

ΑΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

# ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΤΟ ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΕΤΡΑ

✎ ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΒΡΥΩΝΑ (Α.Μ 1019)

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

*Στεργίου Ελευθέριος*

ΑΡΤΑ, 2004

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	1
1. Εισαγωγή.....	3
2. Τι είναι το <i>TETRA</i> .....	5
3. Γενικά Στοιχεία του δικτύου <i>TETRA</i> .....	6
3.1 Πλαίσιο <i>TETRA</i> .....	6
3.2 Συχνότητες δικτύων <i>TETRA</i> .....	7
3.2.1 Για επαγγελματική χρήση .....	7
3.2.2 Για υπηρεσίες επείγουσας ανάγκης.....	7
3.3 Τα τερματικά.....	8
3.4 Κανάλια <i>TETRA</i> .....	8
3.4.1 Χαρακτηριστικά Φυσικών Καναλιών .....	8
3.4.2 Χαρακτηριστικά Λογικών Καναλιών.....	9
3.5 Συσχετισμός Λογικών και Φυσικών καναλιών <i>TETRA</i> .....	9
3.6 ΟΜΙΛΙΑ <i>TETRA</i> .....	11
3.6.1 Κωδικοποίηση Ομιλίας .....	11
3.6.2 Αποκωδικοποίηση Ομιλίας .....	12
3.6.3 Αποδικοποίηση κωδικού ομιλίας <i>TETRA</i> .....	12
3.7 Κρυπτογράφηση <i>TETRA</i> .....	14
4. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	15
4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	15
4.2 Εξαρτήματα Συστήματος .....	16
4.2.1 ΔΙΚΤΥΟ <i>TETRA</i> .....	17
4.2.2 ΚΙΝΗΤΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ.....	17
4.2.2.1 ΚΣ - Διαβίβαση της κλάσης ισχύος .....	19
4.2.2.2 ΚΣ – Κλάση Δικτύων Κινητού Σταθμού.....	19
4.2.2.3 ΚΜ – Κινητός Σταθμός Διπλής Δυνατότητας Κάλυψης ( MS Duplex capability).....	19
4.2.2.4 Υποστήριξη των ταυτόχρονων κλήσεων (Support of concurrent calls) .....	20
4.2.2.5 Υποστήριξη του τέλους για να τελειώσει την κρυπτογράφηση (Support of end - to - end ).....	20
4.2.3 ΓΡΑΜΜΗ ΣΤΑΘΜΟΥ (Line Station).....	20
4.2.4 Direct Mode Mobile Station (Άμεσος Κινητός Σταθμός Τρόπου).....	21
4.2.5 Πύλες (Gateway):.....	21
4.2.6 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΚΤΥΟΥ .....	22
5. <i>TETRA</i> protocol stack.....	24
5.1 SDS - Short Data Service .....	25
5.1.1 Μηνύματα θέσης (Status messages).....	25
5.1.2 Καθορισμένα στοιχεία χρήστη (User defined data) .....	25
5.2 Λεπτομερής περιγραφή SDS.....	26
5.3 Υπόστρωμα CMCE .....	28
5.4 Υπόστρωμα MLE.....	29
5.5 Υπόστρωμα LLC.....	29
5.6 MAC Επίπεδο.....	30
5.10 Φυσικό Επίπεδο.....	30
5.11 PDO-Packet Data Optimized.....	30
5.12 Προσανατολισμένη σύνδεση μεταφορά.....	31
5.13 Χωρίς σύνδεση μεταφορά - Connectionless transfer .....	31
5.14 Ο τυχαίος αλγόριθμος πρόσβασης .....	31
5.14.1 Τυχαία πρόσβαση - Random access.....	31
5.14.2 SwMI ελέγχοντας την τυχαία πρόσβαση – SwMI controlling random access .....	32
5.15 SYSINFO.....	32
5.17 ACCESS-DEFINE .....	33
5.18 MAC-RESOURCE.....	33
5.19 Τυχαία πρόσβαση στο κινητό σταθμό - Random Access at the MS .....	33
6. Υπηρεσίες <i>TETRA</i> .....	36
6.1 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΦΩΝΗΣ.....	36

6.1.2 Ομαδικές Κλήσεις .....	37
6.1.3 Κλήση Ανάγκης .....	38
6.2 Χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα του δικτύου <i>TETRA</i> .....	39
6.3 Συμπληρωματικές Υπηρεσίες.....	40
6.4 Υπηρεσία μεταγωγής Πακέτων Δεδομένων ( <i>PDS-TETRA</i> ).....	41
6.5 Υπηρεσία Μεταγωγής Κυκλώματος.....	43
6.6 Υπηρεσία Μηνυμάτων Κατάστασης δικτύου <i>TETRA</i> .....	44
6.7 Απαραίτητες Συμπληρωματικές Υπηρεσίες δικτύου <i>TETRA</i> .....	45
6.8 Προτεραιότητα Πρόσφατου Χρήστη.....	45
6.9 Παρακολούθηση Προτεραιότητας.....	46
7. Κλήσεις <i>DMO</i> δικτύου <i>TETRA</i> .....	47
7.2 Βασική Λειτουργία <i>DMO</i> .....	48
7.3 Ατομικές Κλήσεις <i>DMO</i> δικτύου <i>TETRA</i> .....	50
7.4 Εγγενείς Υπηρεσίες <i>DMO</i> δικτύου <i>TETRA</i> .....	51
8.ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ <i>TETRA</i> .....	52
8.1 Οι <i>TETRA</i> λειτουργίες ασφάλειας.....	52
8.2 Επισκόπηση της <i>TETRA</i> ασφαλείας δικτύων.....	54
9.ΣΥΓΚΡΙΣΗ <i>TETRA</i> ΜΕ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΥΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ <i>GSM</i> .....	57
10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ <i>TETRA</i> .....	60
10.1 Παράδειγμα Χρήσεις του Δικτύου <i>TETRA</i> .....	60
10.2 Τερματικές Συσκευές <i>TETRA</i> .....	62
11. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΔΙΚΥΟΥ.....	64
ΠΑΡΑΡΤΗΑ Α.....	65
Συντομογραφίες - Επεξήγηση.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	68



## 1. Εισαγωγή

Οι ασύρματες επικοινωνίες αποτελούν ένα από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς στο χώρο των τηλεπικοινωνιών σε παγκόσμια κλίμακα. Έτσι από το διαδεδομένο πρωτόκολλο GSM για κινητή τηλεφωνία, έχει αναπτυχθεί ένα καινούργιο δίκτυο για τις υπηρεσιακές ασύρματες συσκευές, το ασύρματο δίκτυο *TETRA*.

Το δίκτυο *TETRA* ανήκει στην κατηγορία των συστημάτων Professional Mobile Radio (PRM), απευθύνεται σε επαγγελματίες χρήστες του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, με εξειδικευμένες απαιτήσεις που δεν μπορούν να καλύψουν τα υπάρχοντα δίκτυα. Τα συστήματα *TETRA* βασίζονται σε ένα πρωτόκολλο καθορισμένο από το EUROPEAN TELECOMMUNICATION STANDARD (ETSI). Τα πρώτα συστήματα άρχισαν να εγκαθίστανται το 1997.

Έχει σχεδιαστεί για να ανταποκριθεί στην ζήτηση για αποδοτικότερες και εύκαμπτες υπηρεσίες επικοινωνίας από τους ιδιωτικούς και κινητούς ραδιοχρήστες δημόσιας πρόσβασης. Είναι σε θέση να εξετάσει πολλά από τα τεχνικά και εμπορικά προβλήματα της κινητής ραδιοανάπτυξης του συστήματος, στον 21ον αιώνα, όπως και την παροχή της προηγμένης και εύκαμπτης αρχιτεκτονικής του συστήματος.

Το δίκτυο *TETRA* αποτελείται από τους σταθμούς βάσης, το κέντρο μεταγωγής, τον έλεγχο διαχείρισης λειτουργιών και φορητά και κινητά τερματικά και κονσόλες εκφωνητή. Όλα τα υποσυστήματα του δικτύου *TETRA* είναι δυνατόν, απλά και γρήγορα, να προγραμματιστούν εκ νέου οποτεδήποτε υπάρξει ανάγκη αναβάθμισης του δικτύου ή επιβάλλονται νέες απαιτήσεις από την εξέλιξη της τεχνολογίας.

Το δίκτυο *TETRA* δημιουργήθηκε κατ' αρχήν για να καλύψει ανάγκες οι οποίες μέχρι σήμερα καλύπτονται από τα συστήματα ράδιο VHF/UHS. Σήμερα ο όρος *TETRA* σημαίνει TErrestrial Trunked RAdio.

Το δίκτυο *TETRA* χρησιμοποιεί την Τεχνική TDMA (Time Division Multiple Access – Πολλαπλή Πρόσβαση Διάρθρωσης Χρόνου), η οποία βελτιώνει και αυξάνει την απόδοση της ζεύξης. Η λειτουργία ελέγχου του ραδιοδιαύλου εκχωρείται σε συγκεκριμένη χρονοθυρίδα του συγκεκριμένου φυσικού ραδιοδιαύλου (συχνότητα) και όχι σε συγκεκριμένο αποκλειστικό φυσικό ραδιοδιάλο (συχνότητα) όπως συμβαίνει στα αναλογικά δίκτυα ζεύξης. Αυτό συνεπάγεται ότι ο συγκεκριμένος φυσικός ραδιοδιάλογος μπορεί να μεταφέρει πληροφορίες στους χρήστες με τις υπόλοιπες χρονοθυρίδες του.

## 2. Τι είναι το *TETRA*

Το *TETRA* (TerrETSial Trunked Radio) είναι ένα ασύρματο ψηφιακό σύστημα επικοινωνίας καθορισμένο από τον ETSI για χρήση μεταξύ 2 ή περισσότερων σημείων που επιτρέπει τη μετάδοση φωνής και δεδομένων. Το σύστημα *TETRA* αποτελείται από τις (συνήθως φορητές) τερματικές συσκευές και τους σταθμούς βάσης. Χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό πρωτόκολλο επικοινωνίας, (που αποτελεί εξέλιξη του πρωτοκόλλου ασύρματης τηλεφωνίας DECT). Μπορεί να υπάρχει επικοινωνία τόσο για φωνή, όσο και για δεδομένα μεταξύ όλων των βάσεων ή τερματικών που βρίσκονται εντός εμβέλειας του δικτύου.

Αντίθετα από το GSM, που ασχολείται με της προσωπικές τηλεπικοινωνίες, το *TETRA* περιλαμβάνει μια σειρά από χαρακτηριστικά γνωρίσματα που προσαρμόζονται για τις επαγγελματικές απαιτήσεις των χρηστών.

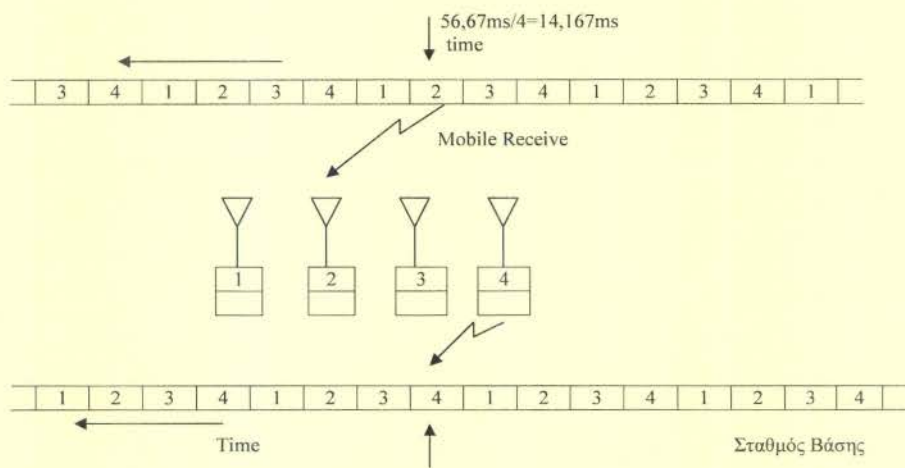
Κάνει την καλύτερη δυνατή χρήση του ραδιοφάσματος μέσω της διανομής των ραδιοστοιχείων της συμπεριφοράς μεταξύ των χρηστών. Κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής μεταφοράς.

Συνήθως το *TETRA* χρησιμοποιείται στις δυνάμεις αστυνομίας, υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, άλλες βοηθητικές εγκαταστάσεις Δημοσίων Υπηρεσιών, Μεταφορικές Εταιρείες κ.λ.π έτσι ώστε να παρέχει εξασφαλισμένα, αξιόπιστα και οικονομικά και αποδοτικά να καλύπτεται ο χειρισμός της μεταφοράς πολυμέσων. Συνοπτικά το *TETRA* περιλαμβάνει: δημόσια και ιδιωτική κινητή αρχιτεκτονική δικτυακών επικοινωνιών, τις συσκευές (τερματικά κλπ) και τις υπηρεσίες που παρέχονται από το δίκτυο αυτό.

Με την ενσωμάτωση διαφόρων εφαρμογών ο χρήστης της τερματικής συσκευής μπορεί να έχει αμφίδρομη πρόσβαση στο τηλεφωνικό δίκτυο, στο διαδίκτυο και στο ηλεκτρονικό του ταχυδρομείο και με χρήστες *TETRA* που ανήκουν σε άλλες παρόμοιες υπηρεσίες.

### 3. Γενικά Στοιχεία του δικτύου *TETRA*

Η υλοποίηση του πρότυπου ραδιοδιεπαφής *TETRA* στις φέρουσες συχνότητες, βασίζεται στην χρήση της τεχνικής Πολλαπλής Πρόσβασης Διάρθρωσης Χρόνου (Time Division Multiple Access - TDMA). Η χρήση της τεχνικής TDMA επιτρέπει την δημιουργία τεσσάρων ταυτόχρονων λογικών καναλιών επικοινωνίας σε κάθε φέρουσα συχνότητα *TETRA*. Οι φέρουσες συχνότητες απέχουν μεταξύ τους 25kHz.



Σχήμα 1: TDMA ραδιοδιεπαφής προτύπου *TETRA*

#### 3.1 Πλαίσιο *TETRA*

Κάθε πλαίσιο *TETRA* έχει χρονική διάρκεια 56,67 ms και αποτελείται από τέσσερις χρονοθυρίδες που αριθμούνται από το 1 μέχρι το 4. Συνεπώς η χρονική διάρκεια κάθε χρονοθυρίδας του πλαισίου *TETRA* είναι 14,167ms ( $56,67/4=14,167$  ms).

Κάθε χρονοθυρίδα του πλαισίου *TETRA* αποτελείται από 510 ψηφία που το κάθε ένα έχει χρονική διάρκεια 27,78  $\mu$ sec. Η σύνθεση αυτή των ψηφίων εξαρτάται από το εάν το πλαίσιο είναι ανερχόμενης<sup>1</sup> ή κατερχόμενης<sup>2</sup> ζεύξης.

Οι ταχύτητες μετάδοσης του δικτύου *TETRA* μπορούν να φτάσουν τα 28.800 bits/sec με χρήση και των τεσσάρων καναλιών από έναν συνδρομητή (7.2 kbps ανά κανάλι). Ανάλογα με τα κανάλια και το βαθμό προστασίας, οι ταχύτητες των δεδομένων (data) διαμορφώνονται ως εξής:

ΡΥΘΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (kbps)				
Χωρίς προστασία	7,2	14,4	21,6	28,8
Με Συνήθη προστασία	4,8	9,6	14,4	19,2
Με υψηλή προστασία	2,4	4,8	7,2	9,6

Το *TETRA* επιτρέπει ταυτόχρονη χρήση του δικτύου σε περισσότερους από έναν οργανισμούς, προσφέροντας ασφάλεια και ανεξαρτησία σε καθέναν από αυτούς. Πρόκειται δηλαδή για ένα σύστημα υψηλών προδιαγραφών με πολύ καλή και αποδοτική χρήση των πηγών του.

### 3.2 Συχνότητες δικτύων *TETRA*.

Η χρήση των συχνοτήτων που χρησιμοποιούν γενικώς τα δίκτυα *TETRA* παραχωρήθηκαν από το NATO μεταξύ των ραδιοφωνικών συχνοτήτων της Ευρώπης (20MHz), ώστε να υπάρχει ομοιομορφία στις συχνότητες.

Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται από το *TETRA* είναι:

#### 3.2.1 Για επαγγελματική χρήση:

410-430 MHz

450-460 / 460-470 MHz

870-876 / 925-931 MHz

#### 3.2.2 Για υπηρεσίες επείγουσας ανάγκης:

380-400MHz MHz



### 3.3 Τα τερματικά.

Η εκπεμπόμενη ισχύς ρυθμίζεται αυτόματα, ανάλογα με τις κατά τόπους ανάγκες.

Τα τερματικά διακρίνονται σε κλάσεις.

Τυπικές κλάσεις των τερματικών είναι:

BS: 0.6W, 1W, 1.6W, 2.5W, 4W, 6.3W, 10W, 15W, 25W, 40W

MS: 30W, 10W, 3W και 1W

### 3.4 Κανάλια *TETRA*

Τύποι Καναλιών *TETRA*:

Στο πρότυπο *TETRA* προβλέπονται δυο τύποι καναλιών:

- Φυσικά κανάλια,
- Λογικά κανάλια.

Αυτά συσχετίζονται μεταξύ τους, μέσω της αποτύπωσης των λογικών καναλιών στα φυσικά κανάλια.

#### 3.4.1 Χαρακτηριστικά Φυσικών Καναλιών.

Τα Φυσικά Κανάλια μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε ως κανάλια ελέγχου, είτε ως κανάλια μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Τα κανάλια ελέγχου μεταφέρουν μηνύματα σηματοδοσίας και δεδομένα μεταγωγής πακέτων. Η ανάγκη σηματοδοσίας επιβάλλει την εκχώρηση τουλάχιστον ενός καναλιού ελέγχου ανά κυψέλη. Τα κανάλια μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής κίνησης μεταφέρουν πληροφορίες του χρήστη κυρίως φωνή και δεδομένα.

Η πρώτη χρονοθυρίδα της χαμηλότερης φέρουσας συχνότητας *TETRA* της κυψέλης, χρησιμοποιείται πάντοτε για την υλοποίηση του καναλιού ελέγχου. Τα υπόλοιπα κανάλια επικοινωνίας χρησιμοποιούνται είτε ως κανάλια μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής κίνησης, είτε ως πρόσθετα κανάλια ελέγχου εάν αυτό απαιτείται.

### 3.4.2 Χαρακτηριστικά Λογικών Καναλιών

Το λογικό κανάλι καθορίζεται ως ο λογικός δρόμος επικοινωνίας μεταξύ δυο ή περισσότερων μερών. Τα λογικά κανάλια αντιπροσωπεύουν την διεπαφή μεταξύ του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται στην ραδιοδιεπαφή και του χρήστη του πρωτοκόλλου.

Τα λογικά κανάλια χωρίζονται στα κανάλια μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής κίνησης, που μεταφέρουν ομιλία μεταγωγής κυκλώματος ή δεδομένα και στα κανάλια ελέγχου που μεταφέρουν δεδομένα μεταγωγής πακέτων ή σηματοδότησης.

Γενικά στα πρότυπα *TETRA* προδιαγράφεται ρυθμός μετάδοσης μέχρι 28,8 Kbps.

### 3.5 Συσχετισμός Λογικών και Φυσικών καναλιών *TETRA*

Ο συσχετισμός μεταξύ των λογικών καναλιών και των φυσικών καναλιών επί των οποίων τα πρώτα μεταφέρονται, είναι σύνθετος και σε κάποιο βαθμό εξαρτάται από την υλοποίηση του κατασκευαστή. Κάθε φυσικό κανάλι μπορεί και μεταφέρει έναν αριθμό λογικών καναλιών. Η στιγμιαία χρήση του φυσικού καναλιού εναλλάσσεται κυκλικά διαμέσου της δομής του πολυπλαισίου.

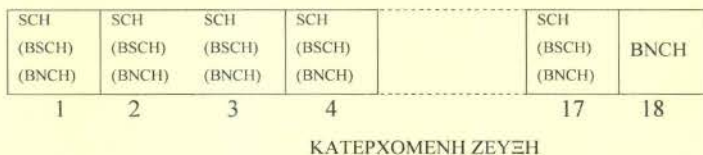
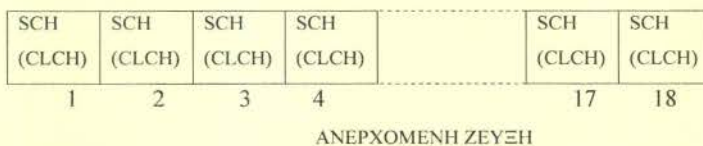


Σημια Α8 : Φυσικό κανάλι μεταφοράς τηλεπ/κης κίνησης *TETRA*

TCH (Traffic Channels) - Κανάλια Μεταφοράς Τηλεπικοινωνιακής Κίνησης<sup>3</sup>  
 Μεταφέρουν την πληροφορία του χρήστη  
STCH (Stealing Channel) – Κανάλι Κλήσης

Το κανάλι STCH συσχετίζεται με ένα κανάλι TCH διότι προσωρινά "κλέβει" μέρος της χωρητικότητας του TCH για την μεταβίβαση μηνυμάτων σηματοδότησης όταν απαιτηθεί γρήγορη σηματοδότηση. Όταν το κανάλι STCH χρησιμοποιείται σε ημιαμφίδρομη λειτουργία είναι μονοκατευθυντικό και έχει την ίδια κατεύθυνση με το συσχετιζόμενο κανάλι TCH.

Το φυσικό κανάλι μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής κίνησης βασίζεται σε Πολυπλάσιο 18 πλαίσιων όπου η θυρίδα των πλαισίων 1-17 μεταφέρουν κανάλια TCH ή STCH. Το πλαίσιο 18 στην κατεύθυνση κατερχόμενης ζεύξης χρησιμοποιείται μόνο για σηματοδότηση και μεταφέρει τα κανάλια SCH, BSCH και BNCH, ενώ στην κατεύθυνση της ανερχόμενης ζεύξης μεταφέρει το κανάλι SCH και εάν απαιτηθεί το κανάλι CLCH.



Σχήμα Α9 Φυσικό κανάλι ελέγχου *TETRA*

**SCH(Signaling Channel)** – Κανάλι Σηματοδότησης<sup>4</sup>

Το κανάλι SCH μοιράζεται σε όλους τους χρήστες αλλά μπορεί να μεταφέρει μηνύματα απευθυνόμενα σε συγκεκριμένη ομάδα χρηστών

**BSCH(Broadcast Synchronization Channel)** - Κανάλι Ευρεκτομής Συγχρονισμού που μεταφέρει πληροφορία χρονισμού και συγχρονισμού περιπλέξεις για τον χρήστη

**BNCH(Broadcast Network Channel)** – Κανάλι Ευρεκτομής Δικτύου που μεταφέρει πληροφορίες του δικτύου *TETRA*

Όλα τα πλαίσια του πολυπλασίου ελέγχου μεταφέρουν μηνύματα σηματοδότησης διαφόρων τύπων. Στην κατεύθυνση κατερχόμενης ζεύξης τα πλαίσια 1-17 μεταφέρουν τα κανάλια SCH, BNCH, BSCH ή BLCH ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Το κανάλι  $AACH^5$  που αποτυπώνεται στην ομάδα ευροεκπομπής όλων των ριπών κατερχόμενης ζεύξης, μεταφέρει πληροφορία για τις εκχωρήσεις των θυρίδων αυτών των πλαισίων. Επιπλέον το πλαίσιο 18 της κατεύθυνσης κατερχόμενης ζεύξης, μεταφέρει το κανάλι BSCH. Στην κατεύθυνση ανερχόμενης ζεύξης το φυσικό κανάλι μεταφέρει λογικά κανάλια SCH και CLCH, εντός όλων των πλαισίων του Πολυπλαισίου.

### 3.6 ΟΜΙΛΙΑ *TETRA*

#### 3.6.1 Κωδικοποίηση Ομιλίας

Στις εφαρμογές τηλεπικοινωνιών η τυπική επεξεργασία ψηφιοποίησης της ομιλίας είναι η Παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM – Pulse Code Modulation). Η διαμόρφωση PCM είναι τεχνική κωδικοποίησης κυματομορφής που διαθέτει τα πλεονεκτήματα της απλότητας και της αξιοπιστίας.

Η διαμόρφωση PCM είναι ανεξάρτητη από την κυματομορφή και συνεπώς κωδικοποιεί μαζί με την ομιλία και τους τόνους σηματοδότησης δικτύου, καθώς και τους τόνους των modems. Ωστόσο, για φιλτραρισμένη ομιλία τηλεφωνικής ποιότητας των 5kHz, απαιτεί 64kbit/s. Αυτή η παροχή δεν είναι δυνατόν να εκχωρηθεί σε ένα μόνο κανάλι ομιλίας επί της ραδιοδιεπαφής *TETRA*. Συνεπώς ακολουθήθηκε διαφορετική προσέγγιση για τα δίκτυα *TETRA*. Στην περίπτωση αυτών των δικτύων, χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις κωδικοποίησης της ομιλίας, που εξετάζουν τα χαρακτηριστικά σύνθεσης της ομιλίας πριν την κωδικοποιήσουν αντί της “τυφλής” κωδικοποίησης των δειγμάτων της κυματομορφής της ομιλίας.

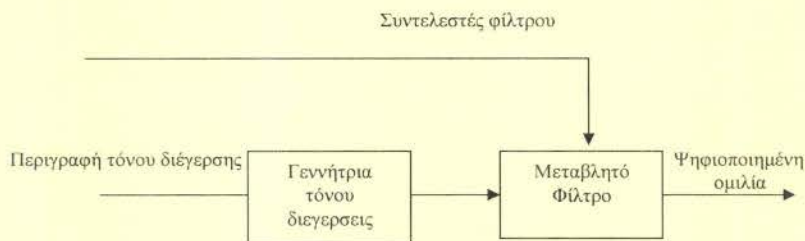


Σχημα Α15:Κωδικοποίηση ομιλίας *TETRA*

Έχει παρατηρηθεί ότι τα χαρακτηριστικά της ομιλίας του ανθρώπου, εντός μικρών χρονικών διαστημάτων, μεταβάλλονται ελάχιστα. Ο αποδικοποιητής κώδικα, μέσω της ανάλυσης ενός σύντομου πακέτου ομιλίας διαμέσου του φίλτρου αντιστροφής, προσπαθεί να παραγάγει ένα καθαρό τόνο διέγερσης στην έξοδο του. Αυτή η επεξεργασία είναι γνωστή ως Κωδικοποίηση Γραμμικής Πρόβλεψης και οι προσδιορισθέντες συντελεστές του φίλτρου μεταδίδονται στο απομακρυσμένο άκρο. Το υπόλοιπο της εξόδου του φίλτρου αναλύεται και η περιγραφή του μεταδίδεται επίσης στο απομακρυσμένο άκρο.

### 3.6.2 Αποκωδικοποίηση Ομιλίας

Στο άκρο λήξης χρησιμοποιείται σύνθετη ομιλία για την ανασύνθεση του σήματος ομιλίας. Ο τόνος διέγερσης αναπαράγεται και περνάει από ένα φίλτρο που προσομοιάζει τον αρχικό ομιλητή. Η ποιότητα της ομιλίας που αναπαράγεται είναι καλύτερη όσο πιο λεπτομερής είναι η περιγραφή του τόνου και του φίλτρου.



Αποκωδικοποίηση ομιλίας *TETRA*

### 3.6.3 Αποδικοποίηση κώδικα ομιλίας *TETRA*

Η τεχνολογία *TETRA* χρησιμοποιεί κωδικό-αποκωδικοποιητή ACELP – (Adaptive Code Excite Linear Prediction). Έχει αποδειχθεί ότι ο όγκος της απαραίτητης πληροφορίας για την περιγραφή των συντελεστών του Φίλτρου Αντιστροφής, είναι σχετικά μικρός όταν συγκρίνεται με αυτήν που απαιτείται για τον τόνο διέγερσης. Η επεξεργασία ACELP μειώνει τον ρυθμό των ψηφίων χωρίς να υποβαθμίζει αισθητά την ποιότητα της ομιλίας

αντικαθιστώντας την περιγραφή του τόνου διέγερσης με μια διανυσματική αναφορά σε σχετικό σύνολο κωδικών και μερικούς συντελεστές διόρθωσης.

Αυτό το σύνολο των κωδικών, είναι ουσιαστικά ένας κατάλογος που περιέχει όλες τις πιθανές εξόδους του φίλτρου αντιστροφής για τυπική ανθρώπινη ομιλία. Ο κωδικοποιητής συγκρίνει την πραγματική έξοδο του φίλτρου αντιστροφής με το σύνολο κωδικών και εντοπίζει τον κώδικα αυτόν που της μοιάζει περισσότερο. Ο αποκωδικοποιητής διαθέτει αντίγραφο του συνόλου κωδικών και το μόνο που απαιτεί είναι η αναφορά υπόδειξης, ώστε να επιλέξει τον κώδικα που θα χρησιμοποιήσει το ACELP του *TETRA* και μπορεί να δημιουργήσει ανθρώπινη ομιλία ικανοποιητικής ποιότητας με ρυθμούς μετάδοσης μόνο 4,8 kbit/s.

Η ασφάλεια του *TETRA* βασίζεται τόσο σε κωδικοποίηση φωνής και δεδομένων, όσο και στην αναγνώριση της ταυτότητας του χρήστη. Το *TETRA* προσφέρει πολύ γρήγορο χρόνο σύνδεσης (300ms), χαρακτηριστικό ιδιαίτερα σημαντικό για τις υπηρεσίες επείγουσας ανάγκης.

Κάθε κανάλι έχει ταχύτητα 9.6 kbits/sec και η φωνή κωδικοποιείται σε 4.8 kbits/sec με χρήση κωδικοποίησης ACELP (Advanced Code Excited Linear Prediction) που θεωρείται μία από τις καλύτερες μεθόδους. Το μυστικό της επιτυχίας του *TETRA* βρίσκεται στη διαμόρφωση που υιοθετεί  $\pi/4$  - DQPSK (Digital Quadrature Phase Shift Keying), κάτι που το κάνει πολύ γρηγορότερο από όλα τα γνωστά TDMA συστήματα. Το *TETRA* έχει 25KHz απόσταση μεταξύ των φερόντων συχνοτήτων του (λόγω της συγκεκριμένης τεχνικής), ενώ το GSM έχει 200KHz που του δίνουν τη δυνατότητα για 8 συνδρομητικά κανάλια ανά φέρον - στο ίδιο εύρος ζώνης. Όμως το *TETRA* προσφέρει 230.4 kbits/sec σε σύγκριση με τα 115.2 kbits/sec του GSM.

### 3.7 Κρυπτογράφηση *TETRA*

Η τεχνολογία *TETRA* υποστηρίζει δυο τύπους κρυπτογράφησης,

- αυτήν που εφαρμόζεται μόνο στην ραδιοδιεπαφή και
- αυτή που έχει την πλήρη κρυπτογράφηση από άκρου σε άκρο της αλυσίδας επικοινωνίας.

Αυτό απαγορεύει την υποκλοπή της επικοινωνίας από τρίτους και αυξάνει την αξιοπιστία του δικτύου που χρησιμοποιεί την τεχνολογία *TETRA*.

Καθώς η τεχνολογία *TETRA* είναι πλήρως ψηφιακή, είναι σχετικά εύκολη υπόθεση η εισαγωγή μαθηματικών αλγορίθμων για την κρυπτογράφηση των ψηφιακών δεδομένων. Αυτοί οι αλγόριθμοι είναι πολύπλοκοι και διανέμονται μόνο εάν είναι απαραίτητη η γνώση τους.

Σχετικά με την κρυπτογράφηση που παρέχεται στην ραδιοδιεπαφή πρέπει να αναφερθεί ότι το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Πρότυπων (ETSI) έχει ήδη δώσει τους σχετικούς αλγόριθμους τους οποίους και διανέμει στους ενδιαφερόμενους κατασκευαστές, διασφαλίζοντας την συνεργασία μεταξύ της υποδομής και των κινητών σταθμών διαφόρων κατασκευαστών οι οποίοι θα συμμορφώνονται με τα σχετικά πρότυπα. Αντίθετα η κρυπτογράφηση άκρου σε άκρο είναι εξειδικευμένη και κλειστή εξαρτώμενη από τον κατασκευαστή και συνεπώς είναι απαραίτητο ο εξοπλισμός κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης να προέρχεται από τον ίδιο κατασκευαστή.

## 4. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

### 4.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος.

Η Αρχιτεκτονική του Δικτύου *TETRA* αποτελείται από διάφορες οντότητες και καθορισμένα interfaces. Οι προδιαγραφές για το *TETRA*, ενδιαφέρονται μόνο για την περιφέρεια του *TETRA* συστήματος, αναφερόμενο στο πρότυπο ESTI. Το *TETRA* χρησιμοποιείται για την υποδομή μεταγωγής και διαχείρισης (SwMI). Γι' αυτό και τα εσωτερικά interfaces του Δικτύου *TETRA* δεν είναι τυποποιημένα. Αυτό επρόκειτο να επιτρέψει στον κατασκευαστή να εφαρμόσει την οικονομική και πιο αποδοτική λύση δικτύων του περιορισμού που προκύπτουν από την τυποποίηση ESTI.

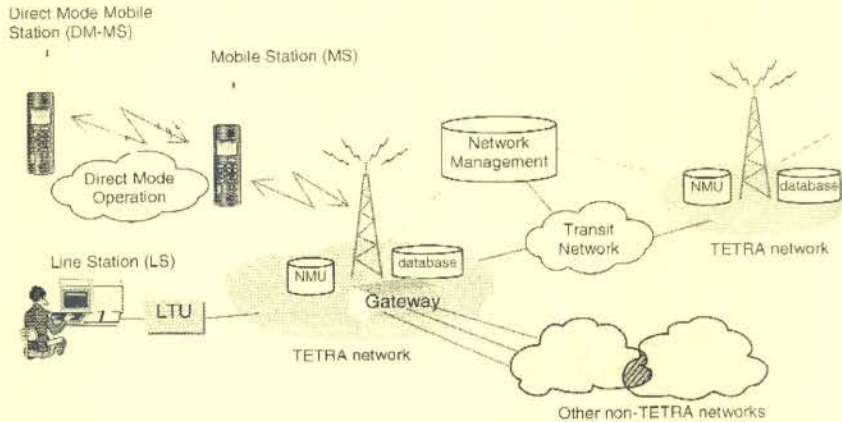
Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την πιθανή διαμόρφωση για το *TETRA* SwMI. Αυτή η αντιπροσώπευση είναι προορισμένη να δείχνει όλα τα πιθανά πρότυπα προσαρμογής (standard interface) και όλες τις οντότητες του συστήματος (system entities). Μόνο ένα υποσύνολο είναι σε εφαρμογή αυτών των interfaces και οντοτήτων (στο παρόν).

Ο καθορισμός για το SwMI γίνεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Περιλαμβάνει μέχρι έξι σημαντικά συστήματα:
  - a. I1 = radio air interface
  - b. I2 = Line station interface
  - c. I3 = Inter- system interface
  - d. I4 = Terminal Equipment (TE) interface for a mobile Station (MS) (LS)
  - e. I5 = Network Management interface
  - f. I6 = Direct Mode Interface
2. Τα συστατικά του συστήματος είναι συνδεδεμένα με έξι καθορισμένα interfaces που αποτελούνται από την τοπική διαλειτουργικότητα (ensure inter- operating), σύνδεση μέσω δικτύων (inter – networking) και την διαχείριση δικτύων ( network management) μεταξύ διάφορων εξαρτημάτων και δικτύων.



Παρέχει οντότητες που περιλαμβάνονται από κοινό δίκτυο δικτυακής γειτονιάς.



**Figure 5.1** Functional network configuration of a TETRA SwMI

## 4.2 Εξαρτήματα Συστήματος

1. *TETRA* ΔΙΚΤΥΟ
2. ΚΙΝΗΤΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ (Mobile Station)
3. ΓΡΑΜΜΗ ΣΤΑΘΜΟΥ (Line Station)
4. ΑΜΕΣΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ (Direct Mode Mobile Station-DMMS)
5. ΠΥΛΕΣ (Gateway)
6. ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

Όλα τα πιο πάνω συστατικά και τα interfaces μεταξύ τους, είναι θέμα της τυποποίησης, με μια εξαίρεση της εσωτερικής αρχιτεκτονικής ενός μεμονωμένου δικτύου *TETRA*. Κάθε ένα από τα πιο πάνω συστατικά περιγράφονται εν συντομία πιο κάτω:

#### 4.2.1 ΔΙΚΤΥΟ *TETRA*

Το δίκτυο *TETRA* είναι μια περίληψη του συστήματος, ενός τοπικού κέντρου μετατροπής, ενός κινητού κέντρου μετατροπής (MSC), της βάσης σταθμού πομποδέκτη (BTS), τις πύλες, τους διακόπτες λειτουργίας και το κέντρο διαχείρισης (OMC), τις συνδεδεμένες δυνατότητες ελέγχου και εγκατάστασης διαχείρισης.

Αυτό είναι κάπως ισοδύναμο με το υποσύστημα Σταθμού Βάσεων του GSM και το υποσύστημα δικτύων που τίθενται μαζί. Τα προαναφερθέντα συστατικά που περιλαμβάνονται μέσα στο μεμονωμένο *TETRA* σύστημα, δεν καλύπτονται από το πρότυπο, εκτός από τις πύλες που διασυνδέουν ένα *TETRA* δίκτυο στον εξωτερικό κόσμο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ένα *TETRA* δίκτυο είναι ένα συστατικό των *TETRA* SwMI, όπου το πλαίσιο δεν προκαλεί καμία σύγχυση με ένα μεμονωμένο *TETRA* δίκτυο, ούτε με την υποδομή όρου, ούτε ακόμη και του δικτύου που θα χρησιμοποιηθεί.

#### 4.2.2 ΚΙΝΗΤΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

Ο κινητός σταθμός περιλαμβάνει λειτουργικά την κινητή μονάδα λήξης και το τελικό εξοπλισμό. Τα *TETRA* κινητά μπορούν να ταξινομηθούν από την άποψη της φορητότητας εξοπλισμού ως φορητό όχημα (portable), ως επικοινωνημένος κινητός ή απλά ως σταθμός.

Παραδείγματα και των δυο τύπων εξοπλισμού απεικονίζονται στις πιο κάτω εικόνες. Ο κινητός σταθμός, θα χρησιμοποιηθεί σε όλα, για να καλύψουν και τους φορητούς και τα οχήματα που επικαλούνται σε κινητούς σταθμούς.(vehicle – mounted)



Nokia THR420

Nokia THR600



1. NOKIA TMR 400 για οχήματα. Βρίσκονται στο επιφάνεια του ταμπλό του αυτοκινήτου όπως και το TMR 420.

Οι κλάσεις του κινητού σταθμού (MS) είναι ταξινομημένες βάσεις που έχουν τις ιδιότητες, όπως η κλάση ισχύος και η δυνατότητα κάλυψης τους για ένα δεδομένο τρόπο λειτουργίας. Αυτό είναι που συνοψίζεται πιο κάτω:

#### 4.2.2.1 ΚΣ - Διαβίβαση της κλάσης ισχύος .

Στα κινητά τερματικά, στο μία από τις τέσσερις κλάσεις διαβιβάζουν την ισχύ. Εντούτοις, ανεξαρτήτως της εκτίμησης ισχύος μετάδοσης, πρέπει να είναι σε θέση να ρυθμίσουν την ισχύ μετάδοσής τους, σύμφωνα με τις οδηγίες ελέγχου ισχύος που παραλαμβάνονται από το δίκτυο. Τέτοιος έλεγχος ισχύος μπορεί να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για τη μείωση των καναλιών και για τη συντήρηση της μπαταρίας. Ο κινητός σταθμός διαβιβάζει τις κλάσεις ισχύος ως ακολούθως:

- Class 1 : 30 watts (45dBm)
- Class 2 : 10 watts (40dBm)
- Class 3 : 3 watts (35 dbm)
- Class 4 : 1 watts (30dBm)

#### 4.2.2.2 ΚΣ - Κλάση Δικτύων Κινητού Σταθμού.

Τρεις κλάσεις δικτύων, προορίζονται ανάλογα με το περιβάλλον τους όπως εμφανίζονται πιο κάτω:

**Κλάση Α :** Χρησιμοποιείται σε αστικές περιοχές και περιοχές με λοφώδη όρη.

**Κλάση Β :** Χρησιμοποιείται σε οικιστικές περιοχές.

**Κλάση C:** Προορίζεται για να συναντήσει τις πιο αυστηρές απαιτήσεις για σύγχρονα συστήματα.

#### 4.2.2.3 ΚΜ - Κινητός Σταθμός Διπλής Δυνατότητας Κάλυψης ( MS Duplex capability)

Απαιτείται για να υποστηρίζει την λειτουργία συχνότητας. Ένας κινητός σταθμός μπορεί προαιρετικά να υποστηρίζει την πλήρη διπλή λειτουργία συχνότητας. Ένας ημιαμφίδρομος κινητός σταθμός, η συχνότητα (f) μπορεί να διαβιβάσει (Uplink) και να

λάβει στον ίδιο χρόνο. Αυτός ο τύπος κινητού σταθμού απαιτεί χρόνο να μετατρέψει από τη μετάδοση του και να λάβει την συχνότητα η οποία για το *TETRA* πρέπει να είναι λιγότερο από διάρκεια αυλακώσεων ενός χρόνου. Ένας διπλός κινητός σταθμός συχνότητας έχει την δυνατότητα να διαβιβάσει σε μια (uplink) συχνότητα και να λάβει σε ένα frequency κατουσιών συνδέσεων συγχρόνως. Αυτός ο τύπος κινητού σταθμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στις τέσσερις Uplink χρονικές αυλακώσεις και στις τέσσερις χρονικές αυλακώσεις κατιουσιών συνδέσεων σε ένα πλαίσιο TDMA. Πλήρης διπλός ένας κινητός σταθμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει multible ή συντρεχουσών.

#### **4.2.2.4 Υποστήριξη των ταυτόχρονων κλήσεων (Support of concurrent calls)**

Οι ταυτόχρονες κλήσεις μπορούν να υποστηριχθούν από έναν πλήρη διπλό κινητό σταθμό όπως περιγράφονται πιο πάνω. Κατά συνέπεια θα μπορούσαν να υπάρξουν μέχρι τέσσερα ταυτόχρονα διπλά κυκλώματα φωνής σε διαφορετικά απομακρυσμένους χρήστες. Κάθε ένας με διαφορετική αναφορά και διαφορετικό αλγόριθμο κρυπτογράφησης. Επίσης ο συνδυασμός τηλεξυπηρέτησης φωνής και ίδιων στοιχείων ή θα μπορούσε να καθιερωθούν σαν απομακρυσμένα σημεία τελών

#### **4.2.2.5 Υποστήριξη του τέλους για να τελειώσει την κρυπτογράφηση (Support of end - to - end )**

Η κινητή υποστήριξη σταθμών του τέλους, για να τελειώσει την κρυπτογράφηση είναι προαιρετική. Οποιοδήποτε τέλος για να τελειώσει μεταστρεφόμενη στο κύκλωμα κρυπτογραφεί την κυκλοφορία χρηστών, εκτός από την κρυπτογράφηση διπροσωπιών που είναι πρότυπη.

#### **4.2.3 ΓΡΑΜΜΗ ΣΤΑΘΜΟΥ (Line Station)**

Ο σταθμός γραμμής περιλαμβάνει λειτουργικά την μονάδα λήξης γραμμών και το συνδεδεμένο τελικό εξοπλισμό. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό μιας τερματικής κονσόλας δωματίου ελέγχου ή μίας μονάδας αποστολέων που συνδέεται με ένα *TETRA*

SwMI πέρα από ένα δίκτυο ISDN. Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ του κινητού σταθμού και του σταθμού γραμμών είναι στα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιούνται από το MTU, που φροντίζει για το κινητό σταθμό και από το LTU που φροντίζει για το σταθμό γραμμών.

#### 4.2.4 Direct Mode Mobile Station (Άμεσος Κινητός Σταθμός Τρόπου)

Αποτελείται από κινητό, που επικοινωνεί ο ένας με τον άλλον άμεσα, χωρίς τη χρησιμοποίηση της υποδομής στο διακλαδωμένο τρόπο λειτουργίας. Μια άμεση λειτουργία τρόπου κινητή (DMO) (αναπτύσσεται παρακάτω παρ.7.1) παρέχει ένα σημείο για να δείξει την πολύσημειακή επικοινωνία από την χρησιμοποίηση της άμεσης διαπροσωπίας τρόπου (DM). Τα *TETRA* πρότυπα προσδιορίζουν διάφορες προαιρετικές δυνατότητες για να επεκταθεί ο βασικός τρόπος λειτουργίας:

- Άμεσος κινητός σταθμός τρόπου repeater (επαναλαμβάνεται) – για να επεκτείνει τη σειρά πέρα από δυο DMO mobiles.
- Διπλός μετατρέψιμος κινητός σταθμός τρόπου για να υποστηρίξει και *TETRA* DMO και την διακλαδωμένη *TETRA* V+D (voice & Data)
- Άμεση πύλη τρόπου για να παρέχει μια σύνδεση μεταξύ *TETRA* DMO και *TETRA* τρόπου στοιχεία φωνής.

**4.2.5 Πύλες (Gateway):** Μια πύλη επιτρέπει την επικοινωνία ανάμεσα στους χρήστες κλήσεις DM-MS, DW-MS, DM-REP, DM-GATE, DM-REP/GATE μεταξύ των χρηστών ενός *TETRA* δικτύου και ενός μη *TETRA* δικτύου όπως ένα δημόσιο μεταστρεφόμενο τηλεφωνικό δίκτυο (το PSTN). Η ανάγκη για μια προδιαγραφή πυλών προκύπτει από το γεγονός ότι άλλο δίκτυο συνδέεται με τις ασυμβίβαστες χρήσης πληροφορίες των *TETRA* δικτύων και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας για τις οποίες μερικές μεταφράσεις, θα είναι απαραίτητη η μετατροπή τους.

Τρεις τύποι πυλών είναι προβλεπόμενες (α) πύλες για το PSTN, (β) το ISDN και (γ) το δημόσιο δίκτυο στοιχείων (PDN – Public Data Network). Η σημαντικότερη λειτουργία μίας *TETRA* πύλης χρειάζεται διασύνδεση μιας *TETRA* υποδομής στο αναλογικό PSTN,

δεδομένου ότι τέτοια διαπρωσώπια περιλαμβάνει την κωδικοποίηση σημάτων μεταξύ των αναλογικών και ψηφιακών formats. Καμιά ψηφιακή ή αναλογική μετατροπή σημάτων δεν θα ήταν απαραίτητη για την πύλη του PSTN. Οι ακόλουθες, είναι μερικές από τις βασικές λειτουργίες που εκτελούνται από την πύλη PSTN ή ISDN:

- **Voice Transoding**( Διακωδικοποίηση φωνής) :
  - Οι *TETRA* χρήσεις ενός χαμηλού κωδικοποιητή φωνής, ποσοστού δυαδικών ψηφίων σε 4,567 kb/s, σε αντίθεση με την φωτεινότητα ενός σχετικά υψηλού ποσοστού λεκτικών κωδικοποιητών που χρησιμοποιείται δημόσια από 32kb/s ADPCH σε 64 kb/s PCM. Η Διακωδικοποίηση φωνής επομένως θα ήταν απαραίτητη να λογαριάσει για το συμβατό κωδικοποιητή – αποκωδικοποιητή.
- **Control signaling translation**( Κάνοντας σήμα μετάφρασης ελέγχου):
  - Η πύλη επιτρέπει στις πληροφορίες, να περαστούν μεταξύ μιας *TETRA* υποδομής και ενός εξωτερικού δικτύου, με την κατάλληλη μετάφραση έτσι ώστε τα σήματα εντολής και ελέγχου να ερμηνευθούν σωστά σε κάθε δίκτυο. Μερικά από τα παραδείγματα, περιλαμβάνουν την μετάφραση αριθμησης των σχεδίων και την μετατροπή μεταξύ των ψηφιακών *TETRA* σημάτων ελέγχου κλήσης και του αναλογικού PSTN.
- **Echo cancellation**: Ακύρωση ήχου
  - Μια πύλη του PSTN που υποστηρίζει τις πλήρεις διπλές κλήσεις. Μπορεί να απαιτηθεί για να ενσωματώσει την ακύρωση ήχου για την σύνδεση στο PSTN. Διεθνές επιτελείο προκαλούμενο από έναν συνδυασμό μιας υπερβολικής καθυστέρησης μεταφορών και ενός κυκλώματος συνδρομητών καλωδίων που χρησιμοποιούνται συνήθως στο PSTN.

#### 4.2.6 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

**Network Management Unit**: αυτό παρέχει τις τοπικές και απομακρυσμένες λειτουργίες διαχείρισης δικτύων, που γίνονται τώρα ο κανόνας στα σύνθετα συστήματα δικτύων όπως *TETRA*. Οι διοικητικές λειτουργίες καλύπτουν γενικά τον έλεγχο του συστήματος, για τέτοια πράγματα όπως τη βλάβη και την απόδοση.

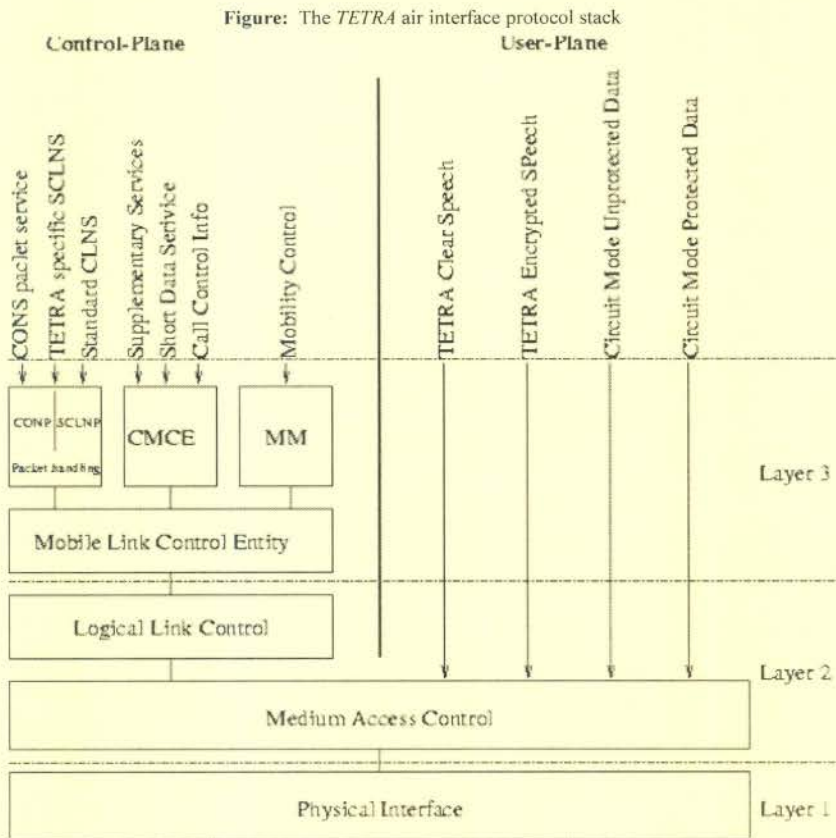
Επίσης καλύπτεται η διαχείριση της διαμόρφωσης του προγραμματισμού δικτύων και του λογαριασμού.

Οι *TETRA* διοικητικές προδιαγραφές δικτύων, είναι μόνο με τον καθορισμό της πρότυπης διοικητικής διαπροσωπίας και των γενικών απαιτήσεων, μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων με την εφαρμογή της διοικητικής λειτουργίας που αφήνεται στους χειριστές δικτύων και τους κατασκευαστές εξοπλισμού.



### 5. *TETRA* protocol stack

Η σωρός πρωτοκόλλου (protocol stack) για *TETRA* εμφανίζεται στην εικόνα. Αυτός ο αριθμός λαμβάνεται από το επίπεδο [ 1 ] και εμφανίζει όλες τις οντότητες του *TETRA* κινητού σταθμού(MS) και τις αντίστοιχες οντότητες του σταθμού βάσεων (BS).



## 5.1 SDS - Short Data Service

Η σύντομη υπηρεσία στοιχείων (Short Data Service) σχεδιάστηκε για να στέλνει τα σύντομα μηνύματα (μέχρι τα octets του 2047) ή τα προκαθορισμένα μηνύματα θέσης. Η SDS καθορίζεται στο μέρος φωνής (Voice) + δεδομένων (Data) της *TETRA* προδιαγραφής και εφαρμόζεται ως τμήμα της σηματοδότησης

Η SDS επικοινωνεί με τις εφαρμογές χρηστών μέσω του TNSDS-SAP. Εδώ η εφαρμογή μπορεί να στείλει είτε έναν πρωτόγονο TNSDS-STATUS έτσι ώστε να στείλει ένα προκαθορισμένο μήνυμα θέσης ή ένα TNSDS - UNITDATA για να στείλει στο χρήστη προσδιορισμένα στοιχεία. Η SDS προσδιορίζεται μέσα [ 1 ] και παρέχει τις δυνατότητες για να στείλει τους ακόλουθους τύπους πληροφοριών:

### 5.1.1 Μηνύματα θέσης (Status messages)

Είναι ένα προκαθορισμένο μήνυμα, που καθορίζεται από το *TETRA* δίκτυο ή από το ETSI. Οι αριθμοί στη σειρά 1 έως 32.767 είναι κρατημένοι και 32.768 έως 65.535 είναι διαθέσιμοι για τον *TETRA* συγκεκριμένο καθορισμό δικτύων. Με το μηδέν (0) δηλώνεται η έκτακτη ανάγκη κλήσης .

### 5.1.2 Καθορισμένα στοιχεία χρήστη (User defined data)

Στοιχεία που καθορίζονται από το χρήστη, σε τέσσερα διαφορετικά μεγέθη:

**Type 1**

16 bits καθορισμένα στοιχεία χρήστη.

**Type 2**

32 bits καθορισμένα στοιχεία χρήστη.

**Type 3**

64 bits καθορισμένα στοιχεία χρήστη.

**Type 4**

Πάνω από 2047 bits καθορισμένα στοιχεία χρήστη.

Η SDS είναι ένα αρκετά απλό πρωτόκολλο που αναμεταδίδει τα κρυμμένα μηνύματα που βρίσκονται στο πρωτόκολλο έτσι ώστε να κάνει το βασικό μέρος της εργασίας, την

διαβίβαση του μηνύματος. Ο κοντινότερος πιθανός τύπος στοιχείων πρέπει πάντα να χρησιμοποιηθεί, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η κυκλοφορία δικτύων.

Επίσης η SDS χρησιμοποιείται για να δοθεί η δυνατότητα προτεραιότητας στην κυκλοφορία του μηνύματος, και για να αλλάξει την προτεραιότητα δικαιοδοσίας και πρόσβασης που τίθεται για κάθε μήνυμα. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται στο χαμηλότερο επίπεδο του πρωτοκόλλου για να αναθέσουν στο PDUs τη σωστή προτεραιότητα. Η προτεραιότητα πρόσβασης πρέπει να τεθεί στην έκτακτη ανάγκη και η κυκλοφορία που κλέβει πρέπει να τεθεί στην μέγιστη προτεραιότητα.

Όταν ένας κινητός σταθμός (MS) λαμβάνει ένα μήνυμα SDS, στέλνει στο παραλήπτη ένα μήνυμα SDS ότι έχει φθάσει.

## 5.2 Λεπτομερής περιγραφή SDS

Υπηρεσία Περιγραφής στις προσβάσεις SDS των χρηστών TNSDS-SAP.

Το *TETRA* πρότυπο, δεν καλύπτει τη συμπεριφορά για οποιαδήποτε επίπεδα του πρωτοκόλλου επάνω από το TNSDS-SAP. Ο πρωτόγονος TNSDS-STATUS (που χρησιμοποιείται για να στέλνει ένα μήνυμα θέσης) χρησιμοποιείται για να στείλει τη θέση SDS και μηνύματα πέρα από το TNSDS-SAP. Ο πίνακας περιέχει τις παραμέτρους αυτές:

**Table:** Παράμετροι του TNSDS-STATUS

Parameter	In request	In indication
Access priority	Optional	Not used
Traffic stealing	Optional	Not used
Area selection	Optional	Not used
Called party type identifier	Mandatory	Mandatory
Called party SNA	Conditional (note 1)	Not used
Called party SSI	Conditional	Conditional

	(note 1)	(note 1)
Called party extension	Conditional (note 1)	Conditional (note 1)
External subscriber number	Optional	Not used
Calling party type identifier	Not used	Mandatory
Calling party SSI	Not used	Conditional (note 2)
Calling party extension	Not used	Conditional (note 2)
Status number	Mandatory	Mandatory
3   Note 1: Depending on the value of called party type identifier		
3   Note 1: Depending on the value of calling party type identifier		

Από το ειδικό ενδιαφέρον για το χρόνο, οι κρίσιμες εφαρμογές είναι η παράμετρος "Access Priority", "Traffic Stealing". Οι τιμές που χρησιμοποιούνται για την "Access Priority" είναι 0 (χαμηλή προτεραιότητα), 1 (υψηλή προτεραιότητα) και προτεραιότητα 2 έκτακτης ανάγκης. Για το "Traffic Stealing" οι τιμές είναι 0 (μην κλέψτε την κυκλοφορία) και 1 (κλέψτε την κυκλοφορία). Αυτές οι τιμές ερμηνεύονται στα χαμηλότερα στρώματα του επιπέδου του πρωτοκόλλου. Ο πρωτόγονος TNSDS-UNITDATA είναι παρόμοιος, αλλά με τα καθορισμένα στοιχεία του χρήστη αντί του σταθερού αριθμού θέσης. Οι παράμετροι για το TNSDS-UNITDATA εμφανίζονται μέσα. Ο πρωτόγονος ένδειξης TNSDS-REPORT είναι πολύ απλός, με μόνο μια παράμετρο. Αυτά εμφανίζονται στον πίνακα.

**Table:** Παράμετροι TNSDS-UNITDATA primitive

Parameter	In request	In indication
Access priority	Optional	Not used
Traffic stealing	Optional	Not used
Area selection	Optional	Not used

Called party type identifier	Mandatory	Mandatory
Called party SNA	Conditional (note 1)	Not used
Called party SSI	Conditional (note 1)	Conditional (note 1)
Called party extension	Conditional (note 1)	Conditional (note 1)
External subscriber number	Optional	Not used
Calling party type identifier	Not used	Mandatory
Calling party SSI	Not used	Conditional (note 2)
Calling party extension	Not used	Conditional (note 2)
Short data type identifier	Mandatory	Mandatory
User defined data-1	Conditional (note 3)	Conditional (note 3)
User defined data-2	Conditional (note 3)	Conditional (note 3)
User defined data-3	Conditional (note 3)	Conditional (note 3)
User defined data-4	Conditional (note 3)	Conditional (note 3)
3  Note 1: Depending on the value of called party type identifier		
3  Note 1: Depending on the value of calling party type identifier		
3  Note 1: Depending on the value of short data type identifier		

### 5.3 Υπόστρωμα CMCE

Το υπόστρωμα CMCE, έχει ως βασική λειτουργία του να ελέγξει το μεταστρεφόμενο κύκλωμα τις υπηρεσίες *TETRA* (η ομιλία και η γραμμή μετέτρεψαν τις συνδέσεις στοιχείων). Το υπόστρωμα CMCE δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μεταφορά των μηνυμάτων SDS. Τα μηνύματα SDS περνούν μέσω CMCE χωρίς να αλλάξουν. Τα μηνύματα SDS εισάγουν CMCE μέσω του TNSDS-SAP και μέσω του LCMC-SAP στο

MLE (κινητή οντότητα συνδέσεων) ως MLU- UNITDATA PDU. Το υπόστρωμα CMCE θέτει την αξία προτεραιότητας PDU σύμφωνα με την αξία προτεραιότητας πρόσβασης.

#### 5.4 Υπόστρωμα MLE

Το υπόστρωμα MLE θα καθιερώσει τη βάση για ένα στοιχείο και θα ελέγξει την ποιότητα των πληροφοριών που παραλαμβάνονται από το στρώμα 2. Σε συνεργασία με τους MM αυτό εγγράφεται στο κινητό σταθμό (MS) με ένα στοιχείο. Για τα μακριά μηνύματα μια προηγμένη σύνδεση πρέπει να επιλέγει. Τα μηνύματα ελέγχου (όπως SDS) στέλνονται στο στρώμα 2 μέσω του TLA-SAP.

#### 5.5 Υπόστρωμα LLC

Το υπόστρωμα LLC επιλέγει, μια βασική σύνδεση ή μια προηγμένη σύνδεση που πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Μια προηγμένη σύνδεση πρέπει να επιλέγει για τα μακροχρόνια μηνύματα (για το SDS, αυτό είναι μόνο για την περίπτωση που έχουν στην μεταφορά 4 μεγάλα μηνύματα). Εάν με το SDUs πρόκειται να μεταφερθούν μέσω μιας προηγμένης σύνδεσης, τέμνεται από το υπόστρωμα LLC. Μια προηγμένη σύνδεση είναι επίσης απαραίτητη για λίγο περισσότερα προηγμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, όπως τον εκτεινόμενο έλεγχο σφάλματος και εκλεκτικό για την επαναμεταφορά από σημείο σε σημείο μεταφορά. Η βασική σύνδεση θα μεταφέρει το SDUs στο υπόστρωμα MAC. Θα τεμαχιστούν από το επίπεδο MAC.

**Table:** Parameters in the TNSDS-REPORT primitive

Parameter	In indication	
Transfer result	Mandatory	

## 5.6 MAC Επίπεδο

Το επίπεδο MAC ελέγχει τις ραδιο συχνότητες και timeslot. Εάν τα MS έχουν διατηρήσει timeslot για μια μεταστρεφόμενη γραμμή σύνδεσης, αυτά τα timeslot μπορούν να είναι για σκοπούς σήματος. Εάν κανένα timeslot δεν είναι διατηρημένο, το MS χρησιμοποιεί την τυχαία πρόσβαση για να έρθει σε επαφή με τις BS. Εάν το MS χρειάζεται περισσότερη από μια μισή αυλάκωση ανατίθεται τις περισσότερες αυλακώσεις από τις BS. Οι BS μεταδίδουν ραδιοφωνικά τις πληροφορίες στις οποίες timeslots ανατίθενται προς χρήση από τον τυχαίο αλγόριθμο πρόσβασης. Αυτό μεταδίδεται ραδιοφωνικά κάνοντας κανάλι σήματος χρησιμοποιώντας το SYSINFO PDU ή προσδιορισμένα μέσα πρόσβαση PDUs. Όλα τα μηνύματα SDS, εκτός από καθορισμένο στο χρήστη στοιχείων τύπου 4, θα εγκαταστήσουν μέσα ένα 255 bit subslot.

## 5.10 Φυσικό Επίπεδο

Το φυσικό επίπεδο κάνει την κωδικοποίηση των πληροφοριών και τις στέλνει.

## 5.11 PDO-Packet Data Optimized

Τα στοιχεία πακέτων που βελτιστοποιούνται, είναι προσδιορισμένα ανεξαρτήτως του συστήματος *TETRA* φωνής (Voice) + δεδομένων (Data) στα υψηλότερα επίπεδα. Τα χαμηλότερα επίπεδα (MAC) του πρωτοκόλλου είναι ίδια πράγμα και για τους δύο τρόπους λειτουργίας. Αυτό σημαίνει ότι η καθυστέρηση για τη διαβίβαση των πακέτων PDO θα είναι όπως για την αποστολή των μηνυμάτων SDS, που χορηγούνται ίσου μήκους. Το PDO παρέχει ότι και η δύο συνδέσεις προσανατολίζοντας μια χωρίς σύνδεση μεταφορά πακέτων.

Το PDO προσδιορίζεται για να καταστήσει τις ίδιες εφαρμογές διαθέσιμες στους κινητούς χρήστες όπως τα σταθερά δίκτυα στοιχείων πακέτων (PDNs) που χρησιμοποιούνται.

## 5.12 Προσανατολισμένη σύνδεση μεταφορά

Το PDO παρέχει από σημείο σε σημείο (point-to-point) προσανατολισμένη σύνδεση υπηρεσία μεταφοράς. Αυτή η υπηρεσία είναι βασισμένη στον ΔΙΕΘΝΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΩΣ (CONS – Connection Oriented Network Services) προσανατολισμένης σύνδεσης υπηρεσίας δικτύων (ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ). Το στρώμα δικτύων μοιάζει με το X.25. Η προσανατολισμένη σύνδεση του πρωτοκόλλου PDO παρέχει και την εικονική κλήση (VC – Virtual Call) και το μόνιμο εικονικό κύκλωμα (PVC – Perminical Virtual Call). Προσδιορίζεται [ 4 ] σε εκείνο τον χρόνο διέλευσης πακέτων πέρα από τη διαπροσωπεία, πρέπει να είναι 100ms για ένα πακέτο αναφοράς 128 octets σε απασχολημένη ώρα πέρα από ένα καθιερωμένο VC. Το VC καθιερώνει το χρόνο που πρέπει να είναι 150ms.

## 5.13 Χωρίς σύνδεση μεταφορά - Connectionless transfer

Χωρίς σύνδεση πρωτόκολλο μεταφοράς, καλείται το συγκεκριμένο χωρίς σύνδεση πρωτόκολλο δικτύων (SCLNP). Ο χωρίς σύνδεση τρόπος επιτρέπει την πολλαπλής διανομής μεταφορά. Για τη χωρίς σύνδεση μεταφορά υπάρχει επίσης ένας προσδιορισμένος χρόνος μεταφοράς πακέτων της 100ms, χωρίς οποιαδήποτε αναφορά στην τελική προδιαγραφή.

## 5.14 Ο τυχαίος αλγόριθμος πρόσβασης

### 5.14.1 Τυχαία πρόσβαση - Random access

Όταν ένας κινητός σταθμός (MS) είναι σε μη απασχόληση και στέλνει ένα μήνυμα τότε αυτό πρέπει κάπως να καταστήσει το δίκτυο ενήμερο που θέλει να διαβιβάσει. Αυτό γίνεται μέσω της τυχαίας πρόσβασης, όπου ο κινητός σταθμός (MS) προσπαθεί να



στείλει κάτι και περιμένει να δει εάν παίρνει μια απάντηση. Εάν όχι τότε ο κινητός σταθμός θα προσπαθήσει να διαβιβάσει πάλι μετά από έναν χρόνο αδράνειας. Με αυτό τον τρόπο ο κινητός σταθμός δεν είναι απαραίτητο να καταλάβει οποιαδήποτε ράδιο στοιχεία συμπεριφοράς σε όλα κατά τη διαβίβαση.

#### **5.14.2 SwMI ελέγχοντας την τυχαία πρόσβαση – SwMI controlling random access**

Οι BS ελέγχουν τη χρήση όλων των ραδιο στοιχείων συμπεριφοράς σε *TETRA*. Και τα timeslots (χρονικές αυλακίσσεις) που χρησιμοποιούνται για την τυχαία πρόσβαση. Με την αποστολή PDUs που καθορίζει ποια timeslots είναι διαθέσιμα για την τυχαία πρόσβαση, οι BS μπορούν να ελέγξουν πότε MSs μπορεί να χρησιμοποιήσει την τυχαία πρόσβαση. Υπάρχουν 2 PDUs που καθορίζουν τη χρήση της τυχαίας πρόσβασης: SYSINFO και ACCESS-DEFINE. Το MAC-RESOURCE συμπεριφοράς είναι ένα PDU που χρησιμοποιείται για να αποφύγει την τυχαία πρόσβαση εάν το SwMI ξέρει ότι ένας κινητός σταθμός έχει μια ανάγκη για timeslots.

#### **5.15 SYSINFO**

Το SYSINFO PDU καθορίζει διάφορες πτυχές της ραδιο διαπροσωπείας μεταξύ τους. Είναι η προκαθορισμένη συμπεριφορά για την τυχαία πρόσβαση και μόνο ο κώδικας A έχει πρόσβαση που καθορίζονται στο SYSINFO PDU και ένας κινητός σταθμός που έχει λάβει μόνο SYSINFO, αλλά όχι οποιαδήποτε ACCESS-DEFINE, δεν έχουν την πλήρη επισκόπηση όταν επιτρέπεται η τυχαία πρόσβαση. Το timeslot πεδίο Pinter σε SYSINFO είναι ένας timeslot πίνακας δυαδικών ψηφίων 4 bit που καθορίζουν τα timeslots που είναι διατηρημένα για την τυχαία πρόσβαση. Είναι με άλλα λόγια πιθανό να διατηρηθούν και 4 timeslots σε ένα πλαίσιο TDMA για την τυχαία πρόσβαση ή λιγότερα.

### 5.17 ACCESS-DEFINE

ACCESS-DEFINE PDU δίνει τις καθορισμένες εντολές, όταν επιτρέπεται η τυχαία πρόσβαση. Τα πεδία, για να καθορίσουν την ελάχιστη προτεραιότητα του PDU και να στείλνουν μήνυμα πρέπει να είναι στο GSSI και σε ποιο κινητό σταθμό πρέπει να ανήκει. Σε αυτό το PDU υπάρχει επίσης ένας timeslot πίνακας δυαδικών ψηφίων που καθορίζει από 4 timeslots σε ένα TDMA που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τυχαία πρόσβαση. Μπορούν να υπάρξουν συγχρόνως μέχρι 4 διαφορετικοί κώδικες πρόσβασης (A to D). Αυτό σημαίνει ότι το SwMI μπορεί να διαρέσει την τυχαία πρόσβαση σε 4 κατηγορίες και να δώσει την προτεραιότητα στο σημαντικότερο.

### 5.18 MAC-RESOURCE

Το MAC-RESOURCE συμπεριφοράς PDU χρησιμοποιείται από το SwMI κατά την απάντηση σε μια MAC-ACCESS ή την έναρξη της επικοινωνίας με το κινητό σταθμό. Αυτό το PDU μπορεί να περιλάβει τις πληροφορίες για τις αυλακώσεις που χορηγούνται στους κινητούς σταθμούς που λαμβάνουν το PDU. Κατά τη διάρκεια ενός πλαισίου πρόσβασης, οι BS μπορούν να διαβιβάσουν PDUs που απαιτούν μια απάντηση από το κινητό σταθμό. Για να επιτρέψουν στο κινητό σταθμό να αποκριθεί χωρίς τη χρησιμοποίηση της τυχαίας πρόσβασης, οι BS μπορούν να διατηρήσουν timeslots για την απάντηση. Αυτό είναι υποδειγμένο στον κινητό σταθμό στο MAC-RESOURCE συμπεριφοράς PDU.

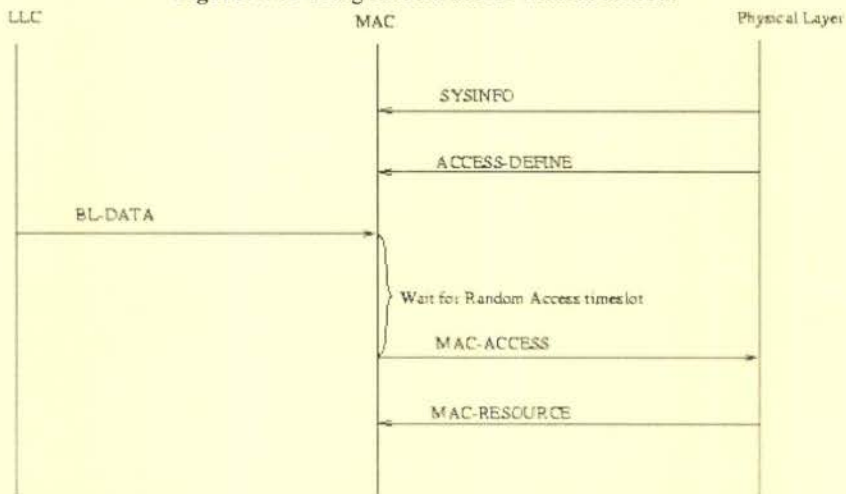
### 5.19 Τυχαία πρόσβαση στο κινητό σταθμό - Random Access at the MS

Ένα κινητός σταθμός μπορεί μόνο να διαβιβάσει το τυχαίο αίτημα πρόσβασης (MAC-ACCESS) timeslots που καθορίζεται μέσα από το ACCESS-DEFINE ή SYSINFO. Εάν η MAC-ACCESS PDU φθάσει επιτυχώς, στο BS η απάντηση θα σταλεί χρησιμοποιώντας το MAC-RESOURCE συμπεριφοράς. Εάν ένα MAC-RESOURCE συμπεριφοράς δεν παραλαμβάνεται μέσα σε μια δεδομένη αξία χρόνου, (που καθορίζεται σε SYSINFO ή

ACCESS-DEFINE). Εάν η MAC-RESOURCE δεν φθάνει στις BS, αλλά ο κινητός σταθμός είναι μέσα στη ραδιο σειρά, πιθανότατα οφείλεται σε μια σύγκρουση όταν διαβιβάζουν συγχρόνως δύο MSs. Ο MS επιλέγει τυχαία εάν διαβιβαστεί η MAC-ACCESS στην πρώτη ή τη δεύτερη subslot διαθέσιμο timeslot. Οι απαντήσεις στην τυχαία πρόσβαση μεταφέρονται στο κανάλι ελέγχου κατιουσών συνδέσεων, το οποίο MS απαντά πάντα.

Το πιο κάτω σχεδιάγραμμα δείχνει πότε εμφανίζονται τα timeslots. Το διάγραμμα είναι κάπως απλουστευμένο, δεδομένου ότι δεν εμφανίζει τις ενδείξεις που πηγαινουν στο υψηλότερο στρώμα, ούτε πότε το PDU στέλνεται, και για οποιαδήποτε απάντηση. Μια απάντηση σε μια ένδειξη στο MAC-RESOURCE συμπεριφοράς PDU δεν θα είναι απαραίτητο να περιμένει τυχαίο timeslot πρόσβασης(Random Access timeslots), αλλά θα χρησιμοποιούσε timeslot που ανατίθεται σε απάντηση των MAC-RESOURCE συμπεριφοράς. Η απάντηση MAC-RESOURCE συμπεριφοράς στέλνεται στο κανάλι ελέγχου κατιουσών συνδέσεων (Downlink Control Channel).

**Figure:** MS doing random access without timeout



Ο κινητός σταθμός (MS) δεν πήρε το MAC-RESOURCE που θα είχε χρονομετρημένο έξω και να αγανακτήσει με τη MAC-ACCESS. Ο κινητός σταθμός δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει την τυχαία πρόσβαση εάν έχει χορηγήσει την πρόσβαση στο κανάλι ελέγχου ή έχει δείξει μια άλλη κάνοντας σήμα απαίτηση. Αυτό δεν εφαρμόζεται στα μηνύματα έκτακτης ανάγκης. Ο κινητός σταθμός πάντα χρησιμοποιεί τον κώδικα A για μια πρόσβαση έκτακτης ανάγκης, χωρίς καθόλου περαιτέρω έλεγχο. Οι άλλοι κώδικες πρόσβασης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την έκτακτη ανάγκη εκτός αν επιτρέπουν την περιορισμένη πρόσβαση για εκείνο τον κώδικα.

Εάν είναι υποδειγμένο ότι επιτρέπεται το εύρος ζώνης συχνοτήτων για τη σηματοδότηση, μπορεί να κλαπεί από ένα μεταστρεφόμενο κύκλωμα σύνδεσης. Εάν το δεύτερο subslot για timeslot κλαπεί, επίσης θα πρέπει να κλαπεί και το πρώτο timeslot .

## 6. Υπηρεσίες *TETRA*

### 6.1 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΦΩΝΗΣ

**6.1.1 Ατομικές Κλήσεις :** Μπορεί να είναι μονόδρομη (simplex), ημι-αμφίδρομη (semiduplex) ή πλήρως αμφίδρομη (full duplex) και από τερματικό σε τερματικό (*TETRA-TETRA*) ή από τερματικό σε κινητό (*TETRA-GSM*) ή από Τερματικό σε εκφωνητή ή από τερματικό σε συνδρομητή του τηλεφωνικού δικτύου (*TETRA-PSTN*).

Επιτρέπει στους κινητούς σταθμούς και στις κονσόλες εκφωνητή την εκκίνηση και την λήψη ατομικών κλήσεων *TETRA*. Αυτή είναι ημι-αμφίδρομη επικοινωνία ενός σημείου προς ένα σημείο. Η επικοινωνία ακούγεται μόνο από τους δυο χρήστες που εμπλέκονται σε αυτήν και για αυτό το λόγο αναφέρεται και ως "Ιδιωτική Κλήση" ή ατομική κλήση.

Στην ημι-αμφίδρομη μετάδοση η άδεια εκπομπής από το δίκτυο *TETRA* δίνεται στον καλούμενο χρήστη. Ο λαμβάνων κινητός σταθμός μπορεί να διακόψει τον εκπέμποντα κινητό σταθμό μόνο εάν στην προτεραιότητα αίτησης διακοπής του λαμβάνοντος κινητού σταθμού έχει τεθεί στην τιμή "δικαίωμα προτίμησης". Γενικώς, η εκπέμποσα Κονσόλα εκφωνητή δεν διακόπτεται από τον λαμβάνοντα κινητό σταθμό.

Η ατομική κλήση μπορεί να τερματιστεί είτε από το δίκτυο *TETRA* είτε από τον χρήστη. Στο τέλος κάθε εκπομπής επί του καναλιού τηλεπικοινωνιακής κίνησης (TCH) το δίκτυο *TETRA* ξεκινά τον χρονιστή υστέρησης τερματισμού TCH, όταν κανείς από τους δυο χρήστες δεν αρχίσει εκπομπή, το δίκτυο *TETRA* αποδεσμεύει τους πόρους του από αυτήν την ατομική κλήση και ξεκινάει τον χρονιστή αδρανείας. Η ατομική κλήση παραμένει ενεργή μέχρι την εκπονή του χρονιστή αδρανείας. Τα μέλη που μετέχουν στην Ατομική Κλήση μπορούν σε οποιαδήποτε φάση της να ξεκινήσουν το τερματισμό της

Εάν η Ατομική Κλήση υπερβεί την μέγιστη επιτρεπτή χρονική διάρκεια Ατομικής Κλήσης, το δίκτυο *TETRA* πληροφορεί αμφοτέρους τους χρήστες και τερματίζει την ατομική κλήση αμέσως μετά την ολοκλήρωση της τρέχουσας εκπομπής.

Σε κάθε περίπτωση τερματισμού Ατομικής Κλήσης οι κινητοί σταθμοί πληροφορούνται τον λόγο τερματισμού της κλήσης.

Τα παρακάτω ισχύουν για τις περιπτώσεις όπως :

Σειρά αναμονής σε κατειλημμένο και επανάκληση, προτεραιότητα σειράς αναμονής, αναγνώριση ομιλούντος, κρυπτογράφηση ραδιοδιεπαφή.

Οι παρακάτω παράμετροι διαρθρώνονται από τον Διαχειριστή δικτύου για την διαχείριση της Υπηρεσίας Ατομικής Κλήσεις :

- Η δυνατότητα πραγματοποίησης Ατομικών Κλήσεων μπορεί να επιτραπεί ή να απαγορεύει για κάθε χρήστη ξεχωριστά.
- Η τιμή της μέγιστης διάρκειας Ατομικής Κλήσης μπορεί να τεθεί από 0 μέχρι 60 λεπτά.

### 6.1.2 Ομαδικές Κλήσεις.

Η **Υπηρεσία Κλήσης Ομάδας** Ομιλίας επιτρέπει στο κινητό σταθμό (MS) ή στην κονσόλα Εκφωνητή (DC – Dispatch Console) την αποκατάσταση επικοινωνίας ενός σημείου προς πολλά σημεία εντός ομάδας χρηστών ή οποία ονομάζεται "ομάδα ομιλίας"

Η υπηρεσία αυτή είναι αμφίδρομη. Αυτό σημαίνει ότι μόνο ένας χρήστης μπορεί να επικοινωνεί οποιαδήποτε στιγμή της κλήσης. Το δίκτυο *TETRA* επιτρέπει κατ' αρχήν την εκπομπή μόνο σε ένα χρήστη. Η αρχική άδεια εκπομπής δίνεται στον χρήστη που εκκινεί την κλήση. Οποιοσδήποτε ακροώμενος την κλήση χρήστη μπορεί να δοκιμάσει να διακόψει τον ομιλούντα χρήστη. Το δίκτυο *TETRA* θα αποφασίσει εάν θα επιτρέψει την διακοπή από τον κινητό σταθμό εξετάζοντας τον προγραμματισμένο τρόπο διανομής της ομιλίας. Οι κονσόλες εκφωνητή μπορούν να διακόπτουν τους κινητούς σταθμούς οποτεδήποτε. Ο τρόπος διακοπής επιτρέπει στους κινητούς σταθμούς να διακόπτουν ή ποτέ να μην διακόπτουν άλλους κινητούς σταθμούς.

Παράδειγμα : Τυπική εφαρμογή των ομάδων ομιλίας είναι ένα αστυνομικό τμήμα ή μια ομάδα πυρόσβεσης της Πυροσβεστικής υπηρεσίας. Όταν ένας χρήστης καλεί μια ομάδα ομιλίας όλοι οι χρηστές που ανήκουν σε αυτή την ομάδα ομιλίας δεν αντιλαμβάνονται την ύπαρξη της υπόψη κλήσης εκτός από ειδικές περιπτώσεις.

Η προσεκτική δημιουργία των ομάδων ομιλίας επιφέρει την αποδοτική χρήση των ραδιοπορών του δικτύου και διευκολύνει τους χρήστες οι οποίοι ομιλούν και ακούν μόνο τους υπόλοιπους χρήστες της ομάδας ομιλίας τους. Αντίθετα στα συμβατικά ραδιοδίκτυα ο χρήστης πρέπει να ακούει όλες τις επικοινωνίες και να αποφασίζει ποιές τον αφορούν.

### 6.1.3 Κλήση Ανάγκης.

Το δίκτυο *TETRA* υποστηρίζει την **Υπηρεσία Κλήσεων Ανάγκης**. Η κλήση Ανάγκης, μπορεί να είναι κλήση ομάδας ή κλήση Γνωστοποίησης Πολλών Ομάδων.

Η κλήση Ανάγκης είναι κλήση με τον υψηλότερο βαθμό προτεραιότητας αναμονής (δηλ. ουσιαστικά χωρίς αναμονή). Όταν το δίκτυο *TETRA* είναι απασχολημένο κατά την συνήθη λειτουργία του τοποθετεί τις κλήσεις Ανάγκης στην κορυφή της σειράς αναμονής. Προαιρετικά οι κλήσεις Ανάγκης μπορούν να αποκατασταθούν άμεσα με την χρήση του αδιάκριτου δικαιώματος προτίμησης έναντι της κλήσης με την χαμηλότερη προτεραιότητα. Τερματίζεται η κλήση με την χαμηλότερη προτεραιότητα και αμέσως οι πόροι που ελευθερώνονται εκχωρούνται στην κλήση Ανάγκης. Οι κινητοί σταθμοί των οποίων η κλήση τερματίζεται λόγω χρήσης του δικαιώματος προτίμησης πληροφορούνται τον λόγο τερματισμού της κλήσης τους.

Η τιμή της υστέρησης τερματισμού καναλιού για την εξυπηρέτηση κλήσεων Ανάγκης μπορεί να τοποθετηθεί ανεξάρτητα από την τιμή της υστέρησης τερματισμού καναλιού συνηθισμένης κλήσης ομάδας ομιλίας.

Το δίκτυο *TETRA* επιτρέπει σε κάθε μέλος ομάδας ομιλίας τις κλήσεις Ανάγκης ομάδας ομιλίας.

Οι παρακάτω παράμετροι μπορεί να διαρθρωθούν από τον διαχειριστή δικτύου *TETRA* για την διαχείριση της Υπηρεσίας Κλήσης Ανάγκης:

- Η δυνατότητα εκκίνησης κλήσης Ανάγκης Γνωστοποίησης Πολλών ομάδων μπορεί να επιτραπεί ή απαγορευτεί για κάθε ένα χρήστη ξεχωριστά.

- Η Δυνατότητα εκκίνησης κλήσης Ανάγκης ομάδα ομιλίας του μέλους της ομάδας ομιλίας, μπορεί να επιτραπεί ή να απαγορευτεί για την ομάδα ομιλίας.
- Για κάθε ομάδα ομιλίας ο τρόπος σειράς αναμονής κλήσης Ανάγκης μπορεί να τεθεί σε “ Top of the Queue ” ή “ Ruthless Pre-emption ”.
- Ο Χρονιστής υστέρησης απόλυσης καναλιού κλήσης Ανάγκης μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε τιμή από 0 μέχρι 3.660 δευτερόλεπτα. Αυτή η τιμή ισχύει για όλο το δίκτυο *TETRA*.

## **6.2 Χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα του δικτύου *TETRA*.**

Το δίκτυο *TETRA* διαθέτει χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα τα οποία γενικά δεν είναι διαθέσιμα στα συμβατικά ραδιοδίκτυα.

**Ευρεία Περιοχή Ραδιοκάλυψης** . Σε μια ΚΜ & ΚΕΣ *TETRA* μπορεί να συνδεθούν μέχρι 48 σταθμοί βάσης.

**Αποδοτική χρήση ραδιοπόρων**. Το δίκτυο *TETRA* εξασφαλίζει την αποδοτική χρήση των ραδιοδιαύλων μέσω της λειτουργίας *Δυναμικής Εκχώρησης Σταθμού Βάσης*. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει την εκχώρηση ΤCH μόνο στους EBTS(Enhanced Base Transceiver System – Ενισχυμένος Σταθμός Βάσης) που είναι απαραίτητοι για την ειδοποίηση των μελών της ομάδας ομιλίας κατά τις κλήσεις ομάδας ή την ειδοποίηση συγκεκριμένων χρηστών κατά τις ατομικές κλήσεις.

**Χαρακτηριστικά διαχείρισης**. Στα εξελεγμένα χαρακτηριστικά του δικτύου *TETRA* περιλαμβάνονται η πολύπλευρη διαχείριση χρηστών, καθώς και ο προσδιορισμός των ομάδων ομιλίας και των προτεραιοτήτων, η διαχείριση κλήσεων ανάγκης και ο προσδιορισμός κρίσιμων χρηστών ή /και σταθμών βάσης. Επιπλέον η διαχείριση Δικτύου επιτρέπει την προηγμένη διαχείριση των θεμάτων της ασφάλειας, της διάρθρωσης , της επίδοσης, της λογιστικής και των βλαβών του δικτύου.



### 6.3 Συμπληρωματικές Υπηρεσίες.

Συγκεκριμένα, για τις κλήσεις ομάδας ομιλίας ισχύουν οι παρακάτω:

- Σειρά αναμονής σε κατειλημμένο διάυλο και επανάκληση, προτεραιότητα σειράς αναμονής, προτεραιότητα πρόσφατου χρήστη, δυναμική εκχώρηση σταθμού βάσης, αναγνώριση ομιλούντος, όψιμη είσοδος, παρακολούθηση των προτεραιοτήτων και κρυπτογράφηση ραδιοδιεπαφής.
- Οι παρακάτω Συμπληρωματικές Υπηρεσίες χρησιμοποιούνται κατά την διαχείριση μιας γεωγραφικής έκτασης και κατά την διαχείριση των πόρων που απαιτούν οι κλήσεις ομάδας ομιλίας :
  - Ισχύοντες σταθμοί Βάσης,
  - Συνολική εκκίνηση/γρήγορη εκκίνηση,
  - Εκχώρηση κρίσιμων σταθμών Βάσης,
  - Απαιτούμενοι σταθμοί βάσης
- Οι παρακάτω παράμετροι διαρθρώνονται από τον Διαχειριστή Δικτύου *TETRA* για την διαχείριση των ομάδων ομιλίας και της υπηρεσίας κλήσης ομάδας ομιλίας :
  - Για κάθε χρήστη μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απαγορευτεί η δυνατότητα κλήσεων ομάδας ομιλίας.
  - Για κάθε χρήστη η προτεραιότητα σειράς αναμονής κλήσης μπορεί να τεθεί από το 2 μέχρι το 10 (2είναι η υψηλότερη προτεραιότητα).
  - Για κάθε ομάδα ομιλίας η δυνατότητα εκτέλεσης κλήσεων ομάδας ομιλίας μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απαγορευτεί.
  - Για κάθε ομάδα ομιλίας η προτεραιότητα σειράς αναμονής κλήσης μπορεί να τεθεί από το 2 μέχρι το 10.
  - Για κάθε ομάδα ομιλίας ο τρόπος διακοπής ομιλίας μπορεί να τεθεί στο "πάντα" ή "ποτέ".
  - Για κάθε ομάδα ομιλίας ο χρόνος έναρξης αναζήτησης ανενεργών μελών της από το δίκτυο *TETRA*, μπορεί να τεθεί σε οποιαδήποτε τιμή μεταξύ των 4 και μέχρι των 73 ωρών. Η τιμή των 73 ωρών έχει αποτέλεσμα την μη αναζήτηση των ανενεργών μελών της ομάδας ομιλίας.

- Για κάθε ζώνη μπορεί να καθοριστεί εάν εκ προοιμίου επιτρέπεται η πρόσβαση σε ομάδα ομιλίας. Εάν αυτή επιτρέπεται τότε οποιοσδήποτε κινητός σταθμός μπορεί να έχει πρόσβαση σε μια ομάδα ομιλίας χωρίς να έχει εισαχθεί στις βάσεις δεδομένου του δικτύου *TETRA*. Η προτεραιτική είναι "δεν επιτρέπεται".
- Η διάρκεια υστέρησης στο τέλος της εκπομπής κατά την κλήση ομάδας ομιλίας μπορεί να τεθεί σε τιμή μεταξύ των 0 και 30 δευτερολέπτων. Αυτή η τιμή ισχύει για όλο το δίκτυο *TETRA*.
- Η μέγιστη διάρκεια κλήσης ομάδας ομιλίας μπορεί να τεθεί σε τιμή μεταξύ των 0 και 60 λεπτών. Αυτή η τιμή ισχύει για όλο το δίκτυο *TETRA*.

#### 6.4 Υπηρεσία μεταγωγής Πακέτων Δεδομένων (*PDS-TETRA*).

Η υπηρεσία μετάδοσης και μεταγωγής πακέτων Δεδομένων (*PDS – Packet Data Service*) είναι πρόσθετη υπηρεσία που επιτρέπει σε ξένιους υπολογιστές *IP* να επικοινωνούν με την χρήση του πρωτοκόλλου *IP*.

Η Υπηρεσία *PDS* του *TETRA* χρησιμοποιεί το Πρωτόκολλο Σύγκλισης Εξαρτώμενο από το Υποδίκτυο (*SNDCP – Sub Network Dependant Convergence Protocol*) *TETRA* επί της ραδιοδιεπαφής. Τα δεδομένα μεταδίδονται μεταξύ:

- Κινητού σταθμού προς κινητό σταθμό,
- Κινητού σταθμού προς σταθερό ξένο υπολογιστή *IP*,
- Σταθερού ξένιου Υπολογιστή *IP* προς κινητό σταθμό.

Η υπηρεσία *PDS* χρησιμοποιεί την δέσμευση στατικής διεύθυνσης *IP*. Ο Διαχειριστής Δικτύου τοποθετεί την αποτύπωση της *IP* διεύθυνσης στην διεύθυνση *ITSI* (*Individual TETRA Subscriber Identity – Ατομική ταυτότητα συνδρομητή TETRA*) για κάθε κινητό σταθμό που επιθυμεί την χρήση της Υπηρεσίας *PDS*.

Η υπηρεσία *PDS* υποστηρίζει το *IP v4* με μέγιστη Μονάδα Μετάδοσης (*MTU – Maximum Transmission Unit*) τις 1.500 ψηφιολέξεις. Το συνιστώμενο πρωτόκολλο μεταφοράς για χρήση στην Υπηρεσία *PDS* είναι το *UDP* (*UDP-User Datagram Protocol*).

Η Υπηρεσία PDS δεν εγγυάται την παράδοση του πακέτου PDU. Αν και καταβάλλεται, από το δίκτυο *TETRA* η μέγιστη δυνατή προσπάθεια για την παράδοση του πακέτου PDU στον παραλήπτη, εάν αυτή δεν καταστεί εφικτή, επιστρέφεται στον αποστολέα ένα μήνυμα ICMP (Internet Control Message Protocol – Πρωτόκολλο Μηνύματος Ελέγχου Διαδικτύου).

Πάντως η απουσία μηνύματος σφάλματος δεν εγγυάται την παράδοση του μηνύματος. Ωστόσο εάν απαιτείται η Υπηρεσία PDS παρέχει την επιλογή της χρήσης τυποποιημένων ακολουθιών πρωτοκόλλων για την δημιουργία κομιστικής υπηρεσίας με επιβεβαίωση λήψης.

Η ανταλλαγή δεδομένων Πακετομεταγωγής, στην ραδιοδιεπαφή, επιτυγχάνεται με την χρήση Καναλιού Δεδομένων Πακετομεταγωγής ( PDCH- Packet Data Channel ). Οι κινητοί σταθμοί, εφόσον απαιτηθεί για την ανταλλαγή δεδομένων, καθοδηγούνται από το Κύριο Κανάλι Ελέγχου (MCCH) σε ένα κανάλι PDCH. Κάθε κινητός σταθμός αφού καθοδηγηθεί σε ένα κανάλι PDCH μπορεί να παραμείνει ανενεργός σε αυτό μόνο για την χρονική περίοδο του χρονιστή READY. Το δίκτυο *TETRA* χρησιμοποιεί τις Ομάδες Εκχώρησης Πόρων ( RAG – Resource Allocation Groups ) για την εκχώρηση κινητών σταθμών στα κανάλια PDCH. Αυτό επιτρέπει την διαφοροποίηση της ποιότητας υπηρεσίας που προσφέρεται στις διάφορες ομάδες που χρησιμοποιούν την υπηρεσία PDS.

Η πρόσβαση στην Υπηρεσία PDS, στην πλευρά του κινητού σταθμού, γίνεται μέσω της Διεπαφής Περιφερειακού Εξοπλισμού (PEI – Peripheral Equipment Interface), ενώ στην πλευρά του δικτύου *TETRA* γίνεται μέσω σύνδεσης IP με τον δρομολογητή PDR.

Ο διαχειριστής Δικτύου *TETRA* έχει την δυνατότητα διάρθρωσης των παρακάτω παραμέτρων για την διαχείριση της υπηρεσίας PDS:

- Η δυνατότητα χρήσης της Υπηρεσίας PDS μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απαγορευτεί για κάθε κινητό σταθμό.
- Για κάθε κινητό σταθμό μπορεί να εκχωρηθεί διεύθυνση IP.
- Για κάθε κινητό σταθμό, μπορεί να εκχωρηθεί RAG (Resource Allocation Group).
- Για κάθε κινητό σταθμό, η τιμή του χρονιστή READY μπορεί να τοποθετηθεί από 5 μέχρι 300 δευτερόλεπτα.
- Για κάθε κινητό σταθμό, μπορεί να επιτραπεί ή να απαγορευτεί η μετάδοση διαμέσου της ραδιοδιεπαφής των μηνυμάτων ICMP. Αυτό γίνεται για την εξοικονόμηση ραδιοπόρων εφόσον η τελική εφαρμογή δεν χρησιμοποιεί τα μηνύματα ICMP.
- Για κάθε σταθμό βάσης, ο αριθμός των καναλιών που μπορεί να εκχωρηθούν ως PDCH μπορεί να είναι από 0 έως 4.
- Για κάθε κανάλι PDCH, είναι δυνατόν να τοποθετηθεί ο αριθμός των RAG που επιτρέπεται να το χρησιμοποιούν.
- Για κάθε κανάλι PDCH, ο αριθμός των κινητών σταθμών που του ανατίθενται ταυτόχρονα μπορεί να τοποθετηθεί στην τιμή από 1 μέχρι 8.

### **6.5 Υπηρεσία Μεταγωγής Κυκλώματος.**

Σύμφωνα με αυτήν, ένα πλήρες φυσικό κύκλωμα αποκαθιστάται μεταξύ δυο χρηστών αποκλειστικά και στην συνέχεια όλη η πληροφορία μεταφέρεται μέσα από το κύκλωμα αυτό. Το μειονέκτημα της είναι η χαμηλή χρησιμοποίηση του μέσου μεταφοράς μια και η διαθέσιμη χωρητικότητα του εγκατεστημένου κυκλώματος μένει ανεκμετάλλευτη ακόμη και όταν οι χρήστες ανταλλάσσουν μηνύματα.

## 6.6 Υπηρεσία Μηνυμάτων Κατάστασης δικτύου *TETRA*.

Η Υπηρεσία μηνυμάτων κατάστασης επιτρέπει στον κινητό σταθμό την αποστολή προγραμματισμένου μηνύματος κατάστασης στο Σύστημα Κονσόλας Εκφωνητή. Αυτή η υπηρεσία χρησιμοποιεί την Υπηρεσία Σύντομων Δεδομένων της ραδιοδιεπαφής *TETRA*.

Μόνο οι κινητοί σταθμοί μπορούν να αποστείλουν Μηνύματα Κατάστασης και η υπηρεσία χρησιμοποιεί για την μετάδοση τους το Κύριο Έλεγχο Καναλιού. (MCCH- Main Control Channel). Τα Μηνύματα Κατάστασης λαμβάνονται στην κονσόλα Εκφωνητή που διαθέτει η ομάδα ομιλίας. Τα Μηνύματα Κατάστασης αποστέλλονται μόνο στις κονσόλες Εκφωνητή που διαθέτει η ομάδα ομιλίας στην οποία έχει προσκολληθεί ο κινητός σταθμός. Τα Μηνύματα Κατάστασης αποστέλλονται μόνο στις κονσόλες Εκφωνητή και όχι στους κινητούς σταθμούς της ομάδας ομιλίας του κινητού σταθμού που μεταδίδει τα Μηνύματα Κατάστασης.

Εάν έχει ενεργοποιηθεί η δυνατότητα, η εφαρμογή:

Διαχειριστής Ελέγχου Ραδιοεξοπλισμού (RCM – Radio Control Manager), δημιουργεί και αποστέλλει επιβεβαίωση στον κινητό σταθμό υποδεικνύοντας ότι το Μήνυμα Κατάστασης παραδόθηκε στο σύστημα Κονσόλας Εκφωνητή .

Η μόνη παράμετρος που μπορεί να τοποθετηθεί από τον διαχειριστή Δικτύου για την διαχείριση της Υπηρεσίας Μηνυμάτων Κατάστασης είναι η ενεργοποίηση ή όχι της αυτόματης δημιουργίας επιβεβαίωσης από τον RCM προς τον κινητό σταθμό που στέλνει το Μήνυμα Κατάστασης.

Η επιβεβαίωση μπορεί να αδρανοποιηθεί μόνο εάν το δίκτυο διαθέτει την Διεπαφή Εκφωνητή Υποβοηθούμενης από Υπολογιστή (CADI – Computer Aided Dispatch Interface ). Σε αυτή την περίπτωση η αυτόματη επιβεβαίωση θα πρέπει να αδρανοποιηθεί μόνο εάν μια εξωτερική εφαρμογή δίνει την επιβεβαίωση διαμέσου της CADI.

Εάν χρησιμοποιούνται ψευδώνυμα καταστάσεων στην Κονσόλα Εκφωνητή, αυτά μπορεί να αποθκευτούν από το Σύστημα Διαχείρισης Κονσόλας.

## 6.7 Απαραίτητες Συμπληρωματικές Υπηρεσίες δικτύου *TETRA*.

### Προτεραιότητα Σειράς Αναμονής

Η Προτεραιότητα Σειράς Αναμονής είναι Συμπληρωματική υπηρεσία του δικτύου *TETRA* η οποία πάντοτε συμπληρώνει τις Υπηρεσίες Κλήσης Ομάδας Ομιλίας, Ατομικής Κλήσης και Κλήσης Διασύνδεσης Τηλεφώνου.

Το δίκτυο *TETRA* παρέχει 10 επίπεδα προτεραιότητας. Το επίπεδο 1 διαθέτει την υψηλότερη προτεραιότητα και είναι δεσμευμένο για χρήση στις κλήσεις ανάγκης ομάδας ομιλίας. Ο Διαχειριστής του δικτύου *TETRA* αναθέτει τα επίπεδα 2 έως 10 στους κινητούς σταθμούς και στις ομάδες ομιλίας. Η προτεραιότητα που εκχωρείται από το δίκτυο *TETRA* σε οποιαδήποτε κλήση ομάδας ομιλίας, είναι η υψηλότερη και προκύπτει από την σύγκριση μεταξύ της ατομικής προτεραιότητας του καλούντος και της προτεραιότητας της ομάδας ομιλίας. Το επίπεδο προτεραιότητας χρησιμοποιείται στην περίπτωση που το δίκτυο *TETRA* είναι απασχολημένο και οι κλήσεις εισάγονται σε σειρά αναμονής. Όταν το δίκτυο *TETRA* είναι απασχολημένο, τα κανάλια τηλεπικοινωνιακής κίνησης εκχωρούνται κατά προτίμηση στις κλήσεις που διαθέτουν υψηλότερη προτεραιότητα έναντι αυτών που διαθέτουν χαμηλότερη προτεραιότητα.

### 6.8 Προτεραιότητα Πρόσφατου Χρήστη

Η Συμπληρωματική Υπηρεσία Προτεραιότητας Πρόσφατου Χρήστη, είναι υπηρεσία του δικτύου *TETRA* που συμπληρώνει την υπηρεσία κλήσης ομάδας ομιλίας. Εάν, κατά την διάρκεια της κλήσης ομάδας ομιλίας κάποιος χρήστης αργήσει να ανταποκριθεί και το κανάλι τηλεπικοινωνιακής κίνησης τερματιστεί, η κλήση ομάδας ομιλίας εισέρχεται στην σειρά αναμονής Πρόσφατου Χρήστη. Κατόπιν και εφόσον κάποιος χρήστης ανταποκριθεί εντός 10 δευτερολέπτων, το δίκτυο *TETRA* δίνει προτεραιότητα στην εκχώρηση καναλιού τηλεπικοινωνιακής κίνησης σε αυτή την κλήση ομάδας ομιλίας έναντι των άλλων κλήσεων ομάδας ομιλίας (με το ίδιο επίπεδο σειράς προτεραιότητας) που και αυτές αναμένουν την εκχώρηση καναλιού τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Η

Συμπληρωματική Υπηρεσία Προτεραιότητας Πρόσφατου Χρήστη προσφέρει στην κλήση ομάδας ομιλίας περισσότερη συνέχεια ομιλίας όταν υπάρχει σειρά αναμονής.

Κατά την διάρκεια της κλήσης η Συμπληρωματική Υπηρεσία Προτεραιότητας Πρόσφατου Χρήστη επιτρέπει την εντός 10 δευτερολέπτων εκ νέου είσοδο στην σειρά αναμονής και μέχρι δυο εκ νέου εισόδους στην σειρά αναμονής. Η τιμή των 10 δευτερολέπτων είναι σταθερή και δεν είναι δυνατή η μεταβολή της.

### **6.9 Παρακολούθηση Προτεραιότητας.**

Η Συμπληρωματική Υπηρεσία Παρακολούθησης Προτεραιότητας είναι υπηρεσία του δικτύου *TETRA* που συμπληρώνει την Υπηρεσία Κλήσης Ομάδας Ομιλίας. Ο διαχειριστής του δικτύου *TETRA* μπορεί να χαρακτηρίσει επιλεγμένες ομάδες ομιλίας ή Πολλές ομάδες ομιλίας ως ομάδες προτεραιότητας. Στους σταθμούς Βάσης που οργανώνονται κλήσεις προς αυτές τις ομάδες, τα μηνύματα σηματοδότησης οργάνωσης κλήσης προς αυτές τις ομάδες στέλνονται επί όλων των καναλιών τηλεπικοινωνιακής κίνησης (Επιπλέον του κύριου καναλιού ελέγχου) των σταθμών βάσης. Αυτό δίνει στους κινητούς σταθμούς, που παρακολουθούν περισσότερες της μίας ομάδας ομιλίας, την δυνατότητα εξόδου από την τρέχουσα κλήση και την μεταπήδηση στην ομάδα προτεραιότητας.

## 7. Κλήσεις DMO δικτύου *TETRA*.

**DMO-Direct Mode Operation** – Τρόπος Απευθείας Λειτουργίας του δικτύου *TETRA* ή Αμεσότροπος Λειτουργία του δικτύου *TETRA*.

Η DMO λειτουργία *TETRA* επιτρέπει την άμεση επικοινωνία μεταξύ των κινητών σταθμών εντός και εκτός κάλυψης του δικτύου. Η αμεσότροπη λειτουργία δεν αποτελεί μέρος της λειτουργίας συγκανάλωσης. Όταν ο χρήστης επιλέξει την λειτουργία DMO στον κινητό σταθμό του, αυτός τερματίζει την καταχώρηση του στο δίκτυο *TETRA* πριν εισέλθει σε λειτουργία DMO.

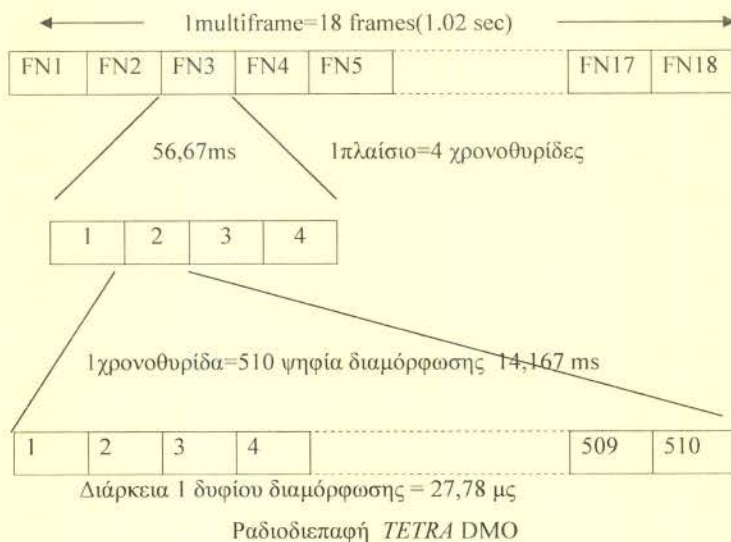
Η λειτουργία DMO συγκρινόμενη με την λειτουργία Συγκανάλωσης χρησιμοποιεί μόνο μια ραδιοσυχνότητα, ενώ στην λειτουργία Συγκανάλωσης χρησιμοποιούνται δυο ραδιοσυχνότητες αλλά είναι δυνατή η πραγματοποίηση δυο κλήσεων ταυτοχρόνως ανά ραδιοσυχνότητα με αποτέλεσμα την ίδια απόδοση χρήσης φάσματος συχνοτήτων με την τεχνική FDMA ( Frequency Division Multiple Access- Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Συχνότητας) εύρους φάσματος 12,5 kHz .

Η λειτουργία DMO επιτρέπει στους κατάλληλα εξοπλισμένους κινητούς σταθμούς την άμεση επικοινωνία χωρίς την παρέμβαση της SwMI. Η επικοινωνία σε λειτουργία DMO γίνεται μόνο επί ραδιοσυχνοτήτων που δεσμεύονται για αυτό τον σκοπό.

### 7.1 Ραδιοεπαφή κλήσης DMO.

Ο κινητός σταθμός που βρίσκεται σε λειτουργία DMO εξακολουθεί να χρησιμοποιεί την ραδιοεπαφή *TETRA* που εικονίζεται πιο κάτω:



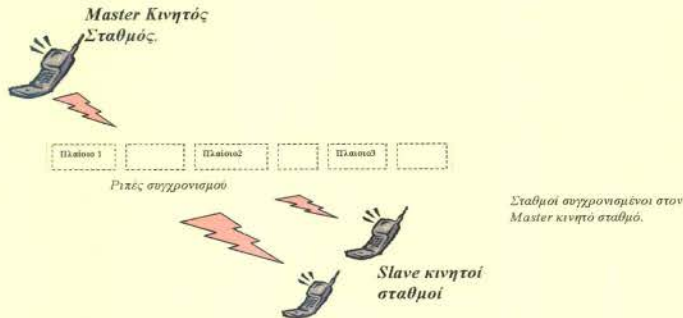


## 7.2 Βασική Λειτουργία DMO

Στην λειτουργία DMO υπάρχουν δυο τύποι κινητού σταθμού, ο Master και ο Slave :

- **Ο Master κινητός σταθμός.** Ο κύριος (Master) κινητός σταθμός παρέχει τον συγχρονισμό του καναλιού DMO και εκπέμπει ή δεσμεύει το κανάλι πριν την μεταφορά τηλεπικοινωνιακής κίνησης.
- **Ο Slave κινητός σταθμός .** Ο Slave κινητός σταθμός λαμβάνει την πληροφορία από το καναλιού DMO.

Η ραδιοσυχνότητα της φέρουσας κάθε καναλιού DMO που χρησιμοποιείται από κάθε Ομάδα Ομιλίας προγραμματίζεται στον κινητό σταθμό με την χρήση του λογισμικού RSS. Ο χρήστης του κινητού σταθμού ξεκινάει την κλήση με την πίεση του πλήκτρου PTT του κινητού σταθμού. Πριν ο κινητός σταθμός αρχίσει να εκπέμπει παρακολουθεί το κανάλι για να διαπιστώσει ότι είναι ελεύθερο. Μόλις ο καλών χρήστης απελευθερώσει το πλήκτρο PTT είναι δυνατή η απόκριση από άλλο μέλος της Ομάδας Ομιλίας.



### Βασική Λειτουργία DMO

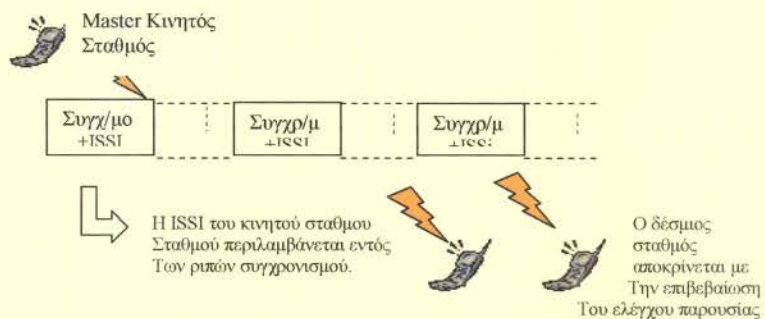
Λόγω της ανεξαρτησίας της λειτουργίας DMO από το δίκτυο *TETRA* δεν μεταδίδεται πληροφορία χρονισμού ή συγχρονισμού στο κανάλι επικοινωνίας και συνεπώς ο κύριος σταθμός αναλαμβάνει την αποκατάσταση του συγχρονισμού αυτού του καναλιού. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκπομπή ριπών συντονισμού εντός των πλαισίων 17 και 18 στις οποίες περιέχεται πληροφορία μέτρησης πλαισίων. Οποιοσδήποτε κινητός σταθμός που παρακολουθεί το κανάλι θα συγχρονιστεί με τον κύριο (Master) κινητό σταθμό. Ο κύριος (Master) κινητός σταθμός μπορεί να αρχίσει την μετάδοση τηλεπικοινωνιακής κίνησης αμέσως μετά την εκπομπή των ριπών συγχρονισμού.

Οι κλήσεις μπορεί να οργανώνονται από τον κύριο (Master) κινητό σταθμό χωρίς αυτός να γνωρίζει σαφώς ότι άλλοι κινητοί σταθμοί είναι παρόντες στο κανάλι επικοινωνίας και αναμένουν την λήψη των κλήσεων. Ο κύριος (Master) κινητός σταθμός μπορεί να οργανώσει κλήσεις με έλεγχο παρουσίας όπου θα πρέπει να ληφθεί ειδικό μήνυμα επιβεβαίωσης παρουσίας πριν αρχίσει την εκπομπή τηλεπικοινωνιακής πληροφορίας. Αυτό είναι δυνατόν μόνο για τις Ατομικές κλήσεις.

### 7.3 Ατομικές Κλήσεις DMO δικτύου *TETRA*.

Ο κύριος (Master) κινητός σταθμός μπορεί να καλέσει συγκεκριμένο κινητό σταθμό με την χρήση της ISSI του κινητού σταθμού. Ο καλούμενος κινητός σταθμός θα δηλώσει την παρουσία του και κατόπιν η κλήση μπορεί να αρχίσει.

Μόλις ο κύριος (Master) κινητός σταθμός σταματήσει την εκπομπή του, στέλνει κατάλληλο μήνυμα επί της ραδιοδιεπαφής αποδεικνύοντας ότι σταμάτησε την εκπομπή του.



### Κλήσεις Ομάδας Ομιλίας DMO δικτύου *TETRA*.

Η κλήση ομάδας ομιλίας DMO είναι η επικοινωνία μεταξύ ενός ή περισσότερων καλούμενων κινητών σταθμών που ανήκουν στην ίδια Ομάδα Ομιλίας. Η κλήση αποκαθίσταται μεταξύ κινητών σταθμών που έχουν επιλέξει την ίδια Ομάδα Ομιλίας και οι οποίοι ουσιαστικά βρίσκονται στην ίδια φέρουσα συχνότητα DMO δικτύου *TETRA*. Περισσότερες, από μια Ομάδες Ομιλίας μπορεί να υποστηριχθούν στην ίδια φέρουσα ραδιοσυχνότητα DMO δικτύου *TETRA*.

Κατά την λειτουργία σε κανονικό τρόπο είναι δυνατή η ταυτόχρονη πραγματοποίηση δυο κλήσεων σε κάθε φέρουσα ραδιοσυχνότητα DMO. Για την διατήρηση της

προτεραιότητας ώστε τα μέλη της Ομάδας Ομιλίας να δύνανται να συνεχίσουν την επικοινωνία τους στο επιλεγμένο κανάλι DMO, χρησιμοποιείται η αρχή Master-Slave κινητού σταθμού.

#### **7.4 Εγγενείς Υπηρεσίες DMO δικτύου *TETRA*.**

Η εγγενής υπηρεσία DMO είναι μια ακόμη πρόσθετη υπηρεσία που παρέχεται ενσωματωμένη στην λειτουργία της τεχνικής DMO, δηλαδή δεν μπορεί να απαγορευτεί η χρήση της και δεν απαιτείται καμιά ενέργεια για την ενεργοποίηση της. Η Εγγενής υπηρεσία που υποστηρίζεται από τους κινητούς σταθμούς του δικτύου *TETRA* είναι :

**Αναγνώριση ομιλούντος:** Όταν αμφότερα τα μέλη που μετέχουν στην κλήση ανήκουν στο ίδιο δίκτυο τότε θα απεικονίζεται στην οθόνη του λαμβάνοντος κινητού σταθμού η ISSI και θα απεικονιστεί και το ψευδώνυμο του.

**Όψιμη είσοδος:** Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει την συμμετοχή του κινητού σταθμού σε εξελισσόμενη κλήση Ομάδας Ομιλίας DMO, ακόμη και αν ο κινητός σταθμός δεν συμμετείχε από την αρχή στην κλήση Ομάδας Ομιλίας.

## 8. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ *TETRA*

### ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η διαχείριση ασφαλείας δικτύων που βασίζεται στα σχέδια πιστοποίησης ταυτότητας και κρυπτογράφησης που ακολουθούνται από τους *TETRA* συγκεκριμένους μηχανισμούς διαχείρισης και του πρωτοκόλλου κρυπτογράφησης για την βασική και ασφαλή επικοινωνία.

Η διαχείριση Ασφαλείας ελέγχει την πρόσβαση στις πληροφορίες της βάσης δεδομένων διαχείρισης του δικτύου *TETRA*. Δημιουργεί ονόματα χρήστη και συνθήματα πρόσβασης για τους χειριστές των υποσυστημάτων του δικτύου *TETRA*, οι οποίοι διαθέτουν άμεση πρόσβαση στις υπόλοιπες λειτουργίες του διαχειριστή δικτύου *TETRA*.

Ο προαιρετικός διαχωρισμός ασφαλείας επιτρέπει στον διαχειριστή διοίκησης του δικτύου *TETRA*, τον διαμοιρασμό τον πομποδεκτών, ομάδων ομιλίας και σταθμών βάσης, σε ανεξάρτητες ομάδες ασφαλείας που διαχειρίζονται από ανεξάρτητους διαχειριστές δικτύων. Κάθε διαχειριστής δικτύου διαθέτει πρόσβαση μόνο στην δική του ομάδα ασφαλείας.

### 8.1 Οι *TETRA* λειτουργίες ασφάλειας

Οι *TETRA* λειτουργίες ασφαλείας είναι σημαντικές για να κάνουν μια διάκριση μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών λειτουργιών και της συγκεκριμένης αίτησής τους. Σε *TETRA* λειτουργίες μπορούν να προσδιοριστούν:

**Μηχανισμοί ασφάλειας:** Αυτοί είναι ανεξάρτητες λειτουργίες που στοχεύουν να επιτύχουν έναν συγκεκριμένο στόχο ασφάλειας όπως η εμπιστευτικότητα των πληροφοριών ή η πιστοποίηση ταυτότητας των κινητών τερματικών. Οι μηχανισμοί ασφάλειας είναι οι βασικές ομάδες δεδομένων κτιρίου για ένα σύστημα *TETRA* ασφάλειας.

**Διοικητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας.** Είναι λειτουργίες που χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν, να διαχειριστούν και να λειτουργήσουν τους μεμονωμένους μηχανισμούς ασφάλειας. Διαμορφώνουν την καρδιά της ασφάλειας και πρέπει να εγγυηθούν ότι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας είναι ενσωματωμένα σε ένα συνεπές TETRA σύστημα ασφάλειας. Επιπλέον χρησιμοποιούνται για να πραγματοποιήσουν τη διαλειτουργικότητα των μηχανισμών ασφάλειας πέρα από τα διαφορετικά δίκτυα. Η βασική διαχείριση είναι η πιο ουσιαστική διοικητική λειτουργία ασφάλειας.

**Πρότυποι κρυπτογραφικοί αλγόριθμοι.** Αυτοί είναι τυποποιημένες συγκεκριμένες μαθηματικές λειτουργίες του συστήματος που χρησιμοποιούνται, κανονικά στο συνδυασμό με τις παραμέτρους αποκαλούμενες τα "κρυπτογραφικά πλήκτρα", για να παρέχουν ένα επαρκές επίπεδο ασφάλειας για τους μηχανισμούς ασφαλείας και τα διοικητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας. Οι τυποποιημένοι κρυπτογραφικοί αλγόριθμοι προσφέρονται σε TETRA για να υποστηρίξουν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών TETRA συστημάτων.

**Νόμιμοι μηχανισμοί παρεμπόδισης.** Αυτοί είναι λειτουργίες που χρησιμοποιούνται μέσα σ' ένα σύστημα επικοινωνίας για να παρέχουν τη σύμφωνα με το νόμο απαραίτητη πρόσβαση στις πληροφορίες και την επικοινωνία, το στόχο να εκπληρωθούν οι εθνικές ρυθμιστικές απαιτήσεις. Είναι ουσιαστικό ότι τέτοιες λειτουργίες δεν υπονομεύουν την κανονική ασφάλεια του συστήματος. Επομένως αυτές οι λειτουργίες πρέπει να ελεγχθούν μέσω της διαχείρισης ασφάλειας. Το σχήμα 1 απεικονίζει τις βασικές σχέσεις μεταξύ των διαφορετικών λειτουργιών ασφάλειας.

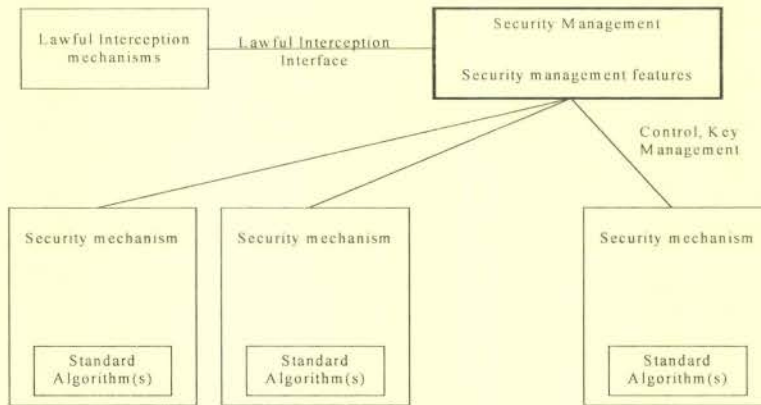


Figure 1 – Relations between security

## 8.2 Επισκόπηση της *TETRA* ασφαλείας δικτύων

Η ανάγκη για την ασφαλή επικοινωνία ήταν ένας από τους παράγοντες που υποκίνησαν την τυποποίηση *TETRA* και η διαχείριση ασφαλείας είναι επομένως το χαρακτηριστικό γνώρισμα του συστήματος *TETRA*. Διάφοροι μηχανισμοί για την ασφαλή επικοινωνία από το ESTI και στην πραγματικότητα μια σημαντική μερίδα του εγγράφου προτύπων είναι αφιερωμένη σε αυτά τα ζητήματα που η *TETRA* ασφάλεια καλύπτει τα ακόλουθα features για την εφαρμογή της ασφαλούς επικοινωνίας.

- Πιστοποίηση ταυτότητας του χρήστη με μια ταυτότητα που καταχωρείται σε μια SIM,
- Πιστοποίηση ταυτότητας ενός κράτους μέλους με το μοναδικό αριθμό εξοπλισμού του,
- Πιστοποίηση ταυτότητας του συστήματος *TETRA* δικτύων και διαχείρισης δικτύων,
- Εμπιστευτικότητα ταυτότητας χρηστών ατόμων και ομάδας,
- Ακεραιότητα στοιχείων και πιστοποίηση ταυτότητας προέλευσης στοιχείων,
- Εμπιστευτικότητα πληροφοριών,
- Εξασφάλιση των λειτουργιών για τη βασική διαχείριση διαπροσωπειών.

Τα πρότυπα προσδιορίζουν διάφορους μηχανισμούς προστασίας στα διάφορα επίπεδα των στρωμάτων πρωτοκόλλου ραδιοεπικοινωνίας, από τη χαμηλού επιπέδου διαπροσωπεία αέρα στο μέγιστο σημείο δίπλα δίπλα εφαρμογές χρηστών. Αυτά συνοψίζονται πάρα κάτω:

**Πολλαπλής στάθμης πιστοποίηση ταυτότητας.** Εξασφαλίζει ότι οι χρήστες που σκοπεύουν να συνδέουν με το δίκτυο έχουν την έγκυρη δικαιοδοσία πρόσβασης. Οι μηχανισμοί πιστοποίησης ταυτότητας μπορούν να πραγματοποιηθούν στα διάφορα επίπεδα συμπεριλαμβανομένου του χρήστη στο τερματικό, του τερματικού στο δίκτυο, από το δίκτυο στο δίκτυο και του χρήστη στο χρήστη. Οι περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες πιστοποίησης ταυτότητας πραγματοποιούνται μέσω των σχεδίων ΚΚ το σύστημα *TETRA*.

**Κρυπτογράφηση διαπροσωπειών.** Αυτό προστατεύει το ράδιο μονοπάτι μεταξύ του τερματικού και του σταθμού βάσης. Αυτό πρόκειται ουσιαστικά να καταπολεμήσει "να κρυφακούσει τις πληροφορίες" πέρα από το *airwave* που εάν δεν προστατεύεται επαρκώς μπορεί να είναι πιθανό με τη χρήση των αποκωδικοποιητών βάση τους ραδιοσαρωτές.

**Η ανωνυμία χρηστών με το ψευδώνυμο.** Το *TETRA* εξετάζει την παροχή για την μεταμείωση των ταυτοτήτων των συνδρομητών που περιλαμβάνονται σε μία κλήση προκειμένου να αποτραπεί η κωδικοποίηση θέσης που αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση μίας διεύθυνσης ψευδώνυμου, το *ATSI*.

**Το τερματικό επιτρέπει σε enable/disable.** Τα *TETRA* τερματικά μπορούν να επιδρούν σε ή να θεθούν εκτός λειτουργίας από την υποδομή πέρα από το σύστημα και αυτό μπορεί να παρέχει έναν προστιθέμενο μηχανισμό προστασίας, παραδείγματος χάριν για τα βλαβερά τερματικά που παρουσιάζουν κάποια παραβίαση της δικαιοδοσίας πρόσβασης.



**Η δίπλα δίπλα κρυπτογράφηση** που αυτό είναι για τις περισσότερες κρίσιμες εφαρμογές όπου η προστασία απαιτείται μέσω του ολόκληρου δικτύου. Η δίπλα δίπλα κρυπτογράφηση προστατεύει από την ψευδή πρόσβαση και την πιθανότητα να ακουστεί. Hopping συχνότητας. Η δομή αυλακώσεων TDMA των *TETRA* αδειών μια μορφή αργό hopping συχνότητας που μπορεί να χρησιμοποιήσει για να υπερκίνηση το μπλοκάρισμα συχνότητας. Σε ορισμένες καταστάσεις, αυτό μπορεί επίσης να υιοθετηθεί ως μηχανισμός προστασίας ενάντια στις σκόπιμες ή ακούσιες διαταραχές στο ράδιο περιβάλλον.

## 9. ΣΥΓΚΡΙΣΗ *TETRA* ΜΕ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΥΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ GSM

Κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, έχουν αναπτυχθεί διάφορα πρότυπα για κινητές τηλεπικοινωνίες. Η πιο γνωστή είναι χωρίς οποιονδήποτε αμφιβολία το πρότυπο για τις κινητές τηλεπικοινωνίες GSM που είναι λειτουργικό σε πολλές χώρες, τόσο μέσα στην Ευρώπη όσο και έξω από αυτήν. Πρότυπα που άφησαν ακριβώς την φάση τυποποίησης και εισάγουν τώρα την φάση εφαρμογής, είναι τα επίγεια διακλαδωμένα ράδιο *TETRA* πρότυπα.

Το *TETRA* απευθύνεται για χρήση από επαγγελματίες και όχι από κοινό. Έτσι έχει περιορισμένη χωρητικότητα και αυξημένες δυνατότητες που απαιτούν αυξημένο επίπεδο εκπαίδευσης για την πλήρη αξιοποίηση τους. Οι τερματικές συσκευές έχουν βελτιωμένα επίπεδα αξιοπιστίας για χρήση σε αντίξοες συνθήκες καθώς και δυνατότητα χρήσης σαν αναμεταδότες για αύξηση της εμβέλειας.

Έχει την δυνατότητα επικοινωνίας τόσο μεταξύ τερματικού και σταθμού Βάσης (όπως στην κινητή τηλεφωνία) αλλά και μεταξύ τερματικών απ'ευθείας, χωρίς την ανάγκη ύπαρξης σταθμού βάσης.

Έχει αυξημένα επίπεδα ασφαλείας και πιστοποίησης χρηστών για χρήση από κρατικές υπηρεσίες.

Η διαχείριση του δικτύου επιτρέπει την δημιουργία ομάδων χρηστών με συγκεκριμένες δυνατότητες όπως Broadcast, ενεργοποίησης/παύσης συγκεκριμένου τερματικού κ.λ.π. Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα δημιουργίας μίας σειράς εφαρμογών όπως π.χ. καταγραφή περιεχομένου κλήσεων, εμφάνιση γεωγραφικής θέσης τερματικών με χρήση τεχνολογίας GPS(Global Positioning System) καθώς και CTI (Computer Telephony Integration)

Τόσο το GSM όσο και το *TETRA* προσφέρουν ταυτόχρονα αμφίδρομη (Full-duplex) μετάδοση φωνής, και μετάδοση μικρών μηνυμάτων (SMS στο πρότυπο GSM, SDS στο πρότυπο *TETRA*). Στην κυκλωμεταγωγή δεδομένων (circuit mode data) όμως, το πρότυπο GSM προσφέρει μετάδοση δεδομένων με ρυθμό μέχρι 9,6 Kbps, ενώ στο *TETRA* με συνδυασμό και των 4 χρονοθυρίδων μπορεί να επιτύχουμε ρυθμούς μέχρι και 28,8 Kbps. Στην πακετομεταγωγή (packet mode data) το *TETRA* πλεονεκτεί έναντι του GSM αφού υποστηρίζει μετάδοση δεδομένων τόσο connection-oriented όσο και connectionless, ενώ το GSM δεν υποστηρίζει την πακέτο – μεταγωγή. Το GSM χρησιμοποιεί κελιά μικρού μήκους, με μεγάλη χωρητικότητα και τοπική επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων, ενώ το *TETRA* χρησιμοποιεί μεγάλα κελιά, με μεσαία χωρητικότητα και επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων σε επίπεδο περιοχής. Στο GSM ο χρόνος έναρξης κλήσης είναι αρκετά δευτερόλεπτα, ενώ στο *TETRA* δεν υπερβαίνει τα 300 msec.

Μια μεγάλη διαφορά μεταξύ των συστημάτων GSM και *TETRA* είναι η ροή κλήσεων από τους χρήστες, η οποία φυσικά επηρεάζει τόσο την αρχιτεκτονική των δικτύων όσο και τον τρόπο με τον οποίο οι παροχείς τιμολογούν τις υπηρεσίες που παρέχουν στους πελάτες τους. Με τυπική διάρκεια κλήσης περίπου 2 λεπτά, η ανάλυση της κίνησης των κυψελωτών συστημάτων (GSM,DCS), δείχνει ότι το 85% των κλήσεων από το PSTN, εκ των οποίων 20% αρχικοποιούνται από το PSTN και 80% από κινητό. Ένα 5% είναι κλήσεις από κινητό σε κινητό μεταξύ διαφορετικών περιοχών κάλυψης, και μόνο μέσα στην ίδια περιοχή κάλυψης.

Παράμετροι Συστήματος	TETRA	GSM
Σύγκριση	Γύρω από 400 MHz	Γύρω από 900 MHz
Εύρος Ζώνης Συχνοτήτων	6.25 kHz	25kHz (κωδικοποιητής – αποκωδικοποιητής ποσοστού) 12.5 kHz μισός κωδικοποιητής – αποκωδικοποιητής ποσοστού)
Οργανωμένος Χρόνος Κλήσης	< 1 δευτερόλεπτο ( 300ms )	< 10 δευτερόλεπτο(1-3 s)
Διασταύρωση στοιχείων ανα Hz	1.44 b/Hz (36 kb/s ανα 25kHz)	1.35 b/Hz (270 kb/s ανα 200kHz)
End-to-end Κρυπτογράφηση	Ναι	Όχι
Κάλυψη Στοιχείων	Ευρεία Περιοχή	Μικρή προς μεγάλη

Αντίθετα, οι κλήσεις στα PMR συστήματα, όπως το *TETRA*, διαρκούν κατά μέσο όρο μόνο 20 δευτερόλεπτα. Το 90% των κλήσεων γίνονται στην ίδια περιοχή κάλυψης, εκ των οποίων 60% αρχικοποιούνται από τον εκφωνητή. Ένα 5% όλων των κλήσεων είναι μεταξύ δυο διαφορετικών περιοχών και μόνο 5% είναι μέσω του PSTN, εκ των οποίων λιγότερο από το 1% αρχικοποιούνται από το PSTN. Επιπλέον, ενώ οι κλήσεις των δικτύων GSM είναι από σημείο προς σημείο (point to point, individual calls), οι κλήσεις στο *TETRA* είναι συνδυασμός κλήσεων από σημείο σε σημείο, και από σημείο προς πολλά σημεία (point to multipoint, group calls), με πολύ περισσότερες τις ομαδικές κλήσεις.

## 10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ *TETRA*

Το σύστημα *TETRA* επιτρέπει την ασύρματη επικοινωνία φωνής μεταξύ τερματικών και βάσης ή μεταξύ τερματικών (Direct Mode Operation) χωρίς την ανάγκη ύπαρξης σταθμού βάσης, για χρήση σε απομακρυσμένες περιοχές. Η διασύνδεση με το δίκτυο της τηλεφωνίας (PSTN) μπορεί να γίνει μέσω ενός voice gateway που βρίσκεται σε κάποιο κεντρικό σημείο. Κατά συνέπεια, όλα τα τερματικά *TETRA* μπορούν να δεχθούν και να εκτελέσουν τηλεφωνικές κλήσεις, εφ' όσον το επιτρέπει ο διαχειριστής του συστήματος.

Οι χρήστες ή ακόμα και οι διαφορετικές ομάδες χρηστών μπορούν να χρησιμοποιούν όλες το ίδιο δίκτυο. Ο διαχωρισμός μεταξύ ομάδων είναι "ιδεατός" που σημαίνει για κάθε ομάδα (π.χ. την αστυνομία, την πυροσβεστική κ.λ.π.) έχει δημιουργηθεί ένα ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο (VPN). Η ίδια ακριβώς φιλοσοφία μπορεί να εφαρμοστεί και σε μικρότερες ομάδες χρηστών ή ακόμα και σε μεμονωμένους χρήστες.

Ένα άλλο πλεονέκτημα του *TETRA* είναι ότι διατηρείται η απλότητα χρήσης και η άμεση ανταπόκριση του κέντρου. Ο χρήστης χρειάζεται να πιέσει το κουμπί εκπομπής (Push to talk-PTT) και συνδέεται άμεσα (χρόνος σύνδεσης μικρότερος των 300msec) με το κέντρο, αφού το σύστημα διαχειρίζεται αυτόματα τα θέματα πιστοποίησης, διαχείρισης συχνότητας κ.λ.π. Η μετάδοση των στοιχείων είναι κρυπτογραφημένη, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα κλήσεων προτεραιότητας που διακόπτουν υπάρχουσες συνομιλίες σε περιπτώσεις ανάγκης.

### 10.1 Παράδειγμα Χρήσεις του Δικτύου *TETRA*

Η χρησιμότητα ενός ολοκληρωμένου δικτύου *TETRA* μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητή με ένα παράδειγμα χρήσης του από δημόσιες υπηρεσίες :

Ας υποθέσουμε ότι ξεσπά πυρκαγιά σε ένα μεγάλο κατάστημα. Οι κάτοικοι ειδοποιούν την πυροσβεστική υπηρεσία που στέλνει πυροσβεστικές αντλίες ενώ ειδοποιεί με την σειρά της την αστυνομία ( για έλεγχο/απομάκρυνση του πλήθους) και το ΕΚΑΒ για τυχόν τραυματίες. Οι τρεις αυτές υπηρεσίες λειτουργούν ανεξάρτητα και χωρίς

δυνατότητα επικοινωνίας και συντονισμού ανάμεσα τους, μέσω ασυρμάτων ανοιχτής ακρόασης. Εναλλακτικά, υποθέτουμε ότι έχει εγκατασταθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα *TETRA* που μαζί με τις ανάλογες εφαρμογές χρησιμοποιείται από όλες τις κρατικές υπηρεσίες. Έτσι, με την γνωστοποίηση του περιστατικού στην πυροσβεστική ο συντονιστής αναζητά τα οχήματα εκείνα τόσο της πυροσβεστικής όσο και των άλλων υπηρεσιών(αστυνομία/ΕΚΑΒ) αφού γνωρίζει την ακριβή θέση τους μέσω του συστήματος Global Positioning System (GPS). Δημιουργεί αμέσως ένα ενοποιημένο user group και από τις 3 υπηρεσίες που πρέπει να ανταποκριθούν στο περιστατικό, τις οποίες και ειδοποιεί με μία μόνο κλήση. Επίσης στέλνει στις οθόνες των οχημάτων χάρτη της περιοχής για να ελαχιστοποιήσει τον χρόνο ανταπόκρισης.

Με την άφιξη του προσωπικού στο χώρο του επεισοδίου, τα μέλη της ομάδας μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους απευθείας, χωρίς την ανάγκη επαφής με την βάση ακόμα και αν ανήκουν σε διαφορετικές υπηρεσίες, με απόλυτη αξιοπιστία και ασφάλεια. Ταυτόχρονα, ο συντονιστής μπορεί να ακούει τις συνομιλίες της συγκεκριμένης ομάδας και να κατευθύνει τις εξελίξεις, π.χ. με την αποστολή ενισχύσεων.

Σε περίπτωση που απαιτείται τηλεφωνική επικοινωνία κάποιου μέλους της ομάδας π.χ. με κάποιον εγκλωβισμένο στο εσωτερικό του κτιρίου, αυτό είναι δυνατό μέσω του κεντρικού συστήματος. Καθ'όλη την διάρκεια του περιστατικού, μη εμπλεκόμενες ομάδες δεν συμμετέχουν στην επικοινωνία (εκτός αν το επιλέξουν) και μπορούν να συνεχίσουν να επικοινωνούν κανονικά μεταξύ τους.

Συνολικά λοιπόν βλέπουμε ότι ένα σωστά σχεδιασμένο δίκτυο *TETRA* πλαισιωμένο από τις αντίστοιχες εφαρμογές, μπορεί να προσφέρει αυξημένες δυνατότητες επικοινωνίας και συντονισμού στις υπηρεσίες που το χρησιμοποιούν. Επιπρόσθετα ο διαχειριστής του δικτύου μπορεί να αξιοποιήσει τυχόν διαθέσιμο Bandwidth για εμπορικούς σκοπούς, π.χ. σε εταιρείες διανομής κ.λ.π.

## 10.2 Τερματικές Συσκευές *TETRA*

Οι τερματικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο *TETRA* μοιάζουν πολύ με τις συσκευές της κινητής τηλεφωνίας. Η Nokia είναι η πιο γνωστή εταιρεία στην Ευρώπη που έχει κατασκευάσει δύο μοντέλα από τις τερματικές συσκευές *TETRA* όπως βλέπετε και πιο κάτω:

### Nokia THR850



Η εικονιζόμενη συσκευή (Nokia THR 850) έχει βάρος 196g με την μπαταρία και διαρκεί από 12-24 ώρες σε αναμονή ή 4 ώρες ομιλίας. Η ισχύς εκπομπής είναι μεταβλητή, ανάλογα με την ποιότητα του σήματα με μέγιστη ισχύ το 1W. Μπορεί να δουλέψει είτε ως Duplex ή semi – Duplex και έχει οθόνη, πλήκτρο ανάγκης και πλήκτρο PTT (Push To Talk). Τέλος έχει την δυνατότητα 50 μηνυμάτων status, να δέχεται και να στέλνει σύντομα μηνύματα (μέχρι 120 χαρακτήρες), τηλεφωνικό κατάλογο ,παιγνίδια κ.λ.π.

### Nokia TMR 880



Η Συσκευή TMR 880 έχει σχεδιαστεί για τοποθετήσει σε όχημα. Η ίδια συσκευή με εξωτερικό τροφοδοτικό και κατάλληλο πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επιτραπέζιος σταθμός. Για την τοποθέτηση της σε όχημα προσφέρεται, είτε ως μονάδα

πίνακα οργάνων (όπου όλη η μονάδα εγκαθίσταται στον πίνακα ελέγχου του οχήματος σαν ραδιοκασετόφωνο), είτε ως απομακρυσμένη μονάδα (όπου μόνο το πλαίσιο ελέγχου του οχήματος και ο υπόλοιπος πομποδέκτης εγκαθίσταται σε άλλο σημείο, συνήθως στο τμήμα αποσκευών του οχήματος).

Η Συσκευή αυτή διαθέτει αριθμητικό πληκτρολόγιο, οθόνη πολλαπλών ενδείξεων, διάφορα πλήκτρα χειρισμού και ακουστική διεπαφή (μικρόφωνο και μεγάφωνο)



## 11. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΔΙΚΥΟΥ

Τα τελευταία χρόνια μεγάλος αριθμός χωρών έχουν εγκαταστήσει δίκτυα *TETRA* για χρήση από τις δημόσιες υπηρεσίες τους με πρωτεργάτες στην Ευρώπη, την Φιλανδία και την Βρετανία. Από πλευράς κατασκευαστών οι μεγαλύτεροι προμηθευτές είναι η *Nokia* και η *Motorola*, με την *Nokia* να κατέχει περίπου το 80% της αγοράς εγκατεστημένων δικτύων. Ταυτόχρονα, ένας μεγάλος αριθμός εταιρειών έχει εκδηλώσει ενδιαφέρον συμμετοχής στην δημιουργία εφαρμογών για το *TETRA* μέσα στους οποίους συμπεριλαμβάνεται και η *STAT Communications*.

Τα συστήματα *TETRA* βασίζουν την επιτυχία τους στην ευελιξία, την ανοιχτή αρχιτεκτονική και τις πολλαπλές δυνατότητες τους. Απευθύνονται σε επαγγελματίες χρήστες με εξειδικευμένες ανάγκες που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν από τα υπάρχοντα συστήματα. Μεγάλο ενδιαφέρον υπάρχει και από τις Ελληνικές δημόσιες υπηρεσίες για την ανάπτυξη δικτύου *TETRA* με αφορμή την διεξαγωγή αγώνων του 2004.

Το *TETRA* ενεργοποιήθηκε πλήρως στο Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος» την 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2000 με την έναρξη των επιχειρησιακών δοκιμών του αεροδρομίου και λειτουργεί επιτυχώς από την επίσημη έναρξη λειτουργίας του αεροδρομίου έως και σήμερα.

Εκτός από το Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών, εφαρμόζεται ήδη και στον Οργανισμό Λιμένων Πειραιώς, στην Επιτροπή του 2004 και την Αττική Οδό. Ήδη βρίσκεται σε πιλοτική φάση σε ράδιο-TAXI και σε εταιρεία *Security*. Για το επόμενο εξάμηνο προβλέπεται η πλήρης κάλυψη του Νομού Αττικής, καθώς επίσης της Θεσ/νίκης, της Πάτρας, της Βόρειας Κρήτης και των Εθνικών Οδών.

## ΠΑΡΑΡΤΗΑ Α

<sup>1</sup> Ανερχόμενη Ζεύξη αποκαλείται η ασύρματη ζεύξη κατεύθυνσης κινητού σταθμού – σταθμού Βάσης

<sup>2</sup> Κατερχόμενη ζεύξη αποκαλείται η ασύρματη ζεύξη κατεύθυνσης σταθμού βάσης – κινητού σταθμού

<sup>3</sup> Τα κανάλια μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής κίνησης (TCH – Traffic CHannels) μεταφέρουν την πληροφορία του χρήστη. Οι παρακάτω τέσσερις τύποι λογικών TCH έχουν καθοριστεί για την μεταφορά ομιλίας και δεδομένων σε διαφορεους ρυθμούς:

- TCH/S – κωδικοποιημένη ομιλία με ρυθμό 4,8 kbps,
- TCH/7,2 – Δεδομένα με ρυθμό 7,2 kbps,
- TCH/4,8 – Δεδομένα με ρυθμό 4,8 kbps,
- TCH/2,4 – Δεδομένα με ρυθμό 2,4 kbps.

<sup>4</sup> SCH (Signaling Channel) – Κανάλι Σηματοδοσίας. Το κανάλι SCH μοιράζεται σε όλους τους χρήστες αλλά μπορεί να μεταφέρει μηνύματα απευθυνόμενα σε συγκεκριμένο χρήστη ή συγκεκριμένη ομάδα χρηστών. Το κανάλι SCH χωρίζεται στις παρακάτω τρεις υποκατηγορίες:

- SCH/F (Full Size Signaling Channel – Κανάλι σηματοδοσίας πλήρους μεγέθους),
- SCH/HD (Half Size Downlink Signaling CHannel – Κανάλι Σηματοδοσίας μισού μεγέθους κατερχόμενης Ζεύξης),
- SCH/HU (Half Size Uplink Signaling CHannel – Κανάλι σηματοδοσίας μισού μεγέθους ανερχόμενης ζεύξης).

<sup>5</sup> AAACH (Access Assignment CHannel) – Κανάλι Ανάθεσης Πρόσβασης. Το κανάλι AAACH βρίσκεται στην κατερχόμενη ζεύξη και χρησιμοποιείται για την υπόδειξη της ανάθεσης των χρονοθυρίδων ανερχόμενης και κατερχόμενης ζεύξης.

**Συντομογραφίες – Επεξήγηση**

	<u>Επεξήγηση</u>	<u>Μετάφραση</u>
AACH	Access Assignment CHannel	Κανάλι Ανάθεσης πρόσβασης
ACELP	Adaptive Code Excited Linear Prediction	Προσαρμοστική κωδικοδιεγερόμενη γραμμική πρόλεξη
BLCH	Base Station Linearization Channel	Κανάλι Ευθυγράμμισης Σταθμού βάσης
BNCH	Broadcast Network channel	Κανάλι Ευρεκτομής Δικτύου
BSCH	Broadcast Synchronization Channel	Κανάλι Ευρεκτομής Συγχρονισμού
BTS	Base Transceiver Station	Σταθμός πομποδεκτών βάσεων
CADI	Computer Aided Dispatch Interface	Διεπαφή Κονσόλας Εκφωνητή Υποβοηθούμενου από Υπολογιστή
CCH	Control Channel	Κανάλι Ελεγχου
CLCH	Common Linearization Channel	Κοινό κανάλι ευθυγράμμισης
CMCE	Circuit Mode Control Entity	Οντότητα ελέγχου τρόπου κυκλωμάτων
CONS		
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication	Ψηφιακές ενισχυμένες ασύρματες τηλεπικοινωνίες
DMO	Direct Mode Operation	Αμεσότροπη λειτουργία
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying	Διαμόρφωση διαφορικού Ορθογωνισμού φάσης
DTMF	Dual Tone Multi Frequency	Πολυσυχνότητα διπλού τόνου
EBTS	Enhanced Base Transceiver System	Σταθμός Βάσης
ETSI	Eyropean Telecommunications Standards Institute	Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας
GETWAY		Πύλη
GSSI	Group Short Subscriber Identity	Βραχεία ταυτότητα ομάδα ομιλίας συνδρομητών
ICMP	Internet Control Message Protocol	Πρωτόκολλο μηνύματος ελέγχου διαδικτύου
IP	Internet Protocol	Πρωτόκολλο Διαδικτύου
ISSI	Invidual Short Subscriber Identity	Ατομική βραχεία ταυτότητα συνδρομητή
ITSI	Invidual TETRA Subscriber Identity	Ατομική ταυτοτητα συνδρομητή TETRA
LLC	Logical Link Control	Λογικός έλεγχος συνδέσεων
LS	Line Station	Σταθμός γραμμών

MAC	Medium Access Control	Μέσος Έλεγχος Πρόσβασης
MCCH	Main Control Channel	Κύριο κανάλι ελέγχου
MLE	Mobile/base Link Entity	Οντότητα κινητών/συνδέσεων βάσεων
MMI	Man-Machine Interface	Διεπαφή ανθρώπου-μηχανής
MM	Mobility Management	Διαχείριση Κινητικότητας
MS	Mobile Station	Κινητός Σταθμός
MSC	Mobile Switching Center	Κινητό Κέντρο Μετατροπής
MTU	Maximun Transmission Unit	Μέγιστη Μονάδα μετάδοσης
PCM	Pulse Code Modulation	Παλμοκωδική διαμόρφωση
PDCH	Packet Data Channel	Κανάλι Δεδομένων Πακετομεταγωγής
PDO	Packet Data Optimised	Στοιχεία πακέτων
PDN	Packet Data Network	Δίκτυο Δεδομένων Πακετομεταγωγής
PDR	Packet Data Router	Δρομολογητής Δεδομένων Πακετομεταγωγής
PDS	Packet Data Service	Υπηρεσία μετάδοσης δεδομένων πακετομεταγωγής
PEI	Peripheral Equipment Interface	Διεπαφή περιφερειακού
PSTN	Public Switched Telephone Network	Δημόσιο τηλεφωνικό Σύστημα
PTT	Push To Talk	Διακόπτης Ομιλίας
RAG	Resource Allocation Groups	Ομάδες εκχώρησης πόρων
RCM	Radio Control Manager	Ράδιο διαχείριση ελέγχου
RSS	Radio Service Software	Ράδιο λογισμικό υπηρεσιών
SCH	Signaling CHannel	Κανάλι σηματοδosisίας
SCH/F	Signaling Channel/Full Size	Κανάλι σηματοδosisίας πλήρους μεγέθους
SCH/HD	Signaling Channel/Half Size	Κανάλι Σηματοδosisίας μισού μεγέθους κατερχόμενης Ζεύξης
SCH/HU	Signaling Channel/Half Size Uplink	Κανάλι Σηματοδosisίας μισού μεγέθους ανερχόμενης
SNDCP	Sub Net Dependant Convergence Protocol	Πρωτόκολλο Σύγκλισης Εξαρτώμενο από Υποδίκτυο
STCH	Stealing Channel	Κανάλι Κλοπής
SwMI	Switching & Management Infrastructure	Υποδομή Μεταγωγής και διαχείρισης
TCH	Traffic Channel	Κανάλι Μεταφοράς
TE	Terminal Equipment	Τερματικός Εξοπλισμός
TDD	Time Division Duplex	Αμφίδρομη επικοινωνία με διαίρεση χρόνο
TDMA	Time Division Multiple Access	Πολλαπλή πρόσβαση Διαίρεσης χρόνου
TETRA	TErestrial Trunked Radio	Επίγειο Συγκαναλικό Ραδιοδίκτυο
UDP	User Datagram Protocol	Πρωτόκολλο .....

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Απο Βιβλία Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων:

1. Digital Mobile Communications and the *TETRA* System τους John Dunlop, Demessie Girma, James Irvine
2. Σημειώσεις Δικτύων ΣΤ' Εξαμήνου
3. Ψηφιακές Επικοινωνίες του Andy Bateman

Απο Διευθύνσεις στο Διαδίκτυο:

1. [www.tetramou.com](http://www.tetramou.com)
2. [www.tetramou.com/tetra-sec.doc](http://www.tetramou.com/tetra-sec.doc)
3. [www.tetramou.com/Rules/index.asp](http://www.tetramou.com/Rules/index.asp)
4. [www.initio.no/~gustrarf/tetra/html](http://www.initio.no/~gustrarf/tetra/html)
5. [www.odin.dep.no/archive/nhdredlegg/01/03/konve041.pdf](http://www.odin.dep.no/archive/nhdredlegg/01/03/konve041.pdf)
6. [users.auth.gr/~bafo/tetra](http://users.auth.gr/~bafo/tetra)
7. [www.nokia.com](http://www.nokia.com)
8. [www.motorola.com](http://www.motorola.com)
9. [www.ce-mag.com](http://www.ce-mag.com)
10. [www.lever-co.uk](http://www.lever-co.uk)
11. [radioscanning.wox.org](http://radioscanning.wox.org)
12. [www.mobilecomms-technology.com](http://www.mobilecomms-technology.com)
13. [www.networknews.rnumet.com](http://www.networknews.rnumet.com)
14. [www.n-topos.gr](http://www.n-topos.gr)
15. [www.eett.gr](http://www.eett.gr)