

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΕΞΩΦΥΛΛΟ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΟΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΓΧΡΟΝΑ
ΜΕΣΑ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ**

A. ΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑ	A.M
Πράτσας	Βάιος	4260

B. ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Βασιλόπουλος Δημήτριος

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ/...../.....

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Βασιλόπουλος Δημήτριος

ΘΕΜΑ: : ΟΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΣΥΓΧΡΟΝΑ
ΜΕΣΑ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΠΡΑΤΣΑΣ ΒΑΪΟΣ

Α.Γ.Μ:4260

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 16-5-2020

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

«ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή Εργασία μου και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Πτυχίου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η εργασία μου προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα & Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):

ΠΡΑΤΣΑΣ ΒΑΪΟΣ

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):

ΠΡΑΤΣΑΣ ΒΑΪΟΣ

Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
1.Βασικά στοιχεία διάδοσης ραδιοκυμάτων.....	8

1.1	Δορυφόροι και Κεραίες.....	8
1.2	Αρχές διάδοσης ηλεκτρομαγνητικού κύματος.....	10
1.3	Συχνότητες ραδιοκυμάτων στις διαστημικές επικοινωνίες.....	11
2.	ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.....	14
2.1	Στοιχεία συστήματος επικοινωνίας.....	14
2.2	Τύποι Σημάτων.....	16
2.3	Διαμόρφωση αναλογικών και ψηφιακών σημάτων.....	18
2.3.1	Διαμόρφωση Πλάτους (AM).....	18
2.3.2	Διαμόρφωση Συχνότητας FM και Φάσης PM.....	20
3.	Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης GNSS.....	22
3.1	Σύστημα Εντοπισμού Θέσης GPS.....	24
3.2	Δορυφορικό σύστημα πλοήγησης GLONASS.....	26
3.3	Δορυφορικό σύστημα GALILEO.....	27
4.	Ηλεκτρονικά Μέσα Ναυσιπλοΐας.....	28
4.1	Λειτουργίες συστήματος ECDIS.....	28
4.2	Καθολικό αυτόματο σύστημα αναγνώρισης AIS.....	32
4.2.1	Αρχιτεκτονική AIS.....	33
4.2.3	Χρήση AIS.....	34
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	37
	Πηγές από το διαδίκτυο.....	37

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 2.2 Αναλογικού σήματος συνεχούς χρόνου.....	17
Σχήμα 2.3 ψηφιακού σήματος.....	17
Σχήμα 2.4 Διαμόρφωση Πλάτους Σήματος.....	19
Σχήμα 2.5 Διαμόρφωση Συχνότητας.....	20
Σχήμα 2.6 Διαμόρφωση Φάσης.....	21

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1.1 Κεραία Πλοίου.....	8
Εικόνα 1.2 Αναπαράσταση δορυφόρου που χρησιμοποιείται για να παρέχει επικοινωνία πέρα από τον ωκεανό	9
Εικόνα 1.3 Διάδοση ραδιοκυμάτων σφαιρικής ακτινοβολίας (α) , σύνδεση επικοινωνίας με κεραίες (β).....	10
Εικόνα 1.4 Τρόποι διάδοσης ραδιοκυμάτων.....	12
Εικόνα 1.5 Πίνακας περιοχών συχνοτήτων	13
Εικόνα 2.1 συστήματος επικοινωνίας.....	14
Εικόνα 3.1 Δορυφόρος GPS και σύστημα GNSS.....	23
Εικόνα 3.2 Δορυφόρος GPS.....	24
Εικόνα 3.3 Δορυφόρος GLONASS.....	26
Εικόνα 3.4 Δορυφόρος GALILEO.....	28
Εικόνα 4.1 Τυπικός σταθμός εργασίας ECDIS.....	30
Εικόνα 4.2 Χάρτης συστήματος ECDIS.....	31
Εικόνα 4.3 Επικοινωνίας δορυφόρου με πλοία.....	32
Εικόνα 4.4 Αυτόματος Σύστημα Αναγνώρισης.....	34
Εικόνα 4.5 Φορτηγό πλοίο.....	36

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Από τα πρώτα χρόνια του περασμένου αιώνα, τα πλοία άρχισαν να εγκαθιστούν μέσα επικοινωνίας για την λήψη σημάτων κινδύνου τόσο μεταξύ τους όσο και με την ακτή. Η ανάγκη επικοινωνίας οδήγησε στην ανάπτυξη και την εξέλιξη τους. Οι πρώτες επικοινωνίες γινόταν με σήματα Morse όπου στην συνέχεια εξελίχθηκαν σε αναλογικές και ποιο μετά σε ψηφιακές επικοινωνίες. Σήμερα η θαλάσσια επικοινωνία πραγματοποιείται με την βοήθεια σύγχρονων συστημάτων που διαθέτουν τα πλοία τα οποία επικοινωνούν ακόμα και μέσω δορυφόρων. Επίσης οι δορυφορικές υπηρεσίες με την βοήθεια γεωστατικών δορυφόρων προσφέρουν επικοινωνία σε σημεία που δεν μπορούν να φτάσουν με τα επίγεια συστήματα επικοινωνιών. Σήμερα σχεδόν όλα τα πλοία είναι εξοπλισμένα με δορυφορικά συστήματα ειδοποιήσεων ασφάλειας και συστήματα αναγνώρισης και παρακολούθηση μεγάλων αποστάσεων καθιστώντας την θαλάσσια πλοήγηση ασφαλέστερη. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση των τηλεπικοινωνιών του πλοίου και τα σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα ναυσιπλοΐας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με ένα από τους σημαντικότερους τομείς στο ναυτιλιακό κλάδο και συγκεκριμένα με τις τηλεπικοινωνίες του πλοίου και τα σύγχρονα μέσα ναυσιπλοΐας, μέσα από την οποία γίνεται παρουσίαση των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και τον σύγχρονο ηλεκτρονικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στη ναυσιπλοΐα. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τα βασικά στοιχεία διάδοσης ραδιοκυμάτων και συγκεκριμένα για τις αρχές διάδοσης ηλεκτρομαγνητικού κύματος και τις συχνότητες ραδιοκυμάτων. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στις αρχές λειτουργίες τηλεπικοινωνιών αναλύοντας τα στοιχεία συστήματος επικοινωνίας και την διαμόρφωση αναλογικών και ψηφιακών σημάτων. Στη συνέχεια το τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης GNSS και των δορυφορικών συστημάτων GPS, GLONASS και GALILEO και τέλος το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στα ηλεκτρονικά μέσα ναυσιπλοΐας και συγκεκριμένα για τις λειτουργίες συστήματος ECDIS και το αυτόματο σύστημα αναγνώρισης AIS αναλύοντας την αρχιτεκτονική και την χρήση του.

1.Βασικά στοιχεία διάδοσης ραδιοκυμάτων

1.1 Δορυφόροι και Κεραίες

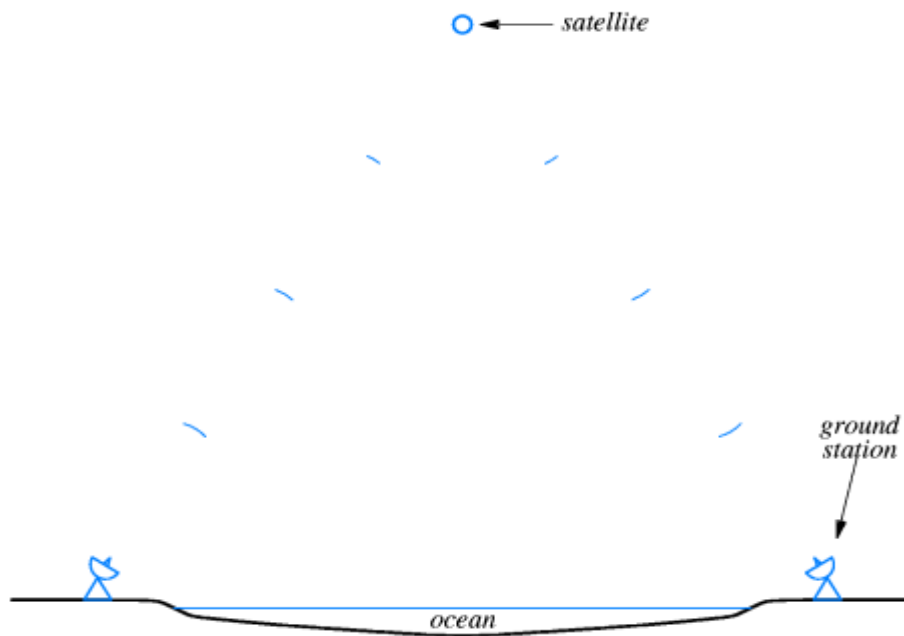
Οι κεραίες είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται είτε για την εκπομπή είτε για τη λήψη ραδιοκυμάτων. Για την λειτουργία τους χρειάζεται ηλεκτρική ενέργεια. Μια κεραία εκπομπής μεταδίδει πληροφορίες μέσα από ραδιοκύματα στο χώρο σε συγκεκριμένη συχνότητα. Αυτά δημιουργούνται μέσω της εκπομπής ενός ρεύματος κατά μήκος της κεραίας εκπομπής. Η κεραία λήψης είναι αυτή που λαμβάνει την πληροφορία μέσω ραδιοκυμάτων που εκπέμπονται από μια μακρινή πηγή. Από φυσικής άποψη, οι κεραίες που χρησιμοποιούνται για τα δίκτυα ραδιοσυχνοτήτων RF (radio frequency networks) μπορεί να είναι μεγάλες ή μικρές, ανάλογα με την επιθυμητή εμβέλεια. Για παράδειγμα, μια κεραία σχεδιασμένη για να διαδίδει σήματα σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων μέσα σε μια πόλη μπορεί να αποτελείται από ένα μεταλλικό στυλό με μήκος γύρω στα δυο μέτρα, ο οποίος είναι στερεωμένος κατακόρυφα στην κορυφή ενός κτιρίου. Μία κεραία σχεδιασμένη για να επιτρέπει την επικοινωνία μέσα σε ένα κτίριο μπορεί να είναι τόσο μικρή ώστε να χωράει σε ένα φορητό υπολογιστή για παράδειγμα μικρότερη από 20 εκατοστά. Τα σχήματα και οι διαστάσεις των κεραιών εκπομπής και λήψης εξαρτώνται από την προβλεπόμενη χρήση τους καθώς και την συχνότητα στην οποία επικοινωνούν.



Εικόνα 1.1 Κεραία πλοίου

Η τεχνολογία των μεταδόσεων ραδιοσυχνοτήτων μπορεί να συνδυαστεί με δορυφόρους για να παράσχει επικοινωνία σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Για παράδειγμα η παρακάτω εικόνα δείχνει πώς ένας επικοινωνιακός δορυφόρος σε τροχιά γύρω από την Γη μπορεί να

παρέχει σύνδεση δικτύου πάνω από τον ωκεανό. Ο δορυφόρος περιέχει έναν πομποδέκτη-ενισχυτή, ο οποίος αποτελείται από ένα ραδιοφωνικό δέκτη και έναν πομπό. Ο πομποδέκτης-ενισχυτής δέχεται με εισερχόμενη ραδιομετάδοση, την ενισχύει και, και μεταδίδει το ενισχυμένο σήμα πίσω στη Γη σε λόγο διαφορετική γωνία από εκείνη της λήψης. Ένας επίγειος σταθμός στη μια πλευρά του ωκεανού μεταδίδει ένα σήμα στο δορυφόρο, ο οποίος μετά στέλνει το σήμα σε έναν επίγειο σταθμό στην άλλη πλευρά. Ο κάθε δορυφόρος συνήθως περιέχει πολλούς πομποδέκτες-ενισχυτές οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα. Ο κάθε πομποδέκτης-ενισχυτής χρησιμοποιεί άλλη ραδιοσυχνότητα(κανάλι), ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη ολοκλήρωση πολλών επικοινωνιών. Επιπλέον, επειδή το κάθε δορυφορικό κανάλι μπορεί να μοιράζεται, έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετεί πολλούς χρήστες.^{[1][8]}

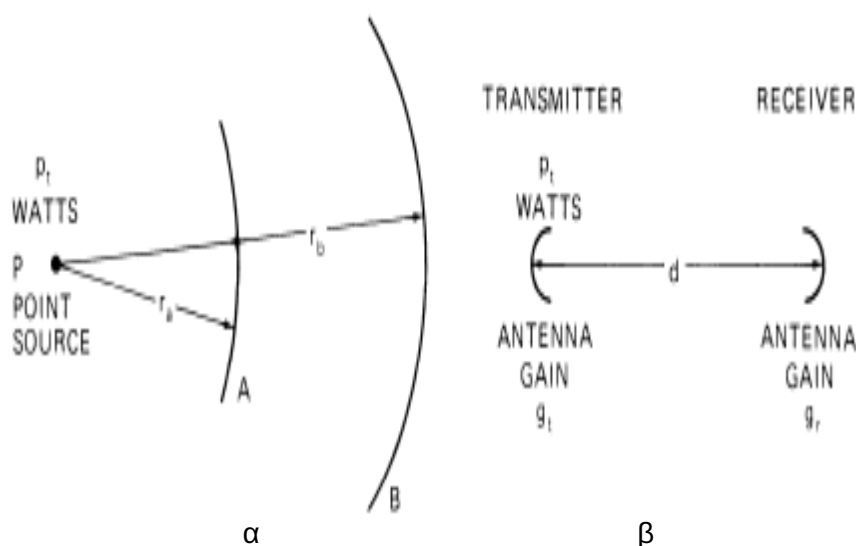


Εικόνα 1.2 Αναπαράσταση δορυφόρου που χρησιμοποιείται για να παρέχει επικοινωνία πέρα από τον ωκεανό²

1.2 Αρχές διάδοσης ηλεκτρομαγνητικού κύματος

Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, που αναφέρεται ως ραδιοκύμα στις ραδιοσυχνότητες, χαρακτηρίζεται από παραλλαγές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων. Καθώς «ταξιδεύει» ένα κύμα στο χώρο, που χαρακτηρίζεται από ορισμένη συχνότητα, η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών του, παραμένει σταθερή. Αυτή η σταθερή απόσταση ονομάζεται μήκος κύματος (λ). Το μήκος κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογο της συχνότητας του ίδιου κύματος, που σημαίνει πως: όσο μικρότερη είναι η συχνότητα ενός κύματος τόσο μεγαλύτερο θα είναι το μήκος κύματός του. Η σχέση που συνδέει τη συχνότητα (f) με το μήκος κύματος (λ) είναι:

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι ένα ραδιοκύμα διαδίδεται σε ελεύθερο χώρο από μια σημειακή πηγή P ισχύς P Watt. Το κύμα είναι ισοτροπικό στο διάστημα δηλαδή ακτινοβολείται σφαιρικά από το σημείο P όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 1.3 (α).



Εικόνα 1.3 Διάδοση ραδιοκυμάτων σφαιρικής ακτινοβολίας (α) , σύνδεση επικοινωνίας με κεραιές (β)

Η πυκνότητα ισχύος πάνω από την επιφάνεια μιας σφαίρας ακτίνας από το σημείο P δίνεται από τον τύπο

$$\text{watts/}$$

Ομοίως, στην επιφάνεια B , η πυκνότητα σε μια σφαίρα ακτίνας δίνεται από τον τύπο

$$\text{watts/}$$

Η αναλογία πυκνότητας ισχύος δίνεται από τον τύπο

Όπου είναι μικρότερο από το

Αυτή η σχέση δείχνει ότι η πυκνότητα ισχύος ενός ραδιοκύματος που διαδίδεται από μια πηγή είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης από την πηγή¹.

1.3 Συχνότητες ραδιοκυμάτων στις διαστημικές επικοινωνίες

Ραδιοκύματα είναι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με συχνότητα από περίπου 3 Hz έως 300 GHz. Ειδικότερα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με συχνότητες μεταξύ 0,3 GHz και 300 GHz ονομάζονται μικροκύματα. Μεγαλύτερες συχνότητες εμπίπτουν στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Η συχνότητα είναι κρίσιμος παράγοντας για τις διακοπές στις διαστημικές επικοινωνίες από την ατμόσφαιρα της γης. Ένα ραδιοκύμα θα διαδοθεί από την γη προς το διάστημα υπό την προϋπόθεση ότι η συχνότητα του είναι αρκετά υψηλή για να διεισδύσει στην ιονόσφαιρα όπου εκτείνεται από 50 km έως 200 km περίπου πάνω από την επιφάνεια της γης. Τα διάφορα στρώματα της ιονόσφαιρας ενεργούν ως ανακλαστήρες ή απορροφητές στα ραδιοκύματα σε συχνότητες κάτω των 30 MHz περίπου με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η επικοινωνία. Καθώς αυξάνεται η συχνότητα η ανάκλαση μειώνεται και το σήμα εξαπλώνεται. Τα ραδιοκύματα πάνω από 30 MHz θα διαδοθούν μέσω της ιονόσφαιρας, ωστόσο τα ραδιοκύματα θα μπορούσαν να τροποποιηθούν ανάλογα με την συχνότητα που εκπέμπονται, και την γεωγραφική θέση.

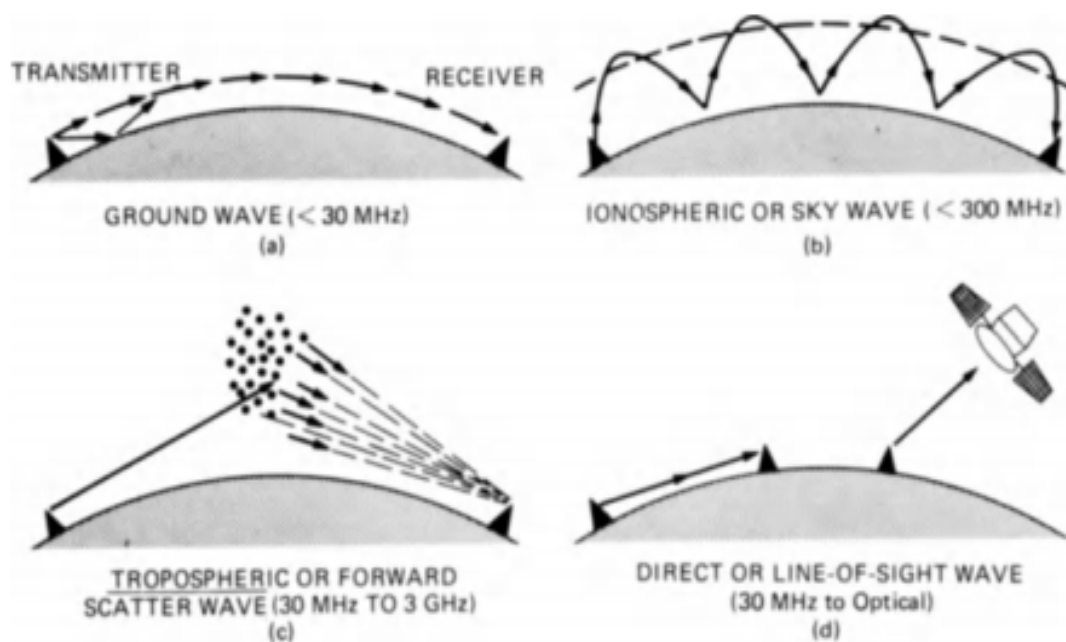
Μπορούμε να έχουμε διάφορους τρόπους διάδοσης ραδιοκυμάτων. Ένας είναι η εξαπλώση κατά μήκος της επιφάνειας της γης όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα 1.4 (α). Αυτή η λειτουργία υποστηρίζει υπηρεσίες μετάδοσης επικοινωνίας εύρους AM που χρησιμοποιείται για ραδιόφωνα, ραδιο-πλοήγηση και χερσαίες υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας.

Ένας δεύτερος τρόπος επίγειας διάδοσης είναι αυτός των ιονοσφαιρικών ραδιοκυμάτων η οποία λειτουργεί σε συχνότητες κάτω από 300 περίπου MHz, τα οποία κατά την διάδοσή τους ανακλάτε με την ιονόσφαιρα μετακινώντας έτσι την πληροφορία κατά μήκος της επιφάνειας της γης. Αυτό το εύρος συχνοτήτων

περιλαμβάνει τα εμπορικά FM και VHF όπως τα τηλεοπτικά κανάλια καθώς και οι αεροναυτικές και θαλάσσιες υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας.

Για συχνότητες πάνω από 30 MHz έως περίπου 3GHz γίνεται επικοινωνία μέσω της τροποσφαιρικής σκέδασης σε υψόμετρο περίπου 10-20 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γη όπως φαίνεται στο σχήμα 1.4 (c). Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων όταν δεν υπάρχουν άλλα μέσα διαθέσιμα.

Τέλος για συχνότητες πάνω από το ιονοσφαιρικό στρώμα γίνεται άμεσα η διάδοση ραδιοκυμάτων όπου είναι ο κύριος τρόπος λειτουργίας για διαστημικές επικοινωνίες σχήμα 1.4 (d). Οι υπηρεσίες επικοινωνιών και ραδιοτηλεοπτικών εκπομπών λειτουργούν επίσης σε αυτή την συχνότητα όπου συχνά μοιράζονται τις ίδιες ζώνες συχνοτήτων με αυτές των διαστημικών υπηρεσιών¹.



Εικόνα 1.4 Τρόποι διάδοσης ραδιοκυμάτων¹

Για εξαιρετικά υψηλές συχνότητες το εύρος είναι 30–300 GHz EHF (extremely high frequency) χρησιμοποιείται σε ραδιοτηλεσκόπια, τηλεπισκόπηση (remote

sensing), οπλικά συστήματα, ανιχνευτές/συστήματα ασφαλείας.

Παρακάτω θα δούμε τις περιοχές συχνοτήτων και οι αντίστοιχες ονομασίες κατά ITU (*International Telecommunication Union*), με κυρίως χρήση στις ασύρματες επικοινωνίες.

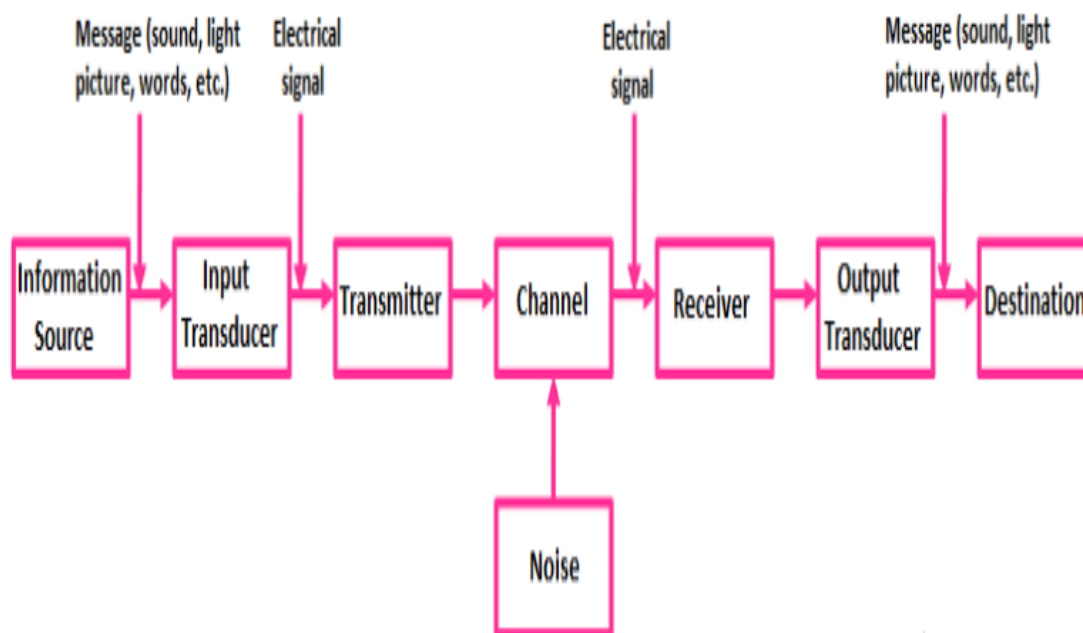
Ονομασία	Αρχικά (ITU)	Συχνότητα	Μήκος κύματος	Εφαρμογές
εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα	ELF (extremely low frequency)	3–30 Hz	10.000–100.000 km	ανιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση, τηλεπικοινωνίες υποβρυχίων
υπερχαμηλή συχνότητα	SLF (super low frequency)	30–300 Hz	1.000–10.000 km	ανιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση, ηλεκτρικά δίκτυα διανομής (50–60 Hz)
κατ'εξοχήν χαμηλή συχνότητα	ULF (ultra low frequency)	300–3000 Hz	100–1.000 km	ανιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση, τηλεπικοινωνίες στα ορυχεία
πολύ χαμηλή συχνότητα (υπερμακρά κύματα)	VLF (very low frequency)	3–30 kHz	10–100 km	ανιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση (έως 20 kHz; υπέρηχος για μεγαλύτερες συχνότητες)
χαμηλή συχνότητα (μακρά κύματα)	LF (low frequency)	30–300 kHz	1–10 km	ραδιοφωνικές μεταδόσεις AM, ραδιοφάροι (NDB), ερασιτεχνικά walkie-talkie (μόνο ΗΠΑ)
μέση συχνότητα (μεσαία κύματα)	MF (medium frequency)	300–3000 kHz	100–1000 m	ραδιοσυστήματα πλοήγησης (NDB), ραδιοφωνικές μεταδόσεις AM, τηλεπικοινωνίες σε ναυτιλία και αεροναυτιλία
υψηλή συχνότητα (βραχεία κύματα)	HF (high frequency)	3–30 MHz	10–100 m	βραχεία (ραδιόφωνο), ερασιτεχνικές ραδιοεκπομπές, walkie-talkie
πολύ υψηλή συχνότητα (υπερβραχεία κύματα)	VHF (very high frequency)	30–300 MHz	1–10 m	ραδιοφωνικές μεταδόσεις FM, τηλεοπτικές εκπομπές, αεροναυτιλία, GPR
κατ'εξοχήν υψηλή συχνότητα	UHF (ultra high frequency)	300–3000 MHz	10–100 cm	τηλεοπτικές εκπομπές, κινητή τηλεφωνία, ασύρματα τηλέφωνα, ασύρματα δίκτυα Η/Υ, αυτόματες κλειδαριές αυτοκινήτων, φούρνοι μικροκυμάτων, GPR
υπερυψηλή συχνότητα	SHF (super high frequency)	3–30 GHz	1–10 cm	ασύρματα δίκτυα, δορυφορικές συνδέσεις, δορυφορική τηλεόραση, πότες γκαράζ
εξαιρετικά υψηλή συχνότητα	EHF (extremely high frequency)	30–300 GHz	1–10 mm	ραδιοτηλεσκοπία, τηλεπισκόπηση (remote sensing), οπλικά συστήματα, ανιχνευτές/συστήματα ασφαλείας

Εικόνα 1.5 Πίνακας περιοχών συχνοτήτων⁹

2. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

2.1 Στοιχεία συστήματος επικοινωνίας

Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος επικοινωνίας είναι η πηγή πληροφοριών, ο μετατροπέας εισόδου, ο πομπός, το κανάλι επικοινωνίας, ο δέκτης, ο μετατροπέας εξόδου και ο προορισμός.



Εικόνα 2.1 Απεικόνιση συστήματος επικοινωνίας⁵

Το σύστημα επικοινωνίας δημιουργεί τη γέφυρα επικοινωνίας μεταξύ του αποστολέα (πομπό) και του δέκτη. Για να δημιουργήσουμε αυτήν τη γέφυρα επικοινωνίας, πρώτα, χρειαζόμαστε πληροφορίες για αποστολή. Αυτές προέρχονται από την πηγή πληροφοριών (information source).

Για να μεταδώσουμε πληροφορίες σε μεγαλύτερες αποστάσεις, πρώτα πρέπει να τις μετατρέψουμε σε μια άλλη μορφή σήματος (ηλεκτρικό σήμα ή σήμα φως) που ταξιδεύει σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Η συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή αυτού του ηχητικού σήματος σε άλλη μορφή σήματος ονομάζεται μετατροπέας (input transducer). Ο μετατροπέας βρίσκεται στην πλευρά εισόδου και στην πλευρά έξοδο του συστήματος επικοινωνίας. Αυτός που βρίσκεται στην πλευρά εισόδου ονομάζεται μετατροπέας εισόδου ο οποίος μετατρέπει την πληροφορία (ήχος ή φωτεινό σήμα) σε ηλεκτρικό σήμα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μετατροπέα

εισόδου είναι το μικρόφωνο που τοποθετείται μεταξύ της πηγής πληροφοριών και του πομπού. Το μικρόφωνο είναι η συσκευή που μετατρέπει τα ηχητικά σήματα σε ηλεκτρικά.

Ο πομπός (transmitter) είναι η συσκευή που μετατρέπει το σήμα που παράγεται από την πηγή, σε μορφή κατάλληλη για μετάδοση μέσω ενός δεδομένου καναλιού ή μέσου. Για την μετατροπή αυτή ο πομπός χρησιμοποιεί μια τεχνική που ονομάζεται διαμόρφωση, που είναι και η κύρια λειτουργία του.

Όταν στέλνουμε το σήμα σε μεγαλύτερες αποστάσεις, υφίσταται διάφορες αλλοιώσεις που καθιστούν το σήμα αδύναμο. Για να σταλεί το σήμα σε μεγαλύτερες αποστάσεις, χωρίς αλλοιώσεις (εξωτερικές παρεμβολές, προσθήκη θορύβου και εξασθένηση), πρέπει να υποβληθεί σε μια διαδικασία που ονομάζεται διαμόρφωση. Η διαμόρφωση αυξάνει την ισχύ ενός σήματος χωρίς να αλλάζει τις παραμέτρους του αρχικού μας σήματος. Έτσι το σήμα που προκύπτει ξεπερνά τις διάφορες αλλοιώσεις και το καθιστούν δυνατό^{[5][10]}.

Το κανάλι επικοινωνίας (communication channel) είναι το μέσω που ταξιδεύει το σήμα και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Το ενσύρματο και το ασύρματο. Μερικά παραδείγματα ενσύρματων καναλιών επικοινωνίας περιλαμβάνουν ομοαξονικά καλώδια, καλώδια οπτικών ινών και τηλεφωνικές γραμμές συνεστραμμένου ζεύγους. Παραδείγματα ασύρματων καναλιών είναι ο αέρας, το νερό και το κενό. Αν και το κανάλι παρέχει τον τρόπο επικοινωνίας, υπάρχει ένα μειονέκτημα. Το κανάλι επικοινωνίας μειώνει την ισχύ του σήματος (εξασθενίζει το σήμα) που μεταφέρει τις πληροφορίες. Αυτή η μείωση της ισχύος του σήματος προκαλείται κυρίως από την προσθήκη εξωτερικού θορύβου, φυσικού περιβάλλοντος και απόστασης διαδρομής. Έτσι, το σήμα που λαμβάνεται από τον δέκτη είναι πολύ ασθενές. Για την αντιστάθμιση αυτής της απώλειας σήματος, χρησιμοποιούνται ενισχυτές (η συσκευή που ενισχύει την ισχύ του σήματος) τόσο στον πομπό όσο και στον δέκτη.

Ο θόρυβος (noise) είναι ένα ανεπιθύμητο σήμα που εισέρχεται στο σύστημα επικοινωνίας μέσω του καναλιού επικοινωνίας και παρεμβαίνει στο μεταδιδόμενο σήμα. Το σήμα θορύβου υποβαθμίζει το μεταδιδόμενο σήμα.

Ο δέκτης (receiver) είναι μια συσκευή που λαμβάνει το ηλεκτρικό σήμα στον προορισμό του, από το κανάλι και μετατρέπει το σήμα, πίσω στην αρχική του μορφή.

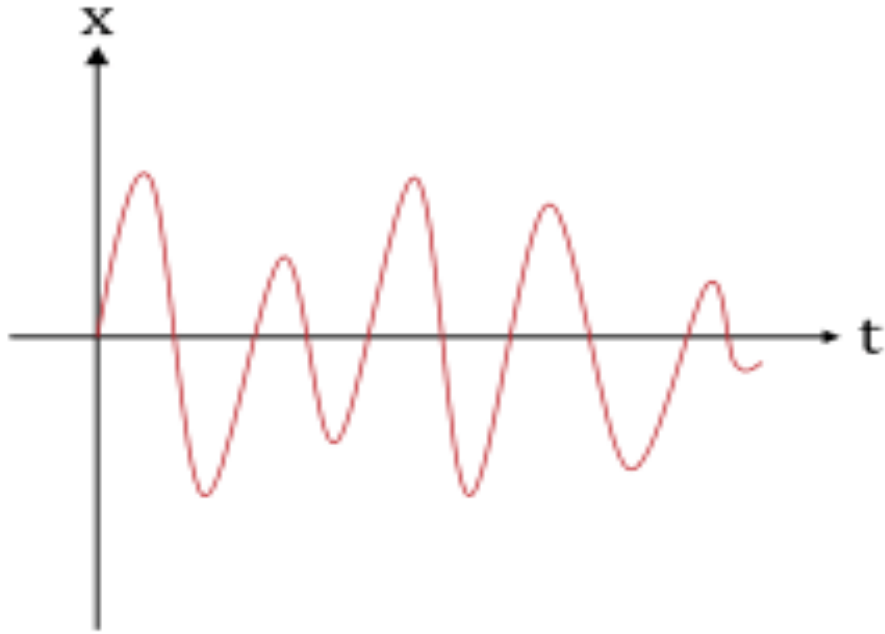
Η τηλεόραση είναι ένα καλό παράδειγμα ενός δέκτη. Η τηλεόραση λαμβάνει τα σήματα που αποστέλλονται από τους σταθμούς μετάδοσης της τηλεόρασης και μετατρέπει το σήμα σε μορφή που είναι εύκολα κατανοητή από τους ανθρώπους που παρακολουθούν τηλεόραση.

Ο μετατροπέας (output transducer) που υπάρχει στην πλευρά εξόδου του συστήματος επικοινωνίας ονομάζεται μετατροπέας εξόδου. Γενικά, ο μετατροπέας εξόδου μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα στην αρχική του μορφή (ήχος και εικόνα). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός μετατροπέα εξόδου είναι το μεγάφωνο που τοποθετείται μεταξύ του δέκτη και του προορισμού. Το μεγάφωνο μετατρέπει τα ηλεκτρικά σήματα σε ηχητικά σήματα που είναι εύκολα κατανοητά από τους ανθρώπους που βρίσκονται στον προορισμό. Ο προορισμός είναι το τελικό στάδιο του συστήματος επικοινωνίας. Γενικά, οι άνθρωποι σε κάποιο μέρος θεωρούνται ως προορισμός. Ένας προορισμός είναι ένα μέρος όπου οι άνθρωποι καταναλώνουν τις πληροφορίες⁵.

2.2 Τύποι Σημάτων

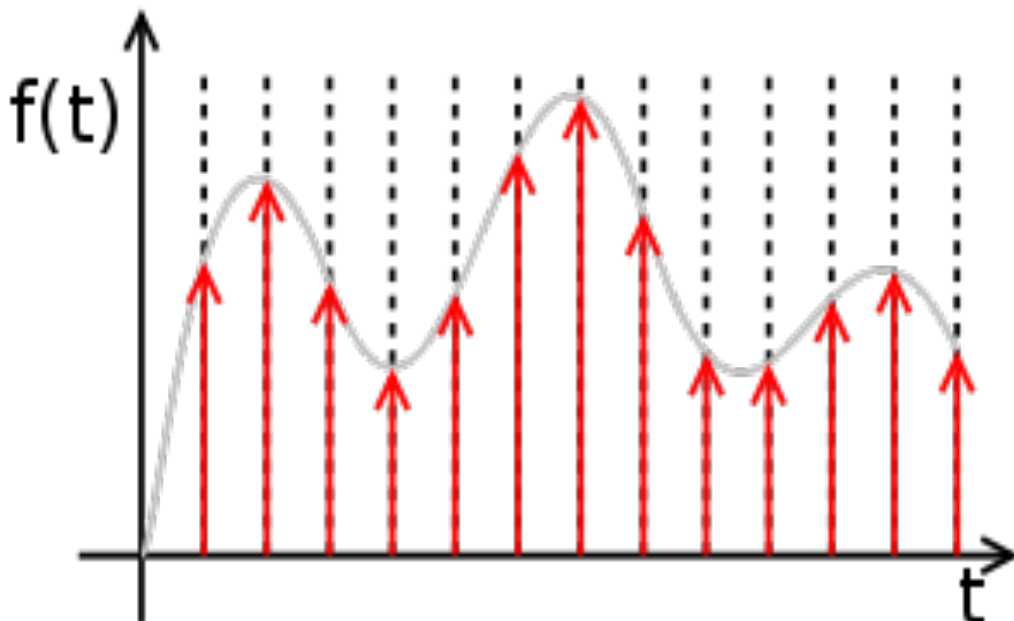
Τα σήματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες με βάση τις ιδιότητές τους. Στις ναυτιλιακές επικοινωνίες τα σήματα που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι τα αναλογικά και τα ψηφιακά. Η διαφορά μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών σημάτων σχετίζεται με αυτή του συνεχούς και διακριτού χρόνου.

Αναλογικό σήμα είναι η ρέουσα ένταση που λαμβάνει συνεχείς τιμές σε ένα μέσο μετάδοσης συναρτήσει του χρόνου αντικατοπτρίζοντας τη διακύμανση μιας ποιότητας που μεταβάλλεται ομοίως στον χρόνο, καθώς αυτός οδεύει προς τα εμπρός. Το αναλογικό σήμα αντιπροσωπεύει τις πληροφορίες που μεταφέρονται με μια συνεχή κυματομορφή ανάλογη μ' αυτές τις πληροφορίες⁴.



Σχήμα 2.2 Αναλογικού σήματος συνεχούς χρόνου

Σε αντίθεση με το αναλογικό, το ψηφιακό σήμα αναφέρεται σε σήμα διακριτού χρόνου το οποίο μπορεί να πάρει συγκεκριμένες (διακριτές) τιμές στον άξονα του χρόνου. Σε αυτή τη περίπτωση μιλάμε για ένα σήμα το οποίο παράγεται μέσω μιας μεθόδου ψηφιακής διαμόρφωσης και θεωρείται περισσότερο ως αναλογικό σήμα (δηλ. ένα επεξεργασμένο αναλογικό σήμα για τη μετατροπή του σε ψηφιακό).



Σχήμα 2.3 ψηφιακού σήματος

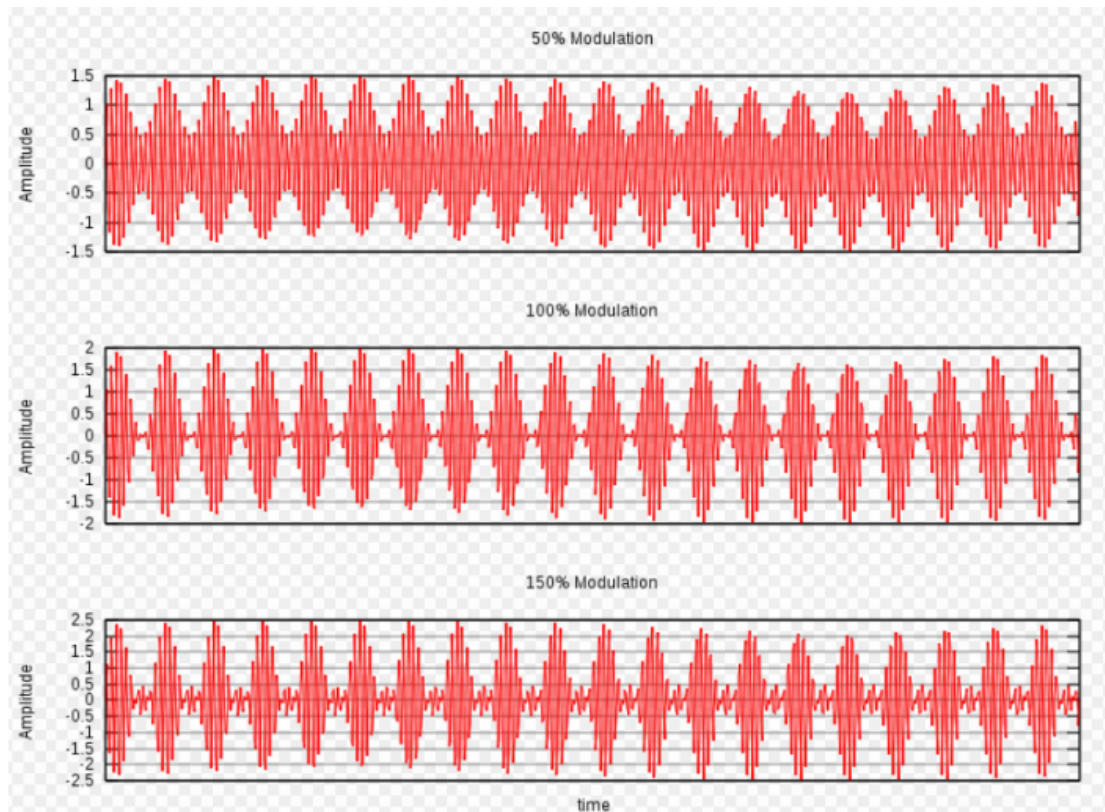
2.3 Διαμόρφωση αναλογικών και ψηφιακών σημάτων

Στις τηλεπικοινωνίες διαμόρφωση ονομάζεται η διαδικασία μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, συνήθως υψηλής συχνότητας, με στόχο την κωδικοποίηση σε αυτό ενός σήματος χαμηλής συχνότητας το οποίο μεταφέρει κωδικοποιημένη πληροφορία. Το υψηλής συχνότητας σήμα τότε ονομάζεται φέρον και συνήθως είναι σήμα απλής συχνότητας (π.χ. μία ημιτονοειδής κυματομορφή). Η διαμόρφωση απαιτείται για να μπορέσει να διέλθει ένα σήμα από κάποιο τηλεπικοινωνιακό κανάλι το εύρος ζώνης του οποίου δεν επικαλύπτεται με το εύρος ζώνης του σήματος. Στο άλλο άκρο της επικοινωνίας, στον παραλήπτη, λαμβάνει χώρα η ανάστροφη διαδικασία προκειμένου να ανακτηθεί το αρχικό σήμα και αυτό λέγεται αποδιαμόρφωση. Μία συσκευή η οποία μπορεί να επιτελεί και τις δύο διεργασίες, έτσι ώστε να λειτουργεί και ως αποστολέας και ως παραλήπτης, ονομάζεται μόντεμ (modem, εκ των αγγλικών λέξεων Modulator-Demodulator) . Υπάρχουν τρία βασικά είδη διαμόρφωσης: Διαμόρφωση πλάτους AM, διαμόρφωση συχνότητας FM και διαμόρφωση φάσης PM.

2.3.1 Διαμόρφωση Πλάτους (AM)

Η διαμόρφωση Πλάτους (AM - Amplitude Modulation) είναι μία αναλογική διαμόρφωση σήματος. Στην διαμόρφωση AM μεταβάλλεται το πλάτος του φέροντος κύματος ανάλογα με το πλάτος του σήματος πληροφορίας (ακουστικού σήματος). Το διαμορφωμένο σήμα AM που προκύπτει έχει σταθερή συχνότητα και μεταβαλλόμενο πλάτος.

Συνήθως στα κυκλώματα που παράγεται το AM η κυματομορφή του σήματος έχει την παρακάτω μορφή.



Σχήμα 2.4 Διαμόρφωση Πλάτους

Η κύρια εφαρμογή της διαμόρφωσης AM είναι στην ραδιοφωνία. Η τεχνική της AM όμως μειονεκτεί σε σχέση με την FM στο ότι επηρεάζεται εντονότερα από τον ηλεκτρονικό θόρυβο (παράσιτα). Τα κυκλώματά της όμως πλεονεκτούν σε χαμηλές συχνότητες και έτσι εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε εκπομπές στην ζώνη των μακρών και των μεσαίων κυμάτων.

Το AM χρησιμοποιήθηκε στην ραδιοφωνία ήδη από το 1909. Τα πλεονεκτήματα του AM είναι τα απλά κυκλώματα διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης. Το φάσμα 100kHz-519kHz αντιστοιχεί στα Long Wave. Το φάσμα 520kHz- 1610kHz αντιστοιχεί στα Medium Wave και χρησιμοποιείται κυρίως για ραδιοφωνία. Το φάσμα 1711kHz-30MHz αντιστοιχεί στα Short Wave.

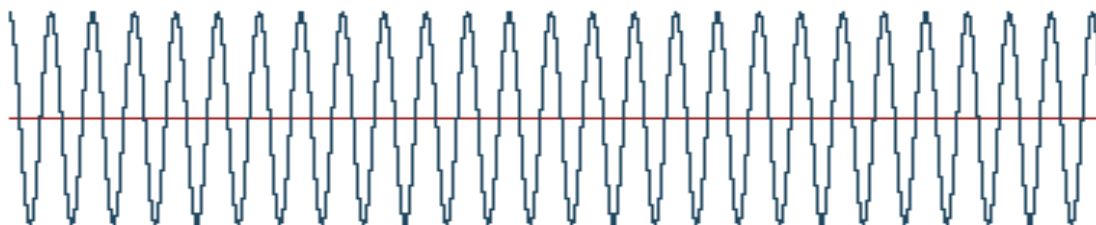
2.3.2 Διαμόρφωση Συχνότητας FM και Φάσης PM

Κατά την διαμόρφωση συχνότητας (FM - Frequency Modulation) μεταβάλλεται η συχνότητα του φέροντος σήματος, ανάλογα με την πληροφορία που πρόκειται να μεταδοθεί. Το διαμορφώμενο σήμα FM που προκύπτει, έχει σταθερό πλάτος και μεταβαλλόμενη συχνότητα.

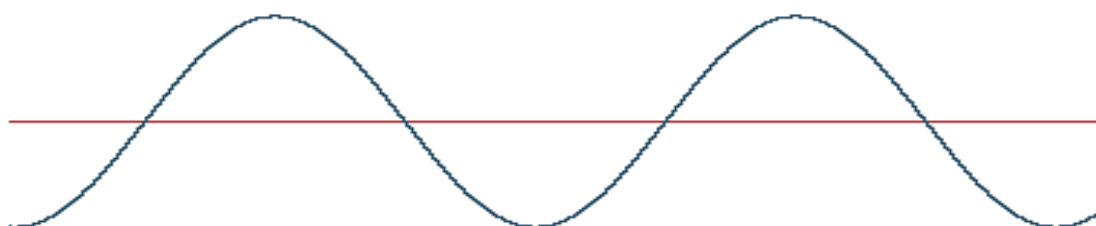
Στην διαμόρφωση FM πληροφορία αποτυπώνεται στην συχνότητα του κύματος και όχι στο πλάτος του.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται μια τέτοια διαμόρφωση. Το φέρον σήμα μεταβάλλεται ως προς την συχνότητα ανάλογα με το πλάτος του σήματος που μεταφέρει την πληροφορία και έτσι προκύπτει το διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα.

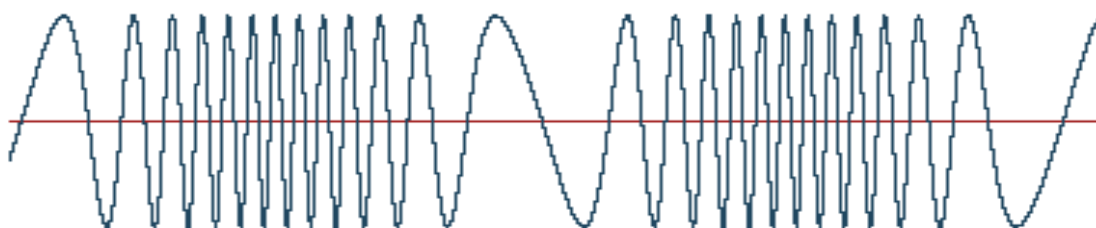
Carrier



Modulating Wave



Modulated Result



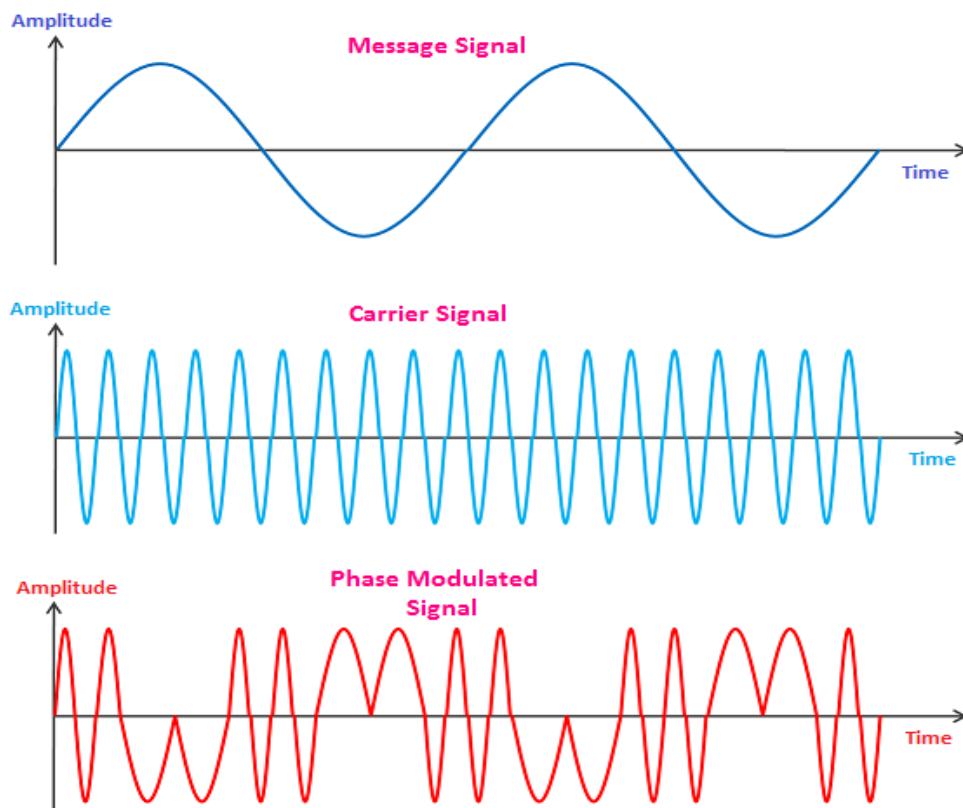
Σχήμα 2.5 Διαμόρφωση Συχνότητας

Η κύρια εφαρμογή της διαμόρφωσης συχνότητας (FM) είναι στην ραδιοφωνία. Η τεχνική αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι επηρεάζεται ελάχιστα από παράσιτα γι' αυτό έχει επικρατήσει στις περισσότερες εφαρμογές έναντι της παλαιότερης διαμόρφωσης κατά πλάτος (AM amplitude modulation). Η διαμόρφωση FM χρησιμοποιείται επίσης στην διαμόρφωση του ήχου στο αναλογικό τηλεοπτικό σήμα.

Η διαμόρφωση φάσης (PM) είναι ένα πρότυπο διαμόρφωσης για τη ρύθμιση των σημάτων επικοινωνίας για μετάδοση. Κωδικοποιεί ένα σήμα μηνύματος ως τροποποίηση στη στιγμιαία φάση ενός κύματος φορέα. Η διαμόρφωση φάσης είναι μία από τις δύο κύριες μορφές διαμόρφωσης γωνίας, μαζί με τη διαμόρφωση συχνότητας.

Στη διαμόρφωση φάσης, το στιγμιαίο πλάτος του σήματος τροποποιεί τη φάση του σήματος φορέα διατηρώντας το πλάτος και τη συχνότητά του σταθερά.

Η φάση ενός σήματος φορέα διαμορφώνεται για να ακολουθεί το μεταβαλλόμενο επίπεδο σήμα (πλάτος) του μηνύματος. Το μέγιστο πλάτος και η συχνότητα του σήματος φορέα διατηρούνται σταθερά, αλλά καθώς αλλάζει το πλάτος του σήματος μηνύματος, η φάση του φορέα αλλάζει αντίστοιχα. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε ένα παράδειγμα διαμόρφωση φάσης.



Σχήμα 2.6 Διαμόρφωση Φάσης

Διαμόρφωση φάσης χρησιμοποιείται ευρέως για τη μετάδοση ραδιοφωνικών κυμάτων και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος πολλών ψηφιακών συστημάτων κωδικοποίησης μετάδοσης που κρύβονται κάτω από ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών, όπως Wi-Fi, GSM και δορυφορική τηλεόραση.

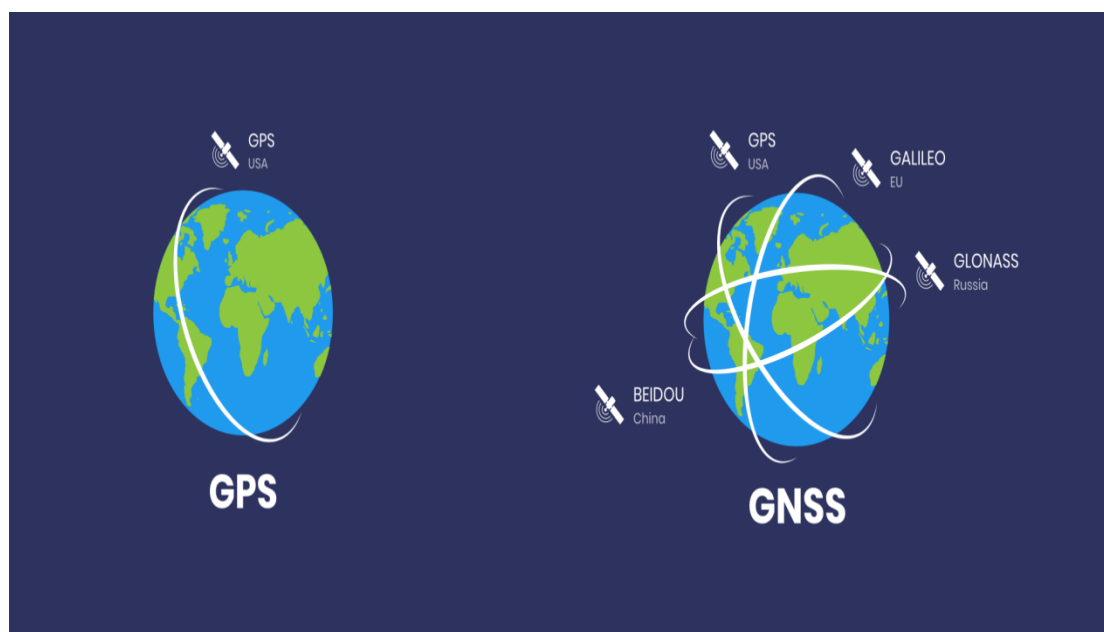
Η ίδια διαμόρφωση γίνεται και σε ψηφιακά σήματα. Μερικά βασικά είδη διαμόρφωσης είναι ASK, FSK, PSK, QAM κ.τ.λ.

3. Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης GNSS

Το GNSS (Global Navigation Satellite System) είναι ένα Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης. Πρόκειται για ένα γενικό όρο που περιλαμβάνει όλα τα παγκόσμια συστήματα δορυφορικού εντοπισμού θέσης. Περιλαμβάνεται από αστερισμούς δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από την επιφάνεια της γης και συνεχώς μεταδίδουν σήματα που επιτρέπουν στους χρήστες να προσδιορίσουν τη

θέση τους⁷.

Το GNSS χρησιμοποιείται σε συνεργασία με συστήματα GPS για την παροχή ακριβούς εντοπισμού θέσης οπουδήποτε στη γη. Το GNSS και το GPS συνεργάζονται, αλλά η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι ο συμβατός με το GNSS εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιήσει δορυφόρους πλοήγησης από άλλα δίκτυα πέρα από το σύστημα GPS και περισσότεροι δορυφόροι σημαίνει αυξημένη ακρίβεια και αξιοπιστία του δέκτη. Όλοι οι δέκτες GNSS είναι συμβατοί με GPS, αλλά οι δέκτες GPS δεν είναι απαραίτητα συμβατοί με το GNSS.



Εικόνα 3.1 Δορυφόρος GPS και σύστημα GNSS

Τόσο το GPS όσο και το GNSS αποτελούνται από τρία κύρια τμήματα: το διαστημικό τμήμα (δορυφόροι), το τμήμα εδάφους (σταθμοί ελέγχου εδάφους) και το τμήμα χρήστη (δέκτες GNSS ή GPS) όπου η ακριβής θέση κάθε δορυφόρου είναι γνωστή ανά πάσα στιγμή. Οι δορυφόροι στέλνουν συνεχώς ραδιοσήματα προς τη γη, τα οποία λαμβάνονται από δέκτες GNSS ή GPS. Οι σταθμοί ελέγχου εδάφους που παρακολουθούν το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης παρακολουθούν συνεχώς τους δορυφόρους, ενημερώνουν τις θέσεις καθενός και επιτρέπουν τη μετάδοση πληροφοριών από την γη στους δορυφόρους. Το GNSS / GPS χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς όπου απαιτείται η χρήση ακριβών, συνεχώς

διαθέσιμων πληροφοριών θέσης και χρόνου, όπως πλοήγηση πλοίων, πλοήγηση οχημάτων και κινητή επικοινωνία^{[6][7]}.

3.1 Σύστημα Εντοπισμού Θέσης GPS

Το GPS είναι ένα στοιχείο του παγκόσμιου δορυφορικού συστήματος πλοήγησης. Συγκεκριμένα, αναφέρεται σε έναν αστερισμό δορυφόρων που αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών.

Αρχικά, το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης αναπτύχθηκε για στρατιωτική χρήση, αλλά αργότερα έγινε προσβάσιμο και στους πολίτες. Το GPS είναι πλέον το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο GNSS στον κόσμο και παρέχει συνεχείς πληροφορίες θέσης και χρονισμού παγκοσμίως, υπό οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες.

Οι δέκτες GPS υπολογίζουν τη θέση τους στο σύστημα αναφοράς χρησιμοποιώντας δορυφορική τεχνολογία και βασίζονται σε αρχές τριγωνισμού. Η ανάπτυξη του συστήματος GPS ξεκίνησε στις 22 Φεβρουαρίου 1978 με την έναρξη του πρώτου δορυφόρου GPS Block I Navstar. Η αρχική ικανότητα λειτουργίας δηλώθηκε τον Δεκέμβριο του 1993 με 24 λειτουργικούς δορυφόρους GPS σε τροχιά. Η πλήρης επιχειρησιακή ικανότητα δηλώθηκε τον Ιούνιο του 1995.



Εικόνα 3.2 Δορυφόρος GPS

Οι δορυφόροι αυτοί «σκεπάζουν» ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που αποδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποπροσανατολιστεί κανείς ποτέ και πουθενά.

Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος 12.552 μιλίων (20.200 χιλιομέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International και η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων που διαθέτουν.

Όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν την σωστή τους ταχύτητα, το υψόμετρο και την κατάσταση σε επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής: α) Κολοράντο (ΗΠΑ) β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός) γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός) δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός) ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.

Το κομμάτι τελικού χρήστη απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το gps τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια σκάφη. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδέονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση^{[6][7]}.

3.2 Δορυφορικό σύστημα πλοήγησης GLONASS

Το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GLONASS) είναι το αντίστοιχο GPS που έχουν αναπτύξει οι Ρώσοι και αποτελείται από 24 δορυφόρους, σε τρία τροχιακά επίπεδα, με οκτώ δορυφόρους ανά επίπεδο. Η Ρωσία άρχισε να αναπτύσσει το GLONASS το 1976 ως πειραματικό στρατιωτικό σύστημα επικοινωνιών. Ξεκίνησαν τον πρώτο δορυφόρο GLONASS το 1982 και ο αστερισμός τέθηκε σε πλήρη λειτουργία το 1995.

Υπάρχουν δύο υπηρεσίες διαθέσιμες από το σύστημα GLONASS

SPS: Η υπηρεσία Standard Positioning (ή υπηρεσία Standard Accuracy Signal) είναι μια ανοιχτή υπηρεσία, δωρεάν για τους χρήστες παγκοσμίως. Το σήμα πλοήγησης παρέχεται αρχικά μόνο στη ζώνη συχνοτήτων G1, αλλά από το 2004 και μετά το νέο GLONASS-M εκπέμπει επίσης ένα δεύτερο αστικό σήμα στο G2.

PPS: Η υπηρεσία ακριβούς εντοπισμού θέσης (ή υπηρεσία σήματος υψηλής ακρίβειας) περιορίζεται σε στρατιωτικούς και εξουσιοδοτημένους χρήστες. Δύο σήματα πλοήγησης παρέχονται στις δύο ζώνες συχνοτήτων G1 και G2.

Οι Ρώσοι έχουν συνεργαστεί με την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις Ηνωμένες Πολιτείες για να επιτύχουν συμβατότητα μεταξύ του GLONASS με GALILEO, και GLONASS με GPS αντίστοιχα, όπως στην περίπτωση GPS με GALILEO⁷.



Εικόνα 3.3 Δορυφόρος GLONASS

3.3 Δορυφορικό σύστημα GALILEO

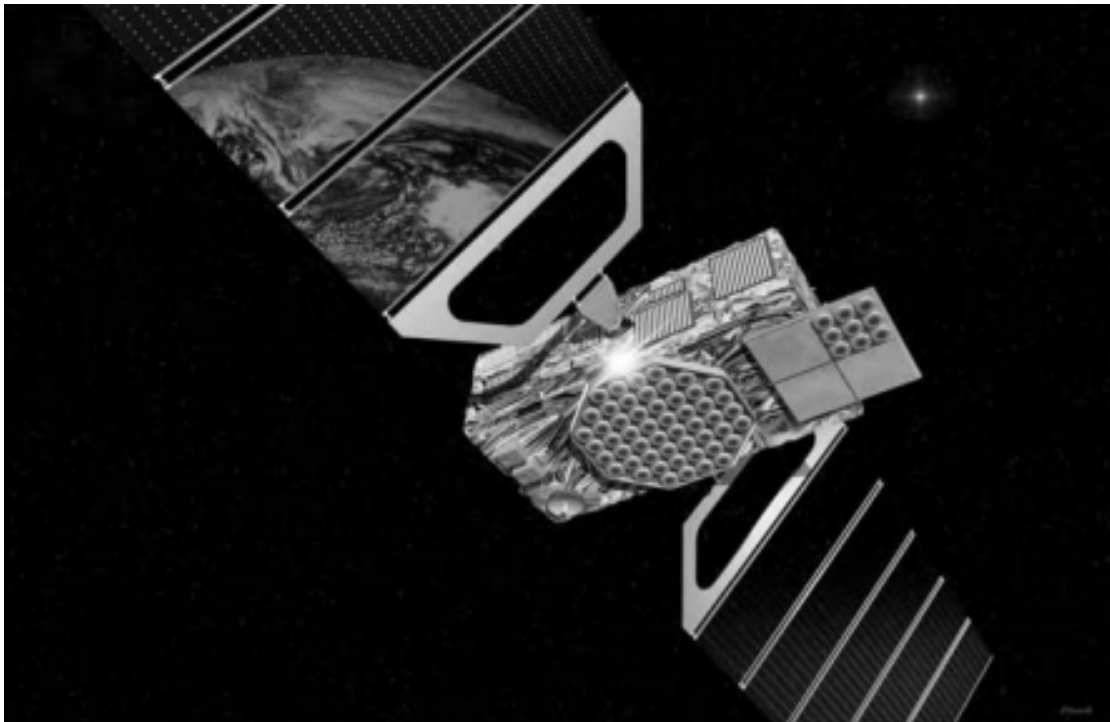
Το Galileo είναι το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης της Ευρώπης, το οποίο παρέχει μια εξαιρετικά ακριβή, εγγυημένη υπηρεσία παγκόσμιας τοποθέτησης. Είναι συμβατό με GPS και GLONASS. Οι δέκτες Galileo υπολογίζουν τη θέση τους στο σύστημα αναφοράς Galileo χρησιμοποιώντας δορυφορική τεχνολογία. Το σύστημα Galileo ξεκίνησε τις αρχικές του υπηρεσίες στις 15 Δεκεμβρίου 2016.

Η αποστολή και οι υπηρεσίες Galileo εκπονήθηκαν κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης καθορισμού σε συνεννόηση με τα κράτη μέλη.

Open Service (OS): Προορίζεται για πλοήγηση σε υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας βάσει τοποθεσίας. Επίσης παρέχει πληροφορίες εντοπισμού θέσης και συγχρονισμού που προορίζονται για εφαρμογές υψηλής ραδιοπλοήγησης μέσω δορυφόρου.

Υπηρεσία αναζήτησης και διάσωσης (SAR): Η παγκόσμια υπηρεσία αναζήτησης και διάσωσης του Galileo θα βοηθήσει στην προώθηση σημάτων κινδύνου σε ένα κέντρο συντονισμού διάσωσης εντοπίζοντας σήματα έκτακτης ανάγκης που μεταδίδονται από φάρους και μεταδίδοντας μηνύματα σε αυτά[5].

Άλλα δορυφορικά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί από άλλες χώρες είναι το BeiDou από την Κίνα, το δορυφορικό σύστημα Quasi-Zenith (QZSS) από την Ιαπωνία και το ινδικό περιφερειακό δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (IRNSS) από την Ινδία.



Εικόνα 3.4 Δορυφόρος GALILEO¹²

4. Ηλεκτρονικά Μέσα Ναυσιπλοΐας

4.1 Λειτουργίες συστήματος ECDIS

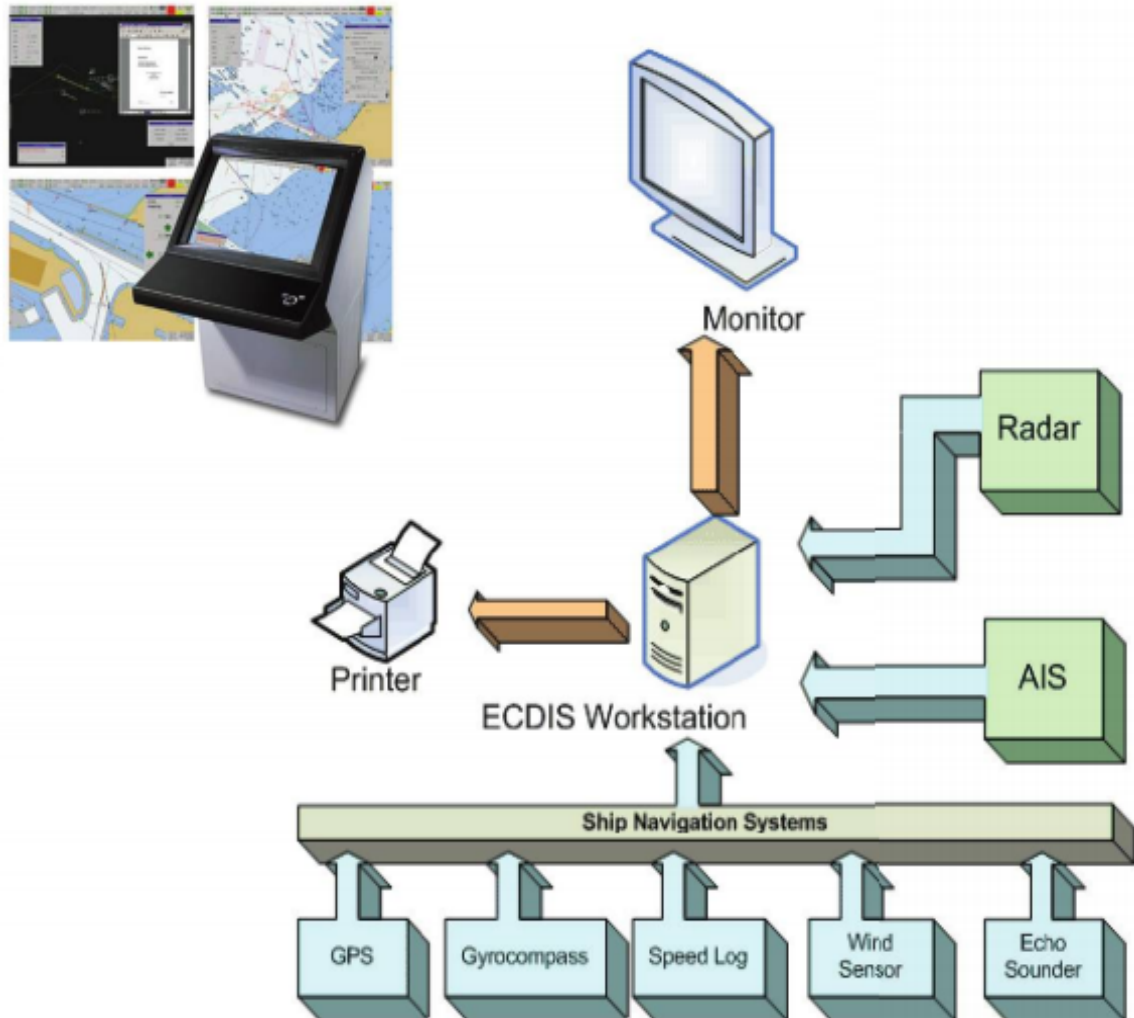
Οι χάρτες υπήρξαν ένα από τα θεμελιώδες εργαλεία για την πλοήγηση των πλοίων ανά τους αιώνες. Ωστόσο, με την έλευση του GPS και των υπολογιστών, ένα ισχυρό πρόσθετο εργαλείο είναι διαθέσιμο στον ναυτικό. Τα ηλεκτρονικά συστήματα εμφάνισης γραφημάτων και πληροφοριών (ECDIS) έχουν σχεδιαστεί για να βελτιώσουν την πλοήγηση στα σκάφη, παρέχοντας αυξημένα οφέλη στην ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα. Η ανάπτυξη του ECDIS είναι τουλάχιστον εξίσου σημαντική για τους ναυτικούς και την ασφάλεια των πλοίων, όπως και η εισαγωγή ραδιοφώνου ή ραντάρ στις γέφυρες πλοίων τον περασμένο αιώνα, και τουλάχιστον εξίσου επαναστατική για τις τεχνικές πλοήγησης με την εισαγωγή γραφημάτων.

Το ECDIS είναι ένα προηγμένο σύστημα πληροφοριών πλοήγησης για χρήση σε πλοία. Έχει αναπτυχθεί για να βοηθήσει σημαντικά στον τρόπο πλοήγησης, δίνοντας ελευθερία κινήσεων στους ναυτικούς και βοηθώντας στην αποφυγή συγκρούσεων. Είναι ένα βοήθημα λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, το οποίο παρέχει στον πλοηγό ακριβείς και αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τη θέση του πλοίου και τις προβλεπόμενες κινήσεις του σε σχέση με τα χαρτογραφημένα χαρακτηριστικά πλοήγησης. Επίσης συνδυάζει τον καθορισμό θέσης μέσω δορυφόρου, τους αισθητήρες του πλοίου και άλλα δεδομένα με μια εξελιγμένη ηλεκτρονική βάση δεδομένων που περιέχει πληροφορίες γραφημάτων. Η ηλεκτρονική βάση δεδομένων γραφημάτων είναι γνωστή ως ηλεκτρονικός χάρτης πλοήγησης ή ENC (Electronic Navigational Chart).

Εκτός από την ενίσχυση της ασφάλειας πλοήγησης, το ECDIS διευκολύνει σημαντικά τον φόρτο εργασίας του πλοηγού με τις αυτόματες δυνατότητές του, όπως σχεδιασμό διαδρομών, παρακολούθηση διαδρομών και ενημέρωση ENC. Επιπλέον, το ECDIS παρέχει πολλές άλλες εξελιγμένες δυνατότητες πλοήγησης και ασφάλειας, συμπεριλαμβανομένης της συνεχούς καταγραφής δεδομένων για μελλοντική ανάλυση⁶.

Χρησιμοποιεί τη δυνατότητα του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού (GPS) για να εντοπίσει με επιτυχία τα σημεία πλοήγησης. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι συμμορφώνεται με τις προϋποθέσεις που θέτει ο διεθνής ναυτιλιακός οργανισμός, και έτσι αυξάνει την αξιοπιστία του συστήματος ηλεκτρονικών χαρτών. Είναι στην ουσία ένα σύστημα πληροφοριών πλοήγησης, συνδεδεμένο με άλλους εξοπλισμούς πλοήγησης όπως το GPS, το γυροσκόπιο, το RADAR, το ARPA, το Echo Sounder

κ.λπ.



Εικόνα 4.1 Τυπικός σταθμός εργασίας ECDIS⁶

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος ECDIS έναντι των παραδοσιακών χαρτών είναι πολλά. Μερικά από τα πιο σημαντικά είναι ότι όλες οι πληροφορίες επεξεργάζονται και εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο. Διευκολύνει τη διαδικασία σχεδιασμού διαδρομών, μπορούμε να πάρουμε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες πλοήγησης με μια ματιά, υπάρχουν ενδείξεις για να μας επισημάνουν τους κινδύνους. Ο επανακαθορισμός της διαδρομής γίνεται ευκολότερη στο ECDIS σε σύγκριση με τα γραφήματα χαρτών. Επίσης τα διαγράμματα μπορούν να προσαρμοστούν σύμφωνα με την απαίτηση του ταξιδιού, είναι συμβατό με άλλους εξοπλισμούς πλοήγησης όπως το AIS, το ARPA κ.λπ. Επιπλέον με τη δυνατότητα μεγέθυνσης και σμίκρυνσης, τα

χαρακτηριστικά μπορούν να εξεταστούν ανάλογα με τις ανάγκες και τέλος βελτιώνει συνολικά την ασφάλεια της πλοήγησης.



Εικόνα 4.2 Χάρτης συστήματος ECDIS⁶

Από την άλλη μεριά υπάρχουν κάποια σημεία που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή όσον αφορά την χρήση του προγράμματος. Μερικοί από αυτούς είναι ότι πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική εμπιστοσύνη στο ECDIS για την ασφάλεια της πλοήγησης έως ότου επιβεβαιωθεί ότι όλα τα δεδομένα που διαβιβάζονται, λαμβάνονται και εμφανίζονται είναι ακριβή. Επίσης οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν ότι τυχόν λανθασμένες πληροφορίες είναι επιζήμιες για την ασφάλεια των ίδιων και άλλων. Ο ρισκός αισθητήρες ενδέχεται να στερούνται της ακεραιότητας όσον αφορά την λειτουργία τους με αποτέλεσμα να μην έχουμε σωστά αποτελέσματα και τέλος δεν είναι όλα τα πλοία εφοδιασμένα με ECDIS και ως εκ τούτου δεν μπορεί κανείς να είναι σίγουρος για την τεχνική ικανότητα όσον αφορά την πλοήγηση⁶.



Εικόνα 4.3 Επικοινωνίας δορυφόρου με πλοία

4.2 Καθολικό αυτόματο σύστημα αναγνώρισης AIS

Το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης Automatic Identification System (AIS) είναι ίσως η μεγαλύτερη τεχνολογική πρόοδος στη θαλάσσια πλοήγηση, από την εισαγωγή του ραντάρ. Είναι ένα σύστημα που λειτουργεί ως αναμεταδότης στη θαλάσσια ζώνη VHF και μεταδίδει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο του πλοίου, αντλώντας στοιχεία από το δορυφορικό σύστημα πλοήγηση GNSS.

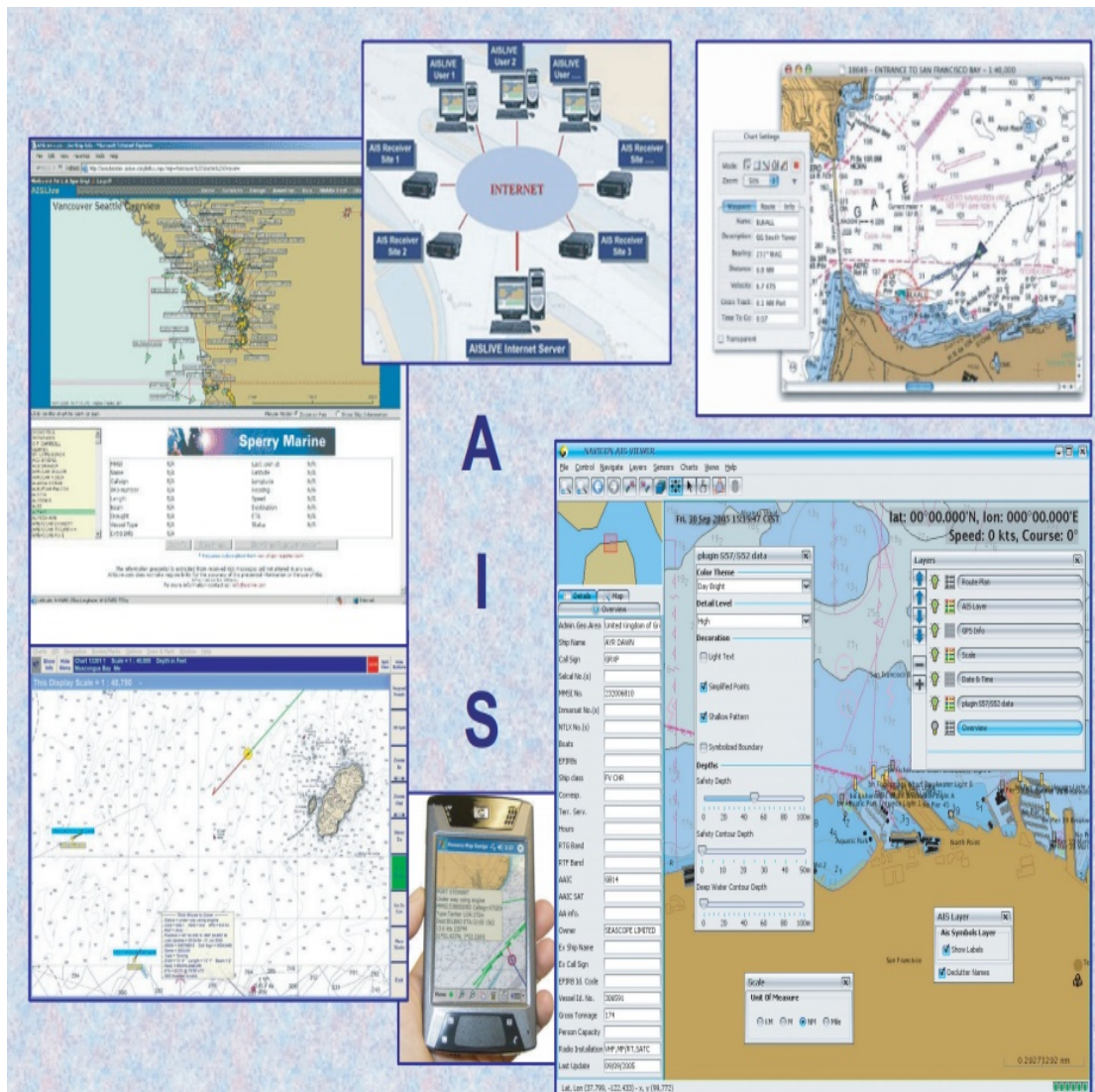
4.2.1 Αρχιτεκτονική AIS

Το AIS υποστηρίζεται από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό και αρχικά αναπτύχθηκε ως εργαλείο αποφυγής σύγκρουσης επιτρέποντας έτσι στα εμπορικά σκάφη να αναγνωρίζουν το ένα το άλλο υπό οποιαδήποτε καιρική συνθήκη αντλώντας έτσι ακριβείς πληροφορίες σχετικά με την ιδιότητα του πλοίου. Σήμερα χρησιμοποιείται επίσης για τον έλεγχο της κυκλοφορίας των πλοίων γύρω από πολυσύχναστες θαλάσσιες οδούς. Το AIS χρησιμοποιεί ένα σύστημα αναμετάδοσης που λειτουργεί στη θαλάσσια ζώνη VHF και μεταδίδει συνεχώς πληροφορίες ταυτότητας του πλοίου, γεωγραφικής θέσης, ταχύτητας, πορείας, τύπος του σκάφους και περιεχόμενο φορτίου μαζί με άλλες σχετικές πληροφορίες, εντός εμβέλειας του συστήματος σε πραγματικό χρόνο.

Αυτή η υπηρεσία δεν είναι μόνο ζωτικής σημασίας για την πλοήγηση, αλλά χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την ενίσχυση της ασφάλειας θαλάσσιων οδών παρέχοντας μεγαλύτερο έλεγχο των εμπορικών σκαφών και των φορτίων τους. Όλα τα πλοία άνω των 300 τόνων σε διεθνή ταξίδια, φορτηγά πλοία άνω των 500 τόνων και εμπορικά πλοία κάθε μεγέθους επιβάλλεται να έχουν το σύστημα αυτόματης αναγνώρισης (AIS) το οποίο παρέχει συνεχώς δεδομένα αναγνώρισης και πλοήγησης.

Οι πληροφορίες GNSS είναι ενσωματωμένες στο σύστημα AIS, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη πληροφορία, η οποία μπορεί να εμφανίζεται αυτόματα στις εφαρμογές ηλεκτρονικών χαρτών. Η ασφάλεια των σκαφών που χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα ενισχύεται σημαντικά.

Η ακρίβεια του δορυφορικού συστήματος GNSS πληροί τις απαιτήσεις για ασφαλή πλοήγηση σε εισόδους και προσεγγίσεις λιμανιών ή σε άλλα σημεία στα οποία η πλοήγηση είναι περιορισμένη, αυξάνοντας την ακρίβεια, τη διαθεσιμότητα και την ακεραιότητα για όλους.



Εικόνα 4.4 Απεικόνιση οθόνης συστήματος AIS

4.2.3 Χρήση AIS

Το AIS χρησιμοποιεί την τεχνολογία Self-Organizing Time Division Multiple Access (SOTDMA) για την κάλυψη υψηλού ρυθμού μετάδοσης. Δίνει την δυνατότητα στους πλοηγούς να λαμβάνουν αποφάσεις για την αποφυγή συγκρούσεων και επίσης μπορεί να στείλει βοήθεια μέσω μηνύματος σε άλλα συστήματα πλοήγησης για αναζήτηση και διάσωση.

Το σύστημα AIS αποστέλλει δεδομένα ανάλογα με την κατάσταση που βρίσκεται το σκάφος δηλαδή κάθε 2 έως 10 δευτερόλεπτα όταν βρίσκεται σε πορεία και κάθε 3

λεπτά στην περίπτωση που το σκάφος είναι αγκυροβολημένο. Τα δεδομένα που αποστέλλονται είναι:

- Το Maritime Mobile Service Identity (MMSI) του σκάφους, ένας μοναδικός αριθμός αναγνώρισης,
- Κατάσταση πλοήγησης (αν είναι αγκυροβολημένο ή σε πορεία)
- Ταχύτητα
- Ακρίβεια θέσης
- Γεωγραφικό μήκος και πλάτος του πλοίου
- Πορεία που ακολουθεί
- Όνομα του πλοίου
- Χρονική σήμανση (ακριβής χρόνο)

Επιπλέον, τα παρακάτω δεδομένα μεταδίδονται σε μεγαλύτερη περίοδο χρόνου.

- Ο αριθμός αναγνώρισης του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού που παραμένει ίδιος.
- Διεθνές σήμα ραδιοφωνικής κλήσης, που εκχωρείται στο σκάφος από τη χώρα στην οποία ανήκει,
- Όνομα σκάφους
- Τύπος πλοίου / φορτίου
- Τύπος συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS, DGPS ή LORAN-C)
- Προορισμός
- Εκτιμώμενη ώρα άφιξης στον προορισμό.

Το σύστημα AIS επιτρέπει την παρακολούθηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας μέσω της θαλάσσιας ζώνης VHF σε μικρή οριζόντια απόσταση με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η επικοινωνία εκτός της εμβέλειας αυτής η οποία είναι συνήθως περίπου 40 ναυτικά μίλια (74 χιλιόμετρα). Το εύρος ποικίλλει πολλές φορές λόγω διαφόρων παραγόντων, όπως για παράδειγμα οι καιρικές συνθήκες.

Ωστόσο, η ισχύς του σήματος είναι αρκετά μεγαλύτερη όταν γίνεται επικοινωνία μέσω δορυφόρου προσφέροντας έτσι επικοινωνία ακόμα και σε τυφλά σημεία στον ανοιχτό ωκεανό. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν σε επίγειους σταθμούς και να βελτιώσουν τις δυνατότητες κάλυψης του AIS¹¹.

Υπάρχουν πολλοί κατασκευαστές αναμεταδοτών AIS. Από τους πιο γνωστούς είναι τα παρακάτω:

- ACR
- AMEC
- Comar
- Garmin
- Vesper Marine



Εικόνα 4.5 Δεξαμενόπλοιο⁶

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) Radiowave Propagation in Satellite Communications by Louis J. Ippolito Jr. (auth.)
- (2) (Δίκτυα και διαδίκτυα Υπολογιστών Douglas E.COMER) .
- (3) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ (John G. Proakis, Masoud Salehi)
- (4) Analog and Digital Signals and Systems by R. K. Rao Yarlagadda
- (5) Analog and Digital Signals and Systems by R. K. Rao Yarlagadda
- (6) The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) An Operational Handbook by Adam Weintrit
- (7) GPS, GLONASS, Galileo, and BeiDou for Mobile Devices From Instant to Precise Positioning by Petrovski I.G.

Πηγές από το διαδίκτυο

- (8) <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/marine-communication-systems-used-in-the-maritime-industry/>
- (9) <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%B1%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CF%8D%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>
- (10) <https://www.physics-and-radio-electronics.com/blog/elements-of-a-communication-system/>
- (11) <https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/AIS-VTS>
- (12) https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo_General_Introduction