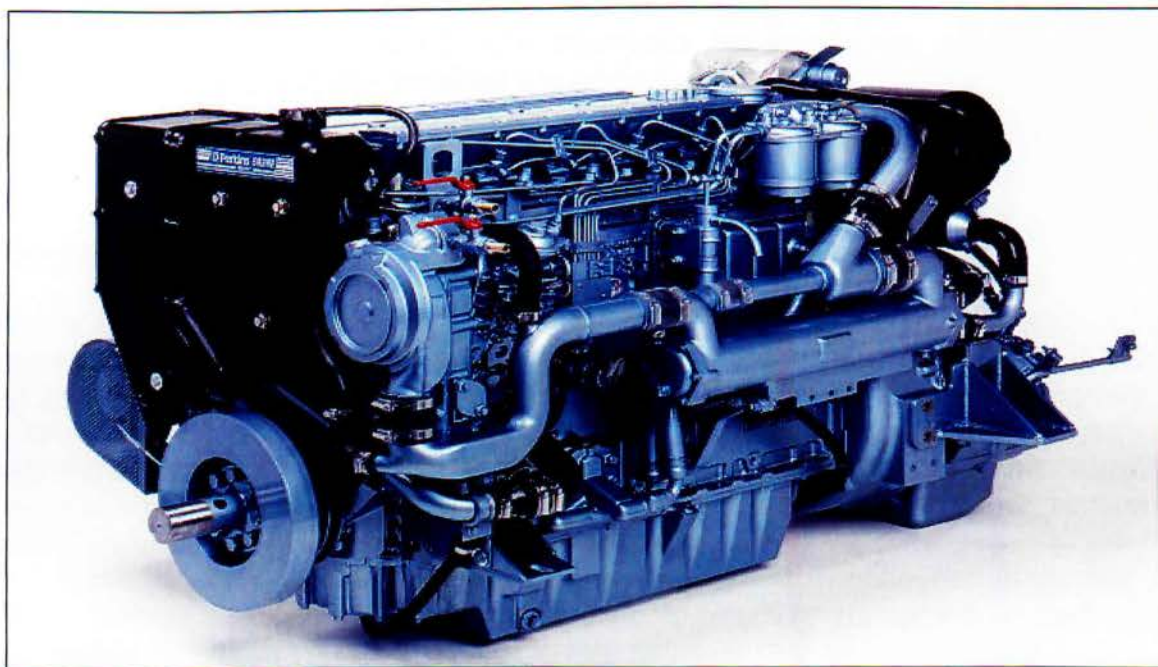




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑ
Τ. Ε. Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ
Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΛΟΣ, Καθηγητής

H/T
SSG

ΑΡΧΕΙΟ



ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΚΩΝ/ΝΟΥ Ε. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ (Α.Μ. 27960)
&
ΔΗΜΟΣΘΕΝΗ Α. ΒΛΑΣΤΟΥ (Α.Μ. 23013)

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία, αποτελεί την πτυχιακή μας εργασία για την απόκτηση του πτυχίου μας ως ηλεκτρολόγοι μηχανικοί. Υπήρξαν αρκετές δυσκολίες λόγω επαγγελματικών υποχρεώσεων αλλά και στην ανεύρεση υλικού σχετικά με τα συστήματα της φρεγάτας, όπου και στηρίζεται η εργασία μας. Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερω τον κ.Κανέλλο Αλέξανδρο, για την όλη συμπαράσταση που μας παρείχε από την αρχή ως το τέλος της εργασίας, τον κ.Βερνάδο Πέτρο για τις κατευθύνσεις που μας έδωσε και την υποστήριξη στην εργασία μας. Τέλος τον κ. ΠΕΤΡΟΥ Φίλιππο για την συνδρομή του με πληροφορίες σχετικά με τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και συστήματα εποπτείας και ελέγχου της φρεγάτας καθώς και την επιστασία (ηλεκτρολόγοι μηχανικοί) της φρεγάτας Λήμνος για όλη την βοήθεια και υποστήριξη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την παρούσα εργασία σκοπός μας ήταν να αναλύσουμε και να κατανοήσουμε το σύστημα διαχείρισης της πρόωσης και ηλεκτρικής ενέργειας της φρεγάτας, τον τρόπο λειτουργίας, τον έλεγχο και εποπτεία αυτού μέσω μιμητικών διαγραμμάτων. Στην εν λόγω φρεγάτα του Ελληνικού Πολεμικού Ναυτικού, ο χειρισμός, έλεγχος και εποπτεία των μηχανών και γεννητριών, γίνεται μέσω περιβάλλοντος SCADA με την χρήση PLC. Η επικοινωνία του PLC με το SCADA γίνεται μέσω τοπικού δικτύου Τύπου ETHERNET με τεχνολογία μετάδοσης TCP.

Το PLC έχει σαν εισόδους ψηφιακές τιμές διαφόρων αισθητήρων (θερμοκρασίας, πίεσεως, τάσεως και εντάσεως ρεύματος) από τις μηχανές και τις γεννήτριες του πλοίου καθώς και τις λογικές καταστάσεις των επαφών των ηλεκτρονόμων ισχύος. Αξιολογώντας το PLC τις τιμές των μεγεθών στην είσοδο του, με βάση το αποθηκευμένο στην μνήμη του πρόγραμμα, το οποίο εκτελεί κυκλικά, καθορίζει τις τιμές των μεταβλητών στην έξοδο του.

Σκοπός του SCADA είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος, αφενός απεικόνισης και αφετέρου ελέγχου, του συνολικού συστήματος. Στο κέντρο ελέγχου υπάρχουν οθόνες οι οποίες είτε χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο μηχανών και γεννητριών (εκκίνηση, κράτηση) είτε απεικονίζουν με διαφορετικό τρόπο η καθεμία το συνολικό σύστημα (μιμικό διάγραμμα, κύκλωμα ισχύος με καταστάσεις των ρελέ, αλάρμ, διάφορες καταστάσεις του συστήματος).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια. Στην συνέχεια θα περιγράψουμε το αντικείμενο που πραγματεύεται το κάθε κεφάλαιο.

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Στο 1^ο κεφάλαιο περιγράφουμε τις λειτουργικές μονάδες που απαρτίζουν ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας αυτού. Παραθέτουμε αναλυτική περιγραφή για κάθε κάρτα που μπορεί να συνδεθεί σε ένα PLC καθώς και για τον τρόπο προγραμματισμού αυτού . Στην παράγραφο 1.5 περιγράφουμε αναλυτικά τον προγραμματισμό του PLC της εφαρμογής μας.

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με τους μορφοτροπέις. Περιγράφεται αναλυτικά η λειτουργία των μορφοτροπέων τα είδη τους καθώς και η λειτουργία του optical encoder.

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Στο 3^ο κεφάλαιο δίνονται στον αναγνώστη οι απαραίτητες γνώσεις για τα δίκτυα υπολογιστών προκειμένου να κατανοήσει τη διασύνδεση μεταξύ PLC και SCADA. Έτσι αρχικά γίνεται διαχωρισμός των δικτύων υπολογιστών, αφενός με γνώμονα την τεχνολογία μετάδοσης και αφετέρου με βάση τη τεχνολογία μετάδοσης. Στην συνέχεια υπάρχει μια παρουσίαση των σημαντικότερων αρχιτεκτονικών δικτύου υπολογιστών, σε επίπεδο διαστρωμάτωσης, και μια σύγκριση των μοντέλων αναφοράς OSI και TCP/IP καθώς και μια εφαρμογή της αρχιτεκτονικής TCP/IP. Στην παράγραφο 3.4 αναπτύσσουμε το πρότυπο IEEE 802.3.

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Μετά την παρουσίαση του προγράμματος που «τρέχει» το PLC , στο κεφάλαιο 4 αναφερόμαστε στο λογισμικό SCADA. Στην παράγραφο 4.1 περιγράφουμε, από θεωρητική σκοπιά, τα συστήματα SCADA αναφέροντας την αρχή λειτουργίας τους αλλά και την αρχή λειτουργίας της καταμεμημένης αρχιτεκτονικής. Στην συνέχεια παραθέτουμε κάποιες εφαρμογές του SCADA.

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτουμε κάποιες γενικές πληροφορίες για τους πετρελαιοκινητήρες .Τρόπος λειτουργίας , χαρακτηριστικά και περιγραφή των μερών του πετρελαιοκινητήρα .

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύουμε το *Ενιαίο Σύστημα Διαχείρισης Πλατφόρμας (IPMS)*. Το σύστημα αυτό μπορεί όχι μόνο να παρακολουθεί και να ελέγχει τις κύριες μηχανές ντίζελ, αλλά και τις γεννήτριες αερίου, το σύστημα κλιματισμού, τον τόνο από τους έλικες, τις βαλβίδες, τις δεξαμενές, τους αισθητήρες φωτιάς και υδροσυλλεκτών , και όλα αυτά από ένα σημείο του πλοίου . Αναλύουμε τις βασικές λειτουργίες του συστήματος , τα υποσυστήματα από τα οποία αποτελείται , μιμητική τοπολογία και τις διαδικασίες σχετικά που ακολουθούνται για την διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας κυρίως .

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°

Εδώ αναφερόμαστε στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος του πλοίου . Στα χαρακτηριστικά της μηχανής , τα μέρη της , το σύστημα ψύξης , τροφοδοσίας και λίπανσης . Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στην γεννήτρια αναλυτικά και τον τρόπο χειρισμού της , αυτόματα ή χειροκίνητα , από τον πίνακα ελέγχου , τους τρόπους προστασίας της και κλείνουμε με τις προειδοποιήσεις που εμφανίζει το σύστημα ελέγχου και τους τρόπους αντιμετώπισής τους.

♦ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°

Εδώ παραθέτουμε τα συμπεράσματά μας και τις παρατηρήσεις μας που προέκυψαν από την όλη διαδικασία της πτυχιακής μας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (PLC)

1.1: Περιγραφή και λειτουργία του PLC

1.2: Πλεονεκτήματα

1.3: Δομή PLC

1.4: Προγραμματισμός του PLC

1.4.1: Γενικά

1.4.2: Συσκευή Προγραμματισμού

1.5: Το PLC της εφαρμογής μας

1.5.1: Προγραμματισμός του PLC μας

1.5.2: Ρυθμίσεις για τον Modicon Modbus Server

1.5.3: Διαμόρφωση του λογισμικού WWClient πελατών Wonderware

1.1: Περιγραφή και λειτουργία του PLC

Το PLC είναι μια ηλεκτρονική διάταξη η οποία από την άποψη της λειτουργίας θα μπορούσε κάλλιστα να προσομοιωθεί με έναν πίνακα κλασσικού αυτοματισμού. Αυτό, γιατί το PLC, όπως και ο πίνακας αυτοματισμού, έχει εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και βέβαια έναν αλγόριθμο που καθορίζει ποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα στις εξόδους (π.χ. η πίεση του πειστικού διακόπτη start ενεργοποιεί έναν κινητήρα, ενώ η πίεση του μπουτόν stop τον απενεργοποιεί). Οι ομοιότητες όμως σταματούν εδώ, αφού σε ένα πίνακα κλασσικού αυτοματισμού ο αλγόριθμός που αποφασίζει ποιος συνδυασμός εισόδων ενεργοποιεί μια ή και περισσότερες εξόδους συνίσταται από την καλωδίωση του πίνακα και άρα είναι σταθερός για κάθε πίνακα, ενώ στο PLC εξαρτάται από το εκάστοτε αποθηκευμένο πρόγραμμα στη μνήμη του και μπορεί να αλλάξει «κατεβάζοντας» ένα νέο πρόγραμμα στη μνήμη του. Με λίγα λόγια ενώ η «λογική» ενός συστήματος κλασσικού αυτοματισμού είναι σταθερή, αφού εξαρτάται από το hardware, στο PLC είναι μεταβαλλόμενη, αφού εξαρτάται από το software.

Ένα PLC, από τη σκοπιά του υλικού, αποτελείται από την CPU, την κάρτα εισόδων, την κάρτα εξόδων, το τροφοδοτικό και τις διατάξεις ενδείξεων και χειρισμών. Η CPU περιέχει τη λογική του αυτοματισμού και η οποία αφού διαβάσει την κατάσταση των καρτών εισόδου, ενεργοποιεί τις κάρτες εξόδου σύμφωνα με το αποθηκευμένο πρόγραμμα στη μνήμη του PLC. Ειδικότερα ένα PLC λειτουργεί ως εξής :

- ♦ Αρχικά η CPU διαβάζει τις εισόδους, δηλαδή παρατηρεί την κάθε είσοδο, και αν σε αυτή έχει εμφανιστεί τάση (που σημαίνει ότι έχει ο κλείσει ο διακόπτης που είναι συνδεδεμένος στην είσοδο αυτή) καταχωρεί ένα λογικό 1 σε μια περιοχή μνήμης του που είναι ειδική για αυτόν το σκοπό (input image). Η περιοχή αυτή περιέχει σε κάθε στιγμή την κατάσταση των εισόδων και λειτουργεί ως ενδιάμεσος σταθμός ανάμεσα στον έξω κόσμο και τη CPU.

- ♦ Εν συνεχεία, εκτελείται το πρόγραμμα, δηλαδή εξετάζεται η τιμή των εισόδων και αποφασίζεται η τιμή των εξόδων, η οποία και καταχωρείται σε μια μνήμη εξόδου (output image).

- ♦ Τέλος, η μνήμη εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου η οποία με τη σειρά της ενεργοποιεί ρελέ ή οτιδήποτε άλλο είναι συνδεδεμένο σ' αυτή.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από την αρχή και διαρκώς, δηλαδή σαρώνονται και πάλι οι είσοδοι και ενεργοποιούνται ξανά οι έξοδοι. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται κυκλικά και για αυτό λέμε ότι το πρόγραμμα υπόκειται σε κυκλική επεξεργασία στο PLC.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονίσουμε ότι η πληροφορία για την κατάσταση των εισόδων ανακτάται στην αρχή του κύκλου και θεωρείται σταθερή για όλη τη διάρκεια του κύκλου (μερικά msec). Άρα οποιαδήποτε αλλαγή της εισόδου του PLC η οποία διαρκεί λιγότερο από τον χρόνο εκτέλεσης ενός κύκλου από το PLC δε γίνεται αντιληπτή από αυτό. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα, με χρήση ειδικής κάρτας εισόδων και hardware interrupt, η άμεση πληροφόρηση της CPU για κάθε αλλαγή της εισόδου, ανεξάρτητα αν αυτή γίνεται στην αρχή ή στο μέσον του κύκλου.

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι ένα PLC με σταθερή καλωδίωση μπορεί ανάλογα με το πρόγραμμα που «τρέχει» να συμπεριφέρεται τελείως διαφορετικά σε ίδια διέγερση. Αυτό είναι ένα από τα πλεονεκτήματα του PLC έναντι του κλασσικού αυτοματισμού, τα οποία θα αναπτύξουμε ευθύς αμέσως.

1.2: Πλεονεκτήματα.

Συγκριτικά με τον κλασσικό αυτοματισμό τα πλεονεκτήματα του PLC είναι πάρα πολλά. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα πιο σημαντικά από αυτά :

- ♦ Είναι συσκευές γενικής χρήσεως, δεν είναι δηλαδή κατασκευασμένοι για ένα συγκεκριμένο είδος παραγωγής.
- ♦ Δεν ενδιαφέρει κατά τη σχεδίαση, ο συνολικός αριθμός βοηθητικών επαφών, χρονικών, απαριθμητών, κλπ, αφού αποτελούν στοιχεία μνήμης του PLC και όχι φυσικές οντότητες.
- ♦ Η λειτουργία του αυτοματισμού, μπορεί να αλλάξει οποιαδήποτε χρονική στιγμή, χωρίς καμία επέμβαση στο υλικό μέρος, με αλλαγή στο πρόγραμμα που «τρέχει» το PLC.
- ♦ Εύκολος οπτικός εντοπισμός της κατάστασης των εισόδων και των εξόδων με τη βοήθεια των ενσωματωμένων LED στις κάρτες εισόδων και εξόδων του PLC. Με τη βοήθεια Η/Υ μπορούμε να παρακολουθήσουμε και τη ροή εκτέλεσης του προγράμματος του PLC.
- ♦ Τα PLC ως αμιγώς ηλεκτρονικές – ψηφιακές συσκευές καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο, οδηγώντας έτσι σε μείωση του συνολικού όγκου του αυτοματισμού.
- ♦ Τοποθετούνται άφοβα σε πεδία ισχύος μιας και ο κατασκευαστής τους δίνει συγκεκριμένες οδηγίες για την εγκατάσταση σε τέτοιους χώρους.
- ♦ Δεν χρειάζονται κάποια ανώτερη γλώσσα προγραμματισμού, αλλά προγραμματίζονται με βάση το γνωστό στους ηλεκτρολόγους συνδεσμολογικό σχέδιο με επαφές, χρονικά κ.τ.λ. (διάγραμμα LADDER), με λογικό διάγραμμα ή με την γλώσσα STL (statement list).
- ♦ Η εμπειρία έχει δείξει ότι μόνο το 5% των σφαλμάτων ολόκληρου του προς αυτοματοποίηση συστήματος προέρχεται από σφάλμα του PLC.
- ♦ Επίσης, έχουν τη δυνατότητα διασύνδεσης, καταργώντας έτσι τα όρια στον αριθμό, εισόδων και εξόδων ενός συστήματος αυτοματισμού.
- ♦ Τέλος, μπορούν να συνδεθούν με συστήματα SCADA, δίνοντας μια εποπτική εικόνα λειτουργίας του αυτοματισμού, αλλά και επιτρέποντας την τηλεμετρία και τον τηλεχειρισμό του συστήματος αυτοματισμού.

1.3: Δομή PLC

Ένα PLC αποτελείται από τις κάτωθι βαθμίδες :

► Πλαίσιο στήριξης των επιμέρους καρτών (rack).

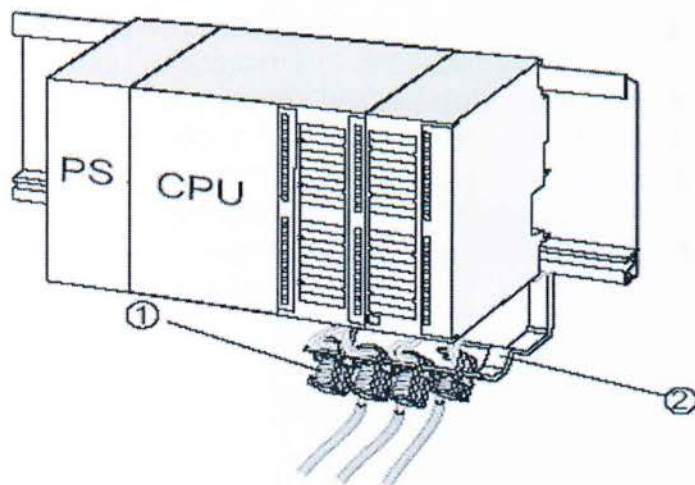
Ο ρόλος του είναι να στηρίζει τις διάφορες κάρτες που θα συνδεθούν στο σύστημα αυτοματισμού. Η επικοινωνία μεταξύ καρτών και CPU γίνεται με ένα συνδετήρα σχήματος Π στο πίσω μέρος των καρτών. Μέσω αυτού υλοποιούνται οι δίαυλοι εσωτερικής επικοινωνίας :

- P-Bus (Peripheral Bus), το οποίο μεταφέρει πληροφορίες που αφορούν τις εισόδους και τις εξόδους του PLC. Το P-Bus είναι σειριακό και η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι 1.5 Mbps.

- K-Bus (Communication Bus) που αφορά την επικοινωνία της CPU με ειδικές κάρτες (πχ FM). Το K-Bus είναι σειριακό και η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι 187.5 Kbps (σαφώς πιο αργό σε σχέση με το P-Bus).



Σχήμα 1.3.1 Ένα Rack με ένα PLC και 8 κάρτες εισόδων / εξόδων



Σχήμα 1.3.2 Πλάγια όψη του Rack.

► **Μονάδα τροφοδοσίας (PS).**

Σκοπός της είναι να παρέχει την απαραίτητη για τη λειτουργία της CPU και των καρτών εισόδων / εξόδων απαραίτητη DC τάση λειτουργίας των 24 V. Ανάλογα με την ικανότητα παρεχόμενης ισχύος υπάρχουν διάφοροι τύποι τροφοδοτικών.

► **Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU).**

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, CPU (Central Processing Unit) είναι ο «εγκέφαλος» όλου του συστήματος και έχει ακριβώς την ίδια δομή με την CPU οποιουδήποτε Ηλεκτρονικού Υπολογιστή.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία που την αποτελούν επιλέγονται πάρα πολύ προσεκτικά, ώστε να πληρούν τις αυστηρότερες προδιαγραφές αξιοπιστίας. Δηλαδή, θα πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργούν σε ένα αρκετά ευρύ θερμοκρασιακό περιβάλλον και βέβαια η μηχανική τους στήριξη θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μη διαταράσσεται η λειτουργία τους από συνήθεις κραδασμούς.

Τα δεδομένα εισόδου που επεξεργάζεται μια CPU είναι δυαδικής μορφής αποτελούμενα από bits. Για τον λόγο αυτό λέμε συνήθως ότι τα PLCs είναι 1 bit Boolean Processors (επεξεργαστές του 1bit). Υπάρχουν βέβαια και επεξεργαστές με δυνατότητα επεξεργασίας πέραν του ενός bit.

Ο μικροεπεξεργαστής της κεντρικής μονάδας (CPU) αφού δεχθεί τα ψηφιακά σήματα εισόδου, τα επεξεργάζεται και πραγματοποιεί τις λογικές αποφάσεις σύμφωνα με τις εντολές ενός προγράμματος που βρίσκεται αποθηκευμένο στη μνήμη. Η επεξεργασία του προγράμματος γίνεται συνεχώς (κυκλική επεξεργασία). Ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει συνεχώς τις διάφορες εισόδους, αν έχουν δηλαδή τάση ή όχι (επαφές κλειστές ή ανοιχτές), επεξεργάζεται τις εντολές του προγράμματος και βάσει των λογικών αποφάσεων που παίρνει, εξαναγκάζει τις εξόδους να διεγερθούν ή όχι, ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας έτσι τα διάφορα εξωτερικά στοιχεία (ρελέ, βαλβίδες κ.λ.π.) που βρίσκονται συνδεδεμένα σε αυτές.

Συνήθως ένα PLC έχει μία μόνο CPU η οποία όμως μπορεί να εξυπηρετεί ταυτόχρονα πολλές εισόδους και εξόδους. Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι μία CPU περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή (processor) και μία μονάδα μνήμης (memory) στην οποία αποθηκεύεται το πρόγραμμα και τα δεδομένα.

Το πρόγραμμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα σύνολο εντολών που καθορίζουν την σχέση μεταξύ εισόδων και εξόδων.

► Κάρτες εισόδων / εξόδων, ψηφιακές ή αναλογικές (Signal Modules, SM).

◆ Μονάδες ψηφιακών εισόδων.

Ο ρόλος τους είναι να μεταφέρουν την εικόνα της εγκατάστασης στη CPU, όπως για παράδειγμα ότι ενεργοποιήθηκε ένας τερματικός διακόπτης ή ότι πατήθηκε από τον χειριστή ένα μπουτόν. Η πληροφορία αυτή μεταφέρεται ηλεκτρικά σε κλέμμα της κάρτας εισόδων, ψηφιοποιείται και αποθηκεύεται στη μνήμη απεικόνισης εισόδων.

Ως ψηφιακή πληροφορία εννοούμε αυτήν που μπορεί να πάρει μόνο δύο διακριτές τιμές, τη λογική τιμή 1, που αντιστοιχεί σε επίπεδα τάσης 13-30 VDC και τη λογική τιμή 0 που αντιστοιχεί σε επίπεδα τάσης 0-5 VDC.

Την ενδιάμεση περιοχή τάσεων 6-12 VDC η ψηφιακή κάρτα εισόδων δεν την αντιλαμβάνεται και την αγνοεί.

Υπάρχει μονάδα εισόδων του ενός byte, των 2 bytes και των 4 bytes. Γνωρίζοντας ότι ένα byte αποτελείται από 8 bit και ότι κάθε bit ισοδυναμεί με μία είσοδο, έχουμε κάρτες με 8, 16 και 32 εισόδους αντίστοιχα.

Μια σημαντική παράμετρος της κάρτας εισόδων είναι η καθυστέρηση που εισαγάγει στη μεταφορά του σήματος προς την CPU. Μια τυπική τιμή για τα PLC της Siemens είναι της τάξης των 1.2-25 msec.

Τέλος, πρέπει να τονίσουμε ότι οι κάρτες εισόδου διαθέτουν γαλβανική απομόνωση, δηλαδή η τάση εισόδου δεν οδηγεί απευθείας τα κυκλώματα της CPU αλλά μέσω ενός optocoupler, ενός εξαρτήματος που αποτελείται από μια φωτοδίοδο που μετατρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα σε φως και ενός φωτοτρανζίστορ που υλοποιεί το αντίστροφο. Το σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει η γαλβανική απομόνωση συνίσταται στην ασφάλεια των κυκλωμάτων της CPU έναντι τυχόν υπερτάσεων ή εσφαλμένων τροφοδοτήσεων στην κάρτα εισόδων.

◆ Μονάδες ψηφιακών εξόδων.

Ο ρόλος τους είναι να μετατρέπουν τις αποφάσεις που πήρε η CPU σε εντολές προς την εγκατάσταση. Οι αποφάσεις αυτές βρίσκονται καταχωρημένες στη μνήμη απεικόνισης εξόδων στη CPU και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα από τις κάρτες εξόδων.

Οι κάρτες εξόδου λειτουργούν ως διακόπτες, στους οποίους δίνουμε εμείς τάση και όταν κλείσει ο διακόπτης, η τάση διοχετεύεται προς το υπόλοιπο κύκλωμα.

Κατ' αντιστοιχία με τις κάρτες εισόδων έχουμε κάρτες εξόδων των 1, 2, 4 byte ή των 8, 16, 32 εξόδων αντίστοιχα. Στην περίπτωση των καρτών εξόδου όταν μια έξοδος είναι ενεργοποιημένη εμφανίζει τάση 24 VDC, ενώ όταν είναι ανενεργή τάση 0 VDC.

Τέλος και οι κάρτες ψηφιακών εξόδων διαθέτουν γαλβανική απομόνωση για προστασία της CPU.

♦ Μονάδες αναλογικών εισόδων.

Επιτελούν την ίδια λειτουργία με τις μονάδες ψηφιακών εισόδων, με τη μόνη διαφορά ότι αυτές μπορούν να διαβάζουν συνεχείς τιμές. Δηλαδή μια κάρτα αναλογικών εισόδων «διαβάζει» την τιμή του αναλογικού σήματος, εύρους 0-10 V για παράδειγμα, και τη μετατρέπει σε ένα ακέραιο αριθμό από 0-255. Προφανώς για να γίνει η μετατροπή αυτή πρέπει να υπάρχει ενσωματωμένη στην κάρτα μονάδα A/D (μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό), της οποίας όμως η περιγραφή της λειτουργίας ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Οι συνεχείς τιμές που αντιλαμβάνονται οι κάρτες αναλογικών εισόδων είναι είτε τιμές συνεχούς τάσης εύρους 0-10 V είτε τιμές συνεχούς ρεύματος εύρους 0-20 mA ή 4-20 mA. Γίνεται φανερό ότι πριν την κάρτα αναλογικών εισόδων πρέπει να υπάρχει κατάλληλος μορφοτροπέας ο οποίος θα μετατρέπει το προς μέτρηση σήμα σε μια από τις παραπάνω αποδεκτές τιμές τάσης ή ρεύματος.

Τέλος, κάθε είσοδος μπορεί να μετρήσει είτε τάση είτε ρεύμα με την κατάλληλη συνδεσμολογία και την απαραίτητη δήλωση στο περιβάλλον προγραμματισμού του PLC, και ονομάζεται «κανάλι» της κάρτας. Έτσι έχουμε κάρτες με 2,4 ή 8 κανάλια. Κάθε κανάλι καταλαμβάνει 12 ή 14 bits στη input image, ανάλογα με την ακρίβεια και το είδος του A/D που χρησιμοποιεί η κάρτα.

♦ Μονάδες αναλογικών εξόδων.

Κατ' αναλογία με τις μονάδες ψηφιακών εξόδων, ο συγκεκριμένος τύπος καρτών επιτρέπει την ενεργοποίηση (π.χ. κινητήρων) ή τη ρύθμιση (π.χ. παροχή καυσίμου σε μπεκ, στροφών κινητήρα) διαφόρων διατάξεων με βάση την κατάσταση των εισόδων αλλά και το αποθηκευμένο πρόγραμμα στο PLC.

Η πιο σημαντική διαφορά των καρτών αναλογικών εξόδων από τις αντίστοιχες ψηφιακές, είναι ότι η έξοδος δεν είναι ένα διακριτό σήμα με δύο δυνατές τιμές, αλλά ένα συνεχές σήμα τάσης (0 -10 V) ή ρεύματος (0- 20 mA , 4-20 mA). Το συνεχές αυτό σήμα μπορεί να οδηγήσει διάφορα είδη αναλογικών ενεργοποιητών.

Η λειτουργία των καρτών αυτών είναι αντίστοιχη με αυτή των αναλογικών εισόδων, με τη διαφορά ότι αυτές φέρουν μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό (D/A), αφού σ' αυτές η ψηφιακή πληροφορία (12 ή 14 bits) όπως αυτή προκύπτει από την επεξεργασία του προγράμματος του PLC, μετατρέπεται σε ένα αναλογικό σήμα τάσης ή ρεύματος. Και εδώ υπάρχει γαλβανική απομόνωση με χρήση οπτοζευκτών.

► **Ενεργοποιητές (Actuators)**

Είναι εκτελεστικά όργανα. Πολλές φορές ενισχύουν το ασθενές σήμα εξόδου και στη συνέχεια ενεργοποιούν ρελέ, ανοίγουν βάνες, διακόπτες, κ.λ.π.

Τύποι ενεργοποιητών

- ◆ Ηλεκτροϋδραυλικοί κινητήρες (βηματικοί κινητήρες με servo drivers)
- ◆ Ηλεκτρικοί κινητήρες (DC, σύγχρονοι AC, βηματικοί κινητήρες)
- ◆ Alarms (λάμπες, ηχητικές διατάξεις, κουδούνια κ.λ.π.)
- ◆ Πνευματικοί ή υδραυλικοί κύλινδροι (πιστόνια), συνοδευόμενοι από διάφορους τύπους βαλβίδων κ.λ.π.

Κάρτες επεξεργασίας σύνθετων και χρονικά κρίσιμων διαδικασιών (Function Modules, FM).

Μια ειδική κάρτα, όπως λέει και το όνομα της, αναλαμβάνει να ελέγξει μια συγκεκριμένη λειτουργία αυτοματισμού. Έτσι μια λειτουργία που είναι επαναλαμβανόμενη και συνηθισμένη (και άρα τυποποιημένη) μπορεί να υλοποιηθεί, τόσο σε επίπεδο hardware όσο και σε επίπεδο software, από μια ειδική κάρτα.

Μια κάρτα ειδικών διεργασιών λειτουργεί ως αυτόνομη μονάδα, δηλαδή έχει τις δικές της εισόδους και εξόδους αλλά και το δικό της επεξεργαστή με ενσωματωμένο το κατάλληλο πρόγραμμα οδήγησης για όλα αυτά, και λαμβάνει από την CPU μόνο setpoint. Με λίγα λόγια γίνεται φανερό ότι μια κάρτα ειδικών διεργασιών δεν χρησιμοποιεί τη CPU για να εκτελεί λογικές πράξεις, αφού αυτές τις εκτελεί ο ενσωματωμένος επεξεργαστής της κάρτας, παρά μόνο για να διακινεί δεδομένα σε άλλες διασυνδεδεμένες μονάδες.

Κάρτες επικοινωνίας (Communication Processor, CP).

Είναι κάρτες με τη βοήθεια των οποίων μπορούμε να δημιουργήσουμε τοπικά δίκτυα είτε PLC είτε PLC και Η/Υ (ή/και συστήματα HMI). Το πρωτόκολλο επικοινωνίας, την ταχύτητα της ζεύξης καθώς και άλλες παραμέτρους (όπως το μέγιστο μήκος καλωδίων) τις καθορίζουν οι διεπαφές των Η/Υ και οι κάρτες επικοινωνίας. Είναι προφανές, ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται, αν όχι ίδια, συμβατά πρωτόκολλα επικοινωνίας για να μπορεί να εγκαθιδρυθεί η ζεύξη. Υπάρχουν διάφορων τύπων πρωτόκολλα, όπως για παράδειγμα το TCP/IP ή το Profibus, τα οποία έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και προορίζονται για διαφορετικές εφαρμογές.

Έτσι ή επιλογή της κάρτας επικοινωνίας στηρίζεται κυρίως στο είδος της εφαρμογής που πρέπει να υποστηρίξει.

Στις μέρες μας οι κάρτες επικοινωνίας αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του αυτοματισμού, αφού με αυτές γίνεται εφικτή η τηλεμετρία και ο τηλεχειρισμός μιας εγκατάστασης μέσω πολύ φιλικών, ως προς το χρήστη, προγραμμάτων SCADA.

1.4: Προγραμματισμός του PLC

1.4.1: Γενικά.

Ο προγραμματισμός του PLC δε γίνεται με κάποια από τις γνώστες ανώτερες γλώσσες προγραμματισμού, αλλά με χρήση ειδικού λογισμικού που υποστηρίζει τρεις δυνατές επιλογές :

- ♦ με βάση το γνωστό στους ηλεκτρολόγους συνδεσμολογικό σχέδιο
- ♦ με επαφές, χρονικά κ.τ.λ. (διάγραμμα LADDER)
- ♦ με λογικό διάγραμμα και
- ♦ με τη γλώσσα STL (statement list).

Οι κανόνες προγραμματισμού δίδονται από το DIN 19239 και για τρεις διαφορετικές γλώσσες. Ο προγραμματιστής επιλέγει το κατάλληλο είδος πρόγραμμα, ανάλογα με τη φύση του προβλήματος, το εισάγει στη συσκευή, η οποία το μεταφράζει στον κατάλληλο κώδικα μηχανής και το μεταβιβάζει στην CPU προς επεξεργασία.

1.4.2: Συσκευή προγραμματισμού

Η κάθε συσκευή προγραμματισμού έχει ως σκοπό να γράφει και να διορθώνει προγράμματα, να τα μεταφράζει σε γλώσσα μηχανής του PLC, να τα μεταφέρει (<<κατεβάζει>>) σε αυτό και να τα ελέγχει.

- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής (Personal Computer - PC)

Ο προσωπικός υπολογιστής χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα για να γράφουμε ένα πρόγραμμα, να το διορθώνουμε και να το μεταφέρουμε μεταφρασμένο στο PLC.

- Φορητές Συσκευές Προγραμματισμού (Pocket Programmers)

Χρησιμοποιούνται κυρίως για τον επί τόπου έλεγχο της καλής λειτουργίας του αυτοματισμού. Χρησιμοποιούνται επίσης πάρα πολύ για απ' ευθείας προγραμματισμό όταν έχουμε μικρά προγράμματα, αλλά και για να κάνουμε μικροδιορθώσεις στο ήδη υπάρχον πρόγραμμα. Στις μέρες μας πλέον τείνουν να εξαλειφθούν αυτού του είδους οι συσκευές, λόγω της προσιτότητας των φορητών υπολογιστών (Laptops). Άρα η «προγραμματίστρια» είναι η γέφυρα επικοινωνίας ανάμεσα στο PLC και στον προγραμματιστή. Από την στιγμή που θα δοθεί το πρόγραμμα στο PLC, αυτό θα εκτελείται συνεχώς, γρήγορα και αξιόπιστα.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του PLC (runtime mode) η «προγραμματίστρια» δεν είναι πλέον απαραίτητη. Το PLC είναι ικανό από μόνο του, κρατώντας στη μνήμη το πρόγραμμα, να επιτελεί τον αυτοματισμό. Γι αυτό οι διάφορες κατασκευάστριες εταιρίες φτιάχνουν τη συσκευή προγραμματισμού ως ξεχωριστή μονάδα, η οποία ενσωματώνεται η συνδέεται καλωδιακά με τη μονάδα του PLC κάθε φορά που θέλουμε να το προγραμματίσουμε. Κατόπιν, αποσυνδέεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό κάποιας άλλης συσκευής PLC ή για την αλλαγή του προγράμματος της ίδιας συσκευής.

1.5: PLC ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΑΣ

1.5.1: Προγραμματισμός του PLC.

Παρακάτω θα επιδείξουμε πώς θα χαρτογραφήσουμε τους καταλόγους Modbus Modicon 40001 έως 40010 στο αρχείο στοιχείων Allan-Bradley N7:0 to N7:9 στο DL προϊόν μας. Η διαδικασία που παρουσιάζεται είναι για την επικοινωνία με ένα Allan-Bradley PLC-5 DH+ ή ένα δίκτυο DH-485.

1. Συνδέστε το Equustek DL με το PC στο οποίο έχει εγκατασταθεί το DL32 λογισμικό διαμόρφωσης όπου χρησιμοποιεί ένα καλώδιο RS-232 null-modem.

2. Ανοίγουμε το λογισμικό διαμόρφωσης DL32 και επιλέγουμε το προϊόν που έχουμε. Επιλέγουμε την είσοδο COM που συνδέεται με το DL μας και πατάμε Configure/Open File. Κατόπιν επιλέγουμε τις ρυθμίσεις που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε στη συσκευή μας.

Και μετά κάνουμε κλικ στο Set/Change Modbus Parameters.

Σημείωση: Ο κεντρικός υπολογιστής Modbus του Wonderware επιτρέπει μόνο τα ακόλουθα BAUD ποσοστά: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, και 19200.

3. Για να χαρτογραφήσει το Modicon Modbus τους registers 40001 to 40010 στο αρχείο στοιχείων Allan-Bradley N7:0 to N7:9, εισάγουμε τα παρακάτω στοιχεία όπως φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

MODBUS PROTOCOL PARAMETER CONFIGURATION

MODBUS DEVICE TYPE
 SLAVE MASTER

MODBUS PROTOCOL **MODBUS SERIAL OPERATION**
 RTU ASCII RS232/RS422 RS485 (2 Wire)

MODBUS SLAVE PARAMETERS

A-B PLC TYPE **BROADCAST MESSAGE**
 PLC 5 PLC 3 SLC/MicroLogix/CompactLogix NO YES

MODBUS TO A-B ADDRESS TRANSLATION TABLE - SLOTS 0-7

| SLOT # | MODICON START Register | MODICON END Register | A-B START File | | Floating Point |
|--------|------------------------|----------------------|----------------|------|--------------------------|
| | XXXXX | XXXXX | FILE | WORD | |
| 0 | 40001 | 40010 | 7 | 0 | <input type="checkbox"/> |
| 1 | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 2 | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 3 | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 4 | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 5 | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 6 | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 7 | | | | | <input type="checkbox"/> |

Reset Slave Device Parameters **Accept Current Parameters**

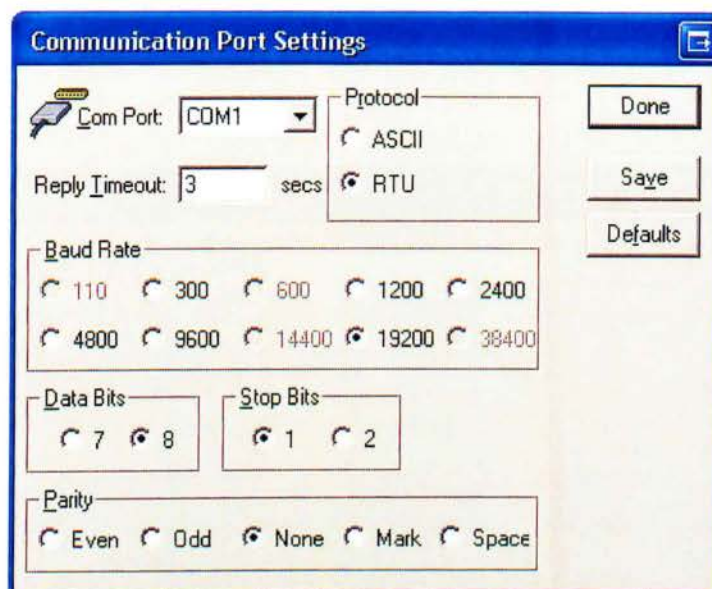
Εικόνα 1.5.1: Πίνακας εισαγωγής παραμέτρων

4. Αφότου έχουμε εισαγάγει τα ακόλουθα στοιχεία, πατάμε *Accept Current Parameters*.

Αφού αποδεχθούμε τις παραμέτρους, το προηγούμενο παράθυρο πρέπει να εμφανιστεί πάλι. Επιλέγουμε *Downloading Parameters* και ακολουθούμε τις οδηγίες. Κάνουμε επανεκκίνηση στη συσκευή για να δεχθεί τις ρυθμίσεις κ προχωρούμε στο επόμενο βήμα.

1.5.2: ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ Modicon Modbus Server

1. Ανοίγουμε τον *Wonderware Server* για το *Modicon Modbus*. Από την πάνω μπάρα του μενού επιλεγούμε *Configure* και κατόπιν επιλέγουμε *Com Port Settings*. Θα μας εμφανιστεί το παράθυρο *Communication Port Settings* όπως παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 1.5.2.1: Πίνακας επικοινωνίας

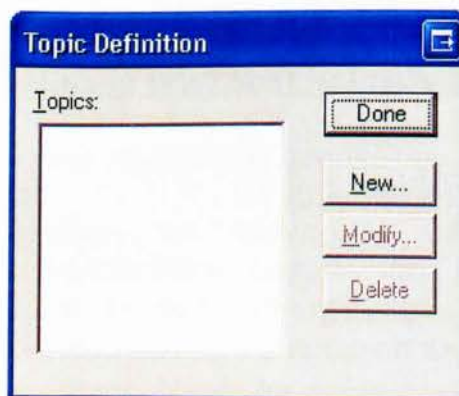
2. Επιλέγουμε τις ρυθμίσεις που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για να επικοινωνήσουμε με τη συσκευή μας. Είναι σημαντικό οι ρυθμίσεις που επιλέγονται να ταιριάζουν με τις ρυθμίσεις που έχουν διαμορφωθεί στη συσκευή μας χρησιμοποιώντας το DL32 λογισμικό διαμόρφωσης .

Επιλέγουμε την είσοδο COM όπου είναι συνδεδεμένη η συσκευή μας.

Εάν η μονάδα μας είναι ένα DL4500, επιλέγουμε την εικονική είσοδο COM που δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας το ComPort Redirector.

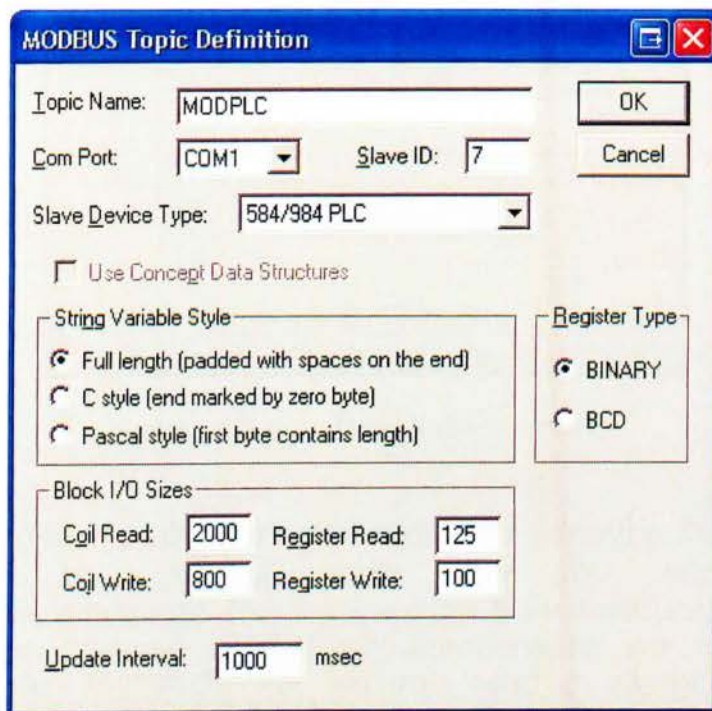
3. Αφού επιλέξουμε τις ρυθμίσεις που θέλουμε για την είσοδο COM, πατάμε Save και μετά Done. Αφού γίνει αυτό το παράθυρο Communication Port Settings πρέπει να κλείσει κ το κύριο παράθυρο πρέπει να είναι ενεργό κ πάλι.

4. Από την πάνω μπάρα του μενού επιλέγω Configure και μετά Topic Definition. Θα πρέπει να εμφανιστεί το παράθυρο The Topic Definition όπως εμφανίζεται παρακάτω:



Πίνακας 1.5.2.2: Παράθυρο καθορισμού

5. Επιλέγουμε *New* για να δημιουργήσουμε ένα νέο θέμα. Το παράθυρο καθορισμού θέματος (*Topic Definition window*) πρέπει να εμφανιστεί όπως παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 1.5.2.3: Παράθυρο καθορισμού θέματος

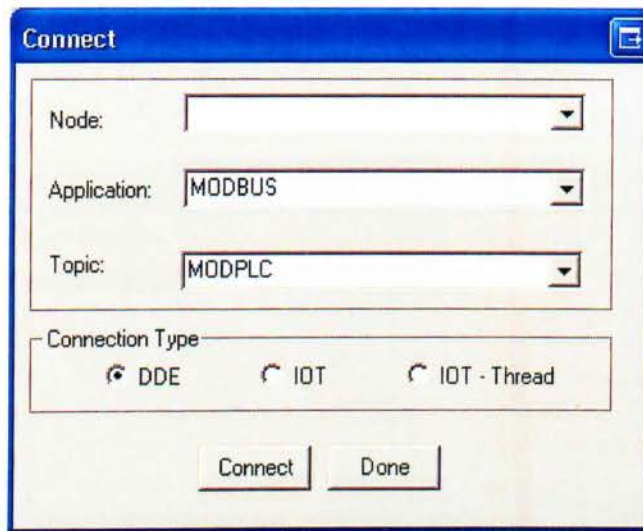
6. Εισάγουμε το όνομα θέματος - *Topic Name* - (παραδείγματος χάριν, *MODPLC*) για το θέμα που θέλουμε να δημιουργήσουμε και να επιλέγουμε την κατάλληλη είσοδο *COM*. Η ταυτότητα *Slave ID* είναι η διεύθυνση κόμβων του *PLC* στο *DH+* δίκτυο με το οποίο θέλουμε να επικοινωνήσουμε. Όταν τελειώσουμε πατάμε *OK* για να κλείσουμε το παράθυρο. Το θέμα που δημιουργήσαμε -*TOPIC*-πρέπει τώρα να εμφανίζεται στην λίστα αριστερά του παραθύρου *Topic Definition*.

7. Πατάμε *Done* για να κλείσει το παράθυρο. Ο κεντρικός υπολογιστής του *Wonderware* για το *Modicon Modbus* έχει τώρα διαμορφωθεί.

1.5.3: Διαμόρφωση του λογισμικού *WWClient* πελατών *Wonderware*.

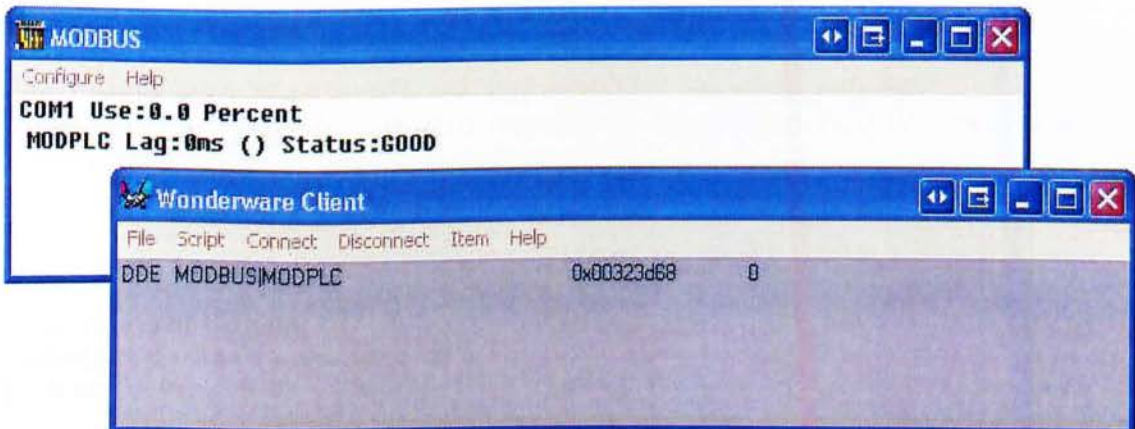
Ανοίγουμε το *WWClient* πριν από τα βήματα παρακάτω.

1. Όταν το *WWClient* ανοίγει, το πρόγραμμα *Wonderware Logger* ανοίγει επίσης. Ελαχιστοποιούμε το *Wonderware Logger* και πατάμε στο παράθυρο του *WWClient* για να το κάνουμε ενεργό. Από την πάνω μπάρα μενού πατάμε το *Connect*. Το παράθυρο του *Connect*, πρέπει να εμφανιστεί όπως παρακάτω.



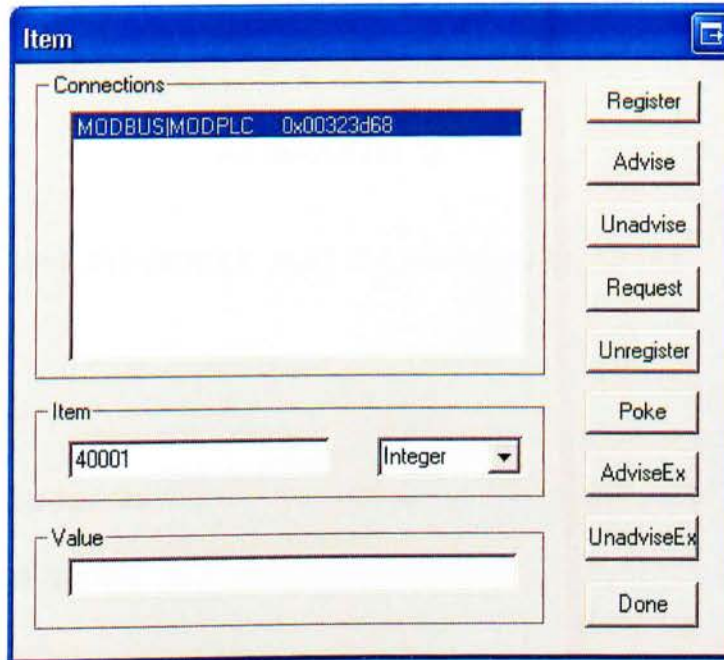
Εικόνα 1.5.3.1: Παράθυρο Σύνδεσης

3. Σάυτο το παράθυρο, εισάγουμε τα ακόλουθα στοιχεία. Για τον κόμβο, Node σιγουρευτείτε ότι δεν υπάρχει καμία αξία στο παράθυρο, για την εφαρμογή, Application, εισάγουμε MODBUS, για το θέμα, Topic εισάγουμε το θέμα που δημιουργήθηκε στον κεντρικό υπολογιστή Wonderware για το Modicon Modbus (παραδείγματος χάριν, MODPLC), και για τον τύπο σύνδεσης, Connection Type, επιλέγουμε DDE. Αφότου εισάγουμε αυτές τις τιμές και τις ρυθμίσεις, πατάμε Connect. Θα πρέπει να δούμε στα παρακάτω παράθυρα των Wonderware's Modbus Server και του WWClient εάν έχουμε συνδεθεί επιτυχώς.



Πίνακας 1.5.3.2: Παράθυρα επιβεβαίωσης σύνδεσης

4. Για να προσθέσουμε ένα στοιχείο, επιλέγουμε από την μπάρα του πάνω μενού το Item και εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.

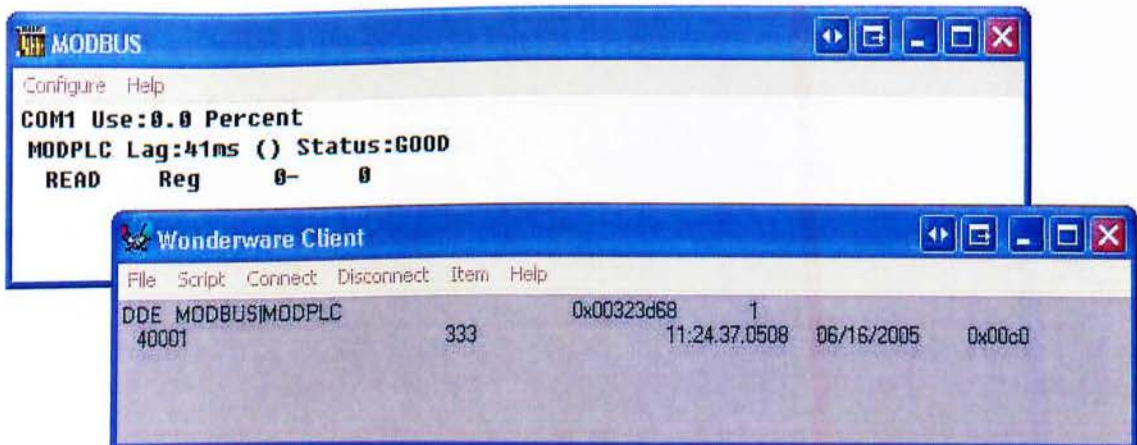


Πίνακας 1.5.3.3: Παράθυρο προσθήκης στοιχείων

5. Στο τμήμα στοιχείων, επιλέγουμε το στοιχείο που θα επιθυμούμε να προσθέσουμε(παραδείγματος χάριν, 40001) και τον τύπο της (π.χ.ακέραιος αριθμός κλπ)

6. Για να προσθέσετε το στοιχείο, πατάμε Register και μετά Advise.

Θα πρέπει τότε να εμφανιστούν στα παρακάτω παράθυρα των Wonderware's Modbus Server και του WWClient οι εξής ενδείξεις.



Εικόνα 1.5.3.4: Παράθυρα επιβεβαίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΟΡΦΟΤΡΟΠΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΛΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

2.1: Μορφοτροπίες

2.1.1: Είδη μορφοτροπέων

2.1.2: Τρόπος λειτουργίας

2.2: Optical Encoder

2.2.1: Γενικά

2.2.2: Τρόπος λειτουργίας

2.2.3: Είδη παλμογεννητριών

Μορφοτροπείς και Παλμογεννήτριες.

Μορφοτροπείς είναι εκείνες οι ηλεκτρονικές διατάξεις οι οποίες μετατρέπουν φυσικά μεγέθη σε ηλεκτρικά σήματα. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, γίνεται χρήση αναλογικών αλλά και ψηφιακών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Οι μορφοτροπείς αποτελούνται από την διάταξη μετατροπής ενός οποιουδήποτε φυσικού μεγέθους σε ηλεκτρικό σήμα (αισθητήρας) και από την βαθμίδα μετατροπής της εξόδου του αισθητήρα σε συνεχή τάση ή ένταση, κατάλληλου εύρους. Το είδος του αισθητήρα που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το προς μέτρηση φυσικό μέγεθος. Έτσι, για παράδειγμα, οι μορφοτροπείς πίεσης, διαθέτουν ένα πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο, ο οποίος ανάλογα με τη δύναμη που του ασκείται μεταβάλλει την αγωγιμότητα του ενώ οι μορφοτροπείς θερμοκρασίας έχουν σαν αισθητήριο ένα θερμίστορ, το οποίο μεταβάλλει την αγωγιμότητα του ανάλογα με την τιμή της θερμότητας του περιβάλλοντος όπου βρίσκεται.

2.1: Μορφοτροπείς.

2.1.1: Είδη Μορφοτροπέων.

Οι μορφοτροπείς (*transducers*) ηλεκτρικών μεγεθών συναντώνται σε συστήματα αυτοματισμού, συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, ελέγχου και διανομής και παρέχουν ως εξόδους σήματα τα οποία είναι εν γένει ανεπηρέαστα από ηλεκτρικές παρεμβολές, ακόμη και σε μακρινές αποστάσεις. Τα χρησιμοποιούμενα στην βιομηχανία είδη μορφοτροπέων ηλεκτρικών μεγεθών είναι:

AC Τάσης
AC Έντασης
DC Τάσης
DC Έντασης
Συχνότητας
Ενέργειας
Συντελεστή ισχύ
Θερμοκρασίας

Υπάρχουν συνήθως δυο τύποι σημάτων εξόδου από *transducers*: 0-20mA και 4-20mA. Συνήθως προτιμώνται τα *transducers* των 4-20mA για λόγους αξιοπιστίας και ευκολότερου εντοπισμού σφαλμάτων. Για παράδειγμα, αν σε ένα μορφοτροπέα 0-20mA διακοπεί για κάποιο λόγο η παροχή του ή από βλάβη του οργάνου σταματήσει να λαμβάνει μετρήσεις, τότε στην έξοδό του θα εμφανίσει ένταση ρεύματος 0mA. Η παραπάνω τιμή είναι απολύτως αποδεκτή και δεν μας προϋδεάζει για ύπαρξη σφάλματος.

Αν αντιθέτως συμβεί το ίδιο σε *transducer* 4-20 mA τότε στην έξοδό του θα εμφανιστεί ένταση ρεύματος 0 mA. Το παραπάνω σήμα εξόδου υποδηλώνει σαφώς σφάλμα, αφού η ελάχιστη τιμή που μπορεί να λάβει σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας είναι τα 4 mA.

Τα περισσότερα transducers τελευταίου τύπου δεν χρησιμοποιούν ξεχωριστή τροφοδοσία καθώς **αυτοτροφοδοτούνται** (self-powered) από το μετρούμενο σήμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μορφοτροπίες με ξεχωριστή τροφοδοσία είναι περισσότερο ακριβείς στις μετρήσεις τους, από τους αντίστοιχους αυτοτροφοδοτούμενους μορφοτροπίες, αφού η τροφοδότηση από το μετρούμενο σήμα οδηγεί σε αλλοίωση του (είτε σε μορφή είτε σε πλάτος).

2.1.2: Τρόπος λειτουργίας.

Ο τρόπος λειτουργίας τους συνίσταται στην λήψη μετρήσεων και στην κανονικοποίησή τους στην αντίστοιχη κλίμακα εξόδου (π.χ. 0-20mA). Στις περισσότερες των περιπτώσεων η κανονικοποίηση είναι **γραμμική** και δεν αλλάζει για κάθε transducer. Π.χ. για ένα transducer τάσης 0-20mA με εύρος μετρούμενου μεγέθους 0 έως 400Volt, η αντιστοίχιση των τιμών εισόδου-εξόδου γίνεται ως εξής: Στα 0Volt η έξοδος του παρουσιάζει ένταση ρεύματος 0mA, στα 200Volt παρουσιάζει 10mA και στα 400Volt 20mA. Συναντώνται όμως και μορφοτροπίες με **διγραμμική κανονικοποίηση** ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής. Για παράδειγμα υπάρχει transducer τάσης 0-20mA με εύρο μετρούμενου μεγέθους 0 έως 100Volt το οποίο παρουσιάζει την εξής:

Στα 0Volt η έξοδος του παρουσιάζει ένταση ρεύματος 0mA, στα 200Volt παρουσιάζει 10mA και στα 400Volt 20mA.

Συναντώνται όμως και μορφοτροπίες με **διγραμμική κανονικοποίηση** ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής. Για παράδειγμα υπάρχει transducer τάσης 0-20mA με εύρος μετρούμενου μεγέθους 0 έως 100Volt το οποίο παρουσιάζει την εξής ιδιομορφία:

Στα 0Volt η έξοδος του παρουσιάζει ένταση ρεύματος 0mA και συνεχίζει την γραμμική κανονικοποίηση μέχρι της τιμής των 20Volt στην οποία αντιστοιχεί ως έξοδος τα 16mA. Τα 20 έως 100Volt αντιστοιχίζονται, μέσω μιας νέας ευθείας κανονικοποίησης στα 16 έως 20mA.

Με τον παραπάνω μορφοτροπέα καταφέρνουμε να έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήσεων για τις τιμές από 0 έως 20Volt, χωρίς να χάνουμε τις μετρήσεις από 20 έως 100Volt. Διάφοροι τέτοιοι μορφοτροπίες με δυνατότητα **ρυθμίσεων** στην κανονικοποίηση διατίθενται στην αγορά, παρέχοντας μας ακόμα μεγαλύτερη **ακρίβεια** σε προεπιλεγμένα ευρύ πεδίο τιμών, ανάλογα με τις απαιτήσεις μας.



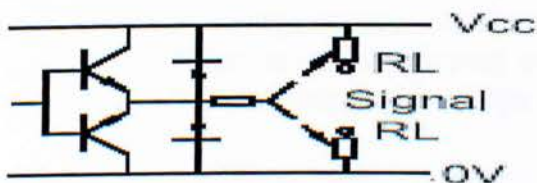
2.2: Optical Encoder

2.2.1: Γενικά

Αποτελούν διατάξεις με τη βοήθεια των οποίων μπορούμε αφενός να μετράμε με πολλή μεγάλη ακρίβεια την ταχύτητα περιστροφής ενός άξονα που είναι προσδεμένος στον άξονα της παλμογεννήτριας και αφετέρου να γνωρίζουμε με ακρίβεια την γωνία που στράφηκε ένας άξονας.

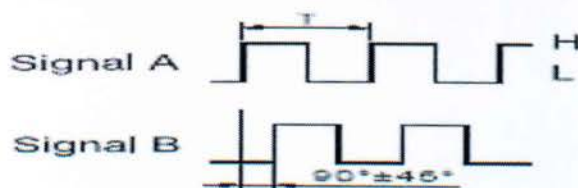
2.2.2: Τρόπος Λειτουργίας.

Ουσιαστικά η παλμογεννήτρια αποτελείται από ένα ζεύγος πομποδέκτη υπερύθρων και ένα διάτρητο δίσκο ο οποίος παρεμβάλλεται ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη. Ο δίσκος είναι σταθερά συζευγμένος με τον άξονα της παλμογεννήτριας και είναι διάτρητος, προκειμένου με την περιστροφή του να διακόπτει περιοδικά τη δέσμη υπερύθρων και να δημιουργεί μια ακολουθία παλμών στην έξοδο του δέκτη υπερύθρων. Εάν χρειαζόμαστε και διαφορετική παλμοσειρά μπορούμε να προσθέσουμε και άλλο διάτρητο δίσκο (με διαφορετικό βήμα διάτρησης) και άλλο ένα ζεύγος πομποδεκτών, οπότε έχουμε μια παλμογεννήτρια με δύο κανάλια, όπως αυτή της εφαρμογής μας. Το σήμα που παράγεται στην έξοδο κάθε δέκτη υπερύθρων οδηγείται σε μια συνδεσμολογία transistor τύπου push-pull (συνολικά δυο push-pull) και παράγονται οι παλμοσειρές εξόδου, οι οποίες έχουν ως υψηλή στάθμη (H) την τάση τροφοδοσίας της παλμογεννήτριας και ως χαμηλή στάθμη (L) τα 0 Volt.



Σχήμα.2.2.2.1: Η συνδεσμολογία push-pull για ένα κανάλι.

Οι παλμοί στην έξοδο της παλμογεννήτριας είναι τετραγωνικοί, συχνότητας ανάλογης της ταχύτητας περιστροφής του άξονα και μορφής όπως φαίνεται στο σχήμα.4



Σχήμα.2.2.2.2: Η μορφή των παλμών εξόδου της παλμογεννήτριας.

2.2.3: Είδη παλμογεννητριών.

Ενώ όλες οι παλμογεννήτριες έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο της τελικής βαθμίδας παραγωγής των παλμών (στάδιο εξόδου), των καναλιών εξόδου, αλλά και του αριθμού των παλμών που παράγουν ανά περιστροφή του άξονα.

-Διάκριση με βάση το στάδιο εξόδου:

Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες, *Voltage Type*, *Line Driver*, *Open Collector* και *Push Pull*. Οι πιο ανθεκτικοί και οι καταλληλότεροι για οδήγηση PLC είναι οι *push-pull*, ενώ οι υπόλοιπες τρεις κατηγορίες προορίζονται για χρήση ειδικών μονάδων μέτρησης παλμών, που ως χαρακτηριστικό έχουν ότι η τάση εισόδου τους (και κατ' επέκταση η τάση εξόδου της παλμογεννήτριας) είναι στάθμης TTL (0 – 5 VDC).

-Διάκριση με βάση τον αριθμό των παλμών ανά περιστροφή:

Υπάρχουν ουσιαστικά παρά πολλές επιλογές για το μελετητή : 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 125, ,150, 200, 250, 300, 360, 400, 500, 512, 600, 720, 800, 1000, 1024.

Η τελική απόφαση έγκειται στην ανάλυση και στην μέγιστη συχνότητα απόκρισης του συστήματος που θα διαβάσει τους παλμούς.

-Διάκριση με βάση τα κανάλια εξόδου:

Υπάρχουν δύο επιλογές, είτε δύο καναλιών, A και B όπως φαίνονται στο σχήμα 2.3 , είτε τεσσάρων καναλιών A,B,Z,Z' όπου το επιπλέον κανάλι είναι το κανάλι Z και το Z' είναι το συμπληρωματικό του. Η απόκριση του καναλιού Z καθώς και του Z' φαίνονται στο σχήμα 2.5. Οι συνήθειες παλμογεννήτριες φέρουν μόνο δύο κανάλια, ενώ το κανάλι Z προορίζεται για ειδικές εφαρμογές εξαιρετικά υψηλής ακριβείας



Σχήμα 2.2.3.1. Απόκριση καναλιών Z κ Z''

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

- 3.1: Ταξινόμηση των δικτύων υπολογιστών**
- 3.1.1: Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία μετάδοσης**
- 3.1.2: Ταξινόμηση ως προς την κλίμακα του δικτύου**
 - 3.1.2.1: Τοπικά Δίκτυα**
 - 3.1.2.2: Μητροπολιτικά Δίκτυα**
 - 3.1.2.3: Δίκτυα ευρείας περιοχής**
 - 3.1.2.4: Διαδίκτυα**
- 3.2: Ιεραρχίες πρωτοκόλλων**
- 3.3: Αρχιτεκτονικές Δικτύων**
 - 3.3.1: Το μοντέλο αναφοράς OSI**
 - 3.3.1.2: Το Φυσικό Στρώμα**
 - 3.3.1.3: Το Στρώμα Ζεύξης Δεδομένων**
 - 3.3.1.4: Το Στρώμα Δικτύου**
 - 3.3.1.5: Το Στρώμα Μεταφοράς**
 - 3.3.1.6: Το Στρώμα Συνόδου**
 - 3.3.1.7: Το Στρώμα Παρουσίασης**
 - 3.3.1.8: Το Στρώμα Εφαρμογής**
 - 3.3.2: Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP**
 - 3.3.2.1: Το Στρώμα Διαδικτύου**
 - 3.3.2.2: Το Στρώμα Μεταφοράς**
 - 3.3.2.3: Το Στρώμα Εφαρμογής**
 - 3.3.2.4: Το Στρώμα Host προς Δίκτυο**
 - 3.3.3: Σύγκριση των μοντέλων αναφοράς OSI και TCP/IP**
 - 3.3.4: Εφαρμογή του πρωτοκόλλου TCP/IP : Το**
- 3.4: Το πρότυπο IEEE 802.3 (Ethernet)**
 - 3.4.1: Καλωδίωση του IEEE 802.3**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Δίκτυα Επικοινωνιών.

Η ολοένα αυξανόμενη πολυπλοκότητα των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου, μας οδήγησε στην εισαγωγή κατανεμημένων συστημάτων αυτομάτου ελέγχου. Στα συστήματα αυτά η επιτηρούμενη διεργασία, διαχωρίζεται σε δύο ή περισσότερες διεργασίες, ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητά της. Κάθε τμήμα της διεργασίας το επεξεργάζεται και διαφορετικός ελεγκτής (PLC), και το σύνολο των πληροφοριών από όλους τους ελεγκτές συγκεντρώνονται σε έναν κεντρικό Η/Υ για περαιτέρω επεξεργασία και απεικόνιση. Η σύνδεση των PLC με τους Η/Υ αλλά και μεταξύ τους γίνεται με τη χρήση δικτύων επικοινωνιών και πιο συγκεκριμένα με τη χρήση της τεχνολογίας των δικτύων υπολογιστών. Στην επόμενη παράγραφο θα δώσουμε μια ταξινόμηση των δικτύων υπολογιστών.

3.1: Ταξινόμηση των δικτύων υπολογιστών.

Γενικότερα δεν υπάρχει αποδεκτή ταξινόμηση στην οποία να ταιριάζουν όλα τα δίκτυα, αλλά δυο στοιχεία ξεχωρίζουν ως σημαντικότερα η τεχνολογία μετάδοσης και η κλίμακα.

3.1.1: Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία μετάδοσης.

Υπάρχουν δύο τεχνολογίες μετάδοσης στα δίκτυα υπολογιστών. Η πρώτη είναι τα δίκτυα εκπομπής και η δεύτερη τα δίκτυα σημείου προς σημείο.

Τα **δίκτυα εκπομπής** (broadcast networks) έχουν έναν μοναδικό δίαυλο επικοινωνίας που τον μοιράζονται όλες οι μηχανές του δικτύου.

Μικρά μηνύματα, που αποκαλούνται πακέτα (packets) σε ορισμένες περιπτώσεις, στέλλονται από μία μηχανή και λαμβάνονται από όλες τις υπόλοιπες. Ένα πεδίο διεύθυνσης μέσα στο πακέτο καθορίζει τον παραλήπτη. Με την παραλαβή του πακέτου, κάθε μηχανή εξετάζει το πεδίο διεύθυνσης. Αν το πακέτο προορίζεται γι' αυτήν, το επεξεργάζεται. Αν το πακέτο προορίζεται για κάποια άλλη μηχανή, απλώς το αγνοεί.

Τα συστήματα εκπομπής παρέχουν επίσης την δυνατότητα, να απευθύνεται κάποιο πακέτο σ' όλους τους προορισμούς, με τη χρήση ενός ειδικού κωδικού στο πεδίο διεύθυνσης. Όταν μεταδίδεται κάποιο πακέτο με αυτόν τον κωδικό, το πακέτο παραλαμβάνεται και υφίσταται επεξεργασία από κάθε μηχανή του δικτύου. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας ονομάζεται εκπομπή (broadcasting). Μερικά συστήματα εκπομπής υποστηρίζουν επίσης μετάδοση σε ένα υποσύνολο μηχανών, κάτι που ονομάζεται πολλαπλή διανομή (multicasting). Ένας πιθανός τρόπος είναι να αφιερωθεί ένα bit διεύθυνσης το οποίο να υποδεικνύει πολλαπλή διανομή. Τα υπόλοιπα $n-1$ bits διεύθυνσης μπορεί να παριστούν τον αριθμό μιας ομάδας. Κάθε μηχανή μπορεί να εγγραφεί σε οποιαδήποτε ή και σ' όλες τις ομάδες. Όταν ένα πακέτο αποστέλλεται σε μια συγκεκριμένη ομάδα, λαμβάνεται απ' όλες τις μηχανές που ανήκουν στην ομάδα αυτή.

Αντίθετα, τα δίκτυα σημείου προς σημείο (point-to-point) απαρτίζονται από πολλές συνδέσεις μεταξύ συγκεκριμένων ζευγών μηχανών. Για να μεταβεί ένα πακέτο τέτοιου

δικτύου από την πηγή του στον προορισμό του, θα χρειασθεί πιθανώς να επισκεφτεί διάφορες ενδιάμεσες μηχανές. Συχνά, είναι πιθανό να υπάρχουν πολλαπλές διαδρομές διαφορετικού μήκους και, συνεπώς απαιτούνται αλγόριθμοι δρομολόγησης οι οποίοι διαδραματίζουν ένα σπουδαίο ρόλο στα δίκτυα σημείου προς σημείο. Ο γενικός κανόνας είναι (αν και υπάρχουν πολλές εξαιρέσεις), ότι τα μικρότερα και γεωγραφικά περιορισμένα δίκτυα τείνουν να χρησιμοποιούν την εκπομπή, ενώ τα μεγαλύτερα δίκτυα είναι συνήθως σημείου προς σημείο.

3.1.2: Ταξινόμηση ως προς την κλίμακα του δικτύου.

Ένα εναλλακτικό κριτήριο ταξινόμησης των δικτύων είναι η κλίμακα τους. Στο σχήμα 3.1 παραθέτουμε μια ταξινόμηση των πολυ-επεξεργαστικών συστημάτων, ως προς το φυσικό τους μέγεθος. Στην κορυφή βρίσκονται οι μηχανές ροής δεδομένων (data flow machines), που είναι υπολογιστές υψηλού βαθμού παραλληλίας με πολλές λειτουργικές μονάδες να δουλεύουν για το ίδιο πρόγραμμα. Ακολουθούν οι πολλαπλοί υπολογιστές (multicomputers), που είναι συστήματα τα οποία επικοινωνούν στέλνοντας μηνύματα μέσω πολύ μικρών και πολύ γρήγορων αρτηριών (buses). Πέρα από τους πολλαπλούς υπολογιστές είναι τα αληθινά δίκτυα, δηλαδή, υπολογιστές που επικοινωνούν ανταλλάσσοντας μηνύματα μέσω καλωδίων μεγαλύτερου μήκους. Διαιρούνται σε τοπικά, μητροπολιτικά, και ευρείας περιοχής. Τέλος, η σύνδεση δύο ή περισσότερων δικτύων ονομάζεται διαδίκτυο (internetwork). Το παγκόσμιο Internet είναι ένα πολύ γνωστό παράδειγμα διαδικτύου. Η απόσταση είναι σημαντική ως μέτρο κατάταξης, επειδή χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνικές σε διαφορετικές κλίμακες.

| Απόσταση μεταξύ επεξεργαστών | Επεξεργαστές που βρίσκονται | Παράδειγμα |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 0,1 m | στην ίδια κάρτα | Μηχανή ροής δεδομένων |
| 1 m | στο ίδιο σύστημα | } Τοπικό δίκτυο |
| 10 m | στο ίδιο δωμάτιο | |
| 100 m | στο ίδιο κτίριο | |
| 1 km | στην ίδια περιοχή | |
| 10 km | στην ίδια πόλη | |
| 100 km | στην ίδια χώρα | } Δίκτυο ευρείας περιοχής |
| 1.000 km | στην ίδια Ήπειρο | |
| 10.000 km | στον ίδιο πλανήτη | |

Σχήμα 3.1.2.1: Ταξινόμηση διασυνδεδεμένων επεξεργαστών κατά κλίμακα.

3.1.2.1: Τοπικά Δίκτυα.

Τα τοπικά δίκτυα (*local area networks*), συνήθως αποκαλούμενα LAN, είναι ιδιωτικά δίκτυα εκτεινόμενα εντός ενός μοναδικού κτιρίου ή σε εγκαταστάσεις εκτεινόμενες έως μερικά χιλιόμετρα. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα για να συνδέουν προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς

εργασίας σε γραφεία εταιρειών και εργοστάσια, με σκοπό την κοινή χρήση των μέσων (π.χ. των εκτυπωτών) και την ανταλλαγή πληροφοριών.

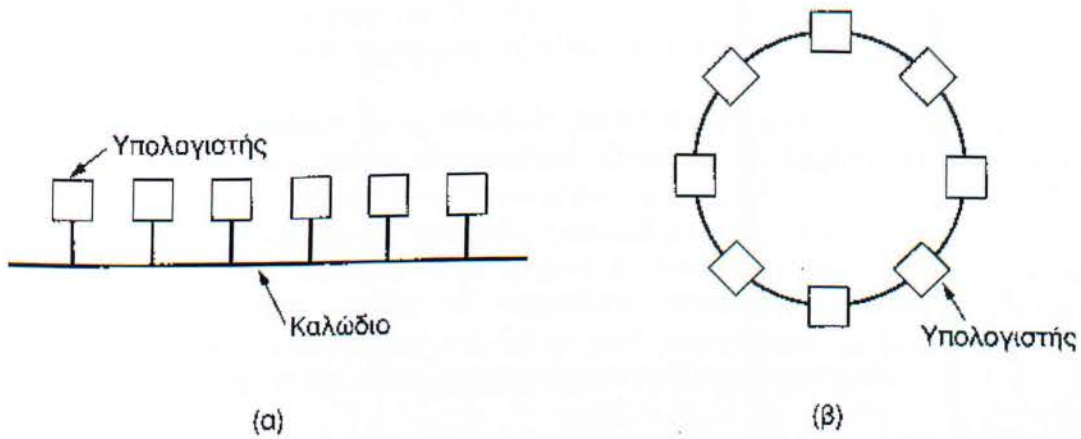
Τα LAN διακρίνονται από τα άλλα είδη δικτύων με βάση τρία χαρακτηριστικά:

- ♦ το μέγεθος.
- ♦ την τεχνολογία μετάδοσης
- ♦ την τοπολογία τους.

Τα LAN είναι περιορισμένου μεγέθους, που σημαίνει ότι ο χρόνος μετάδοσης στη χειρότερη περίπτωση είναι φραγμένος και γνωστός εκ των προτέρων. Η γνώση του ορίου αυτού επιτρέπει τη χρήση συγκεκριμένων τεχνικών, που αλλιώς θα ήταν ανέφικτες. Επίσης, απλοποιεί τη διαχείριση του δικτύου.

Τα LAN χρησιμοποιούν συχνά μια τεχνολογία μετάδοσης που αποτελείται από ένα απλό καλώδιο, στο οποίο έχουν συνδεθεί όλες οι μηχανές, όπως στις ομαδικές γραμμές που κάποτε χρησιμοποιούσαν οι τηλεφωνικές εταιρείες στις αγροτικές περιοχές. Τα παραδοσιακά LAN που λειτουργούν σε ταχύτητες των 10 έως 100 Mbps, παρουσιάζουν χαμηλή καθυστέρηση (δεκάδων msec) και εμφανίζουν πολύ λίγα λάθη. Τα νεώτερα LAN μπορούν να λειτουργούν σε υψηλότερες ταχύτητες, έως και εκατοντάδες megabits/sec. Στην παρούσα εργασία θα ακολουθήσουμε την παράδοση και θα μετράμε τις ταχύτητες των γραμμών σε megabit/sec (Mbps) και όχι σε megabyte/sec (MBps). Ένα megabit είναι 1.000.000 bits και όχι 1.048.576 (2^{20}) bits.

Στα LAN εκπομπής, διάφορες τοπολογίες είναι εφικτές. Σ' ένα δίκτυο αρτηρίας (δηλαδή ένα ευθύ καλώδιο), μια μόνο μηχανή εξουσιάζει το μέσο ανά πάσα στιγμή και έχει την άδεια μετάδοσης. Όλες οι υπόλοιπες μηχανές είναι υποχρεωμένες να απέχουν από οποιαδήποτε μετάδοση. Απαιτείται ένας μηχανισμός διαιτησίας για να επιλύει τις συγκρούσεις που προκύπτουν, όταν δύο ή περισσότερες μηχανές επιδιώξουν να μεταδώσουν ταυτόχρονα. Ο μηχανισμός διαιτησίας μπορεί να είναι είτε κεντρικός είτε κατακεντρωμένος. Το πρότυπο IEEE 802.3, γνωστό ως ETHERNET™, για παράδειγμα, είναι ένα δίκτυο εκπομπής τύπου αρτηρίας με κατακεντρωμένο έλεγχο, το οποίο λειτουργεί σε ταχύτητες των 10 ή 100Mbps. Οι υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι στο Ethernet μπορούν να μεταδώσουν όποτε θελήσουν. Αν δύο ή περισσότερα πακέτα συγκρουστούν, κάθε υπολογιστής απλώς περιμένει κάποιο τυχαίο διάστημα και ξαναπροσπαθεί αργότερα.



Σχήμα 3.1.2.1: Δύο δίκτυα εκπομπής. (α) Αρτηρία, (β) Δακτύλιος.

Ένας δεύτερος τύπος συστήματος εκπομπής είναι ο δακτύλιος. Σ'έναν δακτύλιο, κάθε bit διαδίδεται μόνο του, χωρίς να περιμένει το υπόλοιπο πακέτο στο οποίο ανήκει. Συνήθως, κάθε bit κάνει τον γύρο ολόκληρου του δακτυλίου σε χρόνο που απαιτείται για τη μετάδοση ολίγων bits, συχνά πριν ακόμη μεταδοθεί ολόκληρο το πακέτο. Όπως και στα υπόλοιπα δίκτυα εκπομπής, χρειάζεται κάποιος κανόνας για να διαιτητεύει τις ταυτόχρονες απόπειρες προσπέλασης στον δακτύλιο. Διάφορες μέθοδοι χρησιμοποιούνται που θα συζητηθούν παρακάτω. Το πρότυπο IEEE 802.5 (ο δακτύλιος σκυτάλης IBM) είναι ένα δημοφιλές LAN τύπου δακτυλίου που λειτουργεί στα 4 και 16 Mbps.

Τα δίκτυα εκπομπής μπορούν να διαιρεθούν επιπλέον σε στατικά ή δυναμικά, ανάλογα με το πώς διατίθεται ο δίαυλος επικοινωνίας. Ένας τυπικός στατικός τρόπος κατανομής θα ήταν να διαιρεθεί ο χρόνος σε διακριτά διαστήματα και να εφαρμοστεί ένας κυκλικός (round robin) αλγόριθμος, που να επιτρέπει σε κάθε μηχανή να μεταδώσει μόνον όταν φτάσει η δική της χρονοσχισμή (time slot). Η στατική κατανομή σπαταλά χωρητικότητα διαύλου, όταν η μηχανή δεν έχει τίποτα να πει κατά τη διάρκεια της χρονοσχισμής της. Γι' αυτό τα περισσότερα συστήματα προσπαθούν να κατανέμουν τον δίαυλο δυναμικά (δηλαδή ανάλογα με τη ζήτηση).

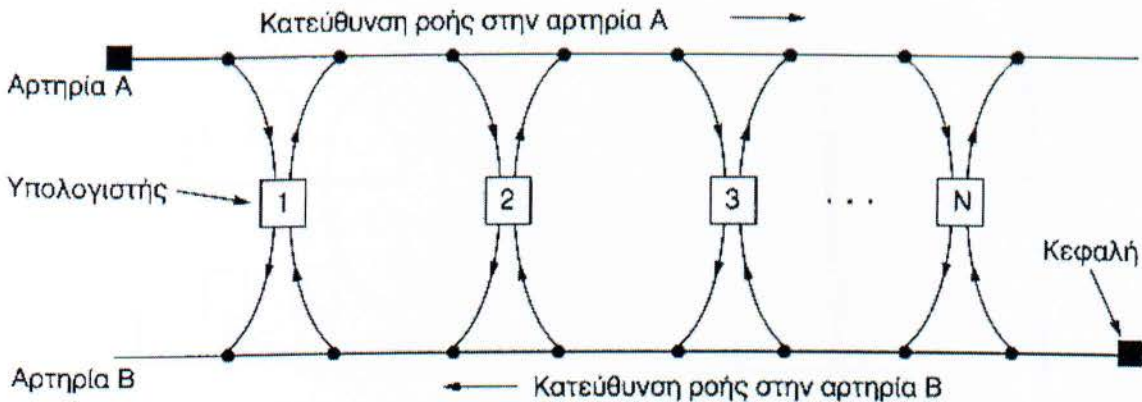
Οι μέθοδοι δυναμικής κατανομής για κοινό δίαυλο είναι είτε κεντρικές είτε αποκεντρωμένες. Στην κεντρική μέθοδο κατανομής διαύλου, υπάρχει μια μοναδική οντότητα, π.χ. μια μονάδα διαιτησίας της αρτηρίας, που καθορίζει το ποιος έχει σειρά. Μπορεί να το κάνει με το να δέχεται αιτήσεις και να αποφασίζει σύμφωνα με κάποιο εσωτερικό αλγόριθμο. Στην αποκεντρωμένη μέθοδο κατανομής δεν υπάρχει κεντρική οντότητα. Κάθε μηχανή πρέπει να αποφασίζει μόνη της αν θα μεταδώσει ή όχι.

3.1.2.2: Μητροπολιτικά Δίκτυα.

Ένα μητροπολιτικό δίκτυο (metropolitan area network) ή MAN είναι βασικά μια μεγαλύτερη εκδοχή ενός LAN και συνήθως χρησιμοποιεί παρόμοια τεχνολογία. Μπορεί να καλύπτει ομάδα γειτονικών γραφείων μιας επιχείρησης ή μια πόλη και μπορεί να είναι είτε ιδιωτικό είτε δημόσιο. Το MAN μπορεί να υποστηρίζει δεδομένα καθώς και φωνή και ίσως ακόμη να σχετίζεται με την καλωδιακή τηλεόραση. Το MAN χρησιμοποιεί ένα ή δύο

καλώδια και δε διαθέτει στοιχεία μεταγωγής που να διοδεύουν τα πακέτα προς τη μια από τις πολλές διαφορετικές γραμμές εξόδου. Η απουσία μεταγωγής απλοποιεί τη σχεδίαση.

Ο κύριος λόγος που αναφέρονται τα MAN ως ειδική κατηγορία είναι, ότι έχει υιοθετηθεί γι' αυτά ένα πρότυπο που τώρα υλοποιείται. Ονομάζεται DQDB (Distributed Queue Dual Bus), ή 802.6 (ο αριθμός του προτύπου του IEEE που το ορίζει). Το DQDB απαρτίζεται από δύο μονόδρομες αρτηρίες (καλώδια), στις οποίες είναι συνδεδεμένοι όλοι οι υπολογιστές, όπως φαίνεται στο σχήμα 3. Κάθε αρτηρία διαθέτει μια κεφαλή, δηλαδή, μια συσκευή που αρχίζει τις περιόδους εκπομπής. Η κίνηση (traffic) που προορίζεται για υπολογιστές προς τα δεξιά του αποστολέα χρησιμοποιεί την άνω αρτηρία. Η κίνηση προς τα αριστερά χρησιμοποιεί την κάτω αρτηρία.



Σχήμα 3.1.2.2.1: Αρχιτεκτονική του μητροπολιτικού δικτύου DQDB

3.1.2.3 Δίκτυα ευρείας περιοχής.

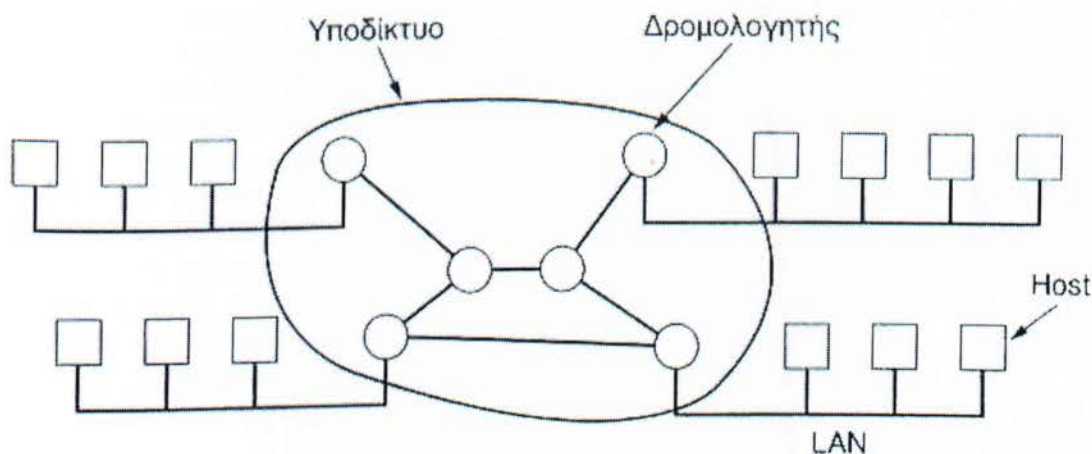
Ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (wide area network), ή αλλιώς WAN, καλύπτει μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή, συχνά μια χώρα ή μια ήπειρο.

Περιλαμβάνει ένα σύνολο μηχανών που προορίζονται να τρέχουν εφαρμογές (προγράμματα) χρηστών. Θα ακολουθήσουμε την παράδοση και θα ονομάσουμε αυτές τις μηχανές *host*. Στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται επίσης ο όρος ακραίο σύστημα (*end system*). Οι *host* συνδέονται μέσω του υποδικτύου επικοινωνίας (*communication subnet*) ή για συντομία του υποδικτύου (*subnet*). Έργο του υποδικτύου είναι να μεταφέρει μηνύματα από *host* σε *host*, όπως ακριβώς το τηλεφωνικό σύστημα μεταφέρει λέξεις από τον ομιλητή στον ακροατή. Διαχωρίζοντας τα καθαρά τηλεπικοινωνιακά θέματα του δικτύου (το υποδίκτυο) από τα θέματα των εφαρμογών (*host*), η συνολική σχεδίαση του δικτύου απλοποιείται πολύ.

Στα περισσότερα δίκτυα ευρείας περιοχής, το υποδίκτυο απαρτίζεται από δύο διακριτά στοιχεία: τις γραμμές μετάδοσης και τα στοιχεία μεταγωγής. Οι γραμμές μετάδοσης (αποκαλούμενες επίσης και ζεύξεις, κυκλώματα ή δίαυλοι) μεταφέρουν τα *bits* μεταξύ των μηχανών.

Τα στοιχεία μεταγωγής είναι εξειδικευμένοι υπολογιστές που συνδέουν δύο ή περισσότερες γραμμές μετάδοσης. Όταν τα δεδομένα φθάνουν σε μια εισερχόμενη γραμμή, το στοιχείο μεταγωγής πρέπει να επιλέξει μια εξερχόμενη γραμμή για να τα προωθήσει. Δεν υπάρχει, δυστυχώς, τυποποιημένη ορολογία γι' αυτούς τους

υπολογιστές. Αποκαλούνται μεταξύ άλλων, κόμβοι μεταγωγής πακέτων (*packet switching nodes*), ενδιάμεσα συστήματα (*intermediate systems*) και κέντρα μεταγωγής δεδομένων (*data switching exchanges*). Ως γενικό όρο για τους υπολογιστές μεταγωγής, θα χρησιμοποιήσουμε τη λέξη δρομολογητής (*router*), αλλά ο αναγνώστης θα πρέπει να έχει υπόψη του ότι δεν υπάρχει ομοφωνία στην ορολογία. Στο μοντέλο που φαίνεται στο σχήμα 6.4, κάθε *host* είναι γενικά συνδεδεμένος σ' ένα LAN, πάνω στο οποίο υπάρχει ένας δρομολογητής, αν και σε μερικές περιπτώσεις ένας *host* μπορεί να συνδεθεί απ' ευθείας σ' έναν δρομολογητή. Το σύνολο των γραμμών επικοινωνίας και των δρομολογητών (όχι όμως και των *host*) απαρτίζει το υποδίκτυο.



Σχήμα 3.1.2.3.1: Σχέση μεταξύ Host και υποδικτύου.

3.1.2.4: Διαδίκτυα

Υπάρχουν πολλά δίκτυα στον κόσμο, συχνά με διαφορετικό υλικό και λογισμικό. Αυτοί που έχουν συνδεθεί σε δίκτυο συχνά θέλουν να επικοινωνήσουν με άλλους συνδεδεμένους σε ένα διαφορετικό δίκτυο. Η επιθυμία αυτή απαιτεί τη σύνδεση διαφορετικών και συχνά ασύμβατων δικτύων χρησιμοποιώντας μερικές φορές μηχανές, που αποκαλούνται πύλες (*gateways*), για τη διασύνδεση και την απαραίτητη μετάφραση, τόσο για το υλικό όσο και για τα λογισμικά. Ένα σύνολο διασυνδεδεμένων δικτύων ονομάζεται διαδίκτυο (*internetwork* ή απλά *internet*). Ένας κοινός τύπος διαδικτύου είναι ένα σύνολο από LAN διασυνδεδεμένων μέσω ενός WAN. Πράγματι, εάν αντικαθιστούσαμε την ετικέτα «υποδίκτυο» στο σχήμα 6.4 με 'WAN', τίποτε άλλο δεν θα άλλαζε στο σχήμα. Η μόνη πραγματική διαφορά μεταξύ ενός υποδικτύου και ενός WAN, στην περίπτωση αυτή, εντοπίζεται στο κατά πόσον είναι παρόντες οι *host* ή όχι. Αν το σύστημα μέσα στην κλειστή καμπύλη περιέχει μόνο δρομολογητές, είναι ένα υποδίκτυο. Αν περιέχει και δρομολογητές και *host*, με τους χρήστες τους, είναι ένα WAN.

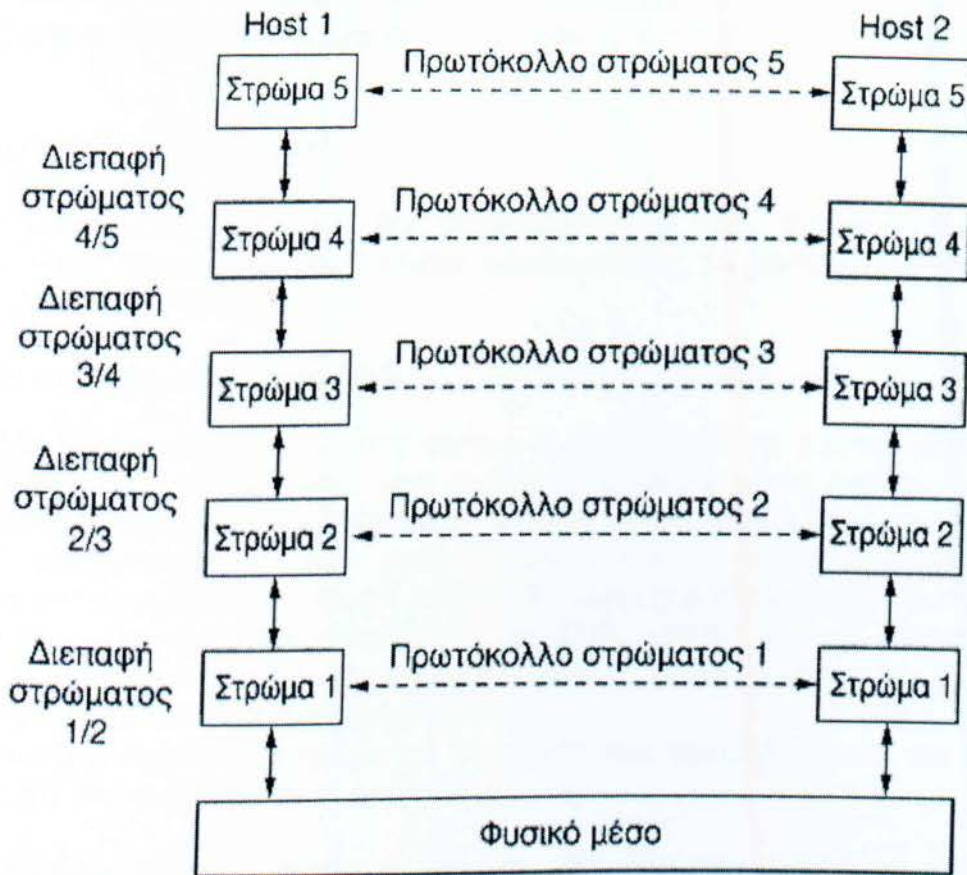
3.2: Ιεραρχίες πρωτοκόλλων.

Για να μειωθεί η πολυπλοκότητα της σχεδίασής τους, τα περισσότερα δίκτυα οργανώνονται σε στρώματα (layers) ή επίπεδα (levels), το καθένα από τα οποία κτίζεται πάνω στο κατώτερό του. Ο αριθμός των στρωμάτων, το όνομα του κάθε στρώματος, τα περιεχόμενά του και η λειτουργία του, διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο. Αλλά, σ' όλα τα δίκτυα, ο σκοπός του κάθε στρώματος είναι να προσφέρει συγκεκριμένες υπηρεσίες στα ανώτερα στρώματα, απομονώνοντάς τα έτσι από τις λεπτομέρειες υλοποίησης των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Το στρώμα μιας μηχανής διεξάγει συζήτηση με το στρώμα μιας άλλης μηχανής. Οι κανόνες και οι συμβάσεις που χρησιμοποιούνται στη συζήτηση αυτή συλλογικά ονομάζονται πρωτόκολλο (protocoll) στρώματος.

Βασικά, πρωτόκολλο είναι μια συμφωνία ανάμεσα στα δύο επικοινωνούντα μέρη, ως προς τον τρόπο με τον οποίο θα προχωρήσει η επικοινωνία. Στην πραγματικότητα, δε μεταφέρονται δεδομένα απ' ευθείας, από το στρώμα της μιας μηχανής στο στρώμα της άλλης. Αντίθετα, κάθε στρώμα διαβιβάζει δεδομένα και πληροφορίες ελέγχου στο αμέσως κατώτερό του στρώμα, μέχρις ότου αυτά φθάσουν στο κατώτερο στρώμα.

Κάτω από το στρώμα 1 βρίσκεται το φυσικό μέσο (physical medium), μέσω του οποίου γίνεται η πραγματική επικοινωνία. Στο σχήμα 5, η νοητή επικοινωνία παριστάνεται με διακεκομμένες γραμμές και η φυσική επικοινωνία με συνεχείς.



Σχήμα 3.2.1: Στρώματα, Πρωτόκολλα, Διεπαφές.

Μεταξύ κάθε ζεύγους γειτονικών στρωμάτων υπάρχει μία διεπαφή (*interface*). Η διεπαφή καθορίζει το ποιες στοιχειώδεις λειτουργίες και υπηρεσίες προσφέρει το κατώτερο στρώμα στο ανώτερο. Όταν οι σχεδιαστές δικτύων αποφασίζουν πόσα στρώματα θα συμπεριλάβει το δίκτυο και το τι θα κάνει το καθένα απ' αυτά, ένας από τους σημαντικότερους προβληματισμούς τους είναι να καθορίσουν σαφείς διεπαφές μεταξύ των στρωμάτων. Αυτό με τη σειρά του απαιτεί ότι το κάθε στρώμα εκτελεί μια συγκεκριμένη συλλογή καλά κατανοητών λειτουργιών.

Πέρα από την ελαχιστοποίηση της ποσότητας πληροφορίας, που πρέπει να διαβιβάζεται μεταξύ των στρωμάτων, οι ξεκάθαρες διεπαφές απλοποιούν και την αντικατάσταση της υλοποίησης ενός στρώματος με μια εντελώς διαφορετική υλοποίηση (π.χ. την ανταλλαγή όλων των τηλεφωνικών γραμμών με δορυφορικά κανάλια). Διότι, το μόνο που απαιτείται από τη νέα υλοποίηση είναι να προσφέρει στο αμέσως ανώτερο στρώμα ακριβώς το ίδιο σύνολο υπηρεσιών με την παλαιά.

Ένα σύνολο από στρώματα και πρωτόκολλα αποκαλείται *αρχιτεκτονική δικτύου* (*network architecture*). Οι προδιαγραφές μιας αρχιτεκτονικής πρέπει να περιέχουν αρκετές πληροφορίες που να επιτρέπουν στον κατασκευαστή να γράψει το πρόγραμμα ή να κατασκευάσει το υλικό για κάθε στρώμα έτσι ώστε να υπακούει στο κατάλληλο πρωτόκολλο. Ούτε οι λεπτομέρειες της υλοποίησης ούτε οι προδιαγραφές των διεπαφών αποτελούν τμήμα της αρχιτεκτονικής, επειδή αυτά κρύβονται μέσα στις μηχανές και δεν είναι ορατά απ' έξω. Δεν είναι καν αναγκαίο οι διεπαφές σ' όλες τις μηχανές ενός δικτύου να είναι οι ίδιες, αρκεί κάθε μηχανή να χρησιμοποιεί σωστά όλα τα πρωτόκολλα. Μια λίστα πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται από ένα συγκεκριμένο σύστημα, μ' ένα πρωτόκολλο ανά στρώμα, αποκαλείται *στοίβα πρωτοκόλλων* (*protocol stack*).

3.3: Αρχιτεκτονικές Δικτύων.

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε και θα συγκρίνουμε τις δύο επικρατέστερες αρχιτεκτονικές δικτύων υπολογιστών, το μοντέλο αναφοράς OSI και το μοντέλο αναφοράς TCP/IP.

3.3.1: Το μοντέλο αναφοράς OSI.

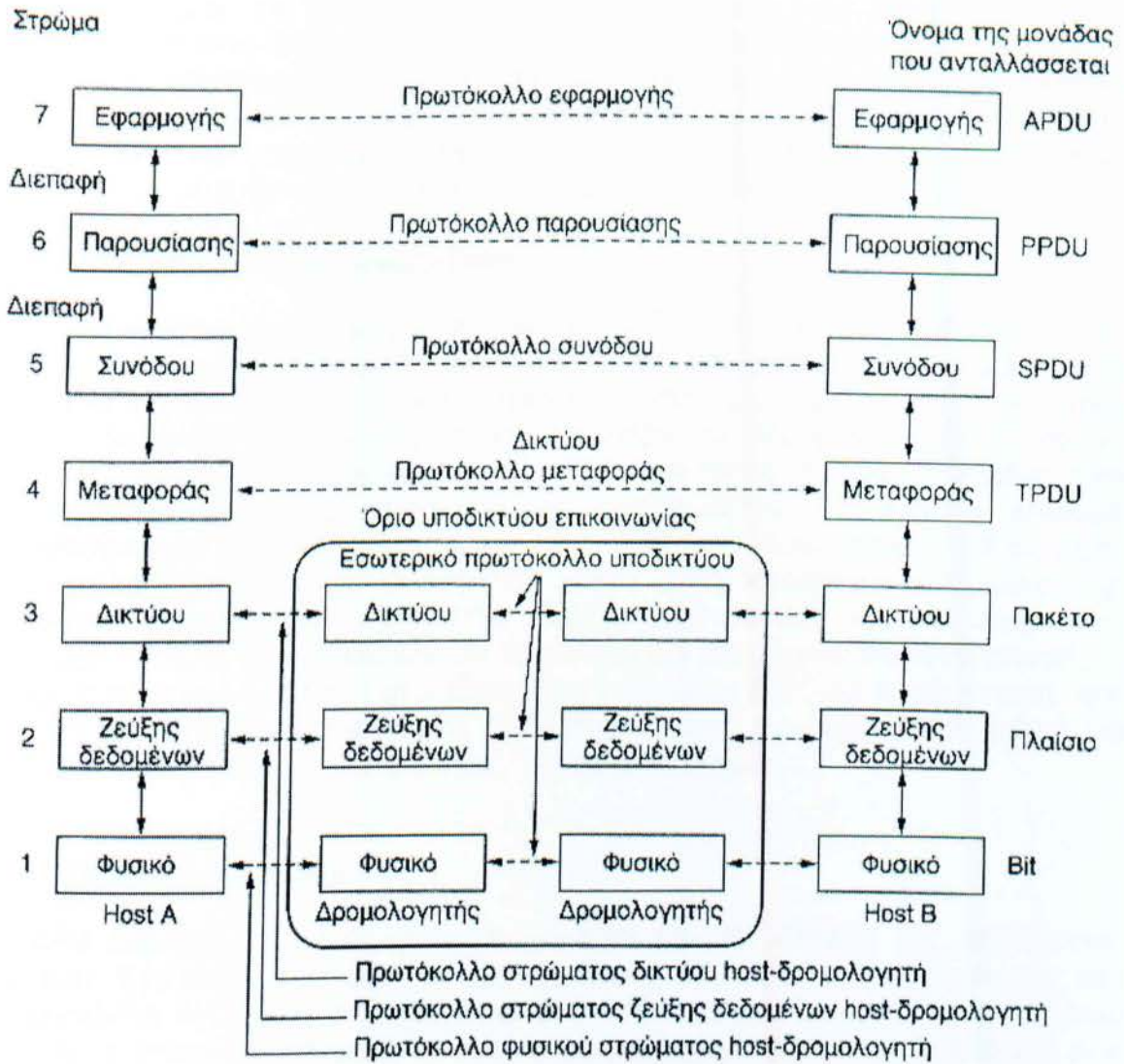
Το μοντέλο OSI παρουσιάζεται στο σχήμα 6 (εκτός από το φυσικό μέσο). Το μοντέλο αυτό βασίζεται σε μια πρόταση, που ανέπτυξε ο Οργανισμός Διεθνών Προτύπων ISO (International Standards Organization), ως ένα πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση της διεθνούς προτυποποίησης των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται στα διάφορα στρώματα (Day and Zimmermann 1983). Το μοντέλο αποκαλείται μοντέλο αναφοράς OSI (*Open Systems Interconnection*) του ISO, επειδή αφορά ανοικτά συστήματα, δηλαδή, συστήματα ανοικτά στην επικοινωνία μ' άλλα συστήματα. Συνήθως, θα το αποκαλούμε απλά OSI για συντομία.

Το μοντέλο OSI έχει επτά στρώματα. Οι αρχές που εφαρμόστηκαν για να προκύψουν τα επτά αυτά στρώματα είναι οι ακόλουθες:

1. Ένα στρώμα πρέπει να δημιουργείται οπουδήποτε χρειάζεται ένα διαφορετικό επίπεδο αφαίρεσης.
2. Κάθε στρώμα πρέπει να εκτελεί μια καλά προσδιορισμένη λειτουργία.

3. Η λειτουργία του καθενός στρώματος πρέπει να επιλέγεται με προοπτική τον καθορισμό διεθνώς προτυποποιημένων πρωτοκόλλων.
4. Τα όρια των στρωμάτων πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η ροή της πληροφορίας μέσω των διεπαφών.
5. Ο αριθμός των στρωμάτων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να μη συνωστίζονται, κατ' ανάγκη, διακεκριμένες λειτουργίες στο ίδιο στρώμα και αρκετά μικρός ώστε να μη γίνεται η αρχιτεκτονική δύσχρηστη.

Στη συνέχεια θα συζητήσουμε κάθε στρώμα του μοντέλου με τη σειρά του, αρχίζοντας από το κατώτατο.



Σχήμα 3.3.1.1: Το μοντέλο αναφοράς OSI.

3.3.1.2: Το Φυσικό Στρώμα

Το φυσικό στρώμα (*physical layer*) αφορά στη μετάδοση ακατέργαστων *bit* μέσω ενός επικοινωνιακού καναλιού. Τα θέματα της σχεδίασης σχετίζονται με τη διασφάλιση ότι, όταν η μια πλευρά στέλνει το *bit 1*, αυτό στην άλλη πλευρά λαμβάνεται ως *bit 1* και όχι ως *bit 0*. Τα τυπικά ερωτήματα εδώ είναι πόσα volts απαιτούνται για να αναπαρασταθεί

το *bit 1* και το *bit 0*, πόσα *µsec* διαρκεί ένα *bit*, κατά πόσο μπορεί να διεξάγεται η μετάδοση και προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα, πώς εγκαθίσταται η αρχική σύνδεση και πώς απολύεται όταν τελειώσουν και οι δύο πλευρές, πόσες ακίδες θα έχει ο ακροδέκτης (*connector*) του δικτύου και ποιος είναι ο ρόλος της καθεμιάς. Τα προβλήματα της σχεδίασης αφορούν ως επί το πλείστον τα μηχανικά, ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και τις διαδικασίες στις διεπαφές, καθώς και το φυσικό μέσο μετάδοσης, που τοποθετείται κάτω από το φυσικό στρώμα.

3.3.1.3: Το Στρώμα Ζεύξης Δεδομένων

Το κύριο καθήκον του στρώματος ζεύξης δεδομένων (*data link layer*) είναι να μετατρέπει το αναξιόπιστο μέσο μετάδοσης σε μια γραμμή που εμφανίζεται στο υπερκείμενο στρώμα δικτύου σαν ελεύθερη από σφάλματα μετάδοση. Εκπληρώνει το καθήκον του βάζοντας τον πομπό να τεμαχίζει τα δεδομένα εισόδου σε πλαίσια δεδομένων (*data frames*), συνήθως, λίγες εκατοντάδες ή λίγες χιλιάδες *byte*, να μεταδίδει τα πλαίσια στη σειρά και να επεξεργάζεται τα πλαίσια επαλήθευσης (*acknowledgement frames*) που στέλνει πίσω ο δέκτης. Αφού το φυσικό στρώμα απλά στέλνει και λαμβάνει ένα συρμό από *bits*, χωρίς να το απασχολεί η σημασία ή η δομή τους, είναι δουλειά του στρώματος ζεύξης δεδομένων να δημιουργεί και να αναγνωρίζει τα όρια των πλαισίων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, επισυνάπτοντας ειδικές ακολουθίες *bit* στην αρχή και στο τέλος του πλαισίου. Εάν, κατά σύμπτωση, αυτές οι ακολουθίες *bits* παρουσιάζονται στα δεδομένα, πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα ώστε να μην ερμηνεύονται, κατά λάθος, ως όρια πλαισίων.

3.3.1.4: Το Στρώμα Δικτύου

Το στρώμα δικτύου (*network layer*) ασχολείται με τον έλεγχο της λειτουργίας του υποδικτύου. Ένα σημαντικό ζήτημα της σχεδίασης εδώ είναι ο προσδιορισμός του πώς δρομολογούνται τα πακέτα από την αφετηρία στον προορισμό. Οι διαδρομές μπορεί να βασίζονται σε στατικούς πίνακες, οι οποίοι «ενσωματώνονται» στο δίκτυο και οι οποίοι αλλάζουν σπανίως. Μπορεί επίσης να καθορίζονται στην αρχή κάθε συνδιάλεξης, π.χ. για τη σύνοδο μεταξύ των τερματικών. Μπορεί, τέλος, οι διαδρομές να είναι εντελώς δυναμικές και να καθορίζονται εκ νέου για κάθε πακέτο, ώστε να ανταποκρίνονται στο τρέχον φορτίο του δικτύου. Αν κυκλοφορούν ταυτόχρονα στο υποδίκτυο πάρα πολλά πακέτα, θα εμπλακεί το ένα στο δρόμο του άλλου, σχηματίζοντας έτσι σημεία συνωστισμού (*bottlenecks*). Ο έλεγχος συμφόρησης αυτού του τύπου ανήκει επίσης στο στρώμα δικτύου.

3.3.1.5: Το Στρώμα Μεταφοράς

Η βασική λειτουργία του στρώματος μεταφοράς (*transport layer*) είναι να δέχεται δεδομένα από το στρώμα ανόδου, να τα τεμαχίζει σε μικρότερες μονάδες αν είναι απαραίτητο, να τα περνάς το στρώμα δικτύου και να εξασφαλίζει ότι όλα τα τμήματα φθάνουν σωστά στο άλλο άκρο.

Επιπλέον, όλα αυτά πρέπει να γίνονται αποδοτικά και με τέτοιο τρόπο, ώστε να απομονώνονται τα ανώτερα στρώματα από τις αναπόφευκτες αλλαγές στην τεχνολογία του υλικού. Υπό κανονικές συνθήκες, το στρώμα μεταφοράς δημιουργεί μια ξεχωριστή σύνδεση δικτύου, για κάθε σύνδεση μεταφοράς που απαιτείται από το στρώμα συνόδου. Ωστόσο, αν η σύνδεση μεταφοράς απαιτεί υψηλή διέλευση (*throughput*), το στρώμα μεταφοράς μπορεί να δημιουργήσει πολλαπλές συνδέσεις δικτύου, κατανέμοντας τα δεδομένα σ' αυτές ώστε να βελτιώσει τη διέλευση. Αν από την άλλη πλευρά, η εγκατάσταση ή η διατήρηση μιας σύνδεσης δικτύου είναι δαπανηρή, το στρώμα μπορεί να πολυπλέξει πολλές συνδέσεις μεταφοράς μέσα στην ίδια σύνδεση δικτύου ώστε να μειώσει το κόστος. Σ' όλες τις περιπτώσεις, το στρώμα μεταφοράς οφείλει να κάνει την πολυπλεξία αόρατη στο στρώμα ανόδου. Το στρώμα μεταφοράς επίσης καθορίζει το ποιον τύπο υπηρεσίας θα προσφέρει στο στρώμα ανόδου και, τελικά, στους χρήστες του δικτύου. Ο δημοφιλέστερος τύπος σύνδεσης μεταφοράς είναι ένας δίαυλος σημείου προς σημείο, χωρίς σφάλματα, που παραδίδει μηνύματα ή *byte* με την σειρά με την οποία έχουν σταλεί. Άλλοι πιθανοί τύποι υπηρεσίας μεταφοράς είναι η μεταφορά μεμονωμένων μηνυμάτων χωρίς εγγύηση ως προς τη σειρά λήψης και η εκπομπή μηνυμάτων προς πολλαπλούς προορισμούς. Ο τύπος της υπηρεσίας καθορίζεται όταν εγκαθίσταται η σύνδεση.

Το στρώμα μεταφοράς είναι ένα γνήσιο στρώμα από άκρο σε άκρο (*end-to-end*), από την αφετηρία στον προορισμό. Μ' άλλα λόγια, ένα πρόγραμμα στον πομπό διεξάγει μια συζήτηση μ' ένα παρόμοιο πρόγραμμα στον δέκτη μέσω των επικεφαλίδων των μηνυμάτων και των μηνυμάτων ελέγχου. Στα κατώτερα στρώματα, τα πρωτόκολλα διέπουν την επικοινωνία μεταξύ κάθε μηχανής και των αμέσως γειτονικών της και όχι την επικοινωνία μεταξύ των ακραίων μηχανών αφετηρίας και προορισμού.

Η διαφορά μεταξύ των στρωμάτων 1 έως 3, τα οποία είναι αλυσιδωτά, και των στρωμάτων 4 έως 7, τα οποία είναι από άκρο σε άκρο, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

3.3.1.6: Το Στρώμα Συνόδου

Το στρώμα συνόδου (*session layer*) επιτρέπει σε χρήστες που χρησιμοποιούν διαφορετικές μηχανές να αποκαθιστούν συνόδους (*sessions*) μεταξύ τους. Μια σύνοδος επιτρέπει τη συνηθισμένη μεταφορά δεδομένων, όπως δηλαδή και το στρώμα μεταφοράς, αλλά παρέχει επίσης επιπρόσθετες υπηρεσίες, χρήσιμες σε μερικές εφαρμογές. Μια σύνοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει την είσοδο (*login*) ενός χρήστη σ' ένα απομακρυσμένο σύστημα καταμερισμού χρόνου ή τη μεταφορά ενός αρχείου μεταξύ δύο μηχανών.

Μια από τις υπηρεσίες του στρώματος συνόδου είναι η διαχείριση του ελέγχου του διαλόγου. Οι σύνοδοι μπορούν να επιτρέπουν στην κίνηση να κατευθύνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα ή μόνο προς τη μια κατεύθυνση κάθε φορά. Αν η κίνηση μπορεί να διοχετευθεί προς τη μία μόνο κατεύθυνση κάθε φορά (κατ' αναλογία προς τη μονή σιδηροδρομική γραμμή), το στρώμα ανόδου μπορεί να βοηθά στην διατήρηση της σειράς.

3.3.1.7: Το Στρώμα Παρουσίασης

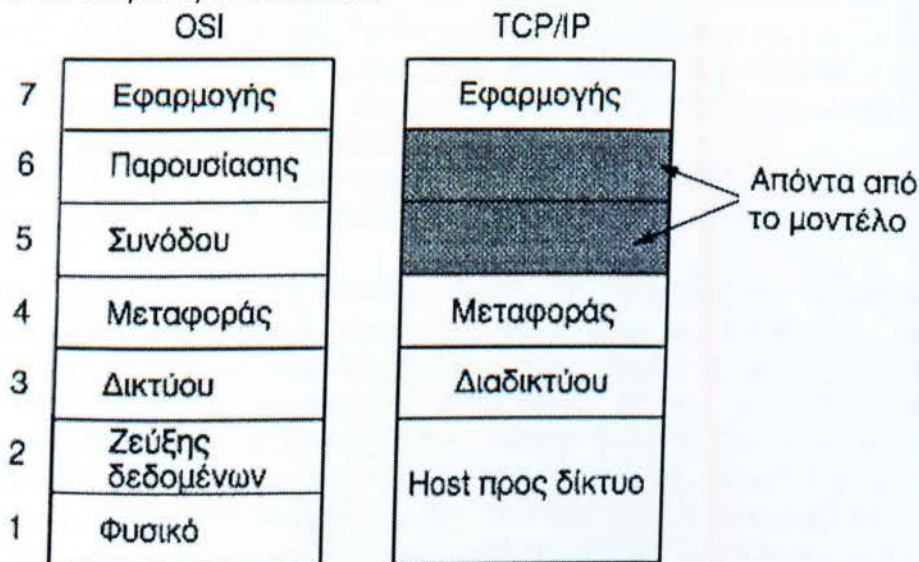
Το στρώμα παρουσίασης (presentation layer) εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες που ζητούνται αρκετά συχνά, ώστε να αξίζει να βρεθεί γενική λύση για αυτές, αντί να αφήνεται σε κάθε χρήστη η λύση του προβλήματος. Πιο συγκεκριμένα, σε αντίθεση μ' όλα τα κατώτερα στρώματα, που απλώς ενδιαφέρονται να μεταφέρουν bit αξιόπιστα από το ένα σημείο σ' άλλο, το στρώμα παρουσίασης ασχολείται με τη σύνταξη και τη σημασία της μεταδιδόμενης πληροφορίας.

3.3.1.8: Το Στρώμα Εφαρμογής

Το στρώμα εφαρμογής (application layer), περιλαμβάνει μια ποικιλία πρωτοκόλλων που απαιτούνται συχνά. Για παράδειγμα, υπάρχουν εκατοντάδες ασύμβατων τύπων τερματικών σ' όλο τον κόσμο. Σκεφτείτε το αδιέξοδο που προκύπτει, όταν ένας συντάκτης κειμένου πλήρους οθόνης (full screen editor) πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σ' ένα δίκτυο με πολλούς διαφορετικούς τύπους τερματικών, ο καθένας από τους οποίους χρησιμοποιεί διαφορετική διάταξη οθόνης, διαφορετικές ακολουθίες διαφυγής (escape sequences) για την εισαγωγή ή τη διαγραφή κειμένου, την κίνηση του δρομέα (cursor), κ.λ.π.

3.3.2: Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP.

Στην συνέχεια θα μελετήσουμε τη δεύτερη επικρατέστερη αρχιτεκτονική δικτύων υπολογιστών, το μοντέλο αναφοράς TCP/IP το οποίο προήρθε ως εξέλιξη του ARPANET, του πρόγονου όλων των δικτύων υπολογιστών. Το TCP/IP χρησιμοποιείται σήμερα από το παγκόσμιο Internet.



Σχήμα 3.3.2.1: Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP.

Στην συνέχεια θα μελετήσουμε, τα στρώματα του μοντέλου αναφοράς TCP/IP, ξεκινώντας από το χαμηλότερο.

3.3.2.1: Το Στρώμα Διαδικτύου

Αυτό το στρώμα, που αποκαλείται στρώμα διαδικτύου (*internet layer*), είναι ο ακρογωνιαίος λίθος που συγκρατεί όλη την αρχιτεκτονική. Η δουλειά του είναι να επιτρέπει στους *host* να εισάγουν πακέτα σ' οποιοδήποτε δίκτυο και να δρομολογεί τα πακέτα ανεξάρτητα στον προορισμό τους (που πιθανώς βρίσκεται σε διαφορετικό δίκτυο). Μπορεί να φθάσουν με διαφορετική σειρά απ' αυτήν με την οποία εστάλησαν, οπότε είναι δουλειά των ανωτέρων στρωμάτων να τα επαναδιατάξουν, εφόσον είναι επιθυμητή η παραλαβή με την ορθή σειρά.

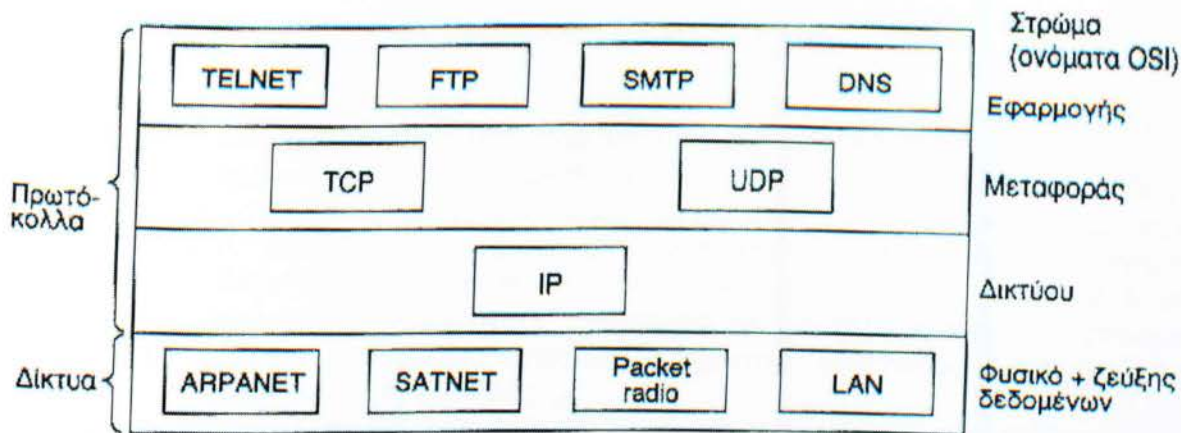
Το στρώμα διαδικτύου καθορίζει μια επίσημη μορφή πακέτου και πρωτοκόλλου που ονομάζεται πρωτόκολλο διαδικτύου IP (*Internet Protocol*). Η δουλειά του στρώματος διαδικτύου είναι να παραδίδει τα πακέτα IP στον προορισμό τους. Το κύριο θέμα εδώ είναι η δρομολόγηση πακέτων καθώς επίσης και η αποφυγή συμφόρησης. Η λειτουργικότητα του στρώματος διαδικτύου του TCP/IP είναι παρόμοια μ' εκείνη του στρώματος δικτύου του OSI.

3.3.2.2: Το Στρώμα Μεταφοράς

Το στρώμα που βρίσκεται πάνω από το στρώμα διαδικτύου στο μοντέλο TCP/IP αποκαλείται συνήθως στρώμα μεταφοράς (*transport layer*). Έχει σχεδιασθεί ώστε να παρέχει σε ομότιμες οντότητες, που βρίσκονται στους *host* της πηγής και του προορισμού, τη δυνατότητα να διεξάγουν μια συζήτηση, όπως ακριβώς γίνεται στο στρώμα μεταφοράς του μοντέλου OSI. Δύο πρωτόκολλα από άκρο σε άκρο έχουν καθορισθεί εδώ. Το πρώτο, το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης TCP (*Transmission Control Protocol*), είναι ένα αξιόπιστο, με σύνδεση, πρωτόκολλο που επιτρέπει σε μια ακολουθία *bytes* που ξεκινά από μια μηχανή, να παραδίδεται χωρίς λάθη σ' οποιαδήποτε άλλη μηχανή στο διαδίκτυο. Το πρωτόκολλο τεμαχίζει την εισερχόμενη ακολουθία *bytes* σε διακριτά μηνύματα και περνά το καθένα τους στο στρώμα διαδικτύου. Στον προορισμό, η διεργασία λήψης TCP συναρμολογεί την ακολουθία εξόδου από τα λαμβανόμενα μηνύματα.

Το TCP χειρίζεται επίσης τον έλεγχο ροής, ώστε να εμποδίζει έναν γρήγορο πομπό από το να πλημμυρίσει έναν αργό δέκτη με περισσότερα μηνύματα απ' όσα μπορεί να δεχθεί.

Το δεύτερο πρωτόκολλο στο στρώμα αυτό, το πρωτόκολλο δεδομενογραφημάτων χρήστη UDP (*User Datagram Protocol*), είναι ένα μη αξιόπιστο, χωρίς σύνδεση, πρωτόκολλο για εφαρμογές που δεν θέλουν τον έλεγχο της ακολουθίας ή της ροής του TCP και επιθυμούν να χρησιμοποιούν δικό τους. Επίσης χρησιμοποιείται ευρέως σε γρήγορες εφαρμογές και ερωταποκρίσεις, τύπου πελάτη-εξυπηρετητή, όπου η άμεση παράδοση είναι σπουδαιότερη από τη σωστή παράδοση, όπως π.χ. είναι η μετάδοση φωνής ή βίντεο. Η σχέση μεταξύ των IP, TCP και UDP παρουσιάζεται στο σχήμα 6.8. Από τότε που αναπτύχθηκε το μοντέλο αυτό, το IP έχει υλοποιηθεί και σε πολλά άλλα δίκτυα.



Σχήμα 3.3.2.2.1: Τα αρχικά πρωτόκολλα και δίκτυα του μοντέλου TCP/IP.

3.3.2.3 Το Στρώμα Εφαρμογής

Το μοντέλο TCP/IP δε διαθέτει στρώμα ανόδου ή στρώμα παρουσίασης. Δεν συμπεριελήφθησαν, διότι δεν προβλεπόταν καμία ανάγκη γι' αυτά. Η εμπειρία του μοντέλου OSI απέδειξε ότι η άποψη αυτή ήταν σωστή, διότι στις περισσότερες εφαρμογές έχουν μικρή χρήση. Στην κορυφή του στρώματος μεταφοράς βρίσκεται το στρώμα εφαρμογής (application layer). Περιλαμβάνει όλα τα πρωτόκολλα ανωτέρων στρωμάτων. Τα πρώτα που περιελήφθησαν είναι το νοητό τερματικό (TELNET), η μεταφορά αρχείων (FTP) και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (SMTP), όπως φαίνεται, στο σχ.6.8. Το πρωτόκολλο νοητού τερματικού επιτρέπει στον χρήστη μιας μηχανής να εισέλθει σε μια μακρινή μηχανή και να δουλέψει εκεί. Το πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων παρέχει έναν τρόπο αποδοτικής μετακίνησης δεδομένων από μία μηχανή σε μια άλλη. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ήταν αρχικά ένα είδος μεταφοράς αρχείων αλλά αργότερα αναπτύχθηκε ένα εξειδικευμένο πρωτόκολλο για αυτό. Σ' αυτά προστέθηκαν με τα χρόνια και πολλά άλλα πρωτόκολλα, όπως το DNS για την αντιστοίχιση των ονομάτων host με τις διευθύνσεις τους στο διαδίκτυο, το NNTP, το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για τη διασπορά νέων, το HTTP, το πρωτόκολλο που προσκομίζει σελίδες στο World Wide Web, και πολλά άλλα.

3.3.2.4: Το Στρώμα Host προς Δίκτυο

Κάτω από το στρώμα διαδικτύου υπάρχει ένα μεγάλο κενό. Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP δεν αναφέρει πολλά ως προς το τι συμβαίνει εκεί, εκτός από την υπόδειξη, ότι ο host πρέπει να συνδεθεί με το δίκτυο χρησιμοποιώντας κάποιο πρωτόκολλο, ώστε να μπορεί να στέλνει πακέτα IP σ' αυτό. Το πρωτόκολλο αυτό δεν είναι καθορισμένο και ποικίλλει από host σε host και από δίκτυο σε δίκτυο. Ακόμη και τα βιβλία και οι δημοσιεύσεις γύρω από το μοντέλο TCP/IP σπανίως το αναφέρουν.

3.3.3: Σύγκριση των μοντέλων αναφοράς OSI και TCP/IP.

Τα μοντέλα αναφοράς OSI και TCP/IP έχουν αρκετές ομοιότητες. Και τα δύο βασίζονται στην ιδέα μιας στοίβας από ανεξάρτητα πρωτόκολλα.

Ακόμη και η λειτουργικότητα των στρώματων είναι λίγο-πολύ η ίδια. Για παράδειγμα, σε αμφότερα τα μοντέλα, τα στρώματα μέχρι και το στρώμα μεταφοράς έχουν σκοπό να παρέχουν μία, από άκρο σε άκρο και ανεξάρτητη από το δίκτυο, υπηρεσία μεταφοράς στις διεργασίες που επιθυμούν να επικοινωνήσουν. Τα στρώματα αυτά απαρτίζουν τον παροχέα μεταφοράς. Σ' αμφότερα τα μοντέλα επίσης, τα στρώματα πάνω από το στρώμα μεταφοράς αποτελούν χρήστες υπηρεσίας μεταφοράς που εξυπηρετούν συγκεκριμένες εφαρμογές.

Μια προφανής διαφορά μεταξύ των δύο μοντέλων είναι ο αριθμός των στρώματων. Το μοντέλο OSI έχει 7 στρώματα ενώ το TCP/IP έχει 4 στρώματα. Αμφότερα διαθέτουν στρώματα (δια)δικτύου, μεταφοράς και εφαρμογής, αλλά τ' άλλα στρώματα είναι διαφορετικά.

Μια άλλη διαφορά αφορά στην επικοινωνία με σύνδεση και χωρίς σύνδεση. Το μοντέλο OSI υποστηρίζει αμφότερες τις μεθόδους στο στρώμα δικτύου, αλλά μόνον υπηρεσία με σύνδεση στο στρώμα μεταφοράς, όπου και έχει σημασία (επειδή η υπηρεσία μεταφοράς είναι ορατή στους χρήστες). Το μοντέλο TCP/IP διαθέτει μόνο μια υπηρεσία στο στρώμα δικτύου (χωρίς σύνδεση), αλλά υποστηρίζει αμφότερες στο στρώμα μεταφοράς, προσφέροντας στους χρήστες τη δυνατότητα επιλογής. Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα απλά πρωτόκολλα αίτησης- απόκρισης.

3.3.4: Εφαρμογή του πρωτοκόλλου TCP/IP : Το Internet.

Ο συνδετικός ιστός του Internet είναι το μοντέλο αναφοράς TCP/IP και η στοίβα πρωτοκόλλων TCP/IP. Το TCP/IP έχει κάνει πραγματικότητα την παγκόσμια υπηρεσία δικτύου και μπορεί πλέον να συγκριθεί με το τηλεφωνικό σύστημα ή την αποδοχή του τυποποιημένου ανοίγματος σιδηροδρομικών γραμμών κατά το 19ο αιώνα.

Τι πραγματικά σημαίνει να είναι κάποιος στο Internet; Ο ορισμός μας είναι ότι μία μηχανή είναι στο Internet αν τρέχει τη στοίβα πρωτοκόλλων TCP/IP, έχει μια διεύθυνση IP και έχει τη δυνατότητα να στέλνει IP πακέτα σ' όλες τις άλλες μηχανές στο Internet. Η απλή δυνατότητα να στέλνει και να λαμβάνει ηλεκτρονικό ταχυδρομείο δεν είναι αρκετή, από τη στιγμή που το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο διοδεύεται σε πολλά δίκτυα, εκτός του Internet. Το θέμα, πάντως, περιπλέκεται κάπως από το γεγονός ότι πολλοί προσωπικοί υπολογιστές έχουν τη δυνατότητα να καλέσουν μέσω modem έναν παροχέα υπηρεσιών Internet, να τους εκχωρηθεί μια προσωρινή διεύθυνση IP και να στείλουν πακέτα IP σ' άλλους host στο Internet.

Φαίνεται λογικό να θεωρούμε ότι αυτές οι μηχανές είναι στο Internet για όσο καιρό παραμένουν συνδεδεμένες στον δρομολογητή του παροχέα υπηρεσιών. Λόγω της εκθετικής αύξησης, ο παλιός ανεπίσημος τρόπος λειτουργίας του Internet δεν είναι πλέον αποδοτικός. Το 1992, δημιουργήθηκε η *Internet Society* για να προωθήσει τη χρήση του Internet και, πιθανώς, να αναλάβει στο τέλος τη διαχείρισή του.

Παραδοσιακά, το Internet είχε τέσσερις βασικές εφαρμογές, τις εξής :

1.Email. Η δυνατότητα σύνθεσης, αποστολής και παραλαβής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου υπήρχε από τις πρώτες ημέρες λειτουργίας του ARPANET και είναι δημοφιλέστατη. Πολλοί λαμβάνουν δεκάδες μηνυμάτων ημερησίως και το θεωρούν ως τον κύριο τρόπο συνδιαλλαγής με τον εξωτερικό κόσμο, πολύ προτιμότερο από το τηλέφωνο και το (βραδυ)ταχυδρομείο. Τα προγράμματα email είναι πλέον διαθέσιμα σχεδόν σ' όλα τα είδη υπολογιστών.

2.News. Οι ομάδες διασποράς νέων αποτελούν ειδικά φόρουμ σχολιασμού, στα οποία χρήστες με κοινά ενδιαφέροντα μπορούν να ανταλλάσσουν μηνύματα. Υπάρχουν χιλιάδες τέτοιες ομάδες, για τεχνικά ή μη τεχνικά θέματα, συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστών, της επιστήμης, της διασκέδασης και της πολιτικής. Κάθε ομάδα έχει δικό της στυλ και τις δικές της συνήθειες και αποδοκιμάζει όποιον τα παραβιάζει.

3.Απομακρυσμένη σύνδεση. Με τη βοήθεια του Telnet, του Rlogin ή άλλων προγραμμάτων, οι απανταχού χρήστες του Internet μπορούν να εισέλθουν και να συνδεθούν σε οποιαδήποτε άλλη μηχανή έχουν λογαριασμό.

4.Μεταφορά Αρχείων. Με τη χρήση του προγράμματος FTP, είναι δυνατή η αντιγραφή αρχείων από μια μηχανή του Internet σε κάποια άλλη. Τεράστιοι αριθμοί άρθρων, βάσεων δεδομένων και άλλες πληροφορίες είναι διαθέσιμες κατ' αυτόν τον τρόπο.

3.4: Το πρότυπο IEEE 802.3 (Ethernet).

Αφού αναλύσαμε τα δύο πιο διαδεδομένα μοντέλα αναφοράς δικτύων, τα οποία ουσιαστικά αποτελούν μοντέλα σχεδιασμού δικτύων, θα ασχοληθούμε με τον πιο διαδεδομένο ίσως τύπο δικτύου υπολογιστών, το Ethernet.

Το πρότυπο 802.3 του IEEE είναι ένα επίμονο CSMA/CD για LAN. Όταν ένας σταθμός θέλει να μεταδώσει, αφουγκράζεται το καλώδιο. Αν το καλώδιο είναι απασχολημένο, ο σταθμός περιμένει μέχρις ότου το καλώδιο ελευθερωθεί, διαφορετικά μεταδίδει αμέσως. Εάν δύο ή περισσότεροι αρχίσουν να μεταδίδουν συγχρόνως σε ελεύθερο καλώδιο, θα συγκρουστούν. Όλοι οι συγκρουόμενοι σταθμοί τερματίζουν τότε τη μετάδοση τους, περιμένουν ένα τυχαίο χρονικό διάστημα και επαναλαμβάνουν όλη τη διαδικασία από την αρχή.

3.4.1: Καλωδίωση του IEEE 802.3.

Συνήθως χρησιμοποιούνται πέντε τύποι ομοαξονικού καλωδίου. Ιστορικά, πρώτα εμφανίστηκε η καλωδίωση 10Base5, γνωστή ως παχύ Ethernet (thick Ethernet). Μοιάζει με κίτρινο σωλήνα ποτίσματος, με σημάδια κάθε 2,5 m που δείχνουν που βρίσκονται οι απομαστεύσεις. Το πρότυπο 802.3, στην πραγματικότητα, δεν απαιτεί το κίτρινο χρώμα, αλλά το συνιστά. Οι συνδέσεις μ' αυτό γίνονται με απομαστευτικές δαγκάνες (vampire taps), στις οποίες μια ακίδα ωθείται προσεκτικά μέχρι το μέσο του ομοαξονικού καλωδίου στον πυρήνα. Ο συμβολισμός 10Base5 σημαίνει ότι λειτουργεί

στα 10Mbps, χρησιμοποιεί σηματοδότηση βασικής ζώνης και μπορεί να υποστηρίξει τμήματα μήκους μέχρι και 500 μέτρα.

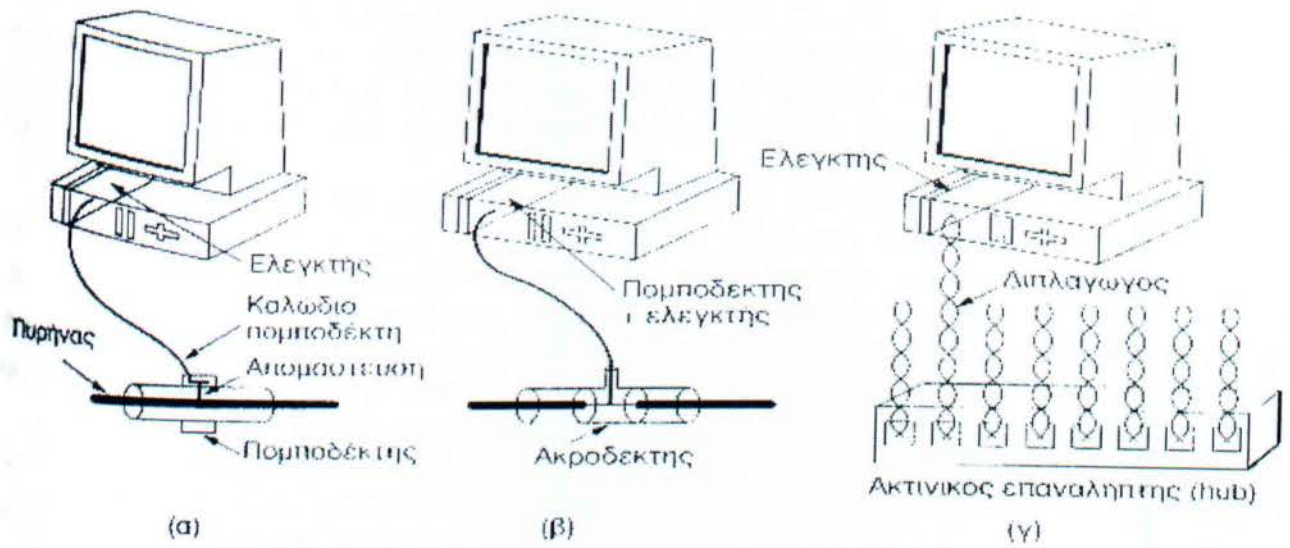
| Όνομα | Καλώδιο | Μέγιστο τμήμα | Κόμβοι / τμήμα | Πλεονεκτήματα |
|----------|------------------|---------------|----------------|-------------------------|
| 10Base5 | Παχύ ομοαξονικό | 500 | 100 | Καλό για δικτυο σκελετό |
| 10Base2 | Λεπτό ομοαξονικό | 200 | 30 | Το φθηνότερο σύστημα |
| 10Base-T | Διπλαγωγός | 100 | 1.024 | Εύκολη συντήρηση |
| 10Base-F | Οπτική ίνα | 2.000 m | 1.024 | Άριστο μεταξύ κτιρίων |

Σχήμα 3.3.4.1: Οι συνηθέστεροι τύποι LAN βασικής ζώνης.

Ιστορικά, ο δεύτερος τύπος καλωδίων ήταν το 10Base2 ή λεπτό Ethernet (thin Ethernet), το οποίο, αντίθετα με το παχύ Ethernet που μοιάζει με σωλήνα ποτίσματος, λυγίζει εύκολα. Οι συνδέσεις σ' αυτό γίνονται με τη βοήθεια τυποποιημένων ακροδεκτών BNC ώστε να σχηματίζονται διακλαδώσεις-T, αντί της χρήσης δαγκάνων. Αυτές οι (τυποποιημένες) συνδέσεις είναι περισσότερο εύχρηστες και αξιόπιστες. Το λεπτό Ethernet είναι φθηνότερο και ευκολότερο στην εγκατάσταση, αλλά μπορεί να καλύψει μόνο 200 μέτρα και μπορεί να υποστηρίξει μόνο 30 μηχανές ανά τμήμα καλωδίου.

Ο εντοπισμός των κομμένων καλωδίων, των κακών διακλαδώσεων ή των χαλαρών ακροδεκτών μπορεί να είναι μεγάλο πρόβλημα σε όλα τα είδη των μέσων. Για το λόγο αυτό, έχουν δημιουργηθεί διάφορες τεχνικές για τον εντοπισμό τους. Βασικά, μέσα στο καλώδιο διαχέεται ένας παλμός γνωστής μορφής. Εάν ο παλμός χτυπήσει σε εμπόδιο ή στο τέλος του καλωδίου, θα δημιουργηθεί ηχώ η οποία επιστρέφει πίσω. Με προσεκτική χρονομέτρηση του διαστήματος μεταξύ του χρόνου αποστολής του παλμού και του χρόνου λήψης της ηχούς, είναι δυνατός ο εντοπισμός της πηγής που δημιουργεί την ηχώ. Η τεχνική αυτή ονομάζεται μέτρηση ανάκλασης στο πεδίο του χρόνου (time domain reflectometry).

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τον εντοπισμό των διακοπών του καλωδίου έχουν οδηγήσει τα συστήματα προς μια διαφορετική σχεδίαση της καλωδίωσης, όπου όλοι οι σταθμοί έχουν ένα καλώδιο να απλώνεται προς ακτινικό επαναλήπτη ή πλήμνη (hub). Συνήθως, τα καλώδια αυτά είναι τηλεφωνικοί διπλαγωγοί, επειδή τα περισσότερα κτίρια γραφείων είναι καλωδιωμένα κατ' αυτόν τον τρόπο και κανονικά υπάρχει πληθώρα διαθέσιμων ζευγών. Η σχεδίαση αυτή ονομάζεται 10Base-T. Οι τρεις τρόποι καλωδίωσης φαίνονται στο σχήμα.10. Στο 10Base5, ένας πομποδέκτης (transceiver) βιδώνεται προσεκτικά γύρω από το καλώδιο έτσι ώστε η απομάστευση να έρχεται σε επαφή με τον εσωτερικό πυρήνα. Ο πομποδέκτης περιέχει τα ηλεκτρονικά κυκλώματα που χειρίζονται την ανίχνευση του φέροντος και των συγκρούσεων. Όταν ανιχνευθεί σύγκρουση, ο πομποδέκτης τοποθετεί ένα ειδικό σήμα ακύρωσης στο καλώδιο για να βεβαιωθεί ότι όλοι οι άλλοι πομποδέκτες αντιλαμβάνονται κι αυτοί ότι έγινε σύγκρουση.



Σχήμα 3.3.4.2: Τρεις τύποι καλωδίωσης 802.3 : (α) 10Base5, (β) 10Base2, (γ) 10Base-T

Στο 10Base5, το καλώδιο πομποδέκτη (transceiver cable) συνδέει τον πομποδέκτη με μια κάρτα μέσα στον υπολογιστή. Το καλώδιο πομποδέκτη μπορεί να έχει μήκος μέχρι 50 μέτρα και περιέχει πέντε ανεξάρτητους θωρακισμένους διπλαγωγούς. Δύο από τα ζεύγη είναι για την είσοδο και την έξοδο δεδομένων, αντίστοιχα. Δύο επιπλέον είναι για την είσοδο και την έξοδο σημάτων ελέγχου. Το πέμπτο ζευγάρι, που δεν χρησιμοποιείται πάντοτε, επιτρέπει στον υπολογιστή να τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τον πομποδέκτη. Μερικοί πομποδέκτες επιτρέπουν μέχρι και σε οκτώ κοντινούς υπολογιστές να συνδεθούν μ' αυτούς (τους πομποδέκτες) για να ελαττωθεί ο αριθμός των πομποδεκτών που απαιτούνται.

Το καλώδιο πομποδέκτη τερματίζεται σε μια κάρτα μέσα στον υπολογιστή. Η κάρτα περιέχει έναν ελεγκτή (controller chip) που μεταδίδει και λαμβάνει πλαίσια προς και από τον πομποδέκτη. Ο ελεγκτής είναι υπεύθυνος για τη συναρμολόγηση των δεδομένων στην κατάλληλη μορφή πλαισίου, καθώς επίσης και για τον υπολογισμό του αθροίσματος ελέγχου των εξερχόμενων πλαισίων και τον έλεγχο αυτού στα εισερχόμενα πλαίσια.

Μερικοί ελεγκτές διαχειρίζονται επίσης τους χώρους προσωρινής αποθήκευσης για τα εισερχόμενα πλαίσια, τους χώρους προσωρινής αποθήκευσης με δεδομένα που πρόκειται να μεταδοθούν, τις μεταφορές DMA με τους host και άλλα θέματα διαχείρισης δικτύου.

Στο 10Base2, η σύνδεση με το καλώδιο είναι απλώς ένας παθητικός ακροδέκτης BNC διακλάδωσης-T. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα του πομποδέκτη βρίσκονται στην κάρτα του υπολογιστή και κάθε σταθμός έχει το δικό του πομποδέκτη.

Στο 10Base-T, δεν υπάρχει καθόλου καλώδιο, παρά μόνο ένα hub. Η πρόσθεση ή η αφαίρεση ενός σταθμού είναι απλούστερες σ' αυτήν την διάταξη και οι διακοπές του καλωδίου μπορούν να ανιχνευθούν εύκολα. Το μειονέκτημα του 10Base-T είναι ότι η μέγιστη απόσταση του καλωδίου από το hub είναι μόνο 100 μέτρα, μπορεί και 150 μέτρα, αν χρησιμοποιηθούν ζεύγη υψηλής ποιότητας (κατηγορίας 5). Επίσης, ένα μεγάλο hub κοστίζει χιλιάδες €. Πάντως, το 10Base-T γίνεται σταθερά περισσότερο δημοφιλές, λόγω ευκολίας συντήρησής του.

Μια τέταρτη επιλογή καλωδίωσης του 802.3 είναι το 10Base-F, το οποίο χρησιμοποιεί οπτικές ίνες. Η επιλογή αυτή είναι δαπανηρή λόγω του κόστους των ακροδεκτών και των τερματισμών, αλλά παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στον θόρυβο και είναι η κατάλληλη μέθοδος για τη σύνδεση κτιρίων ή hub που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Ένα καλώδιο απλώνεται από δωμάτιο σε δωμάτιο, με κάθε σταθμό να συνδέεται σ' αυτό στο πλησιέστερο σημείο του μια στήλη διέρχεται κατακόρυφα από το ισόγειο μέχρι την οροφή, με τα οριζόντια καλώδια κάθε ορόφου να συνδέονται σ' αυτή με ειδικούς ενισχυτές (επαναλήπτες, repeaters). Σε μερικά κτίρια τα οριζόντια καλώδια είναι λεπτά, ενώ η κατακόρυφη στήλη είναι παχύ καλώδιο. Η πλέον γενική τοπολογία είναι του δένδρου, διότι ένα δίκτυο με δύο μονοπάτια ανάμεσα σε μερικά ζεύγη σταθμών θα υπέφερε από παρεμβολές μεταξύ των δύο σημάτων.

Κάθε παραλλαγή του 802.3 έχει ένα μέγιστο μήκος καλωδίου ανά τμήμα. Για μεγαλύτερα δίκτυα, μπορούν να συνδεθούν πολυάριθμα καλώδια με επαναλήπτες (repeaters), όπως φαίνεται στο σχήμα παραπάνω.

Οι επαναλήπτες είναι μια μονάδα του φυσικού στρώματος. Λαμβάνει ενισχύει και αναμεταδίδει σήματα προς αμφότερες τις κατευθύνσεις. Όσον αφορά στο λογισμικό, μια σειρά από τμήματα καλωδίων που συνδέονται μεταξύ τους με επαναλήπτες δε διαφέρει από ένα και μόνο καλώδιο (εκτός από κάποια καθυστέρηση που προκαλείται από τους επαναλήπτες). Ένα σύστημα μπορεί να περιέχει πολλά τμήματα καλωδίων και πολλούς επαναλήπτες, αλλά δύο πομποδέκτες δε μπορούν να βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 2,5 km μεταξύ τους και κανένα μονοπάτι μεταξύ δύο πομποδεκτών δε μπορεί να διασχίσει περισσότερους από τέσσερις επαναλήπτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΟΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

4.1: Εισαγωγή στο SCADA

4.1.1: Γενικά

4.1.2: Αρχή λειτουργίας

4.1.3: Σύγχρονα κατανεμημένα συστήματα SCADA

4.1.4: Εφαρμογές των SCADA

4.1: Εισαγωγή στο SCADA.

4.1.1: Γενικά.

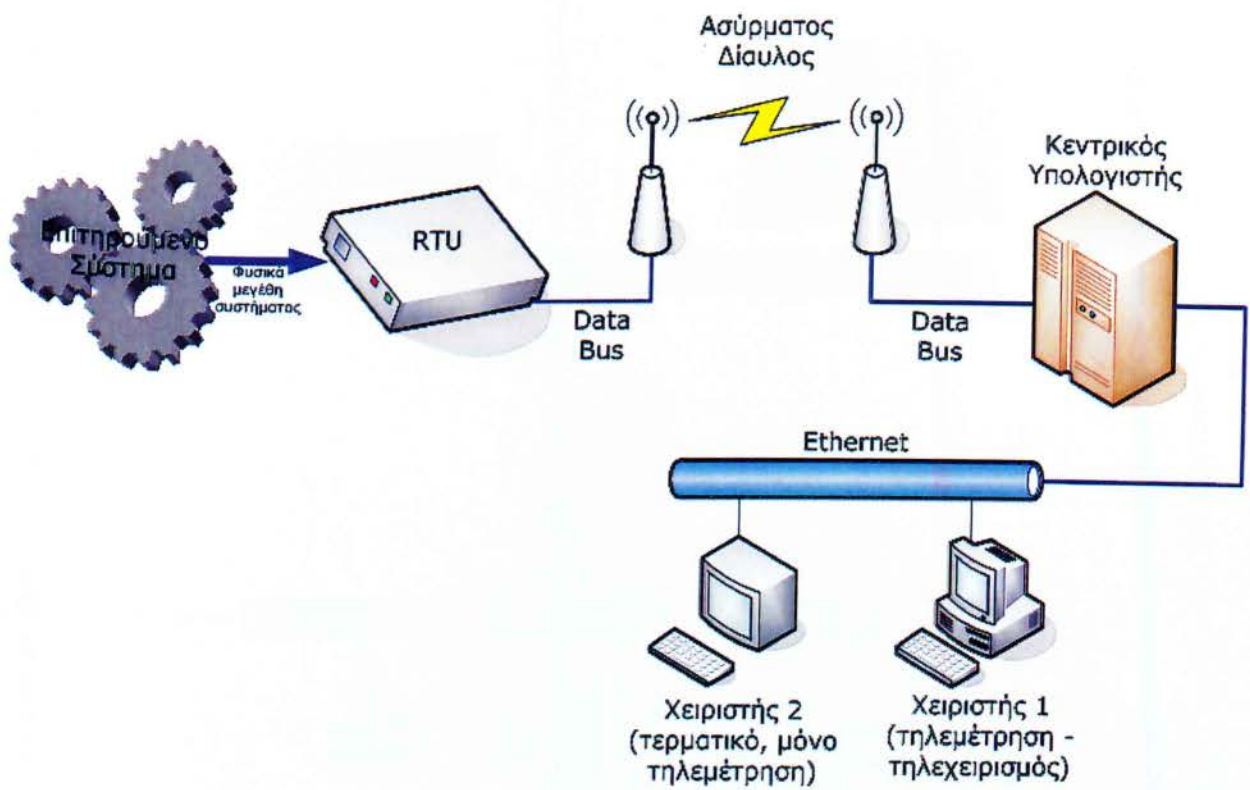
Ξεκινώντας την περιγραφή των συστημάτων SCADA είναι σκόπιμο να αναφέρουμε τι είναι το SCADA. Η λέξη SCADA αποτελεί τα αρχικά των λέξεων **Supervisory, Control And Data Acquisition System**, δηλαδή σύστημα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής πληροφοριών. Είναι συνεπώς συστήματα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού, τα οποία συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες διεργασίες και χρησιμοποιούνται για τον εποπτικό τους έλεγχο. Τα SCADA βρίσκουν τεράστιες εφαρμογές, τόσο σε βιομηχανικές μονάδες όσο και σε συστήματα μεταφορές και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό γιατί επιτρέπουν την διαχείριση και την εποπτεία ενός συστήματος που μπορεί να βρίσκεται αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τον χώρο ελέγχου, όπως συνήθως συμβαίνει με τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και τις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Παρά όλα αυτά δεν συναντάμε συστήματα SCADA σε μικρομεσαίες βιομηχανικές μονάδες, λόγω του μεγάλου κόστους της υλικοτεχνικής υποδομής (hardware) αλλά και του λογισμικού (software). Ένα σύστημα SCADA είναι υπεύθυνο για την διαχείριση και τον έλεγχο διαφόρων διεργασιών, δηλαδή είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση, την καταγραφή και τον έλεγχο ενός πλήθους βασικών μεταβλητών και παραμέτρων του συστήματος. Οι στόχοι του SCADA αναφέρονται ευθύς αμέσως :

- Η διασφάλιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.
 - Η μεγιστοποίηση της παραγωγής με χρήση των ελάχιστων δυνατών (ενεργειακών) πόρων.
 - Η βέλτιστη διαχείριση του εξοπλισμού, των υλικών και της ενέργειας της εγκατάστασης.
 - Η ασφάλεια του εξοπλισμού και του προσωπικού παρακολούθησης της διεργασίας.
- Είναι σημαντικό όλοι οι παραπάνω στόχοι να επιτυγχάνονται παράλληλα. Δεν είναι δυνατό να επιδιώκουμε μεγιστοποίηση της παραγωγής χωρίς πρώτα να έχουμε εξασφαλίσει την βελτιστοποίηση διαχείρισης των διαθέσιμων πόρων και υλικών. Επιπλέον ο έλεγχος των διεργασιών θα πρέπει να είναι εξαιρετικά γρήγορος, ώστε να έχουμε επίγνωση της κατάστασης των επιτηρούμενων μεγεθών σε πραγματικό χρόνο (real time). Αυτό γίνεται αμέσως εμφανές αν αναφερθούμε στο θέμα της ασφάλειας. Η επέμβαση στις διεργασίες σε περίπτωση κινδύνου θα πρέπει να είναι άμεση και αποτελεσματική ώστε να αποφεύγουμε μερική ή ολική καταστροφή του εξοπλισμού, ακόμα και ανθρώπινες απώλειες.
- Έκτος των παραπάνω, ένα σύστημα SCADA μπορεί να επιτηρεί και να χειρίζεται ένα πλήθος μεταβλητών του συστήματος αυτομάτου ελέγχου, αλλά και να διαχειρίζεται και οικονομικά μεγέθη (παραγγελίες – παραδόσεις προϊόντων) σε συνεργασία με οικονομικά πακέτα, προκειμένου να παρέχει στον χειρίστη του συνολική εποπτεία της παραγωγικής μονάδας. Πιο συγκεκριμένα, ένα σύστημα SCADA προσφέρει :
- άμεση πληροφόρηση της κατάστασης της διεργασίας
 - αντιστάθμιση των μεταβλητών ελέγχου της διεργασίας με στόχο τη διατήρηση των δεδομένων ονομαστικών τους τιμών (setpoints) καθώς και τη διατήρηση των απαιτούμενων επιπέδων παραγωγής

- έγκαιρη σήμανση των βλαβών και της κακής λειτουργίας του εξοπλισμού στις διάφορες διεργασίες, ώστε να παρέχεται η μέγιστη ασφάλεια του εξοπλισμού και των εργαζομένων
- πρόγνωση και διάγνωση των βλαβών του εξοπλισμού και έγκαιρο εντοπισμό τους για την μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητάς του
- καταγραφή και αποθήκευση πληροφοριών σχετικά με την παραγωγή και τη διαχείρισή της
- καλή λειτουργία του εξοπλισμού με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης και επομένως της παραγωγικότητάς του

4.1.2: Αρχή Λειτουργίας.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει ένα σύστημα SCADA αποτελεί ένα πλήρες σύστημα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού. Έτσι χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου το προς διαχείριση σύστημα απέχει αρκετά από το χώρο διαχείρισης. Προκειμένου λοιπόν να υλοποιήσουμε ένα SCADA απαιτούνται, εκτός των άλλων, ένα σύστημα τηλεμετρίας. Το σύστημα αυτό υλοποιείται με τη βοήθεια σταθμών RTU (Remote Telemetry Units), οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τη παραγωγική διαδικασία, «διαβάζουν» τις τιμές διαφόρων φυσικών μεγεθών που μας ενδιαφέρουν, π.χ. πίεση, θερμοκρασία, συχνότητα, τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα και τα μεταδίδουν μέσω ενός ενσύρματου ή ασύρματου διαύλου (ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής) στον υπολογιστή που φέρει το λογισμικό SCADA, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στις διαδοχικές μεταδόσεις εξαρτάται αφενός από την ταχύτητα εξέλιξης της επιτηρούμενης διεργασίας και αφετέρου από την ακρίβεια που επιθυμούμε για το σύστημα μας. Εκτός των RTU, για την υλοποίηση του SCADA, απαιτούνται και ένας κεντρικός υπολογιστής, αρκετά μεγάλης υπολογιστικής ισχύος, που θα φέρει το λογισμικό SCADA και στον οποίο θα καταλήγουν οι μετρήσεις από όλους τους σταθμούς RTU καθώς και οι απαιτούμενες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις ανάμεσα στους σταθμούς RTU και τον κεντρικό υπολογιστή. Στο σχήμα 4.1 φαίνεται μια συνηθισμένη τοπολογία ενός συστήματος SCADA.



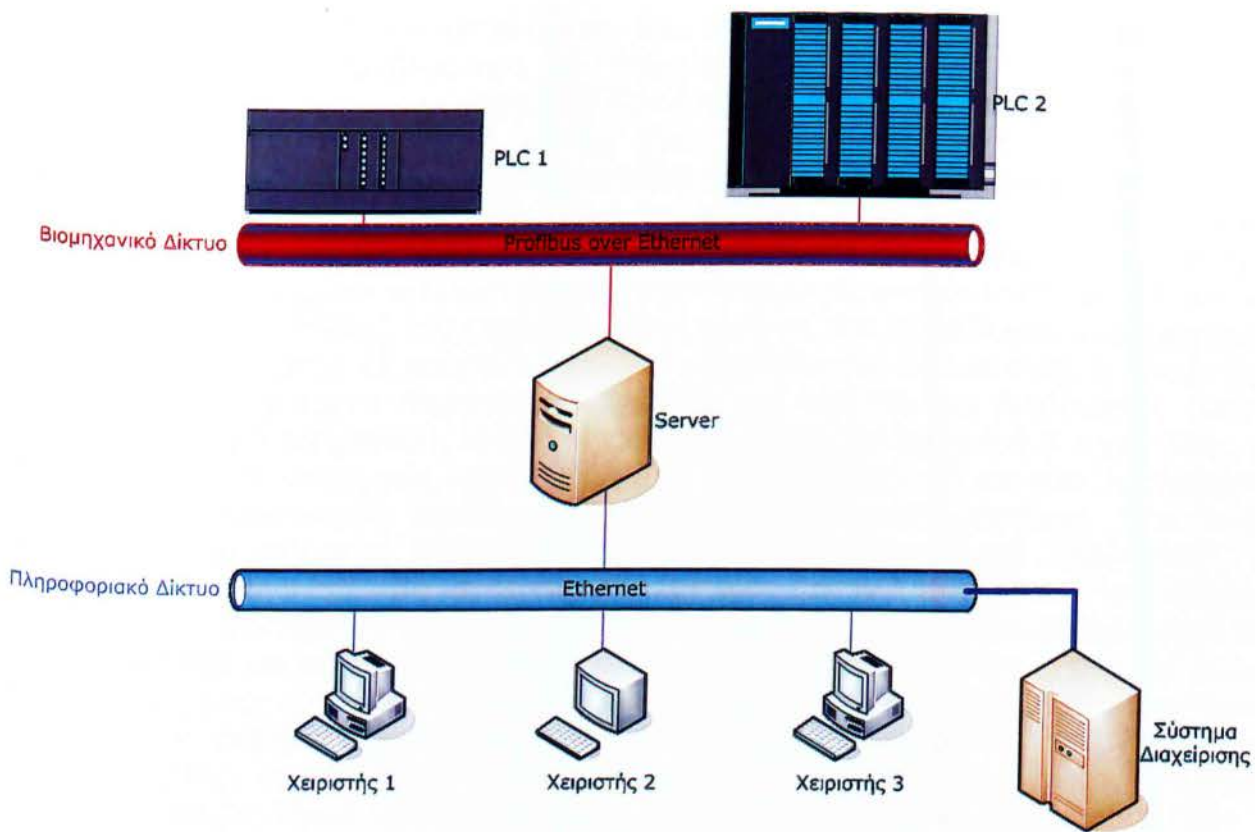
Εικόνα 4.1.2.1: Τοπολογία ενός συστήματος SCADA

4.1.3: Σύγχρονα κατακεντρωμένα συστήματα SCADA.

Στις μέρες μας, όπου οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν κατακλύσει την αγορά, οι κατασκευαστές λογισμικού SCADA καλούνται να αναπτύξουν περιβάλλοντα SCADA τα οποία θα μπορούν να «τρέχουν» σε προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές (PC), θα είναι σχεδιασμένα με βάση την 32μπιτη αρχιτεκτονική των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων καθώς και θα υποστηρίζουν τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα διασύνδεσης υπολογιστών (Ethernet, Token Ring) αλλά και PLC (Profibus, Industrial Ethernet, TCP/IP).

Επίσης, από τα σύγχρονα SCADA απαιτείται να είναι εξαιρετικά φιλικά ως προς τον χρήστη αλλά και να μην απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού. Τέλος, πρέπει να είναι πλήρως αντικειμενοστραφή (object-oriented) σε επίπεδο δεδομένων (data) και λειτουργιών (functions), έτσι ώστε να περιέχουν όλους τους απαραίτητους οδηγούς (drivers) για επικοινωνία με τις εισόδους, τις εξόδους και τις μνήμες του PLC.

Τα σύγχρονα συστήματα SCADA υλοποιούνται με βάση την κατακεντρωμένη αρχιτεκτονική της οποίας η τοπολογία φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 4.2.



Εικόνα 4.1.3.1: Κατανεμημένη αρχιτεκτονική Συστήματος Συλλογής Πληροφοριών και Εποπτικού Ελέγχου (SCADA)

Όπως φαίνεται από το σχήμα 4.2, η κατανεμημένη αρχιτεκτονική αποτελείται από δύο ανεξάρτητα δίκτυα. Το πρώτο είναι το βιομηχανικό δίκτυο και περιέχει τα PLC. Στην κορυφή του δικτύου αυτού βρίσκεται ένας εξυπηρετητής (server), ο οποίος συνήθως είναι ένας σταθμός εργασίας (π.χ. Alpha, Vaxstation, RISC, Sun SPARK, IBM RS6000 κλπ.) με λειτουργικό σύστημα ικανότητας επεξεργασίας πολλαπλών έργων (multitasking) (όπως π.χ. UNIX, Sun Solaris, WINDOWS-NT κλπ.) ή ένας μικροϋπολογιστής μεγάλης υπολογιστικής ισχύος, όπως ο Pentium4 3.2GHz με 1 GB RAM, επίσης με λειτουργικό ικανότητας διαχείρισης πολλαπλών έργων (όπως UNIX, WINDOWS-NT, Linux).

Ο εξυπηρετητής αφενός διαχειρίζεται το βιομηχανικό δίκτυο, δηλαδή ελέγχει και καθορίζει της εκπομπές πακέτων από και προς τα PLC, και αφετέρου φέρει δύο βάσεις δεδομένων. Η πρώτη είναι μια βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου (Real Time Data Base, RTDB) στην οποία αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται από το PLC που βρίσκονται προσδεδεμένα στην επιτηρούμενη παραγωγική διαδικασία. Η δεύτερη αποτελεί μια σχεσιακή βάση δεδομένων (Relational Data Base-RDB), στην οποία βρίσκονται αποθηκευμένες όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την λειτουργία του συστήματος.

Ένας ακόμη ρόλος του server είναι να εξυπηρετεί τα διάφορα μικροϋπολογιστικά συστήματα που είναι συνδεδεμένα στο δεύτερο ανεξάρτητο δίκτυο του συστήματος SCADA. Πρόκειται για το πληροφοριακό δίκτυο (information network), υψηλής ταχύτητας που συνήθως είναι τύπου Thin ή Thich Ethernet (π.χ. Novell). Η αρχιτεκτονική που αναφέραμε παραπάνω είναι η κλασσική "πελάτη- εξυπηρετητή" (client-server), που συνηθίζεται στα σύγχρονα καταναμεμένα πληροφορικά συστήματα. Κάθε μικροϋπολογιστής στο πληροφοριακό δίκτυο έχει το κατάλληλο λογισμικό εφαρμογής και εκτελεί τις δικές του εφαρμογές ανεξάρτητα των άλλων και ανάλογα με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου χρήστη. Για παράδειγμα ένας χρήστης (σχήμα 4.2 - χειριστής 2) μπορεί να είναι ο χειριστής της διαδικασίας, η οποία έχει προσπέλαση σε ορισμένα παραγωγικά στοιχεία της υπό έλεγχο διαδικασίας (αφού χρησιμοποιεί απλό τερματικό), ενώ ένας δεύτερος χρήστης (σχήμα 4.2 - χειριστής 1) μπορεί να είναι ο μηχανικός παραγωγής που έχει προσπέλαση σε όλα τα τμήματα (σημεία) της παραγωγής, αφού χρησιμοποιεί υπολογιστικό σύστημα. Έτσι κάθε χρήστης του συστήματος SCADA έχει το δικό του ηλεκτρονικό υπολογιστή, ή τερματικό, ανάλογα με τις ανάγκες, μέσω του οποίου μπορεί να ανακαλέσει πληροφορίες (information retrieval) που είναι αποθηκευμένες στον εξυπηρετητή, να τις επεξεργαστεί και να τις απεικονίσει κατάλληλα. Ο server συνεπώς έχει διπλό ρόλο, αφού αφενός είναι ο συνδετικός κρίκος των δύο ανεξάρτητων δικτύων και αφετέρου αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος Συλλογής Πληροφοριών και Εποπτικού Ελέγχου. Πρέπει να γίνει σαφές ότι ένας χρήστης μέσω του υπολογιστή του δεν μπορεί να επέμβει άμεσα στο βιομηχανικό δίκτυο με τα PLC. Αυτό συμβαίνει διότι ο τελικός χρήστης αυτό που βλέπει και χειρίζεται στην οθόνη του υπολογιστή του είναι μια εικόνα (image) του συστήματος αυτοματισμού, όπως αυτή βρίσκεται στην βάση δεδομένων του server. Η αρχιτεκτονική αυτή δεν επιβαρύνει το βιομηχανικό δίκτυο από τους χρήστες, αφού τα PLC προσπελούνται μόνο από το server και επιπλέον προσφέρει πρόσθετη ασφάλεια των πληροφοριών. Τέλος, σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του SCADA διαδραματίζει η επίδοση του δικτύου, η οποία προφανώς δεν είναι σταθερή σε όλα τα σημεία του δικτύου, αφού τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα του βιομηχανικού δικτύου διαφέρουν συνήθως από αυτά του πληροφοριακού. Τα πιο συνηθισμένα πρωτόκολλα για το βιομηχανικό δίκτυο είναι το Profibus, το TCP/IP και το Industrial Ethernet, ενώ για το πληροφοριακό δίκτυο το Ethernet και το Token Ring

4.1.4: Εφαρμογές των SCADA.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει τα συστήματα SCADA έχουν τεράστια εφαρμογή στη βιομηχανία και τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Η πιο ολοκληρωμένη και πιο μεγάλη σε μέγεθος εφαρμογή SCADA στη χώρα μας, έχει γίνει από τη ΔΕΗ για τον έλεγχο και την διαχείριση του δικτύου της.

Σε κάθε υποσταθμό (ομάδα ζυγών) υπάρχει εγκατεστημένο ένα RTU, το οποίο καταγράφει την τάση κάθε ζυγού, την ενεργό και άεργο ισχύ που παράγεται ή δαπανάται ανάλογα με το είδος του ζυγού (παραγωγής ή φορτίου αντίστοιχα). Ακόμη λαμβάνονται μετρήσεις στους μετασχηματιστών, όπως τάσεις και ρεύματα σε πρωτεύον και δευτερεύον, θερμοκρασία κλπ. Όλα αυτά τα δεδομένα αποστέλλονται με τη χρήση ενσύρματων τηλεπικοινωνιακών ζευξέων, στο Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας

τη ΔΕΗ, το οποίο είναι εγκατεστημένο στον Άγιο Στέφανο. Εκεί τα δεδομένα αυτά εισάγονται σε μια βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου και χρησιμοποιούνται από ειδικά προγράμματα, οικονομικής ανάλυσης και εκτίμησης κατάστασης, τα οποία χρησιμοποιούν αλγορίθμους βελτιστοποίησης και τεχνητής νοημοσύνης. Έτσι ελέγχεται αν υπάρχει πτώση τάσης σε κάποιο ζυγό ή αν υπάρχει υπερφόρτιση κάποιας γραμμής. Επίσης δίνονται εντολές για την εκκίνηση ή το σταμάτημα μιας γεννήτριας ενός σταθμού παραγωγής (θερμικού, υδροηλεκτρικού κλπ). Η βάση δεδομένων που αναφέραμε πιο πάνω μεταβάλλεται δυναμικά με την σάρωση των πληροφοριών από τους σταθμούς RTU. Υπάρχει όμως και μια δεύτερη βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται οι τιμές των μεταβλητών μιας δεδομένης χρονικής στιγμής. Έτσι είναι δυνατόν αργότερα να μελετηθεί η συμπεριφορά του συστήματος, για παράδειγμα σε ένα βραχυκύκλωμα ή ένα black-out και να βρεθεί ο καλύτερος χειρισμός που θα μπορούσε να γίνει σε περίπτωση επανάληψης του φαινομένου αυτού.

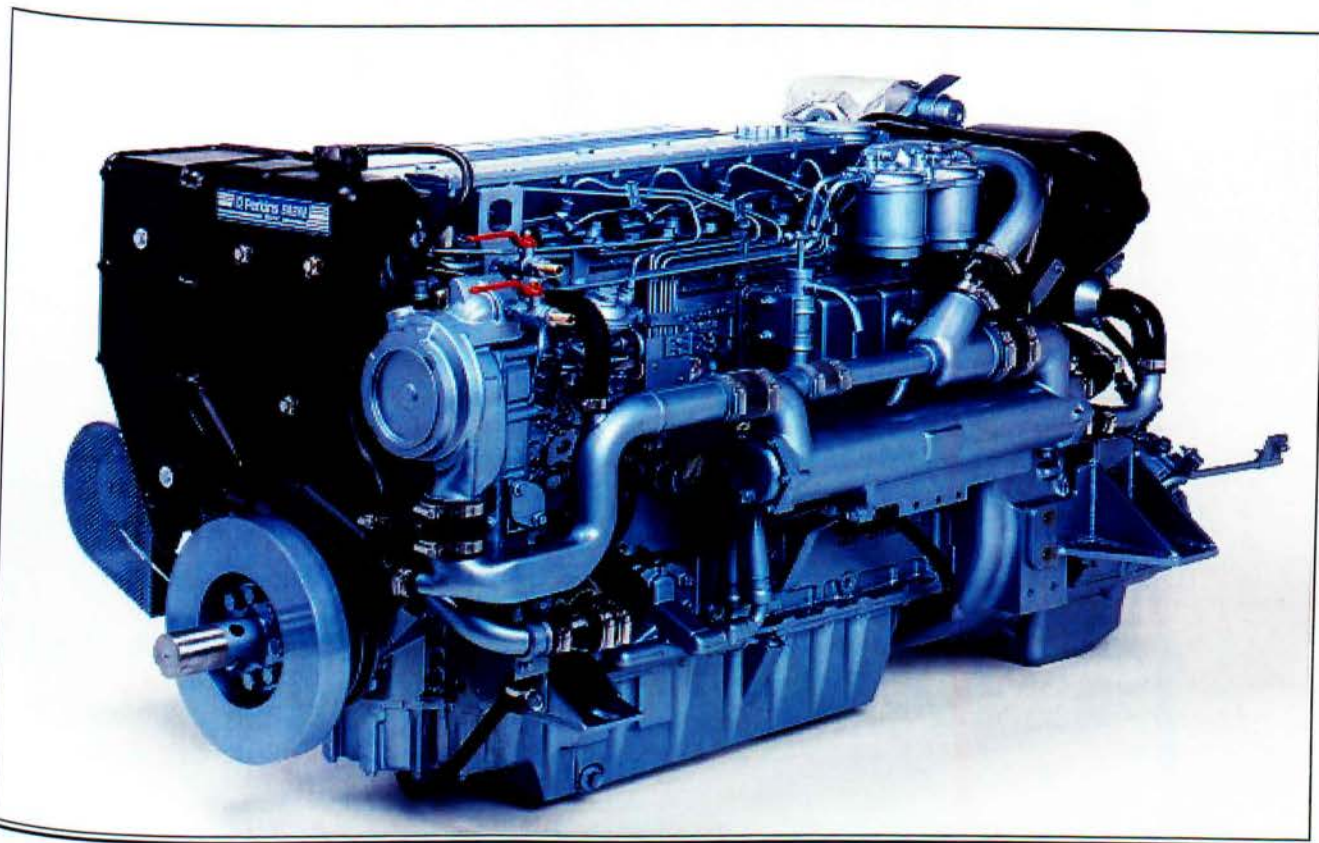
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Πετρελαιομηχανές - Κινητήρες Diesel

- 5.1: Εισαγωγικά**
 - 5.1.1: Αναγνώριση της πετρελαιομηχανής**
 - 5.1.2: Η ταξινόμηση των μηχανών Diesel**
 - 5.1.2.1: Διατάξεις κινητήρων Diesel**
- 5.2: Διαφορές και πλεονεκτήματα Πετρελαιομηχανής – Βενζινομηχανής**
 - 5.2.1: Διαφορές στον κύκλο λειτουργίας**
 - 5.2.2: Διαφορές στη σχέση συμπίεσης**
 - 5.2.3: Διαφορές στη σχέση βάρους – ισχύος**
 - 5.2.4: Διαφορές στα κύρια μέρη**
 - 5.2.5: Διαφορές στην ανάφλεξη**
- 5.3: Ο κύκλος λειτουργίας των κινητήρων Diesel**
- 5.4: Περιγραφή των μερών της μηχανής Diesel**
 - 5.4.1: Έμβολα**
 - 5.4.2: Θάλαμοι Καύσης**
 - 5.4.3: Βοηθητικοί προθάλαμοι καύσης**
 - 5.4.4: Σύστημα τροφοδοσίας**
- 5.5: Δίχρονες Πετρελαιομηχανές**

5.1: Εισαγωγικά

Η πετρελαιομηχανή είναι μια μηχανή εσωτερικής καύσης που μετατρέπει τη θερμική ενέργεια του πετρελαίου σε κινητική ενέργεια. Μοιάζει στα κύρια μέρη της με τη βενζινομηχανή με την οποία κυρίως διαφέρει στον τρόπο ανάμειξης του αέρα με το καύσιμο καθώς και στον τρόπο ανάφλεξης του μίγματος.



Εικόνα 5.1.1: Κινητήρας DIESEL

Κατά τη σύγκρισή της με τη βενζινομηχανή, η μηχανή Diesel παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα. Λόγω των πλεονεκτημάτων της αυτών χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κίνηση πλοίων, τρένων, βαρέων οχημάτων, γεωργικών μηχανών, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην κίνηση βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

5.1.1: Αναγνώριση της πετρελαιομηχανής

Η πετρελαιομηχανή ξεχωρίζεται εύκολα από την βενζινομηχανή με απλή εξέταση των εξωτερικών μερών τους ή με την παρακολούθηση της λειτουργίας τους. Οι βασικές τους διαφορές είναι:

- ♦ Η μηχανή Diesel δεν έχει εξαερωτήρα και πάνω στην πολλαπλή εισαγωγής είναι τοποθετημένο μόνο το φίλτρο αέρα, αντίθετα η βενζινομηχανή έχει εξαερωτήρα τοποθετημένο πάνω στην πολλαπλή εισαγωγή.
- ♦ Η μηχανή Diesel δεν έχει σύστημα ανάφλεξης διότι το πετρέλαιο αναφλέγεται στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα.

- ♦ Η μηχανή Diesel έχει στο πλευρό της μια αντλία έγχυσης καυσίμου και έναν ψεκαστήρα σε κάθε κύλινδρο. Επίσης διαθέτει μεταλλικούς σωλήνες οι οποίοι συνδέουν την αντλία με τους ψεκαστήρες.
- ♦ Η μηχανή Diesel έχει μεγαλύτερο εξωτερικό όγκο και μεγαλύτερο κυβισμό από μια βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος.
- ♦ Η μηχανή Diesel κατά τη λειτουργία της στις χαμηλές στροφές προκαλεί ισχυρούς και χαρακτηριστικούς κτύπους ενώ η βενζινομηχανή στις ίδιες στροφές λειτουργεί στρωτά και χωρίς θόρυβο.

5.1.2: Η ταξινόμηση των μηχανών Diesel

Ανάλογα με το μέγιστο αριθμό στροφών που αναπτύσσουν ανά λεπτό, διακρίνονται σε αργόστροφες (μέχρι 350 σ.α.λ), σε μεσαίων στροφών (μέχρι 1200 σ.α.λ) και σε πολύστροφες που φτάνουν τις 5000 σ.α.λ. Ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν στις κανονικές στροφές λειτουργίας τους τις διακρίνουμε σε: μηχανές μικρής ισχύος (μέχρι 25 ίππους ανά κύλινδρο), σε μηχανές μέσης ισχύος (από 25 - 200 ίππους ανά κύλινδρο) και σε μηχανές υψηλής ισχύος (πάνω από 200 ίππους ανά κύλινδρο). Ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων διακρίνονται σε μηχανές μονοκύλινδρες μέχρι και 24 κύλινδρες. Ανάλογα με τον αριθμό των χρόνων του κύκλου λειτουργίας τους χωρίζονται σε τετράχρονες και σε δίχρονες.

5.1.2.1: Διατάξεις κινητήρων Diesel

- ♦ Μηχανές σειράς: Έχουν μέχρι και 12 κατακόρυφους κυλίνδρους σε μια γραμμή και είναι οι πιο συνηθισμένες στις εφαρμογές
- ♦ Μηχανές τύπου V: Οι κύλινδροι βρίσκονται συνήθως υπό γωνία 45ο, 50ο, 55ο, 60ο ή 90ο. Η γωνία των κυλίνδρων εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων και από την κατασκευή του στροφαλοφόρου άξονα.
- ♦ Μηχανές επίπεδες: Έχουν τους κυλίνδρους τους στη μία πλευρά ή σε γωνία 180ο και χρησιμοποιούνται λόγω του μικρού τους ύψους στα φορτηγά, τα λεωφορεία και στις μηχανές τρένων.
- ♦ Μηχανές αστεροειδούς τύπου: Έχουν τους κυλίνδρους στις ακτίνες ενός κύκλου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας. Λόγω του μικρού τους όγκου από τη σύνδεση όλων των διωστήρων σε ένα μόνο στρόφαλο, χρησιμοποιούνται αρκετά στις μεγάλες ηλεκτρογεννήτριες.
- ♦ Μηχανές με ειδική διάταξη κυλίνδρων: Οι μηχανές αυτές που έχουν τους κυλίνδρους σε σχήμα "X", "W" ή και "Δ" χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

5.2: Διαφορές και πλεονεκτήματα Πετρελαιομηχανής – Βενζινομηχανής**5.2.1: Διαφορές στον κύκλο λειτουργίας**

Η μηχανή Diesel ακολουθεί κατά τη λειτουργία της το θερμικό κύκλο του Diesel, ενώ η βενζινομηχανή τον κύκλο του Otto. Ο θερμικός λοιπόν κύκλος του Diesel χρειάζεται τέσσερις ή δυο χρόνους για την ολοκλήρωσή του και την επιτυχία μιας εκτόνωσης, όπως συμβαίνει και στις βενζινομηχανές.

Έχουμε λοιπόν τις φάσεις της: Εισαγωγής - Συμπίεσης - Εκτόνωσης - Εξαγωγής στις τετράχρονες Diesel ενώ στις δίχρονες έχουν τις φάσεις της: Εισαγωγής - Συμπίεσης και Εκτόνωσης - Εξαγωγής.

Οι διαφορές παρατηρούνται στους χρόνους της εισαγωγής και εκτόνωσης. Στη μηχανή Diesel εισέρχεται ατμοσφαιρικός αέρας στον χρόνο εισαγωγής του κύκλου ενώ στη βενζινομηχανή εισέρχεται μίγμα αέρα - βενζίνης. Επίσης κατά το χρόνο της εκτόνωσης στη μηχανή Diesel η καύση του μίγματος πετρελαίου - αέρα γίνεται με σταθερή πίεση, ενώ στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, η καύση του μίγματος βενζίνης - αέρα γίνεται υπό σταθερό όγκο.

5.2.2: Διαφορές στη σχέση συμπίεσης

Η σχέση συμπίεσης στους κυλίνδρους της μηχανής Diesel είναι συνήθως 17:1 έως και 24:1, ενώ στους κυλίνδρους της βενζινομηχανής η σχέση συμπίεσης κυμαίνεται από 6:1 έως και 12:1. Από την υψηλή σχέση συμπίεσης, η πίεση στο χώρο καύσης των κυλίνδρων της μηχανής Diesel φτάνει τις 30-50 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία στους 700^ο - 900^ο C αντίστοιχα. Στη βενζινομηχανή, η τιμή της πίεσης δεν ξεπερνά τις 15 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία δεν είναι μεγαλύτερη από 400^ο C. Από την υψηλή πίεση του αέρα στους κυλίνδρους, αυξάνεται η ισχύς του κινητήρα Diesel ενώ από την υψηλή θερμοκρασία, αναφλέγεται το μίγμα αέρα - καυσίμου.

5.2.3: Διαφορές στη σχέση βάρους - ισχύος

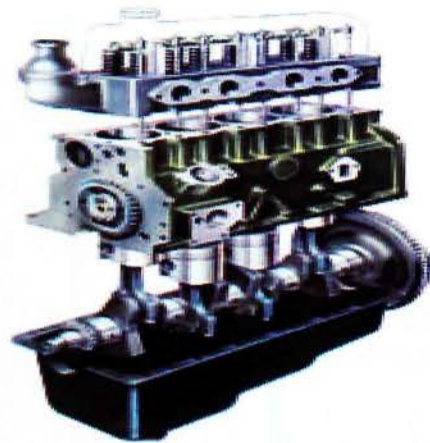
Η μηχανή Diesel έχει μεγαλύτερο βάρος από τη βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος. Στην πρώτη η αναλογία βάρους είναι περίπου 2,8 - 3 κιλά / ίππο, ενώ στη δεύτερη είναι περίπου 1,3 κιλά / ίππο. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην αναγκαία αύξηση του κυβισμού της μηχανής Diesel και στη μεγαλύτερη αντοχή των μερών της στις υψηλές πιέσεις των κυλίνδρων της.

Διαφορές στο μέγιστο αριθμό στροφών

Η μηχανή Diesel φτάνει σε αριθμό στροφών ίσο με τα 5/8 περίπου της βενζινομηχανής. Η μεγάλη διαφορά αυτή οφείλεται στη μικρή μέση ταχύτητα των εμβόλων της μηχανής Diesel. Σε περίπτωση όμως αύξησης της μέσης αυτής ταχύτητας για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατηρείται υπερφόρτιση των κινητών μερών του κινητήρα και τελικά θραύση αυτών, από τη μεγάλη ροπή αδράνειας η οποία είναι ανάλογη της ταχύτητας.

5.2.4: Διαφορές στα κύρια μέρη

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, η πετρελαιομηχανή έχει τα ίδια μέρη με τη βενζινομηχανή, με ελάχιστες διαφορές στη σχεδίαση και τις διαστάσεις της. Τα κύρια στατικά μέρη τους είναι η κυλινδροκεφαλή, ο κορμός και η ελαιολεκάνη (κάρτερ) που είναι σχεδόν όμοια.



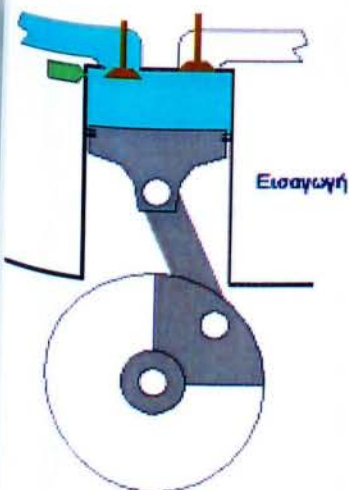
Εικόνα 5.2.4.1: Πετρελαιομηχανή

Μια διαφορά παρατηρείται στις μεγαλύτερες διαστάσεις και στο μεγαλύτερο βάρος των μερών αυτών στις μηχανές Diesel έναντι των βενζινομηχανών. Επίσης άλλη μια διαφορά παρατηρείται στη διαμόρφωση του κάτω μέρους της κυλινδροκεφαλής, πάνω από τους κυλίνδρους, στο χώρο σχηματισμού των χώρων καύσης. Στα κινητά μέρη των δυο ειδών κινητήρων, παρατηρούνται ελάχιστες διαφορές οι οποίες σχετίζονται με τη διαφορά βάρους και αντοχής. Έτσι τα κινούμενα μέρη των μηχανών Diesel είναι βαρύτερα μεγαλύτερα και πιο **ανθεκτικά από τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών**.

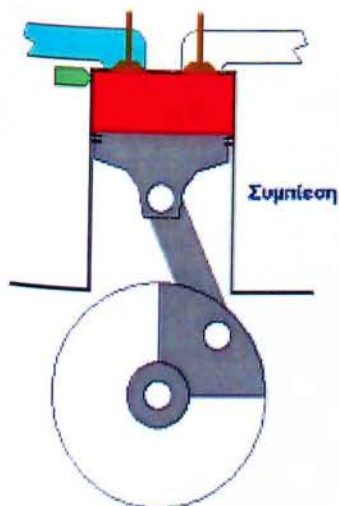
5.2.5: Διαφορές στην ανάφλεξη

Η ανάφλεξη του μίγματος αέρα - καυσίμου στις δυο μηχανές είναι διαφορετική. Στη βενζινομηχανή, η ανάφλεξη του μίγματος γίνεται από τον ηλεκτρικό σπινθήρα των αναφλεκτήρων, που δημιουργείται από την αύξηση της τάσης από το ηλεκτρικό σύστημα του κινητήρα. Αντίθετα στη μηχανή Diesel το καύσιμο αυτοαναφλέγεται κατά τον ψεκασμό του στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα, χωρίς τη βοήθεια σπινθήρα.

5.3: Ο κύκλος λειτουργίας των κινητήρων Diesel



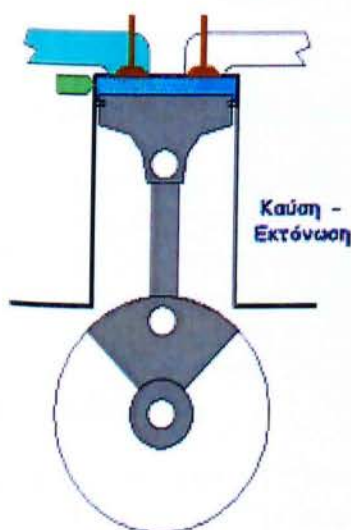
1ος Χρόνος (Εισαγωγή): Στο χρόνο αυτό η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει πριν το ΑΝΣ και κλείνει μετά το ΚΝΣ, κατά μια ορισμένη γωνία που είναι ανάλογη της Κατασκευής του κινητήρα. Με το κατέβασμα του εμβόλου από το ΑΝΣ στο ΚΝΣ εισέρχεται στον κύλινδρο αέρας με πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, στον κύλινδρο εισέρχεται μίγμα αέρα - καυσίμου.



2ος Χρόνος (Συμπίεση του αέρα):

Στο χρόνο αυτό το έμβολο κινείται από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ. Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και ο παγιδευμένος στον κύλινδρο αέρας συμπιέζεται μέχρι τις 30 – 50 ατμόσφαιρες. Από τη συμπίεση αυτή, ο αέρας θερμαίνεται στους 600 - 900 βαθμούς Κελσίου, όμως ένα ποσό της θερμότητας αυτής διαφεύγει από τα τοιχώματα των κυλίνδρων.

Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, το μίγμα συμπιέζεται σε μικρότερη πίεση και αποκτά μικρότερη θερμοκρασία.

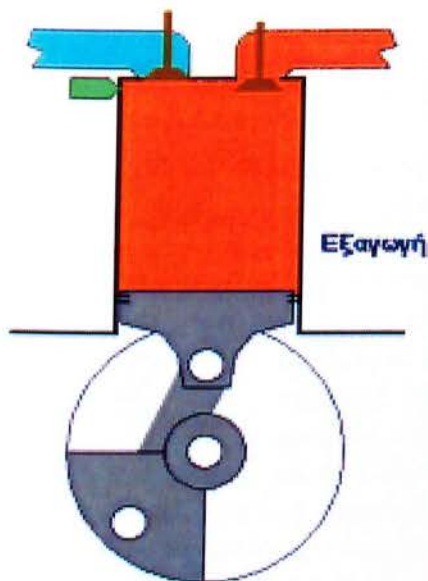


3ος Χρόνος (Καύση - Εκτόνωση):

Στο χρόνο αυτό γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου στον υπέρθερμο αέρα του χώρου καύσης, η καύση του καυσίμου και η ενεργητική μετακίνηση του εμβόλου προς τα κάτω από την εκτόνωση των αερίων.

Η καύση του πετρελαίου στον κύλινδρο δεν είναι απότομη, αλλά προοδευτική. Πραγματοποιείται σε 3 χαρακτηριστικά στάδια, των οποίων ο διαχωρισμός εξαρτάται από την κατασκευή της μηχανής. Ο χρόνος λοιπόν της καύσης αρχίζει όταν το έμβολο βρίσκεται λίγες μοίρες προ του ΑΝΣ της συμπίεσης. Τότε εισάγεται το πετρέλαιο στο χώρο καύσης με μορφή σταγονιδίων τα οποία ψεκάζονται από τον ψεκαστήρα. Τα μικρά σταγονίδια εισερχόμενα στον πυκνό υπέρθερμο αέρα ατμοποιούνται και αφού έλθουν σε επαφή με το οξυγόνο αναφλέγονται χωρίς την παραγωγή θερμότητας. Η διάρκεια αυτή της ανάμειξης του καυσίμου με το οξυγόνο, ονομάζεται χρόνος καθυστέρησης της ανάφλεξης.

Στη συνέχεια και ενώ ο ψεκασμός συνεχίζεται, αρχίζει η καύση με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και την αύξηση της πίεσης των αερίων στις 50 - 70 ατμόσφαιρες. Από την πίεση αυτή, το έμβολο μετακινείται προς τα κάτω. Κατά την κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ διακόπτεται ο ψεκασμός καυσίμου και μειώνεται ομαλά η πίεση του κυλίνδρου λόγω της αύξησης του όγκου του. μετά την καύση και των τελευταίων σταγονιδίων, ο χρόνος τελειώνει. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, δίνεται ο ηλεκτρικός σπινθήρας και το μίγμα αναφλέγεται απότομα, ωθώντας το έμβολο προς τα κάτω.



4ος Χρόνος (Εξαγωγή): Περίπου στο τέλος της εκτόνωσης και προτού το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και βγαίνουν τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα. Η πίεση στον κύλινδρο κατεβαίνει απότομα στις 3-4 ατμόσφαιρες και μετά φτάνει προοδευτικά στη 1 ατμόσφαιρα. Το έμβολο πλέον ανεβαίνει προς το ΑΝΣ για τον καθαρισμό του κυλίνδρου από τα καυσαέρια.

5.4: Περιγραφή των μερών της μηχανής Diesel

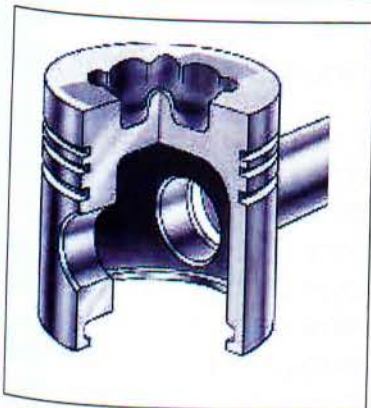
Όπως σημειώθηκε παραπάνω, τα περισσότερα κινούμενα μέρη των μηχανών Diesel είναι όμοια με τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών. Έτσι, στην παράγραφο αυτή θα επιχειρηθεί μια περιγραφή, μόνο των μερών που παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις δυο μηχανές.

5.4.1: Έμβολα

Τα έμβολα στις μηχανές Diesel καταπονούνται πολύ περισσότερο από τα έμβολα των βενζινομηχανών. Οι εφαρμοζόμενες σε αυτά κάθετες και πλευρικές πιέσεις κυμαίνονται μεταξύ 35 και 42 Kg/cm² και στις διάφορες φάσεις η θερμοκρασία φτάνει στους 2000^ο Κελσίου περίπου. Έτσι λοιπόν, τα έμβολα των πετρελαιομηχανών είναι πολύ ισχυρότερα από αυτά των βενζινομηχανών, αλλά και αρκετά βαρύτερα, με αποτέλεσμα τη μείωση της ευστροφίας του κινητήρα.

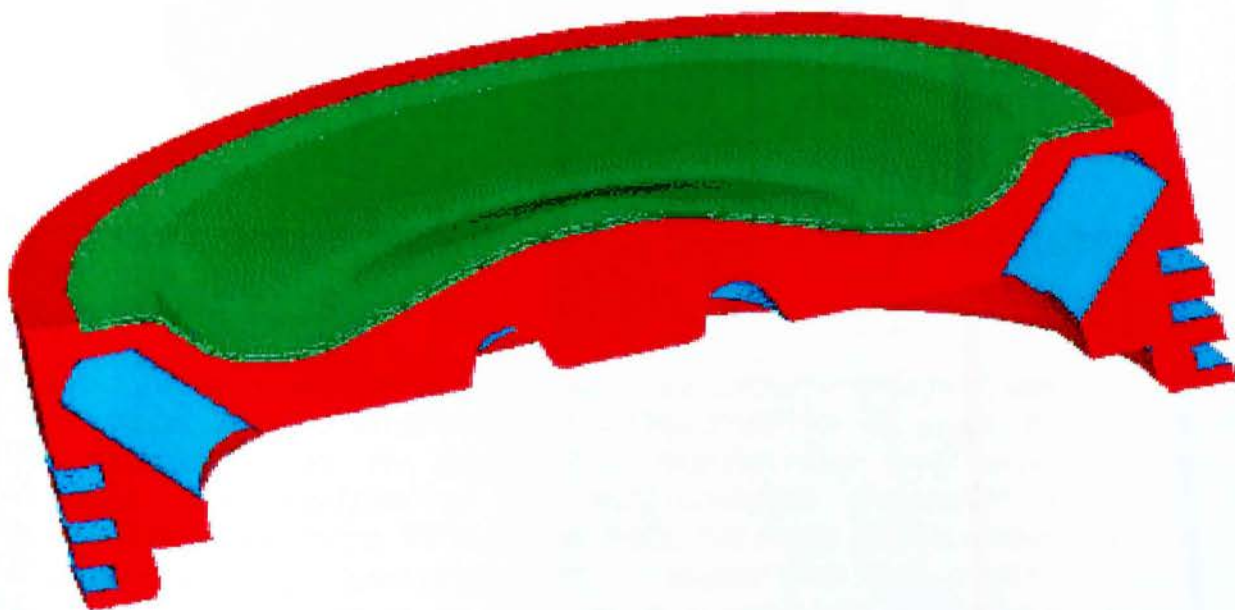


Εικόνα 5.4.1: Έμβολα μηχανών DIESEL

5.4.2: Θάλαμοι Καύσης

Στις μηχανές Diesel, η ανάμειξη του αέρα και του καυσίμου γίνεται μέσα στο χώρο των κυλίνδρων. Για το λόγο αυτό τα έμβολα στις περισσότερες πετρελαιομηχανές έχουν ειδική διαμόρφωση στην άνω πλευρά τους. Η διαμόρφωση αυτή, βοηθά στον στροβιλισμό του αέρα και του καυσίμου έτσι ώστε να επιτευχθεί καλύτερη ανάμειξη, άρα και καλύτερη καύση. Οι διαμορφώσεις αυτές των εμβόλων λειτουργούν όπως οι θάλαμοι καύσης στην κεφαλή της βενζινομηχανής και ονομάζονται θάλαμοι άμεσης έγχυσης. Οι κυριότεροι θάλαμοι αυτού του τύπου είναι ο θάλαμος M της MAN και ο SL της Perkins. Ωστόσο

ορισμένοι κινητήρες, κυρίως μεγάλου κυβισμού, χρησιμοποιούν πιο απλούς, ανοικτούς θαλάμους καύσης όπως αυτός που παρουσιάζεται στο σχήμα. Έτσι περιορίζεται το κόστος κατασκευής, χωρίς πολύ μεγάλη μείωση στην απόδοση του κινητήρα.



Εικόνα 5.4.2.1: Τομή θαλάμου καύσης, άνω μέρος.

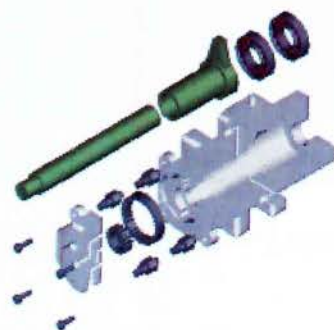
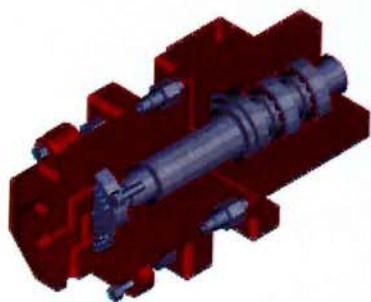
5.4.3: Βοηθητικοί προθάλαμοι καύσης

Σε ορισμένους κινητήρες χρησιμοποιούνται βοηθητικοί θάλαμοι κατασκευασμένοι μέσα στην κυλινδροκεφαλή, οι οποίοι επικοινωνούν με τους κυλίνδρους μέσω αγωγών. Έτσι λοιπόν κατά τη φάση της συμπίεσης, ο συμπιεζόμενος αέρας συγκεντρώνεται στον προθάλαμο. Στη συνέχεια γίνεται ο ψεκασμός του πετρελαίου μέσα στον προθάλαμο, όπου και αυτό-αναφλέγεται. Η αύξηση της πίεσης μέσα στον προθάλαμο, ωθεί το έμβολο προς το ΚΝΣ. Οι προθάλαμοι καύσης χρησιμοποιούνται αρκετά στους πετρελαιοκινητήρες, γιατί έχουν τέτοια διαμόρφωση η οποία επιτρέπει

την πολύ καλή ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα. Οι πιο διαδεδομένοι βοηθητικοί προθάλαμοι καύσης είναι οι: Lanova, Perkins, Caterpillar, Ramsey και Deutz.

5.4.4: Σύστημα τροφοδοσίας

Όπως είναι γνωστό, οι μηχανές Diesel έχουν ένα ιδιαίτερο σύστημα τροφοδοσίας το οποίο ψεκάζει με πίεση το αύσιμο μέσα στους κυλίνδρους. Τα βασικά μέρη του συστήματος αυτού είναι οι ψεκαστήρες και η αντλία καυσίμου υψηλής πίεσης. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται είναι είτε υδραυλικές είτε μηχανικές, και μπορούν να συμπίεσουν το καύσιμο έως και 200atm. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται μια μηχανική αντλία ψεκασμού πετρελαίου, καθώς και τα επιμέρους τμήματά της. Όπως φαίνεται και στα σχήματα, η μηχανική αντλία αποτελείται από έναν άξονα ο οποίος περιστρέφεται παίρνοντας κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα.



Εικόνα 5.4.4.1.1: Μηχανική Αντλία Ψεκασμού αντλίας

Εικόνα 5.4.4.1.2: Επιμέρους τμήματα

Ο χρονισμός και η διάρκεια του ψεκασμού καθορίζονται από τους ψεκαστήρες οι οι οποίοι μπορεί να είναι μηχανικοί ή ηλεκτρομαγνητικοί. Οι μηχανικοί ψεκαστήρες χρησιμοποιούνται από την αρχή της λειτουργίας των κινητήρων Diesel και η λειτουργία τους βασίζεται σε ένα προφορτισμένο σπειροειδές ελατήριο στο εσωτερικό του ψεκαστήρα. Το ελατήριο, πιέζει ένα πώμα (ακίδα) κλείνοντας την οπή του ψεκαστήρα. Όταν όμως η πίεση του καυσίμου γίνει πολύ μεγάλη, το ελατήριο συμπιέζεται από το καύσιμο και διαφεύγει η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου από την οπή, στον κύλινδρο του κινητήρα.

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται και ελέγχεται ηλεκτρονικά στους ηλεκτρομαγνητικούς ψεκαστήρες. Εδώ τη θέση του ελατηρίου παίρνει ένας ισχυρός ηλεκτρομαγνήτης ο οποίος ανοίγει και κλείνει την οπή του ψεκαστήρα. Στην φωτογραφία που ακολουθεί, παρουσιάζεται ο έλεγχος της λειτουργίας ηλεκτρομαγνητικών ψεκαστήρων.



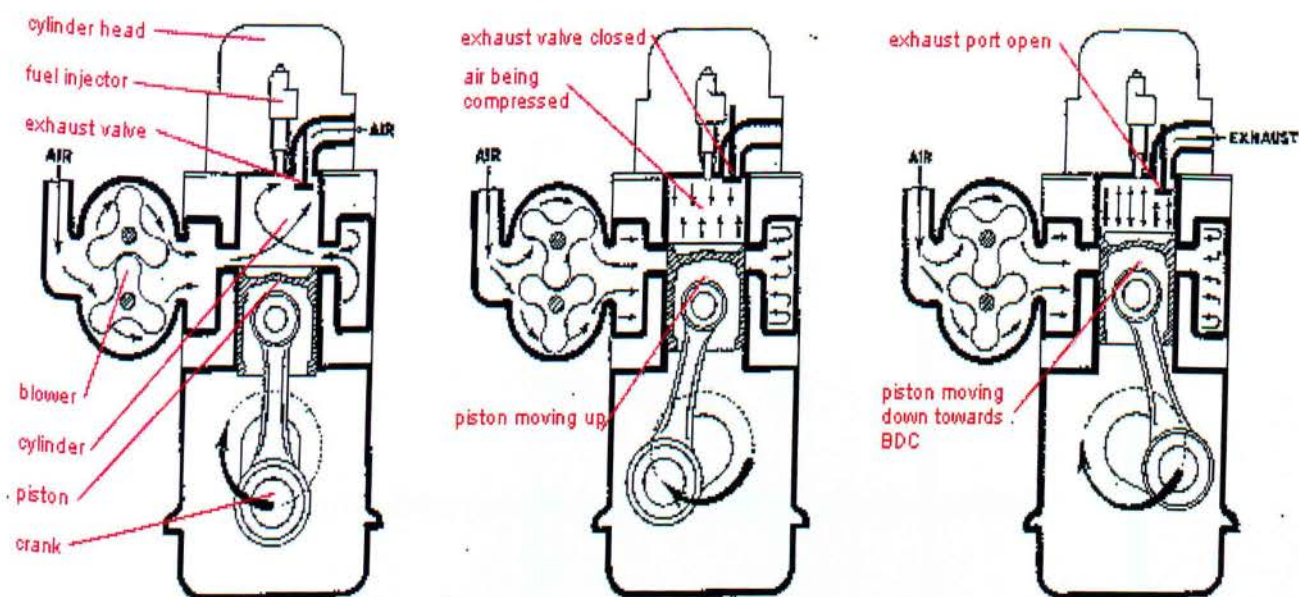
Εικόνα 5.4.4.1.3: έλεγχος της λειτουργίας ηλεκτρομαγνητικών ψεκαστήρων.

5.5: Δίχρονες Πετρελαιομηχανές

Οι πολύ μεγάλες μηχανές Diesel οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κίνηση πλοίων ή μεγάλων βιομηχανικών μονάδων, πολλές φορές είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν σύμφωνα με τον δίχρονο κύκλο λειτουργίας. Αυτό γίνεται για τη μείωση του αριθμού των κινούμενων μερών το οποίο έχει ως συνέπεια τη μείωση του βάρους και την αύξηση της αξιοπιστίας.

Στους κινητήρες αυτούς, η εισαγωγή του αέρα γίνεται από θυρίδες στο πλάι του κυλίνδρου, ενώ η εξαγωγή γίνεται από 2 βαλβίδες στην κεφαλή.

Ωστόσο η πλήρωση των κυλίνδρων με αέρα είναι αδύνατον να γίνει με αναρρόφηση από την κίνηση του εμβόλου, έτσι τοποθετείται μηχανικός υπερσυμπιεστής ο οποίος ωθεί με πίεση τον αέρα στον κύλινδρο μέσα από τις θυρίδες καθαρίζοντας ταυτόχρονα και τον κύλινδρο από τα καυσαέρια της προηγούμενης καύσης. Στα σχήματα φαίνεται η λειτουργία του δίχρονου κινητήρα Diesel καθώς και η λειτουργία του μηχανικού υπερσυμπιεστή.



Σχήμα 5.5.1: Λειτουργία του δίχρονου κινητήρα Diesel καθώς και η λειτουργία του μηχανικού υπερσυμπιεστή.

Αριστερά διακρίνουμε τον μηχανικό συμπιεστή (AIR). Έχουμε ανάμιξη αέρα καυσίμου και την ανάφλεξη με την συμπίεση του μίγματος, εκτόνωση και επανάληψη της διαδικασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Ενιαίο Σύστημα Διαχείρισης Πλατφόρμας (IPMS)

- 6.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
- 6.2.1: Σύστημα παρακολούθησης και συναγερμού (AMS)**
- 6.2.2: Σύστημα Ελέγχου Προώθησης (PCS)**
- 6.2.3: Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (PMS)**
- 6.3: Μιμητική παρουσίαση**
 - 6.3.1: Μιμητική Τοπολογία**
 - 6.3.2: Μιμητικές Συστήματος**
 - 6.3.2.1: Πληροφορίες συναγερμού**
 - 6.3.2.2: Εγκατάσταση Προώθησης**
 - 6.3.2.3: Αεριοστρόβιλοι Συστήματος Εκκίνησης/ Διακοπής**
- 6.4: Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας**
 - 6.4.1: Ανασκόπηση τμημάτων PMS**
 - 6.4.2: Λειτουργικό περιβάλλον**
 - 6.4.2.1: Διασύνδεση με λειτουργικές ταυτότητες**
 - 6.4.2.2: Τοπικός Πίνακας Ελέγχου κοντά στον Κύριο Πίνακα Διανομής**
- 6.5: Περιγραφή των λειτουργιών**
 - 6.5.1: Γενικά**
 - 6.5.2: Ανασκόπηση των καταστάσεων/τρόπων**
 - 6.5.3: Τρόποι ελέγχου PMS # 01**

6.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από το 2004 το Ελληνικό Πολεμικό Ναυτικό σε συνεργασία με τα Ελληνικά Ναυπηγεία ξεκίνησε ένα πρόγραμμα για την αναβάθμιση των πιο σημαντικών συστημάτων έξι (6) φρεγατών κλάσης S'. Ένα από τα συστήματα προς αναβάθμιση είναι το ηλεκτρονικό σύστημα παρακολούθησης. Το σύστημα αυτό μπορεί όχι μόνο να παρακολουθεί και να ελέγχει τις κύριες μηχανές ντίζελ, αλλά και τις γεννήτριες αερίου, το σύστημα κλιματισμού, τον τόνο από τους έλικες, τις βαλβίδες, τις δεξαμενές, τους αισθητήρες φωτιάς και υδροσυλλεκτών. Οι περισσότερες διαδικασίες σε ένα πλοίο, όπως το άνοιγμα βαλβίδας, το ξεκίνημα του κινητήρα, η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλα τα συστήματα, μπορούν να γίνουν μόνο από ένα άτομο πιέζοντας ένα κουμπί στο σωστό σύστημα. Όλες αυτές οι πληροφορίες συλλέγονται από τους αισθητήρες σε ένα ειδικό τμήμα που ονομάζεται Κέντρο Ελέγχου Πλοίου (SCC). Ένα άλλο πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι όλες αυτές οι πληροφορίες μπορούν να συλλέγονται, να αποθηκεύονται, να τυπώνονται, να συγκρίνονται με τα διαγράμματα ή ακόμη και να στέλνονται στην εταιρεία που έχει το σύστημα. Η παρακολούθηση δίνει την ευκαιρία για δωμάτια προώθησης χωρίς προσωπικό. Αυτό το σύστημα παρακολούθησης είναι τόσο προηγμένο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν από κάθε είδος πλοίου, από δεξαμενόπλοια ως σύγχρονα ταχύπλοα επιβατηγά και, φυσικά, πολεμικά πλοία.

Βασικές Λειτουργίες συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε το νέο ηλεκτρονικό σύστημα παρακολούθησης το οποίο έχει εγκατασταθεί σε τέσσερις (4) φρεγάτες και θα εγκατασταθεί σε άλλες δύο (2) την επόμενη διετία.

Το σύστημα ονομάζεται *Ενιαίο Σύστημα Διαχείρισης Πλατφόρμας (IPMS)* και ανήκει σε μια εταιρεία που ονομάζεται *IMTECH*. Είναι ένα προηγμένο, φιλικό προς το χρήστη σύστημα αυτοματισμού πλοίων. Η *IPMS* περιλαμβάνει ανεξάρτητα αυτοτελή υποσυστήματα που είναι συνδεδεμένα με ένα υψηλής ταχύτητας πλεονάζον δίκτυο. Το ειδικά διαμορφωμένο *IPMS* για τις φρεγάτες κλάσης S του Πολεμικού Ναυτικού αποτελείται από τα ακόλουθα ανεξάρτητα υποσυστήματα:

- Σύστημα παρακολούθησης και συναγερμού (*AMS*)
- Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (*PMS*)
- Σύστημα Ελέγχου Προώθησης (*PCS*)

Πρόκειται τώρα να αναλύσουμε ορισμένες βασικές λειτουργίες κάθε συστήματος και να προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε πώς λειτουργούν.

6.2.1: Σύστημα παρακολούθησης και συναγερμού (AMS)

Το σύστημα περιλαμβάνει 7 σταθμούς χειρισμού:

- Δύο σταθμούς ελέγχου βλάβης(DCS), ο καθένας με μία οθόνη:

- 1 DCS Πρύμνης
- 1 DCS Πλώρης



Εικόνα 6.2.1.1: Σταθμός Ελέγχου Βλάβης

- SCC κονσόλα με τέσσερις Σταθμούς Εργασίας Χειρισμού, ο καθένας εφοδιασμένος με δύο οθόνες:

Από τα αριστερά προς τα δεξιά:

- Ηλεκτρική θέση
- Θέση Προώθησης
- Θέση FFDC
- Θέση INFO



Εικόνα 6.2.1.2: Σταθμός Εργασίας Χειρισμού

- Έναν φορητό Σταθμό Εργασίας Χειρισμού (POWS) με μία οθόνη: ο σταθμός αυτός μπορεί να συνδεθεί σε μία από τις δέκα (10) εντοιχισμένες θύρες Ethernet. Θύρες Ethernet IPMS βρίσκονται στα ακόλουθα δωμάτια:



172 DG δωμάτιο Πλώρης
222 DG δωμάτιο Πρύμνης
341 CIC
371 SWB δωμάτιο Πρύμνης
381 ER Πλώρης
401 ER Πρύμνης
422 SWB δωμάτιο Πρύμνης
SCC 574, θέση του Αξιωματικού Υπηρεσίας
Γραφείο Πλοιάρχου
Γέφυρα

Σχήμα 6.2.1.3: Φορητός Σταθμός Εργασίας Χειρισμού

Κουτιά I / O του AMS

Το AMS περιλαμβάνει συνολικά 10 κουτιά I / O:

AMS # 01 AMS # 06: βρίσκονται σε διάφορα σημεία σε ολόκληρο το πλοίο για την επεξεργασία αναλογικών σημάτων εισόδου.

AMS # 07 AMS # 10: βρίσκονται όλα πίσω από την κονσόλα SCC για την επεξεργασία ψηφιακών σημάτων εισόδου-εξόδου.

AMS # 01 AMS # 06: περιέχουν FlexLogix PLC και είναι τοποθετημένα σε επαναχρησιμοποιούμενα κουτιά τα οποία βρίσκονται στα ακόλουθα σημεία:

AMS # 01 371/41 - MSB R Πλώρης

AMS # 02 381/357 - ER Πλώρης

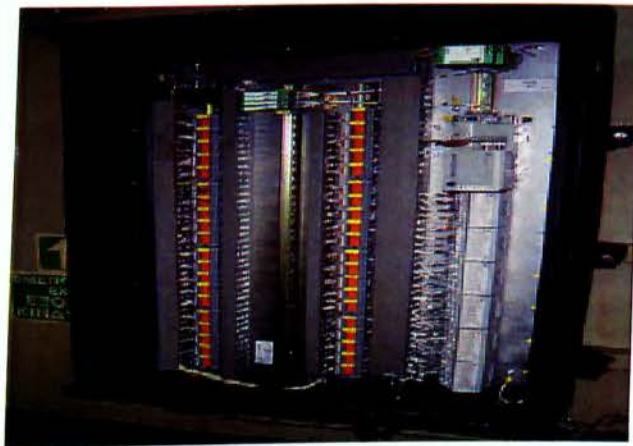
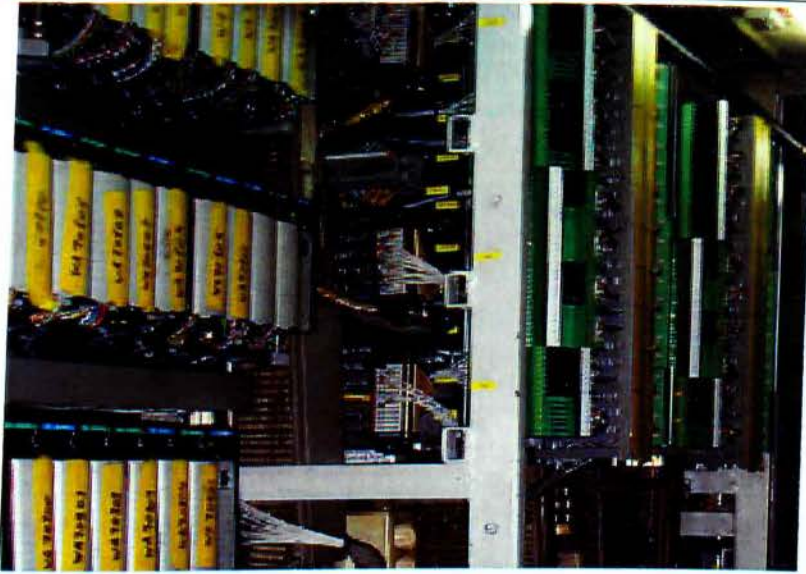
AMS # 03 401/442 - ER Πρύμνης

AMS # 04 401/441 - ER Πρύμνης

AMS # 05 401/443 - ER Πρύμνης

AMS # 06 422/32 - MSB R Πρύμνης

AMS # 07 AMS # 10 περιέχουν ControlLogix PLC και βρίσκονται όλα πίσω από την κονσόλα SCC.



Εικόνα 6.2.1.4: "Όπισθεν σταθμού χειρισμού. Τα PLC & η καλωδίωση στο πλοίο.

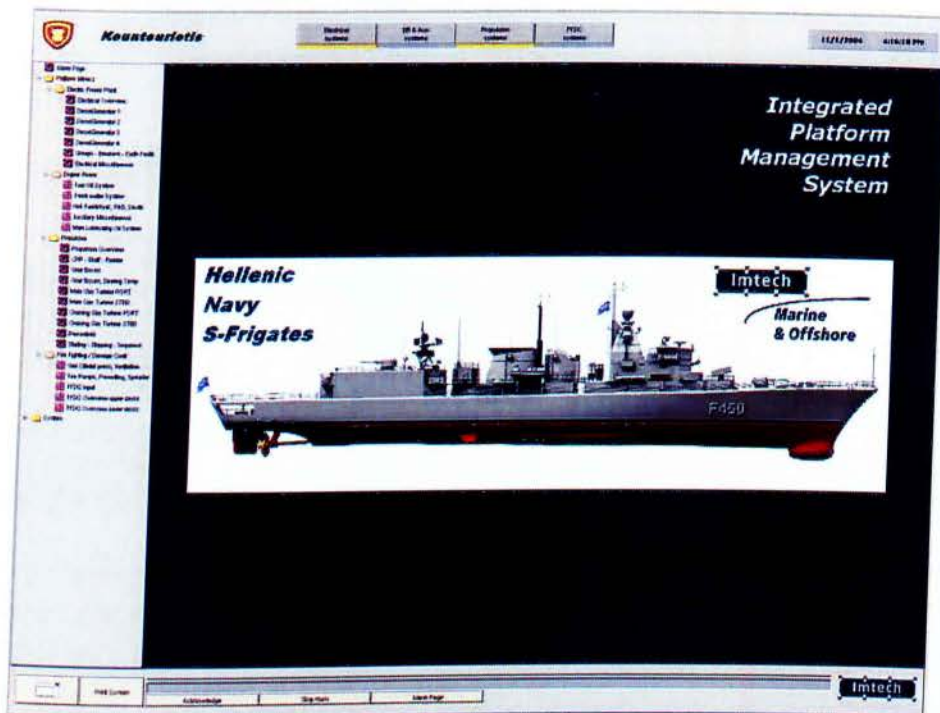
6.2.2: Σύστημα Ελέγχου Προώθησης (PCS)

Το Σύστημα Ελέγχου Προώθησης (PCS) είναι ένα ανεξάρτητο και αυτόνομο λειτουργικό σύστημα. Το PCS παρέχει σήματα στο σύστημα AMS για σκοπούς παρακολούθησης. Όταν επιλεγεί ο κατάλληλος τρόπος ελέγχου από τους διακόπτες στην κονσόλα SCC, το PCS μπορεί να λειτουργήσει από τους Σταθμούς Εργασίας Χειρισμού του AMS.

6.2.3: Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (PMS)

Το Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (PMS) είναι ένα ανεξάρτητο και αυτόνομο λειτουργικό σύστημα. Το PMS παρέχει σήματα στο σύστημα AMS για σκοπούς παρακολούθησης. Όταν επιλεγεί ο κατάλληλος τρόπος ελέγχου από τους Πίνακες Ελέγχου στα Δωμάτια Πινάκων, το PMS μπορεί να λειτουργήσει από τους Σταθμούς Εργασίας Χειρισμού του AMS. Οι λειτουργίες και ο χειρισμός του PCS και του PMS θα περιγραφούν σύντομα στις επόμενες σελίδες αυτού του κεφαλαίου..

6.3: Μιμητική παρουσίαση



Εικόνα 6.3: Μιμητική παρουσίαση όπως εμφανίζεται στην αρχική οθόνη του σταθμού χειρισμού.

6.3.1: Μιμητική Τοπολογία

Κάθε οθόνη έχει την ίδια διάταξη οθόνης:

Εάν ένας χειριστής διαθέτει δύο οθόνες, η λειτουργικότητα της κάθε οθόνης θα είναι σχεδόν ίδια με τη λειτουργικότητα σε περίπτωση μόνης θέσης χειρισμού οθόνης. Ως εκ τούτου όλες τις οθόνες έχουν ίδια εμφάνιση, διάταξη και λειτουργικότητα.

1. Η παρουσίαση κάθε οθόνης χωρίζεται σε τέσσερις απεικονίσεις:

Τρεις προκαθορισμένες σταθερές απεικονίσεις και μία επιλογής χειριστή (βλ. Σχήμα 3-1).

Οι τρεις προκαθορισμένες σταθερές απεικονίσεις είναι:

- Απεικόνιση πάνω μπάρας με το όνομα του πλοίου, την GMT και την ακριβή ημερομηνία
- Κύρια απεικόνιση στα αριστερά, που περιλαμβάνει έναν δενδροειδή μιμητικό επιλογέα
- Απεικόνιση κάτω μπάρας στο κάτω μέρος με κουμπί "PRINT SCREEN", κουμπί «STOP HORN», κουμπί «ACCEPT ALARM» και μία γραμμή που δείχνει τον τελευταίο συναγερμό.

Εν αναμονή της επιλογής από τον χειριστή στην κύρια οθόνη, η απεικόνιση που ελέγχεται από τον χρήστη μπορεί να περιλαμβάνει:

- Μιμητικές πλατφόρμες με πληροφορίες και πιθανόν δυνατότητα ελέγχου χειριστή
- Σελίδες συναγερμού, που δίνουν μια λίστα όλων των συναγερμών
- Σελίδες συστήματος για την κατανομή λειτουργιών, έλεγχο σωστής λειτουργίας του αυτοματισμού, δοκιμή αυτόματων συνθηκών αναστολής κλπ.

6.3.2: Μιμητικές Συστήματος

Για το Σύστημα Συναγερμού και Ελέγχου (AMS) υπάρχει μια ειδική ομάδα μιμητικών συστήματος.

6.3.2.1: Πληροφορίες συναγερμού

Οι ακόλουθες πληροφορίες συναγερμού είναι διαθέσιμες μέσω της λεγόμενης Επιφάνειας Ανθρώπου-Μηχανής (HMI):

- Παρουσίαση Συναγερμού
- Ιστορικό Συναγερμών

Παρουσίαση Συναγερμού:

Οι συναγερμοί θα παρουσιάζονται σε ειδική μιμητική, που ονομάζεται Σελίδα Συναγερμού.

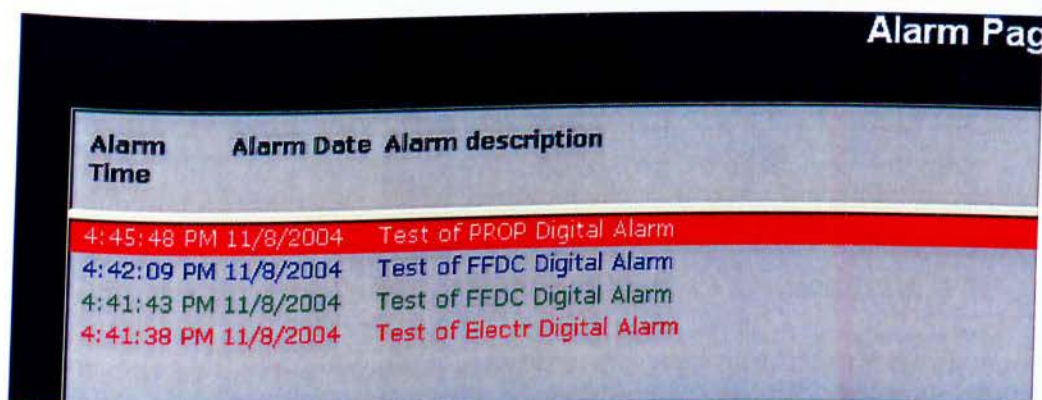
Μόνο οι συναγερμοί που ανήκουν στην ομάδα λειτουργιών που έχουν ανατεθεί σε ένα σταθμό εργασίας θα εμφανίζονται στη Σελίδα Συναγερμού αυτού του σταθμού εργασίας.

Στη σελίδα συναγερμού, οι συναγερμοί θα εμφανίζονται κατά φθίνουσα σειρά ημερομηνίας / ώρας.

Ο χειριστής μπορεί να αναγνωρίσει τους συναγερμούς που αναγράφονται στην λίστα συναγερμών είτε γραμμή-γραμμή είτε σε όλη τη σελίδα, χρησιμοποιώντας τα ανάλογα κουμπιά στο κάτω μέρος της σελίδας συναγερμού.

Εάν ο χειριστής θέλει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες συναγερμού, πρέπει πρώτα να επιλέξει τον συναγερμό και ύστερα να πιάσει το κουμπί «Αναγνώριση».

Στη συνέχεια, η μιμητική πλατφόρμα που περιέχει το στοιχείο που προκάλεσε την ενεργοποίηση του συναγερμού θα εμφανιστεί. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα λίστας συναγερμών φαίνεται στο σχήμα 6.5 που ακολουθεί.



| Alarm Time | Alarm Date | Alarm description |
|------------|------------|------------------------------|
| 4:45:48 PM | 11/8/2004 | Test of PROP Digital Alarm |
| 4:42:09 PM | 11/8/2004 | Test of FFDC Digital Alarm |
| 4:41:43 PM | 11/8/2004 | Test of FFDC Digital Alarm |
| 4:41:38 PM | 11/8/2004 | Test of Electr Digital Alarm |

Εικόνα 6.3.2.1.1: Λίστα συναγερμών

Τα κουμπιά στο κάτω μέρος της Σελίδας Συναγερμού (βλέπε σχήμα 6.6 που ακολουθεί) έχουν τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Ack Current..... αναγνωρίζει την επιλεγμένη γραμμή συναγερμού
- Ack Page αναγνωρίζει όλες τις γραμμές συναγερμού στη Σελίδα Συναγερμού
- Silence Cur σταματά το ηχητικό σήμα συναγερμού που προκαλείται από την επιλεγμένη γραμμή συναγερμού
- Silence Pge σταματά το ηχητικό σήμα συναγερμού που προκαλείται από τις γραμμές συναγερμού στη σελίδα
- Execute επιλέγει τη συμβουλευτική λειτουργία που συνδέεται με τον επιλεγμένο συναγερμό
- Identify επιλέγει τη μιμητική πλατφόρμας που συνδέεται με τον συναγερμό



Εικόνα 6.3.2.1.2: Πλήκτρα λειτουργιών στη σελίδα συναγερμών

Η ακριβής κατάσταση ενός συναγερμού μπορεί να καθοριστεί από το χρώμα με το οποίο παρουσιάζεται ο συναγερμός στη λίστα.

Η παρακάτω απεικόνιση χρωμάτων ισχύει για την παρουσίαση συναγερμού:

| Alarm presentation | Colour animation of Alarm Line | | | |
|---|--------------------------------|------------|-------------------|------------|
| | Selected line | | Not selected line | |
| | Background | Alarm Text | Background | Alarm Text |
| In Alarm Message (not yet acknowledged) | Red | White | Grey | Red |
| Out of Alarm Message (not yet acknowledged) | Green | White | Grey | Green |
| Acknowledged Alarm (still in alarm) | Blue | White | Grey | Blue |

Εικόνα 6.3.2.1.3: Λίστα απεικόνισης χρωμάτων συναγερμού

Ένας συναγερμός που δεν είναι πλέον ενεργός και έχει αναγνωριστεί από το χειριστή θα εξαφανιστεί από τη σελίδα συναγερμού.

Ο χειριστής δεν μπορεί να αναγνωρίσει συναγερμούς για ομάδες συστημάτων που δεν έχουν ανατεθεί στο σταθμό εργασίας του, καθώς αυτοί οι συναγερμοί δεν θα εμφανιστούν στη σελίδα συναγερμού του σταθμού εργασίας του.

Αν όμως ο χειριστής προτιμά να δει συναγερμούς που δεν ανήκουν στις ομάδες συστημάτων που έχουν ανατεθεί στο σταθμό εργασίας του, μπορεί να χρησιμοποιήσει την μπάρα ομάδων συναγερμού στην απεικόνιση της πάνω μπάρας.



Σχ. 6.3.2.1.4: Μπάρα ομάδων συναγερμού

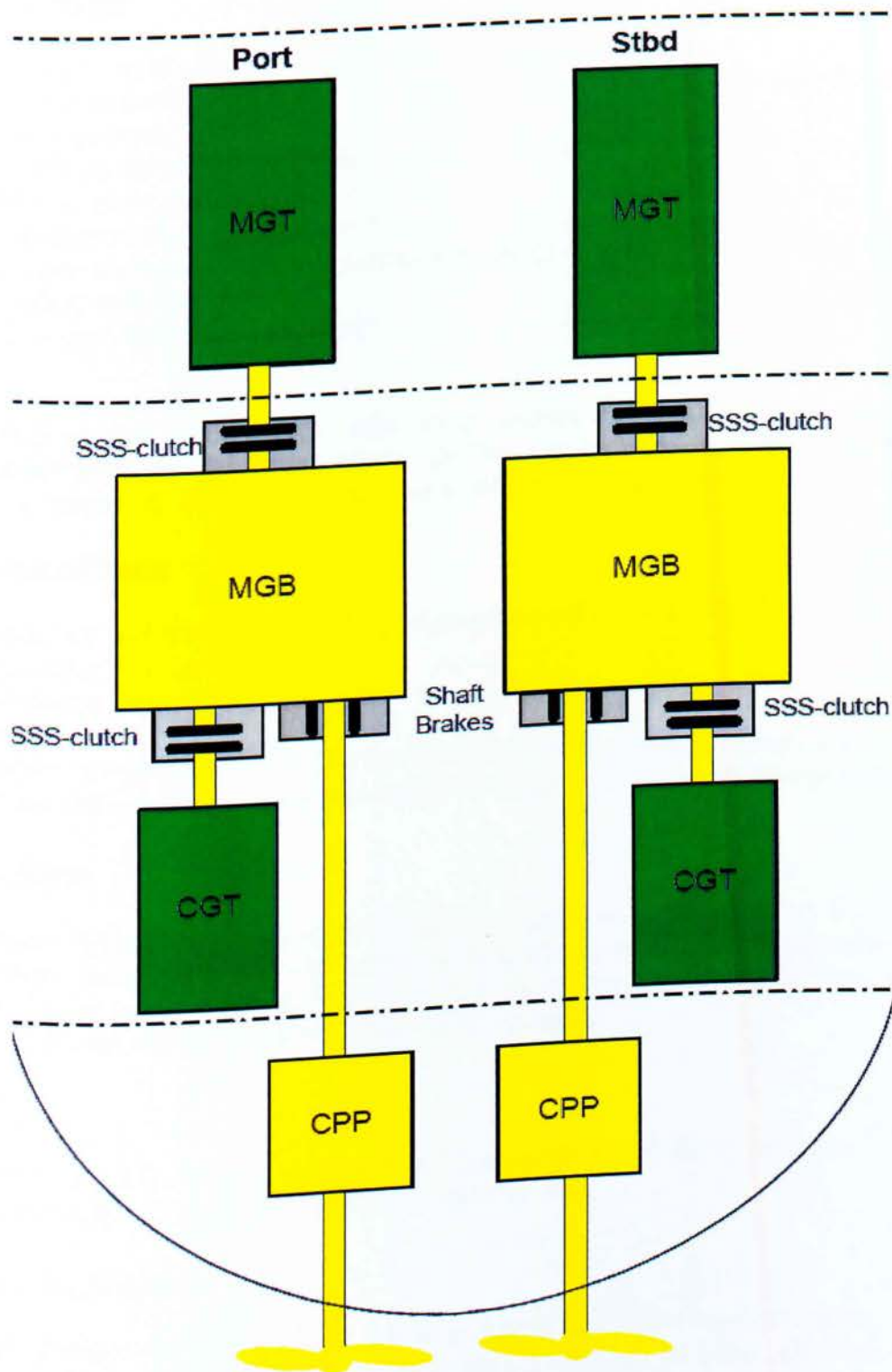
Η μπάρα ομάδων συναγερμού (βλέπε εικόνα 6.3.2.1.4 παραπάνω) περιλαμβάνει τέσσερα κουμπιά με κίνηση, ένα για κάθε ομάδα συστήματος. Το χρώμα των κουμπιών καθορίζει εάν υπάρχουν ή όχι (μη) αναγνωρισμένοι συναγερμοί γι' αυτή τη συγκεκριμένη ομάδα συστήματος. Πατώντας ένα κουμπί στην μπάρα ομάδων συναγερμού, ανοίγει ένα πλαίσιο με τη λίστα συναγερμών που δείχνει τους ενεργούς συναγερμούς για την συγκεκριμένη ομάδα συστήματος μόνο.



Εικόνα 6.3.2.1.5: Απεικόνιση Σταθμού Εργασίας Χειρισμού στην γέφυρα του πλοίου. (Φαίνονται πιο ξεκάθαρα πλέον τα μιμικά διαγράμματα εδώ)

6.3.2.2: Εγκατάσταση Προώθησης

Η εγκατάσταση προώθησης στις φρεγάτες κλάσης S του Ελληνικού Ναυτικού είναι του τύπου «CoGoG», «Διάταξη είτε ενός Αεριοστρόβιλου είτε ενός Αεριοστρόβιλου» όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.3.2.1 παρακάτω:



Σχήμα 6.3.2.2.1: Εγκατάσταση Προώθησης

τηλεγράφων είναι δυνατός όταν οι τηλεγράφοι και στις δύο πλευρές έχουν την ίδια εντολή.

Σε συνδυασμό, κάθε μεταβολή της εντολής είτε σε **Port** ή **Stbd** θα συμβεί και στις δύο πλευρές.

Στο Telegraph Mode, ο συνδυασμός στον τηλεγράφο της SCC είναι δυνατός μόνο όταν η κύρια θέση είναι συνδυασμένη.

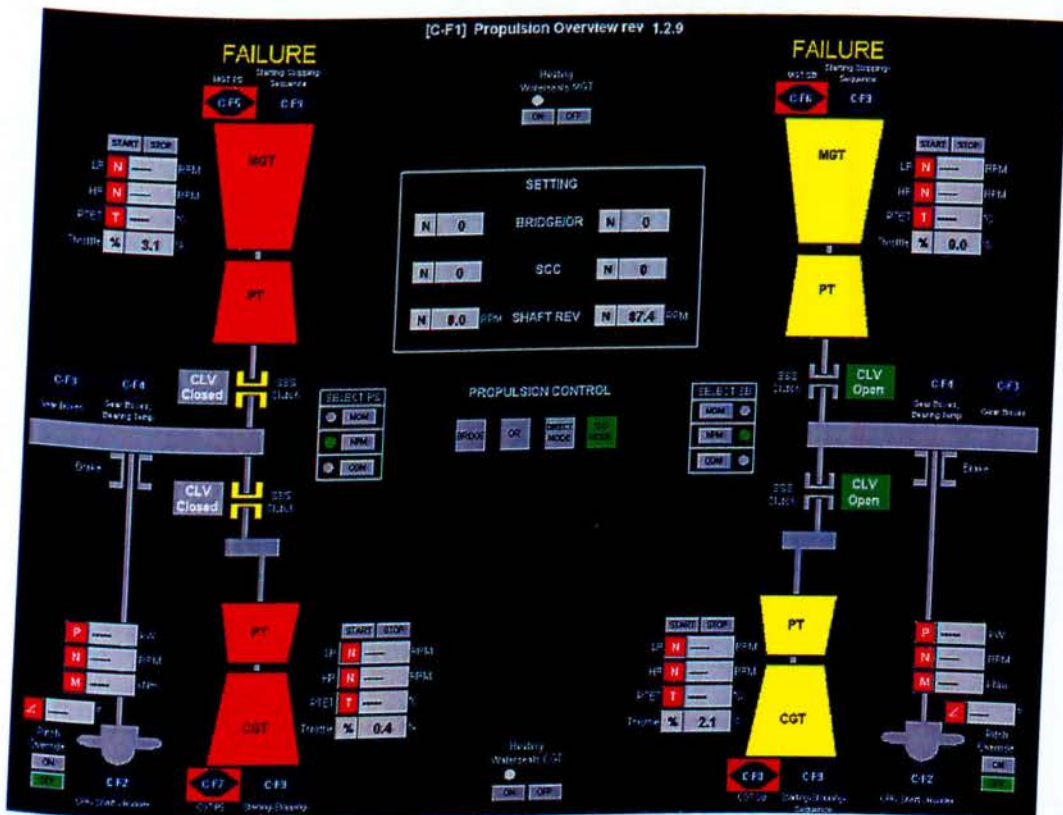
Non Operate Mode

Στο Non Operate Mode (NOM) οι εντολές από το PCS δεν μεταδίδονται στην εκατάσταση προώθησης. Η εγκατάσταση ελέγχεται μόνο από το απομακρυσμένο χειροκίνητο σύστημα ελέγχου (RMCS) στο SCC. Η μετάβαση σε Operating Mode είναι δυνατή μόνον όταν οι ακριβείς συνθήκες της εγκατάστασης προώθησης είναι ίσες με τις συνθήκες εγκατάστασης που έχουν ζητηθεί από το PCS. Το NOM μπορεί επίσης να επιλεγεί μέσω των κουμπιών στην SCC. Μια ένδειξη στην μιμητική της οθόνης αφής "Επισκόπηση" θα προκύψει, όταν είναι δυνατή η αλλαγή από το "NOM" σε "Operating Mode".

6.3.2.3: Αεριοστρόβιλοι Συστήματος Εκκίνησης/Διακοπής

Διαδικασίες Εκκίνησης/Διακοπής

Το σύστημα εκτελεί αλληλουχίες εκκίνησης και διακοπής κατά την έναρξη του χειριστή μέσω του Σταθμού Εργασίας Χειρισμού IPMS στην SCC (μιμητική IPMS "Ανασκόπηση Προώθησης", βλ. Σχήμα 6.9), ή μέσω του Πίνακα Ελέγχου Προώθησης στην SCC (κουμπιά με διακόπτες).

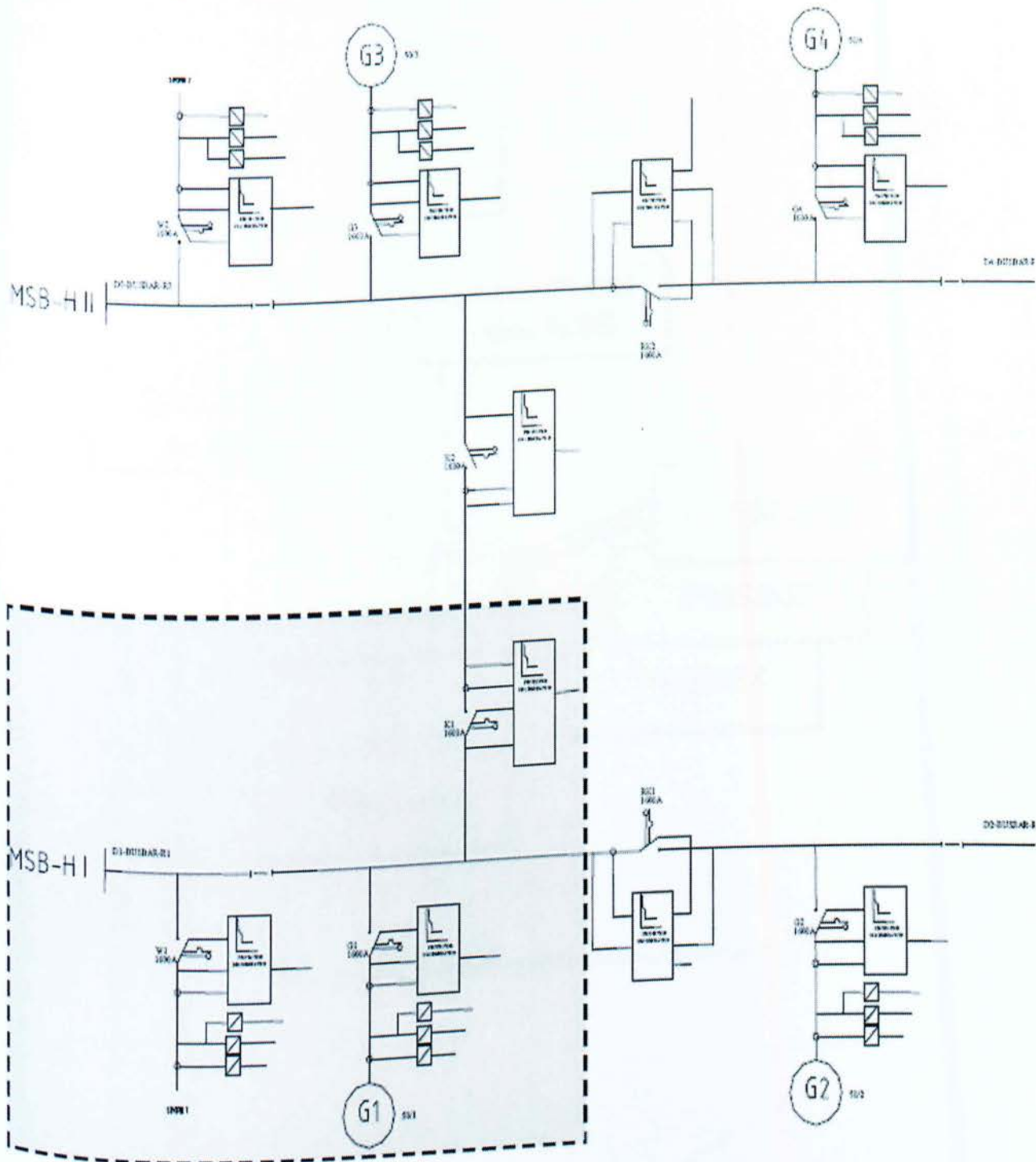


Εικόνα 6.3.2.3.1: Μιμητική IPMS "Ανασκόπηση Προώθησης"

6.4: Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας

6.4.1: Ανασκόπηση τμημάτων PMS

Η εγκατάσταση ενέργειας στις Φρεγάτες κλάσης S του Ελληνικού Ναυτικού περιλαμβάνει τέσσερα σετ κινητήρων ντίζελ με συνδέσεις που κατανέμονται σε δύο πίνακες διανομής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.4.1.1 που ακολουθεί.



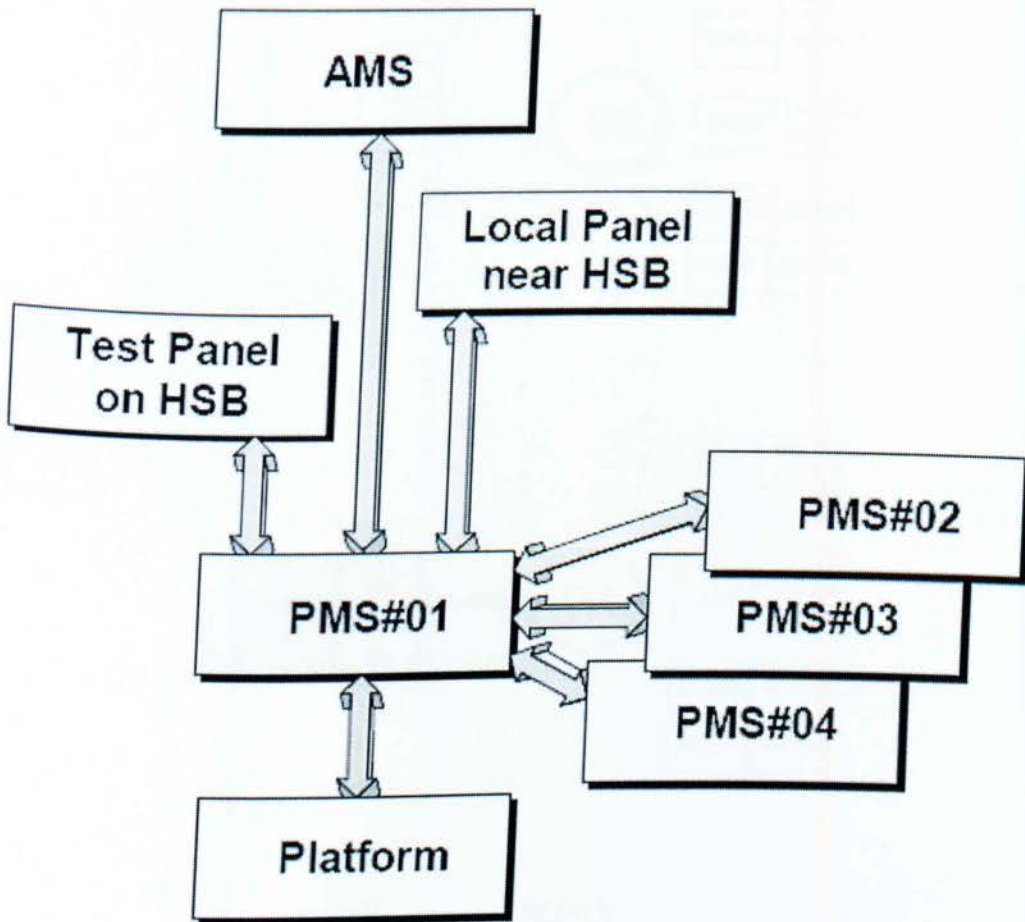
Εικόνα 6.4.1.1: Ανασκόπηση Εγκατάστασης Ενέργειας

Στο παραπάνω Σχήμα 6.4.1.1, το μέρος της εγκατάστασης ενέργειας που ελέγχεται από το PMS # 01 είναι σκιασμένο.

6.4.2: Λειτουργικό περιβάλλον

6.4.2.1: Διασύνδεση με λειτουργικές ταυτότητες

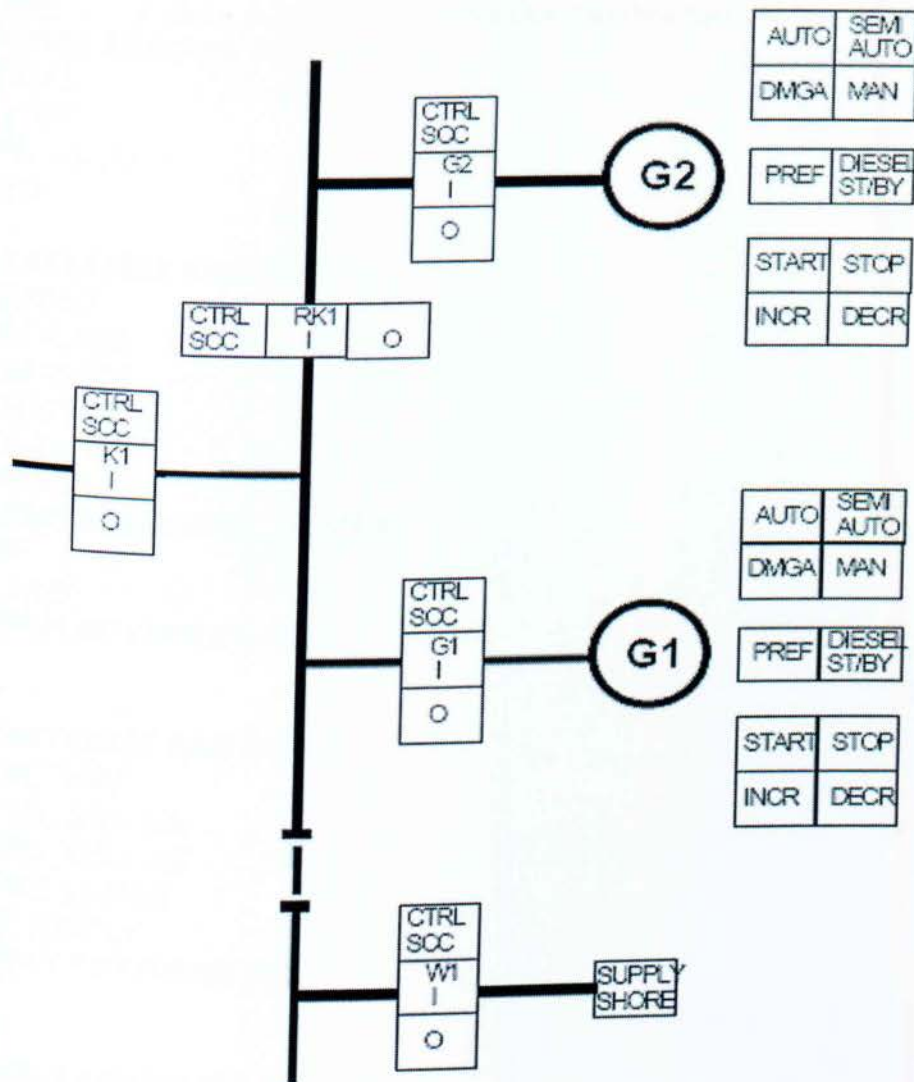
Το PMS # 01 αλληλεπιδρά με διάφορες λειτουργικές ταυτότητες, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.6.4.2.1.1.



Σχήμα 6.4.2.1: Διασύνδεση με Functional Identities

6.4.2.2: Τοπικός Πίνακας Ελέγχου κοντά στον Κύριο Πίνακα Διανομής

Κοντά στον πίνακα διανομής, ο Τοπικός Πίνακας Ελέγχου (LCP) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο και τη σηματοδότηση των PMS # 01 και PMS # 02. Η διάταξη αυτού του πίνακα ελέγχου είναι όπως φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 6.4.2.2.1: Τοπικός Πίνακας κοντά στον Κύριο Πίνακα Διανομής

6.5: Περιγραφή των λειτουργιών

6.5.1: Γενικά

Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει τον αυτοματισμό του PMS και τις εσωτερικές καταστάσεις με τις πιθανές μεταβάσεις μεταξύ αυτών των καταστάσεων.

6.5.2: Ανασκόπηση των καταστάσεων/τρόπων

Στο PMS # 01 είναι δυνατοί οι ακόλουθοι συνδυασμοί καταστάσεων/τρόπων:

• ΤΡΟΠΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ PMS # 01

- MANUAL
- DM / GA
- SEMI-AUTO
- AUTO

• ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ DG1

- STOPPED
- STARTCYCL
- IN SERVICE
- AUTOSTOP
- COOL DOWN
- STOPCYCL

• ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ

- PREF
- NO PREF

• ΜΝΗΜΗ ΚΟΥΜΠΙΟΥ G1

- ON
- OFF

• ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ W1

- NO ACTION
- TRANS_SS> GS
- TRANS_GS> SS
- SHORE SUPPLY
- SHIP SUPPLY

• ΜΝΗΜΗ ΚΟΥΜΠΙΟΥ W1

- ON
- OFF

• ΜΝΗΜΗ ΚΟΥΜΠΙΟΥ K1

- ON
- OFF

• ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ PRE-LUBOIL / ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

- ON
- OFF

6.5.3: Τρόποι ελέγχου PMS # 01

Η λειτουργικότητα του PMS # 01 εξαρτάται άμεσα την ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ του PMS # 01.

Σε αυτή την παράγραφο θα εξηγηθεί η περιγραφή μεταξύ των μεταβάσεων των διάφορων ΤΡΟΠΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ.

Τα σειριακά δεδομένα λειτουργούν ανεξάρτητα από τον τρόπο ελέγχου του PMS.

Ο προεπιλεγμένος τρόπος ελέγχου κατά την έναρξη λειτουργίας είναι MANUAL.

Βλέπε επίσης το διάγραμμα Σχήμα 6.13 παρακάτω.

MANUAL:

Το DG1 θα ΕΚΚΙΝΗΘΕΙ ή θα ΔΙΑΚΟΠΕΙ τοπικά στον Πίνακα Ελέγχου Ντίτζελ.

Ο Διακόπτης κυκλώματος G1 θα είναι ON ή OFF μέσω των κουμπιών του διακόπτη.

Το ρελέ Ελέγχου Συγχρονισμού δεν θα είναι ενεργό.

Η ταχύτητα του κινητήρα θα ελέγχεται μέσω των κουμπιών των INCR και DECR.

Οι εντολές ON και OFF για την αντλία PRE- LUBOIL και την αντλία ψύξης γλυκού

νερού πρέπει να δοθούν χειροκίνητα από τον χειριστή.

Το PMS # 01 δεν ελέγχει την εγκατάσταση αλλά σηματοδοτεί τις καταστάσεις, σε

συνεργασία με τα εξαρτήματα της πλατφόρμας.

DM / GA:

Το DG1 θα ΕΚΚΙΝΗΘΕΙ ή θα ΔΙΑΚΟΠΕΙ τοπικά στον Πίνακα Ελέγχου Ντίτζελ.

Ο Διακόπτης κυκλώματος G1 θα είναι ON ή OFF μέσω των κουμπιών του τοπικού Πίνακα

Ελέγχου. Το ρελέ Ελέγχου Συγχρονισμού θα είναι ενεργό.

Η ταχύτητα του κινητήρα και ο διαμοιρασμός του φορτίου θα ελέγχονται αυτόματα μέσω

του PMS # 01. Οι εντολές ON και OFF για την αντλία PRE- LUBOIL και την αντλία

ψύξης γλυκού νερού πρέπει να δοθούν χειροκίνητα από τον χειριστή.

SEMI-AUTO:

Το DG1 θα ΕΚΚΙΝΗΘΕΙ ή θα ΔΙΑΚΟΠΕΙ μέσω των κουμπιών START και STOP ή θα

εκκινηθεί αυτόματα όταν ανιχνευθεί διακοπή ρεύματος και θα διακοπεί σε περίπτωση

διαπίστωσης βλάβης.

Ο διακόπτης κυκλώματος G1 θα κλείσει αυτόματα εάν ο κινητήρας είναι σε IN SERVICE

λειτουργία και θα ανοίξει αυτόματα όταν ο κινητήρας είναι σταματημένος.

Η ταχύτητα του κινητήρα και ο διαμοιρασμός του φορτίου θα ελέγχονται αυτόματα μέσω

του PMS # 01.

Οι εντολές ON και OFF για την αντλία PRE- LUBOIL και την αντλία ψύξης γλυκού

νερού δίνονται από το PMS # 01.

Αν πιεστεί το κουμπί STOP για να σταματήσει η μηχανή, η εντολή διακοπής μπορεί να

ακυρωθεί κατά τη διάρκεια της ψύξης του DG1 πατώντας το κουμπί START.

AUTO:

Το DG1 θα ΕΚΚΙΝΗΘΕΙ ή θα ΔΙΑΚΟΠΕΙ και ο διακόπτης κυκλώματος G1 θα ανοίξει ή θα

κλείσει μέσω του PMS # 01 ανάλογα με το συνδεδεμένο φορτίο και τη ρύθμιση του

αγωγού. Σε περίπτωση που συμβεί διακοπή ρεύματος, το PMS # 01 θα εκκινήσει το DG1

και θα συνδέσει τον διακόπτη G1. Η συχνότητα και το φορτίο θα ελέγχονται από το PMS

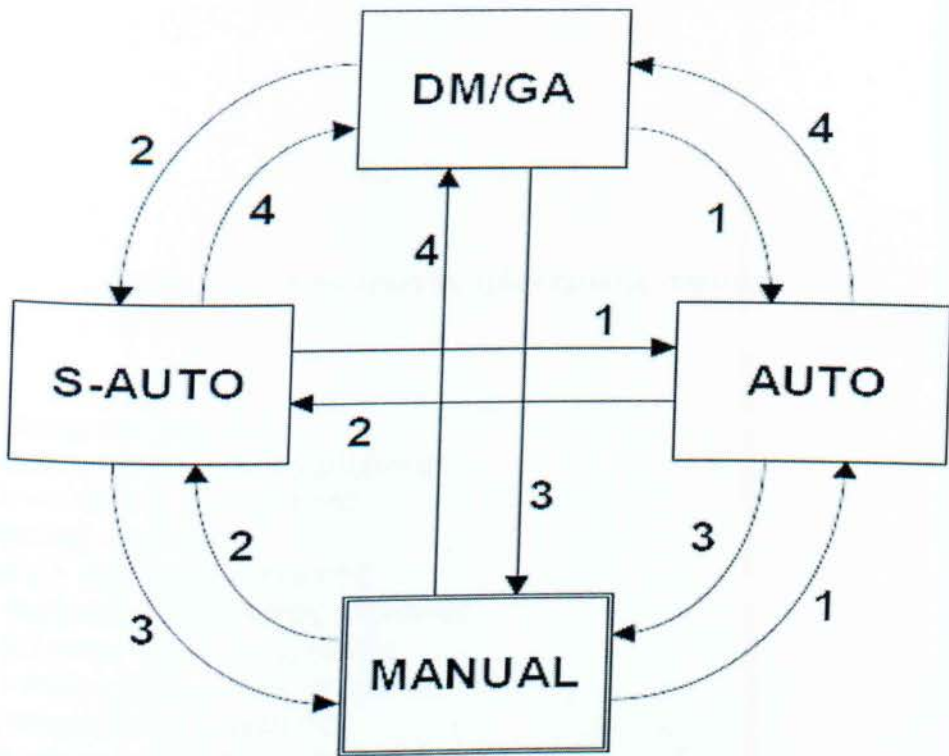
01. Ο χειριστής μπορεί να επιλέξει τη ρύθμιση του αγωγού.

Μετά από μια εντολή από τον χειριστή, θα υπάρξει αυτόματη μετάβαση από την παροχή

γεννήτριας στην παροχή ξηράς ή το αντίστροφο.

Οι εντολές ON και OFF για την αντλία PRE- LUBOIL και την αντλία ψύξης γλυκού

νερού δίνονται από το PMS # 01.



Σχήμα 6.5.3.1: Διάγραμμα Μετάβασης Καταστάσεων Τρόπων Ελέγχου

Κεφάλαιο 7

Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος

- 7.1: Γενικά στοιχεία μηχανής
- 7.2: Προθέρμανη-προλίπανση μηχανής
- 7.3: Έλεγχοι κατά την ετοιμότητα
- 7.4: Δοκιμαστική εκκίνηση
- 7.5: Εκκίνηση – κράτηση μηχανής
- 7.6: Δίκτυο θαλασσινού ύδατος μηχανής
- 7.7: Δίκτυο γλυκού ύδατος μηχανής
- 7.8: Δίκτυο ελαίου λιπάνσεως μηχανής
- 7.9: Δίκτυο πετρελαίου μηχανής
- 7.10: Δίκτυο αέρα εκκίνησης μηχανής
- 7.11: Γενική περιγραφή γεννήτριας
- 7.12: CONTROL PANEL OVERVIEW
 - 7.12.1: Πίνακας Ελέγχου
 - 7.12.2: Απομακρυσμένη λειτουργία
- 7.13: Προστασία γεννήτριας
 - 7.13.1: Προστασία βραχυκυκλώματος
 - 7.13.2: Προστασία της γεννήτριας λόγω μη ύπαρξης τάσεως & σε περίπτωση ανωμαλίας
 - 7.13.3: Προστασία ανάστροφης ισχύος
 - 7.13.4: Προστασία υπερφορτώσεως και NON-PREFERANT
 - 7.13.5: Ανεύρεση ανωμαλίας της μηχανής
 - 7.13.6: Ανεύρεση ανωμαλίας της γεννήτριας
 - 7.13.7: Σύνδεση ξηράς
 - 7.13.8: Τμηματικοί διακόπτες και διακόπτες διασυνδέσεως πινάκων
- 7.14: Προστασία γεννήτριας
 - 7.14.1: Προειδοποιήσεις
 - 7.14.2: Περιγραφή προειδοποιήσεων
 - 7.14.3: Σύστημα ελέγχου ταχύτητας (Governor)
 - 7.14.3.1: Ο ελεγκτής ταχύτητας δεν δουλεύει
 - 7.14.3.2: Κράτηση της μηχανής από κυκλώματα προστασίας
 - 7.14.3.3: Επαγώγιμα

Εισαγωγή:

Το Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ισχύος αποτελείται από τέσσερις ηλεκτρομηχανές ισχύος 750kw η καθεμία , εγκατεστημένες ανά δύο στο πρωραίο και στο πρυμναίο ηλεκτροστάσιο .

Κάθε ηλεκτρομηχανή αποτελείται από μία μηχανή , η οποία κινεί μία γεννήτρια :

Μηχανή : S.E.M.T. Pielstick A4 .

Γεννήτρια : Smit-Slikkerveer .

Η ισχύς κάθε ηλεκτρομηχανής είναι 750kw και η παρεχόμενη τάση στην ηλεκτρική εγκατάσταση του πλοίου είναι 440V/60Hz/3φ .

7.1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΗΣ

Τα κύρια τεχνικά και χαρακτηριστικά στοιχεία της μηχανής είναι τα ακόλουθα :

- ♦ Κατασκευαστής : S.E.M.T. PIELSTICK .
- ♦ Τύπος : PA4 .
- ♦ Τύπος : Τετράχρονη , οκτακύλινδρη , τύπου "V" , υπερπληρούμενη .
- ♦ Στροφές μηχανής : 1200rpm .
- ♦ Ισχύς μηχανής : 750kw .
- ♦ Φυσιολογική πίεση πετρελαίου : 1,5bar .
- ♦ Ελάχιστη πίεση πετρελαίου : 1bar .
- ♦ Φυσιολογική πίεση ελαίου στις 1200rpm : 5,5bar .
- ♦ Ελάχιστη επιτρεπτή πίεση ελαίου στις 1200rpm : 4,7bar .
- ♦ Ελάχιστη επιτρεπτή πίεση ελαίου στο ρελαντί : 1,5bar .
- ♦ Φυσιολογική θερμοκρασία ελαίου : 75°C .
- ♦ Μέγιστη επιτρεπτή θερμοκρασία ελαίου : 90°C .
- ♦ Μέγιστη επιτρεπτή διαφορική πίεση φίλτρου ελαίου : 1,2bar .
- ♦ Παλμοί φίλτρου ελαίου ανά λεπτό : 18-25 .
- ♦ Φυσιολογική θερμοκρασία γλυκού ύδατος στην έξοδο της μηχανής : 80°C .
- ♦ Μέγιστη θερμοκρασία γλυκού ύδατος στην έξοδο της μηχανής : 95°C .
- ♦ Ρύθμιση θερμοστατικής βαλβίδας γλυκού ύδατος : 77°C .
- ♦ Φυσιολογική πίεση γλυκού ύδατος στις 1200rpm : 2bar .
- ♦ Φυσιολογική πίεση θαλασσινού ύδατος στις 1200rpm : 1,9bar .
- ♦ Πίεση αέρα σάρωσης στη μέγιστη ισχύ : 1,1bar .
- ♦ Μέγιστη επιτρεπτή πτώση πίεσης αέρα σάρωσης στη μέγιστη ισχύ : 10% .
- ♦ Φυσιολογική θερμοκρασία καυσαερίων στην είσοδο του στροβιλοφυσητήρα στη μέγιστη ισχύ : 500°C .
- ♦ Μέγιστη θερμοκρασία καυσαερίων στην είσοδο του στροβιλοφυσητήρα : 640°C .

7.2: ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΠΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ

Η ικανότητα της μηχανής να εκκινήσει και να δεχθεί άμεσα ένα φορτίο εξαρτάται γενικά από τις συνθήκες περιβάλλοντος και πιο συγκεκριμένα από τη θερμοκρασία ελαίου και γλυκού ύδατος .

Για το λόγο αυτό η μηχανή είναι εφοδιασμένη με ένα σύστημα προθέρμανσης-προλίπανσης , το οποίο αποτελείται από τα ακόλουθα :

- ▶ Μία ηλεκτροκίνητη αντλία κυκλοφορίας γλυκού ύδατος .
- ▶ Μία ηλεκτροκίνητη αντλία κυκλοφορίας ελαίου .
- ▶ Έναν ηλεκτρικό θερμαντήρα γλυκού ύδατος .
- ▶ Έναν εναλλάκτη θερμότητας γλυκού ύδατος-ελαίου .

Ο σκοπός του συστήματος προθέρμανσης-προλίπανσης είναι ο ακόλουθος :

- ♦ Διατήρηση μία σταθερής θερμοκρασίας , περίπου 40°C , στους κυλίνδρους και στις κυλινδροκεφαλές .
- ♦ Μείωση του ιξώδους του ελαίου με σκοπό την αποφυγή υπερπίεσης κατά την εκκίνηση .

Η μηχανή είναι σχεδιασμένη να παρέχει την ονομαστική της ισχύ μέσα σε 6 δευτερόλεπτα και συνεπώς η εξαρτημένη αντλία ελαίου θα πρέπει να παρέχει τη μέγιστη παροχή της στον ίδιο χρόνο .

7.3: ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ

Κατά την περίοδο που η μηχανή είναι κράτει και σε ετοιμότητα θα πρέπει να διενεργούνται οι ακόλουθοι έλεγχοι σε τακτά χρονικά διαστήματα:

- ♦ Έλεγχος επιστομίων δικτύων ελαίου , γλυκού ύδατος , θαλασσινού ύδατος , πετρελαίου και αέρα εκκίνησης .
- ♦ Έλεγχος ορθής λειτουργίας συστήματος προθέρμανσης-προλίπανσης .
- ♦ Έλεγχος στάθμης ελαίου ελαιολεκάνης .
- ♦ Έλεγχος στάθμης ελαίου αντλίας έγχυσης πετρελαίου .
- ♦ Έλεγχος στάθμης ελαίου ρυθμιστή στροφών .
- ♦ Έλεγχος στάθμης γλυκού ύδατος δοχείου διαστολών .
- ♦ Έλεγχος στάθμης πετρελαίου δεξαμενής χρήσεως .
- ♦ Έλεγχος πίεσης αέρα εκκινήσεως .
- ♦ Έλεγχος στάθμης ελαίου συστήματος εκκίνησης .

7.4: ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗ

Είναι απαραίτητο να εκτελείται δοκιμαστική εκκίνηση και λειτουργία χωρίς φορτίο της μηχανής κάθε 15 ημέρες ως ακολούθως :

- ♦ Απομόνωση Συστήματος Ελέγχου (ADS) και τοπικός έλεγχος της μηχανής .
- ♦ Έλεγχος ότι τίποτα δεν εμποδίζει την ελεύθερη περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα .
- ♦ Άνοιγμα εξαεριστικών των κυλινδροκεφαλών .
- ♦ Χειροκίνητη στρέψη του στροφαλοφόρου άξονα μέσω του κρίκου για τρεις πλήρεις περιστροφές και έλεγχος τυχόν διαρροής γλυκού ύδατος από τα εξαεριστικά των κυλινδροκεφαλών .
- ♦ Αφαίρεση κρίκου και κλείσιμο εξαεριστικών των κυλινδροκεφαλών .
- ♦ Μηδενισμός του κανόνα της αντλίας εγχύσεως πετρελαίου , μέσω του μοχλού κράτησης πάνω στη μηχανή και στρέψη της μηχανής μέσω του συστήματος εκκίνησης .
- ♦ Εκκίνηση τοπικά της μηχανής και έλεγχος των ακολούθων :

- Οι ασφαλιστικές διατάξεις δεν έχουν ενεργοποιηθεί .
- Η λειτουργία του συστήματος προθέρμανσης-προλίπανσης σταματά μόλις η πίεση ελαίου φθάσει τα 3bar .
- Η μηχανή φθάνει την ονομαστική της ταχύτητα .
- Οι θερμοκρασίες γλυκού ύδατος και ελαίου αυξάνουν και σταθεροποιούνται στις ρυθμίσεις των θερμοστατικών τους βαλβίδων .
- Γίνεται καύση σε όλους τους κυλίνδρους .
- Λειτουργία της μηχανής σε άφορτη κατάσταση για μέγιστο χρόνο 15 λεπτά .
- Κράτηση της μηχανής από τον τοπικό πίνακα ελέγχου και έλεγχος των ακολούθων :
- Ο στροβιλοφυσητήρας συνεχίζει να στρέφει για περίπου 15 δευτερόλεπτα χωρίς ασυνήθιστο θόρυβο .
- Ορθή λειτουργία ασφαλιστικής διάταξης κράτησης λόγω χαμηλής πίεσης ελαίου .
- Η λειτουργία του συστήματος προθέρμανσης-προλίπανσης ξεκινά μόλις η πίεση ελαίου πέσει κάτω από τα 3bar .

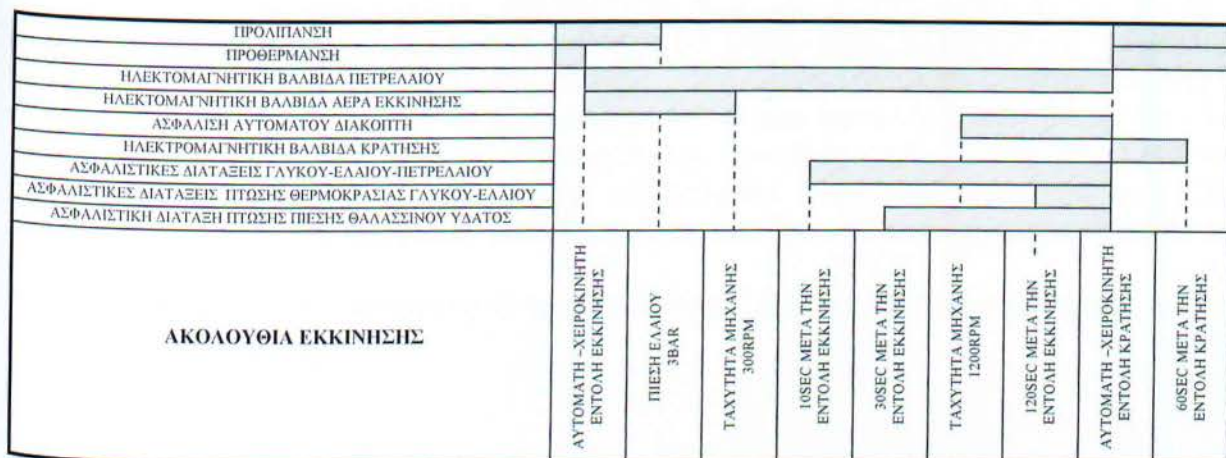
Σε περίπτωση τοπικού χειροκίνητου ελέγχου της μηχανής οι μόνες ασφαλιστικές διατάξεις που είναι ενεργοποιημένες είναι αυτές της υπερτάχυνσης και της χαμηλής πίεσης ελαίου .

7.5: ΕΚΚΙΝΗΣΗ-ΚΡΑΤΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ

Ασφαλιστικές διατάξεις παρεμποδίζουν τη μηχανή να εκκινήσει στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ♦ Χαμηλή πίεση προλίπανσεως : 0,5bar για χρόνο μεγαλύτερο από 15 λεπτά.
- ♦ Χαμηλή θερμοκρασία γλυκού ύδατος : 35°C .
- ♦ Κρίκος ενεργοποιημένος.
- ♦ Χαμηλή στάθμη γλυκού ύδατος δοχείου διαστολής.
- ♦ Προηγούμενη κράτηση ανάγκης.

Η ακολουθία εκκίνησης είναι η ακόλουθη:



Σχημ 7.5.1: Ακολουθία εκκίνησης

Η ακολουθία φόρτωσης της ηλεκτρομηχανής εξαρτάται από το Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρικής Ισχύος του πλοίου .

Χειροκίνητη κράτηση μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους :

- Από το κομβίο κράτησης στον τοπικό πίνακα ελέγχου .
- Από το κομβίο κράτησης στη μηχανή .
- Από το διακόπτη θέσης χειρισμού της μηχανής στον τοπικό πίνακα ελέγχου .

Αυτόματη κράτηση της μηχανής με χρονική καθυστέρηση πραγματοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- Χαμηλή πίεση ελαίου : 3bar .
- Χαμηλή πίεση πετρελαίου : 0,5bar .
- Υψηλή θερμοκρασία ελαίου : 90°C .
- Υψηλή θερμοκρασία γλυκού ύδατος : 95°C

Άμεση αυτόματη κράτηση της μηχανής πραγματοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

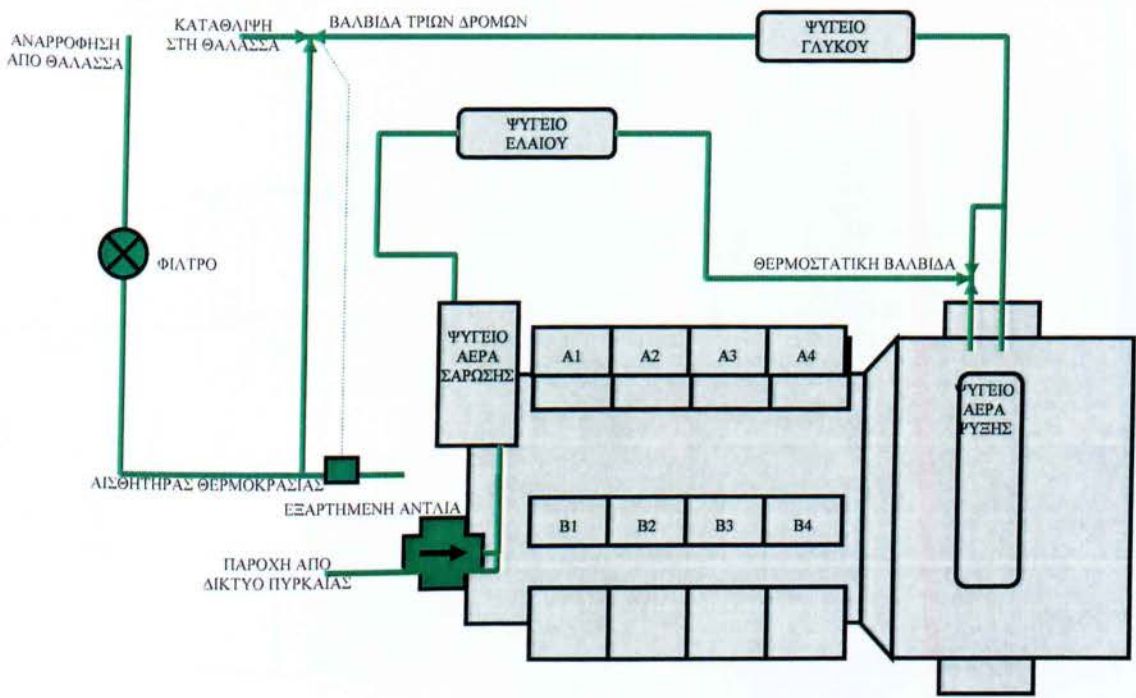
- Χαμηλή πίεση ελαίου : 2,5bar .
- Χαμηλή πίεση γλυκού ύδατος : 2bar .
- Ηλεκτρικό σφάλμα .

Κράτηση ανάγκης της μηχανής πραγματοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- Υπερτάχυνση .
- Χαμηλή πίεση ελαίου : 2bar .
- Χειροκίνητα

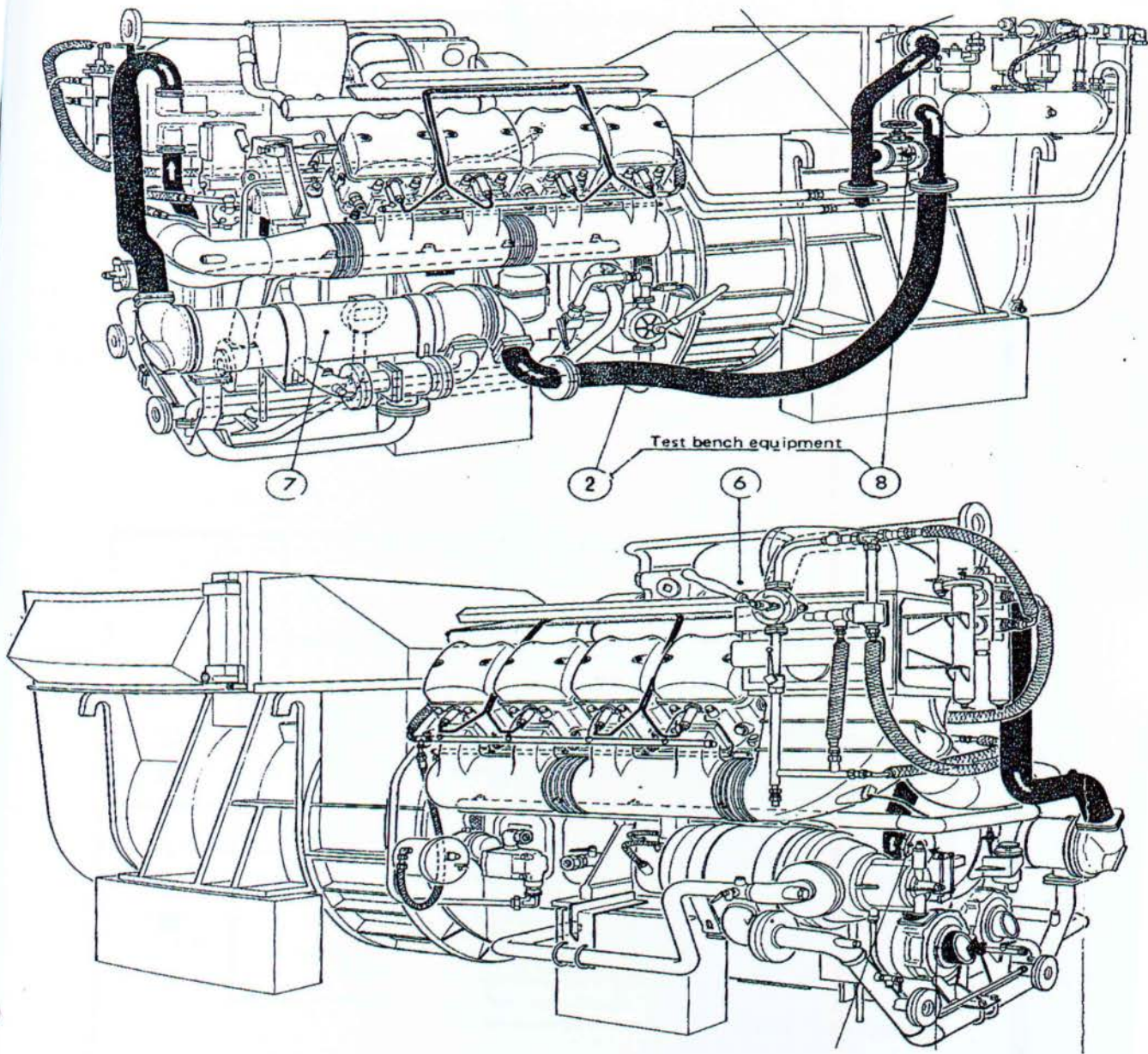
7.6: ΔΙΚΤΥΟ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Το δίκτυο θαλασσινού ύδατος αποτελείται από μία εξαρτημένη αντλία θαλασσινού ύδατος ,η οποία αναρροφά από την θάλασσα μέσω ενός φίλτρου και καταθλίβει στο ψυγείο αέρα σάρωσης , στο ψυγείο ελαίου , στο ψυγείο γλυκού ύδατος και στο ψυγείο αέρα ψύξης της γεννήτριας . Η εξαγωγή του δικτύου καταλήγει στη θάλασσα , ενώ μία θερμοστατική βαλβίδα στην αναρρόφηση της αντλίας ρυθμίζει τη θερμοκρασία του θαλασσινού ύδατος και μία θερμοστατική βαλβίδα στην εισαγωγή του ψυγείου αέρα ψύξης της γεννήτριας ρυθμίζει την ποσότητα του θαλασσινού ύδατος που θα περάσει από το ψυγείο .
 Το δίκτυο παρέχει τη δυνατότητα τροφοδότησης από το δίκτυο πυρκαγιάς του πλοίου μέσω μειωτήρα πίεσης.



Σχημ : 7.6.1: Απεικόνιση Δικτύου θαλασσινού ύδατος μηχανής

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται με πιο σκούρο χρώμα οι σωλήνες όπου περνάει το θαλασσινό νερό. Φαίνεται επίσης και η θερμοστατική βαλβίδα (8) απ'όπου φεύγει το θαλασσινό νερό, το ψυγείο ελαίου (7).



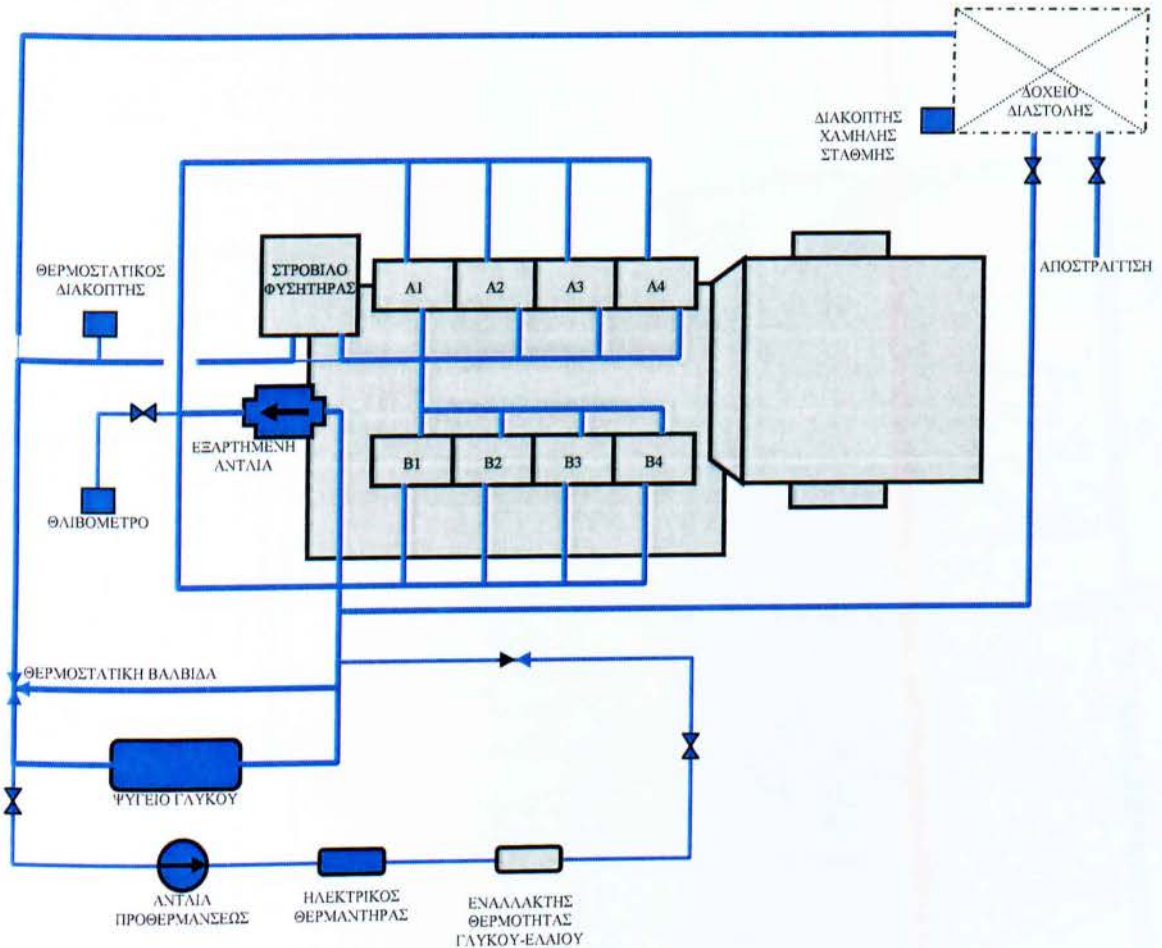
Σχήμα 7.6.2: Η όδευση του θαλασσινού ύδατος στην μηχανή

7.7: ΔΙΚΤΥΟ ΓΛΥΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

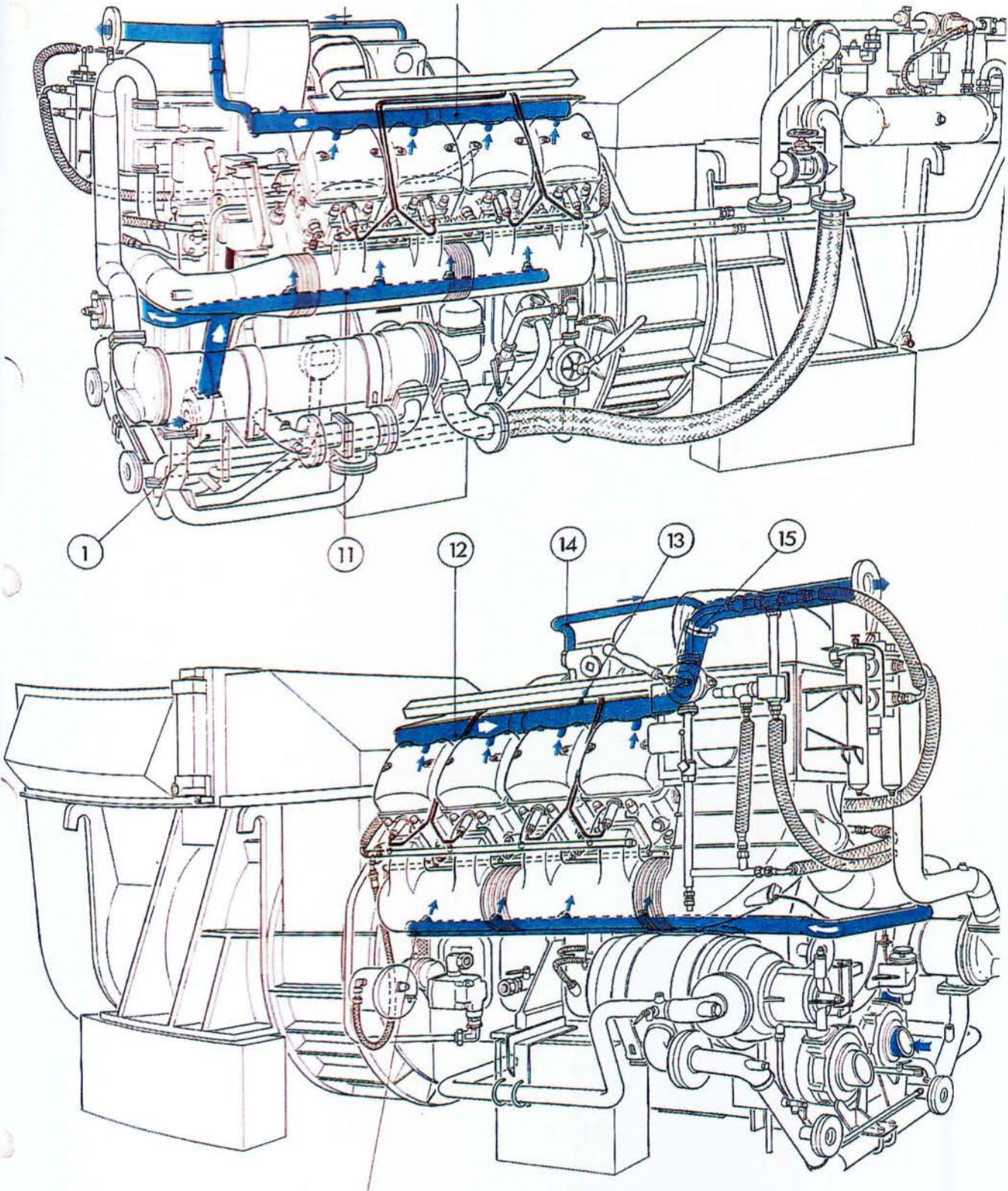
Το δίκτυο γλυκού ύδατος της μηχανής ψύχει τους κυλίνδρους, τις κυλινδροκεφαλές και το στροβιλοφυσητήρα, ενώ ψύχεται από το θαλασσινό νερό. Η κυκλοφορία του γλυκού ύδατος επιτυγχάνεται μέσω μιας εξαρτημένης αντλίας γλυκού ύδατος.

Το δίκτυο γλυκού ύδατος της μηχανής τροφοδοτείται από ένα δοχείο διαστολής το οποίο συνδέεται με την αναρρόφηση της εξαρτημένης αντλίας, ενώ μια θερμοστατική βαλβίδα εγκατεστημένη πριν το ψυγείο ρυθμίζει τη θερμοκρασία του γλυκού.

Όταν είναι κράτει η μηχανή μία ηλεκτροκίνητη αντλία γλυκού κυκλοφορεί το γλυκό νερό της μηχανής μέσω ενός ηλεκτρικού θερμαντήρα και ενός εναλλάκτη θερμότητας γλυκού-ελαίου, ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία της μηχανής στο επιθυμητό επίπεδο, παρέχοντας τη δυνατότητα της άμεσης εκκίνησης και φόρτωσης.



Σχημ 7.7.1: Δίκτυο γλυκού ύδατος μηχανής.



Σχημ 7.7.2: Η όδευση του γλυκού νερού στην μηχανή.

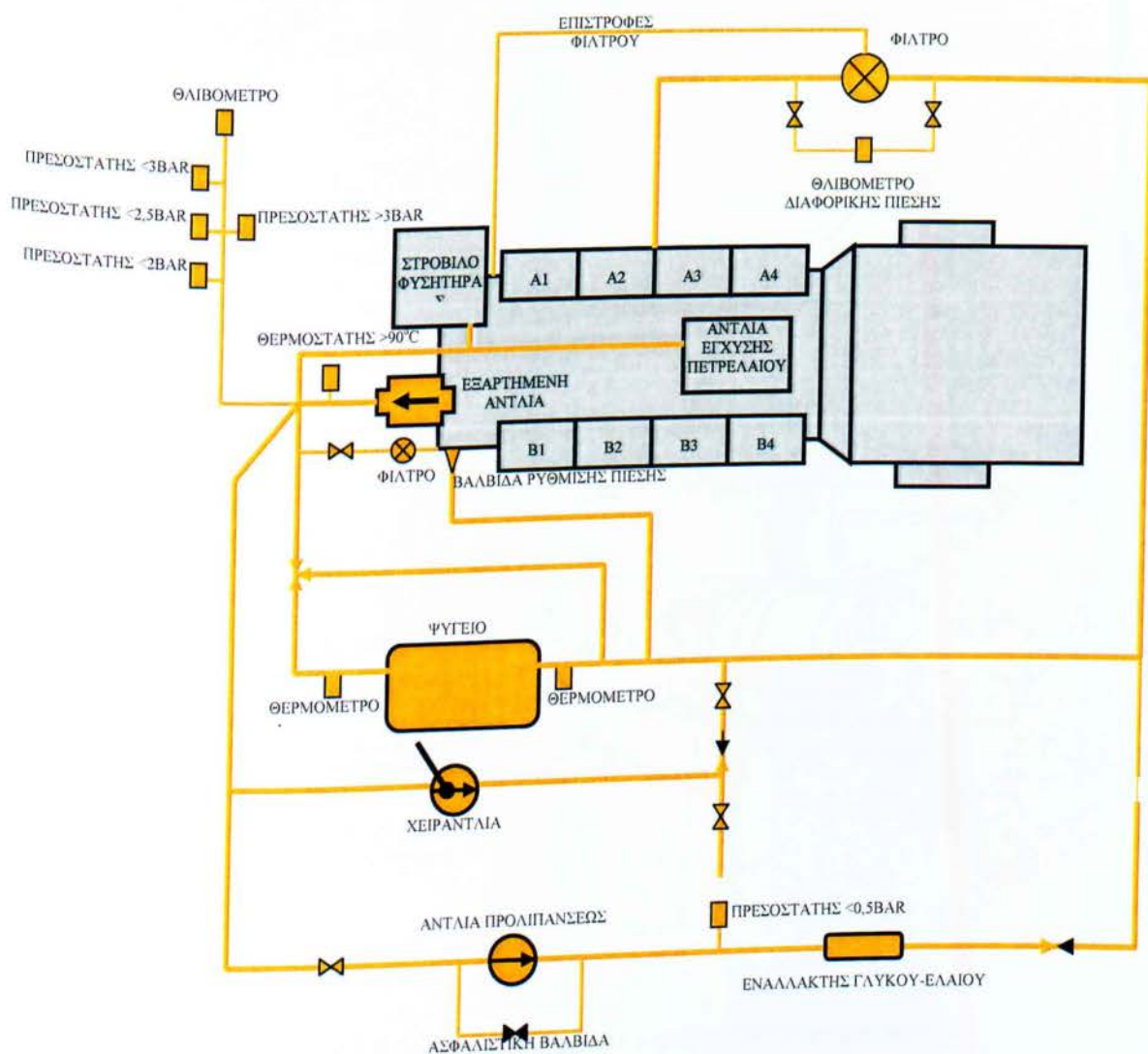
7.8: ΔΙΚΤΥΟ ΕΛΑΙΟΥ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Το δίκτυο ελαίου λιπάνσεως της μηχανής εξυπηρετείται από μία εξαρτημένη αντλία ελαίου η οποία είναι εγκατεστημένη στην ελαιολεκάνη της μηχανής και η οποία αναρροφά έλαιο από την ελαιολεκάνη και καταθλίβει μέσω ενός ψυγείου και ενός φίλτρου στα κινούμενα μέρη της μηχανής, στο στροβιλοφυσητήρα και στην αντλία έγχυσης πετρελαίου.

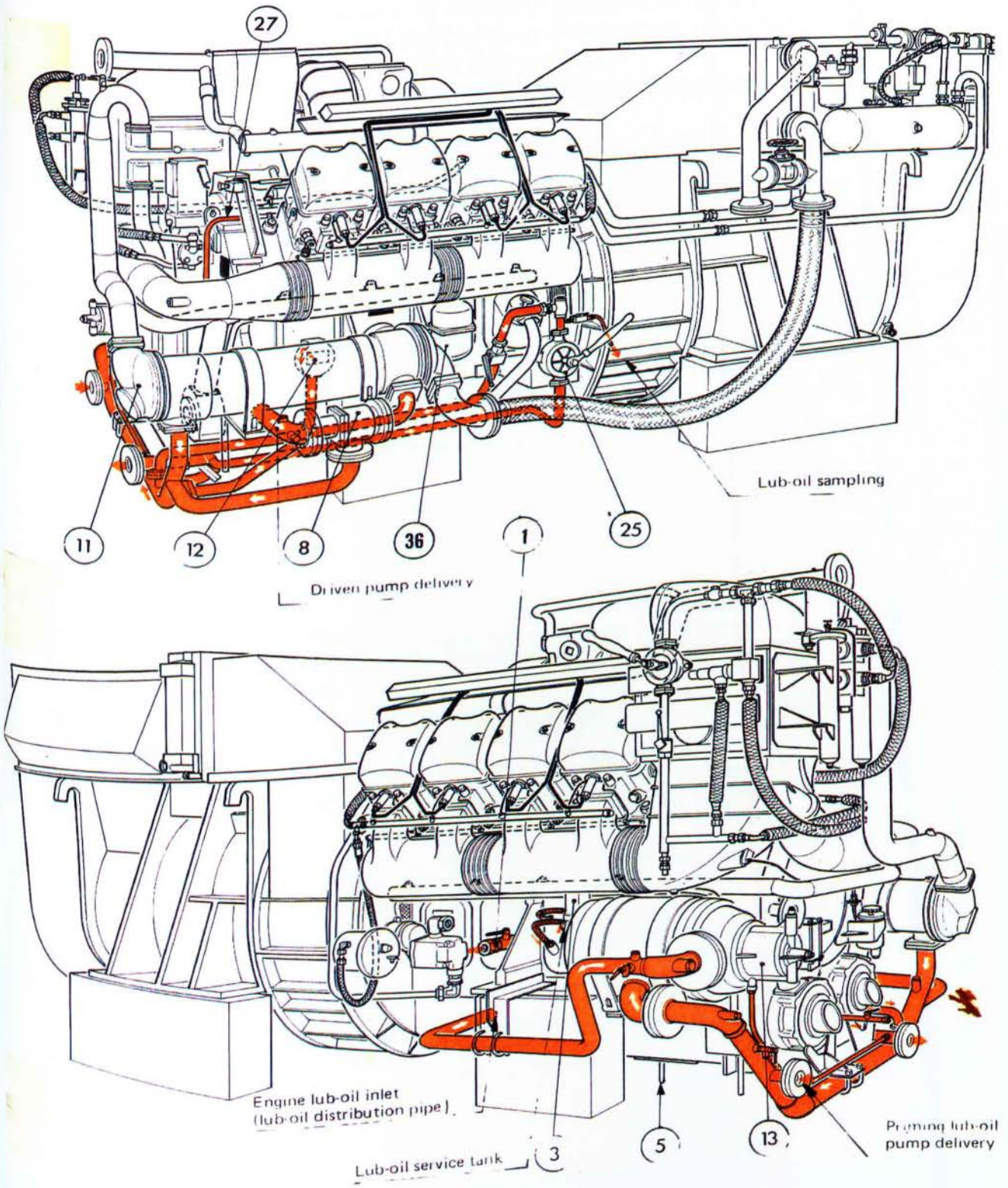
Το δίκτυο ελαίου εκτός των άλλων είναι εφοδιασμένο με ένα πρεσοστατικό διακόπτη, ο οποίος είναι ανεξάρτητος του Συστήματος Ελέγχου (ADS) της ηλεκτρομηχανής και ο οποίος κάνει άμεσα κράτει τη μηχανή μόλις η πίεση ελαίου πέσει κάτω των 2bar.

Όταν είναι κράτει η μηχανή μία ηλεκτροκίνητη αντλία ελαίου κυκλοφορεί το γλυκό νερό της μηχανής μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας γλυκού-ελαίου, ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία και τα ιξώδες του ελαίου στο επιθυμητό επίπεδο, παρέχοντας τη δυνατότητα της άμεσης εκκίνησης και φόρτωσης.

Μία θερμοστατική βαλβίδα στην είσοδο του ψυγείου ρυθμίζει τη θερμοκρασία ελαίου της μηχανής στα επιθυμητά επίπεδα κατά τη λειτουργία, ενώ μία βαλβίδα ρύθμισης πίεσης ρυθμίζει την πίεση κατάθλιψης της εξαρτημένης αντλίας επιστρέφοντας την απαραίτητη ποσότητα του ελαίου στην ελαιολεκάνη.



Σχημ 7.8.1: Δίκτυο Ελαίου Λιπάνσεως μηχανής



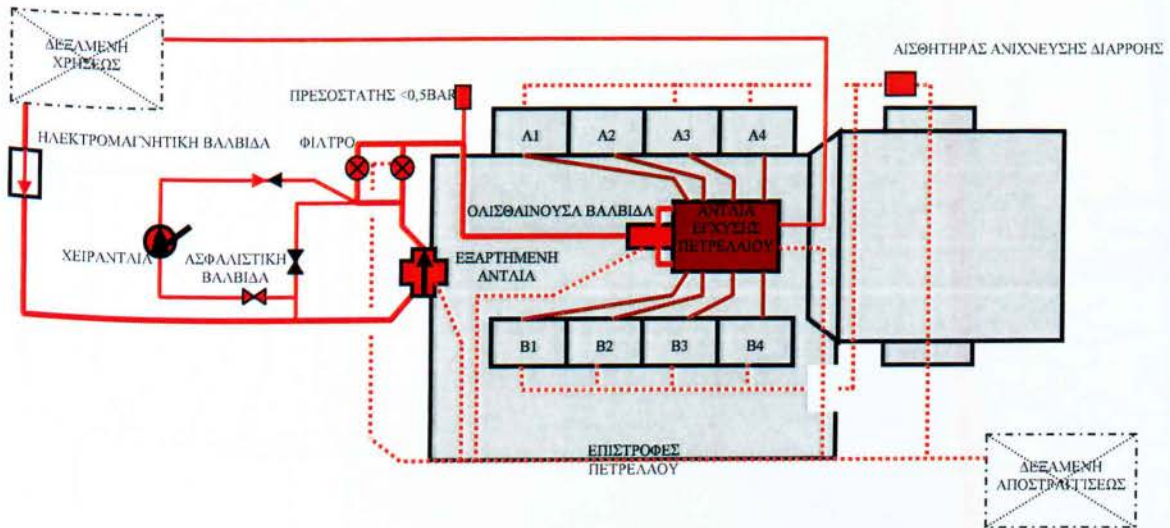
Σχήμα 7.8.2: "Οδευση ελαίου λιπάνσεως στην μηχανή"

7.9: ΔΙΚΤΥΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ

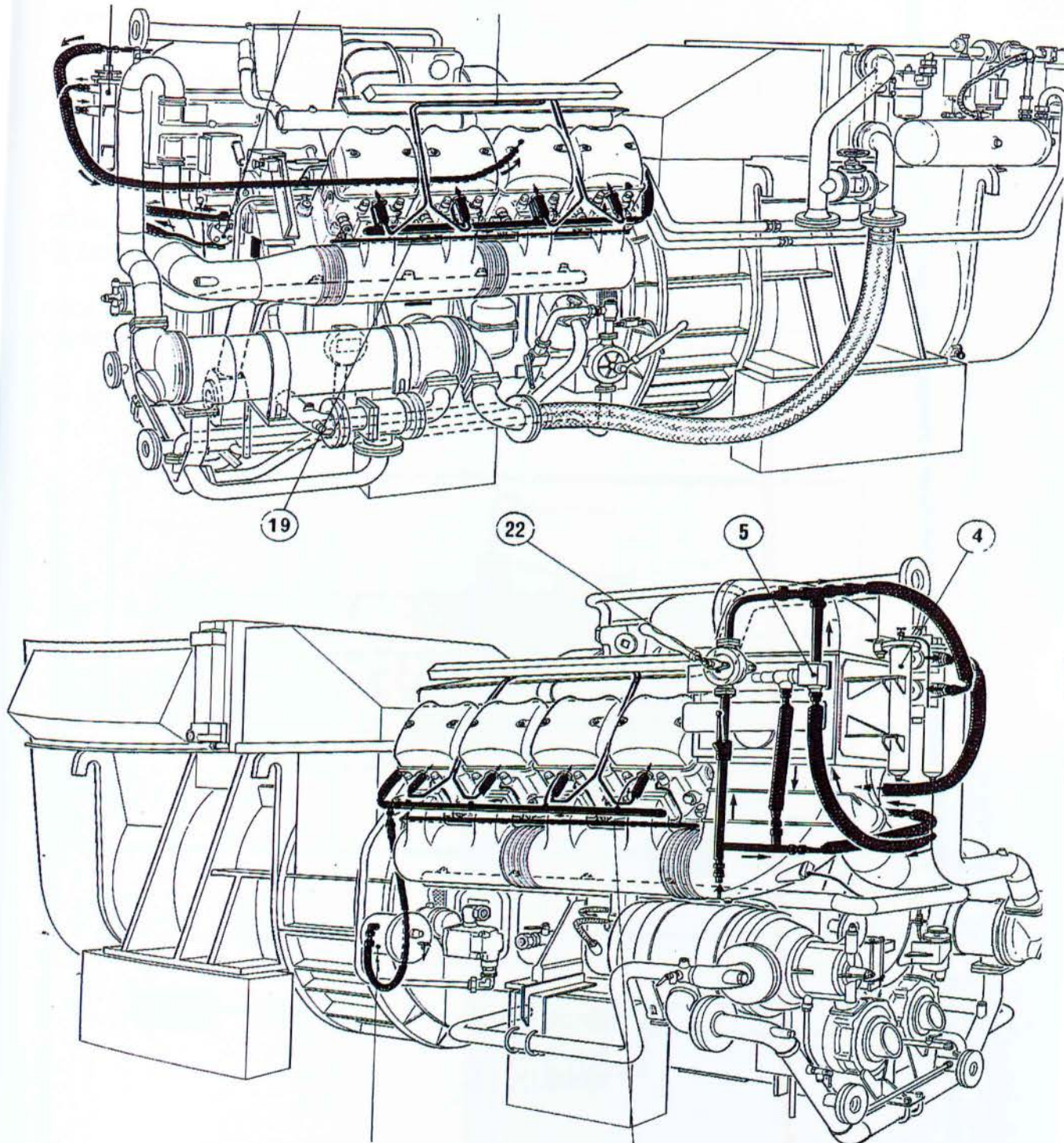
Το δίκτυο πετρελαίου της μηχανής εξυπηρετείται από μία εξαρτημένη αντλία παροχής πετρελαίου, η οποία αναρροφά από τη δεξαμενή χρήσεως πετρελαίου και καταθλίβει μέσω ενός διπλού φίλτρου σε μία εξαρτημένη αντλία έγχυσης πετρελαίου η οποία με τη σειρά της καταθλίβει στους καυστήρες των κυλίνδρων.

Οι επιστροφές του πετρελαίου συλλέγονται στη δεξαμενή αποστραγγίσεως από τα ακόλουθα μέρη :

- ♦ Αντλία παροχής πετρελαίου .
- ♦ Φίλτρο πετρελαίου .
- ♦ Σύνδεσμοι αντλίας έγχυσης πετρελαίου .
- ♦ Καυστήρες.
- ♦ Ολισθαίνουσα βαλβίδα αντλίας έγχυσης πετρελαίου .
- ♦ Υπερχειλίση ελαιολεκάνης αντλίας έγχυσης πετρελαίου .



Σχήμα 7.9.1: Δίκτυο πετρελαίου μηχανής



Σχημ 7.9.2: Τροφοδοσία πετρελαίου της μηχανής.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

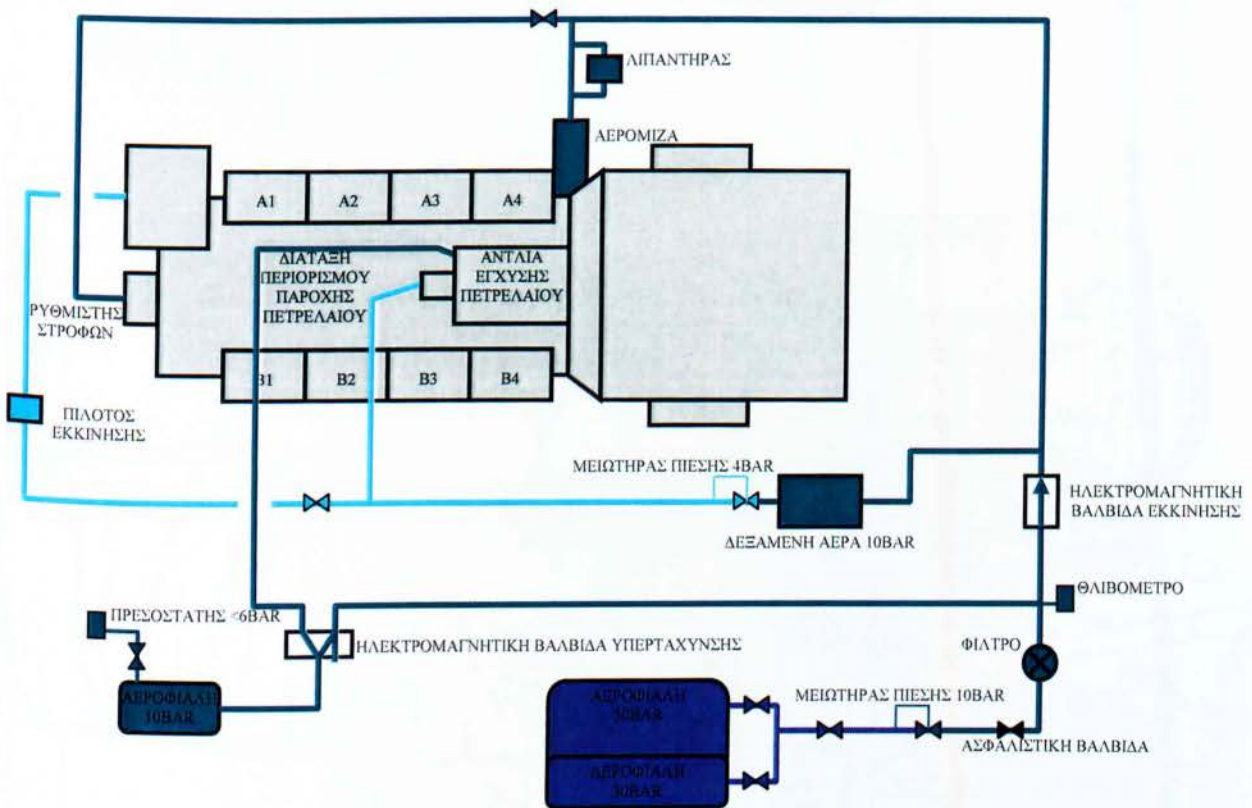
7.10: ΔΙΚΤΥΟ ΑΕΡΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Το δίκτυο αέρα εκκίνησης της μηχανής έχει τις ακόλουθες λειτουργίες :

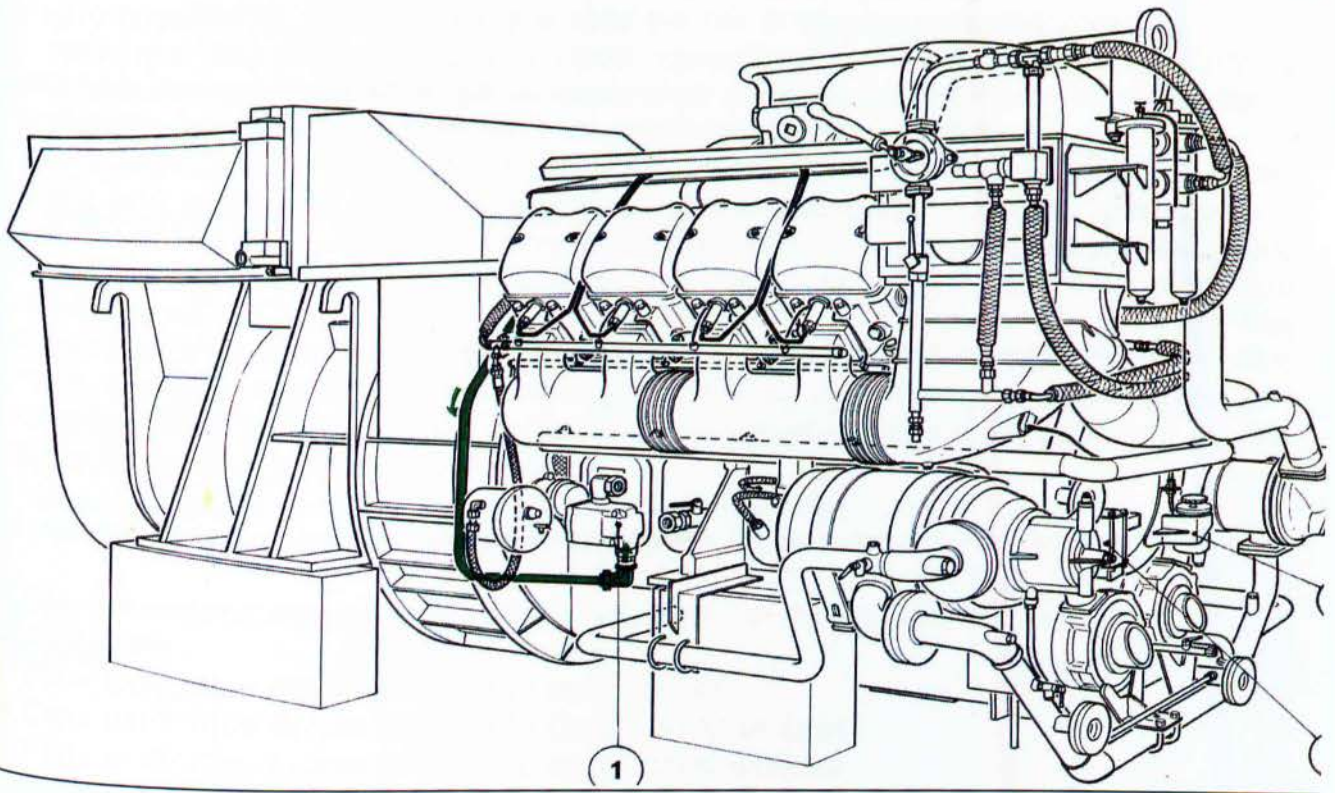
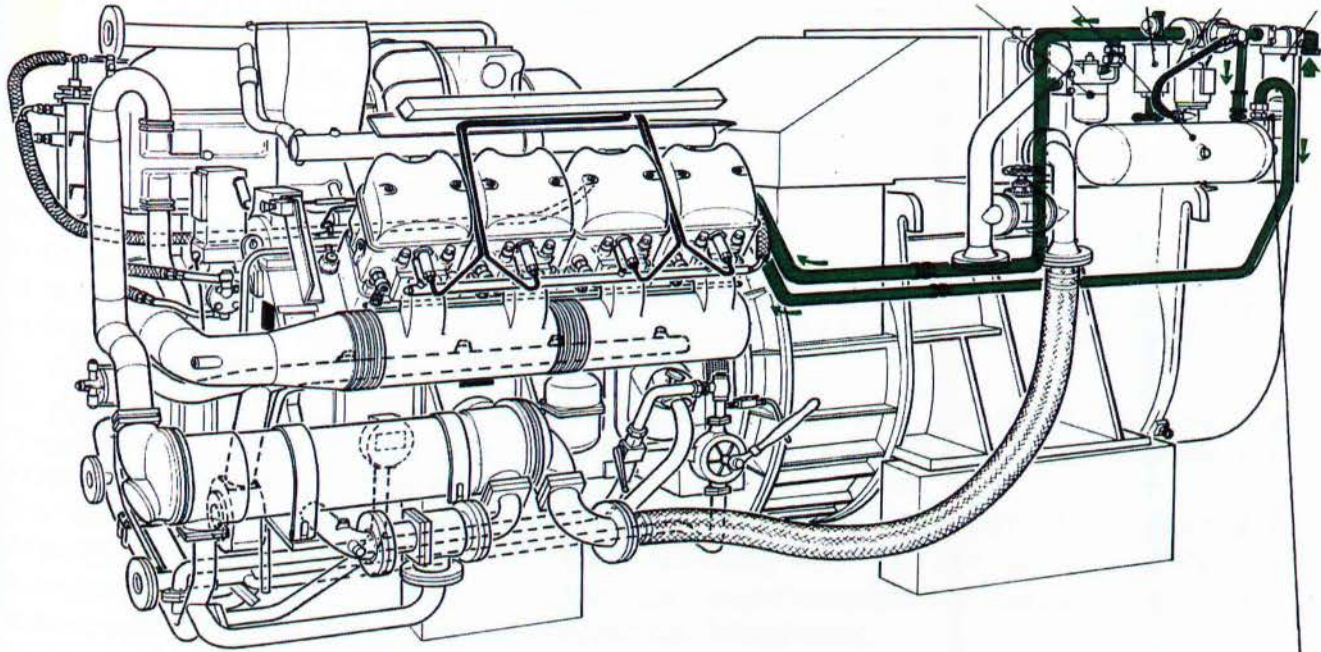
- ♦ Παρέχει τον αέρα εκκίνησης 30bar στην αερόμιζα για την εκκίνηση της μηχανής ,
- ♦ Περιορίζει την παροχή πετρελαίου κατά την εκκίνηση .
- ♦ Παρέχει αέρα ελέγχου 10bar στο ρυθμιστή στροφών κατά την εκκίνηση .
- ♦ Παρέχει τη δυνατότητα άμεσης κράτησης ανάγκης της μηχανής .

Ο αέρας για το δίκτυο ελέγχου της μηχανής παρέχεται από τον αέρα εκκίνησης μέσω ενός μειωτήρα πίεσης και μίας ασφαλιστικής βαλβίδας .

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εκκίνησης παρέχει τη δυνατότητα χειροκίνητης ενεργοποίησης στην περίπτωση πτώσης του συστήματος 24V .



Σχημ 7.10.1: Δίκτυο Αέρα Εκκίνησης.



Σχημ 7.10.2: Δίκτυο Αέρα Εκκίνησης στην μηχανή

7.11: ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η γεννήτρια έχει κατασκευασθεί με ένα σφαιροτριβέα κλειστού τύπου, οι δε μπίλιες αυτού λιπαίνονται με ειδικό γράσσο. Στο επάνω μέρος της γεννήτριας υπάρχει ένας ανεμιστήρας που είναι φλαντζωτά συζευγμένος με αυτήν και ο οποίος δίνει την απαιτούμενη ποσότητα ψυχρού αέρα στο στάτη και τον ρότορα της γεννήτριας.

Ο ψυχρός αέρας κυκλοφορεί από τους πόλους της γεννήτριας προς το διάκενο που υπάρχει μεταξύ ροτορα και στάτη και μεταξύ στάτη και του κέλυφους αυτής. Μόλις ο ψυχρός αέρας θερμανθεί (φυσιολογικά, λόγω λειτουργίας της γεννήτριας) διέρχεται μέσω σωλήνων στο επάνω τμήμα όπου βρίσκεται η μονάδα ψύξεως του αέρα. Εκεί επίσης υπάρχει και ένα φίλτρο για τον καθαρισμό του αέρα από τυχόν σκόνες ή μικροαντικείμενα προστατεύοντας παράλληλα τις απώλειες του αέρα αντισταθμίζοντας τις.

Για λόγους ευθυγράμμισης στο τέλος του άξονα του ρότορα υπάρχουν δύο βίδες για την στήριξή του αν χρειαστεί να ανυψωθεί και τρεις βίδες για την ασφάλεια του ρότορα σε περίπτωση μεταφοράς του.

Στο άλλο τμήμα του άξονα του ρότορα δεν υπάρχει σφαιροτριβέας αλλά ένα φλαντζωτό κόμπλερ για την απευθείας σύνδεσή του με την μηχανή ντίζελ. Η γεννήτρια είναι άνευ ψυκτρών αλλά με περιστρεφόμενες διόδους οι οποίες περιστρέφονται στον ίδιο άξονα γεννήτριας και διεγέρτριας.

Οι τρεις φάσεις εξόδου της γεννήτριας βρίσκονται συνδεδεμένες σε ένα κιβώτιο συνδεσμολογίας στο επάνω μέρος της γεννήτριας. Στο κιβώτιο αυτό βρίσκονται επίσης οι μετασχηματιστές εντάσεως και ένα τσοκ για τον αυτόματο ρυθμιστή τάσεως.

Η γεννήτρια παραμένοντας μαγνητισμού τροφοδοτεί την διέγερση της διεγέρτριας μέσω της διεγέρτριας AVR MX321 η οποία είναι η οδηγήτρια συσκευή που αυξομειώνει το επίπεδο διέγερσης που προμηθεύεται στη διέγερση της διεγέρτριας.

Η AVR (AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR) αποκρίνεται στο τασικό σήμα εξεύρεσης φοράς που επιστρέφει από τον μετασχηματιστή απομόνωσης ο οποίος τροφοδοτείται από τον στάτη της γεννήτριας. Ελέγχοντας την μικτή ισχύ του πεδίου της διεγέρτριας ελέγχουμε την απαίτηση της μεγάλης ισχύος του κυρίου πεδίου της γεννήτριας, που επιτυγχάνεται με την ανόρθωση του ρεύματος της διεγέρτριας. Το σύστημα της γεννήτριας είναι μια διαρκής πηγή διέγερσης ανεξάρτητη από το φορτίο του κυρίως στάτη, έχοντας μεγάλη ικανότητα εκκίνησης, όσο και ανοσία στην παραμόρφωση από κυματομορφές της εξόδου τους κυρίως στάτη, παραγόμενων από μη γραμμικά φορτία πχ κινητήρες ελεγχόμενοι από θυρίστορ.

Η γεννήτρια έχει κατασκευαστεί με τα ακόλουθα εξαρτήματα :

- ♦ Δύο αντιστάσεις αφύγρανσης 250W η κάθε μία , οι οποίες τροφοδοτούνται με 115V/60Hz .
- ♦ Έναν αισθητήρα θερμοκρασίας του σφαιροτριβέα .
- ♦ Έναν αισθητήρα θερμοκρασίας του ζεστού αέρα ψύξεως .
- ♦ Έναν αισθητήρα θερμοκρασίας του κρύου αέρα ψύξεως .
- ♦ Τρεις διόδους τύπου 70Hz 100 .
- ♦ Τρεις διόδους τύπου 70Hz 100 για ανάστροφη πολικότητα .
- ♦ Δύο αντιστάσεις 47Ω 25W .
- ♦ Ένα κύκλωμα RC .

ΔΙΕΓΕΡΤΡΙΑ:

Το επαγωγίμο της διεγέρτριας είναι τοποθετημένο στον άξονα της γεννήτριας .Η διεγέρτρια είναι ένα μηχάνημα με προεξέχοντες πόλους φέροντας ένα μόνιμο μαγνητικό πεδίο και περιστρεφόμενο επαγωγίμο. Το επαγωγίμο έχει τριφασική περιέλιξη τα άκρα της οποίας συνδέονται με την τριφασική γέφυρα των διόδων επί του άξονα του ρότορα και για αυτό το λόγο λέγεται περιστρεφόμενη ανορθωτική γέφυρα . Η γέφυρα αυτή αποτελείται από έξι διόδους από σιλικόνη.

Οι ακροδέκτες του συνεχούς ρεύματος είναι συνδεδεμένοι με την περιέλιξη του ρότορα της γεννήτριας AC, μέσω μίας οπής διαμέσου του άξονα .

Στο στάτη της διεγέρτριας είναι εγκατεστημένοι οχτώ μόνιμοι μαγνήτες , οι οποίοι εξασφαλίζουν την παραγωγή τάσεως της γεννήτριας AC.

Οι διόδοι είναι σφυγμένες με δυναμόκλειδο. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή είναι 24Nm (0.25Kg_m) και δεν πρέπει να την υπερβαίνει ποτέ ο τεχνικός όταν αλλάζει διόδους, προσέχοντας ταυτόχρονα τη σωστή τοποθέτηση και σύνδεση της πολικότητας.

Η μέτρηση των διόδων πρέπει να γίνεται με ωμόμετρο ή πολύμετρο (όχι με Μέγγερ ούτε με γέφυρα WHEATSTONE).

Η αντίσταση πρέπει να είναι από την μια φορά της διόδου 100Ωm και από την άλλα πάρα πολύ υψηλή. Μια χαλασμένη δίοδος τις περισσότερες φορές εμφανίζει και στα δύο άκρα της καθαρό βραχυκύκλωμα. Μπορεί όμως να εμφανίζει και στα δύο άκρα της αντίσταση πάρα πολύ υψηλή έως άπειρη.

Ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσεως :

Ο ρυθμιστής τάσεως έχει σχεδιαστεί να εξυπηρετεί τις γεννήτριες με ακρίβεια και ταχύτητα τέτοια που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των συσκευών που τροφοδοτούνται από τις γεννήτριες και που χρησιμοποιούν τα πλοία του τύπου αυτού.(γεννήτριες άνευ ψηκτρών)

Ο αυτόματος ρυθμιστής τάσεως είναι ένα σύνθετο σύστημα το οποίο αποτελείται από τα ακόλουθα δύο τμήματα :

Το ένα τμήμα περιλαμβάνει το τσοκ, τους δύο μετασχηματιστές και την ανορθωτική γέφυρα .

Το δεύτερο τμήμα περιλαμβάνει το ηλεκτρονικό σύστημα .

Το πρώτο τμήμα έχει σχεδιαστεί ώστε να παράγει ένα αυτοδιεγειρόμενο ρεύμα το οποίο είναι κατά 20% μεγαλύτερο από το απαιτούμενο ρεύμα διεγέρσεως .Το δεύτερο μέρος που είναι ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής αποστερεί αυτό το υπερβολικό ρεύμα της διεγέρσεως.

Ο αυτόματος MX 321 είναι ένας αυτόματος ρυθμιστής τάσης τριών φάσεων τύπου θερμίστορ και προσαρμόζει μέρος του συστήματος διέγερσης σε γεννήτριες χωρίς ψύκτρες.

Επιπρόσθετα στη ρύθμιση της τάσης της γεννήτριας το κύκλωμα του AVR περιέχει προστατευτικά χαρακτηριστικά για να διασφαλίσει τον αξιόπιστο έλεγχο της γεννήτριας. Η διέγερση παράγεται από το PMG για να εγγωθηεί χαμηλή παρεμβολή ραδιοφωνικής συχνότητας (RFI) και ανοσία στα φορτία τύπου θυρίστορ.

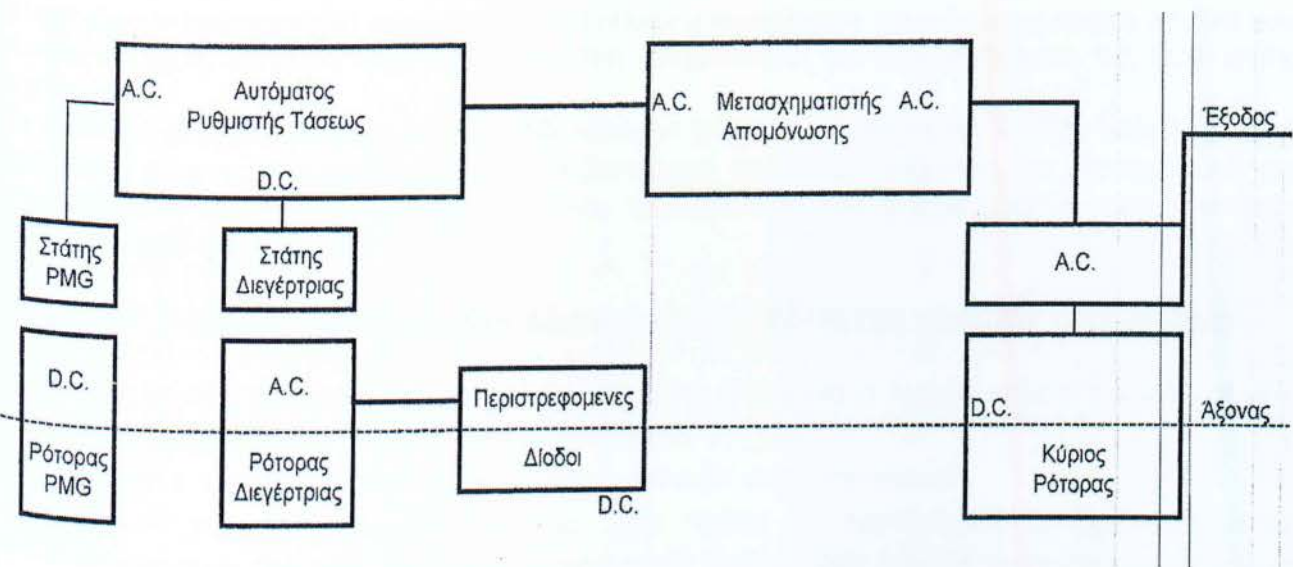
Η AVR συνδέεται με τα τυλίγματα του κυρίως στάτη, ελέγχει την τροφοδότηση ισχύος του στάτη της διεγέρτριας και από κει και πέρα τον κύριο ρότορα για να υποστηρίξει την τάση εξόδου της μηχανής μέσα στα καθορισμένα όρια, εξισορροπώντας τα φορτία ταχύτητα, θερμοκρασία και βαθμό απόδοσης της γεννήτριας. Περιλαμβάνεται κύκλωμα ομαλής εκκίνησης ώστε να επιτευχθεί μία ομαλή παροχή στην παραγωγή τάσης εξόδου της γεννήτριας. Παρατεταμένη υπέρταση προκαλούμενη από ανοιχτό κύκλωμα αποφεύγεται από κύκλωμα ανίχνευσης υπέρτασης το οποίο προκαλεί κράτηση της συσκευής AVR. Ένα κύκλωμα μέτρησης συχνότητας συνεχώς επιτηρεί την έξοδο της γεννήτριας και παρέχει ασφάλεια από λειτουργία σε χαμηλή συχνότητα στο σύστημα διέγερσης, από την μείωση της τάσης εξόδου της γεννήτριας ανάλογα της ταχύτητας προκαθορισμένων ορίων. Απώτερη αύξηση αυτού του χαρακτηριστικού είναι ρυθμίσιμη (VOLT/Hz) για την βελτίωση του χρόνου της ανάκτησης της συχνότητας στις μηχανές με τούρμπο.

Οι πλέον πιθανές ανωμαλίες που μπορούν να παρουσιαστούν είναι οι κάτωθι :

- A) Χαλαρή επαφή τα καλώδια συνδέσεως μεταξύ γεννήτριας και ρυθμιστού τάσεως.
- B) Χαλαρή επαφή ακροδεκτών ή καλωδίων στο ρυθμιστή τάσεως.
- Γ) Βεβλαμμένα ή ελαττωματικά εξαρτήματα.

Για τον αυτόματο ρυθμιστή δεν απαιτείται κάποια ιδιαίτερη συντήρηση εκτός από το ότι θα πρέπει να διατηρείται καθαρός εσωτερικά και εξωτερικά. Σε περίπτωση ανωμαλίας, αρχικά επιθεωρούμε οπτικά το ρυθμιστή, αν υπάρχουν χαλαρές συνδέσεις καμένες ασφάλειες κομμένα καλώδια κλπ.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται πως συνδέεται ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης στο σύστημα.



Σχήμα 7.11: Συνδεσμολογία του αυτόματου ρυθμιστή τάσης στο σύστημα.

7.12: CONTROL PANEL OVERVIEW

7.12.1: ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο πίνακας ελέγχου επιτρέπει στην γεννήτρια να εκκινεί από θέση Local και Remote (εξαρτάται από τη θέση του επιλογικού διακόπτη). Ο πίνακας είναι ενοργανομένος έτσι ώστε να ενδεικνύεται ενδεχόμενα προβλήματα σε κάθε πιθανή περίπτωση που γίνεται έλεγχος, έτσι αποφεύγονται προβλήματα που έχουν σαν αποτέλεσμα την κράτηση της ηλεκτροπαραγωγού μονάδας.

Στην γεννήτρια υπάρχουν προσαρμοσμένα alarms ώστε να ενδεικνύουν τα προβλήματα που χρειάζεται να διερευνηθούν αμέσως, ώστε να αποφευχθεί η κράτησή της. Τα alarm γνωστοποιούνται με λαμπάκια LED. Όταν ένα alarm ενεργοποιηθεί, ενεργοποιείται ένα ανάλογο λαμπάκι LED το οποίο θα παραμείνει αναμμένο έως ότου γίνει αποδεκτό το alarm. Εάν το πρόβλημα αντιμετωπιστεί τότε το λαμπάκι LED θα σβήσει, εάν όχι θα παραμείνει αναμμένο. Αυτό γίνεται για να μπορεί ο χειριστής να γνωρίζει τυχόν εσφαλμένες λειτουργίες κατά τον παρόντα χρόνο και να τις κατανοεί αφού τις αποδεχθεί από το σύστημα.

Για τις περισσότερες κρίσιμες παραμέτρους κατά τις οποίες είναι επικίνδυνο να λειτουργήσει η γεννήτρια, βάζοντας σε κίνδυνο την ασφάλεια του προσωπικού, και για αποφυγή ζημιών υπάρχουν μηχανισμοί κράτησής της. Κόκκινα LED ενδεικνύουν στον χειριστή την συνθήκη για την οποία η μηχανή κρατήθηκε.

Ενώ η λειτουργικότητα των μηχανισμών κράτησης είναι κρίσιμη στο να εξασφαλίζει την καλή λειτουργία της γεννήτριας, σε ασφαλείς παραμέτρους, το ηλεκτρικό κύκλωμα ελέγχεται. Αυτό σημαίνει ότι αν εμφανιστεί πρόβλημα καλωδιώσεων αυτό θα εμφανιστεί στον πίνακα ελέγχου σαν alarm ώστε να επιδιορθωθεί. Αυτό μας εξασφαλίζει ότι η γεννήτρια δεν θα λειτουργήσει χωρίς τους μηχανισμούς κράτησης για καμία στιγμή του χρόνου. Οι ενδείξεις προνοήθηκαν για του χειριστές έτσι ώστε να γνωρίζουν πως η γεννήτρια λειτουργεί.

Υπάρχουν σήματα που μεταδίδουν στο κέντρο ελέγχου μηχανών του πλοίου ώστε να υπάρχει πληροφόρηση για την κατάσταση της γεννήτριας και εξακρίβωση από απομακρυσμένες θέσεις. Επίσης έχουν εγκατασταθεί και μεταδότες οι οποίοι αναπαράγουν τις ενδείξεις και στα όργανα του πίνακα ελέγχου, ώστε να λαμβάνονται σωστές πληροφορίες για την κατάσταση της λειτουργίας της μηχανής.

Το σύστημα ελέγχου της μηχανής τροφοδοτείται με 24Volts D.C από το πλοίο. Εάν υπάρξει βύθιση της τάσης στην κανονική λειτουργία για περισσότερο από 2 δευτερόλεπτα, το σύστημα ελέγχου τροφοδοτείται εναλλακτικά από την δική του τροφοδότηση του πλοίου εφόσον αυτή επανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο.

Τα κομβία έναρξης – κράτησης δεν λάμπουν όταν πιέζετε τον μπουτόν τεστ λαμπών

- ο χειριστής πρέπει να παρατηρεί να μην είναι αναμμένη η λυχνία «κλειστά κλαπέ αέρα», πριν προσπαθήσει να εκκινήσει την γεννήτρια.
- Γυρίστε το περιστροφικό φορέα ελέγχου «κλειδί» στη θέση τοπικό
- Σ' αυτό το σημείο οι μόνες λυχνίες που πρέπει να παραμείνουν αναμμένες είναι οι «διαθέσιμος έλεγχος» και τροφοδότηση εντός Και στις δύο μονάδες προειδοποίησης καθώς και στον κύριο ελεγκτή.
- Πάτησε το κομβίο εκκίνησης
- Ο κύριος ελεγκτής θα ανάψει την πράσινη λυχνία που ενδεικνύει ότι η ακολουθία εκκίνησης έχει ξεκινήσει

- Η γεννήτρια δίνει σήμα να ανοίξει μια σωληνοειδής βαλβίδα πετρελαίου δύο δευτέρα πριν της εκκίνησης.
- Κατόπιν η γεννήτρια εκκινεί για 5 δευτέρα, αυτό ενδείκνυται με το άναμμα μια πράσινης λυχνίας.

Εαν η γεννήτρια δεν εκκινήσει κατά την διάρκεια που η λυχνία LED αναβοσβήνει γρήγορα τότε ελέγξτε την τροφοδότηση του αέρα στη γεννήτρια.

- Η γεννήτρια θα εκκινήσει και θα αυξήσει τις στροφές της ως τις 1800 και κάτι που πρέπει να παρατηρείται από το στροφόμετρο.
- Επίσης θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι και η πίεση του ελαίου αυξάνεται γρήγορα.
- Όταν η πίεση ελαίου θα ανέβει πάνω από το όριο της κράτησης, η λυχνία
- Γεννήτρια σε λειτουργία θα ανάψει.

Η τιμή της πίεσης του ελαίου θα φτάσει στη μέγιστη τιμή κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Εάν η πίεση ελαίου δεν αυξηθεί μέσα στο ασφαλές όριο των 10 δευτερολέπτων, από την εκκίνηση, τότε η μηχανή θα κρατηθεί κλείνοντας τα κλαπέ του αέρα, και ανάβοντας την ένδειξη Κράτηση λόγω χαμηλής πίεσης ελαίου. Ο λόγος πρέπει να ερευνηθεί και επιδιορθωθεί πριν γίνει άλλη προσπάθεια εκκίνησης.

- Η πίεση του νερού θα είναι μικρή την στιγμή που η μηχανή είναι κρύα και χωρίς φορτίο. Μετά από 30 δευτερόλεπτα η ειδοποίηση «χαμηλή πίεση νερού» θα ανάψει. Ο χειριστής πρέπει να διαβάσει την ένδειξη του μετρητή και να αποδειχθεί το alarm πιέζοντας το κομβίο δέχομαι το alarm
- Η πίεση του πετρελαίου πρέπει να αυξάνεται γρήγορα μετά την εκκίνηση

Σημείωση: Προτείνουν να ζεσταίνετε την γεννήτρια σε συνθήκες μέσου φορτίου (15-30% του φορτίου) ώστε να φτάνει στην θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας όσο το δυνατό γρηγορότερα. αυτό θα αυξήσει και την πίεση του νερού στο επίπεδο λειτουργίας, έτσι θα πάψει η κατάσταση alarm.

- Ελέγξτε τακτικά τα όργανα επιτήρησης όπως το μετρητή πίεσης ελαίου, το μετρητή πίεσης νερού, το μετρητή πίεσης πετρελαίου, το στροφόμετρο .
- Ελέγξτε τακτικά το επίπεδο του καυσίμου. Μην επιτρέπεται άδειασμα της δεξαμενής πετρελαίου, ώστε να μην αναρροφηθούν βρωμιές και χρειαστεί μετέπειτα καθαρισμός του συστήματος πετρελαίου. Από καιρό σε καιρό εξαντλήστε το νερό και άλλα μιάσματα από τον πυθμένα της δεξαμενής.
- Από καιρό σε καιρό ελέγξτε τα δίκτυα πετρελαίου, ελαίου, νερού ψύξεως, και τις εξατμίσεις για τυχόν διαρροές.
- Ελέγξτε την στάθμη στην έλαιο-δοχείο κάθε 8 ώρες, μετά την εκκίνησης .Συμπληρώστε εάν απαιτείται.

Εάν η γεννήτρια δεν εκκινήσει στα 5 δευτερόλεπτα, τότε θα περιμένετε για 4 δευτερόλεπτα κρατημένη (αυτό θα φανεί από ένα πράσινο LED που θα αναβοσβήνει αργά). Μετά ξανά εκκινήστε για τα επόμενα 5 δευτερόλεπτα (αυτό θα φανεί από γρήγορο αναβόσβημα της πράσινης LED). Εάν μετά από τρεις προσπάθειες εκκίνησης η γεννήτρια δεν εκκινήσει τότε θα ανάψει ο ενδείκτης «αποτυχία εκκίνησης», και το ηχητικό alarm θα ακουστεί. Ο χειριστής θα πρέπει να αποδεχθεί το alarm πιέζοντας το κομβίο «δέχομαι το alarm» τότε θα σιγάσει και το ακουστικό alarm.

Σημείωση : Εάν εμφανιστεί πρόβλημα κατά την εκκίνηση τότε αυτό θα πρέπει να διερευνηθεί και να επιδιορθωθεί πριν ξεκινήσει μια νέα προσπάθεια εκκίνησης.

Μετά την περίοδο ζεστάματος και αφού η λειτουργία της ισοροπήσει τότε μπορούμε να παραλληλίσουμε τη γεννήτρια ή να την φορτώσουμε με πλήρες φορτίο.

Κράτηση της γεννήτριας από το τοπικό κέντρο ελέγχου.

Εάν η γεννήτρια πρέπει να σταματήσει τότε ο χειριστής πρέπει να την αποσυνδέσει από το φορτίο και να την αφήσει να λειτουργεί χωρίς φορτίο για 5-10 λεπτά ώστε αυτή να κρυώσει πριν κρατηθεί.

ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ: Εάν η γεννήτρια έλθει σε κατάσταση εσφαλμένης λειτουργίας η οποία εγγυάται την κράτησή της είτε από τον μοχλό χειροκίνητης κράτησης, τότε το πρόβλημα πρέπει να διερευνηθεί και να επισκευασθεί πριν την επανεκκίνησή της.

7.12.2: Απομακρυσμένη λειτουργία

Εκκίνηση της γεννήτριας από θέση remote

Κατά την απομακρυσμένη λειτουργία η γεννήτρια δεν μπορεί να εκκινήσει ή να κρατηθεί από τον τοπικό έλεγχο.

Εάν απαιτηθεί να λειτουργήσει η γεννήτρια από απομακρυσμένη θέση τότε θα πρέπει να τηρεί τους παρακάτω όρους :

- Όλοι οι ασφαλειοδιακόπτες MCB που βρίσκονται στο δεξί μέρος του τοπικού ελέγχου πρέπει να είναι εντός.
- Το κομβίο «απομόνωση πίνακα ελέγχου» σε θέση εντός. Η λυχνία «διαθέσιμος έλεγχος» θα ανάψει.
- Ο επιλογέας Θέσεως Ελέγχου πρέπει να είναι γυρισμένος στη θέση remote.
- Τα κλαπέ αέρα πρέπει να είναι ανοιχτά.

Τώρα η γεννήτρια μπορεί να εκκινήσει από στιγμιαία επαφή.

Σημείωση:Είναι προτεινόμενο να ζεσταίνουμε την γεννήτρια σε φορτίο κάτω του μέσου (15-30% του φορτίου) έτσι η γεννήτρια φθάνει στην θερμοκρασία λειτουργίας το δυνατόν συντομότερο.Επίσης η πίεση του νερού ψύξης φθάνει στο επιθυμητό επίπεδο έτσι η συνθήκη alarm παύει πλέον να υπάρχει.

- Όταν χρησιμοποιούμε την γεννήτρια από απομακρυσμένη θέση ο χειριστής θα πρέπει να ελέγχει σήματα που αφορούν την πίεση ελαίου,την θερμοκρασία νερού,την πίεση νερού ,την πίεση πετρελαίου ,τις στροφές της μηχανής.
- Μετά την περίοδο ζεστάματος και αφού η λειτουργία της ισορροπήσει τότε μπορούμε να παραλληλίσουμε την γεννήτρια ή να την φορτώσουμε με πλήρες φορτίο.

Κράτηση της γεννήτριας από θέση remote.

- Εάν η γεννήτρια πρέπει να κρατηθεί πρέπει να την αποσυνδέσουμε από το φορτίο για 5-10 λεπτά ώστε να την αφήσουμε να κρυώσει πριν ενεργοποιήσουμε τις επαφές κράτησης.
- Εάν η γεννήτρια έλθει σε κατάσταση κράτησης υπάρχουν τρία απομακρυσμένα κομβία εκτάκτου κρατήσεως από τα οποία μπορούμε να σταματήσουμε την γεννήτρια μας.Εάν αυτά αποτύχουν να σταματήσουν την λειτουργία της τότε ο χειριστής θα πρέπει να την σταματήσει από το χειροκίνητο μοχλό κράτησης.

7.13: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η εγκατάσταση προστασίας της γεννήτριας μπορεί να διαχωριστεί στα εξής :

- 1) ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
- 2) ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΕΩΣ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΤΑΣΕΩΣ
- 3) ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΙΣΧΥΟΣ
- 4) ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΕΩΣ ΚΑΙ non PREFERENT
- 5) ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΝΤΙΖΕΛ
- 6) ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ
- 7) ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΠΟ ΞΗΡΑ
- 8) ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΜΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ & ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΣ Κ.ΠΙΝΑΚΩΝ

7.13.1: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Η προστασία αποτελείται από τα εξής μέρη :

- ♦ Τρεις μετασχηματιστές ρεύματος, έναν σε κάθε φάση.
- ♦ Ένα μετατροπέα ρεύματος, ο οποίος έχει σαν έξοδο μια τάση συνεχούς ρεύματος ανάλογη πάντοτε προς το υψηλότερο ρεύμα που έχει μία από τρεις φάσεις.
- ♦ Ένα dependent-independent time relay του οποίου ο χρόνος εξαρτάται από την είσοδο της τάσεως η οποία τροφοδοτείται από τον μετατροπέα ρεύματος.

Όταν η τιμή της τάσεως αυτής φτάσει στο όριο, η μονάδα καθυστέρησης - delay unit θα δώσει μια διαταγή προς τα "power supply unit trip cal".

Η έξοδος του μετατροπέα ρεύματος ενισχύεται από έναν ενισχυτή για ανίχνευση ανωμαλιών.

Εάν το time relay έχει δώσει μια διαταγή off αυτή η διαταγή φυλάσσεται σε μια μνήμη (701-1591) και επισημαίνεται από ενδεικτική λυχνία στον τοπικό πίνακα της γεννήτριας στο ηλεκτροστάσιο.

Οι έξοδοι του μετασχηματιστή ρεύματος τροφοδοτούν έναν I / U μετατροπέα στην κάρτα 701-1203. Με την βοήθεια τριών διόδων το υψηλότερο ρεύμα επιλέγεται και οδηγείται σε έναν ενισχυτή (SAMPLE and HOLD CONTROL). Αυτός ο ενισχυτής ανανεώνει τα περιεχόμενα σήματα του ενισχυτή μετά από κάθε κύκλο. Η τάση εξόδου ρυθμίζεται στο 1 Volt όταν η τιμή του ρεύματος που τροφοδοτείται στο πρωτεύον του μετασχηματιστή ρεύματος είναι η κανονική.

Η τάση εξόδου του μετατροπέα ρεύματος (I-converter) τροφοδοτεί το D-I relay. (701-1721). Η είσοδος του ενισχυτή ρυθμίζεται από 0.5 έως 1.25 φορές έτσι ώστε η τιμή του ορίου να ρυθμίζεται από 80 έως 200 % . Η έξοδος του ενισχυτή τροφοδοτεί έναν συγκριτή για την ανίχνευση, όταν φτάσει η τιμή του ορίου. Επίσης, η έξοδος του ενισχυτή τροφοδοτεί έναν ολοκληρωτή ο οποίος ολοκληρώνεται κανονικά μέσω μιας αντίστασης R1. Όταν η τάση εισόδου φτάσει κάποιο όριο μεγαλύτερο από το κανονικό τότε εισέρχεται στο κύκλωμα αντίσταση R2, η οποία είναι παράλληλα με την R1, μέσω διόδου D. Αν η τάση εισόδου εξακολουθεί να αυξάνεται τότε μπαίνει και άλλη αντίσταση στο κύκλωμα παράλληλα μέσω άλλης διόδου από άλλο σημείο του κυκλώματος.

Η τάση εξόδου του ολοκληρωτή τροφοδοτεί τον χρόνο που έχουμε τοποθετήσει (time set) του συγκριτή, ο οποίος πραγματοποιεί την διαταγή για να τεθεί εκτός ο αυτόματος διακόπτης.

7.13.2: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΛΟΓΩ ΜΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΤΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ

Το δίκτυο των 115 Volt , τα οποία είναι απαραίτητα για τον συγχρονισμό και το ανοιγόκλεισμα των αυτόματων διακοπών , καθώς και των 24 Volt, τα οποία είναι απαραίτητα για τα μπουτόν ελέγχου στον πίνακα ελέγχου, προστατεύονται με ρελέ

προστασίας από την υπόταση. Αν μία από τις δύο τάσεις λείπει από το κύκλωμα ο αυτόματος διακόπτης θα βγει εκτός ή θα μπλοκαρισθεί.

Αν παρουσιασθεί κάποια επικίνδυνη κατάσταση ή χαθεί κάποια προστασία αυτό θα προκαλέσει ένα tripping του αυτόματου διακόπτη.

Αν αποσυνδεθεί ένα P.C.B. (κάρτα) από αυτά τα οποία είναι απαραίτητα για να ανοίγουν και να κλείνουν τον διακόπτη, η διαταγή OFF πλέον επιτυγχάνεται μέσω του ρελέ υποτάσεως το οποίο έχει αρκετή ενέργεια μέσω πυκνωτού buffer που βρίσκεται στον κύριο πίνακα και βγάζει εκτός του διακόπτη. Όταν οποιοδήποτε P.C.B. αποσυνδεθεί αυτό θα προκαλέσει ένα αλάρμ στον πίνακα ελέγχου.

Οι τάσεις εξόδου των P-converter και I-converter συγκρίνονται. Εάν η έξοδος του P-converter φτάσει την έξοδο του I-converter με έναν παράγοντα 1,25 φορές ο αυτόματος διακόπτης θα βγει εκτός και αυτό θα φανεί από μια ενδεικτική λυχνία στον πίνακα της γεννήτριας.

7.13.3: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Όταν λειτουργεί μία ή και δύο γεννήτριες, μπορεί να περάσει μεγαλύτερο ρεύμα από την μία στην άλλη και να της προκαλέσει ζημιά, οπότε θα πρέπει ο αυτόματος διακόπτης να τίθεται εκτός.

Την πραγματική αυτή μέτρηση την κάνει ο P-converter ο οποίος έχει μια έξοδο συνεχούς ρεύματος ανάλογη προς U.I. συνφ. Η έξοδος αυτή τροφοδοτεί έναν πολλαπλασιαστή μόνο όταν τροφοδοτείται στην είσοδό του με αρνητική τάση. Η ποσότητα αναστρεφόμενης ισχύος στο I-relay delay μπορεί να ανιχνευθεί από 7,5-12,5 % αντιπροσωπευμένου με 75-125 % στην επάνω σκάλα (κλίμακα) του relay. Η διαταγή αυτή μπαίνει σε μία μνήμη και φαίνεται σε ενδεικτική λυχνία στον τοπικό πίνακα της γεννήτριας.

7.13.4: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΕΩΣ ΚΑΙ NON-PREFERANT

Η κύρια προστασία υπερφορτώσεως λειτουργεί από το A.D.S. σύστημα, αλλά αυτό συμβαίνει μόνον όταν έχουμε παράλληλη λειτουργία στις μπάρες. Εάν όμως έχουμε μία μεμονωμένη μηχανή ή όταν το φορτίο δεν αφαιρεθεί αρκετά σύντομα, το σύστημα θα δώσει μία διαταγή OFF για τα μη ουσιώδη κυκλώματα (non preferent).

Στην παράλληλη λειτουργία αυτή η διαταγή στέλνεται σε όλους τους πίνακες διανομής οι οποίοι τροφοδοτούνται από την γεννήτρια που έδωσε την διαταγή.

Η έξοδος του P-converter ενισχύεται από ένα ρελέ και στέλνεται στα ρελέ για την εκκίνηση - κράτηση και μαζί με την έξοδο του F-converter στο ρελέ non-preferent.

Το dependent time delay relay έχει δύο όρια, τα οποία μπορούν να ρυθμιστούν στο μπροστά μέρος των relay. Ο τοποθετημένος χρόνος ανήκει στο χαμηλότερο όριο. Όταν φτάσει στο υψηλότερο όριο ο χρόνος τοποθετήσεως διαιρείται δια 4.

Το ανωτέρω dependent time delay relay έχει δύο όρια για την ισχύ και ένα όριο για την συχνότητα. Μία χρονική καθυστέρηση 8 sec ανήκει στην χαμηλή ρύθμιση ισχύος, το οποίο συμβαίνει όταν το φορτίο της γεννήτριας φτάσει στο 95 %.

Μια χρονική καθυστέρηση 100msec ανήκει στην υψηλή ρύθμιση ισχύος και στην ρύθμιση της συχνότητας. Η ρύθμιση για την ισχύ τοποθετείται στο 110 % του φορτίου της γεννήτριας και για την συχνότητα στα 57 Hz.

Το relay έχει δύο όρια τα οποία δύνανται να ρυθμιστούν μπροστά από το relay.

Το χαμηλότερο όριο επιλέγεται όταν υπάρχουν δύο γεννήτριες στο δίκτυο και το υψηλότερο όταν υπάρχουν τρεις γεννήτριες.

Επίσης η έξοδος του buffer χρησιμοποιείται για την ανεύρεση ανωμαλίας της μηχανής diesel και του P.I.comparison.

7.13.5: ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Το σύστημα ανίχνευσης αυτό προστατεύει το σύστημα παράλληλης λειτουργίας των μηχανών στην περίπτωση περισσότερης ή λιγότερης τροφοδοσίας πετρελαίου προς τις μηχανές.

Όταν έχουμε δύο γεννήτριες σε παράλληλη λειτουργία και έχουμε περισσότερη τροφοδοσία πετρελαίου σε μία από τις δύο μηχανές τότε θα συμβούν τα εξής :

- ♦ Θα αυξηθεί η ισχύς σε αυτή την μηχανή. Ως εκ τούτου το σύστημα ισομοιράσεως θα δώσει μια διαταγή "Lower" στην μηχανή αυτή η οποία όμως δεν θα την εκτελεσει.
- ♦ Η κανονική μηχανή θα έχει λιγότερο φορτίο από ότι είναι ο μέσος όρος μεταξύ των δύο οπότε και το σύστημα θα δώσει μια διαταγή "raise". Αυτή η διαταγή θα εκτελεστεί και η ολική τροφοδότηση πετρελαίου θα αυξηθεί κάτι το οποίο θα αποτελέσει μια αύξηση της συχνότητας μέχρι να έχουμε $\Delta F = - \Delta P$

Για την ανίχνευση αν η συχνότητα είναι υψηλή ή χαμηλή και αν το φόρτιο είναι υψηλό ή χαμηλό από ότι είναι το μέσο φορτίο, τα σήματα ΔF & ΔP χρησιμοποιούνται προερχόμενα από τον έλεγχο της συχνότητας.

Αν η διαίρεση του φορτίου είναι 10 % , τα σήματα P πολύ υψηλό ή P πολύ χαμηλό θα ανάψουν. Αν η διαίρεση της συχνότητας φτάσει 0,1 Hz, τα σήματα F πολύ υψηλό ή F πολύ χαμηλό ανάβουν αντίστοιχα.

Ο ανιχνευτής ανωμαλίας της μηχανής πρέπει να δώσει μια διαταγή OFF στα παρομοίως διευθυνόμενα σήματα.

Αν μία ελαττωματική μηχανή απελευθερώσει λιγότερη ισχύ , ανάλογη προς την προηγούμενη περίπτωση θα έχουμε :

- ♦ Για την κανονική μηχανή P πολύ υψηλό και F πολύ χαμηλό.
- ♦ Για την ελαττωματική μηχανή P πολύ χαμηλό και F πολύ χαμηλό.

Σε αυτήν την περίπτωση τα σήματα της ελαττωματικής μηχανής είναι επίσης παρομοίως κατευθυνόμενα και θα πρέπει να ακολουθήσει μια διαταγή OFF.

Αν μία μηχανή υπερφορτωθεί, το σύστημα ελέγχου λειτουργεί σαν η συχνότητα και η ισχύς να είναι χαμηλές. Επειδή όμως σε αυτήν την περίπτωση δεν έχουμε ανωμαλία στην τροφοδοσία πετρελαίου η διαταγή OFF πρέπει να μπλοκαριστεί ώστε να μην βγει εκτός η μηχανή.

Επίσης το fault detection (ανίχνευση ανωμαλίας) πρέπει να μπλοκαριστεί όταν τεθεί εκτός ο αυτόματος έλεγχος (χειροκίνητη λειτουργία).

Αυτή η διαταγή OFF πηγαίνει επίσης σε μία μνήμη και ανάβει ενδεικτική λυχνία στον πίνακα της γεννήτριας.

7.13.6: ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Για την ανίχνευση των ανωμαλιών τόσο στην γεννήτρια όσο και στον ρυθμιστή τάσης ,οι προδιαγραφές της τάσεως έναντι της χαρακτηριστικής του φορτίου καταγράφονται και συγκρίνονται με την πραγματική τιμή.

Σε μια κανονική κατάσταση με δύο γεννήτριες οι οποίες λειτουργούν παράλληλα και έχουν ακριβώς τους ίδιους ρυθμιστές τάσεως,το συνφ των δύο γεννητριών είναι ακριβώς το ίδιο.

Πρακτικά όμως θα υπάρχει μία ασήμαντη διαφορά αλλά τα ανύσματα της ισχύος θα έχουν την ίδια φορά συνεπώς αμφότερες οι γεννήτριες είναι επαγωγικώς φορτωμένες.

Όταν μία από τις γεννήτριες έχει κάποιο πρόβλημα ,πχ ότι έχει υψηλή τάση ,αυτή η γεννήτρια θα προσπαθήσει να αυξήσει την τάση στις μπάρες αλλά η άλλη γεννήτρια που λειτουργεί θα εμποδίσει αυτό με το να χαμηλώσει την δικής της διέγερση οπότε χαμηλώνει και η τάση της με αποτέλεσμα να υφίσταται και πάλι η ίδια τάση στις μπάρες.

Αυτό θα αποτελέσει ένα συνφ της ελαττωματικής μηχανής το οποίο θα είναι επαγωγικό όταν η τάση είναι υψηλή και χωρητικό όταν η τάση είναι χαμηλή.Και στις δύο αυτές περιπτώσεις μια διαταγή OFF δίνεται μετά περίπου από 0,5 sec.

Και αυτή η διαταγή επίσης τοποθετείται σε μία μνήμη και εμφανίζεται στον πίνακα της γεννήτριας μπροστά.

Μόνο στην περίπτωση που η τάση είναι υψηλή,τότε η διαταγή OFF δίνεται μετά από 1 sec.

7.13.7: ΣΥΝΔΕΣΗ ΞΗΡΑΣ

Η προστασία είναι βασικά η ίδια όπως και στους πίνακες της γεννήτριας.Επιπροσθέτως έχουμε τις εξής διαφορές :

♦Ένα ρελέ φάσεως το οποίο παρεμποδίζει το κλείσιμο του αυτόματου διακόπτη όταν υπάρχει λάθος στην σύνδεση της ξηράς.

♦Ένα ρελέ ελλείψεως ζυγοσταθμίσεως φάσεως το οποίο βγάζει εκτός του αυτόματο διακόπτη όταν η διαφορά του ρεύματος των φάσεων είναι πολύ υψηλή.

7.13.8: ΤΜΗΜΑΤΙΚΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Η προστασία των διακοπών αυτών είναι βασικά η ίδια όπως και των πινάκων των γεννητριών.



7.14: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ**7.14.1: Προειδοποιήσεις.**

Κάποια σήματα προειδοποιήσεων έχουν εγκατασταθεί στην γεννήτρια έτσι ώστε ο χειριστής να μπορεί να επιδιορθώσει διάφορα προβλήματα που η γεννήτρια μπορεί να παρουσιάσει. Τα σήματα προειδοποίησης τα οποία εμφανίζονται στο σύστημα ελέγχου περιγράφονται παρακάτω.

| | Προειδοποίησ η | Περιγραφή | Αποτέλεσμα |
|-----|---------------------------------------|---|--|
| 1. | Χαμηλή πίεση ελαίου | Όταν πέσει η πίεση ελαίου κάτω από 3bar | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 2. | Υψηλή θερμοκρασία νερού | Όταν η θερμοκρασία νερού υπερβεί τους 95 C | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 3. | Υψηλή θερμοκρασία θάλασσας στην έξοδο | Όταν το θαλάσσιο νερό στην έξοδο υπερβεί τους 50C | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 4. | Χαμηλή πίεση νερού ψύξεως | Όταν η πίεση του νερού ψύξης πέσει κάτω από 0,2bar | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 5. | Χαμηλή πίεση πετρελαίου | Όταν η πίεση πετρελαίου πέσει κάτω από 0,1bar | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 6. | Υψηλή θερμοκρασία επαγωγίμου | Όταν η θερμοκρασία σε οποιοδήποτε απ' τα τυλίγματα φθάσει τους 140C | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 7. | Διαρροή πετρελαίου | Όταν η υψηλή πίεση στο δίκτυο πετρελαίου χαθεί | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 8. | Διακοπή διέγερσης | Όταν η AVR πάψει να διεγείρει το επαγωγίμο. | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 9. | Σφάλμα διόδων | Υπερβολικό ρεύμα εξόδου στη διεγέρτρια Βραχυκύκλωμα ή ανοιχτό κύκλωμα διόδων | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 10. | Προστασία επαγωγίμου | Εάν η τάση διέγερσης υπερβεί τα 70Volt. Επίσης όταν χαθεί το σήμα από την AVR. | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 11. | Σφάλμα φόρτισης στοιχείων | Όταν χαθεί το ρεύμα φόρτισης του δυναμό. | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 12. | A.C Υπέρταση | Όταν η έξοδος του επαγωγίμου φτάσει τα 565Volt | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |
| 13. | Κλειστά κλαπέ αέρα | Όταν τα κλαπέ βρεθούν σε κλειστή θέση | Φωτισμός της ανάλογης λυχνίας στον πίνακα ελέγχου, ενεργοποίηση VFC, ηχητικό alarm |

7.14.2: Περιγραφή προειδοποιήσεων

Η γεννήτρια είναι εξοπλισμένη με alarm έτσι ώστε να ενδείκνυνται διάφορα προβλήματα που πρέπει να διερευνηθούν για να αποφευχθεί η κράτησή της. Τα alarm ενδείκνυνται με λυχνίες LED. Όταν ένα alarm ενεργοποιηθεί ένα ανάλογο LED θα ανάψει, θα παραμείνει αναμμένο έως ότου αποδεχθούμε το alarm. Εάν η συνθήκη του alarm πάψει να υφίσταται τότε αυτό θα σβήσει, εάν όχι τότε θα παραμείνει αναμμένο. Αυτό συμβαίνει για να μπορεί ο χειριστής να εστιάζει τις εσφαλμένες συνθήκες λειτουργίας που εξακολουθούν να υπάρχουν, και για να δίνει προσοχή σε κάποιο νέο πρόβλημα που τυχόν παρατηρηθεί.

Όλες οι προειδοποιήσεις με εξαίρεση αυτή των κλαπέ του αέρα, της διακοπής τροφοδότησης με 24V από το πλοίο και την βλάβη στο σύστημα απομακρυσμένης κράτησης, εισάγονται στο σύστημα 10 δευτερόλεπτα μετά την εκκίνηση. Το alarm χαμηλής πίεσης νερού ψύξεως έχει μία καθυστέρηση των 15 δευτερολέπτων στην ενεργοποίησή του, έτσι ώστε να λιγοστεύει τις φορές που θα ενεργοποιηθεί έως ότου η πίεση αυξηθεί όταν η γεννήτρια είναι ακόμη κρύα. Το alarm των κλειστών κλαπέ αέρα είναι πάντα ενεργοποιημένο. Είναι σημαντικό τα κλαπέ αέρα να παραμένουν σε ανοιχτή θέση ώστε να μπορεί η γεννήτρια να εκκινηθεί από απομακρυσμένη θέση και να χειριστεί εκεί.

7.14.3: Σύστημα ελέγχου ταχύτητας (Governor)**7.14.3.1: Ο ελεγκτής ταχύτητας δεν δουλεύει**

| <u>α/α</u> | <u>Μέτρηση</u> | <u>Ακροδέκτες / Ονομαστική τιμή</u> | <u>Αιτία</u> | <u>Λύση</u> |
|------------|--|---|---|--------------------------------|
| 1. | Μέτρηση του σήματος του σένσορα ταχύτητας | 5 & 6/0,5 V A.C...3V A.C (κατά την εκκίνηση) | Σένσορας ταχύτητας ή καλωδίωση /Μεγάλη απόσταση μεταξύ σένσορα και σημείου μέτρησης | Αντικατάσταση σένσορα |
| 2 α. | Μέτρηση της D.C. τάσης (τροφοδότηση εντός ,μηχανή σε ακινησία) | A(+) & B(-)/24V D.C.(τάση τροφοδότησης) | Η τροφοδότηση στην συσκευή έχει διακοπεί. Ελέγξτε την καλωδίωση παροχής, το MCB 1 σε θέση εντός. | Σφίξτε τις ενώσεις καλωδίων |
| 2 β. | Μέτρηση της D.C. τάσης (τροφοδότηση εντός ,μηχανή σε ακινησία) | 1(+) & 2 (-)/24V D.C. | Καμμένη ασφάλεια. Τροφοδότηση εντός, διακόπτης στον ακροδέκτη 7 ανοικτός | Αντικατάσταση ασφάλειας |
| 2 γ. | Μέτρηση της D.C. τάσης (τροφοδότηση εντός ,μηχανή σε ακινησία) | 24(+) & 18(-)/ V D.C.(εσωτερική βασική τάση) | Ο ακροδέκτης 24 κάνει βραχυκύκλωμα με το αρνητικό. Βγάλτε το καλώδιο απ' τον ελεγκτή PCB. Εάν μετράτε 10 V D.C., τότε το PCB είναι χαλασμένο, αλλιώς λάθος τροφοδότηση στο PCB. | Αντικατάσταση του σχετικού PCB |
| 2 δ. | Μέτρηση της D.C. τάσης (τροφοδότηση εντός ,μηχανή | Από την επαφή των test του ελεγκτή PCB στον ακροδέκτη | Ο ελεγκτής PCB είναι χαλασμένος | Αντικατάσταση του PCB |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| | σε ακινησία) | 18(-)/+3,75V D.C. | | |
| 3. | Μέτρηση της τάσης από τον σένσορα ταχύτητας | Στους ακροδέκτες 21(+) κ 18(-)/0 V D.C.....10 V D.C. εκτεινόμενα | Η ρύθμιση της ταχύτητας είναι πολύ χαμηλή εάν έχουμε 0 V.Στρίγτε το ποτενσιόμετρο ταχύτητας με την φορά του ρολογιού | Σφίξτε τις επαφές του actuator ή αντικαταστήστε το PCB |
| 4. | Μέτρηση της τάσης εξόδου του actuator. | Ακροδέκτες 3-4 /0 V στην ακινησία 18V22V στην εκκίνηση | Λάθος καλωδίωση προς το actuator.Χαμηλή αντίσταση actuator.Πρόβλημα στο PCB,ενισχυτής εξόδου λανθασμένος.Λανθασμένη τροφοδότηση στο PCB. | |

7.14.3.2 Κράτηση της μηχανής από κυκλώματα προστασίας

Εάν η μηχανή σταματήσει από εσωτερικό κύκλωμα προστασίας ,μία λυχνία LED θα ανάψει στο PCB τροφοδότησης που θα μας δείχνει το εμπλεκόμενο κύκλωμα προστασίας .Το πρόβλημα πρέπει να διαγνωσθεί στο κατάλληλο κύκλωμα.

| α/α | Λειτουργία | Σφάλμα | Λύση |
|-----|-------------|---|--|
| 1. | Υπερένταση | Βραχυκύκλωμα στο actuator ή στην καλωδίωση | Αποσυνδέστε το καλώδιο από τους ακροδέκτες 3 κ 4.Εάν η ένδειξη υπερέντασης δεν αρθεί ,επιδιορθώστε το σφάλμα στο κύκλωμα του actuator.Η τροφοδότηση στο PCB είναι λανθασμένη. |
| 2. | Υπερτάχυνση | Το ρεύμα του actuator δεν μειώνεται καθώς φθάνουμε την ονομαστική ταχύτητα. | Πρώτα προσδιορίστε εάν η υπερτάχυνση έγινε.Μειώστε την ταχύτητα από το ποτενσιόμετρο στρέφοντας κατά την φορά του ρολογιού .Μετρήστε την τάση μεταξύ των ακροδεκτών 3 κ 4 με την τροφοδότηση εντός κ την μηχανή σε κράτηση.Πρέπει να είναι 0V.Εάν δεν είναι αποσυνδέστε την επαφή στο PCB του ελεγκτή ταχύτητας.Εάν η τάση μεταξύ του 3 κ 4 είναι 0V,το PCB έχει πρόβλημα.Εάν η τάση παραμένει 0V υπάρχει πρόβλημα στην τροφοδοσία |

| | | | |
|----|----------|---|--|
| 3. | Υπέρταση | Υπέρταση στην τροφοδοσία του ελεγκτή ταχύτητας. | Μετρήστε την τάση τροφοδότης μεταξύ των ακροδεκτών Α κ Β. Το κύκλωμα προστασίας ανταποκρίνεται σε τάσεις μεγαλύτερες από 60V. Σφάλμα στην τροφοδότηση του PCB. |
|----|----------|---|--|

7.14.3.3 Επαγώγιμα

| <u>α/α</u> | <u>Σφάλμα</u> | <u>Αίτιο</u> | <u>Λύση</u> |
|------------|--|---|--|
| <u>1</u> | <u>Δεν παρουσιάζεται τάση κατά την εκκίνηση</u> | <u>Ελέγξτε τον ασφαλειοδιακόπτη MCB εάν είναι εντός (βρίσκεται εντός του πίνακα ελέγχου)</u> | <u>Πραγματοποιήστε το test διέγερσης. Εάν το test διέγερσης επιτύχει, αντικαταστήστε το AVR.</u> |
| <u>2</u> | <u>Χαμηλή τάση κατά την εκκίνηση</u> | <u>Ελέγξτε την αναβάθμιση του ποτενσιόμετρου</u> | |
| <u>3</u> | <u>Απώλεια τάσης κατά την εκκίνηση (μεγάλη απώλεια)</u> | <u>Θέσε εκτός λειτουργίας και επανεκκίνησε. Εάν δεν υπάρχει καθόλου τάση ή αυτή βυθίζεται κατά την εκκίνηση ακολουθήστε τη διαδικασία του test διέγερσης.</u> | |
| <u>4</u> | <u>Λάθος τάση κατά την εκκίνηση (μικρή διαφορά)</u> | <u>Ελέγξτε τις συνδέσεις στις επαφές του trim pot</u> | <u>Αποσυνδέστε το trim pot και μετρήστε αντίσταση. Πρέπει να είναι 0...5KΩ. Συνδέστε σωστά. Διορθώστε τις διασυνδέσεις των καλωδίων ή αντικατέστησε το trim pot.</u> |
| <u>5</u> | <u>Τάση γεννήτριας υψηλή ακολουθούμενη από βύθιση</u> | <u>Ελέγξτε τα περιεχόμενα στο AVR. Ακολουθήστε την διαδικασία που αναφέρεται στο test διέγερσης.</u> | |
| <u>6</u> | <u>Ασταθής τάση με ή χωρίς φορτίο</u> | <u>Ελέγξτε την σταθερότητα της ταχύτητας κ τις ρυθμίσεις STAB. Ακολουθήστε την διαδικασία που αναφέρεται στην ενότητα «Έλεγχος Φορτίου»</u> | |

| | | | |
|---|--|---|--|
| 7 | <u>Χαμηλή τάση με φορτίο</u> | <u>Ελέγξτε την σταθερότητα της ταχύτητας. Εάν είναι σωστή ελέγξτε τις ρυθμίσεις 'UFRO'.</u> | |
| 8 | <u>Υψηλή τάση/ελάττωση ταχύτητας κατά την διαδικασία φόρτισης</u> | <u>Ελέγξτε την ανταπόκριση του ρυθμιστή στροφών. Ελέγξτε τις ρυθμίσεις του DIP.</u> | |
| 9 | <u>Χαμηλή απόκριση στην αύξηση στροφών κατά την διαδικασία φόρτισης.</u> | <u>Ελέγξτε την ανταπόκριση του ρυθμιστή στροφών. Ελέγξτε τις ρυθμίσεις του DWELL.</u> | |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 8

Συμπεράσματα

Με την εργασία μας αυτή, παρόλες τις δυσκολίες, κυρίως λόγω των επαγγελματικών μας υποχρεώσεων, που αντιμετωπίσαμε, αποκομίσαμε μια μεγάλη εμπειρία πάνω στο σύστημα διαχείρισης του πλοίου, που λίγο πολύ είναι αρκετά όμοιο με συστήματα που συναντώνται και έξω.

Η τριβή με το SCADA, τα δίκτυα, τον προγραμματισμό του PLC, μας έδωσαν νέα στοιχεία και πληροφορίες εμπλουτίζοντας έτσι τις γνώσεις μας και δίνοντάς μας ερέθισμα για να προχωρήσουμε παραπέρα την ενασχόληση μας με τον προγραμματισμό PLC, με άλλες εφαρμογές SCADA και με αυτοματοποιημένα συστήματα.

Κατά την διάρκεια των εφαρμογών μας δεν αντιμετωπίσαμε κάποιες ουσιαστικές δυσκολίες μιας και το όλο σύστημα είναι ήδη δοκιμασμένο και εν λειτουργία. Είδαμε από κοντά τον χειρισμό κάποιων βασικών λειτουργιών, αντιμετώπιση προβλημάτων και διαχείριση ενδείξεων ALARM.

Είδαμε τις δυνατότητες του συστήματος, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται τώρα άμεσα καθώς και τις δυνατότητες περαιτέρω αναβάθμισης έχει το σύστημα αυτό.

Η γενική μας διαπίστωση είναι ότι ανάλογα συστήματα σε λίγο καιρό θα τα συναντούμε πολύ πιο εύκολα, σε περισσότερες εφαρμογές, λόγω των δυνατοτήτων που παρέχουν, ακόμα και σε οικιακές εγκαταστάσεις. Είναι ένα σύστημα που παρέχει πολλές δυνατότητες, δεν είναι «στατικό», αναβαθμίζεται και με την πάροδο του χρόνου θα είναι και πιο προσιτό, από άποψη κόστους, και για τις οικιακές εγκαταστάσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] **Εργαστηριακές Ασκήσεις Ηλεκτρικών Μηχανών με συνοπτική θεωρία**
Πέτρου Βερνάδου , Ηρακλή Α.Βιλιώτη , Παντελή Μαλατέστα , εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
Θεσσαλονίκη 2008
- [2] **Στοιχεία Συστημάτων SCADA** , Γεώργιος Κορρές, Αναπληρωτής Καθηγητής
Ε.Μ.Π.,
Σημειώσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2001.
- [3] **Η αυτοδιεγερόμενη Ασύγχρονη Γεννήτρια στην μόνιμη Κατάσταση,**
Διπλωματική Εργασία Π.Γ.Βερνάδου , Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ,
Ε.Μ.Πολυτεχνείο , Αθήνα , 1986 .
- [4] **Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων** , Π.Δ.Μπούρκας,
Καθηγητής Ε.Μ.Π., Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1998.
- [5] **PLC Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές** , Νικ. Α.Παντάζης, Εκδόσεις Ίων,
2η
έκδοση, Αθήνα 1997.
- [6] **Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί και Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές** , Γ.
Κρανα, Ε. Δασκαλοπούλου, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 1995.
- [7] **Δίκτυα Υπολογιστών** , Andrew Tanenbaum, Εκδόσεις Prentice Hall International
& Παπασωτηρίου, 3η έκδοση, Αθήνα 1992.
- [8] **Δίκτυα Επικοινωνιών** , Jean Walrand, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1997.
- [9] **Παρακολούθηση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας Με Τη Χρήση
Λογισμικού
SCADA** Διπλωματική εργασία του ΑΤΣΑΒΕ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ, Αθήνα 2000.
- [10] **Ανάπτυξη εικονικού εργαστηρίου παρακολούθησης Σ.Η.Ε. με PLC και
Λογισμικό SCADA** , Διπλωματική Εργασία του Πολύκαρπου Αντωνιάδη, Αθήνα
2001.
- [11] **Πληροφοριακά Συστήματα Καταγραφής και Παρακολούθησης της
Ηλεκτρικής
Ενέργειας** , Διπλωματική Εργασία του Άρη – Ευάγγελου Δημέα.

- [12] **Ηλεκτρικές Μηχανές ,Μέρος Α΄ ,Ηλεκτρομηχανική Μετατροπή Ενέργειας ,**
Εκδόσεις Συμμετρία , Αθήνα , 1986
- [13] **Stabilization and Optimization of Double Output Induction Generator with**
Reduction of States Number , Proceedings of the European Wind Energy
Conference – EWEC 1994 , October 10 -14 , 1994 , Thessaloniki , Greece,
M.G. Ioannides ,Ch.A.Kokonos , P.J.Papadopoulos and P.G.Vernados.
- [14] **Transient state investigation of the Double Output Induction Generator**
in
autonomous operation ,Book of Abstracts , 4th Japanese- Mediterranean
Workshop on Applied Electromagnetic Engineering for Magnetic,
Superconducting and Nanomaterials , Cairo , Egypt , September 17-20,
P.G. Vernados and M.G. Ioannides
- [15] **Μηχανές εσωτερικής καύσης ,** Κωνσταντίνος Π. Μαυρίδης , ΤΕΙ Πάτρας, 1998.
- [16] **Diesel mechanics ,** Schulz, Erich J. , Ben L. Evridge.,
Εκδότης : New York : Gregg Division, McGraw-Hill, c1983.
- [17] **Μ.Ε.Κ. μηχανές diesel ,** Φώτη Β. Γεωργόπουλου Αθήνα

Υλικό αντλήσαμε από τα εγχειρίδια του πλοίου για τις μηχανές και τις γεννήτριες όπως επίσης και για το IPMS .Ειδικά για το κεφάλαιο 7 οι εικόνες είναι από το εγχειρίδιο συντήρησης.

Επίσης από το διαδίκτυο υλικό για το SCADA και για τους πετρελαιοκινητήρες.