

RFID ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

(...és korlátai)

Varga Tamás
BME MIK

tvarga@mik.bme.hu

2013. szeptember 11.,
Budapest

- Azonosítási lehetőségek
- Történeti áttekintés
- Egy RFID rendszer felépítése
- Rádiós megvalósítás jellemzői
 - Frekvenciák
 - Csatolások
 - Működési módok
 - Adattárolási képességek
 - Többes leolvasás
- Szabványok
- NFC
- Alkalmazási példák
 - Intelligens bevásárlókocsi
 - RFID őrszem
 - Egyéb rendszerek

AZONOSÍTÁSI MÓDSZEREK

Tudás

- Jelszó
- PIN- kód

Birtok

- Kulcs
- Vonalkód
- Mágneskártya
- Chipkártya
- Smart card
- **RFID**

Biometria

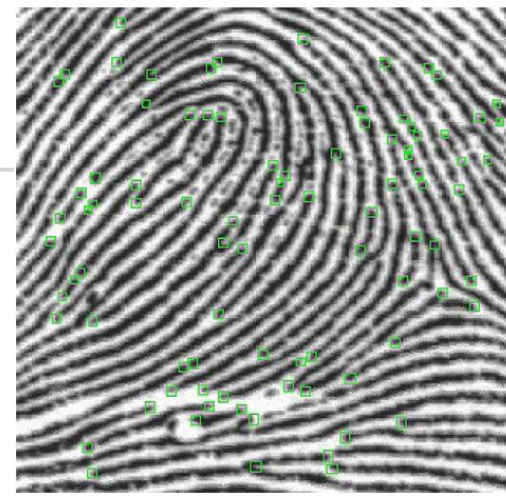
- Hang
- Ujjlenyomat
- Arc
- Írisz
- Retina

Biometrikus azonosító rendszerek

- Retina alapú azonosító rendszerek
- Írisz alapú azonosító rendszerek
- Ujjlenyomat azonosító rendszerek
- Beszélő felismerés
- Aláírás azonosítás
- Arc azonosítás
- Kézfej alak alapján történő azonosítás
- Ujjak geometriája alapján történő azonosítás
- Tenyér azonosítás

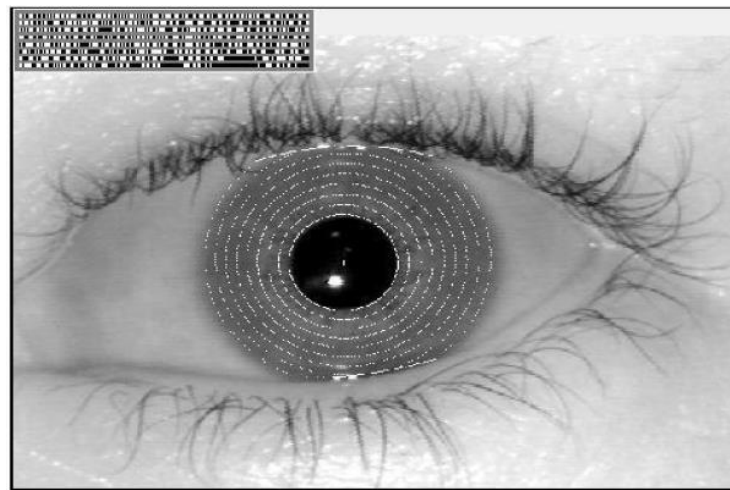
Birtok alapú azonosító rendszerek

- Vonalkód alapú azonosító rendszerek
- Optikai karakterfelismerés alapú azonosító rendszerek
- Smart card-ok, memóriakártyák
- Mágnescsíkos kártyák
- RFID rendszerek



Módszer vs. Relatív pontosság

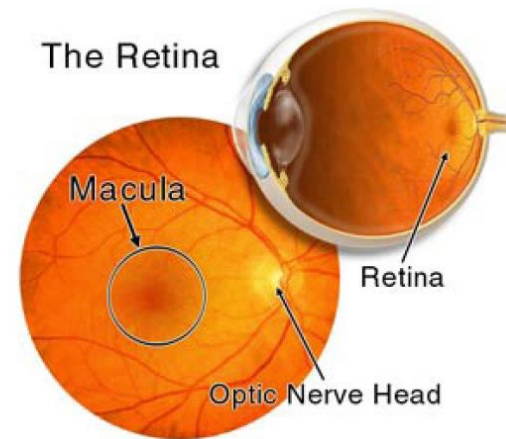
- Retina-azonosítás 1:10 000000
- Írisz-vizsgálat 1:131,000
- Ujjlenyomat-azonosítás 1:500
- Hang-azonosítás 1:50
- Arc-felismerés N/A



Módszer vs. Rekordméret (byte)

- Retina-azonosítás 35
- Írisz-vizsgálat 256
- Ujjlenyomat-azonosítás 512-1000*
- Hang-azonosítás N/A
- Arc-felismerés N/A

*FBI: '60-as évektől: ma több mint 70 millió ujjlenyomat



TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

- Hadiipari alkalmazással kezdődött
 - A II. világháborúban a britek kifejlesztették a radart
 - Sir Robert Alexander Wattson-Watt
 - A radar kiegészítése azonosítással
 - IFF – Identification Friend or Foe
- Harry Stockman, "Communication by Means of Reflected Power" (visszavert hullámokon alapuló kommunikáció)
1948

- Kereskedelmi alkalmazások
- Sensormatic → EAS – Electronic Article Surveillance
 - 1 bites tag (olcsó és könnyen használható)
 - Nehezen terjedt el
 - Megalapozta az RFID elterjedését
- *Matt Lezin és Tom Wilson* üvegkapszulába ágyazott RFID-t „épít be” szarvasmarhába az 1970-es években

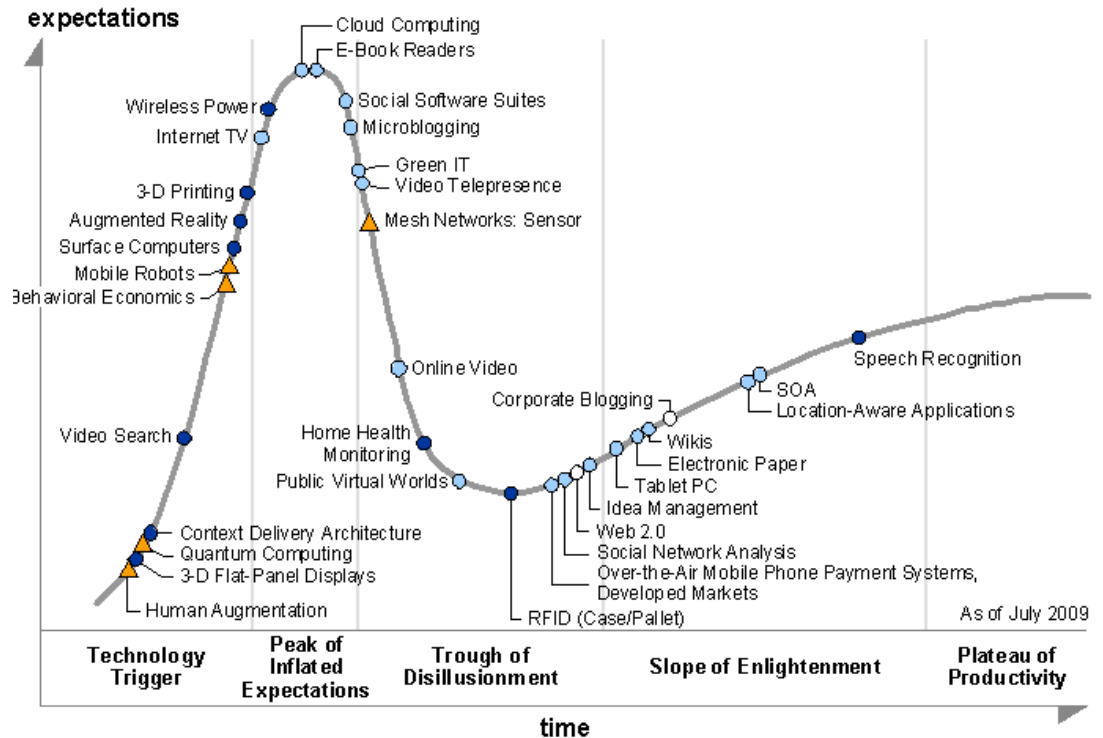


Történeti áttekintés – a 80-as, 90-es évek

- Gyakorlati alkalmazások
 - Logisztika
 - Útdíj (mikrohullámú és induktív csatolású)
 - Beléptetés
 - Texas (TIRIS)
- IBM + Walmart → eladták az Intermec cégnek

- UHF RFID lendülete: Auto-ID
 - Uniform Code Council, az EAN International, a Procter & Gamble és a Gillette
 - Csak egy szám a tag-ben (olcsóbb)
- EPC számozási eljárás: Uniform Code Council + EAN International → EPCglobal

Történeti áttekintés – a jelen



2009

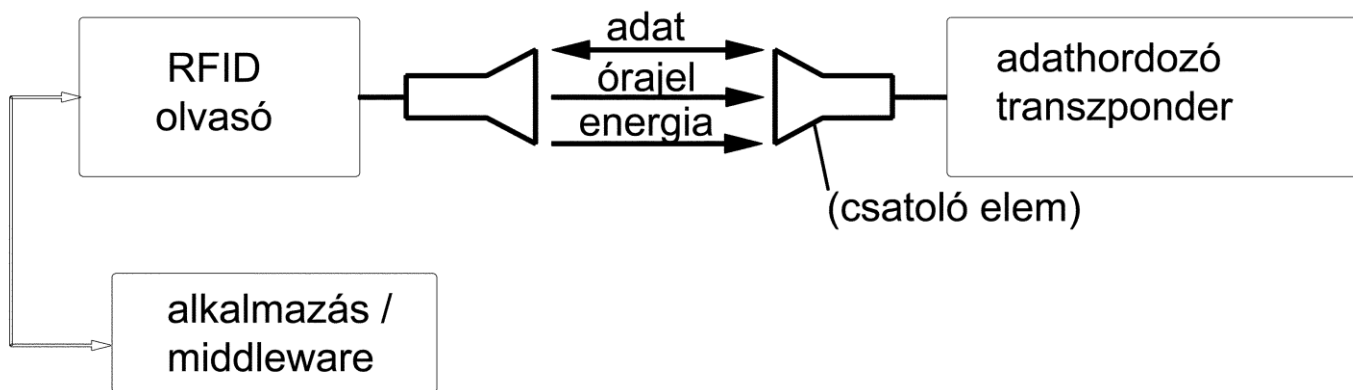


Történeti áttekintés – a jelen

2003	2004	2005	2006	2007	2008
<i>Metro</i> „Future Store”	Egyre több üzleti alkalmazás	Wal-Mart részleges előírása	Wal-Mart előírások körének bővítése	Wal-Mart: közel a 100%-hoz	RFID kiadások stagnálnak
Az AutoID EPCglobal-lá válik	Növekvő viszonteladói igény	Olvasók árának esése	Firmware frissítések	Részleges frissítések	Még mindig túl magas költségek a termék-szintű nyomon követéshez
Wal-Mart kezdeti alkalmazások	Első C1G2 tag-ek megjelenése	C1G2 tag-ek elterjedése	Egyre több viszonteladó tér át RFID-re	A korábbi elterjedtségi szint újbóli elérése	A főbb átállások lezajlanak
Passzív EPC tag-ek 0,50\$-1\$ között	Passzív EPC tag-ek 0,50\$ körül	Passzív EPC tag-ek 0,35\$ körül	Passzív EPC tag-ek 0,15\$ körül	Passzív EPC tag-ek 0,10\$ körül	Passzív EPC tag-ek 0,05\$ körül

Egy RFID rendszer felépítése

- Transzponder, mely az azonosítani kívánt objektumon helyezkedik el
- Olvasó, mely olvasni és/vagy írni is képes a transzpondert
- Háttér infrastruktúra



Rádiós megvalósítási lehetőségek – RFID rendszerek frekvenciák szerint



LF rendszerek (<135 kHz)

- induktív csatolás, kis távolság
- Legelterjedtebbek (technológia kiforrott)
- Legkevésbé nyelődik folyadékokban, illetve fémekben

HF rendszerek (13,56 MHz)

- induktív csatolást és kapacitív csatolást használók is
- kicsi, vagy közepes olvasási távolság
- Jól áthatolnak a fémes anyagokon és folyadékokon
- Smart card

UHF rendszerek (EU: 868 MHz, USA 915 MHz)

- Kapacitív csatolás
- nagy olvasási távolsággal és gyors adatátviteli-sebességgel rendelkeznek
- sok tag olvasása esetén is megfelelő megoldás
- az IC technológia fejlődése révén az LF és HF tag-eknél olcsóbbak

Mikrohullámú rendszerek (2,45 GHz; 5,8 GHz)

- hasonló olvasási tulajdonságokkal rendelkeznek, mint az UHF
- még gyorsabb adatátviteli-sebesség
- fém és folyadékok közelében ezek olvasási sebessége csökken leginkább

RFID frekvenciák és alkalmazási lehetőségek

Frekvencia	Előnyök	Hátrányok	Alkalmazási területek
Alacsony (9-135 kHz)	Legelterjedtebb változat Fémes környezetben is működőképes	1,5 méternél kisebb olvasási távolság Nem EPC szabványos	Állatazonosítás Könyvtári nyilvántartás
Magas (13,56 MHz)	Jelenleg is elterjedt Nedves környezetben is működik		Raklapazonosítás Betegazonosítás Reptéri alkalmazások
Ultra magas (300-1200 MHz)	1,5 méternél nagyobb olvasási távolság Nedves környezetben is működőképes Növekvő elterjedés	Elnyelődés veszélye Japánban nem használható	Jármű nyomonkövetés
Mikrohullám (2,45, vagy 5,8 GHz)	1,5 méternél nagyobb olvasási távolság		Járműbeléptetés

A fizikai környezet hatásai

Anyag \ Frekv.	LF	HF	UHF	Mikrohullám
Ruházat	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta
Száraz fa	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Elnyelődik
Grafit	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Visszaverődik	Visszaverődik
Folyadékok (ált.)	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Elnyelődik	Elnyelődik
Fémek (fólia)	Áthatol rajta	Áthatolhat	Visszaverődik	Visszaverődik
Motorolaj	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta
Papír termékek	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta
Műanyagok (ált.)	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Áthatol rajta
Sampon	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Elnyelődik	Elnyelődik
Víz	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Elnyelődik	Elnyelődik
Nedves fa	Áthatol rajta	Áthatol rajta	Elnyelődik	Elnyelődik

- Full Duplex:
 - az olvasó által kisugárzott jel frekvenciájának alharmonikusán
 - frekvenciájától teljesen függetlenül (ún. anharmonikus frekvencián)
 - olvasótól a transzponder felé irányuló energia folyamatos
- Half Duplex: Uplink-downlink adatcsere felváltva működik
- Szekvenciális: energiaátvitel csak az olvasó → transzponder irányú kommunikációra



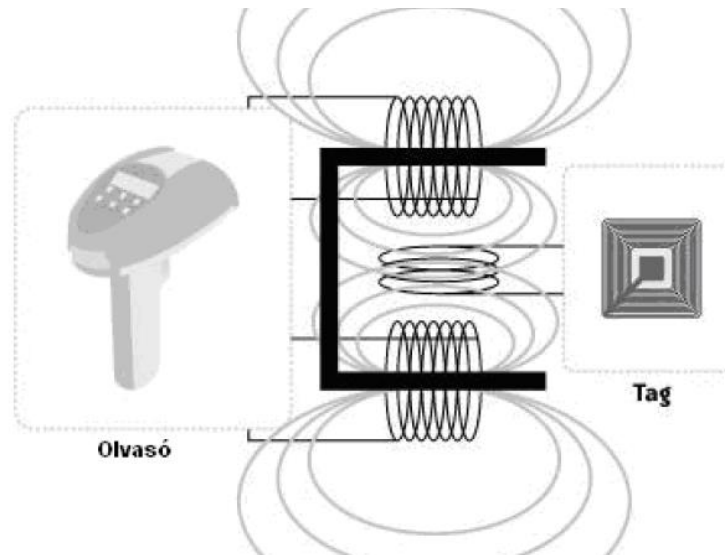
Működési módok

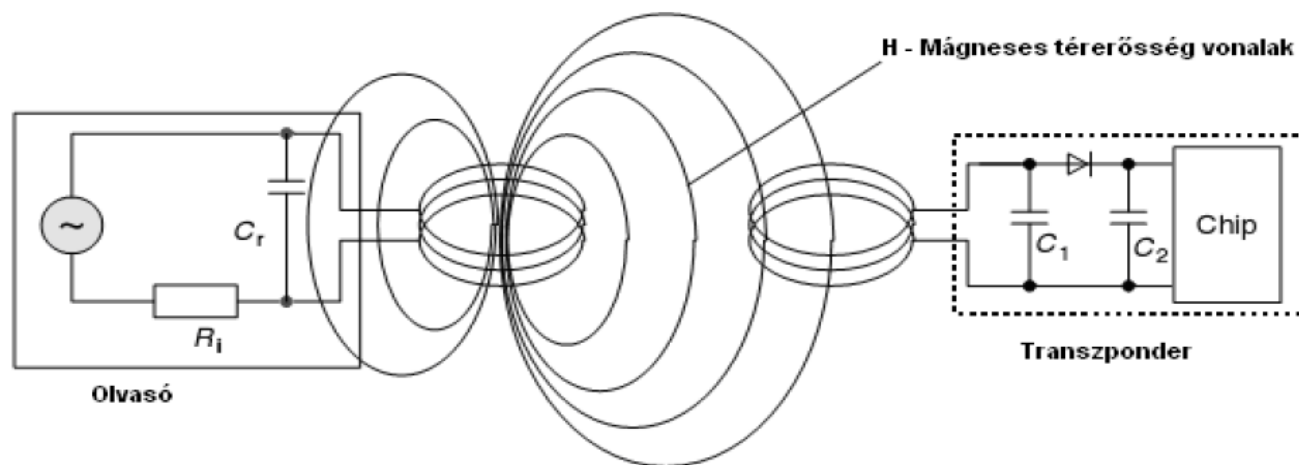
- Aktív – önálló energiaellátás (például telep)
- Félpaszív – önálló energiaellátás, de a kommunikáció a passzív rendszereknél megszokott
- Passzív – a működéséhez szükséges energiát az olvasótól kapja

- Csatolás: Az a mód, melynek segítségével az olvasó és a transzponder kapcsolatba lépnek egymással
- Távolság:
 - Szoros (close) <1 cm
 - Közeli (vicinity) <1 m
 - Távoli (long-range)
- Csatolás fizikai tulajdonságai:
 - Mágneses
 - Induktív
 - Kapacitív
 - Backscatter (visszaszórásos)

Mágneses csatolás

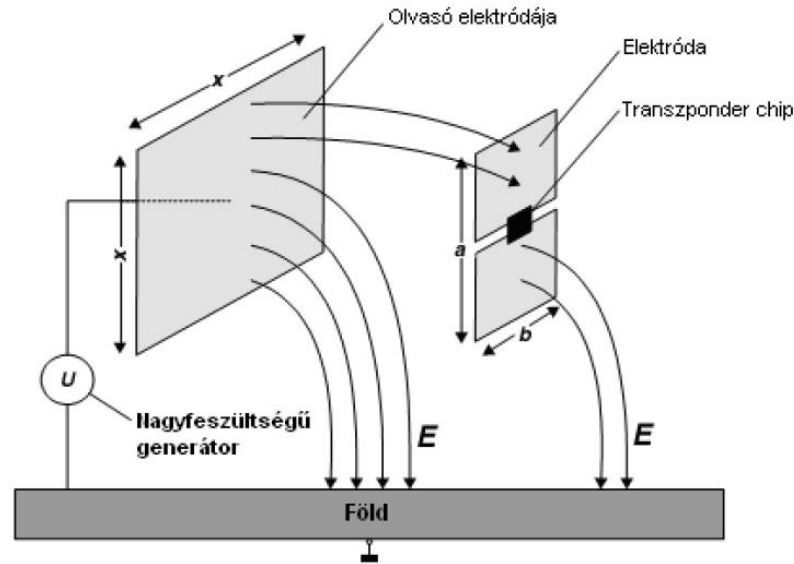
- Hasonlít az induktív csatoláshoz (transzformátor)
- Különbség: az olvasó egy kör, vagy U alakú tekercseléssel ellátott ferrit magos tekercs
- A transzpondernek az olvasó 1 cm-es körzetében kell lennie a transzformátor légrésében.
- A távolság nagyon kicsi
- A csatolás erős → nagy teljesítményfelvételű chippek is használhatók





- Az olvasó antennája egy erős nagyfrekvenciás EM mező (rezgőkör) → a transzponder tekercsében feszültség indukálódik → chip energiaellátása.
- Antennatekercs + C_1 hangolva: a tekercsen eső feszültség maximális (transzformátor gyenge csatolással)
- A teljesítmény-átvitel hatékonysága függ:
 - Frekvencia
 - Menetek száma
 - A transzponder antenntekercse által körülzárt terület
 - A két tekercs egymáshoz képesti szöge
- A frekvencia növelésével a tekercs szükséges induktivitása, így annak menetszáma csökken.
 - 135 kHz-es frekvencián például 100-1000
 - 13,56 MHz-en kb. 3-10
- Legtöbbször passzív működés

Kapacitív (elektromos) csatolás



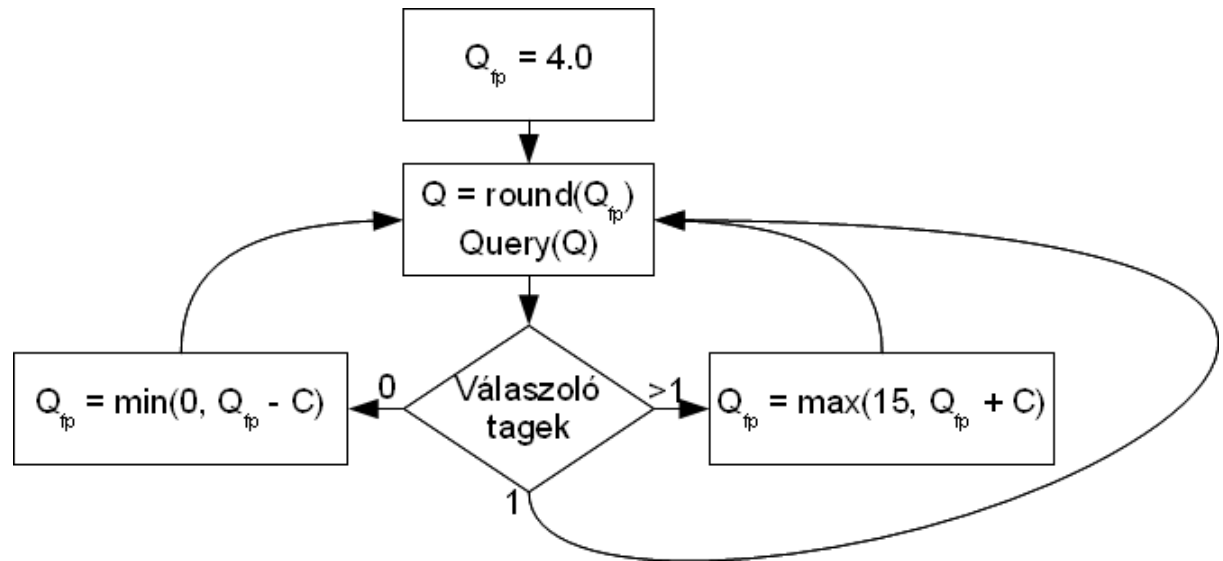
- Egy elektródapár vesz részt benne
- A két lemez egymással párhuzamos
- A transzponder chipje a transzponder két lemeze közt helyezkedik el
- Az egyik az olvasó lemezével
- A másik a Földdel képez kondenzátort.
- A terhelés moduláció alkalmazható
 - ellenállás kapcsolgatásával (ohmikus)
 - egy kondenzátor kapcsolgatásával (transzponder rezonancia frekvenciáját) ezáltal az olvasó antennáján eső feszültséget amplitúdóban és fázisban egyaránt modulálja

- Low-end rendszerek
 - 1-bites tagek (EAS)
 - Csak olvasható rendszerek (pár bájtos, előre programozott)
 - Például állatazonosítás (ISO11785)
- Mid-range rendszerek
 - Nagy, írható-olvasható memória (EEPROM/SRAM)
 - Ütközésfeloldó algoritmusok használata jellemző
 - Egyszerűbb parancsok
- High-end rendszerek
 - Smart card operációs rendszer
 - Komplex titkosító, hitelesítő algoritmusok
 - Tipikus rendszerek: ISO14443

Többes leolvasás – ütközések elkerülése, feloldása

- Bináris fa bejárásán alapuló protokollok
- ALOHA- alapú protokollok
 - Réselt ALOHA
 - DFSA
- Logisztikában használt EPCglobal Class-1 Gen2 tagek: DFSA

- DFSA – Dynamic Framed Slotted ALOHA
- Véletlenszámokon alapuló algoritmus
 - Q bit széles véletlenszámok
- Ha a résszámláló 0, a tag válaszol
- OMNeT++ szimulátor



Szabványok – a Gen2 RFID szabvány

- 860- 960 MHz működési frekvencia
- Backscatter csatolás
- Nagy átviteli sebesség
- Nagy leolvasási sebesség – DFSA algoritmus
- KILL parancs
- Jelszavak

- Near Field Communication
- HF (13,56 MHz) rádiós kommunikáció
- Körülbelül maximum 10 cm távolság
- ISO 18000-3 RFID szabvány
- 106 – 424 kbit/s adatátviteli sebesség
- Két működési mód
 - Aktív
 - Mindkét résztvevő fél áramforrással kell, hogy rendelkezzen
 - Felváltva adás
 - Passzív

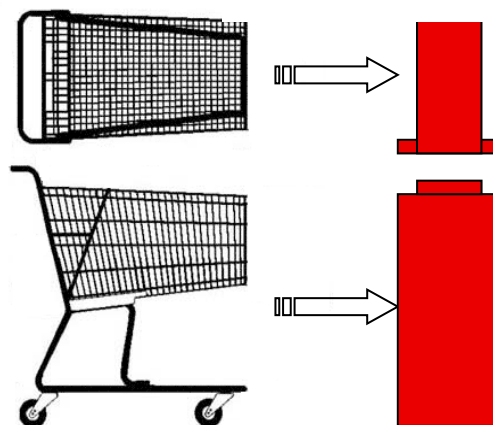
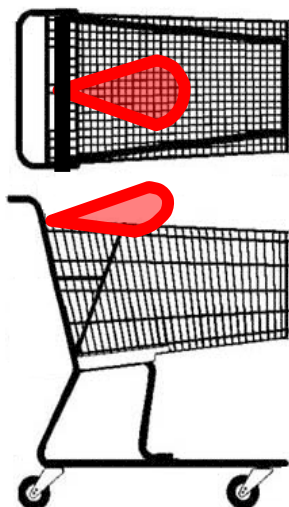
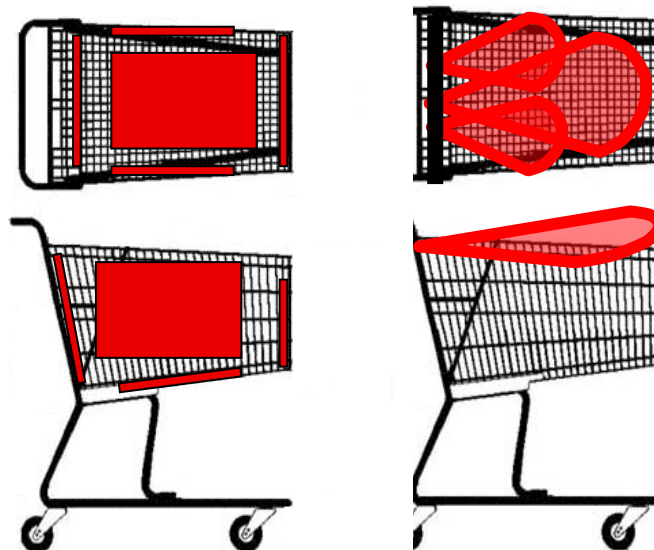
- NFC eszköz
 - Képes tagként viselkedni
 - MIFARE
 - Képes RFID olvasóként viselkedni

- Fizetési rendszerek
 - Google Wallet
- Egyszerűbb konfiguráció
 - Bluetooth, WLAN
- RFID- tól örökölt lehetőségek
- NDEF – NFC Data Exchange Format
 - URI-k, MIME-type-pal rendelkező adatok átvitele

ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK

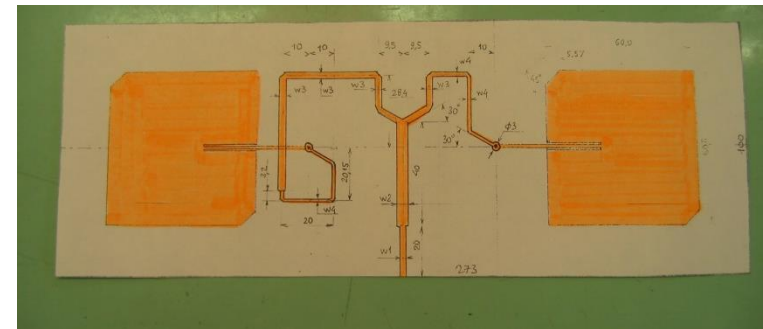
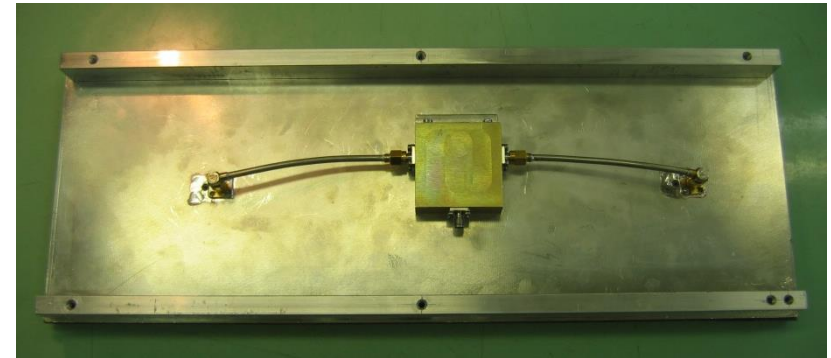
Alkalmazási lehetőségek – RFID bevásárlókocsi

- Lehetséges megvalósítások
 - A kocsi tartalmának folyamatos monitorozása
 - A kocsi feletti tér folyamatos monitorozása
 - Kézi beolvasás
 - Beolvasás fizetéskor
- Problémák
 - Túl kicsi olvasási távolság
 - Túl nagy olvasási távolság
 - Szabványok korlátozásai
 - Emberi tényezők
 - Kitakarás



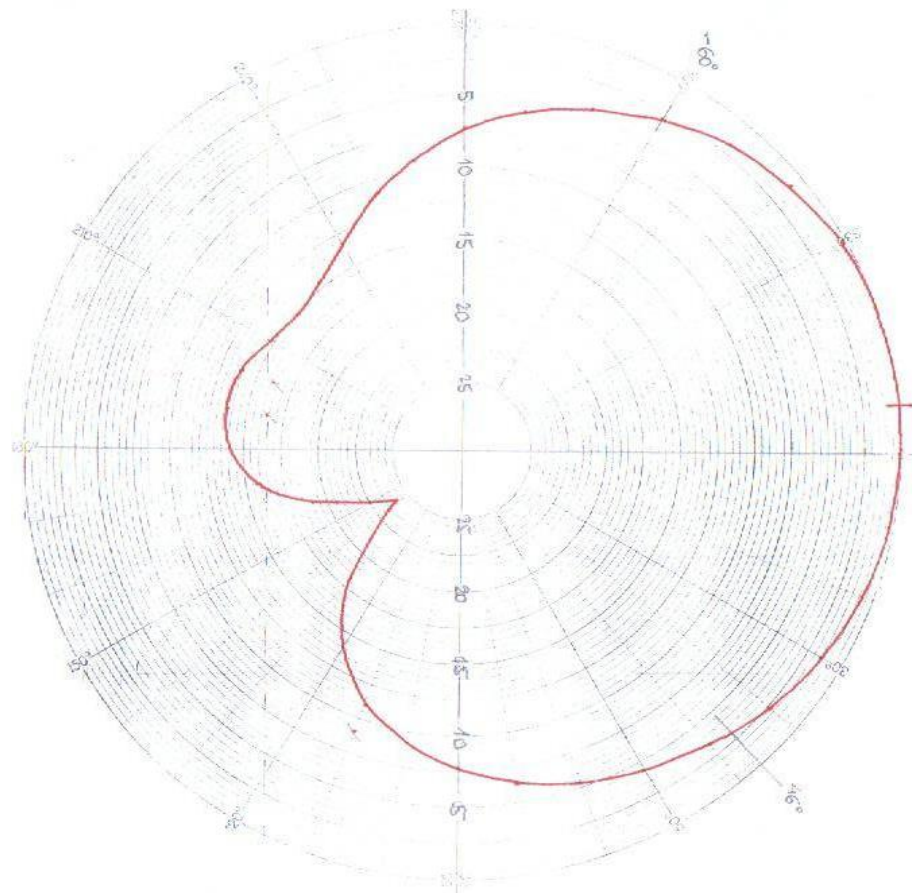
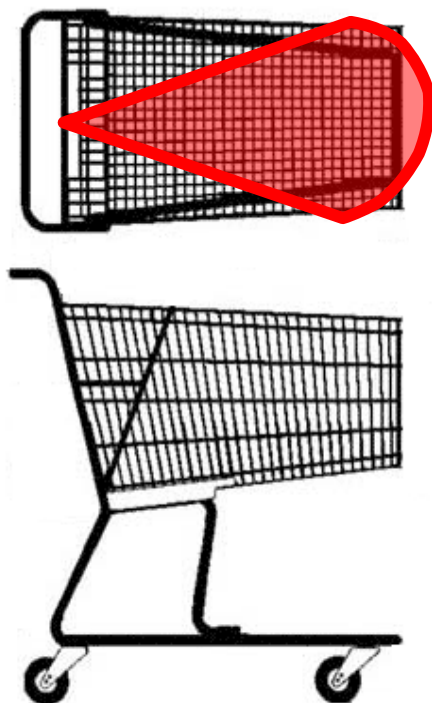
Alkalmazási lehetőségek – RFID bevásárlókocsi

- Tesztek 3 antennával
 - Egyelemű, négyzet alakú antenna (összehasonlítási céllal)
 - Miniaturizált, téglalap alakú antenna
 - Erősen miniaturizált, téglalap alakú antenna



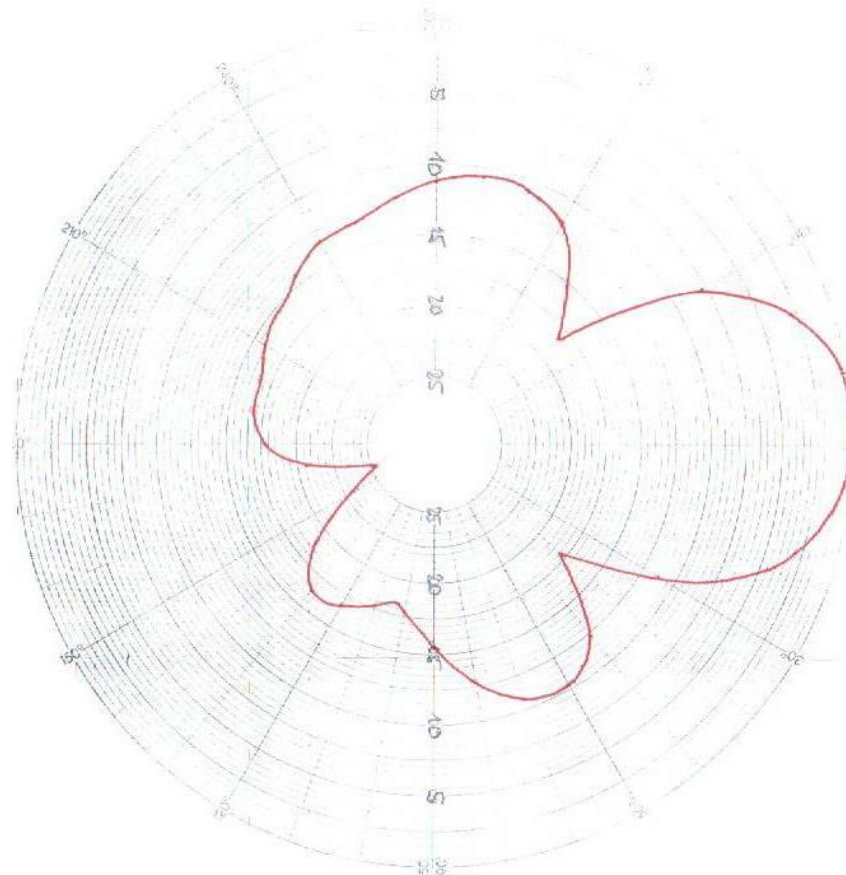


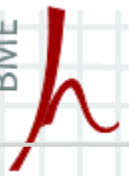
Alkalmazási lehetőségek – RFID bevásárlókocsi – antennák



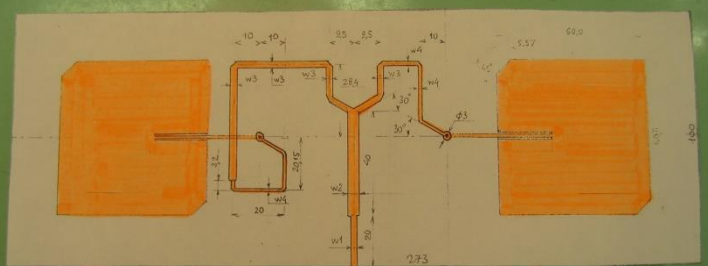
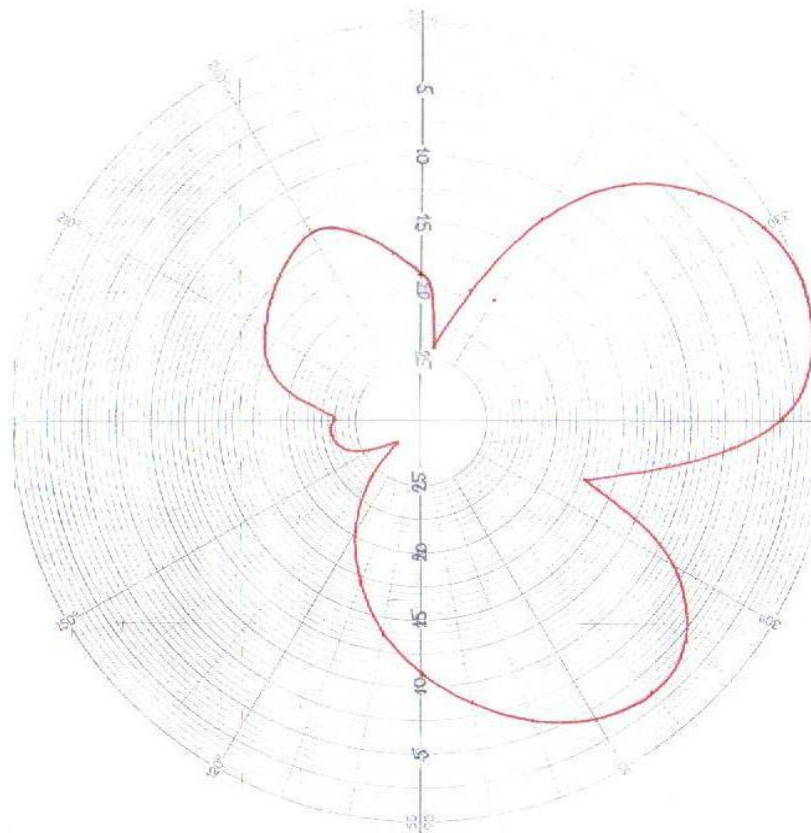


Alkalmazási lehetőségek – RFID bevásárlókocsi – antennák





Alkalmazási lehetőségek – RFID bevásárlókocsi – antennák



Alkalmazási lehetőségek – RFID bevásárlókocsi – prototípus

- 1: Egyelemű, négyzet alakú antenna
- 2: Miniaturizált, téglalap alakú antenna
- 3: Erősen miniaturizált, téglalap alakú antenna
- 4: PDA + RFID olvasó

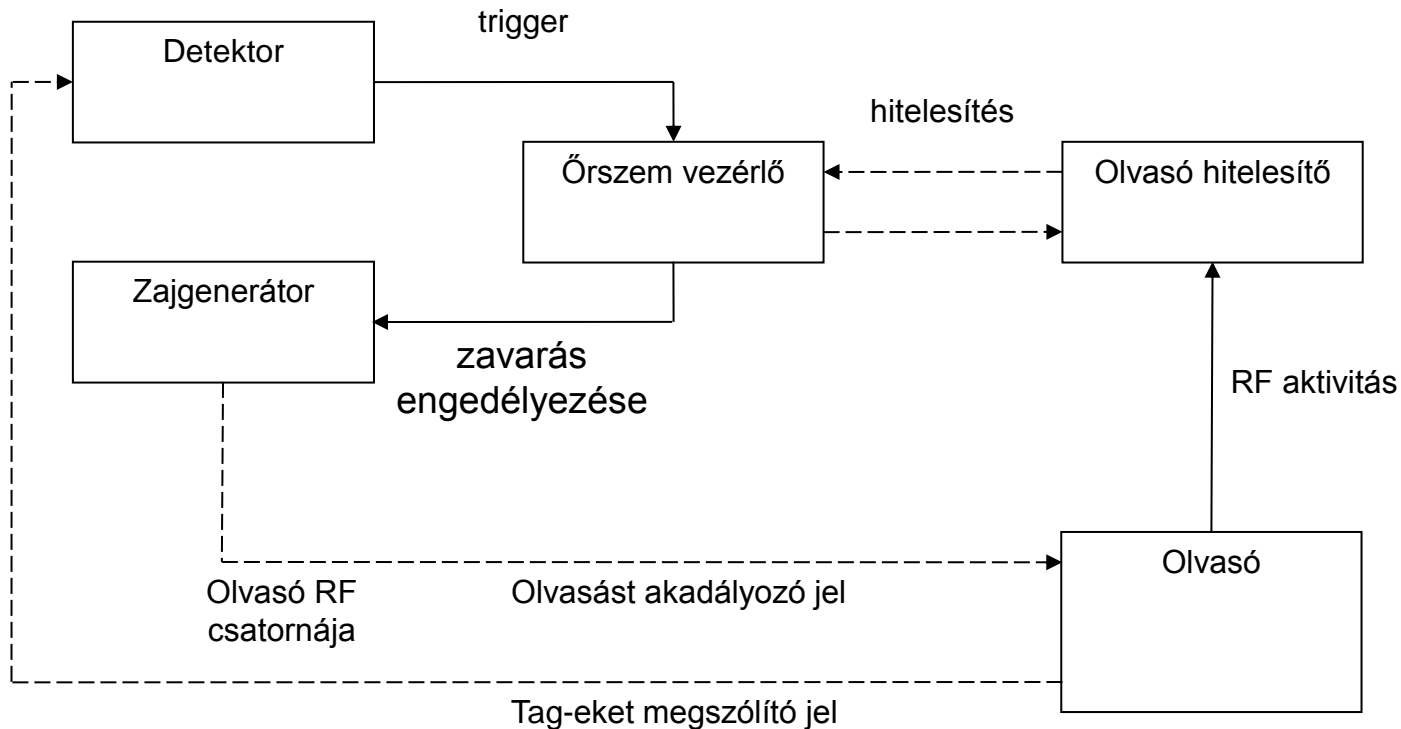


Alkalmazási lehetősége – RFID

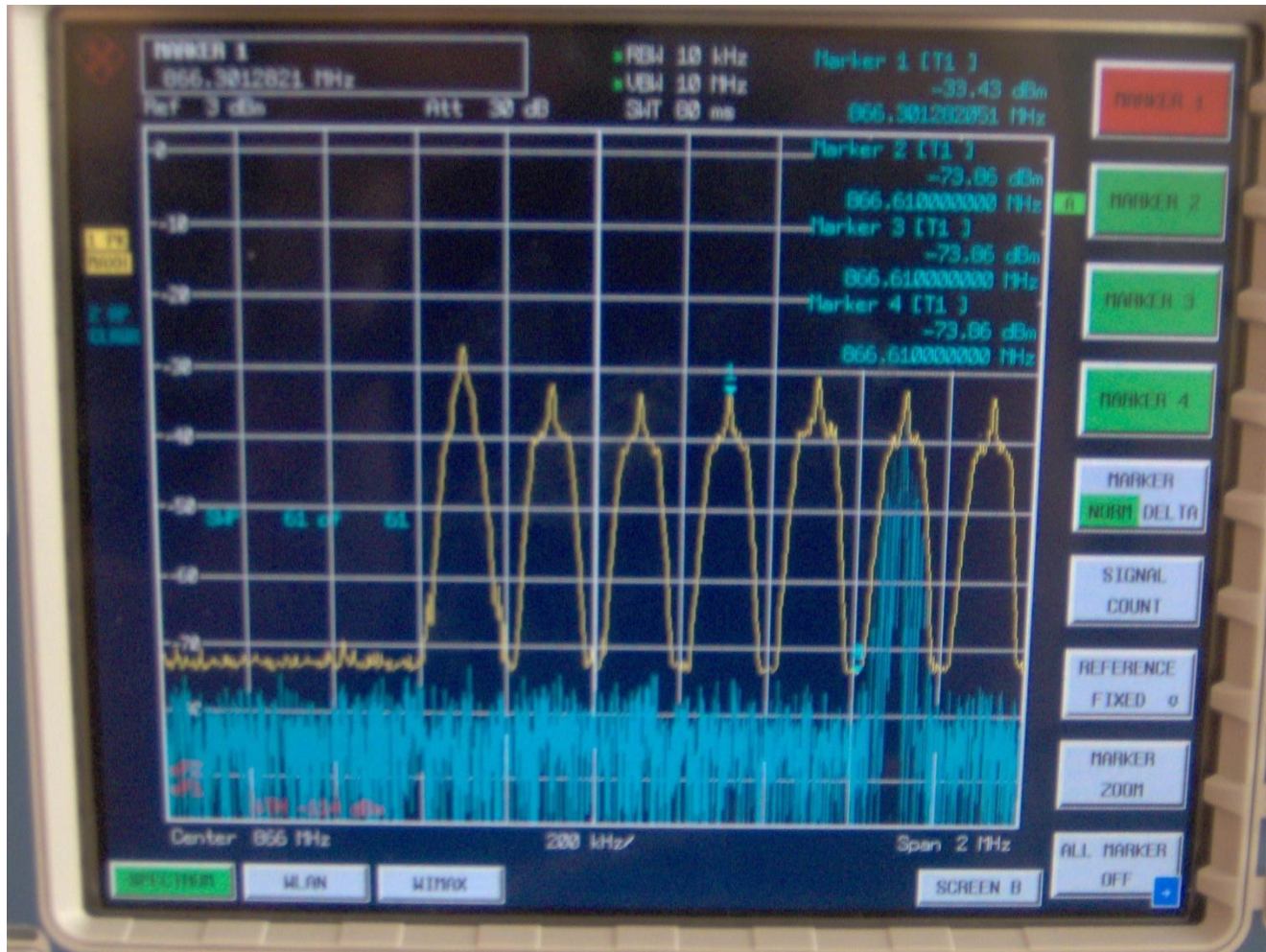
„Örszem” – célok

- Passzív tag-ek védelme
 - idegen leolvasások,
 - törlések vagy
 - írások ellen
- A tagek módosítása nélkül
- Intelligens aktív eszközzel
- Az olvasási (törlési, írási) műveletek megghiúsítása zavarással

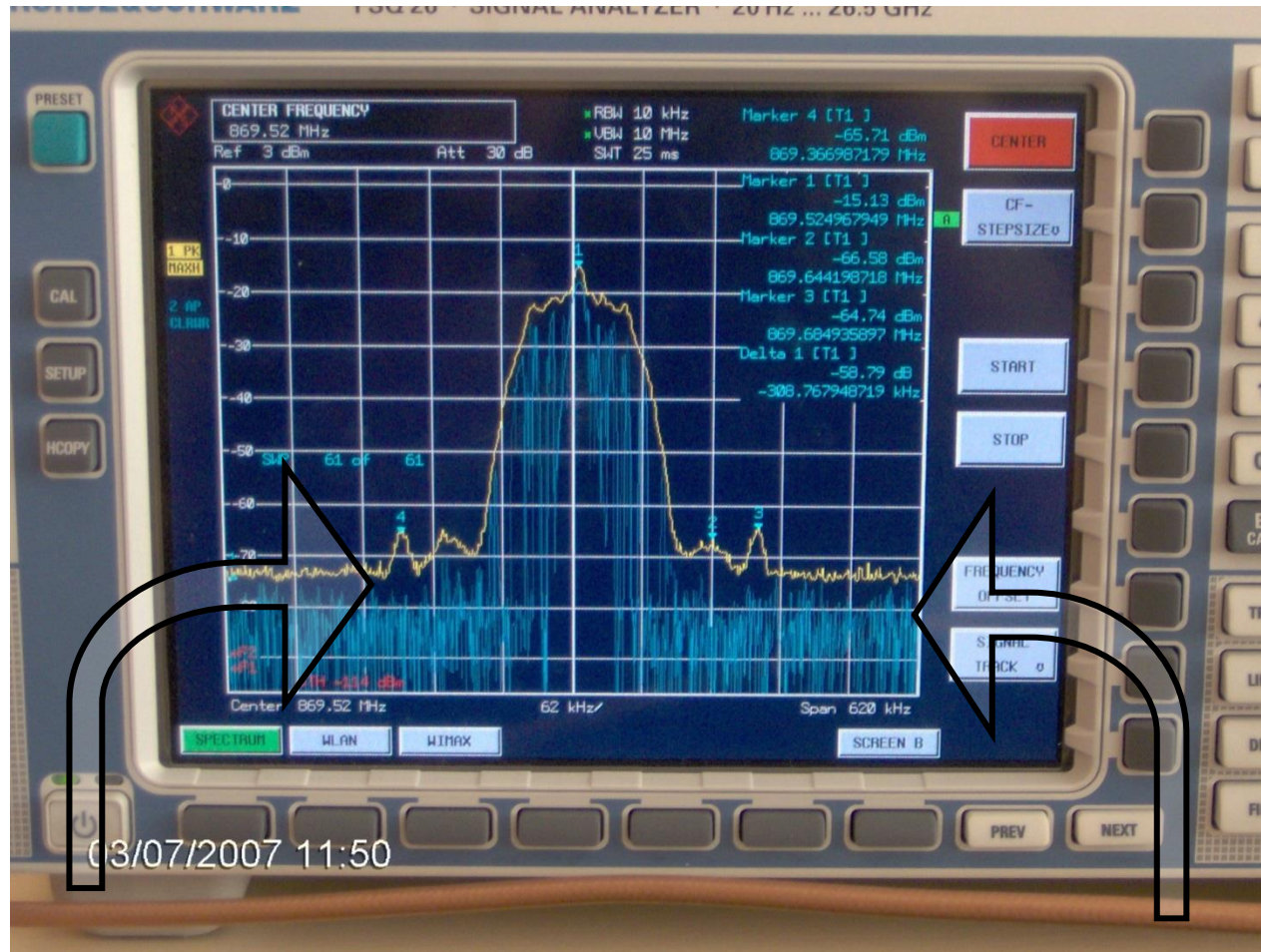
Alkalmazási lehetősége – RFID őrszem – működési elv



Alkalmazási lehetőségek – RFID őrszem – mérések

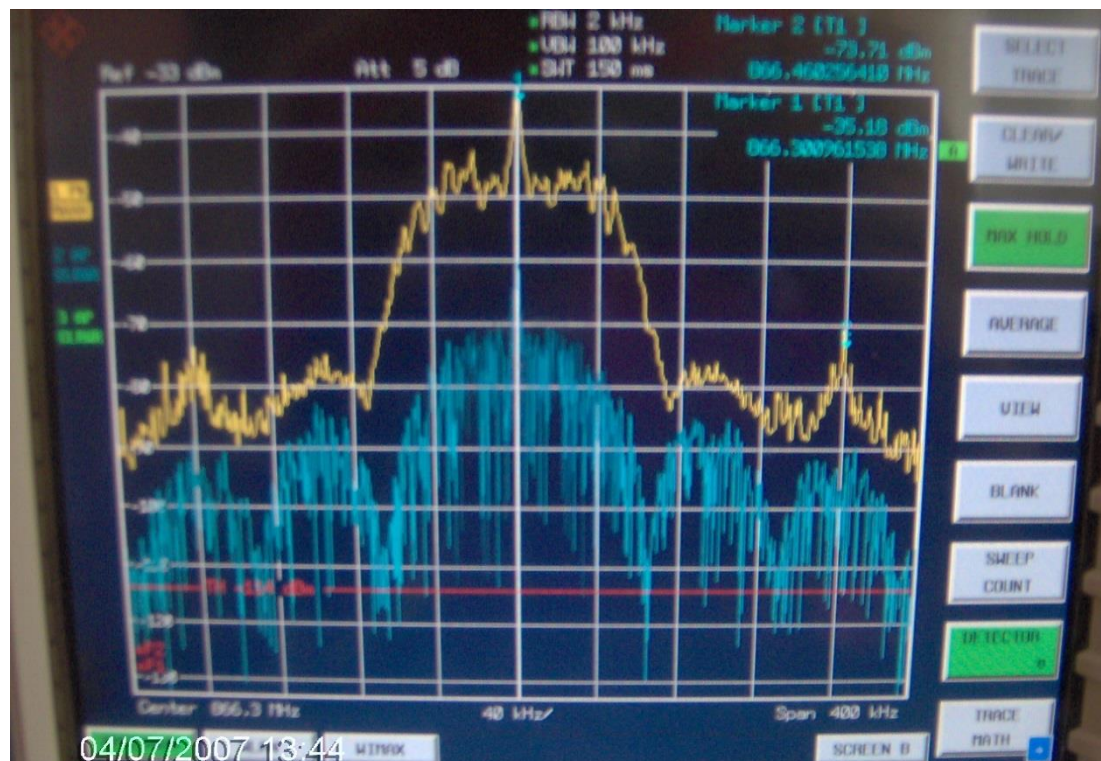


Az olvasó jelének spektruma + a tag-ek válaszfrekvenciája



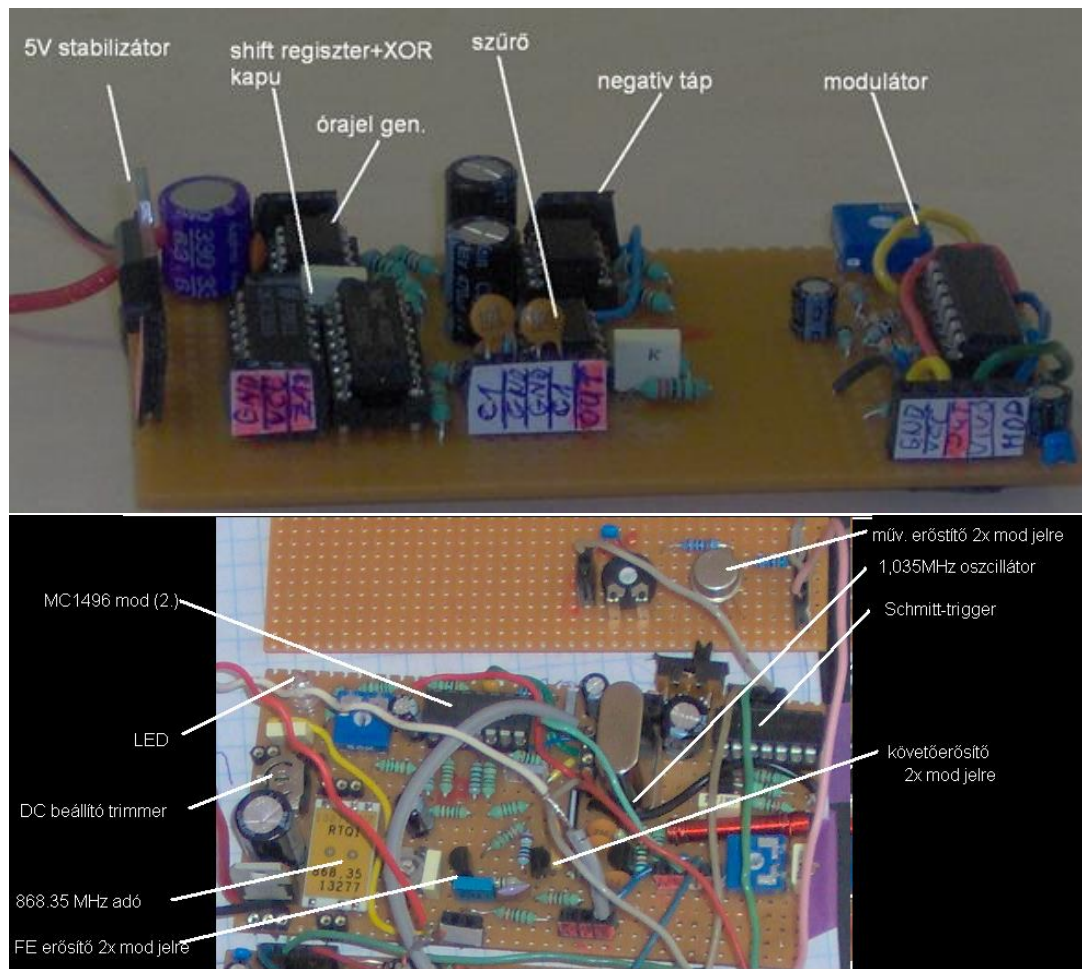
(a tag FM0 kódolást használ, és 160kHz-es válaszfrekvenciát)

Alkalmazási lehetőségek – RFID őrszem – a zavaró jel

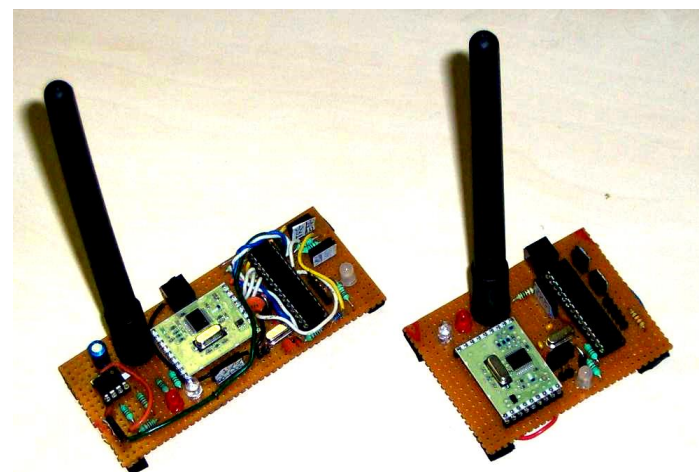
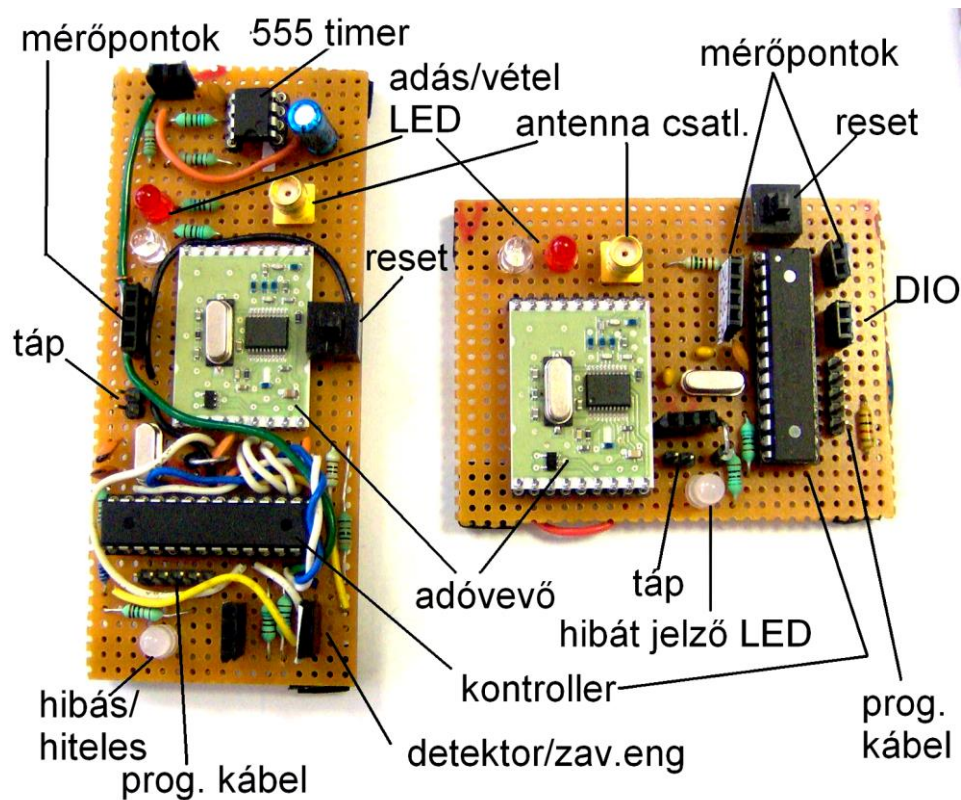


A beállított zavarjel: PRBS16 álvéletlen jel, 65 ksymbol/sec sebeség, Gray kódolással, ASK moduláció, 100%-os mod. mélység, rectangular ablakozás. A sárga az olvasó és a tagválaszt, a kék szín a zavarjelet mutatja

Alkalmazási lehetőségek – RFID őrszem – az elkészült „buta őrszem”



Alkalmazási lehetőségek – RFID őrszem – az „okos őrszem”



Alkalmazási lehetőségek – RFID őrszem – eredmények

- Egy csatornán működik
- Alvó állapotban figyel
- Olvasási kísérlet esetén ébred fel
- A kommunikációt ellehetetleníti

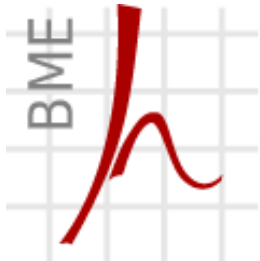


Alkalmazási lehetőségek – egyéb alkalmazási lehetőségek

- Logisztika
- Egészségügy
 - Aktív RFID rendszerek egészségügyi alkalmazásra
 - Betegek azonosítása
 - Gyógyszerek azonosítása
- Könyvtár
 - HF rendszerek, dán adatmodell
 - UHF rendszerek
 - Felhasználás áruvédelemre
- Meglepő felhasználási módok

Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



Hálózati Rendszerek és
Szolgáltatások Tanszék

Varga Tamás
BME MIK

tvarga@mik.bme.hu