

Λειτουργίες Φυσικού Στρώματος

- Κωδικοποίηση/Αποκωδικοποίηση των TrCh
- Ραδιομετρήσεις και μετάδοση τους σε ανώτερα στρώματα
- Κατανομή/συνδυασμός των Macrodiversity και εκτέλεση Soft Handover
- Ανίχνευση σφαλμάτων των TrCh
- Πολύπλεξη των TrCh και αποπολύπλεξη κωδικοποιημένων σύνθετων καναλιών μεταφοράς (CCTrCh).
- Προσαρμογές ρυθμού.
- Αντιστοίχιση CCTrCh σε φυσικά κανάλια
- Διαμόρφωση, διάχυση / αποδιαμόρφωση σύμπτυξη φυσικών καναλιών.
- Συντονισμός και συγχρονισμός
- Έλεγχος ισχύος κλειστού βρόγχου
- Ρύθμιση ισχύος και συνδυασμός φυσικών καναλιών.
- Επεξεργασία RF

Πλαίσιο - Χρονοθυρίδες

	Uplink		Dnlink		
SF	Ch. bit rate (kbps)	Max. User Data ½ rate coding	Ch. bit rate (kbps)	Ch. symbol rate (ksps)	Max. User Data ½ rate coding (kbps)
512	-		15	7,5	1-3
256	15	7,5	30	15	6-12
...
16	240	120	480	240	215
8	480	240	960	480	456
4	960	480	1920	960	936
4-6UL ή 3DL παραλ.κώδικες	5740	2,3 Mbps	5760	2880	2,3 Mbps

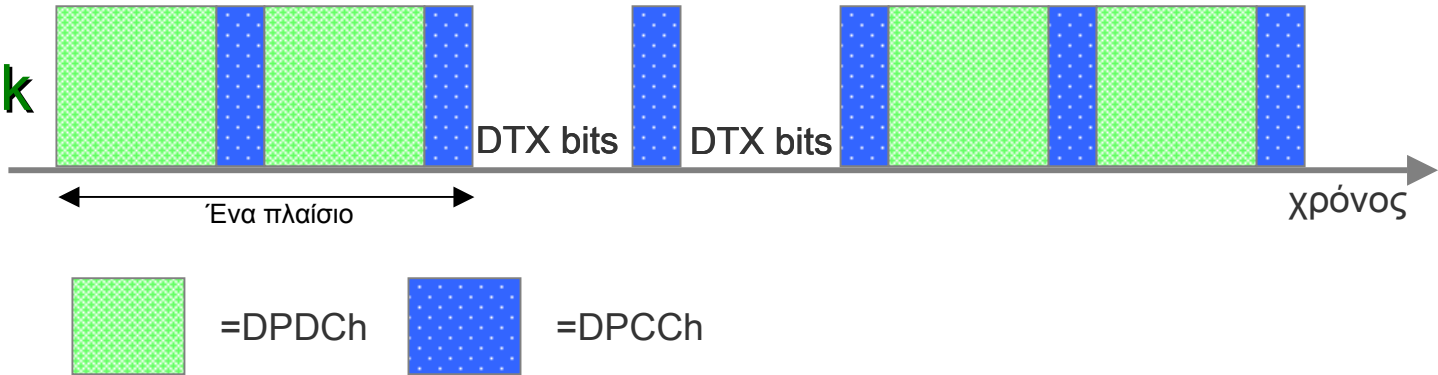
$$38.400 \div 15 = 2.560 \text{ chips}$$



← 1 Πλαίσιο 10ms (38.400 chips) = 15 θυρίδες →

Πολυπλεξία Χρόνου

Downlink



Πολυπλεξία Κώδικα

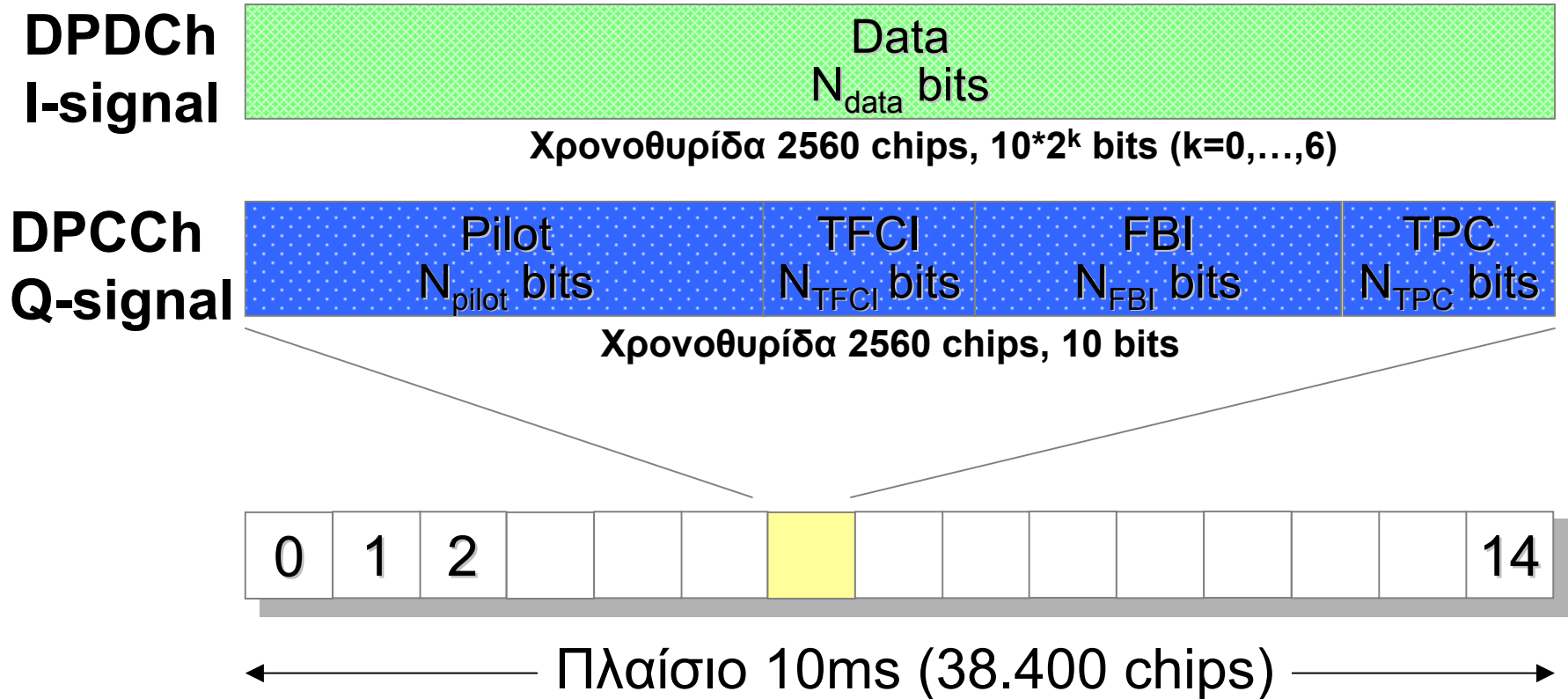
Uplink

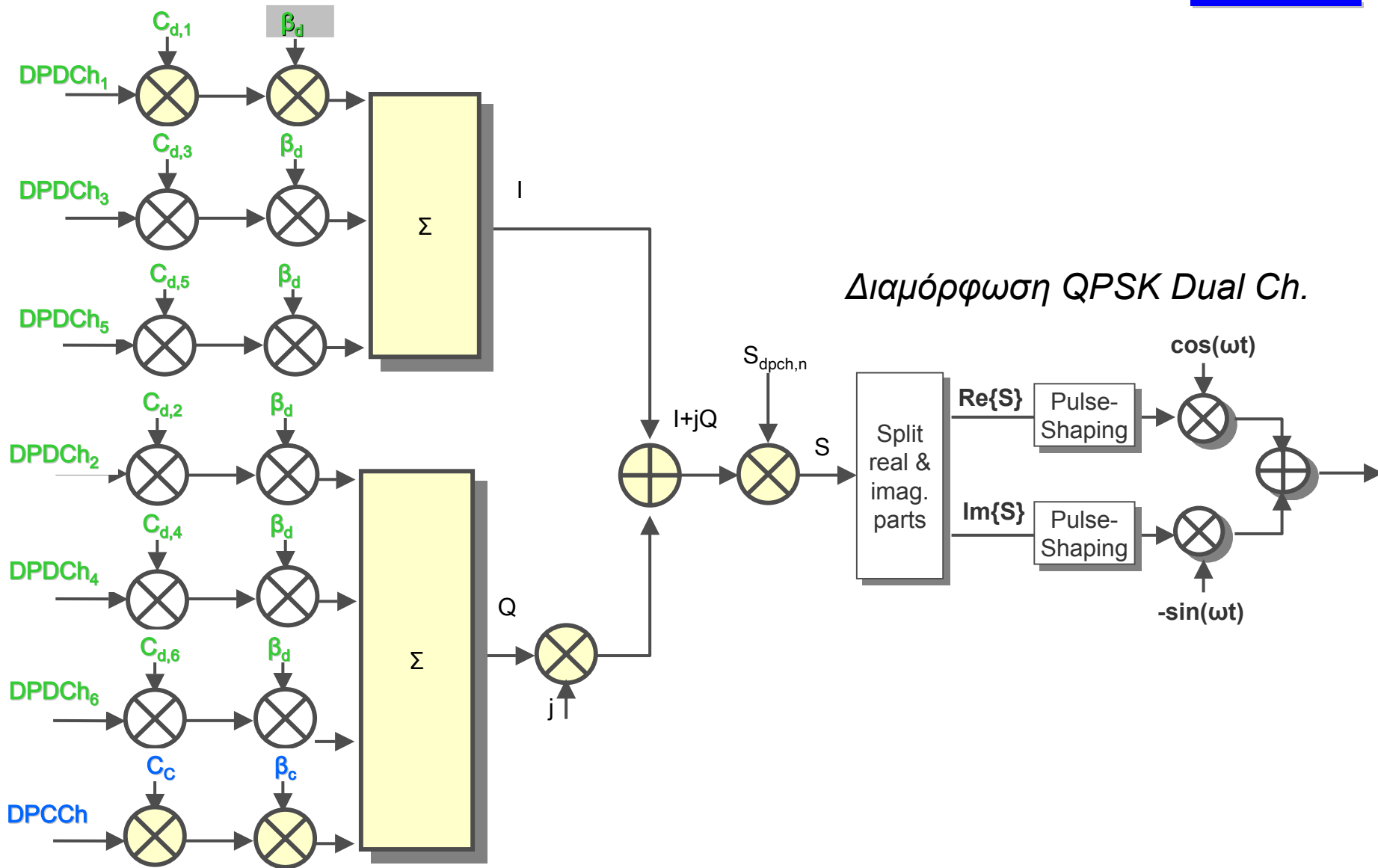


Δομή πλαισίου DPDCh/DPCCh

Uplink

Διαμόρφωση QPSK διπλού καναλιού





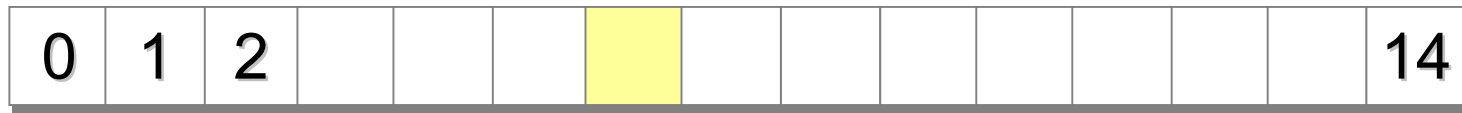
Δομή πλαισίου DPCh

Διαμόρφωση QPSK

Χρονικά πολυπλεγμένα δεδομένα χρήστη και ελέγχου



Χρονοθυρίδα 2560 chips, $10 \cdot 2^k$ bits ($k=0, \dots, 7$)
 $38.400 \div 15 = 2.560$ chips



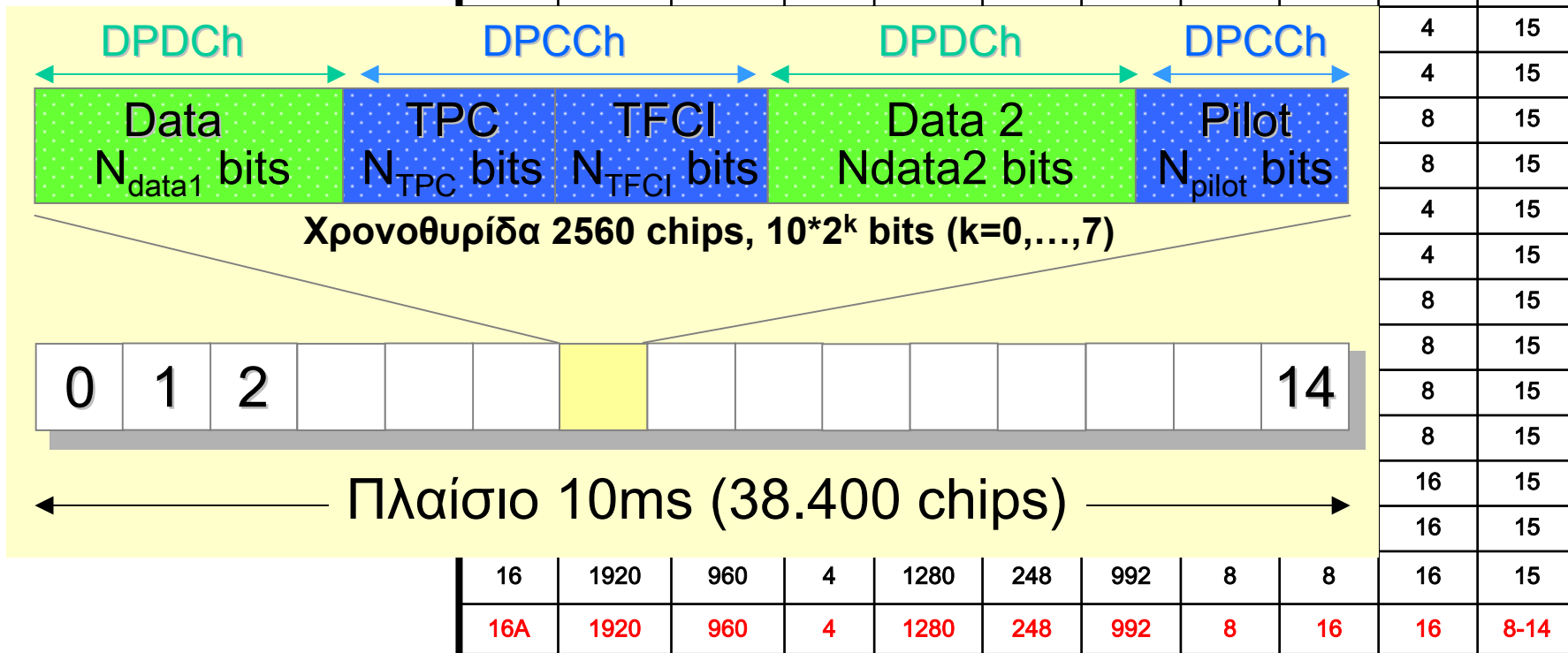
← Πλαίσιο 10ms (38.400 chips) →

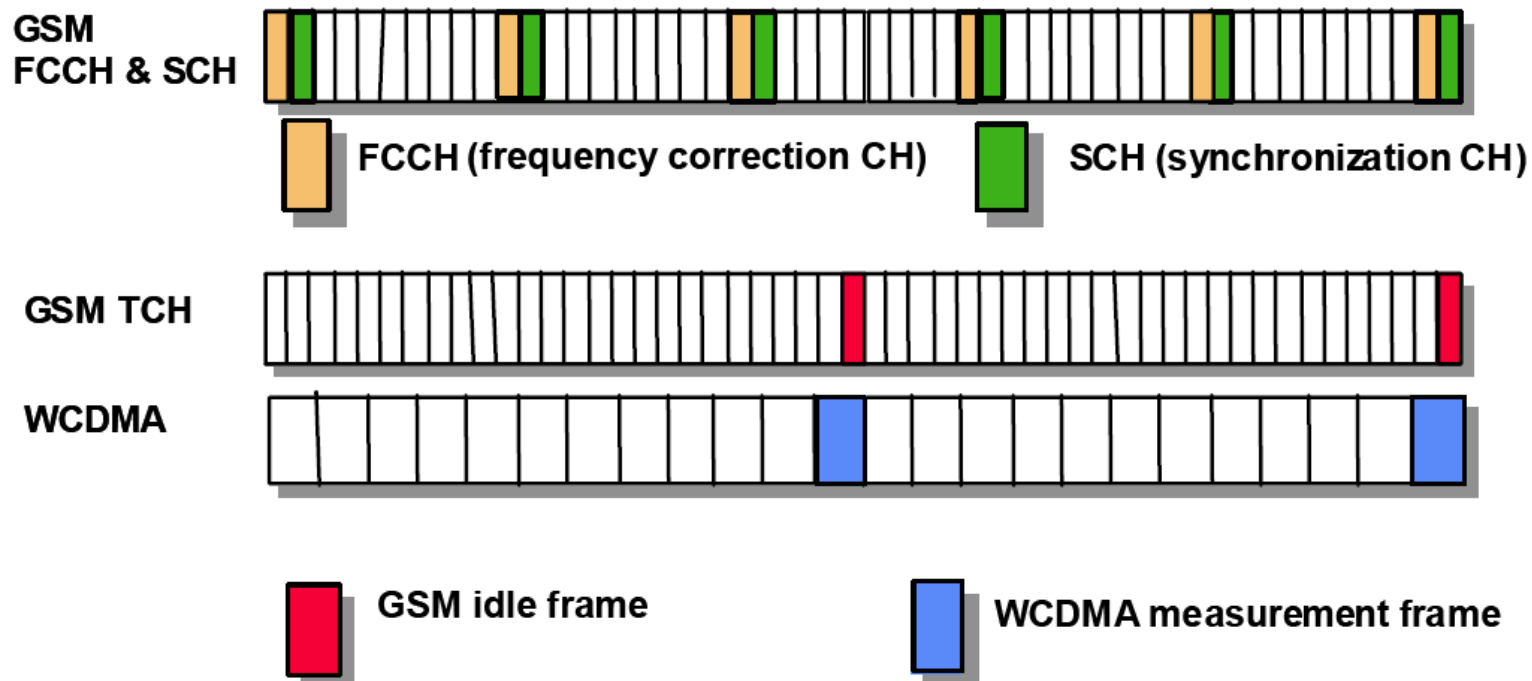
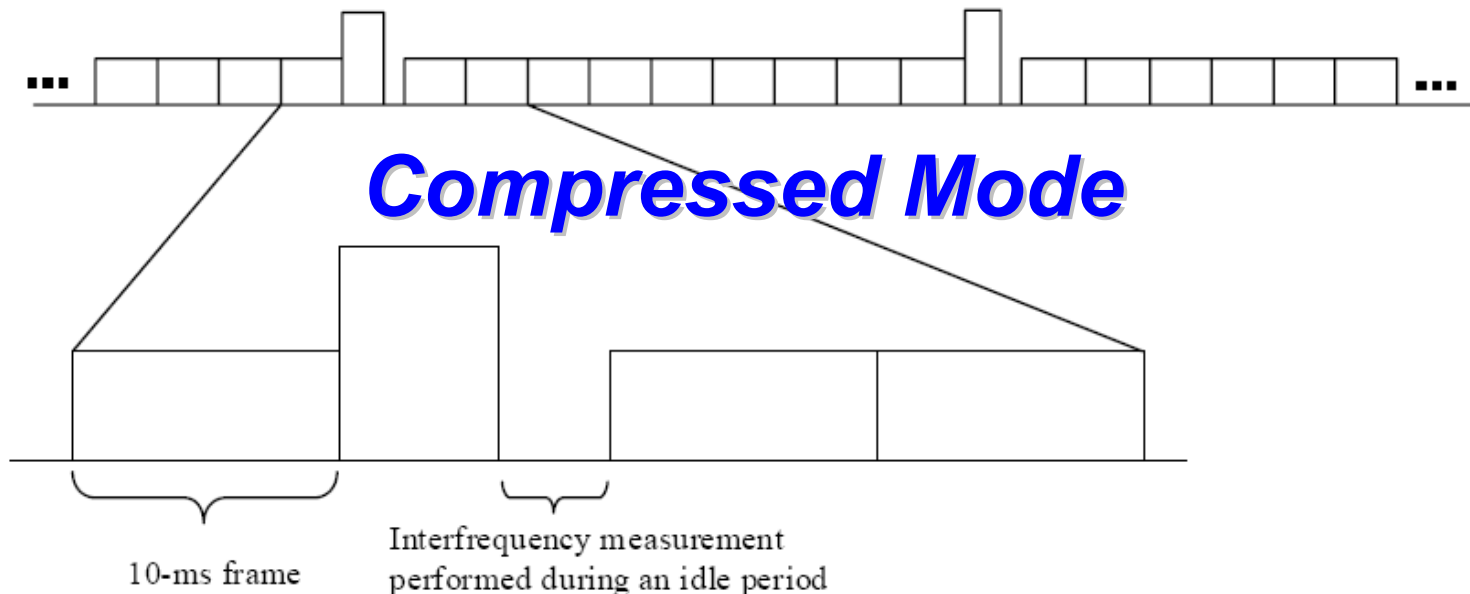
$3.840.000$ cps ή 3.840 c / ms ή 38.400 c / 10 ms

Τρόποι μορφοποίησης χρονοθυρίδων

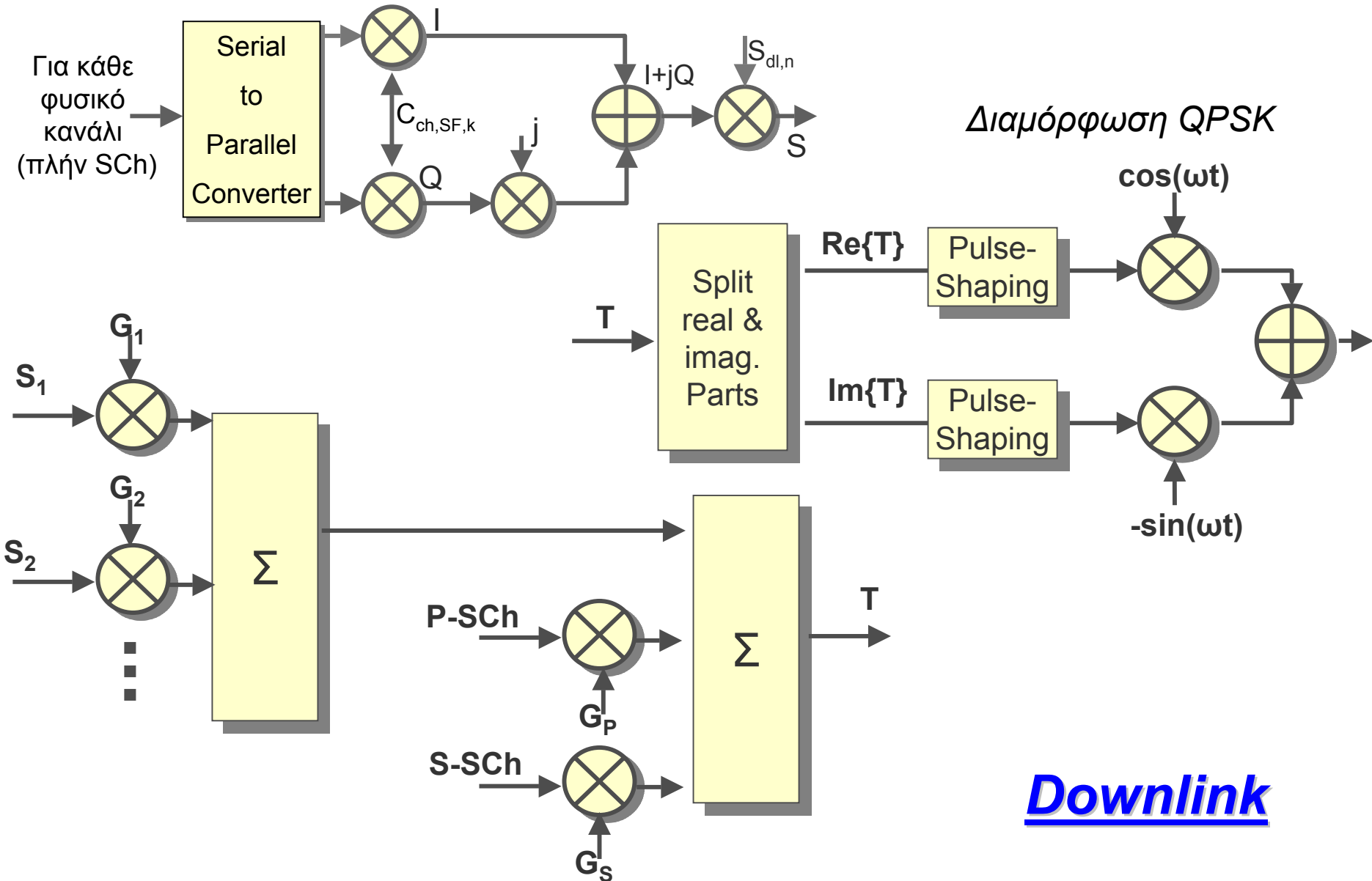
Downlink

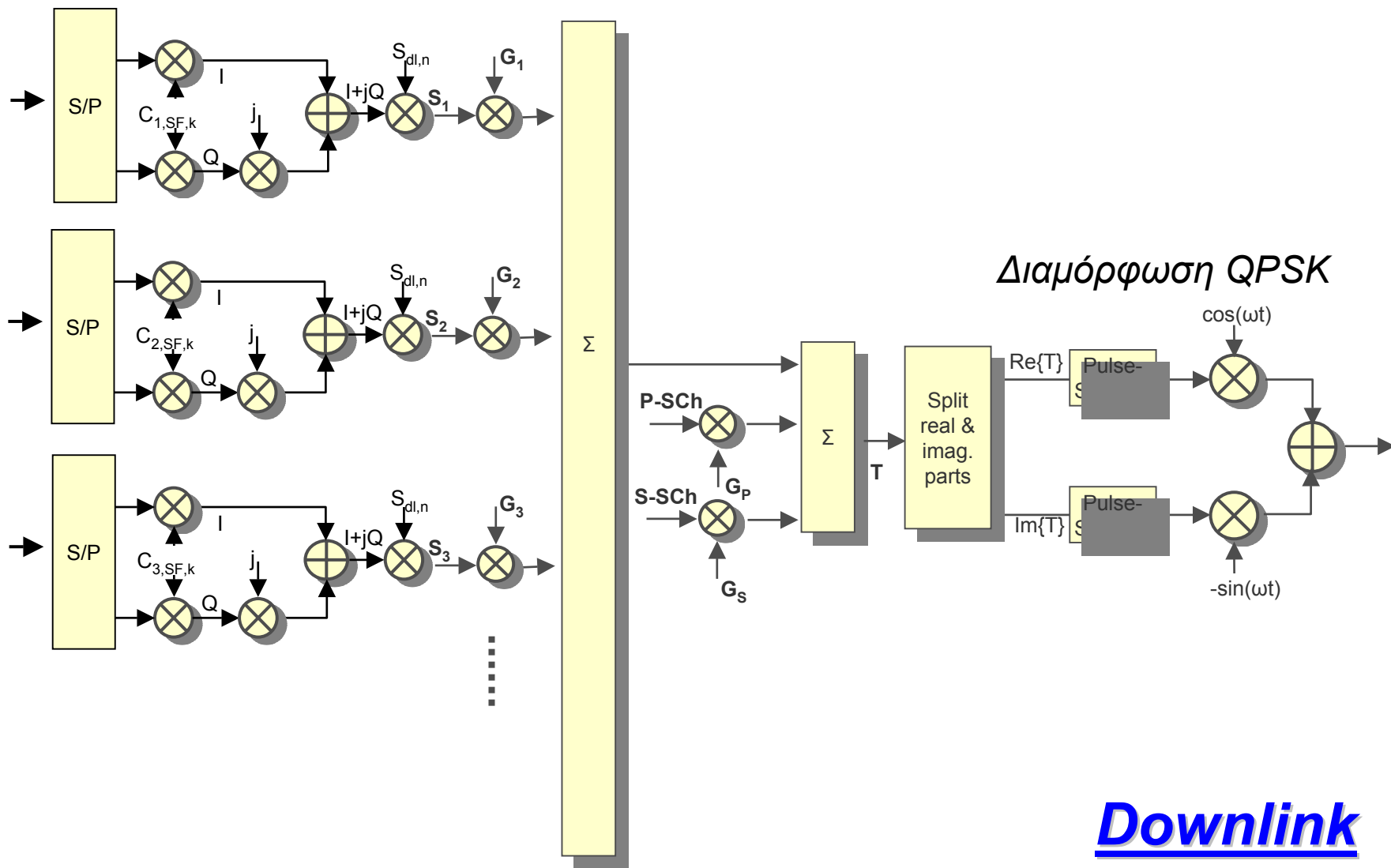
Slot Format # i	Channel Bit Rate (kbps)	Channel Symbol Rate (ksps)	SF	Bits/Slot	DPDCh Bits/Slot		DPCCh Bits/Slot			Slots per frame
					N _{data1}	N _{data2}	N _{TPC}	N _{TFCI}	N _{Pilot}	
0	15	7,5	512	10	0	4	2	0	4	15
0A	15	7,5	512	10	0	4	2	0	4	8-14
0B	30	15	256	20	0	8	4	0	8	8-14
1	15	7,5	512	10	0	2	2	2	4	15
1B	30	15	256	20	0	4	4	4	8	8-14
2	30	15	256	20	2	14	2	0	2	15
3	30	15	256	20	2	12	2	2	2	15





Φασματική διάχυση – διαμόρφωση για όλα τα φυσικά κανάλια (πλήν SCh)





Downlink

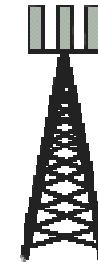
Φυσικά κανάλια

Downlink

Uplink

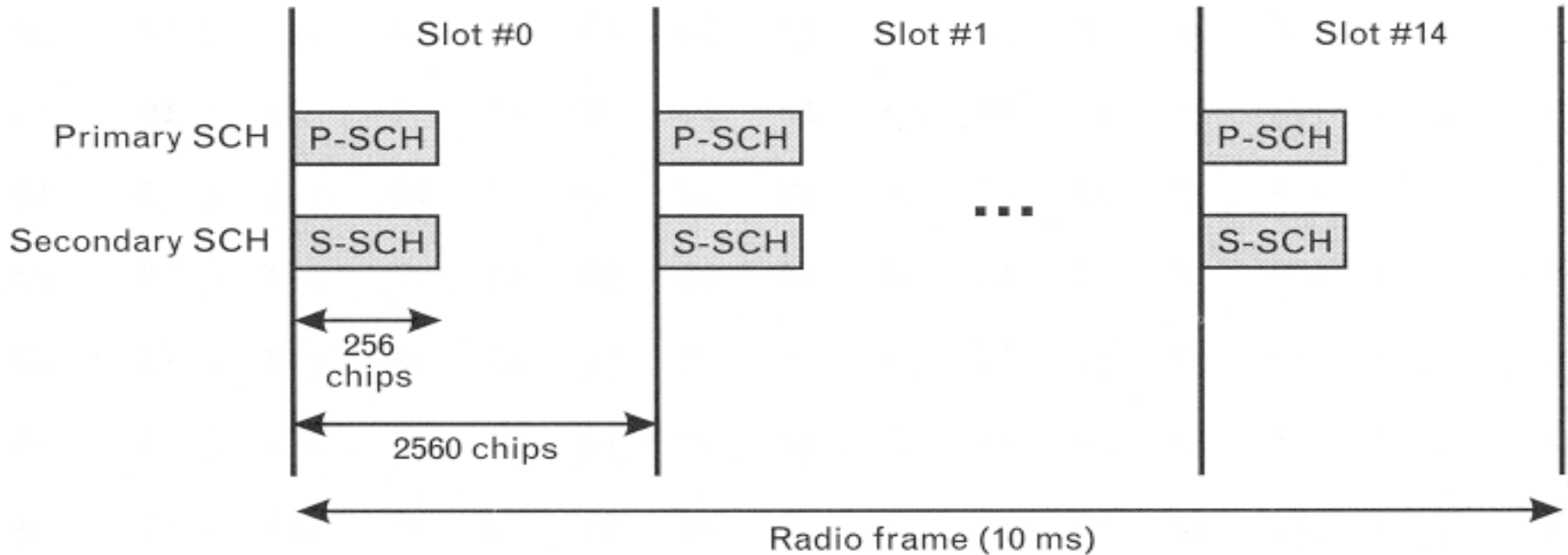


↓	<i>P-CCPCh (BCCh, SCh)</i>
↓	<i>S-CCPCh (PCh, FACH) (≥ 1)</i>
↑↓	<i>DPDCh</i>
↑↓	<i>DPCCh</i>
↓	<i>PDSCCh</i>
↑	<i>PCPCh</i>
↑	<i>PRACH</i>
↓	<i>AICH</i>
↓	<i>P-SCh</i>
↓	<i>S-SCh</i>
↓	<i>C-SICH</i>
↓	<i>C-PICh</i>
↓	<i>PICh</i>
↓	<i>CD/CA-ICH</i>



BS

Κωδικοποίηση του SCh



Δομή των καναλιών συγχρονισμού

Το P-SCh περιέχει μια κωδικολέξη μήκους 256 chips, **ίδια για όλες τις κυψέλες**

Για το S-SCh υπάρχουν 16 διαφορετικές κωδικολέξεις SSCs (μήκους 256 chips)
Μπορούν να σχηματισθούν 64 μοναδικές, διαφορετικές ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ κωδικολέξεων.
Κάθε ακολουθία αποτελείται από 15 κωδικολέξεις, μία για κάθε TS.

16	6	9	16	13	12	2	6	2	13	3	3	12	9	7	16	6	9	16	13
----	---	---	----	----	----	---	---	---	----	---	---	----	---	---	----	---	---	----	----

Π.χ Ληφθείσας ακολουθία SSCs

16	6	9	16	13	12	2	6	2	13	3	3	12	9	7	16	6	9	16	13
----	---	---	----	----	----	---	---	---	----	---	---	----	---	---	----	---	---	----	----

Έναρξη πλαισίου

Scrambling Code Group	slot number														
	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Group 0	1	1	2	8	9	10	15	8	10	16	2	7	15	7	16
Group 1	1	1	5	16	7	3	14	16	3	10	5	12	14	12	10
Group 2	1	2	1	15	5	5	12	16	6	11	2	16	11	15	12
Group 3	1	2	3	1	8	6	5	2	5	8	4	4	6	3	7
Group 4	1	2	16	6	6	11	15	5	12	1	15	12	16	11	2
Group 5	1	3	4	7	4	1	5	5	3	6	2	8	7	6	8
Group 6	1	4	11	3	4	10	9	2	11	2	10	12	12	9	3
Group 7	1	5	6	6	14	9	10	2	13	9	2	5	14	1	13
Group 8	1	6	10	10	4	11	7	13	16	11	13	6	4	1	16
Group 9	1	6	13	2	14	2	6	5	5	13	10	9	1	14	10
Group 10	1	7	8	5	7	2	4	3	8	3	2	6	6	4	5
Group 11	1	7	10	9	16	7	9	15	1	8	16	8	15	2	2
Group 12	1	8	12	9	9	4	13	16	5	1	13	5	12	4	8
Group 13	1	8	14	10	14	1	15	15	8	5	11	4	10	5	4
Group 14	1	9	2	15	15	16	10	7	8	1	10	8	2	16	9
Group 15	1	9	15	6	16	2	13	14	10	11	7	4	5	12	3
Group 16	1	10	9	11	15	7	6	4	16	5	2	12	13	3	14
Group 17	1	11	14	4	13	2	9	10	12	16	8	5	3	15	6
Group 18	1	12	12	13	14	7	2	8	14	2	1	13	11	8	11
Group 19	1	12	15	5	4	14	3	16	7	8	6	2	10	11	13
Group 20	1	15	4	3	7	6	10	13	12	5	14	16	8	2	11
Group 21	1	16	3	12	11	9	13	5	8	2	14	7	4	10	15
Group 22	2	2	5	10	16	11	3	10	11	8	5	13	3	13	8
Group 23	2	2	12	3	15	5	8	3	5	14	12	9	8	9	14
Group 24	2	3	6	16	12	16	3	13	13	6	7	9	2	12	7
Group 25	2	3	8	2	9	15	14	3	14	9	5	5	15	8	12
Group 26	2	4	7	9	5	4	9	11	2	14	5	14	11	16	16
Group 27	2	4	13	12	12	7	15	10	5	2	15	5	13	7	4
Group 28	2	5	9	9	3	12	8	14	15	12	14	5	3	2	15
Group 29	2	5	11	7	2	11	9	4	16	7	16	9	14	14	4
Group 31	2	6	2	13	3	3	12	9	7	16	6	9	16	13	12
Group 31	2	6	9	7	7	16	13	3	12	2	13	12	9	16	6

Scrambling Code Group	slot number														
	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
Group 32	2	7	12	15	2	12	4	10	13	15	13	4	5	5	10
Group 33	2	7	14	16	5	9	2	9	16	11	11	5	7	4	14
Group 34	2	8	5	12	5	2	14	14	8	15	3	9	12	15	9
Group 35	2	9	13	4	2	13	8	11	6	4	6	8	15	15	11
Group 36	2	10	3	2	13	16	8	10	8	13	11	11	16	3	5
Group 37	2	11	15	3	11	6	14	10	15	10	6	7	7	14	3
Group 38	2	16	4	5	16	14	7	11	4	11	14	9	9	7	5
Group 39	3	3	4	6	11	12	13	6	12	14	4	5	13	5	14
Group 40	3	3	6	5	16	9	15	5	9	10	6	4	15	4	10
Group 41	3	4	5	14	4	6	12	13	5	13	6	11	11	12	14
Group 42	3	4	9	16	10	4	16	15	3	5	10	5	15	6	6
Group 43	3	4	16	10	5	10	4	9	9	16	15	6	3	5	15
Group 44	3	5	12	11	14	5	11	13	3	6	14	6	13	4	4
Group 45	3	6	4	10	6	5	9	15	4	15	5	16	16	9	10
Group 46	3	7	8	8	16	11	12	4	15	11	4	7	16	3	15
Group 47	3	7	16	11	4	15	3	15	11	12	12	4	7	8	16
Group 48	3	8	7	15	4	8	15	12	3	16	4	16	12	11	11
Group 49	3	8	15	4	16	4	8	7	7	15	12	11	3	16	12
Group 50	3	10	10	15	16	5	4	6	16	4	3	15	9	6	9
Group 51	3	13	11	5	4	12	4	11	6	6	5	3	14	13	12
Group 52	3	14	7	9	14	10	13	8	7	8	10	4	4	13	9
Group 53	5	5	8	14	16	13	6	14	13	7	8	15	6	15	7
Group 54	5	6	11	7	10	8	5	8	7	12	12	10	6	9	11
Group 55	5	6	13	8	13	5	7	7	6	16	14	15	8	16	15
Group 56	5	7	9	10	7	11	6	12	9	12	11	8	8	6	10
Group 57	5	9	6	8	10	9	8	12	5	11	10	11	12	7	7
Group 58	5	10	10	12	8	11	9	7	8	9	5	12	6	7	6
Group 59	5	10	12	6	5	12	8	9	7	6	7	8	11	11	9
Group 60	5	13	15	15	14	8	6	7	16	8	7	13	14	5	16
Group 61	9	10	13	10	11	15	15	9	16	12	14	13	16	14	11
Group 62	9	11	12	15	12	9	13	13	11	14	10	16	15	14	16
Group 63	9	12	10	15	13	14	9	14	15	11	11	13	12	16	10

Χρήση των κωδίκων στο WCDMA

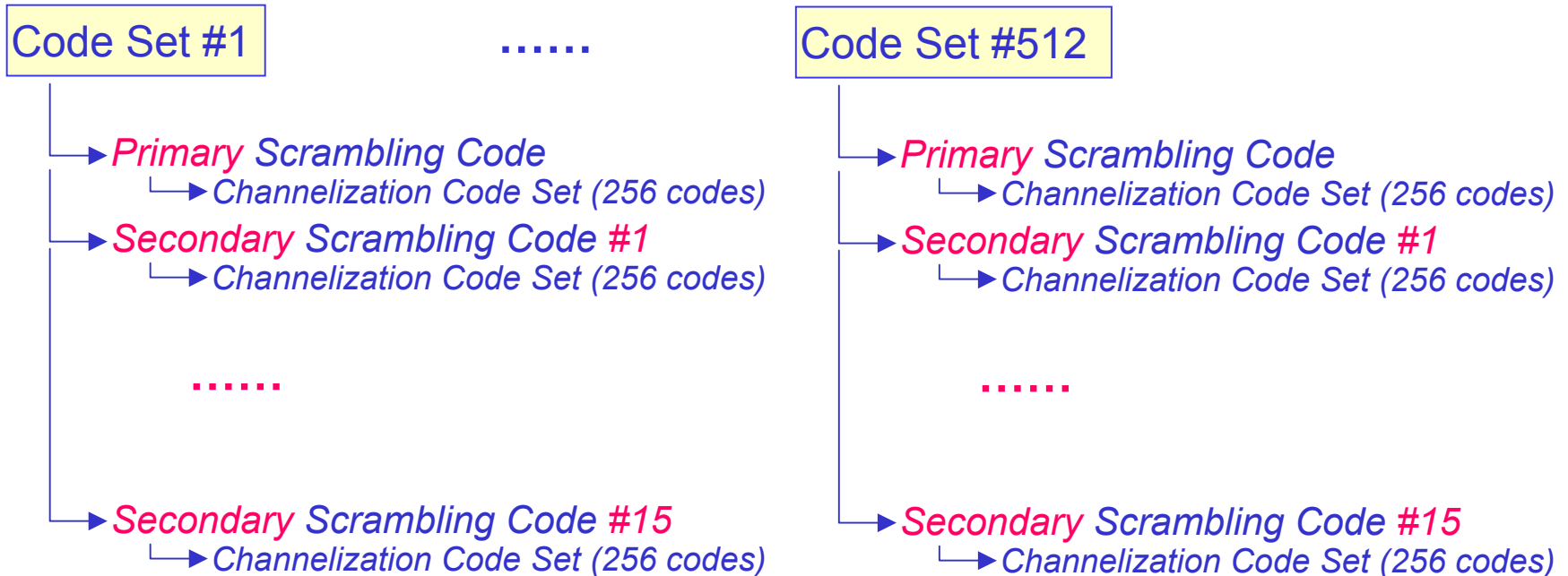
	Channelization code (Walsh-Hadamard) Κώδικας καναλοποίησης (Ορθογώνιοι) <i>Χρησιμοποιούνται για την διάκριση των εκπομπών (καναλιών) μιας πηγής</i>	Scrambling code (Long code) Κώδικας περίπλεξης (Ψευδοτυχείοι) <i>Χρησιμοποιούνται για την διάκριση των εκπομπών από διαφορετικές πηγές</i>
Uplink	Διακρίνει κανάλια δεδομένων (DPCCh) και ελέγχου (DPDCh) ενός τερματικού	Διακρίνει τις εκπομπές των UE (τερματικών ή χρηστών) μιας κυψέλης
Dnlink	Διακρίνει τα κανάλια εκπομπής του ΣΒ προς τους χρήστες μιας κυψέλης	Διακρίνει τις εκπομπές των τομέων (ή των κυψελών) του συστήματος

Κώδικες περίπλεξης - Downlink

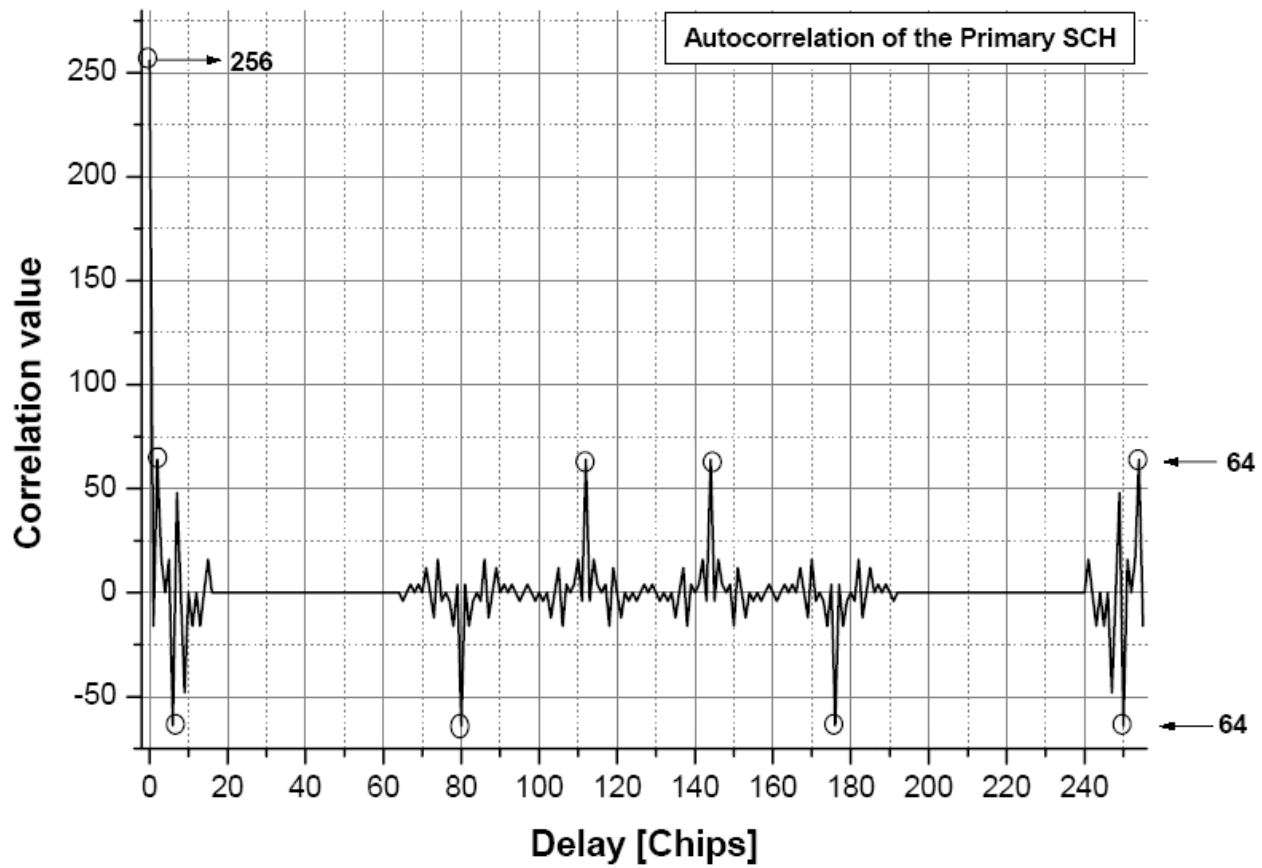
Υπάρχουν $(2^{18}-1)=262.143$ μακρείς κώδικες, δεν χρησιμοποιούνται όλοι.

512 κωδικοσύνολα x 16 scrambling codes = 8.192 κώδικες διαθέσιμοι

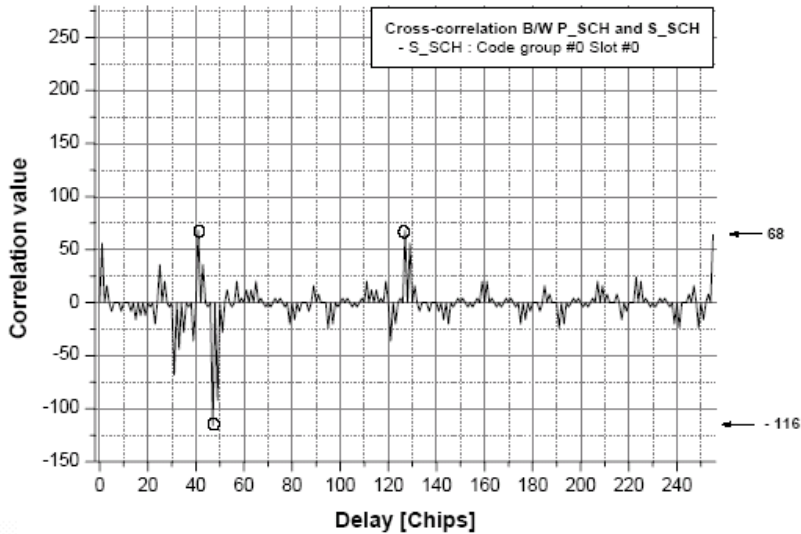
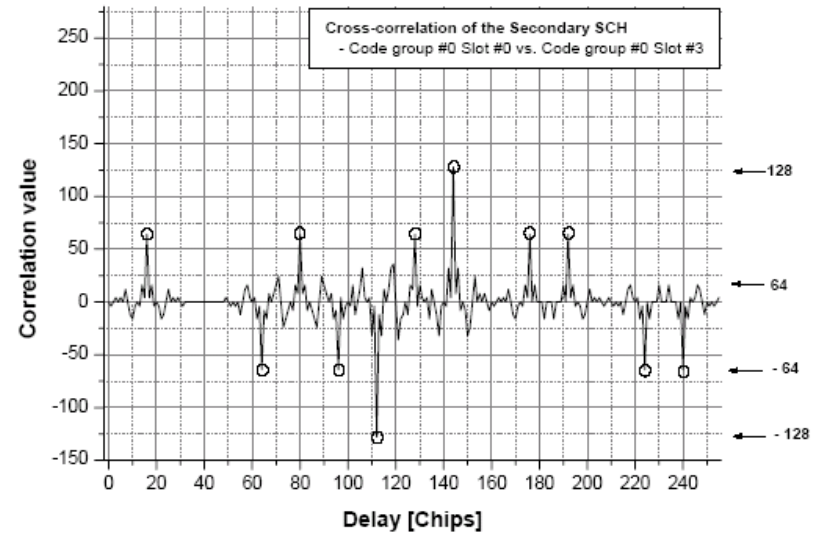
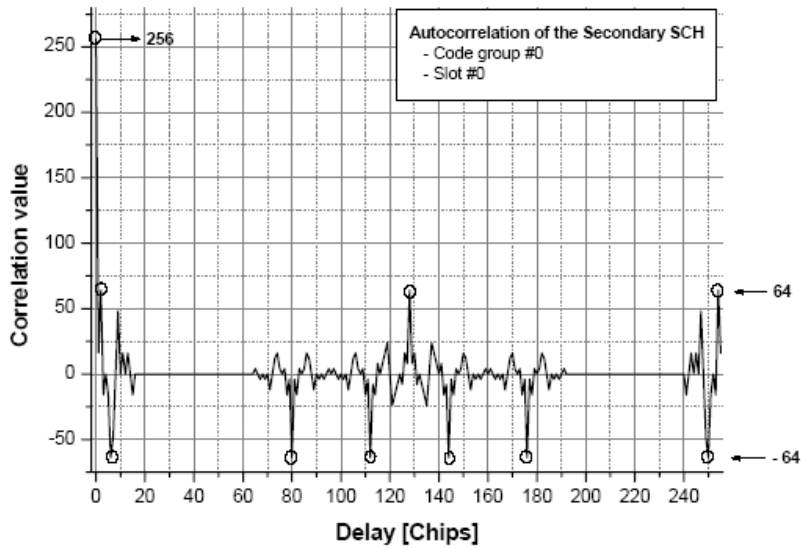
Οι 512 πρωτεύοντες περαιτέρω χωρίζονται σε 64 ομάδες των 8 κωδίκων



Κάθε ΣΒ (κυψέλη ή τομέας) διαθέτει έναν μόνο πρωτεύοντα μακρύ κώδικα περίπλεξης, που ανήκει σε μια θάδα. Το P-CCPCh της κυψέλης εκπέμπεται πάντα με αυτόν τον κώδικα και τα UE τον χρησιμοποιούν για να διακρίνουν τους ΣΒ. Τα λοιπά φυσικά κανάλια της κυψέλης χρησιμοποιούν είτε αυτόν τον πρωτεύοντα είτε κάποιον από τους δευτερεύοντες

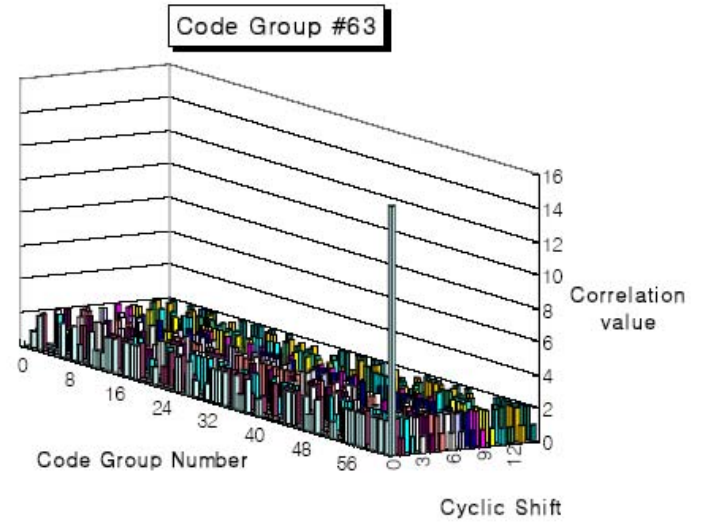
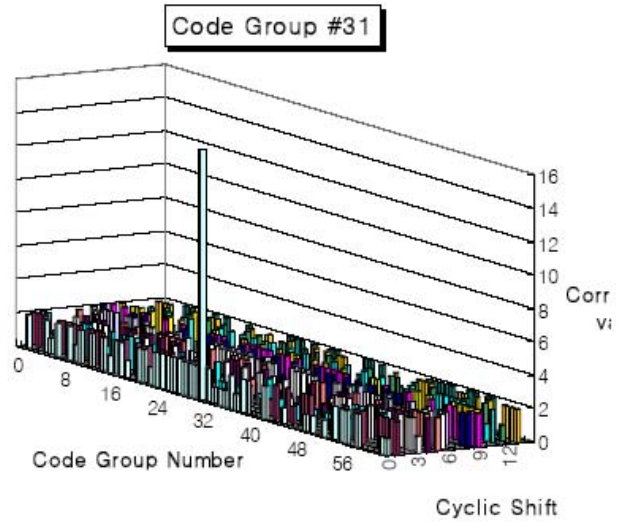


SSC의 Autocorrelation / Cross-correlation



- SSC의 자기 상관: -12.0412 [dB]
- 다른 SSC와의 교차 상관 : -6.02599 [dB]
- PSC 와의 교차상관 : -6.8756 [dB]

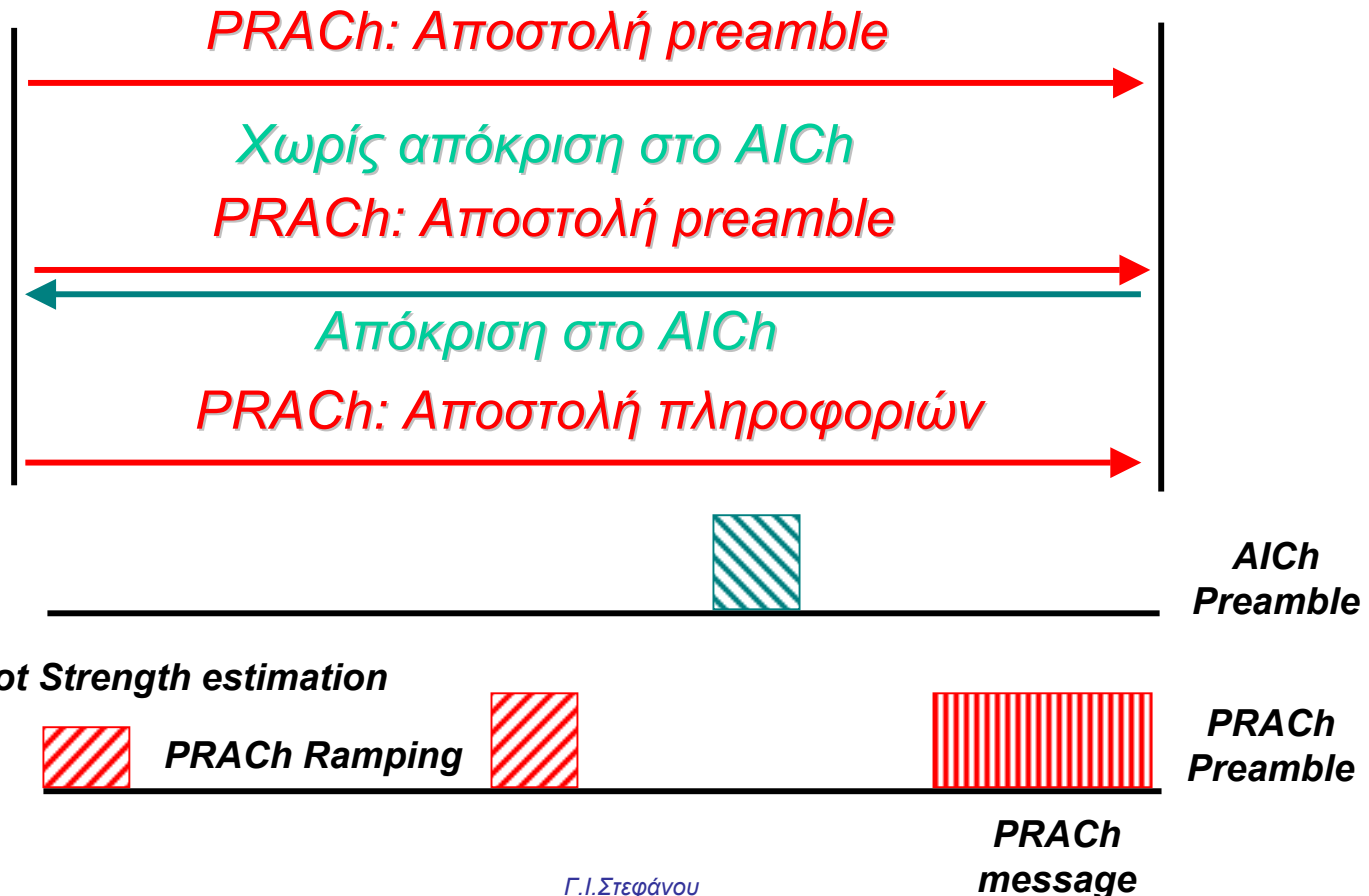
■ Code group sequence 의 상관 특성



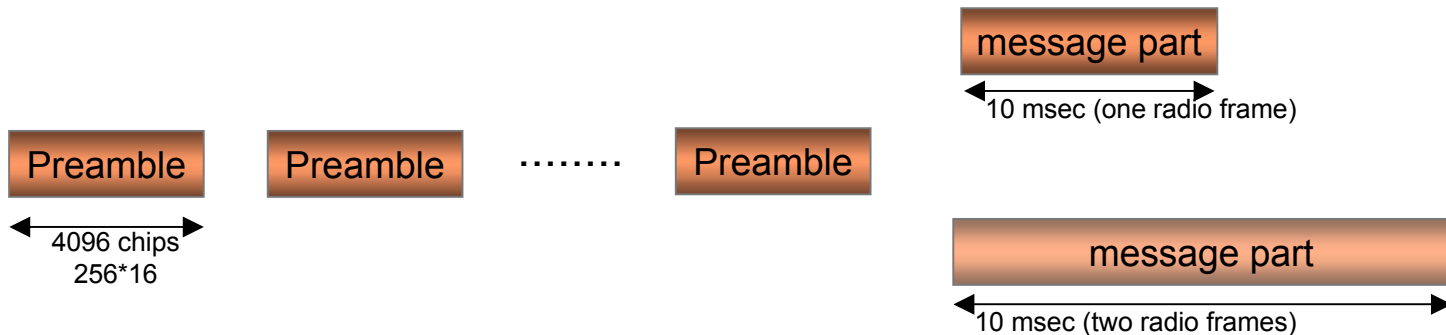
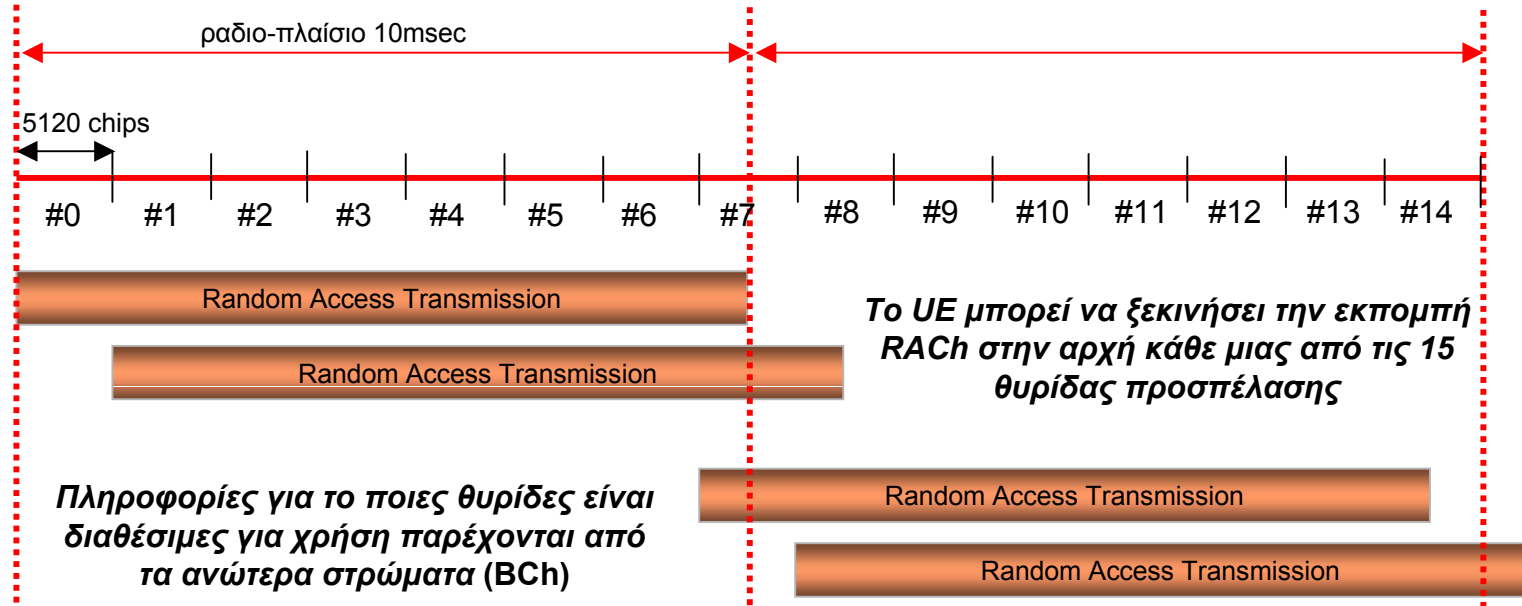
Προσπέλαση PRACH-AICH



Το UE αποκωδικοποιεί την πληροφορία του BCch στο P-CCPCh και βρίσκει τις διαθέσιμες χρονοθυρίδες προσπέλασης, καθώς και τις υπογραφές s . Ακολούθως επιλέγει τυχαία για χρήση μια από τις διαθέσιμες χρονοθυρίδες και μια υπογραφή s .



Θυρίδες Προσπέλασης PRACH (Access Slots)



Κάθε preamble (4096 chips) αποτελείται 256 επαναλήψεις μιας υπογραφής S (μήκους 16 chips). Υπάρχουν το πολύ 16 τέτοιες διαθέσιμες υπογραφές

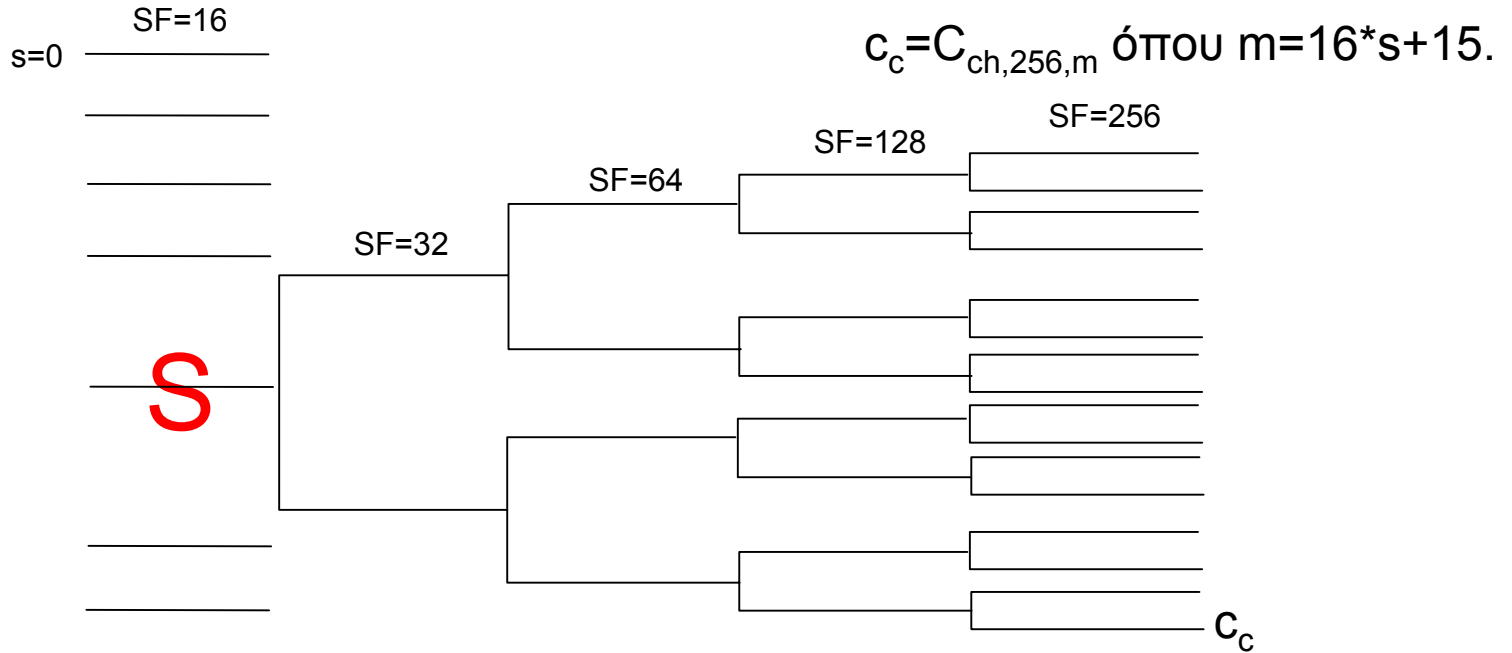
Υπογραφές Preamble

Preamble signature	Value of n															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$P_0(n)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$P_1(n)$	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
$P_2(n)$	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
$P_3(n)$	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
$P_4(n)$	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
$P_5(n)$	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
$P_6(n)$	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
$P_7(n)$	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1
$P_8(n)$	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$P_9(n)$	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
$P_{10}(n)$	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1
$P_{11}(n)$	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1
$P_{12}(n)$	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
$P_{13}(n)$	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1
$P_{14}(n)$	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
$P_{15}(n)$	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1

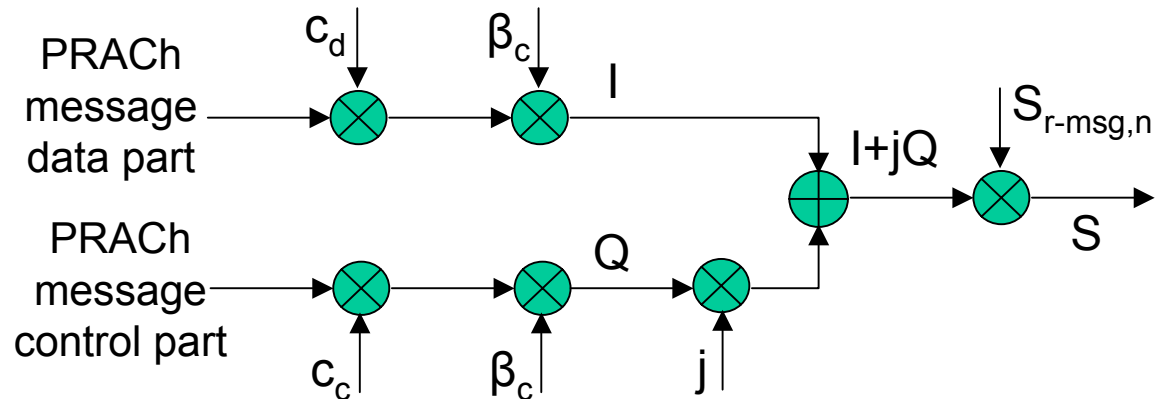
Κώδικες Περίπλεξης στο *UpLink*

- Όλα τα φυσικά κανάλια στο UL υπόκεινται σε περίπλεξη με ένα μιγαδικό κώδικα περίπλεξης.
- Τα DPDCh/DPCCh μπορεί να περιπλέκονται είτε με μακρύς είτε με βραχύς κώδικες περίπλεξης.
- Το τμήμα μηνύματος του PRACH περιπλέκεται με μακρύς κώδικες περίπλεξης.
- Υπάρχουν 2^{24} μακρύς και 2^{24} βραχύς κώδικες περίπλεξης. Εκχωρούνται από τα ανώτερα στρώματα.

Κώδικας ανάπτυξης/περίπλεξης του RACH



$c_d = C_{ch,SF,m}$ όπου $m=SF*s/16$.



Δομή μηνύματος RACH

Data



$T_{\text{slot}} = 2560$ chips, $10 \cdot 2^k$ bits ($k=0, \dots, 3$)

Control



$T_{\text{slot}} = 2560$ chips, 10 bits



← Τμήμα Μηνύματος $T_{\text{RACH}} = 10\text{ms}$ ή 20ms →

Random Access message data fields

Slot Format #i	Channel Bit Rate (kbps)	Channel Symbol Rate (ksps)	SF	Bits/ Frame	Bits/ Slot	N_{data}
0	15	15	256	150	10	10
1	30	30	128	300	20	20
2	60	60	64	600	40	40
3	120	120	32	1200	80	80

Random Access message control fields

Slot Format #i	Channel Bit Rate (kbps)	Channel Symbol Rate (ksps)	SF	Bits/ Frame	Bits/ Slot	N_{pilot}	N_{TFCI}
0	15	15	256	150	10	8	2

