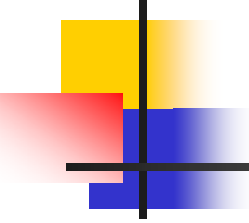




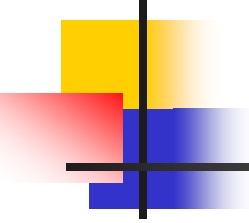
Τηλεφωνία

Σηματοδοσία Κέντρων



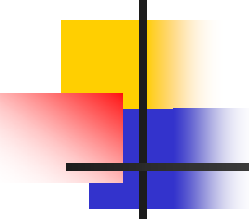
Συστήματα σηματοδοσίας CCITT

- No 4 (1954) Ευρώπη
 - Μονόδρομη
 - Κώδικας δύο συχνοτήτων εντός ζώνης (2040 Hz, 2400 Hz)
- No 5 (1964) Διηπειρωτικές ή δορυφορικές συνδέσεις
 - Αμφίδρομη
 - Πολυσυχνικός κώδικας (2 από 6) συχνοτήτων εντός ζώνης για σηματοδοσία ενταμιευτών (προς τα εμπρός)
 - Μία ή δύο συχνότητες για σηματοδοσία γραμμής
- No 6 (1968) Αμερική, εθνική και διεθνής
 - Αμφίδρομη
 - Κοινός δίαυλος σηματοδοσίας (2,4 kbps ή 4 kbps)
 - Σήματα των 28 bit



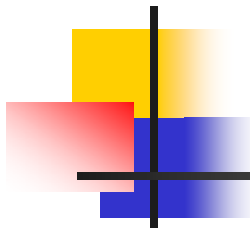
Συστήματα σηματοδοσίας CCITT

- R1 (1968) Αμερική
 - Αμφίδρομη
 - Πολυσυχνικός κώδικας (2 από 6) συχνοτήτων εντός ζώνης για σηματοδοσία ενταμιευτών (προς τα εμπρός)
 - Μία συχνότητα για σηματοδοσία γραμμής εντός ζώνης (2600 Hz)
- R2 (1968) Ευρώπη, αλλού
 - Μονόδρομη (αναλογικές ζεύξεις), Αμφίδρομη (ψηφιακές ζεύξεις)
 - Πολυσυχνικός κώδικας (2 από 6) συχνοτήτων εντός ζώνης για σηματοδοσία ενταμιευτών (προς τα εμπρός και προς τα πίσω)
 - 1 συχνότητα για σηματοδοσία γραμμής εκτός ζώνης (3825 Hz)



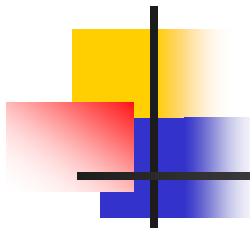
Συστήματα σηματοδοσίας CCITT

- No 7 (1980) Εθνική και διεθνής για ISDN
 - Αμφίδρομη
 - Κοινός δίαυλος σηματοδοσίας (64 kbps)
 - Σήματα μεταβλητού μήκους (ακέραια byte)
 - Χρήση στοίβας πρωτοκόλλων



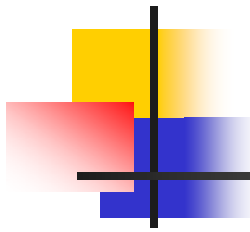
Σηματοδοσία κέντρων

- Διακρίνονται δύο φάσεις και αντίστοιχες σηματοδοσίες:
 - εγκατάσταση κλήσης (σηματοδοσία ενταμιευτών, register signaling)
 - επιτήρηση γραμμής (σηματοδοσία γραμμής, line signaling)
- Εν γένει, τα σήμα εγκατάστασης διαφέρουν από τα σήματα επιτήρησης



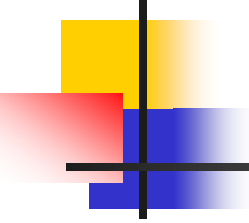
Σηματοδοσία γραμμής

- Σήματα επιτήρησης γραμμής
- Η φάση της επιτήρησης αρχίζει με την ολοκλήρωση της δρομολόγησης και τελειώνει με τον τερματισμό της κλήσης
- Κατά την φάση της επιτήρησης η σηματοδοσία ελέγχει την κατάσταση των κυκλωμάτων και σχετικών με αυτά οργάνων
- Η σηματοδοσία γραμμής παράγει και την πληροφορία χρέωσης
- Η φάση της επιτήρησης τελειώνει με τον τερματισμό της κλήσης



Σηματοδοσία ενταμιευτών

- Σε παλαιότερα κέντρα (crossbar, relay) χρησιμοποιούνταν ενταμιευτές (registers) για την αποθήκευση των επιλεγόμενων ψηφίων
 - Οι ενταμιευτές ελευθερώνονται ώστε να χρησιμοποιηθούν από άλλες κλήσεις
- Στα ψηφιακά κέντρα οι λειτουργίες αυτές εκτελούνται από προγράμματα
 - Ο διαχωρισμός αυτός έχασε τη σημασία του στα ψηφιακά κέντρα

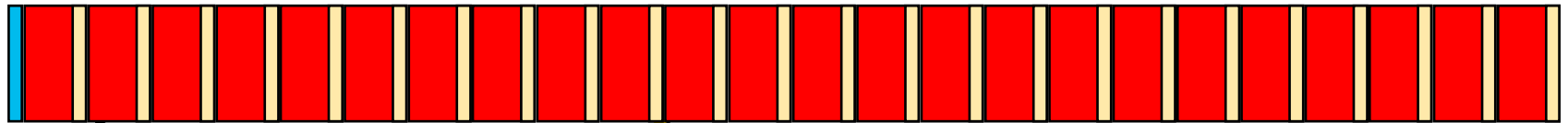


Channel Associated Signaling (CAS)

- Βασίζεται στις ιδιότητες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων που συνηθίζονταν στα ηλεκτρομηχανικά κέντρα (crossbar, relay)
- Η σηματοδότηση και τα κυκλώματα συσχετίζονται μέσω της πολυπλεξίας διαίρεσης χώρου, συχνότητας ή χρόνου (space, frequency or time division multiplexing)
 - Πολυπλεξία διαίρεσης χώρου: κάθε κύκλωμα φωνής σχετίζεται με αντίστοιχο κύκλωμα σηματοδότησης
 - Σπατάλη χαλκού οδήγησε σε άλλα σχήματα πολυπλεξίας
 - Σε TDM και FDM η θέση του διαύλου φωνής ορίζει το σχετικό δίαυλο σηματοδότησης
 - Π.χ. στο PCM η σχισμή 16 μεταφέρει σηματοδότηση και η δομή του πολύ-πλαισίου (multi-frame) ορίζει τη συσχέτιση διαύλων φωνής και σηματοδότησης

Σηματοδοσία κατά δίαυλο (Channel Associated Signalling)

Extended Super Frame=24 Frames




Φωνή
Σημ. Διευθύνσεων
(DTMF)



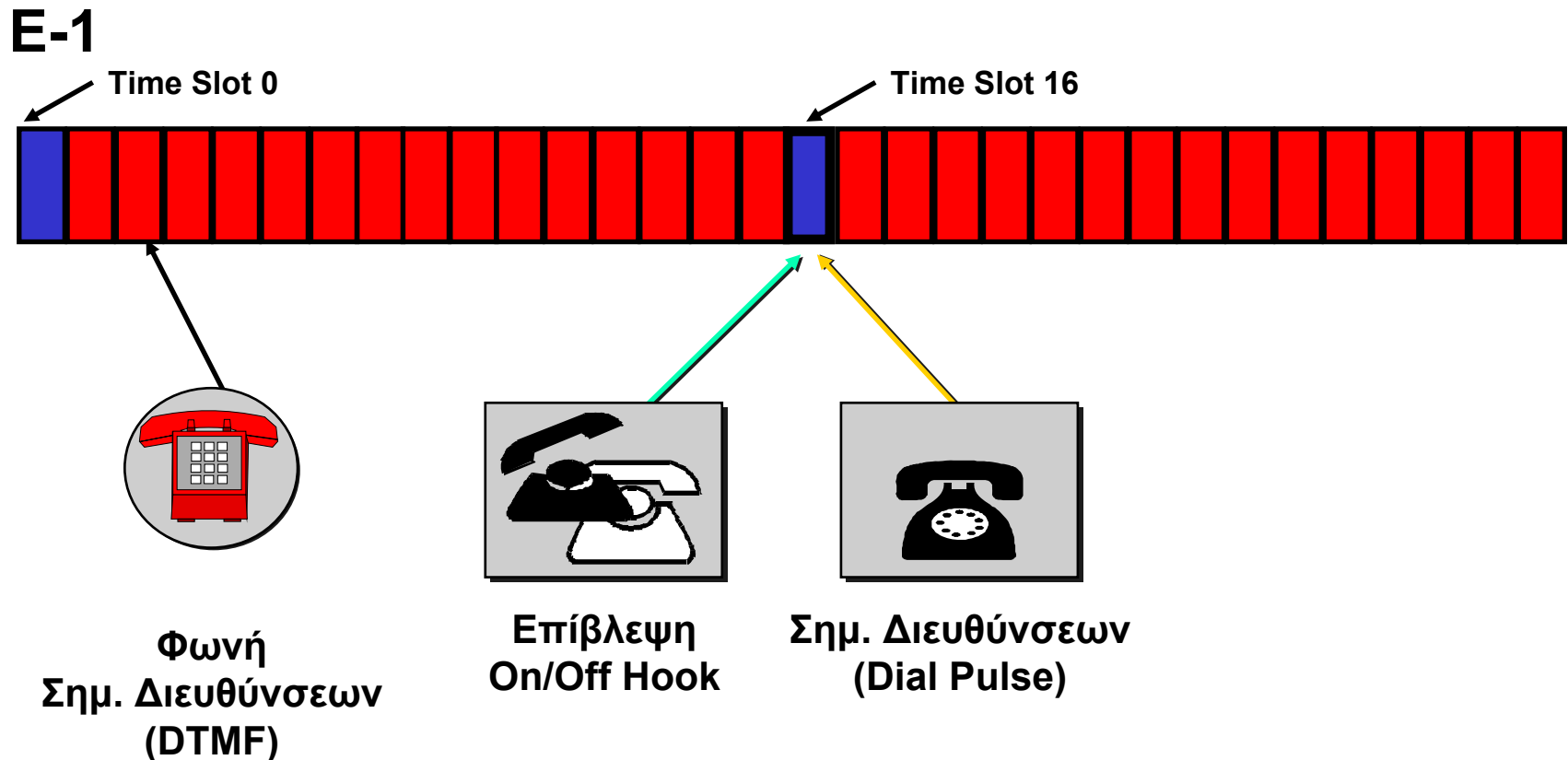
Επίβλεψη
On/Off Hook

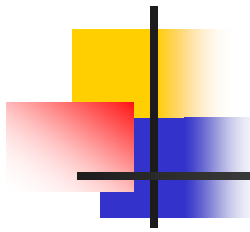


Σημ. Διευθύνσεων
(Dial Pulse)

Bit	Frame
A	6th
B	12th
C	18th
D	24th

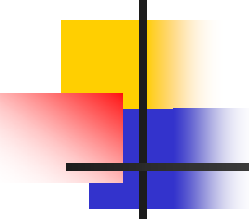
Σηματοδοσία κατά δίαυλο (Channel Associated Signalling)





Σύστημα R2

- Μεταξύ των συστημάτων CAS, το πιο διαδεδομένο είναι το R2
- Το σύστημα R2 είναι το πιο εξελιγμένο μεταξύ των αναλογικών συστημάτων CAS
- Προτυποποιήθηκε από την ITU-T
- Το σύστημα R2 χρησιμοποιεί εξαναγκασμένα (compelled) σήματα
 - Ο αποστολέας στέλνει συνεχώς το σήμα μέχρι να επαληθευθεί από την άλλη πλευρά

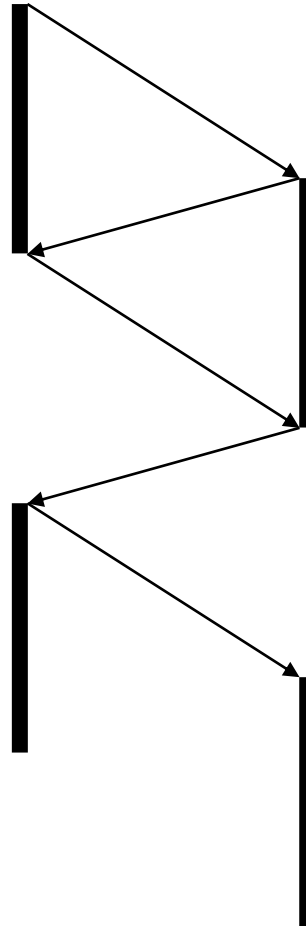


Εξαναγκασμένη σηματοδότηση

Αρχή σήματος

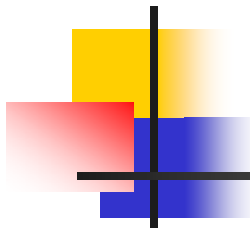
Γίνεται αντιληπτή η επαλήθευση
Το σήμα σταματά

Γίνεται αντιληπτό το τέλος της επαλήθευσης
Αρχίζει η αποστολή νέου σήματος



Γίνεται αντιληπτό το σήμα
Αρχίζει η αποστολή της επαλήθευσης

Γίνεται αντιληπτό το τέλος του σήματος
Σταματά η αποστολή της επαλήθευσης



Σηματοδοσία ενταμιευτών R2

- Στο σύστημα R2 η σηματοδότηση είναι από άκρο σε άκρο (end-to-end)
 - Οι ενταμιευτές των ενδιάμεσων κέντρων συλλαμβάνουν την αναγκαία πληροφορία για τη δρομολόγηση και συνδέουν τα κυκλώματα φωνής ώστε να διαβιβάζονται διαφανώς τα υπόλοιπα σήματα προς τον προορισμό
- Το σύστημα R2 χρησιμοποιεί κωδικοποίηση MF
- Τα σήματα MF είναι συνδυασμός δύο (από σύνολο έξι) συχνοτήτων
- Η προς τα εμπρός (forward) και προς τα πίσω (backward) κατεύθυνση έχουν το δικό τους σύνολο έξι συχνοτήτων
- Παράγονται 15 διαφορετικά σήματα για κάθε κατεύθυνση που ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες
- Το άκρο της λήψης ορίζει την κατηγορία σημάτων που αναμένει
 - έτσι κάθε σήμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί δύο φορές!

Σήματα προς τα εμπρός (forward)

Σήμα	Ομάδα I (α)	Ομάδα I (β)	Χρήση
1	Γαλλικά	Ψηφίο 1	(α) πρώτο σήμα σε διεθνείς κλήσεις
2	Αγγλικά	Ψηφίο 2	
3	Γερμανικά	Ψηφίο 3	
4	Ρωσικά	Ψηφίο 4	
5	Ισπανικά	Ψηφίο 5	
6		Ψηφίο 6	(β) εκτός πρώτου σήματος σε διεθνείς κλήσεις
7		Ψηφίο 7	
8		Ψηφίο 8	
9		Ψηφίο 9	
10	Διακριτικό ψηφίο	Ψηφίο 0	
11	Ακολουθεί ενδεικτικό χώρας, απαιτείται καταστολεύς ηχούς	Πρόσβαση σε τηλεφωνήτρια	Διαθέσιμα για άλλες γλώσσες
12	Ακολουθεί ενδεικτικό χώρας, δεν απαιτείται καταστολεύς ηχούς	Πρόσβαση σε τηλεφωνήτρια, ή Αρνητική επαλήθευση	
13	Κλήση ελέγχου	Πρόσβαση σε εξοπλισμό ελέγχου, ή Δεν περιέχεται δορυφορική σύνδεση	
14	Ακολουθεί ενδεικτικό χώρας, χρησιμοποιείται καταστολεύς ηχούς	Απαιτείται καταστολεύς ηχούς, Περιέχεται δορυφορική σύνδεση	
15	Τέλος παλμών	Τέλος ταυτότητας	

Σήματα προς τα εμπρός (forward)

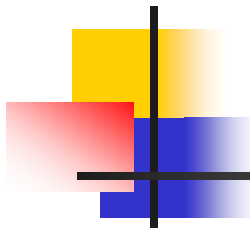
Σήμα	Ομάδα II	Χρήση
1	Συνδρομητής χωρίς προτεραιότητα	Εθνικές κλήσεις
2	Συνδρομητής με προτεραιότητα	
3	Εξοπλισμός συντήρησης	
4		
5	Τηλεφωνήτρια	
6	Μετάδοση δεδομένων	
7	Συνδρομητής	Διεθνείς κλήσεις
8	Μετάδοση δεδομένων	
9	Συνδρομητής με προτεραιότητα	
10	Τηλεφωνήτρια	
11		Διαθέσιμα για εθνική χρήση
12		
13		
14		
15		

Σήματα προς τα πίσω (backward)

Σήμα	Ομάδα Α	Χρήση
1	Στείλε επόμενο ψηφίο ($n+1$)	
2	Επανάλαβε προηγούμενο ψηφίο ($n-1$)	
3	Διεύθυνση συμπληρώθηκε, αλλαγή σε κατηγορία Β	
4	Συμφόρηση στο εθνικό δίκτυο	
5	Στείλε κατηγορία καλούντος	
6	Διεύθυνση συμπληρώθηκε, αποκατάσταση σύνδεσης φωνής	
7	Επανάλαβε προ-προηγούμενο ψηφίο ($n-2$)	
8	Επανάλαβε προ-προ-προηγούμενο ψηφίο ($n-3$)	
9		
10		
11	Στείλε κωδικό χώρας καλούντος	Μόνο για διεθνείς κλήσεις
12	Στείλε κωδικό γλώσσας	
13	Στείλε είδος κυκλώματος (π.χ. δορυφορικό)	
14	Χρειάζεται καταστολεύς ηχούς;	
15	Συμφόρηση	

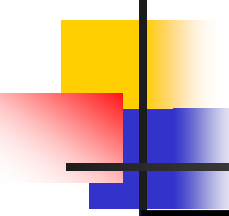
Σήματα προς τα πίσω (backward)

Σήμα	Ομάδα Β	Χρήση
1	Εθνική χρήση (συμβατό με B6)	
2	Στείλε ειδικό τόνο πληροφορίας	
3	Κατειλημμένη συνδρομητική γραμμή	
4	Συμφόρηση	
5	Μη χρησιμοποιούμενος αριθμός	
6	Ελεύθερη συνδρομητική γραμμή, χρέωσε	
7	Ελεύθερη συνδρομητική γραμμή, δωρεάν	
8	Συνδρομητική γραμμή εκτός λειτουργίας	
9		Διαθέσιμα για εθνική χρήση
10		
11		
12		
13		
14		
15		



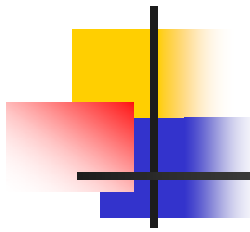
Σήματα γραμμής (αναλογικά)

- Τα σήματα μεταφέρονται ζεύξη προς ζεύξη (link-by-link)
- Στην αναλογική εκδοχή του συστήματος R2, η κωδικοποίηση σημάτων γραμμής βασίζεται στη μέθοδο tone-on-idle
- Τα κυκλώματα σε κάθε κατεύθυνση αναγνωρίζουν την ύπαρξη ή μη τόνου εκτός της ζώνης φωνής
- Ο τόνος στην προς τα εμπρός κατεύθυνση αφαιρείται τη στιγμή της κατάληψης και στην προς τα πίσω κατεύθυνση τη στιγμή της απάντησης
- Τα κύκλωμα απολύεται όταν επανέρχεται ο τόνος στην προς τα εμπρός κατεύθυνση, το οποίο προκαλεί την επάνοδο και στην προς τα πίσω κατεύθυνση
- Εάν η απόλυση ξεκινήσει από τον καλούμενο, ο τόνος επανέρχεται πρώτα στην προς τα πίσω κατεύθυνση κατόπιν επανέρχεται στην προς τα εμπρός κατεύθυνση είτε όταν εγκαταλείπει ο καλών είτε μετά κάποια καθυστέρηση



Σήματα γραμμής (αναλογικά)

Κατάσταση κυκλώματος	Σηματοδότηση	
	Προς τα εμπρός	Προς τα πίσω
Ανενεργό	Tone-on	Tone-on
Κατειλημμένο	Tone-off	Tone-on
Απάντηση	Tone-off	Tone-off
Απόλυση προς τα πίσω	Tone-off	Tone-on
Απόλυση	Tone-on	Tone-on or off
Αποκλεισμένο	Tone-on	Tone-off



Σήματα γραμμής (ψηφιακά)

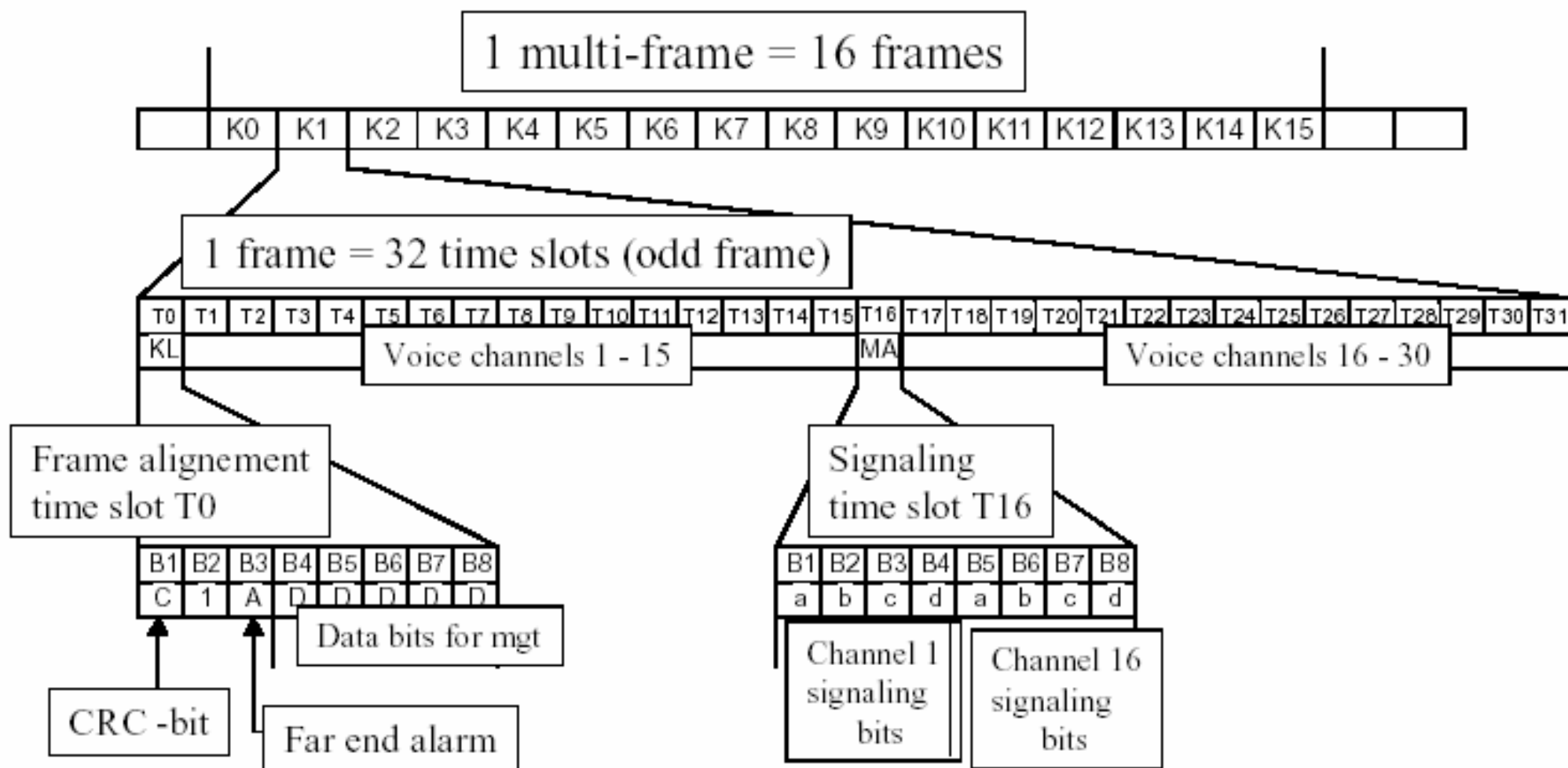
- Τα σήματα μεταφέρονται ζεύξη προς ζεύξη (link-by-link)
- Χρησιμοποιούνται τα bit σηματοδότησης φορέων PCM στην προς τα εμπρός και την προς τα πίσω κατεύθυνση
- Το a_f bit προσδιορίζει την κατάσταση της συνδρομητικής γραμμής του καλούντος
- Το b_f bit παρέχει ένα τρόπο υπόδειξης βλάβης στην προς τα εμπρός κατεύθυνση
- Το a_b bit αντικατοπτρίζει την κατάσταση της συνδρομητικής γραμμής του καλούμενου (on hook, off hook).
- Το b_b bit δείχνει την κατάληψη του εξοπλισμού μεταγωγής



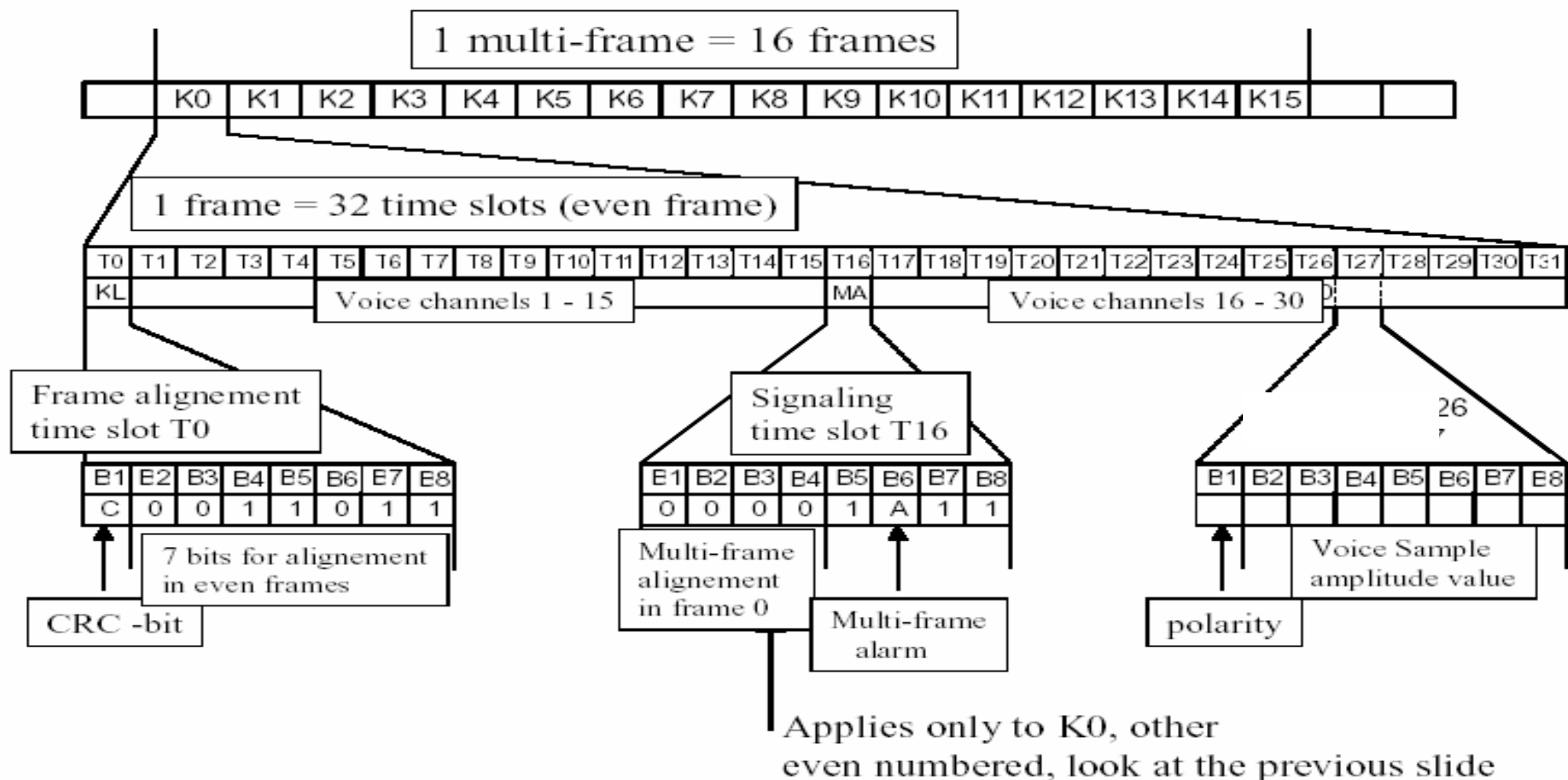
Σήματα γραμμής (ψηφιακά)

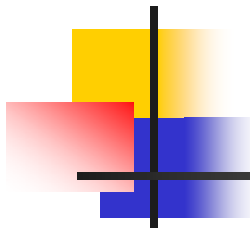
Κατάσταση κυκλώματος	Σηματοδότηση			
	Προς τα εμπρός		Προς τα πίσω	
	a	b	a	b
Ανενεργό	1	0	1	0
Κατειλημμένο	0	0	1	0
Επαλήθευση κατάληψης	0	0	1	1
Απάντηση	0	0	0	1
Απόλυση προς τα πίσω	0	0	1	1
Απόλυση	1	0	0 ή 1	1
Αποκλεισμένο	1	0	1	1

Χρήση της σχισμής 16 στο E1



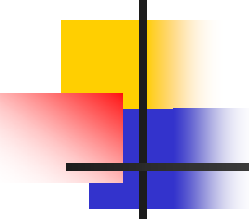
Χρήση της σχισμής 16 στο E1





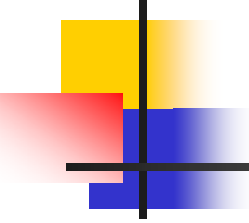
Σηματοδοσία μετά την εγκατάσταση κλήσης

- Στα συστήματα CAS μετά την εγκατάσταση της κλήσης, τα τερματικά δεν μπορούν να δώσουν άλλη εντολή εκτός της απόλυσης της σύνδεσης
- Αυτό οφείλεται στο κλείσιμο της σηματοδοτικής σύνδεσης μεταξύ τηλεφώνου και κέντρου (οι ενταμιευτές απολύονται)
- Για να παρακαμφθεί, το κέντρο πρέπει να επιτηρεί τον δίαυλο φωνής και να αναγνωρίζει την ύπαρξη σημάτων DTMF μέσα στη φωνή είτε η συνδρομητική κάρτα να αναγνωρίζει αναστροφές της πολικότητας (που οδηγούν στην κατάληψη ενός ενταμιευτή κατά τη διάρκεια της κλήσης)



Περιορισμοί των αναλογικών συστημάτων σηματοδοσίας (1)

- Μικρός αριθμός σημάτων
 - Δυσκολία εισαγωγής νέων υπηρεσιών
 - Μικρός αριθμός υπηρεσιών
- Η σημασία των σημάτων εξαρτάται από την κατάσταση (context dependent)
 - Δυσκολία δομημένου προγραμματισμού
- Η σηματοδοσία ελέγχει την κατάσταση των πόρων του κέντρου σε πολύ χαμηλό επίπεδο
 - Πολύπλοκος έλεγχος ροής
- Απαιτούνται χωριστές συσκευές για την αναγνώριση και μετάφραση των σημάτων R2 και DTMF

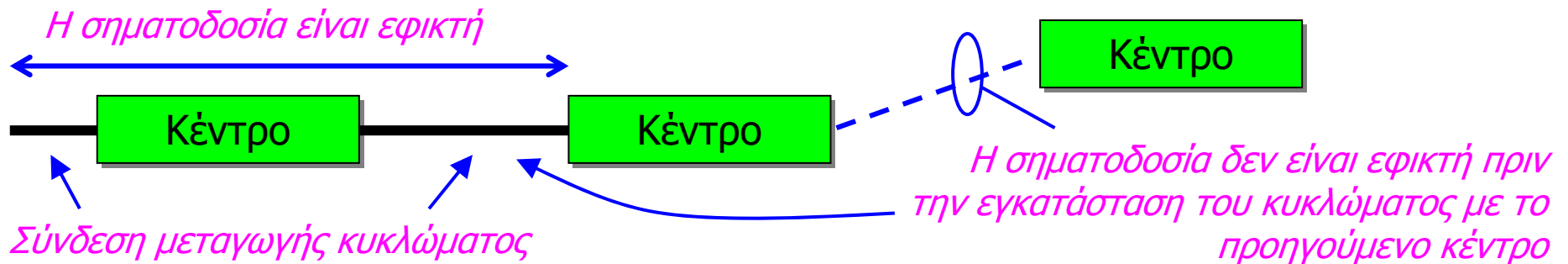


Περιορισμοί των αναλογικών συστημάτων σηματοδοσίας (2)

- Ο δίαυλος φωνής και ο δίαυλος σηματοδοσίας είναι στατικά συνδεδεμένοι
 - Αρχιτεκτονικός περιορισμός
 - Δεν υπάρχει σηματοδοσία εάν δεν καταληφθεί δίαυλος φωνής
 - Δυσκολία ελέγχου της κλήσης μετά την εγκατάσταση (οι ενταμιευτές απολύθηκαν και ο δίαυλος φωνής μεταφέρει αποκλειστικά φωνή)
- Πολλές εθνικές παραλλαγές
- Αργή
 - Μη οικονομική χρήση των πόρων του δικτύου

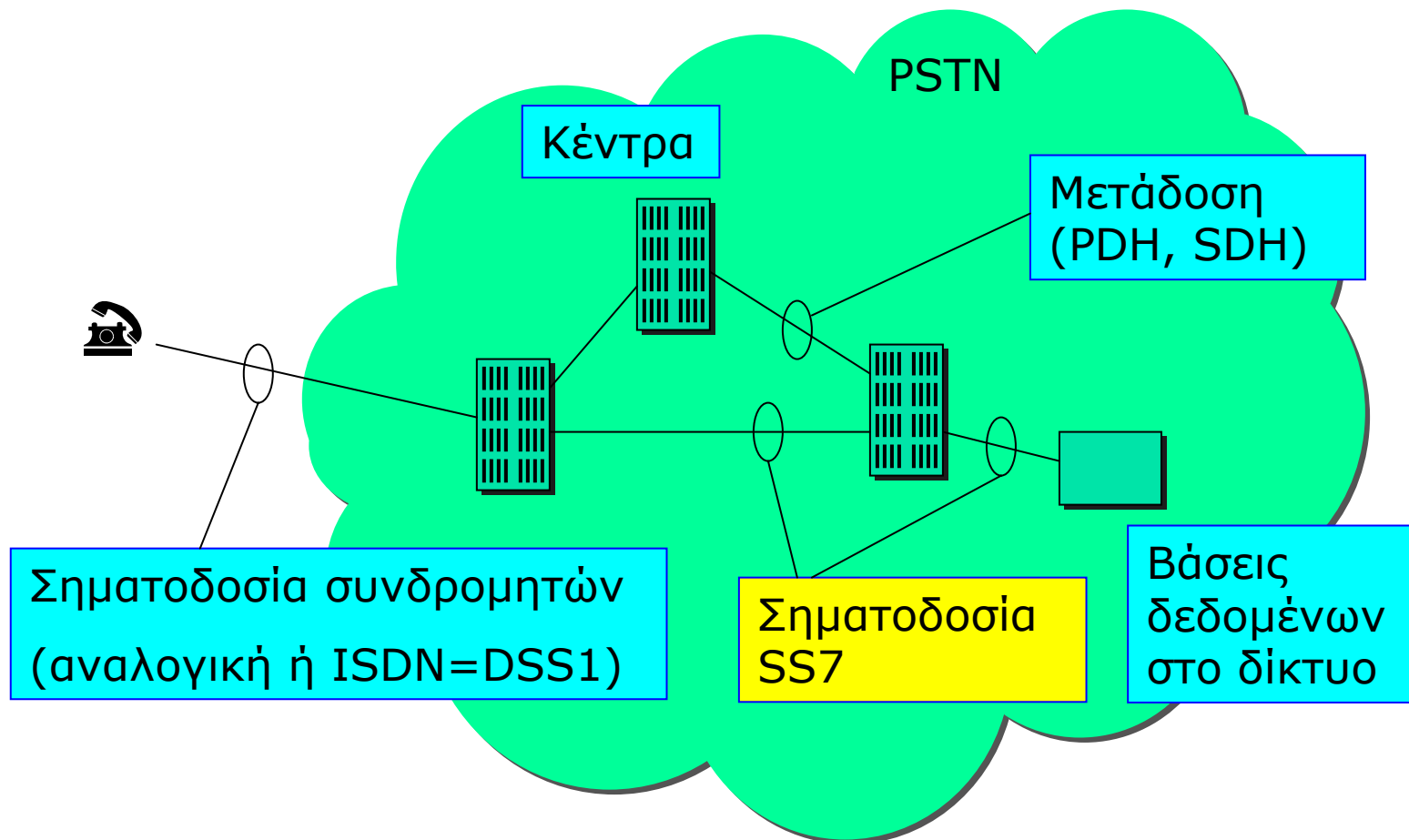
Μειονεκτήματα CAS

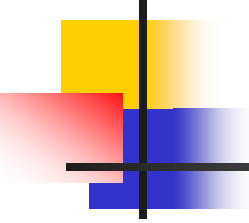
- CAS σημαίνει σηματοδοσία εντός ζώνης πάνω από τα ίδια φυσικά κυκλώματα όπου μεταάγεται η φωνή



- CAS έχει δύο βασικά μειονεκτήματα:
 - Η εγκατάσταση κυκλώματος είναι **πολύ αργή**
 - Σηματοδοσία προς/από **βάσεις δεδομένων** δεν είναι πρακτικά **δυνατή**
 - Εγκατάσταση κυκλώματος μέχρι τη βάση και μετέπειτα απόλυση

Σηματοδοσία SS7

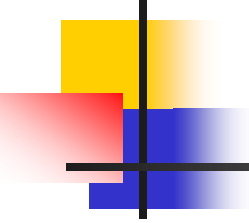




Σηματοδοσία κοινού διαύλου No 7

Common Channel Signaling No 7 (SS7)

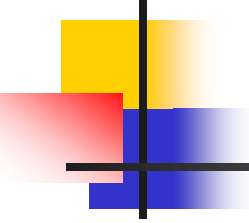
- Η σηματοδοσία μεταφέρεται σε χωριστό δίκτυο από τη φωνή
- Η σηματοδοσία μπορεί να συνεχίσει κατά τη διάρκεια της κλήσης
- Σηματοδοσία και μεταξύ κέντρων που δεν διασυνδέονται απευθείας
- Ασφάλεια:
 - Τόνοι εντός ζώνης βοηθούν phone phreaks σε απάτες
 - Σηματοδοσία εκτός ζώνης πιο ασφαλής
- Το δίκτυο SS7 είναι μεταγωγής πακέτων (η φωνή μεταγωγή κυκλώματος)



Σηματοδοσία κοινού διαύλου No 7

Common Channel Signaling No 7 (SS7)

- Γενικής χρήσης, διεθνώς προτυποποιημένη σηματοδοσία κοινός δίαυλος σηματοδοσίας
- Είναι σχεδιασμένη για πλήρως ψηφιακά κέντρα (SPC)
- Παρέχει αξιόπιστη μετάδοση πληροφορίας χωρίς απώλειες ή διπλασιασμό
- Ο χειρισμός μηνυμάτων από υπολογιστές είναι πιο εύκολος σε σχέση με το χειρισμό MF σημάτων



Σηματοδοσία κοινού διαύλου No 7

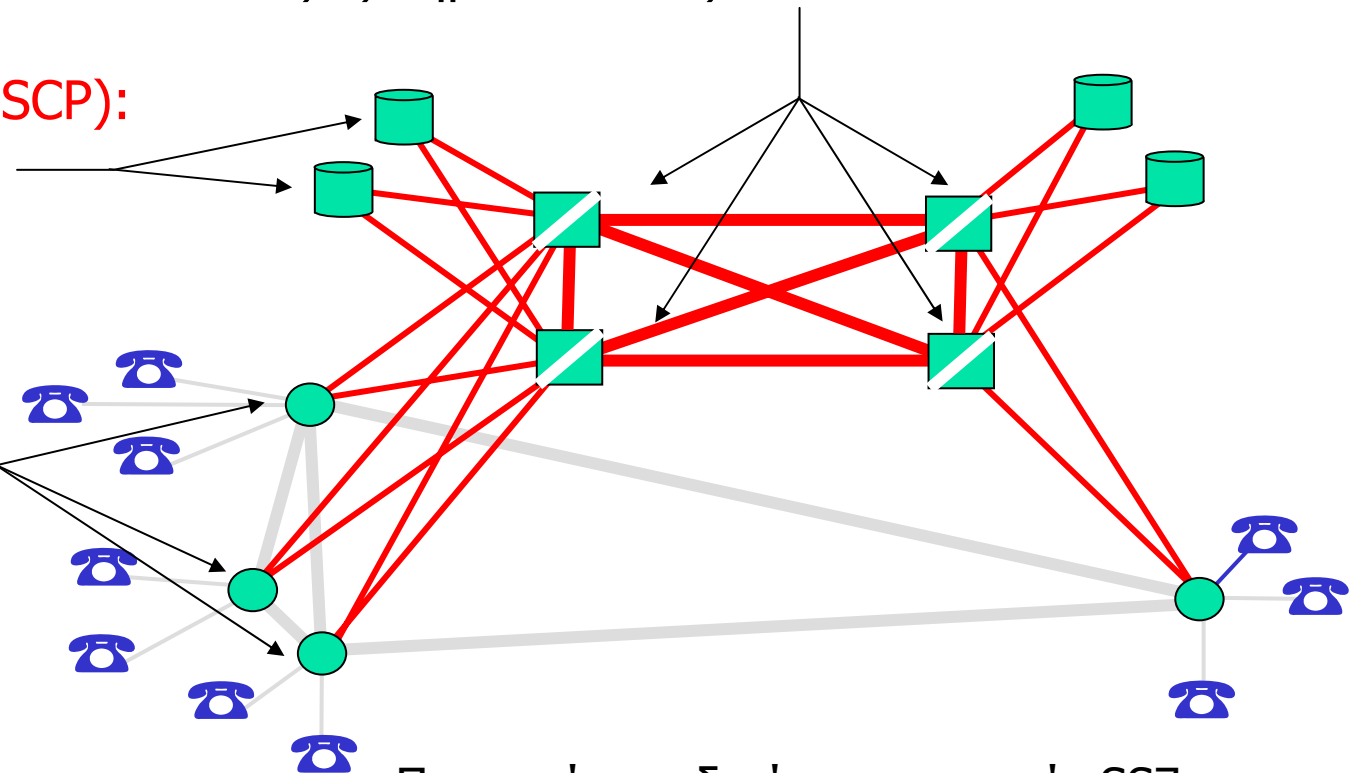
Common Channel Signaling No 7 (SS7)

- Ψηφιακά μηνύματα
 - Απεριόριστος αριθμός σημάτων
- Η καθυστέρηση μετ' επιστροφής των μηνυμάτων σε δίαυλο 64kbps είναι περίπου 50 ms
 - Αμελητέος χρόνος για έναρξη του κωδωνισμού μετά την επιλογή
- Χρησιμοποιεί την πλαισίωση των πρωτοκόλλων HDLC
- Παρέχει υψηλή εφεδρεία γραμμών και στοιχείων

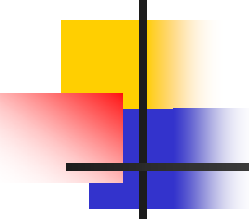
- μεταγωγοί πακέτων του δικτύου SS7
- Ζεύξεις σηματοδοσίας

❑ Οι “υπηρεσίες”
βρίσκονται εδώ

- απευθείας χρήστη
- άκρα δικτύου SS7



Προσοχή: εφεδρεία στα στοιχεία SS7

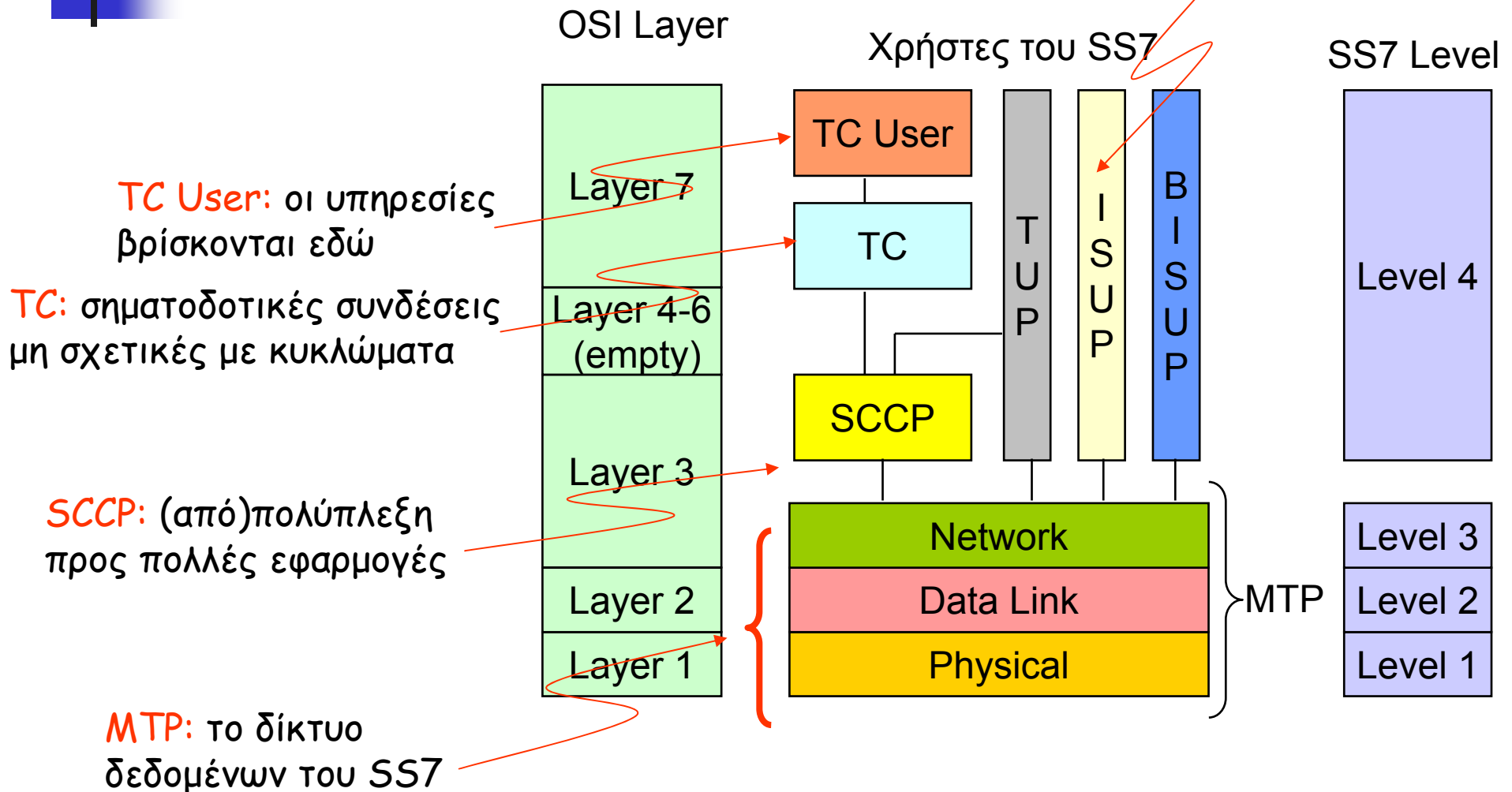


Συνδέσεις σηματοδοσίας

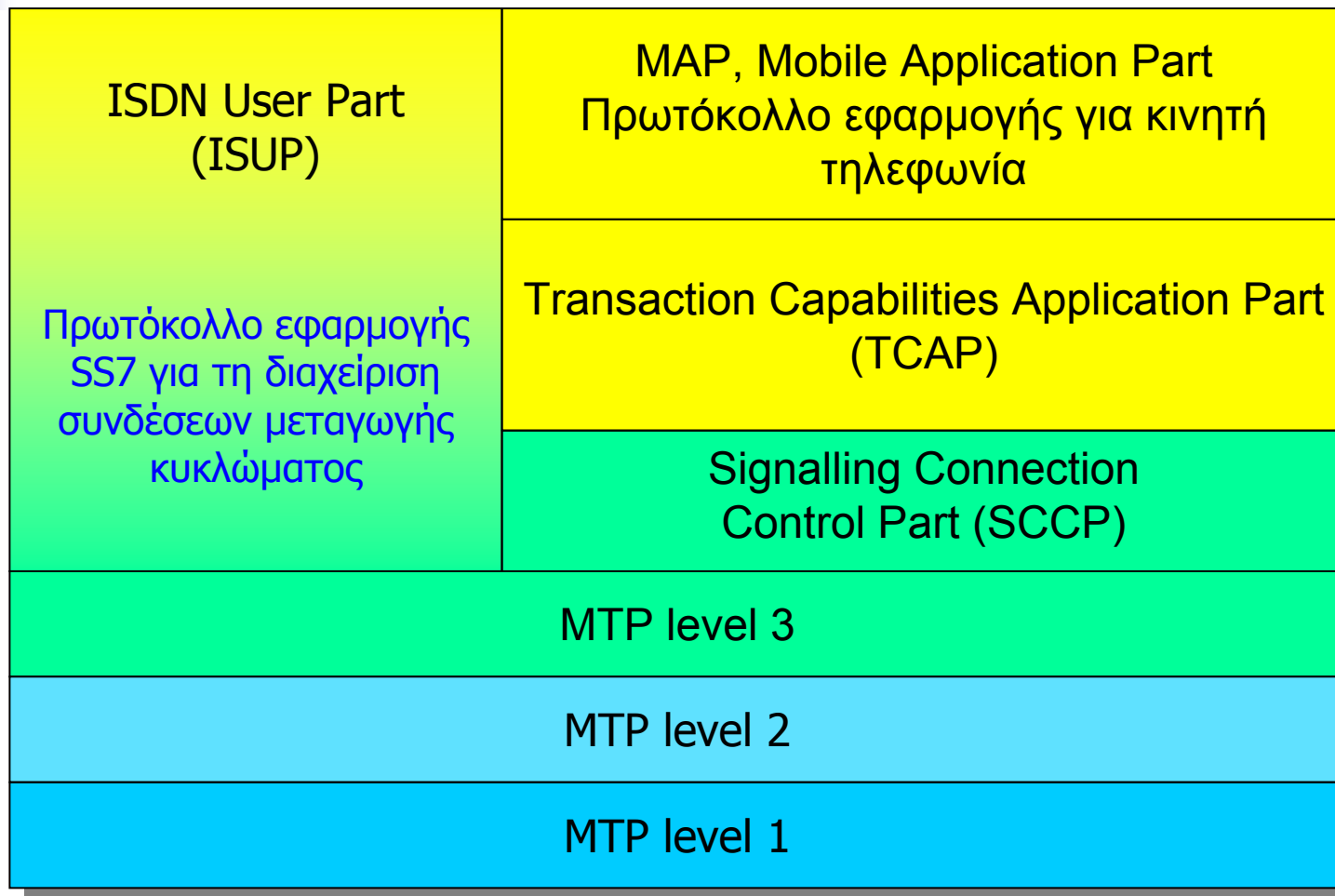
- Άμεσες
- Έμμεσες (παρεμβάλλεται STP)
- Associated mode
 - Τα μηνύματα που σχετίζονται με δύο SP ταξιδεύουν σε ζεύξη που τα συνδέει απευθείας
- Non-associated mode
 - Τα μηνύματα που σχετίζονται με δύο SP ταξιδεύουν σε δύο ή περισσότερες ζεύξεις εν σειρά που διέρχονται μέσω άλλων SP
- Quasi-associated mode
 - Ειδική περίπτωση του non-associated, όπου η διαδρομή είναι συγκεκριμένη και σταθερή για κάποια χρονική περίοδο

Στρώμα πρωτοκόλλων SS7

Σηματοδοσία **ISDN**



Παράδειγμα πρωτοκόλλων



Χρήστης
MTP

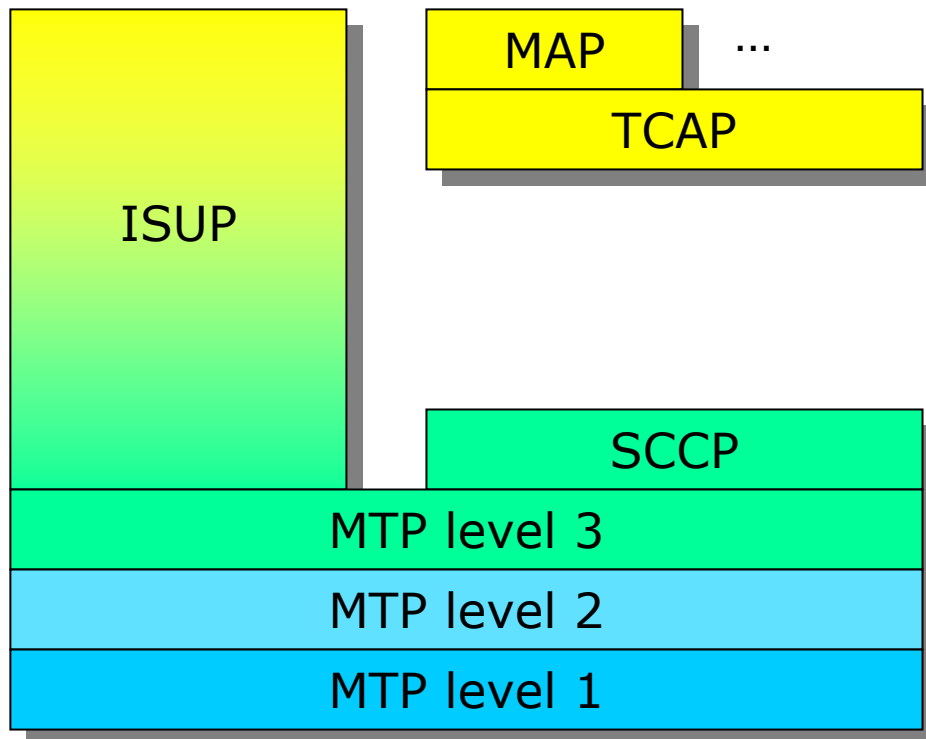


MTP



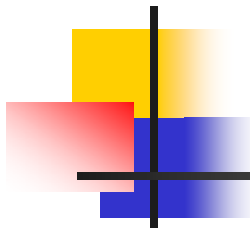
Παράδειγμα αντιστοιχίας OSI

Στοίβα
πρωτοκόλλων
SS7



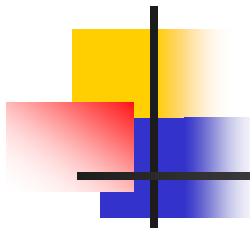
Μοντέλο
διαστρωμάτωσης
OSI





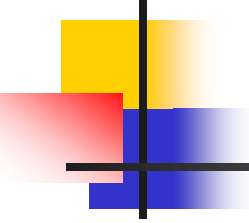
User Parts (UPs)

- Για την εγκατάσταση, απόλυση κλήσεων και επίκληση συμπληρωματικών υπηρεσιών
- TUP - Telephony User Part
 - Το παλαιότερο και απλούστερο
 - Εθνικές παραλλαγές!
 - Τα μηνύματα αντιστοιχούν στους διαύλους φωνής μέσω της τιμής Circuit Identification Code (CIC) σε κάθε μήνυμα
- ISUP - ISDN User Part
 - υποστηρίζει κλήσεις ISDN
 - φωνή, 64kbps, κλπ
- MAP - Mobile Application part
 - Χρησιμοποιείται στο GSM π.χ. για επικοινωνία HLR - MSC
 - Παρέχει τη διαχείριση κινητικότητας



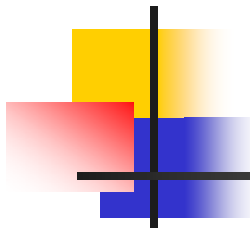
Κύριες λειτουργίες MTP (1)

- Level 1: Μετάδοση
- Level 2: LAPB (παραλλαγή του HDLC)
 - Πλαισίωση σύμφωνα με το HDLC
 - Έλεγχος λαθών, αναμετάδοση, διάταξη σειράς, επαλήθευση, ανίχνευση βλάβης ζεύξης και ανάκαμψη
- Level 3:
 - Καταμερισμός φορτίου στις ζεύξεις σηματοδότησης (SLS)
 - Δρομολόγηση στα STP και παράδοση στα User Parts (Routing label)
 - Η δρομολόγηση βασίζεται σε κωδικούς των 14 bit (Signalling Point Codes)



Κύριες λειτουργίες MTP (2)

- Διαχείριση κίνησης σηματοδοσίας:
 - Μετάπτωση ζεύξεων (link switchover) χωρίς απώλεια μηνυμάτων!
 - Αποκατάσταση (αρχικής) ζεύξης
 - Ανα-δρομολόγηση
- Λειτουργίες μεταγωγής: αναδιάταξη του δικτύου σηματοδοσίας



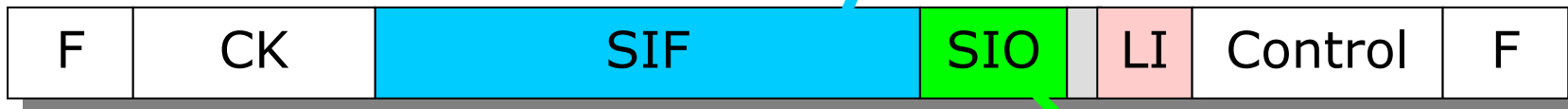
Είδη μηνυμάτων MTP

- MSU (Message Signal Unit) $LI > 2$
 - μεταφέρει δεδομένα στα ανώτερα στρώματα
- LSSU (Link Status Signal Unit) $LI = 1, 2$
 - μηνύματα MTP μεταξύ γειτονικών SSP
- FISU (Fill In Signal Unit) $LI = 0$
 - όταν δεν υπάρχει κάτι άλλο να στείλει!
 - μικρά FISUs -> μεγάλο φορτίο σηματοδότησης!

Είδη μηνυμάτων MTP

MSU (Message Signal Unit)

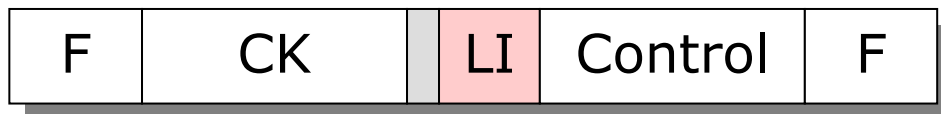
Πληροφορία χρήστη Level 3



LSSU (Link Status Signal Unit)



FISU (Fill-In Signal Unit)



Δίκτυο:

- Εθνικό
- Διεθνές

User part:

- ISUP
- SCCP
- ...

LSB

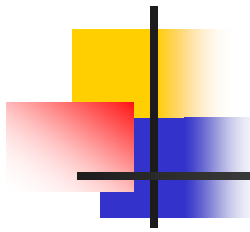
MSB

Service Information Octet (SIO)

- Καθορίζει την εφαρμογή (user part που θα παραλάβει το μήνυμα)
- SI - Service Indicator (4 bit)
 - SCCP (0011)
 - TUP (0100)
 - ISUP (0101)
 - BISUP (1001)
- Sub-Service Field (4 bit)
 - NI - Network Indicator (2 bit) + 2 spare bit
 - International (00, 01) + 2 κρατημένα για μελλοντικές χρήσεις
 - National (10, 11) + 2 για εθνική χρήση

Πρώτο bit
προς
μετάδοση



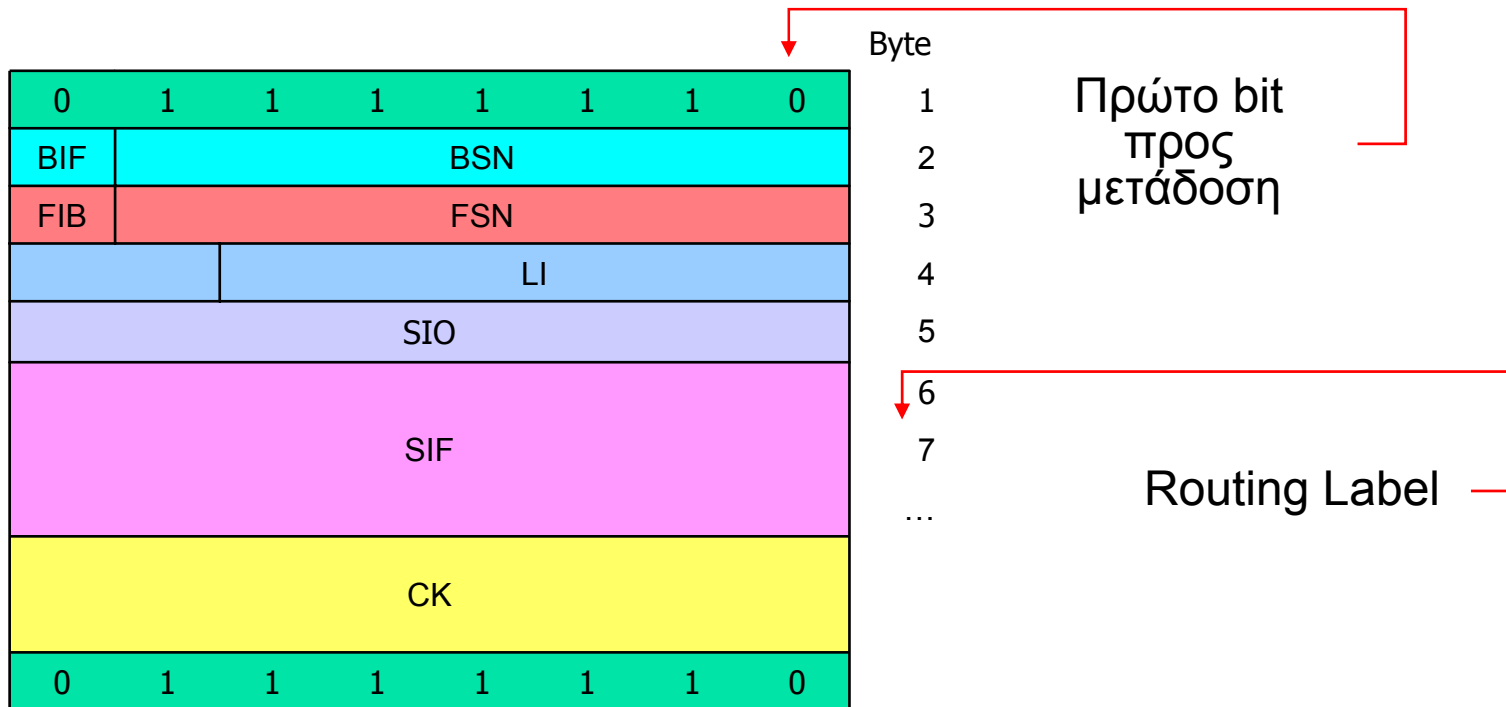


Signalling Information Field

- Δεδομένα μηνύματος σηματοδοσίας
- Μήκος από 2 byte μέχρι 272 byte
 - LI=63, εάν το μήνυμα έχει περισσότερα των 62 byte
- Μέχρι 268 byte πληροφορίας πέραν του routing label
- Η μορφή του εξαρτάται από την εφαρμογή (User part)

Message Signaling Unit (MSU)

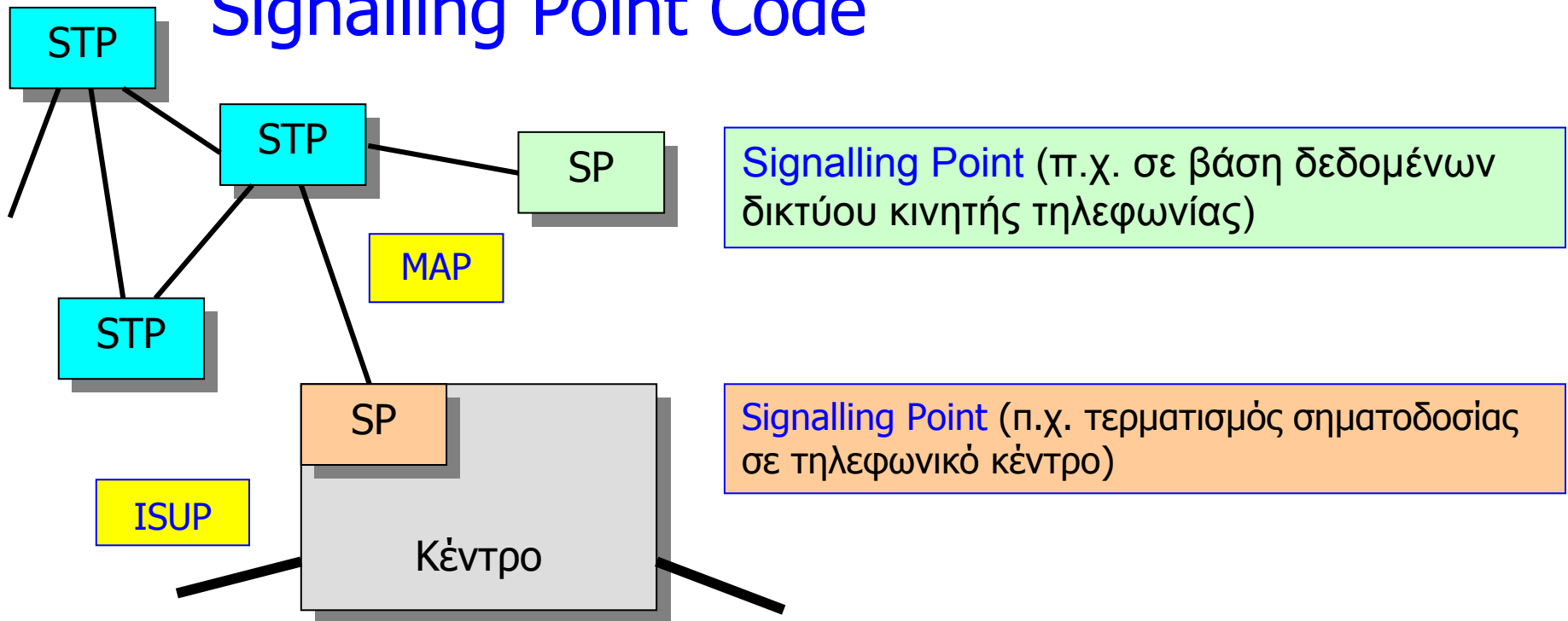
- F Flag
- BSN Backward sequence number
- BIB Backward indicator bit
- FSN Forward sequence number
- FIB Forward indicator bit
- LI Length indicator
- SIO Service information octet
- SIF Signalling Information field
- CK Check bits

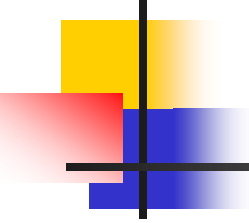


Σημεία σηματοδοσίας

- Στοιχεία δικτύου σχετικά με τη σηματοδοσία προσδιορίζονται μέσω μοναδικών κωδικών

Signalling Point Code





Κωδικοί σημείων σηματοδοσίας

- Τα μηνύματα SS7 περιλαμβάνουν πληροφορία δρομολόγησης MTP routing label
- Επιτρέπει τη δρομολόγηση του μηνύματος προς τον προορισμό
- Υπάρχουν 4 είδη routing label
 - A για μηνύματα διαχείρισης MTP
 - B για TUP
 - C για ISUP (σχετιζόμενα με κυκλώματα)
 - D για μηνύματα SCCP

MTP Routing Label

- Όλοι οι τύποι περιλαμβάνουν:



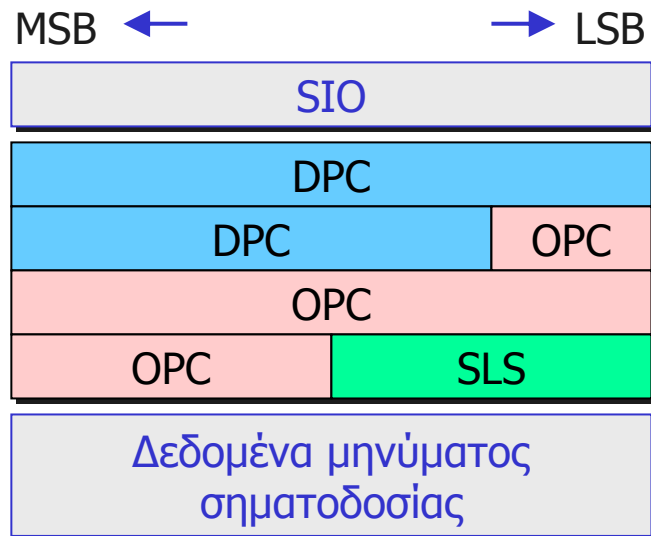
SLS - Signalling link selection (για κατανομή του φορτίου)

DPC - destination point code

OPC - originating point code

Πρώτο bit
προς
μετάδοση

Κωδικοί σημείων σηματοδοσίας



*Διεθνή δίκτυα (και τα περισσότερα εθνικά)
δίκτυα σηματοδοσίας (ITU-T):*

14-bit Destination Point Code (DPC)

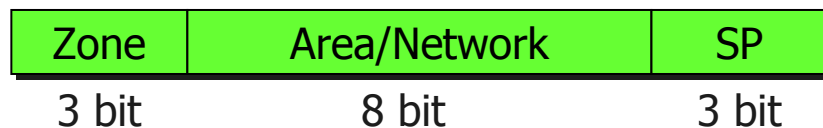
14-bit Originating Point Code (OPC)

4-bit Signalling Link Selection (SLS)

*Εθνικά δίκτυα σηματοδοσίας στην Βόρειο
Αμερική (ANSI):*

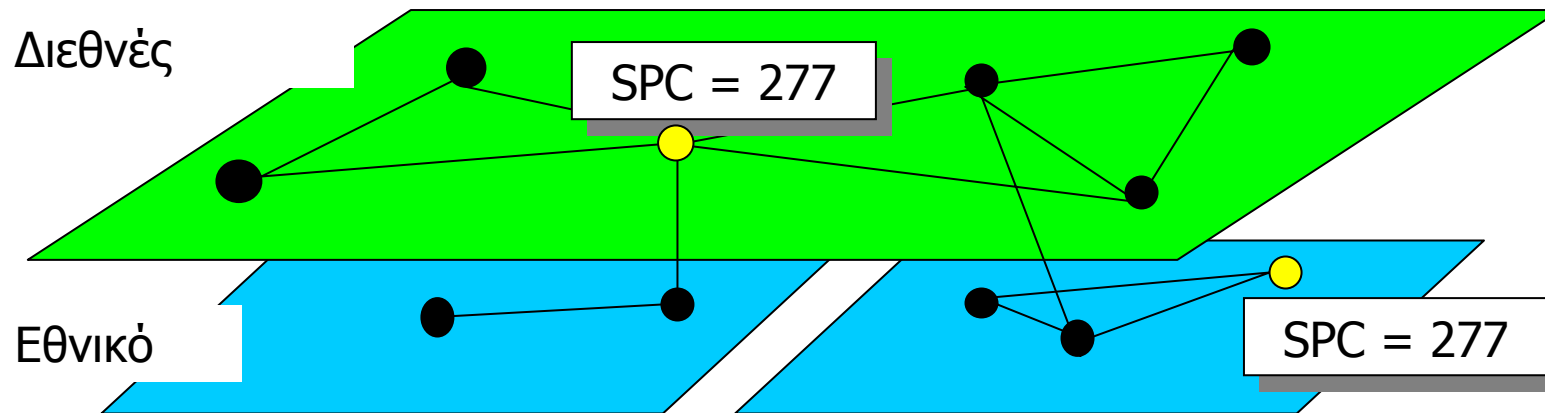
24-bit DPC and OPC, 5-bit SLS code

Μορφή SPC για διεθνής προορισμούς:



Π.χ. 2-004-1 για το διεθνές
τηλεφωνικό κέντρο Θεσσαλονίκης

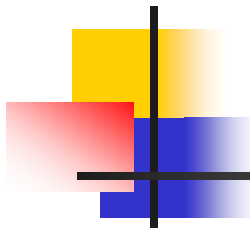
Τα SPC μπορούν να αναχρησιμοποιηθούν



SPC = 277 αντιστοιχεί σε διαφορετικά σημεία σηματοδότησης σε διαφορετικά επίπεδα

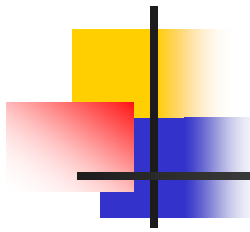
Το πεδίο **Service Information Octet (SIO)** δείχνει κατά πόσο το DPC και OPC είναι **διεθνής** ή **εθνικός** κωδικός σημείου σηματοδότησης

F	CK	SIF	SIO	LI	Control	F
---	----	-----	-----	----	---------	---



SCCP

- Επεκτείνει τη δικτυακή υπηρεσία του MTP
- Το MTP χρησιμοποιεί κωδικούς των 14 bit για τις διευθύνσεις
 - Δεν επαρκούν για το συνολικό δίκτυο
- Το SCCP ορίζει παγκόσμιες διευθύνσεις (Global Title) επεκτείνοντας τους μηχανισμούς διευθυνσιοδότησης
- Δεν σχετίζεται με τους διαύλους φωνής
 - Μπορεί να σηματοδοτήσει γεγονότα που δεν σχετίζονται με κλήσεις



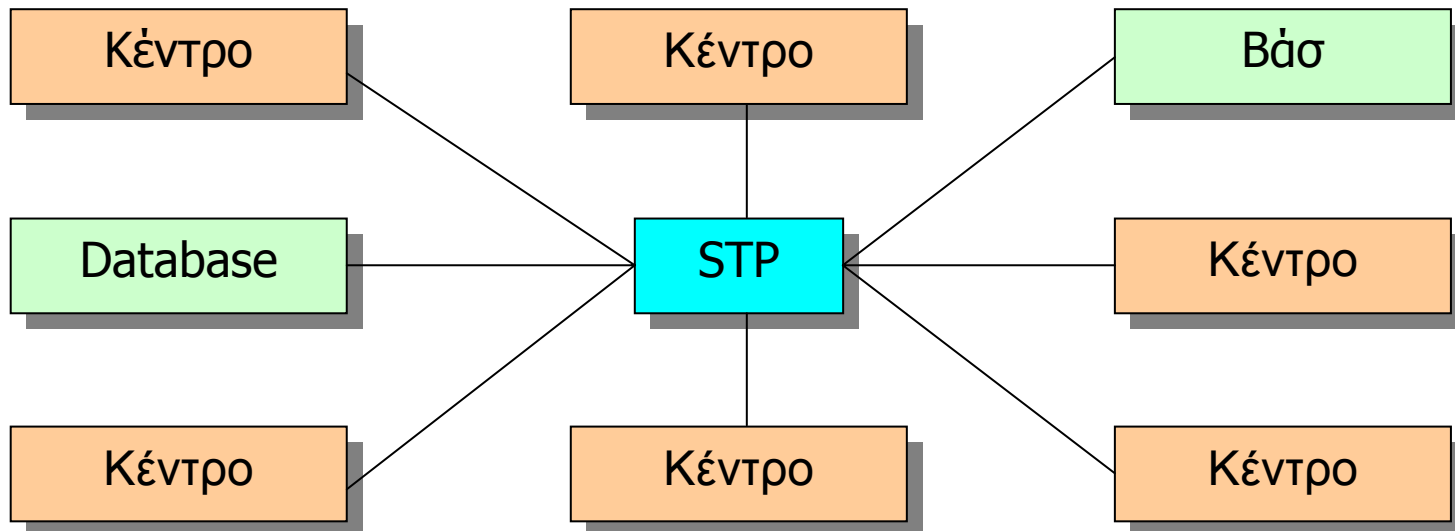
SCCP

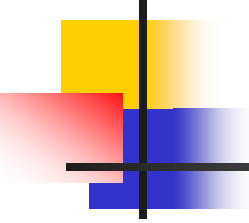
- Το SCCP απαιτείται όταν μεταφέρεται πληροφορία μεταξύ τηλεφωνικών κέντρων και βάσεων δεδομένων
- Μια βασική λειτουργία του SCCP είναι η μετάφραση των παγκόσμιων διευθύνσεων (GT)
- Το κέντρο γνωρίζει την GT (π.χ. αριθμός 800) αλλά δεν γνωρίζει το DPC της βάσης δεδομένων που σχετίζεται με την GT
- Το SCCP μεταφράζει την GT στο STP (800 => DPC) και το μήνυμα SCCP μπορεί να δρομολογηθεί προς τη βάση δεδομένων



Μετάφραση στα STP

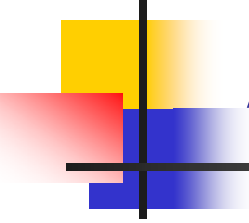
- Η μετάφραση των GT συμφέρει να γίνεται σε STP αντί σε μεμονωμένα κέντρα
 - Λίγα STP με μεγάλη προωθητική ισχύ αντί πολλά κέντρα





Μηνύματα SCCP

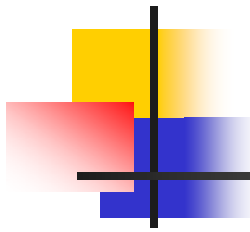
MTP routing label		SIF
Message type code	Μήνυμα SCCP	
Mandatory fixed part		
Mandatory variable part		
Optional part		



Διευθύνσεις στο SCCP

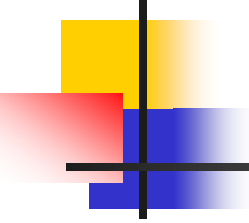
- Το SCCP αναγνωρίζει τριών ειδών διευθύνσεις
 - GT (Global Title)
 - SSN (Sub-System Number)
 - DPC (Destination Point Code)
- Η μορφή προσδιορίζεται από τον address indicator (1 byte)

8	7	6	5	4	3	2	1	bit
Reserved for national use	Routing Indicator	GT indicator				SSN indicator	DPC indicator	

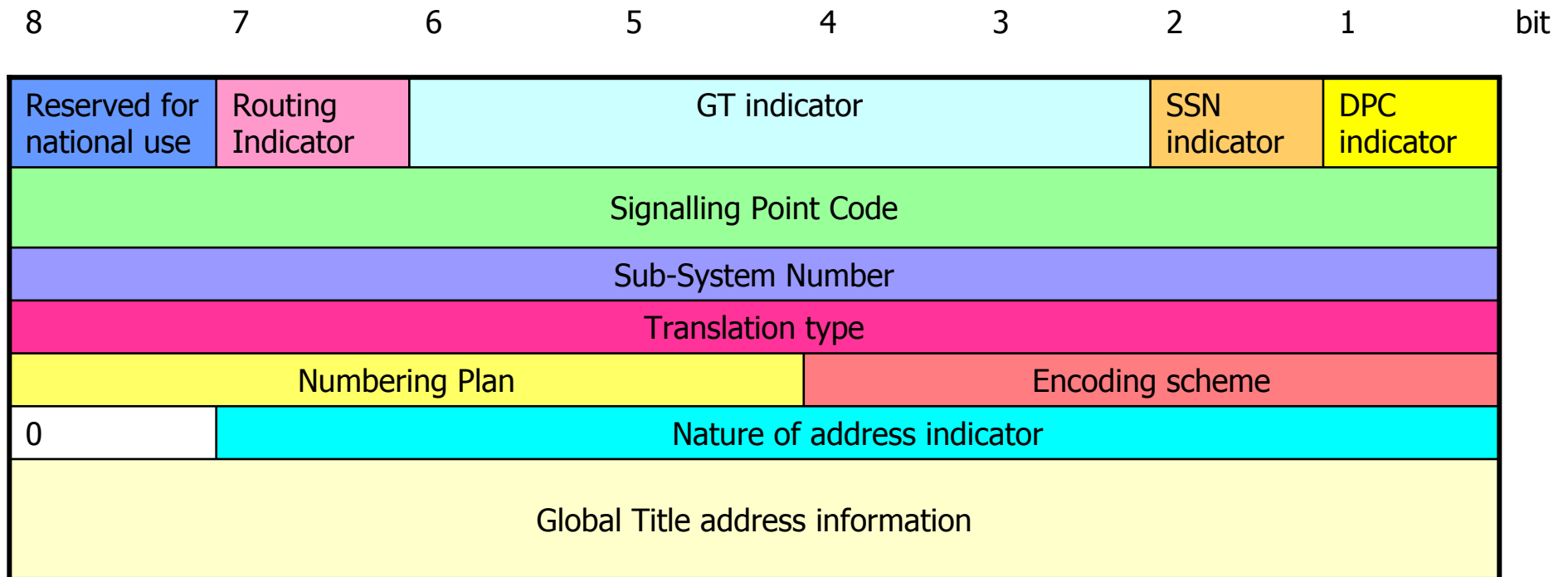


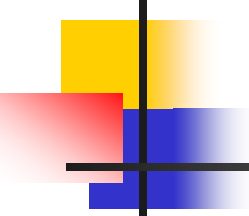
Global Title (GT)

- Το GT αποτελείται από τα επιλεχθέντα ψηφία ή κάποια άλλη μορφή διεύθυνσης που δεν αναγνωρίζεται από το δίκτυο σηματοδοσίας SS7
- Απαιτείται μετάφραση του GT προκειμένου να δρομολογηθεί το αντίστοιχο μήνυμα επί του δικτύου σηματοδοσίας SS7
- Η μετάφραση του GT καταλήγει σε ένα DPC ή μια νέα SSN και GT



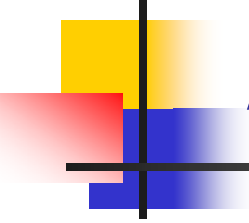
Global Title (GT)





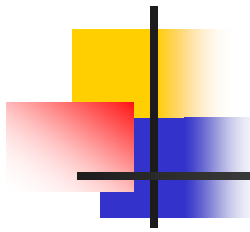
Sub-System Number (SSN)

- Το SSN προσδιορίζει το υπο-σύστημα User Part, π.χ. ISUP, ή μια εφαρμογή ΑΕ μέσω του TC (το TC δεν είναι ορατό από το SCCP)
 - όπως οι θύρες στο IP
 - Όταν το DPC δείχνει το σωστό SSP, το SSN δείχνει τον σχετικό SCCP "User".
 - Το SSN έχει χωρητικότητα για 255 κωδικούς
- SSN
 - 1 - SCCP management
 - 2 - TUP
 - 3 - ISUP
 - 4 - OMAP - Operation and Maintenance AP
 - 5 - MAP - Mobile AP
 - 6 - MAP/HLR
 - 7 - MAP/VLR
 - 8 - MAP/MSC
 - 9 - MAP/EIR - Equipment Id reg
 - 10 - MAP/AuC
 - 11 - ISUP/SS ISUP supplementary services
 - 15...31 reserved international use
 - 32...254 reserved national use
 - 255 reserved expansion



Address Information

- Τηλεφωνικός αριθμός ή ταυτότητα συνδρομητή
 - IMSI (E.212)
 - ISDN (E.164, E.163)
 - Mobile Hybrid (E.214)

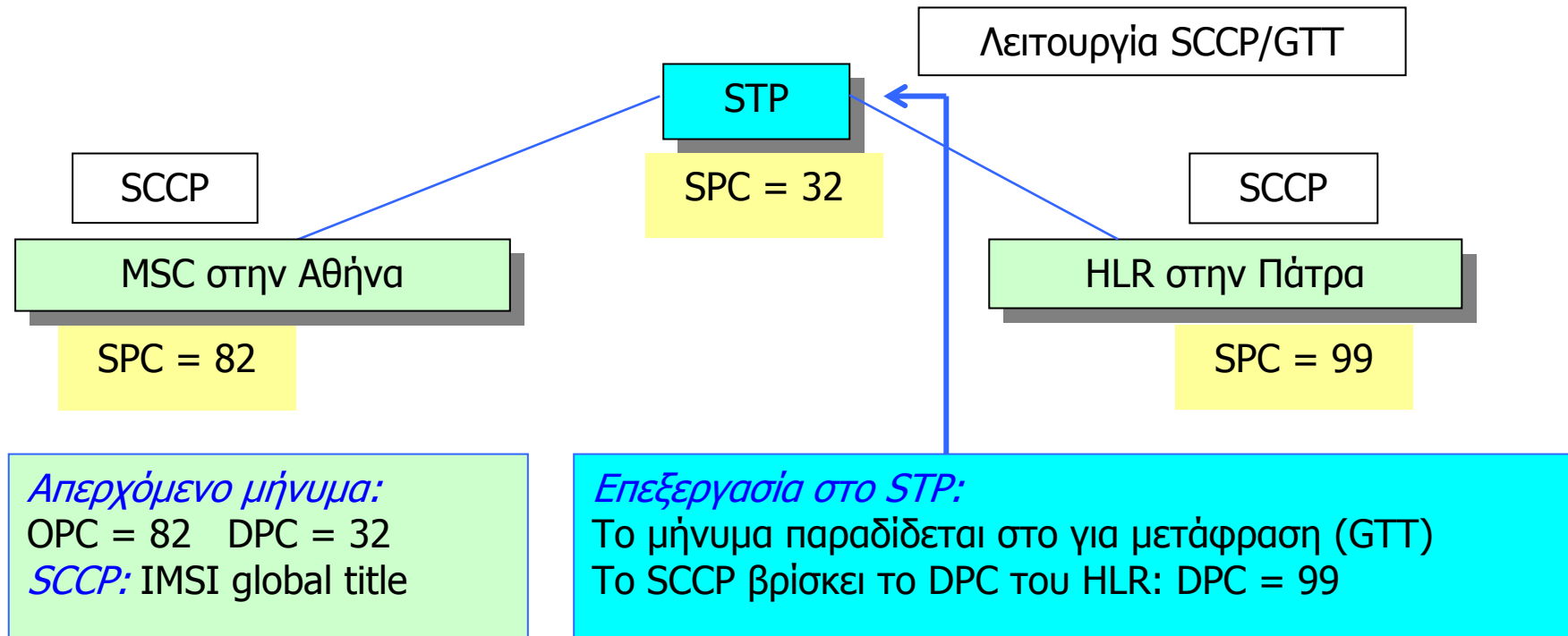


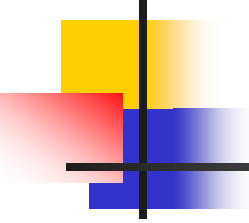
Labeling

- Χρησιμοποιούνται πολλές μέθοδοι για να συσχετισθούν τα μηνύματα σηματοδοσίας με κάποια συγκεκριμένη κλήση ή συναλλαγές (transaction)
- Για μηνύματα σχετιζόμενα με κυκλώματα, (π.χ. τηλεφωνική κλήση), το TUP (και ISUP) χρησιμοποιούν το CIC σαν ετικέτα του μηνύματος
- Σε μερικές διαδικασίες του ISUP, χρησιμοποιούνται αναφορές κλήσεις (call references) για το συσχετισμό με τις κλήσεις
- Το SCCP χρησιμοποιεί τοπικές αναφορές
- Το TC χρησιμοποιεί ταυτότητες συναλλαγών (transaction identities) και ταυτότητες επίκλησης (invoke identities)

Παράδειγμα χρήσης SCCP

- Το κέντρο κινητής τηλεφωνίας (MSC) θέλει να βρει την οικεία βάση (HLR) του χρήστη μέσω του International Mobile Subscriber Identity (IMSI)

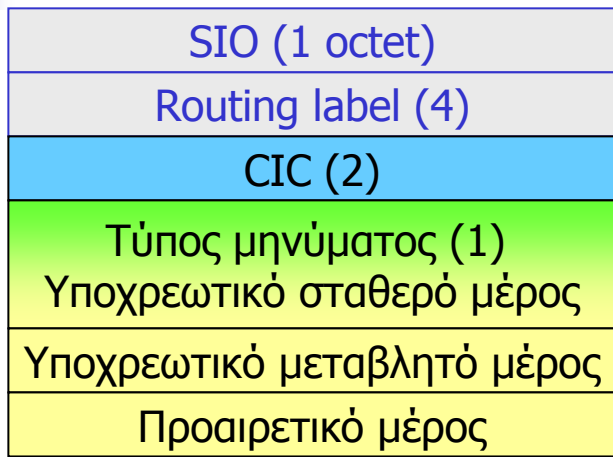




ISDN User Part (ISUP)

- Το ISUP χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση και απόλυση συνδέσεων μεταγωγής κυκλώματος
 - Μόνο μεταξύ κέντρων (ποτέ μεταξύ κέντρου και βάσης δεδομένων)
 - Όχι μόνο για ISDN (κατάλληλο και για PSTN)

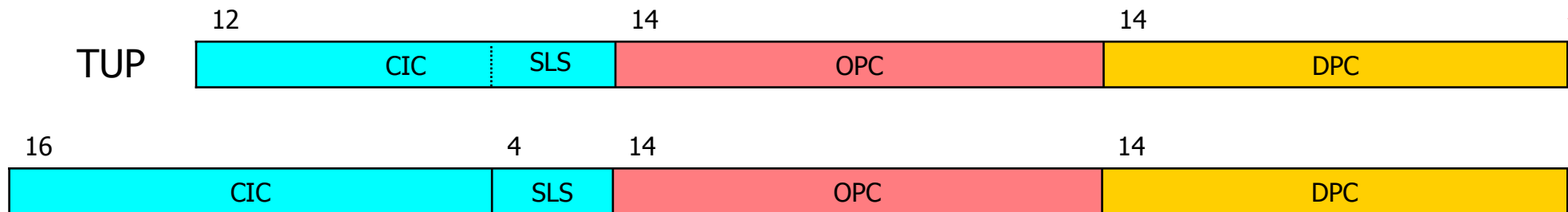
Δομή μηνύματος ISUP



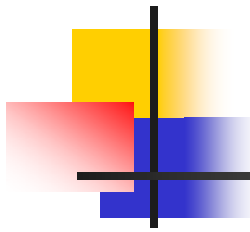
Πάντα παρόν σε μήνυμα in ISUP

Π.χ., μήνυμα IAM

Π.χ., καλούμενος αριθμός (χρήστης B) στο μήνυμα IAM



Πρώτο bit
προς
μετάδοση

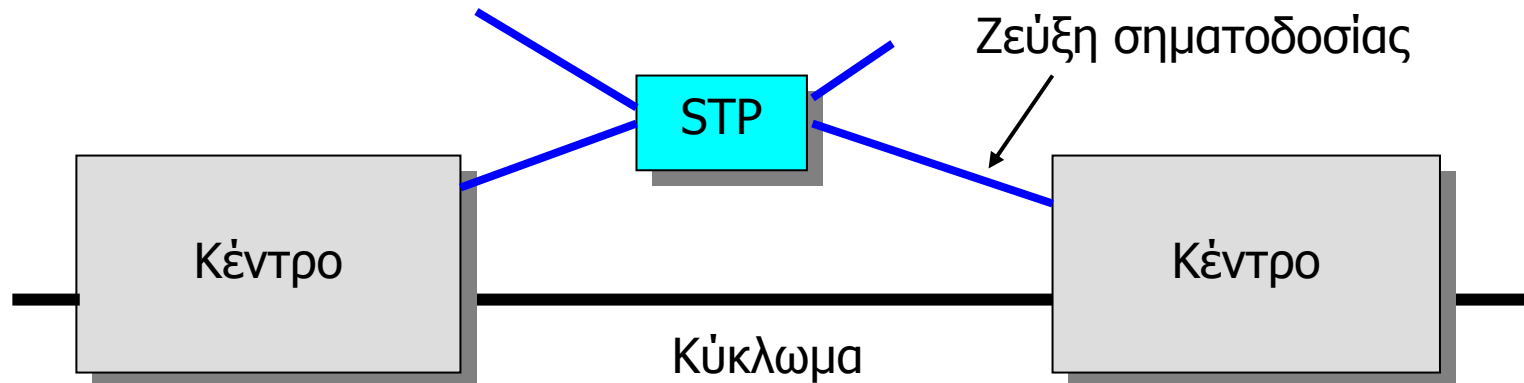


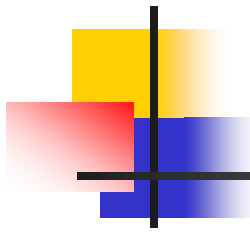
Δομή μηνύματος ISUP

- Στο ISUP και TUP μετά το routing label ακολουθεί το Circuit Identification Code
- Τα κυκλώματα $n \times 64\text{kbps}$ σχηματίζονται πάντα με διαδοχικές σχισμές, ώστε ένα CIC (το μικρότερο) να επαρκεί
- Το CIC δένει τον δίαυλο για την κλήση με αυτόν της σηματοδότησης
 - Ο ένας δεν μπορεί να υπάρχει χωρίς τον άλλο
- Η δέσμευση του CIC δημιουργεί πρόβλημα διαλειτουργίας με συστήματα IP Telephony

Διαφορά μεταξύ SLS και CIC

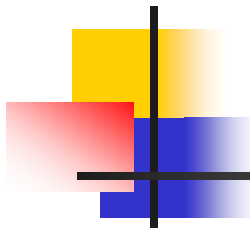
- Το πεδίο SLS (4 bit) στο routing label καθορίζει τη ζεύξη μέσω της οποίας μεταφέρεται η πληροφορία της σηματοδοσίας
- Το πεδίο CIC (16 bit) προσδιορίζει τη σχισμή TDM ή κύκλωμα με το οποίο σχετίζεται το μήνυμα σηματοδοσίας





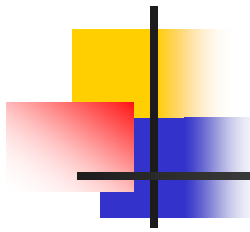
Μηνύματα ISUP (1)

- Initial Address message (IAM): Μήνυμα στην προς τα εμπρός διεύθυνση για να αρχίσει η κατάληψη των απερχόμενων κυκλωμάτων καθώς και άλλη σχετική με τη δρομολόγηση της κλήσης πληροφορία
- Address Complete Message (ACM): Μήνυμα στην προς τα πίσω διεύθυνση που δείχνει ότι όλα τα απαραίτητα ψηφία για τη δρομολόγηση της κλήσης έχουν ληφθεί
- Answer message (ANM): Μήνυμα στην προς τα πίσω διεύθυνση που δείχνει ότι η κλήση απαντήθηκε



Μηνύματα ISUP (2)

- Release message (REL): Μήνυμα προς οποιαδήποτε διεύθυνση που δείχνει ότι το κύκλωμα έχει τεθεί σε ανενεργό κατάσταση και είναι έτοιμο να απολυθεί με τη λήψη του RLC
- Release Complete message (RLC): Μήνυμα προς οποιαδήποτε διεύθυνση σε απόκριση του REL
- Subsequent Address Message (SAM): Μήνυμα στην προς τα εμπρός διεύθυνση που ακολουθεί το IAM Και μεταφέρει επιπλέον πληροφορία για τον αριθμό του καλούμενου



Μηνύματα ISUP (3)

- Call Progress message (CPG): Μήνυμα προς οποιαδήποτε διεύθυνση κατά την ενεργό διάρκεια της κλήσης που δηλώνει ότι συνέβη γεγονός που πρέπει να αναφερθεί
- Charge information message (CRG): Μήνυμα προς οποιαδήποτε διεύθυνση για λόγους χρέωσης της κλήσης
- Connect message (CON): Μήνυμα στην προς τα πίσω διεύθυνση που δείχνει ότι όλα τα απαραίτητα ψηφία για τη δρομολόγηση της κλήσης έχουν ληφθεί και ότι η κλήση απαντήθηκε

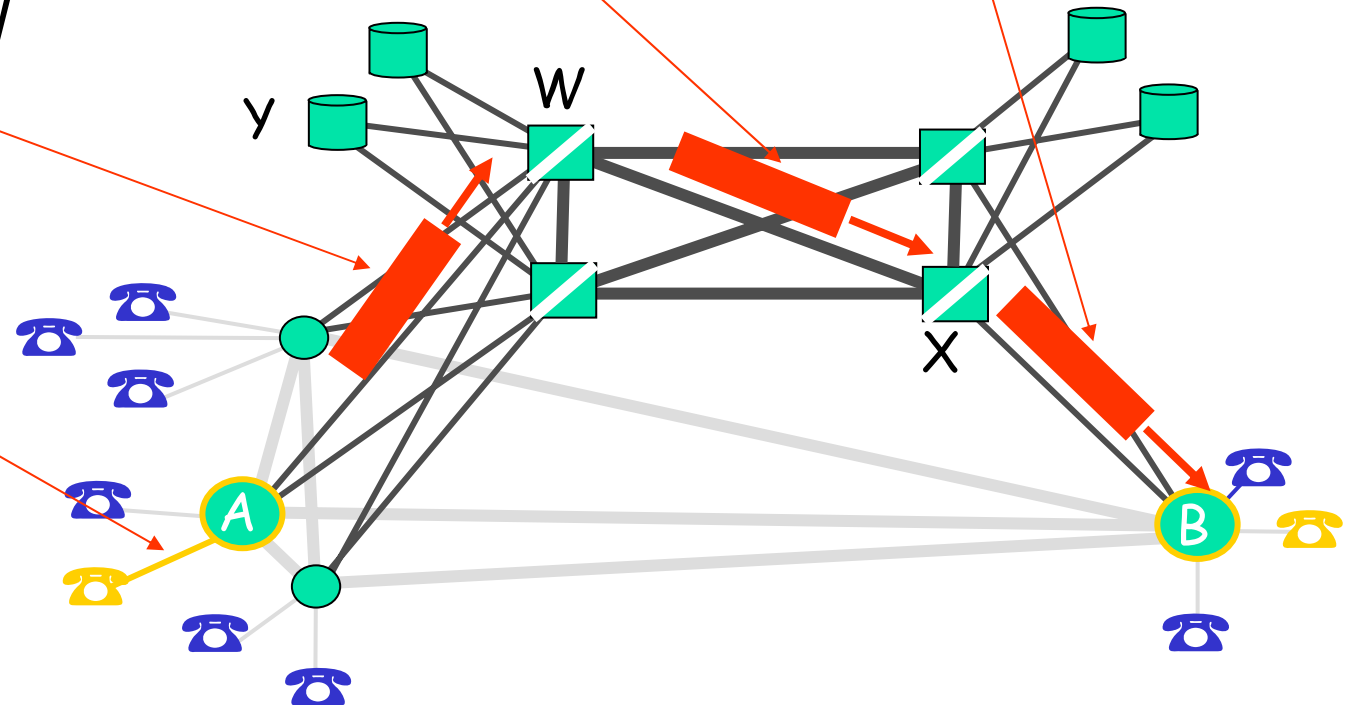
Παράδειγμα: κλήση POTS

2. SP A στέλνει Initial Address Message (IAM), προς STP W

3. STP W προωθεί IAM στο STP X

4. STP X προωθεί IAM προς SP B

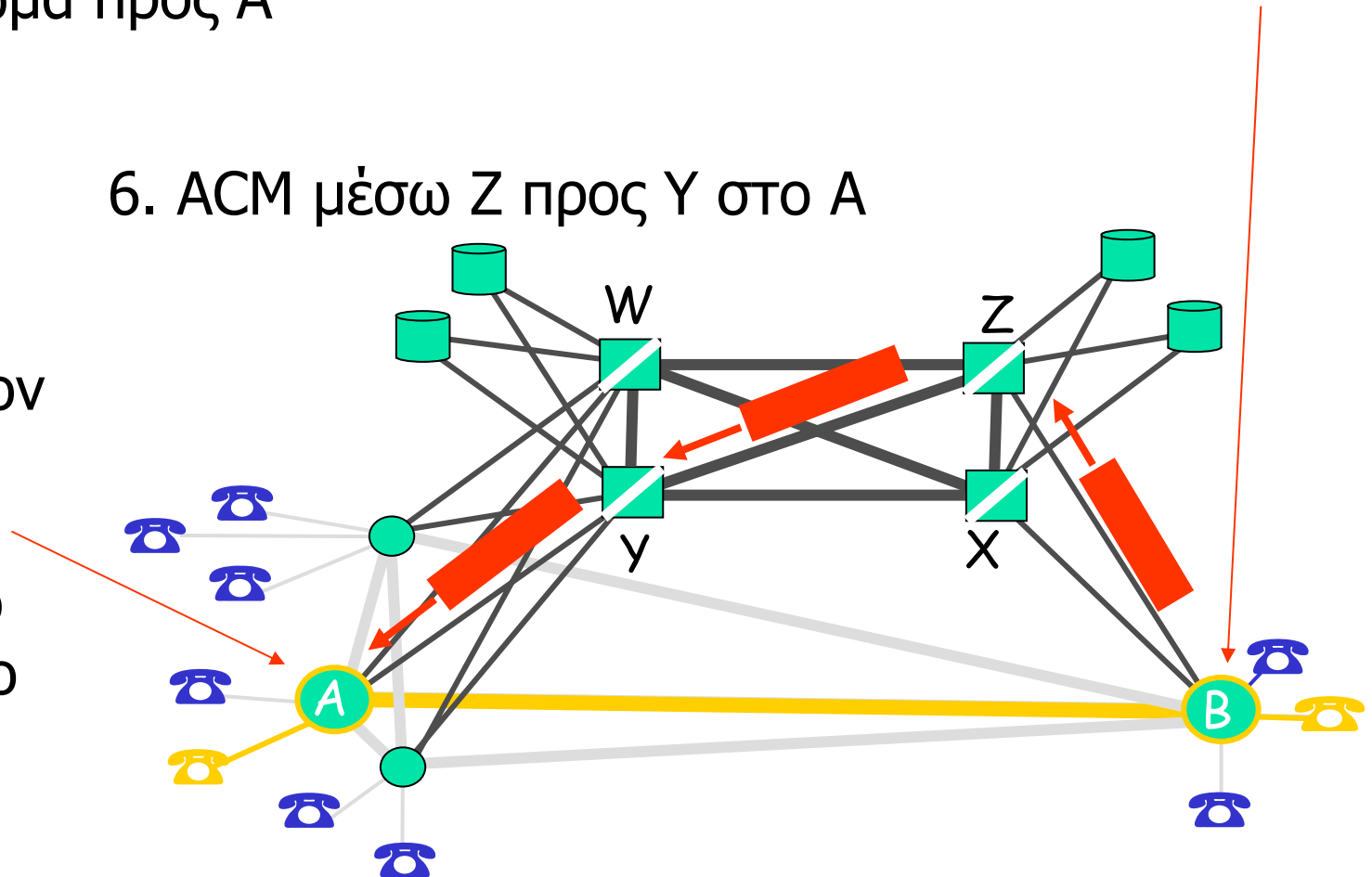
1. σηκώνει το ακουστικό και επιλέγει αριθμό, SP A προσδιορίζει B και *εκχωρεί κύκλωμα A-B*



5. B αντιλαμβάνεται ότι εξυπηρετεί τον καλούμενο, δημιουργεί address completion message ACM[A,B,trunk]), παράγει σήμα κωδωνισμού προς B, και ring back στο κύκλωμα προς A

6. ACM μέσω Z προς Y στο A

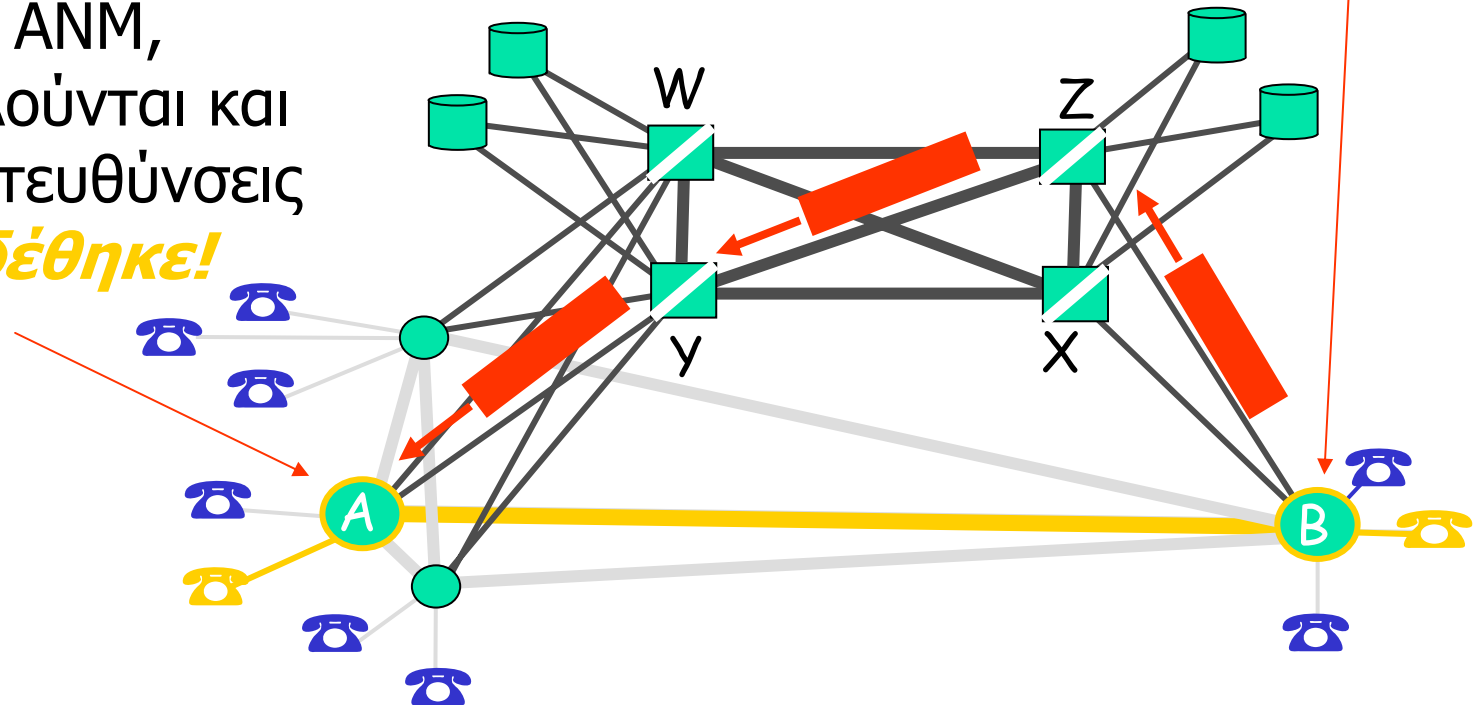
7. SP A λαμβάνει ACM, συνδέει τον συνδρομητικό βρόχο στο κύκλωμα A-B (ο καλών ακούει το ring back)



8. Ο καλούμενος σηκώνει το ακουστικό, B παράγει και στέλνει μήνυμα answer στο A (ANM[A,B,trunk])

9. ANM δρομολογείται προς A

10. SP A λαμβάνει ANM, συνδέει τον καλούντα και προς τις δύο κατευθύνσεις
Η κλήση συνδέθηκε!



Παράδειγμα: κλήση αριθμών 800

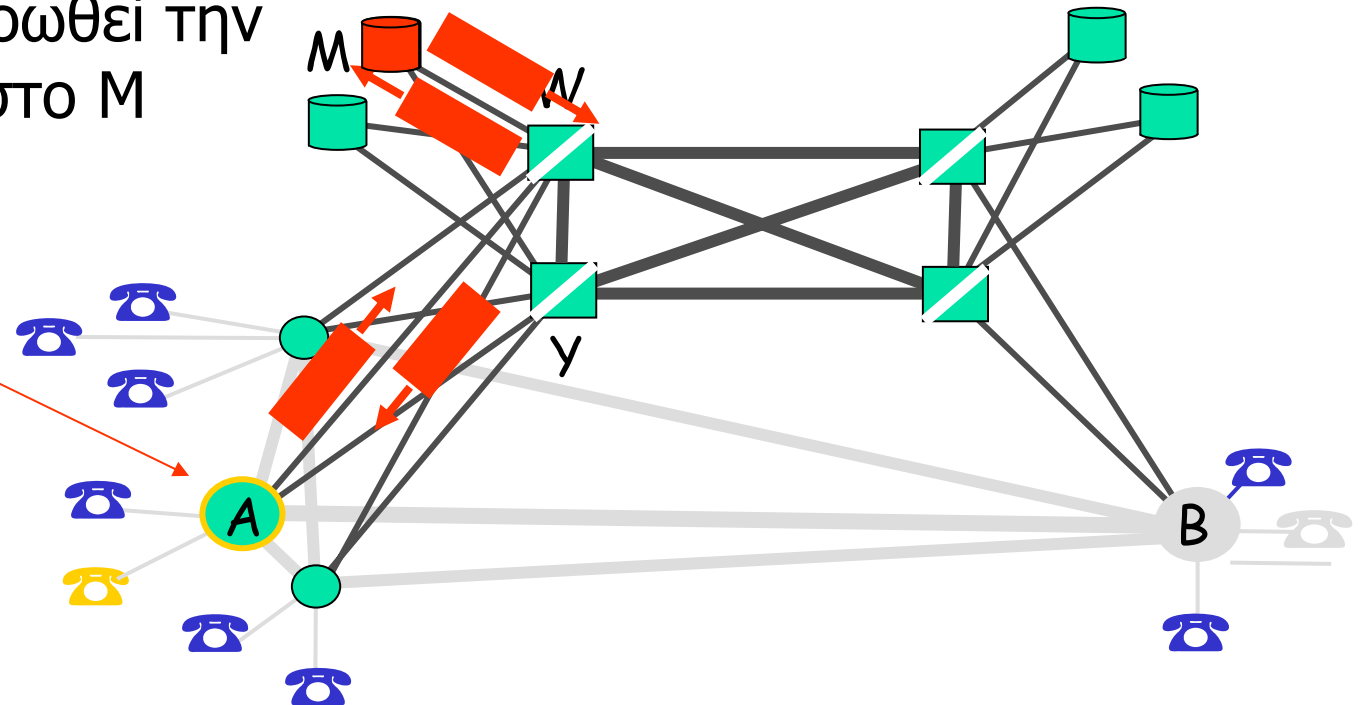
Αριθμός 800: λογικός αριθμός

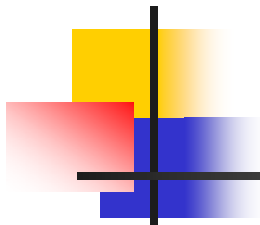
■ Μετάφραση σε φυσικό αριθμό

2. STP W προωθεί την ερώτηση στο M

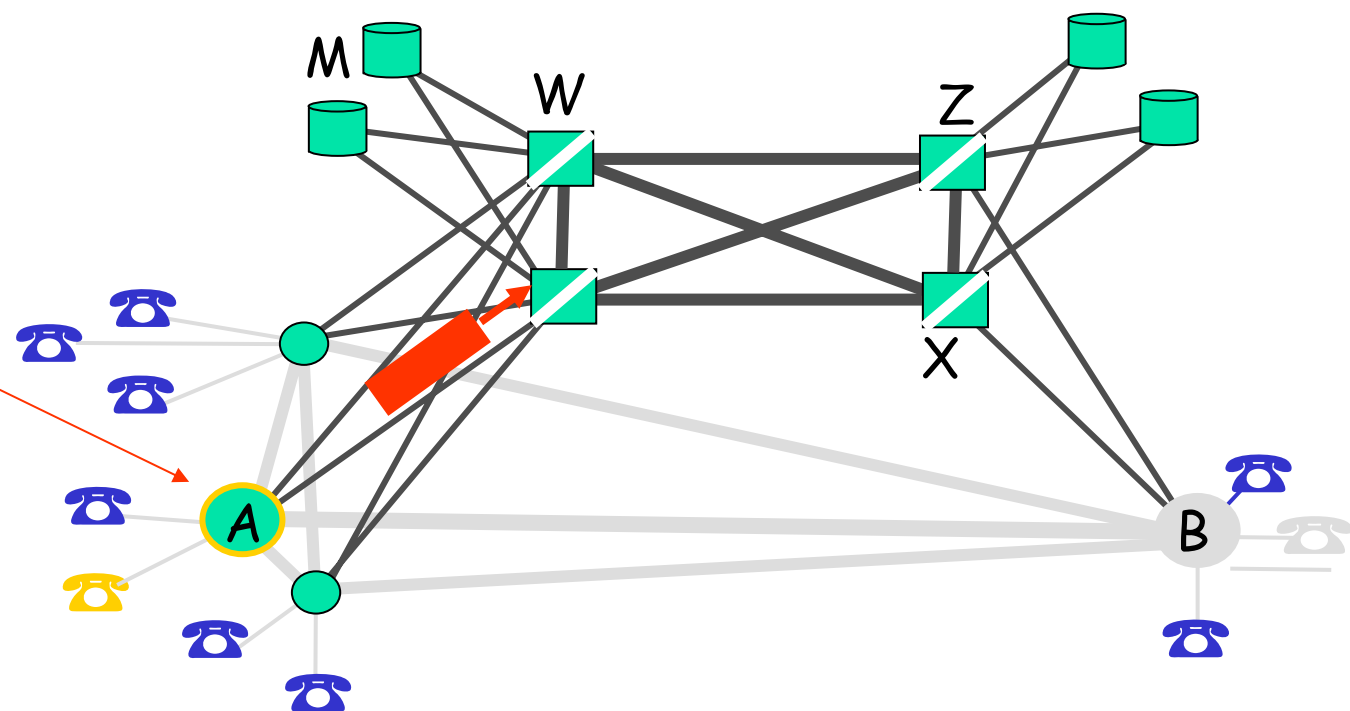
3. M αναζητεί τον αριθμό, στέλνει απάντηση στον A

1. Ο καλών επιλέγει αριθμό 800, A το αναγνωρίζει, σχηματίζει ερώτηση για μετάφραση, τη στέλνει στο W

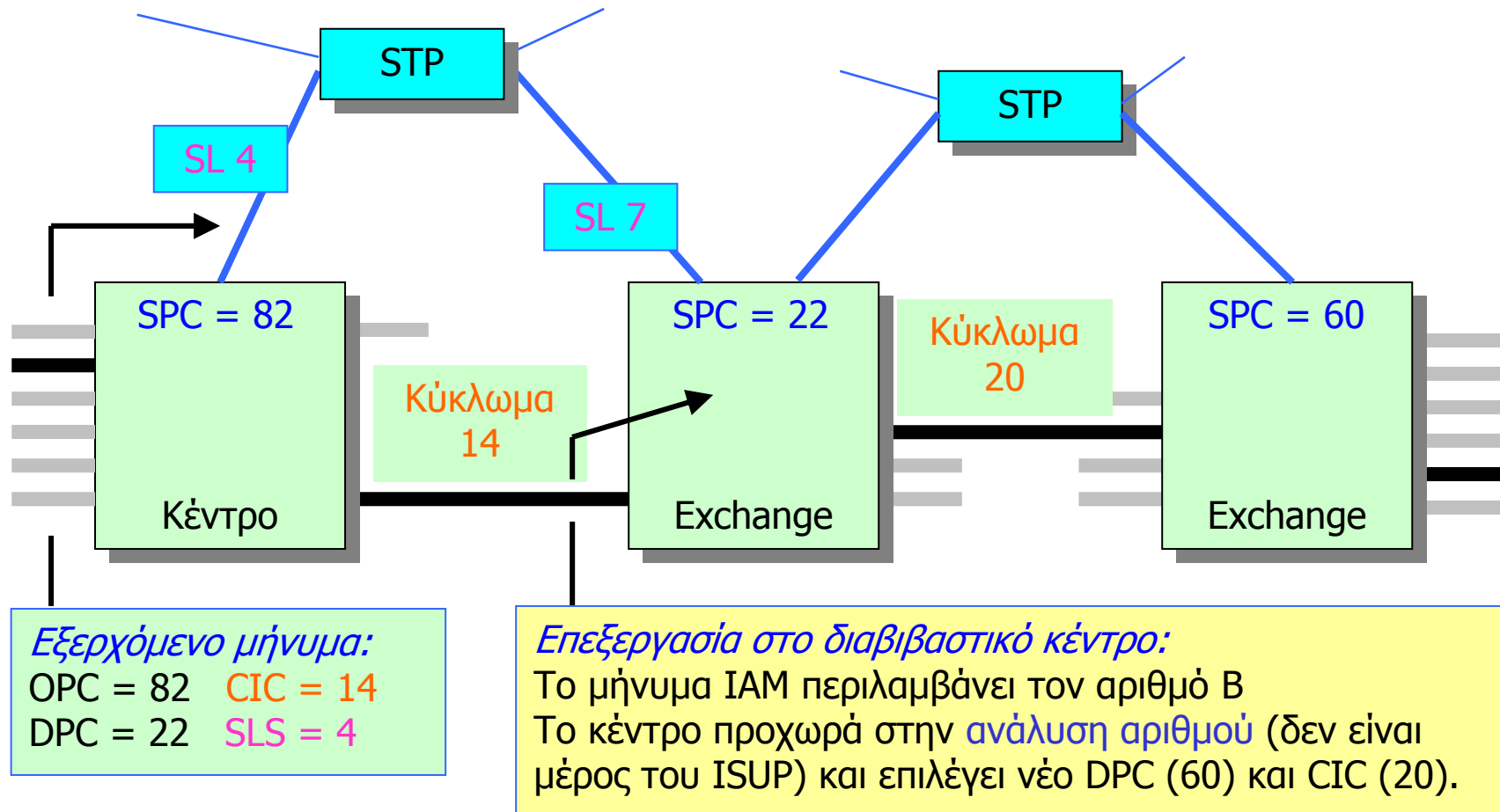




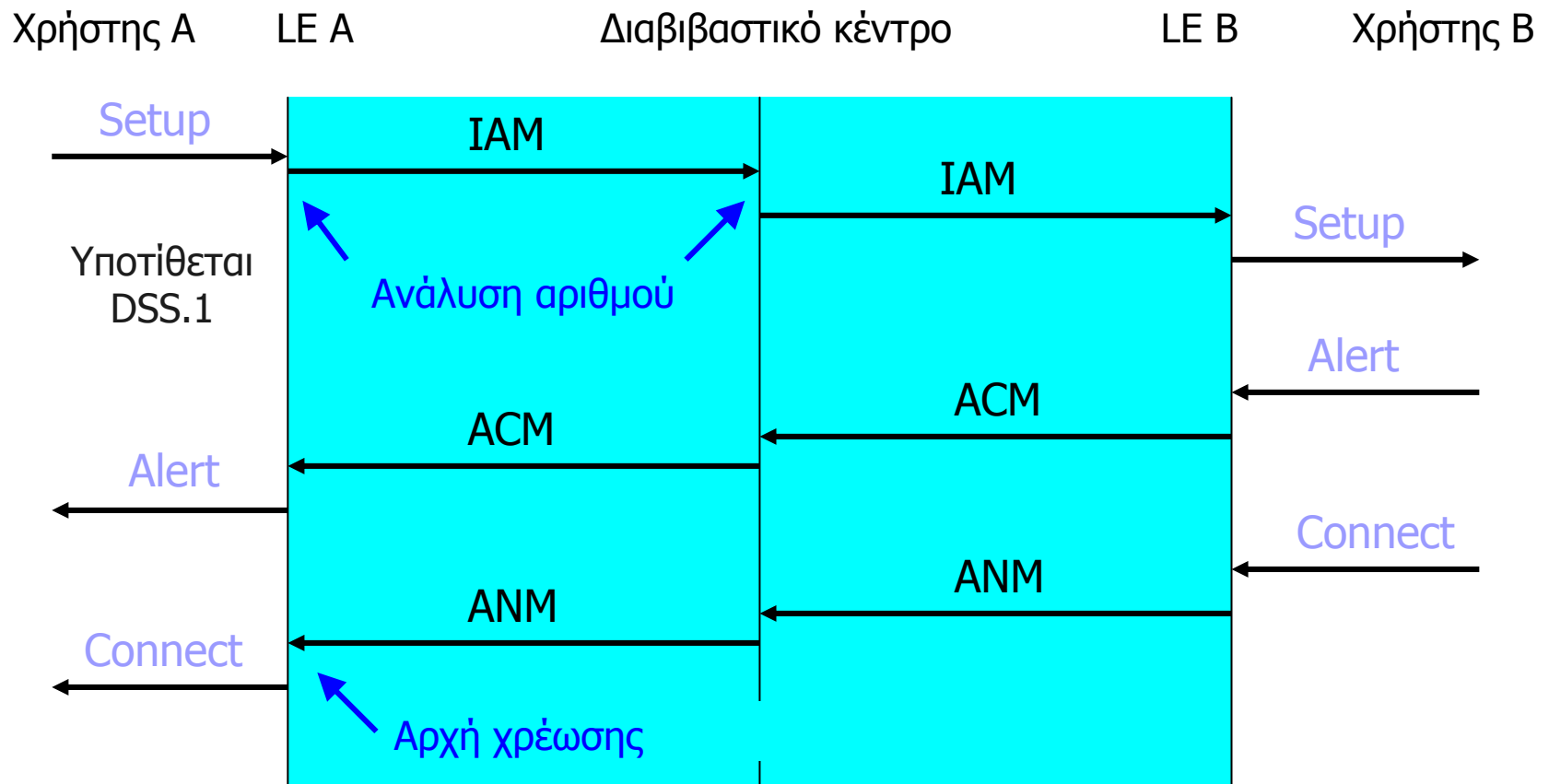
1. Α την εγκατάσταση κλήσης προς τον μεταφρασμένο αριθμό



Μήνυμα IAM σε κλήση POTS



Ανταλλαγή μηνυμάτων



Εγκατάσταση κλήσης (1)

User A

LE A

TE

LE B

User B

Off hook
→
← Σήμα κέντρου

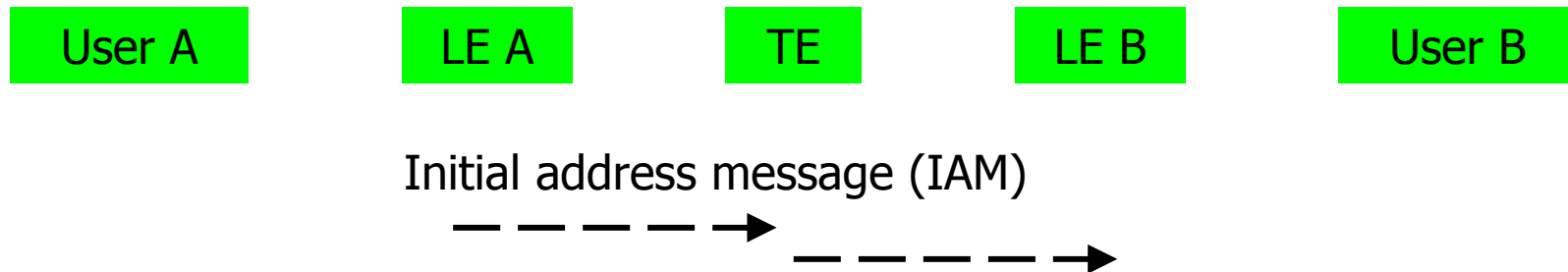
Το τοπικό κέντρο αντιλαμβάνεται το σήκωμα του ακουστικού και επιστρέφει σήμα κέντρου

Αριθμός B
→

Το τοπικό κέντρο:

- Αναλύει τον αριθμό B
- Προσδιορίζει ότι η κλήση θα δρομολογηθεί μέσω του διαβιβαστικού κέντρου (TE)

Εγκατάσταση κλήσης (2)



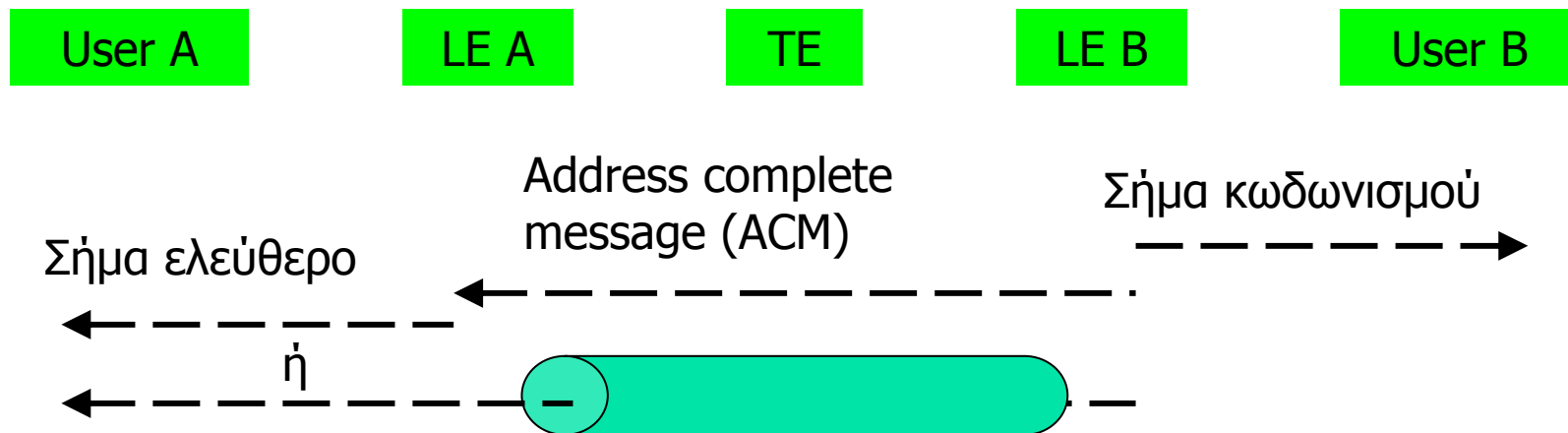
Το μήνυμα ISUP τύπου IAM αποστέλλεται στο διαβιβαστικό κέντρο (TE)

Το TE αναλύει τον αριθμό B και προσδιορίζει ότι η κλήση θα δρομολογηθεί στο τοπικό κέντρο του χρήστη B (LE B).

Αποστέλλεται μήνυμα IAM στο LE B.

Τώρα υφίσταται κύκλωμα μεταξύ του χρήστη A και του LE B.

Εγκατάσταση κλήσης (3)

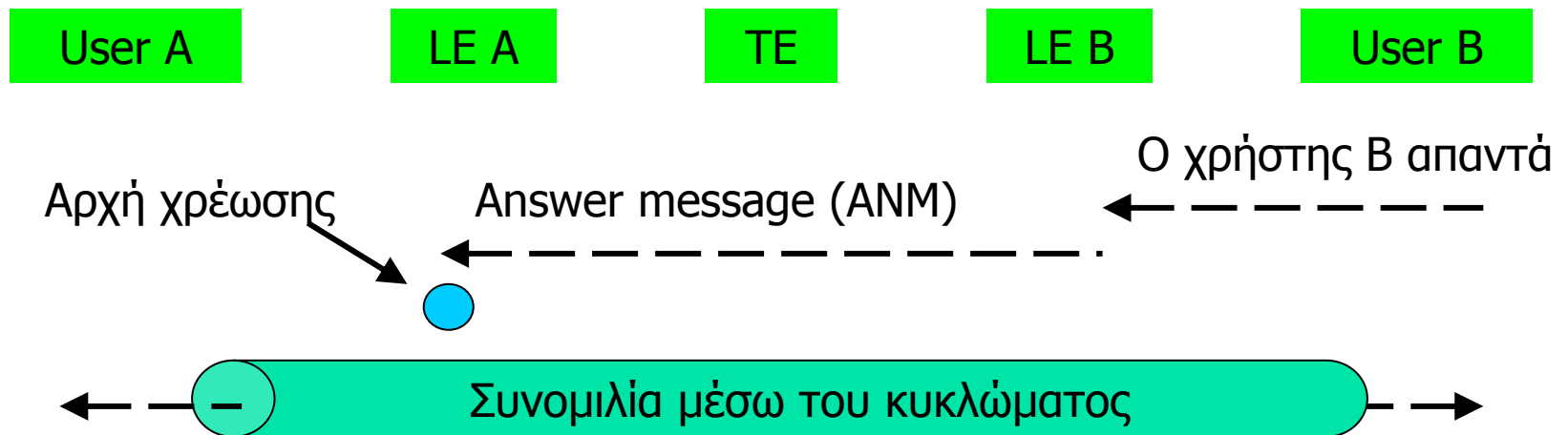


Αποστέλλεται σήμα κωδωνισμού στον χρήστη B

Σήμα ελεύθερο (ή σήμα κατειλημμένο) αποστέλλεται στον χρήστη A

Το σήμα αυτό παράγεται είτε τοπικά στο LE A είτε αποστέλλεται από το LE B μέσω του κυκλώματος που εγκαταστάθηκε

Εγκατάσταση κλήσης (4)

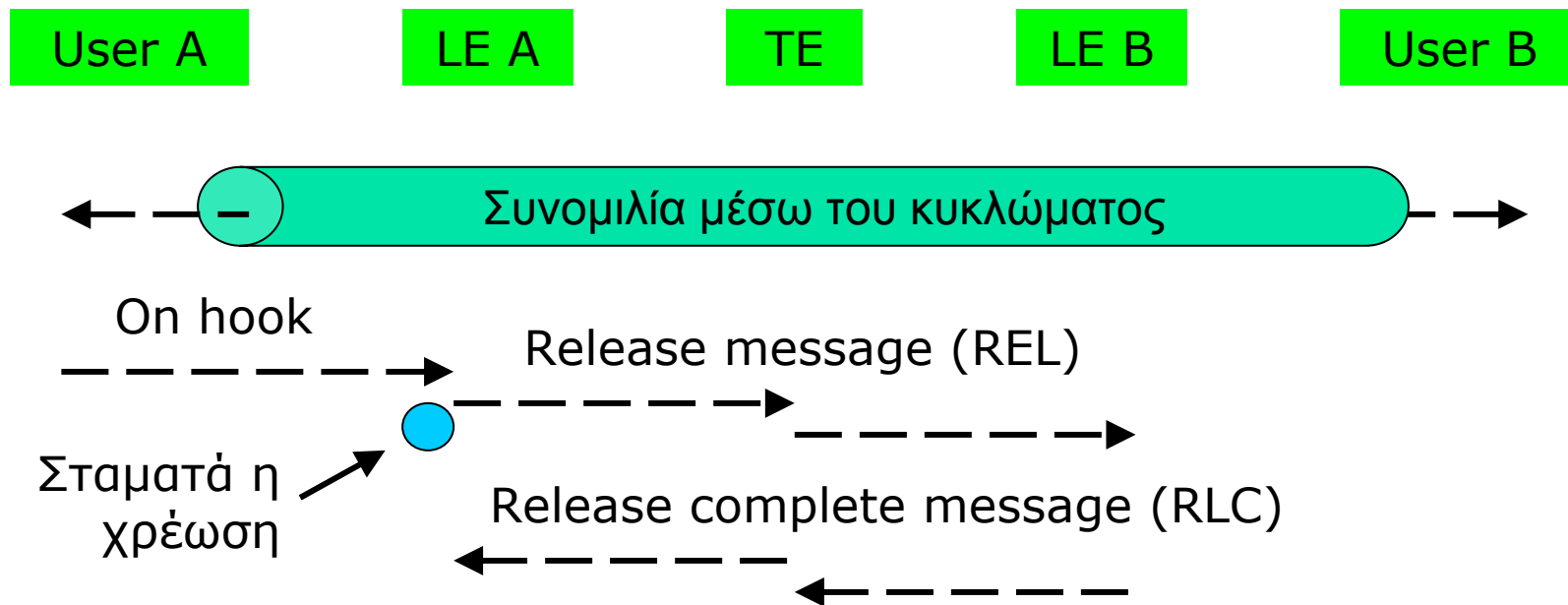


Μόλις απαντήσει ο B η σύνδεση ολοκληρώνεται στο LE B

Η χρέωση αρχίζει μόλις το μήνυμα ISUP τύπου ANM ληφθεί στο LE A (κανονική περίπτωση)

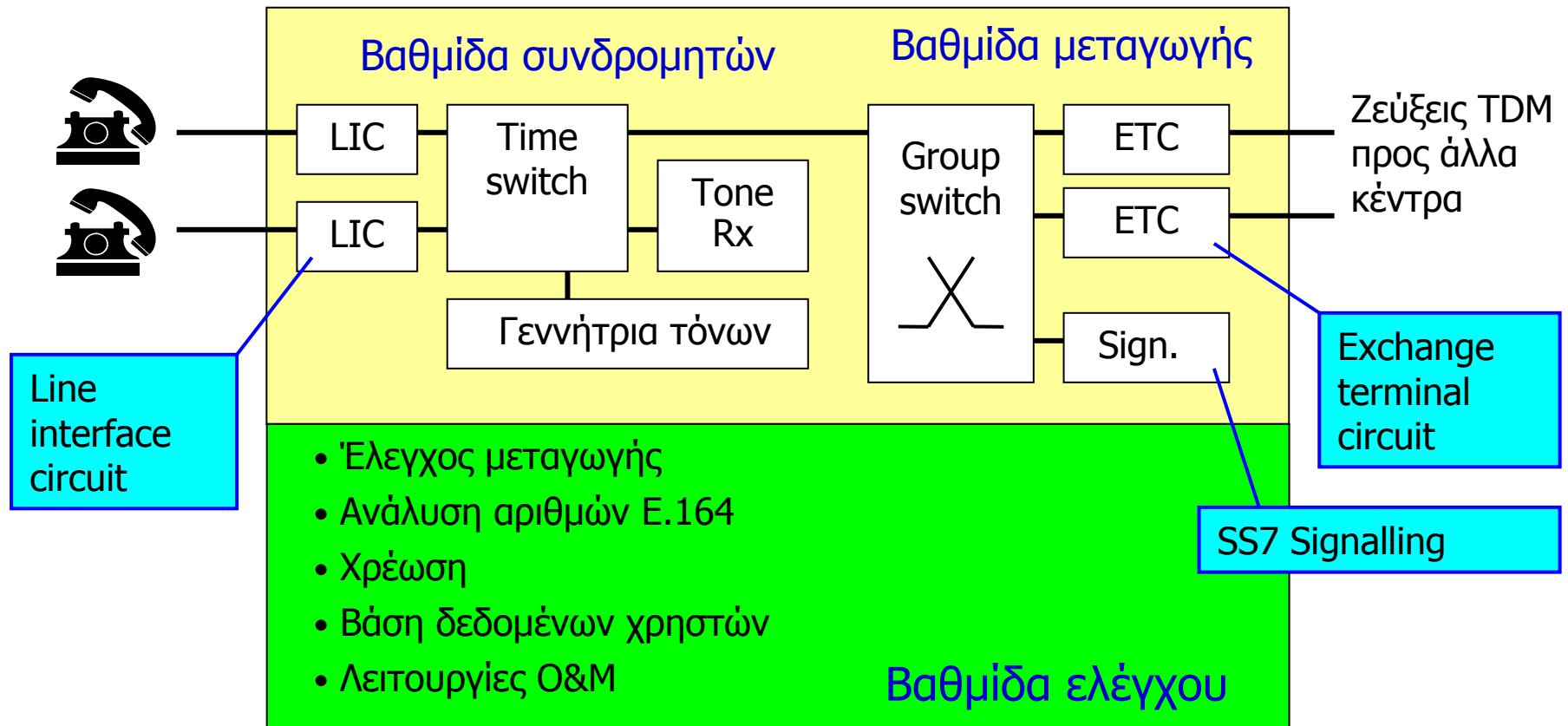
Το αμφίδρομο κύκλωμα 64 kbit/s έχει τώρα εγκατασταθεί

Απόλυση κλήσης



Το κύκλωμα μεταξύ των κέντρων απολύεται βήμα προς βήμα
Πρέπει να αποφεύγεται η ύπαρξη ημιτελών συνδέσεων (μιας και οι πόροι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν)

Σχέση σηματοδοσίας με αρχιτεκτονική κέντρου



Φάση 1: Ο χρήστης Α σηκώνει το ακουστικό και λαμβάνει σήμα κέντρου

Τοπικό κέντρο χρήστη Α

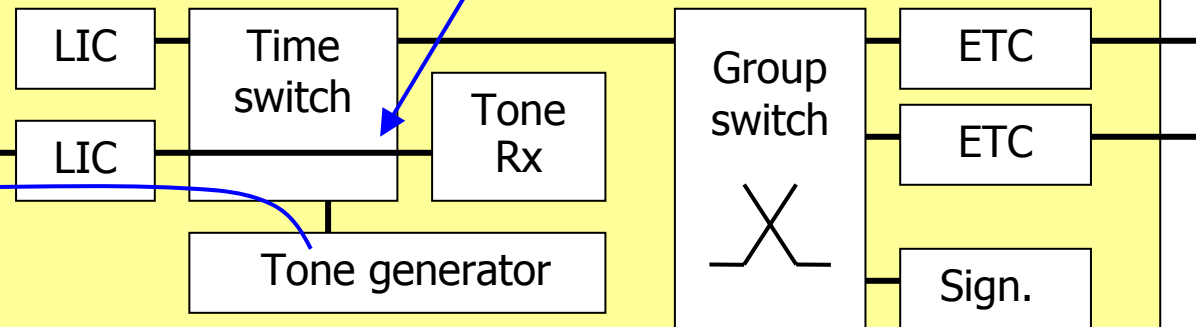
Βαθμίδα μεταγωγής

1. Off hook



5. Αποστέλλεται σήμα κέντρου

4. Συνδέεται ο δέκτης Rx τόνων



2. Έλεγχος της βάσης (π.χ. απαγορεύονται εξερχομενες κλήσεις?)

3. Κράτηση χώρου στη μνήμη για αποθήκευση του καλούμενου αριθμού Β

Βαθμίδα ελέγχου

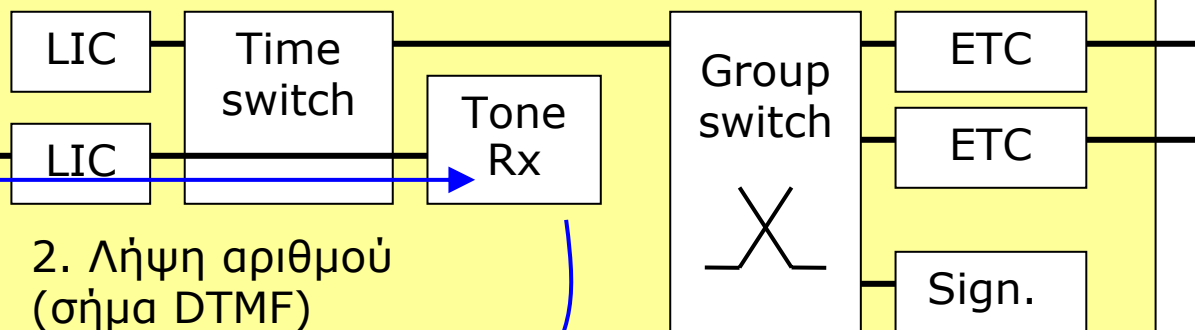
Φάση 2: Λήψη και ανάλυση καλούμενου αριθμού B

Τοπικό κέντρο χρήστη A

Βαθμίδα μεταγωγής



1. Ο χρήστης A επιλέγει τον αριθμό του B

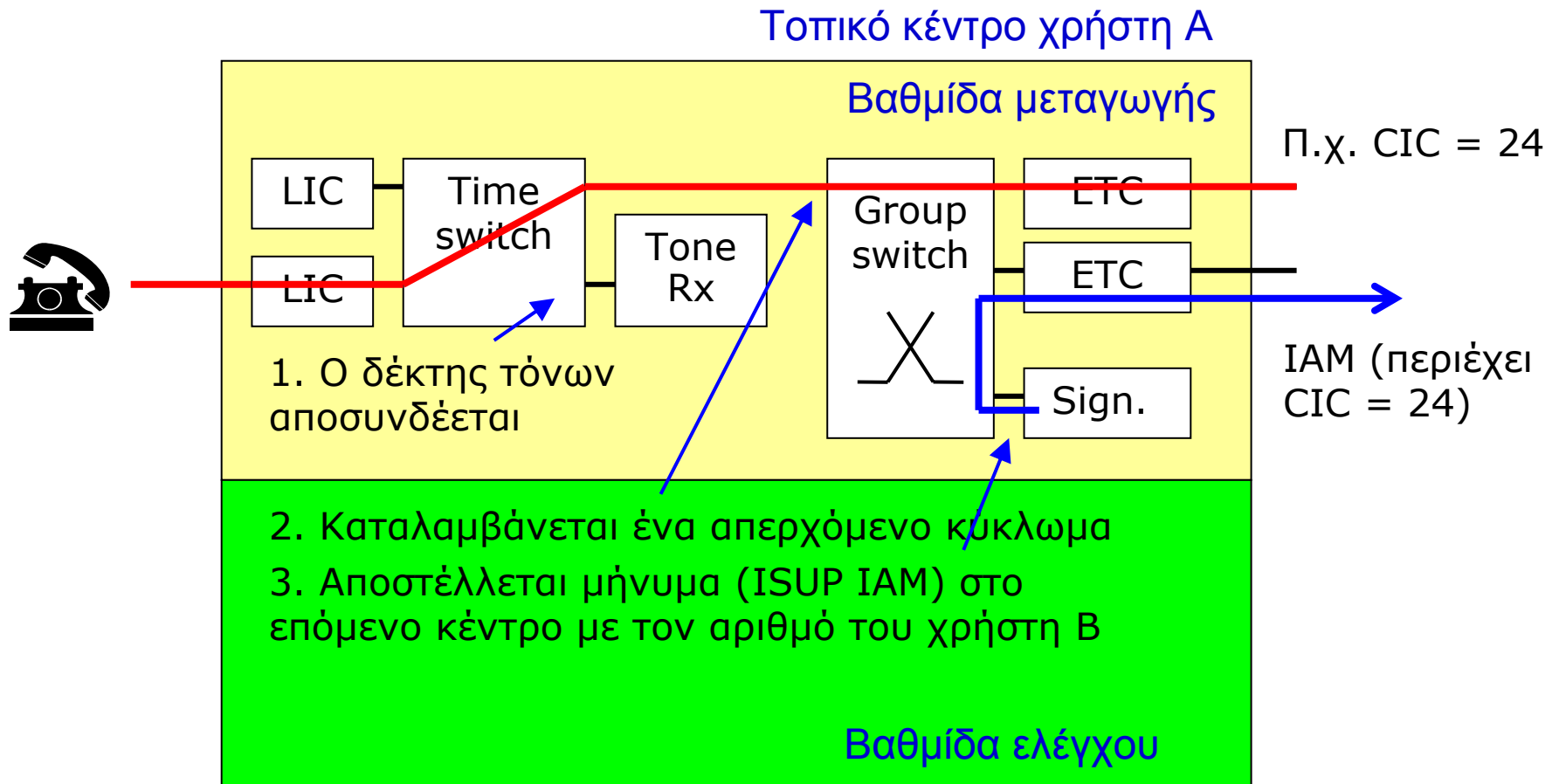


3. Ανάλυση αριθμού

4. Έλεγχος σκανδαλισμού IN: Απαιτείται πρόσβαση σε εξωτερική βάση δεδομένων?

Βαθμίδα ελέγχου

Φάση 3: Κατάληψη απερχόμενου κυκλώματος και αποστολή IAM



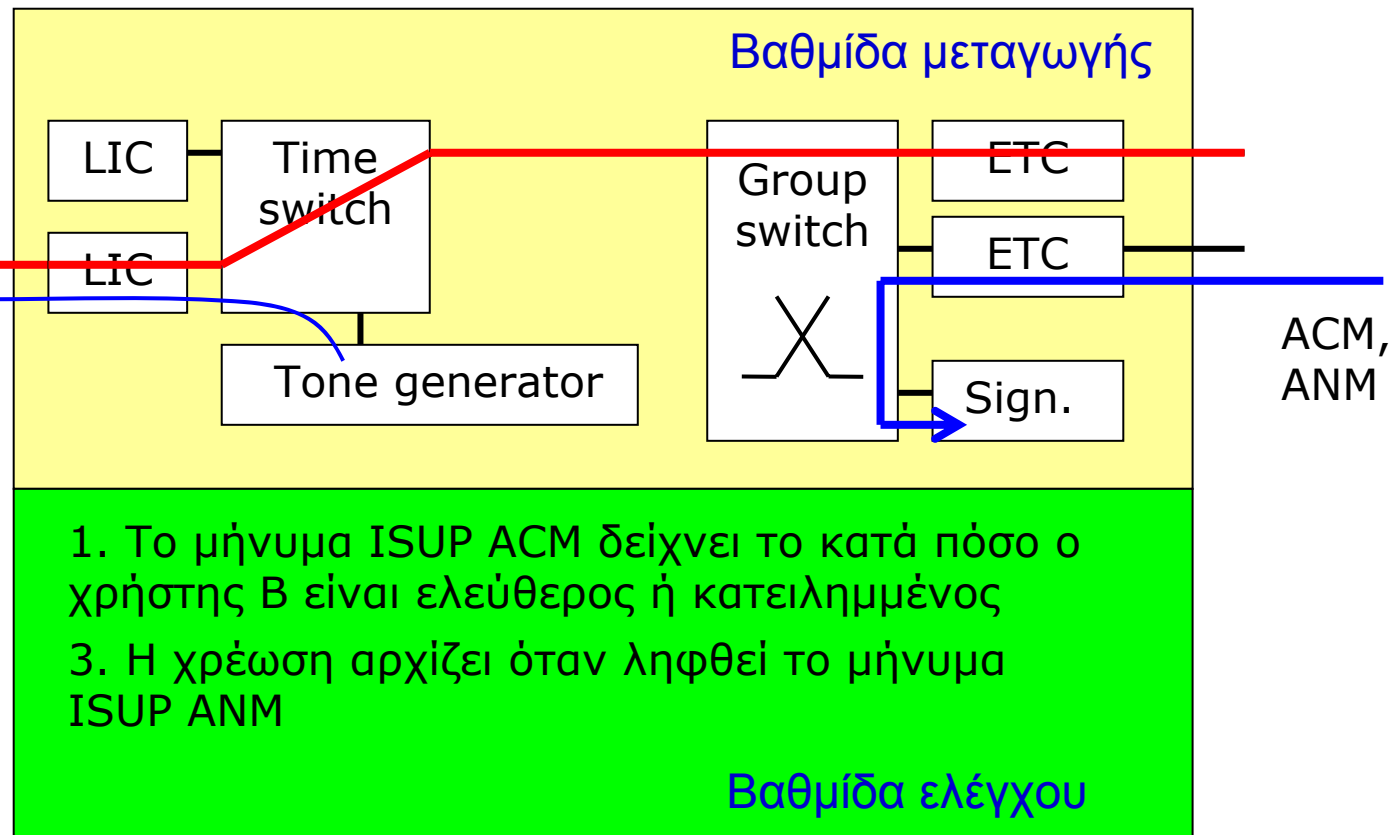
Φάση 4: Λήψη ACM => σήμα ελεύθερο Λήψη ANM => αρχή χρέωσης

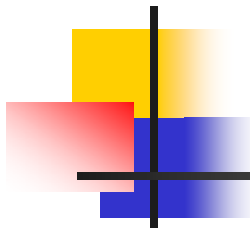
Τοπικό κέντρο χρήστη A

Βαθμίδα μεταγωγής



2. Σήμα ελεύθερο ή σήμα κατειλημμένο παράγονται τοπικά
4. Αρχίζει η συνομιλία...





Δυσχέρειες με το SS7

- Δύσκολο στην υλοποίηση
- Κληρονομιά των κλειστών δικτύων
- Εξάρτηση από τις υπηρεσίες (Service dependent)
 - Νέες υπηρεσίες χρειάζονται νέα πεδία στα μηνύματα
- Χρειάζεται μεγαλύτερη ασφάλεια για να εφαρμοσθεί σε ανταγωνιστικά περιβάλλοντα με πολλούς πάροχους