

Vizsgakidolgozás 2015

Eredeti: 2012. december 7.

17:20

Kidolgozás

Alapok:

1. Legalapabb alapfogalmak: jel, teljesítmény, analóg jel, digitális jel, jelek frekvenciatartománybeli leírása, frekvenciasáv, mintavételi tétel, szűrés

jel: Egy jel a változó azon részének matematikai leírása, amely a számunkra lényeges információt hordozza.

teljesítmény: A továbbított elektronikus jel „nagyágát” jellemezhetjük a jel teljesítményével. A jel teljesítménye az adott fogyasztón (lezáráson) átfolyó áram és a fogyasztó kapcsain megjelenő feszültség szorzata. A távközlésben az 1mW teljesítményt választva viszonyítási alapnak a jel teljesítményét dB-ben (decibel) fejezzük ki. 1mW megfelel 0 dBm szintnek. A jel szintjét a továbbiakban az $S = 10 \cdot \log(P_{\text{jel}}/1\text{mW})$ [dBm] összefüggéssel határozhatjuk meg.

analóg jel: Az analóg jelek térben és időben folytonosak, tehát egy $s=s(t)$ folytonos függvénnyel írhatóak le (egy egyváltozós függvény legegyszerűbben egy kétdimenziós grafikonnal ábrázolható).

digitális jel: A digitális jelek térben és időben diszkrét, tehát egy adatsorral (sorozattal) írhatóak le, amelyek szemléletesen pl. egy táblázatban adhatóak meg (amelynek első sora az időértékeket, második ill. további sorai pedig az egyes időértékekhez tartozó adatokat tartalmazzák).

jelek leírása a frekvenciatartományban: A spektrumanalízis azt mondja ki, hogy tetszőleges jel előállítható véges, vagy végtelen sok szinuszos és koszinuszos jel összegeként.

frekvenciasáv: Két kiválasztott frekvencia közé eső frekvenciaértékek összessége. Magába foglalhatja pl. a 30 kHz-től 40 kHz-ig terjedő frekvenciákat és ekkor a frekvenciasáv szélessége 10 kHz.

mintavételi tétel: A Shannon és a Nyquist tétel matematikai eszközökkel bizonyítja, hogy amennyiben egy idővel változó jelből állandó frekvenciával mintát veszünk, és a mintavételezés frekvenciája legalább kétszerese a mintavételezett jel legnagyobb frekvenciájának, akkor az így kapott diszkrét jelekből egy aluláteresztő szűrő segítségével az eredeti jelalak rekonstruálható.

szűrés: A gyors változásokat távolítja el a jelből, azaz a nagyfrekvenciás összetevőket csillapítja,

Szűkösség: Shannon: $R \leq B \cdot \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$

R: átviteli sebesség, B: használt sáv szélesség, S: jel teljesítménye, N: a zaj teljesítménye

Például wifi 20Hz-es sávval, $2 \cdot 10^7 \text{ Hz}$, $\frac{S}{N} = 127$, $R \leq 2 \cdot 10^7 \log_2(128) = 14 \cdot 10^7 = 140 \text{ Mbps}$

2. A modulált jelek alapsávi leírása, az alapsávi ekvivalens.

A jel általánosan: $s(t) = a(t) \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$

felbontva: $s(t) = s_I(t) \cos(\omega_0 t) - s_Q(t) \sin(\omega_0 t)$

Ahol $s_I(t) = a(t) \cos(\varphi(t))$ a fázisban levő komponens,

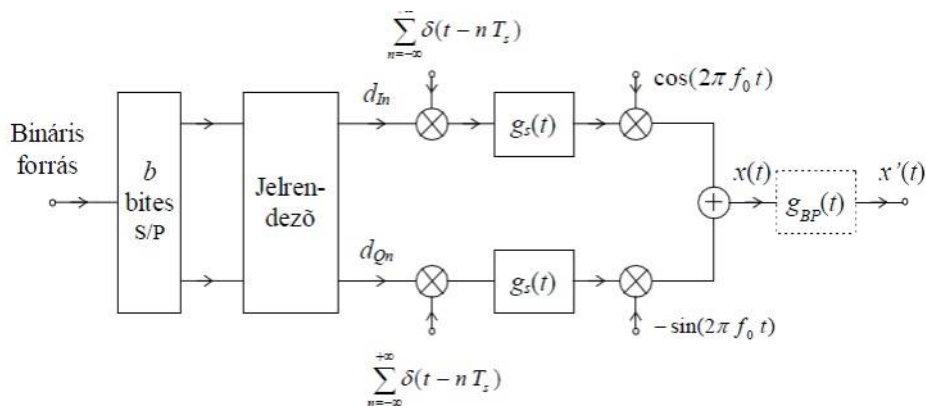
a kvadratúra komponens: $s_Q(t) = a(t) \sin(\varphi(t))$

Ebből a jel alapsávi ekvivalensének definíciója:

$$s_{\text{ekv}}(t) = s_I(t) + j s_Q(t)$$

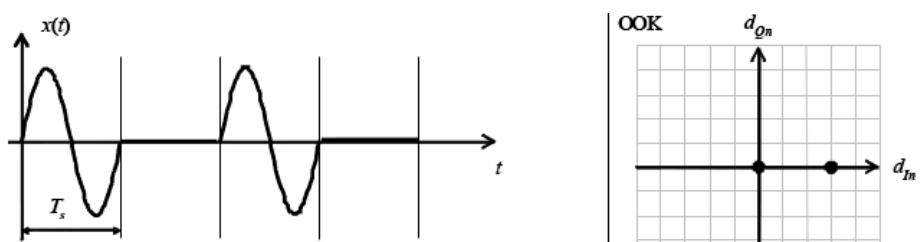
3. Lineáris digitális modulációk: adó felépítése, fajták, konstellációs diagramm, időtartománybeli jelalak

- a bináris forrásból soros/ph átalakítással b bites szavak jönnek
- jelrendező: a bináris szavaknak megfelelő dI és dQ értékeket állít elő
- gS(t): elemi jelalak szűrő, Dirac impulzusokat ráadva a kívánt jelalakot érjük el (a gyakorlatban gyakran nem szűrővel, hanem tárolt jelalakokkal dolgoznak)
- ezeket ültetjük a vivőre (fázisban és kvadratúrában levő komponens)
- az összegzett jelen sávszűrést végrehajtva kész a kimenő jel



Fajták:

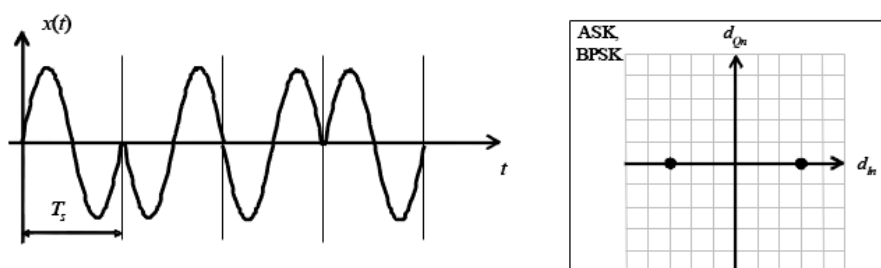
- On-OFF keying : $b=1$, d_Q mindig nulla, d_I egy vagy nulla, az elemi jelet vagy átvisszük, vagy nem
- Ilyet sose használunk a gyakorlatban
- jelalak, konstellációs diagram:



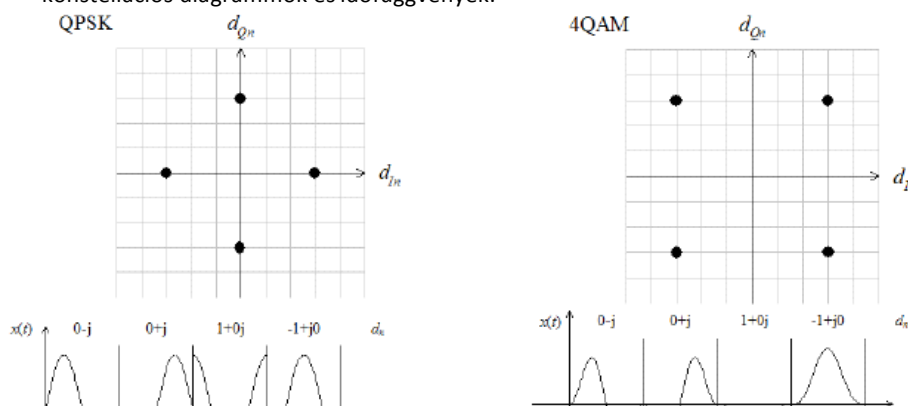
- Amplitúdó billentyűzés, bináris fázisbillentyűzés (ASK, amplitude shift keying, BPSK binary phase shift keying)
- -1, 1 a fázisok eltolása
- BPSK: gyakorlati megvalósítás úgy működik, hogy van egy alap modulálatlan szinuszt, amihez mindig hasonlítom
- $b=1$, d_Q mindig nulla, d_I egy vagy mínusz egy, az elemi jel, vagy inverze modulálja a koszinuszt

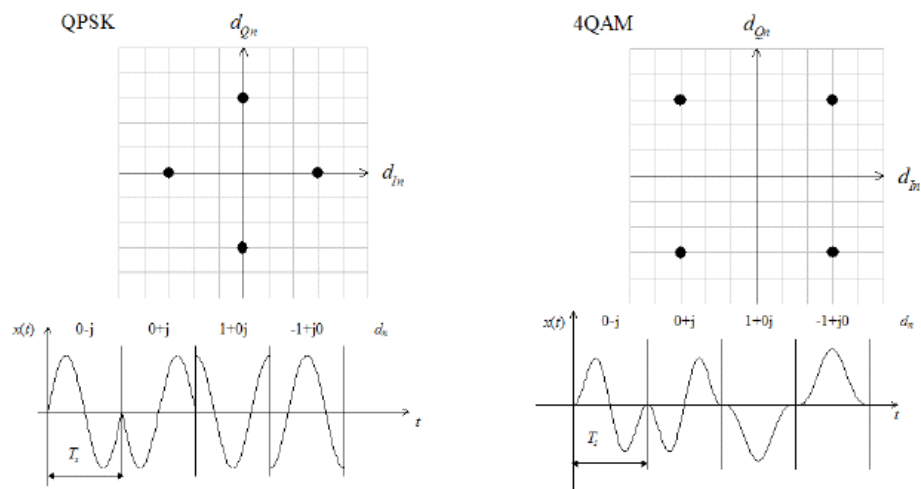
Példa:

- bits: 300kbps
- vivő: 900 Mhz
- 1 bitidő alatt 3000 periódus megy le
- hány méter hosszú egy bit?
 - a terjedési sebesség = $3 \cdot 10^8$ m/sec
 - bitsebesség = $3 \cdot 10^5$
 - 1 bit = 1000 méter
- időfüggvény, konstellációs diagramm

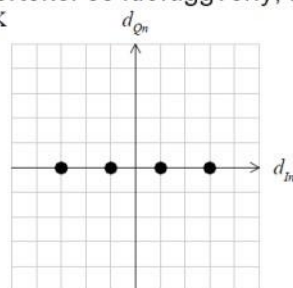


- QPSK (Quadrature Phase shift keying négy irány két bit), 4-QAM (4 Quadrature Amplitude modulation), vizsgán: d_I és d_Q értékei
- konstellációs diagrammok és időfüggvények:

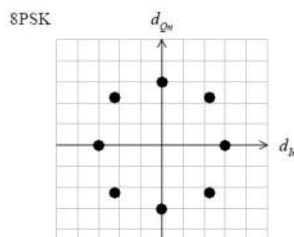




- 4 ASK, vizsgán: d értékei és időfüggvény, ha a konstellációs diagramm:

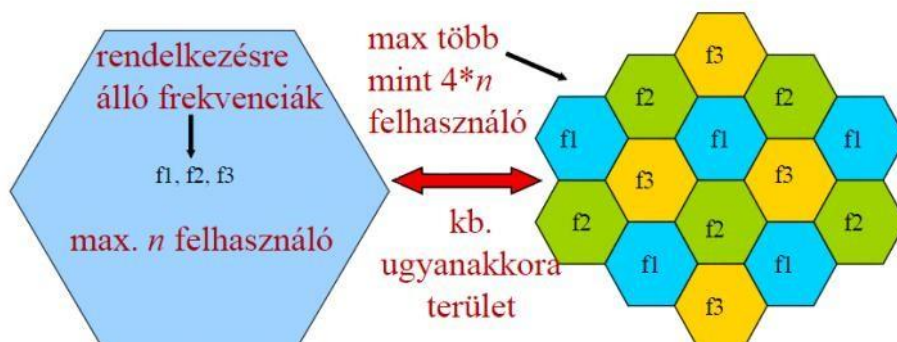


- hasonlóan: 16, 32, 64 QAM
- használt még: 8PSK



4. A frekvencia újrafelhasználás elve, haszna, bemutatása egy példán.

- A teljes rendelkezésre álló frekvenciasávokból csak néhányat használnak fel egy cellában
- Ugyan azokat a frekvenciákat ismét használják egy lehető legtávolabbi cellában
- Sokkal több felhasználó szolgálható ki, képlettel kiszámolva



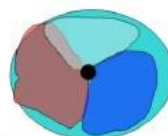
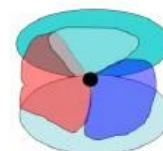
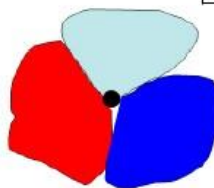
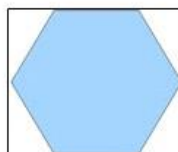
$$K = i^2 + j^2 + i \cdot j$$

reuse-faktor, frekvencia-újrahaznosítási tényező. Ahol i , és j természetes szám.

Tipikus $K=3$, $K=7$

5. Rádióhálózat típusok (cellatípusok): méret, használat, alak, stb. szerinti csoportosítás.

- **makrocella:**
 - nagy terület lefedésére (1-35km)
 - ritkán lakott területek, gyorsan mozgó felhasználók
 - külvárosok, kisvárosok, falvak és nem lakott területek lefedése
 - kétszintű hálózatok esetén a felső szint biztosítása
 - nagy adóteljesítmények (1-20W), nagy G
- **mikrocella:**
 - kis területet lefedése (0.2-1 km)
 - sok felhasználó, lassabb mobilok (városok, külvárosok városközpontja)
 - a bázisállomás antennája épületek tetőszintje alatt
 - kis teljesítmény (0.01-5 W), nagy kapacitás
- **pikocella:**
 - főként beltéri lefedésre, ill nagyon nagy forgalmú területek lefedésére (nagy kapacitás)
 - kis teljesítmény (<100 mW), antennák beltérben
- **femto cella**
 - ~10 m
- **hatszögletű cella:**
 - gyakorlatban nincs ilyen
 - hatszögekkel lefedhető a sík
 - jól közelíti az omni cellákat
 - közelítő számításokhoz
 - elméleti modellekhez
 - jól szektorizálható, három szektor
 - K faktor meghatározásához (frekvencia-újrafelhasználás)
 - városokban
- **omni cella:**
 - körsugárzó antenna
 - elvileg kör alakú (a Hortobágyon lehet)
 - gyakorlatban a terep miatt szabálytalan
 - főleg rural területen
- **szektorantennák:**
 - egy bázisállomással több cella kialakítására
 - létező cellák feldarabolására
 - gyakorlatban a terep miatt szabálytalan
 - 60, 90, 120 fok
 - antennaként külön-külön kezelve
 - különböző méretű szektorok
- **hierarchikus cellák:**
 - nagy forgalmú területek több cellával lefedése
 - a cellák természetesen más frekvenciákat használnak
- **hierarchikus cellák, esernyő cella:**
 - egy bázisállomás több cellát is „működtet”
- **hierarchikus cellák, esernyő cella:**
 - egy nagy cella több kisebbet is lefed
 - különösen mikro-, pikocellás környezetben
 - a gyorsan mozgó felhasználók kiszolgálására
 - a gyakori handoverből eredő problémák kiküszöbölésére



6. Mobilitás menedzsment alapok: handover, location update, paging fogalma, szerepe. Location area fogalma.

Handover:

- a felhasználók rádiós interfészen keresztül csatlakoznak a (globális) hálózathoz, egy hálózati csatlakozási ponton keresztül (bázisállomás, hozzáférési pont) (**rajzot!**)
- mozgás során eltávolodhatnak, másikkhoz csatlakozhatnak (ha kommunikáció közben történik: **handover**) (**rajzot!**): ez történhet akár különböző szolgáltatók, vagy hálózatok között is!
- ennek úgy kell megtörténnie, hogy a felhasználó ne vegye észre
 - hívások, adatcsomagok átirányítása az új hely felé, manapság szolgáltatási min-őségről (QoS) beszélnek, ezt kell biztosítani
 - rádiós erőforrásnak kell rendelkezésre állnia az új csatlakozási pontnál is
- a felhasználót meg kell találni a hálózatban, ha felé irányuló kommunikáció van

Location area & Location update:

Végberendezés helyének nyilvántartása:

- Cella szinten – túl gyakori adatbázis frissítés, nagy hálózati forgalom
- Országos szinten – túl nagy területen kéne keresni pl. beérkező híváskor, szintén nagy hálózati forgalom
- Kompromisszum - néhány (tipikusan 20-30) cella együttese
- köztük való cellaváltáskor nincs helyzetfrissítés (Location update)
- Location Area váltáskor helyzetfrissítés

Paging:

- bejövő híváskor/SMS-kor broadcast keresési üzenet (paging) a Location Area-ban

7. A terjedési modellek kétféle csoportosítása (empirikus, stb. illetve cella típusonként), minden csoporthoz példa.

empirikus modellek: nagy számú mérés alapján vázolt egyenletek, görbék alapján; gyors, könnyen számolható, nem túl pontos

- **determinisztikus** modellek: az EM hullámok terjedését, diffrakcióját, stb. számoló modellek; szükség van a környezet pontos ismeretére; nagyon nagy számítási kapacitást igényelnek

- **szemi-determinisztikus modellek**: determinisztikus modellek módosításával, egyszerűsítésével, mérésekhez „hangolásával” készülnek

makrocella:

- kétutas terjedési modell (determinisztikus), kettős meredekségű modell
Direkt, és reflektált hullám, frekvenciafüggés
- **Okumura-Hata** modell (empirikus)
A csatorna csillapítását decibelben becsli. függ főleg a BS effektív magasságától
- módosított Okumura-Hata

mikrocella

- kettős meredekségű modell (empirikus)
a csillapítás értéke (decibelben) a távolság logaritmusával adott meredekség szerint nő (kb. a távolság mínusz második hatványa szerint)
- **Walfish-Ikegami** modell (empirikus)
- városi területeken használt (utcák lefedettségére)
- házak magassága, utca szélessége
- tetők feletti terjedés és diffrakció
- "LOS"

Beltér

- Épületek alaprajza, építőanyaga, falak anyaga, vastagsága
- Bútorzat, emberek,
- geometriai diffrakciós modellek, **empirikus** adatok alapján

8. A O-H és a W-I terjedési modell jellemzése: hol és milyen feltételek mellett használhatók, mit vesznek figyelembe a csillapítás számításához.

Okumura-Hata modell (COST 231)

- a csatorna csillapítását becsli
- a csillapítás decibelben megadva

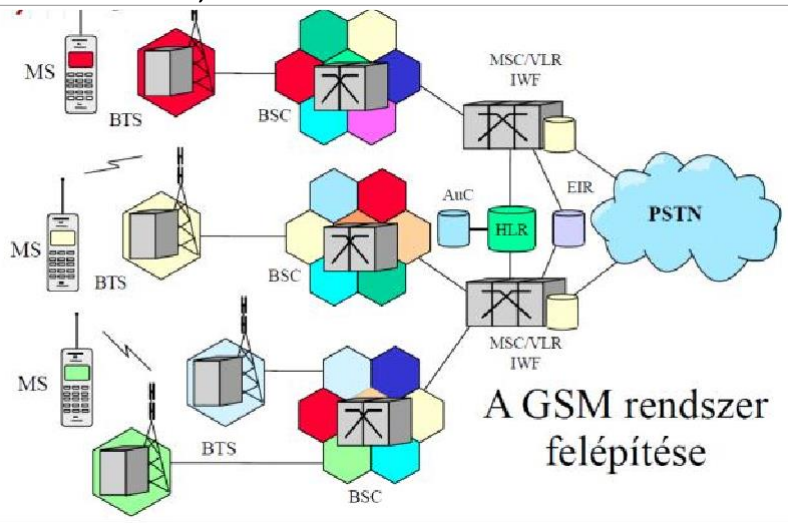
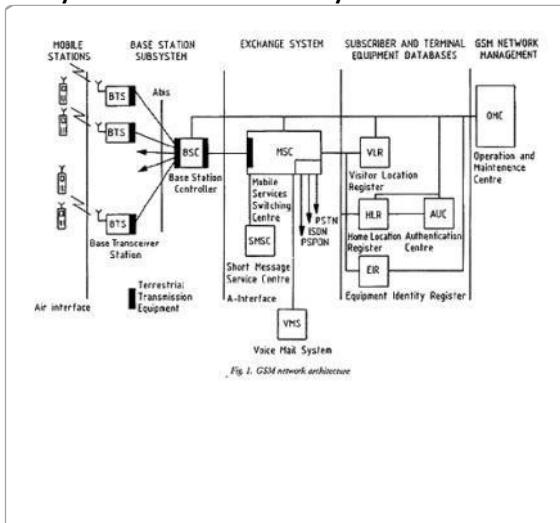
- f: vivőfrekvencia, hm: mobil antenna magassága, hBTS: BS antenna effektív magassága (átlagos környező tengerszint feletti magassághoz képest)
- a mobil antenna magasság korrekció: $a(hm)$
- kisvárosi környezetben, nagyvárosokban
- Alapvetően nagy kiterjedésű, sík városi környezetre.
- módosítás dombos, városon kívüli, erdős, stb. területekre
- LDiff: diffrakciós csillapítás, a terjedési útban lévő tárgyak miatt, számolható
- Lmorpho: morfológiai osztályok szerinti módosítás

Walfish-Ikegami modell (COST 231)

- mikrocellák, városi környezet
- két összefüggés: látható mobil (Line of Sight, LOS) és nem látható (NLOS)
- Lrsd: az utca körüli épületek tetejének szórása
- Lmsd: a távolabbi tetőkön való szórás
- ezek számítása: átlagos utca szélesség, átlagos épület magasság, utcák irányszöge az antennához képest, stb

GSM

9. Milyen alrendszerekből és milyen funkcionális elemekből áll a GSM hálózat, mik ezek feladatai?



GSM: a "2G"

- A bázisállomás alrendszer tartalmazza a cellás hálózat kialakításához szükséges adó-vevő és vezérlő berendezéseket.
- Három fő funkcionális elemet foglal magában:
 - a Bázis Adóvevő Állomást (BTS),
 - a Bázisállomás Vezérlőt (BSC) és
 - a transcodert (TC-k).
- A bázisállomások a rádió interfészen keresztül közvetlen kapcsolatban vannak a mobil állomásokkal.
- Főbb feladataik:
 - elvégzik a csatorna kódolást és dekódolást,
 - megvalósítják az ún. interleaving és de-interleaving funkciókat,
 - a titkosítást és a titkosított jel visszaalakítását,
 - a beszéd- és adatsebesség adaptálását,
 - a modulációt, a teljesítmény erősítést és
 - az RF jelek egyesítését,
 - fenntartják a szinkronizációt a BTS és az MS között,
 - valamint vezérlik a logikai csatornák időzítését és
 - továbbítják a BSC felé az MS és a BTS méréseit.
- A BSC feladatai,
 - hogy konfigurálja és vezérelje a rádiós interfészt és
 - hogy a transcodereken keresztül kapcsolatot tartson a hálózat és kapcsoló alrendszer központjaival.
- Távvezérli a hozzá tartozó bázisállomásokat és ezáltal vezérli
 - a forgalmi és jelzésátviteli csatornák lefoglalását,
 - a forgalmi csatornák minőségét és térerősségét,
 - a BTS-ek és MS-ek teljesítményszintjét,
 - az előfizetők megtalálását (paging) és
 - a frekvencia ugratást.
- Emellett részt vesz a BSC és MSC közti földi átviteli vonal vezérlésében.
- A transzkóder funkcionálisan a bázisállomás része.
- GSM-specifikus kódolást és dekódolást és adatátvitel esetén sebesség adaptálást végez.

- A Hálózat és Kapcsoló Alrendszer fő feladata, hogy irányítsa a GSM felhasználók és az egyéb távközlési hálózati rendszerek felhasználói közötti kommunikációt.
- Két funkcionális része van:
 - a kapcsoló rendszer valamint
 - az előfizetői és végberendezés adatbázisok.
- A kapcsoló rendszer
 - a Mobil Szolgálati Kapcsolóközpontból (MSC),
 - esetleg egyéb szolgálati központokból, mint pl. a Rövid Üzenet Szolgálati Központ (SMSC) áll.
- Az előfizetői és végberendezés adatbázisok tartalmazzák
 - a **Látogató Előfizetői Helyregisztert (VLR)**,
 - a **Honos Előfizetői Helyregisztert (HLR)**,
 - az **Előfizetői Azonosító Központot (AUC)** és
 - a **Berendezés Azonosító Regisztert (EIR)**.
- A Mobil Szolgálati Kapcsolóközpont alapvető kapcsolási és irányítási funkciókat hajt végre az NSS-en belül.
- Legfontosabb feladata, hogy a szolgáltatási területén található mobil állomások mobil kezdeményezésű, illetve mobil végződésű hívásainak felépülését koordinálja.
- Az MSC és egy közönséges telefonközpont között az a különbség, hogy az MSC olyan többletfunkciókkal rendelkezik, melyek segítségével követni képes a rádió erőforrások lefoglalását és kezelni tudják az előfizetők mobilitását.

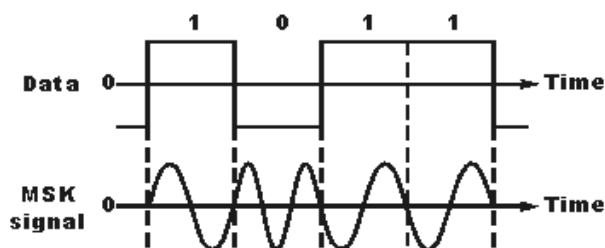
10. Milyen adatbázisok találhatóak a GSM hálózatban és miket tárolnak ezek?

VLR - HLR - AUC - EIR

- A GSM specifikáció definiál egy mobil állomások azonosítására szolgáló hálózati elemet, a Készülék Azonosító Regisztert (**EIR**).
- Ez egy adatbázis, amely a mobil készülékek főbb adatait tárolja.
- Az EIR-ben az MS-ekre a Nemzetközi Mobil Készülék Azonosítóval (**IMEI**) hivatkoznak.
- Az EIR három különböző listán tárolja az IMEI-eket.
 - A fehér lista a típus engedélyezett berendezések IMEI számait tartalmazza,
 - a szürke listán a megfigyelés alatt álló készülékek vannak és végül
 - a fekete lista azon mobil állomások IMEI számait tartalmazza, amelyeket le kell tiltani, vagy azért, mert ellopták őket vagy súlyos működési zavarok miatt.
- Az előfizetők azonosítására szolgáló biztonsági adatokat az Előfizetői Azonosító Központ (**AUC**) kezeli.
- A Honos Előfizetői Helyregiszter egy olyan adatbázis, amely az előfizető helyére és a számára nyújtható távközlési szolgáltatásokra vonatkozó információt tartalmaz.
- A **HLR** azonosítja, hogy a felhasználó megkaphatja-e az adott táv- vagy hordozó szolgáltatást. A Honos Előfizetői Helyregiszter egy olyan adatbázis, amely az előfizető helyére és a számára nyújtható távközlési szolgáltatásokra vonatkozó információt tartalmaz.
- A **VLR**-ek egy vagy több MSC-hez kapcsolódnak. Mindegyikük több cellát vezérel, feladatuk, az MSC(-k) szolgáltatási területén tartózkodó előfizetők adatainak átmeneti tárolása, valamint az előfizető helyének a HLR-nél pontosabb ismerete.
- A GSM cellák egy-egy csoportja forgalmi területet képez. Valahányszor a mobil állomás átlépi két forgalmi terület határát vagy más helyen kapcsolják be, mint ahol utoljára sikeresen regisztrálásra került, a VLR megkísérel végrehajtani a helyregisztrációs eljárást (location updating).

11. Ismertesse a GSM rádiós jellemzőit (csatornamegosztás, duplexitás, moduláció, frekvenciasávok, időrések, keretek)!

- közeghozzáférés: TDMA/FDMA/FDD (Time, Frequency division multiple access, frequency Domain Decompression)
- GMSK (gaussian minimum shift keying)



- $f_0, f_1 = \omega_0$
- elemi jelek Gauss görbe

- kb 270 kbpsa fizikai seb.
 - frekvenciaosztás: 200 kHz -es sávok
 - 8 időrés/keret
 - időosztás: egy-egy vivőn nyolc időrés
 - duplexitás: uplink és downlink kommunikációs irány frekvenciában elválasztva
 - Sávok: ~900 Mhz és ~1800 Mhz körül.
- Egy cella: n vivő (n*200kHz csatorna, n*8 időrés)
 - egy vivőn legalább 1 időrés
 - (az első mindig kontroll infó)
 - van többféle kontroll csatorna
 - az 51 időrésből melyik időrés milyen kontroll csatornát visz

- -> kontroll logikai csatorna konfiguráció

Gyakorlat: 1 szolgáltatónak 49 frekvenciasávja van. A frekvencia újrahasznosító faktor legyen 7. Hány beszélgetés lehet szimultán?

- $7 \cdot 8 = 42$: mert egy cellában 8 időres van.

12. Ismertesse a GSM logikai csatornáit és ezek leképezését fizikai csatornákra!

Mindenkinek szóló vezérlő: broadcast control channels

- **FCCH**, Frequency Correction Channel, frekvenciakorrekciós csatorna: a mobil vevőjét a vivőfrekvenciához hangolja, és 11
- **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

közös vezérlőcsatornák

- **RACH**, Random Access Channel, véletlen hozzáférő csatorna, uplink, réselt ALOHA, közös

- **PCH**, Paging Channel, hívócsatorna, MS felé irányuló híváskor, közös, downlink, mindenki ezt hallgatja.

- **AGCH**, Access Grant Channel, hozzáférést biztosító csatorna: SDCCH kijelölése jelzéshez (RACH után), közös, downlink

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

Logikai és fizikai csatornák megfeleltetése:

- logikai csatorna <-> 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 időrese forgalmat szállít, 26 keretes multikeret formátumban (itt is minden 12 sorszámú keret SACCH)

13. Hogyan történik a bejelentkezés és a hívásfelépítés a GSM-ben?

• A bejelentkezés folyamata (készletléti állapotbajutás):

- MS bekapcsolása (Hálózat keresése: saját, tárolt, engedélyezett)
- Csatornák megmérése és jelszint szerinti rendezése
- Megtalálja a három broadcastot.
- **BCCH**-e?
- Ha igen, **FCCH**-t keres, beállítja a vevőt, **SCH**-t keres, beállítja időalapját, időzítését, megvizsgálja, hogy mik a hálózat jellemzői, saját-e (ha nem, akkor a következő legnagyobb szintű BCCH-val folytatja le a fenti folyamatot) (Megjegyzés: LA lehet egy BSC celláiból, de más is lehet, ezen belül hívják pl.)

A következő vizsgálat a helyzetre vonatkozik, azonos-e a legutóbbival, ha igen, kezdeményezhet és fogadhat (készletléti állapotba kerül).

- Ha nem, akkor az MS forgalmaz a **RACH**-en
- BS **SDCCH**-t jelöl ki
- MS átmegy az **SDCCH**-ra hitelesítésre és helyzetfrissítésre
- BS utasítja MS-t a **SACCH**-n át a teljesítmény és időzítés beállítására, MS jelenti a BCCH-ek jelszintjét és jelminőségét és készletléti állapotba megy át.

A hívásfelépítés folyamata:

- Mobil kezdeményez: **RACH**-en át
- Mobil felé: irányuló hívás esetén a **LA**-n belüli BS-ek hívják az MS-t a **BCCH**-n levő **PCH**-en, amire az MS válaszol a **RACH**-en
- Mindkét esetben a BS kijelöl egy **SDCCH**-t, vagy **TCH**-t
- SDCCH esetén közbeiktatás: hitelesítés, hívásfelépítés és **TCH** kijelölés, a BS utasítja **SACCH**-en az MS-t a teljesítmény és időzítés beállítására, MS jelenti a **BCCH**-ek szintjét és minőségét
- Forgalmazás **TCH**-n át
- MS az **SACCH**-en jelenti a BCCH-ek szintjét és minőségét, BS utasítja MS-t a teljesítmény és időzítés beállítására
- A hívást az MS vagy a BS végezteti (bontja a kapcsolatot)

14. Mi a timing advance és miért kell vele foglalkozni?

- 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.
- $d_{\text{max}} = 35 \text{ km}$ mellett $TA_{\text{max}} = 233 \text{ ms}$
- A bitidő (3,69ms) 0...63-szorosa (6 bit), elvi pontossága $\pm 0,5$ bitidő.

Az időzítés problémája:

- Mindenki a DL kerethez szinkronizál RCHbál.
- Ha már csak két mobil is van, egyik 0 méter, másik távobalbb, simán adhatnak egyszerre (pl 30 kilométer)
- Adássiئتetés: a mobilnak ennyivel hamarabb kell adni, mint gondolná: $T = 2d/c$, mindenkinek megadja ezt a rendszer.

HSCSD, GPRS, EDGE

15. Jellemezze a GSM hálózaton megvalósítható HSCSD szolgáltatást!

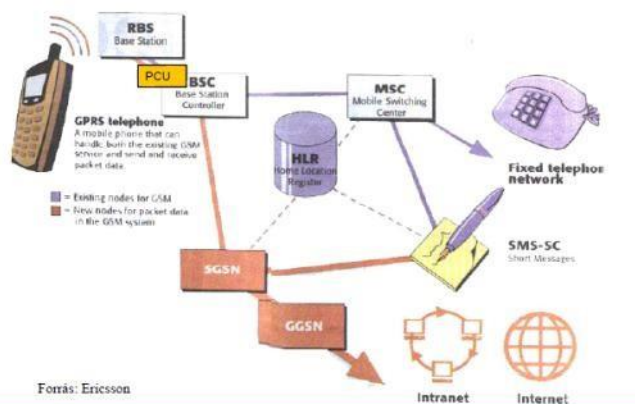
- A rendszer négy 14,4 kbit/s-os átviteli időrés összekapcsolásával 57,6 kbit/s mobil sávszélességet biztosít.
- Előnye, hogy hardver elemek cserélése nélkül illeszthető a GSM hálózatba.
- Hátránya, hogy továbbra is vonalkapcsolt az összeköttetés.
- A GSM vonalkapcsolt adat csatornánként és időrésenként egy felhasználót tud kiszolgálni. A HSCSD egy felhasználó számára több (1-4) csatornához való egyidejű hozzáférést biztosít. Ezáltal kompromisszum köthető a nagyobb sebesség és az ehhez szükséges többszörös párhuzamos hívás magas költsége között.
- Szabványos 14.4 kbps-t feltételezve, 4 időrés használva a HSCSD 57.6 kbps-t tesz elvileg lehetővé. Ez gyakorlatilag megegyezik egy ISDN B- csatornával.
- HSCSD alkalmazása esetén a GPRS csak harmadszintű prioritást élvez (első a beszéd). Elméletileg a HSCSD lehet preempted a beszédhívások által, azaz a HSCSD hívásokat kevesebb csatornára redukálják, ha a beszéd számára nincs elegendő kapacitás.
- A hozzárendelt csomagok elvileg robosztusabbá teszik a kommunikációt, mivel több úton is haladhatnak. Ugyanakkor ez által a csomagok eltérő késleltetést szenvednek, sőt el is veszhetnek. Amíg a csomag újraküldés nem szerepel a GSM szabványban, ez a folyamat jelentős időt vehet igénybe, ami pl. video alkalmazásnál gyenge minőséget eredményez.
- Míg a GPRS előnyös a csomagkapcsolt hálózatokkal, pl. Internettel való kommunikálásra, addig, a HSCSD a legjobb megoldás lehet a vonalkapcsolt hálózatokhoz való kapcsolódásra, pl. PSTN és ISDN
 - Fiatal, nagy tartalék kapacitással induló szolgáltatók
 - Könnyebb implementáció!

16. Jellemezze a GSM maghálózat továbbfejlesztési irányait, milyen új elemek jelentek meg a Release 4 architektúrában, mi a szerepük?

Újdonságok:

- Media gateway ami IP/Eth/ATM gerinchálózattal/backbone-nal interfészeket biztosít
- Drága kábelek lefektetése helyett igénybe vették a meglévő IP hálókat
- Control és User pane el lett választva
- Routing okosítása: közeli hívásnál nem megy át minden központot szerte az országban

17. Milyen új elemek szükségesek a GSM hálózatban a GPRS szolgáltatás működtetéséhez? Hol találhatók ezek és mi a funkciójuk?



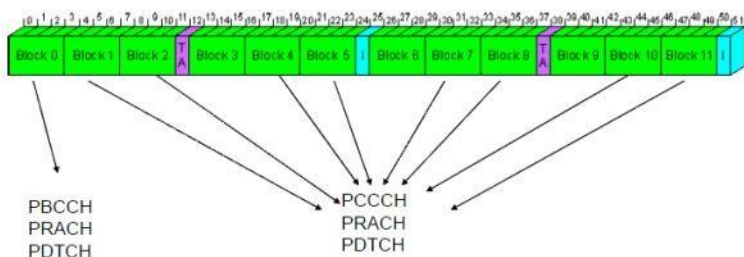
- új elemek a gyökerhálózatban: SGSN, GGSN (Serving GPRS Support Node, Gateway -||-)
- új elem a BSS -ben: PCU
- PCU (Packet Control Unit: a BSC-be):
 - interfész a GPRS gyökerhálózat és a GSM BSS között
 - PCU keretké formálja az adatot (megegyezik a formátuma a GSM BSS -ből kifelé jövő TRAUFórmátummal)
 - rádiós erőforrás menedzsmen a csomagkapcsolt szolgáltatásokhoz (időrések kiosztása, bejelentkezés kezelése)
- SGSN:
 - csomag továbbítás: más GSN -ek és PCU -k között
 - a csomagkapcsolt kommunikáció „központja”
 - mobilitás menedzselés: a mobilok helyzetének követése -> routing area (a GPRS helyzet alapegysége, kisebb mint a GSM location area), „ready” állapotú mobiloknál: BTS -szintű helyzetinformáció (forgalmazás után meghatározott ideig)
 - számlázás: a rádiós interfész és a hálózati erőforrások használatáért (adat alapú)
 - titkosítás, adat tömörítés (opcionális): a GSM -mel ellentétben a gyökerhálózatban
 - cellaváltás: aktív állapotú mobiloknál általános, függetlenül attól, hogy van e aktuálisan adatforgalom
- GGSN:
 - számlázás: a kifelé irányuló forgalommal kapcsolatos számlázás
 - átjáró a külső adathálózatok (IP, X.25) felé
 - csomagformátum konverzió, címkonverzió a GPRS és a külső hálózat között

18. Milyen újdonságok vannak a GSM-hez képest a GPRS rádiós interfészen?

- a lehető legkevesebb változtatás a GSM-hez képest
- moduláció: GMSK (marad a GSM-é)
- csatornák: a GSM frekvenciasávok és időrés-szerkezet (nyolc időréses keretek) használata
- átvitel alapegysége: rádiós blokk (456 bit) -> 4 borszt
- új:
 - 52 keretes multikeret
 - időrésök összevonása egy felhasználó számára
 - időrésök dinamikus szétosztása a felhasználók között (scheduling)
 - asszimetrikus DL/UL forgalom
 - változatos csatornakódolási lehetőségek
 - késleltetési és adatvesztési osztályok
- új logikai csatornák: ezek is a GSM időrés-szerkezethez vannak rendelve
- PDCH: Packet Data Channel: a GPRS számára szolgáló csatorna általános neve, lehet vezérlő vagy forgalmi csatorna
 - GSM TCH -t kiszolgáló időrésök és GPRS PDCH -t kiszolgáló időrésök együtt
 - dinamikusan változhat a TCH és PDCH időrésök száma
 - fix TCH időrésök, prioritás a GPRS előtt
- logikai csatornák: PDTCH : forgalmi csatorna, hasznos adatot szállító időrésök
- PBCCCH : mindenkinek szóló vezérlő információk
- közös vezérlőcsatornák (PCCCH):
 - PRACH (Packet Rach) szerepe mint GSM -ben
 - PAGCH
 - PPCH
 - PNCH (Packet Notification Channel): a GPRS mobil PTP és PTM módban kommunikálhat, ez a csatorna PTM csomag érkezését jelzi
 - ha egy cellában nincsenek lefoglalt PCCCH csatornák, a GSM azonos csatornáit is használhatók

a GPRS jelzésátvitelre

- dedikált vezérlőcsatorna: PACCH
- timing advance vezérlő csatorna:PTCCH
- a GPRS forgalmi és vezérlő csatornák 52 keretes multikeret struktúra szerint ismétlődnek



- csatorna kiosztás:
- downlink: a mobilhoz egy vagy több PDTCH időrés van rendelve
- mivel több mobil is osztozhat közös időrésen: TBF (Temporary Block Flow) azonosítja az egy mobilnak szóló üzenetet
- a mobil minden, hozzá társított időrészt hallgat
- a számára kijelölt TBF csomagjait olvassa

19. Hogyan történik a csatornakiosztás a GPRS –ben (uplink és downlink), milyen csatornakiosztási módok vannak?

csatorna kiosztás:

- downlink: a mobilhoz egy vagy több PDTCH időrés van rendelve
- mivel több mobil is osztozhat közös időrésen: TBF (Temporary Block Flow) azonosítja az egy mobilnak szóló üzenetet
- a mobil minden, hozzá társított időrészt hallgat
- a számára kijelölt TBF csomagjait olvassa

csatorna kiosztás, uplink:

- fix csatornakiosztás: a hálózat megmondja a mobilnak, hogy hány rádiós blokkot melyik keretek melyik időrésében kell adnia
- dinamikus csatornakiosztás: USF (Uplink State Flag) használata
 - downlink csatornán a K. blokkban USF (3) bit jelzi, hogy a következő (K+1) UL blokk az adott felhasználóé, USF=111 azt jelzi, hogy a következő blokk PRACH
 - USF granularity: a következő 4 blokk az adott mobilé
 - USF: 4 egymást követő keret adott időrésére vonatkozik (blokk), több időrészt használó mobil minden időrésben kell hogy kapjon USF -et!
 - a DL minden PTCH -jét kell hallgatnia (időrésök), ahol saját USF -jét veszi, ott ad az UL -ben
- kibővített dinamikus csatornakiosztás:
 - több időrészt használó mobiloknál, ne kelljen minden DL csatornát hallgatni
 - a mobilhoz időrészeket rendel a rendszer (ezeket hallgatja, ezeken adhat)
 - a mobil az USF -jét veszi a K. blokk i. időrésén: a K+1. UL blokk j>=i időrésében adhat

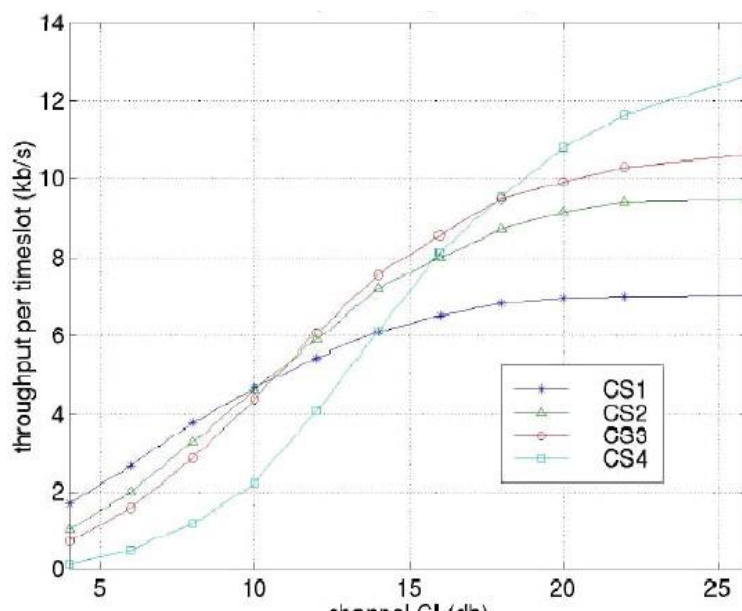
20. Milyen csatornakódolási és szolgáltatás minőségi osztályok vannak a GPRS-ben?

- A csomagvesztés 3 osztály: mekkora ezek aránya
 - elveszett csomag
 - duplikált csomag
 - rossz sorrend
 - hibás csomag
- késleltetés: 4 osztály
 - 128 bájt csomagra
 - átlagos késleltetés:
 - legjobb osztály: 0.5s
 - 95%
 - 1024-es csomagra
 - átlagos késleltetés:
 - legjobb osztály: 2s
 - 95%

Class	Probability for			
	Lost packet	Duplicated packet	Out of sequence packet	Corrupted packet
1	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}
2	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-6}
3	10^{-2}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-2}

■ Table 1. Reliability classes.

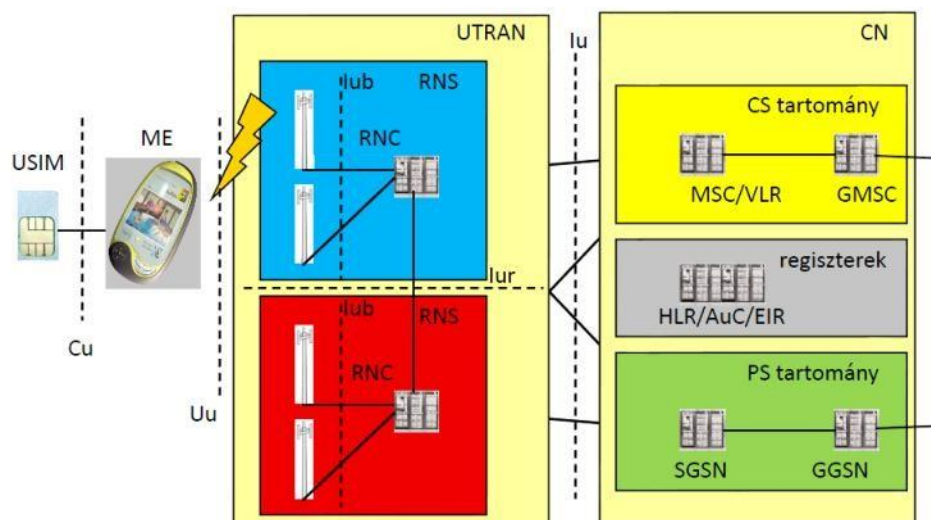
Class	128 byte packet		1024 byte packet	
	Mean delay	95% delay	Mean delay	95% delay
1	<0.5s	<1.5s	<2s	<7s
2	<5s	<25s	<15s	<75s
3	<50s	<250s	<75s	<375s
4	Best effort	Best effort	Best effort	Best effort



21. Jellemezze az EDGE rendszert!

- Enhanced Data rate for GSM Evolution
 - 8 PSK modulációt
 - a pöttyös micsoda a konstallációs diagramm
 - 3 bit/szimbólum értékű
 - ha jó a csatorna
 - ha nem jó a csatorna, akkor marad a GMSK ()
 - elvileg 3*-os sebességnövekedés
- A HSCSD és a GPRS is a GMSK modulációt használja, ami időreseként csak kis átviteli sebességet biztosít. Az EDGE-ben használt 8PSK automatikusan alkalmazkodik a rádió környezethez, a bázisállomáshoz közelebb, jó terjedési viszonyok mellett nagyobb sebesség érhető el. Ez a moduláció váltás a csomagkapcsolás mellett az egyik legfontosabb változás, ami előkészíti az UMTS bevezetését. (8 időrés : 480 kbps)
 - Az EDGE implementálása egyszerűnek tűnik mivel a meglévő GSM spektrum, cellák, és vivők, valamint cellatervezési eljárások alkalmazhatók. Csupán az EDGE adóvevőket kell a cellákba telepíteni.
 - A legtöbb gyártó esetén a BSC-k és BTS-k szoftver frissítése távolról elvégezhető. Az új EDGE adóvevők a szabványos GSM forgalmat is tudják kezelni és automatikusan váltanak át az EDGE-re ha szükséges.
 - A jelenlegi GSM terminálok természetesen nem támogatják az EDGE-t, ezért új készülékekre lesz szükség.
 - Újdonság még a GPRS-hez képest: 9 féle modulációs és kódolási séma. Később már a 32-QAM is megjelent

22. Az UMTS hálózatok felépítése, az egyes eszközök feladatai. "3G"



CDMA (code division multiple access) kódsztásos többszörös hozzáférés. Szórt spektrum.

- UE: User Equipment (MS: Mobile Station)
 - Radion Interfacen keresztül csatlakoznak a
- UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network
 - NodeB[?]-khez. Ők csatlakoznak az
 - RNC-khez (Radion Network Control). Ezután nem dobtuk ki a GSM hálózatot: ez csatlakozik az
- Iu: ez a neve az interfésznek.
- Core network:
 - MSC, GMSC
 - SGSN, GGSN
 - meg amúgy adatbázisok.
- Egykét fontos inrerfész:
- Teljes UTRAN-t kell venni: Sok NodeB[?], valamennyi RNC
- MSC: újabb verzió: MediaGW[?], MSC Server: ketté lett bontva.
 - RNS: Radion Network Subsystem
 - RNC+NodeB
- NodeB[?] feladata: Nem okos.
 - Bitfolyamot átalakítjuk szórt spektrumú rádiós jellé.
 - Titkosítás
 - gyors teljesítményszabályozás
 - interleaving, csatornakódolás
 - szinkronizáció fenntartása
- RNC (Radio Network Control) feladata**
 - Rádiós erőforrás Managment
 - kódok kiosztása
 - kezdeti teljesítmény allokáció
 - időrések, keretek
 - logikai/transzport/fizikai
 - kell véletlen
 - kell broadcast
 - kell paging
 - etc... mint GSM-ben
 - csatornák konfigurációja
 - handover
 - macro diversity: többszörös adás/vétel
 - két soft-handover során 2 vagy több bázisállomáson keresztül érkező adat egyesítése/feldolgozása
 - IU interface
 - csomagkapcsolt rész
 - áramkörkapcsolt rész
 - HINT a gerinchálózatok ugyanazok a mobilostémában
 - ATM hálózat van ma. R'99

UTRAN

- feladata: rádiós hozzáférés biztosítása a CN és az UE között
- új berendezések:
 - **Node B** – megfelel a GSM BTS-nek, de újakellenek
 - más moduláció, más közeghozzáférés, más frekvenciasávok és sűrűbben kell elhelyezni
 - feladatai: OSI fizikai réteg a rádiósinterfészen
 - Uu fizikai biztosítása, lub kommunikáció
 - moduláció, spektrumszórás, szinkronizáció
 - csatornakódolás, interleaving
 - bitfolyam titkosítása
 - FDD és/vagy TDD módú működés
 - gyors teljesítményszabályozás
 - **rádióhálózat vezérlő** (RNC, Radio Network Controller)
 - új elem, funkciója hasonló a GSM BSC-éhez
 - lu (PS és CS) interfészen csatlakozik a gyökérhálózathoz, lur interfész két RNC között, lub interfész BS és RNC között
 - egy RNC BS-ek egy csoportját vezérli
 - adatok továbbítása a bázisállomásokhoz (kapcsoló funkció)

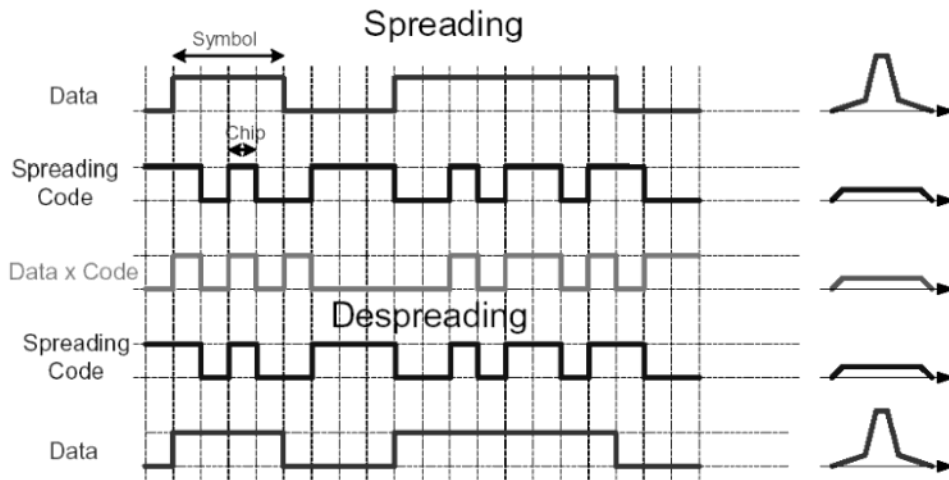
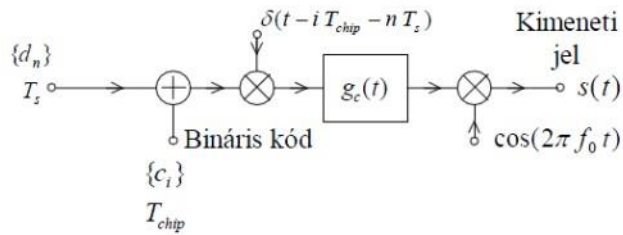
23. UMTS QoS osztályok.

- definiált QoS osztályok
- **párbeszédes osztály** (beszéd, videotelefon): késleltetés érzékeny, kevés adatvesztés tolerált
- **„áramló” (streaming) osztály** (netrádió, video on demand): késleltetés-ingadozásra érzékeny
- **interaktív osztály** (web böngészés, játék): késleltetés tolerancia, adatvesztést nem tolerál
- **háttér osztály** (email, fax, ftp): maradék erőforrásokon, nagy késleltetés, adatvesztést nem tolerál
- párbeszédes osztály: valós idejű, két irányú (késleltetés, jitter(ingadozás), adatvesztés)
 - beszéd, videotelefon
- Streaming osztály: "Kvázi ríltájm"
 - mobilTV, rádió, egyéb
 - késleltetés, lehet egyéb
 - jitter szigorú
- interaktív:
 - kérdés válasz típusú átvitel
 - böngészés
 - telnet
- background
 - késleltetésre nem érzékeny, adatvesztésre alacsony
 - e-mail, ftp, torrent

24. A direkt szekvenciális kódosztás elve, kód ortogonalitás.

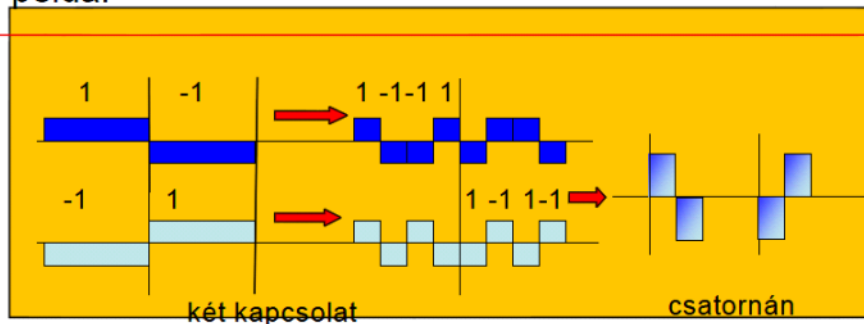
- Ez van az UMTS-ben

Az információ bitet egy sokkal gyorsabb kóddal szorozzuk meg.

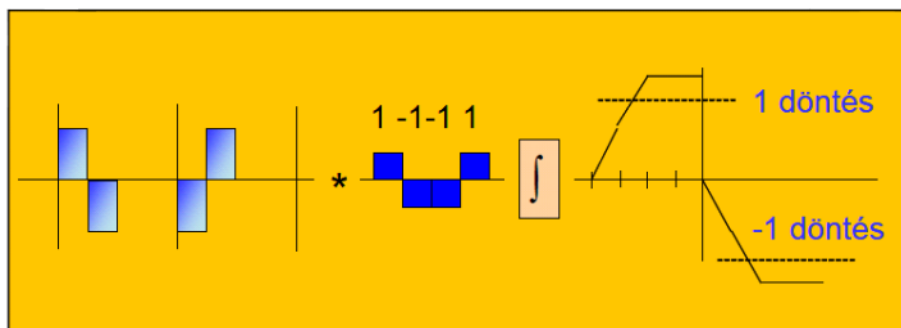


- bitek helyett kódsorozatokat visz át egy felhasználó
- ezek egy átvitelhez egyediek, sok ilyen összegéből mindegyik különválasztható a vevő oldalon

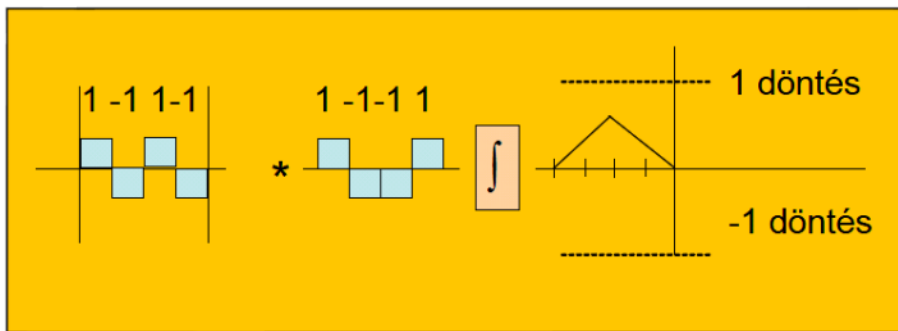
▪ példa:



- a vevő oldalon: a teljes jelet a saját kóddal korreláltatja
- chipenként szorozza a vett jelet a kóddal és integrálja
- az integrátor kimenete ha eléri egy küszöböt, döntés az átvitt bitről



- ezt azért lehet megtenni, mert a különböző kódok ortogonálisak
- két kód közti korreláció nulla
- gyakorlatban használatos más kódok: nem teljesen ortogonálisak -> gyak. interferenciát jelent

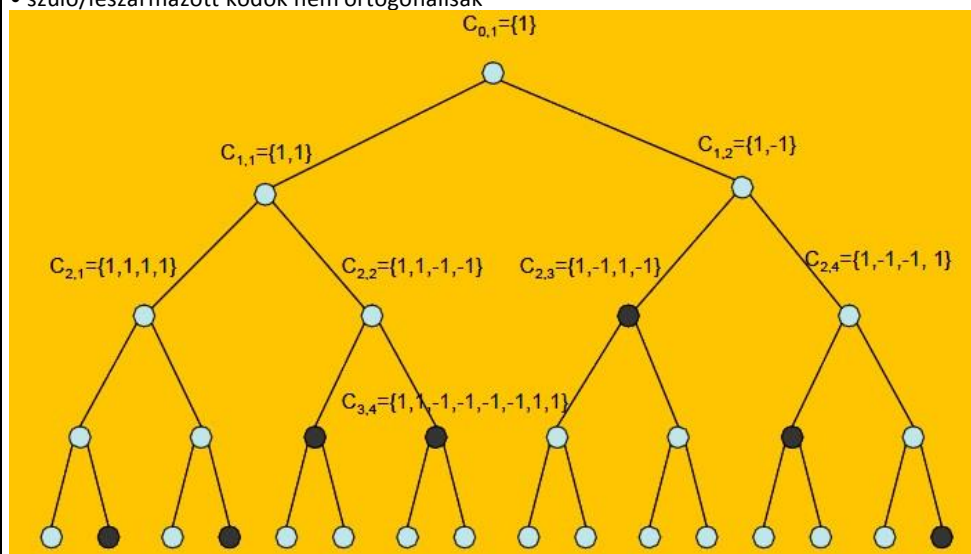


25. A Walsh-Hadamard kódok, kódfa, alkalmazás az UMTS-ben, fizikai szntű átviteli sebességek az UMTS-ben.

- kódképzés: $2n$ hosszúságú kódok vannak
- UMTS-ben maximum 512 hosszú (29) Walsh-Hadamard kód
- korábbi használat: IS95 rendszer downlink, 64 hosszú kódok
- amilyen hosszú a kód, annyi ortogonális kódszó $\rightarrow$ ennyi kapcsolat max.
- UMTS-ben: ezek az ún. csatornaképző (channelization) kódok

$$\mathbf{H}_0 = 1 ; \mathbf{H}_1 = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} ; \mathbf{H}_n = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{n-1} & -\mathbf{H}_{n-1} \\ -\mathbf{H}_{n-1} & -\mathbf{H}_{n-1} \end{bmatrix}$$

- OVSF kód másik ábrázolása: kódfa
- mód van többféle átviteli sebesség megvalósítására, kiosztás!
- az egy szinten levő kódok ortogonálisak
- szülő/leszármazott kódok nem ortogonálisak



26. Scrambling kódok az UMTSben és alkalmazásuk. UL/DL irányban a scrambling és a Walsh-Hadamard kódok használata.

Cella keresésnél először ismerni kell a cellára specifikus scrambling kódot

Összesen $2^{18}-1$ kód létezik

- Lassú a keresés
- Cella keresésre összesen 8192 kódot specifikáltak
 - Ez még mindig sok
 - A kódokat 512 egyenként 16 kódból álló halmazba rendezték
 - Ezek közül az első az elsődleges, a többi 15 másodlagos scrambling kód lett egy halmazban
 - Most már csak 512 kódot kellene megkülönböztetni
 - Még mindig lassú a keresés
- További gyorsítás miatt az 512 elsődleges kódból 16 csoportot szerveztek, melyekben egyenként 8 elsődleges kód található.
- Feladat egy kódcsoporthatározni, majd ennek ismeretében kikeresni a nyolc kód közül a cella specifikus scrambling kódot.
- Készülék bekapcsolása után a szinkronizációs csatornából nyert információból kell a cella specifikus scrambling kódot kinyerni. Ez három lépésben végezhető el:
 - Slot szinkronizáció
 - Az SCH keret minden időrésében (2560 chipből) az első 256 chip mindig a P-SCH és vele párhuzamosan a S-SCH. A P-SCH minden cellában azonos!!
 - A P-SCH ismeretében egy illesztett szűrő segítségével megtaláljuk az időrés szinkront.
 - Második lépés: Keret szinkronizáció
 - S-SCH felhasználásával megtörténik a keretszinkronizálás és a (scrambling) kódcsoporthatározása
 - Korreláltatjuk a vett jelet minden SSC szekvenciával
 - Scrambling kód meghatározás
 - Korreláció számítással kiválasztjuk a lehetséges nyolc kód közül a megfelelőt, melyet a CPICH csatornán keresztül detektálunk.
 - Ezután a scrambling kód ismeretében detektálhatóvá válik a P-CCPCH, ahol a rendszer és cella specifikus BCH információ kiolvasható.

27. A HSDPA jellemzői, eltérés az UMTS-től.

High Speed Downlink Packet Access

- cél: nagy adatsebesség, alacsonyabb késleltetés
 - nagy sebesség: fizikai csatornák (kódok) összevonása egy csatornává
 - fix, SF=16 kódok (QPSK-val 480kbps per kód) használata, ebből max 15 db lesz a HSDPA csatorna
 - 16 QAM használata jó csatorna esetén
 - új, 2ms hosszú keret (3 slot)
 - elvi max sebesség tehát: $15 \times 480 \times 2 = 14400$ kbps a fizikai réteg legalján jó csatorna esetén, valójában CQ=30 és legjobb készülék esetén RLC réteg kb. 12.8 Mbps-t lát
 - osztott csatorna ($\leftrightarrow$ UMTS dedikált csatorna): a HSDPA csatornát minden HS előfizető látja és használja, ütemezéssel megosztva az előfizetők között
 - Kódmultiplexálás lehetősége: egy keretben több előfizető is kaphat csomagot egyszerre, különböző W-H kódokkal elválasztva
 - ütemezés (erőforrás menedzsment) a NodeB feladata (UMTS-ben az RNC csinálja)
 - először a közcélú hálózatokban intelligencia a bázisállomásban
 - link adaptáció: a készülék folyamatosan méri a pilot csatornán a csatorna minőségét -> egy CQI 0...30 értéket riportol
-
- alap HSDPA esetén 12 féle készülék osztály: a készülék képességei szerint (tud-e 16 QAM-et, hány összevont kódot képes venni, hány keretenként képes venni)
 - a riportolt CQI és a készülék osztály egyértelműen meghatározza, hogy milyen transzport formátumban adjon a BS (moduláció, kódolás, összevont kódok száma $\rightarrow$ hasznos bitek száma)
 - olyan CQI-t kell riportolnia, amivel a kerethiba valószínűsége max 0.1
 - ha mégis elvesz a keret, akkor gyors Hibrid újraküldés (HARQ) a NodeB-ből ($\leftrightarrow$ UMTS újraküldés az RNC és mobil között)
 - chase combining: a hibás és az újraküldött keret összekombinálásával nagyobb eséllyel jó a vétel
 - incremental redundancy: újraküldés erősebb hibavédelemmel
 - ütemezők: pl. Round Robin (ez igazságos időben), max CQI (ez maximálja a cella összes átvitelét), Proportional Fair (ez igazságos throughputban, de „bünteti” a jó csatornájú, jó képességű készülékeket a rosszak miatt), vagy saját, gyártóspecifikus titkos ütemező
 - maradék erőforrás használat: a Release 99 forgalom által szabadon hagyott kódokat és teljesítményt használhatja, ennek mennyiségét az RNC jelzi
 - a gyakorlat: UMTS forgalom alig-alig van, a teljes erőforrás HSDPA

Új, 2ms hosszú keret -> a csatorna kiosztás alapja.

- 3 slotig tart a kiosztás
- új, osztott csatorna van, amit figyelünk. High Speed Downlink Shared CHannel (HS-DSC)
- teljesítményszabályozás helyett link adaptáció van
 - Minden user méri a csatorna minőségét:
 - UMTS pilótajel (Pilot Channel)
 - Nem visz infót, csak egy sima szinuszd van
 - ezen mérsz egy jel zajviszonyt
 - riportolja
 - CQI (Channel Quality Indicator)
 - 0..30-ig
 - Készülékkategória alapján
 - CQI milyen modulációban
 - mennyi kódon
 - ennyi bit
 - Olyan CQI-t kell riportolni, aminek megfelelő transzport formátum esetén keretvesztés valószínűsége kisebb mint 0.1
 - Itt lehet csalni...

- Következő fűcsör:
 - H-ARQ (Hybrid Automatic Repeat Query): UE -NodeB?
 - MAC protokollban megjelöli az újraküldést
 - megnövelt redundancia (incremental redundancy)
 - Chase combining (újraküldött csomag kombinálása az előzővel, és ebből próbálja visszaszerezni a csomagot)
- Lekerül az intelligencia a Node-B-be.
- Ütemezés: (mikor melyik UE kapjon) a Node B-be kerül.
 - Ez azért kell, hogy gyorsabban tudjunk reagálni a rádiós változásokra.
 - Tipikusan Round Robin (De ez nem szabvány) Igazságos az idő szempontból, viszont a sávszélet nem igazságosan osztja szét.
 - Max CQI; Max C/I
 - kihasználtság a legjobb, de a távolság kiéheznek
 - Legtöbb átvitt adatmennyiség: ez éri meg a szolgáltatónak, ha adatmennyiség alapján számláz
 - Proportional Fair: Prioritást állít fel, hogy a neki kiosztott adatmennyiség/nek kiosztott idő arányában
 - Ezeknek valami szupertitkos kombóját szokták használni.
 - Ezért hazudnak a mobilok, mert ha magasabb cqi-t mond, akkor jobban kiszolgálják.

29. Az UMTS és a HSDPA jellemzésére szolgáló alapvető jel-zaj viszony egyenletek és alkalmazásuk.



Jel-interferencia+zaj viszony

- ahhoz, hogy az i . user szolgáltatás működjön az x, y pozícióban a jel-zaj viszonynak meg kell haladnia egy küszöböt
- $SINR_i \geq \varepsilon_i$
- Uplink SINR

$$SINR_i(x, y) = SF \frac{P_i^{\text{vett}}(x, y)}{\sum_{j \in \text{többi user a cellaban}} P_j^{\text{vett}}(x, y) + \sum_{k \in \text{többi user a szomszedban}} P_k^{\text{vett}}(x, y) + P_{\text{zaj}}}$$

- P_i^{vett} számítása P_i^{adott} szorozva csatorna csillapításával (korábbi előadáson pl.)
- Downlink SINR

$$SINR_i(x, y) = SF \frac{P_i^{\text{vett}}(x, y)}{(1 - \rho)P_0^{\text{vett}}(x, y) + \sum_{k \in \text{szomszedos cellak}} P_k^{\text{vett}}(x, y) + P_{\text{zaj}}}$$

- P_0^{vett} : a kiszolgáló cella összes vehető teljesítménye, P_i^{vett} : az i . user kapcsolatra jutó teljesítmény vehető szintje, P_k^{vett} a k . interferáló cella összes teljesítménye véve
- itt is $P_i^{\text{vett}} = P_i^{\text{adott}} \cdot PL$, ahol PL a csatorna erősítése adott távolságra, lineáris skálán
- folyamatosan minden előfizető adóteljesítményét szabályozni kell, minden kapcsolatra az SNR követelményt kell tartani
- ha valaki a teljesítményét felemeli: minden más előfizető SNR-jében a nevezőt növeli, ezért nekik is kellene növelni a teljesítményüket
- minden forgalom mindenkinek zajt jelent
- lélegző cellák: néhány forgalom bekapcsol, a BS-től távoli előfizetők már max teljesítmény adásával sem tudják az SNR szintet elérni a BS-nél: gyakorlatilag kikerülnek a lefedettségéből!
- a lefedettség is függ a forgalomtól!
- lefedettség/forgalom/kapacitás összefügg
- puha kapacitás: a kiszolgálható forgalomnak nincs éles korlátja, egy újabb forgalom csak interferencia növekedést jelent

LTE

30. A 3G továbbfejlesztési lehetőségei (HSPA++,LTE) előnyök, hátrányok. Követelmények az LTA-val szemben.

HSPA: 3.5G

- 3GPP irány: WCDMA alapú továbbfejlesztés
 - HSPA+ 3.75G
 - Downlinknél 64QAM,
 - Uplinknél 16QAM
 - 2 vivfrekvencia együttes használata
 - MIMO több bemenet több kimenet -> diversity, több antenna
 - Dual Stream MIMO: két csomagot küldünk egyszerre
 - két két antennás cucc, csatorna különbségével huncutkodik
 - mobilba nem építhető, mert távol kell lennie az antennáknak
- Másik megközelítés: Csináljunk egy tök új rendszert (LTE (Long Term Evolution) / SAE (System Architecture Evolution) / EPS (Evolve Packet System))
- Ezeknek a negáltjai lehetnek ezen rendszer előnyei.
 - Meglévő fejlesztések, lépcsőzetes fejlesztés
 - Visszafele kompatibilis
- GSM örökség cipelése
 - Merev spektrumhasználat
 - Külön van a csomagkapcsolt, és a vonalkapcsolt
- LTE 4G
 - Új rádiós technológia:
 - OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
 - (801.16e Mobil Wimax (2005) ez is ilyen)
 - új egyszerűbb hálózati struktúra

Lehetséges utak

- növelni a 3G alapú rendszer spektrális hatékonyságát, új rádiós interfész
- új rendszer kidolgozása, ami nagyobb sávszélességet támogat, új moduláció
- WCDMA továbbfejlesztése: HSPA, MBMS és HSPA++: MIMO, 64 QAM, csatornakegyenlítés, stb.
 - CDMA-val nagyon nagy számítás igényelne a csatornakegyenlítés nagy átviteli sebesség mellett, és széles frekvenciasávon.
- A 3GPP két szemléletmód megvalósításán dolgozik: HSPA evolution és LTE.
- HSPA Evolution: figyelembe kell venni a régi terminálokat.
- LTE: Új és bonyolult spektrum elrendezésekben is képes működni, nem kell figyelembe vennie a régi releasek szerinti terminálokat. Nem kell kompatibilisnek lennie a WCDMA-val és a HSPA-val.
- LTE: Lehetőség van a „semmitől” kezdeni a tervezést, mert nem kell figyelembe venni az '90-es évekbeli tervezési szempontbeli örökségeket. A rádiós interfészt teljes mértékben az IP-hez (pontosabban: csomagkapcsoláshoz) lehet optimalizálni. Nem kell támogatni a GSM áramkörkapcsolt szolgáltatásait, mint a WCDMA-nak. Lehetőség nyílik az FDD és TDD működés hasonlóságának a maximalizálására, amely lehetővé teszi az LTE előtt nem volt elérhető.
- új követelmények jelentek meg: a szolgáltatók számára elérhető spektrum egyre „szakadozottabbá” válik (különböző frekvenciákon szétszórva).
 - Az LTE-nek az összes olyan frekvenciasávon kell tudni működni, amely az operátor rendelkezésére áll.
 - Az alacsony sávszélesség támogatása a GSM sáv újrafelhasználása miatt fontos. A nagyobb csatorna sávszélességet támogatására pedig magasabb frekvenciákon lehet szükség, ahol még nagyobb méretű használatlan sávszélességet találhatunk.

31. Az OFDM moduláció: adó felépítése, frekvenciatartománybeli leírás, ortogonalitás, delta f, ciklikus prefix szerepe, OFDM leírása mint IFFT/FFT.

- 1 ms subframe: 2 db 0.5 ms slot
- 1 slot: 6v7 OFDM szimbólum
 - többféle ciklikus prefix érték: első szimbólumnál nagyobb, illetve hosszú CP
- 15 kHz vivőtávolság
 - redukált vivőtávolság 7.5 kHz is definiált, multicast hálózatokhoz
- alapegység: 12 db vivő (180 kHz), ez osztható ki, erőforrás blokk
 - +1 DC vivő, nem használt
- 1 BS: 6-100 erőforrás blokk

33. Az OFDMA lényege, OFDM és OFDMA.

34. LTE rádiós interfész alapvető tulajdonságok: LTE keretszerkezet, OFDMA az LTE-ben, hibavédő kódolás, erőforrás blokk, elérhető fizikai átviteli sebességek.

- PRB: 12 vivő (180 kHz) x 6 v 7 szimbólum -> 0.5ms
 - "kockákat lehet osztogatni a jüzereknek
- sima frekvencia kiosztás 3*5MHz hogy a szomszédok ne zavarják egymást
- baj: különböző szélességű sávok elhelyezése nehéz
 - megoldás: azonos sáv kiosztása mindenhova (PL 20 MHz)

OFDM szimbólumok

- a ciklikus prefix értékeiből és a szimbólumidőből, valamint az időrés idejéből származik az egy időrésben átvitt OFDM szimbólumok száma
- ez 6 (bővített prefix) vagy 7 (normál prefix)
- fizikai jelzési sebesség sebesség: 12 vagy 14 kszimbólum/sec

▪Moduláció

- QPSK, 16 QAM és 64 QAM (2, 4, 6 bit információ per szimbólum per segédvivő)
- fizikai kontroll információ QPSK

▪Hibavédő kódolás

- 1/3 arányú turbo kódolás (1 bit -> 3 bit), erős hibavédelem
- ha nincs szükség ilyen erősre: lyukasztás (~törölt bitek)
 - a csatorna minőségétől függően

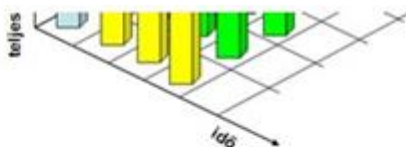
▪Fizikai szintű pillanatnyi átviteli sebességek egy PRB-vel

	rövid prefix	hosszú prefix
QPSK	336 kbps	288 kbps
16 QAM	672 kbps	576 kbps
64 QAM	1008 kbps	864 kbps

35. LTE erőforrás kiosztás (ütemezés): az ütemezési feladat bemutatása, nehézségek, tört reuse, elosztott kooperatív ütemezést, ezt hogyan támogatja a rendszer.

Ütemezési feladat

- melyik PRB-t
- melyik időrésben
- mekkora adóteljesítménnyel/zaj viszony -> kisebb redundancia, magasabb állapotú moduláció -> több hasznos bit/PRB)
- melyik előfizető részére
- összes adóteljesítmény, PRB-k száma, időrések száma korlátos



Frekvenciatervezés?

- különféle szélességű sávok elhelyezése úgy, hogy ne zavarják egymást
- iparági igény, hogy ne kelljen
- várhatóan nem lesz akkora sáv szélesség, hogy megoldható legyen
- tetszőleges sáv (tipikus 20 MHz) minden cellába (reuse 1)
- a rendszer oldja meg, hogy a szomszédos cellák azonos sávot használjanak, de ne legyen két azonos PRB egyszerre kiosztva két előfizetőnek, akik zavarnák egymást

A Rendszer gondoskodik az interferencia elkerüléséről!

Elosztott ütemező: 3 dimenziós erőforrás kiosztása

- minden bázisállomás ugyanazt az erőforrás-rácsot használja

Közelitérmináloknak kis teljesítménnyel azonos PRB kiosztható



Nehézség: TDD működés esetén

- nem szinkronizált eNodeB-k
- egy terminál UL adása zavarhatja a szomszéd cellában lévő terminál DL vételét

közös, koordinált UL/DL ütemezés szükséges

Általánosan: reuse 1 a közeli terminálok számára

reuse n a távoliaknak

Követelmények a csatornakiosztással szemben:

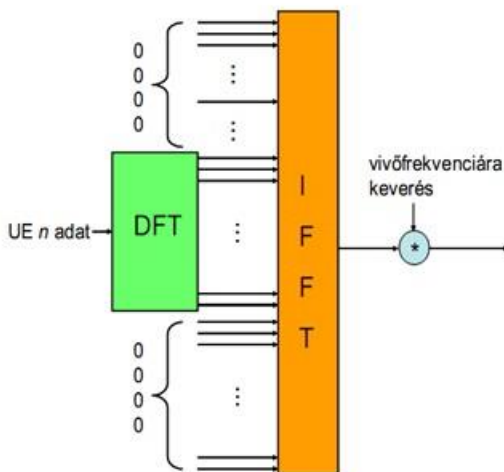
- **adaptálódik** a pillanatnyi forgalmi igényekhez (több PRB használata ott ahol nagyobb a forgalom)
- a bázisállomások **koordinált** módon együttesen kezelik az erőforrás rácsot

Nem szabványos és kulcsfontosságú. Az egyes gyártók hálózatainak teljesítményképességét nagyban befolyásolja.

36. Az LTE uplink átviteli megoldás bemutatása. Miért van a downlinkhez képest más megoldásra szükség?

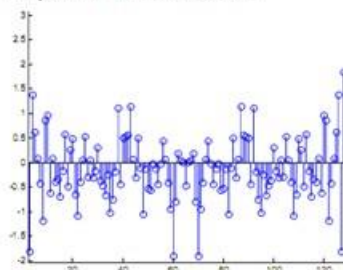
Uplink megoldás

- **SC-FDMA** (Single Carrier Frequency Division Multiple Access)
- jó öreg FDMA? (pl. 1G NMT)
- nem: UE által használt sávszélesség és sáv dinamikusan változhat, egy RF vivővel
- sávszélesség, frekvenciában hol: IFFT bemeneteinek száma, helye
- csak szomszédos sávok megengedettek
- DFT->IFFT: a jel marad
- IFFT-n hol? -> sávon belül hol

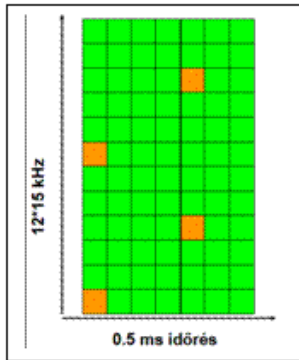


Megvalósítás a gyakorlatban

- jellemző: nagy dinamikatartomány (csúcs/átlag teljesítmény, PAPR nagy)
- rádiós végfoknál nem előnyös (rossz hatásfok)
- bázisállomás adójában OK (drágább lehet)
- UE adójában nem OK (olcsónak, egyszerűnek kell lennie)
- tulajdonképpen egy nagyon sok állapotú moduláció



37. Referencia jelek és fizikai vezérlőinformációk elhelyezkedése az LTE rádiós interfészen.



OFDM paraméterek

- segédvívök távolsága 15 kHz (Δf)
- ennek megfelelően a szimbólumidő 66.67 μs
- ciklikus prefix (~védőidő): 5.2 μs az időrés első szimbóluma előtt, 4.7 μs a többi szimbólum előtt (normál prefix), vagy 16.7 μs (bővített prefix)
- $\Delta f = 7.5$ kHz is definiált, multicast hálózatokhoz (műsorszórás az LTE hálózaton)

Ismert referencia jel szükséges

- demodulációnál
- szinkronizációhoz
- csatorna minőség méréséhez
- időben is, frekvenciában is változhat
- DL irányban egyúttal cella azonosító is
- egy PRB-ben 4 referencia szimbólum, az első és hátulról a harmadik szimbólumban, hat segédvívő távolságban
- 4 elem a 84-ből nem visz adatot -> elvi max fizikai sebesség 96Mbps

Feltöltési irányú vezérlőinformációk

- pozitív és negatív nyugták
- UE által mért csatornaminőség jellemzője periodikusan (CQI, Channel Quality Indicator)
- adási kérelmek
- transzport formátumot nem kell jelezni
- akkor is kell adni, ha adatforgalom nincs
- együtt az adattal (DFT-IFFT előtt időben összefésülve)
- ha nincs adat: a sáv két szélső PRB-jében, időreseként váltakozva
- következő PRB-k, ha szükséges
- PUCCH

Letöltési irányú vezérlőinformációk

melyik UE mikor, milyen transzport formátumban, melyik erőforrás blokkokon fog kapni

- melyik UE mikor, milyen transzport formátumban, melyik erőforrás blokkokon adhat
- fizikailag: az alkeret első maximum három OFDM szimbóluma
- QPSK, erős hibavédő kódolás
- további overhead

fizikai letöltési irányú kontroll csatorna (PDCCH)

38. SAE: követelmények a SAE-vel és a core hálózattal szemben, alapvető core funkciók

- Többféle hozzáférési hálózat támogatása
 - 3GPP és nem 3 GPP
 - fix hozzáférési rész
 - Roaming
 - Mobilitás a különféle hozzáférési hálózatok közt
 - Any service IP alapon támogatása
 - Interworking: PS és CS szolgáltatások közt

 - Szigorú QoS biztosítása
 - észrevehetetlen handover CS és PS beszédhálózat közt
 - nincs adatvesztés fix és vezeték nélküli hozzáférés közti handovernél
 - QoS : visszafelé kompatibilis 3GPP egyébbel (UMTS)
- Fejlett biztonsági megoldások
- támadások ellen
 - privacy különböző szintjeinek támogatása (kommunikáció, helyzet, azonosság), ugyanakkor törvényes lehallgatás lehetősége
 - védve: tartalom, küldő, fogadó kiléte és helyzete
- Fejlett számlázási megoldások:
 - pl. QoS alapján
 - flat rate, adatmennyiség, stb.
 - rádióhálózati adatok felhasználása a számlázásnál

▪ **Funkciók:**

- rádióhálózat menedzsment
- számlázás
- hitelesítés
- vég-vég kapcsolat menedzsment
- gerinchálózati funkciók és rádióhálózati funkciók
- mobilitás menedzsment

Core funkciók LTE SAE

- számlázás
- előfizető menedzsment
- mobilitás menedzsment (a mobil helyzetének követése)
- hordozó szolgáltatások kezelése, szolgáltatási minőség kezelése
- előfizetők adatfolyamain végrehajtandó eljárások (policy) kezelése
- kapcsolódás külső hálózatokhoz
 - más szolgáltató LTE SAE
 - más hálózat (GSM, 3G, Internet)

39. Az EPC felépítése, az egyes eszközök feladatai.

UMTS rádiós hálózat: SAE, ennek a része az EPC

EPC

Fejlett csomagkapcsolt maghálózat

EPC Evolved packet Core

- funkcionális architektúra: egy csomópont végez minden maghálózati funkciót
- akár fizikailag is lehetne egy berendezés
- gyakorlati szempontból nem megvalósítható
- + HSS (=HLR+AuC) megmaradt a korábbi hálózatokból
- EPC-HSS között S6
- EPC-Internet között SGi

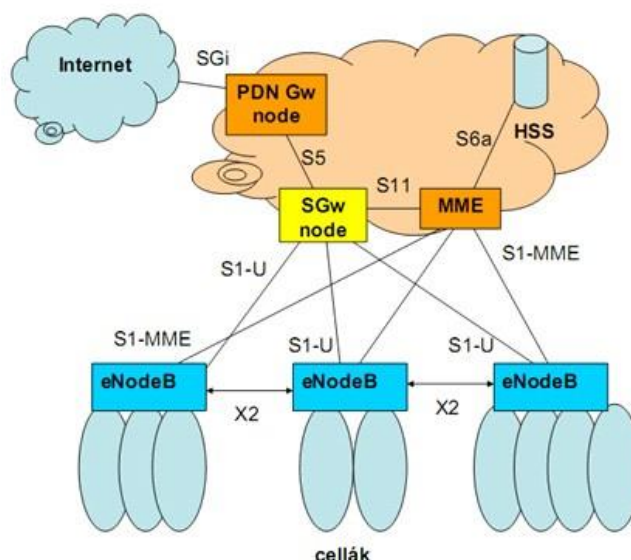
EPC architektúra

Funkcionális entitások az EPC-ben

Mobilitás kezelő egység: Mobility Management Entity (MME)

Kiszolgáló átjáró egység: Serving Gateway

Adathálózati átjáró egység: Packet Data Network (PDN) Gateway



- Funkcionális entitások az EPC-ben
- **Mobility Management Entity (MME)**
 - a vezérlő sík megvalósítója az EPC-ben
 - mobilitás támogatás
 - előfizető helyének lekérdezése
 - paging megfelelő helyre küldése
 - útvonalválasztás az előfizető pozíciójának megfelelően
 - minden egyéb vezérlési feladat: hordozó felépítése, autentikáció, titkosítási kulcsok cseréje, stb.
 - kontroll sík az S1 interfészen: S1-MME
 - nagyon hasonló a 3G hálózat Iu-PS vezérlési síkjához

Serving Gateway (SGw)

- az előfizetői adatok továbbítója az EPC és az eNodeB között
- az S1-U nagyban hasonlít a 3G Iu-PS –hez
- S1-U működése
 - felhasználó IP csomagjának továbbítása „alagúton” az eNodeB felé/től
 - alagút: új IP protokoll fejléc, új címmel, az előfizető helyének megfelelően
 - a cím meghatározza hova menjen a csomag

PDN Gateway (PDN Gw)

- az interfész a külső csomagkapcsolt hálózatok felé
 - Internet, más szolgáltató hálózata, nem LTE hálózat
- az LTE mobilitás gyökere
 - egy kapcsolat alatt a külső hálózati forgalom egy PDN Gw berendezésen keresztül megy, akárhová mozog is az előfizető
 - azonban az SGw továbbítja az IP csomagokat a kiszolgáló eNodeB felé
 - a maghálózatban látszik a mobilitás
 - minden cellaváltásnál új „alagútban” megy a forgalom az eNodeB felé/től
 - ez nagy különbség a 3G-hez képest, ahol az RNC elfedte a lokális mobilitást (RNC-ig kellett az IP alagutat vezetni)

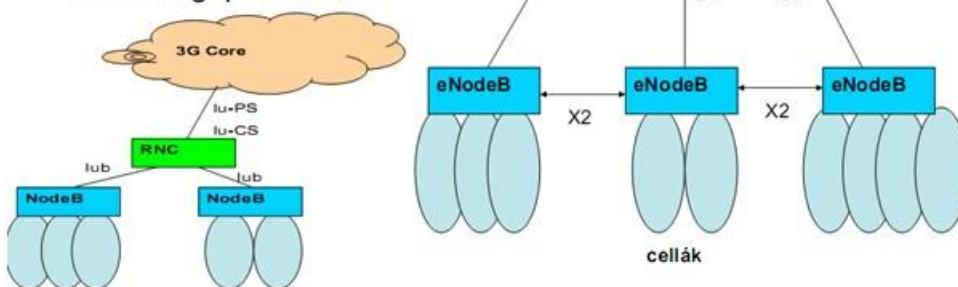
- 1.alap: egyszerű, 1 féle csomópont
- Kell egy PDN GW: Packed Data Network [GateWay?](#)
- vannak SGw: Serving [GateWay?](#)
 - PDNGw-SGw közt S5 interface
- MME: Mobility Management Entity (má' az Entity-t is NTT-nek kéne írnom...)
 - SGw-MME közt: S11 interface
 - Vezérlő sík megvalósítása
 - Mobilitás támogatása
 - előfizető megtalálása

- lekérdezés a HSS-ből
- Paging küldése
- Útvonalválasztás
- minden egyéb vezérlési funkció
 - kitesítés
 - titkosító kulcsok cseréje,
 - hordozó felépítése/bontás
- kontroll sík az S1-en.
- HSS: Home Subscriber System: HLR+AuC
 - HSS-MME közt: SGa interface
- PCCF: Policy Charging Control Function
- SGW
 - router EPC-UE között
 - S1 user plane
- PDNGw: router kifelé
 - LTE mobilitás gyűjtése
 - minden forgalom átmegy ezen

40. Az E-UTRAN architektúra változása 3G-hez képest és ennek következményei.

E-UTRAN architektúra változások

- nincs központi elem (RNC)
- a korábbi RNC funkciók az eNodeB
 - ilyen 3G NodeB is létezik már
 - HSPA+ szabványok definiálják is
- biztonsági problémák

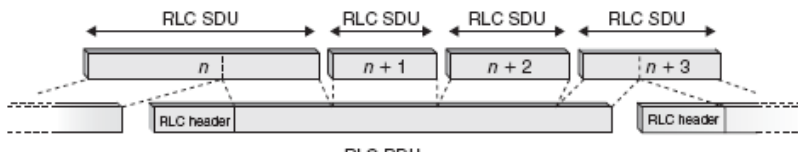


- mobilitás kezelése nehezebb központi elem nélkül:
 - cellaváltást lehetőleg „elrejtetni” a maghálózat elől
 - ugyanakkor adatvesztés ne történjen
 - csomagtovábbítás eNodeB között
- eNodeB: cellák csoportját kezeli, nem szükségszerűen egy helyen
 - gyártók: megosztják az alapsávi és a rádiós funkciókat az állomásokban
 - elvileg: cella (antenna) nagy távolságban is lehet a bázisállomástól
 - időzíteni problémák

eNodeB
alaps

41. LTE rádiós protokoll stack, az egyes rétegek, alrétegek feladatai.

- titkosítás, adat integritás
- Radio Link Control (RLC) adat feldarabolás-összefűzés, sorrendhelyes továbbítás a felsőbb réteg felé, újraküldés vezérlés. Az UMTS –sel ellentétben az RLC a bázisállomásban. Rádiós hordozók (bearer) a PDCP felé
- nyugtázott mód (hiányzó PDUk kérése), TCPhez, nyugtázatlan mód (UDPhez), átlátszó mód



Medium Access Control (MAC)

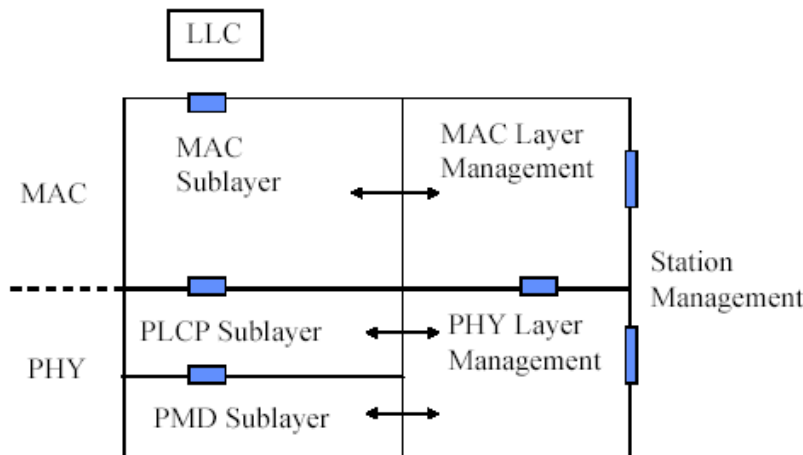
- hybrid-ARQ retransmissions
 - uplink and downlink scheduling.
 - scheduling az eNodeB-ben, egy MAC entitás per cella, uplink/downlink
 - MAC: logikai csatornákat biztosít az RLC felé
-

IEEE 802.11 WLAN

42. 802.11 felépítése, használata, terminológia, protokoll architektúra, protokoll rétegek feladatai.

802.11:

- Definiálja a MAC-et
- MAC Management
- közeghozzáférés alréteg
 - Előzménye az ALOHA-net
- alapegység: cella (**Basic Service Set, BSS**, a 802.11 terminológiában) egy
- bázisállomás vezérel (**Access Point, AP**), egy WLAN állhat egyetlen cellából egyetlen APvel a legtöbb esetben több cella alkot egy hálózatot
- az AP-eket egy elosztó hálózat köti össze (**Distribution System, DS**)
- Az összekapcsolt WLAN cellákból és a hozzájuk tartozó AP-ekből valamint az elosztó hálózatból áll, együtt egy 802.11 hálóza a felsőbb OSI rétegek számára
- a szabványbeli elnevezése: **Extended Service Set (ESS)**
- a **Portal** : Portál a 802.11 és egy másik 802 LAN összekapcsolására szolgáló eszköz, gyakorlatban: az AP tartalmazza, így ez „híd” (bridge) az Ethernet háló felé
- ez így: infrastruktúra mód. de létezik ezen kívül: ad-hoc mód, nincs infrastruktúra, nincs bázisállomás, minden csp. egyenrangú és továbbítja egymás csomagjait
- Mint minden 802.x protokoll, a 802.11 protokoll a MAC és a Fizikai réteget definiálja



- MAC Entitás
 - alap közeghozzáférés
 - fragmentáció
 - titkosítás
 - szinkronizálás
- MAC Layer Management Entity
 - szinkronizálás
 - teljesítmény menedzsment
 - roaming (cellaváltás)
 - MAC MIB (Management Information Base) fenntartás
- Physical Layer Convergence Protocol (PLCP)
 - PHY-specifikus, közös PHY SAP-ot biztosít, azaz a MAC kereteket (MPDU) fizikai csomagokká alakítja oda és vissza.
 - Clear Channel Assessment jelet biztosít (vivőérzékelés)
- Physical Medium Dependent Sublayer (PMD)
 - moduláció és kódolás
- PHY Layer Management
 - csatorna hangolás – link adaptáció
 - PHY MIB fenntartás
- Station Management
 - a MAC és a PHY menedzsmenttel működik együtt, illetve az együttműködésüket hangolja össze
 - A MAC rétegek által ellátott tipikus szabványos funkcionalitásokon túl a 802.11 MAC további funkciókat is ellát, melyeket tipikusan felsőbb rétegek szoktak pl. fragmentáció, csomag újraadás, nyugtázás.
 - az IEEE802.11 szabvány egyetlen MAC-et definiál, ami 3 PHY-vel tud együttműködni, melyek 1 vagy 2 Mbps-os átvitelt biztosítanak
 - Frekvenciaugratásos szórt spektrumú (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS) a 2.4 GHz sávban
 - Direkt szekvenciális szórt spektrumú (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) a 2.4 GHz sávban és

Fizikai rétef:

- PLCP: Physical Layer Convergence Protocol
 - Feladata:
 - link adaptáció (megvalósítani az átviteli formátumot)
 - PHY MIB -> Management Information Base fentartása
- PMD: Physical Medium Dependent
 - Infravörös
 - Kódosztásos szórt spektrum
 - Frekvencia ugratásos szórt spektrum
 - a, g, n: OFDM alapú
 - Feladata:
 - moduláció, kódolás
 - konkrét fizikai jel
- MAC:
 - Feladatai
 - Alap közeghozzáférés
 - Fragmentáció/összefűzés
 - titkosítás
 - szinkronizáció
- MAC management
 - Feladatai:
 - cellaváltás
 - kapcsolat felvétel, cellakeresés
 - teljesítmény szabályozás
 - MAC MIB
- Működési frekvencia sáv:
 - 2.4GHz ISM sáv (Industrial Scientific Medical)
 - 5GHz ISM

43. 802.11 MAC: elosztott és központi koordinált MAC működés

- **Elosztott:** Distributed Coordination Function (DCF): ahol a mobil terminálok ugyanazt az egyszerű szabályt alkalmazzák a rádiócsatorna megszerzésére, mindenféle központi „döntőbíró” nélkül,
 - Az alap közeghozzáférési módszer a Distributed Coordination Function alapvetően CarrierSense Multiple Access megoldásra épül Collision Avoidance mechanizmussal kiegészítve (**CSMA/CA**)
- **Központosított:** Point Coordination Function (PCF), ahol a terminálok kérései alapján az AP dönt a rádiócsatorna kiosztásáról, és a döntésének megfelelően adja meg a jogot az egyes mobil állomásoknak az adásra.
 - PIFS - Point Coordination IFS, az AP használja a többi állomás előtti közeghez való hozzáférésre értéke a SIFS plusz egy Slot Time
 - időkorlátos szolgáltatások, pl. video vagy beszédátvitel magasabb prioritást igényelnek, mint a sima adatátvitel
 - a csatorna időben PCF és DCF szakaszokra osztva
 - PCF alapja: AP lekérdezi a terminálokat és elosztja az adási jogokat
 - ilyenkor nem kell RTS,CTS, AP kezdi a lekérdezést PIFS időt várva
 - lekérdezésre válasz SIFS idő múlva, ACK is. ACK is, lekérdezés is hasznos csomaghoz csatolva, nem kell neki külön megszerezni a csatornát
 - ACK mehet a versenyzési időszakban
 - PCF időtartam alatt a DCF-ben részt vevők nem figyelik a csatornát (NAV-ot PCF idejére állítják)
 - a biztonság kedvéért PCF idején a kereteket SIFS időnként adják, így az alap terminálok soha nem csökkenének várakozási idejüket
 - keretekben információ: mennyi ideig tart a keret és a nyugta, időtartam alapján felülírja a NAVt, ha az nagyobb az eredetinel
 - a PCF opcionális, az alap CSMA/CA-ra épül

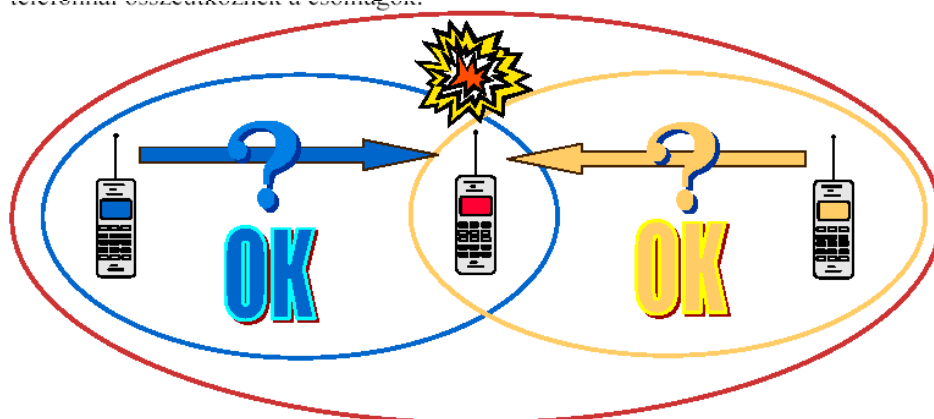
• ZH Kérés:

- MAC közeghozzáférési eljárás micsoda?
 - központosított mód: (PCF: Point Coordination Function)
 - ◻ Az AP vezérli, hogy mikor ki fér hozzá a csatornához
 - ◻ polling van
 - implicit polling: a DL csomagban van a polling is.
 - ◊ alapszabványban round robin szerűen körbekérdez mindenkit az AP
 - felesleges pollok "tömege" rossz kihasználtsághoz vezet.
 - elosztott versenyzési véletlen hozzáférésű
 - ◻ idő: [___CP___][___CFP___]...
 - ◻ CP: Versengési idő, CFP: Versengésmentes
 - ◻ Ilyen eszköz nincs!!!!
 - Distributed Coordination Function
 - ◻ CSMA/CA Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
 - (CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection)

□ Miért nem CD?

- ✱ Nem tudjuk érzékelni az ütközést, mert nem hallunk mindenkit
- ✱ Full Duplex rádió drága lenne

44. A rejtett terminál probléma és megoldása.



2.9 ábra Rejtett terminál probléma szemléltetése

Ilyenkor mindkét (A,C) állomás szabadnak érzékeli a csatornát, és adni kezd, ami viszont a vevő állomásnál (B) csomagütközéshez vezet. Ez lehetetlenné teszi a kommunikációt, a CD technika pedig ennek a feloldására nem képes. Ezért a WLAN-oknál CD helyett CA-t (Collision Avoidance) használnak. CSMA/CA esetén az állomások figyelik a közeget, ha az foglalt, akkor várnak egy álvéletlen generátorral sorsolt ideig. Ezután megvizsgálják ismét a csatornát, ha ezt szabadnak érzékelték egy bizonyos ideig, akkor a terminálok elkezdik a véletlenszer_ késleltetési idő csökkentését. Adást akkor kezdhetnek, ha késleltetési idejük 0-ra csökken. Amennyiben szabadnak érzékelték ugyan a csatornát, elkezdtek adni, de ez egy másik állomással egyidőben történt – azaz nem érkezett nyugta –, ismét várniuk kell egy véletlenszer_ késleltetési ideig. Ennek az időnek a csökkentése is hasonlóképpen történik, mint foglalt csatorna esetén. Az előzőekben említett rejtett terminál probléma kiküszöbölhető, valamint az ütközések száma tovább csökkenthető az RTS és CTS (Request to Send és Clear to Send) vezérlő keretek alkalmazásával.

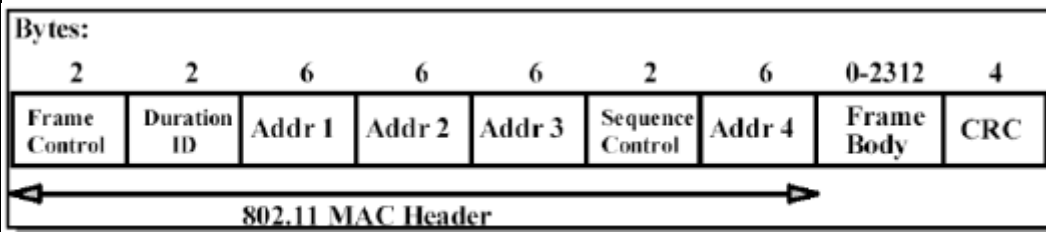
Az adó állomás először egy RTS üzenettel jelzi, hogy adni kíván, erre egy véletlenszer_ en sorsolt idő (SIFS) eltelté után egy CTS üzenetet kap válaszul, ami azt jelenti, hogy elkezdheti az adást. Ha nem kap ilyen, akkor vár egy véletlenszer_ ideig (DIFS) és újra küld egy RTS-t. A sikeres adatküldés után a vevő egy nyugtázó ACK (Acknowledgement) üzenettel jelzi, hogy megkapta az adatot. Amennyiben az adóállomás nem kap nyugtát, újra kell adnia a keretet. Ekkor ismét alá kell vetnie magát a közeghozzáférésért folytatott versenynek. Az RTS és CTS cseréjét virtuális vívó érzékelési mechanizmusnak (3. ábra), vagy másnéven „négyutas kézfogás”-nak (Four Way Handshaking) is nevezik.

- A ad, B belehallgat, A olyan messze, hogy B nem hallja
 - B adni kezd
- Védekezés ellene:
 - RTS (Request To Send) üzenet
 - tartalmazza, hogy ki kinek akar adni, és hogy meddig tart az adás.
 - Ha ezt sikeresen veszi az AP, akkor válaszol SIFS idő múlva egy CTS (Clear To Send) üzenettel.
 - A befelyező ACK végéig
 - Ha megjött a CTS, akkor SIFS múlva az adat csomag leadható.
 - aki CTS-t hallja, az megjegyzi, hogy addig nem lehet adni, amíg nem lesz vége
 - a NAV-t beállítja az adás végéig
 - eddig nem kell hallgatni se.
 - akkor érdemes, ha a csomag nagyobb mint egy RTS/CTS küszöb

45. MAC keret típusok, a MAC keret felépítése.

- **Data Frame**-k: adatátvitel céljaira (Adat + CF + ACK + poll)
- **control Frame**-k: a közeghozzáférés vezérlés céljaira (pl. RTS, CTS, és ACK),
- **menedzsment Frame**-k: az adat keretekkel megegyező módon küldik őket a menedzsment információk cseréje végett, de nem továbbítják őket a felsőbb rétegekhez (pl. authentication, probe request, stb.)

- MAC keret:



2.23. ábra Általános MAC keretformátum

Control	Data	Management
• RTS • CTS • ACK • PS-Poll • CF-End & CF-End ACK	• Data • Data+CF-ACK • Data+CF-Poll • Data+CF-ACK+CF-Poll • Null Function • CF-ACK (nodata) • CF-Poll (nodata) • CF-ACK+CF+Poll	• Beacon • Probe Request & Response • Authentication • Deauthentication • Association Request & Response • Reassociation Request & Response • Disassociation • Announcement Traffic Indication Message (ATIM)

- Protocol Version, Type and Subtype: pl. RTS, CTS, ACK, poll, authentication, stb.
- ToDS, FromDS: hálózatba/ból a keret (tehát 0 pl. RTS, CTS), More Fragments: a MAC keret egy nagyobb felső keret darabja, Retry: újraadott keret-darab
- Power Management: jelzi, hogy ezen keret átvitele után az állomása Power Management üzemmódba megy át, azok az állomások használják, melyek Power Save állapotból Active állapotba lépnek vagy fordítva
- More Data: jelzi, a Power Management-nek az AP révén, hogy további tárolt keretek vannak az állomás részére
- WEP: jelzi, hogy a keret törzsét a WEP-nek megfelelően titkosították
- MAC keret további mezők:
- Duration/ID: Power-Save Poll üzenetekben az Station ID., egyébként a NAV számításhoz időtartam

MAC keret:

<u>Frame Control</u>	<u>Duration</u>	<u>Addr1</u>	<u>Addr2</u>	<u>Addr3</u>	<u>Sequence Control</u>	<u>Addr4</u>	<u>Frame Body(adat)</u>	<u>FCS</u>
2B	2B	6B	6B	6B	2B	6B	0-2312B	4B

Frame Control:

<u>Protocol Version</u>	<u>típus</u>	<u>altípus</u>	<u>to DS</u>	<u>from DS</u>	<u>more fragment</u>	<u>retry</u>	<u>power mgt</u>	<u>more data</u>	<u>WEP</u>	<u>order</u>
2b	2b	4b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b

- **FCS** Frame Check Sequence
- **Keret típusok** management/ data/ control (<http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/article.php/1447501/Understanding-80211-Frame-Types.htm>)
- **duration ID** meddig tart majd a kommunikáció
- **UD power save** poll üzenetben az állomás power save listás azonosítója

MAC keret / címek:

- 1.- Címzett
- 2.- Küldő
- 3.- az eredeti címzett/küldő (a helyi 802.x LAN-on a címzett/küldő)
 - ha **FromDS?**=1, eredeti küldő
 - ha **ToDS?**=1 a végleges címzett
- 4.- van ilyen, hogy wireless distribution system AP <--> AP 802.11 rádió
 - itt mondott valami zagyvaságot, hogy csak mikor használják a 4. címet.
- Számítógép hálózatok WLAN diasor / 16.dia: -- [Sopi](#) - 2010.06.02.

<u>ToDS?</u>	<u>FromDS?</u>	<u>Addr1</u>	<u>Addr2</u>	<u>Addr3</u>	<u>Addr4</u>	<u>Wireless APhasználata</u>
0	0	DA	SA	BSSID	-	vezetékes -> vezetékes

0	1	DA	SenAP?	SA	-	vezetékes->vezetéknélküli
1	0	RecAP?	SA	DA	-	vezetéknélküli->vezetékes
1	1	RecAP?	SenAP?	DA	SA	vezetéknélküli->vezetéknélküli

DS: Distribution System
BSSID: Basic Service Set ID
DA: Destination Address
SA: Source Address
SenAP: Sending AP
RecAP: Receiving AP

46. A címmezők szerepe és használata a MAC keretben.

- **Address Fields** max. 4 címet tartalmazhat a ToDS-től és a FromDS bitektől függően:
- **Address-1** mindig a Recipient Address, azaz a Címzett
- **Address-2** mindig a Transmitter Address azaz a Küldő
- **Address-3** a legtöbb esetben a maradék hiányzó cím.
 - ha **FromDS**=1, eredeti küldő
 - ha **ToDS**=1 a végleges címzett
- **Address-4** speciális esetekben használják, amikor Wireless Distribution System-t alkalmaznak és az éppen adás alatt levő keretet egyik Ap-tól a másiknak küldik. Ilyen esetben mind ToDS=1 és FromDS=1, így az eredeti cél és forrás cím is hiányzik.

47. 802.11 hálózat továbbfejlesztései: 802.11a,b,g,e.

- új fizikai rétegek a nagyobb sebességért
- 802.11a: 5.15-5.25 GHz, 5.25-5.35 GHz és 5.725-5.825 ISM sávban
- OFDM átvitel: 52 alvivő, ebből 4 pilot, 48 hasznos, 20 MHz egy sáv
- 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, vagy 54 Mbps
- alvivőnként BPSK, QPSK, 16, 64-QAM azaz 1, 2, 4, 6 bit
- sebesség: kódolástól és modulációtól függő
- 802.11b : legelterjedtebb verzió manapság (WiFi)
- 1, 2, 5.5, 11 Mbps sebességek
- ugyanaz a sáv, DSSS, de CCK(Complementary Code Keying) segíti a sebesség növekedést
- CCK: 5.5 Mbps: 2 bit alapján kiválasztanak egy 8 chipes kódot, másik 2 bit modulálja. 11 Mbps: 6 bit alapján 8 bites kód, 2 bit modulálja
- 22 Mbps verzió: PBCC(Packet-based binary Convolutional Code), konvolúciós kód és 64 szintű moduláció együtt
- 802.11e: MAC változtatások, QoS biztosítására
 - document was approved in November 2000. The first draft was available in late 2001.
 - Aim to support both IntServ and DiffServ
 - The new standard is still in debate and unstable
 - Wireless Multimedia Enhancement (WME)
 - Subset of 802.11e to be implemented by the industry
 - New QoS mechanisms
 - EDCF (Enhanced DCF): prioritások többféle IFS és CW-k definiálásával (Arbitration InterframeSpace (AIFS))
 - packet bursting engedélyezett: több keret átvihető SIFS közökkel, egy max-ig
 - HCF (Hybrid Coordination Function): PCF és EDCF együtt
 - Backwardly compatible with the DCF and PCF
- 802.11i: új biztonsági rendszer
- 802.11g: nagysebességű, szintén max 54 Mbps OFDM alapú szabvány
- 2.4 GHz sávban
- CCK-OFDM vagy PBCC – OFDM keverék

Ad-hochálózatok

48. Ad hoc hálózatok általános jellemzése, lehetséges felhasználási területük, speciális igényeik és speciális problémák ad hoc hálózatokban.

infrastruktúra nélküli, önszervező, multi-hop

A. mozgó készülékek által létrehozott hálózat

- a készülékek adattovábbítást is végeznek
- önszervező és átszervező
- folyamatosan változó topológia

B. mobil készülékek + könnyen mozgatható, de a hálózat működése közben általában fix hozzáférési pontok

- önszervező
- a hozzáférési pontok végeznek adattovábbítást: -> cellás hálózathoz hasonló

• alkalmazások

- katonai kommunikáció („smart dust”), úrkutatás
- készenléti szerek, katasztrófaelhárítás
- nagy tömeget vonzó események
- otthoni hálózat (intelligens ház, szg. hálózat + telekomm.+ szórakoztató elektronika + házi automaták), járműbeli hálózat (VAN), testen viselt hálózat (BAN)
- érzékelő hálózatok, kis sebességű hálózatok
- infrastruktúra elérése, utolsó néhány csomópont

főbb problémák: fizikai réteg: teljesítmény takarékoság, változó topológia, asszimetrikus linkek

- adatkapcsolati réteg: közeghozzáférés-vezérlés: nincs központi egység ami felügyeli, elosztott módszer kell
- hálózati réteg: topológia felderítés, frissítés, útvonalválasztás változó topológián

- minden réteg: biztonsági kérdések, QoS biztosítása

• többszörös hozzáférés:

- FDMA: nincs központi egység ami a frekvencia kiosztást felügyeli, minden frekvenciát hallgatni kellene, vagy külön vezérlő sávot kell létrehozni -> ezt is meg kell osztani
- TDMA: ez OK, szervezett módon: központi egység (master) kell az időrések elosztására (Bluetooth filozófia), ezt ki kell választani, masterek közti
- kommunikációban meg kell egyezni, gond a hálózatban az időrés-szinkronitást elérni; vivőérzékeléses eljárások: OK, de vannak problémák
- CDMA: ez OK, a kódok kiosztása a gond

duplexitás: TDD (FDD lehet, ha vannak hozzáférési pontok vagy masterek, mik a két frekvencia között „fordítják” az adatfolyamot)

49. Milyen közeghozzáférési módok alkalmazhatók ad hoc hálózatokban? Milyen problémák jelentkeznek vivőérzékeléses közeghozzáférés alkalmazása esetén? Milyen megoldásokat lehet ezek ellen használni?

• problémák vivőérzékeléses véletlen hozzáférés alkalmazásánál

- rejtett terminál: A ---- B ---- C : A ad B-nek, C nem hallja, ő is adást kezdeményezhet, ütközés B-ben
- kitett (exposed) terminál: A ---- B ---- C ---- D : B ad A -nak, C hallja nem ad D -nek, pedig nem lenne ütközés, kihasználtság romlik
- elfogás (capture): két terminál ad egyszerre valakinek, a nagyobb teljesítménnyel vett adást az ütközés ellenére is venni tudja
- nem csak ad-hoc hálózatban

• megoldások

CSMA alapú MAC protokollok

- rejtett és kitett terminál problémája
- ütközés detektálás: nem megy, adás közben venni sem lehet (időben duplex ált.), a vevő nem tud szólni hogy ütközés történt
- adás végén csak az ack. hiánya jelezné az ütközést: kapacitás pazarlás
- ütközés elkerülési/érzékelési megoldások kellenek
- foglaltságjelzés egy másik frekvenciasávban (busy tone)
- „kézfogásos” eljárások

kézfogásos módszerek

- aki küldeni akar, egy rövid RTS csomagot küld a címzett azonosítójával
- mindenki, aki veszi az RTS-t, nem ad
- a címzett az RTS vétele után válaszként CTS-t küld
- akik ezt veszik, azok se adnak
- a CTS megkapása után a küldő megkezdheti az adást

EY-NPMA (Elimination-Yield Non-preemptive Priority Multiple Access)

- adó 1700 bitidőig figyeli a csatornát, ha üres, azonnal adni kezd
- ha van rajta adás, megvárja a végét, majd megkezdődik a csatornahozzáférési periódus
- prioritások: minden csomagra eddigi várakozás alapján, maguk számolják, 0 H-1 prioritási szint, 0 a legnagyobb
- 1. prioritizálási fázis: mindenki a saját prioritásának megfelelő időreig (256 bitidő egyenként) hallgatja a csatornát, ha valaki adott, kiszáll és megvárja a köv. versenyzési fázist; ha nem, ad egy prio börsztöt, mivel a nagyobb prioritásúak hamarabb adnak, csak a legnagyobb prioritásúak mennek tovább

2. versenyzési fázis

- 2.a: elimináció: mindenki egy geo eloszlású számú időrésnyit ad (256 bitidő hosszú rések), utána hallgatja a csatornát, aki hallja hogy még más ad, abbahagyja és a köv ciklusban próbálkozik: akik a legnagyobb számú rést sorsolta, az megy tovább (több is lehet)
- 2.b: „termés” (yield): geo eloszlású véletlen számú időrést hallgatnak (64 bitidő hosszúak), ha addig más nem kezd adni, akkor küld egy csomagot

50 .Jellemezze az EY-NPMA közeghozzáférési protokollt!

MAC protokoll: EY-NPMA (Elimination Yield Non-preemptive Priority Multiple Access)

- Nincs központi egység
- Aki adni akar, adott ideig hallgatja a csatornát, ha nincs adás, akkor ad.
 - ha van adás, akkor megvárja a végét
- többen is akarnak adni: Mindenki kiszámol egy prioritást a leadandó csomagjához
 - terminálprioritás : nagy, kicsi
 - késleltetés, várakozás válaszdő prioritás
 - hátralévő élettartam
- propotási fázis
 - mindenki a saját prioritásának megfelelő számú időegységig hallgatja a csatornát

- ha valaki más elkezdett adni, kiszáll
- mivel a nagyobb prioritásúak előbb kezdenek el adni, csak ők maradnak versenyben
- versenyési fázis
 - itt kétféle van, amikre nem emlékszem
 - elimination akik továbbjutnak a prioritási körből azok prior börtöt adnak
 - mindn időrásben $q=0.5$ valószínűséggel folytatják a börtöt.
 - Aki abbahagyja a pio börtöt, azonnal belehallgat, ha más még ad, akkor kiesett.
 - Jelentés: geometriai eloszlású időrásig hagyjuk a prioritási börtöt.

- adó 1700 bitidőig figyeli a csatornát, ha üres, azonnal adni kezd
- ha van rajta adás, megvárja a végét, majd megkezdődik a csatorna hozzáférési periódus
- prioritások: minden csomagra eddigi várakozás alapján, maguk számolják, 0 H-1 prioritási szint, 0 a legnagyobb
- 1. prioritizálási fázis: mindenki a saját prioritásának megfelelő időrásig (256 bitidő egyenként) hallgatja a csatornát, ha valaki adott, kiszáll és megvárja a köv. versenyési fázist; ha nem, ad egy prio börtöt, mivel a nagyobb prioritásúak hamarabb adnak, csak a legnagyobb prioritásúak mennek tovább
- 2. versenyési fázis
 - 2.a: elimináció: mindenki egy geo eloszlású számú időrásnyit ad (256 bitidő hosszú rések), utána hallgatja a csatornát, aki hallja hogy még más ad, abbahagyja és a köv ciklusban próbálkozik: akik a legnagyobb számú rést sorsolta, az megy tovább (több is lehet)
 - 2.b: „termés” (yield): geo eloszlású véletlen számú időrást hallgatnak (64 bitidő hosszúak), ha addig más nem kezd adni, akkor küld egy csomagot

-

51. Útvonalválasztás ad-hoc hálózatokban: útvonalválasztó algoritmusok csoportosítása. Az AODV eljárás ismertetése.

- **cél:** az ad hoc hálózat két tetszőleges csomópontja között továbbítani csomagokat, lehetőleg valamilyen szempontból optimálisan
- Kétféle halmaz:
 - Proaktív routing eljárások (táblázat alapú): mielőtt az átvitel a topológia fel van derítve
 - táblázat: kiküldő/címzett -> következő hop címe
- táblázat alapú:
 - DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)
 - útvonal táblázatok minden csoportban
 - minden lehetséges célhoz a next hop címe+ távolság (hány ugrás)
 - + frissesség (bejegyzés)
 - táblázat frissítések ha valami történik (megszűnik link)
 - a legfrissebb bejegyzést választja.
- Topológia felderítés:

- broadcast üzenetek küldése
- mindenki továbbküldi beleteszi a címét
- + trükkök
 - ez megterheli a hálózatot

- **proaktív algoritmusok** (táblázat alapú): az útvonalak az átvitel előtt ki vannak számolva, minden csp. táblázatokban tárol routing információt (milyen célcím esetén melyik a next hop, ahová küldeni kell), ezeket frissíteni kell a topológia változás akkor, a frissítésnek az egész hálózatban meg kell történnie
- **reaktív algoritmusok** (forrás által kezdeményezett, vagy igény szerinti útvonalválasztás): a forrás kezdeményez egy útvonal keresési folyamatot a hálózatban, adás előtt. ha az útvonal megvan, útvonal-fenntartási folyamat, amíg kell az útvonal
- **hierarchikus** útvonalválasztási algoritmusok

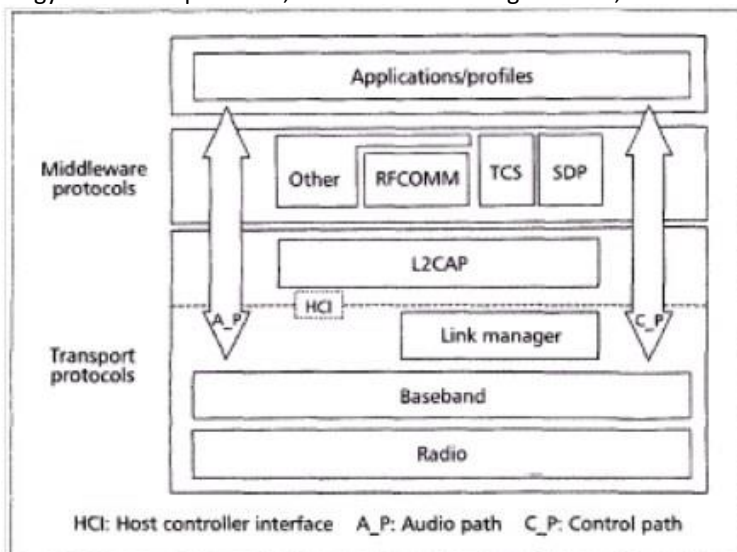
AODV (Ad hoc on-demand distance vector)

- DSDV hez hasonlít, de nincs gyakran tábla frissítés, csak egy adott útvonalon található mobilok vesznek részt a frisstésben
- mobil adni akar, RREQ üzenetet küld mindenkinek, ezt mindenki továbbküldi (ha van bejegyzése a célról, de régi, akkor is)
- addig megy tovább míg a célhoz, vagy egy olyan közbülsőhöz ér, amelyiknek elég friss bejegyzése van
- az RREQ továbbítása közben mindenki feljegyzi, hogy kitől kapta az első másolatát az adott üzenetnek, ez egy visszaút lesz
- a cél vagy egy közbülső egy RREP választ küld az RREQ által kijelölt útvonalon
- az RREP a forrásig megy, mindenki megjegyzi kitől kapta: útvonal
- látható, hogy csak szimmetrikus linkekkel működik
- ha a forrás elmozdul: kezdeményezhet újra egy útvonalkeresést
- ha másik mozdul el: a szomszédja küld egy link failure üzenetet, ezt továbbküldik a forrásik, kezdeményezhet újat

52. A Bluetooth protokoll architektúra: milyen rétegekből és entitásokból áll, mi ezek feladata?

Kis hatótávolságú kis kiterjedésű hálózat

- transport: speciális Bt protokollok, minden kommunikációban részt vesznek
- middleware: spec. Bt és adoptált protokollok. ezek teszik lehetővé a spec. és hagyományos alkalmazások kommunikációját Bt hálózaton
- rádió: fizikai réteg, modulált
- baseband: kb. felső fizikai és MAC és : a Bt kommunikáció, hálózat szervezés, kapcsolatok felépítése
- HCI Host controller interface: nem protokoll, hanem if., kapcsolódási pont a baseband protokollhoz • link manager: LMP protokollal kommunikálnak, kapcsolatok menedzselése, titkosítási, hitelesítési információk
- L2CAP: Logical Link Control & Adaptation Protocol, Bt specialitások eltakarása, if. a felső rétegek felé
- SDP Service Discovery Protocol, az egyes eszközök ezzel derítik ki az igénybe vehető szolgáltatásokat
- RFCOMM: RS232 soros port protokoll emulációja, olyan alkalmazások számára, amik RS232 vezetéken kommunikálnának
- TCS Telephony Control Signaling,
- egyéb: számos protokoll, RFCOMM fölött megvalósítva, Bt-n való átvitelhez (pl. PPP)



53. A Bluetooth fizikai réteg: frekvenciaugratás, moduláció, teljesítmények. A csatorna megosztása, duplexitás.

Fontosabb paraméterek:

- 2,4 GHz-es ISM sáv
- Frekvenciaugratásos szórt spektrumú (FHSS)
- 1600 hop/s: 625 μ s-os időszelvények
- TDMA/TDD:
 - frekvenciaugratás nem osztja szét a felhasználókat
 - TDMA van.

- a hálózatokat viszont szétszítja
- GFSK moduláció, 1Msimbólum/s kb. 1 Mbps bitidő=1 μ s
- 79 (23) db. 1MHz-es vivő, $f=(2402+k)$ MHz, $k=0,1,..78$
- Kb. 10m-es hatósugár
- Teljesítmény osztályok
 - class1: max 20dBm (100mW) – kb. 100 m hatósugár
 - class2: max 4dBm (2,5mW)
 - class3: max 0dBm (1mW)

Baseband: Feladatok

- Alapvető eljárásokat definiál a Bluetooth eszközök egymás közötti kommunikációjának megvalósításához.
- Definiálja a Bluetooth linket.
- Definiálja a Piconet fogalmát és létrehozásának módját.
- Definiálja a rádiós erőforrások megosztását piconeten belül.
- Definiálja a csomagformátumokat

54. Mi a piconet, mi a scatternet, milyen eszközökből állnak? Milyen link típusok vannak a Bluetoothban, mik ezek jellemzői?

Piconet:

- 1 db master
- max 7 aktív slave
- Ugratási sorozat:
 - M->S->M->S->M->...
- alap: 1 rés uplink, 1 rés downlink
- Master szolgál változhat
- teljesítmény kímélő üzemmódban több passzív szolgál is lehet.
- egy eszköz több piconetben lehet tag, egyikben master, másikban slave
- összeköti a piconeteket
- azonosítja az ugratási sorozatot is
- a master címéből generálható, hogy melyik sorozatot használják.
- BD_ADDR: 48 bites IEEE cím

- Bt készülékek kommunikáló csoportja
- Ad hoc működés: a piconet automatikus mechanizmussal jön létre
- 1 mester (Master) és max. 7 szolgál (Slave) egy piconet, szolgál: aktív kommunikáló eszköz
- mester-ség, szolgál-ság: időben változhat, adott piconetre vonatkozik
- A piconet tagjait az Active Member Address (AM_ADDR) azonosítja (3 bites)
- nem kommunikáló, de a mesternél regisztrált eszközből (parkoló) több is lehet
- egy piconetben sem regisztrált eszköz: standby
- egy eszköz több piconet tagja is lehet, egyikben slave, másikban master is lehet
- ilyen esetben a piconetek együtt egy scatternet
- piconet: egy adott álvéletlen freki ugratási sorozat, a piconet tagjai ismerik és szinkronizáltak a master órához (illetve a saját órájuk masterétől való eltérését ismerik)
- ugratási sorozat és akt. frekvencia a master címétől és órájától függ, egy eszköz csak egy piconetben lehet master (mellette több másikban slave)
- Ugratási sorozat:
 - M->S->M->S->M->...
- réselt: egy freki egy időrés (625 us)
- TDD: master (~DL) ad, slave ad (~UL) felváltva
- slave-slave kommunikáció nincs egy piconeten belül
- a leadott csomag belefér egy időrésbe
- köv. csomag az ugratási sorozatnak megfelelő frekvencián

Scatternet:

- egy eszköz több piconet tagja is lehet, egyikben slave, másikban master is lehet
- ilyen esetben a piconetek együtt egy scatternet

Link típusok

- SCO (Synchronous Connection Oriented) szimmetrikus,
 - vonalkapcsolt,
 - pont-pont kapcsolatok számára
 - max 3 db egy piconetben
 - fix időközönként foglalnak le réspárokat (up/down), így garantált időközönként adáshoz a szolgák
 - Háromféle egyréses beszédcsomagok, 64 kbps-os hangátvitelhez, NO, 2/3, 1/3 FEC lehetséges
 - ugyanakkor beszédre nincs csomagismétlés
- ACL (Asynchronous ConnectionLess)

- szimmetrikus, vagy aszimmetrikus
- csomagkapcsolt,
- pont-multipont börsztös adatkapcsolatok számára
- best effort link, 1/eszköz
- a mester implicit (a kérés maga a downlink csomag) pollingal kérdezi le a szolgákat
- 1-3-5 réses csomagok lehetségesek
- NO, 2/3, FEC lehetséges
- adatra gyors ARQ: a vett downlink csomagot ellenőrzi a szolgál és a kapcsolódó uplink csomagban jelzi ha hibát talált.

55 .A Bluetooth üzemmódjai: park, hold, sniff.

Sniff mode:

- Energiatakarékoságból a slave csak bizonyos socketeken figyel
- a sniff időtartamát a master és a slave egyezteteti
- a master átvitelt csak sniff módban kezdeményezhet

Hold mode:

- bizonyos időre felfüggeszti az ACL forgalmat, de az SCO-ra nincs hatással.
- a hol ideje is egyeztetett, utána a slave „felébred”

Park mode:

- a slave feladja az AR_add-t (3bytes) és helyette egy PM_ADDR-t kap (8bytes)
- periódikusan „ébred fel” a slave, előre meghatározott időközönként a szinkronizációhoz és ahhoz, hogy hallgassa a

broadcast üzeneteket

- „clock drift” -> az órák elcsúsznak egymáshoz képest

Mobil IP

56. Mobil IP terminológia, fontos fogalmak (binding, CoA, tunneling, encapsulation, stb.) és magyarázatuk.

- A mobil node otthoni IP címét home addressnek nevezik (~permanens cím IP-nél). Ha eltávolodunk a home network-ból, akkor kapunk egy care-of address-t, ami tükrözi az új helyünket.
- A home agent két részből áll:

-LD

-redirectingfunction

Ebből következik, hogy az idegen ágensnek valamilyen inverz műveletet kell ellátnia (inverse readdressing)

- két IP cím minden mobil node-hoz, ezeket tárolni kell (Location Dir.)
- home network, home és care-of address
- csomag jön:
 - node otthon van, továbbítjuk neki
 - nincs otthon, továbbítjuk care-of address-ra. (readdressing: home addr.-> care-of address) (inverse readdressing)

- **binding (kötés):** mobil IP címe, CoA -ja és ennek élettartama együtt

- **becsomagolás (encapsulation):** a HA a node számára érkező IP csomagot új fejléccel látja el (ez a becsomagolás) és úgy küldi tovább

- **tunneling** : a HA továbbítja a CoA -ra a mobilnak szóló csomagot, egyfajta alagutat hozva létre a hálózatban, a küldő úgy látja, hogy ezen az alagúton keresztül közvetlenül eléri a címzettet a csomag

- **agent discovery:** a home/foreign agent-ek hirdetik magukat minden linken, ahol szolgáltatást nyújtanak. Egy újonnan érkezett mobil ágens így értesülhet a szolgáltatásokról. hirdetés: az ICMP router advertisement üzenettel, a rendelkezésre álló szabad IP címeket , ügynök sürgetés: a mobil további hirdetési üzeneteket kér

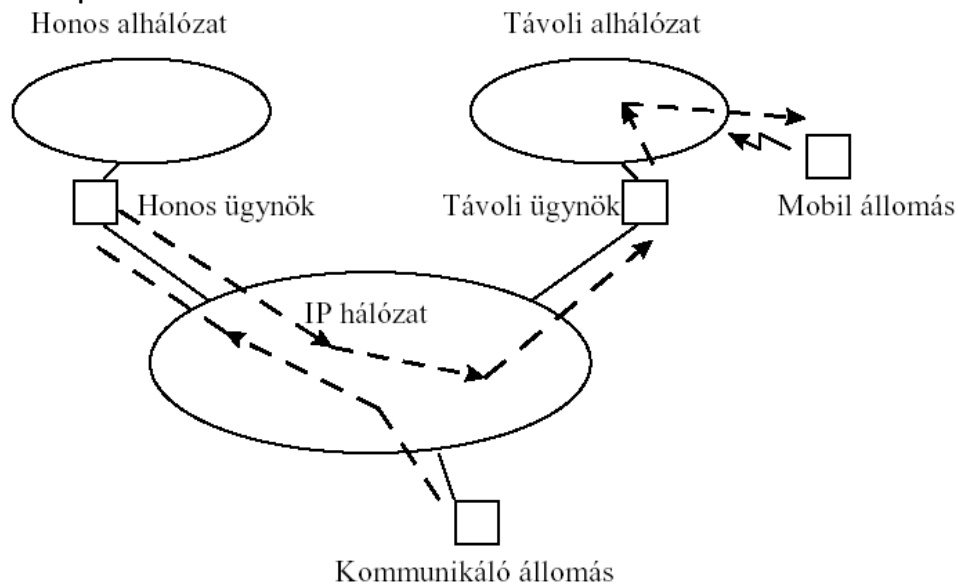
- **registration:** ha a node távol van, regisztráltatnia kell care-of address-ét a home agent-nél. Ez történhet közvetlenül, vagy a foreign agent igénybevételevel is. regisztrációs kérelem: HA címe, saját cím, igényelt CoA, ennek élettartama

57. A mobil IP működése. CoA fajták, becsomagolási módok.

A Mobil IP protokoll működése:

- a home/foreign ágensek meghirdetik szolgáltatásukat, amikről a mozgó node-ok értesülnek.
- A node eldönti a hirdetésből, hogy otthon van-e vagy sem.
- Ha otthon van, akkor mobilitást támogató funkciók nélkül kommunikál, ha hazatért egy másik hálózathoz, akkor egy deregistration-t hajt végre home agent-ével.
- ha a node új hálózat területére téved, care-of address-t igényel. Ez lehet vagy a foreign agent címe, vagy egy colocated cím. Az otthonától távol lévő node regisztráltatja új care-of címét a home agentsel. Ehhez esetleg igénybe veszi a foreign agent segítségét.
- a mobil hoszt otthonába küldött adatokat a home agent továbbküldi a care-of címre, egy tunnel segítségével.
- Fordított irányban, amikor a mozgó hoszt küld adatot, akkor lehet használni a jó öreg IP routálást, a home agent nélkül.
- Két féle módon lehet care-of address-t szerezni:
 - a care-of address= a foreign agent címével. Ekkor a tunnel vége a foreign agent. Előnyös, mert kevés címet használ fel a szűkös címtartományból. ekkor a FA saját listán tárolja a csatlakozott idegen mobilok IP címét
 - egy local IP-t utalunk ki a mobil node-nak (colocated care-of address) dinamikusan (DHCP). Ekkor a mobil node a tunnel vége.
- Colocated care-of cím szerzésére képes mobil hoszt , foreign agent nélkül képes működni, ám ugyanez emészt a felhasználható címtartományt, mivel egy új IP címet kell kiosztani. Egyáltalán nem biztosított, hogy minden alhálózatban legyen még szabad, fel nem használt cím.
- Foreign agent és care-of address közti különbség:
 - care-of address az a tunnel vége, lehet egy kiutalt (colocated) cím, de lehet a foreign agent címe is.
 - az agent egy mobilitási funkciókat szolgáltató entitás

Honos alhálózati



- ha a másik kommunikáló fél is egy olyan mozgó állomás, amelyik egy idegen alhálózatban tartózkodik, mindkét fél honos ügynökén keresztül folyik az adatátvitel, még akkor is, ha történetesen a két mobil ugyanabban az idegen alhálózatban tartózkodik.
- ez nyilvánvalóan a hálózat fölösleges túlterhelését jelenti. Az átvitel minősége így érzékenyebb lesz a fix hálózat topológiájára, valamint a minden kapcsolatot kezelő otthoni ügynök az adatátvitel szűk keresztmetszetévé válhat.
- jelentősen megnövekedhet az IP csomagok késleltetése, ami késleltetés-érzékeny alkalmazások esetén (pl. voice over IP) a minőség romlásához vezet.
- megoldás: ún. kötés-táruk létrehozása (binding cache) a hálózat lehetséges végpontjaiban
 - Binding cache:
 - a mobil IP címe,
 - ideiglenes címe és az ideiglenes cím hátralévő élettartama van nyilvántartva.
 - ha a címzett mobilról van bejegyzés a küldőben, akkor arra címre küldi az IP csomagot
 - élettartam lejártával törlik a bejegyzést
 - ha nincs bejegyzés, az eredeti mobil szerint
- fő procedúrák: **binding cache frissítés**
- üzenet tartalmazza a mobil ideiglenes címét és ennek élettartamát
- válasz nem kell, hisz sikertelen vétel esetén megint próbálkozik
- **smooth handoff**
- eredeti mobil IP szerint az idegen ügynök nem kap értesítést, ha a mobil egy új alhálózatba jelentkezik be, és csak akkor törli a mozgó állomást a látogató-listáról, ha az ideiglenes cím élettartam lejárt
- a mozgó állomás egy új alhálózathoz csatlakozik, de még az új regisztrációs üzenet nem érkezett meg a honos ügynökhöz és/vagy a régi ideiglenes cím élettartama nem járt le
- érkezhetnek korábban elküldött IP csomagok a régi alhálózati ügynökhöz. Ezek az üzenetek az eredeti mobil IP megvalósításban elvesznek
- valamilyen felsőbb rétegbeli (pl. TCP) újraküldésről kell gondoskodni.
- az új ügynök értesíti az előző alhálózat ügynökét a handoffról
- az ezután továbbítja a mobil új IP címére az érkező csomagokat (forwarding pointként működik)
- ehhez a mobil végpontnak a regisztrációs kérésbe kell bizonyos mezőket illesztenie
- ennek hatására az új ügynök egy kötés-frissítés üzenetet küld a régi felé, az új CoA-val, erre tud majd továbbítani

59. Mobilitás kezelés az IPv6-ban: mobil IPv6.

- alapkonceptió itt is ugyanaz, mint a mobil IPv4-ben volt: a mozgó felhasználó mindig elérhető az otthoni IP címen keresztül
- a mobil az otthoni alhálózaton kívül tartózkodik, regisztráltatja ideiglenes címét az otthoni hálózat egyik routerénél, amely a mobil honos ügynökként működik
- egy felhasználó több ideiglenes címmel is rendelkezhet, ezek közül az egyiket - az elsődleges ideiglenes címet (primary care of address) - kell a regisztráció során a honos ügynökkel közölnie
- az ideiglenes címeket a mobilnak magának kell generálnia/lekérdeznie, ehhez követelmény az auto. cím konfiguráció és szomszédság feltérképezés (neighbor discovery) képesség minden mobiltól
- lehet még bizonyos mobilok számára előre konfigurált CoA-k
- nincs FA, a címet saját maga szerzi meg a mobil
- regisztráció: a mobil összeköttetés-frissítés üzenetet küld honos ügynökének, amiben közli az elsődleges ideiglenes címét, nincs szükség regisztrációhoz és az összeköttetés-frissítéshez két különböző típusú üzenetre
- az összeköttetés frissítés üzenetet a mobil addig ismétli, míg nyugtát nem kap róla a honos ügynöktől
- a honos ügynök a távol tartózkodó mobil címére érkező üzenetet kap, a mozgó felhasználó elsődleges ideiglenes címére továbbítja
- a mobil IPv4-nél hatékonyabb IPv6 becsomagolást (IPv6 encapsulating) alkalmazva

- a mobil, ha olyan üzenetet kap, amelyet otthoni ügynöke továbbított, összeköttetés-frissítés üzenetet küld a csomag forrásának, amelyben közli ideiglenes címét
- ha egy távoli terminál, melynek összeköttetés-tárában a mobilra vonatkozó bejegyzés van, észleli, hogy a bejegyzés érvényességi ideje rövidesen lejár, összeköttetés-kérés üzenetet küld a mobilnak, amely erre összeköttetés frissítéssel válaszol
- alapvető a háromszög routing elkerülése, egyféle üzenettel
- az idegen alhálózatban tartózkodó mobil az ideiglenes címét is megadhatja az általa küldött IPv6 datagramm forráscím mezőjében, így a válaszok a honos ügynök elkerülésével erre a címre érkeznek
- egy kommunikáció során a honos ügynök csak ritkán kapcsolódik be az átvitelbe (tipikusan az első néhány elküldött datagramm továbbításakor)
- lehetőség olyan routereken keresztüli kommunikációra, amelyek az áthaladó csomagok IP címei alapján a forgalmat szűr és nem engedi be a mobil honos hálózatából érkező csomagokat, de a látogatott hálózatból érkezőket igen
- az ideiglenes cím forráscímeként való megjelölése megkönnyíti a multicastot is
- a sima handoff biztosításához ekkor azonban szükség van arra, hogy a mobilnak több ideiglenes címe legyen. A több ideiglenes cím lehetővé teszi, hogy a mobil üzeneteket kapjon miközben új elsődleges ideiglenes címet regisztrál a honos ügynökénél.

60. Hálózatomobilitás, mozgó hálózatok.

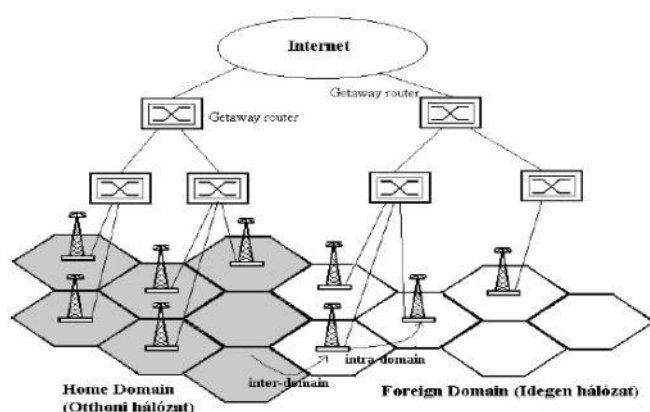
- Mi is az a mobil IP?
 - Ez egy IP módosítás, amikor is a csomópontok attól függetlenül képesek folyamatosan adatok fogadására/küldésére, hogy éppen hol kapcsolódnak a hálózatra.
 - A mobil IP-t olyan mozgó hosztoknak találták ki, akik nem változtatják acces point-jukat gyakrabban, mint 1/másodperc. Vagyis a protokoll jól működik amíg, a mozgás frekvenciája nem éri el a mobil IP kontroll üzenetek oda -vissza idejét.
- Új entitások:
 - -Mobile node: kapcsolódási pontját változtató mobil eszköz
 - -Home agent: a mobil node otthoni hálózatában lévő entitás (router), ami tunnelezi az adatokat, így juttatva el azokat a távolban lévő mobil node-hoz.
 - -Foreign agent: egy router a node jelenlegi hálózatában, mely felelős az adatok továbbításáért a node felé, amíg az a hálózatban tartózkodik.
- A mobil node otthoni IP címét home addressnek nevezik (~permanens cím IP-nél). Ha eltávolodunk a home network-ból, akkor kapunk egy care-of addressst, ami tükrözi az új helyünket.
- A Mobil IP protokoll működése:
 1. a home/foreign ágensek meghirdetik szolgáltatásukat, amikről a mozgó node-ok értesülnek.
 2. A node eldönti a hirdetésből, hogy otthon van-e vagy sem.
 3. Ha otthon van, akkor mobilitást támogató funkciók nélkül kommunikál, ha hazatért egy másik hálózathoz, akkor egy deregistration-t hajt végre home agent-ével.
 4. ha a node új hálózat területére téved, care-of address-t igényel. Ez lehet vagy a foreign agent címe, vagy egy colocated cím. Az otthonától távol lévő node regisztráltatja új care-of címét a home agent-sel. Ehhez esetleg igénybe veszi a foreign agent segítségét.
 5. a mobil hoszt otthonába küldött adatokat a home agent továbbküldi a care-of címre, egy tunnel segítségével.
 6. Fordított irányban, amikor a mozgó hoszt küld adatot, akkor lehet használni a jó öreg IP routálást, a home agent nélkül.
- Mobil IPv6
 - nincs FA, a címet saját maga szerzi meg a mobil
 - regisztráció: a mobil összeköttetés-frissítés üzenetet küld honos ügynökének, amiben közli az elsődleges ideiglenes címét, nincs szükség regisztrációhoz és az összeköttetés-frissítéshez két különböző típusú üzenetre
 - az összeköttetés frissítés üzenetet a mobil addig ismétli, míg nyugtát nem kap róla a honos ügynöktől
 - a honos ügynök a távol tartózkodó mobil címére érkező üzenetet kap, a mozgó felhasználó elsődleges ideiglenes címére továbbítja
 - a mobil IPv4-nél hatékonyabb IPv6 becsomagolást (IPv6 ncapsulating) alkalmazva
 - a mobil, ha olyan üzenetet kap, amelyet otthoni ügynöke továbbított, összeköttetés-frissítés üzenetet küld a csomag forrásának, amelyben közli ideiglenes címét
 - ha egy távoli terminál, melynek összeköttetés-tárában a mobilra vonatkozó bejegyzés van, észleli, hogy a bejegyzés érvényességi ideje rövidesen lejár, összeköttetés-kérés üzenetet küld a mobilnak, amely erre összeköttetés frissítéssel válaszol
 - alapvető a háromszög routing elkerülése, egyféle üzenettel
 - az idegen alhálózatban tartózkodó mobil az ideiglenes címét is megadhatja az általa küldött IPv6 datagramm forráscím mezőjében, így a válaszok a honos ügynök elkerülésével erre a címre érkeznek
 - egy kommunikáció során a honos ügynök csak ritkán kapcsolódik be az átvitelbe (tipikusan az első néhány elküldött datagramm továbbításakor)
 - lehetőség olyan routereken keresztüli kommunikációra, amelyek az áthaladó csomagok IP címei alapján a forgalmat szűr és nem engedi be a mobil honos hálózatából érkező csomagokat, de a látogatott hálózathoz érkezőket igen
 - az ideiglenes cím forráscímeként való megjelölése megkönnyíti a multicastot is
 - a sima handoff biztosításához ekkor azonban szükség van arra, hogy a mobilnak több ideiglenes címe legyen. A több ideiglenes cím lehetővé teszi, hogy a mobil üzeneteket kapjon miközben új elsődleges ideiglenes címet regisztrál a honos ügynökénél.

Mozgó hálózatok

- hajó, repülő, stb.
- a mozgó hálózat routere idegen ügynökként, ugyanakkor ez is egy honos hálózathoz tartozik, amitől eltávolodhat, van honos ügynöke (pl. hajónak kikötőben)
- eltávolodva idegen ügynökhöz csatlakozhat a mozgó hálózat routere (pl. műholdhoz)
- mozgó idegen alhálózathoz csatlakozó terminál regisztráltatja magát az alhálózati ügynöknél, amely ez esetben az alhálózat default routere.
- a mozgó router a regisztrációs kérést a csatlakozó készülék honos ügynökéhez továbbítja.
- a honos ügynök tehát az adott mobil felhasználóhoz rendeli az idegen alhálózati router otthoni IP címét.
- a mozgó hálózat eltávolodik a honos alhálózattól regisztráltatja magát egy másik idegen alhálózati ügynökhöz
- ebben az esetben tehát ha az IP hálózathoz csomag érkezik a mozgó alhálózathoz csatlakoztatott terminál felé, az eloszór a végpont honos ügynökéhez kerül továbbításra, ez becsomagolja a datagrammot a mozgó router otthoni ügynökének IP címét téve a csomag fejlécébe
- a csomag így a mozgó router otthoni ügynökéhez kerül, amit az a router ideiglenes címére továbbít (recursive tunneling)
- ha egy csomópont fix csatlakoztatású egy mozgó hálózathoz, a mozgó router otthoni ügynökét használhatja saját otthoni ügynökeként, ha a honos ügynök számára egy folyamatos regisztrációt (permanens registration) biztosít
- ekkor a honos ügynök a mozgóroutert ideiglenes címét rendeli a végponthoz is.

61. Az IP mikromobilitás fogalma, motivációi, szerepe, helye.

- A nagy körülfordulási idő és a vezérlési overhead miatt kb. 5s-re megszakad a kapcsolat minden IP csatlakozási pont váltáskor.
 - Ez komoly gondot jelent pl. a *valós idejű* alkalmazásoknál.
 - A mobil IP inkább *nomád környezetben* használható semmint *mobile computing* környezetben.
- Ezen probléma kiküszöbölésére az IETF több javaslatot is vitára bocsátott, melyek:
 - egy jól definiált területre korlátozott mobilitást biztosítanak (pl. hozzáférési hálózat egy épületen belül) és
 - együttműködnek a mobil IP-vel hierarchikus módon.
- Ezek az ún. mikro mobilitás protokollok
 - nem skálázhatók olyan jól a felhasználó számmal, mint a mobil IP,
 - de sokkal jobb teljesítményt nyújtanak a cellaváltások tekintetében.
- Jelzési overhead arányos:
 - a felhasználók számával - világméretű rendszerek
 - mobilitásuk fokával - piko és mikrocellák
 - az igényelt sávszélesség nem játszik szerepet!
- A mikro mobilitás protokollok szerepe előtérbe került az "ALL IP" megközelítés előretörésével a jövő mobil rendszereiben (adat, jelzés, vonalkapcsolt szolgáltatások, stb. mind IP csomagokban halad).
- Jelenleg a GPRS rendszerben saját protokoll gondoskodik a mikro mobilitás kezeléséről, de a 3G rendszerekben cél a mobilitás kezelését teljes egészében az IP-réteg feladatává tenni, ezért a mikro mobilitás kezelésére alkalmas protokollok nélkülözhetetlenek.
- Ahogy az ábrán is látható két alapvető handover típust különböztetünk meg: tartományok közötti, és domain-on beüli cellaváltásokat:



- Cellaváltás, típusai:
 - **soft/hard:** egyidejűleg több kapcsolat
 - **Hálózat/mobil kontrollált:** a mérések alapján ki dönt a HO-ról
 - **Smooth:** csomagvesztés nélkül
 - **Fast:** nem észrevehető késleltetés
 - **Seamless:** smooth+fast együtt

62. A CIP hálózat felépítése, elemei (eszközök, tárolók, spec. üzenetek)

A legfontosabb szempontok, amiket figyelembevettek a CIP tervezésénél:

- olcsó passzív kapcsolat;
- rugalmas handoff támogatás;
- hatékony location management;
- a node-ok nem ismerik a hálózati topológiát;
- nincs központi adatbázis, vagy más kritikus hibaforrás;
- a hálózat elemei nem válnak bonyolultabbá, ahogy a lefedettségi terület (és így a felhasználók száma) nő.
- Cellular IP Node
 - Egy Cellular IP hálózat Cellular IP Node-okból áll. Ezeknek a szerepe kettős: Egyrészt részt vesznek a csomagirányításban, másrészt ők kommunikálnak (Cellular IP Base Station, bázisállomás) a mobil géppel vezeték nélküli környezetben.
- Cellular IP Gateway, átjáró
 - Egy olyan Cellular IP Node, ami csatlakozik a hagyományos IP hálózathoz.
- Uplink neighbour
 - A Cellular IP Node egy olyan szomszédja, ami következő állomás az átjáróhoz vezető legrövidebb úton. A szomszédokat vagy előre beállítják vagy egy speciális algoritmus térképezi fel őket.
- Downlink neighbour
 - Egy Cellular IP Node minden az Uplink neighbourtól különböző szomszédja.
- Paging Cache, paging-tároló
 - Egy olyan tároló, ami olyan Node-okban létezik, amelyek több Node-ot fognak össze úgynevezett paging-area egységbe. Ezek a Node-ok bizonyos esetekben nem a route-tároló, hanem a paging-tároló segítségével irányítják a csomagokat, amiket a mobil gépnek címeztek.

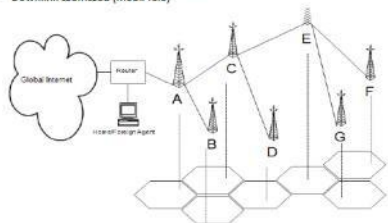
- Paging Area
 - A Cellular IP Node-ok olyan egy csoportja amelyben egy Node-nak sincs Paging cache-e.
- Paging – timeout:
 - A paging-tároló egy bejegyzésének érvényességi időtartama.
- Paging – update – packet
 - Egy olyan csomag, amit a mobil gép azért küld, hogy frissítse a paging-tárolóban róla tárolt információkat.
- Route Cache, route-tároló
 - Egy olyan tároló, amit minden Node arra használ, hogy irányítsa a csomagokat, amiket a mobil gépnek címeztek.
- Route – timeout:
 - A route-tároló egy bejegyzésének érvényességi időtartama.
- Route – update – packet
 - Egy olyan csomag, amit a mobil gép azért küld, hogy frissítse a route-tárolókban róla tárolt információkat.

Mobility Management Protocol Data Units (PDU):

- **BS Beacon** (Net-ID, IP address of gateway) szabályos időközönként kisugározza a BS a rádiós interfészen. A BS azonosítóját vagy cella ID-t a mobilok a MAC rétegen keresztül veszik.
- **Paging-update** (IP csomag, a protokoll típus: IPPROTO_CELLIPRU) upstream irányban a mobil küldi a gateway felé, és regisztrációs payload-ot hordoz (payload a felsőbb szint számára hordozott információ).
- **Route-update** (IP csomag, a protokoll típus: IPPROTO_CELLIPRU) upstream irányban a mobil küldi a gateway felé, és regisztrációs payload-ot hordoz (payload a felsőbb szint számára hordozott információ). A közönséges adatcsomagokat is felhasználja a mobilitás menedzsment réteg, így csökkentve a protokoll üzenetek gyakoriságát.

Hierarchikus szervezés

- Uplink szomszéd (útvonalválasztó felé)
- Downlink szomszéd (mobil felé)



A CIP hálózat működése: regisztráció, paging, handover, routing.

Bejelentkezés

- A mobil a regisztrálás során egy route update üzenetet küld a gateway routerhez. Ezt az üzenetet veszi a bázisállomás és hop-by-hop módszerrel elküldi az uplink szomszédokon keresztül gatewaynek. Minden közbülső állomás a routing cache-be bejegyzi, hogy az adott mobil milyen irányban érhető el (a mobil IP címét és az adott interfészt rendeli össze). Ha egy route update érkezett a gatewaybe akkor az eldobja és a bejegyzést tesz a routing cache-ébe. Ezután már a mobilnak küldött csomagok számára adott a továbbítási útvonal.
- A routing cache bejegyzések csak időszakosak, adott idő után lejárnak (soft state), erre a mobil terminálok mozgása miatt van szükség. Ezért a mobiloknak periodikusan frissíteniük kell az útvonalakat, azaz a mobil periodikusan update csomagokat küld a helyzetének jelzésére, illetve az adatcsomagok is elvégzik a frissítést.

Paging

- Azok a mobilok, akik nem akarnak aktívan adni vagy venni, de elérhetők szeretnének maradni lehetőségük van arra, hogy a routing cache bejegyzéseik lejárjanak, ha fenntartják az ún. Paging cache bejegyzéseket.
- Érvényes paging cache bejegyzéssel rendelkező, de routing cache bejegyzéssel nem bíró mobilt idle állapotúnak nevezzük. Érvényes routing cache bejegyzéssel bíró mobilt pedig active-nak.
- A két tároló közötti alapvető különbség, hogy paging cache nincs minden cellás IP csomópontban és hosszabb lejáratú idejük a bejegyzéseik.
- Azon node-on, ahol mindkét cache megtalálható a routing cache alapján irányítják a csomagokat downlink irányban.
- Ha egy Node-hoz érkezik egy csomag, ami egy olyan mobil terminálnak szól amihez nincs route-tároló bejegyzése a Node-nak, akkor a paging-tároló alapján történik az útvonalválasztás. Amennyiben ebben a Node-ban nincs paging-tároló, akkor minden Downlink neighbour-nek elküldi a csomagot. Abban az esetben, ha van a Node-ban paging-tároló, és nincs a mobil gépre utaló bejegyzés, akkor a Node eldobja a

csomagot.

- Ha a mobil aktív állapotban van, akkor a hálózatnak mindig pontosan kell tudnia, hogy a terminál hol van. Ezért a mobil terminálnak minden handoverről értesítenie kell a hálózatot. Az idle állapotú mobil terminál ez nem olyan nagy jelentőségű, ezért ilyenkor egy mobilnak csak akkor kell paging-update csomagot küldenie, ha a paging-timeout lejárt, vagy ha új paging area-ba kerül, ezt pedig a paging-area azonosítóból – amit a bázis-állomások által kiadott „Beacon” jelek tartalmaznak – veszi észre.
- Ha egy idle mobil kap egy csomagot, akkor aktív állapotú lesz, és rögtön frissíteni fogja a route-tároló bejegyzéseket. A hozzá érkező további csomagok már a route-tároló bejegyzések alapján irányítódnak. Aktív állapotú mobil terminálnak tehát folyamatosan frissítenie kell a route –tároló bejegyzéseket, ezért külön paging – update csomagokat már nem kell küldeni, hiszen minden felfelé menő csomag frissíti a paging-tároló bejegyzéseket. Aktív állapotú mobilnak akkor is kell route – update csomagot küldeni, ha cellát változtat - a nyomonkövethetőség érdekében.
- A paging forgalom csökkentése érdekében a mobilnak azonnal route update csomaggal kell válaszolnia, amint egy paging-gel küldött csomagot vett.

Handover

- A handover a mobil kezdeményezi egy route update üzenet küldésével az új bázisállomáshoz. Ez az üzenet a már ismert hop-by-hop módon utazik a BS-től a gateway routerig és az útbaeső node-okon frissíti a route cache bejegyzéseket.
- A régi és az új BS-hez tartozó útvonalak átfedhetik egymást. A régi útvonalon az át nem fedett csomópontok route bejegyzéseit a time-out szünteti meg és nem egy explicit jel.
- A cellás IP hard és semi-soft handovertámogat.
- Mindkét megoldás olyan vezeték nélküli interfészek számára alkalmas, melyek egyszerre csak egy Bssel tudnak kapcsolatban állni.

Routing

- A routerek működése a CIP-ben némileg eltér a hagyományos IP routingtól.
- Az uplink irányt a hálózatmenedzsmentből eredően minden router ismeri, esetleg egy legrövidebb utat kereső algoritmus segítségével is felderíthető.
- Ha egy downlink irányból érkezik egy csomag, akkor ez alapján a router frissíti az adott mobilhoz tartozó routing és paging cache bejegyzést egyaránt. Ez alól kivétel a paging_update üzenet, amely csak az utóbbit frissíti. Az egyszerű adatcsomagok csak a soft-state bejegyzések idejét frissítik, de nem változtatják azokat. Egy cache bejegyzés (routing vagy paging) a következő mezőkből épül fel: IP cím, interface, MAC cím, elévülési idő, időbélyeg.
- Downlink irányba történő routing esetén elsőként a routing cache alapján kikeresett irányba továbbítódik a csomag, ha ez nincs, akkor a paging cache-ben található megfelelő bejegyzés dönt. Ha ebben sincs a rendeletelési címnek megfelelő bejegyzés, vagy az adott routerben nincs paging cache, akkor broadcast-olja az üzenetet az összes downlink szomszédjának.

63. mobil hálózatokban alkalmazható energiahatékonysági metrikák.

Terminál oldalon:

Energiatakarékos üzemmódok, alvó állapot

A vétel szüneteltetése, az elektronika lekapcsolása, felébredés időnként

Takarékoskodás a felhasználói interfészekon és perifériákon: háttérvilágítás, drive-ok, stb. lekapcsolása

Metrikák:

Egy előfizető kiszolgálásához szükséges átlagos hálózati teljesítmény: W/el teljesítmény: W/el előfizető, vagy egy adott időtartamra tartamra vonatkoztatva J/el előfizető, mindkettőnek a reciproka is használható

Egységnyi terület lefedéséhez szükséges teljesítmény: W/km^2

Egy bit átviteléhez mennyi energia szükséges, pontosabban: egy bps átviteli sebességhez mekkora teljesítményt kell felhasználni

Készült:

- Előadásdiák
- BakosPéter mobil_full_címekkel.pdf
- MolTam 2012-es tavaszi tételkidolgozás
- Liba előadásvázlat
- [Az internet](#)
- Forest órai jegyzet

By Forest.