

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

" 2G – 3G ΣΕ ΠΛΟΙΟ "

ΚΑΤΤΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ (Α.Μ. 0553)

ΜΟΥΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ (Α.Μ. 0604)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΛΟΥΒΡΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος ΤΕ.ΣΥ.Δ.

ΝΑΥΠΑΚΤΟΣ 2013

ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ (2004-2006)
ΕΠΕΑΕΚ II



Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή
Ναύπακτος, 30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2013

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

- 1.
- 2.
- 3.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιάσουμε την εφαρμογή τηλεμετρίας σε περιβάλλον πλοίου ώστε να επιτυγχάνεται απομακρυσμένα η παρακολούθηση, η ανάλυση και η διαχείριση της ενέργειάς του. Το πλοίο στο οποίο έγινε η καταγραφή της παραπάνω μελέτης είναι το Μαρμάρι Express και όλα τα αποτελέσματα που έχουν παρατεθεί αφορούν τη λειτουργία του.

Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μία γενική περιγραφή των ασύρματων δικτύων και των σταδίων εξέλιξής τους στο χρόνο, αναλύοντας τα συστήματα τεχνολογιών που χρησιμοποιεί το καθένα. Στη συνέχεια επεξηγείται η έννοια της τηλεμετρίας και δίνεται εκτενώς μία περιγραφή του συστήματος τηλεμετρίας που είναι εγκατεστημένο στο πλοίο. Τέλος, παραθέτουμε τον τρόπο ανάκτησης των δεδομένων που χρειάζονται να παρακολουθούνται, χρησιμοποιώντας το απαραίτητο λογισμικό πρόγραμμα και κάνοντας μία on line επίδειξη με μετρήσεις και διαγράμματα.

Η πλήρης αυτή μελέτη της ενέργειας καθώς και άλλων μεγεθών του πλοίου, δίνει εξαιρετικές δυνατότητες για τον έλεγχο και τη βελτίωση της λειτουργίας του. Αποτέλεσμα να καθιστά την τηλεμετρία απαραίτητο και ζωτικής σημασίας εργαλείο. Η εταιρεία η οποία παρέχει το πρόγραμμα τηλεμετρίας που έχει εγκατασταθεί στο πλοίο Μαρμάρι Express είναι η Build-IT και μας έδωσε τη δυνατότητα συνεργασίας με το καταρτισμένο προσωπικό της, ώστε να εκπονήσουμε την πτυχιακή εργασία μας.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to present the application of telemetry in ship environment to achieve remote monitoring, analysis and management of energy. The ship which was to record the above study is Marmari Express and all results quoted for its operation.

More specifically, there is a general description of wireless networks and stages in their evolution in time, analyzing systems technologies used by each. Then it is explained the concept of telemetry and given an extensively description of telemetry system installed on the ship. Finally, we present how to retrieve the data needed to be monitored using the required software program and making a demonstration on line with measurements and diagrams.

This full study of energy and other parameters of the ship, gives excellent possibilities to control and improve its operation. Effect that makes telemetry necessary and vital tool. The company providing the telemetry installed in Marmari ship Express is the Build-IT and gave us the ability to work with the knowledgeable staff, in order to prepare the dissertation us.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η Πτυχιακή Εργασία αυτή αφιερώνεται στις οικογένειές μας, τις οποίες ευχαριστούμε θερμά για τη στήριξη, τη βοήθεια και την πολύτιμη παρουσία τους, στην προσπάθειά μας αυτή. Ευχαριστούμε θερμά όλους τους καθηγητές που μας μετέδιδαν και μας παρείχαν τις σημαντικές για εμάς γνώσεις τους και τη βοήθειά τους, στην τετραετή μας θητεία στο ΤΕ.ΣΥ.Δ.. Τέλος, ευχαριστούμε ιδιαίτερα τον κύριο Λούβρο που ήταν οδηγός αλλά και συνοδοιπόρος μας στο παρακάτω έργο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	13
Ιστορική Αναδρομή.....	14
Κεφάλαιο 1.....	16
1.1 Χρήσεις των δικτύων υπολογιστών.....	16
1.1.1 επιχειρηματικές Εφαρμογές.....	16
1.1.2 Οικιακές Εφαρμογές.....	16
1.1.3 Μετακινούμενοι Χρήστες.....	17
1.2 Είδη δικτύων.....	17
1.2.1 Τοπικά Δίκτυα (local area networks).....	17
1.2.2 Μητροπολιτικά Δίκτυα (metropolitan area network).....	18
1.2.3 Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (wide area network).....	18
1.2.4 Ασύρματα Δίκτυα (wireless network).....	19
1.2.5 Οικιακά δίκτυα (house networks).....	21
1.2.6 Διαδίκτυο (internet).....	22
Κεφάλαιο 2.....	23
2.1 Δίκτυα πρώτης γενιάς – (1G).....	23
2.1.1 AMPS.....	26
2.2 Δίκτυα δεύτερης γενιάς - (2G).....	28
Πλεονεκτήματα.....	30
Μειονεκτήματα.....	30
2.2.1 GSM.....	32
2.2.1.1 Περιγραφή του συστήματος GSM.....	34
2.2.1.2 Προσφερόμενες υπηρεσίες.....	36
2.2.1.3 Βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος GSM.....	39
2.2.1.4 Εκδόσεις GSM.....	44
2.2.1.4.1 GSM 900.....	44
2.2.1.4.2 E-GSM (Extended-GSM 900).....	44
2.2.1.4.3 GSM 1800.....	45
2.2.1.4.3 GSM 1900.....	45
2.3 Δίκτυα 2.5G γενιάς.....	46

2.3.1 GPRS.....	48
2.3.1.1 Πως λειτουργεί το GPRS.....	48
2.3.1.1.1 Γιατί πριν από το GPRS η μεταφορά δεδομένων γίνονταν στα 9,6Kbps;.....	49
2.3.1.1.2 Περιορισμοί.....	49
2.3.1.2 Εφαρμογές GPRS	50
2.3.1.3 Χαρακτηριστικά του συστήματος GPRS.....	51
2.4 Δίκτυα 2.75G γενιάς.....	54
2.4.1 EDGE.....	55
2.4.1.1 Η υπηρεσία EDGE.....	56
2.5 Δίκτυα τρίτης γενιάς - (3G).....	57
Πλεονεκτήματα.....	62
Μειονεκτήματα.....	63
2.5.1 UMTS.....	65
2.5.1.1 Πλεονεκτήματα UMTS.....	68
2.5.1.2 Αρχιτεκτονική του δικτύου UMTS.....	71
2.5.1.2.1 UMTS Terrestrial Radio Access Network ή UTRAN.....	72
2.5.1.3 Κανάλια του UMTS.....	76
2.5.1.3.1τα λογικά κανάλια.....	76
2.5.1.3.2 τα κανάλια μεταφοράς.....	76
2.5.1.3.3 τα φυσικά κανάλια.....	78
2.5.1.4 Διεπαφές στο UMTS.....	78
2.6 Δίκτυα 3.5G γενιάς.....	80
2.6.1 HSPA.....	81
2.6.1.1 HSDPA.....	81
2.7 Δίκτυα 3.75G γενιάς.....	83
2.7.1 HSUPA.....	84
2.8 Δίκτυα τέταρτης γενιάς - (4G).....	85
Πλεονεκτήματα.....	87
Κεφάλαιο 3.....	91
3.1 Τηλεμετρία.....	91
3.2 Πλοίο: ΜΑΡΜΑΡΙ EXPRESS.....	94
3.3 Περιγραφή διαδικασίας τηλεμετρίας στο πλοίο Μαρμάρι Express.....	96
3.4 Ανάλυση και περιγραφή οργάνων συστήματος τηλεμετρίας.....	99
3.4.1 Αναλυτές Ενέργειας (PM 800).....	99

3.4.1.1 Χαρακτηριστικά.....	99
3.4.1.2 Οφέλη.....	100
3.4.1.3 Εφαρμογές.....	101
3.4.2 Πρωτόκολλο Modbus	101
3.4.3 Το πρότυπο RS-485	103
3.4.3.1 Τεχνολογία Μετάδοσης RS-485.....	104
3.4.3.2 Οδηγίες εγκατάστασης του RS- 485.....	105
3.4.4 M2M JACE.....	106
3.4.4.1 Βασικά Χαρακτηριστικά.....	107
3.4.4.2 Εφαρμογές.....	107
3.4.5 Καλώδιο Ethernet.....	109
3.4.6 NPB-GPRS Modem.....	109
3.4.6.1 Εφαρμογές.....	110
3.4.6.2 Χαρακτηριστικά.....	110
3.4.6.3 Επιλογές Σύνδεσης.....	110
3.4.6.4 Αρχιτεκτονική.....	112
3.4.7 3G with Public Static IP.....	112
3.4.7.1 Low Data Usage Tariffs.....	114
3.4.8 IPSec.....	116
3.4.8.1 Ορισμός.....	117
3.4.8.2 Γιατί χρειαζόμαστε την IPSec.....	117
3.4.8.3 Συσχετισμοί Ασφάλειας - Security Association.....	120
3.4.9 VPN.....	121
3.4.9.1 Intranet VPNs.....	122
3.4.9.2 Extranet VPNs.....	123
3.4.9.3 Access VPNs.....	123
3.4.9.4 Εφαρμογές.....	123
3.4.9.5 Χρήση των VPN.....	126
3.4.9.6 Ασφάλεια VPN.....	126
3.4.9.7 Βασικές απαιτήσεις VPN.....	127
3.4.10 Βάση δεδομένων.....	128

3.4.10.1 Σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (Relational Database Management System, RDBMS).....	128
3.4.10.2 SQL.....	129
3.4.10.3 SQL Server.....	129
<hr/>	
3.4.10.4 Αποθήκευση.....	130
3.4.11 Κεραία B2B-C3G-5F.....	130
3.4.11.1 B2B-C3G-5F.....	131
3.4.11.2 Χαρακτηριστικά κεραίας.....	132
3.4.11.3 Τεχνικό Σχέδιο.....	133
3.4.11.4 VSWR.....	133
4ο Κεφάλαιο.....	135
4.1 Διαδικασία καταχώρησης τιμών για τους αναλυτές ενέργειας- PM800.....	135
4.2 Διαδικασία παρακολούθησης των αποθηκευμένων τιμών από τον ελεγκτή.....	137
4.3 Niagara Framework.....	137
4.4 PpvSense.....	154
4.4.1 pvSense - Active Management PV.....	155
4.4.2 pvSense Παραγωγή.....	155
4.4.3 pvSense Απόδοση.....	156
4.4.4 pvSense Προστασία.....	156
4.5 Αναφορά στην εταιρεία Build – IT.....	156
4.6 Παρουσίαση pvSense.....	158
Συμπεράσματα.....	161
Βιβλιογραφία –Αναφορές.....	164

Εισαγωγή

Εντύπωση προκαλεί τα τελευταία χρόνια, η ταχύτατη και συνάμα θεαματική ανάπτυξη που παρατηρείται στον τομέα των τηλεπικοινωνιών και ειδικότερα των ασύρματων δικτύων επικοινωνίας. Οι βελτιωμένες τεχνικές ανταλλαγής δεδομένων, που είναι πλέον στη διάθεσή μας χάρη στις επικοινωνίες υπολογιστών, έχουν αυξήσει την απόδοση της μεταφοράς αγαθών και έχουν συντελέσει στην ομαλοποίηση της αγοράς.

Η ευκολία πρόσβασης και η καλή ποιότητα υπηρεσίας, η οποία παρέχεται από τα ασύρματα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, δίνουν ακόμη μεγαλύτερη ώθηση ανάπτυξης στον τομέα αυτό της τηλεπικοινωνιακής βιομηχανίας, μία ανάπτυξη που πρόκειται να συνεχιστεί για πολλά ακόμη χρόνια. Μέχρι τώρα ο τομέας των κινητών επικοινωνιών έχει καλύψει κυρίως τις απαιτήσεις για υπηρεσίες φωνής και για υπηρεσίες μετάδοσης σύντομων μηνυμάτων.

Η πρώτη επιτυχημένη ραδιοεπικοινωνία χρονολογείται το 1901, όταν ο Marconi πέτυχε να συνδεθεί ασύρματα από έναν σταθμό στην ξηρά με ένα σκάφος σε απόσταση 18 ναυτικών μιλίων. Η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών με πλοία κατά τη μετακίνησή τους από ένα σημείο σε άλλο, γενίκευσε τη χωρική σχέση μεταξύ της ροής της κίνησης της πληροφορίας και της υποδομής για φυσική μεταφορά σε έναν πιο δυναμικό τρόπο λειτουργίας, που εξαρτάται από τη γεωγραφική περιοχή.

Ιστορική Αναδρομή

Το ξεκίνημα της ύπαρξης της κινητής τηλεφωνίας καταγράφεται μετά το τέλος του Β' Παγκόσμιου πολέμου, με τις πρώτες προσπάθειες των Σουηδών, Φιλανδών και Αμερικάνων. Κάποια από τα μειονεκτήματα που παρουσιάστηκαν κατά την εξέλιξη της κινητής επικοινωνίας πριν το 1970 ήταν η περιορισμένη χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων, η ευαισθησία σε παρεμβολές, η ασυμβατότητα και η ανύπαρκτη επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών, η χαμηλή ποιότητα επικοινωνίας και τελευταίο αλλά επίσης σημαντικό το αρκετά υψηλό κόστος.

Μετά το 1970 άρχισαν να γίνονται κάποιες ενέργειες ούτως ώστε να ξεπεραστούν κάποια από τα προαναφερθέντα μειονεκτήματα. Συγκεκριμένα με την εκχώρηση της περιοχής των 900MHz (εύρους 50 MHz) στόχευε στην ουσιαστική εκμετάλλευση του προσφερόμενου φάσματος, στην υψηλή χωρητικότητα με χαμηλό κόστος συνδρομητή, στην ποιότητα επικοινωνίας χωρίς παρεμβολές και απώλειες και τέλος στην δυνατότητα κάλυψης μεγάλης γεωγραφικής περιοχής ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη εμβέλεια και να καλύπτει όσο το δυνατόν περισσότερους συνδρομητές .

Αναλυτικότερα, τα κύρια σημεία – σταθμοί των δικτύων ασυρμάτων επικοινωνιών παραθέτονται παρακάτω:

- 1906 Reginald Fesseden εκπέμπει ασύρματα με επιτυχία την ανθρώπινη φωνή. Μέχρι τότε η ασύρματη μετάδοση περιοριζόταν στη μετάδοση πληροφορίας υπό μορφή κώδικα Morse.
- 1915 J. A. Fleming ανακαλύπτει τη λυχνία κενού και ανοίγει το δρόμο στην κατασκευή εξαρτημάτων για τις ασύρματες επικοινωνίες.
- 1921 Το αστυνομικό τμήμα του Detroit, χρησιμοποιώντας μία ζώνη συχνοτήτων στα 2 MHz υλοποίησε την πρώτη εποχούμενη κινητή συσκευή σε αστυνομικό όχημα.
- Δεκαετία 1930. Η διαμόρφωση πλάτους (AM – Amplitude Modulation) χρησιμοποιήθηκε σε ένα δίκτυο εκπομπής – λήψης στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

- 1935 Η ανακάλυψη της διαμόρφωσης συχνότητας (FM – Frequency Modulation) βελτίωσε την ποιότητα επικοινωνίας και μίκρυνε τον όγκο των συσκευών και των πομποδεκτών.
- Δεκαετία 1940. Η επιτροπή Federal Communications Commission (FCC) δίδει πιστοποιητικό αναγνώρισης στο δίκτυο Domestic Public Land Mobile (DPLM) radio service.
- 1947 Ο D. H. Ring, εργαζόμενος μηχανικός στα εργαστήρια Bell Laboratories προτείνει την κυτταρική ιδέα.
- 1964 Η εταιρεία AT&T εισαγάγει το δίκτυο Improved Mobile Telephone System (IMTS).
- 1969 Οι σκανδιναβικές χώρες (Δανία, Φινλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία και Σουηδία) έρχονται σε συμφωνία και συστήνουν μία ομάδα αξιολόγησης και υλοποίησης ασυρμάτων κινητών δικτύων στις γεωγραφικές περιοχές τους. Αυτή η σύμπραξη οδήγησε στη δημιουργία προτύπων για τις τηλεπικοινωνίες, κάτω από την καθοδήγηση της προαναφερθείσας σύμπραξης, γνωστό ως Nordic Mobile Telephone (NMT) group.
- 1973 Η ομάδα προτύπων NMT προτείνει μία ιδέα για τη διαγεωγραφική μετακίνηση συνδρομητών ασυρμάτων δικτύων, ιδέα η οποία αργότερα θα υλοποιηθεί ως υπηρεσία Roaming.
- 1979 Η Αμερικανική Επιτροπή FCC εξουσιοδοτεί την εγκατάσταση του πρώτου δικτύου κινητής επικοινωνίας (Illinois Bell Telephone Company). Το δίκτυο αυτό ήταν αναλογικό, καθότι χρησιμοποιούσε διαμόρφωση FM στη διεπαφή αέρα.
- 1991 Το πρώτο ψηφιακό δίκτυο κινητών επικοινωνιών, το οποίο χρησιμοποιούσε διαμόρφωση GMSK, είναι πραγματικότητα. Το όνομά του ήταν GSM.
- 1999 Η πρώτη επίσημη έκδοση του δικτύου μεταφοράς πακέτων δεδομένων στο δίκτυο GSM. Το όνομά του είναι GPRS.
- 2000 Το πρώτο δίκτυο τρίτης γενιάς (3G) υλοποιείται στο Μόναχο στο Isle of Man και στη Σουηδία.

Κεφάλαιο 1

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά των ειδών των δικτύων καθώς και στις εφαρμογές που βλέπουμε σήμερα τη χρήση τους με σκοπό την πλήρη κατατόπιση και ανάλυση στον αναγνώστη τις απαραίτητες πληροφορίες που είναι σχετικές με τα δίκτυα.

1.3 Χρήσεις των δικτύων υπολογιστών

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε τους λόγους για τους οποίους ο κόσμος ενδιαφέρεται για τα δίκτυα υπολογιστών και τους σκοπούς για τους οποίους μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Πιο συγκεκριμένα τομείς όπου έχουν εφαρμογή τα δίκτυα είναι:

1.3.1 Επιχειρηματικές Εφαρμογές

- ✓ Κοινοχρησία ή μερισμός πόρων(resource sharing): στόχος είναι όλα τα προγράμματα, ο εξοπλισμός και τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα στους χρήστες του δικτύου της εκάστοτε εταιρείας.
- ✓ Διακομιστές (servers): ισχυροί υπολογιστές με βάσεις δεδομένων όπου μπορούν οι πελάτες (clients) να ανατρέξουν για αναζήτηση ή αποθήκευση των πληροφοριών-δεδομένων.
- ✓ Μέσο επικοινωνίας (communication medium): για την εσωτερική επικοινωνία των υπαλλήλων της εταιρείας.
- ✓ Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (electronic mail ή e-mail): για την αμφίδρομη επικοινωνία των υπαλλήλων, εσωτερικά και εξωτερικά της εταιρείας.

- ✓ Βιντεο-διάσκεψη (videoconferencing): οπτικοακουστική "συνάντηση" στελεχών από διαφορετικές γεωγραφικές ζώνες.
- ✓ Ηλεκτρονικό εμπόριο (electronic commerce ή e-commerce): εκτέλεση συναλλαγών με τους καταναλωτές μέσω του internet.

1.3.2 Οικιακές Εφαρμογές

- ✓ Πρόσβαση σε απομακρυσμένες πληροφορίες
- ✓ Διαπροσωπική επικοινωνία
- ✓ Αλληλεπιδραστική διασκέδαση
- ✓ Ηλεκτρονικό εμπόριο

1.3.3 Μετακινούμενοι Χρήστες

- ✓ Τηλεφωνικές κλήσεις
- ✓ Τηλεομοιότυπο (Fax)
- ✓ Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (electronic mail ή e-mail)
- ✓ Περιήγηση στον Ιστό
- ✓ Πρόσβαση σε απομακρυσμένα αρχεία
- ✓ Σύνδεση σε απομακρυσμένες συσκευές

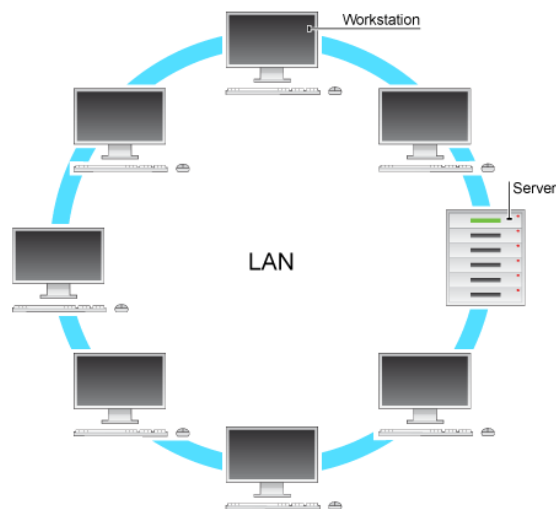
1.4 Είδη δικτύων

1.4.1 Τοπικά Δίκτυα (local area networks)

Συνήθως αποκαλούνται δίκτυα LAN, είναι ιδιωτικά δίκτυα τα οποία βρίσκονται μέσα σε ένα μόνο κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα, ή σε μια έκταση με μέγεθος μέχρι λίγα χιλιόμετρα. Χρησιμοποιούνται ευρέως για τη διασύνδεση προσωπικών υπολογιστών και

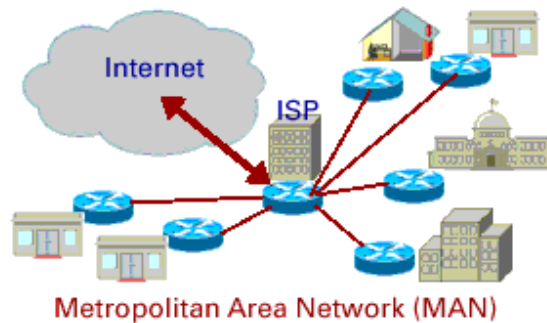
σταθμών εργασίας σε γραφεία και εργοστάσια εταιρειών, με στόχο την κοινοχρησία πόρων (για παράδειγμα εκτυπωτών) και την ανταλλαγή πληροφοριών. Τα δίκτυα LAN διακρίνονται από τα άλλα είδη δικτύων με βάση τρία χαρακτηριστικά:

1. το μέγεθός τους
2. την τεχνολογία μετάδοσής τους
3. την τοπολογία τους



1.4.2 Μητροπολιτικά Δίκτυα (metropolitan area networks)

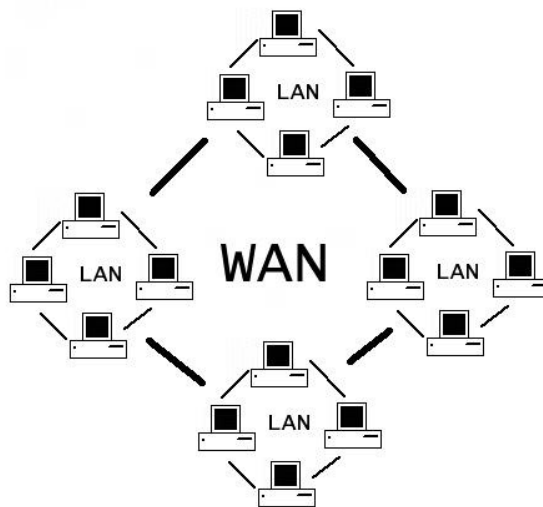
Τα μητροπολιτικά ή δίκτυα MAN καλύπτουν μια πόλη. Το πιο γνωστό παράδειγμα δικτύου MAN είναι το δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης που υπάρχει σε πολλές πόλεις. Αυτό το σύστημα είναι εξέλιξη των παλαιότερων συστημάτων κοινοτικών κεραιών που χρησιμοποιούνταν σε περιοχές με κακή τηλεοπτική λήψη από αέρος. Σε αυτά τα πρώιμα συστήματα, μια μεγάλη κεραία ήταν τοποθετημένη στην κορυφή ενός κοντινού λόφου και στη συνέχεια το σήμα στελνόταν στα σπίτια των συνδρομητών.



1.4.3 Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (wide area network)

Το δίκτυο ευρείας περιοχής ή δίκτυο WAN, εκτείνεται σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή, όπως μια χώρα ή μια ήπειρο. Περιέχει ένα σύνολο μηχανών που προορίζονται για την εκτέλεση των προγραμμάτων των χρηστών (εφαρμογές). Οι μηχανές αυτές αναφέρονται ως υπολογιστές μηχανές (hosts), οι οποίες διασυνδέονται με ένα υποδίκτυο επικοινωνίας (communication subnet). Στα περισσότερα δίκτυα ευρείας περιοχής, το υποδίκτυο αποτελείται από δύο διακριτά συστατικά:

1. Γραμμές μετάδοσης (transmission lines), μετακινούν bit ανάμεσα στις μηχανές. Μπορεί να υλοποιούνται με χάλκινα σύρματα, οπτικές ίνες ή ακόμη και με ασύρματες συνδέσεις.
2. Στοιχεία μεταγωγής (switching elements), είναι εξειδικευμένοι υπολογιστές που συνδέουν τρεις ή περισσότερες γραμμές μετάδοσης. Για τους υπολογιστές μεταγωγής, το όνομα που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα είναι δρομολογητής (router).



1.4.4 Ασύρματα Δίκτυα (wireless network)

Οι ψηφιακές ασύρματες επικοινωνίες δεν είναι νέα ιδέα. Όπως προαναφέραμε, το 1901 ο Ιταλός φυσικός Γουλιέλμος Marconi επέδειξε στο κοινό έναν ασύρματο τηλέγραφο ανάμεσα στα πλοία και στην ξηρά, χρησιμοποιώντας κώδικα Morse (οι τελείες και οι παύλες είναι άλλωστε δυαδικό σύστημα). Τα σύγχρονα ψηφιακά ασύρματα συστήματα έχουν καλύτερη απόδοση, αλλά η βασική ιδέα είναι ίδια.

- ✓ **Κινητά Τηλέφωνα (mobile phones):** Έχει καταγραφεί ότι η 3^η Απριλίου 1973 είναι η μέρα που κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε το πρώτο κινητό τηλέφωνο. Ο δόκτωρ Μάρτιν Κούπερ της Μοτορόλα, περπατώντας σε ένα δρόμο της αμερικάνικης μεγαλούπολης ήξερε ότι έγραφε ιστορία. Στα δύο του χέρια κρατούσε μια συσκευή που έμοιαζε με φορητό ασύρματο. Είχε ύψος 25 εκατοστά και βάρος 900 γραμμάρια.

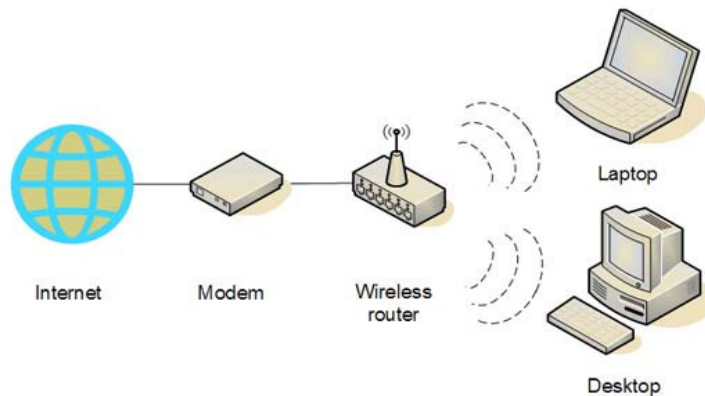
Βασικό κομμάτι στη ζωή μας ημερησίως είναι η χρήση του κινητού τηλεφώνου. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι χρήστες κινητής τηλεφωνίας είναι περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο διεθνώς και αυξάνονται συνεχώς. Η εξάρτηση μας από τα κινητά σε επαγγελματικό, κοινωνικό και προσωπικό τομέα της ζωής μας είναι πλέον πασιφανής. Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει παρατηρηθεί σαν αποτέλεσμα η αναζήτηση για προϊόντα μικρότερα και πιο κομψά που παρέχουν εφαρμογές και υπηρεσίες τελευταίας γενιάς. Οι

υπηρεσίες που μπορούμε πλέον να έχουμε στο κινητό μας είναι ανάλογες με αυτές που μας παρέχει ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής χειρός με αποτέλεσμα οι δύο αυτές συσκευές να είναι δύσκολο να διακριθούν μεταξύ τους. Έτσι δημιουργήθηκε η σύγκλιση των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής. Τη νέα εποχή στον τομέα της τηλεπικοινωνίας σηματοδοτούν δύο πολύ σημαντικά εγχειρήματα: η εναλλαγή από αναλογικά σε ψηφιακά δίκτυα και η εμφάνιση δικτύων 3^{ης} και 4^{ης} γενιάς.

- ✓ **Bluetooth:** Το 1994 η εταιρεία Ericsson έδειξε ενδιαφέρον για τη των κινητών τηλεφώνων σε άλλες συσκευές χωρίς καλώδια. Μαζί με άλλες τέσσερις εταιρείες (IBM, Intel, Nokia και Toshiba) σχημάτισε μία Ομάδα Ειδικών Ενδιαφερόντων ή SIG (Special Interest Group) για την ανάπτυξη ενός προτύπου ασύρματης διασύνδεσης υπολογιστικών και επικοινωνιακών συσκευών και βοηθημάτων με χρήση ραδιοκυματικών πομποδεκτών μικρής εμβέλειας, χαμηλής ισχύος, και χαμηλού κόστους. Το έργο ονομάστηκε Bluetooth από τον Harald Blaatand II, έναν βασιλιά των Βίκινγκς, χωρίς να χρησιμοποιεί καλώδια.

Αν και η αρχική ιδέα ήταν να απαλλαγούμε από τα καλώδια μεταξύ των συσκευών και μόνο, το έργο σύντομα άρχισε να επεκτείνεται και να εισβάλλει στον τομέα των ασύρματων LAN.

- ✓ **Τηλεμετρία:** Η λέξη τηλεμετρία εξ ορισμού εκφράζει τη « συλλογή από κατάλληλα όργανα και μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένους σταθμούς , για καταγραφή και ανάλυση ». Εκεί η πληροφορία μπορεί να παρατηρηθεί, να αποκωδικοποιηθεί, να αξιολογηθεί και να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ενέργειες. Η τηλεμετρία αναφέρεται χαρακτηριστικά στις ασύρματες επικοινωνίες, μπορεί όμως να αναφερθεί στη μεταφορά στοιχείων πέρα από άλλα μέσα, όπως ένα δίκτυο τηλεφώνων ή υπολογιστών ή μέσω μιας οπτικής σύνδεσης.

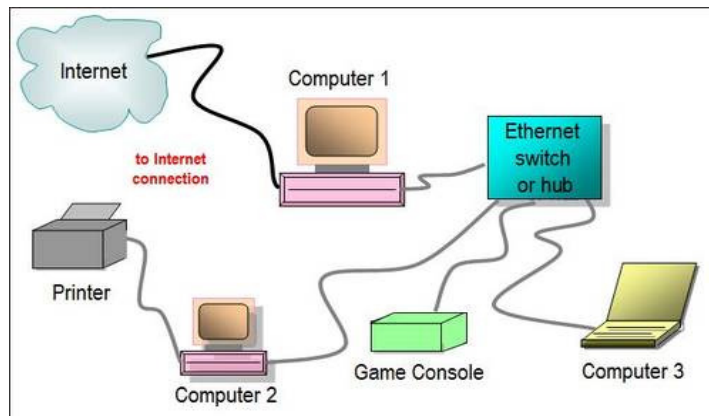


1.4.5 Οικιακά δίκτυα (house networks):

Ο βασικός στόχος είναι στο μέλλον τα περισσότερα σπίτια να κατασκευάζονται έτοιμα για δικτύωση. Κάθε συσκευή του σπιτιού θα είναι ικανή να επικοινωνεί με οποιαδήποτε άλλη συσκευή και όλες μαζί θα είναι προσπελάσιμες μέσω του internet. Πολλές συσκευές έχουν τη δυνατότητα δικτύωσης . Μερικές από τις πλέον προφανείς κατηγορίες είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Υπολογιστές (επιτραπέζιος / φορητός υπολογιστής, PDA, κοινόχρηστα περιφερειακά).
- ✓ Διασκέδαση (τηλεόραση, DVD, video, βιντεοκάμερα, φωτογραφική μηχανή, στερεοφωνικό, MP3, iPod)
- ✓ Τηλεπικοινωνίες (τηλέφωνο, κινητό τηλέφωνο, ενδοσυνεννόηση και fax).
- ✓ Οικιακές συσκευές (φούρνος μικροκυμάτων, ψυγείο, ρολόι, φούρνος, κλιματισμός, φώτα).
- ✓ Τηλεμετρία (μετρητές οργανισμών κοινής ωφέλειας, συναγερμός φωτιάς ή διάρρηξης, θερμοστάτης, παρακολούθηση σπιτιού).

Τα σπίτια που χρησιμοποιούν πλέον τέτοια δίκτυα, ονομάζονται «έξυπνα σπίτια».



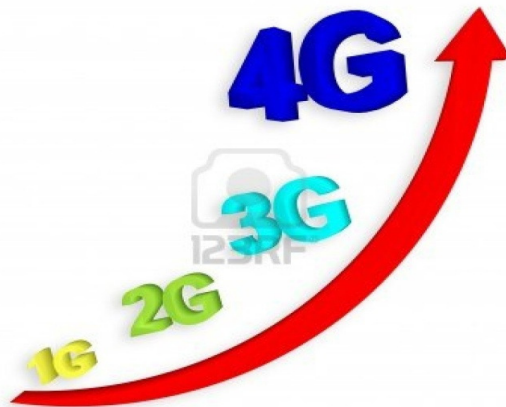
1.4.6 Διαδίκτυο (internet):

Υπάρχουν πολλά δίκτυα στον κόσμο, συχνά με διαφορετικό υλικό και λογισμικό. Οι άνθρωποι που συνδέονται σε ένα δίκτυο θέλουν συχνά να επικοινωνούν με ανθρώπους που είναι συνδεδεμένοι σε κάποιο άλλο δίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μηχανών που ονομάζονται **πύλες δικτύου (gateways)** οι οποίες υλοποιούν τη σύνδεση και παρέχουν τις απαιτούμενες μετατροπές τόσο από πλευράς υλικού όσο και από πλευράς λογισμικού. Ένα σύνολο διασυνδεδεμένων δικτύων ονομάζεται διαδίκτυο (internet).



Κεφάλαιο 2

Το κεφάλαιο αυτό κάνει μια αναφορά στα δίκτυα που προηγήθηκαν του UMTS (Universal Mobile Telecommunications System – Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών). Γίνεται μια αναδρομή στην πορεία που έχουν διανύσει μέχρι τώρα τα κινητά δίκτυα επικοινωνιών, στα χαρακτηριστικά που είχαν, τις δυσκολίες που αντιμετώπιζαν και στους λόγους που τα ώθησαν να εξελιχθούν.



2.1 Δίκτυα πρώτης γενιάς – (1G)

Τα πρώτα δίκτυα κινητών τηλεπικοινωνιών έκαναν την εμφάνισή τους στα τέλη της δεκαετίας του 70 στις Η.Π.Α. και στις αρχές της δεκαετίας του 80 στην Ευρώπη. Ονομάστηκαν ασύρματα δίκτυα 1ης γενιάς, αποτελούν τα πιο απλά επικοινωνιακά δίκτυα και έχουν ως βάση την τεχνολογία τηλεπικοινωνιακών ζεύξεων με χρήση της αναλογικής διαμόρφωσης συχνότητας (FM). Η βασική ιδέα αυτών ήταν ο χωρισμός μίας περιοχής κάλυψης σε μικρές κυψέλες, καθεμία από τις οποίες επαναχρησιμοποιεί διαύλους με αποτέλεσμα να αυξάνεται η χωρητικότητα των συστημάτων. Η εμφάνισή τους την εποχή εκείνη θεωρήθηκε ως ένα τεράστιο τεχνολογικό επίτευγμα. Μεγάλο μειονέκτημα όμως αποτελούσε ότι η ασφάλεια των χρηστών ήταν δευτερεύουσας σημασίας, πράγμα που φαίνεται στο γεγονός ότι ένας απλός δέκτης ραδιοφώνου συντονισμένος στην κατάλληλη συχνότητα αρκούσε ώστε να μπορέσει να ακούσει

μία συνομιλία κάποιου άλλου. Επίσης, η ταυτότητα του τηλεφώνου ήταν διαθέσιμη μέσα από τη ράδιο-ζεύξη και ως εκ τούτου, οποιοσδήποτε μπορούσε να την αποκτήσει, να αναπρογραμματίσει τη συσκευή του με την καινούρια ταυτότητα (cloning) και όλες οι κλήσεις να χρεωθούν στον καινούριο αριθμό. Επιπλέον προβλήματα που παρουσιάστηκαν στα δίκτυα αυτής της γενιάς ήταν η εξυπηρέτηση μικρού ποσοστού πελατών, η συχνή απώλεια σήματος και οι μικροί ρυθμοί μετάδοσης.

Το Σεπτέμβριο του 1981 λειτούργησε το πρώτο δίκτυο κινητών τηλεφώνων με αυτόματη περιαγωγή, στη Σαουδική Αραβία. Ένα μήνα αργότερα ξεκίνησε στις Σκανδιναβικές χώρες ένα Nordic Mobile Telephony (NMT) δίκτυο με αυτόματη περιαγωγή μεταξύ των χωρών της περιοχής. Ακολούθησαν η Αγγλία, η Γαλλία και η Γερμανία. Κάθε χώρα όμως είχε αναπτύξει το δικό της σύστημα, το οποίο δεν ήταν συμβατό με τα υπόλοιπα. Για λόγους λοιπόν οικονομικούς (περιορισμένη αγορά για τις εταιρείες κατασκευής των απαραίτητων συσκευών – εξοπλισμού τόσο για τους παρόχους όσο και για τους πελάτες) αλλά και για την αδυναμία λειτουργίας των εν λόγω συσκευών εκτός των εθνικών ορίων κάθε κράτους, παρενέβη το CEPT (Conference of European Posts and Telegraphs). Το 1982 ο παραπάνω οργανισμός σχημάτισε ένα group, το Group Special Mobile (GSM), για να μελετήσει και να αναπτύξει ένα κοινό πανευρωπαϊκό σύστημα.

Μια από τις πιο σημαντικές ανακαλύψεις στο χώρο των κινητών τηλεπικοινωνιών ήταν η έννοια της κυψέλης. Ο λόγος για τον οποίο τα συστήματα αυτά ονομάζονται κυψελωτά, είναι γιατί ακόμα και σήμερα στηρίζουν την λειτουργία τους στις κυψέλες των οποίων το σχήμα, αντιπροσωπεύει κατά μια έννοια τα γεωγραφικά όρια μέσα στα οποία μπορούν να εξυπηρετούνται οι κινητοί χρήστες. Σε κάθε κυψέλη αντιστοιχεί ένας σταθμός βάσης ο οποίος αναλαμβάνει τη δημιουργία και τη δρομολόγηση των κλήσεων.

Ένα κύριο χαρακτηριστικό που μπορούσε κανείς να παρατηρήσει, ήταν το γεγονός ότι η πομπός και ο δέκτης επικοινωνούσαν χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα. Από την άλλη πλευρά, όταν κάποιος χρήστης μιλούσε τη στιγμή όπου βρισκόταν εν κινήσει, η κλήση τερματιζόταν τη στιγμή που ξεπερνούσε τα όρια της περιοχής κάλυψης. Η έλλειψη της δυνατότητας για διατήρηση της κλήσης κατά τη διάρκεια μετάβασης σε μια άλλη κυψέλη (handover), περιόριζε σημαντικά τις δυνατότητες της κινητής επικοινωνίας, καθώς εμπόδιζε την κινητικότητα του χρήστη. Ένα άλλο πρόβλημα ήταν η χαμηλή απόδοση των συστημάτων αυτών,

καθώς ήταν πολύ μικρός ο αριθμός των χρηστών που μπορούσαν να μιλήσουν ταυτόχρονα, από τη στιγμή που το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων δεν ήταν αρκετό.

Σε γενικότερες γραμμές τα πρώτα συστήματα δεν άφηναν περιθώρια για βελτιώσεις και για την εφαρμογή τεχνικών όπως συμπίεση και κωδικοποίηση της πληροφορίας, καθώς αυτό θα είχε σαν προϋπόθεση την χρήση ψηφιακού σήματος. Ακόμα και τα τερματικά, δηλαδή οι συσκευές που χρησιμοποιούσαν οι χρήστες, ήταν ογκώδεις με μεγάλες κεραίες και υψηλού για την εποχή εκείνη κόστους.

NMT

Το NMT-Nordic Mobile Telephony είναι το πρώτο πλήρως αυτόματο σύστημα κυψελοειδούς τηλεφωνίας. Πρόκειται για ένα κοινό σκανδιναβικό πρότυπο για την αναλογική κινητή τηλεφωνία, όπως ορίζεται από τις διοικήσεις των τηλεπικοινωνιών στη Σουηδία, τη Νορβηγία, τη Φινλανδία και τη Δανία στις αρχές του 1980, ως απάντηση στην αυξανόμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις βαριές απαιτήσεις των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Ωστόσο, η πρώτη εμπορική υπηρεσία εισήχθη στη Σαουδική Αραβία την 1η Σεπτεμβρίου 1981 σε 1.200 χρήστες, ένα μήνα πριν από τη Σουηδία. Μέχρι το 1985 το δίκτυο είχε αυξηθεί σε 110.000 συνδρομητές στη Σκανδιναβία και στη Φινλανδία, στη Νορβηγία 63.300 μόνο, το οποίο έκανε μεγαλύτερο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας στον κόσμο εκείνη την εποχή.

Το NMT βασίζεται στην αναλογική τεχνολογία (πρώτης γενιάς ή 1G) και υπάρχουν δύο παραλλαγές: NMT-450 και NMT-900. Οι αριθμοί δείχνουν τις ζώνες συχνοτήτων χρησιμοποιεί. Οι προδιαγραφές του NMT ήταν ελεύθερες και ανοιχτές, επιτρέποντας σε πολλές εταιρείες να παράγουν NMT υλικό και να πιέζουν τις τιμές προς τα κάτω.

Η επιτυχία του NMT σήμαινε πολλά για τη Nokia (τότε Mobira) και την Ericsson. Πρώτοι φορείς υλοποίησης ήταν η Δανικής καταγωγής Storno (τότε ανήκε στην General Electric, που αργότερα εξαγοράστηκε από τη Motorola) και AP (που αργότερα εξαγοράστηκε από την Philips). Τα αρχικά τηλέφωνα NMT σχεδιάστηκαν για να τοποθετούνται στο πορτομπαγκάζ του αυτοκινήτου, με μια μονάδα ηλεκτρολόγιο / οθόνη στην θέση του οδηγού. "Φορητές" εκδόσεις υπήρχαν: θα μπορούσε κανείς να τα μετακινήσει σίγουρα, αλλά ήταν ογκώδη και η διάρκεια ζωής της μπαταρίας ήταν ένα μεγάλο πρόβλημα. Τα μοντέλα των

τελευταίων εκείνων ημερών (όπως της Benefon), ήταν τόσο μικρά όσο 100 mm (3,9 ίντσες) και ζύγιζαν μόνο περίπου 100 γραμμάρια.

Το δίκτυο NMT χρησιμοποιήθηκε κυρίως στις σκανδιναβικές χώρες, τη Λετονία, Ελβετία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Πολωνία, Βουλγαρία, Ρουμανία, Τσεχία, Σλοβακία, Σλοβενία, τη Σερβία, την Τουρκία, την Κροατία, τη Βοσνία, χώρες της Βαλτικής και τη Ρωσία και την Ασία. Η εισαγωγή των ψηφιακών δικτύων κινητής τηλεφωνίας, όπως το GSM έχει μειώσει τη δημοτικότητα του NMT και οι σκανδιναβικές χώρες έχουν ανασταλεί τα NMT δίκτυά τους.

2.1.1 AMPS

Το Advanced Mobile Phone Service (AMPS), ήταν το πρώτο σύστημα στις κινητές τηλεπικοινωνίες που έκανε την εμφάνιση του το 1978 σε μερικές πολιτείες των Η.Π.Α. και στη συνέχεια, η ιδέα (της κινητής τηλεφωνίας) διαδόθηκε και στις υπόλοιπες ηπείρους. Είναι το πρότυπο αναλογικό σύστημα κινητής τηλεφωνίας που αναπτύχθηκε από τα εργαστήρια Bell και είναι ακόμα ευρέως διαθέσιμο σήμερα, αν και η χρήση έχει μειωθεί αρκετά με την εισαγωγή των διάφορων ψηφιακών προτύπων.

Το AMPS είναι μια πρώτης γενιάς (1G) κυψελοειδής τεχνολογία που χρησιμοποιεί ξεχωριστές συχνότητες ή "κανάλια" για κάθε συνομιλία. Επομένως απαιτεί ιδιαίτερο εύρος ζώνης για έναν μεγάλο αριθμό χρηστών. Γενικά το AMPS είναι πολύ παρόμοιο με την παλαιότερη Βελτιωμένη Υπηρεσία Κινητής τηλεφωνίας "0G", αλλά χρησιμοποιεί περισσότερη υπολογιστική ισχύ προκειμένου να επιλεγθούν οι συχνότητες, να περάσει τις συνομιλίες στις γραμμές του PSTN και να χειριστεί την οργάνωση τιμολόγησης και κλήσης. Το AMPS έχει αντικατασταθεί από τα νεότερα ψηφιακά πρότυπα, όπως ψηφιακά AMPS, το GSM, και CDMA2000 που προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια και αυξημένες δυνατότητες και τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω.

PSTN

Το PSTN (Public Switched Telephone Network) - Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής είναι το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο. Αποτελείται από τηλεφωνικές γραμμές, οπτικές ίνες, συνδέσμους μέσω μικροκυμάτων, κυψελωτά δίκτυα, τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους και υποθαλάσσια καλώδια, όλα διασυνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω κέντρων switching, τα οποία επιτρέπουν σε οποιοδήποτε τηλέφωνο στον κόσμο να επικοινωνήσει με οποιοδήποτε άλλο. Αν και αρχικά ήταν ένα πλήρως αναλογικό ενσύρματο δίκτυο, τα τελευταία χρόνια έχει μετατραπεί σχεδόν στο σύνολό του σε ψηφιακό, ενώ έχουν εισαχθεί και ασύρματα τμήματα.

Το PSTN περιγράφεται από τεχνικά πρότυπα που δημιουργεί κυρίως ο διεθνής οργανισμός **ITU**, τα οποία επιτρέπουν την απρόσκοπτη διασύνδεση μεταξύ τηλεφωνικών δικτύων διεθνώς. Ο συνδυασμός των διασυνδεδεμένων δικτύων και του μοναδικού σχήματος αριθμοδοσίας κάνουν δυνατή την επικοινωνία μεταξύ δύο τηλεφωνικών συσκευών. Η απλή αναλογική γραμμή (PSTN) επιτρέπει μόνο την μεταφορά φωνής. Με χρήση modem, είναι δυνατή η μεταφορά ψηφιακών δεδομένων μέχρι 56Kbit/sec.

ITU

Η ITU (International Telecommunication Union)- Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών, είναι ένας οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), σκοπός του οποίου είναι ο συντονισμός των επιχειρήσεων τηλεπικοινωνιών και υπηρεσιών σε ολόκληρο τον κόσμο. Αρχικά ιδρύθηκε το 1865 ως International Telegraph Union, ενώ αποτελεί τον παλαιότερο υπάρχων διεθνή οργανισμό με έδρα την Ελβετία της Γενεύης.

Η ITU αποτελείται από τρεις τομείς:

1. Τομέας Ραδιοεπικοινωνιών (ITU-R): εξασφαλίζει τη βέλτιστη, δίκαιη και ορθολογική χρήση των ραδιοσυχνοτήτων (RF) στο φάσμα,

2. Τομέας Τυποποίησης Τηλεπικοινωνιών (ITU-T): διατυπώνει συστάσεις για την τυποποίηση επιχειρήσεων τηλεπικοινωνιών σε όλο τον κόσμο,

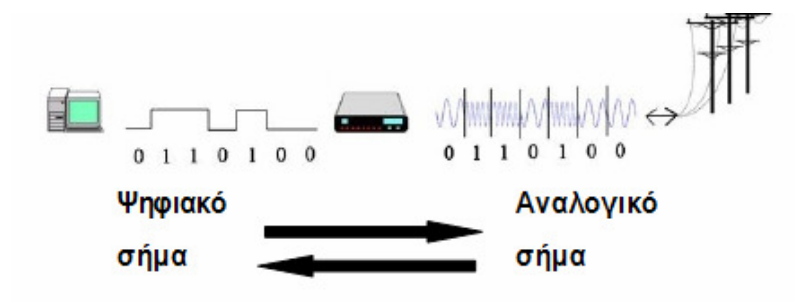
3. Τομέας Ανάπτυξης Τηλεπικοινωνιών (ITU-D): βοηθά τις χώρες στην ανάπτυξη και τη διατήρηση των εσωτερικών λειτουργιών επικοινωνίας.



Η ITU θέτει και δημοσιεύει τους κανονισμούς και τα πρότυπα που σχετίζονται με την ηλεκτρονική επικοινωνία και τις τεχνολογίες μετάδοσης όλων των ειδών, συμπεριλαμβανομένων ραδιόφωνο, τηλεόραση, δορυφορική, τηλέφωνο και το διαδίκτυο. Η οργάνωση διεξάγει ομάδες εργασίας, ομάδες μελέτης και συσκέψεις για την αντιμετώπιση των σημερινών και των μελλοντικών θεμάτων και την επίλυση των διαφορών. Επίσης οργανώνει και διαθέτει μια έκθεση και φόρουμ γνωστή ως Παγκόσμια TELECOM κάθε τέσσερα χρόνια.

Μια άλλη σημαντική πτυχή της εντολής της ITU είναι ότι βοηθά αναπτυσσόμενες χώρες να δημιουργήσουν και να αναπτύξουν δικά τους συστήματα τηλεπικοινωνιών. Παρά το γεγονός ότι οι συστάσεις της ITU είναι μη δεσμευτικές, οι περισσότερες χώρες φροντίζουν να τις τηρούν προς το συμφέρον της διατήρησης ενός αποτελεσματικού διεθνούς περιβάλλοντος των ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

2.2 Δίκτυα δεύτερης γενιάς - (2G)



Τα συστήματα 2^{ης} γενιάς ήρθαν να αντικαταστήσουν τα αναλογικά δίκτυα κινητών επικοινωνιών 1^{ης} γενιάς. Τόσο τα κανάλια επικοινωνίας όσο και τα κανάλια σηματοδότησης,

αποφασίστηκε να γίνουν ψηφιακά με πρώτη επιλογή το 1987 την τεχνική Πολλαπλής Πρόσβασης Διαίρεσης Χρόνου (Time Division Multiple Access, **TDMA**) στενής ζώνης. Έτσι έγινε εφικτό να έχουμε και νέους τρόπους επικοινωνίας πέρα από την ομιλία, όπως για παράδειγμα τη μεταφορά δεδομένων, μηνυμάτων κειμένου κα.

Τα συστήματα δεύτερης γενιάς είναι ψηφιακής τεχνολογίας, παρέχουν αναβαθμισμένες υπηρεσίες κινητών επικοινωνιών ενώ τα χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών είναι: η πολυεραρχική λειτουργική δομή τους, η υψηλή χωρητικότητα από πλευράς εξυπηρέτησης χρηστών, η δυναμική διαχείριση του ραδιοφάσματος των συχνοτήτων και το κυτταρικό πρότυπο επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων (frequency re-use pattern). Έτσι, μπορούν να παρέχουν βελτιωμένη ποιότητα φωνής και μεγάλη κάλυψη συνδρομητών.

Πιο αναλυτικά, έχουν τυποποιηθεί για να παρέχουν υπηρεσίες μετάδοσης φωνής αλλά και χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων. Τα συστήματα αυτά διατηρούν τη μέθοδο μεταγωγής κυκλώματος (circuit switching) των αναλογικών συστημάτων, η οποία όμως δεν είναι πολύ αποτελεσματική στη μετάδοση δεδομένων. Με αυτή τη μέθοδο δημιουργείται μια σύνδεση των συνδρομητών, δηλαδή καθορίζεται συγκεκριμένος ράδιο-διάυλος, ο οποίος παραμένει στην αποκλειστική διάθεσή τους για όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας. Με την μεταγωγή κυκλώματος γίνεται ικανοποιητική η μετάδοση φωνής, η οποία είναι ο κύριος σκοπός των συστημάτων κινητών επικοινωνιών, καθώς οι καθυστερήσεις που εισάγονται είναι πολύ μικρές.

Η χρησιμοποίηση των ψηφιακών σημάτων μεταξύ των τηλεφώνων και των πύργων αυξάνει την ικανότητα των συστημάτων με δύο βασικούς τρόπους:

- Τα ψηφιακά δεδομένα φωνής μπορούν να συμπιεστούν και να πολυπλεχθούν αποτελεσματικότερα από τις αναλογικές κωδικοποιήσεις φωνής μέσω της χρήσης διάφορων κωδικοποιητών και έτσι επιτρέπεται σε περισσότερες κλήσεις να συγκεντρώνονται στο ίδιο ποσό εύρους ζώνης.
- Τα ψηφιακά συστήματα σχεδιάστηκαν για να εκπέμπουν τα τηλέφωνα λιγότερη ραδιοδύναμη. Αυτό σήμαινε ότι οι κυψέλες θα μπορούσαν να είναι μικρότερες έτσι, θα μπορούσαν να τοποθετηθούν περισσότερες στο ίδιο διάστημα. Αυτό επιτεύχθηκε επίσης επειδή οι πύργοι κυψελών και ο σχετικός εξοπλισμός έγιναν φθηνότερα.

Πλεονεκτήματα

Τα ψηφιακά συστήματα έγιναν κοινώς αποδεκτά από τους καταναλωτές για αρκετούς λόγους:

- Τα ράδιο-σήματα χαμηλότερης δύναμης απαιτούν λιγότερη δύναμη μπαταριών, έτσι τα τηλέφωνα διαρκούν πολύ περισσότερο μεταξύ των φορτίσεων και οι μπαταρίες μπορούν να είναι μικρότερες.
- Η ψηφιακή κωδικοποίηση φωνής επέτρεψε τον ψηφιακό έλεγχο λάθους, ο οποίος μπόρεσε να αυξήσει την ποιότητα ήχου χαμηλώνοντας το κατώτερο στρώμα θορύβου.
- Οι χαμηλότερες εκπομπές ισχύος βοήθησαν να μειωθούν οι επιπτώσεις στην υγεία.
- Η ολοκληρωτικά ψηφιακή μετάβαση επέτρεψε την εισαγωγή των ψηφιακών υπηρεσιών όπως SMS και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- Μερικά ακόμη είναι η προώθηση της κλήσης όταν ο συνδρομητής είναι εκτός δικτύου, η αναγνώριση κλήσης, η αναμονή κλήσης, οι τηλεφωνικές επικοινωνίες που συμμετέχουν περισσότερα από δύο άτομα, το φωνητικό μήνυμα (voice mail), η αποστολή μηνύματος τηλεομοιοτυπίας (fax mail), η φραγή εισερχόμενων και εξερχόμενων κλήσεων, η τηλεδιάσκεψη και άλλα.

Μειονεκτήματα

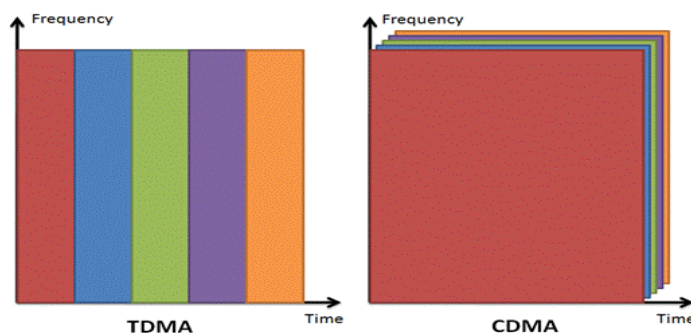
Τα μειονεκτήματα των συστημάτων δεύτερης γενιάς που δεν κοινοποιούνται συχνά και επαρκώς είναι:

- Στις λιγότερο πυκνοκατοικημένες περιοχές, το πιο αδύνατο ψηφιακό σήμα δεν θα είναι επαρκώς ισχυρό για να φθάσει σε μια κεραία κυψελών.
- Το αναλογικό σήμα έχει μια ομαλή καμπύλη αποσύνθεσης, ενώ το ψηφιακό έχει μια οδοντωτή καμπύλη οδοντωτή (steppy). Αυτό μπορεί να είναι και ένα πλεονέκτημα και ένα μειονέκτημα. Υπό καλές προϋποθέσεις, το ψηφιακό θα προσφέρει καλύτερη ποιότητα ήχου. Όσο οι προϋποθέσεις χειροτερεύουν, το ψηφιακό θα αρχίσει να αποτυγχάνει εντελώς, ματαιώνοντας κλήσεις ή αδυνατώντας να αποκαταστήσει σωστή

επικοινωνία, ενώ το αναλογικό εξασθενεί πιο αργά, κρατώντας γενικά μια κλήση πιο μακροχρόνια και επιτρέποντας τουλάχιστον σε μερικές λέξεις να μεταδοθούν σωστά.

- Με τα αναλογικά συστήματα ήταν δυνατό να υπάρξουν δύο ή περισσότερα "κλωνοποιημένα" μικρό-τηλέφωνα που είχαν τον ίδιο τηλεφωνικό αριθμό. Αυτό δεν χρησιμοποιήθηκε ευρέως για ενόητους λόγους παρανομίας. Ήταν, εντούτοις, μεγάλο πλεονέκτημα σε πολλές νόμιμες καταστάσεις. Κάποιος θα μπορούσε να έχει ένα εφεδρικό μικρό-τηλέφωνο σε περίπτωση ζημίας ή απώλειας, ένα μόνιμα εγκατεστημένο μικρό-τηλέφωνο σε ένα αυτοκίνητο ή το μακρινό εργαστήριο, και τα λοιπά. Με τα ψηφιακά συστήματα, αυτό δεν είναι πλέον δυνατό.
- Ενώ οι ψηφιακές κλήσεις τείνουν να είναι χωρίς παρασιτικό θόρυβο, η συμπίεση με απώλειες που χρησιμοποιείται από τους κωδικοποιητές παρουσιάζει το εξής πρόβλημα: το εύρος του ήχου που μεταβιβάζουν μειώνεται. Θα ακούγεται λιγότερο η τονικότητα της φωνής κάποιου που μιλά σε ένα ψηφιακό τηλέφωνο, αλλά θα ακούγεται πιο καθαρά.

TDMA



Το TDMA (Time Division Multiple Access) ή Σύστημα Χρονικής Πολυπλεξίας, είναι η τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με το διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε έναν συγκεκριμένο αριθμό «καναλιών» / πλαισίων και στη συνέχεια η διαίρεση αυτών σε ίσες και

σύντομες χρονικές σχισμές ή χρονοθυρίδες, ώστε να επιτρέπεται η μετάδοση του σήματος από το κινητό στο δίκτυο (σταθμό βάσης) και αντίστροφα.

Το TDMA χρησιμοποιείται από το GSM, στο οποίο κάθε «κανάλι» έχει «εύρος» 200KHz και χωρίζεται σε 8 ίσες χρονοθυρίδες ή **timeslots**. Κατά τη διάρκεια μιας τηλεφωνικής κλήσης ο χρήστης δεσμεύει μια χρονοθυρίδα.

Η πληροφορία διοχετεύεται σε τμήματα που διαδέχονται το ένα το άλλο στο χρόνο. Κάθε χρήστης μεταδίδει συγκεκριμένη χρονική στιγμή που καλείται χρονοθυρίδα. Έτσι, πολλές συνομιλίες είναι δυνατόν να λάβουν χώρα ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας μια συχνότητα. Η ταχύτητα κάθε καναλιού υποβιβάζεται κατά τον αριθμό των χρονοθυρίδων. Στο GSM η χρήση του TDMA γίνεται για τη διαφοροποίηση των οχτώ καναλιών που υπάρχουν σε κάθε συχνότητα (πλαίσιο 8 χρονοθυρίδων).

- Άρα, το κανάλι στο GSM προσδιορίζεται από τη συχνότητα αλλά και από τη χρονοθυρίδα.
- Αν Κ οι συχνότητες που διαθέτει μία κυψέλη, τότε ταυτόχρονα μπορούν να εξυπηρετηθούν 8Κ χρήστες (ένας χρήστης για κάθε μία από τις 8 χρονοθυρίδες και για κάθε συχνότητα).

Timeslot

Η «χρονοθυρίδα» είναι η χρονική σχισμή ενός «καναλιού» / πλαισίου συχνότητας, των δικτύων που χρησιμοποιούν την τεχνική «πολλαπλής πρόσβασης» TDMA. Κατά την πραγματοποίηση μιας τηλεφωνικής κλήσης δεσμεύεται μια από αυτές τις χρονοθυρίδες.

Στο GSM υπάρχουν 8 χρονοθυρίδες σε κάθε διαθέσιμο «κανάλι» / πλαίσιο. Κάθε χρονοθυρίδα επιτρέπει εκτός από τη ψηφιακή μετάδοση της φωνής και τη μετάδοση πληροφοριών στη ταχύτητα των 9,6kbps. Στα δίκτυα GPRS ωστόσο, είναι εφικτή και η ταυτόχρονη χρήση περισσότερων από μιας χρονοθυρίδας, αποκλειστικά για τη μετάδοση δεδομένων (multislot).

2.2.1 GSM

Το GSM (Global System for Mobile Communications) ή κατά την ελληνική ορολογία Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών, γεννήθηκε μέσα από την ανάγκη για ένα πανευρωπαϊκό δημόσιο σύστημα κινητών επικοινωνιών.



Η ταχεία ανάπτυξη των αναλογικών κυψελωδών τηλεφωνικών συστημάτων στην Ευρώπη κατά τις αρχές της δεκαετίας του 1980, και κυρίως στο Ηνωμένο Βασίλειο, τις Σκανδιναβικές χώρες, τη Γαλλία και τη Γερμανία συνοδεύτηκε από την ανάπτυξη αυτόνομων συστημάτων από κάθε χώρα, καθένα από τα οποία όμως ήταν ασύμβατο με τα υπόλοιπα ως προς τον εξοπλισμό και τη λειτουργία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα αφενός τον περιορισμό της λειτουργίας του κινητού εξοπλισμού εντός εθνικών συνόρων, κάτι που σε μια ενοποιημένη Ευρώπη ήταν ανεπίτρεπτο, και αφετέρου την ύπαρξη μιας πολύ περιορισμένης αγοράς για το κάθε είδος εξοπλισμού.

Το 1982 η Ευρωπαϊκή Διάσκεψη Διοικήσεων Ταχυδρομείων και Τηλεπικοινωνιών (CEPT) διαμόρφωσε μια ομάδα μελέτης, αποκαλούμενη Groupe Special Mobile (GSM), με στόχο την ανάπτυξη ενός πανευρωπαϊκού συστήματος κινητών επικοινωνιών, το οποίο έπρεπε να πληροί ορισμένα κριτήρια :

- Υψηλή λεκτική ποιότητα
- Χαμηλό κόστος τερματικών και υπηρεσιών
- Υποστήριξη της διεθνούς περιαγωγής
- Δυνατότητα να υποστηριχθούν φορητά τερματικά
- Υποστήριξη μιας νέας σειράς υπηρεσιών και εγκαταστάσεων
- Φασματική αποδοτικότητα
- Συμβατότητα με το σύστημα ISDN

Το 1989, η ευθύνη για το GSM μεταβιβάστηκε στο Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τυποποίησης των Τηλεπικοινωνιών (ETSI), και η φάση I των προδιαγραφών GSM δημοσιεύθηκε το 1990. Η

εμπορική υπηρεσία άρχισε στα μέσα του 1991 και μέχρι το 1993 υπήρχαν 36 δίκτυα GSM σε 22 χώρες. Το GSM διαφέρει σημαντικά από τους προκάτοχούς του, κυρίως επειδή τα κανάλια σηματοδότησης και ομιλίας που χρησιμοποιεί είναι ψηφιακά. Πριν την εμφάνιση του, τα δίκτυα κινητών επικοινωνιών ήταν αναλογικά και αποτελούσαν τα λεγόμενα συστήματα 1^{ης} γενιάς (1G). Το GSM εγκαινίασε μια νέα γενιά συστημάτων κινητών επικοινωνιών, τα συστήματα 2ης γενιάς (2G), τα οποία εισήγαγαν σημαντική βελτίωση στην ποιότητα μετάδοσης και αύξηση της χωρητικότητας συστήματος και της περιοχής κάλυψης.

Αν και τυποποιήθηκε στην Ευρώπη, το GSM δεν αποτελεί μόνο ευρωπαϊκό πρότυπο. Σήμερα, περισσότερο από το 99% του πληθυσμού του πλανήτη ζει σε χώρες και περιοχές που διαθέτουν κάλυψη από το δίκτυο αυτό, σύμφωνα με έρευνα της υπηρεσίας Informa Telecoms & Media, World Cellular Information Service τον Ιούλιο του 2005. Με παραπάνω από 1,36 δισεκατομμύρια συνδρομητές, το GSM αποτελεί το πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενο ψηφιακό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας στον κόσμο, καταλαμβάνοντας το 70% της διεθνούς αγοράς.

CEPT

CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) - Ευρωπαϊκή Διάσκεψη των Ταχυδρομικών και Τηλεπικοινωνιακών Οργανισμών.

2.2.1.1 Περιγραφή του συστήματος GSM

Το GSM είναι ένα ανοικτό, μη ιδιόκτητο σύστημα, το οποίο διαρκώς αναπτύσσεται ώστε να διατηρεί αυξανόμενο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε όρους ποιότητας και κόστους.

Σήμερα, υπεύθυνο για την ανάπτυξη του συστήματος είναι το **3GPP** (3rd Generation Partnership Project), μια κοινοπραξία που συνάφθηκε το Δεκέμβριο του 1998 μεταξύ των οργανισμών **ETSI** - European Telecommunications Standards Institute (Ευρώπη), **ARIB/TTC** - Association of Radio Industries and Businesses (Ιαπωνία), **CCSA** - China Communications Standards Association (Κίνα), **ATIS** - Alliance for Telecommunications Industry Solutions (Βόρειος Αμερική) και **TTA** - Telecommunications Technology Association (Νότια Κορέα). Σκοπός του 3GPP είναι η ανάπτυξη των προδιαγραφών για τη δημιουργία ενός παγκοσμίως

εφαρμόσιμου δικτύου κινητών επικοινωνιών 3ης γενιάς (3G) μέσα στο πλαίσιο του προγράμματος IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000), το οποίο τελεί υπό την αιγίδα της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (ITU – International Telecommunications Union). Οι προδιαγραφές που αναπτύσσονται από το 3GPP βασίζονται στην εξέλιξη των προδιαγραφών του συστήματος GSM και οδήγησαν στη δημιουργία ενός νέου συστήματος 3ης γενιάς, γνωστού ως UMTS (Universal Mobile Telecommunications System - Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών).

3GPP



Το 3GPP είναι μια συμφωνία συνεργασίας που υπεγράφη το Δεκέμβριο του 1998, φέρνοντας κοντά τους σημαντικότερους ρυθμιστικούς φορείς στο χώρο των τηλεπικοινωνιών. Οι ρυθμιστικοί φορείς που συμμετέχουν στο 3GPP ονομάζονται «Οργανωτικοί Συνεργάτες» και αυτοί είναι οι ARIB, CCSA, ETSI, ATIS, TTA και TTC.

Ο αρχικός στόχος του 3GPP ήταν η δημιουργία, παγκοσμίως αποδεκτών τεχνικών προδιαγραφών και οδηγιών για ένα ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς, βασισμένο σε εξελιγμένους πυρήνες GSM δικτύων, καθώς και στις τεχνολογίες πρόσβασης που αυτά υποστηρίζουν. Στη συνέχεια, οι αρμοδιότητες του 3GPP διευρύνθηκαν, αφού ανέλαβε την εποπτεία και ανάπτυξη των τεχνικών προδιαγραφών του GSM, συμπεριλαμβανομένων και των τεχνολογιών βελτιστοποιημένης ασύρματης πρόσβασης όπως το GPRS και το EDGE.

Συνήθως, το 3GPP εμφανίζεται μπροστά από κάποιον αριθμό, ο οποίος αντιστοιχεί σε καθορισμένη από τη συμφωνία, τεχνική οδηγία.

ETSI

ETSI (European Telecommunications Standardization Institute) - Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο για τα Τηλεπικοινωνιακά Πρότυπα . Ιδρύθηκε τον Ιανουάριο του 1988 με έδρα το τεχνολογικό πάρκο Sophia Antipolis στην Νότια Γαλλία. Το ETSI είναι ένας ανεξάρτητος μη κερδοσκοπικός οργανισμός αναγνωρισμένος από την Ευρώπη και επίσημα υπεύθυνος για την τυποποίηση των τεχνολογιών πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Ευρώπη.

Το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο για τα Τηλεπικοινωνιακά Πρότυπα ETSI εδρεύει στη Γαλλία και αριθμεί τα 786 μέλη από 56 χώρες εντός και εκτός της Ευρώπης. Εκπροσωπεί κρατικές αρχές, χειριστές δικτύων, βιομηχανίες, παροχής υπηρεσιών, ερευνητικούς φορείς και χρήστες. Το πρόγραμμα εργασίας του Ινστιτούτου καθορίζεται από τα μέλη του. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε ότι αφορά τη συμμετοχή της Ευρώπης στην ανάπτυξη παγκοσμίως της Τυποποίησης σε θέματα Τηλεπικοινωνιών, Ραδιοφωνίας και Τεχνολογίας της Πληροφόρησης.

2.2.1.2 Προσφερόμενες υπηρεσίες

Το σύστημα GSM προσφέρει στους συνδρομητές του μια ποικιλία υπηρεσιών. Η πιο σημαντική από αυτές είναι η πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων υψηλής ευκρίνειας, αφού η φωνή κωδικοποιείται ψηφιακά μέσω ενός μοναδικού κώδικα, ο οποίος μιμείται τα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης ομιλίας. Μέσω του δικτύου GSM είναι δυνατή η αποστολή και λήψη δεδομένων, με ρυθμό που φτάνει μέχρι και τα 9600 bps, σε χρήστες των δικτύων POTS (Plain Old Telephone Service - Συμβατική Τηλεφωνική Υπηρεσία), ISDN (Integrated Services Digital Network - Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών), Packet Switched Public Data Networks (Δημόσια Δίκτυα Μεταγωγής Πακέτων), και Circuit Switched Public Data Networks (Δημόσια Δίκτυα Μεταγωγής Κυκλώματος), με χρήση μιας ποικιλίας μεθόδων και πρωτοκόλλων, όπως το X.25 και το X.32.

Από την πλευρά του καταναλωτικού κοινού, το βασικότερο πλεονέκτημα του συστήματος GSM υπήρξε η υψηλότερη ποιότητα φωνής που προσέφερε η ψηφιακή κωδικοποίηση και οι χαμηλού κόστους εναλλακτικές επικοινωνίας, όπως η αποστολή γραπτών

μηνυμάτων μέσω της αμφίδρομης υπηρεσίας SMS (Short Message Service), η οποία επιτρέπει την αποστολή σύντομων αλφαριθμητικών μηνυμάτων (μέχρι 160 bytes).

Για τους χειριστές του δικτύου GSM, το κύριο πλεονέκτημά του έγκειται στη δυνατότητα ανάπτυξης εξοπλισμού από διαφορετικούς προμηθευτές, αφού το GSM ως ανοικτό πρότυπο, επιτρέπει την εύκολη διαλειτουργικότητα. Πάνω από 8000 σελίδες προδιαγραφών καθορίζουν λεπτομερώς τις λειτουργίες και τις απαιτήσεις διεπαφών του συστήματος, προσφέροντας επαρκή προτυποποίηση ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστατικών του. Ωστόσο, οι προδιαγραφές αυτές αποτελούν συστάσεις και όχι απαιτήσεις, αφού δεν προσδιορίζουν το ακριβές υλικό που θα χρησιμοποιηθεί, επιτρέποντας ευελιξία και ανταγωνιστική καινοτομία μεταξύ των προμηθευτών. Με τον τρόπο αυτό δεν περιορίζονται οι σχεδιαστές και επιπλέον καθίσταται δυνατό για τους χειριστές να αγοράσουν εξοπλισμό από διαφορετικούς προμηθευτές.

Η ιδιότητα του ανοικτού προτύπου καθιστά δυνατή και μια άλλη πολύ σημαντική δυνατότητα του συστήματος GSM, αυτή της διεθνούς περιαγωγής (roaming). Μέσω της υπηρεσίας αυτής οι χειριστές των δικτύων μπορούν να συνάπτουν συμφωνίες συνεργασίας που δίνουν στους συνδρομητές τους τη δυνατότητα να κάνουν χρήση του κινητού εξοπλισμού τους σε ολόκληρο τον κόσμο, ακόμα και σε περιοχές που δεν υπάρχει κάλυψη από το δίκτυο στο οποίο είναι εγγεγραμμένοι, κάνοντας χρήση άλλων δικτύων.

Επιπλέον, το σύστημα GSM υποστηρίζει και μια σειρά από συμπληρωματικές υπηρεσίες, όπως προώθηση κλήσεων, φραγή εισερχόμενων ή εξερχόμενων κλήσεων, αναγνώριση και αναμονή κλήσεων και πολυμερείς τηλεφωνικές συνομιλίες.

Από άποψη προσφερόμενων υπηρεσιών και σηματοδοσίας ελέγχου, το GSM είναι συμβατό με το δίκτυο **ISDN** (Integrated Services Digital Network – Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών), το οποίο αποτελεί ένα δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος για ψηφιακή μετάδοση φωνής και δεδομένων μέσω των κοινών τηλεφωνικών χάλκινων αγωγών, με αποτέλεσμα καλύτερη ποιότητα και υψηλότερες ταχύτητες από αυτές που προσφέρουν τα αντίστοιχα αναλογικά συστήματα.

Εμφανίζονται όμως και άλλα προβλήματα στα κυψελωτά συστήματα όπως:

- η αλλαγή συχνότητας κατά τη μετακίνηση σε γειτονικές κυψέλες (handover)
- ο μεγάλος αριθμός των σταθμών βάσης κάθε κυψέλης ανεβάζει το κόστος του συστήματος

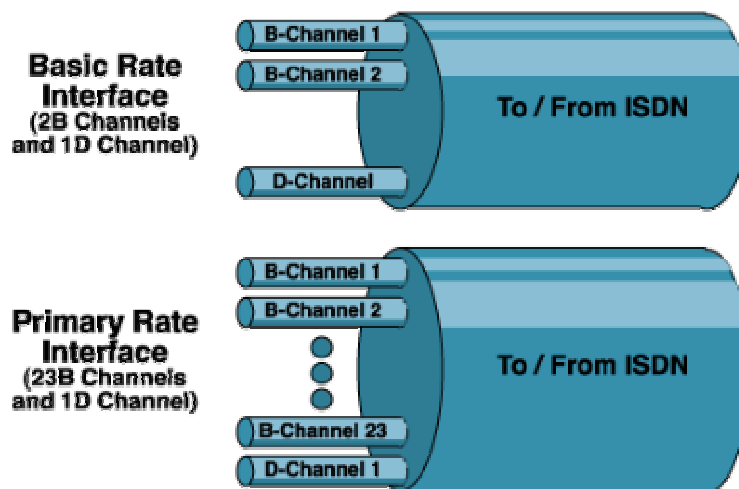
- η ανάγκη ανά πάσα στιγμή να γνωρίζει το σύστημα που βρίσκεται κάποιος χρήστης για να μπορεί να τον συνδέσει σε μία κλήση απαιτεί εκτεταμένη επικοινωνία μεταξύ των σταθμών βάσης, των άλλων σταθμών του ασύρματου δικτύου καθώς και του ενσύρματου δικτύου.

ISDN

Ο όρος ISDN αποτελεί τα αρχικά των λέξεων Integrated Services Digital Network δηλαδή ψηφιακό δίκτυο ολοκληρωμένων υπηρεσιών. Αποτελεί την εξέλιξη του Δημόσιου Τηλεφωνικού Δικτύου (PSTN - Public Switched Telephone Network) και παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης, με τη χρήση μιας μόνο τηλεφωνικής σύνδεσης, τεσσάρων μορφών επικοινωνίας: φωνής, εικόνας, δεδομένων, κειμένου. Επιτρέπει την πραγματοποίηση μέχρι 2 ταυτόχρονων τηλεφωνικών συνδιαλέξεων ή την μεταφορά ψηφιακών δεδομένων μέχρι 128Kbit/sec. Το ISDN αποτελεί ένα πρότυπο το οποίο έχει σχεδιαστεί με την συνεργασία πολλών χωρών της Ευρώπης και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ενιαία τυποποίηση και χρήση του.

Το ISDN δίνει στο συνδρομητή τη δυνατότητα πρόσβασης στο δίκτυο μέσω δύο διασυνδέσεων (interfaces): Τη διασύνδεση βασικής πρόσβασης (Basic Rate Access, BRA) και τη διασύνδεση πρωτεύουσας πρόσβασης (Primary Rate Access, PRA).

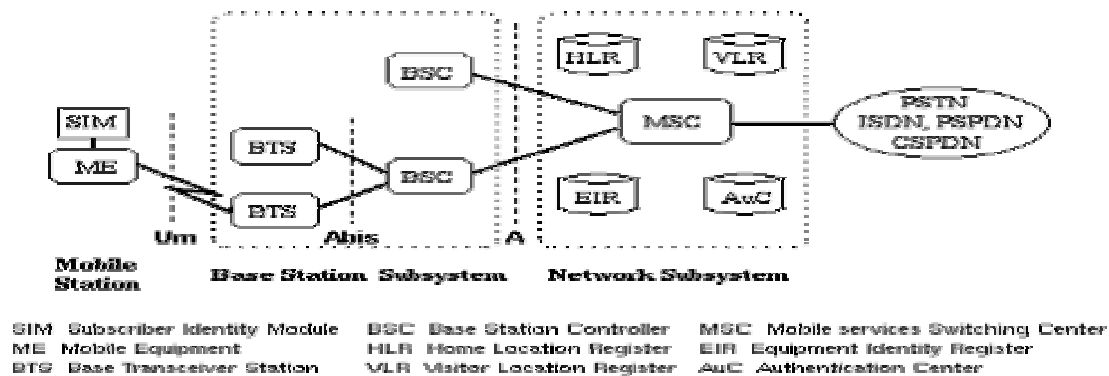
- **BRA** : Κατά τη βασική πρόσβαση προσφέρονται στο συνδρομητή δύο κανάλια B (B channel) των 64kbps και ένα κανάλι σηματοδοσίας D των 16Kbps (D channel). Τα δύο αυτά κανάλια εξυπηρετούν ψηφιακές ζεύξεις διπλής κατεύθυνσης. Είναι στην ουσία ανεξάρτητα μεταξύ τους και μπορεί το κάθε ένα από αυτά να μεταφέρει εικόνα και ήχο, όμως μπορούν και να συνδυαστούν φτάνοντας σε ταχύτητες 128kbps.
- **PRA**: Στην πρωτεύουσα σύνδεση παρέχεται στο συνδρομητή πρόσβαση σε 30 B κανάλια (Euro-ISDN για Ευρώπη) και ένα D κανάλι σηματοδοσίας το οποίο στην περίπτωση αυτή είναι 64kbps. Στην Αμερική το PRI είναι 23 B κανάλια (N-ISDN) συν το κανάλι σηματοδοσίας. Η διασύνδεση αυτή απευθύνεται κυρίως σε μεγάλες επιχειρήσεις, σε Οργανισμούς με σύνθετες τηλεπικοινωνιακές απαιτήσεις και αυξημένη τηλεπικοινωνιακή κίνηση και όχι σε απλούς χρήστες και μπορούμε να έχουμε μέχρι και 30 γραμμές ταυτόχρονης επικοινωνίας.



Αυτό που πρέπει να τονίσουμε από την αρχή είναι η ευελιξία του ISDN. Πράγματι, δεν χρειάζεται καμιά επιπλέον καλωδίωση και η μετατροπή μιας απλής ψηφιακής σύνδεσης σε ISDN σύνδεση γίνεται με την αλλαγή μιας κάρτας στο τηλεφωνικό κέντρο της περιοχής. Η τηλεφωνική εγκατάσταση που γίνεται στα σπίτια ή στις επιχειρήσεις χρησιμεύει ως είναι, χωρίς την ανάγκη πρόσθετης καλωδίωσης. Το ISDN είναι πέρα ως πέρα ψηφιακό και κάνει χρήση νέων τεχνολογιών, εκμεταλλευόμενο βέβαια τη μετάβαση στις ψηφιακές συνδέσεις, με το πέρασμα των παλιών αναλογικών κέντρων.

2.2.1.3 Βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος GSM

Από πλευράς αρχιτεκτονικής, το δίκτυο GSM αποτελείται από ποικίλες λειτουργικές οντότητες, η καθεμία με καθορισμένες λειτουργίες και διεπαφές που επιτρέπουν τη μεταξύ τους επικοινωνία.



Τα κύρια συστατικά στοιχεία της δομής ενός συστήματος GSM είναι :

- **Κινητή μονάδα (KM, Mobile Station – MS) και Συνδρομητική Κάρτα Ταυτότητας (Subscriber Identity Module – SIM):**

Οι κινητές φορητές συσκευές, διατίθενται στην αγορά με ένα μεγάλο εύρος τεχνικών χαρακτηριστικών και επιλογών, αλλά το βάρος και οι διαστάσεις τους είναι οι κύριοι παράγοντες έλξης για τους υποψήφιους χρήστες. Οι διαστάσεις των συσκευών εξαρτώνται από τον χρησιμοποιούμενο τύπο μπαταριών, ενώ η σημερινή τεχνολογία στον τομέα αυτό επιτρέπει τη λειτουργία της συσκευής καθόλη τη διάρκεια της ημέρας, με μία μόνο απλή φόρτιση, χρησιμοποιώντας μπαταρίες μικρών διαστάσεων. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ανεξάρτητα των διαστάσεων των κινητών μονάδων, αυτές πρέπει να συνεργάζονται με όλα τα Ευρωπαϊκά δίκτυα, σύμφωνα με τα προκαθορισμένα πρότυπα. Μέσα στην κινητή μονάδα τοποθετείται μία «έξυπνη» κάρτα, η συνδρομητική κάρτα ταυτότητας (Subscriber Identity Module – SIM), η οποία περιλαμβάνει τον κώδικα ασφαλείας του συνδρομητή και είναι τυποποιημένη για να συνεργάζεται με όλα τα ραδιο-συστήματα GSM. Στην κάρτα αυτή είναι μόνιμα αποθηκευμένα τα δεδομένα του συνδρομητή (π.χ. ο διεθνής αριθμός του [International Mobile Subscriber Identity – IMSI], ο προσωπικός κωδικός αριθμός [Personal Identification Number – PIN], κλπ) και διάφορες άλλες παράμετροι (π.χ. η ταυτότητα της τελευταίας περιοχής εντοπισμού [LAI], η κλειδα Ki, οι αλγόριθμοι πιστοποίησης και ελέγχου του συνδρομητή [authentication], κλπ). Η κάθε κινητή έχει επίσης και έναν μοναδικό αριθμό ταυτότητας, το Διεθνή Αριθμό Κινητού Εξοπλισμού (International Mobile Equipment Identity – IMEI).

- **Σύστημα Σταθμού Βάσης (ΣΣΒ, Base Station System – BSS):**

Το Σύστημα Σταθμού Βάσης περιέχει όλο το ράδιο-εξοπλισμό (πομποί, δέκτες και μονάδες ελέγχου), ο οποίος είναι απαραίτητος για τον έλεγχο των επικοινωνιών στην ενεργό περιοχή ενός κυττάρου. Ο εξοπλισμός του σταθμού αυτού τοποθετείται σε ειδικές συγκεκριμένες τοποθεσίες (π.χ. σε επαγγελματικές στέγες, στα δωμάτια των πολυκατοικιών, σε containers κλπ). Η διάταξη του παραπάνω εξοπλισμού πρέπει να είναι συμπαγής και να δίνεται η δυνατότητα για έλεγχο και ενεργοποίηση της λειτουργίας του από απόσταση (π.χ. από το ψηφιακό κέντρο). Ουσιαστικά, το ΣΣΒ αποτελείται από τα εξής τμήματα: Σταθμό Εκπομπής – Λήψης (Base Transceiver Station – BTS), τον Ελεγκτή Σταθμού Βάσης (Base Station Controller – BSC) και την TRAU (Transcoding and Rate Adaptation Unit).

- **Σταθμός Εκπομπής – Λήψης (Base Transceiver Station – BTS):**

Ο BTS περιέχει τους πομπούς και τους δέκτες, που χρειάζονται για την κάλυψη ενός κυττάρου.

- **Ελεγκτής Σταθμού Βάσης (Base Station Controller – BSC):**

Η λειτουργία του ΣΒ πραγματοποιείται από τον ελεγκτή του ΣΒ, με την απαραίτητη σηματοδότηση, τους ράδιο-διαύλους φωνής και με τη βοήθεια της διεπαφής (standard Interface) A-bis. Η μονάδα BSC ελέγχει τις λειτουργίες διαφόρων ΣΒ, σύμφωνα με το αποκεντρωτικό σενάριο διεργασιών του GSM, ανακουφίζοντας με αυτόν τον τρόπο το κέντρο MSC. Ελέγχει ένα μέγιστο αριθμό 120 κεραιών. Η μονάδα αυτή συνεργάζεται με το σύστημα κωδικοποίησης, μετατρέποντας τα σήματα φωνής κωδικοποιημένα με ρυθμούς μετάδοσης 13 Kbps, σε αντίστοιχα σήματα των 64 Kbps, σύμφωνα με τα πρότυπα του Δημοσίου Επιλογικού Τηλεφωνικού Δικτύου (PSTN).

- **TRAU (Transcoding and Rate Adaptation Unit):**

Ο TRAU ρυθμίζει την 64Kbits/s σύνδεση που εξασφαλίζεται από το MSC σε μικρότερο ρυθμό μετάδοσης (22.8 Kbits/s) της ράδιο-επαφής.

- **Το Υποσύστημα Μεταγωγής (SSS, Switching Subsystem – BSS):**

Το Υποσύστημα Μεταγωγής περιλαμβάνει το Διακοπτικό Κέντρο Κινητών Επικοινωνιών (Mobile Services Switching Center – MSC) το Κέντρο Πιστοποίησης (Authentication Center - AC), τη Βάση Δεδομένων Εγγραφής Επίσκεψης (Visitor Location Register – VLR) και την Οικεία Βάση Δεδομένων Εγγραφής (Home Location Register – HLR).

- **Το Διακοπτικό Κέντρο Κινητών Επικοινωνιών (Mobile Services Switching Center – MSC):**

Η κύρια λειτουργία του Διακοπτικού Κέντρου Κινητών Επικοινωνιών (Mobile Services Switching Center – MSC), είναι να αποκαταστήσει την κλήση του συνδρομητή και να παρέχει την κατάλληλη ζεύξη με το σταθερό δίκτυο ή με άλλο MSC. Το GSM χρησιμοποιεί το ολοκληρωμένο σύστημα σηματοδοσίας κοινού καναλιού CCITT No7 το οποίο επιτρέπει τη μετάδοση διαφόρων αναγκαίων πληροφοριών (π.χ. διευθύνσεις, χρέωση κλπ), με ρυθμούς της τάξης των 64 Kbps μεταξύ των ψηφιακών κέντρων. Επίσης χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών (π.χ. μετάδοση φωνής και δεδομένων), παίζοντας καθοριστικό ρόλο στα κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας, στο επίπεδο εφαρμογής (Mobile Application Part – MAP). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα κέντρα MSC παίζουν το ρόλο των κόμβων του δικτύου σηματοδοσίας(Signaling Network).

- **Βάση Δεδομένων Εγγραφής Επίσκεψης (Visitor Location Register – VLR):**

Η Βάση Δεδομένων Εγγραφής Επίσκεψης (Visitor Location Register – VLR), είναι ένα από τα βασικά τμήματα του κέντρου MSC, όπου καταχωρούνται τα προσωρινά δεδομένα του συνδρομητή, κατά τη στιγμή της εισόδου του στην ενεργό περιοχή του. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει στοιχεία από τα αρχεία της οικείας θέσης του συνδρομητή δίνοντας

λεπτομέρειες που αφορούν τα χαρακτηριστικά της νέας περιοχής εντοπισμού, στην οποία εισέρχεται ο συνδρομητής. Η βάση αυτή είναι σε τοπικό επίπεδο.

- **Οικεία Βάση Δεδομένων Εγγραφής (Home Location Register – HLR):**

Μία άλλη σπουδαία μονάδα του κέντρου MCS είναι η Οικεία Βάση Δεδομένων Εγγραφής (Home Location Register – HLR), η οποία έχει μόνιμα καταχωρημένα τα στοιχεία του συνδρομητή (π.χ. αριθμός περιαγωγής, αριθμός ISDN, προτεραιότητα, εγγεγραμμένες υπηρεσίες) καθώς και τη νέα διεύθυνσή του στη βάση VLR, οπότε ο συνδρομητής εντοπίζεται αυτόματα όταν καλείται από συνδρομητή του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Η βάση VLR λειτουργεί σε περιφερειακό επίπεδο. Επίσης, υπάρχει και μία άλλη βάση δεδομένων, στην οποία καταγράφεται ο κωδικός του κινητού. Η βάση αυτή χρησιμοποιείται για την ασφάλεια και την πιστοποίηση και ονομάζεται EIR (Equipment Identity Register).

- **Το Κέντρο Πιστοποίησης (Authentication Center - AC):**

Τα καθήκοντα του Κέντρου Πιστοποίησης (Authentication Center - AC), είναι να ελέγχει και να διαχειρίζεται την πληροφορία ασφάλειας ολόκληρου του δικτύου του συστήματος. Ο συνδρομητής εισάγει τον προσωπικό του PIN αριθμό, την κάρτα χρέωσης και κάθε φορά που ο συνδρομητής εγγράφεται για επικοινωνιακή εξυπηρέτηση, ενεργοποιείται μία διαδικασία διαλόγου υπό μορφή ανταλλαγής λογικών σημάτων μεταξύ του κέντρου AC και της SIM κάρτας, στα πλαίσια της πιστοποίησης για τη διασφάλιση του απόρρητου της επικοινωνίας. Η προαναφερθείσα ανταλλαγή μηνυμάτων ελέγχεται από έναν τυχαίο αριθμό, οπότε είναι δύσκολη η επανεμφάνισή του. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βάση VLR χρησιμοποιεί τον επιλεγθέντα αριθμό, προκειμένου να τροποποιήσει την ταυτότητα του εμπλεκόμενου συνδρομητή. Εάν ο συνδρομητής κατόπιν πραγματοποιήσει μία κλήση, τότε η κλήση κωδικοποιείται με έναν κώδικα που αλλάζει σε κάθε πραγματοποιούμενη εγγραφή και ο οποίος δεν πρέπει να μεταδίδεται από τον καταχωρηθέντα ράδιο-διάυλο. Επίσης, τόσο το κέντρο AC όσο και η κάρτα SIM, διαχειρίζονται τον κώδικα αυτόν ανεξάρτητα από τον επιλεγθέντα τυχαίο αριθμό.

Τα δίκτυα GSM καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ραδιοσυχνοτήτων. Τα περισσότερα από αυτά λειτουργούν στα 900 MHz και/ή στα 1800 MHz. Εξαιρέση αποτελούν τα GSM δίκτυα σε ΗΠΑ και Καναδά που λειτουργούν στα 850 MHz και/ή στα 1800 MHz. Το σχήμα διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται είναι το GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying – Χειρισμός Ελάχιστης Μετατόπισης Gauss). Σε αυτόν τον τύπο διαμόρφωσης, το σήμα περνάει μέσα από ένα βαθυπερατό φίλτρο Gauss προτού να σταλεί στο διαμορφωτή συχνότητας, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των παρεμβολών σε γειτονικά κανάλια.

Η μέθοδος πολυπλεξίας που υιοθετήθηκε από το GSM είναι ένας συνδυασμός TDMA/FDMA (Time Division Multiple Access - Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Χρόνου / Frequency Division Multiple Access - Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Συχνότητας).

Σε ότι αφορά στους ρυθμούς μετάδοσης στα κανάλια κίνησης, αυτοί ποικίλουν και κυμαίνονται στα 22.8 Kbps και 11.4 Kbps για ολόρρυθμη και ημίρρυθμη μετάδοση φωνής αντίστοιχα, ενώ για μετάδοση δεδομένων είναι σαφώς μικρότεροι με τιμές 9.6 , 4.8 ή 2.4 Kbps ανάλογα με το δίκτυο. Επιπλέον, το σύστημα GSM προσφέρει ένα μέτριο επίπεδο ασφάλειας, κάνοντας χρήση ρευματικής κρυπτογράφησης και κυρίως των αλγορίθμων A5/1 και A5/2.

2.2.1.4 Εκδόσεις GSM

2.2.1.4.1 GSM 900

Για τη λειτουργία των πρώτων δικτύων GSM που εμφανίστηκαν στην Ευρώπη τις αρχές της δεκαετίας του 1990, η Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών είχε παραχωρήσει ένα ζεύγος συχνοτήτων, από τα 890 έως τα 915 MHz και από τα 935 έως τα 960 MHz. Η πρώτη περιοχή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του κινητού με τον σταθμό βάσης (ανοδική ζεύξη ή uplink), ενώ η δεύτερη για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το κινητό (καθοδική ζεύξη ή downlink). Η κατανομή των ράδιο-καναλιών ανά 200 KHz, επιτρέπουν ένα μέγιστο 124 καναλιών συχνότητας (+1 ελεύθερο) σε κάθε ζώνη.

Το GSM 900 ονομάζεται διαφορετικά Standard GSM ή P-GSM (Primary) αφού στις συγκεκριμένες ζώνες συχνοτήτων πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη των προτύπων του GSM. Στη χώρα μας οι Cosmote, TIM και Vodafone έχουν το δικαίωμα χρήσης της ζώνης συχνοτήτων των 900 MHz, όπως άλλωστε και της ζώνης των 1800 MHz. Στα πρώτα χρόνια λειτουργίας τους, οι

(τότε) Telestet και (τότε) Panafon παρείχαν αποκλειστικά τις υπηρεσίες τους στη ζώνη των 1800 MHz.

2.2.1.4.2 E-GSM (Extended-GSM 900)

Μια διευρυμένη ζώνη συχνοτήτων στις περιοχές των 900 MHz, που καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ράδιο-Επικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1990 για να χρησιμοποιηθεί από τα δίκτυα GSM. Η αύξηση των περιοχών συχνοτήτων, επέτρεψε στα δίκτυα να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους και να αντιμετωπίσουν τις ανάγκες που δημιουργήθηκαν από την αυξημένη κίνηση. Στις συχνότητες του E-GSM, περιλαμβάνονται και αυτές του GSM 900. Έτσι, οι περιοχές συχνοτήτων διαμορφώνονται ως εξής: 880 έως 915 MHz για την ανοδική ζεύξη και 925 έως 960 MHz για την καθοδική ζεύξη.

2.2.1.4.3 GSM 1800

Σε ένα GSM 1800 ή DCS 1800 δίκτυο, διατηρείται η δομή ενός GSM 900 δικτύου, ωστόσο χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710 έως τα 1785 MHz (ανοδική ζεύξη) και από τα 1805 έως τα 1880 MHz (καθοδική ζεύξη). Εφόσον και πάλι η κατανομή των ράδιο-καναλιών γίνεται ανά 200 KHz, επιτρέπεται ένα μέγιστο 374 καναλιών συχνότητας (+1 ελεύθερο) σε κάθε ζώνη, πολλά περισσότερα δηλαδή από κάθε άλλη ζώνη συχνοτήτων λειτουργίας του GSM. Αρχικά, το GSM 1800 ονομάζονταν DCS 1800, ωστόσο το GSM World Association αποφάσισε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 τη μετονομασία του, ώστε να «τονιστεί» η παγκοσμιότητα του GSM. Στη χώρα μας οι Cosmote, TIM και Vodafone «έχουν» το δικαίωμα χρήσης της ζώνης συχνοτήτων των 1800 MHz, όπως άλλωστε και της ζώνης των 900 MHz. Στα πρώτα χρόνια λειτουργίας της, η Cosmote παρείχε αποκλειστικά τις υπηρεσίες της στη ζώνη των 1800 MHz.

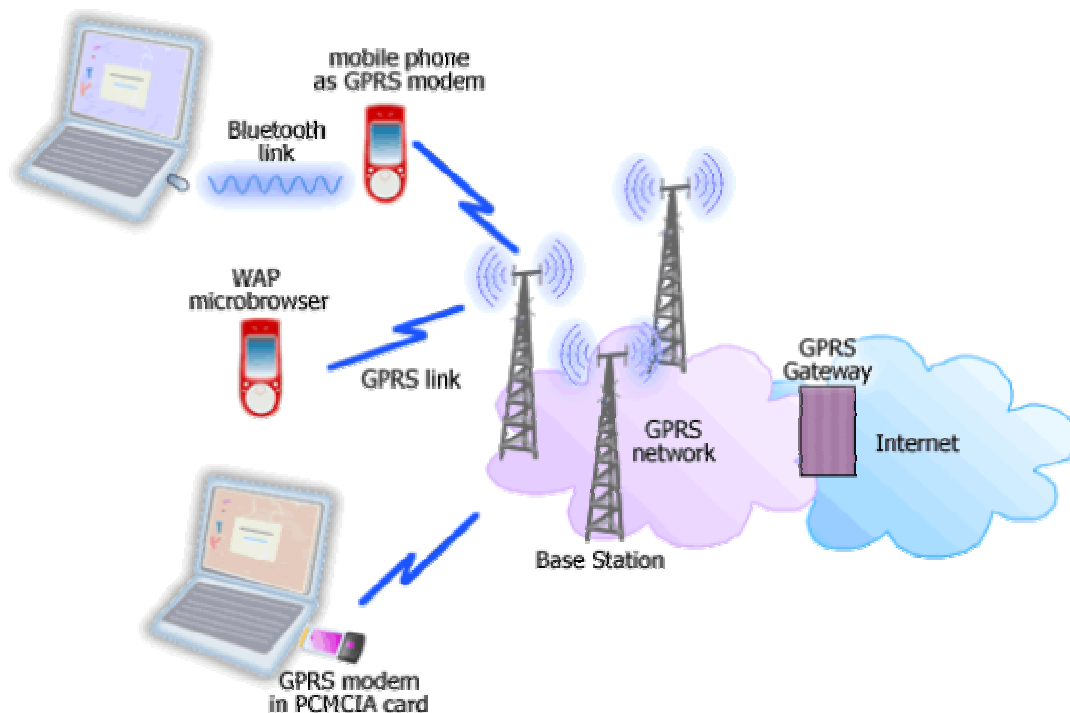
Η συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων παραχωρήθηκε από τους ρυθμιστικούς φορείς ώστε να επιτραπεί ουσιαστικά η είσοδος νέων εταιριών στις εγχώριες αγορές κινητής τηλεφωνίας, αφού ήδη οι ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη είχαν καταληφθεί από άλλους παρόχους. Πλέον, τα περισσότερα δίκτυα που δραστηριοποιούνται στην Ευρώπη είναι Dual Band, παρέχοντας υπηρεσίες στις ζώνες του GSM 900 και GSM 1800.

2.2.1.4.3 GSM 1900

Στο GSM 1900, όπως και στο GSM 1800 διατηρείται η δομή ενός GSM 900 δικτύου, ωστόσο χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων: Από τα 1850 έως τα 1910 MHz για την ανοδική ζεύξη και από τα 1930 έως τα 1990 MHz για την καθοδική ζεύξη. Και πάλι η κατανομή των ράδιο-καναλιών γίνεται ανά 200 KHz, ενώ επιτρέπεται ένα μέγιστο όριο 299 καναλιών συχνότητας (+1 ελεύθερο). Το GSM 1900 ονομάζονταν παλαιότερα PCS 1900, ωστόσο στα τέλη της δεκαετίας του 1990 αποφασίστηκε η μετονομασία του σε GSM 1900, όπως άλλωστε συνέβη και με το DCS 1800.

Η ζώνη συχνοτήτων των 1900 MHz χρησιμοποιείται σε αρκετές χώρες της Αμερικής, μεταξύ των οποίων και οι Η.Π.Α., όπου οι περιοχές των 900 MHz, δεν προσφέρονταν από τους ρυθμιστικούς φορείς για την παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Στις Η.Π.Α. όλα τα δίκτυα GSM δραστηριοποιούνται είτε στη ζώνη των 1900 MHz, είτε ταυτόχρονα στη ζώνη των 850 και των 1900 MHz.

2.3 Δίκτυα 2.5G γενιάς



Η γενική ασύρματη τεχνολογία πακέτου (General Packet Radio Service - GPRS) είναι μια ψηφιακή τεχνολογία ασύρματης ζεύξης. Τεχνολογικά τοποθετείται μεταξύ των δικτύων δεύτερης και τρίτης γενιάς, δηλαδή ως 2.5G. Τα δίκτυα δεύτερης γενιάς δεν ήταν ικανά να ικανοποιήσουν τη ζήτηση για νέες υπηρεσίες στα πρότυπα αυτών του δικτύου, καθώς τέτοιες υπηρεσίες απαιτούσαν υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων και επιπλέον η φύση τους βασίζεται στην τεχνολογία μεταγωγής πακέτων (που σημαίνει ότι πολλαπλοί χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο κανάλι μετάδοσης όταν έχουν να μεταδώσουν δεδομένα) και ένα μεγάλο πλήθος από εύρη ζώνης. Παρέχει όμως μέτρια ταχύτητα μεταφοράς. Λόγω των αρκετά μεγάλων δυσκολιών και του υψηλού κόστους ανάπτυξης δικτύων 3^{ης} γενιάς πολλοί διαχειριστές δικτύων επέλεξαν να διευκολύνουν το δρόμο μετάβασης από τη 2^η στην 3^η γενιά κινητής τηλεφωνίας, αναπτύσσοντας τη μεταβατική τεχνολογία 2.5G η οποία παρέχει υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων (της τάξης των 144kbps) σε ζώνες συχνοτήτων που ήδη υπάρχουν και λειτουργούν στα δίκτυα 2G.

Το θεωρητικό όριο για δεδομένα που μεταδίδονται με τη μέθοδο της μεταγωγής πακέτου είναι περίπου 170kbps. Ένας πιο ρεαλιστικός όμως ρυθμός διαμεταγωγής (bit-rate) είναι 30-

70kbps. Μία διαφοροποίηση του GPRS, γνωστή ως EDGE, επιτρέπει μεγαλύτερους ρυθμούς διαμεταγωγής δεδομένων που κυμαίνονται μεταξύ 20 και 200kbps.

Η βασική επέκταση του συστήματος GSM για την υποστήριξη μεταφοράς δεδομένων έγινε με την υιοθέτηση του πρωτοκόλλου **HSCSD** (High Speed Circuit Switched Data) του οποίου επιτρέπει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων αρκετά υψηλότερους σε σχέση με το GSM. Μέσα από το πρωτόκολλο αυτό είχαμε για πρώτη φορά την ανάπτυξη του κινητού διαδικτύου. Το βασικό του μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι ο μηχανισμός χρέωσης που χρησιμοποιείται βασίζεται στο χρόνο σύνδεσης. Δηλαδή ακόμα και αν δεν μεταφέρονται δεδομένα ο χρήστης χρεώνεται για το χρόνο σύνδεσης.

Η εισαγωγή του GPRS αποτελεί ένα σταθμό στην εξέλιξη του συστήματος GSM. Με την ανάπτυξη του GPRS έχουμε την εισαγωγή στα υπάρχοντα δίκτυα GSM της δυνατότητας μεταφοράς πακέτων, την επίτευξη υψηλών ρυθμών μεταφοράς δεδομένων καθώς και τη δυνατότητα παροχής αδιάλειπτης σύνδεσης μεταφοράς δεδομένων στα κινητά τηλέφωνα. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να είναι συνεχώς συνδεδεμένος στο κινητό διαδίκτυο και να χρεώνεται μόνο όταν στέλνει ή λαμβάνει δεδομένα με μορφή πακέτων.

2.3.1 GPRS

Το GPRS (General Packet Radio Service) ή Γενική Ραδιοϋπηρεσία Μεταγωγής Πακέτου, είναι μια μη φωνητική, προστιθέμενης αξίας υπηρεσία η οποία επιτρέπει την αποστολή και λήψη πληροφορίας πάνω σε ένα κινητό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Πρόκειται για ένα σύστημα που αναπτύχθηκε πάνω στη βάση του ήδη υπάρχοντος GSM ώστε να παρέχει τις τόσο αναγκαίες υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων μέσω πακέτων. Παρέχει μέτρια ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, με τη χρησιμοποίηση καναλιών TDMA (Time Division Multiple Access). Αρχικά υπήρξε κάποια σκέψη επέκτασης του GPRS για να καλύψει άλλα πρότυπα, αλλά αντί αυτού εκείνα τα δίκτυα μετατρέπονται για να χρησιμοποιήσουν τα πρότυπα GSM, έτσι ώστε το GSM να είναι το μόνο είδος δικτύου όπου χρησιμοποιείται το GPRS.

Ο χρήστης GPRS έχει τη δυνατότητα κανονικής πλοήγησης στο Internet, όχι μόνο χωρίς τους περιορισμούς του WAP αλλά και με ταχύτητες ανώτερες από αυτές που του παρέχει ένα συνηθισμένο σημερινό modem. Επίσης, αν και μέχρι σήμερα ο τύπος των δεδομένων που μεταδιδόταν μέσα από τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας ήταν κυρίως κείμενο, η εντυπωσιακή ταχύτητα του GPRS θα καταστήσει δυνατή την αποδοτική μετάδοση εικόνων, φωνής και βίντεο.

2.3.1.1 Πως λειτουργεί το GPRS

Εν συντομία, αν πραγματοποιήσετε μια κλήση GPRS, τότε αυτή θα «χωριστεί» σε πακέτα δεδομένων, τα οποία θα περιέχουν σαφέστατες πληροφορίες για το πώς θα πρέπει το δίκτυο να τα χειριστεί, πως θα τα στείλει, αλλά και πως θα τα παραδώσει. Με ανάλογο τρόπο λειτουργεί το γνωστό σε όλους μας Internet Protocol, που επιτρέπει τη μετάδοση πληροφοριών χωρίς να απαιτείται μια ευθεία σύνδεση μεταξύ του δέκτη και του αποστολέα. Έτσι λοιπόν, το GPRS θα «κόψει» τα δεδομένα σε ίσα τμήματα και θα εκμεταλλευθεί στο έπακρο τους διαθέσιμους πόρους του συστήματος, ώστε να προσφέρει όσο το δυνατόν ταχύτερη εξυπηρέτηση, χωρίς να αλλοιωθούν οι πληροφορίες.

Τα «κανάλια» του GSM χωρίζονται σε 8 διαφορετικές χρονοθυρίδες ή timeslots, η καθεμία από τις οποίες μπορεί να μεταφέρει δεδομένα στην ταχύτητα των 9,6 Kbps. Μια κανονική κλήση GSM καταλαμβάνει μια χρονοθυρίδα καθόλη τη διάρκεια της κλήσης και εκμεταλλεύεται πλήρως το διαθέσιμο bandwidth. Σε αυτήν τη περίπτωση ο χρήστης θα κληθεί να πληρώσει για το χρόνο της σύνδεσης, ανεξάρτητα από τον όγκο των δεδομένων που θα μεταφέρει. Η τεχνολογία GPRS δίνει το δικαίωμα σε περισσότερους από ένα χρήστες να μοιραστούν μία ή περισσότερες χρονοθυρίδες, με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η μεταφορά δεδομένων σε υψηλότερες ταχύτητες, αλλά και η χρέωση να γίνεται με βάση των όγκο των μεταδιδόμενων πληροφοριών. Όταν δεν μεταφέρονται δεδομένα, δεν χρησιμοποιούνται χρονοθυρίδες και μένουν ελεύθερες για άλλους χρήστες.

2.3.1.1.1 Γιατί πριν από το GPRS η μεταφορά δεδομένων γίνονταν στα 9,6Kbps;

Αν και αρχικά είχε εκφραστεί η επιθυμία για την πλήρη συμβατότητα με τα πρότυπα και τις υπηρεσίες του ISDN, γεγονός που θα επέτρεπε από την πρώτη στιγμή τη δυνατότητα

μεταφοράς δεδομένων στην ταχύτητα των 64 Kbps, κάτι τέτοιο δεν μπορούσε πρακτικά να υλοποιηθεί, αφού το καθορισμένο φάσμα συχνοτήτων περιόριζε σημαντικά το εύρος ζώνης (bandwidth), ενώ το κόστος θα ήταν απαγορευτικό για τον τελικό χρήστη. Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων μέσα από τα δίκτυα GSM καθορίστηκε αρχικά στα 9.6k kbps, η οποία τότε κρίθηκε επαρκής για την κάλυψη των αναγκών ενός μέσου χρήστη.

2.3.1.1.2 Περιορισμοί

Πρώτος και κύριος είναι η περιορισμένη χωρητικότητα κυψέλης για όλους τους χρήστες. Το GPRS επηρεάζει τη χωρητικότητα κυψέλης ενός δικτύου διότι χρησιμοποιεί τους ίδιους πόρους δικτύου με τις φωνητικές κλήσεις. Το μέγεθος της επίδρασης εξαρτάται από τον αριθμό των χρονοθυρίδων, αν υπάρχουν, που είναι αποκλειστικά κρατημένες για χρήση GPRS. Επομένως υπάρχει ανάγκη για χρήση SMS ως συμπληρωματικός κομιστής που θα χρησιμοποιεί ένα διαφορετικό τύπο ασύρματων πόρων.

Δεύτερος περιορισμός είναι η πραγματική ταχύτητα που επιτυγχάνεται και η οποία είναι στην πραγματικότητα πολύ μικρότερη από τη θεωρητική. Για να επιτευχθεί ταχύτητα 172,2 Kbps πρέπει και οι 8 χρονοθυρίδες να είναι αφιερωμένες σε ένα χρήστη, γεγονός απίθανο να επιτραπεί από τον πάροχο δικτύου. Συνήθως, τα παλαιότερα GPRS έχουν αυστηρά μια, δύο ή τρεις χρονοθυρίδες. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι τα κινητά δίκτυα να έχουν μικρότερη ταχύτητα εκπομπής δεδομένων από τα σταθερά δίκτυα.

Τρίτος περιορισμός είναι η μη εξασφαλισμένη υποστήριξη GPRS Mobile Terminate (GPRS Κινητού Προορισμού) από τα τερματικά. Γενικά, οι χρήστες πληρώνουν για την παραλαβή των GPRS υπηρεσιών. Ωστόσο, κάποιες φορές μπορεί να λαμβάνουν ανεπιθύμητες πληροφορίες που είτε δε θα χρεώνονται είτε χειρότερα θα πρέπει να πληρώνουν για άχρηστα περιεχόμενα.

Ακόμη, υπάρχουν καθυστερήσεις στις διαμετακομίσεις. Παρ' όλα τα πρότυπα για ακεραιότητα δεδομένων και τις στρατηγικές αναμετάδοσης που ακολουθούνται, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα πακέτα στέλνονται προς όλες τις διαφορετικές οδούς με τον ίδιο προορισμό, υπάρχει πιθανότητα κάποια από αυτά να χαθούν ή να διακοπεί η μετάδοσή τους.

Τέλος, η μη ύπαρξη μηχανισμού αποθήκευσης και προώθησης καθιστά αναγκαία τη χρήση της υπηρεσίας SMS.

2.3.1.2 Εφαρμογές GPRS

Οι εφαρμογές που υποστηρίζονται από το GPRS είναι :

- **Συνομιλία (chat):** Αν και προς το παρόν, και στο άμεσο μέλλον, κύριος κομιστής θα είναι το SMS.
- **Πληροφορίες σε μορφή κειμένου και σχημάτων:** Εφαρμογές όπως αποτελέσματα αγώνων, καιρός, κίνηση, πτήσεις, ωροσκόπια κτλ. Για εφαρμογές ποσοτικής φύσεως αρκεί το SMS (160 χαρακτήρες) αλλά για ποιοτικής φύσεως (νέα, ωροσκόπια) είναι πολύ μικρό.
- **Σταθερές εικόνες:** Φωτογραφίες, εικόνες, ευχετήριες κάρτες, στατικές ιστοσελίδες.
- **Κινούμενες εικόνες:** Τηλεδιάσκεψη, παρακολούθηση κτιρίων από κλέφτες, θέματα υγείας.
- **Web browsing**
- **Μεταφορά ήχου:** Παρ' όλες τις αναβαθμίσεις του δικτύου GSM σε ποιότητα φωνητικών κλήσεων, η ποιότητα εκπομπής δεν επαρκεί για εφαρμογές όπως μια δημοσιογραφική συνέντευξη και απαιτείται χρήση GPRS.
 - **Ταχυδρομική αποστολή / επίσπευση:** Για δουλειές όπου ο εργαζόμενος πρέπει να ενημερώνεται και να ενημερώνει για την πορεία της δουλειάς του, όπως για παράδειγμα κάποιο συνεργείο, ταχυμεταφορείς, διανομείς, κ.α., η χρήση GSM είναι δυνατή, αλλά οι 160 χαρακτήρες ενός SMS δεν επαρκούν πάντα για την περιγραφή της κατάστασης. Αντίθετα, το GPRS επιτρέπει την αποστολή και λήψη περισσότερης πληροφορίας.
 - **Εταιρικό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο**
 - **Ίντερνετ ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:** Υπηρεσία ταχυδρομικής θυρίδας στην οποία αποθηκεύονται τα μηνύματα σε συνδυασμό με ταυτόχρονη ειδοποίηση του χρήστη στο κινητό για τη λήψη τους και ανάκτησή τους με μια κλήση.
 - **Εύρεση / προσδιορισμός θέσης οχήματος:** Χρησιμοποιείται εναλλακτικά του SMS που είναι επίσης κατάλληλο.
 - **Απόμακρη πρόσβαση σε LAN:** Από άποψη ταχύτητας, το GPRS αποτελεί τον ιδανικό κομιστή.

- **Μεταφορά αρχείων:** ftp, telnet, http.
- **Αυτοματισμός σπιτιού:** Παρακολούθηση σπιτιού και εκτέλεση λειτουργιών, χειρισμός συσκευών όπου κι αν βρίσκεται ο χρήστης.

2.3.1.3 Χαρακτηριστικά του συστήματος GPRS

Χαρακτηριστικά ενός δικτύου GPRS είναι η μεταγωγή κατά πακέτα, η αποδοτική χρησιμοποίηση φάσματος, η υποστήριξη Ίντερνετ καθώς και των δικτύων TDMA και GSM. Το GPRS επικαλύπτει το υπάρχον κύκλωμα μεταγωγής δεδομένων του GSM με μια διεπαφή ραδιοεπικοινωνίας βασισμένη σε πακέτα. Αυτό δίνει στο χρήστη την επιλογή να χρησιμοποιεί μια υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων μέσω πακέτων. Η πληροφορία σπάει σε πακέτα πριν μεταδοθεί και συγκροτείται ξανά στο τέλος της λήψης. Σε αντιδιαστολή με τα παλιά CSD που καταλάμβαναν όλο το κανάλι, οι πόροι GPRS χρησιμοποιούνται μόνο κατά τη λήψη / αποστολή δεδομένων. Το κανάλι δεν παραχωρείται εξολοκλήρου σε ένα χρήστη για κάποιο διάστημα, αλλά μοιράζεται σε περισσότερους, με αποτέλεσμα την εξυπηρέτηση μεγάλου αριθμού χρηστών.

Επιπλέον, επιτρέπονται εσωτερικές εργασίες (interworking) ανάμεσα στο υπάρχον Ίντερνετ και στο δίκτυο GPRS. Αυτό σημαίνει ότι όποια υπηρεσία είναι διαθέσιμη μέσω του πρώτου θα είναι και στο δεύτερο. Επειδή το GPRS χρησιμοποιεί το ίδιο πρωτόκολλο μπορεί να θεωρηθεί ως υποδίκτυο του Ίντερνετ και επομένως τα κινητά τηλέφωνα GPRS μπορούν να είναι και κινητοί ξενιστές και να έχουν IP διευθύνσεις. Η λειτουργία του GPRS έχει αρκετές ομοιότητες με τον τρόπο λειτουργίας του Ίντερνετ. Η πληροφορία κατακερματίζεται σε «πακέτα δεδομένων» και στις δύο περιπτώσεις, τα οποία μεταδίδονται στον προορισμό τους και στη συνέχεια συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα ακριβές αντίγραφο της αρχικής πληροφορίας.

HSCSD

Η υπηρεσία HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) αποτελεί μια ακόμη «ενισχυτική λύση» για την αναβάθμιση των υπηρεσιών μεταφοράς δεδομένων των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM. Οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που υποστηρίζει είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερες (ή και περισσότερο) από αυτές ενός GSM δικτύου, που σημαίνει ότι ένας χρήστης μπορεί να μεταφέρει δεδομένα προς και από το φορητό υπολογιστή του με ταχύτητα

38,4 kbps ή περισσότερο (στο GSM «μεταφοράς φωνής», η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι 9,6 kbps).

Σύμφωνα με την υπηρεσία HSCSD, στον κάθε χρήστη μπορούν να ανατεθούν μέχρι και 8 χρονικές σχισμές σε ένα φυσικό κανάλι για τη μεταφορά δεδομένων, αυξάνοντας έτσι το ρυθμό μετάδοσης μέχρι τα 38,4 kbps ή και περισσότερο. Η διαφορά της HSCSD από τη GPRS (όσον αφορά την ανάθεση των χρονικών σχισμών) είναι ότι στην περίπτωση της HSCSD οι σχισμές ανατίθενται αποκλειστικά σε έναν χρήστη και δε διαμοιράζονται όπως γίνεται στο GPRS (General Packet Radio Service) (άλλωστε αυτό υπονοείται και από το όνομα της υπηρεσίας). Οι σχισμές απελευθερώνονται μόλις ο χρήστης στον οποίο έχουν ανατεθεί ολοκληρώσει την εργασία του. Ο αριθμός των χρονικών σχισμών που μπορούν να ανατεθούν σε ένα χρήστη εξαρτάται από το πόσοι άλλοι χρήστες είναι ενεργοί στο κελί εκείνη τη στιγμή. Όσο περισσότεροι χρήστες χρησιμοποιούν το κελί εκείνη τη στιγμή, τόσο χαμηλότερη θα είναι και η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων για κάθε χρήστη.

Με την υπηρεσία HSCSD, ένας χρήστης ενός ασύρματου φορητού υπολογιστή μπορεί να συνδεθεί με το τοπικό δίκτυο της εταιρείας του, να λάβει και να στείλει e-mail, να περιηγηθεί στο Internet, κλπ. Για να μπορέσει κάποιος να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία αυτή θα πρέπει είτε να διαθέτει μια κινητή συσκευή η οποία να υποστηρίζει την ιδιότητα αυτή, είτε μια ειδική κάρτα επέκτασης PCMCIA (PCMCIA extension card), με ενσωματωμένες τις λειτουργίες ενός GSM τηλεφώνου.

HSCSD - High Speed Circuit Switched Data, ο αρχικός μηχανισμός μετάδοσης στοιχείων GSM σύστημα κινητού τηλεφώνου. Όπως με το CSD(Circuit Switched Data), ο τρόπος κατανομής καναλιών γίνεται μέσα σε κύκλωμα μεταστρεφόμενο. Η διαφορά προέρχεται από τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν οι διαφορετικές μέθοδοι κωδικοποίησης και ακόμα και πολλαπλάσιες χρονικές αυλακώσεις για να αυξήσει τη ρυθμαπόδοση στοιχείων.

Η πρώτη καινοτομία σε HSCSD ήταν να επιτραπούν οι διαφορετικές μέθοδοι διορθώσεων λάθους για να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά στοιχείων. Η διόρθωση λάθους που χρησιμοποιείται στο GSM σχεδιάζεται για να λειτουργήσει στα όρια της κάλυψης και στη χειρότερη περίπτωση εκείνο το GSM θα χειριστεί. Αυτό σημαίνει ότι ένα μεγάλο μέρος της ικανότητας μετάδοσης GSM είναι απασχολημένο με τους κώδικες διορθώσεων λάθους. HSCSD παρέχει διάφορα επίπεδα πιθανής διόρθωσης λάθους που μπορεί να επεκταθεί σύμφωνα με την

ποιότητα της ράδιο -σύνδεσης. Αυτό σημαίνει στους καλύτερους όρους 14,4 Kbit/s μπορεί να τεθεί μέσω μιας χρονικής αυλάκωσης , που κάτω από την CSD κανονικά θα έφερνε μόνο 9,6 Kbit/s.

Η δεύτερη καινοτομία στη ράδιο διεπαφή HSCSD ήταν η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν οι πολλαπλάσιες χρονικές αυλακώσεις συγχρόνως. Αυτό επιτρέπει μια αύξηση στα μέγιστα ποσοστά μεταφοράς (που χρησιμοποιούν τέσσερις φορές τις αυλακώσεις) μέχρι 57,6 Kbit/s και ακόμη και στους κακούς ράδιο όρους όπου το πιο υψηλό επίπεδο διόρθωσης λάθους πρέπει να χρησιμοποιηθεί, θα οδηγήσει ακόμα τέσσερις φορές στην αύξηση ταχύτητας άνω της CSD.

Η HSCSD απαιτεί ότι οι χρονικές αυλακώσεις που έχει διατηρήθηκαν πλήρως για έναν ενιαίο χρήστη. Είναι δυνατό ότι καθένας στην αρχή της κλήσης ή σε κάποιο σημείο κατά τη διάρκεια μιας κλήσης, δεν θα είναι δυνατό για το πλήρες αίτημα του χρήστη να ικανοποιηθεί δεδομένου ότι το δίκτυο διαμορφώνεται συχνά, έτσι ώστε οι κανονικές κλήσεις φωνής να προηγούνται από τις πρόσθετες χρονικές αυλακώσεις για τους χρήστες HSCSD. Ο χρήστης χρεώνεται έπειτα, συχνά σε ένα ποσοστό υψηλότερο από ένα κανονικό τηλεφώνημα και μερικές φορές πολλαπλασιασμένος με τον αριθμό διατιθέμενων χρονικών αυλακώσεων, με βάση τη χρονική περίοδο ότι ο χρήστης έχει μια σύνδεση ενεργό. Αυτό καθιστά την HSCSD σχετικά ακριβή σε σχέση με πολλά δίκτυα GSM.

Εκτός από το γεγονός ότι το πλήρες διατιθέμενο εύρος ζώνης της σύνδεσης είναι διαθέσιμο για το χρήστη HSCSD, η HSCSD έχει επίσης ένα πλεονέκτημα στα συστήματα GSM από την άποψη της χαμηλότερης μέσης ράδιο λανθάνουσας κατάστασης διεπαφών από GPRS. Αυτό είναι επειδή ο χρήστης μιας σύνδεσης HSCSD δεν είναι απαραίτητο να περιμένει την άδεια να σταλεί ένα πακέτο από το δίκτυο.

Η HSCSD είναι επίσης μια επιλογή μέσα στο EDGE(Enhanced Data Rates for Global Evolution) και UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) συστήματα. Σε αυτήν την περίπτωση το ποσοστό μετάδοσης στοιχείων είναι πολύ υψηλότερο. Εντούτοις, στο UMTS σύστημα τα πλεονεκτήματα της HSCSD πέρα από τα στοιχεία πακέτων είναι αρκετά χαμηλότερα, δεδομένου ότι η ράδιο διεπαφή έχει σχεδιαστεί συγκεκριμένα για να υποστηρίξει το υψηλό εύρος ζώνης και τις χαμηλές συνδέσεις πακέτων λανθάνουσας κατάστασης. Αυτό

σημαίνει ότι ο αρχικός λόγος να χρησιμοποιήσει αυτό σε αυτήν την περίπτωση θα ήταν πρόσβαση στον πίνακα κληρονομιών επάνω στα συστήματα.

2.4 Δίκτυα 2.75G γενιάς

Ένα άλλο πρότυπο δικτύων αυτής της γενιάς είναι το EDGE(Enhanced Data Rates for Global Evolution), το οποίο παρέχει ταχύτητες 384Kbps. Το πρωτόκολλο EDGE είναι η τεχνολογία που δίνει στα δίκτυα GSM την απαιτούμενη χωρητικότητα και ταχύτητα ώστε να επιτρέπεται η χρήση τους για την παροχή υπηρεσιών 3^{ης} γενιάς. Με τη χρήση του EDGE επιτυγχάνονται σημαντικές βελτιώσεις στα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα κάνοντας πιο αποτελεσματική τη χρήση του ραδιοφάσματος. Ουσιαστικά παρέχονται υπηρεσίες πολυμέσων παρόμοιες με αυτές των δικτύων 3^{ης} γενιάς. Συγκεκριμένα, η τεχνολογία EDGE επιτρέπει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων τρεις φορές μεγαλύτερες από το GPRS, οπότε μπορούν να εξυπηρετηθούν τρεις φορές περισσότεροι συνδρομητές ανά περιοχή. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται εφικτή η παροχή υπηρεσιών πολυμέσων, τηλεδιάσκεψης, αναπαραγωγής βίντεο, καθώς και η πλοήγηση στο κινητό διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες.

Τα σημαντικά αυτά πλεονεκτήματα έχουν κάνει κάποιους επιστήμονες να χαρακτηρίζουν τα δίκτυα αυτά 2.75G. Τυπικά, όλα τα πρότυπα δικτύων 2.5G σε σχέση με τα δίκτυα 2G παρέχουν υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, επιτρέποντας στους χρήστες να χρησιμοποιούν περισσότερο από ένα φωνητικά κανάλια, δυνατότητα μεταγωγής πακέτων για τη μεταφορά δεδομένων και επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα ευέλικτης χρέωσης. Φυσικά η εξέλιξη προχώρησε στα δίκτυα 3^{ης} γενιάς με ακόμα μεγαλύτερες δυνατότητες.

2.4.1 EDGE

Το ακρωνύμιο EDGE (Enhanced Data for Global Evolution) συμβολίζει τα «Βελτιωμένα Δεδομένα για Παγκόσμια Εξέλιξη» και αναφέρεται σε μια νέα τεχνολογία ασύρματου δικτύου πρόσβασης (Radio Access Network - RAN). Η τεχνολογία έρχεται να προστεθεί πάνω από τις

υπάρχουσες τεχνολογίες GSM, GPRS και HSCSD καθιερώνοντας ένα πρότυπο υψηλής ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων με αποδοτικότερη χρήση του ασύρματου διαύλου.

Πρόκειται για ψηφιακή τεχνολογία κινητής τηλεφωνίας, που επιτρέπει βελτιωμένους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων με λειτουργία συμβατότητας προς τα πίσω, λειτουργώντας ως επέκταση του GSM. Θεωρείται ως ράδιο-τεχνολογία επιπέδου «προ-3G». Αναπτύχθηκε στα δίκτυα GSM από το 2003. Η τεχνολογία EDGE, τυποποιήθηκε από το 3GPP, ως μέρος της οικογένειας τεχνολογιών GSM. Μέσω της προώθησης ιδιαίτερα προηγμένων μεθόδων κωδικοποίησης και μετάδοσης δεδομένων, βελτιώνει σημαντικά τους ρυθμούς μετάδοσης ανά ράδιο-κανάλι, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση χωρητικότητας και απόδοσης σε σύγκριση με μια κοινή σύνδεση GSM/GPRS.

Επιτρέπει γρήγορη μεταφορά δεδομένων με ρυθμό μέχρι 384 Kbps είναι δηλαδή τρεις φορές πιο γρήγορο από το GPRS. Δεδομένου ότι αναπτύχθηκε αρχικά για τα συστήματα GSM, έχει ονομαστεί επίσης GSM384. Το πρότυπο αναπτύχθηκε αρχικά από την Ericsson, η οποία προόριζε αυτή την τεχνολογία για εκείνους τους παρόχους κινητής τηλεφωνίας που απέτυχαν να κερδίσουν τις δημοπρασίες για άδειες δικτύων τρίτης γενιάς (3G), ώστε να τους επιτρέψει τη μετάδοση δεδομένων υψηλών ταχυτήτων. Κύριοι υποστηρικτές του EDGE είναι οι χειριστές GSM δικτύων της Βορείου Αμερικής, όπου τα δίκτυα GSM/GPRS έχουν έναν ισχυρό ανταγωνιστή, το δίκτυο CDMA-2000. Στην πλειοψηφία τους, οι υπόλοιποι χειριστές GSM δικτύων ανά τον κόσμο επικεντρώνουν τις προσπάθειες τους για αναβάθμιση στην εφαρμογή του προτύπου UMTS, αγνοώντας τελείως το EDGE ή εντάσσοντάς το στην περιοχή κάλυψης του UMTS. Ωστόσο, το υψηλό κόστος και η αργή απορρόφηση του UMTS οδήγησαν κάποιους δυτικοευρωπαίους χειριστές δικτύων GSM να επανεκτιμήσουν το EDGE ως λύση προσωρινής αναβάθμισης.

Αν και το EDGE δεν απαιτεί να γίνουν αλλαγές στο δίκτυο κορμού GSM, ωστόσο οι σταθμοί βάσης πρέπει να τροποποιηθούν. Είναι απαραίτητη η εγκατάσταση μιας μονάδας μετάδοσης συμβατής με το EDGE και η αναβάθμιση του συστήματος των σταθμών βάσης, ώστε αυτό να υποστηρίζει το EDGE. Επιπλέον, απαιτείται ανανέωση τόσο του υλικού όσο και του λογισμικού των κινητών τερματικών για την αποκωδικοποίηση / κωδικοποίηση του νέου σχήματος διαμόρφωσης μετατόπισης φάσης.

2.4.1.1 Η υπηρεσία EDGE

Η EDGE (ή GSM384) αποτελεί ένα άλλο πρότυπο για τη ταχύτερη μεταφορά δεδομένων μέσα από ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων που υποστηρίζει όπως προαναφέραμε είναι 384 kbps αν χρησιμοποιηθούν και οι 8 χρονικές σχισμές. Αν ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης είναι 384 kbps, τότε αυτό σημαίνει ότι αντιστοιχούν 45 kbps σε κάθε σχισμή. Υπό καλές συνθήκες (good propagation conditions), μπορούν να αναπτυχθούν ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες.

Η EDGE αναπτύχθηκε από την Ericsson με αρχικό σκοπό να παρέχει μια εναλλακτική λύση σε εκείνα τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, τα οποία δε θα μπορούσαν τελικά να μεταβούν στην τρίτη γενιά. Με την τεχνολογία EDGE παρέχεται η δυνατότητα στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας να προσφέρουν υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων με ταχύτητες που είναι πολύ κοντά στις ταχύτητες που επιτυγχάνονται από την τεχνολογία τρίτης γενιάς. Η βασική ιδέα που κρύβεται πίσω από την τεχνολογία EDGE είναι η αύξηση του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων στα φυσικά κανάλια των 200 kHz του GSM, χρησιμοποιώντας μια διαφορετική μέθοδο διαμόρφωσης του σήματος.

Ειδικότερα, ενώ οι υπηρεσίες HSCSD και GPRS χρησιμοποιούν την ίδια μέθοδο διαμόρφωσης σήματος με αυτή του κλασικού GSM, (συγκεκριμένα χρησιμοποιούν την GMSK - Gaussian Minimum Shift Keying), η EDGE βασίζεται σε μια διαφορετική μέθοδο διαμόρφωσης, την 8 - PSK (8 - Phase Shift Keying). Αυτή η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί κάθε φορά να προσαρμόζεται αυτόματα στα χαρακτηριστικά του ασύρματου καναλιού και έτσι να μπορεί, σε αποστάσεις κοντά στα BTSs(Base Transceiver Station) και υπό καλές συνθήκες διάδοσης, να προσφέρει μέχρι και τους μέγιστους ρυθμούς μετάδοσης. Η αλλαγή της μεθόδου διαμόρφωσης του σήματος από GMSK σε 8 PSK, αποτελεί την κεντρική αλλαγή η οποία προετοιμάζει τον κόσμο του GSM για τη μετάβαση στις κινητές τηλεπικοινωνίες τρίτης γενιάς.

Η τεχνολογία EDGE έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε η υλοποίησή της να είναι σχετικά απλή. Επειδή το μόνο που αλλάζει είναι η μέθοδος διαμόρφωσης, δε χρειάζονται νέες άδειες λειτουργίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ήδη υπάρχοντα φυσικά κανάλια, περιοχές συχνοτήτων και σχεδιασμοί κελιών. Το μόνο που χρειάζεται να προστεθεί, είναι ένας πομποδέκτης EDGE (EDGE transceiver) σε κάθε κελί και να γίνουν κάποιες ανανεώσεις

στο λογισμικό των BSCs(Base Station Controller) και των BTSs(Base Transceiver Station) . Ο πομποδέκτης EDGE μπορεί να χειρίζεται την κλασική κυκλοφορία GSM κανονικά και να μεταπηδά σε τρόπο λειτουργίαςEDGE μόλις χρειαστεί.

Οι κινητές συσκευές θα πρέπει επίσης να αναβαθμιστούν, έτσι ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν τη νέα τεχνολογία. Μερικές συσκευές EDGE αναμένεται ότι θα μπορούν να υποστηρίξουν τους μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων μόνο στα κανάλια καθόδου, ενώ άλλες θα μπορούν να λειτουργούν με τους ρυθμούς μετάδοσης EDGE και στα κανάλια ανόδου και στα κανάλια καθόδου. Στη δεύτερη περίπτωση, οι συσκευές αυτές θα πρέπει να υποστούν μεγαλύτερες αναβαθμίσεις στα τμήματα του πομπού και του δέκτη τους.

2.5 Δίκτυα τρίτης γενιάς - (3G)



Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση νέων υπηρεσιών καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά που εκτιμούν οι χρήστες όπως αξία που τους προσφέρει, ευκολία χρήσης και κόστος χρήσης, καθιστά αναγκαία τη μετάβαση σε ένα πιο εξελιγμένο δίκτυο ικανό να προσφέρει μια πλειάδα νέων υπηρεσιών. Η νέα τεχνολογία UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) έρχεται να συμπληρώσει, να εξελίξει και να επεκτείνει τις δυνατότητες επικοινωνίας των

συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας. Τα δίκτυα 3G αναμένεται να βελτιώσουν τις ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες και να αλλάξουν το τοπίο της νέας ψηφιακής οικονομίας.

Τα ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα 3ης γενιάς (3G) είναι η εξέλιξη των συστημάτων 2ης γενιάς για αυξημένες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και σημαντικά αυξημένη ευελιξία παροχής μεγάλου αριθμού υπηρεσιών στον ασύρματο χρήστη. Βασικός στόχος της ανάπτυξης των κινητών δικτύων 3ης γενιάς είναι η παροχή υπηρεσιών οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι ένας χρήστης των δικτύων αυτών, θα έχει τη δυνατότητα να μετακινείται οπουδήποτε και να εξυπηρετείται, ακόμα και σε γεωγραφικές περιοχές όπου η κάλυψη που παρέχεται δεν είναι από δίκτυο της 3ης γενιάς.

Αντίθετα με τις ισχύοντες ασύρματες τεχνολογίες, οι οποίες είναι βασισμένες σε διαφορετικά και ασύμβατα μεταξύ τους πρότυπα καθένα από τα οποία χρησιμοποιείται σε διαφορετικά μέρη του κόσμου, η τεχνολογία 3G έχει ένα σετ από πρότυπα τα οποία είναι συμβατά μεταξύ τους σε κάθε σημείο του κόσμου.

Τα συστήματα 3G παρέχουν λοιπόν ένα μεγάλο αριθμό υπηρεσιών στο χρήστη, χρησιμοποιώντας την αρχή του συστήματος συντεταγμένων (coordinate system). Με βάση αυτή την αρχή, οι υπηρεσίες παρέχονται με ενσύρματο, επίγειο ασύρματο ή δορυφορικό μέσο ανάλογα με την περίπτωση. Ο χρήστης είναι δυνατό να μην γνωρίζει τη συγκεκριμένη τεχνολογία που χρησιμοποιεί. Στην πλειοψηφία τους τα προτεινόμενα 3G συστήματα δεν θα επιτύχουν αυτή τη μορφή επικοινωνίας αφήνοντάς την για τα συστήματα 4ης γενιάς. Η κάλυψη σε όλα τα σημεία της γης είναι επιθυμητή, ενώ είναι αποδεκτό ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων δεν θα είναι διαθέσιμες παντού και πιθανόν δεν θα είναι διαθέσιμες στις μεγαλύτερες ταχύτητες κίνησης του συνδρομητή. Σε αυτές τις ταχύτητες ο ρυθμός μετάδοσης της πληροφορίας θα περιορίζεται στα 384 kbits/sec, ενώ για μικρότερες ταχύτητες να είναι 2 Mbits/sec.

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – ITU), πρότεινε ένα σύνολο από στόχους που πρέπει να πληροί ένα ασύρματο σύστημα 3^{ης} γενιάς, οι οποίοι ονομάζονται Διεθνείς Κινητές Τηλεπικοινωνίες για το έτος 2000 (International Mobile Communications – IMT-2000). Οι κυριότερες απαιτήσεις για όλα τα είδη των τεχνολογιών που πρέπει να πληρούνται από συστήματα 3^{ης} γενιάς είναι οι παρακάτω:

- Ποιότητα φωνής συγκρίσιμη με αυτή του δημόσιου επιλογικού δικτύου (PSTN).

- Ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξης των 144 Kbps για χρήστες σε ταχέως κινούμενα οχήματα σε μεγάλες περιοχές κάλυψης.
- Ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξης των 384 Kbps για πεζούς, είτε ακίνητους, είτε αργά κινούμενους σε μικρές περιοχές κάλυψης .
- Ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μέχρι τα 2.048 Mbps για χρήση μέσα σε γραφεία.
- Υποστήριξη υπηρεσιών μεταγωγής πακέτου και μεταγωγής κυκλώματος.
- Προσαρμογή της ασύρματης διασύνδεσης σύμφωνα με την ασύμμετρη φύση των πληροφοριών που μεταδίδονται από το internet, μεγαλύτερο εύρος ζώνης για την κάτω ζεύξη (downlink) από ότι για την άνω ζεύξη(uplink).
- Πιο αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου ράδιο-φάσματος.
- Υποστήριξη μεγάλης ποικιλίας κινητού εξοπλισμού.
- Ευέλικτη εισαγωγή νέων υπηρεσιών και τεχνολογιών.
- Πολυπλεξία υπηρεσιών με διαφορετικές απαιτήσεις ως προς την ποιότητα (π.χ. φωνή βίντεο, πακέτα δεδομένων) στην ίδια σύνδεση.
- Συνύπαρξη 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς συστημάτων και υποστήριξη διαπομπής μεταξύ των συστημάτων για βελτίωση της κάλυψης και εξισορρόπηση του τηλεπικοινωνιακού φορτίου.
- Συνύπαρξη FDD (Frequency Division Duplex) και TDD (Time Division Duplex) συσκευές είναι συνδυασμός της μονάδας του φορητού υπολογιστή και του κυτταρικού φορητού τηλεφώνου. Η υβριδική αυτή συσκευή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη για αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων, τηλε-ομοιοτυπία, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μετάδοση φωνής, καθώς επίσης δυνατότητες οργάνωσης και διαχείρισης της πληροφορίας.

Στο χώρο των επιχειρήσεων, η τεχνολογία 3G αναμένεται να επιφέρει μεγάλες αλλαγές καθώς προσφέρει αυξημένες δυνατότητες διαφήμισης και προσέλκυσης πελατών, ασφαλείς οικονομικές υπηρεσίες/συνδιαλλαγές, αναβαθμίζοντας έτσι τον τρόπο προώθησης προϊόντων στους τελικούς καταναλωτές. Η ταχύτητα, η αμεσότητα που προσφέρεται με την ανταλλαγή

εικόνων ή video πρόσθετα από λεκτικές περιγραφές και η δυνατότητα αποστολής ψηφιακών δεδομένων και υπογραφών σαφώς δίνουν νέες δυνατότητες σε σχέση με τα δίκτυα 2ης γενιάς.

Παραδείγματα επιχειρηματικών εφαρμογών αποτελούν:

- Προσδιορισμός θέσης – Πλοήγηση (Navigation).
- Προσωποποιημένα μηνύματα ήχου, βίντεο, εικόνας.
- Τηλεδιάσκεψη (Video Conferencing) .
- Online Ηλεκτρονικά Παιχνίδια (Online Video Games).
- Τηλεόραση & Ραδιόφωνο (Wireless Streaming Applications).
- Ομαδικές συνομιλίες (Chat & Dating) .
- Μουσική- Τραγούδια (Music-Ringtones Downloads) .
- Βίντεο-κλήση (Video call).
- Αποστολή Μηνυμάτων εμπλουτισμένων με εικόνα και ήχο (Multimedia Messaging).
- Ηλεκτρονικό πορτοφόλι (E-Wallet).
- Ηλεκτρονικό Εμπόριο (E-Commerce).
- Διακοπές – Ταξίδια (Holiday-Travel).

Πλεονεκτήματα

- Μεγαλύτερες ταχύτητες για την αποστολή και λήψη δεδομένων.
- Εμπλουτισμό της επικοινωνίας με εικόνα και ήχο σε πραγματικό χρόνο.
- Προσωποποίησης και διευθέτηση του περιεχομένου σύμφωνα με το προφίλ του χρήστη.
- Αυξημένη ασφάλεια συναλλαγών.
- Ενημέρωση και στοχευόμενη πληροφόρηση με τη βοήθεια μεθόδων εντοπισμού θέσης.
- Αμεσότητα στη πρόσβαση σε πληροφορία πλούσιου περιεχομένου.

Μειονεκτήματα

- **Ανάγκη για ενσωμάτωση διαφόρων τύπων ασύρματων δικτύων:** Τα σημερινά δίκτυα (συμπεριλαμβανομένων των δικτύων 3G) σχεδιάστηκαν για να παρέχουν φτηνές υπηρεσίες, μικρού εύρους ζώνης, σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Εντωμεταξύ, όμως, έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός άλλων τεχνολογιών, οι οποίες αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη δημοτικότητα, συμπεριλαμβανομένων των ασύρματων τοπικών δικτύων (π.χ. IEEE 802.11) και των δικτύων προσωπικής περιοχής (π.χ. Bluetooth), τα οποία σχεδιάστηκαν αρχικά σαν «απομονωμένα» δίκτυα. Σήμερα, είναι επιτακτική η ανάγκη αυτά τα δίκτυα να ενοποιηθούν, ώστε να παρέχουν διαφανείς (seamless) ασύρματες υπηρεσίες. Οι τελευταίες τάσεις της τεχνολογίας υποδεικνύουν ότι οι δικτυακές τεχνολογίες των επόμενων γενιών θα αποτελούνται από υψηλής ταχύτητας δίκτυα κορμού (backbone networks) με ασύρματα δίκτυα, συνδεδεμένα σε αυτά, να παρέχουν πρόσβαση στους χρήστες, ακόμα και όταν αυτοί βρίσκονται σε κίνηση.
- **Ανάγκη για την ενσωμάτωση των ασύρματων συστημάτων στα υπάρχοντα δίκτυα κορμού:** Οι πελάτες των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών απαιτούν ολοένα και περισσότερο την ασύρματη παροχή των υπηρεσιών που παραδοσιακά προσφέρονταν από ενσύρματα δίκτυα. Επομένως, τα μελλοντικά ασύρματα συστήματα θα πρέπει να παρέχουν τις υπηρεσίες τους στο χρήστη με διαφάνεια (transparency), κάτι το οποίο επιβάλλει την διασύνδεσή τους με τις υπάρχουσες σταθερές υποδομές, όπως το Internet και τα δίκτυα PSTN.
- **Η ανάγκη για υποστήριξη υπηρεσιών πολυμέσων:** Η ανάπτυξη του Internet και η εμφάνιση πολλών νέων εφαρμογών πολυμέσων (π.χ. μουσική, βίντεο, τηλεδιάσκεψη), έχει κάνει τις υπηρεσίες αυτές ιδιαίτερα ελκυστικές για τους χρήστες ασύρματων συστημάτων. Στα συστήματα 3G η μέγιστη υποστηριζόμενη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι 2Mbps. Αυτό το εύρος ζώνης δεν είναι αρκετό για την υποστήριξη πολλών από τις εφαρμογές πολυμέσων.
- **Ανάγκη για σύγκλιση στις χρησιμοποιούμενες υποδομές:** Σήμερα, οι ασύρματες επικοινωνίες δείχνουν μεγάλη προτίμηση στις υπηρεσίες φωνής. Όμως, ταυτόχρονα, η κίνηση δεδομένων αυξάνεται με σχεδόν εκθετικούς ρυθμούς και η τεχνολογίες IP

φαίνεται να επικρατούν. Η συντήρηση δύο ξεχωριστών υποδομών κορμού για φωνή και δεδομένα φαίνεται μη εφικτή. Άρα, η λύση φαίνεται να βρίσκεται στην χρήση βασιζόμενων στο IP ψηφιακών δικτύων μεταγωγής πακέτων (packet switched), τα οποία θα μπορούν να υποστηρίξουν φωνή, δεδομένα και κίνηση πολυμέσων και τα οποία θα επιτρέψουν την μείωση του κόστους της ανάπτυξης και συντήρησης των δικτύων υποδομής.

- **Ανάγκη για την υποστήριξη υψηλής κινητικότητας και φορητότητας των συσκευών:** Σήμερα, οι χρήστες απαιτούν να μπορούν να συνδέονται με δίκτυα και να επικοινωνούν με άλλους χρήστες ή συσκευές από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Τα συστήματα 3G δεν μπορούν να υποστηρίξουν ακόμα την απαιτούμενη διαφάνεια, όπως για παράδειγμα την δυναμική αλλαγή δικτυακών διευθύνσεων και θέσεων των συσκευών.
- **Ανάγκη για υποστήριξη δικτύων χωρίς υποδομή:** Τα υπάρχοντα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε προϋπάρχουσες υποδομές (σταθμούς βάσης, MSCs, APs) για την παροχή των υπηρεσιών τους. Το γεγονός αυτό περιορίζει την παροχή των υπηρεσιών τους σε προκαθορισμένες περιοχές. Παρόλα αυτά, σε πολλές περιπτώσεις οι δικτυακές υπηρεσίες απαιτούνται σε περιοχές που τέτοια υποδομή δεν είναι διαθέσιμη (ή τουλάχιστον όχι άμεσα). Η υποστήριξη και ενσωμάτωση δικτύων που δεν βασίζονται σε κάποια υποδομή είναι σημαντική σε τέτοιες περιπτώσεις.
- **Ανάγκη για υψηλότερες ταχύτητες:** Τα δίκτυα τρίτης γενιάς παρέχουν (στην καλύτερη περίπτωση) ταχύτητες ως 2 Mbps. Αν και οι ταχύτητες αυτές αρκετές για τις παραδοσιακές εφαρμογές, θα πρέπει να βελτιωθούν προκειμένου να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας των επόμενων δεκαετιών.
- **Αντιμετώπιση ύπαρξης διαφορετικών προτύπων:** Παρά το γεγονός ότι έχουν το πλεονέκτημα της υποστήριξης του πρωτοκόλλου IP και της κινητικότητας, τα δίκτυα τρίτης γενιάς έχουν το μειονέκτημα της ύπαρξης διαφορετικών προτύπων. Το μειονέκτημα αυτό περιορίζει την εύκολη περιαγωγή μεταξύ δικτύων βασισμένων σε διαφορετικά πρότυπα, και αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την κινητικότητα των χρηστών.

Τα συστήματα 3ης γενιάς που έχουν επικρατήσει μέχρι τώρα είναι:

- (α) UMTS στην Ευρώπη,
- (β) **CDMA2000** στην Βόρεια Αμερική και
- (γ) το NTT Docomo στην Ιαπωνία.

Παρά τον αρχικό στόχο της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (ITU) για ένα ενιαίο παγκόσμιο πρότυπο για τα συστήματα 3ης γενιάς, έχουν υποβληθεί προτάσεις στηριζόμενες σε πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου (TDMA) ή διαίρεσης κώδικα (CDMA). Η πλειοψηφία πάντως στηρίζεται σε τεχνολογία CDMA ευρείας ζώνης (WCDMA).

CDMA-2000

Το CDMA-2000 είναι τα 3G κινητά πρότυπα τηλεπικοινωνιών που χρησιμοποιούν CDMA, ένα πολλαπλάσιο σχέδιο πρόσβασης για ψηφιακό ραδιόφωνο, για να στείλει τη φωνή, στοιχεία (όπως ένας σχηματισμένος αριθμός τηλεφώνου) μεταξύ κινητού τηλέφωνα και των περιοχών κυττάρων (Cellular phone).

Το CDMA ή "η πολλαπλάσια πρόσβαση τμήματος κώδικα" είναι ένα ψηφιακό ραδιοφωνικό σύστημα που διαβιβάζει τα ρεύματα κομμάτια. Τα κανάλια διαιρούνται χρησιμοποιώντας τους κώδικες (Ακολουθίες-Sequences PN). Το CDMA επιτρέπει σε διάφορα ραδιόφωνα να μοιραστούν τις ίδιες συχνότητες. Αντίθετα από το TDMA "πολλαπλάσια πρόσβαση χρονικού τμήματος" που είναι ένα ανταγωνιστικό σύστημα χρησιμοποιούμενο μέσα GSM και Digital AMPS, όλα τα ραδιόφωνα μπορούν να είναι ενεργά όλη την ώρα, επειδή η ικανότητα των δικτύων δεν περιορίζει άμεσα τον αριθμό ενεργών ραδιοφώνων. Δεδομένου ότι οι μεγαλύτεροι αριθμοί τηλεφώνων μπορούν να εξυπηρετηθούν από τους μικρότερους αριθμούς κυττάρων-περιοχών. Τα CDMA έχουν ένα σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα πέρα από τα TDMA ή τα παλαιότερα κυψελοειδή πρότυπα που χρησιμοποίησαν FDMA -πολλαπλασιασμός συχνότητας-τμήματος.

Το CDMA-2000 έχει μια σχετικά μακροχρόνια τεχνική ιστορία, και υπολείμματα συμβατά με τις παλαιότερες μεθόδους τηλεφωνίας CDMA πρώτα αναπτύχθηκε κοντά στην Qualcomm, μια εμπορική επιχείρηση, που ήταν κάτοχος διάφορων βασικών διεθνών διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας στην τεχνολογία.

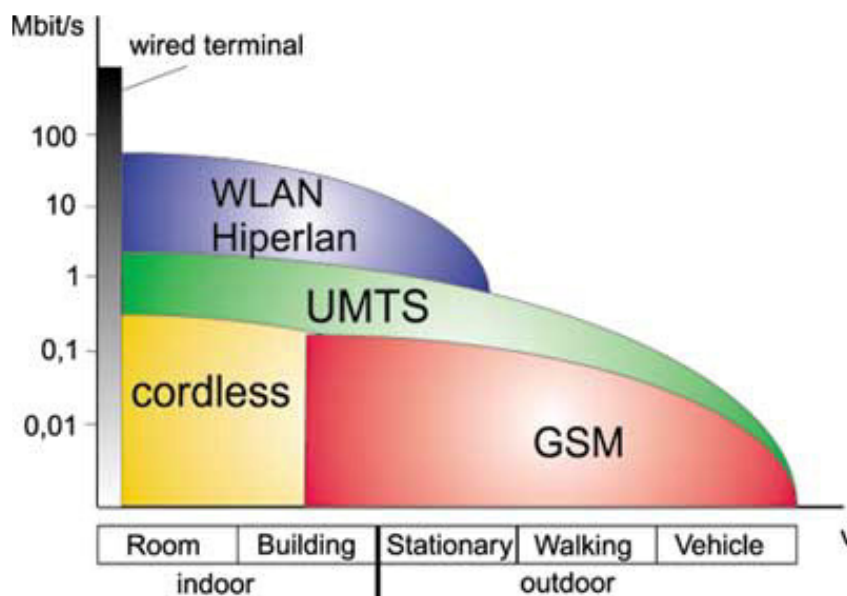
Επίσης είναι ασυμβίβαστος ανταγωνιστής των άλλων σημαντικών 3G προτύπων (UMTS). Το πρότυπο CDMA-2000 είναι βασισμένο στα παλαιότερα πρότυπα, πολλές αρχές σκέπτονται ότι τα ασυμβίβαστα πρότυπα CDMA υπάρχουν έτσι ώστε οι ΗΠΑ, οι ευρωπαϊκές και άλλες χώρες να βεβαιώσουν την προστασία μιας εγχώριας αγοράς και διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για τους κινητούς τηλεφωνικούς προμηθευτές τους.

Τα κύρια χαρακτηριστικά CDMA-2000 είναι:

- **Μέγιστη απόδοση:** Η απόδοση του CDMA-2000 από την άποψη των δεδομένων-ταχυτήτων, ικανότητα φωνής και καθυστερήσεις συνεχίζουν να ξεπερνούν στις εμπορικές επεκτάσεις άλλες συγκρίσιμες τεχνολογίες .
- **Αποδοτική χρήση του φάσματος:** Οι τεχνολογίες CDMA-2000 προσφέρουν την υψηλότερη απόδοση στη μετάδοση φωνής και δεδομένων χρησιμοποιώντας τη μικρότερη ποσότητα φάσματος, χαμηλώνοντας το κόστος της παράδοσης για τους χειριστές και παραδίδοντας αξιόπιστες υπηρεσίες για τους τελικούς χρήστες .
- **Υποστηρίζει τις προηγμένες υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας:** Το CDMA-2000 1xEV-DO επιτρέπει την παράδοση μιας ευρείας σειράς προηγμένων υπηρεσιών, όπως υψηλής απόδοσης VoIP, video-κλήσεις, μηνύματα πολυμέσων, online παιχνίδια με πλουσιοπάροχα τρισδιάστατα γραφικά.
- **Οι All-IP – CDMA-2000 τεχνολογίες:** Είναι συμβατές με το IP και έτοιμες να υποστηρίξουν τη σύγκλιση δικτύων. Σήμερα, οι χειριστές CDMA-2000 που έχουν επεκτείνει τις IP-based υπηρεσίες απολαμβάνουν περισσότερη ευελιξία και υψηλότερες αποδοτικότητες εύρους ζώνης, οι οποίες μεταφράζονται σε μεγαλύτερο έλεγχο και τη σημαντική μείωση κόστους .
- **Επιλογή συσκευών:** Το CDMA-2000 προσφέρει την ευρύτερη επιλογή των συσκευών και έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα δαπανών έναντι άλλων 3G τεχνολογιών για να ικανοποιήσει τις διαφορετικές ανάγκες αγοράς σε όλο τον κόσμο.
- **Συνεχής πορεία εξέλιξης:** Το CDMA-2000 έχει μια σταθερή και μακροπρόθεσμη πορεία εξέλιξης που στηρίζεται στην αρχή της backward and forward συμβατότητας, της in-band μετάβασης, και της υποστήριξης των διαμορφώσεων υβριδικών δικτύων.

- **Ευελιξία:** Τα CDMA-2000 συστήματα έχουν σχεδιαστεί για τις αστικές καθώς επίσης και απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές, για το σταθερό ασύρματο, ασύρματο τοπικό βρόχο (WLL), την περιορισμένη κινητικότητα και πλήρεις εφαρμογές mobility στις πολλαπλάσιες ζώνες φάσματος, συμπεριλαμβανομένων 450 MHz, 800 MHz, 1700 MHz, 1900MHz και 2100 MHz.

2.5.1 UMTS



Ο όρος UMTS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων «Universal Mobile Telecommunication System - Καθολικό Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών» και είναι η εφαρμογή της τεχνολογίας τρίτης γενεάς κινητής τηλεφωνίας (3G) που επιτρέπει την ύπαρξη νέων υπηρεσιών και τη μετάδοση δεδομένων (εικόνα και ήχο) με πολύ υψηλές ταχύτητες και σε πραγματικό χρόνο. Το πρόγραμμα για το UMTS άρχισε από τον ETSI(*European Telecommunications Standards Institute*) από την ομάδα εργασίας RACE (Έρευνα & Ανάπτυξη στις Προηγμένες Τεχνολογία Επικοινωνιών στην Ευρώπη) ενώ προτάθηκε το 1985 από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU). Μετά το 2001, άρχισε η ανάπτυξη των δικτύων 3ης γενιάς 3G/UMTS σε διάφορα μέρη ανά τον κόσμο. Σήμερα, περισσότερα από εξήντα 3G/UMTS

δίκτυα που χρησιμοποιούν την WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) τεχνολογία λειτουργούν σε 25 χώρες. Για την οργάνωση του όλου εγχειρήματος έχει θεσπιστεί ειδικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία 3GPP(Third Generation Partnership Project) ο οποίος έχει ως βασικό σκοπό την παρακολούθηση και η καθοδήγηση των εξελίξεων στην συγκεκριμένη τεχνολογική περιοχή.

Αρχικά το UMTS θεωρήθηκε ως ένα μοναδικό, ενοποιημένο και διεθνές πρότυπο. Στην πραγματικότητα όμως έχει διασπαστεί σε τρία ανταγωνιστικά, ξεχωριστά και ασύμβατα μεταξύ τους πρότυπα. Το πρώτο είναι το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών (Universal Mobile Telecommunication System - UMTS) βασισμένο στην τεχνολογία πολλαπλή πρόσβαση ευρείας ζώνης με πολύπλεξη κώδικα (**WCDMA**). Η λύση αυτή προτιμάται στις χώρες εκείνες που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα τεχνολογία GSM και αυτές βρίσκονται κυρίως στην Ευρώπη. Το άλλο σημαντικό πρότυπο είναι το CDMA-2000 που αποτελεί μια μετεξέλιξη του δεύτερης γενιάς CDMA IS-95 και το οποίο καθορίστηκε από τον οργανισμό 3GPP2, ο οποίος είναι διαφορετικός από τον 3GPP. Το τελευταίο λιγότερο γνωστό πρότυπο είναι το TD-SCDMA(Time Division Synchronous Code Division Multiple Access) που αναπτύχθηκε από την κυβέρνηση της Κίνας και τις εταιρίες Datung και Siemens και απευθύνεται κυρίως σε λειτουργικά του μέλλοντος. Ακόμα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το UMTS είναι επίσης γνωστό και ως 3GSM προκειμένου να μπορεί να διαφοροποιηθεί από άλλα ανταγωνιστικά προς αυτό πρότυπα, αλλά και να επισημανθεί η διασύνδεση της τεχνολογίας τρίτης γενιάς (3G) με τα δίκτυα GSM, τα οποία σχεδιάστηκε να διαδεχθεί.

CDMA και WCDMA

Η τεχνολογία του Code Division Multiple Access ή αλλιώς CDMA, είναι μια τεχνολογία πολλαπλής πρόσβασης (multiple access), στην οποία οι χρήστες, διαχωρίζονται με βάση μοναδικούς-αποκλειστικούς κώδικες, κάτι που σημαίνει ότι όλοι οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν στην ίδια συχνότητα και να μεταδώσουν ταυτόχρονα. Με την ταχεία ανάπτυξη της επεξεργασίας του σήματος (signal processing), έγινε πλέον εφικτή η χρήση της τεχνολογίας για τις ασύρματες επικοινωνίες, που αναφέρεται πλέον ως WCDMA και CDMA-2000.

Τα συστήματα CDMA είναι ευαίσθητα σε αυξήσεις της ισχύος μετάδοσης. Στην άκρη μιας κυψέλης, ένας χρήστης θα πρέπει να αυξήσει τη ισχύ μετάδοσής του στο σταθμό βάσης και αυτό θα οδηγήσει σε μια γενική υποβάθμιση ικανότητας στο δίκτυο. Η έννοια της «μαλακής» μεταγωγής αναπτύχθηκε για το CDMA έτσι ώστε η ισχύς μετάδοσης του χρήστη να μπορεί να παραληφθεί σε δύο ή περισσότερους σταθμούς βάσης και να συνδυαστεί έπειτα στο διακόπτη. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης είναι σε θέση να διαβιβάσει σε χαμηλότερο επίπεδο ισχύος, το οποίο θα μειώσει ενδεχομένως την παρεμβολή. Το μειονέκτημα είναι ότι αυξανόμενη σηματοδότηση απαιτείται στη «σπονδυλική στήλη»(backbone), έτσι ώστε ο αυστηρός έλεγχος της περιοχής «μαλακής» μεταγωγής να καθίσταται σημαντικός.

Μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα 3^{ης} γενιάς είναι η Ευρείας Ζώνη Πολλαπλή Πρόσβαση με Επιμερισμό Κώδικα, WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access. Έχει σχεδιαστεί για να παραδίδει υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας μετάδοσης δεδομένων και ιδιαίτερα πακέτα δεδομένων βασισμένα στο Internet. Φτάνει έναν ρυθμό μετάδοσης μέχρι 2Mbps σε περιβάλλον γραφείου και μέχρι τα 384 Kbps σε κινητό περιβάλλον. Υποστηρίζει επικοινωνίες, είτε με μέθοδο μεταγωγής πακέτου, είτε με μεταγωγή κυκλώματος, όπως πρόσβαση στο Internet και στις ενσύρματες τηλεφωνικές υπηρεσίες. Η WCDMA κάνει αποτελεσματική χρήση του ράδιο-φάσματος και δε χρειάζεται ανάθεση συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να παρέχει μεγαλύτερη χωρητικότητα και κάλυψη σε σχέση με τις τωρινές διασυνδέσεις. Είναι επίσης συμβατό με τις τεχνολογίες 2^{ης} γενιάς. Χρησιμοποιεί τη δομή (σηματοδοσία) του πρωτοκόλλου δικτύου παρόμοια με αυτή του GSM. Έτσι, η τεχνολογία GSM μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί σε WCDMA τεχνολογία 3^{ης} γενιάς σύμφωνα με την υλοποίηση του EDGE. Επίσης, στο WCDMA βασίζεται και το πρότυπο UMTS.

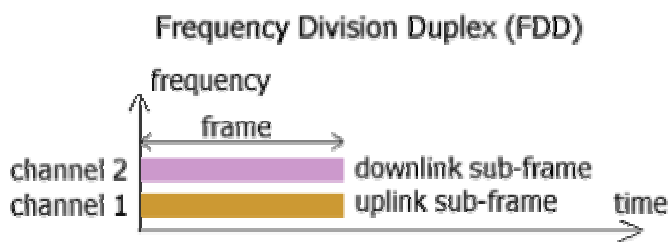
Η τεχνική WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε συστήματα κινητών επικοινωνιών με το UMTS. Η τεχνική WCDMA – FDD (Wideband Code Division Multiple Access – Frequency Division Duplex) είναι η τεχνική πολλαπλής πρόσβασης που χρησιμοποιείται στα δίκτυα κινητών τρίτης γενιάς. Αυτό σημαίνει ότι όλοι οι χρήστες που βρίσκονται μέσα σε μια κυψέλη εκπέμπουν και λαμβάνουν ταυτόχρονα στις ίδιες συχνοτήτες και ο καθένας διαθέτει δικό του κωδικό για να ξεχωρίζουν τα σήματα.

Η τεχνική WCDMA – **TDD** (Wideband Code Division Multiple Access – Time Division Duplex) έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό ότι η εκπομπή και η λήψη των κινητών γίνονται στην

ίδια συχνότητα, σε διαφορετικές όμως χρονοθυρίδες, με διαφορετικούς κωδικούς βεβαίως για κάθε χρήστη. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε για την εκμετάλλευση του αζευγάρωτου φάσματος που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για WCDMA-FDD.

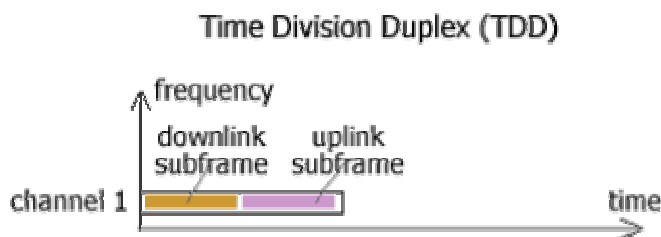
FDD

Η τεχνική Frequency Division Duplex σημαίνει ότι ο πομπός και ο δέκτης λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες φορέα.



TDD

Η τεχνική Time Division Duplex είναι η εφαρμογή του χρόνου-πολυπλεξίας που διαχωρίζει τη μετάβαση και την επιστροφή σήματος.



2.5.1.1 Πλεονεκτήματα UMTS

Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των UMTS δικτύων θεωρούνται οι αυξημένοι ρυθμοί μετάδοσης των δεδομένων και η ταυτόχρονη υποστήριξη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και φωνής. Το UMTS δίκτυο στην αρχική του φάση, θεωρητικά προσφέρει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως και 384 kbps σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα του χρήστη. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος οι ρυθμοί μετάδοσης αυξάνουν κατά πολύ φθάνοντας την τιμή των 2 Mbps.

Ενδεικτικά τα σημαντικότερα οφέλη της τεχνολογίας 3G:

- Οι βίντεο-κλήσεις είναι μια από τις πιο πολυσυζητημένες υπηρεσίες των δικτύων 3G.
- Οι υψηλές ταχύτητες ασύρματης μεταφοράς δεδομένων είναι ένα ακόμη από τα πλεονεκτήματα των δικτύων 3G.
- Οι υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων βοηθούν αρκετά στην πιο γρήγορη και άμεση χρήση διαφόρων multimedia εφαρμογών.
- Το video-streaming είναι μια ακόμη από τις υπηρεσίες που παρέχουν τα δίκτυα 3G.
- Υψηλής ποιότητας παιχνίδια, τα οποία παίζονται online σε πραγματικό χρόνο και ταυτόχρονα με άλλους παίκτες.
- Υπηρεσίες εύρεσης θέσεως, σε συνδυασμό με την τεχνολογία GPS, οι οποίες παρέχουν χάρτες τη περιοχής που βρισκόμαστε, εύρεση βέλτιστης διαδρομής προς τον προορισμό μας, γειτονικά σημεία ενδιαφέροντος κλπ.

Δομή δικτύων

Για να γίνει δυνατή η παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας οι πάροχοι κινητών υπηρεσιών διαιρούν τις κατά τόπους γεωγραφικές περιοχές σε χιλιάδες μικρές ανεξάρτητες περιοχές που ονομάζονται κυψέλες. Η κάθε κυψέλη από αυτές προϋποθέτει και την ύπαρξη Σταθμού Βάσης στην περιοχή της.

Τα σημεία τοποθέτησης των κεραιών κινητής τηλεφωνίας είναι κρίσιμα τόσο όσον αφορά στη ράδιο-κάλυψη και παροχή υπηρεσιών, όσο και σε θέματα ηλεκτρομαγνητικών εκπομπών. Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις σχετικά με τα σημεία τοποθέτησης των κεραιών. Πολλές υποστηρίζουν ότι οι κεραιές πρέπει να τοποθετούνται

περιμετρικά πάνω σε υψώματα και μακριά από κατοικημένες περιοχές. Η επικράτηση της άποψης αυτής ειδικότερα σε περιοχές μεγάλων αστικών κέντρων θα επέφερε τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα.

Οι κεραιές που βρίσκονται τοποθετημένες μακριά από κατοικημένες περιοχές για να μπορέσουν να καλύψουν μια συγκεκριμένη περιοχή, θα πρέπει να εκπέμπουν με πολύ μεγάλη ισχύ, γεγονός που είναι ανεπιθύμητο όσον αφορά στις ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές. Για παράδειγμα οι κεραιές ραδιοσταθμών που βρίσκονται τοποθετημένες σε υψώματα περιμετρικά των πόλεων, εκπέμπουν με ισχύ εκπομπής που ξεπερνά τις μερικές χιλιάδες Watts. Αντιθέτως, οι κεραιές που βρίσκονται εντός κατοικημένων περιοχών εκπέμπουν με ισχύ εκπομπής που δεν ξεπερνά στις περισσότερες περιπτώσεις τα 20 Watts. Από τις προδιαγραφές του συστήματος GSM, ένα δίκτυο αυτού του τύπου διαθέτει κυψελοειδή εξαγωνική δομή. Κάθε εξάγωνο αποτελεί και μια κυψέλη (cell), η οποία δεν μπορεί να επικαλύπτεται σημαντικά με κάποια άλλη γειτονική ή μη, του ίδιου δικτύου, διότι αυτό δημιουργεί παρεμβολή στο δίκτυο με αποτέλεσμα τη δυσλειτουργία των κινητών τηλεφώνων που βρίσκονται στην περιοχή αυτή.

Ο λόγος που δεν μπορούν να επικαλύπτονται οι κυψέλες οφείλεται στην αδυναμία επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων λειτουργίας (φερουσών συχνοτήτων) σε γειτονικές κυψέλες.

Ένα κινητό τηλέφωνο επικοινωνεί μόνο με τον Σταθμό Βάσης που βρίσκεται στην περιοχή του, μέσω του οποίου συνδέεται στο υπόλοιπο τηλεφωνικό δίκτυο (κινητό ή σταθερό). Η μέγιστη ισχύς εκπομπής του κινητού τηλεφώνου είναι 2 Watts για κινητό τηλέφωνο που λειτουργεί στα 900MHz και 1 Watt για κινητό τηλέφωνο που λειτουργεί στα 1800MHz.

Η ισχύς λειτουργίας του κινητού τηλεφώνου ρυθμίζεται από το δίκτυο και εξαρτάται από τη θέση αυτού σε σχέση με τη θέση της κεραιάς. Έτσι ένα κινητό τηλέφωνο που είναι απομακρυσμένο από την κεραιά με την οποία συνδέεται, εκπέμπει με πολύ μεγαλύτερη ισχύ από ένα κινητό που βρίσκεται κοντά στην κεραιά του σταθμού βάσης. Επομένως κινητό που βρίσκεται μακριά από τον ΣΒ του εκπέμπει πολύ μεγαλύτερα ποσά ακτινοβολίας στον χρήστη του, λόγω του ότι απαιτείται μεγαλύτερη ισχύς εκπομπής για να επικοινωνήσει με τον απομακρυσμένο ΣΒ. Αντιθέτως όσο πιο πυκνό είναι το δίκτυο σε ΣΒ τόσο μικρότερη ισχύς εκπομπής απαιτείται και από το ΣΒ και από το κινητό τηλέφωνο, επομένως τόσο το περιβάλλον όσο και οι χρήστες των τηλεφώνων δέχονται πολύ μικρότερα ποσά ΗΜ-ακτινοβολίας.

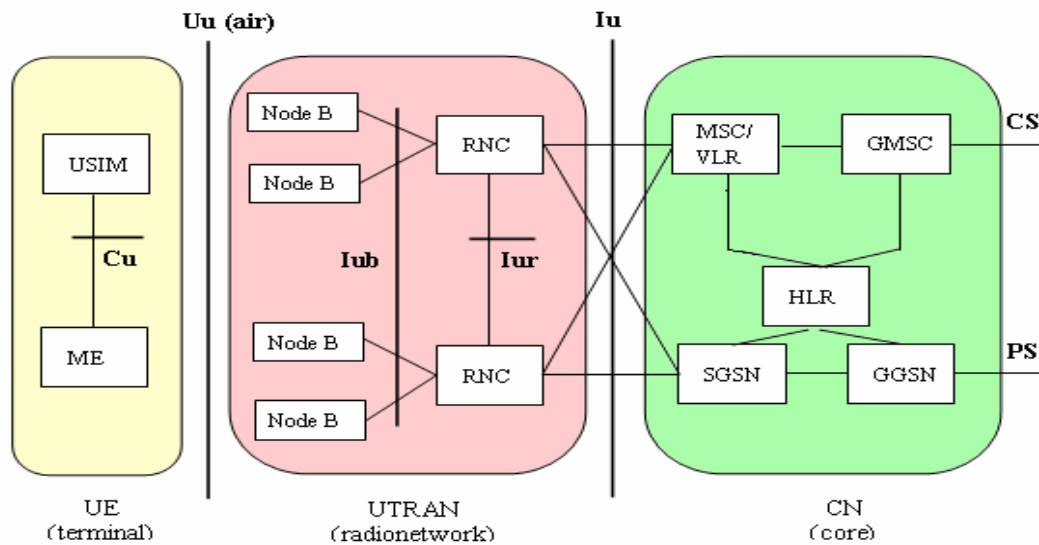
Εξαιτίας του περιορισμένου αριθμού συχνοτήτων που έχει στην κατοχή της η κάθε εταιρεία πάροχος κινητών επικοινωνιών, η κάθε κυψέλη (Σταθμός βάσης) του δικτύου μπορεί να εξυπηρετήσει μικρό και συγκεκριμένο αριθμό ταυτόχρονων κλήσεων από συνδρομητές, που ανέρχονται κατά μέσο όρο από 10 έως 50 ανά κυψέλη, ανάλογα με τη διαμόρφωση του Σταθμού βάσης. Έτσι για να εξυπηρετηθούν οι εκατομμύρια συνδρομητές που είναι χρήστες κινητών τηλεφώνων απαιτούνται πάρα πολλοί Σταθμοί , οι οποίοι εγκαθίστανται σε πυκνή διάταξη και έχουν χαμηλή ισχύ εκπομπής, έτσι ώστε να μην προκαλούν παρεμβολές στο δίκτυο.

Έτσι κάθε κυψέλη απαιτεί την ύπαρξη ενός Σταθμού βάσης ο οποίος παρέχει κάλυψη και χωρητικότητα σε μια μικρή περιοχή γύρω του, εκπέμποντας ακτινοβολία σχεδόν ίσης ποσότητας με αυτή ενός κινητού τηλεφώνου που λειτουργεί στη μέγιστη ισχύ του. Καθώς ένας χρήστης κινητού τηλεφώνου κινείται μέσα στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, η κλήση του πρέπει να μεταφέρεται από ένα Σταθμό στον γειτονικό του, προϋπόθεση που επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό του δικτύου.

2.5.1.2 Αρχιτεκτονική του δικτύου UMTS

Τρία είναι τα κύρια μέρη που αποτελούν ένα δίκτυο τρίτης γενιάς και είναι το UE(user equipment), το UTRAN (UMTS terrestrial radio-access network) και το CN(core network), με τις διεπαφές Uu και Iu να τα συνδέουν μεταξύ τους.

Το UMTS είναι δυνατό να διαιρεθεί σε υποσυστήματα αποτελούμενα από τις βασικές μονάδες, έτσι ώστε να δημιουργηθούν λειτουργικά ανεξάρτητα υποδίκτυα. Τα υποδίκτυα αυτά μπορούν να είναι είτε λειτουργικά από μόνα τους είτε μαζί με άλλα υποδίκτυα που διακρίνονται το ένα από το άλλο με ξεχωριστές ταυτότητες. Ένα τέτοιο υποδίκτυο καλείται UMTS PLMN (Public Land Mobile Network) και μπορεί να συνδεθεί με άλλα PLMNs όπως επίσης και με άλλους τύπους δικτύων, όπως το ISDN, το PSTN, το Internet και άλλα εξωτερικά δίκτυα.



User Equipment (UE)

Αποτελείται από δύο διαφορετικές υπό-μονάδες που συνδέονται μεταξύ τους με τη διεπαφή **Cu** :

- Το **Mobile Equipment** ή απλά **ME** που είναι το ράδιο-τερματικό που χρησιμοποιείται για τη ραδιοεπικοινωνία διαμέσου της διεπαφής **Uu**.
- Το **UMTS Subscriber Identity Module (USIM)** είναι μια έξυπνη κάρτα που περιέχει την ταυτότητα του συνδρομητή, εκτελεί αλγορίθμους πιστοποίησης και παρέχει κλειδιά πιστοποίησης και κρυπτογράφησης όπως και κάποιες πληροφορίες συνδρομής που χρειάζονται για το τερματικό.
- Η **διεπαφή Cu** είναι η ηλεκτρική διεπαφή που διασυνδέει τη USIM με το ME. Η διεπαφή αυτή ακολουθεί μια συγκεκριμένη τυποποίηση για κάρτες.

2.5.1.2.1 UMTS Terrestrial Radio Access Network ή UTRAN

Το UTRAN αποτελείται από ένα ή περισσότερα υποδίκτυα RNS (Radio Network Sub-systems). Ένα RNS είναι ένα υποδίκτυο αποτελούμενο από ένα Radio Network Controller ή RNC (Ελεγκτή Σταθμών Βάσης) και ένα ή περισσότερα Node B (σταθμοί βάσης στο UMTS). Τα RNS συνδέονται μεταξύ τους μέσω της διεπαφής Iur, ενώ με τους σταθμούς βάσης μέσω της Iub. Επίσης το UTRAN συνδέεται με το CN μέσω της διεπαφής Iu.

Πριν εισαχθεί μια πιο λεπτομερής περιγραφή των δικτυακών στοιχείων του UTRAN παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά του UTRAN που συνάμα αποτελούν τις κύριες απαιτήσεις για το σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, των λειτουργιών και των πρωτοκόλλων του UTRAN :

- Υποστήριξη του UTRAN. Ειδικά, η κύρια επιρροή στο σχεδιασμό του UTRAN ήταν η απαίτηση της υποστήριξης του soft handover (ένα τερματικό συνδέεται στο δίκτυο διαμέσου δύο ή περισσότερων ενεργών κυψελών) και των ειδικών για το WCDMA Αλγορίθμων Διαχείρισης Ράδιο-πόρων (Radio Resource Management Algorithms).
- Μεγιστοποίηση των ομοιοτήτων στο χειρισμό των packet-switched και circuit-switched δεδομένων, με μια ενιαία στοίβα πρωτοκόλλων διεπαφής του αέρα και με την χρήση της ίδιας διεπαφής για τη σύνδεση από το UTRAN τόσο στην PS, όσο και στην CS περιοχή του δικτύου κορμού.
- Μεγιστοποίηση των ομοιοτήτων με το GSM, όπου αυτό είναι δυνατό.
- Χρήση της ATM (Asynchronous Transfer Mode) μετάδοσης ως τον κύριο μηχανισμό μετάδοσης στο UTRAN.

Node B

Ο σταθμός βάσης του δικτύου UMTS ονομάζεται Node B και είναι υπεύθυνος για τις παρακάτω λειτουργίες:

- Διάθεση Ραδιοπόρων
- Μετάδοση / Λήψη στο εναέριο μέσο (Air interface Transmission / Reception)
- Κωδικοποίηση φυσικών καναλιών (CDMA Physical Channel coding)

- Διαμόρφωση / Αποδιαμόρφωση (Modulation / Demodulation)
- Μετρήσεις ποιότητας και στάθμης του σήματος (Quality Measurements and signal level)
- Έλεγχος ισχύος εκπομπής τερματικού (Inner loop power control)
- Υποστήριξη μεταπομπών (softer και soft)
- Διαχείριση λαθών (Error Handling)

RNC - Radio Network Controller

Ο ελεγκτής σταθμών βάσης στο δίκτυο UMTS ονομάζεται RNC (Radio Network Controller) και είναι υπεύθυνος για τις παρακάτω λειτουργίες :

- Διαχείριση των ράδιο-μέσων με τη διάθεση της απαραίτητης χωρητικότητας για τη μεταφορά των δεδομένων και υποστήριξη σηματοδότησης για ενεργοποίηση κλήσης.
- Διάθεση των κωδικών WCDMA που θα χρησιμοποιήσουν ο Node B και το UE στη μεταξύ τους επικοινωνία, έτσι ώστε να μην υπάρξουν παρεμβολές από άλλους ασύρματους συνδέσμους Channelisation (OVSF) .
- Έλεγχος ποιότητας των υπηρεσιών (Quality of Service).
- Σύνδεση με το δίκτυο κορμού (Core Network) μέσω των διεπαφών IuPS και IuCS για την παροχή υπηρεσιών, εφαρμογών και σύνδεση με το διαδίκτυο, καθώς επίσης και με άλλα εξωτερικά δίκτυα.

Υπάρχουν τρεις ρόλοι για τον RNC ως προς τους σταθμούς βάσης και τα κινητά τερματικά :

- Για κάθε σταθμό βάσης υπάρχει ένας **Controlling RNC (CRNC)** και είναι αυτός στον οποίο καταλήγει η Iub διεπαφή του. Είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο φορτίου και συμμόρφωσης των σχετικών κελιών και πραγματοποιεί έλεγχο εισόδου και διανομή κωδικών σε κάθε νέο χρήστη, που θέλει να συνδεθεί σε αυτά τα κελιά.
- Ο **Serving RNC (SRNC)**, ο οποίος είναι μοναδικός για κάθε UE, είναι αυτός που τερματίζει τη διεπαφή Iu για την μετάδοση πληροφορίας του χρήστη με το υπόλοιπο

δίκτυο, όπως επίσης και το Radio Resource Control Signaling, που είναι το πρωτόκολλο σηματοδότησης μεταξύ του UE και του UTRAN.

- Ο **Drift RNC (DRNC)**, ο οποίος χρησιμεύει στην περίπτωση της μεταπομπής. Όπου χρησιμοποιείται ο DRNC τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω αυτού χρησιμοποιώντας το interface Iur.

CN - Core Network

Το Core Network (CN) είναι το δίκτυο κορμού του UMTS συστήματος και χωρίζεται σε 2 πεδία. Το **πεδίο μεταγωγής κυκλώματος** το οποίο παρέχει συνδέσεις για υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος, όπως οι υπάρχουσες τηλεφωνικές υπηρεσίες ISDN και PSTN για παράδειγμα, καθώς και το **πεδίο μεταγωγής πακέτου** το οποίο παρέχει συνδέσεις για υπηρεσίες μεταγωγής πακέτου. Το Internet αποτελεί παράδειγμα τέτοιας υπηρεσίας.

Στο πεδίο μεταγωγής κυκλώματος ανήκουν τα ακόλουθα στοιχεία:

- **Mobile services Switching Center (MSC):** Είναι η μεταγωγή που εξυπηρετεί τον εξοπλισμό χρήστη (UE) στην τρέχουσα θέση του για υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος (CS).
- **Visitor location register (VLR) :** Είναι βάση δεδομένων που όπως και το MSC εξυπηρετεί τον εξοπλισμό χρήστη(UE). Η VLR λειτουργία κρατά ένα αντίγραφο του προφίλ υπηρεσιών του επισκέπτοντος χρήστη, όπως επίσης περισσότερο ακριβείς πληροφορίες της θέσης του UE εντός του εξυπηρετούντος συστήματος. Το μέρος του δικτύου που εισχωρείτε μέσω του MSC/VLR συχνά αναφέρεται σαν CS domain (κυριότητα CS).
- **Gateway MSC:** Είναι η μεταγωγή στο σημείο όπου το UMTS PLMN διασυνδέεται με εξωτερικά δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος (external CS networks). Όλες οι εισερχόμενες και οι εξερχόμενες συνδέσεις μεταγωγής κυκλώματος περνούν διαμέσου του GMSC.

Ενώ στο πεδίο μεταγωγής πακέτου ανήκουν τα εξής :

- **GPRS Support Node (SGSN):** Τυπικά χρησιμοποιείται για υπηρεσίες Μεταγωγής Πακέτου (Packet Switched). Το μέρος του δικτύου που προσπελαίνεται μέσω του SGSN συχνά αναφέρεται σαν PS domain (κυριότητα PS).
- **Gateway GPRS Support Node (GGSN):** Η λειτουργία του είναι όμοια με αυτή του GMSC αλλά σε σχέση με Packet Switched υπηρεσίες.

Μερικά στοιχεία του δικτύου όπως HLR, VLR και AUC υπάρχουν και στα 2 πεδία.

- **To HLR (Home Location Register):** Είναι μια βάση δεδομένων η οποία υπάρχει στο δίκτυο έτσι ώστε να είναι δυνατή η εύρεση του συνδρομητή ανά πάσα στιγμή. Άρα ο HLR συγκρατεί πληροφορία για να είναι εφικτή η δρομολόγηση κλήσεων προς το κινητό τερματικό που εξυπηρετείται από ένα MSC. Έτσι για κάθε συνδρομητή ανοίγει ένα αρχείο το οποίο καταγράφει λεπτομέρειες οι οποίες αφορούν τον ίδιο τον συνδρομητή καθώς και την θέση του. Κάθε φορά που ο συνδρομητής μετακινείται μέσα στο δίκτυο σε διαφορετικό MSC/VLR το κινητό στέλνει πληροφορία στο δίκτυο για την νέα του θέση χωρίς ο συνδρομητής να καταλάβει τίποτα. Πρέπει να αναφερθεί ότι σε αυτή την βάση δεδομένων καταγράφονται μόνιμα όλοι οι συνδρομητές του δικτύου.
- **Authentication Center (AuC):** Αποτελεί έναν κόμβο που είναι συσχετισμένος με έναν HLR. Ο κόμβος αυτός αποθηκεύει πληροφορίες ταυτοποίησης και κρυπτογράφησης για τους συνδρομητές. Οι πληροφορίες αυτές φορτώνονται στον κόμβο κατά την έναρξη της συνδρομής από τον χρήστη.

2.5.1.3 Κανάλια του UMTS

Τα κανάλια UMTS στο UE διαιρούνται σε ιεραρχία τριών-στρωμάτων:

- ✓ τα λογικά κανάλια
- ✓ τα κανάλια μεταφοράς
- ✓ τα φυσικά κανάλια

2.5.1.3.1 Λογικά κανάλια

- **Broadcast control channel (BCCH):** Είναι ένα downlink κανάλι που μεταφέρει όλες τις πληροφορίες του γενικού συστήματος που χρειάζεται το UE για να επικοινωνήσει με το δίκτυο
- **Paging control channel(PCCH):** Είναι ένα κανάλι downlink που μεταφέρει πληροφορίες σελίδας από το δίκτυο για να πληροφορήσει το χρήστη ότι υπάρχει αίτημα επικοινωνίας
- **Common traffic channel (CTCH):** Αυτό είναι ένα κανάλι downlink που φέρνει πληροφορίες που απευθύνονται σε χρήστες σε μια ομάδα συγκεκριμένων UEs.
- **Common control channel (CCCH):** Αυτό είναι ένα κανάλι, και για uplink και downlink σύνδεση, το οποίο φέρνει τις πληροφορίες ελέγχου από το δίκτυο σε UEs που δεν έχουν οποιαδήποτε καθορισμένα κανάλια.
- **Dedicated traffic channel (DTCH):** Αυτό είναι ένα αμφίδρομο, από σημείο σε σημείο κανάλι, που αφιερώνεται σε ένα UE, για τη μεταφορά των πληροφοριών χρηστών.
- **Dedicated control channel (DCCH):** Αυτό είναι ένα αμφίδρομο, από σημείο σε σημείο κανάλι που διαβιβάζει τις ειδικές πληροφορίες ελέγχου μεταξύ του δικτύου και ενός UE.

2.5.1.3.2 Κανάλια μεταφοράς

Τα κανάλια μεταφοράς είναι αυτά που προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα μεταφερθούν τα δεδομένα από το επίπεδο φυσικού μέσου. Υπάρχουν δύο ειδών κανάλια αυτού του τύπου, τα **αποκλειστικά κανάλια ή dedicated channels** και τα **κοινά ή common channels**. Η βασική διαφορά τους είναι ότι τα κοινά κανάλια διαμοιράζονται από κοινού σε όλους τους χρήστες ή σε μία ομάδα χρηστών σε μία κυψέλη. Αντίθετα τα αποκλειστικά κανάλια δεσμεύονται από ένα χρήστη κάθε φορά και χαρακτηρίζονται από ένα συγκεκριμένο κώδικα σε μία συγκεκριμένη συχνότητα.

- **Broadcast Channel (BCH).** Είναι ένα transport channel, το οποίο χρησιμοποιείται για να μεταδοθεί πληροφορία ειδικά στο UTRA δίκτυο ή σε κάποια συγκεκριμένη κυψέλη,

κυρίως για τους διαθέσιμους κώδικες τυχαίας πρόσβασης (random access codes) και τις σχισμές πρόσβασης (access slots).

- **Paging Channel (PCH).** Είναι ένα downlink transport channel, το οποίο μεταφέρει κατάλληλα δεδομένα για τη διαδικασία σελιδοποίησης, η οποία είναι, όταν το δίκτυο θέλει να επικοινωνήσει με το τερματικό. Το απλούστερο παράδειγμα είναι μια φωνητική κλήση προς το τερματικό.
- **Random Access Channel (RACH).** Χρησιμοποιείται στο UL για να μεταδώσει πληροφορίες από το κινητό στο δίκτυο, όπως για την αίτηση εγκατάσταση σύνδεσης, αλλά και για αποστολή μικρών διαστάσεων πακέτων.
- **Forward Access Channel (FACH).** Λειτουργεί μόνο ως downlink. Έχει τη δυνατότητα για μετάδοση με διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων και συνήθως μεταφέρει λογικά κανάλια ελέγχου τα οποία απευθύνονται σε συγκεκριμένους UE.
- **Common Packet Channel (CPCH).** είναι μια επέκταση του RACH channel, η οποία ως σκοπό της έχει να μεταφέρει δεδομένα χρήστη που βασίζονται σε πακέτα, προς την κατεύθυνση του uplink.
- **Downlink Shared Channel (DSCH).** χρησιμοποιείται για την μεταφορά δεδομένων του χρήστη και πληροφορίας για το τερματικό, ακριβώς όπως το αποκλειστικό κανάλι, με την μόνη διαφορά ότι σε αυτό έχουν ταυτόχρονη πρόσβαση πολλοί χρήστες.
- **High Speed Downlink Shared Channel (HS-DSCH).** Είναι μια προέκταση του DSCH καναλιού προκειμένου να παρέχει στο HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) ένα καινούργιο χαρακτηριστικό. Μπορεί να πετύχει ρυθμούς μετάδοσης θεωρητικά μέχρι και 14 Mb/s.

2.5.1.3.3 Φυσικά κανάλια

Τα φυσικά κανάλια είναι αυτά που προσδιορίζουν τα ακριβή χαρακτηριστικά του φυσικού μέσου. Αυτό γιατί αποτελούν τα κανάλια τα οποία χρησιμοποιούνται στο επίπεδο φυσικού

μέσου της ασύρματης διεπαφής. Το φάσμα συχνοτήτων που διατίθεται σε αυτά τα κανάλια μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους. Στη λειτουργία FDD, οι ανερχόμενοι και οι κατερχόμενοι σύνδεσμοι έχουν το δικό τους κανάλι συχνοτήτων. Αντίθετα, στη λειτουργία TDD υπάρχει μόνο ένα κανάλι συχνοτήτων το οποίο χωρίζεται σε timeslots.

2.5.1.4 Διεπαφές στο UMTS

Οι προδιαγραφές UMTS είναι δομές οι οποίες διασφαλίζουν ότι η εσωτερική λειτουργικότητα των στοιχείων του δικτύου δεν είναι λεπτομερώς καθορισμένη. Αντί αυτού ορίζονται, οι διεπαφές μεταξύ του λογικού δικτύου και των στοιχείων.

Καθορίζονται οι παρακάτω κύριες ανοιχτές διεπαφές:

- **Διεπαφή Cu:** Πρόκειται για μια ηλεκτρική διεπαφή μεταξύ της έξυπνης κάρτας USIM και του Κινητού Εξοπλισμού (ME). Η διεπαφή εμφανίζεται σε μια τυποποιημένη μορφή για έξυπνες κάρτες.
- **Διεπαφή Uu:** Πρόκειται για την ραδιοκυματική διεπαφή του WCDMA. Η Uu είναι η διεπαφή έσω της οποίας ο εξοπλισμός χρήστη (UE) έχει πρόσβαση στο σταθερό τμήμα του συστήματος και γι' αυτό το λόγο είναι, ίσως, η σημαντικότερη ανοικτή διεπαφή στο UMTS. Πιθανώς υπάρχουν περισσότεροι κατασκευαστές UE από κατασκευαστές σταθερών δικτύων.
- **Διεπαφή Iu:** Συνδέει το UTRAN με το Κεντρικό Δίκτυο (CN). Όπως ακριβώς και οι αντίστοιχες διεπαφές στο GSM, A (Κυκλωματο-μεταγωγική) και GB (μεταγωγή πακέτων δεδομένων), η ανοιχτή διεπαφή Iu δίνει τη δυνατότητα στους παρόχους UMTS τη δυνατότητα να αποκτήσουν το UTRAN και το CN από διαφορετικούς κατασκευαστές. Ο ανταγωνισμός που προέκυψε σε αυτό τον τομέα υπήρξε ένας από τους παράγοντες επιτυχίας του GSM.
- **Διεπαφή Iur:** Η ανοιχτή διεπαφή Iur επιτρέπει την μεταπομπή μεταξύ του ελεγκτή ραδιοφωνικού δικτύου (RNC) από διαφορετικούς κατασκευαστές και συμπληρώνει γι' αυτό το λόγο την ανοικτή διεπαφή Iu.

- **Διεπαφή Iub:** Η διεπαφή Iub συνδέει ένα Node B και ένα RNC. Το γεγονός ότι η διεπαφή στηρίζεται στην ενσύρματη επικοινωνία, της δίνει την δυνατότητα να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους όπως, το ETSI STM-1, STM-4, SONET STS-3c, ITU STS-1 κ.α. Επίσης πάνω από το επίπεδο αυτό, το επίπεδο ζεύξης δεδομένων υλοποιείται με το ATM πρωτόκολλο. Το ATM χρησιμοποιείται σε όλες τις ενσύρματες διεπαφές του UMTS, καθώς αποτελεί ένα πανίσχυρο πρωτόκολλο που μπορεί να χειριστεί όλους τους τύπους των κινήσεων όπως σύγχρονες – ασύγχρονες και μεταγωγή κυκλώματος ή πακέτου.

Ορισμένες από τις προδιαγραφές ασφαλείας που προσφέρονται σε ένα δίκτυο UMTS είναι οι ακόλουθες:

- εμπιστευτικότητα των δεδομένων του χρήστη – προστασία από υποκλοπή μέσω του ραδιογραφικού καναλιού μεταξύ του κινητού τηλεφώνου και του βασικού σταθμού αλλά όχι και στο δίκτυο πίσω από αυτόν.
- εμπιστευτικότητα των δεδομένων κίνησης – κανένας υποκλοπέας δεν καταφέρνει να αναγνωρίσει την ταυτότητα του κινητού τηλεφώνου χρησιμοποιώντας το ραδιογραφικό κανάλι ούτε να εγκαταστήσει μια σύνδεση μεταξύ 2 βασικών σταθμών της ίδιας σύνδεσης.
- ακεραιότητα δεδομένων – τα δεδομένα ελέγχου δεν μπορούν να αλλαχθούν όχι όμως και του χρήστη (επικύρωση και εξουσιοδότηση - authentication και authorization).
- πιστοποίηση και εξουσιοδότηση του χρήστη – η χρήση του δικτύου είναι δυνατή μόνο από εγγεγραμμένους (registered) χρήστες που χρεώνονται για τον λογαριασμό τους με έγκριση από τον διαχειριστή του δικτύου. Με άλλα λόγια εξασφαλίζεται ότι οι διαχειριστές (operators) των δικτύων πληρώνονται για τη παροχή των υπηρεσιών τους και ότι κανένας άλλος δεν χρησιμοποιεί το δίκτυο παρεκτός του εγγεγραμμένου χρήστη με το δικό του λογαριασμό.
- authentication δικτύου – το δίκτυο γνωρίζει ότι είναι συνδεδεμένο με εξουσιοδοτημένο χρήστη.
- διαλειτουργικότητα και ευελιξία

Οι κυριότερες αδυναμίες, στην προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων, στα δίκτυα UMTS είναι οι ακόλουθες :

- Τα κλειδιά ακεραιότητας (integrity keys) που χρησιμοποιούνται μεταξύ του εξοπλισμού του χρήστη (UE) και του ελεγκτή του ασύρματου δικτύου (Radio Network Controller – RNC) μεταδίδονται μη κρυπτογραφημένα στον δεύτερο αλλά και μερικές φορές και μεταξύ των ελεγκτών.
- Δεν προσφέρεται ακεραιότητα στα δεδομένα του χρήστη.
- Για ένα μικρό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μετάδοσης, τα δεδομένα που μεταδίδονται είναι απροστάτευτα και γι' αυτό το λόγο εκτεθειμένα στην χωρίς άδεια μετατροπή ή ακόμα και καταστροφή τους.

Σημειώνεται ότι δύο είναι τα κύρια στοιχεία που χαρακτηρίζουν το επίπεδο ασφαλείας σε μία σύνδεση. Το πρώτο είναι ο ίδιος ο αλγόριθμος και το 2ο το μήκος του κλειδιού που χρησιμοποιείται από τον αλγόριθμο για την κρυπτογράφηση σημάτων και δεδομένων.

2.6 Δίκτυα 3.5G γενιάς

Τα δίκτυα 3^{ης} και 4^{ης} γενιάς, συνδέονται με μία ενδιάμεση γενιά, την 3.5G. Η γενιά αυτή περιλαμβάνει τα δίκτυα εκείνα όπου, εκτός από την τεχνολογία WCDMA, έχουν ενσωματώσει και την τεχνολογία High Speed Downlink Packet Access (HSDPA). Το πρότυπο αυτό, αφορά την μετάδοση πακέτων από το σταθμό βάσης προς το χρήστη (downlink) με ρυθμό 5 φορές μεγαλύτερο του UMTS και 15 φορές μεγαλύτερο του GPRS. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι από τα 2 Mbps που μπορεί να προσφέρει το UMTS ο ρυθμός μπορεί να φτάσει θεωρητικά μέχρι και τα 14.4 Mbps. Το HSDPA θεωρείται ως μια εξέλιξη του UMTS προτύπου, παρέχοντας στους χρήστες υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων και μεγαλύτερη χωρητικότητα, με ένα τρόπο ανάλογο με αυτό που προσφέρει το EDGE πρότυπο συγκρινόμενο με το GSM. Παρόλο που κάποια μέρη του προτύπου αυτού θεωρούνται απλά στο να υλοποιηθούν με το υπάρχον υλικό (hardware), το HSDPA σαν γενικότερη έννοια απαιτεί επανασχεδιασμό στην αρχιτεκτονική του δικτύου και αναβάθμιση στο

υλικό, όπως αυτό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στους σταθμούς βάσης. Οι τελευταίοι, θα πρέπει να είναι ικανοί όχι μόνο να λειτουργούν αποδοτικά με τέτοιους υψηλούς ρυθμούς δεδομένων, αλλά και να υποστηρίζουν τη λειτουργία περισσότερο πολύπλοκων πρωτοκόλλων. Η λειτουργία του HSDPA στηρίζεται στο γεγονός ότι αντί να χρησιμοποιούνται ξεχωριστά Dedicated Channel (DCH) κανάλια για την αποστολή δεδομένων, θα χρησιμοποιείται ένα Downlink Shared Channel (DSCH) κανάλι το οποίο θα μοιράζονται μεταξύ τους οι χρήστες για την μεταφορά των πακέτων. Το κανάλι αυτό έχει πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης (bandwidth) και για το λόγο αυτό καλείται high-speed DSCH (HS-DSCH).

2.6.1 HSPA

Η τεχνολογία του προτύπου HSPA (High Speed Packet Access), η οποία ανήκει στη γενιά 3.5G, αποτελείται από δύο πρωτόκολλα: το **HSDPA** (Downlink) και το **HSUPA** (Uplink).

2.7.1.1 HSDPA

Το HSDPA ή High-Speed Downlink Packet Access είναι η τεχνολογία, που επιτρέπει τη σημαντική αύξηση του ρυθμού μεταφοράς των δεδομένων, καθώς και τη βελτιστοποίηση της χωρητικότητας σε δίκτυα WCDMA. Πολλές φορές αναφέρεται και ως τεχνολογία 3.5G, αφού ουσιαστικά αναβαθμίζει τις υπηρεσίες τρίτης γενιάς, παρέχοντας στους χρήστες συμβατών τερματικών να «λαμβάνουν» αρκετά πιο γρήγορα τις επιθυμητές πληροφορίες. Σε πρώτη φάση η ταχύτητα λήψης των πληροφοριών με την χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι έως και τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτήν που παρέχουν τα δίκτυα 3G - και πλέον μπορεί να συγκριθεί με αυτή μιας σχετικά γρήγορης σταθερής «γραμμής» ADSL. Υπολογίζεται ότι η μέσος ρυθμός λήψης δεδομένων με την τεχνολογία HSDPA κυμαίνεται μεταξύ 550kbps και 1100kbps, όταν πρακτικά η τεχνολογία WCDMA προσέφερε ταχύτητες της τάξης των 384kbps. Αξιοποιώντας τις ικανότητες του HSDPA, οι πάροχοι έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν στους πελάτες τους «απαιτητικές» υπηρεσίες όπως on-demand streaming video, ταινίες, ολοκληρωμένα μουσικά κομμάτια κ.α.

Γενικότερα, η τεχνολογία HSDPA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποδοτική υλοποίηση των υποσχέσεων που εισήγαγαν τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς, όπως

αυτά έχουν περιγραφεί από τα πρότυπα που έχει θέσει ο οργανισμός 3GPP. Επιπρόσθετα, οι υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων βελτιώνουν τις υπηρεσίες streaming περιεχομένου (εικόνας και ήχου) σε μεριζώμενα κανάλια κατερχόμενης ζεύξης (downlink), ενώ η μείωση του χρόνου πλήρους διαδρομής (roundtrip time) βελτιστοποιεί την χρήση εφαρμογών πλοήγησης σε ιστοσελίδες του Διαδικτύου.

Η χαμηλή λανθάνουσα καθυστέρηση (low latency) είναι ένα από τα πιο σημαντικά γνωρίσματα της τεχνολογίας HSDPA. Η εγγυημένα μικρή «καθυστέρηση» της ανταπόκρισης κατά την ασύρματη λήψη πληροφοριών είναι σημαντική για την παροχή υπηρεσιών όπως διαδραστικά (interactive) και multi-player παιχνίδια, καθώς και instant messaging (chatting). Συνοπτικά, τα οφέλη για τον τελικό χρήστη είναι τα ακόλουθα:

- Εταιρικοί χρήστες: εύκολη και ασφαλή πρόσβαση σε εταιρικά δίκτυα, με δυνατότητα ταχύτατης ανάκτησης και λήψης εμπιστευτικών πληροφοριών, e-mail με συνημμένα αρχεία μεγάλου μεγέθους κ.α.
- Καταναλωτές: ακόμη υψηλότερη ποιότητα σε υπηρεσίες video streaming (όπως «ζωντανή» τηλεόραση ή video on-demand, καθώς και ταχύτερα online, interactive παιχνίδια.

Το HSDPA εισάγει ένα νέο «υψίρρυθμο μεριζώμενο κανάλι κατερχόμενης ζεύξης» (High-Speed Downlink Shared Channel, HS-DSCH) στα δίκτυα WCDMA, που λειτουργεί διαφορετικά από τα υπάρχοντα, ωστόσο επιτυγχάνει την αύξηση του ρυθμού μετάδοσης των δεδομένων μόνο κατά τη μεταφορά πληροφοριών από το δίκτυο προς το τερματικό του τελικού χρήστη. Το κανάλι HS-DSCH εκμεταλλεύεται μόνο δύο από τα βασικά χαρακτηριστικά των καναλιών WCDMA - το μεταβαλλόμενο παράγοντα εξάπλωσης (spreading factor) και το γρήγορο έλεγχο ισχύος - ενώ εισάγει την χρήση της προσαρμοστικής διαμόρφωσης και κωδικοποίησης των μεταδιδόμενων πληροφοριών (Adaptive Modulation and Coding, AMC) το γρήγορο χρονοπρογραμματισμό (scheduling) στο σταθμό βάσης και τις ταχύτερες δυνατές επανεκπομπές των πληροφοριών. Με αυτούς τους τρόπους επιτυγχάνεται η σημαντική αύξηση του ρυθμού μεταφοράς των δεδομένων και η βελτιστοποίηση της διεκπεραιωτικότητας.

Επιπρόσθετα χρησιμοποιείται η μέθοδος του «σταδιακού πλεονασμού» (incremental redundancy), όπου οι επανεκπομπές περιέχουν διαφορετικές κωδικοποιήσεις των δεδομένων σε σύγκριση με την αρχική εκπομπή. Σε περίπτωση λήψης αλλοιωμένου πακέτου δεδομένων, το

τερματικό αποθηκεύει τα περιεχόμενά του και τα συνδυάζει με τις πληροφορίες που λαμβάνει από τις διαδοχικές επανεκπομπές ώστε να σχηματίσει ένα ολοκληρωμένο πακέτο, χωρίς λάθη, όσο το δυνατόν ταχύτερα και πιο αποδοτικά είναι δυνατό. Ακόμη και αν τα δεδομένα που λαμβάνονται κατά την εκπομπή είναι αλλοιωμένα, ο συνδυασμός των τμημάτων τους μπορεί να σχηματίσει ένα ολοκληρωμένο και χωρίς λάθη πακέτο.

Το «υψίρρυθμο μεριζώμενο κανάλι κατερχόμενης ζεύξης» μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα από πολλά τερματικά με την χρήση γρήγορου χρονοπρογραμματισμού, ώστε να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της απόδοσης. Κάθε τερματικό αποστέλλει περιοδικά (έως και 500 φορές ανά δευτερόλεπτο) μια ένδειξη για την ποιότητα του καναλιού κατερχόμενης ζεύξης. Ο σταθμός βάσης εκμεταλλεύεται αυτήν την πληροφορία ώστε να «αποφασίσει» σε ποιο τερματικό θα αποστείλει δεδομένα στο επόμενο πλαίσιο των 2 χιλιοστών του δευτερολέπτου, καθώς και το πόσο θα είναι το μέγεθός τους. Περισσότερα δεδομένα μπορούν να αποσταλούν σε τερματικά, τα οποία αναφέρουν καλύτερη ποιότητα ζεύξης.

Τα κανάλια που εκχωρούνται σε κάθε τερματικό κατά τη μεταφορά δεδομένων και κατά συνέπεια το διαθέσιμο εύρος ζώνης του δικτύου (bandwidth) καθορίζεται αυτόματα από το δίκτυο. Ο αριθμός των εκχωρηθέντων καναλιών είναι ημίστατικός, αφού μπορεί να τροποποιηθεί κατά τη διάρκεια παροχής των υπηρεσιών, όχι όμως και σε κάθε ξεχωριστό πλαίσιο. Ο αριθμός αυτός μετρείται σε μονάδες δημιουργίας κώδικα καναλιών (Channelisation codes) μεταβλητού παράγοντα εξάπλωσης 16, όπου 16 είναι τα διαθέσιμα κανάλια και έως 15 μπορούν να εκχωρηθούν κατά την χρήση της τεχνολογίας HSDPA. Η εκχώρηση αυτή των καναλιών γίνεται αυτόματα από το σταθμό βάσης ανά 2 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

2.7 Δίκτυα 3.75G γενιάς

Η γενιά 3.75G αναφέρεται συχνά και ως τεχνολογία HSUPA ή High-Speed Uplink Packet Access και αποτελεί το επόμενο λογικό βήμα της εξέλιξης των δικτύων τρίτης γενιάς (3G), μετά την υλοποίηση των υποσχέσεων του HSDPA.

2.7.1 HSUPA



Το HSUPA ή High-Speed Uplink Packet Access είναι η τεχνολογία που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων από το τερματικό προς το σταθμό βάσης σε ταχύτητες που θεωρητικά φθάνουν τα 5,76 MBit ανά δευτερόλεπτο. Ουσιαστικά, ενώ το HSDPA επιτρέπει στον τελικό χρήστη να λαμβάνει δεδομένα σε υψηλές ταχύτητες, το HSUPA επιτρέπει ακριβώς το αντίθετο, δηλαδή, την αποστολή δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες.

Το HSUPA περιγράφει τα πρότυπα μιας ιδιαίτερα αποδοτικής μεθόδου για την αποστολή πληροφοριών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των συσκευών τρίτης γενιάς. Η χρήση του HSUPA θα επιτρέψει την πρόσβαση σε «συμμετρικές» εφαρμογές υψηλής ταχύτητας, όπως υπηρεσίες Voice over Internet Protocol (VoIP) και interactive multimedia, παρέχοντας υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων κατά την «ανοδική ζεύξη» (uplink) και την περαιτέρω μείωση της λανθάνουσας καθυστέρησης. Το HSDPA παρέχει υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων κατά την «καθοδική ζεύξη» (downlink) και συμπληρώνει τεχνικά το HSUPA, ενώ και οι δύο τεχνολογίες μαζί επιτρέπουν την πλήρη αξιοποίηση των υποδομών τρίτης γενιάς των δικτύων κινητής τηλεφωνίας.

Τα χαρακτηριστικά του HSUPA έχουν περιγραφεί από τον οργανισμό 3GPP σε μια σειρά προδιαγραφών της έκδοσης «6». Ο οργανισμός καθόρισε ως μέγιστη θεωρητική ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων κατά την ανοδική ζεύξη τα 5,76 Mbits/s, ενώ κατά τη διάρκεια επιδείξεων της συγκεκριμένης τεχνολογίας έχουν πρακτικά πραγματοποιηθεί μεταφορές δεδομένων με ρυθμούς

μεταφοράς που φθάνουν τα 1,4 Mbits/s. Μερικά ακόμη πλεονεκτήματα του HSUPA είναι η μείωση του χρόνου που απαιτείται για την επίτευξη σύνδεσης και της αποστολής πληροφοριών σηματοδότησης.

2.8 Δίκτυα τέταρτης γενιάς - (4G)



Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε στις 4 Δεκεμβρίου 2009 στις Βρυξέλλες ότι από την 1^η Ιανουαρίου 2010, η ΕΕ θα επενδύσει 18 εκατ. ευρώ στην έρευνα που θα αποτελέσει τη βάση για τα μελλοντικά δίκτυα κινητών επικοινωνιών τέταρτης γενιάς (4G). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε να ξεκινήσει τη διαδικασία για τη χρηματοδότηση της προηγμένης τεχνολογίας **LTE** (Long Term Evolution), που θα επιτρέψει ταχύτητες κινητού διαδικτύου έως και εκατό φορές υψηλότερες από εκείνες των υφιστάμενων δικτύων τρίτης γενιάς (3G).

Η τεχνολογία LTE έχει δοκιμαστεί από φορείς εκμετάλλευσης δικτύων κινητών επικοινωνιών στη Φινλανδία, Γερμανία, Ισπανία, Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, ενώ έγινε εμπορικά διαθέσιμη το πρώτο εξάμηνο του 2010 στη Σουηδία και τη Νορβηγία. Σημειώνεται ότι οι μεγάλοι φορείς εκμετάλλευσης κινητών επικοινωνιών και κατασκευαστές παγκοσμίως (Orange, TeliaSonera, T-Mobile, NTT-DoCoMo, Verizon, Alcatel-Lucent, Ericsson, Huawei και Nokia Siemens Networks) έχουν δεσμευτεί να χρησιμοποιήσουν το πρότυπο LTE.

Το σύστημα LTE, το οποίο είναι ευρέως διαδεδομένο και ως 4G ή δίκτυα B3G (Beyond 3G) ή τέλος ως All-IP ασύρματα δίκτυα, σχεδιάστηκε εξ αρχής με στόχο την εξέλιξη της τεχνολογίας ράδιο-πρόσβασης (radio access) έτσι ώστε όλες οι υπηρεσίες να στηρίζονται στη μεταγωγή πακέτων (packet switched) και όχι στη μεταγωγή κυκλώματος (circuit switched), όπως τα προϋπάρχοντα κινητά δίκτυα. Όσο αφορά στην αρχιτεκτονική του δικτύου, ο όρος LTE αντιπροσωπεύει την εξέλιξη της ράδιο-πρόσβασης και καλείται Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), ενώ η εξέλιξη των συστατικών στοιχείων του δικτύου που δεν αποτελούν τη ράδιο-διεπαφή (non-radio aspects) καλύπτονται από τον όρο System Architecture Evolution (SAE) ο οποίος περιλαμβάνει και το Evolved Packet Core (EPC) δίκτυο. Οι δύο αυτοί όροι (LTE και SAE) συνθέτουν το Evolved Packet System (EPS).

Το βασικότερο χαρακτηριστικό της γενιάς 4G μπορεί να διατυπωθεί με μία μόνο λέξη: ενοποίηση. Η τέταρτη γενιά έχει να κάνει με την ενοποίηση τερματικών, δικτύων εφαρμογών, ώστε να ικανοποιήσει τις αυξανόμενες ανάγκες των συνδρομητών. Τα μελλοντικά συστήματα επικοινωνιών θα είναι ετερογενή στη φύση τους σχηματίζοντας ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον το οποίο θα συνδυάζει διάφορες ασύρματες τεχνολογίες και συστήματα πρόσβασης με έναν ολοκληρωμένο τρόπο. Αυτά τα ανεξάρτητα δίκτυα πρόσβασης θα συνδέονται σε στοιχεία στον πυρήνα του δικτύου και θα στηρίζονται στο πρωτόκολλο IP. Η χρήση του πρωτοκόλλου αυτού γίνεται προκειμένου να εξασφαλιστεί μία κοινή βάση και να διασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα με τις υπάρχουσες επικοινωνιακές δομές.

Το LTE σε σχέση με τις υπάρχουσες τεχνολογίες GSM, GPRS, EDGE, W-CDMA και το HSPA, αυξάνει την χωρητικότητα του δικτύου, του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τις καθυστερήσεις. Για την επίτευξη της πλήρους απόδοσης των δυνατοτήτων του LTE σε δικτυακό επίπεδο είναι αναγκαία η μετατροπή των σημερινών υβριδικών δικτύων (κυκλώματος/πακέτου) σε δίκτυα πλήρως βασισμένα σε IP (Internet Protocol).

Η επίπεδη αρχιτεκτονική (flat architecture) καθώς και η χρήση της μεταγωγής πακέτων και του IP πρωτοκόλλου (Internet Protocol) για την επικοινωνία, αποτελούν χαρακτηριστικά του δικτύου τα οποία συμβάλλουν καθοριστικά στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Οι πιο χαρακτηριστικοί από τους οποίους είναι η βελτίωση της ρυθμαπόδοσης και η μείωση της καθυστέρησης σε επίπεδο χρήστη, η καλύτερη αντιμετώπιση της κινητικότητας και η

υποστήριξη handover ακόμα και σε άλλες σταθερής γραμμής ή ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης.

Οι βασικότερες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί το LTE:

- **Εύρος Ζώνης:** Κλιμακωτή χρήση φάσματος εύρους ζώνης της τάξης των 5, 10, 15 και 20 MHz. Επίσης, μπορεί να γίνει και χρήση εύρους ζώνης μικρότερου των 5 MHz (1.5 MHz και 2.5 MHz) για επιπλέον ευελιξία.
- **Ρυθμοί Μετάδοσης:** Επίτευξη μέγιστων ρυθμών μετάδοσης της τάξης των 100 Mbps στον κατερχόμενο και 50 Mbps στον ανερχόμενο σύνδεσμο για εύρος ζώνης ίσο με 20 MHz.
- **Mode Λειτουργίας:** Λειτουργία της τεχνολογίας LTE τόσο σε FDD όσο και TDD mode.
- **Ρυθμαπόδοση:** Επίτευξη 3-4 φορές μεγαλύτερης μέσης ρυθμαπόδοσης χρήστη ανά MHz στον κατερχόμενο σύνδεσμο και αντίστοιχα 2-3 φορές μεγαλύτερης για τον ανερχόμενο σύνδεσμο συγκριτικά με τις εκδόσεις 6 και 7 του προτύπου 3GPP (HSDPA και HSUPA).
- **Αποδοτικότητα φάσματος:** Επίτευξη 2-3 φορές μεγαλύτερης αποδοτικότητας φάσματος σε σχέση με την έκδοση 6 του προτύπου 3GPP (HSDPA).
- **Καθυστέρηση:** Σημαντική μείωση του χρόνου Round-Trip Time (RTT) από το χρήστη έως το σταθμό βάσης στα 5 ms - 10 ms.
- **Κινητικότητα:** Δυνατότητα βέλτιστης λειτουργίας του συστήματος για χαμηλές ταχύτητες κίνησης των χρηστών (0-15 χμ/ώρα) καθώς και δυνατότητα υποστήριξης χρηστών που κινούνται σε πολύ υψηλές ταχύτητες.
- **Διαλειτουργικότητα:** Δυνατότητα ταυτόχρονης λειτουργίας με μη-3GPP πρότυπα επικοινωνιών καθώς και με τα υπάρχοντα UTRAN/GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) συστήματα κινητών επικοινωνιών. Επίσης, υποστήριξη δυνατότητας handover από και προς τα συστήματα αυτά.

- **Ποιότητα Υπηρεσίας:** Υποστήριξη από άκρο σε άκρο ποιότητας υπηρεσίας **QoS**, για την υποστήριξη απαιτητικών υπηρεσιών σε Quality of Service (QoS) όπως είναι οι VoIP εφαρμογές.

Πλεονεκτήματα

- Υποστήριξη για διαδραστικά πολυμέσα, φωνής, βίντεο συνεχούς ροής, το Διαδίκτυο, και άλλες ευρυζωνικές υπηρεσίες .
- IP με βάση το σύστημα κινητής τηλεφωνίας.
- Υψηλή ταχύτητα, υψηλή χωρητικότητα και χαμηλό κόστος ανά bit .
- Η παγκόσμια πρόσβαση, φορητότητα υπηρεσιών, και επεκτάσιμη υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας .
- Απρόσκοπτη εναλλαγή, και μια ποικιλία από Quality of Service με γνώμονα τις υπηρεσίες .
- Καλύτερος προγραμματισμός και τεχνικές ελέγχου αποδοχής κλήσεων
- Ad hoc και δίκτυα πολλαπλών hop (οι αυστηρές απαιτήσεις καθυστέρησης της φωνής κάνουν πολλαπλών υπηρεσιών δικτύου hop ένα δύσκολο πρόβλημα).
- Καλύτερη φασματική απόδοση.
- Seamless δικτύου πολλαπλών πρωτοκόλλων και διεπαφών αέρα (από το **4G** θα είναι όλα IP), ψάξτε για τα συστήματα 4G να είναι συμβατό με όλες τις δικτυακές τεχνολογίες, including 802.11, WCDMA, μπλε δόντι, και Hyper LAN).
- Μια υποδομή για να χειριστεί προ υπάρχοντα συστήματα 3G, μαζί με άλλες ασύρματες τεχνολογίες, ορισμένα από τα οποία βρίσκονται υπό ανάπτυξη.

LTE

Το LTE (Long Term Evolution – Μακροπρόθεσμη εξέλιξη) αποτελεί ένα σύνολο 4G ασύρματων ευρυζωνικών τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν από το έργο της κοινοπραξίας τρίτης

γενιάς (3GPP), μία ομάδα της εμπορικής βιομηχανίας. Μπορεί επίσης να αναφέρεται πιο επίσημα ως Evolved UMTS Επίγειας Ασύρματης Πρόσβασης (E-UTRA) και Evolved UMTS Δίκτυο Επίγειας Ασύρματης Πρόσβασης (E-UTRAN).



Ξεκίνησε το 2004 με σχέδιό της την ενίσχυση της Παγκόσμιας Επίγειας Ασύρματης Πρόσβασης (UTRA) και τη βελτιστοποίηση της αρχιτεκτονικής συστημάτων. Μία δικτυακή αρχιτεκτονική με σκοπό να αντικαταστήσει το κεντρικό GPRS δίκτυο και να εξασφαλίσει την υποστήριξη κινητικότητας μεταξύ κάποιων 3GPP ή μη συστημάτων, όπως για παράδειγμα τα GPRS και **WiMax**.

WiMax

Το WiMax αποκαλείται η τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης η οποία λειτουργεί με παρεμφερή τρόπο με το Wi-Fi, ωστόσο με πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια. Συγκεκριμένα, ενώ το Wi-Fi εξασφαλίζει εμβέλεια επικοινωνίας μέχρι 100 μέτρα, το WiMaX φθάνει τα 35 χιλιόμετρα ή και παραπάνω. Μέχρι σήμερα το Wi-Fi επέτρεπε την πρόσβαση στο Internet σε πολύ μικρή εμβέλεια γύρω από τα σημεία πρόσβασης (hotspots), όπως σε αεροδρόμια, συνεδριακούς χώρους ή ξενοδοχεία. Το WiMaX είναι σε θέση να κάνει το ίδιο σε εμβέλεια ολόκληρης πόλης, τα κτήρια της οποίας θα καλύπτουν με το σήμα τους οι εταιρίες παροχής Internet (**ISP-Internet Service Provider**). Το WiMaX χρησιμοποιείται για την παροχή υπηρεσιών ευρυζωνικής πρόσβασης στο Internet σε τελικούς χρήστες, με εξοπλισμό ιδιαίτερα εύκολο στην εγκατάσταση. Με τον ίδιο τρόπο που σήμερα εγκαθιστά κανείς στον υπολογιστή του μια κάρτα δικτύωσης Wi-Fi, θα μπορεί να εγκαθιστά μια κάρτα WiMaX η οποία θα του επιτρέπει να χρησιμοποιήσει από τον οικιακό του χώρο (και όχι μόνο) τις ασύρματες υπηρεσίες που παρέχουν οι ISP.

Το WiMaX έχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των σημερινών ασύρματων και ενσύρματων συνδέσεων:

- Ιδιωτικές εταιρείες θα έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν ανεξάρτητα ασύρματα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και υπηρεσιών Internet, με πολύ μεγάλη ευκολία, καθώς δεν απαιτείται η εγκατάσταση καλωδίων σε κάθε σημείο της χώρας, αυξάνοντας τον ανταγωνισμό.
- Ο συνδρομητής θα μπορεί να χρησιμοποιήσει τη σύνδεσή του από οπουδήποτε ακόμη και εν κινήσει μέσα στην πόλη ή και ολόκληρη τη χώρα. Κάτι που δεν είναι εφικτό με τις σημερινές συνδέσεις ADSL (**Asymmetric Digital Subscriber Line**), ούτε και με την τεχνολογία Wi-Fi, λόγω της περιορισμένης της εμβέλειας. Ένα δίκτυο WiMaX που θα καλύπτει μια μεγαλούπολη μπορεί να εγκατασταθεί σε λίγες μέρες, σε αντίθεση με ένα αντίστοιχο ενσύρματο δίκτυο που θα χρειαζόταν πολλούς μήνες ή και χρόνια.
- Μετακομίζοντας σε άλλη περιοχή, ο συνδρομητής δεν θα χρειαστεί να κάνει ενεργοποίηση ευρυζωνικής σύνδεσης στον νέο του χώρο, όπως ισχύει για τις γραμμές ADSL. Αφού θα καλύπτεται από το ασύρματο σήμα του παρόχου υπηρεσιών WiMaX, μπορεί να αρχίσει άμεσα να χρησιμοποιεί τη σύνδεσή του.



Λόγω των υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης δεδομένων, το WiMaX θα επιτρέπει επίσης την πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων ή ακόμη και βίντεο-κλήσεων.

Στην Ελλάδα άρχισε να λειτουργεί πιλοτικά το δίκτυο WiMaX του ΟΤΕ το Σεπτέμβριο του 2008 με δοκιμαστική εκπομπή στο Άγιο Όρος και ακολούθησε το εργαστήριο Έρευνας και

Ανάπτυξης Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων PASIPHAΕ του Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων του ΤΕΙ Κρήτης (<http://www.pasiphae.eu/>) τον Οκτώβριο του 2008 με δοκιμαστική πιλοτική εκπομπή για ερευνητικές-εκπαιδευτικές δραστηριότητες και με περιοχές κάλυψης όλο το Ηράκλειο Κρήτης. Τα συστήματα WiMaX και Mobile WiMaX που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα βασίζονται στο IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

QoS

Με τον όρο QoS (Quality of Service) στα τηλεφωνικά δίκτυα, αλλά και στα δίκτυα γενικότερα, περιγράφεται η δυνατότητα μέτρησης και βελτίωσης της απόδοσης τους. Στόχος του QoS είναι η εξασφάλιση των επιθυμητών αποτελεσμάτων απόδοσης, όπως έχουν καθοριστεί από τους ρυθμιστικούς φορείς. Στα τηλεφωνικά δίκτυα, οι παράγοντες που συνήθως επηρεάζουν την ποιότητα των υπηρεσιών είναι η καθυστέρηση (ο χρόνος μετάβασης πληροφοριών), η διακύμανση στην καθυστέρηση, το διαθέσιμο εύρος ζώνης και η αξιοπιστία του μέσου μετάδοσης.

Κεφάλαιο 3

Στο ακόλουθο κεφάλαιο, θα παρουσιάσουμε την ενεργειακή παρακολούθηση αλλά και τη διαχείριση προγραμματισμένων και μη - εργασιών λειτουργίας και συντήρησης του πλοίου Μαρμάρι Express. Παραθέτουμε τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να προβούμε στις παραπάνω ενέργειες χρησιμοποιώντας ένα σύστημα τηλεμετρίας, καθώς και την ανάλυση όλων των οργάνων που περιλαμβάνονται σε αυτό.

3.1 Τηλεμετρία

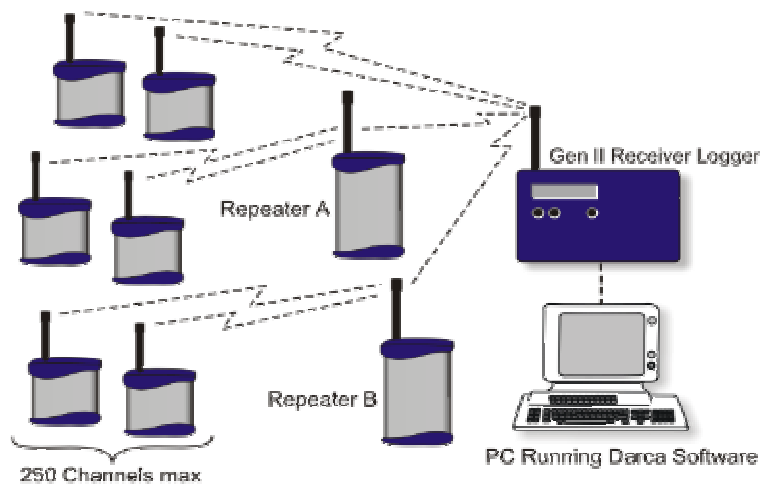
Είναι πλέον γεγονός ότι η αγορά εργασίας είναι ανταγωνιστικότερη από ποτέ. Προσφέροντας το καλύτερο προϊόν δεν είναι αρκετό για να εγγυηθεί την επιτυχία μιας επιχείρησης. Η συλλογή όσο το δυνατό περισσότερων πληροφοριών γρήγορα και συνοψισμένα είναι απαραίτητη προκειμένου να αντιδρά γρηγορότερα, αποτελεσματικότερα και υπεύθυνα στις

ανταγωνιστικές πιέσεις της αγοράς. Για να είναι πετυχημένη η συλλογή των πληροφοριών πρέπει να γίνει με την χρήση τηλεμετρίας, έτσι ώστε η συγκέντρωση των δεδομένων να γίνεται ασύρματα από οποιοδήποτε απομακρυσμένο πεδίο.

Η λέξη τηλεμετρία εξ ορισμού εκφράζει τη «συλλογή από κατάλληλα όργανα και μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένους σταθμούς, για καταγραφή και ανάλυση». Εκεί η πληροφορία μπορεί να παρατηρηθεί, να αποκωδικοποιηθεί, να αξιολογηθεί και να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ενέργειες. Η τηλεμετρία αναφέρεται χαρακτηριστικά στις ασύρματες επικοινωνίες, μπορεί όμως να αναφερθεί στη μεταφορά στοιχείων πέρα από άλλα μέσα, όπως ένα δίκτυο τηλεφώνων ή υπολογιστών ή μέσω μιας οπτικής σύνδεσης.

Παλιότερα, η δημιουργία ενός δικτύου τηλεμετρίας ήταν συχνά ένας δύσκολος στόχος που απαιτούσε είτε την εκτενή εγκατάσταση καλωδίων, για την διαβίβαση των δεδομένων από τις συσκευές τηλεμετρίας στον κεντρικό υπολογιστή, είτε την απασχόληση πρόσθετου προσωπικού για να πραγματοποιεί την παραπάνω εργασία χειροκίνητα. Καθεμία από τις παραπάνω περιπτώσεις είναι χρονοβόρες και αντιοικονομικές καθώς επίσης το σύστημα είναι αργό, αναξιόπιστο και συχνά επιρρεπές σε λάθη.

Οι συσκευές ασύρματης τηλεμετρίας είναι η επόμενη γενιά στη συλλογή στατιστικών στοιχείων και ελέγχου συμβάντων (π.χ. επίπεδα φυτοφαρμάκων για τη γεωργία, πελάτες που επισκέπτονται ένα κατάστημα, κ.τ.λ.). Το τεχνολογικό άλμα της ασύρματης τεχνολογίας εξαλείφει την ανάγκη της εγκατάστασης καλωδίων ή της χειρωνακτικής συλλογής στοιχείων, χαμηλώνοντας σημαντικά το κόστος εγκατάστασης και τις δαπάνες συντήρησης. Η διαδικασία είναι απλή και το πιο σημαντικό επεκτάσιμη και η συγκέντρωση δεδομένων γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Οι ασύρματες μονάδες συλλογής δεδομένων μπορούν να εγκατασταθούν οπουδήποτε, οποτεδήποτε, με τη συνεχή ένταξη νέων συσκευών σε υπάρχοντα δίκτυα, αυτόματα και στιγμιαία. Ομοίως, οι μη απαραίτητες μονάδες μπορούν να μεταφερθούν ή να αφαιρεθούν χωρίς οποιαδήποτε απώλεια ακεραιότητας στο δίκτυο. Η ασύρματη τηλεμετρία επιτρέπει ακόμη τη συλλογή πληροφοριών από κινητές συσκευές τηλεμετρίας.



Πιο αναλυτικά, η τηλεμετρία μέσω ραδιοκυμάτων παρέχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους τρόπους μετάδοσης:

- Δεν υπάρχει καλώδιο μετάδοσης που μπορεί να κοπεί ή να φθαρεί
- Μικρός χρόνος απόκρισης
- Μικρότερο κόστος σε σχέση με μισθωμένες γραμμές
- Ευκολία χρήσης σε απομακρυσμένα σημεία όπου δεν είναι δυνατή η εγκατάσταση ομοαξονικών καλωδίων
- Εύκολη μετακίνηση σε άλλη τοποθεσία
- Λειτουργία κάτω από δύσκολες συνθήκες

Οι κατάλληλα σχεδιασμένες ασύρματες ζεύξεις παρέχουν χαμηλό κόστος, αποτελεσματικά και ευέλικτα συστήματα αποστολής και λήψης δεδομένων που λειτουργούν για πολλά χρόνια με ελάχιστη συντήρηση.

Οι ικανότητες της ασύρματης τηλεμετρίας είναι ουσιαστικά απεριόριστες - μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε συσκευή - από συσκευή ελέγχου συγκομιδής-ποτίσματος (που επιτρέπουν τον έλεγχο της υγρασίας του εδάφους, των επιπέδων φυτοφαρμάκων, κ.τ.λ.), στις φωτογραφικές μηχανές ασφάλειας κινητές ή σταθερές (μεταφέροντας ζωντανό τηλεοπτικό σήμα στο κέντρο ελέγχου). Μπορεί ακόμη να εφαρμοστεί σε αποθήκες εμπορευμάτων ή σε supermarkets υπό μορφή μικρής φορητής συσκευής, για να διαβιβάζει ποικίλες πληροφορίες των προϊόντων. Η ασύρματη τηλεμετρία ανοίγει τον δρόμο σε μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις για

την καθιέρωση μιας ιδιαίτερα χρήσιμης και επεκτάσιμης τεχνολογίας, ή για την βελτίωση τεχνολογικά ξεπερασμένων δικτύων.

Η τηλεμετρία επίσης χρησιμοποιείται για τους ασθενείς που πάσχουν από καρδιακές διαταραχές. Τέτοιοι ασθενείς εξοπλίζονται με τη μέτρηση, καταγραφή και διαβίβαση των οργανικών λειτουργιών τους από αυτές τις συσκευές. Ένα σύνολο τέτοιων στοιχείων μπορεί να είναι χρήσιμο για άμεση διάγνωση από γιατρούς. Η καταγραφή μίας δυσλειτουργίας για παράδειγμα, μπορεί να καλέσει νοσοκόμες εάν ο ασθενής πάσχει από έναν οξύ πόνο και κινδυνεύει.

Ακόμη ένας τομέας εφαρμογής της τηλεμετρίας είναι στη μελέτη και τη διαχείριση άγριας φύσης, όπου χρησιμοποιείται για να ακολουθήσει τα απειλούμενα υπό εξαφάνιση είδη. Επιπλέον, τη χρήση της τηλεμετρίας τη βλέπουμε και στα συστήματα πλοήγησης GPS. Σε κάθε όχημα εγκαθίσταται μία συσκευή τηλεματικής (η συσκευή αυτή αποτελεί ένα GPS/GPRS modem που αποτελεί τον πυρήνα ενός ολοκληρωμένου συστήματος τηλεμετρίας και τηλεπαρακολούθησης), που μέσω δορυφόρου εντοπίζει τη γεωγραφική θέση του οχήματος και την αποστέλλει μέσω του GPRS δικτύου στον κεντρικό server. Με τον τρόπο αυτό, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να παρακολουθούν τα οχήματά τους ανά πάσα στιγμή.

Σήμερα με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων και την ψηφιακή μετάδοση πληροφοριών, η τηλεμετρία επεκτείνεται συνεχώς συμπεριλαμβάνοντας σε υψηλότερα επίπεδα ολοκλήρωσης τα υφιστάμενα συστήματα των πλοίων – τομέας που θα αναλύσουμε εκτενώς στη συνέχεια της πτυχιακής εργασίας μας.

Συμπερασματικά με τη διαρκή on-line παρακολούθηση της λειτουργίας και απόδοσης του παρακολουθούμενου περιβάλλοντος, επιτυγχάνουμε την τεχνική διαχείρισης της εγκατάστασης καθόλη τη διάρκεια της λειτουργίας της, με τη χρήση ειδικού λογισμικού (τηλεμετρία) για την καταγραφή της απόδοσης της ισχύος, με γνώμονα πάντα την αριστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, παράλληλα με τις απορρέουσες πληροφορίες τεχνικής ενεργειακής και χρηματοοικονομικής φύσεως.

Μερικά από τα γενικά πλεονεκτήματα στους τομείς που χρησιμοποιείται η τηλεμετρία είναι:

- Η καθημερινή επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας (βασικός εξοπλισμός παραγωγής ενέργειας, σύστημα ασφάλειας, κάμερες, σύστημα επικοινωνίας).

- Η ημερήσια καταγραφή βασικών μεγεθών (ισχύς, ενέργεια, καιρικές συνθήκες).
- Ο ταχύτερος εντοπισμός και διάγνωση σφαλμάτων με ελαχιστοποίηση του χρόνου που τίθεται το πάρκο εκτός λειτουργίας.
- Με τη δυνατότητα εγκατάστασης συστήματος BMS επιτυγχάνουμε αμεσότερη ενημέρωση και ευχερέστερη διάγνωση σε περίπτωση σφάλματος.

3.2 Πλοίο: ΜΑΡΜΑΡΙ EXPRESS

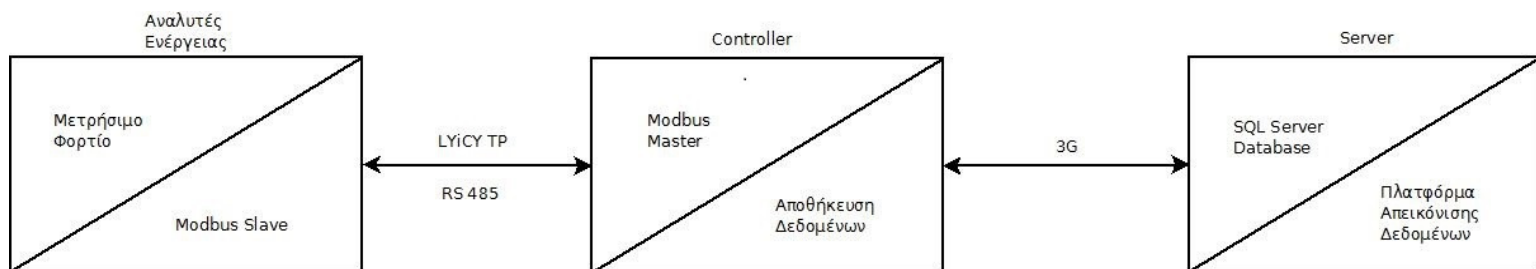
Στη διπλωματική εργασία μας, το πλοίο στο οποίο μελετήσαμε τις μετρήσεις τηλεμετρίας είναι το Μαρμάρι Express. Το συγκεκριμένο πλοίο πραγματοποιεί το δρομολόγιο Λαύριο-Κέα-Λαύριο καθημερινά και είναι τύπου Ferry Boat. Έχει κατασκευαστεί το έτος 1985, οι διαστάσεις του είναι 96m (μήκος) x 17m (πλάτος), με ολική χωρητικότητα 911t. Ως μέγιστη ταχύτητα έχει καταγραφεί 16.8 κόμβοι, ενώ ως μέση ταχύτητα 15.1 κόμβοι. Το βύθισμα του ανέρχεται στα 4m σύμφωνα με την τελευταία λήψη του τρέχοντος ταξιδιού.



Στο συγκεκριμένο πλοίο, έχει γίνει εγκατάσταση συστήματος μέτρησης τηλεμετρίας, ύστερα από αίτημα της πλοιοκτήτριας εταιρείας. Ο κυριότερος λόγος που οδήγησε σε αυτή την εγκατάσταση είναι για να υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης και διαχείρισης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις ηλεκτρογεννήτριες. Με τον τρόπο αυτό, η εταιρεία στην οποία ανήκει το πλοίο, μπορεί να κατέχει χρήσιμα στοιχεία σε ταχύτερο χρόνο και να είναι σε θέση να ικανοποιήσει με το βέλτιστο δυνατό τρόπο τις ανάγκες ηλεκτροδότησης του πλοίου.

Η όλη αυτή διαδικασία επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση αισθητήρων στα απαραίτητα προς μέτρηση σημεία. Τα δεδομένα που μπορούμε να πάρουμε από τους αισθητήρες συλλέγονται και αναλύονται και με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η ανάκτηση των στοιχείων που χρειαζόμαστε για την επίτευξη της τηλεμετρίας. Σε τελικό στάδιο, μέσω της σύνδεσης που έχουμε πραγματοποιήσει, ανά συγκεκριμένο χρονικό διάστημα οι τιμές αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του server και είμαστε σε θέση να απεικονίσουμε σε διάγραμμα τα μετρήσιμα σημεία (ημέρα/εβδομάδα/μήνα) με τη βοήθεια ενός προγράμματος (pnSense).

Το παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνει μία γενική εικόνα της τρέχουσας εγκατάστασης στο πλοίο Μαρμάρι Express για τη διαδικασία της τηλεμετρίας.



Στη διαδικασία αυτή λοιπόν, για την παρακολούθηση, καταγραφή και αποτύπωση των συλλεγόμενων ενεργειακών δεδομένων, η λύση που ακολουθήσαμε, αφορά:

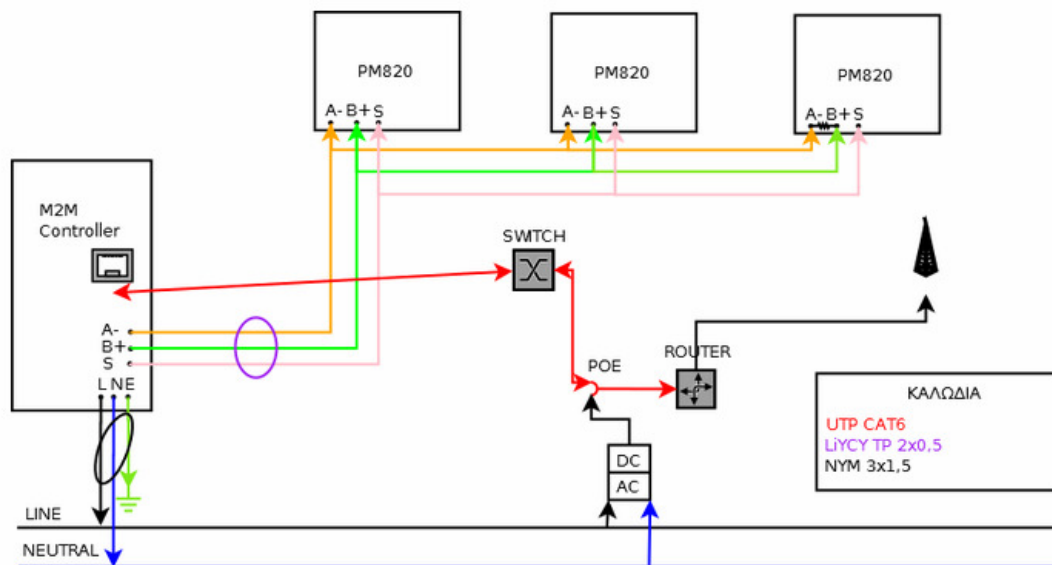
- Τρεις αναλυτές ενέργειας για την παρακολούθηση των ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων ενέργειας των μετρήσιμων φορτίων.
- Έναν ελεγκτή για τη συλλογή, καταγραφή και αποθήκευση των παραπάνω δεδομένων.
- Τηλεπικοινωνιακό δίκτυο αποτελούμενο από:

1. Ένα 3G router
2. Μία SIM card για την επικοινωνία με το server
3. Την τελική πλατφόρμα pvSense

3.3 Περιγραφή διαδικασίας τηλεμετρίας στο πλοίο Μαρμάρι Express

Το συγκεκριμένο διάγραμμα που ακολουθεί, είναι μία πιστή αναπαράσταση του εγκατεστημένου συστήματος τηλεμετρίας στο πλοίο που μελετάμε. Εδώ απεικονίζονται όλα τα όργανα και τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στη συνδεσμολογία. Αρχικά θα αναλύσουμε τον τρόπο με τον οποίο παίρνουμε από το σύστημα τις μετρήσεις και στη συνέχεια θα δώσουμε λεπτομερώς στοιχεία για το κάθε συστατικό του μέρους (καλώδια, πρωτόκολλα, όργανα) ξεχωριστά.

Αναλυτικότερα, το σύστημα έχει την εξής μορφή:



Στο σύστημα υπάρχουν τρεις αναλυτές ενέργειας τύπου PM820. Μέσα στα registers των αναλυτών, η ιδιοκτήτρια εταιρεία έχει αποφασίσει ότι θέλει να ελέγχονται και να καταμετρώνται 19 σημεία/μεγέθη στο πλοίο. Στις εισόδους του λοιπόν, δέχεται ρεύμα και τάση και από εκεί προκύπτουν άλλα μεγέθη όπως η ισχύς, η ενέργεια, η φαινόμενη ισχύς, η άεργος ισχύς, ο συντελεστής ισχύος κ.α.

Οι αναλυτές συνδέονται μέσω της τεχνολογίας μετάδοσης RS-485 που αποτελείται από ένα ζεύγος καλωδίων. Αυτό του επιτρέπει να επιτυγχάνεται σειριακή διασύνδεση πολλαπλών σημείων με δύο μόνο αγωγούς. Τα καλώδια αυτά συνδέονται από την άλλη πλευρά με τον controller M2M (ελεγκτής), ώστε να λάβει τα δεδομένα που συλλέγονται και καταγράφονται στους αναλυτές. Εκτός από το RS-485, η μεταξύ τους άρτια επικοινωνία χρειάζεται και το πρωτόκολλο Modbus. Το πρωτόκολλο είναι σειριακής επικοινωνίας και είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται ευρέως για σε δίκτυα συστημάτων (απομακρυσμένου) ελέγχου.

Έτσι ο Controller με τους αναλυτές, μπορούν να συνδέονται και να λαμβάνει ο πρώτος όλα τα δεδομένα των αναλυτών ώστε να αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του, για βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα. Παράλληλα ο Controller είναι συνδεδεμένος στο ρεύμα και υπάρχει επιπλέον η καλωδίωση της γείωσης. Αυτά τα καταγεγραμμένα μεγέθη, στόχος είναι να μπορέσει να τα συλλέξει και να τα αποθηκεύσει σε μία άλλη βάση δεδομένων ο σε απομακρυσμένη περιοχή διαχειριστής του συστήματος.

Για να γίνει αυτό, η συνδεσμολογία στη συνέχεια έχει ως εξής: Ο controller πρέπει να συνδεθεί με ένα router που υπάρχει στο κύκλωμα. Η επίτευξη της επικοινωνίας μεταξύ αυτών περιλαμβάνει μεταξύ τους την ύπαρξη και ενός switch. Το switch αυτό συνδέεται σε αυτά τα δύο όργανα με καλώδιο Ethernet κατηγορίας 6 και παίρνει ρεύμα από έναν Μ/Σ όπου είναι τύπου μετατροπής εναλλασσόμενου σε συνεχούς ρεύμα.

Πραγματοποιώντας όλες τις παραπάνω κινήσεις, έχουμε την επικοινωνία Controller – router. Το router δέχεται ρεύμα από μετασχηματιστή ίδιου τύπου που έχει και ο μετασχηματιστής του switch. Εδώ θα αναφέρουμε και πάλι ότι το switch συνδέεται με το router με καλώδιο Ethernet, επειδή όμως η μεταξύ τους απόσταση ήταν μεγάλη, χρησιμοποιήθηκε POE (Power Over Ethernet). Ένα ακόμη καλώδιο καταλήγει σε μία θύρα του router, και έχει αφητηρία μία κεραία που βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος του πλοίου.

Στο router, για να μπορούμε να έχουμε πρόσβαση internet στο πλοίο, τοποθετήσαμε μία κάρτα SIM και εξυπηρετεί για τον σκοπό αυτόν και μόνο. Η εταιρεία που παρείχε την εν λόγω κάρτα είναι ο Όμιλος Τηλεπικοινωνιών COSMOTE.

Το κομμάτι της τηλεμετρίας, ολοκληρώνεται ως εξής:

Αφού ο administrator μπορεί να έχει πρόσβαση μέσω internet, έχει σε λειτουργία το πρόγραμμα rnsense – το λογισμικό που μπορεί να ελέγχει απομακρυσμένα το σύστημα τηλεμετρίας. Χρειάζονται ακόμη δύο παράμετροι για την παρακολούθηση των αποθηκευμένων δεδομένων και τη μεταφορά τους:

Η χρήση του πρωτοκόλλου IPsec (για την ύπαρξη κρυπτογράφησης της πληροφορίας ώστε να διασφαλιστεί η προστασία της διαχείρισης των δεδομένων) και η χρήση του πρωτοκόλλου VPN (απαιτείται από το πρόγραμμα διαχείρισης ώστε να υπάρχει άμεση αποκατάσταση της επικοινωνίας δεδομένων μεταξύ δύο απομακρυσμένων παραρτημάτων μίας εταιρείας). Αποτέλεσμα, η ανάκληση των δεδομένων από τον Controller, να γίνεται με ασφάλεια, αμεσότητα και επιτυχία στη βάση δεδομένων της διαχειρίστριας εταιρείας, όπου είναι μέσα σε έναν SQL server, και όλο αυτό με τη σύνδεση internet 3G.

Επομένως, οι βάσεις του Controller δεν υπάρχει ανάγκη να είναι μεγάλης χωρητικότητας και αντίστοιχα καλύπτεται πλήρως η βάση δεδομένων του SQL server με όλα τα απαραίτητα στοιχεία και μεγέθη, ώστε να μπορέσει η πλοιοκτήτρια εταιρεία να προχωρήσει σε μελέτες για αναζήτηση βέλτιστων λύσεων για το πλοίο.

3.4 Ανάλυση και περιγραφή οργάνων συστήματος τηλεμετρίας

3.4.1 Αναλυτές Ενέργειας (PM 800)



Οι αναλυτές ενέργειας Power Logic σειράς PM800 προσφέρουν τις μετρήσεις υψηλής ακρίβειας που απαιτούνται για την επιτήρηση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, σε μια μονάδα 96 x 96 mm. Η οθόνη του είναι μεγάλη και επιτρέπει την επιτήρηση των τριών φάσεων και του ουδετέρου.

Στα βασικά χαρακτηριστικά της σειράς PM800 περιλαμβάνονται, μια θύρα επικοινωνίας RS-485 Modbus (ASCII και RTU), ψηφιακή είσοδος, ψηφιακή έξοδος, μετρήσεις αρμονικών THD και σηματοδότηση συναγερμών (alarm). Επίσης τα PM820 και PM850 προσφέρουν ρολόι πραγματικού χρόνου, δυνατότητα καταγραφής δεδομένων με ένδειξη χρόνου καταγραφής και ανάλυση αρμονικών ρεύματος και τάσης. Το PM850 είναι ο πρώτος αναλυτής της σειράς που προσφέρει απεικόνιση κυματομορφής. Και ο PM870 είναι ο πρώτος μετρητής που προσφέρει ανίχνευση διαταραχών τάσης καθώς και κυματομορφή.

3.4.1.1 Χαρακτηριστικά

- Εγκαθίστανται εύκολα. Εγκατάσταση σε πίνακα με δύο μόνο συνδετήρες ή τοποθέτηση σε ράγα DIN με ή χωρίς απομακρυσμένη οθόνη.
- Απευθείας σύνδεση μέχρι τα 600 VAC. Δεν απαιτούνται εξωτερικοί Μ/Σ για τις εισόδους μέτρησης τάσης.
- Εύκολη πλοήγηση με αυτοκατευθυνόμενα μενού.
- Μεγάλη, αντί-θαμπωτική οθόνη με λευκό φωτισμό παρέχει συνοπτική απεικόνιση ρεύματος, τάσης, ενέργειας και κατανάλωσης.
- Καταγραφή δεδομένων και συναγερμοί (alarm) με ένδειξη χρόνου καταγραφής.
- Επιτήρηση του μεγέθους κάθε αρμονικής ξεχωριστά, βοηθά στην ανίχνευση προβλημάτων στο σύστημα (PM850 και PM870).

- Ανίχνευση διαταραχών τάσης και ρεύματος καθώς και ρυθμιζόμενη κυματομορφή (PM870).
- Ενσωματωμένη μνήμη.
- Ακριβής μέτρηση ενέργειας για κατηγοριοποίηση τιμολογίων, καταμερισμό κόστους, επαλήθευση χρεώσεων.
- Καμπύλες τάσης και βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη (PM850 και PM870).
- Πέντε κανάλια με δυνατότητα μέτρησης WAGES (νερού, αέρα, αερίου, ηλεκτρισμού, ατμού) σε όλα τα μοντέλα. Ένα κανάλι μπορεί να συγκεντρώσει παλμούς από πολλαπλές εισόδους.
- Προαιρετική απομακρυσμένη οθόνη (10m μακριά από τη μονάδα μέτρησης).
- Προαιρετική θύρα επικοινωνίας Ethernet προσφέρει πρωτόκολλο Modbus TCP/IP, μήνυμα με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο σε περίπτωση alarm, web server και πύλη Ethernet σε σειριακή πύλη. Συμβατοί με Transparent Ready

3.4.1.2 Οφέλη

Ο αναλυτής ενέργειας Power Logic σειράς PM800 είναι σχεδιασμένος για:

- Μείωση του κόστους ενέργειας, βοηθώντας στη σωστή διαχείριση ενέργειας
- Επέκταση χρόνου ζωής του εξοπλισμού
- Βελτίωση στην αξιοπιστία του συστήματος ισχύος και μείωση του χρόνου εκτός λειτουργίας, βοηθώντας στην παρακολούθηση, την αντιμετώπιση τα προβλημάτων και την αποφυγή ζητημάτων αναφορικά με την ποιότητα της ισχύος
- Μέτρηση και διαχείριση μη ηλεκτρικών εγκαταστάσεων χρησιμοποιώντας έως και πέντε διαφορετικά κανάλια για βέλτιστη διαχείριση της ηλεκτρικής εγκατάστασης και μεγαλύτερη παραγωγικότητα.

3.4.1.3 Εφαρμογές

- Όργανα πίνακα
- Κατηγοριοποίηση τιμολογίου, καταμερισμός κόστους και επαλήθευση χρεώσεων
- Απομακρυσμένη παρακολούθηση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.

- Ανάλυση διαχείρισης ενέργειας και ποιότητας ισχύος

3.4.2 Πρωτόκολλο Modbus

Το Modbus είναι ένα πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας με μετάδοση half-duplex που σχεδιάστηκε από την Schneider Automation Inc. το 1979 για χρήση με τους ελεγκτές PLC. Σταδιακά, έγινε ένα πρότυπο στη βιομηχανία και πλέον αποτελεί τον πιο συνηθισμένο τρόπο σύνδεσης βιομηχανικών ηλεκτρονικών συσκευών. Οι κύριοι λόγοι που χρησιμοποιείται εκτεταμένα και προτιμάται από τα υπόλοιπα πρωτόκολλα είναι:

- είναι «ανοικτό», ελεύθερο πρωτόκολλο
- μπορεί να υλοποιηθεί σε μερικές μέρες κι όχι σε μήνες
- μεταφέρει καθαρά bits ή words (λέξεις) χωρίς πολλούς περιορισμούς

Επιτρέπει επικοινωνία μεταξύ πολλών συσκευών συνδεδεμένων στο ίδιο δίκτυο. Για παράδειγμα, ένα σύστημα μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας (με χρήση αισθητήρων) και μεταφέρει τα αποτελέσματα σε έναν υπολογιστή. Χρησιμοποιείται συχνά για να συνδέσει έναν επιβλέποντα υπολογιστή με έναν RTU (μονάδα απομακρυσμένου ελέγχου) σε συστήματα ελέγχου, επίβλεψης και συλλογής δεδομένων (π.χ. συστήματα SCADA). Υπάρχουν δύο εκδοχές του πρωτοκόλλου: μία για σειριακή επικοινωνία και μία άλλη μέσω Ethernet.

Δύο παραλλαγές υπάρχουν, με διαφορετικές αναπαραστάσεις αριθμητικών δεδομένων και μικρές διαφορές στο πρωτόκολλο. Το Modbus RTU είναι μία συμπαγής, δυαδική αναπαράσταση των δεδομένων. Το Modbus ASCII είναι ανθρωπίνως αναγνώσιμο και λιγότερο «λακωνικό». Και τα δύο χρησιμοποιούν σειριακή επικοινωνία και έλεγχο ορθότητας δεδομένων (CRC). Κόμβοι στημένοι για το Modbus RTU δεν επικοινωνούν με κόμβους για το Modbus ASCII και αντιστρόφως.

Το Modbus/TCP είναι παραπλήσιο με το RTU, μόνο που μεταδίδει τα δεδομένα του πρωτοκόλλου με πακέτα TCP/IP. Σε αντίθεση με τα πρότυπα ASCII και RTU, το Modbus/TCP είναι ένα connection-oriented πρωτόκολλο, δηλαδή θα πρέπει πρώτα να εγκαθιδρυθεί μία σύνδεση προτού αρχίζει η διακίνηση δεδομένων. Επιτρέπει πολλαπλές σύγχρονες συνδέσεις

στον ίδιο slave αλλά και σε πολλαπλούς slaves.

Το Modbus τοποθετείται στο ανώτερο επίπεδο του μοντέλου OSI, το επίπεδο εφαρμογών. Στηρίζεται σε αρχιτεκτονική master/slave ή πελάτη/διακομιστή. Κάθε συσκευή που προορίζεται για επικοινωνία μέσω Modbus λαμβάνει μία μοναδική διεύθυνση. Οποιαδήποτε συσκευή μπορεί να στείλει μία εντολή Modbus, αν και συνήθως μόνο μία master συσκευή το κάνει. Μια εντολή Modbus περιλαμβάνει τη διεύθυνση Modbus της συσκευής προορισμού. Μόνο αυτή η συσκευή θα αντιδράσει στην εντολή παρόλο που θα παραληφθεί κι από άλλες. Όλες οι εντολές περιέχουν πληροφορίες ελέγχου ακεραιότητας. Οι βασικές εντολές Modbus μπορούν να διατάξουν μία RTU να αλλάξει μία τιμή σε κάποιο από τους καταχωρητές της, ή να επιστρέψει μία ή περισσότερες τιμές που περιέχονται αυτούς. Στο πρωτόκολλο αυτό, υπάρχει η δυνατότητα broadcasting, δηλαδή ο master να στείλει το ίδιο μήνυμα σε όλους τους slaves ταυτόχρονα. Με αυτό τον τρόπο φυσικά δεν υπάρχουν εγγυήσεις παράδοσης οπότε χρησιμοποιείται κυρίως για μη καίρια ζητήματα όπως ο συγχρονισμός των συσκευών.

Ένα τυπικό μήνυμα Modbus έχει την ακόλουθη δομή: **<διεύθυνση προορισμού>** **<Κωδικός λειτουργίας>** **<Δεδομένα>** **<Έλεγχος σφαλμάτων>**. Υπάρχουν πολλά modem που υποστηρίζουν Modbus. Διαφορετικές υλοποιήσεις του προτύπου χρησιμοποιούν καλώδια, ασύρματη επικοινωνία, ακόμη και SMS και GPRS. Τυπικά είναι τα προβλήματα συγχρονισμού με αυτό το πρωτόκολλο.

Επειδή το Modbus σχεδιάστηκε στα τέλη του 1970, το πλήθος των τύπων δεδομένων περιορίζεται σε αυτούς που αναγνωρίζονταν από τα PLC εκείνη την εποχή. Δεν υπάρχει καθορισμένος τρόπος για να βρει ένας κόμβος την περιγραφή ενός αντικειμένου δεδομένων, π.χ. να καταλάβει ότι η τιμή σε κάποιο καταχωρητή αναπαριστά τη θερμοκρασία μεταξύ 30 και 175 βαθμών. Αφού το Modbus είναι ένα master/slave πρωτόκολλο, δεν υπάρχει τρόπος κάποια συσκευή να αναφέρει σε κάθε αλλαγή δεδομένων, έτσι ο master πρέπει να ρωτάει κάθε συσκευή πεδίου διαδοχικά για να δει εάν άλλαξαν κάποια δεδομένα. Αυτό βέβαια, καταναλώνει bandwidth και χρόνο απόκρισης στο δίκτυο σε εφαρμογές απαιτητικές σε εύρος ζώνης. Το Modbus περιορίζεται στη διευθυνσιοδότηση 254 συσκευών σε κάθε δίκτυο, που περιορίζει φυσικά τον αριθμό των field devices που συνδέονται σε κάποιον master.

Το πρωτόκολλο δεν ορίζει κάποιο συγκεκριμένο φυσικό επίπεδο και συνεπώς μπορεί να δουλέψει σε διάφορα τέτοια. Οι εκδοχές ASCII και RTU λειτουργούν σε δίκτυα με RS-232C, RS-422 και RS-485. Ακόμη, μπορεί να λειτουργήσει σε όλα τα φυσικά επίπεδα δικτύου που

υποστηρίζουν TCP/IP. Για να υλοποιήσουμε την multi-drop λειτουργία του Modbus, χρειαζόμαστε ένα multi-point δίκτυο σαν το RS-485.

3.4.3 Το πρότυπο RS-485

Αυτό το πρότυπο είναι ένας καθορισμός ηλεκτρικών σημάτων του φυσικού επιπέδου του μοντέλου OSI (Open Systems Interconnection) με δύο αγωγούς που επιτυγχάνουν μονόδρομη (half-duplex), πολλαπλών σημείων (multi-point) σειριακή διασύνδεση. Η πολλαπλών σημείων διασύνδεση σημαίνει ότι πολλαπλοί πομποί μπορούν να συνδεθούν σε πολλαπλούς δέκτες. Όπως και το RS-422, το πρότυπο RS-485 χρησιμοποιεί διαφορική σηματοδότηση, δηλαδή η διαφορά των τάσεων στα δύο καλώδια είναι αυτή που μεταφέρει τα δεδομένα. Τα λογικά επίπεδα ξεχωρίζονται με σήματα μεταξύ -7 V και $+12\text{ V}$, η μία πολικότητα αναπαριστά το ένα λογικό επίπεδο και η άλλη πολικότητα το δεύτερο λογικό επίπεδο.

Στην ουσία, το πρότυπο αυτό, το μόνο που κάνει είναι να καθορίζει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του πομπού (driver) και του δέκτη (receiver). Δεν καθορίζει η συνιστά κάποιο πρωτόκολλο δεδομένων. Η διασύνδεση RS-485 επιτρέπει τον σχηματισμό φθηνών τοπικών δικτύων και συνδέσεων πολλαπλών σημείων. Προσφέρει υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων (35 Mbits/s για μέχρι 10m και 100 Kbit/s για έως 1200m). Σε αντίθεση με το RS-422, οι συσκευές που συνδέονται με RS-485 πρέπει να τοποθετούνται σε λειτουργία μετάδοσης, στέλνοντας ένα ειδικό σήμα στη συσκευή. Αυτό επιτρέπει στο RS-485 να υλοποιεί γραμμικές τοπολογίες χρησιμοποιώντας μόνο 2 καλώδια. Οι προτεινόμενες τοπολογίες είναι ως μία διασυνδεδεμένη σειρά point-to-point κόμβων ή bus τοπολογία και όχι τοπολογίες αστέρα ή δακτυλίου. Η χρήση αυτού του προτύπου απαιτεί την χρήση αντιστάσεων τερματισμού μεταξύ των δύο καλωδίων προκειμένου να μην υπάρξει απώλεια δεδομένων. Οι αντιστάσεις αυτές επίσης, μειώνουν την ευαισθησία στο θόρυβο.

Το RS-485 μπορεί να γίνει αμφίδρομη επικοινωνία χρησιμοποιώντας 4 καλώδια. Παρόλα αυτά, αφού είναι διασύνδεση πολλαπλών σημείων, αυτό δεν είναι απαραίτητο. Το ότι είναι πολύ ανθεκτικό σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και γενικά σε θόρυβο, εξαιτίας της διαφορικής σηματοδότησης που χρησιμοποιεί, το κάνει ιδανικό για χρήση σε βιομηχανικούς χώρους.

3.4.3.1 Τεχνολογία Μετάδοσης RS-485

Η μετάδοση RS-485 είναι η τεχνολογία μετάδοσης που χρησιμοποιείται πιο συχνά στο PROFIBUS. Το φάσμα των εφαρμογών περιλαμβάνει όλες εκείνες τις εφαρμογές κατά τις οποίες είναι απαραίτητη υψηλή ταχύτητα μετάδοσης και απλή, ανέξοδη εγκατάσταση. Συνήθως χρησιμοποιείται ένα ανεστραμμένο προστατευμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων με ένα ζεύγος αγωγών.

Η τεχνολογία μετάδοσης RS-485 είναι εύκολη στη χρήση της. Η εγκατάσταση του ζεύγους καλωδίων δεν απαιτεί εξειδικευμένη γνώση. Η δομή του διαύλου επιτρέπει την πρόσθεση και την αφαίρεση σταθμών ή την βήμα προς βήμα εξουσιοδότηση του συστήματος χωρίς να επηρεάζονται άλλοι σταθμοί. Περαιτέρω επεκτάσεις του δικτύου δεν έχουν καμία επίπτωση στους σταθμούς που είναι ήδη σε λειτουργία.

Υπάρχουν διαθέσιμες ταχύτητες μεταξύ 9.6 Kbit/sec και 12Mbits/sec. Όταν το σύστημα τίθεται σε λειτουργία επιλέγεται μια και μοναδική ταχύτητα μετάδοσης για όλες τις συσκευές.

Στο σχήμα δίνονται τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας μετάδοσης RS-485.

Medium	Shielded twisted pair cable.
Number of stations	32 stations in each segment without repeater. With repeaters, this can be extended to 126.
Connectors	Preferably 9-pin D-sub connector for IP 20 M12, HAN-BRID or Siemens hybrid connector for IP65/67

3.4.3.2 Οδηγίες εγκατάστασης του RS- 485

Όλες οι συσκευές συνδέονται στην δομή του διαύλου. Πάνω από 32 σταθμοί (master ή slave) μπορούν να συνδεθούν σε κάθε τομέα. Ο διάυλος δεδομένων τερματίζει σε ένα ενεργό τερματικό διαύλου στην αρχή και στο τέλος κάθε τομέα. Για να εξασφαλιστεί η λειτουργία

χωρίς λάθη και τα δύο τερματικά (της αρχής και του τέλους) θα πρέπει να βρίσκονται σε λειτουργία. Το τερματικό διαύλου μπορεί να αλλαχθεί είτε μέσα στις συσκευές είτε στους συνδέσμους τερματικών του διαύλου. Στη περίπτωση που έχουμε περισσότερους από 32 χρήστες ή όταν θέλουμε να μεγαλώσουμε το δίκτυο, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν επαναλήπτες (line amplifiers) έτσι ώστε να ενώσουμε τους διαφορετικούς τομείς του διαύλου.

Το μέγιστο μήκος του καλωδίου εξαρτάται άμεσα από τη ταχύτητα μετάδοσης όπως φαίνεται και στο (σχήμα).

Baud rate (kbit/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12000
Range/Segment	1200 m	1200 m	1200 m	1000 m	400 m	200 m	100 m

Για την τεχνολογία μετάδοσης RS-485 υπάρχουν 3 δυνατές επιλογές σύνδεσης, χρησιμοποιώντας το βαθμό προστασίας IP65/67:

- Κυκλική σύνδεση M 12 σύμφωνα με το IEC 947-5-2.
- HAN-BRID σύνδεσμος σύμφωνα με τις οδηγίες DESINA.
- Υβριδικός σύνδεσμος Siemens.

Το σύστημα συνδέσμου HAN-Brid επίσης προσφέρει μια παραλλαγή για μετάδοση δεδομένων μέσω οπτικών ινών και ισχύ τροφοδοσίας 24 V για περιφερειακά μέσω ενός χάλκινου καλωδίου σε ένα κοινό υβριδικό καλώδιο.

Κατά τη σύνδεση των σταθμών, θα πρέπει να σιγουρευτούμε ότι οι γραμμές των δεδομένων δεν είναι αντεστραμμένες. Η χρήση θωρακισμένων γραμμών δεδομένων είναι οπωσδήποτε απαραίτητη για την επίτευξη υψηλής ανοσίας απέναντι σε υψηλές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Η θωράκιση θα πρέπει να συνδεθεί με τη γείωση και στις 2 πλευρές και με καλή αγωγιμότητα χρησιμοποιώντας μεγάλης περιοχής θωρακισμένους συσφιγκτήρες. Επιπλέον συνιστάται οι γραμμές δεδομένων να βρίσκονται μακριά από καλώδια υψηλής τάσης. Η χρήση γραμμών stub πρέπει να αποφεύγεται για μετάδοση δεδομένων με ταχύτητα ≥ 1.5 Mbits/s. Εμπορικά διαθέσιμοι σύνδεσμοι plug επιτρέπουν στο καλώδιο των εισερχόμενων δεδομένων και στο καλώδιο των εξερχόμενων δεδομένων να συνδεθούν

απευθείας στο σύνδεσμο. Αυτό σημαίνει ότι οι γραμμές stub δε χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν και ότι ο σύνδεσμος διαύλου μπορεί να συνδεθεί και να αποσυνδεθεί στο διάυλο κάθε στιγμή που κρίνεται απαραίτητο χωρίς να γίνεται παρεμβολή στην επικοινωνία των δεδομένων.

3.4.4 M2M JACE



Ο ελεγκτής M2M JACE είναι ειδικά σχεδιασμένος για εφαρμογές απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου σε μικρότερες εγκαταστάσεις, ιδιαίτερα για τον εκ των υστέρων εξοπλισμού υπαρχόντων εγκαταστάσεων. Συνδυάζει ολοκληρωμένο έλεγχο στην καταγραφή δεδομένων, τον προγραμματισμό, την παρακολούθηση και τις λειτουργίες διαχείρισης του δικτύου. Εκτός από την ενσύρματη σύνδεση Ethernet και τις σειριακές θύρες, υπάρχουν 16 I / O σημεία built-in, καθώς και ένα τροφοδοτικό 230V και (προαιρετικά) ένα μόντεμ GPRS. Τα χαρακτηριστικά διαχείρισης καλωδίων που περιλαμβάνονται, το κάνουν μια αυτόνομη συσκευή με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου και του κόστους εγκατάστασης. Ο M2M JACE καθιστά δυνατό τον έλεγχο και τη διαχείριση των εξωτερικών συσκευών μέσω του Διαδικτύου, παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τους χρήστες σε γραφικές απεικονίσεις web-based.

3.4.4.1 Βασικά Χαρακτηριστικά

- Μικρή συμπαγή σχεδίαση στη διαχείριση καλωδίων για να είναι εύκολο στην εγκατάσταση

- Ενσωματωμένα πλατφόρμα Power PC @ 250 MHz και εκτελείται στο Web Interface Niagara AX
- Πλούσια και ζωντανή παρουσίαση των δεδομένων σε ένα πρόγραμμα περιήγησης του Web
- Περιλαμβάνει θύρες επικοινωνίας RS-232 και RS-485
- Universal τροφοδοτικό ρεύματος
- 16 σημεία του I / O
- Προαιρετικό μόντεμ GPRS για απομακρυσμένη πρόσβαση στο internet και παρακολούθηση συναγερμού
- Υποστηρίζει ανοικτά δίκτυα επικοινωνίας, LON, BACnet, ETE-IP, Modbus, M-bus, SNMP, Z-wave, oBIX
- Πλήρης διαχείριση των συσκευών LonWorks
- Ενσωματωμένος διακομιστής Web παρέχει γραφική διεπαφή χρήστη μέσω του browser
- Διαφορετικές εκδόσεις ώστε να ταιριάζουν με διαφορετικούς τύπους και μεγέθη εφαρμογών

3.4.4.2 Εφαρμογές

Ο ελεγκτής M2M JACE είναι ιδανικός για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Με 16 εισόδους και εξόδους που περιλαμβάνονται για εφαρμογές όπου απαιτείται παρακολούθηση σε τοπικό επίπεδο, με επιπλέον I / O ή συσκευές τρίτων που συνδέονται με τις σειριακές θύρες και IP. Η εγκατάσταση σε μικρές εφαρμογές, το M2M JACE είναι όλα όσα χρειάζεστε κανείς για ένα πλήρες σύστημα. Το M2M JACE παρουσιάζει δεδομένα σε πλούσια γραφικά διαγράμματα, μέσω ενός τυπικού προγράμματος περιήγησης στο Web μέσω Ethernet LAN ή απομακρυσμένα μέσω του Διαδικτύου, ή μέσω του προαιρετικού μόντεμ GPRS που είναι ενσωματωμένο.

Αναφορικά, μία από τις πιο σημαντικές εφαρμογές της τεχνολογίας M2M είναι η λεγόμενη «Διαχείριση Στόλου». Αφορά τη διαχείριση του συνόλου των οχημάτων αλλά και των

πλοίων που διαθέτει μία επιχείρηση. Περιλαμβάνει υπηρεσίες όπως παρακολούθηση οχημάτων/τρέιλερ(vehicle/trailer tracking), διαχείριση ταχύτητας (speed management), διαχείριση καυσίμων(fuel management), διαγνωστικά μέσα(diagnostics), διαχείριση των οδηγών(driver management), διαχείριση υγείας και ασφάλειας(health and safety management) και συντήρηση οχημάτων(vehicle maintenance). Η πιο σημαντική υπηρεσία είναι αναμφίβολα η παρακολούθηση των οχημάτων και των μεταφορικών μέσων της επιχείρησης. Πραγματοποιείται με τη χρήση ενός συστήματος GPS επάνω στο εκάστοτε όχημα το οποίο προσδιορίζει τη θέση του οχήματος την κάθε στιγμή. Προκειμένου να λάβει η επιχείρηση τα δεδομένα της θέσης ενός οχήματος μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε επίγεια είτε δορυφορική μετάδοση δεδομένων. Τα διαγνωστικά μέσα έχουν να κάνουν με διάφορους αισθητήρες και μετρητές που είναι τοποθετημένοι επάνω στο όχημα και συνδέονται με τον εγκέφαλο του κινητήρα(ECU) οι οποίοι πραγματοποιούν διάφορες μετρήσεις και συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τη τις ταχύτητες που αναπτύσσει, την χρήση του cruise control, την αποδοτικότητα στην αλλαγή ταχυτήτων κ.τ.λ. και στη συνέχεια στέλνουν στον οδηγό του οχήματος τα δεδομένα αυτά. Η χρήση των διαγνωστικών μέσων μπορεί να οδηγήσει σε ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των καυσίμων αλλά και σε σημαντική μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων του οχήματος. Η διαχείριση των οδηγών είναι συνδεδεμένη με τα διαγνωστικά μέσα καθώς τις πληροφορίες που λαμβάνει ο οδηγός του οχήματος μπορεί να λάβει και η επιχείρηση και με βάση αυτές μπορεί να φτιάξει και να διαμορφώσει προφίλ για τους διάφορους οδηγούς της. Η συντήρηση οχημάτων σχετίζεται με αισθητήρες που ανιχνεύουν τη λειτουργία και την κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα διάφορα μηχανικά μέρη του οχήματος και στέλνουν σήμα στην περίπτωση που υπάρχει κάποια βλάβη ή διαπιστωθεί κάποια δυσλειτουργία έτσι ώστε να ληφθούν οι απαραίτητες ενέργειες από πλευράς επιχείρησης για την αποκατάσταση της βλάβης το συντομότερο δυνατό.

Τέλος, μία πρωτοποριακή υπηρεσία η οποία είναι ακόμα σε δοκιμαστικό στάδιο και δεν έχει τελειοποιηθεί, είναι τα συστήματα απομακρυσμένης απενεργοποίησης οχήματος(remote vehicle disabling systems). Τα συστήματα αυτά δίνουν την δυνατότητα στις επιχειρήσεις να προστατεύουν τα οχήματα τους αποτρέποντας τη χρήση τους από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες, την λανθασμένη χρήση από τους οδηγούς ή στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης (π.χ. αδιαθεσία οδηγού εν ώρα οδήγησης). Με τη χρήση ασύρματων δικτύων ευρείας περιοχής αλλά και με τη χρήση δορυφόρου κάποιος διαχειριστής ή εξουσιοδοτημένο προσωπικό της επιχείρησης μπορεί να επέμβει και να εμποδίσει το όχημα να ξεκινήσει, να το επιβραδύνει αν

είναι εν κινήσει ή ακόμα και να το σταματήσει τελείως. Στην περίπτωση της έκτακτης ανάγκης θα υπάρχει στην καμπίνα του οδηγού ένα κουμπί “ πανικού” με το οποίο θα μπορεί ο οδηγός να στείλει μία προειδοποίηση στον διαχειριστή για να προβεί στις απαραίτητες διαδικασίες.

3.4.5 Καλώδιο Ethernet

Τα καλώδια της κατηγορίας 6 γνωστά απλά και ως CAT 6, είναι ένας τύπος καλωδίων που χρησιμοποιούνται ειδικά για την σύνδεση ηλεκτρονικών υπολογιστών και συγκεκριμένα για την καλωδίωση δικτύων Gigabit Ethernet. Το καλώδιο της κατηγορίας 6 είναι συμβατό με τα καλώδια της κατηγορίας 5, παρέχει όμως υψηλότερη ηλεκτρική πιστότητα και λιγότερες ηλεκτρονικές παρεμβολές σε σύγκριση με αυτό.

Το καλώδιο της κατηγορίας 6 είναι φτιαγμένο από τέσσερα ζεύγη περιπλεγμένων μονωμένων μεταλλικών ινών που περιβάλλονται από έναν κοινό μανδύα.

3.4.6 NPB-GPRS Modem

Το NPM-GPRS modem είναι μέρος του tridium portofolio of hardware, software και των εργαλείων που είναι σχεδιασμένα για απομακρυσμένο έλεγχο και έλεγχο των εφαρμογών που μας επιτρέπουν την end-to-end αυτοματοποίηση και device-to-enterprise ολοκλήρωση.

Η NPB-GPRS modem κάρτα επιλογής μας επιτρέπει να επικοινωνεί με έναν ελεγκτή JACE μέσω κυψελοειδών επικοινωνιών όπου η σύνδεση σε LAN, WAN, η VPN είναι είτε μη διαθέσιμη η μη επιθυμητή. Η σύνδεση καθιερώνεται μέσω της τυποποιημένης GPRS κυψελοειδούς δικτύωσης, χρησιμοποιώντας έναν τοπικό κυψελοειδή φορέα παροχής υπηρεσιών. Παραδίδεται με μια μικρή dual-band κεραία, η κάρτα επιλογής NPB-GPRS μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε M2M JACE-2 ή M2M JACE-6 πλατφόρμα τρέχοντας το Niagara 3.4 ή νεότερη έκδοση. Συνήθως απαιτείται μία σύμβαση υπηρεσιών με έναν εγκεκριμένο κυψελοειδή φορέα παροχής υπηρεσιών και για αυτό πρέπει να αγοραστεί ξεχωριστά.

3.4.6.1 Εφαρμογές

Το NBP-GPRS προορίζεται για εφαρμογές όπου μια σύνδεση στο WAN/LAN/VPN του πελάτη μπορεί να μην είναι διαθέσιμη. Αξιοποιώντας την κυτταρική τεχνολογία, η δυνατότητα που μας δίνει το Niagara JACE είναι να μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο του τελικού χρήστη με μία από τις δύο (2) Virtual Private Network (VPN) τεχνικές. Αυτή η μέθοδος σύνδεσης παρέχει τη δυνατότητα να προσφέρουν συνδεσιμότητα σε πελάτες οι οποίοι κατά το παρελθόν, δεν είχαν μια μέθοδο για ένα ενιαίο αυτόνομο M2M JACE ώστε να επικοινωνούν με το Internet ή με το σπίτι ενός πελάτη (WAN / LAN / VPN).

3.4.6.2 Χαρακτηριστικά

- Παρέχει απομακρυσμένη πρόσβαση σε JACE όπου η ISP σύνδεση δεν είναι διαθέσιμη με άλλο τρόπο.
- Παρέχει συνδεσιμότητα GPRS από κυψελοειδές δίκτυο επικοινωνίας.
- Ταιριάζει σε οποιαδήποτε υποδοχή επέκτασης ενός προτύπου M2M JACE-2 ή JACE-6.
- Περιλαμβάνει μια κεραία τοποθετημένη απευθείας στην κάρτα, ή ένα προαιρετικά, καλώδιο 2 μέτρων επέκτασης για να εντοπίσετε ξανά την κεραία μακριά από το M2M JACE.
- Πρότυπο plug-in στοιχείο ταυτότητας συνδρομητή (SIM) για παροχή κινητής σύνδεσης.

3.4.6.3 Επιλογές Σύνδεσης

Υπάρχουν δύο μέθοδοι σύνδεσης με το απομακρυσμένο M2M JACE GPRS χρησιμοποιώντας την κυψελοειδή επιλογή: Το Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP) μέσω του διαδικτύου και είναι η πλέον κατάλληλη για τη σύνδεση ένα-προς-ένα μεταξύ του M2M JACE και για έναν μόνο χρήστη. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την προσωρινή πρόσβαση στην κυτταρική συσκευή για σύνδεση είτε για να χρησιμοποιήσετε τα εργαλεία, είτε για να χρησιμοποιήσει ένα πρόγραμμα περιήγησης για την παρακολούθηση του M2M JACE. Η πιο ισχυρή μορφή της σύνδεσης χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο IP Security (IPSec). Το IPSec συνδέει δύο τείχη προστασίας ή δρομολογητές μέσω ασφαλούς σήραγγας και είναι πιο αξιόπιστα από ότι μια σύνδεση PPTP. Αυτή η μέθοδος έχει πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης και θα ανακάμψει γρήγορα από τα διαλείμματα της επικοινωνίας στη σύνδεση. Επιπλέον, το IPSec μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση LAN με το ασύρματο δίκτυο, όπου υπάρχουν οι κυτταρικές GPRS συνδεδεμένες συσκευές.

3.2.6.1 NPB-GPRS-W

Modem κάρτας, συμπεριλαμβανομένης της κεραίας που τοποθετείται άμεσα στην πλευρά της κάρτας SIM και ένα για χρήση με Wyless κυτταρική ως φορέα παροχής υπηρεσιών. Wyless είναι ο μόνος Tridium εγκεκριμένος φορέας παροχής υπηρεσιών για τις ηπειρωτικές ΗΠΑ.

3.2.6.2 GPRS-CBL-EXT

Προαιρετικά δύο μέτρα καλωδίου επέκτασης με βραχίονα στήριξης για την επέκταση της σύνδεσης της κεραίας σε μια πιο απομακρυσμένη τοποθεσία. Συνήθως χρησιμοποιείται για να εντοπίσει εκ νέου την κεραία έξω από ένα μεταλλικό περίβλημα.

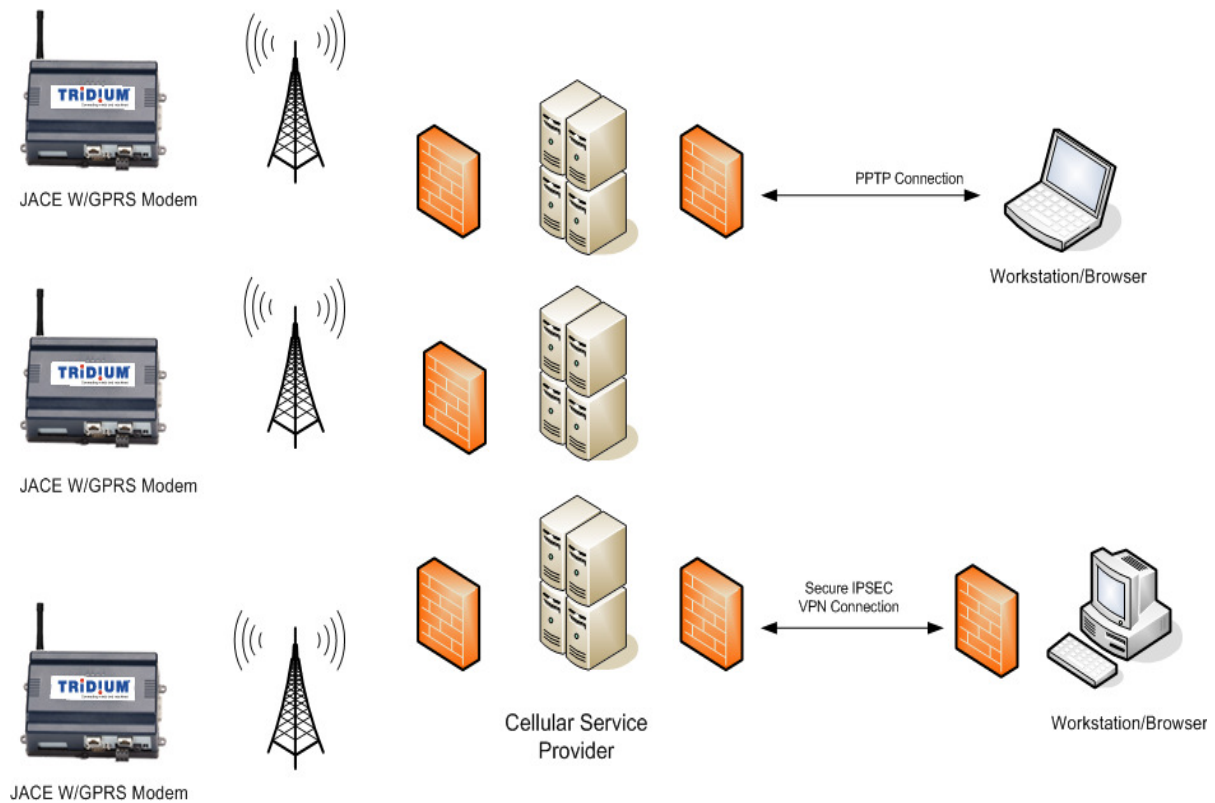
3.2.6.3 GPRS-SIM-W

Αντικατάσταση κάρτας SIM για τη χρήση του μόντεμ με Wyless ως φορέα παροχής υπηρεσιών.

3.2.6.4 NPB-GPRS

Η επιλογική κάρτα modem όπου η κεραία είναι απευθείας στην πλευρά της κάρτας. Η SIM με αυτήν την επιλογή δεν παρεχεται. Για χρήση Με την Wyless παροχής υπηρεσιών όταν απαιτείται. Η Cellular παροχή υπηρεσιών πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο διαπραγμάτευσης από τον εγκαταστάτη.

3.4.6.4 Αρχιτεκτονική



3.4.7 3G with Public Static IP

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας παρέχουν δυναμικά, ιδιωτικές **IP** διευθύνσεις σε 3G συσκευές οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απολύτως επαρκής για το σπίτι και τη γενική επαγγελματική χρήση. Η 3G σύνδεση κινητού στο Διαδίκτυο δρομολογείται μέσω ενός τείχους προστασίας **NAT** σε παρόχους κέντρο δεδομένων σας, η οποία προσθέτει την ασφάλεια, αλλά και περιορίζει τη δυνατότητα να συνδεθεί με την Ασύρματη Ευρυζωνική συσκευή σας από το Internet.

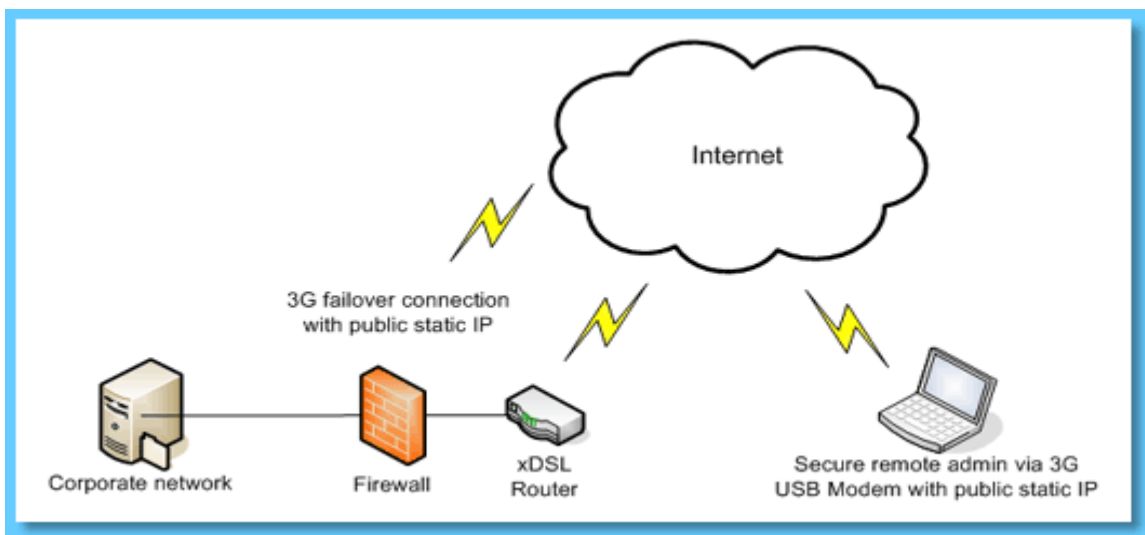
Αν πάροχός σας δεν θα είναι σε θέση να καλύψει τυχόν ανάγκες προώθησης των θυρών που μπορεί να έχετε, έτσι ώστε ένα end-to-end σύνδεσης με 3G συσκευή, δεν θα είναι δυνατή ακόμη και αν η συσκευή σας είναι ένα 3G router. Ο περιορισμός αυτός αποτρέπει επίσης τις

site-to-site συνδέσεις 3G από την καθιέρωσή τους για εφαρμογές VPN.

Μπορούμε να μας παρέχονται (σταθερές) **static IP** κάρτες SIM με τις δημόσιες αναθέσεις διεύθυνσης IP, όταν η εφαρμογή το απαιτεί. Για παράδειγμα στο διάγραμμα της αρχιτεκτονικής, υπάρχει ασφαλής απομακρυσμένη διαχείριση του εταιρικού δικτύου και μπορούν να εκτελεστούν από ένα laptop και 3G modem USB με δημόσια στατική ανάθεση IP. Το εταιρικό τείχος προστασίας μπορεί να έχει ρυθμιστεί πρόσβαση σε επίπεδο IP ελέγχου, επειδή η συσκευή δεν διαθέτει μια δυναμική διεύθυνση IP.

Άλλες Σταθερές IP Εφαρμογές SIM:

- 3G συνδέσεις στο Internet.
- Ασφαλής απομακρυσμένη διαχείριση.
- SMTP διακομιστή αλληλογραφίας.
- Site-to-site συνδέσεις 3G.
- Digital Media / Διαφήμιση.
- Πρόσβαση με IP κάμερες.
- Συστήματα τηλεμετρίας οχημάτων.
- Διαχείριση στόλου οχημάτων.
- Αυτόματοι πωλητές.



Μπορεί να παρέχετε ένα σταθερό SIM IP ξεκινώντας με μόνο 1GB δεδομένων που προβλέπεται από το γρήγορο και ισχυρό δίκτυο της Cosmote. Άλλες τιμές περιλαμβάνουν επιλογές όπως 3GB, 5GB, 10GB και 20GB.

3.4.7.1 Low Data Usage Tariffs

Χαμηλή χρήση δεδομένων παρέχουν οικονομικά αποδοτική συνδεσιμότητα 3G, όπου τυπικά σε μηνιαία χρήση δεν ξεπερνά τα 10MB ανά μήνα, ανά κάρτα SIM. Με μηνιαίο πακέτο δεδομένων που ξεκινούν από μόλις 1MB ανά SIM και επιλογές για στατικές ή δυναμικές διευθύνσεις IP, προκύπτουν οικονομικά αποδοτικές συνδέσεις τηλεμετρίας και για τα συστήματα εντοπισμού - αν είναι δυνατόν.

Διεύθυνση IP

Μία διεύθυνση IP (IP address - Internet Protocol address), είναι ένας μοναδικός αριθμός που χρησιμοποιείται από συσκευές για τη μεταξύ τους αναγνώριση και συνεννόηση σε ένα δίκτυο υπολογιστών που χρησιμοποιεί το Internet Protocol standard. Κάθε συσκευή που ανήκει στο δίκτυο - όπως επίσης δρομολογητές (routers), υπολογιστές, εκτυπωτές, fax μέσω Internet κ.τ.λ. πρέπει να έχει τη δική της μοναδική διεύθυνση. Μία διεύθυνση IP μπορεί να θεωρηθεί το αντίστοιχο μιας διεύθυνσης κατοικίας ή ενός αριθμού τηλεφώνου (σύγκριση με VoIP) για έναν υπολογιστή ή άλλη συσκευή δικτύου στο Διαδίκτυο. Όπως κάθε διεύθυνση κατοικίας και αριθμός τηλεφώνου αντιστοιχούν σε ένα και μοναδικό κτίριο ή τηλέφωνο, μια IP address χρησιμοποιείται για τη μοναδική αναγνώριση ενός υπολογιστή ή άλλης συσκευής που συνδέεται στο δίκτυο.

Σε κάθε υπολογιστή συνδεδεμένο στο Internet αποδίδεται μία μοναδική διεύθυνση που ονομάζεται διεύθυνση πρωτοκόλλου Διαδικτύου (Internet Protocol address). Αυτή η διεύθυνση Διαδικτύου (IP address) μπορεί να είναι είτε στατική (Static IP) είτε δυναμική (Dynamic IP). Στατική IP είναι η IP διεύθυνση που δίνεται κάθε φορά σε ένα υπολογιστή, ο οποίος συνδέεται στο Διαδίκτυο από τον εκάστοτε ISP (Internet Service Provider) και είναι πάντα η ίδια (δεν αλλάζει).

Στατικές IP

Οι στατικές διευθύνσεις IP χρησιμοποιούνται για να αναγνωρίζονται ημι-μόνιμες συσκευές με σταθερές διευθύνσεις IP.

Domain Name System

Το Domain Name System ή DNS (Σύστημα Ονομάτων Τομέων ή Χώρων ή Περιοχών) είναι ένα ιεραρχικό σύστημα ονοματοθεσίας για δίκτυα υπολογιστών, που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο IP. Το σύστημα DNS μπορεί και αντιστοιχίζει ονόματα με διευθύνσεις IP ή άλλα ονόματα στο Διαδίκτυο ή κάποιο άλλο δίκτυο.

Πρωτόκολλο IP – Πρωτόκολλο TCP/IP

Το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP-Internet Protocol), αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο επικοινωνίας για τη μετάδοση πακέτων δεδομένων σε ένα διαδίκτυο και είναι τμήμα της Σουίτας Πρωτοκόλλων Διαδικτύου(TCP/IP). Το Πρωτόκολλο IP είναι υπεύθυνο για τη δρομολόγηση των πακέτων δεδομένων ανάμεσα στα διάφορα δίκτυα, ανεξάρτητα από την υποδομή τους, και αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο πάνω στο οποίο είναι βασισμένο το διαδίκτυο.

Το Πρωτόκολλο IP, ανήκει στο Επίπεδο Δικτύου, στο Μοντέλο Διαστρωμάτωσης TCP/IP. Καθορίζει τη μορφή των πακέτων που στέλνονται μέσω ενός διαδικτύου, καθώς και τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για την προώθηση των πακέτων από έναν υπολογιστή προς έναν τελικό προορισμό μέσω ενός ή περισσότερων δρομολογητών. Γι' αυτούς τους σκοπούς, το IP, χρησιμοποιεί συγκεκριμένες μεθόδους διευθυνσιοδότησης και δομές για την ενθυλάκωση των πακέτων δεδομένων.

NAT

Ο Μεταφραστής Διευθύνσεων Δικτύου (NAT – Network Address Translation), σχεδιάστηκε για απλοποίηση και διατήρηση των IP διευθύνσεων αφού αυτό που κάνει είναι να επιτρέπει σε ιδιωτικά δίκτυα που χρησιμοποιούν μη εγγεγραμμένες IP διευθύνσεις να έχουν σύνδεση με το Internet. Το σύστημα NAT λειτουργεί σε κάποιον δρομολογητή, ο οποίος συνδέει συνήθως δύο δίκτυα και μεταφράζει τις ιδιωτικές (μη μοναδικές στον παγκόσμιο ιστό) διευθύνσεις του εσωτερικού δικτύου σε νόμιμες διευθύνσεις προτού τα πακέτα προωθηθούν σε άλλο δίκτυο. Σαν μέρος αυτής της λειτουργίας το NAT μπορεί να ρυθμιστεί να κάνει γνωστή μόνο μία διεύθυνση στον έξω κόσμο για ολόκληρο το δίκτυο που συνδέει με αυτόν. Αυτό το χαρακτηριστικό παρέχει επιπλέον ασφάλεια αφού κρύβει ολόκληρο το εσωτερικό δίκτυο από το κόσμο πίσω από μία διεύθυνση.

3.4.8 IPSec

Το Internet αποτελεί αντικείμενο πολλών και διαφορετικών τύπων επιθέσεων συμπεριλαμβανομένων αυτών της απώλειας του απόρρητου, της ακεραιότητας των δεδομένων, της πλαστοπροσωπίας και της άρνησης παροχής υπηρεσιών. Ο στόχος της IPSec (IP Security) είναι η αντιμετώπιση όλων αυτών των προβλημάτων μέσα στην ίδια την υποδομή του δικτύου χωρίς να είναι αναγκαία η εγκατάσταση και η ρύθμιση ακριβών μηχανών και λογισμικού.

Η IPSec παρέχει κρυπτογράφηση στο επίπεδο του IP και για αυτό το λόγο αποτελεί ένα αξιοσημείωτο κομμάτι της συνολικής ασφάλειας. Οι προδιαγραφές της IPSec ορίζουν δύο νέους τύπους δεδομένων στα πακέτα: την επικεφαλίδα πιστοποίησης (AH-Authentication Header), για την παροχή υπηρεσίας ακεραιότητας δεδομένων και το φορτίο ενθυλάκωσης ασφάλειας (ESP-Encapsulating Security Payload) το οποίο παρέχει πιστοποίηση ταυτότητας και ακεραιότητα δεδομένων. Ορίζονται επίσης οι παράμετροι επικοινωνίας μεταξύ δύο συσκευών που είναι η διαχείριση των κλειδιών και η συσχετισμοί ασφάλειας (security associations).

3.4.8.1 Ορισμός

Η IPSec είναι ένα πρωτόκολλο ανοικτών προδιαγραφών για τη διασφάλιση του απορρήτου των επικοινωνιών. Είναι βασισμένο στις προδιαγραφές που ανέπτυξε η ομάδα εργασίας του Internet (IETF). Η IPSec διασφαλίζει την εμπιστευτικότητα, την ακεραιότητα και την αυθεντικότητα των επικοινωνιών δεδομένων σε ένα IP δίκτυο. Η IPSec παρέχει τον απαραίτητο μηχανισμό για την ανάπτυξη ευκίνητων λύσεων ασφάλειας σε ένα δίκτυο. Έλεγχοι κρυπτογράφησης και πιστοποίησης ταυτότητας μπορούν να εφαρμοσθούν σε διάφορα επίπεδα στην δικτυακή υποδομή.

3.4.8.2 Γιατί χρειαζόμαστε την IPSec

- **Απώλεια του Απορρήτου (Loss of Privacy)**

Κάποιος που έχει καταφέρει να εισχωρήσει σε κάποιο δίκτυο έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί εμπιστευτικά δεδομένα κατά τη διακίνηση των τελευταίων στο Internet. Αυτή η δυνατότητα είναι ίσως ο μεγαλύτερος ανασταλτικός παράγοντας στις επικοινωνίες μεταξύ των επιχειρήσεων σήμερα. Χωρίς τη χρήση κρυπτογραφικών μεθόδων κάθε μήνυμα είναι ανοικτό προς ανάγνωση από όποιον έχει τη δυνατότητα να το αιχμαλωτίσει. Το CERT (Computer Emergency Response Team Coordination Center) αναφέρεται στα προγράμματα "packet sniffers" ως την πιο συνηθισμένη περίπτωση επίθεσης από αυτές που συναντώνται.

"Οι εισβολείς συνηθίζουν να εγκαθιστούν packet sniffers σε συστήματα που έχουν εκτεθεί σε κάθε είδους κίνδυνο μετά την απώλεια της μυστικότητας του root password. Αυτά τα προγράμματα, που συλλέγουν ονόματα και κωδικούς, εγκαθίστανται σαν μέρος ενός kit το οποίο αντικαθιστά επιπλέον κοινά αρχεία του συστήματος με προγράμματα που δείχνουν ότι κάνουν αυτό που θα έπρεπε αλλά στην πραγματικότητα εκτελούν άλλες λειτουργίες (Trojan horse programs). Αυτά τα kit παρέχουν οδηγίες οι οποίες καθιστούν και τον αρχάριο χρήστη τους επικίνδυνο για την ασφάλεια ενός απροστάτευτου δικτύου".

- **Απώλεια της Ακεραιότητας των Δεδομένων (Loss of Data Integrity)**

Ακόμα και για δεδομένα που δεν είναι εμπιστευτικά πρέπει να λαμβάνονται μέτρα διασφάλισης της ακεραιότητάς τους. Μπορεί να μην μας ενδιαφέρει εάν κάποιος "δει" τη κίνηση ρουτίνας της δουλειάς μας, αλλά σίγουρα θα μας προβλημάτιζε εάν αυτός αλλοίωνε κατά οποιοδήποτε τρόπο τα δεδομένα αυτά. Για παράδειγμα το να μπορεί κάποιος να πιστοποιεί με ασφάλεια τον εαυτό του στη τράπεζα κάνοντας χρήση ψηφιακών πιστοποιητικών δεν είναι αρκετό εάν η κύρια εργασία του στη τράπεζα θα μπορούσε να αλλοιωθεί με κάποιο τρόπο.

- **Πλαστοπροσωπία (Identity Spoofing)**

Εκτός της προστασίας των ίδιων των δεδομένων, θα πρέπει να παίρνουμε μέτρα ώστε να προστατεύεται και η ταυτότητά μας στο Internet. Ένας εισβολέας μπορεί να αποδειχθεί ικανός να κλέψει τη ταυτότητα κάποιου και έτσι να αποκτήσει πρόσβαση σε εμπιστευτικές πληροφορίες. Πολλά συστήματα ασφάλειας, σήμερα, βασίζονται στην IP διεύθυνση για να αναγνωρίσουν μοναδικά τους χρήστες. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ εύκολο να ξεγελαστούν και αυτό το γεγονός έχει οδηγήσει σε αναρίθμητα τρυπήματα διαφόρων συστημάτων. Το CERT έχει αναφερθεί σε αυτού του είδους την επίθεση: "Συνεχίζουμε να λαμβάνουμε αρκετές αναφορές που μιλάνε για επιθέσεις τύπου IP Spoofing. Οι εισβολείς επιτίθενται χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένα εργαλεία που κυκλοφορούν ελεύθερα στο Internet. Κάποια sites πίστευαν, λανθασμένα, ότι σταματούσαν τέτοιου είδους επιθέσεις ενώ άλλα σχεδίαζαν να το κάνουν αλλά δεν είχαν προλάβει να το εφαρμόσουν".

- **Αρνηση Παροχής Υπηρεσιών (Denial-of-Service)**

Εφόσον κάποιος οργανισμός εκμεταλλεύεται το Internet, πρέπει να λάβει κάποια μέτρα ώστε να διασφαλίσει τη διαθεσιμότητα του συστήματός του σε αυτό. Τα τελευταία χρόνια διάφοροι hackers έχουν βρει αδυναμίες στο πρωτόκολλο TCP/IP που τους δίνει τη δυνατότητα να "ρίχνουν" τις μηχανές(crash). Το CERT έχει μιλήσει για το θέμα: "Ο αριθμός των επιθέσεων εναντίον συστημάτων έχει αυξηθεί σημαντικά αφού υπάρχουν

πλέον πακέτα που κυκλοφορούν ελεύθερα και που κάνουν εύκολη την πραγματοποίηση τέτοιου είδους επιθέσεων".

Πριν την άφιξη της IPSec στο προσκήνιο, εφαρμόζονταν αποσπασματικές λύσεις που αντιμετώπιζαν μέρος μόνο του προβλήματος. Για παράδειγμα, το SSL (Secure Sockets Layer) παρέχει κρυπτογράφηση σε επίπεδο εφαρμογής για Web browsers και άλλες εφαρμογές. Το SSL προστατεύει την πιστότητα των δεδομένων που στέλνονται από κάθε εφαρμογή που το χρησιμοποιεί, αλλά δεν προστατεύει τα δεδομένα που αποστέλλονται από άλλες εφαρμογές. Κάθε σύστημα και εφαρμογή πρέπει να είναι προστατευμένη από το SSL για να του παρέχει το τελευταίο την προστασία.

Οργανισμοί όπως ο στρατός χρησιμοποιούσαν για χρόνια κρυπτογράφηση επιπέδου συνδέσμου. Σε αυτό το σχήμα κάθε σύνδεσμος επικοινωνιών προστατεύεται από ένα ζεύγος συσκευών κρυπτογράφησης - μια στο τέλος κάθε πλευράς του συνδέσμου. Αν και αυτό το σύστημα παρέχει εξαιρετική ασφάλεια δεδομένων είναι πολύ δύσκολο να παρακολουθηθεί και να διαχειριστεί. Επιπλέον απαιτεί η κάθε πλευρά του συνδέσμου στο δίκτυο να είναι ασφαλής διότι τα δεδομένα είναι σε καθαρή μορφή σε αυτά τα σημεία. Φυσικά αυτό το σχήμα δεν μπορεί να δουλέψει καθόλου στο Internet όπου πιθανότατα κανένας από τους ενδιάμεσους συνδέσμους δεν είναι προσβάσιμος σε κανέναν και δεν εμπιστεύεται κανέναν.

Η IPSec υλοποιεί κρυπτογράφηση και πιστοποίηση επιπέδου δικτύου όπως φαίνεται στο σχήμα 6, παρέχοντας μια λύση ασφαλείας μέσα στην ίδια την αρχιτεκτονική του δικτύου. Έτσι τα συστήματα και οι εφαρμογές που βρίσκονται στις άκρες δεν χρειάζονται αλλαγές ή ρυθμίσεις για να έχουν το πλεονέκτημα της ισχυρής ασφαλείας. Επειδή τα κρυπτογραφημένα πακέτα μοιάζουν με κανονικά IP πακέτα μπορούν εύκολα να δρομολογηθούν μέσα από οποιοδήποτε IP δίκτυο, όπως το Internet, χωρίς καμία αλλαγή στον ενδιάμεσο δικτυακό εξοπλισμό. Οι μόνες συσκευές οι οποίες γνωρίζουν για την κρυπτογράφηση είναι αυτές στα ακραία σημεία. Αυτό το χαρακτηριστικό μειώνει δραστικά τόσο το κόστος της υλοποίησης όσο και το κόστος της διαχείρισης.

3.4.8.3 Συσχετισμοί Ασφάλειας - Security Association

Η IPSec παρέχει πολλές επιλογές για την υλοποίηση κρυπτογράφησης και πιστοποίησης ταυτότητας στο δίκτυο. Κάθε IPSec σύνδεση μπορεί να παρέχει είτε κρυπτογράφηση είτε ακεραιότητα και πιστοποίηση ταυτότητας δεδομένων ή και τα δυο. Όταν η υπηρεσία ασφάλειας καθοριστεί οι δυο επικοινωνούντες κόμβοι πρέπει να καθορίσουν ακριβώς ποιους αλγόριθμους θα χρησιμοποιήσουν (για παράδειγμα DES ή IDEA για κρυπτογράφηση και MD5 ή SHA για ακεραιότητα δεδομένων). Αφού αποφασίσουν για τους αλγόριθμους οι δυο συσκευές πρέπει να μοιράσουν κλειδιά σύνδεσης. Όπως μπορούμε να δούμε υπάρχει αρκετή πληροφορία προς παρακολούθηση. Η συσχέτιση ασφάλειας είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται από την IPSec για την παρακολούθηση όλων των λεπτομερειών που αφορούν μια δεδομένη IPSec επικοινωνία. Μια συσχέτιση ασφάλειας είναι η σχέση μεταξύ δυο ή περισσότερων οντοτήτων που περιγράφει πως οι οντότητες θα χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες ασφάλειας για να επικοινωνήσουν με ασφάλεια.

Οι συσχετισμοί ασφάλειας είναι μη κατευθυντικοί που σημαίνει ότι για κάθε ζεύγος επικοινωνούντων συστημάτων υπάρχουν τουλάχιστον δυο συνδέσεις ασφάλειας μια από το A στο B και μια από το B στο A. Ο συσχετισμός ασφάλειας αναγνωρίζεται μοναδικά από έναν τυχαίως επιλεγμένο μοναδικό αριθμό ο οποίος λέγεται SPI (Security Parameter Index) και από την IP διεύθυνση του προορισμού. Όταν ένα σύστημα στέλνει ένα πακέτο το οποίο απαιτεί IPSec προστασία κοιτάει τον συσχετισμό ασφάλειας στη βάση δεδομένων του, εφαρμόζει τη συγκεκριμένη επεξεργασία και μετά εισάγει τον SPI από το συσχετισμό ασφάλειας στην IPSec επικεφαλίδα. Όταν το αντίστοιχο μηχάνημα IPSec λαμβάνει το πακέτο κοιτάει με τη σειρά του το συσχετισμό ασφάλειας βάσει της διεύθυνσης προορισμού και του SPI και μετά επεξεργάζεται το πακέτο όπως ορίζεται. Με λίγα λόγια ο συσχετισμός ασφάλειας είναι απλώς μια δήλωση της διαπραγματεύσιμης πολιτικής ασφάλειας μεταξύ δυο συσκευών.

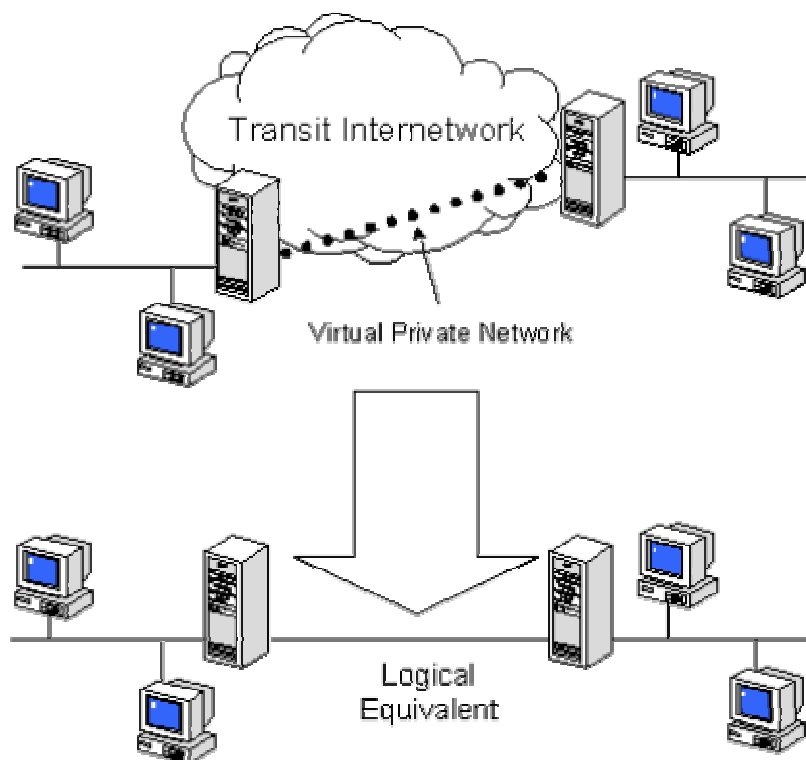
3.4.9 VPN

Ένα ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο (Virtual Private Network -VPN-) συνδέει τα στοιχεία ενός δικτύου με αυτά ενός άλλου δικτύου. Τα VPNs υλοποιούν αυτή τη σύνδεση επιτρέποντας το χρήστη να «διαπεράσει» (tunnel) το Internet ή άλλα δημόσια δίκτυα με την ίδια ασφάλεια και τα χαρακτηριστικά που είχε σε ιδιωτικό δίκτυο. Το VPN είναι ένα δίκτυο που σκοπεύει στην άμεση αποκατάσταση επικοινωνίας δεδομένων μεταξύ δύο απομακρυσμένων παραρτημάτων μιας εταιρίας.

Η υπηρεσία "Ιδεατό Ιδιωτικό Δίκτυο" συνδέει τις τερματικές διατάξεις που χρησιμοποιείτε για τις τηλεφωνικές σας επικοινωνίες με τη δημιουργία ενός ιδεατού δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο σας παρέχονται εναλλακτικές και ευέλικτες λύσεις για την κάλυψη των αναγκών σας.

Τα Ιδεατά Ιδιωτικά Δίκτυα (Virtual Private Networks, VPNs) είναι ένας τρόπος να συνδέσουμε πολλά απομακρυσμένα σημεία της επιχείρησής μας, πιθανώς τους συνεργάτες μας και σε μερικές περιπτώσεις τους προμηθευτές και τους πελάτες μας, με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργούμε ιδιωτικά, ταχύτερα, οικονομικότερα και αποτελεσματικότερα.

Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες υλοποίησης Ιδεατών Ιδιωτικών Δικτύων. Όλες τους έχουν δυνατά και αδύνατα σημεία. Ο κοινός παρονομαστής τους είναι η διασύνδεση δύο ή περισσότερων σημείων χρησιμοποιώντας ως υποδομή ένα δίκτυο δημόσιας χρήσης, αλλά με τέτοιο τρόπο που να εγγυάται η ασφάλεια της πληροφορίας από τα αδιάκριτα μάτια.



Ένα VPN υλοποιεί ασφαλέστερα τύπους δικτύων όπως τα Extranets και αυτή είναι η ευρύτερη εφαρμογή του σήμερα.

Το Virtual Private Network (VPN) μπορεί να εφαρμοστεί με σύνδεση από 9.6 Kbps έως 2 Mbps, και με χρήση μισθωμένου κυκλώματος, ή απλού τηλεφωνικού δικτύου, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής σας. Το VPN είναι μια υποκατηγορία νοήμονος δικτύου.

3.4.9.1 Intranet VPNs

Τα Intranet VPNs αφορούν στη σύνδεση των γραφείων και υποκαταστημάτων μιας εταιρείας. Στόχος εδώ είναι να υπάρχει κεντρικός έλεγχος της υποδομής της εταιρείας, να επιτραπεί δηλαδή στα απομακρυσμένα σημεία να χρησιμοποιούν την υποδομή (εφαρμογές λογιστικής, αποθήκης, ανθρώπινων πόρων, μισθοδοσίας, ή άλλες εξειδικευμένες εφαρμογές) απευθείας από τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας. Η λειτουργικότητα που επιτυγχάνεται είναι προφανής: όλα τα γραφεία και υποκαταστήματα της εταιρείας είναι άμεσα συνδεδεμένα με τα κεντρικά της γραφεία, έχουν άμεση και αυτόβουλη πρόσβαση στα δεδομένα που τους αφορούν

και η εταιρεία ενημερώνεται αυτόματα για όλες τις κινήσεις των περιφερειακών της γραφείων και υποκαταστημάτων. Εδώ εφαρμόζεται και η ενδοεταιρική τηλεφωνία, επιτρέποντας την επικοινωνία μεταξύ όλων αυτών των σημείων με εσωτερικές κλήσεις.

3.4.9.2 Extranet VPNs

Σ' αυτή την περίπτωση, το ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο επεκτείνεται και στους συνεργάτες, πελάτες, προμηθευτές, δίκτυο μεταπωλητών, κτλ. Η λειτουργικότητα είναι η ίδια, με εξαίρεση την εκτενέστερη διαβαθμισμένη πρόσβαση του κάθε μέλους του VPN στους πόρους της εταιρείας, ανάλογα με τα δικαιώματα που επιθυμεί η εταιρεία να αναθέσει. Η τηλεφωνία μεταξύ των εταιρειών, μέσω του VPN, εφαρμόζεται και εδώ, προσφέροντας μηδενικό κόστος για την επικοινωνία μεταξύ των εταιρειών που συμμετέχουν στο Ιδεατό Ιδιωτικό Δίκτυο.

3.4.9.3 Access VPNs

Τα access VPNs αφορούν στη σύνδεση μεμονωμένων στελεχών στο εταιρικό δίκτυο, από το σπίτι ή σε περιοδεία (είναι γνωστά και ως VPDNs, Virtual Private Dialup Networks). Με τα access VPNs είναι δυνατό κάποιο στέλεχος να αποκτήσει πλήρη πρόσβαση στο εταιρικό δίκτυο, ίδια με την πρόσβαση που θα είχε αν βρισκόταν στο γραφείο του μέσα στην επιχείρηση, αυτή τη φορά όμως από το σπίτι του, ή σε κάποιο ταξίδι. Μπορεί μάλιστα να χρησιμοποιήσει την ενδοεταιρική τηλεφωνία μέσω του προσωπικού του υπολογιστή.

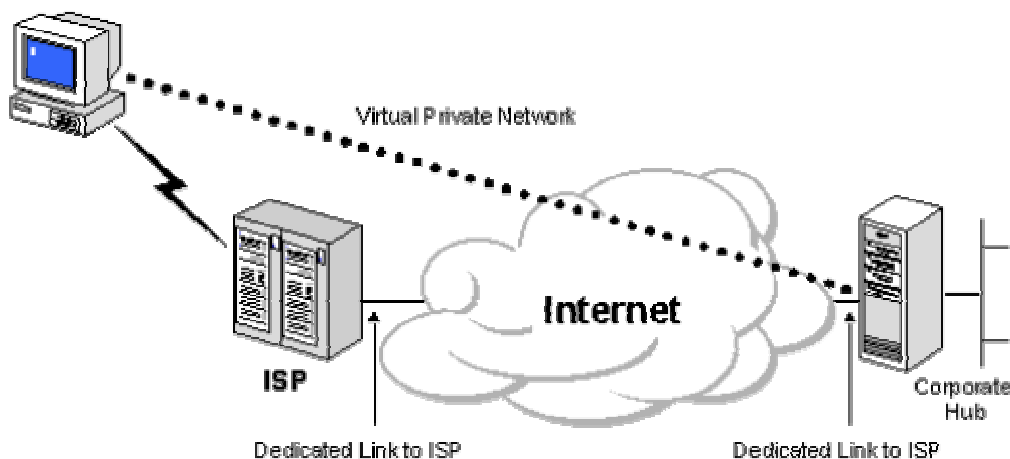
3.4.9.4 Εφαρμογές

Με χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού είναι δυνατή:

- Διασύνδεση τοπικών δικτύων.
- Online εφαρμογές (Unix, IBM κλπ.)
- Εφαρμογές Client Server
- Διασύνδεση ASCII τερματικών σε host
- Remote PC access

3.4.9.5 Χρήση των VPN

Τα VPNs παρέχουν τη δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένου χρήστη στους πόρους ενός δικτύου μέσω Internet, διατηρώντας την ασφάλεια των πληροφοριών που διακινούνται. Η παρακάτω εικόνα δείχνει πως χρησιμοποιείται ένα VPN για να συνδεθεί ένας απομακρυσμένος χρήστης σε ένα εταιρικό Intranet.



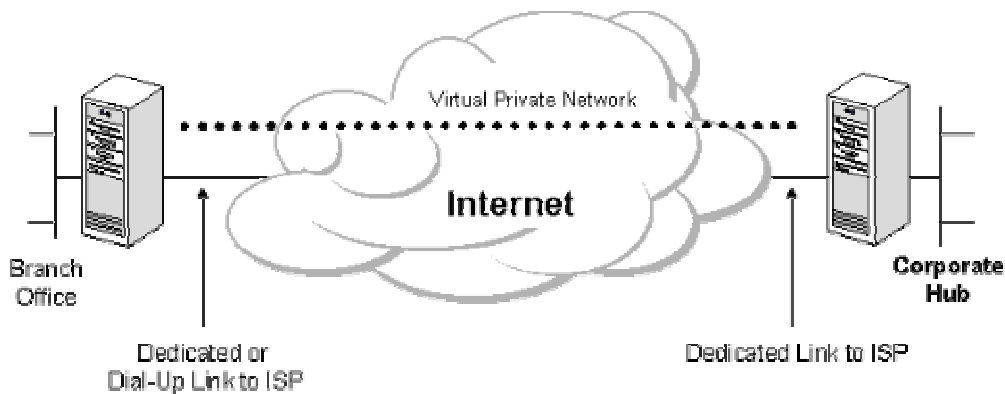
Αντί δηλαδή να καλούμε με υπεραστικό τηλεφώνημα έναν Network Access Server (NAS) καλούμε έναν τοπικό ISP. Χρησιμοποιώντας τη σύνδεση με τον τοπικό πάροχο Internet, το λογισμικό του VPN δημιουργεί ένα ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο μεταξύ του υπολογιστή μας και του VPN server που βρίσκεται σε απομακρυσμένο σημείο.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι διασύνδεσης τοπικών δικτύων μέσω Internet :

- Με χρήση μισθωμένων γραμμών για σύνδεση ενός υποκαταστήματος σε ένα τοπικό εταιρικό δίκτυο. Αντί να χρησιμοποιούμε μία ακριβή μισθωμένη γραμμή μεταξύ των δύο σημείων σύνδεσης, και το υποκατάστημα και το δίκτυο της εταιρείας (ο δρομολογητής του δικτύου) μπορούν να χρησιμοποιήσουν από μία μισθωμένη γραμμή με τον τοπικό ISP. Το λογισμικό του VPN χρησιμοποιεί τις συνδέσεις με τους ISP για να δημιουργήσει ένα Ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο, όπως προαναφέρθηκε.

- Με χρήση dial up σύνδεσης για σύνδεση ενός υποκαταστήματος σε ένα τοπικό εταιρικό δίκτυο. Παρόμοια με την πρόσβαση απομακρυσμένου χρήστη, το υποκατάστημα χρησιμοποιεί dial up σύνδεση στο Internet και το εταιρικό δίκτυο μισθωμένη γραμμή.

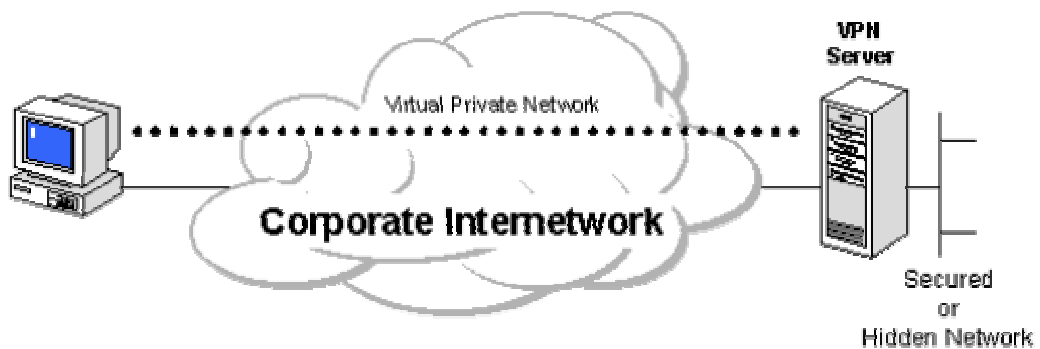
Περισσότερο παραστατικά οι παραπάνω τρόποι απεικονίζονται παρακάτω :



Και στις δύο περιπτώσεις το υποκατάστημα και το εταιρικό δίκτυο συνδέονται στους ISP χωρίς υπεραστική χρέωση. Ο hub router της εταιρείας που παίζει το ρόλο VPN server πρέπει να είναι διαθέσιμος όλο το 24ωρο ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί αιτήσεις VPN ανά πάσα στιγμή.

Διασύνδεση H/Y μέσω Intranet

Σε κάποια ενδοεπιχειρησιακά δίκτυα, τα δεδομένα κάποιων τμημάτων είναι τόσο «ευαίσθητα» που τα δίκτυα αυτών των τμημάτων δεν είναι φυσικά συνδεδεμένα με το δίκτυο της επιχείρησης. Εάν και με αυτόν τον τρόπο προστατεύονται κάποια δεδομένα, δημιουργούνται προβλήματα προσβασιμότητας σε χρήσιμες πληροφορίες.



Τα VPN επιτρέπουν τα δίκτυα των τμημάτων να είναι συνδεδεμένα σε φυσικό επίπεδο με το δίκτυο της επιχείρησης αλλά με μεσολάβηση ενός VPN server. Ο VPN server δεν επιτελεί το ρόλο του δρομολογητή μεταξύ των δύο δικτύων αφού ο δρομολογητής θα επέτρεπε τη σύνδεση τους με εύκολη την πρόσβαση του κάθε χρήστη στα ευαίσθητα δεδομένα. Με τη χρήση του VPN ο διαχειριστής του δικτύου μπορεί να είναι σίγουρος ότι μόνο εκείνοι οι χρήστες της επιχείρησης που έχουν τα απαραίτητα δικαιώματα μπορούν να έχουν πρόσβαση στα ευαίσθητα δεδομένα. Π.χ. δε θα επιθυμούσε η γενική διεύθυνση μιας επιχείρησης την πρόσβαση όλων των χρηστών στις μισθολογικές καταστάσεις του προσωπικού για ευνόητους λόγους.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του VPN είναι:

- Ουσιαστική, χωρίς όρια, αύξηση της χωρητικότητας
- Επέκταση δικτύου σε διαφορετικούς τόπους
- Πολλές νέες ευκολίες
- Ευελιξία και δημιουργία πακέτων ευκολιών επί παραγγελία
- Δεν υπάρχει ρίσκο λόγω απαρχαίωσης ή αχρηστίας
- Εξοικονόμηση (μείωση κόστους αφού δεν απαιτούνται επενδύσεις για την αγορά πρόσθετου εξοπλισμού)
- Τεχνική υποστήριξη από το διαχειριστή δικτύου
- Υψηλή αξιοπιστία

3.4.9.6 Ασφάλεια VPN

Η ασφάλεια των IP VPNs επιτυγχάνεται με μεθόδους κρυπτογράφησης. Δηλαδή, ο ενεργός εξοπλισμός κρυπτογραφεί την εξερχόμενη κίνηση με τέτοιο τρόπο που μόνο ο αποδέκτης της πληροφορίας μπορεί να την αποκρυπτογραφήσει. Βέβαια, όπως συμβαίνει κάθε φορά με τις μεθόδους κρυπτογράφησης, υπάρχουν διάφορα επίπεδα ασφάλειας, που μεταβάλλουν το κόστος της κάθε λύσης. Στο περιβάλλον του IP χρησιμοποιούνται δύο τέτοια πρωτόκολλα κρυπτογράφησης, το GRE και το IPSec. Το GRE προσφέρει ικανοποιητική ασφάλεια μέσα σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον, που υπάρχει εμπιστοσύνη στον ιδιοκτήτη του δικτύου, ενώ το IPSec χρησιμοποιείται για να προσφέρει τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια σε περιπτώσεις χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, χρηματιστηριακών εταιρειών, και γενικά εκεί που η μεταφερόμενη πληροφορία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη. Και οι δύο μέθοδοι, μας προσφέρουν εκτός της κρυπτογράφησης, πιστοποίηση της ταυτότητας των μερών που λαμβάνουν μέρος σε ένα VPN (είτε πρόκειται για τοπικά δίκτυα, είτε για μεμονωμένους χρήστες), πιστότητα στη μετάδοση των δεδομένων, και προστασία των τοπικών δικτύων από κακόβουλες επιθέσεις.

3.4.9.7 Βασικές απαιτήσεις VPN

Συνήθως, όταν μία εταιρεία εγκαθιστά ένα VPN είναι απαραίτητη η ελεγχόμενη πρόσβαση των χρηστών. Είναι δηλαδή πολύ σημαντικό ο κάθε χρήστης να έχει πρόσβαση μόνο στις πληροφορίες που του επιτρέπεται και επίσης πολύ σημαντικό είναι σε περίπτωση απομακρυσμένης πρόσβασης να υπάρχει εγγύηση της ασφάλειας των δεδομένων που διακινούνται δια μέσω του Internet.

Για τους παραπάνω λόγους ένα VPN πρέπει να παρέχει τουλάχιστον τα παρακάτω :

- **User Authentication.** Η λύση που θα επιλέξει η κάθε επιχείρηση θα πρέπει να ελέγχει την ταυτότητα του χρήστη και να περιορίζει την πρόσβαση στο VPN μόνο σε εξουσιοδοτημένα πρόσωπα. Επίσης θα πρέπει να ελέγχει και να καταγράφει ποιος και πότε και σε ποιες πληροφορίες είχε πρόσβαση.
- **Address Management.** Θα πρέπει να υπάρχει αντιστοίχιση (από τον VPN server) της διεύθυνσης του πελάτη σε ένα τοπικό δίκτυο και θα πρέπει να διασφαλιστεί το απόρρητο αυτής της διεύθυνσης.

- **Data Encryption.** Τα δεδομένα που θα στέλνονται μέσω του δημόσιου δικτύου (Internet) θα πρέπει να μην μπορούν να διαβαστούν από τρίτους.
 - **Key Management.** Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής και ανανέωσης encryption keys για τον client και τον server.
 - **Multiprotocol Support.** Θα πρέπει να υποστηρίζονται τα κοινά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο, όπως τα IP, Internet Packet Exchange (IPX), κ.λ.π.
-

3.4.10 Βάση δεδομένων

Με τον όρο βάση δεδομένων εννοείται μία συλλογή από συστηματικά οργανωμένα (formatted) σχετιζόμενα δεδομένα. Ένας τηλεφωνικός κατάλογος, για παράδειγμα, θεωρείται βάση δεδομένων, καθώς αποθηκεύει και οργανώνει σχετιζόμενα τμήματα πληροφορίας, όπως είναι το όνομα και ο αριθμός τηλεφώνου. Ωστόσο, στον κόσμο των υπολογιστών, με τον όρο βάση δεδομένων αναφερόμαστε σε μια συλλογή σχετιζόμενων δεδομένων τμημάτων πληροφορίας ηλεκτρονικά αποθηκευμένων. Πέρα από την εγγενή της ικανότητα να αποθηκεύει δεδομένα, η βάση δεδομένων παρέχει βάσει του σχεδιασμού και του τρόπου ιεράρχησης των δεδομένων της σε προγράμματα ή συλλογές προγραμμάτων, τα αποκαλούμενα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, τη δυνατότητα γρήγορης άντλησης και ανανέωσης των δεδομένων. Η ηλεκτρονική βάση δεδομένων χρησιμοποιεί ιδιαίτερου τύπου λογισμικό προκειμένου να οργανώσει την αποθήκευση των δεδομένων της. Το διακριτό αυτό λογισμικό είναι γνωστό ως Σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων συντομευμένα (DBMS)

3.4.10.1 Σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (Relational Database Management System, RDBMS)

Με τον όρο σχεσιακή βάση δεδομένων εννοείται μία συλλογή δεδομένων οργανωμένη σε συσχετισμένους πίνακες που παρέχει ταυτόχρονα ένα μηχανισμό για ανάγνωση, εγγραφή, τροποποίηση ή και πιο πολύπλοκες διαδικασίες πάνω στα δεδομένα. Ο σκοπός μιας βάσης

δεδομένων είναι η οργανωμένη αποθήκευση πληροφορίας και η δυνατότητα εξαγωγής της πληροφορίας αυτής, ιδίως σε πιο οργανωμένη μορφή, σύμφωνα με ερωτήματα που τίθενται στη σχεσιακή βάση δεδομένων. Τα δεδομένα είναι δυνατόν να αναδιοργανώνονται με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, σε νοητούς πίνακες, χωρίς να είναι απαραίτητη η αναδιοργάνωση των φυσικών πινάκων που τα αποθηκεύουν.

Οι ερωτήσεις, είτε από το χρήστη είτε από λογισμικό, προς τη βάση δεδομένων, γίνονται συνήθως μέσω της διαδεδομένης διαλογικής γλώσσας SQL (Structured Query Language). Εκτελώντας ερωτήματα ο χρήστης (ή το λογισμικό που εκπροσωπεί το χρήστη) είναι δυνατόν, ανάλογα με τα δικαιώματά του, να δημιουργήσει, να μεταβάλλει και να διαγράψει δεδομένα στη βάση, ή να ανασύρει πληροφορίες με σύνθετα κριτήρια αναζήτησης.

3.4.10.2 SQL

Η SQL (από το Structured Query Language) είναι μία γλώσσα υπολογιστών στις βάσεις δεδομένων, που σχεδιάστηκε για τη διαχείριση δεδομένων, σε ένα σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (Relational Database Management System, RDBMS) και η οποία, αρχικά, βασίστηκε στη σχεσιακή άλγεβρα. Η γλώσσα περιλαμβάνει δυνατότητες ανάκτησης και ενημέρωσης δεδομένων, δημιουργίας και τροποποίησης σχημάτων και σχεσιακών πινάκων, αλλά και ελέγχου πρόσβασης στα δεδομένα. Η SQL ήταν μία από τις πρώτες γλώσσες για το σχεσιακό μοντέλο του Edgar F. Codd, στο σημαντικό άρθρο του το 1970, και έγινε η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα για τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων.

3.4.10.3 SQL Server

Ακολουθώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις και στον συνεχή εκσυγχρονισμό των εφαρμογών, η Meta Byte Software έχει αναπτύξει εφαρμογές της σε σχέση με συγκεκριμένες εκδόσεις του Microsoft SQL Server βάσεις δεδομένων.

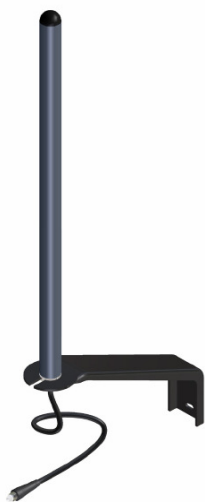
Η Microsoft SQL Server είναι ένα από τα καλύτερα και ευρέως καταναμημένα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων σε όλο τον κόσμο και παρέχει τη μηχανογράφηση των σύγχρονων επιχειρήσεων με τη σταθερότητα, την ταχύτητα, την ασφάλεια, την

αρχιτεκτονική client-server, με τα διεθνή πρότυπα και την αξιοπιστία.

Η Microsoft SQL Server είναι ειδικά σχεδιασμένη για να εξυπηρετεί μεγάλο όγκο της διαχείρισης των δεδομένων των πολλών φορέων, βελτιώνοντας σημαντικά την απόδοση των εφαρμογών που την υποστηρίζουν και εξασφαλίζουν μέγιστη παραγωγικότητα για την εταιρεία.

3.4.10.4 Αποθήκευση

Η κεντρική βάση δεδομένων του SQL υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους, συμπεριλαμβανομένων των ακεραίων αριθμών, αριθμών κινητής υποδιαστολής, δεκαδικών, αλφαριθμητικών, Varchar (σειρές χαρακτήρων μεταβλητού μήκους), δυαδικών αριθμών (για τα μη δομημένα δεδομένα), κειμένων (για κείμενα). Επιτρέπει επίσης καθορισμένους από το χρήστη σύνθετους τύπους δεδομένων (UDTs), δηλαδή τύπους που βασίζονται στους βασικούς τύπους αλλά μπορούν να τροποποιηθούν. Τα στοιχεία στη βάση δεδομένων αποθηκεύονται σε ένα (ή περισσότερα) αρχεία με επέκταση .mdf. Τα δευτεροβάθμια στοιχεία αποθηκεύονται στο αρχείο με επέκταση .ndf. Το αρχείο καταγραφής το οποίο περιέχει όλες τις πρόσφατες αλλαγές στη βάση δεδομένων αποθηκεύεται σε αρχείο με επέκταση .ldf. Ο χώρος αποθήκευσης που διατίθεται σε μια βάση δεδομένων διαιρείται σε διαδοχικά αριθμημένες σελίδες, κάθε μία από τις οποίες έχει μέγεθος 8 KB.



3.4.11 Κεραία B2B-C3G-5F

Η τεχνολογία των “προσαρμοστικών” ή “έξυπνων” κεραιών έχει βρεθεί στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια σαν μια από τις σημαντικότερες μεθόδους βελτίωσης της φασματικής απόδοσης των συστημάτων κινητής τηλεφωνίας και ως αποτέλεσμα αποτελεί πεδίο

συστηματικής έρευνας σε τηλεπικοινωνιακές εταιρίες και πανεπιστημιακά ιδρύματα. Αν και οι εν λόγω κεραίες είχαν βρει αρχικά εφαρμογή μόνο σε στρατιωτικά συστήματα, η πρόοδος που έχει επιτευχθεί σχετικά πρόσφατα στην ανάλυση και στο σχεδιασμό τους, αλλά κυρίως η σημαντική μείωση του κόστους κατασκευής τους, έχει οδηγήσει στην ευρύτερη χρήση τους, και ειδικότερα στον τομέα της κινητής τηλεφωνίας.



3.4.11.1 B2B-C3G-5F

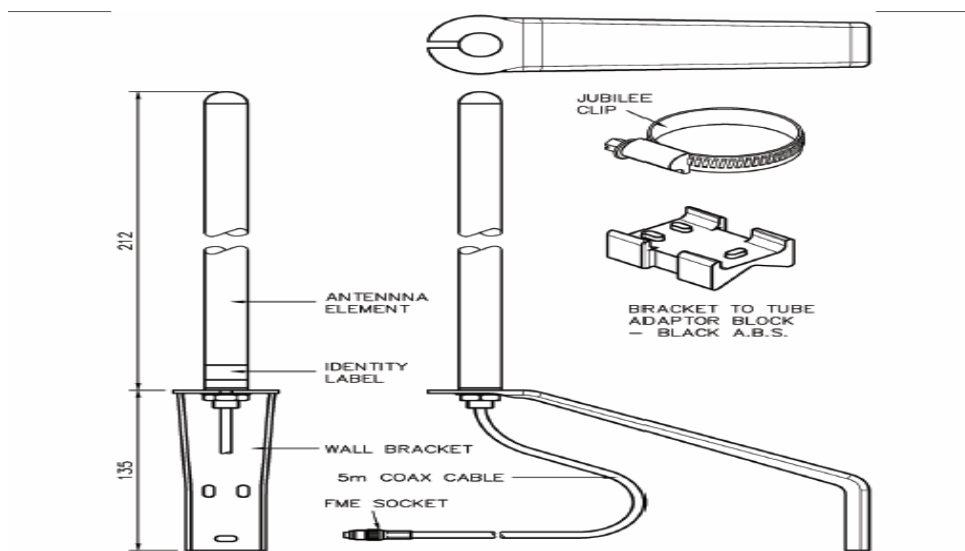
Το B2B σειρά έχει σχεδιαστεί για μηχανήματα που χρειάζονται για να επικοινωνούν εύκολα με κάθε άλλο. Η omni-directional διάγραμμα ακτινοβολίας καθιστά απλή την εγκατάσταση, διότι δεν υπάρχει λογισμικό δικτύωσης ή ανάλυση που απαιτεί να βρεθεί η βέλτιστη θέση.

Αυτές οι κεραίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιτρέπουν στο μηχάνημα να είναι σε συνεχή επικοινωνία με τη βάση του, γιατί τα δεδομένα μπορεί να ρυθμίσετε εκ νέου την πορεία του γύρω από τα σπασμένα μονοπάτια.

3.4.11.2 Χαρακτηριστικά κεραίας

Part No.		B2B-C3G-5F
Electrical Data		
Frequency Range (MHz)	805-960 & 1710-2170	
Pre-Tuned Band	AMPS800, GSM900, GSM1800, PCS1900 & 3G UMTS	
Gain: Isotropic	2dBi (on all frequencies)	
Compared to $\frac{1}{4}$ wave	0dB (on all frequencies)	
Polarisation	Vertical	
Pattern	Omni Directional	
Impedance	50 Ω	
Max Input Power (W)	10	
Mechanical Data		
Dimensions (mm)	Height	212
	Diameter	20
Operating Temp (°C)	-40° / +80°C	
Material	Engineering Plastic	
Colour	Grey	

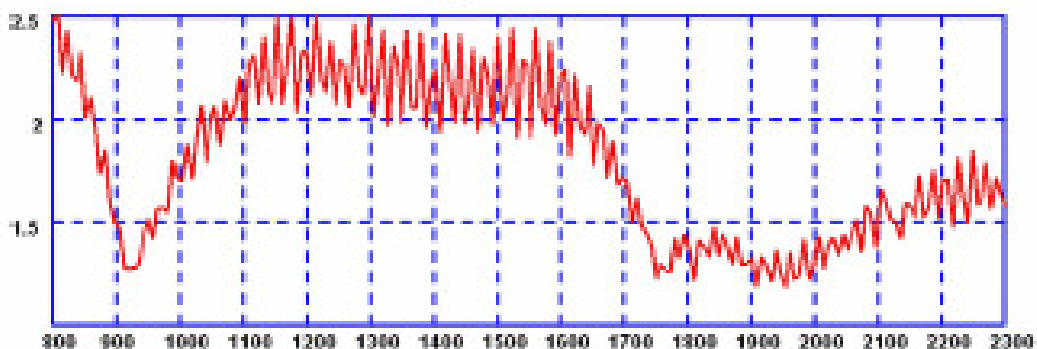
3.4.11.3 Τεχνικό Σχέδιο



3.4.11.4 VSWR

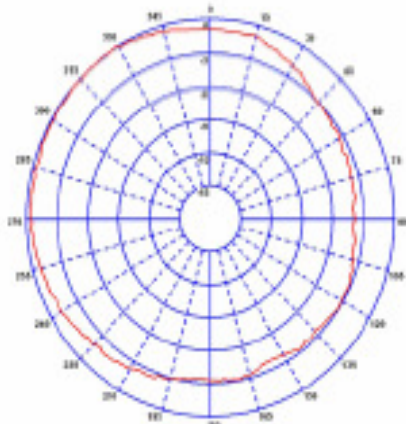
Ο δείκτης VSWR ή αλλιώς δείκτης στάσιμων κυμάτων είναι το κλάσμα προσαρμογής της σύνθετης αντίστασης κατά την όδευση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Στην ουσία είναι ένας τρόπος για να δούμε αν το σύστημα πομπός-καλώδιο-κεραία λειτουργεί σωστά. Δηλαδή αν ακτινοβολείται από την κεραία η μέγιστη δυνατή ισχύς που δίνει ο πομπός.

Typical VSWR

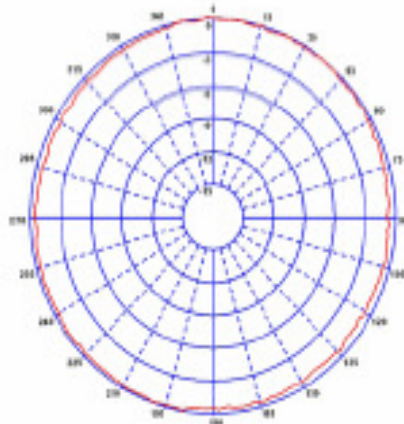


Η εκπομπή της κεραίας σε διαφορετικές συχνότητες.

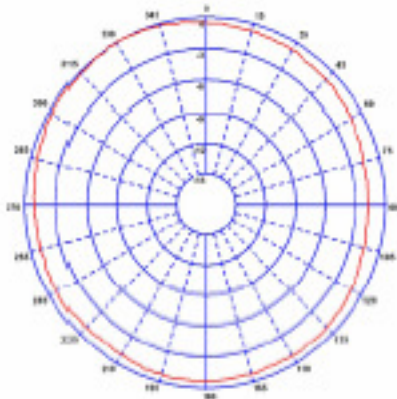
1800/1900MHz



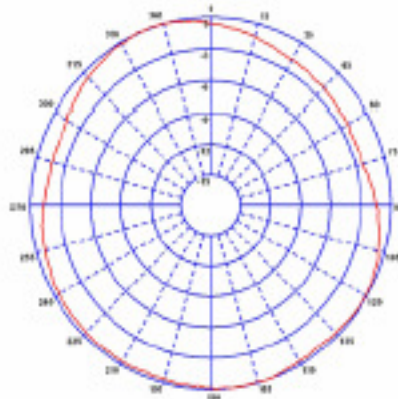
2000MHz



800MHz



900MHz



ISM

Industrial, Scientific and Medical (ISM)

- Ζώνη συχνοτήτων (frequency band) όπου η χρήση της δεν απαιτεί αδειοδότηση .
- Η χρήση της αρχικά προορίζεται όπως αναφέρει και η ονομασία της για χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον, για επιστημονικούς-εκπαιδευτικούς-ιατρικούς σκοπούς.

- Σε κάθε περίπτωση δεν προορίζεται για εμπορική εκμετάλλευση και γι'αυτό άλλωστε οι συχνότητες αυτές δεν αδειοδοτούνται και δεν δεσμεύονται για αποκλειστική χρήση.
- Κάθε χώρα μπορεί να διαφοροποιείται στην χρήση των ISM bands λόγω διαφορετικών κανονισμών στην κατανομή ραδιοσυχνοτήτων.
- Δύο είναι οι κυριότερες ISM bands που χρησιμοποιούμε στα ασύρματα δίκτυα στην Ελλάδα: η ISM μπάντα των 2.45GHz και η ISM των 5GHz.

Μερικά από τα γνωστά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν τις ISM bands είναι τα: Bluetooth, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n κ.α.

4ο Κεφάλαιο

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτουμε τη διαδικασία συλλογής των ενεργειακών δεδομένων μετά την παρακολούθηση, καταγραφή και αποθήκευσή τους στην SQL βάση δεδομένων. Επίσης τα απεικονίζουμε σε μορφή διαγραμμάτων με την βοήθεια του pvSense προγράμματος που έχει δημιουργήσει η εταιρία Build-IT .

4.1 Διαδικασία καταχώρησης τιμών για τους αναλυτές ενέργειας- PM800

Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης για την τηλεμετρία, η επόμενη και σημαντική εργασία που επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί για την εύκολη αναζήτηση μεγεθών του χρήστη μέσω του controller, είναι η εγγραφή και η αντιστοίχιση των προκαθορισμένων τιμών με βάση τον πίνακα που διατίθεται στο εγχειρίδιο χρήσης του PM800(αναλυτή ενέργειας), στην εν λόγω συσκευή .

Αυτό εξυπηρετεί στο όταν ο administrator αναζητήσει τα δεδομένα από τον controller να

κατανοεί τις τιμές που αντιστοιχούν στα μετρήσιμα σημεία που έχουμε ορίσει ανάλογα με την ονοματοθεσία, χωρίς να χρειαστεί να ανατρέχει κάθε φορά στον πίνακα.

Alarm Number	Alarm Description	Abbreviated Display Name	Test Register	Units	Scale Group ^①	Alarm Type ^②
Standard Speed Alarms (1 Second)						
01	Over Current Phase A	Over Ia	1100	Amperes	A	010
02	Over Current Phase B	Over Ib	1101	Amperes	A	010
03	Over Current Phase C	Over Ic	1102	Amperes	A	010
04	Over Current Neutral	Over In	1103	Amperes	B	010
05	Current Unbalance, Max	I Unbal Max	1110	Tenths %	—	010
06	Current Loss	Current Loss	3262	Amperes	A	053
07	Over Voltage Phase A–N	Over Van	1124	Volts	D	010
08	Over Voltage Phase B–N	Over Vbn	1125	Volts	D	010
09	Over Voltage Phase C–N	Over Vcn	1126	Volts	D	010
10	Over Voltage Phase A–B	Over Vab	1120	Volts	D	010
11	Over Voltage Phase B–C	Over Vbc	1121	Volts	D	010
12	Over Voltage Phase C–A	Over Vca	1122	Volts	D	010
13	Under Voltage Phase A	Under Van	1124	Volts	D	020
14	Under Voltage Phase B	Under Vbn	1125	Volts	D	020
15	Under Voltage Phase C	Under Vcn	1126	Volts	D	020
16	Under Voltage Phase A–B	Under Vab	1120	Volts	D	020
17	Under Voltage Phase B–C	Under Vbc	1121	Volts	D	020
18	Under Voltage Phase C–A	Under Vca	1122	Volts	D	020
19	Voltage Unbalance L–N, Max	V Unbal L-N Max	1136	Tenths %	—	010
20	Voltage Unbalance L–L, Max	V Unbal L-L Max	1132	Tenths %	—	010
21	Voltage Loss (loss of A,B,C, but not all)	Voltage Loss	3262	Volts	D	052
22	Phase Reversal	Phase Rev	3228	—	—	051
23	Over kW Demand	Over kW Dmd	2151	kW	F	011
24	Lagging true power factor	Lag True PF	1163	Thousandths	—	055
25	Over THD of Voltage Phase A–N	Over THD Van	1207	Tenths %	—	010
26	Over THD of Voltage Phase B–N	Over THD Vbn	1208	Tenths %	—	010
27	Over THD of Voltage Phase C–N	Over THD Vcn	1209	Tenths %	—	010
28	Over THD of Voltage Phase A–B	Over THD Vab	1211	Tenths %	—	010
29	Over THD of Voltage Phase B–C	Over THD Vbc	1212	Tenths %	—	010
30	Over THD of Voltage Phase C–A	Over THD Vca	1213	Tenths %	—	010
31	Over kVA Demand	Over kVA Dmd	2181	kVA	F	011
32	Over kW Total	Over kW Total	1143	kW	F	011
33	Over kVA Total	Over kVA Total	1151	kVA	F	011
34-40	Reserved for additional analog alarms ③	—	—	—	—	—
34-40	Reserved for custom alarms.	—	—	—	—	—
Digital						
01	End of incremental energy interval	End Inc Enr Int	N/A	—	—	070
02	End of power demand interval	End Dmd Int	N/A	—	—	070
03	Power up/Reset	Pwr Up/Reset	N/A	—	—	070
04	Digital Input OFF/ON	DIG IN S02	2	—	—	060
05-12	Reserved for additional digital alarms ③	—	—	—	—	—
05-12	Reserved for custom alarms	—	—	—	—	—

4.2 Διαδικασία παρακολούθησης των αποθηκευμένων τιμών από τον ελεγκτή (controller)

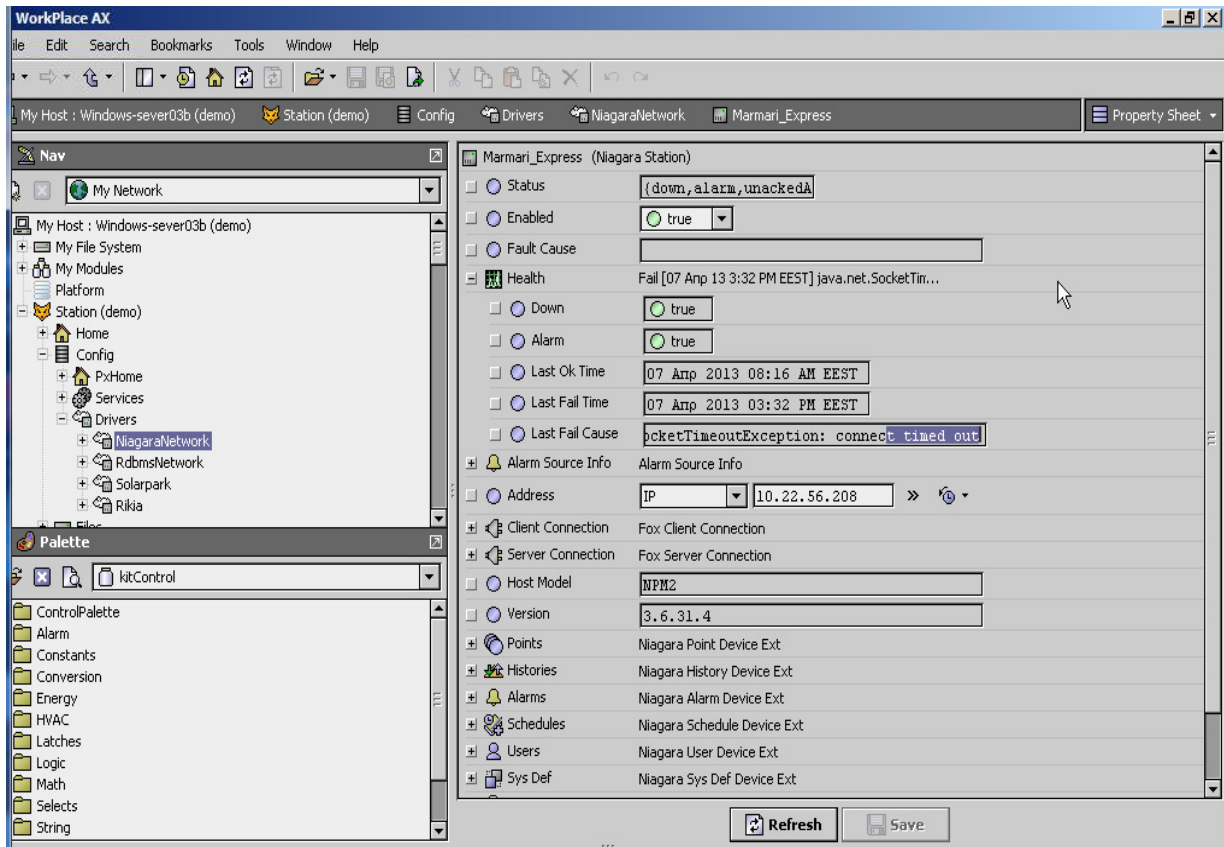
Η λειτουργία του ελεγκτή είναι να αποθηκεύει προσωρινά τα δεδομένα τα οποία έχει οριστεί να καλεί ανά συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Με τη διαδικασία που αναφέρθηκε προηγουμένως, η προσπέλαση των τιμών είναι ευκολότερη καθώς ο χρήστης μπορεί να αναζητά πλέον με το όνομά τους τις απαιτούμενες μετρήσεις. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί είναι το Niagara Network.

4.3 Niagara Framework

Είναι μια ολοκληρωμένη υποδομή για την ανάπτυξη του λογισμικού από συσκευή σε επιχείρηση.

Το πλαίσιο Νιαγάρα είναι μια καθολική υποδομή λογισμικού που επιτρέπει στις εταιρείες να προσαρμόσουν εύκολα, Web-enabled εφαρμογές για την πρόσβαση, την αυτοματοποίηση και τον έλεγχο των "έξυπνων" συσκευών σε πραγματικό χρόνο μέσω του Διαδικτύου. Αυτό το framework περιβάλλον είναι ανοιχτό και βασίζονται σε Java, ενοποιεί διαφορετικά συστήματα και συσκευές - ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή, είναι πρότυπο επικοινωνίας ή λογισμικού - σε ένα διαλειτουργικό σύστημα δημιουργώντας μια πλατφόρμα για την προστιθέμενη αξία ανάπτυξη εφαρμογών. Χτισμένο πάνω σε πρότυπα του Διαδικτύου, το Niagara καθιστά δυνατή για οποιοδήποτε, από οπουδήποτε στον κόσμο, να ελέγχει έξυπνες συσκευές από ένα τυπικό πρόγραμμα περιήγησης στο Web.

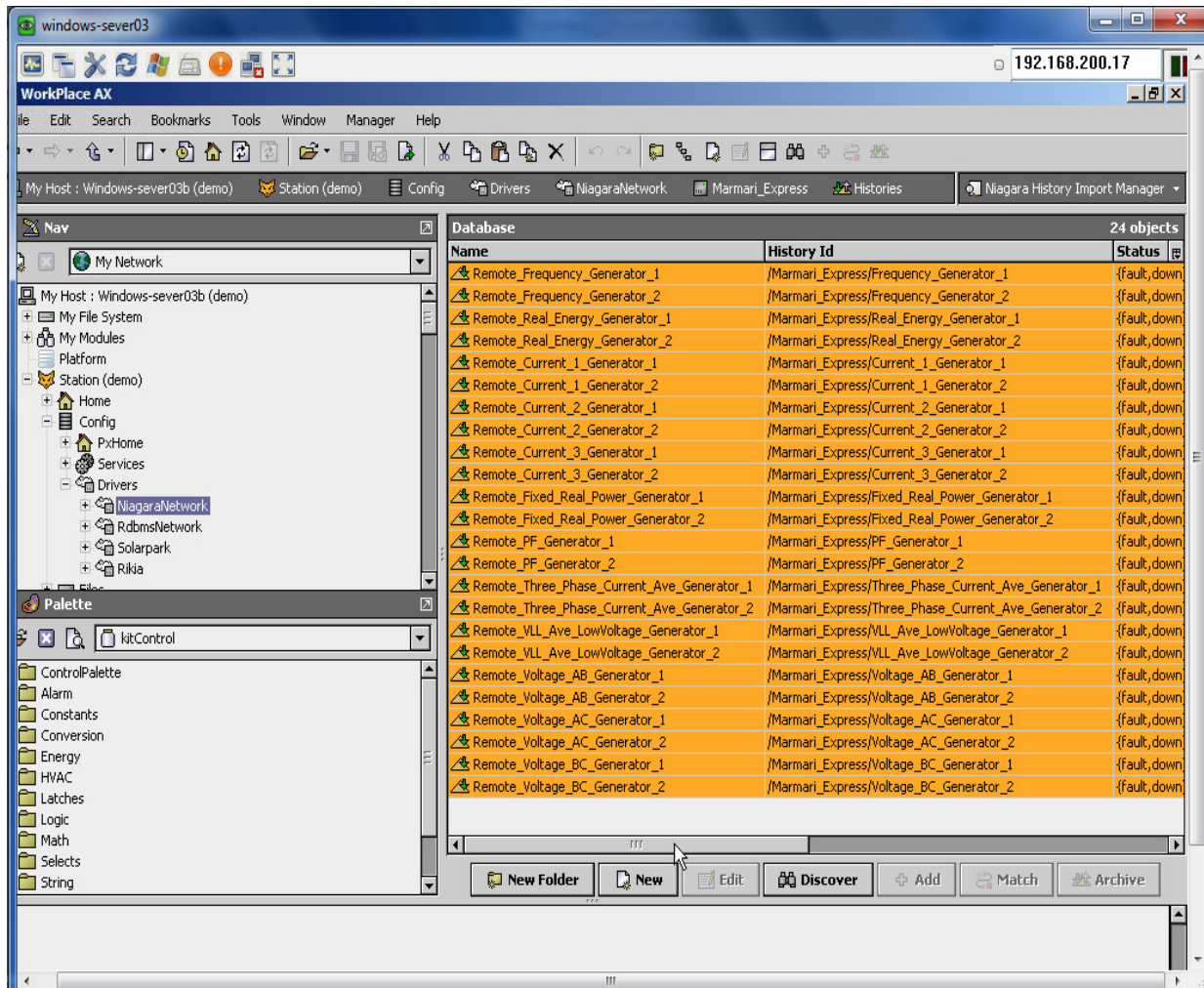
- **Κατάσταση σύνδεσης και λειτουργίας από το κεντρικό διαχειριστικό σύστημα**



Στο Niagara Network μπορούμε να δούμε την κατάσταση που βρίσκεται αυτή τη χρονική στιγμή το πλοίο και πιο συγκεκριμένα η γεννήτρια του πλοίου από την επιλογή Status. Επίσης στην επιλογή:

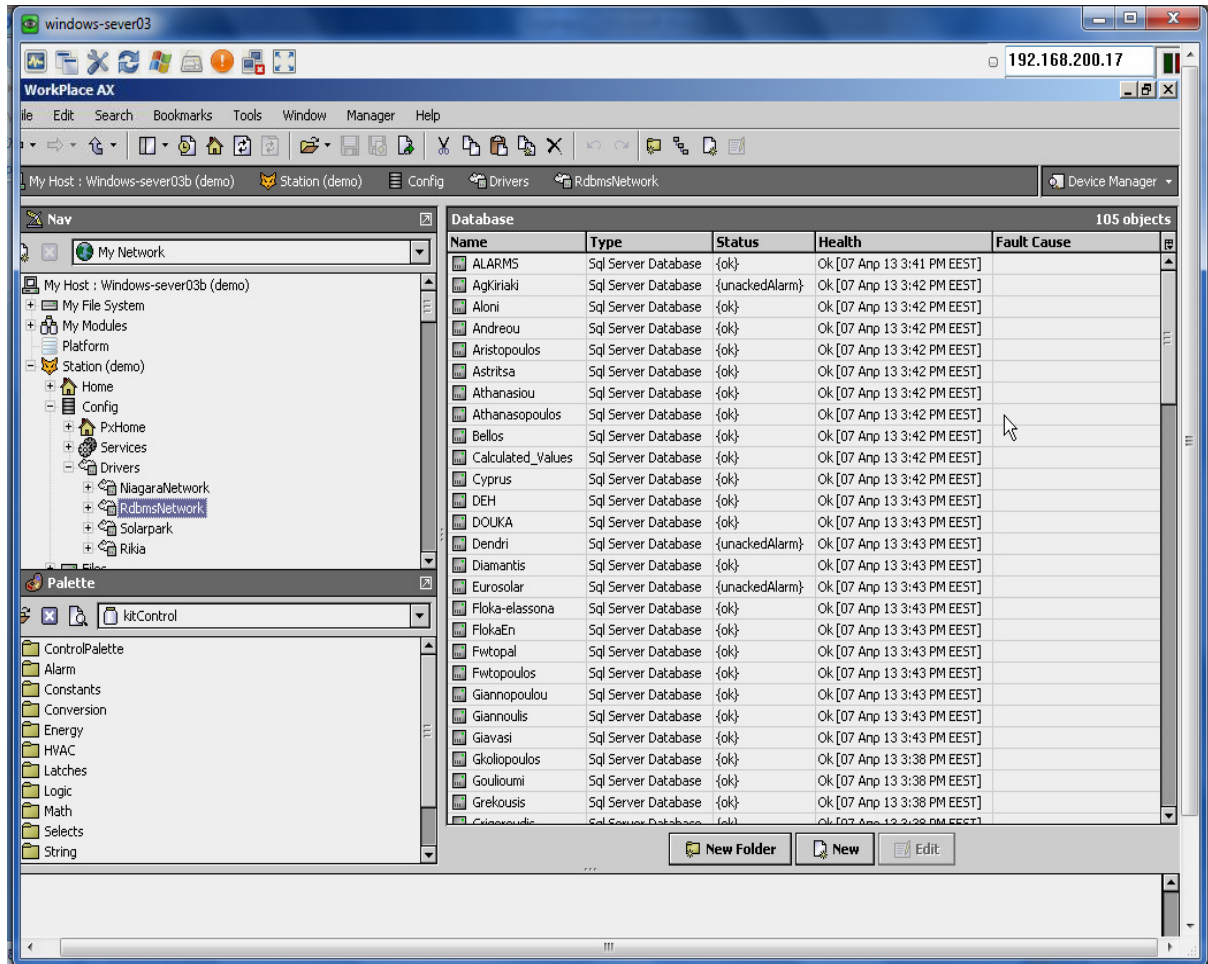
- Health μπορούμε να δούμε πότε ακριβώς το πλοίο έθεσε ενεργή ή ανενεργή τη γεννήτριά του.
- Address την IP.
- Histories καλεί τα ιστορικά σημεία που αποθηκεύονται στον controller για να τα αποθηκεύσεις στον server. Έχεις την δυνατότητα να επιλέξεις και το χρονικό διάστημα στο οποίο θα καλεί τα δεδομένα που χρειάζεται ο administrator.

- Ιστορικά Στοιχεία από controller σε κεντρικό διαχειριστικό



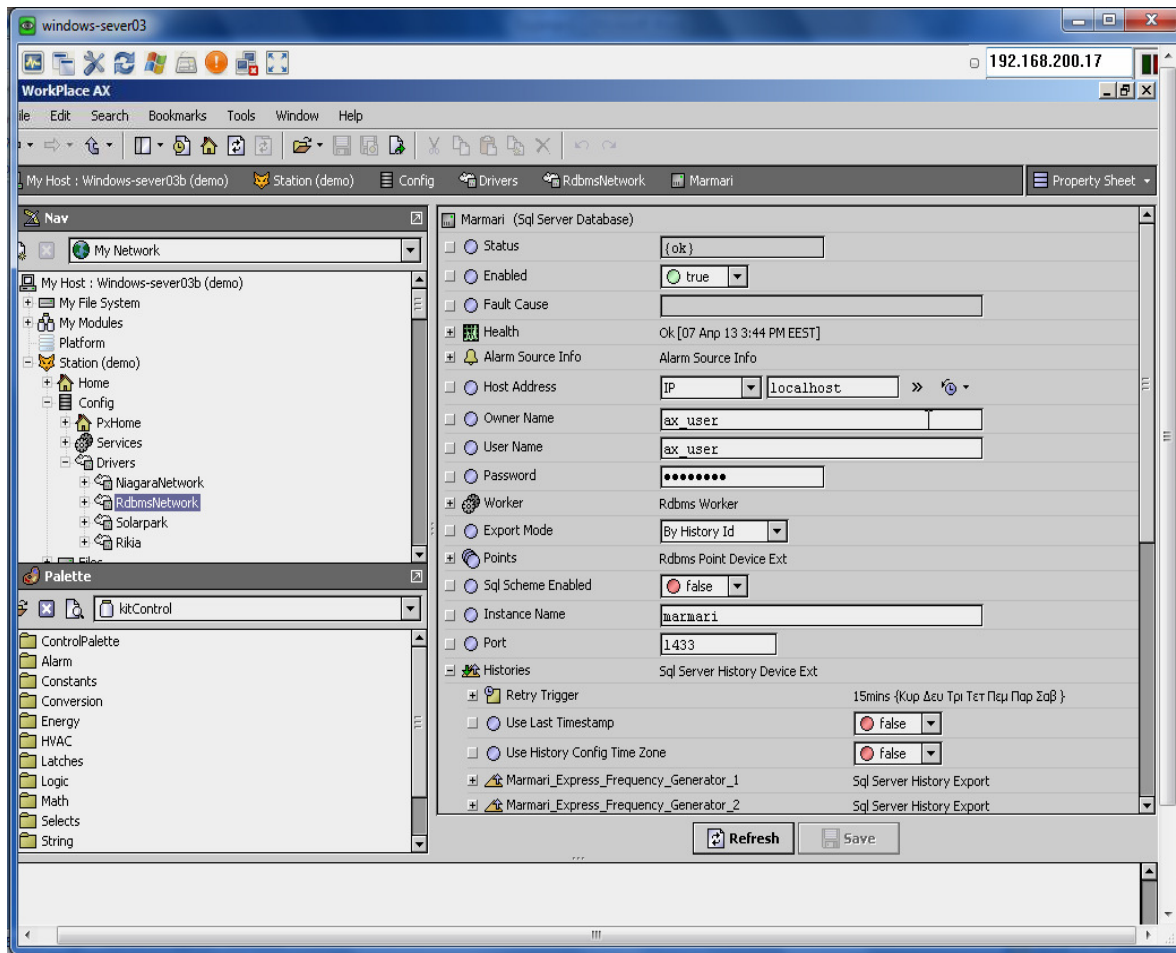
Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζονται τα μετρήσιμα σημεία που έχουμε επιλέξει εμείς ως administrator.

- **Network για Database**



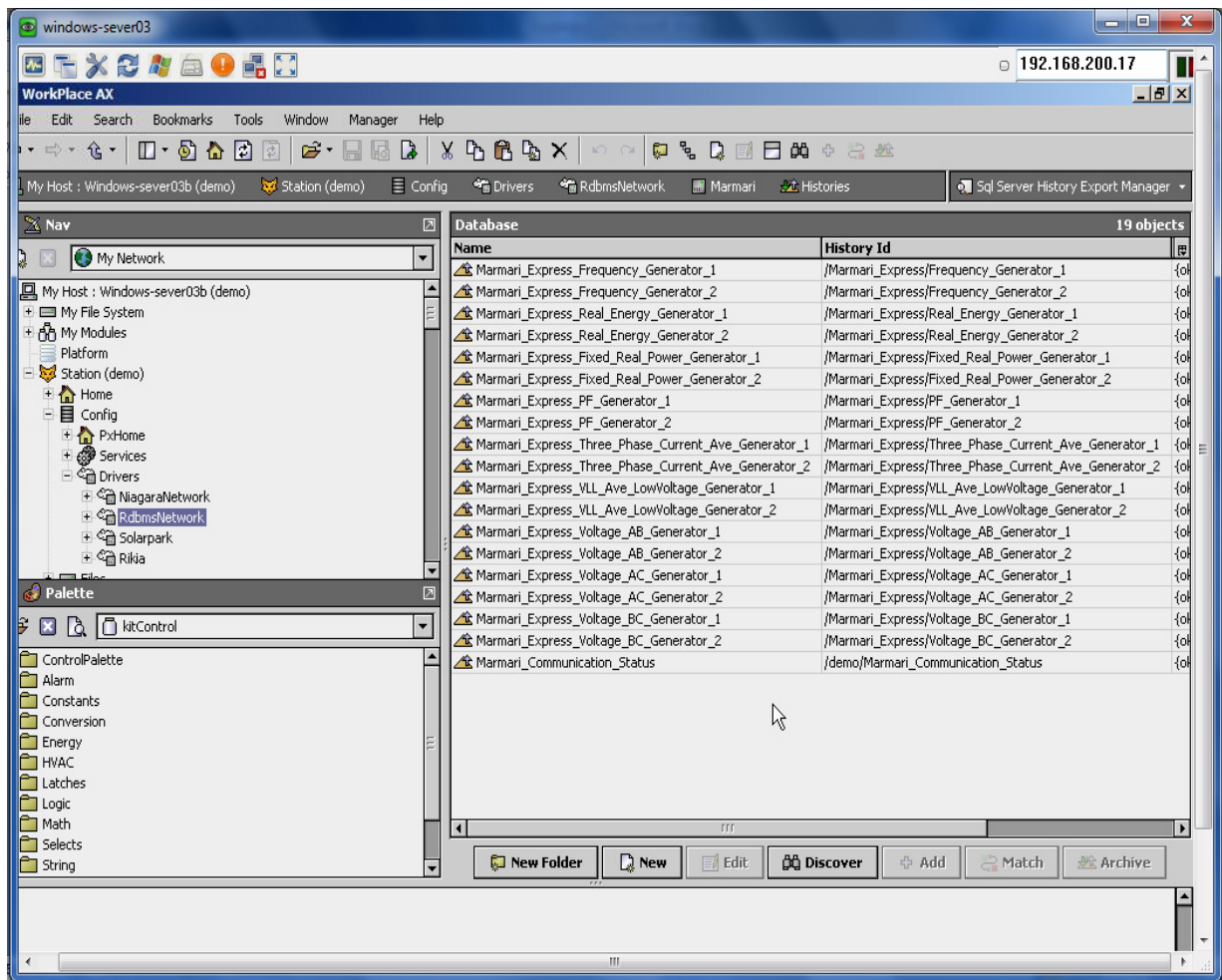
Στο Rdbms Network ορίζεις τι βάση δεδομένων τρέχεις. Εμείς για παράδειγμα χρησιμοποιούμε SQL Server.

- **Status Database**



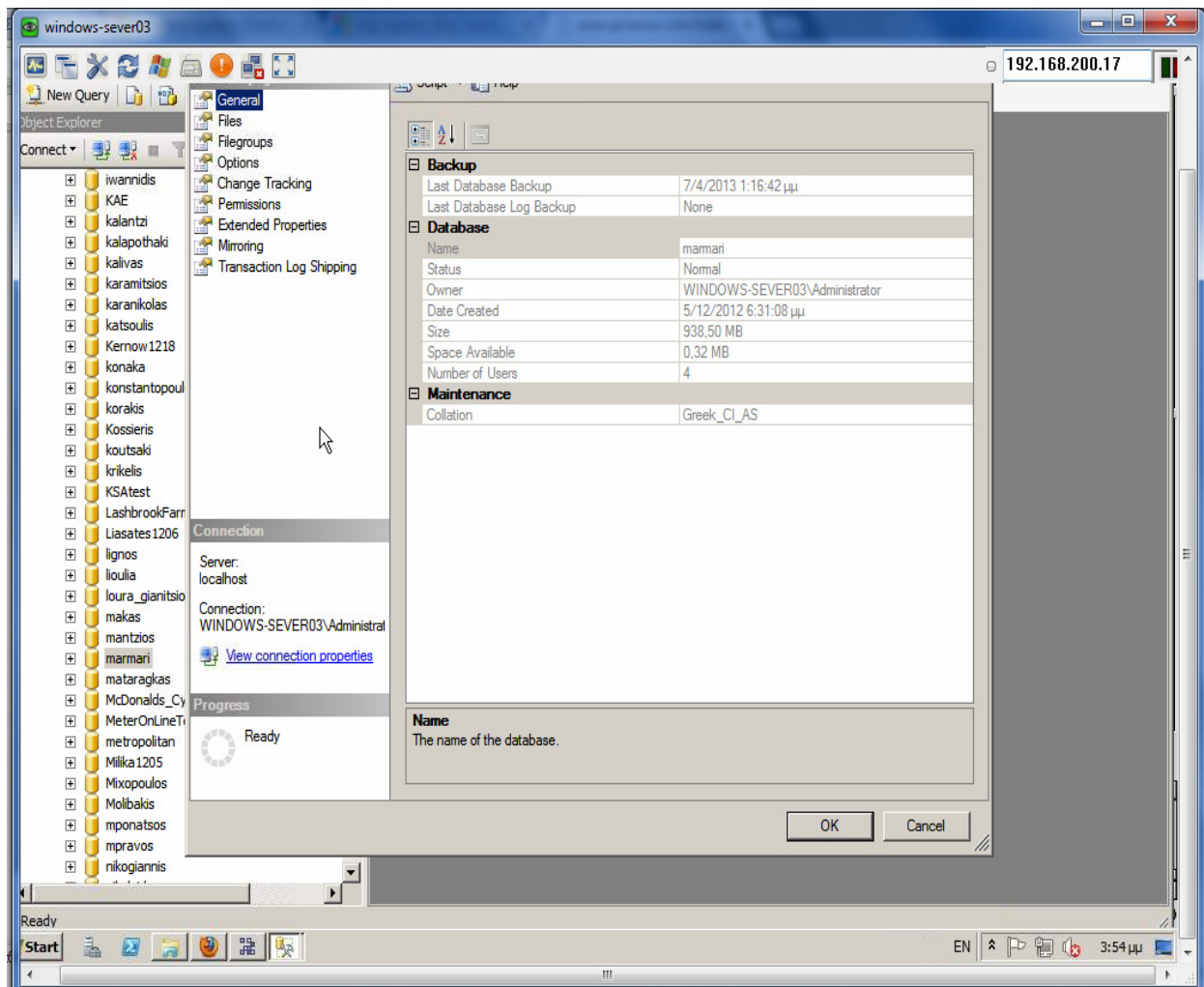
Υπάρχει και εδώ η επιλογή Health στην οποία παρακολουθούμε την κατάσταση λειτουργίας. Επίσης στην επιλογή Histories «τραβάς» τα δεδομένα από το histories του Niagara για να τα αποθηκεύσεις στην βάση δεδομένων.

- Ιστορικά σε βάση δεδομένων



Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε συγκεκριμένα ποιά δεδομένα ζητάμε να αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων.

- Βάση δεδομένων και properties



- **SQL Server Management Studio Ενδεικτικό Table με δεδομένα από μετρήσιμο μέγεθος**

The screenshot shows the SQL Server Enterprise Manager interface. The left pane displays the Object Explorer with a tree view of the database schema. The right pane shows a query window with the following SQL code:

```

/***** Script for SelectTopNRows command from SSMS *****/
SELECT
    [ID]
    , [TIMESTAMP]
    , [VALUE]
FROM [marmari].[dbo].[MARMARI_EXPRESS_FIXED_REAL_POWER_GENERATOR_1]

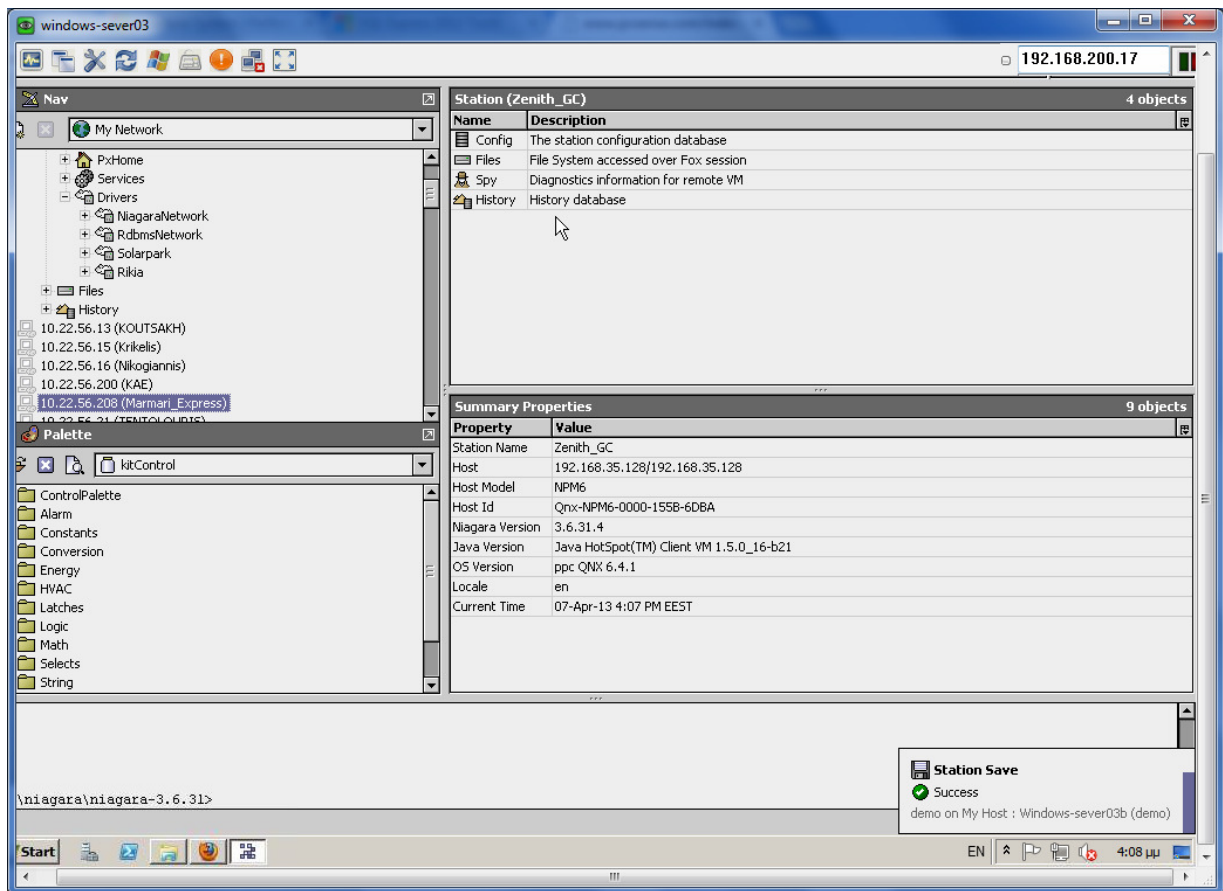
```

The Results pane displays the following data:

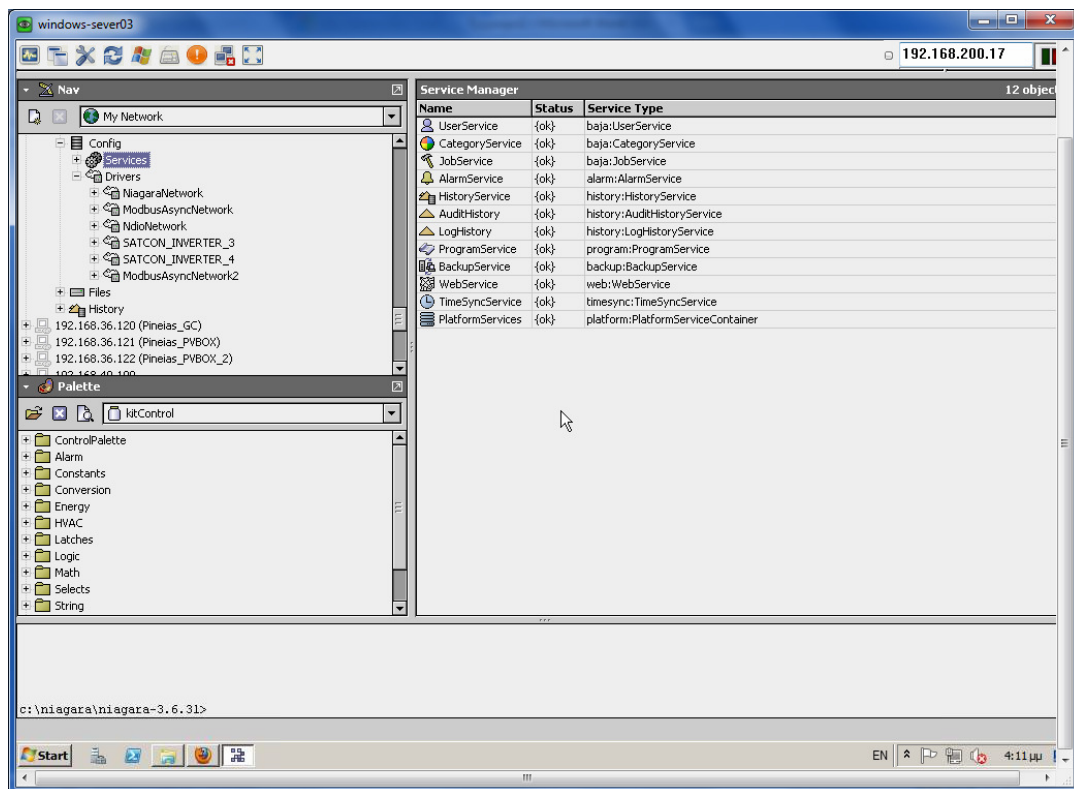
ID	TIMESTAMP	VALUE
123288	2013-04-02 09:37:00.017	171,800003051758
123289	2013-04-02 09:38:00.007	166,399993896484
123290	2013-04-02 09:39:00.027	159,199996948242
123291	2013-04-02 09:40:00.017	162,399993896484
123292	2013-04-02 09:41:00.010	173,100006103516
123293	2013-04-02 09:42:00.027	160,5
123294	2013-04-02 09:43:00.027	164,899993896484
123295	2013-04-02 09:44:00.007	162,899993896484
123296	2013-04-02 09:45:00.020	165,100006103516
123297	2013-04-02 09:46:00.027	161,300003051758
123298	2013-04-02 09:47:00.023	161,199996948242
123299	2013-04-02 09:48:00.020	159,800003051758
123300	2013-04-02 09:49:00.013	165,600006103516
123301	2013-04-02 09:50:00.020	169,100006103516
123302	2013-04-02 09:51:00.020	169,199996948242
123303	2013-04-02 09:52:00.020	170,600006103516
123304	2013-04-02 09:53:00.010	176,100006103516
123305	2013-04-02 09:54:00.020	169,5

The status bar at the bottom indicates: Query executed successfully, localhost (10.0 RTM) WINDOWS-SEVER03\Admini..., master, 00:00:01, 130382 rows.

- Σύνδεση με Controller



- **Services**

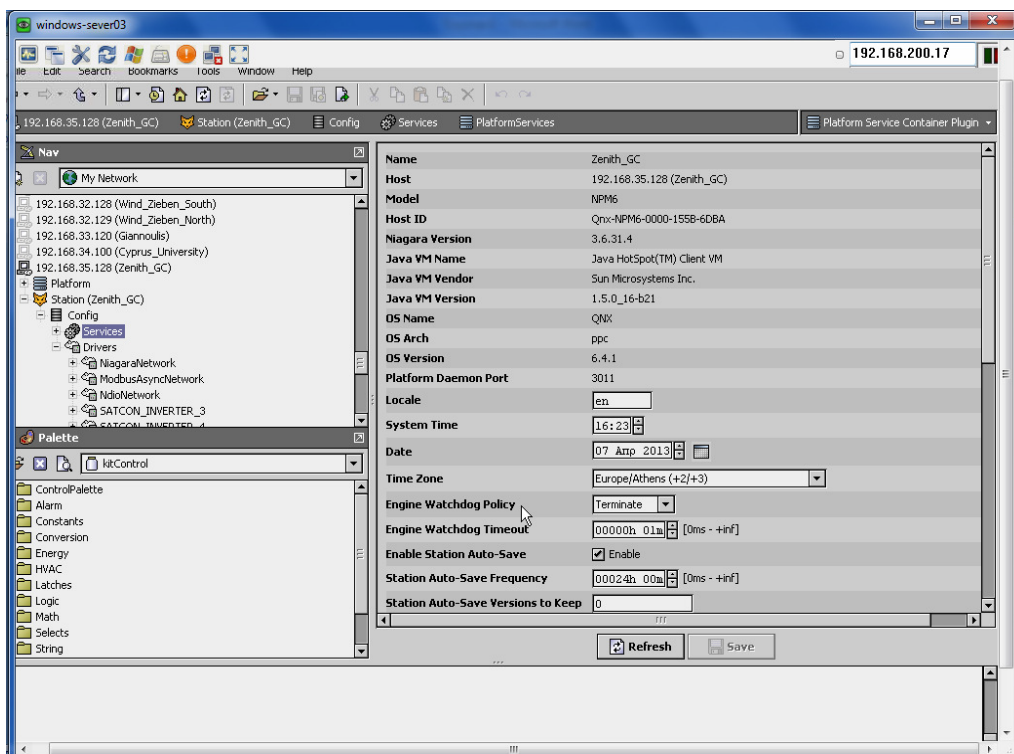


Service Manager:

- User Service - > Δημιουργία Χρηστών.
- Category Service -> Δημιουργία δικαιωμάτων/κατηγοριών που θέλει ο administrator να βλέπει ο κάθε χρήστης.
- Job Service -> Οι κινήσεις του ελεγκτή του λειτουργικού (controller).
- Alarm Service -> Εκτελούνται οι συναγερμοί.

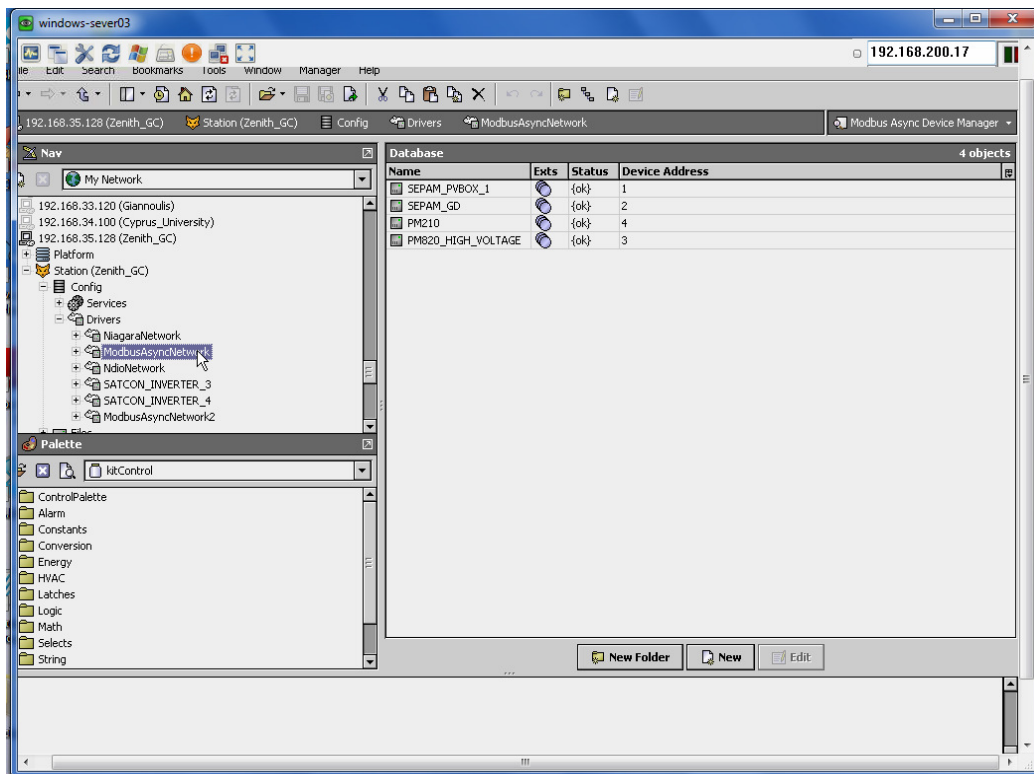
- History Service -> Εκτελούνται υπηρεσίες για να λειτουργεί το History.
- Audit History -> Ιστορικά στοιχεία για τη λειτουργία του controller.
- Job History -> Ιστορικά στοιχεία για τη λειτουργία του controller.
- Program Service -> Δημιουργείς δικό σου πρόγραμμα σε java.
- Backup Service -> Αποθηκεύει τις ρυθμίσεις και κρατάει backup του controller.
- Web Service -> Βλέπεις μέσω Web την χρήση του controller.
- Time Sync Service -> Ρυθμίζει την ώρα δύο φορές την ημέρα του server με τον controller.
- Platform Service -> Όλα τα στοιχεία του controller.

- **Platform Services**

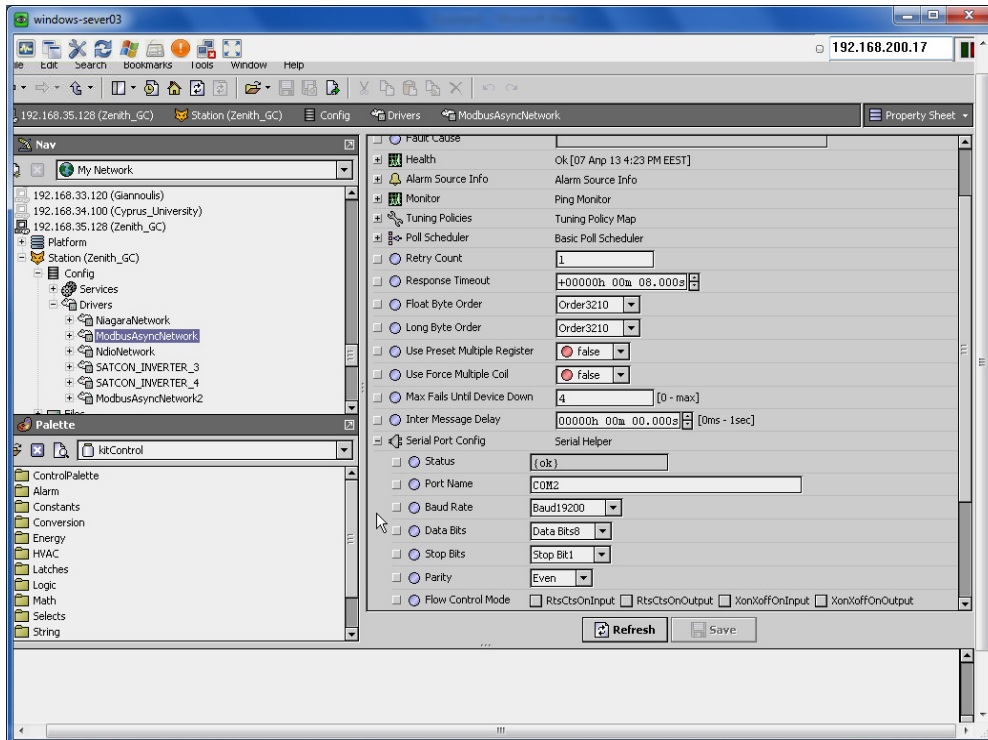


Name	Zenith_GC
Host	192.168.35.128 (Zenith_GC)
Model	NPM6
Host ID	Qnx-NPM6-0000-155B-6DBA
Niagara Version	3.6.31.4
Java VM Name	Java HotSpot(TM) Client VM
Java VM Vendor	Sun Microsystems Inc.
Java VM Version	1.5.0_16-b21
OS Name	QNX
OS Arch	ppc
OS Version	6.4.1
Platform Daemon Port	3011
Locale	en
System Time	16:23
Date	07 Apr 2013
Time Zone	Europe/Athens (+2/+3)
Engine Watchdog Policy	Terminate
Engine Watchdog Timeout	00000h 01m [0ms - +inf]
Enable Station Auto-Save	<input checked="" type="checkbox"/> Enable
Station Auto-Save Frequency	00024h 00m [0ms - +inf]
Station Auto-Save Versions to Keep	0

- **Modbus Driver**

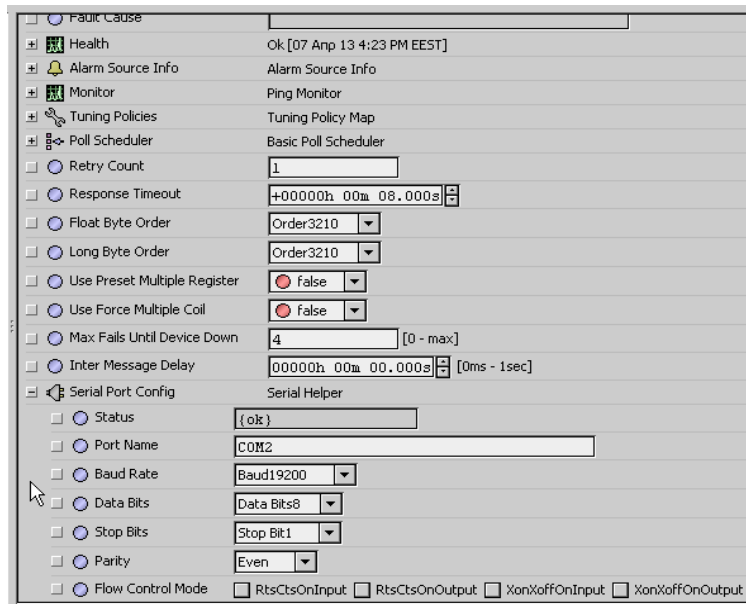


- **Serial Port Configuration**

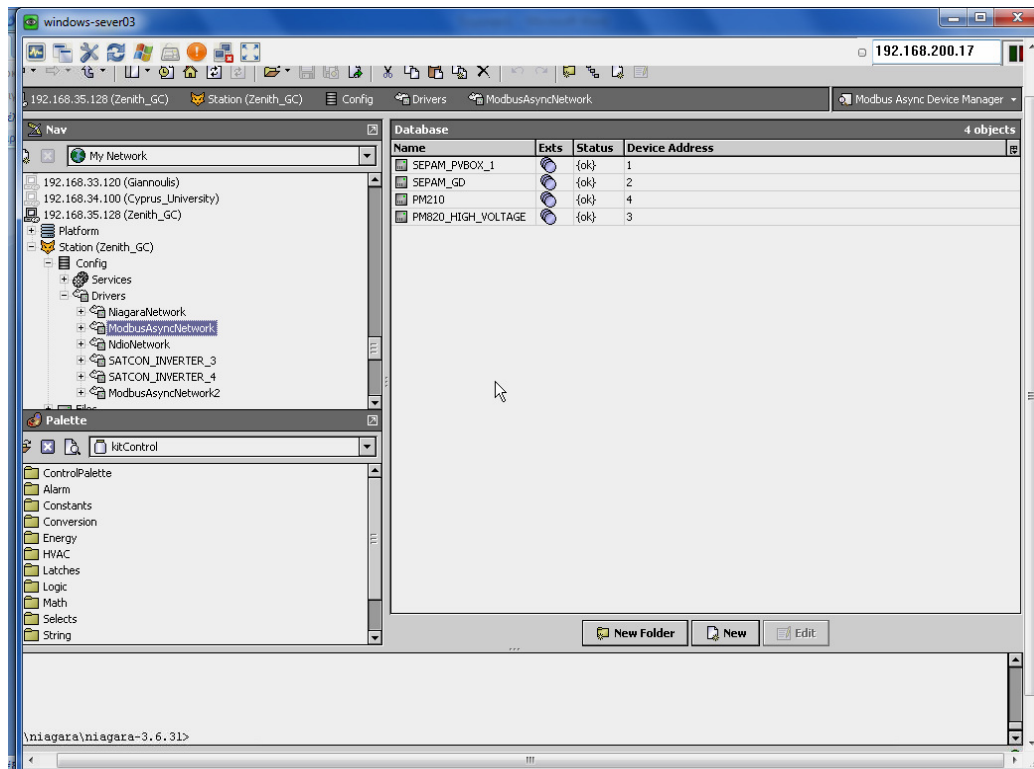


Στο Modbus Async Network τα σημαντικά σημεία είναι το:

- Health -> μπορούμε να δούμε την λειτουργία του σειριακού δικτύου.
- Serial Port Configuration -> ορίζει ποιά πόρτα (comport) πρέπει να διαβάζει, το ρυθμό δειγματοληψίας, databit, stopbit και parity.

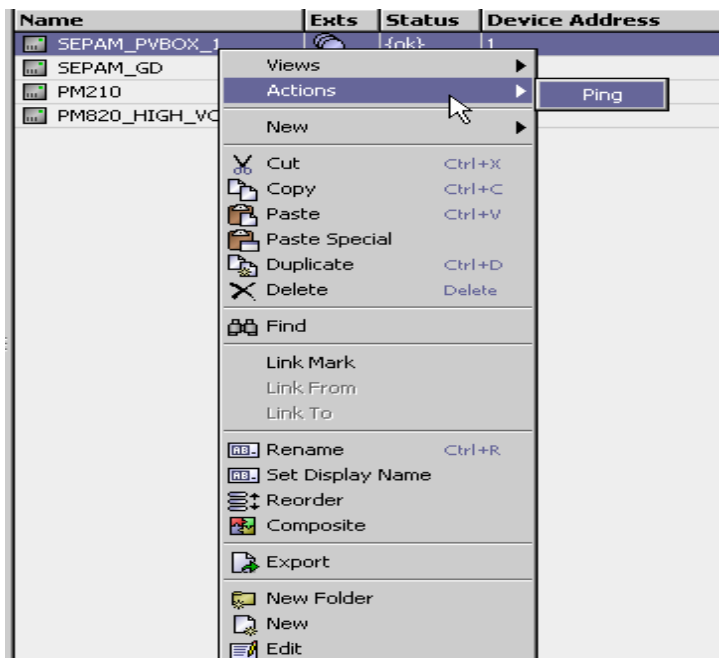
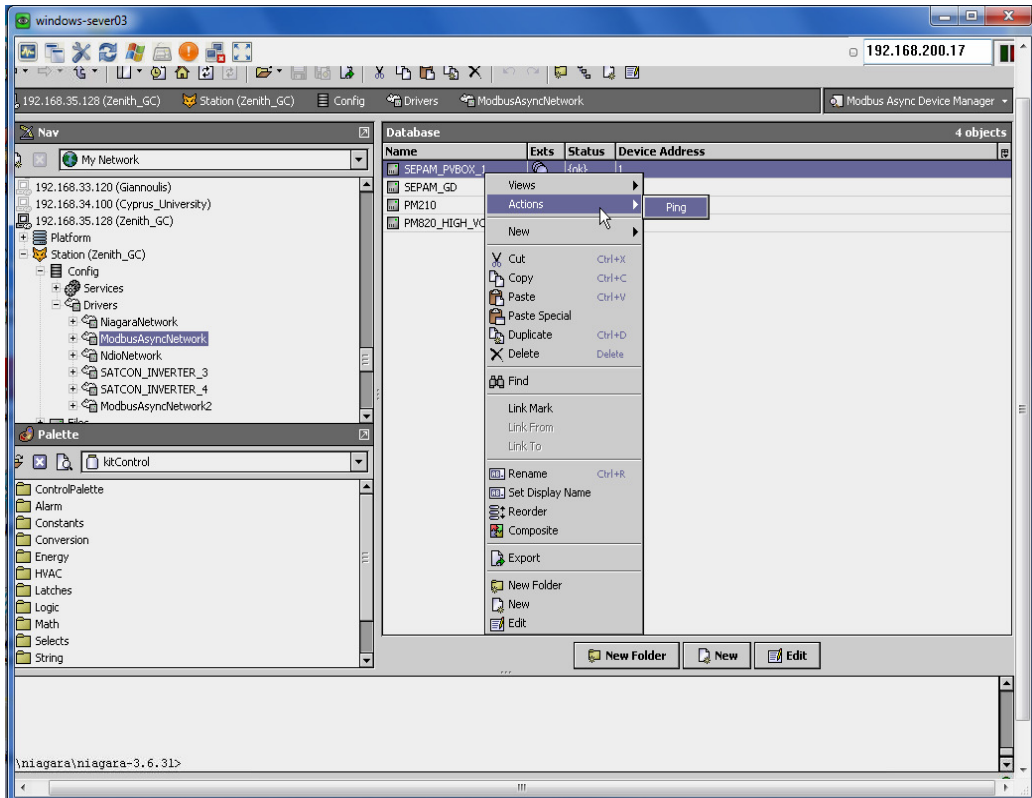


- **Συσκευές Modbus με διεθύνσεις**

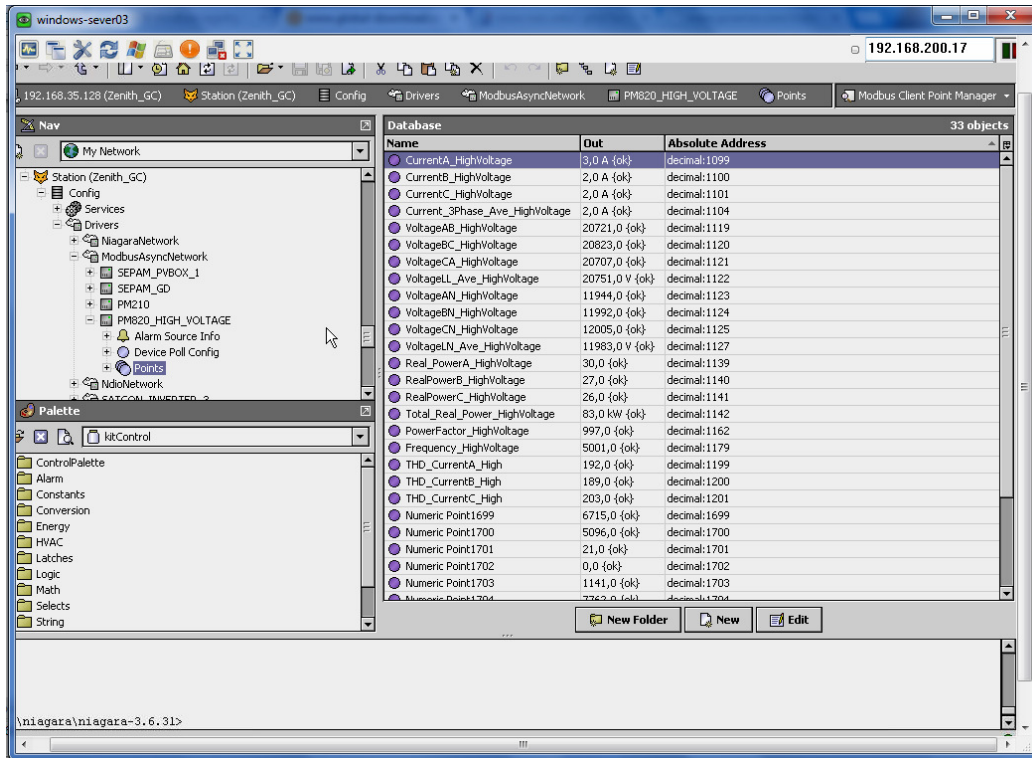


Name	Exts	Status	Device Address
SEPAM_PVBOX_1	{ok}	1	
SEPAM_GD	{ok}	2	
PM210	{ok}	4	
PM820_HIGH_VOLTAGE	{ok}	3	

- Ping για επικοινωνία με συσκευή

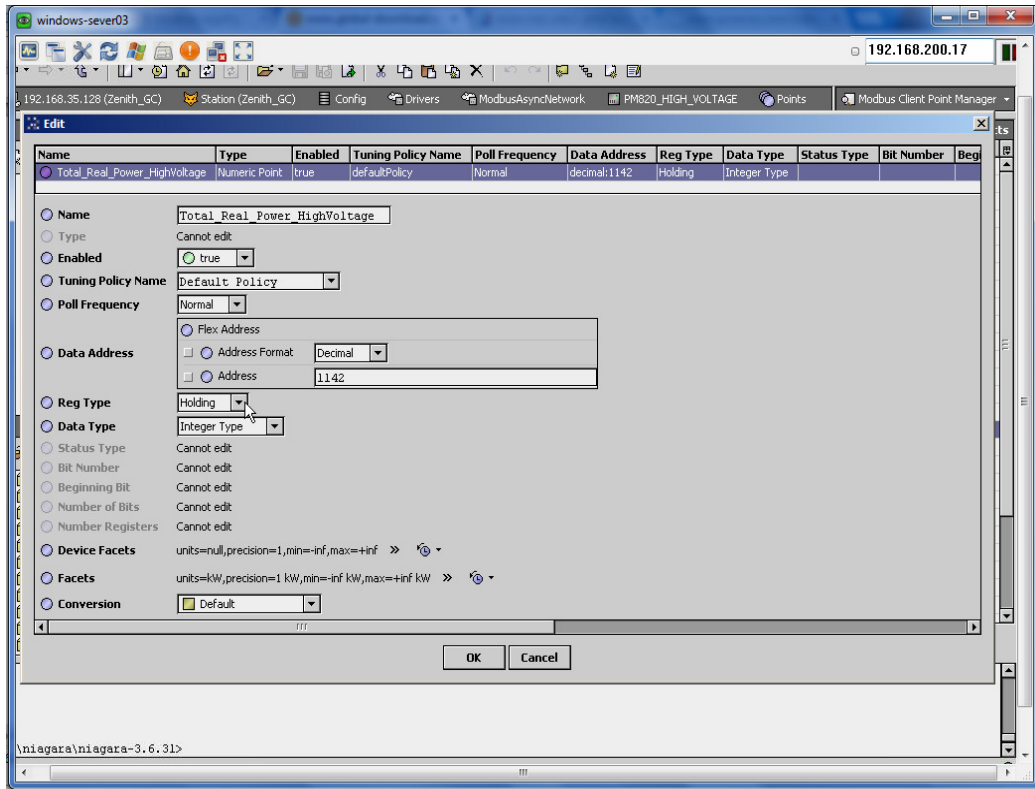


- Μετρήσιμα Μεγέθη με διευθύνσεις

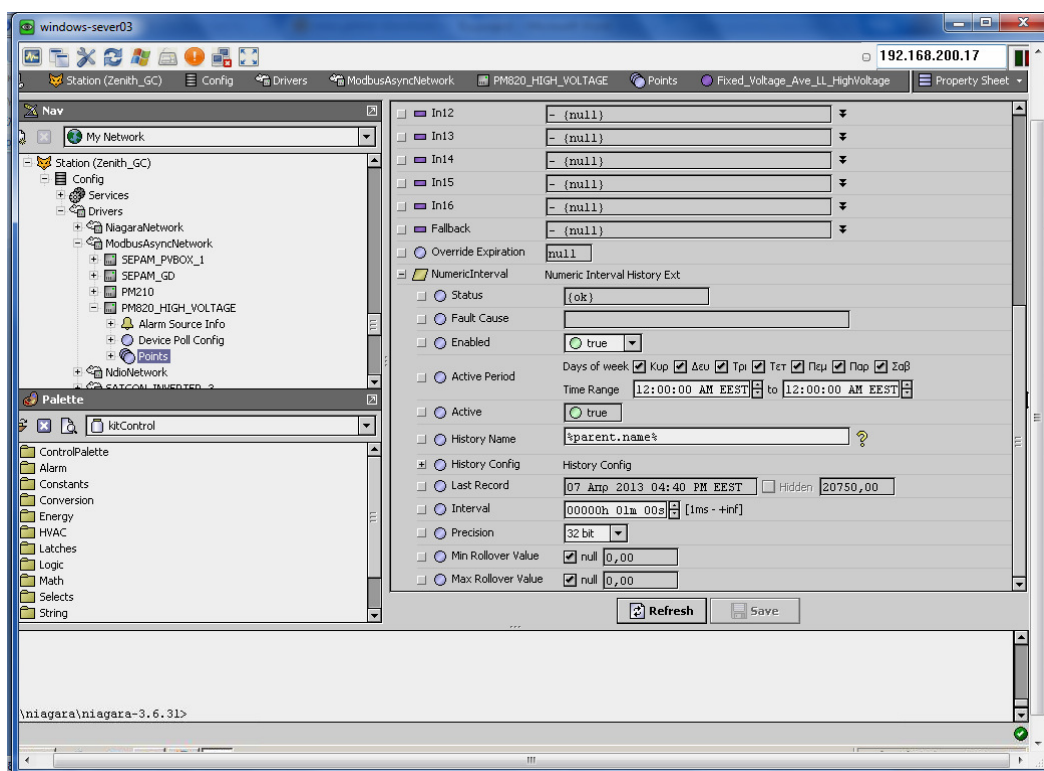


Name	Out	Absolute Address
CurrentA_HighVoltage	3,0 A {ok}	decimal:1099
CurrentB_HighVoltage	2,0 A {ok}	decimal:1100
CurrentC_HighVoltage	2,0 A {ok}	decimal:1101
Current_3Phase_Ave_HighVoltage	2,0 A {ok}	decimal:1104
VoltageAB_HighVoltage	20721,0 {ok}	decimal:1119
VoltageBC_HighVoltage	20823,0 {ok}	decimal:1120
VoltageCA_HighVoltage	20707,0 {ok}	decimal:1121
VoltageLL_Ave_HighVoltage	20751,0 V {ok}	decimal:1122
VoltageAN_HighVoltage	11944,0 {ok}	decimal:1123
VoltageBN_HighVoltage	11992,0 {ok}	decimal:1124
VoltageCN_HighVoltage	12005,0 {ok}	decimal:1125
VoltageLN_Ave_HighVoltage	11983,0 V {ok}	decimal:1127
Real_PowerA_HighVoltage	30,0 {ok}	decimal:1139
RealPowerB_HighVoltage	27,0 {ok}	decimal:1140
RealPowerC_HighVoltage	26,0 {ok}	decimal:1141
Total_Real_Power_HighVoltage	83,0 kW {ok}	decimal:1142
PowerFactor_HighVoltage	997,0 {ok}	decimal:1162
Frequency_HighVoltage	5001,0 {ok}	decimal:1179
THD_CurrentA_High	192,0 {ok}	decimal:1199
THD_CurrentB_High	189,0 {ok}	decimal:1200
THD_CurrentC_High	203,0 {ok}	decimal:1201
Numeric Point1699	6715,0 {ok}	decimal:1699
Numeric Point1700	5096,0 {ok}	decimal:1700
Numeric Point1701	21,0 {ok}	decimal:1701
Numeric Point1702	0,0 {ok}	decimal:1702
Numeric Point1703	1141,0 {ok}	decimal:1703
Numeric Point1704	7762,0 {ok}	decimal:1704

- **Ιδιότητες Modbus point**



- **Point μαζί με ιστορικότητα**



4.4 pvSense

Παρακολούθηση και έλεγχος



Η παρακολούθηση και ο έλεγχος κάθε φωτοβολταϊκής εγκατάστασης από χρησιμότητα κλίμακας ηλιακά πάρκα, μέχρι οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι σήμερα απολύτως αναγκαία για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας της παραγωγής ενέργειας σε ένα βέλτιστο επίπεδο για να υπάρξει ταχεία απόδοση της επένδυσης και αύξηση της κερδοφορίας. Η ακριβής απόκτηση δεδομένων, η επικύρωση, η αυτοματοποιημένη επεξεργασία και η διαχείριση, παραδίδονται σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας στους ενδιαφερόμενους τη δυνατότητα να παραμείνουν στον έλεγχο των εγκαταστάσεων των φωτοβολταϊκών τους, να ενημερώνονται

σχετικά με τις επιδόσεις τους ανά πάσα στιγμή, τον προσδιορισμό των τάσεων, να εντοπίσουν τους τομείς που τους προκαλούν ανησυχία και να αυξήσουν το χρόνο λειτουργίας των συστημάτων τους. Επιλέγοντας μια εξαιρετικά ακριβή και αξιόπιστη παρακολούθηση φωτοβολταϊκών και το διάλυμα ελέγχου, είναι ένα σημαντικό βήμα για να εξασφαλίσει ότι η απόδοση της επένδυσης του ηλιακού έργου μεγιστοποιείται.

4.4.1 pvSense - Active Management PV

Το pvSense είναι η απόλυτη λύση ανοικτού λογισμικού που διατίθενται σήμερα στην παγκόσμια αγορά για την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Χρησιμοποιώντας το καλύτερο της φυλής M2M (Machine to Machine) και Cloud based τεχνολογίες, το pvSense είναι μια ιδιαίτερα ακριβή, αξιόπιστη και οικονομικά αποτελεσματική εξυπηρέτηση, με μοναδικά χαρακτηριστικά κλιμάκωσης και επέκτασης, κατάλληλο για όλα τα είδη των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων (στέγες, μεγάλες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, διασυνδεδεμένων στο δίκτυο, εκτός δικτύου e.tc), με σκοπό να μεγιστοποιήσουν την απόδοση της επένδυσης. Προσφέρει παρακολούθηση, σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα ροής, τις τεχνικές που εφαρμόζονται μέχρι διαστήματα του ενός δευτερολέπτου. Το PnSense είναι χτισμένο στην κορυφή της πλατφόρμας Sense MyAssets One Technologies και μπορεί να παρέχεται ως ένας συνδυασμός οποιωνδήποτε από τις ακόλουθες ενότητες, ανάλογα με τις ανάγκες του πελάτη:

4.4.2 pvSense Παραγωγή

- Η συλλογή των δεδομένων από τους μετατροπείς (ενέργεια, συναγερούς, προειδοποιήσεις)
- Ποσότητα, την ποιότητα των μέτρων από τους έξυπνους μετρητές (ενέργεια που παράγεται, ενέργεια που καταναλώνεται, συντελεστής ισχύος, φαινόμενης ενέργειας e.tc)
- Εκδηλώσεις με βάση χρονοδιαγράμματα, σημεία ρύθμισης και τα σενάρια (Συναγερούι - Ειδοποιήσεις)

4.4.3 pvSense Απόδοση

- Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας
- θερμοκρασία αέρα
- Θερμοκρασία Panel
- Ταχύτητα Ανέμου / Κατεύθυνση
- Αναλογία απόδοσης

4.4.4 pvSense Προστασία

- ανίχνευσης εισβολών
- βιντεοεπιτήρησης
- Analytics Βίντεο
- Event Driven Συναγερμοί και Ειδοποιήσεις
- επαλήθευση False Alarm

4.5 Αναφορά στην εταιρεία Build – IT



Η Build-IT έχει διαγράψει μέχρι σήμερα μια ιδιαίτερα επιτυχημένη πορεία στο χώρο της

Ενεργειακής Πληροφορικής (Energy ICT) αναπτύσσοντας και προωθώντας λύσεις για ορθολογική διαχείριση ενέργειας σε κτίρια του τριτογενούς τομέα και στη βιομηχανία. Σε μία ιδιαίτερα δύσκολη οικονομική συγκυρία, που απαιτεί ολοκληρωμένες λύσεις με καινοτόμες εφαρμογές που μεγιστοποιούν την απόδοση των επενδύσεων και δημιουργούν υψηλή προστιθέμενη αξία, η ένταξη της στον όμιλο της Positive Energy, δημιουργεί μία σημαντική

συνέργεια με στόχο τη δυναμική διεξόδου του ομίλου στην ταχύτατα αναπτυσσόμενη αγορά της Νοτιοανατολικής Ευρώπης και της Μέσης Ανατολής.

Η Build IT, ολοκλήρωσε με απόλυτη επιτυχία, την εγκατάσταση 100 συστημάτων τηλεμετρίας PVSense, μέσα στο πρώτο τετράμηνο του 2012.

Οι εγκαταστάσεις αφορούν φωτοβολταϊκούς σταθμούς συνολικής ισχύος 20 (MW), τόσο σε οικιακά συστήματα, σε συνεργασία με το δίκτυο των εξειδικευμένων συνεργατών της, όσο και σε φωτοβολταϊκά πάρκα μεγάλης ισχύος.

Το PVSense, αποτελεί σήμερα μια από τις πλέον αξιόπιστες λύσεις τηλεπαρακολούθησης και απομακρυσμένης διαχείρισης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, παγκοσμίως. Η λύση είναι βασισμένη στην Cloud based πλατφόρμα της εταιρίας, MyAssets, μέσω της οποίας οι τελικοί της πελάτες-επενδυτές, έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις φυσικές υποδομές του (Physical Assets), τόσο σε ότι αφορά την ενεργειακή τους παρακολούθηση όσο και τη διαχείριση των προγραμματισμένων ή απρόβλεπτων εργασιών λειτουργίας και συντήρησης (operations & maintenance).

Το PVSense, παρέχει επιπλέον, ολοκληρωμένη οικονομική παρακολούθηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων από την οπτική γωνία των επενδυτών, διασφαλίζοντας τη μέγιστη δυνατή απόδοση των επενδυμένων κεφαλαίων.

Η λύση παρέχεται και σαν διαδικτυακή υπηρεσία, έναντι μηνιαίας χρέωσης, σε πελάτες, στην Ελλάδα, την Κύπρο την Ρουμανία και την Βουλγαρία και έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον μεγάλων θεσμικών επενδυτών του κλάδου που αναζητούν ενοποιημένη λύση για solar assets management.

Η Build IT, εταιρεία ανάπτυξης καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων στο χώρο της Ευφυούς Διαχείρισης Παραγωγής και Αποθήκευσης Ενέργειας, έλαβε τιμητική διάκριση στο 4ο Συνέδριο InfoCom Green που πραγματοποιήθηκε με θέμα τις «πράσινες» τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών.

Ιδιαίτερα επιτυχής αποτιμήθηκε απολογιστικά η συμμετοχή της Build-IT, στην 5^η Διεθνή Έκθεση «ECOTECH-Τεχνολογίες Περιβάλλοντος & Φωτοβολταϊκά συστήματα» που πραγματοποιήθηκε στο Εκθεσιακό Κέντρο Expro Athens.

Από τις πλέον δυναμικά αναπτυσσόμενες εταιρείες καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων στο χώρο της Ευφυούς Διαχείρισης Παραγωγής και Αποθήκευσης Ενέργειας, η Build-IT, με παρουσία εφάμιλλη της επιχειρηματικής της δραστηριότητας μέχρι σήμερα, παρουσίασε σε

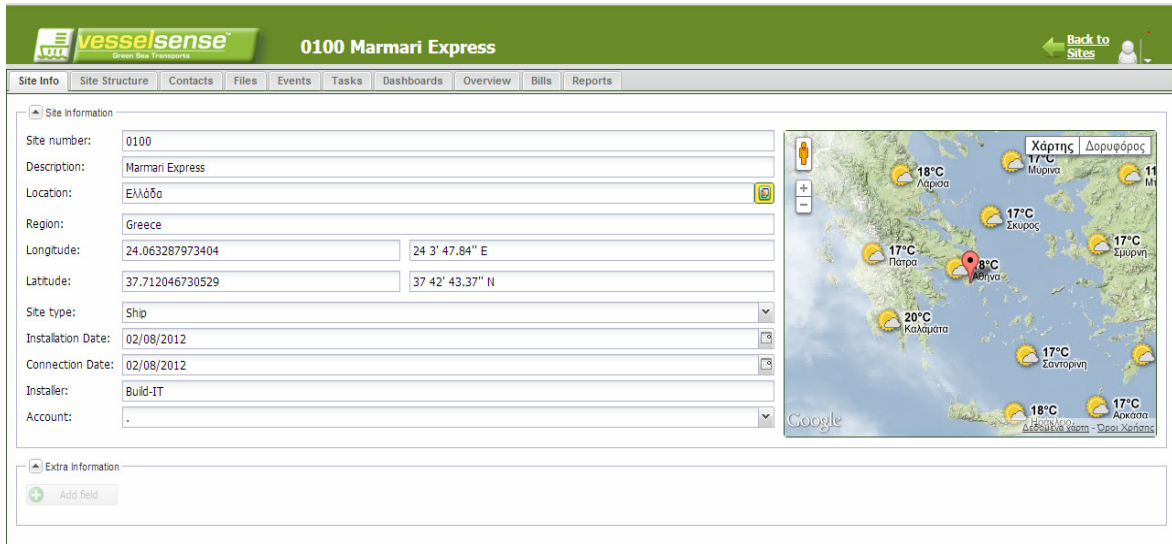
πληθώρα επισκεπτών και εκθετών που επισκέφθηκε το περίπτερό της, την ολοκληρωμένη καινοτόμο λύση απομακρυσμένης παρακολούθησης και διαχείρισης Φ/Β εγκαταστάσεων, PV Sense και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την επιτυχή υλοποίησή της.

Αξιοποιώντας τις πλέον εξελιγμένες τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στο χώρο του M2M και Cloud, η λύση εφαρμόζεται σε κάθε είδους φωτοβολταϊκή εγκατάσταση (από τα μεγάλα φωτοβολταϊκά πάρκα έως και τα μικρά οικιακά συστήματα) χάρη στη μοναδική δυνατότητα επεκτασιμότητας που διαθέτει.

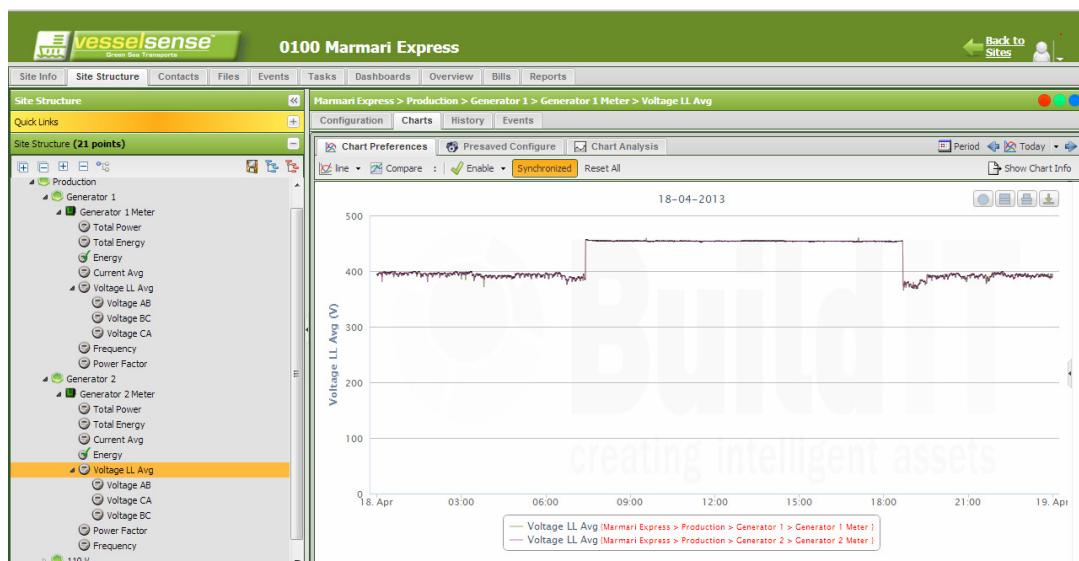
4.6 Παρουσίαση pvSense

Είσοδος στη σελίδα του προγράμματος pvSense.

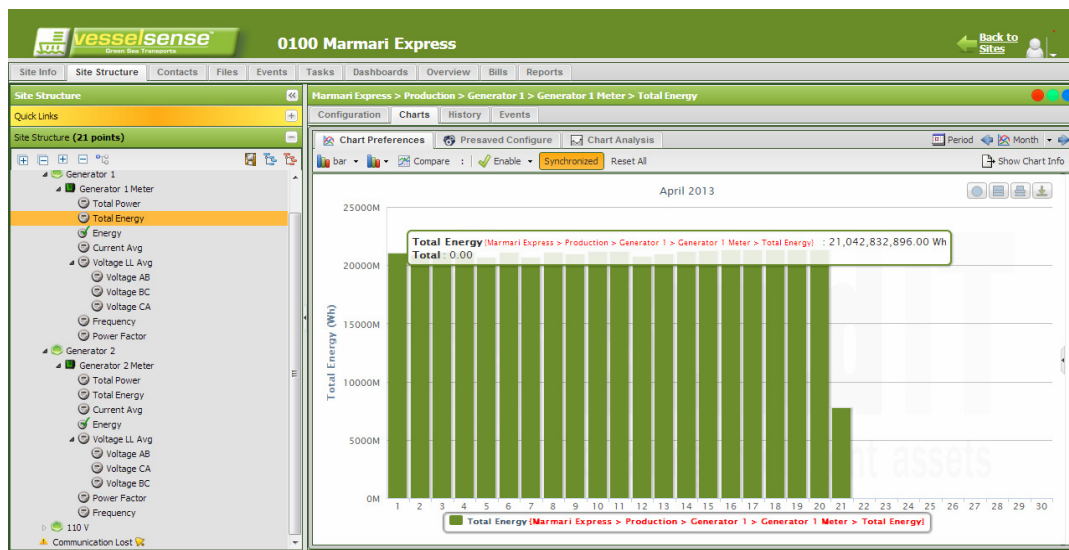
The image displays two screenshots of the pvSense website. The top screenshot shows the homepage with the pvSense logo and navigation tabs: Home, What is pvSense, How it works, Company, News, and Support. A 'How it works' sub-tab is active, showing a dashboard with various charts and graphs. The bottom screenshot shows the same homepage but with a 'Login' modal window open. The modal window contains the following elements: the pvSense logo, the text 'Log in to your account or', a 'User Name' field with a redacted email address, a 'Password' field, a 'Remember Me' checkbox, a 'LOG IN' button, and links for 'Forgot your password?' and 'Forgot your username?'.



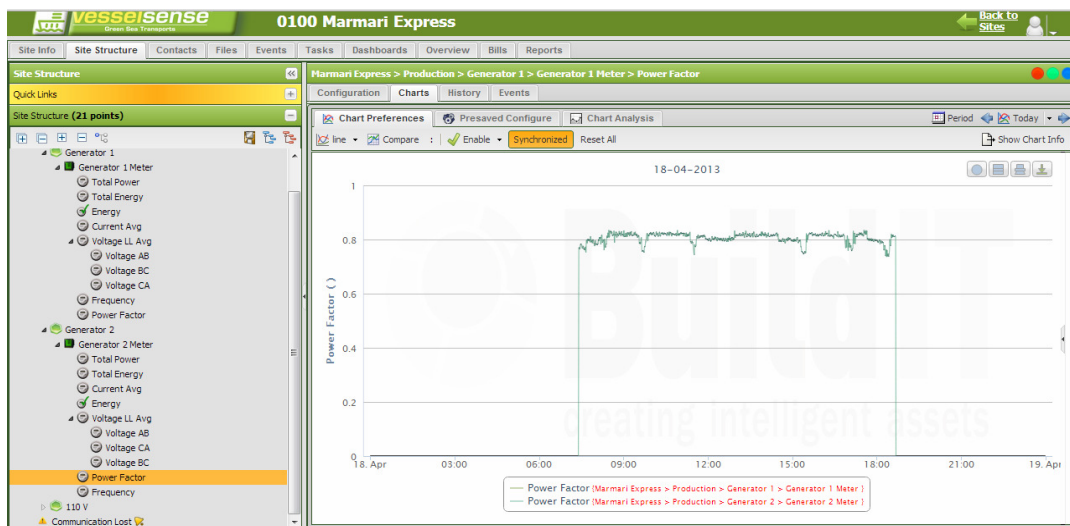
Η εικόνα αυτή μας παρουσιάζει τις απαραίτητες πληροφορίες για το Μαρμάρι Express – σε πραγματικό χρόνο (περιγραφή, τοποθεσία, περιοχή, γεωγραφικό μήκος, πλάτος, τύπου ιστοσελίδας, ημερομηνία εγκατάστασης, ημερομηνία σύνδεσης, εγκατάστασης, ιδιοκτήτης εγκατάστασης).



Στο διάγραμμα βλέπουμε την «τάση» της γεννήτριας στις 18/4.



Στο διάγραμμα βλέπουμε την “συνολικής ενέργειας” που παρήγαγε η γεννήτρια 1 τον Απρίλιο.



Στο διάγραμμα βλέπουμε τον “συντελεστής ισχύος”.

Συμπεράσματα

Ο βασικότερος τομέας που έχουμε εμφανείς διαφορές μετά την εγκατάσταση του συστήματος τηλεμετρίας στο πλοίο που μελετήσαμε είναι ο οικονομικός. Πιο συγκεκριμένα, τα οικονομικά οφέλη που έχουμε είναι:

- Μείωση λειτουργικών εξόδων

Τα έξοδα κάλυψης απασχόλησης ανθρώπων, μπορούν να ενταχθούν στα λειτουργικά έξοδα του πλοίου. Το πλοίο μπορεί πλέον να απασχολεί λιγότερο προσωπικό για να παρακολουθεί στις ηλεκτρογεννήτριες τις ρυθμίσεις, τη λειτουργία, την παραγωγή, την κατανάλωση και όλα τα απαιτούμενα μεγέθη που πρέπει να βρίσκονται υπό επιτήρηση από την εταιρεία. Η δυνατότητα αυτής της άμεσης λήψης των αποτελεσμάτων μέσω τηλεμετρίας, είναι ακόμη μεγαλύτερη σε σχέση με την απασχόληση εργατικού δυναμικού. Έτσι, έχουμε την πρώτη σημαντική εξοικονόμηση στα λειτουργικά έξοδα.

Επίσης, στα λειτουργικά έξοδα ανήκει και η εγκατάσταση οργάνων μέτρησης και καταγραφής των μεγεθών που ενδιαφέρει να παρακολουθεί η ιδιοκτήτρια εταιρεία. Πριν την εφαρμογή της τηλεμετρίας στα πλοία, η ύπαρξη όλων των απαραίτητων οργάνων ήταν πλήρως απαραίτητη, ήταν όμως παράλληλα και πολύ δαπανηρή. Με την εγκατάσταση τηλεμετρικών συστημάτων, μία ακόμη ανάγκη καλύπτεται και με το βέλτιστο τρόπο: χαμηλότερο κόστος.

- Χαμηλό κόστος συντήρησης

Ο έλεγχος που μπορεί να έχει ο διαχειριστής του συστήματος τηλεμετρίας, επειδή είναι σε συνεχή βάση, καθιστά εφικτή και την πρόληψη μίας βλάβης ή δυσλειτουργίας του προγράμματος. Η συντήρηση επομένως του συστήματος πρακτικά γίνεται γρηγορότερα, ευκολότερα αλλά και οικονομικότερα, αφού τα προβλήματα με τη βοήθεια της τηλεμετρίας προλαμβάνονται και αποφεύγονται.

- Εξοικονόμηση κατανάλωσης πετρελαίου

Βάση της μελέτης που προκύπτει από την τηλεμετρία στο πλοίο όσον αφορά τον τρόπο κατανομής της ενέργειας στις ηλεκτρογεννήτριες και μετέπειτα και στα υπόλοιπα σημεία του πλοίου (είτε είναι παραγωγή ενέργειας, είτε κατανάλωση), είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε το ποσοστό κατανάλωσης του πετρελαίου. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει η πλήρης γνώση και

διαχείριση στην ενέργεια που χρειάζεται σε κάθε ταξίδι του το πλοίο. Με στόχο την ορθολογική και όσο το δυνατόν περισσότερο οικονομική κατανάλωσή της, είναι εφικτή η οικονομική κατανάλωση του πετρελαίου.

- Αύξηση/Μείωση ποσότητας της παραγωγής ενέργειας.

Έχοντας λοιπόν το γνωσιακό υπόβαθρο της βέλτιστης απόδοσης που μπορεί να έχει το πλοίο, είναι στη διάθεση της ιδιοκτήτριας εταιρείας, χρησιμοποιώντας πάντα το εγκατεστημένο τηλεμετρικό πρόγραμμα, η επιλογή αύξησης ή μείωσης της ποσότητας ενέργειας. Τη χρησιμότητα της επιλογής αυτής, μπορούμε να την κατανοήσουμε στην εφαρμογή έκτακτων αναγκών, όπως για παράδειγμα την περίπτωση εμπλοκής του πλοίου σε τρικυμία.

- Πλήρως ενημερωμένες βάσεις δεδομένων

Στη διάθεση και κατοχή της πλοιοκτήτριας εταιρείας, υπάρχει η βάση δεδομένων με όλα τα καταγεγραμμένα μεγέθη που θέλει να καταμετρώνται στο πλεούμενο. Τα δεδομένα μπορούν να απεικονίζονται ανά οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμεί η εταιρεία (ανά μέρα / εβδομάδα / μήνα), καθώς αποθηκεύονται ανά λεπτό. Αυτό εξυπηρετεί, εκτός από την εκμάθηση όλων των απαραίτητων πληροφοριών για τη λειτουργία του πλοίου και στην περαιτέρω μελέτη για την κάλυψη νέων αναγκών – βελτιώσεων. Παραδείγματος χάρη, το ενδεχόμενο εγκατάστασης καμερών σε διαφορετικά σημεία του πλοίου, ώστε να μπορεί να παρακολουθείται η ασφάλειά του.

- Άμεση παρακολούθηση κρίσιμων για την ενέργεια παραμέτρων.

Η τηλεμετρία έχει ζωτικής σημασίας ρόλο στο πλοίο επειδή εκτός των άλλων, παρακολουθούνται, καταγράφονται και αναλύονται μέσω αυτής, δεδομένα όπου χαρακτηρίζονται ως κρίσιμα. Η άμεση επικοινωνία με το πρόγραμμα και ακολούθως το πλοίο, καθιστά την εξέτασή τους πιο έγκαιρη και πιο αποτελεσματική και έτσι μπορούν να αποφευχθούν μελλοντικά προβλήματα και δυσλειτουργίες.

- Βελτίωση στο περιθώριο κέρδους.

Μειώνοντας ένα μέρος των εξόδων, βελτιώνοντας τον τρόπο λειτουργίας και πετυχαίνοντας τους στόχους για τους οποίους χρησιμοποιείται στο πλοίο η τηλεμετρία, υπάρχει ακόμη ένα σημαντικό όφελος: το περιθώριο κέρδους. Εφόσον η ιδιοκτήτρια εταιρεία έχει τη δυνατότητα μείωσης εξόδων, μπορεί να αξιοποιήσει και να αυξήσει τα κέρδη της, παρέχοντας και άλλες υπηρεσίες.

Βιβλιογραφία –Αναφορές

- Herbert Taub – Donald L. Schilling: «Αρχές Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων», Εκδόσεις Τζιόλα.
- Λούβρος Σπυρίδων Κούγιας Ιωάννης: «Το Δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM», Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Andrew S. Tanenbaum: «Δίκτυα Υπολογιστών», Τέταρτη αμερικάνικη έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Modbus RTU Protocol Overview FieldServer technologies
http://www.protocessor.com/techsupport/Modbus_RTU_Protocol_Overview.asp
- Modbus Protocol specification Modbus-IDA, The Architecture for Distributed Automation
http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1a.pdf
- Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια: www.wikipedia.org
- WiMax Forum <http://www.wimaxforum.org/>
- Holma, H., Toskala, A. *HSDPA/HSUPA for UMTS: High Speed Radio Access for Mobile Communications*. John Wiley & Sons. 2006.
- Gunnar Heine. *GSM Networks, Protocols, Implementation and terminology*. Artech House, 2002 London.
- UMTS World. UMTS networks. www.umtsworld.com
- P. Nikopolitidis, M. Obaidat, G. Papadimitriou and A. Pomportsis, "Ασύρματα Δίκτυα", Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2003.

- Αθ. Κανάτας, Φιλ. Κωνσταντίνου, Γ. Πάντος, "Συστήματα Κινητών Επικοινωνιών", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2008.
- Μ. Θεολόγου, "Δίκτυα Κινητών & Προσωπικών Επικοινωνιών ", Εκδόσεις Τζιόλα, 2007.
- <http://www.umts-forum.org/>
- Tanenbaum, A., Δίκτυα Υπολογιστών. Τρίτη Έκδοση, Παπασωτηρίου, 2000.
- <http://www.build-it.gr/>
- <http://www.pvsense.com/>
- http://wwwhelper.net/vpn_info.html
- http://www.ssimail.com/VPN_solutions.htm
- <http://www.microsoft.com>
- <http://www.cisco.com>
- <http://www.etunnels.com/>