

# WIRELESS



# ISTORIJAT

- **Prva generacija, 1G (1980):** prvi mobilni telefoni u upotrebi bili su analogni.
- **Druga generacija (1991), 2G:** telefoni su se zasnivali na digitalnoj tehnologiji i nudili su mnogo bolju efikasnost propusnog opsega, bolju bezbednost i nove mogućnosti kao što su tekstualne poruke i komunikacije sa malim brzinama prenosa podataka.
- **Treća generacija, 3G (1998):** Cilj ove tehnologije je bio da se omogući brz prenos podataka. Prvobitna tehnologija je proširena da bi omogućila podatke do **14 Mb/s** i brže.

# ISTORIJAT

- **Četvrta generacija, 4G (2008):** Ovo je tehnologija potpuno oslonjena na IP koja je u stanju da obezbedi brzine podataka do **1 Gb/s**.
- **Peta generacija** Uvođenje 5G standarda mobilne telefonije i interneta u mnogim zemljama sveta još uvek je na samom početku i u fazi ranog testiranja, pa je pitanje kada će početi da se primenjuje u širim razmerama—brzine od nekoliko **10 Gb/s** kao i daleko bolji nivo povezanosti.
- **Internet of Things,**
- **Šesta generacija** Rada na 6G standardu prihvatila se „Huavej“ laboratorija u Otavi, koja na tom projektu i mogućnostima njegove primene sarađuje sa više od 13 univerziteta i istraživačkih instituta. , 6G mreže trebalo bi da dostignu fascinantnu brzinu prenosa podataka od jednog terabajta po sekundi - **1 TB/s!**

# Bežične lokalne mreže

(eng. *Wireless Local Area Network - WLAN*)

*Guglielmo Marconi;*

Jedan od osnivača bežične telegrafije i promnalazač radija

Prva bežična lokalna računarska mreža, под називом ALOHA,, razvijena je 1971. godine na Univerzitetu na Havajima-

Bila je sačinjena od sedam računara, postavljenih na različitim ostrvima, koji su uspešno spojeni u jednu bežičnu lokalnu mrežu.

Proizvodnja opreme za takve mreže je bila vrlo skupa, pa su ovakve mreže našle primenu u situacijama kada nije postojala mogućnost žičanog povezivanja.

Prva tehnička rešenja su podrazumevala namensku proizvodnju opreme i posebno definisane protokole, za svaku situaciju posebno.

# WLAN

Bežične komunikacije su bez sumnje tehnologija koja se najbrže razvija.



## WLAN

Primenjuju se na mestima gde kablovsku (žičanu) infrastrukturu nije moguće postaviti ili je cena uvođenja takve strukture previsoka i na javnim mestima koja nude javni bežični pristup internetu - **hotspotovi** (engl. *hotspots*).

Bežične mreže poseduju neke osobine koje predstavljaju veliku prednost u odnosu na žičano umrežavanje, kao što su:

- *Mobilnost klijenata*
- *Laka mogućnost proširivanja*
- *Brzo i jeftino uspostavljanje mreže privremenog trajanja*
- *Jeftinije u odnosu na žične*

## WLAN

Osnovna ideja kod bežičnog prenosa je da se izvrši odgovarajuća modulacija informacija koje se prenose, koje se sada putem određene frekvencije prenose do drugog bežičnog uređaja.

Ako se radiotalasi prenose različitim frekvencijama, tada višeradiosignala može postojati u istom prostoru bez međusobne interferencije.

Mobilna telefonija, bežični Internet, bežične senzorske mreže predstavljaju samo neke od krajnjih proizvoda ove tehnologije koja je znatno promenila naš način života

## WLAN - KARAKTERISTIKE

- **SLABLJENJE**

- 

- Slabljenje elektromagnetnog signala duž prenosnog puta je veliko. Kroz vakuum i slobodan prostor srazmerno je sa  $d^2$  ( $d$  je rastojanje između predajnika i prijemnika), a u sredinama gde postoje prepreke (industrijski ambijent ili naseljene sredine) srazmerno je, u najgorem slučaju, sa  $d^{3.5}$ .

- 

- **INTERFERENCIJA**

- 

- Prijemnik može da prima signale ne samo sa namenskog predajnika, nego i sa drugih predajnika koji koriste isti frekventni opseg.

-



## WLAN - KARAKTERISTIKE

- **VIŠESTRUKA PROPAGACIJA SIGNALA**

- Prijemnik može da primi više od jednog signala od istog predajnika jer se elektromagnetni talasi reflektuju od objekata kakvi su zidovi, zemlja, i dr. Kao rezultat, do prijemnika pristižu signali sa različitim fazama (signali prolaze različite puteve) što u suštini otežava proces dekodiranja.

- **GREŠKE**

- U odnosu na žičane, kod bežičnih mreža pojava grešaka u prenosu je češća, a takođe i sam postupak detekcije je nešto složeniji. Nivo grešaka se često indirektno procenjuje merenjem odnosa signal-šum (*signal to noise ratio* - SNR).
- Ako je odnos SNR veliki, to znači da je signal jači u odnosu na šum (neželjeni signal) pa je lako konvertovati signale u aktuelne podatke.
- Sa druge strane, kada je SNR mali, signal je slab a šum veliki pa je tada teže izdvojiti podatke.

- 
-

## WLAN - KARAKTERISTIKE,

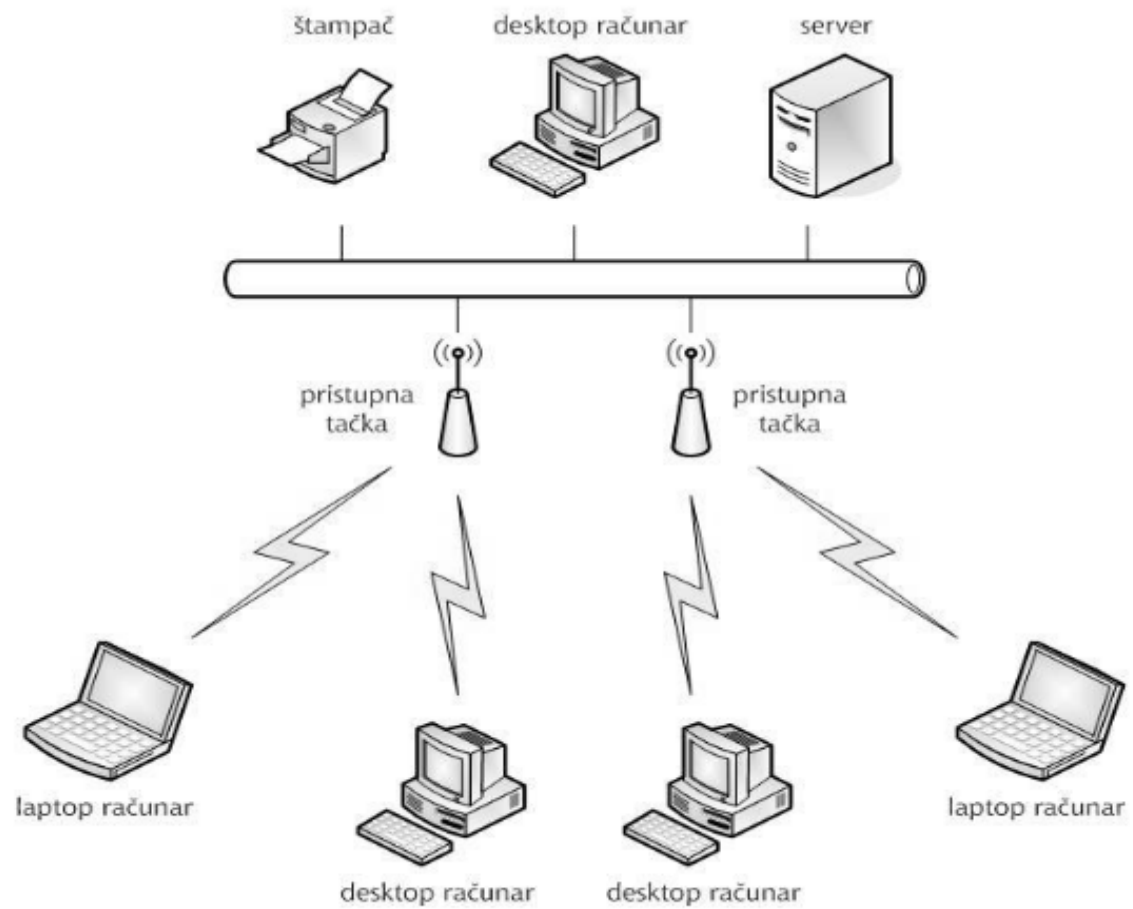
### Propagacija duž različitih puteva

#### *multipath propagation*

- ❑ Javlja se kada se deo elektromagnetnih talasa reflektuje od objekata ili zemlje, pri čemu dužine puteva talasa od predajnika do prijemnika su različiti.
- ❑ Pokretni objekti između predajnika i prijemnika mogu uzrokovati *multipath propagation* koja je promenljiva sa vremenom.
- ❑ *Multipath propagation* zbog uticaja refleksije talasa od jonosfere ili drugih objekata može da dovede do pojave *fading*-a, tj privremenog gubitka signala na prijemnoj strani.

•

# WLAN -



# WLAN

- **Na osnovu načina njihove realizacije, bežične mreže mogu se podeliti u dve osnovne kategorije:**
  - **Bežične mreže koje zahtevaju određenu infrastrukturu**
  - **Bežične mreže bez dodatne infrastrukture - *ad hoc* mreže**

## WLAN -

- **Bežične mreže koje zahtevaju određenu infrastrukturu**
- celularne mobilne mreže – mobilna telefonija
- bežične računarske mreže
- WWAN – Wireless Wide Area Network
- **WMAN**-*Wireless Metropol. Area Network*
- *Wireless Local Area Network*
- **WPAN**-*Wireless Personal Area Network*)

# WLAN

Bežične mreže bez dodatne infrastrukture - *ad hoc* mreže

- mobilne *ad hoc* mreže (*Mobile Ad hoc Networks* – MANET) –

To su mreže mobilnih računara kojima rukuju korisnici i takve mreže sačinjavaju: prenosni računari, mobilni telefoni, lični digitalni asistenti.

# WLAN

Bežične mreže bez dodatne infrastrukture - *ad hoc* mreže

senzorske *ad hoc* mreže (*Wireless Sensor Networks*) –

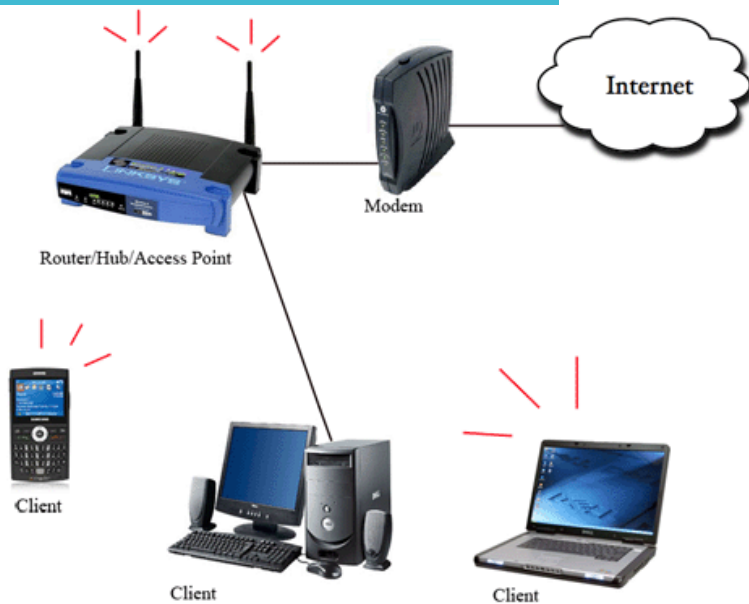
Predstavljaju mreže samostalnih minijaturenih senzorskih uređaja, koji su sposobni da potpuno autonomno registruju neki događaj, da isti obrade i bežičnim putem pošalju nadležnom uređaju.

## WLAN Protokol Arhitektura

- ❑ **Protokoli koji su specifično definisani za LAN, MAN i WAN prenos, zaduženi su za prenos blokova podataka preko mreže.**
- ❑ **Sa aspekta OSI referentnog modela komuniciranja, viši nivoi protokola (nivoi od 3 do 7) nezavisni su od mrežne arhitekture i mogu se primeniti na sve LAN, MAN i WAN mreže.**
- ❑ **Nivoi od 3 do 7 su identični kako za žičane tako i bežične mreže.**



# WLAN



- Bežične lokalne mreže (eng. *Wireless Local Area Network - WLAN*)
- Koriste se za povezivanje računara u kućama, u školama, na fakultetima, u preduzećima ili na javnim mestima - (engl. *hotspots*)
- Jednostavne su za postavljanje
- **Wi-Fi** – *Wireless Fidelity*)

Uloga fizičkog nivoa  
**WLAN**

- ❑ Najniži nivo IEEE 802 referentnog modela odgovara fizičkom nivou OSI modela, i obavlja funkcije koje se odnose na:
  - ❖ kodiranje i dekodiranje signala
  - ❖ generisanje preambula / rešavanje problema koji se tiču sinhronizacije
  - ❖ predaja / prijem bitova
  
- ❑ Pored toga, fizički nivo kod 802 modela uključuje i specifikacije koje se odnose na prenosni medijum i topologiju mreže.

# Funkcije iznad fizičkog nivoa WLAN

- ❑ Iznad fizičkog nivoa funkcije koje obezbeđuju servise LAN korisnicima su sledeće:
  - a) u toku predaje - vrši se asembliranje podataka u okvire. Svaki okvir prati adresno polje za detekciju grešaka u prenosu podataka
  - b) u toku prijema - disasembliraju se oikviri, prepoznaju adrese i detektuju greške u prenosu ako postoje
  - c) reguliše se pristup LAN - ovom prenosnom medijumu
  - d) ❑ ostvaruje se sprega - sa višim nivoima i kontroliše se tok podataka i greške koje mogu nastati (za slučaj da se ne prime svi paketi ili da je neki okvir primljen sa greškom)
- ❑ Nabrojane funkcije od a) do d) svojstvene su nivou 2 OSI modela.
- ❑ Kada je u pitanju model 802, skup funkcija koje se odnose na stavku d) se obično pridružuje LLC-ovom (*Logical Link Control*) nivou, dok se funkcije definisane stavkama a), b) i c) tretiraju kao poseban nivo koji se naziva MAC (*Media Access Control*).

## Osnovni elementi WLAN-a

- **Bežični *host*-ovi**
- **Bežični putevi**
- **Bazna stanica (BS)**
- **Bežične WLAN kartice**
- **Access Point**
- **Antene**

## Osnovni elementi WLAN-a

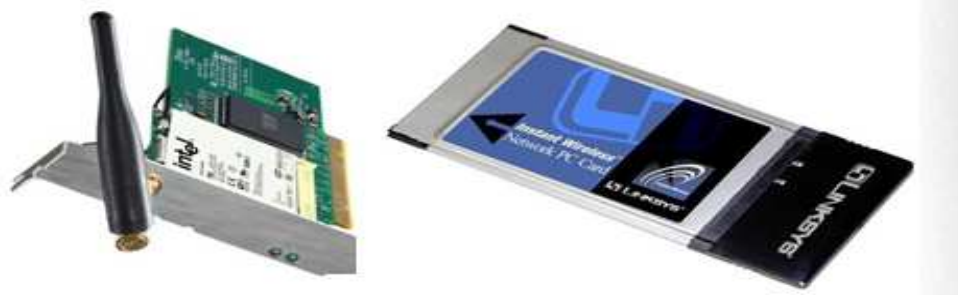
- ❑ bežični *host*-ovi – *host*-ovi su krajnji uređaji koji izvršavaju aplikaciju
- ❑ bežični putevi – *host* se povezuje sa baznom stanicom ili drugim bežičnim *host*-om preko bežične komunikacione veze

## Osnovni elementi WLAN-a

- Bazna stanica (BS) - ključni je gradivni blok bežične mrežne infrastrukture. Nasuprot bežičnim *host*-ovima i bežičnim putevima (vezama), BS nema svoj jasno izdiferenciran ekvivalenat (tzv. pandan uređaj) kod ožičenih veza. Tačke pristupa (*Access Points*) kod 802.11 bežičnog LAN-a su tipični primeri BS-ova. AP-ovi ne kontrolišu samo pristup medijumu nego deluju i kao mostovi ka drugim bežičnim i ožičenim mrežama.

## Osnovni elementi WLAN-a

- Bežične WLAN kartice koriste se umesto standardnih LAN kartica ili modema. Imaju istu ulogu, koriste iste protokole i isto se ponašaju kao i kartice koje se koriste za standardnu mrežu s tim što za prenos podataka koriste radio talase (100-400m).



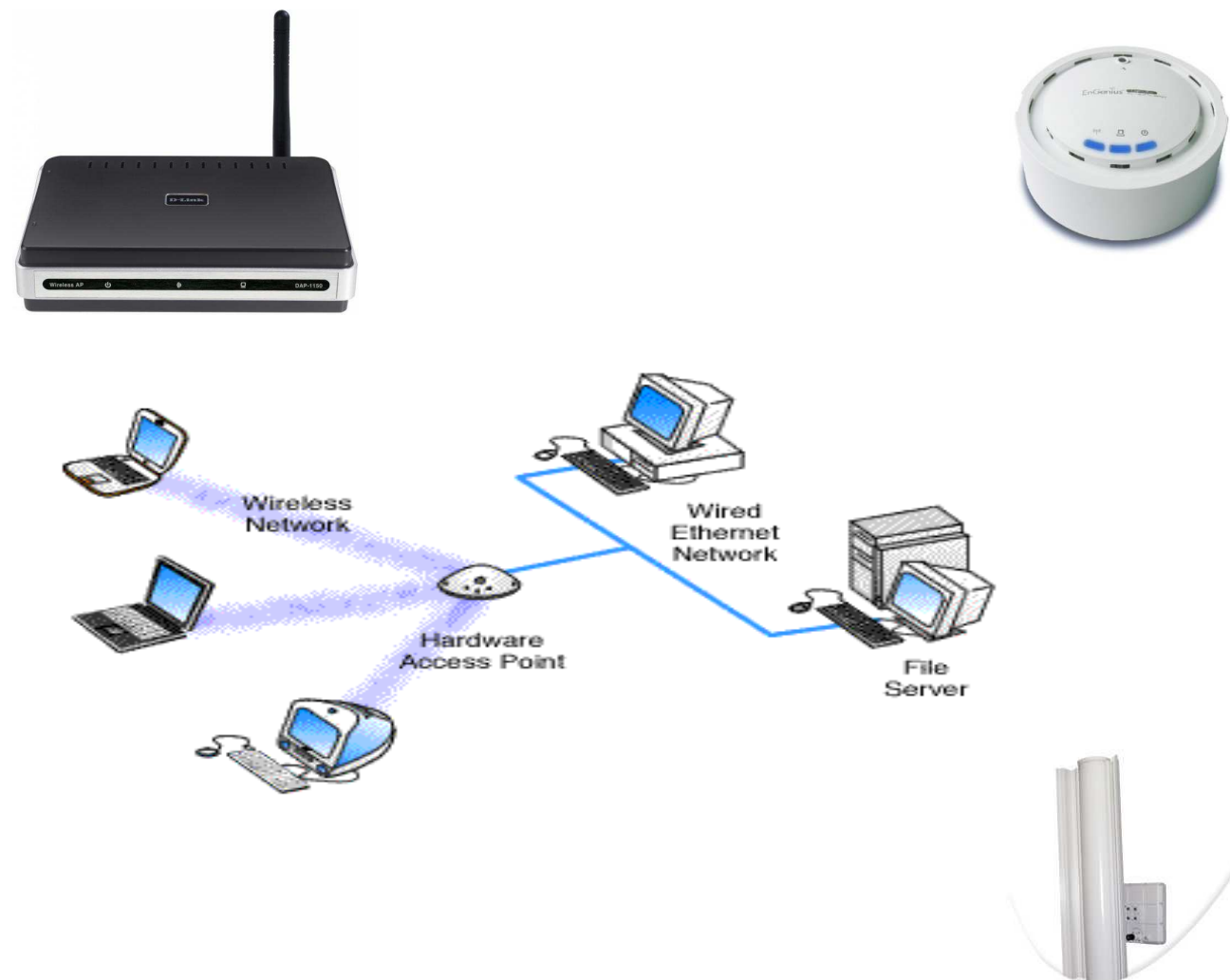
## Osnovni elementi WLAN-a

*Access Point* - služi za međusobno povezivanje klijenata i predstavlja centralni deo jedne mreže. Svaki *Access Point* ima integrisan konektor za antenu kao i konektor za LAN. Može da radi u nekoliko modova (*client, bridge i repeater mode*)





# Osnovni elementi WLAN-a



## Osnovni elementi WLAN-a ANTENA

Za pokrivanje većeg prostora (500m do nekoliko km) koriste se **antene** koje se montiraju spolja.

Antena koja se koristi na strani *Access Point*-a je omni-direkciona (360°) dok se na strani klijenta postavljaju direkционе antene kojih ima raznih tipova i pojačanja (*helix, parabolic, biquad, panel*)



## GRID ANTENA

- Grid antenna has a large signal gain (about 24 dB) and signal steering of only 3°. That is, with such antennas and quality network equipment, it can switch the signal at distances up to 15-20 km if there is optical visibility



# PANEL ANTENE

- Primer :Panel antenna sa kućištem 18 dBi 5.1-5.9GHz Dual Polarisation NP-5159-18-17DP-MMCX - 2 x MMCX(m), H/V ugao 17 stepeni, unutrašnje dim. 233x233x45mm
- VHF opseg: od 2. do 12. kanala
- UHF opseg: od 21. do 69. kanala
- Pojačanje ugrađenog pojačivača:34dB

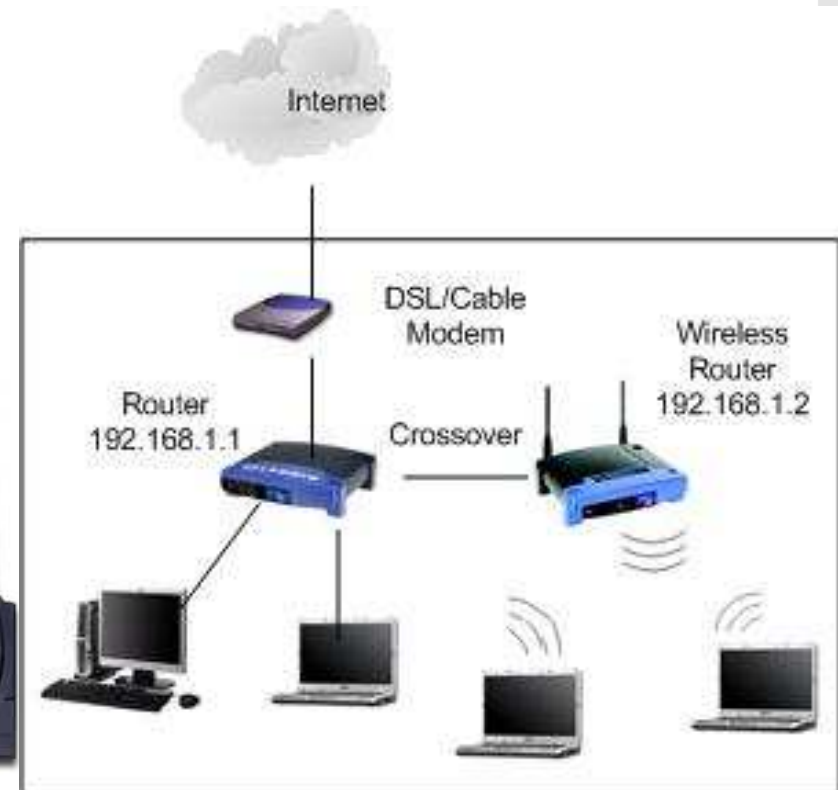


**Aluminijumska Panel Antena M3.1**

# Bežični ruter (*WRT – Wireless Router*).

Ovaj uređaj u sebi sadrži:

- jedan port na koji ćete povezati kablovski ili ADSL modem
- ruter
- mrežni komutator (*Switch*)
- zaštitni zid (*Firewall*) i
- bežičnu pristupnu tačku.



# WLAN

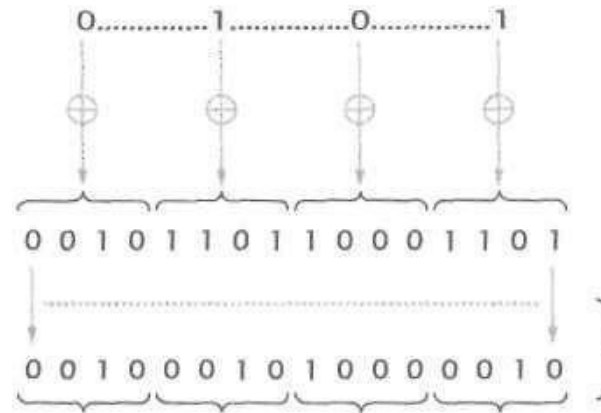
## NEKI OD STANDARDA

| TEHNOLOGIJA        | TIP MREŽE          | PRENOS       | DOMET     | FREKVENCIJA       |
|--------------------|--------------------|--------------|-----------|-------------------|
| Wi-Fi IEEE 802.11  | WLAN               | 1-2 Mb/s     | do 300 m  | 2,4 GHz           |
| Wi-Fi IEEE 802.11a | WLAN               | 54 Mb/s      | do 300 m  | 5,1-5,8 GHz       |
| Wi-Fi 802.11b      | WLAN               | 1-11 Mb/s    | do 300 m  | 2.4-2,485 GHz     |
| Wi-Fi 802.11g      | WLAN               | do 54 Mb/s   | do 300 m  | 2.4-2,485 GHz     |
| WiMAX 802.16d      | WMAN               | do 75 Mb/s   | 6 do 10km | c                 |
| WiMAX 802.16e      | Mobile<br>WMA<br>N | do 30 Mb/s   | 2 do 6 km | 2 do 6 MHz        |
| Wibro 802.16e      | WLAN               | do 50 Mb/s   | 1-5 km    | 2.3 GHz           |
| Bluetooth 802.15   | WPAN               | 1-2 Mb/s     | 10 –100 m | 2.4 GHz           |
| Infracrveni zraci  | WPAN               | 4 Mb/s       | 1-2 m     | Infracrveni opseg |
| Ultraširokopojasni | WPAN               | 100-500 Mb/s | 10 m      | 3.1-10.6 GHz      |

# DSSS

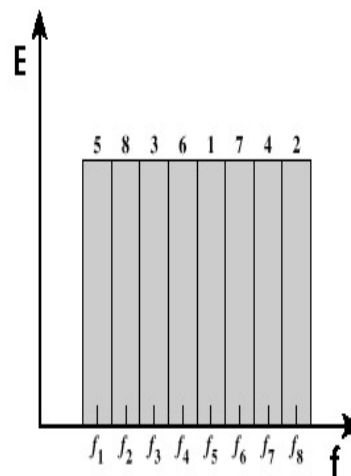
(DIRECT SEQUENCE  
SPREAD SPECTRUM)

- Predstavlja šemu koja **prenosi podatke snopom bitova** (jedan bit se šalje **preko različitih frekvencija**) koje generiše predajna stanica.
- DSSS proširuje jedan bit podataka na više njih. Zahvaljujući tome, predajnik funkcioniše na većim bitskim brzinama, tako da se signal prostire **preko šireg propusnog opsega**.

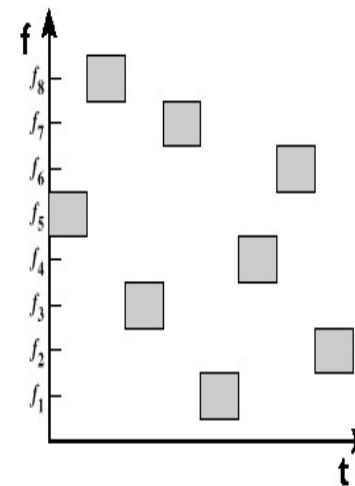


## FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

- Prenosni signal menja frekvencu po modelu koji znaju oba učesnika.
- Ovde se definišu nizovi frekvencija od  $f_1$  do  $f_n$  - emisioni spektar.
- U kraćim periodima FHSS koristi uskopojasne prenose, ali u dužim
  - periodima koristi široki propusni opseg.



dodela kanala



upotreba kanala

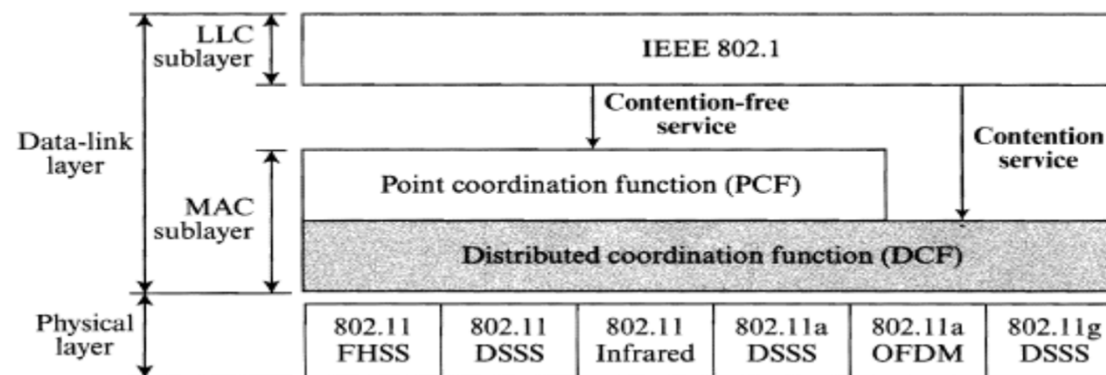


# MAC podnivo

Kod protokola 802.11 postoje sledeća dva različita MAC podnivoa:

- 1) Distribuirana koordinisana funkcija (*distributed coordination function* - DCF), i
- 2) Tačkasto koordinisana funkcija (*point coordination function* - PCF).

Prikazan je odnos između ova dva MAC podnivoa, LLC podnivo i fizički nivo.



# SIGURNOST BEŽIČNOG PRENOSA

- ❖ **MAC filtriranje** -.
- ❖ **IP filtriranje** -.
- ❖ **WEP enkripcija** - skraćenica za “*Wired Equivalency Privacy*”,
- ❖ **WPA, WPA2** - “*Wi-Fi Protected Access*”.
- ❖ **TKIP** (*Temporal Key Integrity Protocol*)

# ZigBEE, STANDARDI



ZigBee je wireless tehnologija razvijena kao otvoreni globalni standard koji treba da odgovori na jedinstvene zahteve niske cene i male potrošnje energije bežičnih M2M mreža.

ZigBee je baziran na IEEE 802.15.4 standardu personalnih računarskih mreža (PAN – Personal Area Network), a radi u nelicenciranim opsezima uključujući 2.4GHz, 900 MHz i 868 MHz.

802.15.4 standard, na kom radi ZigBee, ratifikovan je 2003. godine od strane IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

## ZigBEE, STANDARDI



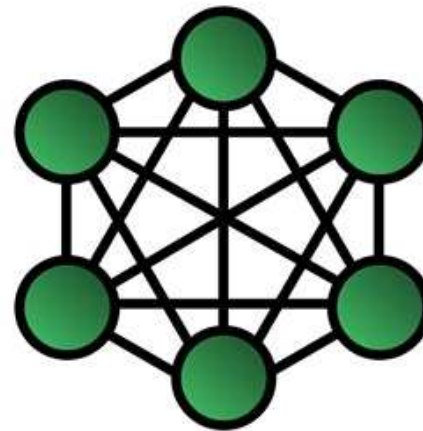
Standard predstavlja radio protokol namenjen jeftinim uređajima, napajanim pomoću baterija. Uređaji mogu da komuniciraju u različitim topologijama mreže, a vek trajanja baterije može biti i po nekoliko godina. ZigBee protokol su stvorile i ratifikovale kompanije, članice ZigBee alijanse (ZigBee Alliance). Preko 300 vodećih kompanija, vodećih u IT svetu čini članstvo u ZigBee alijansi.

Zig Bee protokol je dizajniran da na jednostavan način obezbedi bežični prenos podataka, koji odlikuje bezbedna i pouzdana arhitektura.

# ZigBEE, STANDARDI



ZigBee protokola podržavanja mesh topologije.  
Veza između čvorova se dinamički ažurira i optimizuje  
preko sofisticirane ugrađene mesh tabele za rutiranje.  
Mesh mreže su decentralizovane.  
Svaki čvor je u stanju da samostalno istražuje mrežu



## ZigBEE, STANDARDI



ZigBee omogućava široku primenu bežičnih mreža sa niskom cenom i malom potrošnjom energije.

Pruža mogućnost rada godinama, pomoću jeftinih baterija, za nadgledanje i upravljanje aplikacijama. Smart energy/Smart grid, AMR (Automatic Meter Reading),

Koristi se za upravljanje osvetljenjem, sistemima automatizacije u zgradama, praćenje stanja u rezervoarima, HVAC upravljanje, medicinski uređaji itd....

# Osnovni skup servisa

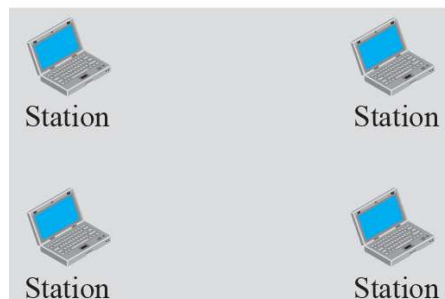
IEEE 802.11 definiše BSS kao gradivni blok WLAN-a.

BSS se sastoji od stacionarnih ili mobilnih bežičnih stanica i opcionalnu centralnu baznu stanicu, poznata kao tačka-pristupa (*access point*- AP).

BSS bez AP-a je samostalna mreža koja ne može slati podatke drugim BSS-ovima.

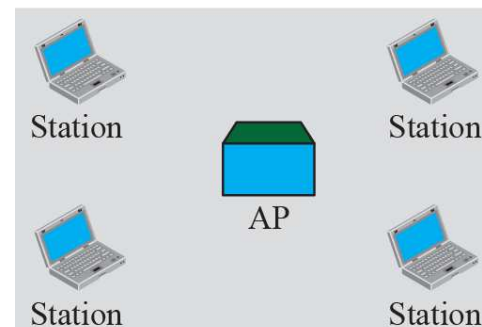
Za ovaj tip mreže kažemo da karakteriše *ad-hoc* arhitektura. Kod *ad-hoc* arhitekture stanice mogu formirati mrežu bez potrebe da postoji AP, pri čemu se stanice mogu međusobno locirati i složiti (dogovoriti) da budu deo BSS-a.

**BSS:** Basic service set



Ad hoc network (BSS without an AP)

**AP:** Access point



Infrastructure (BSS with an AP)

# Prošireni skup servisa

ESS čini dva ili veći broj BSS-ova sa AP-ovima.

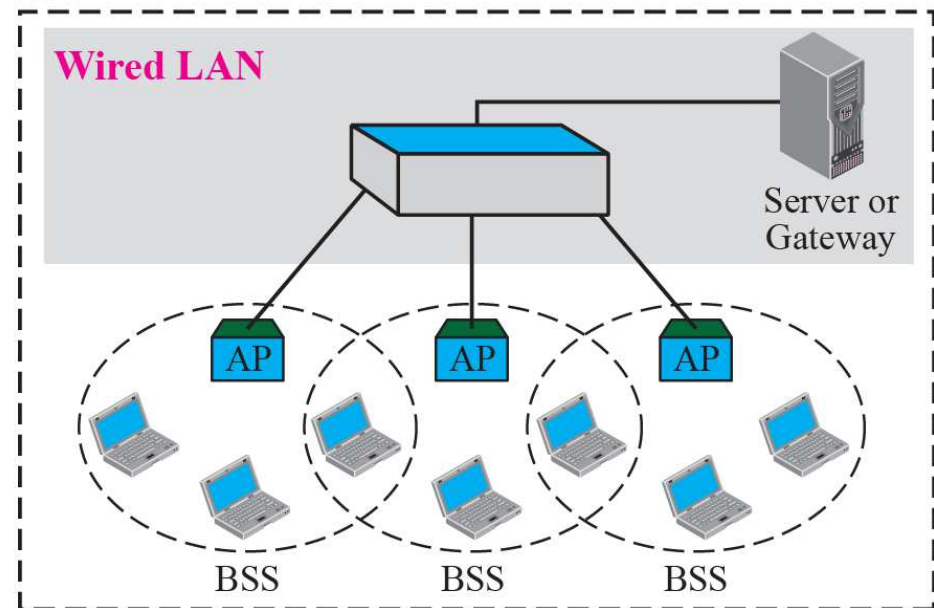
ESS koristi dva tipa stanica: mobilne i stacionarne.

Mobilne stanice su standardne stanice u okviru BSS-a.

Stacionarne stanice su AP stanice koje su deo žičanog LAN-a. Na slici je prikazan ESS.

**ESS:** Extended service set  
**BSS:** Basic service set  
**AP:** Access point

ESS





# WIRELESS

U zavisnosti od stepena mobilnosti kod WLAN-ova, standardom se definišu sledeća tri tipa stanica:

- i) nema-prelaska (*no-transition*),
- ii) prelazak u okviru BSS-a (*BSS transition*), i
- iii) ESS prelazna mobilnost (*ESS transition mobility*).

Stanica tipa *no-transition* ne karakteriše mobilnost i stacionarnog je tipa.

To znači da se ona, u krajnjem slučaju, može premeštati samo u okviru BSS-a.

Stanica koju karakteriše BSS mobilnost možemo premeštati iz jedne BSS mrežu u drugu.

Stanica koju karakteriše ESS prelazna mobilnost možemo premeštati iz jedne ESS mreže u drugu.

## WiMax

Zajedno sa konkurentnim standardom pod nazivom “LTE”, WiMax, skraćenica za Worldwide Interoperability for Microwave Access, predstavlja 4G ili “četvrtu generaciju” bežičnog Interneta.

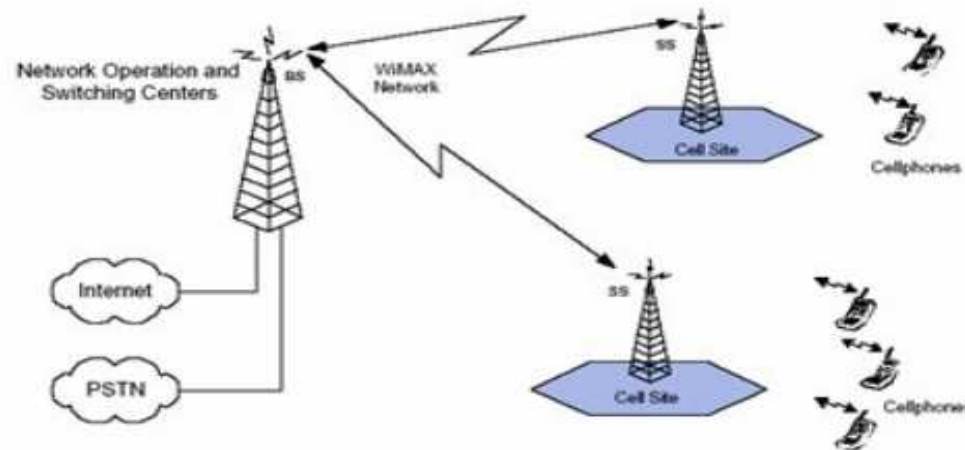
Nova tehnologija je slična Wi-Fi u tome što omogućava korisnicima da se povežu na Internet bez žica. Ali za razliku od Wi-Fi, koji može da pokrije celu zgradu. ili kvart, WiMax može da pokrije ogromne udaljenosti (slično mreži mobilnih telefona), i pruži velike brzine pristupa Internetu (poput broadband).

.

# WiMax

WiMAX (Wordwide Interoperability for Microwave Access) je telekomunikaciona tehnologija namenjena broadband mrežama sa bežičnim pristupom.

WiMAX (engl. worldwide interoperability for microwave access) su koncipirane za udaljenosti do 50 km.





*Bluetooth* je tehnologija pomoću koje se vrši bežični prenos podataka između uređaja koji poseduju istu tehnologiju.

- bliska rastojanja (oko 10m).

Mogućnosti Bluetooth tehnologije su razne i teško ih je nabrojati, povezivanje bežične slušalice sa mobilnim telefonom, preko upravljanja kompjutera uz pomoć mobilnog telefona i razmena podataka između dva mobilna telefona, kontrole zamrzivača i mikrotalasne rerne, kao i „bežičnog“ pisanja Bluetooth olovkom.

- ✓ Bluetooth uređaji rade u frekvencijskom opsegu od 2,4-2,4835 GHz, tj. u ISM (*Industrial-Scientific-Medicine*) opsegu (koriste FHSS).
- ✓ Primenom Bluetooth tehnologije deli se raspoloživi spektar (83,5MHz) u 79 komunikacionih kanala širine 1 MHz.

# UWB Ultra Wide Bandwidth

## UWB – Ultra Wide Bandwidth

- ✓ Svojom širinom kanala kao i brzim prenosom podataka, idealan za kućnu upotrebu
- ✓ Koristi se za kao bežični USB i povezuje uređaje za zabavu.
- ✓ Veza je vrlo kratkog rastojanja, svega 10-tak metara
- ✓ Brzina prenosa od 110 do 480 Mb/s.
- ✓ Radi na frekvencijama 7.5 GHz
- ✓ Koristi se u WPAN-u i opisan je kao standard 802.15.3a.

# Wireless Sensor Networks

Bežične senzorske mreže (eng. Wireless Sensor Network, WSN) su distribuirani sistemi koji se sastoje od senzora povezanih bežičnom komunikacionom mrežom.

Osnovna namena im je sakupljanje, obrada i dostava izmerenih informacija iz okruženja krajnjim korisnicima. Za merenje i prikupljanje rezultata merenja služe odgovarajući tipovi pasivnih ili aktivnih senzora koji su deo multifunkcionalnih platformi, tj. senzorskih čvorova (eng. Sensor Nodes, SN).

Senzorski čvorovi omogućuju skladištenje i obradu prikupljenih podataka i komunikaciju sa IoT platformom

# Wireless Sensor Networks

Senzorska mreža (Sensor Network- Snet) je distribuirani sistem (Dsis) koga čini polje senzora različitog tipa medjusobno povezanih komunikacionom mrežom.

Neke od karakteristika Snet-a su:

- visoka pouzdanost u radu
- relativno visoka tačnost
- fleksibilnost
- niska cena
- lako rasporedjivanje senzora u prostoru

# IOT

Frazu „Internet of Things“ prvi put je upotrebio Kevin Ashton, 1999. godine,

Dok je bio zaposlen u toj kompaniji, Ashton je došao na ideju da stavi RFID, inteligentni bar-kod, na svaki ruž koji su proizveli, kako bi u svakom trenutku mogli da dobiju podatke o tome koliko je proizvoda prodato, te kada je potrebno dopuniti police na određenom prodajnom mestu.

Internet of Things (skraćeno IoT) na našem jeziku se prevodi kao Internet stvari ili Internet inteligentnih uređaja. To je pojam koji se odnosi na milijarde fizičkih uređaja širom sveta opremljenih senzorima i softverima, koji su trenutno povezani na internet kako bi prikupljali i delili podatke



# IOT

