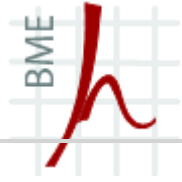


GSM RÁDIÓS INTERFÉSZ

2011. május 19.,
Budapest



GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- közeghozzáférés: TDMA/FDMA/FDD
- frekvenciaosztás: 200 kHz -es sávok
- időosztás: egy-egy vivőn nyolc időrés
- duplexitás: uplink és downlink kommunikációs irány frekvenciában elválasztva

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

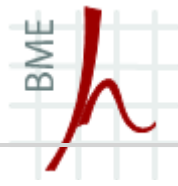
- Világméretekben 7 féle GSM sáv létezik, Európában csak 4:
 - P(rimary)-GSM900
 - E(xtended)-GSM900 45 MHz duplex
 - R(ail)-GSM900 távolság

 - GSM1800 95 MHz duplex
 - DCS1800 távolság
- *****
- GSM 1900; GSM 850 (USA, Kanada)
 - GSM 450

	UPLINK. [MHz]	DOWNLNK [MHz]	VIVŐSZÁM
GSM 450	450.4 - 457.6 vagy 478.8 - 486	460.4 - 467.6 vagy 488.8 - 496	35
P-GSM900	890- 915	935- 960	124
DCS1800 (GSM 1800)	1710- 1785	1805- 1880	374
E-GSM	880- 915	925- 960	174
R-GSM900	876- 915	921- 960	194
GSM 1900 (USA, Kanada)	1850- 1910	1930- 1990	299
GSM 850 (USA, Canada)	824 - 849	869 - 894	124

GSM frekvenciasávok

- Keret felépítés:
 - 1 keret = 8 kb. 577 μ s-os (v. 16 fele hosszúságú) időrés/normál börszt, kb. 4,615 ms
 - 1 multikeret:
 - TCH/F: 26 keret 120 ms
 - BCCH: 51 keret 235.36 ms
 - 1 szuperkeret: 6.12 s
 - TCH/F: 51 multikeret
 - BCCH: 26 multikeret
 - a szuperkeretek már egyenlő időtartamúak



GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- 1 hiperkeret:
 - 2048 szuperkeret, ami kb. 2,7 millió TDMA keret, ismétlődési periódusideje mintegy 3,5 óra!
- FRAME NUMBER, KERET SORSZÁM: A SZINKRON MŰKÖDÉSHEZ SZÜKSÉG VAN RÁ (PL. TITKOSÍTÁS)
- LOGIKAI CSATORNATÍPUSOK:
 - a forgalmi csatornák (Traffic Channels - TCH) felhasználói adatokat visznek át
 - a vezérlőcsatornák (Control Channels - *CCH) vezérlési, jelzésátviteli információkat továbbítanak

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

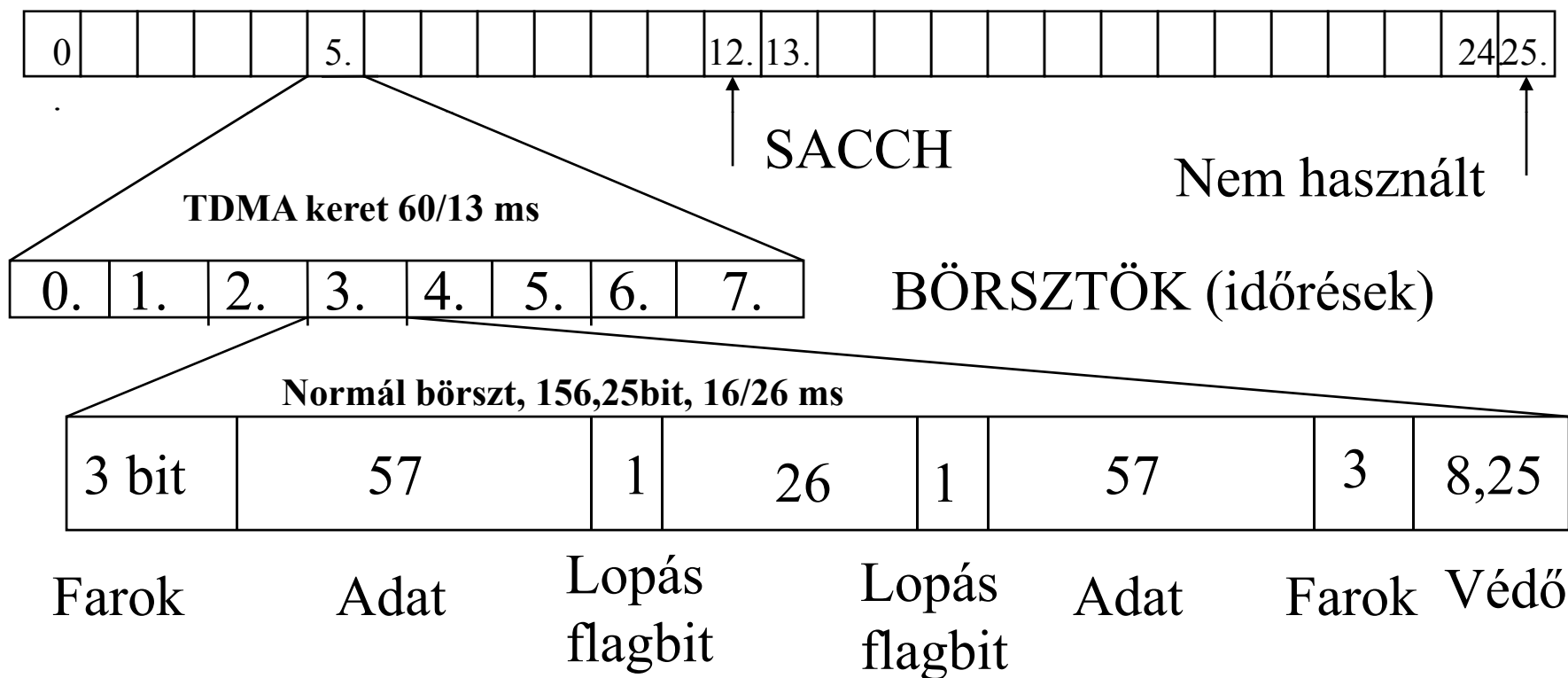
- Más csoportosítás:
 - dedikált csatornák: a mobil állomáshoz rendeltek annak aktív üzemmódjában - forgalmi és vezérlő csatornák
 - közös csatornák: a mobil készenléti (idle) üzemmódjában is használtak - vezérlő csatornák
- **FORGALMI CSATORNÁK:**
 - Feladatuk beszéd és adatforgalom továbbítása 26 keretes multikeret használatával, vagyis 26 TDMA keret szervezésben. Ebből 24 forgalmi, 1 az u.n. lassú dedikált vezérlőcsatorna (SACCH, lásd később), 1 használaton kívüli.

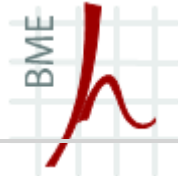
GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

MULTIKERET IDŐTARTAMA 120 ms

0...11 keret: TCH

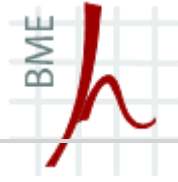
13...24. keret: TCH





GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- **BEÁLLÍTÓSOROZAT (26 bit)**
 - nyolc szabványos sorozat közül egy
 - bitszinkronizálás, de mivel a börszt közepén van, el kell tárolni a teljes börsztöt döntés előtt
 - erre annál is inkább szükség van, mert a többutas terjedés miatt kiegyenlítés is kell, ezt a beállító sorozat támogatásával végzik el
- **BELÉPŐ ÉS KIFUTÓ BITEK (3-3): állapotbeállítás**



GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- Az egy mobilhoz tartozó uplink és downlink irányú forgalmi csatornák normál borsztjei között 3 bortsznyi szünet van, így az MS-nek nem kell egyszerre adnia és vennie (egyszerűbb elektronika)
- A teljes sebességű (FR, Full Rate) csatornák mellett szabványosítottak a félsebességűek (HR, Half Rate) is, ahol 16 borszt van a 8 helyett. A beszédkodek kész, de sehol nem vezették be.

■ LOGIKAI CSATORNÁK:

• FORGALMI CSATORNÁK:

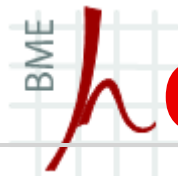
- Bm, TCH/F teljes sebességű (b. 22,8 kb/s - lásd kodeknél)
- (Lm, TCH/H félsebességű forgalmi, bruttó 11,4 kb/s, nem valósult még meg)

A mindenkori nettó sebesség a redundancia mértékében kisebb a bruttónál (hibavédelem, csatornakódolás)

- Beszédcsatornák: TCH/FS (13 kb/s),
(TCH/HS 6,5 kb/s)

Csatorna típusok

- Mindenkinnek szóló vezérlő: broadcast control channels
 - FCCH, Frequency Correction Channel, frekvenciakorrekciós csatorna: a mobil vevőjét a vivőfrekvenciához hangolja, és
 - SCH, Synchronization Channel, szinkronizáló csatorna, a keretszerkezet szinkronizációjára, hálózat és BTS azonosító, mindkettő downlink és közös
 - BCCH, Broadcast Control Channel, üzenetszóró vezérlőcsatorna (downlink, közös): folyamatos, rendszerinformációk, frekvenciakiosztás és frekvenciaugratási szekvencia információ



Csatorna típusok

- közös vezérlőcsatornák
 - RACH, Random Access Channel, véletlen hozzá-férő csatorna, uplink, réselet ALOHA, közös
 - PCH, Paging Channel, hívócsatorna, MS felé irányuló híváskor, közös, downlink
 - AGCH, Access Grant Channel, hozzáférést biztosító csatorna: SDCCH kijelölése jelzéshez (RACH után), közös, downlink

Csatorna típusok

- dedikált vezérlőcsatornák
 - SDCCH, kijelölt vezérlő csatorna (duplex, dedikált): autentikáció, regisztráció, TCH foglalás
 - FACCH, gyors társult vezérlőcsatorna (ellopás bitekkel, sürgős esetben), gyors vezérlés/jelzés, duplex, dedikált
 - SACCH, lassú társult vezérlőcsatorna, multi-keret 12-es kerete (mindig rendelkezésre áll), duplex, dedikált, telj. szab, mérések eredményei

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- Logikai és fizikai csatornák megfeleltetése:
 - logikai csatorna \leftrightarrow időrés
 - BCCH-TRX : egy vivő, ahol a vezérlő információk mennek
 - általában ezen vivő 0 (és 1) időrésében, 51 keretes multikeret struktúrában
 - pl. FCCH: 0, 10, 20, 30, 40 sorszámú keret 0. időrésében, SCH: 1, 11, 21, 31, 41 keret 0. időrésében, BCCH: 2, 3, 4, 5 keret 0. időrésében; 50 keret után újból
 - SACCH és FACCH kivételével minden vezérlő csatorna itt
 - a BCCH-TRX többi időrése forgalmat szállít, 26 keretes multikeret formátumban (itt is minden 12 sorszámú keret SACCH)

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- **Börsztök/jelcsomagok fajtái:**
 - **Normál börszt (NB)**, információt továbbítanak a forgalmi és vezérlő csatornákon. 116 titkosított bitet visznek át, és 8,25 bit hosszú a védőidő (korábbi ábrán).
 - **Frekvenciakorrekciós börszt (FB)**, a mobil készülék frekvenciájának szolgáló FCCH csatornán, 3 bit farok, 142 fix bit, 3 bit farok, 8.25 bit védőidő; a 142 bit csupa nulla: modulálatlan vivő

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- **Szinkronizáló börszt (SB)**, a mobil állomás időbeli szinkronizálására. 3 bit farok, 39 bit info, 64 bit szinkronizációs sorozat, 39 bit info, 3 bit farok, 8.25 bit védőidő, hosszú beállítósorozat, a TDMA keretsorszámot és a bázisállomás azonosító kódot (BSIC) továbbítja.
- **Elérési/hozzáférési börszt (AB)**: a védőidő 68,25 bit, 252 μ s (TA még nem ismert, ez elég 35 km-es BTS-MS távolságig). Uplink véletlen hozzáférés.
- **Kitöltő börszt (DB)**: C0 vivőfrekvencia minden időrésben, az MS felhasználja, valamint downlink adás üres börsztjeinek kitöltőjeként, formátuma a normál börszttel egyezik meg.

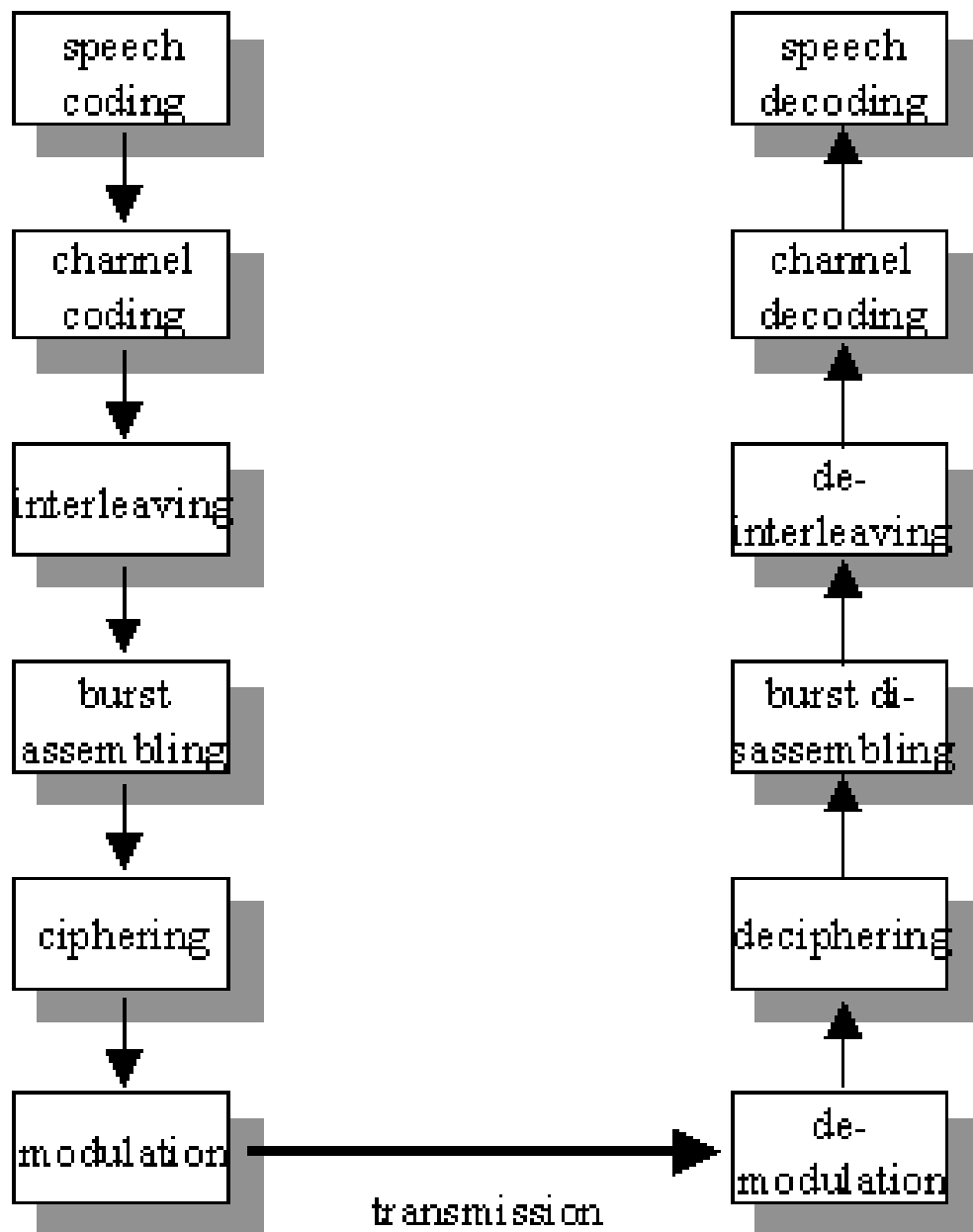


GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- IDŐZÍTÉS (ADÁSSIETTETÉS):
 - $TA = 2d/c$, ahol d az MS-BTS távolság és $c=300000\text{km/s}$
 - $TA/2$ -t érzékeli a BTS vevő, 480 ms-onként elküldi az MS-nek.
 - A nulla távolsághoz képest TA -val kell az MS-nek adnia a BTS vett időzítéséhez képest, hogy a borsztök helyes időben érkezzenek.
 - $d_{\max} = 35 \text{ km}$ mellett $TA_{\max} = 233 \mu\text{s}$
 - A bitidő ($3,69\mu\text{s}$) $0 \dots 63$ -szorososa (6 bit), elvi pontossága $\pm 0,5$ bitidő.

- **MODULÁCIÓ: GMSK BT=0.3**
 - CPFSK folytonos fázisú frekvenciakulcsolás, ahol
„logikai nulla” $\Leftrightarrow f_1$ frekvencia
 - „logikai egy” $\Leftrightarrow f_2$ frekvencia
 - a nem létező vivő a kettő átlaga.
- MSK: a névleges vivőhöz képest egy bitidő alatt a fázistöbblet vagy fázishiány $\pm\pi/2$ (negyed periódussal több, vagy kevesebb zajlik le, mint a vivővel lenne).

A beszédről a rádióhullámig



GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- CSATORNAKÓDOLÁS BESZÉD
 - A beszédkódoló 20 ms-onként 260 bitet szolgáltat (13kb/s)
 - 50 bit „nagyon fontos” (type 1a) + 3 bit CRC
 - 132 bit „fontos” (type 1b) + 4 nulla (konv.kódoló)
 - 78 bit egyéb (type 2)
- 189 fontosból $r=1/2$, $k=5$ konv. kódoló \Rightarrow 378 bit (+ a változatlan 78) \Rightarrow 456 bit/20 ms = 22,8 kb/s
- $456 = 8 \times 57$, ez nyolc félbörsztben megy át \rightarrow interleaving van, ezért nem kerül egy börsztbe
- Beszédkésleltetés = $8 \times 4,615$ ms + 20 ms = 57 ms

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- CSATORNAKÓDOLÁS KONTROLL
- 184 bites egységek + 40 bit CRC + 4 bit 0
- ez megy a konvolúciós kódolóba -> 456 bit

- adat TCH:
- 240 bites egység -> 240 bit blokk kódolás + 4 bit 0
- 244 -> 488 bit konvolúciós kódolás
- 32 bit törölve ($C(11 + 15j)$ for $j = 0, 1, \dots, 31$) -> 456 bit



Interleaving

- **kontrol csatorna:** a 456 bitből 8 db 57 bites blokk: (0, 8, 16, ..., 448) bit, (1, 9, 17, ..., 449) bit, ... , (7, 15, 23, ..., 456) bit
- az első négy blokk bitjeit 4 börszt páros, a második négy blokk bitjeit ugyanazon 4 börsz páratlan pozíciójú bitjei viszik át
- **beszéd:** blokkok ugyanúgy, de az első 4 blokk bitjei 4 börsz páros pozícióira kerülnek, a következő 4 blokk bitjei a következő 4 börszt páratlan pozícióira
- **adat:** 16 db 24 bites, 2 -2 db 18, 12 és 6 bites blokk; ezek 22 ! börsztben szétosztva
- a két 6 bites ketrül az 1 és 22 börsztbe, a 12 esek a 2 és 21, a 18 asok a 3 és 20, börsztbe, a többi a többibe.
Minden börszt 4 v. 5 adatblokkból visz adatot

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- A bejelentkezés folyamata (készzenléti állapotba jutás):
 - MS bekapcsolása(Hálózat keresése: saját, tárolt, engedélyezett)
 - Csatornák (vivőfrekvenciák) megmérése és jelszint szerinti rendezése
 - BCCH vivő-e?
 - Ha igen:
 - FCCH -t keres: beállítja a vevő oszcillátorát,
 - SCH-t keres, beállítja időalapját, időzítését, megvizsgálja a hálózatazonosítót, saját-e (ha nem, akkor a következő legnagyobb szintű BCCH-vivővel folytatja le a fenti folyamatot)

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- A következő vizsgálat a helyzetre vonatkozik, azonos-e a legutóbbival (Location Area azonosító az SCH csatornán),
- ha igen: BCCH csatornán közöltek szerint egyéb paramétereket beállít (pl freki ugratási sorozat), innentől kezdeményezhet és fogadhat (készületi állapotba kerül) -> a PCH-t figyeli.
- Ha nem, akkor az MS forgalmaz a RACH-en: Location Update kérés
- BSC SDCCH-t jelöl ki
- MS átmegy az SDCCH-ra hitelesítésre és helyzetfrissítésre
- BS utasítja MS-t a SDCCH-n át a teljesítmény és időzítés beállítására, MS jelenti a BCCH-ek jelszintjét és jelminőségét és készületi állapotba megy át.

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- A HÍVÁSFELÉPÜLÉS FOLYAMATA:
 - Mobil kezdeményez: RACH-en át
 - Mobil felé irányuló hívás esetén a LA-n belüli BS-ek en keresztül a rendszer értesíti az MS-t a BCCH vivőn levő PCH-en, amire az MS válaszol a RACH-en
 - Mindkét esetben a BS kijelöl egy SDCCH-t (ha van közben hitelesítés), vagy TCH-t (ha egyből mehet a hívás)
 - SDCCH esetén közbeiktatás: hitelesítés, hívásfelépítés és TCH kijelölés,
 - Menet közben: a BS utasítja SACCH-en az MS-t a teljesítmény és időzítés beállításra, MS jelenti a BCCH-ek szintjét és minőségét

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- Forgalmazás TCH-n át
- MS az SACCH-en jelenti a BCCH-ek szintjét és minőségét, BS utasítja MS-t a teljesítmény és időzítés (timing advance) beállítására
- A hívást az MS vagy a BS végezteti (bontja a kapcsolatot)
- **AZ MS TELJESÍTMÉNYSZINT BEÁLLÍTÁSA**
 - Ha a BS vett jelének szintje és minősége (BER) túl jó: szükségtelenül terheli az akkumulátort, szennyezi a teret (interferencia szint), ellenkező esetben túl rossz hibaarány. A szabályzás 2 dB-es lépcsőkben, a minimum 13 dBm (20 mW). (Downlink is lehetséges.).

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- DISZPERZIÓ KIEGYENLÍTÉSE
 - A többutas terjedés miatt a 26 bites börsztközepi beállítósorozat segítségével, az algoritmus nincs szabványosítva. A kívánt komponenst kell kinyerni a zavarók kivonásával. A csatorna szűrőmodelljének inverze elvileg.
- GYORS FREKVENCIAUGRATÁS (HOPPING)
 - Minden börszt számára más vivő, a szomszédos cellák működését is koordinálni kell (BSC koordinálja). Ha a távolság két időbeli szomszéd vivő között elég nagy ($= n \times 200 \text{ kHz}$), akkor „frekvencia diverziti” hatás, azaz enyhe a frekvencia szelektív fading hatása.

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- Rövid, véletlenszerű interferencia ütközés megengedhető a hibavédelem miatt, több frekvencia használható bázisállomásonként (a fűrtméret csökkenthető a frekvenciatervezéskor). Az ugratási algoritmust a BCCH-n át szórják
- SZAKASZOS ADÁS (DTX)
 - A beszélő fél az idő kb. 40%-ában beszél. Erre az időre van csak szüksége adásra,
 - de a süket háttér kérdése is megoldandó (emberi fül számára teljesen süket készülék a kapcsolat megszakadásának tűnik): kellemes háttérzajt (comfort noise) a névleges „vételi” oldalon kell a hangszóróba juttatni, paramétereit a SACCH-n át..
 - VAD, beszédaktivitás detekció: a beszéd és a háttérzaj is szétválasztandó! Beszédelvesztés v. kis hatékonyság.

GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- Eredmény: nagyfrekvenciás zavar szint és tápteljesítmény (akkumulátor!) csökken.
- SZAKASZOS VÉTEL
 - Az MS értesítésére használt PCH, hívócsatorna alcsatornákra osztható, a mobilnak csak a saját figyelésére kell bekapcsolnia (készenléti üzemmódban), különben gyakorlatilag nulla a tápfelvétele.
- .