

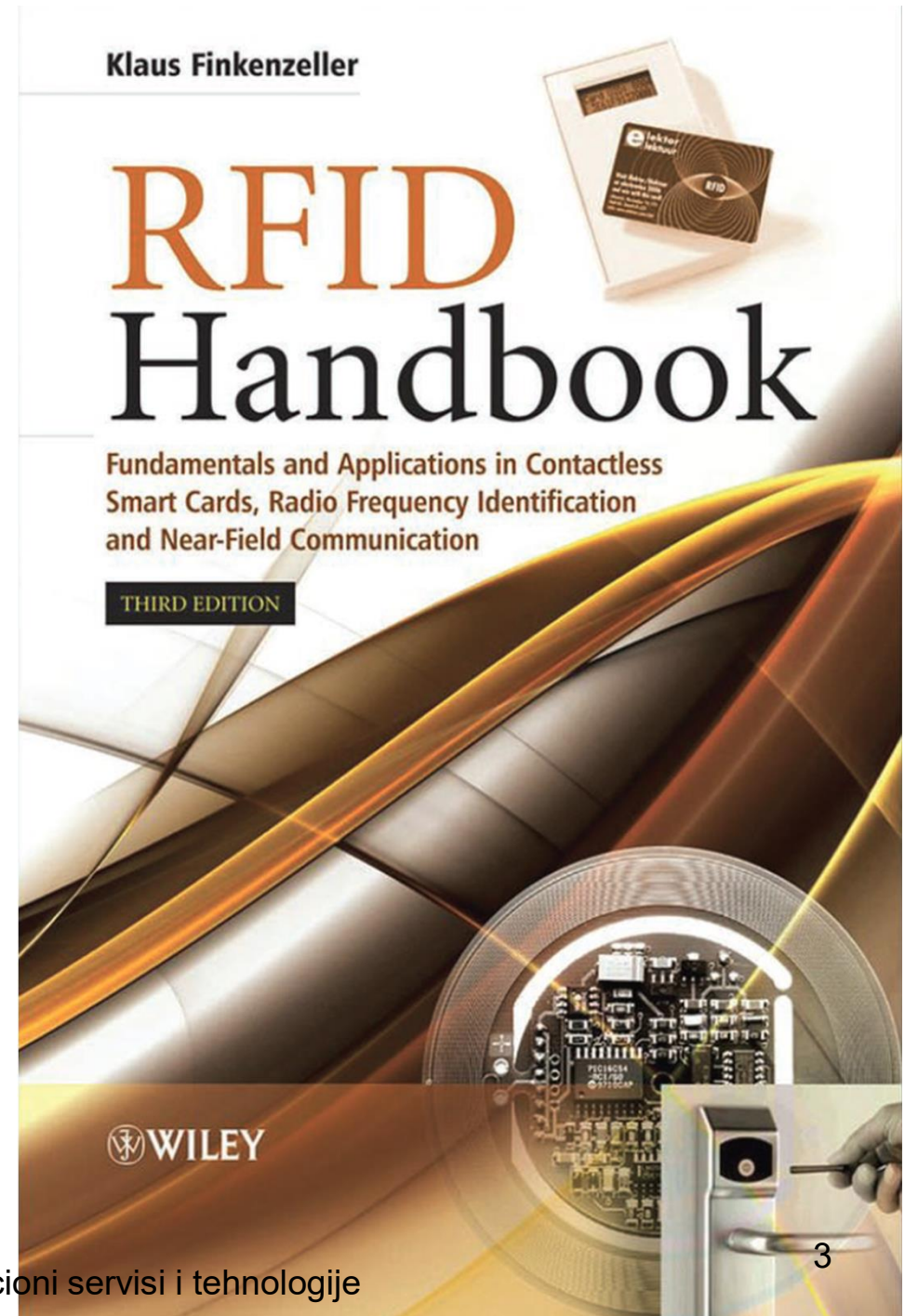
Telekomunikacioni servisi i tehnologije

Profesor dr Miroslav Lutovac

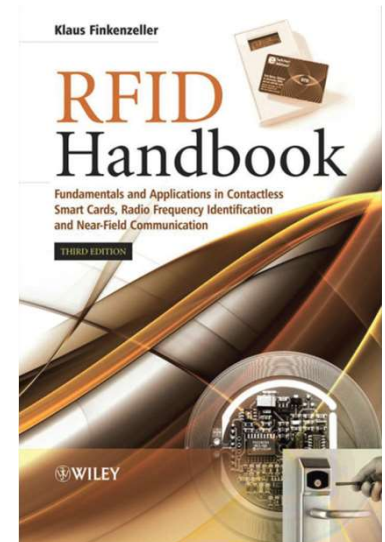
Sadržaj predmeta

1. Uvodno predavanje.
2. Radiofrekvencijska identifikacija (RFID)
3. Globalni sistem za pozicioniranje (GPS)
4. Bežične senzorske mreže
5. Standardne i dodatne usluge fiksne telefonije
6. Pristup Internetu Dial-up, ISDN, ADSL
7. Internet i osnovne usluge (elektronska pošta, telenet, FTP, SSH, WWW) sa aplikacionog nivoa
8. Prenos govora preko internet protokola (VoIP)
9. Multimedijalne usluge bazirane na internet protokolu (IPTV)
10. Sistemi mobilne telefonije prve, druge, treće generacije.
11. Sistemi mobilne telefonije četvrte generacije i WiMAX.
12. Personalne i lokalne računarske mreže. podešavanje wireless router
13. Digitalni radio
14. Digitalna televizija

Klaus Finkenzeller,
RFID Handbook:
Fundamentals and
Applications in Contactless
Smart Cards and
Identification
3rd Edition
John Wiley Sons, 2010.



1. Introduction
2. Differentiation Features of RFID Systems
3. Fundamental Operating Principles
4. Physical Principles of RFID Systems
5. Frequency Ranges, Radio Licensing Regulations
6. Coding and Modulation
7. Data Integrity
8. Security of RFID Systems
9. Standardisation
10. The Architecture of Electronic Data Carriers
11. Readers
12. Manufacture of Transponders, Contactless Smart Cards
13. Example Applications



Osnove bežičnih tehnologija

- Bežične tehnologije omogućavaju fleksibilnost mreže, gde je položaj uredača i/ili njegova mobilnost moguća
- Za razumevanje bežičnih tehnologija neophodno je poznavanje principa rada bežičnih veza i frekvencijskog spektra

Frekvencijski spektar

- Kada se elektroni kreću oni proizvode elektromagnetne talase koji se prostiru kroz okolinu
- Broj oscilacija talasa naziva se frekvencija f u Hercima (Hz), dok se rastojanje između dva maksimuma ili rastojanje između dva minimuma označava sa λ i predstavlja talasnu dužinu u metrima.
- Bežični signali su elektromagnetni talasi koji putuju kroz vazduh (atmosfera) u formi električnog i magnetnog polja.
- Glavna razlika između elektromagnetnih talasa je njihova frekvencija. Najniže frekvencije imaju najveću talasnu dužinu, dok najveće frekvencije imaju najmanju talasnu dužinu

Frekvencijski spektar

- Veza između frekvencije f i talasne dužine λ elektromagnetnih talasa data je izrazom:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- gde je c brzina elektromagnetnih talasa
- Brzina c u vakuumu ima vrednost $c = 299792458$ m/s, dok se za približno izračunavanje koristi vrednost $c = 3 \times 10^8$ m/s
- Na osnovu date jednačine moguće je odrediti da je na primer za talas učestanosti 1000 MHz njegova dužina oko 0,3 m

Elektromagnetni spektar

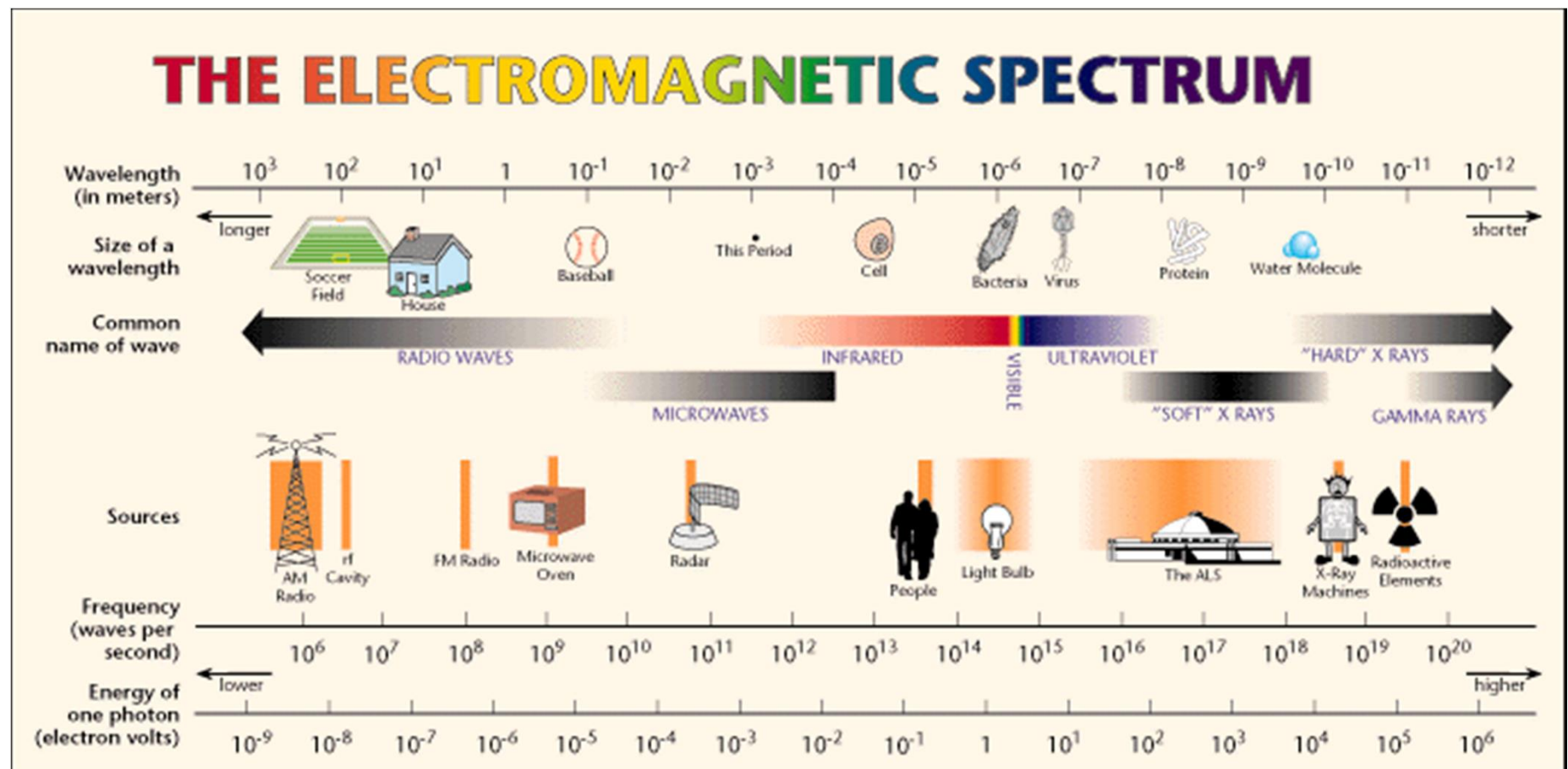
- Delovi elektromagnetnog spektra:
- radio talasi, mikrotalasi i infracrveni talasi mogu se koristiti za prenos podataka.
- Ultraljubičasta svetlost, rendgenski i gama zraci imaju više frekvencije što bi bilo jednostavnije za prenos, ali se teže proizvode, teže moduliraju, ne prolaze lako kroz čvrsta tela i predstavljaju opasnost za živa bića

Radio frekvencije za prenos signala

Bežične komunikacije koriste radio frekvencije za prenos signala pomoću elektromagnetnih talasa u opsezima:

- radio talasi, frekvencija od 3 kHz do 300 MHz,
- mikrotalasi, frekvencija od 300 MHz do 300 GHz i
- infracrveni talasi, od 300 GHz do 428,5 THz

Elektromagnetni spektar



Osnove bežičnih tehnologija

- Bežični signali koriste deo RF spektra za prenos govora, videa i podataka
- Deo elektromagnetnog spektra koji se koristi za prenos je dalje podeljen na opsege (band), a u okviru opsega za neki komunikacioni sistem formiraju se kanali (channel)
- Širina frekvencijskog opsega kanala u velikoj meri određuje maksimalnu brzinu prenosa u tom kanalu

Šenonova jednačina

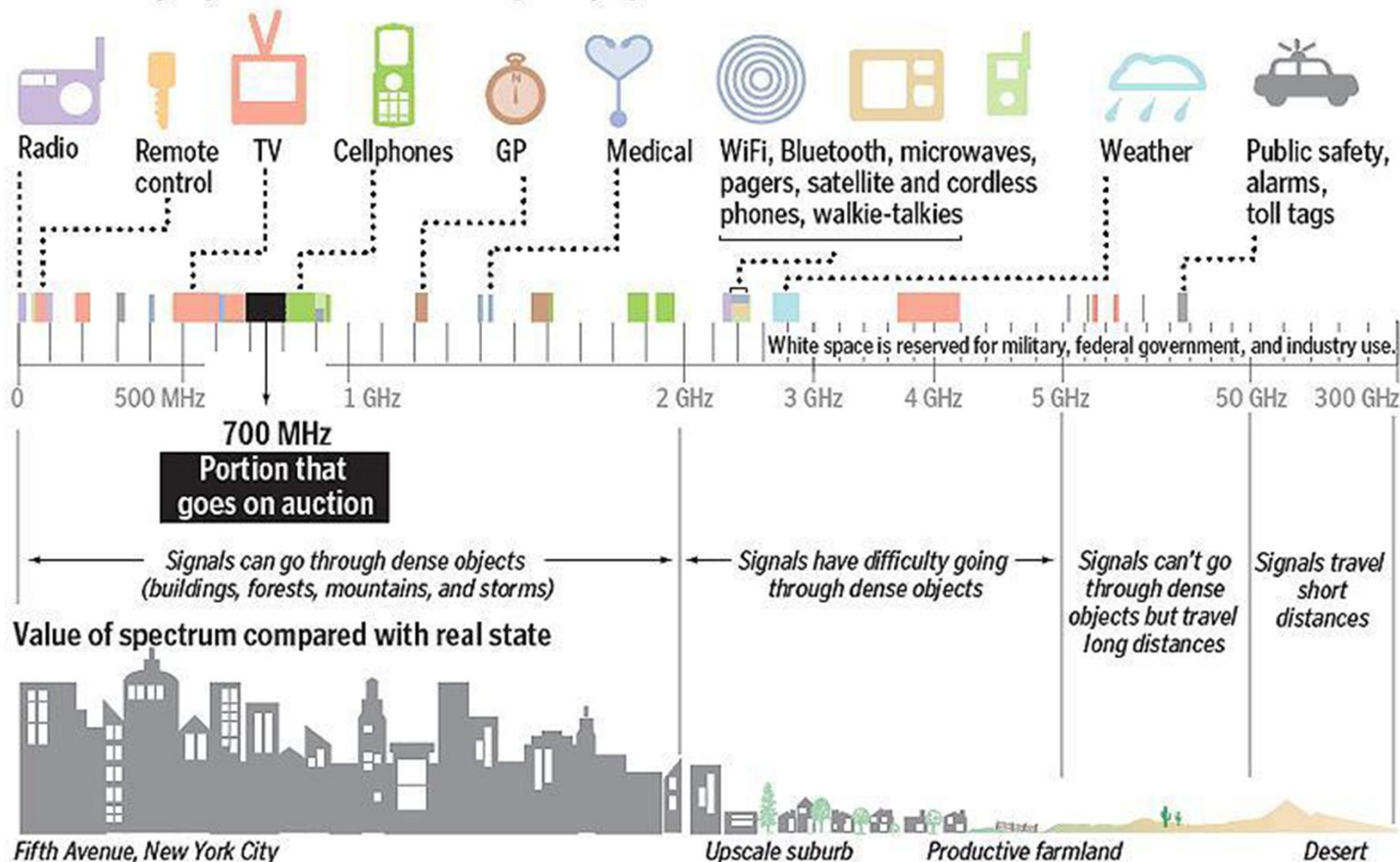
- C je maksimalna brzina prenosa

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$

- B je širina frekvencijskog opsega
- SNR (Signal-to-Noise Ratio) odnos signal-sum
- Za telefonski modem, za opseg učestanosti $B = 3\text{kHz}$ i $SNR = 30\text{dB}$, dobija se maksimalni protok od $C = 3 \log_2 (1001) \text{ kbps} = 30\text{kbps}$
- Satelitiski TV kanal širine 10MHz i $SNR = 20\text{dB}$, $C = 1 \log_2 (101) \text{ Mbps} = 66 \text{ Mbps}$

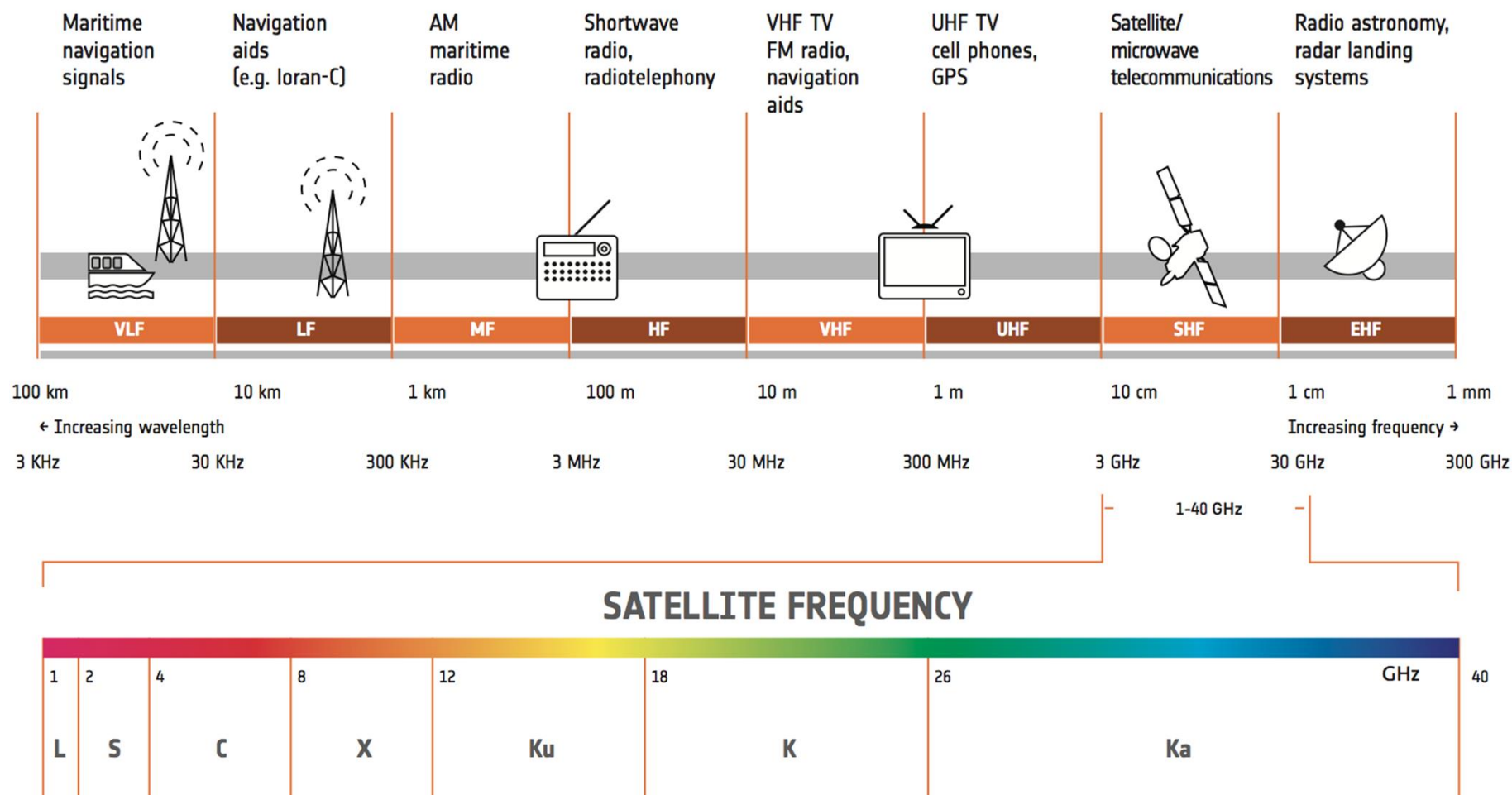
Primeri primene elektromagnetskog spektra za prenos u opsegu od 3 kHz do 300 GHz

Some everyday uses of the radio frequency spectrum



Telekomunikacioni servisi i tehnologije

Podela RF spektra na opsege



Osnove bežičnih tehnologija

- Dodelu frekvencijskog opsega vrše državni i međunarodni organi. Za dodelu frekvencija odgovarajućem komunikacionom sistemu reguliše ITU-R (ITU Radio-communication Sector, ITU-R, je sektor organizacije ITU International Telecommunication Union)
- U Srbiji bazu radio-frekvencija prati Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge (RATEL)
- Jedan deo radio frekvencija označen kao ISM opseg Industrial, Scientific and Medical radio bands ne podleže licenciranju i dozvoljen je za slobodno korišćenje
- Neki od delova ISM opsega koji su dostupni u celom svetu su opsezi: 2,4 GHz – 2,5 GHz i 5,725 GHz – 5,875 GHz
- Ovi opsezi se koriste za bežične lokalne računarske mreže i Bluetooth

Antene

- Za prenos elektromagnetnih signala u bežičnim komunikacionim sistemima neophodne su antene
- Zadatak antena je da emituju i primaju ove talase
- Praktično svaki sistem promenljivih struja i naelektrisanja zrači, međutim nije svako zračenje poželjno i tehnički korisno
 - Zračenje iz procesora računara postoji, ali je nepoželjno jer može ometati druge elektronske uređaje.
 - Željeno zračenje se ostvaruje antenama, čiji je zadatak da što veći deo energije predajnika transformišu u energiju slobodnog talasa ili obrunato da iz nailazećeg talasa izvuče što više energije i preda prijemniku

Antene

- Među glavne karakteristike antena spadaju propusni opseg frekvencija, dijagram zračenja, usmerenost i dobitak (gain) antene
- Veličina antene zavisna je od talasne dužine antene, tako da sa povećanjem frekvencije veličina antene opada
- Dužina standardne dipol antene iznosi $\lambda / 2$
- Pored dipol antena neke od karakterističnih komunikacionih antena su i *yagi* antene, *horn* antene, parabolične antene, *patch* antene, štampane antene

Antene



antena za wi-fi



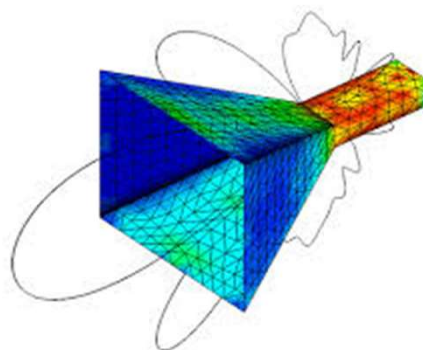
dipole antenna



yagi antenna



patch antenna



horn antenna



diversity antenna

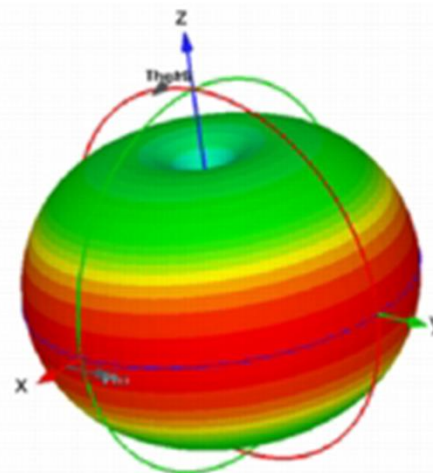
Problemi prilikom propagacije u bežičnim sistemima

- elektromagnetna interferencija (uticaj zračenja drugih elektronskih uređaja)
- rastojanje (jačina signala prilikom bežičnog prenosa opada sa kvadratom rastojanja)
- *multipath* interference (uticaj fazne razlike signala koji je prešao različite putanje prilikom prenosa)
- istokanalna interferencija (smetnje usled drugih korisnika na istom kanalu u okviru frekvencijskog opsega dodeljenog sistemu)

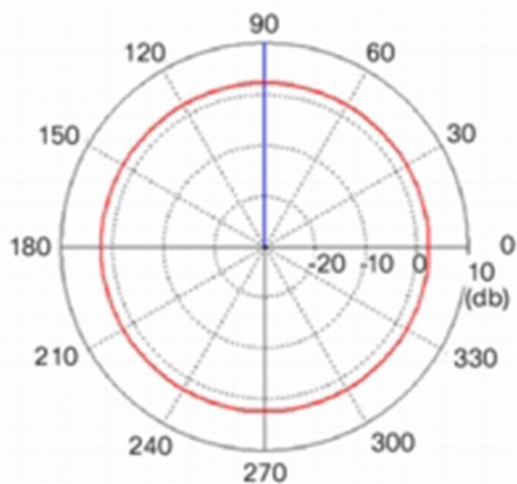
Dipol antena i dijagram zračenja



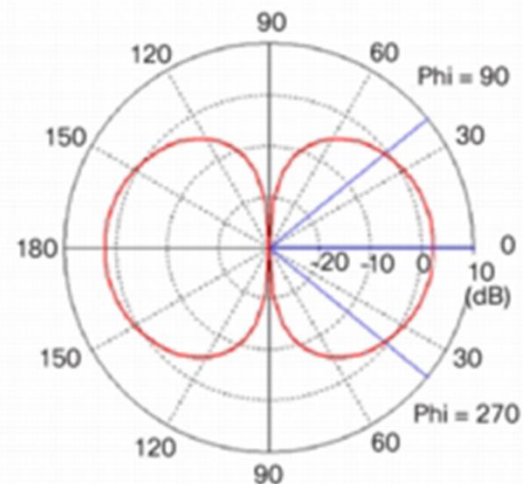
(a) Dipole Antenna Model



(b) Dipole 3D Radiation Pattern

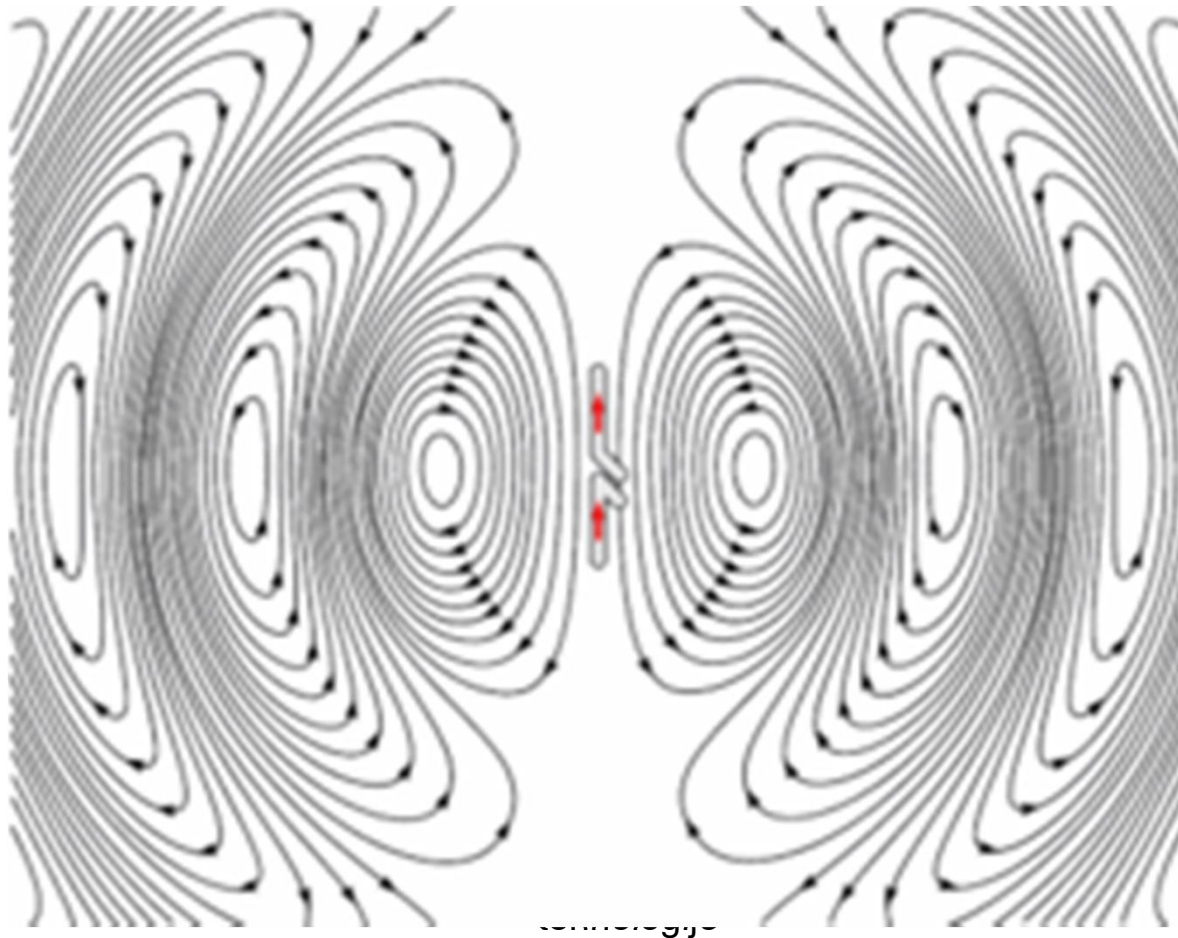


(c) Dipole Azimuth Plane Pattern

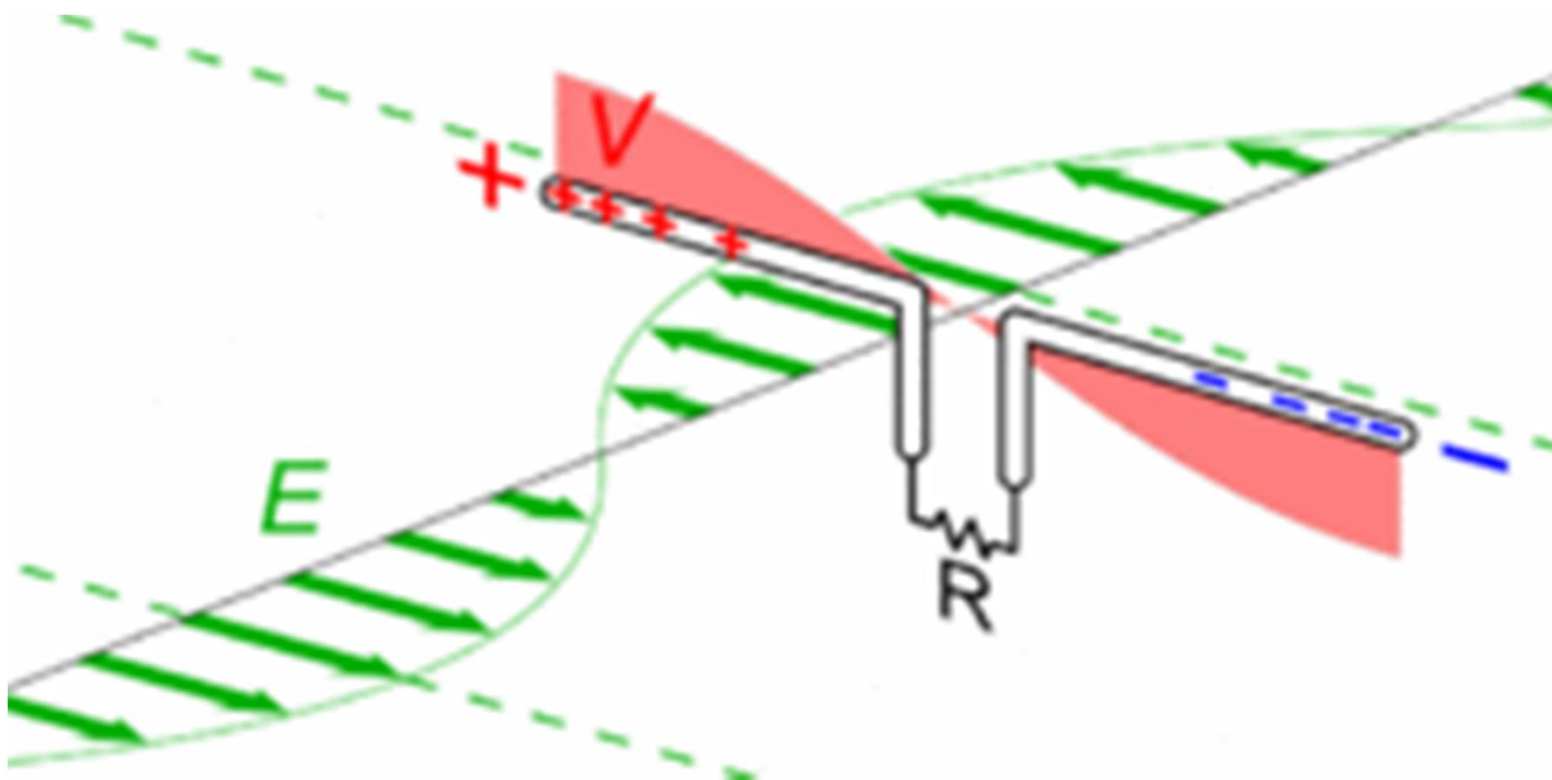


(d) Dipole Elevation Plane Pattern

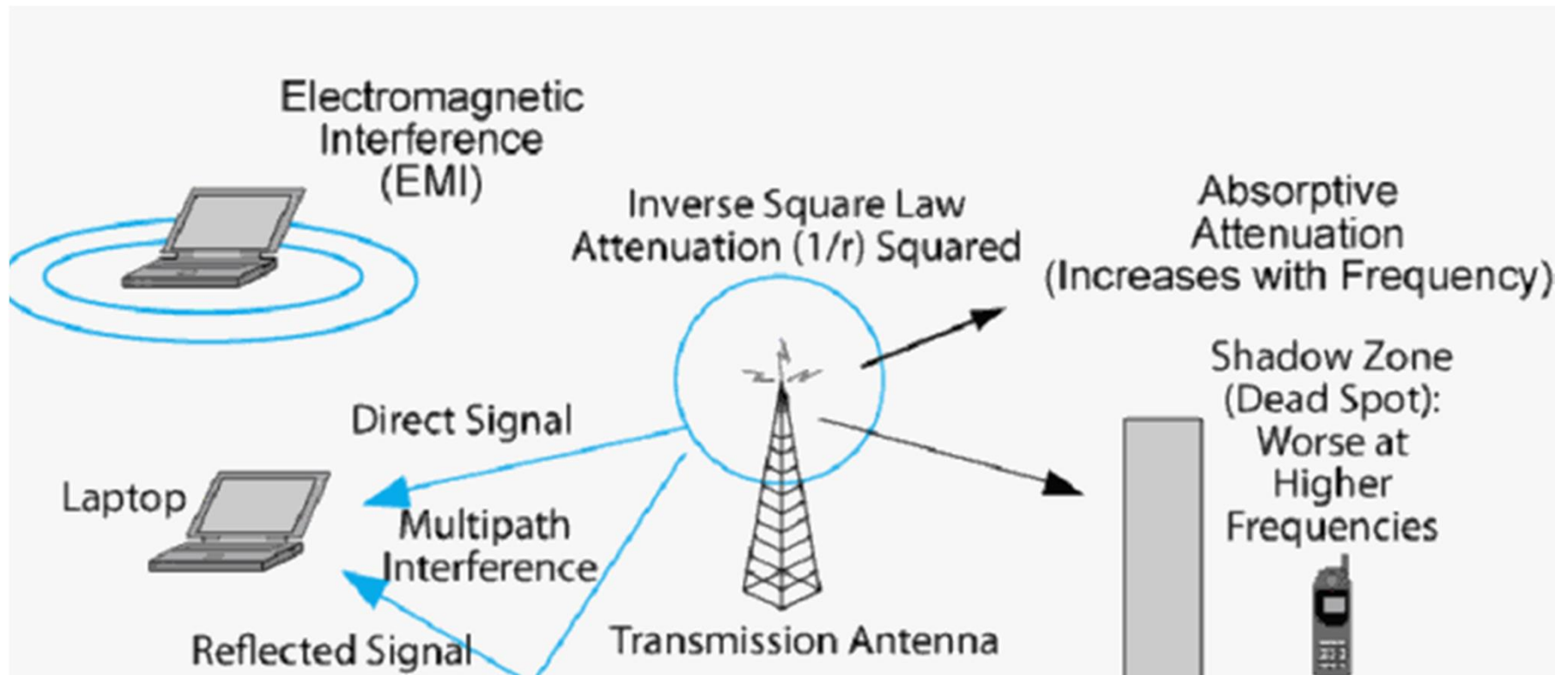
Dipol antena, dijagram zračenja i linije električnog polja



Polutalasna dipol antenna



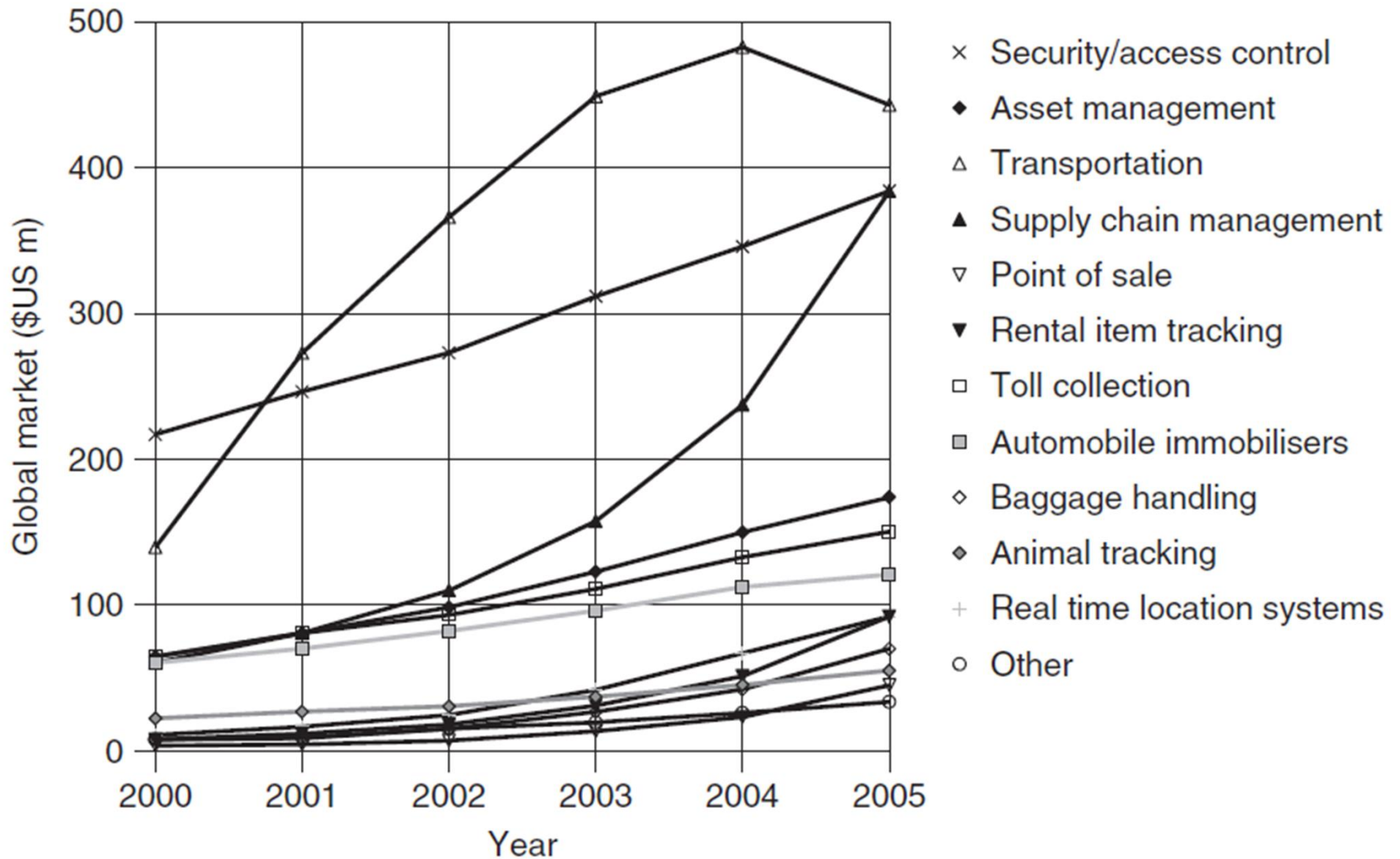
Problemi prilikom propagacije u bežićnim sistemima



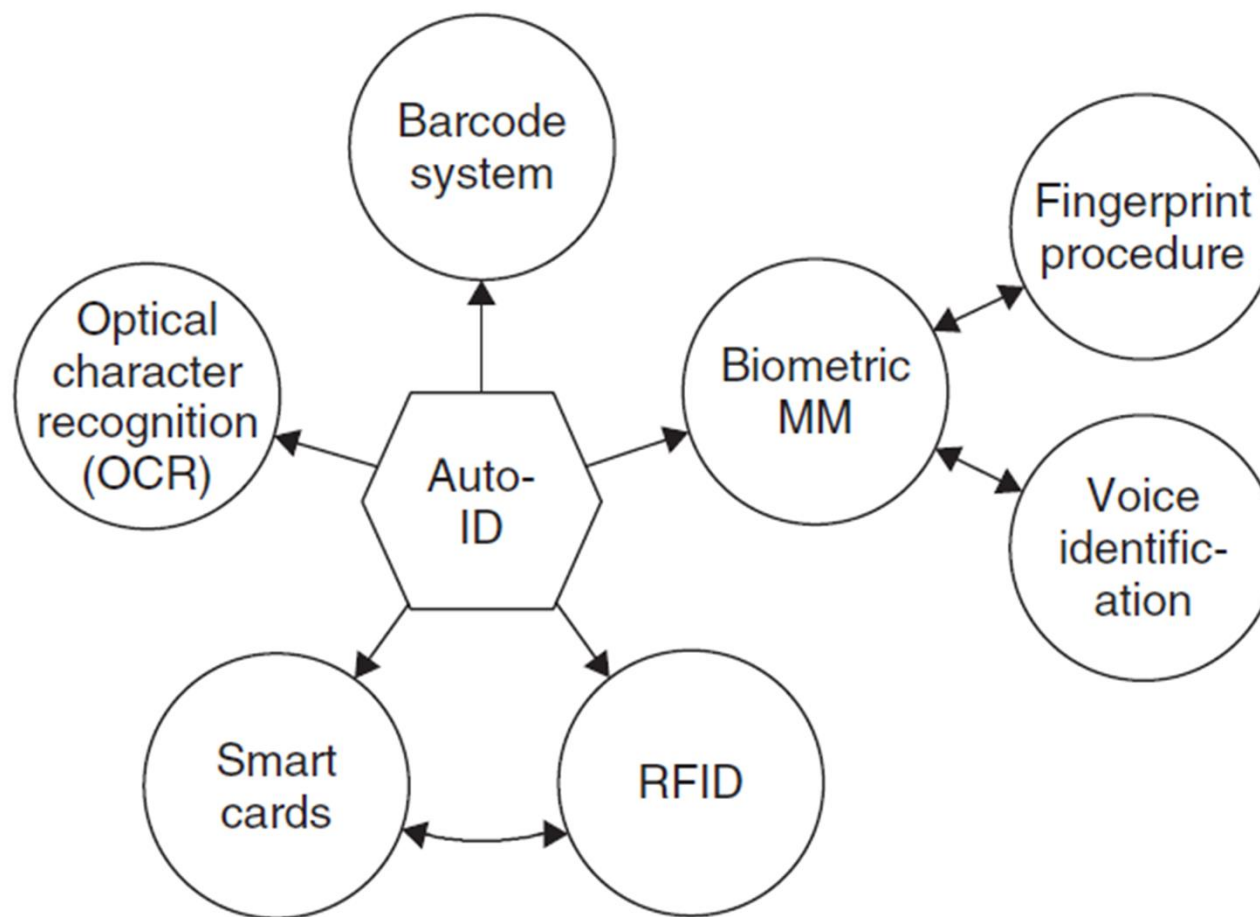
RFID, RF za identifikaciju

- Beskontaktni identifikacioni (ID) sistemi se nazivaju RFID sistemi (radio frequency identification)
- Nezavisna interdisciplinarna oblast
 - RF tehnologija
 - Elektromagnetska kompatibilnost EMC
 - Poluprovodnička tehnologija i nanotehnologija
 - Zaštita podataka
 - Kriptografija
 - **Telekomunikacije**
 - Proizvodne tehnologije

Učešće automatizovanih ID sistema



Najvažnije ID procedure



RFID sistem

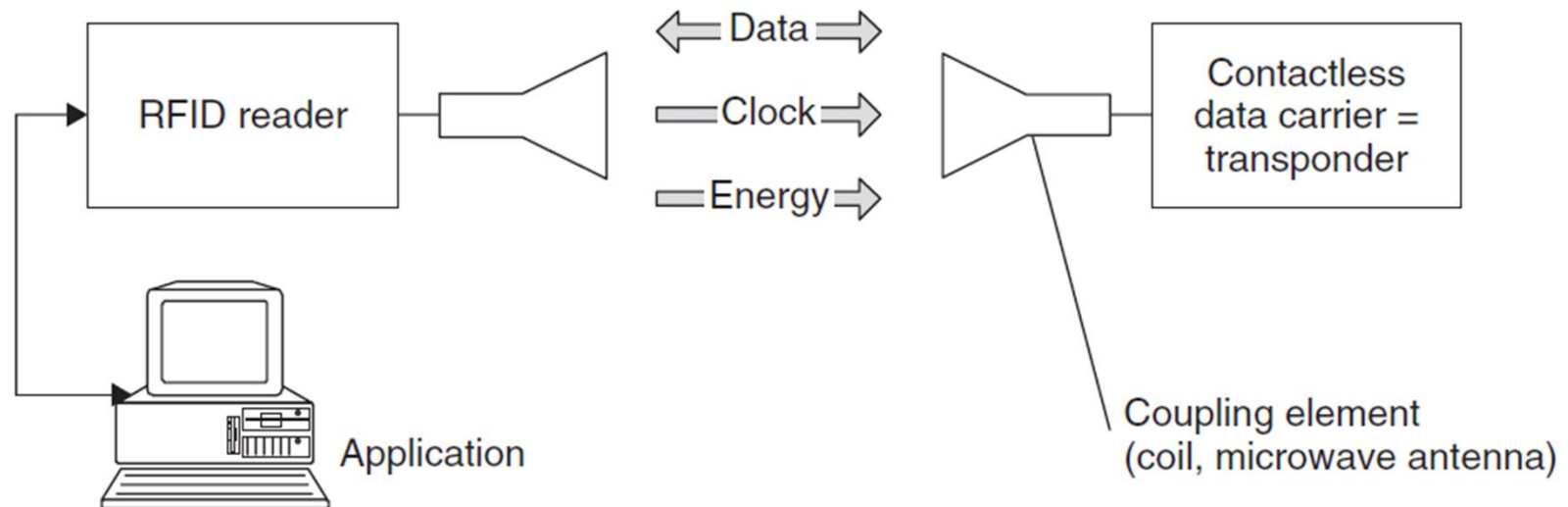
- Podaci se smeštaju u elektronsko kolo za prenos podataka bez galvanskog kontakta sa čitačem, koristi se magnetsko ili elektromagnetsko polje, koristeći principe radija i radara
- RFID je skraćenica koja označava prenos informacija korišćenjem radio talasa
- Za beskontaktne pametne kartice, za ulazna vrata, za praćenje transporta i kontrolisanje ulaza, za gradski prevoz, za lift, za auto, ski-pas, roba u prodavnicama

Telekomunikaci
tehnolog



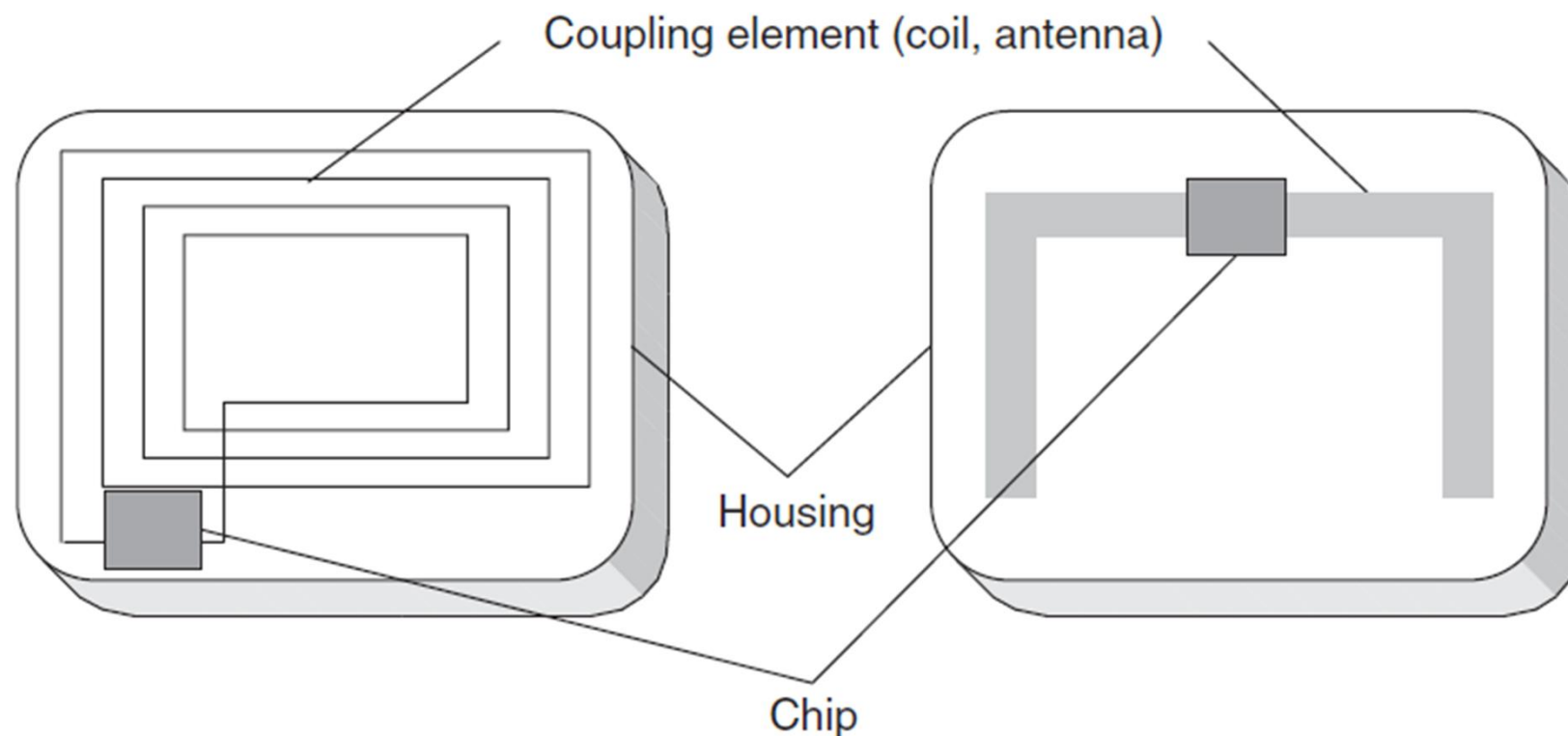
Čitač i transponder su glavni elementi RFID

- Transponder je na objektu koji se identifikuje
- Čitač treba da pročita informaciju prenetu od transpondera u neki sistem (računarski, ali i da ima mogućnost da upiše informaciju u transponder)
- Energija potrebna za rad transpondera se dobija od čitača



Osnovni izgled RFID uređaja

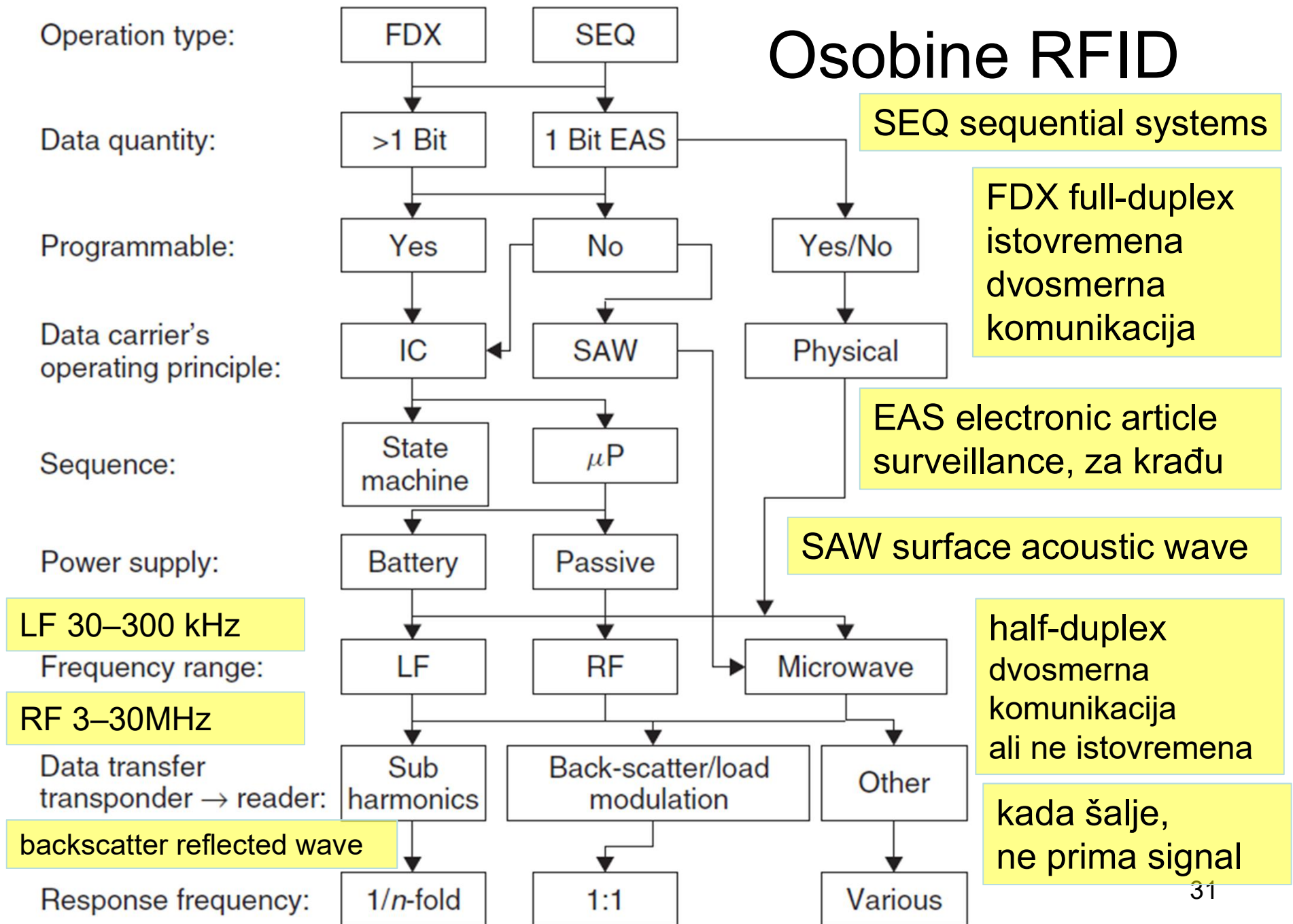
- Levo je induktivno spregnut transponder, sa induktivnom antenom
- Desno je mikrotalasni transponder sa dipol antenom
- Oba transpondera imaju elektronski čip u koji se smešta informacija; čip mora da ima napajanje da bi radio, koje se dobija preko antene
- Housing je kućište



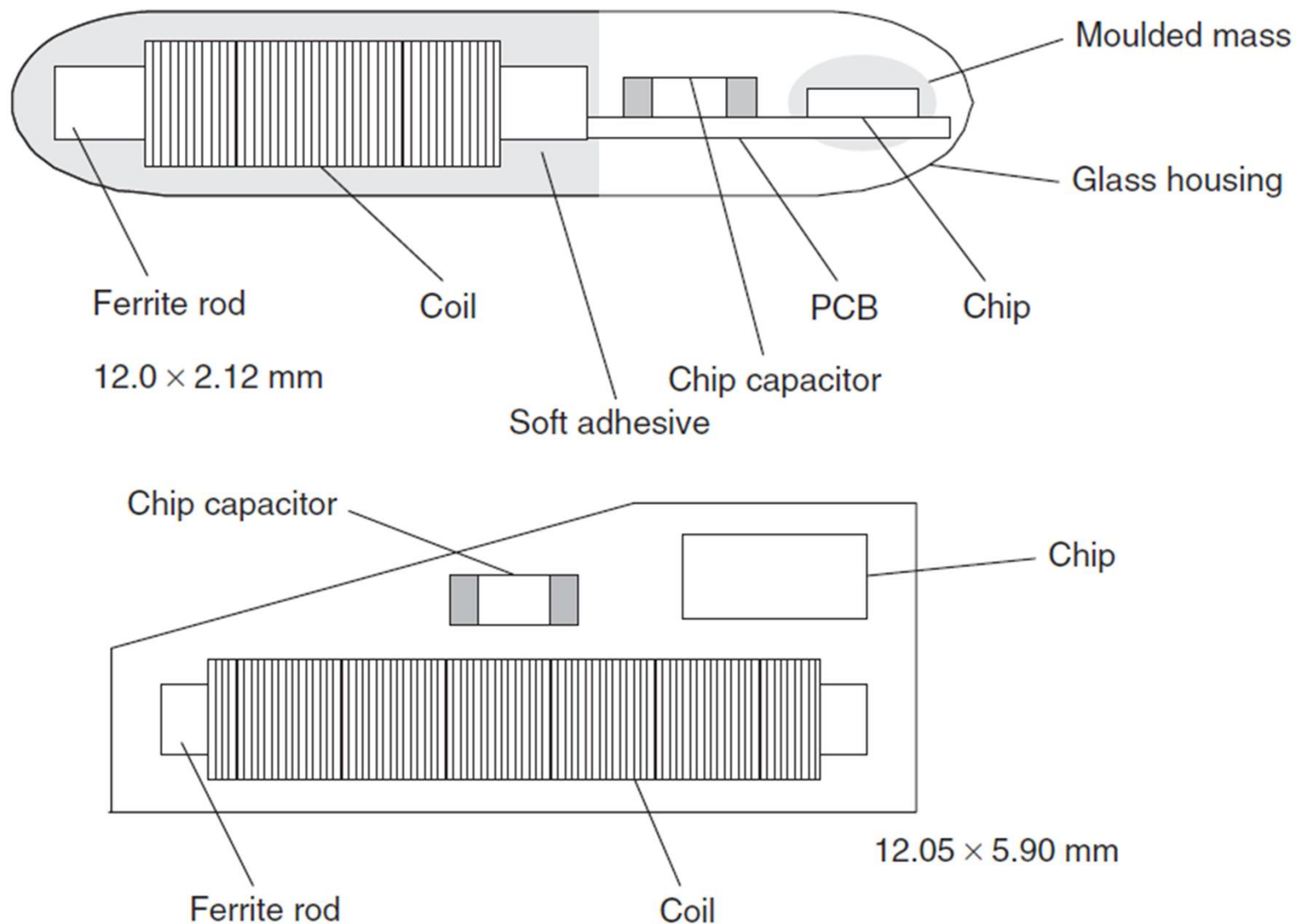
Čitač

- Čitač tipično sadrži predajnik, prijemnik, kontrolnu jedinicu i element za spregu sa transponderom
- Rider je najčešće priključen preko interfejsa (RS 232, RS 485) da bi se informacija prenela od transpondera do sledećeg sistema (računar, robot)
- Transponder je taj koji prenosi korisnu informaciju
- Transponder uobičajeno nema sopstveno napajanje, i kada nije pobuđen od čitača, on je pasivan
- Kada talasi iz čitača pobude antenu transondera, on postaje aktivan,
- Preko spregnutih kola čitača i transpondera, obezbeđuje se napajanje za rad čipa na transpnderu, kao i podatke i odgovarajuće signale za sinhronizaciju (tajming)

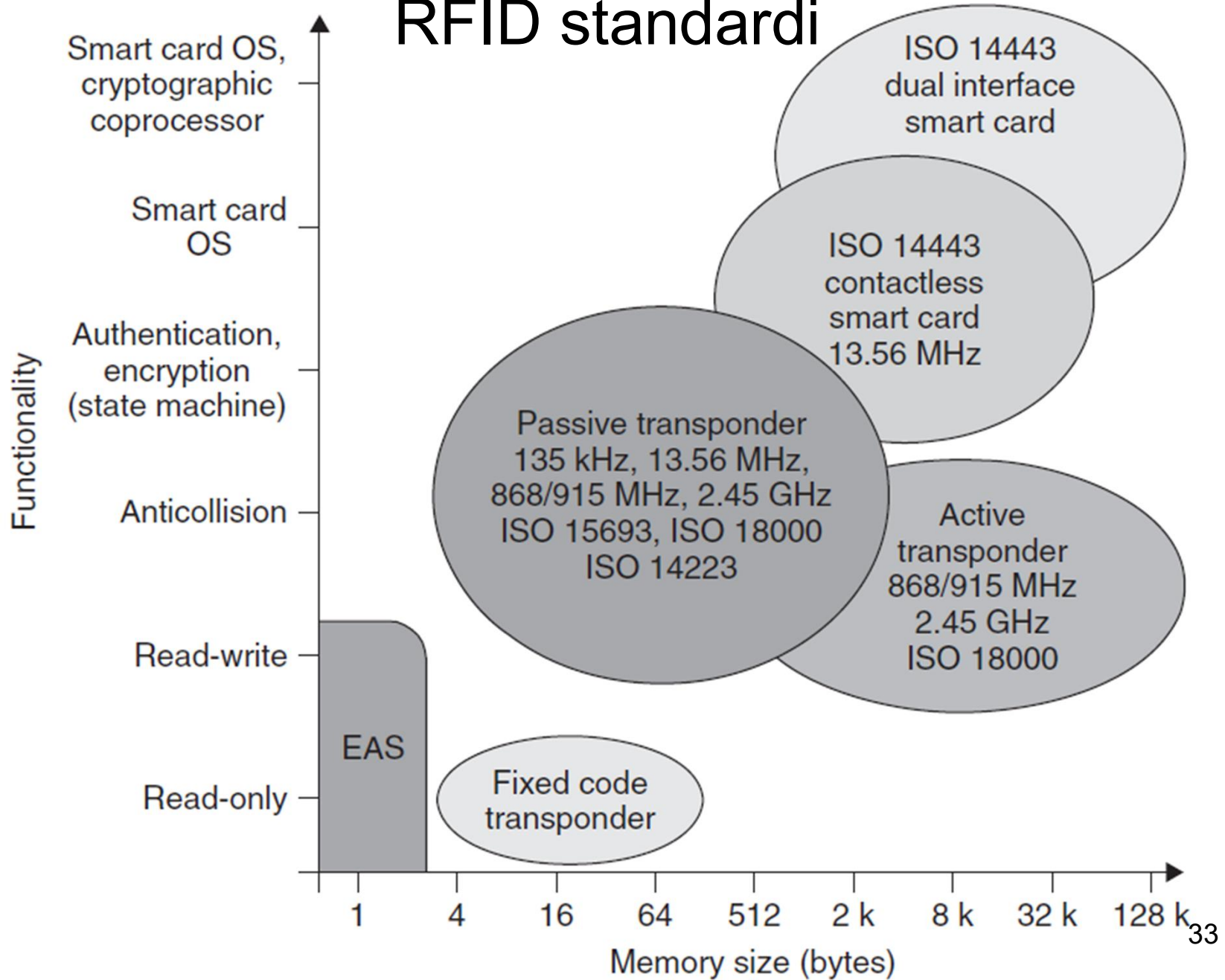
Osobine RFID



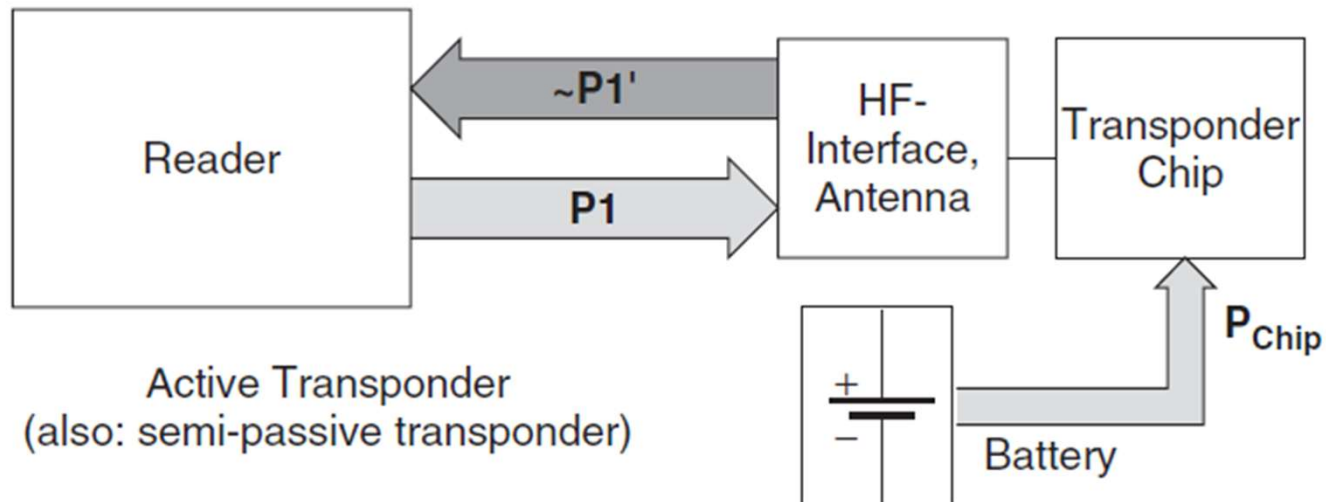
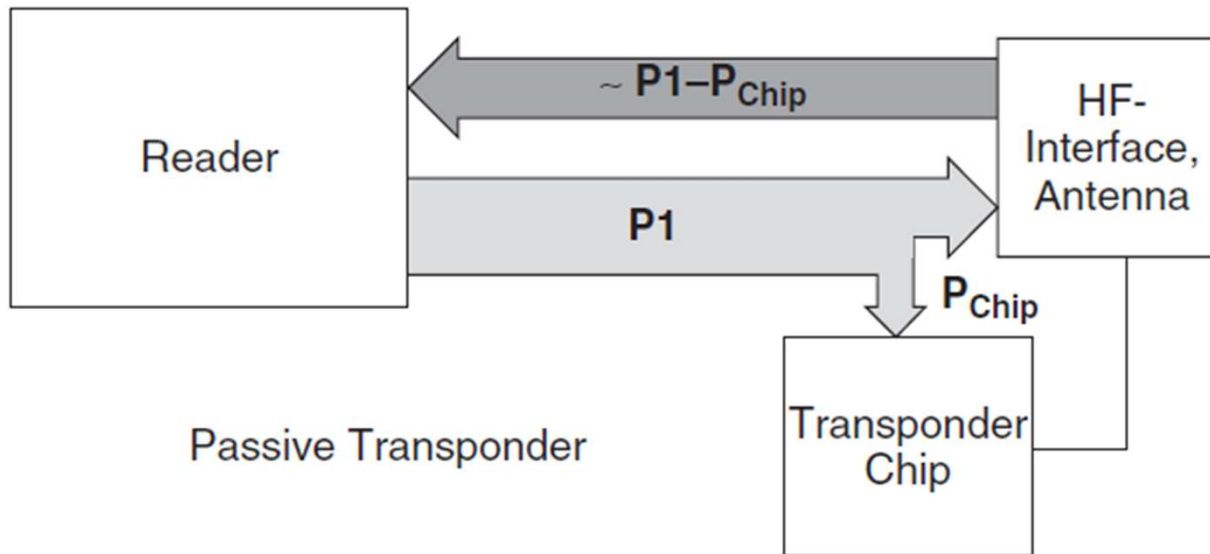
Mehanički izgled transpondera



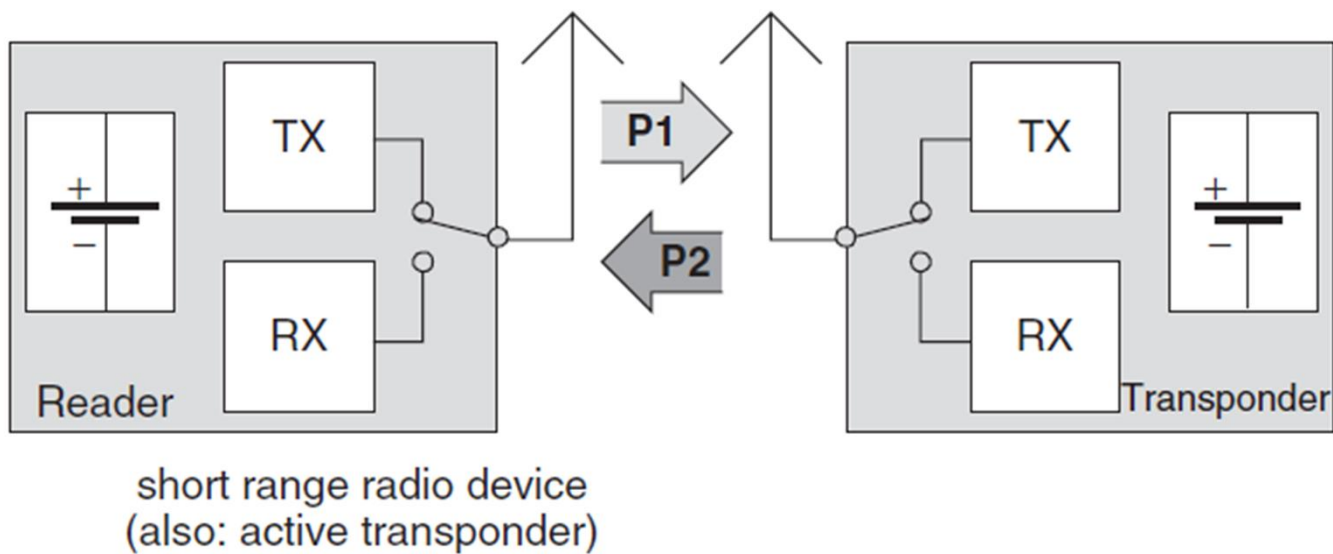
RFID standardi



Pasivni i aktivni transponder



Aktivni transponder



1-bitni transponder

- Postoje samo dva stanja sistema, 1 i 0
- Interrogation zone, zona ispitivanja – oblast u kojoj objekat može da obezbedi dovoljno energija da pobudi pasivni tag i primi povratnu informaciju (naziva se i polje čitača);
tag izvan ove oblasti ne dobija dovoljno energije da bi reflektovao povratni signal
- 1 znači: transponder je u 'interrogation' zoni
- 0 znači: transponder nije u 'interrogation' zoni
- Velika primena u elektronici u prodavnici za zaštitu od krađe (*EAS*, electronic article surveillance)

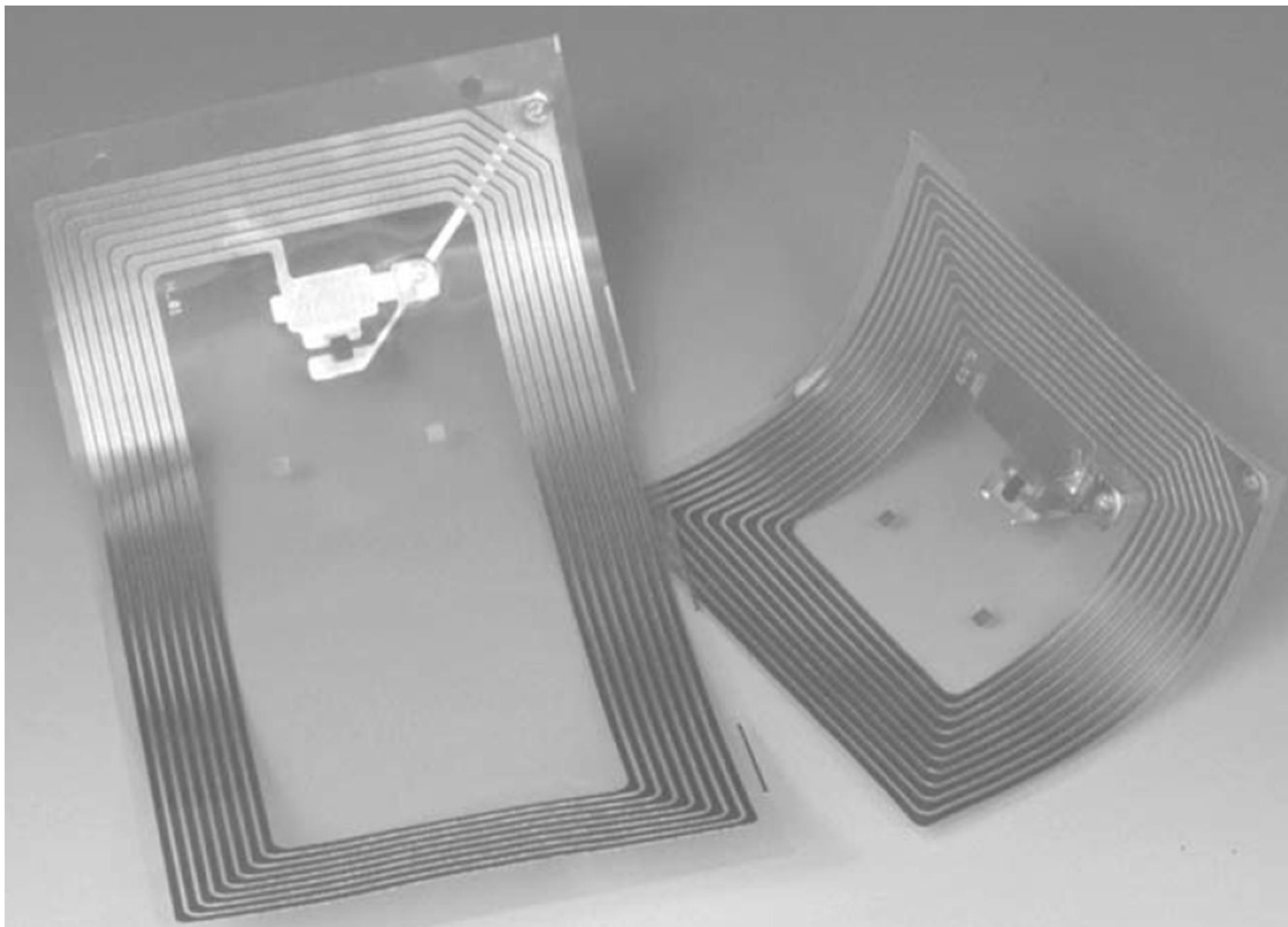
1-bitni transponder

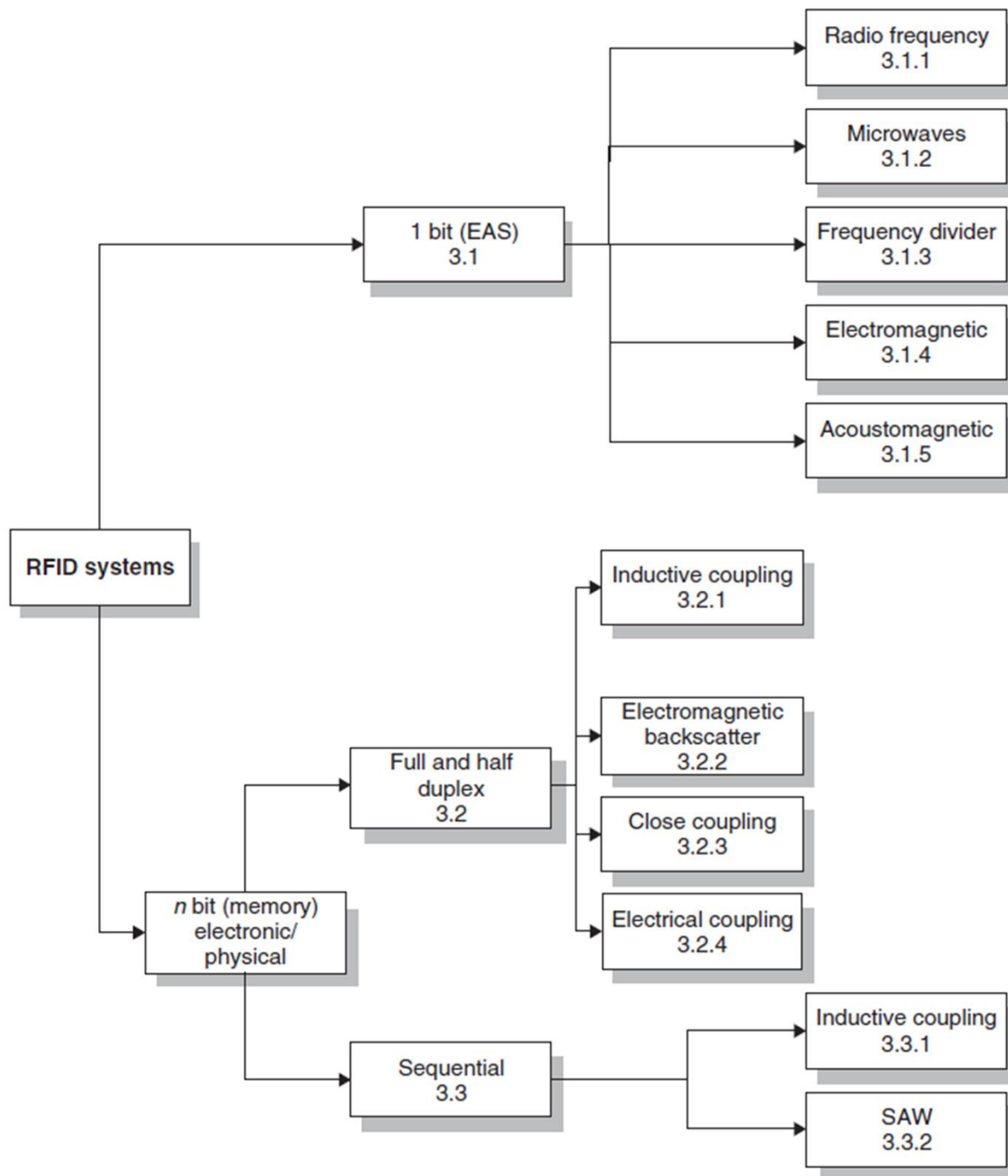
- Sastoji se od antene čitača i dela za ispitivanje
- Sigurnosni element, tag, i opciono kolo za deaktivaciju taga posle plaćanja (deaktivacija se radi nakon plaćanja)
- Neki sistemi imaju sistem za ponovnu aktivaciju
- Radi na principu prepoznavanja ili detekcije koji zavise od rastojanja transpondera od antene čitača

Procedura sa radio frekvencijom

- Radio učestanost (Radio Frequency, RF) procedura je zasnovana na LC rezonantnim kolima podešenim na određenu učestanost, f_R
- Prvobitne verzije su koristile induktivni otpornik (bakarnu žicu namotanu na solenoid) i kondenzator u plastičnom kućištu (tzv. tvrdi tag)
- Moderni sistemi koriste kalem koji je na foliji u formi etikete za označavanje
- Da bi se izbegla prevelika otpornost kalema što smanjuje kvalitet rezonantnog kola, aluminijumska traka debljine 25-50 μm
- Koristi se traka debljine 10 μm za ploče kondenzatora

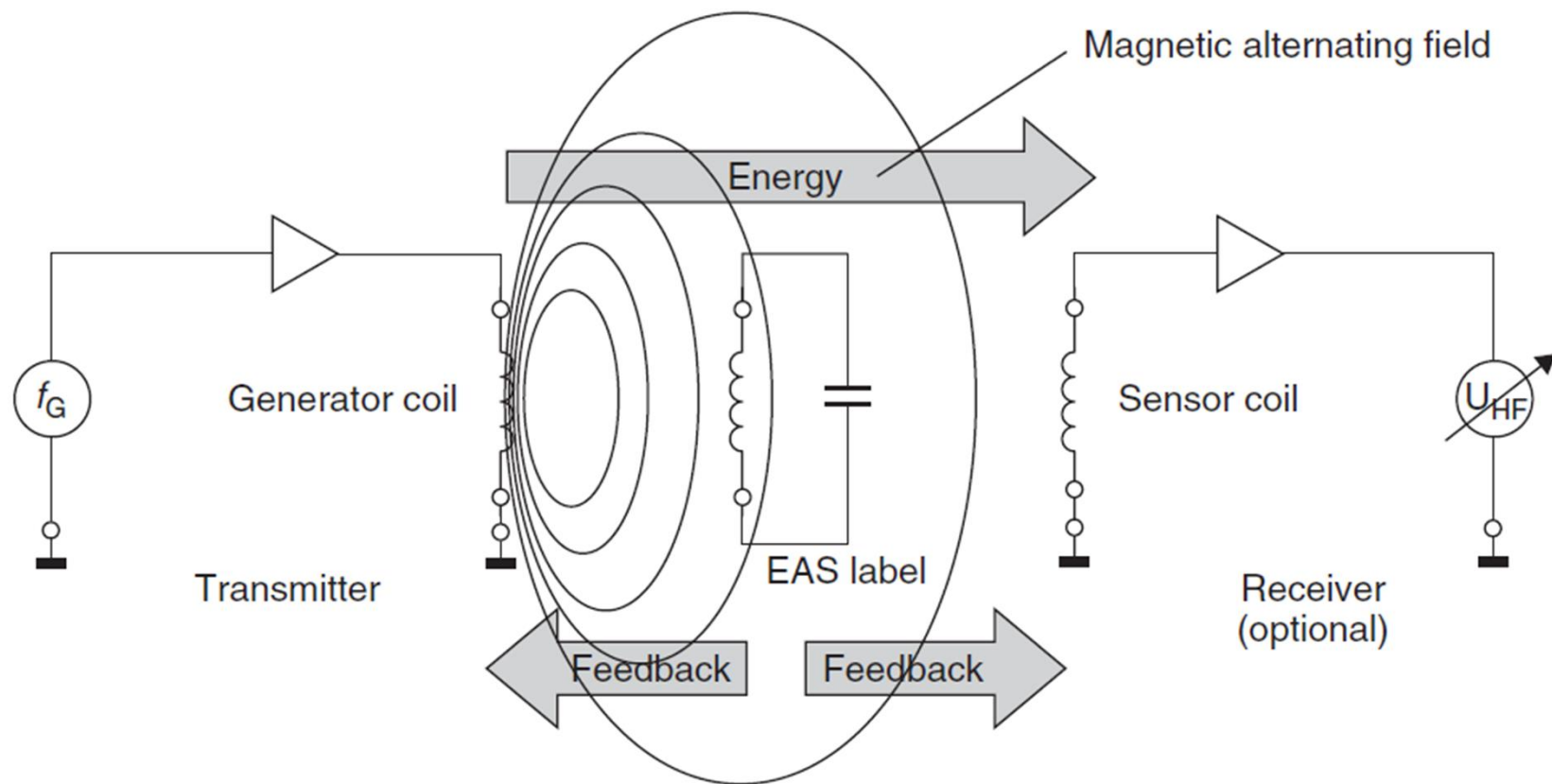
Mehanički izgled transpondera





Operativni principi RFID sistema

Principi rada EAS RF sistema



Indukovani napon

- Čitač generiše promenljivo magnetno polje u RF opsegu
- Ako se LC rezonantno kolo pomeri da bude blizu ovog pola, energija magnetnog polja se indukuje u rezonantno kolo preko kalema (Faradejev zakon)
- Ako se učestanost promenljivog polja f_G poklopi sa rezonantnom učestanošću f_R LC kola, rezonantno kolo proizvodi oscilacije na istoj učestanosti
- Struja koja teče u rezonantnom kolu, suprotstavlja se magnetnom polju koje je uzrokuje, zbog čega se smanjuje jačina magnetnog polja na kalemu
- Promena indukovanog napona se detektuje u namotaju senzora odmah nakon što je oscilatorno kolo uneto u promenljivo magnetno polje

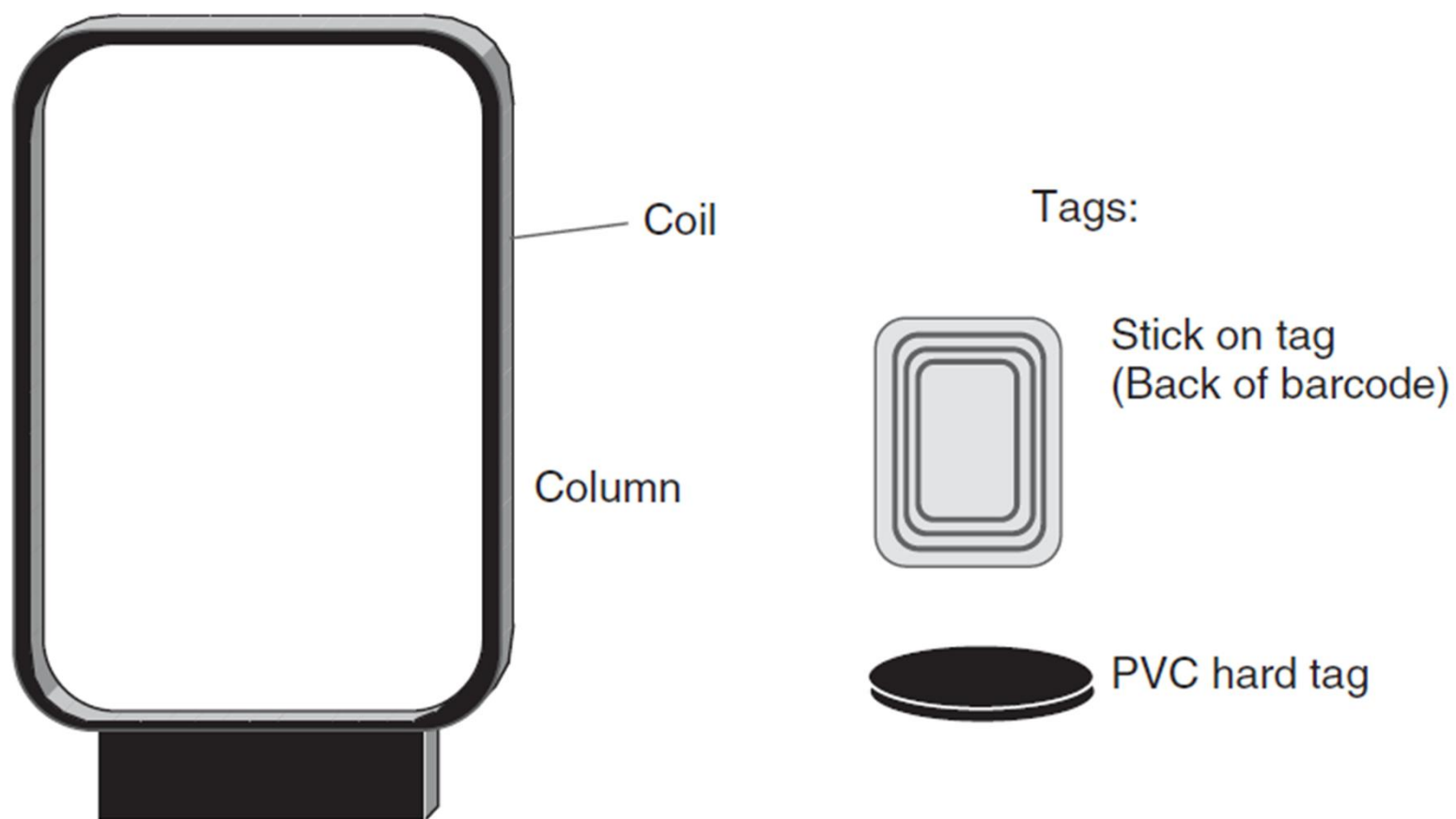
Promenljiva učestanost

- Relativna amplituda zavisi od procepa između namotaja, i faktora dobrote Q pobuđenog rezonantnog kola
- Relativna promena amplitude napona u namotajima generatora i senzora je mala, pa se teško detektuje
- Signal treba da bude jasan i bez smetnji, kako bi sigurnosni element detektovao promenu;
- Ovo se postiže jednim trikom, učestanost magnetskog polja generatora nije konstantna, menja se
- Učestanost generatora se menja kontinualno između minimalne i maksimalne ($8.2\text{MHz} \pm 10\%$)

Tolerancije učestanosti

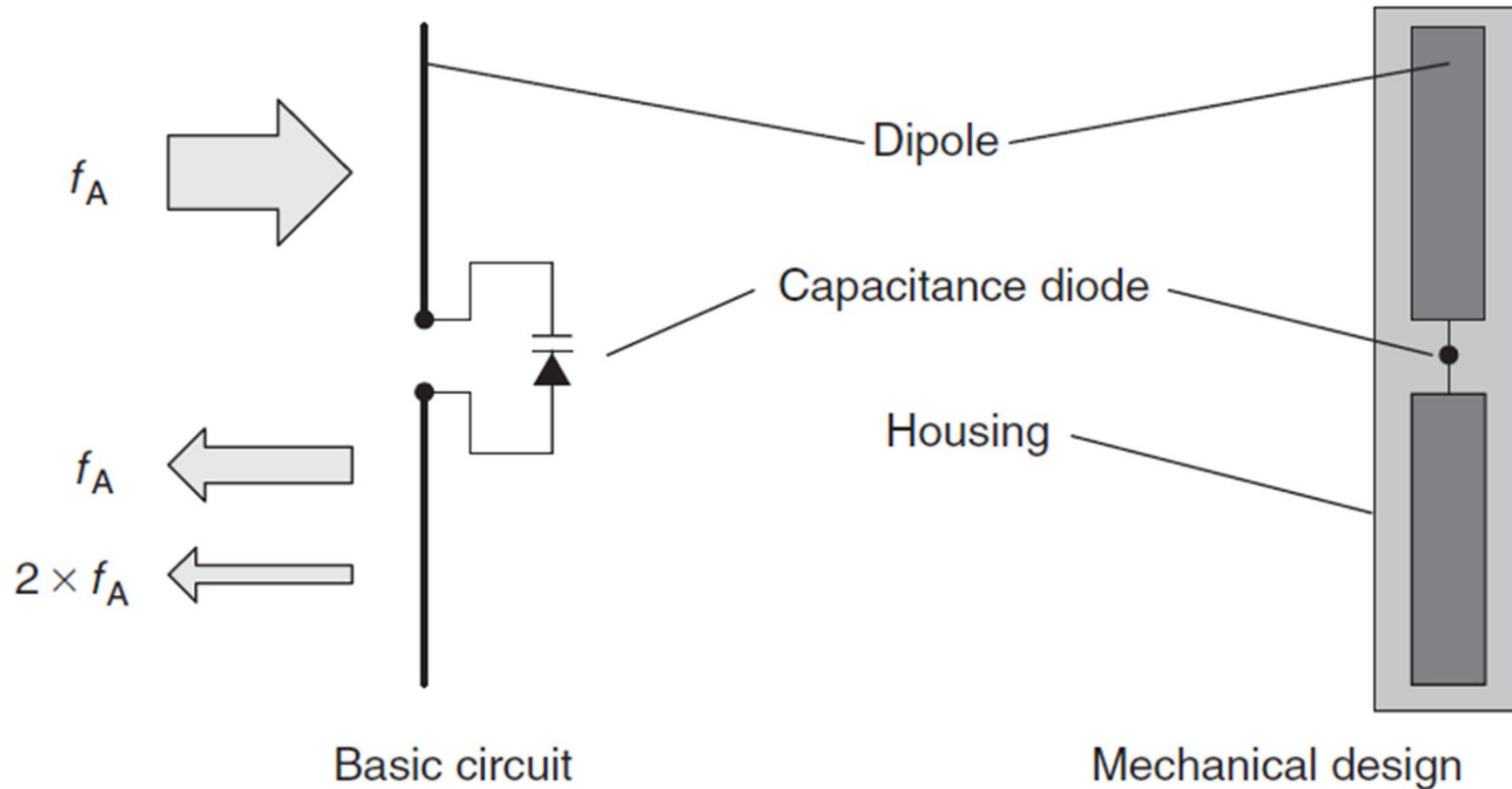
- Uvek kada se promenljiva učestanost generatora poklopi sa rezonantnom učestanošću rezonantnog kola, (u transponderu), transpoder počinje da osciluje praveći naglu promenu napona u namotajima generatora i senzora
- Zbog velikih tolerancija rezonantne učestanosti sigurnosnog kola (transpondera), više nije od velikog uticaja zato što će promenljiva učestanost uvek u jednom trenutku da se poklopi sa rezonantnom
- Ako je potrebno raskinuti rad sigurnosnog kola, dovede se jak signal koji uništi rezonantno kolo

Antenski okvir i RF sistem



Mikrotalasni tag

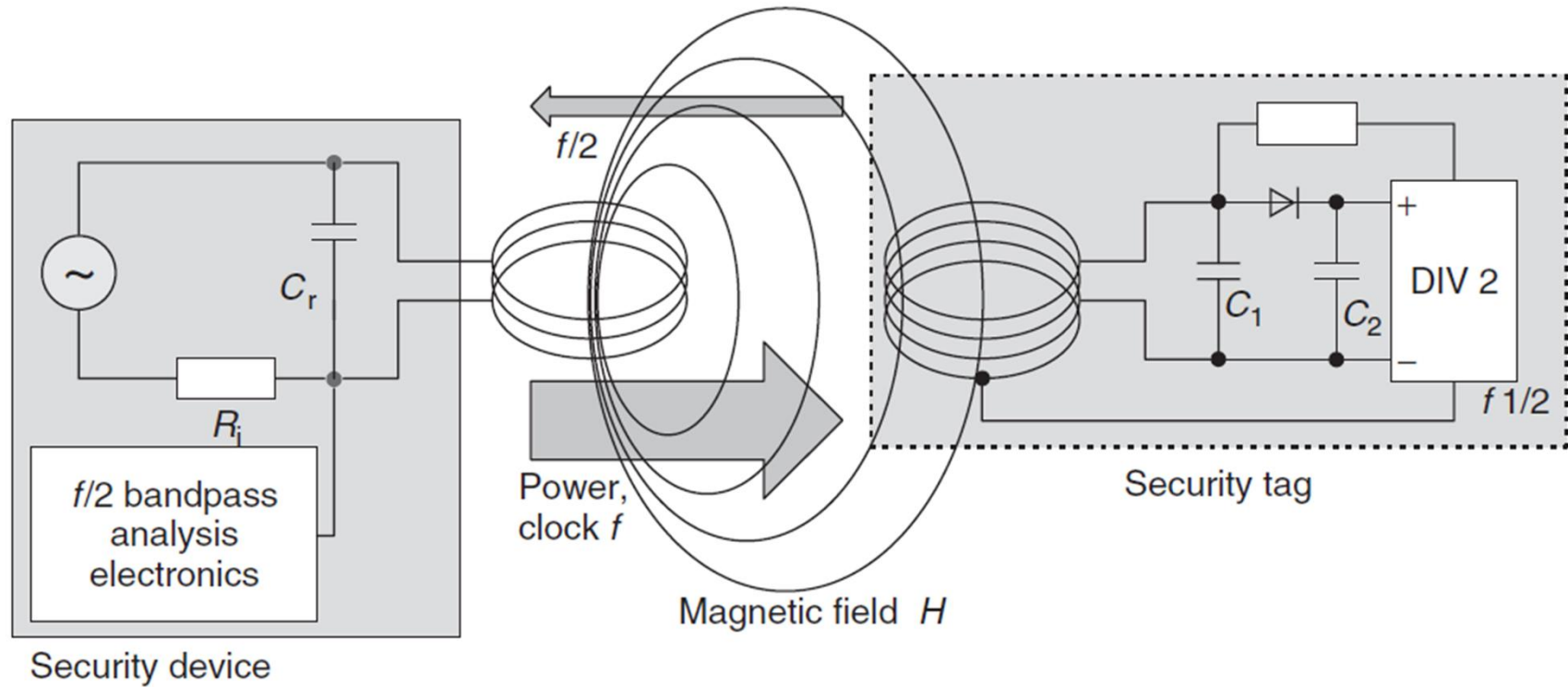
Korišćenje diode za dobijanje harmonika



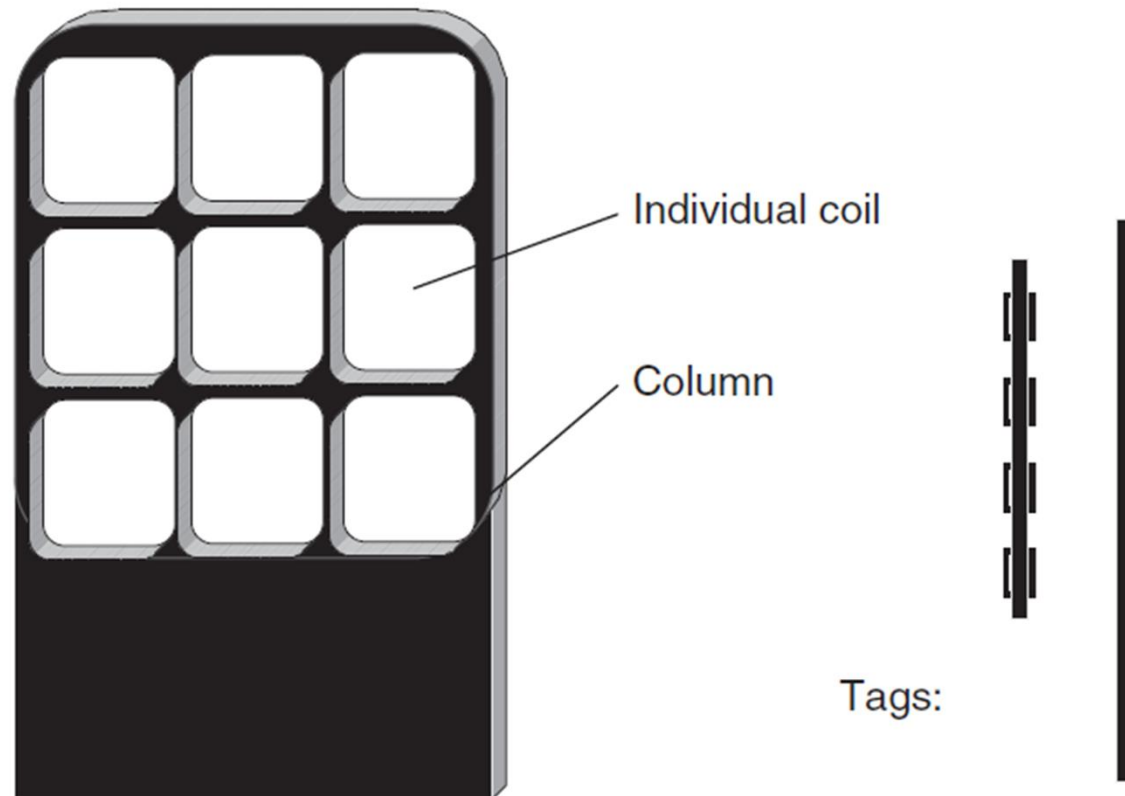
Mikrotalasni tag u zoni dejstva



Delitelj učestanosti



Elektromagnetski tipovi

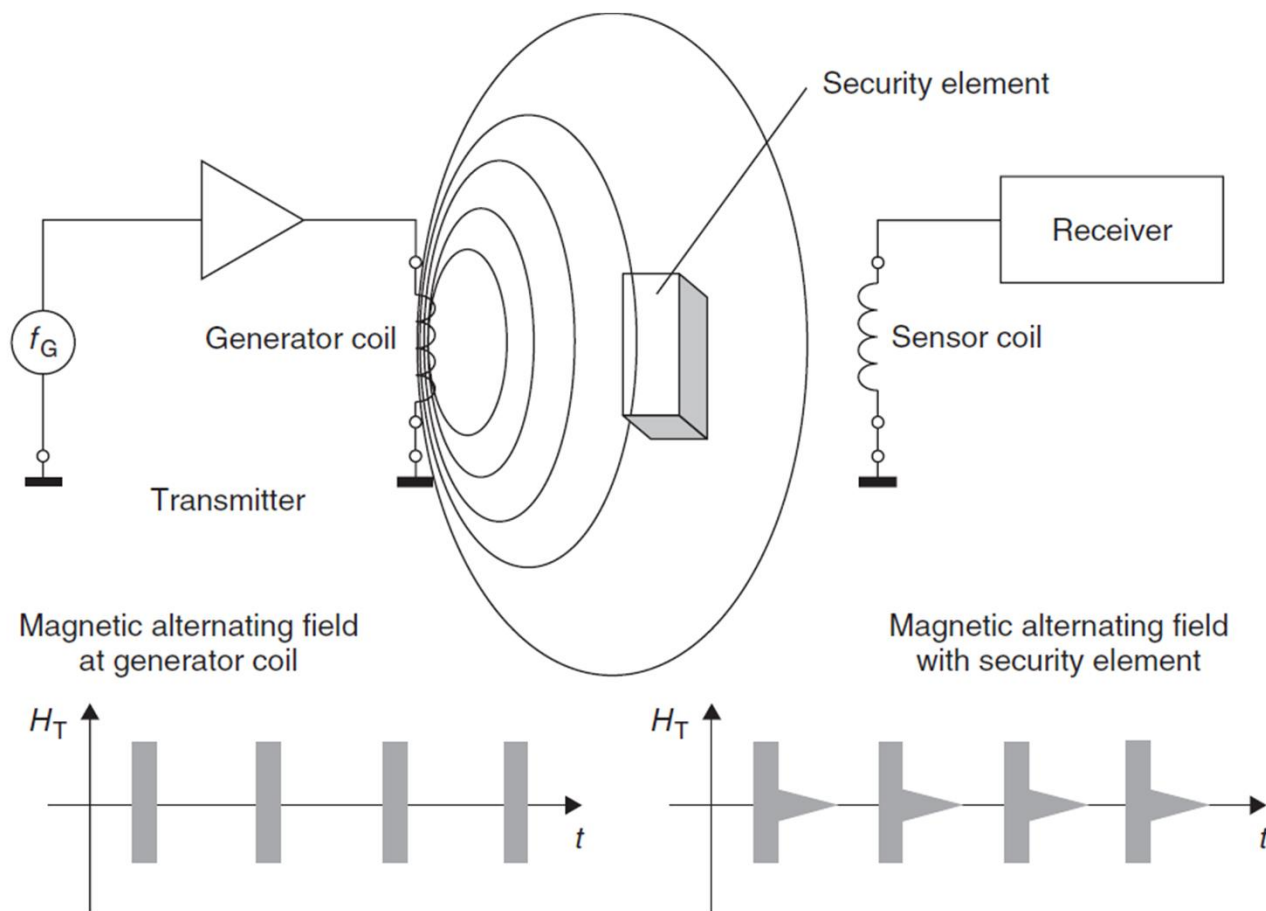


$$f_1 + f_2 = f_{1+2} = 8.80 \text{ kHz}$$

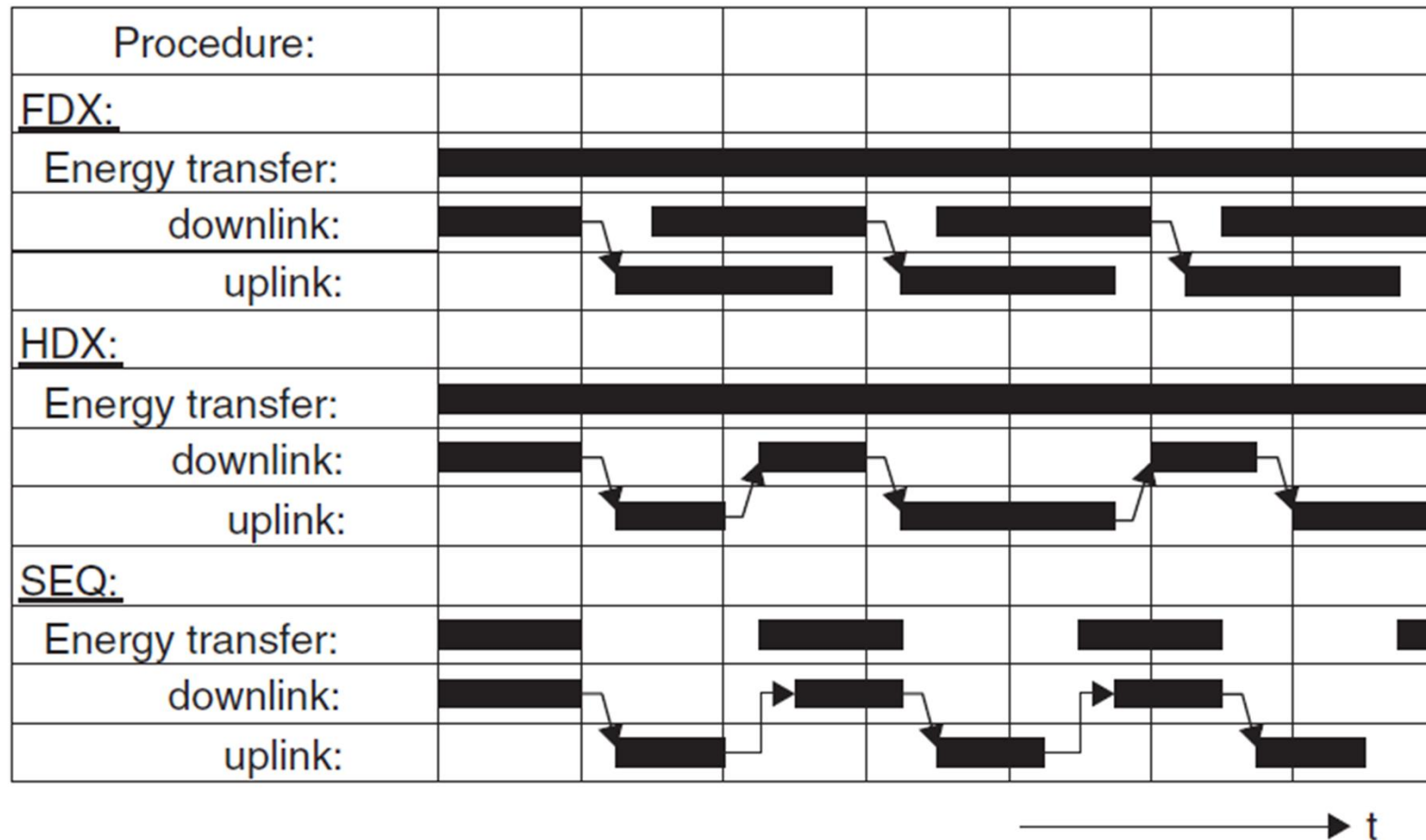
$$f_1 - f_2 = f_{1-2} = 1.80 \text{ kHz}$$

$$f_S + f_1 = f_{S+1} = 3.52 \text{ kHz a}$$

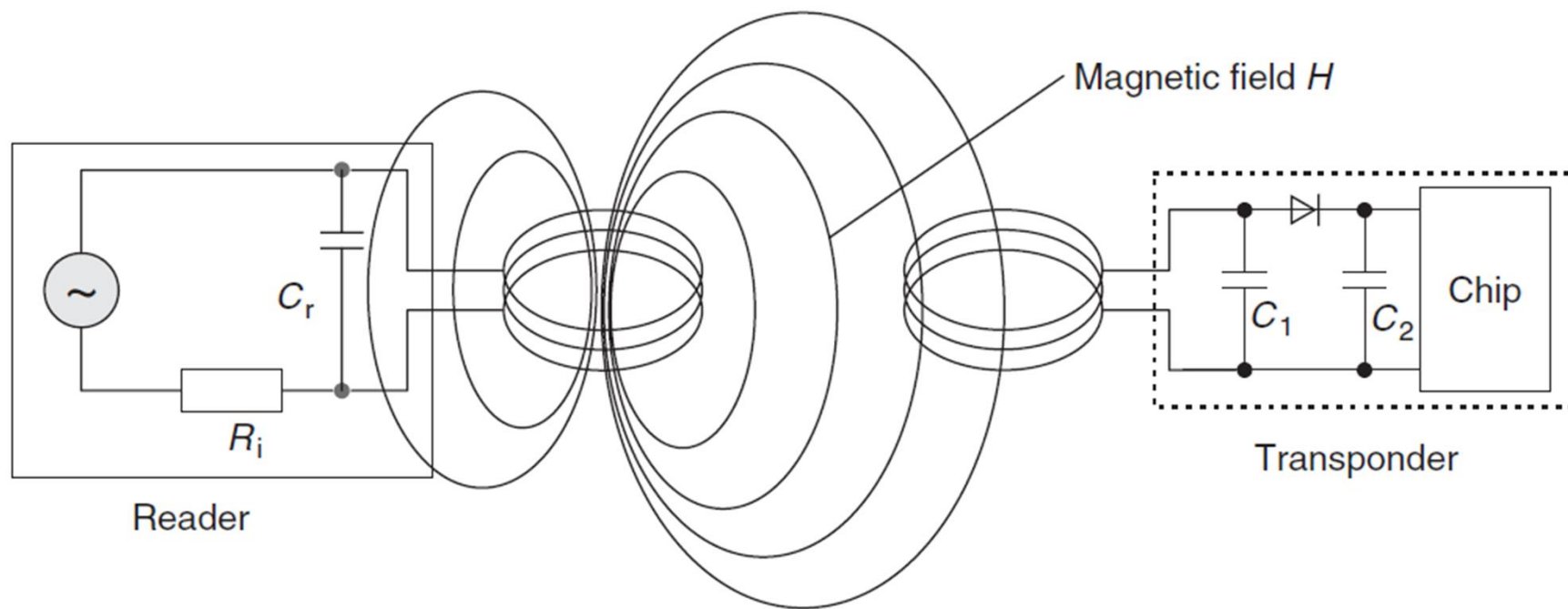
Akustički sistem



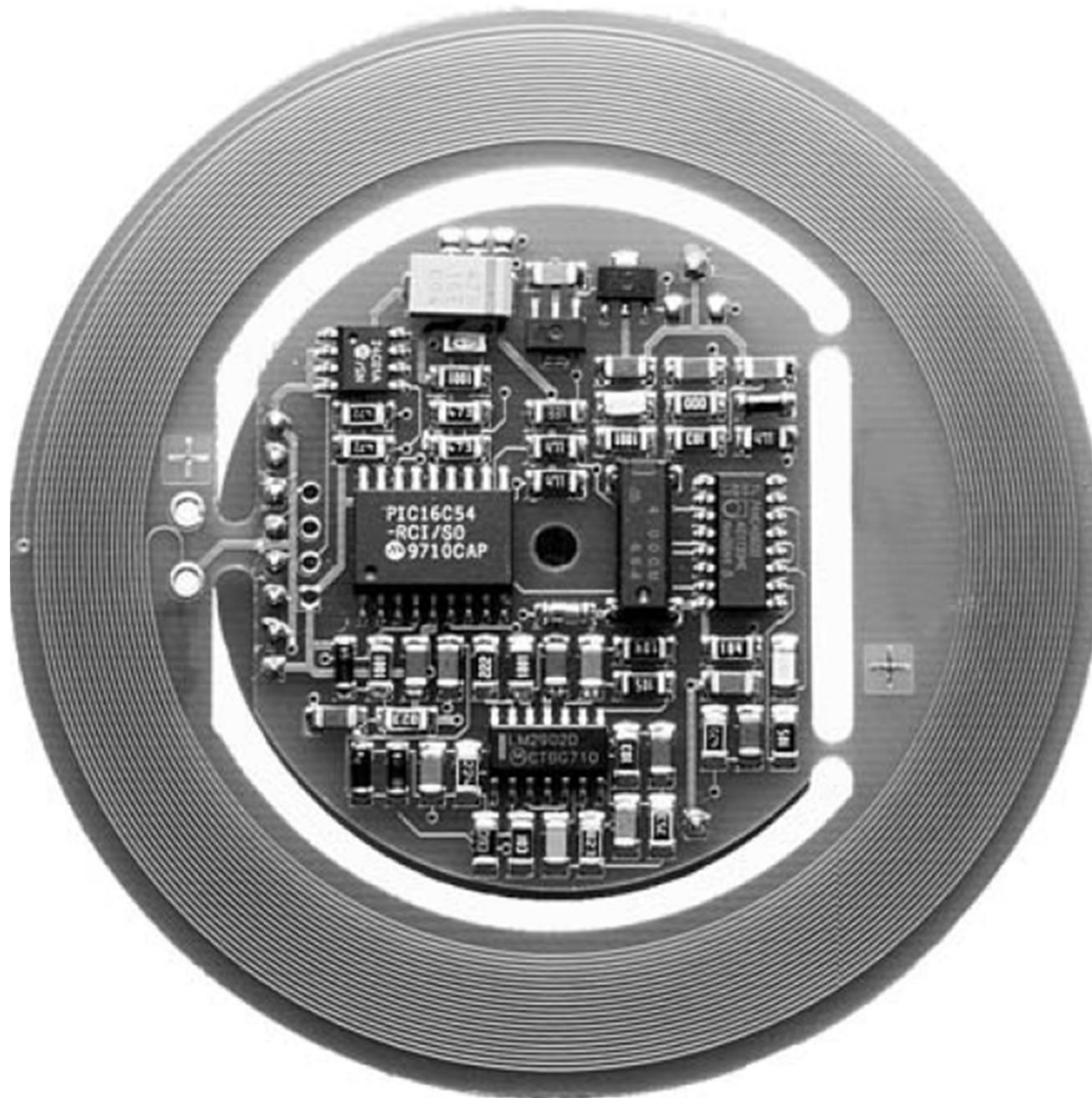
Full-duplex, half-duplex



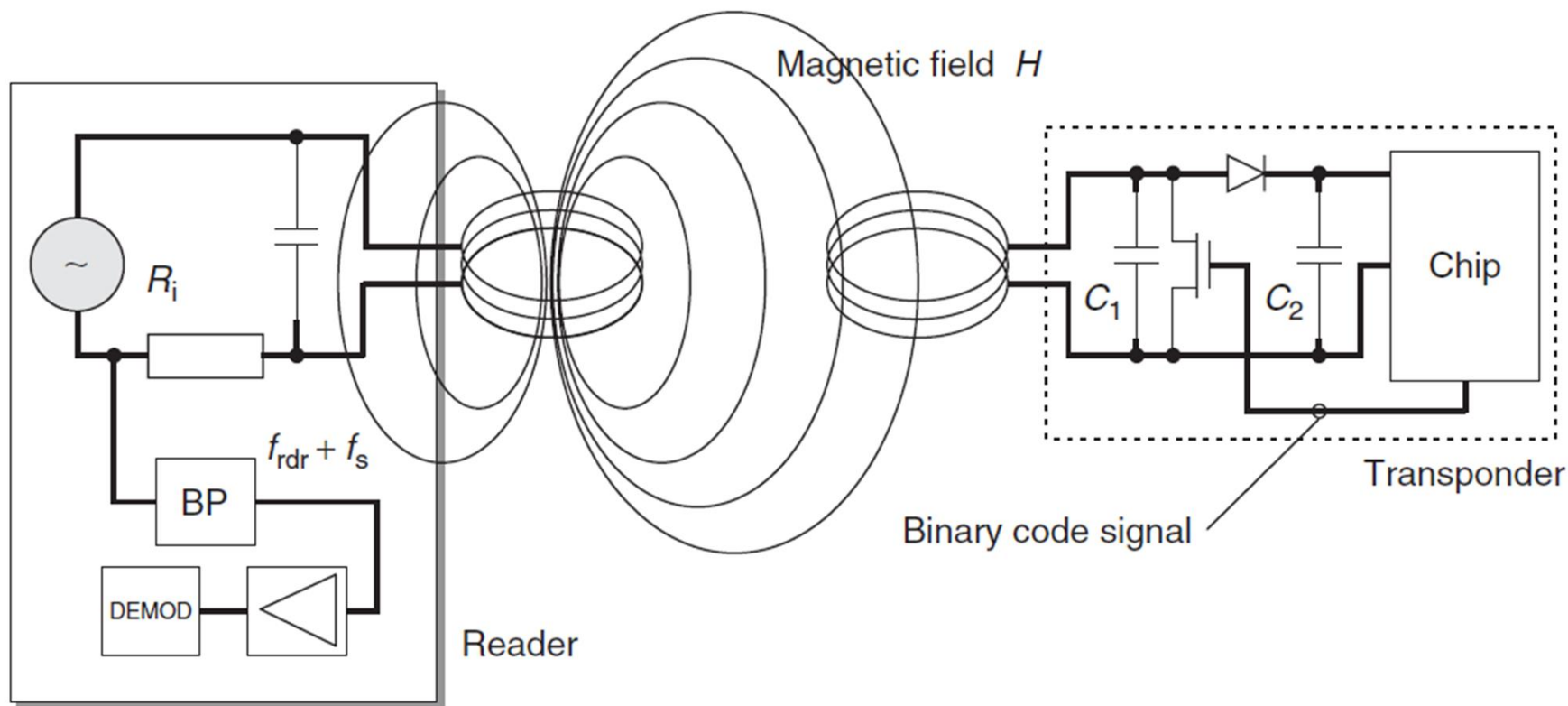
Napajanje



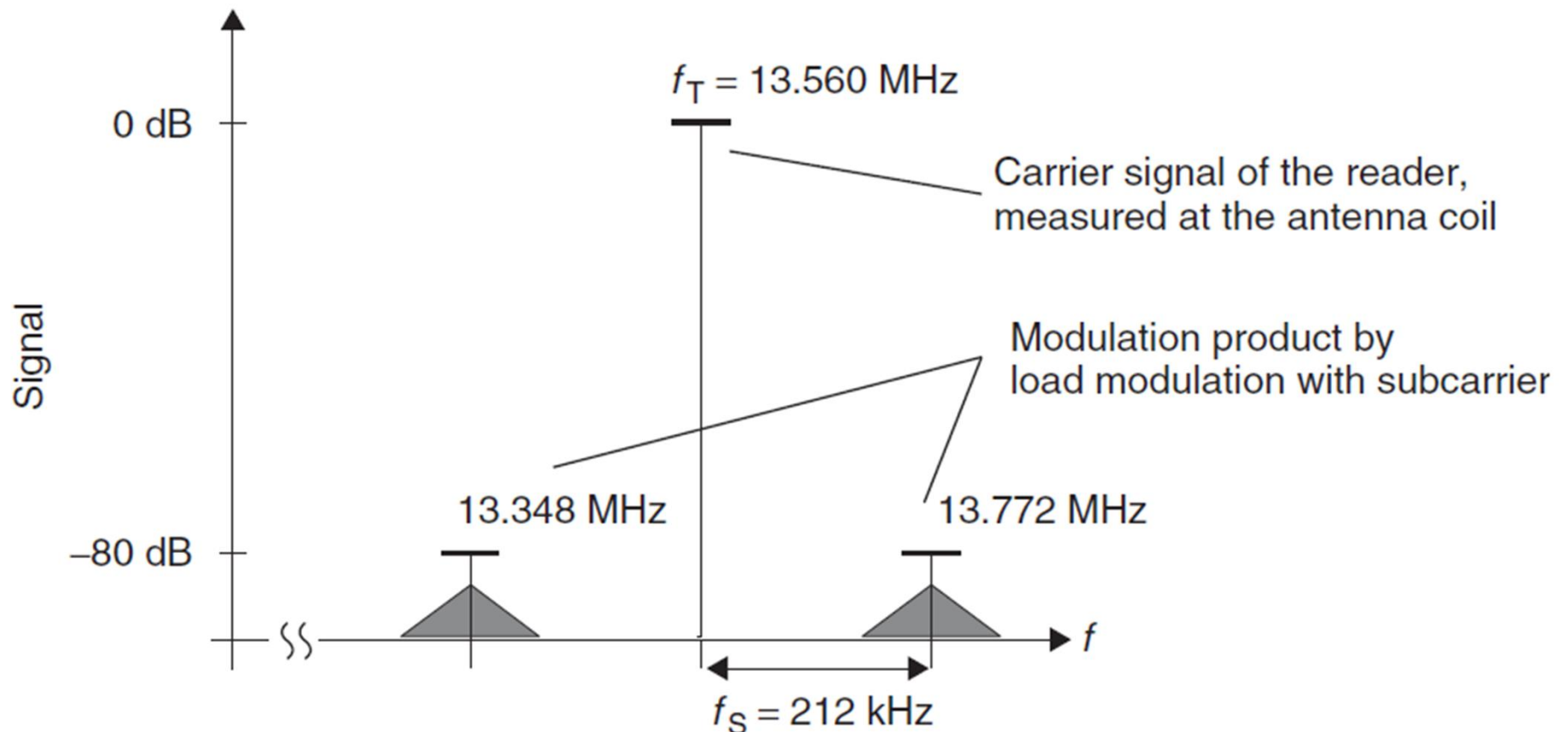
Induktivno spregnuti transponderi



Modulacija u transponderu prekidajući drain-source otpornost FETa

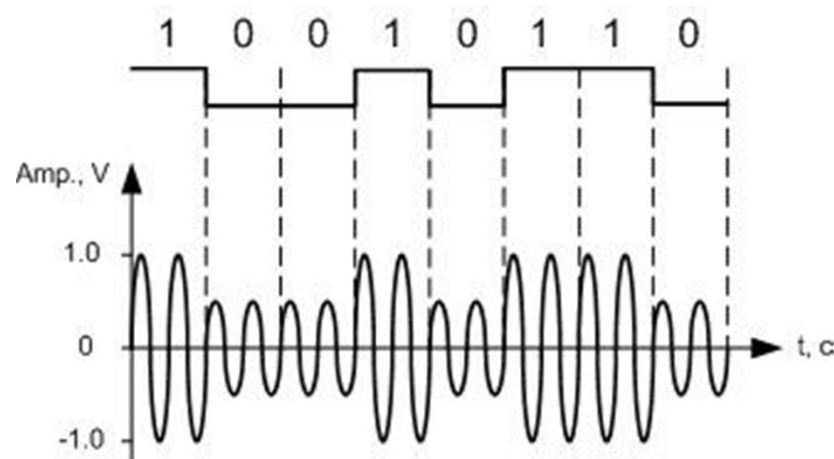
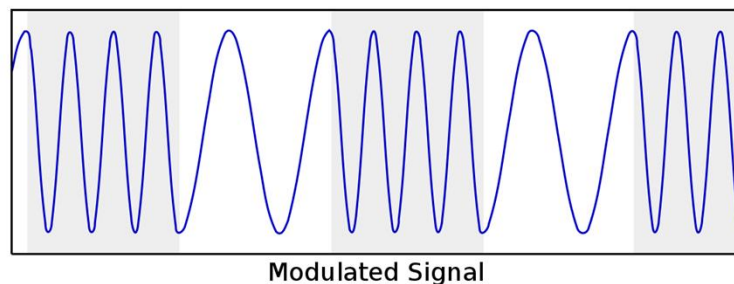
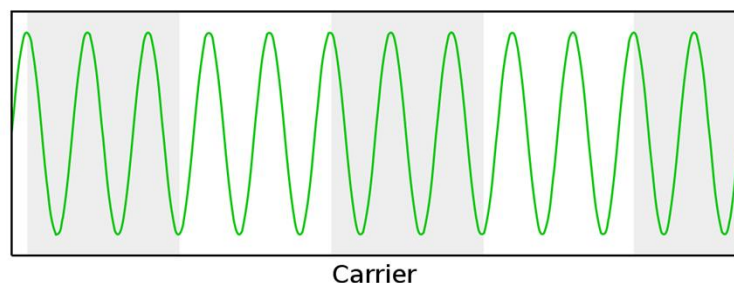
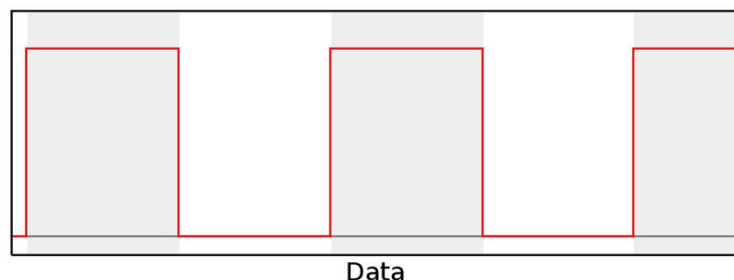


Spektar modulacije u transponderu prekidajući drain-source otpornost FETa

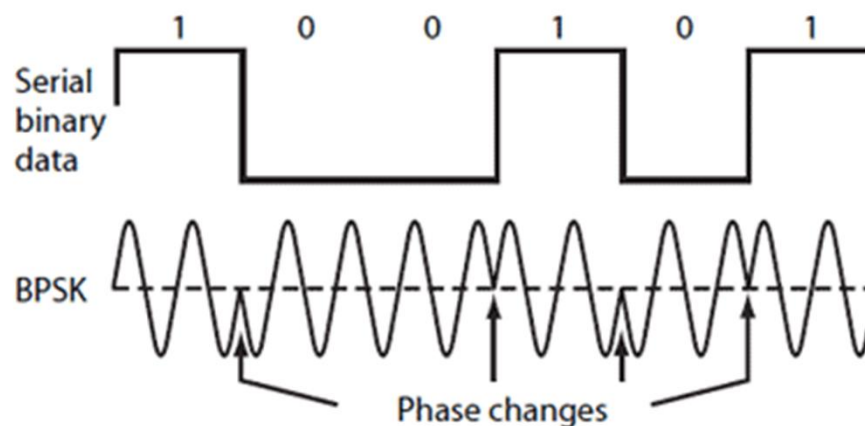


Transponder i modulacije (digitalnog signala)

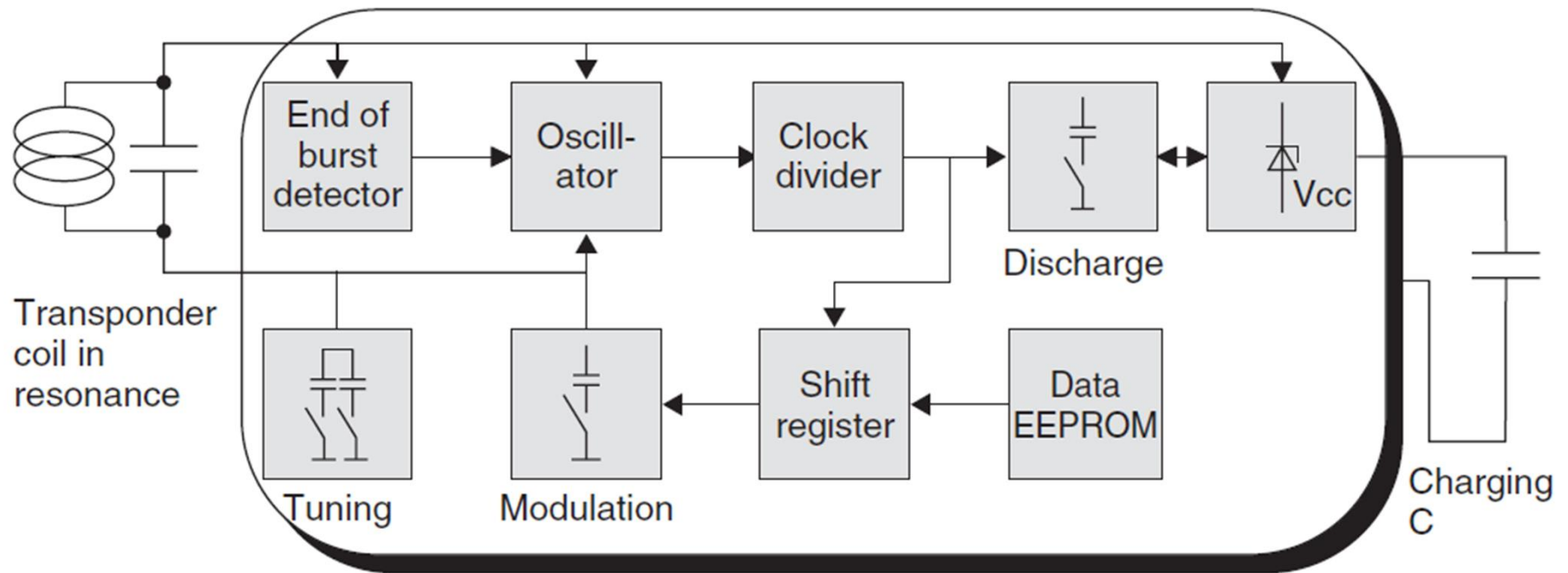
- ASK: amplitude shift keying, najviše se koristi
- FSK: frequency shift keying
- PSK: phase shift keying



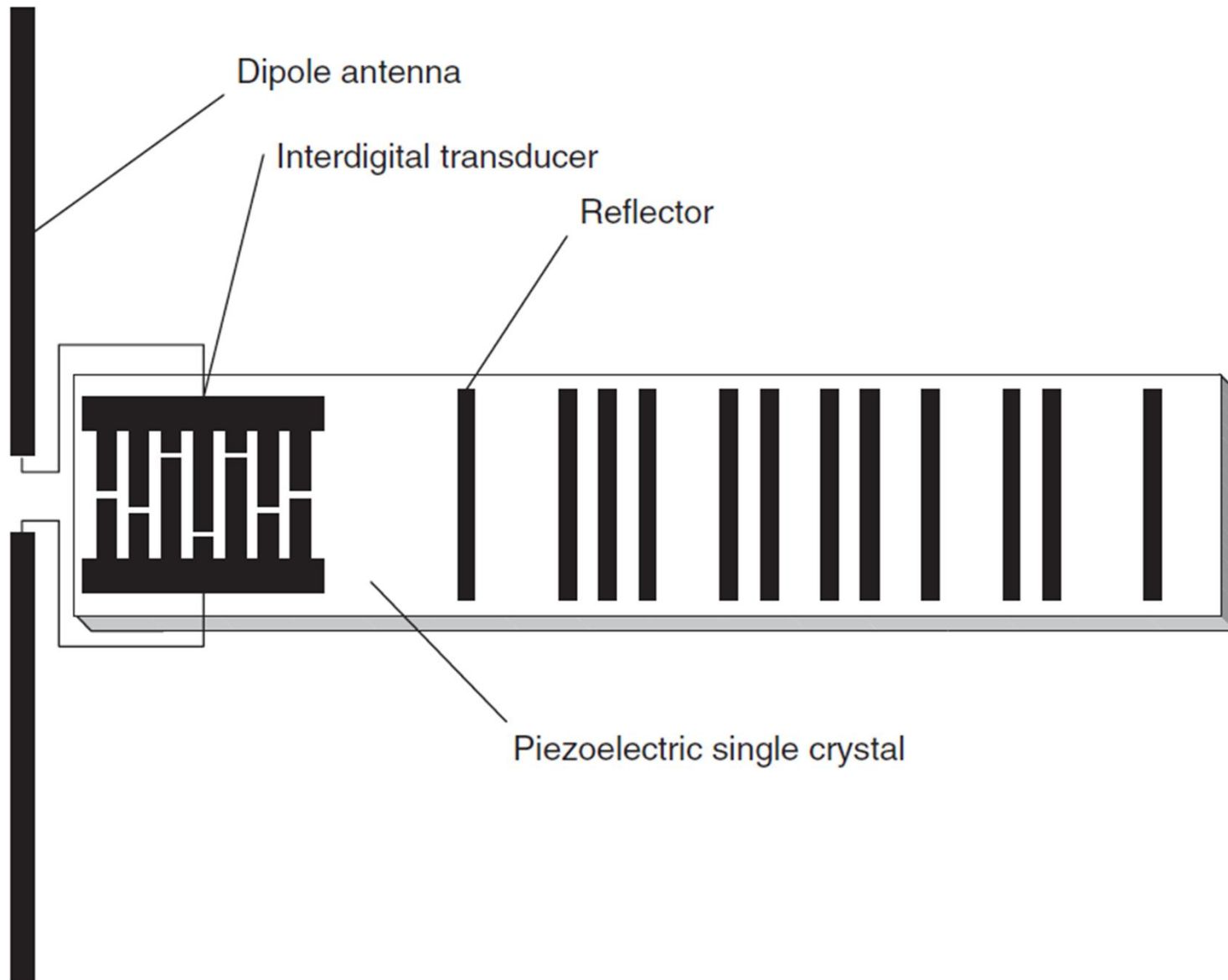
Amplitude shift keying (ASK)



Blok dijagram induktivno spregnutog sekvencijalnog transpondera



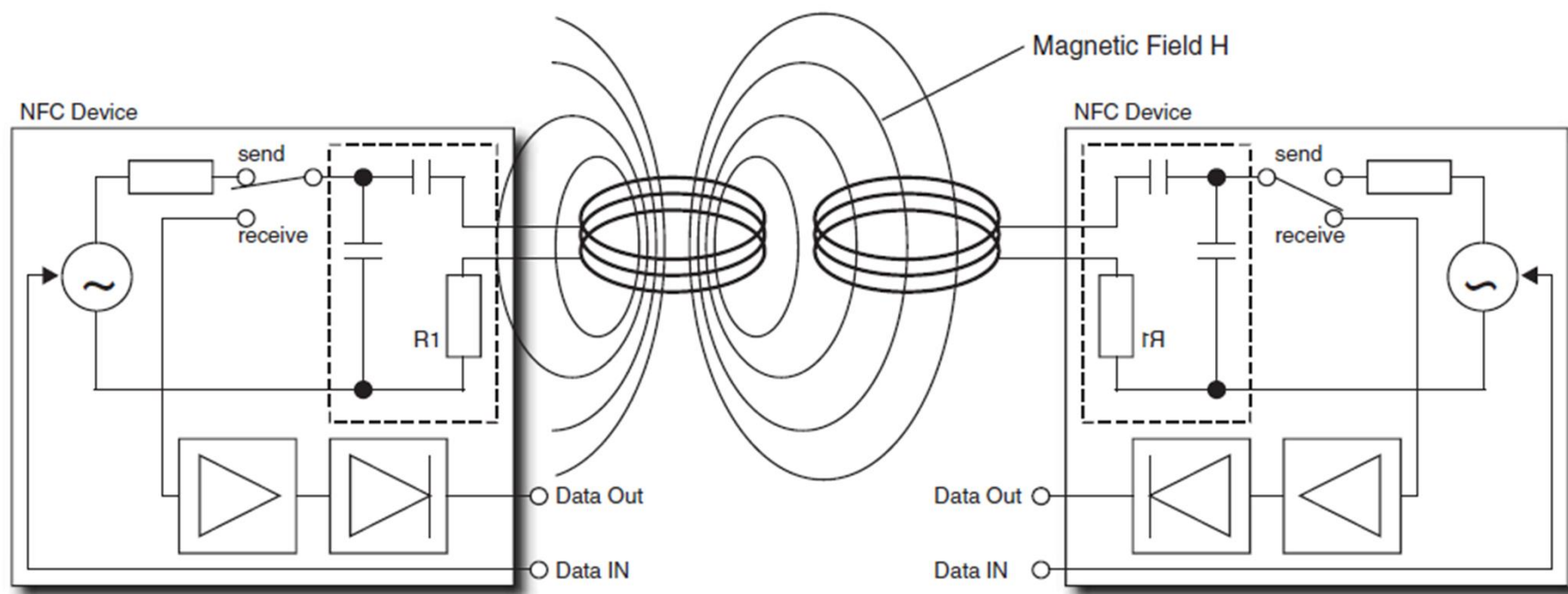
SAW transponder



Near-Field Communication (NFC)

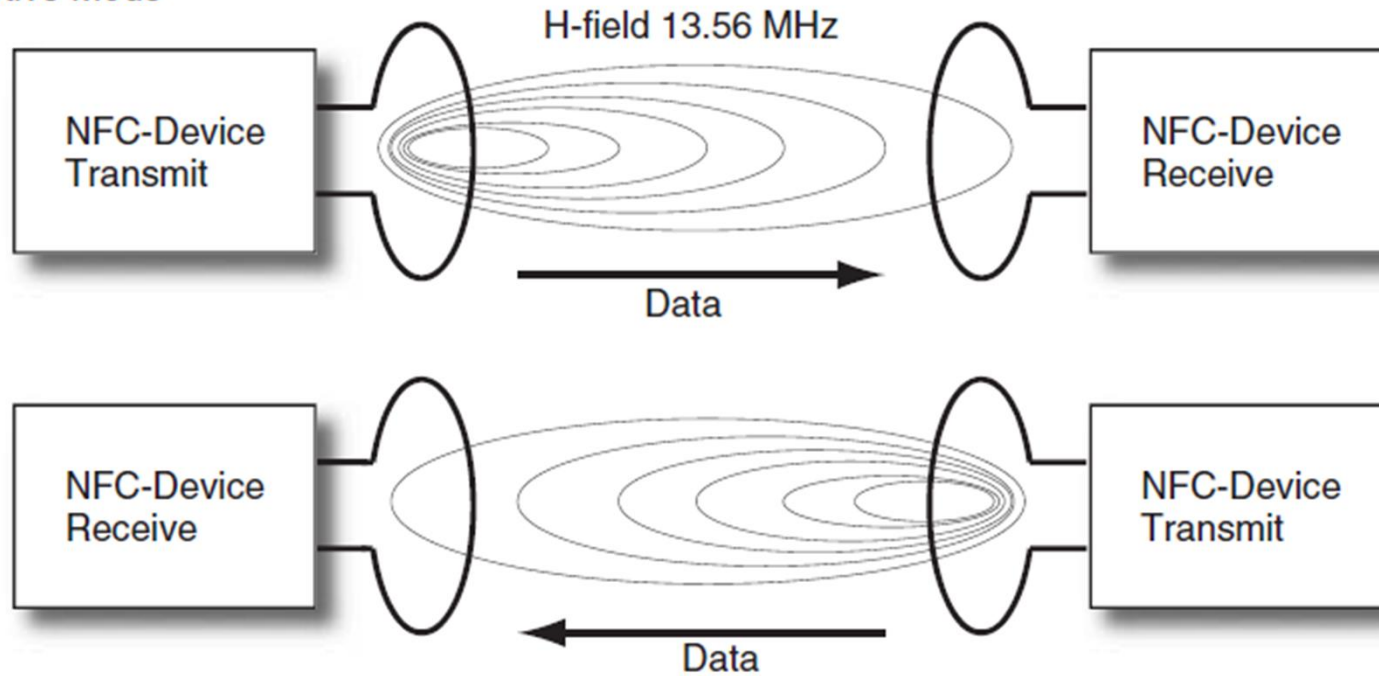
- Near-field communication, *NFC*, nije RFID sistem
- Interfejs za bežični prenos podataka između uređaja, sličan je *Infrared* ili dobro-poznatom *Bluetooth*
- *NFC* ima karakteristike koje su interesantne za u relaciji sa RFID sistemima
- Prenos podataka između dva *NFC* interfejsa koristi visokofrekvencijsko promenljiva magnetno polje u opsegu učestanosti od 13.56 MHz
- Tipično, maksimalni komunikacioni opseg za prenos *NFC* podataka je 20 cm, zato što je odgovarajući komunikacioni deo sistema smešten u polju bliskom predajnoj anteni; zato se i zove near-field communication

U aktivnom modu rada, *NFC* interfejs naizmenično emituje magnetsko polje za prenos podataka



Aktivni mod rada *NFC* sistema

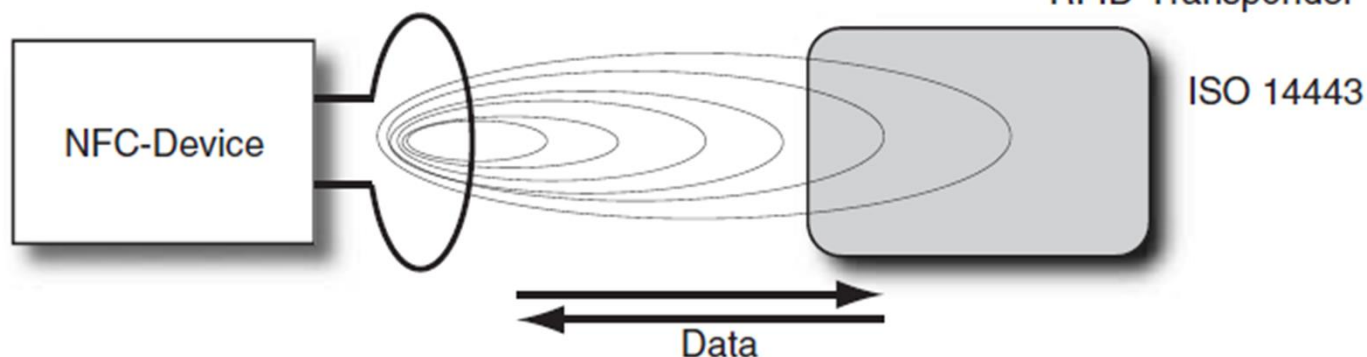
Active Mode



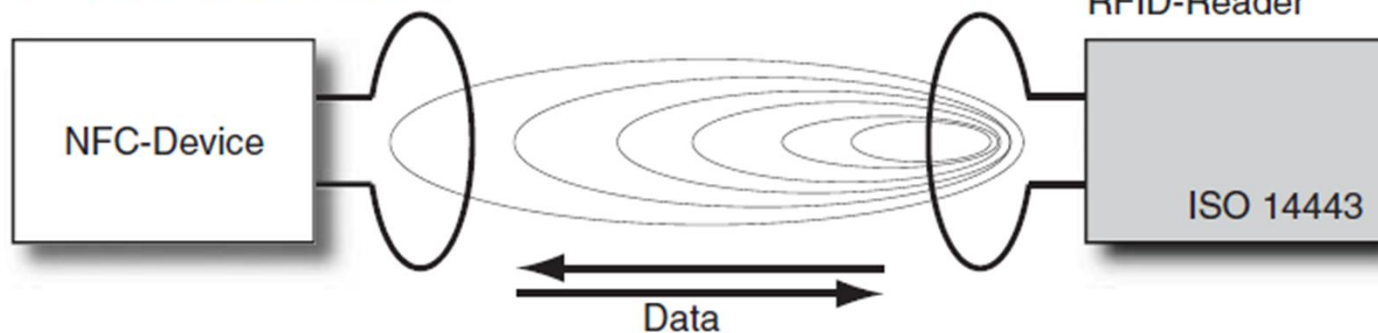
Pasivni mod rada *NFC* sistema emulacija čitača i card emulacija

card emulacija kao beskontaktna pametna kartica
NFC interfejs kao *NFC* mobilni telefon
ISO/IEC 14443

Passive Mode - Reader Emulation



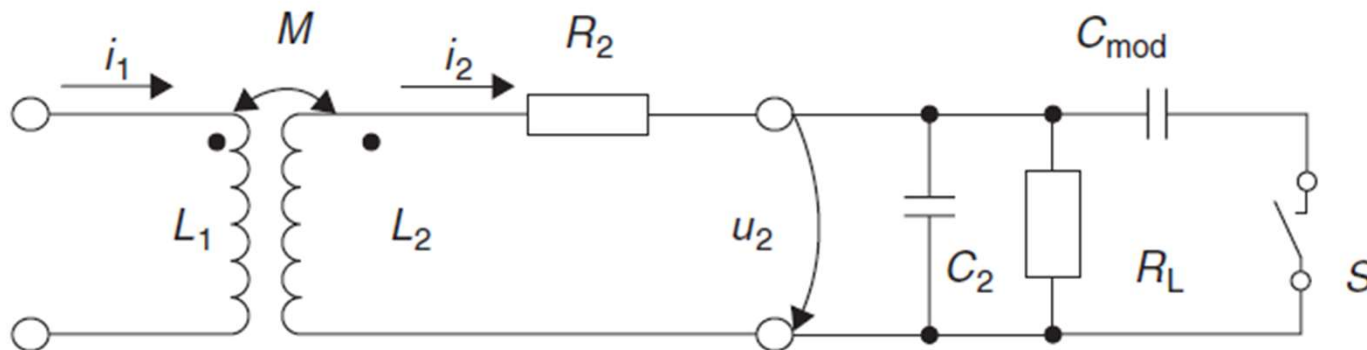
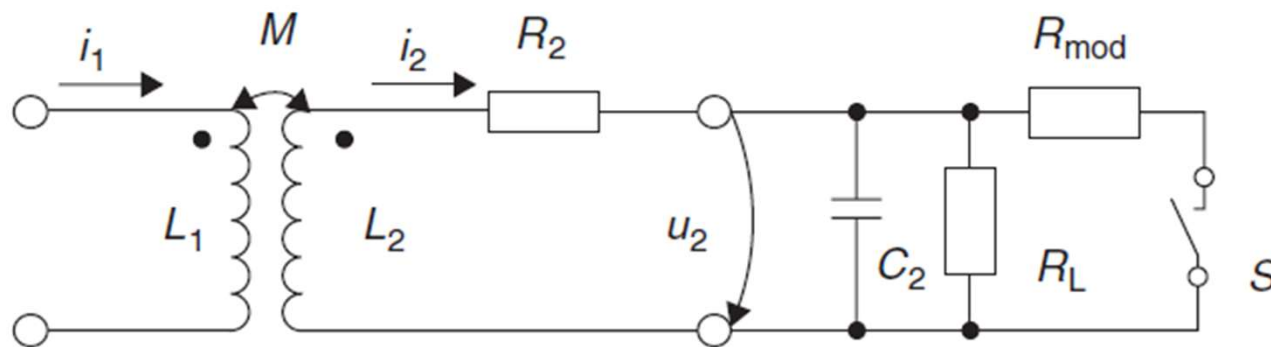
Passive Mode - Card Emulation



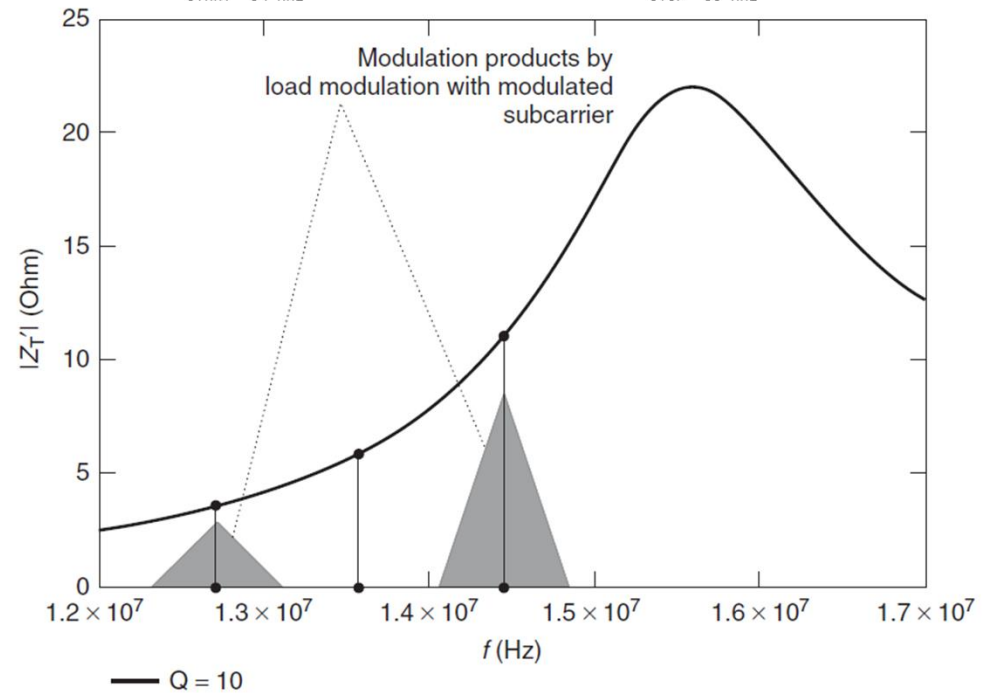
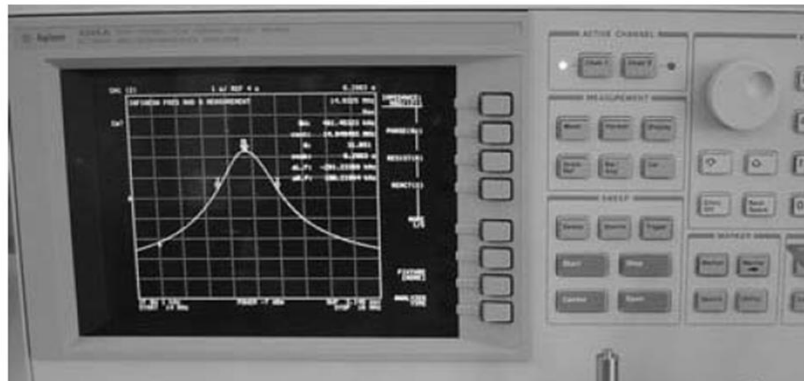
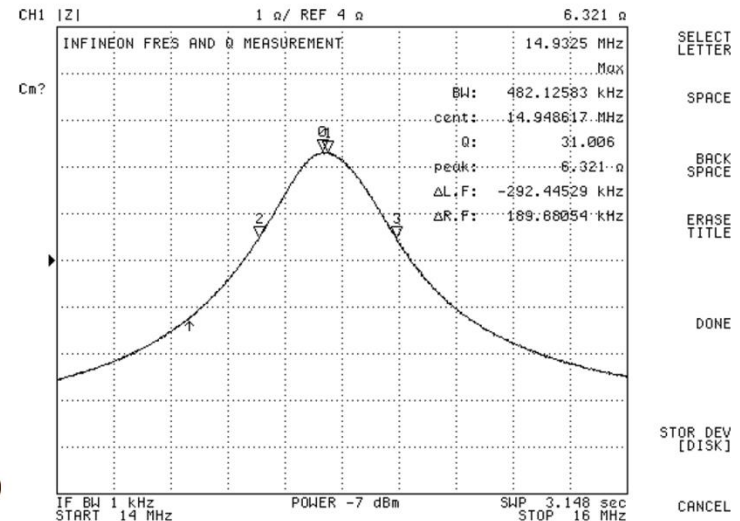
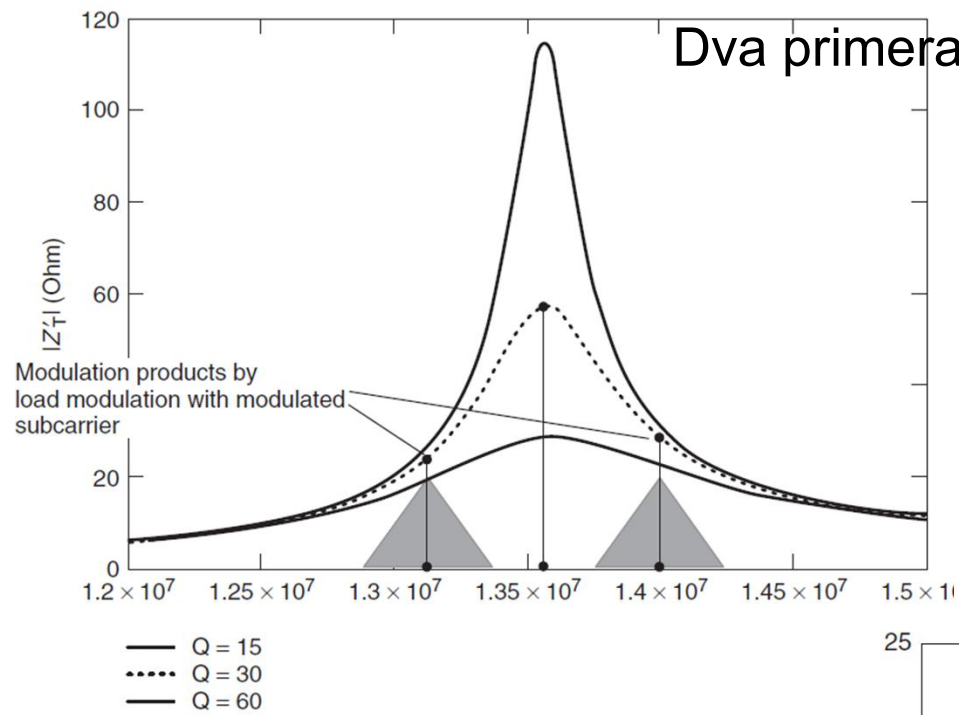
Load Modulation

- *Load modulation* je najčešća procedura za prenos podataka od transpondera *do čitača*
- Menjajući parametre transponderovog rezonantnog kola u funkciji vremena na osnovu sekvence podataka, amplituda i faza impedanse transformisanog transpondera može se posmatrati kao modulacija tako da se u čitaču odgovarajućom procedurom izvršiti demodulacija
- Obično se menja otpornost opterećenja (potrošača) rezonantnog kola, ili paralelna kapacitivnost kondenzatora
- RFID razlikuje omsku (realnu) i kapacitivnu modulaciju

Ekvivalentna kola za R i C modulaciju



Dva primera modulacionog spektra i merenje



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)