
Nagysebességű mozgó távközlés
UMTS földi rádiós hozzáférési
hálózat (UTRAN)

WCDMA kulcsjellemzők

- Adatviteli 5MHz sáv szélességen:
 - 384 kbps nagy területen
 - Max. 2 Mbps kis területeken
 - Hajlékony szolgáltatások
 - Többféle sebesség és kapcsolási mód egyidejűleg egy frekvencián
 - Beépített bővíthetőség
 - Pl. adaptív antennák
 - Aszinkron bázis állomások működése
 - Spektrumhatékonyság
-

UTRAN üzemmódok

■ FDD

- Direct sequence CDMA
- Új spektrum sáv
- Frekvencia osztásos duplex (FDD)
- Chip rate 3.84 Mcps
- Aszinkron/szinkron működés
- Hálózati jelzés rendszer:
 - 1. Fázis: GSM/MAP
 - 2. Fázis ANSI-41

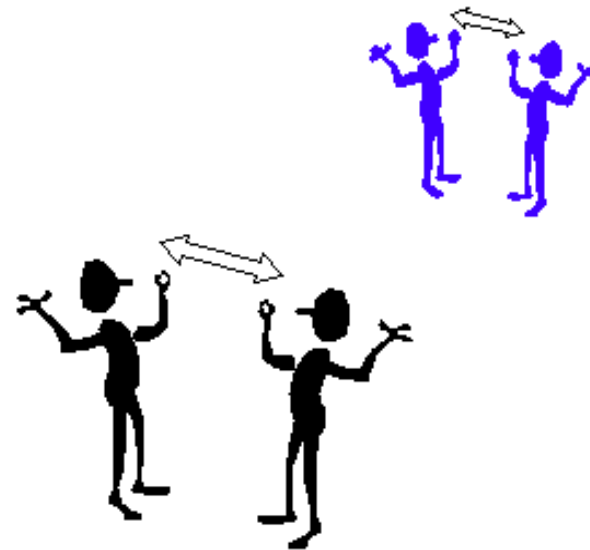
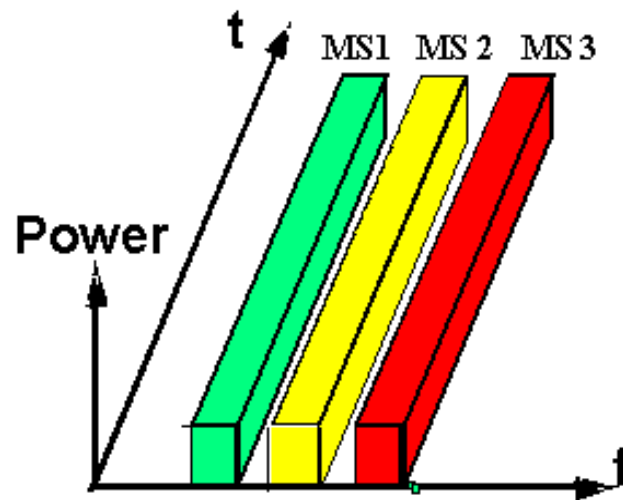
■ TDD

- Időosztásos SCDMA
- Párosítatlan spektrum
- Időosztásos duplex
- Szinkron működés
- Hálózati jelzés rendszer:
 - 1. Fázis: GSM/MAP
 - 2. Fázis ANSI-41

FDMA

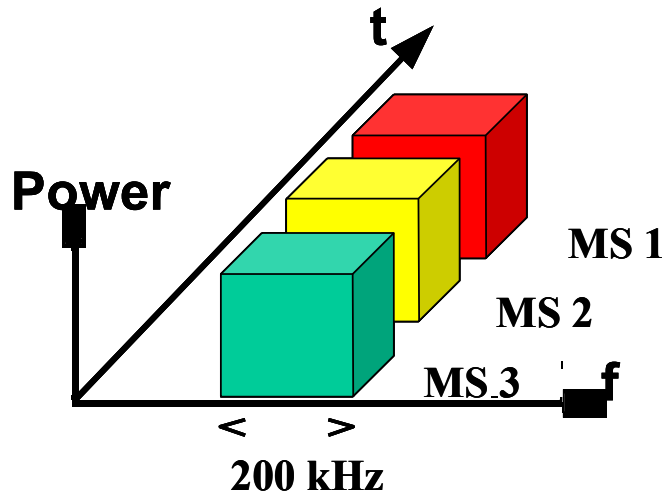
- Orthogonal in frequency within cell
- Narrow bandwidth per carrier
- Continuous transmission and reception
- No synchronization in time

NMT
AMPS
TACS



TDMA

- Orthogonal in time within cell
- Increased bandwidth per carrier
- Discontinuous transmission and reception
- Synchronization in time



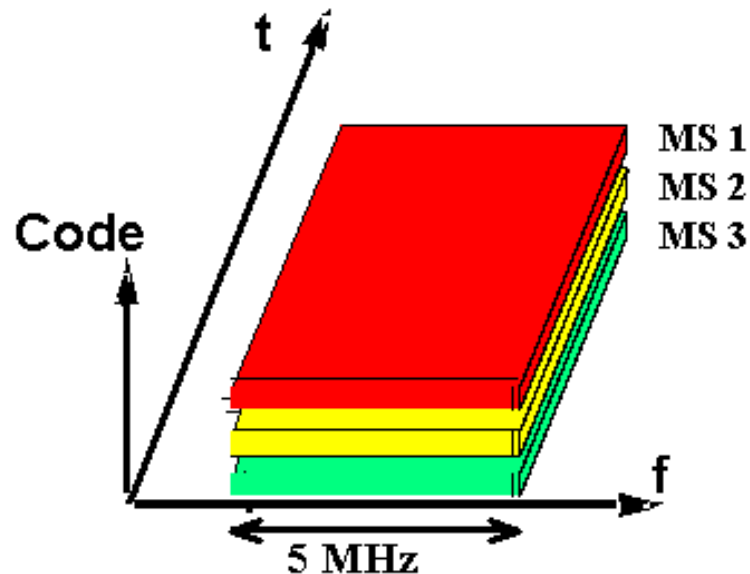
- GSM
- PDC
- D-AMPS



CDMA

- Separate users through different codes
- Large bandwidth
- Continuous transmission and reception

- IS-95 (1.25 MHz)
- CDMA2000 (3.75 MHz)
- WCDMA (5 MHz)



A CDMA nemzetközi koktél parti

Mit hallasz/értesz meg TE...

...ha csak japánul beszélsz?

...ha csak angolul beszélsz?

...ha csak olaszul beszélsz?

...ha csak japánul beszélsz, de a japánul beszélő ember a szoba túsó sarkában áll?

...ha csak japánul beszélsz, de a spanyol részegen ordítózik?



Többszörös hozzáférés

Frequency
Division
Multiple
Access



Frekvencia

Minden használónak egyedi **frekvenciája van**

(1 beszéd csatorna per
használó)

Minden használó egyidejűleg
ad

AMPS, NMT, TACS

Time
Division
Multiple
Access



Idő

Minden használónak egyedi **idő rése van**

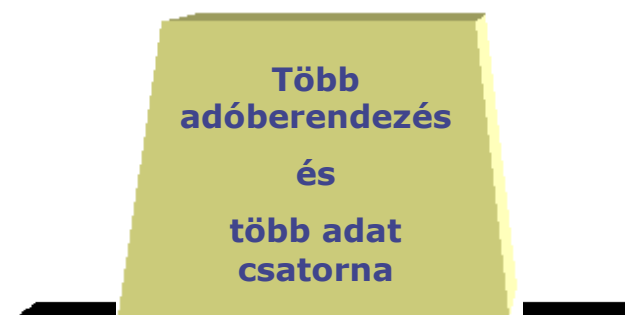
Minden adatcsatornának egyedi **pozíciója van az időrezen belül**

Több használó közösen használja
ugyanazt a frekvenciát

IS-136, GSM, PDC

Spread
Spectrum
Multiple
Access

Code
Division
Multiple
Access



Frekvencia

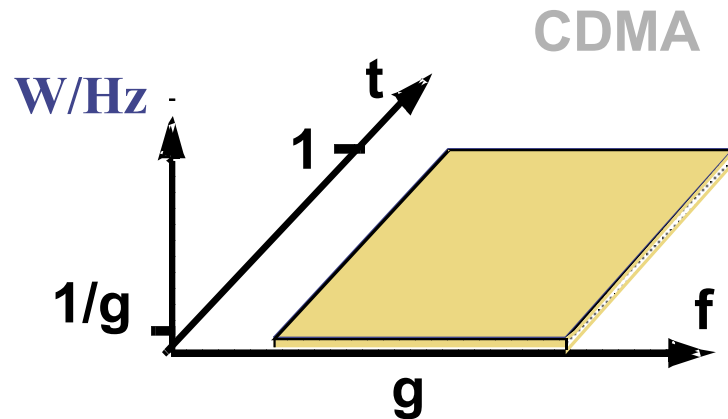
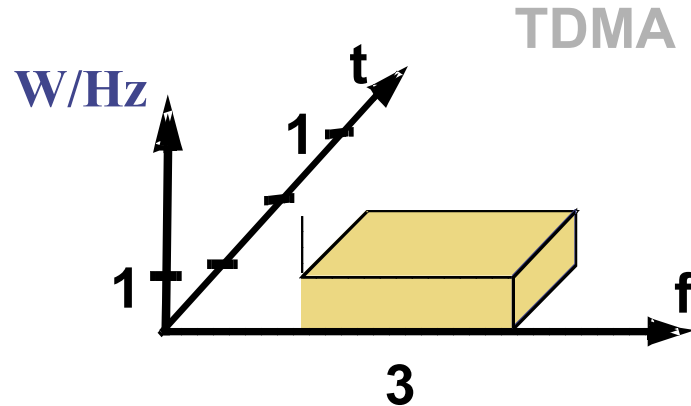
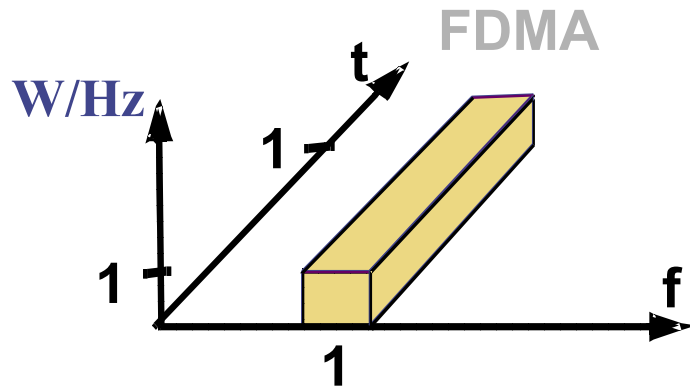
Minden használónak egyedi **bitkeverő kódja van**

Minden adatcsatornának egyedi **ortogonális kódja van**

Sok használó használja közösen *mind*
időben *mind* frekvenciában

IS-95, cdma2000, WCDMA

Többszörös hozzáférés: idő, frekvencia, teljesítménysűrűség



$$1 * 1 * 1 = 1 \quad (\text{FDMA})$$

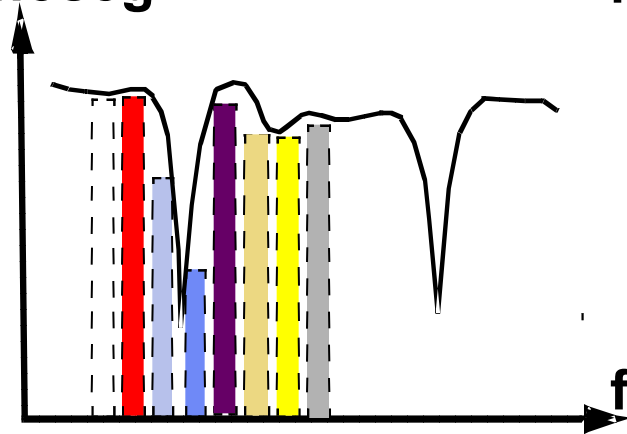
$$1 * 3 * (1/3) = 1 \quad (\text{TDMA})$$

$$(1/g) * g * 1 = 1 \quad (\text{CDMA})$$

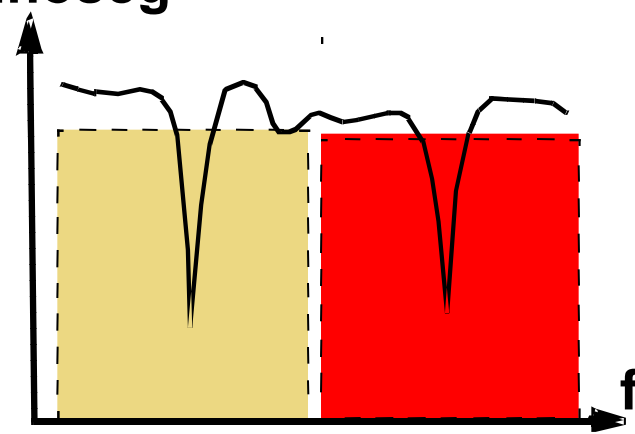
Miért kell szétterjesztett spektrum?

- Frekvencia szelektív csillapítás – frekvencia szétozlás (frequency diversity)
- Interferencia kiátlagolás
- FEC – előzetes hibajavítás

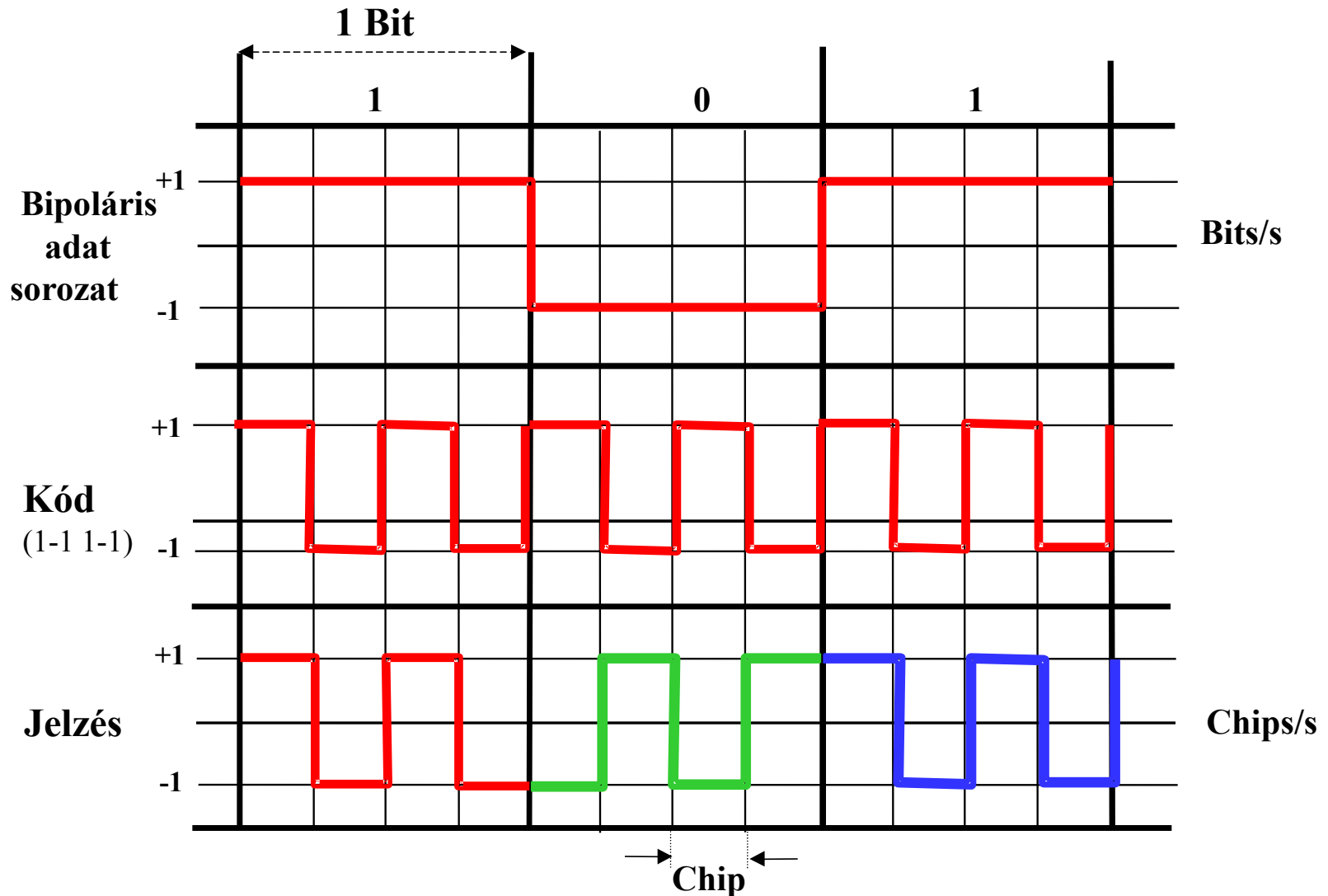
Csatorna
Minőség



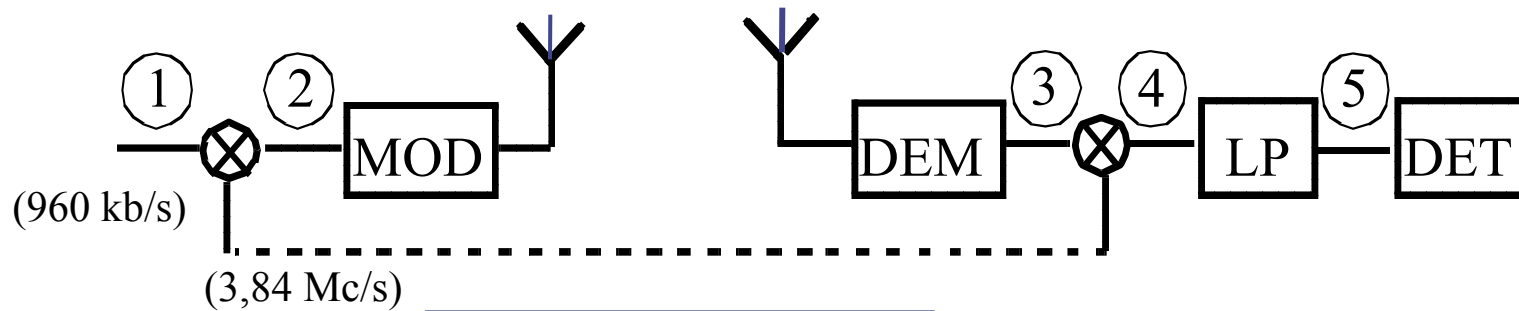
Csatorna
Minőség



Közvetlen kódolású CDMA

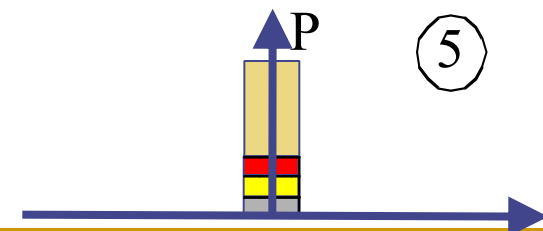
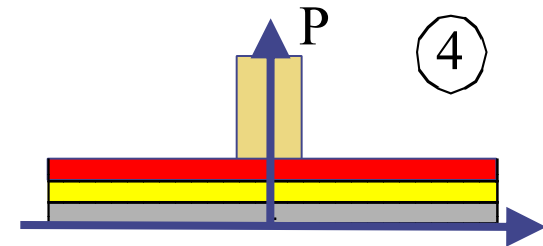
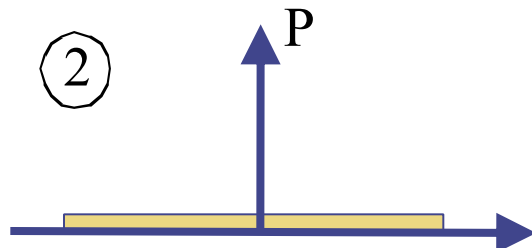
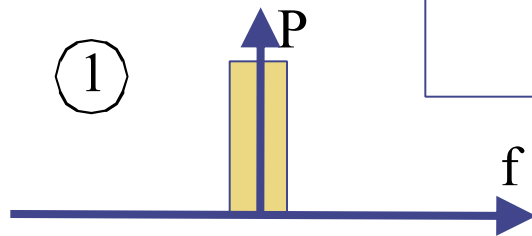


Közvetlen kódolású CDMA – alapelv



Spreading Factor

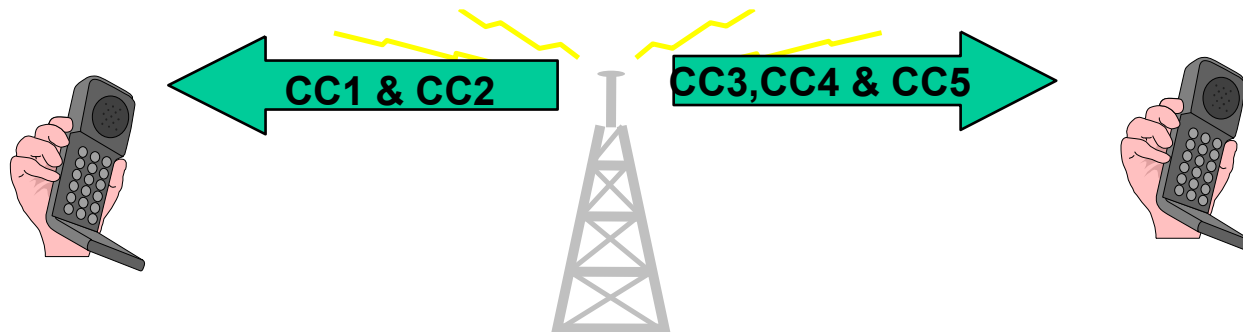
$$g = \frac{R_{\text{chip}}}{R_{\text{bit}}}$$



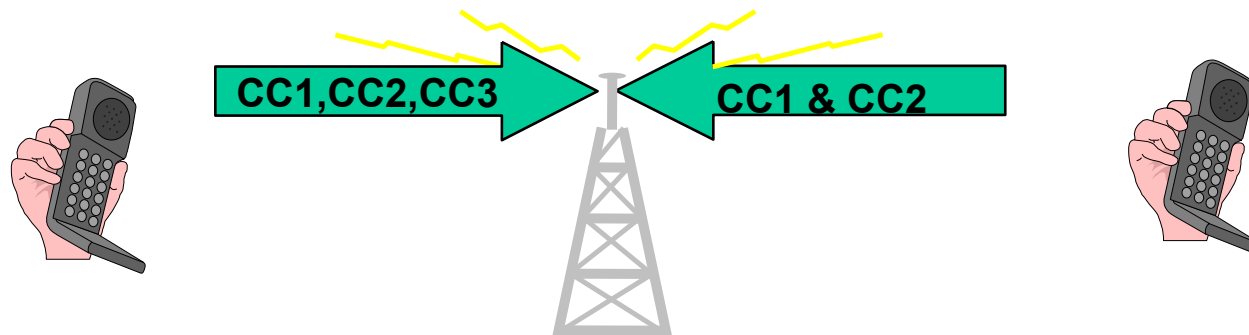
A közös erőforrás a teljesítmény

		SF	Adó teljesítmény
Bitsebesség	Kicsi	Nagy	Kicsi
	Nagy	Kicsi	Nagy

Csatorna kódok



Lefele irányban az Orthogonális kódokat arra használják, hogy megkülönböztessék az egy bázis állomástól származó adat csatornákat



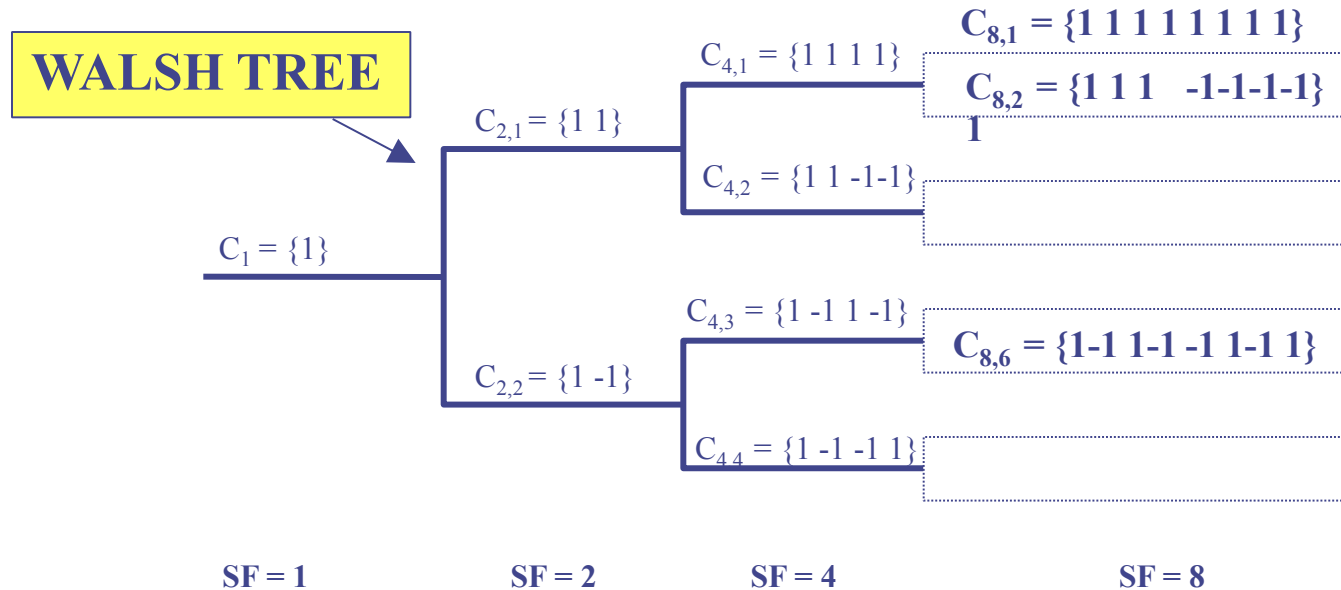
Felfele irányban az Orthogonális kódokat arra használják, hogy megkülönböztessék az egy mobiltól állomástól származó adat csatornákat

ata

A csatornázási kódok szerepe

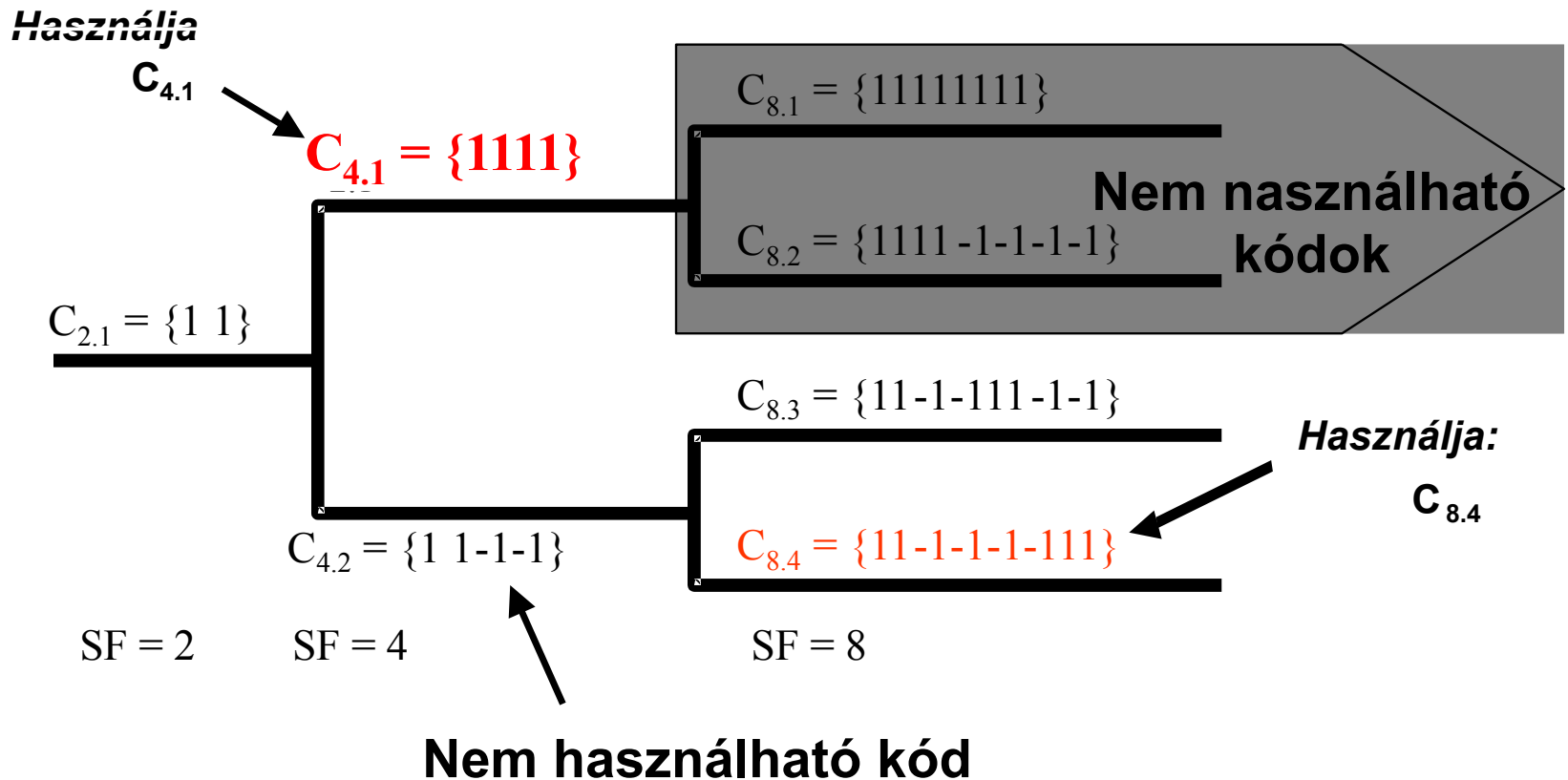
1. A keskeny sávú bemenő jel szélessávúvá alakítása
 - Majdnem olyan széles sávra, mint a rádiócsatorna sávszélessége (3,84Mcps/MHz vs. 5MHz)
 - A kód értéke kevésbé fontos, mint a *hossza*
 2. A csatornázási kódoknak *tökéletesen ortogonálisoknak* kell lenniük
-

Walsh kódok



- Több féle hosszúságú Walsh kód, függ a kívánt bitsebbségtől
- Biztosítja az orthogonalitást különböző bitsebességnél/SF-nél is!

Korlátozások a kódfában



User bitrate (kbit/s)	SF	Chiprate (Mbit/s)
30	128	3,84
60	64	3,84
120	32	3,84
240	16	3,84
480	8	3,84
960	4	3,84
1920	2	3,84

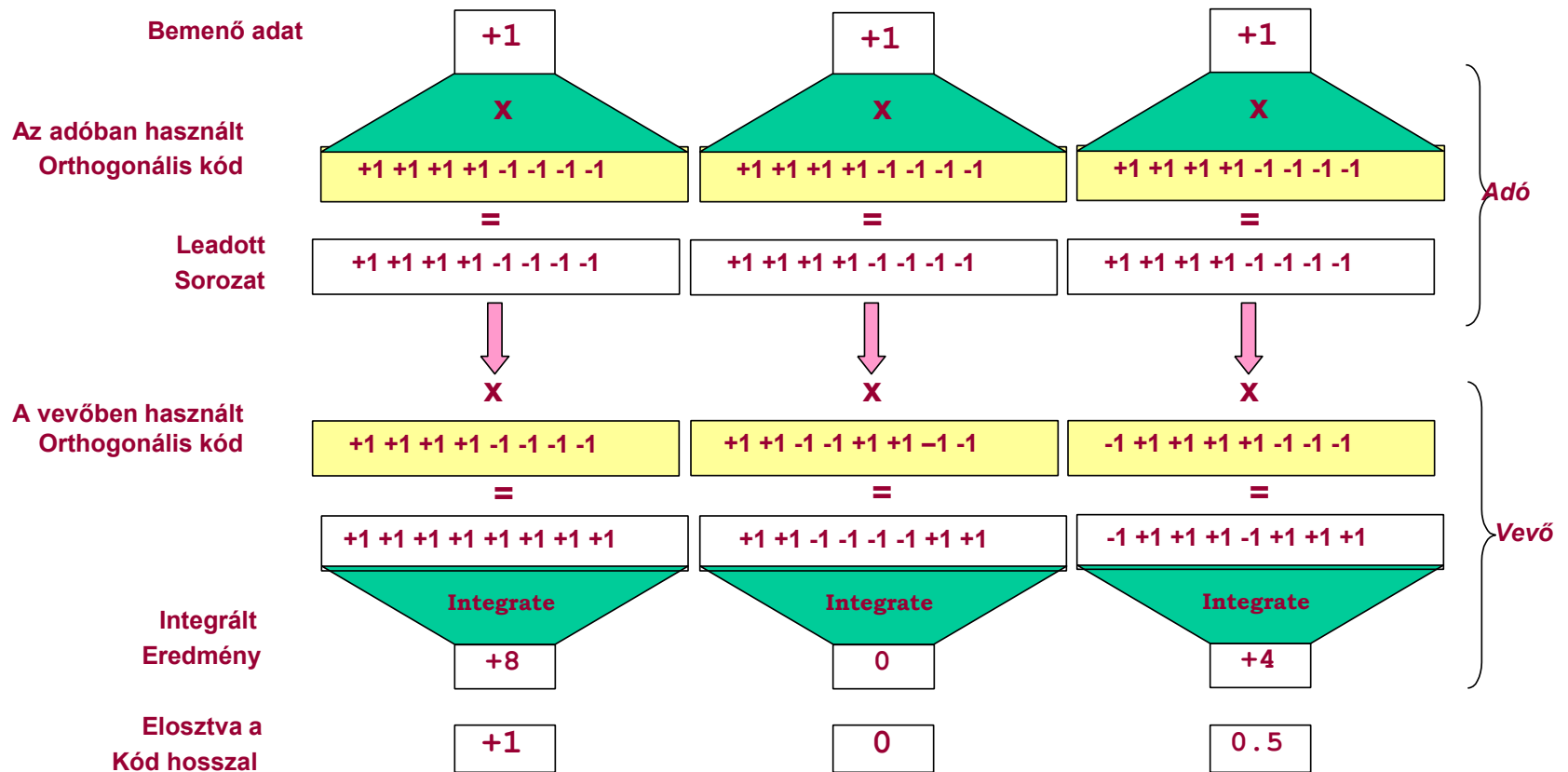
Korreláció számítási példa

I. eset: Korreláció csatornázási kódokkal

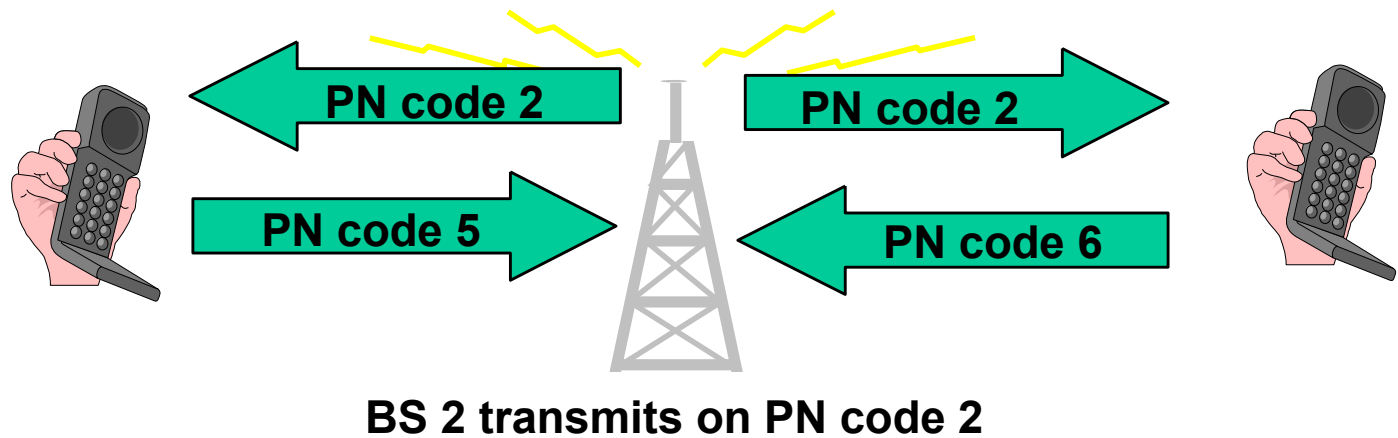
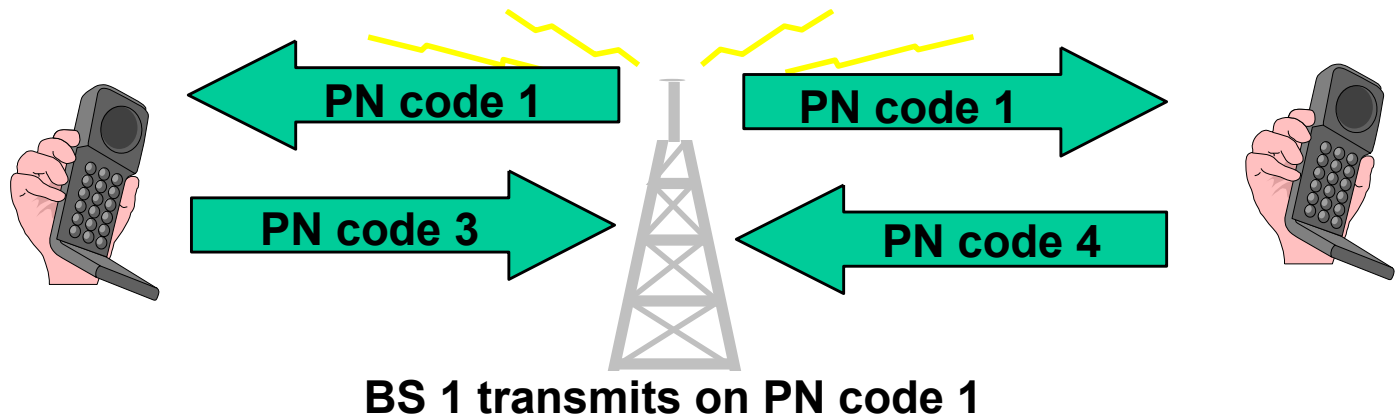
(a) Egyező Csatornázási kód

(b) Különböző csatornázási kód

(c) Egyező kód, nem-zéró idő offszettel



Bitkeverő (ál-zaj, PN) kódok: az adóberendezések megkülönböztetése

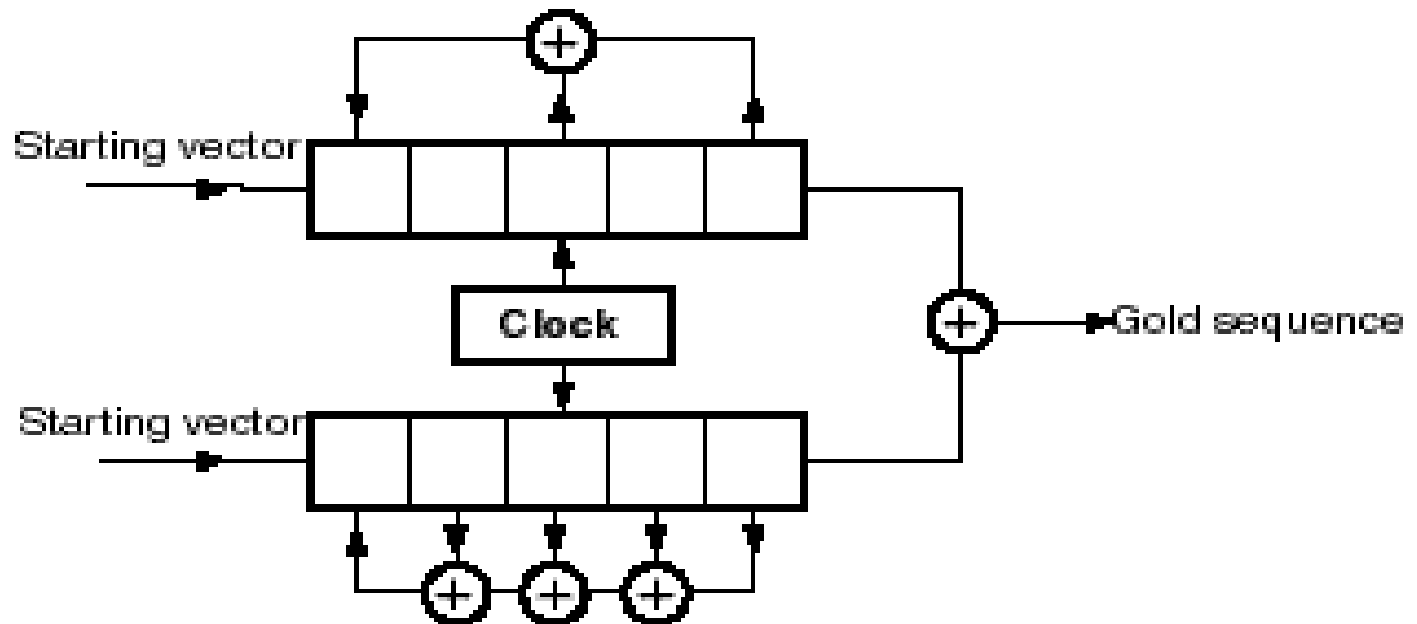


A bitkeverő kódok szerepe

- A bitkeverés:
 - a chip folyamatot másodszor is megszorozzuk egy kóddal,
 - de a kódhosszat változatlanul hagyjuk
- Célja kettős
 1. A különböző adók kvázi-ortogonális kódjai hatásának eltüntetése
 2. A jel forrásának azonosítása
- A kód hossza
 - Fölfelé: rövid (256bit), vagy hosszú kód (38.400bit)
 - Rövid kód csak akkor, ha a Node-B vevője speciális
 - Lefelé: hosszú kód (38.400bit)

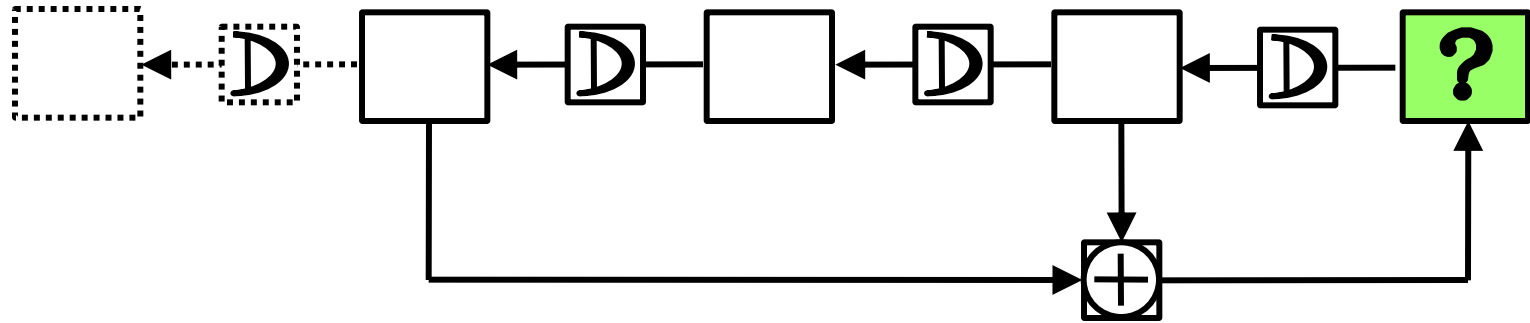
GOLD (Pseudo-Noise, PN) kód

Generation of Gold sequence



Hosszú kódok generálása

- Egy n hosszú shiftregiszter $2^n - 1$ hosszú kódot állít elő



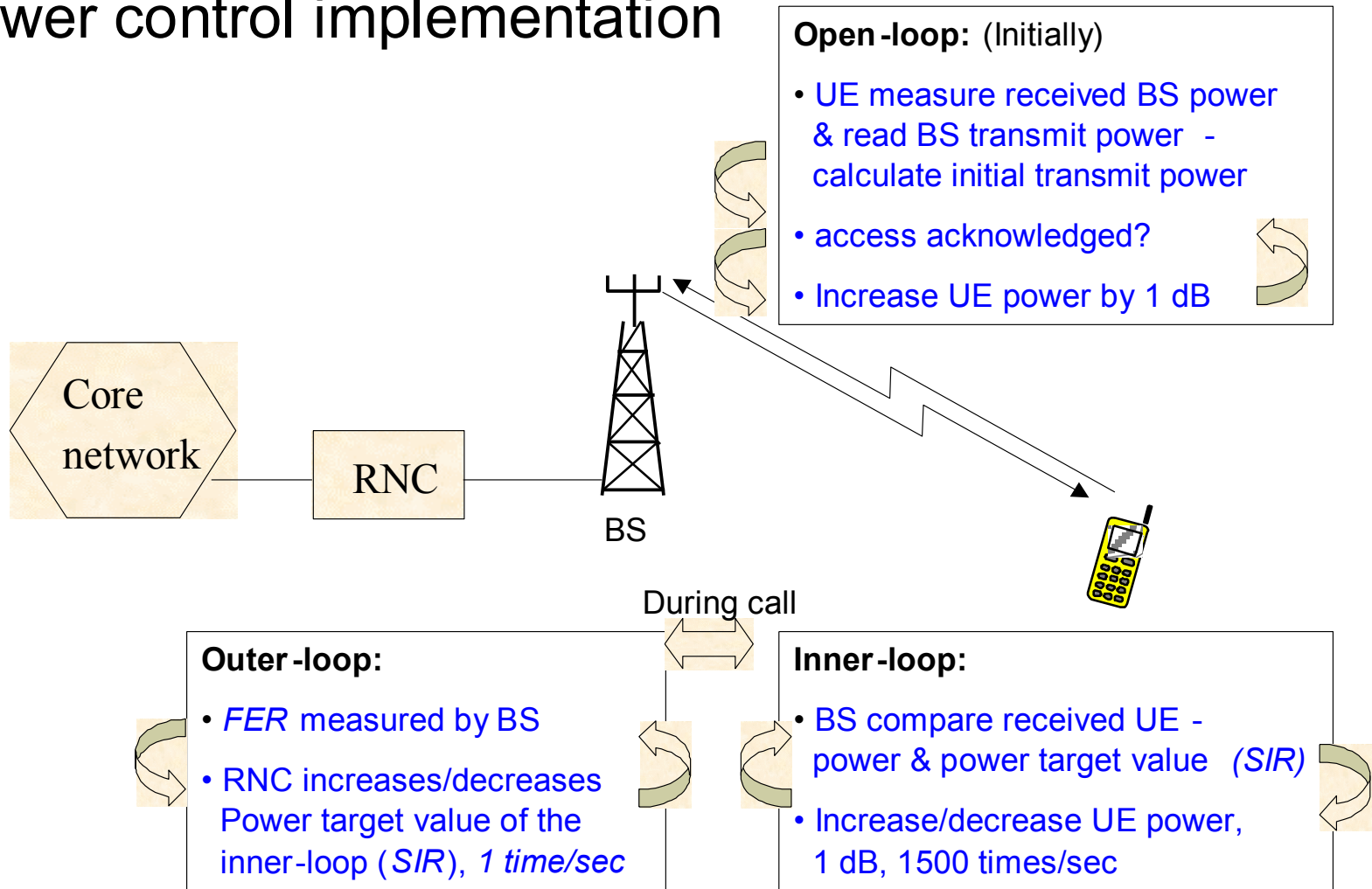
Rövid és hosszú kódok összefoglaló

- **Rövid kódok (Walsh codes):**
 - Kódszekvencia hossza = bit hossz (időben)
 - A kódszekvenciát megismétlik minden új adatbitnél
 - + Orthogonális kód tökéletes szinkronizálásnál
 - + Jó keresztkorreláció tulajdonságok**
 - Kódtervezés szükséges
- **Hosszú kódok:**
 - Kódszekvencia hossza \gg bit (időben)
 - + Nem kell kódtervezés cellán belül
 - + Jó autokorrelációs tulajdonságok**
 - Nem orthogonális kódok \rightarrow cellák közti kódtervezés kell

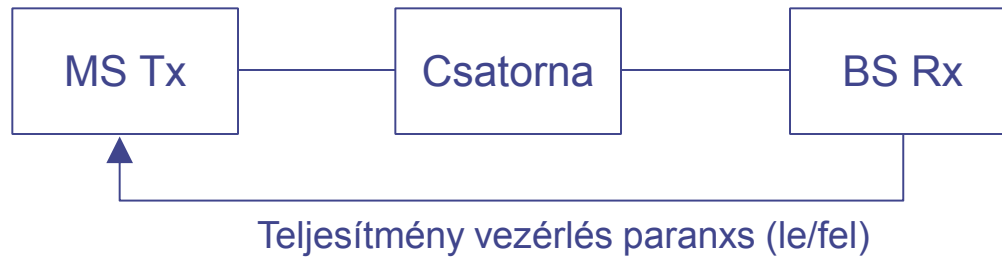
UTRAN kódolás összefoglaló

	Csatornázási kódolás	Bitkeverő kódolás
Felhasználás	csatorna szétválasztás	Jelforrások megkülönböztetése
Hossz	UL:4-256 chip (1-66,7 μ s) DL: 4-512 chip	38400 chip (10ms) UL: még 256 chip is (66,7 μ s)
Kódok száma	SF függő	UL: több millió DL: 512
Kód család	OVSF	Long 10msec kód: Gold Rövid kód: Kiterjesztett S(2) kód
Kiterjesztő hatás	Igen, sávszélesség növelés	Nincs

Power control implementation



Zárt hurkú szabályozás



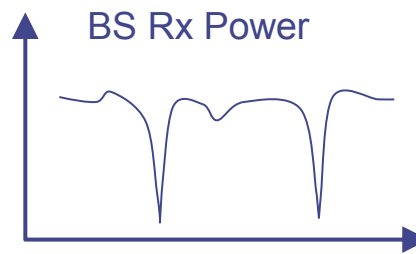
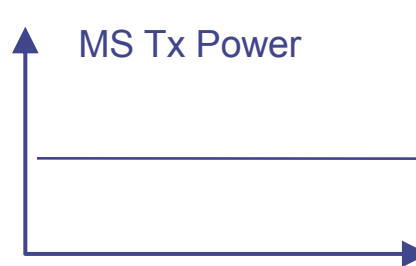
Algoritmus

- Telj. becslés
- Küszöbvel összevetés
- Parancs küldés
- Teljesítmény növelés/csökkentés

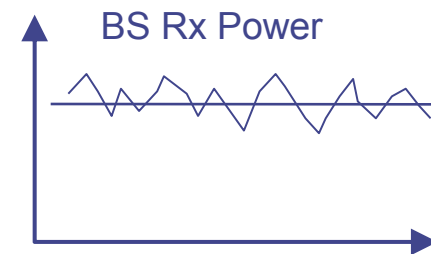
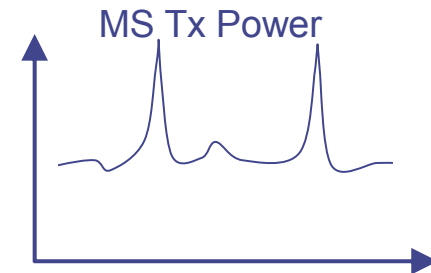
Paraméterek

- Frissítés sebessége
- Hurok késleltés
- Léspésköz

Szabályozás nélkül

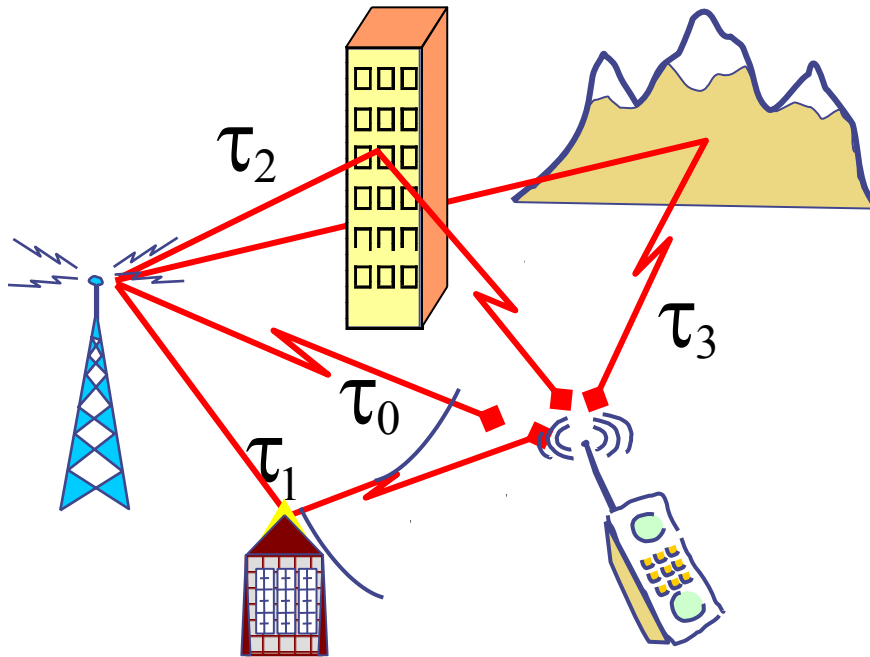


Szabályozással

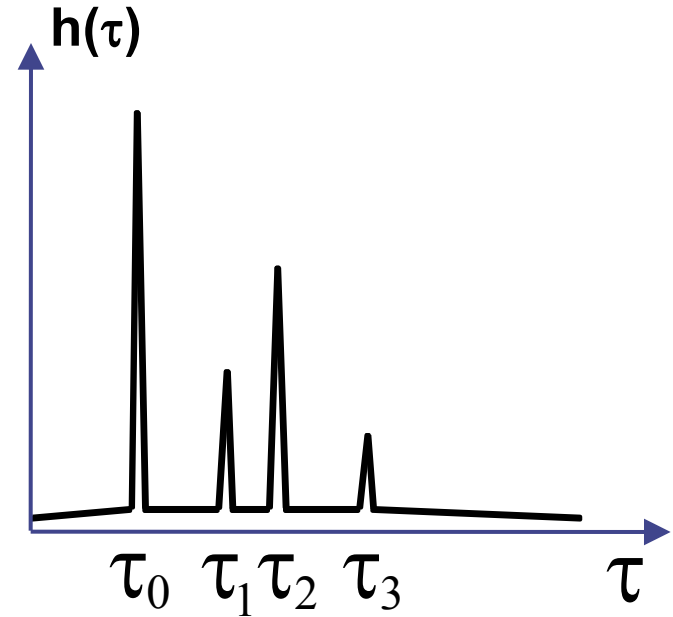


Rádiós környezet

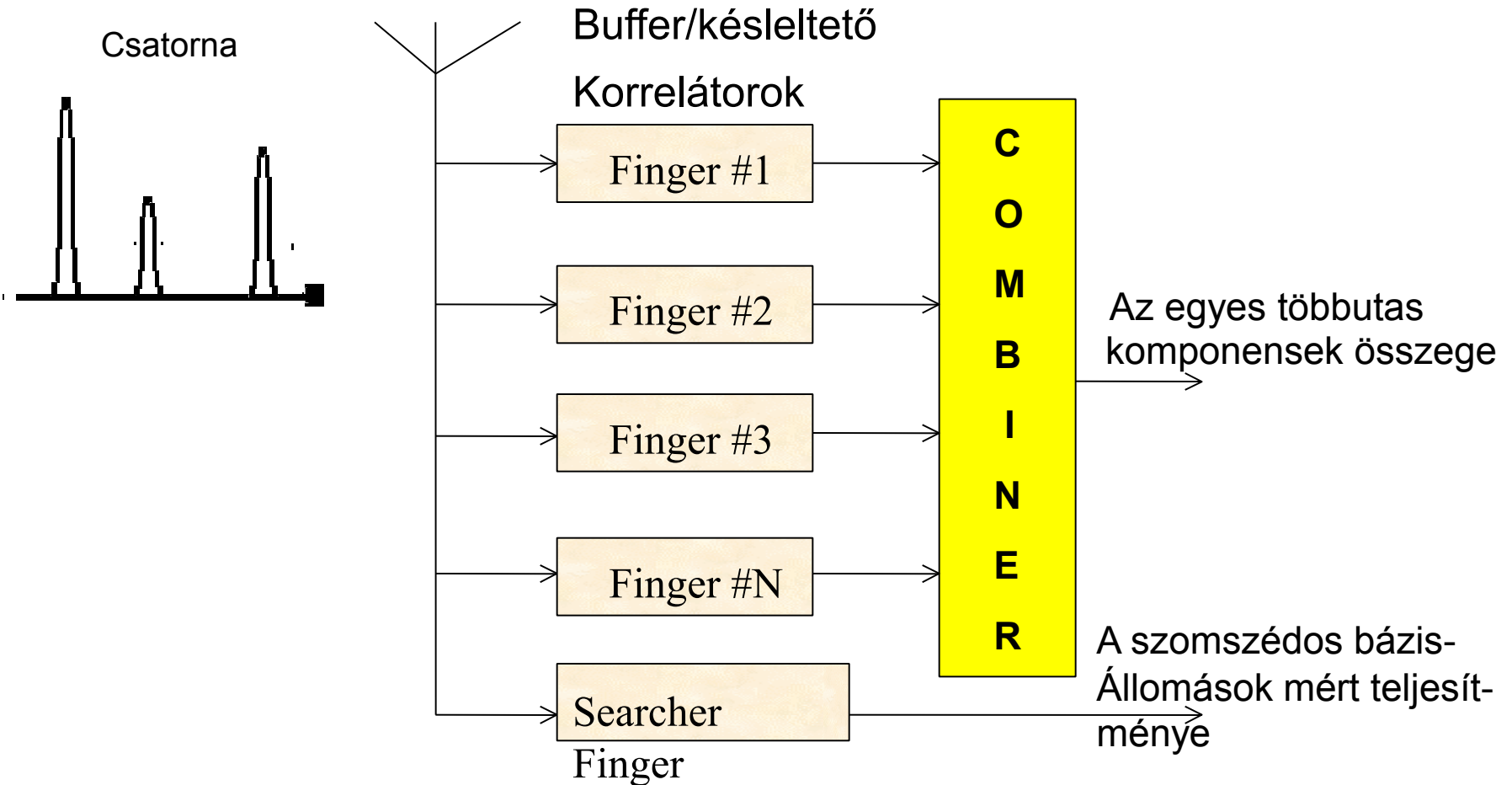
Többutas terjedés



Időbeli diszperzió

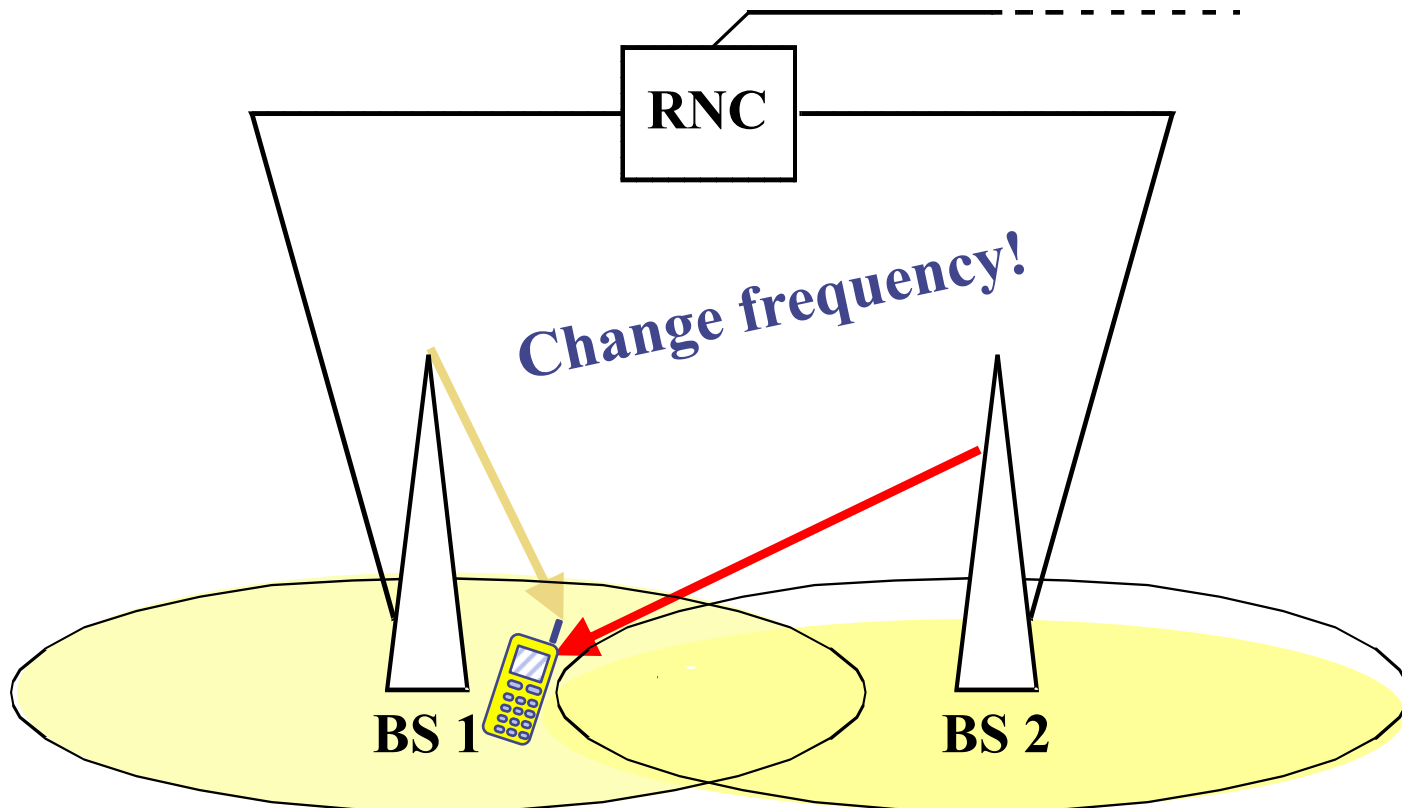


RAKE vevő



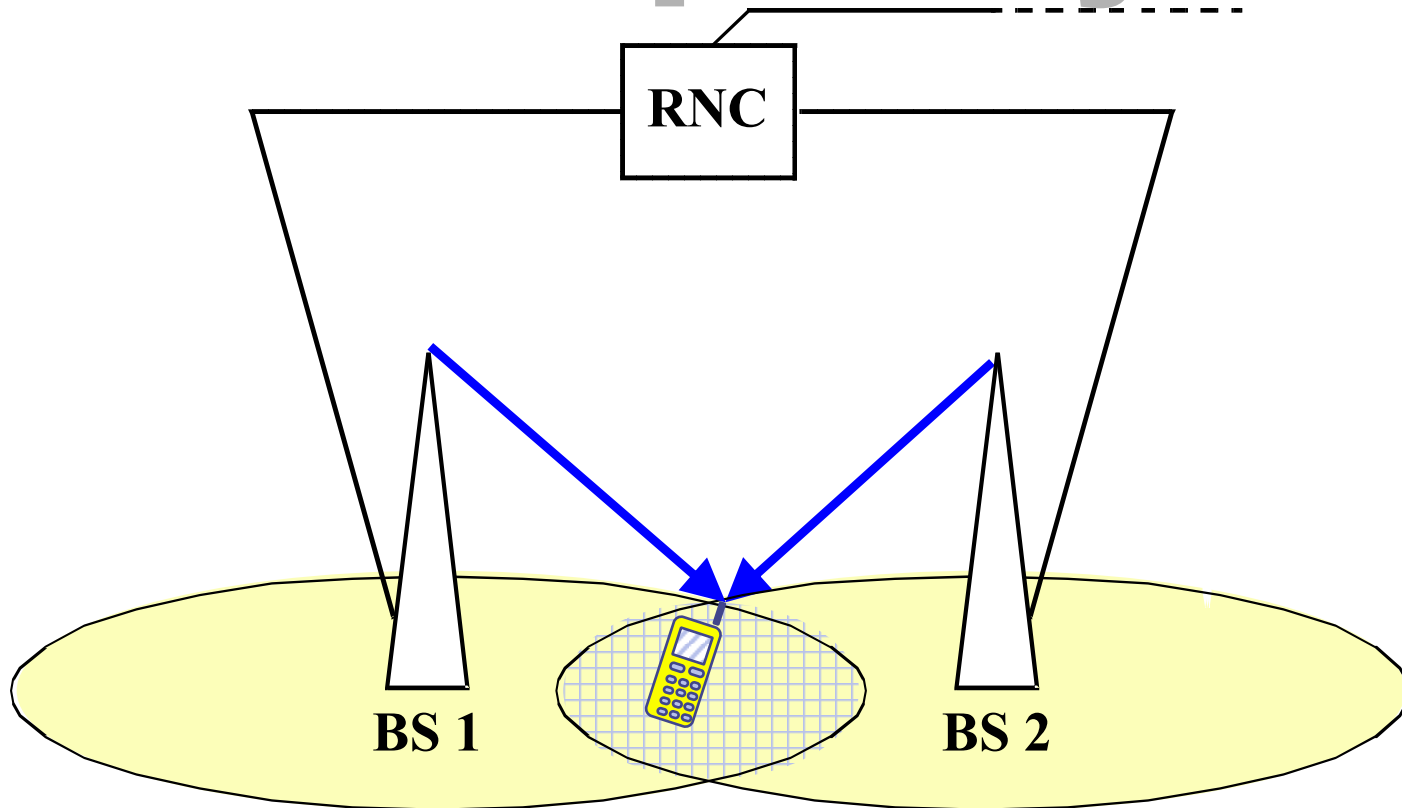
Hard handover

Interfrequency



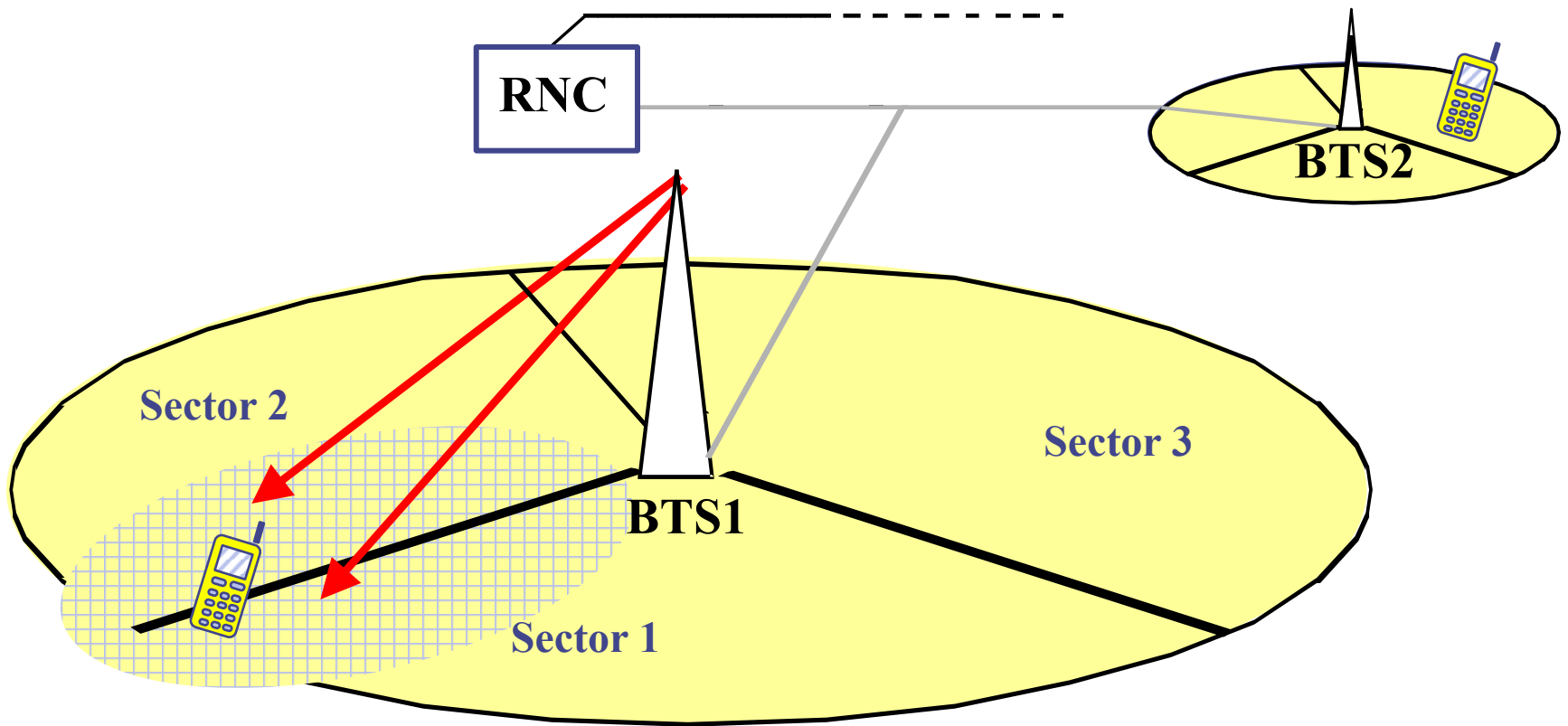
Soft handover

Intrafrequency

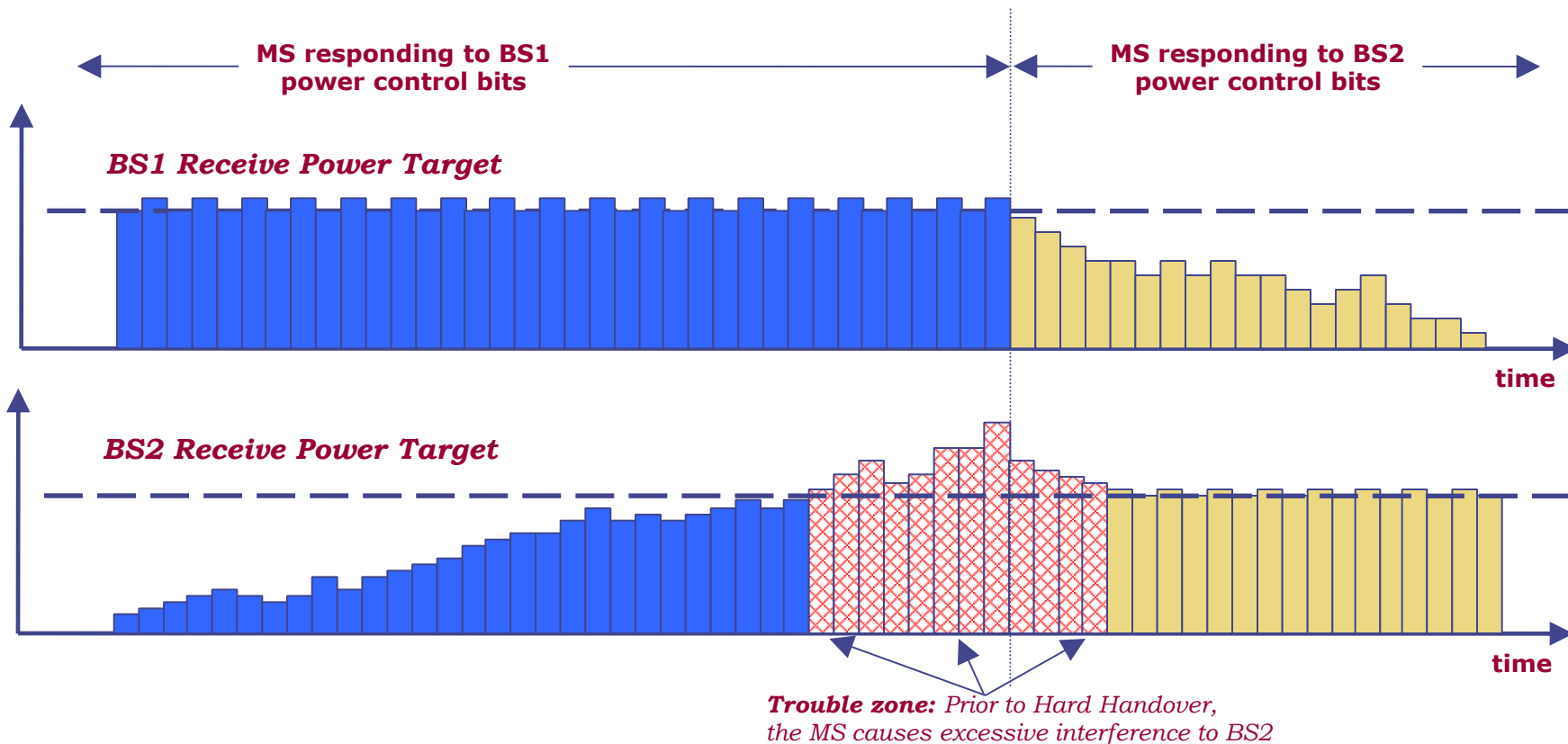
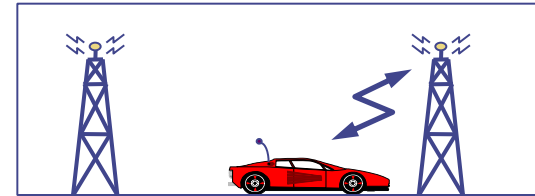
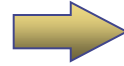
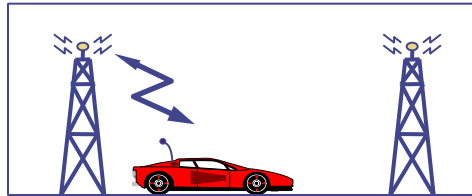


Softer handover

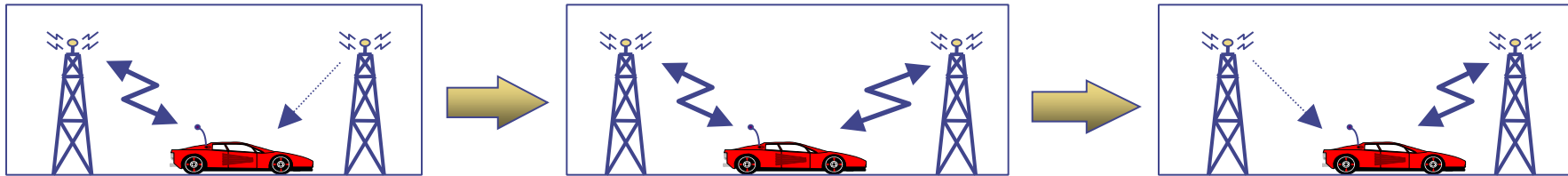
Intrafrequency



CDMA –hard handover



CDMA soft handover



MS responds to power control commands from both BS1 and BS2

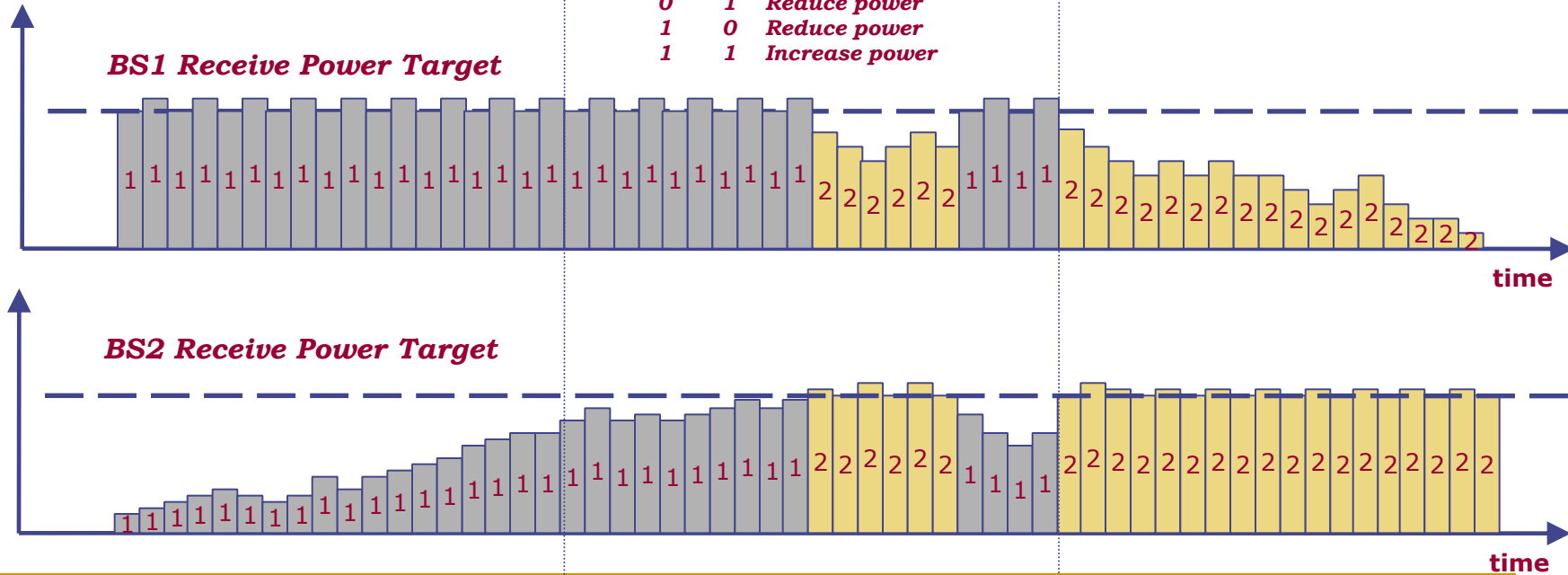
<i>BS1</i>	<i>BS2</i>	<i>Action</i>
0	0	Reduce power
0	1	Reduce power
1	0	Reduce power
1	1	Increase power

MS responding to BS1 power control commands

MS responding to BS2 power control commands

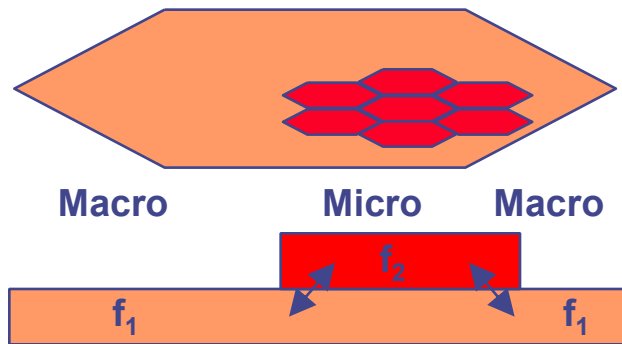
BS1 Receive Power Target

BS2 Receive Power Target



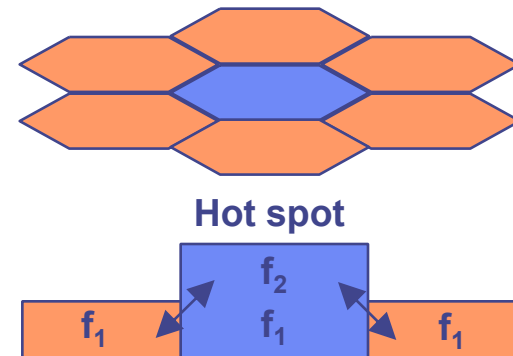
Hard handover -esettanulmányok

HCS-scenário



Handover $f_1 \leftrightarrow f_2$ mindig kell
a rétegeke között

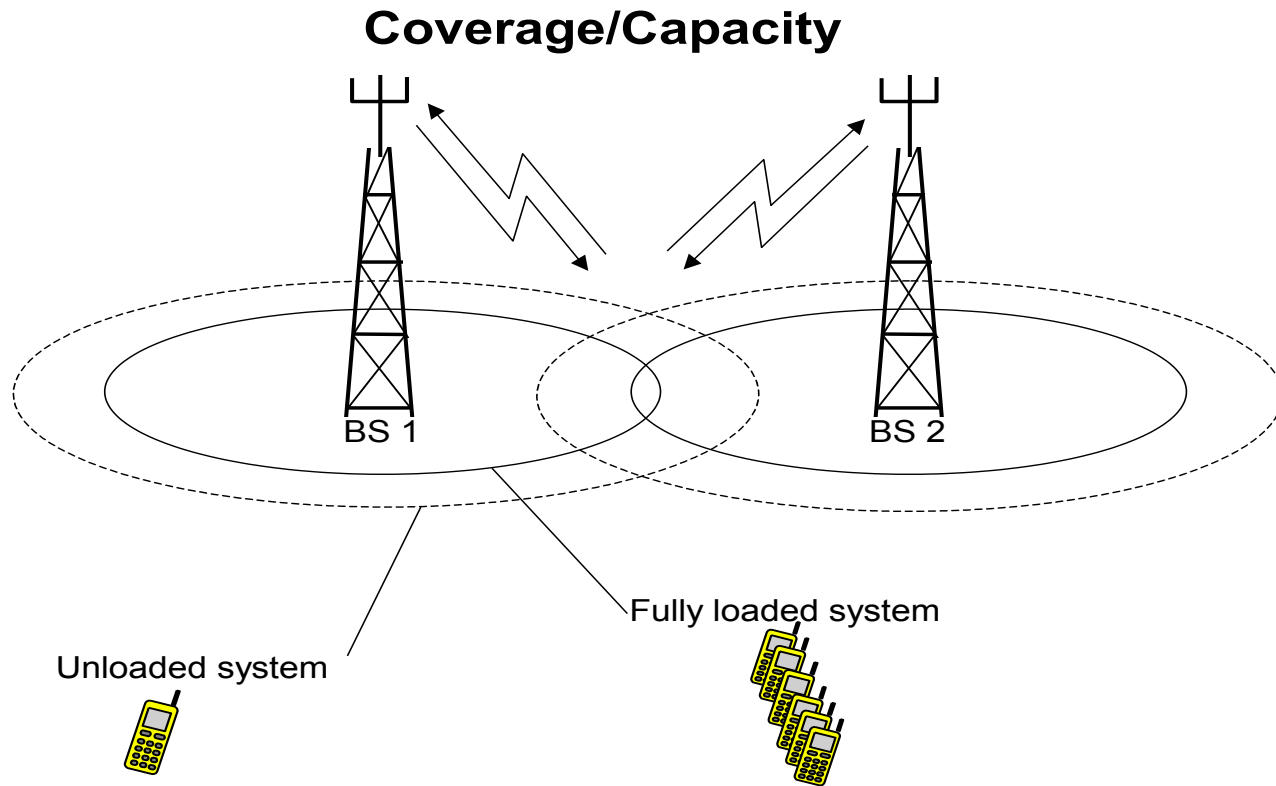
Hot-spot scenario



Handover $f_1 \leftrightarrow f_2$ néha kell
forrópontok esetében

- Frekvenciák közötti mérés kell minden esetben.
- Az ETSI WCDMA-nak van egy úgy nevezett réselt üzemmódja ennek támogatására

Cella lélegzés



Cellalégzés okai I.

- A cellalégzés okai:
 - Adott QoS mértéke: E_b/N_0 , azaz a vevőoldalon egy bitre jutó energia/interferencia szint:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{N} \bullet \frac{B}{R} = \frac{S}{N} \bullet G_p$$

B a csatorna sávszélesség, R a használói bitsebesség, S a jelszint, N a zajszint, G_p a „feldolgozási nyereség”
(processing gain) \approx SF

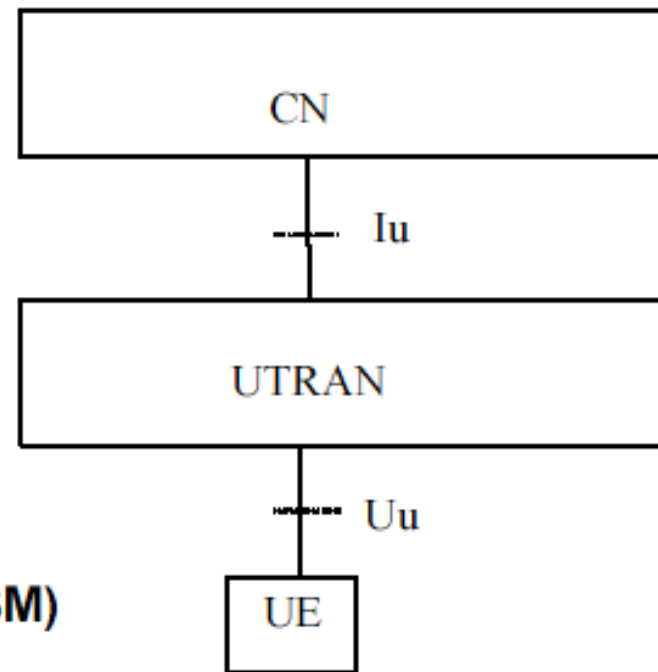
- Ha tehát az S/N csökken, akkor az SF-et növelni kell

Cellalégzés okai II.

- Minden szolgálathoz adott QoS, azaz E_b/N_0 kell
- A vett S/N a cella minden felhasználójára ugyan az kell legyen (near-far effect),
 - Azaz a távolságtól függetlenül az Rx telj. azonos kell legyen
 - Tehát a távolabbi felhasználók Tx adóteljesítménye törvénytörően nagyobb kell legyen
- A nagyobb átviteli sebességű (kisebb SF faktor) használók nagyobb teljesítménnyel adnak
- Ha az interferencia nő, a jel erősséget növelni kell
- A jelerősségének növelésére korlát van (kb. 0.5W)
- Az eredmény: a cella használható területe lecsökken!

UTRAN interfészek

UTRAN interfészek



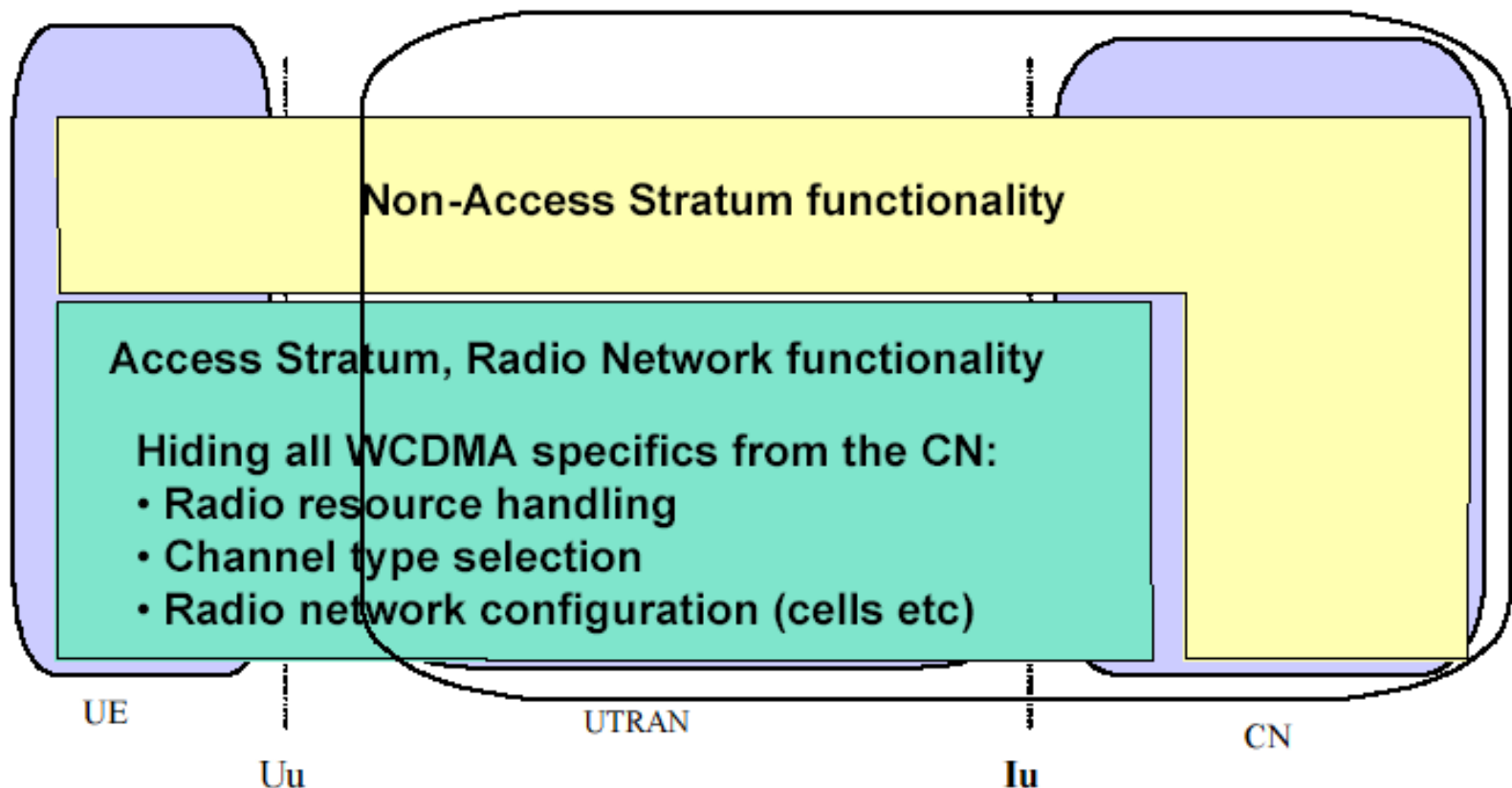
CN: Core Network (based on GSM)

UE: User Equipment

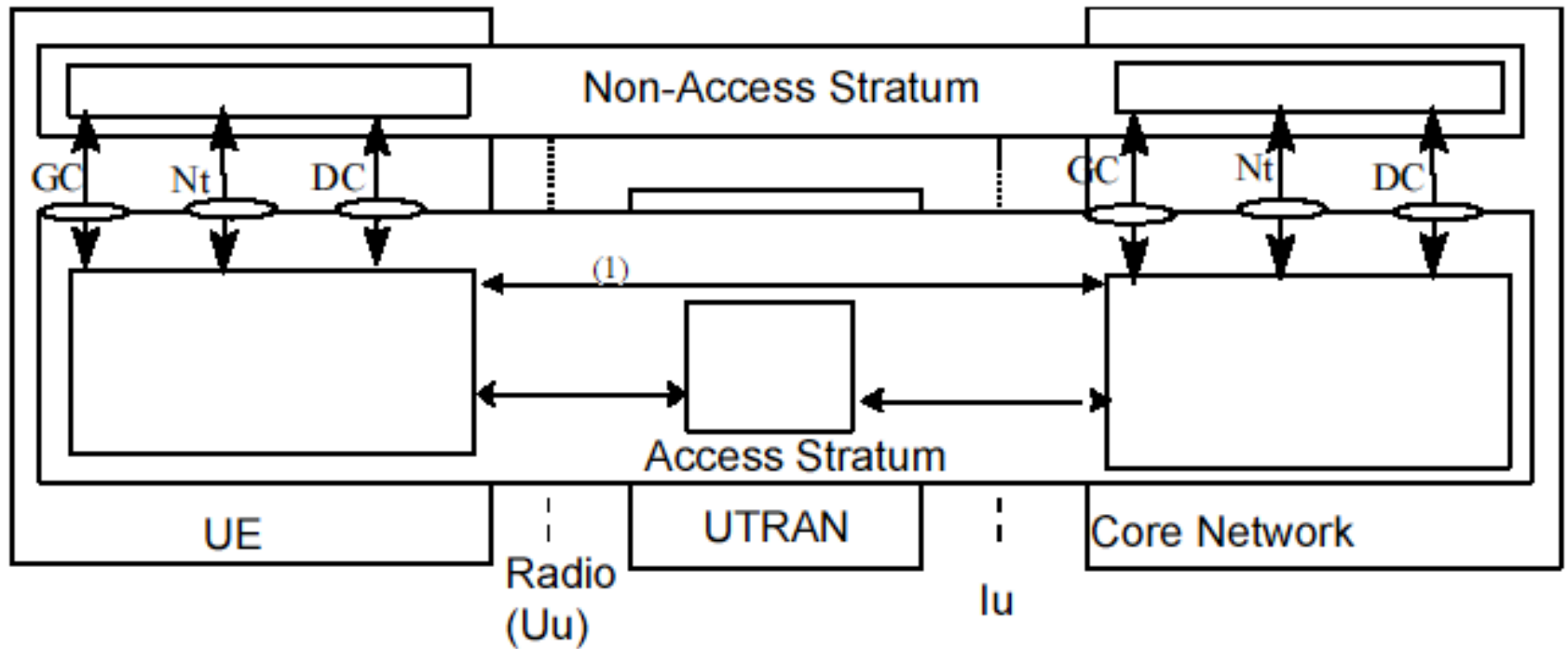
RAN: Radio Access Network (general term)

UTRAN: Universal Terrestrial Radio Access Network (WCDMA)

RAN és CN viszonya

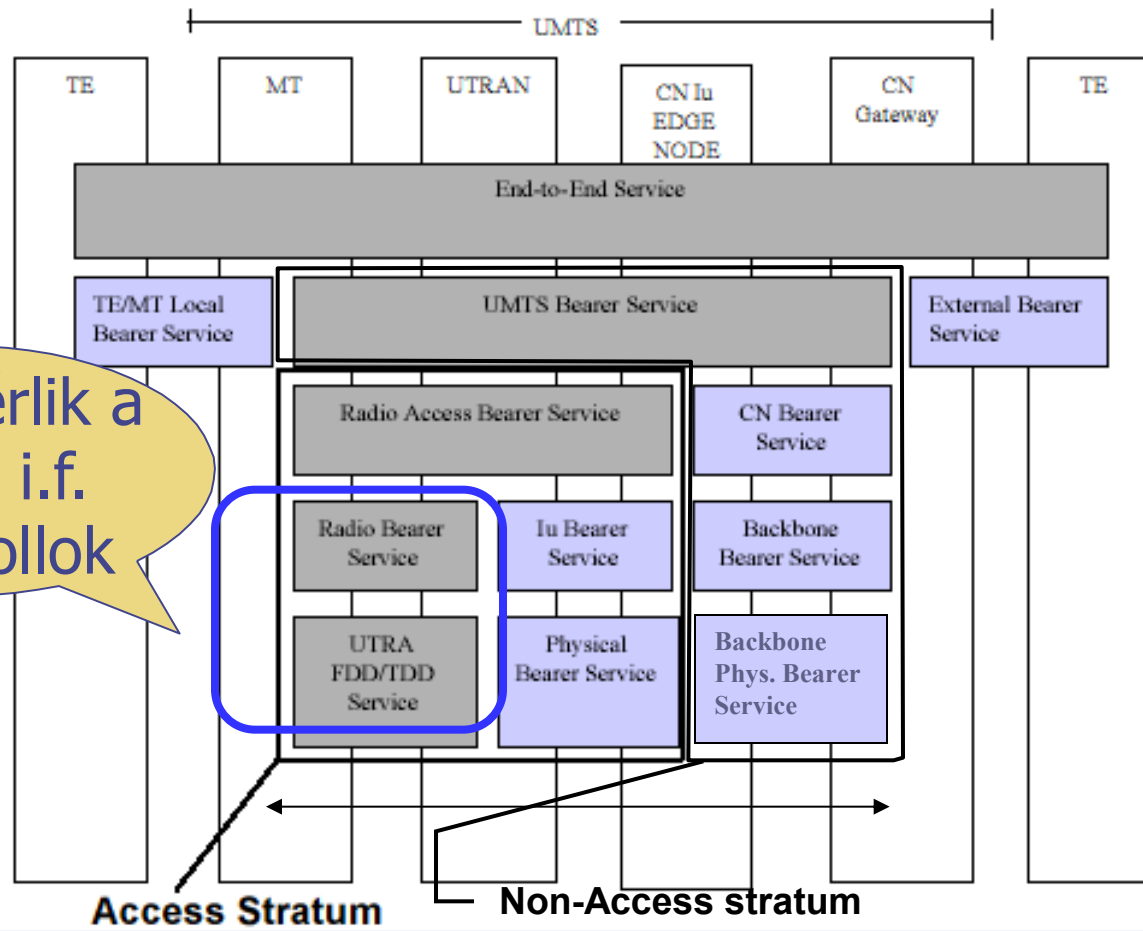


AS/NAS modell



(1) Duplicate handling

UMTS hordozószolgálati hierarchia



Source: 23.107

UMTS hordozó/RAB osztályok

UMTS QoS classes

Traffic class	Conversational class conversational RT	Streaming class streaming RT	Interactive class Interactive best effort	Background Background best effort
Fundamental characteristics	- Preserve time relation (variation) between information entities of the stream Conversational pattern (stringent and low delay)	- Preserve time relation (variation) between information entities of the stream	Request response pattern Preserve payload content	Destination is not expecting the data within a certain time Preserve payload content
Example of the application	- voice	- streaming video	- Web browsing	- background download of emails

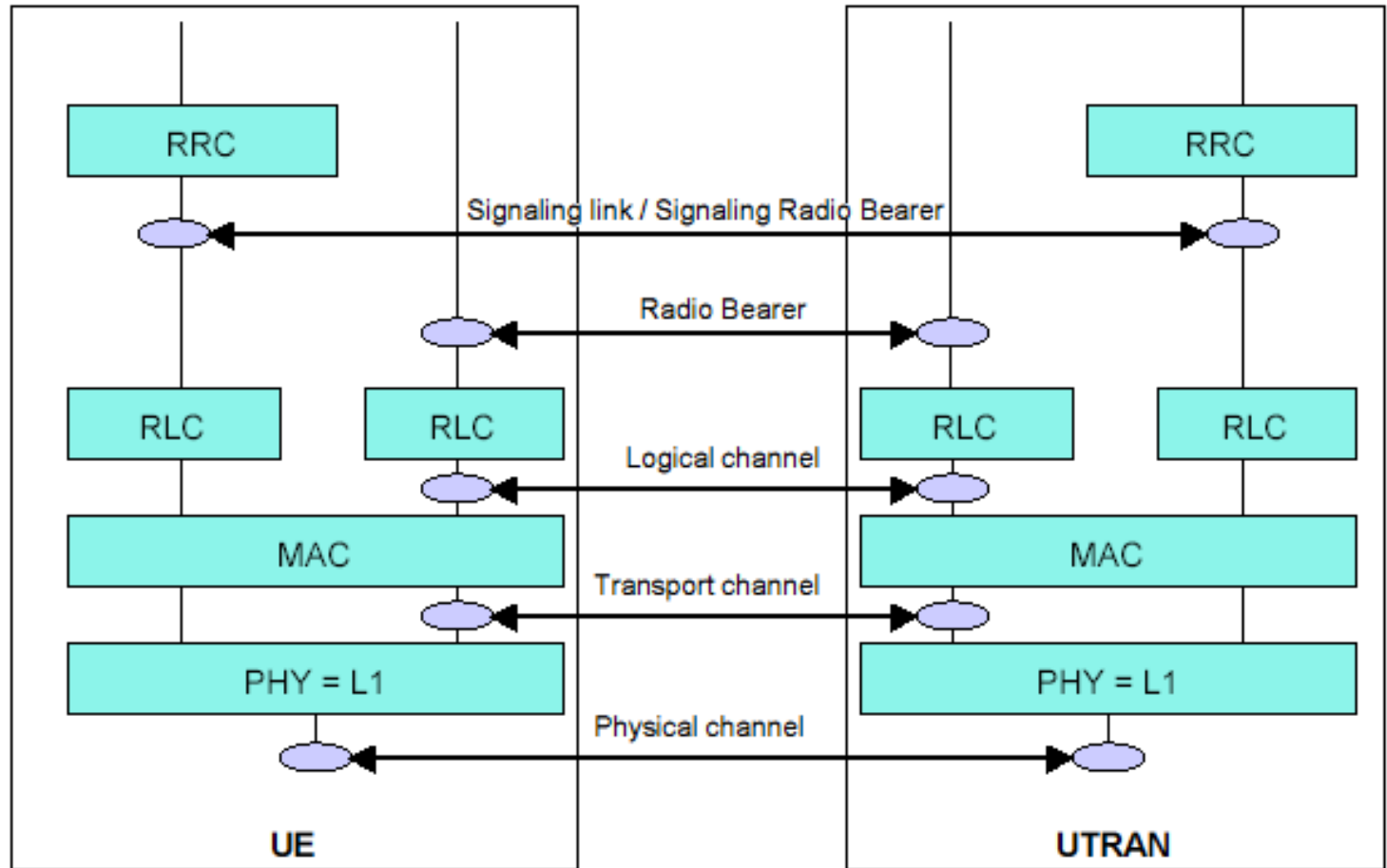
RAB attribútumok

Radio Access Bearer attributes defined for each bearer class.

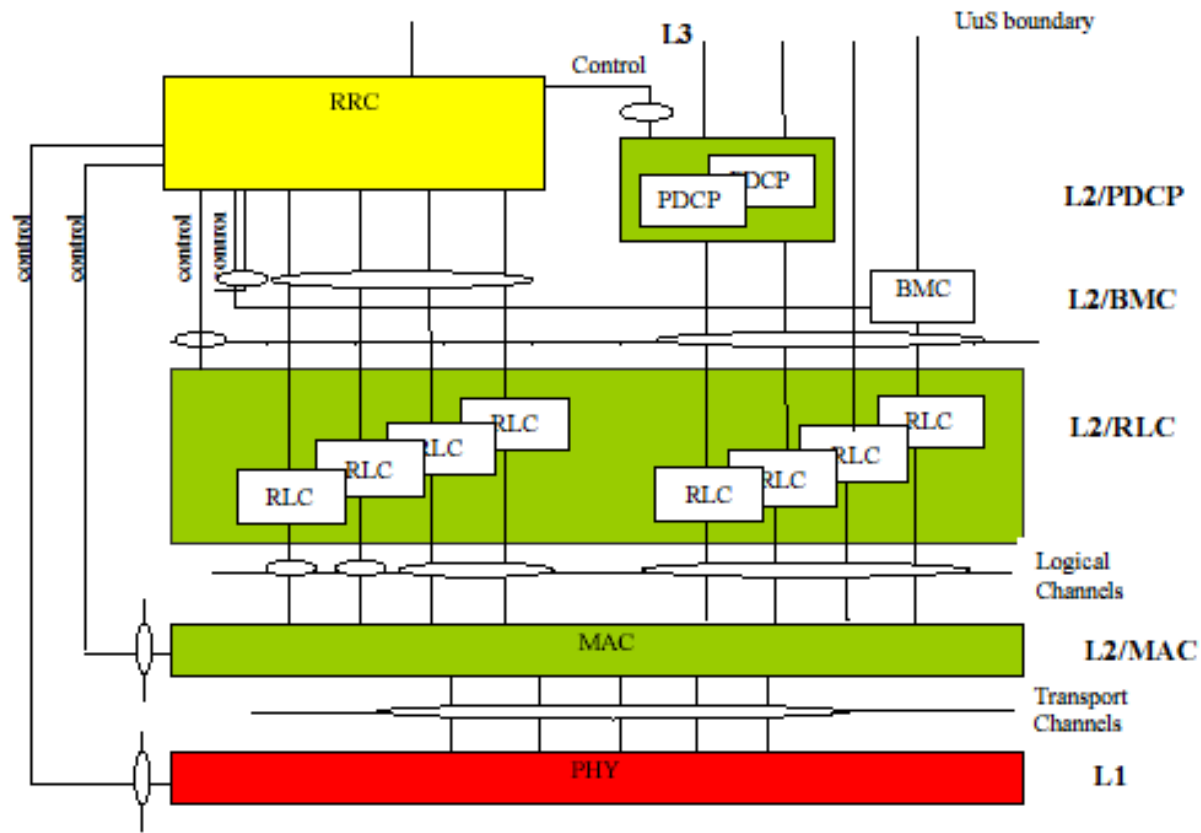
Traffic class	Conversational class	Streaming class	Interactive class	Background class
Maximum bitrate	X	X	X	X
Delivery order	X	X	X	X
Maximum SDU size	X	X	X	X
SDU format information	X	X		
SDU error ratio	X	X	X	X
Residual bit error ratio	X	X	X	X
Delivery of erroneous SDUs	X	X	X	X
Transfer delay	X	X		
Guaranteed bit rate	X	X		
Traffic handling priority			X	
Allocation/ Retention priority	X	X	X	X
Source statistics descriptor	X	X		

Source: 23.107

Rádió interfész protokoll architektúra



Rádió interfész bonyolultabbban



Source: 25.301

UTRAN csatorna struktúra

UTRAN csatornák

- 3 szintű csatorna modell
 - Fizikai csatornák — a valódi rádió i.f. csatornák
 - Szállítási csatornák — virtuális csatornák, melyeket fizikai csatornára képezünk le
 - Logikai csatornák — virtuális csatornák, melyek a rádiós-hozzáférési csatornákat (RAB) valósítják meg
-

UTRAN fizikai csatorna

- Megadja a...
 - ...frekvencia, majd a...
 - ...bitkeverő kód, majd a...
 - ...kiterjesztő kód és a...
 - ...fizikai jel fázisa
-

Fizikai csatornák

Csatorna	Röv.	Írány	Duplex
Dedicated Physical Data Channel	DPDCH	UL	FDD
Dedicated Physical Control Channel	DPCCH	UL	FDD
Dedicated Physical Channel	DPCH	DL/UL	FDD/TDD
Synchronization Channel	SCH	DL	FDD
Primary Synchronization Channel	P-SCH	DL	FDD
Secondary Synchronization Channel	S-SCH	DL	FDD
Common Control Physical Channel	CCPCH	DL	FDD,TDD
Primary Common Control Physical Channel (BCH)	P-CCPCH	DL	FDD,TDD
Secondary Common Control Physical Channel (FACH,PCH)	S-CCPCH	DL	FDD,TDD
Common Pilot Channel	CPICH	DL	FDD
Primary Common Pilot Channel	P-CPICH	DL	FDD
Secondary Common Pilot Channel	S-CPICH	DL	FDD
Physical Random Access Channel	PRACH	UL	FDD,TDD
Physical Common Packet Channel	PCPCH	UL	FDD
Paging Indication Channel	PICH	DL	FDD
Acquisition Indication Channel	AICH	DL	FDD
Physical Downlink Shared Channel	PDSCH	DL	FDD,TDD
Physical Uplink Shared Channel	PUSCH	UL	TDD

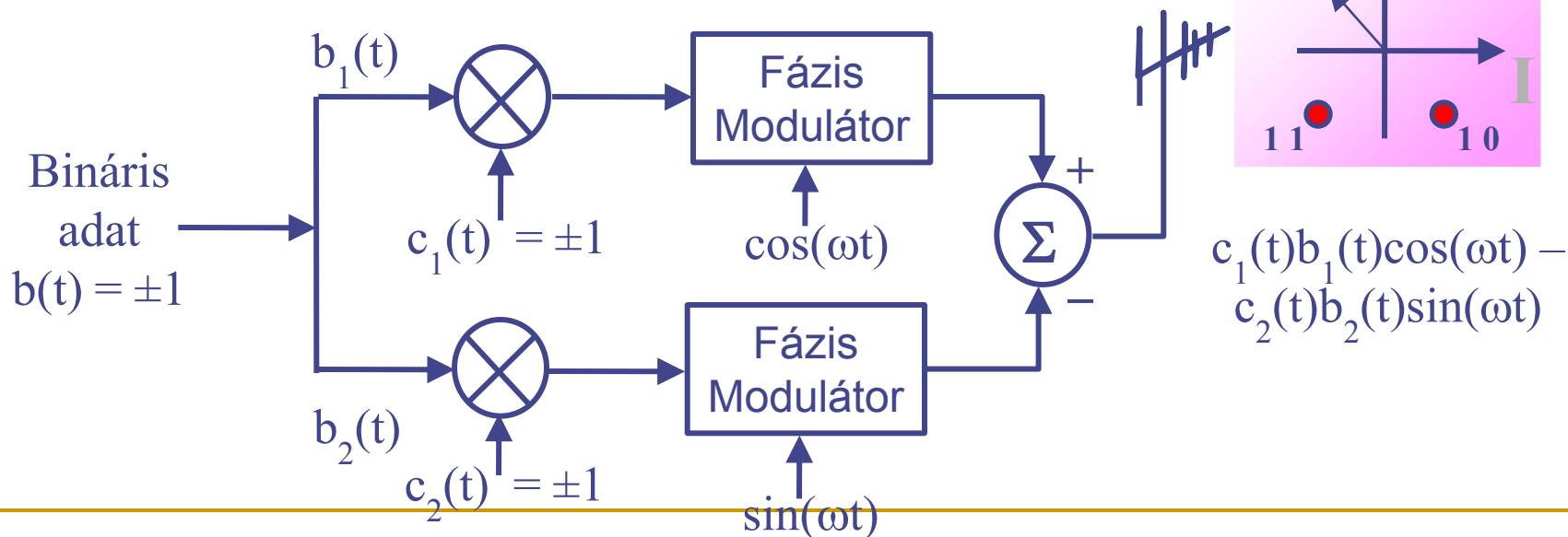
QPSK moduláció

$$s(t) = c_1(t)b_1(t)\cos(\omega t) - c_2(t)b_2(t)\sin(\omega t)$$

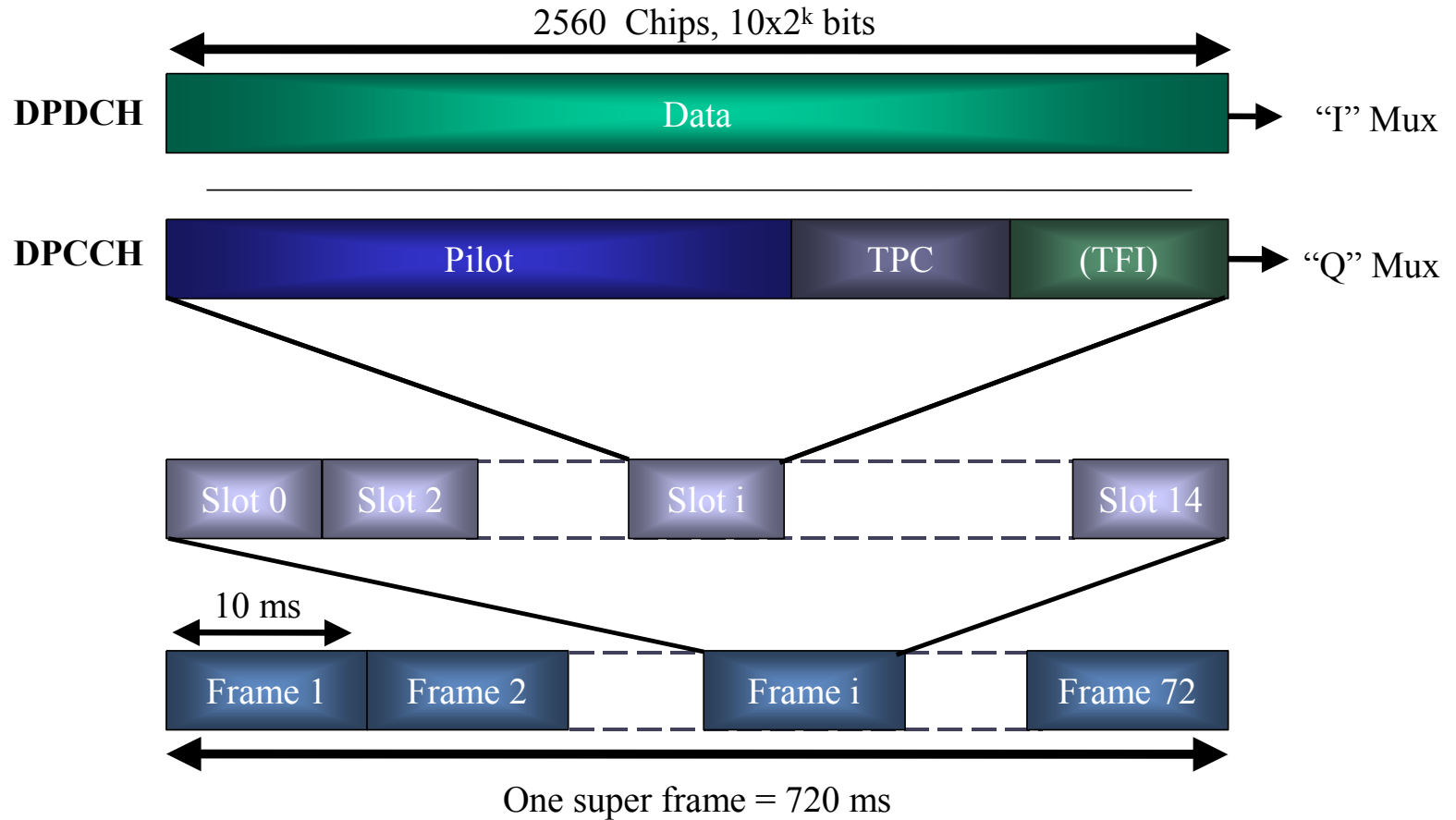
$c_1(t)$ és $c_2(t)$ két különböző ál-zaj sorozat és $b_1(t)$ valamint $b_2(t)$ két független adat folyam.

A koszinuszos tagot *fázisban levő (in-phase(I)) komponensnek*

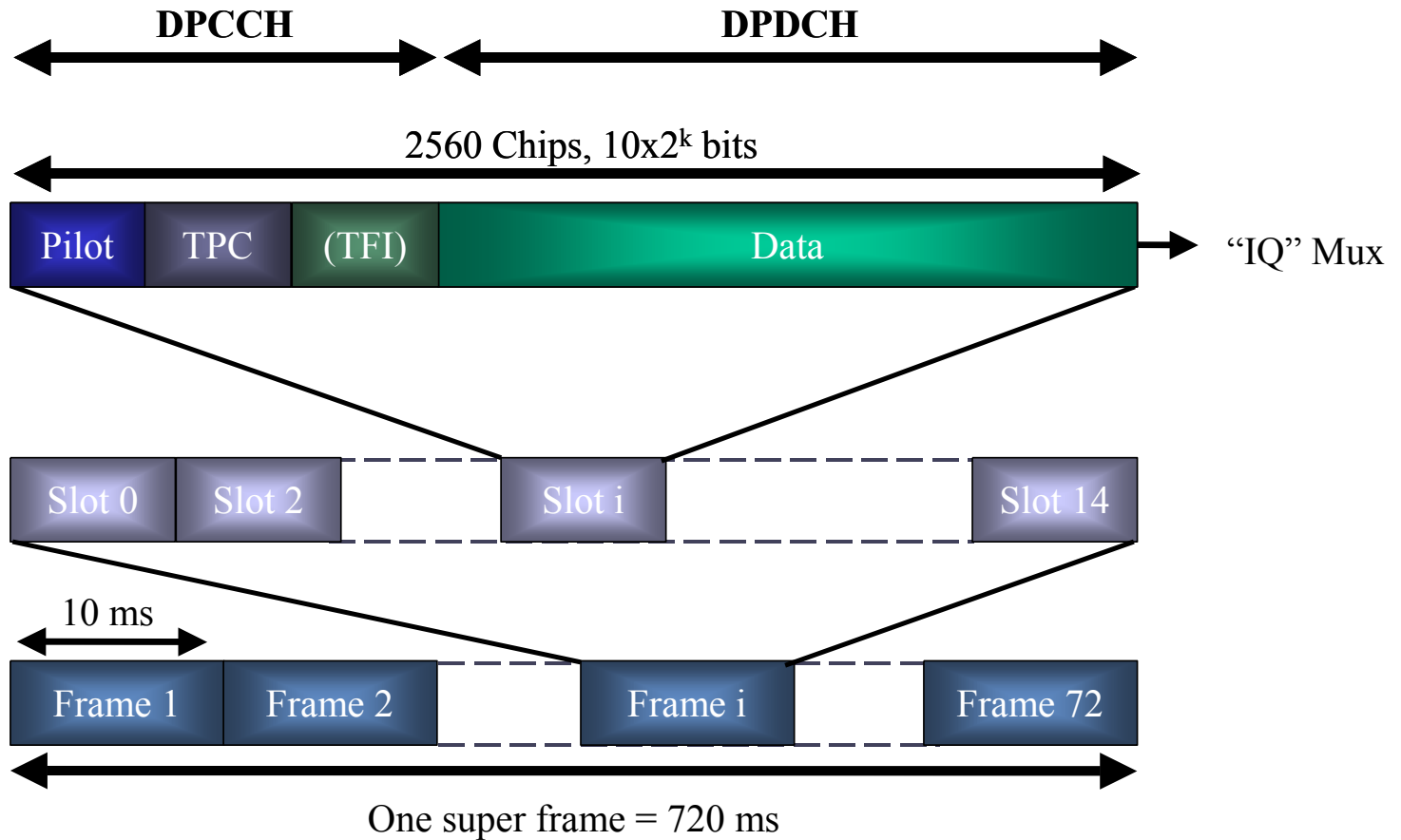
A szinuszos tagot *kvadratura fázis (quadrature-phase(Q)) komponensnek* nevezzük



DPDCH és DPCCH



DPCH

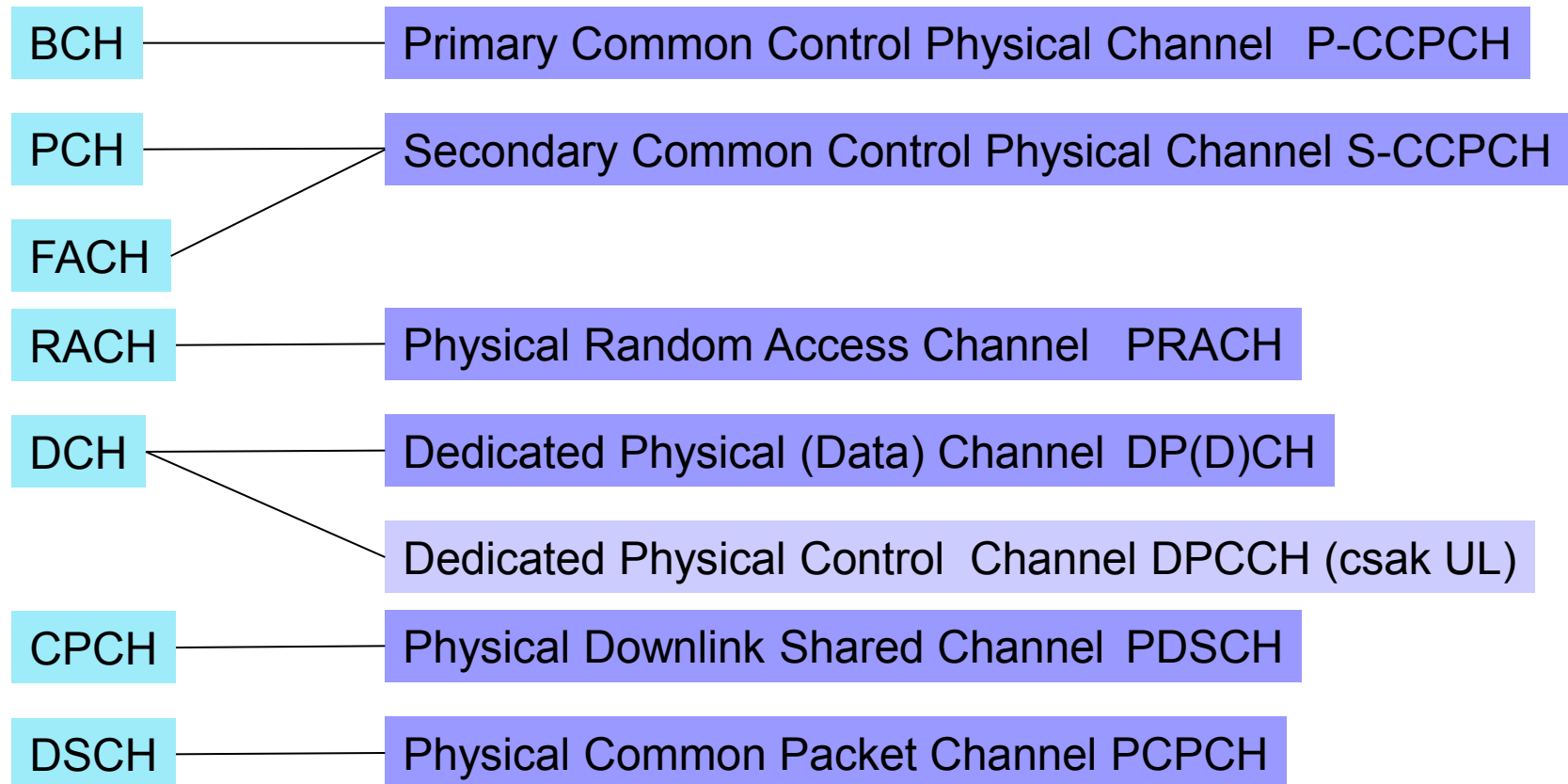


Szállítási csatornák

- Közös szállítási csatornák (Common Transp. Channels, sávon belüli UE címzés kell)
 - Broadcast Channel (BCH) [DL]
 - Paging Channel (PCH) [DL]
 - Forward Access Channel (FACH) [DL]
 - Random Access Channel (RACH) [UL]

 - Common Packet Channel (CPCH) [UL]
 - Downlink Shared Channel (DSCH) [DL]
- Dedikált szállítási csatornák
 - Dedicated Tr. Ch, DTCH, az UE-t a fizikai csatorna azonosítja
 - Dedicated Channel (DCH) [DL & UL]
 - Egy UE-nek több is lehet adatforgalomra, de mindig csak egy jelzésre

A szállítási csatornák leképezése fizikai csatornákra



Kezdeti rádiós hozzáférés



Node-B keret-
szinkronja

P-SCH (nincs bitkeverés)

Node-B keret-
szinkronja és bitkeverő
kód-csoport

S-SCH (nincs bitkeverés)

Többi kód infó,
DL macro-diversity szinkron. infó

CPICH (bitkevert)

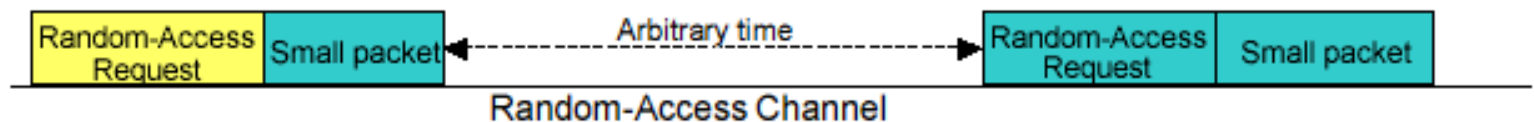
P-CCPCH, BCH
S-CCPCH, PCH, FACH

CCPCH (bitkevert)
[BCH, PCH, FACH]

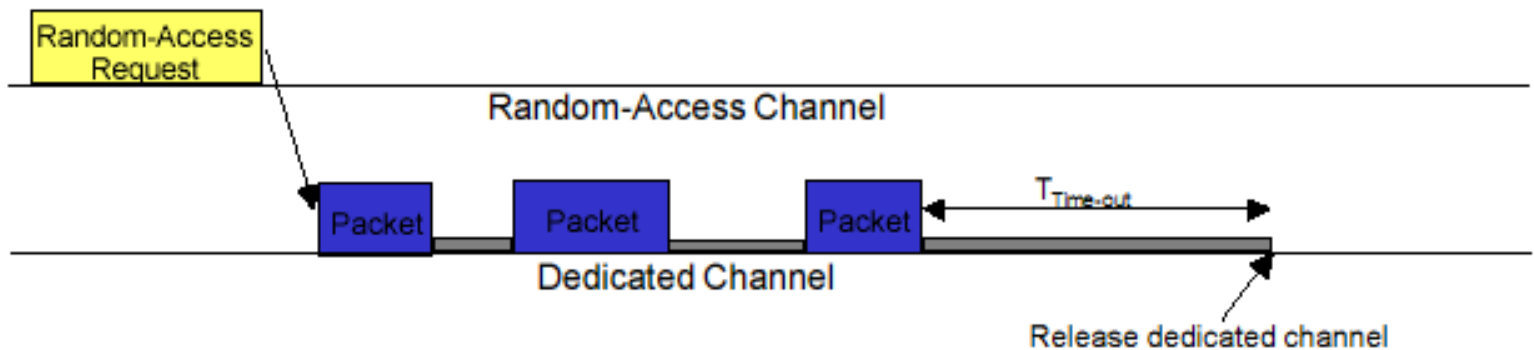
Csatorna típus váltás

Feature to switch between common and dedicated channels based on e.g. packet data intensity.

Small infrequent packets transmitted on common channel (RACH or FACH)



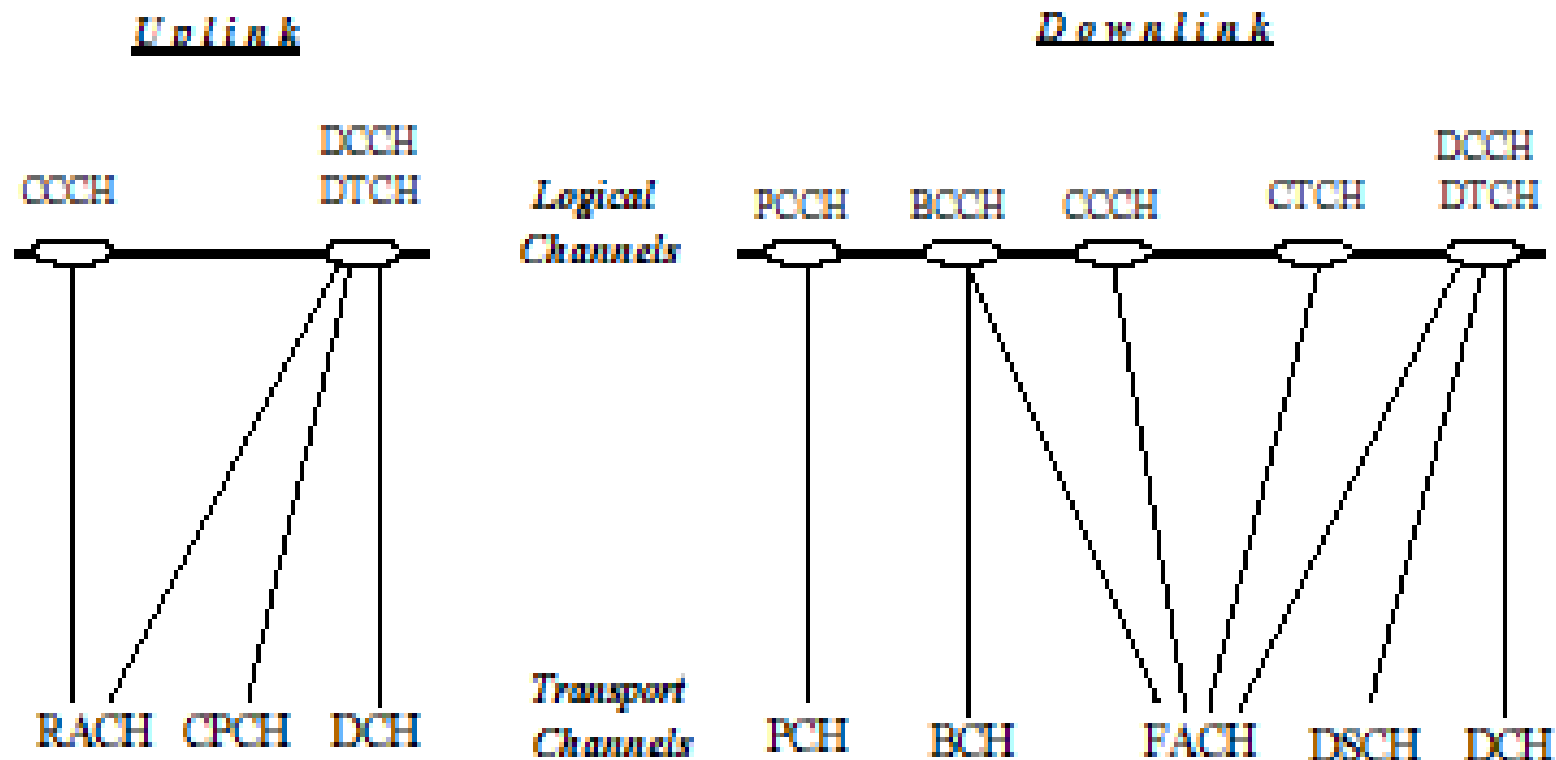
Large or frequent packets transmitted on dedicated channel

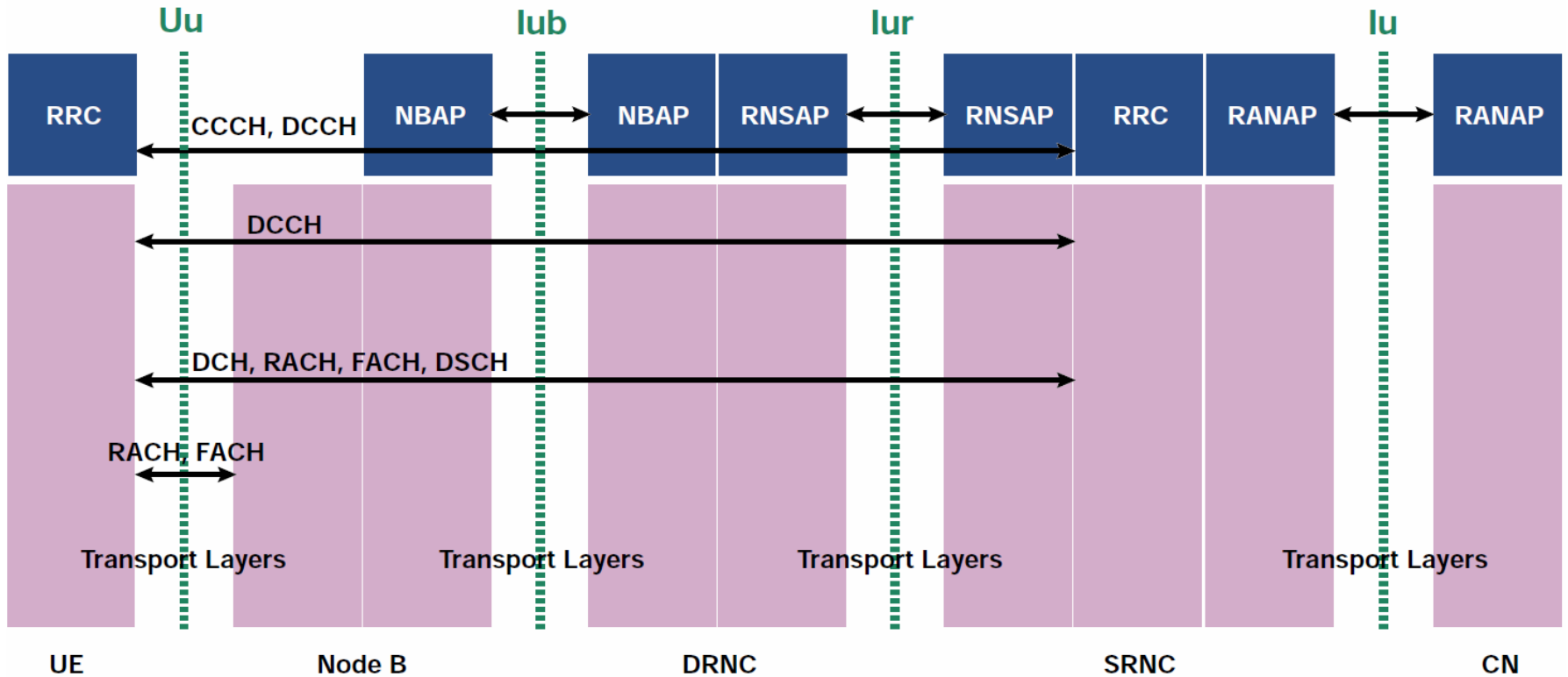


Logikai csatornák

- Logikai vezérlő csatornák (jelzés információ)
 - Broadcast Control Channel (BCCH) [DL]
 - Paging Control Channel (PCCH) [DL]
 - Common Control Channel (CCCH) [DL & UL]
 - Dedicated Control Channel (DCCH) [DL & UL]
- Logikai szállítási csatornák (használói info.)
 - Dedicated Traffic Channel (DTCH) [DL & UL]
 - Common Traffic Channel (CTCH) [DL]

Logikai és szállítási csatornák leképezése





► **Figure 11.** Control Plane Protocols: adopted from 3G TS 25.931 V3.3.0, p. 8 (note: only the RRC, NBAP, RNSAP and RANAP shall be portrayed in a final version).