

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ**



Φοιτήτρια: Παρδάλη Ευαγγελία

Επιβλέπων καθηγητής: Δρούγας Βασίλειος

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

<u>Πρόλογος</u>	3
-----------------------	---

1ο Κεφάλαιο: Εισαγωγικά

<u>1.1</u> Επικοινωνίες και Τηλεπικοινωνίες	6
<u>1.2</u> Εξέλιξη Τηλεπικοινωνιών	6
<u>1.3</u> Γενικά για τις ασύρματες επικοινωνίες	10
<u>1.4</u> Κεραίες και Radar	11
<u>1.5</u> Δορυφορικές επικοινωνίες	12

2ο Κεφάλαιο: Επικοινωνίες & Συστήματα Αερομεταφορών

<u>2.1</u> Αερομεταφορές	15
<u>2.1.1</u> Επικοινωνίες HF	15
<u>2.1.2</u> Επικοινωνίες VHF – UHF	16
<u>2.1.3</u> Επικοινωνίες ATIS	16
<u>2.1.4</u> Επικοινωνίες ACC Αερολιμένων	17
<u>2.1.5</u> Επικοινωνίες VOLMET	17
<u>2.2</u> Σταθμοί ασύρματων τηλεφωνικών επικοινωνιών	18
<u>2.3</u> AFTN/CIDIN (Αυτόματο τηλετυπικό κέντρο).....	19
<u>2.4</u> Περιγραφή συστήματος επικοινωνιών ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας VAR	20

3ο Κεφάλαιο: Ραδιοβοηθήματα

<u>3.1</u> Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας	23
<u>3.2</u> ILS σύστημα ενόργανης προσγείωσης	24
<u>3.3</u> Σταθμός DME.....	25
<u>3.4</u> Σταθμός VOR	26
<u>3.5</u> Σταθμός NDB.....	27
<u>3.6</u> Σύστημα ειδοποίησης αποφυγής εναέριας συγκρούσεως (ACAS/TCAS)	27

4ο Κεφάλαιο: Radar

<u>4.1</u> Γενική περιγραφή Radar	28
<u>4.2</u> Δίκτυο Radar PHAROS	30
<u>4.3</u> Σύστημα SMR	31
<u>4.4</u> Σύστημα HERAS	33
<u>4.5</u> Σύστημα PALLAS	34

<u>4.6</u>	Σύστημα ATARS.....	35
<u>4.7</u>	Σύστημα PATROCLOS	36
<u>4.8</u>	Σύστημα A-SMGCS	37
<u>4.9</u>	Σχέδιο URANIA	38

5ο Κεφάλαιο: Συχνότητες εκπομπής των Radar

<u>5.1</u>	Ζώνη εκπομπής HF	41
<u>5.2</u>	Ζώνη εκπομπής VHF.....	42
<u>5.3</u>	Ζώνη εκπομπής UHF	43
<u>5.4</u>	Ζώνη εκπομπής L	44
<u>5.5</u>	Ζώνη εκπομπής S	44
<u>5.6</u>	Ζώνη εκπομπής C	45
<u>5.7</u>	Ζώνη εκπομπής X	46
<u>5.8</u>	Ζώνες εκπομπής Ku, K και Ka	46
<u>5.9</u>	Millimeter Wavelengths	48
<u>5.10</u>	Laser Frequencies	49

6ο Κεφάλαιο: Δορυφορικές επικοινωνίες

<u>6.1</u>	Δορυφορικές επικοινωνίες στην αεροπλοΐα	51
<u>6.2</u>	Σύστημα GPS	53
<u>6.3</u>	Δορυφόρος HELLAS SAT	54
<u>6.4</u>	Σύστημα Egnos	55
<u>6.5</u>	Σύστημα Galileo	56
<u>6.6</u>	Δορυφορικό φάσμα επικοινωνίας	57
	<u>Συμπεράσματα</u>	60
	<u>Αναφορές κεφαλαίων – πηγές</u>	63

Πρόλογος

Στην εργασία αυτή θα παρουσιάσω τους τρόπους και τα μέσα που χρησιμοποιούνται στην ασύρματη ηλεκτρονική πλοήγηση αεροσκαφών και τις επικοινωνίες που χρησιμοποιούνται.

Αρχικά πρέπει να πούμε λίγα λόγια για την εξέλιξη των επικοινωνιών, από τις πρώτες μορφές που είχαν έως τις μέρες μας. Πριν αρκετά χρόνια, η επικοινωνία των ανθρώπων γινόταν με ταχυδρομείο, telex, τηλέφωνα, ίσως και κάποιο Fax. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας ιδιαίτερα τα τελευταία 10-15 χρόνια δεν είμαστε πλέον κάτοικοι διαφόρων κρατών και ηπείρων, αλλά γίναμε « ένα παγκόσμιο χωριό» με την χρήση του internet. Όλα αυτά οφείλονται στις επικοινωνίες.

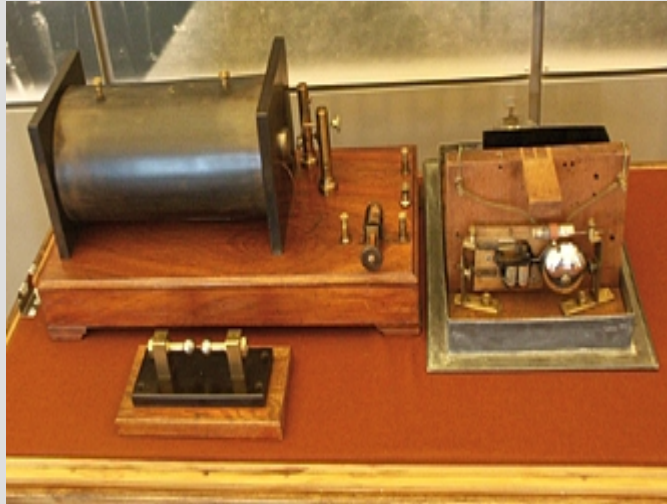
Η επιθυμία του ανθρώπου να επικοινωνεί με τον συνάνθρωπο του σε μεγάλες αποστάσεις είναι τόσο παλιά όσο είναι και ο άνθρωπος. Η ανάγκη λοιπόν για κάτι γρηγορότερο οδήγησε στην απόφαση να δημιουργηθεί ένα σύστημα μηνυμάτων με φωτιά.

Ένα τέτοιο σύστημα δημιουργήθηκε όταν η Τροία έπεσε στα χέρια των Ελλήνων, η υπόλοιπη Ελλάδα το έμαθε σε μια νύχτα. Για τη μετάδοση του μηνύματος χρησιμοποιήθηκε το σύστημα των φωτεινών αναμεταδοτών από βουνοκορφή σε βουνοκορφή. Ακολούθησε ο Τηλέγραφος του Πολύβιου που λειτουργούσε επίσης με φωτιά (με πυρσούς, ονομαζόταν και Πυρσείες).

Είχαν χωρίσει τα γράμματα του αλφαβήτου σε στήλες και ο κάθε πυρσός που άναβε αντιπροσώπευε ένα γράμμα. Άλλο σύστημα ήταν η Στενογραφία που σε αυτή τη μέθοδο χώρισαν τα γράμματα του αλφαβήτου σε 5 σειρές και 5 στήλες- χρησιμοποιούσαν πάλι την φωτιά. Ακολούθησε ο Τηλέγραφος του Αινεία οι Ανακλαστήρες ενίσχυσης και τέλος είχαν τον Ακουστικό Τηλέγραφο.

Όμως η επικοινωνία μέσω μηνυμάτων φωτιάς ήταν αναξιόπιστη και πολλές φορές μεταδιδόταν λάθος μήνυμα. Για αυτό το λόγο άρχισαν να αναζητούν νέους τρόπους επικοινωνίας.

Έτσι μετά από αρκετά χρόνια, ο Samuel Morse το 1835 συνέλαβε την ιδέα του τηλέγραφου την οποία τελειοποίησε το 1844. Το 1886, ο Heinrich Rudolf Hertz ανακάλυψε την διπολική κεραία. Με αυτή την ανακάλυψη επιβεβαίωσε την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που είχαν προβλεφθεί από τους Maxwell και Faraday το 1888 και είπε τότε «Δεν νομίζω ότι τα ασύρματα κύματα που ανακάλυψα θα έχουν κάποια πρακτική εφαρμογή.....δεν μπορείς ούτε να τα δεις». Τότε ούτε ο ίδιος δεν ήξερε τι ανακάλυψη έκανε.



Αργότερα ο Nikola Tesla κατασκεύασε τις πρώτες πρακτικές μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος, το πρώτο ασύρματο σύστημα επικοινωνίας το 1893. Επίσης, το 1895 επινόησε τα σήματα Morse, τα οποία μεταδιδόταν σε ακτίνα 80 χιλιομέτρων

Ο Alexander Stepanovich Popov κατασκεύασε δέκτη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων το 1894 και πέτυχε μετάδοση ραδιοκυμάτων μεταξύ κοντινών κτιρίων το 1896, 6 μιλίων το 1898 και 30 μιλίων το 1899 και ο Guglielmo Marconi έστειλε το πρώτο υπερατλαντικό σήμα το 1901. Ίδρυσε εταιρεία υπερατλαντικού ασύρματου τηλέγραφου το 1903. Η πρώτη μετάδοση ήχου έγινε από τον Reginald Fessenden το 1901 σε διαμόρφωση πλάτους (AM) και η πρώτη αμφίδρομη υπερατλαντική ασύρματη επικοινωνία και η πρώτη ραδιοφωνική εκπομπή μουσικού περιεχομένου το 1906.

Κατά το 1900-1940 έχουμε την ευρεία χρήση ασύρματου κατά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο και ραδιοφωνικές εκπομπές το 1920-1930.

Η πλοήγηση αεροσκαφών με την χρήση ραδιοβοηθημάτων έγινε μετά το 1920. Το 1946 στις Η.Π.Α έχουμε την λειτουργία ασύρματης Τηλεφωνίας

Αυτή την εικοσαετία γνωρίσαμε την Κυψελωτή τοπολογία, τα Κυψελωτά δίκτυα, ασύρματη επικοινωνία πρώτης και δεύτερης γενιάς, ασύρματη επικοινωνία των 2,5 G, Κυψελοειδής τηλεφωνία γενιάς 3 G, συστήματα τηλεειδοποίησης (paging), τηλέφωνα χωρίς καλώδιο (cordless phones), Δορυφορικές επικοινωνίες με γεωστατικούς δορυφόρους (GEO), Δορυφορικές επικοινωνίες με δορυφόρους χαμηλής και μέσης τροχιάς (LEO - MEO), Ασύρματα τοπικά δίκτυα (wireless local area network) κ.α.

Μέχρι το 2020 περιμένουμε να ολοκληρωθούν και να εφαρμοστούν πλήρως η κυψελοειδής τηλεφωνία της γενιάς των 4 G, τα ασύρματα αδόμητα δίκτυα, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (wireless sensor networks), η τεχνολογία των αισθητήρων με εφαρμογές στην γεωργία και στην οδική κυκλοφορία, ασύρματα

πλεγματικά δίκτυα (Wireless mesh networks), το δορυφορικό σύστημα Galileo και άλλα που ακόμη δεν γνωρίζουμε.

Όλα όσα έχουν δημιουργηθεί έχουν συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη του τομέα της αεροπλοΐας και των επικοινωνιών που χρησιμοποιεί. Η ασύρματη μετάδοση πληροφοριών και η επικοινωνία με τους επίγειους σταθμούς είναι ότι πιο σημαντικό κατά την διάρκεια μιας πτήσης. Με βάση αυτή την ανάγκη αναπτύχθηκαν οι πρώτες κεραίες και ραντάρ για την εκπομπή και λήψη σημάτων πληροφοριών. Με την βοήθεια τέτοιων μέσων είναι δυνατός ο εντοπισμός της ακριβούς θέσης των αεροσκαφών, η επικοινωνία και μετάδοση πληροφοριών για την ασφαλή διακυβέρνηση τους, ο εντοπισμός τους σε περίπτωση αεροπορικών ατυχημάτων και συγκρούσεων ή, σε περίπτωση πολέμου, εντοπισμός εχθρικών αεροσκαφών κ.α.

Για την επίτευξη όλων αυτών έχουν δημιουργηθεί διάφορες μορφές επικοινωνίας και συστήματα. Οι επικοινωνίες που χρησιμοποιούνται στις αερομεταφορές είναι οι επικοινωνίες HF, VHF – UHF, ATIS, ACC αερολιμένων και VOLMET. Λειτουργούν σε διαφορετικές περιοχές του φάσματος συχνοτήτων και εφαρμόζονται ανάλογα με την απόσταση και την μορφή επικοινωνίας που θέλουμε να πετύχουμε. Έχουν σχεδιαστεί κάποιοι σταθμοί και συστήματα τα οποία τις υλοποιούν και τις μεταδίδουν (AFTN/CIDIN, σύστημα επικοινωνιών ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας VAR).

Όμως εκτός της επικοινωνίας υπάρχει και η ανάγκη για τον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας, ώστε οι πτήσεις, οι προσγειώσεις και οι μετάδοση πληροφοριών διακυβέρνησης των αεροσκαφών να γίνονται με ασφάλεια. Αυτό οδήγησε στην δημιουργία ραδιοβοηθημάτων τα οποία είναι σημαντικά για την ασφαλή πτήση και προσγείωση του αεροπλάνου, καθώς παρέχουν πληροφορίες για την ακριβή θέση ενός αεροπλάνου, μπορούν να αποφευχθούν πιθανές συγκρούσεις ή χρησιμοποιούνται σε περίπτωση που κάποιο αεροσκάφος βρίσκεται σε κίνδυνο, ώστε να μπορέσει εύκολα να εντοπιστεί από το κέντρο ελέγχου πτήσεων και να λάβει την απαραίτητη βοήθεια. Ακόμη κάποια από αυτά βοηθούν τα αεροσκάφη να διατηρούν την σωστή πορεία τους και να μην αποπροσανατολίζονται και παραβιάζουν τον εναέριο χώρο άλλων χωρών χωρίς άδεια. Τα πιο γνωστά συστήματα που χρησιμοποιούνται για αυτούς τους σκοπούς είναι το ILS, που σύστημα ενόργανης προσγείωσης και βοηθά στην σωστή προσγείωση του αεροσκάφους, οι σταθμοί DME, VOR και NDB που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της ακριβούς θέσης του αεροσκάφους και άλλων αεροσκαφών που βρίσκονται στην γύρω περιοχή και το σύστημα ειδοποίησης αποφυγής εναέριας

συγκρούσεως (ACAS/TCAS), πολύ σημαντικό για την ασφαλή πορεία.

Όλα αυτά δεν θα μπορούσαν να λειτουργήσουν χωρίς τα ραντάρ και τις κεραίες που χρησιμοποιούν. Το RADAR (RADio Detection And Ranging) ή αλλιώς Ραδιοεντοπιστής, είναι βασικό ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού και παρακολούθησης ακίνητων και κινητών στόχων, σε αποστάσεις και συνθήκες φωτισμού, που δύσκολα εντοπίζονται με το ανθρώπινο μάτι ή και οπτικά όργανα. Είναι ένα μέσο που χρησιμοποιείται από τις εφαρμογές αυτές, για την μετάδοση των σημάτων πληροφοριών, βοηθά στον εντοπισμό της θέσης των αεροσκαφών σε αντίξοες καιρικές συνθήκες (σε έντονη βροχόπτωση, ομίχλη, χιόνι) και σε περιπτώσεις άμεσης ανάγκης και ασφάλειας, όπως η διακοπή επικοινωνίας με κάποιο μέσο ή ατυχήματος. Ο στρατός μπορεί να εντοπίζει κάτω από όλες τις συνθήκες καιρού και σε κάθε σημείο εχθρικά μέσα και να επικοινωνεί με άλλες βάσεις σε απόμακρα μέρη. Επίσης κάνει ακριβείς και έγκαιρες προβλέψεις των καιρικών φαινομένων. Η τροχαία ακόμη το χρησιμοποιεί για τον έλεγχο και τη τήρηση του κώδικα οδικής κυκλοφορίας και τον εντοπισμό παραβάσεων. Έχουν σχεδιαστεί διάφορα συστήματα για την εξυπηρέτηση κάθε σκοπού, τέτοια είναι το δίκτυο Radar PHAROS και τα συστήματα SMR HERAS, PALLAS, ATARS, PATROCLOS και A-SMGCS. Θα τα δούμε αναλυτικά πιο κάτω. Χρησιμοποιούνται διάφορες συχνότητες εκπομπής, ανάλογα με την απόσταση που απαιτείται κάθε φορά να εκπέμψουν.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε τον σημαντικό ρόλο που έχουν οι δορυφορικές επικοινωνίες στην αεροπλοΐα. Καθώς η τεχνολογία των δορυφορικών συστημάτων εξελίσσεται, έχουμε πολλές εφαρμογές τους στις μεταφορές. Αυτό συμβαίνει γιατί απαιτείται η συνεχής επικοινωνία και εντοπισμός των αεροσκαφών σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη και αν βρίσκονται και κάτω από οποιοδήποτε καιρικές συνθήκες, κάτι που μπορεί να γίνεται ευκολότερα από τους δορυφόρους, από ότι με οποιοδήποτε άλλο μέσο. Οι δορυφόροι μπορούν και καλύπτουν όλη την επιφάνεια της γης και μεταδίδουν δεδομένα οπουδήποτε. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τις πτήσεις, καθώς μπορούν να εντοπίζονται πιο εύκολα και να λαμβάνουν πληροφορίες, υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια καθώς εντοπίζονται ευκολότερα άλλα αεροσκάφη στην γύρω περιοχή και αποφεύγονται συγκρούσεις και συμπλοκές.

Όλα όσα ανέφερα παραπάνω θα τα δούμε αναλυτικά στην εργασία, για να κατανοήσουμε τον σκοπό για τον οποίο έχει δημιουργηθεί το καθένα στον τομέα της αεροπλοΐας.

[1]

1ο Κεφάλαιο

1.1 Επικοινωνίες και Τηλεπικοινωνίες

Μεταξύ των όρων Επικοινωνίες και Τηλεπικοινωνίες υπάρχει σημαντική διαφορά, που πρέπει να αναφέρουμε. Όταν αναφερόμαστε σε επικοινωνίες μακρινής απόστασης χρησιμοποιούμε τον όρο Τηλεπικοινωνίες. Τέτοιες επικοινωνίες είναι αυτές που γίνονται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, τηλέγραφου, κινητών, δορυφόρων και άλλων μέσων, που για την

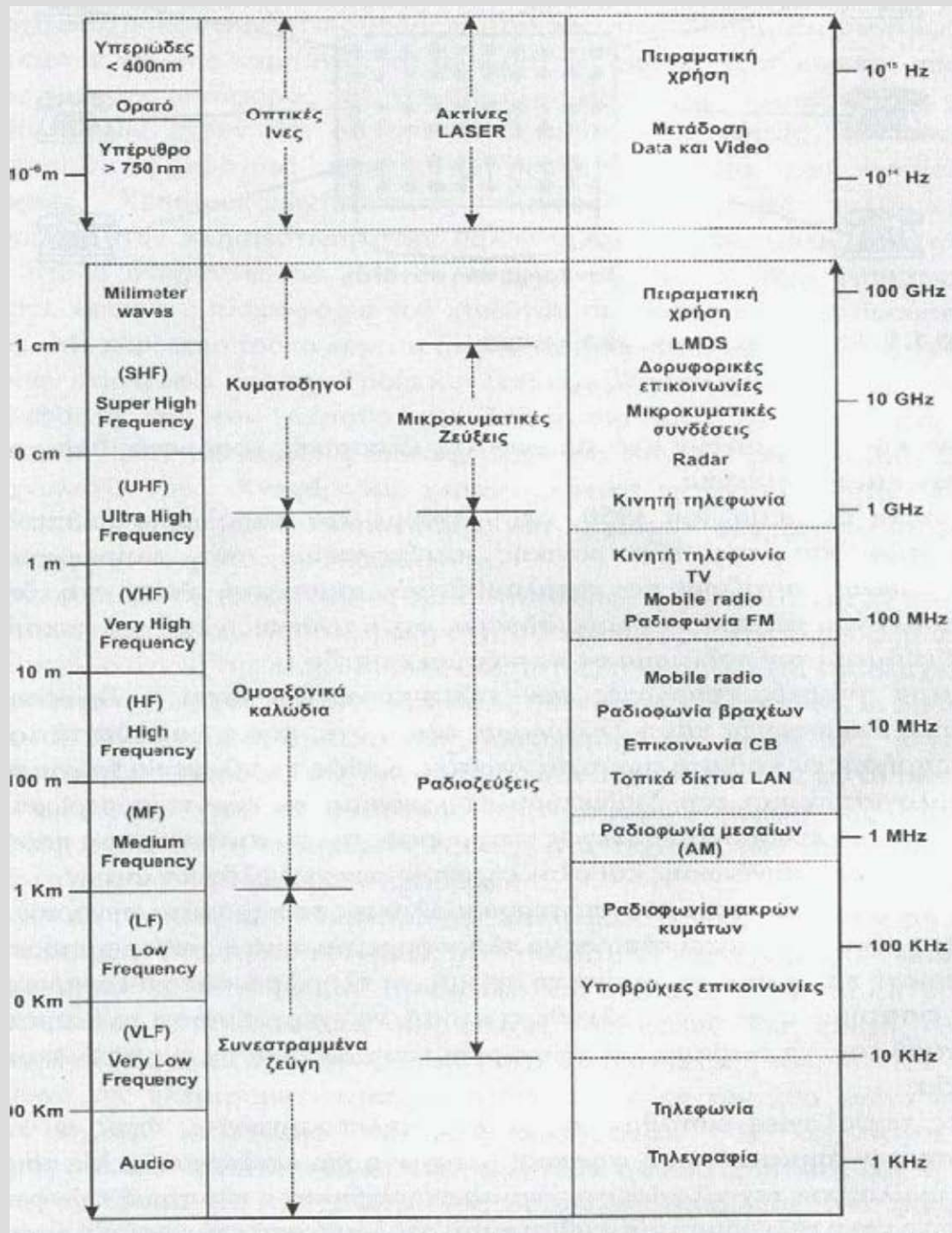
μεταφορά της πληροφορίας πρέπει να γίνει αλλαγή της μορφής της. Έτσι οι επικοινωνίες που μεταδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις, λόγω δυσκολιών μετάδοσης χρειάζεται να μετατρέψουμε την μορφή της πληροφορίας από αναλογική σε ψηφιακή και το αντίστροφο. Ενώ όταν θέλουμε να μεταφέρουμε πληροφορίες σε κοντινές αποστάσεις και δεν χρειάζεται να μετατρέψουμε την μορφή της πληροφορίας για να την μεταδώσουμε, χρησιμοποιούμε τον όρο Επικοινωνίες.
[1],[2]

1.2 Εξέλιξη Τηλεπικοινωνιών

Κατά την διάρκεια της ζωής του ανθρώπου, αναπτύχθηκαν διάφορες μορφές τηλεπικοινωνιών εξαιτίας της ανάγκης για επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις, στο λιγότερο δυνατό χρόνο. Τα σήματα καπνού, οι ήχοι των τυμπάνων και της καμπάνας και το άναμμα φωτιάς ήταν μερικοί από τους βασικούς τρόπους μεταφοράς της πληροφορίας σε κάποιες εποχές από τα προϊστορικά χρόνια μέχρι το 18ο αιώνα μ.Χ. με μικρές διαφορές και φυσικά κάθε φορά πιο εξελιγμένοι από τις προηγούμενες ανάλογα την εποχή, το λαό, τα μέσα τις ανάγκες και τους σκοπούς. Όμως τέτοιοι τρόποι επικοινωνίας δεν ήταν ακριβείς ούτε ήταν βέβαιη η επιτυχία τους, όπως και η ταχύτητα μεταφοράς της πληροφορίας ήταν μικρή, ο όγκος της πληροφορίας ελάχιστος καθώς και η ασφάλειά της. Αυτές οι μορφές επικοινωνίας διατηρήθηκαν μέχρι την εμφάνιση του ηλεκτρισμού. Τότε έγιναν τα πρώτα σοβαρά βήματα με το τηλέφωνο και τον τηλεγράφο, για να φθάσουμε στην σημερινή μορφή της ψηφιακής τεχνολογίας, οπότε και η καθημερινή εξέλιξη στις τεχνικές των τηλεπικοινωνιών είναι αλματώδης και απρόβλεπτη.

Ουσιαστικά τα θεμέλια των σύγχρονων τηλεπικοινωνιών τέθηκαν από τον Samuel Morse το 1854 με τον τηλεγράφο και τον Graham Bell το 1876 με το τηλέφωνο. Η χρήση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κατά τον 20ο αιώνα ήταν ο κινητήριος μοχλός ανάπτυξης.

Η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό και κάθε εφαρμογή συνδέεται με τη χρήση ενός ορισμένου τμήματος από το φάσμα συχνοτήτων (παρακάτω σχήμα):



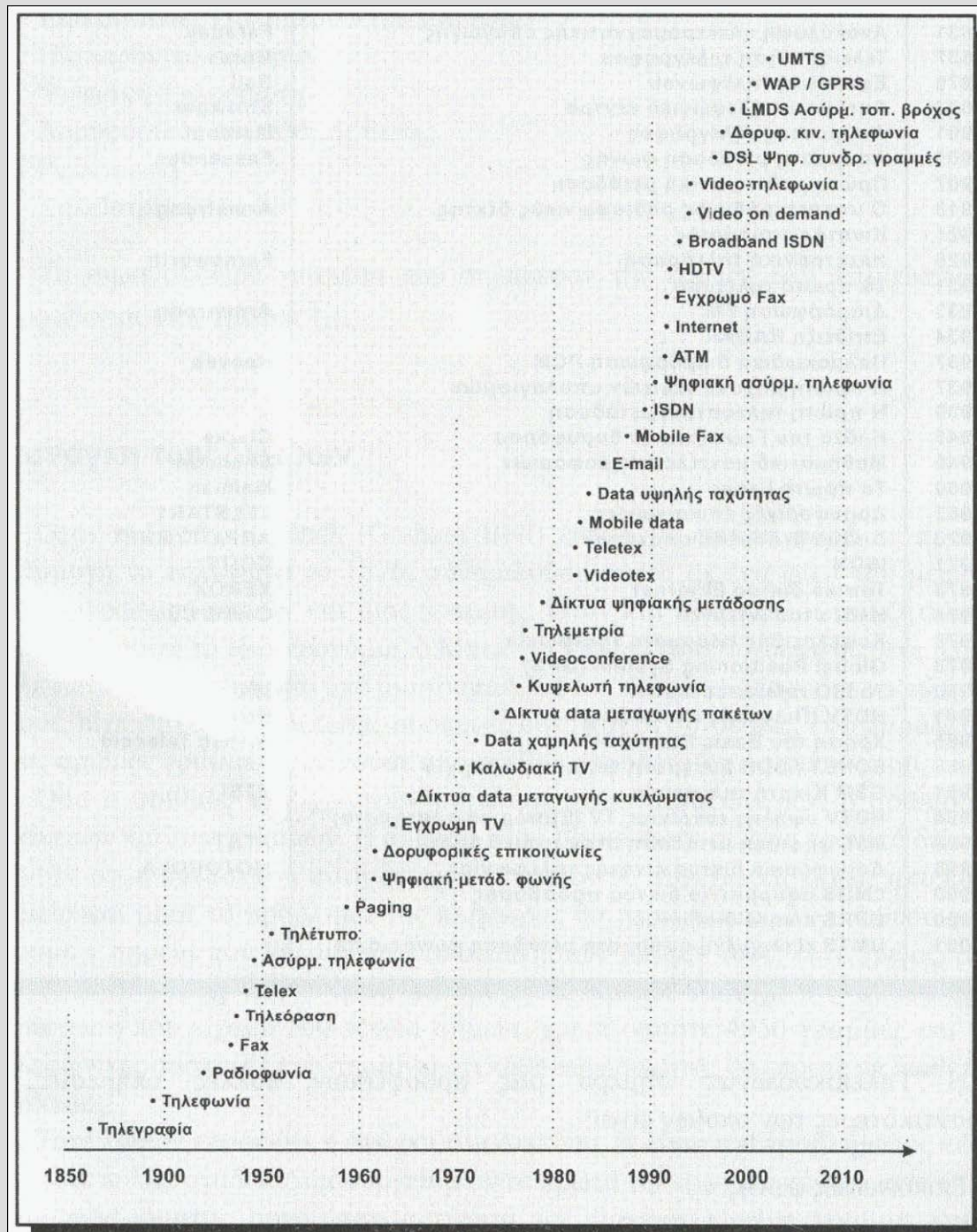
Εικόνα 1.1: Κατανομή των εφαρμογών στο φάσμα των συχνοτήτων [2]

Η είσοδος της μικροηλεκτρονικής άλλαξε τις τηλεπικοινωνίες και ιδιαίτερα μετά τη δεκαετία του 1950, που έχουμε παράλληλη ανάπτυξη των υπολογιστών και της ηλεκτρονικής επεξεργασίας πληροφοριών. Καθώς τα τελευταία χρόνια η χρήση των υπολογιστών και του Διαδικτύου επεκτείνεται ευρύτερα, αναπτύσσονται συνεχώς νέες μορφές τηλεπικοινωνιών. Η ψηφιακή μετάδοση των σημάτων και η ψηφιακή μεταγωγή και επεξεργασία είναι κάποιες από τις νέες τεχνολογίες που εισήλθαν στις τηλεπικοινωνίες και με αυτό τον τρόπο οι αναλογικές τεχνολογίες στις οποίες στηρίχθηκαν η κλασική τηλεφωνία, το ραδιόφωνο και

η τηλεόραση αντικαθίστανται σταδιακά από την ψηφιακή τεχνολογία που αναπτύχθηκε κυρίως από τις επικοινωνίες data.

Παράλληλα ήρθε η βελτίωση των μέσων μετάδοσης, της υποδομής (οπτικές ίνες, δορυφορικές ζεύξεις, κλπ.), των τεχνικών μετάδοσης (multiplexing, compression, κωδικοποιήσεις, διαμορφώσεις κλπ.).

Σήμερα βρισκόμαστε στο αναπτυξιακό στάδιο ενός νέου επιστημονικού κλάδου που καλείται Τηλεπληροφορική (από τους όρους Τηλεπικοινωνίες και Πληροφορική. Με τη βοήθεια αυτού του κλάδου της τεχνολογίας έχουμε πλέον ευρύτερες δυνατότητες επικοινωνιών στην εξυπηρέτηση φωνής αλλά και άλλων μορφών πληροφορίας όπως είναι το κείμενο, τα δεδομένα (data), η εικόνα και άλλα.



Εικόνα 1.2: Η ιστορική εξέλιξη των Τηλεπικοινωνιών μετά το 1850 [2]

Η εξέλιξη των επικοινωνιών υπήρξε θεαματική σε όλη τη διάρκεια του 20ού αιώνα. Ιδιαίτερα από το Β' Παγκόσμιο πόλεμο και μετά, δόθηκε τεράστια σημασία στην τεχνολογία των συστημάτων επικοινωνιών με χρήση ηλεκτρικών σημάτων. Τα πιο σημαντικά επιτεύγματα της περιόδου αυτής θα λέγαμε ότι είναι το ραντάρ, τα μικροκυματικά συστήματα, το τρανζίστορ και τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι και τα laser. [1],[2]

1.3 Γενικά για τις ασύρματες επικοινωνίες

Οι ασύρματες τεχνολογίες αντιπροσωπεύουν έναν γρήγορα αναδυόμενο τομέα όσον αφορά την ανάπτυξη και την αναγκαιότητα για την παροχή ευρείας πρόσβασης στο δίκτυο για όλες τις κοινωνίες.

Στις μέρες μας η βιομηχανία καταφέρνει και επιλύει πολλούς περιορισμούς για τη ευρεία εφαρμογή των ασύρματων τεχνολογιών. Μερικοί από τους περιορισμούς ήταν οι διαφορές στην προτυποποίηση, το χαμηλό εύρος ζώνης και το υψηλό κόστος υποδομής και υπηρεσιών. Οι ασύρματες τεχνολογίες μπορούν να παρέχουν τις απαιτούμενες υπηρεσίες και να παρέχουν παράλληλα οικονομικές και αποδοτικές λύσεις. Η ασύρματη τεχνολογία χρησιμοποιείται σε πολλές νέες εφαρμογές : στην διασύνδεση υπολογιστών, στον απομακρυσμένο έλεγχο και την ανάκτηση δεδομένων, στην παροχή ελέγχου πρόσβασης και την ασφάλεια, και είναι αναγκαία λύση για περιβάλλοντα όπου στα οποία δεν είναι εφικτή η καλωδίωση. Στο ρυθμιστικό μέτωπο, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών (FCC) αναγνώρισε την αξία των μικροκυματικών συχνοτήτων και καθιέρωσε ζώνες συχνοτήτων καθώς και διαδικασίες χορήγησης αδειών για τα ευρυζωνικά ασύρματα συστήματα στα 2, 4, και 11 GHz. Οι κατανομές για άλλες υπηρεσίες όπως στην ιδιωτική βιομηχανική ραδιοεπικοινωνία, στους συνδέσμους αποστολής σημάτων ραδιοφωνικής μετάδοσης (STLs), στις επιχειρήσεις μεταφορών, καθώς και σε άλλες επιχειρήσεις έγιναν πάνω σε άλλες μικροκυματικές ζώνες συχνοτήτων.

Σήμερα μικροκυματικές ζώνες μεγάλων αποστάσεων έχουν αντικατασταθεί κατά ένα μεγάλο μέρος από τις οπτικές ίνες, που παρέχουν πολύ χαμηλότερες απώλειες και πολύ μεγαλύτερη χωρητικότητα επικοινωνιακής κίνησης. Οι δορυφορικές επικοινωνίες διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο, αν και για τη διπλής κατεύθυνσης μετάδοση φωνής και βίντεο, οι οπτικές ίνες είναι μια καλύτερη λύση δεδομένου ότι δεν υφίσταται η χρονική καθυστέρηση των $\frac{1}{4}$ δευτερολέπτων (κατά προσέγγιση) λόγω του round-trip, όταν αναμεταδίδεται το σήμα μέσω ενός δορυφόρου ο οποίος βρίσκεται σε γεωστατική τροχιά 35.700 χιλιομέτρων επάνω από τον ισημερινό της Γης. Σήμερα, οι συχνότητες μέχρι και τα 42 GHz είναι προσβάσιμες χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα τεχνολογία, και οι έρευνες έχουν στραφεί στις υψηλότερες συχνότητες, σε fixed wireless ευρυζωνικά συστήματα. Οι συχνότητες μέχρι τα 350 GHz αποτελούν το αντικείμενο της

έρευνας και, ως ένα ορισμένο βαθμό, χρησιμοποιούνται για περιορισμένες στρατιωτικές και εμπορικές εφαρμογές. [2]

1.4 Κεραίες και Radar (Radio Detecting And Ranging)

Οι ερευνητές σε επίπεδο μεταφοράς, ασφάλειας και γνώσης των καιρικών φαινομένων, έψαχναν τρόπους να λύσουν κάποια βασικά προβλήματα, που αφορούσαν την ασφάλεια των μεταφορών (επίγειων, εναέριων ή υποθαλάσσιων) και γνώση των καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν σε διάφορα μέρη του πλανήτη. Τέτοια προβλήματα ήταν η μετεωρολογική ανίχνευση, ο έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας, ανίχνευση από την αστυνομία της τήρησης των ορίων κυκλοφορίας, στρατιωτικοί σκοποί, όπως η παρακολούθηση εχθρικών οχημάτων, αεροπλάνων ή πλοίων.

Διάφοροι εφευρέτες, επιστήμονες, και μηχανικοί συνεργάστηκαν για να επιλύσουν τα προβλήματα αυτά και το αποτέλεσμα των ερευνών του ήταν η εφεύρεση του ραντάρ.

Το ραντάρ είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα για να ανιχνεύσει, να καθορίσει την απόσταση, και να χαρτογραφήσει, αντικείμενα όπως τα αεροσκάφη, σκάφη, και τη βροχή. Μια συσκευή αποστολής σημάτων εκπέμπει τα ραδιοκύματα, τα οποία ανακλώνται από το στόχο, και ανιχνεύονται από έναν δέκτη, χαρακτηριστικά στην ίδια θέση με τη συσκευή αποστολής σημάτων. Αν και το επιστρεφόμενο ραδιοσήμα είναι συνήθως πολύ μικρό, τα ραδιοσήματα μπορούν εύκολα να ενισχυθούν, έτσι το ραντάρ μπορεί να ανιχνεύσει τα αντικείμενα στις σειρές όπου άλλη εκπομπή, όπως το ορατό φως, θα ήταν πάρα πολύ αδύνατη για να ανιχνεύσει.

Η χρήση των ραδιοκυμάτων για να ανιχνεύσει μεταλλικά αντικείμενα εφαρμόστηκε αρχικά το 1904 από τον Christian Hólsmeyer, ο οποίος ανίχνευσε πλοία στην πυκνή ομίχλη και έλαβε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για το ραντάρ.

Ο όρος Ραντάρ δημιουργήθηκε το 1941 από το Radio Detection and Ranging. Ραντάρ είναι η διάταξη οργάνων και μηχανισμών για την ανακάλυψη και τον προσδιορισμό της θέσης στόχων ή αντικειμένων στον αέρα, στη θάλασσα ή στη ξηρά με τις μεθόδους του ραδιεντοπισμού, για αντικείμενα που δεν είναι ορατά από το ανθρώπινο μάτι. Δεν ανιχνεύεται μόνο η απόσταση και η θέση του στόχου, αλλά αν είναι κινούμενος υπολογίζεται και η ταχύτητα και η πορεία του.

Ανάλογα με τον τρόπο της εγκατάστασής τους, καθώς και ανάλογα με τον προσδιορισμό τους τα ραντάρ διαιρούνται:

- Σε επίγεια (κινητά ή μόνιμα) και σε ραντάρ πλοίων για την ανακάλυψη επίγειων θαλάσσιων και εναέριων στόχων.
- Σε ραντάρ σκόπευσης των πυροβόλων.
- Σε ραντάρ μέτρησης της ταχύτητας πτήσης των βλημάτων.
- Σε ραντάρ υπόδειξης στόχων στα αεροπλάνα, καθώς και σε ραντάρ σκόπευσης των αεροπλάνων (αεροπορικά βομβαρδιστικά όργανα).
- Σε ραντάρ ανακάλυψης και εντοπισμού εναέριων στόχων για τον εναέριο έλεγχο κυκλοφορίας αεροσκαφών.
- Σε ραντάρ ναυτιλίας για τα πλοία και τα αεροπλάνα

Τα ραντάρ λειτουργούν στα υποβραχέα κύματα, μήκους από μερικά μέτρα ως μερικά χιλιοστόμετρα. Όσο μειώνεται το μήκος του κύματος, τόσο αυξάνεται η ακρίβεια προσδιορισμού των συντεταγμένων και η διακριτική ικανότητα, μειώνονται οι διαστάσεις και το βάρος των συσκευών.



Εικόνα 1.3: Απεικόνιση radar [4]

Ανάλογα με την αρχή της λειτουργίας τους, διαιρούνται σε:

- **Παλμικά** που ακτινοβολούν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια πολύ υψηλής συχνότητας με χωριστούς παλμούς
- **Αδιάκοπης ακτινοβολίας** που ακτινοβολούν χωρίς διακοπές ταλαντώσεις πολύ υψηλής συχνότητας και είναι διαμορφωμένοι ως προς τη συχνότητα.
- **Ραντάρ διεύθυνσης και ελέγχου.** Είναι επίγεια ραντάρ με μεγάλη διακριτική ικανότητα για την παρακολούθηση των αεροσκαφών στην περιοχή του αεροδρομίου και των πλοίων στην περιοχή του λιμανιού. Οι σταθμοί αυτοί χρησιμοποιούνται για την εξασφάλιση της

1.5 Δορυφορικές επικοινωνίες

Η δορυφορική μετάδοση δεδομένων και πληροφοριών είναι από τις πιο πρόσφατες εξελίξεις των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων ραδιομετάδοσης. Η ιδέα της χρήσης ενός τεχνητού γήινου δορυφόρου στο διάστημα σαν επικοινωνιακό κόμβο μεταξύ δύο επίγειων απομακρυσμένων σταθμών ανήκει στον συγγραφέα βιβλίων επιστημονικής φαντασίας Arthur C. Clarke. Στο προφητικό του άρθρο “Extra -Terrestrial Relays” (Wireless World 1945) και σήμερα έχει γίνει πραγματικότητα. Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι καλύπτουν με άνεση τις απαιτήσεις εκπομπής σημάτων ευρείας ζώνης συχνοτήτων.

Τα συστήματα κινητής επικοινωνίας λειτουργούν με διάφορες ασύμβατες μεταξύ τους τεχνικές, με αποτέλεσμα πολλές φορές, όταν κάποιος αγοράζει ένα τηλέφωνο στην Αμερική, να μην δουλεύει στην Ευρώπη και αντιστρόφως. Έτσι κλήθηκαν τα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών για να παρέχουν μια πραγματικά παγκόσμια τηλεπικοινωνιακή κάλυψη και ουσιαστικά οι δορυφορικές επικοινωνίες ξεκίνησαν μετά το 1950. Τα πρώτα βήματα έγιναν μετά το 1942 και τα δορυφορικά συστήματα δεν ήταν βιώσιμα λόγω της μικρής ισχύος των πυραύλων που τους έθεταν σε τροχιά. Η χαμηλή τροχιά των 10 Km είχε σαν αποτέλεσμα ο δορυφόρος να κινείται ταχύτερα από την περιστροφή της γης, κάτι που επηρέαζε την κατασκευή των γήινων σταθμών, αφού έπρεπε να περιστρέφονται συνεχώς για να τους παρακολουθούν. Στην εξέλιξη των συστημάτων αυτών κατασκευάσθηκαν.

Υπάρχουν 3 τύποι δορυφόρων επικοινωνίας και χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την τροχιά που κάνουν.:

- **Γεωστατικοί GEO (Geosynchronous Earth Orbit)**

Βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ισημερινό σε ύψος 35,786 km και περισσότερο. Σε αυτό το ύψος πραγματοποιούν μια περιφορά της γης σε 24 ώρες. Οι δορυφόροι αυτοί μένουν σταθεροί πάνω από την γη (για αυτό ονομάζονται γεωστατικοί) και έχουν την δυνατότητα από αυτό το ύψος να «βλέπουν» το 40% της γης. Τρεις τέτοιοι δορυφόροι βρίσκονται σε τροχιά

γύρω από την γη με διαφορά 120° ο καθένας, ώστε να καλύπτουν κάθε σημείο της.

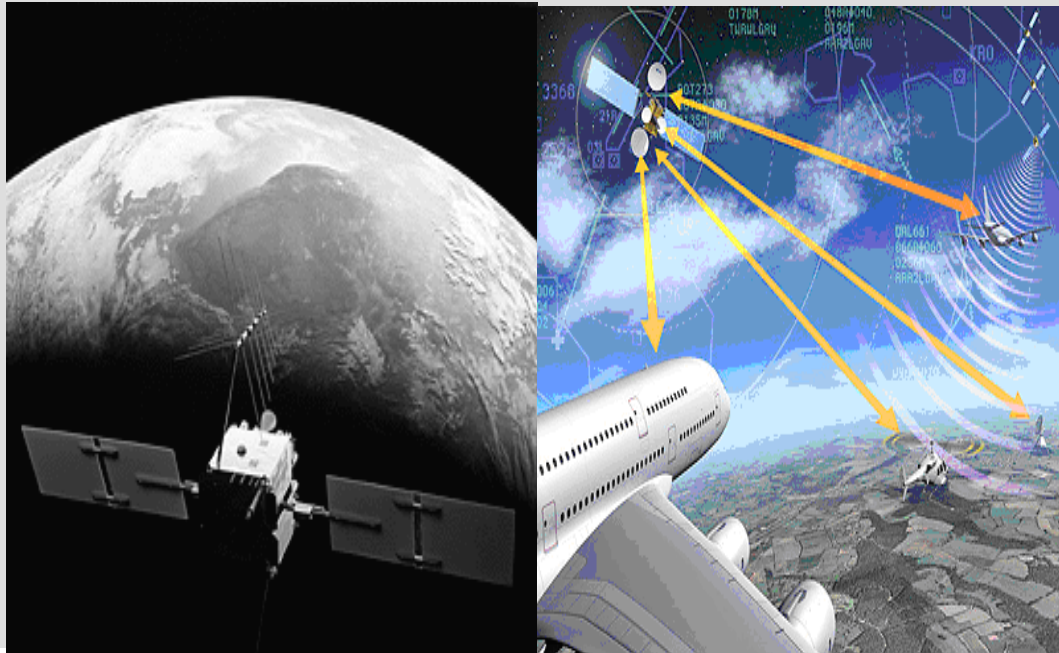
- **Δορυφόροι χαμηλής LEO (Low Earth Orbit) και μέσης τροχιάς MEO (Medium Earth Orbit)**

Υπάρχουν πάρα πολλοί τέτοιοι δορυφόροι οι οποίοι περιστρέφονται κυκλικά σε ύψος μερικών εκατοντάδων μιλίων οι οποίοι βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον ισημερινό και τους γεωγραφικούς πόλους. Η τροχιά τους έχει ρυθμισθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε από κάθε σημείο της γης την κάθε στιγμή να φαίνεται ένας. Οι δορυφόροι LEO πραγματοποιούν τροχιές μικρού ύψους 700-1000Km, σε 1,5 ώρα περίπου, ενώ οι δορυφόροι MEO πραγματοποιούν τροχιές 5000-12000 km σε μερικές ώρες. Ένα σύστημα σαν αυτό μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε πρόσβαση στο Internet από οποιοδήποτε σημείο της γης. Με 2 είδη τροχιάς και 6 δορυφόρους ανά επίπεδο επιτυγχάνεται παγκόσμια κάλυψη.

- **Δορυφόροι ελλειπτικής τροχιάς HEO (Highly inclined Elliptical Orbit).**

Κινούνται με μεγάλη ταχύτητα όταν βρίσκονται κοντά στην γη και κινούνται αργά όταν βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση και σε μεγάλο ύψος από την γη. Χρησιμοποιούνται για επαγγελματικούς και κυβερνητικούς σκοπούς και απαιτούν κατευθυντικές κεραίες, ώστε να είναι δυνατή η συνεχής παρακολούθηση του ίχνους. Τρεις δορυφόροι βρίσκονται σε τροχιά γύρω από την γη, ώστε να καλύπτουν κάθε σημείο της.

Από τον Μάιο του 2003 η Ελλάδα έχει τον δικό της γεωστατικό δορυφόρο στο διάστημα, τον Hellas Sat, σε συνεργασία με την Κύπρο. Θα μιλήσουμε για αυτόν σε επόμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 1.4: Επικοινωνία μέσω δορυφόρου [5]

Οι δορυφόροι έχουν σχεδιαστεί ώστε να:

- καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές και απομακρυσμένες περιοχές
- έχουν μεγάλο εύρος ζώνης
- έχουν μεγάλη καθυστέρηση σήματος της τάξης των 250 msec που οφείλεται στην μεγάλη απόσταση
- δεν επηρεάζονται από την απόσταση μεταξύ επικοινωνούντων
- έχουν μεγάλους χρόνους μετάδοσης, καθώς για να διανύσει ένα σήμα τη διαδρομή από και προς το δορυφόρο, απαιτείται χρόνος 0,3 sec
- δεν παρέχουν καμία ασφάλεια.

Οι δορυφορικές επικοινωνίες συνήθων χρησιμοποιούνται για:

- τηλεφωνικές συνδέσεις
- ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές μεταδόσεις
- κινητές επικοινωνίες
- προσωπικές επικοινωνίες
- σε αλληλεπιδραστικές υπηρεσίες πολυμέσων.
- εναέριες επικοινωνίες κ.α.

Μέχρι και σήμερα έχουν σχεδιαστεί διάφορα δορυφορικά συστήματα που διαρκώς εξελίσσονται και δημιουργούνται νέα, πιο αποδοτικά και με περισσότερες δυνατότητες μετάδοσης με μεγαλύτερες ταχύτητες. Τα πιο γνωστά συστήματα ως σήμερα είναι:

- GPS (Global Positioning System)

- Σύστημα του Ελληνικού δορυφόρου HELLAS SAT
 - EGNOS
 - GALILEO
- [1]

Κάποια από αυτά θα τα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο (6ο κεφάλαιο).

2ο Κεφάλαιο

Επικοινωνίες & Συστήματα Αερομεταφορών

2.5 Αερομεταφορές

Ο τομέας των αερομεταφορών συνεχώς εξελίσσεται. Από την περίοδο που η μόνη μεταφορά των ανθρώπων από αέρος γινόταν με αερόστατα έως τώρα, έχουν γίνει αλλαγές στα μέσα μεταφοράς και τους τρόπους επικοινωνίας που κανείς δεν θα φανταζόταν την εποχή εκείνη. Η ανάγκη όμως των ανθρώπων να μετακινούνται σε μακρινές αποστάσεις σε μικρό χρονικό διάστημα και με ασφάλεια, οδήγησε στην αναζήτηση νέων μέσων μεταφοράς. Στην αρχή δημιουργήθηκε το ανεμόπτερο, το οποίο όμως είχε την δυνατότητα μεταφοράς ενός ή δύο ατόμων, χωρίς καμία ασφάλεια και δυνατότητα επικοινωνίας με το έδαφος, καθώς δεν υπήρχαν τότε τα απαραίτητα μέσα. Έτσι καθώς η τεχνολογία στην κατασκευή αεροσκαφών εξελισσόταν, άρχισαν να αναζητούν τρόπους για να επικοινωνίας με τους επίγειους σταθμούς, ώστε να μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες απαραίτητες για την διακυβέρνηση και την ασφάλεια των αεροσκαφών.

Οι πρώτες επικοινωνίες άρχισαν κατά την περίοδο του 2ου Παγκοσμίου πολέμου. Οι πρώτες συχνότητες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι HF και οι πληροφορίες μεταδιδόταν μέσω ραντάρ προς τα πολεμικά αεροσκάφη. Εκτός αυτού κατάφεραν να εντοπίσουν εχθρικά αεροσκάφη, ακόμη και οχήματα και πλοία. Από τότε άρχισαν να μελετούν το φάσμα συχνοτήτων και να δημιουργούν νέους τύπους επικοινωνίας ανάλογα με τις απαιτήσεις που είχαν κάθε φορά, δηλαδή σε πόση απόσταση ήθελαν να μεταφέρουν δεδομένα ή να εντοπίσουν αντικείμενα. Τα αεροσκάφη πλέον έχουν την δυνατότητα να

λαμβάνουν απαραίτητες πληροφορίες για την πορεία της πτήσης τους, την ασφάλεια τους, καθώς μπορούν εύκολα να εντοπιστούν σε περίπτωση ανάγκης (ατυχήματος ή τεχνικής βλάβης).

Οι επικοινωνίες που κυρίως χρησιμοποιούνται στην εποχή μας αναλύονται παρακάτω:

2.5.1 Επικοινωνίες HF

Οι επικοινωνίες HF (High Frequency) λειτουργούν στα 3 MHz έως 30 MHz. Οι επικοινωνίες αυτές είναι από τις πρώτες που εφαρμόστηκαν για την επικοινωνία μεταξύ αεροσκαφών και εδάφους. Αρχικά εφαρμόστηκαν την περίοδο του 2ου Παγκόσμιου πολέμου. Αν και δεν μπορούσαν να μεταδώσουν δεδομένα και πληροφορίες πολύ μακριά, λόγω της μικρής τους συχνότητας, ήταν το μόνο μέσο επικοινωνίας εκείνη την εποχή.

Στις μέρες μας, στις αερομεταφορές χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων αερολιμένων (Επικοινωνίες εδάφους-εδάφους) ή σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η επικοινωνία μέσω επικοινωνιών VHF, λόγω καιρικών προβλημάτων ή εμποδίων που παρεμβάλλονται μεταξύ των αερολιμένων και των αεροσκαφών (Επικοινωνίες Εδάφους-Αέρος).

Χρησιμοποιούνται διάφοροι πομποί και δέκτες που είναι εγκατεστημένοι στα κέντρα εκπομπής και λήψης δεδομένων των αερολιμένων, τα οποία διαχειρίζονται οι ηλεκτρονικοί ασφαλείας. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούν στους πομπούς και τους δέκτες αυτούς είναι οι 2989 KHZ και 5637KHz και είναι κοινές για όλα τα αεροδρόμια. [1]

2.5.2 Επικοινωνίες VHF – UHF

Οι επικοινωνίες VHF (Very High Frequency) και (UHF Ultra High Frequency) λειτουργούν στα 30 MHz έως 300 MHz και 300 MHz έως 3GHz αντίστοιχα και χρησιμοποιούνται από τους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας του Πύργου ελέγχου και της προσέγγισης, για την επίτευξη επικοινωνίας μεταξύ των πολιτικών και Στρατιωτικών ιπταμένων αεροσκαφών και του προσωπικού εδάφους, κατά τις διαδικασίες προσέγγισης, απογείωσης και προσγείωσης των αεροσκαφών.

Στους μεγάλους αερολιμένες οι συχνότητες πύργου και προσέγγισης είναι διαφορετικές, ενώ στους μικρότερους περιφερειακούς αερολιμένες γίνονται στην ίδια συχνότητα.

Οι επικοινωνίες αυτές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

- Επικοινωνίες Πύργου (TWR)
- Επικοινωνίες Προσέγγισης-Αναχώρησης (APP)
- Επικοινωνίες AFIS

Η επίτευξη των επικοινωνιών αυτών γίνεται από πομποδέκτες εγκατεστημένους στα αεροδρόμια ή σε κοντινούς χώρους, ανάλογα με την χωροκάλυψη του αεροδρομίου.

Άλλοι δύο πομποδέκτες (κύριος και δευτερεύον) είναι εγκατεστημένοι σε κάθε αερολιμένα και εξυπηρετούν έκτακτες ανάγκες κινδύνου. Η συχνότητα που εκπέμπουν είναι 121,5 MHz και είναι κοινή για όλους τους αερολιμένες του κόσμου.
[1]

2.5.3 Επικοινωνίες ATIS

Οι επικοινωνίες ATIS (Automatic Information Service) λειτουργούν στα 123,4 MHz. Χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ των αεροσκαφών και των επίγειων σταθμών και έχουν σκοπό την μετάδοση μετεωρολογικών δεδομένων στους πιλότους των αεροσκαφών, που είναι απαραίτητα για την προσγείωση και απογείωση των αεροσκαφών και βασίζεται στις ενδείξεις των οργάνων της ΕΜΥ, που είναι εγκατεστημένα στον Πύργο Ελέγχου κάθε αεροδρομίου. Η εκπομπή δεδομένων γίνεται συνήθως κάθε μισή ώρα και επιβάλλεται να ανανεώνονται όταν υπάρχει κάποια ουσιώδης μεταβολή στα μετεωρολογικά δεδομένα ή σε άλλο στοιχείο απαραίτητο στους πιλότους π.χ. αλλαγή διαδρόμου προσγείωσης, κατάσταση διαδρόμου ή κατάσταση ραδιοβοηθήματος.

[1]

2.5.4 Επικοινωνίες ACC Αερολιμένων

Οι Επικοινωνίες ACC (Area Control Center) χρησιμοποιούνται από τους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας του Κέντρου Ελέγχου Περιοχής Αθηνών (ΚΕΠΑΘ), για την εξασφάλιση της επικοινωνίας μεταξύ των πολιτικών ή Στρατιωτικών αεροσκαφών και του προσωπικού εδάφους .

Λειτουργούν στην περιοχή συχνοτήτων VHF 118-136 MHz για τα πολιτικά αεροσκάφη και στην UHF 225-400 MHz για τα στρατιωτικά αεροσκάφη.

Η επίτευξη των επικοινωνιών αυτών γίνεται με την βοήθεια ηλεκτρονικών συσκευών (πομποδεκτών) που βρίσκονται στις επανδρωμένες θέσεις διαφόρων Τηλεπικοινωνιακών σταθμών όπως:

- Υμηττού
- Θάσου
- Ακαρνανικών
- Σητείας
- Σπεργιολίου
- Πεταλιδίου

και τηλεχειρίζονται μέσω τηλεφωνικών γραμμών από το ΚΕΠΑΘ (Κέντρο Ελέγχου Περιοχής Αθηνών).

Στις οροφές των κτιρίων ή σε ειδικούς πυλώνες είναι εγκατεστημένες κεραίες τύπου μαστίγιου που χρησιμοποιούνται απ' τους παραπάνω πομποδέκτες.

[1]

2.5.5 Επικοινωνίες VOLMET

Στις επικοινωνίες VOLMET γίνεται συνεχής εκπομπή μετεωρολογικού δελτίου, για την ενημέρωση των πιλότων και του προσωπικού εδάφους και λειτουργούν στην συχνότητα VHF στα 127,8 MHz.

Οι πομποί αυτοί είναι εγκατεστημένοι στους αερολιμένες Υμηττού, Σιβρί Θεσσαλονίκης, Λευκάδας και Σητείας και τηλεχειρίζονται μέσω μισθωμένων γραμμών του ΟΤΕ. Για τις συχνότητες VOLMET διατίθενται δύο πομποί με ξεχωριστές κεραίες – κύριος και δευτερεύον -(Main-Standby), από τους οποίους είναι μόνιμα σε εκπομπή ο Main.

[1]

2.6 Σταθμοί ασύρματων τηλεφωνικών επικοινωνιών

Στην Ελλάδα έχουν δημιουργηθεί κάποιοι σταθμοί, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την μετάδοση των πληροφοριών. Στους σταθμούς αυτούς είναι εγκατεστημένα κέντρα εκπομπής επικοινωνιών, ενδιάμεσοι σταθμοί που βοηθούν στην επικοινωνία μεταξύ διάφορων αερολιμένων και συσκευές που εξυπηρετούν επικοινωνίες εκτάκτου ανάγκης.

Για την εξυπηρέτηση του Κρατικού Αερολιμένα Αθηνών (ΚΑΑ) έχουν δημιουργηθεί τα εξής κέντρα:

- **Κέντρο Εκπομπής Νέας Σμύρνης (ΚΕΝΣ)**

Το κέντρο εκπομπής Νέας Σμύρνης βρίσκεται σε ευθεία απόσταση 5 Km από τον Αερολιμένα Αθηνών και χρησιμοποιείται σαν :

1. Κέντρο εκπομπής για τις επικοινωνίες HF του Αερολιμένα Αθηνών.
2. Ενδιάμεσος σταθμός της ζεύξης μεταξύ του Αερολιμένα Αθηνών και του τηλεπικοινωνιακού σταθμού του Υμηττού (TYM)

Ο τηλεχειρισμός των πομποδεκτών HF γίνεται από τον Αερολιμένα Αθηνών μέσω μισθωμένων γραμμών του ΟΤΕ. Επίσης έχει εγκατασταθεί πομπός VHF που εξυπηρετεί επικοινωνίες ATIS.

- **Κέντρο Λήψης Κρεβατίου (ΚΛΚΒ)**

Το κέντρο λήψης Κρεβατίου βρίσκεται σε ευθεία απόσταση 15 Km από τον Κρατικό Αερολιμένα Αθηνών (ΚΑΑ) και χρησιμοποιείται σαν :

1. Κέντρο λήψης για τις επικοινωνίες HF του Αερολιμένα Αθηνών.
2. Σαν σταθμός εγκατάστασης διάφορων συσκευών VHF εκτάκτου ανάγκης που εξυπηρετούν επικοινωνίες ACC του ΚΕΠΑΘ.
3. Σαν δεύτερος (εκτός του ΚΕΝΣ - Κέντρου Εκπομπής Νέας Σμύρνης) σταθμός εκπομπής πληροφοριών ATIS.

Ο τηλεχειρισμός των πομποδεκτών HF γίνεται από τον Αερολιμένα Αθηνών μέσω μισθωμένων γραμμών του ΟΤΕ.

Οι τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί που βρίσκονται σε λειτουργία και εξυπηρετούν αερολιμένες άλλων περιοχών είναι οι εξής:

Όνομασία	Σύντμηση
Τηλ/κός Σταθμός Υμηττού	ΤΥΜ
Τηλ/κός Σταθμός Θάσου	ΤΘΑ
Τηλ/κός Σταθμός Ακαρνανικών	ΤΑΚ
Τηλ/κός Σταθμός Σητείας	ΤΣΤ
Τηλ/κός Σταθμός Σπεργολίου	ΤΣΠ
Τηλ/κός Σταθμός Πεταλιδίου	ΤΠΕ
Τηλ/κός Σταθμός Γερανείων	ΤΓΕ

2.7 AFTN/CIDIN (Αυτόματο τηλετυπικό κέντρο)

Το αυτόματο τηλετυπικό κέντρο (AFTN=Automatic Fixed Telecommunication Network) είναι ένα σύγχρονο τηλεγραφικό κέντρο που έχει εγκατασταθεί στο κτήριο της Υπηρεσίας ελέγχου περιοχής και εξυπηρετεί την διακίνηση τηλεγραφικών σημάτων των αεροναυτικών τηλεπικοινωνιών (σχέδια πτήσεων, μετεωρολογικά σήματα, σήματα εναέριας κυκλοφορίας, γεωγραφικούς χάρτες κ.α.) μεταξύ της Ευρώπης και Μέσης Ανατολής.

Ταυτόχρονα έχει άμεση σύνδεση με τα Διεθνή Πολιτικά και τα στρατιωτικά αεροδρόμια της χώρας καθώς και με άλλες Υπηρεσίες (ΕΜΥ, αεροπορικές εταιρείες κ.α) που έχουν άμεση σχέση με την αεροναυτιλία, για την διακίνηση αποκλειστικά τηλεγραφικών Αεροναυτικών σημάτων.

Το AFTN έχει συνδεθεί επίσης με το καινούργιο Ευρωπαϊκό δίκτυο διακίνησης σημάτων Αεροναυτιλίας με την χρήση γραμμών εκπομπής δεδομένων (Δίκτυο CIDIN).

Οι λειτουργίες που εξυπηρετεί είναι :

1. Λήψη και εκπομπή σημάτων
2. Δρομολόγηση και διανομή σημάτων
3. Ταξινόμηση, στατιστικές και ημερολογιακή καταχώρηση σημάτων, καθώς και λειτουργιών και ελέγχων του συστήματος.
4. Ευελιξία ελέγχων και λειτουργιών του συστήματος όταν βρίσκεται σε λειτουργία.

Χρησιμοποιεί κάποια προγράμματα που εξασφαλίζουν την καλή λειτουργία του και την αντιμετώπιση τεχνικών προβλημάτων. Ο σκοπός των προγραμμάτων αυτών είναι να κάνουν :

1. Ανίχνευση βλαβών, τέτοια ώστε οι βλάβες στο Hardware να ανιχνεύονται την στιγμή που συμβαίνουν.
2. Ελαχιστοποίηση των βλαβών, έτσι ώστε οι βλάβες στο Hardware να μη χρειάζεται να διακόπτουν τους χρήστες απ' την εργασία τους.
3. Η επαναφορά του συστήματος μετά την επιδιόρθωση των βλαβών επιτυγχάνεται χωρίς την παρενόχληση (ή την ελάχιστη παρενόχληση) των χρηστών.

[2]

2.8 Περιγραφή συστήματος επικοινωνιών ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας VAR

Τα αρχικά V.A.R σημαίνουν: Voice Communication System (σύστημα φωνητικής επικοινωνίας) - Ancillaries (δευτερεύων) - Remote Control System (σύστημα απομακρυσμένου ελέγχου). Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για την επικοινωνία και τον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας. Είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία μεταξύ των αερολιμένων και των τμημάτων τους, έλεγχο των γραμμών μεταξύ Αθηνών και σταθμών και αυτόματη αλλαγή αυτής σε περίπτωση βλάβης, έλεγχο πομπών, έλεγχο δέκτη, ενημέρωση των αντίστοιχων σταθμών για επίλυση των βλαβών και επικοινωνία, για την τεχνική υποστήριξη, μεταξύ σταθμών.

Για την λειτουργία του υπάρχουν σε λειτουργία 2 κύρια συστήματα , Voice Communication System (Main VCS) και

Remote Control System (Main RCS), 2 εφεδρικά για τηλεφωνική και ραδιοφωνική επικοινωνία, σύστημα κινδύνου και βοηθητικός εξοπλισμός. Ο ρόλος αυτών αναλύεται παρακάτω:

1. ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- **Voice Communication System (Main VCS)**

Είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για φωνητική επικοινωνία. Αποτελείται από 85 θέσεις εργασίας(έδρες), 56 ραδιοφωνικά κανάλια και 108 εξωτερικές τηλεφωνικές γραμμές. Από κάθε θέση εργασίας μπορεί να εκτελεστεί ραδιοφωνική επικοινωνία μέσω των ραδιοφωνικών καναλιών και κάθε τηλεφωνική επικοινωνία μεταξύ εδρών ή προς τις εξωτερικές τηλεφωνικές γραμμές και αντιστρόφως, για την μετάδοση πληροφοριών προς άλλα αεροδρόμια.

- **Remote Control System (Main RCS)**

Είναι ένα σύστημα απομακρυσμένου ελέγχου που παρεμβάλλεται μεταξύ του VCS και των πομποδεκτών που βρίσκονται σε 9 αναμεταβιβαστικούς σταθμούς (πίνακας παρακάτω) και τηλεχειρίζει τα 56 ραδιοφωνικά κανάλια του VCS. Η επικοινωνία μεταξύ Αθηνών και αναμεταβιβαστικών σταθμών γίνεται μέσω γραμμών ΟΤΕ ή ραδιοζεύξεων. Για λόγους εφεδρείας για κάθε κανάλι χρησιμοποιούνται διπλές γραμμές.

Τα 56 ραδιοφωνικά κανάλια κατανέμονται στους εξής αναμεταβιβαστικούς σταθμούς:

Τηλεπικοινωνιακός Σταθμός	Συχνότητες		
	VHF/HF	-	UHF
Πύργος Ελέγχου	3 VHF	και	2 UHF
Θάσος	3 VHF	και	1 UHF
Σπεργιόλι	2 VHF	και	1 UHF
Μοναστήρι	1 VHF	και	1 UHF
Ακαρνανικά	6 VHF	και	2 UHF
Σητεία	3 VHF	και	2 UHF
Υμηπτός / Γεράνεια	12 VHF	και	6 UHF
Εφεδρικός	6 VHF	-	-
N.Σμύρμη/Κρεβάτι	5 HF	-	-

2. ΕΦΕΔΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Για τα ανωτέρω συστήματα υπάρχουν και τα εφεδρικά , ως εξής :

- **Ραδιοφωνικές επικοινωνίες**

Σε περίπτωση γενικής πτώσης του VCS ή του RCS (όλου ή ενός σταθμού) τότε μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι συχνότητες από τα εφεδρικά συστήματα.

- **Τηλεφωνικές επικοινωνίες - TELEPHON BACK-UP VCS**

Σε περίπτωση πτώσης του Main VCS τότε ο χειριστής μπορεί να εκτελέσει τηλεφωνικές επικοινωνίες μέσω του συστήματος Tel. Back-up VCS.

3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (EMERGENCY SYSTEM)

Είναι ένα σύστημα το οποίο τηλεχειρίζει τις δύο συχνότητες, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις κινδύνου στα 121,5 MHz και 243,0 MHz. Εκπέμπει πληροφορίες απαραίτητες σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, βλάβης ή κινδύνου.

4. Βοηθητικός εξοπλισμός (ANCILLARIES)

Αποτελείται από το σύστημα εμφάνισης πληροφοριών **INFORMATION DISPLAY SYSTEM (IDS)**, μέσω του οποίου οι επιχειρησιακοί μπορούν να βλέπουν διάφορες πληροφορίες επιχειρησιακής φύσεως μέσω οθονών που είναι εγκατεστημένες στις έδρες λειτουργίας. Είναι ένα σύστημα το οποίο δίδει χρόνο ακριβείας σε διαφόρων τύπων ρολόγια.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

Όλα τα ανωτέρω συστήματα καλύπτουν το σύνολο των επικοινωνιών της εναέριας κυκλοφορίας από τις έδρες λειτουργίας στην Αθήνα με :

- Όλα τα Αεροσκάφη που κινούνται στο Ελληνικό FIR.
- Όλα τα επαρχιακά αεροδρόμια και τις μονάδες της Πολεμικής Αεροπορίας.
- Όλα τα γειτονικά κέντρα ελέγχου περιοχής.

Όπως φαίνεται η υλοποίηση των ανωτέρω γίνεται με διάφορες συσκευές εγκατεστημένες στην Αθήνα και στην επαρχία δηλ. στους αναμεταβιβαστικούς σταθμούς και στα επαρχιακά αεροδρόμια.

[3]

3ο Κεφάλαιο

Ραδιοβοηθήματα

3.1 Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας

Η ανάγκη παροχής πληροφοριών καιρού, πλοήγησης και αποφυγής εναέριων συγκρούσεων για τους αεροναυτιλομένους ξεκίνησε στην Ευρώπη, κυρίως μεταξύ Αγγλίας και Γαλλίας, το 1921, μετά από ένα εναέριο ατύχημα.

Ο Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (EEK) είναι διεθνής υπηρεσία που δημιουργήθηκε το 1934, με κύριο σκοπό την διατήρηση αποστάσεων ασφαλείας μεταξύ των πτήσεων και δευτερεύοντα σκοπό την παροχή πληροφοριών που αφορούν την ασφάλεια των πτήσεων, όπως συνθήκες καιρού, διαθεσιμότητα βοηθημάτων ναυτιλίας και κατάσταση αεροδρομίων. Σε περίπτωση απώλειας της επαφής με κάποια πτήση και διαπίστωση κινδύνου, αμέσως μπαίνουν σε λειτουργία τα απαραίτητα μέτρα με σκοπό την παροχή βοήθειας ή έρευνας. Ο διεθνής όρος που χρησιμοποιείται για την υπηρεσία είναι ATC (Air Traffic Control).

Το σύνολο των βοηθητικών υπηρεσιών που ενισχύουν το παραπάνω βασικό έργο, συμπεριλαμβανομένου και του Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας, περιγράφονται απ τον περιεκτικό όρο ATS (Air Traffic Services) και ενίοτε στην ελληνική γλώσσα αποδίδονται και με τον γενικό όρο Υπηρεσίες Αεροναυτιλίας ή ραδιοβοηθήματα.

Επί πλέον έχουν οργανωθεί αναγκαίες υπηρεσίες που δρουν παράλληλα με την EEK για την στοιχειοθέτηση και διανομή των πολλαπλών πληροφοριών που είναι αναγκαίες να διατίθενται προς τους πιλότους σε μόνιμη, εποχιακή ή παροδική βάση. Ακόμα λειτουργούν υπηρεσίες που ασχολούνται με την συντήρηση και εφαρμογή πολύπλοκων και εντελώς εξειδικευμένων ηλεκτρονικών συστημάτων, σχεδιασμού εναερίου χώρου και τηρήσεως πολλών ειδικών κανονισμών ασφαλείας. Ένας γενικότερος διεθνής όρος που περιλαμβάνει όλες αυτές τις δραστηριότητες είναι ο ATM (Air Traffic Management).

Ο οργανισμός αυτός σε συνεργασία με την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ), χρησιμοποιεί κάποια ραδιοβοηθήματα, τα οποία είναι τηλεπικοινωνιακά συστήματα που δίνουν πληροφορίες στους πιλότους για τη διακυβέρνηση του αεροσκάφους. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ σημαντικά για την ασφαλή πτήση και προσγείωση του αεροπλάνου, καθώς παρέχουν πληροφορίες για την ακριβή θέση ενός αεροπλάνου, μπορούν να αποφευχθούν πιθανές συγκρούσεις ή σε περίπτωση που κάποιο αεροσκάφος βρίσκεται σε κίνδυνο, να μπορέσει εύκολα να εντοπιστεί από το κέντρο ελέγχου πτήσεων ώστε να λάβει την απαραίτητη βοήθεια. Ακόμη κάποια από αυτά βοηθούν τα αεροσκάφη να διατηρούν την σωστή πορεία τους και να μην αποπροσανατολίζονται και παραβιάζουν τον εναέριο χώρο άλλων χωρών χωρίς άδεια. Τέτοια συστήματα θα δούμε στην συνέχεια.

[1]

3.2 ILS σύστημα ενόργανης προσγείωσης

Το ILS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Instrument Landing System και σημαίνουν Σύστημα Ενόργανης Προσγείωσης. Το ILS είναι ένα τερματικό ραδιοβοήθημα που παρέχει, σε συνεργασία με τις αντίστοιχες συσκευές του αεροσκάφους, πληροφορίες στον χειριστή ενός αεροσκάφους για την σωστή προσέγγιση και προσγείωση στο αεροδρόμιο το οποίο διαθέτει τέτοιο ραδιοβοήθημα.

Τέτοια συστήματα εγκαθίστανται συνήθως σε αεροδρόμια με αυξημένη κίνηση και αντίξοες καιρικές συνθήκες. Στην Ελλάδα βρίσκονται σήμερα εγκατεστημένα ILS στους Κρατικούς Αερολιμένες Αθηνών, Θεσσαλονίκης και Ρόδου. Σκοπός του συστήματος ILS είναι να δώσει στον πιλότο ακριβείς πληροφορίες της διεύθυνσης του αεροσκάφους του ώστε να οδηγήσει το αεροσκάφος, αν είναι δυνατό και μέχρι του ακριβούς σημείου που αγγίζει το έδαφος.

Η αξιοπιστία του συστήματος εξαρτάται από την αξιοπιστία των συσκευών, της ποιότητας της εγκατάστασης και των περιβαλλοντολογικών συνθηκών (Βουνά, κτίρια, κλιματολογικές συνθήκες).

Ανάλογα με την αξιοπιστία του συστήματος το ILS κατατάσσεται σε τρεις κατηγορίες :

Κατηγορία 1: Επιτρέπει την ακριβή οδήγηση του αεροσκάφους μέχρι ύψους 200 ποδιών πάνω από το σημείο αναφοράς του ILS (Reference point). Το σημείο αναφοράς

βρίσκεται περίπου 150 μέτρα περίπου από το σημείο επαφής του αεροσκάφους με το έδαφος (touch down point).

Κατηγορία 2: Επιτρέπει την ακριβή οδήγηση του αεροσκάφους μέχρι ύψους 100 ποδιών πάνω από το σημείο αναφοράς του ILS (Reference point).

Κατηγορία 3: Επιτρέπει την ακριβή οδήγηση του αεροσκάφους μέχρι την επιφάνεια του διαδρόμου προσγείωσης, χωρίς ορατότητα στον διάδρομο Προσγείωσης.

Το σύστημα του ILS περιλαμβάνει τις παρακάτω μονάδες :

- **Εντοπιστής διαδρόμου προσγείωσης (Localizer)**

Είναι ένας πομπός που δίνει πληροφορίες ως προς τον διάδρομο προσγείωσης του αεροδρομίου. Οι κεραίες του εντοπιστή διαδρόμου προσγείωσης τοποθετούνται στο τέρμα του διαδρόμου, στο σημείο που φαίνεται από το αεροπλάνο όταν αρχίζει να προσγειώνεται και εκπέμπει σε συχνότητες μεταξύ 108 και 118 MHz.

- **Καθοδηγητής τροχιάς κατολίσθησης (Glide path)**

Ο καθοδηγητής τροχιάς κατολίσθησης είναι ένας πομπός που δίνει τις πληροφορίες της ορθής κλίσης της γωνίας ως προς το οριζόντιο επίπεδο της ευθείας κατολίσθησης του αεροσκάφους κατά την προσγείωσή του. Η γωνία είναι 30.

- **Ραδιοσημαντήρες (Marker Beacons)**

Είναι δύο ή τρεις πομποί που δίνουν πληροφορίες ορθής προσέγγισης, ως σημεία ελέγχου, αν το αεροσκάφος βρίσκεται στην σωστή διεύθυνση προέκτασης του διαδρόμου προσγείωσης. Στους παραπάνω σταθμούς μπορεί να συνυπάρχουν ταυτόχρονα εγκατεστημένοι ειδικοί εντοπιστές (Compass Locators).

[1]



Εικόνα 3.1: Απεικόνιση συστήματος ενόργανης προσγείωσης ILS [1]

3.3 Σταθμός DME

Το 1959 δημιουργήθηκε ένα νέο όργανο που μετρούσε αυτόματα την απόσταση μεταξύ του αεροπλάνου και ενός σημείου, από το οποίο ο πιλότος χρειαζόταν να ξέρει την ακριβή θέση του άλλου αεροπλάνου και την απόσταση ασφαλείας που έπρεπε να διατηρήσει, για αποφυγή πιθανής σύγκρουσης.

Το όργανο αυτό είναι το DME (Distance Measuring Equipment). Είναι ένας εξοπλισμός μέτρησης απόστασης που διαθέτουν τα αεροπλάνα και βοήθησε στην ακριβέστερη αεροναυτιλία και στην επιτήρηση της περιοχής ασφαλείας γύρω τους, ως μεγάλες αποστάσεις 150 και 200 ναυτικών μιλίων, όπου δεν υπήρχαν διαθέσιμα ραντάρ.

Οι σταθμοί DME εκπέμπουν σαν απάντηση την ζητούμενη από τον πιλότο απόσταση στους πομποδέκτες του αεροσκάφους. Η διαφορά του χρόνου μεταξύ της χρονικής στιγμής που έγινε η αίτηση και του χρόνου που μεσολαβεί μέχρι να ληφθεί η απάντηση, επιτρέπει στην συσκευή του αεροσκάφους να υπολογίσει την απόσταση από τον σταθμό DME.

Συνεργάζονται συνήθως με σταθμούς VOR και η κεραία του D.M.E είναι τύπου μαστίγιου και εγκαθίσταται συνήθως στην κορυφή της κεραίας του V.O.R.
[2]

3.4 Σταθμός VOR

Το VOR (VHF Omni Directional Range) είναι ένας πομπός, που λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων 108-118MHz. Είναι ένα ραδιοναυτιλιακό βοήθημα εδάφους που δίνει την δυνατότητα στον πιλότο ενός αεροσκάφους, ανεξάρτητα με την πορεία του, να γνωρίζει με το όργανο του δέκτη του, την θέση ως προς τον μαγνητικό Βορρά N, με κορυφή το V.O.R. Με αυτό το βοήθημα ο πιλότος μπορεί να προσδιορίσει την ακριβή θέση που βρίσκεται, αλλά και να γνωρίζει την θέση και άλλων αεροπλάνων που κινούνται στην γύρω περιοχή. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να αποφύγει μια πιθανή σύγκρουση ή σε περίπτωση μάχης να πλήξει ευκολότερα τον στόχο του και να αποφύγει πιθανή επίθεση του εχθρικού αεροσκάφους.

Ανάλογα με την θέση που είναι εγκατεστημένος ο σταθμός V.O.R διακρίνεται στις εξής κατηγορίες :

- **Τερματικό:** αν είναι εγκατεστημένο μέσα στο αεροδρόμιο με ισχύ 50W.

Το τερματικό VOR εκπέμπει στην περιοχή των συχνοτήτων 102-112MHz.

- **Διέλευσης:** εγκατεστημένο συνήθως σε βουνοκορφές με ισχύ 100W. Το

VOR διέλευσης εκπέμπει στην περιοχή συχνοτήτων 112-118MHz πάνω

από το σημείο αναφοράς του συστήματος ILS.

Τα VOR συνεργάζονται συνήθως με σταθμούς DME που είδαμε παραπάνω.

[3]



Εικόνα 3.2: Απεικόνιση σταθμού V.O.R. [3]

3.5 Σταθμός NDB

Οι πομποί του NDB (Non Directional Beam finder) ανήκουν και αυτοί στα ραδιοβοηθήματα και χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς. Συγκεκριμένα στην αεροναυτιλία χρησιμοποιούνται σε μερικά αεροδρόμια, για μια μη-ακριβή προσέγγιση της θέσης ενός αεροσκάφους ή την απόσταση μεταξύ αεροσκαφών που βρίσκονται σε πτήση. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιούνται και κατά την διέλευση του αεροσκάφους από κάποια περιοχή, για τον κατά προσέγγιση προσδιορισμό της θέσης του αεροσκάφους.

Επίσης, εκδόσεις των ίδιων συσκευών με χαμηλότερη ισχύ, μπορεί να είναι εγκατεστημένες σε σταθμούς ILS σαν ειδικό εντοπιστές, σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο πρόβλημα στο σύστημα ILS, όπως κάποια βλάβη ή κατάρρευση του συστήματος. Τότε αυτόματα μπορεί να αντικαταστήσει το ILS ώστε να γίνει με ασφάλεια η προσγείωση του αεροπλάνου.

Τέτοιες περιπτώσεις είναι σπάνιες και ο ρόλος του NDB είναι περισσότερο βοηθητικός σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. [4]

3.6 Σύστημα ειδοποίησης αποφυγής εναέριας συγκρούσεως (ACAS/TCAS)

Υπάρχουν υπηρεσίες και συστήματα που συνεργάζονται με την υπηρεσία ΕΕΚ(Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας), τα οποία

βοηθούν τον πιλότο να εντοπίσει την ακριβή θέση ενός αεροπλάνου και να διατηρήσει μια απόσταση ασφαλείας από άλλα αεροσκάφη, που πετούν κοντά του, ώστε να αποφύγει πιθανή σύγκρουση λόγω κάποιου λάθους ή προβλήματος.

Ένα τέτοιο σύστημα προς χρήση μόνο από τον πιλότο είναι το σύστημα ειδοποίησης αποφυγής εναέριας συγκρούσεως (ACAS/TCAS), που προέρχεται από τους όρους ACAS = Airborne Conflict Alert and Resolution System – ο αντίστοιχος όρος για την ΗΠΑ είναι TCAS (Traffic Collision Avoidance and Resolution System). Παρέχει πληροφόρηση για την ύπαρξη άλλων αεροσκαφών στην περιοχή γύρω από το αεροπλάνο μέσω ενός ανταποκριτή (transponder), ένα όργανο του αεροπλάνου, ο οποίος εντοπίζει στο ραντάρ κι άλλες παρόμοιες συσκευές (transponder), σε μια ακτίνα γύρω στα 20 ναυτικά μίλια. Γίνεται υπολογισμός θέσης και μελλοντικών τροχιών μαζί με την δημιουργία ορατής και ηχητικής προειδοποίησης που να εξασφαλίζει την αποφυγή πιθανής εναέριας σύγκρουσης. Το ACAS δρα μόνο όταν τα όρια διαχωρισμού της Ευρωπαϊκής επιτροπής εναέριας κυκλοφορίας παραβιαστούν. Για αυτό τον λόγο τα όρια προειδοποίησης του ACAS / TCAS είναι πολύ μικρά. Ειδοποιεί για παρουσία πιθανού κινδύνου 40 δευτερόλεπτα πριν το σημείο σύγκρουσης και εφόσον ο κίνδυνος εξακολουθεί προτείνει ελιγμό αποφυγής μόνο στα 25 δευτερόλεπτα πριν το σημείο σύγκρουσης.

Αεροπλάνα μη εφοδιασμένα με transponder, δεν γίνονται αντιληπτά από το ACAS / TCAS. Για τους λόγους αυτούς η υποχρεωτική η εγκατάσταση του και σε πολλές χώρες απαγορεύεται η πτήση χωρίς αυτό σε σημαντικές περιοχές. Όλα τα επιβατικά αεροπλάνα που μεταφέρουν πάνω από 30 επιβάτες υποχρεώθηκαν εγκαταστήσουν (ACAS / TCAS). Το σύστημα με το οποίο είναι ήδη εφοδιασμένα τα αεροπλάνα παρέχει αποφυγή μόνο μέσω κατακόρυφου διαχωρισμού κατά 700-900 πόδια.

Το ACAS / TCAS είναι ένα ανθρώπινο εργαλείο και απαιτεί γρήγορες και σωστές αντιδράσεις και υπακοή σε κοινούς κανονισμούς. Όλα τα μεγάλα αεροπλάνα που κατασκευάστηκαν μετά το 1990 , διαθέτουν το ACAS / TCAS.

4ο Κεφάλαιο

Radar

4.1 Γενική περιγραφή Radar

Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ερευνητές διαφόρων τομέων (μεταφορών, ασφάλειας μεταφορών, μετεωρολογίας, στρατού, τροχαία, εντοπισμού θέσης κ.α.), αναζητούσαν ένα σύστημα που να μπορούσε να λύσει βασικά προβλήματα του κάθε τομέα. Οι ερευνητές του τομέα εναέριων, οδικών και θαλάσσιων μεταφορών και ασφάλειας έψαχναν ένα σύστημα που θα τους βοηθούσε στον ευκολότερο και ακριβέστερο εντοπισμό της θέσης κινούμενων μέσων σε αντίξοες καιρικές συνθήκες, όπως έντονη βροχόπτωση, ομίχλη χιόνι και σε περιπτώσεις άμεσης ανάγκης και ασφάλειας, όπως η διακοπή επικοινωνίας με κάποιο μέσο ή ατυχήματος. Οι μετεωρολόγοι ήθελαν ένα μέσο για να κάνουν ποιο έγκαιρες προβλέψεις των καιρικών φαινομένων. Ο στρατός χρειαζόταν να εντοπίζει κάτω από όλες τις συνθήκες καιρού και σε κάθε σημείο εχθρικά μέσα και να επικοινωνεί με άλλες βάσεις σε απόμακρα μέρη. Η τροχαία προσπαθούσε να βελτιώσει τα μέσα του κώδικα οδικής κυκλοφορίας και να εντοπίζει ευκολότερα τυχόν παραβάσεις του. Το σύστημα που έδωσε λύση σε αυτά τα προβλήματα είναι το ραντάρ.

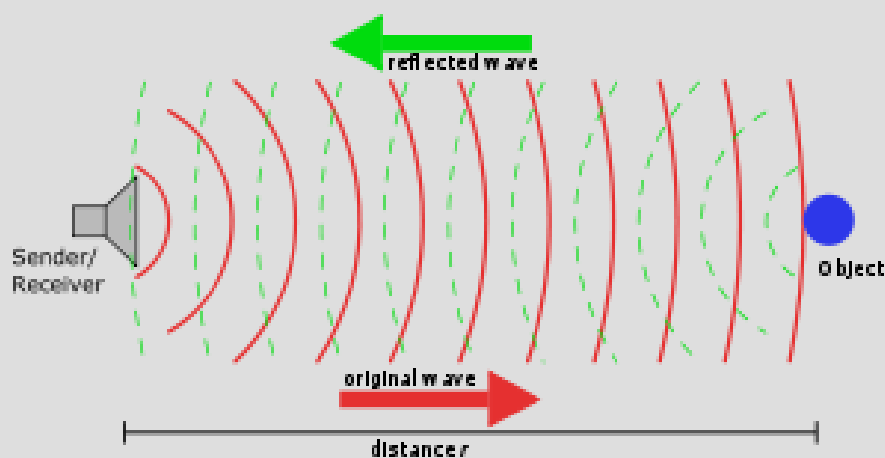
Το RADAR (RAdio Detection And Ranging) ή αλλιώς Ραδιοεντοπιστής, είναι βασικό ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού και παρακολούθησης ακίνητων και κινητών στόχων, σε αποστάσεις και συνθήκες φωτισμού, που δύσκολα εντοπίζονται με το ανθρώπινο μάτι ή και οπτικά όργανα. Η μεγάλη αξία του ραντάρ οφείλεται στις σημαντικές δυνατότητες ανίχνευσης και παρακολούθησης στόχων σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ακρίβεια.

Το πρώτο ραντάρ που τέθηκε σε λειτουργία το 1940 με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα ήταν κατασκευή του εθνικού εργαστηρίου φυσικής της Μ. Βρετανίας από τον Ρόμπερτ Ουάτσον-Ουατ. Όταν το Υπουργείο Άμυνας τον ρώτησε για την "ακτίνα θανάτου", που διέδιδαν οι Γερμανοί ναζιστές ότι διέθεταν, ο Ουάτ απάντησε ότι δεν υπήρχε τέτοια δυνατότητα, αλλά, αντίθετα, ήταν δυνατός ο ραδιοεντοπισμός ιπτάμενων αντικειμένων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Το Υπουργείο ενθάρρυνε τις προσπάθειές του, αρχικά για ένα σύστημα που αποκλήθηκε "Radio Direction Finding ή RDF) και στη συνέχεια μετονομάστηκε σε ραντάρ.

Από τότε το βελτιώθηκε και κατασκευάστηκε κι από άλλες χώρες και σήμερα αποτελεί βασικό εξοπλισμό τόσο για τον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας, όσο και για τη ναυσιπλοΐα, τη μετεωρολογία και, φυσικά, για στρατιωτικούς σκοπούς. Ακόμη έχουν αναπτυχθεί πολλά συστήματα για την λειτουργία του, τα οποία θα δούμε παρακάτω.



Εικόνα 4.1: Παλμικό ραντάρ [1]



Εικόνα 4.2: Λειτουργία του ραντάρ [1]

Η αρχή λειτουργίας του ραντάρ βασίζεται στην εκπομπή και λήψη (επιστροφών) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μετά από ανάκλαση σε κάποιο αντικείμενο. Αυτό μας βοηθά να εντοπίζουμε την ακριβή απόσταση και θέση του αντικειμένου αυτού. [1]

4.2 Δίκτυο Radar P.H.A.R.O.S. (PAN HELLENIC ADDITIONAL RADARS COVERAGE OPTIMIZATION SCHEME)

Το δίκτυο Radar PHAROS είναι ένα συμπληρωματικό δίκτυο ραντάρ που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα για την βελτιστοποίηση της κάλυψης του εναέριου χώρου του αεροδρομίου (FIR) Αθηνών Ελ. Βενιζέλος. Το αεροδρόμιο είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν 3 πρόσθετοι αισθητήρες radar σε τρεις διαφορετικές θέσεις.

Αυτοί οι αισθητήρες προγραμματίζονται να εξασφαλίζουν διπλή κάλυψη του εναέριου χώρου (FIR) Αθηνών, για την μεγαλύτερη ασφάλεια και διαχείριση των πτήσεων.



Εικόνα 4.3: Radar P.H.A.R.O.S. [2]

Οι αισθητήρες είναι εγκατεστημένοι ως εξής:

1. Στα ΝΑ του FIR Αθηνών στην κορυφή Αττάβηρος Ρόδου
2. Στα ΝΑ του FIR Αθηνών στο Ξανθό Καρπάθου
3. Στα Β.Α. του FIR Αθηνών στην Θάσο

Με την βοήθεια αυτών υπάρχει πλήρης κάλυψη και έλεγχος της περιοχής και οι πτήσεις γίνονται με μεγαλύτερη ασφάλεια και η επικοινωνία μεταξύ του κέντρου ελέγχου και των αεροσκαφών που βρίσκονται σε πτήση είναι καλύτερη. [2]

4.3 Σύστημα S.M.R. (Surface Movement Radar)

Το σύστημα S.M.R. χρησιμοποιείται για την ανίχνευση αεροσκαφών και οχημάτων στην επιφάνεια του αερολιμένα. Χρησιμοποιείται από ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας να συμπληρώσει οπτικές παρατηρήσεις. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί κατά τις νυκτερινές ώρες και κατά τη διάρκεια της χαμηλής ορατότητας για την παρακολούθηση της κίνησης των αεροσκαφών και των οχημάτων

Οι ηλεκτρονικοί μηχανικοί ασφαλείας εναερίου κυκλοφορίας της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας παρέχουν υπηρεσίες επιτήρησης καλής λειτουργίας, συντήρησης, επισκευής και αναβάθμισης του ραντάρ ανίχνευσης κινήσεων επιφανείας (S.M.R)

το οποίο ονομάζεται ASTRE2000, που είναι εγκατεστημένο στον πύργο ελέγχου και στο κτήριο τηλεπικοινωνιών του διεθνούς αερολιμένα Αθηνών. Το ραντάρ αυτό σε συνεργασία με το σύστημα A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance Control System) που θα δούμε παρακάτω, επιτρέπει στους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας να βλέπουν σε πραγματικό χρόνο τις κινήσεις των αεροσκαφών και των οχημάτων στην περιοχή ελέγχου του αεροδρομίου. Εγκαταστάθηκε για να καλύψει τις επιχειρησιακές απαιτήσεις του διεθνούς αερολιμένα Αθηνών, Ελ. Βενιζέλος. Λειτουργεί στις συχνότητες 15,9 GHz και 16,4 GHz και η ισχύς του είναι 22 έως 24,9 KW.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Το ASTRE2000 είναι ένα ραντάρ ανίχνευσης επιφάνειας αερολιμένων που έχει σχεδιασθεί για την επιτήρηση αεροσκαφών και οχημάτων στο έδαφος.

Καθώς η εναέρια κυκλοφορία συνεχώς αυξάνει, απαιτούνται νέες μέθοδοι για την διαχείριση της κυκλοφορίας και την εξασφάλιση της ασφάλειας των πτήσεων.

Οι μεγάλοι διεθνείς αερολιμένες έχουν συνήθως δύο ή περισσότερους διαδρόμους προσγείωσης-απογείωσης για την υποστήριξη γρήγορης εξυπηρέτησης των αεροσκαφών. Οι επίγειες κινήσεις πολλών αεροσκαφών και οχημάτων είναι δύσκολο να ελεγχθούν λόγω του μεγέθους της περιοχής, διαφόρων εμποδίων ή της μειωμένης ορατότητας κατά τη διάρκεια βροχής ή περιόδων ομίχλης.

Κατά τη διάρκεια των περιόδων μειωμένης ορατότητας, γίνεται δύσκολη η υποστήριξη μιας ασφαλούς κυκλοφοριακής ροής. Το κατάλληλα εγκατεστημένο ραντάρ κίνησης επιφανείας στον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών R.H.A.R.O.S ή ASTRE 2000, βελτιώνει τόσο την ασφάλεια όσο και την αποδοτικότητα της κυκλοφορίας του αερολιμένα παρέχοντας στον έλεγχο εδάφους σαφή εικόνα των περιοχών, χωρίς να απαιτείται απευθείας οπτική επαφή από τον χώρο του πύργου ελέγχου ή κάτω από κακές συνθήκες ορατότητας. Το ραντάρ δίνει μια ακριβή εικόνα της θέσης, της μορφής και της πορείας των αεροσκαφών.

Η αποδοτικότητα του ραντάρ ASTRE2000 έχει αποδειχθεί κάτω από τις πιο ακραίες συνθήκες της βροχής και του χιονιού, όπου παρουσιάζει σταθερό υψηλό επίπεδο απόδοσης στη ορατότητα των περιοχών και των στόχων.



Εικόνα 4.4: Το Radome της κεραίας του ραντάρ κινήσεων επιφανείας στην κορυφή του Πύργου Ελέγχου [3]

Το ραντάρ ASTRE 2000 λειτουργεί στην ζώνη Ku-Band (15.7 to 16.7 GHz). Η ζώνη αυτή συχνοτήτων προσφέρει ένα τέλειο συνδυασμό μεταξύ του απαιτούμενου εύρους δέσμης (Beamwidth) για ένα υψηλής ευκρίνειας ραντάρ, λογικές διαστάσεις της κεραίας, εξασθένηση ατμοσφαιρικών φαινομένων και ανεπιθύμητων ανακλάσεων από την βροχή. [3]

4.4 Σύστημα HE.RA.S. (HEllenic RAdar System)

Το H.E.R.A.S. είναι το σύστημα ραντάρ της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας στον Ελληνικό εναέριο χώρο. Το σύστημα HERAS αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος εκσυγχρονισμού της ΥΠΑ (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας) και σκοπό έχει την κάλυψη με δεδομένα RADAR από κάθε γωνιά του Ελληνικού Εθνικού χώρου ώστε να αναβαθμιστούν οι παρεχόμενες Υπηρεσίες Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των διεθνών οργανισμών, για αξιοπιστία και ασφάλεια στις αερομεταφορές.

Το σύστημα HERAS αποτελείται από:

- Ένα πρωτεύον και δευτερεύον RADAR σε συνεργασία
- Ανεξάρτητα δευτερεύοντα RADAR
- Ένα σύστημα δευτερεύοντος RADAR αναφοράς, για επιβεβαίωση καλής λειτουργίας και υποστήριξης του όλου συστήματος HERAS
- Συσκευές μεταφοράς δεδομένων RADAR και ελέγχου αυτών.

Συγκεκριμένα το σύστημα HERAS αποτελείται από :

- Σύστημα πρωτεύοντος - δευτερεύοντος RADAR κάλυψης 200 ναυτικών μιλίων, το οποίο έχει εγκατασταθεί στο βουνό Υμηττό.
- Σύστημα δευτερεύοντος Radar κάλυψης 200 ναυτικών μιλίων, το οποίο έχει εγκατασταθεί στο βουνό Πήλιο.
- Σύστημα δευτερεύοντος Radar κάλυψης 200 ναυτικών μιλίων, το οποίο έχει εγκατασταθεί σε βουνό της Λευκάδος.
- Σύστημα δευτερεύοντος Radar κάλυψης 200 ναυτικών μιλίων, το οποίο έχει εγκατασταθεί σε βουνό των Κυθήρων.
- Ένα εγκατεστημένο σύστημα (ReferanceChain) μονοπαλμικού δευτερεύοντος RADAR στην Αθήνα λειτουργίας φορτίου και όχι κεραίας, που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας των επισκευασμένων μονάδων από τους σταθμούς RADAR που αποτελούν το HERAS, όπως και για την υποστήριξη αυτών σε διάφορα τεχνικά θέματα.

Το πρωτεύον ραντάρ μακράς εμβέλειας του ΥΜΗΤΤΟΥ χρησιμοποιεί εξελιγμένες τεχνικές επεξεργασίας για την καλύτερη ανίχνευση των στόχων. Η σχεδίαση παρέχει πολύ καλούς δείκτες σταθεροποίησης φάσης ώστε να μην επηρεάζεται από εμπόδια και ανακλάσεις . Το ανεξάρτητο κανάλι καιρού του σταθμού ΥΜΗΤΤΟΥ θα παρέχει μετεωρολογικές πληροφορίες μέσα στην υπό κάλυψη περιοχή.

Όλα τα δευτερεύοντα ραντάρ έχουν συχνότητα λήψης 1090 MHz και συχνότητα εκπομπής 1030 MHz. Σκοπός τους είναι να παρέχουν συμπληρωματικές πληροφορίες ως προς τις πληροφορίες που παρέχουν τα πρωτεύοντα ραντάρ (απόσταση και γωνιακή θέση ως προς τον Βορρά), οι οποίες δεν είναι ικανές να προσδιορίσουν ένα στόχο στον χώρο λόγω ελλείψεως της πληροφορίας ύψους.

Τα προβλήματα τα οποία επιλύει αυτή η τεχνική αυτή ως προς τα κλασικά δευτερεύοντα ραντάρ είναι :

- προβλήματα από ψευδείς στόχους
- προβλήματα από πλέξιμο των στόχων
- προβλήματα από ανακλάσεις
- πολλαπλές και άσκοπες επερωτήσεις των στόχων

Η επεξεργασία στα δευτερεύοντα ραντάρ όπως και στα πρωτεύοντα βασίζεται σε μοντέρνες τεχνικές και αλγορίθμους ανάλυσης και φιλτραρίσματος για την παρακολούθηση των στόχων - αεροπλάνων. [4]

4.5 Σύστημα P.A.L.L.A.S. (PHASED AUTOMATION of the HELLENC ATC RADAR SYSTEM)

Στο κέντρο ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας λειτουργεί το σύστημα PALLAS είναι ένα κέντρο και προσφέρει τις παρακάτω λειτουργίες:

- Λήψη και επεξεργασία της εισερχόμενης πληροφορίας που λαμβάνεται από διάφορα radar
- Αυτόματη συλλογή και επεξεργασία των σχεδίων radar
- Παρουσίαση των στόχων του radar και στόχων που έχουν συνδυασθεί με πληροφορία σχεδίου πτήσεως
- Διαχείριση Ηλεκτρονικών και χάρτινων λωρίδων πτήσεως.
- Ανίχνευση πιθανής σύγκρουσης αεροσκαφών και μηνύματα κινδύνου για πτήση ελάχιστου ύψους ασφαλείας.
- Προειδοποίηση παράβασης επικίνδυνης περιοχής
- αυτόματη συλλογή και επεξεργασία των σχεδίων διαχείρισης εξωτερικών γραμμών
- Σύστημα εξομοίωσης συνθηκών εναερίου κυκλοφορίας.
- Σημείο αναφοράς θέσης

Ο σκοπός του συστήματος είναι η επεξεργασία των δεδομένων των radar, των δεδομένων σχεδίων πτήσεως προς όφελος του ΚΕΠΑΘ (Κέντρο Ελέγχου Περιοχής Αθήνας και Μακεδονίας), της προσέγγισης του αεροδρομίου , του πύργου και τεσσάρων άλλων προσεγγίσεων αεροδρομίων (Θεσσαλονίκης, Ρόδου, Κέρκυρας και Ηρακλείου) . [5]

4.6 Σύστημα A.T.A.R.S. (ATHINAI TERMINAL AREA RADAR SYSTEM)

Το Ραντάρ ATARS χρησιμοποιείται σήμερα για τις απαιτήσεις προσέγγισης στον διεθνή αερολιμένα Αθηνών, Ελ. Βενιζέλος σε συνεργασία με τα δύο τερματικά ραντάρ,(στους λόφους της Καμάρας και της Μερέντας), που εγκαταστάθηκαν με το πρόγραμμα URANIA το 2001.

Το ATARS περιλαμβάνει ένα πρωτεύον Ραντάρ και ένα δευτερεύον Ραντάρ μεγάλης εμβέλειας που έχει δυνατότητα επέκτασης στη ζώνη S. Επίσης διαθέτει συστήματα επεξεργασίας και απεικόνισης δεδομένων με την πρόβλεψη ενσωμάτωσης σε αυτά μέχρι και τεσσάρων επί πλέον ραντάρ.



Εικόνα 4.5: Απεικόνιση A.T.A.R.S. radar [6]

Παρέχουν την τεχνική υποστήριξη των συστημάτων ραντάρ, ώστε οι ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας να έχουν μια αξιόπιστη πληροφορία για τις θέσεις των αεροσκαφών στην περιοχή ελέγχου τους στον εναέριο χώρο ώστε να παρέχουν υπηρεσίες στους πιλότους των αεροσκαφών, που με την σειρά τους εξασφαλίζουν την ασφαλή μεταφορά των επιβατών στον προορισμό τους.

Το σύστημα περιλαμβάνει :

- Ένα πρωτεύον ραντάρ επιτήρησης
- Ένα δευτερεύον ραντάρ επιτήρησης

Το πρωτεύων ραντάρ επιτήρησης είναι ένα ραντάρ που λειτουργεί στην ζώνη S, εξασφαλίζοντας μια κάλυψη που υπερβαίνει τα 60 ναυτικά μίλια. Παρέχει αξιόπιστη πληροφορία θέσης για τους στόχους των αεροσκαφών κάτω από όλες τις συνθήκες καιρού και εμφάνισης ανεπιθύμητων στόχων.

Το δευτερεύων ραντάρ επιτήρησης είναι ένα ραντάρ που παρέχει δυνατότητα ανίχνευσης αεροσκάφους στα 200 ναυτικά μίλια. Η λειτουργία του παρέχει ακρίβεια της θέσης του στόχου του αεροσκάφους.

[6]

4.7 Σύστημα P.A.T.R.O.C.L.O.S. (PERIPHERAL AIRPORTS TERMINAL RADARS ODS and CENTRALLY LINKED OPERATION SYSTEM)

Το σύστημα PATROCLOS είναι ένα σύστημα που δημιουργήθηκε από τους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας για τον εκσυγχρονισμό και την καλύτερη κάλυψη του ελέγχου του εναέριου χώρου. Αποτελείται από τέσσερα τερματικά ραντάρ (πρωτεύον-δευτερεύον) και λειτουργεί ως σύνδεσμος μεταξύ τεσσαρων μεγάλων περιφερειακών Αεροδρομίων της χώρας:

1. Κρατικός Αερολιμένας Θεσσαλονίκης - Μακεδονία
2. Κρατικός Αερολιμένας Κέρκυρας - Ι. Καποδίστριας
3. Κρατικός Αερολιμένας Ηρακλείου - Ν. Καζαντζάκης
4. Κρατικός Αερολιμένας Ρόδου - Διαγόρας

Αυτά τα τερματικά ραντάρ, εκτός από τις υπηρεσίες που προσφέρουν στα τοπικά αεροδρόμια, συνεισφέρουν στο σύστημα PALLAS, ώστε να συντίθεται καλύτερη κάλυψη του εθνικού εναέριου χώρου (FIR).

Τα συστήματα άρχισαν να εγκαθίστανται από το 1997, με πρώτο αυτό της Ρόδου. Ακολούθησε η Θεσσαλονίκη, μετά η Κέρκυρα και τέλος το Ηράκλειο το 2000.

Το σύστημα PATROCLOS περιλαμβάνει ακόμα την εγκατάσταση ψηφιακού συστήματος διαχείρισης επικοινωνιών (VCS- Voice Control System), το οποίο έχει ήδη τοποθετηθεί και λειτουργεί στα παραπάνω αεροδρόμια.



Εικόνα 4.6:Εικόνα από ραντάρ [7]

Οι μαύροι στόχοι αναφέρονται σε αεροπλάνα που πετούν μεταξύ Ιταλίας και Ελλάδας στην περιοχή της Κέρκυρας. Με ανοικτό πράσινο χρώμα οι αεροδιάδρομοι. [7]

4.8 Σύστημα A-S.M.G.C.S. (ADVANCED SURFACE MOVEMENT GUIDANCE and CONTROL SYSTEM)



Εικόνα 4.7: Σύστημα A-S.M.G.C.S. [8]

Στο Διεθνές Αεροδρόμιο της Αθήνας (Ελ. Βενιζέλος) έχει εγκατασταθεί το Ραντάρ επιφανείας, το ASDE (Airfield Surface Detection Equipment) ASTRE 2000. Τα δεδομένα που δίνει το Ραντάρ αυτό τα επεξεργάζεται και τα απεικονίζει σε οθόνες το A-SMGCS NOVA 9000, που έχει ήδη εγκατασταθεί και λειτουργεί κανονικά. Στην Ελλάδα δεν έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα Ραντάρ επιφανείας για τον έλεγχο των αεροσκαφών και οχημάτων μέσα στις περιοχές του αεροδρομίου.

Το A-SMGCS είναι ένα σύστημα που επεξεργάζεται τα δεδομένα (data) του Ραντάρ επιφανείας ώστε να μπορεί να ελέγχει κάθε κίνηση στο έδαφος και να την αποδίδει με μια ευκρινή και ακριβή εικόνα της κατάστασης της κυκλοφορίας (traffic) καλύπτοντας όλες τις περιοχές του αεροδρομίου, όπου υπάρχει κίνηση αεροσκαφών ή οχημάτων. Όλα τα αεροσκάφη και τα οχήματα που βρίσκονται στις περιοχές αυτές μπορούν να απεικονίζονται στην οθόνη του Ραντάρ με σαφή τρόπο τόσο την ημέρα όσο και την νύχτα και κάτω από διάφορες καιρικές συνθήκες. Υπάρχει επίσης δυνατότητα διαχωρισμού μεταξύ μικρών αεροσκαφών και οχημάτων, όπως επίσης μεταξύ μεγάλων και πολύ μεγάλων αεροσκαφών.

Επεξεργάζεται και απεικονίζει σήματα Ραντάρ που λαμβάνει από το τοπικό Ραντάρ εδάφους (SMR-Surface Movement Radar), μαζί με δεδομένα που λαμβάνει από άλλα συστήματα και βάσεις δεδομένων. Οι Οθόνες του παρουσιάζουν εικόνες της κίνησης των αεροσκαφών και των οχημάτων πάνω σε χάρτες που δημιουργούνται μέσα στο σύστημα, ενώ σε παράθυρα και μενού πάνω στις οθόνες απεικονίζονται πληροφορίες σε μορφή πινάκων.

Τα υποσυστήματα που περιλαμβάνονται στο σύστημα δίνουν την δυνατότητα στον ελεγκτή εναέριας κυκλοφορίας να παρακολουθεί όλες τις κινήσεις στο έδαφος που ανιχνεύονται από το Ραντάρ κίνησης επιφανείας στις καθορισμένες περιοχές ελιγμών και στην περιοχή κάλυψης του Ραντάρ.

Τα σχεδιασμένα επίπεδα που παράγονται από το σύστημα απεικονίζουν διαδρόμους προσγείωσης-απογείωσης, διαδρόμους τροχοδρόμησης Α/Φ, περιοχές πρασίνου κ.λ.π. Δεδομένα που λαμβάνονται από τα Ραντάρ προσέγγισης και από τα συστήματα επεξεργασίας δεδομένων πτήσεων, προβλέπουν αυτόματη τοποθέτηση επιγραφής του αριθμού πτήσεως των αφικνούμενων αεροσκαφών. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα manual τοποθέτησης επιγραφής των αεροσκαφών που αναχωρούν ή των οχημάτων. Στους στόχους του SMR που θα ανιχνεύονται και θα απεικονίζονται θα τοποθετείται επιγραφή μέσα από την λειτουργία του callsign. Στόχοι που δεν έχουν καθοριστεί μπορούν να

απεικονίζονται με ένα σύμβολο και έναν identifier που παράγεται από το σύστημα. [8]

4.9 Σχέδιο URANIA

Το σχέδιο URANIA αναπτύχθηκε παράλληλα με την κατασκευή του Νέου Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών Ελ. Βενιζέλος και βρίσκεται σε λειτουργία από το 2001. Ο κύριος στόχος είναι η εφαρμογή όλων των συστημάτων αεροναυτιλίας στον νέο πύργο ελέγχου και η αναβάθμιση του εναέριου χώρου κυκλοφορίας (FIR) Αθηνών.

Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει :

- Μελέτη των απαιτούμενων Ηλεκτρονικών Συστημάτων Αεροναυτιλίας για τον αερολιμένα Αθηνών, Ελευθέριος Βενιζέλος.
- Σύνταξη των απαιτούμενων τεχνικών προδιαγραφών.
- Προμήθεια, εγκατάσταση και παράδοση σε εκμετάλλευση των παραπάνω συστημάτων.

Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει τα συστήματα ραντάρ που χρησιμοποιεί, επεξεργασίας δεδομένων των ραντάρ, επικοινωνίας, δίκτυα επικοινωνιών, μετεωρολογικά συστήματα, τεχνικού ελέγχου και διαχείρισης και ραδιοβοηθήματα.

1. Συστήματα PANTAP				
ΣΥΣΤΗΜΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΕΙΔΟΣ	Εξήγηση Σύντμησης
<u>[1]. Ραντάρ Τερματικής Περιοχής (T.A.R) - Λόφος Καμάρα</u>	STAR 2000	THALES	PSR	Primary Surveillance Radar
<u>[2]. Ραντάρ Τερματικής Περιοχής (T.A.R) - Λόφος Μερέντα</u>	STAR 2000	THALES	PSR/MSSR	Primary Surveillance Radar Monopulse Secondary Surveillance Radar

[3]. <u>Ραντάρ Επιφανείας (S.M.R) - Πύργος Ελέγχου</u>	ASTRE 2000	THALES	PSR	Surface Movement Radar
2. Συστήματα Επεξεργασίας Δεδομένων Ραντάρ				
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης	
[1]. <u>P.A.L.L.A.S.</u>	EUROCAT 2000	THALES	Phased Automation of the HeLLenic ATC Radar System	
[2]. <u>A-S.M.G.C.S.</u>	NOVA 9000	Park Air Systems	ADVANCED SURFACE MOVEMENT GUIDANCE CONTROL SYSTEM	
3. Συστήματα Επικοινωνίας				
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης	
[1]. <u>V.C.C.S.</u>	TXM 4400	THALES	Voice Communication Control System	
[2]. VHF/UHF/HF	-	-	-	
[3]. Car VHF	-	-	-	
[4]. <u>V.R.R.S.</u>	-	Nice	Voice Recorder and Replay System	
[5]. T.R.S.	-	-	Time Reference System	
[6]. <u>A.F.T.N.</u>	MESSIR	Corobor	Aeronautical Fixed Telecommunication Network	
[7]. A.T.I.S.	-	-	Automatic Terminal Information Services	
[8]. <u>I.D.P.S.</u>	-	-	Information Data Processing and Display System	
[9]. R.C.S.U.	-	-	-	
4. Συστήματα Δικτύων Επικοινωνιών				
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης	
[1]. D.R.M.L.	-	-		
[3]. <u>A.F.O.N</u>	PremNet 5000	Milgo	Athens Fiber Optic Network	
5. Μετεωρολογικά Συστήματα				

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης
[1]. <u>A.W.O.S</u>	MIDAS IV	Vaisala	Aviation Weather Observation Systems
6. A.T.C C.C.T.V.			
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης
[1]. <u>ATC C.C.TV.</u>	-	Plettac	Air Traffic Control Closed Circuit TV
7. Συστήματα Τεχνικού Ελέγχου και Διαχείρισης			
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης
[1]. <u>C.T.M.C.S.</u>	-	THALES	C.T.M.C.S.
8. Ραδιοβοηθήματα			
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΣΗ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Εξήγηση Σύντμησης
[1] <u>I.L.S.</u>	MARK20A	Wilcox	Instrument Landing System
[2] <u>V.O.R.</u>	N432	Alcatel	VHF Omni-directional RadioRange (Beacon)
[3] <u>D.M.E</u>	5960C	Alcatel	Distance Measuring Equipment
[4] <u>N.D.B</u>	N442	Alcatel	Non Directional Beacon

Πίνακας 4.2: Σχέδιο URANIA [9]

5ο Κεφάλαιο

Συχνότητες εκπομπής των Radar

Τα radar λειτουργούν σε συχνότητες από αρκετά MHz έως την υπεριώδη περιοχή του φάσματος συχνοτήτων. Οι βασικοί κανόνες είναι οι ίδιοι σε κάθε συχνότητα, όμως η εφαρμογή τους στην πράξη είναι εντελώς διαφορετική. Πρακτικά τα περισσότερα radar λειτουργούν σε μικροκυματικές συχνότητες, αλλά υπάρχουν σημαντικές εξαιρέσεις.

Οι μηχανικοί των radar χρησιμοποιούν γραμματικούς χαρακτηρισμούς, για να δηλώσουν την γενική ζώνη συχνοτήτων στην οποία λειτουργεί ο κάθε τύπος radar. Αυτά τα γράμματα συμβολισμού χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για τα radar, τα οποία έχουν επισήμως θεωρηθεί ως πρότυπο από τον

Οργανισμό Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE ~ Institute of Electrical and Electronics Engineers) και αναγνωρίστηκαν επισήμως από το Τμήμα Άμυνας των U.S.

Τα διαφορετικά γράμματα είναι ένας βολικός τρόπος να καθορίζουμε την γενική περιοχή συχνοτήτων ενός radar. Παρέχουν ένα σημαντικό σκοπό για τις στρατιωτικές εφαρμογές από τότε που περιγράφουν την ζώνη συχνοτήτων λειτουργίας χωρίς να χρησιμοποιούν τις ακριβείς συχνότητες στην οποία το radar λειτουργεί.

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU ~ International Telecommunication Union) ορίζει συγκεκριμένες ζώνες συχνοτήτων για χρήση ραδιοεντοπισμού (radar). Κάθε ζώνη συχνοτήτων έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που την κάνει καλύτερη για συγκεκριμένες εφαρμογές. Τα χαρακτηριστικά διαφορετικών μερών του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος όπου λειτουργούν τα radar και οι διαιρέσεις μεταξύ των περιοχών συχνοτήτων αναλύονται παρακάτω:

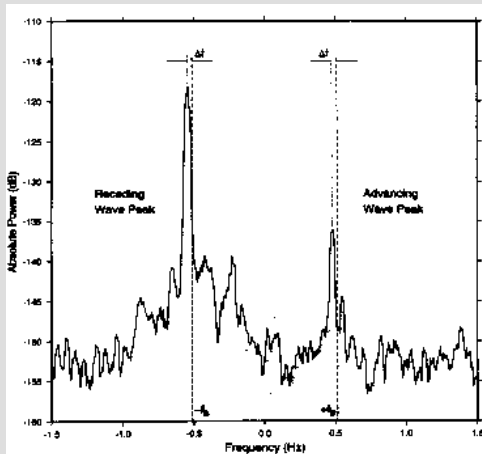
[1]

5.1 Ζώνη εκπομπής HF

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 3 MHz έως 30 MHz. Αν και τα η πρώτη προσπάθεια εγκατάστασης Radar έγινε από τους Άγγλους λίγο πριν από τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο, υπήρχαν πολλά μειονεκτήματα στις απαιτήσεις των Radar. Μεγάλες κεραίες απαιτούνταν για να πετύχουν κοντινό εύρος ζώνης εκπομπής, το επίπεδο θορύβου ήταν μεγάλο, τα διαθέσιμα εύρη ζώνης ήταν στενά και το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα που χρησιμοποιούνταν ήταν περιορισμένο. Όμως συνέχισαν να τα χρησιμοποιούν, επειδή ήταν το μόνο διαθέσιμο υψηλής ενέργειας στοιχείο εκείνη την εποχή. Άλλωστε μπορούσε να τους εξυπηρετήσει σε αυτό που χρειαζόταν, δηλαδή να επικοινωνούν τα πολεμικά βομβαρδιστικά αεροσκάφη και να εντοπίζουν τα βομβαρδιστικά αεροσκάφη που τους επιτίθονταν.

Ακόμη οι ζώνες HF έχουν το πλεονέκτημα να ανακλώνται από την ιονόσφαιρα και να επιστρέφουν στο έδαφος με ταχύτητα 500 – 2000 nmi βασισμένοι στις πραγματικές συνθήκες της ιονόσφαιρας. Αυτό επιτρέπει την πέρα από τον ορίζοντα (περιοχή κάλυψης) ανίχνευση των αεροσκαφών και άλλων αντικειμένων. Αυτό κάνει τα HF Radar ικανά να ανιχνεύουν αεροσκάφη πέρα από την περιοχή κάλυψης, όπως στους Ωκεανούς, κάτι αδύνατο μα τα μικροκυματικά Radar.

[1]



Εικόνα 5.1: Απεικόνιση συχνοτήτων και radar HF [2], [3]

5.2 Ζώνη εκπομπής VHF

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 30 MHz έως 300 MHz. Τα περισσότερα από τα πρώτα Radar που αναπτύχθηκαν την περίοδο του 1930, λειτουργούσαν σε αυτή τη ζώνη συχνοτήτων. Τα Radar εκείνης της εποχής ανταποκρινόταν πολύ καλά στις ανάγκες της περιόδου και εγκαταστάθηκαν πολύ γρήγορα.

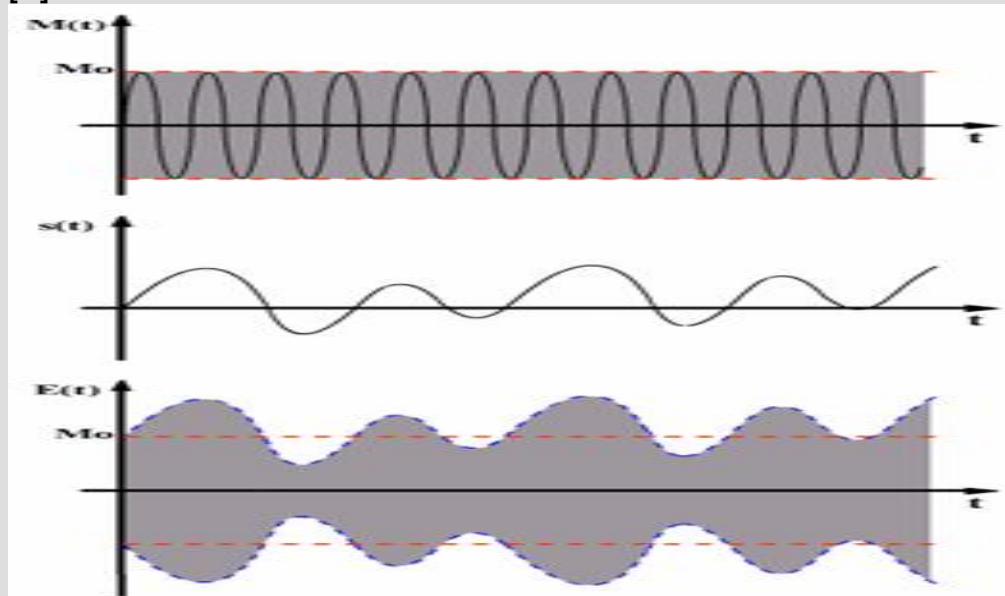
Όπως τα HF Radar, έτσι και τα VHF, είχαν να αντιμετωπίσουν το ίδιο πρόβλημα, δηλαδή απαιτούνταν μεγάλες κεραιές για να πετύχουν κοντινό εύρος ζώνης εκπομπής, το επίπεδο θορύβου ήταν μεγάλο, τα διαθέσιμα εύρη ζώνης ήταν στενά και το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα που χρησιμοποιούνταν ήταν περιορισμένο. Ωστόσο ήταν ευκολότερο και φθηνότερο να αναπτυχθούν αντί των μικροκυματικών συχνοτήτων. Οι μεγάλες κεραιές και η υψηλή ενέργεια είναι ποιο πρακτική. Σταθεροί μεταφορείς και ταλαντωτές απαιτούνται για καλό MTI radar και είναι ευκολότερο να το πετύχεις, παρά σε υψηλές συχνότητες, όπου υπάρχουν τέτοιες ταχύτητες που μειώνουν την αποτελεσματικότητα των MTI radar όσο η συχνότητα αυξάνεται. Ωστόσο οι ταλαντώσεις που προκαλούνται από την βροχή, δεν είναι τόσο σοβαρό πρόβλημα. Με την οριζόντια πόλωση πάνω σε μια καλή επιφάνεια ανάκλασης, όπως η θάλασσα, η δημιουργική παρέμβαση ανάμεσα σε ευθύγραμμα κύματα και το κύμα, αντανακλάται από την επιφάνεια της θάλασσας και καταλήγει σε μια σταδιακή αύξηση στη μέγιστη διακύμανση, σχεδόν διπλάσια της ελεύθερου χώρου διακύμανσης.

Ωστόσο αποτέλεσμα αυτής της αύξησης στην περιοχή χάρις στην επικοινωνιακή παρέμβαση είναι ότι η επακόλουθη καταστρεπτική παρεμβολή καταλήγει σε κενά στην κάλυψη σε ανυψωμένες γωνίες και σε χαμηλή ενέργεια σε χαμηλές γωνίες αυτή είναι μια καλή συχνότητα για radar χαμηλού κόστους και για

μεγάλης εμβέλειας radar, σαν αυτά που χρησιμοποιούνται στην ανίχνευση δορυφόρων. Είναι επίσης καλή περιοχή συχνοτήτων όπου είναι θεωρητικά δύσκολο να μειωθεί η εγκάρσια διατομή των radar στους περισσότερους τύπους των ιπτάμενων στόχων.

Παρά των τόσο ελκυστικών χαρακτηριστικών, δεν υπάρχουν πολλές χρήσεις radar σε αυτή την περιοχή συχνοτήτων, επειδή αυτές οι μειώσεις (παρεμβάσεις του σήματος), δεν είναι πάντα αντιστάθμισμα των πλεονεκτημάτων.

[1]



Εικόνα 5.2: Απεικόνιση VHF συχνοτήτων [4]

5.3 Ζώνη εκπομπής UHF

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 300 MHz έως 1 GHz. Πολλά από όσα έχουν ειπωθεί στα VHF, εφαρμόζονται και στα UHF. Ωστόσο ο εξωτερικός θόρυβος είναι πολύ λιγότερο από πρόβλημα και τα όρια εκπομπής είναι στενότερα από αυτά των VHF. Οι καιρικές επιρροές δεν αποτελούν εμπόδιο. Με μια κατάλληλη μεγάλη κεραία πετυχαίνετε μια καλή συχνότητα, για αξιόπιστη μακράς διάρκειας παρακολούθησης radar, ειδικά για εξωγήινα αντικείμενα, όπως διαστημόπλοια και βαλλιστικά βλήματα. Είναι κατάλληλο για την AEW (πρόωρα απογειωμένα αεροσκάφη), τέτοια radar χρησιμοποιούνται από την ATMI για την ανίχνευση αεροσκαφών.

Συμπαγείς μεταφορείς μπορούν να δημιουργήσουν υψηλή ενέργεια στα UHF, καθώς προσφέρουν τα πλεονεκτήματα της συντηρησιμότητας και του διευρυμένου εύρους ζώνης.

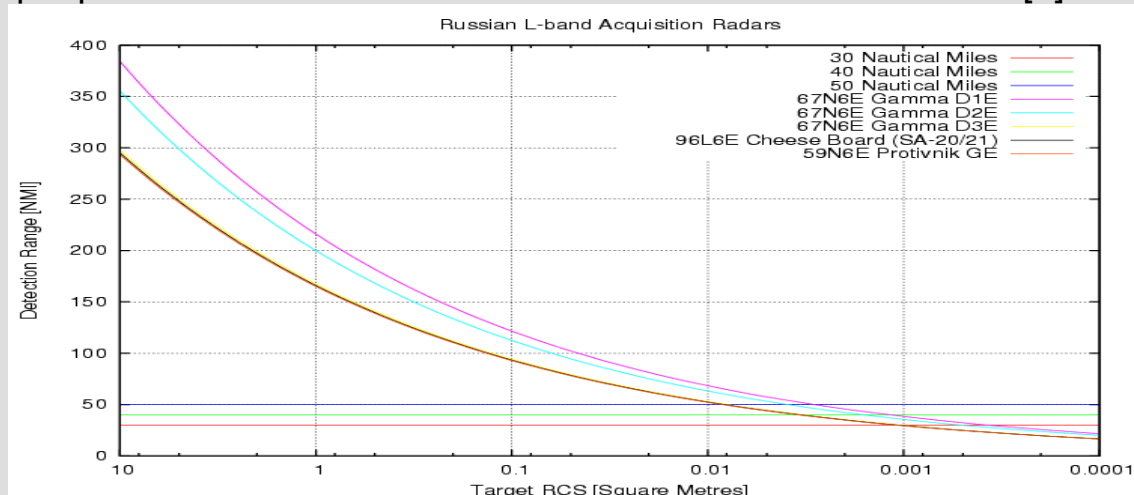
[1]



Εικόνα 5.3: Απεικόνιση UHF radar [5]

5.4 Ζώνη εκπομπής L

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 1 GHz έως 2 GHz. Αυτή τη ζώνη συχνοτήτων την προτιμούν για επίγεια μεγάλου φάσματος radar για εναέρια παρακολούθηση, όπως τα 200-nmi radar χρησιμοποιούνται για καθοδόν έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας. Είναι εύκολο να πετύχουμε καλή απόδοση MTI σε αυτές τις συχνότητες και να πετύχουμε υψηλή ενέργεια με κεραίες στενών ορίων εκπομπής. Ο εξωτερικός θόρυβος είναι πολύ χαμηλός και δεν προκαλεί προβλήματα. Τα στρατιωτικά 3D radar βρίσκονται στη ζώνη εκπομπής L, όπως επίσης και στην ζώνη εκπομπής S. Επίσης η ζώνη L είναι κατάλληλη για μεγάλα radar που πρέπει να ανιχνεύσουν εξωγήινα αντικείμενα σε μεγάλο φάσμα. [1]

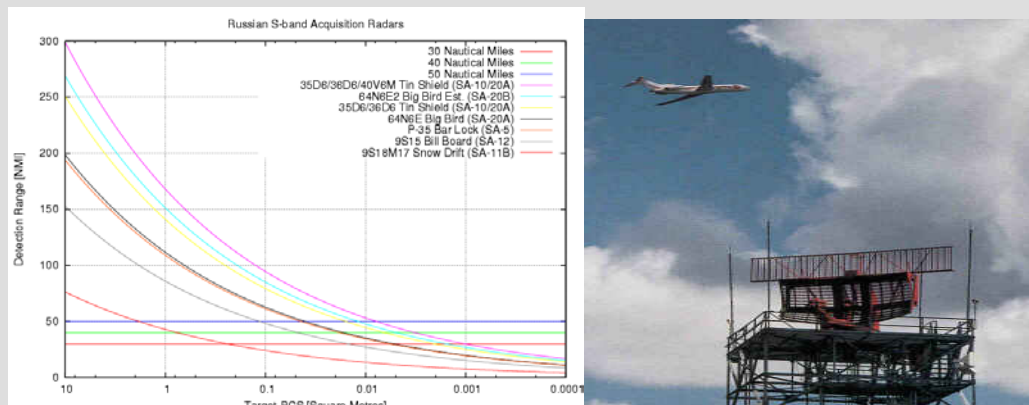


Εικόνα 5.4: Απεικόνιση συχνοτήτων L [6]

5.5 Ζώνη εκπομπής S

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 2 GHz έως 4 GHz. Τα radar εναέριας κυκλοφορίας μπορούν να βρεθούν σε μακράς εμβέλειας φάσμα στην ζώνη S, όμως ένα μακρύ φάσμα είναι δύσκολο να επιτευχθεί εκεί, σε αντίθεση με τις χαμηλές συχνότητες, όπου είναι ευκολότερο. Οι σκιώδεις ταχύτητες που συμβαίνουν με τα MTI radar είναι πολυάριθμα όσο η συχνότητα αυξάνεται, έτσι το MTI γίνεται λιγότερο ικανό. Η ηχώ που προκαλείται από την βροχή μπορεί να μειώσει σημαντικά το φάσμα των radar που ανήκουν στην ζώνη S. Παρόλα αυτά είναι η προτιμώμενη ζώνη συχνοτήτων για μακράς εμβέλειας radar διάγνωσης καιρού που πρέπει να κάνουν ακριβείς εκτιμήσεις για τον ρυθμό βροχόπτωσης. Είναι μια καλή συχνότητα για μεσαίας εμβέλειας για εφαρμογές εναέριας παρακολούθησης, όπως τα radar παρακολούθησης των αεροδρομίων που βρίσκονται στους εναέριους τερματικούς σταθμούς. Τα στενότερα όρια αυτής της περιοχής μπορούν να παρέχουν καλή γωνιακή ακρίβεια που το κάνει ευκολότερο να μειώσει τις επιδράσεις από τις εχθρικές επικερδείς δέσμες, που ίσως αντιμετωπίζονται από τα στρατιωτικά radar. Επίσης τα στρατιωτικά 3D radar και τα radar εύρεσης ύψους μπορούν να βρεθούν σε αυτές τις συχνότητες, εξαιτίας των στενών ορίων ανύψωσης, τα οποία μπορούν να επιτύχουν σε τόσο υψηλές συχνότητες. Ακόμη σε αυτές τις συχνότητες μπορούμε να βρούμε radar ανίχνευσης αστρικών σωμάτων.

Γενικά, συχνότητες χαμηλότερες από αυτές της ζώνης S είναι καταλληλότερες για εναέρια παρακολούθηση. Συχνότητες πάνω από την ζώνη S είναι καλύτερες για την συλλογή πληροφοριών, όπως υψηλής ακρίβειας ιχνηλάτησης και αναγνώρισης ιδιαίτερων στόχων. Αν μια συχνότητα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και για τους δύο σκοπούς, εναέρια παρακολούθηση και ακρίβεια ιχνηλάτησης, όπως στην εναέρια στρατιωτική άμυνα που βασίζεται σε πολύ-λειτουργικά radar, ένας κατάλληλος συνδυασμός είναι η ζώνη S. [1]

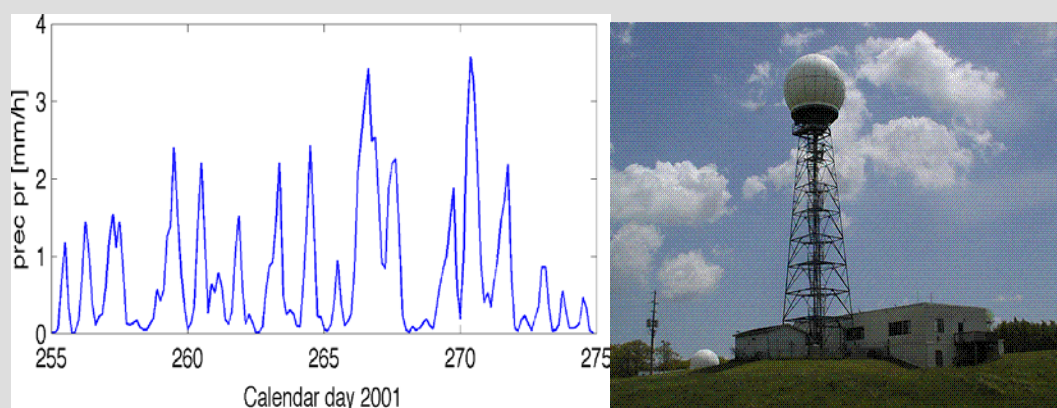


Εικόνα 5.5: Απεικόνιση συχνοτήτων S και radar [7], [8]

5.6 Ζώνη εκπομπής C

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 4 GHz έως 8 GHz. Αυτή η ζώνη κυμαίνεται μεταξύ της S και X ζώνης και μπορεί να περιγραφεί ως συνδυασμός των δύο αυτών. Ωστόσο, είναι δύσκολο να πετύχουμε radar εναέριας παρακολούθησης μεγάλου φάσματος σε αυτή ή σε μεγαλύτερες συχνότητες. Αυτή είναι η ζώνη συχνοτήτων όπου κανείς μπορεί να βρεί μεγάλης εμβέλειας ακρίβειας τεχνολογίας οργάνων radar που χρησιμοποιούνται ακριβή ιχνηλάτηση βλημάτων. Η ζώνη συχνοτήτων έχει χρησιμοποιηθεί από πολύ-λειτουργικά radar εναέριας άμυνας και από radar πρόγνωσης καιρού.

[1]

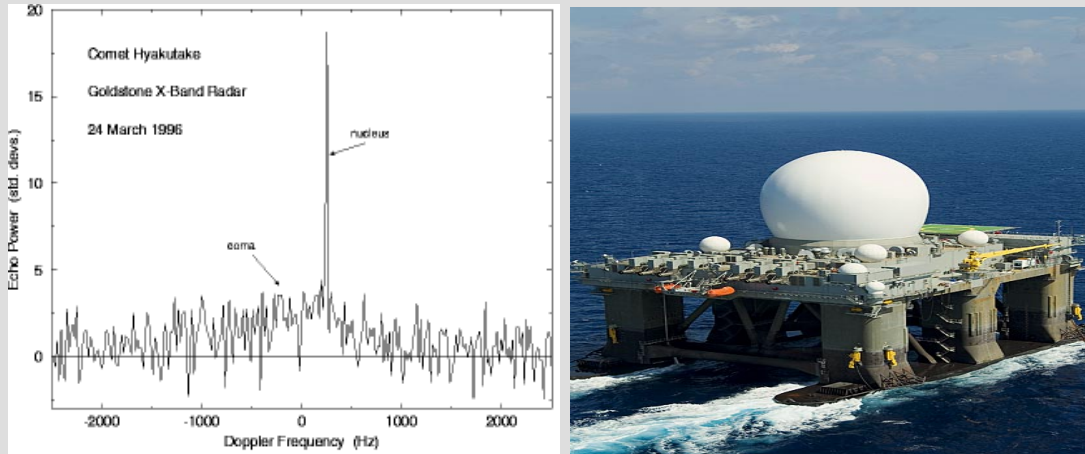


Εικόνα 5.6: Απεικόνιση συχνοτήτων C και radar [9], [10]

5.7 Ζώνη εκπομπής X

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 8 GHz έως 12,5 GHz. Αυτή είναι μια δημοφιλής ζώνη συχνοτήτων για στρατιωτικά radar ιχνηλάτησης και για πολιτικές εφαρμογές. Στην ζώνη X βρίσκονται η καθοδήγηση πλοίων και το πιλοτάρισμα, η αποφυγή ακραίων καιρικών φαινομένων και η μέτρηση ταχύτητας από την αστυνομία. Τα radar σε αυτή τη συχνότητα είναι γενικά βολικού μεγέθους και έτσι είναι σημαντικό σε κάποιες εφαρμογές να είναι δυνατή η κυνικότητα λόγω του μικρού βάρους των radar, όμως δεν είναι δυνατόν να πετύχουμε μεγάλη εμβέλεια. Αυτό λειτουργεί ως πλεονέκτημα για την συλλογή πληροφοριών, εξαιτίας του μεγάλου εύρους ζώνης, που το κάνει ικανό να παράγει μικρούς παλμούς και του στενού εύρους ζώνης, που μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μικρού μεγέθους κεραίες. Τέλος η βροχή μπορεί να προκαλέσει εξασθένηση στα radar X ζώνης.

[1]

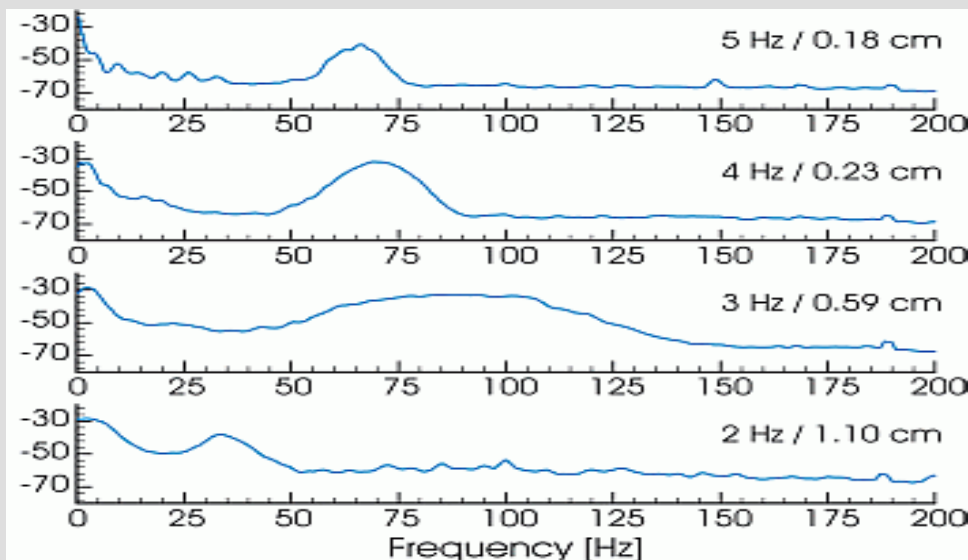


Εικόνα 5.7: Απεικόνιση συχνοτήτων X και radar [11], [12]

5.8 Ζώνες εκπομπής Ku, K και Ka

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται στα 12,5 GHz έως 40 GHz.

Τα πρώτα radar της ζώνης K αναπτύχθηκαν κατά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο επικεντρωμένα σε ένα μήκος κύματος 1,25 εκ. στα 24 GHz. Αυτό αποδεικνύει μια φτωχή επιλογή μια και βρίσκεται κοντά στην αντήχηση του μήκους κύματος της εξάτμισης του νερού στα 22,2 GHz, όπου η απορρόφηση μπορεί να μειώσει το εύρος του radar.



Εικόνα 5.8: Απεικόνιση συχνοτήτων Ku και Ka [13]

Στην συνέχεια η ζώνη αυτή υποδιαιρέθηκε σε δύο ζώνες, μια σε κάθε πλευρά της απορρόφησης συχνότητας της εξάτμισης του νερού. Η χαμηλότερης συχνότητας ζώνη ονομάστηκε Ku και η υψηλότερης συχνότητας Ka. Είναι ενδιαφέρουσες γιατί έχουν

μεγάλο εύρος ζώνης και μικρό εύρος δοκών που μπορούν να επιτευχθούν με μικρά διαφράγματα. Όμως είναι δύσκολο να δημιουργήσουμε και να εκπέμπουμε υψηλή ενέργεια. Οι περιορισμοί από την εξασθένηση λόγω της βροχής είναι δύσκολο να περιοριστούν σε υψηλότερες συχνότητες, έτσι δεν υπάρχουν πολλές απαιτήσεις των radar σε αυτές τις συχνότητες. Παρόλα αυτά πολλά radar ανίχνευσης για τον έλεγχο και τον προσδιορισμό της θέσης των αεροπλάνων στον πύργο ελέγχου των αεροδρομίων βρίσκονται στην ζώνη Ku εξαιτίας της ανάγκης για υψηλή ανάλυση. Τα μειονεκτήματα της ζώνης δεν είναι τόσο σημαντικά σε τέτοιες εφαρμογές λόγω της μικρής ακτίνας ελέγχου. [1]



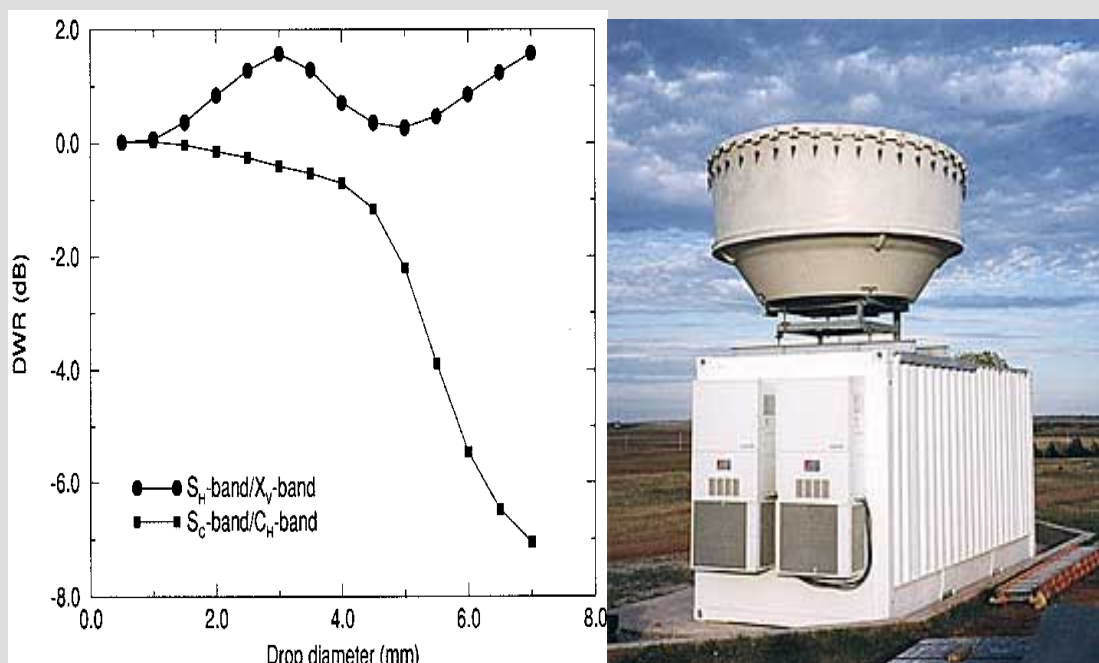
Εικόνα 5.9: Ku radar [14]

και Ka radar [15]

5.9 Millimeter Wavelengths

Η εικονική συχνότητα εκπομπής κυμαίνεται πάνω από τα 40 GHz. Αν και το μήκος κύματος της ζώνης Ka είναι μεταξύ των 8,5 χιλιοστών συχνότητας 35 GHz, η τεχνολογία των radar της ζώνης Ka είναι περισσότερο σαν αυτά των μικροκυμάτων παρά αυτών των χιλιομετρικών κυμάτων και σπάνια θεωρείται ότι είναι αντιπροσωπευτικό της περιοχής των χιλιομετρικών κυμάτων. Τα radar χιλιομετρικών κυμάτων είναι σε μια συχνότητα από 40 έως 300 GHz. Η εξαιρετικά υψηλή εξασθένηση προκαλείται από την ατμοσφαιρική ζώνη απορρόφησης από το οξυγόνο στα 60 GHz εμποδίζει σημαντικές εφαρμογές στην γεινίαση αυτής της συχνότητας μεταξύ της ατμόσφαιρας. Άρα η περιοχή συχνοτήτων των 94 GHz θεωρείται ως η συχνότητα που αντιπροσωπεύει τα χιλιομετρικά radar.

Η περιοχή χιλιομετρικών κυμάτων (mm) πάνω από τα 40 GHz έχει υποδιαιρεθεί σε 2 ζώνες, την V και την W. Αν και εκεί συναντάτε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα του χιλιομετρικού κύματος, δεν υπάρχουν λειτουργικά radar πάνω από την ζώνη Ka. Υψηλής ενέργειας δέκτες και χαμηλής απώλειας ζώνες μετάδοσης είναι δύσκολο να πετύχουν σε χιλιομετρικά μήκη κύματος., αλλά δεν είναι βασικά προβλήματα. Ο βασικός λόγος για την περιορισμένη ωφέλεια της ζώνης είναι η υψηλή εξασθένηση που προκαλείται στην ατμόσφαιρα. Αυτή η περιοχή είναι για λειτουργία στο διάστημα, όπου δεν υπάρχει απορρόφηση από την ατμόσφαιρα και για εφαρμογές μικρής απόστασης μεταξύ της ατμόσφαιρας, όπου δεν υπάρχει ολική απορρόφηση. [1]

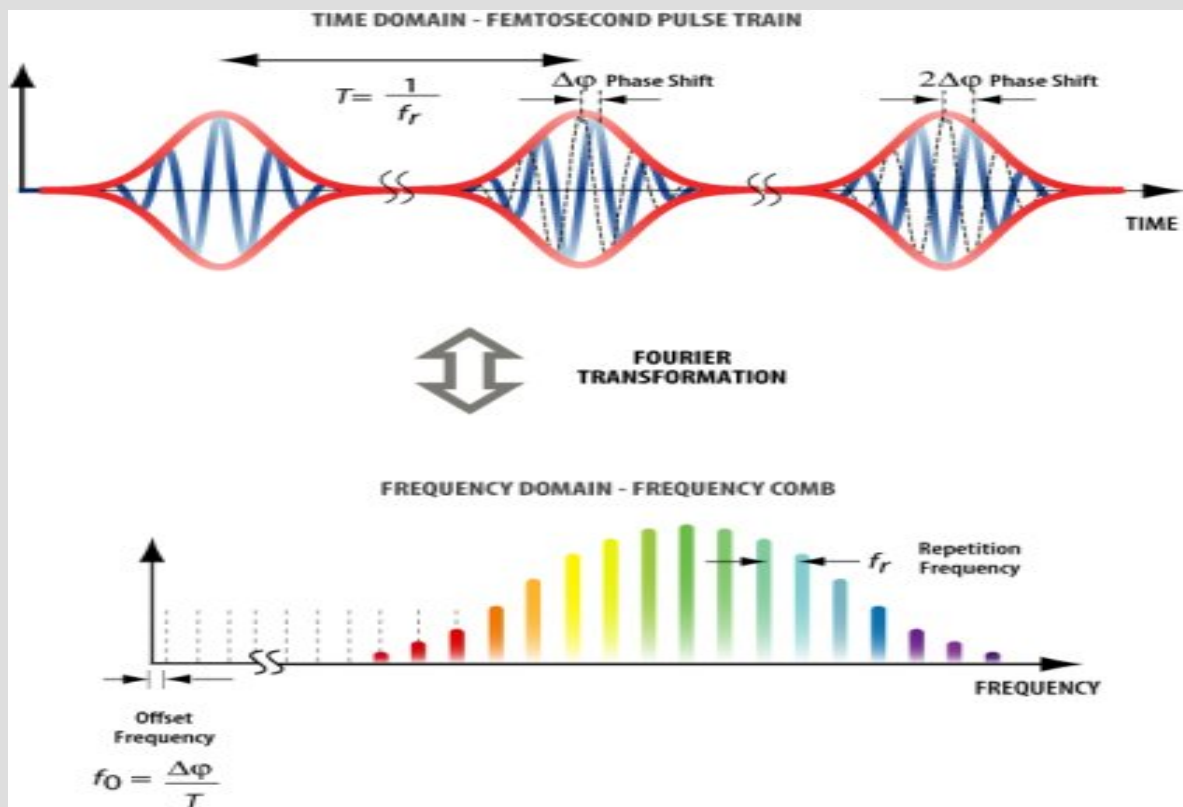


Εικόνα 5.10: Απεικόνιση συχνοτήτων MM και radar [16], [17]

5.10 Laser Frequencies

Συγκεντρωτική δύναμη λογικών διαστάσεων και αποδοτικότητας, μαζί με στενές δέσμες οδηγίας, μπορεί να επιτυγχάνεται από λέιζερ στην υπέρυθρη, οπτική και υπεριώδη περιοχή του σήματος. Η καλή γωνιακή ανάλυση και το φάσμα ανάλυσης το κάνει δυνατόν με λέιζερ να είναι ελκυστικό για εφαρμογές που έχουν στόχο την συλλογή πληροφοριών. Έχουν

εφαρμοστεί σε στρατιωτικούς ανιχνευτές στόχων και σε μετρητές αποστάσεων για χαρτογράφηση. Έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για μέτρηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, για μέτρηση της εξάτμισης του νερού και του στρώματος του όζοντος, καθώς και της μέτρησης του ύψους των σύννεφων και των ανέμων στην τροπόσφαιρα από το διάστημα. Τα λέιζερ δεν είναι ικανά για παρακολούθηση ευρείας περιοχής εξαιτίας της σχετικά μικρής φυσικής περιοχής ανοίγματος. Ένας από τους πιο σημαντικούς περιορισμούς των λέιζερ είναι ανικανότητα να λειτουργήσουν αποτελεσματικά στην βροχή, στην ομίχλη και την συννεφιά. [1]



Εικόνα 5.11: Απεικόνιση συχνοτήτων των λέιζερ [18]

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ [1]

Band Designation	Nominal Frequency Range	Specific frequency ranges for Radar based on ITU
------------------	-------------------------	--

		Assignments for region 2
HF	3 MHz – 30 MHz	----
VHF	30 MHz – 300 MHz	138 MHz – 144 MHz 216 MHz – 225 MHz
UHF	300 MHz – 1000 MHz	420 MHz – 450 MHz 890 MHz – 942 MHz
L	1000 MHz – 2000 MHz	1215 MHz – 1400 MHz
S	2000 MHz – 4000 MHz	2300 MHz – 2500 MHz 2700 MHz – 3700 MHz
C	4000 MHz – 8000 MHz	5250 MHz – 5925 MHz
X	8000 MHz – 12 GHz	8500 MHz – 10.68 GHz
Ku	12 GHz – 18 GHz	13.4 GHz – 14 GHz 15.7 GHz - 17.7 GHz
K	18 GHz – 27GHz	24.05 GHz - 24.25 GHz
Ka	27 GHz – 40 GHz	33.4 GHz – 36 GHz
V	40 GHz – 75 GHz	59 GHz – 64 GHz
W	75 GHz – 110 GHz	76 GHz – 81 GHz 92 GHz – 100 GHz
mm	110 GHz – 300 GHz	126 GHz – 142 GHz 144 GHz – 149 GHz 231 GHz – 235 GHz 238 GHz – 248 GHz

Στον πίνακα φαίνονται τα ονόματα που έχουν καθοριστεί από το IEEE (Institute of Electric and Electronic Engineers), για τον διαχωρισμό των επιπέδων των συχνοτήτων.

Ο πίνακας περιέχει:

- 1η στήλη: τα ονόματα των διαφορετικών ζωνών συχνοτήτων
- 2η στήλη: τις εικονικές τιμές των συχνοτήτων
- 3η στήλη: τις πραγματικές τιμές, όπως έχουν οριστεί από τον ITU για την περιοχή 2.

[1]

6ο Κεφάλαιο

Δορυφορικές επικοινωνίες

6.7 Δορυφορικές επικοινωνίες στην αεροπλοΐα

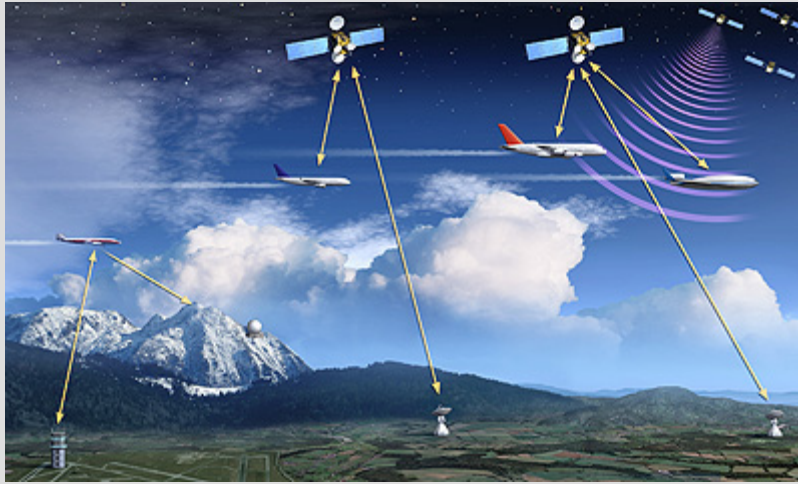
Με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουμε πλέον φθάσει να μιλάμε για διηπειρωτικές επικοινωνίες που επιτυγχάνονται με τη χρήση των δορυφόρων. Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι είναι συσκευές που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη και οι οποίοι λαμβάνουν σήματα από έναν σταθμό βάσης σε μια περιοχή της γης, τα οποία στη συνέχεια τα αναμεταδίδουν σε κάποια άλλη απομακρυσμένη τερματική συσκευή. Τα σήματα αυτά μπορεί να είναι είτε εικόνας είτε ήχου είτε δεδομένων. Οι δορυφορικές επικοινωνίες είναι ένας αναπτυσσόμενος τομέας και έρχεται να δώσει λύση σε πολλά προβλήματα και να ξεπεράσει τα εμπόδια και τους περιορισμούς που έθεταν μέχρι σήμερα οι ενσύρματες και ασύρματες επικοινωνίες, όπως είναι η ταχύτητα, η εξασθένηση του σήματος λόγω μακρινών αποστάσεων, η αδυναμία σύνδεσης απομακρυσμένων περιοχών σε κάποιο δίκτυο και η μικρή χωρητικότητα των καναλιών επικοινωνίας.

Ο βασικός λόγος που χρησιμοποιούμε τους δορυφόρους είναι γιατί έτσι καταφέρνουμε να μεταφέρουμε την πληροφορία ανάμεσα σε δύο περιοχές που απέχουν μεταξύ τους πολλά χιλιόμετρα, όπως για παράδειγμα από μια ήπειρο σε μια άλλη. Στην περίπτωση μιας ενσύρματης ζεύξης θα απαιτούνταν καλώδια μεγάλου μήκους, ενώ για μια επίγεια ασύρματη ζεύξη, εξαιτίας της ανομοιομορφίας και της καμπυλότητας της γης, το σήμα δεν θα μπορούσε να φθάσει απευθείας από ένα σταθμό στον άλλο. Έτσι, θα χρειαζόταν ένα πλήθος αναμεταδοτών για μια τέτοια σύνδεση. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις το κόστος κατασκευής και συντήρησης θα εκτοξευόταν στα ύψη, μειώνοντας παράλληλα την ποιότητα μετάδοσης. Ακόμη η χρήση ολοένα και υψηλότερων συχνοτήτων στις δορυφορικές ζεύξεις (πάνω από 10 GHz) έδωσε τη δυνατότητα για αύξηση της χωρητικότητας και της ποιότητας του καναλιού. Το γεγονός αυτό με τη σειρά του προκάλεσε την ταχεία αύξηση των χρηστών και των παρεχόμενων υπηρεσιών

Επιπλέον, με τους δορυφόρους υπάρχει η δυνατότητα της ταυτόχρονης μετάδοσης από έναν προς πολλούς χρήστες (broadcasting), οι οποίοι βρίσκονται διασκορπισμένοι σε μια μεγάλη έκταση. Έτσι, έγινε εφικτή η μετάδοση και λήψη τηλεοπτικών καναλιών που εντάσσεται στις υπηρεσίες ευρείας εκπομπής. Επίσης, καταφέραμε να δημιουργήσουμε σύνδεση με απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές, όπως για παράδειγμα με ένα τερματικό που βρίσκεται στη μέση μιας ερήμου ή στη μέση του ενός ωκεανού. Τέλος, ανοίχτηκαν νέοι ορίζοντες και δόθηκε η ευκαιρία για τη δημιουργία καινούργιων τύπων υπηρεσιών, όπως για παράδειγμα το GPS (Global Positioning System) με το οποίο μας δίνεται η δυνατότητα να εντοπίσουμε τη θέση ενός αντικειμένου σε οποιοδήποτε σημείο της γης με μεγάλη ακρίβεια. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται στην πολεμική και πολιτικά αεροπορία για τον εντοπισμό των αεροσκαφών, την μετάδοση πληροφοριών πτήσης από το κέντρο ελέγχου, για τον εντοπισμό άλλων αεροσκαφών στην γύρω περιοχή για αποφυγή συγκρούσεων κ.α.

Μέχρι το 2020 τα εναέρια ταξίδια αναμένεται να διπλασιαστούν, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση και στη γη και στον ουρανό και να χρειαστεί μια νέα, ανεξάρτητη σύνδεση ανάμεσα στη γη και στον αέρα για τις επικοινωνίες των αεροσκαφών. Όλα τα μέλη των αρχών της Πολιτικής Αεροπορίας, συμπεριλαμβανομένου του Eurocontrol, του φορέα που είναι υπεύθυνος για τον ευρωπαϊκό εναέριο χώρο, αναγνωρίζουν την ανάγκη εκσυγχρονισμού του ισχύοντος συστήματος.

Ο ιδανικότερος τρόπος για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι είναι οι δορυφόροι, καθώς μπορούν όχι μόνο να μετακινηθούν γρήγορα και να καλύψουν μεγάλες περιοχές, αλλά και να προσαρμοστούν σε τοπικές απαιτήσεις. Με τη διαρκή αλληλεπίδραση μεταξύ των ηπειρωτικών, ωκεάνιων και πολικών διαδρομών, οι δορυφόροι προσφέρουν μια μοναδική ευκαιρία για ασφαλείς βελτιώσεις και προβλέπουν επιπλέον φροντίδα για τα πληρώματα, κάτι εξαιρετικά σημαντικό εφόσον οι εναέριας επικοινωνίες δεν είναι διαρκείς προς το παρόν, ακόμα και πάνω από τη Μεσόγειο θάλασσα. Παράλληλα, τα ωκεάνια ταξίδια εξυπηρετούνται από τη ζώνη Υψηλών Συχνοτήτων (HF). Τα περιορισμένα δεδομένα της HF ραδιοεπικοινωνίας επιτρέπουν μόνο μια βασική μορφή επικοινωνίας ανάμεσα στον πιλότο και στη γη. Επίσης, πολλές χώρες διαθέτουν διαφορετικά συστήματα.



Εικόνα 6.1: Δίκτυο επικοινωνίας μέσω δορυφόρου [1]

Ένα σύστημα δορυφόρων θα προσφέρει μια πιο ομογενή και ολοκληρωμένη λύση και μπορεί να λειτουργήσει σαν συμπλήρωμα του γήινου δικτύου ή σαν το κύριο σύστημα σε ορισμένες περιοχές. Ως τώρα υπάρχουν δορυφορικά συστήματα που χρησιμοποιούνται από την αεροπορία για την λύση αυτών των προβλημάτων. Τα πιο γνωστά είναι το GPS, το σύστημα του Ελληνικού δορυφόρου HELLAS SAT και τα GALILEO και EGNOS που είναι σε πειραματική εφαρμογή ακόμη. Μετά το 2012 θα τεθούν σε λειτουργία για την παγκόσμια κάλυψη και εξυπηρέτηση των αερομεταφορών και άλλων τομέων, όπως η κινητή τηλεφωνία, η δορυφορική τηλεόραση, η ναυσιπλοΐα, ο στρατός κ.α .
[1],[2]

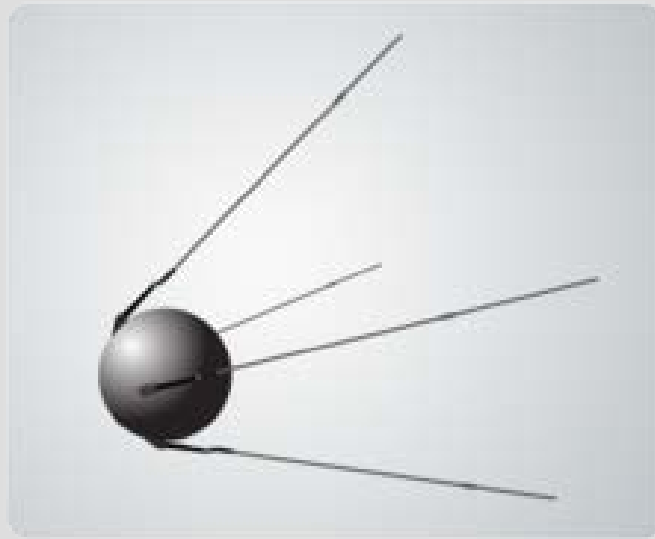
6.8 Σύστημα GPS

Το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS - Global Positioning System) είναι ένα δίκτυο δορυφόρων που κινούνται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε σταθερά σημεία επάνω από τον πλανήτη και μεταδίδουν σήματα στη Γη προς όλους όσοι διαθέτουν δέκτη GPS. Αυτά τα σήματα φέρουν κωδικά χρόνου και σημείο γεωγραφικών δεδομένων που παρέχουν στους χρήστες τη δυνατότητα να εντοπίζουν την ακριβή τους θέση, την ταχύτητα και την ώρα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη.

Κάθε δορυφόρος GPS μεταδίδει διαρκώς ένα μήνυμα πλοήγησης με 50 bit ανά δευτερόλεπτο στη φέρουσα συχνότητα μικροκυμάτων της τάξης των 1600 MHz. Συγκριτικά, το ραδιόφωνο FM, εκπέμπει σε συχνότητες μεταξύ 87,5 και 108,0 MHz, ενώ τα δίκτυα wi-fi λειτουργούν στο φάσμα συχνοτήτων μεταξύ 5000 MHz και 2400 MHz. Ειδικότερα, όλοι οι δορυφόροι εκπέμπουν στα

1575,42 MHz (αυτό είναι το σήμα L1) και στα 1227,6 MHz (το σήμα L2).

Αρχικά σχεδιάστηκε για στρατιωτικές και κατασκοπευτικές εφαρμογές κατά την περίοδο της κορύφωσης του Ψυχρού Πολέμου, τη δεκαετία του 1960.



Εικόνα 6.2: Transit το πρώτο σύστημα δορυφόρων [2]

Το Transit ήταν το πρώτο σύστημα δορυφόρων που τέθηκε σε τροχιά από τις ΗΠΑ και δοκιμάστηκε από των πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ το 1960. Μόλις πέντε δορυφόροι σε τροχιά γύρω από τη Γη παρείχαν στα πλοία τη δυνατότητα να προσδιορίζουν τη θέση τους στη θάλασσα μία φορά κάθε ώρα. Το 1967, το Transit διαδέχθηκε ο δορυφόρος Timation που απέδειξε ότι στο διάστημα μπορούσαν λειτουργούν εξαιρετικά ακριβή ατομικά ρολόγια. Κατόπιν αυτού, το σύστημα GPS αναπτύχθηκε γρήγορα για στρατιωτικούς σκοπούς με συνολικά 11 δορυφόρους που τέθηκαν σε τροχιά μεταξύ του 1978 και του 1985. Ωστόσο, η κατάρριψη ενός κορεατικού επιβατικού αεροσκάφους το 1983 οδήγησε την τότε κυβέρνηση των ΗΠΑ να διαθέσουν το GPS για πολιτικές εφαρμογές έτσι ώστε αεροσκάφη, πλοία και μέσα μεταφοράς σε ολόκληρο τον κόσμο να μπορούν να προσδιορίζουν τη θέση τους και να αποφεύγουν την τυχαία εκτροπή τους σε απαγορευμένες ξένες επικράτειες. Ωστόσο, από τη δεκαετία του 1980 και ύστερα, το GPS είναι διαθέσιμο για πολιτικές εφαρμογές. Σήμερα, εκατομμύρια χρηστών βασίζονται στη δορυφορική πλοήγηση για να προσδιορίζουν τη διαδρομή τους από το σημείο ως προς ένα άλλο και για πολλές άλλες εφαρμογές εκτός από αυτό.

Το σημερινό δίκτυο GPS διαθέτει περίπου 30 ενεργούς δορυφόρους και χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές πλοήγησης, κατάρτισης δρομολογίων για οδηγούς, χαρτογράφησης, σεισμογραφικής έρευνας, κλιματικών μελετών και

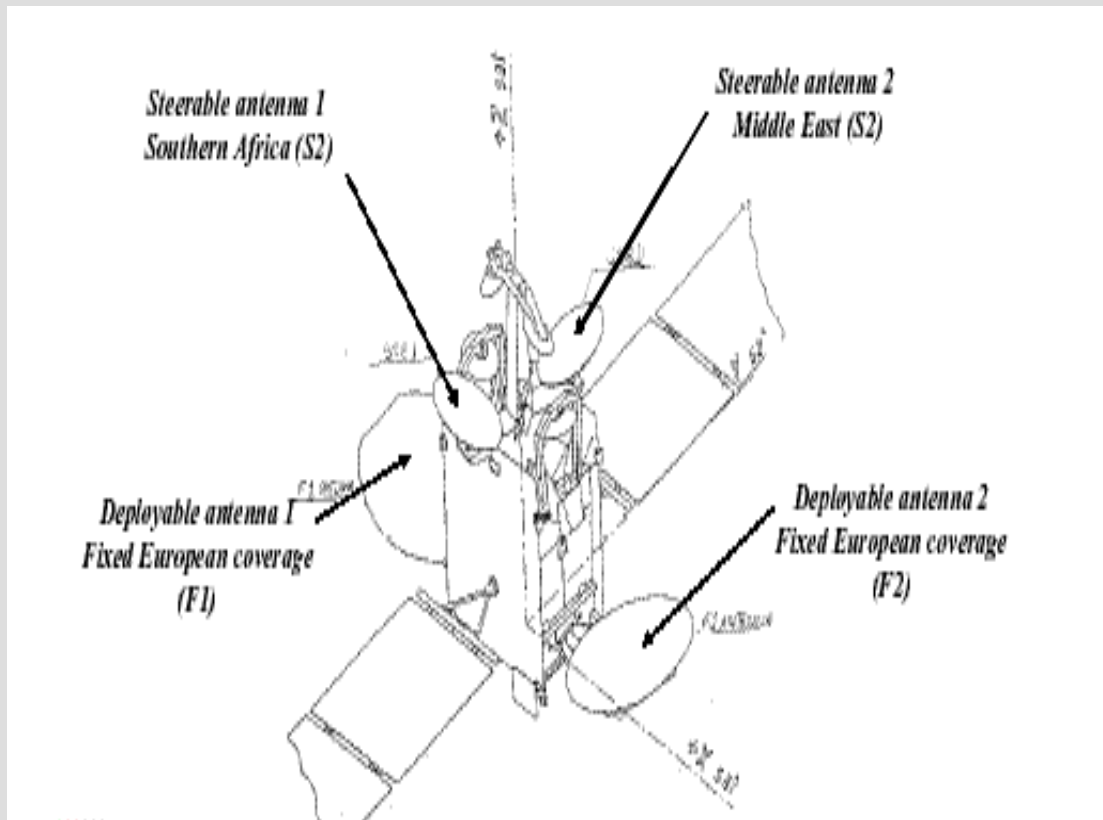
παιχνιδιών αναζήτησης θησαυρών που είναι γνωστά ως γεωαναζήτηση.
[2],[3]

6.9 Δορυφόρος HELLAS SAT

Τα τελευταία χρόνια, οι εφαρμογές που υποστηρίζουν οι δορυφόροι έχουν πολλαπλασιασθεί. Οι επικοινωνιακοί δορυφόροι, όπως ο Hellas Sat, μετάγουν με αποδοτικό τρόπο ραδιοσήματα ανάμεσα σε σημεία του εδάφους και οι χρήστες τους διαθέτουν μία ευρεία ποικιλία τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών, ανεξάρτητα με το αν βρίσκονται στο έδαφος, στη θάλασσα ή στον αέρα. Η υλοποίηση αυτών των εφαρμογών οδήγησε στην ανάγκη για αύξηση του διατιθέμενου εύρους ζώνης, που είναι η απαραίτητη προϋπόθεση ώστε οι δορυφορικές επικοινωνίες να συμμετέχουν ισότιμα στη λεγόμενη ενοποίηση των υπηρεσιών. Έτσι, αρχικά η ζώνη Ku και, στη συνέχεια, η Ka έγιναν περισσότερο ελκυστικές για τα σύγχρονα εμπορικά δορυφορικά συστήματα.

Ο δορυφόρος Hellas Sat είναι ο πρώτος Ελληνικός δορυφόρος. Εκτοξεύτηκε στις 13 Μαΐου του 2003 και παρείχε την τηλεπικοινωνιακή κάλυψη και αναμετάδοση των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004. Ο Hellas Sat παρέχει υπηρεσίες υψηλής ποιότητας σε ικανοποιητικό κόστος. Έχει σχεδιαστεί με ελάχιστη διάρκεια ζωής 15 χρόνων.

Η τροχιά του δορυφόρου είναι σταθερή πάνω από την Ευρώπη και είναι μετακινούμενος γύρω από τη Νότια Αφρική, τη Μέση Ανατολή, την Ινδία, και τη Νοτιοανατολική Ασία. Οι περιοχές κάλυψης που δίνονται για τις κατευθυνόμενες κεραιές περιλαμβάνουν τη Νότια Αφρική και τη Μεσανατολική/Ανατολική Ευρώπη αντίστοιχα. Παρόλα αυτά, μπορούν να κινηθούν έτσι ώστε να καλύπτουν κάθε περιοχή του ορατού κομματιού της γης, έτσι ώστε να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κοινού, τηρώντας παράλληλα τους περιορισμούς σε σχέση με τις συχνότητες που ορίζονται για το δορυφόρο. Ο δορυφόρος Hellas Sat λειτουργεί στην ζώνη Ku. [2],[4]



Εικόνα 6.2: Αρχιτεκτονική του δορυφόρου Hellas Sat [3]

6.10 Σύστημα Egnos

Η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσίασε το νέο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης EGNOS, το οποίο θα βοηθήσει τους πιλότους, τους οδηγούς, τους πεζοπόρους και τους τυφλούς, βελτιώνοντας την οριζόντια ακρίβεια του GPS κατά πέντε φορές, δηλαδή θα είναι πέντε φορές πιο ακριβές από το τελευταίο αμερικανικό στρατιωτικό σύστημα GPS.

Το νέο δωρεάν σύστημα θα βελτιώσει επίσης την κάθετη ακρίβεια του GPS, πράγμα σημαντικό για τις προσγειώσεις των αεροπλάνων.

Οι αγρότες επίσης θα ωφεληθούν από τη βελτιωμένη ακρίβεια, για να κάνουν ακριβέστερους αεροψεκασμούς, ενώ θα διευκολυνθεί η υλοποίηση άλλων εφαρμογών, όπως η αυτόματη χρέωση των οχημάτων στα διόδια των δρόμων, η χρέωση ασφαλιστρών στα αυτοκίνητα ανάλογα με την χρήση τους και η εφαρμογή νέων συσκευών καθοδήγησης των τυφλών.



Εικόνα 6.3: Το νέο δορυφορικό σύστημα EGNOS [4]

Το EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) αποτελεί πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA) και της ευρωπαϊκής υπηρεσίας Eurocontrol. Το νέο σύστημα ετοιμάζει το έδαφος για το ερχόμενο πιο εξελιγμένο ευρωπαϊκό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης Galileo, ένα σύστημα που θα αποτελέσει ανταγωνιστή του αμερικανικού GPS και αναμένεται να τεθεί σε λειτουργία από το 2013, μετά από πολλές καθυστερήσεις και διαμάχες των κρατών-μελών της ΕΕ για την χρηματοδότησή του.

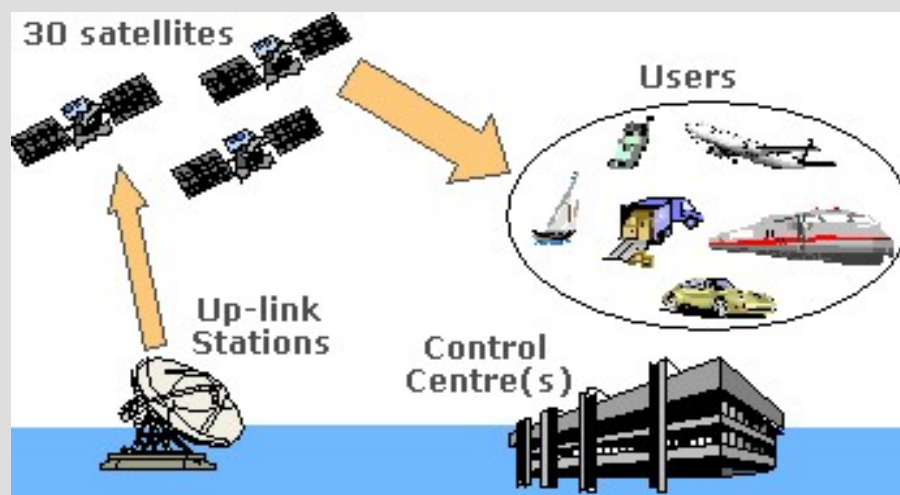
Το EGNOS είναι διαθέσιμο σε οποιονδήποτε χρήστη διαθέτει ένα δέκτη συμβατό με GPS/SBAS και καλύπτει σχεδόν όλη την επικράτεια των 27 κρατών της ΕΕ, ενώ μπορεί μελλοντικά να επεκταθεί και σε γειτονικά κράτη (π.χ. στη Β. Αφρική). Η χρήση του συστήματος δεν απαιτεί κάποια εξουσιοδότηση. [4]

6.11 Σύστημα Galileo

Το σύστημα Galileo θα είναι το ολοκληρωμένο ευρωπαϊκό δορυφορικό σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης το οποίο θα αποτελείται από 30 δορυφόρους οι οποίοι θα παρέχουν, με αξιοπιστία και ακρίβεια, υπηρεσίες δορυφορικής πλοήγησης από το 2013. Ένας από τους λόγους που αναφέρονται για την ανάπτυξη του Galileo ως ένα ανεξάρτητο σύστημα GPS που θα χρησιμοποιείται ευρέως σε όλο τον κόσμο για τις πολιτικές εφαρμογές.

Το σύστημα αυτό είναι η συνεισφορά της Ευρώπης στην ανάπτυξη του Παγκόσμιου Δορυφορικού Συστήματος Εντοπισμού Θέσης και Πλοήγησης (Global positioning and Navigation Satellite System, GNSS). Όταν αυτό τεθεί σε λειτουργία θα βελτιώσει τα σημερινά συστήματα εντοπισμού θέσης, για τις σύγχρονες απαιτήσεις της αεροναυτιλίας.

Για την υλοποίηση του συστήματος αυτού συνεργάζονται η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (ESA). Η υλοποίηση του όλου συστήματος είναι αρκετά δαπανηρή και χρονοβόρα.



Εικόνα 6.4: Απεικόνιση του συστήματος Galileo [5]

Θα εφαρμοστεί σε μια σειρά καθημερινών καταστάσεων. Χάρη στην προηγμένη τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί, ο καθένας θα είναι σε θέση να γνωρίζει τη γεωγραφική του θέση σε αυτοκινητοδρόμους, σε αεροπλάνα και σε πλοία. Αναμένεται να αλλάξει τη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας και να βελτιώσει την ποιότητα και την ασφάλεια των μεταφορών σε περιοχές του πλανήτη όπου τα υπάρχοντα συστήματα είναι ανεπαρκή. Ως αποτέλεσμα, θα μειωθούν οι καθυστερήσεις στις πτήσεις των αεροσκαφών.

Το σύστημα Galileo λειτουργεί μόνο επιχειρησιακά από το 2008, όταν και οι 30 δορυφόροι του συστήματος τέθηκαν σε τροχιά 24.000 χλμ. γύρω από τη Γη. Περίπου 14 επίγειοι σταθμοί σε όλο τον κόσμο παρακολουθούν τις θέσεις και τη λειτουργία των δορυφόρων. Οι σταθμοί είναι συνδεδεμένοι με τις κεντρικές εγκαταστάσεις στην Ευρώπη, μέσω ενός ειδικού τηλεπικοινωνιακού δικτύου.

Το Galileo θα βελτιώσει την κάλυψη σε υψηλότερα πλάτη, και ειδικότερα στη Βόρεια Ευρώπη, η οποία δεν καλύπτεται

6.12 Δορυφορικό φάσμα επικοινωνίας

Το φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequencies, RF) είναι οι λεγόμενες ζώνες συχνοτήτων τις οποίες καταλαμβάνουν σήμερα οι δορυφορικές επικοινωνίες για τη ζεύξη επίγειου σταθμού-δορυφόρου και δορυφόρου-επίγειου σταθμού. Στον ίδιο πίνακα βρίσκονται οι βασικές κατηγορίες τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών μέσω δορυφόρου ανά ζώνη συχνοτήτων, όπως αυτές ορίζονται από το Διεθνή Κανονισμό Ραδιοεπικοινωνιών (World Radio Regulations).

Ονομασία Ζώνης Συχνοτήτων	Συχνότητα κάτω ζεύξης	Συχνότητα άνω ζεύξης	Κατηγορίες Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών
L-ζώνη	1 GHz	2 GHz	Κινητή υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Mobile Satellite Service, MSS)
			Κινητή υπηρεσία ξηράς μέσω δορυφόρου (Land Mobile Satellite Service, LMSS)
S-ζώνη	2 GHz	4 GHz	Κινητή υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Mobile Satellite Service, MSS)
			Υπηρεσία έρευνας του διαστήματος (Space Research Service)
C-ζώνη	4 GHz	8 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
X-ζώνη	8 GHz	12.5 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου για στρατιωτικούς σκοπούς (Fixed Satellite Service)

			military communication)
Ku-ζώνη	12.5 GHz	18 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
			Υπηρεσία εκπομπής μέσω δορυφόρου (Broadcast Satellite Service, BSS)
K-ζώνη	18 GHz	26.5 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
			Υπηρεσία εκπομπής μέσω δορυφόρου (Broadcast Satellite Service, BSS)
Ka-ζώνη	26.5 GHz	30 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
			Υπηρεσία εκπομπής μέσω δορυφόρου (Broadcast Satellite Service, BSS)

Πίνακας 6.1: Δορυφορικές ζώνες συχνοτήτων και υπηρεσίες [6]

Οι πρώτοι δορυφόροι που τέθηκαν σε τροχιά έκαναν στην πλειοψηφία τους χρήση της φασματικής ζώνης C, αρχικά η ζώνη Ku και, στη συνέχεια, η Ka έγιναν περισσότερο ελκυστικές για τα σύγχρονα εμπορικά δορυφορικά συστήματα. Εκτός από τους λόγους αυτούς, η ενεργοποίηση φερουσών συχνοτήτων άνω των 10GHz προσέφερε προσωρινά ανακούφιση στο πρόβλημα των διαθέσιμων θέσεων στη γεωστατική τροχιά, που είναι η τροχιά επί της οποίας έχουν τεθεί οι γεωστατικοί δορυφόροι. [6]

Συμπεράσματα

Τα επόμενα χρόνια οι ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας πιστεύουν πως τα αεροπορικά ταξίδια θα αυξηθούν και θα γίνει σημαντική αύξηση της εναέριας κυκλοφορίας με αποτέλεσμα τα μέσα που υπάρχουν σήμερα να μην μπορούν να την ελέγξουν. Έτσι θα γίνεται ένα είδος εναέριου “μποτιλιαρίσματος” από

αεροπλάνα, με μεγάλο κίνδυνο συγκρούσεων μεταξύ τους. Επίσης τα περισσότερα όργανα δεν θα μπορούν να μεταδίδουν τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται οι πτήσεις και ούτε θα μπορούν να εντοπίσουν εύκολα την θέση των αεροσκαφών, εξαιτίας των πολλών πτήσεων που θα πρέπει να ελέγχουν ταυτόχρονα. Για αυτό αρχίζει να γίνεται επανασχεδίαση πολλών νέων αεροδιαδρόμων που καλύπτουν πολλές κατευθύνσεις, επειδή πολλά αεροσκάφη δεν περνάνε πλέον πάνω από ορισμένα ραδιοβοηθήματα, υπάρχει δυσκολία στο να προβλεφθεί άμεσα πιθανή μελλοντική εμπλοκή της κυκλοφορίας. Σημερινά προχωρημένα συστήματα όπου οι υπολογιστές κυριαρχούν, προστίθενται σταδιακά ειδικές λειτουργίες που στοχεύουν στο να προβλέψουν έγκαιρα τον κίνδυνο απώλειας ελέγχου. Ο όρος με τον οποίο περιγράφονται όλα αυτά τα συστήματα είναι Safety Nets (Δίκτυα Διάσωσης).

Τα κυριότερα σύστημα από αυτά είναι :

- **Ειδοποίηση Εμπλοκής σε Άμεσο Χρόνο (Short Term Conflict Alert)** : Είναι ένα ειδικό λογισμικό που σε πραγματικό χρόνο θα υπολογίζει την μελλοντική 3διάστατη θέση όλης της κυκλοφορίας , σε λίγα λεπτά και δημιουργεί οπτικό και ακουστικό σήμα υπόδειξης των πτήσεων που βρίσκονται υπό απειλή – μερικά συστήματα προσφέρουν και υπόδειξη ελιγμού αποφυγής. Το σύστημα αυτό το διαθέτουν σήμερα τα τα μισά σχεδόν Ευρωπαϊκά Κέντρα Ελέγχου.
- **Ειδοποίηση Εμπλοκής σε Ενδιάμεσο Χρόνο (Medium Term Conflict Detection)** : Είναι ένα λογισμικό που δρα παράλληλα με το προηγούμενο. Σκοπός του να υπολογίζει την πιθανότητα δημιουργίας εμπλοκής με βάσει τα δεδομένα των πτήσεων που βρίσκονται έξω από τον περιοχή ελέγχου και θέλουν περίπου 30 λεπτά για να εισέλθουν σε αυτή. Ο στόχος αυτού του συστήματος είναι να βοηθήσει το προηγούμενο σύστημα ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ειδοποιήσεων άμεσου χρόνου γιατί πέραν ενός σημείου δεν φτάνει ο χρόνος των 2-3 λεπτών για να γίνουν καν ελιγμοί αποφυγής πολλών πτήσεων ταυτόχρονα. Ειδικά σε συνδυασμό με συνεννόηση με τους γειτονικούς τομείς , το σύστημα αυτό επιτρέπει και να αποφευχθούν εντελώς επικίνδυνες συγκλίσεις πολύ προτού οι πτήσεις βρεθούν κοντά στο σημείο επικίνδυνης προσέγγισης. Το σύστημα αυτό το διαθέτουν σήμερα τα 30-40% των Ευρωπαϊκών Κέντρων Ελέγχου.

- **Ειδοποίηση Εμπλοκής σε Απώτερο Χρόνο (Long Term Conflict Detection):** Είναι μια μορφή του προηγούμενου συστήματος και σκοπός του είναι να κάνει προβλέψεις για αεροπλάνα που φτάνουν τα 60-120 λεπτά πριν την επαφή του με άλλα αεροπλάνα. Το σύστημα σχεδιάζεται για το μέλλον και σκοπεύει να χρησιμοποιηθεί σε μια εποχή, που θα μπορεί να συγκεντρωθεί κάτω από μια σύνθετη εικόνα ραντάρ μιας περιοχής έκτασης της τάξης τουλάχιστον των 1000 x 1000 ναυτικών μιλίων.
- **Ειδοποίηση Παραβίασης Περιοχής (Area Penetration Warning) και Ειδοποίηση Παραβίασης Ελαχίστων Ύψους Ασφαλείας (Safety Minimum Altitude Warning):** Είναι λογισμικά πολύ απλής σχεδίασης. Τα λογισμικά αυτά θα κάνουν έλεγχο ύψους μίας περιοχής που την ελέγχει κάποιο ραντάρ και θα ειδοποιούν το κέντρο ελέγχου για τυχόν παραβιάσεις την περιοχής ή του ελάχιστου ύψους ασφαλείας. Υπάρχει ένα μειονέκτημα στον σχεδιασμό του. Σε πολλές περιοχές δεν καλύπτονται καθόλου οι πολύ χαμηλές περιοχές εκεί που πετούν μικρά ιδιωτικά αεροπλάνα εκτός ελέγχου, που τα περισσότερα δεν έχουν συσκευές που να δείχνουν το ύψος τους στο ραντάρ, ενώ σε άλλα σημεία, λόγω λόφων και εμποδίων είναι το ραντάρ που δεν μπορεί να τα παρακολουθήσει.
- **A-MAN και D-MAN (Σύστημα Ελέγχου Απογειώσεων και Προσγειώσεων) :** Η αύξηση της εναέριας κυκλοφορίας θα επηρεάσει και τις κινήσεις μέσα στα ίδια τα αεροδρόμια. Οι επεκτάσεις των υπαρχόντων διαδρόμων είναι πρακτικά αδύνατες. Έτσι οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις πρέπει να δεχτούν την αναμενόμενη αύξηση πράγμα που κατά κύριο λόγο επιβάλλει τον περιορισμό των ταυτόχρονων απογειώσεων και προσγειώσεων. Η εγκατάσταση ραντάρ επιτήρησης εδάφους (ground movement surveillance radar) βοηθάει σημαντικά κάτω από συνθήκες χαμηλής ορατότητας. Για μελλοντική χρήση σχεδιάζονται δύο συστήματα της 3ης γενιάς τα A-MAN και D-MAN (Arrival Manager and Departure Manager), τα οποία θα δείχνουν τα σημεία επικίνδυνης επαφής στο έδαφος όπως και στον άξονα προσγείωσης. Ειδικά ο A-MAN αναλύει συνεχώς τον διαχωρισμό των αφίξεων, συνδυάζοντας τροχιές και ταχύτητες ώστε να επιτρέψει την ελαχιστοποίηση διαχωρισμού των προσγειώσεων αυξάνοντας έτσι την χωρητικότητα των διαδρόμων. Στο απώτερο μέλλον η χωρητικότητα των αεροδρομίων θα συνδυαστεί ακόμα και με γενικότερα

συγκοινωνιακά προβλήματα που σχετίζονται με την δυνατότητα οδικής μετακίνησης των επιβατών από και προς τα αεροδρόμια και την ικανότητα των χώρων που εξυπηρετούν τους επιβάτες να αντεπεξέλθουν σε πολύ αυξημένους ρυθμούς.

Αυτά τα λογισμικά θα βοηθήσουν πολύ στον έλεγχο της εναέρια κυκλοφορίας και των αεροδρομίων και στην ασφάλεια των πτήσεων. Όμως τι θα γίνεται σε απόμακρες περιοχές, που δεν θα μπορούν να καλύπτονται από αυτά τα μέσα λόγω εμποδίων ή υψόμετρου?

Η μόνη λύση που υπάρχει για την κάλυψη τέτοιων περιοχών είναι οι δορυφόροι. Νέα δορυφορικά συστήματα επικοινωνιών σχεδιάζονται για τέτοιους σκοπούς. Ένα σύστημα δορυφόρων θα προσφέρει μια πιο ομογενή και ολοκληρωμένη λύση και μπορεί να λειτουργήσει σαν συμπλήρωμα του γήινου δικτύου ή σαν το κύριο σύστημα σε ορισμένες περιοχές. Τα συστήματα που σχεδιάζονται για μελλοντική χρήση είναι τα GALILEO και EGNOS, δύο συστήματα που θα λειτουργήσουν ως εκσυγχρονισμός του σημερινού GPS και βρίσκονται σε πειραματική εφαρμογή ακόμη.

Με αυτά τα δορυφορικά συστήματα θα υπάρχει η δυνατότητα της ταυτόχρονης μετάδοσης από έναν προς πολλούς χρήστες, οι οποίοι βρίσκονται διασκορπισμένοι σε μια μεγάλη έκταση. Επίσης θα μπορούν να επικοινωνήσουν και να μεταφέρουν δεδομένα σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές, όπως σε τερματικά σε βουνά, ερήμους ή στη μέση του ενός ωκεανού. Θα υπάρχει η δυνατότητα να εντοπίσουμε τη θέση ενός αντικειμένου σε οποιοδήποτε σημείο της γης με μεγάλη ακρίβεια. Ακόμη θα μπορεί να γίνει ακριβέστερη η πρόβλεψη του καιρού και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Όλα αυτά τα συστήματα πιστεύουν οι ειδικοί ότι θα μπορέσουν να λύσουν τα προβλήματα της εναέριας κυκλοφορίας του μέλλοντος και ποιος ξέρει τι άλλο θα σχεδιάσουν αργότερα. Με την ταχύτητα που εξελίσσονται τα πράγματα σήμερα, τα πάντα μπορούν να λυθούν.

Αναφορές κεφαλαίων – πηγές:

Κεφάλαιο 1:

1. <http://www.nikolo.ath.cxe-books/Eisagogi%20stis%20tilepikoinonies.pdf>
2. Βιβλίο: Βασικές αρχές ασύρματης επικοινωνίας
Fundamentals of Wireless Communication
Του Tse David και Viswanath Pramod
Μετάφραση από τους :Αλχατζίδης Σταύρος, Γκατζίκης
Λάζαρος, Κουτσόπουλος Ιορδάνης, Παπαφίλη
Ιωάννα, Πλατώνης Στέφανος, Χρυσανθοπούλου Μαρία
Εκδόσεις Κλειδάριθμος
3. <http://www.livopedia.g/rindex.php>
4. http://galaxyacademy.co.in/encyclopedea/radar_clip_image008.jpg
5. http://www.texnikanea.gr/details.php?NEWS_ID=905

Κεφάλαιο 2:

1. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/comun2_gr.html
2. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/aftn_cidin_gr.html
3. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/var_gr.html

Κεφάλαιο 3:

1. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/navaids_gr.html/#I.L.S
2. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/navaids_gr.html/#D.M.E
3. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/navaids_gr.html/#V.O.R
4. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/navaids_gr.html/#N.D.B
5. <http://el.wikipedia.org/wiki>

Κεφάλαιο 4:

1. <http://el.wikipedia.org/wiki>
2. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/pharos_gr.html
3. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/astre2000_gr.html
4. <http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/heras.html>
5. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/pallas_gr.html
6. <http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/atars.html>
7. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/tps_gr.html
8. http://www.hcaa-eleng.gr/index_gr.html
9. http://www.hcaa-eleng.gr/gr/systems/urania1_gr.html

Κεφάλαιο 5:

1. Βιβλίο: RADAR HANDBOOK (SECOND EDITION) του MERRILL SKOLNIK
2. http://marine.rutgers.edu/mrs/education/class/josh/hf_radar.html
3. http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://www.sv1bkn.gr/sv1grc/phpBB3/download/file.php%3Favatar%3D65_1221411343.jpg&imgrefurl=http://www.sv1bkn.gr/sv1grc/phpBB3/viewtopic.php
4. <http://www.sz7xan.gr/radiotheory.files/image016.jpg>
5. <http://landau.geo.cornell.edu/graphics/altair.jpg>
6. <http://www.ausairpower.net/Rus-L-band-Radar-Params-2008.png>
7. <http://www.ausairpower.net/Rus-S-band-Radar-Params-2008.png>
8. <http://www.radartutorial.eu/19.kartei/pic/img2051.jpg>
9. http://www.atmos.washington.edu/~bloss/EPIC_ITCZ/PNG/prec_pr.png

10. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/e/e2/Radar-Tour_and_radome.gif
11. <http://www2.jpl.nasa.gov/comet/hyakutake/gif/radar.gif>
12. http://www.boeing.com/defense-space/space/gmd/gallery/images/gal_photos/sbxlores/SBX010.jpg
13. http://www.ifm.zmaw.de/uploads/RTEmagicC_1aefca31a8.gif
14. http://www.scottmarlow.net/images/b37aa232716dcd1de429986849c5a8ea_1_.jpg
15. http://salestores.com/stores/images/images_747/XRS9645.jpg
16. <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/radar/images/image125.gif>
17. <http://www.arm.gov/instruments/images/mmcr.jpg>
18. http://www.arm.gov/images/radar_inst_shelter.jpg

Κεφάλαιο 6:

1. http://www.texnikanea.gr/details.php?NEWS_ID=905
2. σημειώσεις του μαθήματος Δορυφορικές και Οπτικές Τηλεπικοινωνίες του Σπυρίδων Χρονόπουλου
3. <http://ru6.cti.gr>
4. <http://www.scribd.com/doc/19440803/Hellas-Sat-2-Satellite-Handbook>
5. http://portal.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathciv_1_02/10/2009_300311
6. http://www.google.gr/search?sourceid=navclient&hl=el&ie=UTF-8&rlz=1T4GGLL_
7. artemis.cslab.ntua.gr/Dienst/UI/1.0