



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
με θέμα

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΟΥ
ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ(UAV)**

από τον **ΑΝΑΣΤΑΣΙΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ**

Εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του
Αναπληρωτή Καθηγητή Δρ. **ΧΑΤΖΑΚΗ ΙΩΑΝΝΗ**

Χανιά, Ιούνιος 2014

Ο φοιτητής ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ δηλώνει υπεύθυνα ότι το κείμενο της παρούσας πτυχιακής αποτελεί προϊόν προσωπικής μελέτης και εργασίας και ότι όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή και τη σύνταξη της δηλώνονται κατάλληλα τόσο στο σώμα του κειμένου όσο και στη βιβλιογραφία. Επίσης δηλώνει υπεύθυνα ότι γνωρίζει πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και ότι είναι ενήμερος για την επέλευση των νόμιμων συνεπειών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Abstract.....	4
Περίληψη.....	5
Ιστορικά στοιχεία.....	7
Πλοήγηση.....	10
Μοντέλο UAV σε αστικές περιοχές.....	11
UAV ως βάση για την τηλεπισκόπηση κατολισθήσεων.....	12
Περιγραφή των τμημάτων ενός UAV	14
Άτρακτος.....	15
Φτερά.....	17
Ailerons.....	17
Flaps.....	17
Flaperons.....	18
Ουρά.....	19
Rudder.....	19
Elevator.....	20
Συστήματα Πρόωσης.....	20
Τύποι κινητήρων.....	20
Δίχρονοι.....	21
Turbine.....	23
Ηλεκτρικοί.....	23
Avionics.....	24
Επικοινωνία.....	24
Servo.....	25
Γυροσκόπιο.....	26
Γυροσκόπιο Laser.....	28
Αισθητήρας πίεσης.....	30
Διαφορικός αισθητήρας πίεσης(ταχύτητας).....	30
Gps.....	31
Ηλεκτρονική πυξίδα.....	32
Ελεγκτής.....	32
Διάγραμμα βαθμίδων χειριστηρίου.....	33
Διάγραμμα βαθμίδων UAV.....	34
Διάγραμμα ροής UAV.....	35
Περιγραφή προγράμματος UAV.....	36
Περιγραφή προγράμματος χειριστηρίου.....	37
Βιβλιογραφία.....	40

ABSTRACT

The application of the Unmanned Aerial Vehicles (UAV) has increased over the last years with main use of aerial photography, the aerial video, the Earth magnetic field measurements and the search and rescue. In the particular project is described the operation and the implementation of an unmanned aerial vehicle (UAV) controller unit.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η χρήση μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων παρουσιάζει αύξηση, με κύριες εφαρμογές τις εναέριες φωτογραφήσεις, τις μελέτες μαγνητικού πεδίου της Γης, την εναέρια κινηματογράφηση και χρήση έρευνας και διάσωσης. Στην συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η σχεδίαση και η κατασκευή της μονάδας ελέγχου ενός μη επανδρωμένου εναέριου οχήματος (UAV).

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

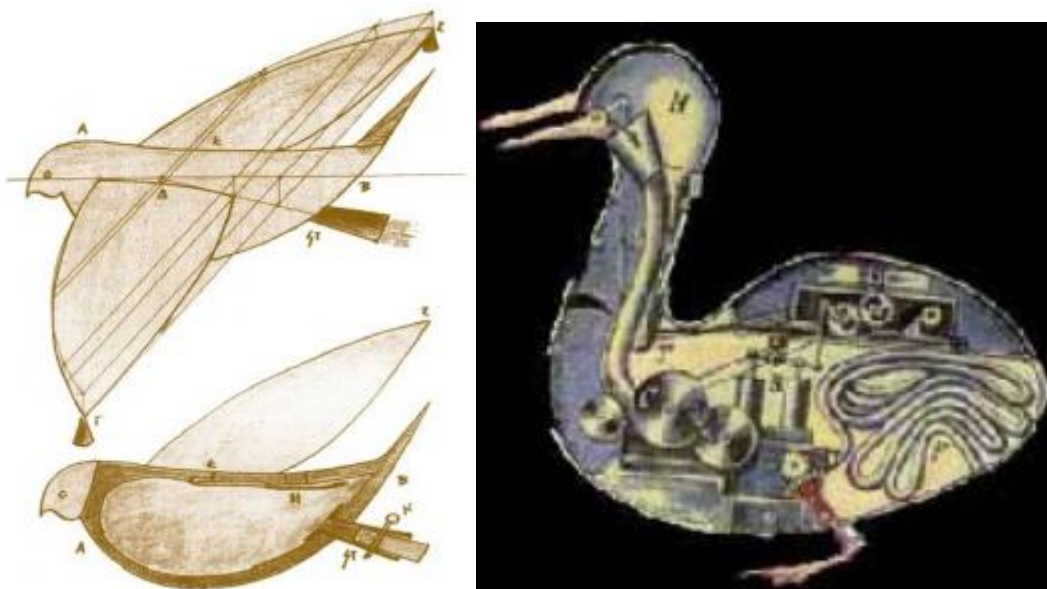
Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013 – 2014 στη Σχολή Εφαρμοσμένων Επιστημών του ΤΕΙ Κρήτης, στο τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε., από τον σπουδαστή Τάσο Βασιλείου υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χατζάκη Ιωάννη. Το αντικείμενο μελέτης είναι η σχεδίαση και η κατασκευή της μονάδας ελέγχου ενός μη επανδρωμένου εναέριου οχήματος (UAV).

Ιστορικά στοιχεία

Στη σύγχρονη εποχή, τα τηλεκατευθυνόμενα μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Ωστόσο η ιδέα των “ιπτάμενων μηχανών” διατυπώθηκε για πρώτη φορά 2.500 χιλιάδες χρόνια πριν.

Έχει τεκμηριωθεί η άποψη, ότι η πρώτη σημαντική ανακάλυψη για αυτόνομες μηχανές πραγματοποιήθηκε κατά την εποχή του Πυθαγόρα και των Πυθαγόρειων Μαθηματικών. Το πρώτο βήμα για αυτόνομους μηχανισμούς αποδίδεται στον Αρχύτα, που καταγόταν από την πόλη Τάραντα της νότιας Ιταλίας, και αναφέρεται και ως Leonardo da Vinci του Αρχαίου Κόσμου. Το 425 π.Χ. δημιούργησε το πρώτο UAV όλων των εποχών. Επρόκειτο για ένα μηχανικό πουλί, ένα περιστέρι, που μπορούσε να πετάξει κουνώντας τα φτερά του, παίρνοντας ενέργεια από ένα μηχανισμό στο στομάχι του [1]. Πιστεύεται ότι είναι η πρώτη τεχνητή, αυτοπροωθούμενη ιπτάμενη μηχανή που χρησιμοποιούσε νερό και ατμό για την παραγωγή ενέργειας.

Περίπου 17 αιώνες αργότερα, η αρχική ιδέα του Αρχύτα έρχεται και πάλι στο προσκήνιο από μηχανικούς της Αναγέννησης. Δεν είναι γνωστό αν στηρίχτηκαν στην ιδέα του αλλά το υπόβαθρο ήταν παρόμοιο.



Ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι, το 1483, σχεδίασε ένα “αεροσκάφος” [2], ικανό να αιωρείται το οποίο ονομάστηκε «εναέρια βίδα» ή «εναέριο γυροσκόπιο». Είχε

διάμετρο 5 μέτρα και η ιδέα ήταν να περιστρέφεται ο άξονας και με την εφαρμογή δύναμης η μηχανή θα μπορούσε να περιστρέφεται και να πετάξει. Αυτή η μηχανή θεωρείται από μερικούς ειδικούς ως ο πρόγονος του ελικοπτέρου σήμερα.

Περαιτέρω, ο Ντα Βίντσι επινόησε ένα μηχανικό πουλί, το 1508 που μπορούσε να κουνήσει τα φτερά του με τη βοήθεια ενός διπλού μηχανισμού στροφάλου καθώς κατέβαινε κατά μήκος ενός καλωδίου.

Μία μηχανή κάθετης πτήσης, σχεδιάστηκε επίσης το 1840, από τον Horatio Phillips, η οποία χρησιμοποιούσε έναν μικρό λέβητα για την παραγωγή ατμού. Το 1860, ο Ponton d' Amecourt, πέταξε μικρά ελικόπτερα ατμού.



Μοντέλα ελικοπτέρων, σχεδιάστηκαν επίσης μεταξύ του 1860 και του 1907. Ο Thomas Alva Edison το 1880 πειραματίστηκε με διαφορετικές διαμορφώσεις ελίκων και τελικά, χρησιμοποίησε έναν ηλεκτρικό κινητήρα για την παραγωγή ισχύος. Το 1907, ο Paul Cornu ανέπτυξε μία κάθετη πτητική μηχανή 2 πτερυγίων. Το μεγαλύτερο επίτευγμα της σύγχρονης εποχής στην ιστορία του ελικοπτέρου, ήταν το ελικόπτερο του Igor Ivanovitch Sikorsky. Αν και πρωτότυπο για το 1909 ένα μη επανδρωμένο ομοαξονικό ελικόπτερο, ποτέ δεν πέταξε λόγω των κραδασμών και της έλλειψης ενός ισχυρού κινητήρα.

Η κύρια ανάπτυξη των τηλεκατευθυνόμενων μη επανδρωμένων συστημάτων αεροφωτογράφισης, πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, αλλά η χρήση τους περιορίστηκε στη φάση των δοκιμών, δεν πρόλαβαν να χρησιμοποιηθούν πριν τη λήξη του πολέμου.

Τη δεκαετία του 1930, το Βρετανικό Βασιλικό Ναυτικό ανέπτυξε το τηλεκατευθυνόμενο UAV: The Queen-Bee το οποίο μπορούσε να φτάσει ταχύτητες 100 MPH (160 km / h). Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι Ναζί ανέπτυξαν ένα UAV που μπορούσε να φτάσει ταχύτητες περίπου 500 mph (804 χλμ/ώρα), να μεταφέρει 907 κιλά και να ταξιδέψει 150 μίλια (241 χιλιόμετρα).

Το 1970 ο Whittlesey, χρησιμοποίησε ένα εξαρτημένο από το έδαφος μπαλόνι, σε αρχαιολογικές παρατηρήσεις. Για την συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ποικίλες κάμερες όπως για παράδειγμα η Lindhof και η Graflex XL με 6cm x 9cm format και οι δύο. Οι κάμερες ήταν τοποθετημένες 9m κάτω από το μπαλόνι σε αναρτήρα κατά τη διάρκεια της πτήσης και επέτρεπαν τη λήψη εικόνων σε ύψος 50m πάνω από το έδαφος. Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε η φωτογραφική μηχανή Hasselblad 400FL με ένα Zeiss Distagon φακό 50mm, η οποία επέτρεψε τον τηλεχειρισμό για την απόκτηση εικόνας. Το ωφέλιμο φορτίο της κατασκευής ήταν 2,7 Kg και το μπαλόνι ήταν σε θέση να πετάξει μέχρι και 600m πάνω από το έδαφος. Η πλατφόρμα αυτή έδειξε ότι τα UAVs μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ύψος πτήσης που εξαρτάται από παραμέτρους όπως το είδος της κάμερας και του συστήματος ελέγχου.

Το 1979 πραγματοποιήθηκε ένα από τα πρώτα πειράματα με μη επανδρωμένο εναέριο όχημα σταθερών πτερυγίων από τους Przybilla και Wester – Ebbinghaus. Οι πρώτες δοκιμές έγιναν χρησιμοποιώντας ένα χειροκίνητα ελεγχόμενο UAV σταθερών πτερυγίων της εταιρείας Hegi, σε ύψος πτήσης 150m και με ταχύτητα 11m/s. Το σύστημα είχε μήκος 3m, άνοιγμα φτερών 2,6m και μπορούσε να μεταφέρει ωφέλιμο φορτίο 3kg. Ο εξοπλισμός πλοήγησης ήταν της Lindhof Technika, και χρησιμοποιήθηκε για να κατευθύνει το σύστημα. Η ποιότητα των δεδομένων που λήφθηκαν δεν ήταν ικανοποιητική εξαιτίας της ταχύτητας και των κραδασμών.

Το 1980 ο Wester-Ebbinghaus ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε ένα μη επανδρωμένο εναέριο όχημα με περιστροφικά πτερύγια για φωτογραμμετρικούς σκοπούς. Επρόκειτο για ένα ελικόπτερο Schlüter ωφέλιμου φορτίου 3kg. Το ελικόπτερο ήταν σε θέση να πετάξει σε ύψος από 10m-100m και μπορούσε να μεταφέρει φωτογραφική μηχανή μεσαίου format, όπως η Rolleiflex SLX. Για να αντισταθμιστεί η δόνηση που προκαλούσε ο κινητήρας, τοιχώματα πολυστυρολίου είχαν εγκατασταθεί στο ελικόπτερο και με επιτυχία κατέστειλαν τις δονήσεις.

Για την πραγματοποίηση της πτήσης απαιτούνταν ένας πιλότος στο έδαφος και ένας πλοηγός. Ο πιλότος ήλεγχε την απογείωση και την προσγείωση και ο πλοηγός το ύψος και την ενεργοποίηση του κλείστρου της κάμερας, χειροκίνητα μέσω ραδιοζεύξης.[3]

Πλοήγηση

Για την χειροκίνητη πλοήγηση ενός συστήματος UAV, είναι απαραίτητο ο χειριστής να γνωρίζει τη θέση του UAV κάθε στιγμή, αλλά και στην περίπτωση της αυτόματης λειτουργίας, το αεροσκάφος πρέπει να έχει αυτή την πληροφορία πάνω σε αυτό. Η πιο δημοφιλής μέθοδος προσδιορισμού θέσης και πλοήγησης μεταξύ των σημείων είναι η χρήση του Global Positioning System (GPS).

Το GPS αναπτύχθηκε από το Τμήμα Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών και επίσημα ονομάζεται NAVSTAR GPS. Αρχικά χρησιμοποιείτο από τις αμερικανικές στρατιωτικές δυνάμεις μέχρι το 1982, όταν έγινε διαθέσιμο για γενική χρήση. Ένας δέκτης υπολογίζει κάθε θέση, χρησιμοποιώντας τα σήματα που μεταδίδονται από τέσσερις ή περισσότερους δορυφόρους GPS.

Το GPS είναι διαθέσιμο με δύο μορφές, σαν Standard Positioning System (SPS) για μη στρατιωτικούς χρήσεις και σαν Precise Positioning Service (PPS) για στρατιωτική χρήση.

Η ακρίβεια των δύο GPS υπηρεσιών μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση του διαφορικού GPS (DGPS). Αυτό ενισχύει την ακρίβεια του GPS παρέχοντας ένα δίκτυο σταθερών, επίγειων, αναφερμένων σταθμών που καταγράφουν τη διαφορά ανάμεσα στις θέσεις που υποδεικνύονται από τους δορυφόρους. Αυτές οι διαφορές χρησιμοποιούνται στη συνέχεια από κάθε δέκτη για να διορθώσει τα σφάλματα των αρχικών δορυφορικών δεδομένων. Η ακρίβεια του DGPS μειώνεται με την απόσταση του δέκτη από το σταθμό αναφοράς και κάποιες μετρήσεις δείχνουν μια υποβάθμιση της τάξης των 0,2 m ανά 100 χιλιόμετρα. Ένα σύστημα UAV μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα διαθέσιμο δίκτυο σταθμών αναφοράς ή να χρησιμοποιήσει το δικό του σταθμό ελέγχου του εδάφους ως σταθμό αναφοράς.

Εκτός από το GPS πολύ χρήσιμο στη λειτουργία των UAV είναι και το σύστημα INS (inertial navigation system). Πρόκειται για ένα βοήθημα πλοήγησης που χρησιμοποιεί αισθητήρες κίνησης, επιταχυνσιόμετρα, αισθητήρες περιστροφής (γυροσκόπια) που υπολογίζουν κάθε στιγμή τη θέση, τον προσανατολισμό και την ταχύτητα του κινούμενου αντικειμένου χωρίς να χρειάζονται εξωτερικά σημεία αναφοράς.

Σε περιπτώσεις που UAV συστήματα χρησιμοποιούνται για την κάλυψη δεδομένων σε μικρότερες κλίμακες της τάξης των 80-100km, μία συνηθισμένη τεχνική είναι αυτή της ραδιοζεύξης.

Μοντέλο UAV σε αστικές περιοχές

Σε αυτό το κομμάτι αναλύεται η σύνδεση μεταξύ ενός UAV και ενός σταθμού εδάφους σε μια αστική περιοχή. Γίνεται περιγραφή μιας μετρητικής προσπάθειας, η οποία αναπαράγει τις συνθήκες σύνδεσης και δείχνει ότι η υπερβολική απώλεια σήματος εξαρτάται κυρίως από τη γωνία ανύψωσης και ελάχιστα από την απόσταση. Τέλος, προτείνεται ένα απλό μοντέλο για την πρόβλεψη απωλειών σήματος, βασισμένο σε ένα συνδυασμό συστατικών περίθλασης και αντανάκλασης.

Τα UAV συνήθως ελέγχονται και λειτουργούνται από απόσταση, με χρήση χαμηλών συχνοτήτων (UHF, VHF), έχοντας ένα ικανοποιητικό εύρος για την υποστήριξη χαμηλών ρυθμών μετάδοσης δεδομένων, που απαιτούνται για τον τηλεχειρισμό και την τηλεμετρία. Παρ' όλα αυτά για τη μετάδοση των δεδομένων, χρειάζεται μια ακόμη σύνδεση, καθώς η αποθήκευση επάνω στο όχημα επιβαρύνει την πτήση ενώ πολλές φορές υπάρχει ανάγκη επεξεργασίας των δεδομένων άμεσα (real-time processing). Οι συχνότητες ενδιαφέροντος βρίσκονται στα UHF, όπου κυριαρχούν η περίθλαση, η αντανάκλαση και τα πολλαπλά εφέ. Αντιπροσωπευτικές μετρήσεις έγιναν στα 2GHz.

Η γεωμετρία αυτής της υψηλού ρυθμού σύνδεσης φαίνεται στην Εικόνα 16. Η γωνία ανύψωσης κυμαίνεται συνήθως από 1° έως 5° . Τέτοιου είδους συνδέσεις κατηγοριοποιούνται ως «Χαμηλού ύψους συνδέσεις».

Για την μελέτη των παραπάνω επιλέχθηκε μια αρκετά επίπεδη και ομοιόμορφα δομημένη πόλη της Πράγας, (Dejvice), της οποίας η έκταση υπολογίζεται περίπου

στα 570 x 580 m². Τα κτίρια είναι κατασκευασμένα από τούβλα, έχουν περίπου 22 μέτρα ύψος, και η πόλη το 1922. Το πλάτος του δρόμου είναι της τάξης των 17m.



Ένα τηλεχειριζόμενο αεροσκάφος χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση ενός UAV. Το αεροσκάφος πέταξε από και προς το δέκτη σε περίπου σταθερή αζιμούθια από απόσταση από 1,2 έως 6,5 χιλιόμετρα σε ύψος πτήσης από 150 m έως 300 m πάνω από το έδαφος. Ένα συνεχές κύμα μεταδιδόταν με συχνότητα 2GHz προς μία μονοπολική κεραία που ήταν τοποθετημένη στην κάτω πλευρά του αεροσκάφους. Κατά τη διάρκεια των πτήσεων, δεδομένα θέσης GPS ήταν αποθηκευμένα.

UAV ως βάση για την τηλεπισκόπηση κατολισθήσεων

Σε αυτή τη μελέτη μια χαμηλού κόστους πραγματοποιείται μία προσέγγιση χαμηλού κόστους απομακρυσμένης τηλεπισκόπησης, βασισμένη σε μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) και ψηφιακές compact φωτογραφικές μηχανές. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την απόκτηση υψηλής ανάλυσης δεδομένων που αφορούν κατολισθήσεις. Η χρήση ελεγχόμενων ελικοπτέρων της κατηγορίας Quadrotor έχει ερευνηθεί σε φωτογραμμετρικές εφαρμογές, δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά έχουν αποδειχθεί ότι είναι κατάλληλα για την παρακολούθηση κατολισθήσεων σε δύσκολα αλπικά τοπία.

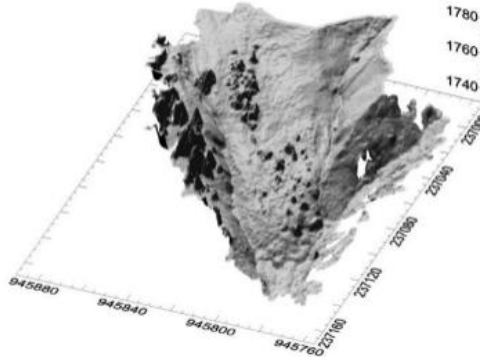
Η μελέτη διεξήχθη στο Super-Sauze των Γαλλικών Άλπεων.



Για τη λήψη των αεροφωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε το Quadrotor σύστημα που παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Σε σύγκριση με τα συμβατικά ελικόπτερα, ένα Quadrotor σύστημα είναι πιο σταθερό κατά την πτήση με μειωμένους κραδασμούς. Τα πλήρως αυτόνομα UAVs έχει αποδειχθεί ότι είναι κατάλληλα για εφαρμογές τηλεπισκόπισης, αλλά δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν απρόβλεπτες καταστάσεις όπως θυελλώδεις ανέμους. Στην παρούσα εφαρμογή, το Quadrotor σύστημα που χρησιμοποιήθηκε ήταν τηλεχειριζόμενο και καθοδηγούνταν από χειριστή-πιλότο στο έδαφος. Το σύστημα ήταν εξοπλισμένο με ελαφριά χαμηλού κόστους ψηφιακή μηχανή compact, η οποία ρυθμίστηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε η ταχύτητα του κλείστρου να είναι 1/800 s η οποία ήταν αναγκαία για να αποφευχθούν οι θολές φωτογραφίες.



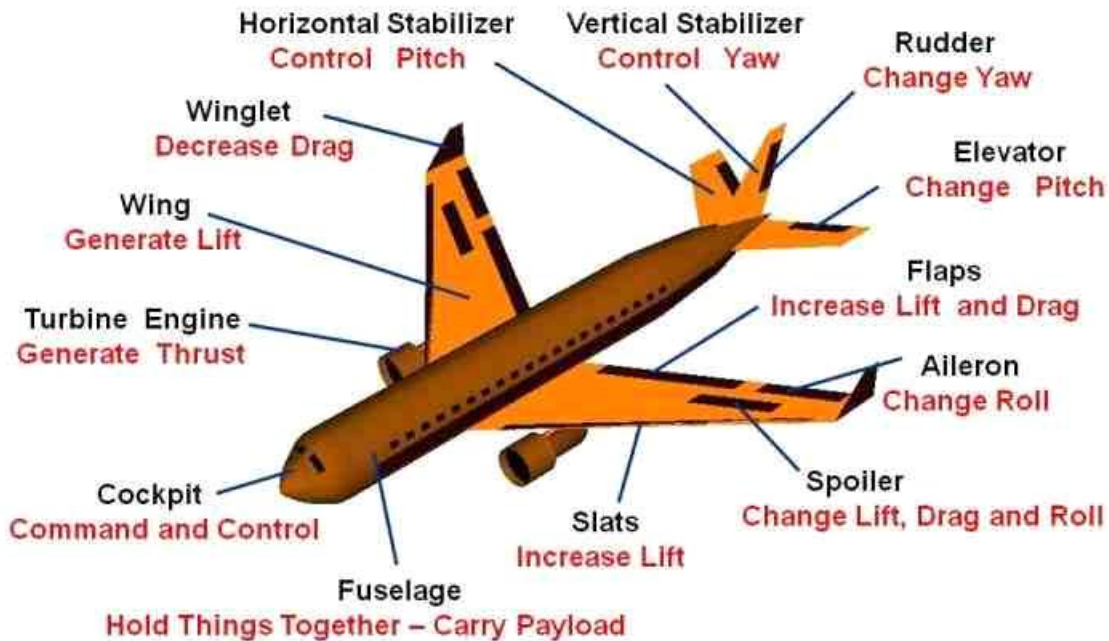
Συλλέχθηκαν 1486 φωτογραφίες που κάλυπταν το σύνολο της περιοχής μελέτης και οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των παρακάτω μοντέλων.



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΣ UAV

Η άτρακτος (fuselage) αποτελεί το εξωτερικό περίβλημα ενός ΜΕΑ. Τα χαρακτηριστικά της ατράκτου δεν απέχουν πολύ στο σχεδιασμό με αυτά ενός μαχητικού αεροσκάφους. Συγκεκριμένα το μέγεθος της ατράκτου, το σχήμα της αλλά και το υλικό κατασκευής της επιλέγονται ανάλογα την εμβέλεια δράσης, την μέγιστη και ελάχιστη ταχύτητα αλλά και τη διάρκεια πτήσης που θέλουμε να έχει το ΜΕΑ. Τα σχήματα ποικίλουν ανά κατασκευαστή, για παράδειγμα η άτρακτος του ισραηλινού Pioneer έχει παραλληλόγραμμο πλαίσιο, σε αντίθεση με αυτήν του CL-227 που έχει σχήμα κλεψύδρας αλλά και με το Darkstar που έχει σχήμα δίσκου. Η πρόοδος της τεχνολογίας και η απαίτηση για ΜΕΑ που δεν θα εντοπίζονται, έχουν στρέψει την προσοχή σε τεχνολογία Stealth, τόσο όσον αφορά το σχήμα της ατράκτου όσο και για τα υλικά της βαφής των υλικών, ώστε να απορροφάται μεγάλο μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας από τα A/A ραντάρ. Πλέον τα υλικά κατασκευής της ατράκτου αποτελούνται από μέταλλο, ενισχυμένο με υαλονήματα πλαστικό, συνθετικά Carbon υλικά και υλικά απορρόφησης ακτινοβολίας ραντάρ τύπου RAM. [4]

Airplane Parts and Function



www.nasa.gov

<http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/airplane.html>

Άτρακτος

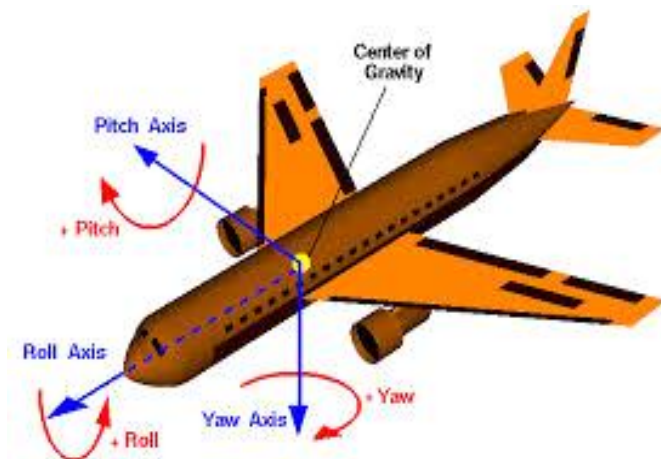
Η άτρακτος είναι το κύριο σώμα του αεροσκάφους. Πρέπει να είναι απαραίτητα αεροδυναμικά σχεδιασμένη για να παρουσιάζει χαμηλή αντίσταση του αέρα. Είναι το τμήμα που περιλαμβάνει το πλήρωμα, τους επιβάτες και το φορτίο και στο μπροστινό μέρος βρίσκεται ο θάλαμος με τα απαραίτητα όργανα ελέγχου και τα όργανα πλοήγησης.

Φτερά

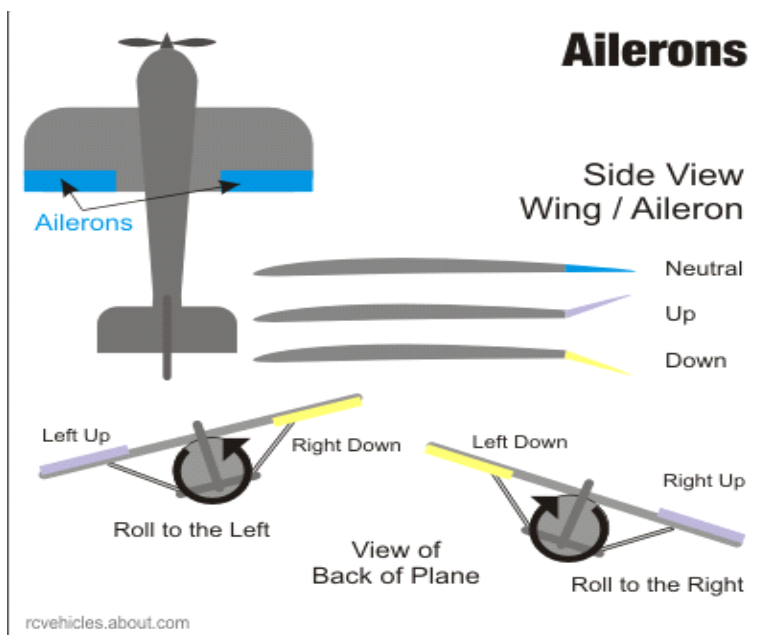
Είναι το πιο σημαντικό μέρος του αεροσκάφους, επειδή είναι το δομικό μέρος το οποίο ουσιαστικά παράγει την άντωση, τη δύναμη η οποία επιτρέπει στο αεροπλάνο να πετάει. Στο μέρος αυτό οι μηχανικοί δίνουν την περισσότερη σημασία επειδή αν τα φτερά δεν είναι σωστά σχεδιασμένα το σκάφος δε πετάει. Ο σχεδιασμός, η επιφανειακή δομή και το προφίλ των φτερών εξαρτώνται από το μέγεθος και τον τύπο της δραστηριότητας που θα έχει το αεροπλάνο.

Τα φτερά των σύγχρονων αεροσκαφών μπορούν να έχουν διαφορετικά σχήματα, μεταβλητή διαμόρφωση. Μπορούμε να δούμε ίσια φτερά ή άλλες μορφές, για παράδειγμα δελταπτέρυγο ή ημικυκλικό.

Κανονικά τα σύγχρονα αεροπλάνα έχουν τους κινητήρες τοποθετημένους στα φτερά καθώς και τις δεξαμενές τους.



Ailerons

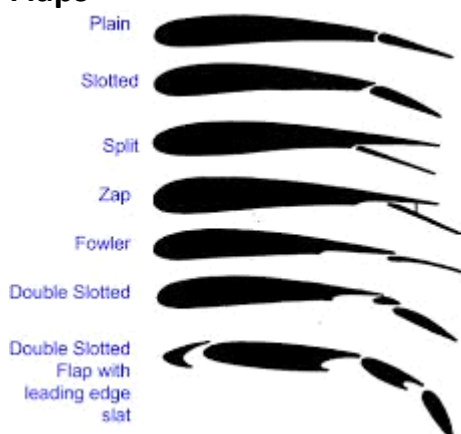


Τα ailerons είναι συνδεδεμένες επιφάνειες ελέγχου στο τέλος του κάθε φτερού. Χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν το roll του αεροπλάνου. Roll είναι η γωνία του σκάφους σε σχέση με τον ορίζοντα με τον άξονα περιστροφής από το εμπρός μέρος του σκάφους προς το πίσω.

Οι δύο αυτές επιφάνειες ελέγχου είναι αντίθετα συνδεδεμένες έτσι ώστε όταν η μία να πηγαίνει προς τα πάνω, η άλλη να πηγαίνει προς τα κάτω.

Το aileron που πηγαίνει προς τα κάτω αυξάνει την άνωση στο φτερό ενώ το aileron που πηγαίνει προς τα πάνω μειώνει την άνωση, παράγοντας μία στροφική κίνηση στον άξονα του roll.

Flaps



Τα flaps είναι συνδεδεμένες επιφάνειες ελέγχου στο τέλος του κάθε φτερού. Όταν τα flaps γυρνούν προς τα κάτω η ελάχιστη ταχύτητα πτήσης (stalling speed) του αεροπλάνου μειώνεται, δηλαδή το αεροπλάνο μπορεί να πετάει με ασφάλεια με μικρότερες ταχύτητες ιδίως κατά τη διάρκεια της απογείωσης και της προσγείωσης.

Γυρνώντας τα flaps αυξάνεται η καμπύλη του φτερού, ανεβάζοντας την μέγιστη άνωση του σκάφους.

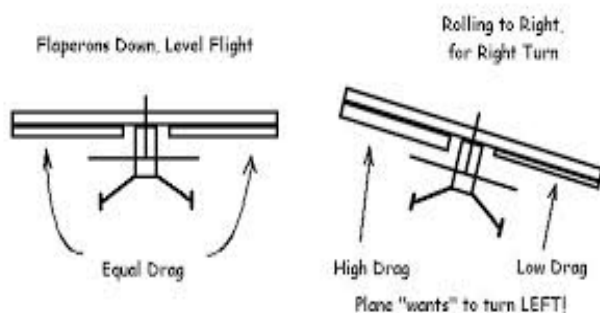
Αυτή η αύξηση της μέγιστης άνωσης επιτρέπει στο σκάφος να παράγει την απαιτούμενη άνωση με χαμηλότερες ταχύτητες. Γυρνώντας τα flaps αυξάνεται η οπισθέλκουσα του σκάφους. Αυτό είναι μεγάλο πλεονέκτημα στην προσέγγιση στη φάση της προσγειώσης επειδή μειώνει την ταχύτητά του. Άλλο ένα πλεονέκτημα της "ενεργοποίησης" των flaps είναι η μείωση της γωνίας του pitch. Αυτό προσφέρει στον πιλότο μεγαλύτερη ορατότητα πάνω από τη μύτη του σκάφους και επιτρέπει καλύτερη θέα του διαδρόμου την ώρα της προσέγγισης και της προσγειώσης.[5]

Flaperons

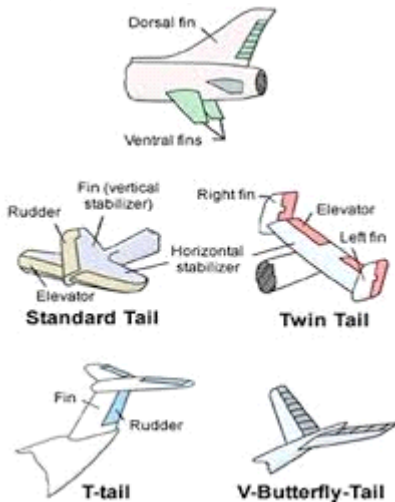
Κάποια πολύ μικρά UAV που θα έχουν αρκετά μεγάλο βάρος για την επιφάνεια των φτερών τους και λόγω της ανάγκης ύπαρξης των flaps χρησιμοποιούν τα flaperons. Είναι ίδια με τα ailerons στην κατασκευή τους αλλά διαφέρουν στη λειτουργία τους. Όταν τα flaps δεν είναι ενεργοποιημένα η λειτουργία είναι ίδια με τα ailerons. Όταν είναι τα flaps ενεργοποιημένα τότε παρατηρούμε μία μίξη των κινήσεων. Δηλαδή γυρνούν προς τα κάτω, όπως και τα flaps, αλλά δεν έχουν την ίδια γωνία.

Το κάθε ένα γυρνάει τόσο ώστε να γίνεται και ο έλεγχος του roll του σκάφους.

Flaperon Turns (looking from rear)



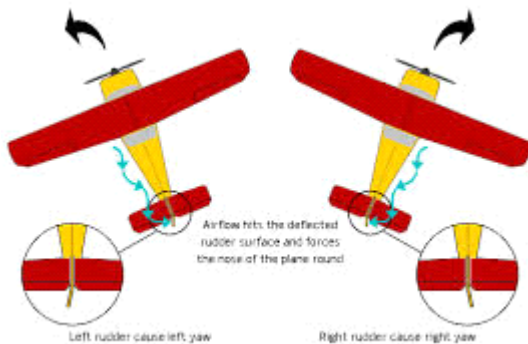
Ουρά



Η ουρά βασικά εξουδετερώνει τη γωνία που δημιουργείται από τα φτερά του αεροπλάνου. Αυτή τη χρονική στιγμή η μύτη του σκάφους πηγαίνει προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Αυτή η στιγμή παράγεται από την αεροδυναμική δύναμη (άνωση) του προφίλ των φτερών αν σκεφτούμε ότι αυτή δε παράγεται στο κέντρο της πίεσης, αλλά στο αεροδυναμικό κέντρο. Ο στόχος είναι να παράγει την ίδια αλλά αντίθετη δύναμη, εξουδετερώνοντας έτσι τη δύναμη των φτερών που τείνει να αλλάξει τη γωνία του pitch του σκάφους.

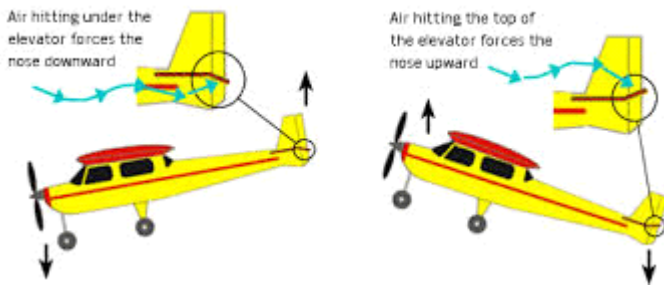
Η ουρά έχει κινούμενες επιφάνειες όπως των φτερών, το rudder και το elevator.

Rudder



Αυτή η αρθρωτή περιοχή είναι πίσω από τον κάθετο σταθεροποιητή της ουράς και χρησιμοποιείται για να διατηρεί ή να αλλάζει τη διεύθυνση του αεροπλάνου. Η κίνησή του περιστρέφει το αεροπλάνο στον άξονα z.

Elevator



Το elevator είναι αρθρωτή περιοχή που βρίσκεται στο πίσω μέρος των οριζόντιων σταθεροποιητών της ουράς. Ο ρόλος τους είναι η περιστροφή του αεροπλάνου στον άξονα γ δηλαδή η αλλαγή του pitch, επιτρέποντας την απογείωση και προσγείωση όπως και την άνοδο και κάθοδο όταν το σκάφος βρίσκεται στον αέρα.

B. Συστήματα πρόωσης

Τα συστήματα πρόωσης ποικίλουν ανά μοντέλο ΜΕΑ, όμως το γενικό δόγμα είναι ίδιο με αυτό των κατευθυνόμενων βλημάτων. Σε αυτό το σημείο εισέρχεται η έννοια της αρχικής ώσης. Όταν το ΜΕΑ εκτοξεύεται από το έδαφος, η αρχική του ώση δίνεται είτε με χρήση καταπέλτη είτε με χρήση εκτοξευτήρα. Αντίθετα, όταν η άφεση του ΜΕΑ γίνεται από αεροσκάφος, το ΜΕΑ δεν χρειάζεται αρχική ώση, αφού διαθέτει ως αρχική ταχύτητα αυτή του αεροσκάφους κατά τη διάρκεια της άφεσης. Στη συνέχεια για τη διατήρηση των στοιχείων πτήσης τα ΜΕΑ χρησιμοποιούν διάφορα ήδη κινητήρων σε ρόλο sustainer. Συγκεκριμένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα το μέγεθος, την επιχειρησιακή οροφή και το φορτίο του ΜΕΑ κινητήρες συμβατικού τύπου (δίχρονοι, τετράχρονοι, και περιστρεφόμενων κυλίνδρων) ηλεκτροκινητήρες, πυραυλοκινητήρες και αεριοστρόβιλοι. Η ενέργεια για την πρόωση του κινητήρα δίνεται με χρήση στερεών καυσίμων, υγρών καυσίμων αλλά και με ηλεκτρονικούς συσσωρευτές. Το νέο δόγμα στην επιλογή του κατάλληλου καυσίμου απαιτεί τη χρήση κοινών και ακίνδυνων καυσίμων ώστε να μην υπάρχει δυσκολία στην προμήθεια των καυσίμων στα πεδία των μαχών αλλά και για να αυξηθεί η αυτονομία του ΜΕΑ. [4]

ΤΥΠΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Ο κινητήρας που θα έχει το σκάφος θα επιλεγεί από το μέγεθος του σκάφους, τη χρήση του και το υψόμετρο που θα κινηθεί.

Αν το ύψος που θα επιχειρεί, είναι μεγάλο και η πυκνότητα του αέρα στο υψόμετρο αυτό είναι ανεπαρκής για τον έλικα ενός εμβολοφόρου ή wankel κινητήρα τότε θα

χρησιμοποιηθεί ένας jet κινητήρας που είναι αποδοτικός σε μεγάλα ύψη.
Σε σκάφη που θα κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες θα επιλεγεί ένας jet κινητήρας αντί ενός εμβολοφόρου.
Οι δίχρονοι κινητήρες έχουν μεγαλύτερη απόδοση ανά κυβικό εκατοστό σε σχέση με τους τετράχρονους, μεγαλύτερη σχέση βάρους/ισχύος, μικρότερη απόδοση, περισσότερο θόρυβο και περισσότερους κραδασμούς από τους τετράχρονους.
Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά πρέπει να συμπεριληφθούν στην επιλογή ενός κινητήρα κατά το σχεδιασμό του σκάφους

ΔΙΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Κινητήρες απλούστεροι στη κατασκευή τους από τους τετράχρονους λόγω της έλλειψης βαλβίδων και εκκεντροφόρου άξονα. Η κατανάλωση καυσίμου είναι μεγαλύτερη των τετράχρονων.



ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



WANKEL ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



TURBINE ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Οι κινητήρες jet είναι αεριο-προωθητές και έχουν μία ιδιαιτερότητα στην εκκίνησή τους.

Όλοι οι κινητήρες εσωτερικής καύσης χρειάζονται έναν ηλεκτρικό ή χειροκίνητο εκκινητή. Ο jet κινητήρας χρειάζεται μεγάλη ροή αέρα για να περιστραφεί και αυτό επιτυγχάνεται με φιάλη πεπιεσμένου αέρα που τον διοχετεύει σε ένα σωληνάκι το οποίο είναι σε κατάλληλη γωνία με το συμπιεστή ώστε να δώσει τις μέγιστες δυνατές στροφές ή με ενσωματωμένο ηλεκτρικό κινητήρα που μετά την εκκίνηση χρησιμοποιείται και ως γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος. Και όπως οι glow εμβολοφόροι ή wankel κινητήρες χρειάζονται προθέρμανση με μία εξωτερική πηγή ενέργειας, έτσι και ο jet χρειάζεται σπινθηριστή. Κάποιοι jet κινητήρες στην εκκίνηση καίνε αέριο και μετά γυρνούν σε κηροζίνη.



ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες είναι οι ευκολότεροι στη χρήση τους σε UAV γιατί το μόνο που χρειάζονται είναι ο ελεγκτής τους και η μπαταρία. Δε χρειάζονται σύστημα εκκίνησης και ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται την ώρα της πτήσης, δεν έχουν κραδασμούς που να δημιουργεί πρόβλημα είτε στους αισθητήρες είτε στην κάμερα και το βασικότερο, είναι αθόρυβοι.

Για μεγαλύτερα μοντέλα υπάρχουν υβριδικοί κινητήρες που αποτελούνται από έναν εμβολοφόρο, κυρίως τετράχρονο και έναν ηλεκτρικό. Για εκκινητή χρησιμοποιείται

ο ηλεκτρικός και όταν το UAV πρέπει να πετάξει πάνω από περιοχή υψηλής επικινδυνότητας, τότε απενεργοποιείται ο εμβολοφόρος και ενεργοποιείται ο ηλεκτρικός που χρησιμοποιήθηκε σαν εκκινητής.



Avionics

Είναι τα ηλεκτρονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα αεροσκάφη, σε τεχνητούς δορυφόρους και διαστημόπλοια.

Τα **Avionics** περιλαμβάνουν τις τηλεπικοινωνίες, την πλοήγηση την τηλεμετρία και τη διαχείριση πολλαπλών συστημάτων που είναι προσαρμοσμένα στο σκάφος για να εξυπηρετήσουν διαφορετικούς σκοπούς.

Ο όρος **Avionics** προέρχεται από τις λέξεις aviation και electronics.

Επικοινωνία

Ένα πολύ σημαντικό μέρος των ηλεκτρονικών των ΜΕΑ είναι η επικοινωνία του με το σταθμό ελέγχου του. Είναι η μόνη σύνδεση που υπάρχει με το σκάφος και με τα ηλεκτρονικά συστήματα του.

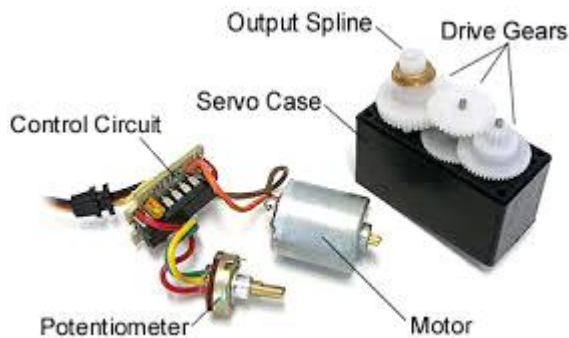
Τα συστήματα αυτά διαφέρουν ανάλογα με τη χρήση του κάθε σκάφους.



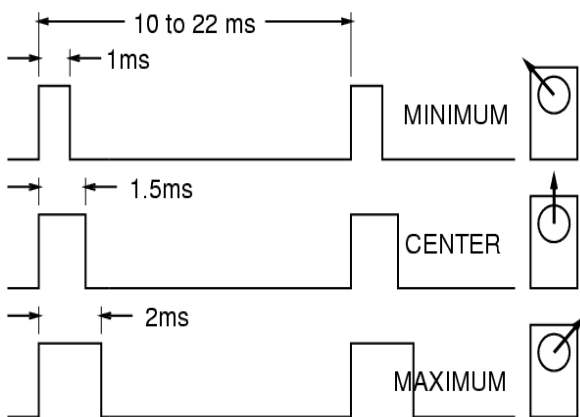
Το συγκεκριμένο σύστημα της Maxstream έχει ταχύτητα διαμεταγωγής δεδομένων μέχρι 115,200 bps και εμβέλεια από 24 χιλιόμετρα με διπολική κεραία μέχρι 64 χιλιόμετρα με χρήση κατευθυντικής κεραίας. Η ισχύς εκπομπής του κυμαίνεται από 1mW έως 1W στο μέγιστο. Η τροφοδοσία του είναι από 2.8 έως 5volts για τη

μέγιστη ισχύ του 1W.

Servo



Οι κινούμενες επιφάνειες των φτερών και της ουράς χρειάζονται κάποιους μηχανισμούς για να κινηθούν, τους σερβομηχανισμούς. Ένας σερβομηχανισμός αποτελείται από έναν κινητήρα από τα γρανάζια μείωσης των στροφών και αύξησης της ροπής, τον αισθητήρα θέσης του άξονα εξόδου του μηχανισμού και το κύκλωμα ελέγχου του κινητήρα σε σχέση με τη θέση του άξονα. Στο τελικό άξονα του, τον άξονα εξόδου υπάρχει ένα ποτενσιόμετρο που έχει το ρόλο του αισθητήρα θέσης του άξονα. Ανάλογα την αντίσταση του ποτενσιόμετρου το κύκλωμα ελέγχου κάνει την απαραίτητη διόρθωση στον κινητήρα ώστε να έχει ο άξονας την επιθυμητή θέση. Το servo συνήθως έχει τρία καλώδια. Τα δύο είναι για την τροφοδοσία του και το τρίτο είναι για το σήμα ελέγχου του.



Το σήμα ελέγχου δεν είναι τίποτα άλλο από ένα παλμό πλάτους από 1msec για τη μία ακραία θέση έως 2msec για την άλλη ακραία θέση με το κέντρο του να επιτυγχάνεται με παλμό πλάτους 1.5msec.

Στον χρόνο επανάληψης του παλμού υπάρχουν δύο κατηγορίες, τα αναλογικά και τα ψηφιακά servo. Στα αναλογικά ο χρόνος ανανέωσης είναι κάθε 10-20msec ενώ στα ψηφιακά είναι πολύ πιο γρήγορος.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το ψηφιακό servo να διατηρεί τη θέση του καλύτερα από ένα αναλογικό ανάλογα με τις δυνάμεις που ασκούνται στη μεταβλητή επιφάνεια που

κινεί. Επίσης σε πολύ μεγάλες ταχύτητες, όπως στην περίπτωση jet uav ο χρόνος ανανέωσης χρειάζεται να είναι αρκετά μικρός για να "προλαβαίνει" το σκάφος. Όταν ασκούνται μεγάλες δυνάμεις στα κινούμενα άκρα ενός uav ή ενός ακροβατικού rc αεροπλάνου λόγω μεγάλης ταχύτητας ή λόγω μεγάλης επιφάνειας τότε στον "κενό" χρόνο ανάμεσα σε δύο παλμούς του servo η επιφάνεια αυτή αλλάζει θέση από την επιθυμητή, προκαλώντας τουλάχιστον αστάθεια.



Αισθητήρες

Ένα uav θα ήταν αδύνατο να πετάξει μόνο του αν δεν υπήρχαν οι απαραίτητοι αισθητήρες αντίληψης του ύψους της ταχύτητας της θέσης του στο χώρο και της γωνίας του σε σχέση με τον τεχνητό ορίζοντα.

Γυροσκόπιο



Ένα αεροπλάνο για να πετάξει χρειάζεται να είναι γνωστή κάθε στιγμή η γωνία του σε σχέση με τον τεχνητό ορίζοντα δηλαδή με το έδαφος. Ο τρόπος που στρίβει ένα αεροπλάνο είναι αυτός που κάνει απαραίτητη την ύπαρξη τέτοιου αισθητήρα. Για

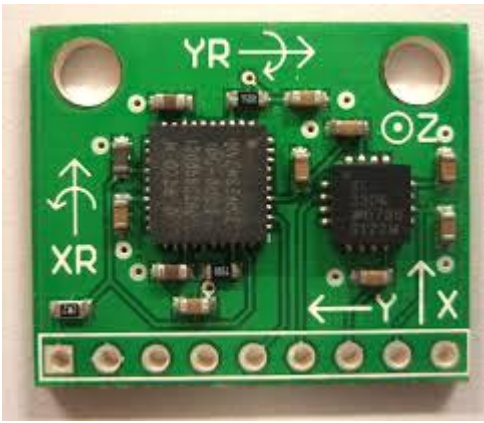
παράδειγμα για να στρίψει ένα αεροσκάφος αριστερά πρώτα πρέπει να αλλάξει η γωνία των ailerons αλλάζοντας τη γωνία του σκάφους σε σχέση με το έδαφος, δηλαδή τη γωνία roll του. Μόλις αποκτήσει την επιθυμητή γωνία τα ailerons έρχονται στην αρχική τους θέση. Τότε αλλάζει η γωνία του elevator γυρνώντας το σκάφος στην επιθυμητή κατεύθυνση. Μόλις στρίψει το σκάφος το elevator και τα ailerons γυρνούν στην ουδέτερή τους θέση.

Ο τρόπος που γίνεται γνωστή η κάθε μία από τις τρεις γωνίες είναι η χρήση του γυροσκοπίου. Το γυροσκόπιο στην πιο απλή του μορφή είναι ένας δίσκος που περιστρέφεται με μεγάλη αλλά σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Μόλις περιστραφεί ο δίσκος και φτάσει την απαιτούμενη γωνιακή ταχύτητα τότε τείνει να διατηρήσει την αρχική του θέση.

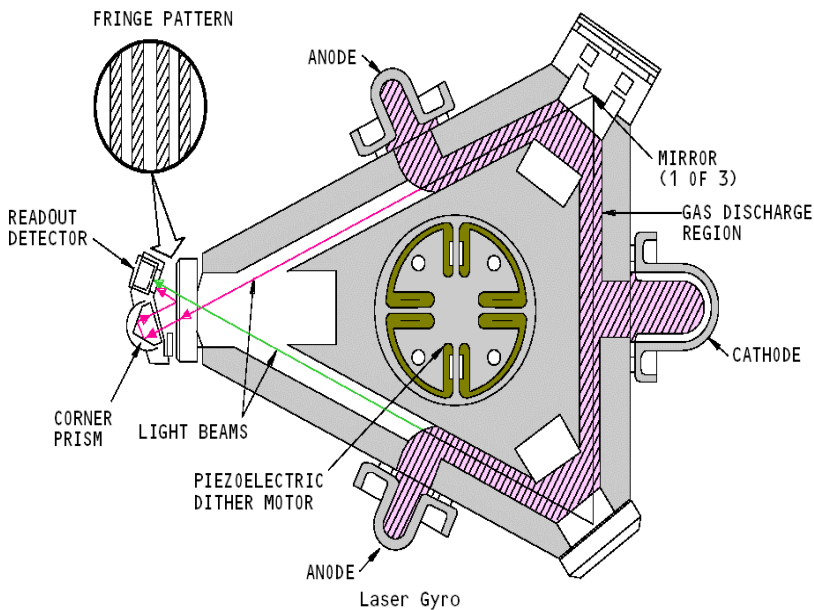
Έτσι τοποθετώντας ένα δίσκο με ένα κινητήρα να τον περιστρέφει σε ένα αρθρωτό σύστημα όπου στις αρθρώσεις τοποθετούνται ποτενσιόμετρα για να γίνεται γνωστή η αλλαγή της γωνίας αποτελεί έναν αισθητήρα γυροσκοπίου. Έτσι λειτουργούσαν τα πρώτα γυροσκόπια τα οποία όμως είχαν το μειονέκτημα της ολίσθησης, δηλαδή άλλαζε η γωνία τους με το πέρασμα της ώρας. Είχαν και το μειονέκτημα των ορίων του μηχανισμού γιατί αν το σκάφος ξεπερνούσε τις γωνίες του μηχανισμού κινούμενο τότε το γυροσκόπιο έδειχνε λανθασμένες τιμές.



Στην πορεία εξελίχθηκαν τα ψηφιακά γυροσκόπια με τεχνολογία MEMS, δηλαδή μικρο-μηχανικά συστήματα τα οποία αποτελούνται από πολύ μικρά κινούμενα μέρη τα οποία πάλλονται με τη βοήθεια μηχανισμού, κυρίως πιεζοηλεκτρικών, και έχουν σαν έξοδο τη γωνιακή τους ταχύτητα. Δηλαδή για να γίνει γνωστή η γωνία σε σχέση με τον τεχνητό ορίζοντα χρειάζεται η επεξεργασία των δεδομένων των αισθητήρων μαζί με δεδομένα από αισθητήρες επιτάχυνσης καθώς και ηλεκτρονικές πυξίδες τριών αξόνων και η επεξεργασία είναι μία δύσκολη διαδικασία η οποία απαιτεί και την ανάλογη επεξεργαστική ισχύ.



Laser gyroscope



Το δακτυλιοειδές γυροσκόπιο Laser χρησιμοποιεί ακτίνες φωτός laser για την μέτρηση γωνιακών περιστροφών γύρω από άξονα. Κάθε δακτυλιοειδές laser αποτελείται από μια τριγωνική κοιλότητα που περιέχει ποσότητα αερίων ηλίου και νέου, και παράγει δυο δέσμες, δυο ακτίνες laser, κινούμενες σε αντίθετες κατευθύνσεις η μια από την άλλη.

Η παραγωγή των ακτίνων laser λαμβάνει χώρα μέσα στην κοιλότητα του δακτυλίου, την πληρωμένη με μίγμα αερίων ηλίου και νέου υπό χαμηλή πίεση, δια ιονισμού των αερίων από υψηλή τάση που εφαρμόζεται μεταξύ ανόδου και καθόδου, (βλ. Anode

/Cathode) και δια διαδοχικών ενισχύσεων των δεσμών στην συντονισμένη κοιλότητα του δακτυλίου, με διαδοχικές ανακλάσεις στα κάτοπτρα που βρίσκονται σε κάθε κορυφή του τριγώνου. Το μήκος της τριγωνικής διαδρομής των δεσμών είναι με ακρίβεια ρυθμισμένο ώστε να αποτελεί πολλαπλάσιο του μήκους κύματος του παραγόμενου φωτός από την εκκένωση των αερίων. (Συντονισμένη Κοιλότητα)

Όταν ο δακτύλιος laser είναι ακίνητος, οι συχνότητες από τις δυο αντιθέτως κινούμενες δέσμες είναι ίδιες. Όταν ο δακτύλιος laser περιστραφεί γύρω από άξονα κάθετο στο επίπεδο του παράγεται μια διαφορά συχνότητας μεταξύ των δυο δεσμών laser.

Η διαφορική συχνότητα παράγεται επειδή το φως έχει σταθερή ταχύτητα. Έτσι η μια δέση πρέπει να διατρέξει φαινομενικά μεγαλύτερη απόσταση, ενώ η άλλη μια φαινομενικά μικρότερη απόσταση, για να συμπληρώσουν μια περιστροφή στον δακτύλιο.

Ένα μικρό ποσοστό φωτός από τις δυο δέσμες laser, περνάει μέσα από το ένα από τα τρία κάτοπτρα το οποίο είναι ημιπερατό από το φως (ποσοστό λιγότερο του 0,2%).

Οι συχνότητες από τις δυο δέσμες συνδυάζονται (συμβάλουν) και παράγουν μια συχνότητα συμβολής η οποία παρουσιάζεται με την μορφή κροσσών συμβολής, (βλ. Fringe Pattern).

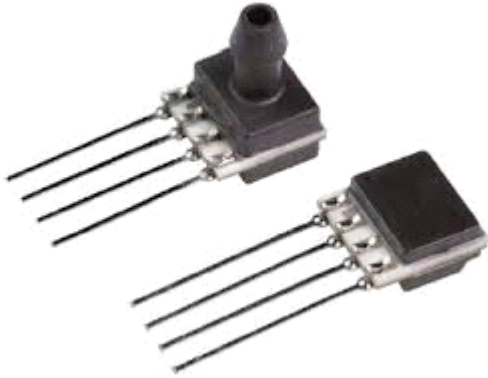
Αυτή η συχνότητα παραγόμενη δια συμβολής είναι ανάλογη με δυο διαφορετικές ακουστικές συχνότητες που συνδυάζονται για να παράγουν μια διαφορετική τρίτη συχνότητα.

Όταν οι συχνότητες των δυο δεσμών laser διαφέρουν, δημιουργούνται κροσσοί συμβολής από διαδοχικές σκούρες και φωτεινές λωρίδες. Φωτοδιόδοι, (βλ. Readout Detector), αισθάνονται τον βαθμό και την κατεύθυνση της κίνησης των κροσσών συμβολής. Η συχνότητα και η σχετική φάση στις δυο εξόδους της φωτοδιόδου, δείχνουν το μέγεθος και την διεύθυνση της περιστροφής του δακτυλίου laser.

Κατά την διάρκεια πολύ χαμηλών ρυθμών περιστροφής, (χαμηλών γωνιακών ταχυτήτων), παρατηρείται σύζευξη των δυο δεσμών laser, εξ αιτίας της πολύ μικρής διαφοράς στις συχνότητες τους. Στην περίπτωση αυτή "κλειδώνουν" οι δυο συχνότητες σε μια συχνότητα λανθασμένης τιμής, θα μπορούσε να πει κανείς ότι το γυροσκόπιο έπεσε σε ένα είδος λήθαργου.

Για την εξουδετέρωση του φαινομένου αυτού, τοποθετείται ένας κινητήρας, η μηχανισμός πιεζοηλεκτρικού τύπου στο κέντρο του δακτυλίου laser, (βλ. piezoelectric dither motor), με σκοπό να δονεί περιστροφικά το γυροσκόπιο ούτως ώστε αυτό να βρίσκεται έξω από την περιοχή της συζεύξεως των δεσμών laser. Η συνολική έξοδος του συστήματος από τον περιστροφικό αυτό κραδασμό είναι μηδέν, ούτως ώστε να μην επηρεάζει το αποτέλεσμα του αισθητήρα από την κανονική λειτουργία. Η λειτουργία του πιεζοηλεκτρικού αυτού κινητήρα γίνεται αισθητή σαν ένας βόμβος. [6]

Αισθητήρας πίεσης



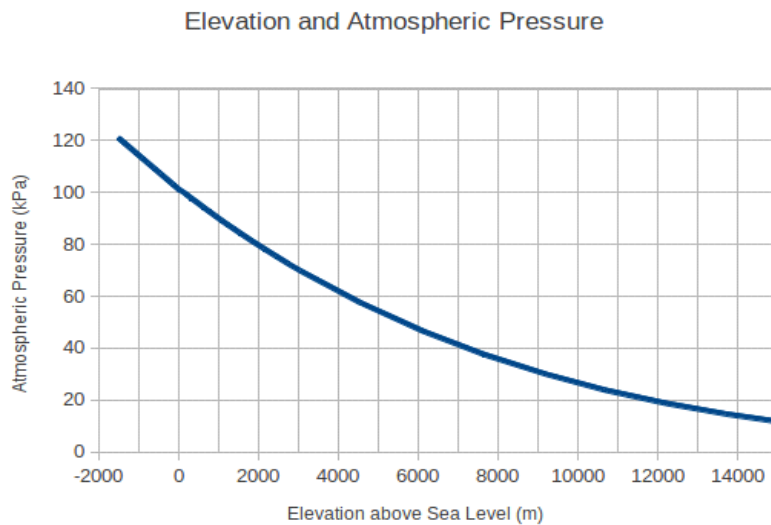
Για να γίνει γνωστό το ύψος του σκάφους καθώς και ο ρυθμός ανόδου-καθόδου του, χρησιμοποιούνται αισθητήρες μέτρησης της πίεσης. Η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται όσο αυξάνεται το ύψος και αυτό λαμβάνεται υπ' όψη από τη μονάδα επεξεργασίας των δεδομένων εξάγοντας έτσι το ύψος την κάθε χρονική στιγμή.

Αισθητήρας ταχύτητας



Η ταχύτητα ενός σκάφους γίνεται γνωστή από ένα διαφορικό αισθητήρα πίεσης. Ο αισθητήρας αυτός έχει δύο εισόδους. Η μία είσοδος του αισθητήρα τοποθετείται πλαγίως του σκάφους μαζί με τον αισθητήρα πίεσης-υψομέτρου. Στη μύτη του σκάφους υπάρχει ένα σωληνάκι, ο σωλήνας Pitot. Εκεί μπαίνει η άλλη είσοδος του αισθητήρα.

Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του σκάφους, αυξάνεται και η πίεση του αέρα στον σωλήνα. Μ' αυτή τη μέτρηση γίνεται η γνωστή η ταχύτητα του αέρα στη μύτη του σκάφους και όχι η ταχύτητα του σκάφους σε σχέση με ένα σταθερό σημείο (π.χ. το έδαφος). Αν υπάρχει αντίθετος άνεμος τότε η ταχύτητα του ανέμου προστίθεται στην ταχύτητα του σκάφους. Ο αισθητήρας είναι διαφορικός γιατί όσο ψηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας βρισκόμαστε, τόσο μειώνεται η πυκνότητα του αέρα.[8]



The Engineering ToolBox
www.EngineeringToolBox.com

Οι αισθητήρες πίεσης είναι αναλογικοί και εκτός από την τροφοδοσία τους έχουν μία αναλογική έξοδο που κυμαίνεται σε μερικά volts. Η έξοδος σε τάση είναι ανάλογη της πίεσης στην είσοδο του αισθητήρα.

Η έξοδος συνδέεται με την ανάλογη προσαρμογή στην είσοδο του αναλογικού σε ψηφιακό μετατροπέα (a/d converter) και μας είναι γνωστή η πίεση στην οποία βρίσκεται το αεροπλάνο. Εφ' όσον ξέρουμε την πίεση σε κάθε υψόμετρο, γνωρίζουμε και σε τι ύψος βρισκόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας.

Η ίδια συνδεσμολογία πραγματοποιείται και στον αισθητήρα της ταχύτητας.

Gps



Για να γίνει γνωστή η θέση του αεροπλάνου στο χώρο και κυρίως η θέση του στο

χάρτη χρησιμοποιούμε το GPS,ένα δορυφορικό σύστημα καθορισμού θέσης .Ο δέκτης λαμβάνει σήματα εκπεμπόμενα από δορυφόρους, τα επεξεργάζεται και δείχνει τη θέση του στο χάρτη με μεγάλη ακρίβεια σε κάποιες συσκευές. Επίσης δείχνει την ταχύτητα και το ύψος του.

Το Gps έχει σειριακή έξοδο των δεδομένων και συνδέεται σε μία από τις δύο σειριακές θύρες του μικροελεγκτή.

Πυξίδα



Ένας ακόμα αισθητήρας που μας δίνει τον προσανατολισμό του σκάφους είναι η ηλεκτρονική πυξίδα τριών αξόνων. Με την ύπαρξη τριών αξόνων στον αισθητήρα και όχι ενός η πιθανότητα να γίνει λάθος στην κατά τη φάση που το αεροπλάνο είναι υπό κλίση είναι μηδενική. Επίσης η πυξίδα είναι απαραίτητη για την επεξεργασία των δεδομένων του γυροσκοπίου.

Μικροελεγκτής

Ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής είναι ο C8051F130 της silicon laboratories και έχει ταχύτητα 100 MIPS με ενσωματωμένο PLL.

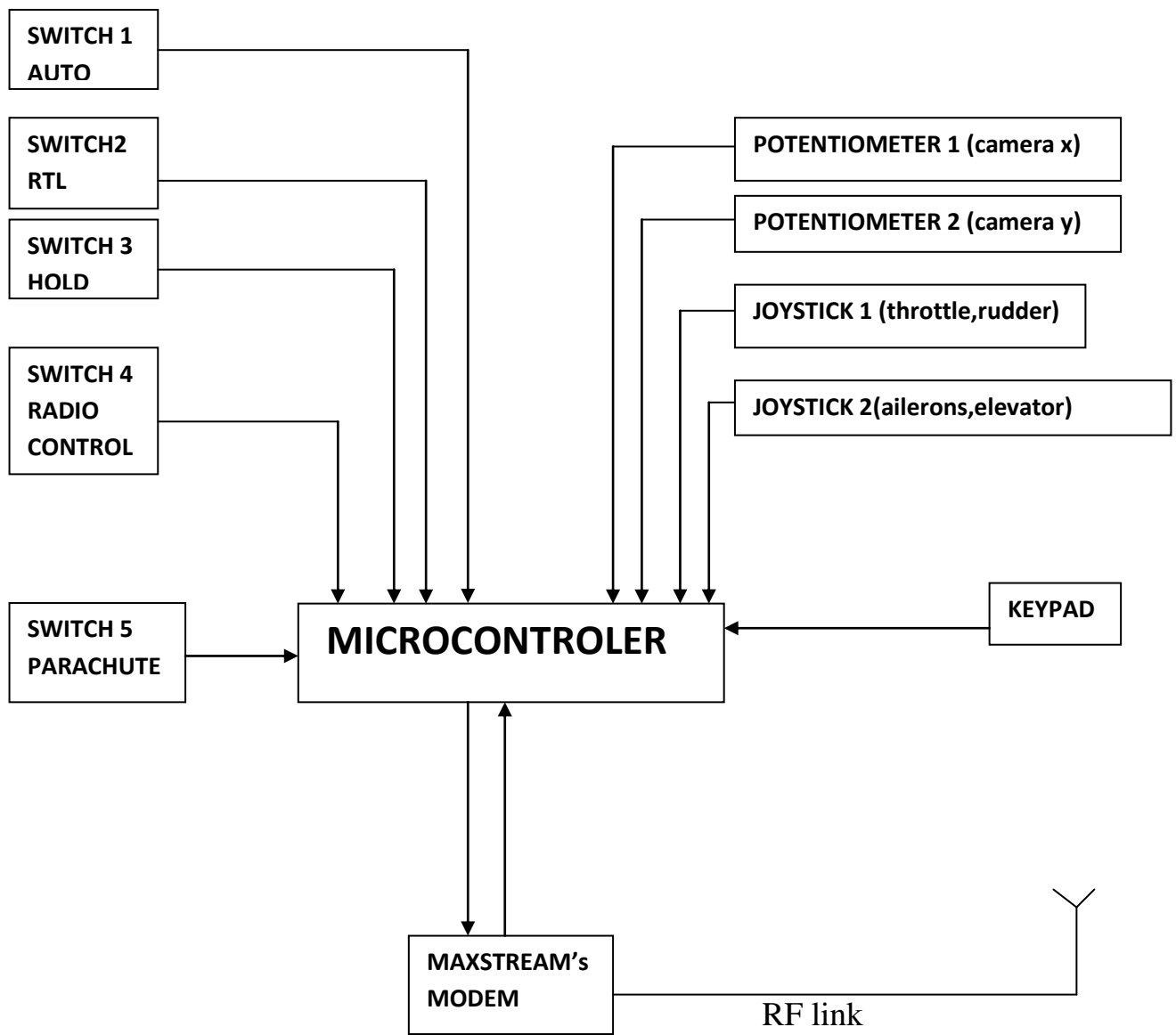
Τα περιφερειακά του μπορούν να υποστηρίξουν τέτοιες εφαρμογές αφού είναι εφοδιασμένος με 10 bit SAR ADC 8848 bytes internal data RAM

128 Kbytes flash memory,8 byte wide port I/O,δύο UART σειριακές θύρες και θύρα SPI.[5]

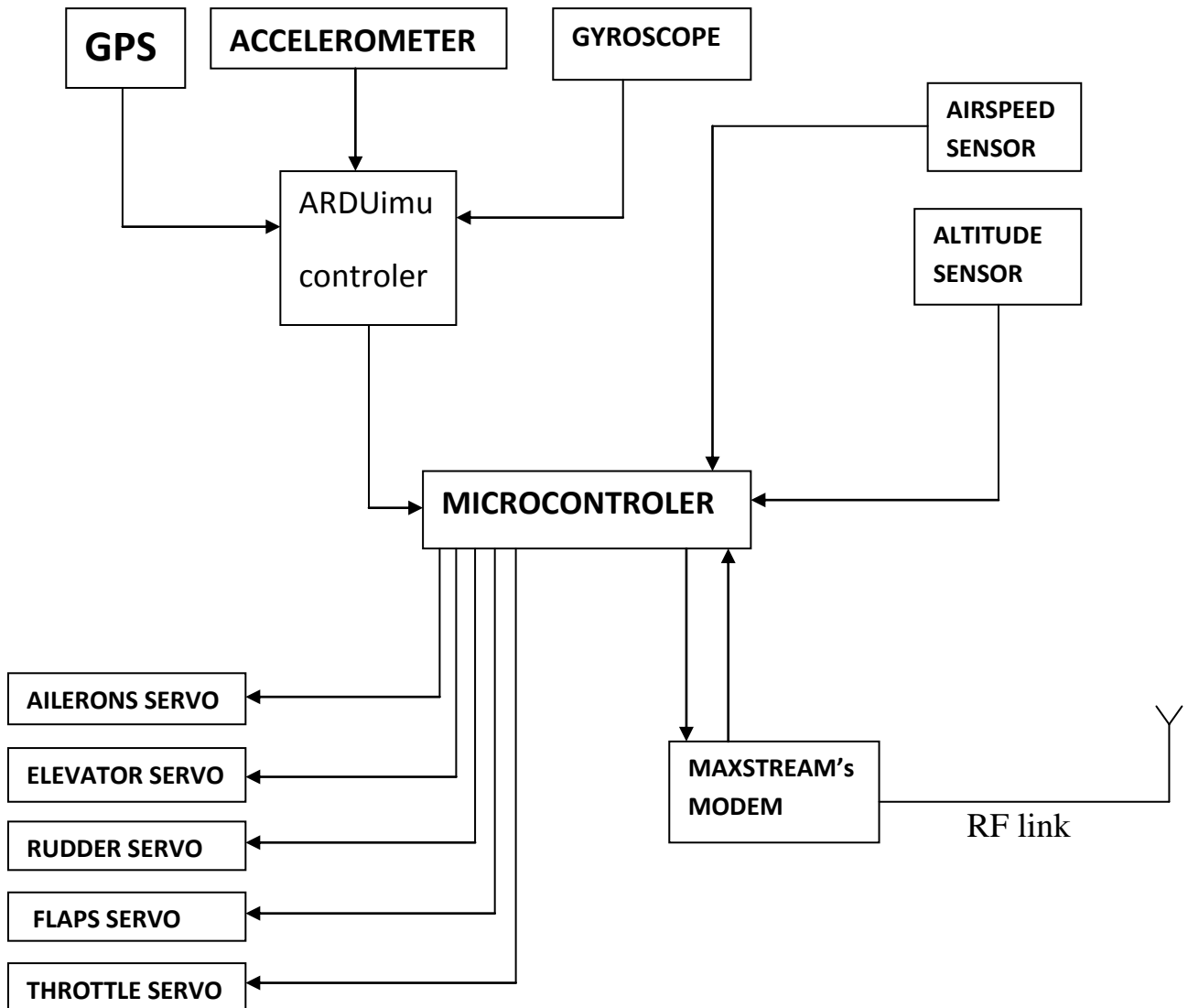
Για τον έλεγχο των κινούμενων επιφανειών από το χειριστήριο, δηλαδή της τηλεκατεύθυνσης, χρησιμοποιούμε joystick ποτενσιόμετρων.

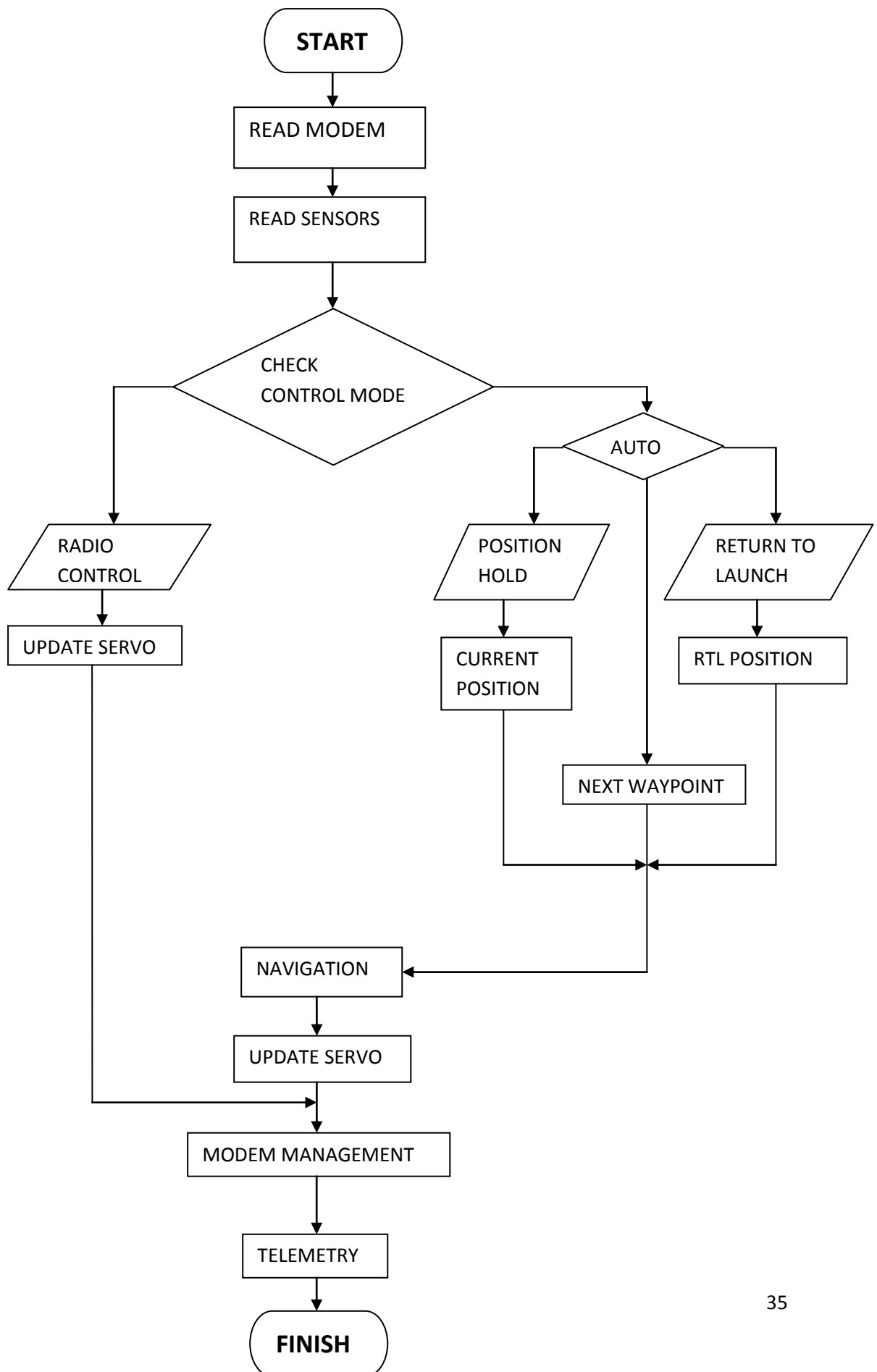
Υπάρχουν πέντε διαφορετικοί έλεγχοι. Τα ailerons,το elevator,το rudder,η πεταλούδα του κινητήρα και τα flaps.Τα άκρα του κάθε ποτενσιόμετρου συνδέονται στην τροφοδοσία και ο δρομέας συνδέεται στον ADC του μικροελεγκτή. Μπορούν να τοποθετηθούν και κάποια κουμπιά για τη ρύθμιση.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΑΘΜΙΔΩΝ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΑΘΜΙΑΩΝ UAV





ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ UAV

Η υπορουτίνα 'read modem' έχει ως αρχή ένα byte και στη συνέχεια λαμβάνει το πρόγραμμα λειτουργίας, το control mode. Το πρόγραμμα αυτό είναι η τηλεκατεύθυνση (radio control mode), η παραμονή στην τελευταία θέση του οχήματος (position hold), η επιστροφή στο σημείο εκκίνησης ή στη θέση που βρίσκεται το τηλεκοντρόλ (return to home) και η τελευταία λειτουργία, το αυτόματο (autopilot).

Το πρώτο byte είναι το δεκαεξαδικό 0x1B, δηλαδή το ESCAPE και δηλώνει την έναρξη της εκπομπής. Το δεύτερο byte είναι το control mode byte. Αν το control mode είναι η τηλεκατεύθυνση, τότε τα πέντε επόμενα byte είναι οι τιμές για τα servo της τηλεκατεύθυνσης. Το τρίτο είναι η τιμή των ailerons, το τέταρτο η τιμή του elevator, το πέμπτο η τιμή του rudder, το έκτο η τιμή των flaps και τελευταίο η τιμή του rann, ενός servo επιπλέον.

Αν πάλι το control mode είναι το αυτόματο τότε τα επόμενα bytes είναι το επόμενο σημείο της πορείας του σκάφους. Κάθε τέσσερα bytes συνθέτουν έναν δεκαδικό αριθμό (float) με τις συντεταγμένες του σημείου (latitude, longitude, ύψος).

Οι εισερχόμενοι χαρακτήρες αποθηκεύονται σε έναν κυκλικό buffer με interrupt της σειριακής θύρας. Κάθε φορά που έρχεται ένας χαρακτήρας στον buffer της σειριακής θύρας το πρόγραμμα τον αποθηκεύει και συνεχίζει τη ροή του και επεξεργάζεται τους χαρακτήρες σε δεύτερο χρόνο.

Η υπορουτίνα radio control αντιγράφει τους χαρακτήρες από τον buffer της σειριακής θύρας στα servo.

Η υπορουτίνα της τηλεμετρίας στέλνει τα δεδομένα της πτήσης στο τηλεκοντρόλ. Οι τιμές για roll, pitch, yaw, airspeed, οι συντεταγμένες του σημείου που βρίσκεται το σκάφος τη στιγμή εκείνη και δεδομένα από το rf modem όπως η θερμοκρασία, η ισχύς, η ένταση του λαμβανόμενου σήματος, τα errors και η τάση. Οι τιμές αυτές στέλνονται στη σειριακή θύρα και από εκεί στο rf modem. Το modem μόλις λάβει τα δεδομένα τα στέλνει στο τηλεκοντρόλ.

Η υπορουτίνα modem management αλλάζει τις ρυθμίσεις του modem και συλλέγει τα δεδομένα για την τηλεμετρία. Ρυθμίζει την ισχύ εκπομπής του modem, διαβάζει τη θερμοκρασία του, τα errors του modem και την τάση στα pins της τροφοδοσίας του.

Η επικοινωνία με τις μεταβλητές του modem έχει μία διαδικασία. Οι εντολές διαχωρίζονται από τα δεδομένα αποστολής με την κατάσταση σε ένα pin του modem, το CMD. Όταν ο ακροδέκτης αυτός έχει λογικό '1', τότε οι χαρακτήρες που

έρχονται από τη σειριακή αναγνωρίζονται ως εντολές. Μόλις οι εντολές σταλούν στο modem τότε το pin CMD μεταβαίνει σε λογικό '0' και οι χαρακτήρες από τη σειριακή αναγνωρίζονται ως δεδομένα προς αποστολή.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΛΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ

Το πληκτρολόγιο του τηλεκοντρόλ αποτελείται από 16 πλήκτρων και ένα δίκτυο αντιστάσεων. Κάθε πάτημα ενός πλήκτρου αντιστοιχεί σε μία τάση στην έξοδο του πληκτρολογίου με μία μικρή ανοχή. Οι τάσεις αυτές διαφέρουν μεταξύ τους τόσο ώστε όταν μετά από μεγάλη χρήση τα πλήκτρα παρουσιάσουν κάποια αντίσταση η αντιστοιχία των πλήκτρων και των προγραμματισμένων τάσεων να μην αλλάξει. Το κάθε πλήκτρο αντιστοιχεί σε μία τιμή. Υπάρχουν οι αριθμοί από το '0' έως το '9' και υπάρχουν και κάποια πλήκτρα για το menu και ένα ακόμα για υποδιαστολή στους δεκαδικούς αριθμούς των συντεταγμένων. Ένα ακόμα πλήκτρο αλλάζει την οθόνη από την εισαγωγή των συντεταγμένων στην τηλεμετρία.

Η υπορουτίνα transmit parameters στέλνει τις μεταβλητές που ρυθμίζουν την επιθυμητή ταχύτητα πτήσης και την ακτίνα από το σημείο που θα επιλεγεί η position hold.

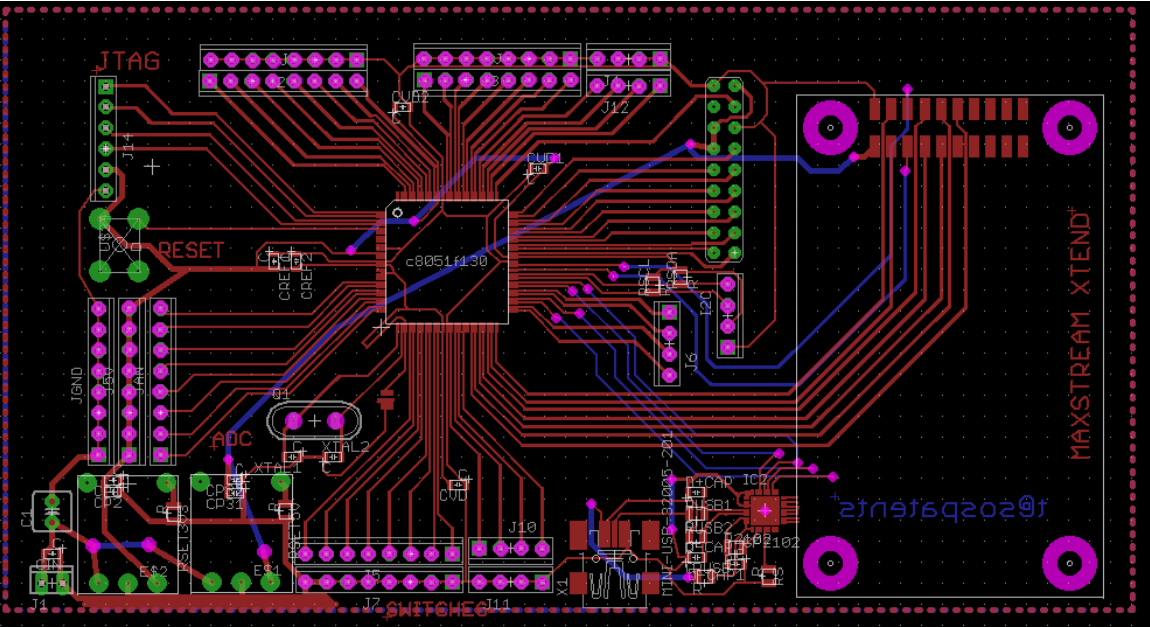
Η υπορουτίνα transmit waypoint στέλνει τις συντεταγμένες των σημείων της επιθυμητής πορείας του uav. Αν το πρόγραμμα που έχει επιλεγεί είναι το autopilot στέλνει το σημείο που πληκτρολογούμε κάθε φορά. Αν πάλι είναι ενεργοποιημένη η 'σημαία' της εναλλακτικής πορείας τότε στέλνει όλα τα σημεία της πορείας που από την αρχή έχουν εισαχθεί σε έναν πίνακα.

Η υπορουτίνα read joysticks μετράει την τάση από την έξοδο των χειριστηρίων του τηλεκοντρόλ και ο ADC converter εξάγει δύο τιμές για το κάθε ένα joystick,όσα και τα ποτενσιόμετρα που έχει το κάθε χειριστήριο.

Η υπορουτίνα calibration switches δίνει ένα offset στις τιμές των ποτενσιόμετρων των joysticks του ελέγχου. Αυτό γίνεται προσθέτοντας μία τιμή στην τιμή που διαβάζει ο ADC converter.

Η υπορουτίνα refresh lcd ανανεώνει την οθόνη lcd κάθε φορά που αλλάζει μία από τις εικονιζόμενες τιμές ή κάθε φορά που αλλάζει η επιλογή της οθόνης.

PCB CONTROLER UAV



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Aulus Gellius, Αττικά Νύκται, Gel.10.12 ([αγγλική μετάφραση](#))
- [2] [http://4gym-ptolem.koz.sch.gr/uploads/files/109/5.OI ΕΦΕΥΡΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΤΑ ΒΙΝΤΣΙ.pdf](http://4gym-ptolem.koz.sch.gr/uploads/files/109/5.OI_EΦΕΥΡΕΣΕΙΣ_TOY_NTA_BINTSI.pdf)
- [3] http://el.wikipedia.org/wiki/Μη_επανδρωμένες_ιπτάμενες_μηχανές
- [4] http://www.academia.edu/3602241/ΔΙΚΤΥΑ_ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ_ΕΠΙΘΕΤΙΚΩΝ_UAV_ΚΑΙ_ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ_ΑΥΤΩΝ
- [5] <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/airplane.html>
- [6] http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Laser_Gyro/laser_gyro_gr.htm
- [7] <https://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/C8051F130-short.pdf>
- [8] http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=MPX4250