

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1157**

ΘΕΜΑ: Ηλεκτρολογικό Σύστημα Αεροσκαφών

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
Δρ. ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2011

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον εισηγητή της πτυχιακής μου εργασίας Δρ. Αναστάσιο Δροσόπουλο για την αμέριστη βοήθεια του στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Η βοήθεια και η καλή του διάθεση ήταν κάτι περισσότερο από καταλυτική.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και την κ. Κατσιαούνη Θωμαΐδα για την επιμέλεια της εργασίας.

Πρόλογος:

Το αεροσκάφος είναι ίσως η πιο σύνθετη μηχανή που χρησιμοποιείται από τον σύγχρονο κόσμο σε τόσο μεγάλη έκταση. Πρόκειται για μία ανακάλυψη η οποία μεταφορικά και κυριολεκτικά άλλαξε το χάρτη στις μεταφορές, την επικοινωνία την ανταλλαγή αγαθών από όλες τις χώρες και τις ηπείρους του κόσμου. Οι χώρες ήρθαν πιο κοντά, οι μετακινήσεις πραγματοποιούνται σε χρόνους που την προ-αεροσκάφους εποχή θα ήταν αστείο ακόμη και να τους σκεφτεί κάποιος.

Ένας ολόκληρος επιστημονικός και τεχνολογικός κλάδος γεννήθηκε μαζί με την δημιουργία του αεροσκάφους. Αεροναυπηγοί, μηχανικοί, αβιονίκοι, αλλά και πολλές άλλες ειδικότητες αναπτύχθηκαν. Ωστόσο, ακόμη αναπτύσσονται, καθώς η τεχνολογία του αεροσκάφους εξακολουθεί και εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς. Εκατομμύρια θέσεις εργασίας ανά τον κόσμο δημιουργήθηκαν σε ένα τομέα που είναι εξ' ορισμού τρομερά ελκυστικός για όποιον έχει την παραμικρή επιστημονική, τεχνολογική ή και χειρονακτική περιέργεια – ενδιαφέρον.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε το ηλεκτρολογικό κομμάτι του αεροσκάφους. Ένα κομμάτι το οποίο είναι άκρως αναγκαίο, αφού από αυτό τροφοδοτούνται όλες οι συσκευές που υπάρχουν σε ένα αεροσκάφος. Και δεν είναι λίγες αυτές, κάθε άλλο μάλιστα! Θα περιγράψουμε την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας μιας και όταν ένα αεροσκάφος είναι εν πτήση, θα πρέπει να είναι αυτόνομος παραγωγός της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την εύρυθμη λειτουργία του. Επιπλέον, είναι ανάγκη να τονιστεί το γεγονός ότι σε ένα αεροσκάφος υπάρχουν απαιτήσεις για διάφορες στάθμες τάσης, οι οποίες εξαρτώνται βέβαια από το μέγεθος του εκάστοτε συγκεκριμένου αεροσκάφους. Το επίπεδο της τάσης διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην κατασκευή ενός αεροσκάφους, μιας που επηρεάζει την διατομή των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν! Αυτό το γεγονός κατ' επέκταση έχει άμεσο αντίκτυπο στο

συνολικό βάρος της κατασκευής. Το βάρος είναι ένας σημαντικότερος παράγοντας, ο οποίος επιδρά καταλυτικά στον σχεδιασμό της κατασκευής.

Κατόπιν, θα αναφερθούμε στις πρακτικές συντήρησης αεροσκαφών. Μιας και το τμήμα μας έχει ως στόχο να εκπαιδεύσει ανθρώπους, οι οποίοι θα έχουν ως αντικείμενο τη συντήρηση βιομηχανικών εφαρμογών και λόγω της εμπειρίας του γράφοντος της παρούσης πτυχιακής στην Ολυμπιακή Αεροπλοία ως μαθητευόμενος Ηλεκτρονικός Αεροσκαφών, θα γίνει προσπάθεια να προσεγγίσουμε τη φιλοσοφία που θα πρέπει να αναπτύξει ένας τεχνικός, καθώς και τον τρόπο σκέψης που θα πρέπει να έχει προκειμένου να αντεπεξέρχεται στα όποια προβλήματα εμφανιστούν. Η συντήρηση ενός αεροσκάφους δεν είναι κάτι που αντιμετωπίζεται «ελαφρά τη καρδία». Εάν σε ένα εργοστάσιο γίνει κάποιο λάθος, θα σταματήσει η παραγωγή με κάποια ζημιά τις περισσότερες φορές μόνο οικονομική! Εάν γίνει κάποιο λάθος στην συντήρηση ενός αεροσκάφους όμως, η κατάληξη θα είναι πιθανότατα ένα πολύνεκρο αεροπορικό δυστύχημα.

Τέλος, θα αναφερθούμε σε δύο πρόσφατα αεροπορικά δυστυχήματα τα οποία προκλήθηκαν από ανθρώπινο λάθος και θα τα εξετάσουμε διεξοδικά. Αναφερόμαστε στο τραγικό πτήση 522 της εταιρίας HELIOS στις 14/08/2005 και την πτώση του αεροσκάφους της εταιρίας Air-France, πτήση 447 στην 01/06/2009. Δυστυχώς, η αναφορά σε τόσο δυσάρεστα γεγονότα είναι ο μόνος τρόπος να συνειδητοποιήσουμε την κρισιμότητα και την σπουδαιότητα που έχει η σοβαρή και συστηματική δουλειά ενός τεχνικού αεροσκαφών.

Περιεχόμενα:

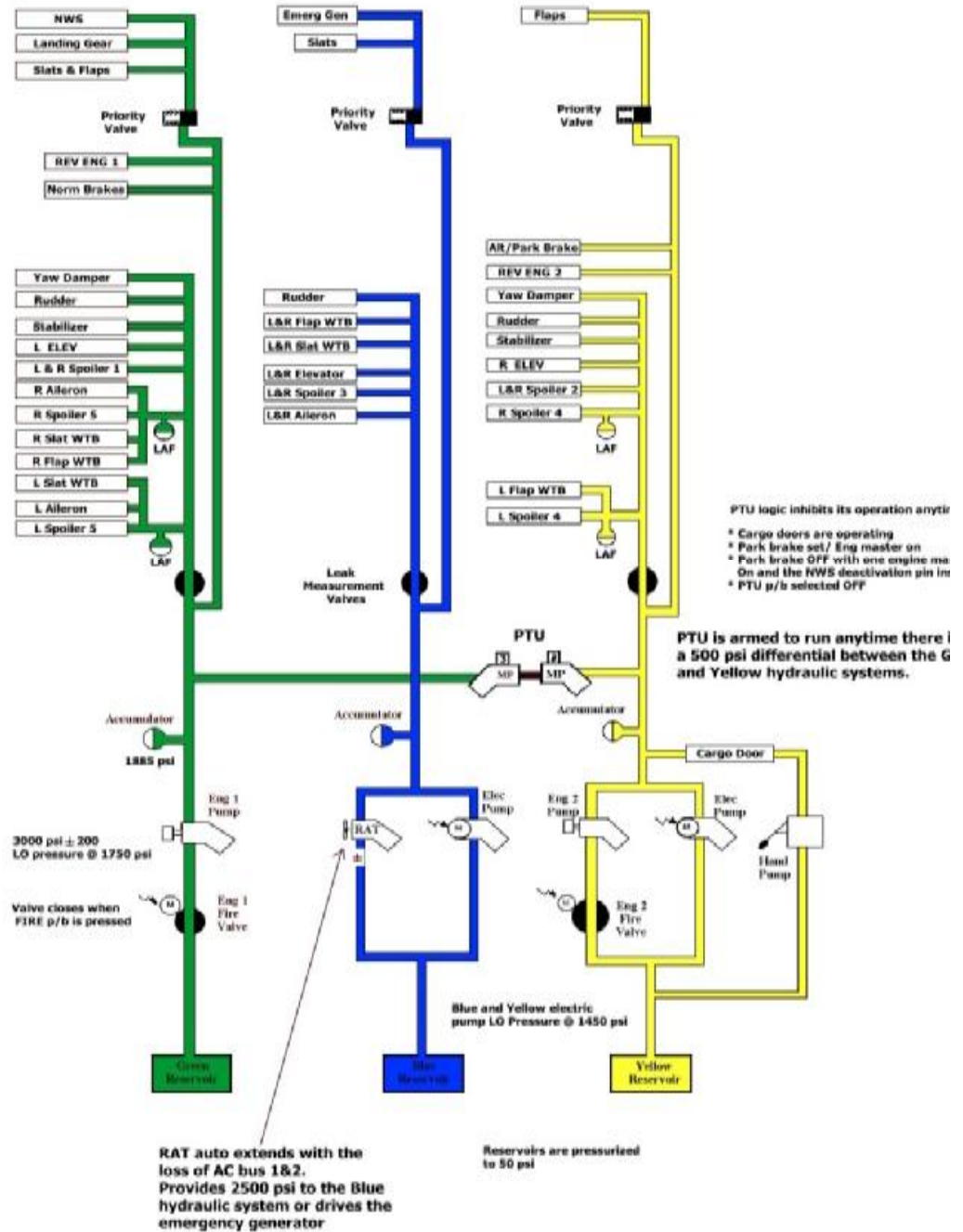
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
1.Κεφάλαιο 1 ^ο : Φιλοσοφία σχεδίασης συστημάτων αεροσκαφών.....	6
1.1 : Ηλεκτρικό σύστημα αεροσκάφους – Βασική περιγραφή.....	8
1.2 : Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα αεροσκάφος.....	12
1.3 : Ηλεκτρολογικό σύστημα έχω! Πού το χρησιμοποιώ;.....	19
1.4 : Παράδειγμα πολλαπλής τροφοδοσίας στην συσκευή : Flight Management System (FMS).....	20
1.5 : Σημασία γείωσης αεροσκάφους.....	24
2.Κεφάλαιο 2 ^ο : Η φιλοσοφία της συντήρησης αεροσκαφών.....	29
2.1: Fly by wire, η εξάρτηση από το ηλεκτρικό σύστημα μεγιστοποιείται.....	29
2.2: Εξοπλισμός - Τεχνογνωσία πρακτικές εμπλεκόμενων με την συντήρηση των αεροσκαφών.....	37
2.3: Πραγματικά παραδείγματα αντιμετώπισης βλαβών σε αεροσκάφη.....	40
2.3.1: Torque sensor error.....	40
2.3.2 Φθορά σε φίσσα του FULL AUTHORIT DIGITAL ENGINE CONTROL (FADEC).....	45
3.Κεφάλαιο 3 ^ο : Ατυχήματα.....	52
3.1: Το ατύχημα που θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί.....	52
3.2: Ένα ατύχημα εικασιών.....	55
4.Επίλογος.....	60
5.Βιβλιογραφία.	

Κεφάλαιο 1ο: Φιλοσοφία σχεδίασης συστημάτων αεροσκαφών.

Εάν προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε το αεροσκάφος από συστημικής πλευράς, ένα επίθετο θα μπορούσαμε να του αποδώσουμε σίγουρα: χαοτικό!!! Χιλιάδες υποσυστήματα συγκροτούν μεγαλύτερα συστήματα τα οποία με την σειρά τους αποτελούν μέρος κυρίων συστημάτων! Η φιλοσοφία της σχεδίασης του αεροσκάφους είναι πολύ απλή συναρτήσει της λειτουργίας του. Από την στιγμή που θα παρουσιαστεί βλάβη σε κάποια από τα κύρια συστήματά του, απαιτείται να υπάρχουν τουλάχιστον δύο εφεδρικά ίδια συστήματα τα οποία, όμως, να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους έτσι ώστε το αεροσκάφος να συνεχίσει την πτήση του και να προσγειωθεί με ασφάλεια.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το υδραυλικό σύστημα του αεροσκάφους. Στο σχήμα 1 φαίνεται η λογική σχεδίασης του Υδραυλικού συστήματος του αεροσκάφους. Συγκεκριμένα, υπάρχουν τρία εντελώς ανεξάρτητα μεταξύ τους συστήματα. Ακόμη και οι δεξαμενές που φέρουν το υδραυλικό ρευστό, είναι ανεξάρτητες, δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά και τοπολογικά είναι χωροθετημένες, σε διαφορετικά σημεία έτσι ώστε σε περίπτωση καταστροφής του ενός συστήματος από πρόσκρουση – διάτρηση της ατράκτου από κάποιο ξένο σώμα να υπάρχουν on hold τα υπόλοιπα δύο συστήματα. Η μόνη επικοινωνία που υπάρχει μεταξύ δύο εκ των τριών συστημάτων είναι ένας διακόπτης διαφοράς πίεσης ανάμεσα στο πράσινο και το κίτρινο σύστημα ο οποίος κάνει αυτόματη μεταγωγή από το ένα σύστημα στο άλλα σε περίπτωση πτώσης της πίεσης του κυρίως συστήματος, χωρίς χειρισμό του πιλότου.

Hydraulic System



Σχήμα 1:Υδραυλικό σύστημα αεροπλάνου

1.1 Ηλεκτρικό σύστημα αεροσκάφους – Βασική περιγραφή.

Η φιλοσοφία αυτής της σχεδίασης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως επεκτείνεται και σ' όλα τα υπόλοιπα συστήματα του αεροσκάφους. Το σχήμα 2 απεικονίζει την διάταξη του Ηλεκτρικού συστήματος ενός αεροσκάφους. Φυσικά εδώ παρατίθεται η γενική φιλοσοφία σχεδίασης και όχι το Ηλεκτρικό σύστημα συγκεκριμένου αεροσκάφους. Παρατηρεί κανείς πως το αεροσκάφος είναι «χωρισμένο» σε δύο διαμερίσματα. Το δεξιό και το αριστερό. Από το δεξιό διαμέρισμα τροφοδοτούνται τα μισά συστήματα του αεροσκάφους και από το αριστερό τροφοδοτούνται τα άλλα μισά συστήματα. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί πως σε περίπτωση αστοχίας της γεννήτριας ενός εκ των δύο διαμερισμάτων, όλο το αεροπλάνο αναλαμβάνει το ένα διαμέρισμα μέσω του coupler. Κάθε μια από τις δύο γεννήτριες που βρίσκεται στο κάθε διαμέρισμα δύναται να παράγει ενέργεια για όλο το αεροπλάνο.

Θα πρέπει όμως να κάνουμε ένα διαχωρισμό που έχει σχέση κυρίως με το μέγεθος του αεροσκάφους και επηρεάζει άμεσα τον σχεδιασμό του ως προς το ηλεκτρικό του σύστημα.

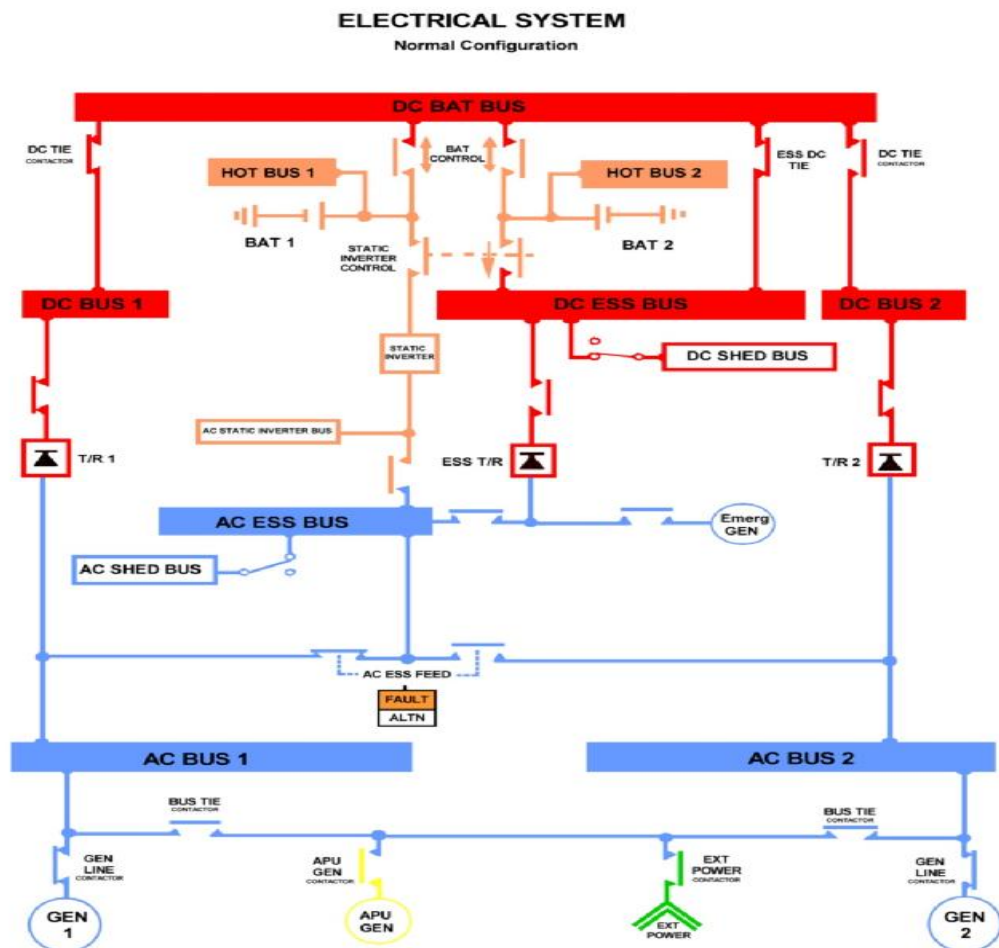
Για μικρού μεγέθους αεροσκάφη -κυρίως ιδιωτικής χρήσης δύο έως τεσσάρων θέσεων- τα οποία δεν έχουν ιδιαίτερα μεγάλες καταναλώσεις, έχουμε συσσωρευτές και τάσεις των 12 volt, που σημαίνει λιγότερα καλώδια έναντι των μεγαλύτερων αεροπλάνων. Για μεγαλύτερα αεροσκάφη, επιβατικού τύπου, τα οποία έχουν απαιτήσεις ισχύος πολύ μεγαλύτερες έναντι των αεροσκαφών της προηγούμενης κατηγορίας, χρησιμοποιούνται τάσεις και συσσωρευτές 24 volt. Για να είμαστε πιο ακριβείς, όταν επικαλούμαστε μεγαλύτερες καταναλώσεις ισχύος, εννοούμε τις λάμπες φωτισμού, εντός και εκτός της ατράκτου, τις διάφορες συσκευές εστίασης (φούρνους, καφετιέρες) που χρησιμοποιεί το πλήρωμα προκειμένου να ετοιμάσει τα διάφορα ροφήματα και γεύματα για τους επιβάτες κλπ. Μπορεί στην καθημερινή μας ζωή η λειτουργία ενός βραστήρα ή

του φούρνου να είναι μια απλή διαδικασία μιας και το ηλεκτρικό μας δίκτυο μας παρέχει συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια, αλλά για ένα αεροσκάφος τα πράγματα αλλάζουν άρδην. Η ενέργεια αυτή πρέπει να παραχθεί και να διανεμηθεί με τον κατάλληλο τρόπο, τηρώντας προδιαγραφές ασφαλείας. Οποιαδήποτε διακοπή ρεύματος η οποία στο έδαφος θα μας προβλημάτιζε ελάχιστα, στον αέρα μπορεί να αποβεί από πολύ επικίνδυνη έως και μοιραία..

Ένα άλλο θέμα το οποίο χρειάζεται μια προσεκτικότερη μελέτη είναι αυτό της συχνότητας της τάσης. Τα όργανα π.χ του πιλοτηρίου και κυρίως τα γυροσκόπια χρησιμοποιούν τάση 24 AC volt συχνότητας 400 Hz. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι πως έχει αποδειχθεί ότι με αυτήν την συχνότητα λειτουργίας τα όργανα είναι λιγότερο ογκώδη. Ο λόγος, λοιπόν, την λειτουργίας σε αυτήν την συχνότητα είναι προφανής.

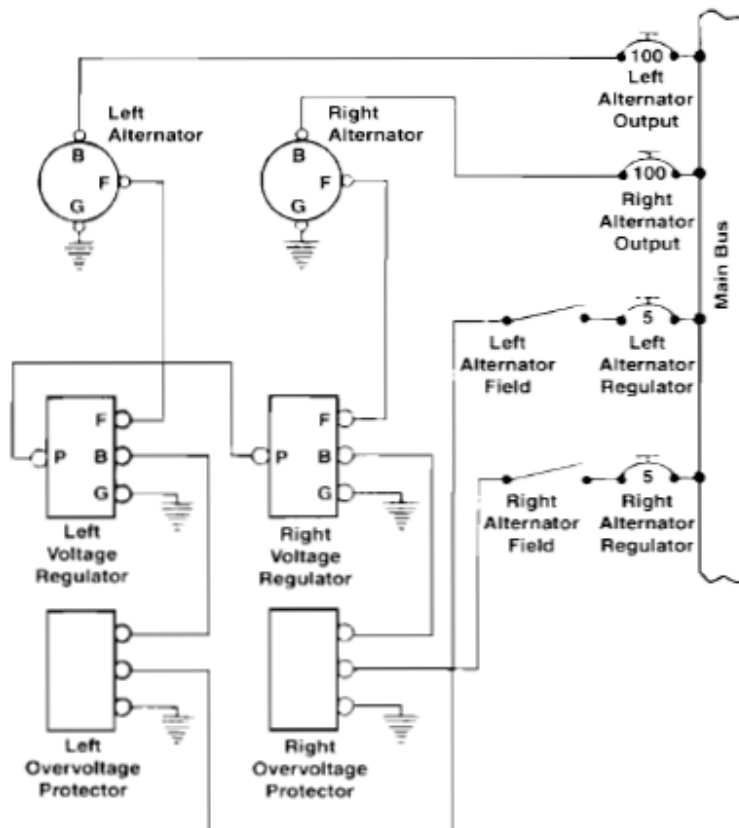
Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 2, το αεροσκάφος έχει την ανάγκη ύπαρξης εναλλασσόμενου και συνεχούς ρεύματος. Παρατηρούμε ότι στον δίαυλο του εναλλασσόμενου συνδέονται δύο σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσομένου ρεύματος [GEN1, GEN2] οι οποίες παίρνουν την απαραίτητη κίνηση στον άξονα από την κίνηση των κινητήρων ή/και του υδραυλικού συστήματος. Οι δύο αυτές γεννήτριες παράγουν εναλλασσόμενη τάση 110 volt 400Hz, η οποία διανέμεται στα συστήματα που λειτουργούν με αυτήν την απαίτηση. Όμως, όπως έχει ήδη ειπωθεί τα κύρια όργανα αεροναυσιπλοΐας λειτουργούν με 24 volt AC. Προκειμένου λοιπόν να τα τροφοδοτήσουμε με αυτήν την τάση χρησιμοποιούμε έναν αναστροφέα που μου δίνει την απαιτούμενη τάση στα 400Hz. Στα αεροσκάφη νεότερης γενιάς ή αλλιώς και επονομαζόμενα ως αεροσκάφη τύπου 'fly – by – wire', σε κάθε κινητήρα ανατίθεται και μία ξεχωριστή γεννήτρια η οποία κατά την διάρκεια της εκκίνησης είναι επικουρική στην διαδικασία αυτή, ενώ κατά την διάρκεια της πτήσης και υπό κανονικές συνθήκες, δουλεύει αποκλειστικά για τον εκάστοτε κινητήρα, δηλαδή παράγει την ενέργεια που είναι απαραίτητη για να τροφοδοτηθούν τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα του συγκεκριμένου κινητήρα. Αυτή η φιλοσοφία σχεδίασης αποσκοπεί στην αυτονομία των συστημάτων πρόωσης, σε σχέση με το υπόλοιπο αεροσκάφος. Σε περίπτωση

ανάγκης βέβαια, δηλαδή σε αστοχία κάποιου υποσυστήματος, τότε με κατάλληλες διατάξεις οι γεννήτριες αυτές καλούνται να αναλάβουν το τμήμα εκείνο του αεροσκάφους που μέχρι πρότινος τροφοδοτούνταν με το σύστημα που αστόχησε. Έτσι, παρατηρεί κανείς πως οι κατασκευαστές προσπαθούν να έχουν όσο το δυνατόν περισσότερες αξιόπιστες λύσεις για τα προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν κατά την διάρκεια της πτήσης, τηρώντας όμως έναν χρυσό κανόνα: αυτόν της ανεξαρτησίας συστημάτων που ουκ ολίγες φορές έχει φανεί σωτήριο για πολλές ανθρώπινες ψυχές!



Σχήμα 2: Ηλεκτρικό σύστημα αεροπλάνου

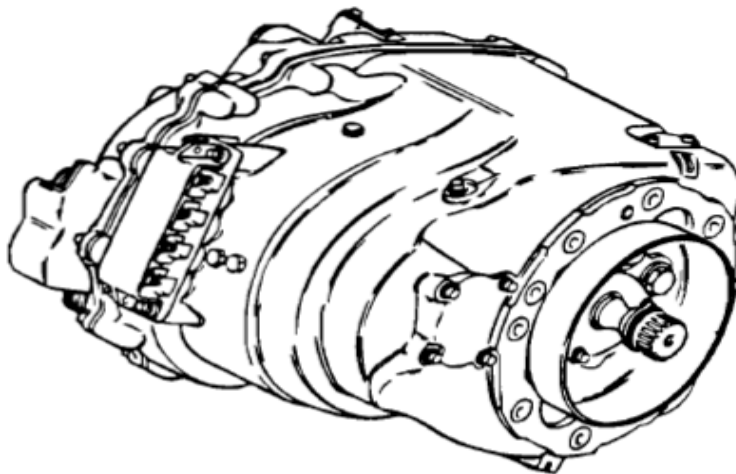
Στο σχήμα 3 παρατηρούμε ένα μπλοκ διάγραμμα το οποίο μας επιτρέπει να καταλάβουμε την ροή της ενέργειας από την στιγμή που παράγεται, έως και την στιγμή που τροφοδοτείται στις μπάρες του αεροσκάφους. Εδώ παρατηρούμε επίσης το διαχωρισμό σε δεξιά και αριστερή πλευρά. Επίσης, φαίνονται και οι εξομαλυντές της τάσης, καθώς και τα κυκλώματα προστασίας της γεννήτριας από υπέρταση.



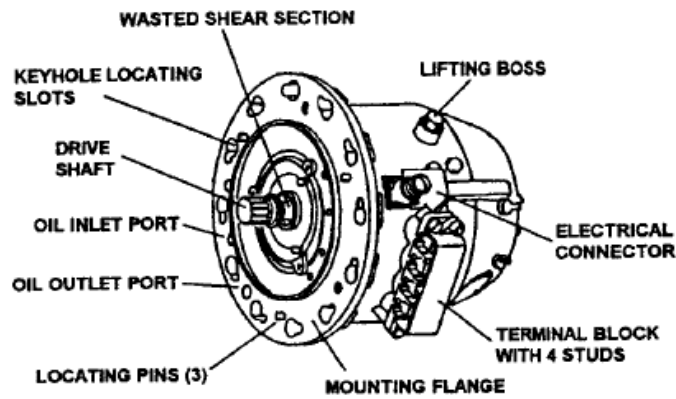
Σχήμα 3: Μπλοκ διάγραμμα ροής ενέργειας.

1.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα αεροσκάφος

Σε όλα τα αεροσκάφη προκειμένου να γίνει η εκκίνηση του κινητήρα απαιτείται η ύπαρξη ενός εκκινητή (starter) σχήμα 5, προκειμένου να υπερνικηθεί η τεράστια ροπή αδράνειας του άξονα του μηχανικού κινητήρα του αεροσκάφους. Χρησιμοποιούνται για αυτήν την αποστολή γεννήτριες παράλληλης διέγερσης. Η συγκεκριμένη ηλεκτρική μηχανή λειτουργεί ως κινητήρας μέχρι η κινητήρια μηχανή του αεροσκάφους να φτάσει στις ονομαστικές στροφές, δηλαδή στον αριθμό των στροφών κανονικής λειτουργίας και ύστερα αναλαμβάνει τον ρόλο γεννήτριας, η οποία παίρνει στροφές από τον άξονα που η ίδια ως «διπρόσωπη» έθεσε σε λειτουργία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εν λόγω μηχανή έχει ένα επιπλέον χοντρό τύλιγμα προκειμένου να αντέξει στο μεγάλο επαγωγικό ρεύμα που θα αναπτυχθεί στον δρομέα της, λόγω της προσπάθειας στρέψης ενός τόσο μεγάλου φορτίου (άξονας κινητήρια μηχανής αεροσκάφους). Δεν μας ταλαιπωρούσε χωρίς λόγο ο κύριος Χαραλαμπίκος λοιπόν!!!

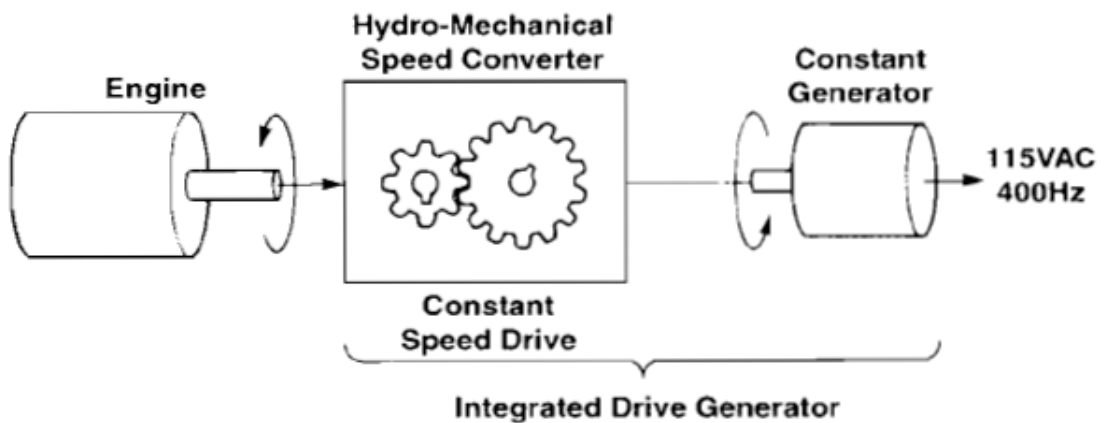


Σχήμα 4: Τυπική γεννήτρια αεροσκάφους. Διακρίνεται και ο οδοντωτός άξονας από τον οποίο παίρνει κίνηση.



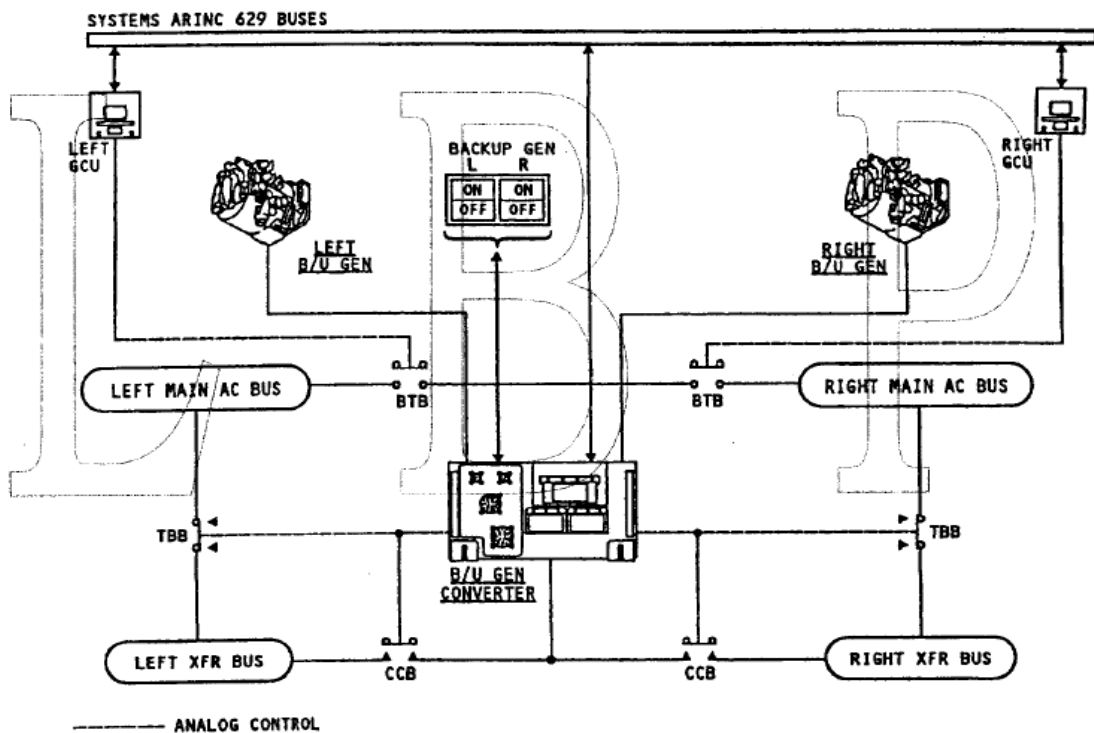
Σχήμα 5: Starter αεροσκάφους

Ανάλογα με το είδος του κινητήρα (εμβολοφόρου ή τζετ) και κατάλληλες διατάξεις μέσω μειωτήρων στροφών, οι άξονες των γεννητριών τροφοδοτούνται με κίνηση και παράγουν την επιθυμητή τάση. Αυτή η λειτουργία φαίνεται σχηματικά στην εικόνα 6.



Σχήμα 6: Διατάξεις μειωτήρων στροφών.

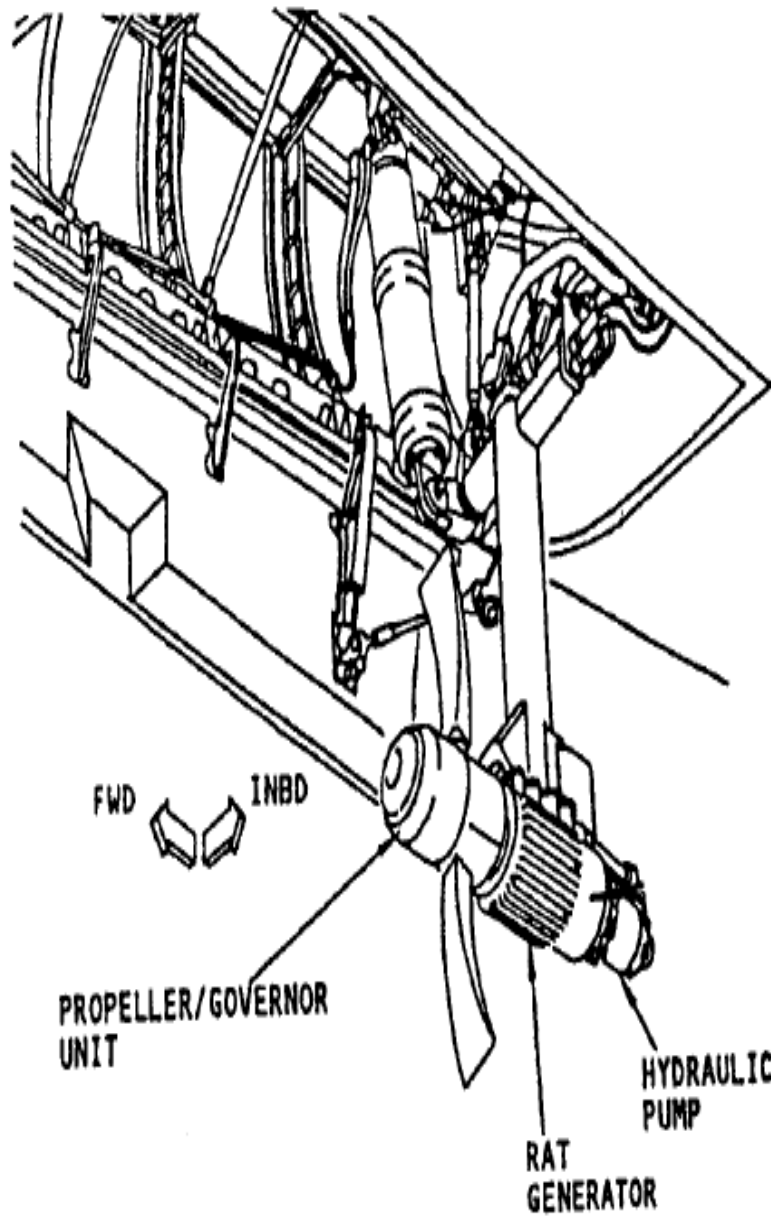
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι δύο κύριες γεννήτριες δεν λειτουργούν ταυτόχρονα. Παρατηρούμε ότι υπάρχει και μία εφεδρική γεννήτρια [APU GEN], η οποία σε περίπτωση αστοχίας κάποιας εκ των δύο κύριων μπαίνει σε λειτουργία. Στο σχήμα 7 παρουσιάζεται διαγραμματικά το σύστημα εφεδρείας ηλεκτρολογικού συστήματος.



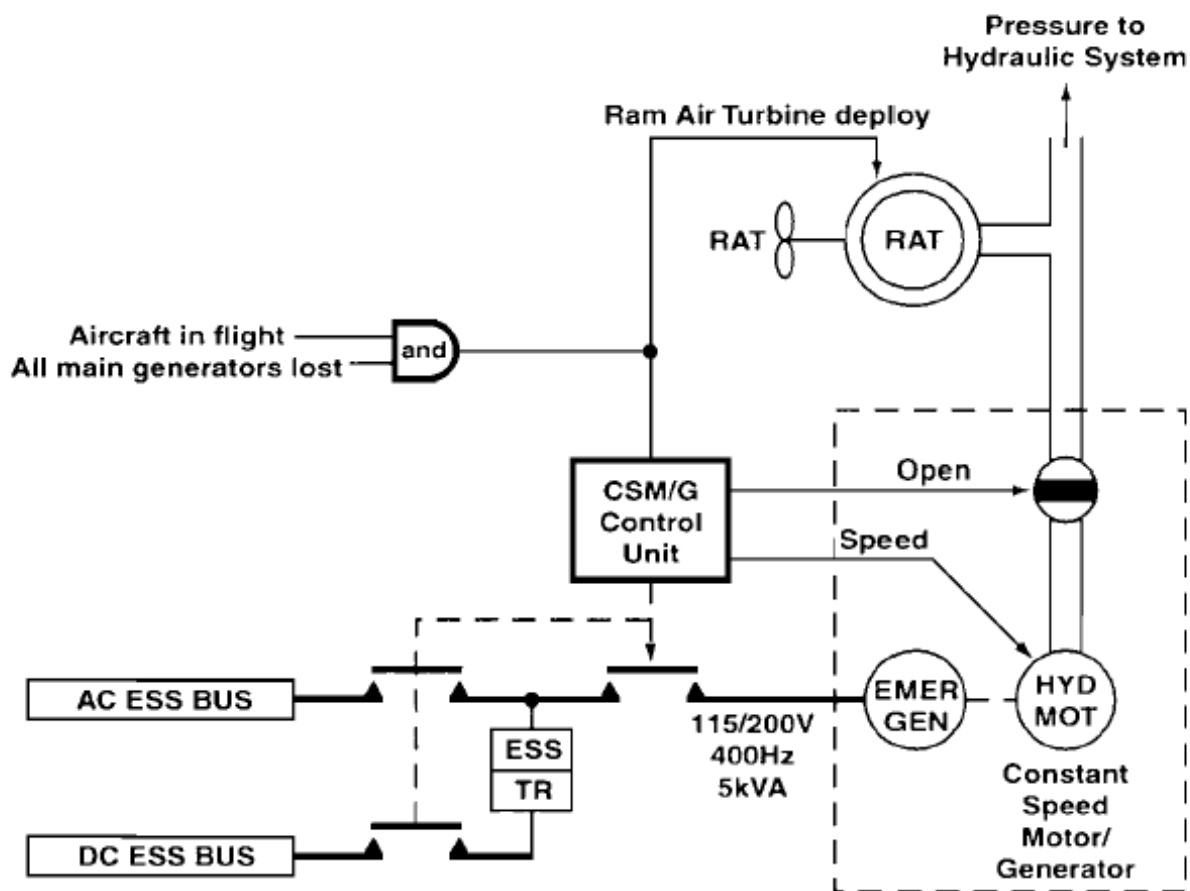
Σχήμα 7 : Ηλεκτρικό σύστημα εφεδρείας αεροσκάφους.

Συνήθως αυτή η γεννήτρια δεν κομπλάρει πάνω στους κινητήρες οι οποίοι έχουν ήδη άλλες γεννήτριες προσαρμοσμένες επάνω τους. Αντίθετα ο άξονάς τους κινείται μέσω άλλων μεθόδων, όπως παραδείγματος χάρη μέσω διατάξεων που μετατρέπουν την πίεση του υδραυλικού συστήματος σε περιστροφική κίνηση και τροφοδοτούν τους άξονες των γεννητριών.

Ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα της ανεξαρτησίας που θα πρέπει να έχει η εφεδρική γεννήτρια είναι η πρακτική που χρησιμοποίησε η εταιρία Air-Bus στο ολοκαίνουργιο μοντέλο της το A-380, που η εφεδρική γεννήτρια είναι μία διάταξη, όπως οι πύργοι με τις πτέρυγες που χρησιμοποιούνται στα αιολικά πάρκα. Αναδύεται από το πίσω μέρος της δεξιάς πτέρυγας ένας «μύλος», που λόγω της ταχύτητας του αεροσκάφους που εκτελεί πτήση, στρέφεται με μια ταχύτητα. Με κατάλληλες διατάξεις η ταχύτητα προσαρμόζεται στην ζητούμενη από την γεννήτρια και έτσι έχω τη λειτουργία της γεννήτριας, ακόμη και εάν όλα εκείνα τα συστήματα του αεροσκάφους που θα μπορούσαν να παράσχουν κίνηση στους άξονες των γεννητριών δεν λειτουργούν!!! Βέβαια με αυτήν την πρακτική ελλοχεύει ο κίνδυνος καταστροφής της γεννήτριας από κάποιο ξένο σώμα (π.χ πτηνό), που όμως είναι μικρός, διότι αυτού του τύπου το αεροσκάφος εκτελεί τις πτήσεις του σε ύψος που δεν υπάρχουν πτηνά ή άλλα ξένα σώματα. Η πιθανότητα να συμβεί κάτι τέτοιο μεγαλώνει, όταν το αεροσκάφος βρίσκεται στην διαδικασία ανόδου μέχρι να φτάσει στο προβλεπόμενο ύψος ή κατά την προσέγγισή του για προσγείωση. Στο σχήμα 8 παρατηρούμε μια τέτοιου είδους γεννήτρια και στο σχήμα 9 έχουμε το μπλοκ διάγραμμα λειτουργίας της.



Σχήμα 8: Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης καταδύμενη από την πτέρυγα.



Σχήμα 9: Μπλοκ διάγραμμα γεννήτριας εκτάκτου ανάγκης.

Παρατηρούμε από το άνωθεν μπλόκ διάγραμμα της γεννήτριας εκτάκτου ανάγκης ότι ο άξονάς της είναι σε θέση να παράσχει και κάποια υποτυπώδη πίεση στο υδραυλικό σύστημα του αεροσκάφους σε περίπτωση μη λειτουργίας κανενός από τα τρία υδραυλικά συστήματα. Άξια σχολιασμού είναι και η λογική με την οποία ενεργοποιείται η κάθοδος της γεννήτριας εκτάκτου ανάγκης. Μόνο, όταν το σκάφος έχει χάσει όλες τις κεντρικές γεννήτριές του και είναι εν πτήση, θα επιτραπεί η κάθοδος της γεννήτριας εκτάκτου ανάγκης, η οποία λέγεται και rat

generator (γεννήτρια αουραίος), διότι είναι κρυμμένη δίπλα στο σκέλος του αεροσκάφους.

Από το εναλλασσόμενο ρεύμα μέσω των ανορθωτών παράγεται συνεχές ρεύμα. Παρατηρούμε και πάλι τους δύο διαύλους συνεχούς ρεύματος, τον δεξιό και τον αριστερό. Η εφεδρική πηγή συνεχούς ρεύματος προέρχεται από μπαταρίες οι οποίες συνήθως τοποθετούνται στο ρύγχος του αεροσκάφους.

Τα ηλεκτρικά συστήματα του αεροσκάφους ίσως είναι τα πιο σημαντικά, διότι δίχως αυτά δεν είναι δυνατό να λειτουργήσει τίποτα, όπως τα όργανα αεροναυσιπλοΐας, φώτα, υδραυλικά συστήματα, επικοινωνίες και όλα τα υπόλοιπα συστήματα του αεροσκάφους. Επομένως, χωρίς την παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος όλες οι συσκευές και τα συστήματα δε λειτουργούν. Τραγικό παράδειγμα αυτής της εξάρτησης του αεροσκάφους από το Ηλεκτρικό του σύστημα είναι η πτήση 447 της Air-France η οποία κατέπεσε στον Ατλαντικό Ωκεανό την 1^η Ιουνίου του 2009. Η τελευταία αναφορά των εμπειρογνομόνων αναφέρει πως ένα ανθρώπινο λάθος ήταν η αιτία που βγήκαν εκτός όλα τα εφεδρικά ηλεκτρικά συστήματα του αεροσκάφους και έτσι, όταν το κύριο ηλεκτρικό σύστημα αστόχησε, το αεροσκάφος, -εικάζεται μετά από χτύπημα κεραυνού- , δεν είχε ηλεκτρική παροχή με αποτέλεσμα κυριολεκτικά να νεκρώσει και να έχει την τραγική αυτήν κατάληξη. Η ειρωνεία της υπόθεσης είναι η εικασία πως η αστοχία του εφεδρικού συστήματος οφείλεται στο κόψιμο κάποιας πλεξούδας καλωδίων λόγω κραδασμών η οποία δεν είχε στηριχθεί σωστά με δεματικά καλωδίων πάνω στα σημεία της ατράκτου που προβλέπεται από τον κατασκευαστή.

1.3 Ηλεκτρικό σύστημα έχω! Πού το χρησιμοποιώ;

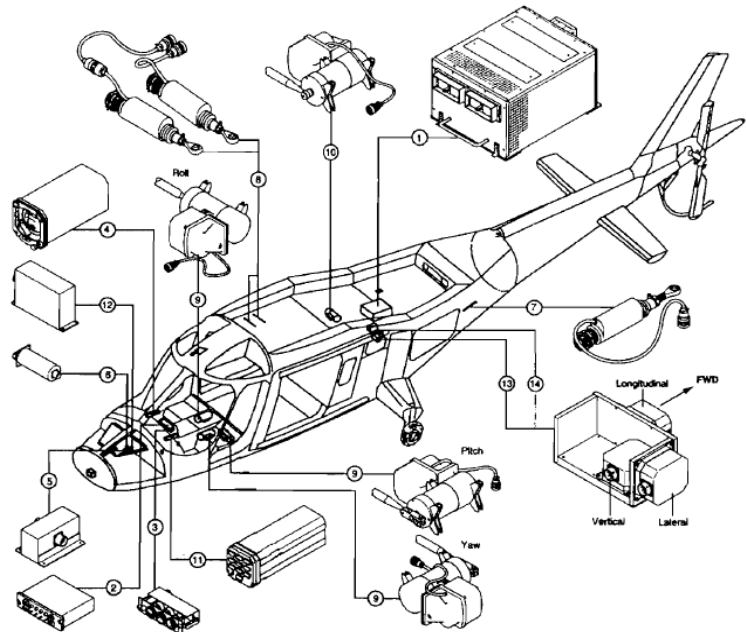
Μελετήσαμε την βασική δομή του ηλεκτρικού συστήματος ενός αεροσκάφους. Αναφερθήκαμε στις δικλείδες ασφαλείας τις οποίες έχει αυτό το σύστημα έτσι, ώστε να μην μείνουν τα συστήματά του –εν ώρα πτήσης- ποτέ χωρίς τροφοδοσία. Όμως, ποια είναι αυτά τα συστήματα; Τι τροφοδοσία χρειάζονται; Όλα τροφοδοτούνται με το ίδιο επίπεδο τάσης; Με συνεχή τάση ή εναλλασσόμενη; Στο σχήμα 10 παρατηρούμε μερικές μονάδες ενός Augusta 109 K2 και την τοπολογία τους στο ελικόπτερο. Προφανώς όλες αυτές οι μονάδες για να λειτουργήσουν χρειάζονται παροχή τάσης. Από το υπολογιστή του αυτόματου πιλότου (1), έως και το επιταχυνσιόμετρο κάθετου άξονα (13).

Το πραγματικό αίνιγμα δεν είναι πώς συνεργάζονται όλες αυτές οι μονάδες μεταξύ τους, αλλά πώς είναι δυνατόν να τροφοδοτούνται απρόσκοπτα, αδιάλειπτα και το πιο σημαντικό: πώς το εφεδρικό σύστημα θα αναλάβει δράση άμεσα σε περίπτωση ανάγκης. Εκεί που η όποια καθυστέρηση, μπορεί να καθορίσει την επιβίωση ή όχι των επιβαινόντων στο αεροσκάφος ή το ελικόπτερο. Ας υποθέσουμε ότι κατά την διάρκεια της πτήσης ενός ελικοπτέρου για κάποιο λόγο χάνεται η παροχή τάσης. Η μετάβαση στο εφεδρικό σύστημα πρέπει να γίνει τόσο γρήγορα, σχεδόν ακαριαία, ώστε κανένα απολύτως όργανο να μη σβήσει ή έστω να χάσει τα στοιχεία που φέρει. Ειδικά σήμερα που τα περισσότερα αεροσκάφη είναι τύπου fly by wire καμία διακοπή τάσης δεν είναι αποδεκτή.

Ας δούμε μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα τυπικών συσκευών που φέρουν τα περισσότερα αεροσκάφη. Το κοινό όλων των συσκευών που θα παρουσιαστούν δεν είναι τίποτε άλλο παρά η εξάρτηση της λειτουργίας τους από την παροχή ηλεκτρικής τάσης. Το επίπεδο της τάσης, η συχνότητά της αλλά και ο τρόπος παροχής της αλλάζει από μονάδα σε μονάδα ανάλογα με την σχεδιαστική ανάγκη του κάθε αεροσκάφους.

Figure 79: Component Location Example Augusta 109K2

1	Autopilot Computer
2	Autopilot Controller
3	Actuator Display
4	Attitude Director Indicator
5	Airspeed Sensor
6	Airspeed Switch
7	Yaw Axis Linear Actuator
8	Pitch & Roll Axis Linear Actuators
9	Pitch, Roll & Yaw Axis Artificial Feel & Trim Units
10	Collective Artificial Feel & Trim Units
11	Flight Director Computer
12	Barometric Sensor
13	Vertical Accelerometer
14	Longitudinal & Lateral Accelerometer



Εικόνα 10: Διάφορες συσκευές ενός ελικοπτήρου

1.4 : Παράδειγμα πολλαπλής τροφοδοσίας στην συσκευή : **FLIGHT MANAGEMENT SYSTEM (FMS):**

Το σύστημα FMS (σχήμα 11) είναι ένα σύστημα βασισμένο σε υπολογιστή και είναι σχεδιασμένο να πραγματοποιεί τέσσερις βασικότες λειτουργίες:

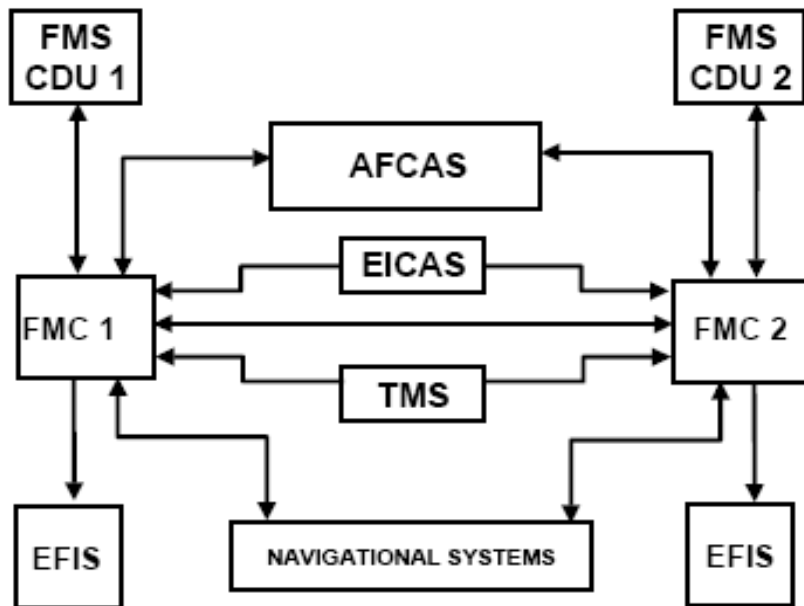
1. Λειτουργία Αυτόματου πιλότου.
2. Εκτίμηση αποδοτικότητας πτήσης.
3. Navigation and Guidance.
4. Απεικόνιση σημάτων τρέχουσας κατάστασης και σημάτων προειδοποίησης.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί δύο υπολογιστές (Flight Management Computers). Η ύπαρξη δύο υπολογιστών συνίσταται ακριβώς στην φιλοσοφία της ασφάλειας που αναλύθηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Κατά την διάρκεια της πτήσης υπό κανονικές συνθήκες οι δύο υπολογιστές ελέγχουν ο κάθε ένας ξεχωριστά όλες τις παραμέτρους και κατόπιν συγκρίνουν μεταξύ τους τις τιμές

των παραμέτρων αυτών (crosstalk). Κάθε υπολογιστής, όμως, έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει εντελώς αυτόνομα σε περίπτωση της αστοχίας κάποιας μονάδας. Το σύστημα FMS λαμβάνει πληροφορίες εισόδου από τέσσερις υπολογιστές που εξυπηρετούν τα κάτωθι υποσυστήματα.

1. Flight Control Computer (FCC).
2. Thrust Management Computer (TMC).
3. Digital Air Data Computer (DADC).
4. Engine Indicating & Crew Alerting System (EICAS).

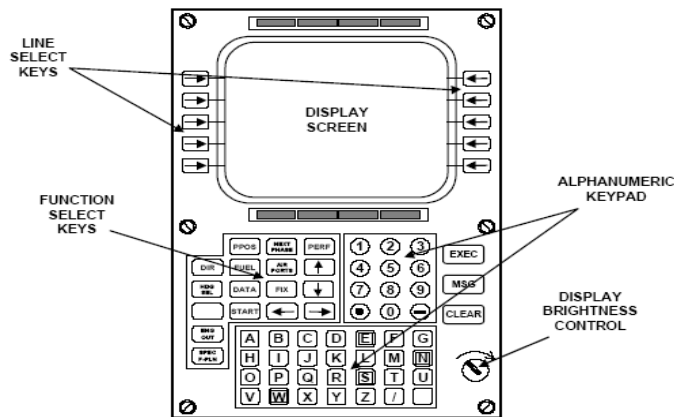
Η επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου ARNIC 429. Στο σύστημα FMS επίσης καταφθάνουν και άλλα δεδομένα μέσω παράλληλων και σειριακών εισόδων τα οποία με την βοήθεια του συστήματος απεικονίζονται στον θάλαμο διακυβέρνησης του αεροσκάφους. Παρακάτω βλέπουμε μια διαγραμματική μορφή του συστήματος FMS:



Flight Management System (FMS)

Σχήμα11: Σύστημα FMS

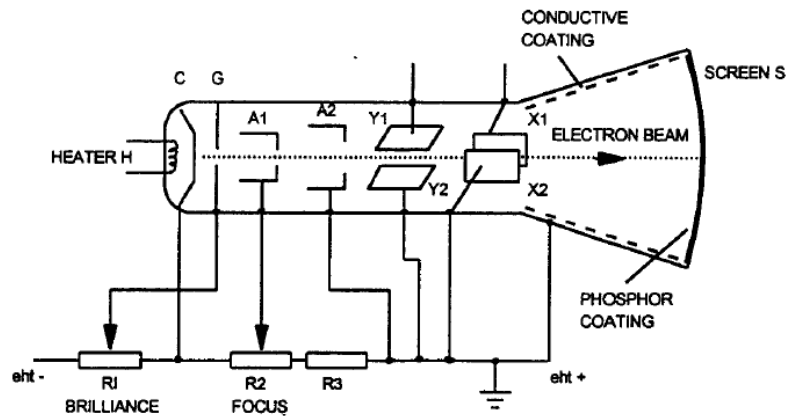
Το σύστημα FMS έχει μία μονάδα η οποία είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση όλων των απαραίτητων πληροφοριών στο πλήρωμα. Αυτή η μονάδα ονομάζεται FMS Control / Display Unit (CDU). Στην επόμενη εικόνα φαίνεται η μορφή μιας τέτοιας μονάδας.



FMS CDU.

Σχήμα 12: Μονάδα CDU

Όλο το σύστημα απαιτεί τροφοδοσία 12 V, συχνότητας 400 Hz, εκτός της οθόνης καθοδικού σωλήνα της CDU, όπου εκεί λόγω του πυροβόλου απαιτείται τάση 220 V. Στο επόμενο σχήμα (σχήμα 13) βλέπουμε μια οθόνη καθοδικού σωλήνα.



Σχήμα 13 : οθόνη καθοδικού σωλήνα.

1.5 : Σημασία γείωσης αεροσκάφους.

Η σημασία της γείωσης ενός αεροσκάφους είναι τεράστια. Για να το εκφράσουμε απλά σε ένα αεροσκάφος γειώνονται τα πάντα επί της ατράκτου. Ας φανταστούμε την διαδικασία ανεφοδιασμού ενός αεροσκάφους. Εάν το μπάουζερ (όχημα που μεταφέρει τα καύσιμα), δεν έχει κοινή γείωση με το αεροσκάφος και για οποιονδήποτε λόγο δημιουργηθεί σπινθήρας από στατικό ηλεκτρισμό, τότε θα προκληθεί έκρηξη. Γι' αυτόν το λόγο τα αεροσκάφη, όταν είναι στο έδαφος πάντα γειώνονται με ειδικό καλώδια που τα συνδέει με πλέγμα γειώσεως που υπάρχει στις εγκαταστάσεις των αεροδρομίων. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία δέκα χρόνια τα ελαστικά των αεροσκαφών είναι πλέον αγωγίμα, προκειμένου να επιτυγχάνεται άμεση γείωση στο touch – down.

Έστω τώρα ότι ένα αεροσκάφος είναι εν πτήση, ο αγωγός γείωσης μιας κινητής του επιφάνειας είναι έτοιμος να κοπεί ή απλώς η αντίστασή του έχει μεγαλώσει σε σημείο μη αποδεκτό. Το αεροσκάφος υπόκειται σε χτύπημα κεραυνού. Ο κεραυνός λοιπόν θα διαλύσει κυριολεκτικά την κινούμενη επιφάνεια της οποίας η γείωση δεν λειτούργησε, όπως θα έπρεπε με τα όποια επακόλουθα.

Για να εκτονώνονται οι κεραυνοί, όταν θα χτυπήσουν ένα αεροσκάφος, οι κατασκευαστές έχουν εφοδιάσει το αεροσκάφος με τα λεγόμενα static dischargers, τα οποία τα βλέπουμε στο σχήμα 14. Επίσης, στην συγκεκριμένη εικόνα παρατηρούμε ότι τα static dischargers τοποθετούνται στις πτέρυγες και την ουρά του αεροσκάφους.

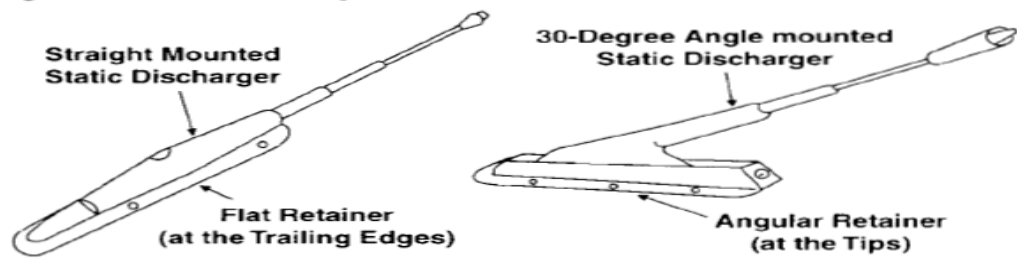
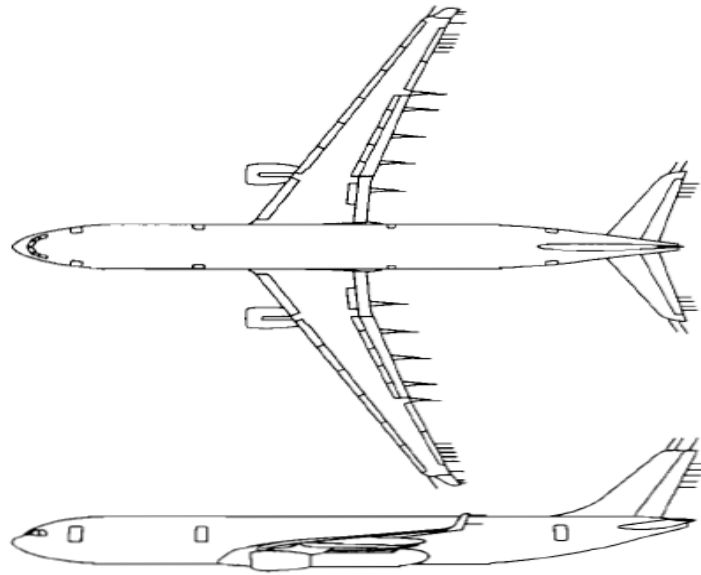


Figure 58: Locations



Σχήμα 14: static dischargers

Ενδιαφέρον θα είχε να αναφέρουμε τις επιπτώσεις του χτυπήματος ενός κεραυνού σε ένα αεροσκάφος. Το αεροσκάφος ουσιαστικά, όταν ταξιδεύει σε κάποιο ύψος είναι ένας αγωγός κινούμενος εντός του μαγνητικού πεδίου της γης. Έτσι, λοιπόν έχει ανάπτυξη τάσης στα άκρα του αγωγού αυτού! Χτυπώντας ο κεραυνός στο αεροσκάφος θα πρέπει να έχει αγωγή διαδρομή προκειμένου να εκτονωθεί. Μια καλά γειωμένη άτρακτος αυτό ακριβώς προσφέρει. Επιπλέον, η άτρακτος δεν θα πρέπει να έχει κενά στα σημεία ένωσης των μερών της.

Αρχικά, ο κεραυνός θα προσκρούσει σε ένα άκρο, όπως η άκρη της μύτης ή των φτερών. Το αεροπλάνο πετά έπειτα μέσω της λάμψης του κεραυνού, η οποία προσκολλάται στην άτρακτο σε άλλες θέσεις, ενώ το αεροπλάνο βρίσκεται μέσα στο ηλεκτρικό «κύκλωμα» μεταξύ των περιοχών των νεφών που έχουν αντίθετη πολικότητα. Το ρεύμα θα περάσει μέσω των αγωγίμων διαδρομών στο

σώμα του αεροσκάφους και θα εξέλθει από κάποια άλλη ακρότητα, όπως η ουρά.

Οι πιλότοι μερικές φορές αναφέρουν ένα προσωρινό τρεμούλιασμα των φώτων ή μια σύντομη παρεμβολή στα ηλεκτρονικά όργανα του αεροσκάφους. Τα περισσότερα κέλυφη αεροσκαφών αποτελούνται κυρίως από αλουμίνιο, το οποίο είναι καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Αν ο μηχανικός σιγουρευτεί ότι κανένα χάσμα δεν υπάρχει σε αυτήν την αγωγήμη πορεία, μπορεί να βεβαιώσει ότι το μεγαλύτερο μέρος του ρεύματος του κεραυνού θα περάσει από το εξωτερικό κέλυφος των αεροσκαφών. Ο κεραυνός που διαδίδεται στο εξωτερικό κέλυφος ενός αεροσκάφους έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει φαινόμενα επαγωγής στα κυκλώματα ή τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό μέσα στο σκάφος. Αυτά τα μεταβατικά φαινόμενα καλούνται έμμεσα αποτελέσματα του κεραυνού. Προσεκτική θωράκιση, γείωση και συσκευές μείωσης των μεταβατικών αυτών φαινομένων αποτρέπουν πιθανά προβλήματα από τα έμμεσα φαινόμενα του κεραυνού. Κάθε κύκλωμα και κομμάτι του εξοπλισμού που είναι κρίσιμο ή ουσιαστικό για την ασφαλή πτήση και προσγείωση ενός αεροσκάφους, πρέπει να ελεγχθεί από τους κατασκευαστές. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να ελέγξουν, αν εξασφαλίζει προστασία από κεραυνό σύμφωνα με τους κανονισμούς καθορισμένους από κάποια αρχή στη χώρα κατασκευής του αεροσκάφους. Ο άλλος κύριος τομέας ανησυχίας είναι το σύστημα καυσίμων, διότι ακόμη και ένας μικροσκοπικός σπινθήρας μπορεί να είναι καταστρεπτικός. Οι μηχανικοί παίρνουν συνεπώς μεγάλες προφυλάξεις για να εξασφαλίσουν ότι τα ρεύματα του κεραυνού δεν μπορούν να προκαλέσουν τους σπινθήρες σε οποιοδήποτε μέρος του συστήματος καυσίμων ενός αεροπλάνου. Το κέλυφος αεροσκαφών γύρω από τις δεξαμενές καυσίμων πρέπει να είναι αρκετά παχύ για ν' αντισταθεί σε ένα απευθείας λιώσιμο από τον ίδιο τον κεραυνό. Όλοι οι δομικοί σύνδεσμοι πρέπει να σχεδιαστούν προσεκτικά για να αποτρέψουν τους σπινθήρες, επειδή το ρεύμα του κεραυνού περνά από το ένα τμήμα στο άλλο. Οι πόρτες πρόσβασης, τα καπάκια των δεξαμενών καυσίμων και οποιοσδήποτε διέξοδος προς τις δεξαμενές πρέπει να σχεδιαστούν και να εξεταστούν, ώστε να

αντισταθούν στον κεραυνό. Όλοι οι σωλήνες και οι γραμμές καυσίμων που φέρνουν τα καύσιμα από τις δεξαμενές στις μηχανές και οι μηχανές οι ίδιες, πρέπει να είναι προστατευμένες από τον κεραυνό.

Επιπλέον, τα νέα καύσιμα που παράγουν λιγότερους εκρηκτικούς ατμούς, χρησιμοποιούνται τώρα ευρέως. Ο κώνος της μύτης του αεροσκάφους που περιέχει το ραντάρ και άλλες συσκευές πτήσεως είναι μια άλλη περιοχή στην οποία οι μηχανικοί σχεδιασμού προστασίας από κεραυνούς δίνουν ιδιαίτερη προσοχή. Προκειμένου να λειτουργήσει το ραντάρ δεν μπορεί να περιληφθεί μέσα μια αγώγιμη περίφραξη. Αντί αυτού αγώγιμες ταινίες εκτροπής του κεραυνού που εφαρμόζονται κατά μήκος της εξωτερικής επιφάνειας του κώνου προστατεύουν αυτήν την περιοχή. Αυτές οι λουρίδες μπορεί ν' αποτελούνται από στερεές μεταλλικές ράβδους ή μια σειρά διακριτών κουμπιών αγώγιμου υλικού που επισυνάπτονται σε μια πλαστική λουρίδα που είναι κολλημένη με τη σειρά της πάνω στον κώνο. Από πολλές απόψεις, οι λουρίδες εκτροπής λειτουργούν όπως μια ράβδος προστασίας από κεραυνούς σε ένα κτήριο. Τα μικρότερα αεροπλάνα πρέπει γενικά ν' αποφεύγουν να πετούν μέσα σε περιοχές με κεραυνούς. Για τα μικρά αεροπλάνα που δε μεταφέρουν επιβάτες υπάρχει ένα χωριστό σύνολο κανονισμών για την προστασία από κεραυνούς. Ένα βασικό επίπεδο προστασίας παρέχεται για το πλαίσιο - κέλυφος, το σύστημα καυσίμων και τις μηχανές. Παραδοσιακά, τα αεροσκάφη αυτά έχουν τα κέλυφά τους από αργίλιο και δεν περιλαμβάνουν αυτοματοποιημένους ελέγχους μηχανών και πτήσης και είναι έτσι εγγενώς λιγότερο ευαίσθητα στους κεραυνούς. Εντούτοις, υπάρχουν πολυάριθμες αναφορές μη καταστροφικών ζημιών στα φτερά τους, τους έλικες και τα φώτα πλοήγησης από κεραυνούς. Τέλος, τα μικρά ερασιτεχνικά συναρμολογημένα αεροσκάφη δεν έχουν δικούς τους κανονισμούς ασφαλείας από τους κεραυνούς. Συνήθως κατασκευάζονται από fibreglass ή άλλες ενισχυμένες συνθετικές ίνες με βάση τον γραφίτη. Αυτά τα αεροπλάνα, που εκ κατασκευής δεν έχουν επαρκή προστασία από τους κεραυνούς δεν πρέπει ποτέ να πετούν κοντά σε περιοχές κεραυνών είτε μέσα σε σύννεφα που έχουν

σημαντικό ηλεκτρικό φορτίο, διότι μπορεί και τα ίδια να προκαλέσουν εκφόρτιση και κεραυνό.

Οι επιβάτες και το πλήρωμα δεν αντιλαμβάνονται παρά μόνο έναν θόρυβο, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων που έχει αναφερθεί ότι κάποιοι επιβάτες είδαν λάμψη. Όμως, ο κεραυνός είναι στην ουσία κινούμενα φορτία, τα οποία με την σειρά τους έχουν μία φορά από ένα σημείο του χώρου προς ένα άλλο, άρα δημιουργούν μαγνητικό πεδίο. Η ένταση είναι τεράστια και έτσι έχουμε εφαρμογή ενός τεράστιου μαγνητικού πεδίου σε ένα υλικό (υποθέτω την άτρακτο ως ένα ομοιογενές υλικό). Το αποτέλεσμα είναι το αεροπλάνο να μαγνητιστεί! Τι προβλήματα δημιουργεί αυτό; Κανένα πρόβλημα δεν δημιουργείται μέχρι να προσγειωθεί το αεροπλάνο, εκτός από τη σοβαρή απόκλιση της όποιας αναλογικής πυξίδας από τον μαγνητικό Βορά! Το αεροσκάφος μετά την προσγείωση, πρέπει να τοποθετηθεί για τρεις ημέρες προσανατολισμένο στον μαγνητικό βορά και πριν του ξαναδοθεί η πλοϊμότητα, να εξεταστεί ενδελεχώς η άτρακτος για «γαζώματα», όπως λένε οι τεχνικοί μεταξύ τους, και το σύστημα της γείωσής του!



Σχήμα 15: Αεροπλάνο χτυπημένο από κεραυνό.

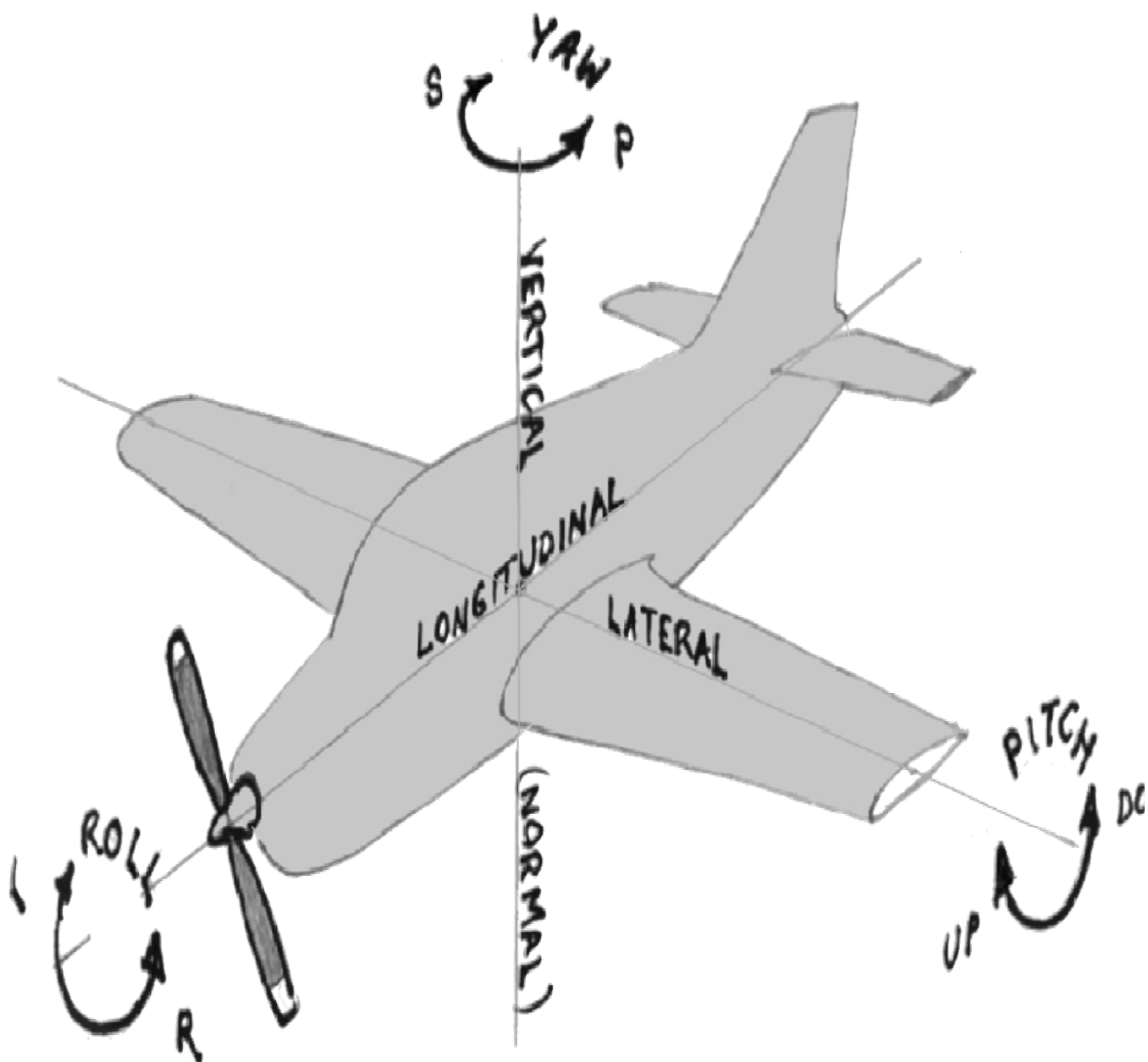
Κεφάλαιο 2ο: Η φιλοσοφία της συντήρησης αεροσκαφών.

2.1 Fly by wire, η εξάρτηση από το ηλεκτρικό σύστημα μεγιστοποιείται:

Παλαιότερα στις ταινίες επιστημονικής φαντασίας, βλέπαμε αεροπλάνα να απογειώνονται και να προσγειώνονται μόνα τους σαν να είχαν νοημοσύνη και να αυτενεργούσαν. Εάν τότε κάποιος μας έλεγε ότι αυτό που βλέπαμε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί, το πιθανότερο ήταν να εισέπραττε τον χλευασμό μας. Κάτι τέτοιο ήταν σχεδόν ουτοπικό. Άλλωστε ποιος θα αισθανόταν άνετα μέσα σε ένα αεροπλάνο το οποίο θα το ήλεγχε αποκλειστικά και μόνο ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής; Κι όμως αυτή η ημέρα δεν άργησε να έρθει. Βέβαια τα αεροπλάνα δεν πετάνε μόνα τους και επί της ουσίας δεν λαμβάνουν αποφάσεις ανεξάρτητα, όμως η τεχνολογία fly by wire πλέον έχει πάρει σάρκα και οστά. Η σύγχρονη τεχνολογία των υπέρ - υπολογιστών, και των εκπληκτικών ηλεκτρονικών συσκευών που πραγματώνουν λειτουργίες που ούτε εκατό ανθρώπινοι εγκέφαλοι συγχρονισμένοι δε θα μπορούσαν να τις παράγουν και να τις εκτιμήσουν σε ταχύτητες δυσθεώρητες, μας έδωσαν την δυνατότητα να προικοδοτήσουμε το σύγχρονο αεροσκάφος με νοημοσύνη και κρίση.

Ας ξεκαθαρίσουμε κατ' αρχάς κάποια βασικά σημεία, για να γίνει πιο εύκολα κατανοητή η λειτουργία της ομολογουμένως εντυπωσιακής τεχνολογίας.

Όπως γνωρίζουμε το αεροσκάφος κινείται σε τρεις διαστάσεις. Στην παρακάτω σχήμα 16 βλέπουμε σχηματικά την κίνηση του αεροσκάφους στους τρεις άξονες.



Σχήμα 16: Κίνηση του αεροσκάφους σε τρία επίπεδα

Τα αεροσκάφη της προηγούμενης γενιάς καθοδηγούνταν από τους κυβερνήτες με την βοήθεια των πηδαλίων. Φυσικά δεν είναι μόνο το πηδάλιο που δίνει την δυνατότητα στον πιλότο να χειρίζεται το αεροπλάνο -επί της ουσίας αλλάζει τη γωνία έκθεσης συγκεκριμένων μεταβλητών επιφανειών της ατράκτου- αλλά εμείς θα το δεχτούμε προκειμένου να καταλάβουμε την βασική λειτουργία των χειριστηρίων.

Στο σχήμα 17 βλέπουμε όλες τις επιφάνειες οι οποίες συνολικά ευθύνονται για όλες τις κινήσεις που πραγματοποιεί κατά την διάρκεια της πτήσης αλλά και κατά την διάρκεια της τροχοδρόμησης (taxi) ένα αεροσκάφος.

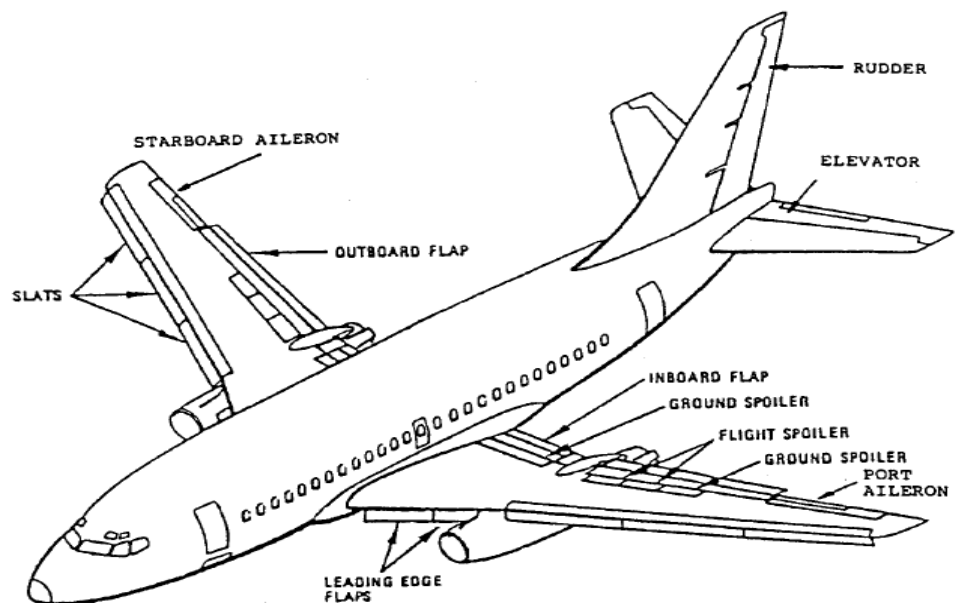
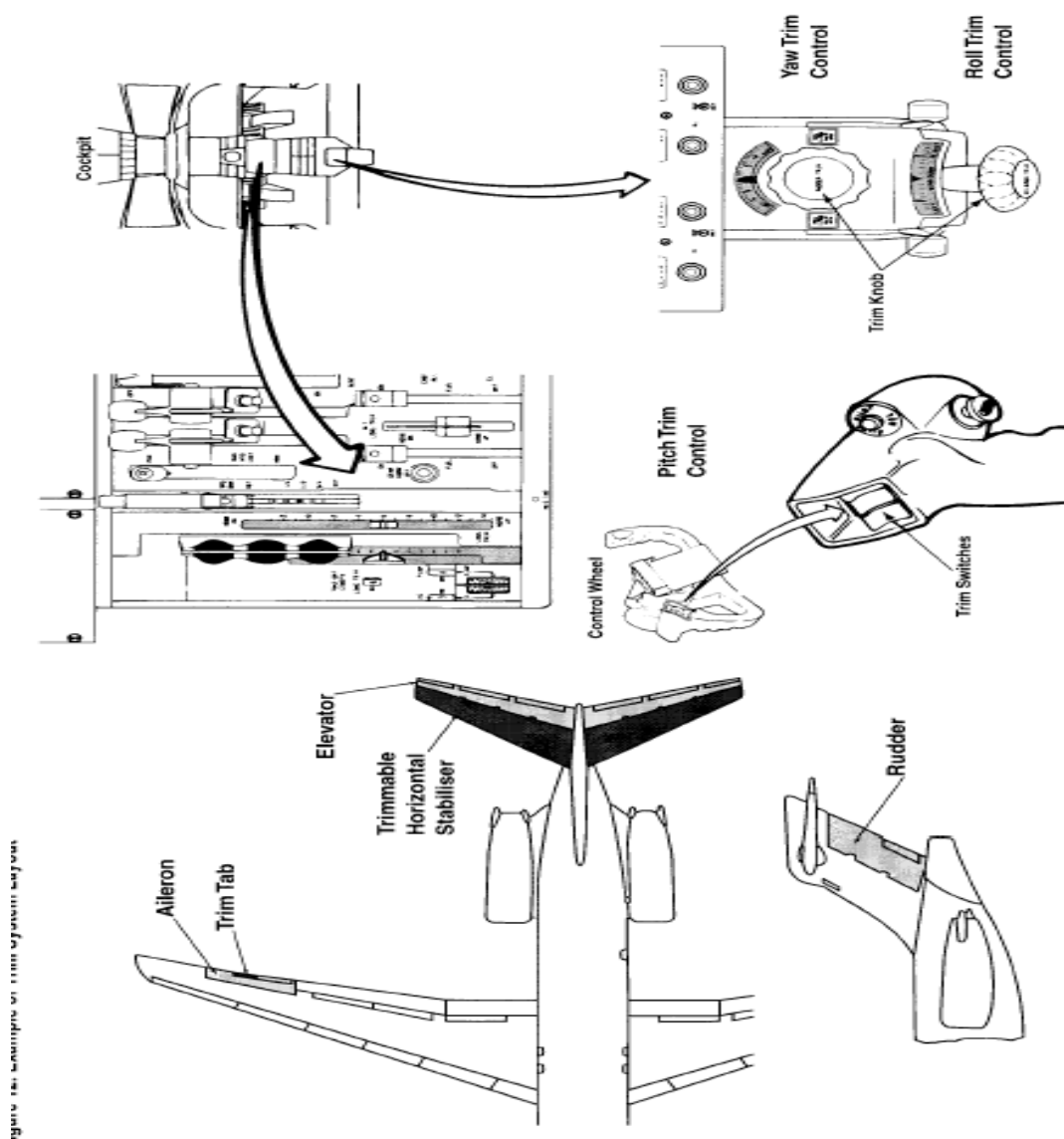


Fig. 30 CONTROL SURFACES

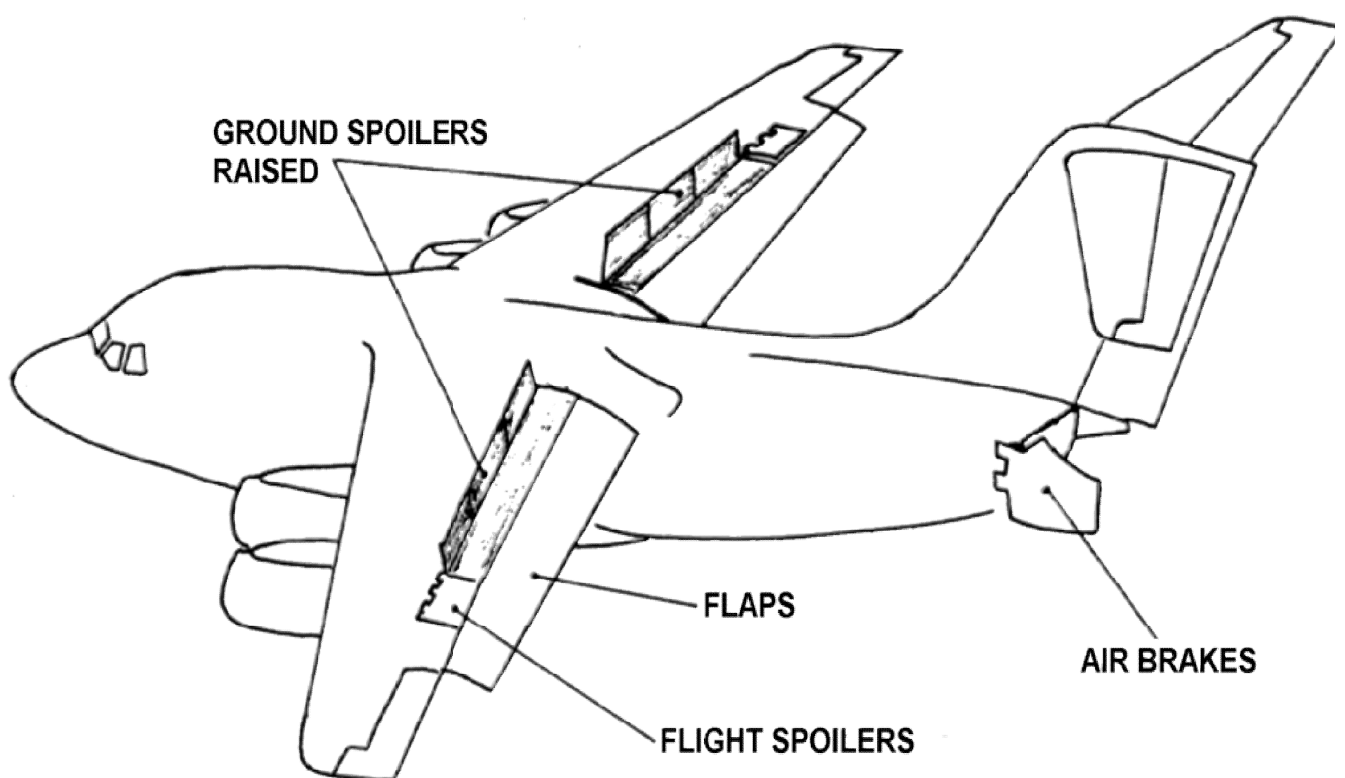
Σχήμα 17: Οι κινητές επιφάνειες ενός αεροσκάφους

Στην εικόνα 18 για παράδειγμα βλέπουμε την ένδειξη της γωνίας πρόνευσης (roll angle) του αεροσκάφους, καθώς επίσης και ποιες επιφάνειες ελέγχονται και από πιο μέρος του πηδαλιού!!



Σχήμα 18: Ενδεικτικές κινήσεις πηδαλιού για έλεγχο της roll angle.

Εκτός από τον έλεγχο του αεροσκάφους κατά την διάρκεια της πτήσης υπάρχουν συγκεκριμένες επιφάνειες επί του αεροσκάφους οι οποίες είναι υπεύθυνες για την προσγείωση. Είναι αυτονόητο ότι το αεροπλάνο μόλις προσγειωθεί δεν μπορεί απλώς να φρενάρει. Οποιοδήποτε σύστημα πέδησης θα ήταν ανεπαρκές να σταματήσει ένα αεροσκάφος το οποίο, όταν προσγειώνεται έχει μια ταχύτητα 400 -500 χιλιομέτρων την ώρα! Χρησιμοποιούμε λοιπόν για φρένο την αντίσταση του αέρα!!! Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται αυτές οι επιφάνειες!



Εικόνα 19: Επιφάνειες αεροσκάφους που χρησιμοποιούνται και για φρενάρισμα

Ο πιλότος λοιπόν με την κατάλληλη κίνηση του πηδαλίου έδινε εντολή στις επιφάνειες αυτές να αλλάξουν θέση. Αυτό επιτυγχανόταν με την βοήθεια συρματόσκοινων, τα οποία συνεπικουρούμενα με υδραυλικά συστήματα πολλαπλασίαζαν τη δύναμη κι έτσι η εντολή του πιλότου μετατρεπόταν σε ανάλογη κίνηση των επιθυμητών επιφανειών. Στο σχήμα 20 παρατηρούμε μία τοπολογία ενός συστήματος συρματόσκοινων, που περιέχει τους υδραυλικούς ενεργοποιητές, ειδικές διατάξεις για να μεταφέρουν την κίνηση στα συρματόσκοινα τα οποία χρειάζεται να στρίψουν.

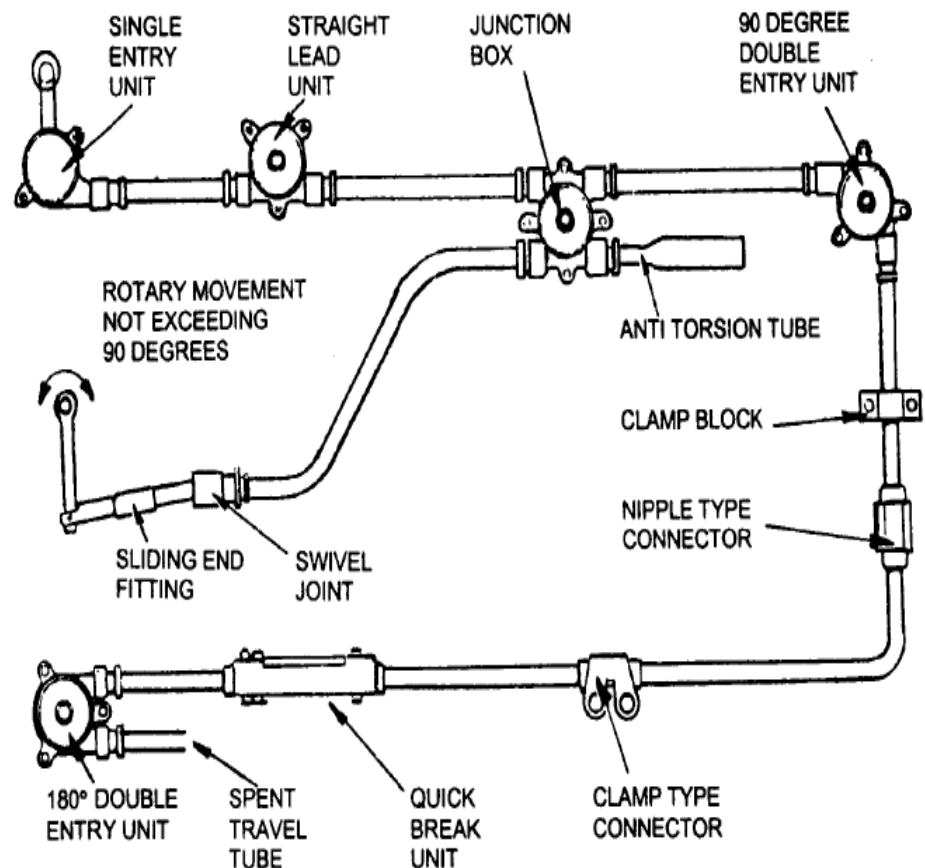
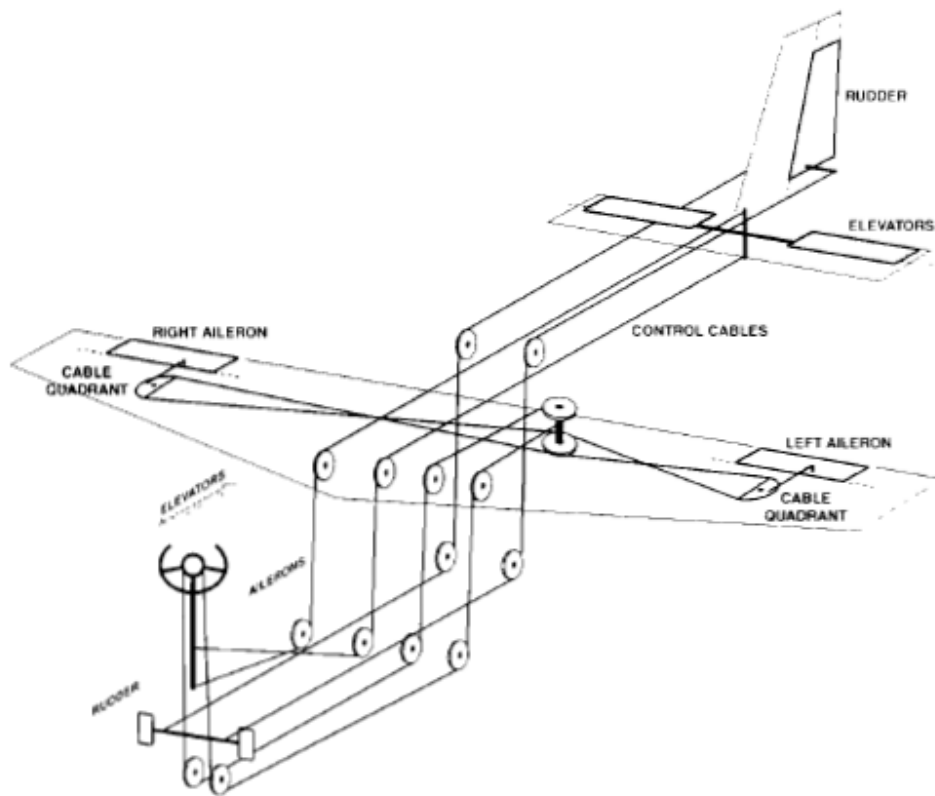


Fig. 20 GENERAL LAYOUT OF A TELEFLEX CONTROL SYSTEM

Εικόνα 20: Απεικόνιση συστήματος ελέγχου αεροσκάφους

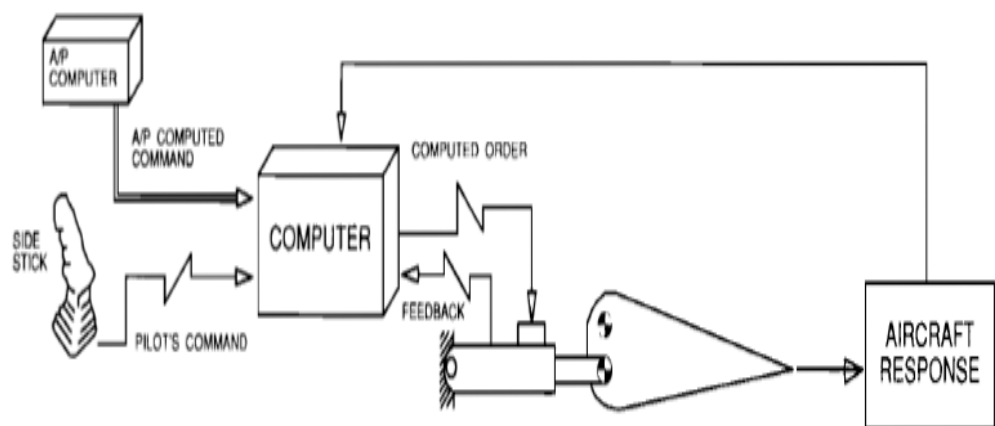
Στο σχήμα 21 παρουσιάζεται και τοπολογικά η χωροθέτηση των συρματοσχοινων επί του αεροσκάφους.



Σχήμα 21 : Τοπολογία συρματοσχοίνων

Και φτάσαμε στην επόμενη ημέρα, την ημέρα των υπολογιστών και της ψηφιακής τεχνολογίας. Είναι δυνατό να μη χρησιμοποιηθούν τα νέα τεχνολογικά επιτεύγματα στο αεροσκάφος; Η νέα τεχνολογία βελτιστοποιεί και συνάμα προβληματίζει. Υπολογιστής ή άνθρωπος; Στο χώρο της αεροπλοΐας δε γίνεται λόγος για ημίμετρα για επιλογές του τύπου «δοκιμάζουμε και βλέπουμε..»! Η απάντηση λοιπόν ήταν απλή: Και οι δύο μαζί. Ο ένας να καλύπτει τον άλλον! Ο άνθρωπος με την κρίση, την εμπειρία και ο υπολογιστής με την ταχύτητά του, την τρομακτική δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων, αλλά και την δυνατότητα να χειρίζεται ταυτόχρονα ένα τεράστιο, συγκριτικά με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, όγκο

δεδομένων, μεταβλητών και παραμέτρων. Μόνο που στην περίπτωση της τεχνολογίας fly by wire, δόθηκε στον υπολογιστή άλλη μία εκπληκτική δυνατότητα. Αυτή του απόλυτου ελέγχου του αεροσκάφους από την επικοινωνία με τον πύργο ελέγχου του αεροδρομίου, την τροχοδρόμηση, την απογείωση, την προσγείωση και το παρκάρισμα στο αεροδρόμιο προορισμού!!! Πραγματικά εντυπωσιακό και συνάμα τρομακτικό. Ένα από παράδειγμα της νέας τεχνολογίας είναι και η αλλαγή του τρόπου ελέγχου των κινούμενων επιφανειών του αεροσκάφους. Τα παραδοσιακά συρματόσχοινα πλέον αντικαταστάθηκαν με υδραυλικούς ενεργοποιητές οι οποίοι δέχονται πλέον ψηφιακές εισόδους και όχι μηχανικές. Στην εικόνα 22 βλέπουμε το μπλοκ διάγραμμα αυτής της νέας σκέψης!



Σχήμα 22: Μπλοκ διάγραμμα τεχνολογίας fly – by wire.

2.2 Εξοπλισμός Τεχνογνωσία πρακτικές εμπλεκόμενων με την συντήρηση των αεροσκαφών.

Οι εμπλεκόμενοι με την συντήρηση των αεροσκαφών δεν είναι απλοί τεχνίτες οι οποίοι εμπειρικά επεμβαίνουν κατά το δοκούν και προσπαθούν με όποιον δικό τους ευφάνταστο τρόπο να επισκευάσουν τη βλάβη που πιθανώς εμφανιστεί. Είναι τεχνικοί οι οποίοι -με πρόβλεψη της εργοδότης εταιρίας- θα πρέπει συνεχώς να εκπαιδεύονται, να επιμορφώνονται και να διατηρούνται σε υψηλό επίπεδο δεξιοτήτων. Άλλωστε μπορεί να θεωρηθεί πολύ εύκολα πως οι τεχνικοί αεροσκαφών, απαρτίζουν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της «περιουσίας», της εταιρίας στην οποία εργάζονται. Άλλωστε η εταιρία έμμεσα ή άμεσα επενδύει σε αυτούς τους ανθρώπους, το όνομά της, την ευρωστία της αλλά και την ετοιμότητά της.

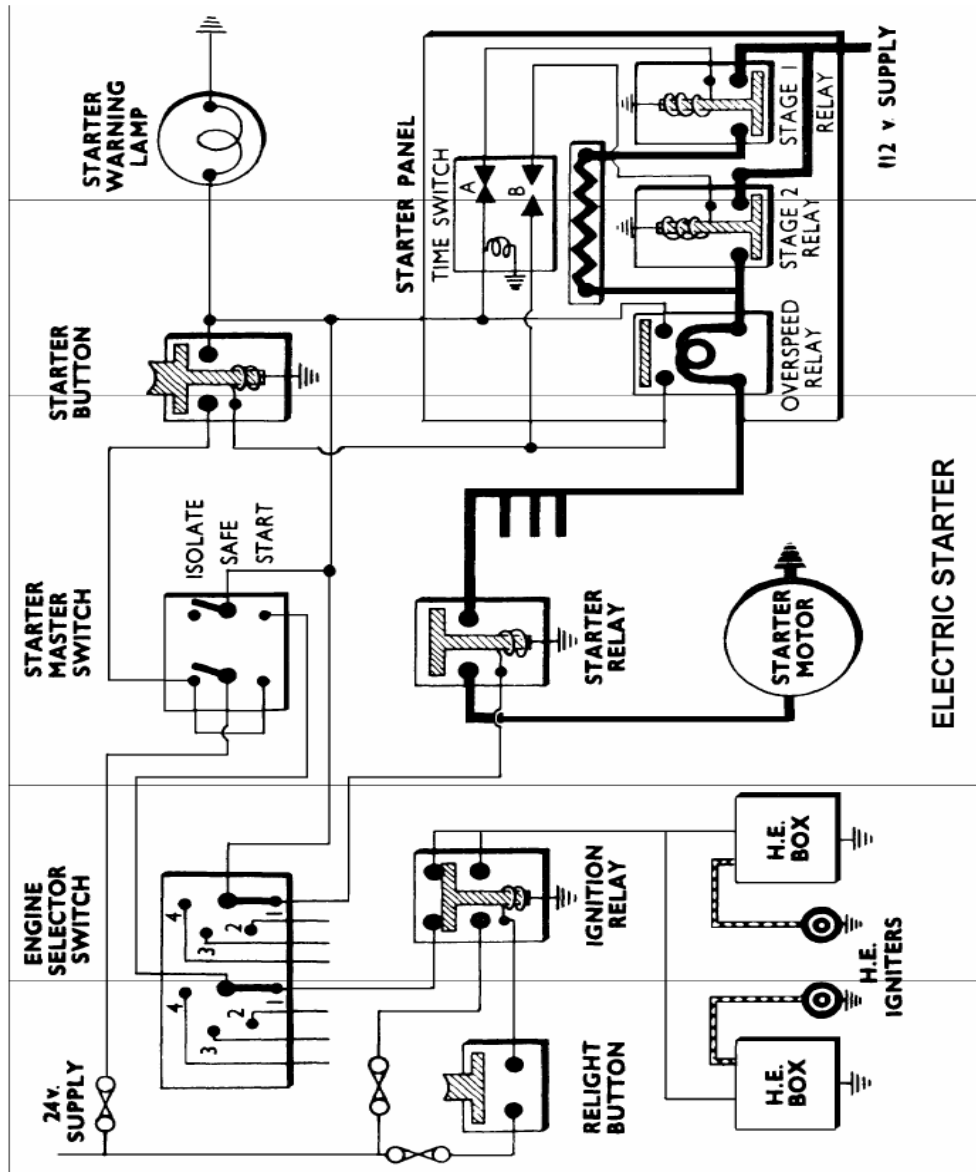
Η εκπαίδευση και η επιμόρφωση των τεχνικών γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο παγκοσμίως. Ο γράφων έχει εμπειρία επί του θέματος μιας και είχε λάβει το μεγαλύτερο μέρος της εκπαίδευση αυτής, κατά την διάρκεια της εργασίας του στην Ολυμπιακή Αεροπλοΐα. Μια εταιρία που παρόλο τα μυριάδες προβλήματα που είχε, τον κυριολεκτικό βιασμό που τόσο χρόνια είχε υποστεί από τους διάφορους «έξυπνους» που μας κυβερνούν, είχε ως τελευταία περιουσία και παρακαταθήκη την τεχνογνωσία των τεχνικών της. Τούτη η τεχνογνωσία είχε αποκτηθεί με πολλά έξοδα και ακόμη περισσότερο κόπο από την εποχή του Α. Ωνάση, όταν ο ιδρυτής της εταιρίας, επέλεγε σοφά να στέλνει το τεχνικό και το ιπτάμενο προσωπικό στα καλύτερα εκπαιδευτικά κέντρα ανά τον κόσμο. Η εταιρία στις καλύτερες στιγμές της είχε λάβει πιστοποίηση να μπορεί να κάνει thrust – test (δοκιμές ώσης κινητήρων), κάτι που ελάχιστες αεροπορικές εταιρίες ανά τον κόσμο είχαν την δυνατότητα να κάνουν. Επίσης, είχε ιδρυθεί και το εκπαιδευτικό κέντρο, όπου εκεί γίνονταν συνεχή προγραμματισμένα σεμινάρια επιμόρφωσης και μάλιστα όχι μόνο του δικού της προσωπικού αλλά και του προσωπικού άλλων εταιριών. Δυστυχώς, όμως, στην μικρή – μεγάλη μας Ελλάδα (άραγε για ποιους είναι πραγματικά μικρή και για ποιους μεγάλη), τίποτε δεν στεριώνει. Με την δικαιολογία και την πρόφαση των χρεών της εταιρίας, το

κράτος εκποίησε την εταιρία σε όμιλο ιδιωτικών συμφερόντων, ο οποίος διαβεβαίωσε, κατά την διάρκεια της εορτής(!!!), που έλαβε χώρα για την μετάβαση της εταιρίας ότι η εταιρία θα μεγαλώσει και θα εδραιωθεί! Μέχρι την στιγμή που γράφεται αυτή η πτυχιακή εργασία, τα σημάδια δεν είναι και τόσο ενθαρρυντικά.

Επιστρέφοντας τώρα στους τεχνικούς και στον τρόπο εργασίας τους θα πρέπει να τονιστεί το προφανές. Όλοι ακολουθούν το documentation (τα έγγραφα που συνοδεύουν το κάθε αεροσκάφος). Το documentation χωρίζεται σε τμήματα και ουσιαστικά πρόκειται, ας μου επιτραπεί ο απλοϊκός όρος, το service manual του αεροσκάφους. Μέσα σε αυτό περιγράφονται εξαιρετικά αναλυτικά οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν κατά γράμμα (procedurals) προκειμένου να γίνει η προγραμματισμένη συντήρηση ή τι πρέπει να κάνουν, όταν έχει προκύψει κάποιο σφάλμα (fault). Στην εικόνα 23 βλέπουμε μια εικόνα από σχετικό έγγραφο που σχηματικά παρουσιάζει την ηλεκτρική εκκίνηση (turbine starter), του κινητήρα.

Παρατηρούμε ότι το σχεδιάγραμμα είναι εξαιρετικά αναλυτικό και δεν αφήνει περιθώρια λάθους στη μελέτη του από τον τεχνικό που θα το τυπώσει και θα αφιερώσει τον απαραίτητο χρόνο να το μελετήσει.

Ένα άλλο πολύ σημαντικό στοιχείο που όλοι οι εκπαιδευτές τονίζουν κατά την διάρκεια των εκπαιδεύσεων και κυρίως στους «εκκολαπτόμενους» τεχνικούς είναι η αποφυγή με κάθε τρόπο του τυφλοσούρη. Το κάθε πρόβλημα το αντιμετωπίζουμε ως κάτι νέο, κάτι που δεν το έχουμε ξανασυναντήσει. Συγκεκριμένα, όταν μας έρθει ένα fault report από τους πιλότους ή τους τεχνικούς του line (οι τεχνικοί οι οποίοι βρίσκονται στην πίστα και επιθεωρούν ή είναι stand by τα αεροσκάφη πριν αναχωρήσουν), καταρχάς περιμένουμε να έρθει το αεροσκάφος στον χώρο συντήρησης και κατόπιν αναζητούμε το κατάλληλο documentation σε σχέση με το κομμάτι του αεροσκάφους που παρουσιάζεται το πρόβλημα, αφού έχει γίνει αυτοψία από την αρμόδια ομάδα τεχνικών. Εάν π.χ έχουμε πρόβλημα στην ροπή του άξονα του κινητήρα, θα ενεργοποιηθούν οι



A Typical Electric Starting System.

Σχήμα 23 :Σχηματική απεικόνιση ηλεκτρικής εκκίνησης κινητήρα αεροσκάφους

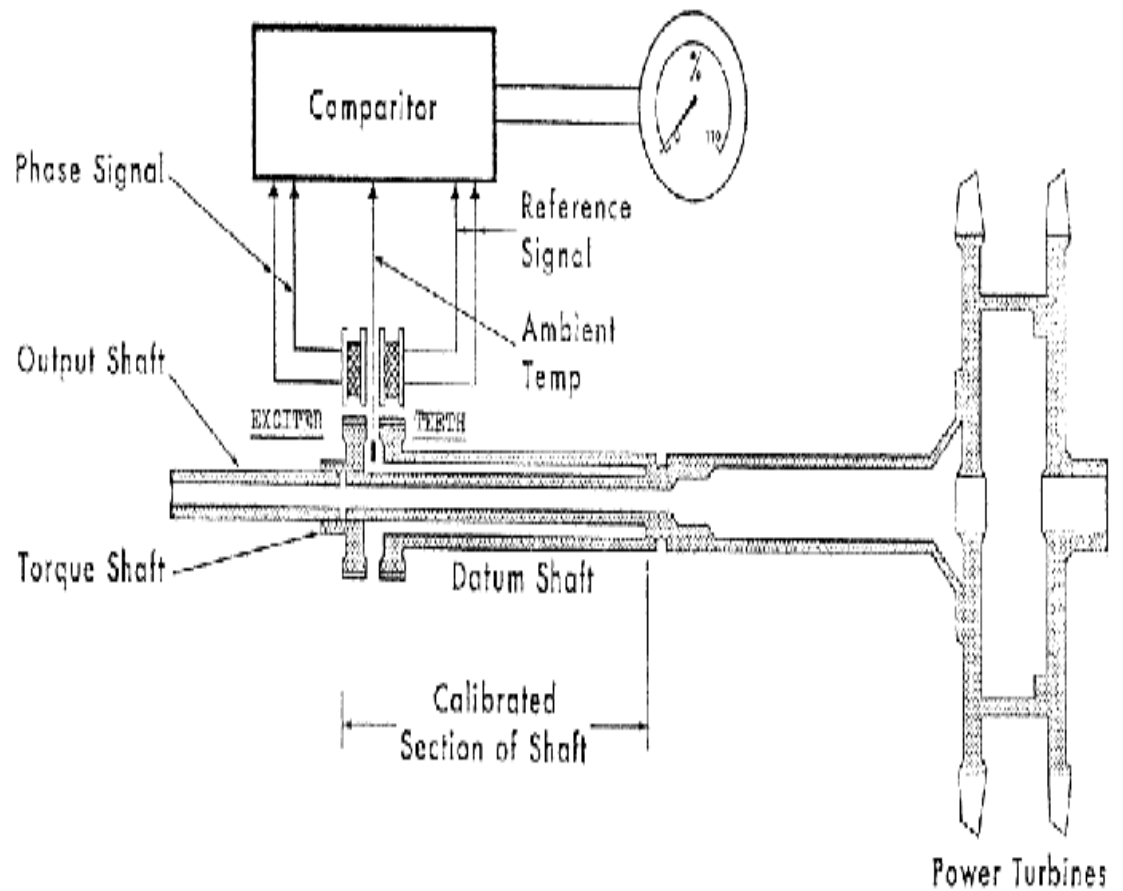
2.3 Πραγματικά παραδείγματα αντιμετώπισης βλαβών σε αεροσκάφη:

2.3.1 Torque sensor error:

Με ένα παράδειγμα θα γίνουν πιο κατανοητά τα όσα ειπώθηκαν. Ο πιλότος αναφέρει διαφορά μεγαλύτερη του 10% στην αναλογική και την ψηφιακή ένδειξη της ροπής του αριστερού κινητήρα. Το ποσοστό αυτό υπερβαίνει το σφάλμα που προβλέπει ο κατασκευαστής, άρα το αεροπλάνο μένει κάτω. Αφού πρώτα ληφθεί μέριμνα για αλλαγή του αεροσκάφους, αυτό ρυμουλκείται στο υπόστεγο. Εκεί, αφού ο υπεύθυνος του συνεργείου διαβάσει την αναφορά, παρατηρεί ο ίδιος το πρόβλημα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το αεροσκάφος ρυμουλκήθηκε εκ νέου στον χώρο δοκιμών (run up area) προκειμένου να εκκινήσει ο αριστερός κινητήρας και να διαπιστωθεί το πρόβλημα. Το πρόβλημα στην συγκεκριμένη περίπτωση εντοπίστηκε στη λανθασμένη ένδειξη του ηλεκτρονικού οργάνου λόγω λάθους εξακρίβωσης με το πρότυπο. Η τακτική που ακολουθήθηκε είχε ως εξής: Αφού οι μηχανικοί απέκλεισαν την πιθανότητα μηχανολογικής βλάβης, τότε ήλεγξαν το log book (λεπτομερές ημερολόγιο καταγραφής οποιασδήποτε παρέμβασης στο αεροσκάφος), που διαπιστώθηκε ότι είχε πρόσφατα αντικατασταθεί το ηλεκτρονικό όργανο απεικόνισης της ροπής του κινητήρα. Άμεσα εκτυπώθηκαν τα σχέδια του οργάνου μαζί με τις προβλεπόμενες από τον κατασκευαστή διαδικασίες ελέγχου. Αφού οι διαδικασίες αυτές έγιναν κατανοητές από την ομάδα, κάποιος ανέλαβε να τις πραγματοποιήσει. Πράγματι τα τεστ έδειξαν ότι το όργανο δεν ήταν σωστά «καλιμπραρισμένο» ή να το εκφράσουμε καλύτερα στα ελληνικά, απόλυτα συμμορφωμένο με το πρότυπο. Το όργανο αντικαταστάθηκε και άμεσα δόθηκε πλοϊμότητα στο αεροσκάφος. Στο σχήμα 24 βλέπουμε όλο το σύστημα της μέτρησης ροπής του κινητήρα.

Παράλληλα με τον άξονα της κίνησης υπάρχει και ένας δεύτερος άξονας ο οποίος όμως δεν δέχεται καμία φόρτιση. Καταλήγει σε δύο ακροδέκτες οι οποίοι

έχουν μια μεμβράνη. Η μεμβράνη αυτή κατά κάποιο τρόπο είναι ένα αισθητήριο παλμών. Κατά την διάρκεια της λειτουργίας του κινητήρα οι δύο ακροδέκτες πάλλονται με διαφορετική συχνότητα. Αυτή η χρονική διαφορά που προκύπτει - μην ξεχνάμε ότι η συχνότητα φέρει πληροφορία χρόνου- είναι ανάλογη με την ροπή του κινητήρα και οδηγείται μέσω κατάλληλης διάταξης ψηφιοποίησης στο ηλεκτρονικό όργανο. Μάλιστα η συγκεκριμένη διάταξη της μέτρησης της ροπής χρησιμοποιείται κυρίως σε κινητήρες ελικοπτέρων και σε κινητήρες τύπου turboprop. Αυτή η διάταξη μας δίνει την ψηφιακή πληροφορία. Πάντα υπάρχουν όμως και αναλογικά όργανα, που έχουμε την πληροφορία αυτούσια από την πηγή. Στο σχήμα 24 βλέπουμε ένα αναλογικό όργανο μέτρησης ροπής που στηρίζεται στην πίεση λαδιού. Η ροπή του άξονα η οποία δίδεται στο όργανο μέσω το γρναζιών, συγκρίνεται με την πίεση του λαδιού, η οποία κινεί τα έμβολα μέσα ή έξω αλλάζοντας έτσι την σχέση μετάδοσης του κεντρικού άξονα του οργάνου. Το όργανο είναι κατάλληλα βαθμονομημένο και έτσι μεταφέρεται η πληροφορία στον θάλαμο διακυβέρνησης.

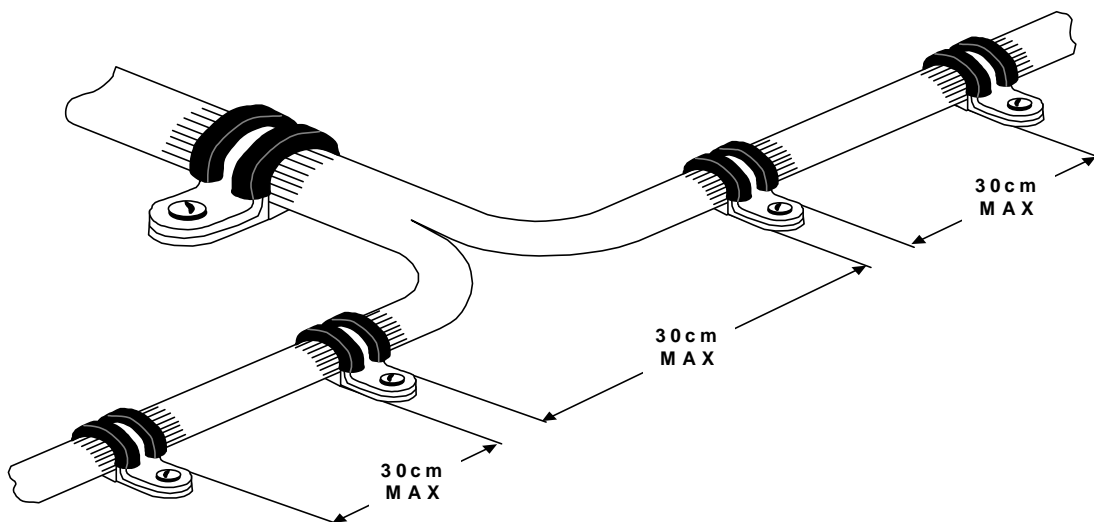


Σχήμα 24: Σχηματική απεικόνιση μέτρησης ροπής κινητήρα αεροσκάφους και ελικοπτήρου.

Η παραπάνω περιγραφή επιβεβαιώνει ότι καμία παρέμβαση στο αεροσκάφος δεν πρέπει να γίνεται βιαστικά και χωρίς μελέτη. Στον χώρο αυτό δεν χωρούν απόψεις του στυλ «Έλα μωρέ το ίδιο είχε και την άλλη φορά, εντάξει είναι διώξτο!» Μάλιστα για κάθε προγραμματισμένη συντήρηση όλα τα απαραίτητα έγγραφα που αφορούν τις δοκιμές ελέγχου αλλά και τις διαδικασίες συντήρησης εκτυπώνονται εκ νέου. Αυτό δεν αποτελεί τακτική, αλλά αξίωμα! Σε

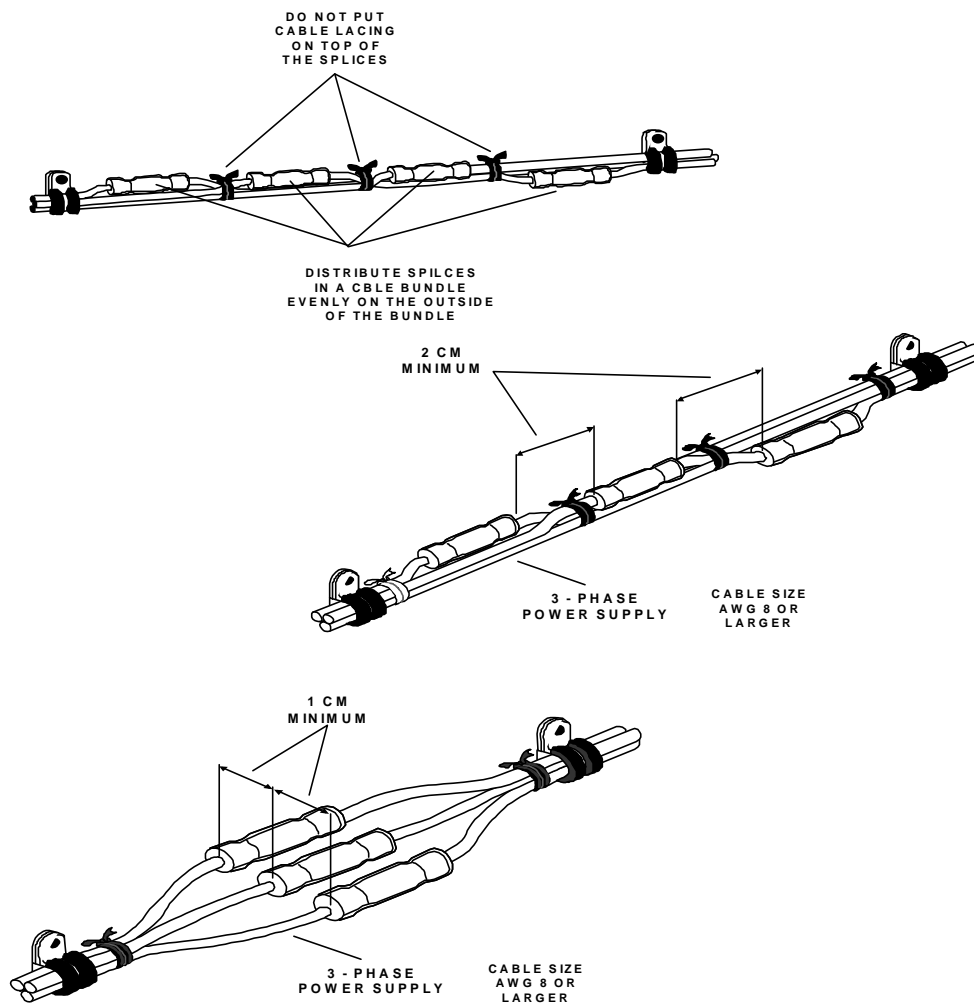
περίπτωση που δεν γίνεται αυτό ο υπεύθυνος εργοδηγός του συνεργείου αντιμετωπίζει σοβαρές ευθύνες.

Όσο αυστηρές και σοβαρές είναι οι παραπάνω διαδικασίες άλλο τόσο σχολαστικές πρέπει να είναι και οι διάφορες εργασίες που επιτελούνται στο αεροσκάφος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η στερέωση των καλωδίων ή των αγωγών οπτικών ινών που διατρέχουν την άτρακτο του αεροσκάφους. Δεν υπάρχουν περιθώρια για πρόχειρες στερεώσεις και τσαπατσούλικες συνδέσεις. Στην εικόνα 25 βλέπουμε την προβλεπόμενη απόσταση που θα πρέπει να έχουν μεταξύ τους τα δεματικά (clamps).



Σχήμα 25: Προβλεπόμενη απόσταση στήριξης καλωδίων σε ένα αεροσκάφος.

Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε τον τρόπο στερέωσης καλωδίων τριφασικής γραμμής ισχύος που περνάει κάτω από το ρύγχος του αεροσκάφους και οδηγείται στο κύκλωμα τροφοδοσίας της μπαταρίας. Ανάλογα με την κατασκευή της εσωτερικής μεριάς της ατράκτου στερεώνονται και τα καλώδια σε συγκεκριμένες θέσεις που έχουν προβλεφθεί από τον κατασκευαστή. Καμία παρέκκλιση δεν επιτρέπεται!



Σχήμα 26: στερέωση αγωγών ισχύος.

2.3.2 Φθορά σε φίσα του FULL AUTHORITY DIGITAL ENGINE CONTROL (FADEC):

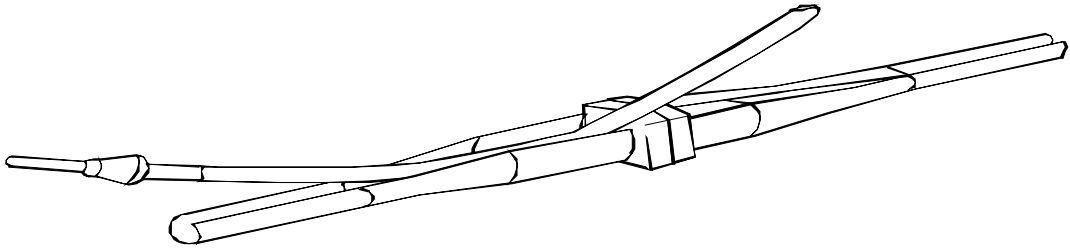
Το δεύτερο παράδειγμα θα δοθεί με βάση πάλι ένα πραγματικό περιστατικό. Κατά την διάρκεια προγραμματισμένου ελέγχου (B-check), ενός ATR-72 και πιο συγκεκριμένα στην αλλαγή μιας βαλβίδας ενός κινητήρα παρατηρήθηκε φθορά σε μια φίσα του συστήματος FADEC (Full Authority Digital Engine Control) του κινητήρα. Το σύστημα FADEC είναι ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα βασισμένο σε ένα παντοδύναμο μικροϋπολογιστή ο οποίος ελέγχει και αναλύει ταυτόχρονα τις πιο σημαντικές και κρίσιμες παραμέτρους του κινητήρα σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του, από την εκκίνηση, έως και το πλήρες φορτίο του. Μια εικόνα του FADEC βλέπουμε στην εικόνα 27.



Εικόνα 27: Άποψη του FADEC

Επιστρέφοντας στην περίπτωση της βλάβης, εφόσον παρατηρήθηκε φθορά στο μπάξελ (η κοινή ονομασία για την φίσα στην αργκό των τεχνικών), είναι επιβεβλημένη η αλλαγή του. Το μπάξελ, όμως, για να αλλαχθεί θα πρέπει να αφαιρεθούν ένας προς ένας οι 32 ακροδέκτες που φέρει. Αυτό είναι μία κρίσιμη διαδικασία, διότι δε θα πρέπει να τραυματιστεί καθόλου ο αγωγός ο

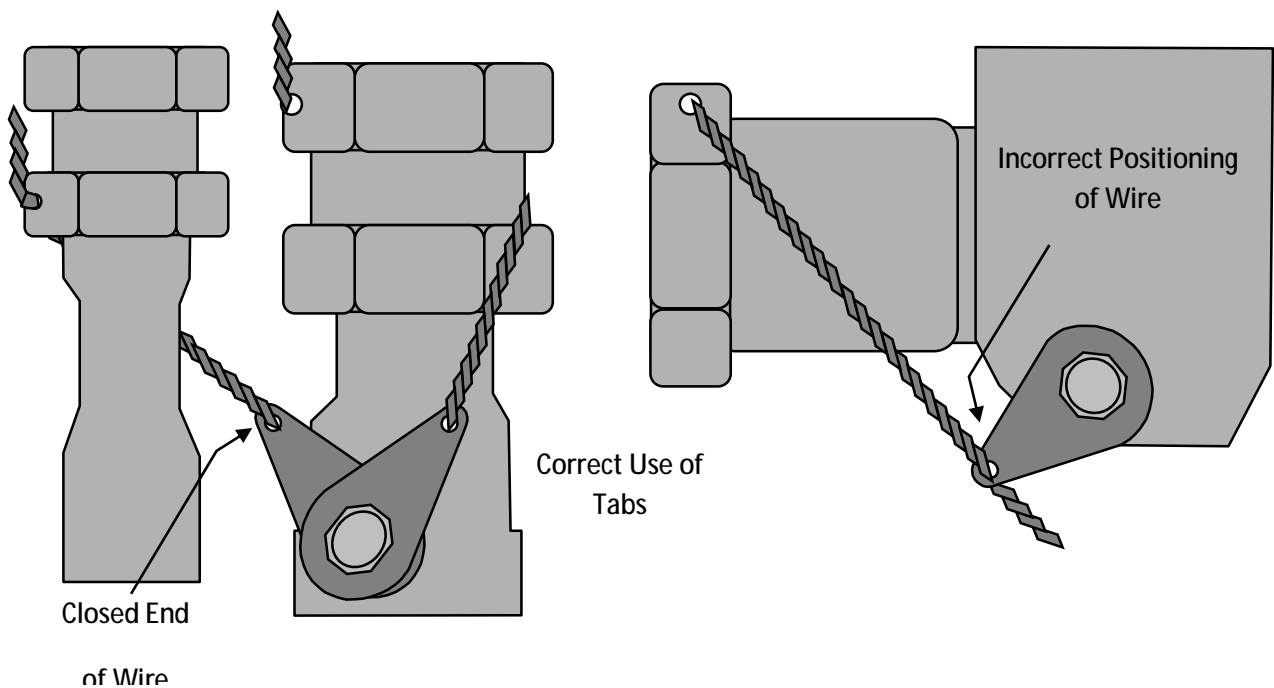
οποίος είναι ενωμένος με τον ακροδέκτη. Εάν γίνει κάτι τέτοιο, θα πρέπει να αλλαχθεί ο αγωγός σε όλο του το μήκος! Έτσι προβλέπεται από τους κανονισμούς. Υπάρχει ένα ειδικό εργαλείο το οποίο αφαιρεί τους ακροδέκτες από



Σχήμα 28: Extraction tool

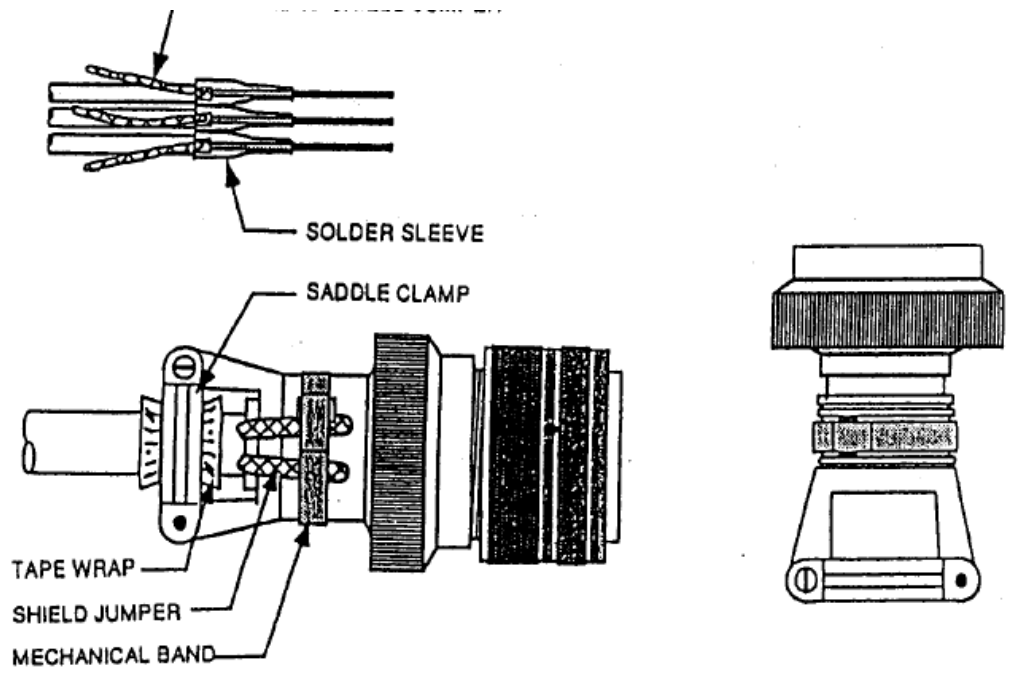
την φίσα. Στην εικόνα 28 βλέπουμε το extraction tool. Το ίδιο εργαλείο χρησιμοποιείται και για την εισαγωγή των ακροδεκτών στην νέα φίσα.

Στο επόμενο σχήμα έχουμε μια γενική άποψη για την μορφή του μπάξελ. Παρατηρούμε ότι δεν πρόκειται για κοινή καθημερινή φίσα ένωσης. Να σημειωθεί επίσης ότι, αφού γίνει η ένωση των δύο μερών του μπάξελ, το ένα κομμάτι βιδώνεται πάνω στο άλλο. Επίσης, μετά το βίδωμα ακολουθεί «συρματοσφάλιση». Θα παρατηρηθεί στην κάτοψη του αντικειμένου η ύπαρξη δύο οπών. Από εκεί περνάμε ένα κομμάτι σύρμα διπλό το οποίο με την βοήθεια ειδικού εργαλείου το συστρέφουμε και τον στερεώνουμε πάνω στον σκελετό του αεροσκάφους (σταθερό σημείο), με φορά τέτοια, ώστε να αντιτίθεται με το πιθανό ξεβίδωμα ή ακόμα και χαλάρωμα της φύσας από κραδασμούς. Ακόμα, ένα πολύ γλαφυρό παράδειγμα της σημασίας στην λεπτομέρεια (attention to detail). Στην εικόνα 24 φαίνεται η συρματοδέτηση παραστατικότητα.



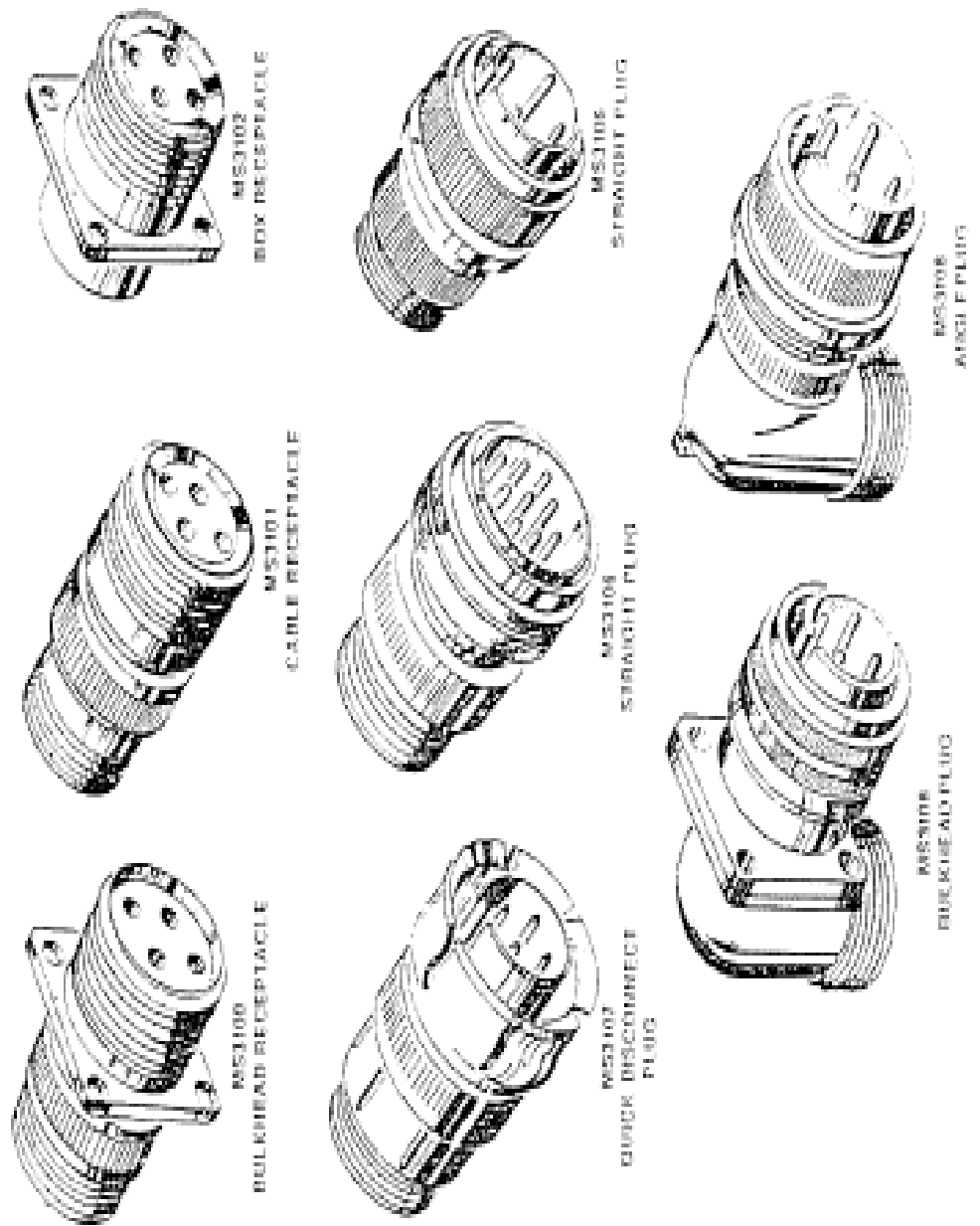
Σχήμα 29: Συρματοδέτηση φυσών

Μία άποψη των ακροδεκτών που χρησιμοποιούνται φαίνεται στο σχήμα 30. Παρατηρούμε διάφορα είδη που διαφοροποιούνται ανάλογα με τον αριθμό των ακροδεκτών τους, τον τρόπο στερέωσής τους, εάν έχουν εγκοπές ασφαλείας, εάν είναι κατασκευασμένα για γωνιακές ενώσεις και τόσα άλλα.



Σχήμα 30 : Διάφοροι ακροδέκτες

Figure 13: Electrical Connectors



Εικόνα 31 : Baxel list

Στην εικόνα που ακολουθεί παρατηρούμε τις προδιαγραφές μιας συγκεκριμένης φίσας και την αναλυτική περιγραφή όλων των χαρακτηριστικών της.

Figure 15: Connector Details

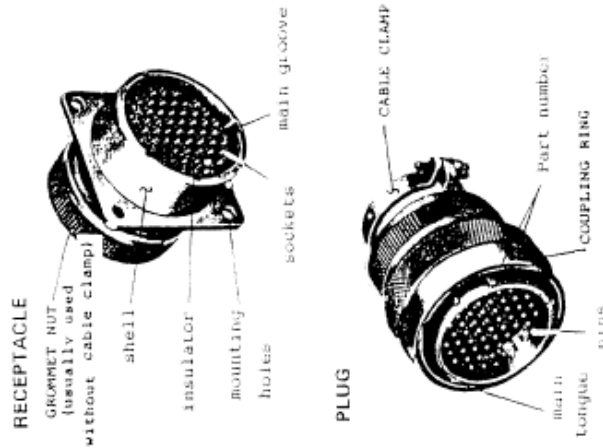
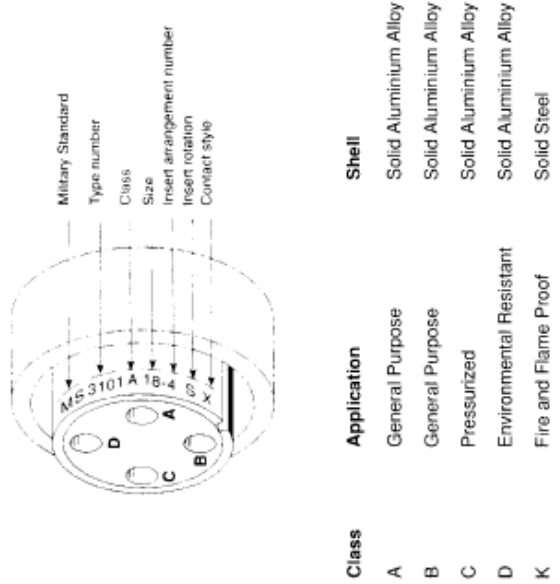
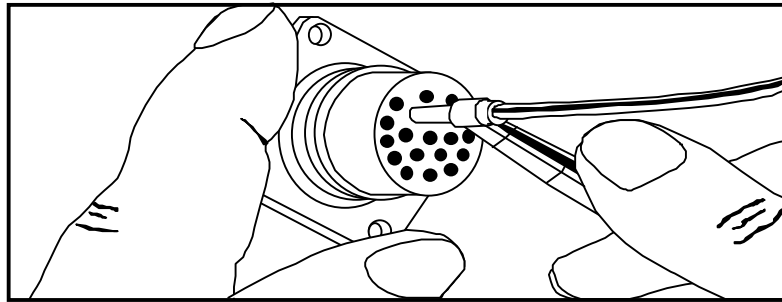


Figure 14: Part Numbers

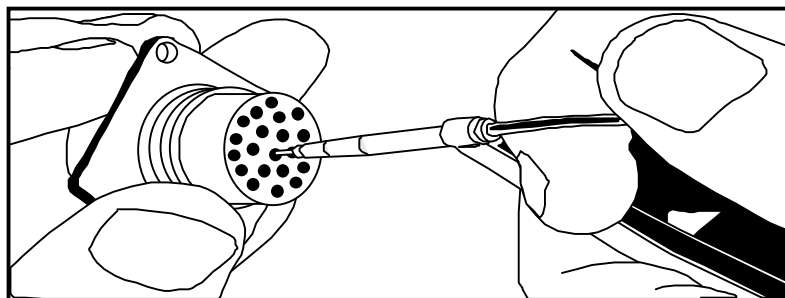


Εικόνα 32: Baxel specification

Ας επανέλθουμε λοιπόν στο εργαλείο εισαγωγής – εξαγωγής ακροδεκτών.
Για να έχουμε καλύτερη άποψη του εργαλείου αυτού, το βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα απομονωμένο με ένα ενδεικτικό αγωγό.



INSERT TOOL OPERATION



EXTRACT TOOL OPERATION

Σχήμα 33: Insertion/Extraction Tool

Τα δύο παραπάνω παραδείγματα αναφέρθηκαν για να μπορέσει να γίνει κατανοητό πόσο σημαντικές είναι οι λεπτομέρειες, όταν γίνονται οποιοδήποτε είδους παρεμβάσεις στο αεροσκάφος. Ακόμα και μια επισκευή ρουτίνας μπορεί να καταστεί επικίνδυνη, έως και καταστροφική. Σε αυτό το επίπεδο εργασίας ένα λάθος ή μια παράλειψη μπορεί να αποβεί μοιραία για πάρα πολλές ζωές.

Κεφάλαιο 3^ο: Ατυχήματα:

Στην τρίτη και τελευταία ενότητα της εργασίας θα αναφερθούμε σε δύο τραγικά αεροπορικά ατυχήματα τα οποία, όπως δείχνουν οι έρευνες και τα συμπεράσματα αυτών θα μπορούσαν να έχουν αποφευχθεί. Τα αεροσκάφη ήταν και τα δύο τελευταίας τεχνολογίας, αλλά δυστυχώς ο ανθρώπινος παράγοντας εδώ διαδραμάτισε αρνητικό ρόλο!

3.1: Το ατύχημα που θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί.

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε στην τραγική ιστορία που σίγουρα όλοι γνωρίζουμε. Την τελευταία πτήση της εταιρίας «Ηλιος» κυπριακών συμφερόντων η οποία πραγματοποιήθηκε στις 14 Αυγούστου 2005.

Στο αεροσκάφος εκείνου τύπου Boeing 737-31S, πριν απογειωθεί είχε γίνει, compressor test. Χαρακτηριστικά, είχε πραγματοποιηθεί έλεγχος στο σύστημα εξίσωσης της πίεσης της καμπίνας των επιβατών. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει έναν ή δυο αεροσυμπιεστές οι οποίοι κατά περίπτωση εισάγουν ή εξάγουν αέρα από την καμπίνα των επιβατών. Υπάρχει ένα σύστημα αισθητήρων και ελέγχου το οποίο ελέγχει την λειτουργία των συμπιεστών. Το πρωτόκολλο συντήρησης και ελέγχου ορθής λειτουργίας επιβάλλει τον έλεγχο της χειροκίνητης λειτουργίας του συμπιεστή.

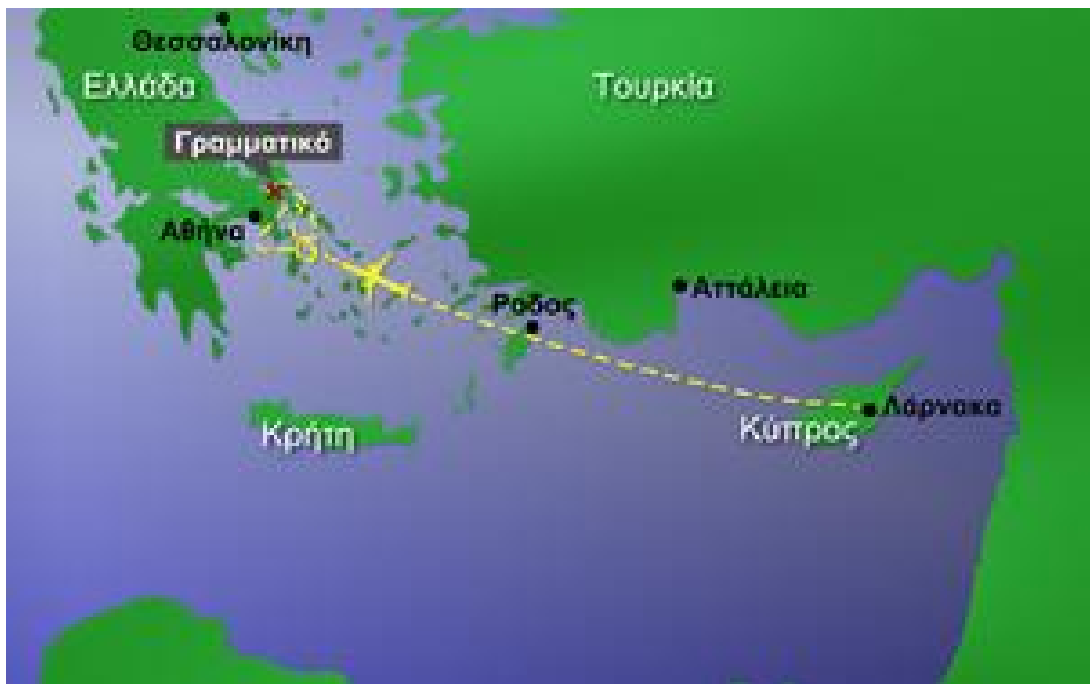
Προφανώς αυτό έγινε κατά την διάρκεια του γενικού ελέγχου run - up. Το run – up είναι μια διαδικασία κατά την οποία το αεροπλάνο μεταφέρεται σε ένα ειδικά καθορισμένο χώρο του αεροδρομίου, όπου εκεί μέσω ενός

υπολογιστή, οι τεχνικοί το ξεγελάνε και το βάζουν σε flight – mode (cheat) και έτσι δοκιμάζονται όλα εκείνα τα συστήματα που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια της πτήσης χωρίς να χρειάζεται στην πραγματικότητα το αεροπλάνο να πετάξει.

Ο διακόπτης του συμπιεστή δεν τοποθετήθηκε ποτέ στην θέση auto. Και εδώ ξεκινάει η κακή αλληλουχία των εγκληματικών παραλείψεων των αρμοδίων. Το συγκεκριμένο αεροσκάφος, όταν «βλέπει» το διακόπτη του συμπιεστή στην θέση manual δίνει ένδειξη σφάλματος, η οποία ένδειξη είναι κοινή και για «smoke detection» σε κάποιο χώρο του αεροσκάφους. Ο κυβερνήτης και ο συγκυβερνήτης δεν είχαν και τις καλύτερες σχέσεις. Λέγεται ότι ήταν άσχημα παρεξηγημένοι, προφανώς δεν έδωσαν την πρέπουσα σημασία και ανέφεραν απλώς στο έδαφος το συγκεκριμένο πρόβλημα. Το έδαφος τους έδωσε εντολή να απογειωθούν. Ο 'flight – computer' είχε προγραμματιστεί για προσέγγιση στο Ν.Δ.Α.Α Ελευθέριος Βενιζέλος. Μόλις λοιπόν το αεροσκάφος έφθασε σε κάποιο ύψος, οι επιβάτες και το πλήρωμα σιγά σιγά άρχισαν να χάνουν τις αισθήσεις τους. Άγνωστο γιατί ο κυβερνήτης ή ο συγκυβερνήτης δεν ενήργησαν άμεσα. Το αποτέλεσμα ήταν ένα τραγικό αεροπορικό δυστύχημα το οποίο άφησε τους πάντες άφωνους και αποσβολωμένους να διερωτώνται τι μπορεί να έφταιξε. Να σημειωθεί πως η Boeing μετά από αυτό το δυστύχημα τοποθέτησε στα αεροσκάφη της αυτόνομο σύστημα προειδοποίησης της θέσης λειτουργίας του συστήματος ελέγχου της καμπίνας των επιβατών. Το ανθρώπινο λάθος και οι κακές συμπτώσεις αποτέλεσαν την ουσιαστική αιτία του δυστυχήματος αυτού.



Εικόνα 34: Το αεροπλάνο της Helios Airways με νηολόγιο 5B-DBY που έπεσε στο Γραμματικό Αττικής.



Σχήμα 35: Χάρτης της πορείας της πτήσης 522

Το παραπάνω γεγονός μας φανερώνει την κρισιμότητα της πιστής εφαρμογής του πρωτοκόλλου, συντήρησης του αεροσκάφους. Κάθε ενέργεια

πρέπει να είναι συντονισμένη, σύμφωνη με το documentation του κατασκευαστή και καμία απολύτως πρωτοβουλία δεν είναι αποδεκτή!!

3.2: Ένα ατύχημα εκασιών:

Την 1 Ιουνίου του 2009 σήμανε συναγερμός στα γραφεία της παγκοσμίου φήμης αεροπορική εταιρίας Air-France. Ένα αεροσκάφος τύπου 330 – 200 με αριθμό νηολογίου F – GZCP, αγνοείται. Το αεροσκάφος αυτό εκτελούσε υπερατλαντική πτήση από το διεθνές αεροδρόμιο Γκαλέο στο Ρίο Ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας προς το αεροδρόμιο Σαρλ Ντε Γκωλ στο Παρίσι. Στο αεροσκάφος επέβαιναν 216 επιβάτες και 12 μέλη του πληρώματος. Το αεροσκάφος αυτό ήταν τύπου fly – by- wire και είναι επίσης εξοπλισμένο με τα πιο σύγχρονα συστήματα. Ένα από αυτά τα συστήματα το οποίο ονομάζεται σύστημα ηλεκτρονικών αναφορών (A.C.A.R.S.) σε περίπτωση αστοχίας κάποιου συστήματος, αυτόματα εκπέμπει ένα error – report.

Το Airbus A330-200, με αριθμό νηολογίου F-GZCP, πέταξε για πρώτη φορά στις 25 Φεβρουαρίου 2005. Απογειώθηκε για τη μοιραία πτήση από το Ρίο ντε Τζανέιρο στις 31 Μαΐου στις 7:03 μ.μ. τοπική ώρα (22:03 UTC) και αναμενόταν για προσγείωση στο Παρίσι στις 11:10 πμ τοπική ώρα (09:10 UTC).



Εικόνα 36: Αεροσκάφος Airbus A330-200 της Air France, παρόμοιο με αυτό κατέπεσε στον Ατλαντικό ωκεανό.

Η τελευταία προφορική επικοινωνία με το αεροπλάνο ήταν στις 02:14 UTC, όταν το αεροσκάφος βρισκόταν 565 χλμ. (360 μίλια) από την βορειοανατολική ακτή της Βραζιλίας. Το πλήρωμα ανέφερε ότι ανέμεναν να εισέλθουν στον εναέριο χώρο της Σενεγάλης μέσα σε 50 λεπτά από την ώρα της τελευταίας επικοινωνίας και ότι δεν αντιμετώπιζαν κανένα πρόβλημα στην πτήση μέχρι εκείνη την στιγμή. Πετούσαν σε ύψος 10.670 μέτρων με ταχύτητα περί των 840 χιλιομέτρων την ώρα. Στις 01:48 UTC το αεροσκάφος άφησε την επιτήρηση του ραντάρ της Βραζιλίας. Τέσσερις ώρες μετά την απογείωση το σύστημα ηλεκτρονικών αναφορών (A.C.A.R.S.) στέλνει 24 μηνύματα τα οποία ανέφεραν βλάβη πολλαπλών συστημάτων του αεροσκάφους.

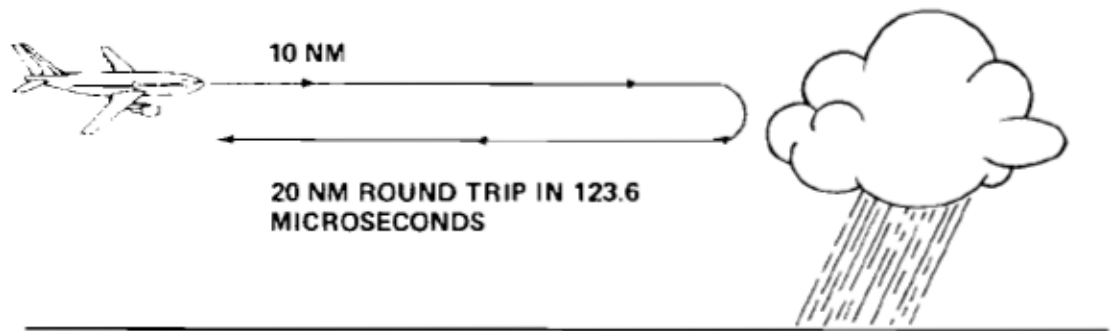


Εικόνα 37: Η διαδρομή του αεροσκάφους. Με συνεχή γραμμή η πορεία που έκανε το αεροσκάφος έως την στιγμή που εικάζεται ότι συνετρίβη.

Το τελευταίο μήνυμα που μετεδόθη από το σύστημα ηλεκτρονικών αναφορών (A.C.A.R.S.) υποδείκνυε υπερβολική κάθετη ταχύτητα της καμπίνας. Το αεροσκάφος έπεσε σε κακό καιρό κατά την διάρκεια της πτήσης, καθώς πέρασε μέσα από έντονη καταιγίδα. Το τελευταίο γεγονός προκαλεί εύλογα ερωτηματικά, διότι τα αεροσκάφη αυτού του τύπου είναι εξοπλισμένα με weather radar το οποίο θα έδωσε την δυνατότητα στον πιλότο να έχει κάποια αντίληψη της έντασης της καταιγίδας.

Η πρώτη εικασία για την τραγική πτώση του αεροσκάφους είναι πως το ατύχημα προήλθε από το πάγωμα των αισθητήρων ταχύτητας (σωλήνες Pitot).

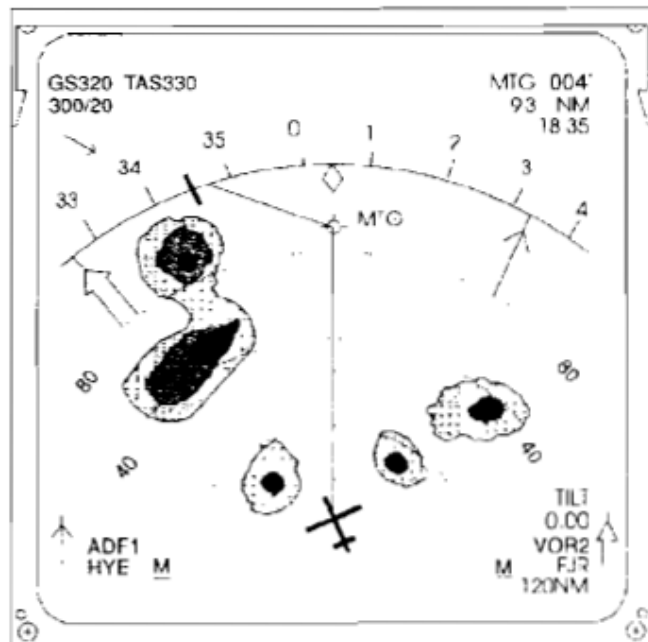
Ίσως ο πιλότος αύξησε ταχύτητα προκειμένου είτε να διέλθη γρηγορότερα της καταιγίδας είτε να την αποφύγει και δεν αντιλήφθηκαν τη υπέρβαση της ταχύτητας, αλλά ούτε και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής που εποπτεύει και ελέγχει όλα τα στοιχεία της πτήσης με αποτέλεσμα την καταστροφή που επακολούθησε. Ήδη η εταιρία Air-France, έτρεχε ένα πρόγραμμα αντικατάστασης των εν λόγω αισθητήρων.



Εικόνα 38: Σχηματική απεικόνιση του weather radar.

Figure 335: Weather Radar Indication

Colour	Rainfall
Green	1 to 4 mm/hr
Yellow	4 to 12 mm/hr
Red	> 12 mm/hr
Magenta	Turbulence area



Εικόνα 39: Απεικόνιση του weather radar.

Μία άλλη εκδοχή η οποία βέβαια δεν έχει γίνει αποδεκτή επισήμως περιπλέκει τα πράγματα, καθώς αποδίδει την αστοχία των διαφόρων συστημάτων σε αστοχία του ηλεκτρικού συστήματος του αεροσκάφους και ειδικότερα της γείωσης της ατράκτου. Όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα στην εργασία αυτή, η γείωση του αεροσκάφους είναι μείζονος σημασίας. Ειδικά στην περίπτωση που το αεροσκάφος χτυπηθεί από κεραυνό, οποιοδήποτε τμήμα του δεν είναι σωστά γειωμένο έχει διαλυθεί. Οι αγωγοί της γείωσης πρέπει, όπως και κάθε αγωγός που διατρέχει το αεροσκάφος, να στερεώνονται καλά ανά συγκεκριμένα διαστήματα επί της ατράκτου. Πιθανότατα σε κάποιο προβλεπόμενο σημείο δεν στερεώθηκε η ομάδα των αγωγών και κατά την διάρκεια της πτήσης λόγω κραδασμών οι αγωγοί τρίβονταν επάνω στην μεταλλική επιφάνεια της ατράκτου με αποτέλεσμα κάποιοι να κοπούν. Εάν κόπηκε ο αγωγός της γείωσης τότε ένα τμήμα του αεροσκάφους ήταν αγείωτο! Έχοντας ως δεδομένο ότι το αεροσκάφος διερχόταν μέσα από καταιγίδα, η πιθανότητα να χτυπήθηκε από κεραυνό αυξάνει σημαντικότητα. Υπό αυτές τις συνθήκες το αεροσκάφος δεν είχε καμία απολύτως πιθανότητα να συνεχίσει να πετάει.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι εάν πράγματι ισχύει η ανεπίσημη εκδοχή τότε ένα ασήμαντο (;), λάθος, αφού ουσιαστικά πρόκειται για την παράλειψη ενός δεματικού καλωδίων, προκάλεσε αυτήν την τραγωδία.

4.Επίλογος:

Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία έγινε μία σύντομη περιγραφή του ηλεκτρολογικού συστήματος του αεροσκάφους. Στόχος ήταν μία γενική περιγραφή, τονίζοντας συγκεκριμένα στοιχεία τα οποία μελετώνται κατά την διάρκεια του προγράμματος σπουδών μας. Επιπλέον έγινε μια προσπάθεια να τονισθεί η σημασία της προσεκτικής και ώριμης αντιμετώπισης των όποιων προβλημάτων εμφανιστούν. Ο τρόπος σκέψης ίσως είναι δυσκολότερο να αποκτηθεί από έναν αυριανό τεχνικό. Οι γνώσεις μπορούν με την ανάλογη προσπάθεια να κατακτηθούν. Ο τρόπος σκέψης και εργασίας όμως ενός καλού τεχνικού, απαιτούν τις γνώσεις, την εμπειρία αλλά και την αγάπη του στο αντικείμενο της εργασίας. Πρέπει λοιπόν ο κάθε τεχνικός να καταθέτει πέραν των γνώσεων και της φαντασίας του, την αγάπη του γι αυτό που κάνει. Άλλωστε τι μπορεί να κάνει κανείς σε αυτόν τον κόσμο καλά, εάν πραγματικά δεν το αγαπά;

Βιβλιογραφία:

1. A.C. & D.C .Machine Theory by KLM for basic License.
2. A.C. Theory by KLM for basic License.
3. Basic Aerodynamics by KLM for basic License.
4. Basic license post for B1 B2 applicants.
5. Digital Techniques by KLM for basic License.
6. Electrical fundamentals by KLM for basic License.
7. Electronic Fligth display by KLM for basic License.
8. FBW Electronic Systems and Electromagnetic Environment by KLM for basic License.
9. <http://el.wikipedia.org>.
10. Ηλεκτρικές Μηχανές έκδοση 3 Chapman.
11. Ηλεκτρονική Malvino.