

# Bežične mreže

Vrsta mreže	Oblast pokrivanja	Funkcija	Koštanje	Tipičan protok	Standard
Bežične personalne <b>WPAN</b>	Personalno okruženje, Tipično oko 10m	Cable replacement technology, Personalna mreža	Veoma nisko	(0.1-4)Mbps	IrDa, Bluetooth, WiFi, ZigBee, RF(UHF, VHF) 802.15
Bežične lokalne <b>WLAN</b>	U zgradi, Tipično 100m	Ekstenzija ili alternativa žične mreže (LAN)	Srednje nisko	(1-54)Mbps	802.11 a,b,g HIPERLAN/2
Široko bežične <b>WWAN</b>	Pokrivanje obezbedjeno u jednoj državi	Ekstenzija LAN mreže	Srednje visoko	8Kbps-2Mbps	GSM, TDMA, CDMA GPRS EDGE, WIMAX
Satelitske <b>Satellite networks</b>	Globalno pokrivanje	Ekstenzija LAN mreže	Veoma visoko	2Kbps-19.2Kbps	TDMA, CDMA, FDMA

# Bežične mreže

Vrsta mreže	Oblast pokrivanja	Funkcija	Koštanje	Tipičan protok	Standard
Bežične personalne <b>WPAN</b>	Personalno okruženje, Tipično oko 10m	Cable replacement technology, Personalna mreža	Veoma nisko	(0.1-4)Mbps	IrDa, Bluetooth, WiFi, ZigBee, RF(UHF, VHF) 802.15
Bežične lokalne <b>WLAN</b>	U zgradi, Tipično 100m	Ekstenzija ili alternativa žične mreže (LAN)	Srednje nisko	(1-54)Mbps	802.11 a,b,g HIPERLAN/2
Široko bežične <b>WWAN</b>	Pokrivanje obezbedjeno u jednoj državi	Ekstenzija LAN mreže	Srednje visoko	8Kbps-2Mbps	GSM, TDMA, CDMA GPRS EDGE, WIMAX
Satelitske <b>Satellite networks</b>	Globalno pokrivanje	Ekstenzija LAN mreže	Veoma visoko	2Kbps-19.2Kbps	TDMA, CDMA, FDMA

# Personalne bežične mreže

- Komunikacija na kratkim rastojanjima do 100m
- Mala potrošnja električne energije
- Niska cena
- Male personalne mreže
- Komunikacija različitih tipova uređaja
- Velika tržišna atraktivnost



# Komunikacioni sistemi male snage

	<b>Bluetooth</b>	<b>Wi-Fi</b>	<b>ZigBee</b>	<b>RF (UHF)</b>	<b>RF (VHF)</b>
<b>Domet</b>	50-100m	100m	75m	500m	5-10km
<b>Protok podataka</b>	24 Mbps	54 Mbps	250 kbps	razno	razno
<b>Bezbednost</b>	128 – bitno šifrovanje	razno	128 – bitno šifrovanje	razno	razno
<b>Opseg</b>	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	433, 866, 915 MHz i drugi	150, 169, 173 MHz i drugi
<b>Potrošnja snage</b>	Visoka	Visoka	Niska	Niska - srednja	Niska - srednja

# Bluetooth – tehničke specifikacije



- Izumela ga je kompanija Ericsson 1994 godine
- Standard bežične tehnologije prvobitno napravljen da zameni žičani RS232 standard koji se koristio u serijskoj komunikaciji dugi niz godina
- Služi za prenos podataka kratkog dometa preko 2.4GHz (2.402 – 2.480)GHz
- Zasniva se na IEEE standardu 802.15.1
- Koristi se za jednostavno prebacivanje slika, audio i video datoteka
- Komunikacija različitih tipova uređaja



# Bluetooth – tehničke specifikacije



- Protokol koristi tehnologiju skočnog širenja frekencijskog spektra gde se poslati podaci dele na male pakete
- Svaki paket se prenosi na jedan od 79 određenih Bluetooth kanala uz propusni opseg od 1MHz
- Frekencijsko skakanje je 1600 hopova u sekundi
- Protok u radio delu je 1Mb/s
- Snaga predajnika (-30,20)dBm



# Bluetooth – tehničke specifikacije



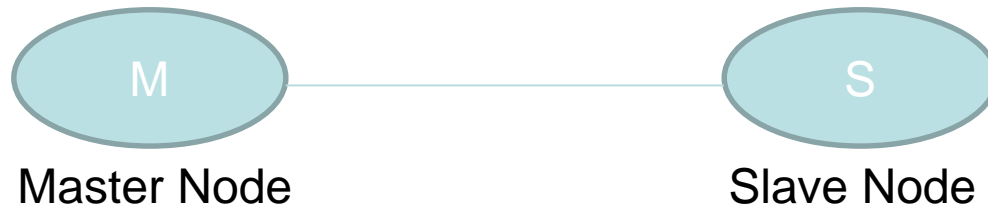
## *Bluetooth podržava:*

- Asinhroni prenos podataka
- Do 3 istovremeno sinhrona govorna kanala ili
- Kanal u okviru kog se istovremeno prenose govor sinhrono a podaci asinhrono
- Za sinhronu prenosu (govor) rezervišu se vremenski slotovi
- Promena frekvencije se vrši za svaki paket koji se prenosi
- Jedan paket nominalno odgovara jednom vremenskom slotu a može da se proširi na maksimalno 5



# Bluetooth – point to point komunikacija

- Bluetooth je paket zasnovan na protokolu koji ima neodređeno – podređenu (master – slave) strukturu



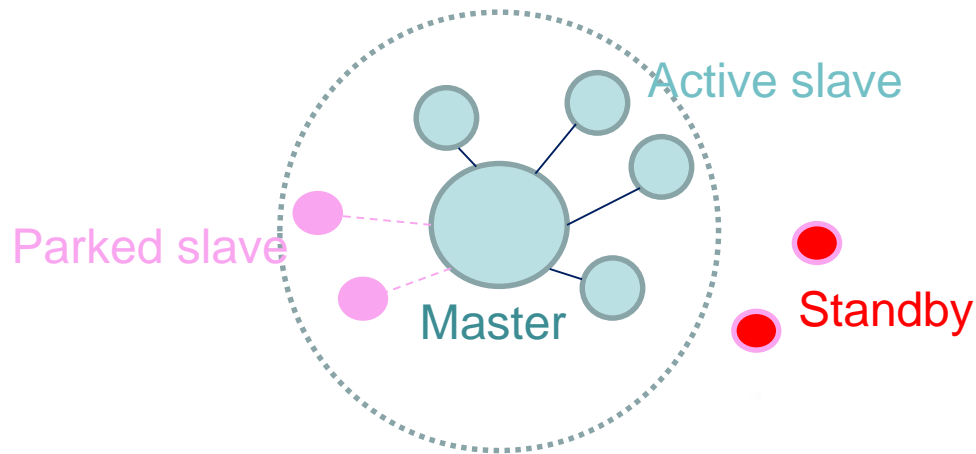
- U point - to - point arhitekturi dva uređaja direktno komuniciraju pri čemu jedan postaje master a drugi slave





# Bluetooth - Piconet

- Nadređeni uređaj može sigurno i pouzdano da komunicira sa do 7 podređenih uređaja u lokalnoj mreži koja se zove *piconet*
- Svi uređaji se ponašaju kao *slave* i komuniciraju sa istom pristupnom tačkom - *master stanicom*

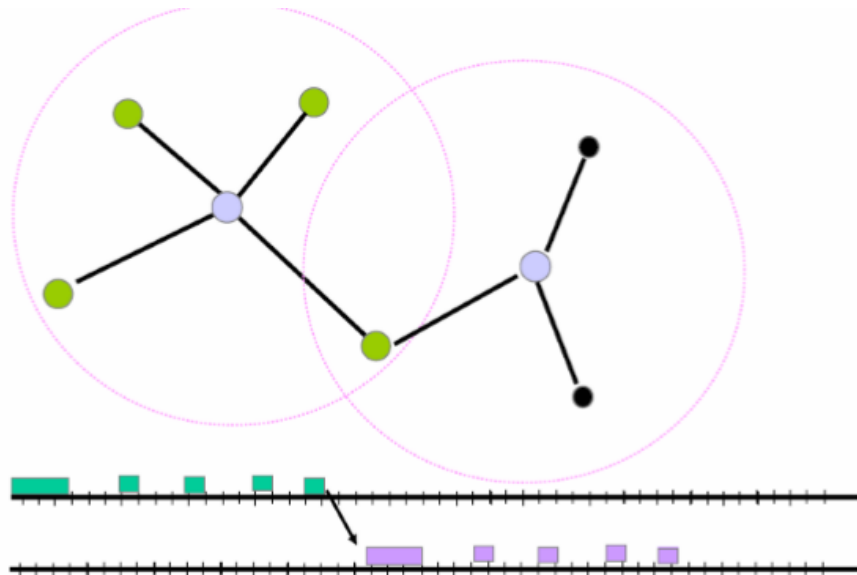


- Još uređaja može biti “parkirano“



# Bluetooth - Scatternet

- Do 10 piconeta se mogu povezati i formirati scatternet
- Da bi se izbegla interferencija i kolizija između piconeta, svaki piconet koristi drugaciju jedinstvenu sekvencu frekvencijskog skakanja koju definise *master*



# Bluetooth - potrošnja

- Automatska kontrola snage
- Redukcija potrošnje u zavisnosti od aktivnosti (moda rada)

*Active mode*: uređaj aktivno učestvuje na radio kanalu. *Master – slave* uređaji aktiviraju se naizmenično

*Sniff mode*: Režim niske potrošnje u okviru kog je aktivnost osluškivanja kanala slave uređaja redukovana. U *sniff* modu, *slave* čeka poruke samo u malom broju vremenskih slotova.

*Hold mode*: U ovom režimu *slave* čeka samo poruku kada treba da bude aktivan.

*Park mode*: Režim najniže potrošnje. *Master* može zahtevati od parkiranog *slave* da se opet aktivira.



# Bluetooth – klasiranje po izlaznoj snazi

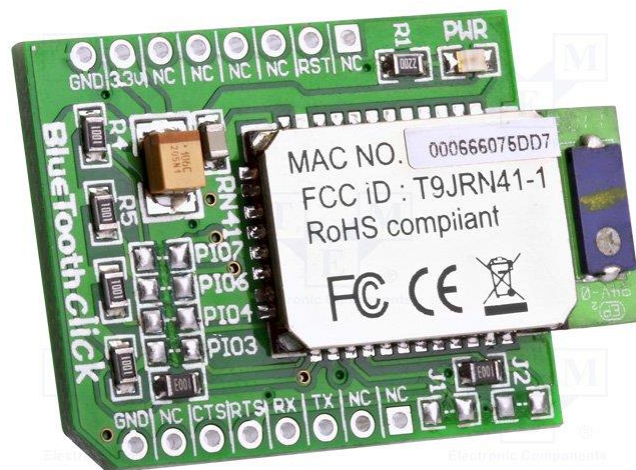
- Postoje tri klase Bluetooth-a kada je u pitanju izlazna snaga
- Dozvoljeni nivo snage klase 1 uređaja je 20dBm (100mW) uz domet od oko 100m na otvorenom prostoru
- Nivo snage klase 2 je 4dBm (2.5mW) uz tipični domet od 10m
- Nivo snage klase 3 uređaja je 0dBm (1mW) uz domet od samo 10cm
- Generalno gledano Bluetooth troši malo snage, ali za mnoge IoT aplikacije i ova potrošnja je velika
- Neki proizvođači nude snažne nestandardne Bluetooth uređaje koji su sposobni za rad na više stotina kilometara



# Primeri uređaja za bluetooth komunikaciju



HC06 – bluetooth uređaj II klase



Mikroelektronika bluetooth click uređaj I klase



# IEEE 802.15

- Rad na standardu je započeo 1999 godine
- Bluetooth služi kao osnova
- Osnovna primena – šira primena bežičnih tehnologija
- pojedini elementi standarda su još uvek u fazi razvoja



# IEEE 802.15

- Četiri radne grupe:

## 802.15 WPAN Grupa 1: WPAN/Bluetooth

Formiran je standard 802.15.1 baziran na Bluetooth v1.1 specifikaciji

## 802.15 WPAN Grupa 2: Koegzistenti Mehanizam

Standard 802.15.2 olakšava koegzistenciju WPAN(802.15) i **WLAN(802.11)** tehnologiju

## 802.15 WPAN Grupa 3: Veći protok WPAN

Definisanje novog standarda (802.15.3) većeg protoka 20Mbps ili više

## 802.15 WPAN Grupa 4: Manji protok – duži vek baterije

Definisanje novog standarda (802.15.4) za sisteme manjeg protoka 20Kbps uz dugotrajno korišćenje baterije (više meseci do više godina) i manju složenost



# Pregled karakteristika IEEE 802.11x standarda

<b>Standard</b>	<b>Godina</b>	<b>Protok</b>	<b>Frekencijski opseg</b>
<b>IEEE 802.11</b>	1997	1-2 Mbps	ISM opseg 2.4GHz
<b>IEEE 802.11b</b>	1999	1-11 Mbps	ISM opseg 2.4GHz
<b>IEEE 802.11a</b>	1999	Do 54 Mbps	5GHz opseg
<b>IEEE 802.11g</b>	2002	Do 54 Mbps	ISM opseg 2.4GHz



# Zigbee

- Jedna od najnaprednijih i najnovijih bežičnih komunikacionih tehnologija
- Namijenjena za upotrebu u ugrađenim aplikacijama kratkog dometa koje zahtevaju jeftinu, malu brzinu prenosa podataka i malu potrošnju snage
- Zasniva se na IEEE 802.15.4 uz snagu od 30mW koja pokriva domet od oko 75m linije optičke vidljivosti i zavisnosti od okolnih faktora
- Zigbee uređaji mogu da obezbede od oko 1km dometa kod aplikacija u vizuelnoj liniji optičke vidljivosti
- Protokol koji se koristi obezbeđuje Zigbee Alliance



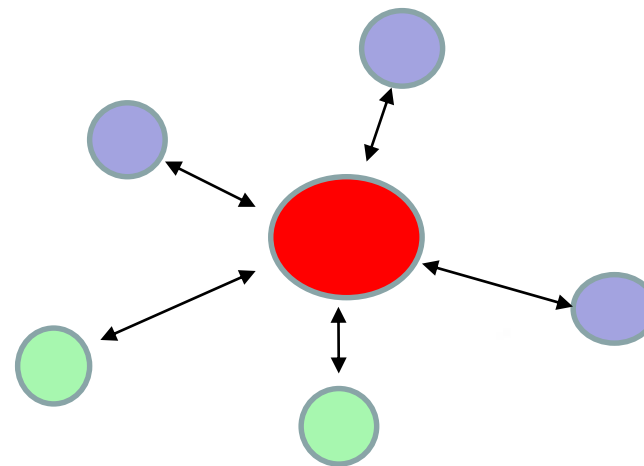
# Zigbee

- Brzina podataka koju obezbeđuje Zigbee 250kbps
- Zigbee je prikladan za prenosne aplikacije koje zahtevaju duži životni vek baterije, manje troškove kao i pouzdanu i sigurnu komunikaciju
- Primenjuje se uglavnom u kućnim ili fabričkim uslovima zbog prenosa podataka kratkog dometa (pametne kuće i automatizacija)
- Zigbee radi na nelicenciranom opsegu od 2.4GHz, 900MHz i 868MHz
- Podaci se prenose u paketima uz maksimalnu veličinu od 128bajtova
- Protokol podržava tri tipa topologije: zvezda, stablo i hibrid



# Zigbee- topologija zvezde

- Mrežu kontroliše jedan uređaj ZigBee koordinator
- Svi ostali uređaji su krajnji uređaji
- Koordinator inicijalizuje i upravlja uređajima u mreži
- Krajnji uređaji međusobno komuniciraju posredstvom koordinatora

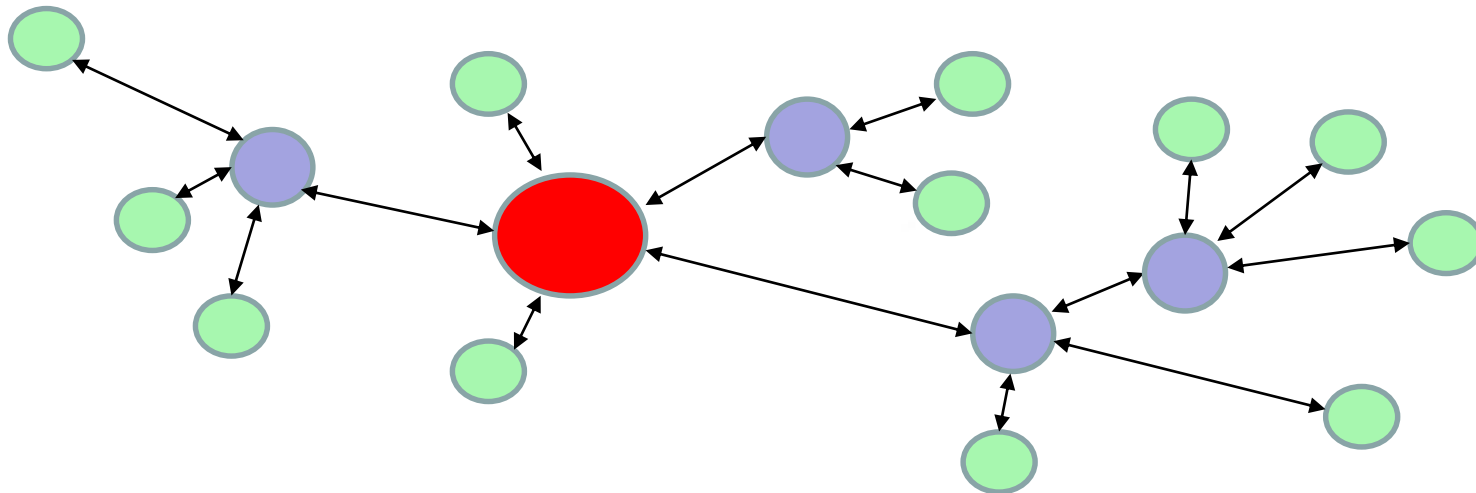


- Zigbee Koordinator
- Potpuna funkcija uređaja
- Smanjena funkcija uređaja



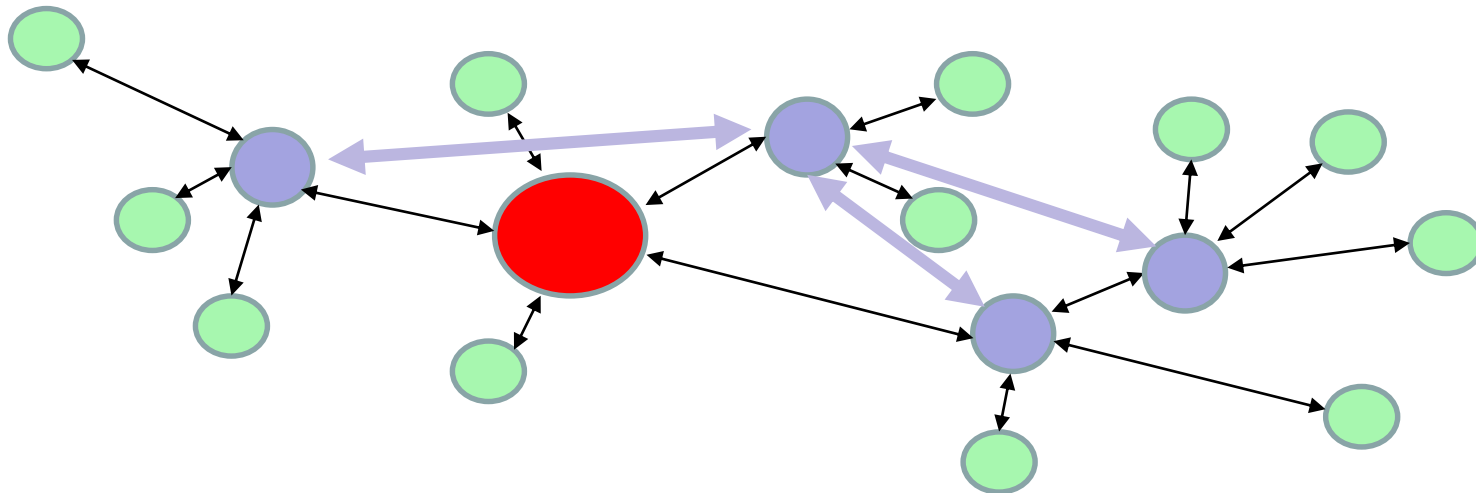
# Zigbee- topologija stabla

- Zigbee koordinator kontroliše i pokreće mrežu
- Mreža je proširena korišćenjem Zigbee rutera
- Mreža se sastoji od više zvezdastih mreža
- Zigbee ruter prenosi podatke i kontrolne poruke kroz mrežu
- Rutiranje u ovoj topologiji se vrši po hijerarhiji



# Zigbee – topologija hibrid

- Potrebno mnogo više memorijskog prostora za implementiranje ovakvog tipa topologije
- Ovakva topologija omogućava komunikaciju entiteta istog hijerarhijskog nivoa



# Primeri uređaja za zigbee komunikaciju



Zigbee USB dongle – pogodna za korišćenje sa Rapsberry PI



Mikroelektronika Xbee click



# Wi-Fi - 802.11b

- Glavna upotreba Wi-Fi veze je u povezivanju mobilnih uređaja kao što su mobilni, tablični i prenosivi računari sa LAN vezom a zatim sa Internetom
- Wi-Fi je izvorno napravljen kao zamena ili proširenje postojećem LAN-u
- Danas se koristi uglavnom za mobilni pristup internetu
- Radi na 2.4, 3.6 i 5 GHz frekencijskom opsegu uz tipični domet od 100m.
- Postoje snažniji Wi-Fi sistemi i uređaji za produženje dometa kao što je univerzitetsko dvorište ili kompleks
- Potrošnja snage je veća nego kod Bluetootha
- Drugi uređaji koji koriste isti frekencijski opseg mogu da ometaju Wi-Fi kao što su mikrotalasna, sigurnosne kamere...



# Wi-Fi - 802.11b

- Bežična tehnologija zasnovana na IEEE 802.11 standardu
- Najnovija Wi-Fi tehnologija (802.11.g) omogućava brzinu prenosa podataka oko 54Mbps
- Wi-Fi uređaji su dostupni kao mali moduli koji se mogu direktno povezati sa mikrokontrolerskim sistemima



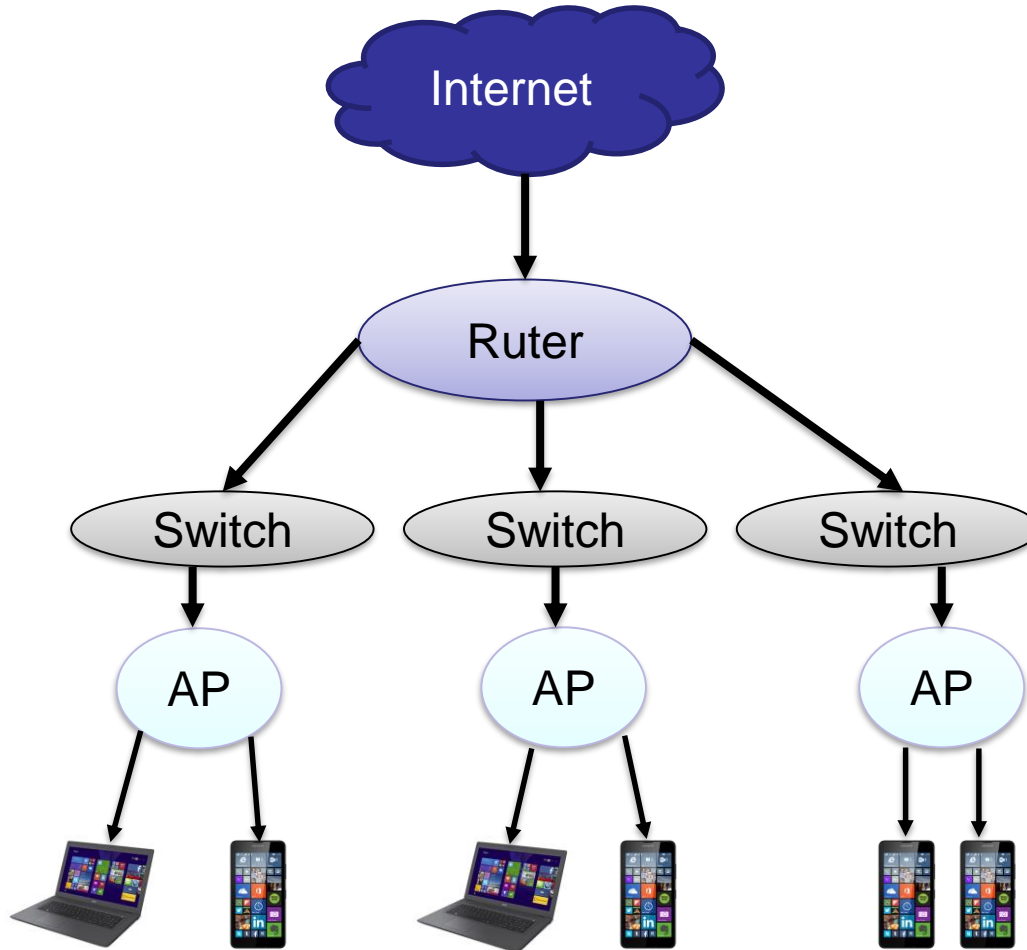


# Wi-Fi – Access point

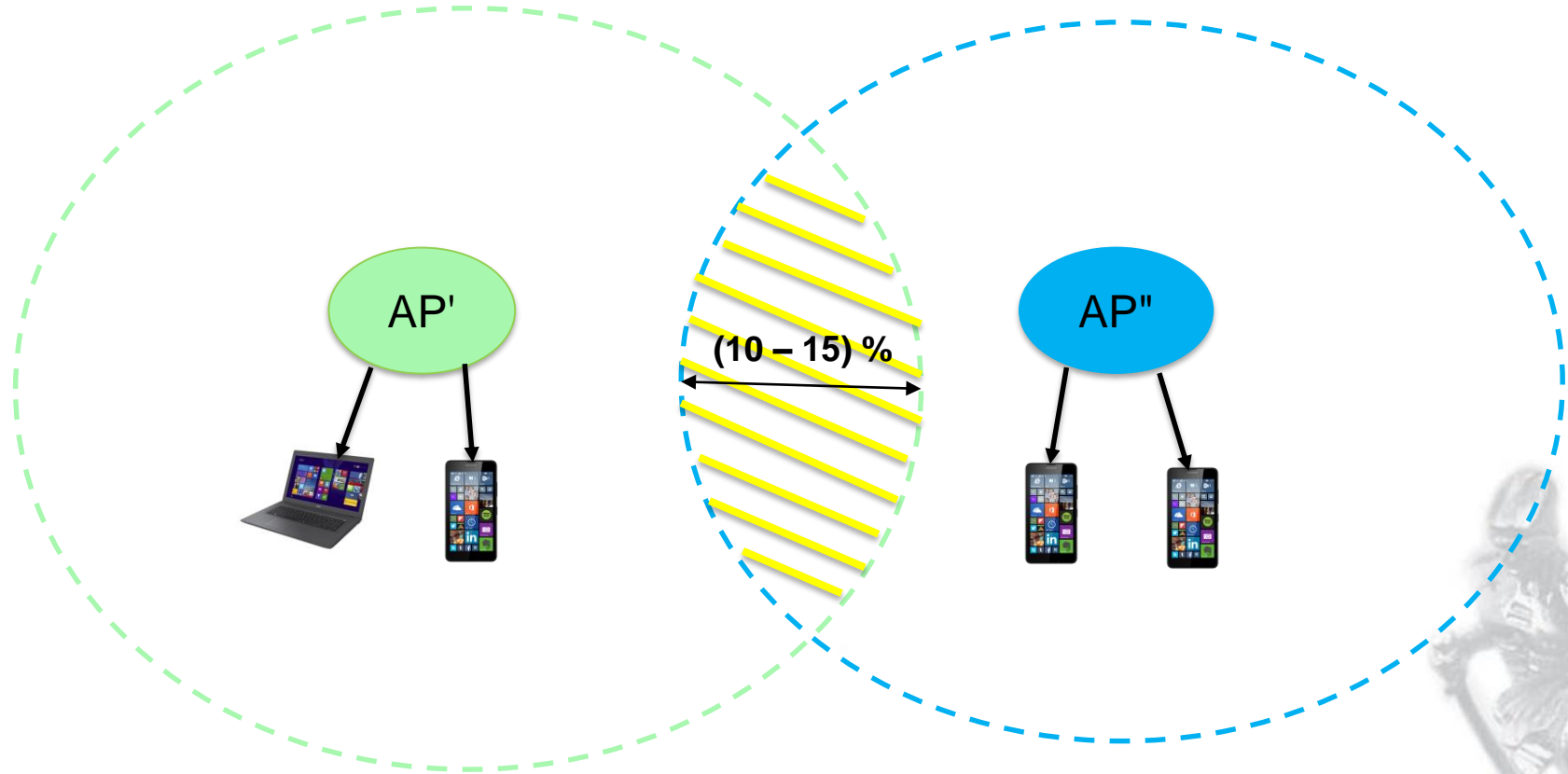
- Wi-Fi uređaji se mogu povezati na internet preko WLAN mreže i tačaka pristupa –Wireless Access point (hotspot)
- Access point u jednoj prostoriji (indoor conditions) ima domet oko 20m, ukoliko je potrebno opsluživanje većeg dometa onda je moguće instalirati više pristupnih tačaka ili hotspotova
- Pokrivanje bežičnom mrežom od nekoliko kilometara je moguće ukoliko postoji više hotspotova čije se oblasti opsluživanja preklapaju sa susedima
- Arhitektura javne bežične mreže uglavnom je mešovita (mesh)



# Wi-Fi – Access point



# Wi-Fi – Access point



# Wi-Fi - 802.11b

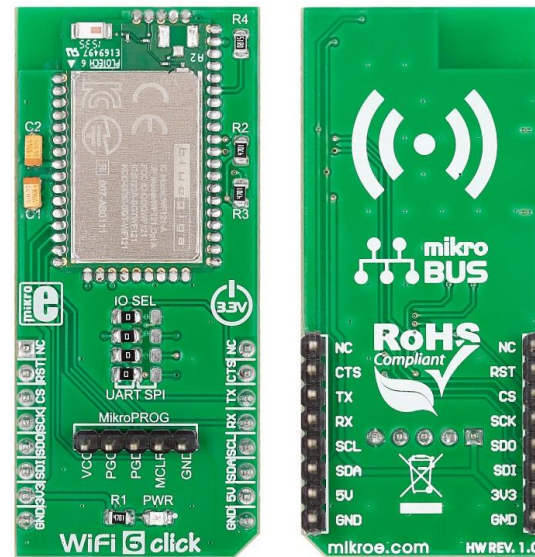
- Wi-Fi tehnologija koristi tehniku kodiranja podataka kao što su OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) i CCK (Complementary Code Keying)
- Uz pomoć ove dve tehnike kodiranja je moguće brže i sigurnije preneti poruku
- Najveća brzina je do 54Mbps a tipično danas je oko 30Mbps
- Veoma važna je sigurnost prenosa poruke vazдушnim medijumom, a nalazi najveću primenu u vojsci



# Primeri plačica za Wi Fi komunikaciju



WiFi shield za Arduino



Mikroelektronika WiFi 6 click



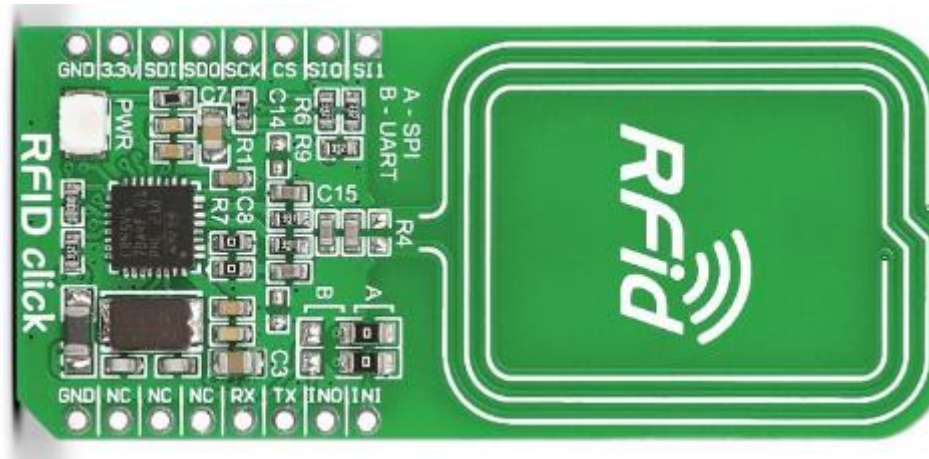
# RFID

- RFID (Radio Frequency Identification) je tehnologija koja se uglavnom koristi za identifikaciju i praćenje objekata pomoću malih elektronskih čipova (tags))
- Ova tehnologija se koristi za identifikaciju životinja i praćenje, identifikaciju nekretnina, praćenje opreme
- RFID oznake (tags) su pasivne ili aktivne
- Pasivne oznake se koriste kod jeftinih primena gde nije potrebno napajanje
- RFID oznaka napaja pasivnu oznaku iz RFID čitača (RFID reader) kada je čitač blizu oznake
- Udaljenost između čitača i oznake je obično vrlo mala zbog male emisije snage koju emituje oznaka

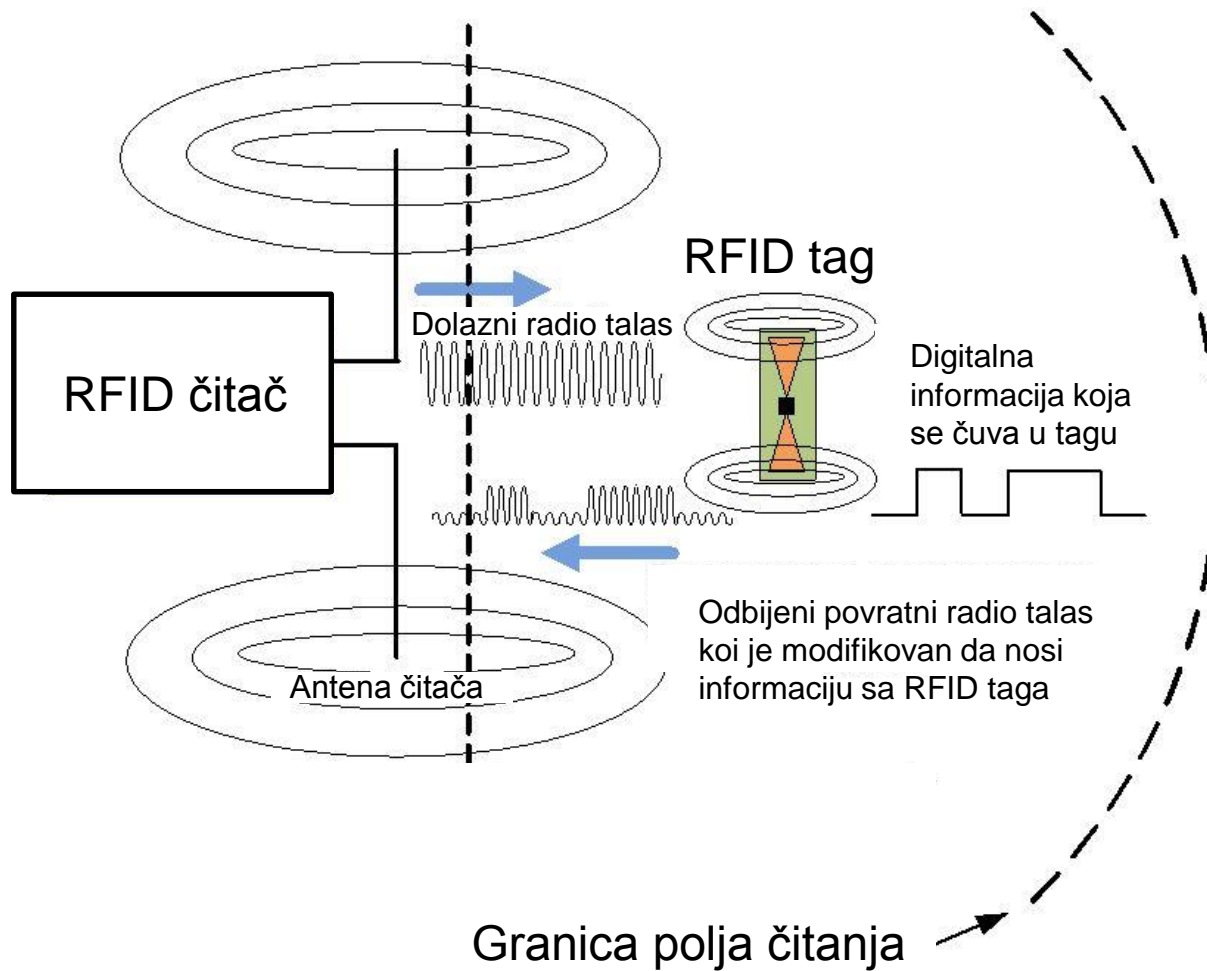


# RFID

- Aktivne oznake sadrže male baterije i napajaju se iz njih
- Zbog toga su aktivne oznake mnogo snažnije i imaju veće opsege
- Nedostatak RFID sistema je što ne mogu da se povežu direktno na internet.

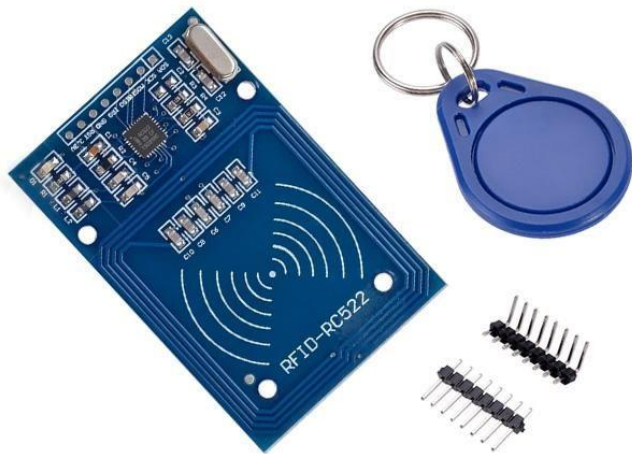


# Princip rada pasivnih RFID sistema





# Primeri pločica za RFID



RFID čitač i tag za Arduino

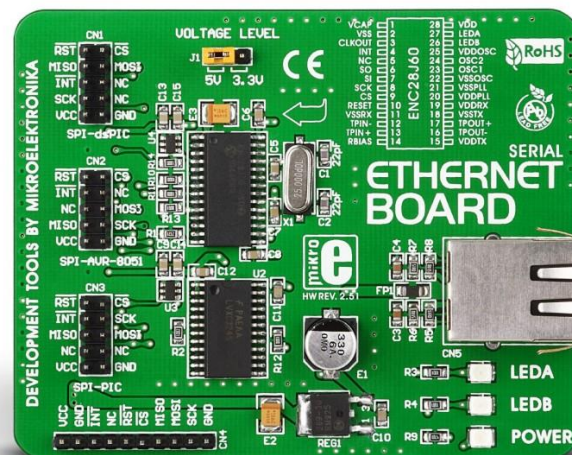


Mikroelektronikin RFID čitač

# Direktno, žično povezivanje na internet

- Pojedine komponente IoT sistema mogu se međusobno povezati i uz pomoć žične komunikacija (čest slučaj kod fiksnih uređaja koji se ne pomeraju)
- Mikrokontroleri se mogu povezati direktno na internet uz pomoć kablova i ethernet modula
- Žično povezivanje je sigurnije i prenos podataka je brži, ali ograničava mobilnost celokupnog IoT sistema

Ethernet modul firme  
Mikroelektronika



# Kako odabrati komunikacionu tehnologiju?

- Da li su pozicije senzora i aktuatora fiksne?
- Koliko je rasojanje između komponenti IoT sistema?
- Da li su dostupna lokalna napajanja za senzore, aktuatore i procesore?
- Da li postoji linija optičke vidljivosti između različitih uređaja
- Da li je uređaj potrebno direktno povezati sa internetom?
- Koliki je budžet?
- Da li je dostupna Wi-Fi mreža i ako jeste koliki je njen opseg iskoristivosti?



# Pravila dobre prakse u izboru komunikacije

- Kada su senzori i aktuatori fiksni, može se izabrati žična komunikacija uz pristup internetu uz pomoć Ethernet modula za povezivanje
- Kada je potrebna mobilnost senzora i aktuatora, ali i pristup internetu može se koristiti Wi-Fi. Potrošnja energije u ovom slučaju može biti velika i o tome treba voditi računa
- U aplikacijama gde je potrebna mobilnost ali ne i direktna veza sa internetom mogu se koristiti Bluetooth i ZigBee (veza sa internetom može se ostvariti posredno preko računara)
- Za aplikacije sa jako malom potrošnjom poželjno je koristiti ZigBee

