

GSM RÁDIÓS INTERFÉSZ

- 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

- Világméreteken 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
	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

- 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

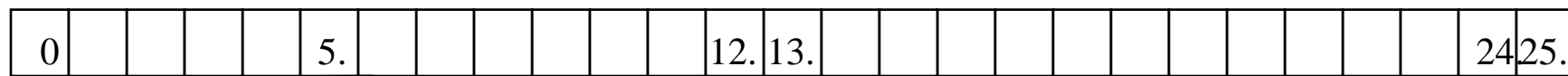
- Más csoportosítás:
 - dedikált csatornák: a mobil állomáshoz rendeltek annak aktív üzemmódjában - forgalmi és vezérlő csatornák
 - közös csatornák: a mobil készenléti (idle) üzemmódjában is használtak - vezérlő csatornák
- **FORGALMI CSATORNÁK:**
 - Feladatuk beszéd és adatforgalom továbbítása 26 keretes 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

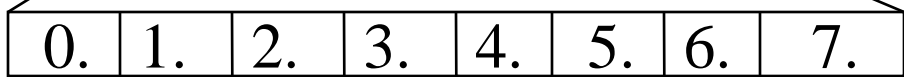
13...24. keret: TCH



SACCH

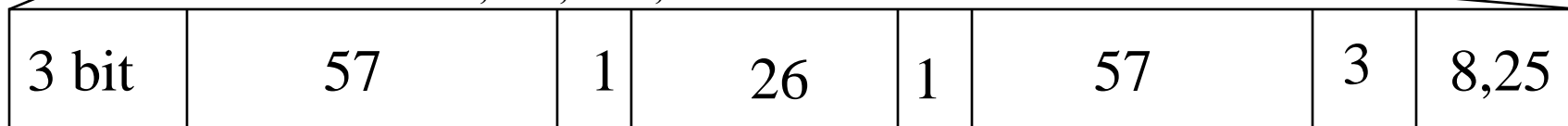
Nem használt

TDMA keret 60/13 ms



BÖRSZTÖK (időrészek)

Normál börszt, 156,25bit, 16/26 ms



Farok

Adat

Lopás
flagbit

Lopás
flagbit

Adat

Farok

Védő

- **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, réselt 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

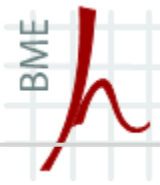
- **Börsztök/jelcsomagok fajtái:**
 - **Normál börszt (NB)**, információt továbbítanak a forgalmi és vezérlő csatornákon. 116 titkosított bitet visznek át, és 8,25 bit hosszú a védőidő (korábbi ábrán).
 - **Frekvenciakorrekciós börszt (FB)**, a mobil készülék frekvenciájának szolgáló FCCH csatornán,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

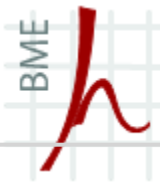
GSM RÁDIÓS JELLEMZŐK

- 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.



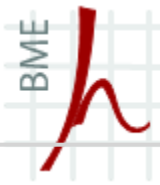
GSM radio basics

- Basic procedure of finding the network
 - MS turned on
 - tuning over GSM frequencies and listing them according to received signal level
 - searching special signal pattern (see later SCH) on the channel, to detect whether the frequency carries broadcast control channel (is it BCCH carrier?)
 - If yes:
 - search for FCCH (Frequency Correction CH): tune its frequency exactly to that of the base station
 - search for SCH (Synchronisation CH): this carries special pattern for bit-synchronisation (-> clock of MS can be same as clock of BS) and recognition of SCH; this also carry frame number (-> to synchronise to frame structure); and a base station code: to enable distinguishing between SCHs of neighboring BSs
 - If no: continue searching with the next frequency



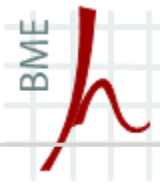
GSM radio basics

- Basic procedure of finding the network
 - MS searches the BCCH (Broadcast Control CH); it contains:
 - network code (operator); Location Area Code (LAC); used frequencies by neighboring base stations; configuration of control channels, other system configuration informations
 - if the MS finds its operator's network (own network in BCCH information), then it may initiate the registration process



GSM radio basics

- Basic procedure of registering to the network
 - MS sends an access request on the RACH (Random Access CH)
 - how does it know, where is it (in which timeslots?) -> its broadcasted in the BCCH, of course
 - in the RACH burst the mobile sends the reason of sending the RACH (-> „I want to register”)
 - the MS then listens to the AGCH (Access Grant Channel)
 - the system sends on the AGCH the reply and assigns an SDCCH (Standalone Dedicated Control CH) for the rest of the process

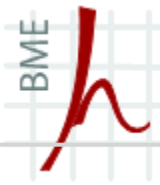


GSM radio basics

- Basic procedure of registering to the network
 - over the SDCCH the authentication and registration process (bi-directional exchange of messages) is done
 - also the mobile makes a Location Update, that is it sends the LAC to the system
 - after successful authentication, the MS is known to the network, the network stores the current LAC and that the mobile is turned on and available

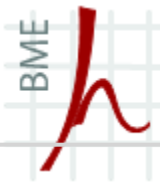
GSM radio basics

- Basic procedure of „camping” (being idle) in the network
 - the mobile is constantly listening to the
 - FCCH, SCH, BCCH of the best serving cell
 - to keep synchronised and check whether its LAC changed (-> the mobile may move to another LA)
 - the mobile is listening to the PCH (Paging Channel) of that cell
 - it is where incoming calls are notified
- Basic procedure of location update
 - the mobile finds a new LAC
 - it initiates a RACH message (reason: „I want to make a location update”)
 - system answers on AGCH and assigns a SDCCH
 - location update message is sent over SDCCH



GSM radio basics

- Basic procedure of receiving a call
 - when a call arrives, the system sends a notification to the PCH of all cells in the LA, where the mobile is
 - the mobile reads its identity in the PCH
 - the mobile initiates a RACH message (reason: "I'm answering to a call")
 - the system answers over the AGCH and assigns a traffic channel (TCH)
 - this is immediate assignment
 - higher level signalling and then the actual voice data is over the TCH

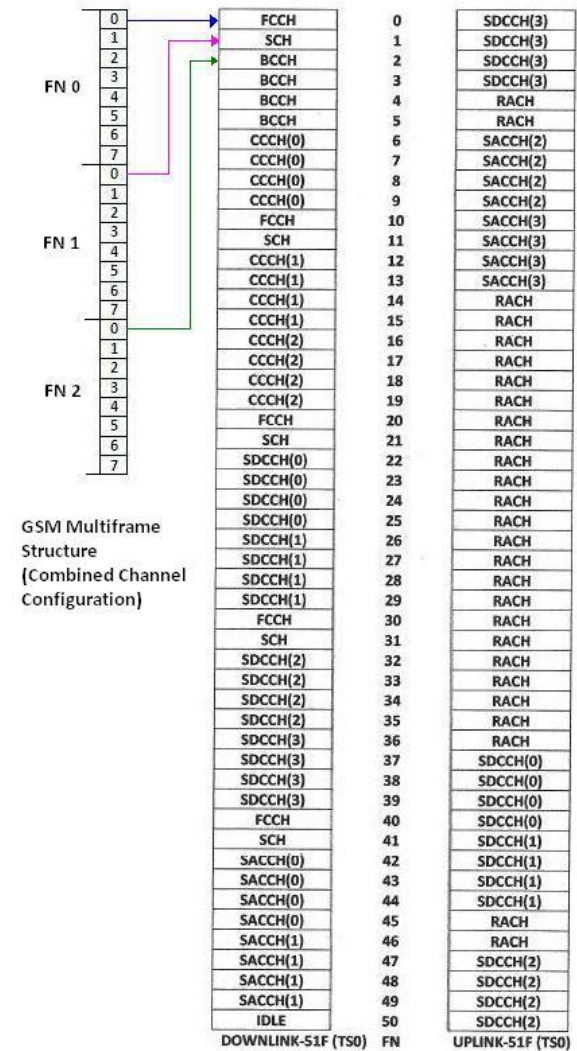


GSM radio basics

- Meanwhile having a call
 - every 13rd frame contain a timeslot for the mobile, that is not TCH but SACCH (Slow Associated CCH), see figure above
 - SACCH contains: power control commands, timing advance commands, measurement reports and SMS, if it is during a call
 - if the mobile goes out of the cell, while having a call: based on the reports provided in the SACCH, the system decides that a handover is necessary
 - it sends the handover command over the FACCH (Fast Associated CCH)
 - FACCH: it is physically transmitted in the place of a voice burst. The flag bit in the normal burst (see figure) signals the fact if the FACCH has stolen the burst from the voice
 - the mobile then knows that it should interpret the bits there as FACCH message, not voice

GSM radio basics

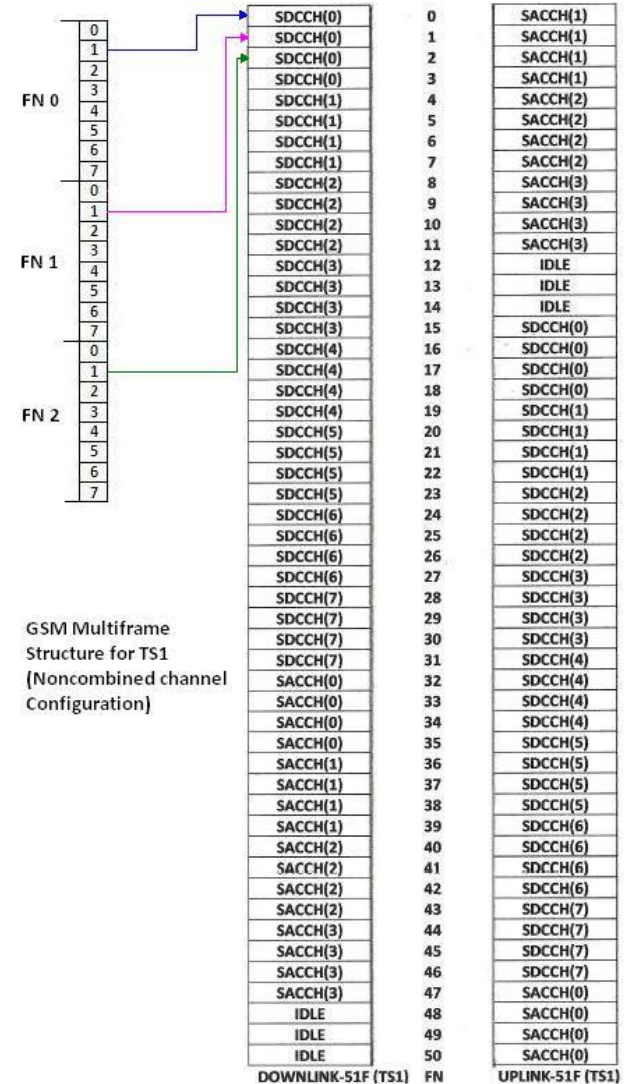
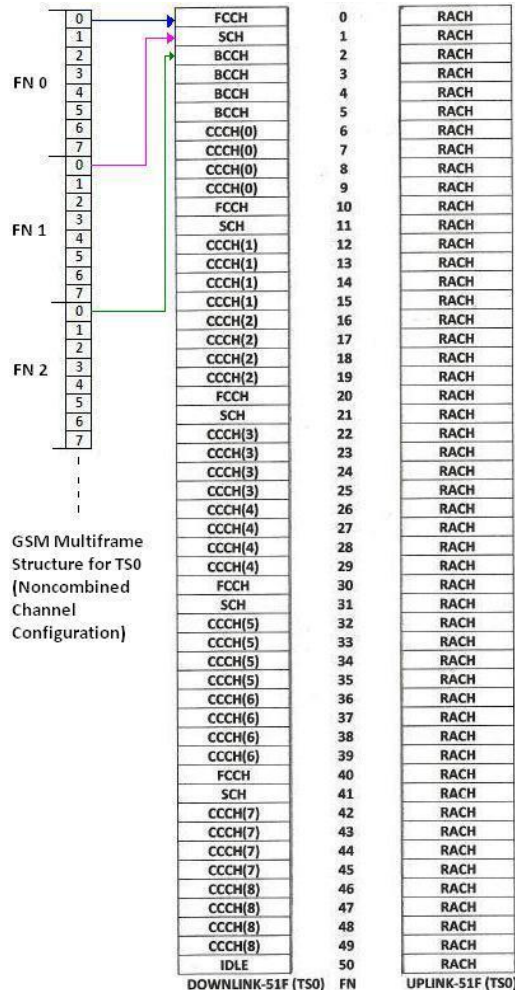
- mapping of logical channels to timeslots
 - for SACCH and FACCH we discussed
 - timeslot 0 on a given frequency is for control channels (combined configuration)
 - in case of heavy traffic, timeslot 1 is used to carry dedicated control channels and timeslot 0 for common control channels (CCH)
 - more slots in uplink can be used if more RACH slots are needed
 - note SACCH in the figure -> it is because every SDCCH also has a SACCH



GSM radio basics

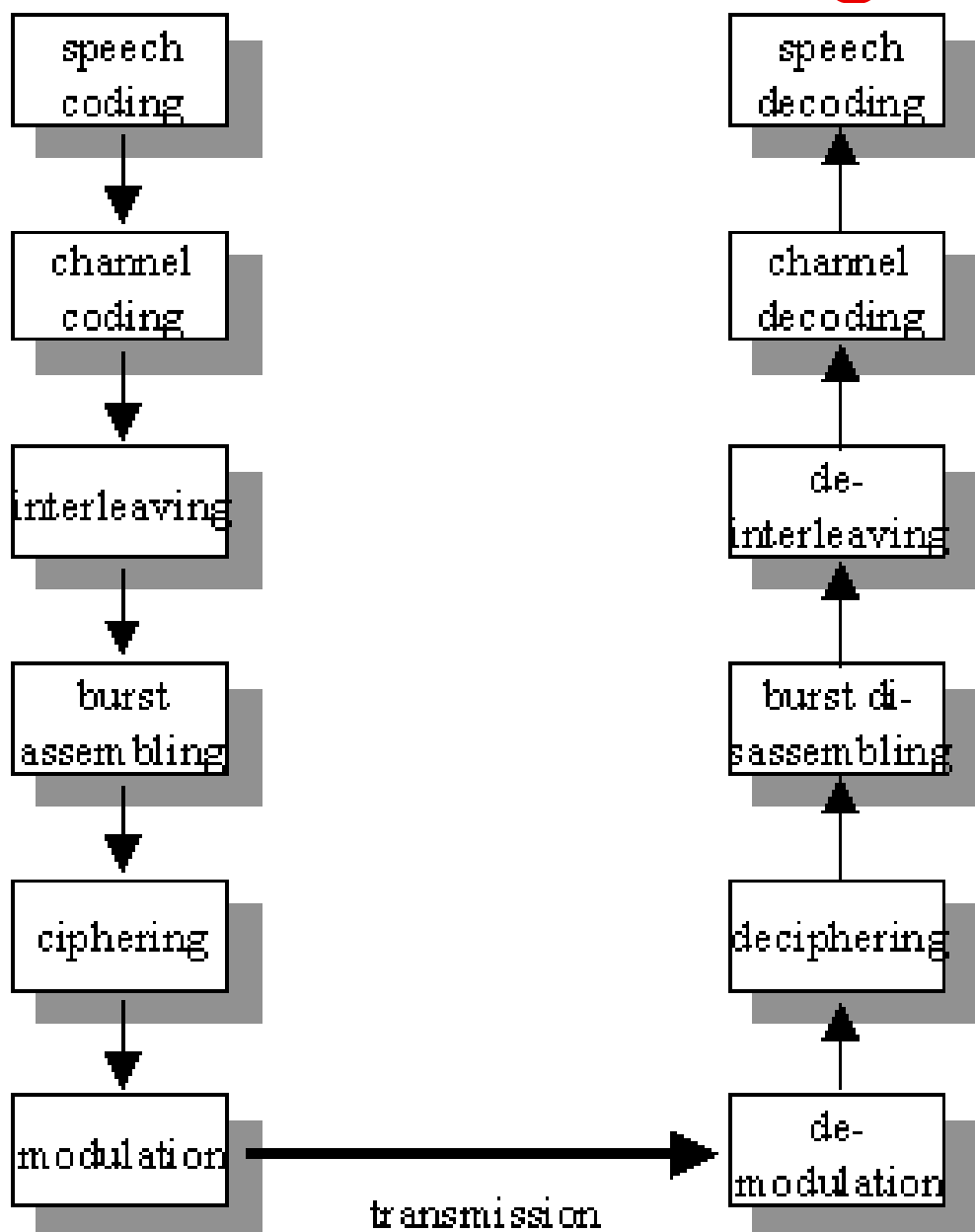
- mapping of logical channels to timeslots

- non-combined channel allocations



- **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 -> 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