



# Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης  
και Παραγωγής

## **Διπλωματική Εργασία**

“Πρότυπα Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων  
και Σύγχρονα Λογισμικά Σχεδίασης  
Ηλεκτρολογικών Σχεδίων Αυτοματισμού και  
Ισχύος”

Βασίλειος Τσάνας 47941

**Επιβλέποντες Καθηγητές :** Θεοχάρης Ευστάθιος, Σορτ Ανδρέας  
Ρόναλντ, Μιχαήλ Παπουτσιδάκης

Ιούνιος 2022

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του  
Εισηγητή**

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την  
κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>A/a</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
	Θεοχάρης Ευστάθιος	<b>ΕΔΙΠ Α΄</b>	
	Σορτ Ανδρέας Ρόναλντ	<b>ΕΔΙΠ Α΄</b>	
	Μιχαήλ Παπουτσιδάκης	<b>ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ</b>	

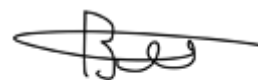
## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Βασίλειος Τσάνας του Νικόλαου, με αριθμό μητρώου 47941 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



## Περιεχόμενα

<b>ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	3
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή</b> .....	7
1.1 Κύριος Σκοπός.....	7
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Πρότυπα ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων</b> .....	10
2.1 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις .....	18
2.2 Σύστημα σύνδεσης των γειώσεων 2.2 .....	20
2.3 Τροφοδοσία – Δομή εγκαταστάσεων .....	25
2.4 Καλωδίωση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων .....	38
2.5 Μηχανικές Κρούσεις .....	48
2.6 Εξωτερικές επιδράσεις .....	49
<b>Κεφάλαιο 3 Πρότυπα Ηλεκτρολογικών Πινάκων</b> .....	50
3.1 Ηλεκτρικοί Πίνακες.....	50
3.2 Παράμετροι – Προδιαγραφές ηλεκτρικών πινάκων .....	51
3.3 Πίνακες Μέσης Τάσης – Εκτέλεση Εργασιών με βάση την Τ.Σ.Υ.....	62
3.4 Καλωδίωση Πίνακα με τον χώρο εγκατάστασης .....	71
<b>Κεφάλαιο 4 Σύγχρονα Λογισμικά Σχεδίασης</b> .....	76
4.1 AutoCAD Electrical .....	76
4.2 SmartDraw.....	77
4.3 ETAP .....	79
4.4 Eplan Electric p8 .....	81
4.5 SolidWorks Electrical.....	82
4.6 Σχεδίαση και Σύμβολα .....	86
<b>Κεφάλαιο 5 Εφαρμογή προτύπων σε σύστημα BWTS</b> .....	102
5.1 Προδιαγραφές - Εξαρτήματα .....	104
5.2 Πρότυπα της εγκατάστασης .....	106
5.3 Εξήγηση Σχεδίου.....	107
<b>Συμπεράσματα</b> .....	112
Βιβλιογραφία - Εικόνες.....	113

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η διπλωματική αναφέρεται πρότυπα των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, θα δώσει βάθος σε κτιριακές και εγκαταστάσεις πλοίων, υπάρχουν έννοιες που έχουν σχέση με τον τομέα της σχεδίασης και της ηλεκτρολογίας. Περιγράφονται τα πρότυπα, οι καλωδιώσεις, οι πίνακες διανομής, γίνεται αναφορά πάνω στα σύγχρονα λογισμικά σχεδίασης, καθώς και εξήγηση των συμβόλων αλλά και γίνεται η περιγραφή λειτουργίας πινάκων αυτοματισμού. Τέλος αναφέρεται σε ένα BWTS (Ballast Water Treatment System), όπου θα παρατηρηθούν τα πρότυπα που εφαρμόζονται, ο εξοπλισμός του και η σχεδίασή του.

## **ABSTRACT**

In this thesis refers to standards of electrical installations, will give depth to buildings and ships, there are concepts related to the field of design and electrical engineering. The standards, the wiring, the distribution boards are described, the reference is made on the modern accounting drawings, as well as the explanation of the symbols but also the description of the operation of automation boards. Finally, it refers to a BWTS (Ballast Water Treatment System), where the standards applied, its equipment and its design will be observed.

## Αναγνωρίσεις

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά στους επιβλέποντες καθηγητές μου κύριο Θεοχάρη Ευστάθιο και κύριο Σορτ Ανδρέα Ρόναλντ για την ευκαρία που μου χάρισαν. Για την υποστήριξη, υπομονή που μου έδειξαν, για την εμπιστοσύνη και την συνεχή βοήθεια για την βελτίωση της εργασίας, αλλά και για εμένα. Με τις συζητήσεις μας, οι καθηγητές με βοήθησαν να κατανοήσω το θέμα αλλά και να γνωρίσω έναν τομέα, σχετικά αγαπημένο για εμένα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Νικόλαο Τσάνα, Αλεξάνδρα Δαμιανού και την γιαγιά μου Βενετία Τσάνα, για την υποστήριξη που μου έχουν δώσει σε κάθε μου βήμα, την υπομονή τους, την βοήθεια που μου έχουν δώσει σε όλα μου τα χρόνια. Με την βοήθεια του πατέρα μου, κατάφερα να αποκτήσω εμπειρίες, σχετικά με τον τομέα που σχετίζεται η εργασία, γνώσεις που δύσκολα αποκτούνται, καθώς και αρκετό υλικό από εικόνες αλλά και εξηγήσεις, που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εργασία. Δεν μπορώ παρά να τους την αφιερώσω με όλη μου την καρδιά.

Στην συνέχεια ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω να δώσω στους καλούς μου φίλους και συναδέλφους, που από το πρώτο εξάμηνο που κάνουμε παρέα, Παύλο Τίκο, Δημήτριο Τζανετή, Παναγιώτη Ντερβίση, Αναστάσιο Καραμίντζα και Διονύση Καράι, για την υποστήριξη και τις αστείες περιπτώσεις που έχουμε ζήσει μέχρι και σήμερα.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην παρέα μου, Σταύρο Μπαρμπαγιάννη, Διονύση Λυκούδη και Ιωσήφ Αλσέχ, για την υποστήριξη που μου έχουν δείξει όλα αυτά τα χρόνια και τις απίστευτες περιπέτειες που έχουμε ζήσει ως παρέα.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η αναφορά των προτύπων των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων κτιρίων και πλοίων. Συγκεκριμένα, αναφέρεται σε πρότυπα τα οποία έχουν σχέση με την σωστή λειτουργία μιας εγκατάστασης, δηλαδή τι πρέπει να τηρεί μια εγκατάσταση, για να καταστεί προσβάσιμη σε άνθρωπο. Επίσης θα αναλυθούν τα πρότυπα των ηλεκτρικών πινάκων, καθώς θα υπάρξει και εξήγηση πάνω στα εξαρτήματα που χρησιμοποιεί για την λειτουργία του. Στην συνέχεια θα γίνει μια αναφορά στα προγράμματα σχεδίασης, μέσω των οποίων θα υπάρξουν και ηλεκτρικά σχέδια πινάκων αυτοματισμού μιας εγκατάστασης. Τέλος θα εφαρμοστούν πρότυπα ενός μηχανήματος πάνω σε μια εγκατάσταση, αναλύοντας τα πρότυπα για την λειτουργία του, το σχέδιο του και η σύνδεσή του με έναν ηλεκτρολογικό πίνακα.

### 1.1 Κύριος Σκοπός

#### **Κτίρια :**

Ο κύριος σκοπός της εφαρμογής των προτύπων είναι για να επιτευχθεί η σωστή σχεδίαση και η αποφυγή ατυχημάτων που μπορεί να προκύψουν αν δεν υπάρχουν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του ανθρώπου. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες που μπορεί να προκύψουν, ως προς την τοποθεσία της εγκατάστασης, την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την υγρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, οι καιρικές συνθήκες που μπορεί να αλλάξουν, γιατί όλες αυτές οι συνθήκες επηρεάζουν τις καλωδιώσεις, τα μηχανήματα και τις ίδιες τις εγκαταστάσεις. Με τα πρότυπα σύμφωνα με [1] επιτυγχάνεται :

- Σωστή σχεδίαση συνολικής εγκατάστασης.
- Σωστή δόμηση καλωδίωσης.
- Αξιοπιστία.
- Ασφάλεια ως προς την ανθρώπινη ζωή.
- Σωστή λειτουργία συσκευών-μηχανημάτων.
- Τους σωστούς κανόνες καλωδίωσης.
- Χρήση σωστών υλικών.
- Αν υπάρχει εξαίρεση να εφαρμοστεί η καταλληλότερη επιλογή.

Τα συγκεκριμένα πρότυπα που αποσκοπούν σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσεως, όπως το ΕΛΟΤ HD 384 [2], που φτάνουν έως 1000 V A.C. ή έως 1500 V D.C., εφαρμόζονται σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις όπως :

- Κατοικίες.
- Εμπορικά καταστήματα.
- Δημόσια κτίρια.
- Βιομηχανίες, βιοτεχνίες.

- Γεωργικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.
- Προκατασκευασμένα ή προσωρινά κτίσματα κατηγορίας 1 έως 5.
- Τροχόσπιτα, κάμπινγκ.
- Εργοτάξια.
- Μαρίνων εξυπηρέτησης σκαφών αναψυχής.

Δεν θα μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις που υπάρχουν :

- Εγκαταστάσεις έλξης – Ανελκυστήρες.
- Εγκαταστάσεις αυτοκινήτων και ρυμουλκούμενων οχημάτων.
- Εγκαταστάσεις πλοίων.
- Εγκαταστάσεις αεροσκαφών.
- Εγκαταστάσεις δημόσιων οδών και πλατειών φωτισμού.
- Εγκαταστάσεις λιμένων και δημοσίων παραλιακών περιοχών φωτισμού.
- Εγκαταστάσεις ηλεκτρικών φρακτών.
- Εγκαταστάσεις αλεξικέραυνων.
- Εγκαταστάσεις που προορίζουν την μεταφορά και την διανομή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σύμφωνα με το πρότυπο HD 384 που εφαρμόστηκε το 2004 από υπουργική απόφαση, επιτυγχάνουμε :

- Αναλυτικότερα μέτρα προστασίας, κατά της ηλεκτροπληξίας.
- Πλήρης γνώση στην επιλογή και την εγκατάσταση γειώσεων, για να επιτευχθεί η ισοδυναμική σύνδεση.
- Ανάλυση ελάχιστης τάσης ασφαλείας SELV και προστασίας PELV.
- Γνώση υπολογισμού του μέγιστου ρεύματος μιας ηλεκτρικής γραμμής.
- Ορισμός ελέγχου και επανέλεγχος των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- Διαχωρισμός των χώρων σε ζώνες χρήσης, όπως σε πισίνες, λουτρά και αναφέρονται οι ειδικές προδιαγραφές, τις οποίες πρέπει να πληρούν οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που υπάρχουν σε αυτές.
- Αναγκαία θα πρέπει να είναι η εγκατάσταση ενός αντιηλεκτροπληξιακού ρελέ και θα πρέπει να τοποθετείται πινακίδα που θα περιλαμβάνει οδηγίες, για να επιτευχθεί η σωστή δοκιμή της λειτουργίας του ρελέ σε τακτά χρονικά διαστήματα

Η νεότερη έκδοση είναι η HD 60364, δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα στην Ελλάδα, αλλά θα εφαρμοστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα.

### **Πλοία :**

Οι εγκαταστάσεις των πλοίων ακολουθούν πρότυπα της IEC, για την σωστή λειτουργία τους, με αποτέλεσμα την αποφυγή διαφόρων προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσουν στο περιβάλλον τους, αλλά και στους επιβάτες του. Δηλαδή θα πρέπει να παρέχεται η σωστή ασφάλεια από ηλεκτρολογικούς κινδύνους και θα πρέπει να



διατηρούνται οι βοηθητικές υπηρεσίες σε περίπτωση σφάλματος. Η κύρια πηγή του πλοίου, θα πρέπει να παρέχει δυνατή ισχύς ώστε να διατηρούνται όλες οι υπηρεσίες του και σε περίπτωση διακοπής. Αν τεθεί εκτός λειτουργίας η κύρια πηγή, τότε μια γεννήτρια (έκτακτης ανάγκης) θα πρέπει να λειτουργήσει στην θέση της κύριας πηγής, όπου θα συνεχίσει να υπάρχει η παροχή της ηλεκτρικής λειτουργίας του πλοίου. Η λειτουργία του πλοίου μπορεί να συνεχιστεί, σε περίπτωση που δεν λειτουργήσει η κύρια πηγή, μέσω συνδυασμού λειτουργίας της γεννήτριας έκτακτης ανάγκης και με άλλες γεννήτριες που υπάρχουν στην εγκατάσταση του πλοίου. Αν οι μετασχηματιστές αποτελούν το κύριο μέρος του συστήματος της τροφοδοσίας, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ηλεκτρική συνέχεια της τροφοδοσίας του πλοίου. Το σύστημα φωτισμού του πλοίου, θα τροφοδοτείται από την κύρια πηγή ενέργειας του πλοίου, θα πρέπει να παρέχεται φωτισμός σε όλα τα μέρη του πλοίου και θα χρησιμοποιείται από το προσωπικό και από τους επιβάτες. Το σύστημα φωτισμού του πλοίου, τροφοδοτείται από την κύρια πηγή ενέργειας, θα πρέπει να παρέχεται φωτισμός σε όλα τα μέρη του πλοίου και να χρησιμοποιείται από το προσωπικό και τους επιβάτες. Καθ' όλη την διάρκεια λειτουργίας του πλοίου, το σύστημα φωτισμού θα πρέπει να λειτουργεί και σε περίπτωση που η κύρια πηγή έχει τεθεί εκτός λειτουργίας, τότε θα πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα φωτισμού έκτακτης ανάγκης. Τα φώτα έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να σημαδεύονται με κόκκινο γράμμα E (Emergency) και θα πρέπει να φέρουν ύψος τουλάχιστον 13 mm. Τα βασικά πρότυπα καλύπτουν όλες αυτές τις απαιτήσεις, για την σωστή λειτουργία ενός πλοίου.

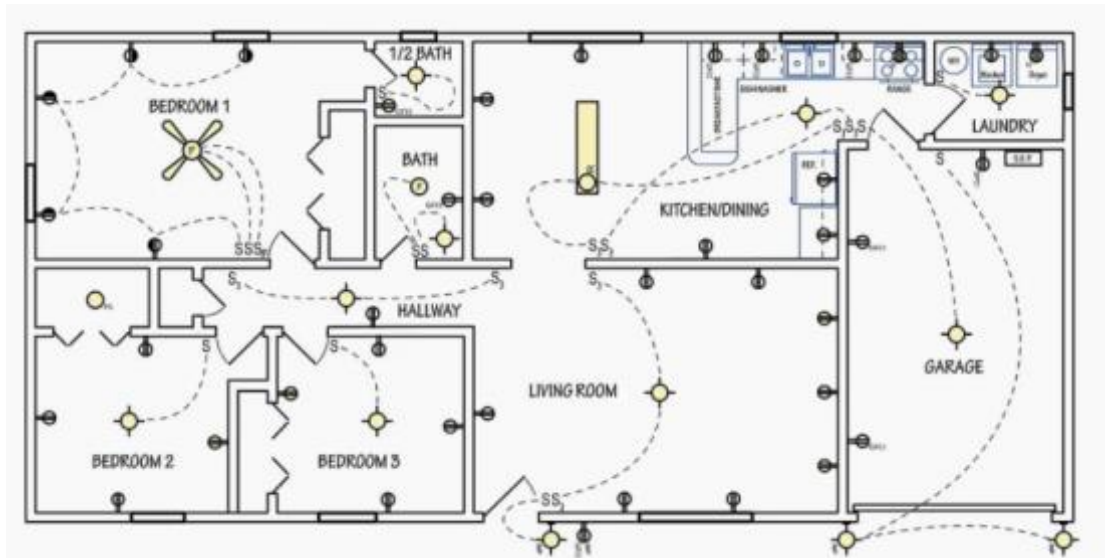


Εικόνα 1.1: Ηλεκτρολογικά πλοίων [3]

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Πρότυπα ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων

### Κτίρια :

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα χρησιμοποιείται το ΕΛΟΤ HD 384 [4] ως πρότυπο για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Το ΕΛΟΤ HD 384 βασίζεται στα έγγραφα της σειράς HD 384 που εκδόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης – CENELEC .



Εικόνα 2.1: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μιας οικιακής εγκατάστασης [5]

Η έκδοση HD 384 καλύπτει κυκλώματα που τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενο ρεύμα τάσης έως και 1000 V, τα τροφοδοτούμενα ρεύματα (συνεχές ρεύμα) που αγγίζουν μέχρι και 1500 V τάση. Οι προτεινόμενες συχνότητες εναλλασσόμενου ρεύματος είναι 50, 60 και 400 Hz, όπου αν χρειαστεί ειδική χρήση σε εφαρμογές μπορεί να εφαρμοστούν και άλλες συχνότητες. Το ΕΛΟΤ καλύπτει τις προδιαγραφές και τα πρότυπα των κτιριακών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται έξω από κτίρια, τις ηλεκτρικές γραμμές που συνδέονται, τις καλωδιώσεις του κτιρίου, σημάνσεις, χειρισμούς και τις σταθερές ηλεκτρικές γραμμές που χρησιμοποιούν σε τηλεπικοινωνίες. Στο συγκεκριμένο ΕΛΟΤ εφαρμόζεται η θεμελιακή γείωση και χαρακτηρίζεται ως βασική γείωση, για την προστασία αλλά και την λειτουργία στις νέες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

- Παρέχει προστασία από υπερτάσεις σε κτίρια. Τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, παγκοσμίως εμφανίζουν διαταραχές της τάσης σε έκτακτες ή κανονικές συνθήκες. Οι αυξομειώσεις της τάσης δημιουργούνται από : 1. Πτώση κεραυνού, 2. Την παρουσία ακραίου καιρικού φαινομένου, 3. Διάφορα ζώα που πιάνονται στα δίκτυα μιας καλωδίωσης και προκαλούν βραχυκύκλωμα, 4. Τις πτώσεις στύλων, του εναέριου δικτύου της ΔΕΗ, 5. Την κοπή υπόγειας καλωδίωσης της ΔΕΗ, 5. Την επαναφορά του ρεύματος κατά την ηλεκτροδότηση του δικτύου μετά από διακοπή, 6. Τις συχνές και μεγάλες μεταβολές ηλεκτρικών καταναλώσεων της εσωτερικής

εγκατάστασης, 7. Τη λειτουργία των μονάδων διεσπαρμένες παραγωγής όπως τα φωτοβολταϊκά, αιολικά. Ο λόγος που χρειάζεται προστασία από υπέρταση είναι γιατί τα προσωπικά μας αντικείμενα μπορεί να καούν γιατί οι τιμές της τάσης μπορεί να πέσουν κάτω από 210V ή να ανέβουν άνω των 260V, όπου η φυσιολογική τιμή της τάσης θα πρέπει να είναι 230V.

- Οι χρωματισμοί των καλωδιώσεων χαμηλής τάσης χαρακτηρίζονται από το ΕΛΟΤ HD 308 S2 [6]
- Οι έλεγχοι και οι επανέλεγχοι των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, θα πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τις τεχνικές απαιτήσεις και τη μεθοδολογία του προτύπου. Ο αρχικός έλεγχος γίνεται πάντα πριν την πρώτη ηλεκτροδότηση ή μετά από μια σοβαρή τροποποίηση της εγκατάστασης, ενώ ο επανέλεγχος γίνεται σε διάφορα χρονικά διαστήματα ανάλογα με την εγκατάσταση.
- Τεχνικές απαιτήσεις, μεθοδολογία αρχικών ελέγχων, επανελέγχων , χρονικά διαστήματα και οι ομάδες είναι οι εξής :
  1. Σε απλές κατοικίες και ανάλογους χώρους, θα χρειαστεί τουλάχιστον 14 χρόνια.
  2. Σε κλειστούς επαγγελματικούς χώρους χωρίς εύφλεκτα υλικά, τουλάχιστον κάθε 7 χρόνια.
  3. Σε επαγγελματικούς χώρους με εύφλεκτα υλικά κάθε 2 χρόνια.
  4. Σε εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στις οποίες απαιτείται επανέλεγχος κάθε 2 χρόνια.
  5. Σε χώρους ψυχαγωγίας που περιλαμβάνει χώρο για πολλά άτομα, κάθε 1 χρόνο.
  6. Σε επαγγελματικές εγκαταστάσεις υπαίθρου, όπως οι πισίνες κάθε 1 χρόνο.
  7. Με την αλλαγή κάθε χρήσης της εγκατάστασης.
  8. Με την ύπαρξη θεομηνίας (σεισμός, πλημμύρα).
  9. Από σοβαρά ατυχήματα (πυρκαγιά, ηλεκτροπληξία).
- Χρόνος πραγματοποίησης αρχικού ελέγχου θα πρέπει να πραγματοποιείται πριν από την πρώτη ηλεκτροδότηση κάθε εγκατάστασης ή κάποιας σημαντικής τροποποίησης.

Ως προς τα θέματα ασφαλείας των εσωτερικών μερών μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 καθιερώνει την υποχρέωση των διατάξεων διαφορικού ρεύματος και την κατασκευή θεμελιακής γείωσης.

Κύριοι σκοποί είναι :

- Το μέγιστο ονομαστικό διαφορικό ρεύμα της λειτουργίας να είναι μικρότερο ή ίσο με 30 mA
- Το εύρος της εφαρμογής των διατάξεων διαφορικού ρεύματος, θα πρέπει να καλύπτει τα κυκλώματα ισχυρών ρευμάτων της ΕΗΕ (Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση)
- Εγκατάσταση διάταξης διαφορικού ρεύματος στις παλαιότερες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις: 1. Συγκεκριμένα όλες οι παλαιές εγκαταστάσεις θα πρέπει να

εγκατασταθεί μια διάταξη διαφορικού ρεύματος, ανεξάρτητα από το σύστημα γείωσης του δικτύου από το οποίο τροφοδοτούνται. 2. Κάλυψη από ηλεκτροπληξία θα πρέπει να περιλαμβάνει από όλα τα κυκλώματα ισχυρών ρευμάτων. 3. Σε παλαιές εγκαταστάσεις, στις οποίες εφαρμόζεται σύστημα γείωσης του δικτύου TT (άμεση γείωση μέσω των σωληνώσεων ύδρευσης), θα πρέπει να ελέγχεται με μέτρηση, η αντίσταση της γείωσης πριν από την εγκατάσταση της διάταξης διαφορικού ρεύματος. Αν η μετρημένη τιμή της γείωσης δεν παρέχει ασφαλή λειτουργία έναντι ηλεκτροπληξίας της ΕΗΕ, θα πρέπει να γίνεται απαραίτητη η βελτίωση της γείωσης (πρόσθεση ηλεκτροδίων). 4. Διασφάλιση σε περίπτωση σφάλματος προς εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη, η τάση επαφής να μην ξεπεράσει τα 50V, το ίδιο και η τάση τροφοδότησης στο ΕΗΕ όπου εμφανίζεται το σφάλμα, θα πρέπει να διακόπτεται σε λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα.

- Τοποθέτηση σήμανσης και οδηγίες δοκιμών στα ελληνικά, σε διατάξεις διαφορικού ηλεκτρικού ρεύματος.
- Εξαιρέση από την καθολική εφαρμογή των διατάξεων διαφορικού ρεύματος :  
1. Ο ηλεκτρικός διαχωρισμός, 2. Η προαιρετική κάλυψη των πολύ χαμηλών τάσεων ασφαλείας SELV ή πολύ χαμηλών τάσεων προστασία PELV, με την διάταξη διαφορικού ρεύματος, εφόσον τα μέτρα προστασίας πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου HD 384.
- Δεν πρέπει να υπάρχει παράκαμψη στην διάταξη διαφορικού ρεύματος.

Προδιαγραφές θεμελιακής γείωσης:

Θεμελιακή γείωση [7] – ΦΕΚ 1222/05-09-2006 τεύχος Β΄ αριθ. Φ.Α΄50/12081/642 άρθρο 2 [8]

Η θεμελιακή γείωση καθίσταται υποχρεωτική σε όλες τις νεοαναγειρόμενες οικοδομές, οι οποίες διαθέτουν ΕΗΕ και εφαρμόζεται ως βασική γείωση προστασίας και λειτουργίας. Σκοπός της γείωσης είναι η προστασία των ανθρώπων από ηλεκτροπληξία εξ επαφής. Γειωτής είναι η χαλύβδινη ταινία, όπου είναι θερμά επιψευδαργυρωμένη (St/tZn) και έχει διάσταση 30x3.5 mm με πάχος επιψευδαργύρωσης 500 gr/m<sup>2</sup> εντός των θεμελίων του κτιρίου (σίδηρο εξοπλισμό) – θεμελιακή γείωση.

Έτσι επιτυγχάνουμε :

1. Χαμηλή τιμή της αντίστασης στην γείωση
2. Αντοχή στον χρόνο διάβρωσης του γειωτή
3. Εύκολη δημιουργία κύριων και συμπληρωματικών ισοδυναμικών συνδέσεων
4. Παρουσία χαμηλού κόστους σε σύγκριση με άλλους γειωτές
5. Χρήση θεμελιακού γειωτή ως γείωση αντικεραυνικής προστασίας

Υπάρχουν εξαιρέσεις της κατασκευής της θεμελιακής γείωσης, όπως οι οικοδομές από προκατασκευασμένα στοιχεία ή λυόμενες κατασκευές οι οποίες δεν διαθέτουν ειδική θεμελίωση.

Κτίρια με φέροντα οργανισμό από χάλυβα κατασκευών, δύναται να εφαρμόζεται η απευθείας γείωση στο χάλυβα του φέροντος οργανισμού.

Εγκατάσταση Γειωτή [7] :

Η χαλύβδινη ταινία εγκαθίστανται στα θεμέλια της εγκατάστασης (περιμετρικά του κτιρίου), αλλιώς θα εφαρμοστεί στα εξωτερικά περιμετρικά συνδετήρια δοκάρια των πέδιλων της εγκατάστασης. Σε περίπτωση που οι διαστάσεις του κτιρίου είναι μεγάλες, τότε θα πρέπει να εγκατασταθεί χαλύβδινη ταινία σε συνδετήρια δοκάρια ή σε τοιχεία που βρίσκονται σε εγκάρσιους ή διαμήκης άξονες. Εφαρμόζεται σε κάθε σημείο, για να μην απέχει περισσότερο από 10 μέτρα από τον γειωτή και πραγματοποιείται σε σημεία που εξυπηρετεί η εγκατάσταση του αγωγού ως αναμονή (χαλύβδινος αγωγός, θερμά επιψευδαργυρωμένος με διάμετρο 10 mm και με πάχος 350gr/m<sup>2</sup>), στο εσωτερικό της κτιριακής εγκατάστασης για κύριες ισοδυναμικές συνδέσεις αλλά είτε στο εξωτερικό για συνδέσεις όπως ενός μετρητή της ΔΕΗ. Η χαλύβδινη ταινία συνδέεται με τον σίδηρο οπλισμό σε ευθεία όδευση με μέγιστο 2 μέτρα, με ειδικούς συνδέσμους οπλισμού (χαλύβδινους θερμά επιψευδαργυρωμένους St/tZn) και κατά προτίμηση 0.5μ πριν και μετά την αλλαγή κατεύθυνσης.

Όταν διακόπτεται η χαλύβδινη ταινία, επιμηκύνεται με την παρεμβολή του συνδέσμου 3 πλακιδίων χαλύβδινου θερμά επιψευδαργυρωμένου Βαρέως Τύπου (B.T.) ταινίας 30/ ταινίας 30.



Εικόνα 2.2: Εικόνες εγκατάστασης θεμελιακής γείωσης 1 [7]



Εικόνα 2.3: Εικόνες εγκατάστασης θεμελιακής γείωσης 2 [7]

Πίνακας Υλικών [7]

Αριθμός	Υλικό - Περιγραφή
1	Ταινία (λάμα) διαστ. 30x3.5 mm, χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη (St/tZn), (500gr/m <sup>2</sup> ) σε coils Din 48801
2	Αγωγός κυκλικής διατομής, 10 mm, χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος (St/tZn), (350gr/m <sup>2</sup> ) σε coils DIN 48801
3	Σύνδεσμος σπλισμού (St/tZn) 8-10/25/40x4/30x3.5 mm χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος
4	Σύνδεσμος Β.Τ. ταινιών 30x3.5 mm 30/30 τριών πλακιδίων διαστ. 60x60x4 mm (ενδιάμεσο πλακίδιο πάχους 2 mm), χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος (St/tZn) DIN 48845F
5	Σύνδεσμος Β.Τ., αγωγού 10 mm/ Ταινίας 30x3.5, 10/30 τριών πλακιδίων, διαστ. 60x60x4 mm (ενδιάμεσο πλακίδιο πάχουν 2mm), χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος (St/tZn), DIN 48845K
6	Σύνδεσμος Β.Τ., αγωγού 10 mm/

	Αγωγού 10 mm, 10/10, τριών πλακιδίων, διαστ. 60x60x4 mm (ενδιάμεσο πλακίδιο πάχους 2 mm), χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος (St/tZn), DIN 48845K
7	Διμεταλλικός σύνδεσμος (St/tZn-Cu) επί αγωγών 10 mm (St/tZn) με 8-10 mm Cu και με παρεμβολή INOX πλακιδίου
8	Εξισωτικός Ζυγός (ισοδυναμική γέφυρα) ορειχάλκινη, διαστάσεων 170x50x50 mm (βάση και κάλυμμα PVC)
9	Υποδοχέας – Αναμονή εξόδου άκρων – αγωγού γείωσης από ανοξείδωτο χάλυβα (SS)
10	Διμεταλλική ταινία 2 όψεων (Χαλκού – Αλουμινίου) (CU/AL) παρεμβαλλόμενη μεταξύ επιφανειών διαφορετικού pH για την αποφυγή ηλεκτροχημικής διάβρωσης (πλάτος 40 mm – μήκος 500 mm)
11	Εύκαμπτος χάλκινος CU αγωγός 70 mm <sup>2</sup>
12	Ηλεκτρόδιο γείωσης, 14x1500 mm, χαλύβδινο με ηλεκτρολυτική επιχάλκωση (St/E-Cu)
13	Σφιγκτήρας σύσφιξης ηλεκτροδίου 14 mm με χάλκινο αγωγό γείωσης από χυτό ορείχαλκο και ορειχάλκινο κοχλία
14	Αντιδιαβρωτική αυτοκόλλητη ταινία από PVC, προστασίας αγωγών/ ταινιών ως και συνδέσμων αυτών, πλάτος 50 mm – μήκος 10 m
15	Φρεάτιο γείωσης (PVC), 25x25x25 cm
16	Σύνδεσμος μεταλλικής δοκού : Για πάχος ακμής δοκού 5-18 mm Για πάχος ακμής δοκού 18-35 mm

Πίνακας 1

Όλα τα υλικά της θεμελιακής γείωσης θα πρέπει να είναι εργαστηριακά δοκιμασμένα κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50164-1 και ΕΛΟΤ EN 50164-2 και να διαθέτουν σχετικό έγγραφο εργαστηρίου δοκιμών.

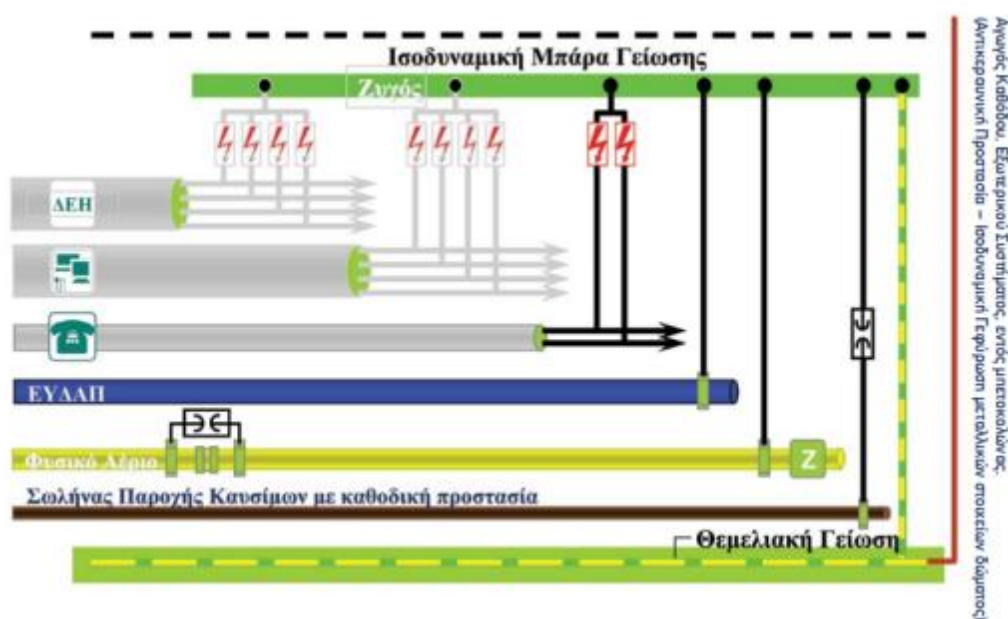
Ισοδυναμική γείωση [2] :

Από τον Μάρτιο του 2006 θα πρέπει να δημιουργείται η κύρια Ισοδυναμική σύνδεση στα κτίρια. Οι κύριοι αγωγοί προστασίας της εγκατάστασης (ο κύριος αγωγός γείωσης και τα ξένα αγωγή στοιχεία που έχουν την δυνατότητα να μεταφέρουν δυναμικό) θα πρέπει να συνδέονται με τον κύριο ακροδέκτη

Αγώγιμα στοιχεία μπορούν να αποτελέσουν :

1. Μεταλλικές σωληνώσεις παροχών στο εσωτερικό του κτιρίου όπως νερού και αερίου
2. Μεταλλικές σωληνώσεις για την κεντρική θέρμανση του κτιρίου
3. Διάφορα μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου
4. Αν είναι δυνατό, ο μεταλλικός οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου
5. Αν υπάρχει μεταλλικός μανδύας στο καλώδιο της ηλεκτρικής τροφοδότησης
6. Αν υπάρχει μεταλλικός μανδύας στα καλώδια τηλεπικοινωνιών

Όλα τα αγωγή στοιχεία που βρίσκονται εκτός κτιρίου, συνδέονται προς την κύρια ισοδυναμική σύνδεση, όσο πιο κοντά γίνεται με το σημείο εισόδου του κτιρίου.



Εικόνα 2.4: Αναπαράσταση μιας ισοδυναμικής μπάρας γείωση [7]

Η κύρια ισοδυναμική σύνδεση μπορεί να εγκατασταθεί στον χώρο του λεβητοστασίου, σε κεντρικό πίνακα ή χώρο κοινοχρήστων, θα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη, να ελέγχεται και ως προς την κατασκευή της να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα και αξιόπιστα υλικά σύμφωνα με τα πρότυπα του ΕΛΟΤ HD 384. Με την ισοδυναμική σύνδεση, επιτυγχάνουμε την προστασία μας από ηλεκτροπληξία. Επίσης μπορεί να ενισχυθεί η προστασία, με τοπικές



συμπληρωματικές ισοδυναμικές συνδέσεις, κυρίως δημιουργούνται σε λουτρά, πισίνες και αντλιοστάσια.

### **Πλοία :**

Οι εγκαταστάσεις των πλοίων ακολουθούν κυρίως πρότυπα IEC (International Electrotechnical Commission), ETSI (European Telecommunications Standards Institute), ISO (International Organization for Standardization), TP 127 E. Για παράδειγμα τα εξής πρότυπα της IEC, θα πρέπει να ακολουθούν οι εγκαταστάσεις πλοίων [9]:

- IEC 60092 – Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε πλοία (υπολογισμός μεγέθους ρεύματος για καλώδια ισχύος, για τάσεις έως και 15 kV).
- IEC 60092 – 101 - Ορισμοί και γενικές απαιτήσεις.
- IEC 60092 – 201 - Σχεδιασμός συστήματος - Προστασία.
- IEC 60092 – 302 - Συσκευές διακοπών και ελέγχου χαμηλής τάσης.
- IEC 60092 – 303 - Εξοπλισμός - μετασχηματιστές για ισχύ και φωτισμό.
- IEC 60092 – 351 - Μονωτικά υλικά για μονάδες πλοίου και υπεράκτιων μονάδων (offshore units), ισχύς, ελέγχου, οργάνων, καλώδια τηλεπικοινωνιών και δεδομένων.
- IEC 60092 – 352 - Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρικών καλωδίων.
- IEC/ TR (Technical Report) 60092 μέρος 370 - Επιλογή σωστών καλωδίων για τηλεπικοινωνίες και μεταφορά δεδομένων και καλώδια ραδιοσυχνότητας.
- IEC 60092 – 376 - Καλώδια κυκλωμάτων ελέγχου και οργάνων 150/250 V (300 V).
- IEC 60092 – 401 - Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε πλοία - Εγκατάσταση και ο έλεγχός της.
- IEC 60092 – 504 - Ειδικά χαρακτηριστικά - έλεγχος και όργανα.
- IEC 60092 – 507 - Μικρά σκάφη.
- IEC 60092 – 509 - Λειτουργία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- IEC 61892 – Κινητές και σταθερές υπεράκτιες μονάδες - Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
- IEC 61892 – 1 - Γενικές απαιτήσεις και προϋποθέσεις.
- IEC 61892 – 2 - Μέρος σχεδίασης του συστήματος.
- IEC 61892 – 3 - Εξοπλισμός.
- IEC 61892 – 4 - Καλώδια.
- IEC 61892 – 5 - Κινητές μονάδες.
- IEC 61892 – 6 - Εγκατάσταση.
- IEC 61892 – 7 - Επικίνδυνες περιοχές.
- IEC 60721 – Ταξινόμηση περιβαλλοντικών συνθηκών, ταξινόμηση ομάδων περιβαλλοντικών παραμέτρων και τη σοβαρότητά τους - Περιβάλλον πλοίου.
- IEC 60721-3-6 – Ταξινόμηση περιβαλλοντικών συνθηκών.

- IEC 60533 – Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές εγκαταστάσεις σε πλοία - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC).
- IEC 60945 – Εξοπλισμός και συστήματα θαλάσσιας πλοήγησης και ραδιοεπικοινωνίας - Γενικές απαιτήσεις - Μέθοδοι δοκιμών και τα αποτελέσματά τους.

Αυτά είναι κάποια από τα πρότυπα που πρέπει να ακολουθούν οι εγκαταστάσεις των πλοίων, οι συγκεκριμένες αφορούν τα κύρια μέρη του, καθώς και τα ηλεκτρολογικά τους.



**Εικόνα 2.5:** Εσωτερική εγκατάσταση πλοίου (μηχανοστάσιο)

## 2.1 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Οι ΕΗΕ [4] είναι το σύνολο των εγκατεστημένων συσκευών που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, για φωτισμό, θέρμανση, κίνηση, σήμανση και άλλες εφαρμογές. Περιλαμβάνει μόνιμους ή προσωρινούς αγωγούς σύνδεσης σε ακίνητα, με δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας σε σταθμούς, σε σταθμούς μετασχηματιστών, σε τηλεφωνικές εγκαταστάσεις. Οι ΕΗΕ σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με σκοπό να εξασφαλιστεί η ασφάλεια, η άνεση των χρηστών που τα χρησιμοποιούν και η λειτουργία τους να είναι σωστή. Πρέπει να καλύπτουν όλες τις χρήσεις (που είναι σχεδιασμένες να κάνουν) όπως έχουν προδιαγραφεί για την εγκατάσταση. Όλες οι προδιαγραφές καθορίζονται από κανονισμούς. Η κατασκευή αυτών των εγκαταστάσεων, η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται, οι απαιτήσεις, καθορίζονται από διάφορους κανονισμούς.



Εικόνα 2.6: Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις [10]

- Όπου ένα άτομο μπορεί να ζει, χρειάζεται μια ηλεκτρική εγκατάσταση, που να εξασφαλίζει διάφορα αγαθά, αντλώντας ηλεκτρική ενέργεια, όπως ο φωτισμός. Η συγκεκριμένη ηλεκτρική εγκατάσταση συνδέεται με το δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ή υπάρχει περίπτωση να συνδεθεί με μια άλλη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οι εγκαταστάσεις πρέπει να εκτελούν τις διατάξεις του κανονισμού εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ΚΕΗΕ, ΦΕΚ-59/Β/95 [11] και αυτό ισχύει με κάθε τροποποίηση [12], εφόσον ο νόμος είναι σε ισχύ.
- Η ηλεκτροδότηση των κτιρίων γίνεται σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις όπως Ν-4483/65 ΦΕΚ-118/Α/65 [13] ή τις τροποποιήσεις του. Αν χρειαστεί ηλεκτροδότηση από ίδιες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, θα πρέπει να τηρούνται όλα τα προβλεπόμενα από Ν-2244/94 ΦΕΚ-168/Α/7-10-1994 [14].
- Πρόβλεψη χώρου για την τοποθέτηση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας, σε κτίρια ή κτιριακά τμήματα. Σε κάθε κατασκευή που έχει σχέση με την πηγή ρεύματος, απαγορεύεται η μεταβολή της από τους χρήστες του κτιρίου. Ο χώρος και οι εγκαταστάσεις, κατασκευάζονται σύμφωνα με τις οδηγίες της ΔΕΗ, συγκεκριμένα με την Εγκατάσταση Μετρικών Διατάξεων, παρέχονται οι κατάλληλες οδηγίες σε κατασκευαστές κτιρίων και τους ηλεκτρολόγους. Ως προς την άδεια οικοδομής, αν ο όγκος της υπερβαίνει τους Ν-4483/65 και Ν-1277/82 ΦΕΚ-103/Α/82 [15], θα χρειαστεί η γνώμη της ΔΕΗ για την εγκατάσταση ηλεκτρικού υποσταθμού. Για την σύνδεση μεταξύ του μετρητή και του δημόσιου δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθορίζονται και κατασκευάζονται όσα χρειάζονται από τον ισχύον κανονισμό της ΔΕΗ.
- Απαγορεύεται η επί μονοτήρων στήριξη γραμμών των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, σε κάθε κτιριακή εγκατάσταση που προορίζεται για κατοικία, εργασία και παραμονή ατόμων. Οι γραμμές [4] θα πρέπει να είναι ορατές ή χωνευτές στο επίχρισμα, σκυρόδεμα και θα πρέπει να είναι στερεούμενες στον ξυλότυπο. Σε γραμμές που το ύψος τους βρίσκεται κάτω από 2.40 m, θα πρέπει να έχουν μηχανική αντοχή ή θα πρέπει να είναι κατάλληλα

προστατευμένες. Οι χωνευτές γραμμές κατασκευάζονται εντός της σωλήνας, σε περίπτωση που το ύψος υπερβαίνει τα 2.40 m και είναι εγκεκριμένου τύπου καλώδια, τότε δεν μπαίνουν εντός της σωλήνας. Είναι παράνομη η οποιαδήποτε μείωση της διατομής του για τη χωνευτή τοποθέτηση, στήριξη γραμμών, συσκευών από τον υπεύθυνο εγκαταστάτη, χωρίς την άδεια του μηχανικού που επιβλέπει το έργο. Σε προσβάσιμο σημείο μέσα στο κτίριο θα πρέπει να τοποθετείται ο ηλεκτρικός πίνακας διανομής. Θα πρέπει να γίνεται η κατάληξη του αγωγού της γείωσης, πάνω στα σημεία της ρευματοληψίας δηλαδή του φωτισμού και των συσκευών. Όλοι οι ρευματοδότες φέρουν υποχρεωτική την επαφή με την γείωση, σε όλους τους χώρους.

Χώρος μετρητικών διατάξεων και ηλεκτρικού υποσταθμού στα κτίρια :

Σε όλες τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις [4], πρέπει να προβλέπεται ο χώρος αποκλειστικά για τις τοποθετήσεις των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας. Απαγορεύονται οι μεταβολές των μετρητών και κάθε κατασκευής από χρήστες, που έχουν σχέση με την παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος, όπου αρχικά έχουν διαμορφωθεί με τις υποδείξεις της ΔΕΗ. Ο χώρος και οι εγκαταστάσεις, κατασκευάζονται σύμφωνα με τις οδηγίες της ΔΕΗ – Εγκατάσταση Μετρητικών Διατάξεων, όπου οι οδηγίες απευθύνονται σε κατασκευαστές και στους ηλεκτρολόγους, που θα δημιουργήσουν αυτές τις εγκαταστάσεις. Αν χρειαστούν αναγκαστικές τροποποιήσεις επειδή για παράδειγμα, ο όγκος της οικοδομής υπερβαίνει τον προβλεπόμενο από τους Ν. 4483/65 και 1277/82 ΦΕΚ 103/Α, η ΔΕΗ θα πρέπει να λάβει την απόφαση για το αν χρειαστεί μια εγκατάσταση ηλεκτρικού υποσταθμού. Τα συστήματα διανομής χωρίζονται σε 2 τύπους, το σύστημα με τους ενεργούς αγωγούς και το σύστημα σύνδεσης με γείωση.

## 2.2 Σύστημα σύνδεσης των γειώσεων 2.2

Τα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων, διακρίνονται σε 3 είδη [2].

- Σύστημα TN
- Σύστημα TT
- Σύστημα IT

Υπάρχει κώδικας για την αναγνώριση κάθε τύπου σύνδεσης στις γειώσεις. Το πρώτο γράμμα συμβολίζει την σχέση του συστήματος τροφοδότησης με την γη.

- Το γράμμα T συμβολίζει την άμεση σύνδεση του ουδετέρου με την γη.
- Το γράμμα I συμβολίζει όλα τα ενεργά μέρη που είναι απομονωμένα από τη γη ή ένα σημείο που είναι συνδεδεμένο με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης σημαντικής τιμής.



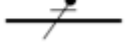
Η σχέση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών μιας εγκατάστασης και της γης, συμβολίζεται με το δεύτερο γράμμα.

- Το γράμμα T συμβολίζει την άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίων μερών με την γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του ουδέτερου του συστήματος τροφοδότησης.
- Το γράμμα N συμβολίζει την ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης.

Τα τελευταία γράμματα συμβολίζουν την σχέση του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας.

- Το γράμμα S είναι η προστασία που εξασφαλίζεται από ιδιαίτερο αγωγό προστασίας, διαφορετικό από τον ουδέτερο.
- Το γράμμα C είναι οι λειτουργίες του ουδέτερου και της προστασίας, όπου συνδυάζονται με έναν μόνο αγωγό (Αγωγός PEN).

Σημασίες συμβόλων των παρακάτω εικόνων

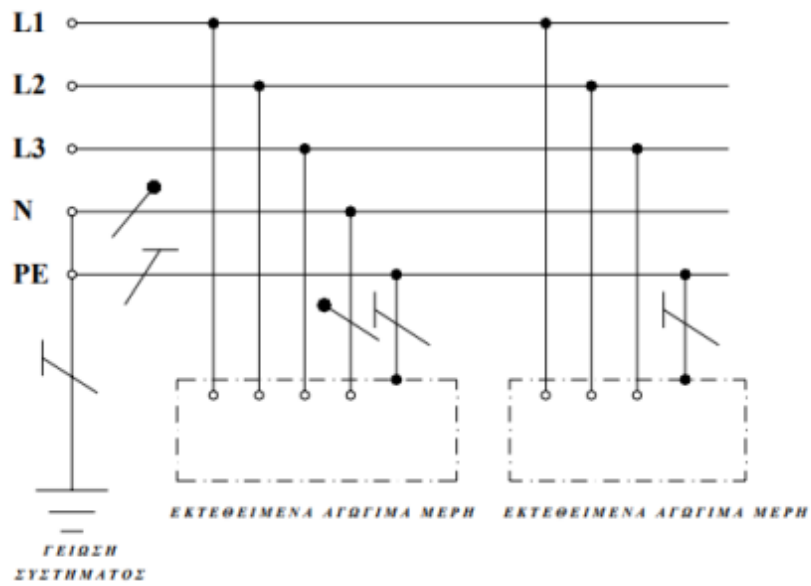
	<b>ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (PE)</b>
	<b>ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΓΩΓΟΣ (N)</b>
	<b>ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ &amp; ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΜΑΖΙ (PEN)</b>

Εικόνα 2.7: Επεξήγηση συμβόλων [16]

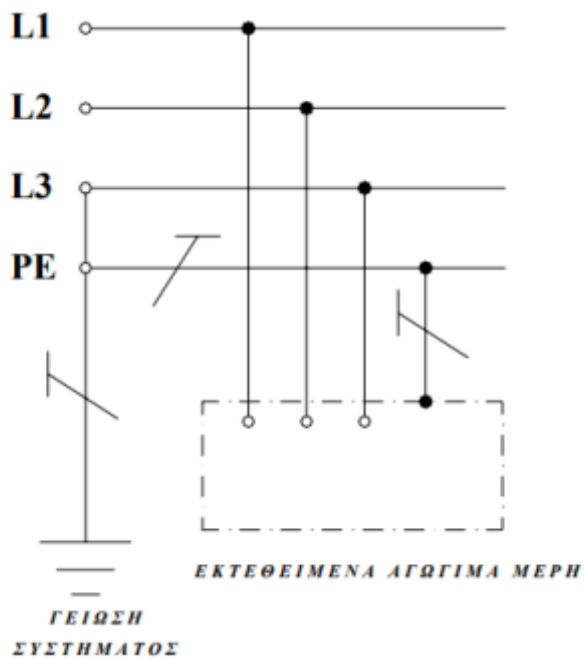
### Σύστημα γείωσης TN [2]

Συστήματα τροφοδότησης, που έχουν τον ουδέτερο άμεσα (χωρίς ηθελημένη αντίσταση) γειωμένο, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγία μέρη της εγκατάστασης, θα πρέπει να συνδεθούν με τον ουδέτερο ή με το γειωμένο σημείο, μέσω αγωγών προστασίας. Αν δεν υπάρχει διαθέσιμος ουδέτερος, τότε συνδέονται με άλλο σημείο τους. Αν παρουσιαστεί σφάλμα στην μόνωση μιας φάσης και σε εκτεθειμένο αγωγίμο μέρος ή σε αγωγό προστασίας, τότε ο βρόχος σφάλματος αποτελείται αποκλειστικά από αγωγούς που είναι ενεργοί και της προστασίας. Με αποτέλεσμα κάθε ρεύμα πλήρους σφάλματος μεταξύ της φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή ενός αγωγού προστασίας, να γίνεται ρεύμα στερεού βραχυκυκλώματος, μεταξύ φάσης και ουδέτερου. Κατατάσσονται σε 3 μορφές

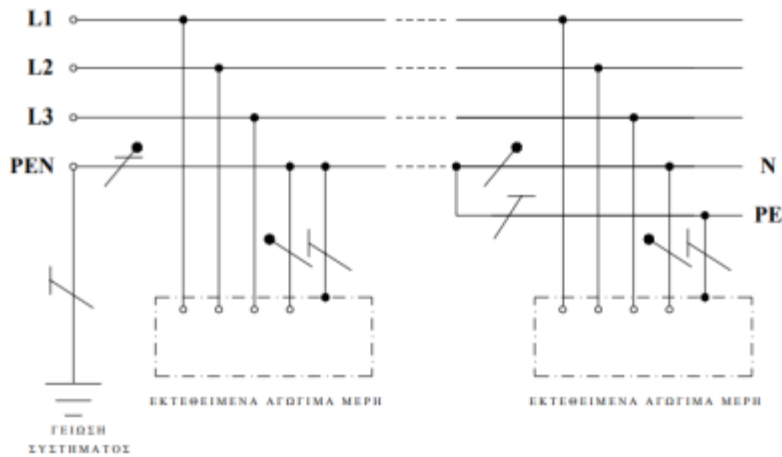
1. Σύστημα TN-S: Σε όλο το σύστημα ο ουδέτερος και ο αγωγός προστασίας δεν είναι συνδεδεμένοι μαζί.
2. Σύστημα TN-C-S: Σε έναν αγωγό, σε ένα σημείο του συστήματος, ο ουδέτερος και ο αγωγός προστασίας συνδυάζουν τις λειτουργίες τους.
3. Σύστημα TN-C: Σε έναν αγωγό, όλου του συστήματος, συνδυάζεται ο ουδέτερος και ο αγωγός προστασίας.



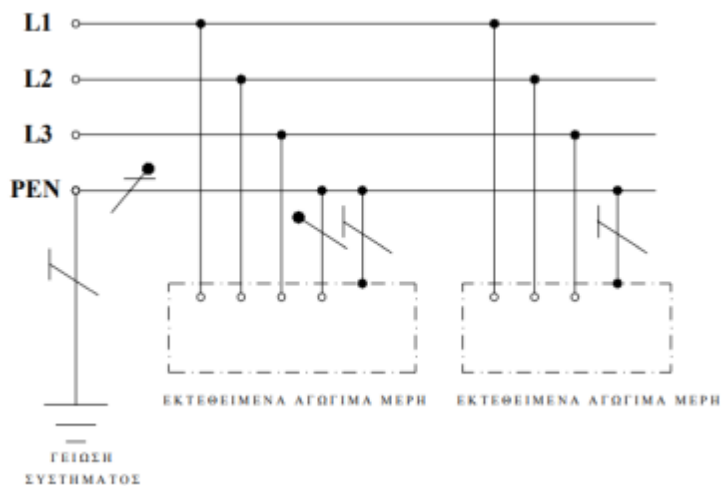
Εικόνα 2.8: Σύστημα TN-S, χωριστοί ο ουδέτερος και ο αγωγός προστασίας σε όλο το σύστημα.  
[16]



Εικόνα 2.9: Χωριστοί ο γειωμένος αγωγός φάσης και ο αγωγός προστασίας σε όλο το σύστημα.  
[16]



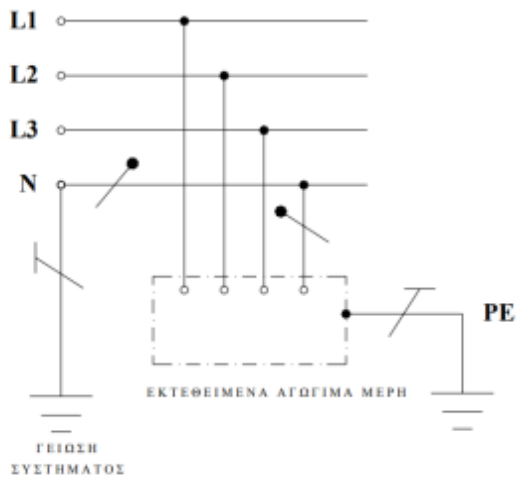
**Εικόνα 2.10:** Σύστημα TN-C-S, συνδυασμός των λειτουργιών του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας, σε έναν αγωγό με ένα μέρος του συστήματος. [16]



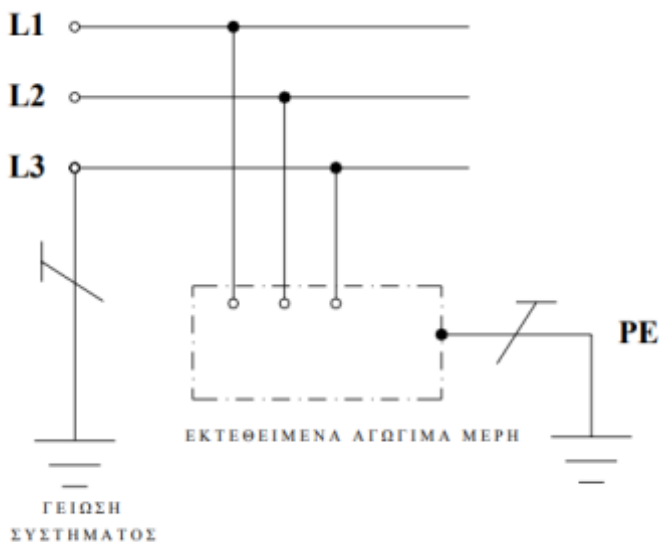
**Εικόνα 2.11:** Σύστημα TN-C, συνδυασμός του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας σε έναν μόνο αγωγό, σε ολόκληρο το σύστημα. [16]

### Σύστημα γείωσης TT [2]

Όταν εφαρμόζεται τέτοιο σύστημα γειώσεων, ο ουδέτερος είναι άμεσα συνδεδεμένος προς στην γη, τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης θα συνδεθούν με ηλεκτρόδια γείωσης, είναι ηλεκτρικά ανεξάρτητα από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης. Σε περίπτωση που υπάρξει σφάλμα μεταξύ μιας μόνωσης, μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή του αγωγού προστασίας, ο βρόχος του σφάλματος θα πρέπει να περιλαμβάνει και ένα μέρος διαδρομής εντός της γης. Παρεμβάλλονται οι αντιστάσεις της γείωσης, το ρεύμα σφάλματος θα πρέπει να είναι μικρότερο ενός στερεού βραχυκυκλώματος, μεταξύ φάσης και εκτεθειμένων αγωγίμων μερών. Μπορεί να έχει τιμή, που θα είναι δυνατή η εμφάνιση επικίνδυνων τάσεων επαφής.



Εικόνα 2.12: Σύστημα TT, ο ουδέτερος διανέμεται. [16]



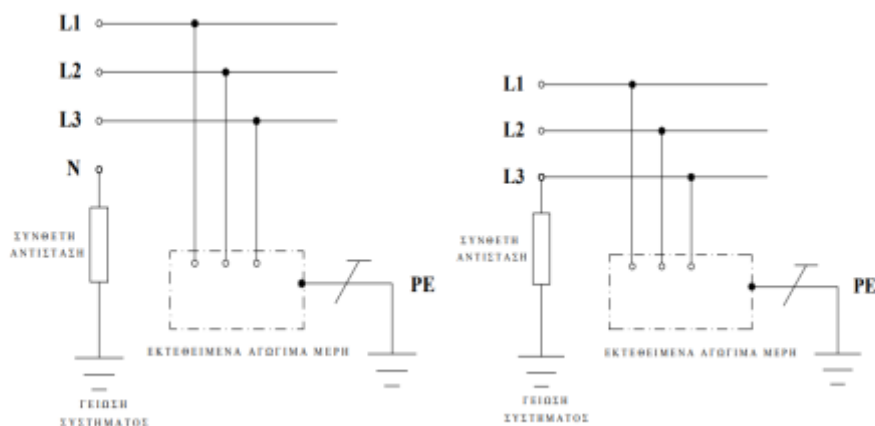
Εικόνα 2.13: Σύστημα TT, ο ουδέτερος μπορεί να μην διανέμεται. [16]

### Σύστημα γείωσης IT [2]

Στο συγκεκριμένο σύστημα, όλα τα ενεργά μέλη θα πρέπει να είναι μονωμένα προς την γη ή ένα σημείο θα πρέπει να συνδέεται με την γη, με μια σύνθετη αντίσταση μεγάλης τιμής. Τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη θα πρέπει να είναι γειωμένα, αν γειώνεται ένα μέρος του συστήματος της τροφοδότησης, αυτό το σημείο θα είναι μια φάση, αλλιώς θα είναι ο ουδέτερος ή ένας τεχνητός ουδέτερος. Ο ουδέτερος διανέμεται ή χωρίς. Αν υπάρξει σφάλμα μεταξύ μιας μόνωσης, μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους, το ρεύμα θα πρέπει να περάσει από την χωρητικότητα του αγωγού του συστήματος τροφοδότησης και της εγκατάστασης προς τη γη (διαφορετικά θα πρέπει να περάσει από μια σύνθετη αντίσταση και το σύστημα να συνδεθεί με την γη). Το ρεύμα σφάλματος θα είναι μικρό με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επικίνδυνη τάση επαφής, λόγω της απουσίας της γείωσης του συστήματος ή της μεγάλης τιμής της σύνθετης αντίστασης γείωσης του συστήματος.



Σε περίπτωση δεύτερου σφάλματος, μπορεί να εμφανιστεί και επικίνδυνη τάση επαφής.



Εικόνα 2.14: Σύστημα IT [16]

### 2.3 Τροφοδοσία – Δομή εγκαταστάσεων

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ 384 [2] σε κάθε τροφοδοσία θα πρέπει να επισημαίνεται και κάθε χαρακτηριστικό της. Δηλαδή θα πρέπει να προσδιοριστεί η φύση και η συχνότητα του ρεύματος, η τιμή της ονομαστικής τάσης, η τιμή του στερεού βραχυκυκλώματος στην αρχή της εγκατάστασης, η ικανοποίηση των απαιτήσεων της εγκατάστασης και της μέγιστης ζήτησης. Τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά θα πρέπει να επιβεβαιώνονται σε περίπτωση εξωτερικής τροφοδότησης ή θα πρέπει να προσδιορίζονται σε περίπτωση ιδιωτικής πηγής. Ισχύει για την κύρια τροφοδότηση, για τροφοδότηση συστημάτων ασφαλείας, καθώς και την εναλλακτική τροφοδότηση (εφεδρική).

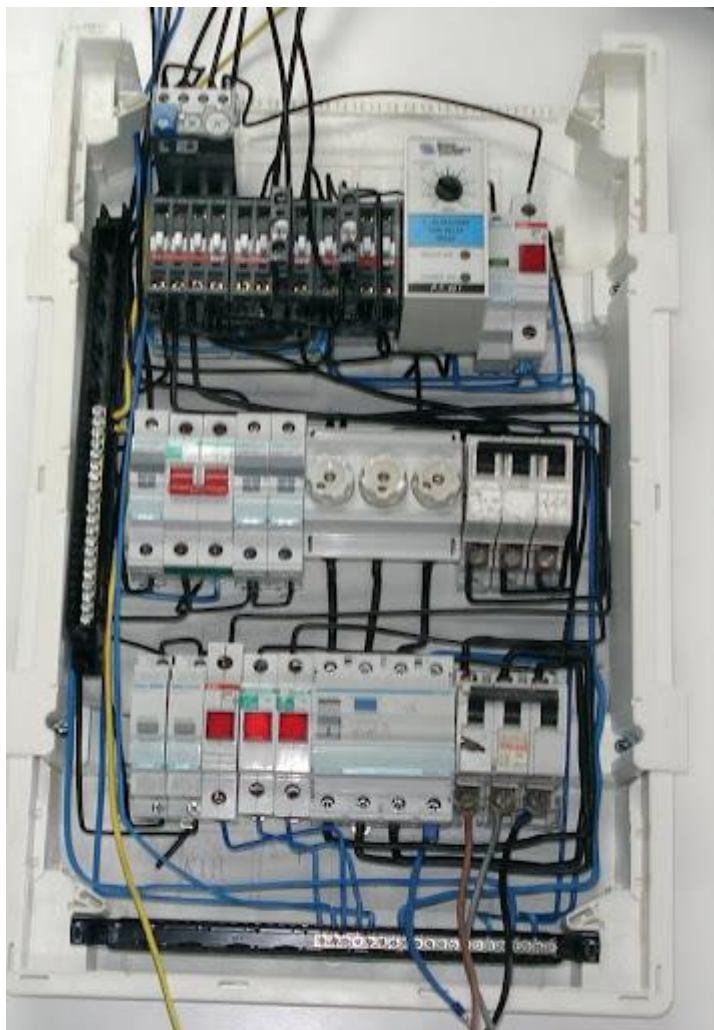


**Εικόνα 2.15: Τροφοδοσία πλοίων**

Είναι αναγκαίο σε μια εγκατάσταση που αποτελείται από πολλά κυκλώματα, να διαιρείται σε πολλά μέρη [2]. Έτσι φέρει ως αποτέλεσμα την αποφυγή κινδύνων, τον περιορισμό διαφόρων συνεπειών οποιαδήποτε βλάβης, την διευκόλυνση των χειρισμών, των δοκιμών και της συντήρησης. Ο λόγος που πρέπει να υπάρχει η διαίρεση των κυκλωμάτων σε τμήματα, είναι για την αποφυγή βλαβών ή των απομονώσεων άλλων κυκλωμάτων. Απαιτείται συγκεκριμένος αριθμός κυκλωμάτων, συσκευών κατανάλωσης, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι κανόνες της προστασίας κατά των υπερεντάσεων, της απομόνωσης, της διακοπής και του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος, που θα πρέπει να υπάρχει στους αγωγούς.

Τροφοδότηση κυκλωμάτων [314] :

Όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός κυκλωμάτων σε μια εγκατάσταση, [2] κάθε κύκλωμα θα πρέπει να έχει ξεχωριστή αναχώρηση σε πίνακα διανομής. Η τροφοδότηση των κυκλωμάτων από τον κεντρικό πίνακα ή δευτερεύοντες πίνακες, θα γίνεται με κριτήριο τη διευκόλυνση των χειρισμών της απομόνωσης και της αποκατάστασης της τροφοδότησης, μετά από μια ενδεχόμενη διακοπή λειτουργίας, εξαιτίας των διατάξεων προστασίας.



Εικόνα 2.16: Πίνακας διανομής ηλεκτρικού ρεύματος [17]

Μια ηλεκτρική γραμμή ενός κυκλώματος θα πρέπει να είναι ηλεκτρικά ανεξάρτητη από άλλες ηλεκτρικές γραμμές, για να μην πραγματοποιείται η έμμεση ενεργοποίηση οποιουδήποτε κυκλώματος, που προορίζεται να είναι απομονωμένο.

Συμβατότητα :

Σύμφωνα με [2] το ΕΛΟΤ HD 384, στην κατασκευή μιας εγκατάστασης θα πρέπει να υπάρχει συμβατότητα με το σύστημα τροφοδότησης και με τις υπάρχουσες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Για την αποφυγή βλαβών στα συστήματα των

τροφοδοτήσεων ή σε άλλες εγκαταστάσεις, θα πρέπει να γίνεται εκτίμηση στα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Αφορούν τα παρακάτω :

1. Μεταβατικές υπερτάσεις.
2. Απότομες μεταβολές ισχύος.
3. Ρεύματα εκκίνησης.
4. Αρμονικές ρεύματος.
5. Συνεχείς συνιστώσες.
6. Υψίσυχνες ταλαντώσεις.
7. Ρεύματα διαρροής.
8. Ανάγκη συμπληρωματικών συνδέσεων προς την γη.

Εφεδρική τροφοδοσία :

Μπορεί [2] να χρησιμοποιηθεί εφεδρική τροφοδότηση αν χρειάζεται μια εγκατάσταση, θα αντικαταστήσει την κύρια τροφοδοσία σε χρονικά διαστήματα που διακόπτεται ή δεν διατηρεί τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης. Τα χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα :

1. Συστοιχίες συσσωρευτών.
2. Ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη ανεξάρτητα από την κύρια τροφοδότηση.
3. Χωριστή τροφοδότηση από το δίκτυο διανομής, μια ανεξάρτητη από την κύρια τροφοδότηση.

Μια εφεδρική τροφοδότηση μπορεί να είναι :

1. Μη αυτόματη, που για να ενεργοποιηθεί χρειάζεται κάποιον χρήστη.
2. Αυτόματη, που ενεργοποιείται χωρίς καμία παρέμβαση.

Η αυτόματη τροφοδότηση, μπορεί να καταταγεί σε χρόνο μεταγωγής, σε μια από τις ακόλουθες κατηγορίες :

1. Συνεχής παροχή, δηλαδή δεν διακόπτεται η τροφοδότηση με προδιαγεγραμμένες συνθήκες στην περίοδο της μεταγωγής, για παράδειγμα τις προδιαγραφόμενες μεταβολές της τάσης και της συχνότητας (αδιάλειπτη).
3. Πολύ μικρή διάρκεια διακοπής, υπάρχει αδιάλειπτη τροφοδότηση σε 0.15s.
4. Μικρή διάρκεια διακοπής, υπάρχει αδιάλειπτη τροφοδότηση σε 0.50s.
5. Μεσαίας διάρκειας διακοπή, υπάρχει αδιάλειπτη τροφοδότηση σε 15s.
6. Μακράς διάρκειας διακοπή, υπάρχει αδιάλειπτη τροφοδότηση σε χρόνο μεγαλύτερο από 15s.

Υπερεντάσεις και προστασία :

Σύμφωνα με [2] το ΕΛΟΤ HD 384 για την αποφυγή υπερφόρτισης και βραχυκυκλώματος του ρεύματος, οι αγωγοί θα πρέπει να προστατεύονται με μια ή περισσότερες διατάξεις αυτόματης διακοπής της τροφοδότησης. Οι διακόπτες χωρίζονται ως εξής :

- Διακόπτες ισχύος με διάταξη πτώσης από υπερφόρτιση.
- Διακόπτες ισχύος σε συνδυασμό με ασφάλειες.
- Ασφάλειες με φυσίγγια τύπου "gG" σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 60269-1 (Ασφάλειες χαμηλής τάσης).

Οι διατάξεις προστασίας θα πρέπει να διακόπτουν οποιαδήποτε υπερένταση. Χωρίζονται σε διατάξεις που εξασφαλίζουν την προστασία μόνο σε υπερφορτίσεις και σε διατάξεις που είναι μόνο για βραχυκυκλώματα. Στην περίπτωση των υπερφορτίσεων, οι διατάξεις παρουσιάζουν χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας αντίστροφου χρόνου, όπου έχουν την ικανότητα διακοπής, μικρότερη από το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλες διατάξεις προστασίας, αν και μόνο αν οι χαρακτηριστικές καμπύλες τους, θα εξασφαλίζουν προστασία ισάξια προς αυτήν, παρέχοντας διατάξεις προστασίας που καθορίζονται από το συγκεκριμένο ΕΛΟΤ. Στην περίπτωση των βραχυκυκλωμάτων, οι διατάξεις εγκαθίστανται σε μέρη όπου η προστασία επιτυγχάνεται με άλλα μέσα, μπορεί να παραληφθεί. Οι συγκεκριμένες διατάξεις έχουν την ικανότητα διακοπής μέχρι και το αναμενόμενο ρεύμα του βραχυκυκλώματος. Οι διατάξεις αυτές μπορεί να είναι διακόπτες ισχύος, με διάταξη πτώσης από βραχυκύκλωμα ή ασφάλειες.



Εικόνα 2.17: Διακόπτες ισχύος με διάταξη πτώσης από υπερφόρτιση [18]



Εικόνα 2.18: Διακόπτες ισχύος σε συνδυασμό με ασφάλειες [19]



Εικόνα 2.19: Φυσίγγι τύπου gG [20]

Σκοπός πρόβλεψης των διατάξεων προστασίας [2] είναι, για την διακοπή οποιουδήποτε ρεύματος υπερφόρτισης που διαρρέει τους αγωγούς του κυκλώματος με αποτέλεσμα να προλαβαίνει το ρεύμα προτού αυτό προκαλέσει την ανύψωση της θερμοκρασίας, που είναι ικανή να προκαλέσει βλάβη στη μόνωση, σε συνδέσεις, σε τερματισμούς ή το περιβάλλον των αγωγών. Για την προστασία μιας γραμμής έναντι υπερφόρτισης, ικανοποιούνται οι εξής συνθήκες :

1.  $I_B \leq I_n \leq I_z$
2.  $I_2 \leq 1.45 * I_z$

\*όπου I, οι συμβολισμοί είναι οι εξής :

- $I_B$  : Ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος.
- $I_z$  : Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα της γραμμής.
- $I_n$  : Ονομαστικό ρεύμα της διάταξης προστασίας.

- I<sub>2</sub> : Ρεύμα που εξασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία της διάταξης προστασίας στο συμβατικό χρόνο.

Το κύκλωμα θα πρέπει να είναι προμελετημένο, για να αποφεύγονται οι συχνές μικρές υπερφορτίσεις, που διαρκούν για μεγάλη χρονική διάρκεια. Ο λόγος της προμελέτης προκύπτει από την μη εξασφαλισμένη προστασία που παρέχεται από τις συνθήκες των διατάξεων προστασίας, για παράδειγμα η I<sub>2</sub> δεν αποτελεί την καλύτερη οικονομική λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

Προστασία αγωγών από παράλληλη σύνδεση [2] :

Σε διατάξεις προστασίας περισσότερων αγωγών που είναι συνδεδεμένοι παράλληλα και είναι ίδιου τύπου, έχουν εγκατασταθεί με τον ίδιο τρόπο, η τιμή του I<sub>z</sub> είναι ίση με το άθροισμα των μέγιστων επιτρεπόμενων ρευμάτων, με κύρια προϋπόθεση η διάταξη των αγωγών να είναι τέτοια για να διαρρέονται από ίσα ρεύματα.

Προστασία από βραχυκυκλώματα [2] :

Η παρουσία των διατάξεων προστασίας, κρίνεται αναγκαία για κάθε διακοπή ρεύματος ενός βραχυκυκλώματος που διαρρέει σε αγωγούς, για να μην δημιουργηθούν κίνδυνοι λόγω θερμικών ή μηχανικών σφαλμάτων που μπορεί να παρουσιαστούν από τους αγωγούς. Το ρεύμα ενός βραχυκυκλώματος θα πρέπει να προσδιορίζεται από κάθε σημείο που κρίνεται αναγκαίο, επιτυγχάνεται με μετρήσεις ή υπολογισμούς. Οι [2] διατάξεις προστασίας, πρέπει να τηρούν δύο συνθήκες και είναι οι εξής :

1. Η δυνατότητα διακοπής θα πρέπει να είναι ίση με το μέγιστο αναμενόμενο βραχυκύκλωμα. Σε περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένη μια άλλη διάταξη προστασίας, προς την πλευρά της τροφοδοσίας, θα πρέπει να έχει την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας των διατάξεων πρέπει να επιλέγονται για να μην αφήνουν να περάσει ενέργεια που τις υπερβαίνει, έτσι αντέχουν χωρίς να δημιουργηθεί κάποια βλάβη στην διάταξη προστασίας στην πλευρά του φορτίου και στους αγωγούς που προστατεύονται από τις διατάξεις προστασίας.
2. Ο χρόνος διακοπής του βραχυκυκλώματος θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μην ανυψωθεί η θερμοκρασία των αγωγών και δημιουργήσει προβλήματα.

Μπορεί να υπολογιστεί με τον ακόλουθο τύπο :  $\sqrt{t} = k * x * \frac{S}{I}$

\* Η σημασία των συμβόλων είναι η εξής :

- t : Χρονική διάρκεια και μετριέται σε s      S : Η διατομή και μετριέται σε mm<sup>2</sup>
- I : Τιμή του ρεύματος – βραχυκυκλώματος και μετριέται σε A
- k : Παίρνει ειδικές τιμές ανάλογα με τους αγωγούς

Το k έχει διάφορες τιμές ανάλογα την περίπτωση.

Αγωγοί	Τιμές k
--------	---------

χάλκινοι αγωγοί με μόνωση	115
είναι χάλκινοι αγωγοί με μόνωση ελαστικού γενικής χρήσης ή βουτυλίου ή πολυαιθυλενίου διασταυρωμένου δεσμού ή αιθυλενίου – προπυλενίου	135
Αγωγοί από αλουμίνιο με μόνωση PVC	74
Αγωγοί από αλουμίνιο με μόνωση ελαστικού γενικής χρήσης ή βουτυλίου ή πολυαιθυλενίου διασταυρωμένου δεσμού ή αιθυλενίου – προπυλενίου	87
Συνδέσεις χάλκινων αγωγών με κόλληση από κασσίτερο	115

Πίνακας 2

Σε περίπτωση παράλληλης σύνδεσης, μια διάταξη προστατεύει περισσότερους αγωγούς, υπό την προϋπόθεση ότι η χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας της και ο τρόπος εγκατάστασης των παράλληλων αγωγών έχουν επιλεγεί κατάλληλα.

Διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος :

Μια διάταξη προστασίας ενός διαφορικού ρεύματος είναι ένας μηχανικός διακόπτης ή διακόπτες, όπου ανοίγει τις επαφές όταν το ρεύμα υπερβεί (μπορεί να συμβεί και όταν φτάσει την συγκεκριμένη τιμή) την προκαθορισμένη τιμή του. Οι συσκευές αυτές έχουν την δυνατότητα ανίχνευσης ή εκτίμησης της τιμής του διαφορικού ρεύματος και μπορούν να το διακόπτουν. Οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος ακολουθούν τα πρότυπα ΕΛΟΤ 61008-1, 61009, 60947-2, όπου χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

- Στις διατάξεις που είναι ευαίσθητες σε εναλλασσόμενο ρεύμα, τις τύπου AC.
- Στις διατάξεις που είναι ευαίσθητες σε εναλλασσόμενο και συνεχές ρεύμα με κυμάτωση, τις τύπου A.
- Στις διατάξεις που είναι ευαίσθητες σε εναλλασσόμενο, συνεχές με κυμάτωση και σε καθαρό συνεχές ρεύμα.

Οι διατάξεις προκαλούν 50% απόζευξη, όταν το ρεύμα ξεπερνά την τιμή του. Λόγω των ρευμάτων διαφυγής ή μεταβατικών φαινομένων, δημιουργούνται ανεπιθύμητες αποζεύξεις, για να αποτρέπεται αυτό το πρόβλημα θα πρέπει να καταμετρείται από μια διάταξη το συνολικό ρεύμα αυτών των περιπτώσεων και να είναι λιγότερο από το 1/3 του διαφορικού ρεύματος. Το σημείο μιας εγκατάστασης διάταξης προστασίας, θα πρέπει να είναι προσιτό για την δοκιμή. Στο στοιχείο ανίχνευσης, όπου θα περνάνε οι αγωγοί (ενεργοί), δεν θα πρέπει να περάσει ο αγωγός προστασίας από εκεί. Στα συστήματα σύνδεσης των TN και TT γειώσεων, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται διατάξεις με ρεύμα λειτουργίας  $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ , σε περίπτωση που το σφάλμα μπορεί να συμβεί σε αντίσταση, ορίζεται  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ .



Διατάξεις επιτήρησης μόνωσης :

Είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται στο σύστημα γειώσεων IT, ελέγχει συνεχώς την μόνωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης, αν υπάρξει μείωση του επιπέδου της μόνωσης, τότε η συσκευή παρέχει σήμα, διακόπτεται η τροφοδότηση και ξεκινάει η διαδικασία της επισκευής της βλάβης. Η ρύθμιση της διάταξης, θα πρέπει να είναι μικρότερη από την τιμή της εγκατάστασης (τιμή εγκατάστασης Selv-Pelv = 0.25 MΩ, 500V = 0.5 MΩ, μεγαλύτερη από 500V = 1 MΩ).

Διατάξεις προστασίας κατά των υπερεντάσεων :

Οι συγκεκριμένες διατάξεις επιτυγχάνονται με ασφάλειες, μπορεί να είναι βιδωτές όπου η κεντρική τους επαφή βρίσκεται προς την πλευρά της τροφοδότησης. Στην περίπτωση που η ασφάλεια είναι μαχαιρωτή, η τοποθέτησή της δεν θα πρέπει να γεφυρώνει τα αγωγίμα μέρη άλλων ασφαλειών, που βρίσκονται δίπλα της σε μια ασφαλειοθήκη. Οι ασφάλειες τύπου φυσίγγια ή τηκτά, θα πρέπει να ακολουθούν τα πρότυπα ασφαλείας ΕΛΟΤ EN 60269-3, αν δεν ακολουθούν τα συγκεκριμένα πρότυπα, τότε θα πρέπει να εγκαθίστανται με τρόπο όπου η αφαίρεσή τους δεν μπορεί να προκαλέσει κάποιο ατύχημα, δηλαδή να μην υπάρχει η περίπτωση επαφής με ενεργά μέρη. Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύς, θα πρέπει να είναι εγκατεστημένοι με τρόπο στον οποίο να μην γίνεται εύκολα εφικτή η τροποποίηση της ρύθμισης του στοιχείου της υπερέντασης, από άτομα που δεν είναι ειδικευμένα πάνω στην ρύθμισή του.

Διατάξεις προστασίας κατά την μείωση της τάσης :

Οι διατάξεις μπορεί να είναι ηλεκτρονόμοι μείωσης της τάσης, διατάξεις πτώσης των διακοπών του φορτίου, διακόπτες ισχύος.

Διατάξεις απομόνωσης και διακοπής :

Η απομόνωση θα πρέπει να υπάρχει σε ολόκληρη την εγκατάσταση, κάθε κύκλωμα δηλαδή που χρειάζεται να απομονωθεί από άλλα κυκλώματα χωριστά, θα πρέπει να υπάρχει η διάταξη της απομόνωσης. Η συγκεκριμένη διάταξη μπορεί να απομονώνει όλους τους ενεργούς αγωγούς. Όταν υπάρχει η δυνατότητα τροφοδότησης από περισσότερα από ένα σημεία, μιας συσκευής, θα πρέπει να υπάρχει η ικανότητα της απομόνωσής της, από όλες τις τροφοδοτήσεις. Αναγκαία μπορεί να είναι η τοποθέτηση ενδεικτικών πινακίδων για την σημασία της απομόνωσης από όλες αυτές τις τροφοδοτήσεις (μονοπολική διάταξη). Σε περίπτωση αλληλομανδάλωσης (πολυπολική διάταξη), όπου εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη απομόνωση, δεν χρειαστούν οι ενδεικτικές πινακίδες. Οι αποστάσεις της απομόνωσης μεταξύ των επαφών, δεν πρέπει να είναι μικρότερες όταν είναι σε ανοιχτή θέση, από τις προκαθορισμένες από πρότυπα κατασκευές των διατάξεων απομόνωσης των τάσεων της εγκατάστασης. Δηλαδή θα πρέπει να είναι ορατό το διάκενο των επαφών, όταν είναι ανοιχτές, διαφορετικά θα πρέπει να υπάρχει ένδειξη για το αν είναι ανοικτή ή κλειστή, η θέση των επαφών απομόνωσης. Η ένδειξη της θέσης των επαφών γίνεται

με τα γράμματα "Ο" για ανοικτή θέση και "Ι" για κλειστή θέση. Η απομόνωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με αποζεύκτες, διακόπτες – αποζεύκτες (πολυπολικούς ή μονοπολικούς), με ρευματολήπτες και ρευματοδότες, τηκτά ασφαλειών, συνδέσμους και τέλος με ειδικούς ακροδέκτες που δεν χρειάζεται η αποσύνδεση του αγωγού. Όλες οι διατάξεις της απομόνωσης θα πρέπει να αναγνωρίζονται, για να μην προκληθεί κάποιο σφάλμα. Οι διατάξεις διακοπής, χρησιμοποιούνται για την άμεση διακοπή ενός ή πολλών τμημάτων της εγκατάστασης, για να γίνει συντήρηση. Δεν είναι απαραίτητη η διακοπή όλων των ενεργών αγωγών, μόνο στο σημείο που χρειάζεται η επισκευή. Επιτυγχάνεται η διακοπή του κύριου κυκλώματος με συμπληρωματικές εξασφαλίσεις, δηλαδή μηχανικές αλληλομανδαλώσεις ή με την εξασφάλιση της ισοδυναμίας. Μια διακοπή μπορεί να γίνει με πολυπολικούς διακόπτες φορτίου, διακόπτες ισχύος, διακόπτες που ελέγχουν τις επαφές, με ρευματολήπτες και ρευματοδότες. Πραγματοποιείται με χειροκίνητη ενέργεια, μια τέτοιου είδους διακοπή, αλλά θα πρέπει να εγκαθίστανται οι διάταξης σε σημεία που δεν μπορεί να προκληθεί το τυχαίο κλείσιμο και θα πρέπει να υπάρχουν ειδικές επισημάνσεις, που θα ενημερώνουν τον χρήστη για την λειτουργία τους.

#### Διατάξεις επείγουσας διακοπής - κράτηση

Στην περίπτωση μιας επείγουσας διακοπής, η διάταξη θα πρέπει να έχει την ικανότητα της πλήρους διακοπής του ρεύματος της εγκατάστασης και μπορούν να αποτελούνται από :

1. Μια συσκευή που διακόπτει την τροφοδότηση.
2. Μια σειρά από συσκευές όπου με την ενεργοποίησή τους (με ένα πάτημα μόνο), διακόπτουν την τροφοδότηση ταυτόχρονα.

Μια επείγουσα διακοπή, μπορεί να πραγματοποιηθεί με διακόπτες από το κύριο κύκλωμα ή με μπουτόν, παρόμοια όργανα από το κύκλωμα ελέγχου (βοηθητικό κύκλωμα). Οι ρευματολήπτες και οι ρευματοδότες δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν για μια επείγουσα διακοπή. Κυρίως κρίνονται κατάλληλες οι χειροκίνητες διατάξεις για την διακοπή της τροφοδοσίας του κύριου κυκλώματος, όμως αν γίνεται εξ αποστάσεως, το άνοιγμα των διακοπών ισχύος ή των επαφών, θα γίνεται μέσω το κλείσιμο των πηνίων τους ή θα πρέπει να εφαρμοστούν τεχνικές που θα παρέχουν έναν ισοδύναμο βαθμό ασφαλείας. Σε οικιακές εγκαταστάσεις θα πρέπει να φέρουν κόκκινο χρώμα σε κίτρινο φόντο, τα μπουτόν ή άλλα μέσα χειρισμού. Οι διατάξεις της επείγουσας διακοπής ή επείγουσας κράτησης, θα μπορούν να διαθέτουν την δυνατότητα της μανδάλωσης, στη θέση διακοπής ή κράτησης, στα μέσα χειρισμού τους. Τέλος οι διατάξεις, για να αναγνωρίζονται εύκολα, θα πρέπει να τοποθετούνται και να επισημαίνονται με συγκεκριμένο τρόπο.

### Διατάξεις λειτουργικών χειρισμών

Οι διατάξεις θα πρέπει να είναι κατάλληλες για τις χειρότερες συνθήκες, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Αυτές οι διατάξεις έχουν την δυνατότητα της διακοπής του ρεύματος, χωρίς να αποσυνδέουν όλους τους πόλους των αντίστοιχων κυκλωμάτων (παράδειγμα διατάξεις ημιαγωγών), ο λειτουργικός χειρισμός εκτελείται με τα εξής :

- Διακόπτες φορτίου.
- Διατάξεις ημιαγωγών.
- Διακόπτες ισχύος .
- Επαφές.
- Ηλεκτρονόμοι.
- Ρευματολήπτες και ρευματοδότες με τιμή ρεύματος ως 16 Α.

Τέλος δεν χρησιμοποιούνται αποζεύκτες, ασφάλειες, γέφυρες για τον χειρισμό.

### Γειώσεις και αγωγοί προστασίας

#### Διατάξεις γείωσης :

Οι διατάξεις θα πρέπει να λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σχεδίασης, όπου θα ενισχύει την προστασία και την λειτουργία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης. Επιπλέον εξασφαλίζουν την κυκλοφορία των ρευμάτων διαρροής και ρευμάτων σφάλματος, μπορούν να κυκλοφορούν προς την γη, χωρίς να προκαλείται κάποιος κίνδυνος, κυρίως από θερμικές, θερμομηχανικές, ηλεκτρομηχανικές καταπονήσεις. Αντέχουν σε εξωτερικές καταπονήσεις, γιατί θα πρέπει να φέρουν την κατάλληλη μηχανική προστασία.

#### Ηλεκτρόδια γείωσης :

Τα ηλεκτρόδια γείωσης τοποθετούνται μέσα στο έδαφος, εξαρτιούνται από τις τοπικές συνθήκες του εδάφους και επιλέγονται ένα ή περισσότερα για την απαιτούμενη αντίσταση που χρειάζεται να υπάρχει στο έδαφος. Συνήθως χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα :

- Σωλήνες - ράβδοι γείωσης
- Ταινίες γείωσης - σύρματα
- Πλάκες γείωσης
- Ηλεκτρόδια γείωσης, όπου ενσωματώνονται μέσα στα θεμέλια ή θεμελιακή γείωση
- Μεταλλικοί σωλήνες νερού
- Υπόγειες κατασκευές

Τα υλικά της κατασκευής των ηλεκτροδίων, θα πρέπει να αντέχουν τις μηχανικές βλάβες λόγω διάβρωσης και θα πρέπει να προβλέπεται η αύξηση της αντίστασης της γείωσης εξαιτίας της διάβρωσης.

## Αγωγοί γείωσης

Οι αγωγοί γείωσης τοποθετούνται στο έδαφος και θα πρέπει να φέρουν συγκεκριμένη διατομή, όπου είναι η εξής :

- Οι αγωγοί γείωσης τοποθετούνται στο έδαφος και θα πρέπει να φέρουν συγκεκριμένη διατομή, όπου είναι η εξής :
- Χωρίς μηχανική προστασία η ελάχιστη διατομή θα πρέπει να είναι 16 mm<sup>2</sup> για χαλκό.
- Χωρίς μηχανική προστασία η ελάχιστη διατομή θα πρέπει να είναι 16 mm<sup>2</sup> για γαλβανισμένο χάλυβα.
- Χωρίς προστασία στην διάβρωση με μηχανική και χωρίς μηχανική θα φέρει ελάχιστη διατομή 25 mm<sup>2</sup> για χαλκό και 50 mm<sup>2</sup> για σίδηρο.

## Κύριοι ακροδέκτες ή ζυγοί γείωσης

Ο κύριος ακροδέκτης ή ο ζυγός της γείωσης θα συνδέεται με τους εξής αγωγούς :

- Αγωγοί γείωσης
- Αγωγοί προστασίας
- Αγωγοί της κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης
- Αγωγοί γείωσης λειτουργίας

Για να μπορεί να εφαρμοστεί η μέτρηση της γείωσης, θα πρέπει να υπάρχει ένα μέσο αποσύνδεσης του αγωγού γείωσης, όπου θα μπορεί να συνδυάζεται με τον κύριο ακροδέκτη της γείωσης και θα πρέπει να εμφανίζει μηχανική αντοχή για να εξασφαλίζει την διατήρηση της ηλεκτρικής συνέχειας. Η αποσύνδεση θα πρέπει να γίνεται με την χρήση ενός εργαλείου.

## Αγωγοί κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης

Η διατομή των αγωγών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το μισό της διατομής του αγωγού προστασίας, με ελάχιστο όριο τα 6 mm<sup>2</sup>, δεν χρειάζεται να υπερβαίνει τα 25 mm<sup>2</sup> στην περίπτωση που είναι χαλκός ή από άλλο μέταλλο όταν υπάρχει το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα.

Για χρόνους διακοπής από  $t \leq 5s$ , η διατομή των αγωγών προστασίας, υπολογίζεται

$$\text{από : } S = \sqrt{\frac{I^2 t}{k}}$$

Σημασία τύπου :

1. S : Διατομή, μετριέται σε mm<sup>2</sup>
2. I : Τιμή ρεύματος του σφάλματος
3. t : Χρόνος λειτουργίας της διάταξης της διακοπής, μετριέται σε s (δευτερόλεπτα)

4.  $k$  : Συντελεστής, που το υλικό του αγωγού και της μόνωσης του, καθορίζουν την τιμή του.

Διατομές αγωγών προστασίας σε σύγκριση των διατομών των αγωγών των φάσεων

Διατομή αγωγών φάσεων $S$ (mm <sup>2</sup> )	Διατομή αγωγού προστασίας (ελάχιστη) $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Πίνακας 3

Οι τιμές του πίνακα ισχύουν μόνο αν ο αγωγός προστασίας είναι από το ίδιο μέταλλο όπως ο αγωγός των φάσεων, αν δεν είναι, τότε η διατομή θα πρέπει να φέρει μέγεθος, όπου θα προκύψει η ισοδύναμη αγωγιμότητα.

Σε περίπτωση που δεν έχει σχέση με το ίδιο περίβλημα τους αγωγούς των φάσεων, τότε :

- Με μηχανική προστασία θα πρέπει να είναι 2.5 mm<sup>2</sup>.
- Χωρίς μηχανική προστασία θα πρέπει να είναι 4 mm<sup>2</sup>.
- Όταν είναι κοινός ο αγωγός προστασίας σε περισσότερα κυκλώματα, η διατομή θα πρέπει να είναι ίση με την διατομή του μεγαλύτερου αγωγού, από τα κυκλώματα.

Οι αγωγοί προστασίας που χρησιμοποιούνται είναι :

- Αγωγοί πολυπολικών καλωδίων.
- Αγωγοί (μονωμένοι ή γυμνοί) που τοποθετούνται σε κοινό περίβλημα με ενεργούς αγωγούς.
- Αγωγοί (μονωμένοι ή γυμνοί) που τοποθετούνται χωριστά από τους ενεργούς αγωγούς.
- Μεταλλικά περιβλήματα, δηλαδή μανδύες, πλέγματα, σπλισμοί.
- Μεταλλικά περιβλήματα αγωγών ή σωλήνες (μεταλλικοί).
- Ξένα αγωγίμα στοιχεία.

Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα μεταλλικά περιβλήματα αλλά θα πρέπει να τηρούν τις περαιτέρω απαιτήσεις :

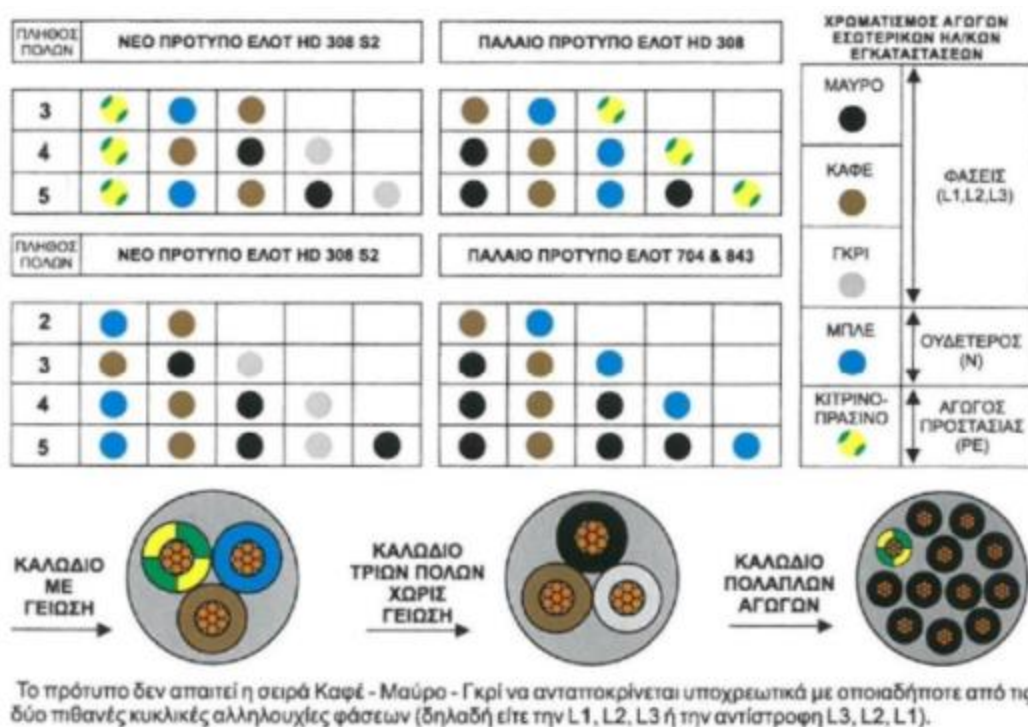
1. Θα πρέπει να υπάρχει μια ηλεκτρική συνέχεια, για να υπάρχει προστασία σε μηχανικές ή χημικές ή ηλεκτροχημικές αλλοιώσεις.
2. Η αγωγιμότητα να είναι ίση με τον τύπο παραπάνω.
3. Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα της σύνδεσης άλλων αγωγών προστασίας σε κάθε σημείο μιας διακλάδωσης.

## 2.4 Καλωδίωση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων

Στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται το πρότυπο CENELEC HD 308 S2/ CENELEC HD 21.1 S4 [6] (για κτιριακές εγκαταστάσεις), παράλληλα με την έγκριση από την ΕΛΟΤ/ΤΕ25, τα νέα ηλεκτρικά καλώδια είναι τα εξής παρακάτω [21].

Αριθμός Πόλων	Χρώματα Πόλων
2	2 χρώματα (μπλε και καφέ)
3	4 χρώματα (πρασινοκίτρινο, μπλε και καφέ)
4	5 χρώματα (πρασινοκίτρινο, καφέ, μαύρο, γκρι)
5	6 χρώματα (πρασινοκίτρινο, μπλε, καφέ, μαύρο, γκρι)

Πίνακας 4



Εικόνα 2.20: Χρωματισμοί σύμφωνα με τα πρότυπα [21]

Επίσης οι ονομασίες των καλωδίων των εσωτερικών εγκαταστάσεων είναι οι εξής [21] :

Παλαιά Ονομασία	Νέα ονομασία
ΝΥΑ	H07V-U, H05V-U, H07V-R
ΝΥΑΦ	H05V-K, H07V-K
ΝΥ, Α05VV-U	H05VV-U, H05VV-R
NLH, NMH	H05RR-F
ΝΥΜΗΥ	H05VV-F
ΝΥΛΗΥ	H03VV-F
ΝΥΦΑΖ	H03VH-H

NYSLYO	H05VV5-F
A05VV5-F	Καταργήθηκε

Πίνακας 5

Ονομασίες καλωδίων των εξωτερικών εγκαταστάσεων [21] :

Παλαιά Ονομασία	Νέα Ονομασία
NSHou	H07RN-F
NYY	J1VV-U,J1VV-R,J1VV-S
NYSY	N2XS Y,2XS Y
NSLF, NSLFFou	H01n2-D,H01N2-E

Πίνακας 6

Ο χρωματισμός των αγωγών, καθορίζεται από το ΕΛΟΤ HD 308 S2 και εισάγεται το γκρίζο χρώμα ως αγωγό φάσης και καθιερώνει το μπλε χρώμα ως αποκλειστικά ουδέτερο.

α/α	Είδος αγωγού	Νέο Χρώμα αγωγού κατά ΕΛΟΤ HD 308 S2	Παλιό Χρώμα αγωγού κατά ΕΛΟΤ 704 & 843	Παλιό Χρώμα αγωγού δεκαετία του '70	Γράμμα συμβολισμού
1.	Φάση				L1 ή L2 ή L3
2.	Ουδέτερος				N
3.	Γείωση				PE

Εικόνα 2.21: Χρώματα αγωγών [21]

- L = Line
- N = Neutral
- PE = Protective Earth

Το συγκεκριμένο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 308 S2 αφορά τα καλώδια ισχύος Χ.Τ., εφαρμόζεται σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, σε γραμμές τροφοδοσίας σταθερών/κινητών συσκευών και σε συστήματα διανομής. Τα μονοπολικά καλώδια, μονωμένους αγωγούς, το χρώμα θα πρέπει να είναι Κιτρινοπράσινο, ενώ του ουδέτερου αγωγού θα είναι μπλε. Καφέ, γκρι ή μαύρο, χρησιμοποιείται για ενεργούς αγωγούς, υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιηθεί και Κόκκινο χρώμα. Σε καλώδια πάνω από 5 πόλους, οι πόλοι πλέον θα είναι μαύρο χρώμα και η επισήμανσή τους πλέον γίνεται με αριθμούς όπως 1,2...κλπ, εκτός του αγωγού της γειώσεως που θα πρέπει να είναι κιτρινοπράσινο.

Αυτά είναι τα πρότυπα σε εγκαταστάσεις πλοίων για τα καλώδια [22]:

- IEC 60092-101 - Ορισμοί και απαιτήσεις εγκατάστασης
- IEC 60092-350 - Καλώδια τροφοδοσίας πλοίου - γενικές απαιτήσεις κατασκευής
- IEC 60092-351 - Μονωτικά υλικά υλικά για μονάδες πλοίου και υπεράκτιων μονάδων (offshore units), ισχύς, ελέγχου, οργάνων, καλώδια τηλεπικοινωνιών και δεδομένων.
- IEC 60092-352 - Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρικών καλωδίων

- IEC 60092-353 - Καλώδια μονοπύρηνων και πολλαπλών ακτίνων, με εξώθηση στερεών μονώσεων για τάσεις 1kV και 3kV.
- IEC 60092-354 - Καλώδια μονού πυρήνα και 3 πυρήνων με συμπαγή μόνωση εξώθησης για τάσεις 6kV έως και 30kV.
- IEC 60092-359 - Υλικά επικάλυψης καλωδιώσεων τροφοδοσίας και τηλεπικοινωνιών
- IEC 60092-373 - Εύκαμπτα, ομοαξονικά καλώδια πλοίου, καλώδια τηλεπικοινωνιών πλοίου και καλώδια ραδιοσυχνοτήτων.
- IEC 60092-374 - Καλώδια τηλεπικοινωνιών πλοίου και καλώδια ραδιοσυχνοτήτων, καλώδια τηλεφώνου για μη βασικές υπηρεσίες επικοινωνίας.
- IEC 60092-375 - Καλώδια τηλεπικοινωνιών πλοίου και καλώδια ραδιοσυχνοτήτων, γενικά καλώδια οργάνων, ελέγχου και επικοινωνίας
- IEC 60092-376 - Καλώδια κυκλωμάτων ελέγχου και οργάνων 150/ 250 V

Το εσωτερικό των καλωδιώσεων, η σημασία του χρωματισμού επίσης είναι ο ίδιος με τους χρωματισμούς μιας εγκατάστασης.



**Εικόνα 2.22: Καλωδιώσεις πλοίων [23]**

Τα καλώδια των πλοίων [24] θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα και εγκατεστημένα, όπου θα αποφεύγεται ο κίνδυνος του προσωπικού αλλά και του πλοίου. Η τάση στα καλώδια δεν πρέπει να ξεπερνά τη μέγιστη τάση του κυκλώματος, αλλά να είναι μικρότερη. Τα καλώδια που εκτίθενται σε υπερτάσεις από κυκλώματα υψηλής



επαγωγής, θα πρέπει να είναι μονωμένα και να αντέχουν μέχρι 600 V. Τα εύκαμπτα καλώδια δεν θα τοποθετούνται σε θέση που η μέγιστη θερμοκρασία του αγωγού υπερβαίνει τις ακόλουθες τιμές :

- Πολυβινυλοχλωρίδιο – ανθεκτικό στην υγρασία – 75 °C
- Διασταυρωμένο Πολυαιθυλένιο – 85 °C
- Καουτσούκ αιθυλενίου – 85 °C
- MI (mineral) – 95 °C
- Πυρίτιο – 95 °C

Καλώδια με μόνωση πολυβινυλοχλωριδίου δεν χρησιμοποιούνται σε χώρους ψύξης, μόνο με χρήση ειδικού PVC χαμηλής θερμοκρασίας, κατάλληλο για 40 °C. Τα καλώδια με περίβλημα ή κάλυμμα από χλωριούχο πολυβινύλιο δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε χώρους ψύξης ή σε οποιαδήποτε κατάσταση, που είναι απαραίτητο να περάσουν μέσα από σωλήνες καταστρώματος, αν χρησιμοποιείται ειδικό PVC χαμηλής θερμοκρασίας σε χώρους ψύξης, μόνο τότε χρησιμοποιούνται. Σε χώρους μηχανών, ψυκτικούς, υγρούς, τα καλώδια αν δεν περνούν σε χαλύβδινο αγωγό ή χαλύβδινο σωλήνα θα πρέπει να είναι :

- Με μόνωση (ορυκτών - Mineral), με χάλκινη επένδυση.
- Με επένδυση από πολυχλωροπρένιο ή PVC, με ή χωρίς πλεξούδα.
- Με θερμοσκληρυνόμενο ή θερμοπλαστικό επενδυμένο με ή χωρίς πλεξούδα.

Αν υπάρχει ανελκυστήρας, τότε τα κύρια καλώδια της τροφοδοσίας της παροχής, θα πρέπει να τοποθετούνται έξω από τον διάδρομο ανύψωσης. Όλα τα καλώδια εκτός από τα συρόμενα, που είναι εγκατεστημένα σε ανελκυστήρες, θα πρέπει να περικλείονται σε άκαμπτο μεταλλικό αγωγό, αλλά επίσης θα πρέπει να είναι :

- Θωρακισμένα.
- Με αδιαπέραστη θήκη.
- Με θωρακισμένη πλεξούδα.

Τα καλώδια πρέπει να στερεώνονται σε προσβάσιμες θέσεις, για να μην εκτίθενται σε σταγόνες από νερό, λάδι, ατμό, μηχανικές βλάβες. Τα καλώδια θα πρέπει να προστατεύονται επαρκώς, επίσης δεν πρέπει να τοποθετούνται κάτω από μηχανές ή πλάκες δαπέδου. Όλα τα καλώδια θα πρέπει να είναι εντός 9 μέτρων, από οποιοδήποτε σύστημα κεραίας λήψης (antenna system), σε αίθουσες για ραδιοεπικοινωνίες ή σε συσκευές ραδιοπλοήγησης. Θα πρέπει να είναι επενδυμένα με μεταλλικό περίβλημα, να είναι μεταλλικά πλεγμένα ή με άλλο τρόπο να είναι θωρακισμένα ή διατεταγμένα, για να αποτρέπεται η ακτινοβολία ή η λήψη ψευδών σημάτων. Στην αίθουσα των ραδιοεπικοινωνιών, τα καλώδια δεν πρέπει να εγκαθίστανται μέσα, αλλά να περνούν μέσα από μια άλλη αίθουσα, όπου θα περνά όλο το μήκος τους μέσα στο δωμάτιο, σε συνεχή μεταλλικό αγωγό. Όσα καλώδια εισέρχονται στην αίθουσα των ραδιοεπικοινωνιών, θα πρέπει να είναι ομαδοποιημένα, ώστε να εισέρχονται σε ένα σημείο. Όσα καλώδια που δεν έχουν

σχέση με την αίθουσα των ραδιοεπικοινωνιών, θα πρέπει να περνούν από κατάλληλα φίλτρα παρεμβολής στο σημείο εισόδου των καλωδίων, στα θωρακισμένα τμήματα. Τα καλώδια που συνδέονται σε μηχανήματα ή εξοπλισμό, που παράγει υψηλές θερμοκρασίες, όπως φωτιστικά, θα πρέπει να είναι κατάλληλη η λειτουργία τους και να μην υποστούν καμία ζημία στην μόνωση. Οι ενώσεις των ηλεκτρικών αγωγών θα γίνονται σε κουτιά διακλάδωσης ή εξόδου, με εξαίρεση τα κυκλώματα επικοινωνίας χαμηλής τάσης. Αν το βάρος των καλωδίων στηρίζεται, η συγκράτησή τους μπορεί να αυξηθεί κατά 1 m. Δεν χρησιμοποιούνται μεταλλικοί συνδετήρες για την στερέωση των καλωδιώσεων. Τα μόνιμα εγκατεστημένα καλώδια θα πρέπει να είναι ασφαλισμένα, να είναι ανθεκτικά στην διάβρωση, στη φωτιά και θα πρέπει να είναι στρογγυλεμένα, ώστε να παραμένουν σφιχτά χωρίς να καταστραφούν τα καλύμματά τους ή η μόνωσή τους. Για την υποστήριξη του βάρους στην στερέωση των καλωδίων, απαιτείται η παροχή μεταλλικών ιμάντων. Τα μεταλλικά καλύμματα των καλωδίων θα πρέπει να είναι ηλεκτρικά συνεχόμενα σε όλο το μήκος, θα είναι γειωμένα στο κύτος του πλοίου και στα δύο άκρα, μόνο τα κυκλώματα διακλάδωσης μπορούν να γειωθούν στο άκρο τροφοδοσίας. Όλα τα καλώδια που διέρχονται από στεγανά καταστρώματα ή υδατοστεγή διαφράγματα, θα πρέπει να περνούν μέσα από σωλήνες του καταστρώματος ή μέσα από υδατοστεγείς στυπιοθλίπτες. Τα ανοίγματα τα οποία περνούν από μέσα καλώδια, σε δοκούς κυρίως, θα πρέπει να φινιρίζονται για να αποφεύγεται ο κίνδυνος έκρηξης των καλωδίων. Αν χρησιμοποιούνται μονοπύρηνια καλώδια σε κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος και συνεχούς, με περιεκτικότητα που περνά τα 20 A, α) η θωράκιση να μην είναι από μαγνητικό υλικό, β) αν είναι εγκατεστημένα σε χαλύβδινους αγωγούς ή σωλήνες ή να περιέχουν χαλύβδινο περίβλημα, θα πρέπει να είναι μαζεμένα στον ίδιο αγωγό, σωλήνα ή περίβλημα. γ) Όταν τα καλώδια περνούν μέσα από χαλύβδινες πλάκες, όλοι οι αγωγοί θα πρέπει να περνούν από στυπιοθλίπτη, για να μην υπάρχει μαγνητικό υλικό μεταξύ των καλωδίων. Δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με δεξαμενές καυσίμου πετρελαίου, τα κύρια καλώδια της εγκατάστασης θα πρέπει να αποφεύγουν περιοχές υψηλού κινδύνου από πυρκαγιά και ζημίας, όπως τα μηχανοστάσια.

### **Ηλεκτρικές γραμμές**

Οι ηλεκτρικές γραμμές θα πρέπει να εγκαθίστανται ανάλογα με το είδος των αγωγών ή καλωδίων. Στην περίπτωση των κτιρίων χωρίζονται σε παροχές (μονοφασική ή τριφασική. Η μονοφασική είναι διπολικός αγωγός, μια φάση και ουδέτερος, ενώ η τριφασική παροχή αποτελείται από τετραπολικό αγωγό, τριφασικό και ουδέτερο [25]). Οι τρόποι εγκατάστασης καθορίζονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.5.52 S1 και είναι οι εξής ανάλογα με το είδος :

- Οι γυμνοί αγωγοί θα εγκατασταθούν σε μονωτήρες.
- Οι μονωμένοι αγωγοί μπαίνουν μέσα σε σωλήνα, οχετό, κανάλι και σε μονωτήρες.
- Καλώδια πολύ-πολικά, με μανδύα μπαίνουν χωρίς στερέωση ή με απευθείας στερέωση, μέσα σε σωλήνα, οχετό, κανάλι πάνω σε έναν φορέα καλωδίων, βραχίονες, εσχάρες καλωδίων με φέρον σύρμα.

- Καλώδια μονοπολικά με μανδύα μπαίνουν με απευθείας στερέωση, μέσα σε σωλήνα, οχετό, κανάλι πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων με φέρον σύρμα.

Ανάλογα με τη θέση, οι ηλεκτρικές γραμμές εγκαθίστανται ως εξής :

- Στις κοιλότητες του κτιρίου η εγκατάσταση επιτυγχάνεται με χωρίς την στερέωση των γραμμών, μέσα σε σωλήνα, μέσα σε κανάλι και πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων.
- Τα αυλάκια καλωδίων θα εγκατασταθούν χωρίς στερέωση, θα είναι απευθείας στερέωσης, μέσα σε σωλήνα, μέσα σε οχετό , μέσα σε κανάλι και πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων.
- Όταν είναι θαμμένα στο έδαφος, οι ηλεκτρικές γραμμές θα πρέπει να είναι μέσα σε σωλήνα και σε κανάλι.
- Αν είναι χωνευτά και ενσωματωμένα στην κατασκευή τότε μπαίνουν απευθείας, χωρίς στερέωση, μέσα σε σωλήνα, μέσα σε οχετό, μέσα σε κανάλι.
- Σε ορατή θέση οι ηλεκτρικές μπαίνουν με απευθείας στερέωση, μέσα σε σωλήνα, μέσα σε οχετό, μέσα σε κανάλι, πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων με φέρον σύρμα και σε μονωτήρες.
- Σε εναέρια θέση οι ηλεκτρικές γραμμές, θα είναι πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων με φέρον σύρμα και σε μονωτήρες.

Αν είναι προκατασκευασμένες ηλεκτρικές γραμμές, με ζυγούς συνεχούς διανομής, τότε θα πρέπει να είναι σύμφωνες με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60439-2.



**Εικόνα 2.23: Ζυγοί ενός πίνακα**

Τα κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος, είναι μονωμένοι αγωγοί ή μονοπολικά καλώδια που τοποθετούνται σε περιβλήματα από σιδηρομαγνητικό υλικό και οι αγωγοί κάθε κυκλώματος, θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο ίδιο περίβλημα. Αγωγοί του ίδιου κυκλώματος θα πρέπει να βρίσκονται σε πολύπολικό καλώδιο, σωλήνα ή σε ένα διαμέρισμα οχetőυ καλωδίων. Υπάρχει η εξαίρεση, που επιτρέπεται τη τοποθέτηση αγωγών, διαφορετικών κυκλωμάτων σε ίδιο σωλήνα, ίδιο διαμέρισμα οχetőυ καλωδίων, με την προϋπόθεση να τηρούνται κάποιοι όροι.

- Θα πρέπει οι αγωγοί να διαθέτουν μόνωση, όπου θα πρέπει να αντέχει την υψηλότερη τάση των κυκλωμάτων.
- Οι αγωγοί θα πρέπει να ανήκουν σε κυκλώματα που περιέχουν γενική διάταξη προστασία απομόνωσης.
- Τα κυκλώματα θα πρέπει να προστατεύονται από υπερεντάσεις.
- Αν είναι μεταλλικοί οι σωλήνες ή οι οχetőι καλωδίων, οι αγωγοί των φάσεων θα πρέπει να έχουν ίδια ή σχεδόν την ίδια διατομή (1:2).

Υπάρχει περίπτωση να τοποθετηθούν και πεπλατυσμένα καλώδια, θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα για να γίνει η χρήση τους. Η εγκατάστασή τους γίνεται μέσα ή έξω από το επίχρισμα, σε ξηρούς χώρους. Τα συγκεκριμένα καλώδια δεν πρέπει να τοποθετούνται πάνω σε εύφλεκτα κατασκευαστικά υλικά, όπως το ξύλο, ούτε στην περίπτωση που είναι μέσα στο επίχρισμα. Η στερέωσή τους γίνεται μόνο όταν τα μέσα στερέωσης δεν επηρεάζουν ή προκαλούν βλάβη στη μόνωση. Μέσα στερέωσης είναι το επίχρισμα γύψου, οι σφιγκτήρες, η κόλληση, το κάρφωμα κατάλληλων καρφιών με ροδέλες. Τα πεπλατυσμένα καλώδια δεν πρέπει να εγκαθίστανται πάνω ή κάτω σε κάποιου είδους μεταλλικό ενισχυτικό στοιχείο, ούτε κάτω από γυψοσανίδες, εκτός αν είναι στερεωμένες με επίχρισμα.



Εικόνα 2.24: Τοποθέτηση πεπλατυσμένων καλωδίων [26]

Τα καλώδια των ηλεκτρικών γραμμών θα πρέπει να είναι χάλκινα και να έχουν ελάχιστη διατομή 1.5 mm<sup>2</sup>.

Σε περίπτωση επιλογής της εγκατάστασης λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές επιδράσεις, ως προς την θερμοκρασία περιβάλλοντος οι ηλεκτρικές γραμμές θα πρέπει να είναι κατάλληλες για την υψηλότερη/ χαμηλότερη θερμοκρασία και κατά την λειτουργία τους δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν την οριακή θερμοκρασία. Επίσης ότι αποτελεί το σύνολο της ηλεκτρικής γραμμής, όπως τα καλώδια, εξαρτήματα θα πρέπει να λειτουργούν σε θερμοκρασίες που καθορίζονται σύμφωνα με τα πρότυπα των συγκεκριμένων υλικών. Σε περίπτωση που μέσα του περιέχει καλώδια, ως οριακή θερμοκρασία του συστήματος θα είναι η χαμηλότερη οριακή θερμοκρασία των καλωδίων. Σε περίπτωση που υπάρχει περίβλημα που μέσα του περιέχει καλώδια, ως οριακή θερμοκρασία του συστήματος θα είναι η χαμηλότερη οριακή θερμοκρασία των καλωδίων. Αν υπάρχουν επιδράσεις εξωτερικής θερμότητας, από εξωτερικές πηγές, τότε θα πρέπει να εφαρμόζεται :

- Προστατευτικό διάφραγμα.
- Η τοποθέτηση των γραμμών να γίνει μακριά από την συγκεκριμένη πηγή θερμότητας.
- Τα υλικά όπου περιέχεται η γραμμή, να είναι κατάλληλα για να την προστατεύσουν από αυτήν την αύξηση της θερμοκρασίας.
- Τοπική ενίσχυση με μονωτικό υλικό ή αντικατάστασή του.

Η τοποθέτηση των ηλεκτρικών γραμμών θα πρέπει να εφαρμόζεται έτσι ώστε να μην μπορεί να υποστεί βλάβη από διείσδυση νερού. Η ηλεκτρική γραμμή θα πρέπει να τηρεί τον βαθμό προστασίας IP, που απαιτείται για τη συγκεκριμένη θέση. Αν συγκεντρωθεί νερό πάνω στην γραμμή, τότε θα πρέπει να προβλέπεται ο τρόπος για την μεταφορά του και αν υπάρχει περίπτωση να διεισδύσει, τότε η γραμμή θα πρέπει να προστατεύεται για να μην υποστεί μηχανικές βλάβες.

#### Μέγιστο ρεύμα

Το μέγιστο ρεύμα μεταφέρεται συνεχώς από έναν αγωγό, όμως δεν πρέπει η μέγιστη θερμοκρασία του αγωγού, να υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή του υλικού μόνωσης. Αν το υλικό μόνωσης είναι το Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), η θερμοκρασία θα πρέπει να μην υπερβαίνει τους 70 °C, ενώ αν είναι από Πολυαιθυλένιο διασταυρωμένου δεσμού (XLPE) ή ελαστικό Αιθυλενιοπροπυλενίου (EPR) να μην υπερβαίνει τους 90 °C. Οι μονωμένοι αγωγοί και τα καλώδια χωρίς οπλισμό η παραπάνω απαίτηση ακολουθείται, μόνο αν δεν ξεπερνούν τις τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος, ανάλογα με το υλικό μόνωσης και την εγκατάσταση. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται μονώσεις PVC ή EPR ή XLPE, όπου η απαγωγή της θερμότητας επηρεάζεται τους τοίχους ή από άλλα δομικά στοιχεία της εγκατάστασης. Οι γραμμές μπαίνουν χωνευτές (μέσα στον τοίχο), ορατές (επιτοίχιες) ή μπορεί να τοποθετηθούν μέσα στις κοιλότητες της εγκατάστασης (πάτωμα). Οι τοίχοι θα πρέπει να είναι θερμομονωμένοι και αν υπάρχει εντοιχισμός, η γραμμή θα τοποθετείται μέσα ή κάτω

από το επίχρισμα (σοβά). Αν τοποθετηθεί πάνω σε τοίχο (επιτοίχια), η εξωτερική διάμετρος της γραμμής όταν είναι σε επαφή με τον τοίχο ή σε απόσταση από αυτόν, θα πρέπει να είναι μικρότερη από  $0.3D$  ( $D =$  Διάμετρος). Σε περίπτωση που δεν επηρεάζεται η απαγωγή θερμότητας από τοίχο ή από άλλα δομικά στοιχεία, η απόσταση της γραμμής από τον πλησιέστερο τοίχο μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή ίση προς  $0.3D$ . Με την χρήση ομάδων από κυκλώματα, θα πρέπει να υπάρχουν συντελεστές μείωσης, λειτουργούν όταν οι αγωγοί ή τα καλώδια έχουν ίση μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας. Αν έχουν διαφορετικές μέγιστες θερμοκρασίες λειτουργίας, τότε η χαμηλότερη τιμή ισχύει για τον συντελεστή μείωσης. Σε περίπτωση δεν διαρρέεται ρεύμα πάνω από 30% του μέγιστου (επιτρεπόμενου) ρεύματος σε έναν αγωγό ή καλώδιο, δεν θα ληφθεί κατάλληλος για τον συντελεστή μείωσης. Για να καθοριστεί το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα, λαμβάνεται υπόψη το πλήθος των αγωγών που υπάρχει σε ένα κύκλωμα, όπου διαρρέεται από το ρεύμα φορτίου. Αν δεν υπάρχει μείωση ρεύματος που διαρρέουν αγωγούς φάσεων και διαρρέει ρεύμα σε ουδέτερο αγωγό, τότε ο ουδέτερος αγωγός θα λαμβάνεται υπόψη για τον καθορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος. Τέτοιου είδους ρεύματα μπορούν να προκαλούνται από αρμονικό ρεύμα στα τριφασικά κυκλώματα. Οι αγωγοί προστασίας δεν λαμβάνονται υπόψη, όμως οι αγωγοί PEN πρέπει να λαμβάνονται όπως ακριβώς λαμβάνονται οι ουδέτεροι. Αν συνδέονται παράλληλα στην ίδια φάση ή ίδιο πόλο, δύο ή περισσότεροι αγωγοί, τότε το ρεύμα θα πρέπει να κατανέμεται εξίσου μεταξύ τους. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, οι αγωγοί θα πρέπει να είναι από το ίδιο υλικό, να έχουν ίδια διατομή, ίδιο μήκος και να μην υπάρχουν διακλαδώσεις στην διαδρομή τους. Επιπλέον οι πόλοι μπορούν να είναι ίδιου πολυπολικού καλωδίου ή να ανήκουν σε ομάδα συνεστραμμένων μονωμένων αγωγών ή μονοπολικών καλωδίων. Σε περίπτωση μονωμένων αγωγών ή μονοπολικών καλωδίων, τριγωνικής ή επίπεδης διάταξης, η διατομή θα ξεπερνά τα  $50 \text{ mm}^2$  για αγωγούς από χαλκό, αλλιώς  $70 \text{ mm}^2$  από αλουμίνιο. Όλοι οι αγωγοί φάσεων σε εναλλασσόμενα ρεύματα, ενεργοί αγωγοί σε κυκλώματα συνεχούς ρεύματος, θα πρέπει να έχουν τις παρακάτω διατομές :

- Σε μόνιμες εγκαταστάσεις

Το είδος της ηλεκτρικής γραμμής χωρίζεται σε δύο, σε μονωμένους αγωγούς/καλώδια και σε γυμνά καλώδια. Οι μονωμένοι αγωγοί χρησιμοποιούνται για 1) κυκλώματα ισχύος ή κυκλώματα φωτισμού, επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε 2) κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης. Στην 1) περίπτωση το υλικό των αγωγών θα είναι από χαλκό ή αλουμίνιο και θα φέρουν διατομή  $1.5 \text{ mm}^2$  και  $16 \text{ mm}^2$ . Ενώ στην περίπτωση 2) οι αγωγοί είναι από χαλκό και η διατομή είναι  $0.5 \text{ mm}^2$ . Οι γυμνοί αγωγοί χρησιμοποιούνται σε 1) κυκλώματα ισχύος και 2) κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης. Το υλικό των αγωγών στο 1) είναι χαλκός και αλουμίνιο και φέρει διατομή  $10 \text{ mm}^2$  και  $16 \text{ mm}^2$ , ενώ το υλικό στο 2) θα είναι από χαλκό και θα φέρει διατομή  $4 \text{ mm}^2$ .

- Σε εύκαμπτες συνδέσεις

Το είδος της ηλεκτρικής γραμμής θα είναι μονωμένοι αγωγοί/ καλώδια και θα χρησιμοποιηθούν για 1) την τροφοδότηση μια συσκευής, 2) κυκλώματα με πολύ χαμηλές τάσεις, που χρησιμοποιούνται για ειδικές εφαρμογές και 3) οποιαδήποτε άλλη χρήση. Σε περίπτωση 1), 2), 3) θα χρησιμοποιηθεί ο χαλκός ως το υλικό των αγωγών. Η διατομή των αγωγών για την 1) περίπτωση θα καθορίζεται από το πρότυπο της συσκευής, στην 2) και 3) περίπτωση θα φέρει  $0.75\text{mm}^2$ .

- Αν υπάρχει ουδέτερος αγωγός

Ο ουδέτερος αγωγός θα είναι ίδιας διατομής με τα 1) μονοφασικά κυκλώματα δύο αγωγών και 2) σε πολυφασικά κυκλώματα – μονοφασικά κυκλώματα τριών αγωγών, η διατομή θα πρέπει να είναι ίση ή μικρότερη για αγωγούς χαλκού στα  $16\text{mm}^2$ , ενώ σε αγωγούς αλουμινίου η διατομή θα πρέπει να είναι  $25\text{mm}^2$ .

- Περίπτωση ουδέτερου αγωγού σε πολυφασικά κυκλώματα που έχουν παραπάνω διατομή  $16\text{mm}^2$ , σε χαλκό και  $25\text{mm}^2$  σε αλουμίνιο. Ο αγωγός μπορεί να έχει μικρότερη διατομή από την διατομή των αγωγών φάσεων, αλλά θα πρέπει να τηρούνται οι συγκεκριμένες συνθήκες.

1) Η μειωμένη διατομή του ουδέτερου αγωγού, δεν πρέπει να επηρεάζει το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα, δηλαδή να μην υπερβαίνει.

2) Θα πρέπει να υπάρχει προστασία έναντι υπερεντάσεων στον ουδέτερο αγωγό.

3) Η διατομή του ουδέτερου αγωγού, είναι ίση ή λίγο μεγαλύτερη από  $16\text{mm}^2$  για αγωγούς χαλκού, ενώ  $25\text{mm}^2$  για αγωγούς αλουμινίου.

Θα πρέπει πάντα να εξασφαλίζεται μια σωστή χρονική ηλεκτρική συνέχεια, στις συνδέσεις των αγωγών με άλλες συσκευές ή άλλα υλικά και να εξασφαλίζεται η μηχανική αντοχή τους. Σημαντικό ρόλο παίζουν τα εξής στα μέσα σύνδεσης :

- Από τι υλικό είναι ο αγωγός και η μόνωση.
- Πόσο θα είναι το πλήθος των συρμάτων και πως θα είναι το σχήμα το αγωγού.
- Η διατομή του αγωγού.
- Πόσοι αγωγοί θα πρέπει να συνδεθούν μαζί.

Συνήθως όλες οι συνδέσεις θα πρέπει να είναι προσιτές για επιθεώρηση, όμως υπάρχουν οι ακόλουθες εξαιρέσεις :

- Οι ενώσεις καλωδίων που βρίσκονται θαμμένες κάτω από το έδαφος.
- Σφραγισμένες ενώσεις ή ενώσεις που είναι γεμισμένες με μονωτική ταινία.
- Συνδέσεις που βρίσκονται μεταξύ του ψυχρού και θερμαντικού στοιχείου σε συστήματα θέρμανσης της οροφής, ενδοδαπέδιας θέρμανσης και άλλες παρόμοιες περιπτώσεις.

Σε περίπτωση που η θερμοκρασία επηρεάζει τις συνδέσεις σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για να μην επηρεαστεί η μόνωση των

αγωγών που συνδέονται μαζί τους. Αν δεν χρειάζονται ιδιαίτερες απαιτήσεις σε μια εγκατάσταση, ως προς την λειτουργία των συσκευών ή των διατάξεων προστασίας, η πτώση τάσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 4% της τάσης της εγκατάστασης. Όπου βρίσκεται από την αρχή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μέχρι το σημείο σύνδεσης κάθε συσκευής.

## 2.5 Μηχανικές Κρούσεις

Σε όλες τις εγκαταστάσεις, θα πρέπει να προστατεύονται οι ηλεκτρικές γραμμές, για να μην υπάρξει κίνδυνος. Άρα η εγκατάστασή τους, θα πρέπει να επιλέγεται ώστε να υπάρξει η ελαχιστοποίηση της βλάβης των γραμμών, από μηχανικές καταπονήσεις. Όπως την κρούση, χρήση - συντήρηση, διείδυση ή συμπίεση. Επίσης εξασφαλίζονται και τα ακόλουθα μέτρα, σε περίπτωση που στην εγκατάσταση μπορεί να συμβούν μέτριες ή ισχυρές κρούσεις :

- Επιλογή κατάλληλων μηχανικών χαρακτηριστικών της ηλεκτρικής γραμμής, για παραπάνω αντοχή.
- Τοποθέτηση ή επανατοποθέτηση σε κατάλληλη θέση.
- Τοποθέτηση πρόσθετης τοπικής ή γενικής μηχανική προστασία.



Εικόνα 2.25: Προστασία καλωδιώσεων – ηλεκτρικών γραμμών [27].

Αν υπάρχουν ισχυρές δονήσεις, τα καλώδια και οι συνδέσεις τους θα πρέπει να είναι κατάλληλες για αυτές τις συνθήκες.

Λοιπές μηχανικές καταπονήσεις

1. Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ή ηλεκτρικές γραμμές, θα πρέπει να εγκαθίστανται με τρόπο που στην χρήση ή συντήρηση, να αποφεύγεται η βλάβη στους μανδύες και στις μονώσεις των καλωδίων.
2. Οι τοποθέτηση των σωλήνων ή των οχετών των καλωδιώσεων, θα πρέπει να γίνεται πριν τραβηχτούν μέσα τους τα καλώδια ή οι μονωμένοι αγωγοί.
3. Η ακτίνα καμπυλότητας των ηλεκτρικών γραμμών θα πρέπει να είναι σχετικά μεγάλη για την αποφυγή βλάβης των καλωδιώσεων και των μονωμένων αγωγών (όσο μεγαλύτερη είναι τόσο μικρότερο είναι το ηλεκτρικό φορτίο).
4. Τα καλώδια θα πρέπει να στηρίζονται σε κατάλληλα μέρη αν δεν υποστηρίζονται συνεχώς, για να μην παρουσιαστεί βλάβη από το βάρος τους.



5. Αν μια ηλεκτρική γραμμή δέχεται μόνιμη εφελκυστική καταπόνηση, από το ίδιο το βάρος της, θα πρέπει να διαθέτει τον κατάλληλο τύπο καλωδίων ή αγωγών (με διατομή που αντέχει), με σωστή μέθοδο εγκατάστασης, έτσι ώστε τα καλώδια ή αγωγοί να μην παρουσιάσουν κάποια βλάβη από το συγκεκριμένο πρόβλημα.
6. Αν υπάρχει μέσα στο δάπεδο ηλεκτρική γραμμή, τότε θα πρέπει να προστατεύεται και να αποφεύγεται οποιαδήποτε βλάβη του δαπέδου.
7. Οι σταθερές στερεωμένες ή εγκατεστημένες μέσα στους τοίχους ηλεκτρικές γραμμές, θα πρέπει να έχουν οριζόντια ή κατακόρυφη ή παράλληλη διαδρομή, προς τις ακμές του χώρου. Αν τοποθετούνται σε διάκενα τοίχων (μέσα από την γυψοσανίδα), χωρίς να υπάρχει η στερέωσή τους, θα πρέπει να ακολουθούν την συντομότερη διαδρομή, το ίδιο ισχύει αν ηλεκτρική γραμμή βρίσκεται σε οροφή ή δάπεδο.
8. Οι εύκαμπτες ηλεκτρικές γραμμές θα πρέπει να τοποθετούνται με συγκεκριμένο τρόπο, για να μην παρουσιαστεί πρόβλημα από την υπερβολική εφελκυστική καταπόνηση των αγωγών και των συνδέσεων.
9. Τα στηρίγματα των καλωδιώσεων δεν πρέπει να φέρουν κοφτερές ακμές.

## 2.6 Εξωτερικές επιδράσεις

Σε κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να προσδιορίζεται κάθε εξωτερική επίδραση που προκύπτει στον χώρο, έτσι ώστε να εγκατασταθεί κατάλληλα ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, που ακολουθά τις απαιτήσεις του προτύπου. Οι συνθήκες χωρίζονται με κωδικούς, όπου περιέχει δύο κεφαλαία γράμματα και ένα αριθμό. Το πρώτο γράμμα αφορά την κατηγορία της εξωτερικής επίδρασης, συγκεκριμένα :

- A = Περιβάλλον
- B = Χρήση
- C = Κατασκευή κτιρίου

Το δεύτερο γράμμα έχει σχέση με την φύση της επίδρασης και ο αριθμός είναι το μέγεθος ή η βαρύτητα κάθε εξωτερικής επίδρασης Η σημασία του δεύτερου γράμματος σε περιβαλλοντικές επιδράσεις είναι η εξής :

- A = Θερμοκρασία
- B = Θερμοκρασία και υγρασία
- C = Υψόμετρο
- D = Νερό
- E = Ξένα σώματα
- F = Διάβρωση-Ρύπανση
- G = Μηχανικές καταπονήσεις
- H = Δονήσεις
- K = Χλωρίδα

- L = Πανίδα
- M = Ηλεκτρικές επιδράσεις
- N = Ηλιακή ακτινοβολία
- P = Σεισμικές επιδράσεις
- Q = Ατμοσφαιρικές εκκενώσεις
- R = Κίνηση του αέρα
- S = Άνεμος

Το δεύτερο γράμμα στην περίπτωση των χρηστών σημαίνει ως εξής :

- A = Ικανότητα
- C = Επαφή με το δυναμικό της γης
- D = Συνθήκες επείγουσας εκκένωσης
- E = Υλικά

Σε κατασκευή κτιρίου το δεύτερο γράμμα σημαίνει :

- A = Υλικά κατασκευής
- B = Δομή

Ο αριθμός χωρίζει τις κατηγορίες σε περαιτέρω υποκατηγορίες.

### **Κεφάλαιο 3 Πρότυπα Ηλεκτρολογικών Πινάκων**

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αναφέρεται στους ηλεκτρολογικούς πίνακες και στα πρότυπά τους.

#### **3.1 Ηλεκτρικοί Πίνακες**

Σε μια εγκατάσταση, οι ηλεκτρικοί πίνακες θα πρέπει να είναι σύμφωνοι με το πρότυπο EN 60439-1 (αφορά πίνακες και μηχανισμοί ελέγχου χαμηλής τάσης [28]) [29] και πρέπει να είναι στεγανοί, θα είναι μεταλλικοί ή πλαστικοί, με χωνευτή ή επίτοιχη τοποθέτηση. Στα μεταλλικά σταθερά μέρη θα πρέπει να υπάρχει άμεση σύνδεση με αγωγό γείωσης, για να εξασφαλιστεί η γείωση όλων των σταθερών μεταλλικών μερών του. Ο βαθμός προστασίας (IP) του πίνακα καθορίζεται από το πρότυπο IEC 60529.



**Εικόνα 3.1: Επίτοιχος πίνακας – Schneider Electric [30]**

Η τοποθέτηση ενός ηλεκτρικού πίνακα γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό, κάτω από την επίβλεψη διπλωματούχου μηχανικού. Οι πίνακες θα εγκατασταθούν επίτοιχοι ή χωνευτοί και θα πρέπει να έχουν το πολύ 1.90m, από την στάθμη του δαπέδου. Οι συνδέσεις των εισερχόμενων και εξερχόμενων θα αναφερθούν στις προδιαγραφές. Οι καλωδιώσεις του πίνακα θα πρέπει να είναι ομαδικές ή μεμονωμένες, να είναι σε ευθεία και να έχουν σύντομες διαδρομές, οι άκρες θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένες, σφιγμένες με τις κατάλληλες βίδες, ροδέλες και να μην παρουσιάζουν διασταυρώσεις μεταξύ τους. Υπάρχει σύστημα σήμανσης φάσεων που πρέπει να τηρείται, οι φάσεις σημαδεύονται με το ίδιο χρώμα, σε τριφασικές διανομές οι φάσεις εμφανίζονται στις ίδιες θέσεις (αριστερή - R, μεσαία - S, δεξιά - T). Στα εργοστάσια παραγωγής, πραγματοποιείται η συναρμολόγησή τους, η εσωτερική συνδεσμολογία και η δοκιμή τους. Σε μέρη εκτός του εργοστασίου παραγωγής, απαγορεύεται να γίνει εργασία στα παραπάνω που προαναφερθήκαν. Οι συνδέσεις επιπλέον καλωδίων ή αγωγών, με τα όργανα του πίνακα, πραγματοποιούνται με την χρήση κατάλληλων ακροδεκτών. Επίσης στους πίνακες θα πρέπει να αναφέρονται πάνω τα στοιχεία του κατασκευαστή και θα πρέπει να υπάρχει σήμανση, αρίθμηση σε όλα τα καλώδια, σε κλέμμες των βοηθητικών κυκλωμάτων. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις δοκιμών προτύπου EN 60439-1, με κατάλληλες κλέμμες γίνονται οι συνδέσεις των εισερχόμενων και απερχόμενων γραμμών, τρεις φάσεις, ουδέτερος, γειώσεις. Οι πίνακες θα πρέπει να φέρουν ανταλλακτικά, σχέδια για 20% των απαιτήσεων και θα πρέπει να περιέχουν εφεδρικό χώρο. Τέλος να περιέχουν μια πλήρη σειρά διαγραμμάτων, λειτουργικών και κατασκευαστικών σχεδίων.

### 3.2 Παράμετροι – Προδιαγραφές ηλεκτρικών πινάκων

Πίνακες διανομής σε κτίρια:

Οι πίνακες συναρμολογούνται σε εργοστάσιο και στην συνέχεια μεταφέρονται για σύνδεση. Οι τύπου πίνακες ερμαρίου πρέπει να τηρούν τις προδιαγραφές του VDE-

0100, ενώ οι τύπου πεδίων θα πρέπει να τηρούν τις VDE-0660 προδιαγραφές (οι διακόπτες του κυκλώματος θα πρέπει να συνδέονται σε κυκλώματα έως και 1000 V AC ή 1500 V DC) [31] [29].



**Εικόνα 3.2: Πίνακας ερμαρίου [18]**

#### Πίνακες Ερμαρίου – προδιαγραφές

Οι πίνακες ερμαρίου σύμφωνα με τον VDE-0100 θα πρέπει να χρησιμοποιούν λαμαρίνα ντεκαπέ, που θα έχει πάχος 1.25 mm, για το ερμάριο και την πόρτα. Οι διαστάσεις του πίνακα θα είναι 50x35 cm, 1,00 m η μετωπική πλάκα και περιθώριο για χωνευτούς πίνακες. Σε περίπτωση που οι διαστάσεις του πίνακα ξεπερνούν τα 50x35 cm, χρησιμοποιείται λαμαρίνα ντεκαπέ με πάχος 1.50 mm, για το ερμάριο και την πόρτα, 1.25 mm για μετωπική πλάκα και το περιθώριο των χωνευτών πινάκων. Εναλλακτικές βάσεις στερέωσης θα είναι οι εξής :

1. Φωσφατωμένο χαλυβδόελασμα πάχους 1.50 mm, για πίνακες διαστάσεων 50x35 cm, ενώ με πάχος 2 mm για πίνακες όπου θα στερεωθούν συσκευές με λαμαρινόβιδες ή με κοχλίες μέχρι M5.
2. Λαμαρίνα τύπου raster πάχους 2 mm για πίνακες 50x35 cm και 2.50 mm, για μεγάλους πίνακες (1.50x1.0m) με κενά 13x13 mm ανά 5 mm και ειδικά κλίπ, για την στερέωση πάνω στη διατρητή πλάκα.

Στην συνέχεια οι βάσεις στερέωσης, στερεώνονται με κοχλίες πάνω στο ερμάριο, για να γίνει πιο εύκολη η αποκοχλίωση ολόκληρης της πλάκας, με τα όργανα της μετά την αποσύνδεση των καλωδίων και των γραμμών. Σε χωνευτούς πίνακες παίζει μεγάλο ρόλο, όπου η ενσωμάτωση του ερμαρίου γίνεται πριν ξεκινήσουν οι τοποθετήσεις των οργάνων και οι συνδέσεις των γραμμών. Οι μεταλλικές θύρες θα

πρέπει να είναι φτιαγμένες από λαμαρίνα ντεκαπέ, ίδιου πάχους με την λαμαρίνα του ερμαρίου, όπου θα πρέπει να περιέχει μεταλλικούς γυγγλισμούς (μεντεσέδες) είτε στερεωμένοι πλευρικός, είτε στις πάνω και κάτω πλευρές. Οι άξονες στην τελευταία περίπτωση θα πρέπει να περιστρέφονται με ειδική υποδοχή φτιαγμένη από teflon ή από ένα κατάλληλο πλαστικό έδρανο χωνευτό στα χείλη του ερμαρίου. Οι θήρες των πινάκων θα είναι διαφανείς και θα είναι φτιαγμένες από ακρυλική ουσία, που θα περιέχονται σε ισχυρούς γυγγλισμούς τύπου ελεύθερου άξονα και θα είναι στερεωμένοι στις πάνω και κάτω πλευρές. Επίσης σε εσωτερικούς χώρους που οι πίνακες πρέπει να χρησιμοποιούνται από το κοινό, θα πρέπει να ανοίγουν με κάποια έλξη και χωρίς κλειδαριές. Σε περίπτωση που υπάρχουν πίνακες σε υπηρεσιακούς χώρους, ο χειρισμός τους γίνεται μόνο από το προσωπικό συντήρησης.



**Εικόνα 3.3: Πίνακας ερμαρίου [32]**

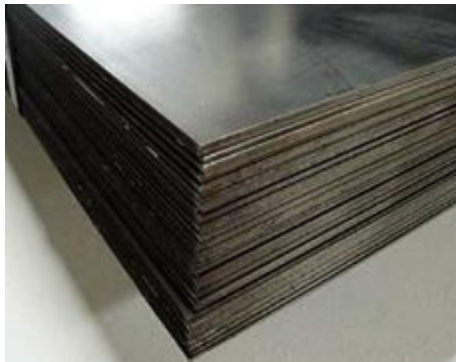
Ο πίνακας θα πρέπει να βαφτεί στο εργοστάσιο, με μια στρώση χρώματος (αστάρι) και με μια στρώση εποξειδικής ρητίνης χρώματος Ral-7030 και τέλος θα υπάρξει άλλη μια στρώση ενός ικανού σε πάχους χρώματος από την επίβλεψη ειδικού. Αν ο πίνακας είναι στεγανός, τότε το στεγανοποιητικό παρέμβυσμα των θυρών, θα πρέπει να είναι πλάτους άνω των 10 mm. Το υλικό θα πρέπει να είναι με βάση ελαστική, που θα αντέχει τη διαβρωτική ατμόσφαιρα και θερμοκρασία που θα φτάνει τους 0-55 °C βαθμούς, χωρίς να παρουσιάσει αλλοίωση των κύριων χαρακτηριστικών του.

Αν είναι πίνακας επί δαπέδου, θα πρέπει να είναι μεταλλικός, ανοικτός στα κάτω του σημεία, κλειστός πλευρικά και στα πάνω μέρη. Αποτελείται από ισοσκελή γωνιακά ελάσματα τύπου NPL-40x40x4 και τοποθετούνται σιδηρογωνίες για την στήριξη των ηλεκτρικών εξαρτημάτων.



**Εικόνα 3.4:** Πίνακας επί δαπέδου σε πλοία

Θα κλείνει με λαμαρίνα είδους DKP και θα έχει πάχος 2 mm, οι κυψέλες θα χωρίζονται μεταξύ τους, με μια άλλη λαμαρίνα DKP πάχους 1 mm. Τα μεταλλικά φύλλα θα πρέπει να αποτελούν ενιαίο τεμάχιο, δηλαδή δεν θα αποτελούνται από συρραφή μικρότερων τεμαχίων. Η διαμόρφωση της κατασκευής θα πρέπει να αντέχει και να παρουσιάζει ακαμψία σε όλο το σχήμα.



**Εικόνα 3.5:** Λαμαρίνα DKP [33]

Συναρμολόγηση, βάνσιμο, τοποθέτηση γραμμών.

Για την συναρμολόγηση της κατασκευής χρησιμοποιείται ηλεκτροσυγκόλληση, για την ένωση των τεμαχίων. Στο εσωτερικό της κατασκευής πραγματοποιείται η συγκόλληση και όπου δεν μπορεί να εφαρμοστεί, θα γίνεται προς το εξωτερικό σημείο αλλά θα πρέπει να λειαίνεται. Προς την ολοκλήρωση της κατασκευής, θα πρέπει να εφαρμοστεί διπλή στρώση βαφής γραφιτούχου μίνιου, ώστε να καλυφθούν διάφορα τρυπήματα που έχει η κατασκευή. Στην συνέχεια τα εξωτερικά μέρη βάφονται με σφυρήλατο χρώμα, που δίνεται από την επίβλεψη, οι εξωτερικές πλευρές θα περιζωστούν με λάμα (σιδηρά ταινία) μήκους 50x5 mm, με χρώμα σφυρήλατου βαθύτερης απόχρωσης. Η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μέσω μπαρών από χαλκό (ζυγών), όπου οι γραμμές θα ακολουθούν τις σωστές διαστάσεις, όπως τα σχέδια και θα είναι στερεωμένες με τους κατάλληλους μονωτήρες. Ο αριθμός των ζυγών που απαιτείται είναι 5, τρεις για τις φάσεις, ένας για ουδέτερο και ένας για γείωση, τοποθετούνται με κατακόρυφη την μεγάλη πλευρά της διατομής και εφόσον γίνει η εγκατάστασή τους, θα πρέπει να βαφτούν με το ίδιο χρώμα που πρέπει να τηρείται η σωστή διάκριση των φάσεων. Η κατασκευή θα συνδεθεί σε όλες τις θέσεις

στήριξης με μπάρα γείωσης, όπου θα γειωθεί στο τρίγωνο της γείωσης προστασίας, της εγκατάστασης και στο δίκτυο ύδρευσης. Στην μπάρα γείωσης συνδέονται όλα τα καλώδια γείωσης των αναχωρούντων γραμμών και στο τέλος της τοποθέτησης, ο ζυγός της γείωσης θα βαφτεί με κίτρινο χρώμα.



**Εικόνα 3.6: Πίνακας διανομής σε οικία [34]**

#### Προδιαγραφές πίνακα

Στο μπροστινό μέρος του πίνακα θα πρέπει να περιέχονται οι χειρολαβές του κεντρικού διακόπτη και των υπόλοιπων γενικών διακοπών των πεδίων, οι λυχνίες και οι μπροστινές επιφάνειες των οργάνων μέτρησης. Οι ασφάλειες που είναι 63A, θα πρέπει να είναι βιδωτές, σε περίπτωση που οι ασφάλειες είναι πάνω από 63A, θα πρέπει να είναι μαχαιρωτές (παλιές ασφάλειες – box). Τοποθετούνται μέσα στον πίνακα όπου είναι διατεταγμένες σε ομάδες των τριών, επίσης συγκεκριμένες θα πρέπει να συνοδεύονται από λαβή μονωτικού υλικού. Τα κυκλώματα των οργάνων μέτρησης θα πρέπει να ασφαίζονται με ασφάλειες, που θα τοποθετούνται στο πίσω μέρος της κυψέλης και θα είναι εύκολη η πρόσβαση τους. Οι ασφάλειες θα είναι τύπου μινιόν, η ακρίβεια των οργάνων μέτρησης θα πρέπει να είναι 1.5%, το σχήμα τους θα είναι τετράγωνο, θα έχουν κλίμακα τετρακυκλίου, το μήκος τους να είναι 96 mm και θα πρέπει να είναι κατάλληλα για στερέωση, προς την μπροστινή όψη της λαμαρίνας της κυψέλης.



**Εικόνα 3.7: Όργανα μέτρησης [35]**

Ο μεταγωγέας του βολτόμετρου θα πρέπει να είναι 7 θέσεων, η ακρίβεια των μετασηματιστών έντασης θα πρέπει να είναι 1% και στερεώνονται με χάλκινες μπάρες, το ένα άκρο θα γειωθεί. Οι αυτόματοι διακόπτες, τοποθετούνται μέσα στον πίνακα και ο χειρισμός τους γίνεται με την λαβή χειρισμού σχήματος δίχαλου. Στο εσωτερικό του πίνακα πρέπει να τηρείται η σήμανση των φάσεων, οι φάσεις έχουν το ίδιο χρώμα, θα τοποθετούνται όλες στην ίδια θέση. Τέλος τοποθετούνται ενδεικτικές πινακίδες κάτω από τις λαβές, τις λυχνίες, τους διακόπτες και τους ενδεικτικούς διακόπτες. Παραδίδονται με όλα τα σχέδια, εξαρτήματα, συμπληρωματικές διατάξεις ασφαλείας, βοηθητικές συσκευές, αναγκαία όργανα για την σωστή και ασφαλή λειτουργία του πίνακα.





Εικόνα 3.8: Ένδειξη σε πίνακα



Εικόνα 3.9: Ένδειξη σε πίνακα



Εικόνα 3.10: Ένδειξη και μπουτόν σε πίνακα

### Πίνακες τύπου πεδίων

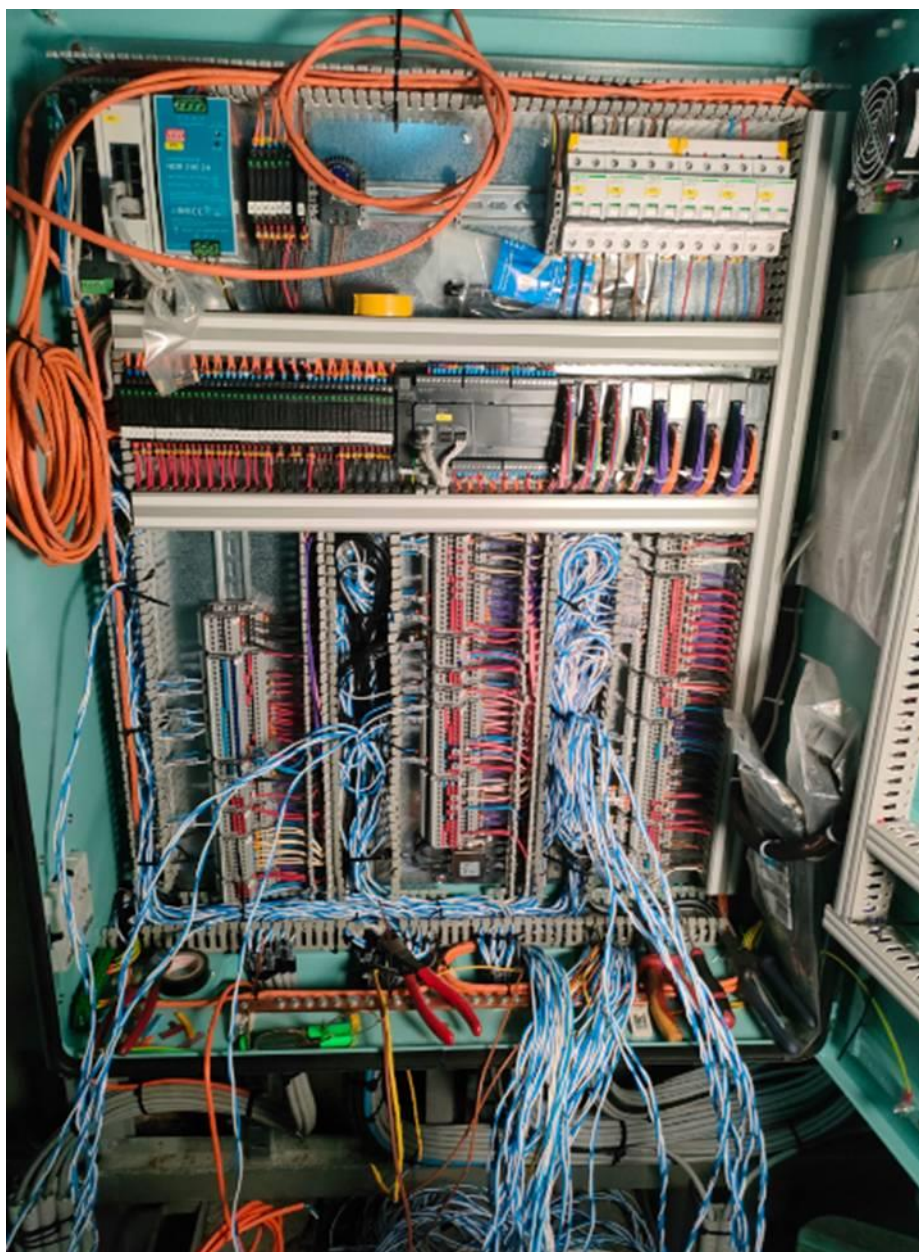
Οι πίνακες πεδίων έχουν γωνιακά ισοσκελή ελάσματα NPL - 40x40x4 ή κοίλες δοκούς τύπου Hohlprofile με διαστάσεις 40x30x2. Τοποθετείται λαμαρίνα τύπου ντεκαπέ σε όλα τα μέρη του πίνακα και φέρει πάχος κατ' ελάχιστο 2 mm, εκτός τα διαχωριστικά ελάσματα που θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 1.25 mm. Η στερέωση των οργάνων θα πρέπει να γίνεται με ειδικού τύπου βίδες όπως M-4 ή M-5, με ειδικά παξιμάδια ενσφηνώσεως πάνω στη διατρητή πλάκα. Σε περίπτωση στήριξης βαρέων οργάνων θα πρέπει τα ανισοσκελή ελάσματα NPL να είναι - 45x30x4, όπου η στερέωση τους, μπορεί να εφαρμόζεται με βίδες M-6 ή M-8 ή M-10. Στην περίπτωση με γωνιακά ανισοσκελή διάτρητα ελάσματα αντίστοιχων διαστάσεων, η στερέωση γίνεται με M-6, M-8, M-10 με ειδικά περικόχλια (παξιμάδια) ολισθαίνοντα. Στα κατακόρυφα στοιχεία της στερέωσης των πλακών και γωνιακών ελασμάτων, τα ανισοσκελή γωνιακά ελάσματα, θα πρέπει να είναι 45x30x3 και η στερέωση γίνεται με ηλεκτροσυγκόλληση προς τη κατασκευή και στα ελάσματα στερέωσης. Χρησιμοποιείται μια πιο διαμορφωμένη λαμαρίνα, συγκεκριμένα στις θύρες χρησιμοποιούνται στεγανά πεδία με δείκτη προστασίας IP54, θα είναι ντεκαπέ με πάχος 2 mm. Αν η επιφάνεια είναι διαφανής, θα είναι από ακρυλικό πλαστικό με

ελαστικό περιθώριο. Τα στεγανοποιητικά παρεμβύσματα των θυρών, θα πρέπει να είναι πλάτους πάνω από 10 mm και θα πρέπει να είναι ανθεκτικά σε διαβρωτική ατμόσφαιρα, για να μπορεί να φτάνει σε όρια θερμοκρασία 55 °C χωρίς να αλλοιωθεί κάτι από τα στοιχεία του υλικού. Οι κλειδαριές θα πρέπει να είναι τύπου κυλίνδρου με τουλάχιστον τρεις βελόνες ή μπίλιες. Από ορείχαλκο και επινικελωμένοι θα είναι οι στυπιοθλίπτες των καλωδίων, όπου τα καλώδια είναι εξωτερικής διαμέτρου, έως τα 50 mm. Αν χρησιμοποιούνται καλώδια μεγαλύτερης της προαναφερόμενης διαμέτρου, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικά εξαρτήματα για την διέλευση των καλωδιώσεων για μεταλλικούς στεγανούς πίνακες όπως 8HH9 τύπου.

Πίνακες διανομής σε πλοία:

Σε εγκαταστάσεις πλοίων [24] , ένα πρότυπο για παράδειγμα είναι το TP 127 E όπου γεννήτριες και κάθε άλλη υπηρεσία, θα πρέπει να είναι συνδεδεμένες με τον κεντρικό πίνακα ή με πίνακα έκτακτης ανάγκης. Θα πρέπει να υπάρχει χώρος, τουλάχιστον 1 m μπροστά από τον πίνακα, ενώ σε μικρά πλοία μπορεί να είναι και 0,6 m. Στο πίσω μέρος του πίνακα απαιτείται χώρος με 0,5 m, για την πρόσβασή τους για συντήρηση. Η κατασκευή του πίνακα θα πρέπει να τηρεί τα πρότυπα και η χρήση του να είναι σωστή. Μπροστά από τον πίνακα απαιτείται η τοποθέτηση ενός καλύμματος δαπέδου (μη αγωγίμο), αλλιώς θα τοποθετηθεί ένα πλέγμα στο μπροστινό και το πίσω μέρος του πίνακα. Η εγκατάστασή του γίνεται σε ξηρό μέρος, μακριά από πηγές νερού, ατμού, σωλήνες λαδιού. Για τάσεις μεταξύ πόλων ή προς την γείωση των 50 V και πάνω, οι πίνακες διανομής θα πρέπει να είναι μεταλλικού και κλειστού τύπου. Σε κάθε μέρος της γεννήτριας θα πρέπει να παρέχονται διαχωριστικά επιβραδυντικά φλόγας, μεταξύ των διαφορετικών θαλάμων γεννήτριας, για τα εξερχόμενα κυκλώματα. Επίσης μεταξύ των θαλάμων ελέγχου της γεννήτριας και του σχετικού εξοπλισμού της διανομής, θα πρέπει να παρέχεται και εκεί διαχωριστικό επιβραδυντικό φλόγας. Στο πίσω μέρος του πίνακα θα πρέπει να παρέχεται ένα προστατευτικό, μη αγωγίμο κιγκλίδωμα. Σε πλοία που η συνολική ισχύς, ξεπερνά τα 3 MW (Mega Watt), οι ζυγοί θα πρέπει να υποδιαιρούνται σε δύο μέρη, όπου θα συνδέονται μέσω ενός διακόπτη κυκλώματος ή παρόμοιας διάταξης, έτσι ώστε να αποσυνδέονται εύκολα τα δύο μέρη. Τα μονωτικά υλικά των πινάκων, θα πρέπει να είναι μηχανικά ανθεκτικά, ανθεκτικά στην υγρασία και να έχουν φινίρισμα επιφάνειας. Στο πάνω μέρος του πίνακα να τοποθετούνται προστατευτικές πλάκες κατά των σταγόνων, για να μην υποστούν ζημιά από κάποια διαρροή, επίσης να αντέχουν σε κραδασμούς. Όλα τα όργανα και οι καλωδιώσεις θα πρέπει να είναι κατάλληλου τύπου, να αντέχουν τις υψηλές θερμοκρασίες. Οι διακόπτες να έχουν ενδείξεις ON (Ανοιχτό), OFF (κλειστό), για την αναγνώριση της λειτουργίας. Οι ζυγοί θα πρέπει να αντέχουν τις υψηλές θερμοκρασίες, να είναι ανθεκτικά και να αντέχουν ηλεκτρομηχανικές καταπονήσεις, για να μην προκύψουν σφάλματα βραχυκυκλώματος. Σχεδιάζονται με βάση την χωρητικότητα της γεννήτριας και τα φορτία τροφοδοσίας. Είναι κατασκευασμένοι από χαλκό, όλες οι συνδέσεις είναι από ασημί επιφάνειες, για να εμποδίζεται η διάβρωση και να μειώνεται η αντίσταση επαφής. Οι ζυγοί σύνδεσης με τις καλωδιώσεις στον πίνακα, θα πρέπει να

διατάσσονται έτσι, ώστε να παρέχεται η μέγιστη προσβασιμότητα στις συνδέσεις των καλωδίων. Όλα τα όργανα του πίνακα θα πρέπει να έχουν ενδείξεις, ώστε να μπορούν να αναγνωριστούν κατά τον έλεγχο.



Εικόνα 3.11: Ηλεκτρολογικός πίνακας σε πλοίο

Πίνακες εναλλασσόμενου ρεύματος σε πλοία :

Οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος (που δεν λειτουργούν παράλληλα) θα πρέπει να διαθέτουν μετρητή συχνότητας, βολτόμετρο και αμπερόμετρο σε κάθε αγωγό φάσης. Επίσης θα πρέπει να παρέχεται βατόμετρο για κάθε γεννήτρια ισχύος 50 kW και πάνω. Θα παρέχεται ο εξοπλισμός διανομής για τριφασικό, τριφασικό – μονωμένο ή τριφασικό – τετρασύρματο γειωμένο ουδέτερο σύστημα, έναν τριπολικό διακόπτη και διάταξη ασφαλειών ή τριπολικό διακόπτη με χυτή θήκη για γεννήτριες κάτω των 25 kW. Σε γεννήτριες πάνω από 25 kW, θα πρέπει να παρέχονται διακόπτες

κυκλώματος για μονοφασικό μονωμένο, δύο καλωδίων ή μονοφασικό γειωμένο ουδέτερο σύστημα τριών συρμάτων, μια διάταξη διακόπτη και ασφάλεια δύο πόλων ή διακόπτη κυκλώματος. Αν οι γεννήτριες λειτουργούν παράλληλα, τότε η κάθε γεννήτρια θα πρέπει να διαθέτει ένα βατόμετρο, ένα αμπερόμετρο με διακόπτη επιλογής, ώστε να διαβάζει το ρεύμα σε κάθε φάση και ένα βολτόμετρο με διακόπτη επιλογής για τη σύνδεση του, σε κάθε φάση της γεννήτριας και σε μια φάση του ζυγού. Επίσης θα πρέπει να παρέχεται ρελέ αντίστροφης ισχύος. Όπου είναι εγκατεστημένες οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος, θα πρέπει να παρέχεται για κάθε γεννήτρια ισχύος 25 kW και πάνω, ένας διακόπτης κυκλώματος που θα ανοίγει ταυτόχρονα όλους τους μονωμένους όλους.

Πίνακες συνεχούς ρεύματος :

Θα πρέπει να παρέχεται ένα βολτόμετρο και ένα αμπερόμετρο σε κάθε γεννήτρια. Αν είναι παράλληλη θα πρέπει να παρέχεται ο εξής εξοπλισμός : Σε περίπτωση μόνωσης 2 καλωδίων με διπλό πόλο, θα πρέπει να παρέχεται διακόπτης κυκλώματος με προστασία από υπερένταση σε κάθε πόλο, ή έναν διακόπτη με διπλό πόλο και μια ασφάλεια σε κάθε πόλο. Σε γειωμένο σύστημα 3 καλωδίων, θα πρέπει να παρέχεται διακόπτης κυκλώματος διπλού πόλου, όπου συνδέεται σε εξωτερικούς χώρους και είναι συνδεδεμένος στον ουδέτερο. Σε περίπτωση 2 καλωδίων, θα παρέχεται ένας μονοπολικός διακόπτης κυκλώματος ή μια ασφάλεια και έναν μονοπολικό διακόπτη για μη γειωμένο πόλο.

### 3.3 Πίνακες Μέσης Τάσης – Εκτέλεση Εργασιών με βάση την Τ.Σ.Υ.

Οι πίνακες μέσης τάσης [29] αποτελούνται από κυψέλες, δηλαδή κυψέλες εισόδων, κυψέλες προστασίας των αφίξεων, κυψέλες μετρήσεων και κυψέλες τροφοδότησης των μετασχηματιστών. Η κυψέλη είναι συρόμενου τύπου και αποτελείται από: 1) σταθερό τμήμα, που περιλαμβάνει χώρους για μπάρες χαλκών, συρόμενων φορείων, σύνδεσης των καλωδίων και των μετασχηματιστών έντασης, χαμηλών τάσεων και 2) συρόμενο φορείο, που περιλαμβάνει αυτόματο διακόπτη ισχύος ή αποζεύκτη φορτίου. Στον διαχωρισμό του σταθερού τμήματος, πρέπει να δίνεται η δυνατότητα της παρέμβασης στον χώρο σύνδεσης των καλωδιώσεων και των μετασχηματιστών έντασης χωρίς διακοπή τάσης. Από λαμαρίνα τύπου DKP, είναι η κυψέλη με πάχος 3 mm και τοποθετείται στο έδαφος. Στο πάνω μέρος θα πρέπει να υπάρχει θυρίδα από διαφανές υλικό για επίβλεψη του εσωτερικού της κυψέλης.

Γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά είναι τα εξής :

- Έχει τάση 20 kV.
- Η τάση λειτουργίας φτάνει μέχρι και 24 kV.
- Έχει ισχύς απόζευξης 500 MVA στα 20kV.
- Έχει ένταση 630 A.
- Έχει στάθμη μόνωσης 20N (125 kV – 1.2/50 ms) κατά VDE-0111.
- Οι διαστάσεις είναι ακριβώς όπως επισημαίνονται σε σχέδια.
- Ισχύουν οι κανονισμοί VDE-0670, VDE-0101, IEC.

Ενδιάμεσα του συρομένου φορείου και του σταθερού τμήματος, υπάρχουν μηχανικές μανδάλωσεις, για την αποφυγή λανθασμένου χειρισμού και είναι οι εξής :

- Δεν υπάρχει η δυνατότητα μετακίνησης του φορείου από θέση "διαχωρισμού" σε θέση "λειτουργίας", πριν συνδεθεί ο βυσματικός ρευματολήπτης χαμηλής τάσης.
- Όταν το φορείο είναι σε θέση λειτουργίας, δεν υπάρχει η δυνατότητα αποσύνδεσης του βυσματικού ρευματολήπτη χαμηλής τάσης.
- Θα πρέπει να αποσυνδεθεί ο βυσματικός ρευματολήπτης χαμηλής τάσης, για να μπορεί να μετακινηθεί το φορείο σε θέση "διαχωρισμού".
- Όταν ο αυτόματος διακόπτης βρίσκεται σε θέση "εντός", το φορείο δεν μετακινείται από θέση "διαχωρισμού" ή την θέση "λειτουργίας".
- Όταν το φορείο βρίσκεται ενδιάμεσα "διαχωρισμού" και "λειτουργίας", ο αυτόματος διακόπτης δεν μπορεί να είναι σε θέση "εντός".
- Όταν το φορείο βρίσκεται σε θέση "διαχωρισμού", δεν μπορεί να μετακινηθεί σε θέση "λειτουργίας" ή μεταξύ των θέσεων "λειτουργίας" και "διαχωρισμού".

Υπάρχουν και οι εξής ηλεκτρικές συζεύξεις :

- Με την λειτουργία θερμομέτρου κάθε μετασχηματιστή, θα πέφτει ο αυτόματος χαμηλής τάσης στο πεδίο άφιξης του μετασχηματιστή.
- Με την ενεργοποίηση του αυτόματου μέσης τάσης, θα πρέπει να ενεργοποιείται ο αυτόματος χαμηλής τάσης.



Εικόνα 3.12: Πίνακες Μέσης Τάσης [36]

Εκτέλεση Εργασιών με βάση την Τ.Σ.Υ. (Τεχνικές Προδιαγραφές)

Πίνακες τύπου ερμαρίου

Πάνω στους πίνακες ερμαρίου, στερεώνονται βαριά όργανα, ογκώδη εξαρτήματα, όργανα που θα είναι κατάλληλα για τοποθέτηση με ενσφήνωση. Η μετωπική πλάκα θα είναι επίπεδη ή διαμορφωμένη με τρόπο ώστε, να υπάρχει κάλυψη σε διαφορετικού βάθους όργανα όπου θα στερεωθούν σε ένα ενιαίο επίπεδο. Θα χρειαστεί η προσθήκη των κατάλληλων εγκοπών, για να μπορούν να βγουν έξω οι λαβές χειρισμού των οργάνων, οι ενδεικτικές λυχνίες, οι άξονες των διακοπών, οι ασφάλειες. Σημαντικό εξίσου είναι να υπάρχουν ενδεικτικές πινακίδες, που να δείχνουν το προορισμό, την λειτουργία του κυκλώματος και τον χειρισμό. Τοποθετούνται κάτω από κάθε διακόπτη, όργανο ενδείξεως και όργανα χειρισμού.



Εικόνα 3.13: Ένδειξη σε πίνακες και εγκοπές στον πίνακα για να φαίνονται οι διακόπτες

Η πλάκα στερεώσεως των οργάνων θα πρέπει να είναι 5 cm μικρότερη, σε σύγκριση με το εσωτερικό ύψος του ερμαρίου, για να υπάρχει χώρος για τις εισερχόμενες και εξερχόμενες γραμμές, στο πάνω μέρος του ερμαρίου. Η είσοδος των καλωδιώσεων θα πρέπει να εφαρμόζεται στο πάνω μέρος του πίνακα, μέσω ορειχάλκινων επινικελωμένων στυπιοθλιπτών, ενώ η είσοδος των ορατών χαλυβδοσωλήνων θα γίνεται με κοχλίωση μέσω ρακόρ και στυπιοθλιπτών. Οι μετωπικές πλάκες θα είναι διαστάσεων 50x65 cm και θα είναι ενιαίες, σε περίπτωση που οι πίνακες είναι μεγαλύτερων διαστάσεων, θα αποτελούνται από περισσότερα κομμάτια, με την προϋπόθεση ότι τα μέρη της πλάκας, θα αντιστοιχούν σε ξεχωριστές ομάδες οργάνων. Οι πλάκες ή τμήματα πλακών θα στερεώνονται με επινικελωμένους κοχλίες



και θα πρέπει να περιέχουν τις κατάλληλες χειρολαβές για την εύκολη εξαγωγή τους. Τα όργανα θα πρέπει να είναι προσιτά, μετά την αφαίρεση των εμπρόσθιων τμημάτων του πίνακα και να είναι σε σωστές θέσεις τοποθετημένα. Οι πίνακες θα πρέπει να έχουν συλλεκτήριο ζυγό γείωσης από χαλκό, ζυγό ουδέτερου και ζυγούς φάσεων. Θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για την στερέωση τους πάνω σε μικροαυτόματες ασφάλειες, με προσαγωγή και απαγωγή του ρεύματος. Οι πίνακες πρέπει να εμφανίζουν σωστή συμμετρία σε όλα τους τα μέρη, για αυτό θα πρέπει να τηρηθούν τα εξής :

- Τοποθέτηση στοιχείων προσαγωγής στο κάτω μέρος του πίνακα.
- Στον κατακόρυφο άξονα του πίνακα, τοποθετούνται συμμετρικά τα γενικά στοιχεία, όπως οι διακόπτες και οι ασφάλειες.
- Σε οριζόντιες σειρές θα μπου τα υπόλοιπα στοιχεία, συμμετρικά προς τον κατακόρυφό του άξονα.

Στο πάνω μέρος του πίνακα θα πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος, τουλάχιστον 5 cm για την τοποθέτηση των καλωδίων, θα υπάρχουν οπές για εφεδρικές γραμμές ή για την ύπαρξη ιδιαίτερων καλωδίων – γειώσεων και θα φέρουν διάμετρο σύμφωνα με τις απαιτήσεις των γραμμών :10 A, Pg 21, για τριφασικές 10 A, 25 A, Pg 29 η διάμετρος θα είναι μεγαλύτερη. Μέσα στον πίνακα, θα πρέπει να τοποθετείται στο πάνω μέρος, μια σειρά ή περισσότερες από μια σειρές από κλέμμες και θα πρέπει να είναι δίπλα από τους αγωγούς φάσεων, ουδέτερους και γειώσεις. Με αποτέλεσμα η κάθε καλωδίωση που εισέρχεται στον πίνακα, να συνδέεται με τους αγωγούς συνεχόμενα μέσω των κλεμμών. Στην περίπτωση που θα χρειαστεί παραπάνω από μια κλέμμα, η απόστάσεις τους μεταξύ τους θα πρέπει να διαφέρουν, δηλαδή η δεύτερη θα είναι πιο βαθιά μέσα στον πίνακα από την άλλη. Οι εσωτερικές καλωδιώσεις θα ενώνονται με τις κλέμμες, από το πίσω μέρος του πίνακα, έτσι ώστε το πάνω μέρος να είναι ελεύθερο, για συνδέσεις με εξωτερικά καλώδια. Εφεδρικές γραμμές χαρακτηρίζονται, οι γραμμές που είναι πλήρεις και ηλεκτρικά συνεχείς με τις κλέμμες. Στους μικροαυτόματους εξοπλισμούς (διακόπτες-ρελαί), θα πρέπει να προβλέπεται ο χώρος τους στον πίνακα, πριν την τοποθέτησή τους. Τα μπουτόν των διακοπών (ρελαί), τοποθετούνται στο μπροστινό μέρος του πίνακα και συνδέονται με κατάλληλο πλαστικό αξονίσκο, όπου θα πιέζει τις επαφές που βρίσκονται μέσα στον πίνακα. Τέλος θα πρέπει να υπάρχει σύστημα σήμανσης των φάσεων, για την αναγνώρισή τους. Δηλαδή οι φάσεις θα σημαδεύονται με χρώμα και πάντα το συγκεκριμένο είδος φάσης θα εμφανίζεται στο ίδιο σημείο που η σειρά της το προκαθορίζει.

#### Πίνακας τύπου πεδίων

Με βάση την Τ.Σ.Υ. οι πίνακες πεδίων θα πρέπει να παρουσιάζουν επαρκή αντοχή, ακαμψία και θα πρέπει να τηρούν τους προαναφερόμενους κανόνες ως προς την βαφή του πίνακα (στο κεφάλαιο 3.2). Η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας θα γίνεται μέσω των μπαρών (ζυγών) από χαλκό τυποποιημένων διαστάσεων, ανάλογα με το φορτίο και θα είναι στερεωμένοι με τους κατάλληλους μονωτήρες. Τρεις για τις φάσεις, ένας

για τον ουδέτερο, θα είναι οι ζυγοί και θα τοποθετηθούν από την κατακόρυφη μεγαλύτερη πλευρά τους. Εφόσον τοποθετηθούν οι συνδέσεις, θα πρέπει να βαφτούν με το ίδιο χρώμα με τις φάσεις και τον ουδέτερο, ώστε να γίνεται εύκολη η διάκρισή τους. Ο συγκεκριμένος πίνακας θα τοποθετείται στο δάπεδο, πρέπει να είναι κατάλληλος για την είσοδο και την έξοδο των γραμμών, προς το πάνω και το κάτω μέρος του και θα είναι κλειστού τύπου. Παρουσιάζεται η ιδιότητα της στεγανότητας του πίνακα, χάρη στην ηλεκτροσυγγόληση των χαλυβδόφυλλων (είτε βιδωτό) στον σκελετό (πλευρικά μέρη, πάνω μέρος και κάτω) και μέσω στεγανοποιητικών παρεμβυσμάτων. Η πόρτα (θύρα) θα είναι μεταλλική και στεγανή, η μπροστινή επιφάνεια θα είναι διαφανής, για να μπορεί να ελεγχθεί. Στο εξωτερικό μέρος της πόρτας (θύρας) θα τοποθετούνται τα μπουτόν (start-stop) και η χειρολαβή. Συνολικά στην πόρτα του πίνακα μπαίνουν δύο μπουτόν και τα υπόλοιπα όργανα (ενδεικτικά και λυχνίες), μπαίνουν στο εσωτερικό μέρος του πίνακα. Ένα μεγάλο τμήμα της θύρας θα είναι διαφανές, για την παρατήρηση των λυχνιών. Οι δείκτες και τα όργανα μέτρησης, θα τοποθετηθούν στο μπροστινό και πάνω μέρος του πίνακα, όπου θα περιέχει στεγανοποιητικά παρεμβύσματα, 4 μπουτόν και θα βιδωθεί με χάλκινες βίδες, πάνω στον σκελετό του πίνακα. Για να επιτευχθεί πλήρης στεγανότητα, τα μπουτόν (έχουν και ηλεκτρικές επαφές) θα πρέπει να είναι επικαλυμμένα με ελαστική μεμβράνη, όπου στερεώνεται πάνω στη λαμαρίνα. Για να μην μειωθεί το ποσοστό στεγανοποίησης του πίνακα (IP54), ο άξονας ελέγχου του κεντρικού διακόπτη, οι διακόπτες αμπερόμετρων και βολτόμετρων, χρειάζονται προσοχή κατά την τοποθέτηση της στεγανοποίησης. Τέλος χρησιμοποιούνται μικρά μέρη της μετωπικής πλάκας για την στερέωση λυχνιών, οργάνων και διατάξεων, όπου βρίσκονται πίσω από το διαφανές τμήμα της πόρτα (θύρας).

### Πίνακες χαμηλής τάσης

Οι πίνακες χαμηλής τάσης (380/50 Hz), κατασκευάζονται με μορφοσίδηρο και χαλυβδοέλασμα, είναι τύπου DKP και το πάχος τους φτάνει τα 2 mm. Τοποθετούνται στον εσωτερικό χώρο ή επι τοίχου, στηρίζονται στο έδαφος και η πόρτα (θύρα) θα πρέπει να είναι 5 cm πάνω από το έδαφος. Θα πρέπει να βασίζεται πάνω στα πρότυπα VDE-0660 και IEC-439, με βαθμό προστασίας IP-40-B. Θα πρέπει να αντέχει τουλάχιστον 30 KA και η στάθμη της μόνωσης να είναι τύπου C. Η λειτουργία του πίνακα γίνεται, φτάνοντας θερμοκρασία περιβάλλοντος 35 °C, για να επιτευχθεί ο πίνακας θα αερίζεται μέσω περσίδων, όπου θα είναι τοποθετημένες στις πλευρές του πίνακα (και πάνω, κάτω). Στο μπροστινό μέρος της πόρτας του πίνακα, θα τοποθετηθούν τα όργανα μέτρησης και οι ενδεικτικές λυχνίες, πίσω από την πόρτα θα πρέπει να υπάρχει χαλύβδινο φύλλο με πάχος 1.5 mm. Οι εσωτερικές συνδεσμολογίες και καλωδιώσεις θα πρέπει να είναι σωστά τοποθετημένες, επίσης οι καλωδιώσεις των βοηθητικών κυκλωμάτων θα μπαίνουν στα τοιχώματα του πίνακα, για να ελευθερωθεί ο χώρος, ώστε να γίνεται πιο εύκολη η επίβλεψη στο εσωτερικό του πίνακα. Στην συνέχεια τοποθετούνται μέσα σε πλαστικά κανάλια που θα κλείνουν, αλλά θα ανοίγουν για να μπορεί να γίνεται σωστά η επίβλεψη. Οι καλωδιώσεις των οργάνων μέτρησης, θα τοποθετούνται μακριά από τα καλώδια ισχύος και θα πρέπει

να προστατεύονται με εύκαμπτους σωλήνες. Όλες οι συνδέσεις των καλωδίων θα γίνονται μέσω σωληνώσεων ή μέσω πρεσαριστών ακροδεκτών, ενώ οι μπάρες του πίνακα θα πρέπει να είναι από χαλκό και θα στηρίζονται πάνω σε μονωτήρες. Επίσης θα πρέπει να τοποθετούνται ενδεικτικές πινακίδες όπου θα βοηθούν στην αναγνώριση των γραμμών αναχώρησης, για παράδειγμα η πινακίδα του γενικού διακόπτη θα ονομάζεται "Γενικός Διακόπτης". Τέλος θα οι πίνακες θα πρέπει να φέρουν τον επιπλέον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό :

- Έναν τριπολικό διακόπτη ισχύος 380V/50Hz, 2000 A ρεύματος με δυνατότητα απόξευξης 40 KA, επίσης θα περιέχει πηνία προστασίας από υπερεντάσεις και βραχυκυκλώσεων, με διάταξη γρήγορης ζεύξης-απόξευξης.
- Θα περιέχει μετασχηματιστές έντασης μιας κλάσης, θα είναι 600/5, 30 VA.
- Θα περιέχει αμπερόμετρα 96x96 mm, θα είναι στρεφόμενου σιδήρου, κλάσης 1.5 για την σύνδεση με μετασχηματιστές έντασης και οι ενδείξεις θα φτάνουν 0-2000/4000 A.
- Βολτόμετρο που οι ενδείξεις του είναι 0 έως 500 V, 96x96 mm σε διαστάσεις και θα είναι στρεφόμενου σιδήρου.
- 6 ενδεικτικές λυχνίες, 3 πριν τον γενικό διακόπτη και 3 μετά.
- Όλοι οι διακόπτες που χρειάζονται, όπως της ισχύος, της ράγας, επίσης θα περιέχει μπουτόν on-off και αυτόματες ασφάλειες.

Στεγανοί πίνακες με πλαστικά κιβώτια

Οι συγκεκριμένοι πίνακες θα αποτελούνται από πλαστικά κιβώτια, τυποποιημένων διαστάσεων όπου μέσα τους περιλαμβάνουν τους ζυγούς, τους διακόπτες, τις λυχνίες, τα μπουτόν, τους ηλεκτρονόμους και όργανα ενδείξεων. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τους επί τοίχου και επί του εδάφους. Τα κιβώτια θα αποτελούνται από την βάση, το κάλυμμα και την μεταλλική πλάκα, όπου το κάλυμμα θα είναι διαφανές και θα στερεώνεται στην βάση, με πλαστικές βίδες ταχείας σύνδεσης (κλέμμα). Επίσης θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο, με κατάλληλες θυρίδες για τον χειρισμό και την εξασφάλιση ισοβαθμίας με τον υπόλοιπο πίνακα. Η χρήση των διακοπών και των λυχνίων γίνεται εύκολα, καθώς δεν θα χρειαστεί η αφαίρεση του καλύμματος του κιβωτίου, επίσης τα μπουτόν και οι λυχνίες θα μπορούν να βγαίνουν εύκολα. Επιπλέον ο γενικός διακόπτης δεν θα ξεπερνά τα 100 A, η ονομαστική τάση θα είναι στα 500 V και 50 Hz, η κλάση μόνωσης θα πρέπει να ακολουθεί το πρότυπο VDE-0110 και να είναι ομάδας C. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος να φτάνει τους 40 °C και τέλος ο βαθμός προστασίας να είναι IP-54 κατά DIN-40050/IEC-44, ενώ για εξωτερικούς χώρους να είναι IP-55. Σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN, τα πλαστικά κιβώτια θα πρέπει να παρουσιάζουν κατάλληλες αντοχές πάνω στην αντοχή, την κρούση, την διηλεκτρική αντοχή, την απορροφητικότητα του νερού, την αντίσταση της επιφάνειας, την αντοχή στις θερμοκρασίες και τις υγρασίες.

- Πίνακες διανομής από πλαστικά κιβώτια με τοποθέτηση επί τοίχου.

Σε αυτή την περίπτωση τα καλώδια, θα φεύγουν από το πάνω και κάτω μέρος και οι μπάρες θα τοποθετούνται στο μέσο του πίνακα και οριζοντίως. Αποτελούνται από έως και 4 κιβώτια, όπου η όψη του πίνακα μπορεί να φτάσει διαστάσεις όπως 500x1000 mm, θα στηρίζονται απευθείας στον τοίχο. Αν είναι μεγαλύτερων διαστάσεων, τότε θα πρέπει να ενισχυθούν στο πίσω μέρος, με χαλυβδοελάσματα για καλύτερη στήριξη.

- Πίνακες διανομής από πλαστικά κιβώτια με τοποθέτηση επί του εδάφους.

Θα στηρίζεται πάνω σε βάση ο πίνακας, βάση η οποία θα έχει κλέμμες, την μπάρα του ουδέτερου, της γης και θα έχουν αυτοί βαθμό προστασίας IP-54 όπως ολόκληρο το σύνολο του πίνακα.

#### Πίνακες αυτοματισμού

Τα όργανα του αυτοματισμού που μπαίνουν σε αυτούς τους πίνακες, μπορούν να αφαιρεθούν με μεγάλη ευκολία, με αποτέλεσμα η συντήρηση τους ή αλλαγή τους να γίνεται πιο εύκολα. Η εσωτερική διανομή γίνεται με πολύκλωνους αγωγούς (εύκαμπτους), όπου θα είναι από χαλκό, θα φέρουν θερμοπλαστική μόνωση και η τοποθέτησή τους γίνεται μέσα σε ειδικά κανάλια. Η σύνδεση των γραμμών θα πραγματοποιείται με κλέμμες τύπου ράγας (σιδηροτροχιάς), οι αγωγοί θα πρέπει να συνδέονται με ακροδέκτες, με τα όργανα του αυτοματισμού και οι ακροδέκτες θα είναι τύπου βύσματος, όπου απαγορεύεται η ευθεία σύνδεση, εκτός αν επιτρέπεται λόγω κατάλληλης διαμόρφωσης.

#### Όργανα - Υλικά πινάκων

Οι ηλεκτρονόμοι των πινάκων θα πρέπει να έχουν τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Η τάση λειτουργίας να είναι 220V/50Hz.
- Η ονομαστική ένταση διακοπής κάθε επαφής θα πρέπει να είναι α) 5 A AC 11/220V, 50 Hz, β) 2.5 A DC 11/50V, DC, γ) 5 A DC 11/24V, DC.
- Ο αριθμός των επαφών θα πρέπει να είναι 25%-50% ποσοστού εφεδρείας.
- Θα πρέπει να λειτουργούν σε θερμοκρασίες -20 °C έως και 50 °C.
- Η μηχανική ενέργεια ζωής τους να φτάνει στους 15.000 χειρισμούς.
- Η τάση διέγερσής θα φτάνει το 80% έως 110%,
- Ενώ η τάση αποδιέγερσης φτάνει το 40% έως 60%.
- Όλοι οι ηλεκτρονόμοι θα πρέπει να λειτουργούν με συνεχές ρεύμα.
- Τέλος για τους ηλεκτρονόμους θα ακολουθούνται τα VDE-0660 και DIN-46199 (σήμανση επαφών).

Οι χρονικοί ηλεκτρονόμοι λειτουργούν σε AC και DC. Στην περίπτωση του AC, θα είναι με σύγχρονο κινητήρα, σε περίπτωση που έχουν συντελεστή λειτουργίας μικρότερο από 100%, θα πρέπει να απομονωθούν από το κύκλωμα χειρισμού μετά

την εκτέλεση του κύκλου λειτουργίας τους. Στην περίπτωση DC, θα παραμένουν διεγερμένοι οποιαδήποτε στιγμή. Θα πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- Η ονομαστική τάση μόνωσης να λειτουργεί με 500 V AC και 250 V DC.
- Η ονομαστική ένταση θα είναι 2 A/AC 11/ 220 V, 0.3 A / DC 11/ 60 V.
- Ο σύγχρονος κινητήρας αντέχει περισσότερο από 100.000 χειρισμούς, ενώ οι ηλεκτρονικοί αντέχουν περισσότερο από 1.000.000 χειρισμούς.
- Ο συντελεστής λειτουργίας σε σύγχρονο κινητήρα είναι 20%, ενώ στους ηλεκτρονικούς είναι 100%.
- Η ακρίβεια επανάληψης σε έναν σύγχρονο κινητήρα θα πρέπει να είναι < +/- 0.5 sec, ενώ στους ηλεκτρονικούς < +/- 1%.
- Ο χρόνος αποκατάστασης ενός σύγχρονου κινητήρα είναι < 100 ms, ενώ οι ηλεκτρονικοί είναι < 60 ms.

Προδιαγραφές των μπουτόν – λυχνιών ενός πίνακα

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις των VDE-0113 και IEC-204, η σημασία των χρωμάτων των μπουτόν και των λυχνιών είναι η εξής :

- Κόκκινο - Σημαίνει κίνδυνος.
- Κίτρινο - Σημαίνει προειδοποίηση.
- Πράσινο/ Άσπρο - Σημαίνει ασφαλής λειτουργία.
- Μπλε - Σημαίνει ειδική πληροφορία.
- Άσπρο - Σημαίνει ουδέτερο, μια γενική πληροφορία.

Τα μπουτόν θα πρέπει να είναι στερεωμένα πάνω στον πίνακα, συγκεκριμένα οι επαφές τους να είναι πάνω στην πλάκα του πίνακα, ενώ το χειριστήριο να είναι πάνω στο κάλυμμα του κιβωτίου. Τα χειριστήρια θα πρέπει να τοποθετούνται σε προστατευτικό κολάρο, για την αποφυγή τυχαίου χειρισμού τους, εκτός από τα μπουτόν ανάγκης που μπορούν να πατηθούν απευθείας. Τα μπουτόν θα πρέπει να έχουν διάμετρο τουλάχιστον 22 mm και τα χρώματά τους δηλώνουν τα εξής ακόλουθα :

- Κόκκινο - Stop : Με το πάτημά του, σταματά έναν κύκλο λειτουργίας ή κάποιες μονάδες της μηχανής.
- Stop ανάγκης : Πλήρης διακοπή της λειτουργίας.
- Πράσινο - Start : Προετοιμασία κυκλώματος χειρισμού, ξεκίνημα ενός ή περισσότερων βοηθητικών κινητήρων.
- Μαύρο/ Πράσινο - Start : Ξεκίνημα ενός ή περισσότερων κύκλων λειτουργίας.
- Κίτρινο - Εντολή : Επαναφέρει τα στοιχεία στο αρχικό σημείο του κύκλου λειτουργίας και αφαιρεί τις προηγούμενες λειτουργίες πριν πατηθεί.
- Άσπρο - άλλες λειτουργίες : Με το πάτημά του, ελέγχονται άλλες λειτουργίες που δεν έχουν σχέση με την λειτουργία του πίνακα.
- Μπλε : Επαναφορά ηλεκτρονόμων.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μπουτόν είναι τα εξής :

- Να ακολουθούν τα πρότυπα των IEC ή VDE.
- Θα έχουν μηχανική διάρκεια ζωής έως και τουλάχιστον 10.000.000 χειρισμών.
- Θα πρέπει να αντέχουν θερμοκρασίες των - 20 °C έως +40 °C.
- Η ονομαστική τάση της μόνωσης να είναι στα 500 V AC.
- Η κλάση της μόνωσης να είναι C/VDE-0110.
- Το ονομαστικό ρεύμα που δέχονται να είναι 10A / AC 11/ 220 V.
- Το ονομαστικό ρεύμα των επαφών να είναι 1 A/ DC 11/ 60 VDE.
- Η διάρκεια ζωής για επαφή 50 VA, 10.000.000 χειρισμοί.
- Η διάρκεια ζωής για επαφή 100 VA, 8.000.000 χειρισμοί.
- Η διάρκεια ζωής για επαφή 250 VA, 3.000.000 χειρισμοί.
- Η διάρκεια ζωής για επαφή 750 VA, 1.200.000 χειρισμοί.
- Η διάρκεια ζωής για επαφή 1500 VA, 300.000 χειρισμοί.
- Ο βαθμός προστασία του χειριστηρίου να είναι IP-54 ή IP-65, σύμφωνα με τα πρότυπα DIN-44050/IEC-144.

Οι λυχνίες τοποθετούνται σε πλαστικά/ μεταλλικά κιβώτια, όπου οι ακροδέκτες τους θα πρέπει να συνδέονται πάνω στην πλάκα του κιβωτίου, ενώ το υπόλοιπο κομμάτι (το μπροστινό μέρος) θα είναι πάνω στο κάλυμμα του κιβωτίου, με την αφαίρεση του καλύμματος δεν θα χρειαστεί να γίνει κάτι στην λυχνία. Θα πρέπει να ακολουθούν τα πρότυπα IEC-204, να είναι τύπου bayonet, τα λαμπάκια να είναι νήματος ισχύος 2 W και να έχουν διάμετρο 22 mm. Η σημασία των χρωμάτων θα είναι η εξής :

- Κόκκινο - Σφάλμα : Προέκυψε κάποιο σφάλμα και σταμάτησε η λειτουργία.
- Κίτρινο - Προειδοποίηση : Ορισμένα μεγέθη φτάνουν στην μέγιστή τους ή ελάχιστή τους επιτρεπόμενη τιμή τους (ρεύμα, θερμοκρασία).
- Πράσινο/ Άσπρο : Τα μεγέθη των οργάνων έχουν κανονική τιμή ή ο κύκλος λειτουργίας τελείωσε και είναι σε ετοιμότητα για την επαναλειτουργία.
- Άσπρο διαφανές : Έτοιμο για λειτουργία.
- Μπλε : όλες οι υπόλοιπες περιπτώσεις .

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λυχνιών είναι τα εξής :

- Να ακολουθούν τα πρότυπα IEC και VDE.
- Να φτάνουν θερμοκρασίες λειτουργίας μεταξύ -20 °C και +40 °C.
- Η ονομαστική τάση μόνωσής τους να είναι 250 V.
- Η κλάση μόνωσης να είναι τύπου C/VDE-0110.
- Το ρεύμα που δέχονται να είναι 2 A.
- Η κλάση προστασίας της μπροστινής επιφάνειας να είναι IP-65 του πρότυπου DIN-40050/ IEC-144.

### 3.4 Καλωδίωση Πίνακα με τον χώρο εγκατάστασης

Ο πίνακας διανομής [37], είναι το σημείο που χωρίζεται το τροφοδοτικό σε κυκλώματα, όπου το κάθε κύκλωμα θα πρέπει να προστατεύεται και να ελέγχεται από ασφάλειες. Χωρίζεται σε πολλαπλές λειτουργικές μονάδες, όπου περιέχουν ηλεκτρικά και μηχανικά στοιχεία, όπου συμβάλλουν στην εκτέλεση μιας λειτουργίας ή περισσότερων λειτουργιών. Οι κύριοι τύποι των πινάκων χωρίζονται σε 4 τύπους :

- Τον κύριο πίνακα διανομής LV – Χαμηλής Τάσης (MLVS - Main Low Voltage Switchboard).



Εικόνα 3.14: Κύριος πίνακας διανομής [37]

- Τα κέντρα ελέγχου κινητήρων (MCC - Main Control Centres).



Εικόνα 3.15: Κέντρο ελέγχου των κινητήρων [37]

- Πίνακες υποδιανομής (Sub – Distribution Switchboards).



**Εικόνα 3.16: Πίνακας υποδιανομής [37]**

- Τελικοί πίνακες διανομής (Final Distribution Switchboards).



**Εικόνα 3.17: Τελικοί πίνακες διανομής [37]**

Οι πίνακες διανομής συνήθως τοποθετούνται για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως η θέρμανση, χρήση ανελκυστήρων και βρίσκονται δίπλα στον κεντρικό πίνακα διανομής ή κοντά στην ίδια την εφαρμογή. Οι πίνακες υποδιανομής και τελικής διανομής, τοποθετούνται στον χώρο τριγύρω. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους Α) πίνακες διανομής της γενικής χρήσης και τους Β) λειτουργικούς πίνακες διανομής.

Α) Σε αυτούς τους πίνακες ο διακόπτης και η ασφάλεια (τα κύρια εξαρτήματά του), θα βρίσκονται μέσα του, ενώ οι ενδείξεις και οι συσκευές ελέγχου θα είναι τοποθετημένες στο μπροστινό μέρος του πίνακα.

Β) Τοποθετούνται δίπλα σε εφαρμογές, αποτελούνται από λειτουργικά όργανα τα οποία ελέγχουν τις συγκεκριμένες εφαρμογές. Εξασφαλίζοντας μια υψηλού επιπέδου λειτουργία, χωρίς να προκύψει κάποιος κίνδυνος.

Χρησιμοποιούνται τρεις βασικές τεχνολογίες σε λειτουργικούς πίνακες

- Σταθερά μέρη – Σταθερές λειτουργικές μονάδες : Τα συγκεκριμένα μέρη – μονάδες του πίνακα, που δεν έχουν την δυνατότητα να απομονωθούν από το σημείο της τροφοδοσίας, θα πρέπει να γίνει αναγκαστική διακοπή της τροφοδοσίας του πίνακα, όταν θα χρειαστεί να γίνει η συντήρηση της συγκεκριμένης μονάδας.





**Εικόνα 3.18: Συναρμολόγηση πίνακα διανομής με σταθερή λειτουργική μονάδα [37]**

- Αποσυνδεόμενα μέρη - Αποσυνδεόμενες λειτουργικές μονάδες : Οι λειτουργικές μονάδες που είναι τοποθετημένες σε αφαιρούμενη πλάκα στερέωσης, είναι εφοδιασμένες με ένα μέσο απομόνωσης, στην πάνω πλευρά, συνδέεται με τους ζυγούς, με εγκαταστάσεις αποσύνδεσης θα συνδεθεί στο κάτω μέρος και συνδέεται με το κύκλωμα εξόδου. Άρα αυτές οι μονάδες μπορούν να αφαιρεθούν εύκολα, χωρίς την απαίτηση της διακοπής ολόκληρου του πίνακα κατά την συντήρηση.



**Εικόνα 3.19: Αποσύνδεση μια μονάδας από τον πίνακα [37]**

- Συρόμενα μέρη – Συρόμενες τύπου μονάδες : Τα μέρη του πίνακα τοποθετούνται σε συρταρωτό πλαίσιο, όπου έχει την δυνατότητα της απόσυρσης προς τα οριζόντια. Η απομόνωση γίνεται εύκολα στην πάνω και κάτω πλευρά του συρταριού, βοηθά στην γρήγορη συντήρηση ή την αντικατάσταση ενός προβλήματος, χωρίς να χρειαστεί να σταματήσει η υπόλοιπη λειτουργία του πίνακα.



**Εικόνα 3.20: Πίνακας διανομής, που περιέχει συρταρωτές μονάδες [37]**

Ακολουθούν το πρότυπο IEC 61439 ή ΕΛΟΤ EN 62026 – διατάξεις διακοπής και ελέγχου χαμηλής τάσης, για να παρέχουν μια υψηλή σε επίπεδο λειτουργία και με εξασφαλισμένη ασφάλεια ως προς τον χρήστη. Οι πτυχές της ασφάλειας είναι οι εξής:

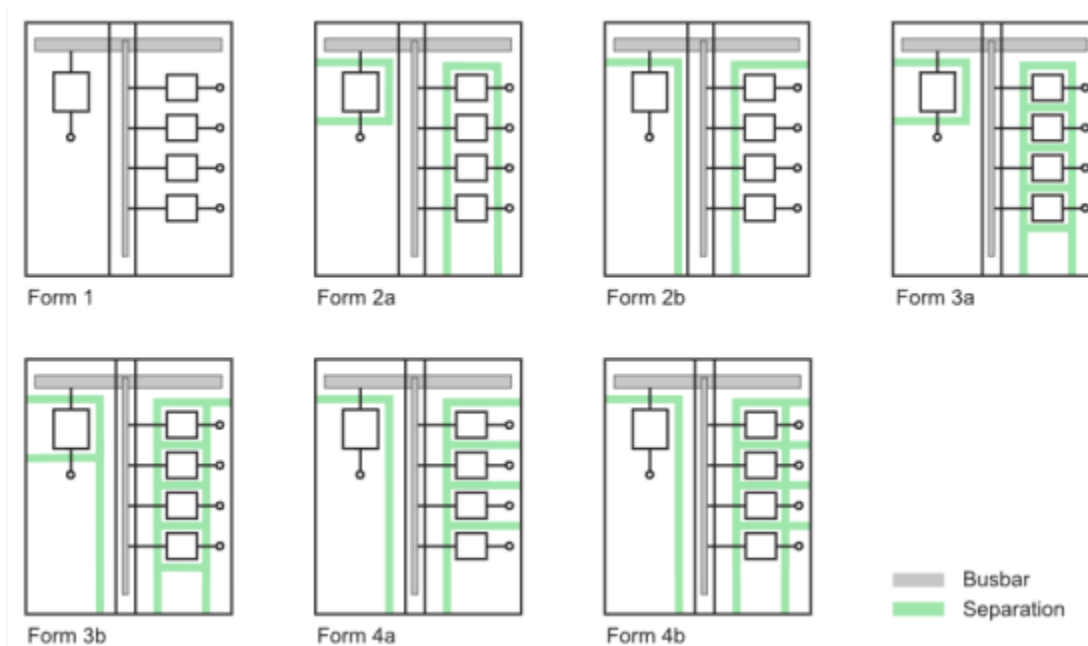
- Ασφάλεια στον χρήστη, αποφεύγεται ο κίνδυνος της ηλεκτροπληξίας.
- Αποφυγή πυρκαγιάς.
- Αποφυγή έκρηξης.

Τα συγκεκριμένα πρότυπα που εφαρμόζονται, είναι σχεδιασμένα για την παροχή των κατάλληλων απαιτήσεων, για την αποφυγή αστοχίας ή σφάλματος, να πραγματοποιείται η λειτουργία σε ακραίες συνθήκες περιβάλλοντος. Έτσι οι πίνακες που χρησιμοποιούνται, για την κάθε εφαρμογή που χρειάζεται, θα πρέπει να τηρούν τα πρότυπα για την σωστή λειτουργία τους.

Διαχωρισμός λειτουργιών μέσα στον πίνακα :

Ο διαχωρισμός θα πρέπει να ακολουθεί τα σχέδια που έχουν προμελετηθεί και καθέ ένα από αυτά, καθορίζει διαφορετικούς τύπους λειτουργίας. Στα ακόλουθα σχέδια θα παρατηρηθεί ο διαχωρισμός των μονάδων του πίνακα, με πράσινο είναι ο διαχωρισμός και με γκρι θα είναι οι ζυγοί. Σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα οι μορφές (forms) είναι οι εξής :

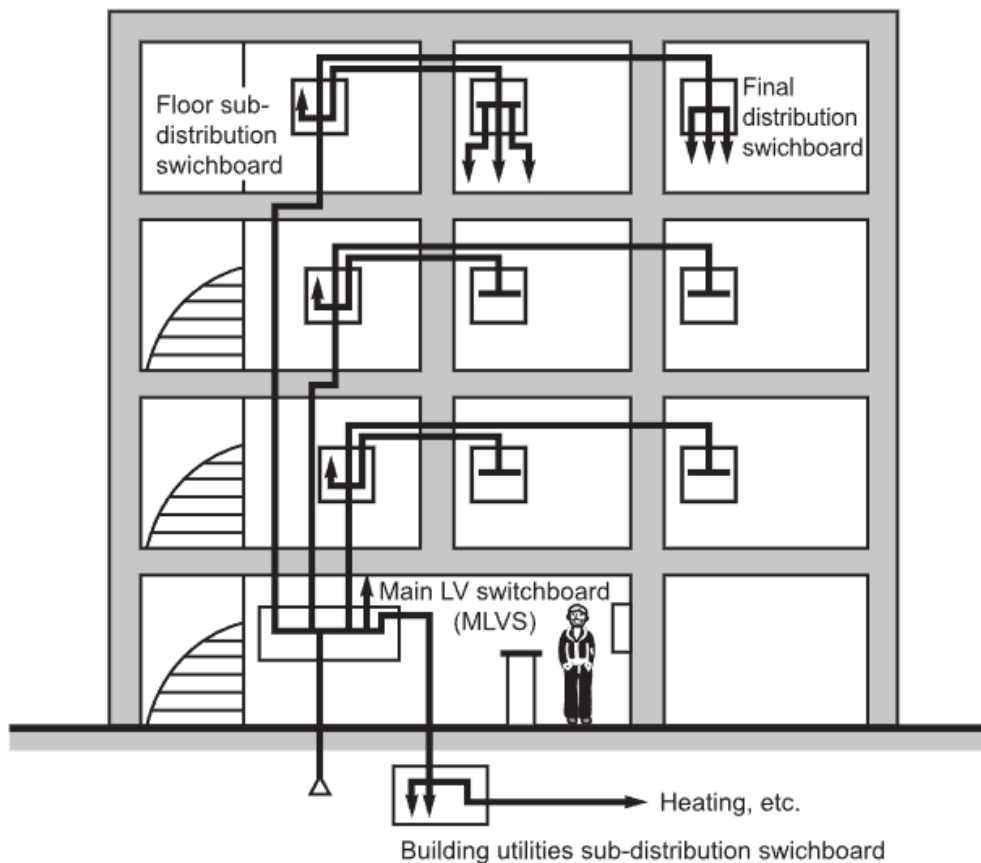
- Μορφή 1 : Στην πρώτη μορφή δεν υπάρχει κανένας διαχωρισμός.
- Μορφή 2 : Στην δεύτερη μορφή παρατηρείται ότι οι ζυγοί διαχωρίζονται από τις λειτουργικές μονάδες.
- Μορφή 3 : Στην τρίτη μορφή παρατηρείται ότι οι ζυγοί διαχωρίζονται από τις λειτουργικές μονάδες, επίσης κάθε μονάδα είναι ξεχωριστά μόνη της εκτός από τους ακροδέκτες εξόδου τους.
- Μορφή 4 : Μοιάζει με την μορφή 3, αλλά εφαρμόζεται διαχωρισμός των άκρων των λειτουργικών μονάδων.



Εικόνα 3.21: Πίνακες χαμηλής τάσης ρεύματος (LV – Low Volatge) [37]

Μέθοδοι διανομής και εγκατάστασης :

Η διανομή θα γίνεται μέσω συρμάτων, όπου θα φέρουν μονωμένους αγωγούς ή καλώδια και θα πρέπει να περιλαμβάνουν σύστημα στερέωσης και μηχανική αντοχή, όπως προαναφέρθηκε στα περασμένα κεφάλαια.



Εικόνα 3.22: Αναπαράσταση διανομής (μέσω καλωδίων) σε εγκατάσταση [37]

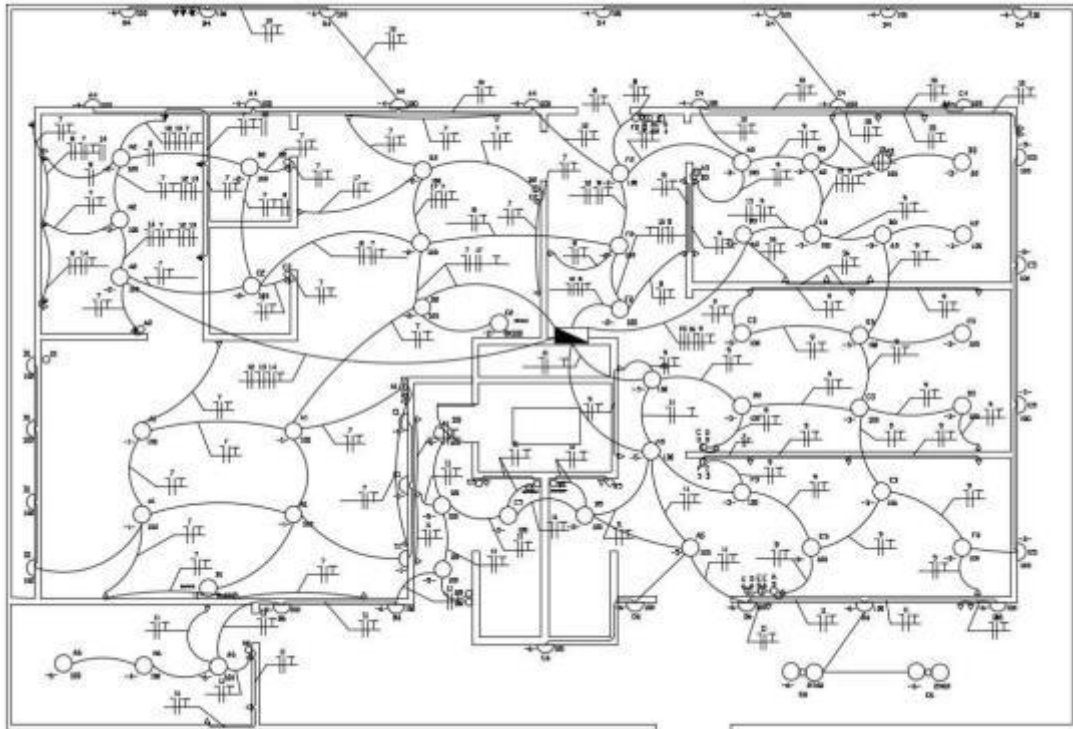
## Κεφάλαιο 4 Σύγχρονα Λογισμικά Σχεδίασης

Σχεδιασμός με βοήθεια υπολογιστή [38] (CAD - Computer Aided Design), είναι η χρήση του υπολογιστή για την εφαρμογή και την σχεδίαση διαφόρων έργων πάνω στο τμήμα των μηχανικών. Για αρκετές δεκαετίες χρησιμοποιούνται προγράμματα σχεδίασης 2D και πλέον 3D, για την εκπλήρωση ή την εξομοίωση ενός έργου. Για παράδειγμα, για την κατασκευή ενός σπιτιού μπορεί να εφαρμοστεί ένα 2D σχέδιο, ενώ μέσω μιας 3D σχεδίασης, μπορεί να δημιουργηθεί ένα αντικείμενο μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D Printing), για παράδειγμα ένα σασί ενός drone. Σήμερα ο σχεδιασμός με την βοήθεια του υπολογιστή παίζει σημαντικό ρόλο, γιατί μέσω της αυτοματοποίησης και του λογισμικού, εξελίσσεται όλη η παραγωγή. Τα εργαλεία ενός λογισμικού CAD, έχουν εξελιχτεί σε επίπεδο, το οποίο βοηθά στον σωστό σχεδιασμό, επίσης τα πρότυπα και οι πρακτικές που χρησιμοποιούνται έχουν εξελιχτεί μαζί του. Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται κυρίως για σχεδιασμό ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων είναι τα εξής :

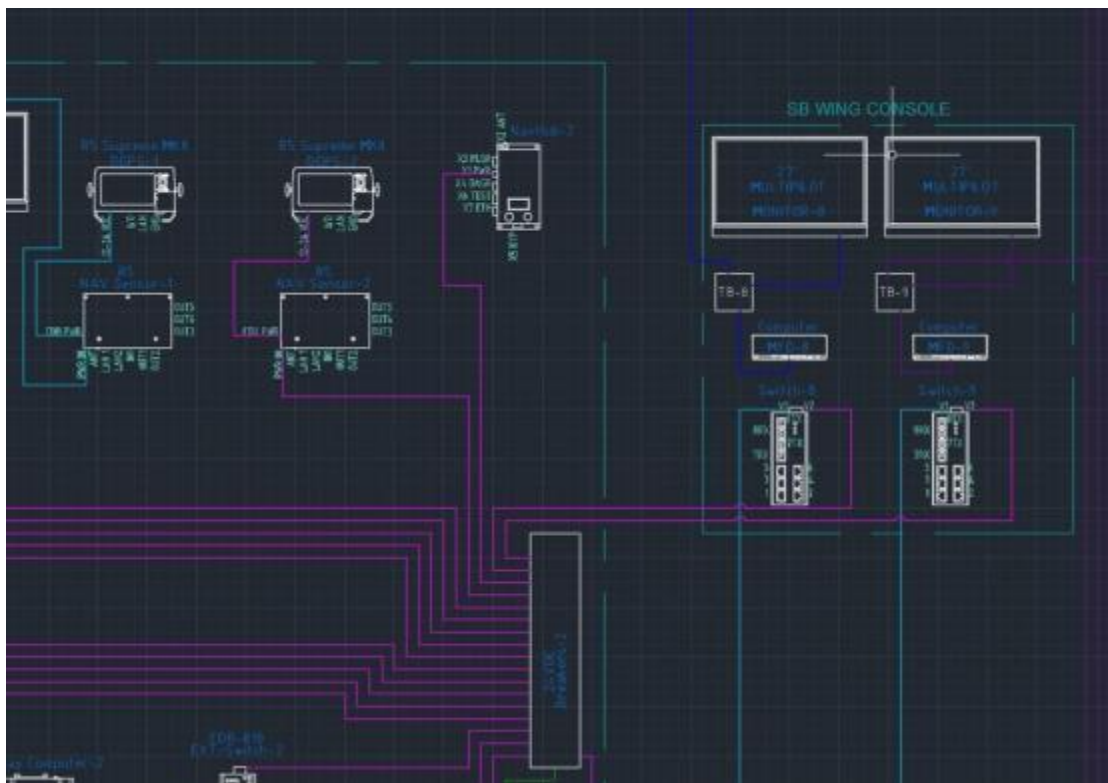
- AutoCAD Electrical.
- SmartDraw.
- Etap.
- Eplan Electric P8.
- Electra E7.
- SolidWorks Electrical Schematics.

### 4.1 AutoCAD Electrical

Το AutoCAD [38] είναι ένα από τα βασικά εργαλεία, που χρησιμοποιείται και για την σχεδίαση ηλεκτρολογικών εφαρμογών. Δηλαδή το AutoCAD είναι ένα πολύ αξιόπιστο εργαλείο, που συνήθως προσφέρει πολλά οφέλη στους χρήστες του. Χάρη στην ευκολία χρήσης του προγράμματος, την εύκολη εξομοίωση σχεδίασης σε πολλούς κλάδους που απαιτείται η σχεδίαση, την εύκολη εκμάθηση του, το καθιστά ως ένα από τα καλύτερα προγράμματα. Παρέχει τεράστια βιβλιοθήκη από σύμβολα, επίσης υπάρχει η δυνατότητα της μετατροπής συμβόλων σε άλλα, όπου θα είναι προσαρμοσμένα προς τις ανάγκες των χρηστών, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Symbol Builder (Δημιουργία Συμβόλου). Στην διάρκεια της σχεδίασης παρατηρείται αυτοματοποίηση των καλωδίων και των ετικετών των εξαρτημάτων. Δηλαδή γίνεται αυτόματη αρίθμηση σε καλώδια και εξαρτήματα, με αποτέλεσμα να εξοικονομηθεί αρκετός χρόνος. Διαθέτει υποστήριξη των νέων προτύπων, καθώς και των παλιών προτύπων, για την υποστήριξη παλαιών συμβόλων της IEC και JIC – πρότυπα. Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματά [39] του είναι ότι κοστίζει αρκετά, με αποτέλεσμα πολλοί μηχανικοί να επιλέγουν άλλα προγράμματα, είτε οικονομικότερα, είτε δωρεάν. Το κόστος ετησίως [40] φτάνει έως και τα 2.342 €, ενώ 291 € μηνιαία. Επίσης η περιπλοκότητα του προγράμματος, απομακρύνει νέους χρήστες από το να ασχοληθούν με ένα τέτοιου είδους πρόγραμμα, κυρίως στα αρχικά τους βήματα προς στην σχεδίαση.



Εικόνα 4.1: Σχέδιο AutoCad [41]



Εικόνα 4.2: Σχέδιο AutoCad [42]

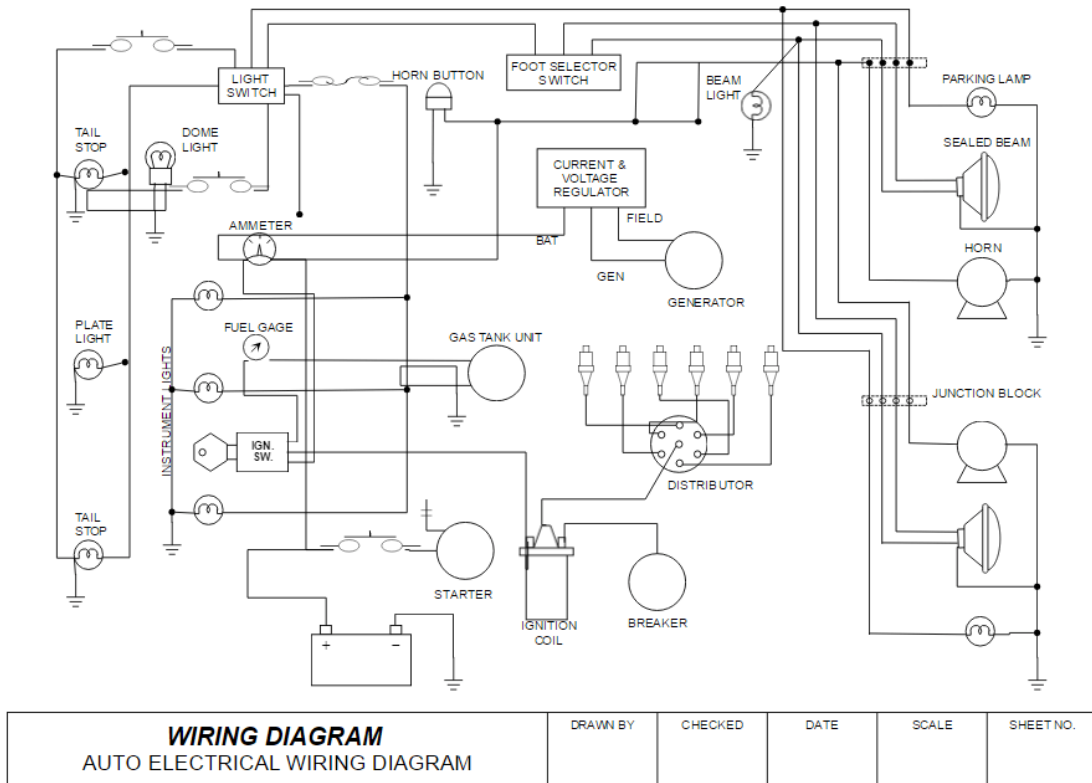
#### 4.2 SmartDraw

Το SmartDraw είναι ένα εργαλείο σχεδίασης διαγραμμάτων και γραφημάτων [43], όπου βοηθά αρκετές επιχειρήσεις στην σχεδίαση διαφόρων έργων. Οι σχεδιαστικές

ικανότητες, επιτρέπουν στην δημιουργία αρχιτεκτονικών σχεδίων, χρησιμοποιώντας διαστήματα, ευθυγράμμιση και χρωματικούς συνδυασμούς. Διαθέτει αρκετά εργαλεία για την δημιουργία πολλών έργων για σχεδιασμό CAD, επίσης διαθέτει μια τεράστια βιβλιοθήκη ηλεκτρικών συμβόλων και είναι εύκολο στην χρήση. Οι χρήστες κυρίως [43] επισημαίνουν ότι η τιμή του εργαλείου είναι πολύ καλή, \$ 119,40 ετησίως και μηνιαία \$ 9,95. Καλύπτει αρκετές ανάγκες και είναι εύκολο στην χρήση. Τα αρνητικά του προγράμματος [39], κυρίως στρέφονται στην αργή εγκατάστασή του, είναι αργό στην διάρκεια της λειτουργίας του



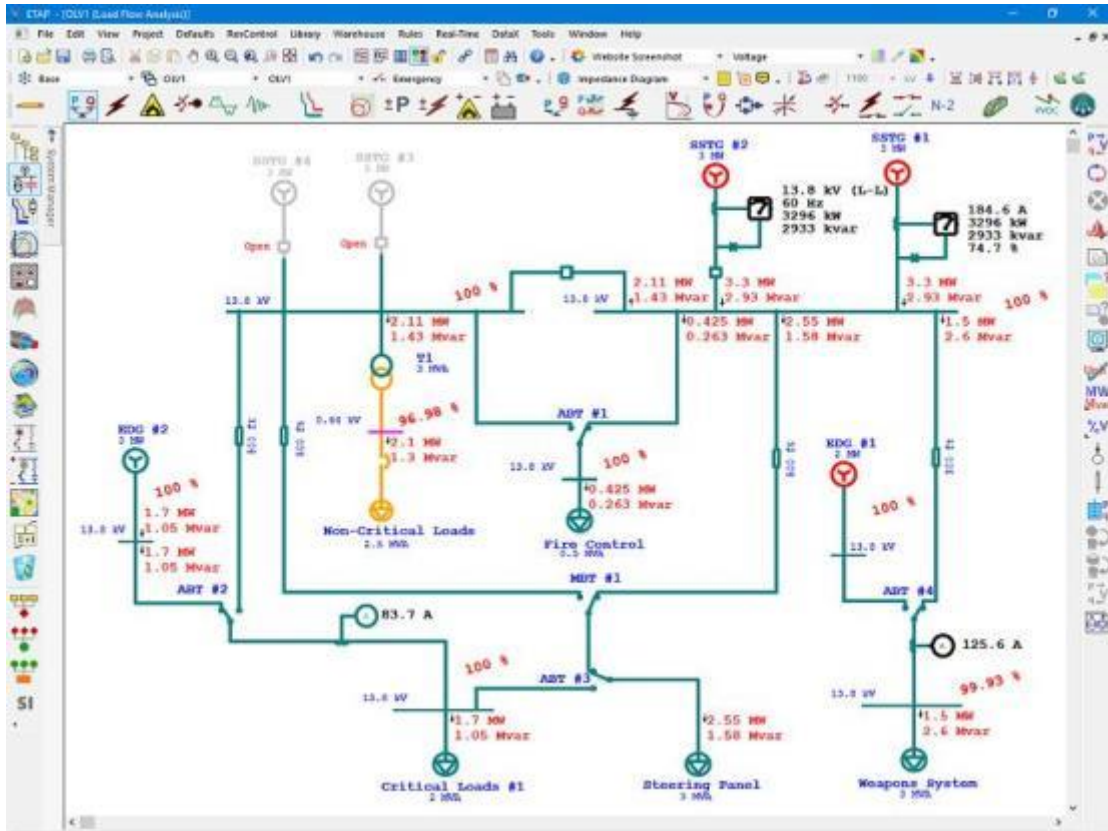
Εικόνα 4.3: Σχέδιο μέσω SmartDraw [44]



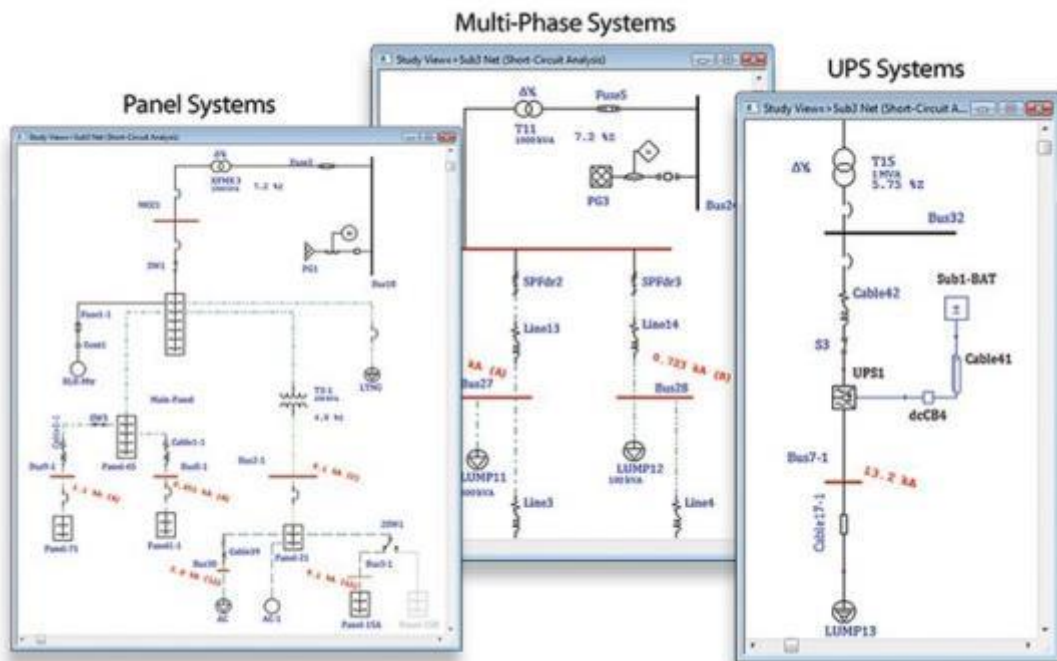
Εικόνα 4.4: Σχέδιο μέσω SmartDraw [45]

### 4.3 ETAP

Το ETAP [46] (Electrical Transient Analyzer Program) είναι ένα ισχυρό εργαλείο σχεδίασης, μοντελοποίησης, προσομοίωσης και ανάλυσης συστημάτων ισχύος. Μπορεί να γίνει μοντελοποίηση του συστήματος και να προσομοιώσει διάφορα είδη σφαλμάτων, με αποτέλεσμα να βρει λύσεις μέσω του λογισμικού. Βοηθά στην μελέτη και στην σχεδίαση, καθώς μπορεί να παρατηρηθεί αν η σχεδίαση παρουσιάζει αστοχίες, διαθέτει καλά εργαλεία σχεδίασης και η χρήση του είναι γρήγορη. Είναι ένα από τα καταλληλότερα προγράμματα που μέσω του, μπορούν να επιλυθούν πολλά προβλήματα, όπου οι εξοικειωμένοι χρήστες μπορούν να βελτιώσουν αρκετά την δουλειά τους. Υπάρχει πληθώρα από βίντεο εξάσκησης για νέους χρήστες, αλλά χρειάζονται πληρωμή. Δεν είναι εύκολο για αρχάριους χρήστες [47], διαθέτει πολλές επιλογές, όπου δεν μπορούν να αξιοποιηθούν από αυτούς.



Εικόνα 4.5: Σχέδιο στο Etap [48]



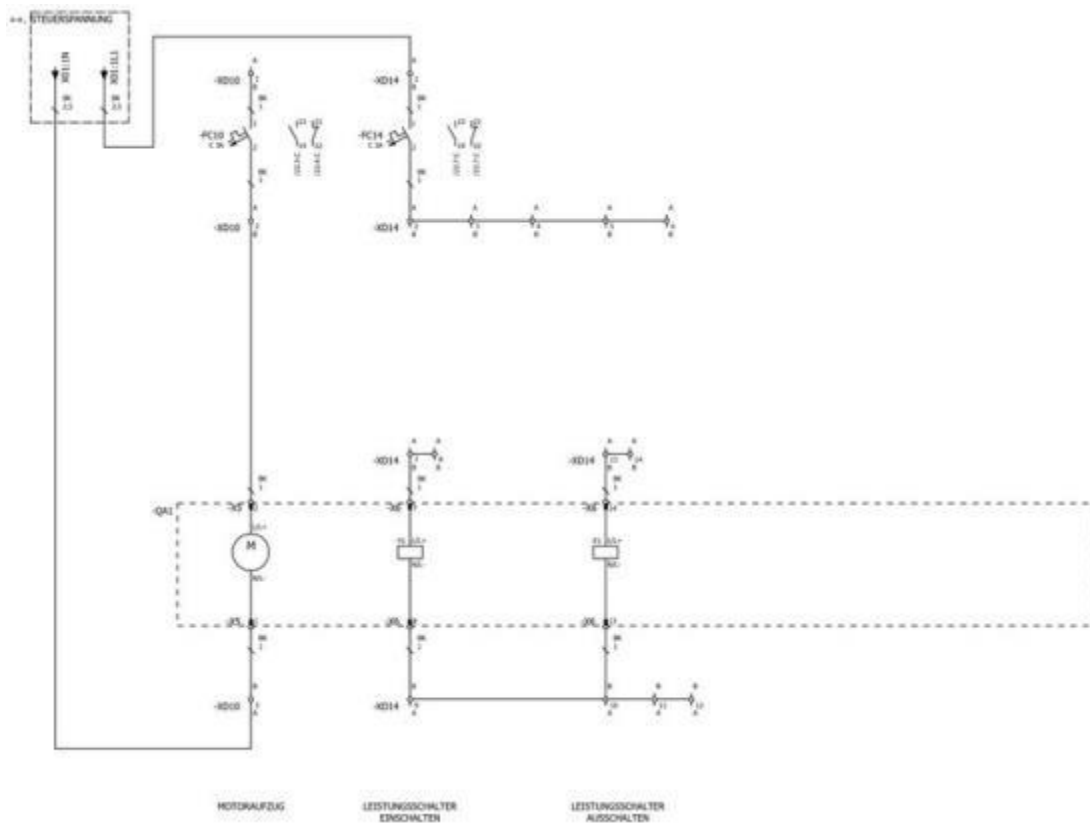
Εικόνα 4.6: Σχέδιο στο Etap [49]



#### 4.4 Eplan Electric p8

Είναι ένα γρήγορο πρόγραμμα σχεδίασης [50] ηλεκτρικών κυκλωμάτων, υποστηρίζει μεγάλη ποικιλία από μεθόδους μηχανικής. Από χειροκίνητη λειτουργία έως και τα πρότυπα που πρέπει να τηρούνται. Προσφέρει πολλά στην σχεδίαση των σχηματικών διαγραμμάτων, με αποτέλεσμα να είναι ένα από τα πιο αξιόπιστα προγράμματα σχεδίασης. Σύμφωνα με το [51], το πρόγραμμα παρέχει τις εξής ικανότητες :

- Υπάρχουν 12 τύποι αναπαράστασης κυκλώματος, με 312 πιθανές παραλλαγές, η σχεδίαση είναι πολύ εύκολη, όπου το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα προσωρινής αποθηκευτικής τοποθεσίας του εξαρτήματος, πριν την αλλαγή τοποθέτησής του.
- Η δυνατότητα αυτόματης σύνδεσης επιτρέπει στο λογισμικό, να συνδέει αυτόματα τα εξαρτήματα – σύμβολα των κυκλωμάτων, εξασφαλίζοντας μια πιο γρήγορη σχεδίαση και μια καλύτερη ποιότητα ως προς την σχεδίαση.
- Υποστήριξη των παγκοσμίων προτύπων IEC, NFPA, GOST, GB, το λογισμικό διαθέτει την δυνατότητα προσαρμοσμένων βάσεων δεδομένων μετάφρασης, μέσω του Unicode.
- Υποστήριξη νέων χρηστών, μέσω της νέας πλατφόρμας EPLAN 2022, όπου ο χρήστης μαθαίνει γρήγορα και αποτελεσματικά την νέα σύγχρονη λειτουργία και φιλοσοφία του προγράμματος, διευκολύνοντας και τους έμπειρους χρήστες.
- Γρήγορη σχεδίαση πινάκων διανομής σύμφωνα με [52]
- Βοηθά Ναυπηγικές και Λιμενικές εγκαταστάσεις, καθώς [53] το EPLAN προσφέρει ολοκληρωμένες μηχανολογικές λύσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραγωγικότητα του προσχεδιασμού έως και την συντήρηση.

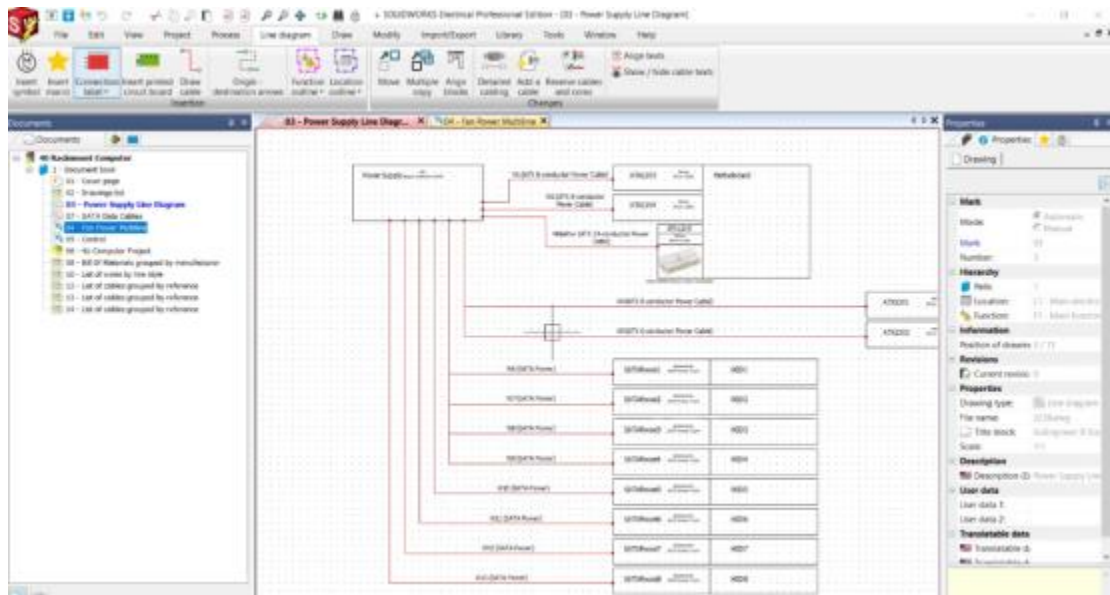


Εικόνα 4.7: Σχέδιο στο Eplan [54]

Τα αρνητικά του προγράμματος είναι η δύσκολη χρήση του και η τιμή του [55].

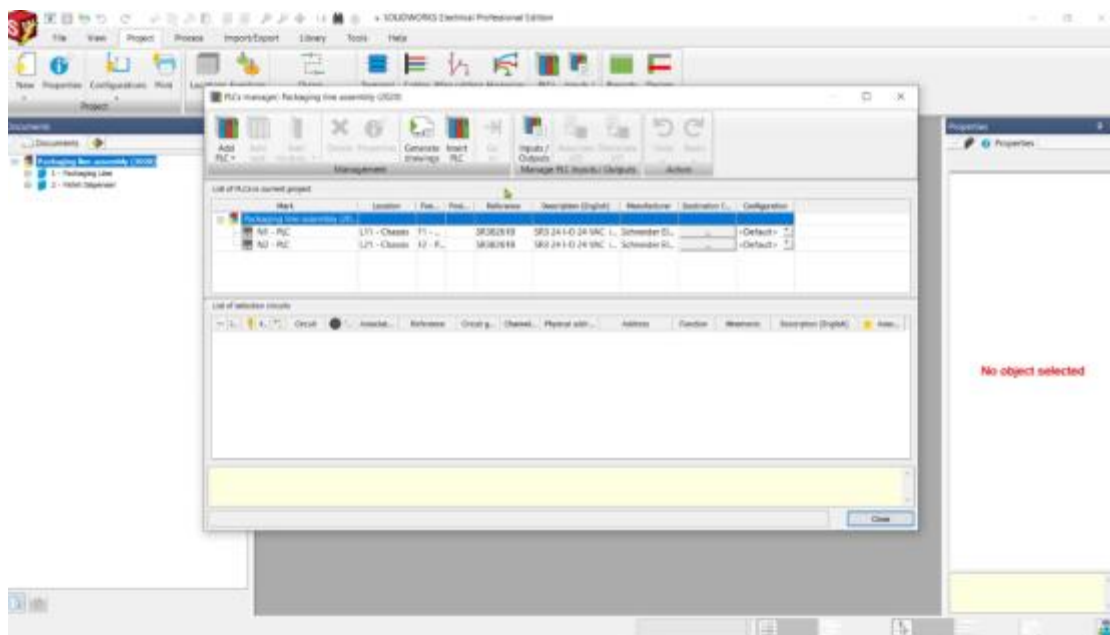
#### 4.5 SolidWorks Electrical

Το SolidWorks Electrical είναι ένα πρόγραμμα σχεδίασης [56], που δίνει στον χρήστη την δυνατότητα, μιας γρήγορης σχεδίασης, με ακρίβεια και με μεγάλο εύρος επιλογής εξαρτημάτων. Βασίζεται στην βάση δεδομένων SQL και είναι εύκολη η δημιουργία αναφορών και οι αλλαγές στον σχεδιασμό. Οι αναφορές μπορεί να είναι λίστες καλωδίωσης, έλεγχοι κανόνων σχεδίασης ή άλλων τύπων. Ταυτόχρονα, το SolidWorks παρέχει στον χρήστη την 3D σχεδίαση, όπου αυτόματα θα διαμορφώσει τις διαδρομές των καλωδιώσεων και θα δημιουργηθεί ένα 3D σχήμα. Με μονόγραμμη σχεδίαση (Single Line and Schematic), το SolidWorks περιέχει πολλά σύμβολα για τοποθέτηση, έτσι αρχίζει η σχεδίαση όπως στην παρακάτω εικόνα.

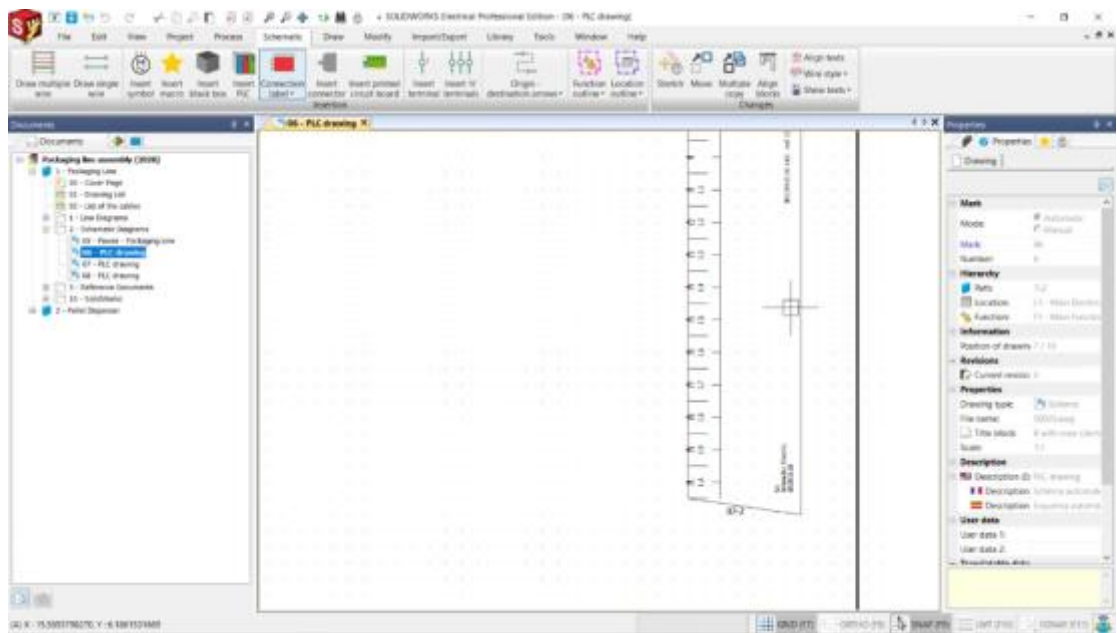


Εικόνα 4.8: Σχέδιο μέσω SolidWorks [56]

Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας PLC, όπου όταν ολοκληρωθεί, μπορούν να διαμορφωθούν και σχέδια PLC όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

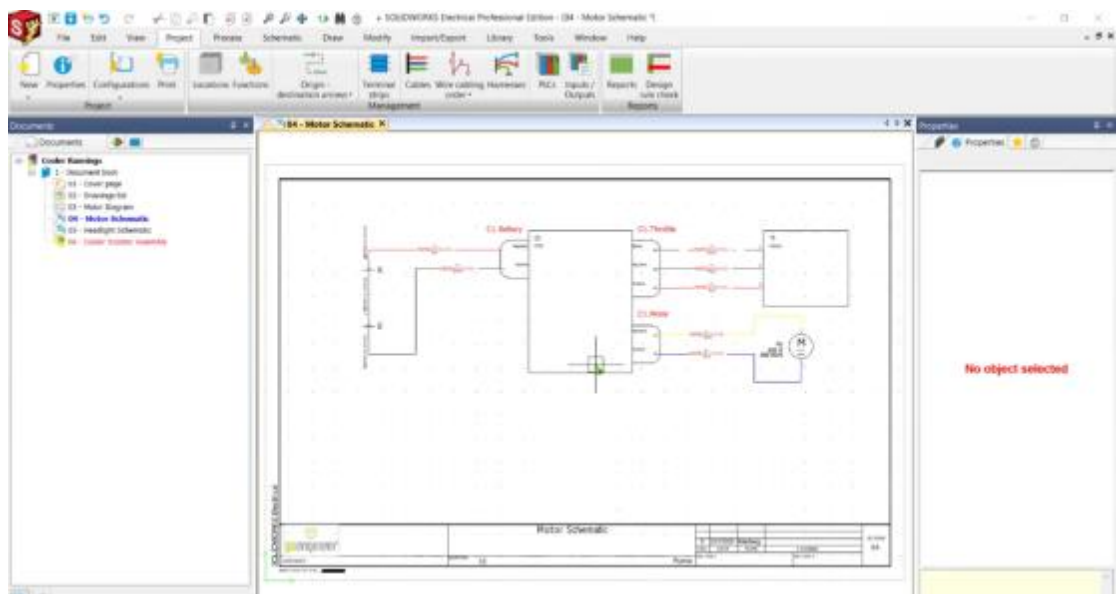


Εικόνα 4.9: PLC Manager [56]

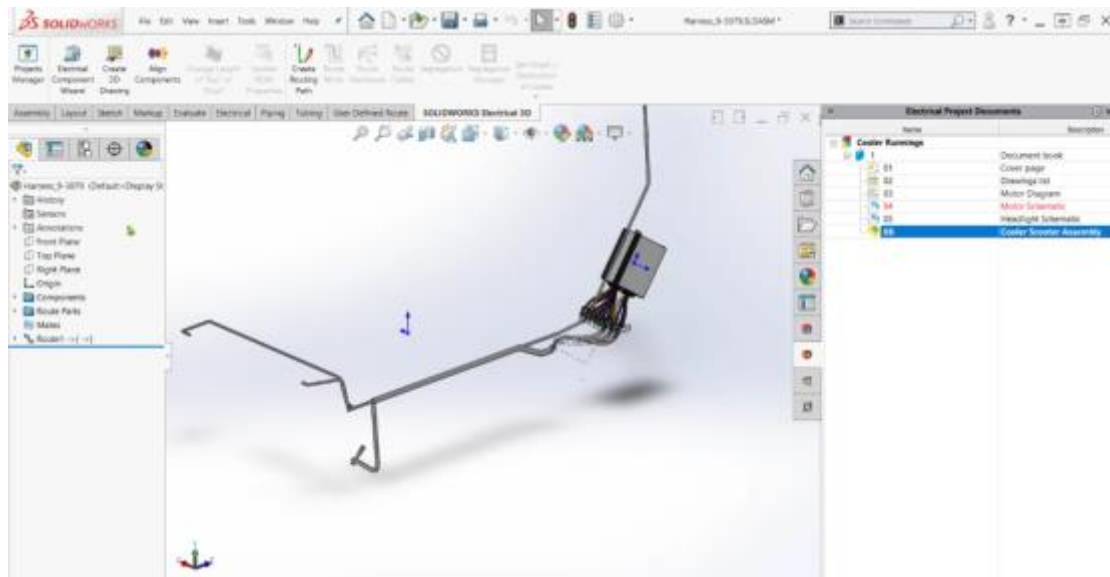


Εικόνα 4.10: Σχέδιο μέσω SolidWorks [56]

Οι παρακάτω εικόνες δείχνουν ένα σχέδιο 2D και την ενσωμάτωσή του σε 3D.

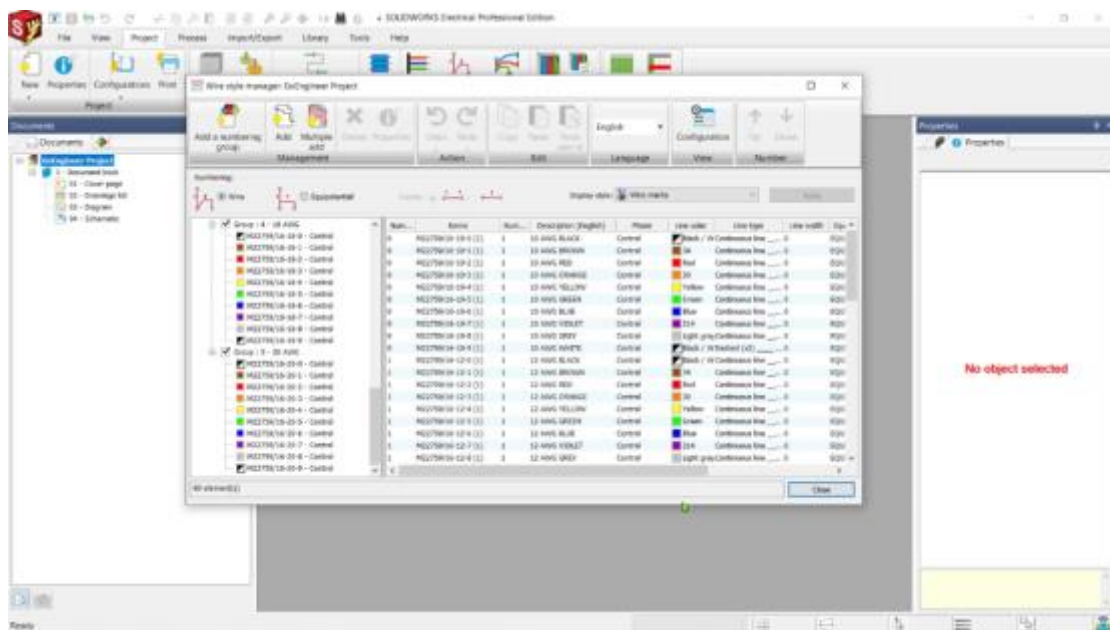


Εικόνα 4.11: Σχέδιο μέσω SolidWorks [56]



Εικόνα 4.12: Σχέδιο μέσω SolidWorks [56]

Υπάρχει επιλογή διαμόρφωσης του έργου, δηλαδή υπάρχουν προσαρμόσιμες διαμορφώσεις του έργου. Με αποτέλεσμα να διασφαλίζεται η σωστή σχεδίαση του έργου. Για παράδειγμα, παρατηρείται η επιλογή των διαφόρων τύπων καλωδίωσης.



Εικόνα 4.13: Κανονισμοί Solidworks [56]

Τα μειονεκτήματα [57] του προγράμματος είναι η τιμή του, οι απαιτήσεις του προγράμματος για τον υπολογιστή άρα θα χρειαστεί χρόνο για να λειτουργήσει αν ο χρήστης δεν έχει καλό υπολογιστή και τέλος το πρόγραμμα είναι απαιτητικό για στην γνώση του χρήστη. Δηλαδή αν δεν γνωρίζει το πρόγραμμα, θα χρειαστεί να μάθει την λειτουργία του.

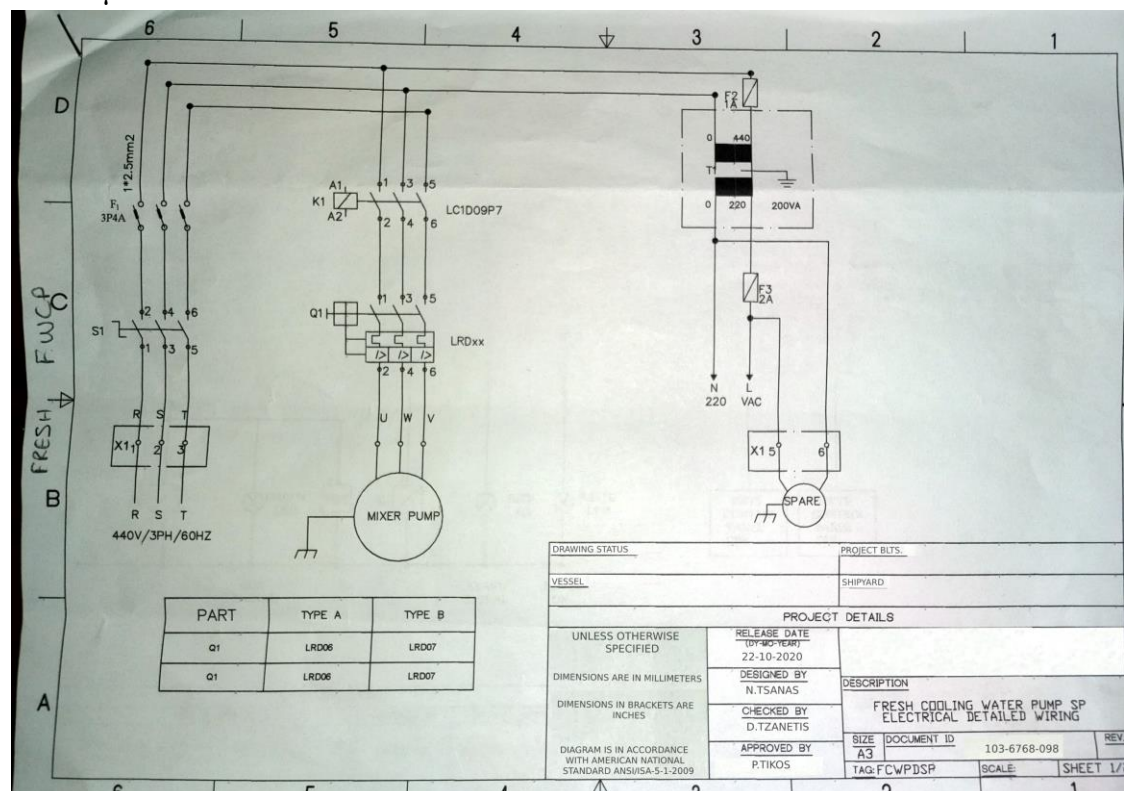
Συμπεράσματα λογισμικών :

Τα λογισμικά που χρησιμοποιεί ο νέος μηχανικός, είναι αξιόπιστα, γρήγορα, αλλά απαιτητικά σε χρήση. Επίσης οι εφαρμογές τους είναι τεράστιες, άρα θα χρειαστεί και γνώση για την τοποθέτηση των σωστών εξαρτημάτων και συμβόλων, κάποια από αυτά κοστίζουν πολύ περισσότερο από άλλα, ωστόσο η τιμή τους δικαιολογείται λόγω της πολυπλοκότητας που προσφέρουν κατά την χρήση τους.

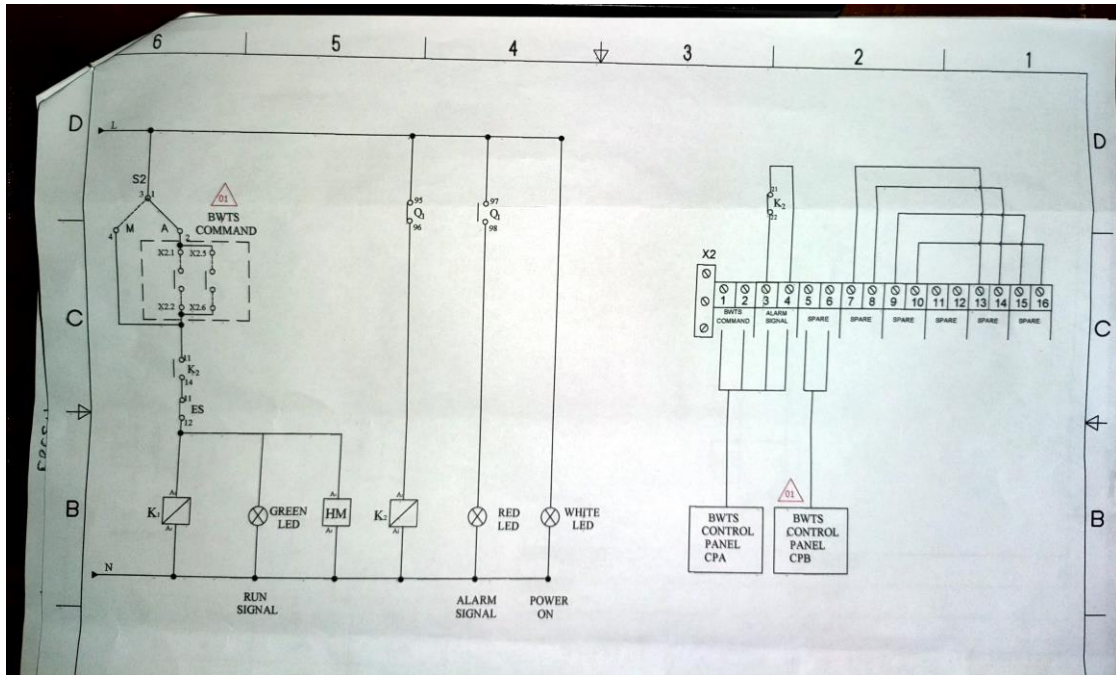
#### 4.6 Σχεδίαση και Σύμβολα

Σε ένα πρόγραμμα σχεδίασης, ο μηχανικός θα πρέπει να δημιουργήσει πολλαπλά κυκλώματα ενός ηλεκτρολογικού πίνακα, τα οποία θα πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες που έχουν δοθεί από τον πελάτη, αλλά και τους κανονισμούς των προτύπων. Δηλαδή κάθε εξάρτημα ενός πίνακα, θα πρέπει να εμφανίζεται ως ηλεκτρονικό σύμβολο και θα πρέπει να δημιουργηθεί το κύκλωμα του πίνακα από αυτά. Για παράδειγμα ένας πίνακας αυτοματισμού, μπορεί να αποτελείται από διάφορες ειδικές ασφάλειες, μέχρι και PLC. Στις παρακάτω εικόνες παρατηρείται ένας πίνακας αυτοματισμού, που χρησιμοποιείται σε αντλία φρέσκου νερού ψύξης, σε εγκαταστάσεις πλοίων. Όπου το κύκλωμα έχει σχεδιαστεί στο Autocad Electrical.

Κύκλωμα 1 :



Εικόνα 4.14: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Αντλία φρέσκου νερού ψύξης



Εικόνα 4.15: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Αντλία φρέσκου νερού ψύξης

Τα λογισμικά σχεδίασης περιέχουν βιβλιοθήκες από ηλεκτρολογικά σύμβολα [58], που ακολουθούν τα πρότυπα των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα το Autocad Electrical ακολουθεί :

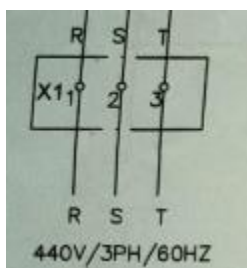
1. IEEE 315/ 315A.
2. IEC – 60617.
3. NFPA.

Τα πρότυπα της JIC έχουν ενσωματωθεί στα NFPA πρότυπα. Παράλληλα το Autocad συνεχίζει να παρέχει βιβλιοθήκες παλαιότερων προτύπων IEC, JIC για την διευκόλυνση της σχεδίασης.

Σύμβολα :

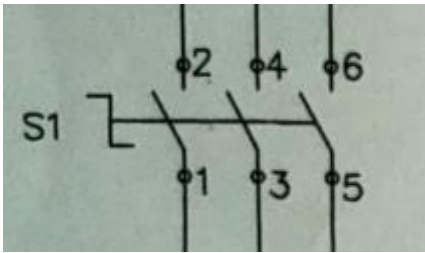
Τα σύμβολα των εικόνων 4.14 και 4.15 είναι τα εξής :

- Τριφασική παροχή των 440 V και 60 Hz.



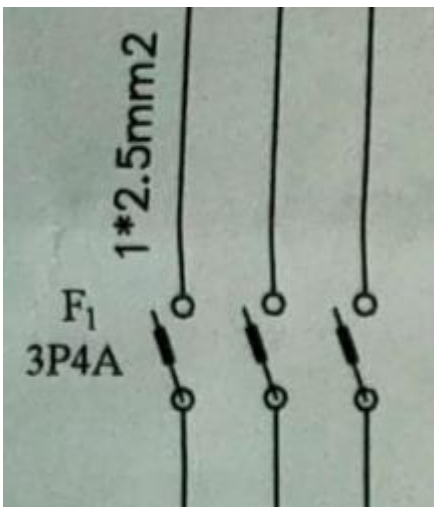
Εικόνα 4.16: Τριφασική Παροχή – Autocad Electrical

- Γενικός Διακόπτης (S1).



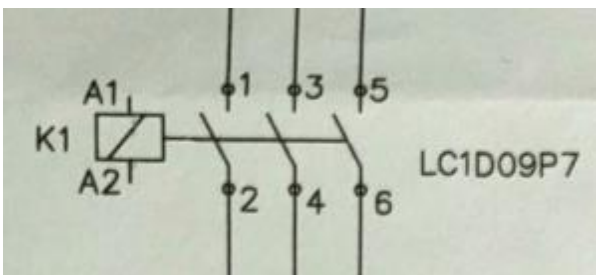
Εικόνα 4.17: Γενικός διακόπτης – Autocad Electrical

- Τριπολική Ασφάλεια (F1) – 4 A.



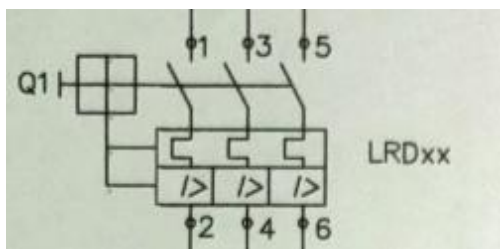
Εικόνα 4.18: Τριπολική ασφάλεια – Autocad Electrical

- Ρελέ LC1D09P7, το πηνίο του K1 A1A2.



Εικόνα 4.19: Ρελέ και το πηνίο του – Autocad Electrical

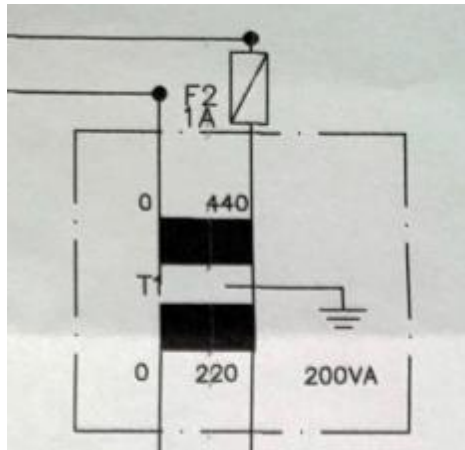
- Θερμικό LRD06 Type A.



Εικόνα 4.20: Θερμικό LRD06 Type A – Autocad Electrical

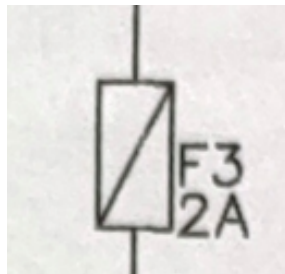


- Μονοπολική Ασφάλεια , Φυσίγγιο (F2) – 1 A, Μετασχηματιστής (T) που υποβιβάζει τα 440 V σε 220 V.



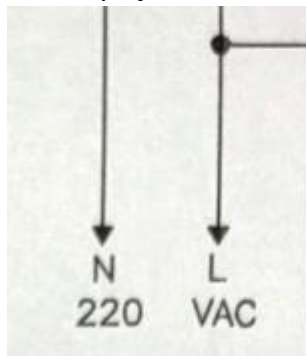
Εικόνα 4.21: Ασφάλεια F2 (φυσίγγιο) και μετασχηματιστής T – Autocad Electrical

- Μονοπολική Ασφάλεια, Φυσίγγιο (F3) – 2A.



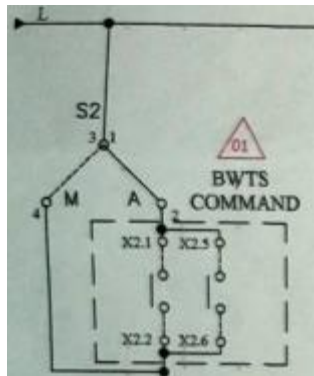
Εικόνα 4.22: Ασφάλεια F3 (φυσίγγιο) – Autocad Electrical

- Ουδέτερος (N) και Φάση (L)



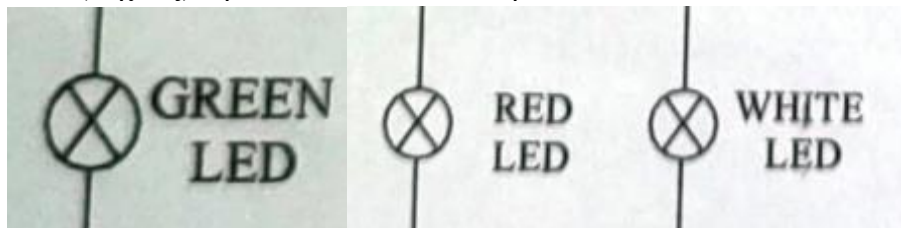
Εικόνα 4.23: Ουδέτερος και Φάση – Autocad Electrical

- Διακόπτης S2 που έχει χειροκίνητη και αυτόματη λειτουργία.



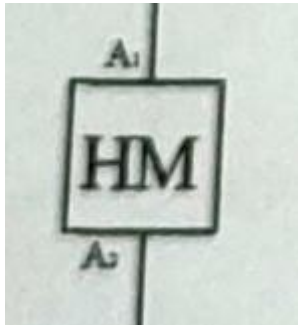
Εικόνα 4.24: Διακόπτης S2 – Autocad Electrical

- LED (λυχνίες) Πράσινο, Κόκκινο, Άσπρο.



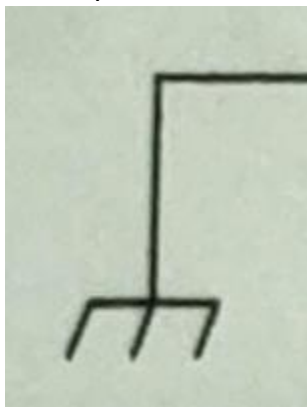
Εικόνα 4.25: Led κυκλώματος – Autocad Electrical

- Ωρομετρητής (HM)



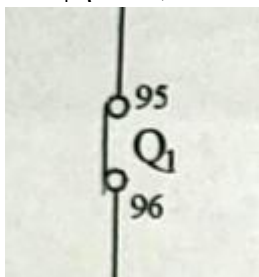
Εικόνα 4.26: Ωρομετρητής – Autocad Electrical

- Γείωση



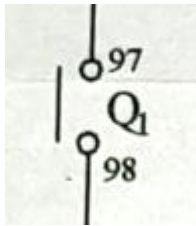
Εικόνα 4.27: Γείωση – Autocad Electrical

- Επαφή NC (Normally Closed – Κλειστή επαφή) του θερμικού Q1 (95-96)



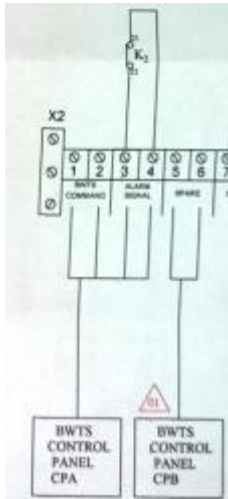
Εικόνα 4.28: NC επαφή θερμικού – Autocad Electrical

- Επαφή NO (Normally Open – Ανοιχτή Επαφή) του θερμικού Q1 (97-98)



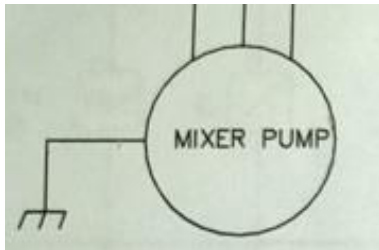
Εικόνα 4.29 : NO επαφή θερμικού – Autocad Electrical

- X2 terminal (Αυτόματο σύστημα όπου ενεργοποιεί τον S2 σε σωστές συνθήκες) και κλέμμες (1,2,3,4,5,6,7)



Εικόνα 4.30: Terminal και κλέμμες – Autocad Electrical

- Mixer pump



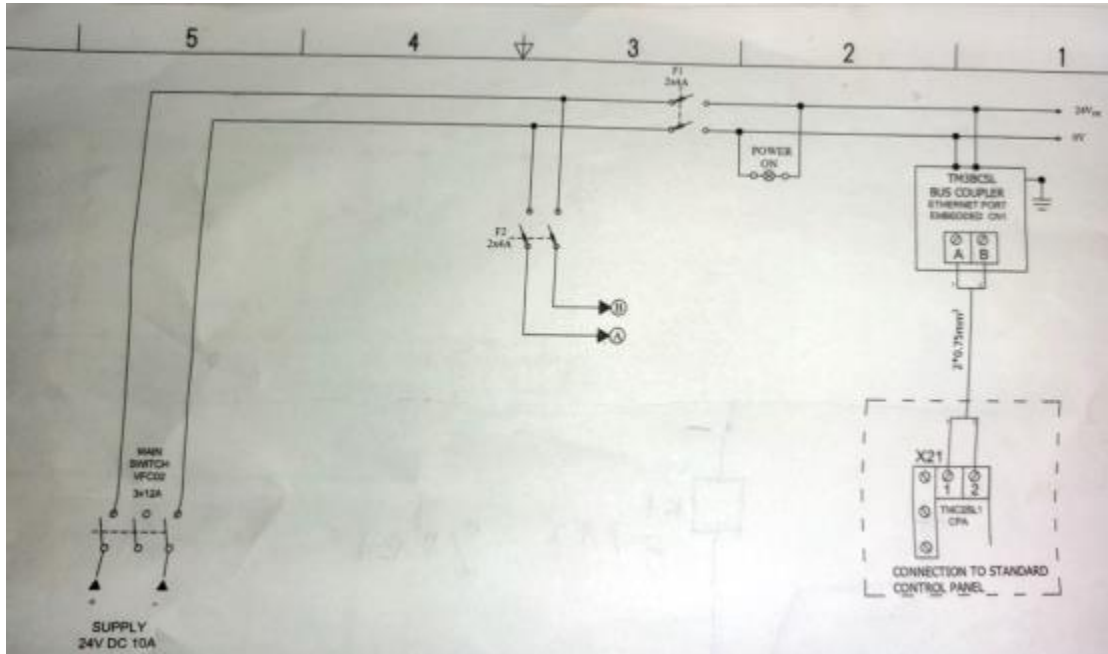
Εικόνα 4.31: Mixer pump – Autocad Electrical

Εξήγηση κυκλώματος :

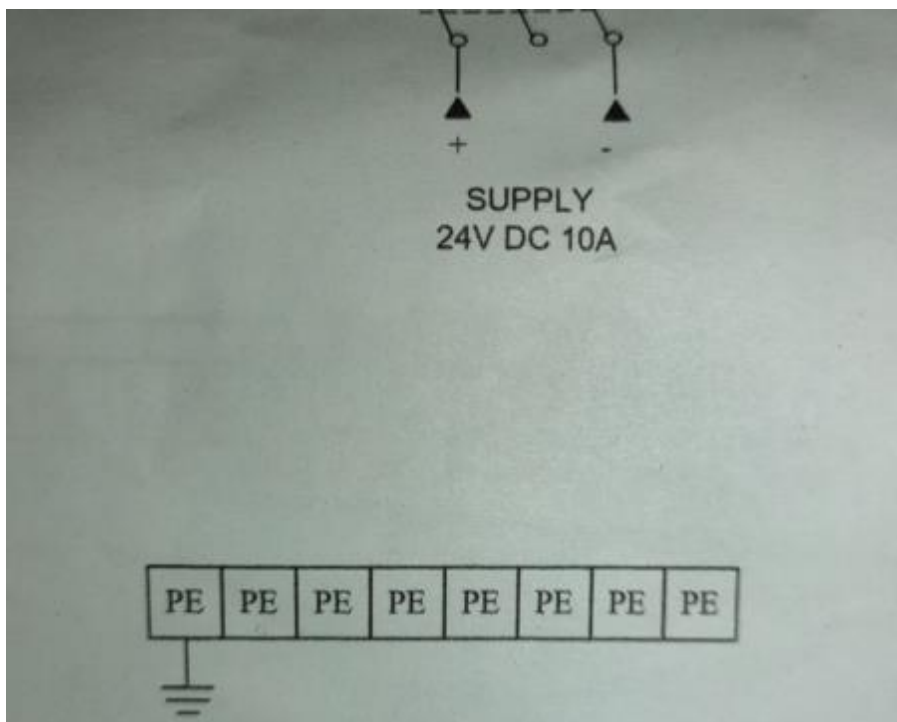
Τριφασική παροχή 440V κατευθύνεται προς τον κεντρικό διακόπτη S1. Οπλίζεται χειροκίνητα και το ρεύμα κατευθύνεται σε μια τριπολική ασφάλεια F1 (όπου έχει ενεργοποιηθεί χειροκίνητα), στην συνέχεια το ρεύμα μπαίνει στο K1 (όπου εκεί περιμένει). Επίσης περνά από την ασφάλεια F2 και στον μετασχηματιστή, όπου υποβιβάζει το ρεύμα στα 220 V. Το ρεύμα περνά στον Ουδέτερο N και παράλληλα μέσα από μια ασφάλεια F3 και συνεχίζει στην φάση L. Στην συνέχεια το βοηθητικό κύκλωμα ενεργοποιείται ο S2 (X2 terminal) αυτόματα δέχεται εντολή από τον CP1 (Control Panel) ή χειροκίνητα, το ρεύμα περνά και περιμένει στην επαφή K2 (11-14). Παράλληλα το ρεύμα θα περάσει στην επαφή Q1 (95-96), με αποτέλεσμα να κλείσει την επαφή K2 (11-14), να ενεργοποιηθεί τον ρελέ K1, όπου θα περάσει το ρεύμα στο

Θερμικό Q1 LRD06, θα περάσει στο mixer pump, θα ενεργοποιήσει το πράσινο LED και τον ωρομετρητή (HM). Το θερμικό ενεργοποιείται αν βρει σφάλμα (δηλαδή υπερένταση), θα κλείσει την Q1 (97-98) όπου θα ενεργοποιηθεί το κόκκινο Led και θα ανοίξει το Q1 (95-96), με αποτέλεσμα να μην περνά το ρεύμα και να ανοίξει το K1 και να μην εκτελέσει την λειτουργία του, θα χρειαστεί reset τοπικά στο θερμικό.

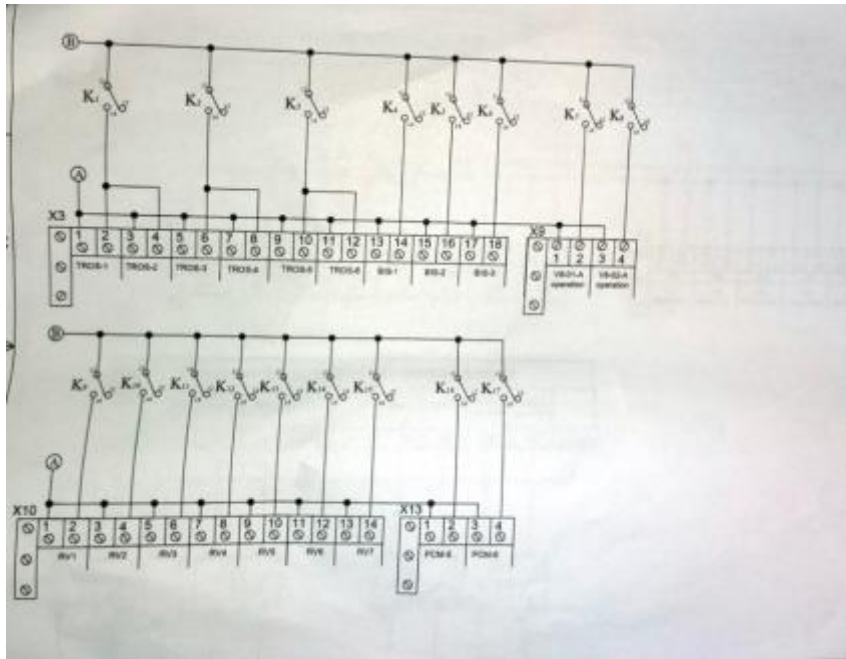
Κύκλωμα 2 :



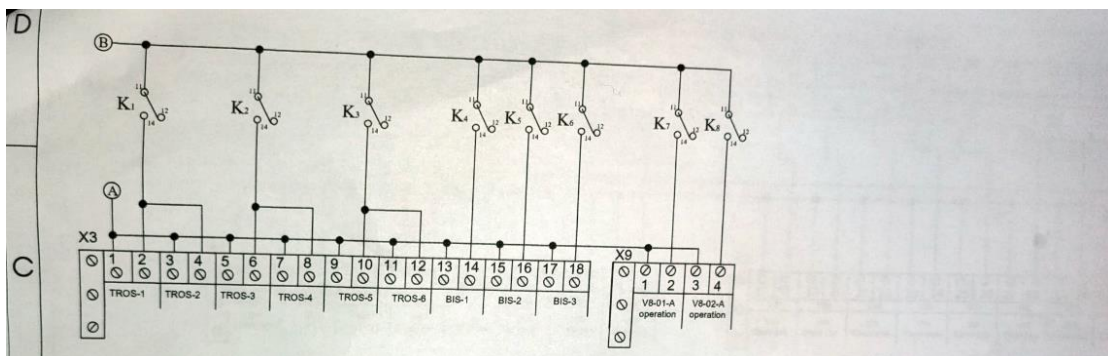
Εικόνα 4.32: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Πίνακας εσωτερικής καλωδίωσης



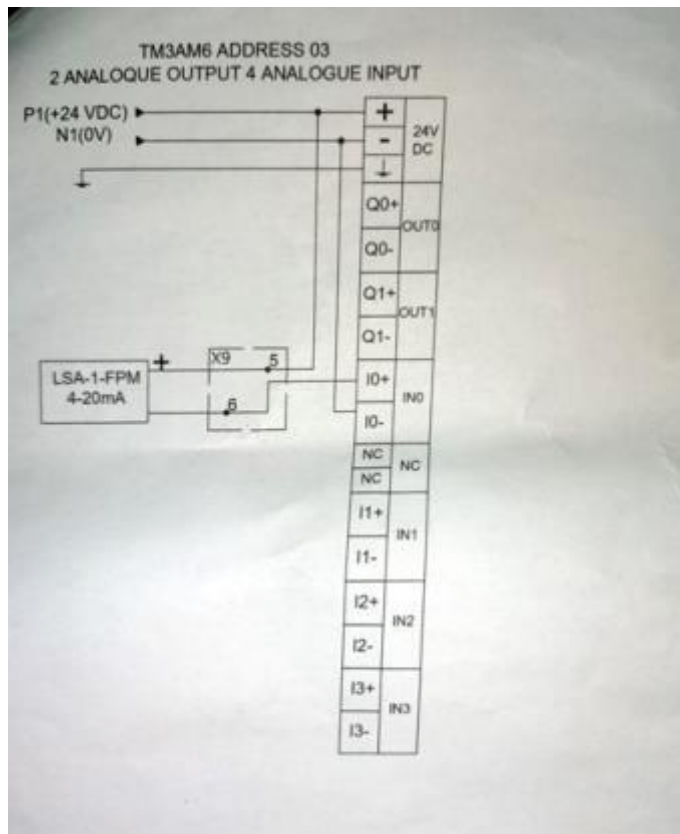
Εικόνα 4.33: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Πίνακας εσωτερικής καλωδίωσης



Εικόνα 4.34: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Πίνακας εσωτερικής καλωδίωσης



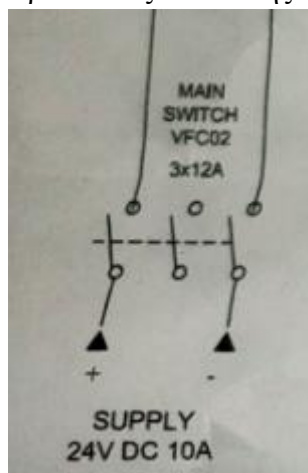
Εικόνα 4.35: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Πίνακας εσωτερικής καλωδίωσης



Εικόνα 4.36: Autocad Electrical, Πίνακας Αυτοματισμού – Πίνακας εσωτερικής καλωδίωσης

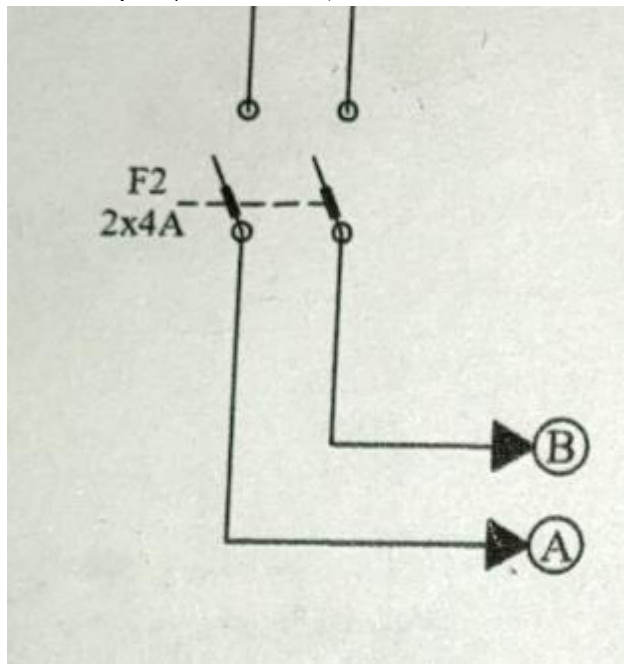
Σύμβολα :

- Τριπολικός διακόπτης 12 A



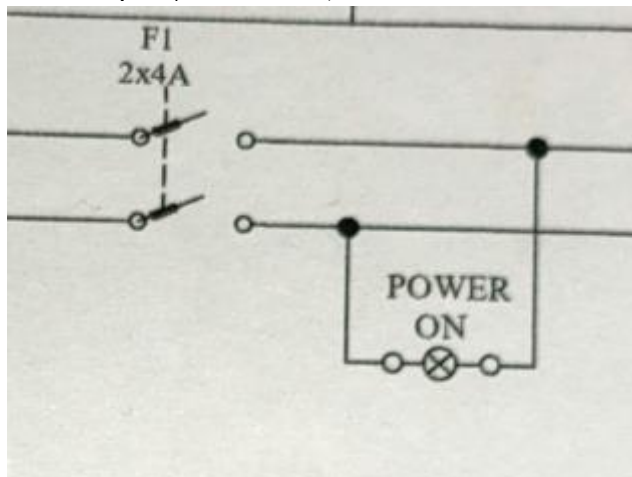
Εικόνα 4.37: Τριπολικός διακόπτης – Κεντρικός διακόπτης κυκλώματος

- Διπολική ασφάλεια 4 A (F2)



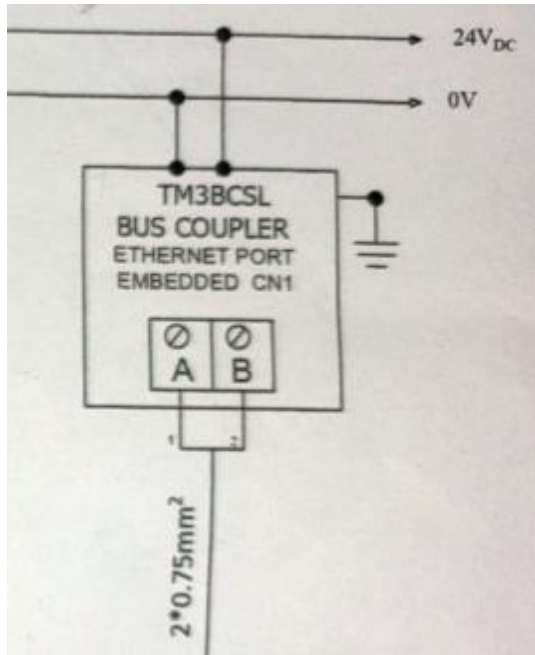
Εικόνα 4.38: Διπολική ασφάλεια F2

- Διπολική ασφάλεια 4 A (F1)



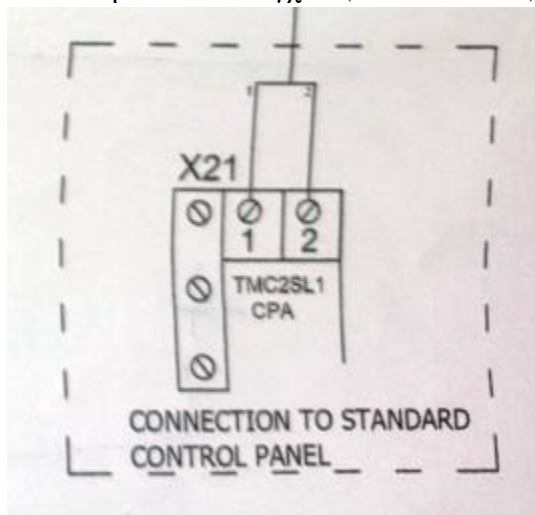
Εικόνα 4.39: Διπολική Ασφάλεια F1

- Bus Coupler TM3BCSL – Χρησιμοποιείται για την μεταφορά δεδομένων του κυκλώματος στην κεντρική οθόνη



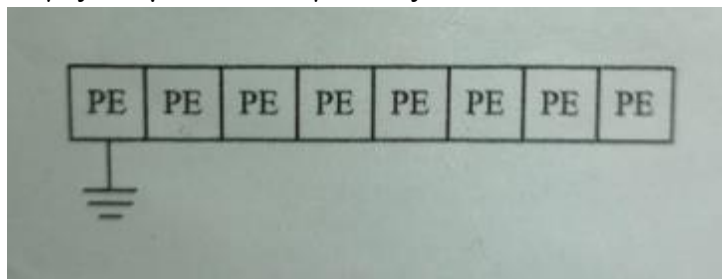
**Εικόνα 4.40: Bus Coupler TM3BCSL**

- Σύνδεση Πίνακα ελέγχου (Control Panel)



**Εικόνα 4.41: Control Panel**

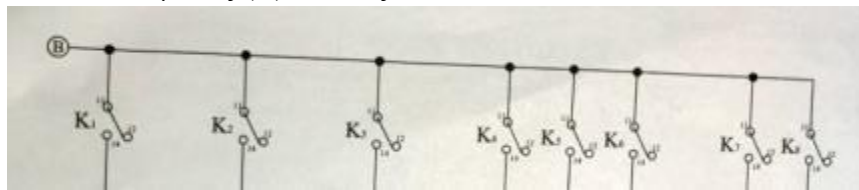
- Ζυγός που μπαίνουν οι γειώσεις



**Εικόνα 4.42: Γειώσεις κυκλώματος**

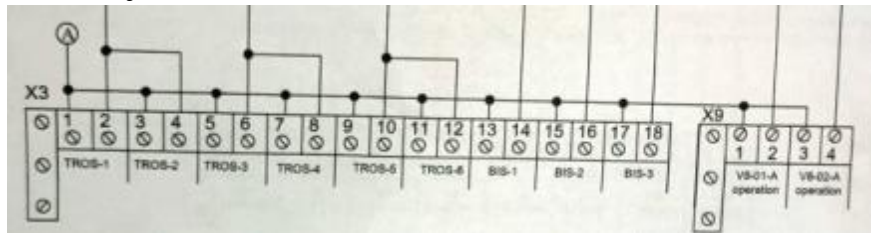


- Ρελέ κυκλώματος (B) K1 έως K8



Εικόνα 4.43: Ρελέ K1 έως K8

- X3 κλέμμες (terminals τοπικά στο κουτί, το ίδιο ισχύει και για τα άλλα terminals) και X9, TROS-1 έως TROS-6 (TRO Sampling Port), BIS-1 έως BIS-3 (Injection Port)



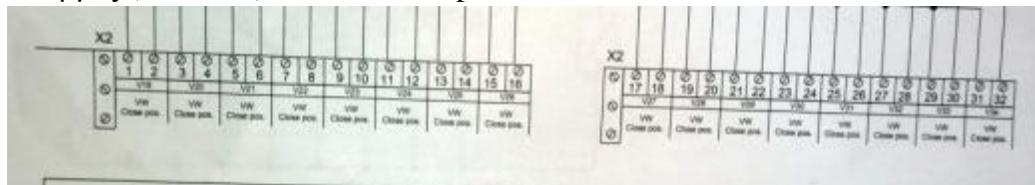
Εικόνα 4.44: Δύο Terminal X3, X9 και TROS και BIS

- PLC TM3DM24R και οι εσωτερικές συνδέσεις του (Input) – Ένδειξη λειτουργίας των βαλβίδων Valve Close pos



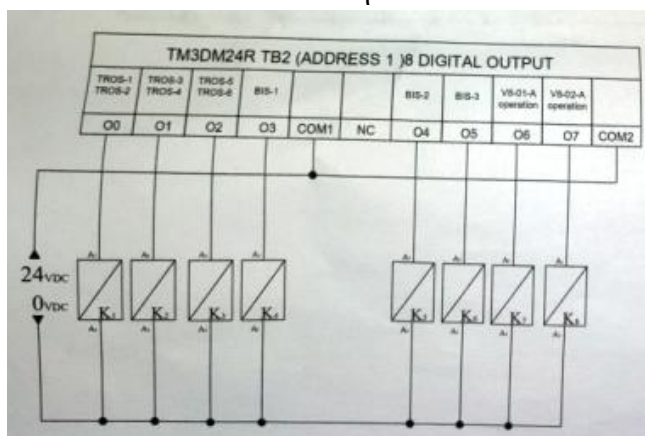
Εικόνα 4.45: PLC TM3DM24R

- Κλέμμες (Terminal) X2 VW close pos



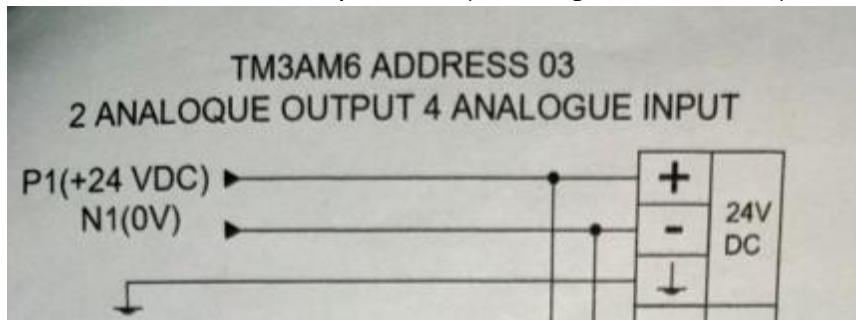
Εικόνα 4.46: Terminal X2

- PLC TM3DM24R και τα πηνία των K1- K8



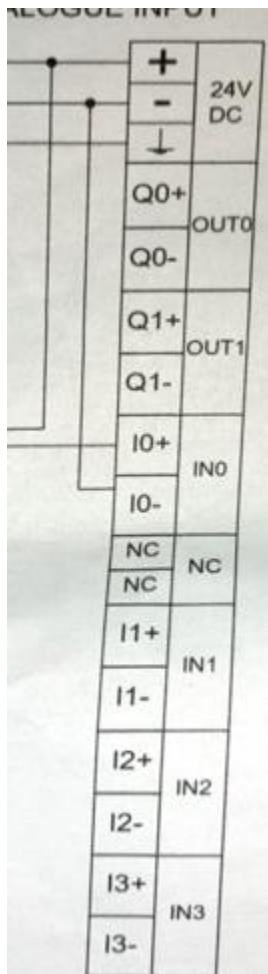
Εικόνα 4.47: PLC TM3DM24R και πηνία ρελέ K1 έως K8

- Terminal block (επέκταση, 4 αναλογικών Input και 2 αναλογικών Output)



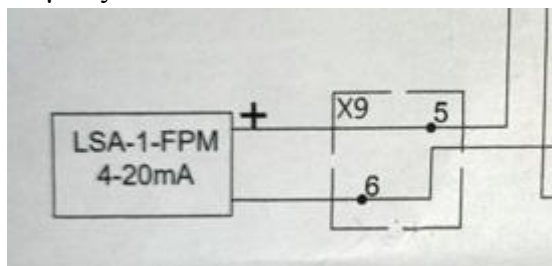
Εικόνα 4.48: TM3AM6 terminal block

- TM3AM6



Εικόνα 4.49: Terminal Block – Στοιχεία

- Πομπός 4-20 mA



Εικόνα 4.50: Πομπός που στέλνει σήμα αναλόγως τα δεδομένα

Εξήγηση κυκλώματος :

Ενεργοποιείται χειροκίνητα ο κεντρικός διπολικός διακόπτης, στέλνει ρεύμα στις διπολικές ασφάλειες F2 και F1. Μια ενδεικτική λυχνία τοποθετείται μετά τον F1 και περνά μέσα από ένα Bus coupler (TM3BCSL), που στέλνει τα δεδομένα (μέσω καλωδίου ethernet) του κυκλώματος στο terminal (κλέμμα) X21 της κεντρικής οθόνης. Το βοηθητικό κύκλωμα είναι μετά την ασφάλεια F2, περνά ρεύμα από τα ρελέ K1 έως K8 και στις κλέμμες X3 και X9, όπου τα TROS συλλέγουν δείγμα (παρατηρείται το pH του νερού) και τα BIS ρυθμίζουν το pH, πετώντας ειδικό υλικό. Στην συνέχεια τα V19 έως V34, είναι οι βαλβίδες (χειροκίνητες) του πλοίου, όπου τοποθετούνται οριακοί διακόπτες για την ένδειξη της λειτουργίας των βαλβίδων. Το LSA-1-FPM είναι ένα transmitter (πομπός), το οποίο παρατηρεί την στάθμη του νερού, μέσω των mA που δέχεται και στέλνει σήμα στον πίνακα ελέγχου. Το TM3AM6 στέλνει αναλογικά δεδομένα πίσω στον πίνακα ελέγχου, τέλος όλα τα δεδομένα πηγαίνουν προς την κλέμμα X21, όπου εκεί συνδέεται ο πίνακας ελέγχου.

Εικόνα πραγματικού πίνακα και άλλων εξαρτημάτων :

Αυτός είναι ο πίνακας των εικόνων 4.32 έως 4.37



Εικόνα 4.51: Εικόνα πίνακα με PLC



**Εικόνα 4.52: Εικόνα πίνακα με PLC**

Οι βαλβίδες και οι οριακοί διακόπτες



**Εικόνα 4.53: Εικόνα βαλβίδων (VW- V19 έως V34) και οριακών διακόπτων**

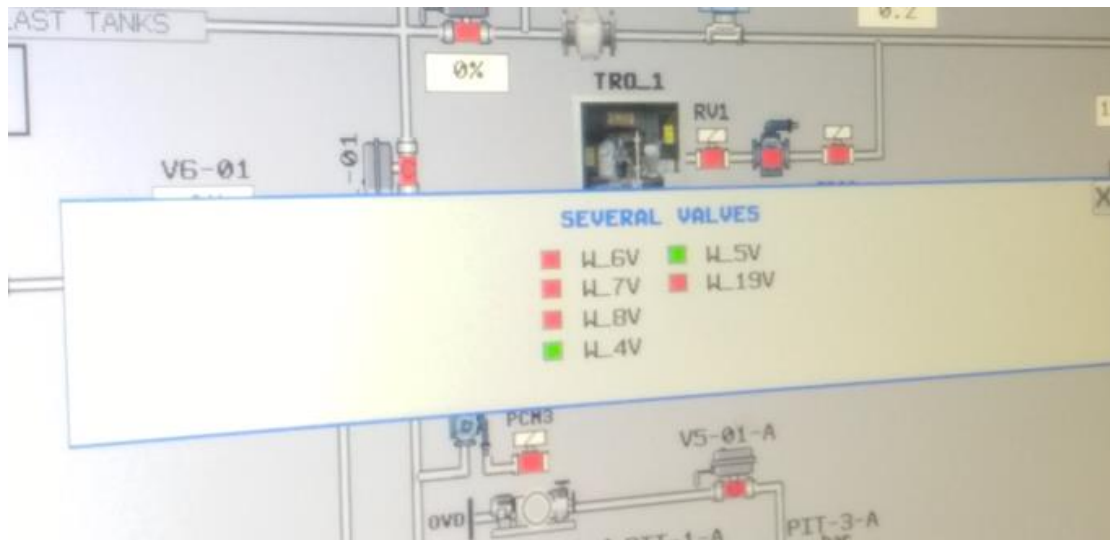


**Εικόνα 4.54: Εικόνα μιας βαλβίδας και οριακού διακόπτη**

Οθόνη ελέγχου



**Εικόνα 4.55: Οθόνη που δείχνει τα δεδομένα του κυκλώματος 2**



Εικόνα 4.56: Οθόνη που δείχνει τις καταστάσεις των βαλβίδων

## Κεφάλαιο 5 Εφαρμογή προτύπων σε σύστημα BWTS

Από τις 8 Σεπτεμβρίου του 2017 [59] τα πλοία θα πρέπει να επεξεργάζονται το θαλάσσιο έρμα, ώστε οι μικροοργανισμοί να σώζονται και να μην μεταβάλλεται το θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτή η απόφαση έχει ως αποτέλεσμα, την διατήρηση της θαλάσσιας ζωή και την αποφυγή μετατροπής του pH της θάλασσας. Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών έχει εγκρίνει την ανάπτυξη παγκόσμιων προτύπων, ως προς την ασφάλεια της θάλασσας και των πλοίων, με την αποφυγή των επιπτώσεων του περιβάλλοντος. Αν το πλοίο είναι άνω των 400 gt (Gross Tonnage - Ολική Χωρητικότητα), τότε θα πρέπει το πλοίο να διαχειρίζεται το θαλάσσιο έρμα και θα πρέπει να ακολουθεί τα πρότυπα, που έχουν προκαθοριστεί για τέτοιου είδους χρήσεις. Ακολουθούν δύο πρότυπα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος :

- D-1 : Με το συγκεκριμένο πρότυπο, τα πλοία θα πρέπει να ανταλλάσσουν νερό του έρματος τους, σε ανοιχτές θάλασσες, μακριά από παράκτιες περιοχές. Τουλάχιστον 200 ναυτικά μίλια και σε βάθη που φτάνουν τα 200 μέτρα. Έτσι τα πλοία δεν θα εισάγουν δυνητικά επιβλαβή είδη, όταν θα απελευθερώνουν το νερό του έρματος.
- D-2 : Με το πρότυπο D-2, καθορίζεται η μέγιστη ποσότητα βιώσιμων οργανισμών που επιτρέπεται να εκκενωθούν, όπου μέσα σε αυτά υπάρχουν και μικρόβια που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στον άνθρωπο.

Όλα τα πλοία θα πρέπει να συμμορφώνονται με τα δύο πρότυπα, κυρίως το D-2 γιατί πλέον τα πλοία χρειάζονται ένα BWTS (Ballast Water Treatment System – Επεξεργασία Θαλάσσιου Έρματος μέσω μιας Συσκευής/ Εξοπλισμού), ενός ειδικού εξοπλισμού επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος. Για την έγκριση ενός τέτοιου είδους συστήματος, θα πρέπει να ακολουθεί τις απαιτήσεις του προτύπου D-3. Ακολουθούν κυρίως τις αρχές του IMO (International Maritime Organization - Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός). Για να εγκατασταθεί ένα σύστημα [60], θα πρέπει να περάσει από πολλά στάδια εγκρίσεων, κυρίως από την σκοπιμότητά του, την

σχεδίαση του συστήματος πάνω στις εγκαταστάσεις του πλοίου, τον υπολογισμό του χώρου για την ενσωμάτωσή του. Η σχεδίαση του συστήματος, θα περιέχει τον σχεδιασμό των σωληνώσεων, της ηλεκτρικής και δομικής κατασκευής του, όταν εγκριθούν θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μιας λίστας υλικών, που παρέχονται από τον ιδιοκτήτη και η εταιρεία θα ξεκινήσει την παραγωγή του BWTS συστήματος. Όλα τα BWTS συστήματα επηρεάζουν την λειτουργία του πλοίου, λόγω της άντλησης της ηλεκτρικής ισχύς, ενσωματώνεται στα ηλεκτρικά χειριστήρια και θα λειτουργεί παράλληλα με την κύρια αντλία νερού του έρματος. Κάποια συστήματα όπως της Ecochlor, φέρουν τυπικές απαιτήσεις ισχύος, για ταχύτητα ροής (flow rate)  $8.000 \text{ m}^3/\text{hr}$ , είναι 12 kWh, με μέγιστες απαιτήσεις να φτάνουν έως και 35 kWh.



Εικόνα 5.1: Σύστημα BWTS [61]



Εικόνα 5.2: Σύστημα BWTS [61]



**Εικόνα 5.3:** Σύστημα BWTS σε μηχανοστάσιο

### 5.1 Προδιαγραφές - Εξαρτήματα

Ένα BWTS θα πρέπει να παρέχει [62] και τον σωστό εξοπλισμό, για την σωστή λειτουργία του, άρα θα πρέπει να υπάρχουν προκαθορισμένα σχέδια. Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούν είναι τα εξής :

Σε εξοπλισμό διαχωρισμού

- Filtersafe επιλογή 1 : 40 microns, αυτοκαθαριζόμενο.



**Εικόνα 5.4:** Filtersafe [62]

- Filtrex επιλογή 2 : 40 microns, αυτοκαθαριζόμενο.



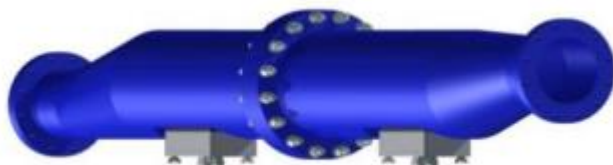


[62]

**Εικόνα 5.5: Filtrex**

Σε εξοπλισμού απολύμανσης

- Κυψέλες ηλεκτρόλυσης, με συγκέντρωση TRO (μέτρηση χλωρίου και βρωμίου) 4-6 mg/L.
1. Προσφέρει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
  2. Αμελητέα είναι απώλεια της πίεσης.
  3. Η εγκατάστασή του πραγματοποιείται οριζόντια ή κάθετα.
  4. Η διάρκεια ζωής των ηλεκτροδίων υπερβαίνει τις 5000 ώρες λειτουργίας.
  5. Λειτουργεί και σε γλυκά νερά, αρκεί να ακολουθεί τα πρότυπα των IMO και USCG (United States Coast Guard).
  6. Χαμηλή παραγωγή υδρογόνου, χωρίς την απαίτηση ιδιαίτερου χειρισμού.

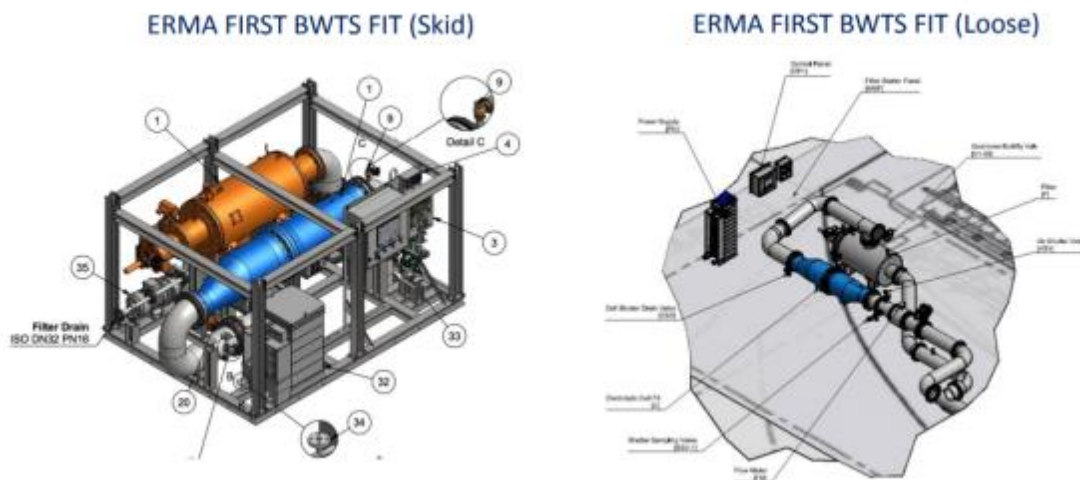


**Εικόνα 5.6: Κελί ηλεκτρόλυσης [62]**

- Μηχάνημα φιλτραρίσματος όπου:
1. Ο βαθμός διήθησής του φτάνει στα 40  $\mu\text{m}$  (μικρόμετρα) και άνω.
  2. Η πτώση της πίεσης κυμαίνεται στα 0,05 έως και 0,5 bar.
  3. Λειτουργεί με 50 έως και 3.740  $\text{m}^3/\text{h}$ .
  4. Η τοποθέτησή του γίνεται οριζόντια ή κάθετα.
  5. Μπορεί να είναι αντiekρηκτικού τύπου.
  6. Ελάχιστη πίεση εισόδου είναι στα 0,5 bar.
  7. Διαθέτει αυτόματο καθαρισμό.



**Εικόνα 5.7:** Τα δύο τύποι φίλτρων που χρησιμοποιούνται [62]



**Εικόνα 5.8:** Εικόνα που δείχνει πως είναι μέσα στο πλοίο [62]

### 5.2 Πρότυπα της εγκατάστασης

Το BWTS χρησιμοποιεί τα πρότυπα των εγκαταστάσεων των πλοίων, τα καλώδια που χρησιμοποιούνται διαφέρουν από αυτά των κτιριακών εγκαταστάσεων. Ως προς την τροφοδοσία του, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται καλώδια Ναυτικού τύπου κατηγορίας ΝΚΚ όπου θα ακολουθεί τα εξής :

- JIS –C-3410 / IEC 60228 : Πως θα πρέπει να είναι η κατασκευή αγωγού καλωδίων (διαστάσεις καλωδιώσεων 0.5 mm<sup>2</sup> – 2 500 mm<sup>2</sup>).
- JIS-C-3410 / IEC60092-350-352-360 : Πως θα πρέπει να είναι η κατασκευή των καλωδίων ισχύος και φωτισμού με 0,6/1kV.
- JIS-C-3410 / IEC 60092-350-352-376 : Κατασκευή για καλώδια ελέγχου και οργάνων με τάση 150/250 V.
- JIS-C-3410 / IEC 60092-350-352-370 : Υλικά μονώσεων για καλώδια τηλεπικοινωνιών και μεταφοράς δεδομένων.
- JIS-C-3410 / IEC 60092-360 : Κατασκευή καλωδίων ισχύος, φωτισμού, οργάνων ελέγχου και τηλεπικοινωνιών.

- IEC 60332-1 : Επιβραδυντικό φλόγας.
- IEC 60332-2 : Επιβραδυντικό φλόγας.
- IEC 60331-1 : Καλώδια πυραντίστασης με συνολική διάμετρο μεγαλύτερη από 20 mm.
- IEC 60331-2 : Καλώδια τύπου πυραντοχής.
- IEC 60331-3 : Καλώδια τύπου πυραντοχής.
- IEC 60332-3-22 (CAT.A) : Επιβραδυντικό πυρκαγιάς.
- IEC 60754-1 , IEC60754-2 : Χωρίς αλογόνο.
- IEC 61034-1, 61034-2 : Χαμηλή εκπομπή καπνού.

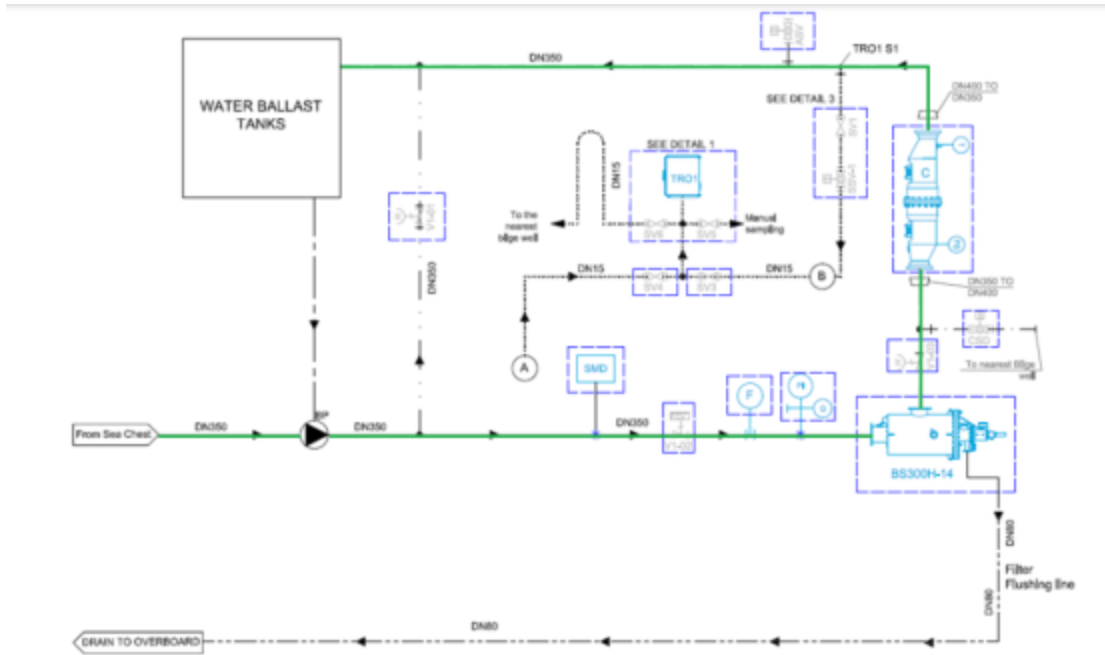
Στον κύριο πίνακα διακοπών, η στάθμη βραχυκυκλώματος φτάνει τα AC 440 V. Οι ζυγοί (bushbars) είναι 19,2 kA SYM.RMS. Τα καλώδια επίσης θα φέρουν μεταλλική πανοπλία, επίσης τα καλώδια της τρέχουσας χωρητικότητας ακολουθούν το πρότυπο IEC 60092-352 και τηρούν τις ακόλουθες προϋποθέσεις :

- Οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος να είναι μέχρι 45 °C.
- Τα καλώδια θα πρέπει να τοποθετούνται μεταξύ τους, στριμωγμένα μεταξύ τους με ομάδα των 6 ή λιγότερα.

Εφόσον τηρούνται τα πρότυπα του συστήματος, η σχεδίαση παίζει σημαντικό ρόλο.

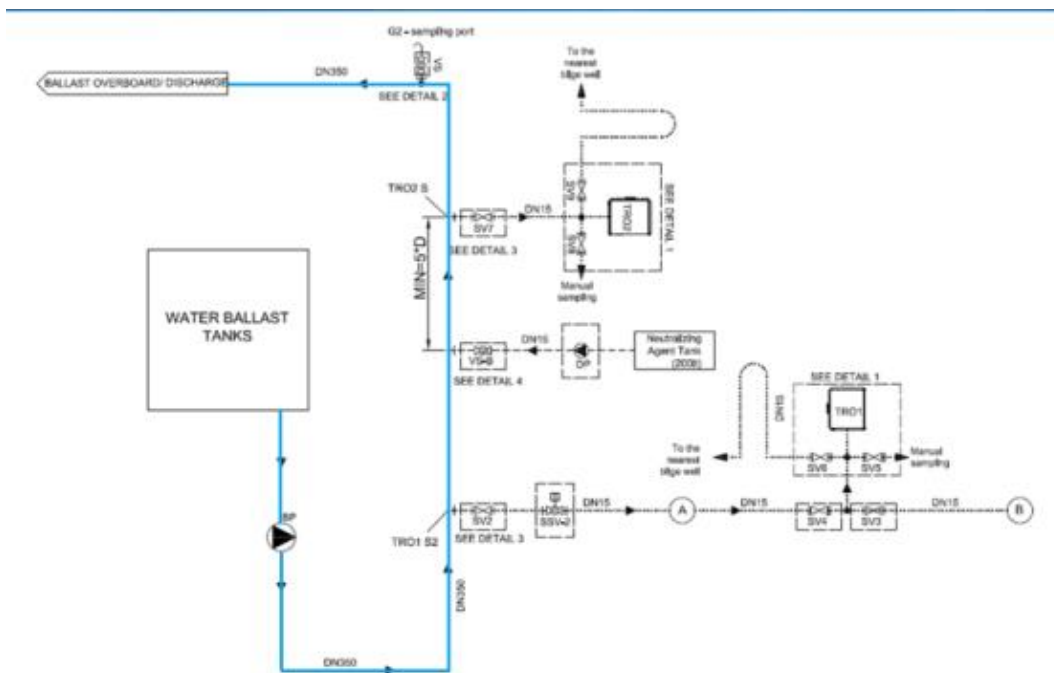
### 5.3 Εξήγηση Σχεδίου

Οι σχεδιαστές, δημιουργούν δύο σχέδια, το Ballasting : Μέσω του Ballast Pump (BP), εισέρχεται το νερό. Μέσω ενός smd sensor, ελέγχεται η αλατότητα του νερού, ελέγχεται με μανόμετρο το νερό και μπαίνει σε ένα φίλτρο. Το φίλτρο καθαρίζει το νερό και στην συνέχεια το νερό οδηγείται σε ένα κελί ηλεκτρόλυσης, όπου με την παροχή χαμηλής τάσης (DC), παράγεται χλωρίνη, είναι δυνατό να γίνει και με UV τεχνολογία η συγκεκριμένη διαδικασία. Από πάνω από το κελί βρίσκεται ένας sensor, όπου ελέγχει την ποσότητα του υδρογόνου, αν φτάσει στο 40%, ενεργοποιεί alarm (ειδοποιεί) και κλείνει όλο το σύστημα για να μην προκύψει κάποιο ατύχημα. Εφόσον γίνει η ηλεκτρόλυση, συλλέγεται δείγμα και οδηγείται σε έναν TRO sensor, εκεί ελέγχεται το pH του νερού, όπου θα πρέπει να φτάνει τα 6 έως και 10 ppm. Αν βρίσκεται κάτω από 6 ppm το νερό, η βαλβίδα κλείνει και το νερό δεν θα πάει στο Water Ballast Tank. Στην περίπτωση που το νερό βρίσκεται στα σωστά ppm, τότε αυτόματα οι βαλβίδες ανοίγουν και το νερό περνά μέσα στο Water Ballast Tank.



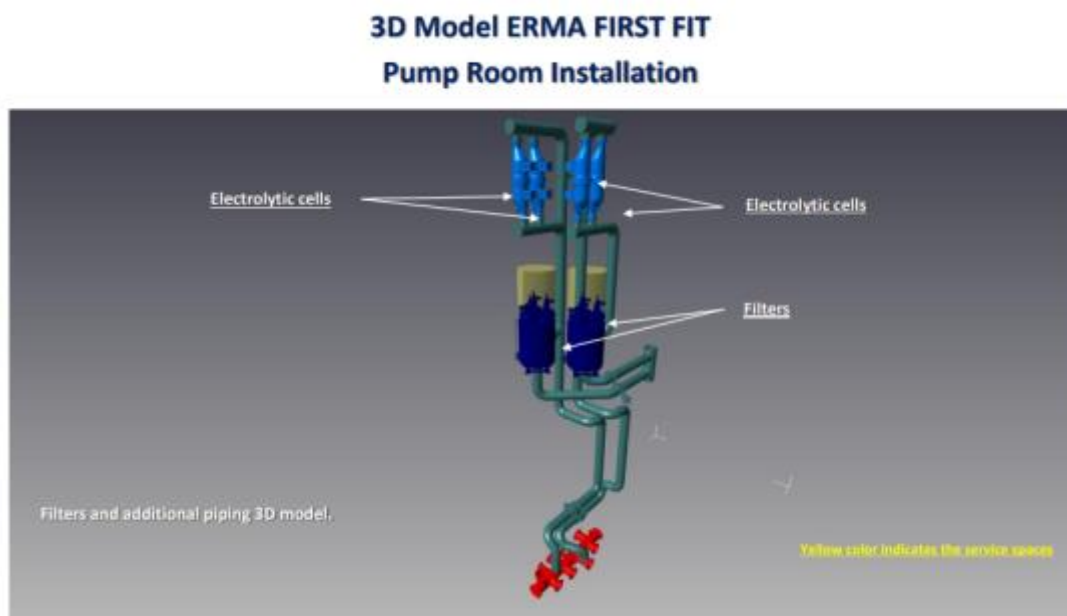
Εικόνα 5.9: Σχέδιο BWTS - Ballasting [62]

Και το Deballasting : Μέσω του Deballasting, μεταφέρεται το νερό που υπήρχε στο Water Ballast Tank και φεύγει έξω στην θάλασσα. Όμως θα πρέπει να πέσει το ppm, στα 0.1, για να μην δημιουργηθεί πρόβλημα στο περιβάλλον. Δείγμα νερού (που συλλέγεται από τα tanks) οδηγείται σε ένα Neutralizing Agent Tank, όπου εκεί γίνεται η επεξεργασία του νερού (ανάμειξη με όξινο θειώδες νάτριο – sodium bisulfite όπου αδρανοποιεί την χλωρίωση), για να πέσει σε ppm. Μέσω του Tro (2) sensor, θα συλλέγεται πάλι νερό. Αν τα ppm του νερού δεν έχουν μειωθεί, τότε οι βαλβίδες αυτόματα κλείνουν. Στην περίπτωση που τα ppm είναι κοντά στην τιμή του 0.1, έτσι οι βαλβίδες ανοίγουν και οδηγούν το νερό προς τα έξω.

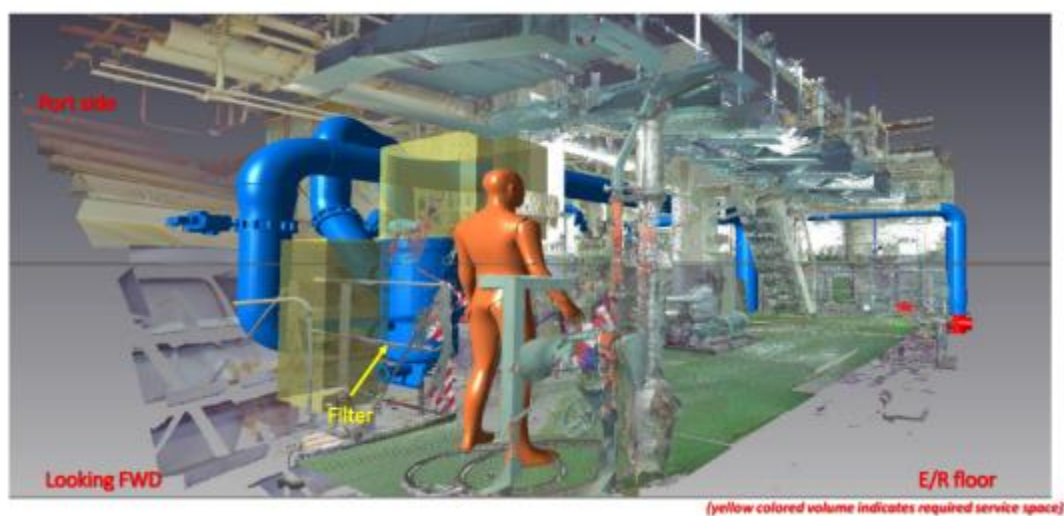


Εικόνα 5.10: Σχέδιο BWTS - Deballasting [62]

Με την ολοκλήρωση του κυκλώματος και την ενημέρωση των μηχανικών, αρχίζει η διαδικασία της τοποθέτησης. Πρώτα αρχίζει η προσομοίωση μέσω ενός 3D προγράμματος.



**Εικόνα 5.11: 3D σχέδιο BWTS [62]**

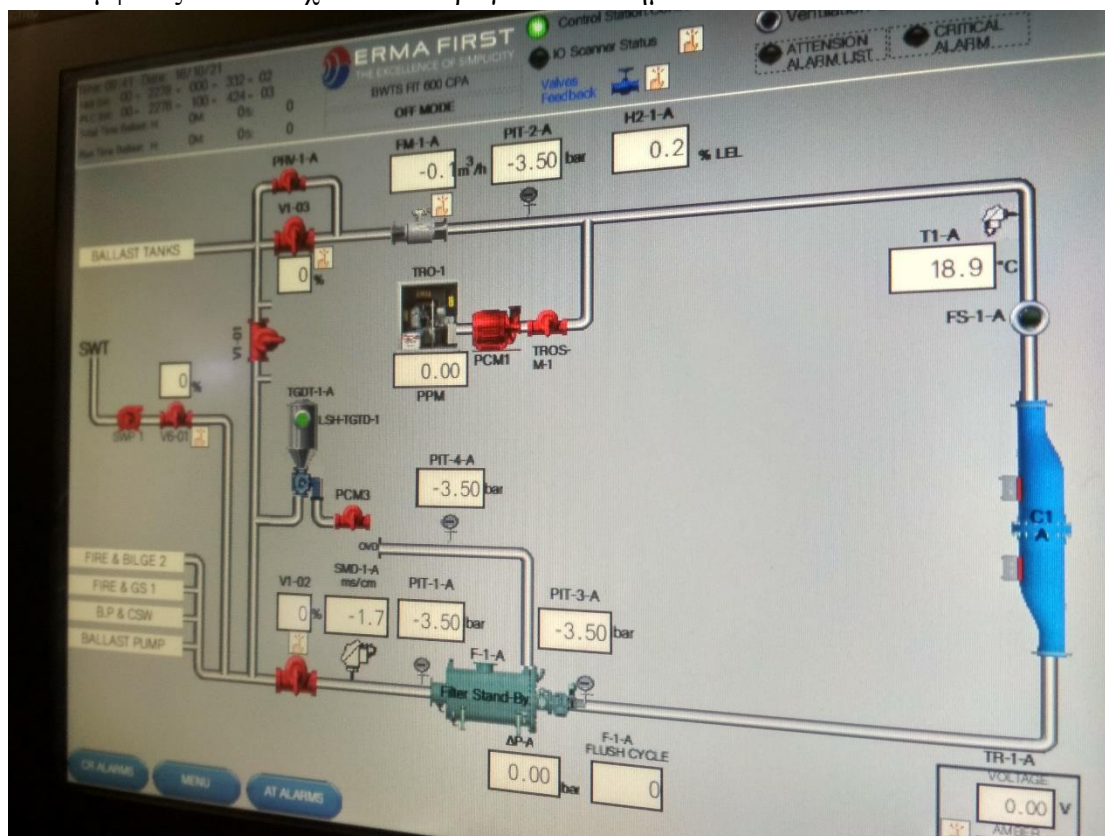


**Εικόνα 5.12: Προσομοίωση σε 3D περιβάλλον με το πραγματικό [62]**

Μετά το στάδιο της προσομοίωσης, θα προχωρήσουν στην ίδια την εγκατάσταση, με την πλήρη γνώση της τοποθεσίας του, οι μηχανικοί θα γνωρίζουν το κύκλωμα και τέλος θα ακολουθεί και θα τηρεί τα πρότυπα που πρέπει.

Οι συνδέσεις των πινάκων του BWTS, έχουν προαναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια. Οι εικόνες (4.14, 4.15) του κυκλώματος 1 και κυκλώματος 2 (4.32 έως 4.36), καλύπτουν την λειτουργία ενός BWTS συστήματος.

Και οι χρήστες παρατηρούν την αυτοματοποιημένη λειτουργία του, από μια οθόνη, όπου εμφανίζει τα στοιχεία που παράγει το σύστημα.



Εικόνα 5.13: Οθόνη που παρατηρεί την λειτουργία ενός BWTS

Οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί, ακολουθούν πιστά τις ονομασίες του συστήματος και τηρούν τα πρότυπα. Οι σημασίες της εικόνας 5.13, είναι οι εξής :

- V1-02 : Είσοδος Συστήματος Βαλβίδας Ελέγχου Ροής (Flow Control Valve System Inlet)
- SMD-1-A : Συσκευή Μέτρησης Αλατότητας (Salinity Measure Device)
- PIT-1-A : Πομπός Ένδειξης Πίεσης (Pressure Indicator Transmitter)
- F-1-A : Φίλτρο (Filter)
- PIT-3-A : Πομπός Ένδειξης Πίεσης (Pressure Indicator Transmitter)
- TR-1-A : Μετασχηματιστής που μετατρέπει μέση τάση σε χαμηλή (440 AC σε 24 DC) (Transformer)
- C1 : Κελί Ηλεκτρόλυσης (Electrolysis Cell)
- FS-1-A : Διακόπτης Χαμηλής Ροής (Low Flow Switch)
- T1-A : Αισθητήρας Θερμοκρασίας (Temperature Sensor)
- H2-1-A : Αισθητήρας Υδρογόνου (Fixed Hydrogen Sensor)
- PIT-2-A : Πομπός Ένδειξης Πίεσης (Pressure Indicator Transmitter)
- FM-1-A : Μετρητής Ροής (Flow Meter)
- TRO-1 : Αισθητήρας Χλωρίου (Chlorine Sensor)
- PCM1 : Μονάδες Ελέγχου Αντλίας (Pump Control Modules)
- TROS-M-1 : Συλλογή Δείγματος (Tro Sampling Port)

- V1-03 : Βαλβίδα Ελέγχου Ροής, Προς την Έξοδο του Συστήματος (Flow Control Valve, System Outlet)
- PRV-1-A : Βαλβίδα Καταγραφής Πίεσης (Pressure Recorder Valve)
- V1-01 : Τηλεχειρισμένη Βαλβίδα, που μπορεί να κάνει Παράκαμψη του Συστήματος (Remotely Operated Valve, System Bypass)
- SWP 1 : Αντλία Θαλασσινού Νερού (Sea Water Pump)
- V6-01 : Τηλεχειρισμένη Βαλβίδα, που μπορεί να κάνει Παράκαμψη του Συστήματος (Remotely Operated Valve, System Bypass)
- TGDT-1-A : Δεξαμενή Αποστράγγισης (Tide Gravity Drain Tank)
- LSH-TGTD-1 : Διακόπτης Υψηλού Επιπέδου (High Level Switch)

Μέσω αυτών οι σχεδιαστές, τηρούν τις ονομασίες και μπορούν να σχεδιάσουν σωστά, ένα σύστημα BWTS. Έτσι με όλα τα προαναφερόμενα, η εγκατάσταση ενός BWTS, αρχίζει από τις απαιτήσεις του χώρου, τα πρότυπα που πρέπει να τηρεί σε όλη την διάρκεια λειτουργίας του, την σχεδίαση, την κατασκευή, αλλά και την τοποθέτηση του πάνω στην εγκατάσταση.

## Συμπεράσματα

Όλες οι κατασκευές ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, θα πρέπει να τηρούν τα πρότυπα, που έχουν προσχεδιαστεί από ειδικούς, για την ασφάλεια του ανθρώπου. Όσο εξελίσσεται η τεχνολογία, δηλαδή όσο εμφανίζονται νέα πιο απαιτητικά συστήματα, πάντα πριν την εφαρμογή τους σε χώρο εγκατάστασης, θα πρέπει να ανανεώνονται ή να δημιουργούνται νέα πρότυπα, που θα ασχοληθούν με τις συγκεκριμένες μετατροπές. Τα λογισμικά σχεδίασης, βοηθούν αρκετά τους σχεδιαστές, στο να χρησιμοποιούν νέα πρότυπα ή παλαιά πρότυπα σε εγκαταστάσεις, επίσης εξελίσσονται σε βαθμό, που πλέον μπορεί να εφαρμοστεί εξομοίωση σε πραγματικό χρόνο, πάνω στην εγκατάσταση. Η ίδια η σχεδίαση, θα πρέπει να είναι σωστή, όχι μόνο στις συνδέσεις των κυκλωμάτων, αλλά και στους ίδιους τους πίνακες διανομής, οι οποίοι πρέπει να φέρουν την σωστή δόμηση. Τα πρότυπα των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, εφαρμόζονται για την σωστή λειτουργία των μηχανημάτων και για την ασφάλεια του περιβάλλοντος που το περιβάλλει.



## Βιβλιογραφία - Εικόνες

- [1] Γ. Γεωργαλάς, «lectricallab.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.electricalab.gr/tehnika-arthra-ilektrologika-themata/36-kanonismois-xolia/48-diafores-protypou-elot-hd-384-me-ton-k-e-i-e>.
- [2] Ε. Ο. Τ. Α.Ε., Μάρτιος 2004. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://1epal-serron.ser.sch.gr/yliko/elothd384.pdf> .
- [3] «Eplan-software,» Eplan, 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eplan-software.com/industries/user-reports/view/hanseatic-power-solutions-gmbh-electrical-engineering-digital-is-faster/>.
- [4] Ν. γ. τ. η. εγκαταστάσεις, «static.eudoxus.gr,» 2004. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://static.eudoxus.gr/books/41/chapter-9741.pdf>.
- [5] Electrical Engineering Portal, «electrical-engineering-portal.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://electrical-engineering-portal.com/download-center/books-and-guides/electrical-engineering/electrical-wiring-home>.
- [6] Ε. Ι. Α. Χαλκού, «copperalliance.gr,» 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://copperalliance.gr/%CF%83%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BC%CE%B5-%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CF%87%CE%B1%CE%BB%CE%BA%CF%8C/%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CF%82/%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%85%>.
- [7] Π. Πιττάς, «Θεμελιωμακή Γεώση,» Μάιος 2010. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://pittas.gr/system/media/209/original\\_%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%82\\_%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%BF%CF%82\\_%CE%98%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82\\_%CE%93%CE%B5%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf?1373272056](https://pittas.gr/system/media/209/original_%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%82_%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%BF%CF%82_%CE%98%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82_%CE%93%CE%B5%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf?1373272056).
- [8] «e-nomothesia,» 2006. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.e-nomothesia.gr/ka-biomixania-biotexnia/kya-a50-12081-642-2006.html>.
- [9] European Commission, «ec.europa.eu,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5bf584f71&appId=PPGMS>.
- [10] «Fraenkische.com,» Fraekinsche, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.fraenkische.com/en/application/zero-halogen-installations-residential-buildings>.
- [11] «elinyae,» 1955. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.elinyae.gr/ethniki->

nomothesia/ya-802251955-fek-59b-1141955.

- [12] «elinyae,» 2004. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/ya-f751816882004-fek-470b-532004>.
- [13] «elinyae,» 1965. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/n-44831965-fek-118a-2461965>.
- [14] «e-nomothesia,» 1994. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.e-nomothesia.gr/energeia/nomos-2244-1994-phek-168-a-7-10-1994.html>.
- [15] «anaconda,» 1982. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.anaconda.gr/gnwsiaiki-basi/nomos-1277-25-8-1982/>.
- [16] E. O. T. A.E., Μάρτιος 2004. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://1epal-serron.ser.sch.gr/yliko/elothd384.pdf>.
- [17] 1. E. Αμοργού, Νοέμβριος 2011. [Ηλεκτρονικό]. Available: [http://1epal-amorg.kyk.sch.gr/el\\_pinakas.html](http://1epal-amorg.kyk.sch.gr/el_pinakas.html).
- [18] «kafkas.gr,» Schneider-Electric, 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.kafkas.gr/viomichaniko-yliko/yliko-chamilis-tasis/tilech-diakoptes-aeros-ischyos/>.
- [19] «hager.gr,» Hager, 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.hager.gr/h3+/94490.htm>.
- [20] «gero.gr,» 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.gero.gr%2Ffilektrologiko-uliko%2Fasfaleies-fusiggia%2Ffusiggia-tupou-d%2Ffeaton-fusiggi-d-100a-div-gg-500vac-time-delay-o-100d125-o-100d125-0610203401.html&psig=AOvVaw3mB384mw6hR4ggUIFVHu5u&ust=164063884>.
- [21] E. O. T. A.E., «sehemi.gr,» Απρίλιος 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://sehemi.gr/index.php/anakoinoseis/95-genikes/121-elot-allages-sta-protypa-kalodion>.
- [22] «Batt cables,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [http://www.batt.co.uk/upload/files/marine\\_1230043036.pdf](http://www.batt.co.uk/upload/files/marine_1230043036.pdf).
- [23] Prysmian Group, [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://baltics.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Marine-Cables-Catalogue\\_North-Europe.pdf](https://baltics.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Marine-Cables-Catalogue_North-Europe.pdf).
- [24] «Government of Canada,» 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://tc.canada.ca/en/marine-transportation/marine-safety/ships-electrical->

standards-2018-tp-127-e#installationofcables.

- [25] Γ. Περαντζάκης, «courses.e-ce.uth.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://courses.e-ce.uth.gr/CE151/presentations/el\\_draw\\_2.pdf](https://courses.e-ce.uth.gr/CE151/presentations/el_draw_2.pdf).
- [26] Η. 1. Ε. Π. Θεσσαλονίκης, Τετάρτη Σεπτεμβρίου 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://oaedhlectrologoi.blogspot.com/2017/09/blog-post\\_43.html](https://oaedhlectrologoi.blogspot.com/2017/09/blog-post_43.html).
- [27] «Καυκάς,» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/ylika-syndesis-stirixis/thermos-mena-prostasia-kalodion/thermos-mena-choris-kolla/sas-thermosystellomeno-3mm-1-5mm-1m-mavro\\_183180/](https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/ylika-syndesis-stirixis/thermos-mena-prostasia-kalodion/thermos-mena-choris-kolla/sas-thermosystellomeno-3mm-1-5mm-1m-mavro_183180/).
- [28] IHS, «global.ihs.com,» 1999. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?document\\_name=BS%20EN%2060439%2D1&item\\_s\\_key=00126798](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=BS%20EN%2060439%2D1&item_s_key=00126798).
- [29] Σ. Βασιάρδη, «marathon.gr,» Νοέμβριος 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://marathon.gr/wp-content/uploads/2019/10/%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3-%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%95%CE%A3-%CE%97%CE%9C-%CE%95%CE%93%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%95%CE%A9%>.
- [30] Καυκάς, «kafkas.gr,» Schneider-Electric, 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/pinakes/pinakes-epitoichoi/p2/>.
- [31] VDE, «VDE Standards,» 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.vde-verlag.de/standards/0600029/din-en-60947-2-vde-0660-101-2014-01.html>.
- [32] «startuptech.gr,» 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://startuptech.gr/%CF%80%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CF%82-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF/3472-%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BF.html>.
- [33] «destraleshop.gr,» 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.destraleshop.gr/product/560/sidera-lamarines-lamarina-mayri-dkp-epipedi-1250x2500x1.25mm-/>.
- [34] «eltctricon.ru,» 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://eltctricon.ru/el/the-fuse-box-is/scheme-of-installation-of-the-switchboard-electrical-flap-in-the-apartment/>.
- [35] «se.com,» Schneider-Electric, 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.se.com/ww/en/product-range/62043-vamp-measurement-and->

monitoring-units/?parent-subcategory-id=4663&subNodeId=12146915601en\_WW.

- [36] Δ. Σακελάρης, «dsakelaris.com,» 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://dsakelaris.com/medium-voltage-switchboard/>.
- [37] E. I. wiki, «Electrical Installation,» Δεκέμβριος 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.electrical-installation.org/enwiki/Distribution\\_switchboards](https://www.electrical-installation.org/enwiki/Distribution_switchboards).
- [38] Technopedia, «technopedia.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/2063/computer-aided-design-cad>.
- [39] Capterra, «capterra.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.capterra.com/p/179916/AutoCAD-Electrical/reviews/>.
- [40] Autodesk, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.autodesk.eu/products/autocad/overview?panel=buy&term=1-YEAR&tab=subscription>.
- [41] Cadbull, «cadbull.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://cadbull.com/detail/146786/House-Electrical-Wiring-Plan-AutoCAD-drawing-download>.
- [42] Autodesk, «Autodesk.com,» Φεβρουάριος 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://forums.autodesk.com/t5/autocad-electrical-forum/autocad-electrical-for-cabling-diagrams-navigational-systems/td-p/9416901>.
- [43] SmartDraw, «softwareadvice.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.softwareadvice.com/landscaping/smartdraw-profile/>.
- [44] Smartdraw, «smartdraw.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.smartdraw.com/electrical-plan/examples/electrical-plan/>.
- [45] SmartDraw, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.smartdraw.com/circuit-diagram/how-to-draw-electrical-diagrams.htm>.
- [46] Electrical Baba, «electricalbaba.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://electricalbaba.com/why-should-you-learn-etap/>.
- [47] trust radius, «trustradius.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.trustradius.com/products/etap-ps/reviews?qs=pros-and-cons#reviews>.
- [48] Etap, «etap.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://etap.com/product/marine-electrical-diagram>.
- [49] etap, «etap.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://etap.com/es/short-circuit/short-circuit-single-phase>.

- [50] eplan, «eplan-software.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eplan-software.com/solutions/eplan-platform/eplan-electric-p8/#:~:text=EPLAN%20Electric%20P8%20is%20a,standardised%20and%20template%20Dbased%20approaches>.
- [51] F. L. Group, «eplan-software.com,» eplan electric solutions, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eplan-software.com/solutions/eplan-solutions/eplan-electric-p8/#:~:text=EPLAN%20Electric%20P8%20is%20a,standardised%20and%20template%20Dbased%20approaches>.
- [52] «eplan-software-building automation,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eplan-software.com/disciplines/building-automation/>.
- [53] «eplan-software-maritime,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eplan-software.com/industries/maritime/>.
- [54] eplan, «eplan-software.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eplan-software.com/industries/user-reports/siemens-ag-high-quality-switchgear-equipment-with-integrated-designs/>.
- [55] getapp, «getapp.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.getapp.com/industries-software/a/electric-p8/reviews/>.
- [56] Solidworks, «goengineer.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.goengineer.com/solidworks/electrical-design/electrical>.
- [57] capterra, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.capterra.com/p/179919/SolidWorks-Electrical-Schematics/reviews/#:~:text=Pros%3A%20SolidWorks%20Electrical%20Schematics%20is,not%20a%20pity%20for%20beginners..>
- [58] «AutoCad Electrical Support and Learning,» Autodesk, 04 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad-electrical/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ENU/AutoCAD-Electrical/files/GUID-E4EB5B65-0836-4852-A3EB-0A888504F86C-htm.html>.
- [59] IMO, «imo.org,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx#:~:text=What%20are%20the%20ballast%20water,at%20least%20200%20metres%20deep.>
- [60] offshore energy, «offshore-energy.biz,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.offshore-energy.biz/interview-key-things-to-know-about-bwts-installation/>.
- [61] Erma First, «ermafirst.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://www.ermafirst.com/bwts-fit/>.

[62] shortsea, «shortsea.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.shortsea.gr/wp-content/uploads/2017/03/ERMA-FIRST-BWTS-ppt\\_EENMA.pdf](https://www.shortsea.gr/wp-content/uploads/2017/03/ERMA-FIRST-BWTS-ppt_EENMA.pdf).

[63] Β. Τσάνας, *Φωτογραφία δική μου*, 2021.

[64] Γ. Γεωργάλης, «electricallab.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://elektrikhelpp.com/el/wires-and-cables/color-marking-of-three-phase-cable-marking-of-cables-and-wires/> .