

Az RDS átviteli kapacitásának növelése az eRDS-rendszerrel

dr. Ständeisky István főiskolai docens, standi@sze.hu és
Gyimesi László okl. villamosmérnök, gyimesil@sze.hu – Széchenyi István Egyetem, Győr

Az URH-FM műsorszórás történetében az utolsó jelentős előrelépést az RDS (Radio Data System) járulékos adatátvitel bevezetése jelentette 25 évvel ezelőtt, 57 kHz-es segédvívő felhasználásával. Azóta számos kísérlet történt az FM-rádiócsatorna 57 kHz feletti tartományának kihasználására nagyobb sebességű adatátvitel céljára, azonban elsősorban kompatibilitási és nem utolsósorban zavartatási okokból egyik sem tudott széles körben elterjedni. *Ladányi Attila* Németországban élő magyar mérnök szabadalmaztatott ötlete lehetővé teszi újabb segédvívők felhasználásával, az eredetivel azonos modulációs eljárást alkalmazó további RDS-csatornák elhelyezését. A rendszer így kompatibilis marad a jelenleg használttal, ráadásul az adó- és vevőoldali készülékek gyártóitól elsősorban szoftverváltoztatást igényel. A rendszert a fentalálkozó Extended Radio Data System-nek (eRDS) nevezték el. A kipróbálásához, bemutatójához szükséges berendezéseket és eljárásokat a győri Széchenyi István Egyetem Távközlési Tanszékén fejlesztették ki. Ismertetésünkben kapcsolási rajzokat nem közlünk, cikkünket nem építési leírásnak szántuk.

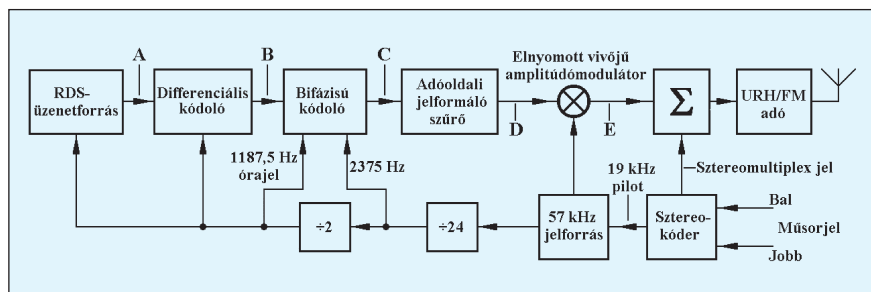
Történeti áttekintés

Nehéz pontosan megállapítani az RDS megszületésének időpontját. A specifikációt az EBU (European Broadcasting Union) először 1984-ben tette közzé, és bár a rendszer fejlesztése már 1974 körül megkezdődött, a részletek kidolgozása az 1980-as évek végéig tartott. Igaz ugyan, hogy az első RDS-rendszert hivatalosan csak 1988. április 1-én helyezték üzembe, a próbaüzem már 1984-ben elkezdődött.

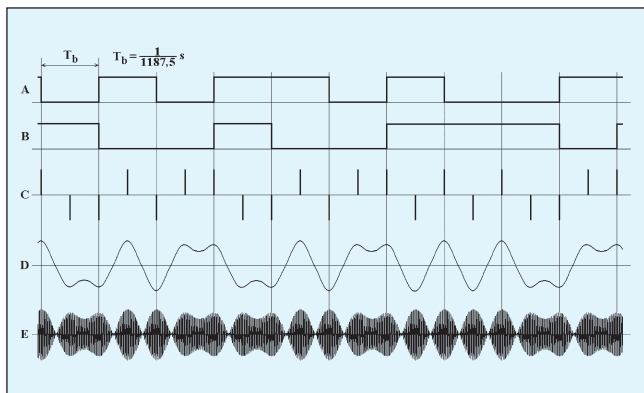
A fejlesztés több mint tíz évet vett igénybe, rengeteg terepméréssel Európa-szerte és legalább öt alternatív megoldási javaslatral. A modulációs eljárást a már meglévő svéd személyhívórendszertől vették át, az alapsávi kódolás a BBC és az IRT új fejlesztése volt. Az EBU gondosan egyeztetett, a végső stádiumban pedig az európai autópálya bekapcsolódott a számtalan terepmérésbe. Két fontos feltételt kellett teljesíteni: a járulékos adatjelek átvitele semmiféle hallható áthallást ne okozzon a hangműsorban, még a legkritikusabb fejhallgatós vételnél sem, ill. az RDS-jel átvitelének következtében csak lényegtelen rádiófrekvenciás interferencia jöhet létre.

Az RDS-t néha „csendes forradalomnak hívják”, pedig csak az FM-rádióadás digitális segédjele, de igen hasznos a mobil FM-rádiózásban, mert egyben „látod is, amit hallasz”. Az európai autórádió-gyártók és a közszolgálati rádiók megegyeztek a rendszer mielőbbi bevezetésében annak érdekében, hogy 1987-től megjelenhessenek az első RDS-sel rendelkező vevők az autórádió-piacon. Az első, felárért megvásárolható RDS-vételre alkalmas készülék a Volvo 760-ba beépített SR-701 típus volt. A felvétel viszonylag lassú volt, mert az RDS-sel is rendelkező autórádiók eleinte meglehetősen drágák voltak. Azonban tíz éven belül már 50 millió ilyen készüléket adtak el, 2004-re pedig 200 milliót. 2005-től robbanásszerű a növekedés, aminek oka a na-

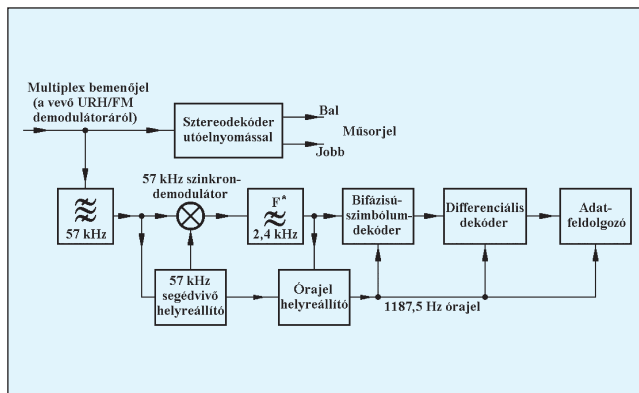
gyon olcsó, kis méretű és nagy integráltságú FM/RDS IC-k megjelenése, amelyek a mobil eszközökben, mint pl. zsebrádiókban, mobiltelefonokban történő alkalmazást is érdekessé teszik. Ezekből évente 200 millió darabnál többet állítanak elő. Az RDS-t a TMC (Traffic Message Channel) szolgáltatás megjelenése tette igazán sikertörténetté az autórádiók és a navigációs készülékek piacán. A TMC az RDS-technológián alapul, a közutakon zajló forgalomról nyújt hasznos, valós idejű információkat a gépkocsikba szerelt FM-rádiók kijelzőjén. Amíg az RDS csak SMS-szerű szöveges üzeneteket küld, addig a TMC együtt tud működni GPS-alapú navigációs szoftverrel, és lehetővé teszi az útvonal újratervezését az esetleges forgalmi dugók, balesetek,



1. ábra



2. ábra

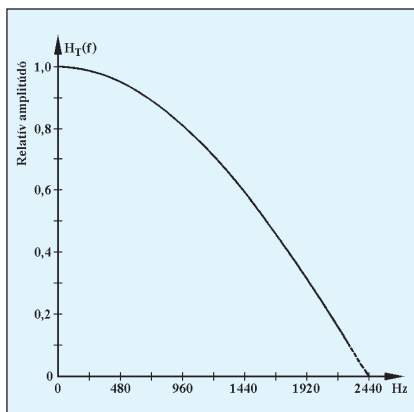


3. ábra

torlódások, útlezárások, forgalomelterelések, határátkelőhelyi várakozási idők függvényében. Magyarországon a TMC szolgáltatás 2008-óta létezik.

Az adatcsatorna modulációs jellemzői

Az RDS-rendszer a 87,5...108,0 MHz sávú URH-FM sztereó vagy monó műsorszóróadókban történő alkalmazásra került kifejlesztésre a '80-as évek közepén. A rendszer célja a műsorhoz kapcsolódó járulékos szöveges információk továbbítása volt, mégpedig oly módon, hogy az RDS-csatorna jele nem zavarhatja a hangműsor átvitelét, de a hangjel átvitele sem az RDS-t (kétirányú kompatibilitás). Az adatjelek egy segédvívőt modulálnak. A modulált segédvívő az URH-FM adó modulációs bemenetén adódik hozzá a moduláló jelhez. A továbbítandó adatjelet hibavédelemmel látják el, ill. az átviteli csatorna tulajdonságait figyelembe véve kódolják.

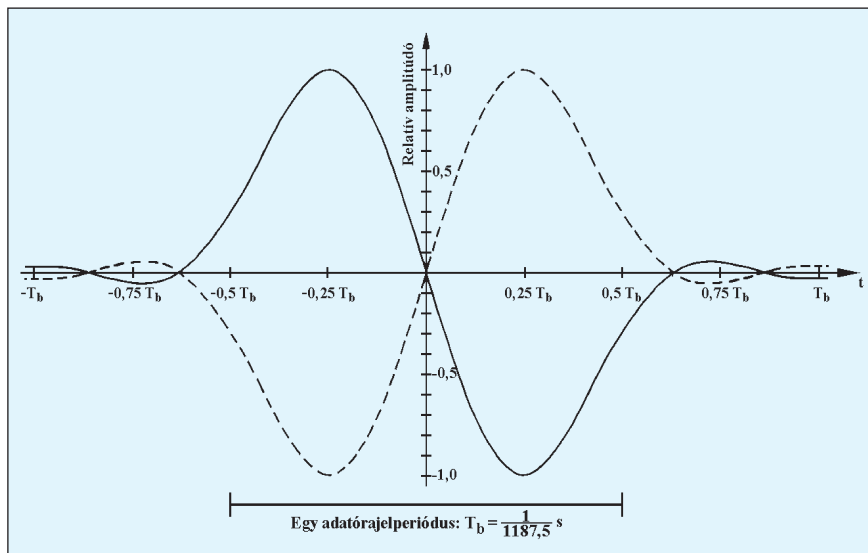


4. ábra

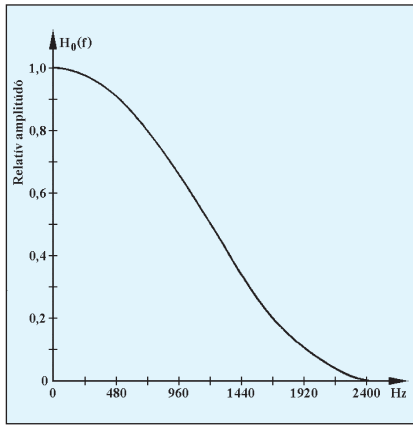
Az adóoldali jelfeldolgozás tömbvázlatát az 1. ábra, a betűkkel megjelölt pontok jelalakjait pedig a 2. ábra tartalmazza. A vételi oldalon, azaz a vevőkészülékek dekódereiben az eredeti adatjel kinyeréséhez a kódolás inverz műveleteit kell elvégezni. Ebből a 3. ábrán látható dekódorelrendezés adódik. Az RDS-csatorna szintjét úgy kell beállítani, hogy csupa nullából álló adatbit-sorozat esetén, amikor a bifázisú kódolás és az adatformáló szűrő hatásának következtében a segédvívőt a bitsebességgel azonos frekvenciájú szinuszjel modulálja, mindkét oldalfrekvencia 1 kHz-es csúslöketet hozzon létre az FM-vívőn. Az összetett multiplex jel által létrehozott megengedett legnagyobb löket 75 kHz. Az 57 kHz-es segédvívő elnyomott vívőjű amplitúdómodulációja (AM DSB/SC) felfogható kétállapotú

fázismoduláció (2PSK) egy formájának, amelynek fázislöketek 90° . Az órafrekvencia az 57 kHz-es segédvívő-frekvencia 48-cal való osztásával nyerhető, így a rendszer alap-adatsebessége 1187,5 bit/s $\pm 0,125$ bit/s.

A kódolás több lépésben valósul meg. A jel legelőször a differenciális kódolásra jut. Ennek kimeneti állapota nem változik az előző bitben érvényes kimeneti állapothoz képest, ha a bemenetnek állapota logikai 0. Ha azonban a bemenetén logikai 1 jelenik meg, a kimenete állapotot vált (komplementálódik), ahogyan ez az 1. ábra A-val és B-vel jelölt pontjainak jelalakján a 2. ábrán is nyomon követhető. A differenciális kódolás lehetővé teszi a hibátlan dekódolást mind invertált, mind invertálatlan demodulált adatjel esetén, de a kódolt jelnek továbbra is van



5. ábra



6. ábra

egyenfeszültségű komponense, ami megakadályozza az elnyomott vivőjű amplitúdómoduláció alkalmazását a spektrumeltoláshoz. Bifázisú kódolással elüntethető az egyenkomponens, ahogyan a C jelű pont jelalakján is látszik. Időben hosszabb szakaszt kiértékelve, azonos a pozitív és a negatív impulzusok száma. A bifázisúan kódolt jelben minden bithez két ellentétes polaritású rövid impulzus van hozzárendelve. A gyakori plusz/mínusz jelváltás megkönnyíti a vevőben az órajel helyreállítását is. A kódolás során lényegében a differenciálisan kódolt jel 1 értékéhez a bit kezdeténél egy rövid pozitív, a közepénél pedig egy rövid negatív impulzus rendelődik, a 0 értékhez negatív a bit kezdeténél és pozitív a közepénél. Ezzel az impulzussorozattal azonban még mindig nem lehet a segédvivőt modulálni, mert a meredek élek miatt nagyon nagy a sávszélessége, ezért az impulzuspárokat a $H_T(f)$ ka-

rakterisztikájú szűrővel (4. ábra) formálják. Így egyetlen sávhatárolt, azaz formált bifázisú szimbólum időfüggvénye az 5. ábra szerinti lesz (az 1. ábrán a D jelű pont jelalakja). Az ábrán folyamatosan vonallal jelölt szimbólum akkor generálódik, ha az adatbit logikai 1, a szaggatott vonallal jelölt pedig értelemszerűen akkor, ha az adatbit logikai 0.

Már itt érdemes megemlíteni, hogy szűrésre szükség lesz a dekóderben is, mégpedig rögtön a demodulátor után azért, hogy az adatjelhez adódó zajok, zavarok lehetőleg kis szintűek legyenek. Kimutatható, hogy egyenletes spektrális sűrűségű véletlen zaj esetén a jel-zaj viszony a vevőben alkalmazott szűrő után akkor a legnagyobb (és ezáltal a bithibaarány a legkisebb), ha a vevőszűrő karakterisztikája megegyezik az adószűrőjével. Az adó- és vevőoldali szűrők együttes (eredő) karakterisztikája a 6. ábrán látható.

Az adóoldali jelformáló (vagy sávkorlátozó) szűrő hatására a bifázisúan kódolt RDS-jel spektruma moduláció előtt a 7. ábra szerinti. Az elnyomott vivőjű kétoldalsávú amplitúdómoduláció következtében ez a spektrum jelenik meg az 57 kHz-es segédvivőre szimmetrikusan. A modulált jel időfüggvénye látható a 8. ábrán, ez az 1. ábrán E-vél jelölt pont jelalakja. Ezt a jelet adjuk hozzá a sztereomultiplex (vagy a monó) műsorjelhez. Eredményül a 9. ábrán látható spektrumot kapjuk A felsorolt valamennyi művelet és a modu-

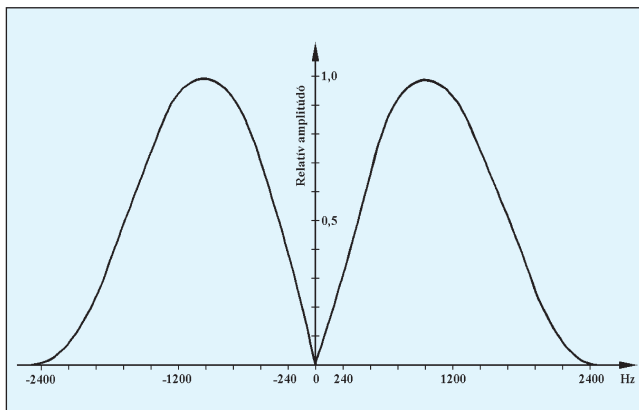
láció is ma már megvalósítható egyetlen digitális jelfeldolgozó processzorral (DSP), vagy akár egy direkt digitális szintézist (DDS) alkalmazó általános célú mikrokontrollerrel is. A vevőkben egy speciálisan erre a célra gyártott DSP oldja meg a demodulálást és a dekódolást.

A járulékos RDS-jel miatt természetesen szélesebb lesz az FM-adó által kisugárzott jel spektruma. A spektrumösszetevők 99 %-át figyelembe véve, a sávszélesség közelítőleg

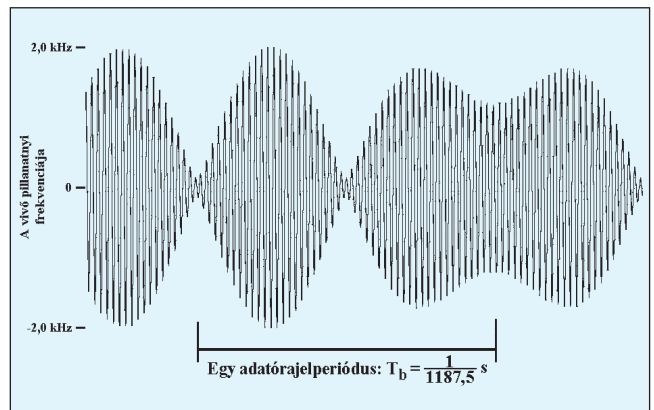
$$f_b = 2(\Delta f + f_m),$$

ahol Δf a löket, f_m pedig a legmagasabb moduláló frekvencia, RDS-adás esetén $f_m = (57 \pm 2) = 59$ kHz. Mivel a szabvány szerint az FM-adók sávszélessége 300 kHz, a löketre $150 - 59 = 91$ kHz adódik. Az FM-adások maximumán 75 kHz-es lökettel sugározhatnak, ami azt jelenti, hogy f_m értéke még nagyobb is lehet, mint 59 kHz, azaz az MPX + RDS jel spektrumában még van hely akár további RDS-csatornák elhelyezésére is. Éppen ezt az ötletet szabadalmaztatta Ladányi Attila kollégánk, amint a bevezetőben már említettük.

A rendszer használhatóságának bizonyítására azonban nem elég a számítások elvégzése, gyakorlati bemutatásra, demonstrációra is szükség van. Az ehhez szükséges eszközök kifejlesztésére a győri Széchenyi István Egyetem Távközlési Tanszéke vállalkozott. Az átviteli rendszert kifejlesztettük 2 db, $57 + 9,5 = 66,5$



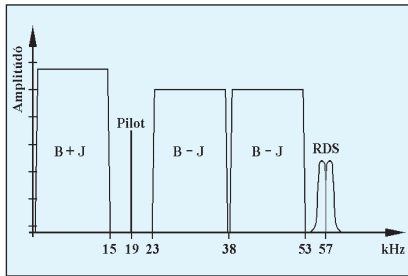
7. ábra



8. ábra

kHz-es, ill. $57 + 19 = 76$ kHz-es RDS (eRDS) csatornával. Így összesen egy sztereoprogram és 3 RDS-csatorna jelének kisugárzását valósítottuk meg egy néhány milliwattos és egy 100 W-os adóval. Ahhoz, hogy a multiplexelt RDS-csatornák vételét is meg tudjuk oldani, el kellett készíteni egy demultiplexer áramkört is, amely a járulékos RDS-csatornákat külön-külön 57 kHz-re keverte, amit már kereskedelmi forgalomban kapható RDS-demodulátor IC-vel tudunk demodulálni.

Ahogy már szó volt róla, a szabvány a sávhatárolt RDS-órajel egy oldalsávjának sugárzására 1 kHz-es löketet enged meg. Abban az esetben, ha ezt be akarjuk



9. ábra

tartani három RDS-jel esetén is, a löketet harmadolni kell, ami 9,5 dB-es csökkenésnek felel meg. Van egy másik lehetőség is a 75 kHz-es eredő löket megtartására. Eredetileg a hangjelre 66,5 kHz, a pilotjelre 7,5 kHz, az RDS-csatornára 2 kHz löket jutott, ami összesen 75 kHz. Ha a plusz 2 db eRDS-csatorna miatt

lecsökkentjük a hangjelre jutó löketet 66,5 kHz-ről 61,5 kHz-re, az csak 0,54 dB-es különbség, ami a hangerősség csökkenésében szinte észrevehetetlen. Sajnos a plusz két eRDS-csatorna miatt a maximális modulációs frekvencia is nagyobb lett. A ki-sugárzott jel sávzélessége, ha a második eRDS-csatorna 76 kHz-en helyezkedik el, $2(75 + 78) = 306$ kHz, valamivel nagyobb, mint a szabványban megengedett 300 kHz. A 300 kHz-es sávzélesség betartására két lehetőség kínálkozik: kismértékű további löketcsökkentés, vagy az eRDS-csatornák kisebb frekvencián való elhelyezése.

(Folytatjuk)

INCOMP Electronics Elektronikai alkatrész kis- és nagykereskedelem

2120 Dunakeszi, Fő út 35. Tel.: 27/342-407
Nyitva: hétköznap 9.00–17.00 óráig

Fax: 27/341-601 E-mail: incomp@dunaweb.hu
Postai utánvételes csomagküldés

Raktárról kínálunk több ezerféle elektronikai alkatrészt.

IC-k, ellenállások, kondenzátorok, diódák, tranzisztorok, LED-ek, kvarcok stb. nagy választékban, SMD kivitelben is.

RIGOL műszerek disztribúciója

Internet címünkről www.incomp.hu online keresési és rendelési lehetőség!

2

SPEKTRUMANALIZÁTOROK

- 0,15 – 1.050MHz
- tracking generátorral
- mérésáttár-bővítők: 4.050MHz-ig
- elektromos és mágneses erőterészondák



OSZCILLOSKÓPOK, MÉRŐFEJEK

DC – 20MHz, DC – 40MHz

- két csatorna
- 2db mérőfejjel (1:1 / 10:1)
- beépített frekvencia mérő (opcionálisan)



T5100 1:1 / 10:1 300V
T3100 1:100 2.000V

FUNKCIÓGENERÁTOROK • 0,3Hz – 3MHz

DDS FUNKCIÓGENERÁTOROK • 1mHz – 40MHz-ig

FREKVENCIAMÉRŐK és MULTIFUNKCIÓS SZÁMLÁLÓK

- Asztali és kézi műszerek
- Frekvencia mérés: 1Hz - 3GHz
- Periódusidő mérés: 10nsec-1sec
- Imp. számlálás: 10^8



NAGYFELBONTÁSÚ LABORTÁPEGYSÉG 36.800Ft

- 2 x 0-30V/0-5A, 1 x 5V/3A
- 4 digitális feszültség és áram kijelzés
- felbontás: 10mV/1mA

Egy és több kimenetű labor tápok széles választéka.



NAGYFREKVENCIÁS CSATLAKOZÓK, ADAPTEREK, SZERELT KÁBELEK



RÁDIÓFREKVENCIÁS ESZKÖZÖK AZ ISM SÁVOKRA



- 434MHz és 868MHz
- 2,4GHz és 5,8GHz
- adat és AV átvitel
- adó és vevő modulok
- kompakt készülékek
- analóg és digitális készülékek
- irányított és körsugárzó antennák

4 kimenet, ugrókódos készlet, 3.400 Ft



ki/be kapcsoló üzemmód, relé kimenet, 2.800 Ft

KAMERÁK, OBJEKTÍVEK (C/CS, M12, M9, pinhole), VIDEÓJEL FELDOLGOZÓ ÉS ÁTVITELI ESZKÖZÖK, KÜL ÉS BELTÉRRE, VIDEÓJEL KONVERTEREK, P/T KAMERAMOZGATÓK

- ipari, mikro, dóm, cső és panelekamerák
- nagyfelbontású és nagyérzékenységű kamerák
- kamerák egyedi igényekre, speciális alkalmazásra
- kültéri kompakt kamerák, nagyteljesítményű infrásugárzóval, különféle objektívekkel



SD kártyás AV rögzítők, DVR modulok

Kamerák már 3.900 Ft-tól, a készlet erejéig!

- 550 TV sor, 0,2 lux, színes D/N kamera, 30x30mm
- 3D, DNR zajcsökkentés
- OSD menü - mini joystick

SZÍNES TFT LCD MONITOROK, MODULOK

- 7" HDMI monitor, beépített Li-ion akkuval, felbontás: 1920x1080 53.300 Ft
- 5,6" fémházas ipari monitor 26.000 Ft
- 7" szervizmonitor, akkuval és hordtáskával 33.000 Ft
- 2,5", 3,5", 4,2", 5,6" és 7" monitor modulok



SZÍNES VIDEÓ KAPUTELEFON

- vezeték nélküli átvitel, 2,4GHz, ISM sáv
- digitális frekvenciaugrásos technika, biztonságos, interferencia nélküli átvitel
- mobil monitor beépített Li-ion akkuval
- állókép rögzítés, zár működtetés



Rendszeresen vásárló kereskedőknek, telepielőtérnek, gyártóknak engedmény!
Az árak az áfa-t nem tartalmazzák! Futárszolgáltatással, utánvétellel is szállítunk.

profitech@t-online.hu

PROFITECH Elektronika 1112 Budapest, Péterhegyi út 40. Tel./fax: 310-3092, 310-1685 H-P: 8.00-16.00 www.profitech.hu