



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση Σκάφους Αναψυχής



Μελέτη

Σπύρος Γιακουμάκης

Γιάννης Αγρίτης

Επιβλέπων Καθηγητής

Μαλατέστας Παντελής

Μάρτιος 2012

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ
ΣΚΑΦΟΣ ΑΝΑΨΥΧΗΣ**

Copyright © 2012

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά των συγγραφέων και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΤΕΙ Πειραιά.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	12
i. Αντικείμενο Μελέτης.....	12
ii. Στόχος Μελέτης	12
iii. Μεθοδολογία.....	13
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΚΑΦΟΥΣ	14
Εισαγωγή	14
1.1 Ηλεκτρικό Δίκτυο Χρήσεως.....	15
1.1.1 Γεννήτριες.....	17
1.1.1.1 Γεννήτριες Συνεχούς Ρεύματος.....	17
1.1.1.2 Ρύθμιση Τάσεως Γεννήτριας Συνεχούς Ρεύματος	18
1.1.1.3 Παράλληλη Λειτουργία Γεννητριών Συνεχούς Ρεύματος	18
1.1.1.4 Γεννήτριες Εναλλασσόμενου Ρεύματος.....	19
1.1.1.5 Ρύθμιση Τάσεως Γεννήτριας Εναλλασσόμενου Ρεύματος.....	21
1.1.1.6 Παράλληλη Λειτουργία Εναλλακτών	22
1.1.2 Ηλεκτρικοί Κινητήρες	24
1.1.2.1 Κινητήρες Συνεχούς Ρεύματος.....	25
1.1.2.2 Κινητήρες Εναλλασσόμενου Ρεύματος	28
1.1.3 Πίνακες Ισχύος	29
1.1.3.1 Κύριος Ηλεκτρολογικός Πίνακας	30

1.1.3.2	Επιμέρους Ηλεκτρολογικοί Πίνακες.....	30
1.1.4	Ηλεκτρονικά Ισχύος	31
1.1.4.1	Ανορθωτικές Διατάξεις	32
1.1.4.2	Μετατροπέας.....	32
1.1.4.3	Αντιστροφέας	33
1.1.5	Συσσωρευτές	35
1.1.5.1	Φόρτιση Συσσωρευτών	35
1.1.6	Καλώδια & Αγωγοί	36
1.1.6.1	Μηχανική Καταπόνηση των Καλωδίων	37
1.1.6.2	Εγκατάσταση των καλωδίων.....	37
1.1.6.3	Ακροδέκτες - Μούφες.....	38
1.1.6.4	Μέθοδοι Εγκαταστάσεως Καλωδίων.....	39
1.1.7	Μόνωση Αγωγών	40
1.1.7.1	Ελαστικά	40
1.1.7.1	Πλαστικές μονώσεις.....	40
1.1.7.2	Υφάσματα εμποτισμένο με Βερνίκια.....	41
1.1.7.3	Ορυκτά	41
1.8	Σύστημα Φωτισμού & Λοιπών Καταναλώσεων.....	41
1.8.1	Αγωγοί Φωτισμού.....	42
1.9	Σύστημα Θέρμανσης – Ψύξης Fan - Coil.....	43
1.3.1	Κεντρικές Μονάδες	45

1.3.2	Ανεξάρτητες Μονάδες.....	46
1.10	Σύστημα Πυροπροστασίας	47
1.4.1	Ανιχνευτές Πυρκαγιάς.....	47
1.4.2	Πυρόσβεση Μηχανοστασίου.....	47
1.5	Ιδιαιτερότητες Ηλεκτρικών Συστημάτων Πλοίων.....	49
2.	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ Falcon 103'	50
	Εισαγωγή	50
2.1	Επίπεδα Σκάφους.....	50
2.1.1	Κατάστρωμα.....	51
2.1.2	Μεσαίο Επίπεδο.....	52
2.1.3	Κατώτερο Επίπεδο.....	53
2.2	Σχεδίαση	54
2.2.1	Εξωτερικοί Χώροι	54
2.2.2	Εσωτερικοί Χώροι.....	57
2.2.2.1	Σαλόνι.....	57
2.2.2.2	Κοινόχρηστοι Χώροι.....	58
2.2.2.3	Καμπίνες.....	59
2.3	Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	61
3.	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Yacht Falcon 103'	62
	Εισαγωγή	62
3.1	Περιγραφή Εγκατάστασης Παραγωγής και Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας	62

3.1.1	Σχέδιο 1.Γενικό Ηλεκτρικό Διάγραμμα Πλοίου.....	63
3.1.2	Γεννήτριες.....	65
3.1.3	Πίνακες	66
3.1.4	Δίκτυο Διανομής και Τροφοδοσίας – Καλώδια.....	67
3.1.5	Συσσωρευτές.....	68
3.1.6	Σύστημα Κλιματισμού	69
3.1.7	Σύστημα Πυροπροστασίας	69
3.2	Εγκαταστάσεις Φωτισμού.....	70
3.2.1	Στάθμες Φωτισμού.....	70
3.3	Κατάστρωμα DEC1	71
3.3.1	Σχέδιο 2. Ηλεκτρική Παροχή 220V/380V (DEC1).....	71
3.3.2	Σχέδιο 3. Ηλεκτρική Παροχή 24V/12V (DEC1).....	71
3.4	Κατάστρωμα DEC2	71
3.4.1	Σχέδιο 4. Ηλεκτρική Παροχή 220V/380V (DEC2).....	71
3.4.2	Σχέδιο 5. Ηλεκτρική Παροχή 24V/12V (DEC2).....	72
3.5	Κατάστρωμα DEC3	72
3.5.1	Σχέδιο 6. Ηλεκτρική Παροχή 220V/380V (DEC3).....	72
3.5.2	Σχέδιο 7. Ηλεκτρική Παροχή 24V/12V (DEC3).....	72
3.6	Γείωση.....	72
3.6.1	Σχέδιο 8. Διάγραμμα Συστήματος Γείωσης.....	73
3.7	Μονογραμμικά Ηλεκτρολογικά Σχέδια Ηλεκτρικών Πινάκων 12V/24V	75

3.7.1	Σχέδια 9-16. Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Ηλεκτρικών Πινάκων 12V/24V ..	75
3.8	Μονογραμμικά Ηλεκτρολογικά Σχέδια Ηλεκτρικών Πινάκων 220V/380V	79
3.8.1	Σχέδια 17-23. Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Ηλεκτρικών Πινάκων 220V/380V	79
	Επίλογος.....	82
	Βιβλιογραφία	83
	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	85
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ	91

Εικόνες

Εικόνα 1 Ηλεκτρικό σύστημα πλοίου (I.M. Προυσαλίδης, 2006).....	16
Εικόνα 2 Παράλληλη λειτουργία γεννητριών συνεχούς ρεύματος.....	18
Εικόνα 3 Δρομέας (αριστερά) και δακτύλιοι (δεξιά) εναλλακτήρα με εξωτερικούς πόλους.....	20
Εικόνα 4 Στάτης ηλεκτρικός με εσωτερικούς πόλους	20
Εικόνα 5 Ρύθμιση τάσης με μεταβολή διέγερσης (Σημειώσεις Βιομηχανικών Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, 2005).....	21
Εικόνα 6 Παραλληλισμός τριφασικών σύγχρονων γεννητριών.	22
Εικόνα 7 Κατανομή ενεργού ισχύος (Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας, 2006) .	23
Εικόνα 8 Εσωτερικό ασύγχρονου κινητήρα στην οποία διακρίνονται όλα τα δομικά του στοιχεία.	24
Εικόνα 9 Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας ενός ηλεκτρικού κινητήρα.....	24
Εικόνα 10 Κινητήρας Συνεχούς Ρεύματος σε διαδοχικές θέσεις κατά τη διάρκεια περιστροφής του δρομέα (Α. Ζερβάκος, 2009)	26
Εικόνα 11 Αξονική γεννήτρια συνδεδεμένη μέσω αντιστροφέα στο ηλεκτρικό δίκτυο	34
Εικόνα 12 Διάφοροι τύποι καλωδίων	39
Εικόνα 13 Η χρησιμοποίηση του συστήματος φωτισμού γίνεται τόσο στους εξωτερικούς όσο και στους εσωτερικούς χώρους ενός πλοίου	42
Εικόνα 14 Στοιχεία συστήματος Fan Coil	43
Εικόνα 15 Ανάλυση συστήματος θέρμανσης ψύξης Fan Coil.....	44
Εικόνα 16 Σχέδια εγκατάστασης κεντρικής μονάδας CWS 251 RC 25.000BTU/h με τρία FAN COILS νερού και αυτονομία στο σαλόνι και στις δύο καμπίνες	45

Εικόνα 17 Σχέδιο εγκατάστασης μονάδος 5.000BTU/h COMPACT	46
Εικόνα 18 Σχέδιο τοποθέτησης κλιματιστικής μονάδας 24.000BTU/h COMPACT 24 SLIM για παροχή αέρα στο σαλόνι και στην καμπίνα	46
Εικόνα 19 Σύστημα με πιεστικό δοχείο αφρού (Σ. Αναγνωστάτος, 2008).....	48
Εικόνα 20 Yacht Falcon 103'	50
Εικόνα 21 Λεπτομέρεια από τα παράθυρα του γιοτ	54
Εικόνα 22 Το σκάφος έχει συνολικό μήκος 32,5 μέτρα	55
Εικόνα 23 Η γέφυρα του σκάφους.....	55
Εικόνα 24 Η γέφυρα του σκάφους.....	56
Εικόνα 25 Η πρύμνη του σκάφους.....	56
Εικόνα 26 Το καθιστικό του σκάφους	57
Εικόνα 27 Η τραπεζαρία και η κουζίνα του σκάφους.....	58
Εικόνα 28 Μια από τις δύο μάστερ κλίνες του σκάφους.....	59
Εικόνα 29 Φωτογραφίες από το κατώτερο επίπεδο του σκάφους	60
Εικόνα 30 Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης.....	92
Εικόνα 31 Πίνακας Π1/1	93
Εικόνα 32 Πίνακας Π1/2.....	94
Εικόνα 33 Πίνακας Π1/3	95
Εικόνα 34 Πίνακας Π2/1	96
Εικόνα 35 Πίνακας Π3/1	97
Εικόνα 36 Πίνακας Μηχανοστασίου	98
Εικόνα 37 Γενικός πίνακας διανομής χαμηλής τάσης 24V DC.....	99
Εικόνα 38 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού μηχανοστασίου 24V DC, κατάστρωμα 1	100
Εικόνα 39 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων 24V DC, κατάστρωμα 1	101

Εικόνα 40 Πίνακας γέφυρας κατάστρωμα 1, 24V DC, Π1/2.....	102
Εικόνα 41 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων, κατάστρωμα 1 24V DC, Π1/3	103
Εικόνα 42 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων, κατάστρωμα 2 24V DC, Π2	104
Εικόνα 43 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων, κατάστρωμα 3 24V DC, Π3	105
Εικόνα 44 Πίνακας φώτα πλοήγησης, κατάστρωμα 3, 12V DC, Π3.....	106

Πίνακες

Πίνακας 1 Κύρια συστήματα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σε πλοία.....	14
Πίνακας 2 Κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος.....	26
Πίνακας 3 Κριτήρια επιλογής ηλεκτρολογικού πίνακα.....	30
Πίνακας 4 Διάκριση ηλεκτρονικών ισχύος.....	31
Πίνακας 5 Χαρακτηριστικά γεννήτριας Kohler 27.....	65
Πίνακας 6 Πίνακας Μηχανοστασίου	86
Πίνακας 7 Πίνακας Π1/1	87
Πίνακας 8 Πίνακας Π1/2	87
Πίνακας 9 Πίνακας Π1/3	88
Πίνακας 10 Πίνακας Π2/1	88
Πίνακας 11 Πίνακας Π3/1	89
Πίνακας 12 Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης.....	89
Πίνακας 13 Πίνακας επιτρεπόμενων φορτίων καλωδίων.....	90

Εισαγωγή

Ολοκληρώνοντας το κύκλο σπουδών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά της σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του τμήματος Ηλεκτρολογίας οι σπουδαστές του ιδρύματος καλούνται να συντάξουν μια πτυχιακή μελέτη. Μέσα από αυτό το πόνημα μας δίνεται η δυνατότητα να εμβαθύνουμε τις γνώσεις μας σχετικά με εξειδικευμένα ζητήματα της επιστήμης του Ηλεκτρολόγου. Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται το ζήτημα της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σκάφους αναψυχής. Η μελέτη διήρκησε δώδεκα μήνες.

i. Αντικείμενο Μελέτης

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η παρουσίαση του γιοτ Falcon 103'. Η εργασία επικεντρώθηκε στην ανάλυση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του σκάφους¹ και συγκεκριμένα στην ανάλυση του ηλεκτρικού συστήματος των βοηθητικών μηχανημάτων. Θα πρέπει να γίνει σαφές ότι η εργασία δεν επιδιώκει να αναλύσει το σύστημα πρόωσης του σκάφους. Από την έρευνα, προέκυψε πως ο επιμέρους αυτός τομέας της ηλεκτρολογίας των πλοίων δεν έχει αναλυθεί τόσο, όσο το ζήτημα της ηλεκτροπρόωσης.

ii. Στόχος Μελέτης

Μέσα από τη διαδικασία της έρευνας, εμβαθύναμε τις γνώσεις μας στο συγκεκριμένο ζήτημα, γεγονός το οποίο θα αποτελέσει εφόδιο στην επαγγελματική μας σταδιοδρομία. Επιπρόσθετα φιλοδοξία μας είναι, μέσω αυτού του πονήματος να κατανοήσουν οι σπουδαστές του τμήματος ηλεκτρολογίας τη μεθοδολογία και τον κύκλο εργασιών για την ανάλυση ηλεκτρολογικής μελέτης σκάφους.

¹ Στον ηλεκτρομηχανολογικό τομέα ενός σκάφους ανήκουν οι μηχανές πρόωσης, η πρωστήρια εγκατάσταση, τα δίκτυα, τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, οι αντλίες, τα όργανα μηχανής γέφυρας, μετάδοση κίνησης, τα αξονικά συστήματα, έλικες – πηδάλια, ηλεκτρομηχανές, οι συσσωρευτές, οι πίνακες διανομής, οι καλωδιώσεις φωτισμού και ηλεκτρικών συστημάτων, τα βοηθητικά μηχανήματα και όλες οι αντλίες εξαρτημένες Κ.Μ. και ανεξάρτητες ηλεκτροκίνητες, τα μέσα συνεννόησης, τηλέφωνα ναυτικού τύπου, φωναγωγοί, VHF / UHF, SSB.

iii. Μεθοδολογία

Η εργασία αναπτύσσεται στα εξής τρία κεφάλαια, καθένα από τα οποία έχει ως στόχο την παρουσίαση ενός συγκεκριμένου ζητήματος της μελέτης. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια θεωρητική προσέγγιση του θέματος της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του σκάφους. Στο κεφάλαιο αναλύονται όλα τα συστήματα, οι βασικές αρχές τους και τα κύρια χαρακτηριστικά. Στόχος του κεφαλαίου είναι η δημιουργία ενός θεωρητικού υπόβαθρου για τον αναγνώστη – σπουδαστή που θα τον βοηθήσει στην κατανόηση τους κυρίους θέματος της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο της μελέτης παρουσιάζει το υπό εξέταση σκάφος (yacht) με την οπτική όχι καθαρά του ηλεκτρολόγου, αλλά με γενική σκοπιά, ώστε να παρουσιαστούν τα κύρια χαρακτηριστικά του, φωτογραφίες και σχέδια. Στόχος του κεφαλαίου είναι η δημιουργία μιας σαφής εικόνας για το μοντέλο ανάλυσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο και αφού έχουν προηγηθεί όλες οι απαραίτητες πληροφορίες, παρουσιάζεται η ηλεκτρολογική ανάλυση του σκάφους, σε μορφή τεχνικής ανάλυσης. Στα συμπεράσματα της εργασίας δίνονται οι παρατηρήσεις και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα.

Θα πρέπει να σημειωθεί, πως για την σύνταξη της μελέτης, αντλήθηκε υλικό από τη βιβλιογραφία που επισυνάπτεται στο τέλος της εργασίας, άλλα και από κατιδίαν συζητήσεις που είχαμε με ηλεκτρολόγους του κλάδου. Όλες οι τεχνικές πληροφορίες και τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρολογικού συστήματος του σκάφους προέρχονται από τα τεχνικά εγχειρίδια των κατασκευαστών τους.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΚΑΦΟΥΣ

Εισαγωγή

Οι σύγχρονες τάσεις στο τομέα της ναυπηγικής έχουν οδηγήσει σε πλήρη «εξηλεκτρισμό» όλων των εγκατεστημένων υποσυστημάτων² αυξάνοντας τη σημασία του συστήματος ηλεκτρικής ισχύος του πλοίου και της εύρυθμης λειτουργίας του για την ομαλή και ασφαλή πλεύση του αλλά και την επιβίωση του σκάφους, του πληρώματος και των επιβατών του. (I.M. Προυσαλίδης, 2006)

Η ηλεκτρική εγκατάσταση του πλοίου, αναλύεται στο σύστημα ηλεκτροπρόωσης του πλοίου και στο σύστημα λοιπών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Αντικείμενο μελέτης της παρούσας ενότητας αποτελεί η θεωρητική ανάλυση του συστήματος λοιπών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Η προσέγγιση του θέματος έγινε μέσα από την ανάλυση του συστήματος στα τρία κύρια υποσυστήματα που το συστήνουν. Ο διαχωρισμός τους προσεγγίζεται στο πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1 Κύρια συστήματα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σε πλοία

Σύστημα Ισχύος	Περιλαμβάνει τις γεννήτριες, τους κινητήρες τους πίνακες ελέγχου και διανομής, τους αγωγούς, τους πίνακες ισχύος τα καλώδια και τους ρευματοδότες.
Σύστημα Φωτισμού και Λοιπών Καταναλώσεων	Περιλαμβάνει τους αγωγούς φωτισμού, τους λαμπτήρες φωτισμού, τους υποπίνακες φωτισμού, τα κιβώτια διανομής, τους λαμπτήρες ναυσιπλοΐας και αγκυροβολιάς, τα φώτα και τους προβολείς σημάτων.
Σύστημα Επικοινωνίας	Περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες συσκευές και καλωδιώσεις συνδέσεως αυτών για τη διαβίβαση και, λήψη διαταγών και πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων διαμερισμάτων του πλοίου.

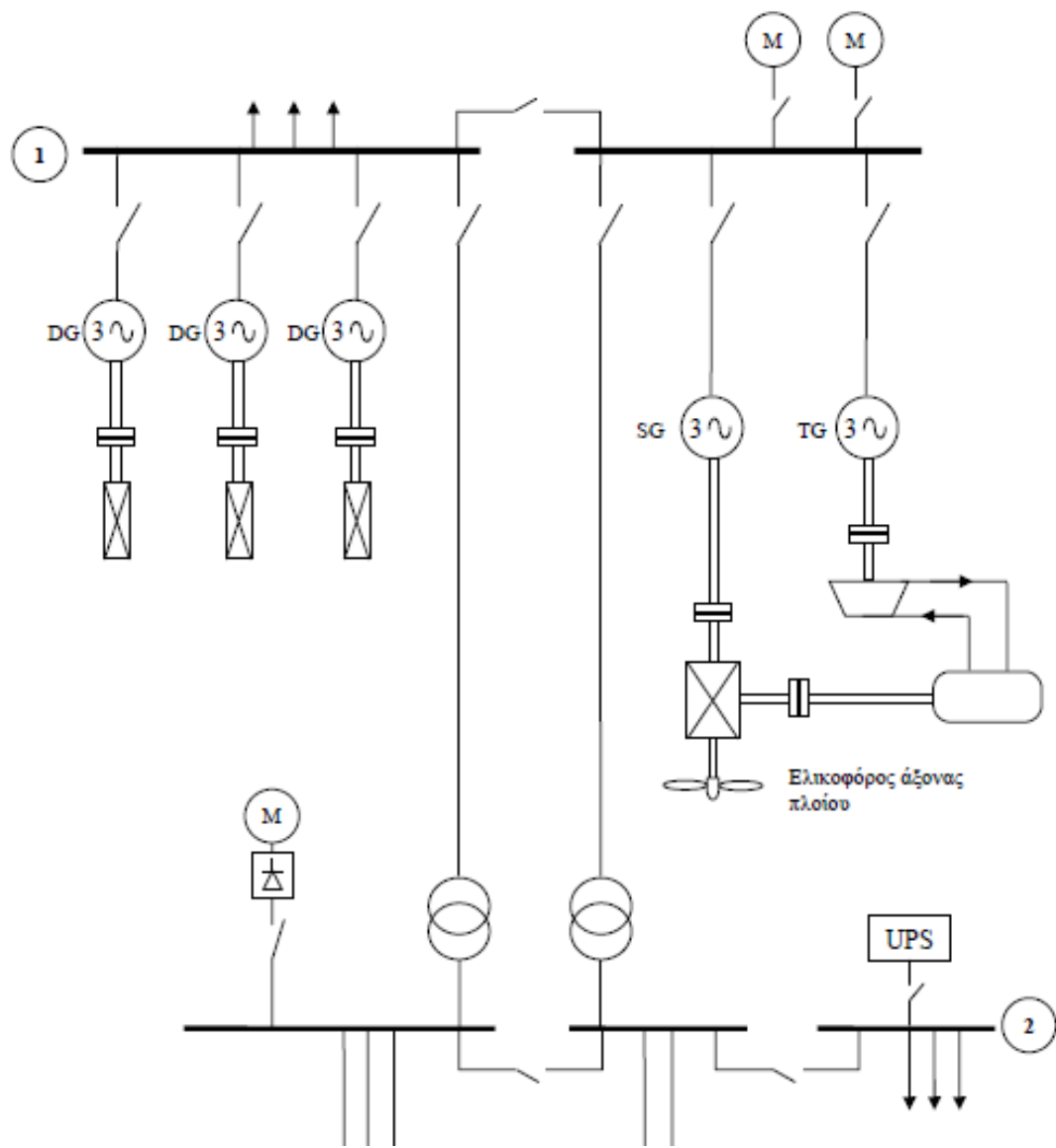
² ο όρος που έχει επικρατήσει είναι το πλήρως εξηλεκτρισμένο πλοίο από την απόδοση του “All Electric Ship – AES”

1.1 Ηλεκτρικό Δίκτυο Χρήσεως

Ως ηλεκτρικό δίκτυο χρήσεως (Ship Service System) ορίζεται το τμήμα του ηλεκτρικού δικτύου του πλοίου, το οποίο τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία πλην αυτών που σχετίζονται με την πρόωση. (Π. Πολυχρονόπουλος, 2011)

Το τυπικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας πλοίου αποτελείται από τις συσκευές και τον εξοπλισμό παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και από τους διάφορους καταναλωτές. Τα κύρια στοιχεία που το απαρτίζουν είναι τα ακόλουθα,

- a) Πηγές ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως αποτελούνται από τρεις ηλεκτρογεννήτριες (diesel generators, DG) από τις οποίες συνήθως η μια είναι σε εφεδρεία. Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αξονικές γεννήτριες (shaft generators, SG) η οποίες είναι ηλεκτρικές μηχανές οι οποίες παίρνουν κίνηση από τον ελικοφόρο άξονα του πλοίου καθώς και στρόβιλογεννήτριες (turbo generators, TG).
- b) Κύριος πίνακας μαζί με τις διατάξεις προστασίας τους διακόπτες τα όργανα ελέγχου και τους κύριους ζυγούς διανομής.
- c) Ηλεκτρικός πίνακας ανάγκης (emergency) ο οποίος καλύπτει μόνο κρίσιμα φορτία.
- d) Καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
- e) Ηλεκτρικοί καταναλωτές που ενδέχεται να είναι και μεγάλοι κινητήρες, συγκρίσιμης ονομαστικής ισχύος με αυτήν των γεννητριών όπως κινητήρες πρόωσης, αντλιών φορτίου, κ.τ.λ



- | | | | |
|---|--------------------------|----------------------|--|
| 1 | Κύριος Πίνακας | DG: Diesel Generator | TG: Turbo Generator |
| 2 | Πίνακας κρίσιμων φορτίων | SG: Shaft Generator | UPS: Αδιάλειπτη Παροχή Ισχύος (Uninterruptible Power Supply) |

Εικόνα 1 Ηλεκτρικό σύστημα πλοίου (I.M. Προυσαλίδης, 2006)

1.1.1 Γεννήτριες

Ο αριθμός και η ισχύς των γεννητριών πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορούν οι ουσιώδεις καταναλωτές να λειτουργήσουν ακόμη και όταν μία γεννήτρια βρίσκεται εκτός λειτουργίας. Σε εγκαταστάσεις εναλλασσομένου ρεύματος, εάν μία γεννήτρια βρίσκεται εκτός λειτουργίας, οι υπόλοιπες πρέπει να έχουν αρκετή ισχύ, ώστε η πτώση τάσης, που μπορεί να προκληθεί κατά την εκκίνηση του μεγαλύτερου κινητήρα, να μην προκαλεί αδυναμία λειτουργίας άλλων κινητήρων ή συσκευών.

Κάθε γεννήτρια πρέπει να είναι εφοδιασμένη με αυτόματο διακόπτη υπερεντάσεως. Γεννήτριες, που πρόκειται να λειτουργούν παράλληλα, πρέπει να έχουν γενικό διακόπτη που ανοίγει ταυτόχρονα όλους τους πόλους. Ο διακόπτης θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με διάταξη προστασίας έναντι αντιστρόφου ρεύματος, που θα επενεργεί

- a) για γεννήτριες Συνεχούς Ρεύματος , αμέσως, και σε ένταση όχι μεγαλύτερη του 15% της ονομαστικής,
- b) για γεννήτριες Εναλλασσόμενου Ρεύματος, με χρονική καθυστέρηση, και σε ένταση ρυθμισμένη για φορτίο μεταξύ 2% και 15% του ονομαστικού (παίρνοντας υπόψη και τα χαρακτηριστικά του κινητήρα της γεννητριάς).

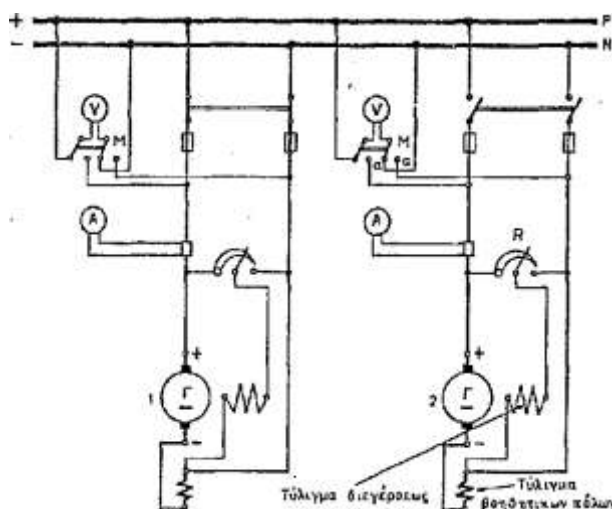
Η διάταξη αυτή θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί ακόμη και με 50% πτώση τάσης.

1.1.1.1 Γεννήτριες Συνεχούς Ρεύματος

Γεννήτριες συνεχούς ρεύματος (DC) ορίζονται οι μηχανές μετατροπής της μηχανική ενέργεια υπό μορφή ταχύτητας και ροπής, που δίνεται στον άξονα τους, σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρική ενέργεια, εν συνεχεία, παρέχεται από τις ψήκτρες σε μορφή συνεχούς ρεύματος και τάσης.

Στην κατασκευή τους οι γεννήτριες συνεχούς ρεύματος δε διαφέρουν από τους κινητήρες DC. Μόνη τους διαφορά είναι ότι στις γεννήτριες παρέχεται μηχανική ενέργεια και λαμβάνεται ηλεκτρική ενώ στους κινητήρες παρέχεται ηλεκτρική ενέργεια και λαμβάνεται μηχανική. Το μέγεθος των γεννητριών συνεχούς ρεύματος

καθορίζεται από την ηλεκτρική ισχύ (σε KW) που αποδίδουν σε ορισμένη ταχύτητα και τάση.



Εικόνα 2 Παράλληλη λειτουργία γεννητριών συνεχούς ρεύματος

1.1.1.2 Ρύθμιση Τάσεως Γεννήτριας Συνεχούς Ρεύματος

Η τάση που παράγεται από μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος εξαρτάται από τις στροφές της μηχανής που κινεί το επαγωγίμο (στροβίλου ή DIESEL) ,από το ρεύμα φορτίου και από το ρεύμα διέγερσης I_d της γεννήτριας.

Έλεγχο της τάσης και διατήρηση της σε ορισμένα όρια μπορούμε να κάνουμε είτε με διατήρηση σταθερών στροφών με τη βοήθεια κατάλληλων ρυθμιστών στροφών οι οποίοι επενεργούν επί της μηχανής που κινεί το επαγωγίμο είτε με αυτόματους ρυθμιστές τάσεως οι οποίοι μεταβάλουν το ρεύμα διέγερσης της γεννήτριας με τη βοήθεια ρυθμιστικής αντίστασης διεγέρσεως.

1.1.1.3 Παράλληλη Λειτουργία Γεννητριών Συνεχούς Ρεύματος

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα πλοία γίνεται από μία ή περισσότερες ηλεκτρογεννήτριες συνεχούς ρεύματος που είναι εγκατεστημένες σε διαφορετικά μέρη του πλοίου. Οι γεννήτριες αυτές μπορούν να λειτουργούν κάθε μία ξεχωριστά ή όλες μαζί παράλληλα συνδεδεμένες μεταξύ τους.

Η επιλογή διάταξης παράλληλης λειτουργίας των γεννητριών του σκάφους ή μέρους αυτών προσφέρει περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με την επιλογή μίας μεγάλης ηλεκτρογεννήτριας η οποία θα μπορούσε να καλύψει ολόκληρο το ηλεκτρικό φορτίο του πλοίου. Συγκεκριμένα τα πλεονεκτήματα της παράλληλης λειτουργίας γεννητριών συνεχούς ρεύματος είναι.

- a) Οικονομία στην κατασκευή.
- b) Μικρότερος όγκος και ο μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης στην ίδια παροχή ισχύος.
- c) Σταδιακή λειτουργία μίας, μέρους ή όλων των γεννητριών ανάλογα με τις ανάγκες φορτίου. Όταν το φορτίο είναι μικρό λειτουργεί μία μόνο γεννήτρια ενώ όταν απαιτείται μεγάλο φορτίο (εργάτες, γερανοί, αντλίες -CARGO-φορτοεκφόρτωσης) λειτουργούν οι γεννήτριες παράλληλα.

1.1.1.4 Γεννήτριες Εναλλασσόμενου Ρεύματος

Οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται στα εξής δύο είδη,

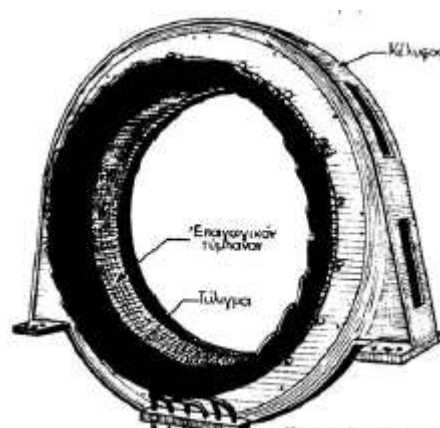
- a) **Σύγχρονες γεννήτριες ή εναλλακτήρες.** Οι σύγχρονες γεννήτριες παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα με συχνότητα ανάλογη της ταχύτητας περιστροφής της μηχανής, ενώ η διέγερση τους τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα.
- b) **Ασύγχρονες γεννήτριες.** Οι ασύγχρονες γεννήτριες παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα του οποίου η συχνότητα είναι ανεξάρτητη της ταχύτητας περιστροφής και η διέγερση τους τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα. (Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας, 2006)

Στο τομέα της ναυπηγικής, χρησιμοποιούνται σύγχρονες γεννήτριες, ενώ οι ασύγχρονες χρησιμοποιούνται σπάνια. Οι σύγχρονες γεννήτριες (εναλλασσόμενου ρεύματος-εναλλακτήρες) αποτελούνται από τους ηλεκτρομαγνήτες που δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο και από το επαγωγίμο.

Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται με τη τροφοδότηση της περιέλιξης διέγερσης με συνεχές ρεύμα. Η διέγερση τροφοδοτείται από ανεξάρτητη γεννήτρια

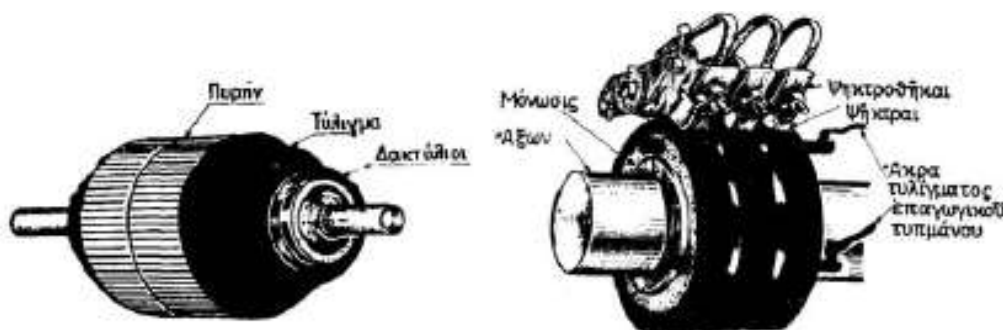
συνεχούς ρεύματος που ονομάζεται διεγέρτρια που τοποθετείται συνήθως στο άκρο του άξονα του εναλλακτήρα.

Στους μικρούς εναλλακτήρες το επαγωγίμο στρέφεται ενώ το μαγνητικό πεδίο παραμένει ακίνητο για αυτό δεν απαιτείται η ύπαρξη συλλέκτη. Στους μεγάλους εναλλακτήρες το μαγνητικό πεδίο περιστρέφεται το δε επαγωγίμο παραμένει ακίνητο και, ονομάζεται στάτης.



Εικόνα 3 Στάτης ηλεκτρικός με εσωτερικούς πόλους

Για τους εναλλακτήρες χαμηλών ταχυτήτων (1200 έως 1800 RPM) η διάμετρος του δρομέα είναι σχετικά μεγάλη και έχει αρκετά ζεύγη πόλων ενώ στους εναλλακτήρες υψηλών ταχυτήτων (άνω των 1800 RPM) ο δρομέας έχει μικρή διάμετρο και λίγα ζεύγη πόλων.



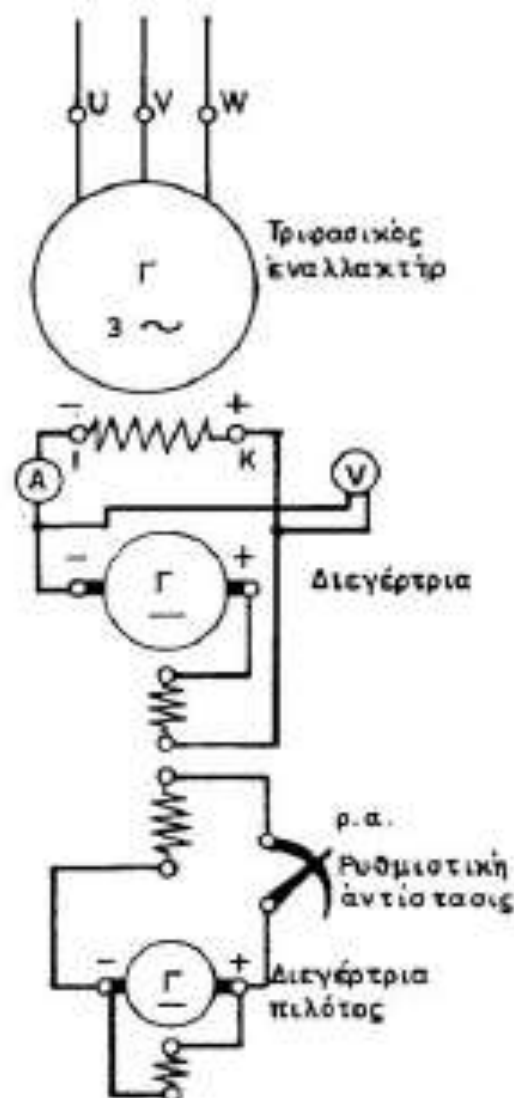
Εικόνα 4 Δρομέας (αριστερά) και δακτύλιοι (δεξιά) εναλλακτήρα με εξωτερικούς πόλους

Οι εναλλακτήρες υψηλών ταχυτήτων κινούνται είτε απευθείας από τον στρόβιλο είτε μέσω μειωτήρα. Η όλη κατασκευή των εναλλακτῆρων αυτών αποτελεί η ίδια το σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα μεταξύ στάτη και δρομέα για την απαγωγή της δημιουργούμενης κατά την λειτουργία θερμότητας . Ο στάτης είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε όχι μόνο να παρέχει τις κατάλληλες διόδους για την κυκλοφορία του αέρα ψύξεως αλλά και για να μειώνει τον θόρυβο που προκαλείται από τον ανεμισμό.

1.1.1.5 Ρύθμιση Τάσεως Γεννήτριας Εναλλασσόμενου Ρεύματος

Στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση ενός πλοίου η ισχύς που συνολικά απορροφάται από το δίκτυο, μεταβάλλεται σε μεγάλη κλίμακα, ιδίως κατά την εκκίνηση ή διακοπή της λειτουργίας των ηλεκτροκινητήρων των βοηθητικών μηχανημάτων του πλοίου. Αυτό έχει αποτέλεσμα την αντίστοιχη μεταβολή της τάσεως του δικτύου. Για να διατηρηθεί σταθερή η τάση του δικτύου είναι απαραίτητο να αυξηθεί η ένταση του ρεύματος διεγέρσεως του εναλλακτήρα, όταν το συνολικό φορτίο του αυξηθεί ή όταν το $\cos\phi$ είναι μικρό και επαγωγικό. Αντίστοιχα θα πρέπει να ελαττωθεί η ένταση του ρεύματος διεγέρσεως όταν το $\cos\phi$ είναι χωρητικό.

Οι μεταβολές αυτές του ρεύματος διεγέρσεως επιτυγχάνονται με τους αυτόματους ρυθμιστές τάσεως. Οι συνήθως χρησιμοποιούμενοι στα πλοία αυτόματοι ρυθμιστές τάσεως λειτουργούν επιδρώντας στη μεταβλητή αντίσταση της παράλληλης διέγερσης της διεγέρτριας. Με αυτό τον τρόπο ρυθμίζεται η ένταση του ρεύματος που παράγεται από τη διεγέρτρια το οποίο τελικά τροφοδοτεί τους περιστρεφόμενους ηλεκτρομαγνήτες του δρομέα.



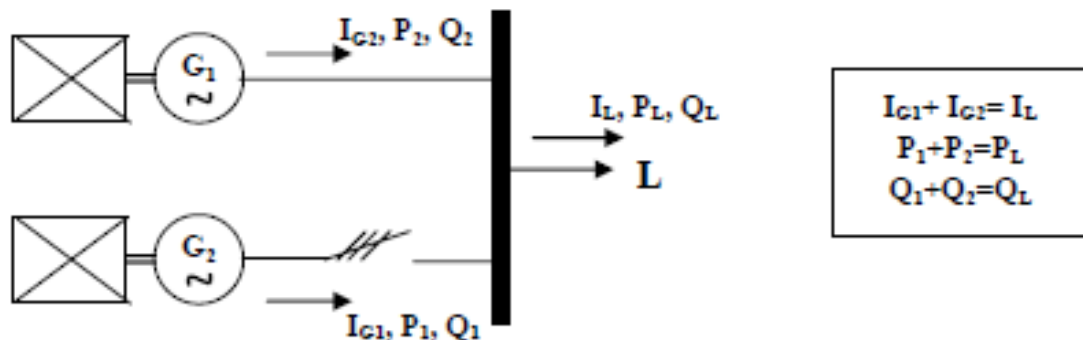
Εικόνα 5 Ρύθμιση τάσης με μεταβολή διέγερσης (Σημειώσεις Βιομηχανικών Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, 2005)

1.1.1.6 Παράλληλη Λειτουργία Εναλλακτών

Οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος στις περισσότερες περιπτώσεις συνδέονται παράλληλα με το δίκτυο. Η σύνδεση τους παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά,

- Αύξηση της παρεχόμενης ισχύος,
- Μπορούμε να έχουμε μια γεννήτρια εφεδρεία την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε αυξημένη ζήτηση φορτίου
- Μπορούμε να διακόψουμε τη λειτουργία μιας γεννήτριας χωρίς να διακόψουμε τη παροχή ισχύος στο πλοίο.

Έστω ένα στοιχειώδες σύστημα, αποτελούμενο από δύο γεννήτριες G_1 και G_2 με τις κινητήριες μηχανές τους PM_1 και PM_2 , καθώς και ένα φορτίο L , συνδεδεμένα



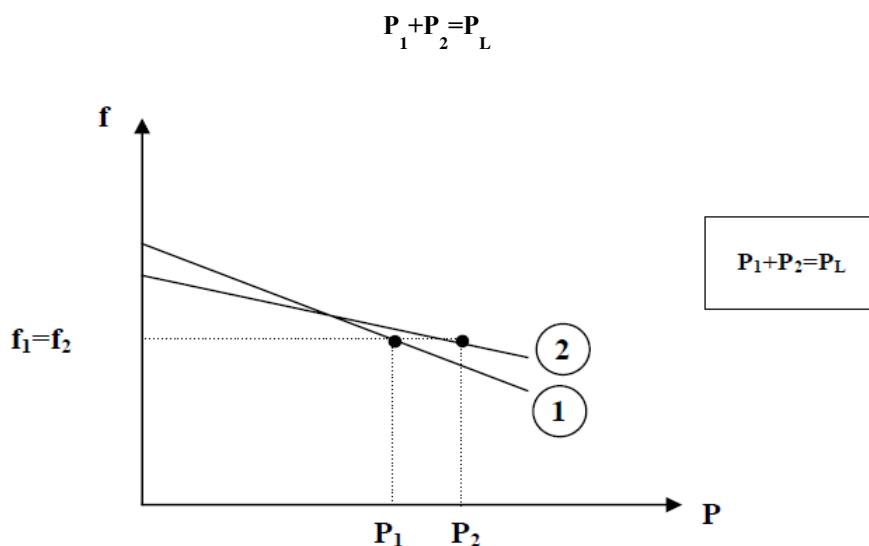
Εικόνα 6 Παραλληλισμός τριφασικών σύγχρονων γεννητριών.

Για να καταστεί δυνατή η παράλληλη σύνδεση της G_2 στο ΣΗΕ (G_1), με το κλείσιμο του διακόπτη πρέπει να ισχύουν οι κάτωθι προϋποθέσεις:

- Τα μέτρα των τάσεων ΣΗΕ και G_2 είναι τα ίδια και για τις τρεις φάσεις.
- Η διαφορά φάσεως των αντίστοιχων τάσεων είναι 0.
- Η συχνότητα είναι η ίδια.
- Η ακολουθία φάσεων είναι η ίδια.

Τη στιγμή που ο διακόπτης σύνδεσης κλείνει, οι τάσεις στους τρεις ζυγούς του ΣΗΕ και της G_2 είναι σε φάση και η διαφορά δυναμικού στους ακροδέκτες του διακόπτη είναι 0. Έτσι το ρεύμα που ρέει από την G_2 στο ΣΗΕ είναι 0, οπότε και η παρεχόμενη ισχύς στο δίκτυο είναι πάλι 0. Στην πράξη επειδή κάτι τέτοιο δεν είναι ποτέ δυνατόν λαμβάνεται πρόνοια, ώστε η τάση και η συχνότητα της υπό σύνδεση γεννήτριας να είναι λίγο μεγαλύτερες από εκείνες του δικτύου, ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση η γεννήτρια G_2 να απορροφήσει ισχύ από το δίκτυο. Κάτι τέτοιο προκαλεί λειτουργία της γεννήτριας σαν κινητήρα (motoring), και μπορεί να καταστρέψει την κινητήρια μηχανή.

Κατά τη λειτουργία δύο γεννητριών εν παραλλήλω η συχνότητα f και η τάση V είναι κοινή και για τις δύο και αποτελούν τη συχνότητα και την τάση του συστήματος. Ο διαμοιρασμός της ενεργού ισχύος μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του κανόνα καυσίμου των κινητηρίων μηχανών, που αποδίδεται μέσω των χαρακτηριστικών καμπυλών συχνότητας ενεργού ισχύος $(f-P)^3$, ενώ ισχύει:



Εικόνα 7 Κατανομή ενεργού ισχύος (Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας, 2006)

³ Οι καμπύλες $f-P$ είναι με καλή προσέγγιση ευθείες, η κλίση τους καλείται βαθμός αναλογίας ή στατισμός.

1.1.2 Ηλεκτρικοί Κινητήρες

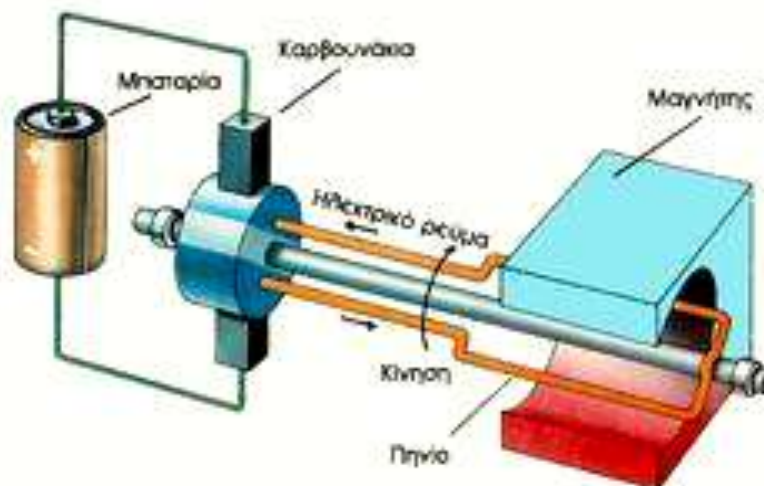
Η περιστροφή των εγκατεστημένων στα πλοία ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων γίνεται με την βοήθεια ηλεκτρικών κινητήρων. Ο ηλεκτρικός κινητήρας είναι μια μηχανή που δημιουργεί κίνηση καταναλώνοντας ηλεκτρισμό. Σε έναν απλό



ηλεκτροκινητήρα, το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει μια συρμάτινη περιέλιξη (θηλειά), η οποία βρίσκεται ανάμεσα στους πόλους ενός ηλεκτρομαγνήτη. Όμως κάθε ρευματοφόρος αγωγός, που βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, δέχεται κάποια δύναμη. Στην περίπτωση αυτή οι δυνάμεις που ασκούνται στην περιέλιξη, σπρώχνουν τη μια πλευρά της προς τα πάνω και την άλλη προς τα

κάτω, με αποτέλεσμα αυτή να περιστρέφεται. Για αυτό και το σύρμα λέγεται "ρότορας", ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης "στάτορας". Αυτός αντιστρέφει τη φορά του ρεύματος δύο φορές σε κάθε περιστροφή, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή φορά περιστροφής του ρότορα

Εικόνα 8 Εσωτερικό ασύγχρονου κινητήρα στην οποία διακρίνονται όλα τα δομικά του στοιχεία.



Εικόνα 9 Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας ενός ηλεκτρικού κινητήρα

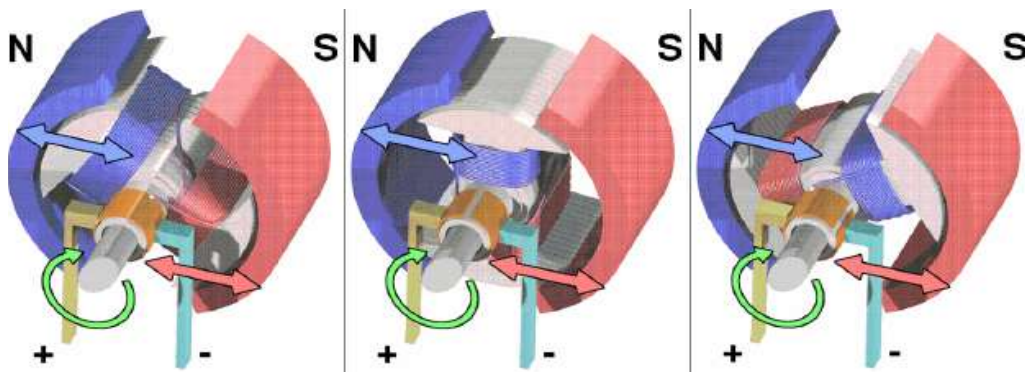
Οι ηλεκτρικοί κινητήρες λειτουργούν με συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα ανάλογα με το είδος του παραγόμενου από τις γεννήτριες του πλοίου ρεύματος και ανάλογα με τη χρήση τους. Κάθε κινητήρας ισχύος μεγαλύτερης από 0,5 kW πρέπει να είναι εφοδιασμένος με τις εξής διατάξεις :

- a) Διακόπτη για πλήρη διακοπή της τάσης προς τον κινητήρα και προς κάθε διάταξη αυτομάτου ελέγχου του.
- b) Διάταξη που να εμποδίζει την επανεκκίνηση του κινητήρα μετά από διακοπή της λειτουργίας του, που οφείλεται σε πτώση ή διακοπή τάσης. Αυτό δεν ισχύει για κινητήρες, των οποίων η μη αυτόματη επανεκκίνηση θα μπορούσε να οδηγήσει σε επικίνδυνες καταστάσεις, όπως π. χ. κινητήρες του μηχανισμού πηδαλίου.
- c) Αυτόματο διακόπτη υπερεντάσεως, που δεν θα επιτρέπει την ένταση να ξεπερνά το 125% της ονομαστικής τιμής της επ' αόριστον. Ο διακόπτης θα επενεργεί με κάποια χρονική καθυστέρηση, ώστε να είναι δυνατή η εκκίνηση του κινητήρα.

1.1.2.1 Κινητήρες Συνεχούς Ρεύματος

Στην ηλεκτροτεχνία οι κινητήρες και οι γεννήτριες ρεύματος είναι μηχανήματα αντίστοιχης δομής και αντίστροφης λειτουργίας. Σε μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική και αυτό εκφράζεται με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ στους κινητήρες το ηλεκτρικό ρεύμα μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια.

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούν για την τροφοδοσία τους συνεχές ρεύμα, όπως φανερώνει και η ονομασία τους. Κατασκευαστικά αποτελούνται από ένα ακίνητο μέρος, τον στάτη, και ένα περιστρεφόμενο, τον δρομέα. Ο άξονας κίνησης της μηχανής είναι επέκταση του δρομέα. Λειτουργικά αποτελούνται από τον ηλεκτρομαγνήτη διεγέρσεως (οι δύο χρωματισμένοι πόλοι εσωτερικά στο παρακάτω σχήμα), τον συλλέκτη (χρωματισμένος με καφέ χρώμα), τις ψήκτρες και έναν μόνιμο μαγνήτη (ο εξωτερικός μαγνήτης N-S). (Ν.Γ. Μπαϊραχτάρης, 2009)



Εικόνα 10 Κινητήρας Συνεχούς Ρεύματος σε διαδοχικές θέσεις κατά τη διάρκεια περιστροφής του δρομέα (Α. Ζερβάκος, 2009)

Η αρχή λειτουργίας του κινητήρα συνεχούς ρεύματος βασίζεται στις δυνάμεις αλληλεπίδρασης που υπάρχουν μεταξύ δύο μαγνητικών υλικών. Συγκεκριμένα ενός μόνιμου μαγνήτη και του τροφοδοτημένου με συνεχές ρεύμα τυλίγματος διέγερσης, ο οποίος συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης. Ανάλογα με τον προσανατολισμό τους οι δυνάμεις αυτές μπορεί να είναι ελκτικές ή απωστικές. Η τοποθέτηση του μόνιμου μαγνήτη και του τυλίγματος διέγερσης είναι τέτοια, ώστε σε κάθε στιγμή οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ τους να δημιουργούν μια ροπή που θα τείνει να περιστρέψει τον δρομέα κατά την επιθυμητή κατεύθυνση. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει η ροή του ρεύματος στο τύλιγμα διέγερσης να αλλάζει φορά, ανάλογα με τη θέση του τυλίγματος ως προς τον μόνιμο μαγνήτη. Αυτό γίνεται με τη χρήση του συλλέκτη και των ψηκτρών. Ο συλλέκτης περιστρέφεται μαζί με τον δρομέα ενώ οι ψήκτρες παραμένουν σταθερές. Έτσι ανάλογα με τη θέση του συλλέκτη ως προς τις ψήκτρες εναλλάσσεται η ροή ρεύματος στο τύλιγμα διέγερσης. Παρόλο που η μηχανή τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα, το τύλιγμα διέγερσης διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα.

Κατασκευαστικά οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος είναι ακριβώς όμοιοι με τις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο είναι συνδεδεμένη η περιέλιξη της διέγερσης τους.- Οι κατηγορίες αυτές είναι :

Πίνακας 2 Κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος

Κινητήρες Συνεχούς	Σε αυτούς τους κινητήρες το τύλιγμα διέγερσης είναι
---------------------------	---

**Ρεύματος Παράλληλης
Διέγερσης**

συνδεδεμένο παράλληλα με το επαγωγίμο. Τέτοιου είδους κινητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για την κίνηση. εργαλείο-μηχανών όπως τόρνοι, φρέζες, δρέπανα, πλάνες κλπ.

**Κινητήρες Συνεχούς
Ρεύματος Διέγερσης
Σειράς**

Σε αυτή την κατηγορία των κινητήρων το τύλιγμα της διέγερσης είναι σε σειρά με το επαγωγίμο. Οι κινητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται σε ηλεκτροκίνητα βαρούλκα, εργάτες αγκύρων, γκρένια και εκκινητές μηχανών εσωτερικής καύσης.

**Κινητήρες Σύνθετης
Διέγερσης**

Αυτοί οι κινητήρες έχουν ένα τύλιγμα σε σειρά με το επαγωγίμο και ένα παράλληλα. Οι κινητήρες αυτοί συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των κινητήρων παράλληλης διέγερσης και των κινητήρων διέγερσης σειράς και μάλιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα.

**Κινητήρες Συνεχούς
Ρεύματος Ξένης
Διέγερσης**

Σε αυτούς τους κινητήρες το τύλιγμα διέγερσης τροφοδοτείται από ανεξάρτητη πηγή. Αυτοί οι κινητήρες προορίζονται για τελείως εξειδικευμένες χρήσεις στα πλοία όπως το σύστημα WARD LEONARD

1.1.2.2 Κινητήρες Εναλλασσομένου Ρεύματος

Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος κατασκευάζονται συνήθως σαν ασύγχρονοι. Σύγχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούνται μόνο για ειδικές χρήσεις όπως η ηλεκτρική πρόωση. Στις περισσότερες περιπτώσεις των εφαρμογών στα εμπορικά πλοία χρησιμοποιούνται τριφασικοί ασύγχρονοι επαγωγικοί κινητήρες.

Οι κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος καλύπτουν το μεγαλύτερο όγκο εφαρμογών στη ναυπηγική. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα σε σχέση με τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος είναι η προσφορά πολύ μεγαλύτερης ισχύς για το ίδιο μέγεθος κινητήρα. Επίσης ο βαθμός απόδοσης τους είναι αρκετά μεγάλος και η οικονομικότητά τους ως προς την κατανάλωση ρεύματος ικανοποιητική, με συνέπεια να επιλέγονται για εφαρμογές όπου έχουμε μηχανήματα πολύ μεγάλης ισχύος που εργάζονται στο βιομηχανικό πεδίο σε συνεχή βάση. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι αντλίες και οι συμπιεστές με πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις τα πολύ μεγάλα φυγοκεντρικά μηχανήματα (είτε αντλίες είτε συμπιεστές) η ισχύς των οποίων μπορεί να είναι της τάξης μέχρι και ενός (η περισσότερων) MW. Ωστόσο και τα βιομηχανικά μηχανήματα μικρής ισχύος και όχι ειδικών απαιτήσεων στην πλειοψηφία τους ενεργοποιούνται από ηλεκτροκινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος. (Ι. Μαρινακης, 2009)

Οι επαγωγικοί κινητήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την κατασκευή του δρομέα τους (ο στάτης και στις δύο περιπτώσεις είναι ίδιος):

- a) Τριφασικοί επαγωγικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα
- b) Τριφασικοί επαγωγικοί κινητήρες με δακτυλίους

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που θέλουμε μικρή ισχύ και δεν απαιτούν ισχυρές ροπές εκκίνησης διότι οι κινητήρες αυτοί έχουν μικρή ροπή εκκίνησης και μεγάλα ρεύματα εκκίνησης.

Οι κινητήρες με δακτυλίους έχουν τριφασικό τύλιγμα στο δρομέα το οποίο καταλήγει σε τρεις δακτυλίους. Με τη βοήθεια ψηκτρών μπορούμε να συνδέσουμε ρυθμιστικές αντιστάσεις περιορισμού του ρεύματος εκκίνησης. Οι κινητήρες αυτοί παρουσιάζουν ισχυρές ροπές εκκίνησης έτσι χρησιμοποιούνται σε εργάτες και γερανούς φορτοεκφόρτωσης.

Ο επαγωγικός κινητήρας έχει δύο κύρια συστατικά (όπως και οι γεννήτριες AC), τον στάτη ή στάτορα (stator) και τον δρομέα ή ρότορα (rotor). Αυτά τα δύο συστατικά ευρίσκονται μέσα σε ένα μεταλλικό περίβλημα το οποίο εξωτερικά έχει διαμήκεις ραβδώσεις με έναν εξωτερικό ανεμιστήρα με ειδικό προστατευτικό κάλυμμα για την ψύξη του (την απαγωγή της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται). Οι επαγωγικοί κινητήρες είναι ασύγχρονοι σε αντίθεση με τις γεννήτριες AC που είναι, κατά κανόνα, σύγχρονες. (Βλανόπουλος, 2011)

1.1.3 Πίνακες Ισχύος

Πίνακας είναι το μεταλλικό (ή άκαυστο πλαστικό) κουτί που συνδέει το καλώδιο που έρχεται από το μέρος παραγωγής της ενέργειας. Στην ηλεκτρική εγκατάσταση πλοίων υπάρχουν πίνακες συνεχούς ρεύματος και πίνακες εναλλασσόμενου ρεύματος οι οποίοι περιλαμβάνουν όργανα ελέγχου καθώς και όργανα προστασίας

- a) Ακροδέκτες εισόδου
- b) Κεντρικός διακόπτης
- c) Γενική ασφάλεια
- d) Μερικώς ασφαλειοδιακόπτες και ακροδέκτη/κτες εξόδου

Μία γενική περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής, μεταφοράς, και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω πινάκων είναι οι εξής: Οι αγωγοί φάσεων συνδέονται στους ακροδέκτες του γενικού διακόπτη πάνω στον κύριο πίνακα διανομής. Ο γενικός διακόπτης συνδέεται μετά με την μία ή τις τρεις γενικές ασφαλείς που βρίσκονται στον πίνακα για την προστασία των γραμμών. Με τη σειρά τους αυτές συνδέονται αγωγή με μία σειρά ακροδέκτες που με τη βοήθεια τους διακλαδίζεται η κύρια γραμμή σε δευτερεύουσες που τροφοδοτούν μέσω ασφαλειοδιακοπών όπως προηγουμένως υποπίνακες και κυκλώματα διακλαδώσεων. Από εκεί οδηγούνται στις καταναλώσεις που ποικίλουν ανάλογα με την εργασία που εκτελούν δηλαδή οι πίνακες φωτισμών είναι συνήθως μονοφασικοί ή τριφασικοί ενώ οι πίνακες κίνησης είναι πάντοτε τριφασικοί.

1.1.3.1 Κύριος Ηλεκτρολογικός Πίνακας

Οι χαλύβδινοι πίνακες είναι αυτοί που εφαρμόζονται συνήθως. Είναι φθηνοί, μηχανικά ανθεκτικοί και παρουσιάζουν αντοχή στη φλόγα σε περίπτωση πυρκαγιάς. Δεν είναι κατάλληλοι για υψηλό βαθμό προστασίας IP65, δηλαδή δεν αντέχουν σε πολλή σκόνη ή δέσμη νερού και οξειδώνονται με τον καιρό σε οξειδωτική ατμόσφαιρα. Στους κύριους πίνακες διανομής είναι εγκατεστημένη η διάταξη επιλογής πηγών, με σκοπό την επιλογή της πηγής δηλαδή της ηλεκτρογεννήτριας από την οποία θέλουμε να τροφοδοτηθούν οι διάφορες καταναλώσεις.

Πίνακας 3 Κριτήρια επιλογής ηλεκτρολογικού πίνακα

Ισχύς Παροχής	Δίνεται σε Ampere ή kVA και προσδιορίζει το μέγεθος της υποδοχής των καλωδίων, των διακοπών και του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού υλικού. Συνεπώς, προσδιορίζει και τις διαστάσεις του πίνακα και των ακροδεκτών
Κυκλώματα	Εισερχόμενα και εξερχόμενα κυκλώματα και ισχείς των
Βαθμός Προστασίας	Προσδιορίζει την καταλληλότητα του πίνακα σε σκόνη, νερό και υγρασία
Μηχανικές και Περιβαλλοντολογικές Συνθήκες	Προσδιορίζουν το υλικό του πίνακα. Π.χ, αν υπάρχει οξειδωτική ατμόσφαιρα και μηχανικές κρούσεις διαλέγουμε χυτοσιδήρους πίνακες

1.1.3.2 Επιμέρους Ηλεκτρολογικοί Πίνακες

Δευτερεύοντες πίνακες (ή υποπίνακες) χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των συσκευών κατανάλωσης που βρίσκονται σε κάποια απόσταση ή έχουν κάποιο φυσικό διαχωρισμό από τη θέση που βρίσκεται ο γενικός πίνακας, κατά τρόπο που θα ήταν ασύμφορο να ξεκινούν από το γενικό πίνακα όλες οι γραμμές που χρειάζονται για να τροφοδοτήσουν αυτές τις συσκευές. (Μ.Ε. Μονιάκης, 2010).

1.1.4 Ηλεκτρονικά Ισχύος

Τα ηλεκτρονικά ισχύος είναι διατάξεις που μετατρέπουν την τάση από μία μορφή σε μία άλλη. Ανάλογα με την ισχύ που προβλέπεται να διοχετευτεί μέσα από το κύκλωμά τους, υλοποιούνται με διαφορετικά στοιχεία (τρανζίστορ, MOSFETs, θυρίστορ, GTOs, IGBTs, MCTs, Triacs και δίοδοι). Ανάλογα με το είδος της μετατροπής και την επιθυμητή ροή ενέργειας διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες,

Πίνακας 4 Διάκριση ηλεκτρονικών ισχύος

Μετατροπείς Συνεχούς Τάσης	Μετατρέπουν συνεχή τάση σε συνεχή τάση άλλης τιμής. Επίσης έχουν την δυνατότητα αλλαγής της πολικότητας.
Μετατροπείς Εναλλασσόμενης Τάσης	Μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση ορισμένης τιμής, συχνότητας και αριθμού φάσεων σε εναλλασσόμενη τάση άλλης τιμής, άλλης συχνότητας, και κατά περιπτώσεις άλλου αριθμού φάσεων
Αντιστροφείς	Μετατρέπουν την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση. Η ροή ισχύος είναι από το σύστημα συνεχούς προς το σύστημα εναλλασσόμενης τάσης.
Ανορθωτικές Διατάξεις	Μετατρέπουν την εναλλασσόμενη σε συνεχή τάση. Η ροή ισχύος είναι από το σύστημα εναλλασσόμενης στο σύστημα συνεχούς τάσης.

Τα παραπάνω συστήματα ανάλογα με την κατασκευή τους μπορούν να παράγουν ελεγχόμενες ή μη ελεγχόμενες κυματομορφές.

1.1.4.1 Ανορθωτικές Διατάξεις

Οι ανορθωτικές διατάξεις μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή. Χωρίζονται σε ελεγχόμενες και μη ελεγχόμενες ανορθώσεις. Στις μη ελεγχόμενες η έξοδος της διάταξης είναι απολύτως εξαρτώμενη από την τάση που εφαρμόζουμε, και παρακολουθεί την κάθε μεταβολή της επιβαλλόμενης τάσης. Ακόμη προκαλούν έναν σταθερό μετασχηματισμό στην τάση εισόδου, ο οποίος καθορίζεται συνήθως από τον χρόνο αγωγής των στοιχείων από τα οποία αποτελούνται. Αντίθετα, οι ελεγχόμενες ανορθώσεις παρέχουν κάποιον έλεγχο στην τάση εξόδου. Εφαρμόζοντας κατάλληλα συγχρονισμένους παλμούς εναύσεως και σβέσης στα επιμέρους στοιχεία μπορούμε να παράγουμε συνεχή μεταβλητή τιμή. Ταυτόχρονα, παρέχεται η δυνατότητα να κρατάμε την τάση εξόδου σταθερή σε περίπτωση μεταβολής την τάσης εισόδου. (Δ. Ράπτης, 2004)

Γενικά όμως παρά τον έλεγχο που έχουμε για την διαμόρφωση της εξόδου της διάταξης, αυτός δεν είναι απεριόριστος και υπόκεινται σε περιορισμούς σύμφωνα με την σχεδίαση και την κατασκευή του ανορθωτή. Ανορθωτικές διατάξεις βρίσκουν εφαρμογές στις ακόλουθες περιοχές,

- a) Φορτιστές συσσωρευτών.
- b) Τροφοδοσία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών.
- c) Συστήματα ηλεκτρονικού ελέγχου κινητήρων συνεχούς ρεύματος.
- d) Συστήματα αδιαλείπτου παροχής ισχύος (UPS).
- e) Συστήματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
- f) Διασυνδέσεις σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

1.1.4.2 Μετατροπέας

Μία από τις κατηγορίες των ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος είναι οι μετατροπείς συνεχούς τάσης σε συνεχή τάση μεταβαλλόμενου εύρους (DC DC Converters). Πρόκειται για ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος οι οποίοι τροφοδοτούνται από μία συνεχή τάση, παρέχουν στην έξοδο μία συνεχή τάση και

περιέχουν ένα τουλάχιστον ελεγχόμενο ημιαγωγικό διακοπτικό στοιχείο (τρανζίστορ ισχύος ή θυρίστορ). Το στοιχείο αυτό ελέγχεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μεταβαίνει, περιοδικά, από την κατάσταση πλήρους αγωγής (turn-on) στην κατάσταση πλήρους αποκοπής (turn-off) και αντίστροφα. Το γεγονός αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα τη δημιουργία παλμικών τάσεων μεταβλητού (χρονικού) εύρους. Ο χρόνος αγωγής του ημιαγωγικού στοιχείου τον προς τη διακοπτική περίοδο λειτουργίας T_s ονομάζεται λόγος κατάτμησης δ (duty cycle). Η παλμική τάση εξομαλύνεται με τη βοήθεια ενός φίλτρου, στην έξοδο του οποίου λαμβάνουμε μία συνεχή τάση. Έτσι, με τη μεταβολή του λόγου κατάτμησης επιτυγχάνεται ρύθμιση της συνεχούς τάσης εξόδου του μετατροπέα, η οποία εφαρμόζεται σ' ένα φορτίο.

Η τεχνολογία των ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος δίνει την δυνατότητα ρύθμισης στροφών του κινητήρα, με μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, μεγαλύτερη ακρίβεια, ελάχιστη συντήρηση και δυνατότητα πολύπλοκων τεχνικών ελέγχου (π.χ. διανυσματικός έλεγχος) που πριν ήταν αδύνατος. Το κόστος των μετατροπέων πλέον δεν είναι απαγορευτικό, ενώ οι μικρές διαστάσεις τους τους κάνει ιδιαίτερα ελκυστικούς για συστήματα πλοίων.

1.1.4.3 Αντιστροφείας

Το πρόβλημα της δημιουργίας μιας πηγής εναλλασσόμενης τάσης με μεταβλητή συχνότητα και πλάτος προέκυψε πριν από πολλές δεκαετίες. Λύση στο πρόβλημα αυτό αποτελεί η μετατροπή μιας συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη, μονοφασική ή τριφασική, με τη βοήθεια ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, των λεγόμενων αντιστροφέων (inverters). Οι αντιστροφείς έχουν εφαρμογές σε πολλές περιοχές, μερικές από τις οποίες είναι,

- a) Συστήματα αδιάκοπης παροχής ισχύος (UPS).
- b) Συστήματα ελέγχου στροφών ή ροπής ηλεκτρικών κινητήρων AC
- c) Συστήματα ελέγχου της θερμοκρασίας με επαγωγή.
- d) Συστήματα μετατροπής και ελέγχου της τάσης εξόδου συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

e) Συστήματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

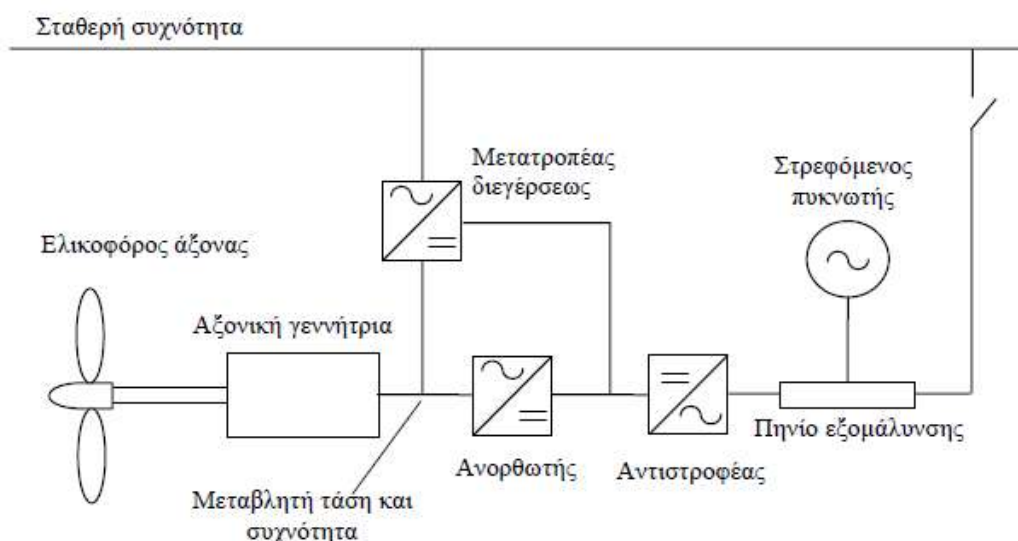
Οι αντιστροφείς μπορούν να διαιρεθούν σε δύο κυρίως κατηγορίες:

- Στους μονοφασικούς αντιστροφείς σε συνδεσμολογία ημιγέφυρας (με δύο ελεγχόμενα ημιαγωγικά διακοπτικά στοιχεία) ή σε συνδεσμολογία πλήρους γέφυρας (με τέσσερα ελεγχόμενα ημιαγωγικά διακοπτικά στοιχεία).
- Στους τριφασικούς αντιστροφείς (με έξι ελεγχόμενα ημιαγωγικά διακοπτικά στοιχεία).

Επίσης κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες μπορεί να υποδιαιρεθεί στις εξής δύο κατηγορίες

- Στους αντιστροφείς που λειτουργούν ως πηγές ρεύματος (CSI, Current Source Inverters)
- Στους αντιστροφείς που λειτουργούν ως πηγές τάσης (VSI, Voltage Source Inverters)

Οι αντιστροφείς οι οποίοι έχουν τις περισσότερες εφαρμογές στην πράξη είναι αυτοί που λειτουργούν ως πηγές τάσης, τροφοδοτούμενοι από μια πηγή συνεχούς τάσης.



Εικόνα 11 Αξονική γεννήτρια συνδεδεμένη μέσω αντιστροφέα στο ηλεκτρικό δίκτυο

1.1.5 Συσσωρευτές

Η μπαταρία ή συσσωρευτής του σκάφους είναι μια ηλεκτροχημική πηγή ενέργειας, δηλαδή παράγει ηλεκτρικό ρεύμα, μετατρέποντας τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική. Κάθε ηλεκτρική πηγή έχει δύο πόλους, που τους ξεχωρίζουμε σε θετικό (+) και αρνητικό (-). Συμβατικά δεχόμαστε ότι, το ρεύμα ξεκινάει από το θετικό πόλο και επιστρέφει στον αρνητικό. Όταν έχουμε μια πηγή ηλεκτρισμού, αγωγούς και μια κάποια κατανάλωση λέμε ότι σχηματίζουμε ένα κύκλωμα κλειστό, όταν μέσα από αυτό περνάει ηλεκτρικό ρεύμα και ανοιχτό, όταν η ροή του ρεύματος σταματάει.

Οι μπαταρίες βρίσκονται σε ειδικό κλειστό και πολύ καλά εξερισζόμενο χώρο του πλοίου, συνήθως, πάνω από το ύψος της ισάλου πλευσης, κυρίως λόγω των αερίων που εκλύονται από τις ηλεκτροχημικές αντιδράσεις και των κινδύνων που θα εγκυμονούνταν (Βλανόπουλος, 2011)

1.1.5.1 Φόρτιση Συσσωρευτών

Ο συσσωρευτής μολύβδου φορτίζεται με σταθερή τάση, με ειδικό φορτιστή, ή κατάλληλο πρόγραμμα σε σύνθετο φορτιστή. Το μέγιστο ρεύμα φόρτισης είναι $0,2C$ δηλαδή για την μπαταρία των 6 Ah δεν πρέπει να υπερβεί τα 1,2 A. Θεωρείται φορτισμένος όταν η τάση του κάθε στοιχείου φτάσει τα 2,4 V, δηλαδή η μπαταρία με 6 στοιχεία να φτάσει τα 14,4 V.

Η φόρτιση αρχίζει με το μέγιστο επιτρεπτό ρεύμα, στην συνέχεια αυτό μειώνεται σταδιακά και στο τέλος καταλήγει σε πολύ μικρό ρεύμα (π.χ. 100 mA). Αν ο φορτιστής είναι "αυτόματος" η φόρτιση θα διακοπεί. Αν για κάποιο λόγο η τάση έχει πέσει κάτω από 1,75V ανά στοιχείο, η φόρτιση πρέπει να αρχίσει με πολύ μικρό ρεύμα $0,01C$ έως ότου φθάσει τα 1,75V και τότε μπορεί να συνεχίσει με τον κανονικό ρυθμό. Η φόρτιση ενός αφόρτιστου συσσωρευτή χρειάζεται περίπου 16 ώρες αλλά μπορεί να συντομευτεί σε 8 με φορτωτές πολλαπλών σταδίων. Οι συσσωρευτές μολύβδου δεν πρέπει να υπερφορτίζονται. Αν συμβεί κάτι τέτοιο, ο υδατικός ηλεκτρολύτης εξατμίζεται και πρέπει να συμπληρωθεί με απεσταγμένο (ή απιονισμένο) νερό, ενώ αν είναι σφραγισμένος, αυξάνεται η πίεση και ανοίγει η βαλβίδα ανακούφισης για να φύγουν τα αέρια.

1.1.6 Καλώδια & Αγωγοί

Στη περίπτωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης πλοίων - αποφεύγεται η χρησιμοποίηση γυμνών αγωγών ενώ αντίθετα χρησιμοποιούνται μονωμένοι μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι αγωγοί γύρω από τους οποίους υπάρχει περίβλημα από μονωτικό υλικό.

Συγκεκριμένα στα πλοία χρησιμοποιούνται καλώδια τύπου PVC/PVC, J1VV-R τα οποία είναι μη καυστικά με ισχυρή μόνωση στην υγρασία και στη θερμότητα. Τέτοιου τύπου καλώδια δεν μεταδίδουν τη φωτιά και σε περίπτωση πυρκαγιάς τα αέρια που παράγονται είναι μη δηλητηριώδη.

Τα καλώδια αυτά είναι σύνολο δύο τουλάχιστον μονωμένων αγωγών γύρω από τους οποίους υπάρχουν ένα ή περισσότερα περιβλήματα από διάφορα υλικά που προστατεύουν από καταπονήσεις τους αγωγούς. Ανάλογα με τον αριθμό μονωμένων αγωγών που σχηματίζουν το καλώδιο αυτό ονομάζεται διπολικό ή τριπολικό. Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και σπάνια από αλουμίνιο⁴.

Η μορφή των αγωγών είναι στρόγγυλη⁵. Όσον αφορά την ευκαμψία, συναντώνται αγωγοί, οι οποίοι χαρακτηρίζονται κατά IEC 228 ως εξής (κωδικός σε παρένθεση)

- a. μονόκλωνους (U),
- b. πολύκλωνους (R),
- c. υψηλής ευκαμψίας πολύκλωνους (K),
- d. υπερυψηλής ευκαμψίας (F).

Αγωγοί υψηλής και υπερυψηλής ευκαμψίας χρησιμοποιούνται σε καλώδια για συγκολλήσεις, για κινητές συσκευές, γερανούς κ.λ.π., εκεί που το καλώδιο υπόκειται σε συνεχείς κάμψεις.

⁴ Γίνεται επίσης χρήση του αλουμινίου σαν αγωγού, σε καλώδια διατομών συνήθως άνω των 35 mm². Πλεονέκτημα του αλουμινίου σε σχέση με το χαλκό είναι η χαμηλή τιμή του καλωδίου και το μικρότερο βάρος. Μειονεκτήματα του αλουμινίου είναι ότι δεν συγκολλάται με μαλακή κόλληση χαμηλού σημείου τήξης (π.χ. κασσιτεροκόλληση) και ότι διαβρώνεται ευκολότερα λόγω ηλεκτροχημικών δράσεων. Ωστόσο, επειδή οι ακροδέκτες των καλωδίων συνήθως συμπίεζονται πάνω στους αγωγούς, η ικανότητα συγκόλλησης δεν παίζει σημαντικό ρόλο.

⁵ Για πολυποδικά καλώδια μεγάλων διατομών (>35 mm²) χρησιμοποιούνται και διατομές κυκλικού τομέα (τριγωνικές χαρακτηρίζονται με S).

1.1.6.1 Μηχανική Καταπόνηση των Καλωδίων

Τα καλώδια καταπονούνται σε ειδικές περιπτώσεις μηχανικά όπου και εγκυμονεί ο κίνδυνος της κατεστράφης αυτών αν δεν έχουν κατάλληλη μηχανική ενίσχυση. Οι καταπονήσεις εμφανίζονται κυρίως κατά την εγκατάσταση και λειτουργία,

- a) όταν τραβιέται το καλώδιο από μηχανές έλξης μέσα σε σωλήνες ή χαντάκια σε μεγάλα μήκη (>20 m),
- b) όταν το καλώδιο κινείται συνεχώς ή φέρει δυνάμεις και το ίδιο βάρος του, π.χ. καλώδια ανελκυστήρων, γερανών συγκολλήσεων, κ.λ.π.,
- c) όταν ποντίζεται στη θάλασσα σε μεγάλα βάθη,
- d) όταν αναρτάται σε μεγάλες αποστάσεις

Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να εξασφαλιστεί από τον κατασκευαστή ότι, το καλώδιο είναι κατάλληλο για τέτοιες καταπονήσεις. Συνήθως, για καλώδια μόνιμης εγκατάστασης επιτυγχάνεται μηχανική προστασία με χαλύβδινες ταινίες ή, σε καλώδια που ποντίζονται, με χαλύβδινα σύρματα. Τα καλώδια με πλαστική μόνωση, σε αντιδιαστολή προς τα καλώδια με μόνωση χαρτιού, είναι συνήθως ανθεκτικά και ενισχύονται μόνο για την περίπτωση υψηλών καταπονήσεων. Τα καλώδια με εναλλασσόμενες καταπονήσεις κατασκευάζονται από αγωγούς με υψηλή ευκαμψία και φέρουν ένα χαλύβδινο συρματοσχοίνο που παραλαμβάνει το μηχανικό φορτίο (π.χ. σε ανελκυστήρες).

1.1.6.2 Εγκατάσταση των καλωδίων

Η εγκατάσταση των καλωδίων ή γραμμών γίνεται κατά τις εξής μεθοδολογίες

- a) πάνω στον τοίχο με σωλήνες,
- b) πάνω στον τοίχο με στηρίγματα,
- c) μέσα στο επίχρησμα απ' ευθείας ή σε σωλήνα,
- d) πάνω στον τοίχο με σχάρες

1.1.6.3 Ακροδέκτες - Μούφες

Αφού εγκατασταθεί το καλώδιο εφαρμόζονται οι ακροκεφαλές του και οι ακροδέκτες του. Οι ακροδέκτες συνήθως συμπιέζονται με ειδικές χειροκίνητες ή υδραυλικές πρέσες ακροδεκτών. Δεν γίνεται συγκόλληση των ακροδεκτών σε καλώδια πλαστικά μέσης τάσης, γιατί υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί η μόνωση. Στην χαμηλή τάση μπορεί να γίνει κασσιτεροκόλληση των ακροδεκτών πάνω στους αγωγούς.

Οι ακροκεφαλές την XT έχουν κυρίως τον σκοπό να μην επιτρέπουν την είσοδο νερού ή υγρασίας στο καλώδιο. Μπορεί σε εσωτερικούς ή στεγασμένους χώρους να μην χρειάζεται προστασία, αν οι χώροι είναι ξηροί. Αλλιώς χρησιμοποιούνται αυτοβουλκανιζόμενες ταινίες ή αυτοσυρρικνούμενοι σωλήνες από PVC. Σε υπαίθριες εγκαταστάσεις έχουν επιβληθεί στην XT ακροκεφαλές από ρητίνες.

Στη μέση τάση έχουμε ακροκεφαλές που προσδίνουν ηλεκτρική αντοχή στην άκρη του καλωδίου και απαγορεύουν την είσοδο υγρασίας στο καλώδιο. Αποτελούνται απο

- a) ελαστικό σιλικόνης για εσωτερικούς (σπάνια για εξωτερικούς) χώρους,
- b) πορσελάνη για εξωτερικούς χώρους.
- c) ρητίνες για εσωτερικούς ή και εξωτερικούς χώρους⁶

Ακροκεφαλές από σιλικόνη ή πορσελάνη εφαρμόζονται πάνω στο καλώδιο αφού αφαιρεθεί ο μανδύας και καθαριστεί η μόνωση από το ημιαγωγό στρώμα. Ακροκεφαλές από ρητίνες χυτεύονται επί τόπου σε καλούπι που περιβάλλει το καλώδιο. Η στερεοποίησή τους επέρχεται σε 30 λεπτά έως μερικές ώρες. Συνήθως βρίσκονται στο εμπόριο σαν κατασκευαστικό σύνολο, ΚΙΤ (ρητίνη, καταλύτης, καλούπι μιας χρήσης, ακροδέκτης).

Σε υπαίθριες εγκαταστάσεις περισσότερη αξιοπιστία και διάρκεια ζωής έχουν ακροκεφαλές πορσελάνης. Πλην όμως είναι ακριβότερες αν συγκριθούν με ακροκεφαλές σιλικόνης ή ρητίνης.

⁶ Πρέπει να εξασφαλιστεί, ότι τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους δεν μπαίνει υγρασία ή νερό στο καλώδιο από τον ακροδέκτη ή την ακροκεφαλή

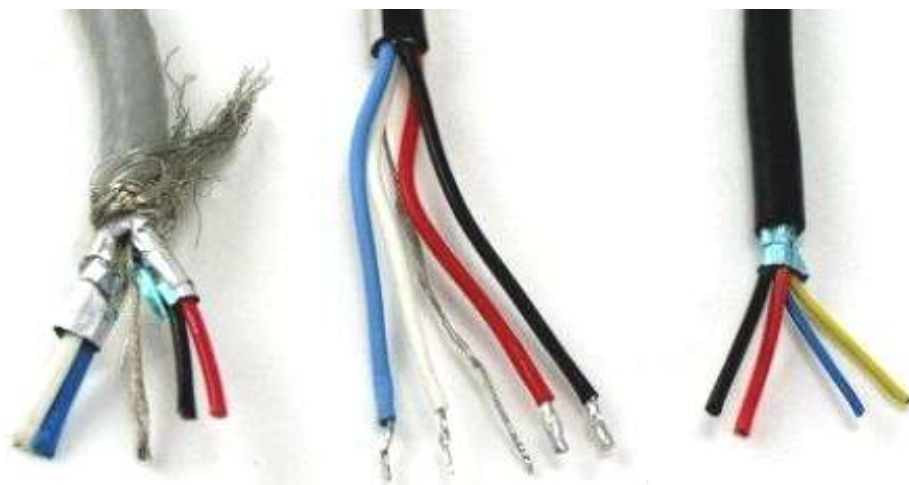
1.1.6.4 Μέθοδοι Εγκαταστάσεως Καλωδίων

Οι θέσεις εγκατάστασης των καλωδίων πρέπει να εκλέγονται προσεκτικά ιδιαίτερα με την πρόθεση για αποφυγή εστιών θερμότητας και μηχανικής ανωμαλίας, επίσης πρέπει να επιτρέπουν την επιθεώρηση των καλωδίων και να μην είναι εκτεθειμένα κοντά σε έλαια και ύδατα, ακόμα δεν πρέπει να βρίσκονται κάτω από μηχανές ή δάπεδα. Η καλύτερη θέση είναι στην οροφή με την βοήθεια για στερέωση μεταλλικών οδηγών.

Σε ψυκτικούς θαλάμους πρέπει να διέρχονται μέσα από σωλήνες στεγανοποίησης. Η θωράκιση είναι απαραίτητα μόλυβδου, ενώ όλα τα μεταλλικά μέρη πρέπει να είναι γαλβανισμένα. Η χρήση διαφόρων συνδετικών επαφών με τη θωράκιση πρέπει να αποφεύγεται λόγω διάβρωσης. Η εγκατάσταση του κοντά σε σημεία μηχανικού κινδύνου πρέπει να ακολουθείται από προστασία σωλήνων.

Οξείες καμπύλες πρέπει να αποφεύγονται γιατί υπάρχει κίνδυνος σπασίματος της μονώσεως ή της θωράκισης. Ιδιαίτερα σημασία πρέπει να δίνεται στα άκρα των καλωδίων που πρέπει να έχουμε πλήρη στεγανοποίηση αυτών με χρήση PVC ή εμποτισμένου χαρτιού και ελαστικό πλήρους εφαρμογής.

Πολλές φορές στα καλώδια για κυκλώματα εναλλασσόμενου πρέπει να χρησιμοποιούνται αντιμαγνητικοί μονωτικοί σωλήνες.



Εικόνα 12 Διάφοροι τύποι καλωδίων

1.1.7 Μόνωση Αγωγών

Βασικός παράγοντας που επηρεάζει τόσο τους αγωγούς όσο και τα καλώδια είναι ο τύπος μονώσεως. Οι συνηθέστεροι τύποι μόνωσης είναι οι εξής,

- a) Ελαστικό
- b) Πλαστικό
- c) Ποτισμένο με βερνίκι ύφασμα
- d) Ορυκτό

1.1.7.1 Ελαστικά

Το ελαστικό⁷ και ιδιαίτερα ο σκληρημένος τύπος αυτού χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές, αν και παρουσιάζει με την πάροδο του χρόνου διασπάσεις όταν εκτίθεται στον αέρα και στο νερό. Εξέλιξη αυτού αποτελεί το συνθετικό ελαστικό καθώς και το butyl που είναι κατάλληλο για υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας και παρασκευάζεται από την διαδικασία διάσπασης του ελαίου από την μορφή isobutylene και isoprene. Εμφανίζει καλή ηλεκτρική και μηχανική αντοχή, δεν έχει όμως καμία αντίσταση στην φωτιά.

1.1.7.1 Πλαστικές μονώσεις

Πλαστικές μονώσεις, είναι προς το παρόν το χρωριούχο πολυβινύλιο (PVC) καθώς και η πολυεθυλίνη. Η πολυεθυλίνη γίνεται πιο μαλακιά με την αύξηση της θερμοκρασίας, έχει πολύ καλές μονωτικές ιδιότητες, εμφανίζει δε μικρή γωνία απωλειών διηλεκτρικού στις υψηλές συχνότητες, είναι όμως πολύ εύφλεκτη γι αυτό και χρησιμοποιείται με ένα λεπτό στρώμα σαν πρώτη μόνωση. Ως δεύτερη στρώση ακολουθεί PVC. το χρωριούχο πολυβινύλιο (PVC) μαλακώνει στις υψηλές θερμοκρασίες, αντέχει στην επίδραση του νερού, των λαδιών, της βενζίνης, δεν

⁷ Στην ελαστική μόνωση συμπεριλαμβάνεται και το silicone που είναι χημικό μίγμα μερικώς οργανικό και μερικώς ανόργανο. Η κατασκευή του βασίζεται στο πυρίτιο και σε διάφορα έλαια, βερνίκια και γράσο. Αντέχει στις μεγάλες θερμοκρασίες ενώ σε περίπτωση πυρκαγιάς καίγεται. Αυτό όμως που θα παραμείνει διατηρεί τις μονωτικές του ιδιότητες. Ίσως η υψηλή τιμή του να κάνει αδύνατη τη μαζική χρησιμοποίησή του.

παρουσιάζει ευαισθησία στο φως και στην υπεριώδη ακτινοβολία, μπορεί κάτω από ειδικές συνθήκες να γίνει άφλεκτο, η μονωτική και διηλεκτρική του ικανότητα είναι μεγάλη με αποτέλεσμα να μειώνεται το πάχος του περιβλήματος, με κατάλληλη προσθήκη συστατικών πλαστικότητας αυξάνει τις ιδιότητες του.⁸

1.1.7.2 Υφάσματα εμποτισμένο με Βερνίκια

Η μόνωση αποτελείται από ένα στρώμα βαμβακιού εμποτισμένο και από τις δύο πλευρές με βερνίκια. Η μαύρη ποικιλία υφάσματος λόγω καλύτερης ποιότητας έχει πλέον τυποποιηθεί.

Η μόνωση κατασκευάζεται αρχικά σε φύλλα τα οποία τελικά τεμαχίζονται σε λωρίδες πλάτους μίας (1) ίντσας. Για να αποφεύγεται η προσκόλληση μεταξύ των στρωμάτων καθώς και να επιτυγχάνεται ολίσθηση αυτών εφαρμόζεται επί των λωρίδων μία μορφή λιπάνσεως. Η αντίσταση μόνωσης είναι μικρή ενώ κρίνεται απαραίτητη μία επιπλέον θωράκιση.

1.1.7.3 Ορυκτά

Η μόνωση που χρησιμοποιείται είναι από οξείδιο του μαγνησίου και λόγω των υγροσκοπικών ιδιοτήτων και της μεθόδου κατασκευής απαιτείται θωράκιση σκληρού μετάλλου.

1.8 Σύστημα Φωτισμού & Λοιπών Καταναλώσεων

Βασικό τμήμα κάθε εγκατάστασης είναι η εγκατάσταση τεχνικού φωτισμού που υποκαθιστά τον φυσικό φωτισμό, όταν αυτός δεν υπάρχει. Η χρησιμοποίηση του γίνεται τόσο στους εξωτερικούς όσο και στους εσωτερικούς χώρους ενός πλοίου. Μια εγκατάσταση φωτισμού αποτελείται από κυκλώματα διακλαδώσεων που τροφοδοτούν τα φωτιστικά σημεία και από φωτιστικές συσκευές που συνδέονται στα σημεία αυτά.

⁸ Παρόλο όμως την ευρύτατη χρήση του παρουσιάζει και διάφορα προβλήματα όπως ότι στις χαμηλές θερμοκρασίες γίνεται σκληρό και μπορεί να παρουσιάσει ρωγμές, προβάλεται από το βενζόλιο. Γενικώς τα Lloyd δεν επιτρέπουν τη χρησιμοποίησή τους σε ψυκτικούς χώρους, σε χώρους που υφίστανται παροχή ατμού ή θερμού ύδατος, καθώς και διαστάσεων άνω των 35 mm²

Το σύστημα φωτισμού χωρίζεται στο κύριο σύστημα φωτισμού και στο σύστημα φωτισμού ανάγκης. Σε κανονικές συνθήκες οι κύριες γεννήτριες παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα για τον φωτισμό όλου του πλοίου. Εάν για κάποιο λόγο γίνει αδύνατη η παροχή ρεύματος στο σύστημα φωτισμού αρχίζει να λειτουργεί αυτόματα η γεννήτρια ανάγκης η οποία και τροφοδοτεί περιορισμένο αριθμό φώτων του πλοίου τα οποία ανήκουν στο σύστημα φωτισμού ανάγκης (όπως πχ κλιμακοστάσια, διάδρομοι, γέφυρα, φώτα πλεύσης κα.)



Εικόνα 13 Η χρησιμοποίηση του συστήματος φωτισμού γίνεται τόσο στους εξωτερικούς όσο και στους εσωτερικούς χώρους ενός πλοίου

1.8.1 Αγωγοί Φωτισμού

Το σύστημα φωτισμού στις περισσότερες περιπτώσεις εγκαταστάσεων πλοίων είναι με τρεις αγωγούς. Οι λαμπτήρες συνδέονται μεταξύ δυο παρακείμενων αγωγών τάσεως 120 V, καταβάλουμε δε προσπάθεια τήρησης της ισοκατανομής των λαμπτήρων ως προς τον μεσαίο αγωγό. Για λόγους ασφάλειας στο συγκεκριμένο πλοίο που παρουσιάζεται παρακάτω οι λαμπτήρες είναι τύπου LED και το σύστημα φωτισμού είναι 24V DC ενώ τα φώτα πλοήγησης είναι 12V DC.⁹

⁹ Κατά την εκλογή πηγών φωτισμού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής: απαιτούμενος φωτισμός, απόδοση, διαστάσεις, συνθήκες και διάρκεια λειτουργίας, λαμπρότητα, χρώμα και ευκολία συντηρήσεως.

1.9 Σύστημα Θέρμανσης – Ψύξης Fan - Coil

Οι εφαρμογές των κλιματιστικών μηχανημάτων στα σκάφη, αποτελούν σημαντική παράμετρο της άνεσης που προσφέρει ένα σκάφος. Το σύστημα διανομής του ενεργειακού φορτίου με Fan Coil Units αποτελεί τον πληρέστερο και πλέον διαδεδομένο τρόπο για την ψύξη ή θέρμανση του σκάφους. (Τάβλας, 2009)

Τα κλιματιστικά τύπου Fan Coil λειτουργούν με 230V¹⁰ AC εναλλασσόμενου ρεύματος με κατανάλωση περίπου 2Amps οποίο το παρέχει η ηλεκτρογεννήτρια ή η σύνδεση με την μαρίνα που λιμενίζονται.

Η μονάδα τοποθετείται στο μηχανοστάσιο και το ψυκτικό στοιχείο ή fan coil νερού τοποθετείται μέσα στον καναπέ του σαλονιού ή μέσα σε μια ντουλάπα ή ακόμα και κάτω από το κρεβάτι όταν είναι αθόρυβο. Το μόνο που βλέπει κανείς στο σκάφος από μια εγκατάσταση κλιματισμού είναι οι περσίδες εισόδου και εξόδου αέρος και τα χειριστήρια που λειτουργούν το κλιματιστικό μηχάνημα. (Πετράκης, 2008)



Εικόνα 14 Στοιχεία συστήματος Fan Coil

Τα υλικά κατασκευής είναι υψηλής ποιότητας έτσι ώστε να είναι ανθεκτικά στις ιδιομορφίες της θάλασσας όπως το corrosion, που καταστρέφει τα μαλακά

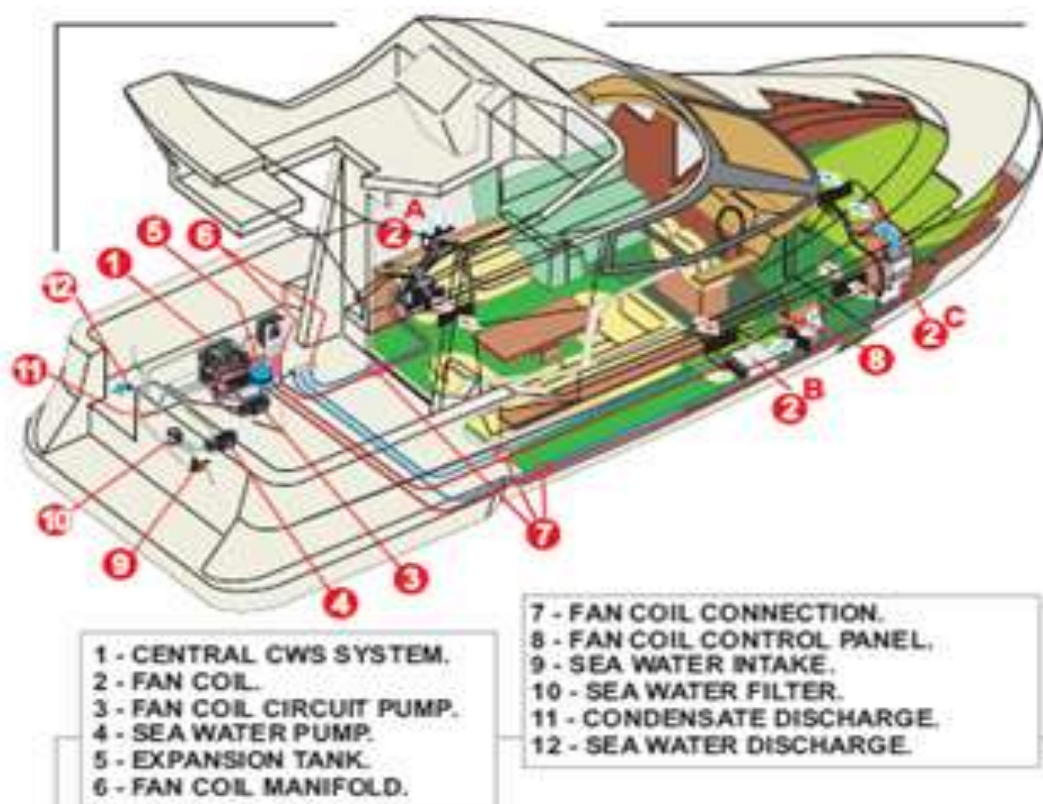
Κάθε ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι απαραίτητος για την σωστή λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων και για την επίδραση του στον ανθρώπινο παράγοντα.

¹⁰ Οι κλιματιστικές μονάδες που διατίθενται στην αγορά ξεκινούν από 4.000 BTU/h συνήθως και αυξάνουν σε 5, 7, 9 έως και 12.000BTU/h. Σε αυτές τις μικρές αποδόσεις μπορεί κανείς να εγκαταστήσει και κλιματιστικά συνεχούς ρεύματος 12V ή 24V DC(ρεύματος μπαταρίας). Αλλά ένα κλιματιστικό 4.000 BTU/h το οποίο έχει ισχύ περίπου στα 500Watt στα 12V, έχει κατανάλωση 40Amps από τις μπαταρίες. Δηλαδή περίπου το εικοσαπλάσιο από ότι εάν δούλευε στα 230Volt εναλλασσόμενου ρεύματος με κατανάλωση περίπου 2Amps.

μέταλλα πχ το αλουμίνιο. Το θαλασσινό νερό που ψύχει τα condensers (συμπυκνωτές) αναγκάζει τους κατασκευαστές να χρησιμοποιούν copper nickel σωληνώσεις ώστε να μην προσβάλλονται από την ηλεκτρόλυση. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ενώ ο εναλλάκτης θερμότητας που βρίσκεται στο κλιματιζόμενο χώρο είναι αέρος όπως ακριβώς και του σπιτιού, αυτός που βρίσκεται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο(αυτός που αποβάλλει θερμότητα το καλοκαίρι) είναι εναλλάκτης νερού στα σκάφη.

Επωφελούμαστε από τη θάλασσα, ψύχοντας το συμπυκνωτή και το ψυκτικό υγρό με το θαλασσινό νερό. Αυτό γίνεται λαμβάνοντας το νερό με μια αντλία και περνώντας το μέσα από το συμπυκνωτή της μονάδας, το απορρίπτουμε πάλι στη θάλασσα τελείως καθαρό και ελαφρώς ζεστό. Οι μονάδες οι οποίες τοποθετούνται στα σκάφη χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες,

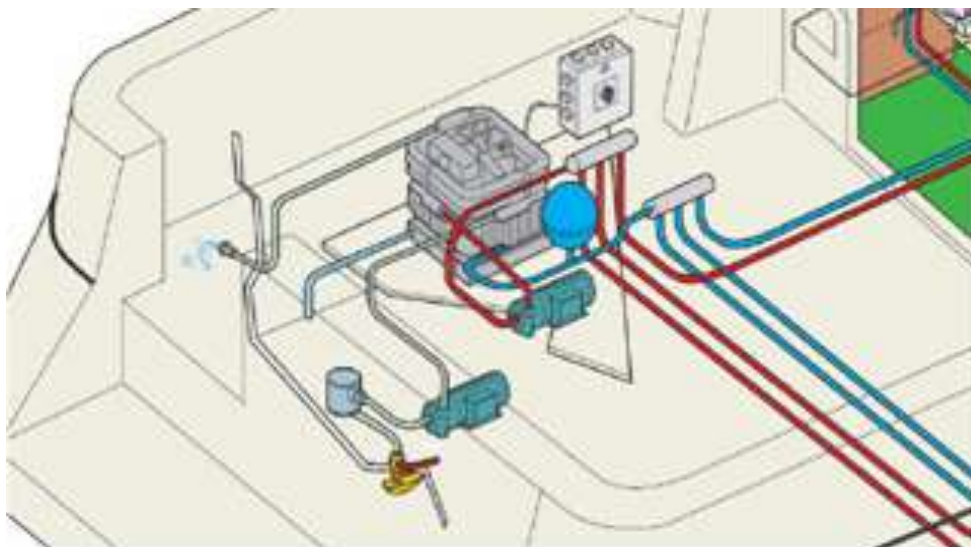
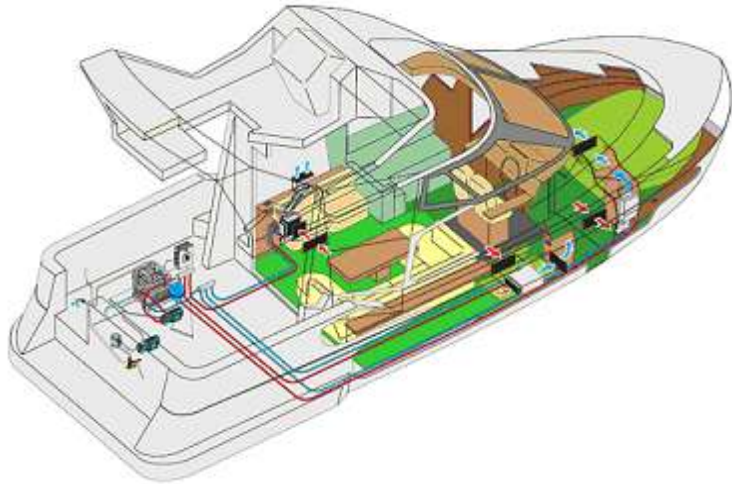
- Στις κεντρικές μονάδες
- Στις ανεξάρτητες μονάδες



Εικόνα 15 Ανάλυση συστήματος θέρμανσης ψύξης Fan Coil

1.3.1 Κεντρικές Μονάδες

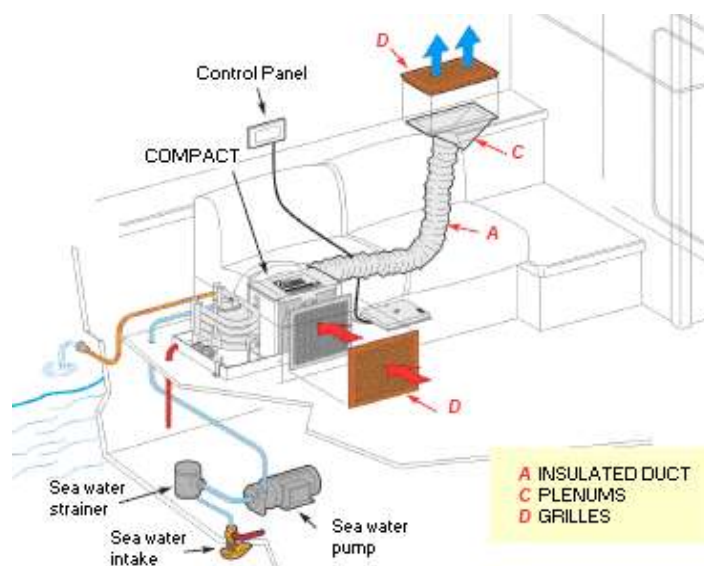
Οι κεντρικές μονάδες τοποθετούνται στο μηχανοστάσιο του σκάφους. Παγώνουν το νερό το καλοκαίρι και το ζεσταίνουν το χειμώνα και αντίστοιχα το διοχετεύουν στα fan coils. Ο κάθε χώρος έχει τη δική του αυτονομία με χειριστήρια που ελέγχουν την θερμοκρασία και την παροχή του αέρος στον κάθε χώρο. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται καθαρά από τι αποτελείται η κεντρική κλιματιστική μονάδα και η λειτουργία της. (Πετράκης, 2008)



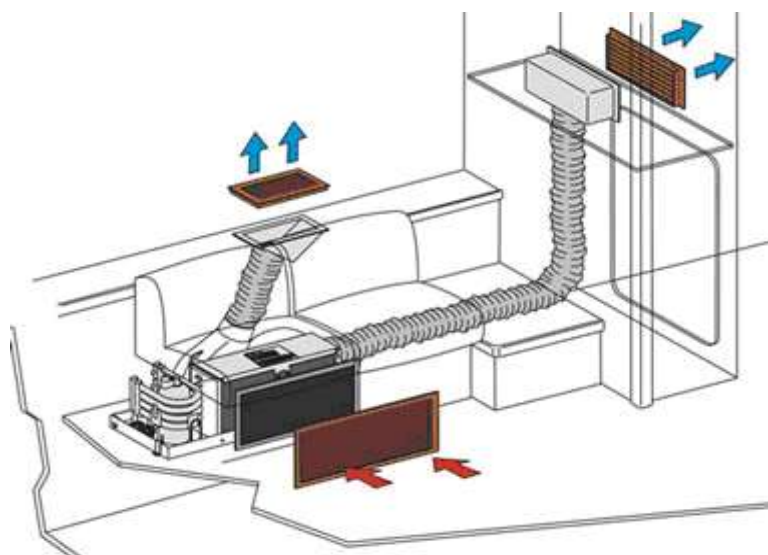
Εικόνα 16 Σχέδια εγκατάστασης κεντρικής μονάδας CWS 251 RC 25.000BTU/h με τρία FAN COILS νερού και αυτονομία στο σαλόνι και στις δύο καμπίνες

1.3.2 Ανεξάρτητες Μονάδες

Οι μονάδες αυτού του τύπου είναι αυτόνομες compact ή split και μπορούν να τοποθετηθούν σε κάθε χώρο. Με κατάλληλης μορφής δίκτυο αεραγωγών μπορούν να κλιματίσουν και ολόκληρο σκάφος, αρκεί να διατίθεται ο χώρος ώστε να περάσουν οι αεραγωγοί αλλά με το μειονέκτημα ότι δεν υπάρχει αυτονομία. Για να έχει κάποιος αυτονομία, θα πρέπει να τοποθετήσει ισάριθμες ανεξάρτητες μονάδες με τους χώρους που επιθυμεί να κλιματίσει. (Πετράκης, 2008)



Εικόνα 17 Σχέδιο εγκατάστασης μονάδος 5.000BTU/h COMPACT



Εικόνα 18 Σχέδιο τοποθέτησης κλιματιστικής μονάδας 24.000BTU/h COMPACT 24 SLIM για παροχή αέρα στο σαλόνι και στην καμπίνα

1.10 Σύστημα Πυροπροστασίας

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του Νηογνόμωνα, όσον αφορά την πυροπροστασία, τα σκάφη τα οποία είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο πρέπει να διαθέτουν κατάλληλο σύστημα μόνωσης απόπυρκαγιά ώστε και μετά από 60 min πυρκαγιά η θερμοκρασία πίσω από τη μόνωση να μην υπερβαίνει του 200^ο. Η μόνωση πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 300 mm κάτω από την ίσαλο ακόμα και σε περιοχές οι οποίες είναι εξωτερικά βρεχάμενες.

Οι απαιτήσεις αυτές αφορούν το διαμέρισμα του μηχανοστασίου, το οποίο κατατάσσεται ως Category A. Πέραν από τη μόνωση του κελύφους του χώρου όλες οι διαπεράσεις που αφορούν σωλήνες, καλώδια, οχετούς καυσαερίων και αερισμού πρέπει να είναι προστατευμένες κατάλληλα ώστε να αποφευχθεί η μετάδοση της πυρκαγιάς στα γειτνιάζοντα διαμερίσματα ή καταστρώματα. (Σ. Καραπατάκης, 2008)

1.4.1 Ανιχνευτές Πυρκαγιάς

Ηλεκτρικά συστήματα ανιχνεύσεως πυρκαγιάς πρέπει να τροφοδοτούνται από δύο χωριστά κυκλώματα, αποκλειστικά για τον σκοπό αυτόν, το ένα συνδεδεμένο με την κύρια πηγή ενεργείας και το άλλο με την πηγή ασφαλείας (έκτακτης ανάγκης). Αυτόματος διακόπτης τοποθετημένος κοντά στον πίνακα ανιχνεύσεως πυρκαγιάς συνδέει το σύστημα με το δίκτυο που έχει τάση.

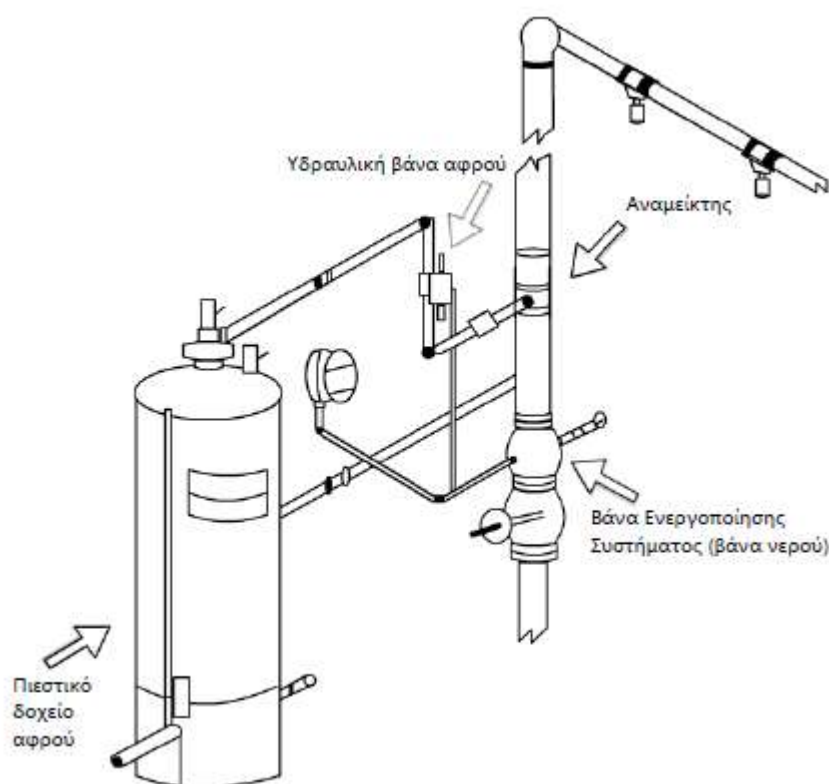
1.4.2 Πυρόσβεση Μηχανοστασίου

Η παθητική πυροπροστασία του μηχανοστασίου πραγματοποιήτε με μόνωση τύπου πετροβάμβακα, πιστοποιημένη από τον νηογνόμωνα, με εξωτερική επιφάνεια φύλλου αλουμινίου κατάλληλου για ναυπηγικές κατασκευές. Η εν λόγω μόνωση, εκτός από πυροπροστασία την οποία προσφέρει, είχε και θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες. (Σ. Καραπατάκης, 2008)

Η ενεργητική πυροπροστασία περιλαμβάνει όλα τα κατασταλτικά ή ενεργητικά μέτρα πυροπροστασίας που απαιτούνται κατά την έναρξη και κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς. Η ενεργητική πυροπροστασία περιλαμβάνει το σύνολο του

ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που είναι απαραίτητος για την κατάσβεση της πυρκαγιάς είτε με χειροκίνητη επέμβαση είτε αυτομάτως δηλαδή ενεργοποιείται από μόνος του κατά την εμφάνιση της πυρκαγιάς από κάποιο αισθητήριο που μπορεί να είναι είτε η θερμοκρασία είτε ο καπνός είτε άλλα μέσα. Στα μέτρα ενεργητικής πυροπροστασίας περιλαμβάνονται

- a) τοποθέτηση φορητών μέσων πυρόσβεσης (πυροσβεστήρες)
- b) τοποθέτηση συστήματος πυρανίχνευσης
- c) τοποθέτηση χειροκίνητου συστήματος συναγερμού (κομβία συναγερμού)
- d) τοποθέτηση μονίμου υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου (πυροσβεστικές φωλιές)
- e) τοποθέτηση συστήματος καταιονητήρων (sprinklers)



Εικόνα 19 Σύστημα με πιεστικό δοχείο αφρού (Σ. Αναγνωστάτος, 2008)

1.5 Ιδιαιτερότητες Ηλεκτρικών Συστημάτων Πλοίων

Το ηλεκτρικό σύστημα ενός πλοίου μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αυτόνομο, μικρής κλίμακας βιομηχανικού τύπου σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, παρ' όλα αυτά υπάρχουν αρκετές αξιοσημείωτες διαφορές ανάμεσα σε ένα ηπειρωτικό ηλεκτρικό σύστημα και σε ένα ηλεκτρικό σύστημα πλοίου οι κυριότερες από τις οποίες είναι,

- a) Πρόκειται για συγκεντρωμένα δίκτυα με διακεκριμένα συστήματα παραγωγής και καταναλωτών συγκεντρωμένα σε πολύ μικρό χώρο ανά μονάδα ισχύος (σε σύγχρονες ναυπηγήσεις με ηλεκτρική πρόωση, η εγκατεστημένη ισχύς φτάνει τα 40-80 MW σε έκταση μερικών τετραγωνικών μέτρων).
- b) Το όλο σύστημα είναι εξαιρετικά αυτόνομο και η μόνη εφεδρική πηγή ενέργειας είναι το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ανάγκης το οποίο όμως είναι ικανό να τροφοδοτήσει ορισμένα μόνο φορτία ανάγκης. Για το λόγο αυτό το όλο σύστημα πρέπει να είναι εξαιρετικά αξιόπιστο.
- c) το δίκτυο γείωσής του είναι κατά κανόνα αγείωτο (IT).
- d) η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μέσω συστήματος διανομής (καλωδιώσεις, μετασχηματιστές, διακόπτες κλπ) πολύ περιορισμένου μήκους (της τάξης των 50 έως το πολύ 1000 μέτρων).
- e) σε αντίθεση με τα συστήματα ξηράς, αποτελούνται από υποσυστήματα συνεχούς ρεύματος (ΣΡ) και εναλλασσομένου ρεύματος (ΕΡ), στο οποίο μάλιστα ΕΡ μπορεί κανείς ενίοτε να διακρίνει περισσότερες από μία συχνότητες λειτουργίες (η γνωστή «βιομηχανική συχνότητα» των 50 ή 60 Hz, αλλά και αυτή των 400 Hz για εξειδικευμένου τύπου καταναλωτές, όπως π.χ. όργανα ναυσιπλοΐας, ραντάρ κοκ). Σε συγκεκριμένες εφαρμογές (π.χ. νέου τύπου υποβρύχια) μάλιστα με την εκτεταμένη εφαρμογή των κυψελών καυσίμου τα δίκτυα είναι κατεξοχήν ΣΡ (Ι.Κ. Χατζηλάου, 2006)

2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ Falcon 103'

Εισαγωγή

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας αποτελεί το Yacht Falcon 103. Κρίνεται απαραίτητη μια σύντομη παρουσίαση του εν λόγω γιοτ, ώστε να περιγραφούν τα κύρια χαρακτηριστικά του. Η ύπαρξη αυτού του κεφαλαίου, αποσκοπεί, ώστε να δημιουργηθεί μια σαφής εικόνα του πλοίου στον αναγνώστη, και στη συνέχεια να εισαχθεί στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας που αποτελεί την τεχνική μελέτη της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του πλοίου.

Η κατασκευάστρια εταιρεία Falcon Yachts S.r. l., εδρεύει στο λιμάνι του Viareggio, ένα από τα μεγαλύτερα κατασκευαστικά κέντρα γιοτ. Αποτελεί θυγατρική εταιρεία της Cantieri Navali με έτος ίδρυσης το 1992 και έχει ως αντικείμενο παραγωγής την κατασκευή πολυτελών γιοτ.

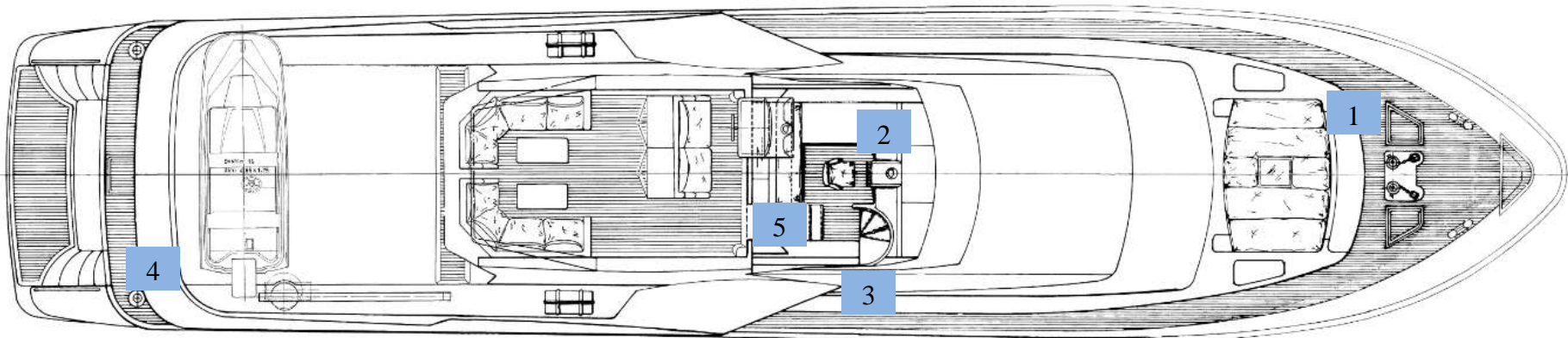
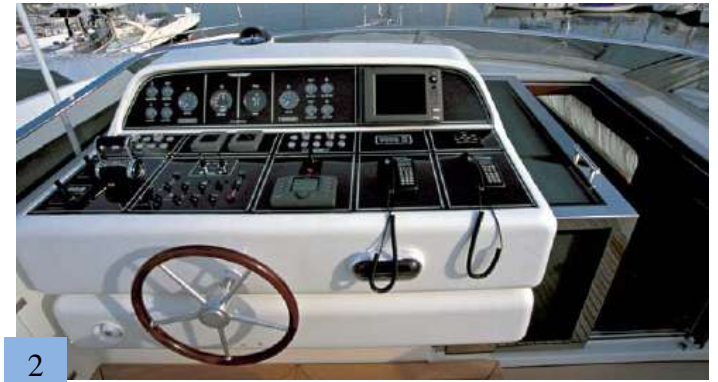


Εικόνα 20 Yacht Falcon 103'

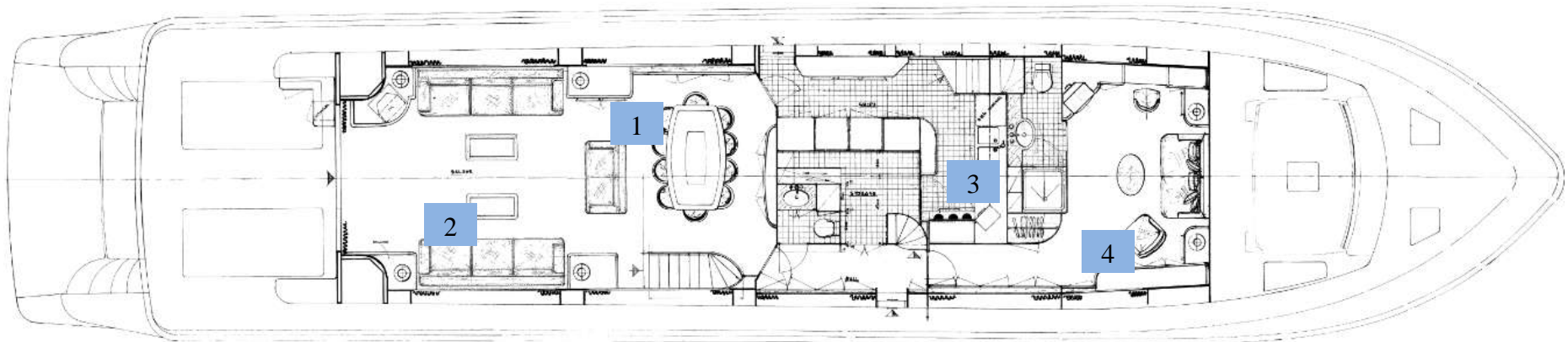
2.1 Επίπεδα Σκάφους

Το γιοτ αναπτύσσεται σε τρία επίπεδα. Το κατάστρωμα, το κυρίως επίπεδο και το κατώτερο επίπεδο. Στο κυρίως επίπεδο, βρίσκονται κοινόχρηστοι χώροι, όπως το καθιστικό, το σαλόνι, η τραπεζαρία και η κουζίνα. Στο κατώτερο επίπεδο, έχουν διαμορφωθεί οι καμπίνες, στο σύνολο έξι.

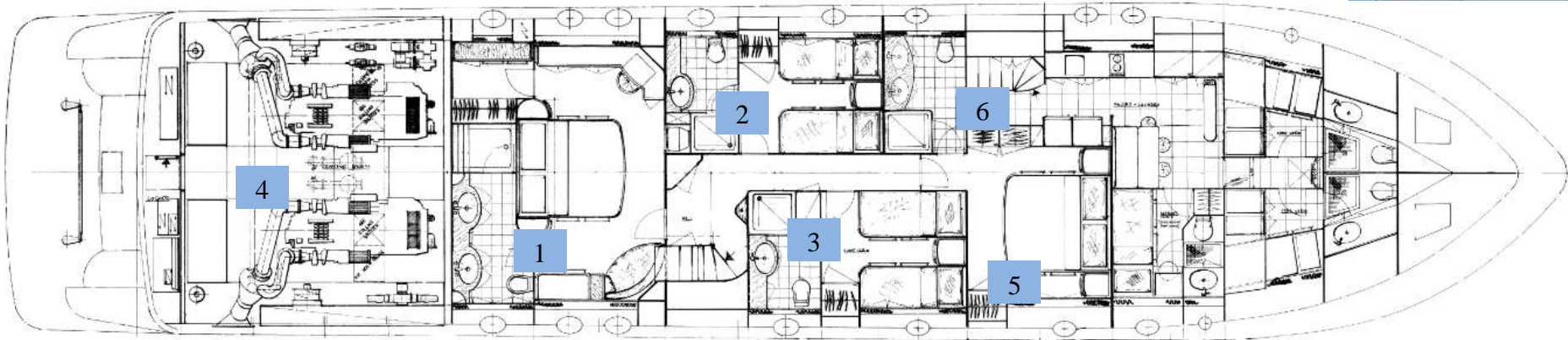
2.1.1 Κατάστρωμα



2.1.2 Μεσαίο Επίπεδο



2.1.3 Κατώτερο Επίπεδο



2.2 Σχεδίαση

Το Falcon 103' είναι ένα μηχανοκίνητο σκάφος ολικού μήκους 32,50 μ. και ακτίνα 6,45 m. Οι κλασικές γραμμές του συνδυάζονται με ένα μοντέρνο σχεδιασμό παραθύρων που το καθιστούν μοναδικό σε οποιαδήποτε θάλασσα.



Εικόνα 21 Λεπτομέρεια από τα παράθυρα του γιοτ

2.2.1 Εξωτερικοί Χώροι

Το κατάστρωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως ένας κοινόχρηστος χώρος διασκέδασης, είτε ως ένας προσωπικός χώρος δείπνου. Η ίδια λογική ισχύει και για τους καθιστικούς χώρους στην γέφυρα του σκάφους, εξοπλισμένη με εντοιχισμένο ψυγείο, παγομηχανή, νεροχύτη, και κουζίνα, προσφέροντας τον ιδανικό χώρο για ανεπίσημες δραστηριότητες. Στο κατάστρωμα υπάρχουν δύο χώροι ηλιοθεραπείας, ένας στη γέφυρα του πλοίου, και ένας στο μπροστινό μέρος του σκάφους, με πρόσβαση από τη γέφυρα του πλοίου.



Εικόνα 22 Το σκάφος έχει συνολικό μήκος 32,5 μέτρα



Εικόνα 23 Η γέφυρα του σκάφους



Εικόνα 24 Η γέφυρα του σκάφους



Εικόνα 25 Η πρύμνη του σκάφους

2.2.2 Εσωτερικοί Χώροι

Το πλοίο φέρει τις ακόλουθες ενδιαιτήσεις,

- a) Δωμάτιο Κυβερνήτη με WC, ντους , χώρο εργασίας (γραφείο), τηλεοπτικό δέκτη με συσκευή DVD player, επαναλήπτη γυροσκοπικής πυξίδας, και χώρο υποδοχής (σαλονάκι), ψυγείο, χρηματοκιβώτιο
- b) Δωμάτιο Α΄Μηχανικού με WC, ντους , χώρο εργασίας (γραφείο), τηλεοπτικό δέκτη με συσκευή DVD player, επαναλήπτη βασικών alarm κέντρου ελέγχου μηχανής.
- c) Πέντε (5) μονόκλινα δωμάτια Αξιωματικών με WC , ντους και χώρο εργασίας (γραφείο)
- d) Πέντε (5) δίκλινα δωμάτια με WC –ντους ιδιαίτερο ή από κοινού ανά δύο (2) καμπίνες,

2.2.2.1 Σαλόνι

Το σαλόνι είναι δομημένο σε ένα μεγάλο "ανοιχτό χώρο" για την διαμόρφωση σύμφωνα με τις ανάγκες και τα γούστα του ιδιοκτήτη: η διαίρεση σε χώρους ψυχαγωγίας / συζήτησης και τραπεζαρίας, η επιλογή του ξύλου, στοιχεία διακόσμησης, τα έπιπλα και το φινίρισμα μελετούνται και καθορίζονται από κοινού με τους πελάτες να ώστε τους προσφέρει μια εξατομικευμένη ατμόσφαιρα.



Εικόνα 26 Το καθιστικό του σκάφους

2.2.2.2 Κοινόχρηστοι Χώροι

Οι εσωτερικοί χώροι χαρακτηρίζονται από την άνεση και την ποιότητα υλικών που την διακρίνουν. Στο κυρίως επίπεδο, όπου έχει διαμορφωθεί ο κύριος χώρος του καθημερινού βρίσκονται κοινόχρηστοι χώροι, όπως το καθιστικό, το σαλόνι, η τραπεζαρία και η κουζίνα. Το κατώτερο επίπεδο, έχει ιδιωτικό χαρακτήρα και έχουν διαμορφωθεί οι καμπίνες, όπου στο σύνολο τους είναι έξι.



Εικόνα 27 Η τραπεζαρία και η κουζίνα του σκάφους

2.2.2.3 Καμπίνες

Η περιοχή του ύπνου αποτελείται από καμπίνα του πλοιοκτήτη, στο κύριο κατάστρωμα και τέσσερις διπλές καμπίνες στο κατώτερο κατάστρωμα, εάν η έκδοση είναι πέντε καμπίνες. Όταν η έκδοση είναι τέσσερις καμπίνες, υπάρχουν τέσσερις διπλές καμπίνες στο κατώτερο κατάστρωμα. Όλες οι καμπίνες μπορούν να παρασχεθούν με οποιοδήποτε είδος πολυτελείας, τηλεόραση LCD που συνδέονται με τη δορυφορική κεραία, το σύστημα Hi-Fi και κομψά ιδιωτικά μπάνια με τελειώματα από πολύτιμα μάρμαρα. Ο χώρος χαλάρωσης και ύπνου ενισχύεται από αποτελεσματική ηχομόνωση και θερμομόνωση.



Εικόνα 28 Μια από τις δύο μάστερ κλίνες του σκάφους



Εικόνα 29 Φωτογραφίες από το κατώτερο επίπεδο του σκάφους

2.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τον εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρείας τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γιοτ είναι τα κάτωθι.

α/α	Χαρακτηριστικά	Μέγεθος
1	L.O.A.	32,50μ
2	Beam O.A.	6,50μ.
3	Draught	2,20μ.
4	Displacement	Ton ca. 100
5	Engine	M.T.U. 16V 2000 M91
6	Power	HP 2 x 2000
7	Inverters	V-Drive 2x ZF BW 2555
8	Max Speed	Nodi/Knots 27
9	Cruising Speed	Nodi/Knots 23
10	Fuel Tanks	l. ca. 10.500
11	Water Tanks	l. ca. 2.500
12	Generators	Kohler 2 x 27KW
13	Day Toilet	1
14	Crew Beds	5
15	Crew Bathrooms	3
16	Guests Beds	8/10
17	Guests Beds	4/5

3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Yacht Falcon 103´

Εισαγωγή

Η μελέτη αναφέρεται στη γενική περιγραφή και τις απαιτήσεις σχεδίασης, της βοηθητικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του yacht Falcon 103. Για την σύνταξη της μελέτης, ελήφθησαν υπόψη οι απαιτήσεις όπως προσδιορίζονται από τους ακόλουθους Κανονισμούς¹¹ και εγχειρίδια,

- a) ΕΛΟΤ HD 385
- b) Οι Γερμανικοί Κανονισμοί DIN, VDE
- c) Το Lighting Manual της Philips
- d) Το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

Οι εγκαταστάσεις του προμηθευτή, όπου κατασκευάζεται το πλοίο, πρέπει να είναι κατάλληλες για την ναυπήγηση πλοίων της κατηγορίας του εν λόγω.

3.1 Περιγραφή Εγκατάστασης Παραγωγής και Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η εγκατάσταση αποσκοπεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη διανομή της για ηλεκτροφωτισμό του πλοίου και κίνηση ή λειτουργία των ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων συσκευών ή μηχανισμών του.

Αποτελεί την βοηθητική ηλεκτρική εγκατάσταση του σκάφους, από την οποία εξαρτώνται το μεγαλύτερο μέρος των βοηθητικών λειτουργιών που σχετίζονται με την ασφάλεια, τους χειρισμούς και το φορτίο. Ο σταθμός της εγκατάστασης βρίσκεται στο ηλεκτροστάσιο (electric generating station) του πλοίου και αποτελείται από:

¹¹ Τα υλικά και η εγκατάσταση έγιναν σύμφωνα τον ιταλικό νηογνώμονα RINA μέλος της Διεθνούς Ένωσης Νηογνώμωνων (IACS). (Τ. Μποζανίνου, 2000)

- a) Από δύο ηλεκτρογεννήτριες
- b) Μία πετρελαιογεννήτρια κινδύνου
- c) Από συστοιχίες συσσωρευτών

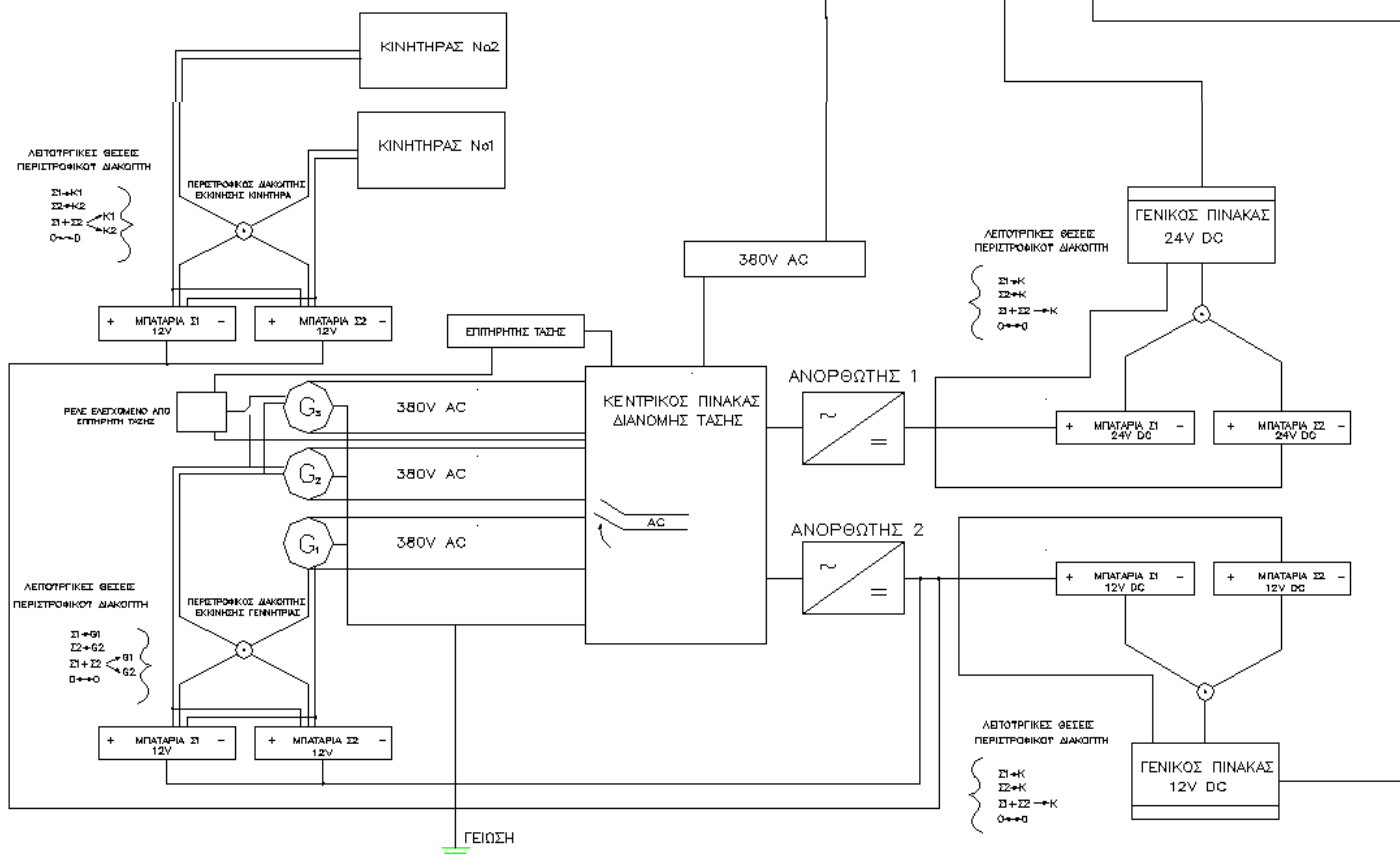
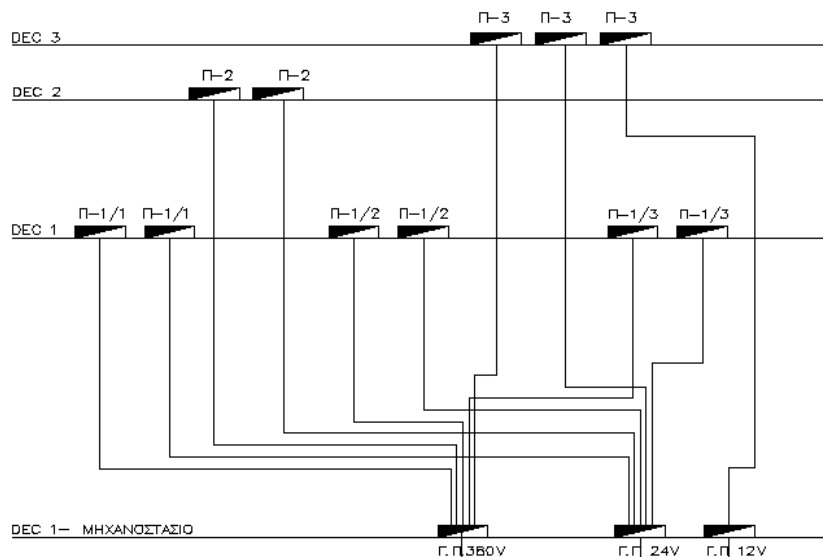
Σε αυτήν ανήκουν επίσης και ο κύριος πίνακας διανομής, ο πίνακας γεννήτριας κινδύνου και άλλοι βοηθητικοί πίνακες διανομής των διαφόρων υποσταθμών ελέγχου του πλοίου. Τέλος η εγκατάσταση ολοκληρώνεται από τις απαραίτητες ηλεκτρικές καλωδιώσεις, τους ηλεκτροκινητήρες των διαφόρων μηχανημάτων και τους πίνακες ελέγχου αυτών.

3.1.1 Σχέδιο 1.Γενικό Ηλεκτρικό Διάγραμμα Πλοίου

Στο σχέδιο παρουσιάζεται το γενικό κατακόρυφο ηλεκτρικό διάγραμμα του σκάφους (Yacht Falcon 103'). Η συνολική ηλεκτρολογική εγκατάσταση αποσκοπεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη διανομή της για τον ηλεκτροφωτισμό του πλοίου και τη λειτουργία των ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων, συσκευών ή λοιπών μηχανισμών του.

Όλα τα μέρη του πλοίου (γεννήτριες, κινητήρες, καταναλώσεις) γειώνονται όπως προκύπτει από το αντίστοιχο πρότυπο περί συστήματος γείωσης.

Όπως φαίνεται από το σχέδιο, η εγκατάσταση αποτελείται από δύο ηλεκτρογεννήτριες, G1 και G2, οι οποίες παράγουν τριφασικό εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα (πολική τάση 380V, φασική τάση 220V, συχνότητα 50Hz) μέσω του κεντρικού πίνακα διανομής τάσης, το οποίο διοχετεύεται στους γενικούς πίνακες του DEC1 (μηχανοστάσιο), ενώ ένα τμήμα του μετατρέπεται σε συνεχές (DC) ρεύμα μέσω συστημάτων ανόρθωσης AC/DC, 230/12V και 230/24V, προκειμένου να τροφοδοτήσει τους γενικούς ηλεκτρικούς πίνακες 12V και 24V αντίστοιχα, αλλά και να χρησιμοποιηθεί για τη φόρτιση της συστοιχίας συσσωρευτών.



Οι μπαταρίες τροφοδοτούν τα κυκλώματα 12V και 24V για τα φορτία συνεχούς ρεύματος (radar, πλοϊκά φώτα, συστήματα ασφαλείας, μίζα εκκίνησης κυρίων κινητήρων και γεννητριών κτλ). Δύο κινητήρες (No1 & No2) με περιστροφικούς διακόπτες εκκίνησης καταναλώνουν ρεύμα για την κίνηση του σκάφους. Όταν δε λειτουργεί η G1, και σταματήσει να λειτουργεί η G2 (πχ λόγω βλάβης), τότε ο επιτηρητής τάσης θέτει αυτόματα σε λειτουργία την εφεδρική γεννήτρια G3 μέσω ρελέ.

3.1.2 Γεννήτριες

Για την κάλυψη των απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια του πλοίου χρησιμοποιούνται δυο γεννήτριες που βρίσκονται στο μηχανοστάσιο¹² του πλοίου. Οι ηλεκτρογεννήτριες είναι της κατασκευάστριας εταιρείας Kohler απόδοσης 27KW έκαστη. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 69,8KW σε 220/380V AC καταναλώσεις, 4.76KW σε 24V DC και 0.655KW σε 12V DC καταναλώσεις. Με βάση την εγκατεστημένη ισχύς και την ισχύ που δύναται να παράγουν οι γεννήτριες παραλληλισμένες προκύπτει συντελεστής χρησιμοποίησης περίπου 70%. Χαρακτηριστικό του συστήματος ελέγχου των γεννητριών είναι ο πίνακας χειρισμού ADC (Advanced Digital Control) ο οποίος διαθέτει 7 ξεχωριστές ενδείξεις λειτουργίας και μπορεί να διαγνώσει 13 διαφορετικές δυσλειτουργίες.

Πίνακας 5 Χαρακτηριστικά γεννήτριας Kohler 27

Συχνότητα	Ισχύς	Ροπή	Φάσεις
50Hz	27kW	1500 RPM	3

Οι γεννήτριες τροφοδοτούν τον Κύριο Ηλεκτρικό Πίνακα (Κ.Η.Π.) και παραλληλίζονται με διατάξεις εγκεκριμένες από το Νηογνώμονα.

Η εκκίνηση του κάθε H/Z είναι ηλεκτρική από ανεξάρτητη συστοιχία συσσωρευτών κλειστού τύπου (maintenance free), κατάλληλα εγκιβωτισμένη και επαρκούς χωρητικότητας ικανής για όσες εκκινήσεις απαιτεί ο Νηογνώμονας και τουλάχιστον 6 διαδοχικές εκκινήσεις.

¹² Στο πλοίο υπάρχει κατάλληλος χώρος με χαμηλές θερμοκρασίες (κλιματιζόμενο δωμάτιο) για τον έλεγχο των μηχανών (engine control room) άνωθεν του μηχανοστασίου που θα περιέχει τον ακόλουθο εξοπλισμό:

- κύριο ηλεκτρικό πίνακα
- ηλεκτρικό πίνακα φωτισμού
- πίνακα εκκίνησης, τηλεχειρισμού και ελέγχου των κυρίων μηχανών, των ηλεκτρομηχανών, των συστημάτων πηδαλιουχίας και των βοηθητικών μηχανημάτων
- οπτικο-ακουστικό σύστημα ελέγχου εισροής υδάτων
- οπτικο-ακουστικό σύστημα ελέγχου στεγανότητας πλοίου
- πίνακα ενδεικτών στάθμης δεξαμενών καυσίμου, ελαίου, ποσίμου, έρματος
- πίνακα πυρανίχνευσης
- πίνακα πυρασφάλειας

Για τα παραπάνω θα υπάρχει ηλεκτρονική παρακολούθηση της λειτουργίας τους και του ελέγχου τους μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή καθώς και μηχανικά όργανα και ενδείκτες. Θα διατίθεται εκτυπωτής για την εκτύπωση των στοιχείων που επιλέγει το πλήρωμα.

3.1.3 Πίνακες

Το πλοίο είναι εφοδιασμένο με τα απαραίτητα συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας με τους αντίστοιχους στεγανούς πίνακες διανομής-ασφαλοδιακόπτες

- a) Συνεχούς ρεύματος 24V,12V και
- b) Εναλλασσομένου ρεύματος 380 /220V – 50 Hz,

Οι παραπάνω πίνακες είναι εφοδιασμένοι με τα παρακάτω όργανα ενδείξεων

- a) Βολτόμετρα
- b) Αμπερόμετρα καταναλώσεων
- c) Αμπερόμετρα φορτιστών
- d) Γενικό διακόπτη
- e) Συχνόμετρα (μόνο για την περίπτωση του εναλλασσομένου ρεύματος)

Αντίστοιχα υπάρχουν διατάξεις για τη σύνδεση των πινάκων εναλλασσόμενου και συνεχούς ρεύματος (μετασχηματιστές - ανορθωτές) με κατάλληλα όργανα ένδειξης. Επιπρόσθετα υπάρχει διάταξη σε όλους τους πίνακες, που να αποκλείει την ταυτόχρονη τροφοδοσία τους από διαφορετικές πηγές ενέργειας (συσσωρευτές – Η/Ζ – ρεύμα ξηράς) καθώς και κατάλληλες προστατευτικές διατάξεις των μηχανημάτων σημαντικής κατανάλωσης ισχύος.

3.1.4 Δίκτυο Διανομής και Τροφοδοσίας – Καλώδια

Τα καλώδια που τοποθετούνται, ως προς τον τύπο, τη διατομή, τις συνδέσεις και τις διόδους τους, καθώς και ο λοιπός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς του Νηογνώμονα.

Τα καλώδια τοποθετούνται, κατά το δυνατόν, εξωτερικά των επενδύσεων (panels) μέσα σε καλαίσθητους ειδικούς οδηγούς με κατάλληλα καλύμματα και ενίσχυση στα σημεία με ιδιαίτερη καταπόνηση. Τα καλώδια παροχής ηλεκτρικού ρεύματος διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα.

Οι ηλεκτρικές γραμμές διανομής και τροφοδοσίας κατασκευάζονται ανάλογα προς τις απαιτήσεις της εγκατάστασης και τους ισχύοντες κανονισμούς.

Οι οδεύσεις των γραμμών γίνονται μέσα σε σωλήνες διαμέτρου ανάλογης με την διατομή του καλωδίου και με τον αριθμό των αγωγών σύμφωνα με Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 385. Ειδικότερα :

- a) Ο κεντρικός γενικός πίνακας συνδέεται με την γεννήτρια με καλώδιο J1VV-R 5G25 και ασφάλεια (3x80 A)
- b) Η τροφοδότηση των πινάκων γίνεται με καλώδια J1VV-R (NYY) διατομής ανάλογης προς την ισχύ του πίνακα. Ελάχιστη διατομή τροφοδοτικών γραμμών των πινάκων είναι 4 mm².
- c) Οι γραμμές ρευματοδοτών είναι με καλώδια J1VV-U (NYY), διατομής 1,5 mm² και 2,5 mm² αντίστοιχα.
- d) Οι ηλεκτρικές γραμμές κινήσεως είναι με καλώδια J1VV-R (NYY) ή J1VV-R (NYM) και θα οδεύουν μέσα σε χαλυβδοσωλήνες.
- e) Οι υπολογισμοί των διατομών των εκάστοτε γραμμών έγινε με βάση το φορτίο των καταναλώσεων σύμφωνα με τους πίνακες που παραθέτονται στο τέλος της εργασίας. Επίσης στα συνεχή DC φορτία λήφθηκε υπ' όψη και η πτώση τάση λόγω της μικρής τάσης 24V/12V, ώστε να μην υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια περίπου 4%.

3.1.5 Συσσωρευτές

Η συστοιχία συσσωρευτών κάθε κύριας μηχανής μπορεί να εκκινεί οποιαδήποτε από τις δύο κύριες μηχανές μέσω διακόπτη εναλλαγής (changeover switch). Αντίστοιχες διατάξεις θα υπάρχουν και για τις συστοιχίες των Η/Ζ.

Η χωρητικότητα των συσσωρευτών και η ένταση ρεύματος φόρτισης των εναλλακτών καθορίζεται με βάση τον ισολογισμό ηλεκτρικής ενέργειας συνεχούς ρεύματος που θα υποβληθεί από τον προμηθευτή.

Τοποθετείται τοπικός διακόπτης απομόνωσης ενός πόλου κάθε συστοιχίας συσσωρευτών και γενικές ασφάλειες τήξης κοντά στις συστοιχίες. Οι συσσωρευτές θα διαθέτουν ασφαλιστικές διατάξεις προστασίας από ταυτόχρονη φόρτιση μέσω ALTERNATOR και φορτιστή και προστασία έναντι υπερφόρτωσης.

Γειωμένοι είναι οι αρνητικοί πόλοι (negative earth) των συστοιχιών συσσωρευτών. Επίσης μεταξύ τους θα συνδεθούν ηλεκτρικά μέσω γειώσεων κατάλληλου τύπου όλα τα μεταλλικά μέρη που είναι ηλεκτρικά μονωμένα. Οι μπαταρίες για το σύστημα συνεχούς ρεύματος 24v θα είναι τύπου μολυβδου. Αναλυτικά είναι η εξής:

- a) 4 μπαταρίες 610 ah 24v για τη χρήση υπηρεσιών.
- b) 4 μπαταρίες 220 ah 12v για την ανάφλεξη μηχανών.
- c) 2 μπαταρίες 120 ah 12v για την ανάφλεξη γεννητριών.
- d) 2 μπαταρίες 155 ah 12v για usb και το vhf
- e) 2 kohler γεννήτριες 27 kw 220/380v 50 hz.
- f) Αυτόματος φορτιστής μπαταριών 150 ah για μπαταρίες υπηρεσιών.
- g) Φόρτισης μπαταριών 50 ah 24v για τις κύριες μηχανές.
- h) Φορτιστής μπαταριών 30 ah για τις μπαταρίες ssb και vhf.
- i) Παραλληλισμός για τις μπαταρίες.
- j) Διακόπτες για να αποσυνδέουν τις μπαταρίες ανάφλεξης.
- k) Φωτισμός και υποδοχές 24v και 220v.
- l) Φωτισμός έκτακτης ανάγκης 12v.

3.1.6 Σύστημα Κλιματισμού

Στο πλοίο τοποθετείται συστήματα κλιματισμού θέρμανσης/ψύξης, αερισμού/εξαερισμού που πληρούν τις απαιτήσεις των παραγράφων 1,2 και 3 του άρθρου 12 του Π.Δ. 101/95 (Α' 61) που καλύπτουν την γέφυρα, το δωμάτιο ελέγχου των μηχανών, τους χώρους σίτισης, και τους χώρους ενδιαίτησης-υγιεινής. Σε περίπτωση βλάβης της αντλίας θαλάσσης της μονάδας υπάρχει δυνατότητα χρησιμοποίησης της μίας εκ των τριών ηλεκτροκίνητων αντλιών κυτών / πυρκαγιάς. Οι κλιματιστικές εγκαταστάσεις είναι εργομηχανές αντίστοιχες προς τις ψυκτικές και αποσκοπούν στο να αποκτήσει ο αέρας τις κατάλληλες τιμές ανάλογα με τις περιπτώσεις των διαφόρων χαρακτηριστικών του. Συστημάτων κλιματισμού με ψυκτική περιλαμβάνει

- a) Ικανότητα 160.000 btu/h και θερμική ικανότητα 195.000 btu/h
- b) 1 ψυκτη νερού με δύο συμπιεστές. 380V AC 50Hz.
- c) Fcu (falkoin) στο χορό του σκάφους 220V AC.
- d) Σπείρες ανεμιστήρων των διάφορων δυνάμεων στα δωμάτια υγιεινής 24V DC
- e) 2 αντλίες θαλάσσιου νερού 380V AC 50Hz.
- f) 2 αντλίες γλυκού νερού 380V AC 50 Hz.
- g) Ηλεκτρικό πίνακα διανομής ισχύος και έλεγχου των συσκευών.
- h) Σύστημα των ηλεκτρικών θερμοστατών με ένδειξη.

3.1.7 Σύστημα Πυροπροστασίας

Για όλους τους χώρους του πλοίου προβλέπεται σύστημα αντιμετώπισης πυρκαγιάς, με τις αναγκαίες λήψεις, μανικοθέσια, μάνικες και ακροσωλήνια. Το δίκτυο χρησιμοποιείται και για την παροχή νερού στα όκια των αλύσεων των αγκυρών. Διατίθενται τρεις τουλάχιστον ανεξάρτητες ηλεκτροκίνητες αντλίες κυτών / πυρκαγιάς κατανεμημένες στο πλοίο έτσι ώστε τουλάχιστον μια αντλία να είναι πάντα διαθέσιμη σε οποιαδήποτε περίπτωση κατάκλυσης δύο στεγανών διαμερισμάτων.

Μία από τις αντλίες αυτές θα βρίσκεται εκτός των στεγανών διαμερισμάτων που περιλαμβάνει τα ηλεκτροστάσια και θα τροφοδοτείται και από τον ηλεκτρικό πίνακα ανάγκης.

3.2 Εγκαταστάσεις Φωτισμού

Για την εξυπηρέτηση των φορτίων φωτισμού του πλοίου τοποθετείται από έναν πίνακα φωτισμού στις θέσεις που φαίνονται στα σχέδια (κατόψεις). Όλα τα φωτιστικά ή ρευματοδότες και η ανεμιστήρες είναι στεγανού τύπου.

Σε όλους τους χώρους θα υπάρχει επαρκής φωτισμός σε όλες τις καταστάσεις λειτουργίας και ανάγκης.

Στις κλίνες χρησιμοποιούνται κυλινδρικοί λαμπτήρες για δευτερεύοντα φωτισμό και για λόγους διακόσμησης. Αποτελούνται από ένα νήμα κατά μήκος αυτών, διατεταγμένο στο κέντρο του σωλήνα. Φέρουν πώματα και είναι τύπου κενού. Λόγω του μεγέθους του νήματος είναι ευαίσθητοι στους κραδασμούς.

3.2.1 Στάθμες Φωτισμού

Έχουν προβλεφθεί στάθμες φωτισμού που εξυπηρετούν την ομαλή λειτουργία του κάθε χώρου του πλοίου. Ανάλογα με τη θέση που ήταν τοποθετημένα μπορούμε να κατατάξουμε τα ηλεκτρικά φώτα σε ένα πλοίο ως εξής :

- a) Οροφής
- b) Κλίσης
- c) Ναυσιπλοΐας
- d) Γραφείου
- e) Φράκτης
- f) Ακίνητα ή κινητά
- g) Μετά ή άνευ διακόπτη
- h) Στεγανά ασφαλή ή όχι βάση
- i) Χρωματιστού γυαλιού
- j) Προβολείς

3.3 Κατάστρωμα DEC1

Στο DEC1 (μηχανοστάσιο) υπάρχουν οι εξής γενικοί πίνακες: ΓΠ 380V, ΠΜΗΧ 380V και ΓΠ 24V. (Όλα τα σχέδια παρουσιάζεται στο παράρτημα της εργασίας)

3.3.1 Σχέδιο 2. Ηλεκτρική Παροχή 220V/380V (DEC1)

Στο κατάστρωμα DEC1, ο ΠΜΗΧ 380V τροφοδοτεί τα τριφασικά φορτία (αντλίες γλυκού νερού Νο1 & Νο2, αντλίες θαλάσσης Νο1 & Νο2, αντλία λυμάτων, ηλεκτροδραυλικό για το τιμόνι, ψύκτης κλιματισμού, ηλεκτροδραυλικό για τα πτερύγια, ηλεκτρικά βίντζια για κάβους δεσίματος Νο1 & Νο2, βίντζια άγκυρας Νο1 & Νο2, γερανός καθέλκυσης και ανεμιστήρες μηχανοστασίου Νο1 & Νο2) . Ο Π1/1 220/380V δίνει στα μονοφασικά φορτία (Fan-coil, stereo ,mini bar ,tv ηλεκτρική σκούπα) . Ο Π1/2 220V380V τροφοδοτεί πάλι μονοφασικά φορτία (Fan-coil, stereo ,mini bar ,tv ηλεκτρική σκούπα) και ο Π1/3 220/380V τροφοδοτεί (ρευματοδότες, σιδερωτήριο ,πλυντήριο στεγνωτήριο ,stereo Tv και τα fan-coil).

3.3.2 Σχέδιο 3. Ηλεκτρική Παροχή 24V/12V (DEC1)

Στο κατάστρωμα DEC1 υπάρχει ο Π-1 24V, ο οποίος αποτελείται από τους Π-1/1 24V, Π-1/2 24V και Π-1/3 24V για την τροφοδότηση του κυκλώματος φωτισμού.

3.4 Κατάστρωμα DEC2

Στο DEC2 υπάρχουν οι εξής γενικοί πίνακες: Π-2/1 220V /380V και Π-2 24V.

3.4.1 Σχέδιο 4. Ηλεκτρική Παροχή 220V/380V (DEC2)

Στο κατάστρωμα DEC2, ο Π-2 220V/380V τροφοδοτεί τα μονοφασικά φορτία (πλυντήριο πιάτων, σκούπα, TV, κουζίνα, stereo κτλ) μέσω των γραμμών παροχής Π2-1, Π2-2, ... , Π2-20.

3.4.2 Σχέδιο 5. Ηλεκτρική Παροχή 24V/12V (DEC2)

Στο κατάστρωμα DEC2 υπάρχει ο Π-2 24V, ο οποίος τροφοδοτεί το κύκλωμα φωτισμού μέσω των γραμμών παροχής Π2-1, Π2-2, ... , Π2-15.

3.5 Κατάστρωμα DEC3

Στο DEC3 υπάρχουν οι εξής γενικοί πίνακες: Π-3 220V, Π-3 24V και Π-3 12V.

3.5.1 Σχέδιο 6. Ηλεκτρική Παροχή 220V/380V (DEC3)

Στο κατάστρωμα DEC3, ο Π-3 220V τροφοδοτεί τα μονοφασικά φορτία μέσω των γραμμών παροχής Π3-1 και Π3-2.

3.5.2 Σχέδιο 7. Ηλεκτρική Παροχή 24V/12V (DEC3)

Στο κατάστρωμα DEC3 υπάρχει ο Π-3 24V ο οποίος τροφοδοτεί το φωτισμό του DEC και ο Π-3 12V, ο οποίος τροφοδοτεί τις καταναλώσεις (radar, GPS, VHF, κτλ) μέσω των γραμμών παροχής Π3-1, Π3-2, ... , Π3-8.

3.6 Γείωση

Η γείωση για την προστασία της εγκατάστασης θα γίνει με αντιδιαβρωτική καθοδική προστασία με ανοδία ψευδάργυρου ώστε να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης στην καρένα του σκάφους σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΕΛΟΤ HD 385 και σε συνεργασία με την rina.

Θα εφαρμοστεί πολλαπλή γείωση προστασίας με χωριστό αγωγό γείωσης από τον ουδέτερο.

Ο Γενικός Πίνακας συνδέεται με το TN-S πρότυπο γείωσης και στη συνέχεια μέσω αυτού θα γειωθούν όλοι οι μερικοί πίνακες και απ'αυτούς τους πίνακες μέσω

ιδιαιτέρου αγωγού για κάθε κύκλωμα θα γειώνονται οι συσκευές που τροφοδοτεί το κύκλωμα αυτό (φωτιστικά, ρευματοδότες).

Η ονομαστική διατομή των αγωγών γείωσης προστασίας των κυκλωμάτων θα είναι τουλάχιστον ίση με την διατομή των αγωγών του κυκλώματος για διατομές από $1,5 \text{ mm}^2$ μέχρι 16 mm^2 .

Η κεντρική γείωση του πλοίου θα είναι 16 mm^2 και θα συνδέεται με την πλάκα που βρίσκεται βυθισμένη στο νερό κάτω από το πάτωμα του πλοίου

- a) Το σύστημα γείωσης θα πρέπει να εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες: γείωση λειτουργίας (ουδέτερος)
- b) γείωση προστασίας και
- c) γείωση προστασίας από τους κεραυνούς.

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η αντίσταση γείωσης, το σύστημα γείωσης μπορεί να κατασκευαστεί ως ακολούθως:

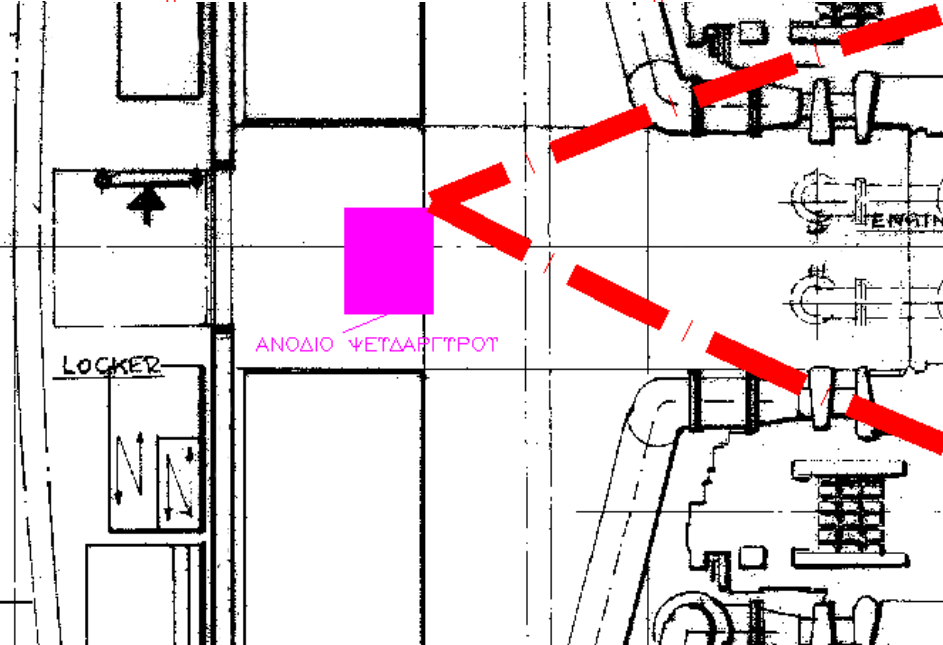
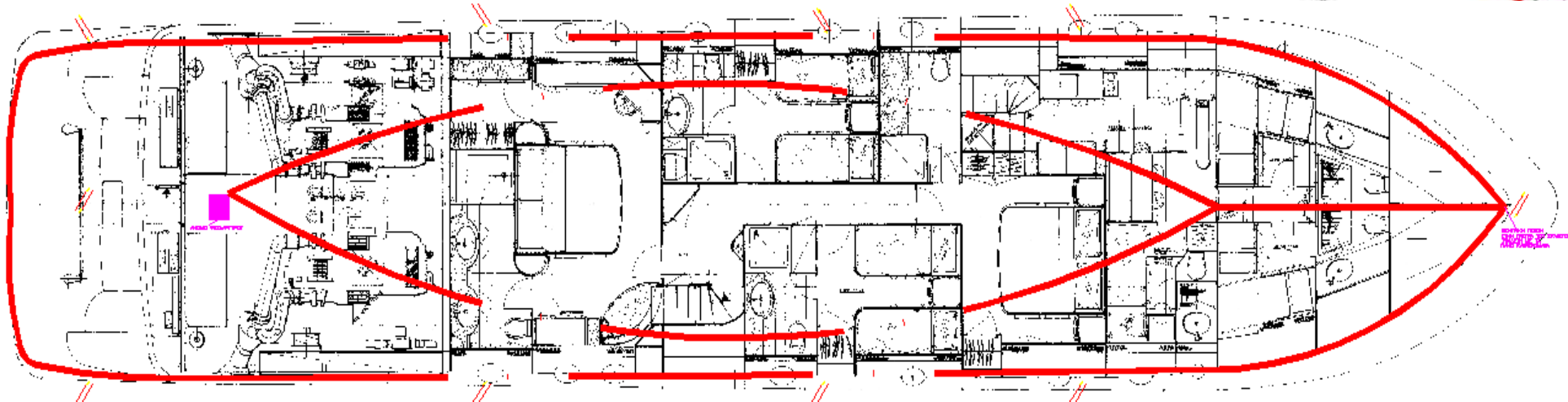
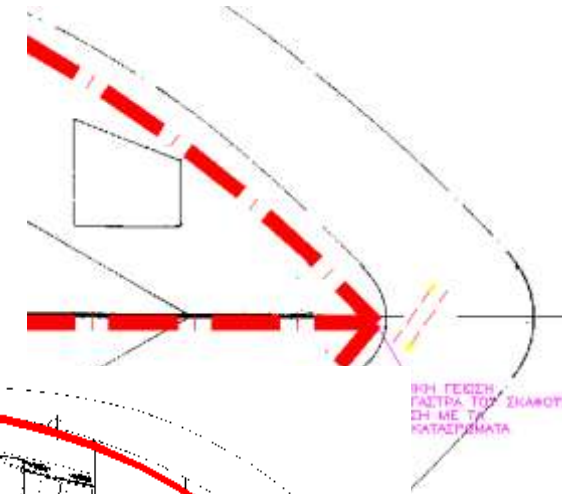
- a) ηλεκτρόδια γείωσης εγκατεστημένα σε σχήμα δακτυλίου (ring grounding electrode) γύρω από το πλοίο.
- b) ακτινικά ηλεκτρόδια γείωσης (radial grounding electrodes) κατευθυνόμενα εξωτερικά των γωνιών του δακτυλίου γείωσης και
- c) σε μεγάλο βάθος εγκατεστημένα ηλεκτρόδια (deep grounding electrodes) στο τέλος των ακτινικών ηλεκτροδίων γείωσης.







Το υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των σε σχήμα δακτυλίου και των ακτινικά εγκατεστημένων ηλεκτροδίων γείωσης μπορεί να είναι εν θερμό γαλβανισμένος χάλυβας σε λωρίδες (hot-galvanised strip steel), διαστάσεων $30 \times 3,5 \text{ mm}$.

3.6.1 Σχέδιο 8. Διάγραμμα Συστήματος Γείωσης

Όπως έχει προαναφερθεί και απεικονίζεται και στο γενικό ηλεκτρικό διάγραμμα του πλοίου, το σύστημα γείωσης συνδέεται με όλα τα μέρη του πλοίου (γεννήτριες, κινητήρες, καταναλώσεις) βάσει κανονισμού. Η κεντρική γείωση βρίσκεται στη γάστρα του σκάφους και συνδέεται με τα πάνω καταστρώματα (DEC1, DEC2 και DEC3).

Σε όλη την περίμετρο του σκάφους καθ'όλο το ύψος του γίνεται γεφύρωση των μεταλλικών σκωτίων και του χωροδικτύωματος με τους αγωγούς καθόδου στα σημεία στήριξης τους.



-  ΤΑΒΛΙΑ 40x4mm ΧΑΛΥΒΩΔΗ ΘΕΡΜΑ ΕΠΙΧΡΩΜΗΤΡΩΜΕΝΗ ΚΡΗΣΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΓΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΓΕΙΩΣΗ
-  ΚΑΒΔΙΟ Η07V-U 1x25 ΣΤΗΔΕΣΗΣ ΓΕΙΩΣΗΣ ΠΙΝΑΚΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΚΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ
-  ΧΑΛΥΒΩΔΗΣ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΘΟΔΩΤ-ΑΝΟΔΩΤ ΓΕΙΩΣΗΣ 40mm
-  ΓΕΦΥΡΙΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΣΤΗΛΕΚΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
-  ΣΤΗΔΕΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΣΤΟ ΪΔΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
-  ΣΤΗΔΕΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

3.7 Μονογραμμικά Ηλεκτρολογικά Σχέδια Ηλεκτρικών Πινάκων 12V/24V

Στα ακόλουθα σχέδια φαίνονται τα μονογραμμικά σχέδια των πινάκων και υποπινάκων και η λεπτομερής συγκρότηση του κάθε πίνακα (διακόπτες, ασφάλεις, καλώδια). Πιο συγκεκριμένα:

3.7.1 Σχέδια 9-16. Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Ηλεκτρικών Πινάκων 12V/24V

Υπάρχει ένας ΓΠ διανομής χαμηλής τάσης 24V, ο οποίος φεύγει σε τέσσερις ηλεκτρικούς πίνακες στο DEC1 (ΓΠ 24V DC, Π1 24V DC, Π1/2 24V DC, Π1/3 24V DC), έναν ηλεκτρικό πίνακα στο DEC2 (Π2 24V DC) και έναν ηλεκτρικό πίνακα (Π3 24V DC) στο DEC3. Επίσης, υπάρχει ένας ΓΠ διανομής χαμηλής τάσης 12V, ο οποίος αναχωρεί προς έναν ηλεκτρικό πίνακα (Π3 12V DC) στο DEC3. Πιο συγκεκριμένα, στα σχέδια αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά τα μονογραμμικά ηλεκτρολογικά σχέδια των εξής ηλεκτρικών πινάκων:

I. ΓΠ Διανομής Χαμηλής Τάσης 24V DC (Σχέδιο 9)

Άφιξη Πίνακα από Γεννήτρια P=4,76kW

- (1) Πίνακας ΓΠ, P=0,96kW
- (2) Πίνακας Π1, P=0,52kW
- (3) Πίνακας Π1/2, P=0,88kW
- (4) Πίνακας Π1/3, P=0,56kW
- (5) Πίνακας Π2, P=1,68kW
- (6) Πίνακας Π3, P=0,16kW

II. ΓΠ 24V DC Πίνακας Εσωτερικού Φωτισμού Μηχανοστασίου (DEC1)

(Σχέδιο 10)

Άφιξη Πίνακα ΓΠ από Κεντρικό Πίνακα P=0,96kW

- (1) Φωτισμός, P=0,08kW
- (2) Φωτισμός, P=0,08kW
- (3) Φωτισμός, P=0,08kW

- (4) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (5) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (6) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (7) Ρευματοδότες 24V DC, $P=0,24\text{kW}$
- (8) Ρευματοδότες 24V DC, $P=0,24\text{kW}$

III. Π1 24V DC Πίνακας Εσωτερικού Φωτισμού Δωματίων (DEC1) (Σχέδιο 11)

Αφιξη Πίνακα Π1 από Κεντρικό Πίνακα $P=0,52\text{kW}$

- (1) Φωτισμός, $P=0,04\text{kW}$
- (2) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (3) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (4) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$
- (5) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$
- (6) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$

IV. Π1/2 24V DC Πίνακας Εσωτερικού Φωτισμού Δωματίων (DEC1) (Σχέδιο 12)

Αφιξη Πίνακα Π1/2 από Κεντρικό Πίνακα $P=0,88\text{kW}$

- (1) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (2) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (3) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (4) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (5) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (6) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (7) Φωτισμός, $P=0,10\text{kW}$
- (8) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (9) Φωτισμός, $P=0,10\text{kW}$
- (10) Φωτισμός, $P=0,10\text{kW}$
- (11) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$

V. Π1/3 24V DC Πίνακας Εσωτερικού Φωτισμού Δωματίων (DEC1) (Σχέδιο 13)

Αφιξη Πίνακα Π1/3 από Κεντρικό Πίνακα $P=0,56\text{kW}$

- (1) Φωτισμός, $P=0,04\text{kW}$
- (2) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (3) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$
- (4) Φωτισμός, $P=0,10\text{kW}$
- (5) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (6) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (7) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$

VI. Π2 24V DC Πίνακας Εσωτερικού Φωτισμού Δωματίων (DEC2) (Σχέδιο 14)

Αφιξη Πίνακα Π2 από Κεντρικό Πίνακα $P=1,68\text{kW}$

- (1) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (2) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (3) Φωτισμός, $P=0,24\text{kW}$
- (4) Φωτισμός, $P=0,14\text{kW}$
- (5) Φωτισμός, $P=0,14\text{kW}$
- (6) Φωτισμός, $P=0,14\text{kW}$
- (7) Φωτισμός, $P=0,04\text{kW}$
- (8) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (9) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$
- (10) Φωτισμός, $P=0,08\text{kW}$
- (11) Φωτισμός, $P=0,06\text{kW}$
- (12) Φωτισμός, $P=0,14\text{kW}$
- (13) Φωτισμός, $P=0,14\text{kW}$
- (14) Φωτισμός, $P=0,10\text{kW}$
- (15) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$

VII. Π3 24V DC Πίνακας Εσωτερικού Φωτισμού Δωματίων (DEC3) (Σχέδιο 15)

Αφιξη Πίνακα Π3 από Κεντρικό Πίνακα $P=0,16\text{kW}$

- (1) Φωτισμός, $P=0,04\text{kW}$
- (2) Φωτισμός, $P=0,12\text{kW}$

VIII. Π3 12V DC Πίνακας για Φώτα Πλοήγησης (DEC3) (Σχέδιο 16)

Άφιξη Πίνακα Π3 από Κεντρικό Πίνακα $P=0,09kW$

- (1) Φωτισμός πρίμνης 160 μοίρες, $P= 0,01kW$
- (2) Φωτισμός πλοήγησης, $P=0,01kW$
- (3) Φωτισμός κόκκινο χρώμα, $P=0,01kW$
- (4) Φωτισμός πράσινο χρώμα, $P=0,01kW$
- (5) Φωτισμός 360 μοίρες, $P=0,12kW$
- (6) GPS, $P=0,01kW$
- (7) VHF, $P=0,025kW$
- (8) RADAR, $P=0,$

Στα επιμέρους σχέδια φαίνεται λεπτομερώς η διαστασιολόγηση των καλωδίων (τύπος, μήκος, διατομή) καθώς επίσης και τα μέτρα προστασίας από βραχυκυκλώματα, ήτοι μικροαυτόματοι.

3.8 Μονογραμμικά Ηλεκτρολογικά Σχέδια Ηλεκτρικών Πινάκων 220V/380V

3.8.1 Σχέδια 17-23. Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Ηλεκτρικών Πινάκων 220V/380V

Πιο συγκεκριμένα, στο σχέδιο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά τα μονογραμμικά ηλεκτρολογικά σχέδια των εξής ηλεκτρικών πινάκων:

I. ΓΠ Χαμηλής Τάσης (Σχέδιο 17)

Άφιξη ΓΠ Χαμηλής Τάσης από Πίνακα ΔΕΗ P=66,7kW

- (1) Π1/1 DEC1, P=2,50kW
- (2) Π1/2 DEC1, P=6,10kW
- (3) Π1/3 DEC1, P=7,40kW
- (4) Π2/1 DEC2, P=12,30kW
- (5) Π3/1 DEC3, P=1,10kW
- (6) Πίνακας Μηχανοστασίου, P=37,30kW

II. Π1/1 (DEC1) (Σχέδιο 18)

Άφιξη Π1/1 από ΓΠΧΤ P=2,50kW

- (1) Fan-Coils, P=0,10kW
- (2) Stereo, Mini Bar, TV, P=0,90kW
- (3) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,5kW

III. Π1/2 (DEC1) (Σχέδιο 19)

Άφιξη Π1/2 από ΓΠΧΤ P=6,10kW

- (1) Fan-Coils, P=0,10kW
- (2) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,5kW
- (3) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,5kW
- (4) Stereo, Mini Bar, TV, P=0,90kW
- (5) Stereo, Mini Bar, TV, P=0,90kW
- (6) Fan-Coils, P=0,10kW

- (7) Fan-Coils, P=0,10kW
- (8) Stereo, Mini Bar, TV, P=0,90kW
- (9) Fan-Coils, P=0,10kW

IV. Π1/3 (DEC1) (Σχέδιο 20)

Άφιξη Π1/3 από ΓΠΧΤ P=7,40kW

- (1) Ρευματοδότες, P=0,90kW
- (2) Ρευματοδότες, P=0,60kW
- (3) Σιδερωτήριο, P=1,50kW
- (4) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,50kW
- (5) Πλυντήριο Ρούχων-Στεγνωτήριο, P=2,00kW
- (6) Stereo, TV, P=0,60kW
- (7) Fan-Coils, P=0,10kW
- (8) Fan-Coils, P=0,10kW
- (9) Fan-Coils, P=0,10kW

V. Π2/1 (DEC2) (Σχέδιο 21)

Άφιξη Π2/1 από ΓΠΧΤ P=12,30kW

- (1) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,50kW
- (2) Stereo, Mini Bar, TV, P=0,90kW
- (3) Ρευματοδότες, P=0,90kW
- (4) Πλυντήριο Πιάτων, P=1,00kW
- (5) Ρευματοδότες, P=1,00kW
- (6) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,50kW
- (7) Stereo, Mini Bar, TV, P=0,90kW
- (8) Ηλεκτρική Σκούπα, P=1,50kW
- (9) Ρευματοδότες, Ψυγεία, P=0,90kW
- (10) Γραμμή Ρευματοδοτών, P=1,20kW
- (11) Fan-Coils, P=0,10kW
- (12) Fan-Coils, P=0,10kW
- (13) Fan-Coils, P=0,10kW
- (14) Fan-Coils, P=0,10kW
- (15) Fan-Coils, P=0,10kW
- (16) Fan-Coils, P=0,10kW

- (17) Fan-Coils, P=0,10kW
- (18) Fan-Coils, P=0,10kW
- (19) Fan-Coils, P=0,10kW
- (20) Fan-Coils, P=0,10kW

VI. Π3/1 (DEC3) (Σχέδιο 22)

Άφιξη Π3/1 από ΓΠΧΤ P=1,10kW

- (1) Fan-Coils, P=0,10kW
- (2) Ρευματοδότης (Ηλεκτρική Σκούπα), P=1,00kW

VII. Πίνακας Μηχανοστασίου (Σχέδιο 23)

Άφιξη Πίνακα Μηχανοστασίου από ΓΠΧΤ P=37,30kW

- (1) Flaps, P=2,20kW
- (2) Τιμόνι, P=2,20kW
- (3) Αντλία Γλυκού Νερού Νο1, P=0,55kW
- (4) Αντλία Γλυκού Νερού Νο2, P=0,55kW
- (5) Αντλία Θαλάσσιου Νερού Νο1, P=0,55kW
- (6) Αντλία Θαλάσσιου Νερού Νο2, P=0,55kW
- (7) Αντλία Λυμάτων, P=4,00kW
- (8) Βίντζι Πίσω Μέρους Νο1, P=1,10kW
- (9) Βίντζι Πίσω Μέρους Νο2, P=1,10kW
- (10) Ανεμιστήρας Μηχανοστασίου Νο1, P=0,75kW
- (11) Ανεμιστήρας Μηχανοστασίου Νο2, P=0,75kW
- (12) Γερανός, P=10,00kW
- (13) Βίντζι Άγκυρας Νο1, P=1,50kW
- (14) Βίντζι Άγκυρας Νο2, P=1,50kW
- (15) Ψύκτης, P=10,00kW

Οι παραπάνω ηλεκτρικοί πίνακες είναι αυτοστήρικτοι τύπου πεδίων, IP 23.

Επίλογος

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκε η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του γιοτ Falcon 103'. Στα τρία κεφάλαια που προηγήθηκαν παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ηλεκτρικού συστήματος των βοηθητικών λειτουργιών του πλοίου, σε θεωρητικό επίπεδο αλλά και σε πιο τεχνικό. Σαφώς το αντικείμενο μελέτης αποτελεί μια εξειδικευμένη πτυχή της ναυπηγικής και ακόμη περισσότερο της επιστήμης του ηλεκτρολόγου. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε και το μεγάλο πρόβλημα εκπόνησης της εργασίας καθώς οι εξειδικευμένοι τεχνίτες είναι δυσεύρετοι και οι δημοσιευμένες μελέτες ελάχιστες. Στα πλαίσια της μελέτης, θεωρούμε πως πετύχαμε τους δύο στόχους που θέσαμε στην εισαγωγή. Αφενός συντάξαμε ένα εγχειρίδιο με όλες τις πληροφορίες σχετικά με το ηλεκτρικό σύστημα των βοηθητικών λειτουργιών του πλοίου και αφετέρου συντάξαμε μια ηλεκτρολογική μελέτη με την τεχνική της έκθεση σε μια απτή εφαρμογή.

Βιβλιογραφία

1. **ortsa.gr** Ηλεκτρονικό περιοδικό για τη **Θαλασσα** Εναλλασσόμενο Ρεύμα στο Σκάφος [Ηλεκτρονικό] // www.ortsa.gr.
2. **Ζερβάκος Α.** Μελέτη και κατασκευή ηλεκτρονικής διάταξης για υβριδικό όχημα [Βιβλίο]. - Πάτρα : Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας, Πανεπιστήμιο Πατρών,, 2009.
3. **Βλανόπουλος Φ.** Διερεύνηση Δυνατοτήτων Κατάρτισης Σχεδίου Προγραμματισμένης Συντήρησης σε Εξοπλισμό Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων Πλοίων [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2011.
4. **Ράπτης Δ** Ανάλυση Λειτουργίας Ασύγχρονου Κινητήρα Τροφοδοτούμενο απο Μετατροπέα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π. Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, 2004.
5. **Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας Ε** Συγχρονισμός Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους με το Δίκτυο [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π. - Τμήμα Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, 2006.
6. **Μαρινακης Ι.** Ηλεκτρικοί Κινητήρες <http://imarinakis.webs.com>
7. **Ι.Κ. Χατζηλάου Γ. Γαλάνης, Ν. Πιρτζινίδης ,** Σύστημα Ηλεκτροπρόωσης Υποβρυχίου με Ηλεκτροκίνητα Μέσα Μεταφοράς στην Ελλάδα [Βιβλίο]. - Αθήνα : ΤΕΕ, 2006.
8. **Ι.Μ. Προυσαλίδης Ι.Κ. Χατζηλάου, Ε. Στυβακτάκης ,** Ηλεκτροπρόωση Πλοίων και Πλήρως Εξηλεκτρισμένο Πλοίο [Βιβλίο]. - Αθήνα : ΤΕΕ, 2006.
9. **Μ.Ε. Μονιάκης Μ** Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις ΙΙ [Βιβλίο]. - Ηράκλειο Κρήτης , : Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, 2010.

10. **Μπαϊραχτάρης Ν** Μελέτη και κατασκευή συστήματος ελέγχου ηλεκτροκίνητου μικρού πλωτού μέσου μεταφοράς [Βιβλίο]. - Πάτρα : [s.n.], 2009.
11. **Πολυχρονόπουλος Π** Σχεδιασμός και Μελέτη Μεταβατικής Συμπεριφοράς Αξονικής Γεννήτριας Πλοίου [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος, 2011.
12. **Πετράκης Γ.** Κλιματισμός στο Σκάφος [Ηλεκτρονικό] // www.ortsa.gr. - 2008.
13. **Αναγνωστάτος Σ** Κέντρα Δεδομένων - Πυροπροστασία και Συστήματα Πυρόσβεσης [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, 2008.
14. **Καραπατάκης Σ** Σχεδίαση - Τεχνολογία Κατασκευής και Βιομηχανοποίηση Παραγωγής Ολισθάκατων Αλουμινίου [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π. - Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, 2008.
15. **Σημειώσεις Βιομηχανικών Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας Σ** Γεννήτριες Εναλλασσόμενου Ρεύματος [Βιβλίο]. - Καβάλα : Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, 2005.
16. **Μποζανίνου Τ** Ναυμαχίες Συμφερόντων στην Ε.Ε. [Βιβλίο]. - Αθήνα : Εφημερίδα ΤΟ ΒΗΜΑ, 2000.
17. **Τάβλας Ατσαλής** , Επιλογή Συστήματος Θέρμανσης - Ψύξης - Δροσισμού [Ηλεκτρονικό] // www.tavlasatsalis.gr. - 2009.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ο υπολογισμός της έντασης σε AMPERE, έγινε σύμφωνα με τον τύπο

$$I=P/(3*V*\cos\phi)$$

όπου:

- P Ισχύς σε Watt
- V Τάση φασική σε Volt

Ο υπολογισμός πτώσης της τάσης, έγινε σύμφωνα με τον τύπο

$$u = (\rho *I*I*\cos\phi)/S$$

όπου:

- $\rho = 0,0176 \Omega *mm^2 / m$ για χαλκό
- I μήκος αγωγού
- u πτώση τάσης.
- S διατομή αγωγού.
- Cosφ συνημίτονο κατανάλωσης

Πίνακας 6 Πίνακας Μηχανοστασίου

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A) /φαση	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A) /φαση
1.flaps	2200	220	0,86	3,875968992	10
2.TIMONI	2200	220	0,87	3,831417625	10
3.ANTΛΙΑ ΓΛ. ΝΕΡ. 1	550	220	0,89	0,936329588	10
4.ANTΛΙΑ ΓΛ.ΝΕΡ. 2	550	220	0,89	0,936329588	10
5.ANTΛΙΑ ΘΑΛ. ΝΕΡ.	550	220	0,89	0,936329588	10
6.ANTΛΙΑ ΘΑΛ. ΝΕΡ	550	220	0,89	0,936329588	10
7.ANTIA ΛΥΜΑΤΩΝ	4000	220	0,85	7,130124777	16
8.BINTΣI ΠIΣΩ 1	1100	220	0,88	1,893939394	10
9.BINTΣI ΠIΣΩ 2	1100	220	0,88	1,893939394	10
10.AΝΕΜIΣΤΗΡΑΣ	750	220	0,9	1,262626263	10
11.AΝΕΜIΣΤΗΡΑΣ	750	220	0,9	1,262626263	10

12.ΓΕΡΑΝΟΣ	10000	220	0,8	18,93939394	25
13.ΒΙΝΤΣΙ ΑΓΚΥΡΑΣ 1	1500	220	0,85	2,673796791	10
14.ΒΙΝΤΣΙ ΑΓΚΥΡΑΣ	1500	220	0,85	2,673796791	10
15.ΨΥΚΤΗΣ	10000	220	1	15,15151515	20
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	37300				ΓΕΝ. ΑΣΦ. 3x50Α

Πίνακας 7 Πίνακας Π1/1

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A)	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A) /φαση
1.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
2.STEREO,M BAR,TV	900	220	1	4,090909091	16
3.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	2500				ΓΕΝ. ΑΣΦ. 3x20Α

Πίνακας 8 Πίνακας Π1/2

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A)	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A)/φαση
1.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
2.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
3.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
4.STEREO,M BAR,TV	900	220	1	4,090909091	16
5.STEREO,M BAR,TV	900	220	1	4,090909091	16
6.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
7.FANCOIL	100	220	1	0,454545455	10
8.STEREO,M BAR,TV	900	220	1	4,090909091	16
9.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	6100				ΓΕΝ. ΑΣΦ. 3x25Α

Πίνακας 9 Πίνακας Π1/3

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A)	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A) /φαση
1.ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	900	220	1	4,090909091	16
2.ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	600	220	1	2,727272727	16
3.ΣΙΔΕΡΩΤΗΡΙΟ	1500	220	1	6,818181818	16
4.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
5.ΠΛΥΝΤ. ΡΟΥΧΩΝ	2000	220	1	9,090909091	16
6.STEREO,TV	600	220	1	2,727272727	16
7.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
8.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
9.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	7400	220	1		ΓΕΝ. ΑΣΦ. 3x25A

Πίνακας 10 Πίνακας Π2/1

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A)	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A) φαση
1.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
2.STEREO,TV,M BAR	900	220	1	4,090909091	16
3.ΚΟΥΖΙΝΑ	4000	220	1	18,18181818	16
4.ΠΛΥΝΤ. ΠΙΑΤΩΝ	1000	220	1	4,545454545	16
5.ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΗΣ	1000	220	1	4,545454545	16
6.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
7.STEREO,TV,M BAR	900	220	1	4,090909091	16
8.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1500	220	1	6,818181818	16
9.ΡΕΥΜΑΤΟΔ. ΨΥΓΕΙΑ	900	220	1	4,090909091	16
10.ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	1200	220	1	5,454545455	16
11.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10

12.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
13.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
14.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
15.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
16.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
17.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
18.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
19.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
20.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	15400				ΓΕΝ. ΑΣΦ. 3x25A

Πίνακας 11 Πίνακας Π3/1

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A)	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A)
1.FAN-COIL	100	220	1	0,454545455	10
2.ΗΛ. ΣΚΟΥΠΑ	1000	220	1	4,545454545	16
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	1100				ΓΕΝ. ΑΣΦ. 1x25A

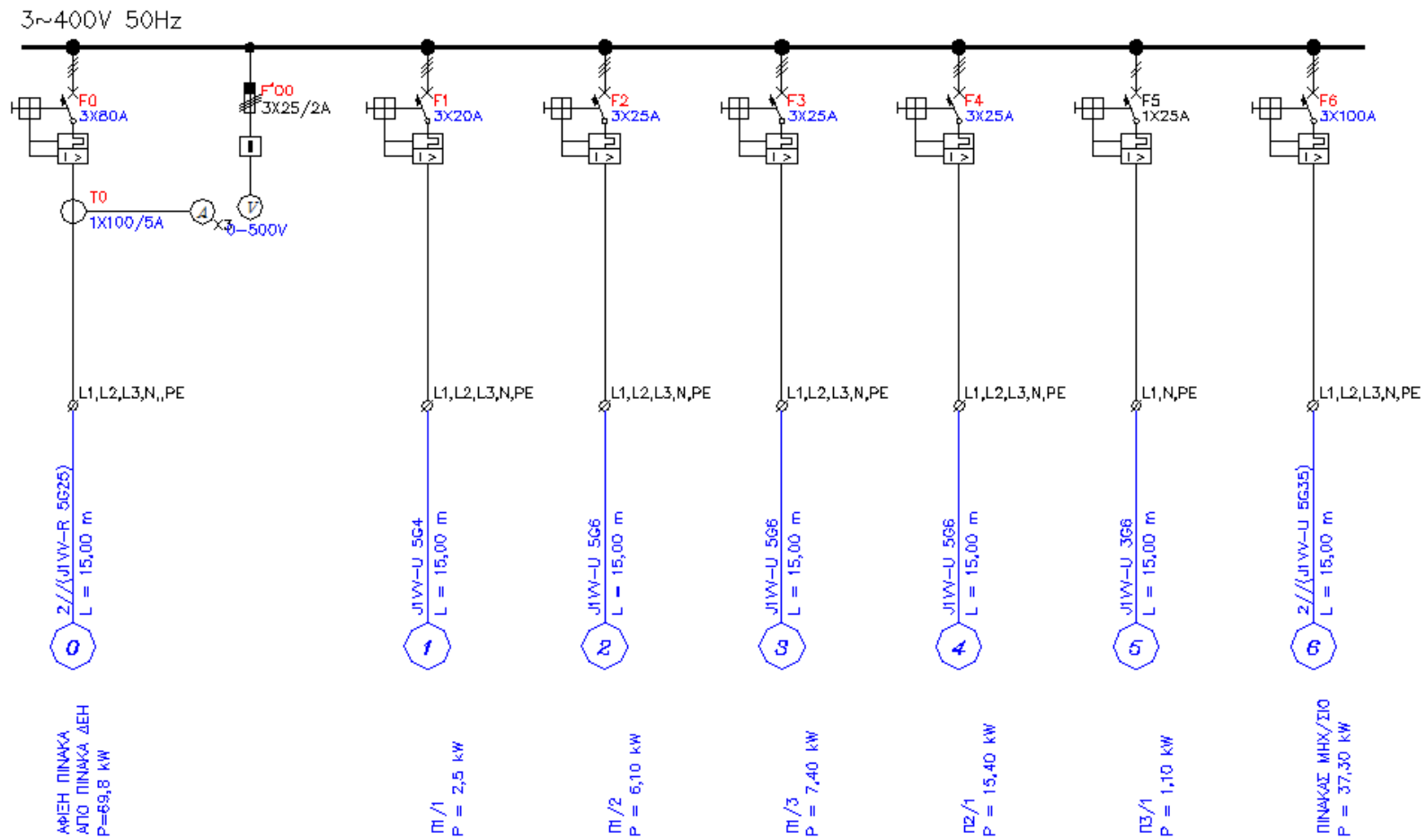
Πίνακας 12 Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης

A/A	Pφ(W)	Vφ(V)	cosφ	I (A) /φαση	ΑΣΦΑΛΕΙΑ (A)
Π 1/1	2500	220	1	3,787878788	3x20
Π 1/2	6100	220	1	9,242424242	3x25
Π 1/3	7400	220	1	11,21212121	3x25
Π 2/1	15400	220	1	23,33333333	3x25
Π 3/1	1100	220	1	5	1x25
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΗΧΑΝ/ΣΙΟ	37300	220	0,85	66,48841355	3x50
ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ	69800				3x80

Πίνακας 13 Πίνακας επιτρεπόμενων φορτίων καλωδίων

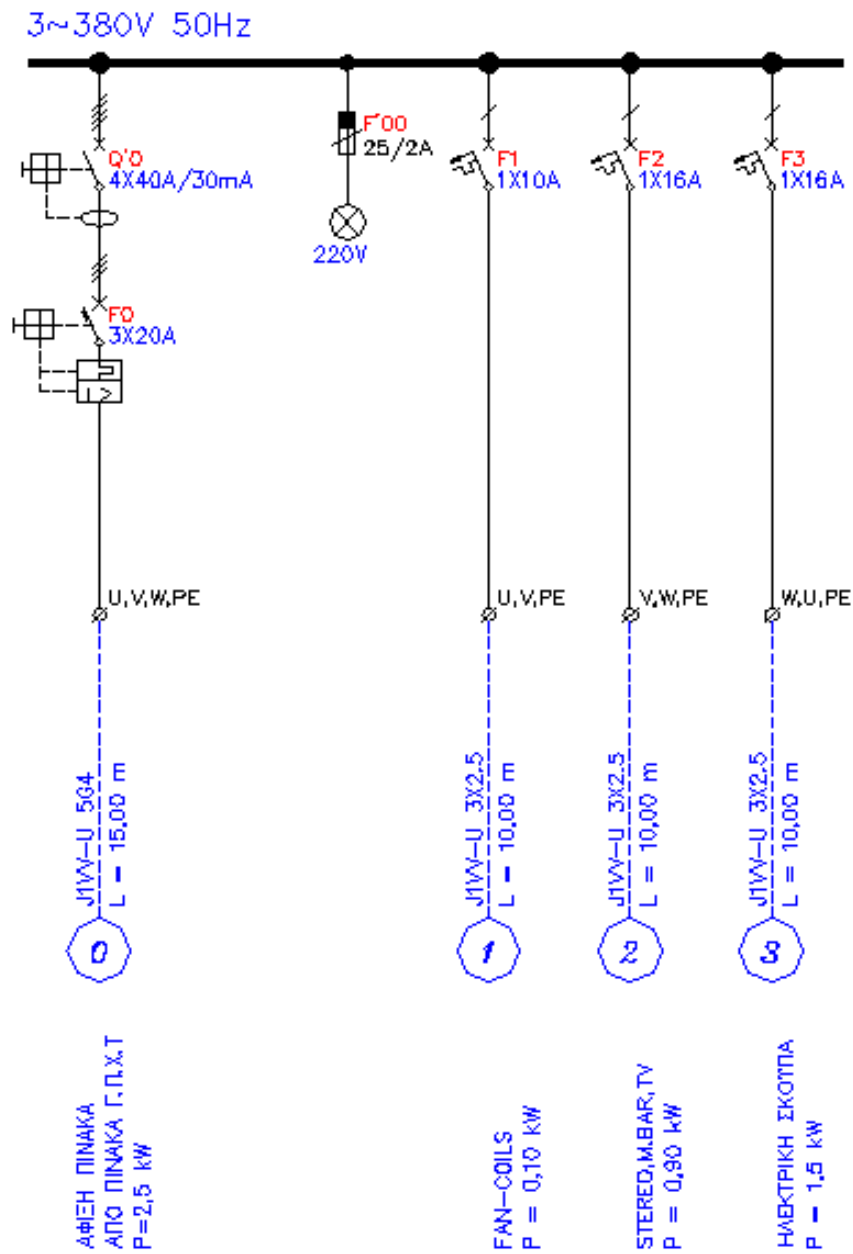
ΔΙΑΤΟΜΗ σε mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
ΑΣΦΑΛΕΙΑ σε Α	6	10	16	20	25	35	50	80	100	125

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ

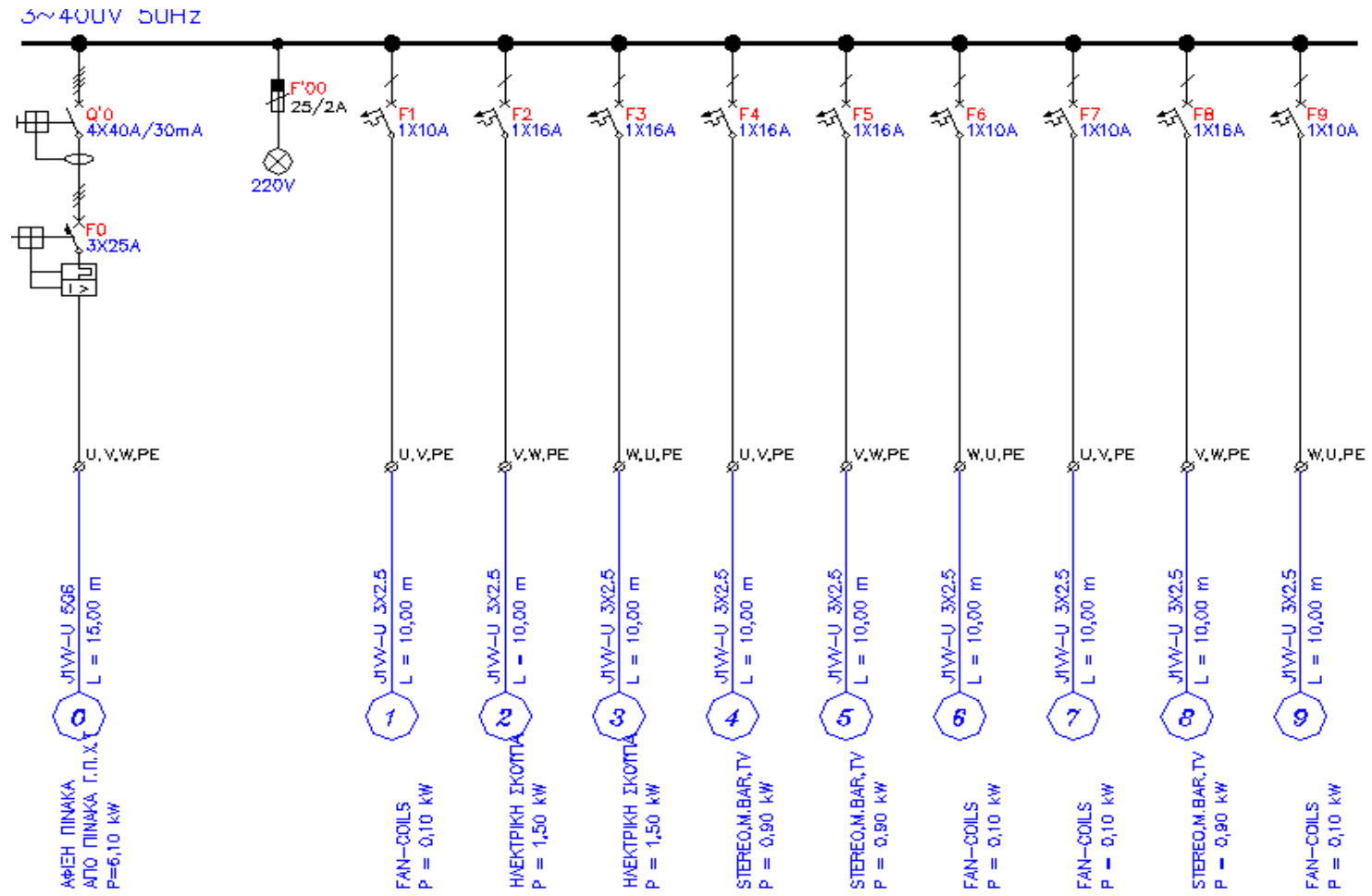


ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΑΥΤΟΣΤΗΡΙΚΤΟΣ ΤΥΠΟΣ ΠΕΔΙΩΝ
 ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

Εικόνα 30 Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης

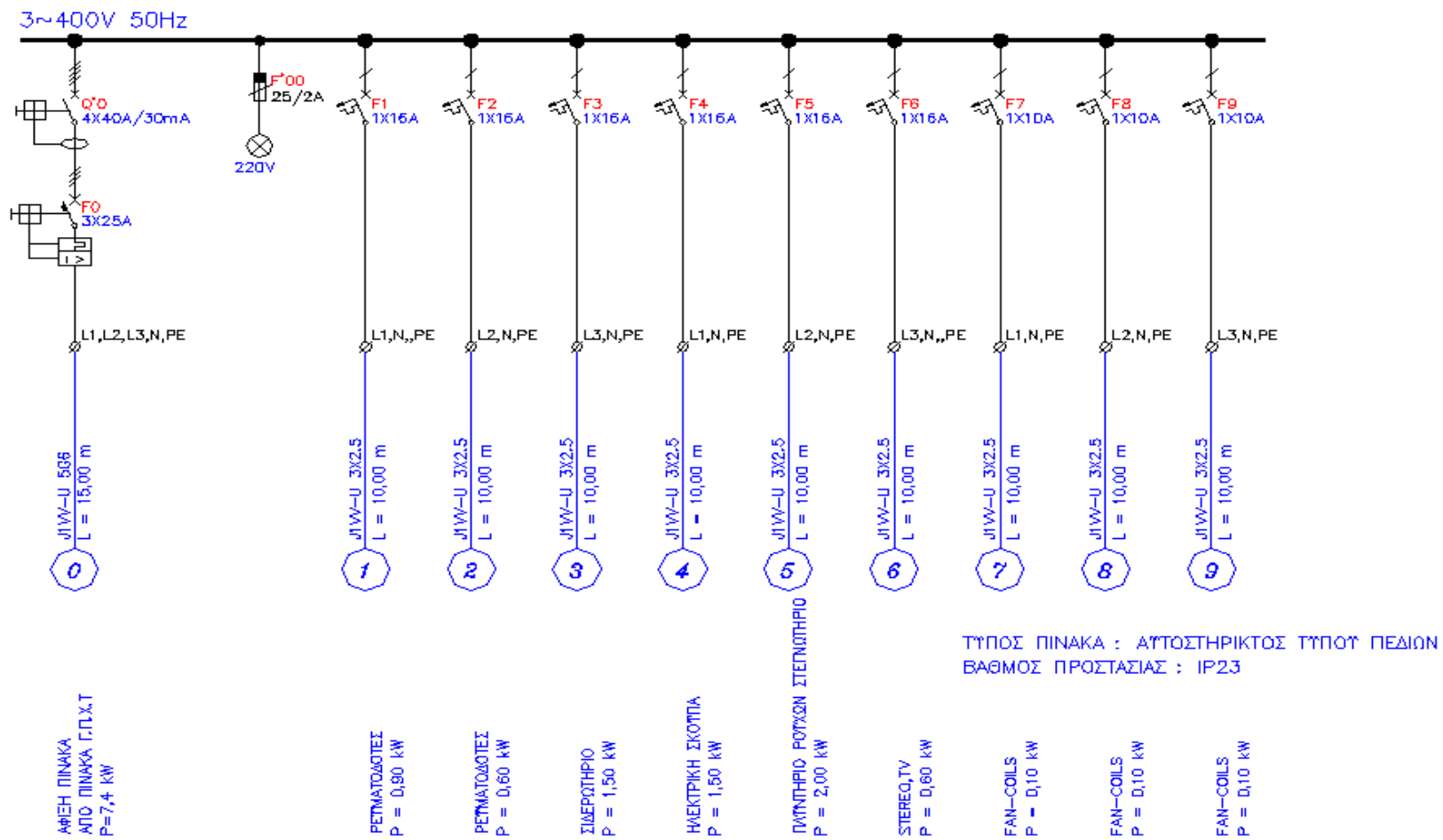


Εικόνα 31 Πίνακας Π1/1



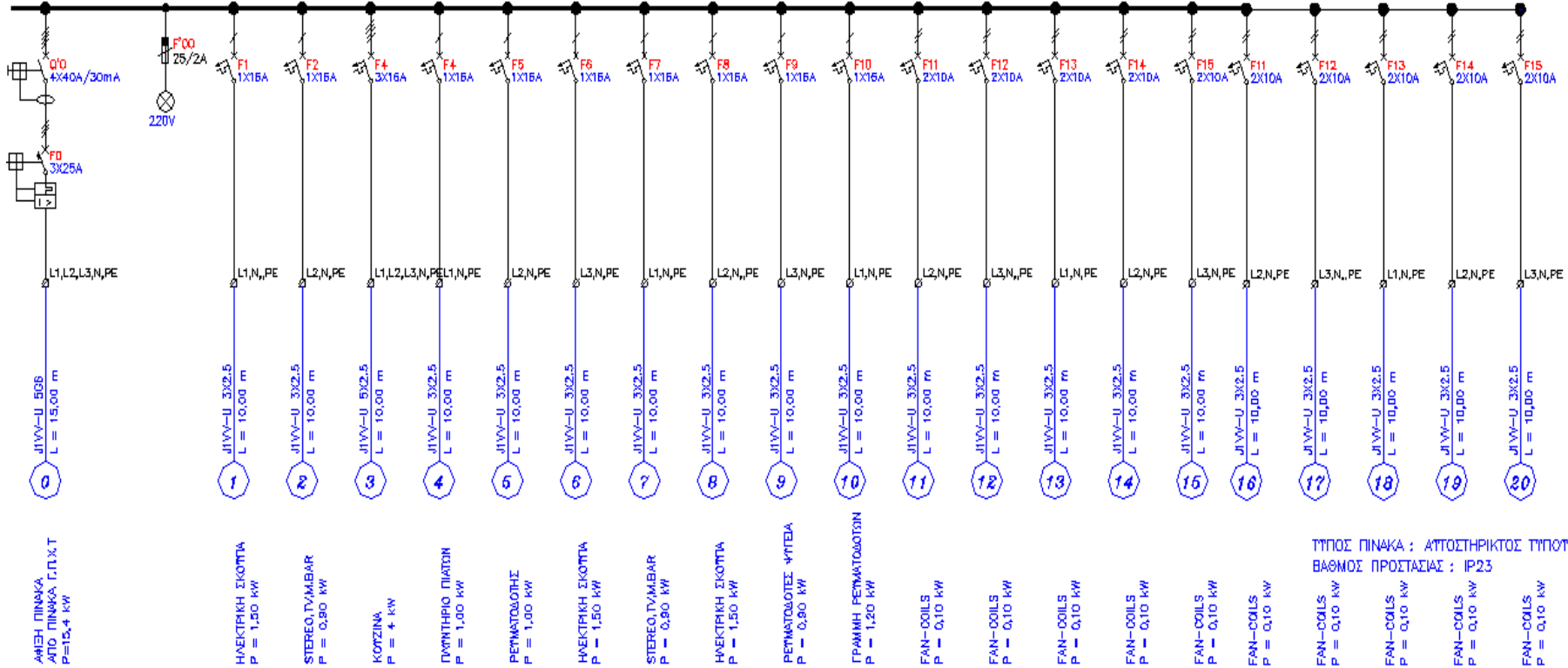
ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΑΥΤΟΣΤΗΡΙΚΤΟΣ ΤΥΠΟΥ ΠΕΔΙΩΝ
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

Εικόνα 32 Πίνακας Π1/2



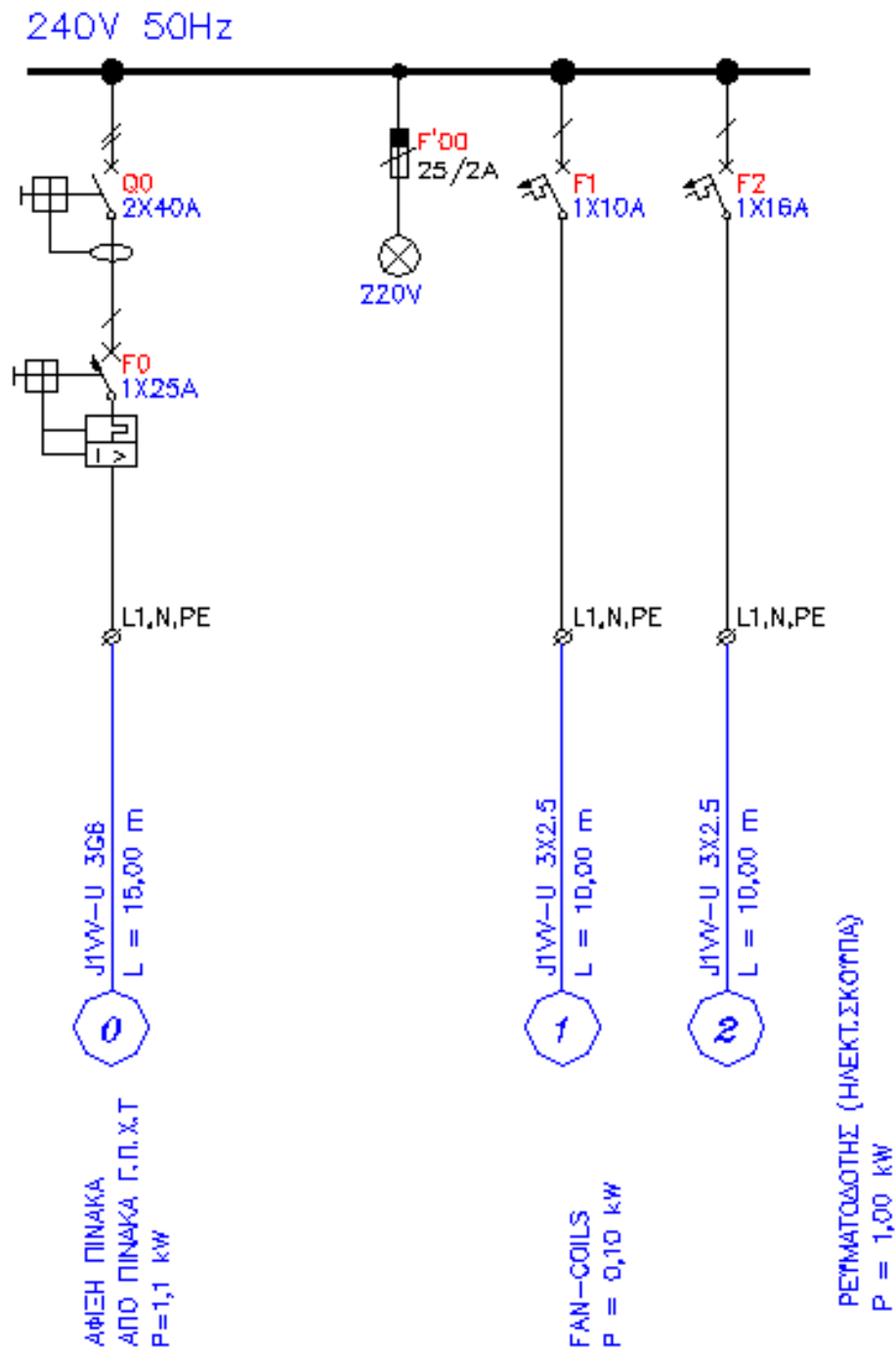
Εικόνα 33 Πίνακας Π1/3

3~400V 50Hz

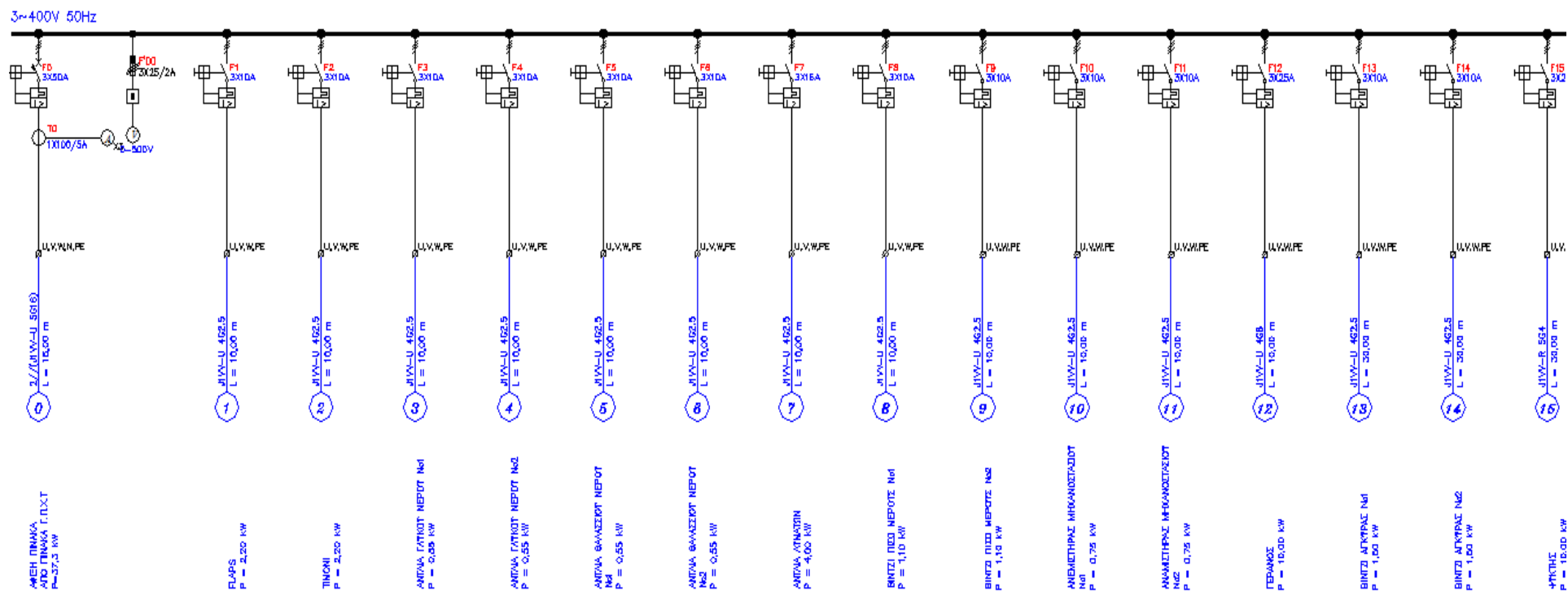


ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΑΥΤΟΣΤΗΡΙΚΤΟΣ ΤΥΠΟΥ ΠΕΔΙΩΝ
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

Εικόνα 34 Πίνακας Π2/1

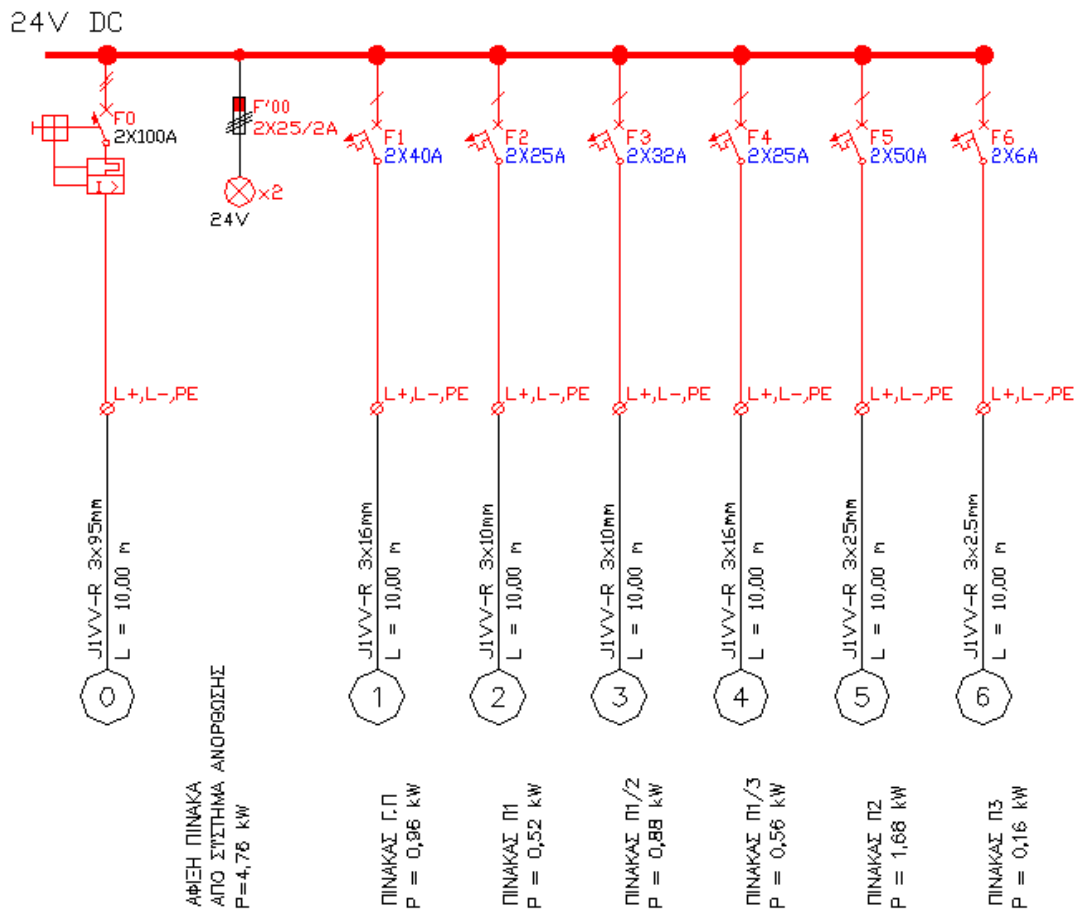


Εικόνα 35 Πίνακας Π3/1

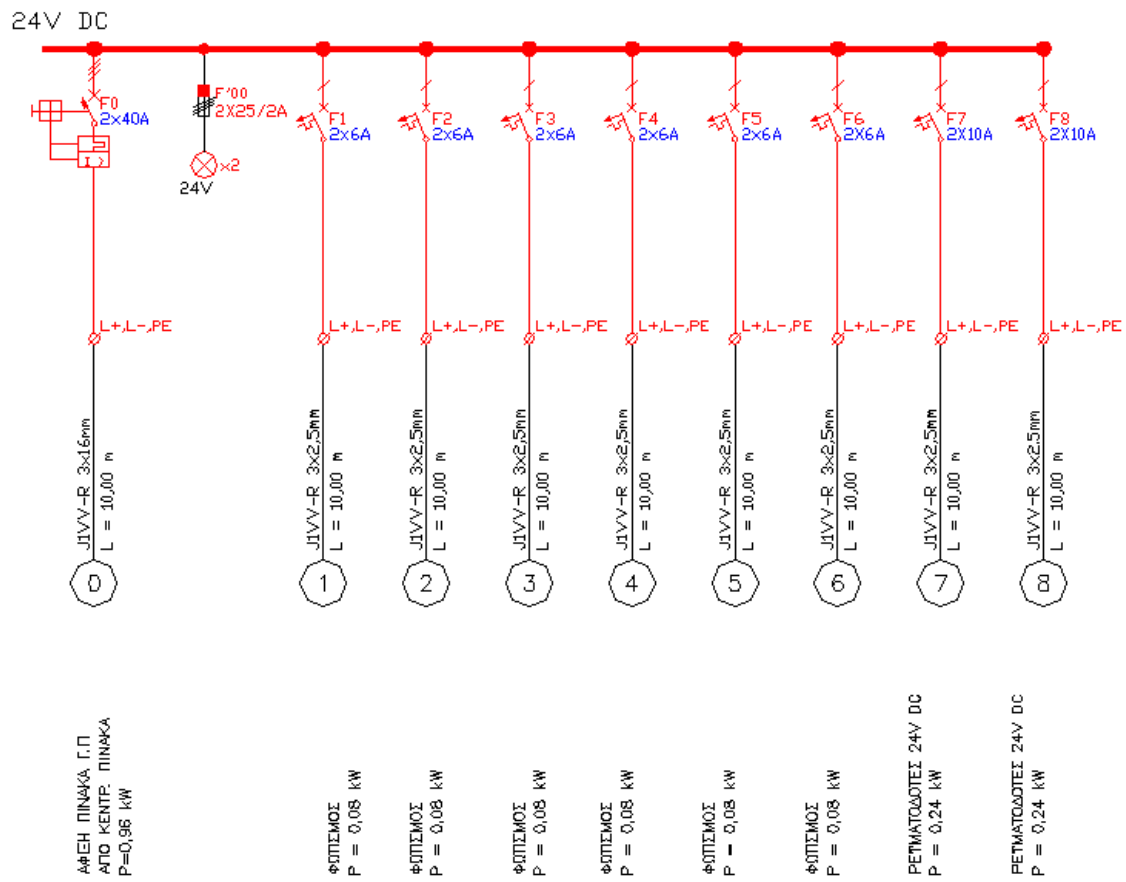


ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΑΠΟΣΤΗΡΙΚΤΟΣ ΤΥΠΟΥ ΠΕΔΩΝ

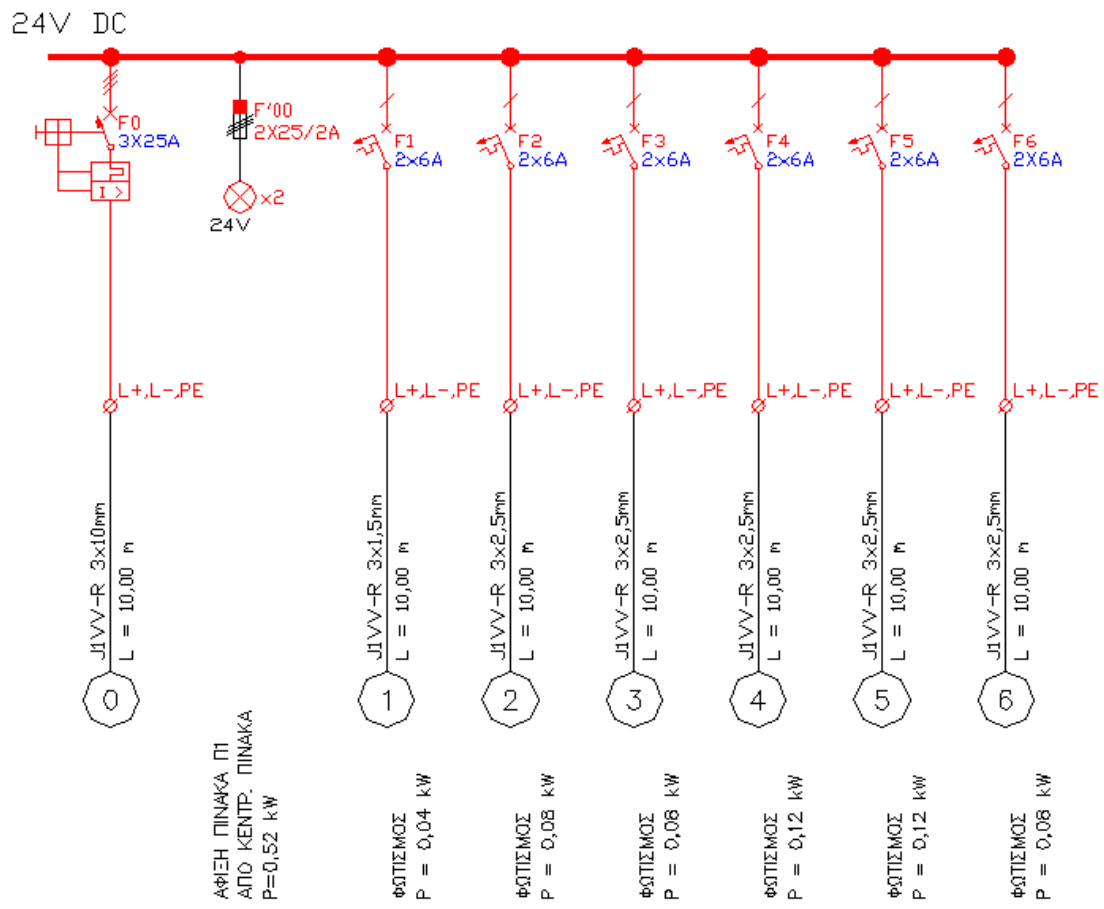
Εικόνα 36 Πίνακας Μηχανοστασίου



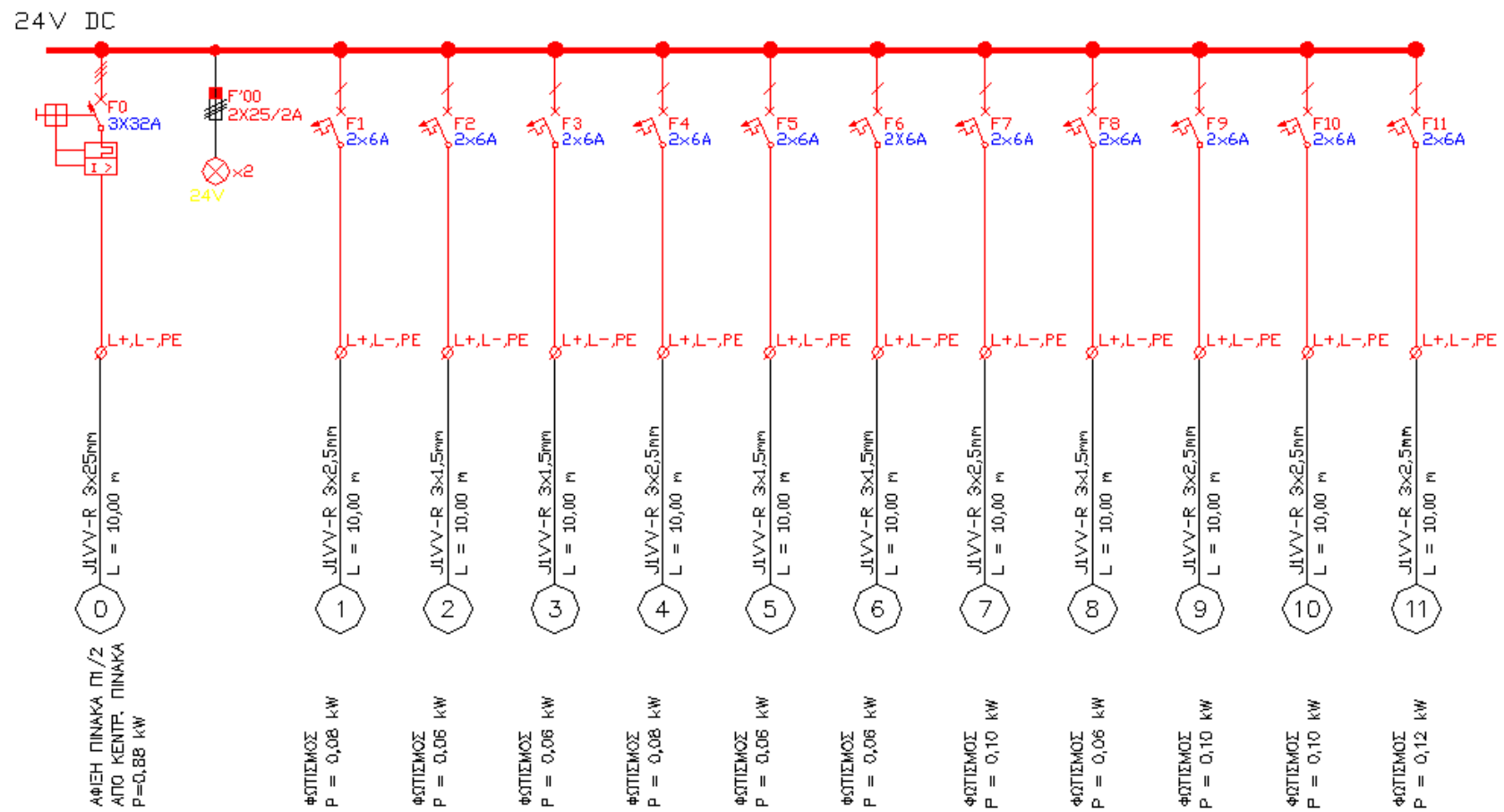
Εικόνα 37 Γενικός πίνακας διανομής χαμηλής τάσης 24V DC



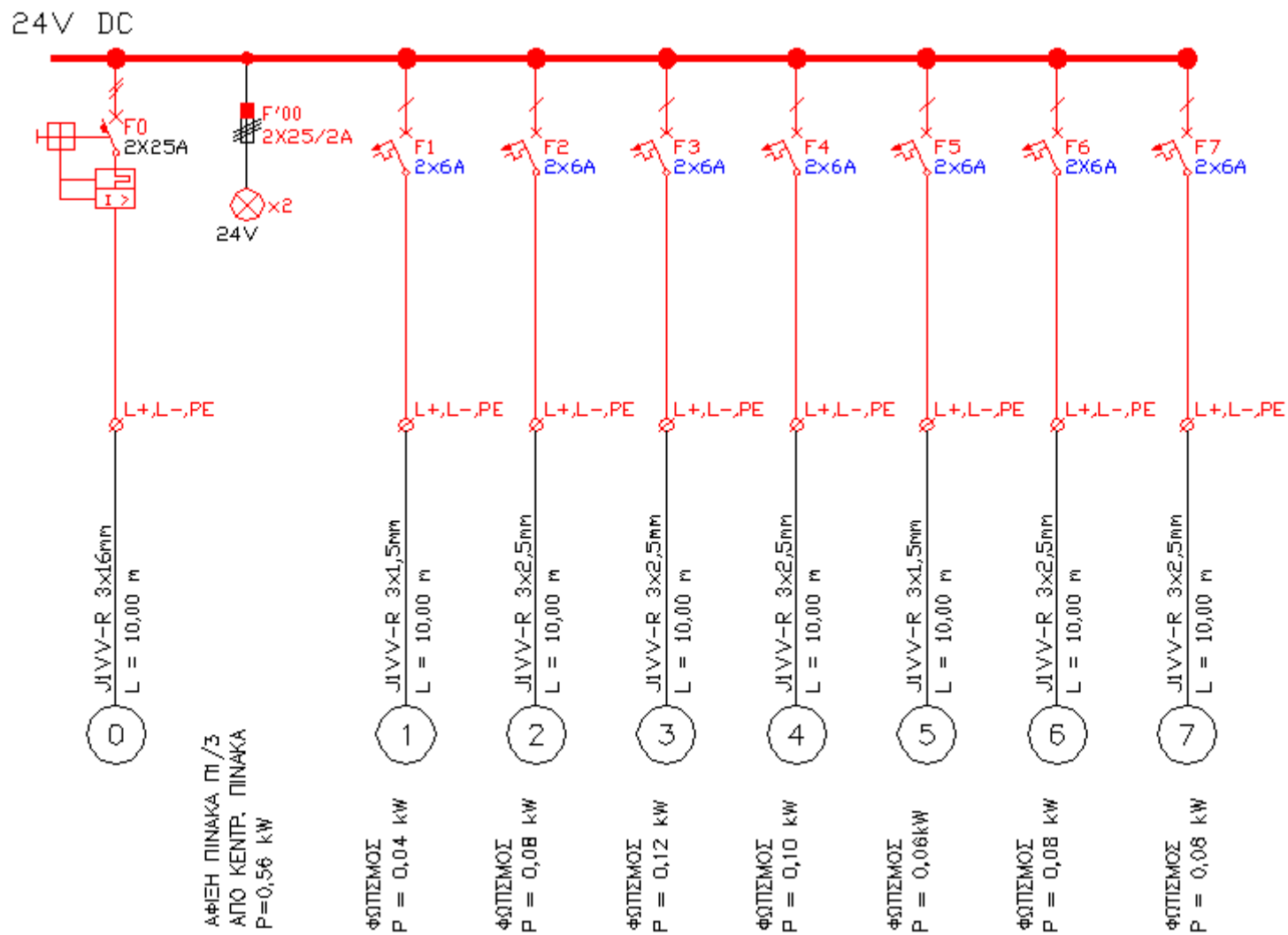
Εικόνα 38 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού μηχανοστασίου 24V DC, κατάστρωμα 1



Εικόνα 39 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων 24V DC, κατάστρομα 1

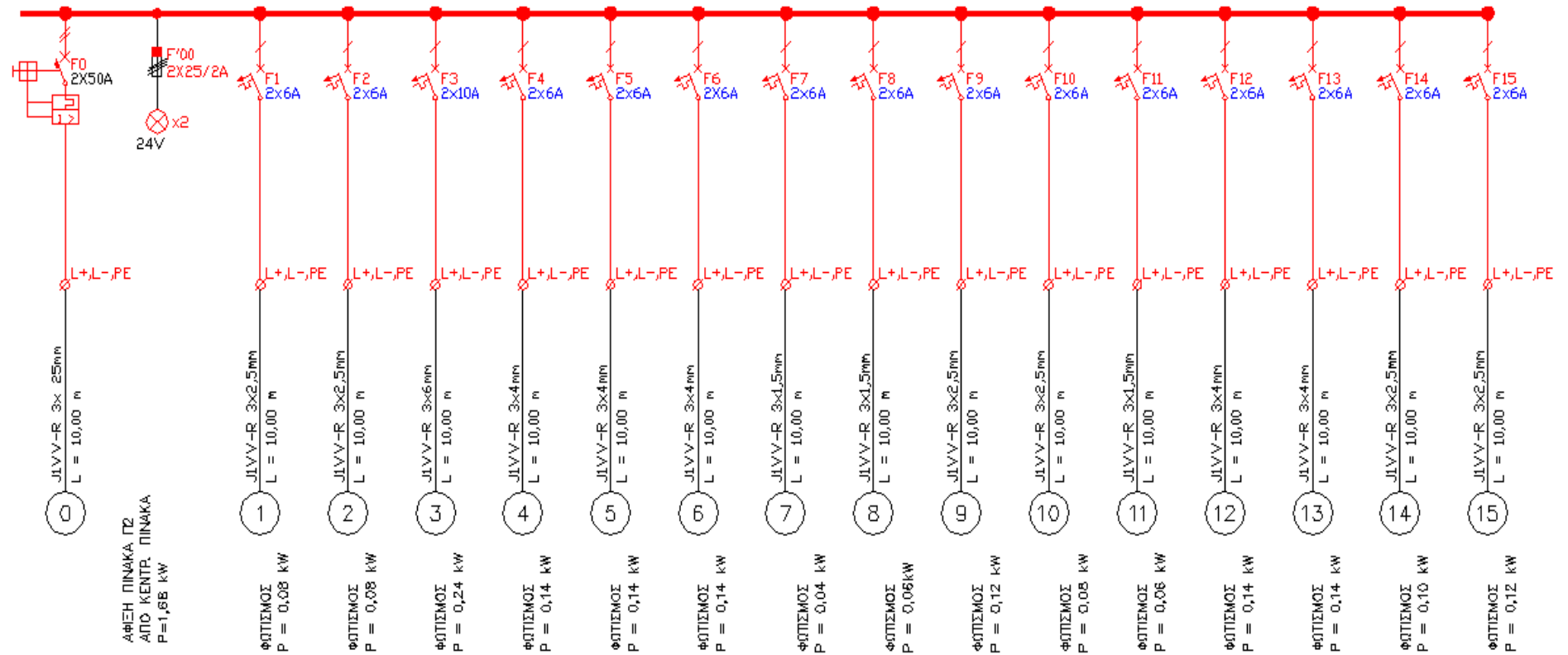


Εικόνα 40 Πίνακας γέφυρας κατάστρωμα 1, 24V DC, Π1/2

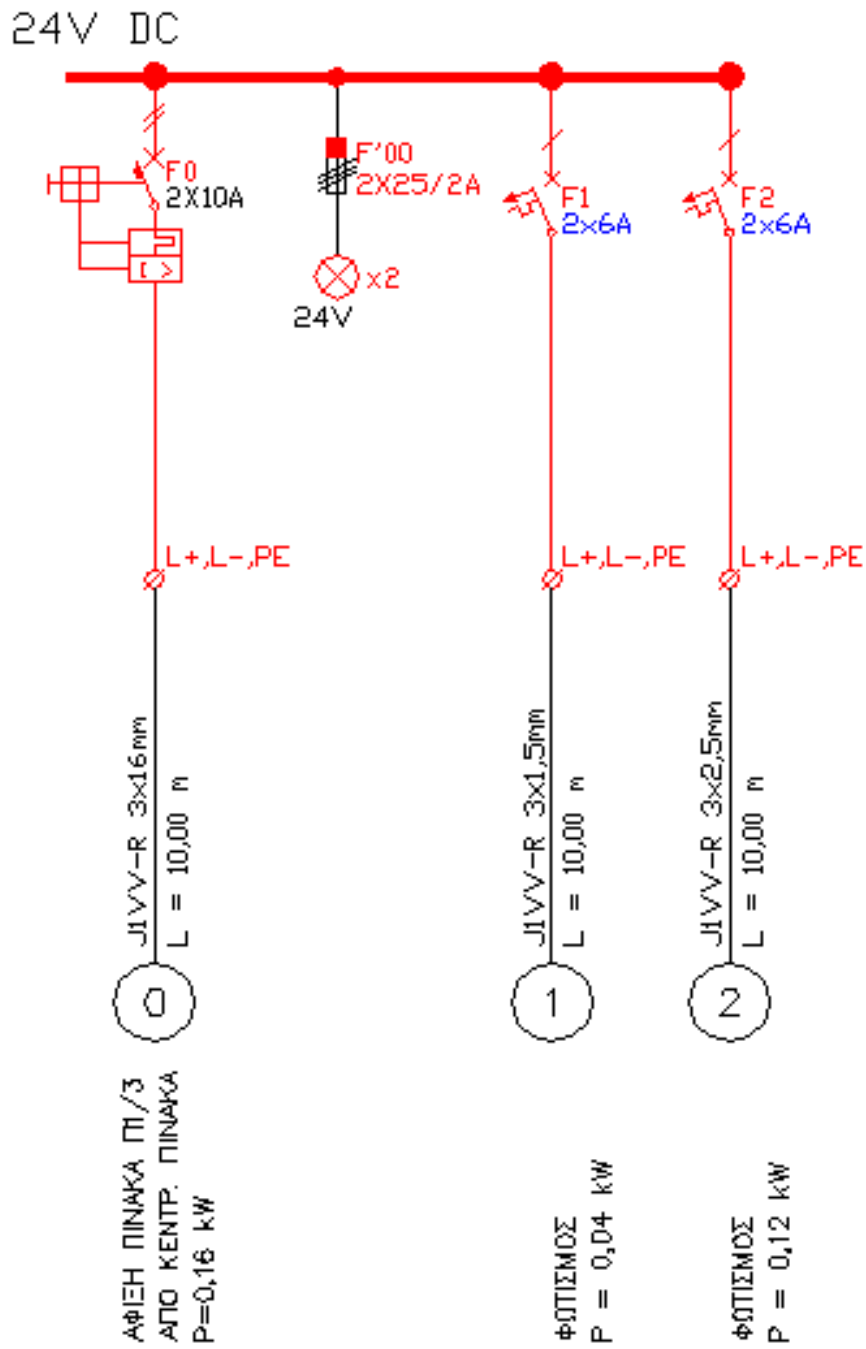


Εικόνα 41 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων, κατάστημα 1 24V DC, Π1/3

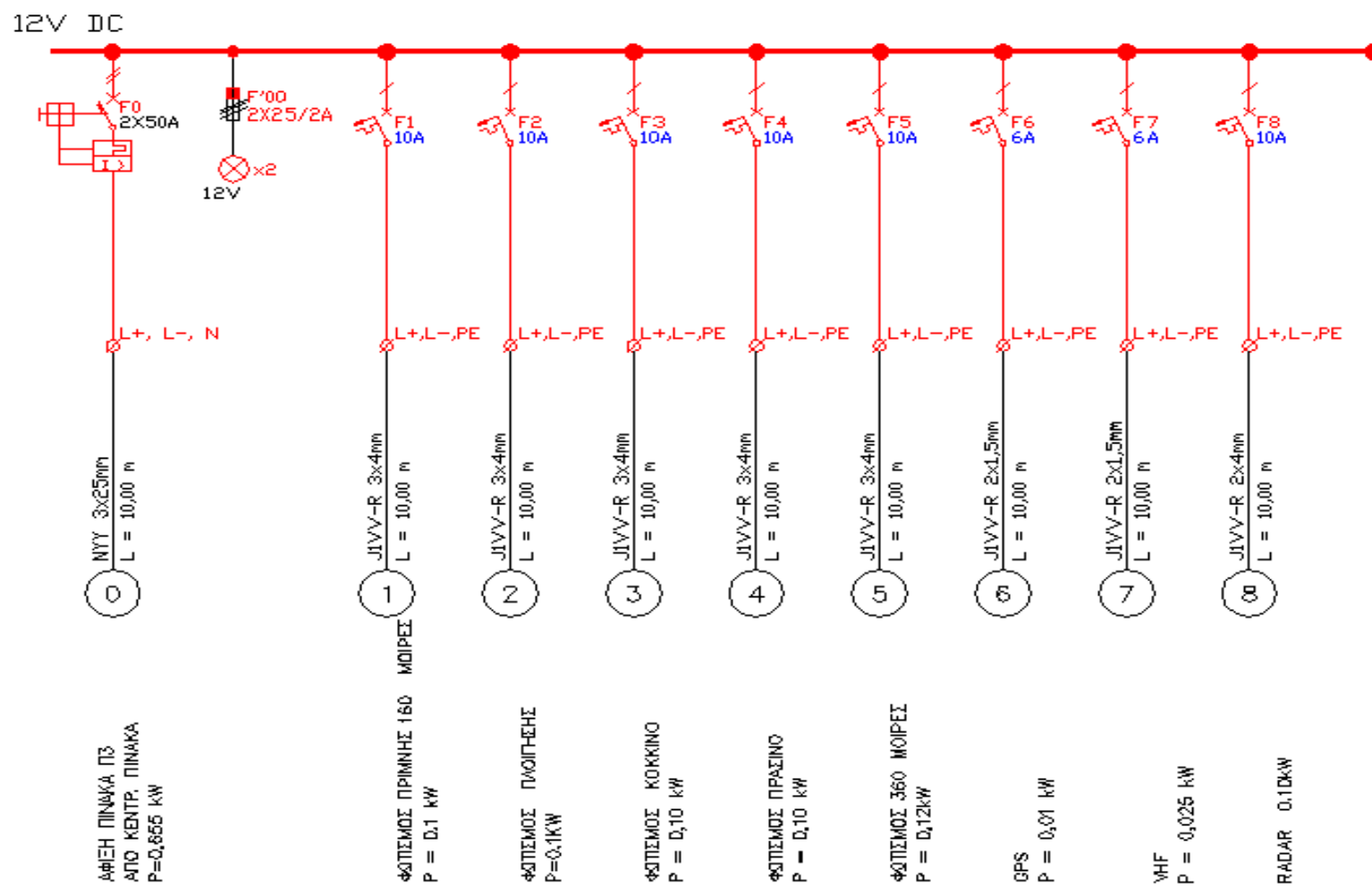
24V DC



Εικόνα 42 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δωματίων, κατάστημα 2 24V DC, Π2



Εικόνα 43 Πίνακας εσωτερικού φωτισμού δοματίων, κατάστρωμα 3 24V DC, Π3



Εικόνα 44 Πίνακας φώτα πλοήγησης, κατάστρωμα 3, 12V DC, Π3

