

Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ



ΤΙΤΛΟΣ:
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΗΛΕΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

ΧΟΝΔΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΑΝΤΩΝΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή έγινε σε συνεργασία με το κ. Λιώτο Αθανάσιο.

Η ιδέα για τη πτυχιακή αυτή προήλθε όταν κατά τη πτήση μου με αλεξίπτωτο πλαγιάς επιθυμούσα να γνωρίζω την κατάσταση του ανέμου σε γειτονικές βουνοκορφές. Μαζί με τον συμφοιτητή μου κ. Αθανάσιο Λιώτο σχεδιάσαμε το ασύρματο τηλεανεμόμετρο. Ο κ. Λιώτος υλοποίησε το hardware και εγώ το software.

Σε αυτό το βιβλίο είναι ενσωματωμένη όλη η σχεδίαση καθώς και η ανάλυση του hardware και software.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Αντωνιδάκη Εμμανουήλ και για τη πολύτιμη συνεργασία και βοήθεια. Επίσης η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στους γονείς μου.

Χανιά 2004
Χόνδρος Δημήτριος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από πολύ παλιά υπήρχε η ανάγκη μέτρησης της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου για παράδειγμα στα πλοία όπου όλες οι καιρικές μετρήσεις γίνονταν προσεγγιστικά και με γνώμονα την κατάλληλη εμπειρία.

Σήμερα υπάρχει αυξημένη ανάγκη της γνώσης για τις καιρικές συνθήκες μιας και ο άνθρωπος έχει αναπτύξει καινούριες δραστηριότητες όπως ιστιοπλοΐα, αλεξιπτωτισμός κ.α. Με τη βοήθεια της μοντέρνας τεχνολογίας είναι εφικτό να εκτιμούμε τις καιρικές συνθήκες με μεγάλη ακρίβεια και επομένως να πράττουμε ανάλογα με της απαιτήσεις της εργασίας ή της ψυχαγωγίας.

Η εργασία αυτή μετρά τα φυσικά μεγέθη του ανέμου (ταχύτητα και διεύθυνση) και τα μεταδίδει κάπου πιο μακριά. Η εργασία αυτή χωρίζεται σε δύο μέρη το κατασκευαστικό μέρος (Hardware) και το προγραμματιστικό μέρος (Software). Το Hardware αναλαμβάνει να μετρά τις φυσικές παραμέτρους του ανέμου μετατρέποντάς τις σε ηλεκτρικό σήμα ενώ το Software αναλαμβάνει να επεξεργαστεί αυτά τα σήματα και με τη βοήθεια ενός πομπού να τα στείλει σε κάποια απόσταση.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα περιγράψουμε την συσκευή αυτή επιγραμματικά για να γίνει κατανοητή η λειτουργία της. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά λεπτομερειακά στη λειτουργία των αισθητηρίων που χρησιμοποιούνται στη συσκευή. Στο τρίτο κεφαλαίο γίνεται λεπτομερειακή αναφορά για την επεξεργασία των σημάτων και το σύστημα του πομπού. Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται λεπτομερειακά το σύστημα του δέκτη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.

Πρόλογος	3
Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 1^ο : Γενικά στοιχεία για τη λειτουργία του συστήματος του ανεμομέτρου	5
1.1 Περιγραφή του συστήματος ψηφιακού τηλεανεμομέτρου.....	5
1.2 Λειτουργία του συστήματος	7
1.3 Δυνατότητες και εφαρμογές του συστήματος	10
Κεφάλαιο 2^ο : Αισθητήρια του συστήματος του πομπού	11
2.1 Αισθητήριο ταχύτητας	11
2.1.1 Μαγνητική επαγωγή	11
2.1.2 Λειτουργία αισθητηρίου ταχυμέτρου	13
2.2 Αισθητήρια διεύθυνσης	15
2.2.1 Φαινόμενο HALL	15
2.2.2 Λειτουργία αισθητηρίων HALL	19
2.2.3 Κατασκευή και λειτουργία του ανεμοδείκτη.....	21
2.3 Αισθητήριο ορατού φωτός	24
2.3.1 Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο	24
2.3.2 Λειτουργία του ανιχνευτή φωτός	26
Κεφάλαιο 3^ο : Ανάλυση του συστήματος του πομπού	28
3.1 Παλμοσταθεροποιητές (Switching DC--DC Converters).....	28
3.1.1 Παλμοσταθεροποιητής του Module του πομπού	29
3.1.2 Παλμοσταθεροποιητής του συστήματος	33
3.2 Αντιστροφείας τάσης	36

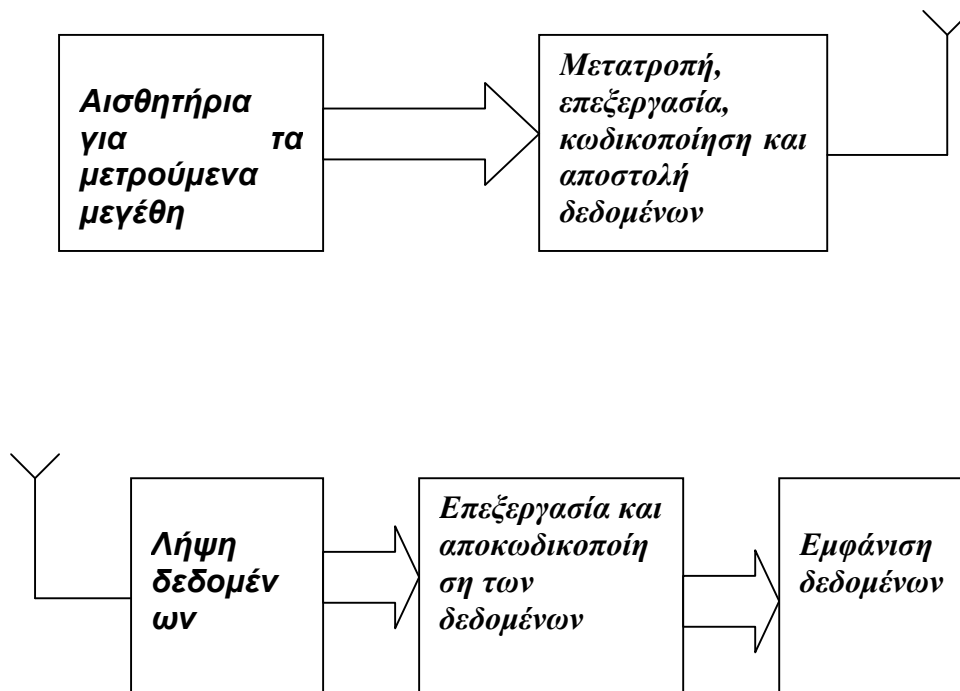
3.3 Συγκριτές	39
3.3.1 Μετατροπείας ημίτονου σε τετράγωνο	40
3.3.2 Συγκριτής για το κύκλωμα Shutdown	41
3.4 Επιτηρητής της τάσης μπαταρίας (Voltage Supervisor).....	43
3.5 Απομονωτής (Buffer)	45
3.6 Ο μικροελεγχτής (Micro controller).....	46
3.7 Διαμόρφωση πλάτους (AM)	48
3.7.1 Το Module του πομπού	51
Κεφάλαιο 4° : Ανάλυση του συστήματος του δέκτη	53
4.1 Τροφοδοσία του δέκτη	53
4.2 Επιτηρητής της τάσης μπαταρίας του δέκτη (Voltage Supervisor)	57
4.3 Απομονωτής (Buffer)	59
4.4 Ο μικροελεγχτής (Micro controller)	60
4.5 Οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD)	60
4.6 Αποδιαμόρφωση πλάτους	61
4.6.1 Το Module του δέκτη	65
Κεφάλαιο 5° : Προγραμματισμός ασύρματου τηλεανεμομέτρου	67
5.1 Ανάλυση λειτουργίας	67
5.2.1 Block διάγραμμα εκπομπού	69
5.2.2 Block διάγραμμα δέκτη	71
5.3 Κώδικας ασύρματου τηλεανεμόμετρου	75
5.3.1 Κώδικας εκπομπού	75
5.3.2 Κώδικας δέκτη	77
Παράρτημα Α΄: Data Sheets	ΠΑ
Παράρτημα Β΄: Χρήσιμες πληροφορίες και σχέδια	ΠΒ
Παράρτημα Γ΄: Βιβλιογραφία και χρήσιμα sites	ΠΓ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟΥ.

1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΤΗΛΕΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟΥ.

Το ψηφιακό τηλεανεμόμετρο είναι ένα ψηφιακό σύστημα το οποίο μετρά και επεξεργάζεται τα δύο βασικά χαρακτηριστικά του ανέμου δηλαδή τη ταχύτητα και τη διεύθυνση του. Οι μετρήσεις που γίνονται από τα αισθητήρια καταλήγουν σε έναν επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής αναλαμβάνει να κάνει τις κατάλληλες επεξεργασίες μέσω software. Εν συνεχεία αφού έγιναν οι μετρήσεις τα δεδομένα στέλνονται μέσω ενός πομπού σε ένα κινητό υποσταθμό. Στον κινητό υποσταθμό υπάρχει ένας δέκτης που αναλαμβάνει να αποδιαμορφώσει το σήμα του πομπού. Μετά την αποδιαμόρφωση τα δεδομένα εισέρχονται σε έναν άλλο επεξεργαστή που αναλαμβάνει να εμφανίσει τα δεδομένα σε μια οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) έτσι ώστε ο χρήστης της συσκευής να τα κατανοεί. Η λειτουργία του συστήματος φαίνεται στο σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1 Μπλοκ διάγραμμα του συστήματος του τηλεανεμομέτρου.

Το σύστημα δε λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας παρά μόνο όσο υπάρχει φως. Αυτό επιτυγχάνεται με μετατροπέα φωτός σε τάση (light to voltage converter). Το σύστημα δε λειτουργεί συνεχώς διότι οι αθλητές αλεξιπτώτου πλαγιάς (παραπέντε) δε εκτελούν πτήσεις μετά τη δύση του ηλίου. Αυτό μας εξυπηρετεί διότι έχουμε ελάχιστη κατανάλωση ισχύος πράγμα που είναι πλεονέκτημα γιατί το σύστημα είναι αυτόνομο αφού χρησιμοποιεί για τροφοδοσία μια μπαταρία.

Εκτός από την τροφοδοσία της μπαταρίας έχει προβλεφθεί να δέχεται και άλλες πηγές ενέργειας όπως εξωτερικό τροφοδοτικό , γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος και φωτοβολταϊκά στοιχεία.

1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Στην ενότητα αυτή θα δούμε αναλυτικότερα τη λειτουργία του συστήματος ψηφιακού τηλεανεομομέτρου.

Το σύστημα έχει δύο βασικά αισθητήρια. Το πρώτο αισθητήριο (ταχύμετρο) είναι ένα αισθητήριο (μετατροπέας) ταχύτητας περιστροφής σε συχνότητα. Μετρώντας τη συχνότητα η οποία είναι γραμμικά ανάλογη με την ταχύτητα περιστροφής γνωρίζουμε και την ταχύτητα του ανέμου. Το δεύτερο αισθητήριο είναι μια ομάδα αισθητηρίων HALL τα οποία μας δείχνουν τη διεύθυνση του ανέμου. Το ταχύμετρο μπορεί να μετρήσει μέγιστη ταχύτητα ανέμου 112 μίλια την ώρα. Το σύστημα μετράει ταχύτητες μέχρι 60 χλμ/ώρα τα περισσότερα θα ήταν περιττά. Τα αισθητήρια της διεύθυνσης είναι οκτώ και μας δείχνουν οκτώ διευθύνσεις του ανέμου.

Ένας επιτηρητής τάσης (voltage supervisor) ελέγχει την τάση της μπαταρίας έτσι ώστε όταν πέσει κάτω από ένα όριο (threshold) που του έχουμε ορίσει να ενεργοποιεί την έξοδό του. Τα τρία αυτά δεδομένα εισέρχονται στον επεξεργαστή (συμβατός με τον 8051) τα επεξεργάζεται και τα στέλνει μέσω της σειριακής (UART) στον πομπό.

Επίσης στη συσκευή του πομπού περιέχονται δύο παλμοτροφοδοτικά (switching DC-DC converters) ώστε η συσκευή να εξακολουθεί να λειτουργεί και όταν η τάση της μπαταρίας πέσει κάτω από τα 12 Volt.

Χρησιμοποιούμε δύο παλμοτροφοδοτικά διότι θέλουμε δύο διαφορετικές τάσεις. Το ένα είναι step-down και από τα 12 Volt την υποβιβάζει στα 5 Volt ενώ το άλλο είναι step-up και από τα 12 Volt την ανεβάζει στα 15 Volt. Ένα ακόμα πλεονέκτημα των παλμοτροφοδοτικών (switching DC-DC converters) είναι ότι έχουν πολύ μεγάλη απόδοση περίπου 90 % σε σχέση με τους απλούς σταθεροποιητές τάσης (π.χ 7805).

Ένα ακόμα αισθητήριο που χρησιμοποιούμε είναι ο μετατροπέας φωτός σε τάση (light to voltage converter) που κλείνει το κύκλωμα του πομπού (shut down) όταν δεν υπάρχει φως της ημέρας έτσι η κατανάλωση είναι πολύ μικρή.

Το σύστημα του δέκτη περιλαμβάνει το δέκτη που λαμβάνει το σήμα του πομπού και το στέλνει αποδιαμορφωμένο στον επεξεργαστή που αναλαμβάνει να απεικονίσει στην οθόνη υγρών κρυστάλλων τα δεδομένα που

έχει λάβει από το δέκτη. Ένα παράδειγμα απεικόνισης φαίνεται παρακάτω:

SPEED:12Km/h
DIR:NW TLB RLB

που σημαίνει η ταχύτητα του ανέμου είναι 12 χιλιόμετρα την ώρα ενώ η διεύθυνση του είναι βορειοδυτικός και αν εμφανιστεί TLB σημαίνει χαμηλή μπαταρία στον πομπό ενώ αν εμφανιστεί RLB σημαίνει χαμηλή μπαταρία στο δέκτη.

Επίσης και στο κύκλωμα του δέκτη χρησιμοποιούμε παλμοτροφοδοτικό (switching DC-DC converter) και δεν τροφοδοτείται απ' ευθείας από τη μπαταρία υποβιβάζοντας τα 9 Volt σε 5 Volt ενώ τη μπαταρία την «προσέχει» ένα επιτηρητής τάσης και όταν η τάση πέσει κάτω από το όριο ειδοποιεί τον επεξεργαστή και εκείνος το εμφανίζει στην οθόνη υγρών κρυστάλλων.

Ο πομπός εκπέμπει με μέγιστη ισχύ 600mW πράγμα που σημαίνει ότι εκπέμπει σε ακτίνα περίπου ενός χιλιομέτρου. Όταν ο κινητός υποσταθμός βγει εκτός ακτίνας εκπομπής η για οποιοδήποτε λόγο δεν λαμβάνει ο δέκτης τότε ο χρήστης θα βλέπει στην οθόνη υγρών κρυστάλλων του το μήνυμα:

NO SIGNAL
RECEIVED

Τέλος η κατανάλωση του συστήματος του δέκτη είναι πολύ χαμηλότερη από ότι του συστήματος του πομπού έτσι

χρησιμοποιείται μια κοινή μπαταρία 9 Volt. Σε επόμενα κεφάλαια θα αναλύσουμε εκτενέστερα τη λειτουργία του συστήματος τηλεανεμομέτρου.

1.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Το σύστημα του ψηφιακού τηλεανεμόμετρου έχει τη δυνατότητα της μεγάλης ακρίβειας στις μετρήσεις και ότι μπορεί να δουλέψει και όταν η τάση πέσει κάτω από τα 5 Volt λόγω των παλμοτροφοδοτικών που έχουν την ικανότητα να κρατούν την έξοδό τους όπως προβλέπεται παρόλο που η τάση τροφοδοσίας τους πέφτει χαμηλά. Το σύστημα είναι αυτόνομο διότι λειτουργεί με μπαταρία η εξωτερική τροφοδοσία περιλαμβάνοντας κύκλωμα για έλεγχο ηλιακών στοιχείων, παροχή από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. και από τροφοδοτικό. Η μπαταρία φορτίζεται από οποιαδήποτε μορφή από τις εξωτερικές πηγές χρησιμοποιηθεί.

Η συσκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αθλητές αλεξιπτώτου πλαγιάς ως οδηγός στο αν μπορούν να εκτελέσουν πτήση η όχι. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε επαγγελματίες που ασχολούνται με θαλάσσια σπορ και μέσα αναψυχής καθώς και από τις εκάστοτε αερολέσχες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο.

2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΥ,

2.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.

2.1.1 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ.

Σε ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής \vec{B} περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω μεταλλικό πλαίσιο με εμβαδόν S που γύρω από άξονα που είναι κάθετος στο πεδίο όπως φαίνεται στο σχήμα. Η διερχόμενη από το πλαίσιο μαγνητική ροή Φ μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

όπου α είναι η γωνία που σχηματίζει η μαγνητική επαγωγή \vec{B} με την κάθετη \vec{n} επί το πλαίσιο. Επειδή $\alpha = \omega t$ η σχέση (1) γράφεται:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \omega \cdot t \quad (2)$$

ή

$$\Phi = \Phi_0 \cdot \cos \omega \cdot t \quad (3)$$

Παραγωγίζοντας τη σχέση (2) ή (3) ως προς το χρόνο έχουμε:

$$\frac{d\Phi}{dt} = -B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega \cdot t \quad (4)$$

Επειδή το πηλίκο $\frac{d\Phi}{dt}$ παριστά την τάση λόγω επαγωγής στα άκρα του περιστρεφόμενου πλαισίου η σχέση (4) γίνεται:

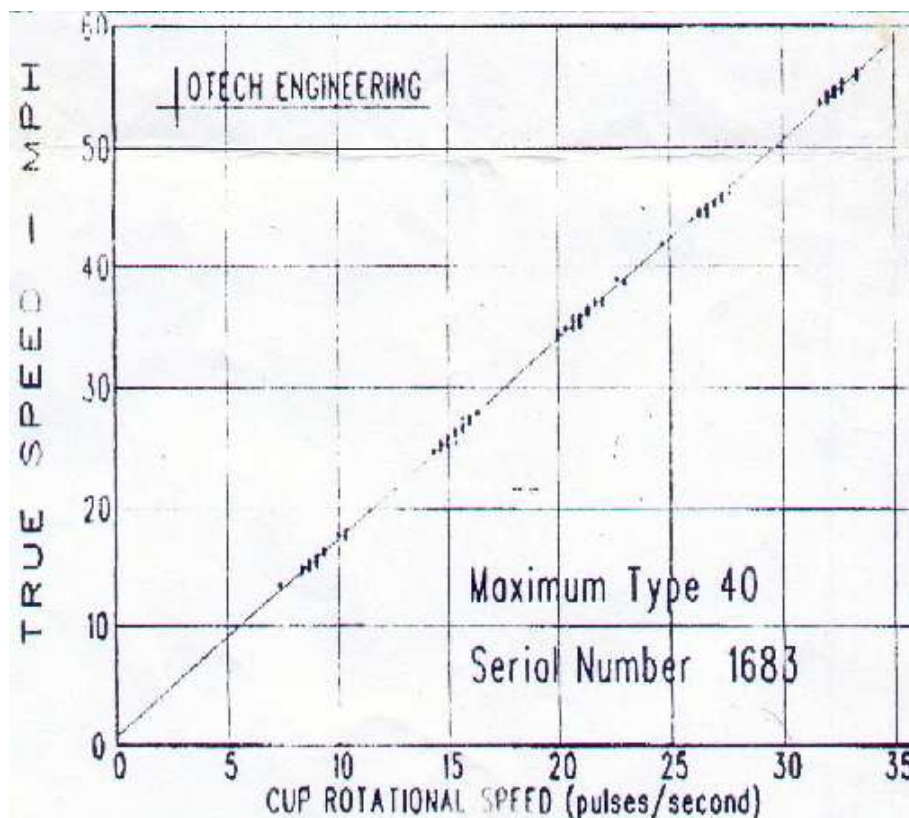
$$U = U_0 \cdot \sin \omega \cdot t \quad (5)$$

θέσαμε όπου $\omega \cdot B \cdot S = U_0$

Από τη σχέση (5) βλέπουμε ότι η τάση στα άκρα του πλαισίου μεταβάλλεται και κατά μέγεθος και πολικότητα. Την τάση αυτή που μεταβάλλεται ημιτονικά με το χρόνο ονομάζουμε αρμονική τάση.

2.1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ ΤΑΧΥΜΕΤΡΟΥ.

Το ανεμόμετρο που χρησιμοποιείται στη συσκευή είναι το anemometer type 40 της NRG Systems. Εξωτερικά αποτελείται από τρία κωνικά κύπελλα διαμέτρου 51 χιλιοστών στηριγμένα πάνω σε ένα ρότορα. Εσωτερικά αποτελείται από τέσσερις μαγνήτες και ένα πηνίο. Οι μαγνήτες περιστρέφονται με τον άνεμο και περνώντας από το πηνίο επάγεται μια τάση στα άκρα του. Το κατώφλι του ανέμου για να διεγείρει το αισθητήριο είναι 0.78 m/s ή 2.8Km/h.



Σχήμα 2.1 Η ταχύτητα του ανέμου σε συνάρτηση με τους παλμούς εξόδου του ανεμόμετρου.

Το πηνίο έχει 4100 σπείρες και δίνει στην έξοδο του ανεμομέτρου ημιτονοειδή τάση μεταβλητού πλάτους και συχνότητας. Η συχνότητα μεταβάλλεται γραμμικά ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου και μπορεί να μετρήσει ταχύτητες ως 164Km/h και συχνότητα 60Hz. Η τυπική τιμή της τάσης στα 60Hz είναι 6VACp-p. Έτσι η έξοδός του εισέρχεται σε ένα συγκριτή και μετατρέπεται σε τετραγωνικό παλμό για να μπορεί ο επεξεργαστής να μετρήσει αυτή τη συχνότητα. Στο σχήμα 2.2 φαίνεται η μορφή του ανεμομέτρου.



Σχήμα 2.2 Το ανεμόμετρο της NRG SYSTEMS.

Στο παράρτημα αναφέρεται η κλίμακα μποφόρ για τον άνεμο.

2.2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.

2.2.1 ΦΑΙΝΟΜΑΙΝΟ HALL.

Όταν ένα ρεύμα διέρχεται από έναν ημιαγωγό και εφαρμόζεται ένα μαγνητικό πεδίο B στη κατεύθυνση του ρεύματος δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο που είναι κάθετο στο πεδίο B και στη κατεύθυνση του ρεύματος. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται φαινόμενο HALL.

Ας υποθέσουμε ένα τεμάχιο ημιαγωγού p -τύπου όπως φαίνεται στο σχήμα και ας υποθέσουμε ότι οι φορείς είναι θετικοί (οπές). Υποθέτουμε επίσης ότι η πυκνότητα του ρεύματος J_x παράγεται στο δείγμα με την εφαρμογή ενός ηλεκτρικού πεδίου E_x και ότι ένα μαγνητικό πεδίο B_z εφαρμόζεται στη κατεύθυνση z . Αφού οι οπές κινούνται με μια ταχύτητα ολισθήσεως U_x με την επίδραση του μαγνητικού πεδίου θα ασκείται μια δύναμη Lorentz δηλαδή :

$$\vec{F} = e \cdot \vec{u} \times \vec{B} \quad (6)$$

Το μέγεθος αυτής θα είναι:

$$|\vec{F}| = e \cdot u_x \cdot B_z \quad (7)$$

και θα έχει φορά την αρνητική y κατεύθυνση. Αυτή η δύναμη τείνει να οδηγήσει τις οπές προς τα εμπρός και έτσι υπάρχει περίσσειμα οπών εκεί και έλλειψη οπών στην αντίθετη όψη.

Επειδή δεν είναι δυνατό να υπάρχει ροή στη y κατεύθυνση η κίνηση των οπών προς τα εμπρός και πίσω δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο E_y στη y κατεύθυνση. Αυτό αναπτύσσει μία δύναμη στις οπές που αντισταθμίζει ακριβώς τη δύναμη Lorentz και προλαμβάνει τη ροή εγκάρσιου ρεύματος. Επομένως στη κατάσταση ισορροπίας θα έχουμε:

$$e \cdot E_y = F = e \cdot u_x \cdot B_z \quad (8)$$

Η πυκνότητα του ρεύματος J_x είναι:

$$J_x \approx p \cdot e \cdot u_x \Rightarrow u_x \approx \frac{J_x}{p \cdot e} \quad (9)$$

Αντικαθιστώντας την u_x στην σχέση (8) από την σχέση (9) βρίσκουμε:

$$E_y = \frac{J_x \cdot B_z}{p \cdot e} \quad (10)$$

Έτσι αν προσαρμόσουμε ένα βολτόμετρο στις δύο όψεις του δείγματος που χωρίζονται από μια απόσταση w είναι δυνατό να μετρηθεί μια τάση:

$$V_H = E_y \cdot w \quad (11)$$

Ο συντελεστής HALL R_H ορίζεται από τη σχέση (10) δηλαδή:

$$R_H = \frac{E_y}{J_x \cdot B_z} = \frac{1}{p \cdot e} \quad (12)$$

Εναλλακτικά αν το ρεύμα στο δείγμα με πάχος d είναι I θα έχουμε:

$$R_H = \frac{V_H}{W \cdot I \cdot B_z} \cdot W \cdot d = \frac{V_H \cdot d}{I \cdot B_z} = \frac{1}{p \cdot e} \quad (13)$$

Στην περίπτωση υλικού n -τύπου το ρεύμα φέρεται από τα ηλεκτρόνια και η πολικότητά της τάσεως HALL V_H αντιστρέφεται ώστε:

$$R_{He} = -\frac{1}{n \cdot e} \quad (14)$$

Βλέπουμε ότι η μέτρηση του ρεύματος καθώς το μέγεθος και το σημείο της τάσεως HALL για μια δεδομένη πυκνότητα μαγνητικής ροής δίνει το σημείο των φορέων φορτίου δηλαδή δείχνει αν ο εμποτισμένος ημιαγωγός είναι n -τύπου ή p -τύπου μαζί με την πυκνότητα των φορέων πλειονότητας.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το τελικό ηλεκτρικό πεδίο στον ημιαγωγό το οποίο είναι ανυσματικό άθροισμα των E_x και E_y δεν κατευθύνεται κατά μήκος του άξονα αλλά σχηματίζει κάποια γωνία θ με αυτόν. Η γωνία θ λέγεται γωνία HALL και δίνεται από τη σχέση:

$$\tan \theta = \frac{E_y}{E_x} \quad (15)$$

Με τη βοήθεια της σχέσης (10) και τη χρήση της σχέσης $J_x = \sigma \cdot E_x$, η σχέση (15) γίνεται:

$$\tan \theta = \frac{J_x \cdot B_z}{p \cdot e} \cdot \frac{\sigma}{J_x} = \mu_p \cdot B_z \quad (16)$$

$$\mu_{\rho} = R_H \cdot \sigma \quad (17)$$

Μέχρι τώρα έχουμε υποθέσει ότι όλοι οι φορείς κινούνται με την ίδια ταχύτητα ολισθήσεως u και επομένως έχουν τον ίδιο χρόνο συγκρούσεως. Στην πραγματικότητα οι φορείς του ρεύματος έχουν μια τυχαία θερμική κατανομή στην ταχύτητα. Αν αυτή η κατανομή ληφθεί υπόψη τότε εισάγεται ένας ακόμα αριθμητικός παράγοντας στην έκφραση για το συντελεστή HALL και έχουμε:

$$R'_H = \frac{3 \cdot \pi}{8} \cdot \frac{1}{p \cdot e} \quad (18)$$

Αν άλλοι τύποι διασκορπισμού (scattering) κυριαρχούν ο αριθμητικός παράγοντας έχει διαφορετική τιμή. Με τη χρήση της σχέσης (18) ή (15) γίνεται:

$$\tan \theta = \frac{3 \cdot \pi}{8} \cdot \mu_{\rho} \cdot B_Z = \mu_H \cdot B_Z \quad (19)$$

όπου μ_H είναι γνωστή ως ευκινησία HALL. Η ποσότητα αυτή συνδέεται με την ταχύτητα ολισθήσεως μέσω της εξίσωσης (19):

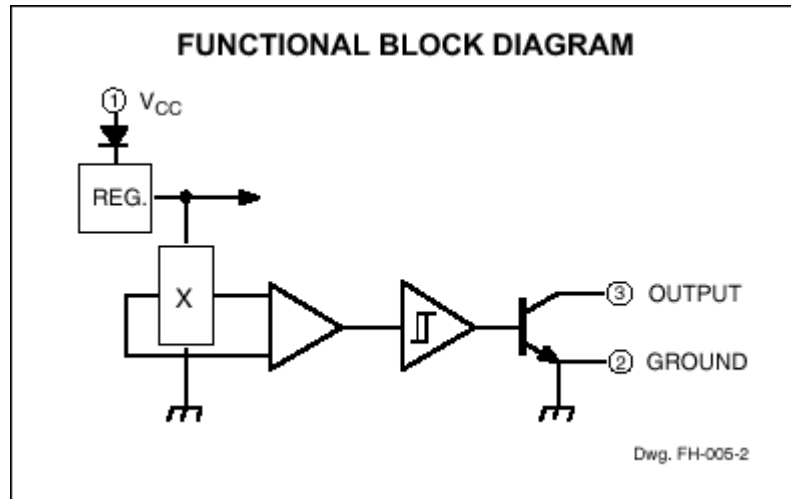
$$\mu_H = \frac{\tan \theta}{B_Z} = \frac{3 \cdot \pi}{8} \cdot \mu_{\rho} \quad (20)$$

και είναι ίση με το γινόμενο του συντελεστή HALL και της αγωγιμότητας:

$$\mu_H = R'_H \cdot \sigma \quad (21)$$

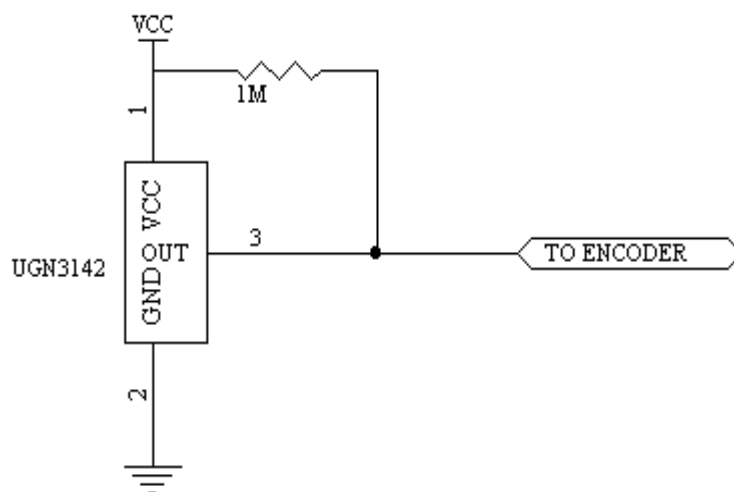
2.2.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ HALL.

Το αισθητήριο HALL (Allegro type UGN3142) είναι ένας μονολιθικός ολοκληρωμένος διακόπτης ο οποίος διεγείρεται με τον νότιο πόλο του μαγνήτη. Το αισθητήριο αυτό περιέχει ένα σταθεροποιητή για να μπορεί να λειτουργεί με τάσεις τροφοδοσίας από 4.5 ως 24 Volt. Έχει δίοδο προστασίας για ανάστροφες τάσεις της μπαταρίας, έναν ενισχυτή, ένα Schmitt trigger και ένα τρανζίστορ εξόδου ανοιχτού συλλέκτη (open collector) που μπορεί να δώσει στην έξοδό του 25 mA. Με μια αντίσταση pull up στην έξοδό του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε CMOS κυκλώματα. Το λειτουργικό διάγραμμα του αισθητηρίου φαίνεται στο σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3 Το λειτουργικό διάγραμμα του αισθητηρίου HALL(UGN3142).

Το αισθητήριο όταν είναι σε κατάσταση ηρεμίας η έξοδός του είναι σε κατάσταση active high δηλαδή το τρανζίστορ είναι κλειστό. Όταν περάσει από μπροστά του ο νότιος πόλος του μαγνήτη η έξοδός του γίνεται active low και οδηγείται σαν είσοδος σε ένα pin του port 1 του μικροελεγκτή AT89C2051 (της ATMEL) δηλαδή χρησιμοποιούνται οκτώ αισθητήρια HALL για να απεικονίσουν οκτώ διαφορετικές διευθύνσεις του ανέμου. Το αισθητήριο τροφοδοτείται με τάση 5 Volt και το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 2.4.



Σχήμα 2.4 Το κυκλωματικό διάγραμμα του αισθητηρίου HALL(UGN3142).

Ο μαγνήτης που διεγείρει τα αισθητήρια HALL είναι τοποθετημένος στη μια άκρη ενός συστήματος ενός άξονα και δύο ρουλεμάν ενώ στην άλλη άκρη του άξονα υπάρχει ο ανεμοδείκτης. Καθώς ο ανεμοδείκτης περιστρέφεται και δείχνει τη φορά του ανέμου με την ίδια φορά περιστρέφεται και ο μαγνήτης και διεγείρει το ανάλογο αισθητήριο HALL κάθε φορά. Η συσκευή του πομπού πρέπει να τοποθετηθεί κατά μια συγκεκριμένη φορά δηλαδή πρέπει να σημαδέψουμε ένα σημείο της και να το ονομάσουμε Βορρά ώστε όταν την τοποθετήσουμε κάπου αυτό το σημείο που σημαδέψαμε να δείχνει το Βορρά. Αυτό γίνεται για να μη αλλάζουμε τον κώδικα του προγράμματος κάθε φορά που επανατοποθετούμε τη συσκευή σε άλλο σημείο.

2.2.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΔΕΙΚΤΗ.

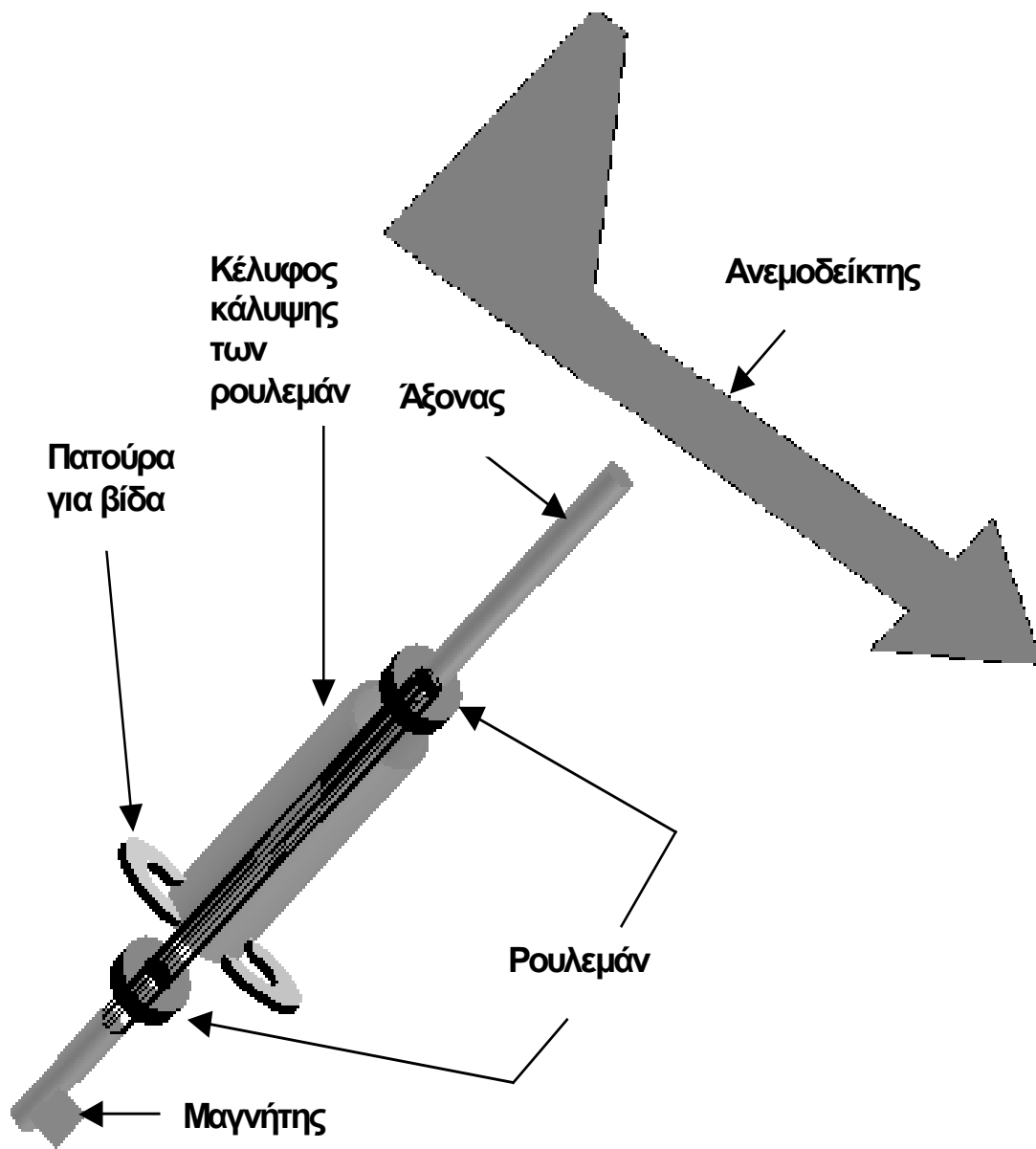
Ο ανεμοδείκτης είναι ένα όργανο που δείχνει την διεύθυνση του ανέμου. Υπάρχουν πολλοί τρόποι και τεχνικές να υλοποιηθεί ένα τέτοιο όργανο. Για το σύστημα του τηλεανεμομέτρου χρησιμοποιείται ένας σχετικά απλός και εύκολος τρόπος κατασκευής ο οποίος περιγράφεται παρακάτω.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.5 υπάρχει ένα σωληνοειδές μεταλλικό κέλυφος που περικλείει εσωτερικά δύο ρουλεμάν διαφορετικής εσωτερικής περιφέρειας.

Τα ρουλεμάν αυτά είναι σφηνωμένα μέσα στο μεταλλικό κέλυφος. Στην εσωτερική περιφέρεια των ρουλεμάν έχει τοποθετηθεί ένας ειδικά διαμορφωμένος άξονας από αλουμίνιο αφού τα ρουλεμάν έχουν διαφορετική εσωτερική περιφέρεια. Στη μεγάλη προεξέχουσα άκρη του άξονα είναι τοποθετημένος ένας ανεμοδείκτης κατασκευασμένος από φύλλο αλουμινίου. Στη μικρή προεξέχουσα άκρη του άξονα είναι κολλημένος ένας μαγνήτης ο οποίος διεγείρει ένα από τα οχτώ αισθητήρια HALL που έχουν τοποθετηθεί κυκλικά για κάθε διεύθυνση. Στον πίνακα 2.1 φαίνεται ο πίνακας αληθείας του συστήματος του ανεμοδείκτη. Ο μαγνήτης έχει μέγεθος τέτοιο ώστε να διεγείρει ένα μόνο αισθητήριο για κάθε διεύθυνση αλλά ούτε και να πέφτει σε νεκρή κατάσταση δηλαδή να υπάρχει περίπτωση να μη διεγείρει κάποιο αισθητήριο. Τέλος στο εξωτερικό μεταλλικό κέλυφος υπάρχουν δυο μεταλλικές πατούρες για να μπορεί όλο αυτό το μηχανικό μέρος του ανεμοδείκτη να βιδωθεί και να στηριχτεί για να συνεργαστεί με το ηλεκτρονικό μέρος.

ΔΙΕΥΘΗΝΣΕΙΣ	ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
N	0	1	1	1	1	1	1	1
NW	1	0	1	1	1	1	1	1
W	1	1	0	1	1	1	1	1
SW	1	1	1	0	1	1	1	1
S	1	1	1	1	0	1	1	1
SE	1	1	1	1	1	0	1	1
E	1	1	1	1	1	1	0	1
NE	1	1	1	1	1	1	1	0

Πίνακας 2.1 Ο πίνακας αληθείας του συστήματος του ανεμοδείκτη.



Σχήμα 2.5 Τα μηχανικά μέρη του οργάνου του ανεμοδείκτη.

2.3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΟΡΑΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

2.3.1 ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΑΙΝΟ.

Αν φως με κατάλληλο μήκος κύματος πέσει πάνω σε ένα κρύσταλλο ημιαγωγού η συγκέντρωση των φορέων του κρυστάλλου αυξάνεται και επομένως η αγωγιμότητα του κρυστάλλου θα αυξηθεί.

Η δομή της ζώνης του ημιαγωγού δείχνεται με το διάκενο της ενέργειας. Ακτινοβολία από δύο πηγές φωτός φτάνει στον κρύσταλλο όπου η συχνότητα f_1 είναι αρκετά υψηλή ώστε η ενέργεια hf_1 να είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια του διάκενου. Αυτή η ενέργεια μεταφέρεται σε ένα δεσμευμένο ηλεκτρόνιο στη θέση 1 στη ζώνη αγωγής όπου είναι ελεύθερο και συμπεριφέρεται σαν φορέας ρεύματος. Η οπή που μένει στη θέση 1 στη ζώνη σθένους είναι επίσης ελεύθερη να συμπεριφέρεται σαν φορέας ρεύματος.

Η ενέργεια φωτονίων χαμηλότερης συχνότητας φωτός hf_2 είναι μικρότερη από την ενέργεια της ζώνης του διάκενου και ένα ηλεκτρόνιο που ελευθερώνεται από τη θέση 2 στη ζώνη σθένους θα υψωθεί σε μια στάθμη στην απαγορευμένη ζώνη μόνο για να απελευθερώσει αυτή την ενέργεια και να πέσει πάλι στη ζώνη σθένους όπου θα επανασυνδεθεί με μια οπή στη θέση 3.

Είναι φανερό ότι η ενέργεια του διάκενου αντιπροσωπεύει ένα κατώφλι αποκρίσεως του φωτός. Σε όλη τη διαδικασία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου ισχύει ο νόμος της διατήρησης της ορμής. Η ορμή και η πυκνότητα των ηλεκτρονίων – οπών είναι μέγιστες στο κέντρο της ζώνης σθένους και της ζώνης αγωγής και είναι περίπου μηδέν στα ανώτερα και κατώτερα άκρα των ζωνών αυτών. Γι' αυτό η πιθανότητα για ένα διεγερόμενο ηλεκτρόνιο της ζώνης σθένους να βρει μια θέση με όμοια στη ζώνη αγωγής είναι πολύ μεγάλη στο κέντρο των ζωνών και πολύ μικρή στα άκρα των ζωνών. Επομένως η απόκριση του κρυστάλλου στο εισερχόμενο φως αυξάνει από μια μηδενική τιμή που αντιστοιχεί σε ενέργεια φωτονίων (ηλεκτρονιοβόλτς) σε μια τιμή κορυφής σε κάποια μεγαλύτερη στάθμη ενέργειας και έπειτα πέφτει στο μηδέν πάλι σε μια ενέργεια που αντιστοιχεί στη διαφορά μεταξύ του κατώτερου μέρους της ζώνης σθένους και του ανώτερου σημείου της ζώνης αγωγής.

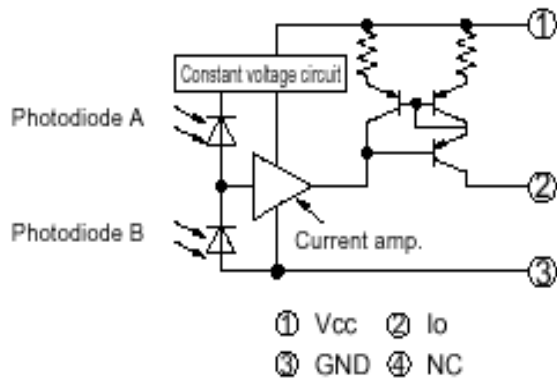
Η απόκριση είναι συνάρτηση της ενέργειας και επομένως της συχνότητας και συχνά δίνεται ως συνάρτηση του μήκους κύματος. Η οπτική απόκριση της μάζας του ημιαγωγού μπορεί να μετατραπεί με την προσθήκη προσμίξεων. Η προσθήκη προσμίξεων αποδεκτών που κάνει το υλικό να γίνει p – τύπου δημιουργεί στάθμες προσμίξεως λίγο πάνω από τη ζώνη σθένους. Η φωτοδιέγερση μπορεί να συμβεί από αυτές τις στάθμες προσμίξεων προς τη ζώνη αγωγής και έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση και την επαναδιαμόρφωση της φασματικής αποκρίσεως. Μια

παρόμοια τροποποίηση της αποκρίσεως μπορεί να αποδοθεί σε στάθμες προσμίξεως δοτών σε ένα υλικό $n - \text{τύπου}$.

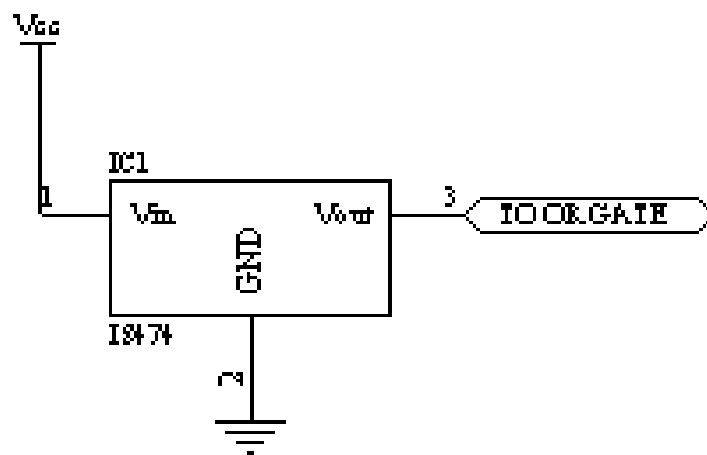
Αν μια επαφή $p - n$ εκτεθεί σε φως κατάλληλης συχνότητας η ροή του ρεύματος στην επαφή τείνει να αυξηθεί. Αν η επαφή βρίσκεται στην ορθή πόλωση η τελική αύξηση δεν είναι σημαντική. Όταν όμως η επαφή είναι ανάστροφα πολωμένη η μεταβολή είναι υπολογίσιμη.

2.3.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΦΩΤΟΣ.

Ο ανιχνευτής φωτός (Sharp type is474) είναι ένας αναλογικός ανιχνευτής ορατού φωτός δηλαδή η έξοδος του αυξομειώνεται ανάλογα με την ένταση του φωτός. Το κύκλωμά του περιέχει σταθεροποιητή τάσης δύο φωτοδιόδους για διόρθωση σφάλματος έναν ενισχυτή ρεύματος ο οποίος οδηγεί ένα τρανζίστορ εξόδου. Το λειτουργικό διάγραμμα του ανιχνευτή φωτός φαίνεται στο σχήμα 2.6.



Σχήμα 2.6 Το λειτουργικό διάγραμμα του ανιχνευτή ορατού φωτός is474 της Sharp



Σχήμα 2.7 Το κυκλωματικό διάγραμμα του ανιχνευτή ορατού φωτός is474 της Sharp

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

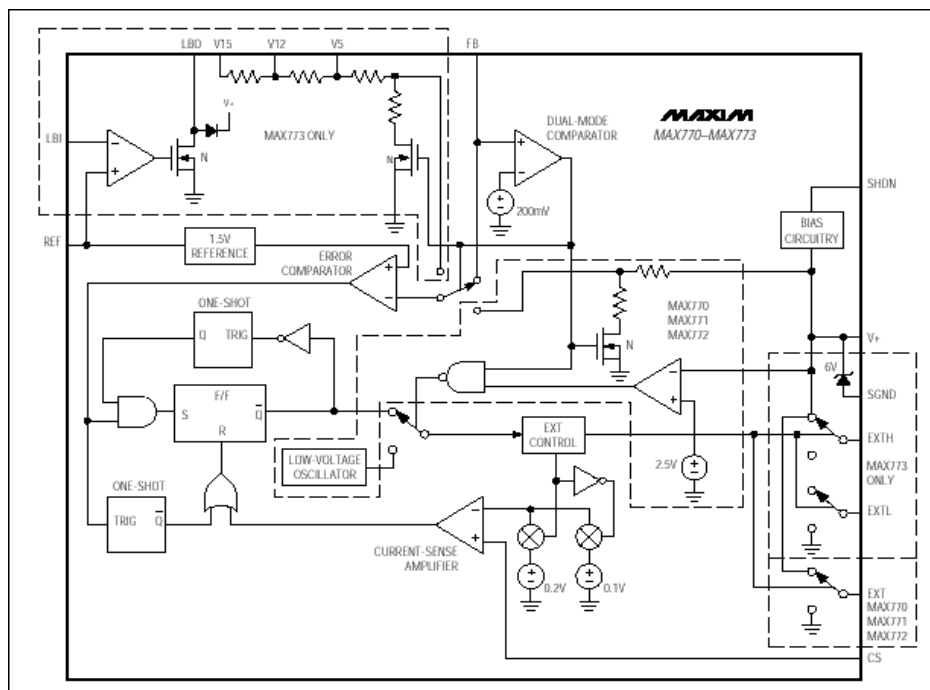
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΥ.

3.1 ΠΑΛΜΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΕΣ (SWITCHING DC-DC CONVERTES).

Στο σύστημα του πομπού χρησιμοποιούνται δύο παλμοσταθεροποιητές και ένας αντιστροφέας που δίνει αρνητική τάση. Ο ένας είναι για το module του υβριδικού πομπού και ο άλλος για όλο το υπόλοιπο σύστημα.

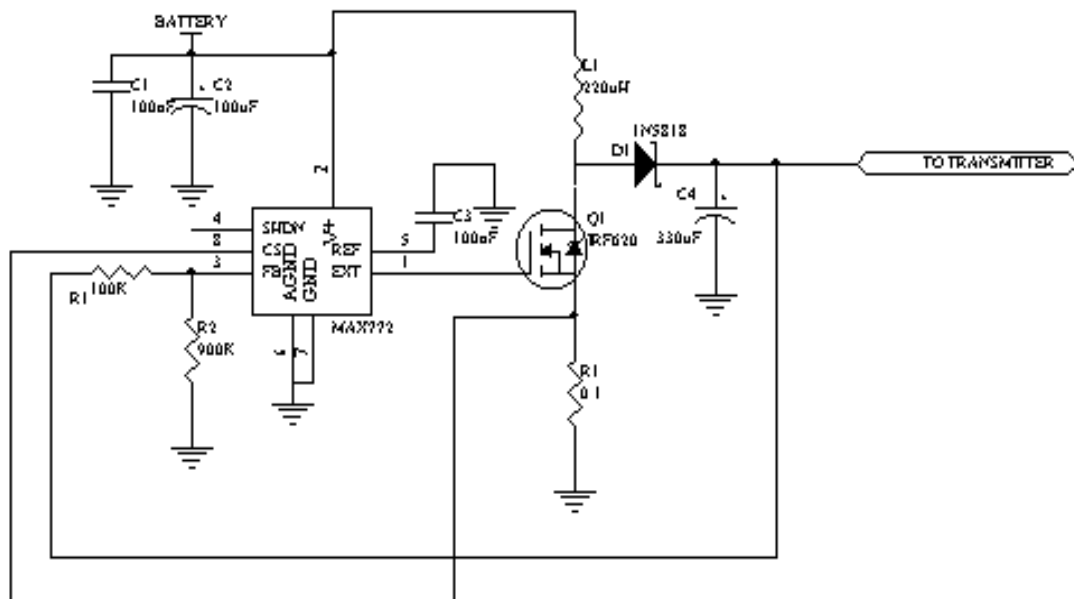
3.1.1 ΠΑΛΜΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗΣ ΤΟΥ MODULE ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΥ.

Ο παλμοσταθεροποιητής αυτός είναι ένας Step-Up DC-DC converter μεγάλης απόδοσης της MAXIM (MAX772). Το ολοκληρωμένο κύκλωμα αυτό χρησιμοποιεί την αρχή της διαμόρφωσης εύρους παλμού με συχνότητα 300 KHz για το λόγο αυτό έχει απόδοση της τάξης 90% για φορτία μέχρι και 1 αμπέρ με ρεύμα κατανάλωσης μόλις 110 μ A μέγιστο. Τροφοδοτείται από την μπαταρία με 12 Volt και δίνει στην έξοδό του 15 Volt. Επίσης το ολοκληρωμένο αυτό μπορεί να δώσει τα 15 Volt στην έξοδό του έχοντας τροφοδοσία της τάξης των 2.5 Volt. Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1 Το μπλοκ διάγραμμα του DC-DC μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του module πομπού (MAX772).

Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2 Το κυκλωματικό διάγραμμα του DC-DC μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του module πομπού (MAX772).

Το MAX772 χρησιμοποιεί έναν PFM controller για να μπορεί να έχει μεγάλη απόδοση σε μεγάλα φορτία. Επίσης χρησιμοποιεί μια αντίσταση (R3) για να ελέγχει το ρεύμα του πηνίου. Αν το ρεύμα υπερβεί το όριο που εξαρτάται από αυτή την αντίσταση το εξωτερικό FET κλείνει δηλαδή προστατεύει το κύκλωμα. Ο PFM controller έχει μέγιστο switch on time 16µs και ελάχιστο switch off time 2.3µs.

Ο συγκριτής τάσης κρατάει το FET (διακόπτη) κλειστό για 2.3μs παραμένει κλειστό όσο η έξοδος είναι σταθεροποιημένη και ανοίγει όταν η έξοδος αρχίζει να αποσταθεροποιείται. Εφ' όσον είναι ανοιχτό παραμένει ανοιχτό για 32μs και κλείνει ή κλείνει όταν φτάσει το όριο του ρεύματος. Οι αντιστάσεις R1 και R2 χρησιμοποιούνται για να ρυθμίσουμε την τάση εξόδου. Είναι ένας διαιρέτης τάσης που συνδέεται στο pin 3 του ολοκληρωμένου. Η αντίσταση R1 πρέπει να είναι $10\text{ k}\Omega \leq R \leq 500\text{ k}\Omega$. Η σχέση που μας δίνει την R2 για την τάση εξόδου που επιθυμούμε είναι:

$$R_2 = R_1 \cdot \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) \quad (3.1)$$

όπου $V_{REF} = 1.5\text{ Volt}$.

Το FET που χρησιμοποιείται είναι ένα N-Channel MOSFET (IRF620). Στην επιλογή του FET πρέπει να προσέξουμε τρεις σημαντικές παραμέτρους όπως το ολικό φορτίο πύλης (Q_g) την εσωτερική αντίσταση του FET ($R_{DS(ON)}$) και την ανάστροφη μεταφορά φορτίου (C_{RRS}). Το (Q_g) δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 50nC μικρές σε τιμή πρέπει να είναι επίσης και οι άλλες δύο παράμετροι. Η δίοδος που χρησιμοποιείται είναι μια δίοδος Schottky (1N5818) και χρησιμοποιείται για ανόρθωση. Στην έξοδο χρησιμοποιείται ένα φίλτρο LC για να μειώσουμε την κυμάτωση.

Η επιλογή του πηνίου πρέπει να γίνει προσεκτικά γιατί αν είναι μικρότερη από όσο πρέπει τότε το ρεύμα θα αυξηθεί πριν προλάβει ο συγκριτής περιορισμού ρεύματος να κλείσει

το FET με αποτέλεσμα να έχουμε μεγάλη κυμάτωση στην τάση εξόδου πράγμα που δεν είναι επιθυμητό.

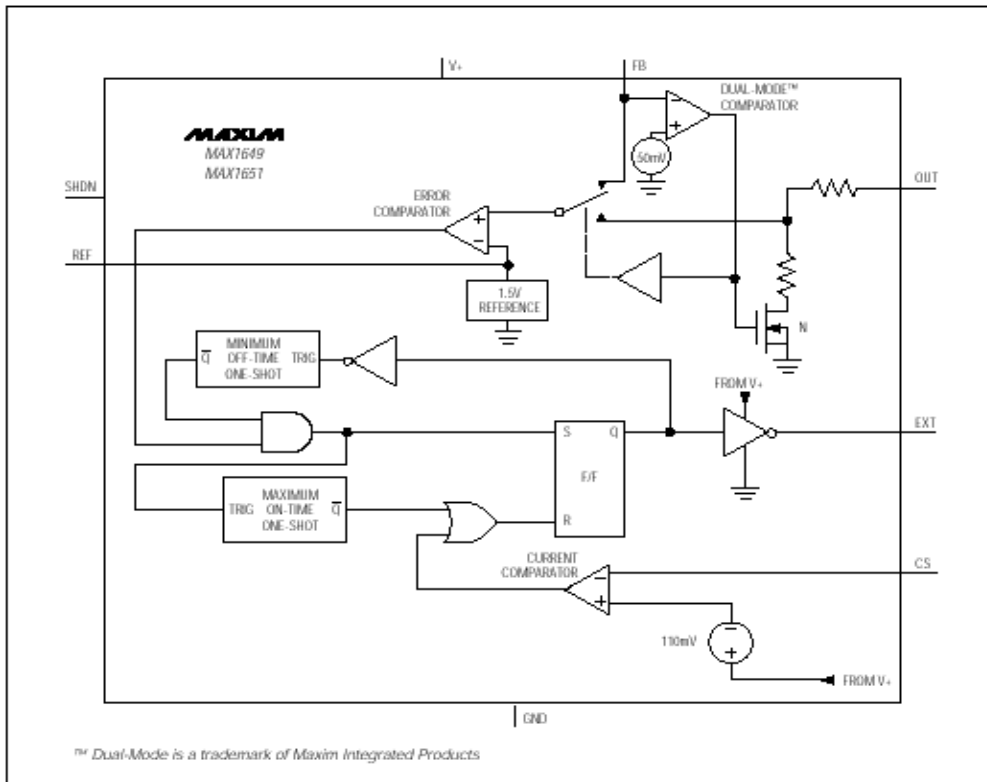
Ο χρόνος (t_{ON}) που είναι ανοιχτός ο διακόπτης είναι περίπου 2μs γι αυτό επιλέγουμε μια τιμή πηνίου ώστε ο χρόνος ανύψωσης του ρεύματος να μην είναι λιγότερος από τα 2μs. Η τιμή του πηνίου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L \geq \frac{V_{IN(MAX)} \cdot t_{ON(MIN)}}{\frac{I_{LIM}}{2}} \quad (3.2)$$

Τα πηνία με φερρίτη λειτουργούν καλύτερα στις συχνότητες λειτουργίας του ολοκληρωμένου. Ο πυκνωτής που χρησιμοποιείται στο pin 5 του ολοκληρωμένου είναι ένας bypass πυκνωτής ενώ οι πυκνωτές που χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία είναι πυκνωτές απόζευξης και χρησιμοποιούνται για να αποφύγουμε πιθανή εισαγωγή θορύβου στο κύκλωμα.

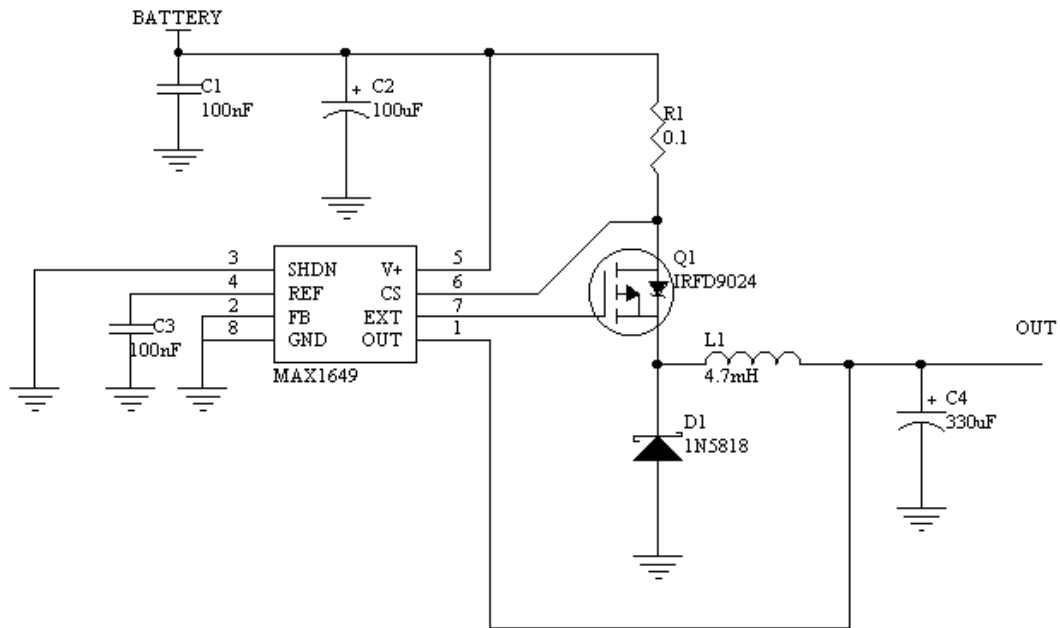
3.1.2 ΠΑΛΜΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Ο παλμοσταθεροποιητής αυτός είναι ένας Step-Down DC-DC converter μεγάλης απόδοσης της MAXIM (MAX1649). Το ολοκληρωμένο κύκλωμα αυτό χρησιμοποιεί την αρχή της διαμόρφωσης εύρους παλμού με συχνότητα 300 KHz για το λόγο αυτό έχει απόδοση της τάξης 90% για φορτία μέχρι και 1.5 αμπέρ με ρεύμα κατανάλωσης μόλις 100 μ A μέγιστο. Τροφοδοτείται από την μπαταρία με 12 Volt και δίνει στην έξοδό του 5 Volt. Επίσης το ολοκληρωμένο αυτό μπορεί να δώσει τα 5 Volt στην έξοδό του έχοντας τροφοδοσία της τάξης των 3.5 Volt. Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 3.3.



Σχήμα 3.3 Το λειτουργικό (μπλοκ) διάγραμμα του DC-DC μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του κυρίως κυκλώματος του πομπού (MAX1649).

Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.4 Το κυκλωματικό διάγραμμα του DC-DC μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του κυρίως κυκλώματος του πομπού (MAX1649).

Το MAX1649 χρησιμοποιεί έναν PFM controller για να μπορεί να έχει μεγάλη απόδοση σε μεγάλα φορτία. Επίσης χρησιμοποιεί μια αντίσταση (R1) για να ελέγχει το ρεύμα του πηνίου. Αν το ρεύμα υπερβεί το όριο που εξαρτάται από αυτή την αντίσταση το εξωτερικό FET κλείνει δηλαδή προστατεύει το κύκλωμα. Ο PFM controller έχει μέγιστο switch on time 32μs και ελάχιστο switch off time 1.1μs.

Ο συγκριτής τάσης κρατάει το FET (διακόπτη) κλειστό για 1.1μs παραμένει κλειστό όσο η έξοδος είναι σταθεροποιημένη και ανοίγει όταν η έξοδος αρχίζει να

αποσταθεροποιείται. Εφ' όσον είναι ανοιχτό παραμένει ανοιχτό για 32μs και κλείνει ή κλείνει όταν φτάσει το όριο του ρεύματος. Το drop-out του ολοκληρωμένου είναι λιγότερο από 300 mVolt.

Το FET που χρησιμοποιείται είναι ένα P-Channel MOSFET (IRFD9024). Στην επιλογή του FET πρέπει να προσέξουμε τρεις σημαντικές παραμέτρους όπως το ολικό φορτίο πύλης (Q_g) την εσωτερική αντίσταση του FET ($R_{DS(ON)}$) και την ανάστροφη μεταφορά φορτίου (C_{RRS}). Το (Q_g) δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 100nC μικρές σε τιμή πρέπει να είναι επίσης και οι άλλες δύο παράμετροι. Η δίοδος που χρησιμοποιείται είναι μια δίοδος Schottky (1N5818) και χρησιμοποιείται για ανόρθωση. Στην έξοδο χρησιμοποιείται ένα φίλτρο LC για να μειώσουμε την κυμάτωση.

Η επιλογή του πηνίου πρέπει να γίνει προσεκτικά γιατί αν είναι μικρότερη από όσο πρέπει τότε το ρεύμα θα αυξηθεί πριν προλάβει ο συγκριτής περιορισμού ρεύματος να κλείσει το FET με αποτέλεσμα να έχουμε μεγάλη κυμάτωση στην τάση εξόδου πράγμα που δεν είναι επιθυμητό. Ο χρόνος απόκρισης του συγκριτή 0.3μs γι αυτό επιλέγουμε μια τιμή πηνίου ώστε ο χρόνος ανύψωσης του ρεύματος να μην είναι λιγότερος από τα 0.3μs. Η τιμή του πηνίου υπολογίζεται από τη σχέση:

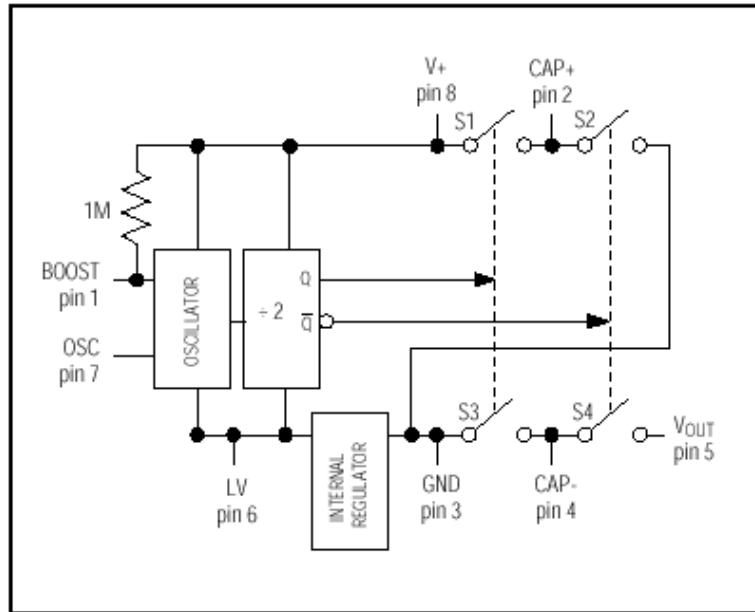
$$L_{(MIN)} = \frac{(V_{+(MAX)} - V_{OUT}) \cdot 0.3\mu s}{\Delta I \cdot I_{LIM}} \quad (3.3)$$

όπου $I_{LIM} = \frac{V_{GS}}{R_1}$ και ΔI είναι η επί της εκατό κυμάτωση.

Ο πυκνωτής που χρησιμοποιείται στο pin 5 του ολοκληρωμένου είναι ένας bypass πυκνωτής ενώ οι πυκνωτές που χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία είναι πυκνωτές απόζευξης και χρησιμοποιούνται για να αποφύγουμε πιθανή εισαγωγή θορύβου στο κύκλωμα.

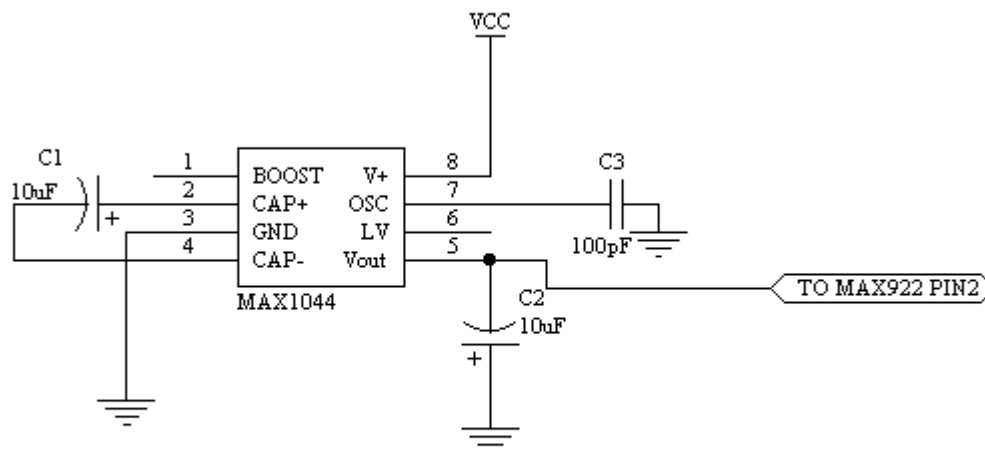
3.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΤΑΣΗΣ.

Το ολοκληρωμένο αυτό κύκλωμα είναι ένας αντιστροφέας τάσης διακοπτόμενων πυκνωτών (Switched-Capacitor Voltage converter). Αντιστρέφει τα 5Volt της τροφοδοσίας του σε -5Volt. Χρησιμοποιούνται μόνο τρία εξωτερικά εξαρτήματα. Έχει μέγιστο ρεύμα κατανάλωσης 200μΑ. Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 3.5.



Σχήμα 3.5 Το λειτουργικό διάγραμμα του αντιστροφέα (inverter)τάσης MAX1044.

Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 3.6.



Σχήμα 3.6 Το κυκλωματικό διάγραμμα του αντιστροφέα (inverter)τάσης MAX1044.

Το ολοκληρωμένο MAX1044 της MAXIM λειτουργεί σαν μια αντλία φορτίου αντιστρέφοντας την τάση τροφοδοσίας. Αρχικά αποθηκεύει το φορτίο σε έναν πυκνωτή και μετά το μεταφέρει σε έναν άλλο πυκνωτή. Η λειτουργία αυτή φαίνεται στο σχήμα 2.8. Κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού του κύκλου λειτουργίας οι διακόπτες S1 και S3 κλείνουν και οι διακόπτες S2 και S4 ανοίγουν έτσι ο πυκνωτής C1 φορτίζεται από την τροφοδοσία.

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του κύκλου λειτουργίας οι διακόπτες S1 και S3 ανοίγουν πράγμα το οποίο συνδέει τον θετικό ακροδέκτη του πυκνωτή C1 στη γη και μετατοπίζει τον αρνητικό ακροδέκτη στην έξοδο του κυκλώματος. Αυτό συνδέει τον πυκνωτή C1 παράλληλα με τον C2. Αν η τάση του C2 είναι μικρότερη από την τάση του C1 τότε το φορτίο ρέει από τον C1 στον C2 μέχρι οι τάσεις να γίνουν ίσες. Με διαδοχικούς κύκλους λειτουργίας ο C1 θα συνεχίζει να μεταφέρει φορτίο στον C2 μέχρι η τάση του να φτάσει την τάση τροφοδοσίας με αρνητικό πρόσημο. Το φορτίο που μεταφέρεται σε κάθε κύκλο είναι:

$$\Delta Q = C_1(V_+ - V_{OUT}) \quad (3.4)$$

Αν οι διακόπτες ανοίγουν και κλείνουν με συχνότητα f τότε το ρεύμα είναι:

$$I = f \cdot \Delta Q = f \cdot C_1 \cdot (V_+ - V_{OUT}) \quad (3.5)$$

Ο πυκνωτής C3 χρησιμοποιείται για να ελαττώσει τη συχνότητα του εσωτερικού ταλαντωτή αυξάνοντας έτσι την απόδοση του αντιστροφέα και μειώνοντας το ρεύμα κατανάλωσης. Η τάση εξόδου δεν είναι σταθεροποιημένη και μειώνεται όσο αυξάνει το ρεύμα εξόδου. Η αποδοτικότητα του αντιστροφέα μπορεί να αυξηθεί μειώνοντας την κυμάτωση της τάσης εξόδου και τη σύνθετη αντίσταση των πυκνωτών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μεγάλους σε χωρητικότητα πυκνωτές και με μικρή αντίσταση. Η κυμάτωση της τάσης εξόδου μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$V_{RIPPLE} \cong \left(\frac{1}{2 \cdot f_{OSC} \cdot C_2} + 2 \cdot ESR_{C2} \right) I_{OUT} \quad (3.6)$$

όπου ESR_{C2} είναι η αντίσταση του πυκνωτή.

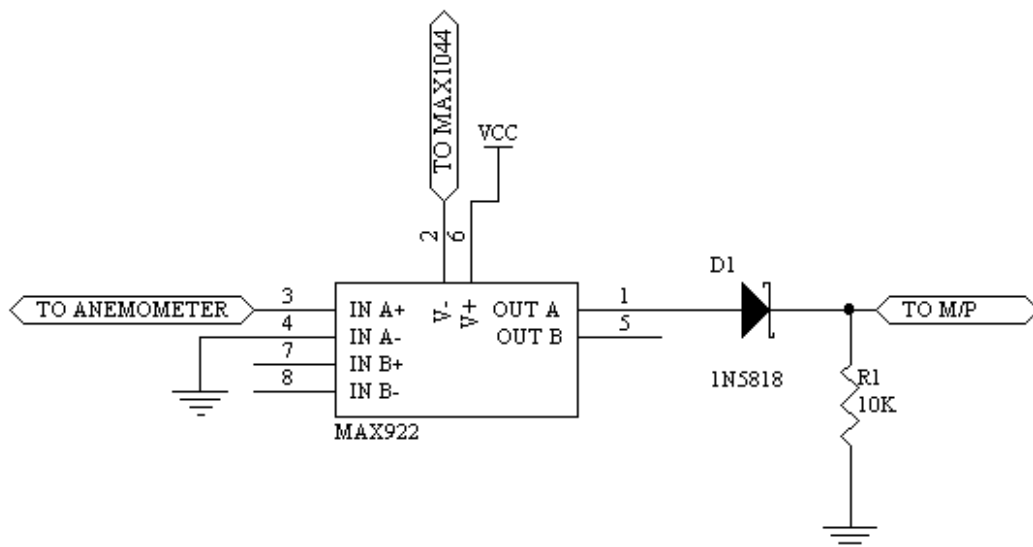
Η έξοδος του αντιστροφέα πηγαίνει σαν αρνητική τροφοδοσία στο συγκριτή MAX922.

3.3 ΣΥΓΚΡΙΤΕΣ.

Στο σύστημα του πομπού εμπεριέχονται δύο συγκριτές. Ο ένας χρησιμοποιείται για να μετατρέπει σε τετραγωνική τάση το ημίτονο που παίρνει στην είσοδό του από το ανεμόμετρο. Ο άλλος χρησιμοποιείται για να συγκρίνει την τάση εξόδου του μετατροπέα φωτός σε τάση (light to voltage converter) με μια τάση αναφοράς.

3.3.1 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΗΜΙΤΟΝΟΥ ΣΕ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα αυτό (MAX922 της MAXIM) είναι ένας συγκριτής που χρησιμοποιείται σαν ανιχνευτής διέλευσης από το μηδέν. Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 3.7.



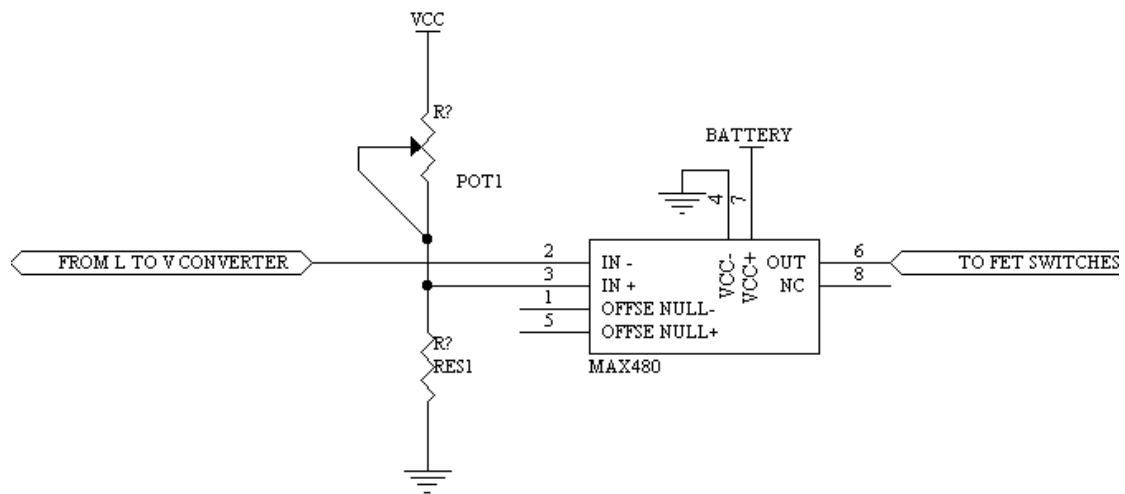
Σχήμα 3.7 Το κυκλωματικό διάγραμμα του ανιχνευτή διέλευσης από το μηδέν MAX922.

Το MAX922 είναι ένας συγκριτής χαμηλής κατανάλωσης μόλις 5μΑ μέγιστο ρεύμα. Η μοναδική του βαθμίδα εξόδου ελαττώνει τις απότομες μεταβολές τάσης λόγο θορύβου κατά τη διάρκεια μεταβολής από low σε high και το αντίθετο. Αυτό το προστατεύει από παρασιτικές αναδράσεις έτσι αυξάνεται η απόδοσή του.

Τροφοδοτείται με $\pm 5\text{Volt}$ για να μπορεί να αντεπεξέλθει στις αρνητικές τάσεις που δέχεται από το ανεμόμετρο. Η δίοδος που χρησιμοποιείται είναι μια δίοδος Schottky (1N5818) και χρησιμοποιείται για να μην επιτρέπει να περάσουν οι αρνητικές ημιπερίοδοι μιας και ο επεξεργαστής δεν δέχεται αρνητικές τάσεις στην είσοδό του ενώ η αντίσταση στην έξοδο του συγκριτή παίζει το ρόλο pull down αντίστασης.

3.3.2 ΣΥΓΚΡΙΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ SHUTDOWN.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα αυτό (MAX480 της MAXIM) είναι ένας συγκριτής χαμηλής κατανάλωσης μόλις 20 μA . Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 3.8.

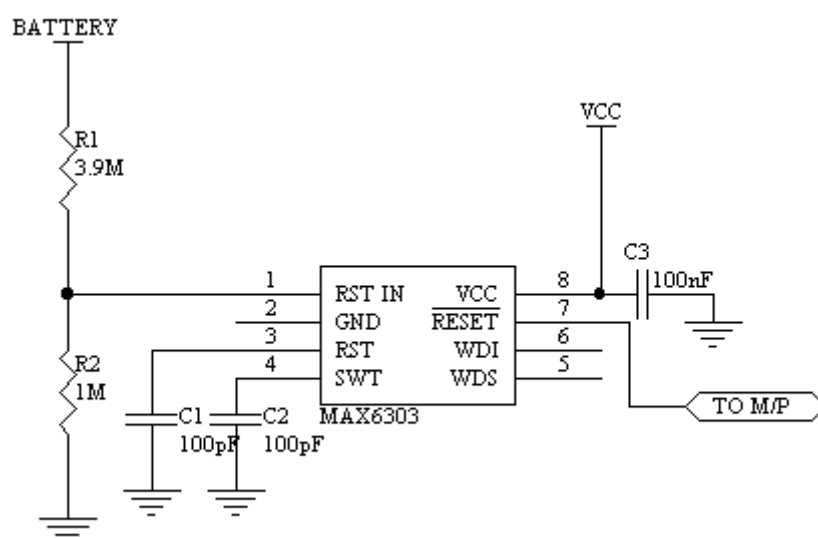


Σχήμα 3.8 Το κυκλωματικό διάγραμμα του συγκριτή MAX480.

Ο συγκριτής αυτός χρησιμοποιείται στο σύστημα για την εξής λειτουργία. Όταν ο ανιχνευτής φωτός δεν ανιχνεύσει φως αρκετό για να τον διεγείρει δίνει μηδέν τάση στην έξοδό του ή όταν η μπαταρία πέσει κάτω από 9 Volt τότε ο επιτηρητής τάσης δίνει μηδέν τάση στην έξοδό του. Οι έξοδοι αυτοί περνούν από μία λογική πύλη AND. Η έξοδος της πύλης εφαρμόζεται στη μη αναστρέφουσα είσοδο του συγκριτή ενώ μια τάση αναφοράς εφαρμόζεται στην αναστρέφουσα είσοδο. Όταν η τάση εξόδου της λογικής πύλης ξεπεράσει την τάση αναφοράς του συγκριτή τότε ο συγκριτής ενεργοποιεί δύο ηλεκτρονικούς διακόπτες και θέτει το σύστημα σε λειτουργία. Δηλαδή το σύστημα λειτουργεί μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή όταν η μπαταρία έχει τάση πάνω από 9 Volt.

3.4 ΕΠΙΤΗΡΗΤΗΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ (VOLTAGE SUPERVISOR).

Ο επιτηρητής τάσης είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα της MAXIM (MAX6303) το οποίο ελέγχει την τάση της μπαταρίας και όταν αυτή πέσει κάτω από ένα όριο που έχουμε ορίσει εμείς ειδοποιεί τον επεξεργαστή. Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 3.9.



Σχήμα 3.9 Το κυκλωματικό διάγραμμα του επιτηρητή της μπαταρίας MAX6303.

Ο επιτηρητής αυτός έχει πολύ χαμηλή κατανάλωση και το ρεύμα τροφοδοσίας του είναι μόλις 7 μ A και τροφοδοτείται με τάση 5Volt. Ο επιτηρητής όταν ανιχνεύσει χαμηλή τάση μπαταρίας η έξοδος του γίνεται active low.

Το MAX6303 έχει τη δυνατότητα να καθορίζει ο χρήστης το επιθυμητό κατώφλι (threshold) της τάσης ελέγχου με έναν διαιρέτη τάσης και η τάση αυτή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_{RST} = \frac{V_{TH} \cdot (R_1 + R_2)}{R_2} (V) \quad (3.7)$$

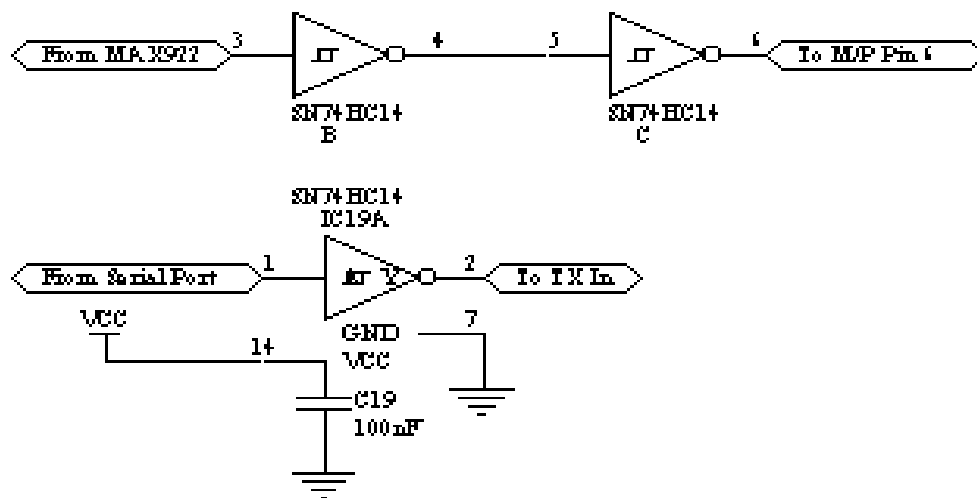
όπου V_{RST} είναι η επιθυμητή τάση κατωφλίου και V_{TH} είναι η τάση κατωφλίου RESET. Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 μπορούν να έχουν μεγάλες τιμές για να ελαχιστοποιήσουν το ρεύμα κατανάλωσης. Για να υπολογίσουμε της αντιστάσεις R_1 και R_2 θέτουμε γνωστή την R_2 και υπολογίζουμε την R_1 από τη σχέση:

$$R_1 = R_2 \cdot \left(\frac{V_{RST}}{V_{TH}} - 1 \right) \quad (3.8)$$

Στο σύστημα υπάρχουν δύο επιτηρητές τάσης. Ο ένας ελέγχει την τάση της μπαταρίας και αν πέσει κάτω από τα 10 Volt και ειδοποιεί τον επεξεργαστή και αυτός με τη σειρά του το χρήστη ενώ ένας δεύτερος επιτηρητής τάσης ελέγχει αν η τάση της μπαταρίας και αν πέσει κάτω από τα 9 Volt τότε κλείνει το σύστημα για να μην αποφορτιστεί τελείως η μπαταρία πράγμα καταστροφικό για την μπαταρία.

3.5 ΑΠΟΜΟΝΩΤΗΣ (BUFFER).

Ο απομονωτής που χρησιμοποιείται είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα της Texas Instruments (SN74HC14) και χρησιμοποιείται για μεγαλύτερη σταθερότητα στο κύκλωμα του πομπού μιας και απομονώνει τον μικροελεγχτή από εξωτερικές συσκευές. Επίσης είναι λιγότερο επιρρεπής στο θόρυβο αφού είναι απομονωτής Schmitt Trigger. Το κυκλωματικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 3.10



Σχήμα 3.10 Το κυκλωματικό διάγραμμα του απομονωτή Schmitt Trigger (SN74HC14).

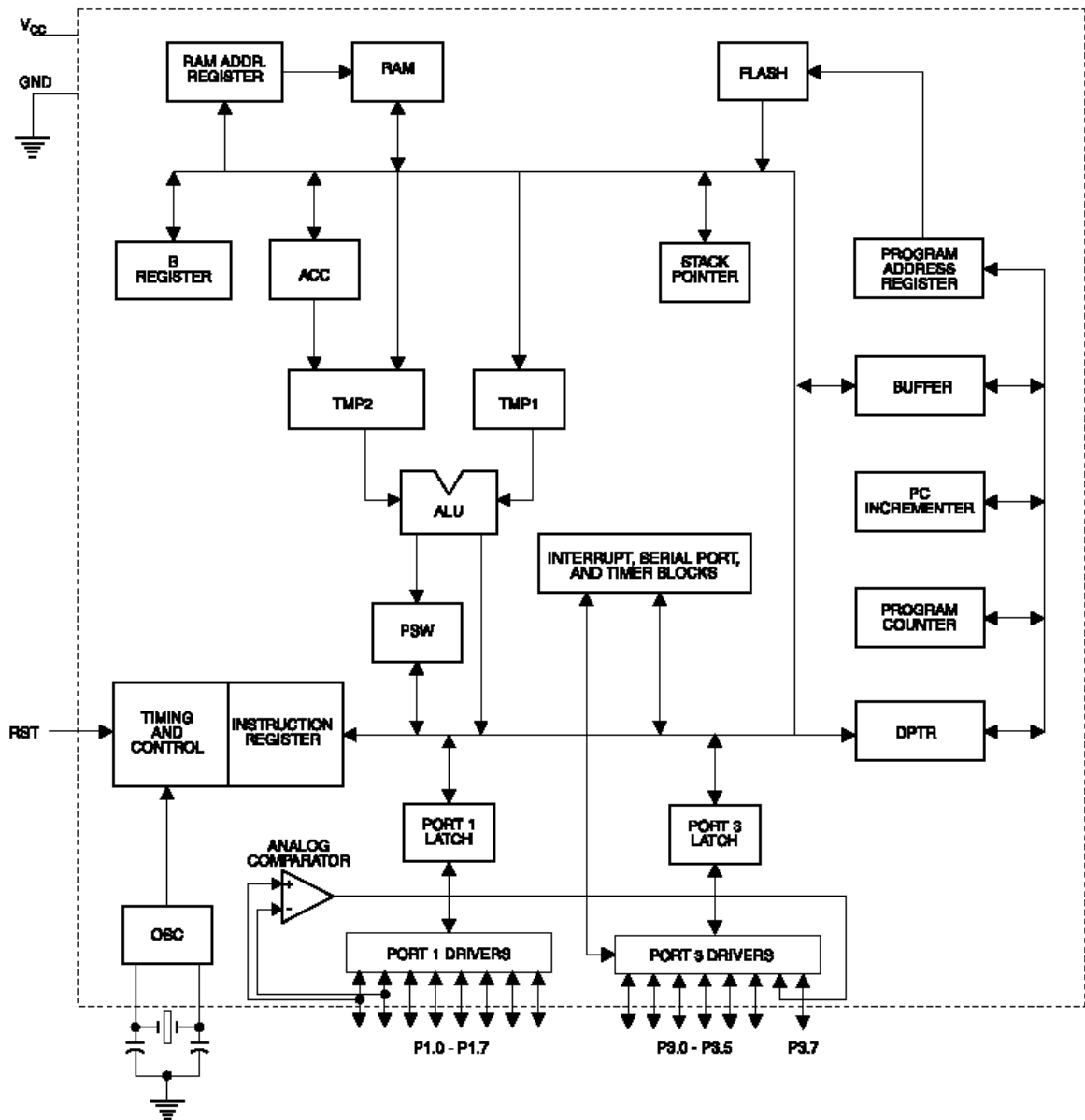
3.6 Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΧΤΗΣ.

Ο μικροελεγχτής που χρησιμοποιείται ο εγκέφαλος της συσκευής αυτής και είναι ο AT89C2051 της ATMEL και ανήκει στη μεγάλη οικογένεια των μικροελεγχτών 8051. Είναι ένας εικοσάπινος μικροελεγχτής με τα εξής χαρακτηριστικά :

- Είναι 8-bit και συμβατός με την αρχιτεκτονική του 8051.
- Έχει δυο Kbytes προγραμματιζόμενη Flash μνήμη (EPROM)
- Ένα Kbyte RAM.
- Διαθέτει σειριακή θύρα πλήρως αμφίδρομη (Full-Duplex).
- Ασφάλεια λογισμικού (software security).
- Μικρή κατανάλωση ισχύος.

Ο λόγος που επιλέχτηκε αυτός ο μικροελεγχτής είναι γιατί είναι μικρός σε μέγεθος και σε κόστος αλλά και γιατί η συσκευή δεν απαιτεί ισχυρότερο μικροελεγχτή. Ο μικροελεγχτής αυτός περιμένει να του προκαλέσει διακοπή (interrupt) το ανεμόμετρο και μετρά δυο διαδοχικούς παλμούς για να υπολογίσει την ταχύτητα του ανέμου. Αφού υπολογίσει την ταχύτητα διαβάζει από μια πόρτα (port 1) την κατάσταση των αισθητηρίων της διεύθυνσης (HALL UGN3142) και την κατάσταση της μπαταρίας από τον επιτηρητή τάσης (MAX6303). Αφού διαβάσει όλα τα δεδομένα τα κάνει πακέτα των δυο byte και μέσω της σειριακής θύρας τα δίνει για αποστολή μέσω του απομονωτή στον πομπό.

Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 3.11

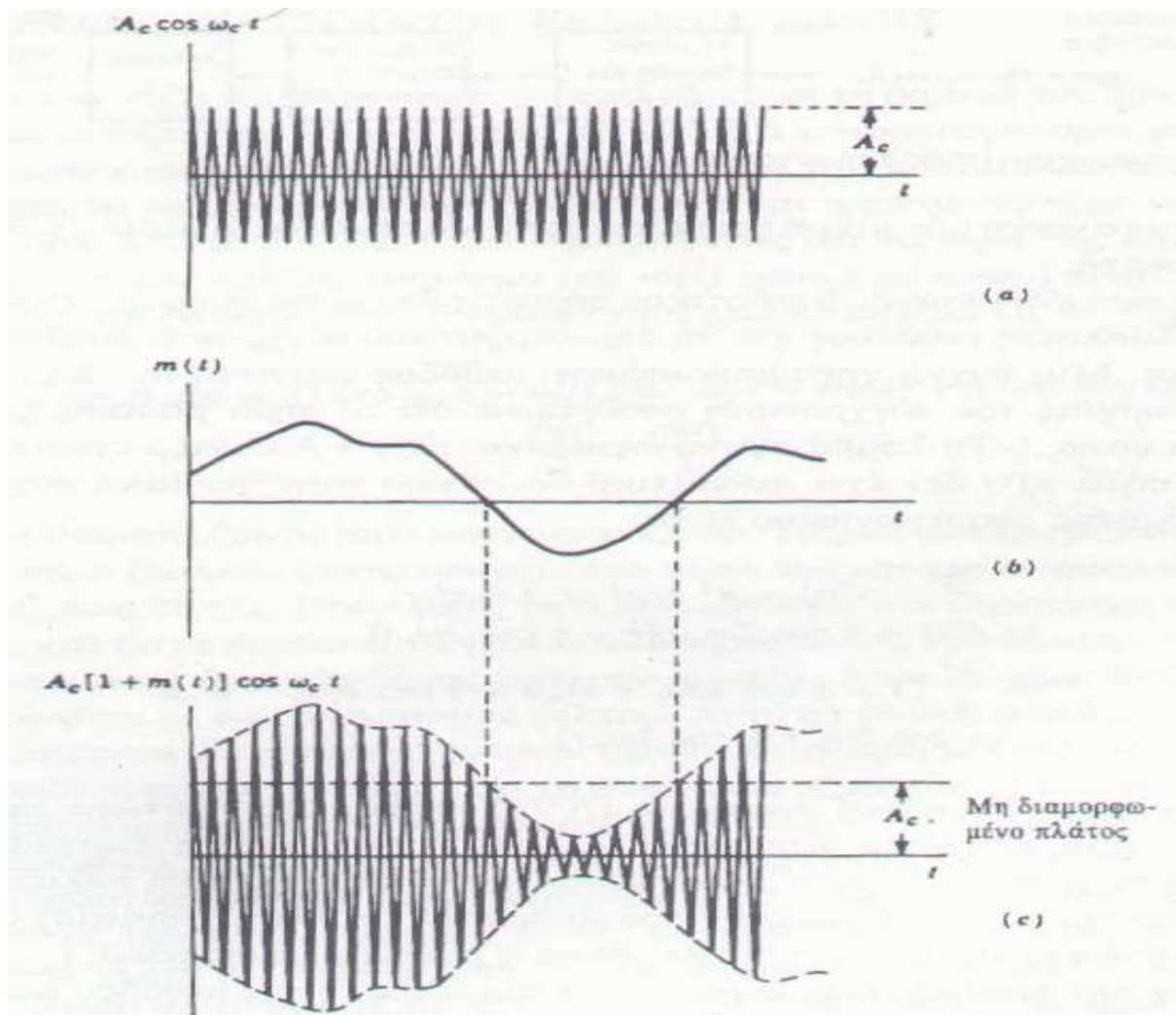


Σχήμα 3.11 Το λειτουργικό διάγραμμα του μικροελεγχτή AT89C2051 της ATMEL.

3.7 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΛΑΤΟΥΣ (Amplitude Modulation).

Ένα σήμα διαμορφωμένο κατά πλάτος περιγράφεται από τη σχέση :

$$U(t) = A_c [1 + m(t)] \cos \omega_c t \quad (3.9)$$

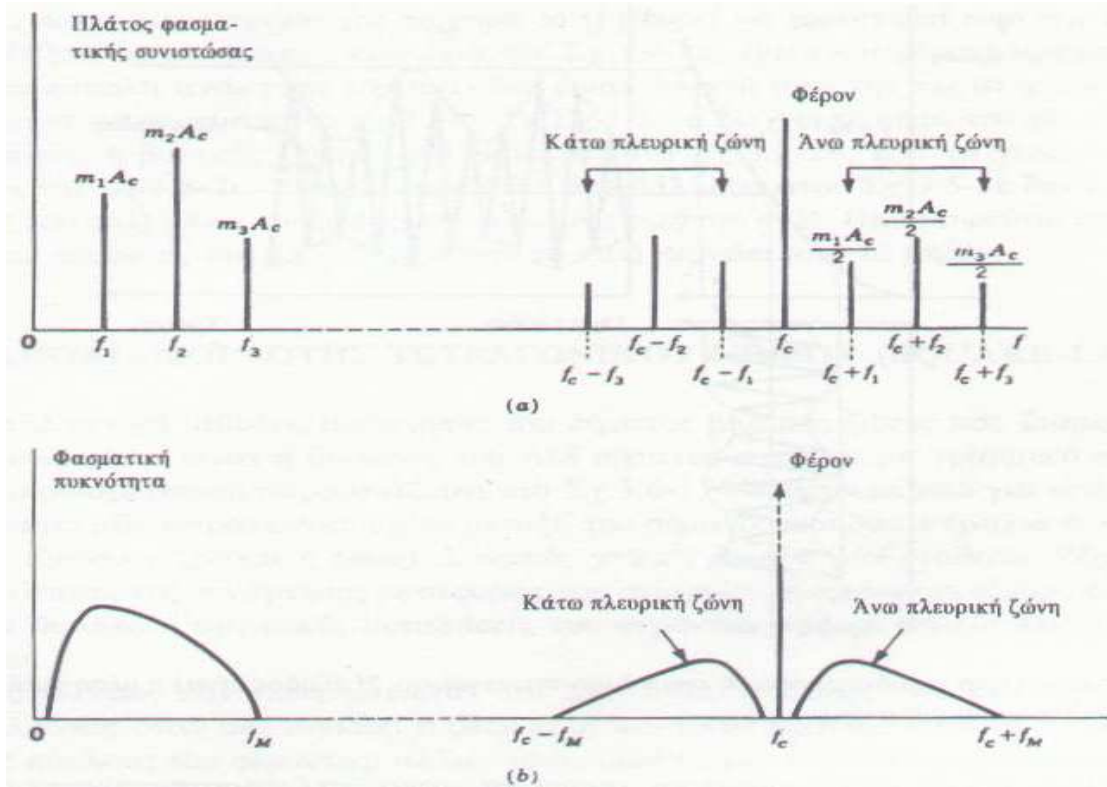


Σχήμα 3.12 (α) Ημιτονικό φέρον. (β) Κυματομορφή

διαμόρφωσης. (γ) Το ημιτονικό φέρον στο (α) που διαμορφώθηκε από την κυματομορφή στο (β).

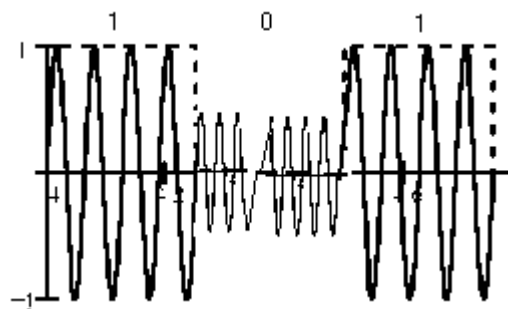
Στο σχήμα 3.12 φαίνεται η διαδικασία διαμόρφωσης πλάτους (AM). Ο χαρακτηρισμός "φέρον" για τη βοηθητική κυματομορφή $A_c \cos \omega_c t$ φαίνεται αρκετά κατάλληλος εφόσον το σήμα τώρα "φέρει" το σήμα βασικής ζώνης στην περιβάλλουσά του. Το πολύ μεγάλο πλεονέκτημά του διαμορφωμένου κατά πλάτος φέροντος είναι ότι μπορεί να κατασκευαστεί αρκετά εύκολα.

Το φάσμα ενός διαμορφωμένου κατά πλάτος σήματος είναι παρόμοιο με το φάσμα που προκύπτει από πολλαπλασιασμό. Το φάσμα που καταλαμβάνει ένα AM σήμα φαίνεται στο σχήμα 3.13. Οι φασματικές γραμμές στις συχνότητες των αθροισμάτων $f_c + f_1$, $f_c + f_2$ και $f_c + f_3$ αποτελούν τις συχνότητες της άνω πλευρικής ζώνης ενώ οι φασματικές γραμμές στις συχνότητες των διαφορών αποτελούν την κάτω πλευρική ζώνη.



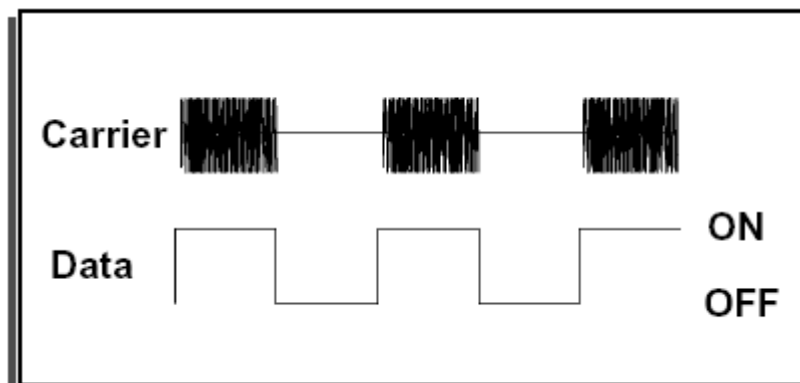
Σχήμα 3.13 Το φάσμα που καταλαμβάνει ένα διαμορφωμένο σήμα AM.

Μια μορφή διαμόρφωσης πλάτους είναι η ASK (Amplitude Shift Keying). Δηλαδή στην περίπτωση αυτή το φέρον διαμορφώνεται από παλμούς όπως φαίνεται στο σχήμα 3.14.



Σχήμα 3.14 Σήμα διαμορφωμένο κατά ASK.

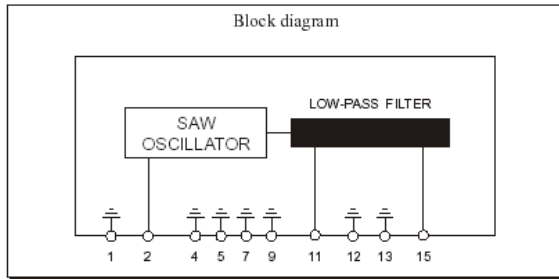
Ο υβριδικός πομπός όμως χρησιμοποιεί παραλλαγή της διαμόρφωσης ASK η οποία ονομάζεται OOK (On-Off Keying) δηλαδή όταν ο πομπός εκπέμπει λογικό "1" εκπέμπει το φέρον σήμα ενώ όταν θέλει να εκπέμπει το λογικό "0" τότε δεν εκπέμπει τίποτα. Η διαφορά του με την ASK είναι ότι στην ASK το λογικό "0" εκπέμπεται με μικρότερο πλάτος φέροντος. Η μορφή ενός σήματος διαμορφωμένο κατά OOK φαίνεται στο σχήμα 3.15



Σχήμα 3.15 Σήμα διαμορφωμένο κατά OOK.

3.7.1 ΤΟ MODULE ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΥ.

Ο πομπός είναι ένα υβριδικό module της AUREL (TX-SAW BOOST) . Έχει πολύ μικρό μέγεθος και η ισχύς εξόδου του φτάνει τα 600mW. Λειτουργεί με 15Volt τροφοδοσία και καταναλώνει 70mA ενώ η διαμόρφωση που χρησιμοποιεί είναι OOK. Η διαμόρφωση αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι ο πομπός δεν είναι συνεχώς σε λειτουργία με αποτέλεσμα να έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας και ο πομπός να μην ζορίζεται και θερμαίνεται. Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 3.16. Ενώ στο σχήμα 3.17 φαίνεται το module του υβριδικού πομπού σε διαστάσεις 1:1.



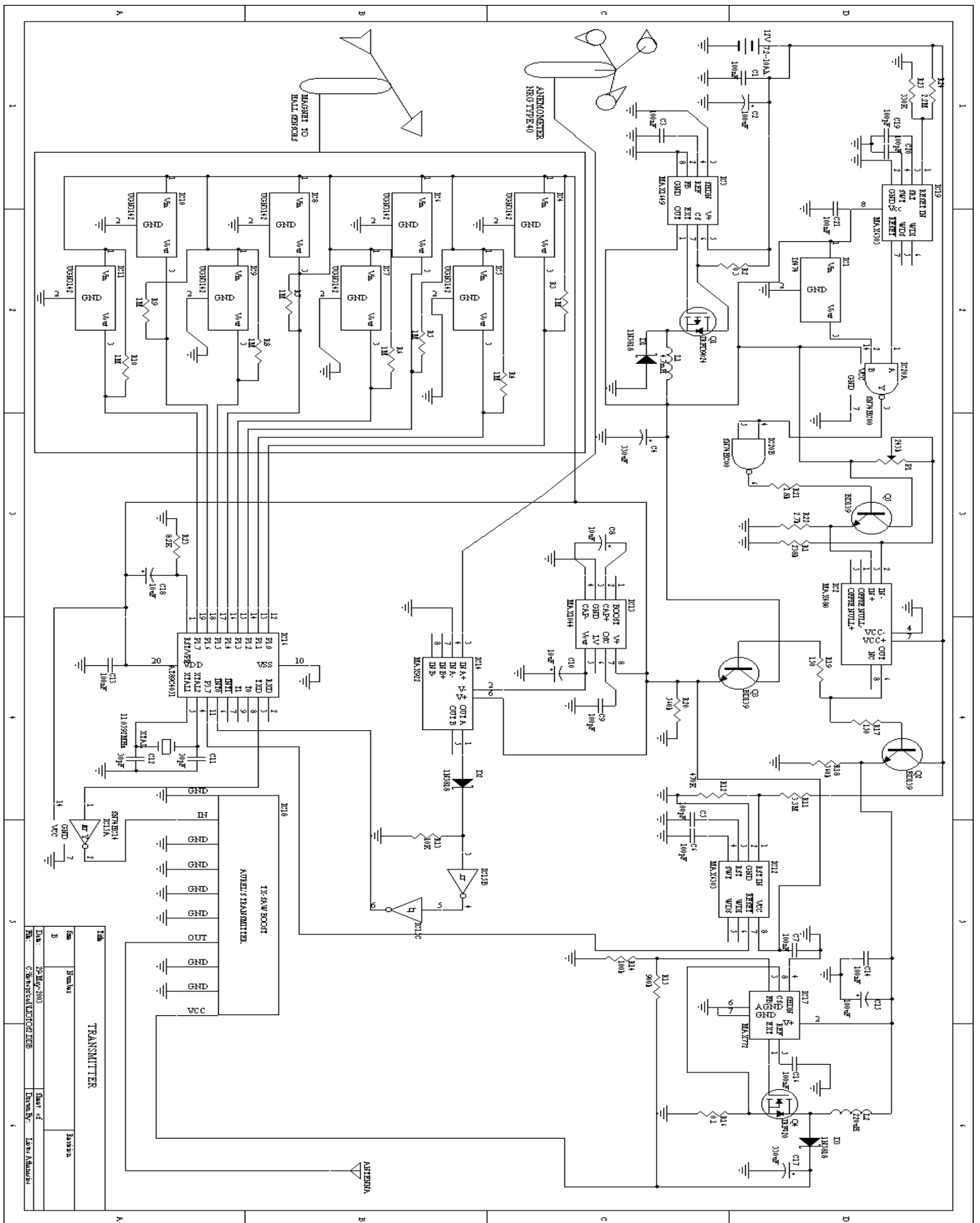
Pin-out

- 1) Ground
- 2) Data input (square wave 0 to 5V)
- 4) Ground
- 5) Ground
- 7) Ground
- 9) Ground
- 11) Antenna output
- 12) Ground
- 13) Ground
- 15) Vcc from +12V to +18V

Σχήμα 3.16 Το λειτουργικό διάγραμμα του υβριδικού πομπού TX-SAW BOOST της AUREL.



Σχήμα 3.17 το module του υβριδικού πομπού σε διαστάσεις 1:1.



Σχήμα 3.18 Το ολοκληρωμένο θεωρητικό κύκλωμα του συστήματος του πομπού.

12.6kV BOOST	
IN	12.6kV
OUT	12.6kV
VCC	12.6kV

ADP125 TRANSFORMER	
IN	12.6kV
OUT	12.6kV
VCC	12.6kV

TRANSMITTER	
IN	12.6kV
OUT	12.6kV
VCC	12.6kV

ANTENNA	
IN	12.6kV
OUT	12.6kV
VCC	12.6kV

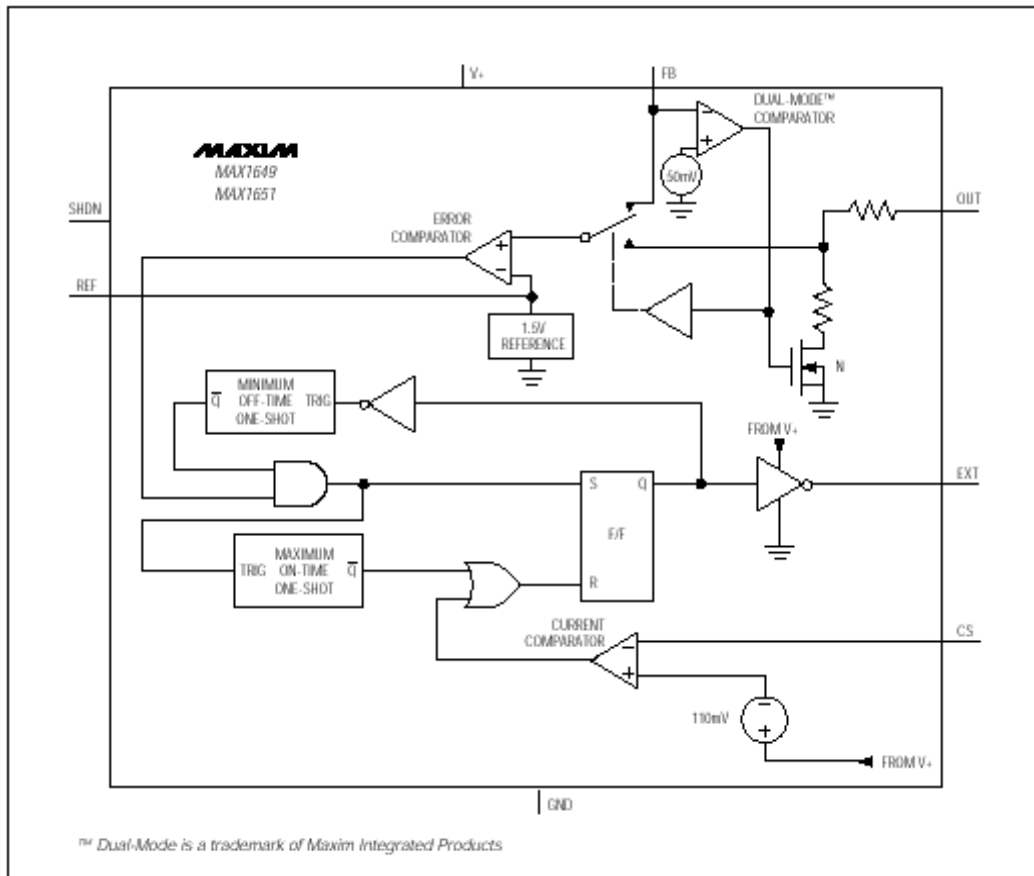
Date: 02/10/2003
 C:\Program Files\AutoCAD\2003
 User: [Name]
 Project: [Name]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4⁰

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ.

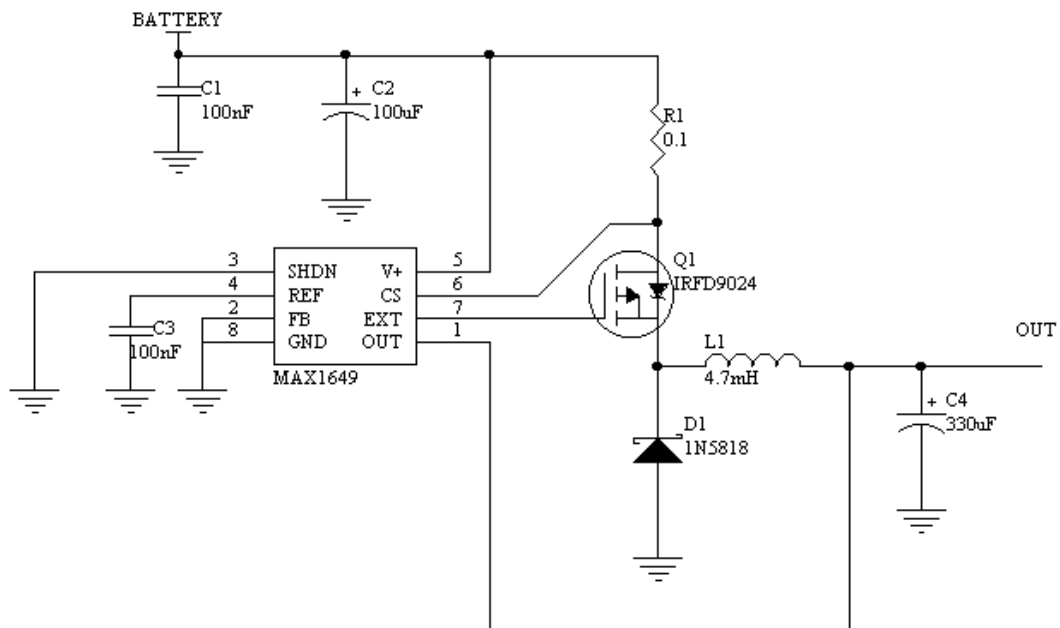
4.1. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ.

Ο παλμοσταθεροποιητής αυτός είναι ένας Step-Down DC-DC converter μεγάλης απόδοσης της MAXIM (MAX1649). Το ολοκληρωμένο κύκλωμα αυτό χρησιμοποιεί την αρχή της διαμόρφωσης εύρους παλμού με συχνότητα 300 KHz για το λόγο αυτό έχει απόδοση της τάξης 90% για φορτία μέχρι και 1.5 αμπέρ με ρεύμα κατανάλωσης μόλις 100 μ A μέγιστο. Τροφοδοτείται από μπαταρία με 9 Volt και δίνει στην έξοδό του 5 Volt. Επίσης το ολοκληρωμένο αυτό μπορεί να δώσει τα 5 Volt στην έξοδό του έχοντας τροφοδοσία της τάξης των 3 Volt. Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1 Το λειτουργικό (μπλοκ) διάγραμμα του DC-DC μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του κυρίως κυκλώματος του πομπού (MAX1649).

Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του δέκτη φαίνεται στο σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2 Το κυκλωματικό διάγραμμα του DC-DC μετατροπέα που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του κυρίως κυκλώματος του πομπού(MAX1649).

Το MAX1649 χρησιμοποιεί έναν PFM controller για να μπορεί να έχει μεγάλη απόδοση σε μεγάλα φορτία. Επίσης χρησιμοποιεί μια αντίσταση (R1) για να ελέγχει το ρεύμα του πηνίου. Αν το ρεύμα υπερβεί το όριο που εξαρτάται από αυτή την αντίσταση το εξωτερικό FET κλείνει δηλαδή προστατεύει το κύκλωμα. Ο PFM controller έχει μέγιστο switch on time 32 μ s και ελάχιστο switch off time 1.1 μ s. Ο συγκριτής τάσης κρατάει το FET (διακόπτη) κλειστό για 1.1 μ s παραμένει κλειστό όσο η έξοδος είναι σταθεροποιημένη και ανοίγει όταν η έξοδος αρχίζει να αποσταθεροποιείται. Εφ' όσον είναι ανοιχτό παραμένει ανοιχτό για 32 μ s και κλείνει ή κλείνει όταν φτάσει το όριο του ρεύματος. Το drop-out του ολοκληρωμένου είναι λιγότερο από 300 mVolt.

Το FET που χρησιμοποιείται είναι ένα P-Channel MOSFET (IRFD9024). Στην επιλογή του FET πρέπει να προσέξουμε τρεις σημαντικές παραμέτρους όπως το ολικό φορτίο πύλης (Q_g) την εσωτερική αντίσταση του FET ($R_{DS(ON)}$) και την ανάστροφη μεταφορά φορτίου (C_{RRS}). Το (Q_g) δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 100nC μικρές σε τιμή πρέπει να είναι επίσης και οι άλλες δύο παράμετροι. Η δίοδος που χρησιμοποιείται είναι μια δίοδος Schottky (1N5818) και χρησιμοποιείται για ανόρθωση. Στην έξοδο χρησιμοποιείται ένα φίλτρο LC για να μειώσουμε την κυμάτωση.

Η επιλογή του πηνίου πρέπει να γίνει προσεκτικά γιατί αν είναι μικρότερη από όσο πρέπει τότε το ρεύμα θα αυξηθεί πριν προλάβει ο συγκριτής περιορισμού ρεύματος να κλείσει το FET με αποτέλεσμα να έχουμε μεγάλη κυμάτωση στην τάση εξόδου πράγμα που δεν είναι επιθυμητό. Ο χρόνος απόκρισης του συγκριτή 0.3μs γι αυτό επιλέγουμε μια τιμή πηνίου ώστε ο χρόνος ανύψωσης του ρεύματος να μην είναι λιγότερος από τα 0.3μs. Η τιμή του πηνίου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L_{(MIN)} = \frac{(V_{+(MAX)} - V_{OUT}) \cdot 0.3\mu s}{\Delta I \cdot I_{LIM}} \quad (4.1)$$

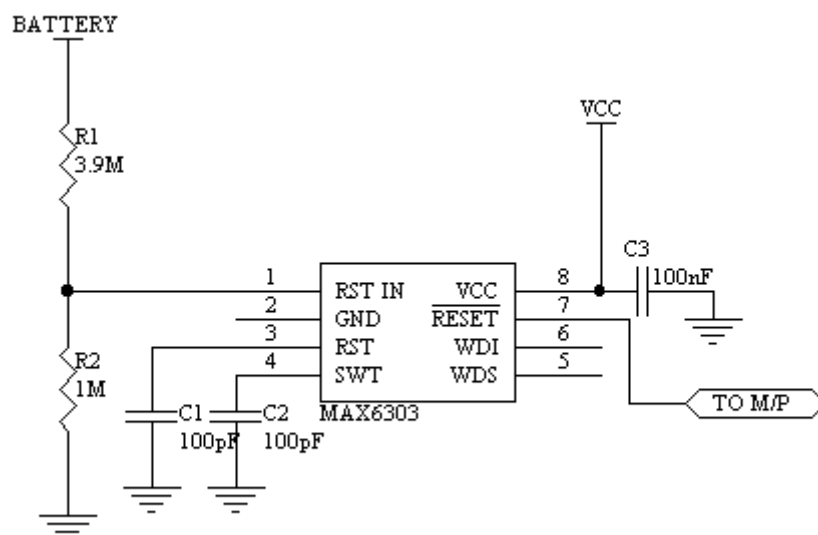
όπου $I_{LIM} = \frac{V_{GS}}{R_1}$ και ΔI είναι η επί της εκατό κυμάτωση.

Ο πυκνωτής που χρησιμοποιείται στο pin 5 του ολοκληρωμένου είναι ένας bypass πυκνωτής ενώ οι

πυκνωτές που χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία είναι πυκνωτές απόξευξης και χρησιμοποιούνται για να αποφύγουμε πιθανή εισαγωγή θορύβου στο κύκλωμα.

4.2. ΕΠΙΤΗΡΗΤΗΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ (VOLTAGE SUPERVISOR).

Ο επιτηρητής τάσης είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα της MAXIM (MAX6303) το οποίο ελέγχει την τάση της μπαταρίας και όταν αυτή πέσει κάτω από ένα όριο που έχουμε ορίσει εμείς ειδοποιεί τον επεξεργαστή. Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται στο σύστημα του πομπού φαίνεται στο σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3 Το κυκλωματικό διάγραμμα του επιτηρητή της μπαταρίας MAX6303.

Ο επιτηρητής αυτός έχει πολύ χαμηλή κατανάλωση και το ρεύμα τροφοδοσίας του είναι μόλις 7μΑ και τροφοδοτείται με τάση 5Volt. Ο επιτηρητής όταν ανιχνεύσει χαμηλή τάση μπαταρίας η έξοδός του γίνεται active low.

Το MAX6303 έχει τη δυνατότητα να καθορίζει ο χρήστης το επιθυμητό κατώφλι (threshold) της τάσης ελέγχου με έναν διαιρέτη τάσης και η τάση αυτή υπολογίζεται από τη σχέση:

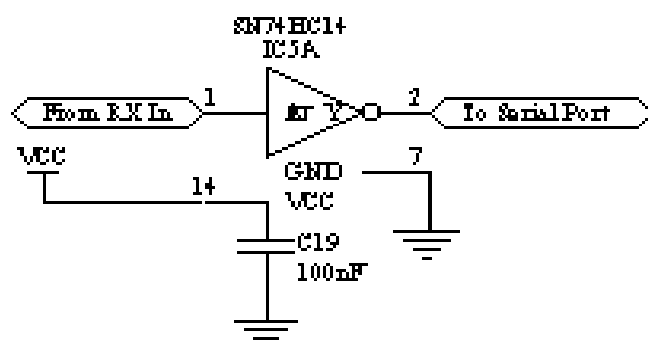
$$V_{RST} = \frac{V_{TH} \cdot (R_1 + R_2)}{R_2} (V) \quad (4.2)$$

όπου V_{RST} είναι η επιθυμητή τάση κατωφλίου και V_{TH} είναι η τάση κατωφλίου RESET. Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 μπορούν να έχουν μεγάλες τιμές για να ελαχιστοποιήσουν το ρεύμα κατανάλωσης. Για να υπολογίσουμε της αντιστάσεις R_1 και R_2 θέτουμε γνωστή την R_2 και υπολογίζουμε την R_1 από τη σχέση:

$$R_1 = R_2 \cdot \left(\frac{V_{RST}}{V_{TH}} - 1 \right) \quad (4.3)$$

4.3 ΑΠΟΜΟΝΩΤΗΣ (BUFFER).

Ο απομονωτής που χρησιμοποιείται είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα της Texas Instruments (SN74HC14) και χρησιμοποιείται για μεγαλύτερη σταθερότητα στο κύκλωμα του πομπού μιας και απομονώνει τον μικροελεγχτή από εξωτερικές συσκευές. Επίσης είναι λιγότερο επιρρεπής στο θόρυβο αφού είναι απομονωτής Schmitt Trigger. Το κυκλωματικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 4.4



Σχήμα 4.4 Το κυκλωματικό διάγραμμα του απομονωτή Schmitt Trigger (SN74HC14).

4.4 Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΧΤΗΣ.

Ο μικροελεγχτής που χρησιμοποιείται ο εγκέφαλος της συσκευής αυτής και είναι ο AT89C2051 της ATMEL και ανήκει στη μεγάλη οικογένεια των μικροελεγχτών 8051. Τα χαρακτηριστικά του μικροελεγχτή τα είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στη περίπτωση του δέκτη ο μικροελεγχτής όταν δέχεται ένα πακέτο δεδομένων από τη σειριακή θύρα τότε διαβάζει και την πληροφορία που του δίνει και ο επιτηρητής τάσης για την κατάσταση της μπαταρίας του δέκτη. Αφού τα διαβάσει όλα και τα επεξεργαστεί κατάλληλα τότε τα οδηγεί μέσω μιας πόρτας του (Port 1) σε μια οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD or Liquid Crystal Display) για να το διαβάσει ο χρήστης.

4.5 ΟΘΟΝΗ ΥΓΡΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ (LCD).

Η απεικόνιση των δεδομένων γίνεται σε μια μονόχρωμη οθόνη υγρών κρυστάλλων 2X16 χαρακτήρων. Το module L1672 είναι της Seiko. Η οθόνη αυτή απαιτεί αρχικοποίηση από τον μικροελεγχτή για να λειτουργήσει δηλαδή για να ενεργοποιηθεί πρέπει ο μικροελεγχτής να του στείλει έξι

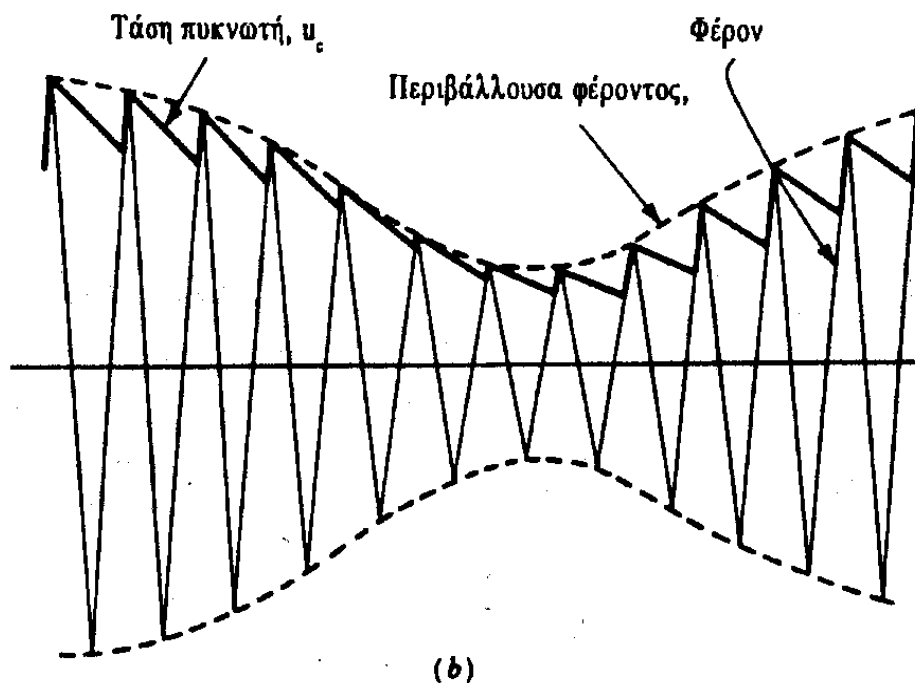
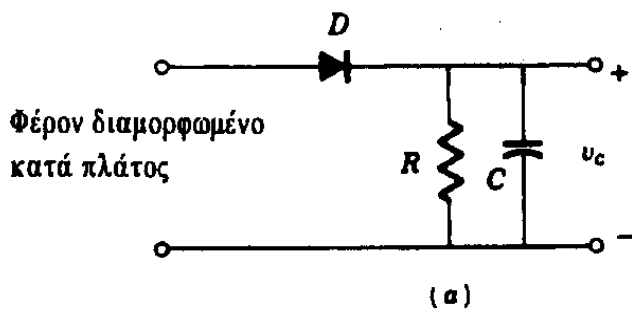
χαρακτήρες ανά συγκεκριμένο χρόνο, μεγαλύτερος χρόνος δεν θα δημιουργούσε πρόβλημα αλλά όχι μικρότερο από αυτόν, γιατί διαφορετικά η οθόνη δεν λειτουργεί. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 5 Volt και καταναλώνει ρεύμα 2mA. Η οθόνη δέχεται τα δεδομένα από τον μικροελεγχτή παράλληλα.

4.6 ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΛΑΤΟΥΣ (AM).

Το πολύ μεγάλο πλεονέκτημα του διαμορφωμένου κατά πλάτος σήματος του φέροντος είναι η ευκολία με την οποία μπορεί να ανακτηθεί το σήμα βασικής ζώνης. Η ανάκτηση του σήματος βασικής ζώνης, μια διεργασία που ονομάζεται αποδιαμόρφωση, επιτυγχάνεται με ένα πολύ απλό κύκλωμα που φαίνεται στο σχήμα 4.5α. Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από μια δίοδο D και ένα δικτύωμα RC. Για απλότητα υποθέτουμε ότι το διαμορφωμένο κατά πλάτος φέρον που εφαρμόζεται στους ακροδέκτες εισόδου από μια πηγή τάσης μηδενικής εσωτερικής αντίστασης. Θεωρούμε ότι η δίοδος είναι ιδανική, δηλαδή με μηδενική ή άπειρη αντίσταση, ανάλογα με το αν το ρεύμα της διόδου είναι θετικό ή η τάση της διόδου αρνητική.

Ας υποθέσουμε αρχικά ότι η είσοδος έχει σταθερό πλάτος και ότι αντίσταση R δεν υπάρχει. Στην περίπτωση αυτή ο πυκνωτής φορτίζεται μέχρι την κορυφή της θετικής τιμής τάσης του φέροντος. Ο πυκνωτής διατηρεί αυτή την τάση κορυφής και η δίοδος δεν άγει ξανά. Υποθέτουμε τώρα ότι το πλάτος του φέροντος στην είσοδο αυξάνεται. Η δίοδος άγει και ο πυκνωτής φορτίζεται στη νέα υψηλότερη τάση κορυφής του φέροντος. Για να επιτρέπεται στην τάση του

πυκνωτή να παρακολουθεί τις κορυφές του φέροντος όταν το πλάτος του φέροντος μειώνεται είναι απαραίτητη η προσθήκη της R ώστε ο πυκνωτής να εκφορτίζεται. Στην περίπτωση αυτή η τάση του πυκνωτή U_c έχει τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 4.5β.



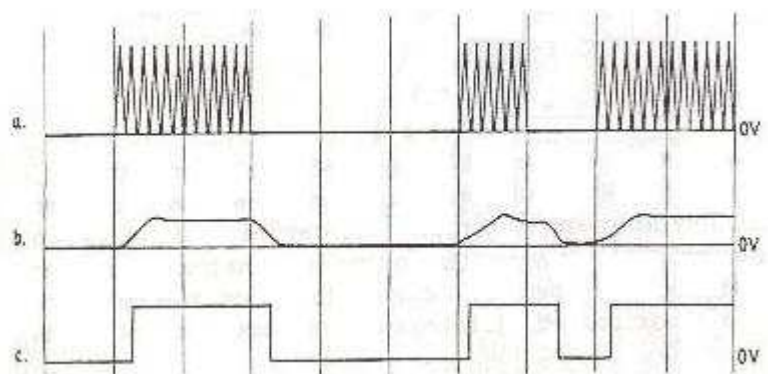
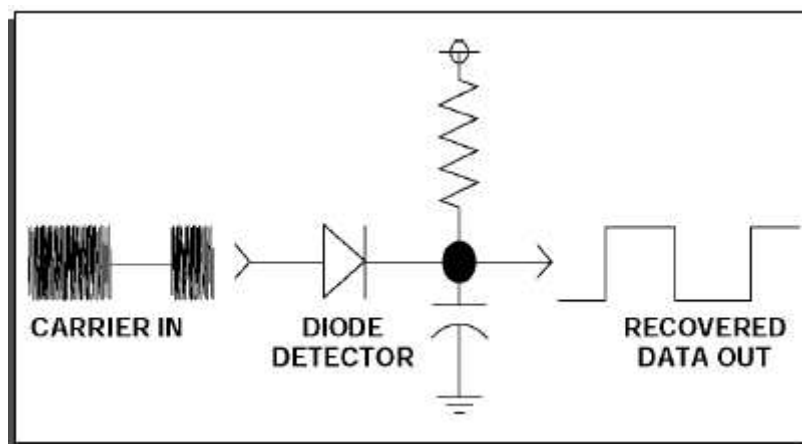
Σχήμα 4.5(α) Αποδιαμορφωτής για ένα σήμα AM. (β) Κοματομορφή εισόδου και η τάση εξόδου U_c στον πυκνωτή.

Ο πυκνωτής φορτίζεται μέχρι την κορυφή σε κάθε κύκλο του φέροντος και ελαττώνεται ελαφρώς μεταξύ των κύκλων. Η σταθερά χρόνου RC επιλέγεται τέτοια ώστε η αλλαγή του U_c μεταξύ των κύκλων να είναι τουλάχιστον ίση με τη μείωση του πλάτους του φέροντος μεταξύ των κύκλων.

Φαίνεται ότι η τάση U_c παρακολουθεί την περιβάλλουσα του φέροντος παρόλο που έχει υπερτιθέμενη μια πριονωτή κυματομορφή με τη συχνότητα του φέροντος. Στο σχήμα 4.5β η διαφορά μεταξύ της U_c και της περιβάλλουσας είναι υπερβολική.

Στην πράξη η κανονική κατάσταση είναι αυτή κατά την οποία το χρονικό διάγραμμα μεταξύ των κύκλων του φέροντος είναι αρκετά μικρό σε σχέση με το χρόνο που χρειάζεται η περιβάλλουσα να παρουσιάσει ουσιαστική αλλαγή. Συνεπώς η U_c παρακολουθεί την περιβάλλουσα πιο στενά από ότι φαίνεται στο σχήμα. Περαιτέρω επειδή η συχνότητα του φέροντος είναι αρκετά υψηλότερη από την υψηλότερη συχνότητα του διαμορφώνοντος σήματος η πριονωτή παραμόρφωση της περιβάλλουσας κυματομορφής αφαιρείται εύκολα με ένα φίλτρο.

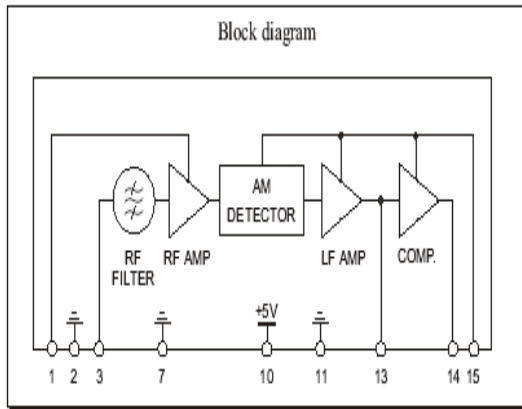
Στην αποδιαμόρφωση OOK (On-Off Keying) ισχύουν τα ίδια με την αποδιαμόρφωση AM στην ψηφιακή της μορφή (ASK) μόνο που αλλάζει η μορφή του διαμορφώνοντος σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό. Η μορφή του διαμορφωμένου σήματος και του σήματος δεδομένων φαίνεται στο σχήμα 4.6.



Σχήμα 4.6 Το σήμα πριν τον αποδιαμορφωτή και τα ανεκτιμμένα δεδομένα μετά την αποδιαμόρφωση.

4.6.1 ΤΟ MODULE ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ.

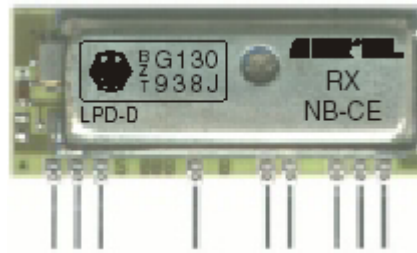
Το MODULE NB-CE που χρησιμοποιείται στο σύστημα του δέκτη είναι ένας υβριδικός ολοκληρωμένος δέκτης της AUREL και αποδιαμορφώνει σήματα διαμορφωμένα κατά πλάτος. Η τάση λειτουργίας του είναι 5Volt και έχει κατανάλωση 3.5mA. Επίσης η συχνότητα λειτουργίας είναι 433.92MHz και η ευαισθησία του φτάνει τα -100dBm . Οι διαστάσεις του είναι πολύ μικρές όπως και το κόστος του πράγμα που τον καθιστά ιδανικό για το σύστημα του δέκτη. Το λειτουργικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 4.7. Ενώ στο σχήμα 3.17 φαίνεται το module του υβριδικού πομπού σε διαστάσεις 1:1.



Pin-out

- | | |
|------------|----------------|
| 1) +5V | 11) Ground |
| 2) Ground | 13) Test Point |
| 3) Antenna | 14) Output |
| 7) Ground | 15) +5V |
| 10) +5V | |

Σχήμα 4.7 Το λειτουργικό διάγραμμα του δέκτη της AUREL.



Σχήμα 3.17 Το module του υβριδικού δέκτη σε διαστάσεις 1:1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΗΛΕΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟΥ

5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ

Λειτουργία Εκπομπου

Για τη μέτρηση της ταχύτητα του ανέμου , ουσιαστικά μετράμε το χρόνο περιστροφής του ανεμόμετρου. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο χρόνος τόσο μικρότερη είναι η ταχύτητα του ανέμου. Όταν το ανεμόμετρο δεν περιστρέφεται, τότε η ταχύτητα του ανέμου είναι μηδενική. Η μέτρηση αυτή γίνεται στον καταχωρητή R0 όπου και φυλάσσεται η ένδειξη της εντάσεως.

Η ένδειξη της διευθύνσεως δίνεται από τους αισθητήρες στα τρία πρώτα bits της πόρτας 1 (P1.7 , P1.6 , P1.5), ενώ η ένδειξη τάσης της μπαταρίας δίνεται από τον αντίστοιχο αισθητήρα στο τέταρτο bit της πόρτας 1 (P1.4)

Σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία καθορίζονται από το baud rate, η ένδειξη που βρίσκεται στον καταχωρητή R0 καθώς και τα τέσσερα πρώτα bits τις πόρτας 1 , που περιέχουν όπως προαναφέραμε τις ενδείξεις της διεύθυνσης του ανέμου και της τάσης της μπαταρίας, μεταφέρονται στον καταχωρητή της σειριακής θύρας από όπου και αποστέλονται προς τον εκπομπό. Ο εκπομπός με τη σειρά του τα εκπέμπει ώστε να τα παραλάβει ο δέκτης.

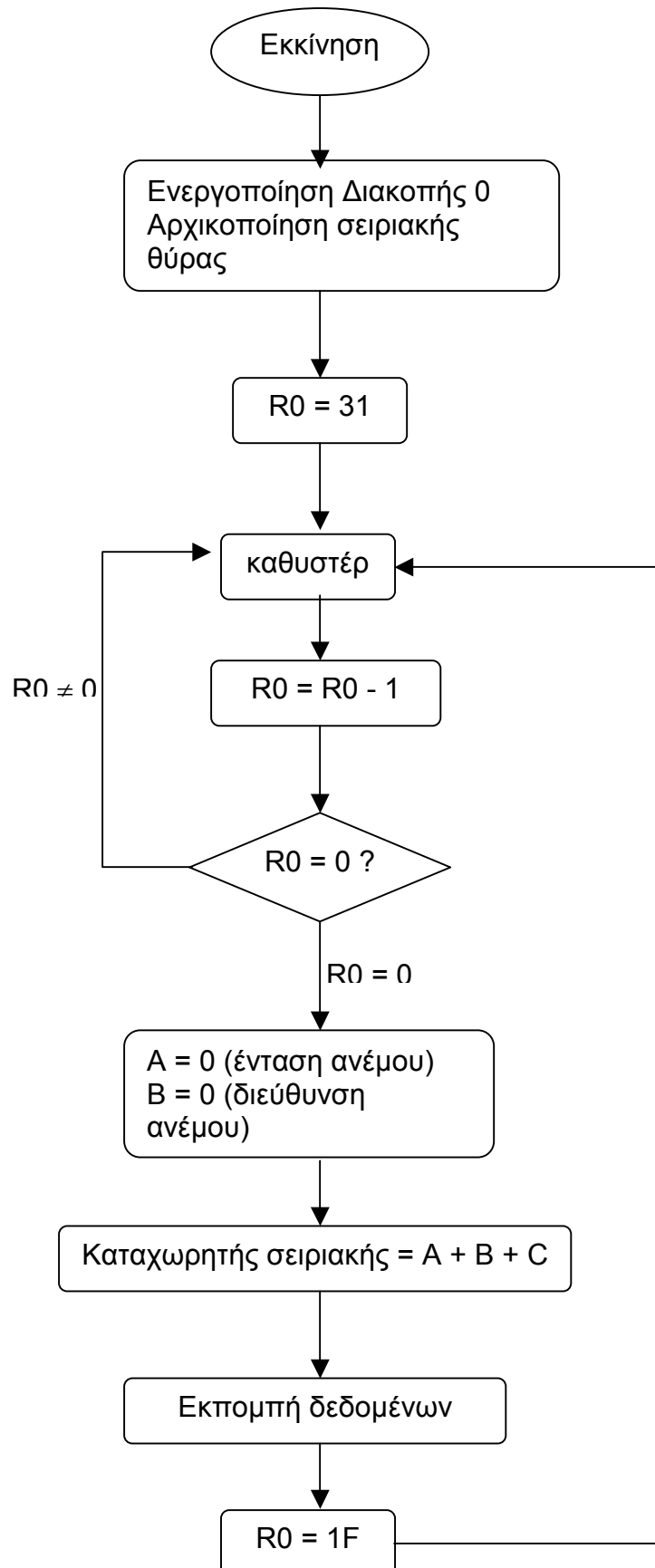
Το baud rate τις εκπομπής δεδομένων καθορίζεται από τον χρονιστή Timer 1 και τα πακέτα δεδομένων είναι της τάξεως των 9 bits.

Λειτουργία Δέκτη

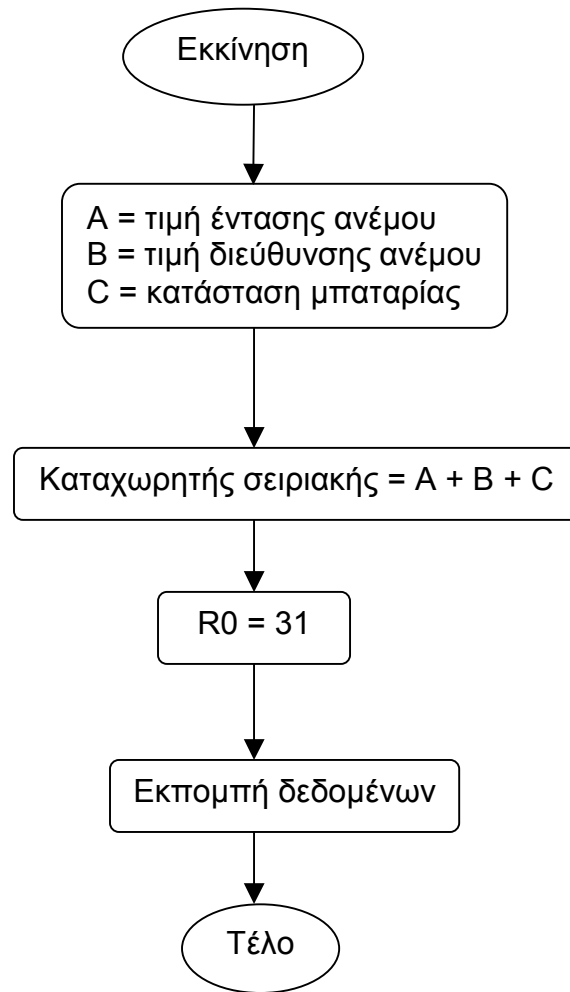
Μόλις ο δέκτης παραλάβει τα δεδομένα τα οποία έχουν εκπεμφθεί από το πομπό τα στέλνει στη σειριακή θύρα του 8051. αφού γραφτεί και το τελευταίο bit του πακέτου στον καταχωρητή της σειριακής θύρας, εκτελείται η αντίστοιχη ρουτίνα. Η ρουτίνα αυτή αποκωδικοποιεί τα δεδομένα του πακέτου και εμφανίζει στην οθόνη την ένταση και τη διεύθυνση του αέρα, καθώς επίσης και ενδείξεις για την κατάσταση των μπαταριών τόσο του εκπομπού όσο και του δέκτη. Επίσης μέσω της εξωτερικής διακοπής, με τη βοήθεια ενός button, έχουμε την δυνατότητα εμφάνισης των αποτελεσμάτων σε διάφορες κλίμακες όπως m/sec , km/h , beaufort και knots.

5.2.1 BLOCK ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΟΜΠΟΥ

Κύριος Προγραμμα

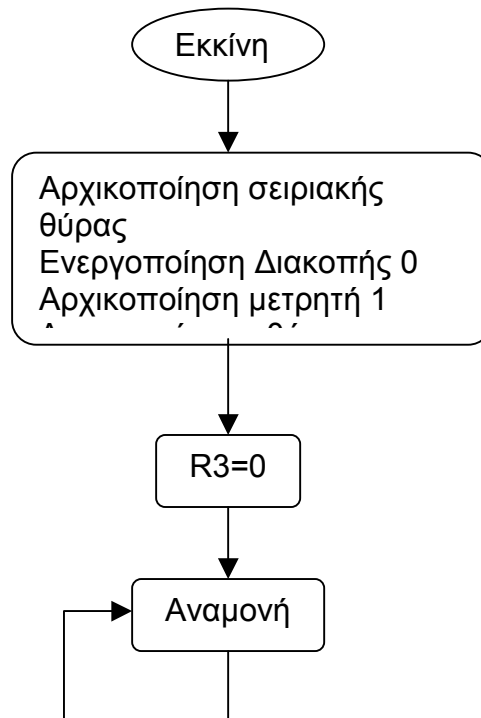


Διακοπή 0

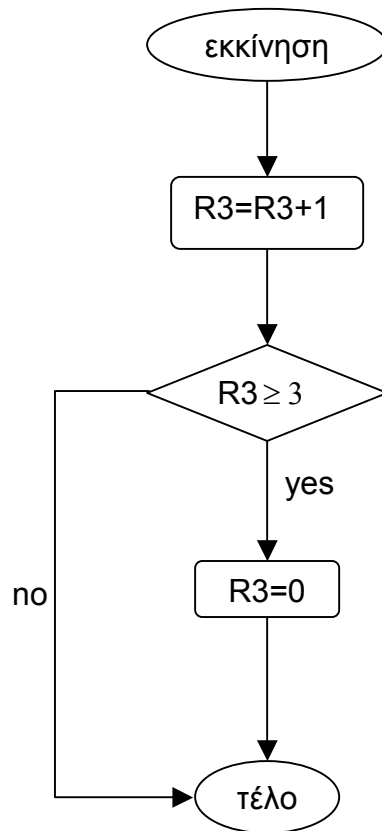


5.2.2 BLOCK ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΚΤΗ

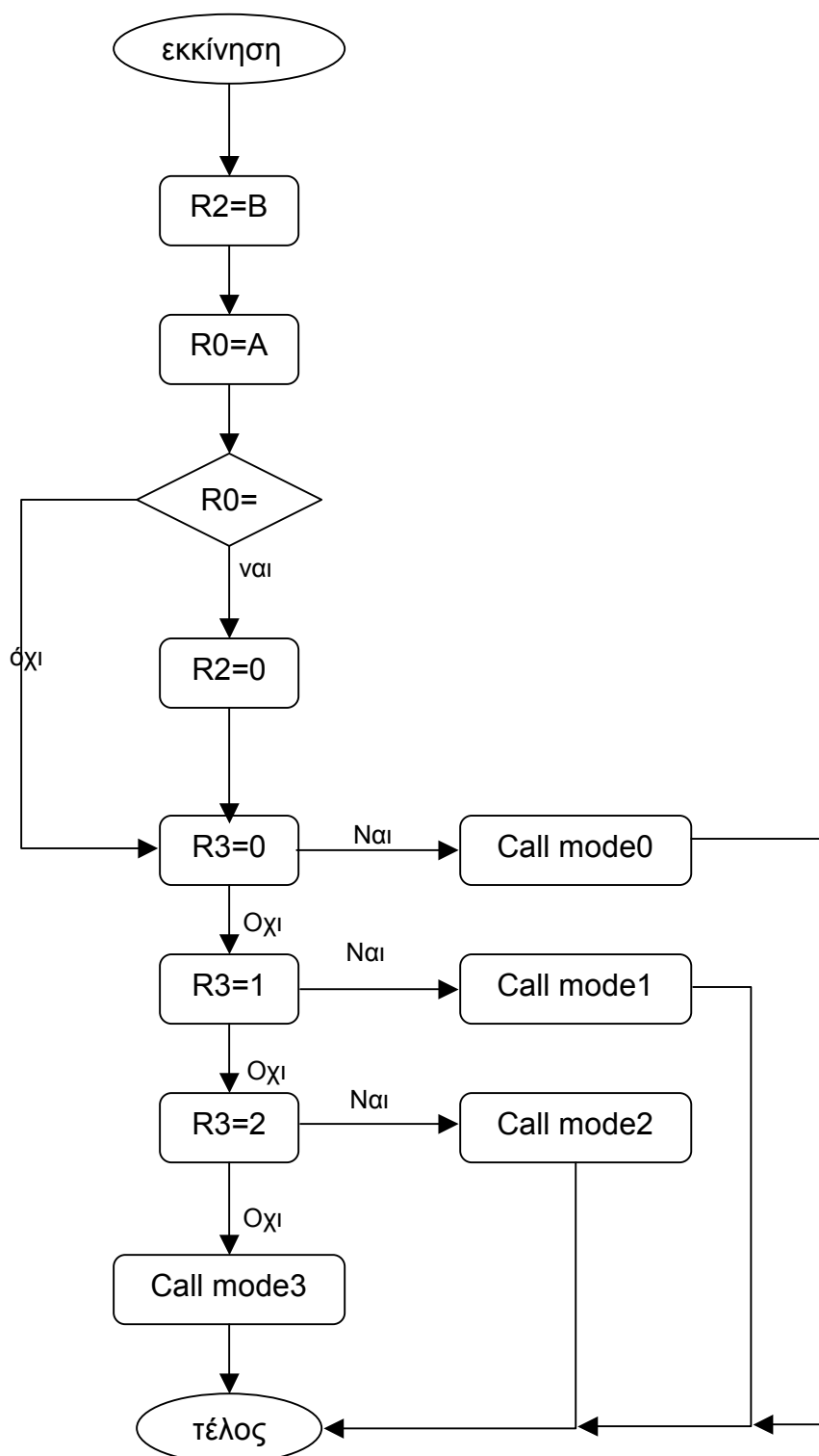
Κυρίως πρόγραμμα



interrupt



Διακοπή σειριακής θύρας



Mode 0 (Km/h):

Μετατρέπει την ένδειξη της έντασης του αέρα στη κλίμακα Km/h και την εμφανίζει στο LCD

Mode 1 (Beaufort):

Μετατρέπει την ένδειξη της έντασης του αέρα στη κλίμακα μπόφορ και την εμφανίζει στο LCD Mode

mode 2 (m/sec):

Μετατρέπει την ένδειξη της έντασης του αέρα στη κλίμακα m/sec και την εμφανίζει στο LCD Mode

mode 3 (Knots):

Μετατρέπει την ένδειξη της έντασης του αέρα στη κλίμακα κόμβων και την εμφανίζει στο LCD

5.3 ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΗΛΕΑΝΕΜΟΜΕΤΡΟΥ

5.3.1 ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΟΥ

```
DEFSEG START,absolute
SEG Start
org 0000h
ljmp main
org 0003h
jmp input
org 30h

main:
    setb it0          ;falling edge triggered external
interrupt
    mov tcon,#01h
    mov ie,#01h      ;enable external interrupt 0
    setb ea          ;enable all interrupts
    mov scon,#0c2h   ;seria port mode 3(9-bit
Variable),enable ti
    MOV TMOD,#20h    ; timer mode 2 (8-bit auto
reload)

    MOV TH1,#0e8h    ;auto reload value(1200
baud rate)
    mov tl1,#0e8h
    setb tr1         ;turn on timer 1

    mov r0,#1fh

meter:
    ;decrease
    call delay       ;counder
    djnz r0,meter   ;

    clr ea

wait2: jnb ti,wait2
```

```
clr ti
mov c,p1.4
mov tb8,c
mov sbuf,#0e0h
clr es
mov r0,#01fh
setb ea
jmp meter
```

input:

```
clr ea
mov a,p1
anl a,#0e0h
orl a,r0
```

wait:

```
jnb ti,wait
clr ti
mov c,p1.4
mov tb8,c
mov sbuf,a

setb ea
mov r0,#1fh
mov r1,#0aah
mov r2,#0aah
reti
```

delay:

```
mov r1,#0aah
```

delay1:

```
mov r2,#0aah
```

delay2:

```
djnz r2,delay2
djnz r1,delay1
ret
```


end

5.3.2 ΚΩΔΙΚΑΣ ΔΕΚΤΗ

Στο πρώτο μέρος του κώδικα γίνονται κάποιες ρυθμίσεις για τον τρόπο λειτουργίας της σειριακής θύρας και της διακοπής που θα χρησιμοποιήσουμε καθώς και η αρχικοποίηση της οθόνης και η εμφάνιση σ' αυτή κάποιων μόνιμων χαρακτήρων.

```
DEFSEG START,ABSOLUTE
SEG START
EN EQU p2.5
ID EQU p2.4

ORG 0000H
JMP MAIN
org 03h
jmp selectmode
ORG 23H
JMP GETKEY
ORG 030H

MAIN:
CLR EA
MOV TCON,#01H
MOV scon ,#0c1h           ;serial port mode 3,
enable ri, enable ren
mov ie,#11h               ;enable serial port
interrupt ,ex0
mov ip,08h                ;timer 1 priority
MOV TMOD,#20h            ;timer 1 mode 2(8bit
autoreload)
MOV TH1,#0e8h            ;1200 baud rate
```

```
mov tl1,#0e8h           ;1200 baud rate
setb tr1                ;turn on timer 1
setb ren
```

INIT:

```
MOV R0,#00H
CALL DELAY1
```

NEXT:

```
MOV A,R0                ;intialisation
MOV DPTR,#TABLE
MOVC A,@A+DPTR
CLR ID
SETB EN
MOV P0,A
CLR EN
CALL DELAY1
INC R0
CJNE A,#0FFH,NEXT
```

init2:

```
call delay1
CLR ID
SETB EN
MOV P0,#0c1h           ;move cursor at 2nd line 2nd
```

digit

```
CLR EN
mov r0,#03h
mov a,#3ah              ;   ":"
push acc
mov a,#42h              ;   "B"
push acc
mov a,#54h              ;   "T"
push acc
```

init3:

CALL DELAY2 ;print "TB:"

setb ID

SETB EN

pop acc

MOV P0,A

CLR EN

djnz r0,init3

call delay1

CLR ID

SETB EN

MOV P0,#0c9h ;move cursor at 2nd line

10th digit

CLR EN

mov r0,#03h

mov a,#3ah ; ":"

push acc

mov a,#42h ; "B"

push acc

mov a,#52h ; "R"

push acc

init4:

CALL DELAY2 ;print "RB:"

setb ID

SETB EN

pop acc

MOV P0,A

CLR EN

djnz r0,init4

```
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
call delay1
```

```
SETB EA
```

```
mov r3,#00h
```

```
LOOP:
```

```
jmp loop
```

παρακάτω φαίνεται η ρουτίνα της σειριακής θύρας

```
GETKEY:
```

```
CLR EA
```

```
wait:
```

```
jnb ri,wait
```

```
mov a,sbuf
```

```
CLR ID
SETB EN
MOV P0,#083h      ;move cursor at 1st line 4th
```

digit

```
CLR EN
CALL DELAY1
```

```
push acc
rl a
rl a
rl a
anl a,#07h
mov r2,a          ;put direction at r2
pop acc
anl a,#1fh
mov r0,a          ;put wins value at r0
cjne r0,#00h, meta
mov r2,#08h
```

στο επόμενο κομμάτι του κώδικα γίνεται η επιλογή του mode εμφάνισης των δεδομένων στην οθόνη.

meta:

```
cjne r3,#00h,mod1
call mode0
jmp synexeia
```

mod1:

```
cjne r3,#01h,mod2
call mode1
jmp synexeia
```

```

mod2:
    cjne r3,#02h,mod3
    call mode2
    jmp synexeia

mod3:
    call mode3
synexeia:
    setb ea
    clr ri
    reti

selectmode:
    inc r3
    cjne r3,#04h,telos2
    mov r3,#00h
telos2:
    reti

mode0:                                     ;(Km/h)
    call direction
    call conv16to10
    call wind
    call battery
    ret

mode1:                                     ;(Beaufort)
    call direction
    call beaufort
    call battery
    ret

mode2:
    call direction                         ;m/esc
    call msec

```

```
call battery
ret
```

mode3:

```
call direction      ;knots
call Knots
call battery
ret
```

το επόμενο κομμάτι κώδικα παίρνει από το πακέτο δεδομένων την ένδειξη της έντασης του αέρα και τη μετατρέπει στην κλίμακα m/sec

msec:

```
mov r1,#00h
mov a,r0
mov b,#0ah
mul ab
mov r1,b
cjne r1,#01h,sun
mov r1,#07h
```

sun:

```
mov b,#24h
div ab
add a,r1
mov r1,a
mov a,b
```

```
push acc
```

```
cjne a,#00h,val3
mov r0,#30h
jmp input
```

val3:

```
clr c
```

```
subb a,#09h
jnc val5
mov r0,#33h
jmp input
```

val5:

```
pop acc
push acc
clr c
subb a,#12h
jnc val7
mov r0,#35h
jmp input
```

val7:

```
mov r0,#37h
```

το επόμενο κομμάτι του κώδικα εμφανίζει στην οθόνη την ταχύτητα του ανέμου σε m/sec με τη μορφή "r1,r2 m/sec"

input:

```
pop acc

mov r5,#0bh
mov a,#20h           ; " "
push acc
mov a,#63h          ; "c"
push acc
mov a,#65h          ; "e"
push acc
mov a,#73h          ; "s"
push acc
mov a,#2fh           ; "/"
push acc
mov a,#6dh          ; "m"
```



```

push acc
mov a,#20h           ; " "
push acc
push 00             ; r0
mov a,#2eh         ; "."
push acc
mov a,r1
add a,#30h
push acc           ; r1
mov a,#20h         ; ""
push acc

```

print5:

```

CALL DELAY2
SETB ID
SETB EN
pop acc
MOV P0,a
CLR EN
djnz r5,print5

ret

```

το επόμενο κομμάτι κώδικα παίρνει από το πακέτο δεδομένων την ένδειξη της έντασης του αέρα και τη μετατρέπει στην κλίμακα knots

knots:

```

mov r1,#00h
mov a,r0
mov b,#0ah
mul ab
mov r1,b

```

```
    cjne r1,#01h,sun4
    mov r1,#0dh
```

sun4:

```
    mov b,#12h
    div ab
    add a,r1
    mov r0,a
    call conv16to10
    mov a,b
```

```
    push acc
```

```
    cjne a,#00h,val32
    mov r6,#30h
    jmp input3
```

val32:

```
    clr c
    subb a,#04h
    jnc val52
    mov r6,#33h
    jmp input3
```

val52:

```
    pop acc
    push acc
    clr c
    subb a,#9h
    jnc val72
    mov r6,#35h
    jmp input3
```

val72:

```
mov r6,#37h
```

```
input3:
```

**ΤΟ ΕΠΌΜΕΝΟ ΚΟΜΜΆΤΙ ΤΟΥ ΚΏΔΙΚΑ ΕΜΦΑΝΪΖΕΙ ΣΤΗΝ ΟΘΌΝΗ
ΤΗΝ ΤΑΧΎΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΈΜΟΥ ΣΕ ΚΌΜΒΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΟΡΦΉ
“r1r2,r6 knots”**

```
input4:
```

```
pop acc
```

```
mov r5,#0bh
```

```
mov a,#73h ; "s"
```

```
push acc
```

```
mov a,#74h ; "t"
```

```
push acc
```

```
mov a,#6fh ; "o"
```

```
push acc
```

```
mov a,#6eh ; "n"
```

```
push acc
```

```
mov a,#4bh ; "K"
```

```
push acc
```

```
mov a,#20h ; " "
```

```
push acc
```

```
push 06 ; r6
```

```
mov a,#2eh ; "."
```

```
push acc
```

```
push 00 ; r0
```

```
push 01 ; r1
```

```
mov a,#20h ; ""
```

```
push acc
```

```
print6:
```

```
CALL DELAY2  
SETB ID  
SETB EN  
pop acc  
MOV P0,a  
CLR EN  
djnz r5,print6  
  
ret
```

το επόμενο κομμάτι κώδικα παίρνει από το πακέτο δεδομένων την ένδειξη της έντασης του αέρα και τη μετατρέπει στην κλίμακα Beaufort

```
Beaufort:
```

```
    cjne r0,#00h,value1  
    jmp br2
```

```
value1:
```

```
    mov a,r0  
    push acc  
    clr c  
    subb a,#05h  
    jnc value2  
    mov r0,#01h  
    jmp br
```

```
value2:
```

```
    pop acc
```

```
push acc
clr c
subb a,#0bh
jnc value3
mov r0,#02h
jmp br
```

value3:

```
pop acc
push acc
clr c
subb a,#13h
jnc value4
mov r0,#03h
jmp br
```

value4:

```
pop acc
push acc
clr c
subb a,#1ch
jnc value5
mov r0,#04h
jmp br
```

value5:

```
pop acc
push acc
mov r0,#05h
jmp br
```

το επόμενο κομμάτι του κώδικα εμφανίζει στην οθόνη την ταχύτητα του ανέμου σε Beaufort με τη μορφή “r0 Beaufort”

br:

```
pop acc
```

br2:

```
mov r5,#0bh
mov a,#74h           ; "t"
push acc
mov a,#72h           ; "r"
push acc
mov a,#6fh           ; "o"
push acc
mov a,#66h           ; "f"
push acc
mov a,#75h           ; "u"
push acc
mov a,#61h           ; "a"
push acc
mov a,#65h           ; "e"
push acc
mov a,#42h           ; "B"
push acc
mov a,#20h           ; ""
push acc
mov a,r0
add a,#30h
```

```
push acc                ; r0
mov a,#20h              ; ""
push acc
```

print3:

```
CALL DELAY2
SETB ID
SETB EN
pop acc
MOV P0,a
CLR EN
djnz r5,print3
ret
```

το επόμενο κομμάτι του κώδικα μετατρέπει το 16αδικό αριθμό που βρίσκεται στο καταχωρητή r0 σε δεκαδικό και τον τοποθετεί στους καταχωρητές r1 και r0 (στον r1 τοποθετούνται οι δεκάδες και στον r0 οι μονάδες)

conv16to10:

```
mov a,r0                ;convert speed 16 to 10
push acc
anl a,#10h
cjne a,#10h,go
pop acc
da a
add a,#06h
jmp out
```

go:

```

        clr c
        pop acc
out:
        da a

        push acc
        anl a,#0fh
        add a,#30h
        mov r0,a           ;put numeral of speed at r0
        pop acc
        swap a
        anl a,#0fh
        add a,#30h
        mov r1,a           ;put numeral of speed at r1
        ret

```

το επόμενο κομμάτι του κώδικα εμφανίζει στην οθόνη την ταχύτητα του ανέμου σε km/h με τη μορφή “r1r0 km/h”

```

wind:
        mov r5,#0bh
        mov a,#20h           ; " "
        push acc
        mov a,#20h           ; " "
        push acc
        mov a,#20h           ; " "
        push acc
        mov a,#68h           ; "h"
        push acc
        mov a,#2fh           ; "/"
        push acc
        mov a,#6dh           ; "m"
        push acc
        mov a,#4bh           ; "K"

```



```

push acc
mov a,#20h           ; " "
push acc
push 00h            ; r0
push 01h            ; r1
mov a,#20h           ; " "
push acc

```

PRINT: ;print the speed to display

```

CALL DELAY2        ;
SETB ID            ;
SETB EN            ;
pop acc            ;
MOV P0,a           ;
CLR EN            ;
djnz r5,print      ;
ret

```

Στο επόμενο κομμάτι του κώδικα γίνεται η επιλογή της διεύθυνσης του ανέμου.

direction: ;choose direction

```

mov r5,#02h
cjne r2,#00h,next1 ; North
mov a,#4eh          ;"N"
push acc
mov a,#20h          ;" "
push acc
jmp print2

```

next1:

```
    cjne r2,#01h,next2 ;    North East
    mov a,#45h         ;"E"
    push acc
    mov a,#4eh         ;"N"
    push acc
    jmp print2
```

next2:

```
    cjne r2,#02h,next3 ;    East
    mov a,#45h         ;"E"
    push acc
    mov a,#20h         ;" "
    push acc
    jmp print2
```

next3:

```
    cjne r2,#03h,next4 ;    South East
    mov a,#45h         ;"E"
    push acc
    mov a,#53h         ;"S"
    push acc
    jmp print2
```

next4:

```
    cjne r2,#04h,next5 ;    South
    mov a,#53h         ;"S"
    push acc
    mov a,#20h         ;" "
    push acc
    jmp print2
```

next5:

```

    cjne r2,#05h,next6 ; South West
    mov a,#57h ;"W"
    push acc
    mov a,#53h ;"S"
    push acc
    jmp print2

```

next6:

```

    cjne r2,#06h,next7 ; West
    mov a,#57h ;"W"
    push acc
    mov a,#20h ;" "
    push acc
    jmp print2

```

next7:

```

    cjne r2,#07h,next8 ; North West
    mov a,#57h ;"W"
    push acc
    mov a,#4eh ;"N"
    push acc
    jmp print2

```

next8:

```

    mov a,#20h ; No Direction
    push acc ;" "
    push acc ;" "

```

PRINT2:

;print the direction to display

```

    CALL DELAY2 ;
    SETB ID ;
    SETB EN ;
    pop acc ;
    MOV P0,a ;

```

```
CLR EN ;
djnz r5,print2 ;
ret
```

battery:

```
call delay1 ;
CLR ID ;
SETB EN ;
MOV P0,#0c4h ;
CLR EN ; check transmit battery
; and display a message
mov c,r8 ;
jnc calow ;
call ok ;
jmp oxo ;
calow: ;
call lower ;
oxo: ;
```

```
call delay1 ;
CLR ID ;
SETB EN ;
MOV P0,#0cch ;
CLR EN ; check receive battery
; and display a message
mov c,p1.0 ;
jnc calow2 ;
call ok ;
jmp oxo2 ;
calow2: ;
```

```

                                call lower                                ;
oxo2:                                                                    ;

                                RET

DELAY1:
                                MOV R7,#4FH
DEL2:
                                MOV R6,#0FFH
DEL1:
                                DJNZ R6,DEL1
                                DJNZ R7,DEL2
                                RET

DELAY2:
                                MOV R7,#0AH
DEL3:
                                MOV R6,#0FFH
DEL4:
                                DJNZ R6,DEL4
                                DJNZ R7,DEL3
                                RET

lower:                                                                    ;message "LOW" for battery
                                CALL DELAY2
                                SETB ID
                                SETB EN
                                MOV P0,#4ch
                                CLR EN
                                CALL DELAY2
                                SETB ID
                                SETB EN

```

```
MOV P0,#4fh
CLR EN
CALL DELAY2
SETB ID
SETB EN
MOV P0,#57h
CLR EN
ret
```

ok:

;message "OK" for battery

```
CALL DELAY2
SETB ID
SETB EN
MOV P0,#4fh
CLR EN
CALL DELAY2
SETB ID
SETB EN
MOV P0,#4bh
CLR EN
CALL DELAY2
SETB ID
SETB EN
MOV P0,#20h
CLR EN
ret
```

TABLE:

```
DB 38H
DB 38H
DB 38H
DB 38H
DB 06H
DB 0cH
DB 01H
```

```
DB 81H  
DB 0FFH  
NOP  
NOP
```

ND:

```
DB 00H  
  
END
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

DATA SHEETS

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ *Beaufort* ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑ

ΒΑΘΜΟΣ ΚΛΙΜ. BEAUFORT	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΝΕΜΟΥ	ΣΕ ΚΟΜΒΟΥΣ	ΣΕ m/sec	ΣΕ km/h	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑ
0	Άπνοια Calm	< 1	0-0.2	1	Άπνοια ο καπνός υψώνεται κατακόρυφα
1	Σχεδόν Άπνοια Light Air	1-3	0.3-1.5	1.5	Η διεύθυνση του ανέμου φαίνεται από τον καπνό και όχι από τον ανεμοδείκτη.
2	Πολύ ασθενής Light breeze	4 -6	1.6-3.3	6-11	Άνεμος αισθητός στο πρόσωπο. Τα φύλλα των δένδρων θροίζουν και ο ανεμοδείκτης κινείται.
3	Ασθενής Gentle Breeze	7 - 8	3.4-5.4	12-19	Τα φύλλα και τα μικρά κλωνάρια των δένδρων βρίσκονται σε συνεχή κίνηση. Ο άνεμος τεντώνει μικρή σημαία.
4	Σχεδόν Μέτριος Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Ο άνεμος σηκώνει σκόνη και φύλλα χάρτου. Κινεί μικρά δένδρα.
5	Μέτριος Fresh Breeze	17- 21	8.0-10.7	29-38	Μικρά δένδρα με φύλλα αρχίζουν να κινούνται. Σχηματίζονται κυματίδια σε λίμνες.
6	Ισχυρός Strong breeze	22 - 27	10.8-13.8	39-49	Κινούνται μεγάλα κλαδιά δένδρων. Ακούγεται συριγμός στα τηλεγραφικά σύρματα. Οι ομπρέλες χρησιμοποιούνται με δυσκολία.
7	Σχεδόν θυελλώδης Near Gale	28 - 33	13.9-17.1	50-61	Τα δένδρα κινούνται ολόκληρα. Το αντίθετο στον άνεμο βάδισμα γίνεται δύσκολα.
8	Θυελλώδης Gale	34 - 40	17.2-20.7	62-74	Θραύει μικρά κλωνάρια δένδρων. Γενικά εμποδίζει το αντίθετο στον άνεμο βάδισμα.
9	Πολύ θυελλώδης Strong gale	41 - 47	20.8-24.4	75-88	Προκαλούνται μικρές ζημιές σε κατασκευές. Αναρπάζονται πηλinoι καπνοδόχοι και κεραμίδια.
10	Θύελλα Storm	48 - 55	24.5-28.4	89-102	Σπάνια παρατηρείται στο εσωτερικό της ξηράς. Ξεριζώνει δένδρα και προξενεί μεγάλες ζημιές σε κατασκευές.
11	Ισχυρή θύελλα Violent Storm	56 - 63	28.5-32.6	103-117	Πολύ σπάνια παρατηρείται. Γίνονται πολύ μεγάλες ζημιές.
12	Τυφώνας Hurricane	64 +	32.7 +	117 +	

ΚΛΙΜΑΚΑ *Beaufort* ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΙΜ. BEAUFORT	ΣΤΟ ΑΝΟΙΧΟ ΠΕΛΑΓΟΣ	ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΑΚΤΕΣ ή ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣ. ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΕΛΑΓΟΣ (μέτρα)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΠΕΛΑΓΟΣ
0	Θάλασσα κατοπτρική	Γαλήνη	0	Γαλήνη (Σαν καθρέπτης) Calm (Glassy)
1	Σχηματίζονται ρυτίδες με κορυφές χωρίς αφρό.	Ο άνεμος μόλις που μπορεί να κινήσει τα ψαροκάικα.	0-01	Γαλήνη(με ρυτίδες) Calm (Rippled)
2	Μικρά κυματίδια χαμηλά αλλά αρκετά σχηματισμένα. Οι κορυφές τους είναι λείες και δεν σπάζουν.	Ο άνεμος γεμίζει τα πανιά στα ψαροκάικα που μπορούν να κινηθούν με ταχύτητα 1-2 κόμβους.	0.1-0.5	Ήρεμη Smooth (Wave less)
3	Μεγάλα κυματίδια. Οι κορυφές αρχίζουν να σπάζουν και εμφανίζεται λείος αφρός.	Τα ψαροκάικα αρχίζουν να γέρνουν δεξιά-αριστερά και να κινούνται με ταχύτητα 3-4 κόμβους.	0.5-1.25	Λίγο Ταραγμένη Slight
3-4	Μικρά κύματα που γίνονται μακρύτερα. Λευκοί αφροί με όψη πολλών λευκών προβάτων.	Ικανοποιητικός άνεμος για ψαροκάικα. Φουσκώνουν όλα τα πανιά τους και γέρνουν	1-1.5	Σχεδόν ταραγμένη Slight Moderate
4	Μέτρια κύματα με σαφή επιμήκη μορφή. Ενδεχομένως δημιουργία πτύλου(ψεκασμού).	Τα ψαροκάικα μαζεύουν λίγο τα πανιά.	1.25-2.5	Ταραγμένη Moderate
5	Μεγάλα κύματα αρχίζουν να σχηματίζονται. Κορυφές με λευκό αφρό. Πιθανοί πτύλοι (ψεκασμοί).	Τα ψαροκάικα διπλοδένουν (μουδάρουν) τα μεγάλα πανιά.	2-5.4	Κυματώδης Rough
6	Η θάλασσα φουσκώνει και λευκός αφρός από κύματα που σπάζουν αρχίζει να παρασύρεται και να σχηματίζονται ραβδώσεις κατά τη διεύθυνση του ανέμου.	Τα ψαροκάικα παραμένουν στο λιμάνι και εκείνα που βρίσκονται στη θάλασσα τραβερσώνουν.	4-6	Πολύ κυματώδης Very Rough
6-7	Μετρίως υψηλά κύματα περισσότερο επιμήκη. Τα άκρα των κορυφών των κυμάτων θραύονται και γίνεται πτύλος. Ο αφρός παρασύρεται και σχηματίζει ραβδώσεις κατά τη διεύθυνση του ανέμου.	Όλα τα ψαροκάικα δένουν στο πιο κοντινό λιμάνι.	5.5-5.7	Σχεδόν τρικυμώδης Very rough too high.
7	Υψηλά κύματα. Πυκνές ραβδώσεις αφρού κατά την διεύθυνση του ανέμου. Οι κορυφές των κυμάτων αρχίζουν να γέρνουν να πέφτουν και να κυλιούνται. Ο πτύλος είναι δυνατό να επηρεάζει την ορατότητα.		6-11	Τρικυμώδης High
7-8	Πολύ υψηλά κύματα με μακριές λοφώδεις ράχες. Ο αφρός που είναι πολύ περισσότερος παρασύρεται σε πυκνές λευκές ραβδώσεις κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Η επιφάνεια της θάλασσας είναι στο σύνολο λευκή. Το σπάσιμο και κύλισμα των κορυφών των κυμάτων γίνεται έντονο και βίαιο. Η ορατότητα επηρεάζεται.		8-12.5	Πολύ τρικυμώδης High to very high
8	Εξαιρετικά υψηλά κύματα.(Η θέα πλοίων μικρής και μεσαίας χωρητικότητας ίσως για λίγη ώρα να χάνονται πίσω από τα κύματα).Η θάλασσα καλύπτεται τελείως από λευκούς αφρούς που επιμηκύνονται κατά την διεύθυνση του ανέμου. Παντού τα άκρα των κορυφών των κυμάτων βρίσκονται σε αφρώδη κατάσταση. Η ορατότητα επηρεάζεται.		11-14	Άγρια Very High
9	Ο αέρας είναι γεμάτος με αφρό και πτύλο. Η θάλασσα είναι εντελώς λευκή. Η ορατότητα επηρεάζεται σημαντικά.		14+	Πολύ Άγρια Phenomenal

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΑ SITES

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **«Τηλεπικοινωνιακά συστήματα»**
Herbert Taub Donald L. Schilling Έκδοση Δεύτερη
2. «Εισαγωγή στην ανάλυση και σχεδιασμό
τηλεπικοινωνιακών συστημάτων Τόμος ΙΙ»
Νικολάου Βούλγαρη
3. **«The Micro controller 8051»**
I. Scott Mackenzie
4. «Φυσική Μέρος Β΄»
David Holliday Robert Resnick

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΕΛΙΔΕΣ(SITES)

<i>http://www.ti.com</i>	<i>(Texas Instruments)</i>
<i>http://www.national.com</i>	<i>(National Semiconductor)</i>
<i>http://www.maxim-ic.com</i>	<i>(Maxim)</i>
<i>http://rswww.com</i>	<i>(RS components)</i>
<i>http://www.sharp.com</i>	<i>(Sharp)</i>
<i>http://www.allegro.com</i>	<i>(Allegro Microelectronics)</i>
<i>http://www.NRG.com</i>	<i>(NRG Systems)</i>
<i>http://www.aurel.it</i>	<i>(Aurel Spa)</i>
<i>http://www.seiko.com</i>	<i>(Seiko Instruments)</i>
<i>http://www.aaasolar.com</i>	<i>(Solar Systems)</i>
<i>http://www.irf.com</i>	<i>(International Rectifier)</i>
<i>http://www.ATMEL.com</i>	<i>(Atmel micro controllers)</i>