariei retelei) fara adaugarea de noi puncte de acces



- Determina o reducere a performantei WLAN-urilor; repetorul primește și retransmite fiecare *frame* pe același canal radio, ceea ce duce la dublarea cantității de trafic în rețea
- Obs. Repetoarele trebuie utilizate în mod optim pentru evitarea duplicării datelor transmise

Retele *wireless* | WLAN

Sisteme WLAN

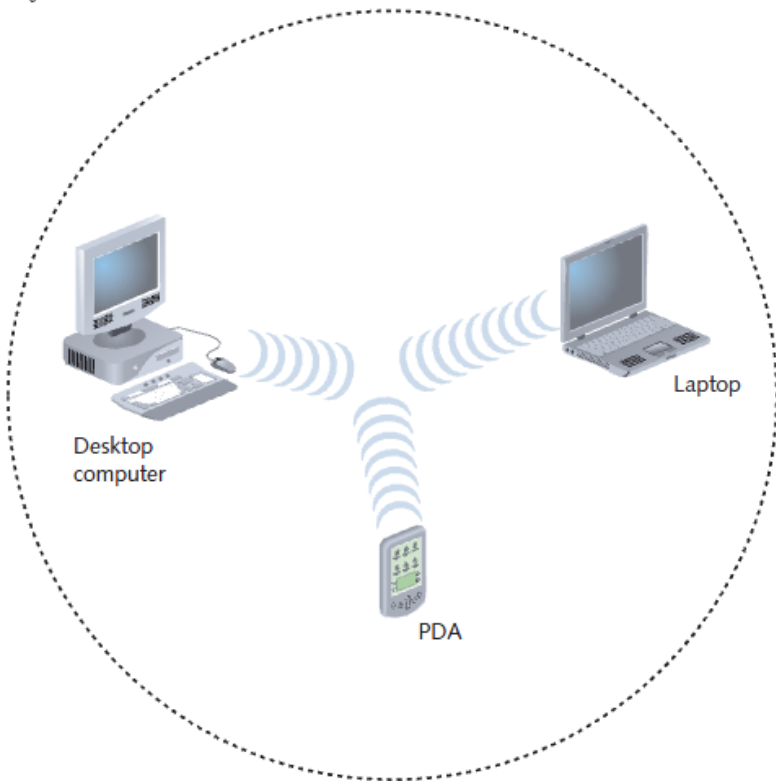


Fig. **Ad-Hoc WLAN**

- Numar mic de noduri
- Transmisie directa intre dispozitive via wireless NIC
- Nu se utilizeaza puncte de acces
- Se mai numesc si retele *peer-to-peer*

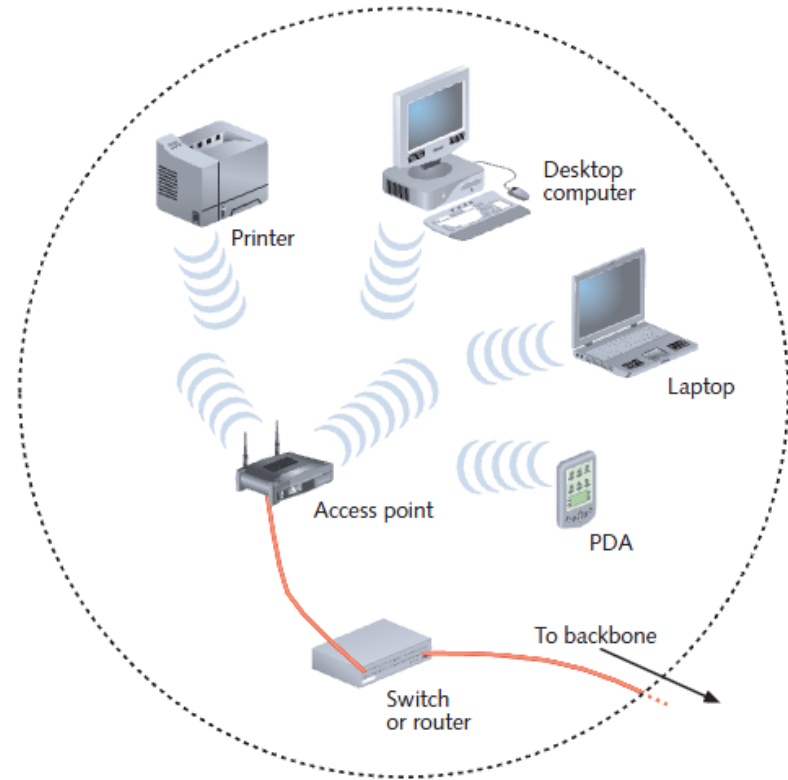


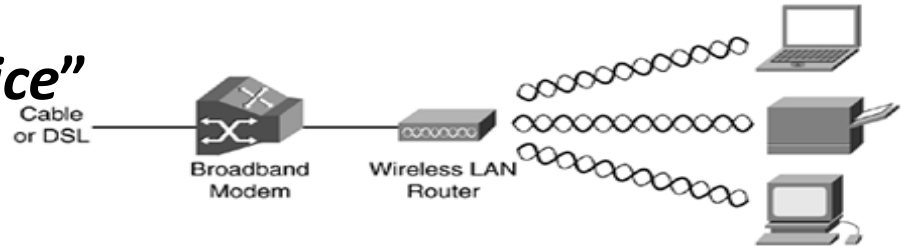
Fig. **Infrastructure WLAN**

- Se folosesc AP-uri

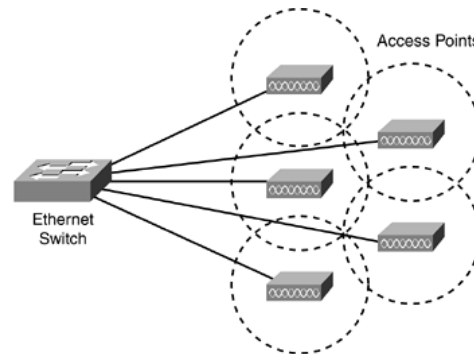
Retele *wireless* | WLAN

Sisteme WLAN

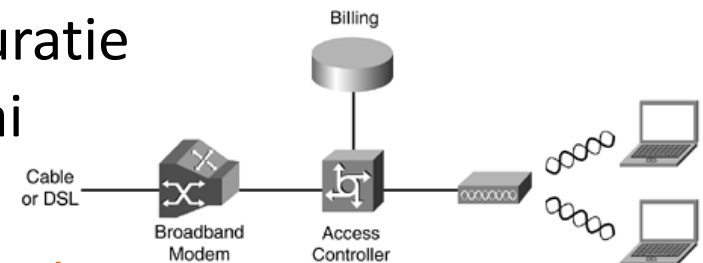
- La nivel de "*Home&Small Office*"



- La nivel de Enterprise



- **WLAN-uri publice** – pot avea o configuratie simpla (e.g. un router wireless) sau mai complexa



<http://compnetworking.about.com/od/wireless/tp/wifihotspotfind.htm>

[Wireless Networks first-step,
Jim Geier]

Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

- WI-FI Alliance – organizatie care a propus gruparea sub **WI-FI** a tuturor standardelor 802.11 existente si viitoare

<http://www.wi-fi.org>

Caracteristici: frecventa utilizata, aria acoperita, ...

- *Use case*: aveti un laptop cu un wireless NIC care suporta unul/mai multe standarde 802.11 si mergeti in preajma unui *hot spot*

–*Association* – actiune a subnivelului MAC ce implica schimb de pachete intre AP si dispozitiv, dupa care utilizatorul este notificat de existenta unei retele wireless

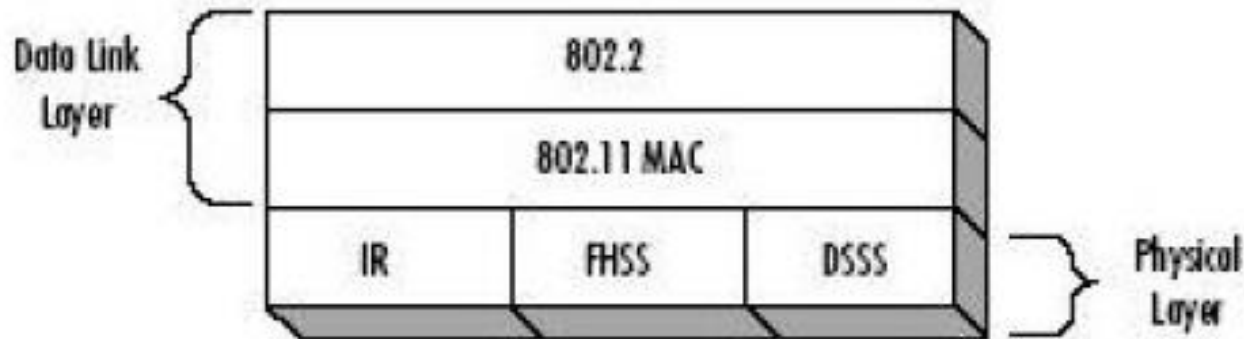
- scanare activa – dispozitivul trimite un frame special (*probe*) pe toate canalele disponibile in aria sa de acoperire; un AP va putea raspunde cu un cod de stare si un ID pentru statia respectiva
- scanare pasiva – dispozitivul asculta toate canalele pentru identificarea unui *beacon frame* (care contine rata de transmisie, SSID – service set identifier) – (e.g. KisMAC - wireless network monitor disponibil pentru OS X)

www.mhprofessional.com/downloads/products/0071666613/0071666613_chap01.pdf

Retele *wireless* | WLAN


Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

- Specificatiile 801.11 definesc modul de functionare al substratului MAC si protocoale la nivelul fizic (e.g. IR – InfraRed , DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum, FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum)



Retele *wireless* | WLAN

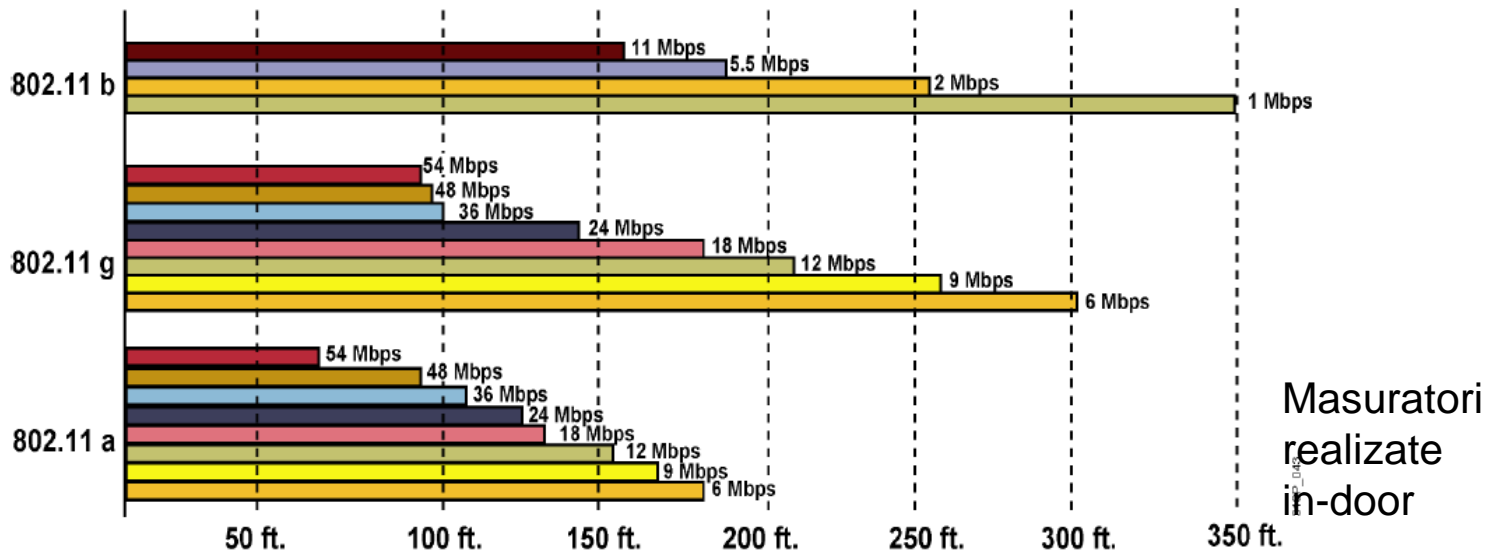
Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

- **IEEE 802.11b** (din 1999)
 - Foloseste frecventa de 2.4 Ghz
 - Latimea de banda (*throughput*) poate fi de maxim 11 Mbps (efectiv: 5Mbps; DSSS si FHSS)
 - Aria de comunicare este ~100m. (viteza de transfer depinde de departarea dispozitivului) e.g. pentru o distanta de 65m intre doua dispozitive, transferul se efectueaza cu maxim 2 Mbps
- **IEEE 802.11a** 
 - Foloseste frecventa de 5 Ghz (mai putine coliziuni)
 - Oferă pînă la 54 Mbps (efectiv: 11-18 Mbps)
 - Necesită putere mai mare de transmisie și o arie de acțiune mai mică față de 802.11b (sunt necesare eventual mai multe puncte de acces)
 - Nu este compatibil cu 802.11b/g

Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

- **IEEE 802.11g**
 - Standard din 2003, combina facilitatile de la precedentele
 - Este compatibil cu 802.11b
 - Foloseste frecventa de 2.4 Ghz
 - Cresterea latimii de banda la 54Mbps (efectiv: 20 - 25Mbps)



Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

•IEEE 802.11n-2009

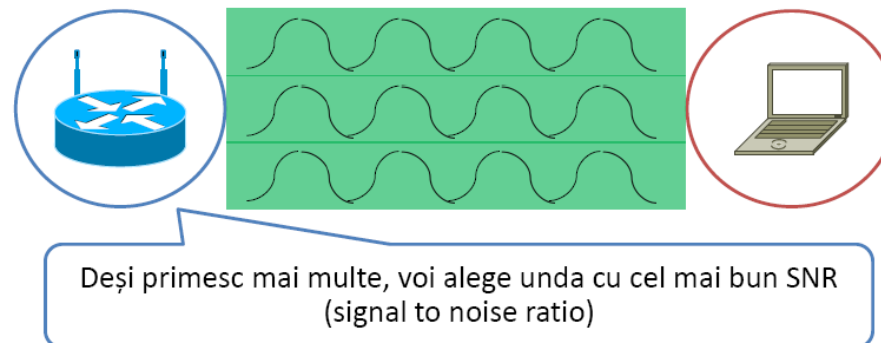
- Foloseste frecventa de 2.4 Ghz sau 5Ghz
- Imbunatateste semnificativ transferul de date de la (802.11a, 802.11g) - 54 Mbit/s pina la 600 Mbit/s => amenintare pentru FastEthernet si o platforma posibila pentru telefonie si semnale video
- Compatibil cu standardele anterioare
- Folosește multiple antene și tehnologia MIMO
- Imunitate crescută la zgomot folosind modulări avansate a undei purtătoare
- Suportă *packet aggregation* (un singur header pentru mai multe pachete de date)
- <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11n-2009.pdf>

Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

MIMO

- MIMO folosește procesoare avansate pentru multiplexare spațială a semnalului
- Procesorul poate multiplexa și demultiplexa datele pentru a obține throughput mai mare
- Efectul multipath = procesul prin care se primesc mai multe unde purtătoare a acelorași informații dar care s-au reflectat diferit și cu claritate diferită
- În 802.11g procesorul alegea cea mai clară undă

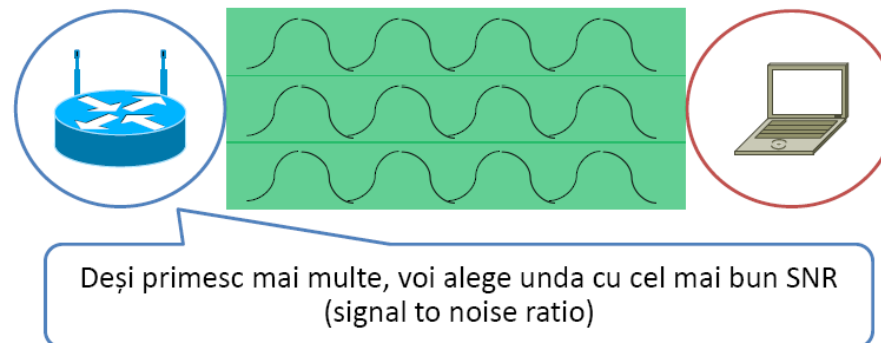


Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

MIMO

- Problema: undele cu SNR mai slab sunt ignorate, chiar dacă este posibil ca acestea să conțină informații relevante
- În 802.11n, tehnologia MRC (Maxim Ratio Combining) implementată în procesorul plăcii de rețea compune toate undele pentru a obține claritate maximă a informației => throughput mai bun
- Exemplu: Dacă aveți o placă 802.11n într-o rețea 802.11g veți avea throughput mai bun decât clienții 802.11g



Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

- **IEEE 802.11ad - WiGig**
 - Standard anuntat din 2009
 - 2011 – versiunea 1.1
 - Foloseste benzile de 2.4, 5, 60 GHz
 - Rata de transfer de aprox. 7Gbit/s (de 10 ori mai rapid decat rata maxima 802.11n)
 - Mentine compatibilitatea cu standardele existente



<http://www.wigig.org/>

Retele *wireless* | WLAN

Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

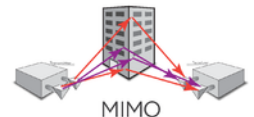
- **IEEE 802.11ac**
 - Dezvoltat din 2008; Decembrie 2013 – standard
 - Foloseste banda de 5 GHz
 - **MIMO (multiple-input and multiple-output)** → *Multi-user MIMO algorithms are developed to enhance MIMO systems when the number of users or connections is greater than one*
 - Throughput: multi-station – aprox. 1 gigabit per second ; single-link throughput – aprox. 500 Mbit/s



Standard Wi-Fi

Tehnologie

802.11 b
802.11 a
802.11 g
802.11 n
802.11 ac
MU-MIMO



Retele *wireless* | WLAN

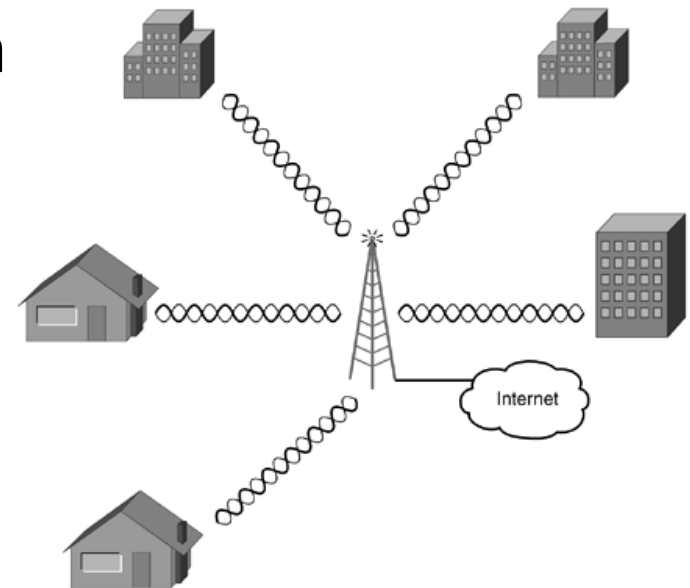
Standarde de conectivitate pentru **WLAN**

- **HomeRF (Radio Frequency)**
 - Din: 1998 -> 2003, initiat de Siemens, Motorola, Philips
 - Destinat comunicatiilor casnice
 - Suporta comunicatii de calitate prin voce
- **HiperLAN/2 (High Performance Radio LAN)**
 - Alternativa europeana la standardele IEEE 802.11 - European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
 - Utilizeaza frecventa de 5Ghz
 - Transfer de maxim 54 Mbps, pe o raza de ~150m
 - Incorporeaza facilitati pentru asigurarea QoS (pentru transmisii multimedia in timp real)

Retele *wireless* | WMAN

WMAN (*Wireless Metropolitan-Area Network*)

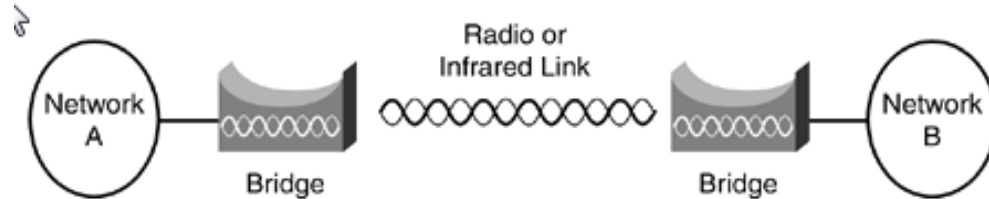
- Spatiu de operare: un oras
- In general, exista o dispozitie fixa a rețelei
- Utile atunci cand metoda traditionala cu fir nu este fezabila
- Standarde:
 - 802.16
 - Se utilizeaza si 802.11



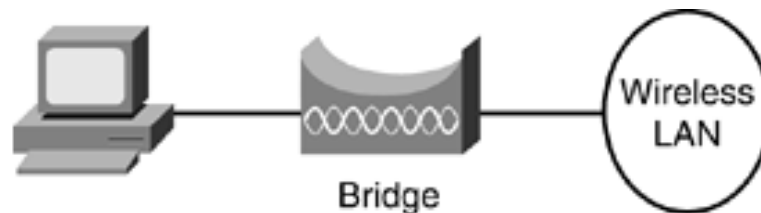
Retele *wireless* | WMAN

WMAN - componente

- **Bridges:** asigura conectivitatea a doua retele care utilizeaza protocoale similare sau diferite la nivelul legaturii de date



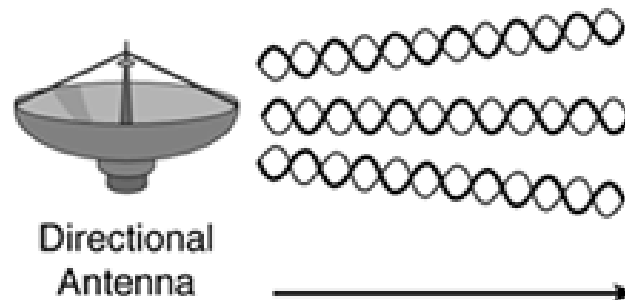
- Diferă de un punct de acces
- Un *bridge Ethernet-wireless* poate fi utilizat pentru conectarea printr-un port Ethernet a unui dispozitiv la un punct de acces



Retele *wireless* | WMAN

WMAN - componente

- **Antene:** pentru rețelele WMAN se folosesc în special antene directionale, pentru maximizarea intensității undelor radio într-o direcție



- Se pot utiliza și alte tipuri de antene (e.g. antenele semidirectionale acopera o suprafață dublă față de cele omnidirectionale)

Retele *wireless* | WMAN

Sisteme **WMAN** – asigura conectivitatea intre cladiri si utilizatori in cadrul unui oras folosind cateva configuratii

- *point-to-point*: utilizeaza RF sau transmisie prin infrarosu, folosind antene (semi)directionale care pot atinge arii de 48 km pentru sistemele RF

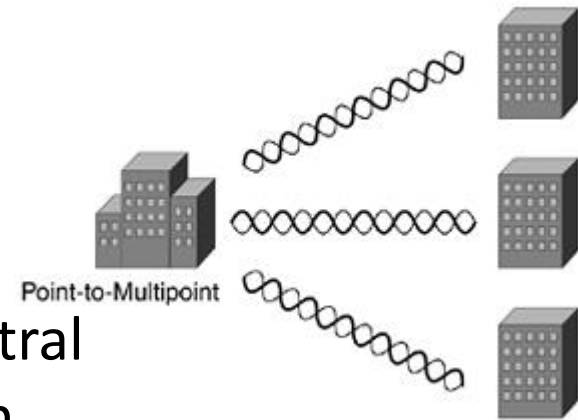


Exemplu: un centru medical poate utiliza o comunicare *point-to-point* intre spitalul principal si o clinica din acelasi oras

Retele *wireless* | WMAN

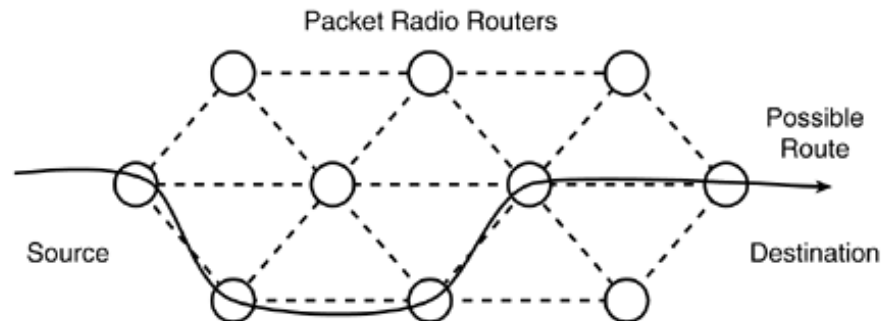
Sisteme **WMAN**

- *point-to-multipoint*: utilizeaza o antena omnidirectionala



Exemplu: o companie cu un sediu central si cu depozite | instalatii de fabricare in acelasi oras sau aceeaasi zona rurala

- Sisteme “*packet radio*”: utilizeaza routere wireless speciale care transmit pachetele intre ele



Retele *wireless* | WMAN

Standarde de conectivitate pentru **WMAN**

- **WI-FI/802.11**
 - Se folosesc antene directionale si *bridge-uri wireless*
 - Costuri scazute, dar performantele sunt limitate pentru un numar mare de utilizatori;
 - Interferentele RF apar daca exista mai multe retele 802.11
- **802.16** sau **WiMAX** (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
 - Exemple:
 - 802.16-2009 Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access System (extinde 802.16-2004, 802.16-2004/Cor 1, 802.16e, 802.16f, 802.16g and P802.16i)

Retele *wireless* | WMAN

Standarde de conectivitate pentru **WMAN**

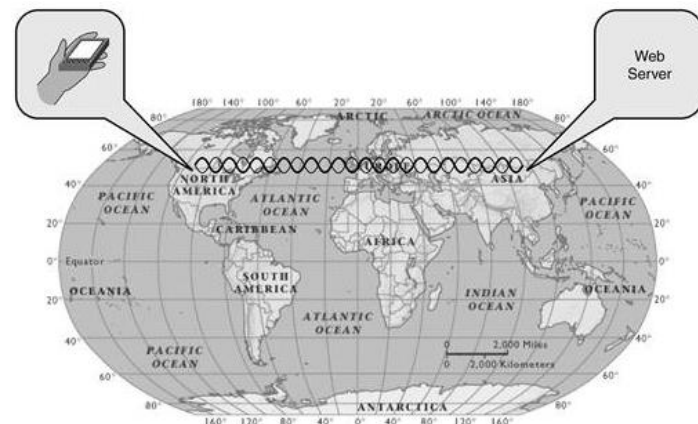
- **802.16** sau **WiMAX** (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

802.16-2012	IEEE Standard for Air Interface for Broadband Wireless Access Systems It is a rollup of 802.16h, 802.16j and Std 802.16m (but excluding the WirelessMAN-Advanced radio interface, which was moved to IEEE Std 802.16.1). Released on 2012-August-17.	Current
802.16.1-2012	IEEE Standard for WirelessMAN-Advanced Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Released on 2012-September-07.	Current
802.16p-2012	IEEE Standard for Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 1: Enhancements to Support Machine-to-Machine Applications Released on 2012-October-08.	Current
802.16.1b-2012	IEEE Standard for WirelessMAN-Advanced Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 1: Enhancements to Support Machine-to-Machine Applications Released on 2012-October-10.	Current
802.16n-2013	IEEE Standard for Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Higher Reliability Networks Approved on 2013-March-06.	Current
802.16.1a-2013	IEEE Standard for WirelessMAN-Advanced Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Higher Reliability Networks Approved on 2013-March-06.	Current

Retele *wireless* | WWAN

WWAN (*Wireless Wide-Area Network*)

- Spatiu de operare: global rezultat in urma cooperarii mai multor companii (AT&T, Verizon, Sprint, etc) de telecomunicatii
- Transferul de date se realizeaza prin comutare de pachete (*packet-switching*)
 - Contrast cu modul de comutare prin circuite virtuale
 - Nu necesita conexiuni dedicate
 - Permit mai multor utilizatori sa foloseasca o singura conexiune



[Wireless Networks first-step,
Jim Geier]

Retele *wireless* | WWAN

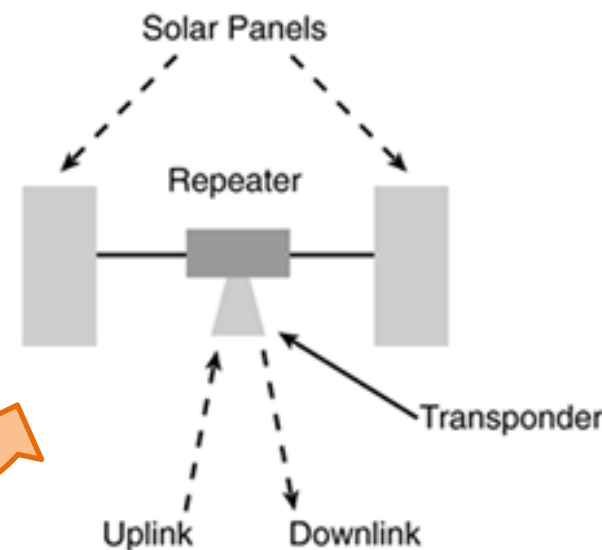
WWAN – componente

- **Radio NIC** – utile pentru a integra un laptop sau alte dispozitive intr-un WWAN; Unele telefoane mobile au integrate aceste dispozitive, insa apar probleme de integrare deoarece exista diferite tipuri de WWAN-uri (e.g. in functie de hardware-ul satelitului)

- **Base Stations**

- *Cell towers*
 - *Sateliti*

- **Antene**

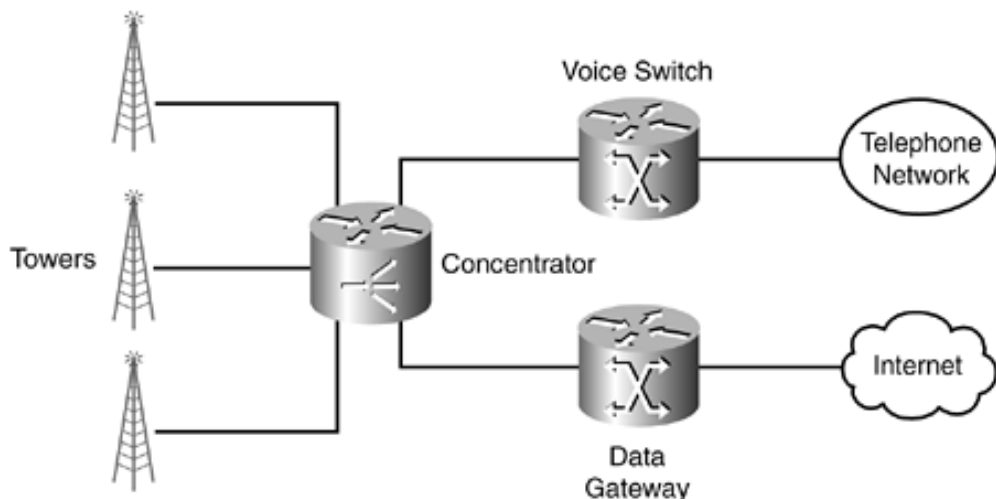


Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN bazate pe celule

- Format din:
 - *Cell towers* : recepteaza semnale de la utilizator si transmite informatie inapoi la utilizator
 - *Voice switches* – realizeaza conectarea dispozitivului utilizator la alt utilizator folosind sistemul de telefonie
 - *Gateway-uri* – transforma sistemul intr-un WWAN; face posibil accesul utilizatorilor la Internet



[Wireless Networks first-step,
Jim Geier]

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN bazate pe celule

- Celula (cell): zona geografica avind o arie de acoperire a semnalului
 - Depinde de protocol, puterea semnalului, obstacole
 - Raza de actiune 1-40 km
 - Celulele sunt coordonate de un *cell system*
 - Ariile foarte populate contin *micro-celule* (diam. ~100m)
 - Conexiunea dintre utilizatori din celule diferite este pasata printr-un proces numit *handoff* sau *handover*
 - Plasarea elementelor de retea se realizeaza conform unor strategii de optimizare a acoperirii si maximizarii semnalului

Retele *wireless* | WWAN

WWAN

- **Multiplexarea:** semnalul este folosit (partajat) de mai multi utilizatori
 - **Frequency-division multiple access (FDMA):** fiecare semnal din cadrul canalului de comunicatie are o frecventa unica (modelul posturilor radio)
 - **Time-division multiple access (TDMA):** se asigneaza fiecarui utilizator segmente de timp in care poate comunica
 - **Code-division multiple access (CDMA):** fiecare semnal are atasat un cod, toate semnalele fiind transmise pentru a “umple” intreaga latime de banda; receptorul va procesa doar semnalele avind codul “corect”

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 2 (2G)

- Imbunatatire a generatiei 1 ('70-'80)
- In afara transmisiei digitale de voce suporta transmisii de date (9.6 – 19.2 Kbps)
- Code Division Multiple Access (CDMA IS-95)
- **Global System for Mobile Communication (GSM)**
- Facilitati: mesaje scurte (SMS), aplicatii de tip calendar, managementul informatiilor personale (PIM), tonuri, jocuri, acces via WAP...

WAP

Protocolul WAP (Wireless Application Protocol)

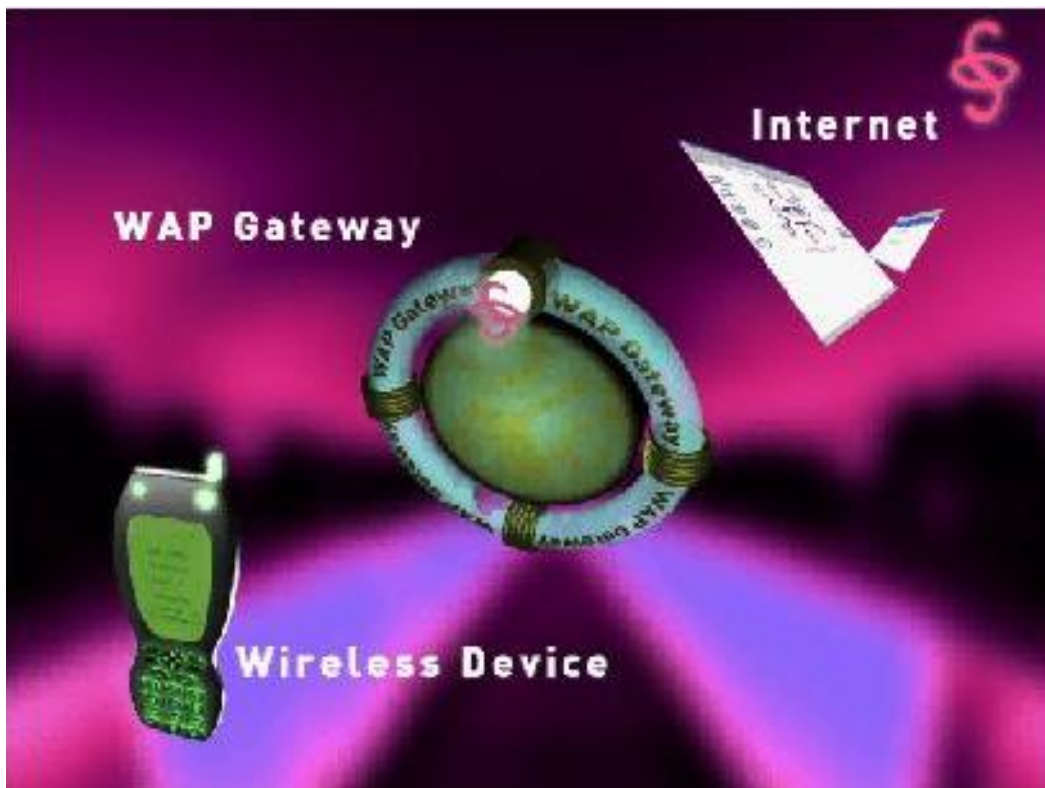
- Standard permitind accesarea informatiilor si serviciilor oferite de Internet via un dispozitiv mobil
 - sub coordonarea consortiului Open Mobile Alliance (fost WAP Forum)

www.wapforum.org

- Versiuni: WAP1.0, WAP 1.1, WAP 1.2, WAP 2.0

WAP

Protocolul WAP (Wireless Application Protocol)



-Poarta WAP:
mediator intre
Internet si
dispozitiv folosind
WAP

Pentru WAP 2 nu
este neaparat
necesara,
folosindu-se direct
HTTP/1.1

[International Engineering Consortium,
<http://www.iec.org>]

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 2.5 (2.5G):

- In general - rata de transfer de ~115kbps
- **General Packet Radio Services (GPRS)** – max. 171.2 kbps ->
Enhanced Data for Global Evolution (EDGE) – max. 474 kbps
- Code Division Multiple Access CDMA 2000 1x
- Retelele GPRS se comporta similar cu cele LAN clasice, aplicatiile fiind mai usor de implementat
- Un dispozitiv GPRS <-> terminal

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 3 (3G):

- Familia de standarde 3GPP (Third Generation Partnership Project) definita de International Telecommunication Union (www.3gpp.org, www.3gpp2.org)
- Se bazeaza pe Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) (Wideband CDMA (W-CDMA), TD-CDMA (Time Division Code Division Multiple Access), ...);
- Rate de transfer
 - 128 kbits/s pentru dispozitive in miscare rapida
 - 384 Kbits/s pentru dispozitivele in miscare lenta
 - 2.05Mbits/s pentru dispozitivele care stationeaza

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 3 (3G):

- Caracteristici ale serviciilor 3G:
 - Mobilitate sporita si conectivitate permanenta (retelele 3G folosesc IP)
 - Asigurarea de servicii multi-media (streaming audio si video)
 - Download rapid de fisiere de dimensiuni mari
 - Accesul la aplicatii de corporatie
 - asigurare QoS
- Discutii: 3G alternativa la WLAN
 - WLAN – ofera o rata de transfer mai mare
 - Dezvoltarea unui WLAN este mai putin costisitoare

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 4 (4G):

- Rate de transfer
 - 100 Mbit/s pentru dispozitive in miscare rapida
 - 1 Gbit/s pentru dispozitivele care stationeaza sau sunt in miscare lenta
- **Pre-4G (Extensii 3G): 3GPP**
 - 3 GPP Standardul LTE (Long Term Evolution)
 - Lansat in decembrie 2009, Telia Sonera – primele servicii “4G” in Suedia si Norvegia (terminale utilizator – Samsung)
 - IEEE 802.16m sau WirelessMAN-Advanced sau WiMAX
 - UMB (Ultra Mobile Broadband) sau 3GPP2
- 6 Decembrie 2010 ITU (International Communication Union) -> versiunile curente de LTE, UMB, ... nu respecta standardul 4G

Retele *wireless* | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 4 (4G):

- Rate de transfer
 - 100 Mbit/s pentru dispozitive in miscare rapida
 - 1 Gbit/s pentru dispozitivele care stationeaza sau in miscare lenta

Exemple:

- USA: 5 servicii publice LTE: MetroPCS, Verizon Wireless, AT&T, US Cellular, Sprint Nextel
- Coreea de Sud, Mobile WiMAX - 2010
- Ungaria: T-Mobile Hungary ofera servicii 4G LTE din 1 Ianuarie 2012
- Romania: Orange

(<http://www.orange.ro/4g/index.html?gclid=CIjH6uSK7LQCFUIId3godkWUA0w>), Vodafone (noiembrie 2012), Cosmote, RCS-RDS și 2k Telecom au achiziționat licențe pentru lărgirea spectrului de frecvență

Dispozitive: Apple iPhone 5S, HTC One (M8), Samsung Galaxy S5,....

<http://www.techradar.com/news/phone-and-communications/mobile-phones/best-4g-phones-2013-10-to-choose-from-1161825#null>



Retele wireless | WWAN

Sisteme WWAN

WWAN de generatie 5 (5G)

- *“On January 22, 2016, the Swedish mobile network equipment maker Ericsson said it had partnered with [TeliaSonera](#) to develop 5G services based on TeliaSonera's network and Ericsson's 5G technology. The partnership aims to provide 5G services to TeliaSonera customers in Stockholm, Sweden and Tallinn, Estonia in 2018. Sweden has long been a pioneer ICT nation and notably Ericsson and TeliaSonera launched the world's first commercial 4G network in Sweden in 2009”*
- *On January 29, 2016, Google revealed that they are developing a 5G network called [SkyBender](#). They planned to distribute this connection through sun-powered drones*
- *Also on February 22, 2016, Samsung and Verizon joined to begin trial for 5G.*
- *“In September 2016, China's Ministry of Industry and Information Technology announced that the government-led 5G Phase-1 tests of key wireless technologies for future 5G networks were completed with satisfactory results. The tests were carried out in 100 cities and involved seven companies – Datang Telecom, Ericsson, Huawei, Intel, Nokia Shanghai Bell, Samsung and ZTE. The next step in 5G technology development involving tech trials is under way, with planned commercial deployment in 2022 or 2023.”*
- *On October 17, 2016, Qualcomm announced the first 5G modem, the Snapdragon X50, as the first commercial 5G mobile chipset*

5G Overview: Key Technologies – Meisam Khalil Arjmandi

Wireless Internet

- **Mobile IP**

- Protocol care permite unui dispozitiv mobil deplasarea dintr-o retea in alta si mentinerea adresei IP
- Mobile IPv4 – RFC 3344, RFC 4721
- Mobile IPv6 – RFC 3775, RFC 6275 (Proxy Mobile IPv6 – PMIPv6)
- Protocol de rutare in care dispozitivele terminale (*end devices*) isi semnalizeaza propriile actualizari de rute si tunelele dinamice de date elimina necesitatea propagarii informatiilor privitoare la rute
- Un utilizator poate folosi (*roam*) diverse sub-retele IP si legaturi de acces, mentinandu-se o comunicare continua

- Implementari:

- Interactive Protocol for Mobile Networking -

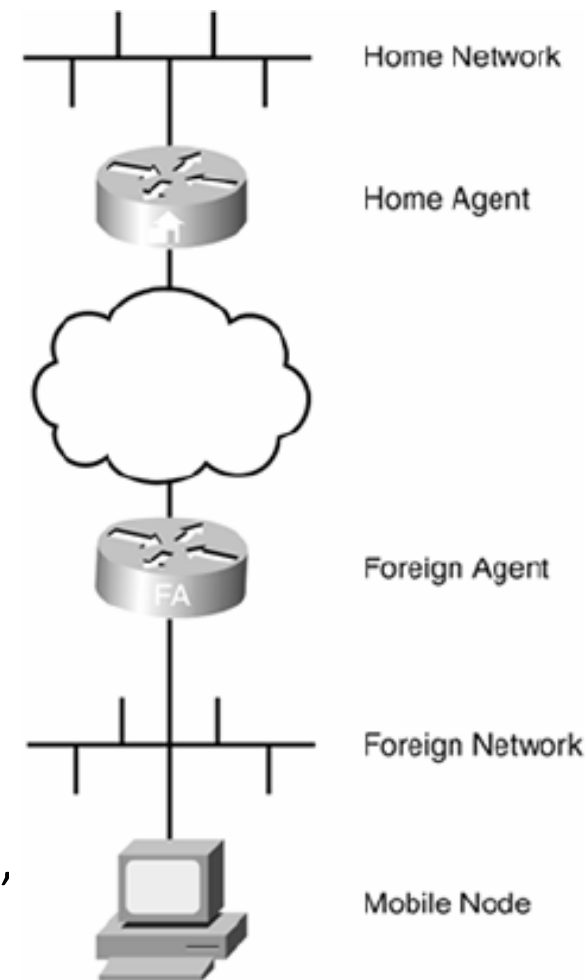
<http://medianet.kent.edu/ipmn/main.html>

- Network Mobility (NEMO)

Wireless Internet: IP mobil

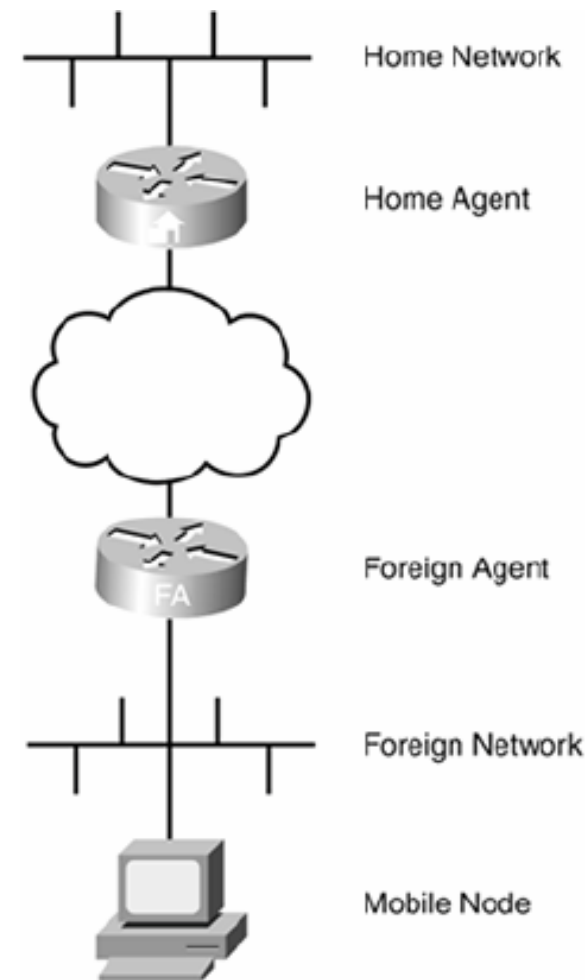
- Componente:

- **Nod mobil**: dispozitiv folosind IP
- **Home agent (HA)**: nod responsabil cu redirectarea datelor spre locatia curenta a nodului mobil
 - Proceseaza actualizari de rutari IP (*registrations*)
 - Expediaza date via tuneluri dinamice
- **Foreign Agent (FA)**: un router atasat la o legatura de acces, aflat la celalt capat al tunelului stabilit cu un nod mobil
 - Oferă (*advertises*) una sau mai multe adrese IP referite drept **CoA** (*care of address*)
 - Cind un nod se inregistreaza la un Home Agent, o va face via un FA
 - FA trebuie sa fie conectat direct cu nodul mobil

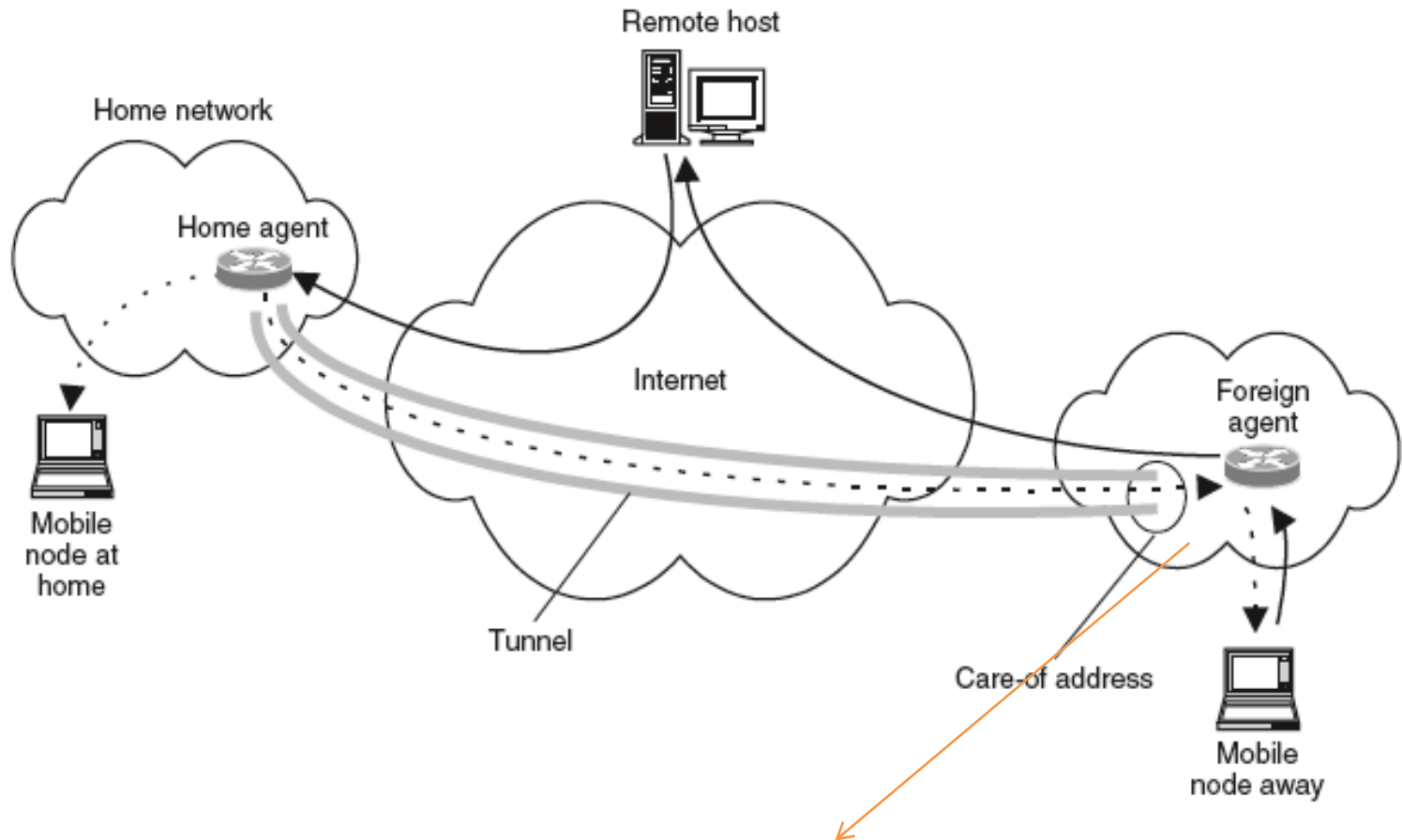


Wireless Internet: IP mobil

- Nodul mobil are doua adrese:
 - **Home Address**
 - Adresa IP a nodului mobil;
 - poate fi alocata static ori dinamic, in timpul procesului de inregistrare
 - **CoA (*Care-of Adress*)**
 - adresa IP valida si rutabila
 - Desemneaza marginea retelei ce poate fi accesata prin rutari obisnuite
 - Reprezinta punctul terminal al unui tunel



Wireless Internet: IP mobil



Dacă **nodul mobil** este în *Foreign Network*, mesajele sunt trimise la *Home agent*, apoi sunt trimise prin tunel la *Foreign agent* care le va trimite la **nodul mobil**

Wireless Internet: IP mobil

Mecanismul general:

Un nod care doreste sa comunice cu nodul mobil va utiliza permanent *home adress* a acestuia

- Daca nodul mobil se gaseste in *HomeNetwork*, atunci daca cineva ii trimite un pachet se foloseste *IP forwarding*
- Daca nodul mobil se afla intr-o retea straina se foloseste CoA
 - Nodul mobil isi inregistreaza locatia reala la *home agent*
 - Pachetele sunt trimise printr-un tunel de la *home agent* la CoA (capatul tunelului)

Obs. Daca nodul nu primeste mesaje de tip *agent advertisement* atunci incearca sa obtina o adresa prin tehnici precum DHCP pentru a-si cunoaste locatia curenta

Wireless Internet: IP mobil

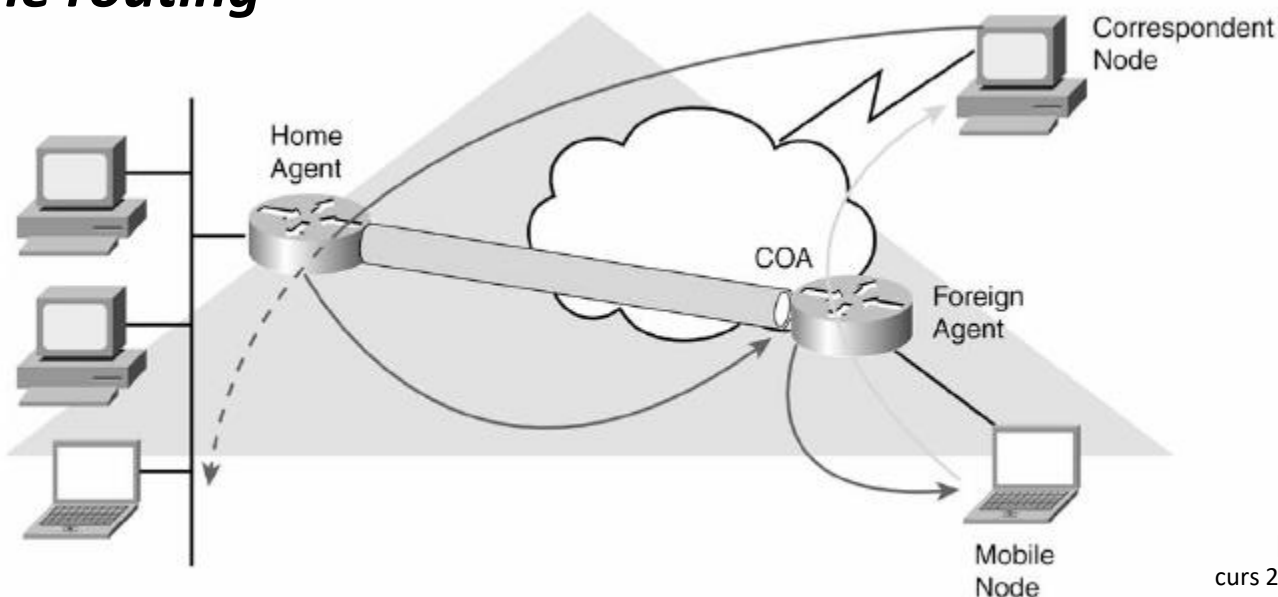
Tuneluri: legaturi logice la distanta de 1 hop, aflate la marginile Foreign Network la care sunt atasate nodurile mobile

- Pot transporta orice pachete IP intre punctele finale ale comunicatiei
- Incapsularea datelor se face via IP-in-IP – RFC 2003 (20 de bytes suplimentari)

Wireless Internet: IP mobil

Rutarea:

- Cind **nodul mobil** doreste sa trimita pachete, el nu le va trimite la *home agent*, ci le va trimite direct la nodul cu care doreste sa comunice, folosind *home adress* ca valoare a cimpului *source adress* a pachetului IP (folosind desigur *foreign agent*) – ***triangle routing***



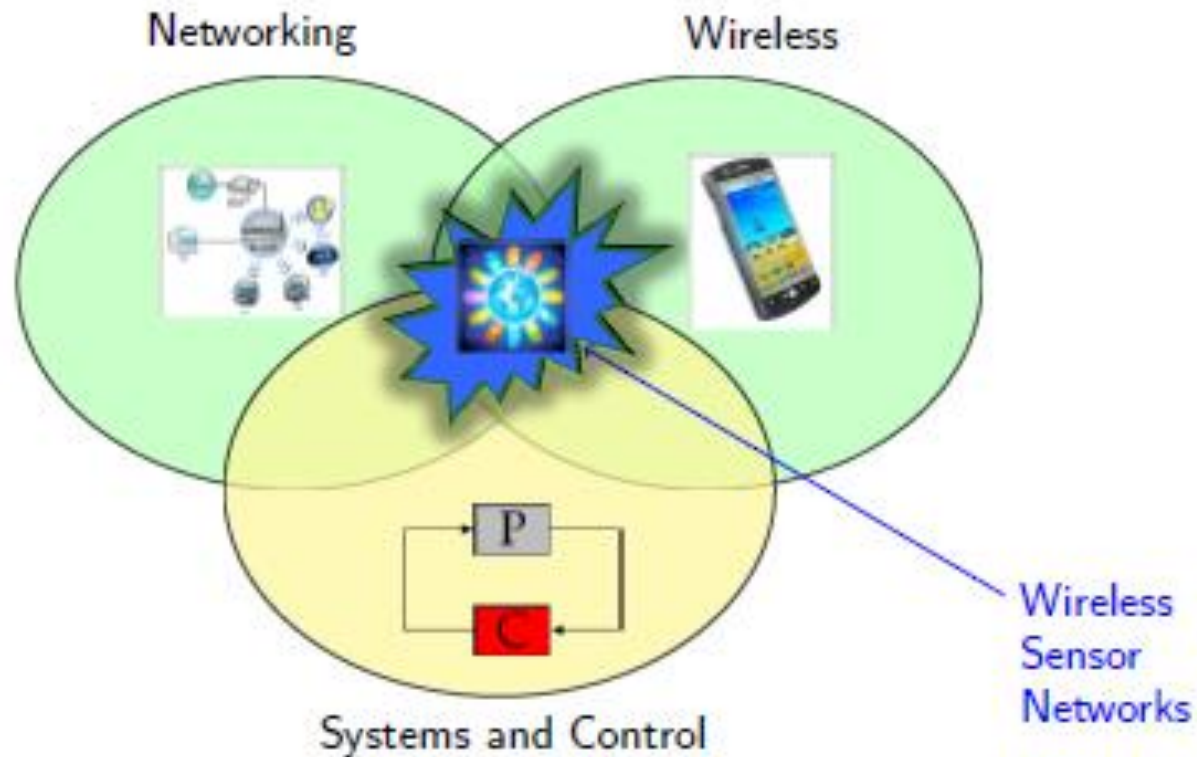
[Rețele de calculatoare –
curs 2007-2008, Sabin Buraga]

Aplicatii *Wireless*

- Retelele wireless ofera suport in multe domenii
 - Access la Internet
 - *Voice over Wireless*
 - Sanatate
 - Educatie
 - Servicii
 - Vanzari
 - ...

Aplicatii *Wireless*

Wireless Sensor Network



Aplicatii *Wireless*

- “*Wearable sensors*”



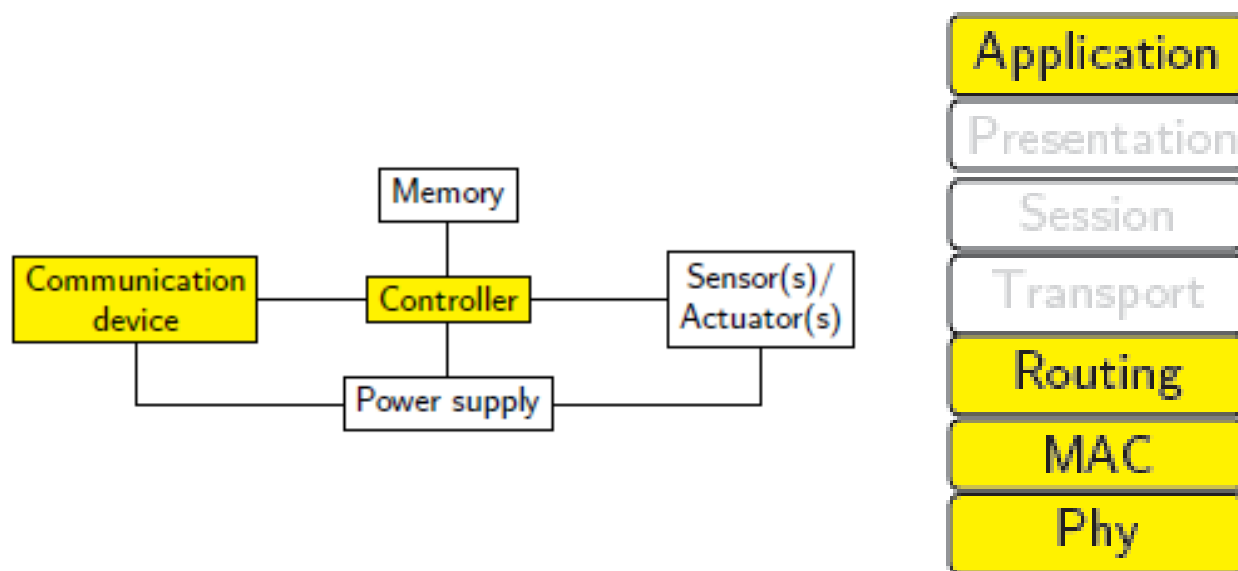
- “*Cladiri Inteligente*”



- “*Monitorizarea mediului*”: gradul de poluare al apei

WSN | Componentele unui node wireless

Comportamentul unui nod este specificat de un set de protocoale



[Cosmin Varlan ...Curs...Arduino...]

Aplicatii *Wireless*

Provocari:

- Asigurarea conectivitatii continue
 - Calitatea continutului
 - Concurenta (partajarea/managementul resurselor)
 - Agilitatea (viteza/flexibilitatea adaptarii la schimbari)
- Reducerea puterii consumate
- Asigurarea independentei de dispozitiv a aplicatiilor wireless

Bibliografie

- Network+ Guide to Networks, Fifth Edition, Tamara Dean, Network +, ISBN-13: 978-1-423-90245-4, 2009
- Wireless Networks first-step, Jim Geier, Publisher : Cisco Press, 2004
- Cisco: Mobile IP traffic will triple fixed data traffic by 2016
<http://www.networkworld.com/newsletters/converg/2012/022012convergence2.html>
- <http://www.amazon.com/Building-Wireless-Sensor-Networks-Processing/dp/0596807732>
- <http://smallbusiness.chron.com/bluetooth-mouse-vs-wireless-mouse-55689.html>
- <https://www.bluetooth.com/>
- <http://www.makeuseof.com/tag/top-uses-for-bluetooth-on-your-android-phone/>
- Is Bluetooth Radiation Really Dangerous? <https://www.rfsafe.com/bluetooth-radiation-dangerous-cell-phone-radiation/>
- http://andrei.clubicisco.ro/cursuri/f/f-sym/3rl/cursuri2012/RL_curs_11.pdf
- <https://www.cnet.com/news/att-jumps-into-fast-lane-with-ultraspeedy-5g-field-trial/>
- <https://books.google.ro/books?id=UcL1CwAAQBAJ&pg=PA25&lpg=PA25&dq=wwan+5G&source=bl&ots=9ENJYCAu-R&sig=uyXVSg9rDy63clQBSeVETGSEdSk&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwi575up-bXRAhXCJSwKHSYsDcwQ6AEINjAE#v=onepage&q&f=false>
- <http://www.revsys.com/writings/quicktips/ssh-tunnel.html>
- <http://www.makeuseof.com/tag/vpn-tunnel-set/>

Rezumat

- Preliminarii
- Componente
- Tipuri de rețele *wireless*. Caracteristici.
- IP Mobil
- Aplicații
- Wireless Sensor Networks (WSN)



Intrebari?

Intrebari?