



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΊΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε
ΧΑΝΙΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΥ ΔΕΚΤΗ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ 118ΜΗΖ -135ΜΗΖ.



ΦΟΙΤΗΤΗΣ : ΒΛΕΤΣΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Α.Μ 3824
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΚΟΥΡΙΔΑΚΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΧΑΝΙΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Περίληψη.....	4
ΕΝΟΤΗΤΑ 1 ^η – Εισαγωγή στις Τηλεπικοινωνίες.....	6
1.1- Τηλεπικοινωνίες.....	6
1.2- Ιστορία των Τηλεπικοινωνιών.....	7
ΕΝΟΤΗΤΑ 2 ^η –ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ.....	8
2.1- Ορισμός διαμόρφωσης.....	8
2.2- Διαμόρφωση πλάτους ΑΜ.....	9
2.3- Δείκτης διαμόρφωσης.....	11
2.4- Πλευρικές ζώνες.....	12
2.5- Ζώνες συχνοτήτων κατά ITU.....	13
ΕΝΟΤΗΤΑ 3 ^η - Υπερετερόδυνος δέκτης ΑΜ.....	15
3.1- Ανάλυση υπερετερόδυνου δέκτη ΑΜ.....	15
3.1.1-Αποδιαμόρφωση.....	18
3.2- Κύρια χαρακτηριστικά από τα οποία κρίνεται η ποιότητά του...	19
3.3- Συχνότητα Ειδώλου.....	19
3.4- Δυσκολίες κατά την λήψη σήματος.....	20
3.5- Θόρυβος	21
3.5.1- Έιδη θορύβου.....	21
3.5.2- Παρεμβολή.....	22
3.6- Βασικές έννοιες κεραιών.....	23
3.6.1-Κεραία τύπου $\lambda/2$	24
ΕΝΟΤΗΤΑ 4 ^η –Φίλτρα.....	28
4-1- Η έννοια και ο ρόλος των φίλτρων.....	28
4.2- Ζωνοπερατό φίλτρο.....	29
4.3-Σχεδίαση φίλτρου	29
ΕΝΟΤΗΤΑ 5 ^η -Περιγραφή κυκλώματος υπερετερόδυνου δέκτη.....	32
αεροπορίας.	
5.1- Λειτουργία του δέκτη.....	32

5.2- Σχηματικό διάγραμμα του υπερτεροδυνου δέκτη Αεροπορίας....	34
ΕΝΟΤΗΤΑ 6 ^η - Κατασκευή δέκτη.....	35
6.1- Λίστα εξαρτημάτων.....	35
6.2- Διαδικασία υλοποίησης της κατασκευής.....	37
6.3- Διαφάνεια κυκλώματος.....	38
6.4- Σχήμα τοποθέτησης εξαρτημάτων.....	39
6.5- Κατασκευή πηνίου.....	40
6.6- Σχήμα τρόπου κατασκευής πηνίου.....	40
ΕΝΟΤΗΤΑ 7 ^η - Ανάλυση πηνίου.....	42
7.1- Πηνίο – Αυτεπαγωγή.....	42
7.1.1-Ισοδύναμη αυτεπαγωγή.....	43
7.2- Είδη πηνίων.....	43
ΕΝΟΤΗΤΑ 8 ^η - Ανάλυση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων(U1) (U2)..	45
8.1- Περιγραφή U1 = SA602AN.....	45
8.1.1- Χαρακτηριστικά.....	46
8.1.2- Εφαρμογές.....	46
8.1.3- Περιγραφή λειτουργίας του διπλά ισοσταθμισμένου μίκτη – ταλαντωτή.....	47
8.2- Περιγραφή U2 = MC1350.....	49
8.2.1- Πληροφορίες λειτουργίας.....	50
Βιβλιογραφία / πηγές.....	52
Παράρτημα Α	
Περιέχονται όλες οι διαφάνειες τυπωμένων κυκλωμάτων.....	54

Παράρτημα Β

Φυλλάδια πληροφοριών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων περιέχονται στο cd που συνοδεύει την πτυχιακή.
(datasheet)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή βασίζεται στην μελέτη και κατασκευή ενός Αεροπορικού δέκτη ο οποίος είναι σχεδιασμένος για να συντονίζεται στις VHF συχνότητες 118-135Mhz. Διαθέτει εξαιρετική ευαισθησία , την απόρριψη συχνότητας ειδώλου, λόγος σήματος προς θόρυβο , και σταθερότητα . Ο δέκτης είναι ιδανικός για να ακούει όλες τις επικοινωνίες εδάφους -αέρος που σχετίζονται με τις εμπορικές αεροπορικές εταιρείες και τον πύργο ελέγχου των αεροδρομίων σε απόσταση μέχρι και 190 χιλιόμετρα .

Τροφοδοτείται με μια αλκαλική μπαταρία 9 –volt.

Για καλύτερη κατανόηση της κατασκευής αναπτύξαμε 8 ενότητες όπου γίνεται ανάλυση , περιγραφή και μελέτη του δέκτη .

Στην 1^η ενότητα γίνεται η εισαγωγή στις τηλεπικοινωνίες καθώς και η ιστορική αναδρομή τους.

Η 2^η ενότητα αναφέρεται στον όρο διαμόρφωση ,στην διαμόρφωση πλάτους AM στον δείκτη διαμόρφωσης , στις πλευρικές ζώνες , και στις ζώνες συχνοτήτων κατά ITU.

Στην 3^η ενότητα γίνεται αναλυτική περιγραφή του Υπερετερόδυνου δέκτη AM. Στα χαρακτηριστικά από τα οποία κρίνεται η ποιότητά του , στην συχνότητα ειδώλου, στις δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την λήψη σήματος και στις βασικές έννοιες κεραιών ειδικότερα στην κεραία τύπου $\lambda/2$.

Στην 4^η ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στα φίλτρα με κύρια αναφορά στο ζωνοπερατό.

Στην 5^η ενότητα γίνεται αναλυτική περιγραφή των βαθμίδων του κυκλώματος υπερτεροδυνου δέκτη αεροπορίας.

Στην 6^η ενότητα αναφέρουμε την διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη κατασκευή του δέκτη αεροπορίας και την κατασκευή των πηνίων L1, L2 , L3, την λίστα εξαρτημάτων που χρησιμοποιήσαμε, όπως και η διαφάνεια του κυκλώματος.

Στην 7^η ενότητα αναφερόμαστε στην ανάλυση του πηνίου –στον ορισμό της αυτεπαγωγής και στα είδη των πηνίων.

Η 8^η ενότητα αναφέρεται στην ανάλυση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (U1) SA602AN (ολοκληρωμένο χαμηλής ισχύος VHF) και (U2)= MC1350 Ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας (IF amplifier).

Στο παράρτημα Α περιέχονται όλες οι διαφάνειες τυπωμένων κυκλωμάτων και στο παράρτημα Β όλα τα φυλλάδια πληροφοριών των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που κάναμε χρήση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1^η

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ (telecommunications)

Στην ενότητα αυτή γίνεται η εισαγωγή στις τηλεπικοινωνίες καθώς και η ιστορική αναδρομή τους.

1.1- Τηλεπικοινωνίες

Με τον όρο τηλεπικοινωνίες χαρακτηρίζουμε την ανταλλαγή δεδομένων με οποιονδήποτε τρόπο και ανεξάρτητα από το μήκος της απόστασης.

Μία τηλεπικοινωνία μπορεί να πραγματοποιηθεί ασύρματα, ενσύρματα, ηλεκτρικά, ηλεκτρομαγνητικά, οπτικά, δορυφορικά κ.α., μεταξύ τουλάχιστον δύο ανταποκριτών.

Η ανάγκη λοιπόν του ανθρώπου για επικοινωνία καλύφθηκε από την έννοια της τηλεπικοινωνίας. Η ανάγκη αυτή συμπεριλαμβάνει διάφορα είδη πληροφοριών τα βασικότερα των οποίων είναι:

Οι ακουστικές πληροφορίες δηλαδή ακουστικά και ηχητικά μηνύματα. Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων και οι οπτικές πληροφορίες.

Υπάρχει διάκριση μεταξύ των ανταποκριτών σε μία επικοινωνία. Αυτός που στέλνει το μήνυμα ορίζεται ως πομπός και αυτός που λαμβάνει την πληροφορία ορίζεται ως δέκτης. Σε μία απλή επικοινωνία τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης είναι προσδιορισμένος, όπως για παράδειγμα στην τηλεφωνία. Σε μία πιο σύνθετη επικοινωνία ενώ ο πομπός είναι προσδιορισμένος, ο δέκτης ή οι δέκτες είναι αόριστοι όπως για παράδειγμα στην ραδιοφωνία ή την τηλεόραση.

Το μέσον που διαλέγουμε κάθε φορά για την επίτευξη μιας επικοινωνίας ποικίλλει. Σε μία ενσύρματη επικοινωνία βασικό μέσο είναι το καλώδιο μέσω του οποίου μεταφέρεται η πληροφορία σε μορφή ρεύματος.

Αντίστοιχα, σε μία ασύρματη επικοινωνία η πληροφορία μας θα σταλεί μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων όπως στην ραδιοφωνία ή τα ραντάρ. Υπάρχει και η μετάδοση πληροφορίας μέσω οπτικών μέσων όπου το μήνυμα μεταφέρεται με φως μέσω ενός γυάλινου αγωγού.

1.2- Ιστορία των Τηλεπικοινωνιών

Οι πρώτες μορφές τηλεπικοινωνιών πραγματοποιούνταν με την χρήση φωτιάς. Ο Όμηρος αναφέρει πως οι Αχαιοί, χρησιμοποίησαν τις φρυκτωρίες, δηλαδή μεγάλες φωτιές στις κορυφές βουνών, για να αναγγείλουν την πτώση της Τροίας στις Μυκήνες. Η χρήση της φωτιάς ως μέσο τηλεπικοινωνίας συνεχίστηκε μέχρι τον 19ο αιώνα.

Σήμερα οι τηλεπικοινωνίες είναι εξαιρετικά διαδεδομένες και οι συσκευές που υποβοηθούν τη διαδικασία, όπως και το τηλέφωνο, το ραδιοτηλέφωνο, ο **ασύρματος**, το τηλέτυπο, το τηλεομοιοτυπικό, γνωστότερο ως φαξ, αλλά και το ραδιόφωνο η τηλεόραση .κ.λπ. και πιο σύγχρονα το διαδίκτυο, είναι πολύ κοινές στα περισσότερα μέρη του πλανήτη.

Τα συστήματα τηλεπικοινωνιών σχεδιάζονται εν γένει από τους μηχανικούς τηλεπικοινωνιών. Οι πρώτοι εφευρέτες στον τομέα ήταν ο Ελίσα Γκρέι (*Elisha Gray*), ο Νικόλα Τέσλα, ο Γκουλιέλμο Μαρκόνι και ο Τζον Λόγκι Μπερντ (*John Logie Baird*).

ΕΝΟΤΗΤΑ 2^η

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ (modulation)

Η ενότητα αυτή αναφέρεται στον όρο διαμόρφωση ,στη διαμόρφωση πλάτους AM, στον δείκτη διαμόρφωσης , στις πλευρικές ζώνες , και στις ζώνες συχνοτήτων κατά ITU.

2.1- Ορισμός διαμόρφωσης

Στον τομέα των ηλεκτρονικών **διαμόρφωση** είναι η διαδικασία της αλλαγής ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών μιας περιοδικής κυματομορφής υψηλής συχνότητας ,οριζόμενο ως **φέρων σήμα** , βάσει ενός άλλου αυξομειούμενου σήματος. Για παράδειγμα ο μουσικός ο οποίος μπορεί να κλιμακώσει τον ήχο σε ένα μουσικό όργανο μεταβάλλοντας την ένταση τον χρονισμό και τον τόνο του.

Οι τρεις βασικές παράμετροι της περιοδικής κυματομορφής είναι το **πλάτος** («ένταση»), η φάση («χρονισμός») και η συχνότητά της («τόνος»), που μπορούν να αλλάξουν από ένα σήμα αποτελούμενο από χαμηλές συχνότητες ώστε να προκύψει το διαμορφωμένο σήμα. Η υψηλής συχνότητας διαμορφωμένη κυματομορφή χρησιμοποιείται ως μεταφορέας του αρχικού σήματος.

Στις τηλεπικοινωνίες **διαμόρφωση** ονομάζεται η διαδικασία μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, συνήθως σήματος υψηλής συχνότητας , με στόχο την κωδικοποίηση σε αυτό ενός σήματος χαμηλής συχνότητας το οποίο μεταφέρει κωδικοποιημένη πληροφορία. Το υψηλής συχνότητας σήμα τότε καλείται **φέρων** και συνήθως είναι σήμα απλής συχνότητα (π.χ. μία ημιτονοειδής κυματομορφή). Η διαμόρφωση απαιτείται για να μπορέσει να διέλθει ένα σήμα από κάποιο τηλεπικοινωνιακό κανάλι (ένα καλώδιο, στις ενσύρματες επικοινωνίες, ή ο ελεύθερος χώρος, στις ασύρματες επικοινωνίες) το εύρος ζώνης του οποίου δεν επικαλύπτεται με το εύρος ζώνης του σήματος.

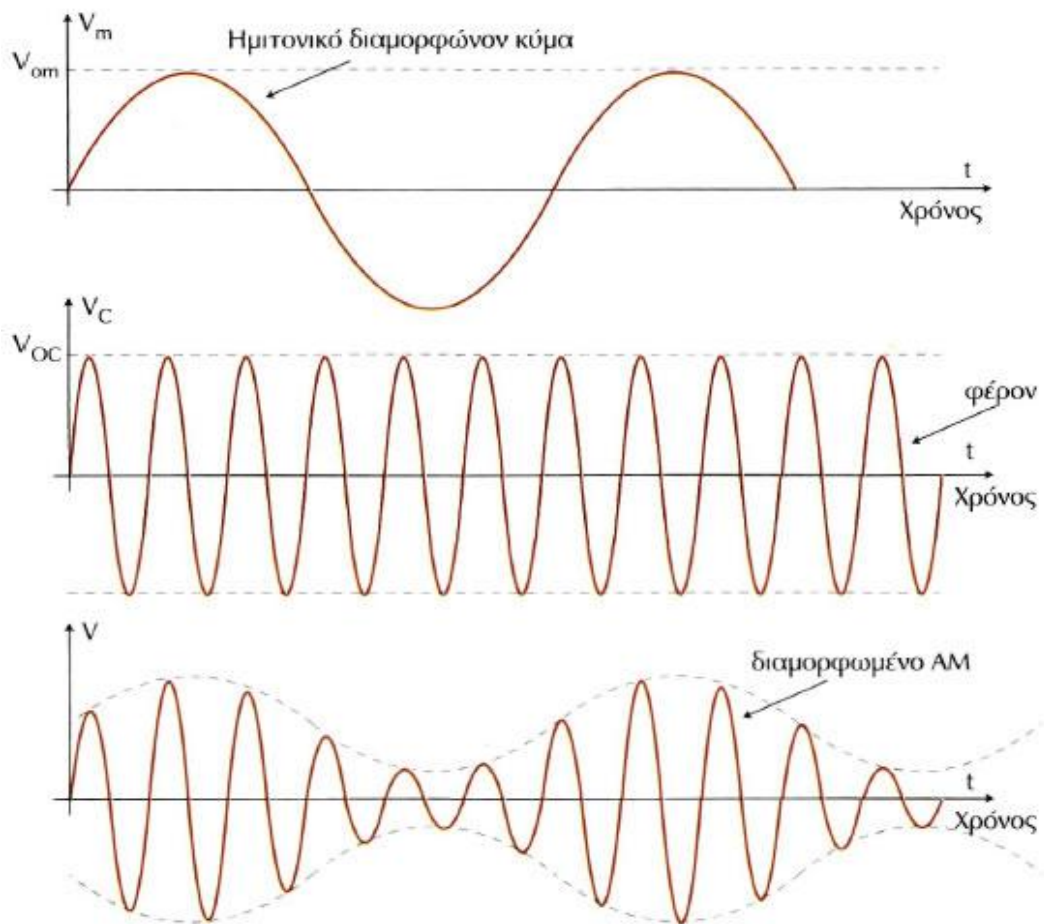
Στο άλλο άκρο της επικοινωνίας, στον δέκτη, λαμβάνει χώρα η ανάστροφη διαδικασία προκειμένου να ανακτηθεί το αρχικό σήμα, η **αποδιαμόρφωση**. Μία συσκευή η οποία μπορεί να επιτελεί και τις δύο

διεργασίες, έτσι ώστε να λειτουργεί και ως πομπός και ως δέκτης, ονομάζεται μόντεμ ((modem), Modulator-Demodulator).

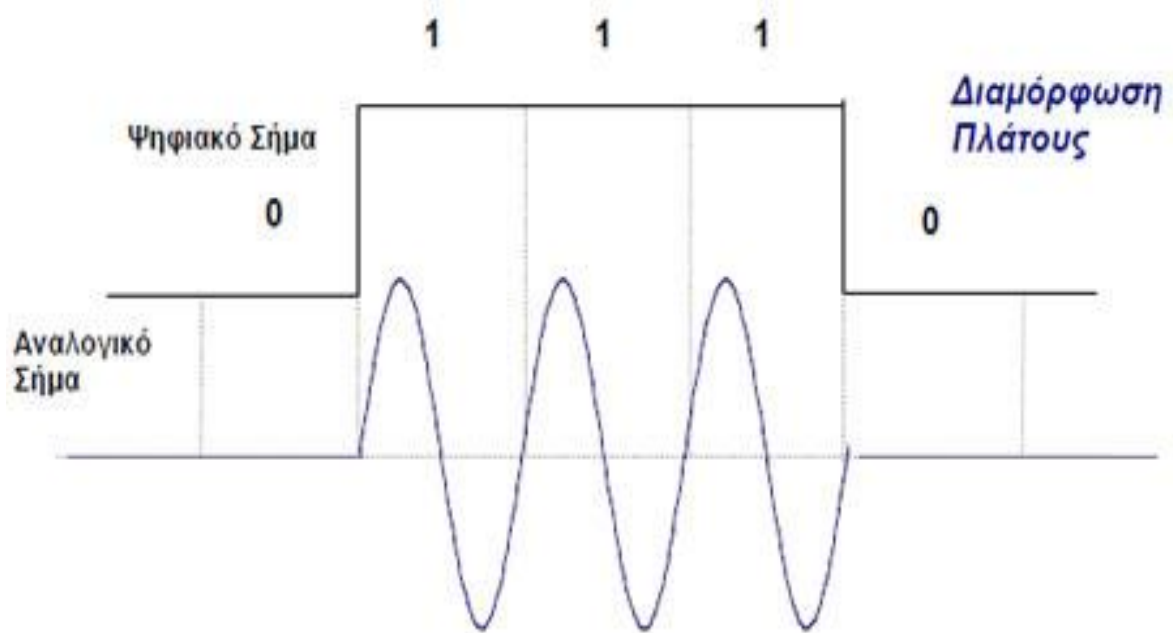
2.2 Διαμόρφωση πλάτους AM

Στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες, όταν το σήμα βασικής ζώνης δεν είναι συμβατό με το μέσο επικοινωνίας, χρησιμοποιούνται οι τεχνικές διαμόρφωσης. Διαμόρφωση είναι η επεξεργασία κατά την οποία η πληροφορία που πρόκειται να μεταδοθεί μεταβάλλει ένα σήμα υψηλότερης συχνότητας. Το σήμα πληροφορίας καλείται συνήθως διαμορφώνον σήμα και το σήμα υψηλότερης συχνότητας το οποίο διαμορφώνεται καλείται φορέας. Ο φορέας είναι συνήθως ένα ημιτονοειδές σήμα, ενώ το σήμα πληροφορίας μπορεί να έχει οποιαδήποτε μορφή.

Η πιο απλή και ο πιο παλιός τύπος διαμόρφωσης είναι η διαμόρφωση κατά πλάτος AM. Στην AM το σήμα πληροφορίας μεταβάλλει το πλάτος του ημιτονοειδούς φορέα, δηλαδή το στιγμιαίο πλάτος του φορέα μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του διαμορφώνοντος σήματος. Στο σχήμα 2.1 φαίνεται ένα ημιτονοειδές σήμα που διαμορφώνει ένα σήμα υψηλότερης συχνότητας. Στο σχήμα 2.2 βλέπουμε την διαμόρφωση πλάτους σε ψηφιακό σήμα και αναλογικό.



Σχήμα 2.1: Μίξη δυο σημάτων του διαμορφώνον και ενός φέροντος. Κατά την θετική ημιπερίοδο έχουμε μέγιστο πλάτος στο σήμα ενώ κατά την αρνητική ημιπερίοδο έχουμε μικρό πλάτος στο σήμα.



Σχήμα 2.2: Βλέπουμε την διαμόρφωση πλάτους σε ψηφιακό σήμα και αναλογικό.

2.3 Δείκτης διαμόρφωσης M

Όταν ένα σήμα πληροφορίας πλάτους E_m διαμορφώνει ένα πλάτος φέροντος E_c , για να έχουμε ορθή διαμόρφωση AM, η τάση E_m του διαμορφώνοντος σήματος πρέπει να είναι μικρότερη από την τάση E_c του φέροντος. Αυτή η σχέση εκφράζεται με το λόγο της τάσης του διαμορφώνοντος σήματος προς την τάση του φέροντος. Και ονομάζεται βαθμός διαμόρφωσης M. Δηλαδή $M = E_m / E_c$.

Ο δείκτης διαμόρφωσης πρέπει να είναι ένας αριθμός μεταξύ 0 και 1. Αν το $M=1$ το πλάτος του φέροντος είναι ίσο με το πλάτος του σήματος πληροφορίας. Αν ο δείκτης διαμόρφωσης γίνει μεγαλύτερος του 1 όταν το πλάτος της διαμορφώνουσας τάσης είναι μεγαλύτερη από την τάση του φέροντος και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε παραμόρφωση της διαμορφωμένης κυματομορφής, δηλαδή υπερδιαμόρφωση.

Πολλαπλασιάζοντας το δείκτη διαμόρφωσης με 100 παίρνουμε το βαθμό διαμόρφωσης σαν % ποσοστό. Στην πράξη θέλουμε διαμόρφωση κοντά 100% διότι τότε μεταδίδεται το μέγιστο πλάτος της πληροφορίας και έτσι μεταδίδεται περισσότερη ισχύς από το σήμα πληροφορίας.

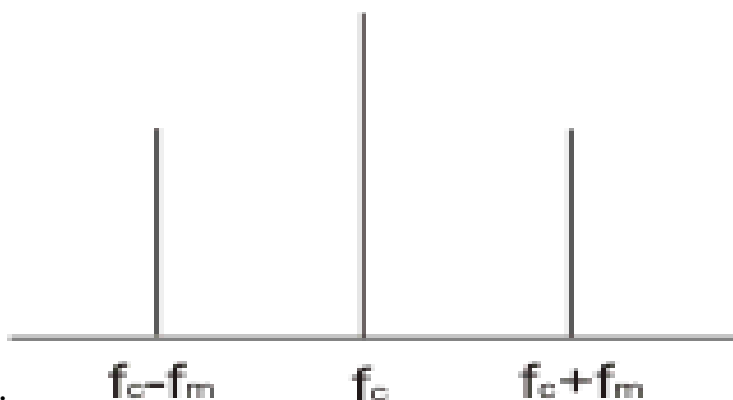
2.4 Πλευρικές ζώνες

Όταν η συχνότητα του φέροντος f_c και πλάτους E_c , ο οποίος περιγράφεται με τη μαθηματική εξίσωση: $E_c = E_c \sin 2\pi f_c t$ διαμορφώνεται από ένα ημιτονοειδές σήμα συχνότητας f_m και πλάτους E_m το οποίο περιγράφεται με την εξίσωση $E_m = E_m \sin 2\pi f_m t$ με ένα διαμορφωτή AM, στην έξοδο του παίρνουμε το διαμορφωμένο σήμα, που εκτελώντας τις μαθηματικές πράξεις μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$L_{AM}(t) = E_c \sin 2\pi f_c t + (E_m/2) \cos 2\pi (f_c - f_m) t - (E_m/2) \cos 2\pi (f_c + f_m) t$$

Βλέπουμε ότι το διαμορφωμένο σήμα AM είναι το άθροισμα της συχνότητας του φέροντος και δυο νέων ημιτονοειδών σημάτων οι καλούμενες πλευρικές συχνότητες ή πλευρικές ζώνες που βρίσκονται στο φάσμα πάνω και κάτω από τη συχνότητα του φέροντος. Συγκεκριμένα οι πλευρικές ζώνες είναι το άθροισμα και η διαφορά των συχνοτήτων φέροντος και πληροφορίας. Δηλαδή η άνω πλευρική f_{USB} και η κάτω πλευρική ζώνη f_{LSB} είναι $f_{USB} = f_c + f_m$ $f_{LSB} = f_c - f_m$

Έτσι το τυπικό AM σήμα λαμβάνεται προσθέτοντας αλγεβρικά το φέροντος και τα δυο σήματα πλευρικών ζωνών μαζί. Αυτό απεικονίζεται στο σχήμα 2.3. Η πληροφορία βρίσκεται στις πλευρικές και όχι στο φέρον.

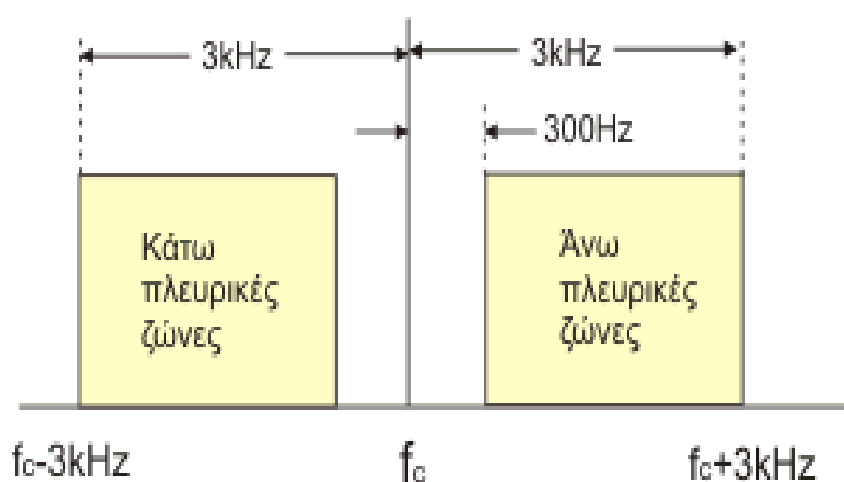


Σχήμα 2.3: Απεικόνιση κάτω πλευρικής ζώνης ,συχνότητα φέροντος , πάνω πλευρικής ζώνης .

Στο πεδίο συχνότητας ένα διαμορφωμένο σήμα AM παριστάνεται με τη σχεδίαση των πλατών του φέροντος και των πλευρικών ως προς την συχνότητα. Στην περίπτωση της διαμόρφωσης του φέροντος με

ημιτονοειδές σήμα, το διαμορφωμένο σήμα AM παριστάνεται στο πεδίο συχνότητας.

Όταν το φέρον διαμορφώνεται από ένα σύνθετο σήμα όπως είναι το σήμα φωνής που αποτελείται από πολλές ημιτονοειδής συνιστώσες συχνοτήτων που κυμαίνονται από 300 έως 3000Hz, το προκύπτον AM κύμα θα αποτελείται από το φέρον και τις πλευρικές συχνότητες πάνω και κάτω από το φέρον. Αυτές οι πλευρικές συχνότητες καταλαμβάνουν φασματικό χώρο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.4. Το εύρος ζώνης του AM σήματος είναι η απόσταση της ελάχιστης και μέγιστης πλευρικής συχνότητας. Αν για παράδειγμα, το φέρον



Σχήμα 2.4: Απεικονίζονται οι f_{USB} , f_c , f_{LSB} πλευρικές ζώνες.

έχει συχνότητα 14,7MHz και διαμορφώνεται από σήμα φωνής περιοχής συχνοτήτων μέχρι 3KHz τότε η μέγιστη και η ελάχιστη από τις πλευρικές ζώνες είναι:

$$f_{USB}=14700+3=14703\text{KHz}$$

$$f_{LSB}=14700-3=14697\text{KHz}$$

Το συνολικό εύρος ζώνης (BW) του AM σήματος είναι η διαφορά άνω και κάτω πλευρικής συχνότητας $BW=f_{USB}-f_{LSB}$. Δηλαδή $BW=14703\text{kHz}-14697\text{kHz}=6\text{kHz}$. Στο σχήμα 2.4 απεικονίζονται οι f_{USB} , f_c , f_{LSB}

2.5 Ζώνες συχνοτήτων κατά ITU

Παρακάτω δίνονται οι περιοχές συχνοτήτων και οι αντίστοιχες ονομασίες

κατά ITU σχήμα 2.5, με κυρίως την χρήση τους στις ασύρματες επικοινωνίες. Διαφορετικές κατανομές σε περιοχές συχνοτήτων και ονομασίες χρησιμοποιούνται από άλλα πρότυπα, όπως για παράδειγμα την χρήση στα ραντάρ. Για την κατασκευή του δέκτη ασχοληθήκαμε με τις VHF (πολύ υψηλές συχνότητες) 30-300 MHz

Μπάντα	Συντομογραφία	Συχνότητα	Μήκος κύματος	Χρήση
Άκρως Χαμηλές Συχνότητες	ELF	3 - 30 Hz	100,000 km - 10,000 km	Υπόηχοι
Λίαν Χαμηλές Συχνότητες	SLF	30 - 300 Hz	10,000 km - 1000 km	Επικοινωνία υποβρυχίων.
Υπερχαμηλές Συχνότητες	ULF	300 - 3000 Hz	1000 km - 100 km	Συχνότητες φωνής, υπέρηχοι.
Πολύ Χαμηλές Συχνότητες	VLF	3 - 30 KHz	100 km - 10 km	Ραδιοφωνία, ραδιοερασιτέχνες, στρατιωτικές και ναυτιλιακές εφαρμογές, αεροναυτικές επικοινωνίες, ραδιοφάρμοι, ιατρικά εμφυτεύματα, CB, ραδιοτηλετυπία
Χαμηλές Συχνότητες	LF	30 - 300 KHz	10 km - 1 km	
Μεσαίες Συχνότητες	MF	300 - 3000KHz	1 km - 100 m	Ραδιοφωνία, TV, ραδιοερασιτέχνες, ραδιομικρόφωνα, αμυντικά συστήματα.
Υψηλές Συχνότητες	HF	3 - 30 MHz	100 m - 10 m	
Πολύ Υψηλές Συχνότητες	VHF	30 - 300 MHz	10 m - 1m	TV, ραδιοερασιτέχνες, WLAN, radar, PMR, μικροκυματικοί αναμεταδότες, κινητά τηλέφωνα, DECT, GPS.
Υπερυψηλές Συχνότητες	UHF	300 - 3000 MHz	1 m - 10 cm	
Λίαν Υψηλές Συχνότητες	SHF	3 - 30 GHz	10 cm - 1 cm	Δορυφορική ραδιοπλοήγηση, δορυφορική εξερεύνηση της γης, MVDS, ραντάρ, ραδιοερασιτέχνες, ραδιοαστρονομία, μικροκυματικοί αναμεταδότες, σταθερή δορυφορική.
Άκρως Υψηλές Συχνότητες	EHF	30 - 300 GHz	1 cm - 1 mm	
Χιλιοστομετρικά Κύματα		300 GHz - 3 THz	1 mm - 100 μm	Νυκτερινή όραση, θερμογραφία, υπέρυθρη επικοινωνία IrDA, φασματοσκοπία, θέρμανση.
Υπέρυθρο		3 THz - 400 THz	100 μm - 750 nm	
Ορατό Φως		400 THz - 700 THz	750 nm - 380 nm	Ορατή ακτινοβολία από το ερυθρό ως το ιώδες. Black lights, λάμπες φθορίου, ανιχνευτές φωτιάς, εντομοκτόνα.
Υπεριώδες (UV)		700 THz - 30 PHz	380 - 10 nm	
Ακτίνες X		30 PHz - 3EHz	10 nm ~ 100 pm	Ακτινογραφίες, ανίχνευση ασθενειών, ραδιοθεραπεία.
Ακτίνες Γ		> 2.42 EHz	124 pm ~ 1 pm	Αποστείρωση εργαλείων, θεραπεία τύπων καρκίνου, πυρηνική ιατρική.

Σχήμα 2.5: Ζώνες συχνοτήτων κατά ITU

ΕΝΟΤΗΤΑ 3^η

ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ ΑΜ (Superheterodyne receiver)

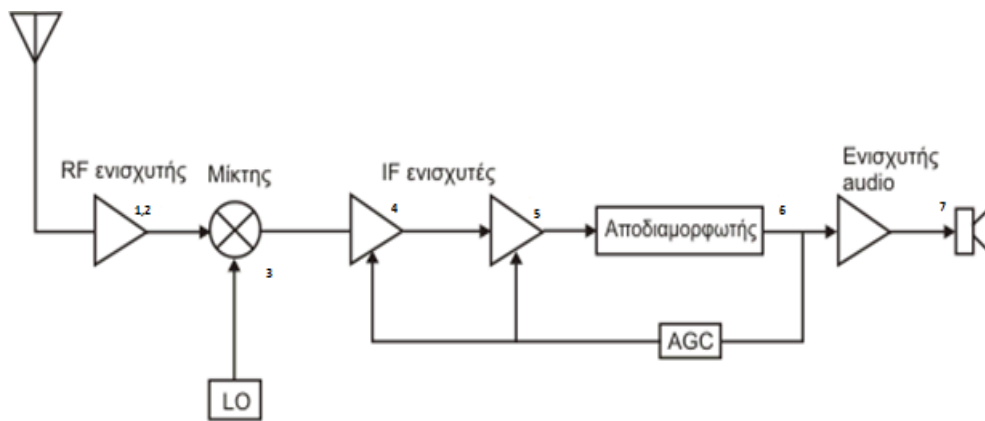
Στην τρίτη ενότητα γίνεται αναλυτική περιγραφή του Υπερετεροδύνου δέκτη ΑΜ. Στα χαρακτηριστικά από τα οποία κρίνεται η ποιότητά του, στην συχνότητα ειδώλου, στις δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την λήψη σήματος και στις βασικές έννοιες κεραιών ειδικότερα στην κεραία τύπου $\lambda/2$.

3.1- Ανάλυση υπερετεροδύνου δέκτη ΑΜ

Βασική ιδέα

- Μετατροπή της συχνότητας φέροντος f_c σήματος σε σταθερή ενδιάμεση συχνότητα f_{IF} μέσω συντονισμένου τοπικού ταλαντωτή f_{LO} .
- Διάβαση μέσα από ζωνοπερατό φίλτρο υψηλής επιλεκτικότητας στην ενδιάμεση συχνότητα
- Αφαίρεση του θορύβου και των εκτός ζώνης συνιστωσών πριν την μετατροπή σε σήμα βασικής ζώνης
- Αποδιαμόρφωση σε σήμα βασικής ζώνης.

Ο υπερετεροδύνος δέκτης εφευρέθηκε το 1918 από τον E. Armstrong. Το σχήμα 3.1 δείχνει ένα γενικό μπλοκ διάγραμμα ενός υπερετεροδύνου δέκτη.



Σχήμα 3.1: Γενικό μπλοκ διάγραμμα ενός υπερετερόδυνου δέκτη.

Το σήμα λαμβάνεται από την **κεραία** και οδηγείται **στον RF ενισχυτή**. Ο σκοπός του RF ενισχυτή είναι να παρέχει κάποια αρχική επιλεκτικότητα και κέρδος. Ο ενισχυτής RF έχει περιορισμένο αριθμό συντονισμένων κυκλωμάτων που συντονίζονται στο λαμβανόμενο σήμα μέσα στην περιοχή συχνοτήτων λήψης του δέκτη. Σε μερικούς δέκτες τα συντονισμένα κυκλώματα του ενισχυτή RF είναι ευρείας ζώνης και επιτρέπουν να διέρχονται τα σήματα της περιοχής συχνοτήτων του δέκτη χωρίς συντονισμό των κυκλωμάτων.

Η έξοδος του RF ενισχυτή εφαρμόζεται στην μια από τις δυο εισόδους του μίκτη.

ο **Μίκτης** μετατρέπει το εισερχόμενο RF σήμα σε μια χαμηλότερη συχνότητα γνωστή ως ενδιάμεση συχνότητα IF διατηρώντας τη πληροφορία του διαδιδόμενου σήματος αναλλοίωτη.

Η άλλη είσοδος του μίκτη είναι από ένα τοπικό ταλαντωτή LO. Η έξοδος του μίκτη παρέχει εκτός από το σήμα εισόδου και το σήμα LO το άθροισμα και τη διαφορά των συχνοτήτων τους. Συνήθως ένα συντονισμένο κύκλωμα στην έξοδο του μίκτη επιλέγει τη διαφορά συχνοτήτων.

Ο τοπικός ταλαντωτής συντονίζεται σε συχνότητα μέσα σε μια σχετικά ευρεία περιοχή. Ρυθμίζοντας την LO συχνότητα, ο μίκτης θα μετατρέπει μια ευρεία περιοχή εισόδου στην ενδιάμεση (σταθερή) συχνότητα IF. Οι **ενισχυτές IF ενδιάμεσης συχνότητας** παρέχουν μεγαλύτερο κέρδος και επιλεκτικότητα στο διαμορφωμένο σήμα. Το σήμα της εξόδου του μίκτη το οποίο περιέχει την ίδια διαμόρφωση με το RF σήμα εισόδου, ενισχύεται από μια ή περισσότερες βαθμίδες IF, παρέχοντας μεγάλο κέρδος στο σήμα. Συντονισμένα κυκλώματα της βαθμίδας IF τα οποία αποτελούνται από κρυσταλλικά ή κεραμικά ή μηχανικά φίλτρα παρέχουν μεγάλη και σταθερή επιλεκτικότητα.

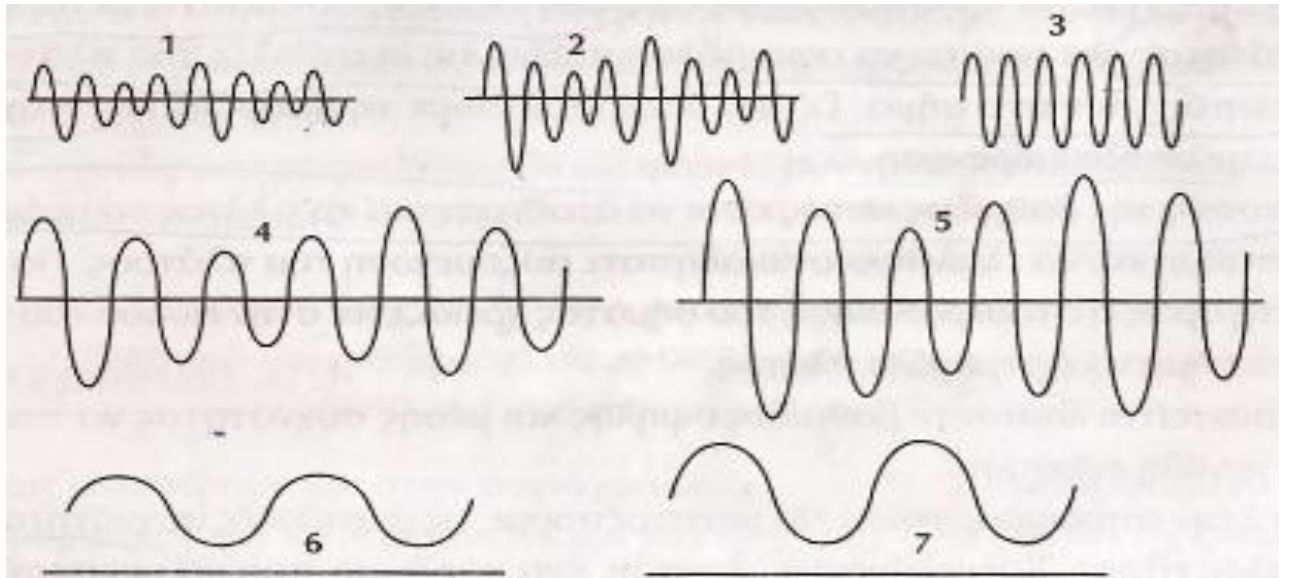
Η συχνότητα f_{LO} του τοπικού ταλαντωτή ρυθμίζεται ώστε να είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα του λαμβανόμενου σήματος f_{IN} κατά ποσό ίσο με τη ενδιάμεση συχνότητα, δηλαδή $f_{LO}=f_{IN}+f_{IF}$ επομένως $f_{IF}=f_{LO}-f_{IN}$. Παρατηρούμε ότι για τη συχνότητα λαμβανόμενου σήματος μικρότερη από τη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή LO κατά τη ενδιάμεση συχνότητα f_{IF} αυτή «θα περάσει» από τη βαθμίδα IF. Αυτή η συχνότητα του λαμβανόμενου σήματος λέγεται είδωλο. Γενικά οι συχνότητες ειδώλων καταστέλλονται από τα συντονισμένα κυκλώματα στον ενισχυτή RF.

Έπειτα εφαρμόζεται στον αποδιαμορφωτή το υψηλά ενισχυμένο σήμα IF στο οποίο ανακτάται η αρχική διαμορφώνουσα πληροφορία.

Ένα άλλο βασικό κύκλωμα στον υπερετερόδυνα δέκτη είναι το κύκλωμα **AGC** (auto gain control). Το σήμα από την έξοδο του αποδιαμορφωτή ανορθώνεται και φιλτράρεται παρέχοντας μια DC τάση από το AGC κύκλωμα. Η τάση αυτή είναι ανάλογη του πλάτους του λαμβανόμενου σήματος η οποία ανατροφοδοτεί τους ενισχυτές IF και μερικές φορές τον RF ενισχυτή για τον έλεγχο του κέρδους του δέκτη.

Έτσι το συνολικό κέρδος του δέκτη μπορεί αυτόματα να προσαρμόζεται με τη στάθμη του σήματος εισόδου. Ένα μεγάλο σήμα εισόδου παράγει μια AGC τάση τέτοια που μειώνει την ενίσχυση στους ενισχυτές IF. Έτσι με ελαττωμένο κέρδος η παραμόρφωση που παράγεται από το μεγάλο σήμα εισόδου εξαλείφεται. Ένα ασθενές εισερχόμενο σήμα παράγει μια AGC τάση που οδηγεί σε αύξηση του κέρδους στους ενισχυτές IF ενισχύοντας περισσότερο το σήμα.

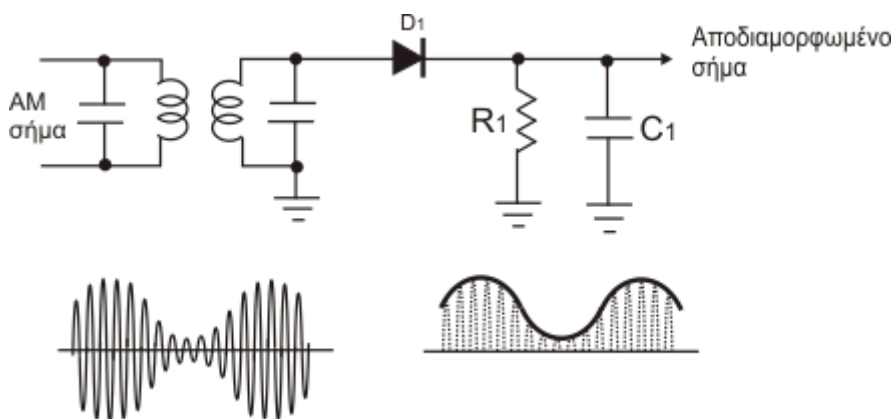
Στο σχήμα 3.2 απεικονίζονται οι κυματομορφές σε διάφορα σημεία του δέκτη AM.



Σχήμα 3.2: Κυματομορφές σε διάφορα σημεία του δέκτη AM.

3.1.1- Αποδιαμόρφωση (Demodulation)

Ένας αποδιαμορφωτής είναι ένα κύκλωμα που δέχεται ένα διαμορφωμένο σήμα και ανακτά την αρχική διαμορφούσα πληροφορία. Ο απλούστερος και ευρύτετα χρησιμοποιούμενος αποδιαμορφωτής σήματος AM φαίνεται στο σχήμα 3.3. Το σήμα AM εφαρμόζεται μέσω ενός μετασχηματιστή RF σε ένα απλό κύκλωμα ημιανόρθωσης που αποτελείται από τις D_1 και R_1 . Η διόδος άγει κατά την περίοδο των θετικών παλμών του σήματος AM και αποκόπτεται κατά τη διάρκεια των αρνητικών παλμών. Συνεπώς η τάση στα άκρα της R_1 είναι μια σειρά θετικών παλμών των οποίων το πλάτος τους μεταβάλλεται ανάλογα με το διαμορφώνον σήμα.



Σχήμα 3.3- Αποδιαμορφωτής σήματος AM

Για την ανάκτηση του αρχικού διαμορφώνοντος σήματος, ένας πυκνωτής συνδέεται στα άκρα της αντίστασης. Η τιμή του πρέπει να είναι τέτοια ώστε να παρουσιάζει μικρή σύνθετη αντίσταση στο σήμα του φέροντος και μεγάλη στο διαμορφώνον σήμα. Η λειτουργία του πυκνωτή είναι τέτοια ώστε να εξομαλύνει τις κορυφές του ανορθωμένου σήματος AM ανακτώντας έτσι το διαμορφώνον σήμα.

3.2- Τα κύρια χαρακτηριστικά του δέκτη από τα οποία κρίνεται η ποιότητά του είναι:

Ευαισθησία (sensitivity): Λέγεται η ελάχιστη τάση που χρειάζεται στην είσοδο του δέκτη, για να λειτουργήσει ικανοποιητικά. Δείχνει πόσο ασθενή σήματα μπορεί να πιάσει ο δέκτης.

Επιλεκτικότητα (selectivity): Λέγεται η ικανότητα του δέκτη να επιλέγει την επιθυμητή περιοχή συχνοτήτων από όλες τις συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος οι οποίες φθάνουν στην κεραία του.

Πιστότητα (fidelity, reliability): Λέγεται η ικανότητα του δέκτη να αναπαράγει με ακρίβεια και χωρίς παραμορφώσεις όλες τις συχνότητες της πληροφορίας την οποία μεταφέρει το σήμα που έχει επιλέξει.

Τη γραμμικότητα (linearity):

Χαρακτηρίζει την ικανότητα του δέκτη να συμπεριφέρεται

Με τον ίδιο τρόπο για ασθενή και ισχυρά σήματα στην είσοδό του.

Την έλλειψη παρασιτικών εκπομπών

Αφορά τη μη εκπομπή παρασιτικών ραδιοσημάτων (μικροεκπομπών) από τα ίδια τα κυκλώματα του δέκτη.

3.3- Συχνότητα Ειδώλου (Image Frequency)

Ένας δέκτης δε λαμβάνει στην είσοδό του μόνο την επιθυμητή συχνότητα, αλλά σήματα RF σε ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων. Στην περίπτωση που η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή είναι μεγαλύτερη από αυτήν της επιθυμητής συχνότητας λήψης (άνω πλευρική), ισχύει:

$$f_{IF} = f_{LO} - f_{RF}$$

Αν υποθέσουμε ότι υπάρχει μια ακόμα συχνότητα RF, έστω f_{IM} , η οποία μπορεί να μας δώσει την ίδια ενδιάμεση συχνότητα, τότε, λόγω ιδιοτήτων ανάλυσης Fourier, έχουμε:

$$f_{IF} = f_{IM} - f_{LO}$$

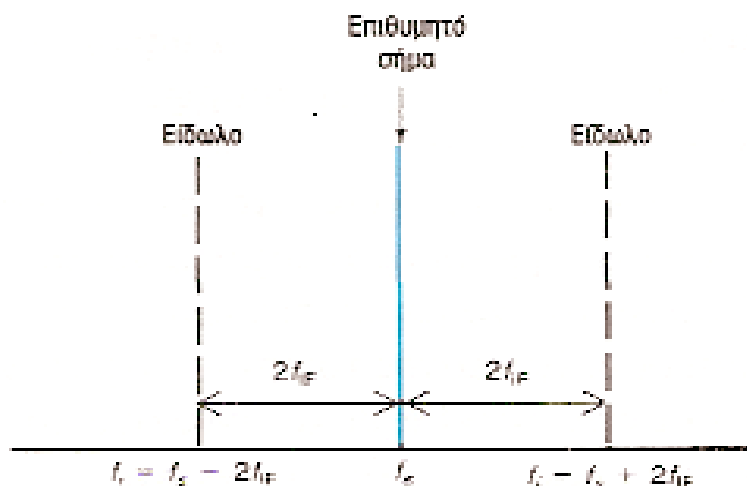
Προσθέτοντας κατά μέλη τις δύο σχέσεις προκύπτει:

$$f_{IM} = f_{RF} + 2f_{IF}$$

Αυτό απεικονίζεται στο σχήμα 3.3. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια ακόμα συχνότητα η f_{IM} που μπορεί να δώσει την ίδια ενδιάμεση. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και για συχνότητα τοπικού ταλαντωτή μικρότερη από αυτήν της επιθυμητής συχνότητας λήψης (κάτω πλευρική). Η συχνότητα ειδώλου προκαλεί πρόβλημα και πρέπει να εξαλειφθεί πριν την είσοδό της στο δέκτη χρησιμοποιώντας κατάλληλο ζωνοπερατό φίλτρο, τέτοιο ώστε να την αποκόπτει, χωρίς όμως να αποκόπτει συχνότητες που βρίσκονται στο κανάλι που επιθυμούμε.

Επίσης πρέπει το χρησιμοποιούμενο κανάλι να έχει ορισμένο εύρος και η ενδιάμεση συχνότητα να έχει κατάλληλη τιμή, ώστε να μην τυχάνουν συχνότητες ειδώλου μέσα σε αυτό. Το κανάλι και η ενδιάμεση συχνότητα θα πρέπει να συνδέονται με τη σχέση:

$$f_{RF \min} \geq f_{IF} \geq \frac{1}{2}(f_{RF \max} - f_{RF \min})$$



Σχήμα 3.3: Σχέση της συχνότητας του σήματος και των ειδώλων.

3.4- Δυσκολίες κατά την λήψη σήματος

Γίνεται αναφορά στις δυσκολίες κατά την λήψη σήματος όπως είναι ο θόρυβος σε ένα τηλεπικοινωνιακό κανάλι και το πρόβλημα των παρεμβολών κατά την λήψη υψιλών σημάτων.

3.5- Θόρυβος

Θόρυβος χαρακτηρίζεται γενικά οποιοδήποτε σήμα σε ένα τηλεπικοινωνιακό κανάλι εκτός από το σήμα που μεταφέρει την πληροφορία (ωφέλιμο σήμα). Ο θόρυβος οφείλεται σε διάφορες αιτίες όπως στη θερμική κίνηση των ηλεκτρονίων (θερμικός θόρυβος) σε γαλβανικές, ηλεκτρικές ή μαγνητικές συζεύξεις.

Με εγκαταστάσεις υψηλής τάσης (βιομηχανικά παράσιτα) σε

Στην ηλεκτρική τροφοδότηση των συσκευών. κ.ά

Τα διάφορα παρασιτικά σήματα προσθέτονται στατιστικά με αποτέλεσμα να εμφανίζεται στο δέκτη μία παρασιτική ισχύς PR που εκφράζει τον ολικό θόρυβο του συστήματος. Σημασία για τη λήψη και ενίσχυση του σήματος έχει ο λόγος της ωφέλιμης ισχύος PS προς την παρασιτική ισχύ PR ή διαφορετικά ο λόγος σήματος προς θόρυβο στην έξοδο (S/N, SNR Signal-to-Noise Ratio).

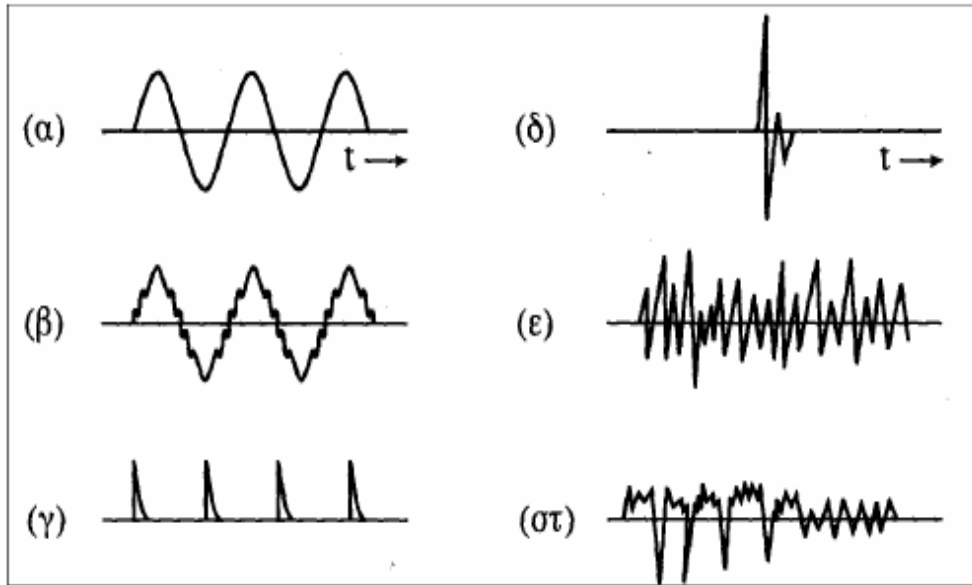
Ο λόγος αυτός παίζει το ρόλο ενός δείκτη αξίας της απόδοσης του συστήματος επικοινωνιών. Προφανώς όσο αυξάνει ο λόγος S/N καθίσταται ευκολότερο να ξεχωρίσουμε και να αναπαράγουμε το διαμορφώνον σήμα δίχως σφάλμα ή σύγχυση.

3.5.1- Είδη θορύβου

Ο θόρυβος μπορεί να διακριθεί σε κατηγορίες σύμφωνα με διάφορα κριτήρια, όπως τη χρονική μεταβολή του, την παρενόχληση που προκαλεί, το φάσμα συχνοτήτων του κ. α

- α. Ημιτονικός θόρυβος
- β. Περιοδικός θόρυβος
- γ. Περιοδικός παλμικός θόρυβος
- δ. Μη περιοδικός παλμικός θόρυβος
- ε. Ακανόνιστος θόρυβος
- στ. Καταληπτός θόρυβος

Στο σχήμα 3.4 απεικονίζονται οι κατηγορίες θορύβου.



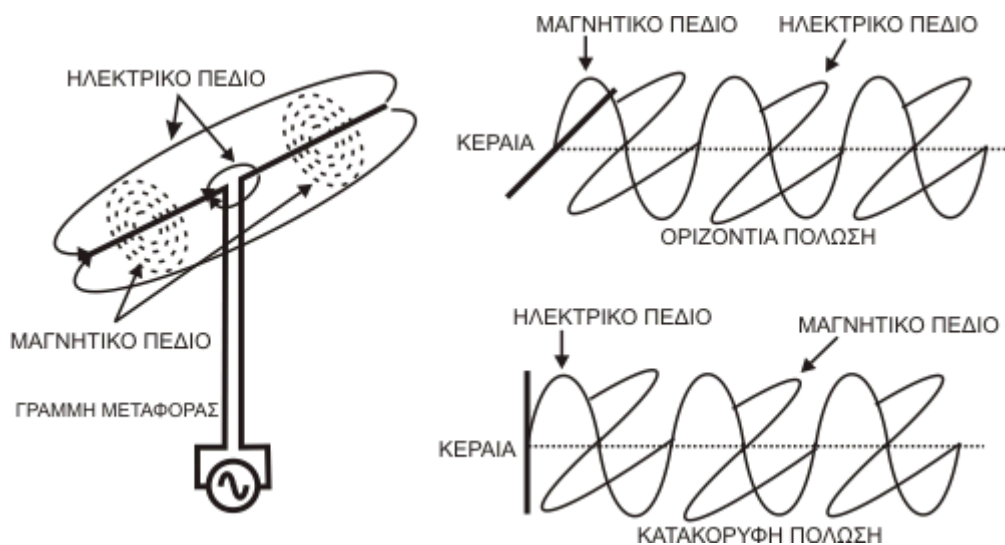
Σχήμα 3.4: Κατηγορίες θορύβου.

3.5.2- Παρεμβολή

Ένα συνηθισμένο πρόβλημα κατά την λήψη πολύ υψηλού σήματος είναι το πρόβλημα των παρεμβολών. Αιτία των παρεμβολών μπορεί να είναι η μεγάλη απόσταση από τον ραδιοφωνικό πομπό ή τυχόν εμπόδια που παρεμβάλουν μεταξύ της απόστασης πομπού και δέκτη. Εμπόδια όπως μεγάλα κτήρια ή βουνά και λόφοι. Η παρεμβολή σ'έναν δέκτη παρουσιάζεται σε μορφή θορύβου. Υπάρχουν κι άλλες αιτίες δημιουργίας παρεμβολών όπως αυτή της λήψης πολύ ισχυρού σήματος. Αιτία αυτού του φαινομένου είναι η αρκετά μικρή απόσταση μεταξύ πομπού και δέκτη. Ως αποτέλεσμα αυτού του είδους παρεμβολών είναι η παραμόρφωση του ήχου στον δέκτη. Μία άλλη αιτία παρεμβολών είναι τα καιρικά φαινόμενα. Τέλος υπάρχει και η πιθανότητα δημιουργίας παρεμβολών από γειτονικά κανάλια όταν αυτά βρίσκονται πολύ κοντά στην συχνότητα που εκπέμπουν.

3.6- Βασικές έννοιες κεραιών

Στην εκπομπή, κεραία είναι μια διάταξη αγωγών, που μετατρέπει το RF σήμα, στην είσοδο της, σε ράδιο κύμα που διαδίδεται στο χώρο. Στη λήψη, η κεραία μετατρέπει το ράδιο κύμα που λαμβάνει σε RF σήμα για το δέκτη. Υπάρχουν εκατοντάδες διαφορετικοί τύποι κεραιών σε χρήση σήμερα. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι. Ένα ραδιοκύμα είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, αποτελούμενο από ένα ηλεκτρικό και μαγνητικό κύμα κάθετα μεταξύ τους, το οποίο εκπέμπεται από την κεραία και διαδίδεται σε μεγάλες αποστάσεις.



Σχήμα 3.5: Γραφική προσέγγιση ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος, σταθερής συχνότητας

Στο παραπάνω σχήμα 3.5 φαίνεται μια γραφική προσέγγιση ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος, σταθερής συχνότητας. Βλέπουμε ότι το πλάτος και η φορά του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου μεταβάλλονται ημιτονοειδώς ανάλογα με την συχνότητα που εκπέμπεται.

Το ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο είναι κάθετα μεταξύ τους και είναι επίσης και τα δυο κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

Η φορά του ηλεκτρικού πεδίου καθορίζει την πόλωση της κεραίας. Αν το ηλεκτρικό πεδίο είναι παράλληλο προς τη γη και λέμε ότι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι οριζόντια πολωμένο. Αν το ηλεκτρικό πεδίο είναι κάθετο στη γη, τότε το κύμα είναι κατακόρυφα πολωμένο. Οι

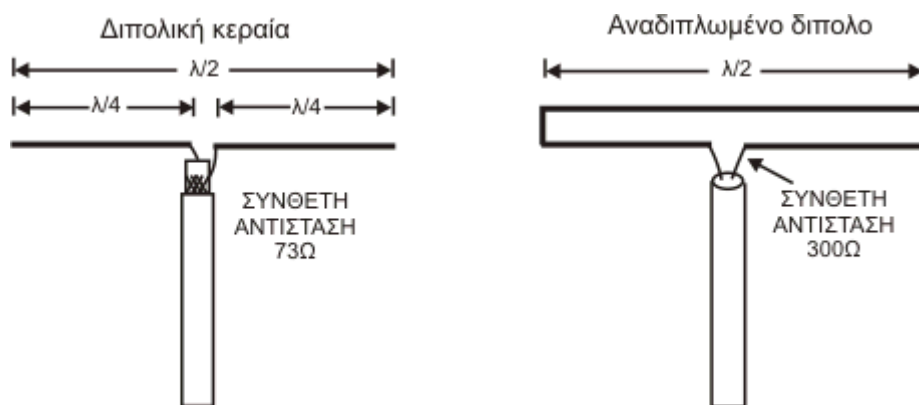
κεραίες που είναι παράλληλες προς τη γη παράγουν οριζόντια πόλωση και οι κεραίες που είναι κάθετες στη γη παράγουν κατακόρυφη πόλωση. Για τη βέλτιστη εκπομπή και λήψη ενός ραδιοκύματος πρέπει οι κεραίες εκπομπής και λήψης να έχουν την ίδια πόλωση.

3.6.1- Κεραία τύπου $\lambda/2$

Στο σχήμα 3.6 απεικονίζονται μια κεραία με δίπολο $\lambda/2$ και σύνθετη αντίσταση 73Ω και μια με αναδιπλωμένο δίπολο και σύνθετη αντίσταση 300Ω .

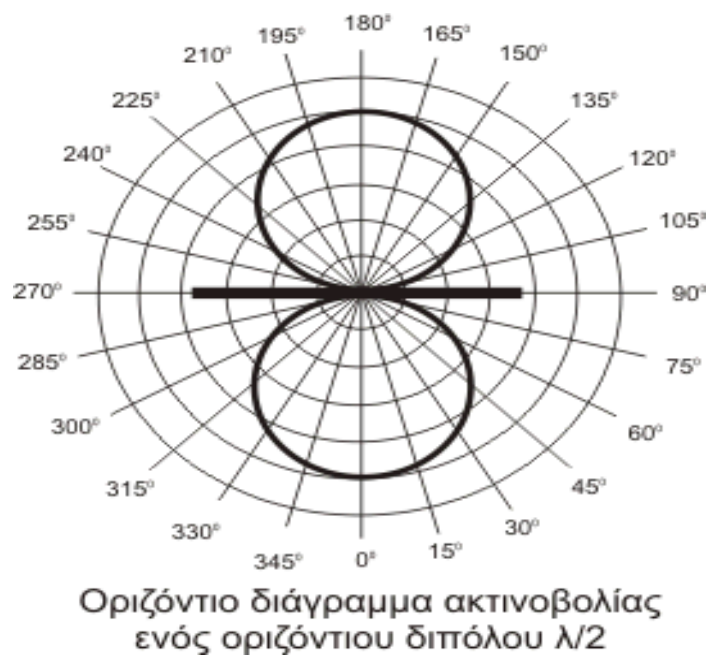
Μια από τις συνηθέστερες κεραίες είναι το δίπολο $\lambda/2$, που αποτελείται από κομμάτι σύρματος, ράβδου ή σωλήνα μήκους $\lambda/2$ στη συχνότητα λειτουργίας. Η κεραία στην πραγματικότητα κόβεται σε δυο $\lambda/4$ κομμάτια. Η γραμμή μεταφοράς συνδέεται στο κέντρο. Το δίπολο έχει μια σύνθετη αντίσταση 73Ω στο κέντρο του.

Για τη μέγιστη μεταφορά ισχύος πρέπει να υπάρχει προσαρμογή μεταξύ των σύνθετων αντιστάσεων της γραμμής και φορτίου (κεραίας). Για το δίπολο, ένα 73Ω ομοαξονικό καλώδιο RG-59/U είναι μια τέλεια γραμμή μεταφοράς και το RG-11/U ομοαξονικό καλώδιο με μια σύνθετη αντίσταση 75Ω προσφέρει επίσης μια εξαιρετική προσαρμογή.



Σχήμα 3.6: Κεραίες με δίπολο $\lambda/2$ με σύνθετη αντίσταση 73Ω και 300Ω .

Μια δημοφιλής παραλλαγή του διπόλου $\lambda/2$ είναι το αναδιπλωμένο δίπολο. Όπως το βασικό δίπολο και αυτό έχει μήκος $\lambda/2$. Ωστόσο αυτό αποτελείται από δυο παράλληλους αγωγούς συνδεδεμένους στα άκρα με μια πλευρά ανοιχτή στο κέντρο για σύνδεση με τη γραμμή μεταφοράς. Η σύνθετη αντίσταση του αναδιπλωμένου διπόλου είναι 300Ω και συνεπώς κάνει μια εξαιρετική προσαρμογή με την ευρέως διαθέσιμη 300Ω διπλή γραμμή.

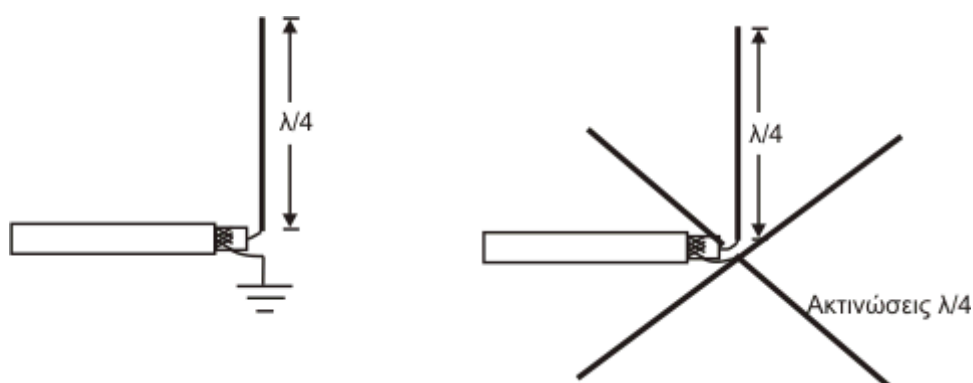


Σχήμα 3.7: Οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας ενός οριζόντιου διπόλου $\lambda/2$

Οι περισσότερες διπολικές κεραίες τοποθετούνται οριζόντια ως προς τη γη και συνεπώς, θα είναι οριζόντια πολωμένες. Το οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας, του οριζόντια πολωμένου διπόλου, φαίνεται στο σχήμα 3.7. Αυτό δείχνει την ακτινοβολουμένη ενέργεια σε κάθε κατεύθυνση. Το διάγραμμα αποτελείται από δυο λοβούς σε σχήμα του αριθμού οκτώ, με το δίπολο ευθυγραμμισμένο με τον άξονα $90^\circ - 270^\circ$. Όπως βλέπουμε το μέγιστο ποσό της ενέργειας ακτινοβολείται κάθετα στο δίπολο, στις διευθύνσεις 0° και 180° . Για το λόγο αυτό, ένα δίπολο είναι μια κατευθυντική κεραία. Οι κεραίες εκπομπής και λήψης αυτού του τύπου για τη μέγιστη εκπομπή σήματος, πρέπει να είναι παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στην ευθεία που τις συνδέει. Αν και τα περισσότερα δίπολα $\lambda/2$ τοποθετούνται οριζόντια ως προς τη γη, μπορούν να τοποθετηθούν και κατακόρυφα. Κοιτώντας προς τα κάτω την κεραία, το διάγραμμα ακτινοβολίας είναι τέλειος κύκλος. Αυτό σημαίνει ότι η κεραία εκπέμπει ίσο ποσό ενέργειας προς όλες τις κατευθύνσεις. Μια τέτοια κεραία καλείται παγκατευθυντική.

Αν απαιτούνται κατακόρυφη πόλωση και παγκατευθυνότητα δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένα δίπολο $\lambda/2$. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορούμε να έχουμε χρησιμοποιώντας ένα $\lambda/4$ κατακόρυφο όπως φαίνεται στο σχήμα 3.8. Αυτή η κεραία είναι γνωστή σαν $\lambda/4$

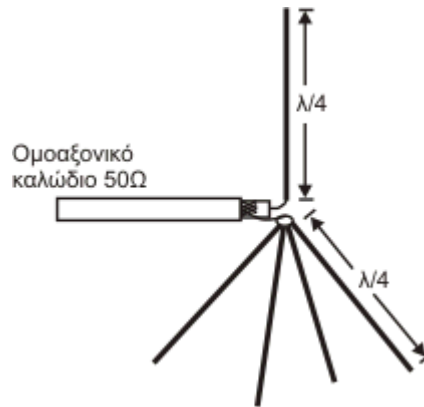
κατακόρυφη κεραία ή κεραία με επίπεδο γείωσης. Συνήθως τροφοδοτείται με ομοαξονικό καλώδιο, με τον κεντρικό αγωγό συνδεδεμένο στον κατακόρυφο ακτινοβολητή και το πλενταζ γειωμένο. Με αυτή τη διεύθυνση, η γη ενεργεί σαν ένας τύπος ηλεκτρικού «κατόπτρου», παρέχοντας ουσιαστικά το άλλο $\lambda/4$ της κεραίας και καθιστώντας την ισοδύναμη με ένα κατακόρυφο δίπολο. Το αποτέλεσμα είναι μια κατακόρυφη πολωμένη παγκατευθυντική κεραία.



Σχήμα 3.8 : Κατακόρυφη πόλωση και παγκατευθυνότητα χρησιμοποιώντας ακτινώσεις $\lambda/4$.

Η αποτελεσματικότητα αυτής της κεραίας εξαρτάται από μια καλή ηλεκτρική γείωση. Αν δεν μπορεί να γίνει μια καλή ηλεκτρική σύνδεση με τη γη, τότε μπορεί να κατασκευαστεί ένα τεχνικό επίπεδο γείωσης αποτελούμενο από μερικά $\lambda/4$ σύρματα τοποθετημένα οριζόντια στη βάση της κεραίας που είναι γνωστά σαν ακτινώσεις (radials). Στις πολύ υψηλές συχνότητες, όπου οι κεραίες είναι μικρού μήκους, οποιαδήποτε μεγάλη επίπεδη μεταλλική επιφάνεια μπορεί να παίξει το ρόλο ενός αποτελεσματικού επιπέδου γείωσης. Π.χ. η μεταλλική οροφή ενός αυτοκινήτου αποτελεί ένα θαυμάσιο επίπεδο γείωσης για κεραίες VHF και UHF.

Η σύνθετη αντίσταση μιας κατακόρυφης κεραίας με επίπεδο γείωσης είναι ακριβώς η μισή της σύνθετης αντίστασης του διπόλου ή περίπου $36,5\Omega$. Επειδή δεν υπάρχει ομοαξονικό καλώδιο $36,5\Omega$, συνήθως χρησιμοποιείται ομοαξονικό καλώδιο 50Ω για τροφοδοσία αυτής της κεραίας. Σχήμα 3.9. Αυτό σημαίνει κακή προσαρμογή με $SWR=1,39$. Αυτός όμως, είναι σχετικά μικρός SWR και δεν προκαλεί οποιαδήποτε σημαντική απώλεια ισχύος.



Σχήμα 3.9: Ομοαξονικό καλώδιο 50Ω για την τροφοδοσία αυτής της κεραίας.

Ένας τρόπος προσαρμογής της σύνθετης αντίστασης της κεραίας είναι η χρήση «γερμένων» ακτινώσεων όπως φαίνεται στο σχήμα. Για κάποια γωνία που εξαρτάται από το ύψος της κεραίας πάνω από το έδαφος, η σύνθετη αντίσταση της κεραίας θα είναι περίπου 50Ω κάνοντας περίπου τέλεια προσαρμογή με τα ομοαξονικά καλώδια 50Ω.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα μιας κατακόρυφης παγκατευθυντικής κεραίας είναι ότι μπορεί να στέλνει σήμα σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Σε πολλά επικοινωνιακά συστήματα αυτό είναι ένα άκρως επιθυμητό αποτέλεσμα. Υπάρχουν επικοινωνιακά συστήματα στα οποία είναι πιο πλεονεκτικό να περιορίζεται η κατεύθυνση στην οποία τα σήματα στέλνονται ή λαμβάνονται. Αυτό απαιτεί μια κεραία με κατευθυντικότητα. Το πλεονέκτημα μιας κατευθυντικής κεραίας είναι ότι εξαλείφει την παρεμβολή από άλλα σήματα που λαμβάνονται από όλες τις κατευθύνσεις εκτός από την κατεύθυνση του επιθυμητού σήματος. Όταν χρησιμοποιείται μια κατευθυντική κεραία υπάρχει μεγαλύτερη απόδοση της εκπομπής ισχύος. Συγκεκριμένα, η ισχύς του πομπού μπορεί να εστιαστεί σε μια στενή δέσμη που μπορεί να κατευθυνθεί προς το σταθμό που ενδιαφέρει.

Το συμβατό δίπολο $\lambda/2$ έχει κάποια κατευθυντικότητα στο ότι στέλνει ή λαμβάνει σήματα με κατεύθυνση κάθετα προς το μήκος της κεραίας. Μια τέτοια κεραία καλείται διπλοκατευθυντική. Μονοκατευθυντική είναι η κεραία που στέλνει ή λαμβάνει σήματα μόνο σε μια κατεύθυνση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4η

ΦΙΛΤΡΑ (filter)

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στα φίλτρα με κύρια αναφορά στο ζωνοπερατό.

4.1- Η έννοια και ο ρόλος των φίλτρων.

Προκειμένου να κατανοήσουμε την έννοια και τον ρόλο των φίλτρων σε ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα θα πρέπει πρώτα να καταλάβουμε την έννοια του όρου εύρος ζώνης. Ως εύρος ζώνης (Bandwidth) ορίζεται η διαφορά της μεγαλύτερης συχνότητας ενός φάσματος συχνοτήτων, μείον την μικρότερη συχνότητα του φάσματος αυτού. Η μαθηματική παράσταση του εύρους ζώνης είναι $BW=f_{max}-f_{min}$

Πιο πρακτικά, όταν μιλάμε για εύρος ζώνης ουσιαστικά αναφερόμαστε στην περιοχή εκείνη του φάσματος συχνοτήτων μέσω ενός οποίας το σήμα περνά αναλλοίωτο από την είσοδο του πομπού στην έξοδο του δέκτη.

Τα φίλτρα εφαρμόζονται στην περίπτωση όπου επιθυμούμε να μην περάσει αναλλοίωτο ένα σήμα αλλά να υποστεί συγκεκριμένες αλλαγές ως ενός την φασματική του ζώνη.

Επομένως το σήμα ξεκινάει διαφορετικό από την πηγή απ' ότι καταλήγει στον δέκτη.

Υπάρχουν τέσσερα είδη φίλτρων ανάλογα με ενός 'περικοπές' που επιθυμούμε κάθε φορά.

Low Pass –Χαμηλοπερατά φίλτρα

High Pass –Υψηλοπερατά φίλτρα

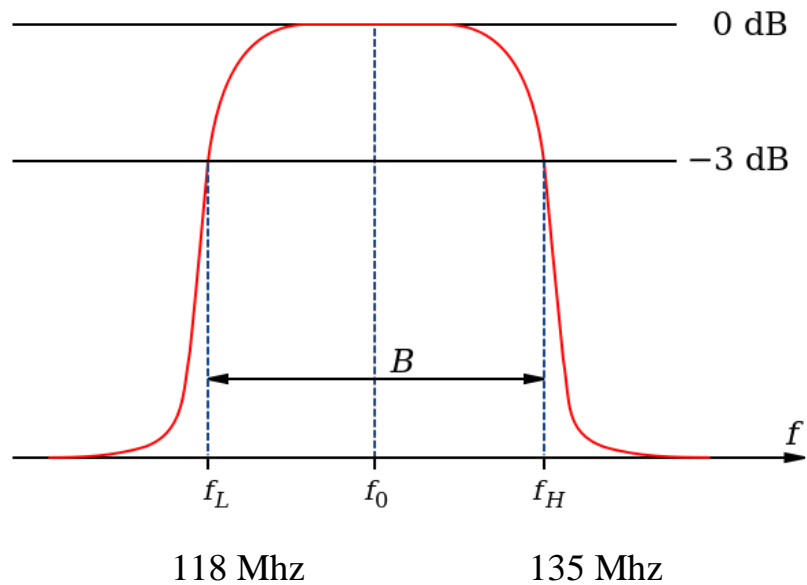
Band Pass –Φίλτρα εύρους ζώνης

Band Stop –Φίλτρα φραγμού ζώνης

Για την κατασκευή του δέκτη εφαρμόσαμε το Ζωνοπερατό φίλτρο (Band pass filter).

4.2- Ζωνοπερατό φίλτρο (Band Pass Filter)

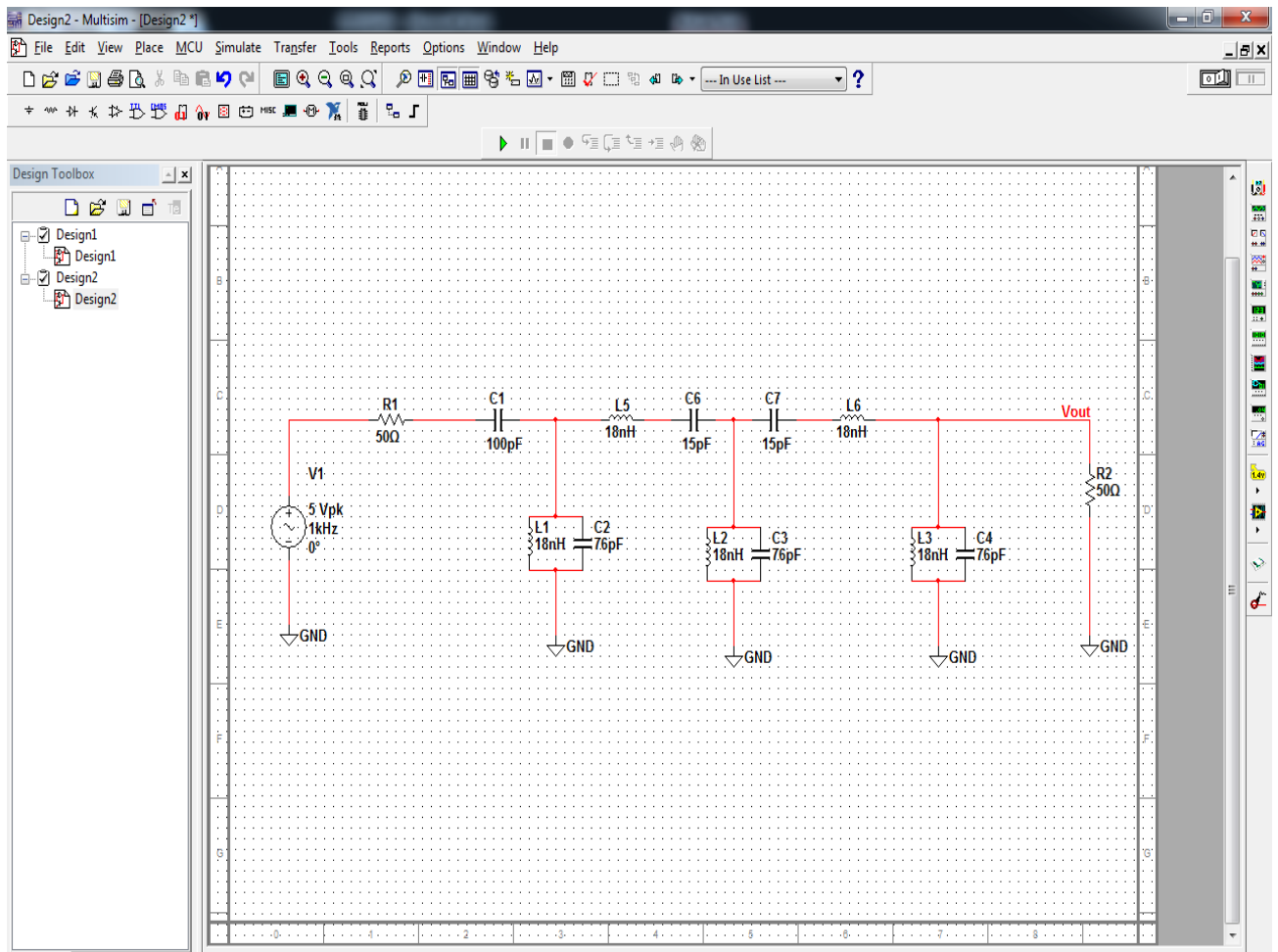
Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1 το ζωνοπερατό φίλτρο αφήνει να περάσουν απαραμόρφωτα τα ηλεκτρικά σήματα με συχνότητα μεταξύ δύο συχνοτήτων f_{low} και f_{high} ενώ μηδενίζουν τα σήματα με συχνότητα έξω από αυτή τη ζώνη.



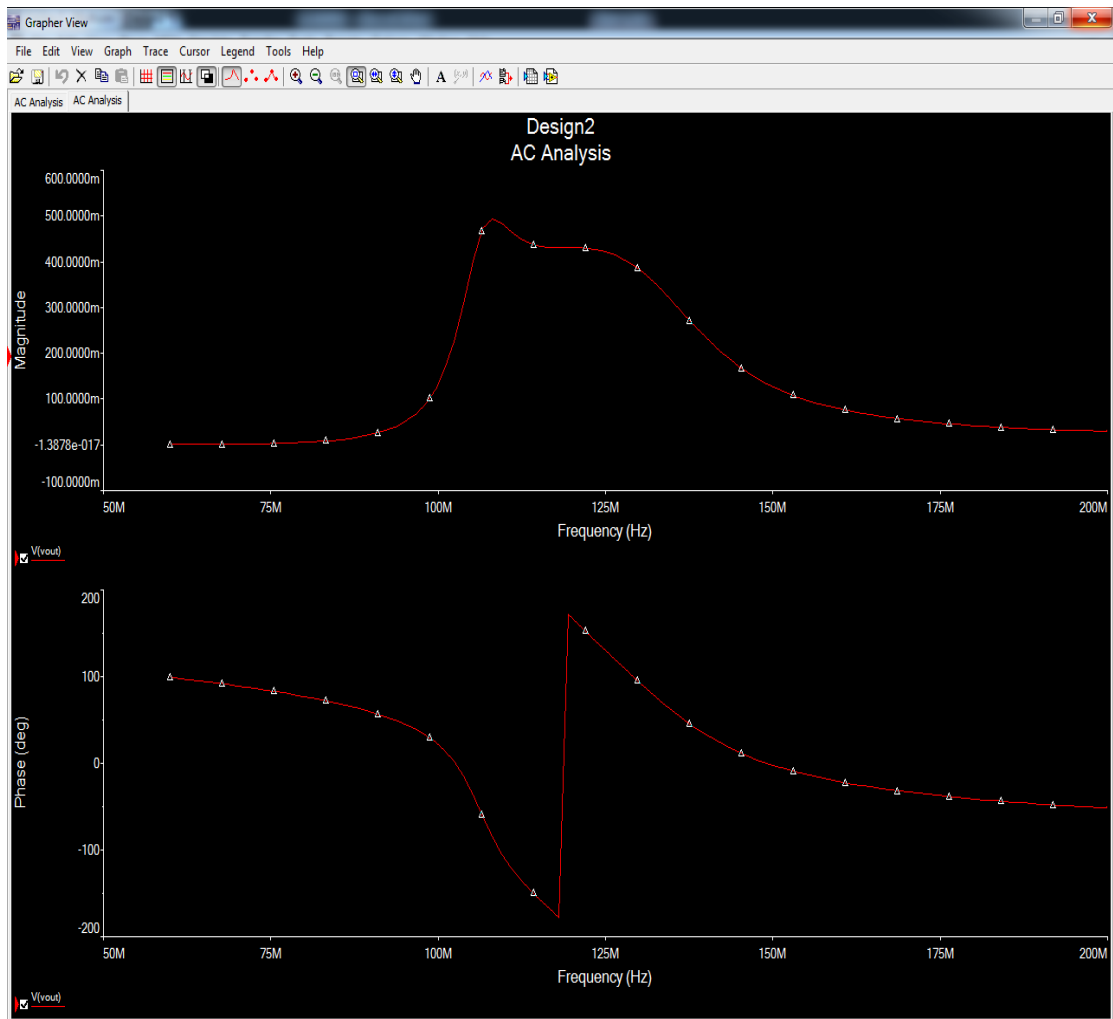
Σχήμα 4.1: Ο δέκτης μας είναι σχεδιασμένος για να συντονίζεστε στις VHF συχνότητες 118-135 MHz.

4.3- Σχεδίαση φίλτρου

Για την σχεδίαση φίλτρου χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα multisim 11.0. Τοποθετήσαμε την κυκλωματική διάταξη των εξαρτημάτων στο πρόγραμμα Σχήμα 4.2 και στην συνέχεια το προσομοιώσαμε κάνοντας ac ανάλυση. Σχήμα 4.3



Σχήμα 4.2: Κυκλωματική διάταξη ζωνοπερατού φίλτρου.



Σχήμα 4.3: Απόκριση του ζωνοπερατού φίλτρου

ΕΝΟΤΗΤΑ 5^η

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΥ ΔΕΚΤΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ. (Circuit Description)

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναλυτική περιγραφή των βαθμίδων του κυκλώματος υπερτεροδύνου δέκτη αεροπορίας καθώς και παρουσίαση του σχηματικού διαγράμματος.

5.1- Λειτουργία του δέκτη

Το Σχήμα 5.1 δείχνει το σχηματικό διάγραμμα του δέκτη Αεροπορίας. Είναι ένας υπερτεροδύνος AM (διαμόρφωσης πλάτους) χτισμένος γύρω από τέσσερα ολοκληρωμένα.

1. ένα NE602 ένα διπλό ισοσταθμισμένο μίκτη (U1)
2. ένα γραμμικό MC1350 IF ενισχυτή (U2) ,
3. ένα LM324 quad op - amp (U3) ,
4. καθώς και ένας ενισχυτής ήχου LM386 (U4) .

Με μια κεραία που συνδέεται στο J1 λαμβάνετε το σήμα AM. Αυτό το σήμα στη συνέχεια μέσω του πυκνωτή C1 οδηγείται σε ένα συντονισμένο φίλτρο που αποτελείται από τα κυκλώματα συντονισμού L1- L5 και C2- C6 .Το τύπου ζωνοπερατό φίλτρο επιτρέπει την διέλευση του εύρους συχνοτήτων από 118 έως 135 MHz. Τα VHF σήματα (Very High Frequency) μετά την έξοδο του φίλτρου συνδέονται μέσω του πυκνωτή C7 σε ένα τρανζίστορ VHF (Q1) RF ενισχυτή, όπου τα σήματα ενισχύονται.

Έπειτα τα σήματα μέσω του πυκνωτή C8 οδηγούνται στην είσοδο του U1 (NE602), το οποίο περιέχει έναν ισοσταθμισμένο μίκτη και έναν τοπικό ταλαντωτή. Το πηνίο L6 (Local Oscillator L6) συνδέεται με το δίκτυο του πυκνωτή όπου η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή είναι 10.7 MHz - υψηλότερη από τα εισερχόμενα σήματα 118 - 135MHz . Ένα δίκτυο συντονισμού που αποτελείται από την varactor διόδο D1 και το ποτενσιόμετρο R1 πετυχαίνει τον συντονισμό του τοπικού ταλαντωτή μεταβάλλοντας την dc πόλωση της varactor D1. Η αντίσταση R1

καθορίζει την ανάστροφη πόλωση, η οποία στην συνέχεια μεταβάλλει τη χωρητικότητα του ταλαντωτή.

Η ενδιάμεση συχνότητα ή $IF=10.7$ MHz είναι η διαφορά μεταξύ του λαμβανόμενου σήματος και της συχνότητας τοπικού ταλαντωτή (LO) Για τον συντονισμό του δέκτη στο εύρος 118 – 135 MHz, ο τοπικός ταλαντωτής πρέπει να μεταβάλλεται από 128,7 – 145,7MHz. Ο μίκτης τροφοδοτείται από το pin 8. Η έξοδος του μίκτη είναι το pin 4 του ολοκληρωμένου U1(SA602AN) και οδηγείται σε ένα 10,7 MHz κεραμικό φίλτρο (FIL1). Το φίλτρο χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει μια στενή ζώνη μπάντας και υψηλή επιλεκτικότητα σήματος .

Η έξοδος του FIL1 ενισχύεται από το transistor Q2 (2N3904) και στη συνέχεια τροφοδοτείται μέσω του πυκνωτή C16 έως τον ενισχυτή IF U2 (MC1350), ο οποίος έχει ρυθμιστεί ως αυτόματος έλεγχος κέρδους (AGC). Το ενισχυμένο 10,7 MHz IF σήμα κορυφώθηκε με τη χρήση μετασχηματιστή RF T1 και μέσω ενός κυκλώματος ημιανόρθωσης που αποτελείται από τις D_2 , R_{12} και c30 το AM σήμα αποδιαμορφώνεται και εμφανίζεται στα άκρα της αντίστασης R12. Όπου έπειτα οδηγείται σε ένα τελεστικό ενισχυτή U3-b. Το σήμα τροφοδοτείται σε ακολουθία μέσω τεσσάρων τμημάτων του U3 (α LM324 quad op - amp) .ο τελεστικός ενισχυτής U3-b περιέχεται μέσα στο ολοκληρωμένο LM324 καθώς και οι τελεστικοί ενισχυτές U3-a, U3-c, U3-d. Ο ενισχυτής U3-b είναι ένα μη αναστρέφον κύκλωμα που πολώνεται από τις αντιστάσεις R13 και R14., Το ποτενσιόμετρο R2 αποτελεί την ένταση ήχου. Το σήμα AM έπειτα πηγαίνει μέσω του πυκνωτή C25 και της αντίστασης R24 ,σε ένα άλλο τελεστικό ενισχυτή U3-c. Το σήμα ενισχύεται και στη συνέχεια πηγαίνει στον ενισχυτή ισχύος U4 (LM386).

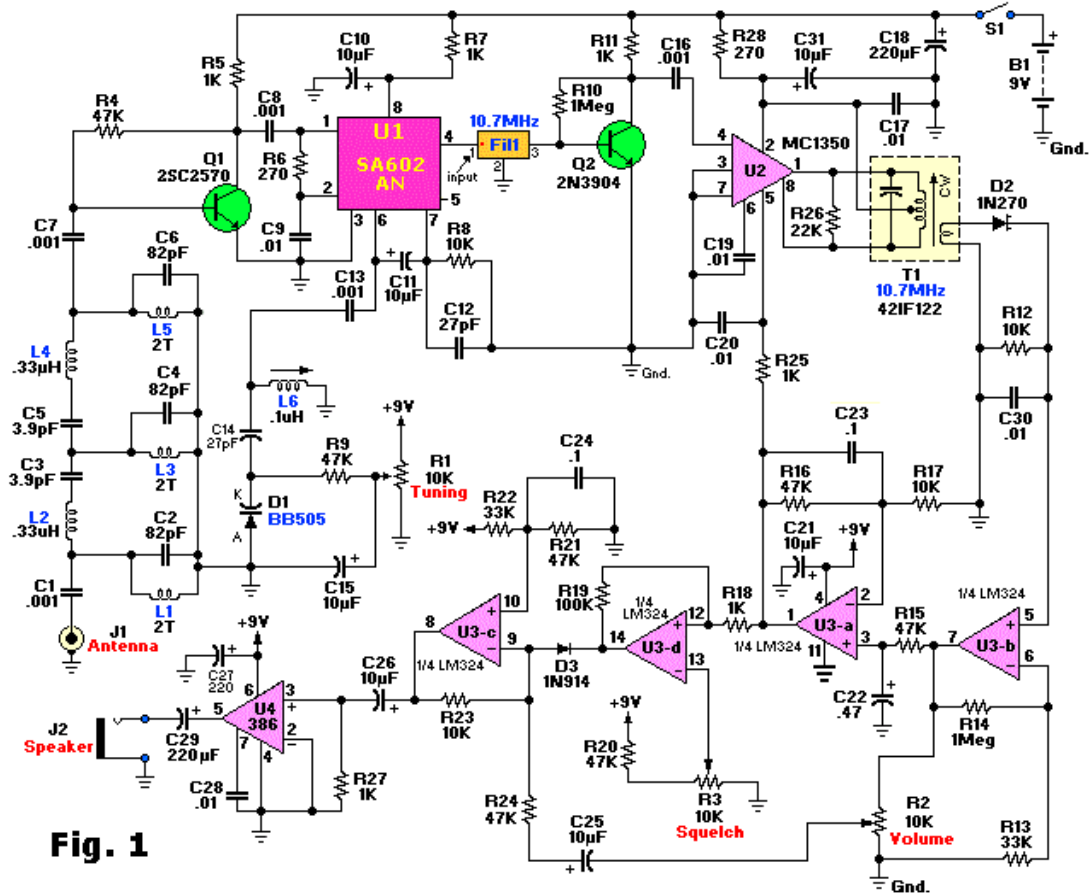
Σημειώστε ότι ένα τμήμα του σήματος εξόδου U3-a ανατροφοδοτείται μέσω της αντιστάσεως R25 στην είσοδο ελέγχου AGC του ενισχυτή IF U2 (MC1350) στο pin 5 .Αυτό το σήμα χρησιμοποιείται για να μειώσει αυτόματα το κέρδος του U2 , όταν υπάρχουν ισχυρά σήματα ή να αυξάνει αυτόματα το κέρδος του U2 για ασθενή σήματα . Κρατά την ένταση εξόδου του κυκλώματος μέσα σε ένα εύρος ακρόασης , ανεξάρτητα από τη δύναμη των εισερχομένων σημάτων .

Το κύκλωμα του δέκτη περιέχει επίσης ένα κύκλωμα κατωφλίου που ελέγχεται από το ποτενσιόμετρο R3 , το οποίο χρησιμοποιείται για να σβήσει τον τυχαίο θορύβο κάτω από ένα επιλεγμένο επίπεδο κατωφλίου. Όταν ρυθμιστεί σωστά , ο έλεγχος φίμωσης σχεδόν εξαλείφει το θόρυβο του περιβάλλοντος.

Το ποτενσιόμετρο R2 ελέγχει τη συνολική ένταση και τροφοδοτείται μέσω του πυκνωτή C26 όπου οδηγείται στον ενισχυτή ισχύος U4 (LM386) και έπειτα στο μεγάφωνο που συνδέεται μέσω του βύσματος J2. Λόγω το συνολικού σχεδιασμού και της φίμωσης (Squelch control) , η έξοδος ήχου είναι σε αρκετά χαμηλό επίπεδο μέσα στο περιβάλλον του

θόρυβου, όπου όμως είναι ικανή να οδηγήσει τον ομιλητή ή τον ακροατή σε επικοινωνία με εξαιρετικά αποτελέσματα.

Σχήμα 5.2: Σχηματικό διάγραμμα του υπερτερόδυνου δέκτη Αεροπορίας.



ΕΝΟΤΗΤΑ 6^η

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΚΤΗ, ΠΗΝΙΟΥ (Construction)

Στην έκτη ενότητα αναφέρουμε την διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη κατασκευή του δέκτη αεροπορίας, την κατασκευή των πηνίων L1, L2, L3, την λίστα εξαρτημάτων που χρησιμοποιήσαμε, όπως και στο σχήμα 6.1 βλέπουμε την διαφάνεια του κυκλώματος και στο σχήμα 6.2 βλέπουμε την τοποθέτηση εξαρτημάτων.

6.1- Λίστα εξαρτημάτων:

Για την κατασκευή του δέκτη χρειάστηκαν τα παρακάτω υλικά:

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ (Resistors)

All Resistors are 5%, 1/4-watt

R1, R2, R3 = 10K PCB ποτενσιόμετρα (potentiometers)

R4, R9, R15, R16, R20, R21, R24 = 47K

R5, R7, R11, R18, R25, R27 = 1K

R6, R28 = 270 ohm

R8, R12, R17, R23 = 10K

R10, R14 = 1 Mega Ohm

R13, R22 = 33K

R19 = 100K

R26 = 22K

ΠΥΚΝΩΤΕΣ (Capacitors)

C1, C7, C8, C13, C16 = 0.001uF, (1nF) κεραμικοί (102, 1N)

C2, C4, C6 = 82pF, NPO κεραμικοί (82, 82p)

C3, C5 = 3.9pF, NPO κεραμικοί disc (3.9, 3P9)

C9, C17, C19, C20, C28, C30 = 0.01uF, NPO (10nF) κεραμικοί (10N, 103)

C10, C15, C21, C25, C26, C31 = 4.7 TO 10uF, 25WVDC, ηλεκτρολυτικοί

C11 = 10pF, NPO κεραμικοί (10p, 10J)

C12, C14 = 27pF, NPO κεραμικοί

C18, C27, C29 = 100 to 220uF, 25WVDC, ηλεκτρολυτικοί

C22 = 0.47uF, 25WVDC, ηλεκτρολυτικοί

C23, C24 = 0.1uF, 25WVDC, ηλεκτρολυτικοί (104)
(NPO = standard for 'low-noise'.

Πηνία (Inductors)

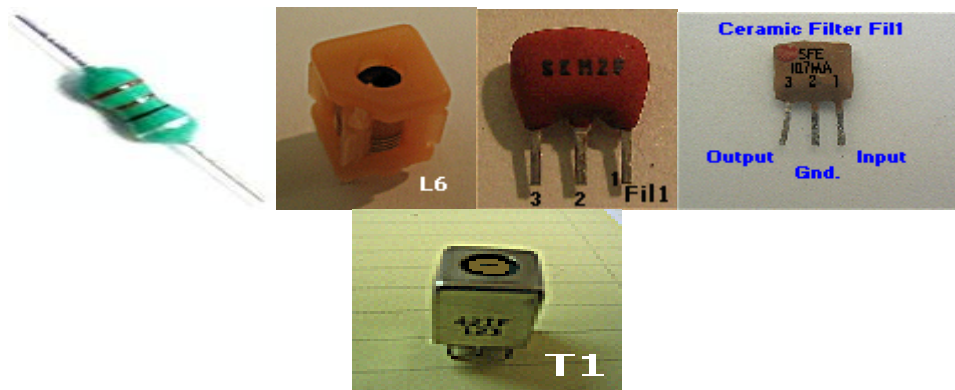
L1, L3, L5 = 1.5 σπείρα με διάμετρο 3.5mm

L2, L4 = 0.33uH molded inductor* (Sayal 2/\$1.00) DigiKey M9R33-ND, or M7807-ND)

L6= 0.1uH 3.5 σπείρες

T1= 10.7 MHz shielded IF transformer (Mouser 42IF122, Brown cap color)

FL1 (FILTER) = 10.7MHz (κεραμικό φίλτρο)



Φωτογραφίες των πηνίων L2, L4, L6, του κεραμικού φίλτρου FIL και του μετασχηματιστή T1 που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του δέκτη.

Ολοκληρωμένα, δίοδοι, τρανζίστορ (Semiconductors)

U1 = SA602AN

U2 = MC1350 or NTE746

U3 = LM324 or NTE987

U4 = LM386 or NTE823

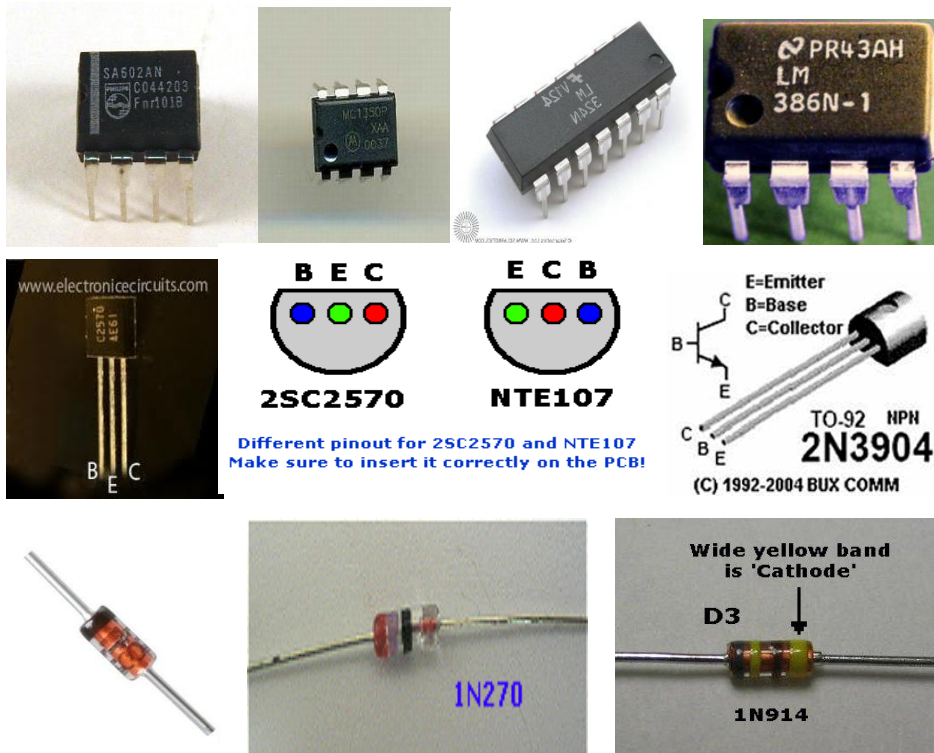
Q1 = *2SC2570 (C2570), or NTE107, NPN UHF silicon transistor

Q2 = 2N3904, NPN transistor

D1 = BB505B, varactor diode

D2 = 1N270, OA95, 1N34, or NTE109, Glass Germanium Diode

D3 = 1N914, NTE519, 1N4148, BAX13, etc. glass silicon signal diode.

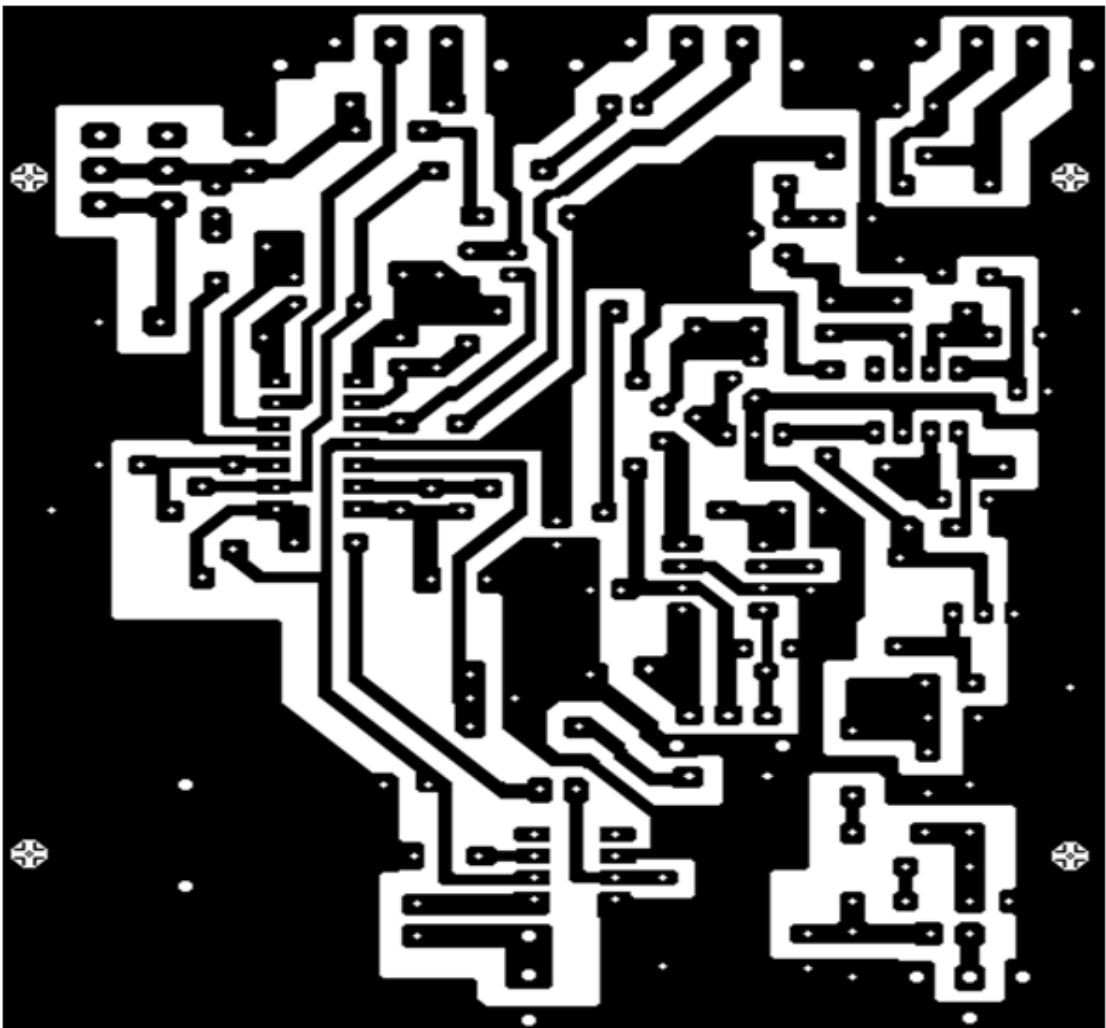


Φωτογραφίες των Ολοκληρωμένων, δίοδων, τρανζίστορ που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του δέκτη.

6.2- Διαδικασία υλοποίησης της κατασκευής

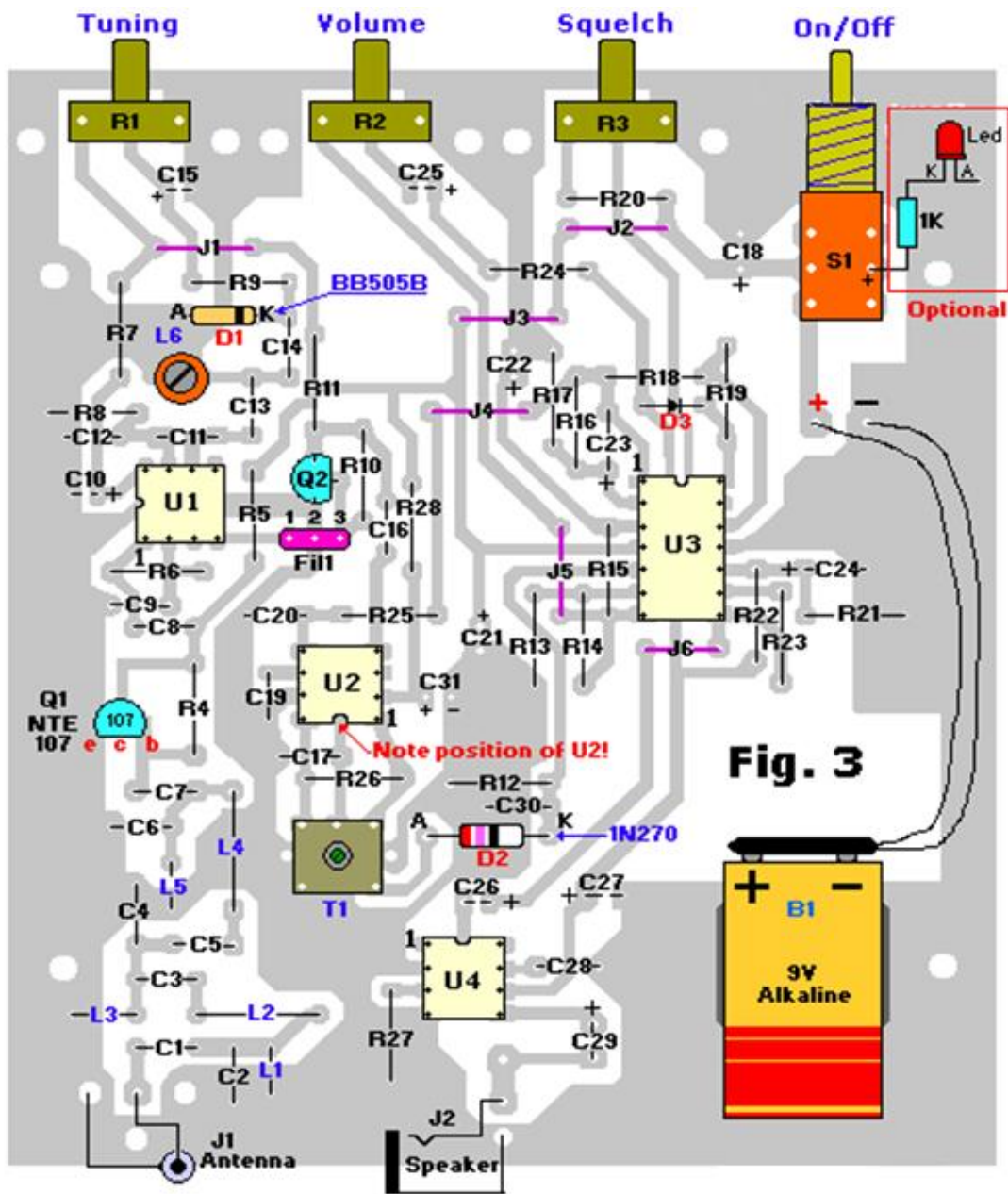
1. Πρώτα έγινε συγκέντρωση των υλικών.
2. Έπειτα έγινε εκτύπωση του σχεδίου σε διαφάνεια.
3. Εμφάνιση σε πλακέτα.
4. Άνοιγμα τρυπών.
5. Κόλληση των εξαρτημάτων στην πλακέτα.

6.3- Διαφάνεια κυκλώματος



Σχήμα 6.1: Διαφάνεια τυπωμένου κυκλώματος

6.4- Σχήμα τοποθέτησης εξαρτημάτων



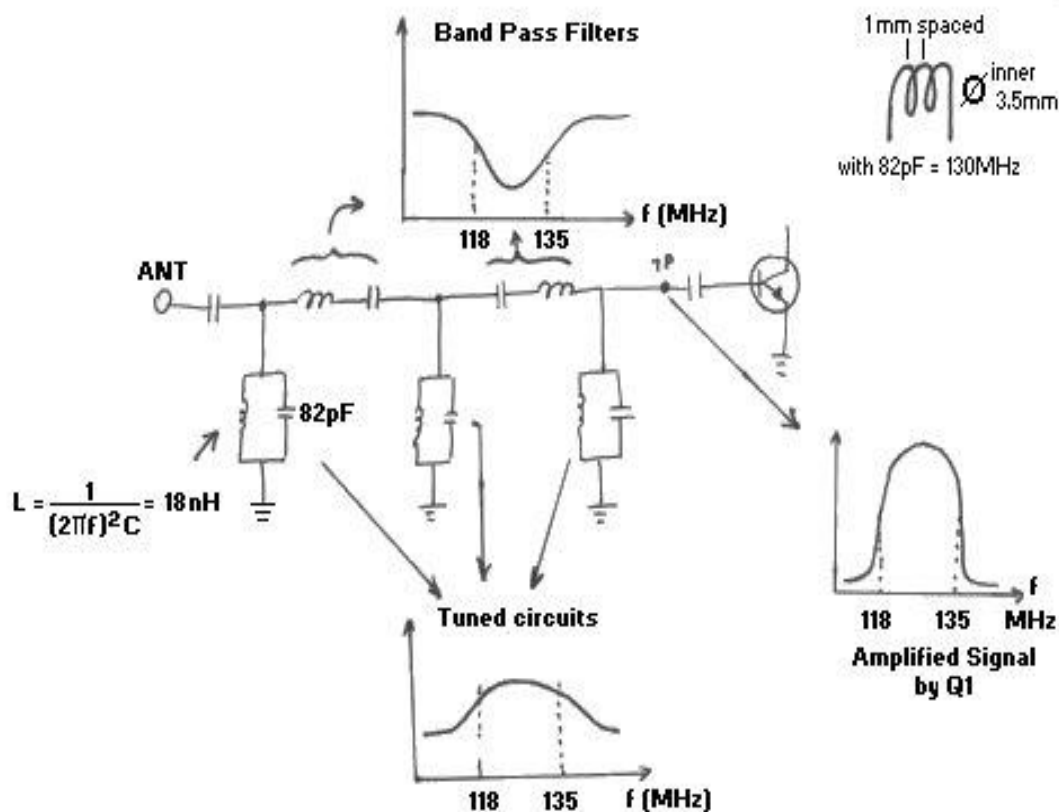
Σχήμα 6.2 : Τοποθέτηση εξαρτημάτων.

6.5- Κατασκευή πηνίου

Για την κατασκευή των πηνίων L1, L3, L5 χρησιμοποιήσαμε πηνίο χωρίς πυρήνα. Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3 Το περιστρέψαμε 1.5 σπείρα, αφήσαμε 1 mm απόσταση μεταξύ των σπειρών και 3.5 mm διάμετρο. Το σήμα λαμβάνεται από την κεραία και οδηγείται στην βαθμίδα RF-ζωνοπερατού φίλτρου εύρους 118-135 MHz έπειτα η έξοδος του φίλτρου οδηγείται στον RF ενισχυτή Q1=2SC2570 όπου ενισχύεται.

Κάνοντας χρήση του τύπου : $L = \frac{1}{(2\pi f)^2} * C = \frac{1}{(6.28 * 130 * 10^6)^2} * 0.82 * 10^{-12} = 1 / (816400000)^2 * 8.2^{-13} = 1 / 6.6650896^{17} * 8.2^{-13} = 0.000001829$ Henry ή 18 nH.

6.6- Διαδικασία κατασκευής πηνίων L1,L3,L5



Σχήμα 6.3 : Διαδικασία κατασκευής πηνίων L1,L3,L5



Φωτογραφία για καλύτερη κατανόηση των πηνίων L1-L5

ΕΝΟΤΗΤΑ 7^η

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΗΝΙΟΥ

Στην έβδομη ενότητα αναφερόμαστε στην ανάλυση του πηνίου –στον ορισμό της αυτεπαγωγής και στα είδη των πηνίων.

7.1- Πηνίο – Αυτεπαγωγή

Γνωρίζουμε ότι στο εσωτερικό ενός πηνίου που διαρρέεται από ρεύμα, δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Όταν μεταβάλλεται το ρεύμα στο πηνίο έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου, συνεπώς και η μαγνητική ροή που διέρχεται από το εσωτερικό του πηνίου. Έτσι σύμφωνα με το νόμο του Faraday αναπτύσσεται στο πηνίο τάση εξ επαγωγής. Ο κανόνας του Lenz δηλώνει ότι η επαγόμενη τάση στο πηνίο που οφείλεται στη μεταβολή του ρεύματος του ίδιου του πηνίου, έχει τέτοια πολικότητα ώστε να αντιστέκεται στην μεταβολή του ρεύματος που το διαρρέει.

Μονάδα αυτεπαγωγής είναι το 1Henry. Επειδή είναι μεγάλη μονάδα αυτεπαγωγής χρησιμοποιούνται υποπολλαπλάσια του 1H όπως το 1mF ($10^{-3}F$) το 1μH ($10^{-6}H$) και το 1nF ($10^{-9}H$).

Η αυτεπαγωγή ενός πηνίου εξαρτάται μόνο από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του και αυξάνεται με:

- Τον αριθμό των σπειρών του πηνίου.
- Τη διάμετρο του πηνίου.
- Με την ύπαρξη σιδηρομαγνητικού υλικού στο εσωτερικό του.

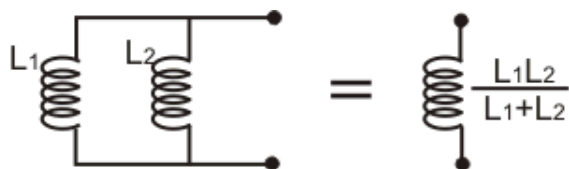
7.1.1- Ισοδύναμη αυτεπαγωγή

Όταν δύο πηνία L_1 και L_2 είναι συνδεδεμένα σε σειρά, μπορούν να αντικατασταθούν από ισοδύναμη αυτεπαγωγή (πηνίο) με τιμή το άθροισμα τους L_1+L_2 .



Όμοια όταν N πηνία L_1, L_2, \dots, L_N είναι συνδεδεμένα σε σειρά, μπορούν να αντικατασταθούν από ισοδύναμη αυτεπαγωγή (πηνίο) L με τιμή το άθροισμα τους $L_1+L_2+\dots+L_N$

Όταν δυο πηνία L_1 και L_2 είναι συνδεδεμένα παράλληλα, μπορούν να αντικατασταθούν από ισοδύναμη αυτεπαγωγή (πηνίο) με τιμή $L_1L_2/(L_1+L_2)$



Όμοια όταν N πηνία L_1, L_2, \dots, L_N είναι συνδεδεμένα παράλληλα, μπορούν να αντικατασταθούν από ισοδύναμη αυτεπαγωγή (πηνίο) για την οποία $1/L=1/L_1 + 1/L_2 + \dots + 1/L_N$

7.2- Είδη πηνίων

Τα πηνία διακρίνονται ανάλογα με τη χρήση τους σε πηνία χαμηλών (LF) ή πηνία υψηλών συχνοτήτων (RF) και ανάλογα με την κατασκευή τους σε σωληνοειδή και σε κυψελοειδή πηνία.

Πηνία υψηλών συχνοτήτων: Τα συναντούμε στις συσκευές τηλεπικοινωνίας, όπως πομπούς και δέκτες ραδιοφώνου, ασυρμάτου



κ.α. Τα βρίσκουμε σε μεγάλη ποικιλία μορφών με ή χωρίς πυρήνα, με μια ή περισσότερες στρώσεις, με απλή ή κυψελοειδή περιέλιξη κλπ.

Τα πηνία RF τα βρίσκουμε: 1) Στα κυκλώματα κεραίας τυλιγμένα γύρω από μια ράβδο φερρίτη που αποτελούν την κεραία του δέκτη (ραδιοφώνου AM) 2) Στα κυκλώματα ταλαντωτών που σε συνδυασμό ενός μεταβλητού πυκνωτή καθορίζουν την επιθυμητή συχνότητα ταλάντωσης. 3) Στα κυκλώματα ενδιάμεσης συχνότητας, που αποτελούν διατάξεις δυο πηνίων, για χρήση σύζευξης μεταξύ δυο ενισχυτικών βαθμίδων της ενδιάμεσης συχνότητας στους δέκτες.

Πηνία χαμηλών συχνοτήτων: Αυτά τα πηνία χαρακτηρίζονται από τις μεγάλες τιμές αυτεπαγωγής που κυμαίνονται από 0,2H έως δεκάδες Henry που συναντιούνται σε κυκλώματα χαμηλών συχνοτήτων, εν σχέση με τα πηνία υψηλών συχνοτήτων που η αυτεπαγωγή τους κυμαίνεται από μερικά μH έως μερικές δεκάδες mH. Τα πηνία χαμηλών συχνοτήτων κατασκευάζονται με σιδηροπυρήνα για να πετυχαίνεται η υψηλή τιμή της αυτεπαγωγής. Τα πηνία αυτά χρησιμοποιούνται στις τροφοδοτικές διατάξεις για εξομάλυνση της ανορθωμένης τάσης, σαν στραγγαλιστικά πηνία (είναι πηνία που έχουν μεγάλο συντελεστή αυτεπαγωγής και χρησιμοποιούνται για να περιορίσουν ή να εμποδίσουν την διέλευση διαφόρων σημάτων). κλπ.

ΕΝΟΤΗΤΑ 8^η

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Η όγδοη ενότητα αναφέρεται στην ανάλυση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (U1) SA602AN (ολοκληρωμένο χαμηλής ισχύος VHF) και (U2)= MC1350 Ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας (IF amplifier) που χρησιμοποιήσαμε στο σχηματικό διάγραμμα του υπερετεροδύνου δέκτη Αεροπορίας.

Η προσαρμογή τους στο κύκλωμα έγινε με την χρήση των φυλλαδίων πληροφοριών (datasheet) τα οποία επεξηγούνται αναλυτικά στο παράρτημα Β.

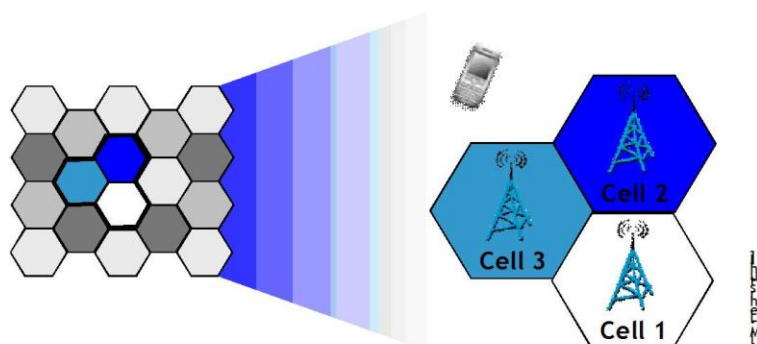
8.1- Περιγραφή: U1 = SA602AN

Το NE 602 είναι ένας χαμηλής ισχύος μονολιθικός, για εφαρμογές σε VHF, διπλά ισοσταθμισμένος μίκτης με ενισχυτή εισόδου, ενσωματωμένο ταλαντωτή και ρυθμιστή τάσης. Προορίζεται για υψηλών επιδόσεων, χαμηλής κατανάλωσης τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Οι εγγυημένες παράμετροι λειτουργίας του NE 602 το καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές cellular radio. Ο μίκτης είναι σε διαμόρφωση πολλαπλασιαστή "Gilbert Cell" το οποίο παρέχει τυπική ενίσχυση 18db στους 45 MHz. Ο ταλαντωτής μπορεί να λειτουργήσει μέχρι τους 200 MHz. Για υψηλότερες συχνότητες η είσοδος του τοπικού ταλαντωτή μπορεί να οδηγηθεί εξωτερικά. Ο συντελεστής θορύβου στους 45 MHz είναι τυπικά λιγότερο από 5 db. Το κέρδος, the intercept performance, η χαμηλή κατανάλωση και τα χαρακτηριστικά θορύβου καθιστούν το NE 602 μια εξέχουσα επιλογή για υψηλών επιδόσεων εξοπλισμό που λειτουργεί με μπαταρίες.

8.1.1- Χαρακτηριστικά

- Χαμηλή κατανάλωση ρεύματος : 2.4mA τυπικά
- Άριστος συντελεστής θορύβου : < 4.7dB τυπικά σε 45MHz
- Υψηλή συχνότητα λειτουργίας
- Άριστο κέρδος, σημείο intercept και ευαισθησία
- Λίγα περιφερειακά εξαρτήματα, κατάλληλο για κρυσταλλικά / κεραμικά φίλτρα
- SA602A πληροί τις προδιαγραφές cellular radio

Κυψελοειδείς επικοινωνίες : Ένα δίκτυο επικοινωνίας ασυρμάτου, τηλεφώνου ή τηλεόρασης το οποίο κάνει χρήση ενός αριθμού αναμεταδοτών σταθερής θέσης, η διάταξη και η εμβέλεια των οποίων μοιάζει με το σχήμα της κυψέλης. Οι συνδρομητές κάνουν χρήση κινητών ή φορητών πομποδεκτών που βρίσκονται πάντα στην εμβέλεια τουλάχιστον ενός αναμεταδότη. Η πιο γνωστή εφαρμογή είναι η κινητή τηλεφωνία.



8.1.2- Εφαρμογές

- Μίκτης / ταλαντωτής σε εφαρμογές cellular επικοινωνίας
- Φορητές συσκευές ραδιοεπικοινωνίας
- πομποδέκτες VHF
- συνδέσεις δεδομένων RF
- HF / VHF μετατροπή συχνότητας
- μετατροπή οργάνων συχνότητας
- Ευρυζωνικές LANs

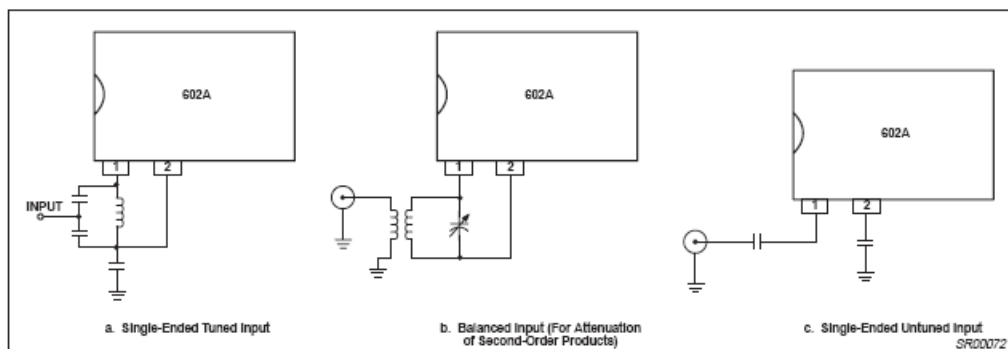
8.1.3- Περιγραφή λειτουργίας του διπλα ισοσταθμισμένου μίκτη – ταλαντωτή.

Το NE 602 είναι μια διάταξη Gilbert cell, ένας ταλαντωτής /απομονωτής και ένα δικτύωμα πόλωσης με αντιστάθμιση θερμοκρασίας όπως φαίνεται στο ισοδύναμο κύκλωμα. Το Gilbert cell είναι ένας διαφορικός ενισχυτής (ακροδέκτες 1 και 2) που οδηγεί ένα ισοσταθμισμένο στοιχείο εναλλαγής. Η διαφορική είσοδος παρέχει κέρδος και καθορίζει το επίπεδο θορύβου και την ικανότητα διαχείρισης σήματος από το σύστημα.

Το NE 602 είναι σχεδιασμένο για βέλτιστη απόδοση χαμηλής κατανάλωσης. Όταν χρησιμοποιείται με το NE 604 στους 45 MHz στη βαθμίδα δεύτερης IF και αποδιαμόρφωσης, το NE 602 είναι ικανό να λαμβάνει σήματα -119 DBM με 12db S/N, λόγω σήματος προς θόρυβο. Το σημείο intercept τρίτης τάξης είναι τυπικά -13 dbm (το οποίο είναι κατά προσέγγιση + 5 dbm intercept εξόδου λόγω του κέρδους RF). Ο σχεδιαστής του συστήματος πρέπει να έχει επίγνωση του αυτού του περιορισμού σε μεγάλα σήματα. Κατά τη σχεδίαση LANs ή άλλων κλειστών συστημάτων όπου τα επίπεδα εκπομπής είναι υψηλά και τα μικρά σήματα ή το μέγεθος σήματος προς θόρυβο δεν είναι κρίσιμα, η είσοδος στο NE 602 θα πρέπει να είναι στην κατάλληλη κλίμακα.

Εκτός από την εξαιρετική επίδοση χαμηλής κατανάλωσης μέχρι και την περιοχή των VHF, το NE 602 είναι σχεδιασμένο να είναι και ευέλικτο. Η είσοδος, ο μίκτης RF και οι εισοδοί ταλαντωτή μπορούν να υποστηρίξουν μια ποικιλία διαμορφώσεων, με την προϋπόθεση ότι ο σχεδιαστής κατανοεί συγκεκριμένους περιορισμούς που εξηγούνται εδώ. Οι εισοδοί RF (ακροδέκτες 1 και 2) πολώνονται εσωτερικά. Είναι συμμετρικοί. Η ισοδύναμη AC χαρακτηριστική αντίσταση είναι περίπου 1,5 K // 3ρfμέχρι τους 50 MHz. Οι ακροδέκτες 1 και 2 μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλάξ, αλλά δεν πρέπει να πολώνονται εξωτερικά.

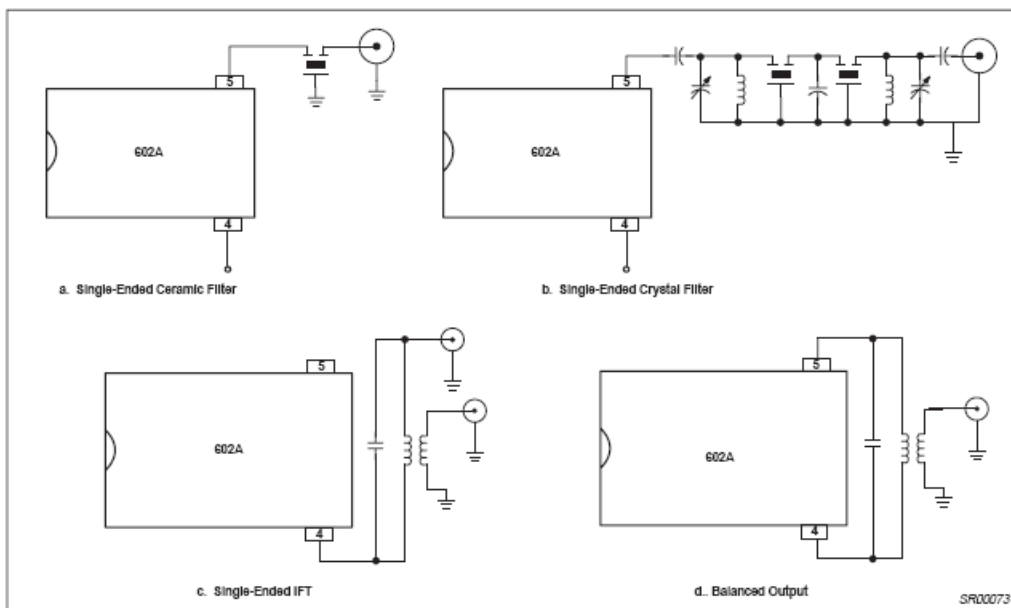
Το **Σχήμα 8.1** δείχνει τρεις τυπικές διαμορφώσεις εισόδου.



Σχήμα 8.1: Συνδεσμολογίες κυκλώματος εισόδου (Input Configuration)

Οι έξοδοι του μίκτη είναι τα ποδαράκια (Pins 4 και 5) και είναι εσωτερικά πολωμένα.

Το Σχήμα 8.2 δείχνει τρεις μονού άκρου εξόδους διαμορφώσεις και μια ισοσταθμισμένη έξοδο. Για την κατασκευή έχουμε επιλέξει για έξοδο τον ακροδέκτης 4, ο οποίος καταλήγει σε ένα κεραμικό φίλτρο 10,7MHz (Single-Ended Ceramic Filter)

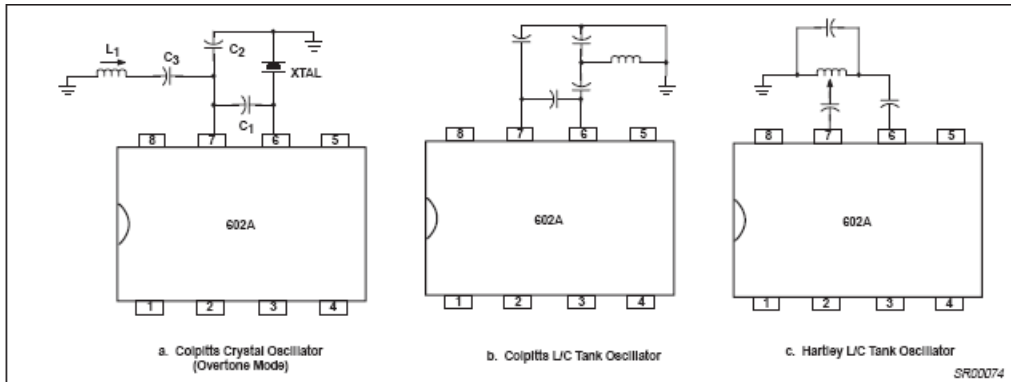


Σχήμα 8.2 : Συνδεσμολογίες κυκλώματος εξόδου (Output Configuration)

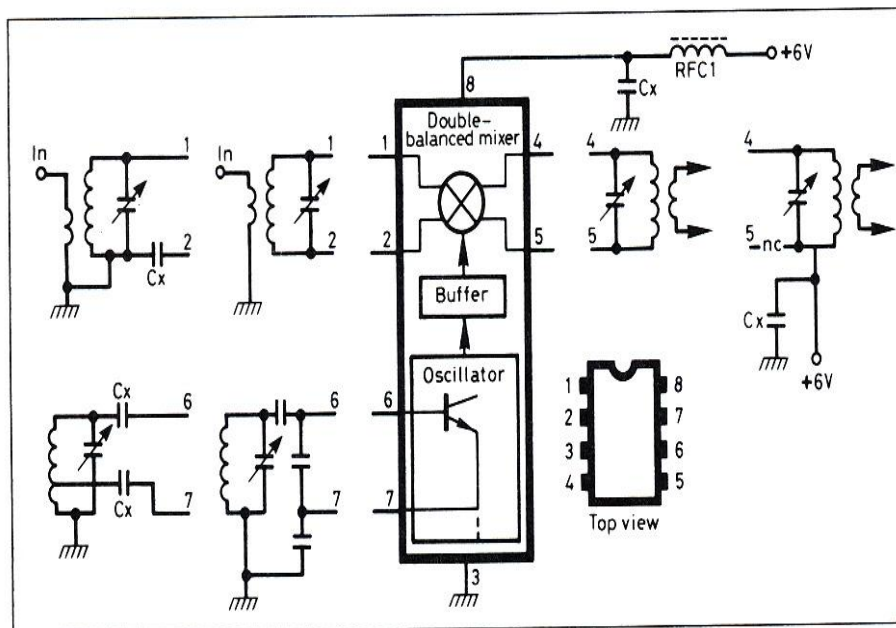
Ο ταλαντωτής είναι σε θέση να διατηρεί ταλάντωση πέρα από 200MHz με κρύσταλλο. Οι ακροδέκτες 6 και 7 είναι οι εισοδοί του τοπικού ταλαντωτή ο τοπικός ταλαντωτής θα πρέπει να ρυθμίζεται σε στάνταρ συχνότητα. Αυτή καθορίζεται από το πηνίο L6 .

Το σχήμα 8.2 δείχνει διάφορα κυκλώματα ταλαντωτή. Για την κατασκευή έχουμε επιλέξει την δεύτερη επιλογή **b. Colpitts L/C Tank Oscillator** .

Τέλος ο ακροδέκτης 8 τροφοδοτείται μέσω της αντίστασης R7 .



Σχήμα 8.2: Συνδεσμολογίες εισόδου τοπικού ταλαντωτή. (Oscillator Circuits)



Σχήμα 8.3: Συνδεσμολογίες κυκλώματος εισόδου- εξόδου του ισοσταθμισμένου μίκτη και ταλαντωτή

8.2- Περιγραφή: U2 = MC1350 (Ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας (IF amplifier))

Το MC1350 είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που διαθέτει ευρύ φάσμα AGC για χρήση ως ένας ενισχυτής IF στο ραδιόφωνο και την τηλεόραση σε ένα εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας από 0 ° έως +75 ° C.

- Ισχύς Κέρδος: 50 dB Τυρ σε 45 MHz
 Ισχύς Κέρδος: 50 dB Τυρ σε 58 MHz
- AGC Εύρος: 60 dB Min, DC έως 45 MHz

- Σχεδόν Σταθερή εισόδο και εξόδο. Αποδοτικότητα σε όλο το εύρος AGC
- Y21 Constant (-3.0 dB) έως 90 MHz
- Χαμηλή Αντίστροφη είσοδος Μεταφοράς: $\ll 1.0 \text{ mmho Typ}$
- 12 V τάση.

8.2.1- Πληροφορίες λειτουργίας

Η εσωτερική δομή του ολοκληρωμένου κυκλώματος MC1350 σχήμα 8.4 αποτελείται από τους ακροδέκτες 4 και 6 οι οποίοι είναι οι εισοδοί του ενισχυτή, όπου δέχονται το σήμα από την προηγούμενη βαθμίδα .

Οι ενισχυτές εισόδου (Q1 και Q2) λειτουργούν σε σταθερά ρεύματα εκπομπού έτσι ώστε να παραμένει η σύνθετη αντίσταση εισόδου ανεξάρτητη από την ενέργεια του AGC. Μπορούν να εφαρμοστούν σήματα εισόδου single-ended ή διαφορικά (για ac) με τα ίδια αποτελέσματα.

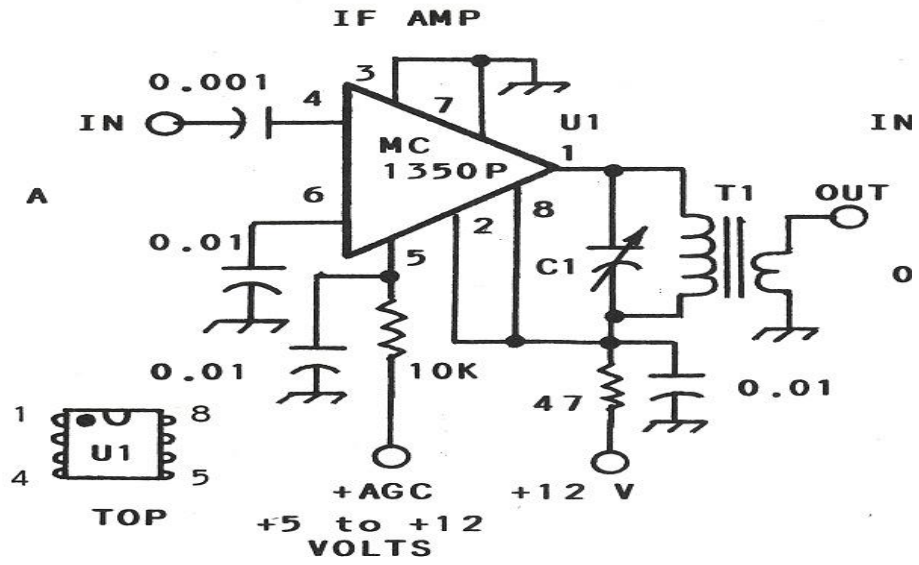
Ο ακροδέκτης 5 είναι η είσοδος του AGC, το οποίο προέρχεται από την έξοδο 1 του U3-a τελεστικού ενισχυτή .Το AGC εμφανίζεται ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης τάσης στην βάση των Q4 και Q5 προκαλώντας τα τρανζίστορ να άγουν σε μεγάλο βαθμό.

Ο ακροδέκτης 7 χρησιμεύει για την γείωση του ολοκληρωμένου κυκλώματος,

Η έξοδος του IF amplifier είναι οι ακροδέκτες 1 και 8 οι οποίοι καταλήγουν στον μετασχηματιστή ενδιάμεσης συχνότητας T1.

Το ολοκληρωμένο κυκλώμα τροφοδοτείται μέσω του ακροδέκτη 2.

Ο ενισχυτής εξόδου τροφοδοτείται από μια ενεργή πηγή ρεύματος για να διατηρεί σταθερή πόλωση συγκρατώντας έτσι την είσοδο- έξοδο σταθερή.



Σχήμα 8.4: Εσωτερική δομή του ολοκληρωμένου κυκλώματος MC1350
(Circuit Schematic)

Βιβλιογραφία / πηγές:

- Albert Paul Malvino. Βασική ηλεκτρονική. 4^η έκδοση, 2007.
- Κωνσταντίνου Φ.Καψάλης, Χρήστος Ν. Κωττής Π. .Εισαγωγή στις τηλεπικοινωνίες.Εκδόσεις Τζιόλα 2009
- Κωττής Παναγιώτης Γ. Ασύρματες επικοινωνίες .Εκδόσεις Τζιόλα 2010
- Αντώνης Καραγιάνης.Τεχνολογία ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.2^η έκδοση 2002.
- Francis and Bill Laver.Scanning secrets,1^η έκδοση, 1995.
- Περιοδικό Ελέκτορ.
- Περιοδικό τεχνική εκλογή.

Διαδικτυακοί σύνδεσμοι

1. <http://electronicslab.eu/el/>
2. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B5%CF%82>
3. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BC%CF%8C%CF%81%CF%86%CF%89%CF%83%CE%B7_%CF%83%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82h
<http://electronicslab.eu/el/>
4. <http://electronicslab.eu/el/epikoinoniesgr/313-diamorfosh-platous.html>
5. <http://electronicslab.eu/el/epikoinoniesgr/317-dektes-epikoinonion.html>
6. <http://electronicslab.eu/el/epikoinoniesgr/329-%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%AD%CE%BD%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CF%82-%CE%BA%CE%B5%CF%81%CE%B1%CE%B9%CF%8E%CE%BD.html>
7. <http://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>
8. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C123/487/3182,12887/>
9. <http://jkon.aeromodelling.gr/ninter-059.htm>
10. www.porlidas.gr/Papers/Mixer.do
11. www.teilar.gr/dbData/ProfAnn/profann-ae2d1e7c.pdf
12. <http://www.sentex.ca/~mec1995/circ/aviarx/aviarx.html>

13. <http://www.electroniccircuits.gr/coils.html>
14. <http://www.hlektronika.gr/>

Παράρτημα Α

Περιέχονται όλες οι διαφάνειες τυπωμένων κυκλωμάτων

