



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

**ΝΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ : ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ  
ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΗΣ  
**ΜΑΡΤΙΝΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ**

Βόλος, Οκτώβριος 2010

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΚΤΥΩΝ

**ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟΥ**

**Remote Telemetry System**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΗΣ

**ΜΑΡΤΙΝΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ**

Επιβλέπων: Ηλίας Χούστης

(Υπογραφή)

.....

Ηλίας Χούστης

Καθηγητής

Παν.Θεσσαλίας

(Υπογραφή)

.....

Γεώργιος Σταμούλης

Καθηγητής

Παν.Θεσσαλίας

Βόλος, Οκτώβριος 2010

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα κενή.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	7
Εισαγωγή.....	8
Αναλυτική Λειτουργία Συστήματος.....	9
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup></b> .....	<b>9</b>
1.1 Ζεύγη Encoder – Decoder cmos MC 145026, MC 145028.....	9
1.2 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας.....	11
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup></b> .....	<b>17</b>
2.1 Ανάλυση λειτουργίας αναλογικού σκέλους δέκτη.....	17
2.2 MC 3362.....	20
2.3 Ανάλυση λειτουργίας ψηφιακού σκέλους και relay δέκτη.....	23
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup></b> .....	<b>26</b>
3.1 Πομπός : αναλογικό σκέλος.....	26
3.2 Ψηφιακό σκέλος πομπού.....	32
<b>Κεφάλαιο 4ο</b> .....	<b>36</b>
Ψηφιακός Αναμεταδότης	
4.1 Αναλογικό Σκέλος.....	36
4.2 Ψηφιακό σκέλος αναμεταδότη.....	40
<b>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup></b> .....	<b>42</b>
5.1 Υλοποίηση .....	42
<b>Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup></b> .....	<b>44</b>
6.1 Γενικές Πληροφορίες.....	46
6.2 Μελέτη σκοπιμότητας .....	49
6.3 Γενική Τεχνική Περιγραφή του Έργου.....	51
6.4 Κόστος Επένδυσης.....	54
6.5 Προδοκώμενο Κόστος παραγωγής μηχανημάτων και τυχόν άλλων ενεργειών Ταξινομημένο σε σταθερό και μεταβλητό κόστος.....	59
6.6 Χρηματοοικονομική ανάλυση.....	62
<b>Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup></b> .....	<b>63</b>
7.1 Παράρτημα – Ορολογίες.....	63
7.2 Βιβλιογραφία.....	65

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κύριο Ηλία Χούστη, Γεώργιο Σταμούλη καθώς και τον καθηγητή του Οικονομικού τμήματος κύριο Νικόλαο Τζερεμέ για την πολύτιμη βοήθειά τους στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τα τόσα χρόνια που με στηρίζουν ψυχολογικά και οικονομικά για να καταφέρω να επιτύχω.

## Εισαγωγή

Σκοπός μας είναι να κατασκευάσουμε ένα τηλεμετρικό σύστημα τηλεχειρισμού. Τα τηλεμετρικά συστήματα αποτελούνται από επιμέρους εργασίες όπως είναι η τηλεπαρακολούθηση και η τηλεεπέμβαση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλές εφαρμογές μερικές από τις οποίες είναι για την υδροδότηση απομακρυσμένων περιοχών, για αμφίδρομη επικοινωνία σε εργοστάσια καθώς και για αυτοματισμό στις βιομηχανικές περιοχές όπου και οι αποστάσεις είναι μεγάλες.

Αναφέραμε ότι μια από τις επιμέρους εργασίες της τηλεμετρίας είναι η τηλεπαρακολούθηση. Αυτό σημαίνει ότι όταν το μηχάνημα που μας ενδιαφέρει είναι μακριά, μπορούμε να παρακολουθούμε την κατάστασή του και να βλέπουμε αν λειτουργεί ή αν έχει παρουσιάσει κάποια βλάβη, από απόσταση. Συνήθως με μια βάση του συστήματος η οποία είναι τοποθετημένη σε ένα σημείο που είναι εύκολα προσβάσιμο.

Από αυτή τη βάση έχουμε και τη δυνατότητα τηλεεπέμβασης. Μπορούμε δηλαδή αν παρουσιάσει βλάβη το μηχάνημα να κάνουμε μια πρόχειρη διόρθωση χωρίς να πλησιάσουμε στο μέρος που είναι, ειδικά αν αυτό δεν είναι εφικτό εκείνη τη στιγμή. Η βάση του συστήματος μπορεί να πάρει και κάποιες 'πρωτοβουλίες' όταν χρειάζεται. Αν π.χ. είναι νύχτα και δεν βρίσκεται κανείς στη βάση και παρουσιαστεί βλάβη, η βάση ειδοποιεί, πρώτα με κάποια φωτεινά σήματα πάνω στον πίνακα (ανάβουν κάποια led). Εάν δεν υπάρξει ανταπόκριση και αφού βεβαιωθεί για τη βλάβη ακούγεται από ένα μεγάφωνο (που συνήθως είναι τοποθετημένο κοντά στη βάση) ότι παρουσιάστηκε βλάβη στον τάδε υποσταθμό ή στο τάδε αντλιοστάσιο (ανάλογα με την περίπτωση) και αν δεν ακουστεί και αυτό παίρνει τηλέφωνο τους αρμόδιους. Εάν μετά από όλα αυτά πάλι δεν επισκευαστεί το μηχάνημα η βάση δίνει εντολή και κάνει μόνο του μια μικρή επιδιόρθωση μέχρι να αντιληφθεί κάποιος την βλάβη και να πάει στην περιοχή που παρουσιάστηκε για να την επιδιορθώσει. Το μηχάνημα συνήθως από μόνο του αλλάζει π.χ. κάποιες ασφάλειες που έχουν καεί.

Ο τηλεχειρισμός αποτελείται από ένα κρυσταλλικό πομπό NBFM (Narrow Band Frequency Modulation), ένα διπλουπερετερόδυνο δέκτη και ένα ψηφιακό αναμεταδότη τα οποία δίνονται αναλυτικά παρακάτω. Ο δέκτης έχει την ιδιότητα να απορρίπτει τις συχνότητες είδωλα που μπορεί να παρουσιαστούν. Ο αναμεταδότης χρησιμοποιείται για τους εξής λόγους :

- Η συχνότητα ανήκει στην υψηλή περιοχή των VHF. Έτσι, έχει συμπεριφορά οπτικού σήματος. Αν ο πομπός και ο δέκτης δεν έχουν οπτική επαφή, δεν μπορούν να επικοινωνήσουν.

- Όταν υπάρχει οπτική επαφή αλλά η απόσταση μεταξύ τους είναι πολύ μεγάλη, το σήμα ή δεν φτάνει ή φτάνει εξασθενημένο και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Σε αυτή την περίπτωση τοποθετείται αναμεταδότης συνήθως στη μέση της απόστασης. Εάν η απόσταση είναι πολύ μεγάλη, χρησιμοποιούνται δύο ή και περισσότεροι αναμεταδότες οι οποίοι διπλασιάζουν, τριπλασιάζουν κ.ο.κ. την απόσταση.

Η παροχή ενέργειας του συστήματος γίνεται είτε μέσω του δικτύου της ΔΕΗ, είτε χρησιμοποιώντας εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως η αιολική ή η ηλιακή. Ο αναμεταδότης είναι αυτόνομος ενεργειακά.

Ο αναμεταδότης που χρησιμοποιούμε είναι ψηφιακός για τους εξής λόγους :

Οι αναμεταδότες που κυκλοφορούν αυτή τη στιγμή στην αγορά, είναι αναλογικοί και χρησιμοποιούν δυο διαφορετικές συχνότητες. Ο πομπός και ο δέκτης έχουν διαφορετική συχνότητα καθώς ο δέκτης έχει ισχυρότερο σήμα από αυτό του πομπού με αποτέλεσμα να τον υπερκαλύπτει. Το σύστημα που παρουσιάζεται παρακάτω αποδεικνύει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια συχνότητα λειτουργίας και για τα δυο συστήματα, έτσι ώστε να μην εμποδίζεται η λειτουργία τους. Αυτό έγινε για τον εξής λόγο : από το νόμο επιτρέπεται η χρήση τεσσάρων συχνοτήτων σε κάθε κατασκευαστή. Αν χρησιμοποιήσουμε περισσότερες είναι πιθανό να έχουμε παρεμβολές από άλλους χρήστες (όπως κάποιο ραδιοφωνικό σταθμό). Εάν χρησιμοποιούσαμε τον αναλογικό αναμεταδότη, σημαίνει ότι περίσσευαν άλλες δύο συχνότητες τις οποίες χρησιμοποιούν ο πομπός και ο δέκτης εκτός του αναμεταδότη. Μπορεί, όμως, να χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε περισσότερα από αυτά τα μηχανήματα. Έτσι με τη χρήση του ψηφιακού αναμεταδότη μας περισσεύει μια συχνότητα για χρήση.

Γενικά το σύστημα, από τα μόνα σημεία τα οποία μπορεί να πληγεί είναι οι δυνάμεις της φύσης (κεραυνοί) και από παρεμβολές από τρίτους. Για το πρώτο ακόμη δεν έχει βρεθεί λύση αλλά για το δεύτερο χρησιμοποιούμε κατευθυνόμενες κεραίες. Με αυτό τον τρόπο η κεραία κατευθύνεται στην περιοχή που εμείς εκπέμπουμε ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα παρεμβολής. Η αξιοπιστία του συστήματος ανέρχεται στο 99.9% με ένα ποσοστό σφάλματος 0.1%.



## Παρακάτω παρατίθεται αναλυτικά η λειτουργία του συστήματος.

### Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

#### 1.1 Ζεύγη Encoder – Decoder cmos MC 145026, MC 145028

Αυτές οι συσκευές σχεδιάστηκαν για να χρησιμοποιηθούν σαν ζεύγη Encoder – Decoder σε συστήματα τηλεχειρισμού.

Το MC 145026 κρυπτογραφεί εννιά γραμμές πληροφοριών και στέλνει σειριακά αυτές τις πληροφορίες πάνω στη λήψη σήματος(TE). Οι εννιά γραμμές μπορούν να κωδικοποιηθούν με τριαδικά δεδομένα(low, high, or open) ή με δυαδικά δεδομένα (low or high). Οι λέξεις μεταδίδονται δύο φορές σε κάθε κωδικοποιούσα συχνότητα για να αυξηθεί η ασφάλεια.

Ο MC 145028 αποκωδικοποιητής αναγνωρίζει όλα τα τριαδικά ψηφία σαν μια διεύθυνση που επιτρέπει 19.683 κωδικούς. Εάν κωδικοποιηθούν δυαδικά δεδομένα, υπάρχουν 512 κωδικοί. Η έγκυρη έξοδος αναμετάδοσης (VT) βρίσκεται στο high στον MC 145028 όταν λαμβάνονται δύο συνεχόμενες διευθύνσεις(σε μια κωδικοποιούσα αλληλουχία), οι οποίες ταιριάζουν με την τοπική διεύθυνση.

#### **Χαρακτηριστικά :**

- Κλίμακα θερμοκρασίας λειτουργίας : -40° to 85°C
- Πολύ χαμηλό standby τάσης για τον κωδικοποιητή : 300 nA Maximum @ 25°C
- Διεπαφές με RF, Ultrasonic, ή υπεριώδεις διαμορφωτές και αποδιαμορφωτές
- RC Oscillator (δεν απαιτείται κρυσταλλικός)
- Υψηλή εξωτερική ανεκτικότητα· μπορεί να χρησιμοποιήσει +-5% των συστατικών.
- Εσωτερικές Power on Reset δυνάμεις όλων των χαμηλών εξόδων αποκωδικοποιητών
- Κλίμακα τάσης λειτουργίας : 4.5 to 18V
- Επίσης διαθέσιμες εκδοχές χαμηλής τάσης.

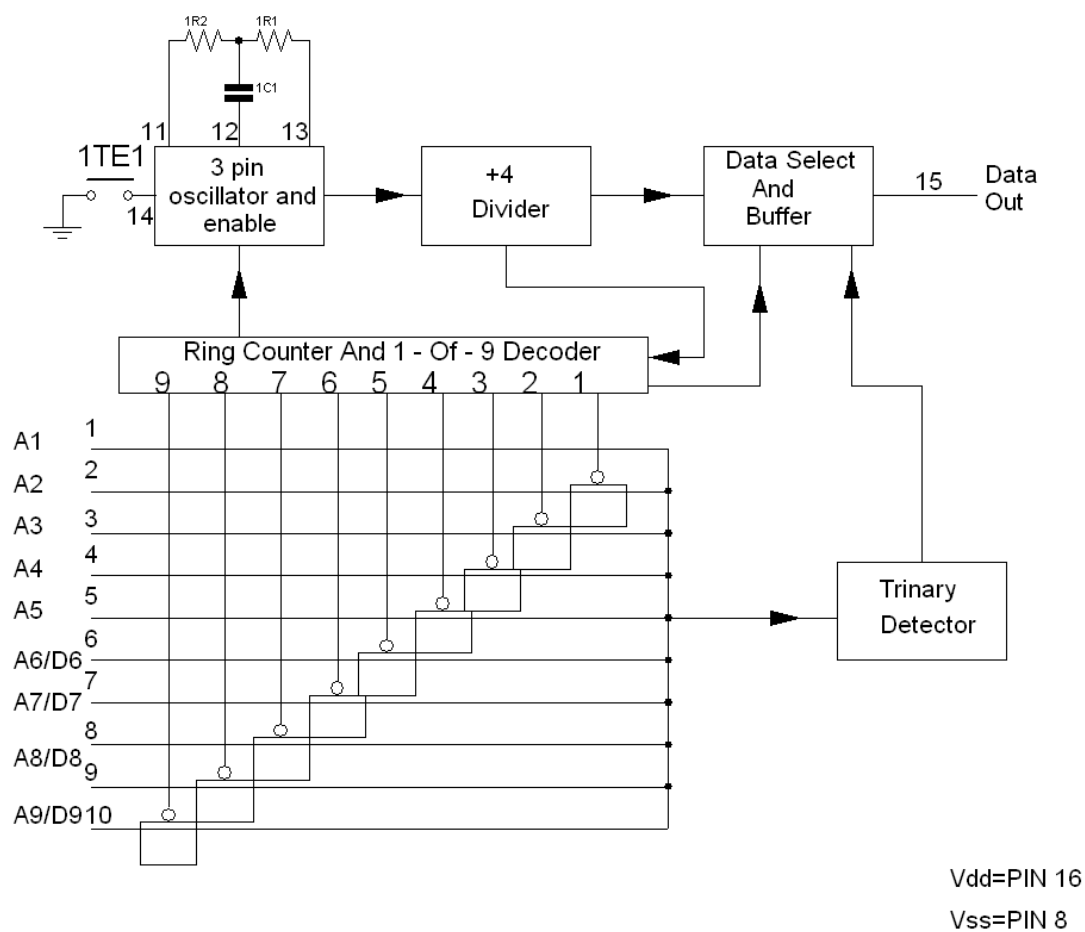


Figure 1. MC 145026 Encoder Block Diagramm



χρήση μιας αδύναμης συσκευής εξόδου έτσι ώστε να προσπαθήσει να ενδυναμώσει κάθε είσοδο. Πρώτα την low και μετά την high. Εάν από τις δύο καταστάσεις έχουμε αποτέλεσμα μόνο high, τότε η είσοδος υποθέτουμε ότι "καλωδιώνεται" στην Vdd. Εάν παρατηρηθεί μόνο κατάσταση low, τότε υποθέτουμε ότι η είσοδος "καλωδιώνεται" στο Vss. Εάν εντοπιστούν και οι δύο καταστάσεις low, high σε μια είσοδο, τότε υποθέτουμε ένα open και κωδικοποιείται έτσι. Τα επίπεδα του low και του high είναι 30% και 70% αντίστοιχα της τάσης τροφοδοσίας. Η συσκευή ασθενούς εξόδου μειώνεται/πηγάζει μέχρι 110μΑ στα 5 V τάση τροφοδοσίας, 500μΑ στα 10 V και 1mA στα 15 V.

Η είσοδος TE έχει μια εξωτερική συσκευή ανόδου, έτσι ώστε ένας απλός διακόπτης να χρησιμοποιηθεί για να ωθήσει την είσοδο στην κατάσταση low. Όσο το TE είναι στην κατάσταση high, ο κωδικοποιητής είναι απενεργοποιημένος, ο ταλαντωτής είναι ανήσυχος και η ένταση μειώνεται έως ότου απενεργοποιηθεί. Όταν η TE είναι στην κατάσταση low, ο ταλαντωτής ξεκινά και μεταδίδεται η πρώτη σειρά. Τότε οι εισοδοί είναι επιλεγμένοι σειριακά και έχουμε στην είσοδο λογικές καταστάσεις. Αυτή η πληροφορία μεταδίδεται σειριακά διαμέσου του ακροδέκτη Data Out.

### **MC 145028**

Αυτός ο αποκωδικοποιητής λαμβάνει σειριακά δεδομένα από τον κωδικοποιητή και τα βάζει στην έξοδο εάν είναι έγκυρα. Τα μεταδιδόμενα δεδομένα αποτελούνται από δύο όμοιες λέξεις και εξετάζονται bit προς bit κατά τη διάρκεια της λήψης. Τα πέντε πρώτα τριαδικά στοιχεία υποθέτουμε ότι είναι η διεύθυνση, τα επόμενα τέσσερα bits αποθηκεύονται εξωτερικά, αλλά δεν μεταφέρονται στο latch δεδομένων εξόδου.

Καθώς λαμβάνεται η δεύτερη κωδικοποιημένη λέξη η διεύθυνση πρέπει και πάλι να ταιριάζει. Εάν ταιριάζει τα bits των νέων δεδομένων ελέγχονται μόλις αποθηκευθούν τα προηγούμενα bit δεδομένων. Εάν δύο μικρά μέρη των δεδομένων ταιριάζουν τα δεδομένα μεταφέρονται στο latch δεδομένων εξόδου από VT και παραμένει μέχρι να τα αντικαταστήσουν νέα δεδομένα. Ταυτόχρονα, ο ακροδέκτης εξόδου VT βρίσκεται σε κατάσταση high και παραμένει έως ότου ληφθεί λάθος ή έως ότου δεν υπάρχει σήμα εισόδου για τέσσερις περιόδους δεδομένων.

Παρόλα αυτά η διεύθυνση των πληροφοριών κωδικοποιείται σε τριαδικά στοιχεία, οι πληροφορίες δεδομένων πρέπει να είναι είτε μηδέν (0) είτε ένα (1). Μία τριαδική (open) γραμμή δεδομένων κωδικοποιείται σαν λογικό ένα.

Ο MC 145028 λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο εκτός του ότι χρησιμοποιούνται εννιά γραμμές διευθύνσεων και δεν είναι απαραίτητα δεδομένα εξόδου. Η έξοδος VT χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει εάν έχει ληφθεί μια έγκυρη διεύθυνση. Για την ασφάλεια της αναμετάδοσης δύο όμοιες μεταδιδόμενες λέξεις πρέπει να ληφθούν πριν να χρησιμοποιηθεί μια έγκυρη αναμετάδοση σήματος εξόδου (VT).

Ο MC 145028 επιτρέπει 19.683 διευθύνσεις όταν χρησιμοποιούνται τριαδικά επίπεδα.  
512 διευθύνσεις είναι πιθανές όταν χρησιμοποιούνται δυαδικά επίπεδα.

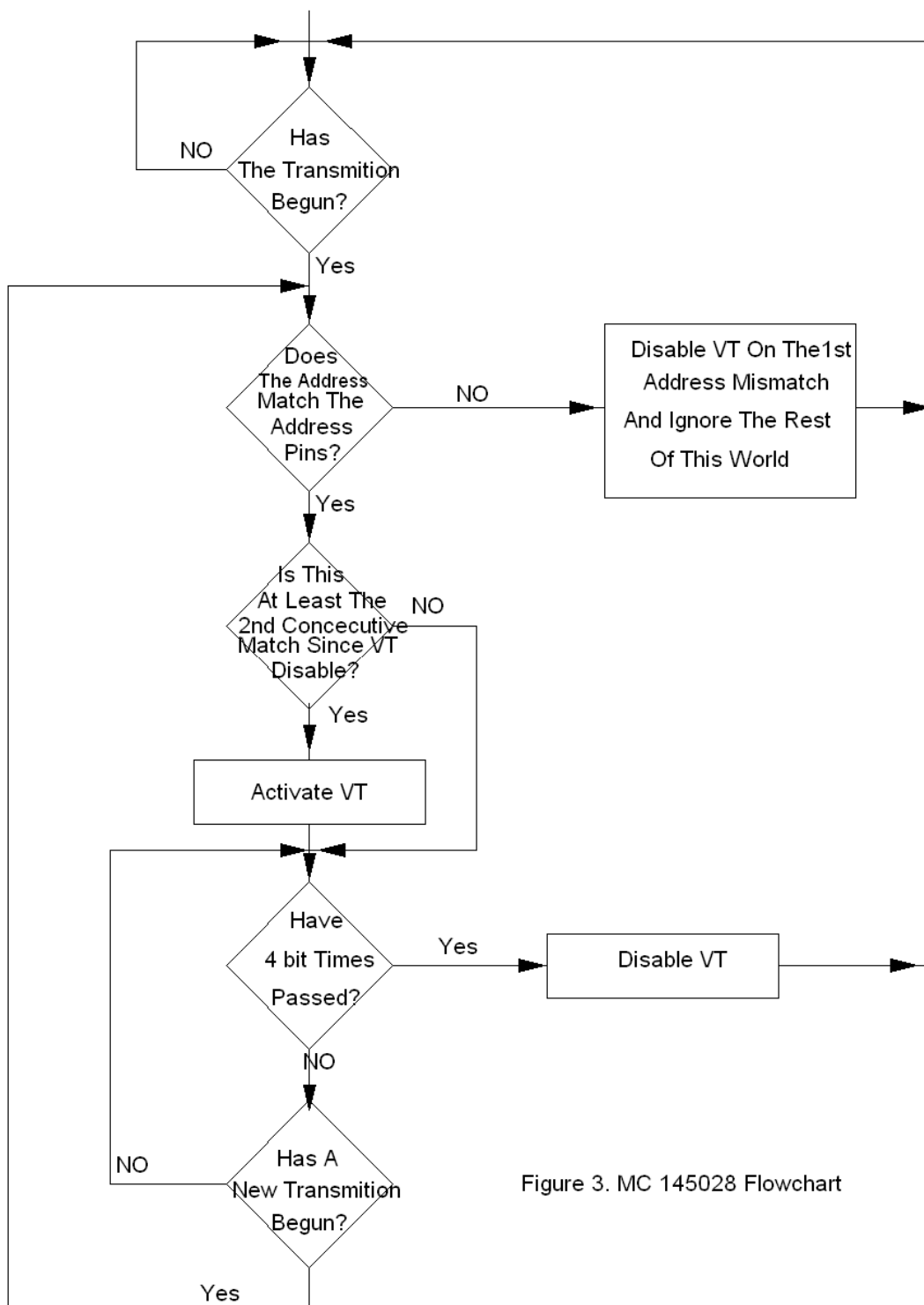


Figure 3. MC 145028 Flowchart

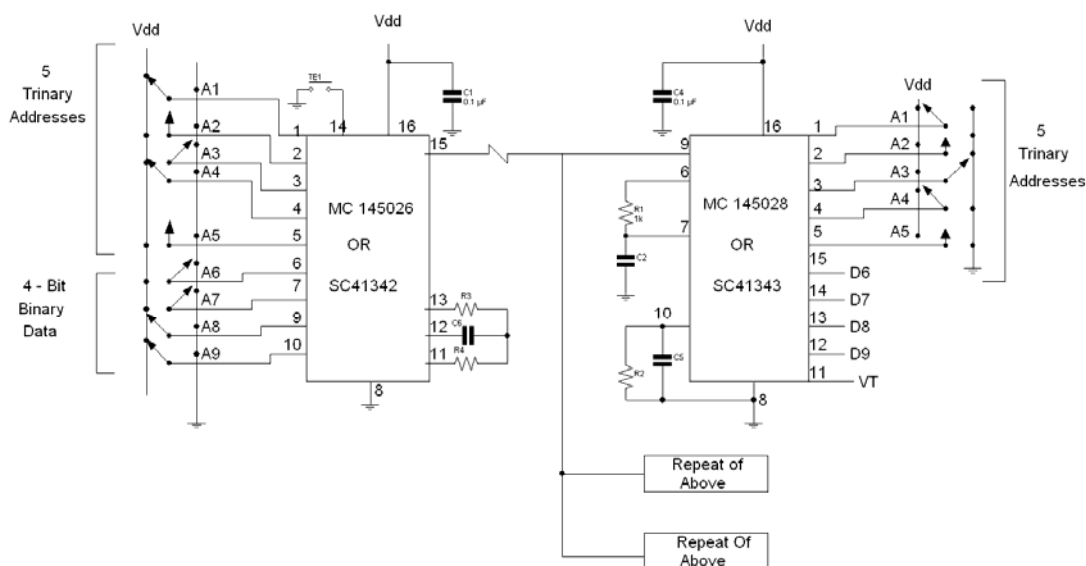


Figure 4. Typical Application

$$f_{\text{OSC}} = 1/2.3 * R_3 * C_6'$$

$$R_1 * C_2 = 3.95 * R_3 * C_6'$$

$$R_2 * C_5 = 77 * R_3 * C_6$$

$$C_6' = C_6 + C_{\text{layout}} + 12\text{pF}$$

$$100\text{pF} \leq C_6 \leq 15 \mu\text{F}$$

$$R_3 \geq 10 \text{ k}$$

$$R_4 \approx 2 R_3$$

$$R_1 = 10 \text{ k}$$

$$C_2 \geq 400 \text{ pF}$$

$$R_2 \geq 100 \text{ k}$$

$$C_5 \geq 700 \text{ pF}$$

$$1 \text{ kHz} \leq f_{\text{OSC}} \leq 400 \text{ kHz}$$



## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### 2.1 Ανάλυση λειτουργίας αναλογικού σκέλους δέκτη

#### 1<sup>ο</sup> φίλτρο επιλογής

Σύνθετη αντίσταση εισόδου κεραίας δέκτη  $Z=50 \text{ Ohm}$ . Το φίλτρο εισόδου του προενισχυτή είναι ένα φίλτρο περιοχής συχνοτήτων (bandpass) και συγκεκριμένα από 141 μέχρι 142 MHz. Η σύνθετη αντίσταση του φίλτρου είναι 50 Ohm, όση και της κεραίας. Παράλληλα με την είσοδο του φίλτρου και ως προς τη Γη, είναι συνδεδεμένες αντίθετα η μία ως προς την άλλη, δύο δίοδοι πυριτίου οι οποίες έχουν σκοπό να μην επιτρέπουν στάθμες εισόδου( σήματος ή θορύβου) άνω των 700 mV. Είναι απαραίτητες για την προστασία του προενισχυτή.

#### Προενυσιχτής

Ο προενυσιχτής αποτελείται από ένα τρανζίστορ πυριτίου το οποίο λειτουργεί σε συνθήκες optimum. Δηλαδή, λειτουργεί με λιγότερο δυνατό θόρυβο του ιδίου, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει πολλά σήματα μικρά ή μεγάλα χωρίς να παρατηρούνται φαινόμενα intermodulation και crossmodulation. Το κέρδος του είναι 18 db/μV. Η πόλωση του τρανζίστορ γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε όταν δέχεται ισχυρό σήμα να μειώνεται το κέρδος του, πράγμα που σημαίνει ότι εν μέρει αυτός ο τρόπος συνδεσμολογίας μας δίνει ένα προενισχυτή με αυτόματο έλεγχο του κέρδους(A.G.C.).

#### 2<sup>ο</sup> φίλτρο επιλογής

Το δεύτερο φίλτρο είναι ακριβώς ίδιο με το πρώτο μόνο που η αντίσταση εισόδου του είναι ίδια με την αντίσταση εξόδου του προενυσιχτή (1 KOhm), ενώ η αντίσταση εξόδου του είναι ίδια με τη αντίσταση εισόδου της βαθμίδας μίξης που ακολουθεί. Και τα δύο φίλτρα έχουν απώλεια επιθυμητής στάθμης 0.1 db/μV. Η απόρριψη πέραν της επιθυμητής περιοχής(141-142 MHz) είναι 6 db/MHz.

#### 1<sup>η</sup> βαθμίδα μίξης

Σχηματίζεται από ένα mosfet τρανζίστορ διπλής πύλης. Η λειτουργία του μίκτη είναι σχεδόν παθητική(μοναδιαίο κέρδος). Ο θόρυβος του μίκτη είναι της τάξεως των 3 db/μV. Η δυναμική περιοχή λειτουργίας του, είναι πολύ μεγάλη, για στάθμες με πολύ μεγάλη απόσταση. Συγκεκριμένα, από 5 μV έως 10 mV. Το δυναμικό σκέλος του μίκτη είναι ένα πολύ θεμελιώδες σημείο, γιατί ο δέκτης δέχεται πληθώρα σημάτων με πολύ διαφορετικές στάθμες. Το σήμα που προέρχεται από τον προενισχυτή, συνδέεται στην πρώτη πύλη (G1) του mosfet, χωρίς να υπάρχει σταθερή τάση πολώσεως της πύλης. Στη δεύτερη πύλη G2 έρχεται το σήμα του κρυσταλλικού τοπικού ταλαντωτή. Η στάθμη του τοπικού ταλαντωτή στην πύλη G2 είναι κατά μέσο όρο (όσο αυτό είναι δυνατόν. Παραπομπή : προενυσιχτής : A.G.C.) 10 φορές περισσότερη της στάθμης εισόδου.

Στην έξοδο του μίκτη(drain) εμφανίζεται το σήμα που προέρχεται από τον προενισχυτή, το σήμα του τοπικού ταλαντωτή, το άθροισμά τους και η διαφορά τους(δεν

υπάρχουν φαινόμενα intermodulation). Συνδέεται, λοιπόν, η έξοδος με το 1<sup>ο</sup> φίλτρο IF (μέσης συχνότητας), το οποίο λειτουργεί στα 10.7 MHz.

### **Κρυσταλλικός τοπικός ταλαντωτής**

Αποτελείται από έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 3<sup>ης</sup> αρμονικής. Ακολουθεί βαθμίδα τριπλασιασμού και ένα bandpass φίλτρο. Η τελική συχνότητα είναι κατά 10.7 MHz μικρότερη της συχνότητας λήψης. Π.χ. εάν η συχνότητα λήψης είναι 141.500 KHz, τότε η συχνότητα του local oscillator θα είναι  $141.500 - 10.700 = 130.800$  KHz. Το bandpass φίλτρο έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τα προηγούμενα δύο φίλτρα του προενυσχυτή. Μόνο που η επιθυμητή περιοχή συχνοτήτων είναι από 130.3 – 131.3 MHz. Η στάθμη εξόδου που πηγαίνει στην πύλη G2 του μίκτη είναι περίπου 1 mV.

### **IF ενισχυτής**

Το κέρδος του είναι 40 db και είναι κατασκευασμένος από τρανζίστορ πυριτίου. Στην έξοδο του ενισχυτή συνδέεται ένα bandpass κεραμικό φίλτρο 10.7 MHz με ζώνη διέλευσης +-150 KHz και απόρριψη -6db/50 KHz.

### **IF φίλτρο 10.7 MHz**

Κεραμικό φίλτρο 10.7 MHz. - 6 (db/μV) για κάθε 100 KHz.

### **2<sup>η</sup> βαθμίδα μίξης**

Ο δεύτερος μίκτης είναι διπλά ισοσταθμισμένος. Το κέρδος μετατροπής είναι 22 db. Στη μία είσοδό του έρχεται το σήμα από το κεραμικό φίλτρο των 10.7MHz. Η δεύτερη είσοδος του δέχεται σήμα από ένα κρυσταλλικό ταλαντωτή (Xtal L.O.), ο οποίος είναι τύπου colpitts. Η συχνότητά του είναι 10245 KHz. Οι 455 KHz που προέρχονται από τη διαφορά των δύο συχνοτήτων, οδηγούνται σε ένα κεραμικό φίλτρο bandpass με ζώνη διέλευσης 9 KHz και απόρριψη (ή κλίση) 6db/5KHz. Ακολουθεί ενισχυτής IF κέρδους 60 db που αποτελείται από τρανζίστορ πυριτίου, ένα δεύτερο κεραμικό φίλτρο ίδιο με το πρώτο 455 KHz και το σήμα οδηγείται στον limiter.

## **Limiter**

Για μια στάθμη εισόδου από την κεραία της τάξεως των 0.2  $\mu\text{V}$  έχουμε στην έξοδο του limiter έναρξη της πλήρους διαδικασίας του ψαλιδισμού. Δηλαδή από εδώ και πέρα όσο η στάθμη του σήματος εισόδου της κεραίας ανεβαίνει, δεν υπάρχει καμία αύξηση του εύρους στην έξοδο του limiter.

## **Βαθμίδα αποδιαμόρφωσης**

Είναι ένας quadratur detector στην έξοδο του οποίου συνδέεται ένα παράλληλο συντονισμένο κύκλωμα LC που εμείς στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε μία θωρακισμένη IF 455KHz. Παράλληλα με το συντονισμένο κύκλωμα μπαίνει μια αντίσταση 68 Kohm. Η τιμή της αντίστασης έχει υπολογιστεί έτσι ώστε για  $\Delta f \pm 6$  KHz να έχουμε έξοδο φοραθέντος σήματος (ακουστική συχνότητα) 100 mV. Στην έξοδο του quadratur μπαίνει μία αντίσταση 8.2 K και ένας αποζευκτικός πυκνωτής περίπου 1 nF για την ραδιοσυχνότητα των 455 KHz στο μέτρο του δυνατού. Η κανονική τιμή του πυκνωτή αυτού αν πρόκειται για έξοδο ακουστικής συχνότητας ήταν 82 nF. Κάτι τέτοιο όμως αφού επιθυμούμε σήμα παλμών τότε η αντίσταση των 8.2 K και ο πυκνωτής 82 nF θα συμπεριφερόταν σαν ένα κύκλωμα ολοκλήρωσης με συνέπεια την ολοκλήρωση των μικρών παλμών με τους μεγάλους και άρα τη μη διακριτικότητα των μικρής διάρκειας παλμών από τους αντίστοιχους μεγάλης διάρκειας. Αυτό θα αποτελούσε μεγάλο πρόβλημα για το comparator.

## **Comparator**

Είναι ένας τελεστικός ενισχυτής ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με απλή ή συμμετρική τροφοδοσία και με Ft(συχνότητα αποκοπής) 100 KHz . Η μη αναστρέφουσα είσοδος (θετική) του τελεστικού ενισχυτή δέχεται μια τάση αναφοράς η οποία μπορεί να μεταβληθεί από 0 μέχρι 100 mV. Η αναστρέφουσα είσοδος δέχεται το σήμα της εξόδου του αποδιαμορφωτή. Η έξοδος του τελεστικού ενισχυτή είναι ένα ευκρινές ψηφιακό σήμα ακριβώς ίδιο με αυτό που έβγαλε ο κωδικοποιητής και διαμόρφωσε τον πομπό από τον οποίο λαμβάνεται το σήμα. Αυτό οδηγείται στο ψηφιακό σκέλος.

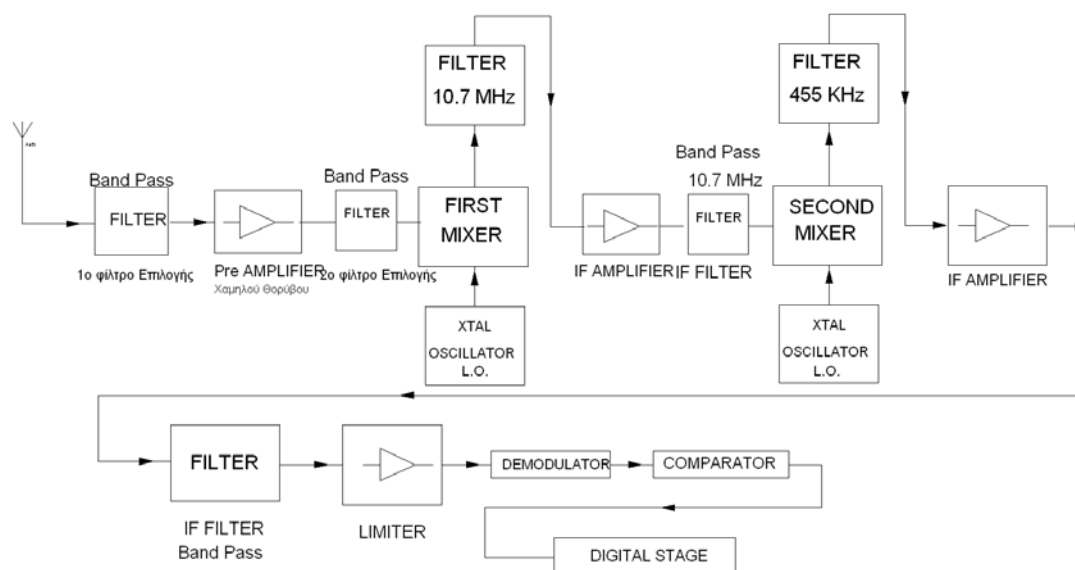


Figure 5. Analog Stage Of RX

## 2.2 MC 3362

Χαμηλής ισχύος στενής ζώνης FM δέκτης.

Περιέχει διπλή FM μεταλλαγή με ταλαντωτές, μίκτες, τετραδικό διευκρινιστή και μετρητή οδηγού / φέρουσας ανίχνευσης κυκλώματος. Το MC 3362, επίσης έχει πρώτα απομονωτή και μετά εξόδους τοπικού ταλαντωτή και ένα κύκλωμα συγκριτή για FSK(Frequency Shift Keying) ανίχνευση.

- Πλήρης διπλή μεταλλαγή κυκλώματος
- Χαμηλή τάση :  $V_{cc} = 2.0$  to  $6.0$  Vdc
- Χαμηλή ανάλυση ρεύματος ( $3.6$  mA (Typ) @  $V_{cc} = 3.0$  Vdc)
- Εξαιρετική ευαισθησία : Είσοδος οριακής τάσης – (- 3db) =  $0.7$   $\mu$ V (Typ)
- Εξωτερική προσαρμοζόμενη συσκευή ανίχνευσης φέρουσας
- Χαμηλός αριθμός απαιτούμενων εξωτερικών τεμαχίων
- Κατασκευασμένο στην τεχνολογία MOSAIC της Motorola

Μέγιστες μετρήσεις ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , εκτός αν σημειωθεί άλλο)

Rating	Pin	Symbol	Value	Unit
Ισχύς τάσης τροφοδοσίας	6	V <sub>cc</sub> (max)	7.0	V <sub>dc</sub>
Εύρος λειτουργίας τάσης τροφοδοσίας	6	V <sub>cc</sub>	2.0 to 6.0	V <sub>dc</sub>
Τάση εισόδου (5.0 Volt ≤ V <sub>cc</sub> )	1.24	V <sub>1-24</sub>	1.0	V <sub>rms</sub>
Θερμοκρασία επαφής	-	T <sub>j</sub>	150	°C
Λειτουργικό περιβάλλον θερμοκρασιακού εύρους	-	T <sub>A</sub>	-40 to +85	°C
Εύρος θερμοκρασίας αποθήκευσης	-	T <sub>stg</sub>	-65 to +150	°C

### Περιγραφή Κυκλώματος

Ο MC 3362 είναι ένας πλήρης FM στενής ζώνης δέκτης από είσοδο κεραίας σε έξοδο ήχου του προενισχυτή. Το χαμηλής τάσης διπλό μεταλλαγής σχέδιο παράγει ανάλωση χαμηλής ισχύος, εξαιρετική ευαισθησία και καλή εικόνα απόρριψης σε στενής ζώνης ήχο και εφαρμογές δεδομένων. Στην τυπική εφαρμογή ο πρώτος μίκτης ενισχύει το σήμα και μετατρέπει την RF είσοδο σε 10.7 MHz. Αυτό το IF σήμα φιλτράρεται εξωτερικά και τροφοδοτείται στον δεύτερο μίκτη ο οποίος το ενισχύει περαιτέρω και το μετατρέπει σε ένα IF σήμα 455 KHz. Μετά από εξωτερικό ευρείας ζώνης φιλτράρισμα, η χαμηλή IF τροφοδοτείται στον οριακό ενισχυτή και στην κυκλωματική ανίχνευσης. Η ανάληψη του ήχου γίνεται χρησιμοποιώντας ένα τεταρτοπεριοδικό ανιχνευτή μεταλλαγής. Το διπλό IF φιλτράρισμα παραχωρείται εσωτερικά. Η στάθμη σήματος εισόδου παρακολουθείται από κυκλωματική μετρητή οδηγό, ο οποίος ανιχνεύει το ποσό του περιορισμού στον περιοριστικό ενισχυτή. Η τάση στο pin του μετρητή οδηγού προσδιορίζει την κατάσταση της εξόδου ανίχνευσης φέρουσα, το οποίο είναι χαμηλά ενεργό.

## Εφαρμογή

Ο πρώτος τοπικός ταλαντωτής μπορεί να λειτουργήσει χρησιμοποιώντας ένα ελεύθερο κύκλωμα δεξαμενής (LC) , καθώς το VCO(Voltage Control Oscillator) που χρησιμοποιεί μια σύνθεση PLL(Phase Locked Loop) ή οδηγείται από ένα εξωτερικό κρυσταλλικό ταλαντωτή. 'Τρέχει' στα 190 MHz. Μια έξοδος απομονωτή διατίθεται στο pin 20. Ο δεύτερος τοπικός ταλαντωτής είναι μια κοινή βάση τύπου Colpitts, ο οποίος τυπικά τρέχει στα 10245KHz υπό τον έλεγχο του κρυστάλλου. Μια έξοδος απομονωτή προσφέρεται στο pin 2. Τα pins 2 και 3 είναι αναπληρωματικά.

Οι μίκτες είναι διπλά ισοσταθμισμένοι για να μειώνουν παρασιτικές αποκρίσεις. Ο πρώτος και ο δεύτερος μίκτης έχουν μεταλλαγή κέρδους 18 db και 22 db(typical). Το κέρδος του μίκτη είναι σταθερό με σεβασμό στην τάση τροφοδοσίας. Και για τις δύο μεταλλαγές, η εμπέδηση του μίκτη και η διάταξη των pin σχεδιάστηκε ώστε να επιτρέπει στο χρήστη το χαμηλό κόστος και ευκολοδιάβαστα τα διαθέσιμα κεραμικά φίλτρα. Η στάθμη εισόδου για τα 22 db (S+N)/N είναι 0.7μV χρησιμοποιώντας το διπολικό μετά-ανιχνευτικό φίλτρο.

Μετά τον πρώτο μίκτη ακολουθεί ένα 10.7 MHz κεραμικό ευρείας ζώνης φίλτρο. Το 10.7MHz φιλτραρισμένο σήμα τροφοδοτείται στο pin εισόδου του δεύτερου μίκτη και η άλλη είσοδος (pin) συνδέεται στο Vcc. Το pin 6 (Vcc) χρησιμοποιείται σαν ένας κοινός δείκτης για σήματα εκπομπού.

Η 455KHz IF τυπικά φιλτράρεται χρησιμοποιώντας ένα κεραμικό ευρείας ζώνης φίλτρο και μετά τροφοδοτείται στο pin εισόδου του περιοριστή. Ο περιοριστής έχει 10μV ευαισθησία για 3.0 db περιορισμό επιπέδου στο 1.0MHz.

Η έξοδος του περιοριστή συνδέεται ολοκληρωτικά στον τεταρτοπεριοδικό ανιχνευτή, συμπεριλαμβάνοντας και τεταρτοπεριοδική χωρητικότητα. Ένα παράλληλο κύκλωμα δεξαμενής (LC) χρειάζεται εξωτερικά από το pin 12 στο Vcc. Μια 68KΩ αντίσταση διακλάδωσης συμπεριλαμβάνεται, η οποία προσδιορίζει την κορυφή διαχωρισμού του τεταρτοπεριοδικού ανιχνευτή. Μια μικρότερη τιμή θα αυξήσει το διάστημα και τη γραμμικότητα, αλλά θα μειώσει την ανάληψη ήχου και την ευαισθησία.

Ένα σχηματικό κύκλωμα δεδομένων είναι διαθέσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ζευγάρι με την έξοδο ανάληψης ήχου του pin 13. Το κύκλωμα είναι ένας συγκριτής ο οποίος σχεδιάστηκε να εντοπίζει μηδενικές διελεύσεις της FSK διαμόρφωσης.

Οι μετρήσεις των δεδομένων τυπικά περιορίζονται στα 1200 baud για να εξασφαλίσουν την ακεραιότητα των δεδομένων και να αποφύγουν την εξασθένιση καναλιού 'splatter' . Υστέρηση είναι διαθέσιμη εάν συνδεθεί ένας αντιστάτης υψηλής αξίας από το pin 15 στο pin 14. Οι τιμές κάτω από 120 KΩ δεν συνιστάται καθώς το σήμα εισόδου δεν μπορεί να ξεπεράσει την υστέρηση.

Ο οδηγός μετρητή κυκλωματικής ανιχνεύει την είσοδο της στάθμης σήματος παρακολουθώντας τα στάδια του περιοριστή – ενισχυτή. Ο οδηγός μετρητή ρεύματος

χρησιμοποιηθεί απ' ευθείας (RSSI) ή να χρησιμοποιηθεί για να οδηγήσει το κύκλωμα ανίχνευσης φέρουσας στην εξειδικευμένη είσοδο ισχύος. Για να γίνει αυτό, διαλέγουμε ένα RF οδηγό στάθμης σε dbm. Ισχύει :  $R_{10} \approx 0.64 \text{ Vdc}/I_{10}$  (Figure 4). Η υστέρηση είναι διαθέσιμη συνδέοντας έναν αντιστάτη υψηλής τιμής  $R_H$  ανάμεσα στα pins 10 και 11. η φόρμουλα είναι : υστέρηση =  $V_{cc}/(R_H * 10^{-7})\text{db}$ .

### 2.3 Ανάλυση λειτουργίας ψηφιακού σκέλους και relay δέκτη

Relay είναι ένας ηλεκτρομαγνητικός διακόπτης ο οποίος αποτελείται από το πηνίο με τον πυρήνα του ο οποίος αποτελείται από μαλακό σίδηρο. Όταν το πηνίο τροφοδοτείται με την ονομαστική τάση λειτουργίας του, τότε γίνεται ηλεκτρομαγνήτης ο οποίος έλκει ένα οπλισμό που με τη σειρά του βραχυκυκλώνει δύο επαφές (κλείνει ένα διακόπτη). Όταν πάψει η τροφοδοσία επί του πηνίου, παύει να είναι ηλεκτρομαγνήτης και άρα δεν έλκει τον οπλισμό, ο οποίος επιστρέφει στην προηγούμενη κατάσταση μέσω ενός ελάσματος, αποβραχυκυκλώνοντας τις δύο επαφές (ανοίγοντας το διακόπτη).

Όταν το D-FF είναι σε κατάσταση ηρεμίας, η Q είναι λογικό μηδέν, το Trel δεν άγει και συνεπώς το relay είναι ανοιχτό (επαφή relay). Άρα δεν τροφοδοτεί με τάση τα relay της ηλεκτροκίνητης αντλίας, με συνέπεια η αντλία να μη λειτουργεί (κατάσταση off). Η Q' του D-FF βρίσκεται σε λογικό ένα (high). Συνεπώς η data του D-FF βρίσκεται σε λογικό ένα. Ταυτόχρονα το decoder στην ένατη επαφή του προγράμματος έχει λογικό ένα. Αυτός ο προγραμματισμός του decoder σε συνδυασμό με τον οποιονδήποτε άλλο προγραμματισμό που κατά βούληση βάζουμε μέσω των διακοπών, αντιστοιχεί σε πρόγραμμα on. Δηλαδή όταν το encoder του πομπού στείλει εντολή on τότε αυτός ο προγραμματισμός του decoder θα την αναγνωρίσει και στην έξοδό του θα βγάλει ένα παλμό (λογικό ένα). Αυτός ο παλμός θα δώσει clock στο D-FF το οποίο επειδή έχει data λογικό ένα θα κλειδώσει. Τώρα θα συμβούν δύο πράγματα :

- Η Q' θα δώσει στην data του ίδιου λογικό μηδέν (low). Ταυτόχρονα θα προγραμματίσει το decoder στην είσοδο εννέα με λογικό μηδέν, που αντιστοιχεί στο πρόγραμμα off του πομπού.
- Η Q του D-FF θα γίνει λογικό ένα. Οπότε δια της R9 το Trel το οποίο λειτουργεί σε διάταξη switching θα κλείσει και συνεπώς στα άκρα του πηνίου του relay θα βρεθούν τα 12 V της τροφοδοσίας του. Άρα η επαφή του relay θα κλείσει και αυτή με τη σειρά της θα κλείσει τα relay του ηλεκτροκίνητηρα της αντλίας (κατάσταση on). Η δίοδος Drel η οποία τοποθετείται παράλληλα με το πηνίο του relay έχει σκοπό να πνίγει τις ανάστροφες τάσεις του πηνίου οι οποίες δημιουργούνται όταν αυτό τροφοδοτείται με τάση ή διακόπτεται από τάση (αντίδραση πηνίου-νόμος του Lenz).

Η διάδος Drel είναι απαραίτητη διότι οι αρνητικές τάσεις που προέρχονται από την αντίδραση του πηνίου θα μπορούσαν να καταστρέψουν το Trel.

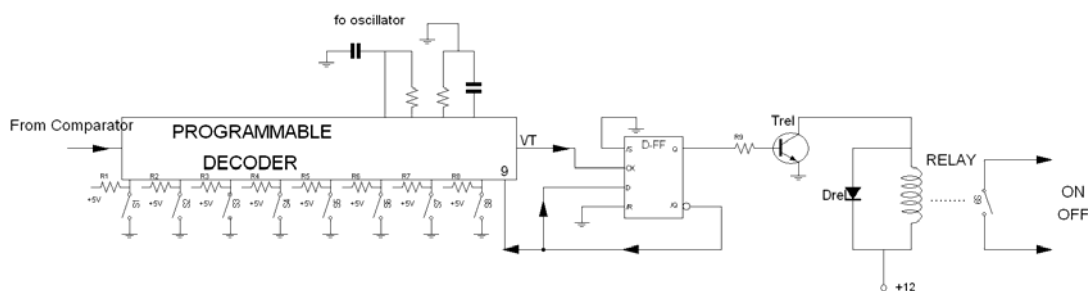


Figure 6. Digital Stage Of RX

### Τροφοδοσία δικτύου

Αποτελείται από το μετασχηματιστή που υποβιβάζει τα 200 V σε 15 V, τον ανορθωτή πλήρους κύματος που μετατρέπει το εναλλασσόμενο σε συνεχές και τον ηλεκτρολυτικό πυκνωτή που το εξομαλύνει. Ακολουθεί ένας σταθεροποιητής τάσης που δέχεται στην είσοδό του τα +18 V και στην έξοδό του βγάζει σταθερά 12V. Αυτά τροφοδοτούν το σύστημα του δέκτη.

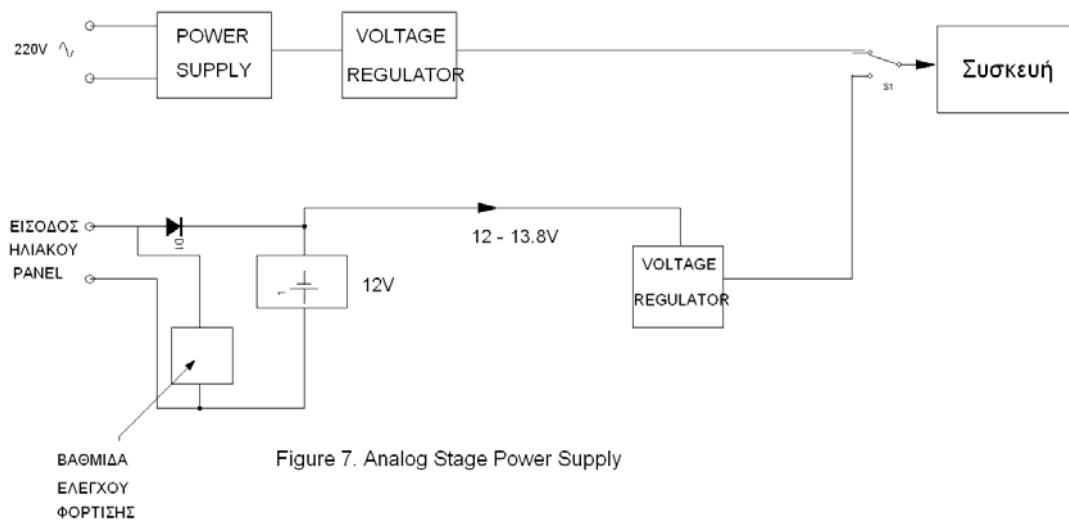
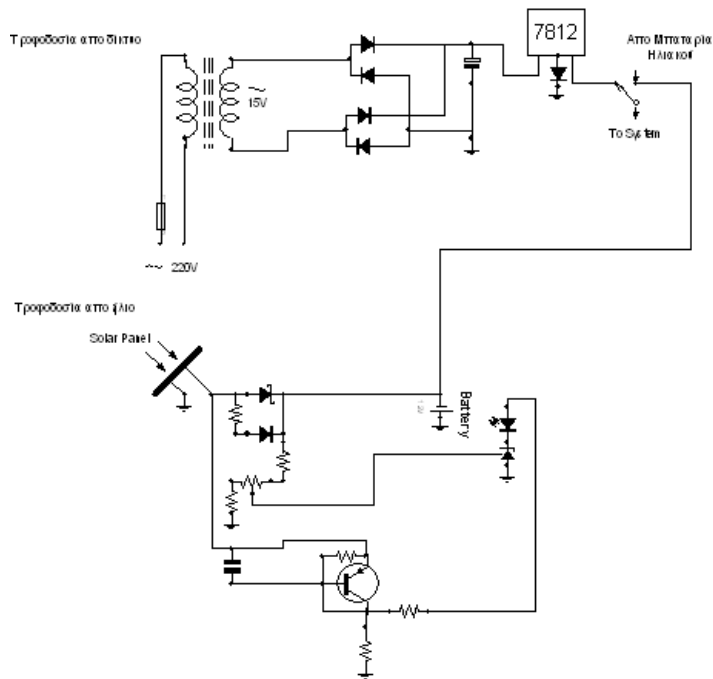
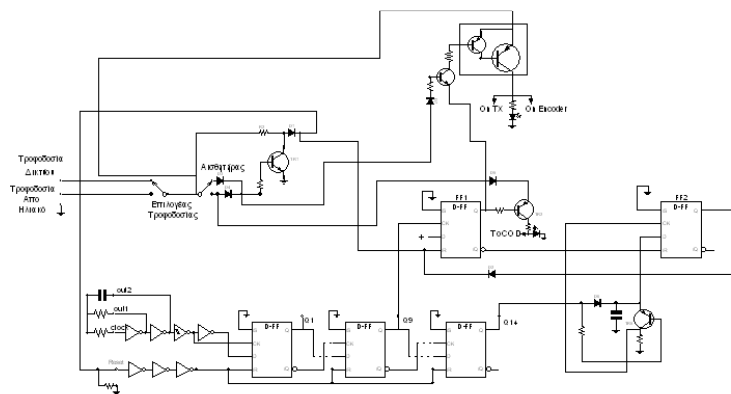


Figure 7. Analog Stage Power Supply





## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Πομπός : αναλογικό σκέλος

#### **Βαθμίδα ταλαντωτή και διαμορφωτή**

Ο ταλαντωτής του πομπού είναι κρυσταλλικός, χρησιμοποιεί δηλαδή κρύσταλλο χαλαζία. Ως γνωστό ο κρύσταλλος χαλαζία χαρακτηρίζεται από την πολύ υψηλή σταθερότητα της συχνότητας στην οποία είναι συντονισμένος για να εργάζεται. Η σταθερότητα αυτή οφείλεται στον πολύ υψηλό συντελεστή ποιότητας  $Q=L/R$  που έχει ο κρύσταλλος. Συγκριτικά με ένα συμβατικό κύκλωμα συντονισμού LC το  $Q$  του συμβατικού αυτού κυκλώματος κυμαίνεται από 200-400, ενώ του κρυστάλλου είναι 10000 και ίσως και περισσότερο. Παρά την υψηλή σταθερότητα του κρυστάλλου στην συχνότητα συντονισμού του, επειδή ο χαλαζίας είναι ορυκτό υπόκειται σε συστολή και διαστολή ανάλογα της θερμοκρασίας. Αυτή η συστολή και διαστολή έχει σαν συνέπεια τη μεταβολή της συχνότητας του κρυστάλλου. Για τους κρυστάλλους που εργάζονται σε μικρής θερμοκρασιακής απόκλισης περιβάλλον αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα. Στη δική μας όμως περίπτωση όπου ο κρύσταλλος καλείται να λειτουργήσει από  $-10 - 45$  °C αποτελεί μεγάλο πρόβλημα.

Οι κατασκευαστές κρυστάλλων ορίζουν την απόκλιση του εκάστοτε κρυστάλλου για  $-10 - 45$  °C και την εκφράζουν σε ppm(μονάδες στο εκατομμύριο). Έτσι υπάρχουν κρύσταλλοι που λειτουργούν για το ανωτέρω εύρος θερμοκρασιών με ανοχή  $+30$  ppm,  $+20$ ppm,  $+10$ ppm,  $+5$ ppm, και maximum  $+3$ ppm. Εμείς εργαζόμαστε στις συχνότητες VHF υψηλής περιοχής 141.5MHz, 141512.5KHz και 141525KHz όπως αυτές ορίζονται από το Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών για συσκευές τηλεμετρίας. Όσο πιο μικρή είναι η απόκλιση των κρυστάλλων συναρτήσει της θερμοκρασίας, τόσο πιο ακριβή είναι η αγορά τους. Αφετέρου κρύσταλλος με  $+3$ ppm θερμοκρασιακό εύρος επιδέχεται ελάχιστη μεταβολής(πολύ λίγα Hz) ως προς τη συχνότητά του. Συνεπώς έχουμε δύο αντιφατικές επιθυμίες. Από τη μια θέλουμε ο κρύσταλλος να έχει πολύ μικρή θερμοκρασιακή απόκλιση, και από την άλλη θέλουμε να έχει αρκετή δυνατή απόκλιση για να μπορέσουμε να επιτύχουμε ικανοποιητική διαμόρφωση κατά συχνότητα. Εάν χρησιμοποιούσαμε κρύσταλλο με θερμοκρασιακή απόκλιση  $+20$ ppm ο οποίος και ενδείκνυται διότι με εύρος παλμών διαμόρφωσης  $0 - 8V$  έχουμε  $\Delta F 3.5KHz$  , τότε η απόκλιση της συχνότητας συναρτήσει της θερμοκρασίας για συχνότητα 141.5 MHz θα ήταν  $20 * 141.5 = 2830$  Hz.

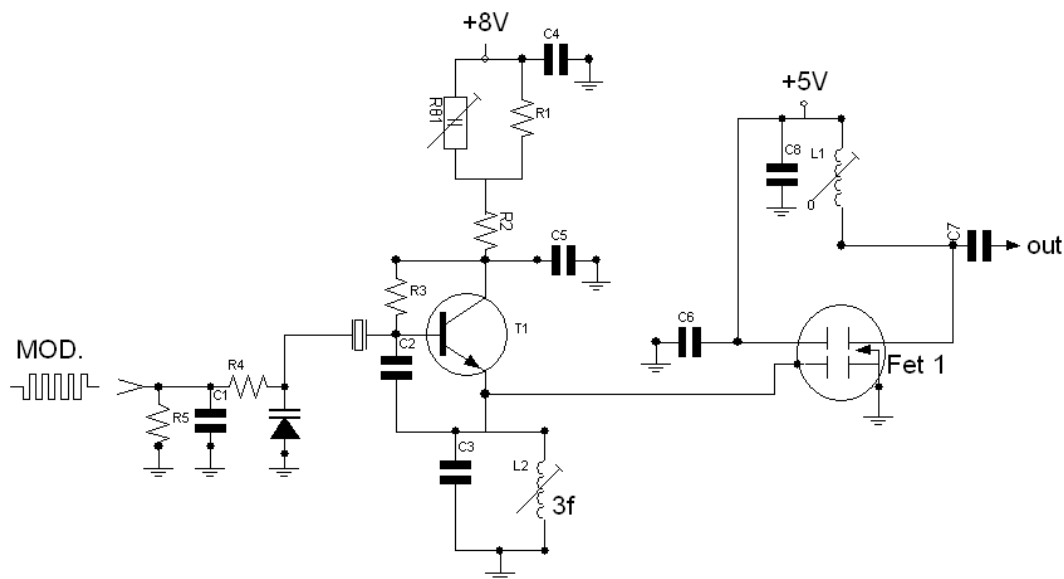


Figure 8 . XTAL Oscillator with Modulation System and Buffer

όπου  $f$  είναι η θεμελιώδης συχνότητα κρυστάλλου.

Αυτό είναι μεγάλο πρόβλημα διότι αποκλίνει πολύ από την  $f_0$  λειτουργίας του κρυστάλλου. Για να λύσουμε το πρόβλημα αυτό υπάρχουν τρεις μέθοδοι :

- 1) Κατασκευάζουμε ένα σύστημα ταλαντωτή VCO (Voltage Controlled Oscillator) ο οποίος σε συνδυασμό με ένα συγκριτή φάσης ένα διαιρέτη συχνότητας, μια σταθερή συχνότητα αναφοράς και ένα low pass φίλτρο μπορεί να μας δώσει την σταθερότητα του κρυστάλλου ο οποίος έχει θερμοκρασιακή απόκλιση  $\pm 3$  ppm και το εύρος της διαμόρφωσης κατά συχνότητα που εμείς επιθυμούμε. Αυτό όμως είναι ασύμφορο λόγω υψηλού κόστους.

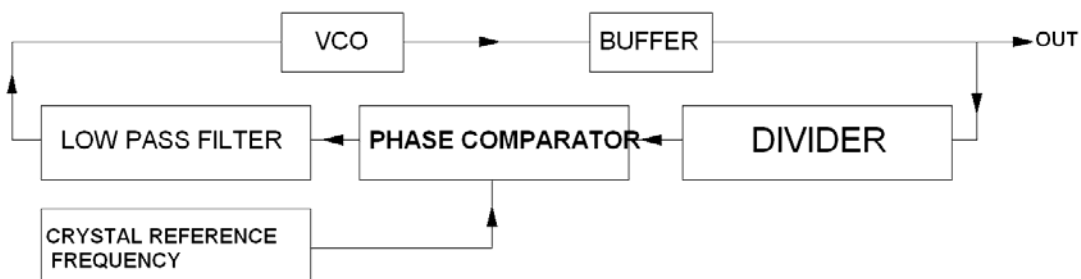


Figure 9. 1st case

- 2) Χρησιμοποιούμε κρύσταλλο θερμοκρασιακής απόκλισης  $\pm 20\text{ppm}$  ο οποίος σε συνδυασμό με ειδικό ταλαντωτή μειώνει τη θερμοκρασιακή απόκλιση περίπου στα  $5\text{ppm}$  ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την επιθυμητή διαμόρφωση και έχει χαμηλό κόστος.
- 3) Ολόκληρος ο ταλαντωτής ο οποίος χρησιμοποιεί κρύσταλλο θερμοκρασιακής απόκλισης  $\pm 20\text{ppm}$  ή και  $\pm 30\text{ppm}$  μπαίνει μέσα σε ένα ισχυρά μονωμένο κουτί μαζί με ένα αισθητήριο θερμοκρασίας και μια πηγή παραγωγής θερμότητας. Το αισθητήριο και η θερμαντική πηγή ελέγχονται από ένα κύκλωμα από το οποίο ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία που θα επικρατήσει μέσα στο χώρο που βρίσκεται ο ταλαντωτής. Έτσι λοιπόν ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία του χώρου στους  $+50^\circ\text{C}$ . Οπότε όποια και αν είναι η εξωτερική θερμοκρασία αρνητική ή θετική (δεν μπορεί να είναι πάνω από  $+50^\circ\text{C}$ ) ο ταλαντωτής και ο κρύσταλλος βρίσκονται συνεχώς σε μια σταθερή θερμοκρασία  $+50^\circ\text{C}$ . Άρα δεν τίθεται θέμα θερμοκρασιακής μεταβολής και έτσι η συχνότητα του κρυστάλλου παραμένει σταθερή. Αυτή η μέθοδος μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε όποιο κρύσταλλο θέλουμε και παρέχει πολύ μεγάλη ακρίβεια συχνότητας διότι όλα τα μέρη του ταλαντωτή (κρύσταλλος, τρανζίστορ, πυκνωτές, αντιστάσεις) λειτουργούν σε σταθερή θερμοκρασία. Από την άλλη όμως

- Ο όγκος της κατασκευής
- Το υψηλό κόστος
- Η συνεχώς απαιτούμενη παροχή ενέργειας για τη συντήρησή του

κάνουν αυτή τη μέθοδο μη ικανή να μας εξυπηρετήσει.

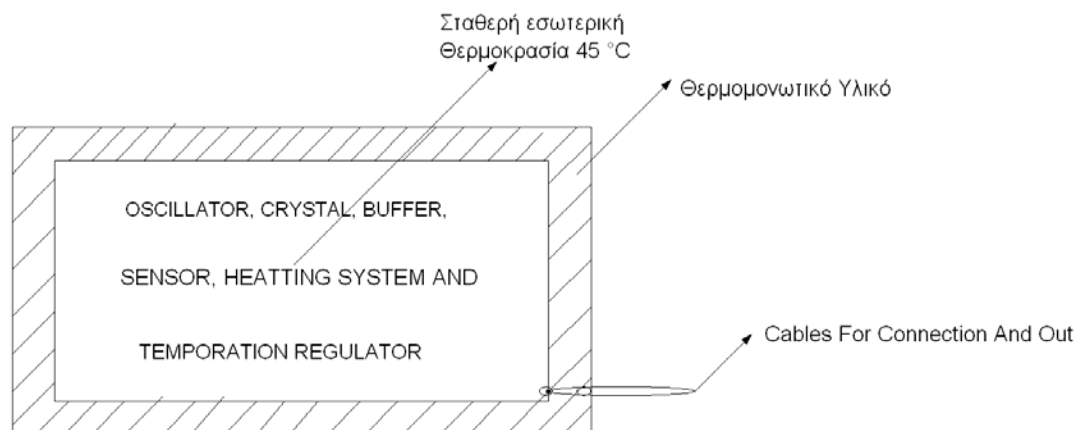


Figure 10. 3rd case

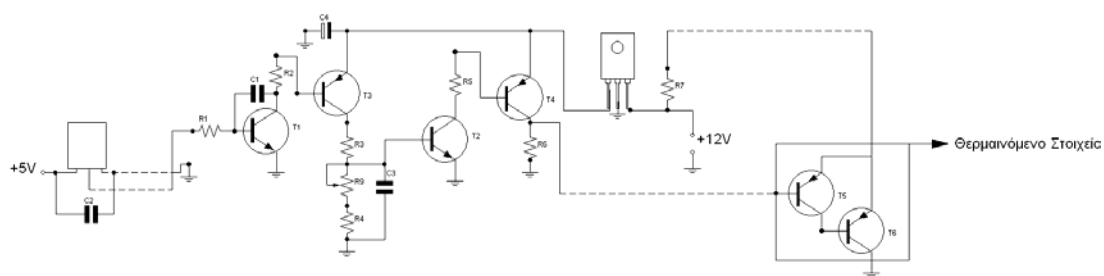
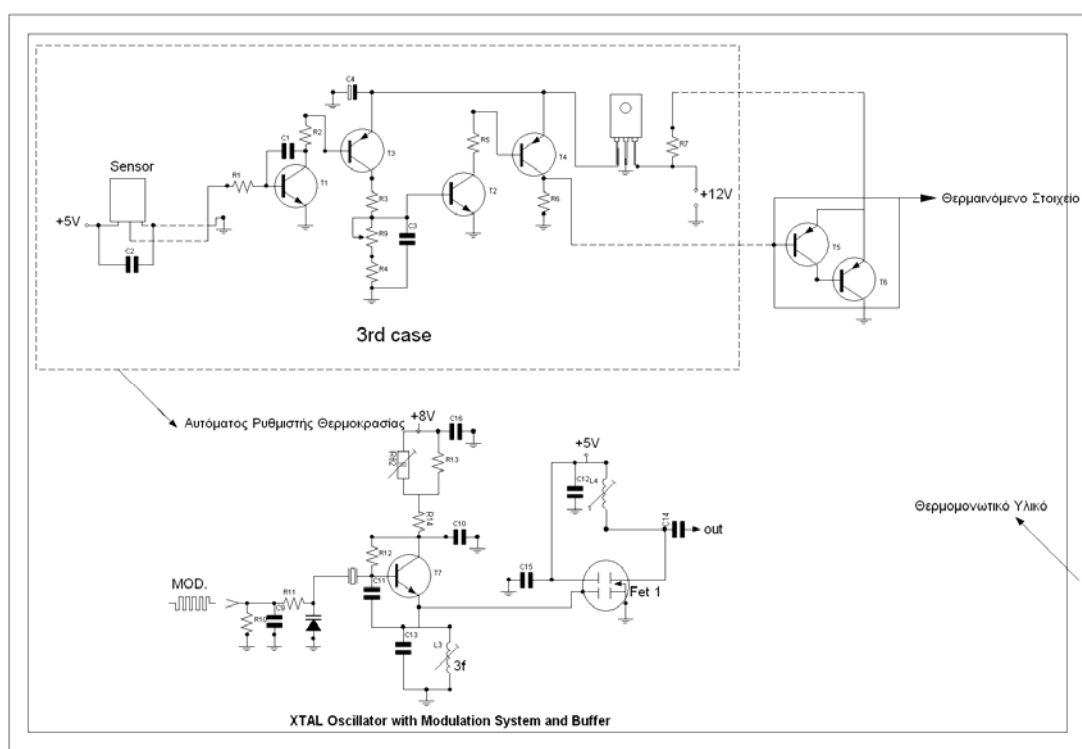


Figure 11. 3rd case



Από αυτές τις τρεις μεθόδους αναγκαστικά επιλέγουμε τη δεύτερη διότι πληροί τις προϋποθέσεις

- Χαμηλό κόστος
- Αξιόπιστη κατασκευή
- Ικανοποιητικές προδιαγραφές αλλά όχι ιδανικές

### Περιγραφή λειτουργίας :

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του κρυσταλλικού ταλαντωτή είναι ότι όταν αυξάνεται η τάση τροφοδοσίας του μερικά mV αυξάνει και η συχνότητά του μερικά Hz και όταν μειώνεται μερικά mV μειώνεται. Αυτή η ιδιότητά του χρησιμοποιείται για τη θερμική σταθεροποίηση συχνότητας του ταλαντωτή.

Το thermistor που χρησιμοποιείται είναι τύπου NTC (Negative Temperature Coefficient). Το thermistor R01 με τη R1 όταν η θερμοκρασία είναι στους 25°C δίνει 5V στην R2 και ο ταλαντωτής συντονίζεται ακριβώς στη συχνότητα του κρυστάλλου. Όταν ανέβει η θερμοκρασία ο κρύσταλλος διαστέλλεται και συνεπώς η συχνότητα ταλάντωσής του μειώνεται μερικά Hz ανάλογα με τα ppm της κατασκευής του κρυστάλλου. Ταυτόχρονα με την αύξηση της θερμοκρασίας το thermistor μειώνει την αντίστασή του και έτσι η R01 του thermistor και της R1 μειώνεται. Συνεπώς η τάση στη R2 αυξάνεται ανάλογα με τη θερμοκρασία. Άρα αφού αυξάνεται η τάση στον ταλαντωτή αυξάνεται και η συχνότητα ταλάντωσης του κρυστάλλου. Έτσι με την αύξηση της θερμοκρασίας συμβαίνουν ταυτόχρονα δυο πράγματα :

1. μειώνεται η ιδιοσυχνότητα του κρυστάλλου λόγω διαστολής
2. αυξάνεται η συχνότητα του ταλαντωτή λόγω αύξησης της τάσης του.

Σύμφωνα με τη μεταβολή της θερμοκρασίας έχουμε μεταβολή της συχνότητας του κρυστάλλου προς τα χαμηλά και ταυτόχρονα μεταβολή της συχνότητας του ταλαντωτή προς τα υψηλά. Άρα, λοιπόν, προϊόν αυτών των δυο μεταβολών είναι η σχεδόν μηδενική μεταβολή της συχνότητας του ταλαντωτή. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 25°C ο κρύσταλλος συστέλλεται και άρα η ιδιοσυχνότητά του ανεβαίνει. Ταυτόχρονα η αντίσταση του thermistor αυξάνεται. Οπότε το R01 του thermistor με την R1 αυξάνεται. Άρα η τάση στη R2 μειώνεται και έτσι η τάση στον ταλαντωτή μειώνεται, άρα και η συχνότητα. Έτσι και σε αυτή την περίπτωση όπου η θερμοκρασία μειώνεται, έχουμε αύξηση της ιδιοσυχνότητας του κρυστάλλου λόγω συστολής και μείωση της συχνότητας του ταλαντωτή λόγω μείωσης της τάσης του. Το αποτέλεσμα είναι η fout του ταλαντωτή να παραμένει σταθερή ανεξαρτήτως της μεταβολής της θερμοκρασίας.

Το κύκλωμα αυτό επιτυγχάνει σε ένα κρύσταλλο θερμοκρασιακής απόκλισης +/- 20ppm που για τη συχνότητα που λειτουργούμε εμείς σημαίνει  $141.5 * 20 = 2830$  Hz, σε θερμοκρασιακή μεταβολή +/- 4.5 ppm  $141.5 * 4.5 = 636.75$  Hz. Το τελικό αποτέλεσμα, λοιπόν, του ταλαντωτή που κατασκευάσαμε έχει θερμοκρασιακή απόκλιση για φάσμα από -10°C - +45 °C +/-636.75 Hz. Η τιμή αυτή μας καλύπτει απόλυτα παρέχοντας αξιόπιστη και σταθερή λειτουργία του συστήματος.

### **Διαμορφωτής :**

Ο κρύσταλλος είναι συνδεδεμένος εν σειρά με μια δίοδο μεταβλητής χωρητικότητας (varikap). Η δίοδος αυτή όταν δεν τροφοδοτείται με τάση ή σήμα έχει χωρητικότητα 20pF. Αν τροφοδοτηθεί με τάση 5V τότε η χωρητικότητά της μειώνεται στα 12pF. Συνεπώς ο κρύσταλλος στην πρώτη περίπτωση συμπεριφέρεται (σε ισοδύναμο κύκλωμα) σαν κύκλωμα συντονισμού σειράς με χωρητικότητα 20 pF και στη δεύτερη με χωρητικότητα 12pF. Άρα, λοιπόν, σύμφωνα με τον τύπο  $f_0=1/2\pi\sqrt{LC}$  όπου L = κρύσταλλος τη μεν πρώτη φορά με  $c=20pF$  έχουμε συχνότητα  $f_1$  και τη δεύτερη με  $c=12pF$  έχουμε συχνότητα  $f_2$  και τη σχέση  $f_2>f_1$ . Η διαφορά συχνότητας που προκύπτει από αυτή τη σχέση με εύρος τροφοδοσίας 0 - 5 V είναι 2.5 KHz ενώ αν το εύρος της τάσης γίνει 0 – 8 V τότε γίνεται 3.5 KHz . Όταν, λοιπόν, ο παλμός με τον οποίο διαμορφώνουμε τον ταλαντωτή βρίσκεται σε παύση δηλαδή 0V, η συχνότητα είναι  $f_2$  ενώ όταν ο παλμός είναι σε διάρκεια δηλαδή 8V η συχνότητα είναι  $f_1$ . Άρα, λοιπόν, η πληροφορία διαμορφώνεται με μεταβολή συχνότητας (FM) 3.5KHz.

### **Βαθμίδα Buffer**

Επειδή η στάθμη αυτού του ταλαντωτή είναι της τάξης των 250 με 300 mV δηλαδή χαμηλή, ακολουθεί μια βαθμίδα η οποία επιτυγχάνει τόσο την ενίσχυση του σήματος του ταλαντωτή όσο και την απομόνωση των φορτίων της εξόδου της από το φορτίο εξόδου του ταλαντωτή(buffer). Η στάθμη εξόδου της buffer είναι 1 V για φορτίο περίπου ίσο του 1 KOhm. Επιλέξαμε σαν Buffer το διπλής πύλης MOSFET τρανζίστορ γιατί έχει πολύ μεγάλη αντίσταση εισόδου και πολύ μικρή χωρητικότητα εισόδου. Συνεπώς ο ταλαντωτής ελάχιστα επηρεάζεται από το φορτίο της εξόδου της Buffer.

### **Βαθμίδα τριπλασιασμού**

Είναι ένα απλό τρανζίστορ πυριτίου υψηλής συχνότητας το οποίο λειτουργεί σαν ενισχυτής μη γραμμικός γειωμένης βάσης. Λειτουργεί σε τάξη C. Στην πληθώρα των αρμονικών που εμφανίζεται στο συλλέκτη του υπάρχει και η τρίτη αρμονική η οποία και επιλέγεται από το φίλτρο(filter of final frequency) που είναι ένα απλό κύκλωμα LC συντονισμένο στην τρίτη αρμονική.

### **RF Power Amplifier**

Αποτελείται από δύο βαθμίδες τρανζίστορ πυριτίου οι οποίες λειτουργούν σε τάξη C. Το σήμα οδήγησης που προέρχεται από το RF Filter είναι ικανό να διεγείρει την πρώτη

βαθμίδα του power amplifier για λειτουργία σε τάξη C. Ενώ η δεύτερη βαθμίδα οδηγείται από τη βαθμίδα driver και βγάζει μια έξοδο ισχύος 400 mWatt για φορτίο 50 Ohm. Ακολουθεί ένα bandpass φίλτρο ζώνης διέλευσης 140 – 142 MHz για την απόρριψη των ανεπιθύμητων αρμονικών. Αυτή η ισχύς χρησιμοποιείται ως έχει ή συνοδεύεται από άλλες βαθμίδες ισχύος ανάλογα με την απόσταση που πρέπει να καλύψει. Οι ενισχυτές λειτουργούν σε τάξη C γιατί με λιγότερες βαθμίδες και λιγότερη ισχύ επιτυγχάνεται μεγαλύτερο κέρδος.

### **3.2 Ψηφιακό σκέλος πομπού**

#### **Αισθητήρας**

Είναι ένας μεταγωγικός φλοτεροδιακόπτης. Είναι μια πλαστική μπάλα που περιέχει διαμετρικά ένα σωληνάκι το οποίο δεξιά και αριστερά στο τέλος έχει από δύο επαφές. Ενώ μέσα στο σωληνάκι υπάρχει μια σταγόνα υδραργύρου. Αν η μπάλα γείρει προς τα δεξιά, τότε η σταγόνα υδραργύρου κινείται προς τις αριστερές επαφές και τις βραχυκυκλώνει όσο βρίσκεται σ αυτή τη θέση. Αντίθετα αν κινηθεί προς τα αριστερά η σταγόνα κινείται προς την αντίθετη πλευρά και βραχυκυκλώνει τις άλλες δυο επαφές. Μια τριπολική γραμμή συνδέεται με τις επαφές ενώ η συνθετική μπάλα, το περιεχόμενο και το καλώδιο, είναι απόλυτα στεγανοποιημένα. Η μπάλα αυτή κρέμεται μέσα στη δεξαμενή στο ύψος που εμείς επιθυμούμε και η σταγόνα του υδραργύρου κλείνει τις ανάλογες επαφές όταν η δεξαμενή γεμίζει με νερό ενώ κλείνει τις αντίθετες όταν το νερό μειώνεται. Είναι δηλαδή και η ρύθμιση του ύψους του νερού που επιθυμούμε να λειτουργεί ο διακόπτης. Ο κοινός πόλος των τεσσάρων επαφών συνδέεται με την τροφοδοσία, ενώ οι άλλοι δύο πόλοι αντιστοιχούν στις εντολές on off.

#### **Λειτουργικό σκέλος**

Το τριπολικό καλώδιο του φλοτεροδιακόπτη εισέρχεται στο σύστημα εκπομπής του τηλεχειρισμού. Δύο δίοδοι D1 και D2 συνδέονται στις επαφές on off του καλωδίου κατά τέτοιο τρόπο ούτως ώστε όποια επαφή και αν είναι κλειστή οι κάθοδοι των διόδων που είναι βραχυκυκλωμένες να έχουν την τάση της τροφοδοσίας. Οι κάθοδοι τροφοδοτούν :

- Ταλαντωτή και καταχωρητή ολισθήσεως (timer)
- Τον ενισχυτή ρεύματος για την τροφοδοσία του πομπού

Ενώ η επαφή on του φλοτεροδιακόπτη τροφοδοτεί την R5 και D4 οι οποίες προγραμματίζουν το encode



### **Ταλαντωτής και καταχωρητής ολισθήσεως**

Ο ταλαντωτής αποτελείται από δύο inverters – schmitt trigger οι οποίοι συνδέονται με αντιστάσεις και πυκνωτή έτσι ώστε να σχηματίζουν ένα ταλαντωτή τετραγωνικού παλμού(πολυδονητή). Η συχνότητά του καθορίζεται από τις τιμές των αντιστάσεων και του πυκνωτή. Συγκεκριμένα  $f = 1 / 2.3 R1 C1$  όπου  $R1 = 2 R1$ . ο ταλαντωτής τη συχνότητα clock η οποία οδηγεί το shift counter(καταχωρητής ολισθήσεως). Από τη στιγμή που τροφοδοτηθεί ο ταλαντωτής και ο καταχωρητής ολισθήσεως με τάση αρχίζει η καταχώρηση. Όταν η Qx του καταχωρητή γίνει λογικό ένα και για όσο χρονικό διάστημα είναι σε αυτή την κατάσταση η πύλη and στη μια είσοδό της δέχεται λογικό ένα από την Qx. Η άλλη είσοδος της δέχεται λογικό ένα από την Q' του D-FF το οποίο είναι σε κατάσταση ηρεμίας. Άρα η έξοδος της and είναι σε κατάσταση λογικό ένα. Αυτή τροφοδοτεί τον ενισχυτή ρεύματος(R4, T1, R3, T2) που τροφοδοτεί τον πομπό. Αυτός τροφοδοτεί με τάση τον πομπό και δια της R21 και D3 τροφοδοτεί με τάση το encoder. Άρα : όσο η Qx1 βρίσκεται σε λογικό ένα ο πομπός εκπέμπει το encoder βγάζει κωδικό και διαμορφώνει τον πομπό με τον κωδικό του on ή του off. Εάν ο φλοτεροδιακόπτης είναι σε κατάσταση on το encoder δέχεται λογικό ένα στη είσοδο προγραμματισμού 9 και εκπέμπει πρόγραμμα on. Αν είναι κλειστός στη θέση off η θέση του προγράμματος 9 αντί λογικό ένα έχει λογικό μηδέν. Αυτό αντιστοιχεί σε πρόγραμμα off το οποίο και εκπέμπεται.

Συνεχίζοντας ο ταλαντωτής την παραγωγή των παλμών clock οδηγεί τον καταχωρητή ολισθήσεως και παύει η Qx να είναι λογικό ένα. Τώρα γίνεται λογικό ένα η Qx+1. Αυτή δίνει clock στο D – FF το οποίο πάει σε θέση set και η Q' γίνεται λογικό μηδέν. Τώρα η and στην δεύτερη είσοδό της έχει λογικό μηδέν και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του καταχωρητή ολίσθησης όσες φορές και αν η Qx ξαναγίνει on δεν πρόκειται η and να ξαναβγάλει στη έξοδό της λογικό ένα αφού η άλλη είσοδος της βρίσκεται σε λογικό μηδέν. Έτσι δεν θα ξαναέχουμε εκπομπή καθ όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του καταχωρητή ολισθήσεως μέχρις ότου η Qy γίνει λογικό ένα. Τότε θα μηδενίσει το FF και θα μηδενίσει και τον εαυτό του σε ότι περιεχόμενα είχε μέχρι τώρα(reset). Τώρα η Q' του D-FF ξανάγινε λογικό ένα και άρα όταν έρθει η Qx του καταχωρητή ολισθήσεως σε λογικό ένα η διαδικασία θα επαναληφθεί.

## ANALOG STAGE

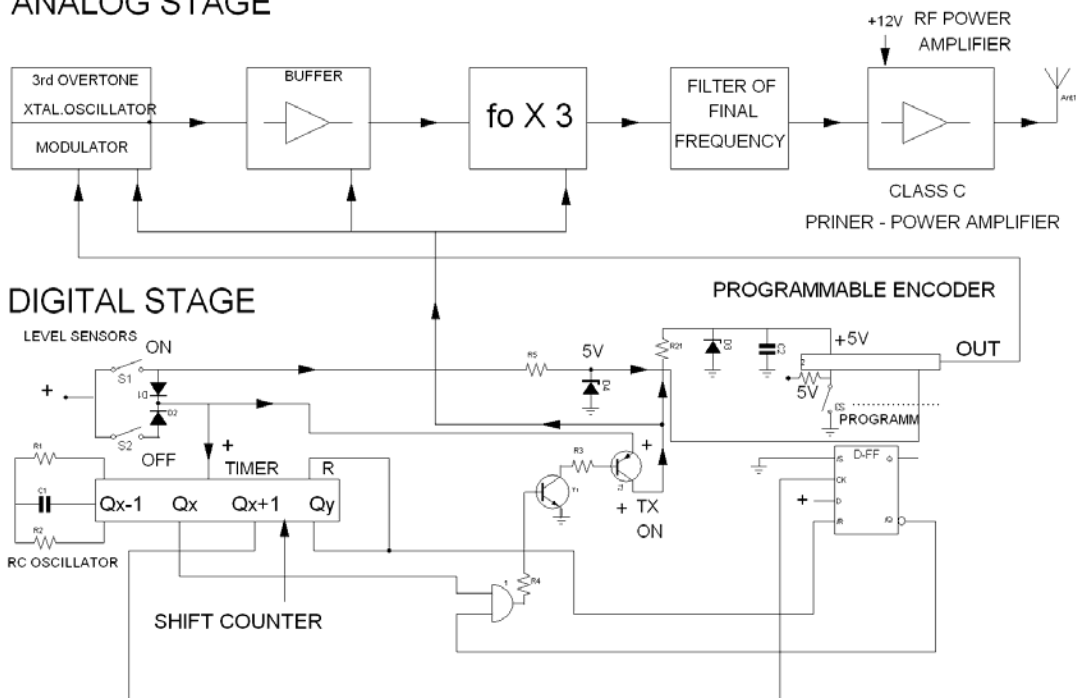


Figure 12. Analog And Digital Stage Of TX

## Τροφοδοσία συστήματος εκπομπής

Αποτελείται από δύο σκέλη :

- Τροφοδοσία μέσω δικτύου
- Τροφοδοσία από ηλιακή ενέργεια όταν το δίκτυο λείπει

## Τροφοδοσία δικτύου

Αποτελείται από το μετασχηματιστή που υποβιβάζει τα 200 V σε 15 V, τον ανορθωτή πλήρους κύματος που μετατρέπει το εναλλασσόμενο σε συνεχές και τον ηλεκτρολυτικό πυκνωτή που το εξομαλύνει. Ακολουθεί ένας σταθεροποιητής τάσης που δέχεται στην είσοδό του τα +18 V και στην έξοδό του βγάζει σταθερά 12V. Αυτά οδεύουν στην μια επαφή ενός μεταγωγικού διακόπτη.

## Τροφοδοτικό ηλιακής ενέργειας

Αποτελείται από το ηλιακό panel που μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και συγκεκριμένα 18V/50 mA max , το συσσωρευτή κλειστού τύπου μολύβδου 12 V 10 Ah και τέλος από το σύστημα ελέγχου φόρτισης. Όσο ο συσσωρευτής δεν είναι πλήρως φορτισμένος όλη η ηλεκτρική ενέργεια του panel καταναλώνεται για τη φόρτιση του συσσωρευτή. Όταν αυτή πραγματοποιηθεί τότε η ηλιακή ενέργεια πέφτει πάνω σε ένα ωμικό φορτίο κόβοντας έτσι την φόρτιση της μπαταρίας. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ο έλεγχος της φόρτισης της μπαταρίας η οποία φορτίζεται μέχρι τα 13.8 V και έτσι δεν μειώνεται η λειτουργική ζωή της. Το σύστημα ελέγχου της φόρτισης κατά την φόρτιση έχει απώλεια ρεύματος 10  $\mu$ A. Ενώ κατά τη φόρτιση δημιουργεί απώλεια  $0.1 \text{ V} * \text{Ιφόρτισης}$ . Αυτά εφόσον υπάρχει ήλιος. Κατά τη νύχτα το σύστημα ελέγχου της φόρτισης καταναλώνει ρεύμα 1  $\mu$ A από τον συσσωρευτή. Η τάση του συσσωρευτή πάει στη άλλη επαφή του μεταγωγικού διακόπτη ενώ η επαφή του μεταγωγού συνδέεται με το όλο ηλεκτρονικό σύστημα. Έτσι αν υπάρχει ρεύμα ο μεταγωγικός διακόπτης είναι συνδεδεμένος με την επαφή του δικτύου. Αν δεν υπάρχει είναι συνδεδεμένος με την επαφή του συσσωρευτή.

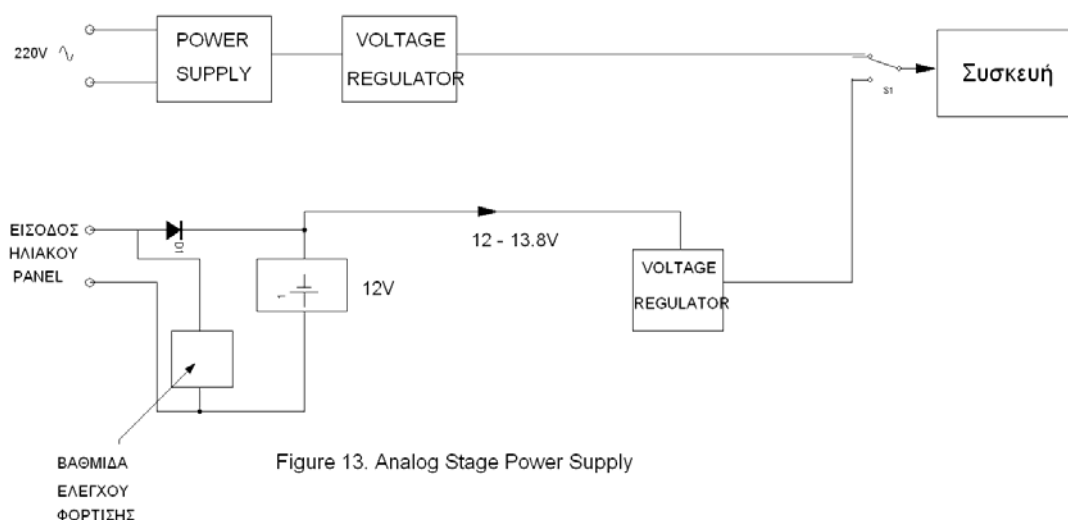


Figure 13. Analog Stage Power Supply

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### Ψηφιακός Αναμεταδότης

#### 4.1 Αναλογικό Σκέλος

##### Ανάλυση λειτουργίας αναλογικού σκέλους δέκτη

##### 1<sup>ο</sup> φίλτρο επιλογής

Σύνθετη αντίσταση εισόδου κεραίας δέκτη  $Z=50 \text{ Ohm}$ . Το φίλτρο εισόδου του προενισχυτή είναι ένα φίλτρο περιοχής συχνοτήτων (bandpass) και συγκεκριμένα από 141 μέχρι 142 MHz. Η σύνθετη αντίσταση του φίλτρου είναι 50 Ohm, όση και της κεραίας. Παράλληλα με την είσοδο του φίλτρου και ως προς τη Γη, είναι συνδεδεμένες αντίθετα η μία ως προς την άλλη, δύο δίοδοι πυριτίου οι οποίες έχουν σκοπό να μην επιτρέπουν στάθμες εισόδου( σήματος ή θορύβου) άνω των 700 mV. Είναι απαραίτητες για την προστασία του προενισχυτή.

##### Προενυσιχτής

Ο προενυσιχτής αποτελείται από ένα τρανζίστορ πυριτίου το οποίο λειτουργεί σε συνθήκες optimum. Δηλαδή , λειτουργεί με λιγότερο δυνατό θόρυβο του ιδίου, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει πολλά σήματα μικρά ή μεγάλα χωρίς να παρατηρούνται φαινόμενα intermodulation και crossmodulation. Το κέρδος του είναι 18 db/μV. Η πόλωση του τρανζίστορ γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε όταν δέχεται ισχυρό σήμα να μειώνεται το κέρδος του, πράγμα που σημαίνει ότι εν μέρει αυτός ο τρόπος συνδεσμολογίας μας δίνει ένα προενισχυτή με αυτόματο έλεγχο του κέρδους(A.G.C.).

##### 2<sup>ο</sup> φίλτρο επιλογής

Το δεύτερο φίλτρο είναι ακριβώς ίδιο με το πρώτο μόνο που η αντίσταση εισόδου του είναι ίδια με την αντίσταση εξόδου του προενυσιχτή (1 KOhm), ενώ η αντίσταση εξόδου του είναι ίδια με τη αντίσταση εισόδου της βαθμίδας μίξης που ακολουθεί. Και τα δύο φίλτρα έχουν απώλεια επιθυμητής στάθμης 0.1 db/μV. Η απόρριψη πέραν της επιθυμητής περιοχής(141-142 MHz) είναι 6 db/MHz.

##### 1<sup>η</sup> βαθμίδα μίξης

Σχηματίζεται από ένα mosfet τρανζίστορ διπλής πύλης. Η λειτουργία του μίκτη είναι σχεδόν παθητική(μοναδιαίο κέρδος). Ο θόρυβος του μίκτη είναι της τάξεως των 3 db/μV. Η

δυναμική περιοχή λειτουργίας του, είναι πολύ μεγάλη, για στάθμες με πολύ μεγάλη απόσταση. Συγκεκριμένα, από 5  $\mu\text{V}$  έως 10 mV. Το δυναμικό σκέλος του μίκτη είναι ένα πολύ θεμελιώδες σημείο, γιατί ο δέκτης δέχεται πληθώρα σημάτων με πολύ διαφορετικές στάθμες. Το σήμα που προέρχεται από τον προενισχυτή, συνδέεται στην πρώτη πύλη (G1) του mosfet, χωρίς να υπάρχει σταθερή τάση πολώσεως της πύλης. Στη δεύτερη πύλη G2 έρχεται το σήμα του κρυσταλλικού τοπικού ταλαντωτή. Η στάθμη του τοπικού ταλαντωτή στην πύλη G2 είναι κατά μέσο όρο (όσο αυτό είναι δυνατόν. Παραπομπή : προενισχυτής : A.G.C.) 10 φορές περισσότερη της στάθμης εισόδου.

Στην έξοδο του μίκτη(drain) εμφανίζεται το σήμα που προέρχεται από τον προενισχυτή, το σήμα του τοπικού ταλαντωτή, το άθροισμά τους και η διαφορά τους(δεν υπάρχουν φαινόμενα intermodulation). Συνδέεται, λοιπόν, η έξοδος με το 1<sup>ο</sup> φίλτρο IF (μέσης συχνότητας), το οποίο λειτουργεί στα 10.7 MHz.

### **Κρυσταλλικός τοπικός ταλαντωτής**

Αποτελείται από έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 3<sup>ης</sup> αρμονικής. Ακολουθεί βαθμίδα τριπλασιασμού και ένα bandpass φίλτρο. Η τελική συχνότητα είναι κατά 10.7 MHz μικρότερη της συχνότητας λήψης. Π.χ. εάν η συχνότητα λήψης είναι 141.500 KHz, τότε η συχνότητα του local oscillator θα είναι  $141.500 - 10.700 = 130.800$  KHz. Το bandpass φίλτρο έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τα προηγούμενα δύο φίλτρα του προενισχυτή. Μόνο που η επιθυμητή περιοχή συχνοτήτων είναι από 130.3 – 131.3 MHz. Η στάθμη εξόδου που πηγαίνει στην πύλη G2 του μίκτη είναι περίπου 1 mV.

### **IF ενισχυτής**

Το κέρδος του είναι 40 db και είναι κατασκευασμένος από τρανζίστορ πυριτίου. Στην έξοδο του ενισχυτή συνδέεται ένα bandpass κεραμικό φίλτρο 10.7 MHz με ζώνη διέλευσης  $\pm 150$  KHz και απόρριψη  $-6\text{db}/50$  KHz.

### **IF φίλτρο 10.7 MHz**

Κεραμικό φίλτρο 10.7 MHz. - 6 (db/ $\mu\text{V}$ ) για κάθε 100 KHz.

### **2<sup>η</sup> βαθμίδα μίξης**

Ο δεύτερος μίκτης είναι διπλά ισοσταθμισμένος. Το κέρδος μετατροπής είναι 22 db. Στη μία είσοδό του έρχεται το σήμα από το κεραμικό φίλτρο των 10.7MHz. Η δεύτερη είσοδος του δέχεται σήμα από ένα κρυσταλλικό ταλαντωτή (Xtal L.O.), ο οποίος είναι τύπου colpitts. Η συχνότητά του είναι 10245 KHz. Οι 455 KHz που προέρχονται από τη διαφορά των δύο συχνοτήτων, οδηγούνται σε ένα κεραμικό φίλτρο bandpass με ζώνη διέλευσης 9 KHz και απόρριψη (ή κλίση)  $6\text{db}/5\text{KHz}$ . Ακολουθεί ενισχυτής IF κέρδους 60 db που αποτελείται από τρανζίστορ πυριτίου, ένα δεύτερο κεραμικό φίλτρο ίδιο με το πρώτο 455 KHz και το σήμα οδηγείται στον limiter.

### **Limitter**

Για μια στάθμη εισόδου από την κεραία της τάξεως των 0.2  $\mu\text{V}$  έχουμε στην έξοδο του limiter έναρξη της πλήρους διαδικασίας του ψαλιδισμού. Δηλαδή από εδώ και πέρα όσο η στάθμη του σήματος εισόδου της κεραίας ανεβαίνει, δεν υπάρχει καμία αύξηση του εύρους στην έξοδο του limiter.

### **Βαθμίδα αποδιαμόρφωσης**

Είναι ένας quadratur detector στην έξοδο του οποίου συνδέεται ένα παράλληλο συντονισμένο κύκλωμα LC που εμείς στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε μία θωρακισμένη IF 455KHz. Παράλληλα με το συντονισμένο κύκλωμα μπαίνει μια αντίσταση 68 Kohm. Η τιμή της αντίστασης έχει υπολογιστεί έτσι ώστε για  $\Delta f \pm 6$  KHz να έχουμε έξοδο φοραθέντος σήματος (ακουστική συχνότητα) 100 mV. Στην έξοδο του quadratur μπαίνει μία αντίσταση 8.2 K και ένας αποζευκτικός πυκνωτής περίπου 1 nF για την ραδιοσυχνότητα των 455 KHz στο μέτρο του δυνατού. Η κανονική τιμή του πυκνωτή αυτού αν πρόκειται για έξοδο ακουστικής συχνότητας ήταν 82 nF. Κάτι τέτοιο όμως αφού επιθυμούμε σήμα παλμών τότε η αντίσταση των 8.2 K και ο πυκνωτής 82 nF θα συμπεριφερόταν σαν ένα κύκλωμα ολοκλήρωσης με συνέπεια την ολοκλήρωση των μικρών παλμών με τους μεγάλους και άρα τη μη διακριτικότητα των μικρής διάρκειας παλμών από τους αντίστοιχους μεγάλης διάρκειας. Αυτό θα αποτελούσε μεγάλο πρόβλημα για το comparator.

### **Comparator**

Είναι ένας τελεστικός ενισχυτής ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με απλή ή συμμετρική τροφοδοσία και με Ft(συχνότητα αποκοπής) 100 KHz . Η μη αναστρέφουσα είσοδος (θετική) του τελεστικού ενισχυτή δέχεται μια τάση αναφοράς η οποία μπορεί να μεταβληθεί από 0 μέχρι 100 mV. Η αναστρέφουσα είσοδος δέχεται το σήμα της εξόδου του αποδιαμορφωτή. Η έξοδος του τελεστικού ενισχυτή είναι ένα ευκρινές ψηφιακό σήμα ακριβώς ίδιο με αυτό που έβγαλε ο κωδικοποιητής και διαμόρφωσε τον πομπό από τον οποίο λαμβάνεται το σήμα. Η έξοδος του comparator οδηγείται στο ψηφιακό σκέλος.

### **Πομπός : αναλογικό σκέλος**

Ο κρυσταλλικός ταλαντωτής είναι τύπου impedance inverting ο οποίος με ένα κύκλωμα συντονισμού σειράς (LC) υποχρεώνει τον κρύσταλλο να ταλαντώνει στην 3<sup>η</sup> αρμονική του, ενώ ταυτόχρονα μια μεταβλητής χωρητικότητας δίοδος (varicap) συνδεδεμένη σε σειρά με τον κρύσταλλο επιτυγχάνει την μεταβολή της συχνότητας του κρυστάλλου στο ρυθμό της μεταβολής των παλμών που διαμορφώνουν τον ταλαντωτή.

### **Βαθμίδα Buffer**

Επειδή η στάθμη αυτού του ταλαντωτή είναι της τάξης των 250 με 300 mV δηλαδή χαμηλή, ακολουθεί μια βαθμίδα η οποία επιτυγχάνει τόσο την ενίσχυση του σήματος του ταλαντωτή όσο και την απομόνωση των φορτίων της εξόδου της από το φορτίο εξόδου του ταλαντωτή(buffer). Η στάθμη εξόδου της buffer είναι 1 V για φορτίο περίπου ίσο του 1 KOhm.

### **Βαθμίδα τριπλασιασμού**

Είναι ένα απλό τρανζίστορ πυριτίου υψηλής συχνότητας το οποίο λειτουργεί σαν ενισχυτής μη γραμμικός γειωμένης βάσης. Λειτουργεί σε τάξη C. Στην πληθώρα των αρμονικών που εμφανίζεται στο συλλέκτη του υπάρχει και η τρίτη αρμονική η οποία και επιλέγεται από το φίλτρο(filter of final frequency) που είναι ένα απλό κύκλωμα LC συντονισμένο στην τρίτη αρμονική.

### **RF Power Amplifier**

Αποτελείται από δύο βαθμίδες τρανζίστορ πυριτίου οι οποίες λειτουργούν σε τάξη C. Το σήμα οδήγησης που προέρχεται από το RF Filter είναι ικανό να διεγείρει την πρώτη βαθμίδα του power amplifier για λειτουργία σε τάξη C. Ενώ η δεύτερη βαθμίδα οδηγείται από τη βαθμίδα driver και βγάζει μια έξοδο ισχύος 400 mWatt για φορτίο 50 Ohm. Ακολουθεί ένα bandpass φίλτρο ζώνης διέλευσης 140 – 142 MHz για την απόρριψη των ανεπιθύμητων αρμονικών. Αυτή η ισχύς χρησιμοποιείται ως έχει ή συνοδεύεται από άλλες βαθμίδες ισχύος ανάλογα με την απόσταση που πρέπει να καλύψει. Οι ενισχυτές λειτουργούν σε τάξη C γιατί με λιγότερες βαθμίδες και λιγότερη ισχύ επιτυγχάνεται μεγαλύτερο κέρδος.

## 4.2 Ψηφιακό σκέλος αναμεταδότη

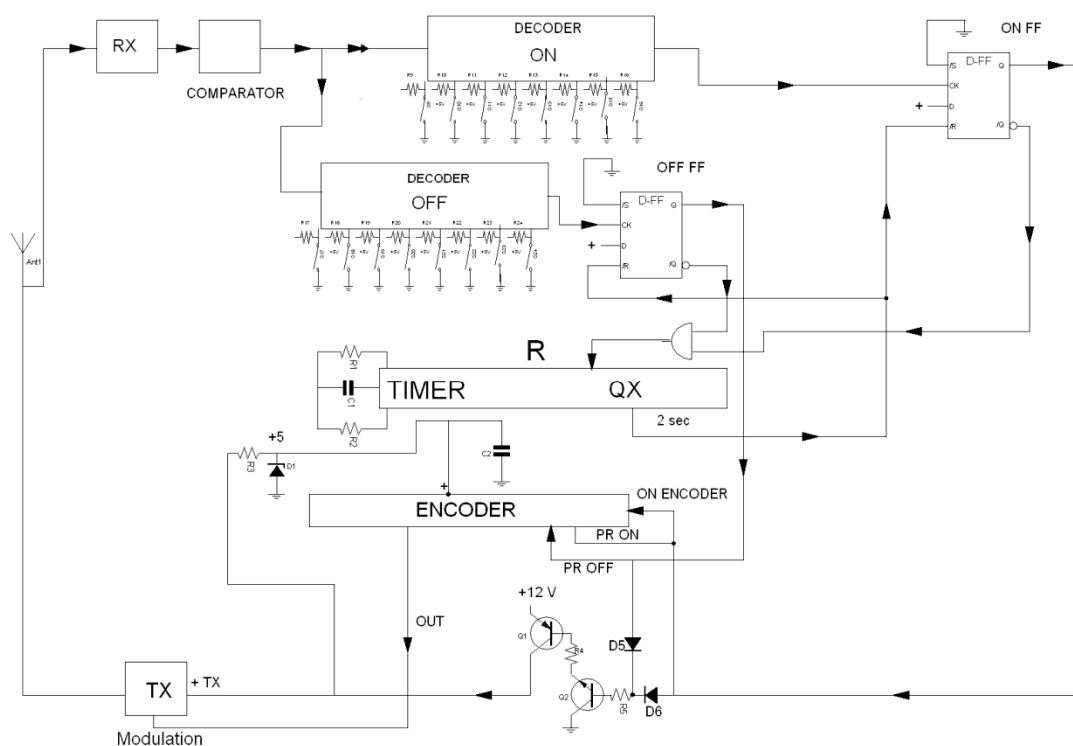
Η έξοδος του comparator συνδέεται με τις εισόδους δύο αποκωδικοποιητών. Ο ένας είναι προγραμματισμένος για την εντολή on του πομπού και ο άλλος για την εντολή off. Όταν ο πομπός εκπέμπει εντολή on ο αποκωδικοποιητής που φέρει το πρόγραμμα του on βγάζει στην έξοδο VT λογικό ένα, το οποίο διαρκεί όσο διαρκεί η παλμοσειρά του on. Αυτό το λογικό ένα πηγαίνει στην clock του on FF και το πάει σε θέση set

Το on FF είναι ένα D-FF του οποίου η data είναι συνδεδεμένη σταθερά σε λογικό ένα. Παίρνοντας, λοιπόν, στην clock λογικό ένα τίθεται σε κατάσταση set. Η Q γίνεται λογικό ένα και τροφοδοτεί τον ενισχυτή ρεύματος δια της D6 που τροφοδοτεί τον πομπό(on TX) και τον κωδικοποιητή. Ταυτόχρονα προγραμματίζει τον κωδικοποιητή με το πρόγραμμα του on. Τώρα ο δέκτης δεν μπορεί να λάβει μακρινά σήματα διότι η κοινή κεραία πομπού και δέκτη, δίνουν ένα ισχυρότατο σήμα στον δέκτη δια του πομπού, ο οποίος εκπέμπει στην ίδια συχνότητα που λαμβάνει και ο δέκτης. Ο κωδικοποιητής παράγει παλμοσειρά on η οποία και διαμορφώνει τον πομπό, και άρα το σήμα που εκπέμπει ο πομπός, εμπεριέχει την πληροφορία του on(όπως και στη λήψη). Ταυτόχρονα, όμως, επειδή η Q' του on FF βρίσκεται σε λογικό μηδέν, η μία είσοδος της and που τροφοδοτεί γίνεται λογικό μηδέν. Η έξοδος της and δίνει λογικό μηδέν. Συνεπώς η reset του ταλαντωτή και του καταχωρητή ολισθήσεως (timer) γίνεται λογικό μηδέν και άρα αρχίζει να λειτουργεί. Μέχρι η Qx να γίνει λογικό ένα (2 sec), εκπέμπεται η πληροφορία του on. Όταν η Qx γίνει λογικό ένα τότε δίνει reset στο on FF και παύει να είναι set. Τώρα η Q είναι λογικό μηδέν και άρα κλείνει ο πομπός, παύει να τροφοδοτείται ο κωδικοποιητής και διακόπτεται το πρόγραμμα του on στον κωδικοποιητή. Η Q' του on FF γίνεται λογικό ένα, η and βγάζει λογικό ένα που τροφοδοτεί τη reset του timer και έτσι το timer μηδενίζεται. Το σύστημα πέφτει σε κατάσταση stand by.

Έρχεται η πληροφορία του off. Το σήμα είναι μακρινό. Δεν εκπέμπει όμως ο πομπός του αναμεταδότη και συνεπώς ο δέκτης το λαμβάνει κανονικά. Δια του comparator τροφοδοτεί τους δύο αποκωδικοποιητές. Ο αποκωδικοποιητής του off που λαμβάνει το πρόγραμμα του off, το αναγνωρίζει, και η έξοδος VT γίνεται λογικό ένα. Οπότε το off FF παίρνει clock λογικό ένα και πάει σε κατάσταση set. Η έξοδος Q γίνεται λογικό ένα και δια της D5 τροφοδοτεί τον ενισχυτή ρεύματος και ανοίγει τον πομπό. Ταυτόχρονα τροφοδοτεί με τάση τον κωδικοποιητή και το προγραμματίζει για κωδικό off. Επομένως τώρα εκπέμπεται η πληροφορία του off από τον αναμεταδότη. Η Q' του off FF δίνει λογικό μηδέν στην μια είσοδο της and και άρα η έξοδος της, δηλαδή η reset του timer γίνεται λογικό μηδέν. Αρχίζει να λειτουργεί το timer το οποίο μέχρι να γίνει η Qx λογικό ένα (2 sec) , εκπέμπει την πληροφορία του off. Όταν η Qx γίνει λογικό ένα, τότε η reset του off FF παίρνει λογικό ένα και παύει να είναι σε κατάσταση set. Η Q του off FF γίνεται λογικό μηδέν, παύει η εκπομπή, παύει η τροφοδοσία του κωδικοποιητή παύει και το πρόγραμμα του off στον κωδικοποιητή. Η Q' του off FF όπως και του on FF είναι λογικό ένα, συνεπώς η έξοδος της and δίνει λογικό ένα στη reset του timer το οποίο και αδρανεύει. Ο αναμεταδότης τώρα ξαναπέφτει σε κατάσταση stand by.



Η τροφοδοσία του αναμεταδότη είναι ίδια με την τροφοδοσία του σκέλους του πομπού του τηλεχειρισμού. Δηλαδή δουλεύει ή με την τάση του δικτύου(αν αυτό υπάρχει) ή με την ηλιακή ενέργεια.



Q9=51,2sec Q14 320sec=5,3min Q9 0,1Hz Q14 0,003125Hz

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### 5.1 Υλοποίηση :

#### Υλοποίηση τμήματος δεξαμενής

Αποτελείται από δύο σκέλη :

Τροφοδοσία καταχωρητής ολισθήσεως(timer)τρανζίστορ,flip flops και φλοτέρ.

Encoder με δυνατότητα προγραμματισμού και πομπός.

#### Ανάλυση πρώτου :

Το IC1 είναι ένας ταλαντωτής και καταχωρητής ολισθήσεως 14 bits. Αυτός μέσω των δύο αντιστάσεων και της χωρητικότητας εργάζεται στα 51.2 Hz (παραγωγή παλμών clock). Η λειτουργία του IC1 ελέγχεται από τη reset η οποία όταν είναι λογικό ένα μηδενίζει όλα τα περιεχόμενα των καταχωρητών και σταματά τη λειτουργία του ταλαντωτή. Όταν ο φλοτεροδιακόπτης είναι ανοιχτός (δεν δίνει εντολή on ή off), τότε το TR1 τύπου npn δεν άγει και συνεπώς η reset το IC1 δια της R2 και D1 έρχεται σε λογικό ένα και άρα το IC1 αδρανοποιείται. Κλείνει το φλοτέρ προς την κατεύθυνση της διόδου D3. μέσω της D3 η τάση φέρνει στον κόρο το TR1 και άρα στον κόμβο της R2 και D1 δεν υπάρχει δυναμικό. Έτσι η reset του IC1 έρχεται σε λογικό μηδέν και αρχίζει να λειτουργεί. Ταυτόχρονα μέσω της D3 τροφοδοτείται και το TR4.στο διάστημα που άρχισε η παραγωγή παλμών clock από το IC1 και πριν η Q9 φτάσει στο λογικό ένα το flip flop FF1 βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας ήτοι Q=λογικό μηδέν Q'=λογικό ένα. Το TR2(npn) δεν άγει αφού δεν τροφοδοτείται ο εκπομπός του.

Αντίθετα το TR3 (npn)παίρνει λογικό ένα από την Q' του FF1 και επομένως φτάνει στον κόρο πολώνοντας τώρα το TR4 που είναι τρανζίστορ npn ισχύος και έτσι ο συλλέκτης του TR4 τροφοδοτεί με τάση τον ταλαντωτή – buffer και την βαθμίδα τριπλασιασμού του πομπού και επομένως ο πομπός εκπέμπει. Ταυτόχρονα τροφοδοτεί με την ίδια τάση και τον κωδικοποιητή. Συνεχίζεται στο IC1 η παραγωγή των παλμών clock και το counter οδηγείται σταδιακά μέχρι την Q9. στο χρονικό αυτό διάστημα δηλαδή από τη στιγμή που έκλεισε ο φλοτεροδιακόπτης και μέχρι η Q9 του IC1 να γίνει λογικό ένα ο πομπός και ο κωδικοποιητής εκπέμπουν το κωδικοποιημένο σήμα. Μόλις η Q9 γίνει λογικό ένα τότε το FF1 κλειδώνει και η Q γίνεται λογικό ένα ενώ η Q' γίνεται λογικό μηδέν. Άρα το δίδυμο TR3 TR4 παύει πια να τροφοδοτεί με τάση τον πομπό και τον κωδικοποιητή και συνεπώς η εκπομπή σταματά. Η διάρκεια του χρόνου της εκπομπής ήταν 5 sec. Το IC1 εξακολουθεί να λειτουργεί όσο ο

φλοτεροδιακόπτης είναι κλειστός. Μόλις η Q14 του IC1 γίνει λογικό ένα τότε δια της D6 φορτίζεται ο πυκνωτής C1 η τάση του οποίου τροφοδοτεί τον εκπομπό του TR5 (pnp) και ταυτόχρονα δίνει λογικό ένα στη data του FF2. το TR5 δεν άγει αφού η R1 συνδέεται στην Q14 του IC1 η οποία και βρίσκεται σε λογικό ένα. Όσο η Q14 του IC1 είναι σε λογικό ένα η data του FF2 είναι σε λογικό ένα . όταν η Q14 έρθει σε λογικό μηδέν τότε ο C1 δεν μπορεί να εκφορτιστεί (γιατί υπάρχει η D6) διαμέσου της Q14. το TR5 όμως επειδή η R1 πάει στην Q14 που είναι λογικό μηδέν άγει και ο συλλέκτης του δίνει παλμό clock στο FF2 εκφορτίζοντας ταυτόχρονα το C1 θέτοντάς το σε κατάσταση set. Η Q του FF2 γίνεται λογικό ένα και δια της D2 δίνει reset στο FF1 και στο IC1. ο χρόνος που πέρασε από το τέλος της εκπομπής (Q9 λογικό ένα) μέχρι το τέλος της Q14 (λογικό μηδέν) είναι  $5.3333 \text{ min} - 5 \text{ sec}$ . Αφού λοιπόν το FF1 ήρθε σε κατάσταση ηρεμίας η Q' του FF1 δίνει reset στο FF2 και ταυτόχρονα το δίδυμο TR3 TR4 τροφοδοτούν με τάση τον πομπό και το encoder επαναλαμβάνοντας έτσι τον ίδιο κύκλο λειτουργίας. Άρα από τη στιγμή που θα κλείσει ο φλοτεροδιακόπτης, για  $5 \text{ sec}$  έχω εκπομπή, η οποία επαναλαμβάνεται κάθε  $5.333 \text{ min} - 5 \text{ sec} = 4.911 \text{ min}$ .

## **Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>**

**Ακολουθεί επιχειρηματικό σχέδιο μιας επιχείρησης που θα λειτουργεί με τηλεμετρικά συστήματα κατά βάση.**

# *MART-COM*

## 6.1 Γενικές Πληροφορίες

### 1. Επωνυμία:

MART-COM ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ με διακριτικό τίτλο MART-COM Α.Ε.

### 2. Διεύθυνση της έδρας των κεντρικών γραφείων:

ΕΠΩΝΥΜΙΑ : MART-COM Α.Ε.

ΕΔΡΑ : 9ο Χιλιόμετρο Αλεξανδρούπολης-Μάκρης

ΠΟΛΗ : Αλεξανδρούπολη

ΤΗΛ: 25510-71250

FAX : 25510-71250

E-MAIL : [info@martcom.gr](mailto:info@martcom.gr)

### 3. Επιθυμητή ημερομηνία έναρξης ισχύος της άδειας

Επιθυμητή ημερομηνία έναρξης ισχύος της άδειας λειτουργίας του εργαστηρίου η 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2011.

### 4. Επιθυμητή διάρκεια ισχύος της άδειας

Το συγκεκριμένο εργαστήριο, βάσει των τεχνικών του προδιαγραφών και του προβλεπόμενου χρόνου λειτουργίας του θα είναι σε επιχειρησιακή ικανότητα να λειτουργεί για τουλάχιστον 30 χρόνια.

Επομένως, η επιθυμητή διάρκεια ισχύος της άδειας είναι για χρονική περίοδο 30 ετών από την έναρξη της.

### 5. Ημερομηνία κατά την οποία η εγκατάσταση παραγωγής αναμένεται να τεθεί σε εμπορική λειτουργία.

Σύμφωνα με το επισυναπτόμενο χρονοδιάγραμμα εργασιών του έργου, πιθανή ημερομηνία ενάρξεως εμπορικής λειτουργίας του εργαστηρίου, εκτιμάται ότι θα είναι η 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του έτους 2011.

**Συνοπτική παρουσίαση του επιχειρηματικού σχεδίου για τα επόμενα 5 έτη η οποία περιλαμβάνει:**

**(α) Την αναμενόμενη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης παραγωγής:**

Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής του εργαστηρίου είναι 30 έτη.

**(β) Τον αριθμό των μονάδων παραγωγής:**

Ένα ημιυπόγειο εργαστήριο 120 τ.μ. στην περιοχή Φοίνικας στο 9<sup>ο</sup> χιλιόμετρο Αλεξανδρούπολης – Μάκρης.

**(γ) Ετήσιες προβλέψεις κόστους παραγωγής ταξινομημένο σε σταθερό και μεταβλητό κόστος, πωλήσεων μηχανημάτων, εσόδων και πηγές χρηματοδότησης του έργου, με αναφορά των παραδοχών στις οποίες βασίζονται τα παρεχόμενα στοιχεία:**

Το έργο προβλέπεται να χρηματοδοτηθεί από ίδια κεφάλαια δανειακά και επιδότηση , όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:

Πίνακας 1

**Χρηματοδοτικό σχήμα παραγωγικής επένδυσης σε ευρώ.**

<b>- ίδια κεφάλαια</b>	<b>30%</b>
<b>- δάνειο</b>	<b>40%</b>
<b>- επιδότηση</b>	<b>30%</b>
<b>Σύνολο επένδυσης</b>	<b>100%</b>

**Πίνακας 3**  
Χρηματοδοτική Διάρθρωση Επένδυσης

Κεφαλαιακή Δομή	Επενδυτικό κεφάλαιο σε ευρώ και ποσοστό	
Ίδια Κεφάλαια	7,892.125	30%
Τραπεζικό Δάνειο	10,516.833	40%
Επιχορήγηση Κεφαλαίου	7,892.125	30%
<b>Σύνολο παραγωγικής επένδυσης</b>	<b>26,307.082</b>	<b>100%</b>
Ίδια Κεφάλαια	4,9728	30%
Τραπεζικό δάνειο	3,3152	20%
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	<b>27,964.682</b>	<b>100%</b>

Τα ίδια κεφάλαια θα καλυφθούν σταδιακά και όπως αυτό απαιτείται για την ανάπτυξη του έργου. Η εξυπηρέτηση των ιδίων κεφαλαίων θα γίνει μέσα από την ανάκτηση του κεφαλαίου της επένδυσης που αναλογεί ανοιγμένο σε παρούσα αξία στον οικονομικό κύκλο ζωής της επένδυσης (20 έτη) μέσω του επιτοκίου προεξόφλησης (8% σε σταθερές τιμές).



### **1.Αναλυτικά στοιχεία για τις, σημαντικού ύψους, αναμενόμενες μεταγενέστερες εκροές κεφαλαίων συμπεριλαμβανομένων και εκροών για την αποξήλωση των εγκαταστάσεων:**

Το μετοχικό σχήμα της MART-COM A.E., δεν έχει πρόθεση να προχωρήσει σε άλλες εκροές κεφαλαίων.

### **2.Χρονοδιάγραμμα κατασκευής, πρόγραμμα εκτέλεσης δοκιμών και αναμενόμενη ημερομηνία έναρξης της εμπορικής λειτουργίας:**

Η αναμενόμενη ημερομηνία έναρξης της εμπορικής λειτουργίας του έργου είναι η 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2011.

## **6.2. Μελέτη σκοπιμότητας**

### **ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

(ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)

#### **Η προτεινόμενη επένδυση**

Το προτεινόμενο έργο αφορά την λειτουργία ραδιοηλεκτρικού εργαστηρίου κατηγορίας Α' με τη χρήση μηχανημάτων τελευταίας τεχνολογίας για την παραγωγή τηλεμετρικών συστημάτων.

Η θέση εγκατάστασης του εργαστηρίου είναι στον Νομό Έβρου και συγκεκριμένα στην περιοχή 9<sup>ο</sup> Χιλιόμετρο Αλεξανδρούπολης-Μάκρης στην Αλεξανδρούπολη.

Την υλοποίηση του επενδυτικού σχεδίου καθώς και την λειτουργία του εργαστηρίου θα αναλάβει η ανώνυμη Εταιρία με την επωνυμία «MART-COM A.E.».

## **Σκοπιμότητα της επένδυσης**

Σκοπός της προτεινόμενης επένδυσης είναι η σχεδίαση και κατασκευή τηλεμετρικών συστημάτων της περιοχής του Νομού Έβρου, με δυνατότητα επέκτασης και σε άλλες περιοχές.

## **Καθοριστικοί παράγοντες**

Η αναλυτική μελέτη της προτεινόμενης επένδυσης από τεχνικής και οικονομικής σκοπιάς, αποτελεί ένα ισχυρό παράγοντα εμπιστοσύνης για την επιτυχία του έργου και την επίτευξη όλων των στόχων του.

## **Η επιλογή της θέσης**

Η συγκεκριμένη επιλογή της εγκατάστασης του εργαστηρίου στον Νομό Έβρου παρουσιάζει δύο μεγάλα συγκριτικά πλεονεκτήματα:

- Η ύπαρξη οικοδομήματος κατάλληλου για χρήση εργαστηρίου
- Η αγορά πάνω στα συγκεκριμένα μηχανήματα παρουσιάζει ανάπτυξη και υπάρχει ήδη υπεραρκετός εξοπλισμός για να λειτουργήσει το εργαστήριο άμεσα.

## **Ο φορέας**

Η ανώνυμη εταιρία MART - COM A.E. παρουσιάζει το εξής πλεονεκτήμα:

- Έχει στη σύνθεση της άτομα με ειδική εμπειρία στον χώρο των τηλεμετρικών σχεδιάσεων και κατασκευών.

## 6.3 Γενική Τεχνική Περιγραφή του Έργου

### Γενική Περιγραφή

Το εργαστήριο θα αποτελείται απο

#### Εργαστήριο

Η πλήρης εγκατάσταση του εξοπλισμού του εργαστηρίου θα απαιτήσει έκταση συνολικής επιφάνειας περίπου  $120\text{m}^2$ . Διατηρείται το δικαίωμα για τροποποίηση της διάταξης στην τελική της μορφή στη συγκεκριμένη θέση και με τη βοήθεια μαθηματικών μοντέλων.

#### Ηλεκτρικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Έχει διαστάσεις 400 x 1540 x 400mm και περιλαμβάνει:

- Πίνακα Διανομής Χαμηλής Τάσης
- Σύστημα από Τετραπολικές Απλές Μπάρες Χαλκού 1250 / 630<sup>A</sup>.
- Δύο Ασφαλειοδιακόπτες NH 2, 400<sup>A</sup>.
- Ένα Μ/Σ Ξηρού Τύπου 1-ph, 0,5 KVA 690/230V.

#### Πρόσβαση:

Το οικόπεδο έχει πρόσβαση σε δρόμο πλάτους τουλάχιστον 2μ κατάλληλο για μεταφορά υλικών.

Έκταση:

Κατάλληλη να δεχθεί εγκατάσταση του εργαστηρίου.

Έδαφος:

Κατάλληλο τόσο στα γεωτεχνικά του χαρακτηριστικά, όσο και στα ηλεκτρικά (ειδική αντίσταση ρ) για την κατασκευή του κατάλληλου δικτύου γειώσεως.

#### Κατασκευή

- Χώρος εργαστηρίου.
- Χώρος γραφείου.
- Χώρος αποθήκευσης ανταλλακτικών και υλικών.
- Ο χώρος υγιεινής (W.C.).

## **Μηχανήματα (Συνολικά 16 υπάρχοντα)**

### **Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός**

- 1) Ηλεκτρονικά Πολύμετρα (Αναλογικά, Ψηφιακά) Υψηλής Συνθέτου Αντιστάσεως. Μετρούν τάση από mV έως kV, ρεύμα από mA έως A, αντιστάσεις, σήμα ήχου σε dB και χωρητικότητες.
- 2) Αναλογική γεννήτρια ημιτονικού σήματος πολύ χαμηλής συχνότητας ( 100KHz έως 5 MHz).
- 3) Γεννήτρια προτύπων τριών περιοχών με έξοδο βίντεο και ήχο, αλλά και ραδιοσυχνότητα για τις περιοχές:
  - α) 2 έως 4
  - β) 5 έως 11
  - γ) 21 έως 69
- 4) Αναλογικός παλμογράφος διπλής δέσμης, με ενσωματωμένο τεστ ημιαγωγών (2 τεμάχια.) : α) το ένα με 0 έως 15 MHz  
β) το άλλο 0 έως 40 MHz
- 5) Γεννήτρια τριγωνικού σήματος, τετραγωνικού και ημιτονικού, με αναλογική ρύθμιση διάρκειας παλμού και παύσης ανά περίοδο και έξοδο TTL, CMOS.
- 6) Τροφοδοτικό 0- 30 Volt ρυθμιζόμενο και 0- 5 Ampere ψηφιακό και αναλογικό.
- 7) Πεδιόμετρο από 30 MHz έως 1 GHz ψηφιακό με οθόνη και ένδειξη συχνότητας και στάθμης του σήματος.
- 8) Βατόμετρο από 100 KHz έως 600MHz, αναλογικό
- 9) Αναλογική γεννήτρια σαρώσεως από την περιοχή 1 GHz με marker, ρυθμιστής σήματος εξόδου και μεταβλητό bandwidth.
- 10) Σε κοινή συσκευασία συχνόμετρο και ηλεκτρονικό πολύμετρο.
  - α) Συχνόμετρο από 5 Hz έως 1 GHz.
  - β) Πολύμετρο που μετρά όλες τις παραμέτρους ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και απεικόνιση 10 ψηφίων.
- 11) Ψηφιακός αναλυτής φάσματος με ενσωματωμένη γεννήτρια ίχνους και περιοχή λειτουργίας από 100 MHz έως 1 GHz.

### **Μηχανολογικός Εξοπλισμός**

- 12) Δράπανο βάσης με τσοκ 22 χιλιοστά, μεταβαλλόμενων στροφών και ισχύος 1

KW.

13) Το ίδιο αλλά με τσοκ 10 χιλιοστά.

14) Αυτόματη κολαουζιέρα με αρσενικό ή θηλυκό πάσο, συνοδευόμενη από δρόπανο ισχύος 5 KW και μεταβαλλόμενων στροφών.

15) Πολύστροφο δρόπανο (22000 στροφές) ρυθμιζόμενο για τυπωμένα κυκλώματα.

16) Σύστημα φωτογραφικής εμφάνισης για την κατασκευή ηλεκτρονικών πλακετών.

## 6.4 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Το κόστος επένδυσης εκτιμάται προϋπολογιστικά ότι θα ανέλθει σε **27,964.682ευρώ**.

Η ανάλυση του κόστους επένδυσης έχει ως εξής:

*Πίνακας 9.*

Κόστος επένδυσης.

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	
<b>Δαπάνη</b>	<b>Συνολικό κόστος (ευρώ)</b>
Προμήθεια – Μεταφορά μηχανημάτων	5,480
Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου	6,500
Κύριος Ηλεκτρολογικός - Ηλεκτρονικός εξοπλισμός	15,396.665
Άδειες, Μελέτες, Project Management,	588.017
<i>Διάφορες απρόβλεπτες δαπάνες</i>	4,000
<b>Σύνολο</b>	<b>27,964.682</b>

*Χρηματοδοτικό σχήμα επένδυσης*

## Χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης

Το χρηματοδοτικό σχήμα της επένδυσης έχει ως εξής:

Οι πηγές χρηματοδότησης της εταιρείας είναι τα ίδια κεφάλαια, δάνειο Ελληνικής Τράπεζας και επιχορήγηση κεφαλαίου.

Η κεφαλαιακή διάρθρωση της εταιρείας παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 13.**

Χρηματοδοτική Διάρθρωση Επένδυσης.

Κεφαλαιακή Δομή	Επενδυτικό κεφάλαιο σε ευρώ και ποσοστό	
Ίδια Κεφάλαια	7,892.125	30%
Τραπεζικό Δάνειο	10,516.833	40%
Επιχορήγηση Κεφαλαίου	7,892.125	30%
<b>Σύνολο παραγωγικής επένδυσης</b>	<b>26,307.082</b>	<b>100%</b>
Ίδια Κεφάλαια	4,9728	30%
Τραπεζικό δάνειο	3,3152	20%
Επιχορήγηση διασύνδεσης	8,2880	50%
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	<b>27,964.682</b>	<b>100%</b>

➤ **Εξυπηρέτηση Ιδίων Κεφαλαίων**

Τα ίδια κεφάλαια θα καλυφθούν από του μετόχους της "MART-COM A.E." σταδιακά και όπως αυτό απαιτείται για την ανάπτυξη του έργου. Η εξυπηρέτηση των ιδίων κεφαλαίων (8,389.405 ευρώ), θα γίνει μέσα από την ανάκτηση του κεφαλαίου της επένδυσης που αναλογεί ανοιγμένο σε παρούσα αξία στον οικονομικό κύκλο ζωής της επένδυσης (20 έτη) μέσω του επιτοκίου προεξόφλησης (8% σε σταθερές τιμές). Σε επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης μέσω της απόδοσης και του ρυθμού ανάκτησης των ιδίων κεφαλαίων.

### **Εξυπηρέτηση ξένων κεφαλαίων.**

Οι βασικοί όροι χρηματοδότησης των ξένων κεφαλαίων (δάνειο) παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Παρατηρείται ότι η έναρξη της αποπληρωμής των δανείων αρχίζει μετά από 1 έτος περιόδου χάριτος από καταβολής των δανειακών κεφαλαίων. Ο όρος αυτός επιτρέπει αλλά και εξασφαλίζει την ταμειακή εξυπηρέτηση της επένδυσης, κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, στην περίοδο της οποίας δεν καταγράφονται εισροές εσόδων. Σημειώνεται βέβαια ότι οι τόκοι που συσσωρεύονται κεφαλαιοποιούνται.

Η εκταμίευση και η εξυπηρέτηση του δανείου παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί.



Τραπεζικό δάνειο σε ευρώ	10,848.353
Επιτόκιο Δανεισμού	4,75%
Τραπεζική επιβάρυνση	1.25%
Σύνολο	6%
Διάρκεια Δανείων	10 έτη
Περίοδος Χάριτος	1 έτος

Πίνακας 14. Όροι δανεισμού

**10,848.353 ευρώ χωρίς τόκους κατασκ/κης περιόδου**

**11,259.769 ευρώ με τόκους κατασκ/κης περιόδου**

**Αποπληρωμή μακροχρόνιου δανείου**

<b>Έτος</b>	<b>Ποσό Δανείου</b>	<b>Τοκοχρεολύσιο</b>	<b>Χρεολύσιο</b>	<b>Τόκοι</b>	<b>Ανεξόφλητο Υπόλοιπο</b>
0	11,259.769				
1		1,529.842	8,542.56	6,75.586	10,405.514
2		1,529.842	9,055.11	6,24.586	9,500.003
3		1,529.842	9,598.42	5,70.000	8,540.161
4		1,529.842	1,017.432	5,12.410	7,522.729
5		1,529.842	1,078.478	4,51.364	6,444.251
6		1,529.842	1,143.187	3,86.655	5,301.064
7		1,529.842	1,211.778	3,18.064	4,089.286
8		1,529.842	1,284.485	2,45.357	2,804.801
9		1,529.842	1,361.554	1,68.288	1,443.247
10		1,529.842	1,443.247	8,6.595	0

Πίνακας 15. Εξυπηρέτηση μακροχρόνιου Δανείου

## **6.5 ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΥΧΟΝ ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ, ΤΑΞΙΝΟΜΗΜΕΝΟ ΣΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ**

### **Κόστος παραγωγής εργαστηρίου**

Ένας προκαταρκτικός δείκτης οικονομικής αξιολόγησης του υπό εξέταση επενδυτικού σχήματος είναι αυτός του εντόκου κόστους παραγωγής. Ο δείκτης εκφράζει το μέσο κόστος παραγωγής της μονάδας σε παρούσα αξία για τον οικονομικό κύκλο ζωής της επένδυσης (20 έτη).

### **Μέθοδος υπολογισμού κόστους παραγωγής & παραδοχές.**

Το προσδοκώμενο κόστος παραγωγής του Α/Π υπολογίζεται βάσει της μεθοδολογίας του εντόκου κόστους παραγωγής για τον οικονομικό κύκλο ζωής της επένδυσης. Οι κύριες συνιστώσες του κόστους παραγωγής είναι οι εξής:

#### **Ετήσιες δαπάνες**

##### *Εξυπηρέτηση Κεφαλαίου*

1. Ιδίων Κεφαλαίων
2. Καθυστέρηση καταβολής επιχορήγησης
3. Εξυπηρέτηση Δανείου

##### *Λειτουργικές Δαπάνες*

1. Επισκευή και Συντήρηση
2. Ασφάλιση

Η σημαντικότερη συνιστώσα του κόστους παραγωγής του εργαστηρίου είναι η ανάκτηση και η απόδοση των ιδίων κεφαλαίων καθώς και η εξυπηρέτηση των ξένων κεφαλαίων. Η μεθοδολογία υπολογίζει την ετήσια απόσβεση του κεφαλαίου λαμβάνοντας υπόψη ένα εύλογο επιτόκιο προεξόφλησης σε σταθερές τιμές.

Στον πίνακα 16, που ακολουθεί παρουσιάζονται οι βασικές παραδοχές υπολογισμού του κόστους παραγωγής και οι επιμέρους παραδοχές.

*Πίνακας 16.*

**Βασικές Παραδοχές.**

Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης	20 έτη
Επιτόκιο προεξόφλησης	8%
Επιχορήγηση κεφαλαίου	30%

## **Ετήσιες λειτουργικές δαπάνες**

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης του Α/Π προσδιορίζεται από τις εξής συνιστώσες:

### **α. Κόστος Επισκευών και συντήρησης του εργαστηρίου.**

Περιλαμβάνει τα έξοδα συντήρησης των ,μηχανημάτων του εργαστηρίου ως εξής:

$$\text{ευρώ } \chi = 16,148.4 \text{ ευρώ}$$

### **β. Ασφάλιση Εγκαταστάσεων.**

Η ετήσια δαπάνη για την ασφάλιση των εγκαταστάσεων ανέρχεται στα **16,000 ευρώ**.

Το συνολικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης του εργαστηρίου ανέρχεται στο ποσό των **32,148.4 ευρώ** όπως παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

## Πίνακας 18.

## Ετήσιο κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας Α/Π.

<b>Ετήσια Λειτουργικά Έξοδα</b>	
<b>Θέση Κόστους</b>	<b>Κόστος (ευρώ)</b>
Επισκευές και Συντήρηση	16,148.4
Ασφάλιση εγκαταστάσεων	16,000
<b>Σύνολο</b>	<b>32,148.4</b>

## 6.6 Χρηματοοικονομική ανάλυση

Η ταμειακή εξυπηρέτηση της επένδυσης του πίνακα επιβεβαιώνει ότι η επένδυση δεν θα αντιμετωπίσει ταμιακά προβλήματα κατά τη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής. Παρατηρείται ότι το λειτουργικό αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα θετικό και το ίδιο ισχύει και για το ετήσιο αποτέλεσμα μετά από αποσβέσεις και φόρους όπως παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί.

Η οικονομική βιωσιμότητα του εργαστηρίου στον οικονομικό κύκλο ζωής προσδιορίζεται από τη μέση ετήσια καθαρή απόδοση ιδίων κεφαλαίων της επένδυσης (IRR) και για το σύνολο του οικονομικού κύκλου ζωής της επένδυσης.

Λαμβάνοντας υπόψη της βασικές παραδοχές αξιολόγησης του έργου η μέση ετήσια καθαρή απόδοση της εν λόγω επένδυσης διαμορφώνεται στα επίπεδα του

$$IRR=20\%$$

Με βάση την προαναφερόμενη ταμειακή εξυπηρέτηση και των παραδοχών ως προς την απόδοση των ιδίων κεφαλαίων (8%) προσδιορίζεται η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής του έργου ως εξής

$$\text{Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής} = 5,77 \text{ έτη}$$

## Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΟΡΟΛΟΓΙΕΣ

*Automatic gain control* (AGC) είναι ένα προσαρμοζόμενο σύστημα, το οποίο βρέθηκε σε πολλές ηλεκτρονικές συσκευές. Το μέσο επίπεδο σήμα εξόδου τροφοδοτείται ξανά, ώστε να προσαρμόσει το κέρδος σε κατάλληλο επίπεδο, για μια σειρά επιπέδων σήματος εισόδου. Για παράδειγμα, χωρίς το AGC, ο ήχος που εκπέμπεται από ένα ραδιοφωνικό δέκτη AM θα διαφέρει σε ακραίο βαθμό από ένα αδύναμο σε ένα ισχυρό σήμα. Το AGC μειώνει αποτελεσματικά τον ήχο, αν το σήμα είναι ισχυρό, και τον αυξάνει, όταν είναι ασθενέστερο. Οι AGC αλγόριθμοι συχνά χρησιμοποιούν έναν PID ελεγκτή, όπου ο όρος P οδηγείται από το σφάλμα μεταξύ του αναμενόμενου και του πραγματικού πλάτους εξόδου.

**Class C** : Ορίζεται σαν άνοδος γωνίας αγωγής λιγότερη από 180°. Στην τάξη C η ενισχυτική συσκευή δεν λειτουργεί γραμμικά. Αντίθετα λειτουργεί σαν διακόπτης έτσι ώστε να μειώνει την απώλεια της αντίστασης. Η άνοδος γωνίας αγωγής στην λειτουργία σε τάξη C συνήθως γίνεται όσο το δυνατόν πιο μικρή. Σε αποτέλεσμα το κύκλωμα δεξαμενής (παράλληλο LC) κάνει την RF έξοδο ημιτονικό σήμα. Αυτό είναι παρόμοιο με την αρχή πίσω από τον σπινθήρα μετάδοσης.

Η αποδοτικότητα ενός τυπικού ενισχυτή τάξης C είναι υψηλή. Όταν συγκρίνεται με ενισχυτές τάξης AB1 ή AB2 (που λειτουργούν με την ίδια τροφοδοσία), ένας ενισχυτής τάξης C θα παραδώσει ένα λαμβανόμενο σήμα ενισχυμένο περίπου 1db. Το αρμονικό επίπεδο εξόδου ενός ενισχυτή τάξης C είναι μετρήσιμο. Για να ελεγχθεί η αρμονική ακτινοβολία είναι απαραίτητο extra filtering.

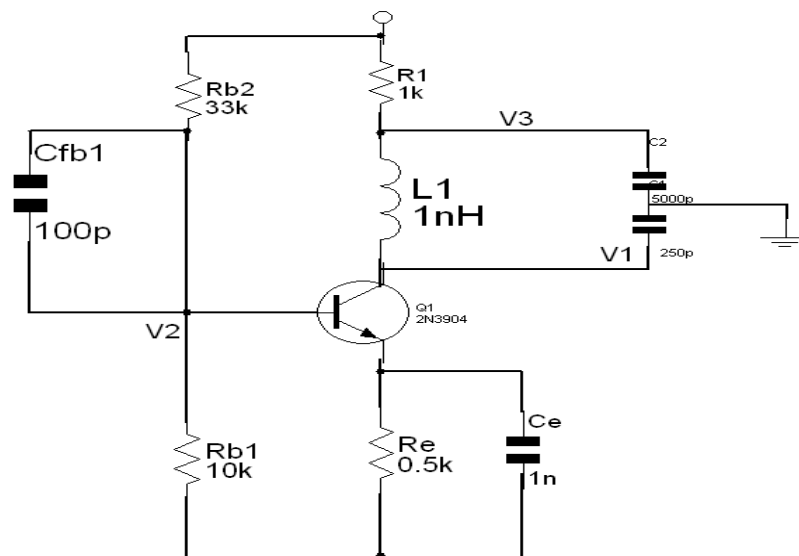
**Crossmodulation** : είναι προϊόν παρεμβολής τρίτης τάξης το οποίο μεταφέρει τη διαμόρφωση από μια φέρουσα σε μια άλλη φέρουσα. Ορίζεται σαν ο λόγος της υπολειμματικής διαμόρφωσης σε μια φέρουσα συγκρινόμενης με την διαμόρφωση μιας φέρουσας στο 100%.

**Colpitts ταλαντωτής** : πιο δημοφιλής υψηλών συχνοτήτων. Απλή κατασκευή και η παραγόμενη συχνότητα αρκετά σταθερή.

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}} \cong \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}} \text{ συχνότητα ταλάντωσης}$$

$$g_m R_c = \frac{I_c}{V_t} R_c > \frac{C_2}{C_1} \text{ για να αρχίσουν οι ταλαντώσεις}$$

Άρα για μεγάλο κέρδος τάσεως του ενισχυτή έχουμε πολύ μεγάλο πυκνωτή  $C_2$  σε σύγκριση με τον  $C_1$  και έτσι η συχνότητα ταλάντωσης εξαρτάται μόνο από το πηνίο  $L_1$  και τον πυκνωτή  $C_1$ .



Colpitts στα 10MHz

### *Decoder – Αποκωδικοποιητής*

Στην μετάδοση δεδομένων ο αποκωδικοποιητής πηγής δεδομένων είναι η συσκευή που μετατρέπει την ακολουθία δυαδικών ψηφίων - bit που δέχεται ως είσοδο, σε ακολουθία συμβόλων. Έτσι στην έξοδο του αναπαράγεται το σήμα που δέχθηκε ο αντίστοιχος κωδικοποιητής πηγής. Είναι πολύ απλός όταν το σύστημα χρησιμοποιεί κωδικές λέξεις σταθερού μήκους αλλά γίνεται πολύ περίπλοκος όταν το σύστημα χρησιμοποιεί κωδικές λέξεις μεταβλητού μήκους.

Ο αποκωδικοποιητής πηγής είναι μέρος του αναλυτικού μοντέλου ενός ψηφιακού συστήματος επικοινωνίας. Λαμβάνει δεδομένα από τον αποκωδικοποιητή καναλιού και τα αποστέλλει στον τελικό παραλήπτη.

### *Encoder – Κωδικοποιητής*

Στην μετάδοση δεδομένων ο κωδικοποιητής πηγής είναι η συσκευή που μετατρέπει την ακολουθία σημάτων που δέχεται ως είσοδο σε δυαδική ακολουθία από 0 και 1 αντιστοιχώντας καθορισμένες κωδικές λέξεις στα σύμβολα που δέχεται στη είσοδό του. Έτσι στην έξοδο του παράγεται ψηφιακό σήμα με ρυθμό  $s$  bits το δευτερόλεπτο.

Για παράδειγμα το τηλέτυπο όπου οι 32 χαρακτήρες του πληκτρολογίου μέσω του κωδικοποιητή πηγής αντιστοιχίζονται σε ακολουθίες των 5 bit ανά χαρακτήρα και οι οποίοι χρησιμοποιούνται για αποστολή στον παραλήπτη.

Ο κωδικοποιητής πηγής είναι μέρος του αναλυτικού μοντέλου ενός ψηφιακού συστήματος επικοινωνίας. Λαμβάνει ως είσοδο δεδομένα από την πηγή δεδομένων και η έξοδος του συνδέεται με τον κωδικοποιητή καναλιού.



## **Βιβλιογραφία**

- **Motorola Semiconductor Data Manual , 1965**
- **Motorola Semiconductor Data Book, 1966**
- **Motorola Semiconductor Data Book , 4<sup>th</sup> & 5<sup>th</sup> edition, 1970**
- **Motorola CMOS Logic Data Book Rev3, 1991**
- **Motorola CMOS Application-Specific Standard ICs Data Book,1990**
- **Motorola Rectifiers and Zener Diodes Data Book, Index 1 – II - III, 1988**
- **Motorola Power MOSFET Transistor Data Book, 1989**
- **Motorola Small-Signal Transistors, FETs & Diodes Rev 2, 1989**
- **Motorola Analog/Interface ICs Device Data Vol I & II,1995**
- **Siemens Discrete and RF Semiconductors Part I& II,1997**
- **Philips Semiconductor Memories MOS TTL and ECL Data Handbook IC10,1990**
- **Philips Semiconductor General Purpose/Linear IC's Data Book,1992**
- **Philips Semiconductor Semiconductors for Radio and Audio Systems Data Handbook TDA1555Q to TSA9456, 1992**
- **Philips Semiconductor RF Communications, 1992**
- **Philips Semiconductor RF/Wireless Communications, 1994**
- **Philips Semiconductor Semiconductors for Radio and Audio Systems Data Book 80C31, 80C51, 87C51 - TDA1381, 1995**
- **Texas Instruments The Power Semiconductor Data Book [HB],1972**
- **Texas Instruments High-Speed CMOS Logic Data Book,1984**

- **Marketing Planning and Strategy 6<sup>th</sup> edition, Subhash C. Jain**
- **The Strategy Gap Leveraging Technology to Execute Winning Strategies, Michael Coveney, Dennis Ganster, Brian Hartlen, Dave King**
- **<http://www.lexilogia.gr/forum/archive/index.php/t-450.html>**