

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΧΡΗΣΤΟΥ ΒΕΛΙΣΣΑΡΙΟΣ

ΘΕΜΑ

ΑΝΑΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΜΠΕΚΙΑΡΙΔΗ ΒΕΡΓΟΥ

Α.Γ.Μ: 4057

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 17/05/2019

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας: 13/07/2020

	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΠΡΙΑΛΗΨΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	4
1.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΚΥΜΑ	5-6
2.2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	6
2.3 ΕΚΠΟΜΠΗ ΚΑΙ ΛΗΨΗ	6
2.4 ΠΟΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	6-7
2.5 ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	7
2.6 ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	7
2.7 ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	8
2.8 ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	9
2.9 ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	10-11
2.10 ΣΥΜΒΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	11-12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ

3.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ, ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ	13
3.2 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	13-14
3.3 ΤΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	14-15
3.4 ΤΑΞΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ	15
3.5 ΚΥΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	16-17
3.6 ΚΥΜΑΤΑ ΧΩΡΟΥ	17-19
3.7 ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	19
3.8 ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΣΚΕΔΑΣΗ	19-20
3.9 ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	20-21
3.10 ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑΣ	21-22
3.11 ΣΤΡΩΜΑ D	22
3.12 ΣΤΡΩΜΑ E	22-23
3.13 ΣΤΡΩΜΑ F	23-24
3.14 ΔΙΑΔΟΣΗ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ	24-27
3.15 ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ	27-28
3.16 ΜΕΓΙΣΤΗ ΧΡΗΣΙΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	28
3.17 ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	28-29
3.18 ΔΙΑΣΟΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ LF ΚΑΙ VLF.....	29
3.19 ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ MF	29-30
3.20 ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ HF	30-31
3.21 ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ VHF ΚΑΙ UHF.....	31-32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

4.1 ΠΟΜΠΟΣ	33-34
4.2 ΔΕΚΤΗΣ	34
4.3 ΚΟΜΒΙΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	34
4.4 ΣΗΜΑ	34-35

4.5 ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ	35-36
4.6 ΤΑΞΕΙΣ Ή ΚΛΑΣΕΙΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	36
4.7 ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	36-37
4.8 ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΖΩΝΗΣ	37-38
4.9 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	38-39
4.10 ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	39-40
4.11 ΑΜΦΙΔΡΟΜΟΙ ΜΟΝΟΔΡΟΜΟΙ ΔΙΑΥΛΟΙ	40-41
4.12 ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ΣΤΙΣ ΜΕΣΣΑΙΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ	41
4.13 ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ΣΤΙΣ ΥΨΗΛΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ	41-42
4.14 ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ΣΤΑ ΥΠΕΡΒΡΑΧΕΑ ΚΥΜΑΤΑ	42-43
4.15 ΤΗΛΕΟΠΜΟΙΤΥΠΙΑ (FAX)	43-44
4.16 ΤΗΛΕΤΥΠΙΑ	44-45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗ ΚΛΗΣΗ (D.S.C)

5.1 ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	45-46
5.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ	46
5.3 ΚΛΗΣΕΙΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ	46-47
5.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ	47
5.5 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ	47
5.6 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	48
5.7 ΚΛΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗ ΚΛΗΣΗ	48-49
5.8 ΕΙΔΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ	49
5.9 ΤΑΞΕΙΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΟΡΓΑΝΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ MF/HF	50-51
6.2 ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ MF/HF	51-52
6.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ MF/HF	52-53
6.4 ΚΟΜΒΙΑ ΜΙΑΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ MF/HF	53
6.5 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ V.H.F	53-54
6.6 ΟΙ ΔΙΑΥΛΟΙ ΤΟΥ V.H.F	54-55
6.7 ΚΟΜΒΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ V.H.F	55-56
6.8 ΚΕΡΑΙΕΣ ΚΑΙ ΕΜΒΕΛΕΙΑ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ V.H.F	56-57
6.9 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗ ΚΛΗΣΗ ΜΕ V.H.F	57-58
6.10 ΦΟΡΗΤΟΙ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΕΣ V.H.F	58-59
6.11 ΦΟΡΗΤΟΙ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΕΣ U.H.F	59-60
6.12 ΡΑΔΙΟΦΑΡΟΣ EPIRB (V.H.F)	60-61
6.13 ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ (V.H.F)	61
6.14 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΤΥΠΟΥ	61-62
6.15 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ/ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ	63
6.16 ΤΑΧΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΤΥΠΙΚΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	63
6.17 ΑΡΙΘΜΟΙ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗΣ ΚΛΗΣΗΣ (SELLCALL)	63-64
6.18 ΜΕΘΟΔΟΣ F.E.C	64-65
6.19 ΜΕΘΟΔΟΣ A.R.Q	65

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66-67
---------------------------	--------------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή.

Η ανάγκη του ανθρώπου για πάσης φύσεως επικοινωνία υπάρχει από την αυγή της ανθρωπότητας όπως το σύστημα οπτικής επικοινωνίας των φρυκτωριών αναφορές του οποίου υπάρχουν στα συγγράμματα του Ομήρου, του Ηροδότου, του Θουκυδίδη και του Πausανία. Επίσης ανά τους αιώνες χρησιμοποιήθηκαν ταχυδρομικά περιστέρια, ημερόδρομοι, έφιπποι αγγελιοφόροι. Σχετικά με την ναυτιλία άξιο αναφοράς σχετικά με την ναυτιλία ως προσπάθεια επικοινωνίας είναι ο μύθος του Θησέα η λήθη του οποίου να κατεβάσει τα μαύρα πανιά κατά την επιστροφή του από την Κρήτη στην Αθήνα οδήγησε στην αυτοκτονία του πατέρα του, Αιγέα και την ονομασία του Αιγαίου Πελάγους. Στην νεότερη ιστορία η ανακάλυψη του τηλέγραφου από τον Samuel Morse το 1837 έφερε παγκόσμια επανάσταση στις επικοινωνίες και ιδιαίτερα στις ναυτικές επικοινωνίες καθώς διαχρονικά σκοπός της ναυτιλίας είναι να ενώνει τον κόσμο. Ακολούθησαν, οι ανακαλύψεις του James Clerk Maxwell όπου το 1862 αποσαφηνίστηκε πως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εκπέμπονται με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός δηλαδή 310740 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν από τον Guglielmo Marconi ο οποίος το 1897 ανακάλυψε την αναλογική διαμόρφωση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και επινόησε το ραδιοτηλέφωνο μεσαίων κυμάτων. Η συνεισφορά του στην ναυτιλία θεωρείται μέγιστη καθώς μέσω του ραδιοτηλεφώνου μπορούσε να επιτευχθεί επικοινωνία σε όλο τον κόσμο και για αυτό οι ραδιοτηλεγραφετές του εμπορικού ναυτικού αποκαλούνται και Μαρκόνηδες. Ακολούθησε η ίδρυση της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών η οποία επέβαλε όρους και κανόνες αναφορικά με την χρήση του εξοπλισμού θαλάσσιας επικοινωνίας όπως ορίζονται και από το τέταρτο κεφάλαιο της SOLAS 1974.

1.2 Περίληψη.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να περιγράψουνε αρχικά τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων αναλύοντας τα φυσικά φαινόμενα στα οποία υπόκεινται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Ακολούθως, περιγράφονται τα είδη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και η διάδοσή τους στα στρώματα της ατμόσφαιρας με εκτεταμένη αναφορά στο στρώμα της ιονόσφαιρας και στα φυσικά φαινόμενα αυτής. Επίσης, περιγράφεται η αναλογική και ψηφιακή διαμόρφωση και η εφαρμογή αυτών στην ραδιοτηλεφωνία, την τηλετυπία, την τηλεομοιοτυπία και την ψηφιακή επιλογική κλήση. Επιπρόσθετα, γίνεται αναφορά στα όργανα ψηφιακών αναλογικών επικοινωνιών και ειδικότερα στους πομποδέκτες MF/HF, VHF και του ραδιοτηλέτυπου.

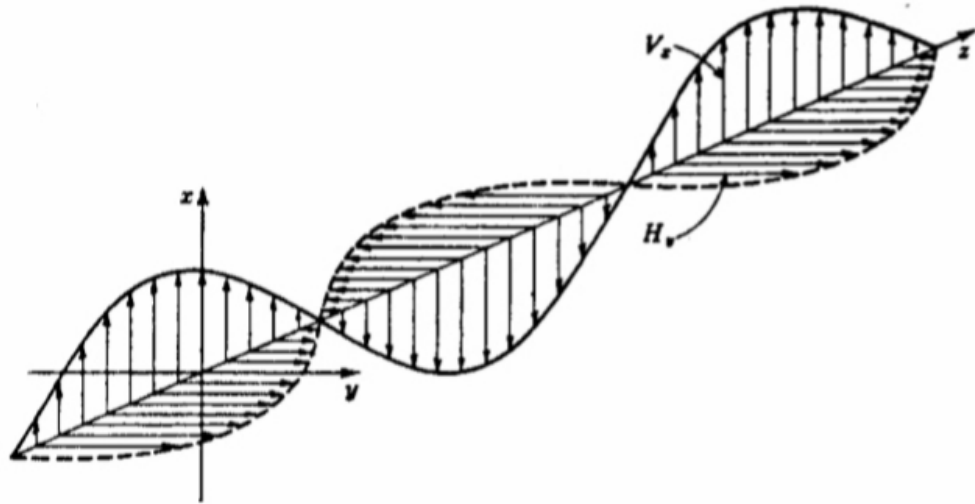
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

2.1 Ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

Όταν τροφοδοτείται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με ισχύ, αναπτύσσεται σε αυτό ένα σύστημα ρευμάτων και τάσεων, των οποίων η σχέση εξαρτάται από την τοπολογία του κυκλώματος. Ούτε ένα ηλεκτρικό πεδίο όπως αυτό που δημιουργείται με την τριβή αλλά ούτε ένα μαγνητικό πεδίο όπως αυτό σχηματίζεται γύρω από έναν μαγνήτη δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Αν όμως το μαγνητικό πεδίο είναι σειρά του εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο και κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται το ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Για παράδειγμα η τάση (συγκρινόμενη με το ρεύμα) μπορεί να είναι υψηλή αν η επένδυση του κυκλώματος είναι υψηλή ή αν η τάση (V) και το ρεύμα (I) έχουν διαφορά φάσης ($\Delta\phi$) είναι ίση με 90 μοίρες. Κατά παρόμοιο τρόπο αν ισχύς (P), εκπέμπεται στον ελεύθερο χώρο, μεταδίδεται λαμβάνοντας υπ' όψη τα χαρακτηριστικά του ελεύθερου χώρου. Αν η ισχύς αυτή εκπέμπεται για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό τότε λέμε ότι ακτινοβολείται και διαδίδεται στον ελεύθερο χώρο με την μορφή που ονομάζουμε ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Με τον όρο ελεύθερο χώρο εννοούμε έναν χώρο στον οποίον δεν υπάρχουν μαγνητικά πεδία και πεδία βαρύτητας, χωρίς συμπαγή σώματα και ιονισμένα σωματίδια. Γενικά λέγοντας ελεύθερο χώρο εννοούμε κάτι το ιδανικό, το οποίο δεν υπάρχει στην πραγματικότητα. Ωστόσο η έννοια του ελεύθερου χώρου χρησιμοποιείται γιατί απλουστεύει το φαινόμενο της διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, καθώς είναι εύκολο να υπολογιστούν οι συνθήκες διάδοσης.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα όντας ταλαντώσεις που μεταδίδονται στον ελεύθερο χώρο με την ταχύτητα του φωτός ($c=299.792.500$ m/sec. ή $c=3*10^8$ m/sec.). Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια. Το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι κάθετα μεταξύ τους. Αυτή είναι μια θεώρηση που πρακτικά δεν μπορεί να ελεγχθεί αφού τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι μη ορατά. Ωστόσο η θεώρηση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των κυμάτων.



ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

2.2 Ισοροπία ηλεκτρικού πεδίου.

Οι κεραίες και τα κυκλώματα τα οποία εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα όταν διαρρέονται από ρεύμα υψηλής συχνότητας, ακτινοβολούν. Όταν ένα καλώδιο διαρρέεται από ρεύμα γύρω από αυτό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Επιπρόσθετα, αν το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται, μεταβάλλοντας το ρεύμα, δημιουργείται και ένα ηλεκτρικό πεδίο επίσης. Η ισοροπία του ηλεκτρικού πεδίου και του μαγνητικού πεδίου εξαρτάται από το ρεύμα που διαρρέει το αγωγό.

2.3 Εκπομπή και λήψη.

Όπως ένα καλώδιο που μεταφέρει υψηλής συχνότητας ρεύματα περιβάλλεται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία έτσι και ένα καλώδιο που εισέρχεται μέσα σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα που επάγει σε αυτό το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Με άλλα λόγια αυτό σημαίνει ότι το καλώδιο λαμβάνει μέρος τις ακτινοβολίας του πεδίου και συμπεριφέρεται σαν μια κεραία λήψης. Με βάση το γεγονός ότι η διαδικασία της λήψης είναι αντίθετη της διαδικασίας της εκπομπής, οι κεραίες λήψης και εκπομπής χρησιμοποιούνται με τον ίδιο τρόπο. Εκτός από τον τρόπο που διαχειρίζονται την ισχύ οι κεραίες εκπομπής και λήψης είναι ίδιες. Στην πραγματικότητα ισχύει το θεώρημα της αμοιβαιότητας. Με βάση το θεώρημα αυτό τα χαρακτηριστικά των κεραιών όπως αντίσταση ακτινοβολίας και διάγραμμα ακτινοβολίας παραμένουν ίδια, ανεξάρτητα από την χρήση της κεραίας σαν κεραία εκπομπής ή λήψης.

2.4 Πόλωση ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι εγκάρσιο και το ηλεκτρικό και το μαγνητικό κύμα είναι κάθετα μεταξύ τους. Το μαγνητικό πεδίο περιβάλλει το καλώδιο και

είναι κάθετο σε αυτό. Το ηλεκτρικό πεδίο είναι παράλληλο στο καλώδιο πράγμα το οποίο ισχύει μετά την εκπομπή του ηλεκτρομαγνητικού κύματος από την κεραία. Η πόλωση (polarization) σχετίζεται με τον φυσικό προσανατολισμό του εκπεμπόμενου κύματος στον χώρο. Στις περισσότερες κεραίες η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται είναι γραμμικά πολωμένη και τα κύματα ονομάζονται γραμμικά πολωμένα αν έχουν την ίδιο προσανατολισμό στον χώρο. Μία κάθετη κεραία ακτινοβολεί ηλεκτρομαγνητικά κύματα των οποίων τα διανύσματα των ηλεκτρικών τους πεδίων είναι κάθετα και παραμένουν κάθετα κατά την διάδοσή τους στον ελεύθερο χώρο. Αν τα διανύσματα των ακτινών των ηλεκτρικών πεδίων είναι τυχαία κατανεμημένα και όχι κάθετα η πόλωση ονομάζεται τυχαία. Η κατεύθυνση της πόλωσης είναι ίδια με την κατεύθυνση της κεραίας. Έτσι οι κατακόρυφες κεραίες ακτινοβολούν κατακόρυφα πολωμένα κύματα και οι οριζόντιες κεραίες ακτινοβολούν οριζόντια πολωμένα κύματα. Επίσης υπάρχουν κεραίες που εκπέμπουν κυκλικά ή ελλειπτικά πολωμένα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με αποτέλεσμα η κατεύθυνση του κύματος να περιστρέφεται συνεχώς με ελικοειδή τρόπο.

2.5 Εξασθένηση ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

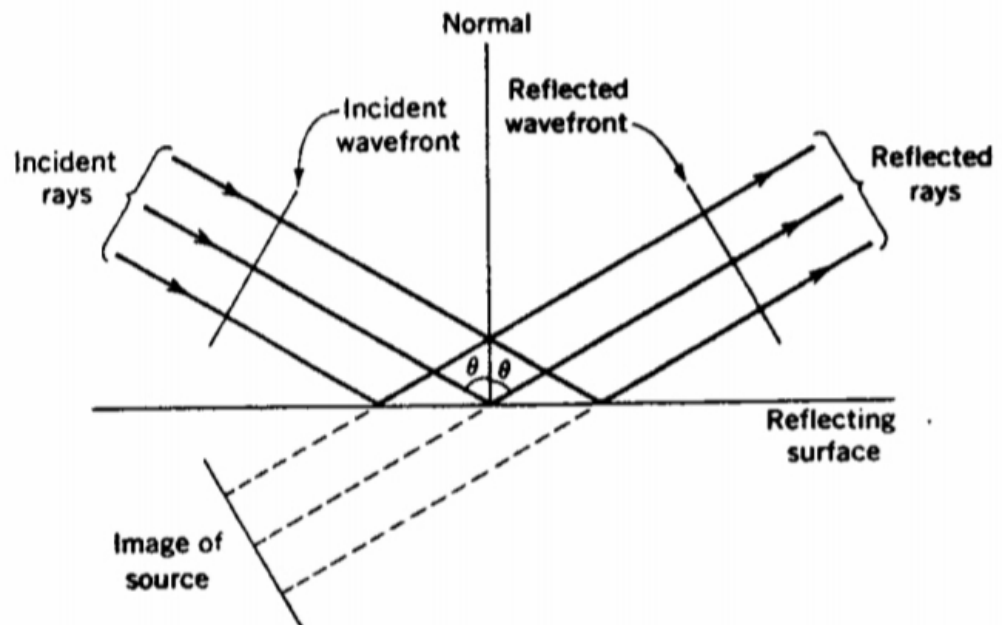
Η πυκνότητα της ισχύος ελαττώνεται σημαντικά με την αύξηση της απόστασης από την πηγή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (νόμος του αντίστροφου τετραγώνου). Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται εξασθένηση (attenuation) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Δηλαδή τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εξασθενούν καθώς απομακρύνονται από τη πηγή και η εξασθένηση είναι ανάλογη της απόστασης που διανύουν. Η εξασθένηση μετρείται σε decibel (dB) και είναι ίδια και για την ένταση του πεδίου και για την πυκνότητα της ισχύος.

2.6 Απορρόφηση ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Στο κενό η έννοια της απορρόφησης (absorption) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων δεν υφίσταται μιας και δεν υπάρχει τίποτα που να εμποδίζει την διάδοσή τους. Ωστόσο η ατμόσφαιρα απορροφά μέρος της ενέργειας των ραδιοκυμάτων καθώς μέρος της ενέργειας των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων απορροφάται από τα άτομα και μόρια της ατμόσφαιρας. Η ανταλλαγή αυτή της ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα τα άτομα και τα μόρια της ατμόσφαιρας που απορρόφησαν την ενέργεια να ταλαντώνονται και η ατμόσφαιρα στο σημείο εκείνο να θερμαίνεται. Στην πραγματικότητα, η απορρόφηση των ηλεκτρομαγνητικών από την ατμόσφαιρα για συχνότητες κάτω των 10GHz είναι ασήμαντη εκτός αν η απόσταση διάδοσης είναι πολύ μεγάλη. Η απορρόφηση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ατμόσφαιρα χωρίζεται σε δύο βασικές συνιστώσες με την απορρόφηση εξαιτίας των υδρατμών να είναι σε συνάρτηση με μία μόνο συγκεκριμένη τιμή της υγρασίας. Αν υπάρχει παρουσία ομίχλης, βροχής ή χιονιού η απορρόφηση αυξάνεται σημαντικά και ταυτόχρονα υπάρχει το ενδεχόμενο της ανάκλασης (reflection) του ηλεκτρομαγνητικού κύματος από το φαινόμενο της βροχής.

2.7 Ανάκλαση ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

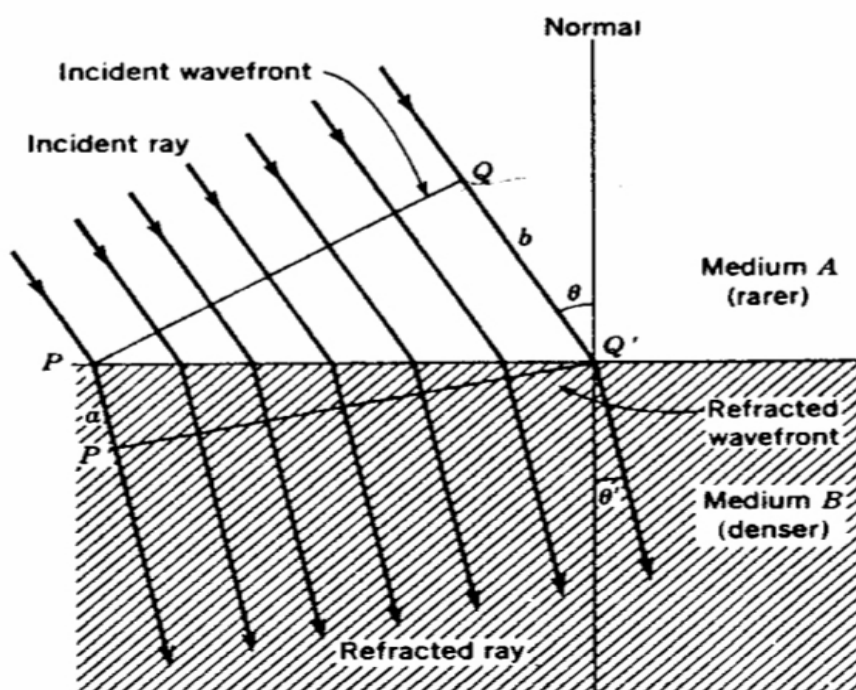
Στην διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων κοντά στην επιφάνεια της γης ενεργούν ορισμένοι παράγοντες οι οποίοι θεωρούνται αμελητέοι κατά την διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο κενό. Η ανάκλαση (reflection) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε αγωγίμο μέσο (έδαφος, νερό, βουνά ή κτήρια) ομοιάζεται με την ανάκλαση του ηλιακού φωτός όπου η ανακλώμενη γωνία είναι ίδια με την προσπίπτουσα γωνία. Επίσης το επίπεδο που ορίζεται από την προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ακτίνα ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι πάντα κάθετο στο επίπεδο που συμβαίνει η ανάκλαση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Το προσπίπτον και το ανακλώμενο κύμα έχουν την ίδια ταχύτητα. Ακόμη σε κάθε ανάκλαση γίνεται και απορρόφηση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση της έντασης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Ο συντελεστής ανάκλασης ρ ορίζεται ως ο λόγος της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του ανακλώμενου κύματος προς την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου του προσπίπτοντος κύματος. Είναι μονάδα, για τέλειους αγωγούς και μικρότερος από τη μονάδα για πρακτικές αγωγίμες επιφάνειες. Η διαφορά αυτή είναι αποτέλεσμα της απορρόφησης της ενέργειας του προσπίπτοντος κύματος από την μη τέλεια αγωγή επιφάνεια. Το διάνυσμα του ηλεκτρικού πεδίου είναι κάθετο στην αγωγή επιφάνεια αλλιώς και σε κάθε άλλη περίπτωση θα αναπτυχθούν στην επιφάνεια ρεύματα και παύει να υφίσταται η έννοια της ανάκλασης. Αν η επιφάνεια είναι καμπύλη η ανάκλαση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος ακολουθεί την ανάκλαση του ηλιακού φωτός. Η έννοια της διάχυσης η οποία εμφανίζεται στην ανάκλαση του ηλιακού φωτός δεν υφίσταται στην ανάκλαση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς ακόμη και αν η αγωγή επιφάνεια είναι τραχιά η ανάκλαση θα είναι η ίδια όπως και στο λείο επίπεδο.



ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ

2.8 Διάθλαση ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

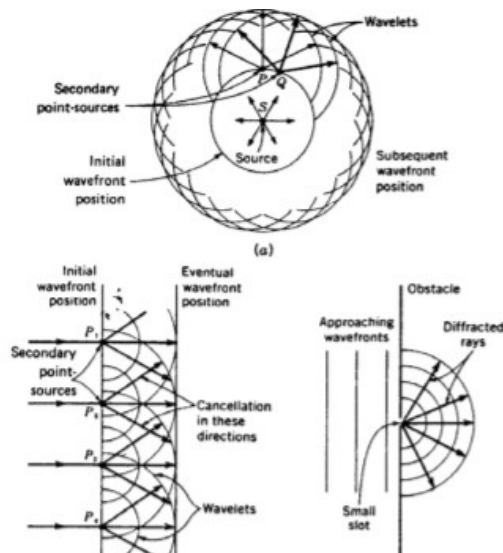
Η διάθλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων λαμβάνει χώρα όταν ένα οποιοδήποτε ηλεκτρομαγνητικό κύμα περάσει από το ένα μέσο διάδοσης στο άλλο με διαφορετική πυκνότητα. Αποτέλεσμα της διάθλασης είναι το κύμα να ακολουθεί μία άλλη κατεύθυνση στο δεύτερο μισό και ταυτόχρονα η ταχύτητά του να μεταβάλλεται. Όταν το όριο μεταξύ δύο μέσων είναι καμπύλο η διάθλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και σε αυτήν την περίπτωση ακολουθεί ότι ακριβώς ισχύει και στην διάθλαση του ηλιακού φωτός. Αν η αλλαγή στην πυκνότητα του μέσου είναι πιο σύνθετη αυτομάτως και όλο το φαινόμενο της διάθλασης γίνεται πιο σύνθετο. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία διαδίδονται από το αραιό προς το πυκνό μέσο τείνουν να διαθλώνται κάθετα. Αν η πυκνότητα του μέσου μεταβάλλεται γραμμικά οι ακτίνες τείνουν να καμπυλωθούν κατακόρυφα. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει στην ατμόσφαιρα όπου η πυκνότητά της μεταβάλλεται με το ύψος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα μια ασθενής διάθλαση και έτσι τα κύματα αντί να ακολουθούν ευθείες τροχιές καμπυλώνουν σημαντικά. Με αυτό τον τρόπο ο ραδιοορίζοντας αυξάνεται, αλλά τα αποτελέσματα είναι παρατηρήσιμα μόνον για ακτίνες που διαδίδονται οριζόντια. Στην πραγματικότητα αυτό που συμβαίνει είναι ότι η κορυφή του μετώπου του κύματος ταξιδεύει σε πιο αραιή περιοχή της ατμόσφαιρας από ότι η κάτω άκρη του και για αυτό το λόγο ταξιδεύει πιο γρήγορα. Ένα παρόμοιο φαινόμενο συναντάται όταν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα συναντάνε την ιονόσφαιρα. Τέλος, ο δείκτης διάθλασης εξαρτάται από την ατμοσφαιρική πίεση, την θερμοκρασία, την υγρασία, και την κατάσταση της ιονόσφαιρας. Υψηλός δείκτης διάθλασης παρουσιάζεται στην ζώνη των υψηλών συχνοτήτων (High Frequency, HF).



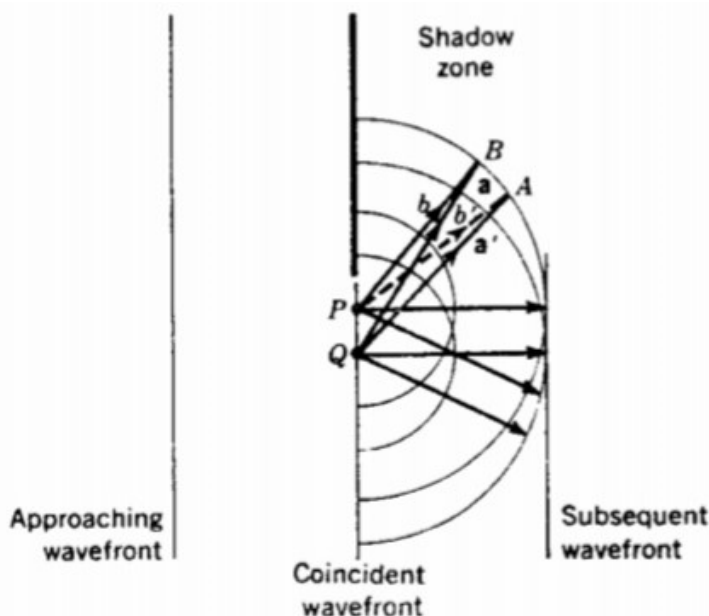
ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ

2.9 Περίθλαση ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Περίθλαση (diffraction) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η περίθλαση είναι μια άλλη ιδιότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και προέρχεται από την ύπαρξη σχισμών σε ένα αγωγίμο επίπεδο ή την ύπαρξη αιχμηρών εμποδίων. Σύμφωνα με το θεώρημα του Huygens κάθε σημείο του μετώπου ενός σφαιρικού κύματος μπορεί να θεωρηθεί σαν μια πηγή κυμάτων, η οποία ακτινοβολεί προς την εξωτερική πλευρά. Το συνολικό πεδίο σε σημεία μακριά από την πηγή είναι ίσο με το διάνυσμα του αθροίσματος των δευτερευόντων αυτών κυματιδίων. Για κανονική διάδοση, το θεώρημα του Huygens δεν λαμβάνεται υπ' όψιν αλλά σε περιπτώσεις που ο υπολογισμός της περίθλασης κυμάτων είναι ζητούμενος πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν. Σε ένα άπειρο επίπεδο κύμα αποδεικνύεται σε όλες τις κατευθύνσεις εκτός από την πραγματική του ηλεκτρομαγνητικού κύματος τα δευτερεύοντα σωματίδια εξουδετερώνονται και έτσι η κατεύθυνση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος παραμένει ευθεία. Σε ένα πεπερασμένο κύμα το οποίο έχει αρχή και τέλος καθώς η εκπομπή του δεν είναι συνεχής, η εξουδετέρωση των δευτερευόντων σωματιδίων δεν είναι πλήρης αλλά λαμβάνουν χώρα τα φαινόμενα της απόκλισης (diverge) και της σκέδασης (scattering). Κατά την διάρκεια που θα συμβεί το φαινόμενο της περίθλασης σε μία οπή το ηλεκτρομαγνητικό κύμα παραμένει επίπεδο μέχρι να συμβεί το φαινόμενο της περίθλασης οπότε και ακτινοβολεί προς όλες τις κατευθύνσεις και όχι μόνο στην κύρια κατεύθυνση διάδοσης. Η οπή δρα σαν σημειακή πηγή κυμάτων. Η ακτινοβολία είναι μέγιστη μπροστά στην οπή και έπειτα εξασθενεί. Ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα υφίστανται και στην περίπτωση της περίθλασης σε ακμή. Αν η ακμή δε υπήρχε τότε ακτινοβολία εκτός της κύριας διεύθυνσης διάδοσης του κύματος δεν θα είχαμε εξαιτίας της δημιουργίας και άλλων σημειακών πηγών και της αμοιβαίας εξουδετέρωσης μεταξύ τους. Η ακτινοβολία σε μεγάλες αποστάσεις από την ακμή ελαττώνεται αλλά όχι σε τέτοιο βαθμό όπως στην περίπτωση της οπής διότι λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της συμβολής. Ο τύπος αυτός της περίθλασης λαμβάνεται υπ' όψιν σε δύο πρακτικές περιπτώσεις. Πρώτον, ορισμένες φορές σήματα είναι δυνατόν να λαμβάνονται πίσω από ψηλά κτίρια ή πίσω από βουνά και άλλα παρόμοια εμπόδια σαν αποτέλεσμα της περίθλασης. Δεύτερον, στην σχεδίαση των μικροκυματικών κεραιών.



ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

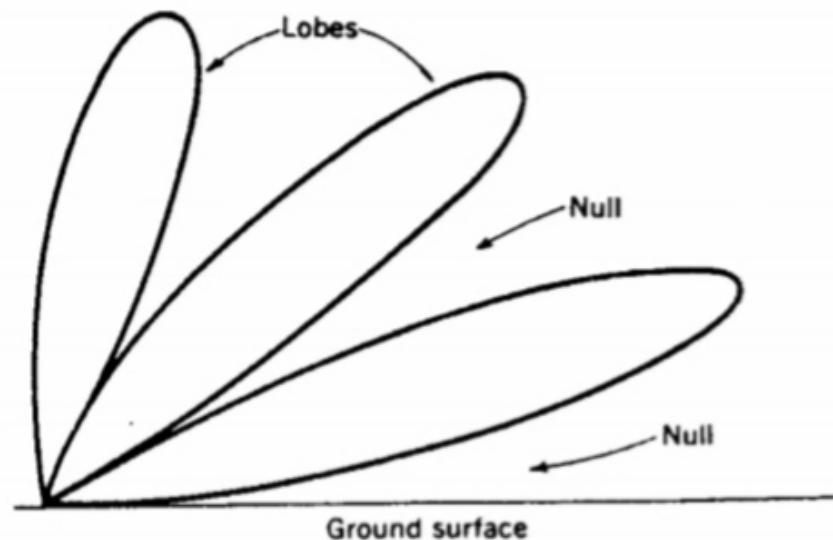


ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΚΜΗ

2.10 Συμβολή ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Συμβολή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων έχουμε όταν δύο ηλεκτρομαγνητικά κύματα φτάνουν στο ίδιο σημείο διανύοντας διαφορετικές διαδρομές από την πηγή εκπομπής μέχρι το σημείο όπου θα συμβεί το φαινόμενο της συμβολής. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται συνεχώς στη διάδοση κυμάτων υψηλής συχνότητας (High Frequency, HF) και σε διαδόσεις κυμάτων μικροκυματικής συχνότητας. Σε μία μικροκυματική κεραία η οποία εκπέμπει κύματα τα οποία φτάνουν στην κεραία λήψης ακολουθώντας όχι τη απευθείας διάδοση αλλά ανακλάσεις από το έδαφος. Είναι προφανές ότι το μήκος της απευθείας διαδρομής είναι μικρότερο από το μήκος της διαδρομής του ανακλώμενου κύματος. Για ένα συνδυασμό της συχνότητας και του ύψους της κεραίας από το έδαφος, η διαφορά μεταξύ των διαδρομών l και l' είναι ακριβώς μισό μήκος κύματος. Έτσι αν το έδαφος είναι τέλειος ανακλαστήρας τότε στο σημείο θα

έχουμε πλήρη εξουδετέρωσή του συνιστάμενου κύματος, ενώ αν το έδαφος έχει μη τέλει ανακλαστικές ιδιότητες τότε στο σημείο λήψης θα έχουμε μερική εξουδετέρωση. Στο σημείο της εξουδετέρωσης δημιουργείται μηδενικό (null). Αν πάρουμε ένα άλλο σημείο λήψης ώστε η διαφορά στις διαδρομές 2 και 2' να είναι ένα μήκος κύματος τότε, θα έχουμε ενίσχυση των λαμβανόμενων κυμάτων μερική ή ολική ανάλογα με την ανακλαστική ικανότητα του εδάφους. Τότε στο σημείο αυτό δημιουργείται λοβός. Η εναλλαγή τέτοιων σημείων δημιουργεί ένα διάγραμμα συμβολής, αποτελούμενο από εναλλασσόμενες ενισχύσεις(reinforcements) και εξουδετερώσεις(cancellations) του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Για συχνότητες στην περιοχή των υπερβραχέων κυμάτων (Very High Frequency, VHF) η συμβολή των κυμάτων είναι ασήμαντη, επειδή στις συχνότητες αυτές τα μήκη κύματος είναι πολύ μεγάλα. Στις (Ultra-High Frequency, UHF) και άνω συχνότητες, η συμβολή των κυμάτων είναι αρκετά σημαντική και πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν. Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα radar και σε άλλα μικροκυματικά συστήματα. Αν ο στόχος βρίσκεται σε μία κατεύθυνση ενός null τότε όσο και να αυξηθεί η ισχύς του radar δεν μπορεί να τον ανιχνεύσει ο στόχος. Επίσης είναι σημαντικό πρόβλημα για τα full range radars η γωνία που σχηματίζει ο πρώτος λοβός με το έδαφος. Αν η κεραία εκπομπής είναι οριζόντια και η περιοχή ανίχνευσης από το radar περιορίζεται όχι από την ισχύ εκπομπής και την ευαισθησία του δέκτη αλλά από το γεγονός ότι στην συγκεκριμένη κατεύθυνση υπάρχει null σημείο. Αυτό μπορεί να λυθεί ανυψώνοντας την κεραία και στρέφοντάς την προς τα κάτω δηλαδή δημιουργώντας ένα αρκετά μεγάλο κατακόρυφο εύρος ακτινοβολίας.



ΣΥΜΒΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΟΒΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΙΑΔΩΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ

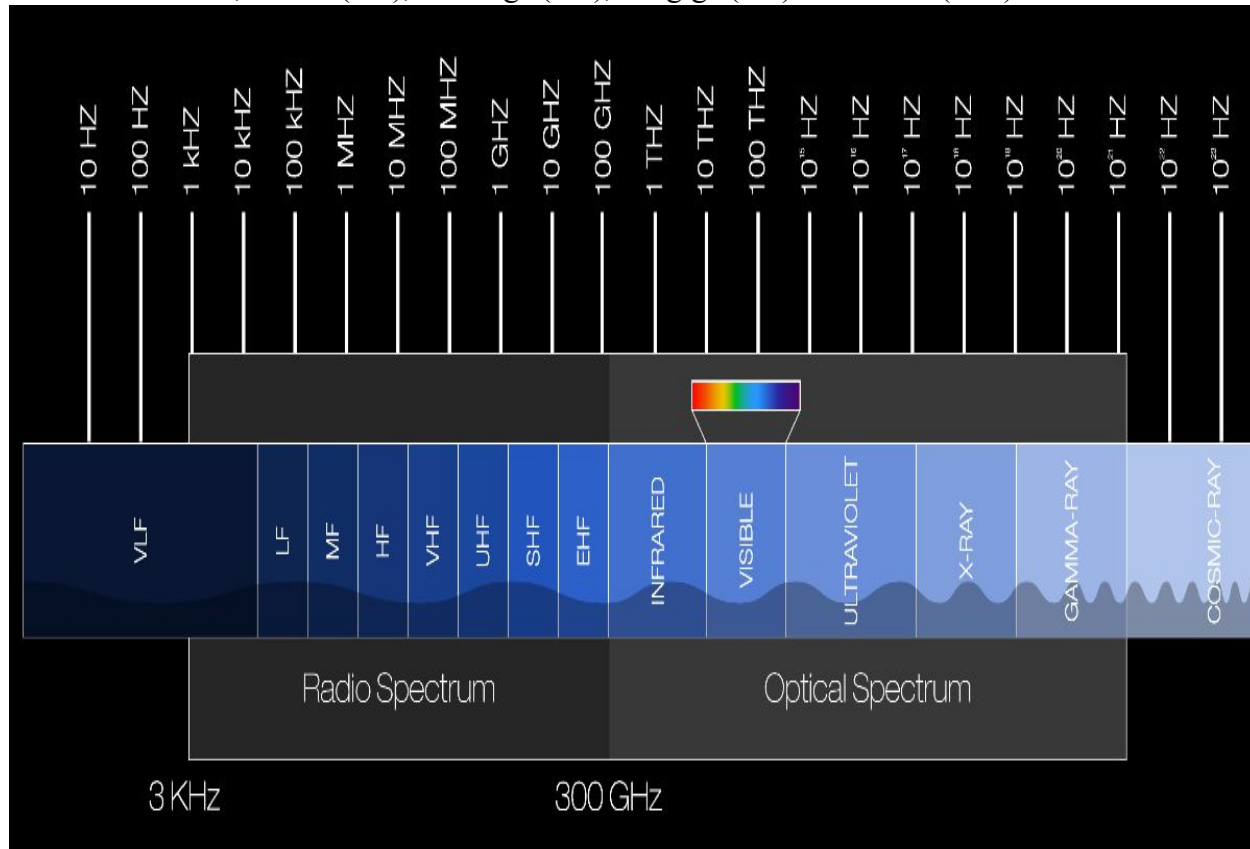
3.1 Ηλεκτρικό πεδίο, μήκος και πλάτος κύματος.

Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο εμφανίζεται γύρω από έναν συρματένιο αγωγό ρεύματος όταν διέρχεται από τον αγωγό αυτό εναλλασσόμενο ρεύμα. Μέχρι την συχνότητα των 100 kHz το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο παραμένει γύρω από τον αγωγό. Ραδιοσυχνότητα ονομάζεται μια συχνότητα η οποία δημιουργείται για τιμές μεγαλύτερες των 100 kHz όπου το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρώσει ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα μία θετική και μία αρνητική εναλλαγή καλύπτοντας απόσταση 0° - 360° ονομάζεται κύκλος και συμβολίζεται με το γράμμα (c). Μήκος κύματος ονομάζεται η απόσταση που διανύει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα εκτελώντας μία πλήρη ταλάντωση (peak to peak) και συμβολίζεται με το γράμμα (λ). Η μαθηματική σχέση η οποία συνδέει το μήκος κύματος με την συχνότητα είναι $\lambda=c/f$ όπου c είναι η ταχύτητα του φωτός (300000 km/sec.) και f η συχνότητα σε Hz (Hertz). Μονάδα μέτρησης του μήκους κύματος είναι το μέτρο (m). Το πλάτος κύματος (amplitude) δηλώνει το μέγεθος της τάσης (V) ή του ρεύματος (I) στην θετική ή αρνητική ημιπερίοδο της ημιτονοειδούς καμπύλης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Συμβολίζεται με το γράμμα (A). Στο ημιτονοειδές κύμα το πλάτος κύματος (A) δεν επηρεάζει την συχνότητα. Δηλαδή δύο ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να έχουν την ίδια συχνότητα με διαφορετικά πλάτη κύματος.

3.2 Συχνότητα.

Συχνότητα (frequency) καλείται το πλήθος των ολοκληρωμένων εναλλαγών του κύματος ανά μονάδα χρόνου (δευτερόλεπτο) ή ο κυματικός αριθμός ή ο αριθμός των επαναλήψεων του περιοδικού φαινομένου ανά δευτερόλεπτο. Συμβολίζεται με το γράμμα (f). Η μαθηματική σχέση η οποία συνδέει την συχνότητα με τον χρόνο που χρειάζεται για την εκτέλεση μίας πλήρους ταλαντώσεως, δηλαδή την περίοδο του κύματος (T) εκφρασμένη σε (sec.), είναι $T=1/f$ ή $F=1/T$. Επομένως, η συχνότητα και η περίοδος είναι δύο αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη, δηλαδή όσο μεγαλύτερη η περίοδος τόσο μικρότερη η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος και το αντίστροφο. Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hertz (Hz). Εκφράζονται σε χιλιοκύκλους (kHz) έως 3000 kHz, σε μεγακύκλους (MHz) από 3 MHz έως 3000 MHz, σε γιγακύκλους (GHz) από 3 GHz έως 3000 GHz και σε συχνότητες άνω των 3000 GHz χρησιμοποιείται ο τεράκυκλος (THz). Χρησιμοποιούνται τα πολλαπλάσια

του κύκλου Hertz, k=kilo (10^3), M=mega (10^6), G= giga (10^9) και T=tera (10^{12}).

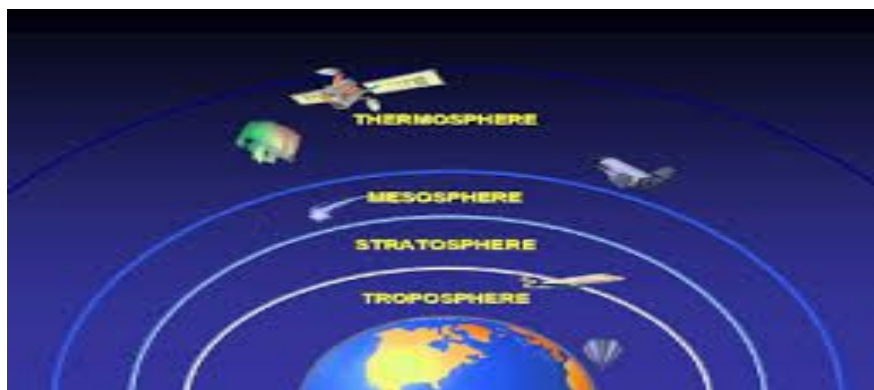


Όταν ο πομπός δια μέσου της κεραίας εκπέμπει τα ραδιοκύματα στο χώρο αυτά εκπέμπονται προς όλες τις κατευθύνσεις. Επίσης, δημιουργούνται ηλεκτρομαγνητικά κύματα προς όλες τις κατευθύνσεις δηλαδή τα κύματα εδάφους, χώρου, ιονοσφαιρικά. Εξαρτάται από την συχνότητά και το μήκος κύματός τους ως προς τον δρόμο και τον τρόπο που απαιτείται να ακολουθήσει για να ληφθεί από τον δέκτη που αναμένει την πληροφορία που θα μεταφερθεί μέσω ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα μεταφέρεται με την ταχύτητα του φωτός (300×10^6 m/sec. ή 300000 km/sec.). Η σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα του φωτός (c), την συχνότητα (f) και το μήκος κύματος (λ) είναι $f=c/\lambda$ ή $\lambda=c/f$ κάτι που σημαίνει πως μεγαλύτερο μήκος κύματος σημαίνει χαμηλότερη συχνότητα και μικρότερο μήκος κύματος υψηλότερη συχνότητα όντας ποσά αντιστρόφως ανάλογα. Οι υψηλότερες συχνότητες μπορούν να μεταδοθούν αποτελεσματικά από κεραίες διαστάσεων μεταξύ ενός και ενός τετάρτου του μήκους κύματος της επιθυμητής εκπεμπόμενης συχνότητας. Εξαιτίας αυτής της σχέσης λαμβάνει χώρα η μετάδοση του ραδιοκύματος μεταφέροντας την πληροφορία του σήματος με αποτελεσματικότητα και χωρίς παραμόρφωση.

3.3 Τα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Οι συχνότητες ανάλογα με την τιμή του μεγέθους τους έχουν διαφορετικό τρόπο διαδόσεως και διαφορετικό μέγεθος καλύψεως αποστάσεως. Αξίζει να σημειωθεί πως ο χώρος της ατμόσφαιρας που διαδίδονται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα έως το ύψος των 10 km ονομάζεται τροπόσφαιρα. Από τα 10 km έως τα 50 km ονομάζεται στρατόσφαιρα. Από τα 50 km έως τα 100 km ονομάζεται

μεσόσφαιρα και τα 100 km έως τα 1000 km λέγεται θερμόσφαιρα. Μέσα στην θερμόσφαιρα και υψομετρική απόσταση μεταξύ 400 και 500 km υπάρχει η περιοχή της ιονόσφαιρας (ionosphere). Ονομάζεται έτσι λόγω του πολύ μεγάλου αριθμού ιόντων που βρίσκονται στην περιοχή αυτή. Τα ιόντα αυτά δεν βρίσκονται κατανεμημένα ομοιόμορφα. Αυτά τα ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια δημιουργούνται κατά τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (κεραυνοί) των καταιγίδων αλλά και από τις ακτινοβολίες των ραδιενεργών ουσιών από την επιφάνεια του εδάφους. Επίσης, υπάρχουν και τα ιόντα υψηλής ενέργειας τα οποία προέρχονται από την ακτινοβολία του ήλιου την λεγόμενη κοσμική ακτινοβολία.



ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

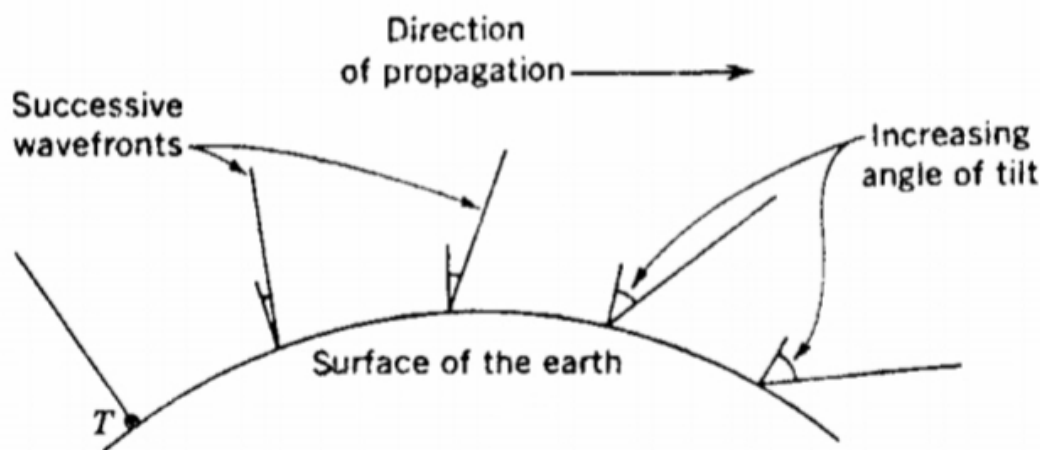
3.4 Τάξεις ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Τα κύματα διαδίδονται σε ευθείες τροχιές εκτός αν η ατμόσφαιρα με τα χαρακτηριστικά της αλλάξουν την πορεία τους. Εκτός ελαχίστων περιπτώσεων κύματα σε συχνότητες άνω της περιοχής HF διαδίδονται σε ευθείες τροχιές. Τα κύματα αυτά ονομάζονται μερικές φορές τροποσφαιρικά κύματα επειδή διαδίδονται στην τροπόσφαιρα, το στρώμα της ατμόσφαιρας πιο κοντά στο έδαφος. Για συχνότητες κάτω από την ζώνη HF τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται γύρω από την γη, ορισμένες φορές κάνοντας πλήρη περιστροφή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι δημιουργείται ένα είδος κυματοδηγού μεταξύ του χαμηλότερου επιπέδου της ιονόσφαιρας και της επιφάνειας της γης. Τα κύματα αυτά ονομάζονται κύματα επιφανείας και χρησιμοποιούνται για διαδόσεις χωρίς οπτική επαφή. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα στις συχνότητες της ζώνης HF ανακλώνται από την ιονόσφαιρα και ονομάζονται ουράνια ή ιονοσφαιρικά κύματα. Τέτοιου είδους κύματα εκπέμπονται προς τον ουρανό ανακλώνται από την ιονόσφαιρα και επιστρέφουν στο έδαφος πολύ πέρα από τον ορίζοντα. Για να φθάσουν τα κύματα αυτά σε δέκτες που βρίσκονται στο άλλο ημισφαίριο της γης πρέπει να ανακλαστούν μεταξύ της γης και τη ιονόσφαιρας αρκετές φορές. Επομένως στις θαλάσσιες ραδιοεπικοινωνίες σύμφωνα με την κινητή ναυτική υπηρεσία τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, σύμφωνα με τον τρόπο διάδοσής τους ο οποίος εξαρτάται από την συχνότητά τους, διακρίνονται σε κύματα εδάφους (ground waves), τροποσφαιρικά (ή ελεύθερου διαστήματος) κύματα (tropospheric waves) και σε κύματα ιονοσφαιρικής διαδόσεως (sky waves).

3.5 Κύματα εδάφους.

Τα κύματα εδάφους (ground waves) μεταδίδονται πολύ κοντά στο έδαφος και διαχωρίζονται σε κύματα χώρου (space waves) και κύματα επιφανείας (surface waves). Τα κύματα επιφανείας είναι πολύ χρήσιμα για την διάδοση κυμάτων πολύ χαμηλής συχνότητας (Very Low Frequency–VLF, 3-30kHz), χαμηλής συχνότητας (Low Frequency–LF, 30-300kHz) και μεσαίας συχνότητας (Medium Frequency–MF, 300-3000kHz). Αναφορικά με τα κύματα επιφανείας μία κεραία η οποία βρίσκεται τοποθετημένη στο επίπεδο του εδάφους θα εκπέμψει κύματα επιφανείας τα οποία θα ακολουθήσουν την καμπυλότητα της σφαιρικής Γης. Το κύμα επιφανείας δεν εκτείνεται μόνο επί της επιφάνειας της Γης αλλά και σε μικρό ύψος πάνω από το έδαφος. Καθώς όμως αυξάνεται το υψόμετρο η ισχύς του κύματος επιφανείας σταδιακά μηδενίζεται. Αυτό συμβαίνει διότι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα λόγω του φαινομένου της διάθλασης σταδιακά αποκτά κλίση (tilt). Όσο το ηλεκτρομαγνητικό κύμα μεταδίδεται επάνω από την Γη ανεβαίνοντας υψομετρικά αποκτά όλο και μεγαλύτερη κλίση έτσι ώστε να προκαλείται όλο και μεγαλύτερο short circuiting της ηλεκτρικής συνιστώσας. Τελικά και σε απόσταση ορισμένων μηκών κύματος μακριά από την κεραία το κύμα «οριζοντιώνεται & πεθαίνει» (lies down and dies). Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία αφού δείχνει ότι η μέγιστη εμβέλεια ενός τέτοιου πομπού εξαρτάται τόσο από τη συχνότητα όσο και από την ισχύ μετάδοσης. Επομένως ένα κύμα επιφανείας μπορεί να δημιουργηθεί με ωφέλιμη αποτελεσματικότητα όταν το μήκος κύματος είναι μεγαλύτερο από αρκετές εκατοντάδες μέτρα μεταξύ των ζωνών πολύ χαμηλής έως μεσαίας συχνότητας (VLF-MF). Έτσι στην VLF ζώνη η ανεπαρκής εμβέλεια μετάδοσης μπορεί να αντιμετωπιστεί με αύξηση της ισχύος μετάδοσης. Από την άλλη αυτή η μέθοδος δεν δουλεύει κοντά στην κορυφή της MF κλίμακας αφού η μετάδοση εδώ εξαρτάται άμεσα από την κλίση. Υπάρχει και άλλος τρόπος εξασθένησης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Τα κύματα επιφανείας κινούνται κατά μήκος της επιφάνειας της γης και πρέπει να πολωθούν κατακόρυφα προς αποφυγή short circuiting της ηλεκτρικής συνιστώσας. Κατά την διάδοση ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος κοντά στην επιφάνεια της γης επάγεται ρεύμα στο έδαφος και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μέρος της ενέργειάς του να απορροφάται από αυτό προκαλώντας την εξασθένηση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Επίσης εάν η απόσταση μεταξύ των δύο κεραιών είναι αρκετά μεγάλη η μείωση της ισχύος του πεδίου, που οφείλεται στο έδαφος και την ατμοσφαιρική απορρόφηση. Επομένως, η απόσταση κατά την οποία μπορεί να επιτευχθεί μία αξιόπιστη επικοινωνία στην επιφάνεια της Γης με κύμα επιφανείας εξαρτάται από την συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος και τις φυσικές ιδιότητες της Γης δηλαδή την αγωγιμότητα του εδάφους και την διηλεκτρική σταθερά της Γης κατά μήκος της πορείας του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Το θαλασσινό νερό έχει την μεγαλύτερη αγωγιμότητα και θα υποστηρίξει την διάδοση ενός κύματος επιφανείας με την λιγότερη εξασθένηση. Αντιθέτως, μία έρημη και άνυδρη περιοχή συμβάλει αρκετά στην εξασθένηση του σήματος ενός κύματος επιφανείας μη υποστηρίζοντας επαρκώς μία αξιόπιστη μετάδοση κύματος επιφανείας. Η σημασία του φαινομένου αυτού είναι τεράστια καθώς για

μεγάλες αποστάσεις στην θάλασσα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μεσαίες συχνότητες σε αντίθεση με αυτό που θα απαιτούσαν οι επικοινωνίες για την ίδια μεγάλη απόσταση στην ξηρά, απαιτώντας μεγαλύτερη συχνότητα.



ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

3.6 Κύματα χώρου.

Τα κύματα χώρου διακρίνονται σε απευθείας κύμα (direct wave) ή κύμα οπτικής ευθείας και σε κύμα ανακλώμενο από το έδαφος. Επίσης στην κατηγορία των κυμάτων χώρου κατατάσσονται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία φτάνουν και λαμβάνονται από τον δέκτη μετά την επίδραση του φαινομένου της διάθλασης στην ατμόσφαιρα. Στην ζώνη πού υψηλών συχνοτήτων (Very High Frequency, VHF) και υπερβαίνοντας τα 50 MHz η διάδοση γίνεται κυρίως με απευθείας κύμα ή με κύμα οπτικής ευθείας. Η επικοινωνία επιτυγχάνεται στην τροπόσφαιρα δηλαδή στο χαμηλότερο τμήμα της ατμόσφαιρας και σε υψόμετρο έως 10 km. Ο μηχανισμός διάδοσης τους είναι απλός μιάς και μεταδίδονται γενικά σε ευθείες γραμμές. Ωστόσο αφού εξαρτώνται από συνθήκες line-of-sight περιορίζονται στη μετάδοσή τους από την καμπυλότητα της γης, εκτός από πολύ ασυνήθιστες περιπτώσεις. Μεταδίδονται σαν ηλεκτρομαγνητικά κύματα στον ελεύθερο χώρο. Αυτή η συμπεριφορά τους επιβάλλεται διότι τα μήκη κύματός τους είναι πολύ μικρά για ανάκλαση στην ιονόσφαιρα και γιατί τα κύματα εδάφους εξαφανίζονται πολύ κοντά στον πομπό. Η επίδραση της επιφάνειας της Γης είναι αδιάφορη και έτσι έχουμε ελεύθερη διάδοση του κύματος στην ατμόσφαιρα. Στην οποιαδήποτε περίπτωση του απευθείας κύματος η κεραία εκπομπής πρέπει να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο (υψόμετρο) με την κεραία λήψεως έτσι ώστε να επιτευχθεί επικοινωνία. Στο απευθείας κύμα για να ξεπεράσουμε όσο γίνεται την καμπυλότητα της Γης κερδίζοντας τα μέγιστα αναφορικά με την απόσταση επικοινωνίας πρέπει να τοποθετήσουμε τις κεραίες σε όσο το δυνατόν

μεγαλύτερο ύψος. Οι κεραιές της συσκευής υπερβραχέων κυμάτων VHF πρέπει να τοποθετούνται όσον το δυνατόν ψηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας γιατί σε αντίθεση με την συμπεριφορά της ξηράς η οποία απορροφά το κύμα στην θάλασσα μπορεί να προκύψουν ισχυρά φαινόμενα αλληλεπιδράσεως λόγω της υψηλής ανακλάσεως και της αγωγιμότητάς της. Αυτό όμως δεν εξασφαλίζει την απεριόριστη κάλυψη η οποία είναι αδύνατη. Αντιθέτως, είναι γνωστό και έχει αναλυθεί ότι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα εξασθενεί και αποσβένει με την απόσταση. Επίσης οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην τροπόσφαιρα (υγρασία, χιόνι, χαλάζι, άνεμοι) και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι οι οποίοι σε ορισμένες περιπτώσεις βοηθούν στην διάδοση του σήματος ενώ σε άλλες περιπτώσεις εμποδίζουν, εξασθενούν, απορροφούν και αποσβένουν το ηλεκτρομαγνητικό σήμα του απευθείας κύματος. Επομένως ο ραδιοηλεκτρικός ορίζοντας για κύματα χώρου μία ιδιότητα η οποία προκαλείται από την σύσταση της ατμόσφαιρας που περιβάλλει την καμπύλη Γη είναι περίπου τα $4/3$ σε μήκος του οπτικού ορίζοντα. Επίσης ένα οποιοδήποτε ψηλό και ογκώδες αντικείμενο εμποδίζει τα κύματα χώρου που διαδίδονται κοντά στο έδαφος. Προκύπτουν έτσι ζώνες σκίασης και διάθλασης. Από την άλλη κάποιες περιοχές λαμβάνουν τέτοια σήματα από ανακλάσεις των κυμάτων από ογκώδη εμπόδια. Έτσι σε περιοχές έμπροσθεν του εμποδίου δημιουργείται μια μορφή παρεμβολής γνωστή ως «ghosting». Προκαλείται από τη διαφορά φάσης μεταξύ του απευθείας και του ανακλώμενου εκ του εμποδίου κύματος. Το φαινόμενο παρουσιάζει την μέγιστη τιμή του κοντά σε ένα πομπό παρά σε απόσταση από αυτόν, λόγω του ότι οι ανακλώμενες ακτίνες είναι ισχυρότερες εκεί κοντά. Τελικά ισχυρή παρεμβολή υπάρχει σε μια αρκετά μεγάλη απόσταση από τον πομπό μιας και είναι σχεδόν αδύνατο να ληφθούν στο δέκτη ταυτόχρονα τόσο το απευθείας κύμα όσο και το ανακλώμενο. Οι διαλείψεις αυτές μπορεί να αλληλοεξουδετερωθούν ή να αλληλοενισχυθούν. Επίσης, είναι πιθανόν το απευθείας κύμα και το ανακλώμενο κύμα σε έδαφος ή εμπόδιο να απαλείφουν τελείως και η διάδοση να πραγματοποιηθεί αποκλειστικά μόνο από κύμα επιφανείας. Η διάδοση κύματος χώρου υπερτερεί στις ζώνες πολύ χαμηλής (VLF), χαμηλής (LF) και μεσαίας (MF) συχνότητας. Για την υπερνίκηση της διαλείψεως στο δέκτη υπάρχει το κομβίο του αυτόματου ελέγχου εντάσεως τόνου (Automatic Gain Control – A.G.C.) το οποίο εξουδετερώνει τις μικρότερες μεταβολές της εντάσεως του σήματος και το κρατάει σταθερό στην έξοδο.

Στις μικροκυματικές συχνότητες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την διάδοση κυμάτων χώρου η ατμοσφαιρική απορρόφηση λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Έτσι προκύπτει το γεγονός ότι σε αυτά τα μικρά μήκη κύματος όλα έχουν την τάση να συμβαίνουν πολύ γρήγορα. Η ανάκλαση, η παρεμβολή και η απορρόφηση τείνουν να οξυνθούν. Ένα νέο φαινόμενο που εμφανίζεται στις υψηλές συχνότητες είναι η υπερδιάθλαση (superrefraction) γνωστή και ως κυματοδήγηση (ducting). Η πυκνότητα του αέρα μειώνεται και ο δείκτης διάθλασης αυξάνεται με το ύψος από το έδαφος. Η αύξηση στο δείκτη διάθλασης είναι κανονικά γραμμική και σταδιακή αλλά κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ένα επίπεδο ζεστού αέρα μπορεί να παγιδευτεί επάνω από ψυχρότερο στρώμα αέρα, συχνά επάνω από την επιφάνεια του νερού. Το

αποτέλεσμα είναι η μείωση του δείκτη διάθλασης πολύ πιο γρήγορα με το ύψος από ό,τι συνήθως. Αυτό συμβαίνει κοντά στο έδαφος, συχνά μέσα στα 30m από αυτό. Η γρήγορη μείωση του δείκτη διάθλασης και της διηλεκτρικής σταθεράς προκαλούν στα μικροκύματα, ότι ακριβώς προκαλεί η ιονόσφαιρα στα HF κύματα δηλαδή καμπυλώνουν και κινούνται προς το έδαφος. Τα μικροκύματα συνεχώς διαθλώνται και ανακλώνται από το έδαφος έτσι που μεταδίδονται γύρω από την γη για αποστάσεις που μερικές φορές υπερβαίνουν τα 1000km. Η κύρια απαίτηση είναι η αντιστροφή θερμοκρασίας (temperature inversion). Πρόκειται για αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα με το ύψος αντί της συνηθισμένης μείωσης στη θερμοκρασία των $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ μείωσης στη θερμοκρασία των $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ στην «τυπική» ατμόσφαιρα. Η υπερδιάθλαση (superrefraction) είναι πιο συνηθισμένη σε υποτροπικές παρά σε εύκρατες ζώνες. στην «τυπική» ατμόσφαιρα. Η υπερδιάθλαση (superrefraction) είναι πιο συνηθισμένη σε υποτροπικές παρά σε εύκρατες ζώνες.

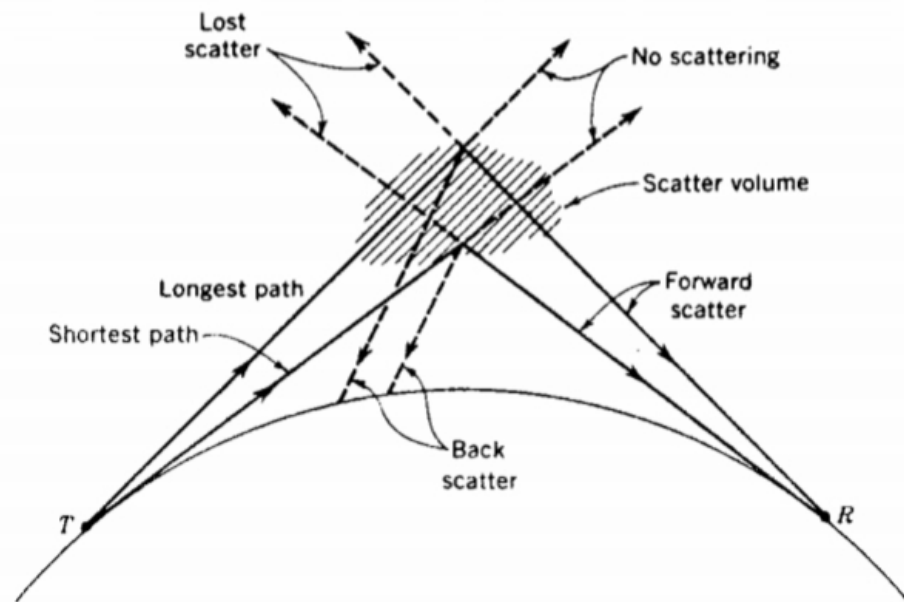
3.7 Τροποσφαιρικά κύματα.

Τροποσφαιρικά ή ελεύθερου διαστήματος κύματα (tropospheric waves) ονομάζονται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία ανακλώνται στην τροπόσφαιρα. Με αυτόν τον τρόπο διαδίδονται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην ζώνη των υπερβραχέων κυμάτων VHF (30-300MHZ). Στα μικροκύματα UHF (300-3000MHZ) η επίδραση της επιφάνειας της Γης είναι αμελητέα και έτσι λαμβάνει χώρα η ελεύθερη διάδοση του κύματος στην ατμόσφαιρα με απαραίτητη προϋπόθεση οι συνθήκες εκπομπής και λήψεως να είναι κατευθυνόμενες. Η κατευθυντικότητα κατά την εκπομπή και την λήψη μπορεί να γίνει μόνο με κεραιές μικρού ανοίγματος και όταν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται μεταξύ του πομπού και του δέκτη τον ρόλο του οποίου παίζει ένα σημείο παρατηρήσεως όπως για παράδειγμα οι δορυφορικές επικοινωνίες όπου ο λοβός του κύματος δεν αγγίζει την επιφάνεια της Γης.

3.8 Τροποσφαιρική σκέδαση.

Η τροποσφαιρική σκέδαση (tropospheric scatter propagation) είναι ένας τρόπος διάδοσης των μικροκυμάτων της ζώνης UHF στην τροπόσφαιρα. Η τροποσφαιρική σκέδαση λαμβάνει χώρα όταν 2 κατευθυντικές κεραιές δείχνουν κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι δέσμες του σήματός τους να τέμνονται στο μέσο της αποστάσεως μεταξύ τους. Εφόσον η μία κεραία είναι κεραία εκπομπής μικροκυμάτων UHF και η άλλη κεραία είναι κεραία λήψεως τότε μέσω του φαινομένου της τροποσφαιρικής σκέδασης επαρκής ηλεκτρομαγνητική ενέργεια θα κατευθυνθεί προς την κεραία λήψεως μέσω του συστήματος point to point. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανακλάσεις από σταγονίδια στην ατμόσφαιρα όπως με τον διασκορπισμό μίας δέσμης φωτός από σωματίδια σκόνης. Επίσης το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανακλάσεις των τροποσφαιρικών κυμάτων πέραν της τροπόσφαιρας. Πρόκειται για μία μόνιμη κατάσταση και όχι για ένα φαινόμενο το οποίο εμφανίζεται σπάνια. Ωστόσο η ισχύς του κύματος μετά την σκέδαση είναι μικρότερη κατά 60 με 90 dB, ή $1/1000000$ με $1/1000000000$ της προσπίπτουσας ισχύος, οπότε απαιτείται πολύ υψηλή ισχύς κατά την εκπομπή. Αν και η διάδοση μέσω τροποσφαιρικής

σκέδασης προκαλεί ισχυρό fading (εξασθένιση λόγω πολυδιόδευσης) ωστόσο αποτελεί μια πολύ αξιόπιστη μέθοδο για πέρα από τον ορίζοντα επικοινωνία. Αυτή η μέθοδος διάδοσης χρησιμοποιείται συχνά για να παρέχει τηλεφωνικές και άλλου είδους τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις μακράς απόστασης, ως μία εναλλακτική λύση αντί των μικροκυματικών ζεύξεων ή τις ενσύρματες ζεύξεις μέσω ομοαξονικών καλωδίων. Τυπικές αποστάσεις που καλύπτουν οι παραπάνω ζεύξεις είναι της τάξης των 300 έως 500 km. Τα κύματα κατά την διάδοσή τους μέσω τροποσφαιρικής σκέδασης υφίστανται δύο ειδών αλλοιώσεις. Η πρώτη είναι γρήγορη και εμφανίζεται αρκετά συχνά (κάποιες φορές ανά λεπτό στη χειρότερη περίπτωση), με μέγιστη μεταβολή ισχύος σήματος περίπου 20 dB. Καλείται συχνά και Rayleigh αλλοίωση (fading) και προκαλείται από μετάδοση μέσα από πολλά μονοπάτια (πολυδιόδευση). Αυτή η μορφή αλλοίωσης δημιουργείται διότι η σκέδαση προέρχεται από μία περιοχή και όχι από ένα σημείο έτσι ώστε διάφορα μονοπάτια μετάδοσης να συνυπάρχουν μέσα στην περιοχή σκέδασης. Η δεύτερη μορφή αλλοίωσης είναι πιο αργής μορφής και δημιουργείται από αλλαγές στις ατμοσφαιρικές συνθήκες κατά μήκος ενός μονοπατιού. Τα καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνονται από μετάδοση μέσω τροποσφαιρικής σκέδασης αν οι κεραιές ανυψωθούν και έπειτα κατευθυνθούν προς τον ορίζοντα. Συνήθως και σε αυτήν την περίπτωση διάδοσης χρησιμοποιούνται τόσο στην εκπομπή όσο και στη λήψη τεχνικές diversity και πιο συγκεκριμένα περισσότερο τεχνικές frequency diversity παρά space diversity. Επίσης χρησιμοποιούνται MIMO (multiple input multiple output) συστήματα κεραιών για την εκπομπή και την λήψη με τροποσφαιρική σκέδαση.



ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΣΚΕΔΑΣΗ

3.9 Ιονοσφαιρικά κύματα.

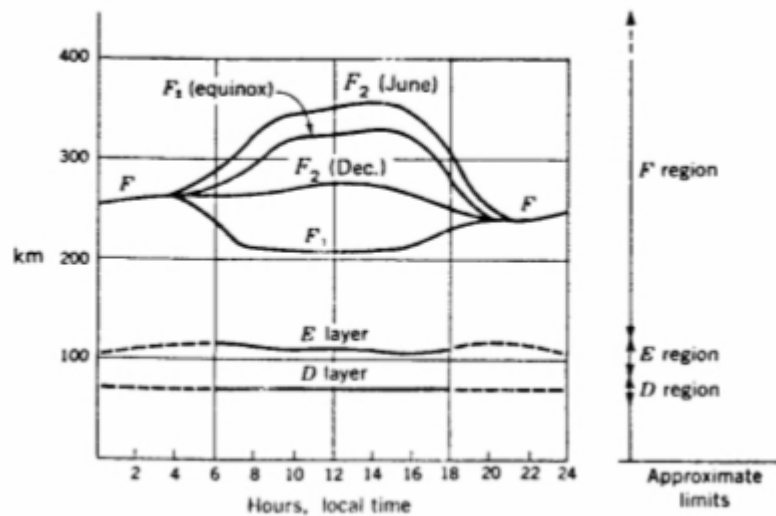
Δεν γίνεται να περιγραφεί η διάδοση και τα φαινόμενα τα οποία επηρεάζουν τα ιονοσφαιρικά κύματα ή τα κύματα ιονοσφαιρικής διαδόσεως χωρίς πρωτίστως να εξηγηθούν οι μεταβολές και η δομή στην ιονόσφαιρα και οι

οποίες επηρεάζουν τη διάδοση. Όπως έχει γραφτεί και παραπάνω η ιονόσφαιρα είναι το ανώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας. Εκεί και από 50 – 1000 km υψόμετρο υπάρχουν ελεύθερα μόρια και συστατικά του αέρα τα οποία αλλού είναι πυκνότερα και αλλού αραιότερα ανάλογα με το ύψος. Τα μόρια αυτά απορροφούν μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας δηλαδή έλκουν ή απωθούν τα ραδιοκύματα και έτσι θερμαίνονται και ιονίζονται, φορτίζονται ηλεκτρικά, και γίνονται δηλαδή ιόντα. Αυτός ο τρόπος διάδοσης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ονομάζεται ιονοσφαιρική διάδοση (sky wave). Επομένως η ιονόσφαιρα είναι αποτέλεσμα του μερικού ιονισμού των μορίων που αιωρούνται ελεύθερα και αποτελούν τις ανώτερες περιοχές της ατμόσφαιρας δρώντας σαν αγωγός όπου απορροφώνται ή ανακλώνται ηλεκτρομαγνητικά κύματα ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης . Ο ιονισμός είναι απόρροια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου λόγω της ακτινοβολίας του ήλιου. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες ιονισμού είναι η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία α , β και γ , όπως επίσης η κοσμική ακτινοβολία και οι μετεωρίτες. Η ακτινοβολία αυτή περιλαμβάνει επίσης υπεριώδεις ακτινοβολίες με την μορφή ενός μήκους κύματος και ακτίνες τύπου X μεγάλου μήκους. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται κατά την διάρκεια μόνο της ημέρας και όχι της νύκτας καθώς εννοείται πως είναι απαραίτητη η ύπαρξη του ήλιου και της ηλιακής ακτινοβολίας κατ' επέκταση. Τότε τα ελεύθερα μόρια ιονίζονται και μετατρέπονται σε ιόντα και ελεύθερα ηλεκτρόνια.

3.10 Στρώματα ιονόσφαιρας.

Ο βαθμός ιονισμού ορίζεται ανάλογα με το ύψος. Συνεπώς δημιουργούνται <<μέγιστα ιονισμού>> ή περιοχές λιγότερο ιονισμένες. Δηλαδή όταν η ηλιακή ενέργεια έρχεται σε επαφή με τα πρώτα αραιά στρώματα της ιονόσφαιρας με πολύ λίγα μόρια αέρα λόγω ύψους ο ιονισμός, δηλαδή η ηλεκτρική φόρτιση, η οποία θα προκύψει στο συγκεκριμένο σημείο είναι ελάχιστη. Εισερχόμενη όμως βαθύτερα στα στρώματα η ηλιακή ακτινοβολία θα συναντήσει μια πυκνότητα αερίων που είναι ικανή να απορροφήσει μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ενέργειας κατά τον ιονισμό. Σε αυτό το ύψος από το έδαφος της Γης στο οποίο πραγματοποιείται αυτή η διεργασία δημιουργείται το <<μέγιστο του ιονισμού>>. Οι ηλιακές ακτίνες δεν σταματούν στο σημείο του μεγίστου ιονισμού αλλά εισέρχονται βαθύτερα στα στρώματα της ιονόσφαιρας ενώ μπορεί να συναντήσουν και πάλι ιδανικές συνθήκες ιονισμού με κρίσιμη πυκνότητα μορίων του αέρα, η ενέργειά, τους όπως προαναφέρθηκε, έχει απορροφηθεί σε μεγαλύτερο ποσοστό κι έτσι με μειωμένη ενέργεια ένας τυχών νέος ιονισμός θα είναι ακατάλληλος και μικρός ώστε να επιτευχθεί η ανάκλαση του κύματος. Επομένως, μέσω της διεισδύσεως της ηλιακής ακτινοβολίας σε μικρότερο ατμοσφαιρικό ύψος, σε κάποιο σημείο θα επιτευχθεί το μέγιστο του ιονισμού. Για κάθε συχνότητα υπάρχει ένα διαφορετικό κρίσιμο σημείο και επιτυγχάνεται το μέγιστο του ιονισμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ιονόσφαιρα να χωρίζεται σε στρώματα με διαφορετικά επίπεδα ιονισμού που ορίζουν το ύψος της περιοχής όπου βρίσκονται και ονομάζονται στρώματα D,E,F1,F2 με αύξουσα σειρά. Το μέγεθος ιονισμού κάθε στρώματος (ζώνης) είναι σχετικό και εξαρτάται από παράγοντες όπως η ώρα της ημέρας, την εποχή του έτους, το

γεωγραφικό πλάτος του πομπού συχνοτήτων ηλεκτρομαγνητικού κύματος, την περίοδο του κύκλου ηλιακών κηλίδων.



ΤΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑΣ

3.11 Στρώμα D.

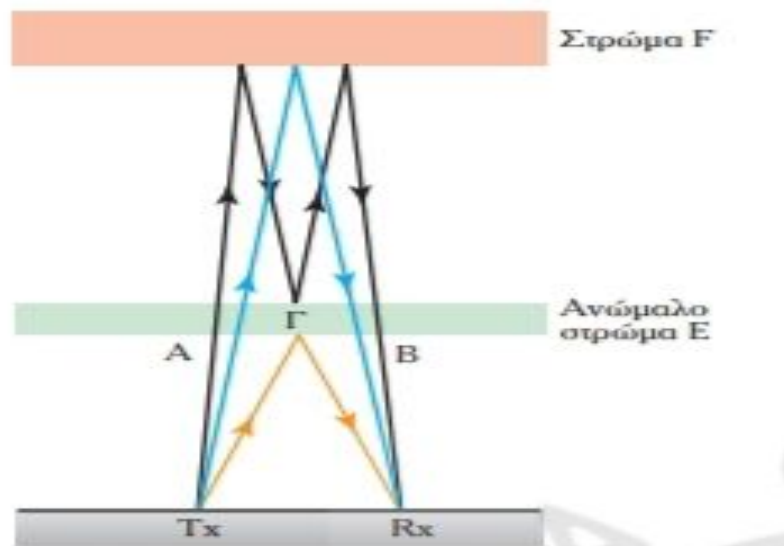
Το στρώμα D που είναι το κοντινότερο στρώμα στην γήινη επιφάνεια εμφανίζεται σε ύψος 40 – 90 km. Ο βαθμός ιονισμού του εξαρτάται από τη θέση του ήλιου προς τον ορίζοντα και για αυτόν τον λόγο τις μεσημβρινές ώρες είναι μέγιστος ενώ μετά την δύση του ηλίου εξαφανίζεται. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος τα σήματα συχνοτήτων είναι υψηλότερα την νύκτα διότι δεν παρεμβάλλεται το στρώμα αυτό για να προκαλέσει απόσβεση. Κατά κανόνα χρησιμοποιούμε στις επικοινωνίες κατά την διάρκεια της ημέρας υψηλότερη συχνότητα από ότι την νύκτα λόγω ότι γίνεται παρεμβολή του στρώματος D. Στο στρώμα D αντανακλώνται οι πολύ χαμηλές και χαμηλές συχνότητες (VLF, LF) έτσι ώστε να οδηγεί τα ραδιοκύματα ανάμεσα στο έδαφος και στην κάτω πλευρά του στρώματος D για αρκετές χιλιάδες ναυτικά μίλια χωρίς εξασθένηση (φαινόμενο οδηγού σήματος). Είναι απορροφητικό για τις υψηλές HF συχνότητες και για τις μεσαίες συχνότητες άνω των 2187,5 kHz καθώς διέρχονται δια μέσω του στρώματος D και κατά την διέλευσή τους εξασθενούν σημαντικά.

3.12 Στρώμα E.

Το στρώμα E κυμαίνεται μεταξύ των υψών 90 – 145 km, ο δε ρυθμός του επανασυνδιασμού των ιόντων σε μόρια είναι ταχύς μετά την δύση του ηλίου και σχεδόν πλήρης τα μεσάνυκτα. Διακρίνεται από την μεγάλη αγωγιμότητα επειδή υφίσταται την επίδραση του ηλίου καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Το στρώμα E έχει την ικανότητα να αντανακλά συχνότητες μεγαλύτερες του επιπέδου D. Στην πραγματικότητα επί του στρώματος E αντανακλώνται ηλεκτρομαγνητικά κύματα των οποίων η συχνότητα φτάνει ως 20 MHz. Επομένως το στρώμα E δίνει μία μικρή βοήθεια στις μεσαίες και υψηλές συχνότητες στην διάδοση και στην αντανάκλαση κατά την διάρκεια της ημέρας. Η μέγιστη ηλεκτρονική πυκνότητα του στρώματος E διαπιστώνεται τις

μεσημβρινές ώρες που είναι στην μέγιστη τιμή ενώ στα μέσα πλάτη είναι μικρότερη. Τα σποραδικά στρώματα E (ES) είναι λεπτά στρώματα διάσπαρτα ενισχυμένης συγκεντρώσεως ηλεκτρονίων και οι αποστάσεις μεταξύ τους είναι πολύ μεγάλες. Μπορεί ένα ραδιοκύμα να ανακλαστεί στα E σποραδικά ενώ ταυτόχρονα ένα άλλο προερχόμενο από την ίδια κεραία να βρίσκει δίοδο μεταξύ των νεφών και να εισδύει σε υψηλότερα στρώματα όπου μπορεί να υποστεί ανάκλαση (διπλή ανάκλαση). Το σποραδικό κύμα E δεν έχει καλές ανακλαστικές ιδιότητες ενώ αποδυναμώνει την ανακλαστική ικανότητα του στρώματος F. Πρακτικά, δεν επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα στις διαδόσεις μεγάλων αποστάσεων αλλά μερικές φορές επιφέρει ανέλπιστα καλή λήψη. Όταν εμφανίζεται διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμα και κατά την διάρκεια της νύκτας.

Το ανώμαλο στρώμα E είναι ένα φαινόμενο το οποίο προκαλεί ιδιαιτερότητες στις επικοινωνίες. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι διαταραχές των κανονικών συνθηκών ανακλάσεως της ιονόσφαιρας. Το αίτιο εμφανίσεώς του σχετίζεται με την γωνιακή θέση του ήλιου, επειδή ο ιονισμός την ημέρα είναι μεγαλύτερος από την νύκτα και μεγαλύτερος το καλοκαίρι από τον χειμώνα. Δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια ούτε η εμφάνισή του γίνεται σε κανονικό διάστημα. Το ανώμαλο στρώμα E υφίσταται μόνο την νύκτα καθώς την ημέρα υπάρχει το κανονικό στρώμα E. Επομένως, η παρουσία έντονης πυκνότητας ηλεκτρονίων κατά την νύκτα στο ύψος του στρώματος E αποκαλύπτει την παρουσία του ανώμαλου E. Το γεγονός ότι το ανώμαλο στρώμα E εμφανίζεται την νύκτα δείχνει ότι αυτό που προκαλεί δεν είναι μία κυματική ακτινοβολία του ήλιου αλλά μία σωματιδιακή ακτινοβολία από τον ήλιο, η οποία εισέρχεται στην σκοτεινή πλευρά της Γης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανάκλαση M.



ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ M

3.13 Στρώμα F.

Το στρώμα F βρίσκεται σε απόσταση 145 – 400 km από την γήινη επιφάνεια και παρουσιάζει την μέγιστη πυκνότητα ηλεκτρονίων την ημέρα. Την νύκτα ελαττώνεται η ένταση του. Το στρώμα αυτό παρουσιάζει το εξής φαινόμενο :

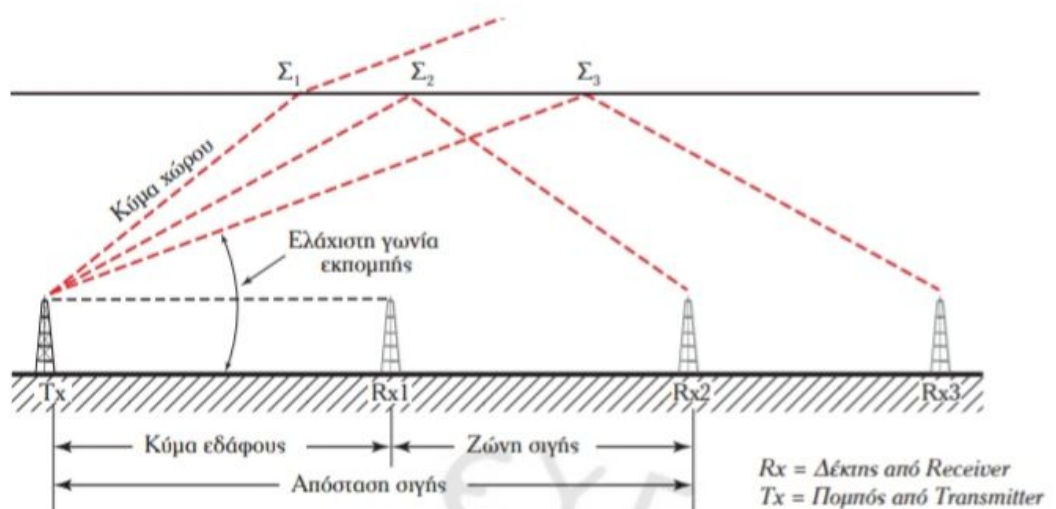
το καλοκαίρι διαιρείται σε 2 στρώματα, το F1 και το F2 ενώ κατά τις βραδινές ώρες γίνεται σχεδόν πάλι ένα. Ο λόγος διαίρεσης του στρώματος F είναι πως αυτό είναι το ψηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας και το στρώμα αυτό που δέχεται τον περισσότερο ιονισμό. Κατά συνέπεια υπάρχει η πιθανότητα ο ιονισμός να παραμείνει το βράδυ σε κάποιον βαθμό τουλάχιστον. Ο δεύτερος κύριος λόγος είναι ότι αν και ο βαθμός ιονισμού είναι υψηλός, δεν συμβαίνει το ίδιο και με την πυκνότητα του αέρα και έτσι τα περισσότερα μόρια σε αυτό είναι ιονισμένα. Επιπλέον αυτή η χαμηλή πυκνότητα δίνει στα μόρια ένα μεγάλο μέσο ελεύθερο μονοπάτι (mean free path) που είναι η στατιστική μέση απόσταση κατά την οποία ένα μόριο ταξιδεύει πριν συγκρουστεί με ένα άλλο μόριο. Αυτή η χαμηλή συχνότητα συγκρούσεων των μορίων σημαίνει πως σε αυτό το επίπεδο ο ιονισμός δεν εξαφανίζεται όταν ο ήλιος ανατέλλει. Τελικά πρέπει να σημειωθεί πως ο λόγος για την καλύτερη HF λήψη κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι ο συνδυασμός των F1 και F2 στρωμάτων σε ένα στρώμα F καθώς επίσης και η εικονική εξαφάνιση των άλλων δύο επιπέδων, που προκαλούσε σημαντική απορρόφηση κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το στρώμα F επιτρέπει εκπομπές μεγάλης απόστασης λόγω της αντανάκλαστικής του ιδιότητας για συχνότητες έως 30 MHz.

3.14 Διάδοση ιονοσφαιρικών κυμάτων.

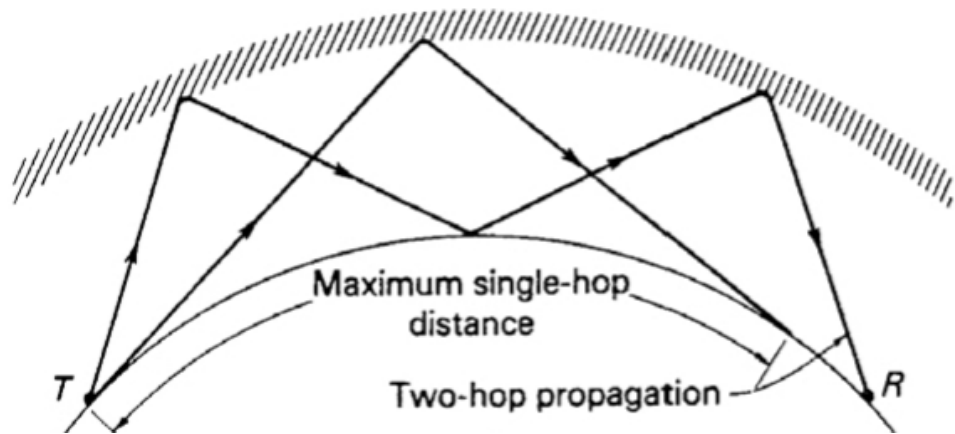
Στην περιοχή 3 – 30 MHz η ιονοσφαιρική ανάκλαση είναι ο παράγοντας που ρυθμίζει την επικοινωνία σε μεγάλη απόσταση με την χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Η διαδικασία ιονισμού στην ανώτερη ατμόσφαιρα είναι υπεύθυνη για αυτό το φαινόμενο που προκαλείται από τον ήλιο. Επομένως η ένταση του ιονισμού θα διαφέρει αναλόγως την ώρα της ημέρας (δηλαδή η ύπαρξη φωτός ή σκότους) και την εποχή του χρόνου καθώς είναι σημαντική επιρροή η κλίση του ήλιου (δηλαδή αν είναι χειμώνας ή καλοκαίρι). Κρίσιμη συχνότητα (critical frequency) f_c ονομάζεται η υψηλότερη συχνότητα που μπορεί να εμφανιστεί ανάκλαση σε ένα συγκεκριμένο στρώμα της ιονόσφαιρας. Η γνώση της μέγιστης συχνότητας υπό ορισμένες συνθήκες είναι σημαντική καθώς η τιμή μεταβάλλεται αναλόγως των συνθηκών. Ένα ανακλώμενο κύμα κυρτώνει προς τα κάτω συμφώνως των συχνοτήτων αλλαγών του βαθμού ιονισμού της ιονόσφαιρας η οποία τελικώς επηρεάζει την ανάκλαση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Όσο πιο κάθετη είναι η προσπίπτουσα ακτινοβολία τόσο πιο πολύ πρέπει να κυρτώσει το ανακλώμενο ηλεκτρομαγνητικό κύμα προς τα κάτω όταν η συχνότητα αλλαγής του βαθμού ιονισμού της ιονόσφαιρας είναι τέτοια η οποία επηρεάζει την ανάκλαση. Το αποτέλεσμα των 2 αυτών ιδιοτήτων είναι διπλό και συνδυάζεται. Όσο πιο υψηλή είναι η συχνότητα και μικρότερο το μήκος κύματος λιγότερο πιθανή είναι η αλλαγή στον βαθμό ιονισμού της ιονόσφαιρας ώστε να είναι δυνατή η κατά σειρά διάθλασή του, ανάκλασή του και η επιστροφή του στην Γη. Δεύτερον, όσο πιο κάθετη είναι μία προσπίπτουσα ακτινοβολία μεγαλώνει η κύρτωση μειώνοντας τις πιθανότητες για επιστροφή στο έδαφος και συμβάλλοντας τελικώς στην επικοινωνία. Μία μέγιστη συχνότητα πρέπει να υπάρχει επάνω από την οποία οι ακτίνες διαπερνούν την ιονόσφαιρα. Όταν η γωνία προσπτώσεως είναι κάθετη η συχνότητα αυτή ονομάζεται κρίσιμη

συχνότητα. Οι τιμές της κυμαίνονται μεταξύ 5 και 12 MHz για το F2 στρώμα. Όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι διαφορετική από 90 μοίρες η παραπάνω συχνότητα ονομάζεται μέγιστη χρησιμοποιούμενη συχνότητα (Maximum Usable Frequency) MUF. Διαγραμματικά, μπορεί να παρατηρηθεί ότι καθώς η γωνία εκπομπής της ακτινοβολίας μικραίνει, σταδιακά θα φτάσει σε μία γωνία που θα εμφανιστεί το φαινόμενο της ανακλάσεως. Αυτή είναι η κρίσιμη γωνία f_0 του ραδιοκύματος. Στην περίπτωση αυτή τα ραδιοκύματα με την βοήθεια της ανακλάσεως φτάνουν σε μεγάλη απόσταση και μπορούν να ληφθούν από τον δέκτη (Rx2). Τα ραδιοκύματα τα οποία εκπέμπονται με ακόμη μικρότερη γωνία εκπομπής θα ανακλώνται και θα καλύπτουν ακόμη μεγαλύτερες αποστάσεις φτάνοντας στον δέκτη (Rx3) καθώς η κύρτωση του ραδιοκύματος είναι μικρότερη. Οι δέκτες (Rx2) και (Rx3) μπορούν να δεχτούν τα σήματα που φτάνουν από ανάκλαση στην ιονόσφαιρα στα σημεία (Σ_2) και (Σ_3) αντίστοιχα. Το σημείο Σ_2 είναι πλησιέστερο στον πομπό όπου μπορεί να συμβεί ανάκλαση στην συχνότητα που χρησιμοποιείται για την δεδομένη χρονική στιγμή. Η απόσταση στο έδαφος από τον πομπό ως τον δέκτη (Rx2) ονομάζεται ζώνη σιγής ή απόσταση υπερπήδησης και αντιπροσωπεύει την ελάχιστη απόσταση που μπορεί να φτάσει ένα ιονοσφαιρικό κύμα μίας συγκεκριμένης συχνότητας μετά από ανάκλαση στην ιονόσφαιρα. Έτσι λοιπόν για δύο δοσμένα σημεία στην επιφάνεια της Γης η απόσταση υπερπήδησης (skip distance) είναι ίση με την πραγματική τους απόσταση όταν η συχνότητα εκπομπής είναι ίση με την μέγιστη χρήσιμη συχνότητα (MUF). Σε αποστάσεις από τον πομπό ίσες με την απόσταση υπερπήδησης (skip distance) μόνο η κανονική ή μικρότερης γωνίας εκπομπής ακτίνες μπορούν να φτάσουν στον προορισμό ενώ για μεγαλύτερες αποστάσεις μπορεί να ληφθεί ακτίνα μεγαλύτερης γωνίας προκαλώντας παρεμβολή. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο δεν χρησιμοποιούνται σε ζεύξεις συχνότητες πολύ μικρότερες της μέγιστης χρήσιμης συχνότητας (MUF). Ένας άλλος λόγος είναι η έλλειψη κατευθυντικότητας των κεραιών υψηλής συχνότητας (HF). Από μία συχνότητα αρκετά χαμηλή μπορούν να ληφθούν χαμηλότερης ακτίνας συχνότητες από δύο διαφορετικά μονοπάτια μετά από μία ή δύο αναπήδησεις προκαλώντας παρεμβολή. Στο σημείο Σ_1 το μέγεθος του ιονισμού και της ανάκλασης είναι υπερβολικά μικρό επομένως το σήμα δεν ανακλάται και χάνεται στο άπειρο ξεφεύγοντας από την ιονόσφαιρα. Ο δέκτης (Rx1) αντιπροσωπεύει το σημείο στο οποίο ένα ραδιοκύμα μπορεί να ληφθεί από τον δέκτη με κύμα εδάφους. Μετά από αυτό το σημείο το κύμα εδάφους αποσβένει. Η περιοχή από το δέκτη (Rx1) μέχρι τον δέκτη (Rx2) της αποστάσεως δηλαδή όπου δεν υπάρχει κύμα εδάφους καθώς ο δέκτης λαμβάνει το σήμα και ο δέκτης (Rx2) όχι, αλλά και το πρώτο ραδιοβήμα από το ιονοσφαιρικό κύμα φτάνει στο έδαφος αρκετά μακρύτερα από το κύμα εδάφους. Η περιοχή αυτή η οποία μένει ακάλυπτη ονομάζεται ζώνη σιγής (skip or dead zone). Εντός της ζώνης σιγής η διάδοση των ιονοσφαιρικών κυμάτων και των κυμάτων εδάφους είναι πολύ αδύναμη και αν υπήρχε δέκτης εντός αυτής της περιοχής αυτός θα λάμβανε ένα πολύ εξασθενημένο σήμα. Ιδιαίτερα τα σημεία που βρίσκονται πιο κοντά στο σημείο εκπομπής δεν θα λάβουν καθόλου σήμα λόγω ιονοσφαιρικής ανάκλασης. Επομένως αυτό δεν θα επηρεάσει καθόλου τον δέκτη (Rx2) ο οποίος λόγω το ότι βρίσκεται εντός του

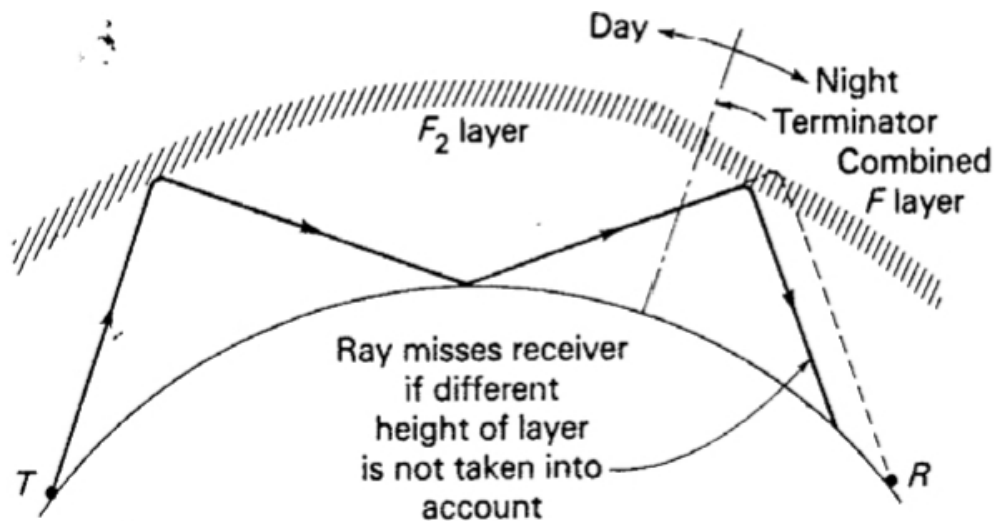
πεδίου το οποίο καλύπτει το κύμα εδάφους λαμβάνει το εκπεμπόμενο σήμα. Επίσης, όταν η χρησιμοποιούμενη συχνότητα είναι μικρότερη από την κρίσιμη συχνότητα (f_c) η σιγή τείνει να εξαλειφθεί. Αυτό είναι πιθανόν για συχνότητες μέχρι 8 MHz όπου το σκέλος του ανακλώμενου ηλεκτρομαγνητικού κύματος που φτάνει στο έδαφος είναι μικρότερο και πλησιάζει προς το κύμα εδάφους μειώνοντας τον χρόνο σιγής. Προκύπτει ότι η απόσταση σιγής αυξάνεται με την χρησιμοποιούμενη συχνότητα διότι καθώς η τιμή της συχνότητας μεγαλώνει μειώνεται η κρίσιμη γωνία ενός κύματος για ένα συγκεκριμένο στρώμα καθώς αυτή εξαρτάται από την χρησιμοποιούμενη συχνότητα η οποία και μεγαλώνει.



Το μονοπάτι μετάδοσης (transmission path) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων περιορίζεται από την απόσταση υπερπήδησης (skip distance) και από την καμπυλότητα της σφαιρικής Γης. Η πιο μακρινή απόσταση κατά την οποία η ακτίνα δεν ανακλάται στην επιφάνεια της Γης (single hop distance) λαμβάνεται όταν η ακτίνα μεταδίδεται ασυμπτωτικά της γήινης επιφάνειας. Για το στρώμα F2 της ιονόσφαιρας αυτό αντιστοιχεί σε μία απόσταση 4000 km το μέγιστο. Δεδομένου ότι η περίμετρος της γήινης επιφάνειας είναι 20000 km τότε για την επικοινωνία μεταξύ 2 σημείων (point to point communication) απαιτούνται διαδρομές πολλών ανακλάσεων (multihop transmission). Επίσης σημαντικός παράγοντας που επιδρά στην σύνθεση της ιονόσφαιρας για την επιτυχία των επικοινωνιών είναι η διαφορά ώρας σε διάφορες περιοχές της Γης. Αν ζητήσουμε επικοινωνία μεταξύ 2 σημείων (point to point communication) με πομπό στον ανατολικό ημισφαίριο και δέκτη στο δυτικό ημισφαίριο πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι κατά την διάρκεια της μετάδοσης στην πλευρά του πομπού θα είναι μέρα και στην πλευρά του δέκτη θα είναι νύκτα ή το αντίστροφο με αποτέλεσμα το F2 στρώμα της ιονόσφαιρας να υφίσταται την ημέρα και να μην υφίσταται την νύκτα και να γίνεται στρώμα F. Αυτό δεν ισχύει για επικοινωνία 2 σημείων που βρίσκονται στον ίδιο μεσημβρινό (north – south point communication) καθώς δεν υπάρχει διαφορά ώρας.



ΔΙΑΔΟΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΒΟΡΡΑ ΠΡΟΣ ΝΟΤΟ



ΔΙΑΔΟΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΠΡΟΣ ΔΥΣΗ

3.15 Εξασθένηση ιονοσφαιρικών κυμάτων.

Η διακύμανση της ισχύος ενός δέκτη ονομάζεται εξασθένηση (fading). Διακρίνεται σε αργή εξασθένηση (slow fading) ή γρήγορη εξασθένηση (fast fading). Επίσης υπάρχει και η γενική ή επιλεκτική εξασθένηση συχνοτήτων (frequency selective fading). Η εξασθένηση βασίζεται στην παρεμβολή 2 κυμάτων που φεύγουν από την ίδια πηγή αλλά φτάνουν στον προορισμό τους χρησιμοποιώντας 2 διαφορετικά μονοπάτια. Το ληφθέν χρονικό σήμα κάθε χρονική στιγμή είναι το άθροισμα όλων των σημάτων που λαμβάνονται καθώς και εξουδετερώσεις και ενισχύσεις που θα λάβουν χώρα μεταξύ των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για κάθε χρονική στιγμή των οποίων η διαφορά των διαδρομών από τον πομπό στον δέκτη θα είναι μεγαλύτερη από μισό μήκος κύματος. Αυτό σημαίνει ότι η εξασθένηση (fading) είναι πιο πιθανή με μικρότερα μήκη κύματος δηλαδή σε υψηλότερες συχνότητες. Η εξασθένηση (fading) μπορεί να παρουσιαστεί λόγω παρεμβολής μεταξύ των χαμηλότερων και υψηλότερων ακτινών ενός ιονοσφαιρικού κύματος (sky wave), μεταξύ κυμάτων που φθάνουν από διαφορετικά μονοπάτια και μετά από διαφορετικό αριθμό αναπηδήσεων ή ακόμα μεταξύ ενός επίγειου και ενός εναέριου κύματος ειδικά στο χαμηλότερο άκρο της ζώνης υψηλών κυμάτων (HF). Μπορεί επίσης

να παρουσιαστεί αν ένα απλό sky wave κύμα λαμβάνεται λόγω των διακυμάνσεων του ύψους ή της πυκνότητας του επιπέδου που αντανακλά το κύμα. Ένας από τους πιο πετυχημένους τρόπους αντιμετώπισης της εξασθένησης (fading) είναι τεχνική διαφοράς χώρου ή συχνότητας (space or frequency diversity). Επειδή η εξασθένηση είναι συχνοτικά επιλεκτική (frequency selective fading) διαφορετικά στιγμιότυπα του ίδιου κύματος εξασθενούν με διαφορετικό τρόπο. Αυτό είναι πιο πιθανό να συμβεί στις υψηλότερες συχνότητες. Τα AM κύματα υποφέρουν περισσότερο από το φαινόμενο της συχνοτικά επιλεκτικής εξασθένησης. Αντίθετα τα SSB σήματα έχουν καλύτερη συμπεριφορά.

3.16 Μέγιστη χρήσιμη συχνότητα.

Η μέγιστη χρήσιμη συχνότητα (Maximum Usable Frequency – MUF) είναι η υψηλότερη συχνότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επικοινωνία μεταξύ 2 σημείων με σταθερή ζεύξη για συγκεκριμένη και σταθερή απόσταση. Από στρώμα σε στρώμα της ιονόσφαιρας η MUF διαφέρει λόγω των αποστάσεων. Για κάθε στρώμα της ιονόσφαιρας η υψηλότερη MUF επιτυγχάνεται από το ηλεκτρομαγνητικό κύμα με γωνία εκπομπής εφαπτομένη της Γης δηλαδή με την κρίσιμη συχνότητα (f_c) εφαπτομένη της Γης έτσι ώστε να πλησιάζει το κατάλληλο στρώμα της ιονόσφαιρας με την καλύτερη οξεία γωνία που μπορεί να δημιουργηθεί. Όσο η χρησιμοποιούμενη συχνότητα τείνει να γίνει MUF τόσο περισσότερο η απόσταση σιγής πλησιάζει τον δέκτη. Η MUF είναι ένα όριο που δεν πρέπει να ξεπερνιέται προκειμένου να παραμένει ο δέκτης μέσα στην περιοχή λήψεως και έξω από την απόσταση σιγής. Συχνότητες μεγαλύτερες της MUF διέρχονται μέσα από το στρώμα της ιονόσφαιρας χωρίς να καμφθούν επιστρέφοντας σε μεγαλύτερη από την επιθυμητή απόσταση. Μία συχνότητα χαμηλότερη από την MUF θα υποστεί μεγαλύτερη εξασθένηση κατά την διόδό της από την ιονόσφαιρα. Η χρήσιμη περιοχή συχνότητας για μία επικοινωνία ορισμένης απόστασεως καθορίζεται από την MUF και την ελάχιστη χρήσιμη συχνότητα (Lower Usable Frequency – LUF). Η LUF εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του πομπού και τα χαρακτηριστικά αποσβέσεως της ιονόσφαιρας την στιγμή της επικοινωνίας. Επομένως, μία αξιόπιστη και καλή επαφή επικοινωνίας εξαρτάται από την στάση και τον καλό υπολογισμό της συχνότητας που θα πρέπει να ληφθεί για την συγκεκριμένη απόσταση για αυτό και γίνεται χρήση των συχνοτήτων μεταξύ 50% και 85% της MUF. Επίσης η ημερήσια MUF είναι μεγαλύτερη από την νυκτερινή όπως και η καλοκαιρινή MUF είναι μεγαλύτερη από την χειμερινή. Η MUF υπολογίζεται με ειδικούς χάρτες ενώ υπάρχει και πρόγραμμα υπολογισμού στις σύγχρονες συσκευές μεσαίων και υψηλών συχνοτήτων (MF/HF) το οποίο πρόγραμμα έχει ως βάση υπολογισμών τις ηλιακές κηλίδες.

3.17 Βέλτιστη συχνότητα επικοινωνίας.

Η βέλτιστη συχνότητα επικοινωνίας (Optimum Traffic Frequency – OTF) βρίσκεται ανάμεσα στις MUF και LUF. Η MUF είναι η υψηλότερη χρήσιμη συχνότητα που μπορεί να επικοινωνήσει ο χειριστής για μία δεδομένη απόσταση αλλά σε πάρα πολλές περιπτώσεις δεν σημαίνει ότι είναι η μοναδική

ή η καλύτερη για επικοινωνία. Ειδικότερα, για τον σχεδιασμό της τηλεπικοινωνιακής ζεύξης με ανάκλαση στο στρώμα F2 είναι επιθυμητή η χρήση όσον το δυνατόν υψηλότερης συχνότητας έτσι ώστε να μειώνεται η ιονοσφαιρική απορρόφηση. Για κάθε απόσταση επικοινωνίας η OTF βρίσκεται κάτω από την MUF καθώς η μέση MUF είναι ακατάλληλη καθώς θα ανακλάται μόνο το 50% αυτής για το ιονοσφαιρικό στρώμα F2. Συνιστάται η χρήση του 85% της MUF για το ιονοσφαιρικό στρώμα F2 και για το στρώμα F1 και E το 95 – 100%. Η OTF υπολογίζεται εμπειρικά καθώς σημαντικός παράγοντας είναι πως η επιλογή του ιονοσφαιρικού στρώματος γίνεται κυρίως σύμφωνα με την χρησιμοποιούμενη συχνότητα τη δεδομένη στιγμή της επικοινωνίας που η δεδομένη συχνότητα επιλέγεται σύμφωνα με την απόσταση που πρέπει να διανυθεί από το ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Επίσης, όσο αυξάνεται ή ηλιακή δραστηριότητα αυξάνονται η MUF και OTF και μειώνεται η απόσταση υπερπήδησης ισχύοντας παράλληλα και το αντίστροφο.

3.18 Διάδοση κυμάτων L.F και V.LF.

Η διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων χαμηλής και πολύ χαμηλής συχνότητας (Low Frequency – L.F, Very Low Frequency – V.L.F.) επιτυγχάνεται κυρίως με κύματα εδάφους (ground waves) ιδίως μετά τα πρώτα 1000 ν.μ. Η εμβέλειά του είναι μειωμένη ιδιαίτερα όταν αναγκάζεται να διέλθει πάνω από στεριές, λόγω της εξασθένησεως που υφίσταται εξαιτίας της χαμηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους καθώς μειώνεται το μήκος κύματος. Επίσης, αναπτύσσεται το φαινόμενο του οδηγού – σήματος ανάμεσα στο έδαφος και το στρώμα D της ιονόσφαιρας λαμβάνοντας πιο έντονη μορφή στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χαμηλής συχνότητας (L.F.) παρά στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα πολύ χαμηλής συχνότητας (V.L.F.) λόγω ότι τα πρώτα έχουν μικρότερο μήκος κύματος. Και στις 2 κατηγορίες (V.L.F. και L.F.) υπάρχει πολύ μεγάλη εξασθένηση και η εμβέλεια περιορίζεται από 1 έως 2000 ν.μ. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με μεγάλες κεραιές εκπομπής και μεγάλη ισχύ πομπού, μεγαλύτερη του 1 MW για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα πολύ χαμηλής συχνότητας (V.L.F.).

3.19 Διάδοση κυμάτων M.F.

Τα μεσαίας συχνότητας κύματα (Medium Frequency – M.F.) κατά την διάρκεια της ημέρας απορροφώνται ισχυρά από το στρώμα D της ιονόσφαιρας με αποτέλεσμα να βρίσκονται πού κοντά στην επιφάνεια της Γης με αποτέλεσμα να διαδίδονται μόνο με κύμα εδάφους (ground wave). Η ένταση των κυμάτων στα μεσαίας συχνότητας κύματα (M.F.) είναι πολλή μεγάλη που σημαίνει ότι διατρέχουν μεγάλες αποστάσεις στην επιφάνεια της Γης. Πάνω από την ξηρά τα μεσαία κύματα (M.F.) μπορούν να ταξιδεύουν μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα ενώ στην θάλασσα λόγω ότι το θαλασσίνο νερό είναι καλό αγωγός του ηλεκτρισμού πλησιάζουν ή μπορεί και να ξεπεράσουν τα 1000 km. Υφίστανται όμως όλες τις μεταβολές που μπορεί να εμφανίσει ένα κύμα εδάφους λόγω καιρικών συνθηκών (κεραυνοί, βροχή) και τις ανωμαλίες των γήινων επιφανειών και του ανάγλυφου του τόπου, που επηρεάζουν, μειώνοντας αισθητά την εμβέλεια. Την νύκτα όπου το στρώμα D εξαφανίζεται τα μεσαία

κύματα (M.F.) ανακλώνται με πολύ μικρές απώλειες από τα ψηλότερα στρώματα της ιονόσφαιρας και κυρίως από το ιονοσφαιρικό στρώμα E δηλαδή την νύκτα τα μεσαία κύματα (M.F.) διαδίδονται και με κύμα εδάφους και με ιονοσφαιρικά κύματα. Η ένταση του πεδίου αυξάνεται σημαντικά όχι μόνο σε μεγάλες αποστάσεις αλλά και σε μικρότερες των 100 ν.μ από τον πομπό. Επίσης κατά την νύκτα προκύπτουν στον δέκτη το φαινόμενο της παρεμβολής από άλλο σταθμό ο οποίος τυγχάνει να χρησιμοποιεί την ίδια συχνότητα. Ακόμη στον δέκτη προκύπτουν διακυμάνσεις ή εξασθένηση του σήματος εξαιτίας της αλληλεπιδράσεως. Αυτό συμβαίνει διότι όταν 2 σήματα εκπεμφθούν από τον ίδιο πομπό αλλά φτάνουν στον δέκτη ταυτόχρονα αλλά ,με διαφορετικούς δρόμους, λόγω του διαφορετικού τρόπου διάδοσής τους (κύμα εδάφους, ιονοσφαιρικό κύμα). Το φαινόμενο αυτό είναι εντονότερο σε μικρότερες αποστάσεις από τον πομπό έως 80 – 150 ν.μ. Όσο προχωράει η νύκτα γίνονται πιο έντονες οι διακυμάνσεις εντάσεως του πεδίου που ονομάζονται διαλείψεις. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τον πομπό όπου ο δέκτης λαμβάνει μόνο το ιονοσφαιρικό κύμα οι διαλείψεις εξαλείφονται. Ένας παράκτιος σταθμός μπορεί να καλύψει μία απόσταση έως 300 ν.μ. με ραδιοτηλεφωνία στα μεσαία κύματα (M.F.). Οι σταθμοί των πλοίων έχουν μικρή ισχύ εξόδου σε σύγκριση με τους παράκτιους σταθμούς αλλά και μικρότερη κεραία εκπομπής καλύπτοντας απόσταση έως 150 ν.μ. στην ραδιοτηλεφωνία χρησιμοποιώντας την συχνότητα των 2182 kHz και 300 ν.μ. μ ψηφιακή επιλογική κλήση (Digital Selective Calling – D.S.C.) στην συχνότητα των 2187.5 kHz ή Telex ή NBDP.

3.20 Διάδοση κυμάτων H.F.

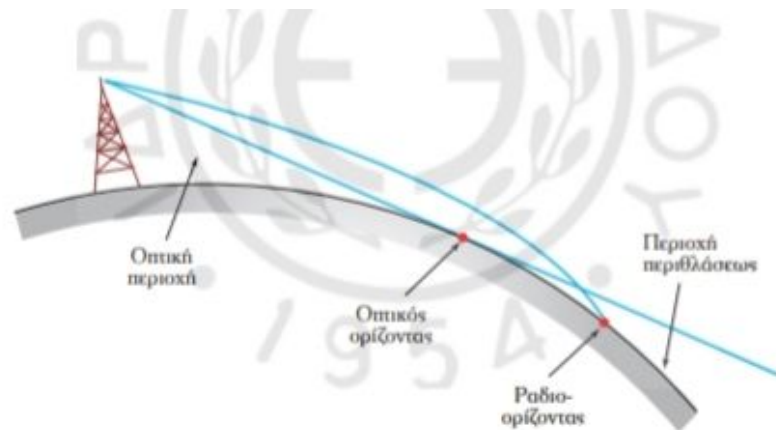
Τα βραχέα κύματα υψηλών συχνοτήτων (High Frequency – H.F.) στην ζώνη 3 – 30 MHz μπορούν να συνδέσουν μακρινές αποστάσεις καθώς έχουν την δυνατότητα να διαδίδονται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις όλο το 24ωρο (ημέρα και νύκτα) μεταβάλλοντας τις συχνότητες (συνήθως για καλύτερη απόδοση την ημέρα συχνότητες μεγαλύτερες των 10 MHz και για καλύτερη απόδοση την νύκτα συχνότητες μικρότερες των 10 MHz). Κύριο αίτιο αυτού είναι η ιονόσφαιρα και τα φαινόμενα που την χαρακτηρίζουν. Η διάδοση στα βραχέα κύματα (H.F.) φτάνει σε μεγάλες αποστάσεις εξαιτίας της ανακλάσεως των κυμάτων χώρου στην ιονόσφαιρα ενώ το κύμα εδάφους της αντίστοιχης συχνότητας αποσβένει σύντομα σε σύγκριση με την απόσταση που διανύει στο ανακλώμενο στην ιονόσφαιρα σήμα. Η ισχύς και η ποιότητα του σήματος που φτάνει στον δέκτη εξαρτάται από την συχνότητα, τις επικρατούσες συνθήκες της ιονόσφαιρας, την ώρα, την εποχή και φυσικά φαινόμενα όπως οι μαγνητικές καταιγίδες μπορούν να προκαλέσουν αιφνίδιες διακοπές. Η ιονόσφαιρα σε κάποιες περιπτώσεις συμπεριφέρεται πολύ παράξενα και η λήψη μπορεί να είναι καλύτερη στην κατεύθυνση ξηράς – πλοίου ενώ αντίθετα στην κατεύθυνση πλοίου – ξηράς να είναι φτωχότερη. Η συχνότητα που ακούγεται ποιοτικότερα στον δέκτη ονομάζεται μέγιστη χρήσιμη συχνότητα (Maximum Usable Frequency – M.U.F.) όμως χρησιμοποιώντας χαμηλότερη συχνότητα κατά 15% επιτυγχάνονται αποδοτικότερα αποτελέσματα σε μία συχνότητα που ονομάζεται βέλτιστη συχνότητα επικοινωνίας (Optimum Traffic Frequency – O.T.F.). Στα βραχέα κύματα το ιονοσφαιρικό στρώμα D έχει μια μικρή επιρροή

μόνο μέχρι τα 4 MHz. Για τις μεγαλύτερες συχνότητες η ιονοσφαιρική ανάκλαση λαμβάνει χώρα στα στρώματα E και F της ιονόσφαιρας. Επίσης ισχύει πως όσο μεγαλύτερη ζώνη συχνοτήτων στα βραχέα κύματα τόσο μεγαλύτερη η εμβέλεια του σήματος και το σκέλος του (ραδιοβήμα) διότι η συχνότητα και η διανυθείσα απόσταση του σήματος είναι μεγέθη ποσοτικός ανάλογα λόγω της καμπύλωσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στην επιστροφή του στη Γη μετά την ιονοσφαιρική ανάκλαση. Ακόμη όσο μεγαλύτερη η συχνότητα τόσο ισχυρότερο θα είναι το ύψος της ανακλάσεως (καθρέφτης) και ανάλογη θα είναι η εμβέλεια του σήματος. Η διάδοση του σήματος σε μεγάλες αποστάσεις είναι εφικτή και ως αποτέλεσμα πολλαπλών ανακλάσεων ανάμεσα στο έδαφος αλλά και στην ιονόσφαιρα ως ανάκλαση εντός διαφορετικών στρωμάτων της ίδιας της ιονόσφαιρας. Κατά την διάρκεια της νύκτας η κατάσταση αλλάζει αφού τα ιονοσφαιρικά στρώματα F1 και F2 ενώνονται και το ύψος του στρώματος μειώνεται. Επομένως για να καλυφθεί η ίδια απόσταση την νύκτα πρέπει να μειωθεί η συχνότητα λειτουργίας. Το σήμα που εκπέμπεται με κατεύθυνση Ανατολής – Δύσης μπορεί να περάσει από συνθήκες ημέρας και νύκτας κάτι το οποίο πρέπει να αποφεύγεται διότι γίνεται δύσκολος ο καθορισμός αξιόπιστων συνθηκών επικοινωνίας.

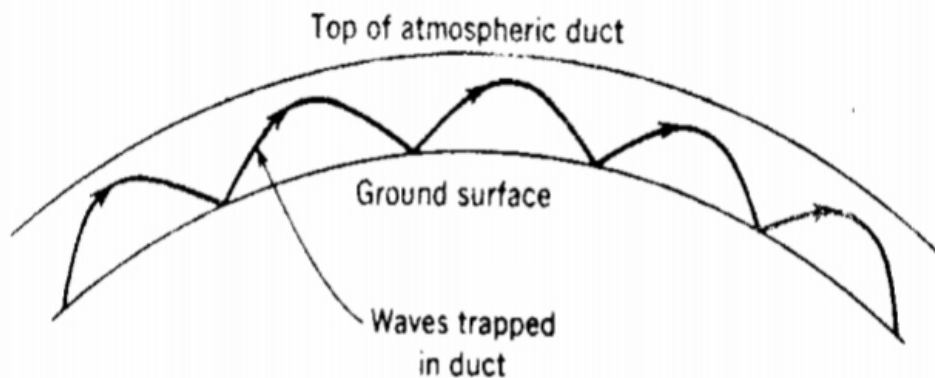
3.21 Διάδοση κυμάτων V.H.F και U.H.F.

Τα υπερβραχέα κύματα πολύ υψηλών συχνοτήτων (Very High Frequency – V.H.F.) και υπερύψηλων συχνοτήτων (Ultra-High Frequency – U.H.F.) δεν ανακλώνται ούτε διαθλώνται από την ιονόσφαιρα αλλά την διαπερνούν και χάνονται στο διάστημα. Τα κύματα εδάφους (ground waves) απορροφώνται ισχυρά από την Γη και δεν έχουν την ικανότητα να ακολουθούν την καμπυλότητα της Γης. Επομένως, η διάδοση γίνεται μέσω της τροπόσφαιρας με απ' ευθείας κύμα (direct wave) δηλαδή οπτικής ευθείας από την κεραία εκπομπής στην κεραία λήψεως. Η διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε αυτή την περιοχή είναι ευθύγραμμη, άρα οι αποστάσεις μετάδοσης σε αυτές τις συχνότητες εφόσον βέβαια τα σημεία ζεύξης (πομπός – δέκτης) βρίσκονται στην επιφάνειας της Γης και λόγω του περιορισμού της καμπυλότητας της Γης είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Λαμβάνοντας υπόψη την καμπυλότητα της Γης για να αυξηθεί η εμβέλεια πρέπει να αυξηθεί ο ορίζοντας και για αυτό τον λόγο πρέπει να τοποθετούνται όσο το δυνατόν ψηλότερα. Για να αυξηθεί η απόσταση μετάδοσης στα υπερβραχέα (V.H.F.) και υπερύψηλα κύματα (U.H.F.) χρησιμοποιούνται σταθμοί αναμεταδοτών. Με κεραίες κάτοπτρα συγκεντρώνεται η ενέργεια των κυμάτων σε πολύ στενή δέσμη με αποτέλεσμα με πολλή μικρής ισχύος πομπούς να καλύπτουμε μεγάλες αποστάσεις. Στον δέκτη δύναται να φτάσει το κύμα της οπτικής ευθείας και ένα άλλο κύμα από ανάκλαση επί της Γης. Αυτή η συμβολή των σημάτων όταν προκύπτει προκαλεί διαλείψεις ή αλληλεξουδετερώσεις σημάτων διότι αυτά φτάνουν στην κεραία λήψεως από 2 διαφορετικούς δρόμους με διαφορά φάσεως. Στους σταθμούς εκπομπής και λήψεως όπως τα πλοία που βρίσκονται πολύ κοντά στην ακτή φτάνουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα από ανάκλαση σε στερεά αντικείμενα προκαλώντας διαλείψεις στον δέκτη. Το οπτικής ευθείας ηλεκτρομαγνητικό κύμα υφίσταται μία καμπύλωση από τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας. Αυτό

σημαίνει ότι κατά κάποιο τρόπο το κύμα ακολουθεί για λίγο την καμπυλότητα της Γης και ο ραδιοορίζοντας στην πραγματικότητα είναι μεγαλύτερος από τον οπτικό ορίζοντα κατά 4/3. Το φαινόμενο duct που εμφανίζεται στα υπερβραχέα κύματα (V.H.F.) είναι ότι προκαλούνται μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας λόγω της συνθέσεως της τροπόσφαιρας και σε συνάρτηση με το ύψος αυτής δημιουργούν ιδιότητες κυματοδηγού όπου στιγμιαία ή για σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί το σήμα να είναι παγιδευμένο σε μία δέσμη και να ταξιδέψει μερικές εκατοντάδες ναυτικά μίλια λόγω της υπερδιαθλάσεως. Στα τροπικά κλίματα αιφνίδιο υπερβραχέων ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σήμα μπορεί να εκπεμφθεί και να ληφθεί μέχρι την απόσταση των 600 ν.μ. Πρακτικά μία καλή επικοινωνία με υπερβραχέα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εφικτή έως 30- 50 ν.μ.



Ο ΡΑΔΙΟΟΡΙΖΟΝΤΑΣ



ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΔΗΓΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

4.1 Πομπός.

Ο πομπός (Transmitter, Tx) παράγει την ραδιοσυχνότητα μετατρέποντας την εκπεμπόμενη πληροφορία σε ηλεκτρομαγνητικό κύμα εκπέμποντάς την στον χώρο με την κεραία του. Η διαδικασία της διαμόρφωσης (modulation) περιλαμβάνει την μεταβολή των χαρακτηριστικών του ηλεκτρομαγνητικού κύματος που θα διαμορφωθεί (φέρον κύμα) στον ρυθμό της πληροφορίας ώστε αυτή να εκπεμφθεί με το διαμορφώσιμο σήμα. Η συχνότητα που πρέπει να διαμορφωθεί ονομάζεται φέρουσα (carrier) και από αυτήν προκύπτει η παραχωρούμενη (assigned) η οποία και εκπεμφθεί μετά την διαμόρφωσή της με το εύρος που προβλέπεται. Έτσι η διαμόρφωση διαχωρίζεται σε διαμόρφωση πλάτους ή γραμμική (Amplitude Modulation – AM), σε διαμόρφωση συχνότητας (Frequency Modulation – FM) και σε διαμόρφωση φάσης (Phase Modulation – PM). Η διαμόρφωση πραγματοποιείται με ειδική ηλεκτρονική διάταξη που ονομάζεται διαμορφωτής (modulator). Ο διαμορφωτής είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που έχει σκοπό να συνδέσει το σήμα της πληροφορίας με το φέρον, εναλλασσόμενο σήμα. Επίσης, στην είσοδο του διαμορφωτή είναι απαραίτητο να υπάρχει ρεύμα υψηλής συχνότητας το οποίο παρέχει το ηλεκτρονικό κύκλωμα που ονομάζεται ταλαντωτής απαραίτητο για το φαινόμενο της ακτινοβολίας, απορροφώντας ηλεκτρική ενέργεια από συσσωρευτές ή από το δίκτυο. Έπειτα, το διαμορφωμένο σήμα ενισχύεται μέσα στον πομπό από το ηλεκτρονικό κύκλωμα του ενισχυτή και οδηγείται στην κεραία (antenna). Σκοπός της κεραίας είναι να μπορεί να εκπέμπεται το φέρον σήμα και αυτό ταυτόχρονα να είναι συντονισμένο με την επιθυμούσα προς εκπομπή πληροφορία. Συνεπώς, η κεραία μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια ηλεκτρομαγνητικού πεδίου η οποία διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός. Οι κεραίες που χρησιμοποιούνται στα εμπορικά πλοία είναι πομποδέκτες τύπου μαστίγιου (μήκους 6 – 12m). Το μήκος της κεραίας βρίσκεται σε συνάρτηση με το την ισχύ του πομπού. Οι κεραίες είναι περισσότερο αποδοτικές όταν το μήκος του πομπού είναι το $\frac{1}{4}$ του μήκους κύματος της εκπεμπόμενης συχνότητας. Πρακτικά στα πλοία θεωρείται αδύνατο να τοποθετηθεί μια κεραία της οποίας το μήκος να είναι ιδανικό για όλες τις ζώνες. Όταν απαιτηθεί να αυξηθεί ή να μειωθεί το ηλεκτρικό μήκος της κεραίας, σε σχέση με το φυσικό της, ρυθμίσεως της κεραίας (Antenna Tuning Unit – A.T.U). Η μονάδα ρυθμίσεως της κεραίας τοποθετείται πολύ κοντά στην βάση της κεραίας και αποτελείται από επαγωγικά στοιχεία, (ειδικές διατάξεις πηνίων και πυκνωτές). Σκοπός της είναι να προσαρμόζει το συντονισμένο ηλεκτρικό κύμα στο μήκος της κεραίας που απαιτεί η συχνότητα προκειμένου να εκπεμφθεί και να φτάσει στον δέκτη το οποίο και γίνεται αυτόματα με το κομβίο TUNE. Η ρύθμιση της κεραίας δηλαδή ο καθορισμός του μήκους της κεραίας για κάθε πομπό πραγματοποιείται την στιγμή της εγκαταστάσεως του πομπού και παραμένει αμετάβλητο μέγεθος όσο λειτουργεί

η κεραία εκτός αν μετακινηθεί σε άλλο σημείο ή αντικατασταθεί οπότε πρέπει να γίνει από την αρχή συντονισμός της κεραίας.

4.2 Δέκτης.

Ο δέκτης είναι ένα σύστημα συντονισμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων με σκοπό την λήψη του επιθυμητού σήματος. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα μετατρέπεται από την κεραία του δέκτη σε ηλεκτρικό ρεύμα πολύ μικρής ισχύος. Η λήψη του δέκτη εξαρτάται από την ισχύ του πομπού και της απόστασης μεταξύ του δέκτη και του πομπού. Ο δέκτης επιλέγει το μικρότερης ισχύος ηλεκτρικό ρεύμα το ενισχύει, το αποκωδικοποιεί με το ηλεκτρικό κύκλωμα του αποδιαμορφωτή (demodulator) και το μετατρέπει σε πληροφορία. Η απόδοση του δέκτη εξαρτάται από το είδος εκπομπής. Ως ειδοποιός διαφορά καθίσταται η πιστή ή όχι αναπαραγωγή του συνεχούς χρόνου $[m(t)]$. Στο αναλογικό σήμα είναι απαραίτητη η πιστή αναπαραγωγή του συνεχούς χρόνου καθώς το συνεχές του χρόνου είναι αναλογικό και η απόδοσή του μετριέται σε σχέση με τον θόρυβο και της διακοπές κατά την λήψη (Power – Noise Ratio). Στο ψηφιακό σήμα όπου το συνεχές του χρόνου παίρνει τιμές από ένα πεπερασμένο σύνολο τιμών ο αποδιαμορφωτής επιλέγει ποια από τις τιμές θα μεταδοθεί χωρίς να υπάρχει η ανάγκη πιστής αναπαραγωγής του συνεχούς του χρόνου. Στα ψηφιακά συστήματα η απόδοση του δέκτη μετριέται κατά την πιθανότητα του μέσου όρου λάθους (Average Error Probability).

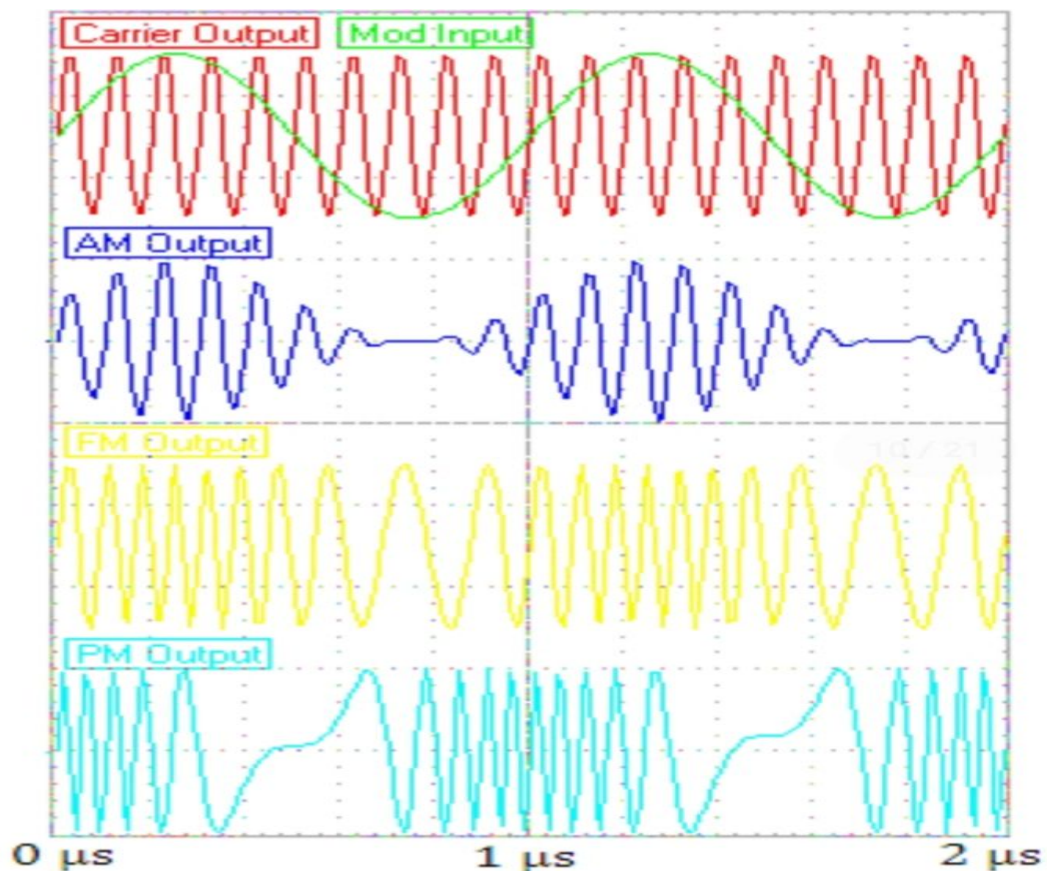
4.3 Κομβία συσκευών επικοινωνίας.

Η απόδοση του δέκτη λήψεως του δέκτη αναλογικού σήματος δύναται να βελτιωθεί από τον ρυθμιστή κέρδους ή ευαισθησίας (Gain or Sensitivity). Αυτός είναι είτε χειροκίνητος όποτε ρυθμίζεται χειροκίνητα επηρεάζοντας την ενίσχυση του ληφθέντος σήματος από τον ενισχυτή. Υπάρχει όμως και η δυνατότητα να γίνει αυτόματα η ρύθμιση μέσω του Αυτόματου Ρυθμιστή Κέρδους (Automatic Gain Control – AGC) όπου το AGC κρατάει το σήμα στην έξοδο σχεδόν σταθερό ακόμη και όταν φτάνει στην είσοδό του ως κυμαινόμενο. Το κομβίο TUNE ARROWS χρησιμοποιείται για να ξανασυντονιστεί ο δέκτης με ένα σταθμό. Το κομβίο CLARRIER επιτρέπει τον συντονισμό με ακρίβεια κάτω από 10 Hz αλλά στην πράξη χρησιμοποιείται περισσότερο η ακουστική έξοδος και συντονίζεται καλύτερα ακουστικά από τον χειριστή παρά από την πραγματική συχνότητα. Το κομβίο VOLUME μεταβάλλει την ποσότητα του σήματος που περνά από το μεγάφωνο δηλαδή την ένταση της πληροφορίας του ήχου που λαμβάνει ο χειριστής από το μεγάφωνο του δέκτη. Το κομβίο SQUELCH χρησιμοποιείται για την μείωση ή τον μηδενισμό του θορύβου και το κομβίο MUTE θέτει εκτός λειτουργίας τα μεγάφωνα όταν δεν λαμβάνουν σήματα για την προστασία του δέκτη. Η μονάδα λειτουργίας του χειριστή (Operation Control Unit – OCU) είναι ενσωματωμένη στον πομποδέκτη και χρησιμοποιείται ώστε να γίνονται ρυθμίσεις για όλες τις λειτουργίες του πομποδέκτη.

4.4 Σήμα.

Σήμα είναι η ρέουσα πληροφορία που λαμβάνει συνεχείς τιμές σε ένα μέσο μετάδοσης σε συνάρτηση με τον χρόνο. Τα σήματα που φέρουν πληροφορίες

είναι είτε αναλογικά είτε ψηφιακά. Τα είδη των αναλογικών σημάτων είναι τρία: το αναλογικό, το ψηφιακό και το σήμα φάσης. Στο αναλογικό σήμα το φέρον σήμα είναι ένα ημιτονοειδές κύμα (sinusoid) και πρόκειται για συνεχή ηλεκτρικά σήματα που μεταβάλλονται σε σχέση με τον χρόνο αναλογικά. Αντιπροσωπεύουν όλα τα φυσικά μεγέθη και αποτελούν πρότυπα της πραγματικής ποσότητας όπως π.χ. η ανθρώπινη μορφή. Τα ψηφιακά σήματα παρουσιάζουν ασυνέχεια σε σχέση με τον χρόνο καθώς το φέρον σήμα είναι παλμικό. Οι αλλαγές των ψηφιακών σημάτων είναι ασυνεχείς και απότομες μεταξύ τους. Αποτελούνται από παλμούς με διακριτές τιμές έχοντας ως πλεονέκτημα λιγότερη επιρροή από παρεμβολές και κατ' επέκταση από τον ενοχλητικό θόρυβο. Επίσης, μέσω του ψηφιακού σήματος δύναται η επιλογή εκπομπής πολλών σημάτων με μία εκπομπή του πομπού.



ΤΑ ΤΡΙΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ

4.5 Εύρος ζώνης.

Εύρος ζώνης (Bandwidth – BW) ονομάζεται το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που καταλαμβάνεται από ένα σήμα. Επίσης, εύρος ζώνης είναι η περιοχή των συχνοτήτων στην οποία ένα σήμα πληροφορίας εκπέμπεται από τον πομπό και λαμβάνεται από τον δέκτη. Στα αναλογικά κανάλια το εύρος ζώνης ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης και υψηλότερης συχνότητας που εκπέμπεται μέσω ενός αναλογικού καναλιού δηλαδή είναι το διάστημα που καταλαμβάνει η συχνότητα. Στην FM διαμόρφωση το εύρος ζώνης είναι το γινόμενο αποκλίσεως της συχνότητας από την κεντρική συχνότητα επί 2. Στην ψηφιακή διαμόρφωση το εύρος ζώνης ορίζεται ως ο

μεγαλύτερος αριθμός μεταφοράς δεδομένων (data transfer rate) δια μέσω ψηφιακών καναλιών. Το αναγκαίο εύρος ζώνης εκφράζεται με 3 ψηφία και 1 γράμμα. Το γράμμα καταλαμβάνει την θέση της υποδιαστολής και συμβολίζει την μονάδα εύρους ζώνης. Ο πρώτος χαρακτήρας απαγορεύεται να είναι ο αριθμός μηδέν και τα γράμματα K, M ή G. Το αναγκαίο εύρος ζώνης μεταξύ 0,001 και 999 Hz εκφράζεται σε Hertz (Hz γράμμα H), μεταξύ 1,00 και 999 kHz εκφράζεται σε Kilo Hertz (kHz γράμμα K) μεταξύ 1,00 και 999 MHz εκφράζεται σε Mega Hertz (MHz γράμμα M) και μεταξύ 1,00 και 999 GHz εκφράζεται σε Giga Hertz (GHz γράμμα G).

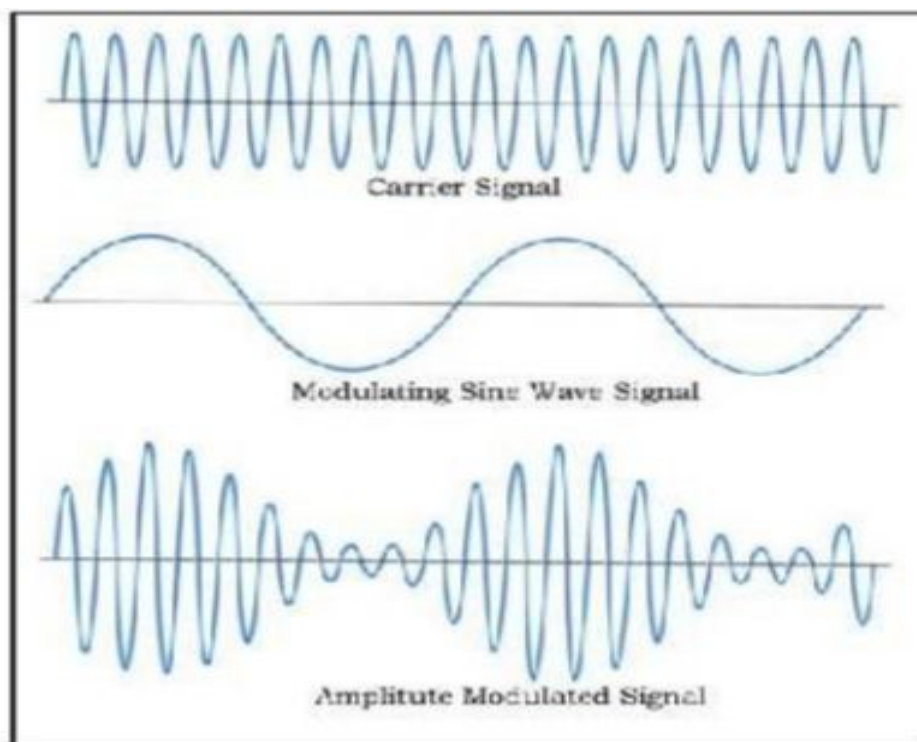
4.6 Τάξεις ή κλάσεις εκπομπής.

Οι εκπομπές κατατάσσονται και συμβολίζονται ανάλογα με τα κύρια και τα πρόσθετα χαρακτηριστικά τους. Η κατηγορία που εκπέμπουμε δηλαδή ο σκοπός και ο τρόπος αποστολής ενός σήματος το οποίο έχει διαμορφωθεί για να χρησιμοποιηθεί με ανάλογο τρόπο από τον δέκτη για ραδιοτηλεφωνία, NBDP, δεδομένα ή ψηφιακή επιλογική κλήση ονομάζεται τρόπος εκπομπής ή τάξη εκπομπής (class of emission). Ουσιωδώς με τον σκοπό αυτό περιγράφονται εύκολα οι διάφοροι τρόποι εκπομπής και έτσι η ITU καθόρισε μία σειρά κωδικών με τους οποίους περιγράφονται οι ραδιοεκπομπές. Οι κωδικοί αυτοί περιγράφουν το είδος της διαμόρφωσης, το εύρος του διαύλου (bandwidth) και το είδος της πληροφορίας που μεταδίδεται (π.χ. ραδιοτηλεφωνία, τηλετυπία). Για την αναγνώριση των στοιχείων χρησιμοποιείται φόρμα της μορφής BBBB 12345 όπου BBBB καθορίζουν το εύρος και την ζώνη του διαύλου (π.χ. 200H για εκπομπή εύρους 200 HZ). Το σύμβολο «1» είναι ο τύπος διαμορφώσεως της κύριας φέρουσας, το σύμβολο «2» δηλώνει την φύση των σημάτων ή του σήματος που διαμορφώνει την κύρια φέρουσα συχνότητα, το σύμβολο «3» είναι ο τύπος της πληροφορίας προς μεταβίβαση, το σύμβολο «4» είναι προαιρετικό και δείχνει τις επιπρόσθετες λεπτομέρειες, αν υπάρχουν (π.χ. N=έγχρωμη εικόνα, M= μονόχρωμη εικόνα) και το σύμβολο «5» είναι επίσης προαιρετικό και εκδηλώνει το είδος της πολυπλεξίας, που είναι μεταφορά των φασμάτων πολλών σημάτων σε διαφορετικές φασματικές περιοχές και την ταυτόχρονη μετάδοσή τους μέσα από το ίδιο κανάλι, αν υπάρχει. Για παράδειγμα στον τύπο επικοινωνίας «J» (ραδιοτηλεφωνία MF/HF) το σύμβολο «J» δηλώνει μονή πλευρική ζώνη με αποσβώμενο φέρον, το σύμβολο «3» εκδηλώνει ότι το σήμα είναι μονοκάναλο αναλογικής πληροφορίας και το «E» συμβολίζει την ραδιοτηλεφωνία.

4.7 Αναλογική διαμόρφωση.

Κατά την αναλογική διαμόρφωση κατά πλάτος (Amplitude Modulation – A.M.) το φέρον διαμορφώνεται ανάλογα με την ισχύ του σήματος. Το φέρον υψώνεται και χαμηλώνει στιγμιαία με κάθε υψηλό ή χαμηλό τόνο σήματος. Το διαμορφωμένο κατά πλάτος ηλεκτρομαγνητικό κύμα περιέχει 3 πράγματα : το αδιαμόρφωτο φέρον, την άνω πλευρική = $f_c + f_m$ (Upper Side Band – U.S.B.) και την κάτω πλευρική = $f_c - f_m$ (Lower Side Band – L.S.B.). Το εύρος ζώνης (bandwidth) το οποίο απαιτείται είναι διπλάσιο της συχνότητας του σήματος που διαμορφώνει. Η πληροφορία που εκπέμπεται μέσω ενός πομπού AM

μετατρέπεται κατά την αναλογική διαμόρφωση σε εναλλασσόμενη τάση η οποία είναι συνεχής ως προς τον χρόνο (t), χωρίς διακοπές. Στην συνέχεια η τάση αυτή ενισχύεται και χρησιμοποιείται για να μεταβάλλεται κατά πλάτος ανάλογα με το πλάτος της φέρουσας συχνότητας. Στα πλεονεκτήματα της διαμόρφωσης κατά πλάτος πως για την εκπομπή και την λήψη των σημάτων αυτών χρησιμοποιούνται απλοί πομποδέκτες οι οποίοι είναι εύκολοι στον σχεδιασμό και στον συντονισμό τους και το γεγονός ότι πολλοί σταθμοί χωράνε σε μία ζώνη. Επίσης, πλεονέκτημα της διαμόρφωσης κατά πλάτος είναι πως εφαρμόζεται και σε μεσαίες και υψηλές συχνότητες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τις επικοινωνίες μέσω της συσκευής MF/HF. Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται η ευαισθησία των σημάτων σε παρεμβολές λόγω ηλεκτρονικού θορύβου που εμπλέκεται κατά πλάτος στην φέρουσα συχνότητα με αποτέλεσμα να σημειώνεται κακής ποιότητας επικοινωνία. Επίσης, με την διαμόρφωση κατά πλάτος τα 2/3 της ισχύος του σήματος AM που συγκεντρώνεται στην φέρουσα συχνότητα δεν μεταφέρει την επιθυμητή πληροφορία και εφόσον οι πλευρικές συχνότητες περιέχουν την ίδια πληροφορία σημειώνεται σπατάλη ενέργειας. Από την συνολική ισχύ ενός AM σήματος μόνο το 1/6 είναι χρήσιμο. Αν ο λόγος αναστραφεί θα καταληφθεί περισσότερο εύρος ζώνης (bandwidth) από ότι επιτρέπεται και θα έχουμε υπερδιαμόρφωση (overmodulation), παρεμβάλλοντας τις διπλανές συχνότητες.



ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

4.8 Αναλογική διαμόρφωση μονής πλευρικής ζώνης.

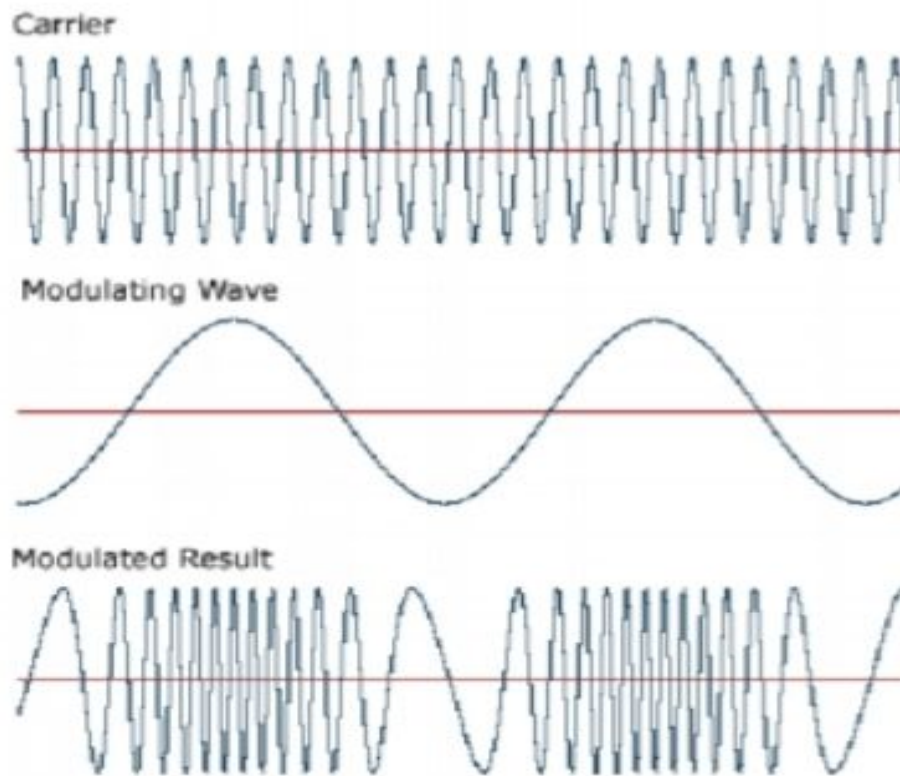
Η διαμόρφωση μονής πλευρικής ζώνης (Single Side Band – S.S.B.) ανήκει στην κατηγορία της αναλογικής διαμόρφωσης κατά πλάτος μόνο που χρησιμοποιείται μόνο η μία πλευρική συχνότητα και συγκεκριμένα η άνω

πλευρική και για αυτό ονομάζεται και διαμόρφωση της πάνω πλευρικής ζώνης (Upper Side Band – U.S.B.). Ένας πομπός που εκπέμπει μία αδιαμόρφωτη ραδιοσυχνότητα (φέρουσα) ακτινοβολεί ενέργεια με την μορφή ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Η φέρουσα συχνότητα καταλαμβάνει μόλις μία σχισμή (slot) πάνω στο φάσμα των συχνοτήτων. Όταν η φέρουσα διαμορφωθεί κατά πλάτος η ενέργεια που ακτινοβολείται είναι αυξημένη ανάλογα με το πλάτος του ακουστικού σήματος. Αυτή η επιπλέον ενέργεια διανέμεται με την μορφή επιπρόσθετων συχνοτήτων στις 2 πλευρές της φέρουσας που όμως είναι απολύτως ίδιες και συμμετρικές ως προς την θέση του ραδιοφάσματος δεξιά και αριστερά της φέρουσας διότι είναι μέρη της καμπύλης του ίδιου ημιτονοειδούς κύματος. Το διαμορφωμένο σήμα καταλαμβάνει ένα σημαντικό κομμάτι στο φάσμα των συχνοτήτων (bandwidth). Όπως έχει αναλυθεί στα αναλογικά κανάλια το εύρος ζώνης είναι η διαφορά μεταξύ της υψηλότερης και της χαμηλότερης συχνότητας που εκπέμπονται μέσω ενός αναλογικού καναλιού. Με την διαμόρφωση μονής πλευρικής ζώνης στέλνονται οι ίδιες πληροφορίες και καταλαμβάνεται το μισό εύρος του ραδιοφάσματος με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται από διπλάσιο αριθμό χρηστών. Επιπλέον, εφόσον δεν εκπέμπονται και οι 2 πλευρικές συχνότητες η εκπεμπόμενη ισχύς αποδίδεται όλη στην πλευρά που απέμεινε με αποτέλεσμα μέσω σταθερής ισχύς επιτυγχάνεται κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων. Συνοψίζοντας, ως κέρδος της διαμόρφωσης μονής πλευράς λογίζεται το ότι μέσω της αποκοπής μίας εκ των 2 πλευρικών συχνοτήτων έχουμε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε διπλάσιο αριθμό σταθμών μέσα σε μία εκχωρημένη ζώνη συχνοτήτων. Επίσης, ως όφελος καταλογίζεται η κατανάλωση μικρής ισχύος εξόδου καθώς η φέρουσα συχνότητα καταναλώνει τα 2/3 της ισχύος. Ακόμη, πλεονέκτημα θεωρείται πως καθώς αφαιρείται η μία εκ των δύο πλευρικών συχνοτήτων επιτυγχάνεται εξοικονόμηση του 1/6 επιπλέον της αρχικής ισχύος και έτσι χρησιμοποιούνται πομποί μικρής ισχύος. Στα μειονεκτήματα διαμόρφωσης μονής πλευράς συγκαταλέγεται πως οι πομποδέκτες είναι ακριβοί και πολύπλοκοι επειδή απαιτείται ακρίβεια στην συχνότητα.

4.9 Διαμόρφωση κατά συχνότητα.

Στην διαμόρφωση μονής πλευράς (S.S.B.) το φέρον κύμα ποτέ δεν αλλάζει, όμως γίνεται να διαμορφωθεί ένα σήμα αλλάζοντας την συχνότητά του στον ρυθμό της πληροφορίας (modulating signal) και όχι στο πλάτος του. Η τεχνική αυτή ονομάζεται διαμόρφωση συχνότητας (Frequency Modulation – F.M.) κατά την οποία η εκχωρούμενη και η φέρουσα συχνότητα είναι ίδιες. Όταν εισάγεται η πληροφορία με την μορφή της φέρουσας συχνότητας στην είσοδο του πομπού η συχνότητα του πομπού εκτελεί ημιτονοειδής ταλάντωση από την φέρουσα συχνότητα στον ρυθμό της πληροφορίας που εισάγεται. Το μέγεθος της ταλάντωσης δεξιά ή αριστερά ονομάζεται απόκλιση (deviation). Επομένως, το συνολικό εύρος που απαιτείται σε διαμόρφωση συχνότητας FM είναι το διπλάσιο της απόκλισης. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση τόσο καλύτερη ποιότητα σήματος υφίσταται (audio quality). Πλεονεκτήματα της διαμόρφωσης συχνότητας είναι η σχεδόν άριστη ποιότητα (πιστότητα) του σήματος και η ανθεκτικότητα σε εξωτερικούς θορύβους. Επίσης, σημαντικό πλεονέκτημα

θεωρείται πως αν 2 σήματα εκπέμπονται από την ίδια συχνότητα ο δέκτης FM λόγω του φαινομένου της σύλληψης θα ανταποκριθεί και θα λάβει το πιο δυνατό σήμα, αγνοώντας το πιο αδύναμο. Ως μειονέκτημα καταλογίζεται το γεγονός πως λίγοι σταθμοί υφίστανται καθώς το εύρος ζώνης περιορίζεται στο 150 kHz.

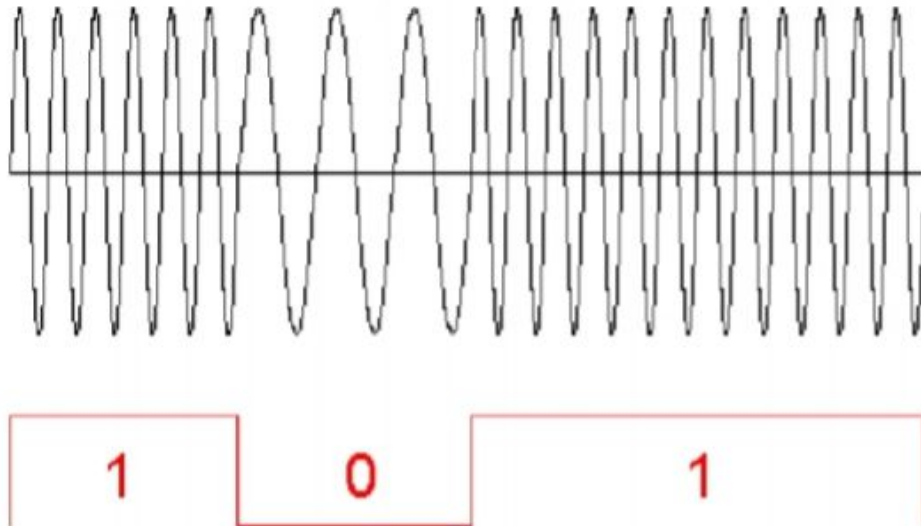


ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

4.10 Ψηφιακή διαμόρφωση.

Λόγω ότι το φάσμα είναι περιορισμένο και χρησιμοποιείται από πολλές υπηρεσίες και χρήστες με την ψηφιακή διαμόρφωση (Digital Modulation – D.M.) είναι δυνατόν να επιτευχθεί μεγαλύτερη χωρητικότητα και να διεκπεραιωθεί μεγαλύτερος όγκος επικοινωνίας από ότι με την αναλογική στο ίδιο εύρος διαύλου. Το πληροφοριακό σήμα μεταδίδεται μέσω ακολουθίας παλμών. Για να επιτευχθεί ορθή διαμόρφωση ψηφιακού σήματος ώστε να το μεταφέρουμε στην επιθυμητή ζώνη διέλευσης, μη χρησιμοποιώντας την μετάδοση βασικής ζώνης η οποία προσφέρει φτωχή ανταπόκριση στις χαμηλές συχνότητες, το ψηφιακό σήμα μπορεί να μεταβληθεί κατά πλάτος, συχνότητα ή φάση του φέροντος κύματος. Η ίδια τεχνολογία χρησιμοποιείται και την επικοινωνία στο διαδίκτυο είτε σε ενσύρματες είτε σε ασύρματες επικοινωνίες. Η πληροφορία οργανώνεται σε πακέτα (packets) τα οποία περιέχουν πληροφορίες για την διεύθυνση προορισμού, το πρωτόκολλο που θα χρησιμοποιηθεί, τους κώδικες ανίχνευσης σφάλματος, την ίδια την πληροφορία και τα συστήματα ελέγχου για την εκκίνηση και τον τερματισμό της ακολουθίας. Τα μηνύματα αντί να εκπέμπονται σε συνεχή ροή (continuous stream) χωρίζονται σε πακέτα όπως προαναφέρθηκε ενώ στην πλευρά της

λήψης τα πακέτα επανασυνδέονται στο αρχικό μήνυμα. Αν υπάρξει αποτυχία εκπομπής ο δέκτης είναι δυνατόν να αιτήσει την επανεκπομπή του του συγκεκριμένου πακέτου. Το εύρος ζώνης συχνοτήτων που απαιτείται εξαρτάται άμεσα από την ταχύτητα εκπομπής. Ουσιωδώς, με τον όρο εύρος ζώνης συχνοτήτων στο ψηφιακό σήμα θεωρούμε τον μεγαλύτερο ρυθμό μεταφοράς πληροφορίας (data transfer rate) μέσω των ψηφιακών καναλιών.



ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

4.11 Αμφίδρομοι - μονόδρομοι δίαυλοι.

Οι σταθερές συχνότητες που έχουν ορισθεί για την επικοινωνία κινητών ή σταθερών σταθμών αναμεταξύ τους ονομάζονται δίαυλοι ή κανάλια (channels). Αυτοί ορίζονται με κανονισμούς και αποφάσεις της International Telecommunication Union (ITU) και χρησιμοποιούνται σε όλες τις επικοινωνίες με MF, HF, VHF, UHF. Ενδέχεται οι δίαυλοι να είναι ζεύγη συχνοτήτων δηλαδή δύο διαφορετικές συχνότητες. Το ζευγάρι αυτών των δύο διαφορετικών συχνοτήτων έχει έναν αριθμό που το χαρακτηρίζει, δηλαδή τον αριθμό του καναλιού, το οποίο κανάλι αποτελείται από μία συχνότητα εκπομπής και μία συχνότητα λήψης. Όταν χρησιμοποιείται δίαυλος με δύο διαφορετικές συχνότητες τότε ονομάζεται αμφίδρομος (duplex). Στους αμφίδρομους διαύλους οι συνομιλητές μπορούν να μιλούν όπως στο τηλέφωνο και εφόσον η πληροφορία ρέει προς και τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα τότε ο δίαυλος ονομάζεται πλήρως αμφίδρομος (full duplex). Για διαύλους δύο συχνοτήτων στα MF και HF απαιτούνται δύο διαφορετικές κεραίες για την εκπομπή και την λήψη. Στο VHF η ίδια κεραία χρησιμοποιείται για την εκπομπή και την λήψη, είναι δηλαδή πομποδέκτης. Επίσης, ενδέχεται οι δίαυλοι να είναι μίας συχνότητας. Στην περίπτωση αυτή η επικοινωνία δεν δύναται να είναι πλήρως αμφίδρομη. Η μέθοδος κατά την οποία η πληροφορία ρέει πάντα προς μία κατεύθυνση ονομάζεται αμφίδρομη (semi duplex ή half duplex) όπως για παράδειγμα η επικοινωνία στο δίαυλο 16 του VHF. Συγκεκριμένα, στην

συχνότητα 156,800 MHz λαμβάνουν οι δέκτες όλων των πλοίων της περιοχής καθώς επίσης και οι δέκτες των παράκτιων και των ΚΣΕΔ σε περιπτώσεις Distress ή Urgent ή Safety όπου πλοία και παράκτιοι σταθμοί μπορούν να λάβουν και να εκπέμψουν για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Ο χειριστής πιέζοντας το PTT (Push To Talk or Transmit) μετατρέπει την κεραία της συσκευής τότε σε κεραία εκπομπής και τότε σε κεραία λήψεως, εναλλάξ. Όταν η πληροφορία ρέει συνεχώς από συγκεκριμένο πομπό σε δέκτης τότε αυτή ονομάζεται μονόδρομη επικοινωνία η οποία και διεκπεραιώνεται από μονόδρομους (simplex) διαύλους.

4.12 Ραδιοτηλεφωνία στις μεσαίες συχνότητες.

Ραδιοτηλεφωνία είναι το είδος της επικοινωνίας κατά την οποία ανταλλάσσονται πληροφορίες δια ζώσης φωνής ασύρματα μέσω ραδιοκυμάτων αναλογικής διαμόρφωσης. Η ραδιοτηλεφωνία μεσαίων συχνοτήτων (MF) είναι μία ζώνη η οποία χρησιμοποιείται για μηνύματα κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας. Στη συχνότητα 2182 kHz δίνεται το σήμα ανάγκης με το σύστημα εκπομπής του σήματος ανάγκης (two tone alarm) και χρησιμοποιείται ως συχνότητα ανταπόκρισεως κινδύνου (distress). Η τηλεφωνία μεσαίων συχνοτήτων (MF) με ψηφιακό ή αναλογικό τρόπο προσφέρεται για δημόσια ανταπόκριση, ναυτιλιακές οδηγίες και επικοινωνία πλοίων. Οι Διεθνείς Κανονισμοί Ραδιοεπικοινωνιών (Δ.Κ.Ρ) οι οποίοι θεσπίστηκαν από την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (I.T.U) για την ραδιοτηλεφωνία μεσαίων συχνοτήτων (MF) προβλέπουν πως η εκπομπή μίας κλήσεως ή ενός μηνύματος δεν πρέπει να υπερβαίνουν το ένα λεπτό της ώρας στην συχνότητα 2182 kHz εξαιρουμένων των περιπτώσεων κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας. Επίσης, η συχνότητα 2182 kHz είναι η διεθνή συχνότητα ραδιοτηλεφωνίας για την ανταπόκριση κινδύνου (distress), επείγοντος (urgent) και ασφαλείας (safety) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κλήση, απάντηση και αναγγελία από τους παράκτιους σταθμούς προς τα πλοία. Ακόμη, η συχνότητα 2182 kHz πρέπει να είναι πάντοτε έτοιμη για ανταπόκριση κινδύνου όταν χρειαστεί. Οι εκπομπές γίνονται είτε από πλοία είτε από παράκτιους σταθμούς και πρέπει να είναι πολύ σύντομες και να ελευθερώνεται αμέσως η συχνότητα. Επιπρόσθετα, ο χειριστής προτού εκπέμψει στην συχνότητα 2182 kHz θα πρέπει να βεβαιωθεί ότι η συχνότητα αυτή είναι ελεύθερη, οπότε πρώτα πρέπει να κάνει ακρόαση και έπειτα να εκπέμψει. Αυτό δεν ισχύει για πλοία που εκπέμπουν σήμα κινδύνου (distress). Οι παράκτιοι στην συχνότητα 2182 kHz μπορούν να λάβουν τις τάξεις εκπομπής J3E, A3E και H3E. Τα πλοία μπορούν να εκπέμψουν προς του παράκτιους στα 2182 kHz για θέματα ασφαλείας (safety) με τις τάξεις εκπομπής H3E, J3E.

4.13 Ραδιοτηλεφωνία στις υψηλές συχνότητες.

Η ραδιοτηλεφωνία στις υψηλές συχνότητες (High Frequency – H.F) χρησιμοποιείται για την επικοινωνία των πλοίων ραδιοτηλεφωνικά σε μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις. Για την κινητή ναυτική υπηρεσία έχουν δοθεί από την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (I.T.U) συχνότητες από 4000 kHz έως 27500 kHz μονής πλευρικής ζώνης (Single Side Band – S.S.B) για την

ραδιοτηλεφωνία στα βραχέα κύματα μέσω του συστήματος GMDSS (Global Maritime Distress Safety System) εξυπηρετεί τις ραδιοτηλεφωνικές επικοινωνίες κινδύνου, επείγοντος, ασφαλείας, τη δημόσια ανταπόκριση και όλων των ειδών ραδιοτηλεφωνικές επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων μέσω μονόδρομων και αμφίδρομων διαύλων μονής πλευρικής ζώνης. Οι Δ.Κ.Ρ για την ραδιοτηλεφωνία στα βραχέα κύματα προβλέπουν η αναλογική ραδιοτηλεφωνία είναι της τάξης εκπομπής J3E και ψηφιακής επικοινωνίας της τάξης J2D στην ζώνη από 4000 kHz έως 26175 kHz με την μέγιστη ισχύ να μην υπερβαίνει το 1,5 kW για κάθε. Ακόμη, χρησιμοποιούν τις συχνότητες για ανταπόκριση ψηφιακής επιλογικής κλήσης στην ραδιοτηλεφωνία 4125 kHz, 6215 kHz, 8255 kHz, 12290 kHz, 16429 kHz, 18795 kHz, 22060 kHz, 25097 kHz. Επιπρόσθετα, οι συχνότητες 4125 kHz και 6215 kHz έχουν καθοριστεί ως μονόδρομες μονής πλευρικής ζώνης (Simplex S.S.B) και εκπέμπουν την ίδια συχνότητα πλοίο και παράκτιος, αλλά η ισχύς τους να μην υπερβαίνει το 1 kW και να μην επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν οι συχνότητες εργασίας. Επίσης, οι συχνότητες 4125 kHz, 6215 kHz, 12290 kHz, 16420 kHz, είναι καθορισμένες ως μονόδρομες μονής πλευρικής ζώνης (Single Side Band - S.S.B) για την ραδιοτηλεφωνικής ανταπόκριση κινδύνου και ασφαλείας. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε για τις μεσαίες συχνότητες έτσι και στις παραπάνω συχνότητες των βραχέων κυμάτων ο εκάστοτε χειριστής θα πρέπει πρώτα να κάνει ακρόαση και έπειτα να εκπέμψει προκειμένου να βεβαιωθεί ότι δεν υπάρχει ανταπόκριση κινδύνου εξαιρουμένων πλοίων που βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο.

4.14 Ραδιοτηλεφωνία στα υπερβραχέα κύματα.

Η ραδιοτηλεφωνία υπερβραχέων συχνοτήτων (Very High Frequency – V.H.F.) διεξάγεται στις ζώνες 156- 174 MHz. Είναι ενταγμένη στο σύστημα GMDSS εξυπηρετώντας ραδιοτηλεφωνικές επικοινωνίες κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας. Εξυπηρετεί την δημόσια ανταπόκριση μέσω των παράκτιων σταθμών και τις επικοινωνίες μεταξύ πλοίων για ασφαλή ναυσιπλοΐα, για επικοινωνία με τις παράκτιες λιμενικές αρχές, ενδοεπικοινωνίες πλοίου, επικοινωνία με τερματικούς σταθμούς, συστήματα ραδιοσημαντήρων (RACON), Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισεως (Automatic Identification System – AIS) στις συχνότητες 161,975 MHz και 162,025 MHz. Η ραδιοτηλεφωνία στα υπερβραχέα κύματα χρησιμοποιείται σε μικρές αποστάσεις μεταξύ πλοίου - ξηράς και μεταξύ πλοίων. Οι Διεθνείς Κανόνες Ραδιοτηλεφωνίας (Δ.Κ.Ρ.) στα υπερβραχέα κύματα προβλέπουν η συχνότητα των 156,800 MHz (CH. 16) χρησιμοποιείται διεθνώς για κλήσεις και ανταπόκριση κινδύνου με ραδιοτηλέφωνο όταν χρησιμοποιούνται συχνότητες στην καθορισμένη ζώνη 156 και 174 MHz και είναι κλάσης εκπομπής G3E. Η συχνότητα των 156,800 MHz χρησιμοποιείται από τους παράκτιους σταθμούς για αναγγελία εκπομπής. Ακόμη, η συχνότητα 156,800 MHz (CH. 16) μπορεί να χρησιμοποιείται από τους παράκτιους σταθμούς και τα πλοία για σύντομη κλήση. Επιπρόσθετα, οι παράκτιοι σταθμοί και τα πλοία που παρέχουν δημόσια ανταπόκριση μπορούν να χρησιμοποιούν μία από τις συχνότητες εργασίας για κλήσεις. Επίσης απαγορεύεται ρητά από τους Δ.Κ.Ρ. οι εκπομπές στις συχνότητες από 156,7626 MHz έως 156,8375 MHz έτσι ώστε να μειωθούν οι

παρεμβολές στις εκπομπές των σταθμών κινητής ναυτικής υπηρεσίας, όπου εργάζονται στην εκχωρηθήσα συχνότητα 156,800 MHz (CH. 16). Οι εκπομπές στην συχνότητα 156,800 MHz (CH. 16) δεν πρέπει να ξεπερνούν το ένα λεπτό της ώρας προκειμένου να διευκολυνθεί η λήψη των σημάτων κλήσεως, κινδύνου και ανταποκρίσεως.

4.15 Τηλεομοιοτυπία (fax).

Η τηλεομοιοτυπία (fax) είναι ένα είδος τηλεγραφίας που έχει σαν αντικείμενο την αποστολή σταθερών εικόνων και κειμένων με σκοπό την αναπαραγωγή τους στο σημείο λήψης. Στις ραδιοεπικοινωνίες πλοίων η τηλεομοιοτυπία εντοπίζεται στην λήψη μετεωρολογικών χαρτών από τα πλοία μέσω της συσκευής Facsimile και στην αποστολή και στην λήψη εγγράφων από τα πλοία μεταξύ τους αλλά και με την ξηρά και αντίστροφα, στα πλαίσια των εμπορικών ανταποκρίσεων. Η τηλεομοιοτυπία συνδυάζει την σάρωση (scanning), μεταφορά δεδομένων (data communication), και την εκτύπωση (printing) ενώ υπάρχει η δυνατότητα αποστολής τηλεομοιοτυπικού μηνύματος απ' ευθείας από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το τηλεομοιοτυπικό μήνυμα αποτυπώνεται σε ένα φύλλο χαρτιού συνήθως μεγέθους A4 το οποίο υποδιαιρείται συνήθως σε 1600 ισόποσους τομείς. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των τομέων τόσο μεγαλύτερη η ευκρίνεια. Κάθε σελίδα αποτελείται από 1600 τομείς και πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των τομέων με τον αριθμό των γραμμών, προκύπτει πως υπάρχουν 320000 τομείς ανά σελίδα. Η συσκευή του σαρωτή (scanner) καταγράφει τις ποσότητες μαύρων και άσπρων τομέων οι οποίοι μεταφράζονται σε bits δεδομένων. Κάθε μαύρη περιοχή θεωρείται bit 1 και κάθε μαύρη περιοχή θεωρείται bit 0. Στην συνέχεια συμπιέζεται από το φαξ για μικρότερο όγκο. Επομένως, σχηματίζεται μία ακολουθία από bits που προωθείται στον διαμορφωτή (modem) της συσκευής τηλεομοιοτυπίας για να προωθηθεί στο τηλεφωνικό χερσαίο ή δορυφορικό δίκτυο. Κατά την διάρκεια της λήψης ενός τηλεομοιοτυπικού μηνύματος λαμβάνει χώρα η αντίστροφη διαδικασία από αυτή που περιεγράφηκε. Τα δεδομένα αποσυμπιέζονται και αποκωδικοποιούνται στον αποκωδικοποιητή του δέκτη και έπειτα εκτυπώνονται από τον εκτυπωτή. Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – I.T.U.) έχει καθορίσει τα χαρακτηριστικά των τηλεομοιοτυπικών μηνυμάτων χωρίζοντάς τα σε ομάδες (groups). Κάθε ομάδα έχει ένα σύνολο από κανόνες που δηλώνουν τον τρόπο επικοινωνίας. Κάθε ομάδα αποτελείται από τρία μεγέθη:

- I. Την διαδικασία μετατροπής (conversion process)
 - II. Από τα ανάλογα πρωτόκολλα (associated protocols)
 - III. Από την ταχύτητα μετάδοσης της πληροφορίας (transmission speed)
- Επομένως οι ομάδες τηλεομοιοτυπικών μηνυμάτων είναι :
- i. Ομάδα (GROUP) 1:

Πρόκειται για χαμηλής ταχύτητας αναλογικού σήματος το οποίο χρειάζεται 6 λεπτά για την αποστολή μίας μόνο σελίδας.

ii. Ομάδα (GROUP) 2:

Με αυτή την συσκευή τηλεμοιοτυπίας η εικόνα μετατρέπεται σε ψηφιακό σήμα και προωθείται μέσω του διαμορφωτή (modem). Λόγω της ψηφιακής τεχνολογίας το σήμα επηρεάζεται λιγότερο από τους θορύβους και η ταχύτητά του είναι διπλάσια, δηλαδή τρία λεπτά ανά σελίδα.

iii. Ομάδα (GROUP) 3:

Με δύο ειδών αναλύσεις (200X200 και 200X100) η ομάδα τηλεμοιοτυπικών μηνυμάτων 3 χρησιμοποιεί το πρωτόκολλα T.30 για την λειτουργία της με ταχύτητα 14400 bps.

iv. Ομάδα (GROUP) 4:

Τα τηλεμοιοτυπικά μηνύματα αυτής της ομάδας έχουν καλύτερη συμπίεση δεδομένων και είναι σχεδιασμένα για τις ψηφιακές γραμμές ISDN.



ΣΥΣΚΕΥΗ ΤΗΛΕΟΜΟΙΟΥΤΥΠΙΑΣ (FAX)

4.16 Τηλετυπία.

Η τηλετυπία (TELETYPE ή AT&T Teletype Corporation) είναι η αυτοποιημένη μορφή τηλεγραφίας με την χρήση διαφόρων τύπων κωδικοποίησης (BAUDOT, ASCII, D.S.C.). Στο τηλετυπικό δίκτυο το οποίο μοιάζει με το τηλεφωνικό δίκτυο, η κλήση ενεργοποιείται από το πληκτρολόγιο του τηλέτυπου και στην οθόνη παρουσιάζεται οπτική ένδειξη από το κέντρο επιλογής (exchange center) ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί η κλήση. Αρχικά, γίνεται η επιλογή του αριθμού κλήσης. Έπειτα, το κέντρο επιλογής (exchange center) καλεί τον αριθμό επιλέγοντας τον συνδρομητή και ανοίγοντας την γραμμή. Η ανταπόκριση μίας ψηφιακής επιλογικής κλήσης μέσω τηλετυπίας γίνεται στα μεσαία και βραχέα κύματα στις συχνότητες: 2174,5 kHz, 4177,5 kHz, 6268 kHz, 8376,5 kHz, 12520 kHz, 16695 kHz. Στο τέλος της ανταπόκρισης, εκπέμπονται ειδικά σήματα από την τερματική μονάδα του

συνδρομητή μέσω του κέντρου για την επιβεβαίωση ότι η επικοινωνία επετεύχθη ομαλά. Κύριο πλεονέκτημα της τηλετυπίας θεωρείται το γεγονός πως δεν υπάρχει χειριστής από την άλλη πλευρά της κλήσης και η απουσία του Μορσικού κώδικα (Morse code). Ακόμη, πλεονεκτήματα θεωρούνται ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του τηλετυπικού συστήματος όπως : η πιστοποίηση του ανταποκριτή (answerback), το κλειδωμένο πρόγραμμα ώστε για λόγους ασφαλείας να μην γίνονται αλλαγές σε εισερχόμενα μηνύματα και ο αριθμός κλήσης του συνδρομητή (selcall) που δεν μπορεί να τροποποιηθεί από τον χρήστη όπως αυτό γίνεται στην τηλεομοιοτυπία (fax). Στον τηλετύπο, χρησιμοποιούνται χαρακτήρες ίσης χρονικής διάρκειας, με σταθερή ταχύτητα. Η κωδικοποίηση της πληροφορίας επιτυγχάνεται με δυαδική μορφή χρησιμοποιώντας τους αριθμούς 0 και 1. Χρησιμοποιείται τάση συνεχούς ρεύματος (DC) δύο τιμών με τις οποίες δημιουργούνται δύο διαφορετικοί τόνοι : ο υψηλός τόνος – MARK και ο χαμηλός τόνος – SPACE. Από τον συνδυασμό των δύο προαναφερόμενων προκύπτουν γράμματα, αριθμοί και σημεία στίξης. Τα MARK και SPACE είναι δύο διαφορετικές συχνότητες και η διαφορά τους ονομάζεται SHIFT. Στην ουσία το SHIFT είναι οι συχνότητες οι οποίες μεσολαβούν μεταξύ των MARK και SPACE. Η ταχύτητα εκπομπής ενός τηλετυπικού μηνύματος εκφράζεται σε Bauds, δηλαδή τόνοι παλμοί που στέλνονται ο ένας μετά τον άλλον προς την μονάδα του χρόνου, συνήθως το ένα δευτερόλεπτο (second).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΙΛΟΓΙΚΗ ΚΛΗΣΗ

(D.S.C)

5.1 Ψηφιακά δεδομένα.

Ως δεδομένα (data) μπορούν να ορισθούν οι πληροφορίες, ενώ η καταγραφή, η ανάκληση, η μετάδοση και ο χειρισμός δεδομένων μπορούν να ορισθούν ως επεξεργασία δεδομένων. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι στην ουσία μια σύνθετη αριθμομηχανή που μπορεί να διαχειρίζεται δεδομένα μέσω αυτοματισμών και προγραμμάτων το οποίο και οδηγεί σε επίτευξη συγκεκριμένου αποτελέσματος. Ηλεκτρονικές συσκευές όπως οι διαμορφωτές/αποδιαμορφωτές (modem) είναι και οι ίδιες ηλεκτρονικοί υπολογιστές μετατρέποντας την πληροφορία σε κατάλληλη μορφή δηλαδή ραδιοκύματα για την εκπομπή και επανασυνθέτοντας την πληροφορία στην αρχική της μορφή, στον δέκτη. Η διεργασία της επεξεργασίας δεδομένων γίνεται από σύνθετα κυκλώματα τα οποία και αποτελούνται από επιμέρους δομικά στοιχεία, τις πύλες. Ονομάζονται πύλες επειδή τότε επιτρέπουν την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος και τότε όχι με απουσία οποιασδήποτε ενδιάμεσης κατάστασης το οποίο ορίζεται ως ψηφιακή πληροφορία (γλώσσα μηχανής). Χρησιμοποιείται δυαδικό σύστημα αρίθμησης το οποίο διαθέτει δύο ψηφία, το μηδέν 0 και το ένα 1, με βάση το δύο. Τα ψηφία μηδέν και ένα αντιστοιχούν σε ενεργή και ανενεργή κατάσταση που αντιλαμβάνονται τα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα. Ονομάζονται BITS (από το Binary digiT)

και επειδή κάθε ένα δυαδικό ψηφίο αντιστοιχεί σε μία από τις δύο και μοναδικές καταστάσεις που καταλαμβάνουν τα ψηφιακά κυκλώματα, το bit έχει καθιερωθεί ως η μικρότερη μονάδα μέτρησης της πληροφορίας. Συμφώνως, της άλγεβρας του Boole η οποία και αποτελεί την θεωρητική βάση των ηλεκτρονικών υπολογιστών τα λογικά κυκλώματα εκτελούν λογικές πράξεις διεκπεραιώνοντας την διαχείριση των δυαδικών αριθμών. Τα λογικά κυκλώματα κατασκευάζονται με την μορφή τσιπ (CHIP). Οι επικοινωνίες δεδομένων είναι η εκπομπή δυαδικής ή ψηφιακής πληροφορίας. Εφόσον κάθε τύπος σήματος ψηφιοποιηθεί, η εκπομπή φωνής ή εικόνας ή άλλης μορφής αναλογικής πληροφορίας σε δυαδική μορφή είναι επίσης γνωστά σαν επικοινωνίες δεδομένων. Τα ψηφιακά σήματα, δηλαδή τα δεδομένα (data) είναι δυαδικοί παλμοί που έχουν διακριτές καταστάσεις που η κάθε μία παρίσταται από μία στάθμη τάσης, το δυαδικό ως μηδέν 0 ως χαμηλή (LOW) με $V=0$ volt και το δυαδικό 1 ως υψηλή (HIGH) με $V=5$ volt, όπου V είναι η διαφορά δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου. Τα ψηφιακά δεδομένα είναι ικανά να αναπτύξουν υψηλές ταχύτητες. Τα δυαδικά σήματα μέσω της επεξεργασίας τους σχηματίζουν ομάδες από 0 και 1 οι οποίες μέσω της κωδικοποίησης αντιπροσωπεύουν αριθμητικές τιμές, γράμματα, κάποιο ειδικό σύμβολο, νόημα ή μήνυμα.

5.2 Πρωτόκολλο ψηφιακής επιλογικής κλήσης.

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο ψηφιακής επιλογικής κλήσης (Digital Selective Calling – D.S.C.) κάθε μήνυμα αποτελείται από πακέτα ψηφιακής πληροφορίας (short burst of digital code transmission) χρησιμοποιείται κώδικας αποτελούμενος από 10 bits ο οποίος σχηματίζει ένα σύνολο από $2^7=128$ σύμβολα. Παρέχει 3 δυνατότητες διόρθωσης λαθών μέσω κωδικού προστασίας λαθών, επανάληψη κάθε χαρακτήρα και τελικό έλεγχο του κειμένου. Το πρωτόκολλο ψηφιακής επιλογικής κλήσεως χρησιμοποιεί δύο μοναδικούς τόνους. Οι δύο τόνοι έχουν διαφορετικές συχνότητες με τον ένα (αριθμός 1) να αποτελεί τον HIGH και τον έτερο (αριθμός 0) να αποτελεί τον LOW. Μία ακολουθία από 7 τόνους αποτελούν ένα σύμβολο. Οι 7 συνδυασμοί που χρησιμοποιούνται επιτρέπουν τον σχηματισμό συμβόλων. Τα 7 πρώτα bits αποτελούν την πληροφορία ενώ τα τελευταία 3 bits είναι λειτουργικά και χρησιμοποιούνται στον έλεγχο των λαθών σε ένα σύνολο 10 bits.

5.3 Κλήσεις ψηφιακής επιλογικής κλήσης.

Η ψηφιακή επιλογική κλήση (Digital Selective Calling – D.S.C.) είναι τμήμα του GMDSS (Global Maritime Distress Safety System) που υιοθετήθηκε το 1988 συμφώνως τροποποίησης της διεθνούς συνθήκης SOLAS του 1974. Οι τροποποιήσεις αυτές που αφορούν στον επίγειο τομέα του παγκόσμιου συστήματος για της επικοινωνίες. Το σύστημα DSC χρησιμοποιείται για να εκπέμψει κλήσεις συναγερμών κινδύνου (distress), επείγοντος (urgent), ασφαλείας (safety) και ρουτίνας (routine) από πλοία και παράκτιους σταθμούς. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται σε κλήσεις για την διαχείριση του πλοίου, για κλήσεις σε λιμενικές αρχές και για κλήσεις σε πλοηγούς. Επίσης, χρησιμοποιείται για να μεταδίδει τις σχετικές επιβεβαιώσεις λήψεως

(acknowledge) και αναμεταδόσεις (relay) των συναγερμών κλήσεων από τους παράκτιους σταθμούς ή τα πλοία. Ακόμη, χρησιμοποιείται για αναμεταδόσεις συναγερμών κλήσεων είτε από πλοία είτε από συναγερμούς ξηράς. Οι πληροφορίες εκπέμπονται και λαμβάνονται σε γλώσσα ηλεκτρονικού υπολογιστή, δηλαδή σε γλώσσα προγραμματισμού συμφώνως πρωτοκόλλου DSC, όπως περιεγράφηκε.

5.4 Λειτουργία της ψηφιακής επιλογικής κλήσεις.

Η ψηφιακή επιλογική κλήση απευθύνεται σε συγκεκριμένο πλοίο ή παράκτιο σταθμό. Κατά την λήψη ενός μηνύματος η ψηφιακή επιλογική κλήση παρέχει ηχητικό σήμα και στην οθόνη εμφανίζεται το MMSI αυτού που καλεί. Από την στιγμή που θα γίνει με αυτό τον τρόπο η αρχική επαφή, οι εμπλεκόμενοι στην επικοινωνία μεταφέρονται σε συχνότητες εργασίας για την συνέχεια της επικοινωνίας με την βοήθεια της ραδιοτηλεφωνίας. Πρόκειται για ημιαυτοματοποιημένη (semi – automated) μέθοδο που έχει σκοπό να εξασφαλίσει την αποκατάσταση της επιθυμητής επικοινωνίας και για τεχνική που εξασφαλίζει την αυτοματοποιημένη διαχείριση εισερχόμενων και εξερχόμενων κλήσεων στις συμβατικές συχνότητες. Στόχοι της ψηφιακής επιλογικής κλήσεως είναι η αποσυμφόρηση του δίαυλου 16 του VHF, η μεγάλη ταχύτητα στην εκπομπή με 100 baud στα μεσαία και τα βραχέα κύματα (6,2- 7,2 δευτερόλεπτα διάρκεια κλήσης) και στα υπερβραχέα 1200 baud (0,45 – 0,63 δευτερόλεπτα διάρκεια κλήσης), την κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων, την αντικατάσταση της κλήσης δια ζώσης φωνής με την κλήση κειμένου και την ενεργοποίηση ηχητικού συναγερμού (alarm).

5.5 Συσσκευές ψηφιακής επιλογικής κλήσης.

Οι συσκευές ψηφιακής επιλογικής κλήσεως αναφέρονται σαν ελεγκτές DSC (DSC controllers) ή κωδικοποιητές DSC (DSC encoders). Πρόκειται για μία συσκευή που διαμορφώνει τον πομπό για την εκπομπή του μηνύματος ψηφιακής επιλογικής κλήσεως και μετατρέπει τα εισερχόμενα μηνύματα ψηφιακής επιλογικής κλήσεως σε γραπτή μορφή στην οθόνη. Στόχος των συσκευών ψηφιακής επιλογικής κλήσεως είναι να μετατρέπουν την ψηφιακή μορφή της κλήσης σε ακουστικό τόνο κατά την εκπομπή και να μετατρέπουν τον ακουστικό τόνο που λαμβάνουν οι δέκτες σε ψηφιακή μορφή και παρουσίαση στην οθόνη. Επίσης, συμπεριλαμβάνεται μνήμη αποθήκευσης του κωδικού κλήσης (MMSI) καθώς και μνήμη αποθήκευσης εισερχόμενων και εξερχομένων μηνυμάτων ψηφιακής επιλογικής κλήσεως. Υπάρχει και η δυνατότητα εκτύπωσης εισερχόμενων και εξερχομένων μηνυμάτων ψηφιακής επιλογικής κλήσεως με εκτυπωτή (printer) το οποίο είναι συνδεδεμένο με την συσκευή DSC. Η ψηφιακή επιλογική κλήση συνδέεται και ελέγχει τους πομποδέκτες MF/HF και VHF οι οποίοι είναι αυτοματοποιημένοι δέκτες και οι οποίοι δέχονται telecommands (remote – controlled commands) μέσω των οποίων ελέγχονται και ανταποκρίνονται στις εντολές που δέχονται οι πομποί (associated transmitters).

5.6 Διαμόρφωση διακριτών αριθμών των σταθμών.

Στο μήνυμα DSC συμπεριλαμβάνεται αυτόματα και ο διακριτικός αριθμός σταθμού πλοίου Maritime Mobile Service Identity (MMSI), έναν εννιαψήφιο κωδικό αριθμό που προγραμματίζεται στον αποδιαμορφωτή (modem) DSC κατά την διάρκεια εγκατάστασης της συσκευής και αποτελεί προσωπικό κωδικό κλήσης. Όλα τα πλοία που έχουν συσκευές DSC έχουν υποχρέωση να φέρουν MMSI, το οποίο για κάθε πλοίο είναι μοναδικό και σχηματίζεται ως: M I D X4 X5 X6 X7 X8 X9, όπου τα τρία πρώτα ψηφία MID (Maritime Identification Digits) αντιπροσωπεύουν την εθνικότητα του πλοίου. Οι διακριτικοί αριθμοί ομαδικών κλήσεων πλοίων έχουν διάταξη: 0 M2 I3 D4 X5 X6 X7 X8 X9, όπου ο πρώτος χαρακτήρας είναι πάντοτε μηδέν, έπεται το MID και όπου X οποιοσδήποτε φυσικός αριθμός από 0 έως 9. Οι διακριτικοί αριθμοί των παράκτιων σταθμών ξηράς έχουν διάταξη 01 02 M3 I4 D5 X6 X7 X8 X9, όπου οι δύο πρώτοι αριθμοί είναι πάντοτε μηδέν, έπεται το MID και όπου X ο οποιοσδήποτε φυσικός αριθμός από 0 έως 9.

5.7 Κλήση κινδύνου με ψηφιακή επιλογική κλήση.

Για την κλήση κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας χρησιμοποιείται στα μεσαία κύματα MF η συχνότητα 2187.5 KHz ενώ στα βραχέα κύματα HF χρησιμοποιούνται οι συχνότητες 4207.5, 6312, 8414.5, 12577, 16804.5 KHz και στην ζώνη των υπερβραχέων κυμάτων VHF η συχνότητα 156.525 MHz, γνωστός ως διάυλος 70. Η ανταπόκριση κλήσεως κινδύνου DSC γίνεται με την χρήση της ραδιοτηλεφωνίας και ραδιοτηλετυπίας. Για κλήσεις ρουτίνας στα MF και HF χρησιμοποιούνται ζεύγη συχνοτήτων αλλά στο VHF υπάρχει μόνο μία συχνότητα, ο διάυλος 70 με ανταπόκριση στον διάυλο 16. Η εκπομπή μίας ψηφιακής επιλογικής κλήσεως επαναλαμβάνεται μερικές φορές σκοπεύοντας στην αύξηση των πιθανοτήτων λήψεως μιας κλήσεως κινδύνου ή μίας αναμεταδόσεως κινδύνου. Η διαδικασία επαναλήψεως αποτελεί την ονομαζόμενη επιχειρούμενη κλήση κινδύνου (distress call attempt). Στα μεσαία και βραχέα μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο τύποι κλήσεων, είτε μία κλήση με 5 διαδοχικές κλήσεις κινδύνου DSC είτε μια κλήση σε 6 διαδοχικές συχνότητες, δηλαδή μέχρι 6 διαδοχικές κλήσεις κινδύνου DSC. Στα υπερβραχέα κύματα μόνο μία κλήση συχνότητας χρησιμοποιείται καθώς υπάρχει μόνο μία συχνότητα ο διάυλος 70 με τα δεδομένα να φτάνουν στον δέκτη με ταχύτητα 1200 baud. Κάθε κλήση η οποία πραγματοποιείται στα μεσαία ή βραχέα κύματα περιέχει ένα κωδικό ο οποίος περιέχει ένα πρότυπο τελειών (dot pattern) των 200 bit ταχύτητας 100 baud, δηλαδή εκπομπή ενός κωδικού ανά 2 δευτερόλεπτα. Ο κύριος σκοπός της λειτουργίας αυτής είναι η διευκόλυνση των δεκτών σαρώσεως πάνω στα πλοία οι οποίοι και πρέπει να σαρώνουν μόνο τις επιθυμητές συχνότητες για την χρήση της ψηφιακής επιλογικής κλήσεως. Ο χρόνος παραμονής σε κάθε συχνότητα είναι αρκετός ώστε να επιτραπεί η ανίχνευση του κώδικα. Η έρευνα πρέπει να σταματά μόνο στην ανίχνευση του πρότυπου τελειών 100 baud.



Η ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

5.8 Είδη ψηφιακής επιλογικής κλήσης.

Υπάρχουν 6 είδη ψηφιακής επιλογικής κλήσεως. Η κλήση κινδύνου (Distress Alert) η οποία δεν έχει διεύθυνση και έτσι απευθύνεται προς όλα τα πλοία και τους παράκτιους σταθμούς δηλώνοντας περιπτώσεις άμεσου κινδύνου πλοίων ή επιβαινόντων. Λαμβάνεται από κινητούς και επίγειους σταθμούς εντός εμβέλειας της χρησιμοποιούμενης συχνότητας εκπομπής. Τυχόν βεβαίωση λήψης και μεταβίβαση αυτής σε άλλο πλοίο γίνεται μόνο μετά από εντολή Πλοιάρχου. Η κλήση προς όλα τα πλοία (All Ships) χρησιμοποιείται συνήθως σε κλήσεις επείγοντος και ασφαλείας μέσα σε μία ωκεάνια περιοχή. Η ομαδική κλήση (Group Call) απευθύνεται σε περισσότερα από ένα πλοία ή παράκτιους σταθμούς. Χαρακτηρίζεται σαν telephone conference χρησιμοποιούμενη κυρίως σε κυρίως σε επικοινωνίες έρευνας και διασώσεως (Search and Rescue – SAR). Χρησιμοποιείται MMSI ομαδικών κλήσεων. Η προσωπική κλήση (Individual Call) απευθύνεται μεμονωμένα κάθε φορά από πλοίο προς πλοίο ή από ένα πλοίο προς ένα συγκεκριμένο παράκτιο σταθμό και το αντίστροφο χρησιμοποιώντας το MMSI του. Η κλήση προς συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (Geographical Area) είναι η κλήση πλοίων και παράκτιων σταθμών εντός γεωγραφικής περιοχής, η οποία οροθετείται από γεωγραφικές συντεταγμένες. Οι συντεταγμένες ορίζονται είτε αυτόματα αν η συσκευή είναι συνδεδεμένη με το GPS είτε χειροκίνητα από τον ίδιο χειριστή οριοθετώντας αν η περιοχή είναι ορθογώνια ή κυκλική. Η αυτόματη τηλεφωνική κλήση (Auto phone call) πραγματοποιείται αυτόματα χωρίς την μεσολάβηση χειριστή του παράκτιου. Αρχικά, γίνεται η κλήση και η βεβαίωση λήψης σε κανάλι ή συχνότητα DSC. Έπεται η τηλεφωνική σύνδεση σε ραδιοτηλεφωνικό κανάλι ή συχνότητα εργασίας. Τέλος, γίνεται χρέωση στο ραδιοτηλεφωνικό κανάλι εργασίας με την χρήση του συστήματος ψηφιακής επιλογικής κλήσεως.

5.9 Τάξεις ψηφιακής επιλογικής κλήσης.

Οι συσκευές ή ελεγκτές ψηφιακής επιλογικής κλήσης (DSC controllers) διακρίνονται σε τάξεις (classes). Σύμφωνα με το ITU-R, M. 493-14 του Σεπτεμβρίου του 2015 είναι:

- I. Τάξη A (Class A): Σε αυτήν ανήκουν όλες οι εγκαταστάσεις οι οποίες συμμορφώνονται με τις διατάξεις των απαιτήσεων του GMDSS για τις εγκαταστάσεις του MF/HF και του VHF.
- II. Τάξη B (Class B): Σε αυτήν ανήκουν οι ελάχιστες εγκαταστάσεις του εξοπλισμού επί του πλοίου που δεν απαιτείται να χρησιμοποιηθεί ο εξοπλισμός της τάξης A και συμμορφώνεται τουλάχιστον κατά το ελάχιστο με τις διατάξεις των απαιτήσεων του GMDSS για τις εγκαταστάσεις του MF/HF και του VHF.
- III. Τάξη D (Class D): Εδώ ανήκουν οι ελάχιστες εγκαταστάσεις για ψηφιακή επιλογική κλήση με την συσκευή VHF χωρίς WkRx (Watch Keeping Receiver) για καταστάσεις κινδύνου, επείγοντος, ασφαλείας, ρουτίνας και αποδοχής. Δεν είναι υποχρεωτική η πλήρης συμμόρφωση με τους κανόνες του GMDSS καθώς δεν υπάρχει δέκτης ψηφιακής επιλογικής κλήσης.
- IV. Τάξη E (Class E): Αναφέρεται στις ελάχιστες εγκαταστάσεις για ψηφιακή επιλογική κλήση με την συσκευή MF/HF για καταστάσεις κινδύνου, επείγοντος, ασφαλείας, ρουτίνας και αποδοχής. Δεν είναι υποχρεωτική η πλήρης συμμόρφωση με τους κανόνες GMDSS για τις εγκαταστάσεις MF/HF.
- V. Τάξη H (Class H): Αναφέρεται στον φορητό εξοπλισμό VHF ο οποίος προορίζεται για την παροχή ψηφιακής επιλογικής κλήσης κινδύνου, επείγοντος, ασφαλείας, ρουτίνας και αποδοχής, όχι απαραίτητα σε πλήρη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του GMDSS για τις εγκαταστάσεις του VHF.
- VI. Τάξη M (Class M): Αναφέρεται στον εξοπλισμό περιπτώσεων διάσωσης ανθρώπου στην θάλασσα (Man Over Board – MOB) ο οποίος εξοπλισμός προορίζεται να ενεργοποιήσει συναγερμό κινδύνου (Distress Alarm) σε προκαθορισμένο πλοίο ή ομάδα πλοίων ή όλα τα πλοία εντός εμβέλειας. Ο εξοπλισμός αυτής της τάξης δεν παρέχει την δυνατότητα δια ζώσης φωνής και δεν ανήκει στις απαιτήσεις των κανόνων του GMDSS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΟΡΓΑΝΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

6.1 Γενική περιγραφή του πομποδέκτη MF/HF.

Ο πομποδέκτης MF/HF είναι μία ναυτική ηλεκτρονική συσκευή για επίγειες επικοινωνίες πέραν της θαλάσσιας περιοχής A1 εμβέλειας 30 - 60 ν.μ. Χρησιμοποιείται για επικοινωνίες με τις μεσαίες συχνότητες 300 – 3000 kHz (Medium Frequency - M.F.) και με τις υψηλές συχνότητες 3000 – 30000 kHz (High Frequency – H.F.) για όλα τα πλοία που έχουν άδεια εγκατάστασης επικοινωνιών στις θαλάσσιες περιοχές A2, A3 και A4. Το σύστημα εγκατάστασής MF/HF σύμφωνα με τις απαιτήσεις της συνθήκης SOLAS για πλοία GMDSS περιλαμβάνει τον ραδιοτηλεφωνικό πομποδέκτη, την μονάδα ψηφιακής επιλογικής κλήσεως με ενσωματωμένο τον δέκτη σάρωσης συχνοτήτων, δηλαδή των ελεγκτή, κεραίες για αμφίδρομη και μονόδρομη

επικοινωνία καθώς και για ακρόαση στις συχνότητες της ψηφιακής επιλογικής κλήσεως και μπαταρίες δυναμικού είτε 12 είτε 24 volts. Η συσκευή MF/HF λειτουργεί και με μπαταρίες, ώστε να είναι πλήρως ανεξάρτητη από την ηλεκτρική τροφοδοσία του πλοίου, αν αυτή παρουσιάσει την οποιαδήποτε βλάβη. Είναι συνδεδεμένο με το GPS λαμβάνοντας ανά πάσα στιγμή το στίγμα του πλοίου μας και με μικρόφωνο απαραίτητο για την ραδιοτηλεφωνία. Επιπρόσθετα, το σύστημα μπορεί να αποτελείται από μία τηλετυπική μονάδα ή από έναν εκτυπωτή ή να διαθέτει πληκτρολόγιο.



Ο ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ MF/HF

6.2 Μέρη του πομποδέκτη MF/HF.

Ο πομποδέκτης (transceiver) τέσσερις βασικές λειτουργικές μονάδες. Την μονάδα ελέγχου λειτουργίας (Operator Control Unit) η οποία περιλαμβάνει όλες τις ρυθμίσεις για την λειτουργία του πομποδέκτη. Περιλαμβάνει μία οθόνη ψηφιακής ένδειξης της συχνότητας, τον ενδείκτη και τα κομμάτια για την θέση λειτουργίας του πομποδέκτη. Ενδέχεται να περιλαμβάνει και τον εκτυπωτή ή το πληκτρολόγιο. Επίσης, η κύρια μονάδα του πομποδέκτη (Transceiver Unit) που περιλαμβάνει τα ηλεκτρονικά μέρη του πομπού (Tx) και του δέκτη (Rx). Ο πομπός (Tx) είναι μία ηλεκτρονική κατασκευή που περιλαμβάνει διάφορες βαθμίδες. Παράγει το φέρον κύμα που μεταφέρει την πληροφορία. Αυτή οδηγείται στον διαμορφωτή και έπειτα διέρχεται στον ενισχυτή και στην ATU. Ο ελεγκτής ψηφιακής επιλογικής κλήσεως (DSC controller ή DSC modem) και ο ενσωματωμένος δέκτης συνεχούς παρακολούθησης (Watch Keeping Receiver – WKRx) των συχνοτήτων ψηφιακής επιλογικής κλήσεως και ο δέκτης ραδιοτηλεφωνίας (Rx) είναι ηλεκτρονικές κατασκευές που παρέχουν δυνατότητες λήψεως μηνυμάτων που ορίζονται από τους κανονισμούς του IMO αλλά και στις ανάγκες του πλοίου. Με την μονάδα ελέγχου (Control Unit) ο χειριστής μπορεί να επιλέξει μεταξύ μη συζευγμένων συχνοτήτων (Simplex)

και συζευγμένων συχνοτήτων (Paired) καθώς και να προβεί στην επιλογή της κατάλληλης τάξης εκπομπής, αν αυτή δεν γίνεται αυτόματα. Με την μονάδα ρυθμίσεως κεραίας (Antenna Tuning Unit – A.T.U.) το ραδιοκύμα προσαρμόζεται με την κεραία. Η μονάδα αυτή εγκαθίστανται εξωτερικά στην συσκευής και έξω. από την γέφυρα κοντά στην κεραία κατά την επιλογή της συχνότητας από τον χειριστή. Όσο μικρότερη η απόσταση της καλωδιακής σύνδεσης πομπού και κεραίας τόσο μεγαλύτερη η απόδοση. Η κεραία αυτόματα συντονίζεται στην συχνότητα του πομπού μέσω της ATU κατά την επιλογή της συχνότητας από τον χειριστή.



Η ΚΕΡΑΙΑ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ MF/HF ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ

6.3 Λειτουργία του πομποδέκτη MF/HF.

Οι συχνότητες που χρησιμοποιεί η Κινητή Ναυτική Υπηρεσία στις ζώνες MF-HF τις οποίες χρησιμοποιεί η συσκευή MF/HF είναι στα μεσαία κύματα από 1606.5 έως 4000 kHz με την ισχύ εξόδου να κυμαίνεται από 60 έως 400 Watt. Στα βραχέα κύματα έχουν εκχωρηθεί οι συχνότητες από 4000 έως 27500 kHz με ισχύ εξόδου από 60 έως 1500 Watt. Η συσκευή MF/HF χρησιμοποιείται

κυρίως για επικοινωνίες κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας με τις παρακάτω συχνότητες. Στα μεσαία κύματα η ψηφιακή επιλογική κλήση πραγματοποιείται στην συχνότητα 2187,5 kHz με την ανταπόκριση στην συχνότητα 2182 kHz στο ραδιοτηλέφωνο και 2174,5 kHz στο ραδιοτηλέτυπο (NBDP) με την ισχύ εξόδου να ρυθμίζεται αυτόματα στην μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει, δηλαδή τα 400 Watt. Στα βραχέα κύματα η ψηφιακή επιλογική κλήση πραγματοποιείται στις συχνότητες: 4207,5, 6312, 8414,5, 12577, 16804,5 kHz με ανταπόκριση στις συχνότητες 4125, 6215, 8291, 12290, 16420 kHz στο ραδιοτηλέφωνο και 4177,5, 6268, 8376,5, 12520, 16695 kHz στο ραδιοτηλέτυπο (NBDP).

6.4 Κομβία μίας συσκευής πομποδέκτη MF/HF.

Το κομβίο GAIN CONTROL ή SENSITIVITY ή RF GAIN ρυθμίζει χειροκίνητα στην είσοδο του ενισχυτή, στον δέκτη ώστε να φτάσει το σήμα σε επιθυμητό για τον χειριστή επίπεδο. Το AUTOMATIC GAIN CONTROL (AGC) ρυθμίζει αυτόματα την ενισχυτικότητα ανάλογα με την τάση του σήματος εισόδου του δέκτη, ακόμη και αν το λαμβάνει με διαλείψεις κρατώντας το σταθερό στην έξοδο. Το κομβίο VOLUME CONTROL ρυθμίζει την ένταση του μεγάφωνου του δέκτη. Ενδέχεται να είναι περιστρεφόμενο κομβίο ή δύο διαφορετικά κομβία (Push Buttons) το ένα για να αυξάνει την ένταση και το άλλο για να την μειώνει. Το μικρόφωνο (HANDSET ή MIC) έχοντας σταθερή ένταση η οποία δεν μπορεί να μεταβληθεί. Το κομβίο MUTE CONTROL απομονώνει τον δέκτη. Κατά την διάρκεια της εκπομπής προστατεύει τον πομπό εξουδετερώνοντας ενοχλητικούς και μη επιθυμητούς ήχους όπως παράσιτα και σφυρίγματα. Το κομβίο MUTE CONTROL μπορεί και να παραλείπεται θέτοντας απλώς τον κομβίο VOLUME CONTROL στην ελάχιστη τιμή του. Το κομβίο CLARIFIER ή RECEIVER FINE TUNNING ή απλώς TUNE δίνει την δυνατότητα να συντονιστεί ο δέκτης ακριβώς με την ληφθείσα συχνότητα, εξουδετερώνοντας τις παρεμβολές άλλων σταθμών. Το κομβίο MODE καθορίζει τον τύπο της διαμορφώσεως δηλαδή την τάξη εκπομπής η οποία μπορεί να είναι DSC, δηλαδή ψηφιακή επιλογική κλήση, TEL, δηλαδή ραδιοτηλεφωνία, CW (Continuous Wave), δηλαδή επικοινωνία με σήματα Μορς, έχοντας και ειδική θύρα σύνδεσης συσκευής εκπομπής σημάτων Μορς. Το κομβίο ρύθμισης φωτεινότητας της οθόνης του ενδείκτη ονομάζεται DIMMER ή DIM. Το κομβίο DISTRESS χρησιμοποιείται από τον χειριστή ώστε να στείλει συναγερμό κινδύνου με την συσκευή MF/HF στην συχνότητα 2187,5 kHz. Ο συναγερμός ενεργοποιείται πιέζοντας το κομβίο DISTRESS για 5 δευτερόλεπτα.

6.5 Γενική περιγραφή του πομποδέκτη V.H.F.

Η ηλεκτρονική συσκευή V.H.F είναι μία συσκευή επικοινωνίας στην ζώνη των υπερβραχέων ή V.H.F (Very High Frequency) κυμάτων η οποία έχει εύρος 30 – 300 MHz. Συγκεκριμένα, η ζώνη λειτουργίας της συσκευής V.H.F είναι από 156 έως 174 MHz καθορισμένη από την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – I.T.U). Η συσκευή V.H.F είναι ένας ηλεκτρονικός πομποδέκτης ο οποίος εγκαταστάθηκε το 1984 στα πλοία τα οποία συμμορφώνονται με τις διατάξεις της Διεθνούς Σύμβασης SOLAS. Η

σταθερή συσκευή V.H.F αποτελείται από 3 μέρη: από τον ραδιοτηλεφωνικό πομποδέκτη V.H.F με την κεραία του, τον κωδικοποιητή/αποκωδικοποιητή ψηφιακής επιλογικής κλήσης (D.S.C modem) και τον δέκτη παρακολούθησης του δίαυλου 70 (Watch Keeping Receiver CH. 70) με την κεραία λήψεώς του. Τα 3 μέρη βρίσκονται στο ίδιο περίβλημα (compact) σχηματίζοντας τον πομποδέκτη V.H.F (V.H.F transceiver). Για να λειτουργήσει ο πομποδέκτης χρειάζεται τροφοδοτικό συνεχούς τάσεως, η μπαταρία του πομποδέκτη, κεραία για τον δίαυλο 70, κεραία για τον ραδιοτηλεφωνικό πομποδέκτη, μεγάφωνο, τον ενδείκτη (οθόνη), τα κομβία, το μικρόφωνο και δικό του δέκτη GPS ή να είναι συνδεδεμένο το V.H.F με τον δέκτη GPS του πλοίου. Δύναται να υπάρχει και εκτυπωτής ώστε να εκτυπώνονται οι πληροφορίες που εμφανίζονται στην οθόνη. Το GPS χρησιμοποιείται για αυτόματη και συνεχή ενημέρωση της θέσης του πλοίου και την ώρα GMT (Greenwich Mean Time) για τις περιπτώσεις συναγερμού κινδύνου αλλά και για την ψηφιακή επιλογική λήψη μηνυμάτων προς συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (Area Call). Ο πομποδέκτης V.H.F χρησιμοποιείται σε ραδιοτηλεφωνική επικοινωνία και παρέχει την δυνατότητα κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης μηνυμάτων ψηφιακής επιλογικής κλήσης, ενώ υπάρχει και δέκτης τήρησης φυλακής στον δίαυλο 70 με την απαίτηση της διεθνούς συνθήκης SOLAS ανεξάρτητα από την παρακολούθηση των υπολοίπων διαύλων.



Ο ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ V.H.F ΚΑΙ ΤΑ ΚΟΜΒΙΑ ΤΟΥ

6.6 Οι δίαυλοι του πομποδέκτη V.H.F

Ο πομποδέκτης V.H.F είναι κατασκευασμένος ώστε να εκπέμπει και λαμβάνει σε σταθερές συχνότητες τις οποίες ονομάζουμε διαύλους ή κανάλια (Channels). Υπάρχουν κανάλια μονόδρομα ή ημιαμφίδρομα μίας συχνότητας (Simplex or Semi – Duplex) και κανάλια πλήρως αμφίδρομα (Full Duplex) δύο διαφορετικών συχνοτήτων επικοινωνίας τα οποία χρησιμοποιούνται για επικοινωνία με τους παράκτιους σταθμούς και όχι για επικοινωνία πλοίο με πλοίο. Οι συσκευές V.H.F που διαθέτουν πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία

χρησιμοποιούν δύο κεραίες, μία για την εκπομπή και μία για την λήψη ή μία κεραία εκπομπής – λήψης με απαραίτητη την ύπαρξη προσαρμογέα κεραίας (Antenna Coupler or Duplexer). Κατά την πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία το φέρον κύμα εκπέμπεται ταυτόχρονα από τον πομπό του πλοίου και από τον πομπό του παράκτιου σταθμού. Τα πλοία χρησιμοποιούν διαύλους V.H.F ημιαμφίδρομης επικοινωνίας αναμεταξύ τους και για την επικοινωνία με τους παράκτιους σταθμούς. Ο μονόδρομος δίαυλος 70 (156,525 MHz) χρησιμοποιείται για τον συναγερμό κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας με ψηφιακή επιλογική κλήση. Ο λόγος ύπαρξης του δίαυλου 70 είναι η αποσυμφόρηση του δίαυλου 16 (156,800 MHz) το οποίο χρησιμοποιείται για την αναγγελία και την ανταπόκριση κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας μία ψηφιακής επιλογικής κλήσεως. Τον δίαυλο 16 επιτρέπεται να τον χρησιμοποιούν και οι πομποδέκτες V.H.F των πλοίων και των παράκτιων σταθμών.

Ο χειριστής ενός πομποδέκτη V.H.F μπορεί να επιλέξει η συσκευή να λειτουργεί σε διεθνείς διαύλους (ITU channels), εγχώριους αμερικάνικους διαύλους (USA channels), εγχώριους καναδέζικους διαύλους (Canada channels) μετεωρολογικούς διαύλους (Meteorological channels). Στους διεθνείς διαύλους η ναυτιλιακή ζώνη V.H.F είναι από 156 έως 165,2 MHz. Από την Κινητή Ναυτική Υπηρεσία χρησιμοποιούνται οι συχνότητες από 156,025 MHz έως 157,425 MHz για την εκπομπή και μεταξύ 156,050 – 163,275 MHz με διαχωριστικό εύρος συχνότητας (Bandwidth) μεταξύ εκπομπής και λήψης τα 25 kHz. Συνολικά σχηματίζονται 56 κανάλια από το 01 έως το 28 και από το 60 έως το 88. Τα ενδιάμεσα κανάλια με συχνότητες από 162,050 MHz έως 174 MHz έχουν διατεθεί για ιδιωτικές επικοινωνίες της ναυτιλίας. Οι δίαυλοι 15 και 17 με ισχύ 1 Watt χρησιμοποιούνται για ενδοεπικοινωνίες εντός πλοίου. Οι συχνότητες 161,975 MHz (AIS 1) και 162,025 MHz (AIS 2) έχουν εκχωρηθεί από την Διεθνή Ένωση Ραδιοεπικοινωνιών στην ηλεκτρονική συσκευή AIS. Τα κανάλια 10,67,73 χρησιμοποιούνται μεταξύ πλοίου – αεροσκάφους – παράκτιου σταθμού για θέματα έρευνας και διάσωσης ή για επικοινωνία σε περίπτωση διαρροής ή περιβαλλοντικής ρυπάνσεως. Ο δίαυλος 13 χρησιμοποιείται για επικοινωνία γέφυρα με γέφυρα (Bridge to bridge communication) για θέματα ασφαλείας της ναυσιπλοΐας. Οι δίαυλοι 75 (156,775 MHz) και 76 (156,825 MHz) χρησιμοποιείται αυστηρά και μόνο για ναυσιπλοΐα με ισχύ 1 Watt ώστε να μην παρεμβάλλεται ο δίαυλος 16 (156,800 MHz). Οι κανονισμοί της Διεθνούς Ενώσεως Τηλεπικοινωνιών υποχρεώνουν την Κινητή Ναυτική Υπηρεσία, οι συσκευές V.H.F να έχουν υποχρεωτικά τους διαύλους 6, 13, 15, 16, 17, 70, 75, 76.

6.7 Κομβία συσκευής του πομποδέκτη V.H.F.

Οι συσκευές V.H.F διαθέτουν κομβία ελέγχου ώστε ο χειριστής να λειτουργήσει επιτυχώς την συσκευή. Το κομβίο ON/OFF λειτουργεί ως διακόπτης ο οποίος διακόπτει ή παρέχει τάση ηλεκτρικού ρεύματος στην συσκευή V.H.F. Ο επιλογέας καναλιών (Channel Selector) χρησιμοποιείται ώστε ο χειριστής να επιλέξει τον επιθυμητό δίαυλο ή συχνότητα. Η μορφή του επιλογέα καναλιών είναι τύπου αριθμητικού πληκτρολογίου από το 0 έως το 9. Με το κομβίο CH 16 επιλέγεται ο δίαυλος 16. Το ρυθμιστικό περιστρεφόμενο

κομβίο VOLUME CONTROL ή VOL λειτουργεί ως ρυθμιστής της εντάσεως του δέκτη στο μεγάφωνο. Το κομβίο SQUELCH CONTROL ή SQL είναι ένα ρυθμιστικό περιστρεφόμενο κομβίο το οποίο επενεργεί στο κύκλωμα ρυθμιστικής αντίστασης (Squelch Circuit) ο οποίος εξουδετερώνει τον μόνιμο ανεπιθύμητο θόρυβο (Constant Background Noise) ο οποίος παράγεται από το μεγάφωνο του δέκτη όταν δεν υπάρχει σήμα και όταν ο δέκτης παραμένει στο ίδιο κανάλι για αρκετό χρόνο. Αν η κεραία τοποθετηθεί σε απόσταση μικρότερη του ενός μέτρου από τον πομποδέκτη V.H.F τότε δημιουργείται μόνιμος ανεπιθύμητος θόρυβος στον δέκτη και είναι απαραίτητη η λειτουργία του SQUELCH. Το κομβίο DUAL WATCH ή DW δίνει την δυνατότητα της διπλής ακρόασης διαύλων όπου το ένα κανάλι είναι πάντα το 16. Ο δέκτης V.H.F μπορεί να κάνει σάρωση σε περισσότερα κανάλια με προϋπόθεση να περνά από το 16 με διαλείμματα 1 δευτερολέπτου στον δίαυλο 16 και 0,15 του δευτερολέπτου στον έτερο δίαυλο. Το κομβίο ή τα κομβία 25W/1W είναι ένας διακόπτης επιλογής της ισχύος (Power Selection) στην έξοδο του πομπού με δύο θέσεις την ελάχιστη (LOW) 5 ή 1 Watt και την μέγιστη (HIGH) των 25 Watts. Με το κομβίο MODE SELECTION μπορεί να γίνει η επιλογή διαύλων. Ο χειριστής μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στα Αμερικάνικα κανάλια (USA Channels ή MODE A Channels), τα διεθνή κανάλια (ITU Channels ή MODE B Channels), καναδέζικοι δίαυλοι, μετεωρολογικοί δίαυλοι, ιδιωτικοί δίαυλοι. Η φωτεινότητα της οθόνης υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display – L.C.D) ρυθμίζεται από το κομβίο DIMMER ή BRILLIANCE. Το κομβίο TEST προβαίνει στην διάγνωση της λειτουργικότητας της συσκευής V.H.F. Το κομβίο A.I.S παρουσιάζει στην οθόνη πληροφορίες των παραπλεόντων πλοίων. Ο συναγερμός κινδύνου ενεργοποιείται πιέζοντας για 5 δευτερόλεπτα το ειδικό κόκκινο κομβίο DISTRESS με ψηφιακή επιλογική κλήση στην συχνότητα 156,525 MHz (δίαυλος 70) το οποίο προστατεύεται από πλαστικό καπάκι.

6.8 Κεραίες και εμβέλεια του πομποδέκτη V.H.F.

Οι κεραίες της ηλεκτρονικής συσκευής V.H.F είναι τύπου μαστίγιου. Οι κεραίες της συσκευής V.H.F ακτινοβολούν τροποσφαιρικά κύματα προς όλες τις κατευθύνσεις. Στις συσκευές V.H.F η κεραία εκπομπής και λήψεως τύπου μαστίγιου για την ραδιοτηλεφωνία είναι μία και το καλώδιο μεταφοράς της πληροφορίας από τον πομπό στην κεραία και από την κεραία στον πομπό είναι ένα. Το ύψος φτάνει έως το 1,5 μέτρο δίχως να εμποδίζεται από υπερκατασκευές και την ακτινοβολία κεραιών με ισχυρό σήμα όπως του Radar. Η κεραία του ανεξάρτητου δέκτη ψηφιακής επιλογικής κλήσης DSC που κάνει συνεχή σάρωση και ακρόαση είναι τύπου μαστίγιου μήκους από 3 έως 6 μέτρα. Επομένως, η κεραία τοποθετείται σε όσο το δυνατόν υψηλότερο ύψος προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η εμβέλεια της ακτίνας λόγω της καμπυλότητας της Γης. Η εμβέλεια του V.H.F εξαρτάται και από την ισχύ εκπομπής και την ευαισθησία λήψης του δέκτη. Επειδή, το σήμα που εκπέμπει η συσκευή V.H.F είναι διαμορφωμένο κατά συχνότητα (Frequency Modulation – F.M) είναι απαλλαγμένο από θορύβους που προκαλούνται από ατμοσφαιρικές παρεμβολές συμβάλλοντας στην αύξηση της εμβέλειας εκπομπής. Ο τύπος υπολογισμού της εμβέλειας είναι: $A=2,5(\sqrt{H}+\sqrt{h})$ όπου A είναι η ακτίνα της εμβέλειας και H και h είναι τα ύψη των κεραιών που πρόκειται να επικοινωνήσουν. Τυπικά, η

εμβέλεια ενός πομποδέκτη V.H.F εκτείνεται από 30 έως 60 ναυτικά μίλια. Ένα V.H.F/D.S.C τάξης B που υποχρεούται να φέρει ένας πλοίο SOLAS πρέπει να έχει δύο κεραίες, μία για τον ραδιοηλεκτρονικό πομποδέκτη και μία κεραία για τον δέκτη που είναι για συνεχή ακρόαση στο κανάλι 70 του V.H.F/D.S.C ή WkRx (Watch Keeping Receiver). Ένα V.H.F/D.S.C τάξης D που φέρουν τα πλοία NON SOLAS έχει μία κεραία διότι δεν έχει WkRx (Watch Keeping Receiver). Οι κινητοί σταθμοί επιτρέπεται να έχουν ισχύ εξόδου του πομπού στην κεραία μέχρι 25 Watt και οι επίγειοι παράκτιοι σταθμοί μέχρι 50 Watt.



ΚΕΡΑΙΑ ΤΥΠΟΥ ΜΑΣΤΙΓΙΟΥ

6.9 Ψηφιακή επιλογική κλήση με V.H.F.

Η λειτουργία της ψηφιακής επιλογικής κλήσης είναι υποχρεωτική για όλα τα πλοία και επιτελείται από την συσκευή V.H.F/D.S.C και είναι υποχρεωτική για όλα τα πλοία σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές A1, A2, A3, A4. Με την συσκευή V.H.F/D.S.C ο χειριστής μπορεί να πραγματοποιήσει κλήσεις κινδύνου (Distress), επείγοντος (Urgent), ασφαλείας (Safety) και ρουτίνας (Routine). Είτε κατά τον αυτόματο είτε κατά τον χειροκίνητο χειρισμό η μονάδα V.H.F/D.S.C περιλαμβάνει έναν διαμορφωτή/αποδιαμορφωτή (modem) για την ψηφιακή κωδικοποίηση των εξερχόμενων για εκπομπή κλήσεων και την αποκωδικοποίηση των ψηφιακών εισερχομένων στον δέκτη κλήσεων. Ακόμη, περιλαμβάνει και έναν επεξεργαστή ο οποίος δέχεται τις εντολές για τους διαφορετικούς τύπους κλήσεως. Ο δέκτης ο οποίος διαθέτει ξεχωριστή κεραία κάνει συνεχώς ακρόαση ο οποίος διαθέτει ξεχωριστή κεραία κάνει συνεχώς ακρόαση στον δίαυλο 70 και συνδέεται ή διαθέτει δική του αυτόνομη συσκευή του Παγκόσμιου Συστήματος Καθορισμού Στίγματος (Global Positioning System – GPS) το οποίο εμφανίζει συνεχώς την διεθνή ώρα GMT και το στίγμα του πλοίου. Η συσκευή V.H.F/D.S.C έχει το δικό της λογισμικό και μνήμη διαθέτοντας αρχείο εκπομπών και λήψεων των κλήσεων. Επιπρόσθετα, η συσκευή διαθέτει ευρετήριο αριθμών ταυτότητας πλοίων (Identification Numbers – ID). Η μονάδα V.H.F/D.S.C περιλαμβάνει επίσης και ένα σύστημα ακουστικού συναγερμού όταν ληφθεί μία ψηφιακή επιλογική κλήση με διαφορετικό ήχο από το megάφωνο για κλήση κινδύνου ή επείγοντος ο οποίος δεν ακυρώνεται και με διαφορετικό ήχο για ψηφιακή επιλογική κλήση ρουτίνας ή ασφαλείας η οποία μπορεί να ακυρωθεί. Το σήμα κινδύνου συνοδεύεται με οπτική ένδειξη στην οθόνη της συσκευής η οποία αναβοσβήνει όλες τις κλήσεις καθώς και τις πληροφορίες αυτής όπως τύπος ψηφιακής επιλογικής κλήσης, είδος κλήσης αναφορικά στον ποιον απευθύνεται, στίγμα και τον διακριτικό

αριθμό του σταθμού (MMSI) που εκπέμπει. Τα στοιχεία αυτά εμφανίζονται στην οθόνη ενώ αν υπάρχει συνδεδεμένος εκτυπωτής υπάρχει η δυνατότητα και να εκτυπωθούν. Ο πομποδέκτης έχει την δυνατότητα αυτόματα να στείλει απάντηση ατομική (Individual), κλήση η οποία περιλαμβάνει και τον διακριτικό αριθμό του σταθμού (MMSI) που έλαβε την κλήση και την λέξη γνωστοποίηση (Acknowledgement), δηλαδή ότι ελήφθη και ότι κατανοητό ενώ ταυτόχρονα ο δέκτης επανέρχεται στο κανάλι που έχει οριστεί για την λήψη της ηχητικής ανταπόκρισης. Ποτέ δεν γίνει αυτόματη ανταπόκριση σε κλήσεις κινδύνου.

6.10 Φορητοί πομποδέκτες V.H.F.

Τα φορητά V.H.F είναι πομποδέκτες υπερβραχέων κυμάτων (Very High Frequency – V.H.F) τα οποία λειτουργούν εκπέμποντας και λαμβάνοντας απευθείας κύματα (Direct Waves). Συνήθως χρωματίζονται με πορτοκαλί χρώμα, είναι αδιάβροχα και επιπλέουν στο νερό. Διαθέτουν επαναφορτιζόμενη μπαταρία νικελίου – καδμίου και φορτιστή NiCd. Επίσης, διαθέτουν εφεδρική σφραγισμένη μπαταρία λιθίου, πάνω στην συσκευή της οποίας αναγράφεται η ημερομηνία της συσκευής, για χρήση σε ώρα ανάγκης με αυτονομία τουλάχιστον 8 ωρών. Τα φορητά V.H.F είναι διαθέτουν θύρα σύνδεσης και είναι εφοδιασμένα και με ακουστικά τύπου Hands Free και μικρόφωνο με εύκαμπτο καλώδιο για πιο εύχρηστη λειτουργία της συσκευής. Η εμβέλεια της συσκευής εξαρτάται από το ύψος της πάνω από την γήινη επιφάνεια με το καθαρό ύψος της κεραιάς να είναι 19,5 εκατοστά. Το φορητό V.H.F χρησιμοποιείται για ενδοεπικοινωνίες εντός του πλοίου και στο σύστημα G.M.D.S.S για επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης (Search And Rescue – S.A.R). Η ισχύς εξόδου είναι 0,25 Watt για ενδοεπικοινωνίες και 1 Watt για επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης. Το φορητό V.H.F υποστηρίζει την αναλογική ραδιοτηλεφωνία στους διεθνείς διαύλους που απαιτούνται από τους κανονισμούς δηλαδή 06, 13, 15, 16, 17, 67. Η φορητή συσκευή V.H.F Η τάξης διαθέτει και ψηφιακή επιλογική κλήση λειτουργώντας σαν σταθερό V.H.F και έχοντας ενσωματωμένο δικό της δέκτη GPS. Ο εννιαψήφιος διακριτικός αριθμός σταθμού είναι της μορφής: 81 M2 I3 D4 X5 X6 X7 X8 X9 όπου ο πρώτος αριθμός είναι πάντοτε το 8 έπεται το MID και όπου X ο οποιοσδήποτε φυσικός αριθμός από 0 έως 9.



ΦΟΡΗΤΟΣ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ V.H.F

6.11 Φορητοί πομποδέκτες U.H.F.

Οι φορητοί και σταθεροί πομποδέκτες υπερύψηλων συχνοτήτων (Ultra High Frequency – U.H.F) δραστηριοποιούνται στην ζώνη από 300 έως 3000 MHz με 6 συχνότητες: 457,525 MHz, 457,550 MHz, 457,575 MHz, 467,525 MHz, 467,550 MHz, 467,575 MHz. Παράλληλα προβλέπονται από την ITU και άλλοι συνδυασμοί συχνοτήτων με εύρος συχνοτήτων (Bandwidth) 12.5 MHz (αναλογική διαμόρφωση) αλλά και δίαυλους με εύρος 6,25 MHz (ψηφιακή διαμόρφωση). Η ισχύς εξόδου είναι 2 Watt αλλά υπόκειται σε περιορισμούς ανάλογα με τους εθνικούς κανονισμούς της εκάστοτε χώρας και αναλόγως στην χρήση σε χώρους ή σε πλοία μεταφοράς επικίνδυνων φορτίων. Ο πομποδέκτης U.H.F χρησιμοποιείται σε ενδοεπικοινωνίες εντός πλοίου κατά την διάρκεια γυμνασίων, μεταξύ πλοίων και σωστικών μέσων, για επιχειρήσεις ρυμούλκησης, πλεύρισης και πρόσδεσης στο λιμάνι. Η τεχνολογία των πομποδεκτών U.H.F βασίζεται στην ITU-RM. 1174-2 η οποία εξασφαλίζει υψηλές αποδόσεις στα μεταλλικά πλοία.



ΦΟΡΗΤΟΣ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ U.H.F

6.12 Ραδιοφάρος EPIRB (V.H.F).

Οι κανονισμοί του GMDSS επιτρέπουν στα πλοία που ταξιδεύουν αποκλειστικά εντός της περιοχής A1 να εξοπλίζονται με ένα ραδιοφάρο EPIRB υπερβραχέων κυμάτων (V.H.F) που να λειτουργεί με ψηφιακή επιλογική κλήση (D.S.C) στην συχνότητα 156,525 MHz (διάυλος 70), αντί του δορυφορικού EPIRB του συστήματος COSPAS – SARSAT. Προκειμένου να εντοπίζεται από πλοία και αεροσκάφη θα πρέπει να μεταδίδει σήματα εντοπισμού στην ζώνη X των Radar και για αυτόν τον λόγο διαθέτει ενσωματωμένο αναμεταδότη SART. Οι μπαταρίες του VHF EPIRB πρέπει να έχουν αυτονομία τουλάχιστον 48 ωρών. Η πρώτη εκπομπή διαρκεί μισό δευτερόλεπτο και δεν είναι χρονικά σταθερές με αποτέλεσμα ο χρόνος εκπομπής να αυξάνεται προοδευτικά. Οι εκπομπές γίνονται σε 5 ριπές (Bursts). Η ένδειξη της φύσεως του κινδύνου θα πρέπει να είναι η μία εκπομπή του EPIRB. Το στίγμα και η ώρα GMT δεν περιλαμβάνονται στο μήνυμα καθώς το VHF EPIRB δεν έχει αυτόνομο δέκτη GPS ούτε είναι συνδεδεμένο με τον δέκτη GPS του πλοίου.



ΡΑΔΙΟΦΑΡΟΣ EPIRB ΥΠΕΡΒΡΑΧΕΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

6.13 Αεροναυτική ραδιοτηλεφωνική συσκευή (V.H.F).

Η Διεθνής Συνθήκη SOLAS υποχρεώνει όλα τα επιβατηγά πλοία να φέρουν πομποδέκτη υπερβραχέων κυμάτων (VHF) στην αεροναυτική ζώνη των υπερβραχέων κυμάτων (118 – 136 MHz) για λόγους συντονισμένης έρευνας και διάσωσης πλοίου – αεροσκάφους. Η κύρια συχνότητα κινδύνου και επείγοντος για την αεροναυτική πολιτική υπηρεσία είναι η 121,5 MHz και 123,1 MHz η βοηθητική αμφότερες διεθνούς επιπέδου. Οι πομποδέκτες είναι προσυντονισμένοι μόνο στις συχνότητες 125,1 και 123,1 MHz και η εκπομπή από το πλοίο επιτρέπεται μόνο σε περιπτώσεις κινδύνου ή επείγοντος, εφόσον απαιτείται επικοινωνία με αεροσκάφη έρευνας και διάσωσης και μόνο έπειτα από εκχώρηση εκπομπής από το αρμόδιο Κέντρο Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης (ΚΣΕΔ) της περιοχής. Απαγορεύεται κάθε δοκιμαστική εκπομπή, η οποία δοκιμαστική εκπομπή διενεργείται αυστηρά και μόνο από επιθεωρητές κατά τον ετήσιο έλεγχο του πλοίου. Ο πομποδέκτης εκπέμπει και λαμβάνει ηλεκτρομαγνητικά κύματα τάξεως εκπομπής A3E. Πρόκειται για ηλεκτρομαγνητικά κύματα διπλής πλευρικής ζώνης (Double Side Band – D.S.B) τα οποία έχουν υποστεί αναλογική διαμόρφωση για ραδιοτηλεφωνική επικοινωνία.

6.14 Γενική περιγραφή ραδιοτηλέτυπου.

Το ραδιοτηλέτυπο είναι ένα σύστημα επικοινωνίας των 7 Bits το οποίο διαθέτει συστήματα διόρθωσης λάθους. Μέσω του κώδικα οπισθαπαντήσεως (Answerback) εγγυάται η αξιοπιστία ως προς την αποστολή του κειμένου. Τα τηλετυπικά σήματα MARK και SPACE χρησιμοποιούνται οδηγώντας 2 ταλαντωτές να παράγουν 2 ακουστικούς τόνους με διαφορά συχνότητας (Bandwidth) 170 Hz ή 200 Hz. Στον δέκτη αποδιαμορφώνονται οι δύο ακουστικοί τόνοι και χρησιμοποιούνται σαν τάσεις συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος DC, ώστε να δημιουργηθούν τα MARKS και SPACES λειτουργώντας σαν διακόπτες καθώς με το MARK περνάει ρεύμα και με το

SPACE δεν περνάει. Το σύγχρονο ασύρματο σύστημα ραδιοτηλετυπίας ονομάζεται στενό εύρος αυτόματης εκτύπωσης (Narrow Band Direct Print – N.B.D.P). Αν στην ασύρματη τηλετυπία χρησιμοποιηθεί ο κώδικας BAUDOT των 5 Bits λόγω των φαινομένων διάλειασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ή των παρασιτικών παλμών μπορεί ένας θετικός παλμός (BIT1) να γίνει αρνητικός παλμός (BIT0) και το αντίστροφο. Για την εξάλειψη των λαθών χρησιμοποιείται των 7 Bits ή ο κώδικας των 7 στοιχείων ο οποίος παρέχει την δυνατότητα σχηματισμού 128 ή 2^7 συμβόλων αλλά χρησιμοποιούνται μόνο 35 συνδυασμοί οι οποίοι έχουν αυστηρά 4 MARKS/3 SPACES. Για να μεταδοθεί ένας χαρακτήρας 150 ms. Η ραδιοτηλετυπική συσκευή αποτελείται από την οθόνη του ενδείκτη τύπου LCD στον διαμορφωτή/αποδιαμορφωτή (Modem), πληκτρολόγιο, οθόνη και εκτυπωτή. Διαθέτει πομποδέκτη υψηλών κυμάτων HF ή είναι συνδεδεμένη με την συσκευή MF/HF καθώς η εκπομπή στηρίζεται σε αναλογικά κύματα της επάνω πλευρικής ζώνης (Upper Side Band – U.S.B).



ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΤΥΠΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

6.15 Κωδικοποιητές / αποκωδικοποιητές.

Ο κωδικοποιητής/αποκωδικοποιητής (modem) της ραδιοτηλετυπικής συσκευής NBDP είναι μία συσκευή ανεξάρτητη ή ενσωματωμένη στον εξοπλισμό του συστήματος. Σκοπός του modem είναι η αποδιαμόρφωση των ψηφιακών στοιχείων που λαμβάνει ο δέκτης σε αναλογικά στοιχεία τα οποία μπορούν να διαβιβασθούν μέσω των πομποδεκτών (transceivers). Επίσης, κατά την διαμόρφωση συμβαίνει το αντίστροφο καθώς τα αναλογικά στοιχεία μετατρέπονται σε ψηφιακά τα οποία μπορούν να μεταβιβασθούν σε μία άλλη συσκευή. Οι τρόποι λειτουργίας είναι: η μονόδρομη λειτουργία (simplex), η ημιαμφίδρομη λειτουργία (half duplex ή semi duplex) και η πλήρως αμφίδρομη λειτουργία (full duplex). Με την πλήρως αμφίδρομη λειτουργία το κείμενο αφού φτάσει στον προορισμό του ανακλάται πίσω, επιστέφοντας στην αφετηρία, στην οθόνη του πομπού. Επομένως υπάρχει η δυνατότητα με την πλήρως αμφίδρομη λειτουργία να ελεγχθεί αν η μεταβίβαση υπήρξε επιτυχής. Ένα modem χρησιμοποιεί την μέθοδο της διαμορφώσεως με μετατόπιση ή με ολίσθηση συχνότητας (Frequency Shift Keying – F.S.K) χρησιμοποιώντας τις συχνότητες 1070 Hz για την μεταβίβαση των MARK και 1270 Hz για την μεταβίβαση των SPACE με εύρος ζώνης 200 Hz και ταχύτητα εκπομπής 300 Baud. Το modem συνδυάζει την διαμόρφωση με την μετατόπιση συχνότητας (F.S.K) με την διαμόρφωση φάσης (P.M), την διαμόρφωση με διπλή πλευρική ζώνη (D.S.B) η οποία έχει τάξη εκπομπής A3E και την διαμόρφωση πλάτους με μερική καταστολή ζώνης με τάξη εκπομπής F1B. Το modem διαθέτει ενδεικτικές λυχνίες τύπου led που δείχνουν την κατάσταση της λειτουργίας του σε συγκεκριμένες φάσεις. Επίσης το modem διαθέτει δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας μέσω επιστροφής των χαρακτήρων στην είσοδο του ίδιου του modem. Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα για αυτόματη απάντηση των αποτελούμενων χαρακτήρων ώστε να ελεγχθεί αν οι χαρακτήρες στάλθηκαν στον προορισμό τους. Επιπρόσθετα, δύναται η αυτόματη επιλογή αριθμών τηλεφώνου ή τηλετύπου καθώς και η αυτόματη απάντηση σε κλήση από άλλο modem.

6.16 Ταχύτητα δεδομένων τηλετυπικών μηνυμάτων.

Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων σε ένα τηλετυπικό μήνυμα εκφράζεται σε Baud, που αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ψηφίων τα οποία μεταφέρονται ανά δευτερόλεπτο. Για την μεταφορά ενός χαρακτήρα χρειάζονται 10 ψηφία συμπεριλαμβανομένων του ψηφίου της ενάρξεως και του ψηφίου του πέρατος. Επομένως, η ταχύτητα σε αριθμό χαρακτήρων είναι ο λόγος των Baud δια 10. Η διεθνής ταχύτητα που χρησιμοποιείται σήμερα από τα τηλετυπικά συστήματα της Κινητής Ναυτικής Υπηρεσίας είναι 50 Baud ή 300 γράμματα το λεπτό.

6.17 Αριθμοί επιλογικής κλήσης (SELCALL).

Οι αριθμοί επιλογικής κλήσης (SElective CALLing number – SELCALL) είναι μοναδικοί αριθμοί κωδικοί κλήσης που εκχωρούνται σε κινητούς σταθμούς ή σε σταθμούς ξηράς. Ο αριθμός εκχωρείται από τοις αρμόδιες εθνικές υπηρεσίες όπως καθορίζουν οι κανόνες της ITU και είναι μοναδικός για κάθε πλοίο. Για τα πλοία τα SELCALLS είναι πενταψήφιοι κωδικοί

αποτελούμενοι μόνο από αριθμούς. Για ταυτόχρονη ομαδική κλήση εκχωρούνται κωδικοί αποτελούμενοι από ίδιους αριθμούς ή από 2 διαφορετικά ψηφία που επαναλαμβάνονται εναλλάξ. Οι παράκτιοι διαθέτουν SELCALLS που αποτελούνται από 4 αριθμούς. Οι κωδικοί SELCALLS για ιδιωτικούς συνδρομητές ξηράς εξαρτώνται αποκλειστικά από την χώρα που ανήκουν. Με σκοπό να διαπιστώνεται ότι επιτυγχάνεται η τηλετυπική σύνδεση με παράκτιο σταθμό ή πλοίο ή ιδιώτη συνδρομητή ξηράς, γίνεται η ανταλλαγή των answerbacks, στην αρχή και στο τέλος της σύνδεσης. Για κάθε τηλετυπική συσκευή υπάρχει ένας μοναδικός answerback, προγραμματισμένος στην μνήμη του, που το χαρακτηρίζει. Το answerback αποτελείται από το SELCALL, από 4 γράμματα που αποτελούν μέρος του πλοίου ή του παράκτιου ή της ναυτιλιακής εταιρείας και από ένα γράμμα που καθορίζει αν είναι κινητός ή αν πρόκειται για σταθμό ξηράς.

6.18 Μέθοδος F.E.Q.

Η μέθοδος Αποστολής Διορθώσεως Λάθους (Forward Error Connection – F.E.C) είναι ένα είδος ραδιοτηλετυπικής επικοινωνίας (radio telex operation mode) η οποία παρέχει ανίχνευση λαθών και όχι διόρθωση. Αν υπάρχουν γράμματα τα οποία δεν λήφθηκαν σωστά, κατά την εκτύπωση του τηλετυπικού μηνύματος εκτυπώνεται μία παύλα (-) ή ένας αστερίσκος (*). Αυτό συμβαίνει όταν ένα μήνυμα εκπέμπεται και την δεύτερη φορά εσφαλμένα. Ο σταθμός που εκπέμπει και στέλνει τον κάθε χαρακτήρα 2 φορές, αυτό γίνεται με καθυστέρηση 280 ms και η διάρκεια εκπομπής ενός χαρακτήρα είναι 70 ms. Η πρώτη εκπομπή ονομάζεται Direct Transmission - Dx και η δεύτερη ονομάζεται Repeat Transmission – Rx. Ο κάθε χαρακτήρας στέλνεται δύο φορές και ο σταθμός – δέκτης ελέγχει αν πληροί την σχέση 3 SPACES/ 4 MARKS. Αν η πρώτη και η δεύτερη εκπομπή είναι λάθος τότε εκτυπώνεται παύλα ή αστερίσκος. Επίσης οι παρεμβολές και θόρυβοι οδηγούν σε εκτύπωση αστερίσκου. Η μέθοδος FEC παρέχει επικοινωνίες μονόδρομης κατευθύνσεως, άρα δεν χρησιμοποιείται ο πομπός του αποδέκτη. Είναι ο κατάλληλος τρόπος επικοινωνίας για εκπομπές τύπου Broadcast, όπως τα μηνύματα πληροφοριών ναυτικής ασφαλείας MSI και για δελτία ειδήσεων (Press) προς απεριόριστο αριθμό δεκτών. Επίσης το FEC είναι κατάλληλο για μηνύματα κινδύνου, επείγοντος και ασφαλείας, όπου μέσω του συστήματος GMDSS γίνεται ραδιοτηλετυπικά η ανταπόκριση κινδύνου ψηφιακής επιλογικής κλήσης. Ακόμη, η αυτόματη βεβαίωση λήψης δεν είναι απαραίτητη. Ο σταθμός που εκπέμπει ονομάζεται BSS (B – Mode Sending Station) και ο σταθμός που λαμβάνει ονομάζεται BRS (B – Mode Receiving Station). Ο σταθμός BSS εκπέμπει αίτημα συγχρονισμού ώστε να συγχρονιστεί μαζί του ο σταθμός BRS. Ο σταθμός BRS ανιχνεύει σήματα, έπειτα ενεργοποιείται σε ετοιμότητα λήψης και παραμένει σε κατάσταση λήψης μέχρι το τέλος του μηνύματος. Η επικοινωνία τερματίζεται μετά από 3 συνεχόμενες αδρανείς χαρακτήρες του μηνύματος BSS. Η μέθοδος FEC υποδιαιρείται σε 2 υποσυστήματα λειτουργίας την ομαδική εκπομπή (Collective Broadcast – CBC) για μηνύματα γενικού ενδιαφέροντος προς πολλούς σταθμούς με επαρκή εντοπισμό λαθών και την

επιλογική εκπομπή (Selective Broadcast – SBC), όπου εκπέμπονται πληροφορίες προς έναν λαμβάνοντα με μονόδρομη κατεύθυνση εκπομπής.

6.19 Μέθοδος A.R.Q.

Η μέθοδος αυτόματης επαναλήψεως αιτήματος (Automatic Retransmission/Repetition Request – A.R.Q) παρέχει αυτόματη ανίχνευση και διόρθωση λαθών. Απαιτεί δύο σταθμούς με ταυτόχρονη λειτουργία πομπών και δεκτών. Οι σταθμοί μπορεί να είναι πλοίου και παράκτιοι σταθμοί ή μεταξύ δύο πλοίων. Η κατεύθυνση επικοινωνίας είναι είτε ημιαμφίδρομη είτε πλήρως αμφίδρομη. Ο σταθμός που καλεί πρώτος ονομάζεται κύριος (MASTER) και ο καλούμενος δευτερεύων (SLAVE). Η κατάσταση αυτή παραμένει σταθερή σε όλη την διάρκεια της επικοινωνίας ανεξαρτήτως ποιος σταθμός είναι πομπός και ποιος δέκτης. Κατά την λειτουργία της μεθόδου ARQ ο ένας σταθμός εκπέμπει πληροφορίες και λαμβάνει σήματα ελέγχου (control signals), ενώ ο άλλος λαμβάνει πληροφορίες και εκπέμπει σήματα ελέγχου ή επιβεβαίωσης. Το χρονόμετρο του σταθμού MASTER ελέγχει τον χρόνο ολόκληρου του κυκλώματος ενώ το χρονόμετρο του σταθμού SLAVE είναι φασικά κλειδωμένο με το τμήμα που λαμβάνεται από τον σταθμό MASTER, δηλαδή, η χρονική διάρκεια μεταξύ του τέλους ενός λαμβανομένου σήματος και της έναρξης ενός εκπεμπόμενου σήματος είναι σταθερή. Ο πομπός που εκπέμπει σε συγκεκριμένη στιγμή ονομάζεται ISS (Information Receiving Station – ISS) και ο δέκτης ονομάζεται IRS (Information Receiving Station – IRS). Τα δεδομένα εκπέμπονται σε μονάδες των 3 χαρακτήρων (blocks). Ο σταθμός IRS ο οποίος λαμβάνει, ελέγχει σε κάθε block αν ισχύει η σχέση $4\text{MARKS}/3\text{SPACES}$. Έπειτα ο IRS εκπέμποντας τον ειδικό χαρακτήρα CS2 δηλώνει την βεβαίωση λήψης του block1 και ζητά την προώθηση του block2. Αν συμβεί λάθος σε ένα block δεδομένων μέσω μίας ειδικής διατάξεως αναγνωρίζεται αυτό στη λήψη και αποστέλλεται αυτόματα στον εκπεμπόμενο σταθμό ο συνδυασμός RQ, δηλαδή η αίτηση για επανάληψη, οπότε και ο σταθμός ISS αποστέλλει πάλι το block που λήφθηκε εσφαλμένα. Η αίτηση αυτή μπορεί να επαναληφθεί έως 32 φορές, έως ότου ληφθεί ολόκληρο το block χωρίς λάθη. Μετά από 32 επαναλήψεις ο σταθμός ISS εκκινεί νέα κλήση εκ νέου η οποία αν είναι ανεπιτυχής τότε οι δύο σταθμοί επανέρχονται σε κατάσταση αναμονής (stand by). Αν η δεύτερη κλήση είναι επιτυχής οι 2 αριθμοί αυτόματα συνεχίζουν την επικοινωνία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΙΩΑΝΝΟΥ Κ. ΠΙΤΛΙΓΓΕΡ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ
ΑΘΗΝΑ 1998 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Α. ΠΕΡΡΑΚΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ
ΑΘΗΝΑ 2006 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- LS CREWING & TRAINING COMPANY
GMDSS STUDENTS HANDBOOK
RIGA 2006
- ΚΑΠΑΔΟΥΚΑΚΗΣ ΠΕΤΡΟΣ, ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
ΠΛΟΙΩΝ GMDSS
ΙΟΥΛΙΟΣ 2007
- ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Η. ΠΑΛΛΗΚΑΡΗ, ΓΕΩΡΓΙΟΥ Θ. ΚΑΤΣΟΥΛΗ,
ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Α. ΔΑΛΑΚΛΗ
ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ECDIS
Β ΕΚΔΟΣΗ ΑΘΗΝΑ 2016 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ
ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ Σ. ΛΙΝΑΡΔΑΤΟΥ, ΛΙΟΝΥΣΙΟΥ Σ. ΛΙΝΑΡΔΑΤΟΥ
ΡΑΝΤΑΡ
Β ΕΚΔΟΣΗ ΑΘΗΝΑ 2016 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ
ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- ΤΑΜΠΑΚΑΚΗ Α. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ. ΛΥΜΠΕΡΗ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΙΙ
ΑΘΗΝΑ 2009 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- ΚΑΡΑΤΖΗ Α., ΤΖΑΝΙΔΑΚΗ Γ.
ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΤΥΠΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
- ΔΗΜΑ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ, ΚΛΟΥΒΑ ΘΕΟΛΟΓΟΥ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΠΛΟΙΩΝ
- ΑΝΤΩΝΙΟΥ Χ. ΒΡΟΥΛΟΥ, ΣΤΕΦΑΝΟΥ Ι. ΚΑΡΝΑΒΑ
ΦΥΣΙΚΗ
ΑΘΗΝΑ 2012 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗ Α. ΙΩΑΝΝΗ, ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ Ν. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ,
ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ Δ. ΣΠΥΡΙΔΩΝΑ, ΜΠΕΡΣΙΜΗ Γ. ΣΩΤΗΡΙΟΥ,
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Γ. ΘΕΩΔΩΡΟΥ, ΠΑΠΠΑ Κ. ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ
ΑΘΗΝΑ 2007 ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ/ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
- JAPAN RADIO COMPANY L.T.D

JHS-7, TWO – WAY RADIOTELEPHONE APPARATUS ON-BOARD
COMMUNICATION EQUIPMENT INSTRUCTION MANUAL

JAPAN RADIO COMPANY L.T.D

JSS-2250/2500/2250N/2500/ MF/HF RADIO EQUIPMENT INSTRUCTION
MANUAL

JAPAN RADIO COMPANY L.T.D

JHS-770S/780D MARINE VHF RADIOTELEPHONE INSTRUCTION
MANUAL

ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

http://opencourses.teiwest.gr/modules/document/file.php/CIED108/1.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/1.%20%CE%91%CE%BA%CE%B1%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C%20%CE%AD%CF%84%CE%BF%CF%82%202016%20-%202017/Telecom_Systems_II_Lecture_2.pdf

ΑΛΕΞΙΟΥ Φ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΚΠΟΜΠΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩ ΚΥΜΑΤΩΝ

https://www.ceid.upatras.gr/webpages/faculty/alexiou/ahts/presentations/08_trans_propag.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Guglielmo_Marconi

https://en.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell

https://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Morse