

**Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**

**T.E.I. OF EPIRUS**



**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (Σ.Δ.Ο)  
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS,  
INFORMATICS AND MANAGEMENT**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΕΝΤΡΑ – ΕΠΙΛΟΓΙΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΝΕΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ –  
ΜΕΤΑΔΟΣΗ DATA ΜΕ 155 Mb/s.**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**ΛΑΜΠΡΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ:**

**ΤΟΡΟΝΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΑΡΤΑ 2003-2004**

Εισαγωγή στα Ψ/Κ-EWSD	
Hardware .....	3
Αρχιτεκτονική του hardware .....	3
Συνδρομητική μονάδα DLU .....	4
DLU Emergency Service .....	6
Ζευκτική μονάδα-Line/Trunk Group (LTG) .....	8
Βασικές λειτουργίες της LTG .....	9
Συνεργασία μεταξύ συνδρομητικής και ζευκτικής μονάδος (DLU-LTG) .....	11
Switching Network (SN) Μεταγωγικό Δίκτυο ή Επιλογικό πεδίο ....	11
Message Buffer (MB) Σύσσωρευτής μηνυμάτων .....	13
Coordination Processor CP .....	15
Central Clock Generator (CCG)-Γεννήτρια Κεντρικού Ρολογιού .....	17
Μοντέλο OSI και Σύστημα Σηματοδοσίας NO.7 .....	18
Περιγραφή των Στρωμάτων .....	19
Θεωρία ISDN .....	21
Αρχιτεκτονική του ISDN .....	22
Τύποι Πληροφορίας .....	24
Πληροφορία Χρήστη .....	24
Πληροφορία Ελέγχου .....	25
Πληροφορία Δικτύου προς τους Συνδρομητές .....	25
Λειτουργίες του Τοπικού Κέντρου ISDN .....	25
Δομή Πληροφορίας Χρήστη .....	26
Δομή Πληροφορίας Ελέγχου .....	26
Πλαισιοποίηση Σειρών BIT .....	26
Σηματοδοσία .....	27
Σηματοδοσία μεταξύ Χρήστη-Δικτύου .....	27
Στρώμα 2 του DSS 1 .....	28
Στρώμα 3 του DSS 1 .....	29
Μήνυμα Χρήστη-Δικτύου .....	30
Απόλυση Κλήσης .....	31
Αποστολή Πληροφορίας με Επικάλυψη .....	31
Αποβολή κλήσης .....	31
Ημιμόνιμες Συνδέσεις .....	31
Δομή Μηνύματος Χρήστη-Δικτύου .....	32
Στοιχεία Μηνύματος Setup .....	33
Δομή του SS7 .....	34
Δομή μηνύματος SS7 .....	35
Διευθυνσιοδότηση Σήματος .....	35
Αριθμοδότηση και Αναγνώριση (Numbering και Identification) .....	36
Αριθμοί Συνδρομητών ISDN .....	36
Αναγνώριση Καλούντος Συνδρομητή .....	37
Αναγνώριση Τηλεπικοινωνιακής Υπηρεσίας .....	37

Διευθυνσιοδότηση Καλούμενων Αριθμών .....	37
Υπηρεσίες ISDN .....	38
Κομιστικές Υπηρεσίες .....	38
Ιδιοχαρακτηριστικά Μεταφοράς Πληροφορίας .....	39
Ιδιοχαρακτηριστικά Πρόσβασης και Γενικά .....	39
Ορισμοί Χαρακτηριστικών .....	40
Τηλεϋπηρεσίες .....	41
Τηλεφωνία .....	42
Telex και Teletex .....	42
Telefax (ΦΑΞ) .....	42
Videotex .....	43
Συμπληρωματικές Υπηρεσίες .....	43
Πολλαπλός Αριθμός Συνδρομητή (MSN) .....	44
Αναγνώριση Καλούσας Γραμμής (CLI) .....	44
Υποδιευθυνσιοδότηση (SUB) .....	44
Κλειστή Ομάδα Χρηστών (CUG) .....	45
Πληροφορίες Χρέωσης (AOC) .....	45
Σηματοδοσία Χρήστη-Χρήστη (UUS) .....	45
Μετάδοση Data με 155 Mbps Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (SDH) ..	46
Ορισμός του SDH .....	46
Βασικές αρχές Σύγχρονης Ψηφιακής Ιεραρχίας .....	47
Πλεονεκτήματα του SDH .....	52
Διαχείριση και συντήρηση Δικτύου .....	54
Δικτύωση SDH .....	55
Τερματικός γραμμής (Line Terminal) .....	56
Πολυπλέκτης Απομάστευσης-Επανεισαγωγής (Add Drop Multiplex).	56
Σύστημα Διασύνδεσης (Cross Connect) .....	57
Συγκεντρωτής .....	57
Κύριος Δακτυλίου .....	58
Πύλη Επικοινωνίας .....	58
Συγχρονισμός .....	58
Δομή του Δικτύου Μετάδοσης .....	59
Διαβιβαστικό Δίκτυο Μετάδοσης .....	59
Αστικό Δίκτυο Μετάδοσης .....	60
Βιβλιογραφία.....	62

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ Ψ/Κ-EWSD

### HARDWARE

Το hardware αντιπροσωπεύει τα φυσικά μέρη ενός συστήματος. Σε ένα σύγχρονο μεταγωγικό σύστημα όπως το EWSD το hardware είναι αρθρωτό, αξιόπιστο, ευέλικτο και υψηλής ποιότητας. Προσαρμόζεται στις νέες τεχνολογίες και μπορεί να κατασκευαστεί μερικώς από τα κράτη που θα εγκατασταθεί το σύστημα.

### ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ HARDWARE

Η αρχιτεκτονική του hardware επιτρέπει πολλούς ευέλικτους συνδυασμούς υποσυστημάτων και έχει καθορισμένους προσαρμοστές (interfaces). Αυτό αποτελεί τη βάση για οικονομικά αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση του EWSD σε όλους τους τομείς εφαρμογής του.

Λειτουργίες που καθορίζονται από το διαδικτυακό περιβάλλον, τις διαχειρίζονται οι κάτωθι μονάδες:

1. Μονάδες συνδρομητικών γραμμών (DLU = Digital Line Unit ή Συνδρομητική Μονάδα).
2. Μονάδες ζευκτικών γραμμών (LTG = Line/Trunk Group ή Ζευκτική Μονάδα).

Η λειτουργία του μεταγωγικού πεδίου (SN = Switching Network) είναι η διασύνδεση των συνδρομητικών γραμμών ή ζευκτικών γραμμών σύμφωνα με τις απαιτήσεις των συνδρομητικών κλήσεων.

Οι μονάδες ελέγχου (controls) των υποσυστημάτων που εμπλέκονται, εκτελούν ανεξάρτητα όλες τις εργασίες που εμπλέκονται στην περιοχή τους (π.χ. οι ζευκτικές μονάδες LTG χειρίζονται λήψη ψηφιακών σημάτων, καταγραφή χρέωσης, εποπτεία κτλ).

Μόνο για ανοιχτά συστήματα και συνδυαζόμενες λειτουργίες χρειάζεται η συμπράσταση του κεντρικού επεξεργαστή (CP = Coordination Processor). Η αρχή του κατανεμημένου ελέγχου μειώνει την εποπτεία συνεργασίας και την αναγκαιότητα επικοινωνίας μεταξύ επεξεργαστών και συνεισφέρει στην πολύ υψηλή στάθμη εφαρμογής.

Η ευελιξία από τον κατανεμημένο έλεγχο κάνει εύκολη την εισαγωγή και τη τροποποίηση χαρακτηριστικών σε συγκεκριμένους συνδρομητές. Με λίγους τύπους υποσυστημάτων μπορούμε να κατασκευάσουμε όλους τους τύπους και τα μεγέθη των ψηφιακών κέντρων. Οι συνδρομητικές μονάδες (DLU) και ζευκτικές μονάδες (LTG) είναι οι κύριες μονάδες επέκτασης ενός ψηφιακού κέντρου.

## ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ DLU

Η DLU εξυπηρετεί:

1. Αναλογικές συνδρομητικές γραμμές.
2. ISDN συνδρομητικές γραμμές.
3. Αναλογικά συνδρομητικά κέντρα.
4. ISDN συνδρομητικά κέντρα.

Βασικές λειτουργίες μιας DLU:

- Σύνδεση συνδρομητικών γραμμών.
- Συγκέντρωση κίνησης σε 120 κανάλια προς τις LTG.
- Μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και αντίστροφα.
- Αποσύνδεση του σήματος ελεύθερου (η σύνδεση του σήματος ελεύθερου γίνεται μέσω της LTG).
- Αποστολή 16 kHz για τους δέκτες τελών.
- Αυτοέλεγχο της ομαλής λειτουργίας.
- Δοκιμές συνδρομητικής γραμμής.
- Λειτουργία σε περίπτωση διακοπής της συνδέσεώς της με το κέντρο (Emergency Service).

Μια DLU μπορεί να βρίσκεται μέσα στο κέντρο ή μακριά του, δίπλα στις ομάδες των συνδρομητών. Η DLU συγκεντρώνει την συνδρομητική κίνηση και μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορα μεγέθη κινήσεως με ευέλικτη ανάθεση των συνδρομητικών γραμμών όπως και των πρωτεύοντων ψηφιακών φορέων (PDC = Primary Digital Carriers). Οι DLU επιτρέπουν επίσης ευρεία ζώνη χρησιμοποίησης της ψηφιακής ISDN τεχνολογίας.

Για λόγους ασφάλειας κάθε DLU είναι συνδεδεμένη με δυο διαφορετικές LTG. Οι μονάδες των DLU που κάνουν κύριες λειτουργίες είναι διπλές (π.χ. οι μονάδες έλεγχου). Οι DLU είναι συνδεδεμένες με τις LTG μέσω 2 ή 4 PDC των 2.048 Kb/s ή 1.544 Kb/s. Τα PDC μεταφέρουν πληροφορίες χρήστη, ελέγχου, λειτουργίας και συντηρήσεως.

Για την μεταφορά πληροφοριών ελέγχου (σηματοδοσίας, εντολών και μηνυμάτων) λειτουργίας και συντηρήσεως μεταξύ DLU και των 2 LTG χρησιμοποιείται ένα υποκατάστατο του συστήματος σηματοδοσίας No 7 της CCITT. Στην έσχατη περίπτωση βλάβης όλων των PDC μιας DLU οι συνδρομητές της μπορούν να συνεχίσουν να επικοινωνούν μεταξύ τους (λειτουργία ανάγκης = Emergency Service).

Τα κύρια μέρη μιας συνδρομητικής μονάδας είναι:

1. Οι πλακέτες συνδρομητικών γραμμών (SLM = Subscriber Line Module) που είναι δυο ειδών:
  - I. SLMA για αναλογικές γραμμές.
  - II. SLMD για ψηφιακές γραμμές.  
 Οι SLM αποτελούν επίσης την μικρότερη μονάδα επέκτασης της DLU. Οι πλακέτες SLMA οι οποίες είναι σε πλήθος μέχρι 119 εξυπηρετούν η κάθε μια 8 συνδρομητές μέσω 8 κυκλωμάτων συνδρομητικών γραμμών (SLCA = Subscriber Line Circuit Analog). Έτσι σε μια DLU μπορούν να συνδεθούν το μέγιστο :  $119 \cdot 8 = 952$  συνδρομητές. Κάθε πλακέτα SLMA έχει τοπικό επεξεργαστή (SLMCP = Subscriber Line Module Circuit Processor). Σε περίπτωση που θα απαιτηθεί δυνατότητα συνδέσεως συνδρομητών ISDN η πλακέτα SLMA θα αντικατασταθεί από αντίστοιχη SLMD.
2. Δυο μονάδες ψηφιακών προσαρμοστών (DIUD = Digital Interface Unit DLU) για τη σύνδεση της DLU με την μονάδα LTG μέσω PDC (1<sup>ης</sup> τάξης PCM).
3. Δυο μονάδες ελέγχου (DLUC = DLU Control). Οι πλακέτες DLUC 0 και DLUC 1 παρακολουθούν τις άλλες μονάδες της DLU επικοινωνώντας με τους αντίστοιχους τοπικούς επεξεργαστές και ανταλλάσσουν πληροφορίες με την LTG.
4. Δυο δίκτυα των 4.096 Kb/s που συνδέουν τα συνδρομητικά κυκλώματα αντιστοιχεί σε 64 κανάλια των 64 Kb/s ( $64 \text{ κανάλια} \cdot 64 \text{ Kb/s} = 4.096 \text{ Kb/s}$ ). Με τα δυο δίκτυα εξασφαλίζονται  $64 \cdot 2 = 128$  κανάλια μέσω των οποίων συνδέονται οι 952 (κατά μέγιστο) συνδρομητές της DLU με τις δυο μονάδες DIUD. Από αυτά τα κανάλια, 120 χρησιμοποιούνται για μετάδοση ομιλίας και 8 κανάλια για μετάδοση των τόνων, δοκιμές βρόχων κλπ. Έτσι από το σύνολο των 952 συνδρομητών μόνο μέχρι 120 είναι δυνατόν να εξυπηρετηθούν.
5. Δυο δίκτυα των 136 Kb/s για πληροφορίες ελέγχου. Μέσω των δυο αυτών δικτύων επικοινωνούν οι τοπικοί επεξεργαστές των διαφόρων μονάδων της DLU με τις δυο μονάδες ελέγχου DLUC 0 και DLUC 1. Η ροή της πληροφορίας από ανώτερη μονάδα ελέγχου σε χαμηλότερη επιπέδου μονάδα ελέγχου χαρακτηρίζεται ως εντολή (command) π.χ. από DLUC στην SLMCP και στην αντίθετη ροή ως μήνυμα (message).
6. Μια διάταξη δοκιμών (TU = Test Unit) που αποτελείται από τις τρεις πιο κάτω πλακέτες:
  - I. FTEM (Function Test Module) για δοκιμές των SLMA.

- II. LMEM (Line MEasuring Module) για μετρήσεις συνδρομητικής γραμμής.
- III. LVMM (LeVel Measuring Module) για μετρήσεις στάθμης.

Η συνδρομητική μονάδα DLU αποτελείται από:

1. Τις αναλογικές συνδρομητικές πλακέτες SLMA. Κάθε SLMA έχει 8 πόρτες για 8 συνδρομητές. Κάθε πόρτα συνδέει τον συνδρομητή με το ατομικό του κύκλωμα SLCA όπου μετατρέπεται το αναλογικό σε ψηφιακό και αντίστροφα και όπου υπάρχουν ροοστήρες για τον διαχωρισμό του δικτύου από το κέντρο κατά την διάρκεια της δοκιμής του συνδρομητή. Για 952 συνδρομητές θα χρειαστούμε  $952/8=119$  πλακέτες.
2. Τους σαρωτές DLUC 0 και DLUC 1 που σαρώνουν σε αντίστροφη φορά όλους τους επεξεργαστές (SLMCP) των πλακετών SLMA προκειμένου να πάρουν ή να δώσουν κριτήρια (ποτέ ομιλίας από αυτή τη σάρωση).
3. Με κάθε σαρωτή DLUC υπάρχει και ένας προσαρμοστής DIUD ο οποίος:
  - Διχαλίζει-μοιράζει στα δυο την πληροφορία των 4 Mb/s σε  $2*2$  Mb/s.
  - Προσαρμόζει τις εισερχόμενες πληροφορίες από την LTGB στο ρυθμό του τοπικού ρολογιού της DLU.
  - Αναλαμβάνει η DIUD την διαβίβαση των κριτηρίων (μηνύματα) από την DLUC προς την LTGB και αντίστροφα από το κανάλι 16 του πρώτου συστήματος PCM από τα δυο.
4. Η δοκιμαστική μονάδα που αποτελείται από τρεις πλακέτες TU στο παλαιότερο μοντέλο και δυο στο καινούργιο, που σκοπό έχει να εκτελεί την δοκιμή μέτρησης συνδρομητικής γραμμής - τηλεφωνικές συσκευές – και συνδρομητικού κυκλώματος.

### **DLU EMERGENCY SERVICE**

Όταν διακοπεί μια DLU από τις LTGB με τις οποίες συνδέεται και είναι κατάλληλα εξοπλισμένη τότε αυτή η DLU μπορεί να λειτουργήσει ως κατάσταση ανάγκης (DLU Emergency Service). Οι συνδεδεμένοι συνδρομητές σε αυτήν την DLU μπορούν να τηλεφωνούν ο ένας στον άλλο μέχρι 60 ταυτόχρονες συνδέσεις χωρίς να γίνονται χρεώσεις.

Για την αποκατάσταση αυτών των συνδέσεων υπό συνθήκες λειτουργίας ανάγκης :

Ø Οι DLUC:

- i. Έχουν τα ενημερωμένα δεδομένα των συνδρομητών.
- ii. Είναι υπεύθυνες για την δρομολόγηση του καλούντος συνδρομητή προς το SLCA του καλούμενου και αντίστροφα.

Ø Οι DIUD:

- i. Δεν διασυνδέουν τα 4.096 Kb/s κανάλια στα PDC κανάλια όπως στην κανονική λειτουργία αλλά τα επιστρέφουν πίσω προς τα SLCA.
- ii. Παρέχουν το σήμα κέντρου, τόνου κατειλημμένου και τόνο κουδουνισμού.

Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, η επιλογή ενός τηλεφώνου με πολυσυχνότητα Push Button λαμβάνεται και αποκωδικοποιείται από την LTGB. Στη κατάσταση λειτουργίας ανάγκης οι DLU είναι εφοδιασμένες με αποκωδικοποιητές επιλογής Push Button (3 σε κάθε πλακέτα EMSP). Έτσι όταν ο συνδρομητής σηκώσει το ακουστικό συνδέεται με ένα αποκωδικοποιητή. Εάν η επιλογή είναι από τηλεφωνική συσκευή RT (RoTary) τότε ο αποκωδικοποιητής αποσυνδέεται για να εξυπηρετήσει άλλο συνδρομητή. Μόλις γίνει αναγνώριση ότι ο αριθμός που καλείται δεν είναι συνδρομητού της ίδιας DLU ο καλών παίρνει σήμα κατειλημμένου.

Εκτός από τα προαναφερθέντα η DLU έχει και:

1. Τις πλακέτες BDE και BDB που είναι οι αρτηρίες διανομής και περισυλλογής μηνυμάτων και δεδομένων.
2. Τις πλακέτες BDCG 0 και BDCG 1 όπου η CG είναι οι ταλαντωτές ρολόγια εκ των οποίων το ένα είναι ενεργό (ACT = ACTive) και το άλλο σε αναμονή (STB = StandBy). Το κάθε ρολόι παράγει 4 συχνότητες : 8 kHz-4.096 kHz-2.048 kHz-136 kHz.
3. Δυο πλακέτες RGMG 0 και RGMG 1 οι οποίες είναι και οι δυο ενεργές και λειτουργούν με κατανομή φορτίου. Σε περίπτωση βλάβης της μιας αναλαμβάνει το φορτίο η άλλη.
4. Test Unit-δοκιμαστική μονάδα. Υπάρχουν δυο τρόποι δοκιμής των συνδρομητών.
  - a. Μέσω μιας διαμορφωμένης τερματικής συσκευής SULIM συνδεδεμένης με α , β γραμμή σε μια πόρτα μιας DLU. Μέσω αυτής της συσκευής με κατάλληλη επιλογή συνδεόμαστε με την υποδοκιμή πόρτα ή συνδρομητή και τον δοκιμάζει.
  - b. Μέσω του τερματικού του κέντρου που με κατάλληλη εντολή μέσω του κεντρικού υπολογιστή δοκιμάζετε ο β συνδρομητής. Η δοκιμή που εισήχθη μέσω του SULIM ή μέσω του τερματικού PC υποχρεώνει ένα πρόγραμμα



TLFB που βρίσκετε στην LTGB και εκτελείται μερικώς ή ολικός.

### **ZEYKTIKH MONADA-LINE/TRUNK GROUP (LTG)**

Στην περιφέρεια οι ζευκτικές μονάδες δημιουργούν έναν προσαρμοστή με το μεταγωγικό πεδίο (SN). Οι συνδέσεις των LTG με το δίκτυο γίνονται ως εξής:

- Ø Μέσω DLU για τις συνδρομητικές γραμμές.
- Ø Με απευθείας γραμμές στις LTG για τους ψηφιακούς μεταφορείς και ISDN.
- Ø Μέσω πολυπλέκτη μετατροπής σήματος για τους αναλογικούς φορείς.

Οι ζευκτικές μονάδες μπορούν να συνεργαστούν με όλα τα συστήματα σηματοδοσίας (CCITT No5, R2, No7). Παρ' όλο που οι συνδρομητικές γραμμές και οι μεταφορείς χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα σηματοδοσίας, οι LTG παρουσιάζονται ως προσαρμοστές στο μεταγωγικό πεδίο ανεξάρτητα των διαφόρων συστημάτων σηματοδοσίας. Αυτό διευκολύνει τα ακόλουθα:

- Ø Ευέλικτη εισαγωγή πρόσθετων ή τροποποιημένων διαδικασιών σηματοδοσίας.
- Ø Ένα σύστημα software στο CP ανεξαρτήτου σηματοδοσίας για όλες τις εφαρμογές.

Η ταχύτητα σε όλες τις αρτηρίες που συνδέουν τις LTG και το SN (μεταγωγικό πεδίο) είναι 8.192 Kb/s περίπου 8 Mb/s. Κάθε 8 Mb/s περιέχει 128 κανάλια στα 64 Kb/s το καθένα. Τα μεταγωγικό πεδίο είναι διπλότυπο και κάθε LTG είναι συνδεδεμένη και στα δυο επίπεδα. Κάθε LTG έχει τις κάτωθι λειτουργικές μονάδες:

- Ø GP = Group Processor/επεξεργαστής ομάδος.
- Ø GS = Group Switch/μεταγωγέας ομάδος ή SPMUX = SPeech MultipleX/πολυπλέκτης ομιλίας.
- Ø LIU = Link Interface Unit/προσαρμοστική μονάδα ζεύξεως.
- Ø SU = Signaling Unit/μονάδα σηματοδοσίας για τα ακουστικά σήματα, τάσεις εναλλασσόμενου ρεύματος, αποκωδικοποιητές επιλογής και πρόσβαση για δοκιμές.
- Ø DIU = Digital Interface Unit/ψηφιακές μονάδες προσαρμογής προς το περιβάλλον.

Οι ζευκτικές μονάδες LTG που εγκαθίστανται στα κέντρα της Ελλάδος διακρίνονται σε δυο τύπους ανάλογα με το είδος των γραμμών που εξυπηρετούν. Έτσι έχουμε τις LTGB όπου συνδέονται συνδρομητικές μονάδες DLU και τις LTGC όπου συνδέονται ψηφιακά

κυκλώματα 2 Mb/s ή αναλογικά που έχουν προηγουμένως μετατραπεί σε ψηφιακά μέσω PCM.

### **ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΗΣ LTG**

- Ø Αποστολή και λήψη μηνυμάτων με τη DLU μέσω σηματοδοσίας κοινού καναλιού (αφορά LTGB).
- Ø Αποστολή και λήψη μηνυμάτων με τον CP ή με άλλους LTG.
- Ø Εξυπηρέτηση προεπιλογής (MFC) μετατροπής λαμβανομένων τόνων σε ψηφιακά σήματα (LTGB).
- Ø Προώθηση του απαιτούμενου πλήθους ψηφίων του καλούμενου συνδρομητή προς τον CP.
- Ø Διάθεση χρονοθυρίδας για την καλούσα και την καλούμενη πλευρά.
- Ø Αποστολή τόνων ελεύθερου και κατειλημμένου κουδουνισμού.
- Ø Πραγματοποίηση δοκιμής βρόχου (LTGB-SLCA-LTGB).
- Ø Προώθηση του απαντητικού παλμού προς την πλευρά του καλούντος.
- Ø Καταμέτρηση και αποστολή της χρέωσης στον CP.

Σκοπός της LTGB είναι η ζεύξη των DLU με το κέντρο και να βοηθήσει τον κεντρικό υπολογιστή στις επιμέρους εργασίες. Αποτελείται από:

1. Τους προσαρμοστές DIU για την προσαρμογή των εισερχόμενων πληροφοριών.
2. Αντίστοιχα τις LIU για τις πληροφορίες που έρχονται από επιλογικά πεδία.
3. Η μονάδα σηματοδοσίας.
4. Ο μεταγωγέας ομάδος (GS) λειτουργεί ακριβώς όπως το SN επιλογικό πεδίο και μετατρέπει τα 4\*2 Mb/s σε 8 Mb/s. Έχει σαν σκοπό:
  - a. Την σύνδεση του καναλιού ομιλίας που χρεώθηκε ο συνδρομητής, με τη γεννήτρια από τη μια μεριά ώστε να ακούει το σήμα κέντρου και σύνδεση του καναλιού ομιλίας από την άλλη μεριά με ένα αποκωδικοποιητή.
  - b. Συνδέει το κανάλι ομιλίας, σε συνέχεια, προς την LIU έτσι ούτως ώστε να αποκατασταθεί η ομιλία.
5. Ο επεξεργαστής ομάδος GP ελέγχει όλη την LTG και αποτελείται:
  - a. SMX πολυπλέκτης σηματοδοσίας. Τα μηνύματα που έρχονται από τις περιφερειακές μονάδες (DIU, LIU, TOG, CR, GS) συσσωρεύονται στον SMX και αποκτούν μια

ταυτότητα. Κατόπιν προωθούνται τα μηνύματα προς τον PU/SIB ο οποίος τα επεξεργάζεται ανατρέχοντας σε πληροφορίες που έχει στη μνήμη του MU. Η απάντηση του PU επεξεργαστή δίδετε στον SMX ο οποίος σύμφωνα με την ετικέτα της απάντησης την διοχετεύει στην αντίστοιχη περιφερειακή μονάδα.

- b. Ο PU επεξεργαστής των προγραμμάτων της MU.
- c. Η MU μνήμη 8 Mb περιέχει τα προγράμματα αποπεράτωσης κλήσεως – συντήρησης – αυτοπροστασίας – data συνδρομητών (2\*952 μέγιστο) – κατάσταση των 120 καναλιών ομιλίας 4\*30 με τους αντίστοιχους μηδενιζόμενους μετρητές τους.
- d. 1) Η πλακέτα GSG : LTG περιέχει τον ταλαντωτή – ρολόι της LTG που βγάζει 2 MHz – 4 MHz – 2 MHz. Αυτή η συχνότητα είναι για συγχρονισμό υπερπλαισίου.
- d. 2) Τη μονάδα παρακολούθησης WDU που σε περίπτωση που σκαλώσει η εκτέλεση του προγράμματος στον επεξεργαστή PU τότε από την παρακολούθηση γίνεται αντιληπτό και δίνεται εντολή για Reset.
- d. 3) Οι αρτηρίες DLC 0 και DLC 1 είναι για την επικοινωνία του GP με τον κεντρικό υπολογιστή CP.
- e. Οι πλακέτες SILC είναι αυτές που χειρίζονται το περιεχόμενο του καναλιού 16 των 2 συστημάτων της 1<sup>ης</sup> τάξεως που έρχονται από τις DLU σε συνεργασία με την MU-PU.

Οι LTU είναι θέσεις όπου τοποθετούνται στις πρώτες 4 (0-3) θέσεις, τοποθετούνται οι DLU μονάδες στις 4, 5, 6 θέσεις. Η LTU 7 δεν χρησιμοποιείται στην έκδοση για την Ελλάδα.

Βασικές λειτουργίες LIU:

1. Προσαρμογή : Οι εισερχόμενες πληροφορίες από κάθε επιλογικό πεδίο SN καταχωρούνται αντίστοιχα σε ‘αποθήκες’ (Frame Storage). Σύμφωνα με έναν μετρητή εγγραφής που παίρνει ρυθμό από το αντίστοιχο επιλογικό πεδίο. Στην συνέχεια ένας μετρητής ανάγνωσης που παίρνει ρυθμό από το ρολόι της LTG διαβάζει τις πληροφορίες των δυο αποθηκών Storage και στον πολυπλέκτη MUX 3 βγάζει το περιεχόμενο των καναλιών και τα οδηγεί προς τον GP τα υπόλοιπα κανάλια προωθούνται στο MUX 4 όπου ένας μεταγωγικός διακόπτης προωθεί τις πληροφορίες προς τον GS του επιλογικού πεδίου που είναι ACT.
2. Αναπαραγωγή της πληροφορίας των 128 καναλιών στο MUX 1 και MUX 2 ώστε να σταλεί η ίδια πληροφορία SN 0 και SN 1.

3. Ο έλεγχος διασταυρώσεως : μια γεννήτρια παράγει ένα δείγμα 11110000 και το φορτώνει στο κανάλι ομιλίας και στα δυο SN επιλογικά πεδία. Το δείγμα αυτό επιστρέφει από την LTG του καλούμενου και ελέγχεται από την αξιολόγηση TPAEC 1 για SN 0 και TPAEC 2 για SN 1. Το δείγμα αυτό στέλνεται και μέσω του MUX 4 για την δοκιμή του GS του καλούμενου και αξιολογείται από την TPAEC 3.

### **Συνεργασία μεταξύ συνδρομητικής και ζευκτικής μονάδος (DLU-LTG)**

Η συνδρομητική μονάδα DLU συνδέεται προς δυο ζευκτικές μονάδες LTG με 4 (συνήθως) ζεύξεις PDC των 2Mb/s εκάστη. Έτσι εξασφαλίζεται ότι σε περίπτωση τυχόν βλάβης μιας LTG δε θα αποκοπεί τελείως η επικοινωνία των συνδρομητών της DLU. Οι 4 αυτές ζεύξεις παρέχουν 120 κανάλια ομιλίας (30 η κάθε μια) για τους 952 συνδρομητές. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση μικρής κίνησης μπορεί να περιοριστεί σε 2 αντί 4 ο αριθμός των PDC μεταξύ DLU και LTG όταν στην DLU έχουν συνδεθεί λίγες συνδρομητικές γραμμές.

### **Switching Network (SN) Μεταγωγικό Δίκτυο ή Επιλογικό πεδίο**

Το SN αποτελείται από βαθμίδες χρόνου και βαθμίδες χώρου. Στις βαθμίδες χρόνου, οι οχτάδες που μέταγονται αλλάζουν χρονοθυρίδα (TS = Time Slot) και αρτηρία σύμφωνα με τον προορισμό τους. Στις βαθμίδες χώρου οι οχτάδες αλλάζουν αρτηρία χωρίς να αλλάζουν χρονοθυρίδες.

Οι παράμετροι των βαθμίδων χρόνου και χώρου (4/4, 16/16, 8/15, 15/8) πάντα αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των αρτηριών 8 Mb/s και οι οποίοι έχουν 128 κανάλια έκαστος.

Τα μονοπάτια συνδέσεως μέσα στις βαθμίδες χρόνου και χώρου επιλέγονται και μέταγονται από τις μονάδες ελέγχου μεταγωγής ομάδος (SGC =Switching Group Control) σύμφωνα με την πληροφορία μεταγωγής από τον κεντρικό συντονιστικό επεξεργαστή CP (Coordination Processor).

Οι μονάδες ελέγχου (SGC) ανταποκρίνονται στις εντολές του CP. Οι SGC από μόνες δημιουργούν τα δεδομένα θέσεως και θέτουν τα κανάλια μηνυμάτων για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των διαφόρων μονάδων ελέγχου (Control Distributed).

Ο SGC είναι ένας μικροεπεξεργαστής της INTEL των 8 bits. Στο μέγιστο σχηματισμό του, το SN συνδέεται με 504 LTG και έχει ικανότητα χειρισμού 25.200 erlangs κίνησης. Το SN μπορεί να επεκταθεί

σε μικρές βαθμίδες προσθέτοντας πλακέτες (modules) και καλώδια και εάν είναι ανάγκη επιπλέον πλαίσια στα ικρίωματα.

Η μεγιστοποίηση του SN έχει διάφορα σχήματα χώρου π.χ. το εις διπλούν SN που μπορεί να χειριστεί 30.000 συνδρομητικές γραμμές ή 7.500 μεταφορείς όταν είναι πλήρως εξοπλισμένο μπορεί να εγκατασταθεί σε ένα μόνο πλαίσιο. Το SN είναι πάντοτε εις διπλούν (SN 0 και SN 1). Κάθε διασύνδεση γίνεται ταυτόχρονα και στα δυο επίπεδα 0 και 1, ώστε πάντα να υπάρχει μια διαθέσιμη σύνδεση σε ετοιμότητα για την περίπτωση βλάβης. Ενεργοποιείται όμως τελικά μια εκ των δυο οδών.

Στο SN οι οχτάδες που στέλνονται και στις δυο κατευθύνσεις μεταξύ καλούντος και καλούμενου, μεταφέρονται ξεχωριστά. Αυτό αντιστοιχεί σε μια τετρασύρματη σύνδεση στα αναλογικά συστήματα.

Οι βαθμίδες του SN είναι:

Ø Χρόνου TSM = Time Stage Module τύπου 4/4.

Ø Χώρου SSM = Space Stage Module τύπων 16/16, 8/15, 15/8.

Ανάλογα με το πλήθος εισόδων / εξόδων το SN ανήκει στους παρακάτω τύπους:

<u>ΤΥΠΟΣ</u>	<u>ΠΛΗΘΟΣ ΕΙΣΟΔΩΝ</u>	<u>ΠΛΗΘΟΣ LTG</u>
DE 3	16	15
DE 4	64	63
DE 5.1	128	126
DE 5.2	256	252
DE 5.4	512	504

Η διαφορά μεταξύ πλήθους εισόδων SN και πλήθους LTG οφείλεται στο γεγονός ότι ένα μέρος των εισόδων στο SN διατίθεται για την επικοινωνία των LTG με τον κεντρικό υπολογιστή, μέσω του συσσωρευτή μηνυμάτων (MB = Message Buffer) η οποία γίνεται μέσω του SN για την ανταλλαγή μηνυμάτων.

Στα κέντρα E.W.S.D. της Ελλάδος έχουν εγκατασταθεί SN τύπου DE 5 που αποτελούνται από 5 βαθμίδες T-S-S-S-T. στον τύπο DE 5, οι βαθμίδες (T), χρόνου τοποθετούνται σε διαφορετικό ικρίωμα από τις βαθμίδες χώρου (S).

Οι μονάδες μεταγωγής χρόνου και χώρου του SN συγκροτούνται ως εξής:

Ø Μια ομάδα TSG (Time Stage Group) που αποτελείται από 16 πλακέτες μεταγωγής χρόνου TSM (Time Stage Module).

Ø Μια ομάδα SSG (Space Stage Group) που αποτελείται από:

1. 16 πλακέτες μεταγωγής χώρου τύπου SSM 8/15.

2. 15 πλακέτες μεταγωγής χώρου τύπου SSM 16/16.

Το επιλογικό πεδίο είναι μια καθαρά απλή μαθηματική εργασία, αλλάζει τις κωδικοποιημένες λέξεις σε σχέση με χρονοθυρίδες και σε σχέση με τις αρτηρίες. Η κατασκευή του αποτελείται από 7 μόνο είδη πλακετών:

1. LIL πλακέτα προσαρμογής TSM με LTG.
2. TSM πλακέτα βαθμίδας χρόνου. Κάνει μεταγωγή χρόνου και χώρου και βρίσκεται μετά τη LIL.
3. LIS πλακέτα προσαρμογής TSM με LTG. Η πλακέτα αυτή υπάρχει και στο πεδίο του χώρου και στο πεδίο του χρόνου καθ' ότι τα δυο αυτά πεδία έχουν διαφορετικό ρολόι και χρήζουν προσαρμογή.
4. SSM 8/15 πλακέτα βαθμίδας χώρου. Κάνει μεταγωγή χώρου όπου οι 8 εισερχόμενες ταυτόχρονες πληροφορίες βγαίνουν σε 8 από τις 15 εξόδους. Οι υπόλοιπες 7 είναι κενές πληροφοριών.
5. SSM 16/16 πλακέτα βαθμίδας χώρου. Κάνει μεταγωγή χώρου όπου οι 16 εισερχόμενες ταυτόχρονες πληροφορίες βγαίνουν σε 16 εξόδους. Δεν έχει κενές.
6. LIM πλακέτα προσαρμογής TSM, SSM, SGC με MB. Η πλακέτα LIM είναι προσαρμοστική μεταξύ του Message Buffer (MB) και των πλακετών TSM, SSM, SGC.
7. SGC πλακέτα ελέγχου ομάδος. Η πλακέτα αυτή είναι η πλακέτα που δέχεται μέσω του προσαρμοστή LIM τις εντολές από τον CP και στη συνέχεια τις διοχετεύει στις πλακέτες TSM, SSM 8/15 και SSM 16/16.

### **Message Buffer (MB) Συσσωρευτής μηνυμάτων**

Ο MB αποτελεί μέρος της περιοχής του κεντρικού υπολογιστή CP. Οι λειτουργικές μονάδες του MB ελέγχουν την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των παρακάτω υποσυστημάτων:

- Ø CP και LTG: Επεξεργασία μηνυμάτων για την αποκατάσταση διασυνδέσεων καναλιών μιας τηλεφωνικής κλήσεως, διαχείρισεως και αυτοπροστασίας ή μηνυμάτων συντηρήσεως.
- Ø LTG και LTG: Για την ανταλλαγή αναφορών επεξεργασίας κλήσεων μεταξύ δυο LTG.
- Ø LTG και CCNC: Μηνύματα επεξεργασίας κλήσεων μεταξύ δυο ψηφιακών κέντρων.
- Ø CP και SGC: Θέτει οδηγίες για το μεταγωγικό πεδίο SN.

Ο MB είναι διπλότυπο στον εαυτό του και αποτελείται από έναν MB 0 και MB 1 που λειτουργούν με καταμερισμό φορτίου. Ο MB είναι συνδεδεμένος με:

- Ø Τις LTG μέσω των δυο αρτηριών :
  1. SDC:TSG 0 – SDC: LTG 0
  2. SDC:TSG 1 – SDC: LTG 1
- Ø Τους SGC μέσω αρτηρίας SDC:SGC. Ανάλογα με το μέγεθος του επιλογικού πεδίου σε έναν MB 0 και MB 1 μπορούν να συνδεθούν μέχρι 12 SGC μέσω μιας αρτηρίας SDC:SGC.
- Ø Ο IOP:MB του CP μέσω συστημάτων B:MBG 0 και B:MBG 1.

Ανάλογα με το μέγεθος του κέντρου ο MB μπορεί να φθάσει μέχρι 4 διπλότυπα MBG. Κάθε ομάδα MBG είναι τοποθετημένη σε ένα πλαίσιο ικριώματος και αποτελείται από τις κάτωθι λειτουργικές μονάδες:

- Ø MBU:LTG = μονάδα MB για τις LTG.
- Ø MBU:SGC = μονάδα MB για τους SGC του μεταγωγικού πεδίου.
- Ø CG = Clock Generator = γεννήτρια παλμών (ρολόι).
- Ø MUX = προσαρμοστής με το μεταγωγικό πεδίο SN.
- Ø Interface Adaptor.

### MBU: LTG

Μια μονάδα MBU:LTG αποτελείται από 4 πλακέτες T/RC (Transmission/Receiver Controls) ελεγκτές εκπομπής και λήψεως και μια πλακέτα MDM διανομής μηνυμάτων. Κάθε T/RC πλακέτα μπορεί να ελέγξει την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ του IOP:MB του CP και ένα μέγιστο αριθμό 16 LTG μέσω 16 TS καναλιών μηνυμάτων. Έτσι ένας IOP:LTG επιτρέπει σε ένα κέντρο να επεκταθεί σε βαθμίδες των 16 LTG. Οι 4 T/RC είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους μέσω μιας πλακέτας διανομής μηνυμάτων, που διανέμει τα μηνύματα που καταφθάνουν από τον IOP:MB στον κατάλληλο T/RC και συλλέγει τα μηνύματα που τροφοδοτούν οι LTG τα T/RC και τα προωθεί στον IOP:MB.

### MBU: SGC

Η μονάδα MBU:SGC συμπληρώνεται με τον προσαρμοστή Interface Adaptor προς τον IOP:MB για να αποτελέσουν μια κοινή πλακέτα. Η δομή της MBU:SGC είναι ίδια με του MBU:LTG. Αλλά επειδή ελέγχει το πολύ 3 κανάλια μηνυμάτων δεν χρειάζεται διανομέα

μηνυμάτων MDM. Το MBU:SGC ελέγχει την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ το πολύ 3<sup>ov</sup> SGC και του IOP:MB.

### CG

Το CG και ο πολυπλέκτης MUX συμπεριλαμβάνονται σε μια πλακέτα. Το CG συγχρονίζεται με το κεντρικό ρολόι CCG και παράγει τον παλμό ρολογιού και το FMB (Frame Mark Bit).

### MUX

Το τσιπάκι του πολυπλέκτη συμπεριλαμβάνει δυο πολυπλέκτες, που ο καθένας συνδέει μια MBU:LTG στο SN. Η πληροφορία ανταλλάσσεται μεταξύ της MBU:LTG και της συνεργαζόμενης LTG μέσω 63 ενεργών εισερχόμενων και εξερχόμενων καναλιών κάθε αρτηρίας SDC:TSG.

### INTERFACE ADAPTOR

Ο προσαρμοστής αυτός μετατρέπει τα Push-Pull σήματα του IOP:MB σε μορφή TTL (Transistor-Transistor Logic) και αντίστροφα.

## **COORDINATION PROCESSOR CP**

Ο πολυεπεξεργαστής αυτός χειρίζεται τη βάση δεδομένων όπως και τις λειτουργίες σχηματισμού και συντονισμού. Μερικές από τις λειτουργίες του CP είναι:

1. Ενταμίευση και διαχείριση όλων των προγραμμάτων (software) του κέντρου.
2. Ενταμίευση και διαχείριση όλων των δεδομένων (database) του κέντρου όπως οι πληροφορίες για την ανάλυση των ψηφίων, τις δρομολογήσεις, τις χρεώσεις κτλ.
3. Επεξεργασία της λαμβανόμενης πληροφορίας για τη δρομολόγηση των κλήσεων, επιλογή αρτηριών μέσω SN κτλ.
4. Εποπτεία όλων των υποσυστημάτων, λήψη και ανάλυση των μηνυμάτων σφαλμάτων, και μηνυμάτων εποπτείας, διαχείριση συναγερμών, εντοπισμό βλάβης και εξουδετέρωσή της και σχηματισμό λειτουργιών.
5. Διαχείριση της επικοινωνίας ανθρώπου-μηχανής που γίνεται με γλώσσα MML (Man Machine Language) δηλαδή μεταξύ του συντηρητή και του κέντρου, μέσω του τερματικού OMT (Operation Maintenance Terminal).



Δυο τύποι CP καλύπτουν την όλη σειρά των EWSD ψηφιακών κέντρων, ο CP 112 και ο CP 113.

Ο CP 112 έχει μια ικανότητα διαχείρισης 80.000 BHCA (Bush Hour Call Attempt) και χρησιμοποιείται σε κέντρα μικρού και μεσαίου μεγέθους, φορητά. Ο CP 112 αποτελείται από τις παρακάτω εις διπλούν μονάδες:

- Ø MU = Memory Unit – μονάδα μνήμης 16 MB.
- Ø PU = Processing Unit – μονάδα επεξεργασίας.
- Ø BA = Bus Arbiter – μονάδα διασυνδέσεως.
- Ø BEU = Bus Extension Unit – μονάδα επέκτασης διασυνδέσεως.

Ο CP 113 χρησιμοποιείται σε κέντρα μεσαίου μέχρι πολύ μεγάλου μεγέθους. Μπορεί να επεκταθεί σε βαθμίδες. Έχει μια μέγιστη ικανότητα διαχείρισης περίπου 1.000.000 κλήσεων (BHCA). Στο CP 113 λειτουργούν παράλληλα δυο ή περισσότεροι όμοιοι επεξεργαστές με κατανομή φορτίου. Το ονομαστικό φορτίο των N επεξεργαστών κατανέμεται μεταξύ N+1 επεξεργαστές. Αυτό σημαίνει ότι εάν ένας επεξεργαστής πάθει βλάβη, η λειτουργία μπορεί να συνεχισθεί χωρίς περιορισμό της κίνησης.

Οι κύριες λειτουργικές μονάδες του CP είναι:

1. Δυο μνήμες CMY (Common MemorY) που περιέχουν τις ίδιες ακριβώς πληροφορίες. Ονομάζονται κοινές καθότι εξυπηρετούν όλους τους επεξεργαστές. Και οι δυο μνήμες είναι ACT. Ο επεξεργαστής ζητά ή γράφει την πληροφορία και από τις δυο μνήμες CMY και συγκρίνει τις απαντήσεις και επιλέγει την μια. Κάθε μνήμη αποτελείται από τον ελεγκτή μνήμης MYC και 4 τράπεζες πληροφοριών MYB 0 – MYB 4. Η εγγραφή και ανάγνωση στις τράπεζες γίνεται μέσω του MYC.
2. Οι αρτηρίες μνημών BCMY αποτελούνται από μικροεπεξεργαστές που επιτρέπουν σε έναν επεξεργαστή την επικοινωνία με τις δυο μνήμες, ενώ η άλλη είναι απομονωμένη από τις μνήμες. Η φάση εγγραφής είναι διαφορετική από τη φάση ανάγνωσης και ειδικότερα στην ανάγνωση υπάρχει μεγαλύτερη καθυστέρηση.
3. Οι επεξεργαστές που κατασκευαστικά είναι ίδιοι αλλά διαφέρουν στην λειτουργία τους.
  - i. Ο BAP M (BAse Processor Master) βασικός επεξεργαστής αναλαμβάνει την προστασία του συστήματος – λειτουργία και συντήρηση – αποπεράτωση κλήσεων.
  - ii. Ο BAP S (BAse Processor Spare) κάνει μόνο αποπεράτωση κλήσεων και σε περίπτωση βλάβης του BAP M γίνεται αυτός BAP M και τα αναλαμβάνει όλα.

- iii. Οι CAP (CALL Processor) επεξεργαστές κλήσεων χρησιμοποιούνται μόνο όταν το κέντρο επεκταθεί πολύ και οι BAP M – BAP S δεν επαρκούν. Οι CAP κάνουν μόνο αποπεράτωση κλήσεων και δεν μπορούν να αντικαταστήσουν με κανένα τρόπο τους BAP M – BAP S.
  - iv. Οι IOC επεξεργαστές εισόδου – εξόδου είναι συγχρονισμένοι με τους BAP και CAP και έχουν σαν στόχο τη μετατροπή των πληροφοριών που έρχονται από τους IOP 16 Bit σε 32 Bit όπως και την επικόλληση ετικέτας στην πληροφορία προς τον BAP ή CAP.
4. Οι προσαρμοστές IOP εισόδου – εξόδου είναι συνδεδεμένοι από τη μια πλευρά στις λειτουργικές μονάδες και από την άλλη στις περιφερειακές μονάδες. Έτσι ανάλογα με τις περιφερειακές μονάδες οι IOP διαχωρίζονται ως εξής:
- Ø IOP:MB (LTG/SGC) παρέχεται επικοινωνία προς το συσσωρευτή μηνυμάτων MB και μέσω αυτού προς τους GP των LTG ή τους SGC των SN.
  - Ø IOP:MB (CCG) επικοινωνία προς την κεντρική γεννήτρια ρολογιού.
  - Ø IOP:MB (SYPC) επικοινωνία προς τη μονάδα ελέγχου του πλαισίου εποπτείας.
  - Ø IOP:TA επικοινωνία προς τη μονάδα χρόνου και συναγερμών.
  - Ø IOP:MDD επικοινωνία προς τις περιφερειακές μονάδες μαγνητικών δίσκων.
  - Ø IOP:MTD επικοινωνία προς τις περιφερειακές μονάδες μαγνητικής ταινίας.
  - Ø IOP:SCD επικοινωνία προς τις περιφερειακές μονάδες μέσω των οποίων επικοινωνούμε με το κέντρο.

### **Central Clock Generator (CCG)** **Γεννήτρια Κεντρικού Ρολογιού**

Η γεννήτρια κεντρικού ρολογιού CCG χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό του κέντρου και όπου είναι ανάγκη του δικτύου. Το CCG έχει πολύ μεγάλη ακρίβεια ( $10^{-9}$ ) και μπορεί να συγχρονιστεί και με ένα εξωτερικό ρολόι μεγαλύτερης ακρίβειας ( $10^{-11}$ ). Από την στιγμή που χρησιμοποιούμε PCM είναι απαραίτητο το ρολόι για το συγχρονισμό των χρονοθυρίδων στα διάφορα υποσυστήματα. Κάθε υποσύστημα όπως DLU, LTG, SN, MB έχει το δικό του ρολόι.

Ο συγχρονισμός ελέγχεται ιεραρχικά. Δηλαδή το κεντρικό ρολόι CCG συγχρονίζει το ρολόι του MB και αυτό με τη σειρά του το ρολόι

του SN και αυτό τα ρολόγια των LTG και αυτά των DLU. Όλα τα ρολόγια είναι διπλά και έχουν ξεχωριστό δίκτυο. Εάν και τα δυο κεντρικά ρολόγια CCG βγουν εκτός λειτουργίας, τότε αναλαμβάνουν τα GCG του MB. Εάν και αυτά χαλάσουν τότε κάθε υποσύστημα δουλεύει ανεξάρτητο με τα ρολόγια του. Βέβαια σε αυτή τη περίπτωση δε θα έχουμε τον απαιτούμενο συγχρονισμό.

### **Μοντέλο OSI και Σύστημα Σηματοδοσίας NO.7**

Στην τηλεφωνία σηματοδοσία σημαίνει μεταφορά πληροφορίας και συγκεκριμένων οδηγιών που σχετίζονται με τον έλεγχο και την επίβλεψη των τηλεφωνικών συνδέσεων. Η σηματοδοσία χωρίζεται, σε σηματοδοσία βρόγχου και σηματοδοσία μεταξύ κέντρων.

Στη σηματοδοσία συνδρομητικού βρόγχου εννοούμε σηματοδοσία μεταξύ συνδρομητικής συσκευής και του τοπικού κέντρου. Στη σηματοδοσία κέντρων υπάρχουν δυο μέθοδοι σηματοδοσίας. Σηματοδοσία σχετιζόμενου καναλιού (Channel Associated Signaling = CAS), όπου η πληροφορία μεταφέρεται στο κανάλι ομιλίας ή σε διπλανό κανάλι στη PCM γραμμή και σηματοδοσία κοινού καναλιού (Common Channel Signaling = CCS), όπου το σηματοφόρο κανάλι χωρίζεται τελείως από το κανάλι ομιλίας. Εξαιτίας της μεγάλης χωρητικότητας, ένα κανάλι σηματοδοσίας στο CCS μπορεί να εξυπηρετήσει ένα μεγάλο αριθμό καναλιών ομιλίας.

Η οργάνωση ITU είναι υπεύθυνη για τον ορισμό των interfaces παγκοσμίως και την πιστοποίηση μεθόδων που χρησιμοποιούνται στις ψηφιακές επικοινωνίες. Το σύστημα σηματοδοσίας NO.7 αποτελεί μια λεπτομερή ανάπτυξη των συστάσεων που ορίζουν τα πρωτόκολλα για την εσωτερική επικοινωνία ψηφιακών δικτύων. Σχεδιάστηκε όχι μόνο για τη σύνδεση και εποπτεία των τηλεφωνικών κλήσεων αλλά και για υπηρεσίες που δε σχετίζονται με την ομιλία (π.χ. επικοινωνία πακέτων).

Τα πλεονεκτήματα του CCS συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Ø Υψηλή χωρητικότητα. Μεγάλες ποσότητες μπορούν να μεταφερθούν ταυτόχρονα.
- Ø Μικρότερος χρόνος αποκατάστασης κλήσης. Εξαιτίας της ταχύτητας σηματοδοσίας (100-500 ms/κλήση).
- Ø Λιγότερη ποσότητα εξοπλισμού. Δε χρειάζεται ξεχωριστός εξοπλισμός για κάθε κύκλωμα ομιλίας.
- Ø Μικρότερος χρόνος αναμονής σε κατειλημμένη κλήση. Η σηματοδοσία έρχεται από το κέντρο αφετηρίας και όχι από το κέντρο προορισμού.
- Ø Μεγαλύτερη αξιοπιστία. Η σηματοδοσία ελέγχεται από ένα αριθμό εποπτικών λειτουργιών.

- Ø Καλύτερη χρήση του εξοπλισμού. Δεν χρησιμοποιεί σηματοφόρο κανάλι σε κάθε PCM γραμμή.
- Ø Ευελιξία. Μπορεί να μεταφέρει κάθε είδος ψηφιακής πληροφορίας και να χρησιμοποιηθεί για πολλές διαφορετικές υπηρεσίες.
- Ø Συμβατό με το ISDN.

Εξαιτίας της τυποποίησης που έχει γίνει από την ITU είναι δυνατή η επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων σε όλο τον κόσμο. Όταν η επικοινωνία δεδομένων εμφανίσθηκε, διαφορετικά είδη προτύπων είχαν οριστεί. Οι πολλές διαφορές δεν ήταν προς όφελος των χρηστών και αυτό οδήγησε στη δημιουργία του ISO (International Standard Organization). Στόχος ήταν η διασύνδεση διαφορετικών συστημάτων επικοινωνίας δεδομένων σε όλο το κόσμο. Η ISO παρουσίασε τα αποτελέσματα αυτής της τυποποίησης με τη πρώτη έκδοση που ονομάστηκε OSI (Open System Interconnection – Διασύνδεση Ανοιχτών Συστημάτων). Η ITU υιοθέτησε αυτό το σύστημα αναφοράς και το περιέγραψε αναλυτικά στη σύσταση X.200.

Το μοντέλο OSI αποτελείται από 7 στρώματα, τα οποία είναι εντελώς ανεξάρτητα μεταξύ τους. Το μοντέλο δίνει ένα δομημένο τρόπο καθορισμού τεχνικών και λειτουργικών απαιτήσεων στη διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ των συστημάτων. Για κάθε στρώμα στο μοντέλο αναφοράς υπάρχουν δύο είδη προτύπων:

- Ø Καθορισμός υπηρεσίας – Καθορίζει τις λειτουργίες που πρέπει να έχει το στρώμα και ποιες υπηρεσίες πρέπει να παρέχει στο χρήστη ή σε ανώτερο στρώμα.
- Ø Προδιαγραφές πρωτοκόλλου – Προσδιορίζει τον τρόπο, με τον οποίο οι λειτουργίες ενός στρώματος σε ένα σύστημα διασυνεργάζονται με το αντίστοιχο στρώμα σε ένα άλλο σύστημα.

Τα πλεονεκτήματα σε αυτό το καλά δομημένο μοντέλο είναι η ανταλλαγή πρωτοκόλλου σε ένα στρώμα χωρίς να επηρεάσει το άλλα στρώματα και η ελεύθερη υλοποίηση των λειτουργιών σε κάθε στρώμα.

### **Περιγραφή των Στρωμάτων**

- Ø Στρώμα εφαρμογής (Application Layer) – Αυτό το στρώμα παρέχει υπηρεσίες για υποστήριξη της διαδικασίας εφαρμογής και έλεγχο της συνολικής επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών. Υπάρχουν, για παράδειγμα, πρωτόκολλα για μεταφορά αρχείων,

διαχείριση μηνυμάτων, υπηρεσίες καταλόγου και λειτουργία και συντήρηση.

- Ø Στρώμα παρουσίασης (Presentation Layer) – Αυτό το στρώμα καθορίζει τη σύνταξη των δεδομένων. Μετατρέπει τη σύνταξη που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή, στην κοινή σύνταξη που θα χρησιμοποιηθεί στην ενδιάμεση επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών.
- Ø Στρώμα συνόδου (Session Layer) - Αυτό το στρώμα αποκαθιστά τις συνδέσεις μεταξύ των στρωμάτων παρουσίασης σε διαφορετικά συστήματα. Ακόμη είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο, το συγχρονισμό και αποσύνδεση του διαλόγου.
- Ø Στρώμα μεταφοράς (Transport Layer) - Αυτό το στρώμα εγγυάται ότι η κομιστική υπηρεσία έχει τη ποιότητα που χρειάζεται για τη ζητούμενη εφαρμογή. Επίσης το στρώμα μεταφοράς διευκολύνει την επικοινωνία των δεδομένων π.χ. πολυπλέκοντας ή διαχωρίζοντας τα δεδομένα πριν φθάσουν στο δίκτυο.
- Ø Στρώμα δικτύου (Network Layer) - Αυτό το στρώμα παρέχει ένα διαφανές κανάλι για τη μετάδοση των δεδομένων μεταξύ των στρωμάτων μεταφοράς στα διαφορετικά συστήματα. Είναι υπεύθυνο για την αποκατάσταση, διατήρηση και απόλυση των συνδέσεων μεταξύ των συστημάτων, καθώς και τη διαχείριση της διευθυνσιοδότησης και δρομολόγησης των κυκλωμάτων.
- Ø Στρώμα ζεύξης δεδομένων (Data Link Layer) - Αυτό το στρώμα παρέχει το κύκλωμα και τις λειτουργίες για την αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ των στρωμάτων του δικτύου. Παρέχει τους πόρους για ανίχνευση και διόρθωση σφάλματος, έλεγχο ροής και επαναμετάδοση.
- Ø Φυσικό στρώμα (Physical Layer) - Αυτό το στρώμα παρέχει τους μηχανικούς, ηλεκτρικούς, λειτουργικούς και διαδικαστικούς πόρους για την δυαδική μετάδοση μεταξύ των στρωμάτων ζεύξης δεδομένων. Περιέχει ακόμη λειτουργίες για την μετατροπή των δεδομένων σε σήματα συμβατά με το μέσο μετάδοσης.

Το δίκτυο σηματοδοσίας NO.7 περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- “ Σημείο σηματοδοσίας (Signaling Point) – Το σημείο σηματοδοσίας είναι ένας κόμβος μεταγωγής ή επεξεργασίας στο δίκτυο σηματοδοσίας, με τις λειτουργίες του SS NO.7 υλοποιημένες σε αυτό. Αναγνώριση του σημείου σηματοδοσίας γίνεται από ένα μοναδικό κώδικα (14 bits) γνωστό ως Κώδικας Σημείου Σηματοδοσίας (Signaling Point Code).
- “ Σημείο μεταφοράς σηματοδοσίας (Signaling Transfer Point) – Το σημείο σηματοδοσίας που μπορεί να δρομολογήσει τα μηνύματα σηματοδοσίας στο σημείο προορισμού. Στη περίπτωση αυτή μόνο το

Μέρος Μεταφοράς Μηνύματος (MTP) χρησιμοποιείται στη μηνυματοδοσία.

- Ζεύγος σημείων μεταφοράς σηματοδοσίας (Signaling Transfer Point – Pair) – Για λόγους ασφάλειας τα STP εργάζονται μαζί σε ζεύγη. Υπό κανονικές συνθήκες η σηματοδοσία μοιράζεται μεταξύ των δυο STP. Σε περίπτωση αποτυχίας σε ένα STP, το άλλο STP πρέπει να έχει τη χωρητικότητα να χειρισθεί και τη σηματοδοσία στο αποτυχημένο STP.
- Ζεύγη σηματοδοσίας (Signaling Link) – Η ζεύξη δεδομένων που συνδέει δυο σημεία σηματοδοσίας είναι μια ζεύξη σηματοδοσίας. Παρόλο που δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ζεύξη σηματοδοσίας σε κάθε PCM γραμμή, είναι δυνατό να υπάρχουν παραπάνω από μια ζεύξεις μεταξύ δυο σημείων σηματοδοσίας. Θεωρητικά μια ζεύξη σηματοδοσίας μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι 5000 συνδέσεις. Στην πραγματικότητα λιγότερο από 500 συνδέσεις ελέγχονται από μια ζεύξη σηματοδοσίας για λόγους ασφάλειας.
- Σύνολο ζεύξεων σηματοδοσίας (Link Set) – Ένας αριθμός από παράλληλες ζεύξεις σηματοδοσίας που συνδέουν τα ίδια σημεία σηματοδοσίας.
- Οδευση σηματοδοσίας (Signaling Root) – Ο προκαθορισμένος δρόμος που ένα μήνυμα ακολουθεί στο δίκτυο σηματοδοσίας από το αφετηριακό σημείο σηματοδοσίας μέχρι το σημείο προορισμού. Κάθε οδευση μεταφέρει κίνηση για ένα μόνο προορισμό.
- Σύνολο οδεύσεων σηματοδοσίας (Signaling Root Set) – Το σύνολο των οδεύσεων σηματοδοσίας από ένα αφετηριακό σημείο σηματοδοσίας μέχρι το σημείο προορισμού.

### **ΘΕΩΡΙΑ ISDN**

Το ISDN είναι ένα δίκτυο που αποτελεί εξέλιξη του τηλεφωνικού Ενοποιημένου Ψηφιακού Δικτύου (IDN – Integrated Digital Network) και παρέχει δυνατότητα ψηφιακής σύνδεσης από άκρη σε άκρη για υποστήριξη μιας ευρείας κλίμακας υπηρεσιών, στις οποίες οι χρήστες έχουν πρόσβαση μέσω ενός συνόλου συγκεκριμένων interfaces πολλαπλών στόχων μεταξύ χρήστη και δικτύου. Τα πλεονεκτήματα του ISDN είναι:

- Το ISDN είναι βασισμένο στο ενοποιημένο ψηφιακό δίκτυο IDN και περιλαμβάνει κοινές δισύρματες συνδρομητικές γραμμές, τη δομή ζεύξης 32 ή 24 PCM καναλιών και Σύστημα Σηματοδοσίας NO.7.
- Η ικανότητα ψηφιακής σύνδεσης από άκρη σε άκρη σημαίνει ότι τα τεμαχικά και οι συνδρομητικές γραμμές είναι ψηφιακά. Το

πλεονέκτημα της ψηφιακής επικοινωνίας είναι η ασφαλέστερη και πιο ευέλικτη μεταφορά πληροφορίας από ότι στις αναλογικές επικοινωνίες.

- Υποστηρίζει μια ευρεία κλίμακα υπηρεσιών που καλύπτει όλες τις υπάρχουσες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες καθώς και νέες μελλοντικές υπηρεσίες.
- Οι χρήστες του ISDN έχουν πρόσβαση σε διαφορετικές υπηρεσίες μέσω συγκεκριμένων τύπων διασύνδεση χρήστη – δικτύου ανεξάρτητων από τις ζητούμενες υπηρεσίες. Επίσης σε κάθε συνδρομητή εκχωρείται ένας μοναδικός αριθμός διεύθυνσης, ανεξάρτητα από τον αριθμό και τον τύπο των υπηρεσιών επικοινωνίας που αυτός απαιτεί.
- Μια πρόσβαση χρήστη – δικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα για περισσότερες από μια συνδέσεις. Έτσι, χρησιμοποιώντας την ίδια κυκλωματική υποδομή, αλλά μεταδίδοντας ένα ψηφιακό σήμα αντί για αναλογικό, επιτυγχάνουμε μεταφορά δεδομένων πολύ υψηλότερου ρυθμού από τις αναλογικές γραμμές – οι οποίες μόνο με ειδικό εξοπλισμό πετυχαίνουν έως και 56 kbps.
- Σε όλο το ISDN δίκτυο χρησιμοποιείται σηματοδοσία “out-of-channel” που σημαίνει ότι η πληροφορία σηματοδοσίας μπορεί να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή από τη διαδρομή των ψηφιακών καναλιών.
- Μεταξύ χρήστη – δικτύου, χρησιμοποιείται το Σύστημα Σηματοδοσίας DSS 1 (Digital Subscriber Signaling NO.1) που πλεονεκτεί της σηματοδοσίας κοινού καναλιού.

## **ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ISDN**

Υπάρχουν δυο τύποι προσβάσεων μεταξύ χρήστη – δικτύου, σύμφωνα με την ITU-T οι οποίες αναφέρονται σε συγκεκριμένες καταστάσεις κίνησης και με συγκεκριμένο μέγιστο αριθμό καναλιών επικοινωνίας. Οι τύποι αυτοί είναι:

1. Πρόσβαση Βασικού Ρυθμού (BRA-Basic Rate Access).
2. Πρόσβαση Πρωτεύοντος Ρυθμού (PRA-Primary Rate Access).

Μια Πρόσβαση Βασικού Ρυθμού χρησιμοποιείται για χαμηλές ταχύτητες. Κανονικά περιλαμβάνει ένα κανάλι σηματοδοσίας (D) και δυο κανάλια επικοινωνίας (B) και χρησιμοποιεί την κοινή δισύρματη γραμμή. Ένα παράδειγμα συνδρομητή συνδεδεμένου μέσω αυτού του τύπου πρόσβασης είναι ένα σπίτι ή μια μικρή επιχείρηση.

Μια Πρόσβαση Πρωτεύοντος Ρυθμού μπορεί να χειριστεί υψηλότερες ταχύτητες από την Πρόσβαση βασικού Ρυθμού. Παράδειγμα

συσκευών που μπορούν να συνδεθούν σε πρόσβαση πρωτεύοντος ρυθμού είναι ένα ιδιωτικό συνδρομητικό κέντρο (ISPBX) και ένας πολυπλέκτης (IMUX) για ISDN. Ο IMUX είναι συνδεδεμένος στο ISDN μέσω μιας πρόσβασης πρωτεύοντος ρυθμού, ενώ το ISPBX μέσω μιας ή περισσότερων προσβάσεων πρωτεύοντος ρυθμού.

Μια πρόσβαση πρωτεύοντος ρυθμού μπορεί να έχει οποιονδήποτε από τους ακόλουθους συνδυασμούς καναλιών πρόσβασης χρήστη:

1. Ένα κανάλι σηματοδοσίας και το πολύ 23 κανάλια επικοινωνίας.
2. Το πολύ 24 κανάλια επικοινωνίας.
3. Ένα κανάλι σηματοδοσίας και το πολύ 30 κανάλια επικοινωνίας (Ευρώπη).
4. Το πολύ 31 κανάλια σηματοδοσίας.

Οι δυο τύποι καναλιών πρόσβασης είναι τα B-κανάλια και τα D-κανάλια για σηματοδοσία. Το B-κανάλι έχει στόχο να μεταφέρει μια μεγάλη ποικιλία σειρών bits ψηφιακής πληροφορίας ανάμεσα σε ένα τερματικό και στο τοπικό κέντρο ISDN και στις δυο κατευθύνσεις. Κατόπιν, το B-κανάλι περνά διαφανώς μέσα από το ISDN προς ένα άλλο κέντρο ISDN και καταλήγει στο τερματικό προορισμού. Ένα B-κανάλι μπορεί να μεταφέρει πληροφορία όπως φωνή ψηφιακά κωδικοποιημένη κατά PCM και ψηφιακά δεδομένα.

Ο κύριος στόχος του D-καναλιού είναι να μεταφέρει πληροφορία σηματοδοσίας που σχετίζεται με τον έλεγχο μιας σύνδεσης μεταγωγής κυκλώματος μέσω του ISDN. Το κανάλι αυτό μεταφέρει την πληροφορία σηματοδοσίας ανάμεσα στο τερματικό και στο τοπικό κέντρο και στις δυο κατευθύνσεις. Στο κέντρο, η πληροφορία κατευθύνεται προς τις λειτουργίες ελέγχου του κέντρου.

Αν η πληροφορία σηματοδοσίας έχει την υψηλότερη προτεραιότητα στο D-κανάλι, υπάρχει συνήθως υπολείπουσα χωρητικότητα για μετάδοση άλλων τύπων πληροφορίας όπως:

- Μηνύματα από χρήστη σε χρήστη. Αυτά είναι μικρά μηνύματα κειμένου που μεταφέρουν τις λειτουργίες ελέγχου του κέντρου αλλά δεν αλλά δεν επεξεργάζονται, μόνο στέλνονται διαφανώς στο τερματικό λήψης.
- Περιορισμένο ποσό δεδομένων σε πακέτα που προορίζονται για μεταγωγή μέσω του ISDN προς ένα διαχειριστή πακέτων σε ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων.
- Πληροφορία τηλεμετρίας.

Τα B-κανάλια έχουν ρυθμό bit 64 Kbit/s, ενώ εφαρμόζονται δυο ρυθμοί bit για το D-κανάλι. Για BRA, το D-κανάλι έχει ρυθμό 16 Kbit/s, που είναι αρκετός για την πληροφορία σηματοδοσίας για τα δυο B-



κανάλια και ένα περιορισμένο ποσό πληροφορίας χρήστη προς χρήστη. Στην PRA, μπορούμε να έχουμε μέχρι 30 B-κανάλια και συνεπώς απαιτείται υψηλότερη χωρητικότητα για σηματοδότηση. Τότε το D-κανάλι έχει ρυθμό 64 Kbit/s. Και το B και το D κανάλι είναι αμφίδρομα κανάλια.

Μια ψηφιακή συνδρομητική γραμμή παρέχει αμφίδρομη μετάδοση πάνω σε ένα μόνο μεταλλικό συνεστραμμένο ζεύγος σε ένα ρυθμό επαρκή για να υποστηρίξει ISDN με δυο κανάλια επικοινωνίας και ένα κανάλι σηματοδότησης. Η φυσική απόληξη της ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής στο άκρο του δικτύου ονομάζεται τερματισμός γραμμής (LT). Η φυσική κατάληξη στο άκρο του συνδρομητή ονομάζεται τερματισμός δικτύου (NT).

Το ρεύμα bit που μεταδίδεται σε κάθε κατεύθυνση κατά μήκος της ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής είναι πολυπλεγμένο με διαίρεση χρόνου ώστε να παρέχει αρκετά κανάλια για πρόσβαση συνδρομητή.

## **ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Η πληροφορία που μεταφέρεται μέσα σε ένα ISDN είναι σε ψηφιακή μορφή και ταξινομείται σε πληροφορία χρήστη και πληροφορία ελέγχου. Η πληροφορία ελέγχου διαχωρίζεται από την πληροφορία χρήστη και δέχεται επεξεργασία από το κέντρο. Η πληροφορία του χρήστη μετάγεται μέσω του δικτύου στον χρήστη προορισμού.

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ**

Η πληροφορία χρήστη μεταφέρεται ανάμεσα στο χρήστη και στο τοπικό κέντρο ISDN είτε με ένα B-κανάλι είτε με ένα D-κανάλι, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά πληροφορίας. Παραδείγματα πληροφορίας που στέλνονται με το B-κανάλι είναι:

- Ψηφιοποιημένη φωνή.
- Ψηφιοποιημένη ακουστική πληροφορία από ένα modem στους χώρους του πελάτη.
- Ψηφιακά δεδομένα.

Παραδείγματα πληροφορίας που στέλνονται με το D-κανάλι είναι:

- Μηνύματα κειμένου.
- Δεδομένα πακέτου προς ένα δίκτυο πακέτων.

Η πληροφορία από χρήστη σε χρήστη, που μεταφέρεται μέσω μηνυμάτων του D-καναλιού για αποκατάσταση κλήσης, μεταφέρεται

επίσης μέσω μηνυμάτων ISUP για αποκατάσταση κλήσης. Κατά τη διάρκεια της κλήσης, τα μηνύματα μεταφέρονται πάνω στο ίδιο μονοπάτι σηματοδοσίας που αποκαταστάθηκε κατά τη διάρκεια του setup της κλήσης. Η ανάλυση του αριθμού Β δεν είναι απαραίτητη γιατί το μονοπάτι σηματοδοσίας υπάρχει ακόμη στη μνήμη του επεξεργαστή.

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ**

Αυτή η πληροφορία μεταφέρεται πάντα στο D-κανάλι. Συνιστάται από πληροφορία που απαιτείται από το ISDN, ένα δίκτυο διασυνεργασίας ή από ένα τερματικό, με σκοπό την αποκατάσταση, απόλυση ή την τροποποίηση μιας σύνδεσης μέσω του ISDN.

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΕΣ**

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του ISDN είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για πληροφορήσει το χρήστη για τις καταστάσεις που εμφανίζονται στο δίκτυο. Στη συμβατική τηλεφωνία, το δίκτυο ενημερώνει το συνδρομητή για τις δραστηριότητες στο δίκτυο μέσω τηλεφωνικών τόνων και ανακοινώσεων. Τέτοια παραδείγματα είναι ο τόνος κατάληψης και ο τόνος επιλογής. Το ISDN συμπληρώνει αυτούς τους τόνους και τις ανακοινώσεις με περιγραφικά μηνύματα κειμένου που στέλνονται πάνω στο D-κανάλι. Το δίκτυο μπορεί να στείλει ένα ολόκληρο κείμενο στο τερματικό του συνδρομητή.

## **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ISDN**

Στο ISDN, το interface χρήστη-δικτύου είναι απολύτως ψηφιακό. Τα Β και D-κανάλια που προέρχονται από το χρήστη τερματίζονται και διαχωρίζονται στο τοπικό κέντρο. Η πληροφορία του χρήστη από τα Β-κανάλια μεταφέρεται στους χρήστες προορισμού μέσω του δικτύου μεταγωγής, ενώ από τα D-κανάλια μεταφέρεται στους χρήστες προορισμού μέσω του δικτύου κοινού καναλιού.

Η πληροφορία ελέγχου χρησιμοποιείται από το τοπικό κέντρο για έλεγχο των υπηρεσιών και των συνδέσεων, ενώ περιλαμβάνει σηματοδοσία για διασύνδεση μεταξύ κέντρων που χρησιμοποιεί το δίκτυο κοινού καναλιού. Ένα τοπικό κέντρο ISDN δεν παρέχει απαραίτητα από μόνο του όλες τις υπηρεσίες. Το κέντρο που παρέχει υπηρεσίες μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε στο δίκτυο. Το τοπικό

κέντρο είναι τότε υπεύθυνο για την αποκατάσταση των αρχικών συνθηκών μιας κατάλληλης σύνδεσης με αυτό το κέντρο.

Γενικά, οι συνδρομητικές γραμμές ISDN είναι χρονικά πολυπλεγμένες και μεταφέρουν περισσότερα από ένα κανάλια. Για την αναγνώριση κάθε καναλιού είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποια δομή πλαισίου και συγχρονισμός αυτού. Στην πρωτεύουσα πρόσβαση του ISDN, χρησιμοποιείται η ίδια δομή με τα τηλεφωνικά δίκτυα, δηλαδή πολυπλεξία χρόνου και πλαίσιο με 30 κανάλια φωνής, ένα κανάλι σηματοδότησης και ένα για συγχρονισμό πλαισίου. Στη βασική πρόσβαση του ISDN, ορίζεται μια νέα δομή πλαισίου με δυο B-κανάλια και ένα D-κανάλι. Η πληροφορία που μεταφέρεται από τα B και D-κανάλια έχει διαφορετικές δομές ανάλογα με την εφαρμογή.

### **ΔΟΜΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΧΡΗΣΤΗ**

Η πληροφορία φωνής και η πληροφορία ψηφιοποιημένων δεδομένων ζώνης φωνής μεταδίδονται με ρυθμό 8 bits κάθε 125μsec. Το τερματικό λήψης ενημερώνεται για τη φύση της πληροφορίας από την πληροφορία ελέγχου. Τα ψηφιακά δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν χαρακτήρας-χαρακτήρας (ασύγχρονα) ή σε μεγαλύτερες ομάδες δεδομένων (σύγχρονα). Ο ρυθμός μετάδοσής τους είναι 64 Kbit/s. ο πραγματικός ρυθμός πληροφορίας του χρήστη μπορεί να είναι χαμηλότερος αλλά γίνεται προσαρμογή των ρυθμών από τον τερματικό προσαρμογέα.

### **ΔΟΜΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ**

Το πλαίσιο D-καναλιού έχει σαν πυρήνα την πληροφορία ελέγχου, αλλά περιέχει και έναν δείκτη για αναγνώριση και έναν αριθμό στοιχείων πληροφορίας. Τα περισσότερα από αυτά αφορούν έλεγχο κλήσης, αλλά μερικά περιέχουν πληροφορία χρήστη που παραδίδεται στο τερματικό για αποθήκευση ή οπτική παρουσίαση.

### **ΠΛΑΙΣΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕΙΡΩΝ BIT**

Μια σειρά bit συνήθως υποδιαιρείται σε έναν αριθμό πλαισίων. Η αρχή κάθε πλαισίου προσδιορίζεται από μια συγκεκριμένη σχηματομορφή bit ή κάποια άλλα μέσα. Το πλαίσιο είναι οργανωμένο σε χρονοθυρίδες που αποτελούνται από ένα ή περισσότερα bits. Μια ή περισσότερες χρονοθυρίδες σχηματίζουν ένα κανάλι.

Μια βασική πρόσβαση περιλαμβάνει δυο Β-κανάλια και ένα D-κανάλι που επαναλαμβάνονται 8.000 φορές το δευτερόλεπτο και περιέχουν 8 και 2 bits αντίστοιχα. Μια πρόσβαση πρωτεύοντος ρυθμού μπορεί να χρησιμοποιήσει μια ζεύξη PCM 2048 Kbit/s με δομή πλαισίου 32 χρονοθυρίδων των 8 bits η καθεμία, εκ των οποίων οι 30 χρονοθυρίδες μεταφέρουν φωνή διαμορφωμένη κατά PCM, μια μεταφέρει πληροφορία σηματοδοσίας και μια μεταφέρει πληροφορία για συγχρονισμό πλαισίου.

## **ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ**

Η σηματοδοσία των καναλιών Β μεταφέρεται πάντοτε από το κανάλι D, είτε πρόκειται για πρόσβαση BRA είτε PRA. Με τον όρο σηματοδοσία εννοούμε τη διακίνηση πληροφορίας ελέγχου και διαχείρισης των καναλιών Β. Η ροή της πληροφορίας αυτής υλοποιείται με την ανταλλαγή μηνυμάτων. Η τεχνική αυτή είναι γνωστή από την επιτυχή χρησιμοποίησή της σε άλλα δίκτυα δεδομένων. Το μήνυμα στη περίπτωση μας είναι μια κωδικοποιημένη ψηφιακή ακολουθία, δηλαδή ένα σύνολο δυαδικών ψηφίων με συγκεκριμένο μήκος και standard δομή. Ένα μήνυμα περιέχει πλήθος πληροφοριών που καλούνται στοιχεία πληροφορίας. Κάθε μήνυμα μάλιστα, ανάλογα με τον τύπο του, περιέχει ένα σύνολο στοιχείων πληροφορίας, το οποίο είναι βέβαια προκαθορισμένο. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η έννοια σηματοδοσία είναι ένα σύνολο λειτουργιών το οποίο, για την καλύτερη κατανόηση, χωρίζουμε σε 4 υποσύνολα που καλούνται στρώματα:

- Στο στρώμα 4 γίνεται σύνθεση του μηνύματος.
- Στο στρώμα 3 γίνεται δρομολόγηση του μηνύματος.
- Στο στρώμα 2 γίνεται ο έλεγχος της παράδοσης του μηνύματος στο τερματικό στο οποίο προορίζεται.
- Στο στρώμα 1 γίνεται η μετάδοση του μηνύματος πάνω από το φυσικό φορέα (π.χ. δισύρματη γραμμή).

## **ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΧΡΗΣΤΗ-ΔΙΚΤΥΟΥ**

Το ISDN διαθέτει δυο διαφορετικές περιοχές σηματοδοσίας, τη σηματοδοσία μεταξύ χρήστη-δικτύου στο D-κανάλι και τη σηματοδοσία μεταξύ ψηφιακών κέντρων μέσα στο ISDN. Η σηματοδοσία μεταξύ χρήστη-δικτύου που γίνεται πάνω στο D-κανάλι ονομάζεται Ψηφιακή Συνδρομητική Σηματοδοσία NO 1 ή DSS 1 και βασίζεται στα επίπεδα 1 έως 3 του OSI. Για τη σηματοδοσία μεταξύ των ψηφιακών κέντρων χρησιμοποιείται το Σύστημα Σηματοδοσίας NO 7 της ITU-T (SS7).

Το στρώμα 3 – στρώμα δικτύου (network) – της σηματοδοσίας DSS 1 στέλνει και λαμβάνει μηνύματα για αποκατάσταση και απόλυση κλήσης. Το μήνυμα για την έναρξη της αποκατάστασης κλήσης λέγεται setup, αποτελείται από εκατοντάδες bits και παραδίδεται χωρίς λάθη στο άλλο άκρο μέσω των στρωμάτων 2 και 1.

Το στρώμα 2 – στρώμα ζεύξης (link) – είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των μηνυμάτων του στρώματος 3 χωρίς λάθη μεταξύ χρήστη και δικτύου, πράγμα που σημαίνει ότι περιλαμβάνει λειτουργίες ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών. Για την ανίχνευση λαθών, προστίθεται στο μήνυμα του πλαισίου του στρώματος 2 μια πληροφορία ελέγχου. Αν ο δέκτης ανιχνεύσει, μέσω αυτής της πληροφορίας, ότι υπάρχει λάθος, ζητά την επανεκπομπή του μηνύματος.

Το στρώμα 1 – φυσικό στρώμα (physical) – στέλνει και λαμβάνει τα bits που διακινούνται μεταξύ χρήστη και δικτύου. Οι λειτουργίες του στρώματος 1 περιλαμβάνουν:

- Αναπαράσταση των ψηφιακών δεδομένων σε κώδικα γραμμής (PTC ή 2B1Q).
- Διαμόρφωση της δομής πλαισίου ώστε να είναι δυνατή η ανίχνευση των καναλιών μέσα στο πλαίσιο.
- Συγχρονισμός του ρεύματος bit.

## **ΣΤΡΩΜΑ 2 ΤΟΥ DSS 1**

Το πρωτόκολλο του στρώματος 2 βασίζεται στο πρωτόκολλο X.25 για πακετομεταγόμενες επικοινωνίες δεδομένων. Το στρώμα 2 του X.25 ονομάζεται LAP-B (Διαδικασία Πρόσβασης Ζεύξης-Ισοσταθμισμένη, Link Access Procedure-Balanced) . Το στρώμα 2 του ISDN ονομάζεται LAP-D (Link Access Procedure-for the D-channel) ή Διαδικασία Πρόσβασης Ζεύξης για το D-κανάλι.

Ένα μήνυμα σηματοδοσίας από το στρώμα 3 παραδίδεται στο στρώμα 2 το οποίο τοποθετεί το μήνυμα σε πλαίσιο. Το στρώμα 2 προσθέτει στο μήνυμα μια διεύθυνση (address), ένα τμήμα ελέγχου (control panel) και την ακολουθία ελέγχου λαθών (FCS-Frame Check Sequence) . Επίσης, προστίθεται η σημαία (flag) στην αρχή και στο τέλος του πλαισίου.

Η σημαία οριοθετεί το πλαίσιο και έχει οριστεί να είναι μια ακολουθία 01111110. Για να αποφευχθεί η εμφάνιση της σημαίας μέσα στο πλαίσιο, χρησιμοποιείται η διαδικασία παρεμβολής bit κατά την οποία εισάγεται ένα μηδενικό μετά από πέντε συνεχόμενους άσσους στο μήνυμα. Κατόπιν, το πλαίσιο παραδίδεται στο στρώμα 1 που το στέλνει bit προς bit πάνω στο D-κανάλι ανάμεσα στα ψηφία των B-καναλιών. Ο δέκτης, μετά την ανίχνευση της σημαίας αρχής, περιμένει να λάβει τη

σημαία τέλους. Όταν εμφανιστεί μια ακολουθία 5 συνεχόμενων άσπων, εξετάζει το έκτο ψηφίο. Αν αυτό είναι 0 απαλείφεται ενώ αν είναι 1 και το έβδομο είναι 0 τότε η ακολουθία θεωρείται σημαία. Το στρώμα 2 στέλνει επίσης πλαίσια χωρίς το μήνυμα του στρώματος 3. Όταν το πλαίσιο στρώματος 2 στέλνεται, γίνεται δεκτό ή απορρίπτεται ανάλογα με το αν η ανάλυση της FCS δείξει λάθος ή όχι.

Ένα πλαίσιο πληροφορίας που λαμβάνεται σωστά, επιβεβαιώνεται και γίνεται δεκτό με ένα σήμα RR (Receive Ready) του στρώματος 2. Ένα λανθασμένο πλαίσιο απορρίπτεται με ένα σήμα REJ (REject) του στρώματος 2 και τότε ο αποστολέας επανεκπέμπει το πλαίσιο πληροφορίας.

Κάθε πλαίσιο πληροφορίας αριθμείται για να διατηρείται η σωστή αλληλουχία των μηνυμάτων. Τα σήματα RR και REJ φέρουν αριθμούς που δείχνουν πιο πλαίσιο έχει γίνει δεκτό ή έχει απορριφθεί. Χρησιμοποιώντας τους αριθμούς, είναι δυνατόν να ελεγχθεί αν ένα πλαίσιο στάλθηκε δυο φορές ή αν χάθηκε. Τα σήματα RR και REJ περιέχονται στο τμήμα ελέγχου του πλαισίου του στρώματος 2.

Το τμήμα διεύθυνσης αποτελείται από δυο οχτάδες. Η πρώτη περιέχει έναν Δείκτη Σημείου Πρόσβασης Υπηρεσίας-SAPI (Service Access Point Identifier) ο οποίος προσδιορίζει τον τύπο υπηρεσίας που ζητείτε από το τερματικό. Για λόγους σηματοδοσίας, η τιμή SAPI είναι 0. Μια τιμή SAPI ίση με 16 δηλώνει μεταφορά πακέτων δεδομένων. Η δεύτερη οκτάδα περιέχει έναν Δείκτη Ακραίου Σημείου Τερματικού-TEI (Terminal Endpoint Identifier) ο οποίος προσδιορίζει το τερματικό. Ένα τερματικό μπορεί να έχει περισσότερες από μια τιμές TEI.

### **ΣΤΡΩΜΑ 3 ΤΟΥ DSS 1**

Υπάρχουν τρία πρωτόκολλα D-καναλιού πρόσβασης χρήστη-δικτύου. Τα οποία αντιστοιχούν στους τρεις τύπους πρόσβασης. Τα τρία πρωτόκολλα D-καναλιού είναι παρόμοια. Το πρωτόκολλο βασικής πρόσβασης είναι για μεμονωμένες συνδρομητικές γραμμές. Το πρωτόκολλο πρόσβασης πρωτεύοντος ρυθμού για ένα PABX είναι για ένα δρόμο προς ένα σημείο μεταγωγής. Το πρωτόκολλο πρόσβασης πρωτεύοντος ρυθμού για ένα IMUX είναι μίγμα των δυο, όπου οι βασικές προσβάσεις μπορούν να είναι μεμονωμένες συνδρομητικές γραμμές, μερικές από τις οποίες με ένα κοινό αριθμό ομάδας.

Το πρωτόκολλο βασικής πρόσβασης χρησιμοποιείται για επικοινωνία μεταξύ συνδρομητικών τερματικών και του τοπικού κέντρου ISDN. Η σηματοδοσία σχετίζεται με μια μεμονωμένη συνδρομητική γραμμή όπου μπορούν να συνδεθούν μέχρι 8 τερματικά.

Το πρωτόκολλο πρωτεύοντος ρυθμού που χρησιμοποιείται ανάμεσα στο ISDN και σε ένα ψηφιακό PABX περιέχει μια λειτουργία μεταγωγής. Μόνο μερικά τμήματα της σηματοδοσίας βασικής πρόσβασης είναι αναγκαία ανάμεσα στα τερματικά και το PABX. Τα 30 B κανάλια μπορούν να μοιραστούν σε δρόμους εισερχόμενους, εξερχόμενους και διπλής κατεύθυνσης.

Το πρωτόκολλο πρωτεύοντος ρυθμού για ένα IMUX διαφέρει από αυτό για ένα PABX γιατί το IMUX δεν έχει λειτουργία μεταγωγής. Υπάρχει μια σταθερή σχέση ανάμεσα στα 30 B-κανάλια και τις μεμονωμένες συνδρομητικές γραμμές που συνδέονται με το IMUX. Μια συνδρομητική γραμμή αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ζευγάρι B-καναλιών στην πρωτεύουσα πρόσβαση.

### **ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΧΡΗΣΤΗ-ΔΙΚΤΥΟΥ**

Η ακολουθία σηματοδοσίας για αποκατάσταση τηλεφωνικής κλήσης σε ένα ISDN είναι παρόμοια με αυτή στο PSTN. Οι ακολουθίες σηματοδοσίας για μια βασική πρόσβαση περιγράφονται παρακάτω.

Η αποκατάσταση ξεκινά επίσης με την αποστολή ενός μηνύματος setup από το καλούν τερματικό προς το δίκτυο. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται ομαδοποιημένη αποστολή. Το δίκτυο στέλνει ένα μήνυμα CALL PROC σαν επιβεβαίωση ότι η πληροφορία είναι πλήρης και ότι η διαδικασία μεταγωγής έχει αρχίσει, ενώ δεικνύει στο τερματικό το B-κανάλι που θα χρησιμοποιηθεί.

Όταν η καλούμενη συνδρομητική γραμμή έχει προσδιοριστεί, στέλνεται ένα μήνυμα SETUP στον B-συνδρομητή. Αν ένα τερματικό σε ηρεμία είναι συμβατό με την αίτηση κλήσης τότε στέλνει μήνυμα ανταπόκρισης-απάντησης. Αν η κλήση είναι τηλεφωνική, το τερματικό παράγει ένα σήμα κουδουνισμού και στέλνει ένα μήνυμα ALERT στο δίκτυο. Το μήνυμα ALERT ενημερώνει το καλούν τερματικό για τον κουδουνισμό μέσω ένδειξης που μπορεί να είναι τόνος κουδουνισμού και/ή μήνυμα κειμένου στην οθόνη.

Όταν ο B-συνδρομητής σηκώσει το ακουστικό, ένα μήνυμα CONNECT στέλνεται από το τερματικό στο δίκτυο, και στο καλούν τερματικό, οπότε σταματά η ένδειξη κουδουνισμού. Αν είχε σταλεί μήνυμα κειμένου στην οθόνη αντικαθίστανται από νέο κείμενο όπως το CONNECT. Τα μηνύματα σύνδεσης επιβεβαιώνονται με μηνύματα CONNECT ACKNOWLEDGE και η κλήση αποκαθίσταται σε ένα από τα B-κανάλια. Αν το καλούμενο τερματικό διαθέτει λειτουργία αυτόματης απάντησης, όπως σε ένα computer, δεν στέλνεται μήνυμα ALERT. Η πρώτη ανταπόκριση θα είναι μήνυμα CONNECT.

## **ΑΠΟΛΥΣΗ ΚΛΗΣΗΣ**

Η απόλυση μπορεί να ξεκινήσει από οποιαδήποτε πλευρά στέλνοντας ένα μήνυμα DISCONNECT. Αυτό το μήνυμα απαντάται με ένα μήνυμα RELEASE, το οποίο με τη σειρά του απαντάται με ένα RELEASE COMPLETE μήνυμα. Μετά από αυτή τη σηματοδότηση, το Β-κανάλι είναι ελεύθερο να ξαναχρησιμοποιηθεί.

## **ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ**

Όταν το μήνυμα SETUP δεν περιέχει πλήρη πληροφορία διεύθυνσης, το δίκτυο ανταποκρίνεται στο setup με ένα μήνυμα SETUP ACK το οποίο είναι αίτηση για περισσότερη πληροφορία. Το τερματικό θα στείλει τότε επιπλέον περισσότερη πληροφορία με ένα ή περισσότερα INFORMATION. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται αποστολή με επικάλυψη. Όταν το δίκτυο έχει λάβει αρκετή πληροφορία για να ξεκινήσει την αποκατάσταση κλήσης, στέλνει ένα μήνυμα CALL PROCEED.

## **ΑΠΟΒΟΛΗ ΚΛΗΣΗΣ**

Στην τηλεφωνία είναι δυνατόν να αποσυνδεθεί το τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της κλήσης και έπειτα να συνδεθεί σε άλλη πρίζα και να συνεχιστεί η συνομιλία. Επίσης είναι δυνατόν να ξαναβάλουμε το ακουστικό στη θέση του και να συνεχίσουμε να μιλάμε από άλλο τηλέφωνο. Αυτή η μεταφορά κλήσης είναι δυνατή γιατί η ίδια συνδρομητική γραμμή χρησιμοποιείται ακόμη.

Παρόμοιες διαδικασίες είναι επίσης δυνατές και στο ISDN. Προτού μετακινηθεί ένα τερματικό σε μια βασική πρόσβαση ή μια πρόσβαση IMUX πρωτεύοντος ρυθμού, το δίκτυο πρέπει να ενημερωθεί με ένα μήνυμα SUSPEND. Το τερματικό μπορεί να μετακινηθεί ή η κλήση να μεταφερθεί σε άλλο τερματικό στην ίδια παθητική αρτηρία. Το Β-κανάλι θεωρείται ακόμη κατειλημμένο και δεν μπορεί να καταληφθεί από άλλη κλήση. Για να αποκατασταθεί η σύνδεση ξανά, το τερματικό πρέπει να στείλει ένα μήνυμα RESUME.

## **ΗΜΙΜΟΝΙΜΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ**

Αυτές οι συνδέσεις αποκαθίστανται μέσω εντολών από τη διοίκηση και διατηρούνται μέχρι να απελευθερωθούν μέσω εντολής. Η σύνδεση καταλαμβάνει το Β-κανάλι συνεχόμενα όσο υφίσταται.



Συνεπώς, το Β-κανάλι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και αν δεν υπάρχει επικοινωνία.

Είναι δυνατόν ο συνδρομητής να απελευθερώσει προσωρινά την ημιμόνιμη σύνδεση ανάμεσα στο τερματικό και το τοπικό κέντρο, ενώ το άκρο της σύνδεσης παραμένει. Ο συνδρομητής μπορεί τότε να χρησιμοποιήσει το τερματικό και το Β-κανάλι για άλλες κλήσεις. Αργότερα το τερματικό μπορεί να ξανασυνδεθεί. Για αυτή την προσωρινή απόλυση, χρησιμοποιούνται ειδικά μηνύματα. Τα εθνικά Ευρωπαϊκά πρότυπα μηνυμάτων είναι DEACTIVATE και REACTIVATE.

Οι ημιμόνιμες συνδέσεις μπορούν να αποκατασταθούν σε διάφορα τμήματα του δικτύου, έτσι ώστε:

- Ένα τερματικό να μπορεί να συνδεθεί σε ένα computer.
- Ένα τερματικό να μπορεί να συνδεθεί σε άλλο δίκτυο.
- Τα PABX να μπορούν να έχουν γραμμές ζευκτικών κυκλωμάτων για απευθείας επικοινωνία.

### **ΔΟΜΗ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ ΧΡΗΣΤΗ-ΔΙΚΤΥΟΥ**

Το ποσό πληροφορίας στα μηνύματα ποικίλει πολύ ανάλογα με τον τύπο μηνύματος. Το μήνυμα περιέχει μια επικεφαλίδα που είναι υποχρεωτική για όλους τους τύπους μηνυμάτων καθώς και κάποια στοιχεία πληροφορίας.

Η επικεφαλίδα αποτελείται από τρία μέρη:

- Την ταυτότητα του πρωτοκόλλου.
- Την Αναφορά Κλήσης – έναν μοναδικό αριθμό ανά κλήση και πρόσβαση.
- Τον τύπο Μηνύματος.

Ένα μήνυμα SETUP μπορεί να περιέχει στοιχεία πληροφορίας όπως: Αριθμός Καλούμενης Ομάδας, Αριθμός Καλούσας Ομάδας, Κομιστική Ικανότητα, Πληροφορία χρήστη προς χρήστη κτλ. Ένα στοιχείο πληροφορίας αποτελείται από μια ή περισσότερες ομάδες bits. Οι αριθμοί Καλούμενης και Καλούσας Ομάδας και οι Υποδιευθύνσεις απαιτούν μια ακόμα ανά ψηφίο. Η πληροφορία από χρήστη σε χρήστη μπορεί να περιέχει μέχρι 128 χαρακτήρες.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ SETUP

- Η Κομιστική Ικανότητα υποδεικνύει πως θα έπρεπε το δίκτυο να χειρίζεται την κλήση, περιέχει πληροφορία για τον τύπο της σύνδεσης και τα χαρακτηριστικά του επιλεγόμενου δρόμου.
- Ο Προσδιορισμός Καναλιού ορίζει τον τύπο πρόσβασης και τον τύπο καναλιού που θα χρησιμοποιηθεί.
- Το Πληκτρολόγιο χρησιμοποιείται για κώδικες συμπληρωματικής υπηρεσίας από ένα τερματικό προς το δίκτυο. Στην αντίθετη κατεύθυνση, ένα στοιχείο Οθόνης χρησιμοποιείται για πληροφορία κειμένου από το δίκτυο στο τερματικό.
- Η Υποδιεύθυνση Καλούσας Ομάδας είναι μια εσωτερική διεύθυνση χρήστη που δεν χρησιμοποιείται από το δίκτυο, αλλά να διευθυνσιοδοτήσει π.χ. ένα τερματικό σε ένα Τοπικό Δίκτυο.
- Η Υποδιεύθυνση Καλούμενης Ομάδας είναι μια εσωτερική διεύθυνση χρήστη που μεταφέρεται διαφανώς μέσω του δικτύου από την καλούσα στην καλούμενη πλευρά.
- Η Συμβατότητα Χαμηλού Στρώματος σχετίζεται με τα Στρώματα 1 και 3 του Μοντέλου Αναφοράς OSI, και είναι πληροφορία που προορίζεται για το καλούμενο τερματικό. Το τερματικό πρέπει να ελέγξει αν είναι συμβατό με τις ενδεδειγμένες τιμές, όπως: ρυθμός bit, σύγχρονο/ασύγχρονο κτλ.
- Η Συμβατότητα Χαμηλού Στρώματος χρησιμοποιείται από το καλούμενο τερματικό για έναν έλεγχο συμβατότητας που σχετίζεται με τα υψηλότερα στρώματα του OSI (4-7). Με αυτή τη πληροφορία, το τερματικό μπορεί να διακρίνει σε τηλεφωνία, telex, videotext κτλ.

Το στοιχείο πληροφορίας της Κομιστικής Ικανότητας είναι υποχρεωτικό στο μήνυμα SETUP και περιγράφει τις απαιτήσεις μετάδοσης για τη ζητούμενη κλήση. Μερικά από τα σημαντικά υποστοιχεία Κομιστικής Ικανότητας ορίζονται ως εξής:

- Πρότυπο κωδικοποίησης.
- Ικανότητα μεταφοράς πληροφορίας.
- Τρόπος μετάδοσης (κυκλώματος ή πακέτου).
- Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας (64 kb/s ή ενδοζωνικά).
- Δομή.
- Διάρθρωση.
- Αποκατάσταση, αίτηση.
- Συμμετρία.
- Πρωτόκολλο Στρώματος 1 πληροφορίας χρήστη.
- Ρυθμός χρήστη.

Γενικά ο σκοπός της σηματοδοσίας σε ένα ISDN δίκτυο είναι να μεταδίδει πληροφορία ελέγχου στους κόμβους μεταγωγής για αποκατάσταση κλήσης και έλεγχο κλήσης διαμέσου του δικτύου ISDN. Μια διαδρομή σηματοδοσίας δεν ακολουθεί τα κανάλια επικοινωνίας που εξυπηρετεί. Τα κανάλια σηματοδοσίας δημιουργούν ένα ξεχωριστό δίκτυο σηματοδοσίας με δυο λειτουργικές οντότητες: τα Σημεία Σηματοδοσίας SP (Signaling Points) και τα Σημεία Μεταφοράς Σηματοδοσίας STP (Signaling Transfer Points).

Ένα Σημείο Σηματοδοσίας SP είναι κάθε σημείο του δικτύου σηματοδοσίας που μπορεί να διαχειρίζεται τα μηνύματα ελέγχου. Μπορεί να είναι ένα σημείο προορισμού των μηνυμάτων ελέγχου και δεν είναι ικανό να επεξεργάζεται παρά μόνο τα μηνύματα που απευθύνονται απευθείας στο ίδιο, π.χ. ένας κόμβος μεταγωγής κυκλώματος ή ένα κέντρο ελέγχου του δικτύου. Ένα Σημείο Μεταφοράς STP είναι σημείο σηματοδοσίας που δρομολογεί τα μηνύματα σηματοδοσίας π.χ. ένας κόμβος δρομολόγησης.

### **ΔΟΜΗ ΤΟΥ SS7**

Το SS7 αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, από τα οποία τα τρία κατώτερα αποτελούν το Μέρος Μεταφοράς Μηνύματος MTP (Message Transfer Part) και το ανώτερο είναι το Μέρος Ελέγχου της Σύνδεσης Σηματοδοσίας SCCP (Signaling Connection Control Part).

Το χαμηλό επίπεδο (1<sup>ο</sup>) είναι η Ζεύξη Δεδομένων Σηματοδοσίας (Signaling Data Link) και αντιστοιχεί στο φυσικό στρώμα του OSI και καθορίζει τα φυσικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των ζεύξεων σηματοδοσίας. Το επόμενο επίπεδο (2<sup>ο</sup>) είναι η Ζεύξη Σηματοδοσίας (Signaling Link) και αντιστοιχεί στο στρώμα 2 του OSI και είναι πρωτόκολλο ελέγχου της ζεύξης δεδομένων που εξασφαλίζει την αξιόπιστη σειριακή λήψη δεδομένων. Το τρίτο επίπεδο είναι το Δίκτυο Σηματοδοσίας (Signaling Network) και αφορά τη δρομολόγηση των δεδομένων μέσω πολλών STP από την πηγή ελέγχου στον προορισμό ελέγχου. Το τέταρτο επίπεδο SCCP σχετίζεται με διάφορες υπηρεσίες επιπέδου δικτύου που ικανοποιούν τις ανάγκες των διαφόρων χρηστών.

Το Μέρος Χρήστη ISDN ISUP (ISDN User Part) χρησιμοποιείται για τη σηματοδοσία ανάμεσα στους κόμβους στο ISDN και είναι ικανό για τη επεξεργασία συγκεκριμένης ISDN πληροφορίας. Το Μέρος Χρήστη Τηλεφωνίας (Telephony User Part) είναι υπεύθυνο για τη σηματοδοσία μέσα στο τηλεφωνικό δίκτυο και ανάμεσα στο τηλεφωνικό δίκτυο και στο ISDN και είναι ικανό να επεξεργαστεί την απαραίτητη για

την τηλεφωνική κίνηση πληροφορία σηματοδοσίας, ενώ δεν μπορεί να χειριστεί τη σηματοδοσία ISDN.

Το SS7 εξυπηρετεί πολλά κυκλώματα και είναι πολύ αξιόπιστο. Γίνεται ανίχνευση των σφαλμάτων bit και επαναλαμβάνονται τα λανθασμένα μηνύματα. Το δίκτυο σηματοδοσίας χρησιμοποιεί επίσης πλεονασμό και εφεδρικές ζεύξεις που αναλαμβάνουν αυτόματα στην περίπτωση αποτυχίας της ζεύξης.

### **ΔΟΜΗ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ SS7**

Υπάρχουν τρεις τύποι σηματοδοσίας MTP (πακέτα μηνύματος):

- Σηματομονάδα Μηνύματος (Message Signal Unit-MSU).
- Σηματομονάδα Κατάστασης Ζεύξης (Link Status Signal Unit-LSSU).
- Σηματομονάδα Πλήρωσης (Fill In Signal Unit-FISU).

Ένα MSU μεταφέρει μηνύματα από και προς τους χρήστες. Ένα LSSU σχετίζεται με λειτουργίες συντήρησης και ένα FISU στέλνεται σαν χαρακτήρας συμπλήρωσης όταν δεν υπάρχει άλλη πληροφορία να σταλεί. Οι σηματοδοσίες στέλνονται σε πλαίσια:

- Ένα πλαίσιο αρχίζει και τελειώνει με μια Σημαία-F (Flag).
- Το Πλαίσιο Ελέγχου-C (Control Field) περιέχει τους αριθμούς πλαισίου και τα bits επιβεβαίωσης.
- Ο Δείκτης Μήκους-LI (Length Indicator) δείχνει τον τύπο του πλαισίου.
- Η Οχτάδα Πληροφορίας Υπηρεσίας-SIO (Service Information Octet) δηλώνει το σχετικό μέρος του χρήστη.
- Το Πεδίο Πληροφορίας Σήματος-SIF (Signal Information Field) περιέχει το μήνυμα που θα μεταδοθεί.
- Το CK-Checksum Field χρησιμοποιείται για ανίχνευση λαθών.

### **ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ**

Η δομή των μηνυμάτων ISUP στο SIF διαφέρει από αυτή των μηνυμάτων του D-καναλιού. Ενώ η σηματοδοσία του D-καναλιού χρησιμοποιείται μόνο ανάμεσα σε ένα χρήστη και σε έναν κόμβο ISDN, η σηματοδοσία ISUP μπορεί να περάσει μέσα από ένα αριθμό κόμβων. Το μήνυμα ISUP, ωστόσο, χρειάζεται πληροφορία δρομολόγησης για τα μηνύματα η οποία περιέχεται στην Ετικέτα Δρομολόγησης (Routing Label). Στην ετικέτα δρομολόγησης περιέχονται και ο Κώδικας Σημείου

Προορισμού (Destination Point Code-DPC) καθώς και ο Κώδικας Σημείου Προέλευσης (Originating Point Code-OPC). Ο Κώδικας Αναγνώρισης Κυκλώματος (Circuit Identification Code-CIC) υποδεικνύει το σχετικό κύκλωμα φωνής.

### **ΑΡΙΘΜΟΔΟΤΗΣΗ και ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ** **(NUMBERING και IDENTIFICATION)**

Το σχέδιο αριθμοδότησης του ISDN βασίζεται στο υπάρχον τηλεφωνικό σχέδιο αριθμοδότησης. Υπάρχει ξεχωριστό σχέδιο αριθμοδότησης για τα αφιερωμένα δίκτυα δεδομένων. Η κίνηση ανάμεσα στο ISDN και στα αφιερωμένα δίκτυα απαιτεί μετατροπή αριθμού στην πλευρά προέλευσης-εκπομπής. Ένας πλήρης διεθνής αριθμός ISDN συντίθεται από ένα μεταβλητό από ένα μεταβλητό αριθμό δεκαδικών ψηφίων τοποθετημένων σε συγκεκριμένα κωδικά πεδία. Ο αριθμός είναι μέσο αναγνώρισης μιας συγκεκριμένης χώρας ή γεωγραφικής περιοχής. Θα μπορούσε επίσης να αναγνωρίσει άλλα ISDN δίκτυα μέσα σε αυτές τις χώρες ή γεωγραφικές περιοχές. Μια διεύθυνση ISDN μπορεί επίσης να περιλαμβάνει μια υποδιεύθυνση, η οποία μεταφέρεται διαφανώς μέσω του δικτύου και χρησιμοποιείται από τερματικά χρηστών.

### **ΑΡΙΘΜΟΙ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΩΝ ISDN**

Ο αριθμός συνδρομητή ISDN είναι ο αριθμός που συνήθως καταχωρείται στον κατάλογο δίπλα στο όνομα του συνδρομητή. Οι αριθμοί εκχωρούνται από την κλίμακα των αριθμών συνδρομητή που διατίθενται στο τοπικό κέντρο ISDN. Οι αριθμοί συνδρομητών χρησιμοποιούνται για:

- Να δώσουν πληροφορία ξεχωριστής κατηγορίας στα τερματικά.
- Να απευθυνθούν σε ένα τερματικό ή ομάδα τερματικών.
- Χρέωση.

Οι αριθμοί συνδρομητών μπορούν να αποθηκεύονται στο τερματικό. Οι αριθμοί αυτοί εκχωρούνται σε συνδρομητές με διαφορετικούς τύπους εξοπλισμού. Ένας αριθμός χρησιμεύει για την αναπαράσταση μιας γραμμής παρά του εξοπλισμού. Σε μια βασική πρόσβαση θα γινόταν εκχώρηση κανονικά ενός μοναδικού αριθμού συνδρομητή. Ωστόσο, είναι δυνατόν να έχουν εκχωρηθεί το πολύ 8 αριθμοί συνδρομητών σε μια βασική πρόσβαση. Στην περίπτωση της πρόσβασης πρωτεύοντος ρυθμού, ο αριθμός συνδρομητή θα μπορούσε να

συμβολίζει όλα τα B-κανάλια στην πρόσβαση, μέρος στην πρόσβαση ή μόνο ένα κανάλι στην πρόσβαση.

### **ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΛΟΥΝΤΟΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ**

Ένα τερματικό ISDN που καλεί, κανονικά, περιλαμβάνει το δικό του αριθμό ISDN και μερικές φορές μια υποδιεύθυνση στην αίτηση αποκατάστασης κλήσης που στέλνει στο δίκτυο. Στο τοπικό κέντρο, ο αριθμός καλούντος συνδρομητή χρησιμοποιείται για χρέωση και για έλεγχο των υπηρεσιών για τις οποίες ο συνδρομητής έχει εγγραφεί. Αν δεν στέλνεται κανένας αριθμός, το δίκτυο θα χρησιμοποιήσει έναν προκαθορισμένο αριθμό.

### **ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ**

Ο αριθμός ISDN που στέλνεται από ένα καλούν τερματικό δεν προσδιορίζει από μόνος του μια συγκεκριμένη τηλεπικοινωνιακή υπηρεσία που απαιτεί από ένα συνδρομητή. Μια περιγραφή αυτής της υπηρεσίας πρέπει να στέλνεται στο δίκτυο από το καλούν τερματικό στην πληροφορία σηματοδότησης. Επειδή το ISDN είναι σχεδιασμένο για πολλούς τύπους κίνησης και υπηρεσιών, θα σταλεί από τον καλούντα χρήστη στο δίκτυο επαρκής πληροφορία για τον τρόπο χειρισμού της κλήσης.

### **ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΛΟΥΜΕΝΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ**

Μια κλήση δρομολογείται στο τοπικό κέντρο του καλούμενου συνδρομητή και προσδιορίζεται με ψηφιακή συνδρομητική γραμμή. Ο αριθμός του καλούμενου συνδρομητή προσδιορίζει την πληροφορία κατηγορίας που είναι αποθηκευμένη στο τοπικό κέντρο και η οποία περιγράφει τα χαρακτηριστικά του τερματικού και της υπηρεσίας για την οποία εγγράφηκε ο συνδρομητής. Ένα καλούμενο τερματικό θα δεχτεί την κλήση αν το τερματικό:

- Είναι σε ηρεμία.
- Έχει τον ζητούμενο αριθμό X.
- Είναι του σωστού τύπου.

## **ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ISDN**

Ο σκοπός της κομιστικής υπηρεσίας είναι να μεταφέρει φωνή, δεδομένα, κείμενο και εικόνες με τη μορφή ψηφιακής πληροφορίας στο δίκτυο μεταξύ των interfaces των χρηστών. Αυτό πρέπει να γίνεται σε πραγματικό χρόνο χωρίς τροποποίηση του περιεχομένου της πληροφορίας.

Οι λειτουργίες μιας κομιστικής υπηρεσίας αντιστοιχούν στα στρώματα 1-3 του OSI για δρομολόγηση και προστασία της πληροφορίας του χρήστη διαμέσου του δικτύου από αποστολέα προς παραλήπτη. Μια τηλεϋπηρεσία είναι πλήρης επικοινωνιακή υπηρεσία ανάμεσα σε δυο χρήστες και συνδυάζει τη μεταφορά της πληροφορίας μιας κομιστικής υπηρεσίας με μερικές λειτουργίες τερματικών, όπως οι λειτουργίες επεξεργασίας πληροφορίας. Δηλαδή, οι τηλεϋπηρεσίες αντιστοιχούν στα στρώματα 1-7 του OSI.

Μερικές τηλεϋπηρεσίες είναι συνδεδεμένες με μια ειδική κομιστική υπηρεσία όπως, η τηλεφωνία και το telex είναι συνδεδεμένες με το PSTN και το δίκτυο Telex. Ενώ άλλες τηλεϋπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορες κομιστικές. Παράδειγμα τηλεϋπηρεσιών είναι το videotext, το fax και η τηλεμετρία. Μια ημιμόνιμη σύνδεση είναι κομιστική υπηρεσία.

Οι υπηρεσίες διακρίνονται επίσης σε βασικές και συμπληρωματικές. Η τηλεφωνία είναι βασική τηλεϋπηρεσία. Η συντετμημένη επιλογή είναι συμπληρωματική υπηρεσία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με την τηλεφωνία για να προσφέρει στους χρήστες πρόσθετη ευκολία. Η βασική κομιστική υπηρεσία ημιμόνιμης σύνδεσης μπορεί να βελτιωθεί με την συμπληρωματική υπηρεσία της Κλειστής Ομάδας Χρηστών.

Γενικά, οι συμπληρωματικές υπηρεσίες παρέχουν πρόσθετες δυνατότητες για να χρησιμοποιηθούν μαζί με τις βασικές τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Βασίζονται σε αντίστοιχες βασικές υπηρεσίες και δεν μπορούν να υφίστανται αυτόνομα, αλλά χρησιμοποιούνται μαζί με αρκετές βασικές υπηρεσίες.

## **ΚΟΜΙΣΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ**

Μια κομιστική υπηρεσία παρέχει τη δυνατότητα μεταφοράς πληροφορίας μεταξύ των interfaces δυο χρηστών στα σημεία αναφοράς S/T. Οι κομιστικές υπηρεσίες διαθέτουν ιδιοχαρακτηριστικά χαμηλού στρώματος τα οποία χωρίζονται στις εξής ομάδες:

- Μεταφοράς πληροφορίας.
- Πρόσβασης.

- Γενικά.

## **ΙΔΙΟΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Αυτά τα χαρακτηριστικά περιγράφουν τις κομιστικές ικανότητες του δικτύου να μεταφέρουν πληροφορία ανάμεσα στα interfaces δυο χρηστών. Διακρίνονται στα κυριότερα και στα δευτερεύοντα.

Τα κυριότερα ιδιοχαρακτηριστικά ορίζουν μια κατηγορία κομιστικών υπηρεσιών με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μετάδοσης και είναι τα ακόλουθα:

1. Τρόπος μεταφοράς πληροφορίας.
2. Ρυθμός μεταφοράς πληροφορίας.
3. Ικανότητα μεταφοράς πληροφορίας.
4. Δομή.

Τα δευτερεύοντα ιδιοχαρακτηριστικά ορίζουν μια μεμονωμένη κομιστική υπηρεσία μέσα στην κατηγορία που ορίζεται από τα κυριότερα ιδιοχαρακτηριστικά. Τα δευτερεύοντα ιδιοχαρακτηριστικά είναι:

1. Αποκατάσταση της επικοινωνίας.
2. Συμμετρία.
3. Διάρθρωση επικοινωνίας.

## **ΙΔΙΟΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ**

Αυτά ονομάζονται ιδιοχαρακτηριστικά προσδιορισμού και χρησιμοποιούνται για επιπλέον προσδιορισμό μιας μεμονωμένης κομιστικής υπηρεσίας. Τα ιδιοχαρακτηριστικά πρόσβασης περιγράφουν τα μέσα πρόσβασης σε λειτουργίες ή ευκολίες του δικτύου. Ορίζουν, για παράδειγμα, τα κανάλια D, B ή H που χρησιμοποιούνται και τα αντίστοιχα πρωτόκολλα για τα κανάλια αυτά. Τα ιδιοχαρακτηριστικά πρόσβασης καθορίζονται σαν:

1. Κανάλι και ρυθμός πρόσβασης.
2. Πρωτόκολλο πρόσβασης.

Τα γενικά ιδιοχαρακτηριστικά περιλαμβάνουν λειτουργικά και εμπορικά ιδιοχαρακτηριστικά και αναφέρονται γενικά σε κομιστικές υπηρεσίες.



## ΟΡΙΣΜΟΙ ΙΔΙΟΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

- **Τρόπος Μεταφοράς Πληροφορίας:** υπάρχει ο κυκλωματο-μεταγώμενος και ο πακετο-μεταγώμενος τρόπος μεταφοράς πληροφορίας.
- **Ρυθμός Μεταφοράς Πληροφορίας:** ορίζει την χωρητικότητα μετάδοσης ανάμεσα σε δυο σημεία αναφοράς. Για κυκλωματομεταγώμενη κομιστική υπηρεσία ορίζεται σαν ρυθμός bit και για πακετομεταγώμενη κομιστική υπηρεσία ορίζεται σαν ρυθμοδότηση.
- **Ικανότητα Μεταφοράς Πληροφορίας:** ορίζει τον βαθμό διαφάνειας του φέροντος καναλιού. Ένα φέρον κανάλι μπορεί να είναι πλήρως διαφανές-χωρίς περιορισμούς στην μεταφορά πληροφορίας- ή μη διαφανές με περιορισμούς στο τύπο πληροφορίας, όπως:
  - **Μη-περιορισμένη ψηφιακή πληροφορία 64 Kbps:** ορίζει μεταφορά ακολουθίας bit στο συγκεκριμένο ρυθμό χωρίς τροποποίηση.
  - **Φωνή:** ορίζει ψηφιακή αναπαράσταση φωνής κωδικοποιημένης σύμφωνα με καθορισμένο κανόνα κωδικοποίησης.
  - **Ήχος 3,1 kHz:** ορίζει ψηφιακή αναπαράσταση ηχητικής πληροφορίας όπως δεδομένα και φωνή με εύρος ζώνης 3,1 kHz σύμφωνα με καθορισμένο νόμο κωδικοποίησης.
- **Δομή:** υποδηλώνει την ικανότητα του ISDN να μεταδίδει ψηφιακή πληροφορία στο σημείο προορισμού με δομή που ανταποκρίνεται στη δομή πληροφορίας του σημείου προέλευσης, όπως:
  - **Δομή 8 kHz:** δηλώνει ότι τα bits μεταδίδονται προς ένα interface χρήστη δικτύου σε διάστημα των 125 μsec.
  - **Ακεραιότητα μονάδας δεδομένων υπηρεσίας:** δηλώνει ότι τα πρωτόκολλα παρέχουν τα μέσα για τον προσδιορισμό των ορίων του ρεύματος bit σε ένα interface χρήστη δικτύου.
  - **Μη-δομημένη:** δηλώνει ότι η τηλεπικοινωνιακή υπηρεσία ούτε παρέχει όρια δομής, ούτε διατηρεί δομική ακεραιότητα.
- **Αποκατάσταση επικοινωνίας:** δηλώνει δυνατούς τρόπους αποκατάστασης και απελευθέρωσης μιας δοσμένης επικοινωνίας, όπως:
  - **Απαίτηση:** δηλώνει ότι η επικοινωνία μπορεί να αρχίσει να όσο το δυνατό πιο γρήγορα μετά την αίτηση. Η απελευθέρωση της επικοινωνίας και της σύνδεσης εμφανίζεται σαν απάντηση στην αίτηση οποιουδήποτε από τους χρήστες.
  - **Δεσμευμένη:** δηλώνει ότι η αποκατάσταση και η απελευθέρωση της επικοινωνίας και σύνδεσης συμβαίνει σε προκαθορισμένο χρόνο.

- **Μόνιμη:** δηλώνει ότι η επικοινωνία μπορεί να αρχίσει αφού έχει αποκατασταθεί η σύνδεση σαν απάντηση σε μια αίτηση εγγραφής για ένα καθορισμένο ή μη χρόνο. Η επικοινωνία και η σύνδεση απελευθερώνονται σε χρόνο αντίστοιχο με το τέλος της εγγραφής.
- **Συμμετρία:** ορίζει τη σχέση της ροής πληροφορίας στις δυο κατευθύνσεις ανάμεσα στα interfaces των χρηστών όπως περιγράφεται παρακάτω:
  - **Μονοκατευθυντική:** δηλώνει ροή πληροφορίας μόνο σε μια κατεύθυνση.
  - **Συμμετρική δικατευθυντική:** δηλώνει ροή πληροφορίας και στις δυο κατευθύνσεις με τα ίδια χαρακτηριστικά.
  - **Ασύμμετρη δικατευθυντική:** δηλώνει ότι η ροή πληροφορίας σε κάθε κατεύθυνση έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά.
- **Διάρθρωση επικοινωνίας:** δεικνύει την χωρική διάταξη για μεταφορά πληροφορίας ανάμεσα σε δυο ή περισσότερα σημεία πρόσβασης.
- **Κανάλι και ρυθμός πρόσβασης:** δεικνύουν τα κανάλια και τους ρυθμούς bit που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πληροφορίας χρήστη και/ή σηματοδοσίας σε ένα δοσμένο σημείο πρόσβασης.
- **Πρωτόκολλο πρόσβασης σηματοδοσίας στρωμάτων 1-3:** δηλώνει το πρωτόκολλο του καναλιού σηματοδοσίας στο σημείο πρόσβασης που υποδεικνύεται από το ιδιοχαρακτηριστικό καναλιού πρόσβασης.
- **Πρωτόκολλο πρόσβασης πληροφορίας στρωμάτων 1-3:** δηλώνει το πρωτόκολλο του καναλιού πληροφορίας χρήστη στο σημείο πρόσβασης που υποδεικνύεται από το ιδιοχαρακτηριστικό καναλιού πρόσβασης.

## ΤΗΛΕΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Μια τηλεүπηρεσία παρέχεται είτε από το ίδιο το ISDN είτε μέσω διασυνεργασίας με άλλα δίκτυα. Τα τερματικά που περιλαμβάνουν σε μια τηλεүπηρεσία δεν ανήκουν στο ISDN. Τα ιδιοχαρακτηριστικά που ορίζουν μια τηλεүπηρεσία είναι ομαδοποιημένα ως εξής:

- Χαμηλού στρώματος.
- Υψηλού στρώματος.
- Γενικά.

Τα ιδιοχαρακτηριστικά χαμηλού στρώματος χωρίζονται σε ιδιοχαρακτηριστικά μεταφοράς πληροφορίας και πρόσβασης, όπως και για κομιστικές υπηρεσίες. Τα ιδιοχαρακτηριστικά υψηλού στρώματος προσδιορίζουν τον τύπο της πληροφορίας χρήστη, όπως :φωνή, κείμενο,

φαξ και videotex καθώς και τις λειτουργίες πρωτοκόλλου για τα στρώματα 4-7. Τα γενικά ιδιοχαρακτηριστικά είναι ίδια όπως και στις κομιστικές υπηρεσίες.

## **ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ**

Αυτή η υπηρεσία έχει σχεδιαστεί για πραγματικού χρόνου, διπλής κατεύθυνσης, επικοινωνία φωνής και παρέχεται από το μεγαλύτερο και παλιότερο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, το Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής PSTN. Η τηλεφωνία έχει τα ακόλουθα ιδιοχαρακτηριστικά: είναι κυκλωματομεταγώμενη, χαρακτηρίζεται από δισημειακή και συμμετρική δικατευθυντική μεταφορά φωνής στα 64 Kb/s με δομή 8 kHz.

## **TELEX και TELETEX**

Είναι τηλεϋπηρεσία για διαλογική επικοινωνία κειμένων με χρήση ενός κώδικα telex με περιορισμένο αριθμό κεφαλαίων (μόνο) χαρακτήρων. Είναι σχετικά αργό (50 bit/s) αλλά με εύρος ζώνης 120 Hz. Στη μετάδοση, τα 24 κανάλια του αντιστοιχούν σε ένα τηλεφωνικό.

Το teletex έχει μεγάλο αριθμό χαρακτήρων (κεφαλαίων, μικρών, και μερικούς ειδικούς χαρακτήρες). Είναι πολύ γρηγορότερο από το telex (2400 bit/s).

## **TELEFAX (ΦΑΞ)**

Το telefax παίρνει μια εικόνα από τον αποστολέα και παράγει μια όμοια εικόνα στο τερματικό του παραλήπτη. Υπάρχουν τέσσερις ομάδες εξοπλισμού φαξ που έχουν διαφορετικές αρχές κωδικοποίησης και ταχύτητες μετάδοσης. Οι ομάδες 1 και 2 χρησιμοποιούν αναλογική κωδικοποίηση και οι ομάδες 3 και 4 ψηφιακή.

Ένα telefax τερματικό της ομάδας 1 χρειάζεται περίπου 6 min για να στείλει μια εικόνα A4, ενώ ένα τερματικό ομάδας 2 χρειάζεται 3 min για την ίδια μετάδοση. Το αντίστοιχο νούμερο για τερματικό της ομάδας 3 είναι λιγότερο από 1 min και για ομάδα 4 είναι λιγότερο από 10 sec. Το telefax ομάδας 3 κάνει ψηφιακή κωδικοποίηση της εικόνας, αλλά χρησιμοποιεί ακόμα το αναλογικό δίκτυο μέσω ενός modem για τη μετάδοση. Ενώ, η ομάδα 4 προορίζεται για επικοινωνία μέσω ψηφιακών ζεύξεων σε ταχύτητες έως 64 Kb/s. Τερματικά μικτού τύπου ονομάζονται

τα τερματικά που έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε τρόπο teletex και telefax.

## **VIDEOTEX**

Παρέχεται μέσω του PSTN. Χρησιμοποιείται για διαλογική επικοινωνία με απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων. Η ταχύτητα μετάδοσης από τερματικό σε βάση δεδομένων είναι 75 bit/s, ενώ για την αντίθετη κατεύθυνση είναι 1200 bit/s.

## **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ**

Οι νέες συμπληρωματικές υπηρεσίες απαιτούν το τερματικό του συνδρομητή να είναι εφοδιασμένο με μια οθόνη. Η οθόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, για να εμφανίσει μήνυμα κειμένου από χρήστη σε χρήστη ή για να φορτώσει πληροφορία που ανακτήθηκε από το σύστημα. Το κείμενο στην οθόνη μπορεί να οδηγήσει έναν συνδρομητή κατά τη διάρκεια του setup μιας κλήσης.

Προτού χρησιμοποιηθεί μια συμπληρωματική υπηρεσία, ο συνδρομητής πρέπει να εγγραφεί και να πληρώσει γι' αυτή – αφού γίνει δεκτή η εγγραφή του από τον παροχέα υπηρεσιών. Επίσης, η υπηρεσία αυτή πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να ενεργοποιηθεί μέσω σηματοδότησης χρήστη-δικτύου. Η ενεργοποίηση μπορεί να γίνει είτε ανεξάρτητα είτε σε σχέση με μια συγκεκριμένη κλήση.

Παραδείγματα παλιών συμπληρωματικών υπηρεσιών:

- Αναγνώριση Κακόβουλων κλήσεων (Malicious Call Identification-MCID).
- Μεταφορά κλήσης (Call Transfer-CT).
- Αναμονή κλήσης (Call Waiting-CW).
- Τριμερής Υπηρεσία (Tree Party Service-3PTY).

Παραδείγματα νέων συμπληρωματικών υπηρεσιών:

- Πολλαπλός Αριθμός Συνδρομητή (Multiple Subscriber Number-MSN).
- Αναγνώριση Καλούσας Γραμμής (Calling Line Identification-CLI).
- Υποδιευθυνσιοδότηση (Sub-Addressing-SUB).
- Κλειστή Ομάδα Χρηστών (Closed User Group-CUG).
- Πληροφορίες Χρέωσης (Advice of Charge-AOC).
- Σηματοδότηση Χρήστη-Χρήστη (User-to-User Signaling-UUS).

## **ΠΟΛΛΑΠΛΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ (MSN)**

Η υπηρεσία αυτή παρέχει τη δυνατότητα ανάθεσης πολλαπλών αριθμών ISDN σε ένα και μόνο interface ISDN. Σε ένα τερματικό μπορούν να ανατεθούν αρκετοί αριθμοί συνδρομητών και ένας αριθμός μπορεί να ανατεθεί σε αρκετά τερματικά. Το μήκος των αριθμών που στέλνεται στον χρήστη στο ISDN interface ποικίλει από 1,2 ή 3 τελευταία ψηφία μέχρι και τον πλήρες ISDN αριθμό. Το μήκος εξαρτάται από το είδος εφαρμογής του κέντρου.

Για εξερχόμενες κλήσεις, το τερματικό μπορεί να παρέχει έναν αριθμό-A ο οποίος κατόπιν ελέγχεται από το δίκτυο. Το δίκτυο θα εισάγει έναν προεπιλεγμένο αριθμό-A αν ο παρεχόμενος αριθμός δε ταιριάζει με τους αριθμούς που ανατέθηκαν σε αυτό το interface ή αν ο αριθμός-A λείπει.

## **ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΛΟΥΣΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (CLI)**

Η υπηρεσία αυτή ενημερώνει τον καλούμενο συνδρομητή για την ταυτότητα του καλούντος. Η πληροφορία αυτή μεταφέρεται σε ένα μήνυμα αποκατάστασης κλήσης στο κανάλι σηματοδοσίας και κατόπιν παρουσιάζεται στην οθόνη του καλούμενου.

Η παρουσίαση της ταυτότητας του καλούντος μπορεί να απαγορευτεί από μια κατηγορία καλούντος συνδρομητή εμποδίζοντας την οπτική παρουσίαση της αριθμητικής πληροφορίας.

## **ΥΠΟΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗ (SUB)**

Η υποδιευθυνσιοδότηση (μεταφορά υποδιεύθυνσης) επιτρέπει σε ένα καλούντα συνδρομητή ISDN να παρέχει μια υποδιεύθυνση επιπλέον στον αριθμό συνδρομητή. Η υποδιεύθυνση, η οποία μπορεί να έχει δοθεί και για τον καλούντα και για τον καλούμενο συνδρομητή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διευθυνσιοδοτήσει και να ενεργοποιήσει εξοπλισμό ή λογισμικό στο καλούμενο σημείο, πέρα από την εμβέλεια της διεύθυνσης που υποδεικνύεται από το εθνικό σχέδιο αριθμοδότησης.

Η υποδιεύθυνση στέλνεται διαφανώς μέσα από το δίκτυο μέσω του καναλιού σηματοδοσίας σαν στοιχείο πληροφορίας σε ένα μήνυμα σηματοδοσίας. Η χρήση της υποδιεύθυνσης είναι αποκλειστικά θέμα των εφαρμογών ακραίου σημείου και δεν δέχεται επεξεργασία στο ISDN.

## **ΚΛΕΙΣΤΗ ΟΜΑΔΑ ΧΡΗΣΤΩΝ (CUG)**

Είναι υπηρεσία που επιτρέπει στους συνδρομητές στο ISDN να σχηματίσουν ομάδες με διαφορετικούς περιορισμούς πρόσβασης. Τα μέλη της ομάδας μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά συνήθως δεν τους επιτρέπονται κλήσεις προς/από συνδρομητές εκτός της ομάδας. Ωστόσο, μπορεί να δοθεί η δυνατότητα σε συγκεκριμένα μέλη της ομάδας να επικοινωνούν με συνδρομητές εκτός της ομάδας.

Ένας συνδρομητής μπορεί να ανήκει σε μια ή περισσότερες κλειστές ομάδες χρηστών, η καθεμία με διαφορετικούς περιορισμούς πρόσβασης. Αυτή η υπηρεσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εμποδίσει, για λόγους ασφάλειας, μη εξουσιοδοτημένους χρήστες να έχουν πρόσβαση και διαχειριστούν λογισμικό που ανήκει στην ομάδα.

## **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΧΡΕΩΣΗΣ (AOC)**

Είναι υπηρεσία που επιτρέπει στο συνδρομητή να ανακτήσει από το δίκτυο πληροφορίες χρέωσης χρήσης. Ο χρήστης μπορεί να ζητήσει τις πληροφορίες σε διαφορετικές φάσεις κλήσης ή εντελώς ανεξάρτητα από κλήση. Στη δεύτερη περίπτωση, παρουσιάζονται στη οθόνη του τερματικού όλες οι πληροφορίες χρήσης. Όταν όμως η υπηρεσία ενεργοποιείται για μια συγκεκριμένη ISDN κλήση, παρουσιάζονται στην οθόνη μόνο οι πληροφορίες χρέωσης που σχετίζονται με τη κλήση.

## **ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ ΧΡΗΣΤΗ-ΧΡΗΣΤΗ (UUS)**

Η υπηρεσία αυτή παρέχει στους ISDN συνδρομητές την ικανότητα να μεταφέρουν πληροφορίες μεταξύ τους μέσω του καναλιού σηματοδότησης σε συνδυασμό με μια κλήση. Η ίδια δυνατότητα χωρίς συσχετισμό με κλήση ορίζεται σαν κοιμιστική υπηρεσία. Η υπηρεσία UUS μπορεί να ενεργοποιηθεί κατά τη διάρκεια καταστάσεων ελέγχου κλήσης, όπως setup και απελευθέρωση, ή κατά την ενεργό κατάσταση κλήσης. Η πληροφορία μπορεί να σταλεί και στις δυο κατευθύνσεις, και μεταφέρεται μέσω του D-καναλιού διαμέσου του δικτύου, και μέσω ενός καναλιού σηματοδότησης κοινού καναλιού ανάμεσα σε διαφορετικούς κόμβους μεταγωγής. Στην κατάσταση ελέγχου κλήσης, η πληροφορία περιορίζεται σε 128 χαρακτήρες. Στην ενεργό κατάσταση κλήσης, μπορεί να μεταφερθεί περισσότερη πληροφορία, αλλά οι κόμβοι μεταγωγής πρέπει να διαθέτουν μια λειτουργία εποπτείας για την αποφυγή της υπερφόρτωσης των λειτουργιών ελέγχου των κόμβων μεταγωγής.

## **ΜΕΤΑΔΟΣΗ DATA με 155 Mbps** **ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ (SDH)**

Τα δίκτυα υψηλής χωρητικότητας που βασίζονται στην Πλησιόχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (PDH) αναπτύχθηκαν την εποχή που η μετάδοση από σημείο σε σημείο, κυριαρχούσε στις απαιτήσεις των τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Αυτό σημαίνει ότι η διαχείριση και η μεταγωγή των σημάτων Δε γίνεται αυτόματα και απαιτείται άμεση πρόσβαση στα συστήματα μετάδοσης. Αυτή η φιλοσοφία σήμερα δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις γρήγορης και κεντρικά ελεγχόμενης δρομολόγησης. Επιπλέον, τα δίκτυα στην κατάσταση που βρίσκονται, περιορίζουν την ικανότητα των διαχειριστών τους για εξυπηρέτηση της συνεχώς εξελισσόμενης τηλεπικοινωνιακής αγοράς.

Τα μειονεκτήματα αυτών των δικτύων συνοψίζονται στα εξής:

1. Δεν υπάρχει δυνατότητα άμεσης πρόσβασης σε ένα σήμα χαμηλής τάξης, όταν αυτό έχει πολυπλεχθεί σε ένα σήμα υψηλότερης τάξης της πλησιόχρονης ιεραρχίας. Είναι απαραίτητη η αποπολυπλεξία, μέχρι το κατάλληλο επίπεδο. Αυτό συνεπάγεται επιπλέον συστήματα δηλαδή κόστος και δυσκολία στην υλοποίηση.
2. Η χωρητικότητα που διατίθεται, για μεταφορά πληροφοριών ελέγχου, διαχείρισης και συντήρησης, είναι ελάχιστη και αφορά τα συστήματα του εκάστοτε κατασκευαστή.
3. Συστήματα διαφορετικών κατασκευαστών δεν μπορούν να υποστηρίξουν κοινές ζεύξεις αφού έχουν διαφορετικό σχεδιασμό, λόγω έλλειψης κοινών προτύπων.

### **ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ SDH**

SDH είναι ένα διεθνές πρότυπο για σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά οπτικών ινών, υψηλών ταχυτήτων. SDH (Synchronous Digital Hierarchy), σημαίνει Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία. Ο όρος Σύγχρονη αφορά την ύπαρξη κοινού χρονισμού υψηλής πιστότητας. Η εργασία που αφορά το SDH, ξεκίνησε από την ομάδα μελετών XVIII της CCITT, το Ιούνιο του 1986. ο αντικειμενικός σκοπός της ομάδας αυτής ήταν να δημιουργηθεί ένα παγκόσμιο πρότυπο για σύγχρονα συστήματα μετάδοσης, που θα εξασφάλιζε στους χρήστες ευέλικτα και οικονομικά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα.

Παράλληλα, στην Αμερική αναπτύχθηκε ένα άλλο πρότυπο, που αφορά το σύγχρονο δίκτυο. Ονομάζεται SONET (Standard Optical Network) και αναπτύχθηκε από την ANCI (American National Synchronous Institute). Το ότι οι απόψεις και η θεωρητική έρευνα γύρο

από τους μηχανισμούς και τα συστήματα του SDH γίνονται πρότυπα πριν ακόμη από την υλοποίηση των συστημάτων (πίνακας 1), προσφέρει στους κατασκευαστές και τους χρήστες των τηλεπικοινωνιακών δικτύων που απαιτείται, για δραστικό από πλευράς κόστους, έλεγχο της αύξησης της χωρητικότητας και πρόβλεψη για καινούργιες υπηρεσίες συνδρομητών, στην επόμενη δεκαετία.

G.707	Ταχύτητες Σύγχρονης Ψηφιακής Ιεραρχίας
G.708	Interface κόμβου δικτύου (NNI) για το SDH
G.709	Δομή Σύγχρονης Πολυπλεξίας
G.781	Δομή των συστάσεων για την συσκευή πολυπλεξίας για το SDH
G.782	Τύποι και γενικά χαρακτηριστικά της συσκευής πολυπλεξίας του SDH
G.783	Χαρακτηριστικά των λειτουργικών μονάδων της συσκευής πολυπλεξίας του SDH
G.784	Διαχείριση του SDH

*Πίνακας 1: Συστάσεις CCITT σχετικές με SDH*

Η ιδέα ενός σύγχρονου συστήματος μεταφοράς, βασισμένου στα πρότυπα του SDH, ξεφεύγει από τις βασικές ανάγκες ενός, από σημείο σε σημείο (point to point), συστήματος μετάδοσης και ικανοποιεί απαιτήσεις για τηλεπικοινωνιακή δικτύωση, μεταγωγή (switching) και έλεγχο δικτύου. Οι δυνατότητες αυτές επιτρέπουν στο SDH να χρησιμοποιείται τόσο σε τοπικά δίκτυα (Local Area Network) όσο και σε αστικά (Inter-exchange Network) και υπεραστικά (Long Area Network) εξασφαλίζοντας μια ενοποιημένη δομή τηλεπικοινωνιακών δικτύων.

## **ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΙΕΡΑΡΧΙΑΣ**

a) Αρχές πολυπλεξίας.

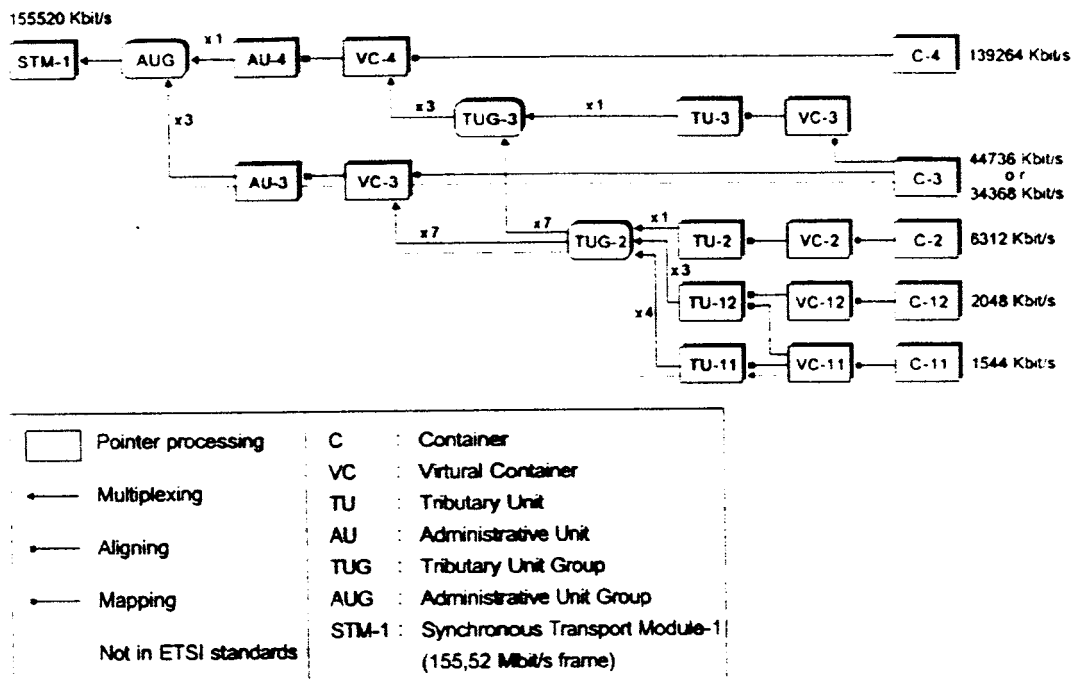
Στο σχήμα 1 φαίνεται η δομή της πολυπλεξίας της σύγχρονης ιεραρχίας.

- i. Κανάλια δεδομένων με χωρητικότητες από 1.544 έως 139.246 Kbit/s τοποθετούνται σε αντίστοιχα containers (C-11, C-12, C-2, C-3, C-4).



- ii. Κάθε container, με την προσθήκη κάποιων πληροφοριών ελέγχου (overhead), οδηγείται σε μια μονάδα, που ονομάζεται Virtual Container (VC).
- iii. Ένας αριθμός από VC μικρής χωρητικότητας (VC-11, VC-12, VC-2) συνδυάζονται και προκύπτει ένα VC μεγαλύτερης χωρητικότητας (VC-3, VC-4). Η διαδικασία αυτή είναι πολυπλεξία ανά byte (byte interleaving).
- iv. Τέλος, προστίθενται νέες πληροφορίες ελέγχου (overhead) και το τελικό σήμα τοποθετείται σε ένα πλαίσιο μεταφοράς, συνολικής ταχύτητας 155,5 Mb/s, που ονομάζεται Σύγχρονη Μονάδα Μεταφοράς, πρώτου επιπέδου (Synchronous Transport Module level-1, STM-1).

Η ταχύτητα των 155,5 Mb/s, είναι η μικρότερη που χρησιμοποιείται στις γραμμές μετάδοσης του SDH. Διαβάζοντας το σχήμα 1 από τα δεξιά προς τα αριστερά, όπως δείχνουν τα βέλη, φαίνεται με ποιο τρόπο, μονάδες χαμηλής χωρητικότητας μπορούν να συνδυαστούν ώστε να προκύψουν οι μονάδες υψηλής χωρητικότητας. Τα βέλη δείχνουν ότι οι μονάδες υλοποίησης από τα δεξιά δημιουργούν δομικές μονάδες στα αριστερά, και το x δείχνει πόσες μονάδες χρειάζονται σε κάθε βήμα.



Σχήμα 1: Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία

## b) Path Overhead και Section Overhead.

Το τμήμα μεταξύ δυο τερματικών γραμμής, ονομάζεται Section (τομέας). Αν τα τερματικά είναι πολυπλέκτες, διακρίνεται το Multiplex Section, ενώ μεταξύ πολυπλέκτη και αναγεννητή, ή μεταξύ δυο αναγεννητών το Regenerator Section. Το σήμα μεταφέρεται μέσα στα Section, ως STM (Μονάδα Σύγχρονης Μεταφοράς), με ταχύτητα 155,5 Mb/s (STM-1) ή πολλαπλάσια αυτής.

Η πληροφορία ελέγχου που μεταφέρεται σε ένα Section ονομάζεται Section Overhead (SOH). Στο SOH περιέχεται πληροφορία σχετικά με τον έλεγχο της ποιότητας του Section, για συντήρηση, για υπηρεσιακά κανάλια, για συγχρονισμό πλαισίου. Το SOH διακρίνεται σε Multiplex Section Overhead (MSOH) και σε Regenerator Section Overhead (RSOH), το καθένα από τα οποία αντιστοιχεί στο αντίστοιχο Section. Οι πολυπλέκτες έχουν πρόσβαση (δημιουργία και ανάγνωση) σε όλο το SOH ενώ οι επαναληπτές μόνο στο RSOH.

Η ωφέλιμη πληροφορία που μεταφέρεται από ένα STM, συνιστάται από συνεισφέροντα σήματα (tributaries). Η λογική διαδρομή που ακολουθούν τα tributaries από τη είσοδό τους έως την έξοδό τους από το δίκτυο SDH, ονομάζεται Path. Ένα Path, μπορεί να αποτελείται από ένα ή περισσότερα Sections. Τα σήματα μεταφέρονται από section σε Section δομημένα σε Virtual containers χωρίς να υπάρχει λόγος αποσυναρμολόγησης. Το SOH αφορά όλο το STM σήμα και όχι τα επιμέρους σήματα (tributaries).

Η πληροφορία ελέγχου που αφορά το κάθε tributary ενσωματώνεται στο Virtual Container του αντίστοιχου σήματος και αποτελεί το Path Overhead (POH). Το POH περιέχει πληροφορία για ανίχνευση λαθών, συναγερμούς και έλεγχο ποιότητας και μεταφέρεται από το σημείο δημιουργίας του (το σημείο εισαγωγής του σήματος) έως το σημείο αποσυναρμολόγησης (το σημείο εξαγωγής του σήματος) διαφανώς.

## c) Δείκτες (Pointers).

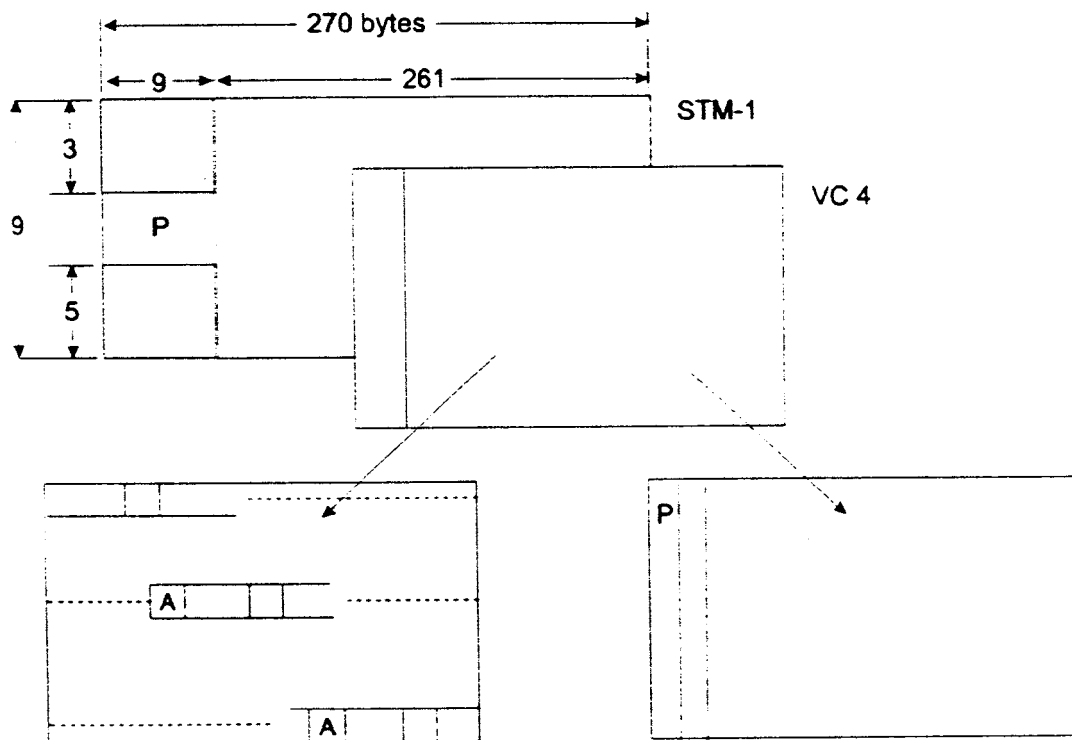
Όλοι οι κόμβοι ενός δικτύου συγχρονίζονται από ένα σήμα που παράγεται από ρολόι υψηλής ακρίβειας, το οποίο διανέμεται παντού. Προβλήματα προκύπτουν αν ο συγχρονισμός χαθεί κάπου στο δίκτυο και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται οι δείκτες. Κάθε byte σε ένα STM, έχει ένα αριθμό θέσης. Ο δείκτης περιέχει ένα αριθμό που υποδεικνύει τη θέση του byte από την οποία αρχίζει η πληροφορία (payload).

Αν η συχνότητα του ρολογιού που ελέγχει την αποσυναρμολόγηση του STM είναι ελάχιστα χαμηλότερη από εκείνη που ελέγχει την συναρμολόγησή του, η οποία γίνεται σε κάποιο άλλο σημείο του δικτύου,

τότε στο buffer του STM θα συμβεί υπερχειλίση. Για να μη συμβεί αυτό, ένα byte πληροφορίας τοποθετείται στην ειδική περιοχή του δείκτη (εκτός της περιοχής φορτίου) και η τιμή του δείκτη μειώνεται κατά ένα. Αν υπάρχει αντίστροφη σχέση συχνοτήτων, τότε ο buffer του STM θα αδειάσει. Σε αυτή τη περίπτωση η θέση ενός byte στη περιοχή του φορτίου θα μείνει κενή και η τιμή του δείκτη θα αυξηθεί κατά ένα.

Οι δείκτες χρησιμοποιούνται επίσης όταν το δίκτυο συγχρονίζεται. Όταν διάφορα STM-1, προερχόμενα από διαφορετικές κατευθύνσεις, πρόκειται να πολυπλεχθούν σε ένα STM ανώτερου επιπέδου είναι αδύνατον να είναι σε φάση, φθάνοντας στο τερματικό γραμμής, εξαιτίας των παραμορφώσεων κατά τη μετάδοση. Τα συνεισφέροντα STM μπορούν να έρθουν σε φάση με ρύθμιση της τιμής του δείκτη σε όλα τα STM, χωρίς να απαιτείται η χρήση μεγάλων buffers.

d) Το ΠΛΑΙΣΙΟ STM.



Σχ.2: Το Πλαίσιο STM-1

Στο σχήμα 2 φαίνεται ένα παράδειγμα της δομής του πλαισίου STM-1. το πλαίσιο έχει διάρκεια 125 μs και περιέχει 9\*270 bytes. Η ταχύτητά του είναι 155,5 Mb/s. Ένα STM-1 συνήθως αποτελείται από ένα VC4 συμπληρωμένο με SOH και ένα δείκτη. Το VC4 αποτελείται από φορτίο (payload) και POH. Η δομή του φορτίου φαίνεται με δυο

παραδείγματα. Στο πρώτο παράδειγμα το VC4 αποτελείται από τρία VC-3 και το καθένα από αυτά έχει ένα C-3 και POH. Στο δεύτερο παράδειγμα, το φορτίο αποτελείται από ένα συνεχές κανάλι από ATM (Asynchronous Transfer Mode) κυψέλες.

Στο σχήμα 2 φαίνεται πως διαφορετικά VC μπορούν να συνδυαστούν και να τοποθετηθούν σε ένα STM πλαίσιο. Η πληροφορία του συστήματος, δηλαδή το SOH, τοποθετείται επίσης στο STM πλαίσιο. Αν απαιτείται χωρητικότητα μεγαλύτερη από 155,5 Mb/s, τότε ένας αριθμός από κανάλια των 155,5 Mb/s πολυπλέκονται κατά byte (byte interleaved) και τοποθετούνται σε ένα σήμα υψηλότερου επιπέδου. Αυτή η πολυπλεξία δε χρειάζεται επιπλέον πληροφορία από αυτή που υπάρχει στο πλαίσιο των 155,5 Mb/s, αφού όλα τα συνεισφέροντα σήματα είναι συγχρονισμένα κατά πλαίσιο και κατά bit. Με αυτό το τρόπο, ανώτερα επίπεδα μπορούν να συγχρονιστούν από τις λέξεις συγχρονισμού των κατωτέρων επιπέδων.

Ο πίνακας 2 δείχνει τις ταχύτητες της PDH ιεραρχίας, ο πίνακας 3 δείχνει τις ταχύτητες όλων των VC της ιεραρχίας του SDH και τέλος ο πίνακας 4 δείχνει τα συνήθη STM επίπεδα.

PDH ΕΠΙΠΕΔΟ	ΙΑΠΩΝΙΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ (kbit/s)	ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ (kbit/s)	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ (kbit/s)
0	64	64	64
1	1.544	1.544	2.048
2	6.312	6.312	8.448
3	32.064	44.736	34.368
4	97.728	139.264	139.264

Πίν. 2: Ταχύτητες PDH Ιεραρχίας

ΕΠΙΠΕΔΟ	VIRTUAL CONTAINER	ΤΑΧΥΤΗΤΑ VC (kbit/s)
1	VC-11	1.664
	VC-12	2.240
2	VC-12	6.848
3	VC-3	48.960
4	VC-4	150.336

Πίν. 3: Ταχύτητες VC

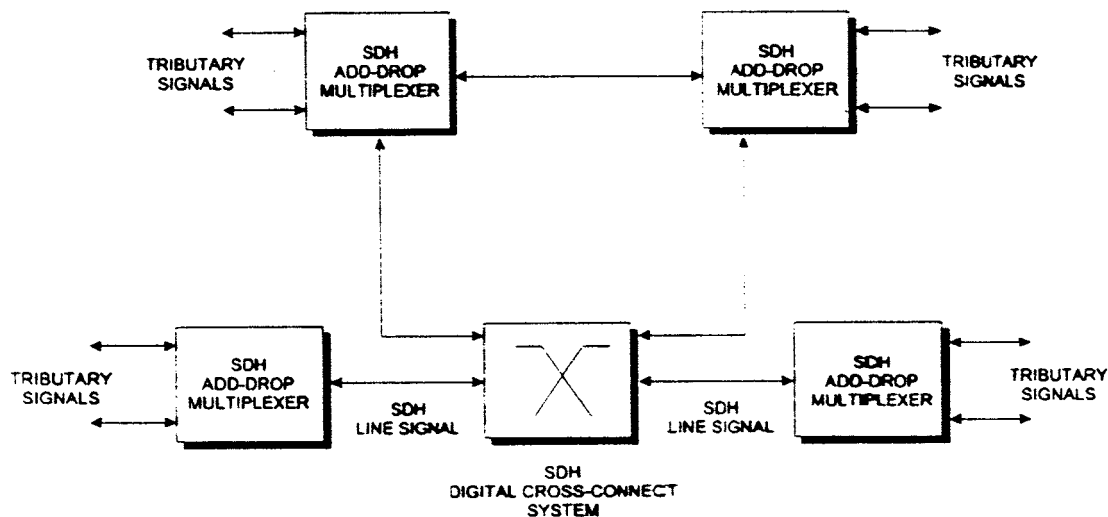
ΕΠΙΠΕΔΟ	ΠΛΑΙΣΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (kbit/s)
1	STM-1	155.520
4	STM-4	622.080
16	STM-16	2.288.320

Πίν. 4: Επίπεδα STM

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ SDH

Στη συνέχεια θα αναφερθούν τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το SDH.

- a) Σχεδιάστηκε για συμφέρουσα, από πλευράς κόστους, και ευέλικτη τηλεπικοινωνιακή δικτύωση. Τα πρότυπα του SDH βασίζονται στις αρχές της άμεσης σύγχρονης πολυπλεξίας, που είναι το κλειδί για οικονομική και ευέλικτη τηλεπικοινωνιακή δικτύωση. Ουσιαστικά, αυτό σημαίνει ότι συγκεκριμένα σήματα εισόδου μπορεί να πολυπλεχθούν κατ' ευθείαν σε ένα σήμα της SDH ιεραρχίας, υψηλότερης ταχύτητας χωρίς ενδιάμεσα στάδια πολυπλεξίας. Ακόμη τα στοιχεία του SDH δικτύου (Network Elements) μπορούν να διασυνδεθούν κατ' ευθείαν στο υπάρχον δίκτυο, αποκτώντας δυνατότητα πρόσβασης σε όλα τα μεταφερόμενα σήματα με προφανή οφέλη από πλευράς κόστους και οικονομίας διατάξεων.



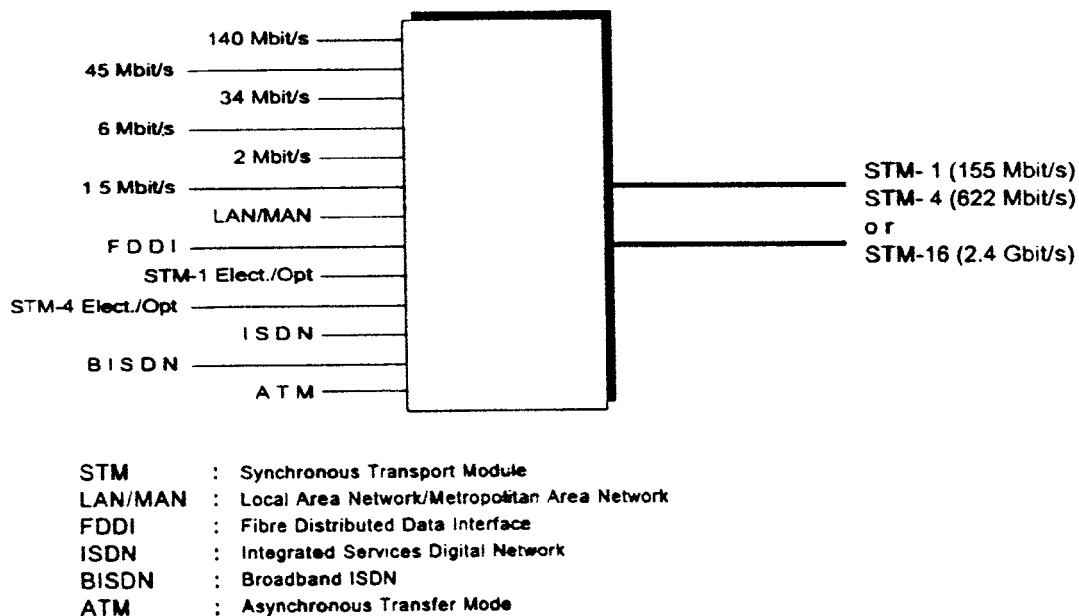
*Σχήμα 3: SDH Δικτύωση*

Η δομή του SDH πλαισίου, λειτουργεί σαν πλατφόρμα πάνω στην οποία τοποθετούνται τα πλησιόχρονα (και σύγχρονα) σήματα, προς μεταφορά. Τα σήματα αυτά διατηρούν την ταυτότητά τους και τη δυνατότητα να έχουν ταχύτητα η οποία μπορεί να μεταβάλλεται. Η σχετική τους όμως θέση είναι ανά πάσα στιγμή ελεγχόμενη έτσι ώστε είναι εφικτή, τόσο η απομάστευση όσο και η αναδρομολόγησή τους, από οποιοδήποτε κόμβο του σύγχρονου δικτύου. Το στοιχείο αυτό προσδίδει τη δυνατότητα της ψηφιακής μεταγωγής στους SDH κόμβους.

- b) Εξασφαλίζει ενσωματωμένη χωρητικότητα σήματος, για προηγμένη διαχείριση και συντήρηση δικτύου. Περίπου 5% της δομής του σήματος SDH χρησιμοποιείται για υποστήριξη

διαδικασιών διαχείρισης και συντήρησης. Αυτές οι λειτουργίες επιτρέπουν τη βέλτιστη χρήση του δικτύου και εξάντληση των δυνατοτήτων του.

- c) Εξασφαλίζει ικανότητες ευέλικτης μεταφοράς σήματος. Ένα σήμα της σύγχρονης ιεραρχίας είναι ικανό να μεταφέρει όλα τα συνηθισμένα σήματα εισόδου, που υπάρχουν στα σημερινά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα. Αυτό σημαίνει ότι το SDH μπορεί να αναπτυχθεί σαν ένα πλαίσιο επικάλυψης στο υπάρχον δίκτυο, μεταφέροντας διάφορους τύπους σημάτων. Επιπρόσθετα, το SDH έχει τη δυνατότητα να ενσωματώνει εύκολα νέους τύπους σημάτων, που εξυπηρετούν πελάτες, και τα οποία θα υποστηριχθούν στο μέλλον από τους χρήστες των δικτύων.



Σχ. 4 Δυνατότητες Μεταφοράς

- d) Συγκεκριμένες προδιαγραφές για τους κατασκευαστές. Το γεγονός ότι το SDH εξασφαλίζει κοινά πρότυπα για το ενιαίο δίκτυο, σημαίνει ότι συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές μπορούν να διασυνδεθούν.
- e) Δυνατότητα προστασίας των σημάτων. Ένα ακόμα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της SDH τεχνολογίας, είναι οι δυνατότητες προστασίας τόσο των SDH σημάτων, όσο και των μεταφερόμενων σημάτων. Η αναδρομολόγηση σήματος προς κάποια προκαθορισμένη κατεύθυνση, σε περίπτωση που αποτύχει η κύρια διαδρομή, αποτελεί πρωτοποριακό στοιχείο στο σχεδιασμό των συστημάτων μετάδοσης.
- f) Πλεονεκτήματα οπτικής τεχνολογίας. Το γεγονός ότι η SDH χρησιμοποιεί κυρίως σαν μέσο μετάδοσης την οπτική ίνα δίνει την

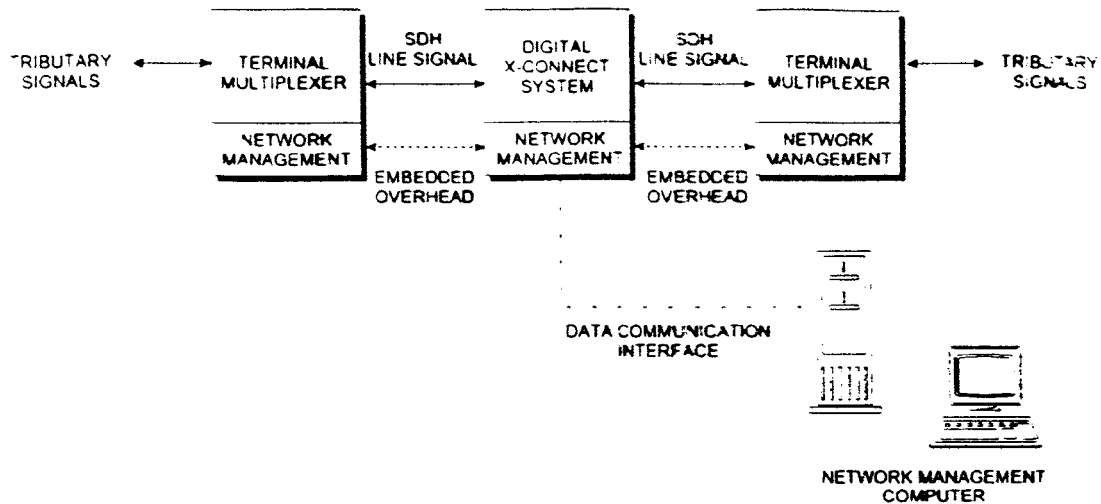
δυνατότητα εξάντλησης των πλεονεκτημάτων της οπτικής τεχνολογίας. Σημαντικότερο από όλα είναι η δυνατότητα για θεωρητικά απεριόριστη αύξηση της ταχύτητας μετάδοσης. Έτσι, γίνεται εφικτή η ταχύτητα μετάδοσης του τρίτου επιπέδου STM (2,45 Gb/s), ενώ επιτρέπεται η μελλοντική θεωρητική θεμελίωση και τη πρακτική υλοποίηση μεγαλύτερου επιπέδου μεταφοράς. Έχουν τέλος, αναπτυχθεί συστήματα P/H μετάδοσης τα οποία δεν έχουν δυνατότητες εισαγωγής/απομάστευσης αλλά μπορούν να μεταφέρουν ένα ή περισσότερα σήματα STM-1.

### **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ και ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ**

Το δίκτυο SDH, σχεδιάστηκε με εξελιγμένες δυνατότητες διαχείρισης και συντήρησης. Ο έλεγχος του δικτύου με τη βοήθεια του pc είναι απαραίτητος αλλά και πολλές λειτουργίες που αφορούν τη διαχείριση και συντήρηση πρέπει να είναι αυτόνομες και ενσωματωμένες στο κάθε στοιχείο του δικτύου, ξεχωριστά. Η συνολική δομή του σήματος SDH εξασφαλίζει χωρητικότητα για σήματα διαχείρισης και συντήρησης αλλά και για επιπλέον λειτουργίες. Αυτά τα σήματα συχνά αναφέρονται σαν ενσωματωμένες πληροφορίες ελέγχου.

Όταν χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα κανάλια πληροφοριών ελέγχου (overheads) για διαδικασίες λειτουργίας του δικτύου, αναφέρονται σαν ενσωματωμένα κανάλια ελέγχου (ECCs). Ειδικού τύπου κανάλια επικοινωνίας δεδομένων (DCCs), εξασφαλίζουν δρόμους επικοινωνίας μεταξύ των SDH συσκευών του δικτύου, για σκοπούς διαχείρισης και μεταφοράς κάθε είδους πληροφορίας, που αφορούν το δίκτυο.

Ορισμένα στοιχεία του SDH δικτύου, έχουν επιλεγεί να λειτουργούν σαν πύλες επικοινωνίας στη σύνδεση με τον υπολογιστή διαχείρισης του δικτύου (σχήμα 5). Έτσι, για παράδειγμα, οι δυνατότητες επίβλεψης των επιδόσεων, ενσωματωμένες στο SDH σήμα, εξασφαλίζουν στο χρήστη του δικτύου τη βεβαιότητα ότι η ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας, προς τον πελάτη, διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Επιπλέον, αν η ποιότητα της υπηρεσίας περιοριστεί, για κάποιους λόγους, η σχετική πληροφορία έρχεται στον υπολογιστή διαχείρισης του δικτύου, μέσω των καναλιών ελέγχου. Στη συνέχεια, μπορεί να ξεκινήσει διαδικασία διόρθωσης μέσα από τα ίδια κανάλια. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας ενός απομακρυσμένου στοιχείου του δικτύου μέσα από τον υπολογιστή.



Σχ. 5 Διαχείριση Δικτύου

### ΔΙΚΤΥΩΣΗ SDH

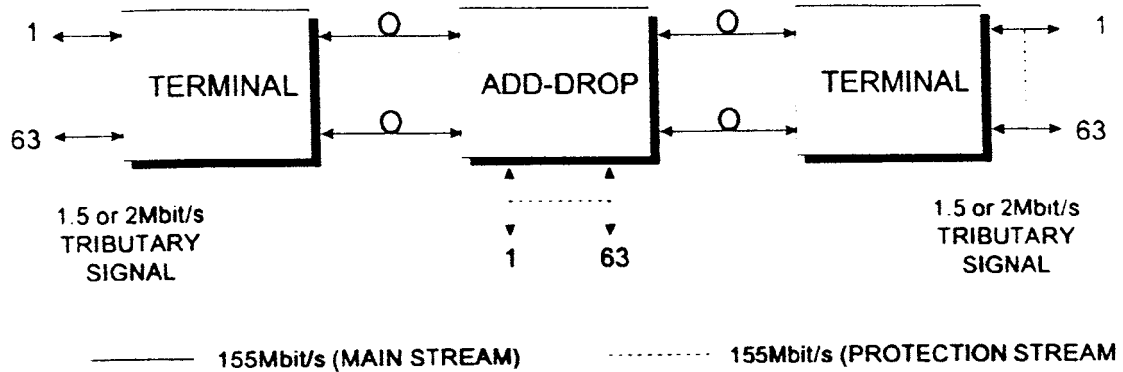
Οι λειτουργίες της σύγχρονης πολυπλεξίας, της ψηφιακής μεταγωγής και της υποστήριξης ζεύξης, σε ένα μόνο στοιχείο δικτύου οδηγούν σε ένα ισχυρότατο Πολυπλέκτη απομάστευσης-επανεισαγωγής, ADM (Add Drop Multiplex). Το SDH υποστηρίζει την κλασική τοπολογία για τηλεπικοινωνιακή δικτύωση. Η πρωτοποριακή αρχιτεκτονική όμως, που εξαντλεί το σύνολο των δυνατοτήτων του πολυπλέκτη ADM, είναι η αρχιτεκτονική δακτυλίου. Εξασφαλίζει μεγαλύτερη ευελιξία στη διαχείριση της χωρητικότητας και επιτρέπει την ύπαρξη εναλλακτικών δρόμων μετάδοσης σε περίπτωση βλάβης των κύριων.

Η αποκατάσταση καναλιών συγκεκριμένης χωρητικότητας, μεταξύ δυο πολυπλεκτών του δακτυλίου ή ενός ευρύτερου δικτύου, γίνεται πλέον ρεαλιστική προσέγγιση. Για περιορισμένη χρονική διάρκεια ή σε περιοδική χρονική βάση, υπηρεσίες αυτού του είδους μπορεί να προσφέρονται στους πελάτες, έχοντας πρόσβαση μόνο στον υπολογιστή διαχείρισης του δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι είναι εφικτή μια χρονικά μεταβαλλόμενη κατανομή της χωρητικότητας του δικτύου. Ο πολυπλέκτης ADM, σαν μέρος ενός σύγχρονου δικτύου, υποστηρίζει διάφορες λειτουργίες, οι οποίες προσδιορίζουν το πόλο του στη συγκεκριμένη τοπολογία.



## ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Line Terminal)

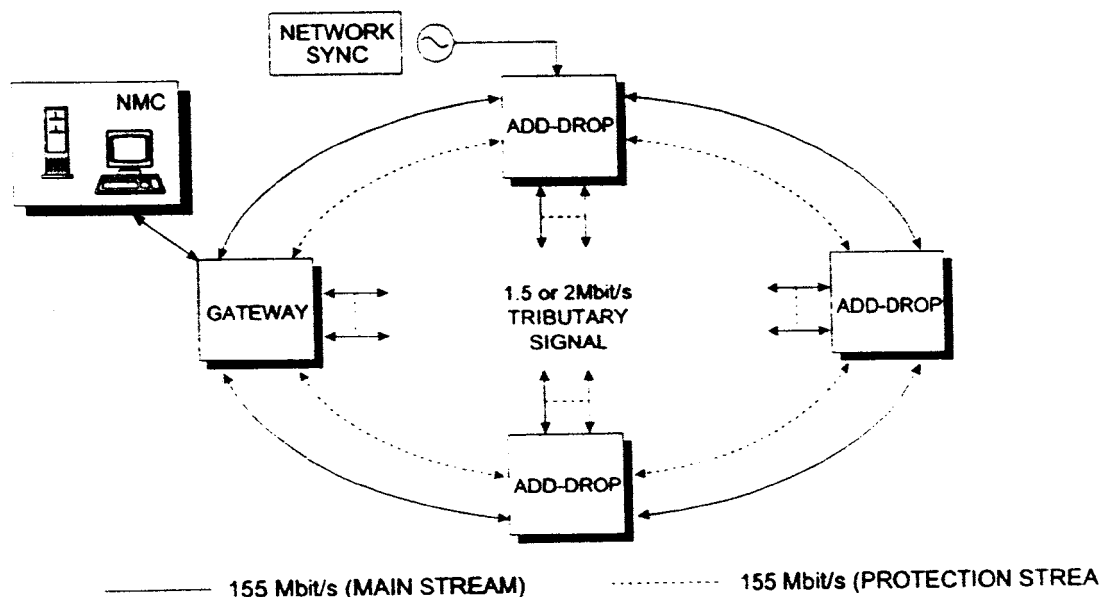
Η τοπολογία στην οποία χρησιμοποιείται ο τερματικός γραμμής φαίνεται στο σχήμα 6. Πολυπλέκει ένα συνδυασμό από πλησιόχρονα σήματα σε ένα σήμα της σύγχρονης ιεραρχίας και αντίστροφα (STM-n, n=1, 4, 16).



Σχ 6: Τερματικός Πολυπλέκτης

## ΠΟΛΥΠΛΕΚΤΗΣ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ-ΕΠΑΝΕΙΣΑΓΩΓΗΣ (Add Drop Multiplex)

Ο ADM βρίσκεται πάντα μεταξύ δυο άλλων πολυπλεκτών (σχήμα 6,7). Λαμβάνοντας κάποιο STM-1 σήμα, από τη μια κατεύθυνση, απομαστεύει κάποια από τα συνεισφέροντα σήματα και επανεισάγει κάποια άλλα της ίδιας χωρητικότητας. Το νέο πλαίσιο STM-1 δρομολογείται προς την αντίθετη κατεύθυνση.



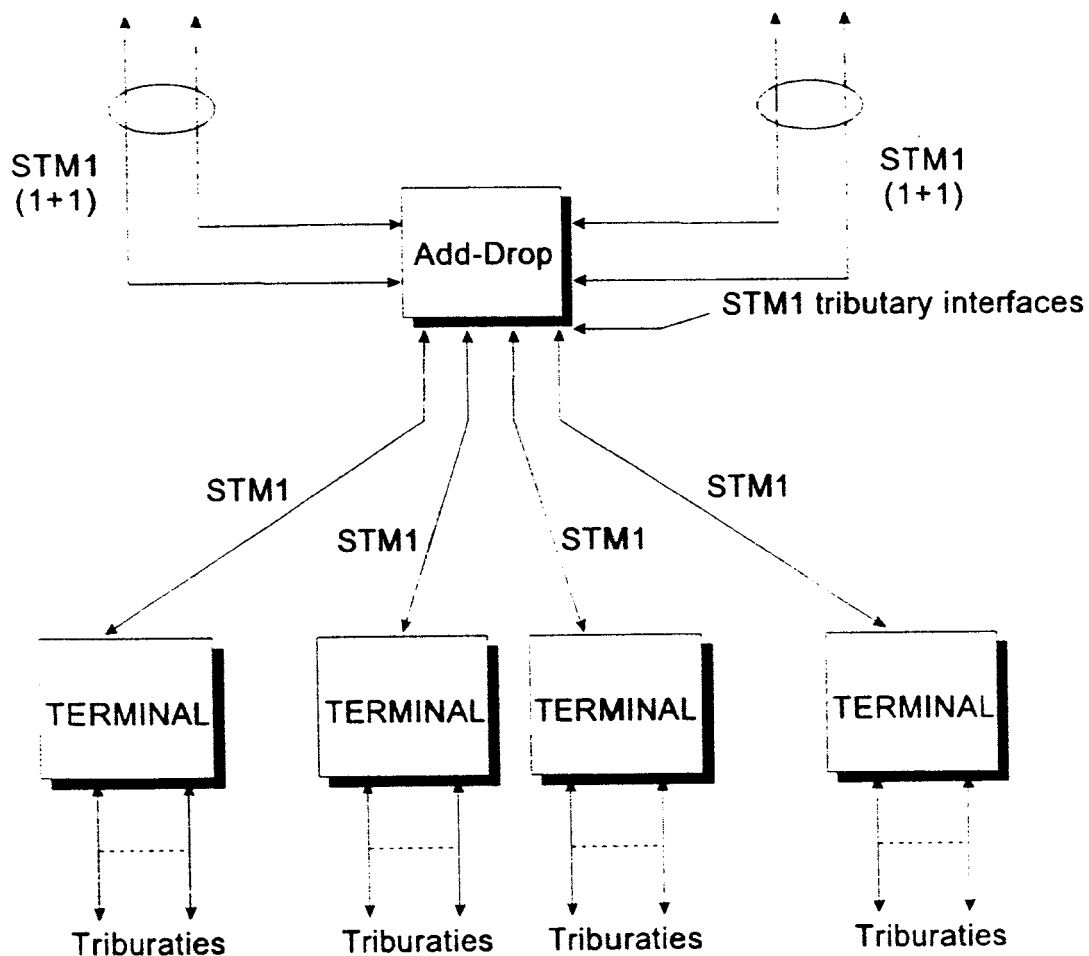
Σχ. 7 Πολυπλέκτης Απομάστευσης - Επανεισαγωγής

## ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ (Cross Connect)

Είναι κόμβος στον οποίο καταλήγουν δύο ή τέσσερα STM-n ( $n=1, 2$ ) πλαίσια. Κάνει αναδρομολόγηση των σημάτων που μεταφέρονται από κάποιο STM-n σε κάποιο άλλο. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε ένα τέτοιο κόμβο δε γίνεται απομάστευση.

## ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΗΣ

Είναι κόμβος μιας τοπολογίας αστέρα (σχήμα 8). Έχει δυνατότητα εισαγωγής-συμπύκνωσης τεσσάρων STM-n σημάτων, των οποίων το συνολικό φορτίο, δεν ξεπερνά το μέγιστο φορτίο ενός πλαισίου STM-n. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ένα σήμα STM-n που μεταφέρει το συνολικό φορτίο των τεσσάρων σημάτων εισόδου.



Σχ. 6.2-8 Συγκεντρωτής

## **ΚΥΡΙΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ**

Κύριος δακτυλίου ονομάζεται ένας απλός κόμβος τοπολογίας δακτυλίου, ο οποίος όμως δέχεται εξωτερικά χρονισμό και τροφοδοτεί με αυτόν τους υπόλοιπους κόμβους του δακτυλίου, μέσα από τα SDH σήματα (σχήμα 7).

## **ΠΥΛΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ**

Ο πολυπλέκτης πύλης (σχήμα 7) έχει τον κατάλληλο interface μέσα από το οποίο ελέγχεται όλο το δίκτυο από το κέντρο ελέγχου του δικτύου. Ένας πολυπλέκτης μπορεί να χαρακτηρίζεται με περισσότερες από μια ιδιότητες, π.χ. ένας πολυπλέκτης απομάστευσης-επανεισαγωγής μπορεί να είναι ταυτόχρονα και πύλη ελέγχου και κύριος δακτυλίου. Δε μπορεί, όμως, να έχει παραπάνω από μια από τις τρεις πρώτες ιδιότητες.

## **ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ**

Ένα από τα σοβαρότερα θέματα που πρέπει να εξετάσει κανείς σχεδιάζοντας ένα SDH δίκτυο είναι ο συγχρονισμός. Η μη ύπαρξη συγχρονισμού στο δίκτυο ή η ύπαρξη συγχρονισμού μη ικανοποιητικής ακρίβειας, προκαλεί μεταβολές στις τιμές των δεικτών. Όταν αυτές οι μεταβολές έχουν ρυθμό, δηλαδή είναι συνεχείς, τότε προκαλείται η δημιουργία θορύβου Jitter.

Το μέγεθος του θορύβου είναι ανάλογο προς την ταχύτητα της μεταβολής των δεικτών. Αυτό σημαίνει ότι όταν τα συνεισφέροντα σήματα απομαστεύονται από το SDH δίκτυο (π.χ. σήμα 2,048 Mb/s ψηφιακού κέντρου) παρατηρείται ρυθμός λαθών και σε ακραία περίπτωση το σήμα είναι μη ανακτήσιμο. Αυτό βέβαια αφορά μόνο τα υπό μεταφορά σήματα PDH και όχι τα σήματα SDH.

Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η ύπαρξη ενός δικτύου χρονισμού. Το δίκτυο αυτό έχει στο κέντρο του ένα ρολόι πολύ μεγάλης ακρίβειας, το οποίο θα διανέμει χρονισμό στο SDH δίκτυο. Η διανομή θα γίνεται είτε μέσα από τα SDH σήματα από ADM σε ADM, είτε από ειδικές γραμμές χρονισμού. Οι γραμμές αυτές τροφοδοτούν το interface εισόδου χρονισμού που διαθέτουν τα ADM. Ένα SDH δίκτυο μπορεί να λειτουργήσει ακόμα και αν κάθε ADM έχει το δικό του χρονισμό.

## ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

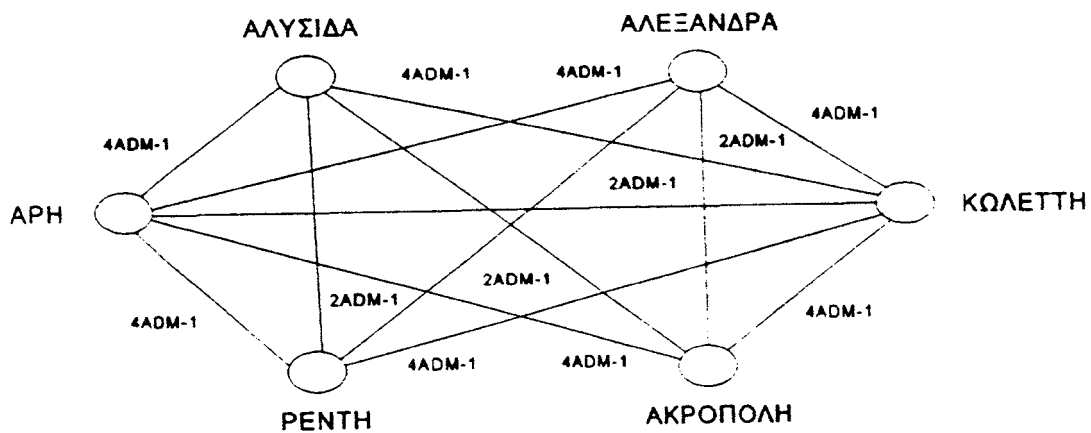
Ο ΤΔΑ είναι ένα δίκτυο αποτελούμενο από 13 δακτυλίους (ένας κεντρικός και 12 περιφερειακοί) διαρθρωμένο κατά ιεραρχικό τρόπο σε δυο επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο είναι το ΔΙΑΒΙΒΑΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ και το δεύτερο το ΑΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.

Το Διαβιβαστικό Δίκτυο αποτελείται από 6 διαβιβαστικά κέντρα μεγάλης χωρητικότητας που διασυνδέονται μεταξύ τους με συστήματα SDH σχηματίζοντας τον κεντρικό δακτύλιο. Το Αστικό Δίκτυο περιλαμβάνει τα αστικά κέντρα της περιοχής Αττικής που διασυνδέονται πλήρως με το διαβιβαστικό δίκτυο μέσω των 12 περιφερειακών δακτυλίων με σύστημα SDH.

## ΔΙΑΒΙΒΑΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Στο σχήμα 9 φαίνεται το δίκτυο μετάδοσης στο πρώτο επίπεδο-διαβιβαστικό. Τα διαβιβαστικά κέντρα είναι οργανωμένα σε ζεύγη: ΑΛΥΣΙΔΑ – ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ, ΑΡΗ – ΚΩΛΕΤΤΗ, ΡΕΝΤΗ – ΑΚΡΟΠΟΛΗ. Κάθε διαβιβαστικό κέντρο επικοινωνεί, μέσω συστημάτων SDH με όλα τα άλλα διαβιβαστικά εκτός από το δυϊκό του (εξαιρέση αποτελεί η σύνδεση των κέντρων ΑΡΗ – ΚΩΛΕΤΤΗ).

Σε αυτό το επίπεδο χρησιμοποιούνται σήματα ADM-1 σε διάταξη δακτυλίου με δυο κόμβους ανά δακτύλιο που συνδέονται μεταξύ τους μέσω τερματικών διατάξεων TM-4 με σήμα γραμμής 622 Mb/s. Ο αριθμός των απαιτούμενων συστημάτων ADM-1 και TM-4 σε κάθε κέντρο φαίνεται στο σχήμα 9.

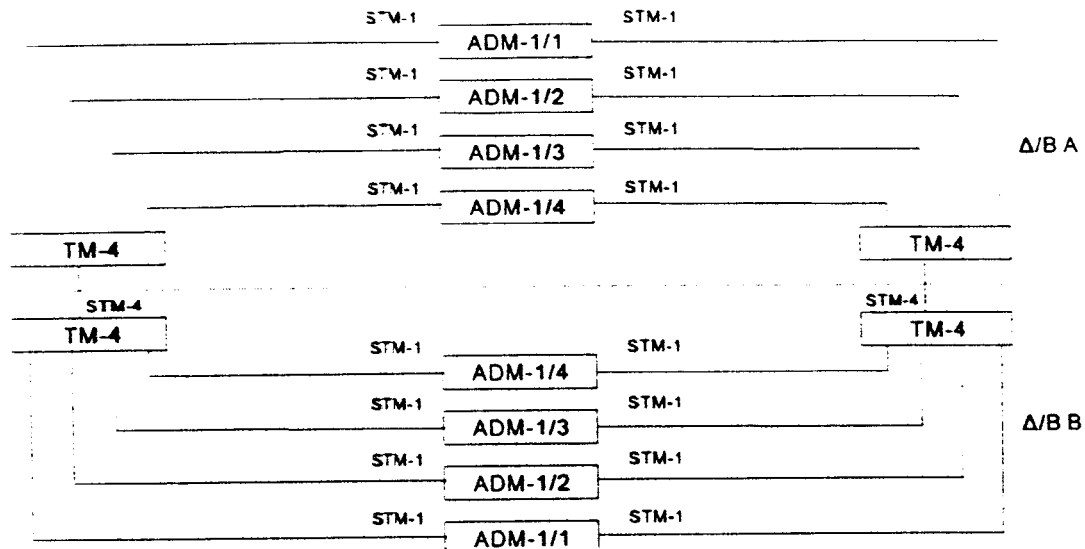


Σχ 9: ΤΔΑ Διαβιβαστικό Επίπεδο

Αναλυτικά η σύνδεση των συστημάτων SDH μεταξύ δυο διαβιβαστικών κέντρων γίνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 10.

Μ' αυτόν τον τρόπο διασύνδεσης των διαβιβαστικών κέντρων εξασφαλίζεται:

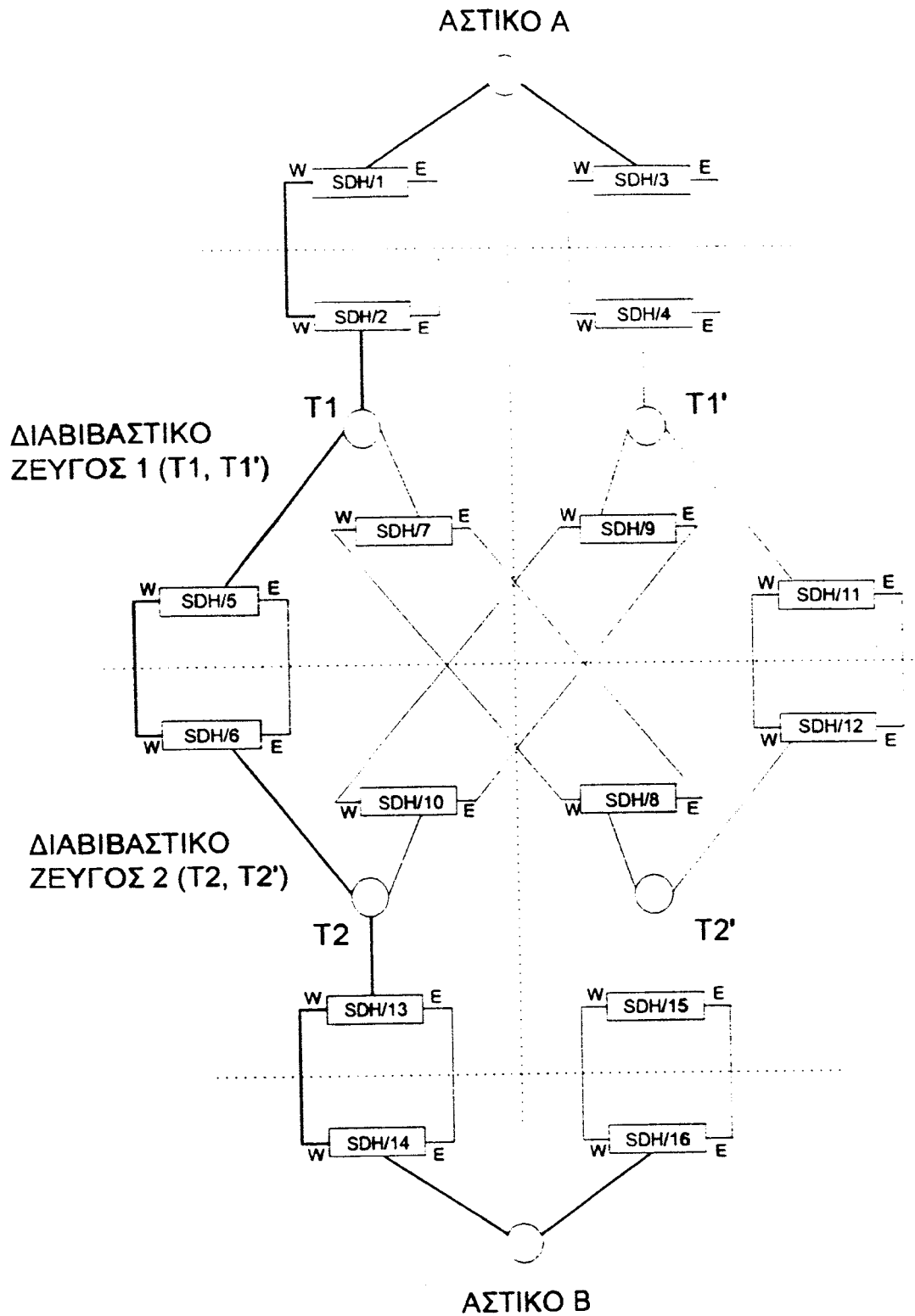
1. Η επικοινωνία κάθε διαβιβαστικού κέντρου με οποιοδήποτε άλλο (πλήρης εφεδρεία πρόσβασης).
2. Η επικοινωνία μεταξύ διαβιβαστικών κέντρων γίνεται μέσω δυο διαφορετικών οδεύσεων (πλήρης εφεδρεία δικτύου).



Σχ. 10 Σύνδεση SDH συστημάτων μεταξύ διαβιβαστικών κέντρων του ΤΔΑ

## ΑΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Στο Αστικό Δίκτυο μετάδοσης χρησιμοποιούνται μόνο συστήματα SDH τύπου ADM-1. μέσω αυτών των συστημάτων και οι 12 περιφερειακοί δακτύλιοι έχουν άμεση και πλήρη πρόσβαση στο διαβιβαστικό δίκτυο. Για λόγους ασφάλειας και αξιοπιστίας κάθε αστικό κέντρο συνδέεται με δυο διαβιβαστικά κέντρα (ένα ζεύγος) μέσω δυο διαφορετικών οδεύσεων. Στο σχήμα 11 βλέπουμε ένα παράδειγμα επικοινωνίας μεταξύ δυο αστικών κέντρων που ανήκουν σε διαφορετικά ζεύγη διαβιβαστικών.



Σχ. 11 Το αστικό κέντρο Α που ανήκει στο ζεύγος διαβιβαστικών (T1, T1') έχει πολλούς εναλλακτικούς τρόπους επικοινωνίας με το αστικό κέντρο Β στο ζεύγος T2, T2'

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Σεμινάριο Ηλεκτρονικών Κέντρων στο Πανεπιστήμιο Πατρών 1981:
  - Σημειώσεις του Τακτικού Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών Γ. Κοκκινάκη.
  - Σημειώσεις του Καθηγητή της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών Β. Μάκιου.
  - Σημειώσεις του Φυσικού – Ραδιοηλεκτρολόγου Κ. Φαλαγκάρα.
  - Σημειώσεις του Ηλεκτρονικού – Φυσικού Π. Νικάκη.
2. Εισαγωγή στα Τηλεφωνικά Κέντρα ενταμιευμένου προγράμματος 1980 Dr. Π. Κουλουκάκου και Dr. Κ. Παπανικολάου.
3. Εισαγωγή στα Ηλεκτρονικά Κέντρα 1973 Γ. Β. Θεωδόρου.
4. SIEMENS TELCOM REPORT  
OPTICAL COMMUNICATION  
volume 6 October 1983.
5. Διαλέξεις παρουσιάσεις νέας τεχνολογίας.
6. OPTICAL FIBER TELECOMMUNICATION  
STEWART E. MILLER  
ALAN G. CHYNOWETH  
ACADEMIC PRESS 1979
7. Σημειώσεις Φαρσακόπουλου Γιάννη για τον ‘EDTS8’.
8. Σημειώσεις Πετρόπουλου Ηλία ‘Περιγραφή Λειτουργίας TTE-AU’.
9. Σημειώσεις Παπαμαργαρίτη Κώστα ‘Σηματοδοσία Νο7’.