

Telekomunikacioni servisi i tehnologije

Profesor dr Miroslav Lutovac

Sadržaj predmeta

1. Uvodno predavanje.
2. Radiofrekvencijska identifikacija (RFID)
3. Globalni sistem za pozicioniranje (GPS)
4. Bežične senzorske mreže
5. Standardne i dodatne usluge fiksne telefonije

- Lekcija 3:
Bežični komunikacioni sistemi malog dometa(A. Zeković)
- Lekcija 5:
RFID tehnologija, drugi deo

Pregled bežičnih tehnologija

- Pregled bežičnih tehnologija dat je u Tabeli
- ✓ Personal Area Network,
PAN, personalna mreža,
- ✓ Local Area Network,
LAN, lokalna mreža,
- ✓ Metropolitan Area Network,
MAN, mreža dela grada,
- ✓ Wide Area Network,
WAN, mreža više gradova,
- ✓ Global System for Mobile Communications,
GSM, Globalni sistem za mobilnu komunikaciju

Pregled bežičnih tehnologija

- Pregled bežičnih tehnologija dat je u Tabeli
- ✓ General Packet Radio Service,
GPRS, Radio servis za paketski prenos,
- ✓ Code Division Multiple Access,
CDMA, Višestruki pristup sa kodovanjem
(koristi se za GPS i UMTS),
- ✓ Global Positioning System,
GPS, Globalni pozicioni sistem,
- ✓ Universal Mobile Telecommunication Systems,
UMTS, Univerzalni mobilni telekomunikacioni sistem

Pregled bežičnih tehnologija i njihovih osnovnih karakteristika

mreža	PAN	LAN	MAN	WAN
standard	Bluetooth	802.11a, 11b, 11g, HyperLAN 2	802.11, MMDS, LMDS	GSM, GPRS, CDMA, 3G
brzina	do 1 Mbps	1 Mbps - 54+ Mbps	22+ Mbps	10 - 384 kbps
domet	mali	srednji	srednji-veliki	veliki
primene	P2P, uređaj-uređaj	mreža firme	<i>last mile access</i>	PDA, mobilni telefoni

Osnove WPAN tehnologija

- Bežične personalne mreže
(Wireless Personal Area Networks, WPANs)
se koriste za prenos informacija na malim rastojanjima između privatne grupe, koju čine uređaji učesnika
- Za razliku od bežičnih lokalnih mreža
(Wireless Local Area Network, WLAN), veze koje se ostvaruju u WPAN podrazumevaju malo ili nimalo infrastrukture ili direktne povezanosti sa ostatkom sveta
- Ovo omogućava da se kreira mala mreža, efikasna po snazi, sa niskom cenom, koja povezuje širok raspon različitih uređaja
- Jedna od prvih namena WPAN mreža je zamena kablova za povezivanje uređaja

Osnove WPAN tehnologija

- WPAN mreže su standardizovane od strane organizacije Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sa oznako 802.15; među PAN standarde spadaju:
 - ✓ IEEE 802.15.1 standard prve verzije za Bluetooth
 - ✓ IEEE 802.15.3 standard za WLAN mreže velike brzine u režimu rada sa direktnim povezivanjem (ad-hoc)
 - ✓ IEEE 802.15.4 za jednostavno povezivanje uređaja male snage, sa niskim protokom (do 250 kbps), kao što su senzori, interaktivne igrice, automatizacija doma, udaljena kontrola, (ZigBee)
- PAN mreže su optimizovane za jednostavno povezivanje, ne za sigurnost

Bluetooth $\approx$ IEEE 802.15.1

- Bluetooth je rasprostranjena WPAN tehnologija
- 1994. godine grupa inženjera u Ericsson-u kreirala je bežičnu tehnologiju, koja je zatim nazvana Bluetooth
- 1998. grupa kompanija – Ericsson, Intel, Nokia, Toshiba i IBM su zajedno kreirali organizaciju Bluetooth Special Interest Group (SIG) koja je i danas odgovorna za razvoj i standardizaciju ove tehnologije
- Prve verzije Bluetooth tehnologije standardizovane su od strane IEEE 802.15.1, dok za standardizaciju novijih verzija brine organizacija Bluetooth SIG
- Tela za standardizaciju donela su pravila po pitanju fizičkog sloja i sloja za pristup medijumu (medium access control, MAC), kao i za definisanja pravila korišćenja za različite aplikacije na višim slojevima.

Bluetooth $\approx$ IEEE 802.15.1

- Bluetooth tehnologije su ugrađene u milijardama proizvoda, od automobila preko mobilnih telefon, do medicinskih uređaja, računara, štampača i igrica
- Bluetooth tehnologija omogućava prenos govora, muzike, videa, podataka između bežično povezanih uparenih uređaja
- Brzine prenosa prvih verzija (1.2 i 2.0) su bile do 2 Mbps, dok verzija 3.0 ima poboljšanje na 3Mbps ili u verziji HS (High Speed) i do 24 Mbps, a verzija 4.0 ima smanjenu brzinu 200 kbps, ali i veoma nisku potrošnju

Bluetooth topologija

- Uređaji koji imaju omogućen Bluetooth povezuju se i komuniciraju pomoću ad hoc mreža (mreža bez centralne kontrole) malog dometa koje se označavaju kao piko-mreže (piconets)
- Piko-mreže se uspostavljaju dinamički i automatski među uređajima koji imaju omogućen Bluetooth kada se uređaji nalaze u dometu mreže
- U jednu piko-mrežu mogu da se poveže do 8 uređaja, tako da je jedan uređaj glavni (master) i najviše 7 podređenih uređaja (slave)
- Maksimalan broj uređaja je određen činjenicom da je 3 bita rezervisano za adrese aktivnih uređaja

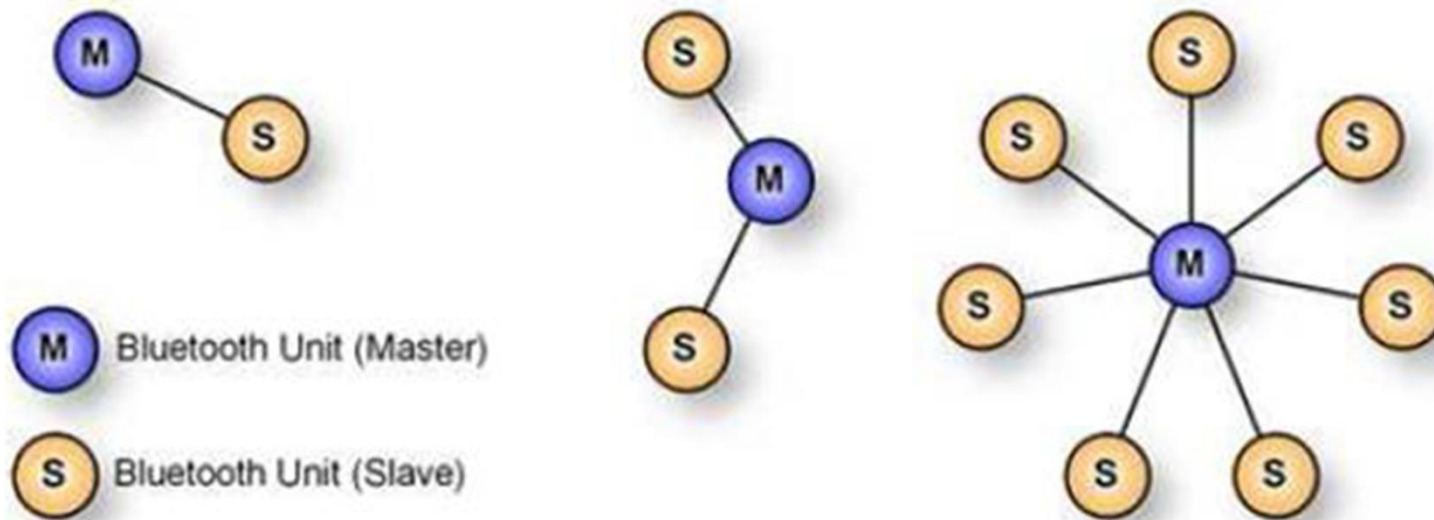
Bluetooth topologija

- Maksimalni domet je reda 10 m
- Piconet master je uređaj koji definiše koje će biti korišćene fizičke karakteristike komunikacionog kanala i koji kontroliše saobraćaj u piko-mreži
- Svi drugi uređaji se označavaju kao piconet slaves
- Uređaj koji inicijalizuje komunikaciju je privremeni piconet master te piko-mreže
- U svakom trenutku podaci mogu biti prenošeni između piconet master uređaja i jednog piconet slave uređaja
- Master brzo prelazi od jednog do drugog piconet slave uređaja; jedan uređaj može biti najviše u dve piko-mreže istovremeno, a može biti najviše jednom piconet master

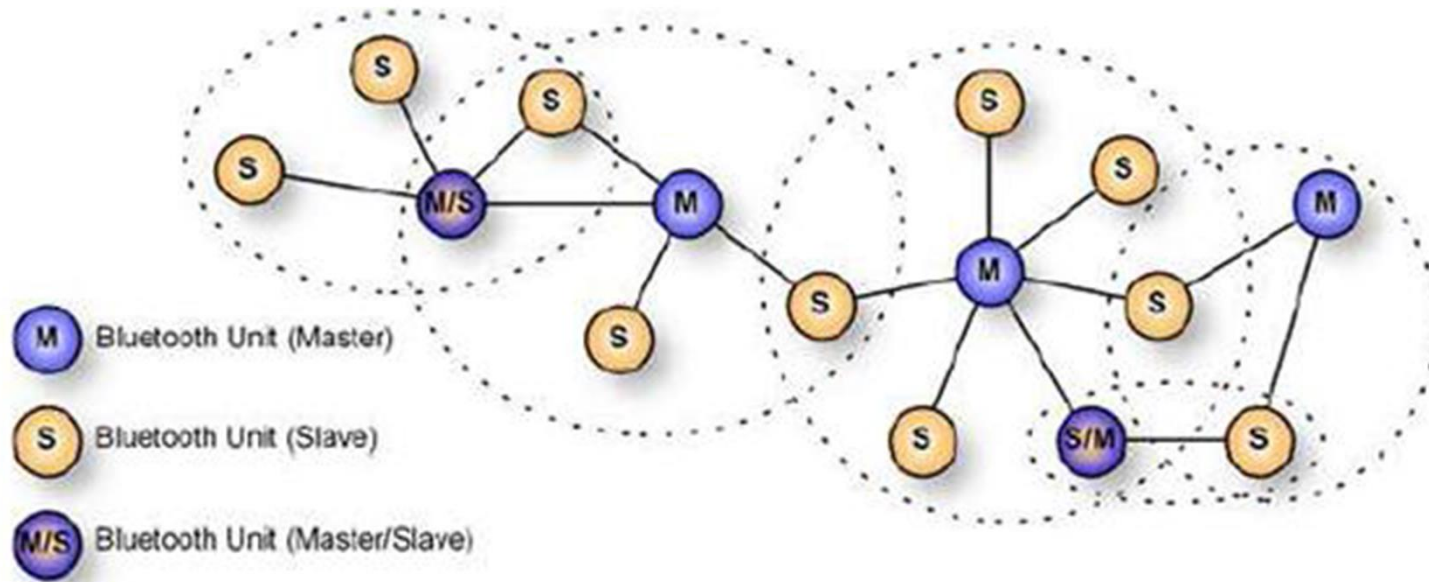
Bluetooth topologija

- Više povezanih piko-mreža kreira jedan scatter-net.
- Piconet master može da komunicira samo sa piconet master uređajem, kada je od njega dobio dozvolu
- Piconet master uređaj dodeljuje vremenske slotove svakom od slave uređaja, koji onda mogu da komuniciraju samo tokom dodeljenih vremenskih intervala (slotova)
- Na ovaj način se u velikoj meri smanjuje mogućnost kolizije
- Pored aktivnih slave uređaja u piko-mreži može postojati do 255 "parkiranih" uređaja koji ne mogu da učestvuju u komunikaciji dok ne postanu aktivni, ali održavaju sinhronizaciju sa glavnim uređajem

Primeri organizacije piconet-a



Organizacija više piconet-a u scatternet



Bluetooth radio parametri

- Topologija Bluetooth mreže podrazumeva povezivanje do 7 istovremenih linkova
- Modulacija signala se obavlja pomoću frekvencijske digitalne modulacija (FSK) sa Gausovim filtriranje
- Širina radio frekvencijskog opsega jednog kanala je
 - 220 kHz za slabljenje od -3 dB
 - 1MHz za slabljenje od -20 dB
- RF opseg tehnologije je ISM opseg 2,4 GHz
- Postoji 79 RF nosioca, na rastojanju od 1 MHz
- Metod pristupa je
 - FHSS (Frequency-Hopping Spread Spectrum)
 - TDD (Time-Division Duplexing)
 - TDMA (Time Division Multiple Access)

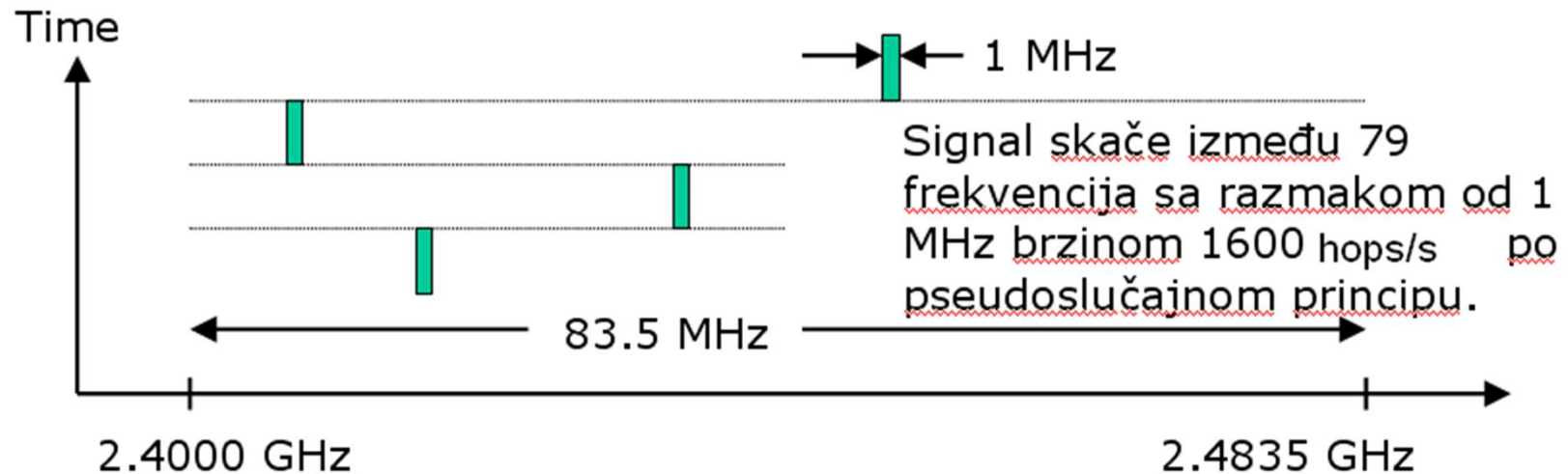
Bluetooth radio parametri

- Posebno važan segment karakteristika je FHSS
- Signal skače između 79 frekvencija sa razmakom od 1MHz brzinom 1600 hops/s po pseudoslučajnom principu
- Uvođenje FHSS tehnologije u Bluetooth je u velikoj meri doprinelo smanjenju interferencije između Bluetooth uređaja i drugih uređaja koji koriste iste frekvencije, kao što su bežične lokalne mreže (WLAN) ili mikrotalasne rerne
- Piconet master bira FH sekvencu i svi podređeni uređaji moraju da se sinhronizuju na ovu sekvencu

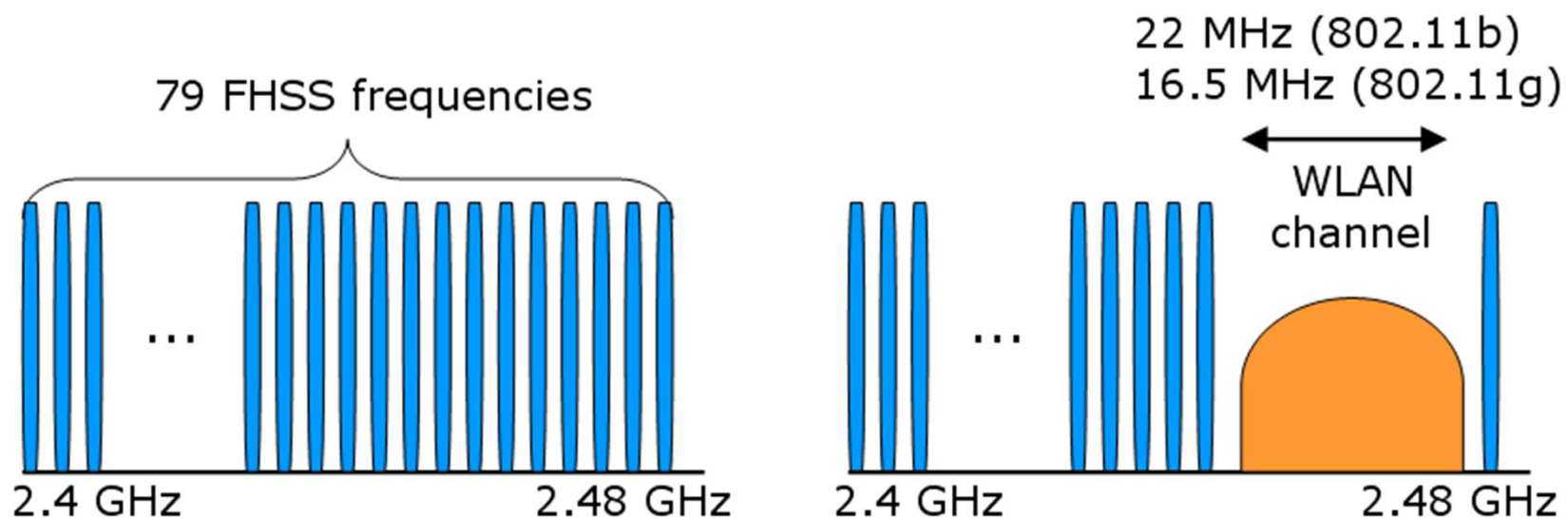
Bluetooth radio parametri

- Prenos može da se realizuje po principu TDD-TDMA, kada jedan frekvencijski kanal mogu da dele više korisnika po principu podele na vremenske slotove
- Ovaj pristup funkcioniše tako da sada kanal postojia kanal sa većim protokom od originalnog koji je imao za jednog korisnika

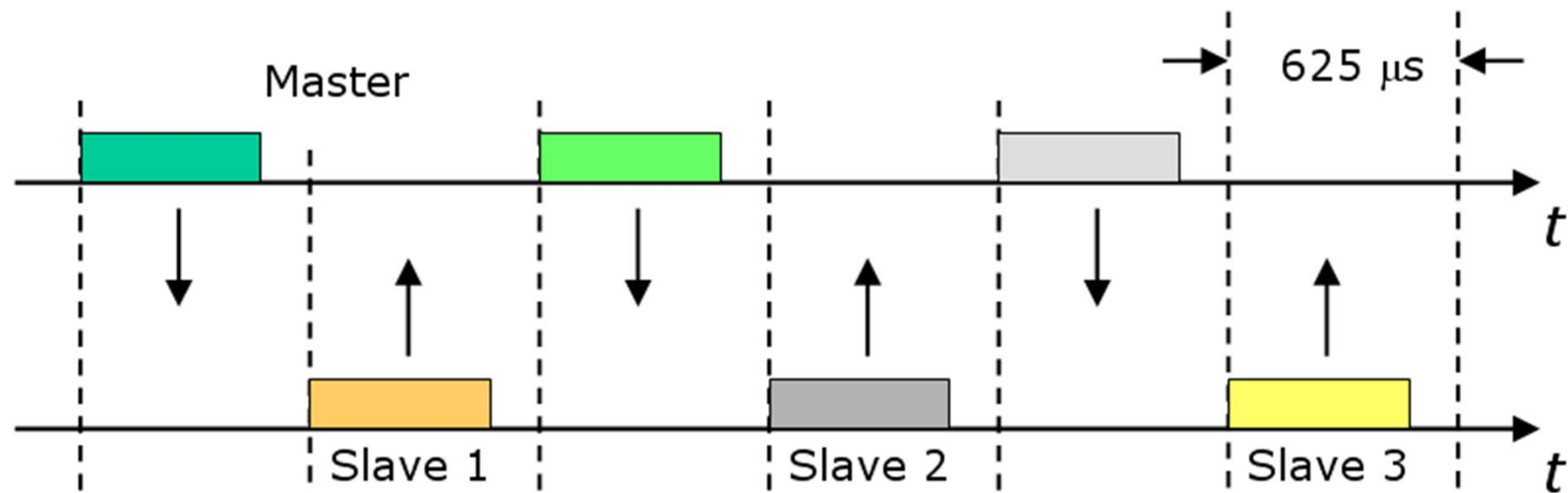
Pseudoslučajni princip FHSS Bluetooth-a



FHSS Bluetooth-a



Princip TDD-TDMA Bluetooth-a



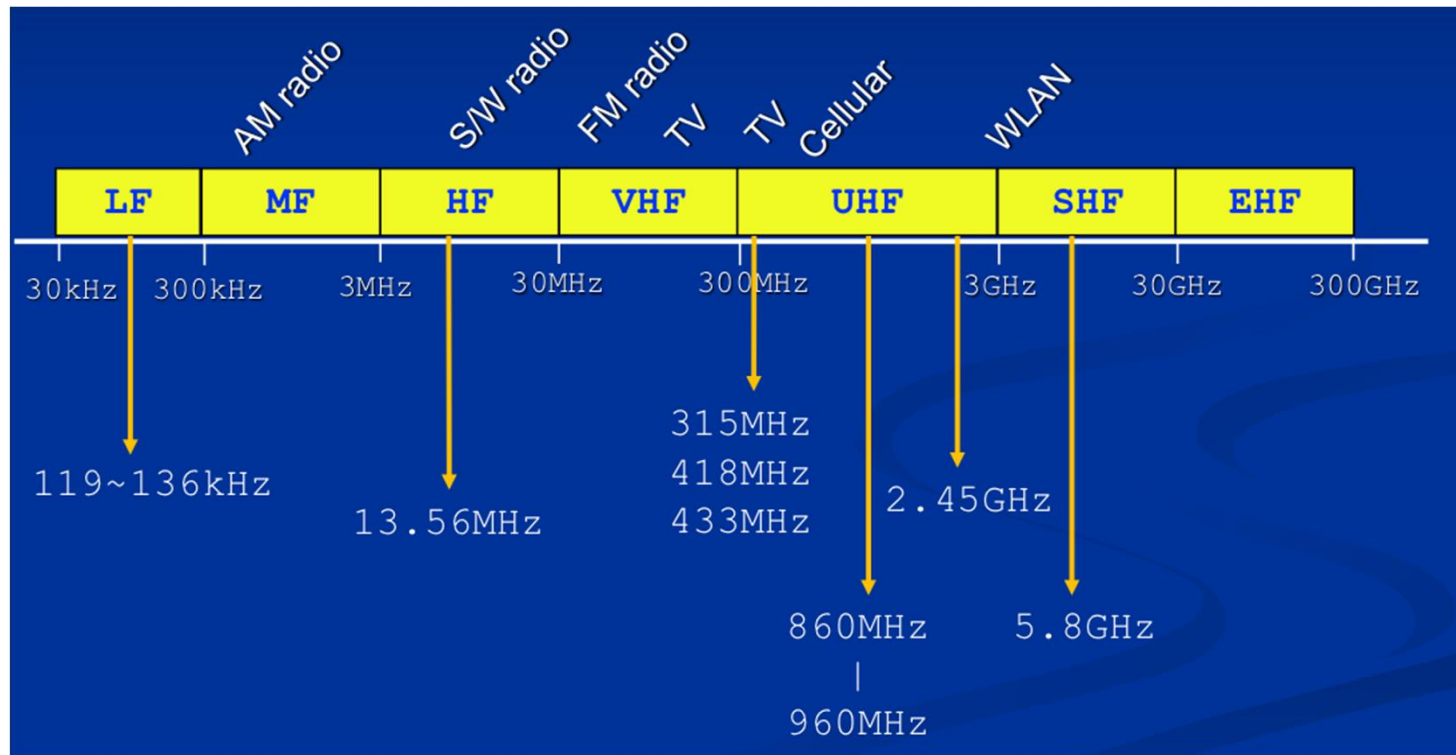
Bluetooth radio parametri

- Bluetooth uređaji se prave tako da imaju veoma malu potrošnju i dug život baterije
- Bluetooth uređaji se na osnovu snage mogu podeliti na tri klase:
 - Klasa 1: snaga 100mW, domet reda 100 m, industrijske primene
 - Klasa 2: snaga 2; 5mW, domet reda 10 m, mobilni uređaji
 - Klasa 3: snaga 1mW, domet do 1 m.

Radio frekvencijska identifikacija

- Radio frekvencijska identifikacija (Radio-frequency identification, RFID) predstavlja bežično i bezkontaktnu primenu elektromagnetnog polja za prenos podataka između čitača (reader) i tag elementa
- Cilj RFID tehnologije je da se izvrši automatska identifikacija i praćenje tag elementa koji su postavljeni na objekte
- Opsezi frekvencija koje koristi RFID tehnologija dati su na sledećoj slici

Frekvencije RFID tehnologije



Istorija RFID tehnologije

- Prvu primenu malih elektronskih uređaja koji nemaju napajanje i koji postaju aktivni samo kada na njih stigne radio signal odgovarajuće frekvencije dao je Ruski istraživač Teremin
- On je kreirao kapacitativnu membranu povezanu na malu antenu, pri čemu je sa osilacijom membrane kapacitivnost antene bila promenjena
- Ovaj signal bi dalje bio demodulsan i mogao se voditi na mikrofon
- Ovaj izum je označen kao *The great seal bug*

Istorija RFID tehnologije

- Posle kapacitivnih membrana iskorišćena je i magnetska induktivnost
- Za vojne avione u Drugom svetskom ratu korišćen je sistem za identifikaciju koji je dobijao potvrdu ako je u pitanju prijatelj, a nije ako je u pitanju neprijatelj (*Identify Friend or Foe, IFF*).

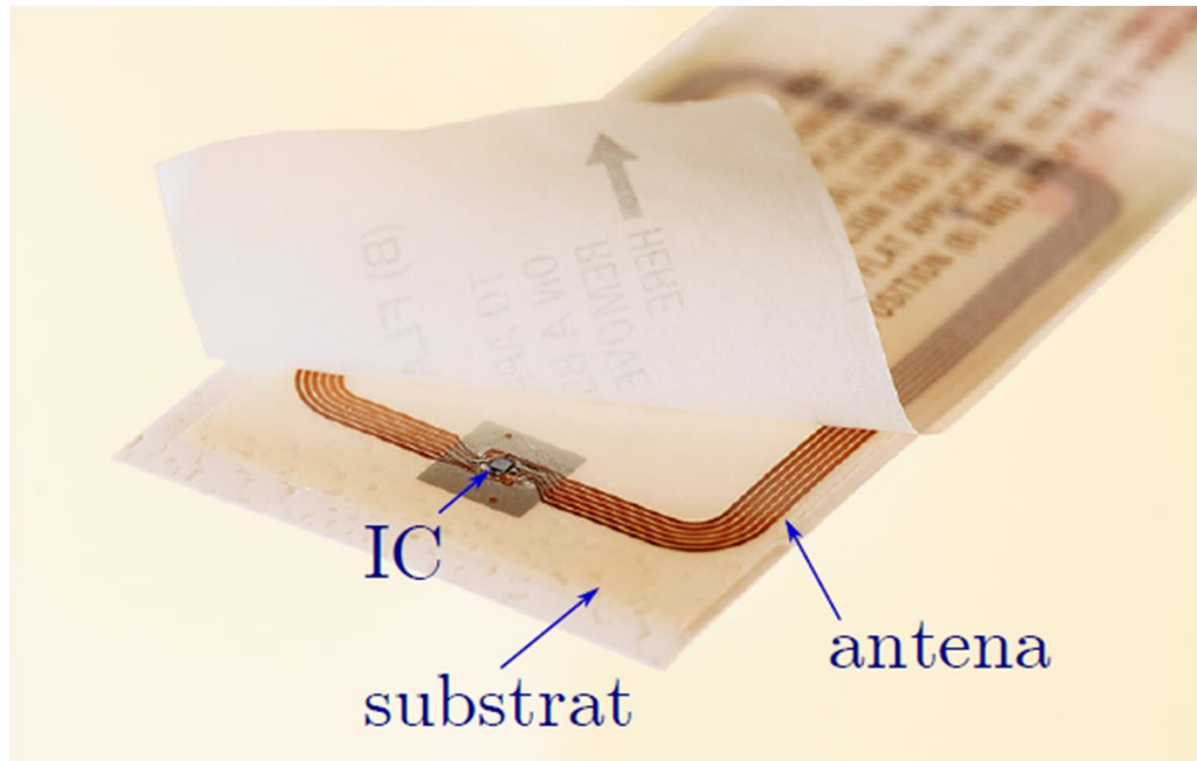
Istorija RFID tehnologije

- Prvo patentiranje RFID uređaja je počelo 70-tih godina, a prve primene na globalnom nivou 80.
- Prve primene u Evropi su bile industrijske i poslovne, kao i za naplatu putarine, dok su u Americi prve primene bile u domenu transporta i za lični pristup
- Standardizaciju sistema za automatsku identifikaciju je započeo *Auto-ID* centar na *MIT*, dok je kasnije ona preuzeta od strane organizacije *Electronic Product Code EPC Global*

RFID tag

- RFID tag elementi se sadrže dva glavna dela:
 - integrisano kolo (*integrated circuit*, IC)
 - antenu
- Primer jednog RFID tag elementa sa označenim delovima dat je na sledećoj slici

RFID tag element sa označenim delovima



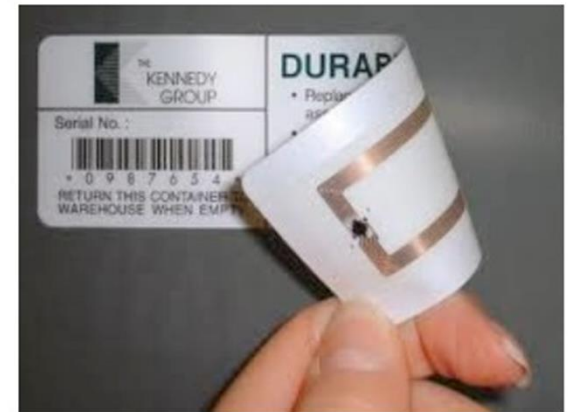
RFID tag

- RFID tag elementi sadrže elektronski smeštene informacije koje mogu biti očitane i sa rastojanja od nekoliko metara
- Svaki RFID tag sadrži jedinstveni broj
- Postoje tri opšta tipa RFID tag elemenata:
 1. aktivni RFID tag (sadrži ugrađenu bateriju)
 2. pasivni RFID tag (nema unutrašnjih ili spoljašnjih izvora)
 3. battery assisted RFID tag (imaju spoljašnje napajanje koje koriste samo prilikom inizajalizacije rada)

RFID tag

- Tag antena prima signal koji stiže od RFID čitača i zatim vraća signal koji obično sadrži dodatne informacije, kao što je Electronic Product Code
- Sadržaj tag-a može biti fabrički upisan, može se upisivati samo jednom, ili može se upisivati više puta u memoriji

Primeri RFID tag elemenata



Uporedne karakteristike RFID tag elemenata

	LF	HF	UHF	Microwave
Freq. Range	125 - 134KHz	13.56 MHz	866 - 915MHz	2.45 - 5.8 GHz
Read Range	10 cm	1M	2-7 M	1M
Application	Smart Card, Ticketing, animal tagging, Access, Laundry	Small item management, supply chain, Anti-theft, library, transportation	Transportation vehicle ID, Access/Security, large item management, supply chain	Transportation vehicle ID (road toll), Access/ Security, large item management, supply chain

IC kolo RFID tag elementa

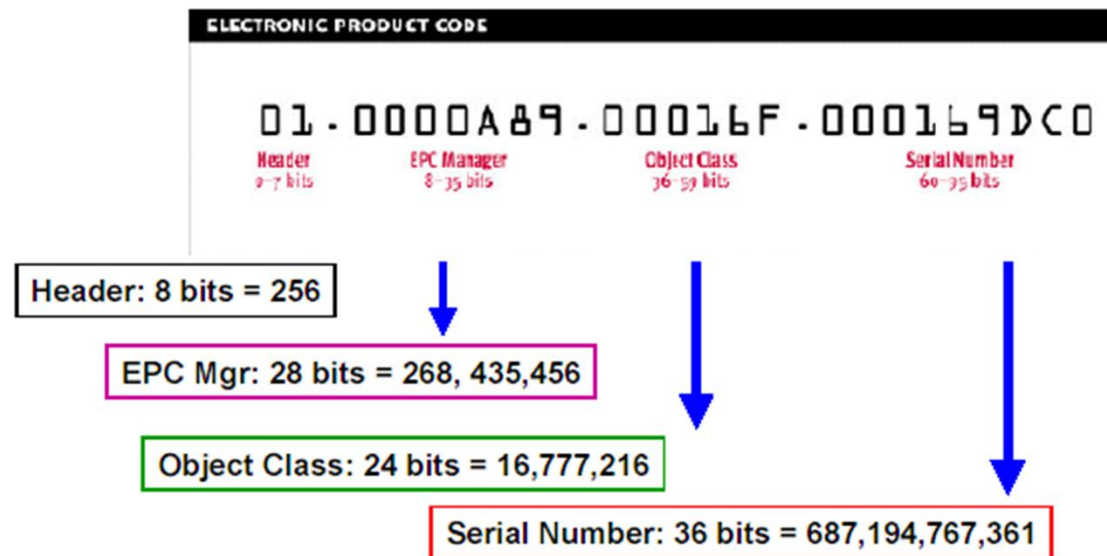
- IC kolo tag elementa sadrži
 - radio prijemnik,
 - radio modulator za slanje odgovora čitaču,
 - kontrolnu logiku,
 - određenu količinu memorije i
 - sistem za napajanje koji može funkcionisati po aktivnom ili češće pasivnom principu

Electronic Product Code - EPC

- Većina RFID tag elemenata prenosi EPC kod i nikakve dodatne podatke
- Electronic Product Code EPC 96-bitiski standard podatka: Podatak se sastoji od četiri dela:
 1. Header - zaglavlje koje daje verziju tag elementa
 2. EPC Manager - definiše ID proizvođača (moguće oko 268 miliona kompanija)
 3. Object class - klasa objekta koja definiše tip proizvoda proizvođača (moguće oko 16 miliona različitih proizvoda u jednoj kompaniji)
 4. Serial number - serijski broj izabranog proizvoda iz izabrane kompanije; moguće 687 milijardi kombinacija

EPC 96-bit standard podatka

EPC Data Standard- 96 bit



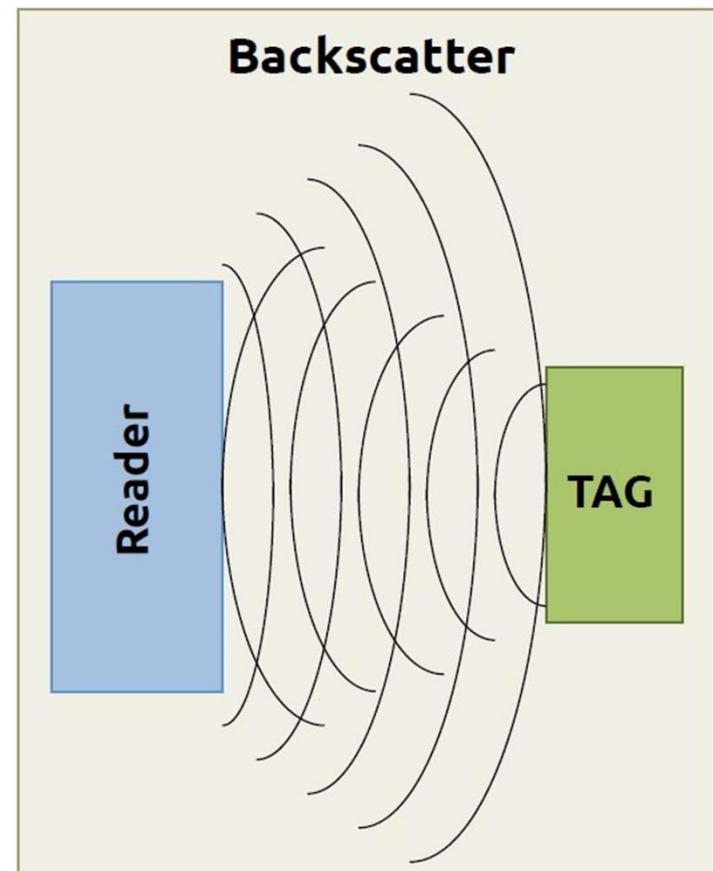
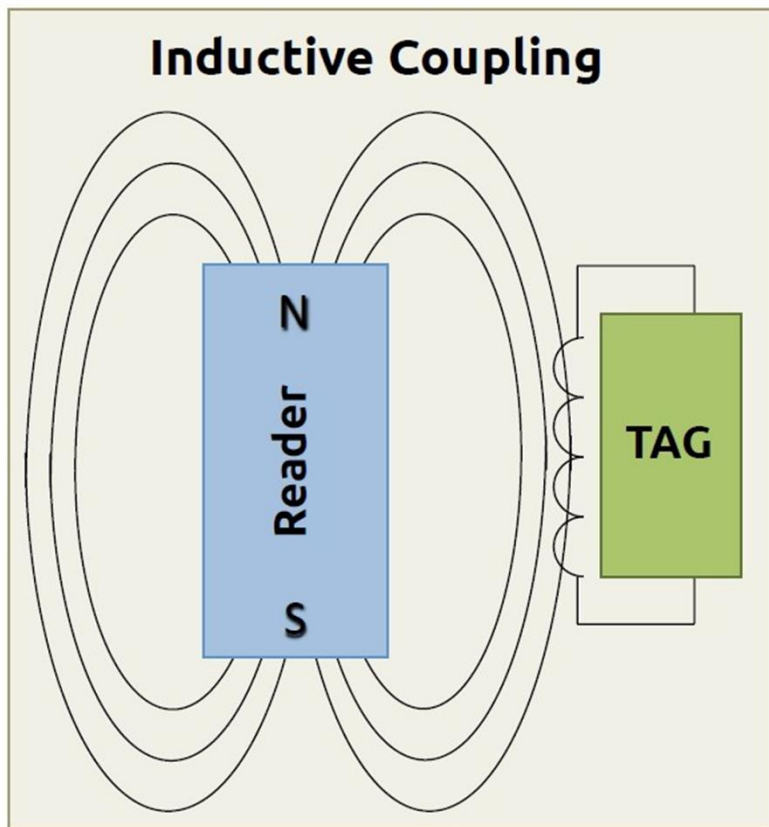
IC kolo RFID tag elementa

- Postoji i verzija EPC koda sa 256 bita; može postojati i promenljivi memorijski deo korisnika
- Dalje identifikacija EPC koda na strani čitača može biti rađena direktno na osnovu baze podataka u mreži u kojoj se čitač nalazi, ili se može koristiti Object Name Service, ONS sistem
- Sistem podrazumeva da postoji velika distributivna baza sa podacima koji odgovaraju određenom EPC kodu i funkcioniše tako da ako čitač nema u svojoj mreži informacije o EPC kodu može da traži od drugih servera na distributivnoj mreži
- Sistem je sličan Domain Name System-u (DNS) koji se koristi u IP mrežama za identifikaciju između internet hosta sa IP adresom

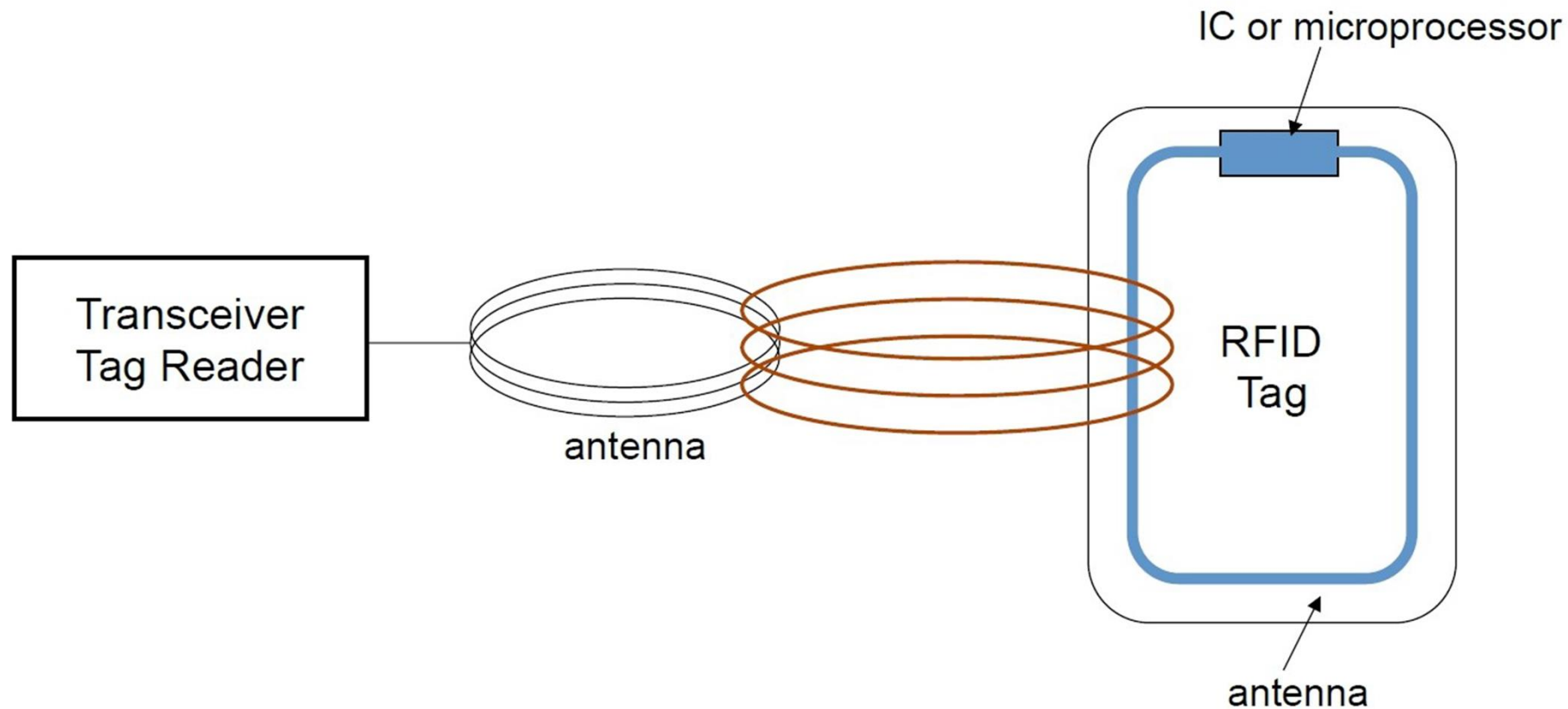
Principi rada RFID tehnologije

- Koriste se dva principa rada:
 - u bliskom polju (Near field)
 - u dalekom polju (Far field)
- U slučaju rada u bliskom polju koriste se frekvencije koje spadaju u LF ili HF opsege
- Povezivanje između RFID čitača i RFID tag elementa ostvaruje se pomoću magnetske sprege (kao kod transformatora), kada se usled promenljivog magnetskog polja indukuje struja u tag elementu

Načini povezivanja RFID čitača i RFID tag elementa



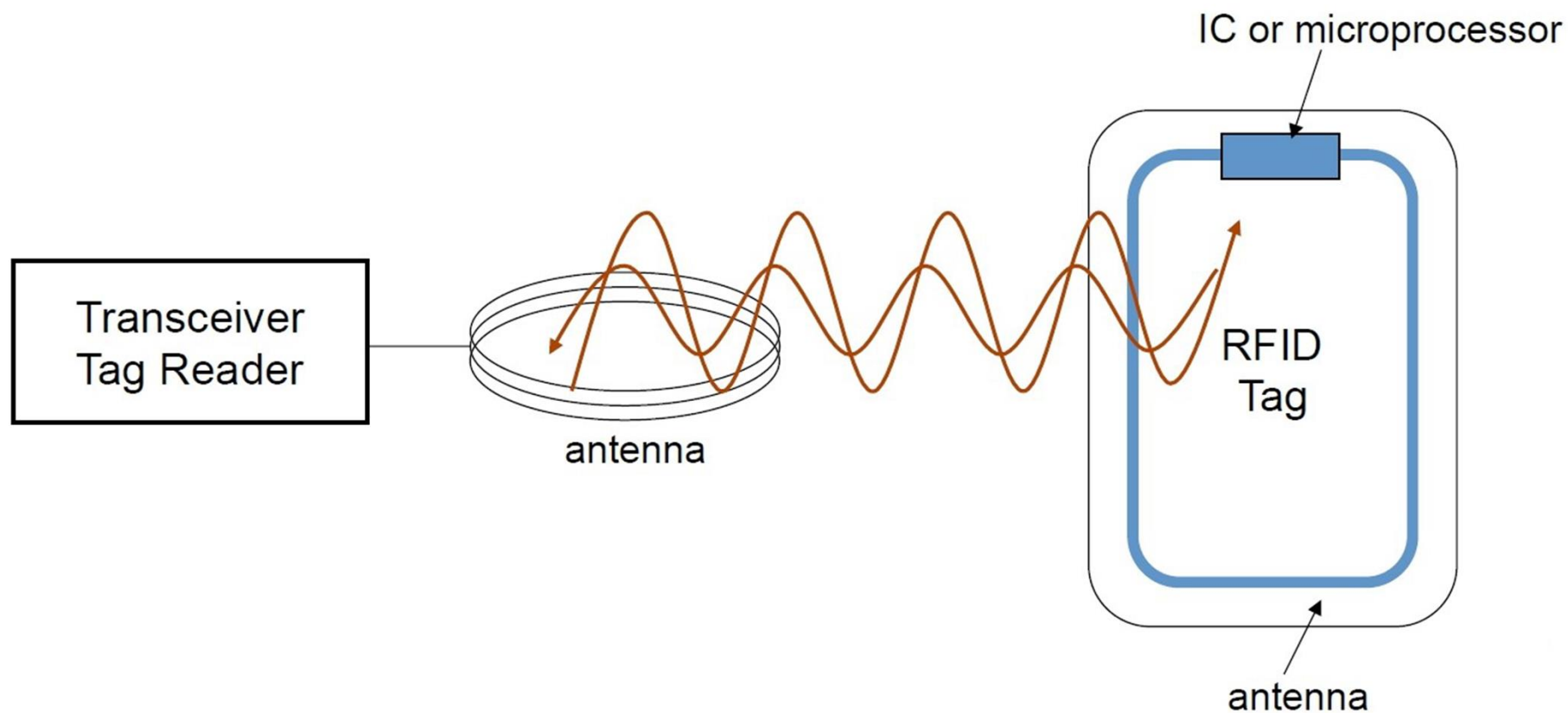
Induktivna sprega RFID čitača i RFID tag elementa



Principi rada RFID tehnologije

- U slučaju rada u delekrom polju koriste se frekvencije koje spadaju u UHF opseg ili mikrotalasne učestanosti
- U ovom slučaju koristi se principi rada označen kao backscatter povezivanje između RFID čitača i RFID tag elementa kada se signal koji stiže na antenu moduliše nazad promenom impedanse antene

Backscatter povezivanja RFID čitača i RFID tag elementa



RFID čitači

- Funkcije RFID čitača su:
 - daljinsko napajanje RFID tag elementa
 - uspostavljanje dvosmernog (bidirekcionog) linka za prenos podataka
 - pravljenje inventara, filtriranje rezultata
 - komunikacija sa mrežnim serverom
 - čitanje 100-300 tag elementa u sekundi
- RFID čitači mogu biti postavljeni na fiksnim tačkama kao što su ulaz/izlaz, tačka plaćanja, ili mogu biti mobilni/ručni

Primeri RFID čitača



RFID čitači

- Prilikom rada RFID čitač izvršava proces singularizacije. čitač šalje bit 0 ili 1, a svi tag elementi koji se nalaze u dometu rada i čiji prvi ID bit odgovara bitu čitača odgovaraju
- Ako se bit tag elementa ne slaže sa bitom čitača on prestaje sa slanjem dok traje proces singularizacije
- Proces se nastavlja sa narednim bitima dok čitač ne završi očitavanje jednog tag elementa; ovaj proces se zatim ponavlja za sve tag elemente u dometu
- Čitači mogu slati komande određenom elementu, osegu elemenata ili svim elementima u dometu, prilikom procesa singularizacije

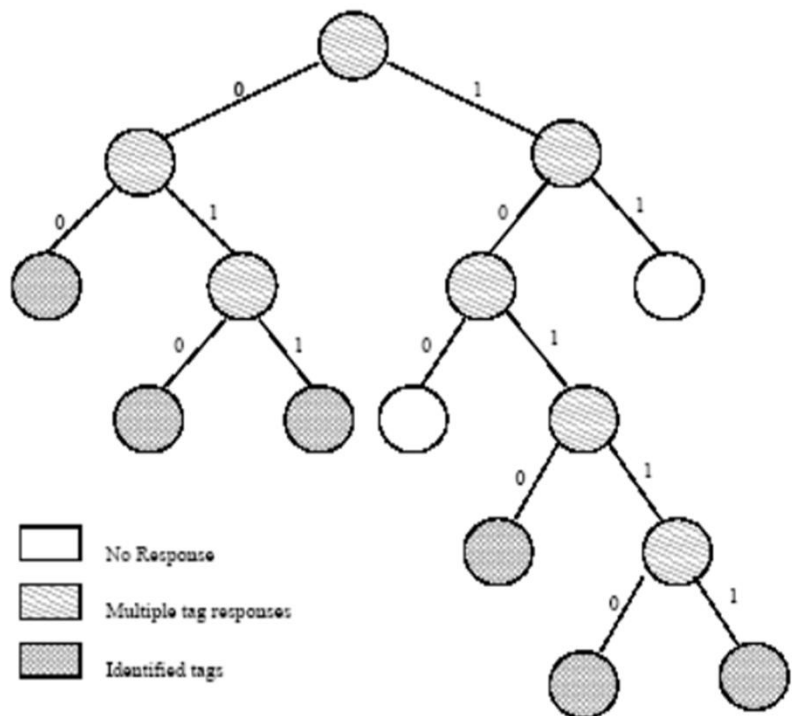
RFID čitači

- Detaljan postupak detekcije tag elemenata sa RFID čitačem pomoću binarnog stabla dat je na sledećoj slici
- U Tabeli koja je data uz sliku dat je postupak identifikacije i označeni su slučajevi kolizije (detekcija više tag-ova kada dolazi do sudara) i slučajevi kada nema odgovora za tu kombinaciju bita
- Prikazan je postupak detekcije za 00111, 01010, 01100, 10101, 10110, 10111

RFID princip čitanja pomoću binarnog stabla

Postupak detekcije za 00111, 01010, 01100, 10101, 10110, 10111

Step	Query Prefix	Response
1	0	Collision
2	1	Collision
3	00	00111 (Identified)
4	01	Collision
5	10	Collision
6	11	No Response
7	010	01010 (Identified)
8	011	01100 (Identified)
9	100	No Response
10	101	Collision
11	1010	10101 (Identified)
12	1011	Collision
13	10110	10110 (Identified)
14	10111	10111 (Identified)



Široka je primena RFID tehnologije

- Proizvodnja - praćenje inventara i procesa proizvodnje, praćenje korišćenog materijala
- Upravljanje proizvodima - praćenje inventara, upravljanje logistikom, transport kamionima i brodovima,
- Prodaja - praćenje inventara proizvoda, automatsko čekiranje, automatsko plaćanje putarine,
- Sigurnost - kontrola pristupa, zaštita od plagijata i krađe,
- Lokacija - praćenje saobraćaja, parkiranja, praćenje lokacije domaćih i divljih životinja.
- Praćenje knjiga u biblioteci, praćenje kompletnog puta proizvoda od njegove proizvodnje do prodaje, pametni frižider (koji prati sadržaj i kreira listu za kupovinu)

Primeri primena RFID tehnologije



RFID tehnologija u biblioteci

LibBest Library RFID Management System



Profesor dr Miroslav Lutovac

mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)