

Τεχνολογικό Ίδρυμα Πειραιά
Τμήμα Ηλεκτρολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ**

Δενιώτης Στέλιος

A.M.: 31376

Χριστοφή Χριστόφορος

A.M.: 31357

Επιβλέπων: Ιωαννίδης Γιώργος, Επίκουρος Καθηγητής

Πειραιάς, Δεκέμβριος 2011

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1. Εισαγωγή	1
1.2. Κανονισμοί BS 7671 16 ^{ης} έκδοσης.....	1
1.3. Κανονισμοί UEFA	1
1.4. Κανονισμοί BS 7671 και UEFA που θα χρησιμοποιήσουμε στο Κεφάλαιο 2	2
1.4.1. Κανονισμοί UEFA.....	2
1.5. Κανονισμοί BS 7671 και UEFA που θα χρησιμοποιήσουμε στο Κεφάλαιο 3	3
1.5.1. Καλώδια με ανθεκτικότητα στην φωτιά θερμοσκληραινόμενα υλικά	3
1.5.2. Καλώδια σε σωλήνες.....	4
1.5.3. Ηλεκτρικοί πίνακες χαμηλής τάσης	4
1.5.4. Κανονισμοί UEFA.....	4
1.6. Κανονισμοί BS 7671 και UEFA που θα χρησιμοποιήσουμε στο Κεφάλαιο 4	4
1.6.1. Όργανα και εξαρτήματα πινάκων διανομής	5
2. Μελέτη Φωτισμού Κοινοτικού Σταδίου	6
2.1. Εισαγωγή	6
2.2. Λαμπτήρες μεταλλικού αλογόνου (Metal Halide).....	9
2.2.1. Περιγραφή	9
2.2.2. Χρήσεις.....	9
2.2.3. Λειτουργίες.....	10
2.2.4. Συστατικά μέρη	11
2.2.5. Ballast	11
2.2.6. Θερμοκρασία χρώματος	13
2.2.7. Έναρξη και ζέσταμα	14
2.2.8. Τέλος ζωής.....	15
2.2.9. Κίνδυνοι και επιδράσεις στον άνθρωπο	15
2.3. Ανάλυση Μελέτης Φωτισμού Γηπέδου	16
2.3.1. Απόδοση	17
2.3.2. Κατασκευή.....	17
2.3.3. Μηχανισμός κυκλώματος περιορισμού ρεύματος (ballast) και ελέγχου	18
2.3.4. Πηγή Φωτός.....	18
2.3.5. Σβήσιμο προβολέων	19
2.3.6. Τοποθέτηση προβολέων	19
2.3.7. Ανάλυση Μελέτης.....	19
2.4. Μελέτη φωτισμού αποδυτηρίων κοινοτικού γηπέδου	32
2.4.1. Εσωτερικός φωτισμός.....	32
2.4.2. Αρχή Λειτουργίας.....	36
2.4.3. Ανάλυση μελέτης	39
3. Μελέτη Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης Γηπέδου	42
3.1. Εισαγωγή	42
3.2. Γενικά	42

3.2.1. Πίνακες Διανομής (M.C.B. Distribution Boards).....	42
3.2.2. Μικροαυτόματοι Διακόπτες (Miniature Circuit Breakers).....	43
3.2.3. Ηλεκτρονόμοι Ισχύος (Contractors).....	43
3.2.4. Αυτόματοι Διακόπτες Διαρροής (RCDs)	44
3.2.5. Διακόπτες Φωτισμού (Lighting Switches)	44
3.2.6. Ρευματοδότες (Sockets Outlets)	44
3.2.7. Διακόπτες Ελέγχου με Ασφάλεια (Fuses Spur Unit).....	44
3.2.8. Διπολικοί Διακόπτες 20A (Double-Pole Switches).....	45
3.2.9. Υδατοστεγείς Ρευματοδότες 13A.....	45
3.2.10. Σύστημα Γείωσης / Γεφυρώσεις	45
3.2.11. Καλώδια	45
3.2.12. Κουτιά Συνδέσεων και Εξαγωγών	46
3.2.13. Πλαστικές Σωλήνες (PVC)	46
3.3. Υπολογισμοί	46
3.4. Φύλλο Υπολογισμού Τοπικού Φορτίου Πίνακα Αποδυτηρίων.....	48
3.5. Φύλλο Υπολογισμού Τοπικού Φορτίου Πίνακα Προβολέων.....	64
3.6. Φύλλο Υπολογισμού Τοπικού Φορτίου Πίνακα Καντίνας.....	67
3.7. Φύλλο Υπολογισμού Παροχών Πινάκων Διανομής.....	87
3.7.1. Υπολογισμός μέγιστης ζήτησης φορτίου διακοπών	88
3.7.2. Υπολογισμός διατομής παροχής πινάκων Διανομής.....	91
4. Μέθοδοι και μέσα προστασίας ηλεκτρικής εγκατάστασης	98
4.1. Εισαγωγή	98
4.2. Προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας	98
4.2.1. Εισαγωγή.....	98
4.2.2. Επιλογή μέσων προστασίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης.....	99
4.2.3. Κατασκευή Ηλεκτροδίου Γείωσης	101
4.2.4. Επιλογή τρόπου γείωσης	102
4.2.4.1. Θεμελιακή γείωση.....	103
4.2.5. Κριτήρια για την επιλογή ενός RCD	104
4.3. Ορισμοί εννοιών	105
4.3.1. Δυνατότητες απενεργοποίησης.....	106
4.3.2. Περαιτέρω λόγοι για τη χρήση ενός RCD.....	107
4.3.3. Παράδειγμα υπολογισμού I	108
4.4. Προστασία από βραχυκύκλωμα και υπερένταση	109
4.4.1. Επιλογή διατάξεων προστασίας σε συσχετισμό με τους προστατευμένους αγωγούς.....	110
4.4.2. Επιλογή διατάξεων προστασίας σε συσχετισμό με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας.....	110
4.5. Αντικεραυνική Προστασία	111
4.5.1. Εισαγωγή.....	111
4.5.2. Επιπτώσεις από πλήγματα κεραυνών	111
4.5.3. Επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή	112
4.5.4. Επιπτώσεις σε κατασκευές	113
4.6. Μελέτη και εγκατάσταση συστήματος αντικεραυνικής προστασίας σε γήπεδο ποδοσφαίρου.....	113
4.6.1. Κανονισμοί.....	113
4.6.2. Εξωτερική ΕΑΠ.....	114

4.6.3. Συλλεκτήριο σύστημα	114
4.6.4. Ζώνη προστασίας	115
4.6.4.1. Μέθοδος της γωνίας προστασίας.....	115
4.6.5. Συλλεκτήριο Ακίδας.....	116
4.6.6. Αγωγός Καθόδου.....	117
4.6.7. Σύστημα Γείωσης	117
4.6.8. Ολοκληρωμένο Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας για κάθε Ιστό	118
4.6.9. Ζώνες αντικεραυνικής προστασίας (ΖΑΠ).....	118
4.6.10. Ισοδυναμικές συνδέσεις σε ηλεκτρονικά συστήματα	120
4.6.11. Εφαρμόζοντας την μέθοδο της γωνίας προστασίας μελέτη των σχεδιασμό του ΕΑΠ στο γήπεδο.....	111
4.6.12. Φωτισμοί ασφαλείας.....	122
4.6.12.1. Φωτισμός ασφαλείας για ελικόπτερα	122
4.6.12.2. Φωτισμός ασφαλείας αδιάλειπτου ενέργειας και εξόδου.....	122
4.7. Πυρανίχνευση	122
4.7.1. Αντικείμενο	122
4.7.2. Κανονισμοί	122
4.7.3. Σύστημα.....	123
4.8. Κεντρική Μονάδα Πυρανίχνευσης – Αναγγελίας	123
4.8.1. Εγκατάσταση	123
4.8.2. Διανομή	123
4.9. Περιφερειακές Μονάδες	123
4.9.1. Υποπίνακας Πυρανίχνευσης Κτιρίου	123
4.9.2. Μπουτόν πυρκαγιάς.....	124
4.9.3. Σειρήνες – μεγάφωνα	124
4.9.4. Φωτεινοί επαναλήπτες.....	124
4.9.5. Φωτεινές ενδείξεις (LED).....	124
4.9.6. Πυρανιχνευτές	124
4.9.7. Ηλεκτρονικός Πίνακας Πυρανίχνευσης Ψηφιακού Τύπου	124
4.9.7.1. Εισαγωγή	124
4.9.7.2. Κατασκευή.....	124
4.9.7.3. Λειτουργίες – Δυνατότητες	125
4.9.8. Θερμικός Ανιχνευτής.....	125
4.9.8.1. Εισαγωγή	125
4.9.8.2. Λειτουργία	125
4.9.8.3. Εξοπλισμός	125
4.9.8.4. Λειτουργικές Απαιτήσεις.....	125
4.10. Ανιχνευτές Καπνού Φωτοηλεκτρικού Τύπου	126
4.10.1. Γενικά.....	126
4.10.2. Λειτουργία	126
4.10.3. Εξοπλισμός	126
4.10.4. Λειτουργικές Απαιτήσεις	126
4.11. Μπουτόν συναγερμού	127
4.11.1. Γενικά.....	127
4.11.2. Μέρη της συσκευής	127
4.11.3. Λειτουργικές απαιτήσεις.....	127

4.12. Σειρήνα Συναγερμού	127
4.12.1. Γενικά.....	127
4.12.2. Κατασκευαστικά	127
4.12.3. Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	127
4.13. Σειρήνα – Μεγάφωνα συναγερμού	128
4.13.1. Γενικά.....	128
4.13.2. Κατασκευαστικά	128
4.13.3. Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	128
4.14. Φωτεινή Ένδειξη.....	128
4.14.1. Γενικά.....	128
4.14.2. Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	128
4.15. Ηλεκτρονικός Πίνακας Πυρανίχνευσης Κτιρίου	129
4.15.1. Γενικά.....	129
4.15.2. Κατασκευή.....	129
4.15.3. Λειτουργίες – Δυνατότητες.....	129
4.16. Θερμικός ανιχνευτής.....	130
4.16.1. Γενικά.....	130
4.16.2. Λειτουργία	130
4.17. Εξοπλισμός.....	130
4.18. Ανιχνευτής Καπνού Φωτοηλεκτρικού Τύπου	131
4.18.1. Γενικά.....	131
4.18.2. Λειτουργία	131
4.18.3. Εξοπλισμός	131
4.19. Κομβίο Συναγερμού	131
4.19.1. Γενικά.....	131
4.19.2. Μέρη της Συσκευής	131
4.20. Σειρήνα Συναγερμού	132
4.20.1. Γενικά.....	132
4.20.2. Κατασκευαστικά	132
5. Αυτοματισμοί Σταδίου.....	133
5.1. Εισαγωγή	133
5.2. Επιλογή Συστήματος Αυτοματισμού.....	133
5.2.1. Τεχνική Περιγραφή Συστήματος Αυτοματισμού.....	133
5.2.2. Κριτήρια Επιλογής Συστήματος	134
5.3. Ανάλυση Συστήματος.....	136
5.3.1. Τοπολογίες BUS	136
5.4. Όρια και Δυνατότητες του Συστήματος.....	138
5.5. Καλωδίωση του Συστήματος.....	138
5.6. Συνδεσμολογία.....	139
5.7. Περιγραφή των υλικών	140
5.7.1. Τροφοδοτικό	140
5.7.2. Κεντρική μονάδα	140
5.7.3. Interface με relay.....	141
5.7.4. Αισθητήριο νερού	142
5.7.5. Αισθητήρας φωτός.....	142
5.8. Λογισμικό	142
5.9. Σχεδιασμός του Συστήματος.....	143
5.10. Προδιαγραφές Μονάδων Αυτοματισμού	144

5.10.1. Κεντρική Μονάδα Αυτοματισμού	144
5.10.2. Μονάδα εξόδων relay	144
5.10.3. Μονάδα εξόδου relay	144
5.10.4. Μονάδα εξόδων ρολών	144
5.10.5. Μονάδα εξόδων transistor.....	145
5.10.6. Μονάδα dimmer λαμπτήρων πυρακτώσεως	145
5.10.7. Μονάδα dimmer λαμπτήρων πυρακτώσεως (Master)	145
5.10.8. Μονάδα dimmer λαμπτήρων φθορίου	145
5.10.9. Μονάδα εισόδων τύπου Universal.....	146
5.10.10. Μονάδα μέτρησης παλμών.....	146
5.10.11. Ανιχνευτής διαρροής νερού.....	146
5.10.12. Αισθητήρες φωτεινότητας.....	146
5.10.13. Αισθητήρας θερμοκρασίας εξωτερικού χώρου	147
5.10.14. Αισθητήρας θερμοκρασίας εξωτερικού χώρου	147
6. Συμπεράσματα.....	149

1. Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή

Για την εκπόνηση αυτής της μελέτης λήφθηκαν υπόψη κατά κύριο λόγο οι κανονισμοί περί ηλεκτρικών εγκαταστάσεων BS7671 και συγκεκριμένα η 16^η έκδοση καθώς επίσης οι κανονισμοί υποδομής της UEFA. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίσαμε την ορθή μελέτη, το σχεδιασμό και την εκτέλεση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, του γηπέδου και την ομαλή και ασφαλή διεξαγωγή του αγώνα.

1.2. Κανονισμοί BS 7671 16^{ης} έκδοσης

Σύμφωνα με τους ηλεκτρικούς κανονισμούς που ισχύουν στην Κύπρο, οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πρέπει να συμμορφώνονται με τις πρόνοιες της 16ης αγγλικής έκδοσης των κανονισμών “IEE wiring regulations” .

Οι κανονισμοί αυτοί έχουν εναρμονιστεί με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικών Τυποποιήσεων (comite European de normalization electrotechnique- CENELEC). Άρα είναι κατά ένα μεγάλο ποσοστό όμοιοι με του κανονισμούς HD384.

Η 16^η έκδοση των κανονισμών έχει υιοθετηθεί από το 1992 ως Βρετανικό πρότυπο “BS 7671”. Το πρότυπο αυτό περιέχει τους κανονισμούς για μελέτη, το σχεδιασμό και την εκτέλεση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ούτως ώστε να προσφέρουν ασφάλεια και σωστή λειτουργία για τους σκοπούς για τους οποίους προορίζεται.

1.3. Κανονισμοί UEFA

Οι κανονισμοί αυτοί διέπουν τα κριτήρια δομής που πρέπει να πληροί ένα γήπεδο ώστε να ταξινομηθεί σαν κατηγορίας UEFA. Οι κατηγορίες αυτές διαχωρίζονται σε σειρά ταξινόμησης 1,2,3,4, ελίτ. Το γήπεδο που θα μελετήσουμε θα είναι κατηγορίας 1. Στη συνέχεια του κεφαλαίου επιλέξαμε και καταγράψαμε όλους του κανονισμούς που χρησιμοποιήσαμε σε κάθε κεφαλαίο ξεχωριστά.

1.4. Κανονισμοί BS 7671 και UEFA που θα χρησιμοποιήσουμε στο Κεφάλαιο 2:

1.4.1. Κανονισμοί UEFA

Στο κεφάλαιο 2 μελετήσαμε:

1. Μελέτη φωτισμού κοινοτικού σταδίου (κατηγορίας 1)
2. Μελέτη ιστών και φωτιστικών σωμάτων
3. Μελέτη φωτισμού αποδυτηρίων

Οι κανονισμοί που λάβαμε υπόψη για την μελέτη των παρά πάνω, σύμφωνα με το άρθρον 4, είναι:

1. Ο αγωνιστικός χώρος πρέπει να είναι ομαλός και επίπεδος.
2. Πρέπει να είναι σύμφωνος με τις Διαστάσεις γηπέδων με βάση την κατηγορία στην οποία ανήκει, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.
3. Το γήπεδο πρέπει να διαθέτει σύστημα φωτισμού που παρέχει τις ακόλουθες ελάχιστες ή μέγιστες μέσες τιμές φωτεινότητας.
4. Πρέπει να διαθέτει 3 ξεχωριστά αποδυτήρια (γηπεδούχων, φιλοξενούμενων και διαιτητών)

Πίνακας 1: Διαστάσεις γηπέδων σύμφωνα με την κατηγορία

Κατηγορία Γηπέδου	Μήκος	Πλάτος	Πρόσθετες προδιαγραφές
1	100-110 μ	64-75 μ	
2			
3			
Ελίτ	105 μ	68 μ	εντελώς άφρακτος (χωρίς κιγκλιδώματα)

Πίνακας 2: Ένταση φωτισμού προς κάμερες σύμφωνα με την κατηγορία γηπέδου

Κατηγορία Γηπέδου	E (lx) προς τις σταθερές κάμερες	E (lx) προς τις φορητές κάμερες
1	800 – 1400	500 - 1000
2		
3	1200 - 1400	800 – 1000
Ελίτ	ελάχ. 1400	ελάχ. 1000

Στη συνέχεια της μελέτης δεν χρησιμοποιήσαμε τους κανονισμούς BS 7176 γιατί αφορούν ηλεκτρολογικές μελέτες και δεν αφορούν μελέτες φωτισμού.

1.5. Κανονισμοί BS 7671 και UEFA που θα χρησιμοποιήσουμε στο Κεφάλαιο 3:

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σταδίου:

1. Υπολογισμός φορτίων
2. Υπολογισμός διατομής καλωδίων
3. Σχεδιασμός πινάκων διανομής και ισοζυγισμός φορτίων

Όλα τα καλώδια και αγωγοί που μελετήσαμε είναι κατασκευασμένα από χαλκό με θερμοπλαστική μόνωση PVC, και τάση μόνωσης 600/1000V. Στα πολύκλιωνα καλώδια δεν χρησιμοποιείται μειωμένη διατομή στον αγωγό του ουδέτερου. Ο τύπος, το μέγεθος και το υλικό κατασκευής των αγωγών και των καλωδίων που απαιτούνται στην μελέτη ακολουθούν τα πιο κάτω πρότυπα

- Μονόκλινο καλώδιο και αγωγός χωρίς θωράκιση, πρότυπο BS 6004
- Πολύκλινο καλώδιο και ευλύγιστο κορδόνι διπλής μόνωσης, πρότυπο BS 6004
- Οπλισμένο καλώδιο PVC/SWA/PVC και XLPE/SWA/PVC
- Μόνωση: θερμοπλαστική PVC σύμφωνα με το πρότυπο BS 6346:1989 για τα PVC/SWA/PVC και με το πρότυπο BS 6724:1997 για τα XLPE/SWA/PVC
- Αγωγοί: Υψηλής αγωγιμότητας χαλκός σύμφωνα με το πρότυπο BS 6360:1991
- Καλώδια ανθεκτικά στις ψηλές θερμοκρασίες με θερμοσκληραινόμενο υλικό. Τα καλώδια με αντοχή στις ψηλές θερμοκρασίες θα χρησιμοποιούνται όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος και λειτουργίας είναι ψηλότερη της κανονικής αλλά όχι μεγαλύτερη των 80 °C. Τα καλώδια πρέπει να συνάδουν με τα πρότυπα.
- Θωρακισμένα καλώδια για τάσεις 600/1000V, πρότυπο BS6724:1997
- Μονόκλιωνα καλώδια για τάσεις 600/1000V, πρότυπο BS7889:1997
- Ευλύγιστα καλώδια 450/750V, πρότυπο BS7919 2001

1.5.1. Καλώδια με ανθεκτικότητα στην φωτιά θερμοσκληραινόμενα υλικά

Τα καλώδια με αντοχή στην φωτιά με θερμοσκληραινόμενα υλικά, όταν επηρεαστούν από φωτιά, είναι χαμηλής εκπομπής καπνού και χωρίς ουσίες αλογόνου και άλλων διαβρωτικών αερίων, βραδείας ανάφλεξης με ανοχή σε πολύ ψηλές θερμοκρασίες 750 °C για 3 ώρες και συνάδουν με τα ακόλουθα πρότυπα:

- BS4066-1, χαρακτηριστικά καλωδίου βραδείας ανάφλεξης
- BS4066-1, έλεγχοι καλωδίων κάτω από συνθήκες πυρκαγιάς

- BS6425-1, έλεγχοι για αέρια που παράγονται κατά την καύση καλωδίων
- BS6724 : 1997, Έλεγχοι για χαμηλή εκπομπή διαβρωτικών αερίων

1.5.2. Καλώδια σε σωλήνες:

Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν είναι οπλισμένα του τύπου XLPE/SWA/PVC και PVC/SWA/PVC, οι σωλήνες θα είναι PVC, διαμέτρου Φ110 80. Θα τοποθετούνται σε βάθος 70-80 εκ. σε εντελώς ευθύγραμμα τμήματα. Όπου απαιτείται αλλαγή διεύθυνσης θα κατασκευάζεται φρεάτιο αντίστοιχου τύπου και χωρητικότητας σύμφωνα με τα πρότυπα.

1.5.3. Ηλεκτρικοί πίνακες χαμηλής τάσης

Οι πίνακες θα είναι κατάλληλοι για δίκτυο 400V/230V, 50HZ χωνευτοί, μεταλλικοί και θα εφοδιάζονται με αποζεύκτες (Isolators) , ζυγούς και αυτόματους μικροδιακόπτες κυκλωμάτων (MCB) και ανάλογα με τα κυκλώματα, θα εγκατασταθούν αυτόματοι διακόπτες διαρροής έντασης (RCD).

Οι υποδοχές τερματισμού των καλωδίων πρέπει να είναι κατάλληλες για αριθμό, μέγεθος και τύπο καλωδίων.

Η εισαγωγή και εξαγωγή των καλωδίων δεν θα υποβιβάζει το βαθμό προστασίας των πινάκων . Η αναφορά στην ονομαστική τιμή του ρεύματος αφορά τόσο στον κύριο διακόπτη απόξευξης όσο και τους ζυγούς του πίνακα.

1.5.4. Κανονισμοί UEFA

Οι κανονισμοί που λάβαμε υπόψη για την μελέτη των παρά πάνω, σύμφωνα με το άρθρον 4, είναι:

1. Πρέπει να είναι σύμφωνος με τις Διαστάσεις γηπέδων σύμφωνα με την κατηγορία τους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.
2. Πρέπει να διαθέτει 3 ξεχωριστά αποδυτήρια (γηπεδούχων, φιλοξενούμενων και διαιτητών). Με βάση αυτό το άρθρο έγιναν ηλεκτρολογικές μελέτες τριών διαφορετικών αποδυτηρίων.

1.6. Κανονισμοί BS 7671 και UEFA που θα χρησιμοποιήσουμε στο Κεφάλαιο 4:

Στο κεφάλαιο 4 θα μελετήσουμε τις μεθόδους και μέσα προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης:

1. Επιλογή μεθόδου προστασίας με βάση τα δεδομένα της μελέτης της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

2. Επιλογή μέσων προστασίας με βάση τα δεδομένα της μελέτης της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

1.6.1. Όργανα και εξαρτήματα πινάκων διανομής

• **Ασφάλεια**

α) Οι ασφάλειες θα είναι ταχείας τήξεως και σύμφωνα με τα πρότυπα BS 88-3:1997

• **Αυτόματοι διακόπτες διαρροής έντασης προς την γη (RCD)**

α) Οι διακόπτες αυτοί θα είναι σύμφωνα με τα πρότυπα EN61008-1:2004

β) Οι διακόπτες θα έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν ρεύματα προς τη γη 30mA μέχρι 500mA σύμφωνα με τα σχέδια. Θα φέρουν επίσης κουμπί δοκιμής λειτουργίας.

• **Διακόπτες Απόζευξης (Isolator)**

α) Ο κύριος διακόπτης απόζευξης θα είναι διπολικός κατηγορίας AC22.

β) Ο διακόπτης απόζευξης θα αντέχει σε ρεύμα 20 φορές μεγαλύτερο της ονομαστικής τιμής του, σε διάρκεια 1 δευτερολέπτου.

γ) Θα ικανοποιεί το πρότυπο EN 60947-3

2. Μελέτη Φωτισμού Κοινοτικού Σταδίου

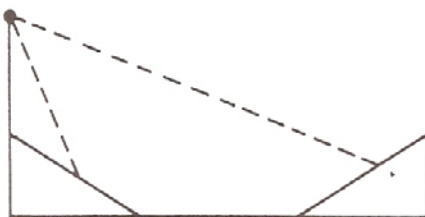
2.1. Εισαγωγή

Η εγκατάσταση φωτισμού μεγάλων γηπέδων και σταδίων για χιλιάδες θεατές απαιτεί χρονοβόρο και λεπτομερή σχεδιασμό από εξειδικευμένους μηχανικούς φωτισμού έτσι ώστε να μπορέσουν να ικανοποιηθούν και να εξυπηρετηθούν τόσο τα άτομα τα οποία συμμετέχουν στο παιχνίδι που διεξάγεται, δηλαδή οι παίκτες, οι διαιτητές, οι προπονητές, οι υπάλληλοι του σταδίου, όσο και τα άτομα τα οποία θα παρακολουθούν το παιχνίδι, δηλαδή οι θεατές που βρίσκονται στο γήπεδο αλλά και οι θεατές που βρίσκονται σπίτι και το παρακολουθούν από την τηλεόραση τους.

Ο φωτισμός πρέπει να είναι επαρκής και ομοιόμορφος γιατί θα πρέπει, όχι μόνο να αναγνωρίζονται οι παίκτες, αλλά και να γίνεται ορατό οτιδήποτε συμβαίνει σε μία μεγάλη περιοχή που διεξάγεται το παιχνίδι και να είναι δυνατή η παρακολούθηση της οποιασδήποτε τροχιάς της μπάλας και η οπτική ικανότητα των παικτών και θεατών να μην εμποδίζεται από θάμβωση. Η θάμβωση που εμφανίζεται όταν μια λάμψη πλησιάζει ή εισέρχεται στο πεδίο οράσεως παικτών ή θεατών με αποτέλεσμα να ενοχλείται η οπτική άνεση τους, είναι πρωταρχικής σημασίας. Αυτή επηρεάζει με αρνητικό τρόπο τόσο τους συμμετέχοντες όσο και τους θεατές, καθώς και τους κατοίκους των παρακείμενων κτιρίων και την κυκλοφορία των δρόμων της περιοχής.

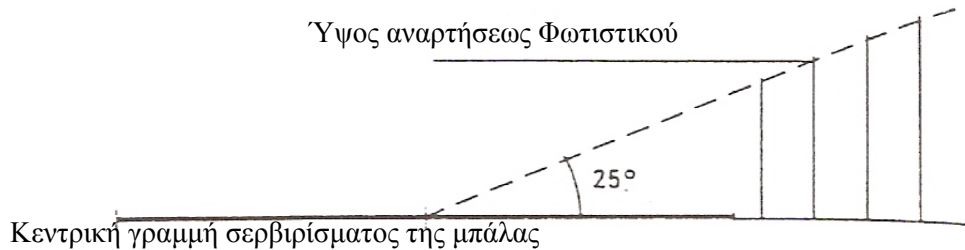
Για να περιοριστεί η θάμβωση που παράγεται από λαμπτήρες διάχυτου φωτός, λαμβάνονται τα εξής μέτρα:

1. Οι λαμπτήρες πρέπει να είναι πηγές μικρού μεγέθους και να χρησιμοποιούνται με ακριβή οπτικό προσανατολισμό, για παράδειγμα, λαμπτήρες υδραργύρου διορθωμένου χρώματος δεν χρησιμοποιούνται διότι η πηγή επικαλύπτεται εξωτερικά με φθορίζουσα ουσία.
2. Αν το άνοιγμα της δέσμης είναι πάρα πολύ μεγάλο, σπαταλιέται το φως ενώ αυξάνει η θάμβωση στα μάτια των θεατών. Επίσης, αν η απόσταση του φωτιστικού από τη φωτιζόμενη επιφάνεια μικραίνει, πρέπει να ελαττωθεί το άνοιγμα της δέσμης, αν πρόκειται να φωτιστεί η ίδια επιφάνεια του γηπέδου (Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1: Άνοιγμα δέσμης πάρα πολύ μεγάλο

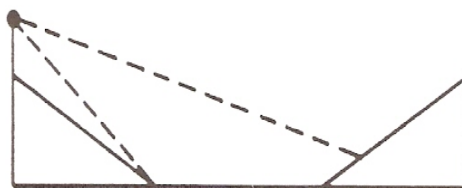
3. Για συστήματα διάχυτου φωτός που χρησιμοποιούνται για εξωτερικά αθλήματα, η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της οριζόντιας επιφάνειας του γηπέδου και της γραμμής που άγεται από το χαμηλότερο αναρτημένο φως διαχύσεως προς το σημείο που βρίσκεται στο 1/3 της αποστάσεως κατά πλάτος του γηπέδου, δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 30° .



Σχήμα 2.2: Προς αποφυγή θαμβώσεως ή περιορισμού αυτής στο ελάχιστο πρέπει να τηρηθεί η ελάχιστη γωνία των 25°

Μια παρεμφερής διατύπωση του παραπάνω περιορισμού που και αυτή είναι αληθής, είναι η γωνία που σχηματίζεται από την γραμμή που ενώνει το σημείο τοποθέτησεως των φωτιστικών με το κέντρο του εγκάρσιου άξονα του γηπέδου με τον ορίζοντα, δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 25° , όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.2.

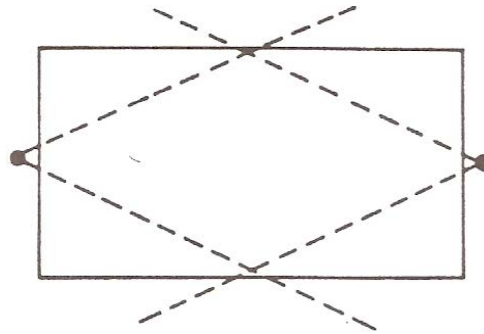
Επιπρόσθετα, το ελάχιστο ύψος αναρτήσεως δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 9 μέτρα. Αν το ύψος αναρτήσεως είναι πάρα πολύ μεγάλο, τότε θα υπάρχει απώλεια της δέσμης χρησιμοποιήσεως και μη ομοιομορφία φωτισμού, ενώ αν είναι πάρα πολύ χαμηλό, έχουμε σπατάλη φωτός, θάμβωση στα μάτια των θεατών και η μπάλα στον αέρα γίνεται αόρατη (Σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3: Ύψος αναρτήσεως πάρα πολύ χαμηλό

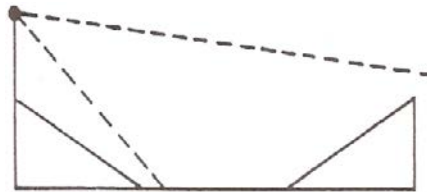
4. Οι συνέπειες της θάμβωσης περιορίζονται αν τα φωτιστικά τοποθετηθούν μακριά από τις κανονικές γραμμές οράσεως των παικτών και θεατών.

Πίσω από την γραμμή του τέρματος, όπως και των πλάγιων γραμμών, δεν θα πρέπει να υπάρχει κανένα εμπόδιο σε απόσταση τουλάχιστον 4 μέτρων, ενώ οι ιστοί των φωτιστικών πρέπει να τοποθετηθούν σε μεγαλύτερη από αυτή την απόσταση (Σχήμα 2.4.).



Σχήμα 2.4: Ακατάλληλη τοποθέτηση ιστού

5. Η λανθασμένη σκόπευση φωτός διαχύσεως προκαλεί επίσης θάμβωση και σπατάλη φωτός. Η απόσταση σκοπεύσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2 Μ.Η. οριζοντίως αν θέλουμε να επιτύχουμε ομοιομορφία (Σχήμα 2.5).



Σχήμα 2.5: Λανθασμένη σκόπευση

6. Ένας άλλος τρόπος να περιορίσουμε τις επιπτώσεις της θάμβωσης είναι να αυξήσουμε την λαμπρότητα των γύρω περιοχών. Για παράδειγμα στα υπαίθρια αθλήματα αυτό επιτυγχάνεται αν φωτίσουμε επαρκώς τις κερκίδες, το περίγραμμα του γηπέδου και το έδαφος γύρω από το γήπεδο.

Για να επιτευχθεί ένας ομοιόμορφος και επαρκής φωτισμός πρέπει οι προβολείς να καλύπτουν τις απαιτήσεις που υπαγορεύει η φωτοτεχνία. Για τέτοια γήπεδα συνιστώνται προβολείς με ευρυγώνιους ανακλαστήρες με λαμπτήρες αλογονιδίων των 1000W ή 2000W. Οι λαμπτήρες αυτοί εγγυώνται οικονομική λειτουργία λόγω της μεγάλης τους φωτεινής απόδοσης. Εγκαταστάσεις που έχουν τέτοιες συσκευές προσφέρουν τα πιο κάτω πλεονεκτήματα:

1. Μικρό πλήθος προβολέων
2. Χαμηλή ισχύ παροχής
3. Χαμηλό κόστος ηλεκτρικών συσκευών και στηλών
4. Χαμηλό κόστος συντήρησης
5. Ικανοποιητικό χρώμα φωτός με επαρκή χρωματική απόδοση

Επειδή δεν υπάρχει επίπεδο εργασίας, ενδιαφερόμαστε όχι μόνο για τον οριζόντιο φωτισμό αλλά και για τον κατακόρυφο. Το φως πρέπει να παρέχεται από αρκετές διευθύνσεις σε δεδομένο σημείο, ώστε να αποφεύγονται σκληρές σκιές.

Οι θεατές πρέπει να μπορούν να παρακολουθούν την εξέλιξη του παιχνιδιού με το ελάχιστο της προσπάθειάς τους, ιδιαίτερα εκείνοι οι θεατές που κάθονται στην πιο μακρινή σειρά καθισμάτων από την περιοχή του παιχνιδιού. Τα απαιτούμενα επίπεδα φωτισμού των θεατών μπορεί να είναι υψηλότερα από εκείνα που απαιτούνται για τους παίκτες. Επίσης ο περιβάλλον χώρος του σταδίου πρέπει να είναι φωτισμένος επαρκώς, ώστε οι θεατές να εισέρχονται και να εξέρχονται με ασφάλεια.

2.2. Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων (Metal Halide)

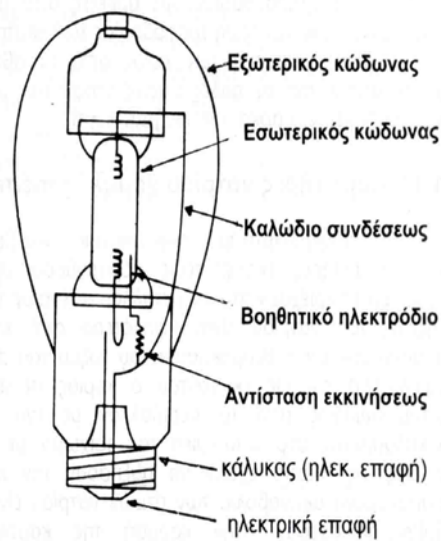
2.2.1. Περιγραφή

Οι λαμπτήρες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τύπου Metal Halide (μεταλλικών αλογονιδίων). Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων, είναι μέλος της οικογένειας λαμπτήρων εκφόρτισης υψηλής πυκνότητας (high-intensity discharge) (HID), παράγουν μεγάλη έξοδο φωτός για το μέγεθος τους, καθιστώντας τις συμπαγείς, δυνατές και αποδοτικές πηγές φωτός. Δημιουργήθηκαν αρχικά στη δεκαετία του 1960 για βιομηχανική χρήση, και τώρα είναι διαθέσιμες σε διάφορα μεγέθη και διαμορφώσεις για εμπορική και οικιστική εφαρμογή.

Όπως οι περισσότεροι λαμπτήρες HID, οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων λειτουργούν κάτω από μεγάλη πίεση και θερμοκρασία, και απαιτούν ειδικές ρυθμίσεις για να λειτουργούν με ασφάλεια. Θεωρούνται επίσης πηγές φωτός «σημείου», έτσι συχνά είναι απαραίτητη η χρήση αντανακλαστικών, για να συγκεντρώνουν το φως για σκοπούς φωτισμού.

2.2.2. Χρήσεις:

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων χρησιμοποιούνται τόσο για γενικούς βιομηχανικούς σκοπούς, όσο και για πολύ συγκεκριμένες εφαρμογές οι οποίες απαιτούν συγκεκριμένο φως UV ή συχνότητας μπλε. (blue frequency). Χρησιμοποιούνται για εσωτερικές εφαρμογές, επειδή προσφέρουν το εύρος και την θερμοκρασία φωτός που βοηθά την γενική ανάπτυξη φωτός. Περισσότερο χρησιμοποιούνται σε αθλητικές εγκαταστάσεις. Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στους επαγγελματίες υδροβιολόγους, οι οποίοι χρειάζονται πηγές φωτός με υψηλή πυκνότητα. Μια άλλη διαδεδομένη χρήση αυτών των λαμπτήρων είναι στις επαγγελματικές διαμορφώσεις φωτισμού, ειδικά στον έξυπνο φωτισμό. Σε αυτή την εφαρμογή, είναι γνωστοί ως λαμπτήρες MSD και χρησιμοποιούνται σε ισχύ 150, 250, 575 και 1200 watt.



Σχήμα 2.6: Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων

2.2.3. Λειτουργίες:

Όπως άλλοι λαμπτήρες εκφόρτισης αερίου, οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων παράγουν φως όταν αναπτύσσεται ένα ηλεκτρικό τόξο μέσα από ένα μίγμα αερίων. Σε ένα λαμπτήρα μεταλλικού αλογόνου, ο συμπαγής σωλήνας τόξου περιέχει ένα μείγμα αργού, υδραργύρου και μια ποικιλία μεταλλικών αλογόνων. Το μείγμα αλογόνων θα επηρεάσει το φως που παράγεται, επηρεάζοντας τις συσχετιζόμενες θερμοκρασίες χρώματος και την πυκνότητα (δηλαδή το φως θα είναι περισσότερο μπλε, ή περισσότερο κόκκινο). Το αέριο αργό ιονίζεται εύκολα, και βοηθά στην συρρίκνωση του τόξου κατά μήκος των δύο ηλεκτροδίων, όταν η τάση εφαρμόζεται στη λάμπα για πρώτη φορά. Μετά, η θερμότητα που παράγεται από το τόξο εξατμίζει τον υδράργυρο και τα μεταλλικά αλογόνα, τα οποία παράγουν φως καθώς η θερμοκρασία και η πίεση αυξάνονται. Οι συνήθεις συνθήκες λειτουργίας μέσα στον σωλήνα είναι 70-90 psi (480-620 k Pa) και 2000° F (1090° C). Όπως όλοι οι άλλοι λαμπτήρες εκφόρτισης αερίου, οι λαμπτήρες μεταλλικού αλογόνου απαιτούν βοηθητικό εξοπλισμό για την κατάλληλη τάση έναρξης και λειτουργίας και τη ρύθμιση της ροής μέσα στον λαμπτήρα. Περίπου 24% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στους λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων παράγει φως (65-115lm/W), καθιστώντας τους πιο αποδοτικούς από τις λάμπες φθορισμού.

2.2.4. Συστατικά μέρη:

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων περιέχουν μια μεταλλική βάση η οποία επιτρέπει την ηλεκτρική σύνδεση (σε μερικές περιπτώσεις έχουν διπλό τελείωμα). Είναι καλυμμένες με ένα εξωτερικό γυάλινο περίβλημα για να προστατευτούν τα εσωτερικά στοιχεία και να περιορίσουν την υπερϊώδη ακτινοβολία που παράγεται από την εξάτμιση του υδραργύρου. Μέσα από την γυάλινη ασπίδα, μια σειρά καλωδίων υποστήριξης και καθοδήγησης συγκρατεί τον εσωτερικό σωλήνα τόξου από χαλαζία και τα ενσωματωμένα ηλεκτρόδια βολφραμίου. Το φως δημιουργείται μέσα σε αυτή την σωλήνα. Εκτός από την εξάτμιση υδραργύρου, ο λαμπτήρας περιέχει ιώδη διαφορετικών μετάλλων και ευγενές αέριο. Η σύνθεση των μετάλλων που χρησιμοποιούνται καθορίζει το χρώμα του λαμπτήρα. Πολλά είδη μεταλλικού αλογόνου έχουν ένα σωλήνα τόξου από αλουμίνιο, παρόμοιο με τον λαμπτήρα νατρίου υψηλής πίεσης, σε αντίθεση με τον σωλήνα χαλαζία που χρησιμοποιείται στους λαμπτήρες εξάτμισης υδραργύρου. Συνήθως αποκαλείται κεραμικό μεταλλικό αλογόνο (ceramic metal halide) (CMH). Μερικοί λαμπτήρες έχουν μια φωσφορούχα επικάλυψη στην εσωτερική πλευρά του εξωτερικού λαμπτήρα για να βελτιωθεί το φάσμα και η διάχυση του φωτός.

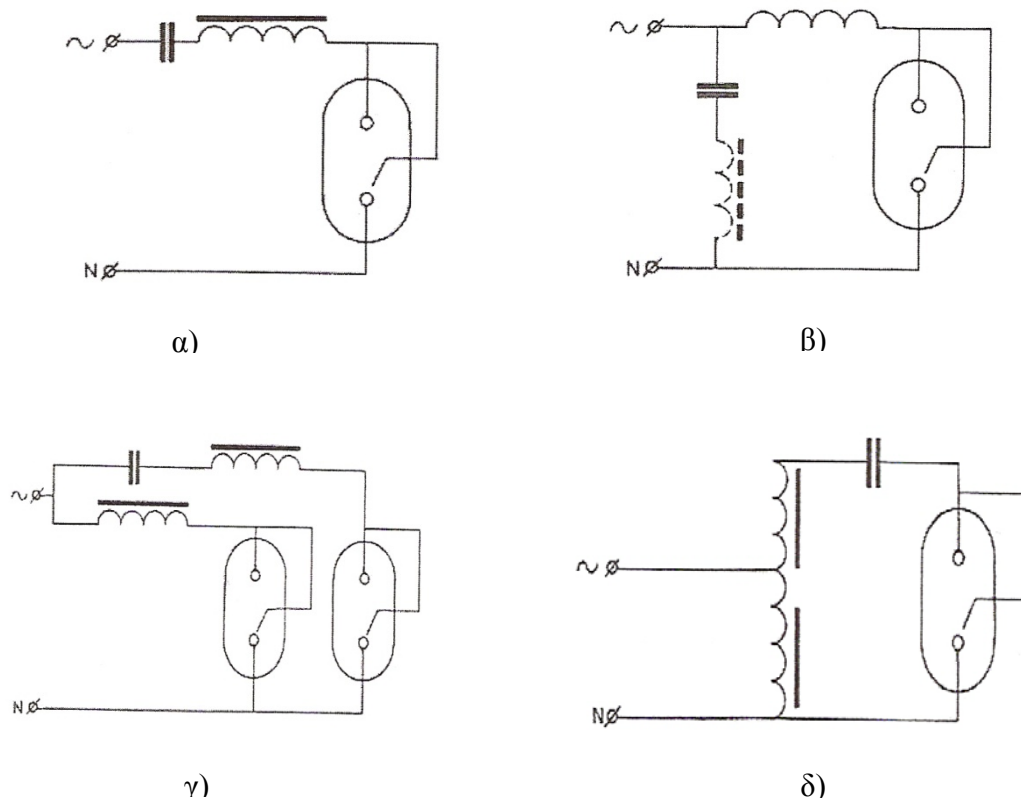
2.2.5. Ballast:

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων απαιτούν τη χρήση ballast για να ρυθμιστεί το ρεύμα του τόξου και να αναπτυχθεί η κατάλληλη τάση στο τόξο. Οι λαμπτήρες μεταλλικού αλογόνου ελεγχόμενης έναρξης περιέχουν ένα ειδικό ηλεκτρόδιο «έναρξης» μέσα στον λαμπτήρα για να ξεκινήσει το τόξο όταν ο λαμπτήρας ανάψει για πρώτη φορά (το οποίο παράγει ένα ελάχιστο τρεμούλιασμα την πρώτη φορά που ανάβει ο λαμπτήρας).

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων με παλμική έναρξη δεν απαιτούν το ηλεκτρόδιο έναρξης, αλλά χρησιμοποιούν ένα ειδικό κύκλωμα έναρξης, το οποίο ονομάζεται κύκλωμα έναυσης (ignitor) για την παραγωγή παλμού υψηλής τάσης στα ηλεκτρόδια λειτουργίας. Το σύστημα προτύπων lamp-ballast του Αμερικάνικου Ινστιτούτου Εθνικών Προτύπων έχει καθιερώσει παραμέτρους για όλα τα στοιχεία μεταλλικών αλογόνων (με εξαίρεση κάποια νέα προϊόντα). Υπάρχουν διαθέσιμα λίγα ηλεκτρονικά ballast για λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων. Το πλεονέκτημα αυτών των ballast είναι η πιο ακριβής διαχείριση της ισχύος του λαμπτήρα, η οποία παρέχει πιο σταθερό χρώμα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. Σε μερικές περιπτώσεις, το ηλεκτρονικό ballast αυξάνει την αποδοτικότητα. Ωστόσο, με ελάχιστες εξαιρέσεις, η λειτουργία σε υψηλές συχνότητες δεν αυξάνει την αποδοτικότητα του λαμπτήρα όπως στην περίπτωση λαμπτήρων φθορισμού υψηλής εξόδου ή πολύ υψηλής εξόδου (high output or very high output). Η λειτουργία σε υψηλές συχνότητες,

ωστόσο, μπορεί να καταστεί δυνατή σε ειδικά σχεδιασμένα συστήματα αυξομείωσης (dimming) ballast λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων.

Τύποι Ballast:



Σχήμα 2.7: Τύποι Ballast

Στο σχήμα 2.7. βλέπουμε διάφορα κυκλώματα ballast που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό του ρεύματος στους λαμπτήρες μεταλλικών αλογόνων.

Στα κυκλώματα α) και β) έχουμε το επαγωγικό ballast με αντιστάθμιση, το οποίο έχει σε σειρά αντιστάθμιση και σε παράλληλη αντιστάθμιση αντίστοιχα. Αυτός ο τύπος ballast είναι ο πιο συνηθισμένος στην Ευρώπη. Η επαγωγική αντίδραση του πηνίου περιορίζει το ρεύμα στο λαμπτήρα εμφανίζοντας σχετικά μειωμένες απώλειες ενώ ο πυκνωτής χρησιμοποιείται για αντιστάθμιση του συντελεστή ισχύος. Ο συντελεστής ισχύος αυξάνεται από το 0.5 στο 0.85 ή και υψηλότερα. Στην περίπτωση της παράλληλης αντιστάθμισης μειώνεται το ρεύμα εκκίνησης αλλά και το ρεύμα λειτουργίας σχεδόν 50% (συγκρινόμενο με την περίπτωση του μη αντισταθμισμένου κυκλώματος).

Στο κύκλωμα γ) παρουσιάζεται η περίπτωση κυκλώματος ballast εφαρμοζόμενου σε δύο λαμπτήρες με αντιστάθμιση η οποία προκύπτει από τη χρήση επαγωγικού και χωρητικού κυκλώματος, γνωστή ως αντιστάθμιση επιπορείας-υστέρησης, όπου οδηγεί σε συντελεστή ισχύος σχεδόν μονάδα.

Το κύκλωμα δ) είναι ballast αυτομετασχηματιστή σταθερής ισχύος και χρησιμοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ και όπου υπάρχει δίκτυο 110V/60 Hz. Ο πυκνωτής αντισταθμίζει τις επιπτώσεις από τις διακυμάνσεις της τάσης.

Ένας τελευταίος τύπος ballast είναι αυτός του ρυθμιζόμενου ballast, τα οποία χρησιμοποιούνται σε φωτισμούς δρόμων. Εισάγοντας ή αφαιρώντας μια αυτεπαγωγή στο κύκλωμα περιορίζεται το ρεύμα έτσι ώστε να περιορίζεται και η ισχύς στο μισό διατηρώντας την ομοιομορφία στο φωτισμό και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας.

2.2.6. Θερμοκρασία χρώματος:

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων ήταν αρχικά πιο δημοφιλής από τους λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης, όταν υπήρχε προτίμηση για φυσικό φως, λόγω του λευκότερου φωτός που παράγουν (το φως από τους λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης είναι πιο μπλε). Όμως, σήμερα, η διαφορά αυτή δεν είναι τόσο μεγάλη. Μερικοί λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων, με δείκτη χρωματικής απόδοσης (color-rendering index, CRI) στη δεκαετία του 1980, μπορούσαν να παράγουν καθαρό «λευκό» φως. Με την εισαγωγή εξειδικευμένων μιγμάτων, δημιουργήθηκαν λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων που έχουν θερμοκρασία χρώματος από 3000K (πολύ κίτρινο) σε 20000K (πολύ μπλε). Μερικοί εξειδικευμένοι λαμπτήρες έχουν δημιουργηθεί για τις ανάγκες φασματικής απορρόφησης για φυτά ή ζώα.

Λόγω αυξημένων ανοχών στη διαδικασία κατασκευής, η θερμοκρασία χρώματος μπορεί να διαφέρει από λαμπτήρα σε λαμπτήρα, και οι χρωματικές ιδιότητες των λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων δεν μπορούν να προβλεφθούν 100%. Επίσης, σύμφωνα με τα πρότυπα του Αμερικανικού Ινστιτούτου Εθνικών Προτύπων, οι προδιαγραφές χρώματος των λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων μετριοούνται αφού ο λαμπτήρας λειτουργήσει για 100 ώρες (προσαρμογή). Τα χαρακτηριστικά του χρώματος ενός λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων δεν συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές αν ο λαμπτήρας δεν προσαρμοστεί πλήρως. Η απόκλιση της θερμοκρασίας χρώματος φαίνεται μεγαλύτερη στους λαμπτήρες τεχνολογίας «ελεγχόμενης έναρξης» (± 300 Kelvin). Η νεότερη τεχνολογία μεταλλικών αλογονιδίων «παλμικής έναρξης» έχει βελτιωμένη απόδοση των χρωμάτων και μια πιο ελεγχόμενη διακύμανση Kelvin (± 100 έως 200 Kelvin). Η θερμοκρασία χρώματος επηρεάζεται επίσης από τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού συστήματος που τροφοδοτεί τον λαμπτήρα και τις κατασκευαστικές διακυμάνσεις του ίδιου του λαμπτήρα. Αν ο λαμπτήρας υπό-τροφοδοτείται, θα έχει μια χαμηλότερη φυσική θερμοκρασία και η έξοδος φωτός θα είναι πιο «κρύα» (περισσότερο μπλε, ή παρόμοια με αυτή του λαμπτήρα υδραργύρου υψηλής πίεσης). Αυτό συμβαίνει επειδή η χαμηλότερη θερμοκρασία τόξου δεν θα εξατμίσει και ιονίσει πλήρως τα άλατα αλογόνου που είναι υπεύθυνα για τα θερμότερα

χρώματα (κόκκινο, κίτρινο), επομένως ο πιο έτοιμος ιονισμένος υδράργυρος θα κυριαρχήσει στην έξοδο φωτός. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται επίσης κατά το ζέσταμα, όταν ο σωλήνας τόξου δεν φτάσει την πλήρη θερμοκρασία λειτουργίας και τα αλογόνα δεν εξατμίστουν πλήρως. Ισχύει και το αντίθετο για ένα υπέρ-τροφοδοτημένο λαμπτήρα, αλλά αυτή η συνθήκη μπορεί να είναι επικίνδυνη, οδηγώντας στη ρήξη του σωλήνα τόξου λόγω υπερθέρμανσης και υπερπίεσης. Επιπλέον, οι ιδιότητες χρώματος του λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων συχνά αλλάζουν κατά τη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις λαμπτήρων ΜΗ, ειδικά στην ποικιλία σωλήνων τόξου από χαλαζία, θα παρατηρηθεί ότι χρωματικά καμία δεν είναι ακριβώς η ίδια με κάποια άλλη (Σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8.: Διαφορετικά χρώματα στους λαμπτήρες ΜΗ κατά την έναυση τους

2.2.7. Έναρξη και ζέσταμα:

Ένας «κρύος» λαμπτήρας (κάτω από την θερμοκρασία λειτουργίας) μεταλλικών αλογονιδίων δεν μπορεί να αρχίσει άμεσα να παράγει την ονομαστική φωτεινή ροή του, επειδή η θερμοκρασία και η πίεση στον εσωτερικό θάλαμο χρειάζονται χρόνο για να φτάσουν σε επίπεδο πλήρους λειτουργίας. Η δημιουργία του αρχικού τόξου αργού χρειάζεται μερικά δευτερόλεπτα, και η περίοδος ζεστάματος μπορεί να είναι μέχρι και πέντε λεπτά (ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα). Σε αυτό τον χρόνο, ο λαμπτήρας παρουσιάζει διάφορα χρώματα καθώς τα διάφορα μέταλλα αλογόνου εξατμίζονται στον θάλαμο (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9.: Λαμπτήρας μεταλλικού αλογόνου 400W λίγο μετά την τροφοδότησή του.

Αν διακοπεί η τροφοδότηση, έστω και στιγμιαία, το τόξο του λαμπτήρα θα εξαφανιστεί, και η υψηλή πίεση που υπάρχει στον ζεστό σωλήνα τόξου θα αποτρέψει την επανεκκίνηση του τόξου. Απαιτείται μια περίοδος 5-10 λεπτών για να κρυώσει και να επανεκκινήσει ο λαμπτήρας. Σε μερικές εφαρμογές, αυτό το γεγονός προκαλεί ανησυχία, καθώς οι διακοπές μεγάλης διάρκειας προκαλούν διακοπές στην παραγωγή ή θέματα ασφάλειας. Μερικοί λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων κατασκευάζονται με ικανότητες «άμεσης ανατροφοδότησης» όπου ο λαμπτήρας, το ballast και τα κυκλώματα κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχουν σε παλμό ανάφλεξης 30000 Volt, ο οποίος παρέχεται μέσω ενός ξεχωριστού καλωδίου ανόδου.

2.2.8. Τέλος ζωής:

Στο τέλος της ζωής τους, οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων παρουσιάζουν ένα φαινόμενο γνωστό ως *κυκλικό φαινόμενο (cycling)*. Αυτοί οι λαμπτήρες εκκινούν με σχετικά χαμηλή τάση, αλλά καθώς ζεσταίνονται, η εσωτερική πίεση μέσα στον σωλήνα τόξου αυξάνεται και απαιτείται όλο και περισσότερη τάση για να διατηρήσει το τόξο. Καθώς ο λαμπτήρας γηράσκει, η απαιτούμενη τάση για το τόξο αυξάνεται και ξεπερνά την τάση που παρέχει το ballast. Καθώς ο λαμπτήρας θερμαίνεται, το τόξο αποτυγχάνει και ο λαμπτήρας σβήνει. Καθώς το τόξο εξαφανίζεται, ο λαμπτήρας κρύνει, η πίεση αερίου στον σωλήνα μειώνεται και το ballast προκαλεί ξανά την ανάφλεξη του τόξου. Σαν αποτέλεσμα, ο λαμπτήρας ανάβει για λίγο και σβήνει, επανειλημμένα. Πιο εξελιγμένα ballast ανιχνεύουν το κυκλικό φαινόμενο και σταματούν τις προσπάθειες μετά από μερικούς κύκλους. Αν η τροφοδότηση διακοπεί και μετά ξανά εφαρμοστεί, το ballast θα κάνει μια καινούρια σειρά προσπαθειών έναρξης. Ένα κοινό παράδειγμα είναι τα φώτα στον δρόμο που συχνά τα βλέπουμε να σβήνουν και να ανάβουν επανειλημμένα.

2.2.9. Κίνδυνοι και επιδράσεις στον άνθρωπο:

Μάτια:

Παρόλο που αποτελούν μια εξαιρετική πηγή φωτός για τα ενυδρεία, πολλοί υδροβιολόγοι εκφράζουν ανησυχίες για τις πιθανές επιδράσεις της κοντινής επαφής με λαμπτήρες μεταλλικού αλογόνου. Υπήρξαν μεμονωμένες αναφορές για θολή όραση μετά από μικρή έκθεση σε φωτισμό μεταλλικών αλογονιδίων, όπου μπορεί να οδηγήσει σε «φωτοτραυματική» (photokeratitis) το αποτέλεσμα μη προστατευμένης έκθεσης σε υπεριώδη ακτινοβολία.

Προειδοποιήσεις του FDA

Οι σπασμένοι και μη προστατευμένοι λαμπτήρες μεταλλικού αλογόνου υψηλής πυκνότητας μπορούν να προκαλέσουν τραύματα στα μάτια και στο δέρμα, ειδικά σε γυμναστήρια σχολείων.

Κίνδυνοι έκρηξης

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων με σωλήνες τόξου από χαλαζία είναι ευπαθής σε εκρήξεις στο τέλος της ζωής τους, λόγω της διαβρωτικής επίδρασης των αλάτων αλογόνου στον χαλαζία. Η οριζόντια καύση λαμπτήρων καθολικής τοποθέτησης αυξάνει επίσης τον κίνδυνο έκρηξης λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας τόξου. Διάφορες μηχανικές κρούσης όπως δονήσεις μπορούν να προκαλέσουν έκρηξη, όπως και η συνεχής λειτουργία του λαμπτήρα. Επομένως, τα μεταλλικά αλογόνα πρέπει να σβήνουν τουλάχιστον 15 λεπτά κάθε εβδομάδα για να μειωθεί ο κίνδυνος έκρηξης, και ένα πέπλο χαλαζία μπορεί να προστεθεί για περισσότερη προστασία και μείωση της μετανάστευσης των ιονίων αλογόνου μέσω του σωλήνα τόξου.

2.3. Ανάλυση Μελέτης Φωτισμού Γηπέδου

Ο φωτισμός του γηπέδου θα επιτευχθεί με μη συμμετρικούς προβολείς (asymmetric floodlights), οι οποίοι θα τοποθετηθούν σε τέσσερις πυλώνες με ύψος 26m ο καθένας. Σε κάθε πυλώνα θα τοποθετηθούν περίπου δεκατέσσερις (14) προβολείς. Οι εκκινήτριες των προβολέων θα τοποθετηθούν σε ειδικό δωμάτιο κάτω από τους ιστούς. Οι προβολείς θα ελέγχονται με το σύστημα I-Bus και θα έχουν τη δυνατότητα να ανάβουν σε τέσσερις φάσεις (4 stages). Θα είναι επίσης δυνατό να υπάρχουν δύο επίπεδα φωτισμού, όπως περιγράφονται πιο κάτω :

ΕΠΙΠΕΔΟ 1 – ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ

Eh Horizontal – Nominal Illuminance : 300lux

U1=Emin/Emax ≥ 0.4

U2=Emin/Eaverage ≥ 0.6

Ra ≥ 80

Tk $\geq 5200\text{o K}$

Maintenace Factor : 0.8

ΕΠΙΠΕΔΟ 2 – ΠΑΙΧΝΙΔΙ

Eh Horizontal – Nominal Illuminance : 500lux

$U1 = E_{min}/E_{max} \geq 0.6$

$U2 = E_{min}/E_{average} \geq 0.7$

$Ra \geq 80$

$Tk \geq 5200\text{o K}$

Maintenace Factor : 0.8

Για τους σκοπούς της μελέτης και υπολογισμών, θα χρησιμοποιηθεί Maintenance Factor=0.8 και το επίπεδο θάμβωσης (Glare Rating) θα είναι κάτω από 50. Το πλέγμα υπολογισμού (Calculation Grid) θα είναι 1m πάνω από το γήπεδο με διάστημα κάθε 2m.

2.3.1. Απόδοση

Οι προβολείς θα λειτουργούν με τριφασική ή διφασική τροφοδότηση, 415V, 50Hz, και θα είναι κατάλληλοι για εξωτερική χρήση όπου θα εκτίθενται σε βροχή και θερμοκρασίες από 0°C έως 40°C και 90 % RH.

Η πηγή φωτός πρέπει να είναι συμπαγής για να ελαχιστοποιηθεί η διάχυση του φωτός με λειτουργικά χαρακτηριστικά που συμμορφώνονται στις εισηγήσεις BBC με ελάχιστο Ra 80 και ελάχιστο CCT 5200° K.

2.3.2. Κατασκευή

Η κατασκευή των προβολέων θα είναι συμπαγής και ελαφριά, από αλουμίνιο υψηλής πίεσης που δεν διαβρώνεται. Στους προβολείς θα εφαρμοστεί γυαλί στο μπροστινό μέρος, το οποίο να είναι ανθεκτικό στη θερμότητα, με πάχος τουλάχιστον 1.5 mm², το οποίο θα εφαρμοστεί σύμφωνα με την κλάση προστασίας IP55, διασφαλίζοντας ότι η οπτική οδός παραμένει καθαρή και διατηρεί την υψηλή αποδοτικότητα της. Σε περίπτωση που το γυαλί σπάσει, το φως θα σβήσει αυτόματα για να μην υπάρξει οποιαδήποτε ζημιά από ακτινοβολία UV.

Η στόχευση θα απλοποιηθεί από ένα δείκτη βαθμού ανύψωσης και μια ενσωματωμένη κατασκευή σκόπευσης (sighting). Ένα μανδαλωτής χωρίς βίδες θα επιτρέπει την πρόσβαση σε μια πλήρως σφραγισμένη πόρτα, καθιστώντας δυνατή την συντήρηση και αυτόματη αποσύνδεση της παροχής ρεύματος. Το γυαλί μόνωσης θα είναι κλάσης 2, διπλό, μονωτικό. Ένα ξεχωριστό κουτί για τη σύνδεση καλωδίων θα είναι μόνιμα ενσωματωμένο στο φωτεινό σώμα, το οποίο θα περιέχει ένα τερματικό μπλοκ 7 κατευθύνσεων για το εισερχόμενο ρεύμα και τα καλώδια γείωσης. Το κουτί πρέπει να είναι κλάσης IP55. Ο προβολέας θα πρέπει να

διαθέτει ένα βραχίονα στήριξης, σχεδιασμένο κατά τρόπο ώστε να μπορεί να εγκατασταθεί χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία του προβολέα.

Για να απλοποιηθεί η εγκατάσταση, ο προβολέας θα έχει ένα ολόκληρο σύστημα έναυσης του λαμπτήρα σε ένα προστατευόμενο κουτί, ενσωματωμένο στον προβολέα. Ο προβολέας θα είναι διαθέσιμος και για λειτουργία έκτακτης ανάγκης, η οποία θα δίνει άμεσο φως, αν υπάρχει οποιοδήποτε πρόβλημα στην κύρια παροχή ή απότομη μείωση στα επίπεδα τάσης. Ο αριθμός προβολέων για λειτουργία έκτακτης ανάγκης, δεν θα είναι λιγότερος από το 30% του συνολικού αριθμού προβολέων. Σε περίπτωση που μια μονάδα για λειτουργία έκτακτης ανάγκης εφαρμοστεί, θα ενεργεί και ως σύστημα έναυσης, και η εσωτερική καλωδίωση θα πρέπει να αντέχει την αναμενόμενη υψηλή τάση.

2.3.3. Μηχανισμός κυκλώματος περιορισμού ρεύματος (ballast) και ελέγχου

Κάθε προβολέας θα πρέπει να έχει ένα ballast χαμηλών απωλειών και μια μονάδα ελέγχου, τοποθετημένα σε ένα προσυνδεδεμένο δίσκο. Τα τερματικά θα δέχονται καλώδια μεγέθους μέχρι 10mm².

Το ballast θα παρέχεται μέσω ενός ρελέ ασφάλειας, για τον διακόπτη ασφάλειας, την φίσα ασφάλειας, τα πηνία (coil) ραδιοπαρεμβολής και τον πυκνωτή διόρθωσης του συντελεστή ισχύος, για να διατηρηθεί ένας συντελεστής ισχύος (cosφ) ίσος με 0.9 ή καλύτερο για την μόνωση. Ένα contactor θα πρέπει επίσης να παρέχεται για κάθε προβολέα, με ελάχιστη ονομαστική τιμή 40A, για απομακρυσμένη ενεργοποίηση των προβολέων, είτε μεμονωμένα είτε σε ομάδες.

Οποιαδήποτε λάμπα εκφόρτισης υψηλής έντασης, η οποία λειτουργεί σε εναλλασσόμενη τάση, θα δώσει μια κυμαινόμενη φωτεινή ροή, λόγω του φαινομένου flicker. Για να μειωθεί αυτό το φαινόμενο, οι προβολείς θα είναι ίσα διαιρεμένοι στις τρεις φάσεις των κεντρικών αγωγών.

2.3.4. Πηγή Φωτός:

Ο λαμπτήρας θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Wattage: 1800W – 2000W μέγιστο
- Τύπος: Metal Halide, HQI-TS
- Θερμοκρασία χρώματος: 5600°K
- Φωτιστική απόδοση: 84lm/w ή υψηλότερη
- Δυνατότητα άμεσου περιορισμού: Ναι
- Κατασκευή: χωρίς χιτώνιο, με διπλό τελείωμα
- Μέσος χρόνος ζωής: 4000 ώρες

2.3.5. Σβήσιμο προβολέων:

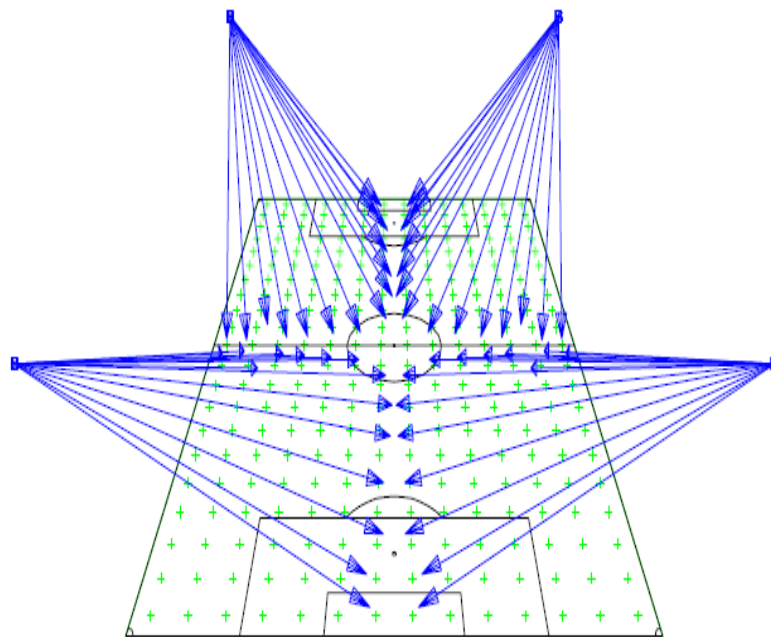
Το σβήσιμο των προβολέων στα γήπεδα θα πραγματοποιείται από απομακρυσμένους σταθμούς χρησιμοποιώντας την τεχνολογία intelligent bus. Θα χρησιμοποιείται ένα κανάλι για το σβήσιμο ενός προβολέα.

2.3.6. Τοποθέτηση προβολέων:

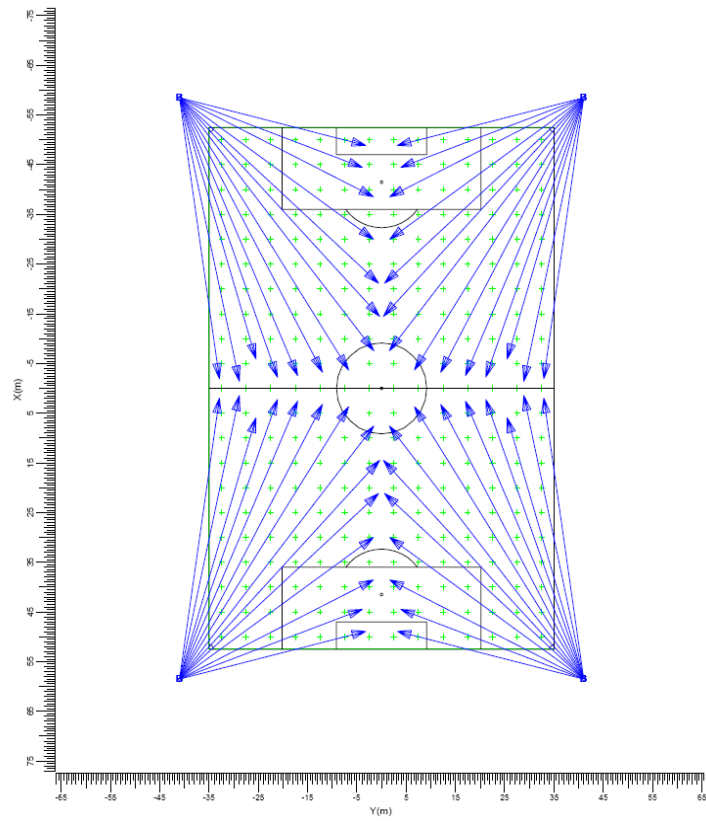
Οι προβολείς θα βρίσκονται στους πυλώνες, στις τέσσερις γωνίες του σταδίου. Περίπου, θα χρησιμοποιηθούν 56 προβολείς (14 σε κάθε πυλώνα).

2.3.7. Ανάλυση Μελέτης:

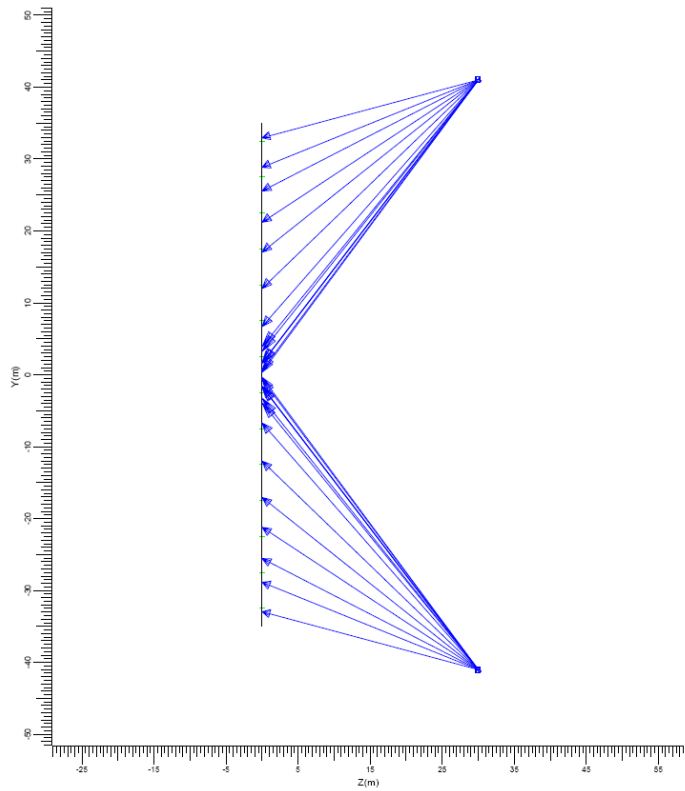
Πιο κάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης η οποία έγινε με το πρόγραμμα Calculux.



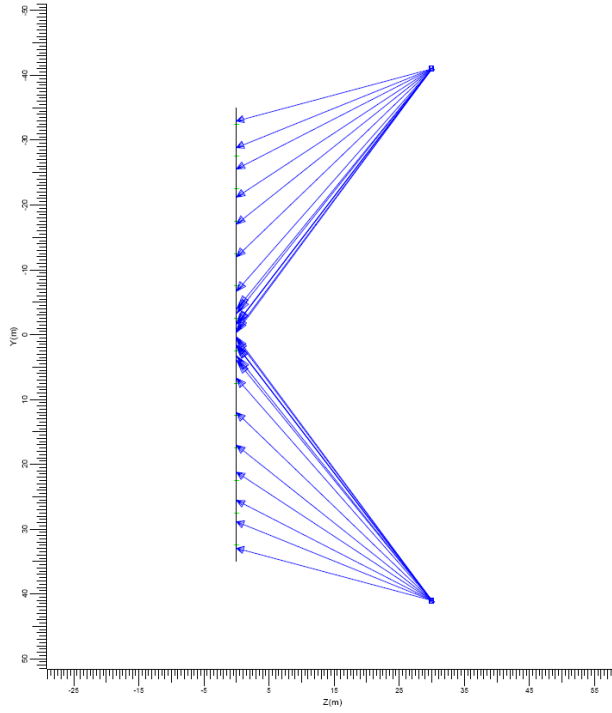
Σχήμα 2.10:Γενικό πλάνο γηπέδου



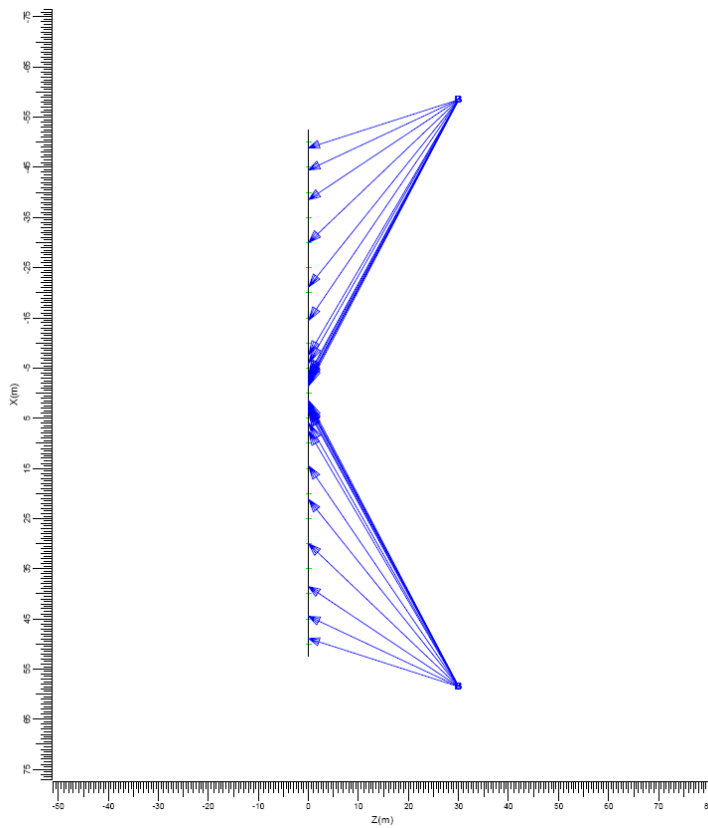
Σχήμα 2.11: Κάτοψη γηπέδου



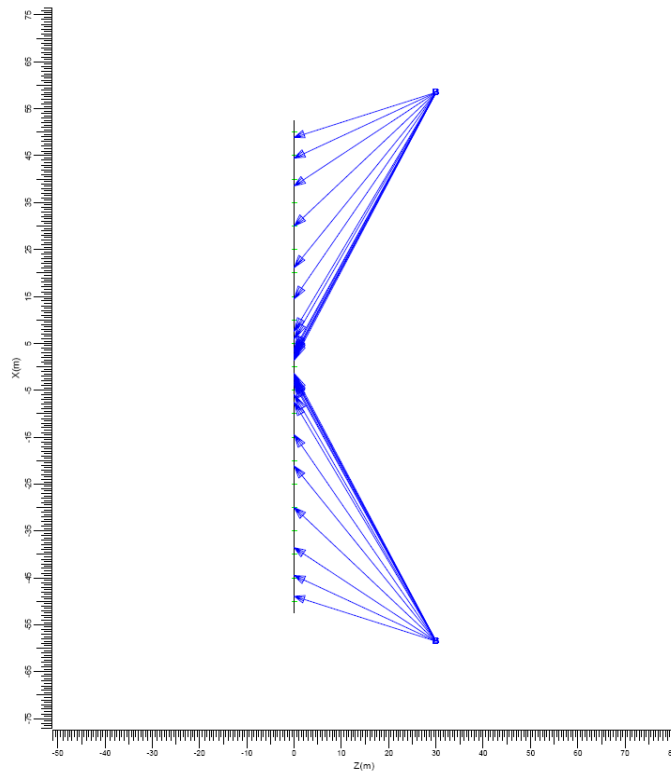
Σχήμα 2.12: Αριστερά όψη γηπέδου



Σχήμα 2.13: Δεξιά όψη γηπέδου



Σχήμα 2.14: Μπροστά όψη γηπέδου



Σχήμα 2.15: Πίσω όψη γηπέδου

2.1 General Information

The overall maintenance factor used for this project is 0.80.

2.2 Project Luminaires

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Power (W)	Flux (lm)
B	56	MVF 024/2KW M	1 * MHN-TD 2KW	2040.0	1 * 220000

The total installed power: 114.24 (kWatt)

Number of Luminaires Per Arrangement:

Arrangement	Luminaire Code	Power (kWatt)
Pole 1	B	114.24

2.3 Calculation Results

(II)luminance Calculations:

Calculation	Type	Unit	Ave	Min/Ave	Min/Max
Football	Surface Illuminance	lux	513	0.75	0.64

Σχήμα 2.16: Φωτιστικά μελέτης

3. Calculation Results

3.1 Football: Textual Table

Grid : Football at Z = 0.00 m
 Calculation : Surface Illuminance (lux)

Y (m) X (m)	-32.50	-27.50	-22.50	-17.50	-12.50	-7.50	-2.50	2.50	7.50	12.50	17.50	22.50	27.50
-50.00	476	492	460	436	429	466	514	516	467	429	439	466	496
-45.00	525	528	496	467	471	514	546	546	514	469	469	499	531
-40.00	520	514	493	475	500	548	564	565	547	498	474	492	513
-35.00	470	478	476	481	524	559	557	559	559	520	479	473	475
-30.00	429	458	466	490	535	557	553	553	556	528	485	463	454
-25.00	407	433	452	497	547	565	560	560	563	539	488	449	430
-20.00	386	416	461	526	572	581	574	575	581	568	519	457	415
-15.00	397	444	504	562	590	588	578	579	590	590	557	498	442
-10.00	438	494	552	591	595	578	562	563	579	596	588	546	491
-5.00	479	538	586	601	585	556	537	537	558	586	598	581	534
0.00	494	552	594	601>	577	547	526	526	547	577	601>	594	552
5.00	478	534	581	598	586	558	537	537	556	585	601	586	538
10.00	437	491	546	588	596	579	563	562	578	595	591	552	494
15.00	397	442	498	557	590	590	579	578	588	590	562	504	444
20.00	385<	415	457	519	568	581	575	574	581	572	526	461	416
25.00	405	430	449	488	539	563	560	560	565	547	497	452	433
30.00	426	454	463	485	528	556	553	553	557	535	490	466	458
35.00	466	475	473	479	520	559	559	557	559	524	481	476	478
40.00	516	513	492	474	498	547	565	564	548	500	475	493	514
45.00	522	531	499	469	469	514	546	546	514	471	467	496	528
50.00	475	496	466	439	429	467	516	514	466	429	436	460	492

Continue >

Average
513

Min/Ave
0.75

Min/Max
0.64

Project maintenance factor
0.80

Σχήμα 2.17(α): Πίνακας αποτελεσμάτων

Grid : Football at Z = 0.00 m
Calculation : Surface Illuminance (lux)

Y (m)	32.50
X (m)	
-50.00	475
-45.00	522
-40.00	516
-35.00	466
-30.00	426
-25.00	405
-20.00	385<
-15.00	397
-10.00	437
-5.00	478
0.00	494
5.00	479
10.00	438
15.00	397
20.00	386
25.00	407
30.00	429
35.00	470
40.00	520
45.00	525
50.00	476

Average
513

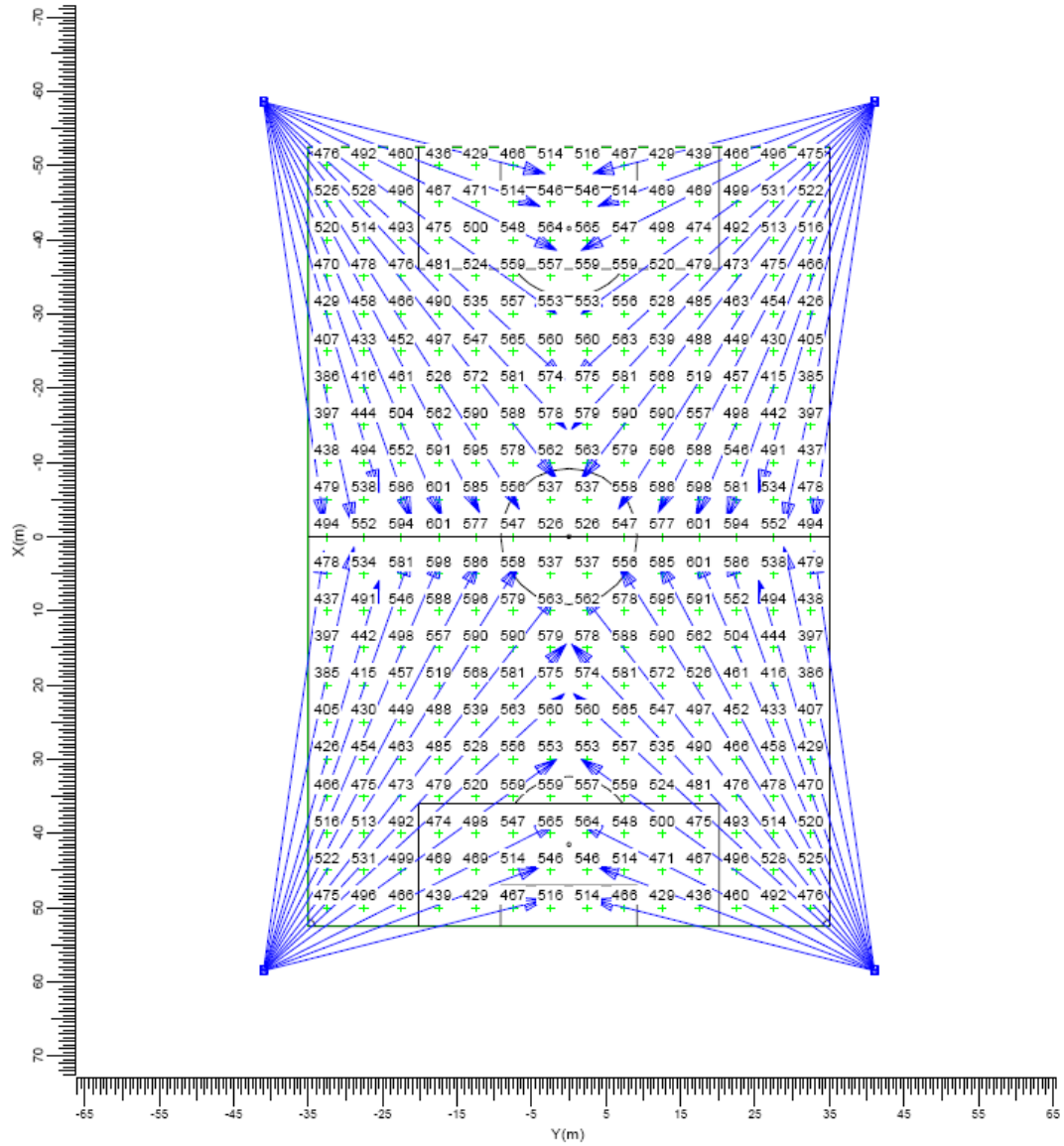
Min/Ave
0.75

Min/Max
0.64

Project maintenance factor
0.80

Σχήμα 2.17(β): Πίνακας αποτελεσμάτων

Grid : Football at Z = 0.00 m
 Calculation : Surface Illuminance (lux)



B → MVF 024/2KW M

Average
513

Min/Ave
0.75

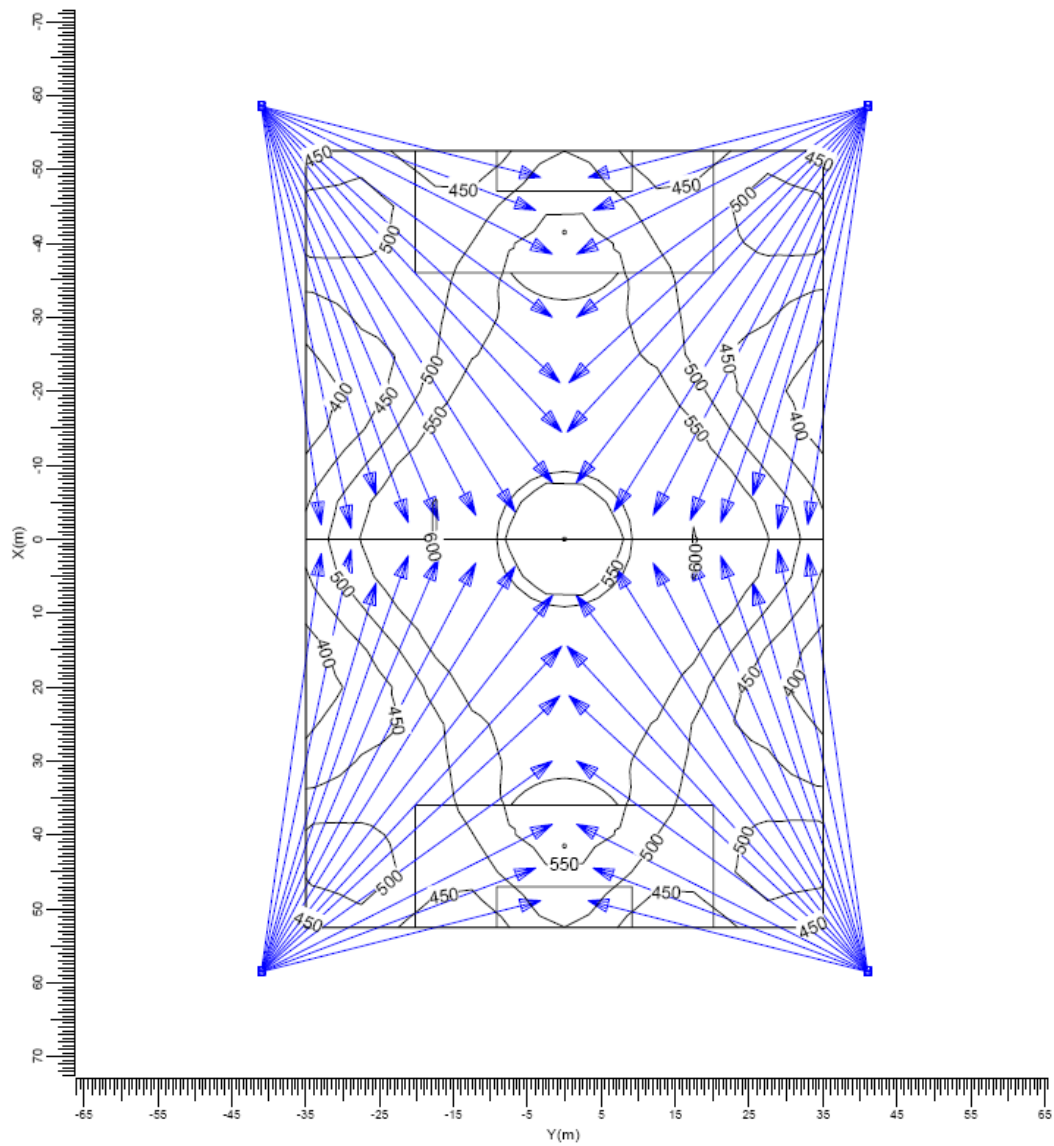
Min/Max
0.64

Project maintenance factor
0.80

Scale
1:750

Σχήμα 2.18: Σχεδιάγραμμα αποτελεσμάτων

Grid : Football at Z = 0.00 m
 Calculation : Surface Illuminance (lux)



B → MVF 024/2KW M

Average
513

Min/Ave
0.75

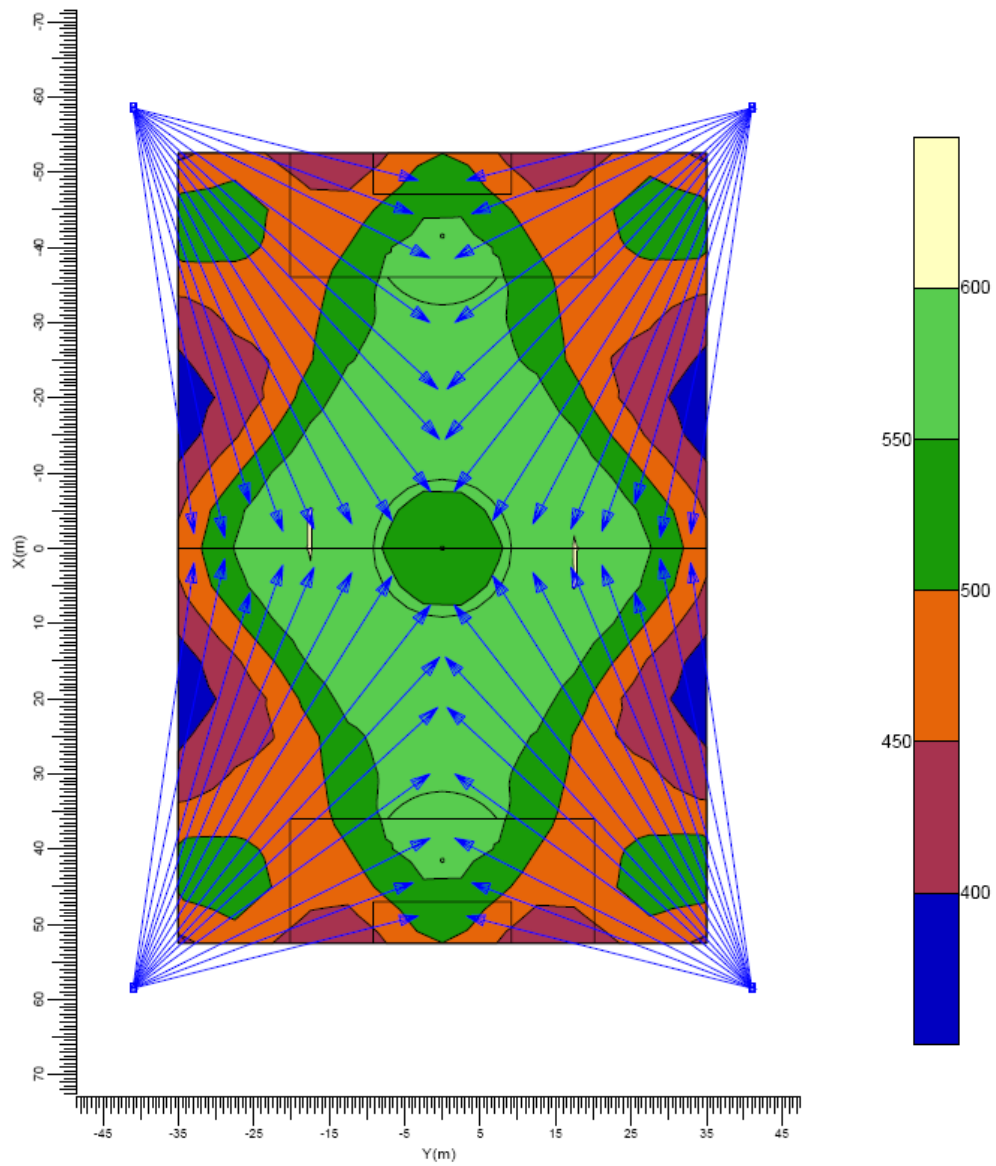
Min/Max
0.64

Project maintenance factor
0.80

Scale
1:750

Σχήμα 2.19: Καμπύλες Isolux

Grid : Football at Z = 0.00 m
 Calculation : Surface Illuminance (lux)



B → MVF 024/2KW M

Average
513

Min/Ave
0.75

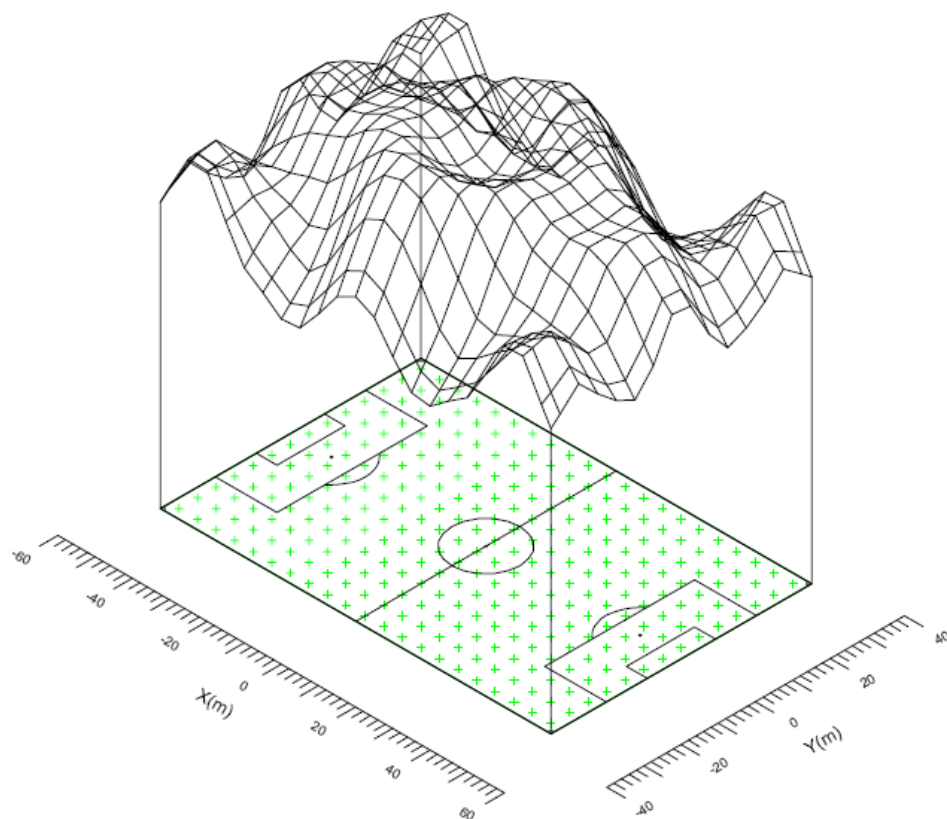
Min/Max
0.64

Project maintenance factor
0.80

Scale
1:750

Σχήμα 2.20: Καμπύλες Isolux με χρώμα

Grid : Football at Z = 0.00 m
Calculation : Surface Illuminance (lux)



Average
513

Min/Ave
0.75

Min/Max
0.64

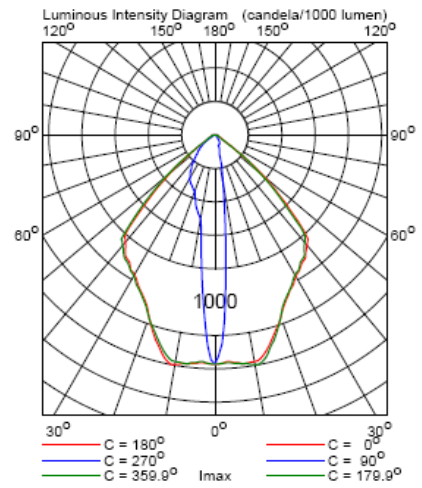
Project maintenance factor
0.80

Σχήμα 2.21: Γραφική παράσταση “βουνό”

4.1 Project Luminaires

Luminaire Name : MVF 024/2KW M
 Lamp name : MHN-TD 2KW
 Number of lamps/luminaire : 1
 Lamp flux : 220000 lm
 Ballast : A
 Light output ratios
 DLOR : 0.75
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.75
 Luminaire wattage : 2040.0 W
 Measurement code : LVW0862100

Note: Luminaire data not from database.



5.1 Legends

Project Luminaires:

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Flux (lm)
B	56	MVF 024/2KW M	1 * MHN-TD 2KW	1 * 220000

Σχήμα 2.22: Φωτιστικά μελέτης

5.2 Luminaire Positioning and Orientation

Qty and Code	Position			Aiming Angles		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Rot.	Tilt90	Tilt0
1*B	-58.50	-41.00	30.00	16.40	61.30	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	19.40	63.30	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	37.74	65.01	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	42.70	63.40	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	47.20	61.40	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	8.10	62.30	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	27.70	64.33	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	32.05	65.11	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	63.10	55.80	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	75.70	52.40	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	12.00	62.80	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	23.17	63.76	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	54.10	58.30	0.00
1*B	-58.50	-41.00	30.00	69.30	52.90	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-16.40	61.30	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-19.40	63.30	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-37.74	65.01	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-42.70	63.40	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-47.20	61.40	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-8.10	62.30	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-27.70	64.33	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-32.05	65.11	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-63.10	55.80	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-75.70	52.40	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-12.00	62.80	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-23.17	63.76	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-54.10	58.30	0.00
1*B	-58.50	41.00	30.00	-69.30	52.90	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	163.60	61.30	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	160.60	63.30	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	142.26	65.01	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	137.30	63.40	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	132.80	61.40	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	171.90	62.30	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	152.30	64.33	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	147.95	65.11	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	116.90	55.80	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	104.30	52.40	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	168.00	62.80	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	156.83	63.76	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	125.90	58.30	0.00
1*B	58.50	-41.00	30.00	110.70	52.90	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	196.40	61.30	0.00

Σχήμα 2.23(α): Τοποθέτηση και προσανατολισμός φωτιστικών

Qty and Code	Position			Aiming Angles		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Rot.	Tilt90	Tilt0
1*B	58.50	41.00	30.00	199.40	63.30	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	-142.26	65.01	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	222.70	63.40	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	227.20	61.40	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	188.10	62.30	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	-152.30	64.33	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	-147.95	65.11	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	243.10	55.80	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	255.70	52.40	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	192.00	62.80	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	-156.83	63.76	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	234.10	58.30	0.00
1*B	58.50	41.00	30.00	249.30	52.90	0.00

Σχήμα 2.23(β): Τοποθέτηση και προσανατολισμός φωτιστικών

2.4. Μελέτη φωτισμού αποδυτηρίων γηπέδου:

Υπολογίζοντας εγκαταστάσεις εσωτερικού φωτισμού πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι ισχύουν απαράλλακτες οι ίδιες θεμελιώδεις αρχές φωτισμού με τον εξωτερικό φωτισμό, αλλά όταν προσπαθούμε να τις εφαρμόζουμε συναντάμε αρκετές διαφορές, από διάφορες αιτίες από τις οποίες μερικές αναφέρονται πιο κάτω:

1. Στον εξωτερικό φωτισμό θα λάβουμε υπόψη τις ανακλάσεις του εδάφους ή τις ανακλάσεις παρακειμένων γειτονικών κατασκευών, χωρίς όμως να λάβουμε μια συνολική συνιστώσα ανακλάσεως όπως ο συντελεστής χρησιμοποίησης, διότι ο εξωτερικός χώρος είναι απεριόριστος.
2. Ο εξωτερικός φωτισμός συχνά πραγματοποιείται για κατηγορίες ανθρώπων και οπτικών πράξεων με διαφορετικές φυσιολογικές ικανότητες οράσεως και πραγματοποίησης των πράξεων, πράγμα που έχει ως συνέπεια ότι κάθε παρατηρητής έχει διαφορετικές οπτικές απαιτήσεις.
3. Στον εξωτερικό φωτισμό ο οριζόντιος φωτισμός είναι βεβαίως πρωταρχικής σημασίας, αλλά συχνά ο κατακόρυφος ή ακόμη και ο πλάγιος φωτισμός είναι περισσότερο σημαντικός.
4. Ενώ στον εσωτερικό φωτισμό μια γωνία θεάσεως των 25° είναι επαρκής για να δούμε καλά ένα αντικείμενο χωρίς θάμβωση, στον εξωτερικό φωτισμό δεδομένου ότι πρέπει να βλέπουμε προς πάσα κατεύθυνση, αυτός ο περιορισμός δεν ισχύει και μερικές φορές προκύπτει αύξηση της ελεύθερης ή διάχυτης θάμβωσης.
5. Πολύ συχνά ιδιαίτερα σε φωτισμούς αθλητικών εγκαταστάσεων τα προς θέα αντικείμενα είναι κινητά.
6. Τα επίπεδα φωτισμού για εξωτερικές δραστηριότητες είναι χαμηλότερα των εσωτερικών, αφού τα φωτιζόμενα αντικείμενα είναι γενικά πολύ μεγαλύτερα. Τις περισσότερες φορές ο εξωτερικός φωτισμός καλύπτει μεγάλες εκτάσεις, τα δε φωτιστικά είναι ανηρητημένα σε στύλους μεγάλου ύψους μεγαλύτερο των 3 m που είναι το ύψος οροφής ενός δωματίου.
7. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει ότι πρέπει να αμελήσουμε την ασφάλεια στον εξωτερικό φωτισμό, διότι αν π.χ. ένας υπάλληλος γραφείου κάνει ένα λάθος λόγω ανεπαρκούς φωτισμού αυτό βεβαίως είναι κακό, αλλά να σκεφτούμε ότι εάν ένας μοτοσικλετιστής δεν έχει την ικανότητα να δει ένα πεζό είναι πολύ χειρότερο, αφού αυτό μπορεί να σημαίνει και απώλεια ανθρώπινης ζωής.

2.4.1. Εσωτερικός φωτισμός:

Οι εγκαταστάσεις εσωτερικού φωτισμού θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο DIN 5035 για τα φωτοτεχνικά τους χαρακτηριστικά και με τα πρότυπα VDE 0100 και 0719 για τα ηλεκτροτεχνικά τους χαρακτηριστικά.

Για τον σχεδιασμό μιας εγκατάστασης φωτισμού υπάρχουν κάποια απαραίτητα στοιχεία τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

1. Κατόψεις και τομές των δωματίων.
2. Λεπτομέρειες κατασκευής της οροφής.
3. Χρώματα και ανακλάσεις οροφής, τοίχων, δαπέδων και επίπλων.
4. Ο προορισμός του δωματίου και οι σπιτικές ανάγκες που θα εξυπηρετηθούν.
5. Πρόβλεψη για επίπλωση ή τοποθέτηση μηχανημάτων.
6. Συνθήκες λειτουργίας όπως θερμοκρασία, υγρασία, σκόνη κ.λπ.

Με βάση τα πιο πάνω μπορούν να επιλεγούν οι πλέον κατάλληλες πηγές φωτισμού και ο τύπος των φωτιστικών. Πριν υπολογισθούν οι απαιτούμενες για τον προβλεπόμενο φωτισμό λάμπες θα πρέπει να ληφθεί φροντίδα για την επιπλέον ικανοποιητική διάταξη των φωτιστικών. Αυτή επηρεάζεται από τις αντιλήψεις φωτισμού και την τεχνολογία εγκατάστασης και συντήρησης καθώς επίσης και από την αρχιτεκτονική πλευρά.

Οι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα μιας εγκατάστασης φωτισμού προβλέπονται από το DIN 5035 και είναι:

1. Στάθμη φωτισμού
2. Κατανομή φωτεινότητας
3. Περιορισμός θάμβωσης
4. Κατεύθυνση φωτισμού
5. Χρώμα φωτός και χρωματική απόδοση
6. Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας
7. Άρτια αισθητική εμφάνιση
8. Μεγάλη διάρκεια ζωής εξοπλισμού

Για την επιλογή φωτιστικών σωμάτων πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες και παράμετροι. Ο τρόπος υπολογισμού τους εξαρτάται από την συγκεκριμένη εφαρμογή αλλά εφαρμόζονται γενικά οι αρχές της φωτοτεχνίας. Σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να δίνεται προσοχή στα ακόλουθα σημεία:

- Τύπος και αριθμός λαμπτήρων.
Εξαρτάται από την απαιτούμενη φωτεινή ροή. Καθορίζει την ισχύ του φωτιστικού.
- Χωρική κατανομή της φωτεινής ροής.
Εξαρτάται από τις ανάγκες όπως ορίζονται με τους φωτοτεχνικούς όρους και τις προκύπτουσες απαιτήσεις.

- Λειτουργική απόδοση των φωτιστικών.
Η τιμή αυτή μαζί με την κατάλληλα προσδιορισμένη κατανομή της φωτεινής ροής επηρεάζει την φωτεινή απόδοση που παίρνουμε από ένα σύστημα και ως εκ τούτου το κόστος λειτουργίας του.
- Κατανομή φωτεινής ροής. (Πολικό διάγραμμα)
Αυτός είναι απαραίτητος παράγων σε σχέση με τον περιορισμό της εκτυφλωτικότητας σύμφωνα με το DIN 5035.
- Μέτρα προστασίας.
Εξαρτώνται από τους χώρους εγκατάστασης των φωτιστικών (προστασία από επαφή, σκόνη, νερό κ.λπ.).
- Μέθοδος Στήριξης.
Εσωτερικών χώρων: διακεκριμένα φωτιστικά, σειρά φωτιστικών, επί ή αναρτώμενα από οροφή, στηριγμένα ή ανηρτημένα από στύλους.
Εξωτερικών χώρων: side-entry, post-top, rope-overspan.
- Σχήμα και υλικά
Εκτός από την κύρια αποστολή παροχής φωτισμού τα φωτιστικά σώματα συμμετέχουν με τα υλικά το σχήμα και το χρώμα τους και στην εσωτερική διακόσμηση του χώρου.

Παλιότερα ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων γινόταν από σφαιρικούς, διαυγείς λαμπτήρες πυρακτώσεως αναρτημένους από την οροφή. Το μειονέκτημα όμως της μεθόδου αυτής είναι ότι δίνει υψηλές λαμπρότητες και έτσι δημιουργεί μια αξιοσημείωτη λάμψη στο μάτι του παραευσκόμενου.

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως έδιναν τα απαιτούμενα lumens είτε αμέσως είτε εμμέσως δια της ανάκλασης από τους τοίχους και της οροφής του δωματίου στο επίπεδο εργασίας κάνοντας τους έτσι μη αποδοτικούς. Για να παραχθεί επαρκής φωτισμός έπρεπε να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτεροι λαμπτήρες, παράγοντας έτσι μεγαλύτερη θερμότητα και δημιουργούσε μη άνετες θερμικές συνθήκες.

Με την άφιξη των λαμπτήρων φθορισμού υπήρξαν αλλαγές στον εσωτερικό φωτισμό.

Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν χαμηλότερη λαμπρότητα από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, ο φωτισμός είναι άμεσος και έχουν 5 φορές μεγαλύτερη απόδοση από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Ο φωτισμός των διαφόρων χώρων προβλέπεται κυρίως με φωτιστικά σώματα λαμπτήρων φθορισμού. Όπου οι αρχιτεκτονικές ή λειτουργικές απαιτήσεις το επιβάλλουν, προβλέπονται φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες εκκενώσεως με προσμίξεις αλογόνων ή με λαμπτήρες φθορισμού οικονομικής λειτουργίας.



Σχήμα 2.24: Λαμπτήρες φθορισμού

Για λόγους ελαχιστοποίησης του κόστους ανταλλακτικών και των εργατικών συντήρησης, προβλέπεται να εγκατασταθούν όσον το δυνατόν λιγότεροι τύποι φωτιστικών σωμάτων και να υπάρξει τυποποίηση στα φωτιστικά και τα παρελκόμενα τους.

Το DIN 5035 δίνει τιμές προσανατολισμού και συστάσεις σχεδιασμού για την ποιοτική κάλυψη των υποδεικνυόμενων κριτηρίων. Δεδομένου ότι η στάθμη φωτισμού έχει μέγιστη επίδραση στην οπτική ικανότητα του ματιού, το σύστημα φωτισμού θα πρέπει να παρέχει τουλάχιστον τις ελάχιστες τιμές προσανατολισμού που δίνονται για αυτόν τον παράγοντα στα πρότυπα και στις κατευθυντήριες γραμμές για εργασίες εντός κτιρίων.

Ο απαραίτητος αριθμός λαμπτήρων και φωτιστικών που απαιτείται σύμφωνα με τα πιο πάνω προσδιορίζεται με τη μέθοδο που βασίζεται στο συντελεστή χρησιμοποίησης.

Με δεδομένες τις πιο κάτω τιμές:

- E** ονομαστική ένταση φωτισμού σε lux.
- A** εμβαδόν του χώρου που θα φωτιστεί. (m²)
- Φ** φωτεινή ροή λαμπτήρα σε lumens (lm)
- n_β** συντελεστής χρησιμοποίησης.

Το πλήθος των λαμπτήρων n μπορεί να υπολογισθεί από τον τύπο:

$$n = \frac{\sigma * E * A}{\Phi * n_{\beta}}$$

Ο παράγων σ (συντελεστής χρησιμοποίησης) μπαίνει για να ληφθεί υπόψη η μείωση της φωτεινής ισχύος λόγω ρύπανσης και γήρανσης του λαμπτήρα με την πάροδο του χρόνου.

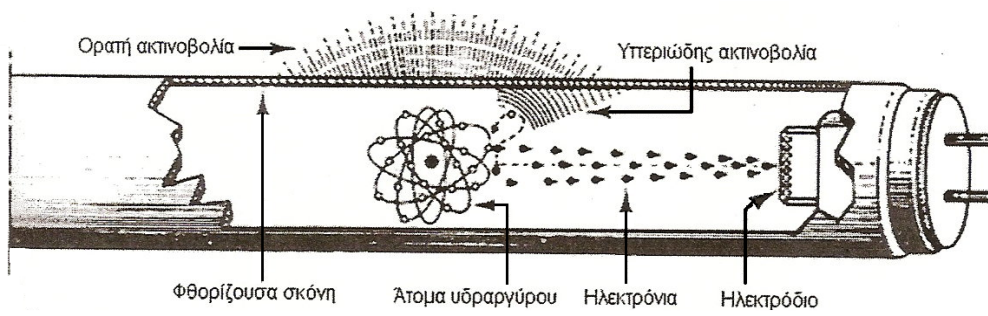
Ε είναι η ονομαστική τιμή της μέσης φωτεινής ισχύος στο επιπλωμένο δωμάτιο ή σε επίπεδο αναφοράς 0,85 πάνω από το δάπεδο. Η φωτεινή ροή Φ της επιλεγμένης λάμπας δίνεται από τους καταλόγους του κατασκευαστή. Ο συντελεστής χρησιμοποίησης n_{β} περιέχει τον συντελεστή φωτεινής απόδοσης $n_{L\beta}$ και το συντελεστή χρησιμοποίησης του δωματίου n_R , ο οποίος εξαρτάται από την κατανομή φωτεινής ροής του φωτιστικού, τη γεωμετρία του δωματίου και την αντανακλαστικότητα του δωματίου.

Όταν υπολογισθεί ο αριθμός των λαμπτήρων και φωτιστικών πρέπει να ευρεθεί εκείνη η διευθέτηση των φωτιστικών που θα είναι αποδοτικότερη από άποψη φωτοτεχνίας και αρχιτεκτονικής.

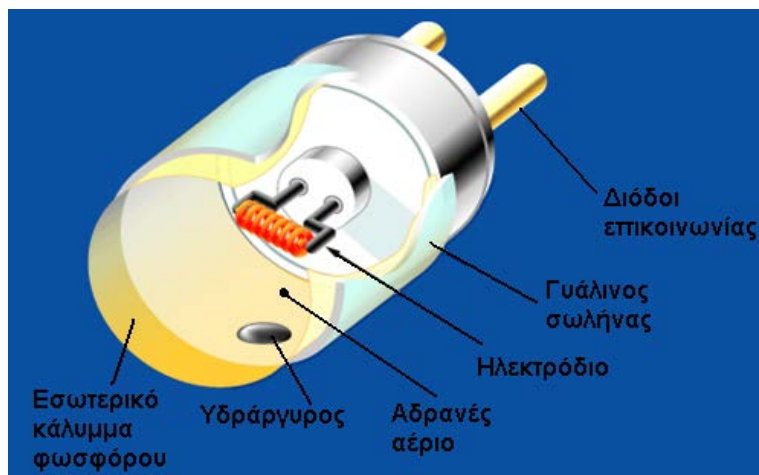
Για ομοιόμορφο φωτισμό στο επίπεδο εργασίας με λαμπτήρες φθορισμού η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών ή μεταξύ των σειρών των φωτιστικών δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 1,5H όπου H το ύψος των φωτιστικών πάνω από το επίπεδο εργασίας.

2.4.2. Αρχή Λειτουργίας λαμπτήρων φθορισμού:

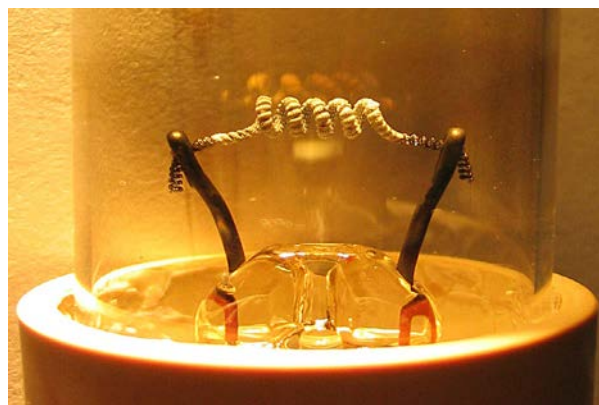
Η λειτουργία των λαμπτήρων αυτών στηρίζεται στην εκφόρτιση αερίου Hg (υδραργύρου) σε χαμηλή πίεση. Μέσα σε σωλήνα εκφορτίσεως περιέχεται ποσότητα ευγενούς αερίου (συνήθως αργού) και μικρές σταγόνες καθαρού υδραργύρου. Στα άκρα του σωλήνα υπάρχουν ηλεκτρόδια επικαλυμμένα με κατάλληλο υλικό ώστε να έχουν την δυνατότητα να εκπέμπουν ηλεκτρόνια λόγω θέρμανσης (θερμιονική εκπομπή). Με την εφαρμογή υψηλής τάσης, τα θερμικά παραγόμενα ελεύθερα ηλεκτρόνια επιταχυνόμενα συγκρούονται με τα άτομα του αργού τα οποία διεγείρουν και ιονίζουν. Από την παραγόμενη θερμότητα εξατμίζονται τα άτομα υδραργύρου με τα οποία συγκρούονται τα ηλεκτρόνια και έτσι μεγάλος αριθμός ατόμων Hg διεγείρονται ενώ κάποια ιονίζονται. Το τόξο εκφόρτισης που παράγεται κυριαρχείται από τα ιονισμένα άτομα του Hg. Τα διεγειρόμενα άτομα Hg είναι αυτά που παράγουν φωτόνια στην υπεριώδη όμως περιοχή του φάσματος τα οποία προσπίπτοντας στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα, η οποία είναι επιστρωμένη με φθορίζουσα ουσία, μετατρέπονται σε ορατά φωτόνια. Η διαδικασία πλήρους εξάτμισης του Hg και επίτευξης της πίεσης λειτουργίας των λαμπτήρων αυτών ολοκληρώνεται σε 2-3 λεπτά οπότε και μεγιστοποιείται η παραγόμενη φωτεινή ροή.



Σχήμα 2.25: Λειτουργία λαμπτήρων φθορισμού



Σχήμα 2.26: Εσωτερικό λαμπτήρα φθορισμού



Σχήμα 2.27: Ηλεκτρόδιο λαμπτήρα φθορισμού

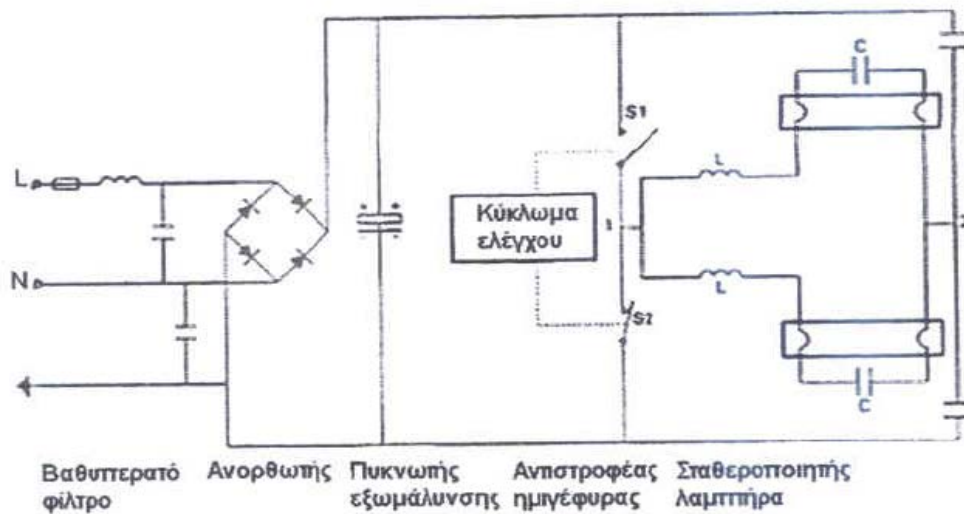
Οι λαμπτήρες φθορισμού (Hg χαμηλής πίεσης) εμφανίζουν αρνητική αντίσταση και για αυτό το λόγο το ρεύμα πρέπει να περιοριστεί χρησιμοποιώντας κατάλληλο κύκλωμα ballast. Τέτοια κυκλώματα ballast είναι το ωμικό, το επαγωγικό και το ηλεκτρονικό ballast.

Το επαγωγικό ballast είναι ευρύτατα διαδεδομένο για ac εφαρμογές σε συνδυασμό με κατάλληλο εκκινητή για την παραγωγή του απαραίτητου παλμού υψηλής τάσης για την έναυση του λαμπτήρα. Το επαγωγικό ballast κατασκευάζεται από πολλές σπείρες χάλκινου αγωγού τυλιγμένου σε πυρήνα αποτελούμενου από μονωμένα φύλλα σιδήρου. Οι απώλειες του ballast οφείλονται στις ωμικές απώλειες του χαλκού αλλά και στις απώλειες του πυρήνα.

Το ηλεκτρονικό ballast είναι ακριβότερο από το επαγωγικό όμως προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα όπως:

- Βελτιωμένη φωτεινή απόδοση του συστήματος
- Φως χωρίς τρεμοπαίγματα (flickering)
- άμεση (ακαριαία) λειτουργία του λαμπτήρα χωρίς την ανάγκη εκκινητή
- αυξημένη διάρκεια ζωής λαμπτήρα
- εξαιρετική ρύθμιση φωτεινής ροής
- δεν υπάρχει ανάγκη για διόρθωση συντελεστή ισχύος
- απλή καλωδίωση
- μικρή αύξηση της θερμοκρασίας
- απουσία θορύβου
- μικρό βάρος και
- χρήση με dc

Σύμφωνα με το πιο κάτω σχηματικό διάγραμμα ενός ηλεκτρονικού ballast η τάση εισόδου ανορθώνεται και εξομαλύνεται και μετατρέπεται σε τετραγωνικής μορφής παλμός υψηλής συχνότητας μεταξύ 20 και 100kHz. Στην ουσία πρόκειται για κύκλωμα αντιστροφέα με τροφοδότηση τάσης. Ο έλεγχος του ρεύματος του λαμπτήρα επιτυγχάνεται είτε με την προσθήκη ηλεκτρονικού κυκλώματος σταθεροποίησης είτε με την προσθήκη πηνίου το οποίο είναι πολύ μικρότερο σε τιμή, όγκο, βάρος και κόστος λόγω της υψηλής συχνότητας που χρησιμοποιείται. Σ' ένα τέτοιο κύκλωμα η μείωση της φωτεινής ροής επιτυγχάνεται με την αύξηση της συχνότητας.



Σχήμα 2.28: Διάγραμμα ηλεκτρονικού Ballast

2.4.3. Ανάλυση μελέτης:

Ο φωτισμός των αποδυτηρίων θα επιτευχθεί με λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι εκτός από οικονομικοί, έχουν κατασκευαστεί ώστε να μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε φως με βαθμό αποδόσεως τέτοιο, ώστε να αγγίζει τα όρια του βέλτιστου.

Για να μελετήσουμε τον φωτισμό των αποδυτηρίων πρέπει να έχουμε τα πιο κάτω δεδομένα:

1. Τις διαστάσεις και το ύψος των αποδυτηρίων
2. Το συντελεστή συντηρήσεως και ετήσιου καθαρισμού
3. Τους συντελεστές ανάκλασης τοίχου και οροφής $\rho_c = 0,7$ και $\rho_w = 0,5$
4. Την απαιτούμενη μέση ένταση φωτισμού $E = 150 \text{ LUX}$
5. Το είδος του φωτιστικού

Έχοντας ως δεδομένο τις διαστάσεις και το ύψος από τα αρχιτεκτονικά σχέδια 8×6 μέτρα και ύψος 4 μέτρα, το εμβαδό είναι:

$$S = 8 * 6 = 48 \text{ m}^2$$

Στο ύψος πρέπει να λάβουμε υπόψη το ύψος της επιφάνεια εργασίας και την απόσταση ανάμεσα στο φωτιστικό και την οροφή. Ως επιφάνεια εργασίας θεωρούμε τα 80 cm και ότι το φωτιστικό σώμα θα κρεμαστεί από την οροφή σε απόσταση $0,1 \text{ m}$.

Άρα Ύψος φωτιστικού σώματος από την επιφάνεια εργασίας:

$$h = 4 - 0,8 - 0,1 = 3,1 \text{ m}$$

Δείκτης χώρου:

$$K = [(2 * 1) + (8 * W)] / (10 * h) = [(2*6) + (8 * 8)] / (10 * 3,1) = 2,45$$

Για $K = 2,45$ $\rho_c = 0,7$ και $\rho_w = 0,5$ και χρησιμοποιώντας τον πίνακα 1 (παράρτημα Β) παίρνουμε ότι:

$$K_1 = 2 \Rightarrow n_1 = 0,4 \text{ και}$$

$$K_2 = 2,5 \Rightarrow n_2 = 0,44$$

Χρησιμοποιώντας τα πιο πάνω και κάνοντας γραμμική παρεμβολή, βρίσκουμε τον συντελεστή χρησιμοποίησης του φωτιστικού ως εξής:

$$\begin{aligned} n &= n_1 + [(n_2 - n_1) / (K_2 - K_1)] * (K - K_1) \\ &= 0,4 + [(0,44 - 0,4) / (2,5 - 2)] * (2,45 - 2) = 0,436 \end{aligned}$$

Συνολική φωτεινή ροή:

$$\Phi_{0,\lambda\epsilon\iota\tau.} = (E * S) / n = (150 * 48) / 0,436 = 16513 \text{ Lm}$$

Συνολική φωτεινή ροή λαμβάνοντας υπόψη και τον συντελεστή συντήρησης:

$$\Phi_{0,\kappa\alpha\iota\nu.} = \sigma * \Phi_{0,\lambda\epsilon\iota\tau.} = 1,36 * 16513 = 22458 \text{ Lm}$$

Από τον πίνακα 2 (παράρτημα Β) επιλέξαμε λαμπτήρες φθορισμού με πλαστικό κάλυμμα TLD58W/84. Κάθε φωτιστικό σώμα περιλαμβάνει 2 λαμπτήρες συνολικής φωτεινής ροής $4000 \text{ Lm} * 2 = 8000 \text{ Lm}$. Άρα ο αριθμός των φωτιστικών σωμάτων είναι:

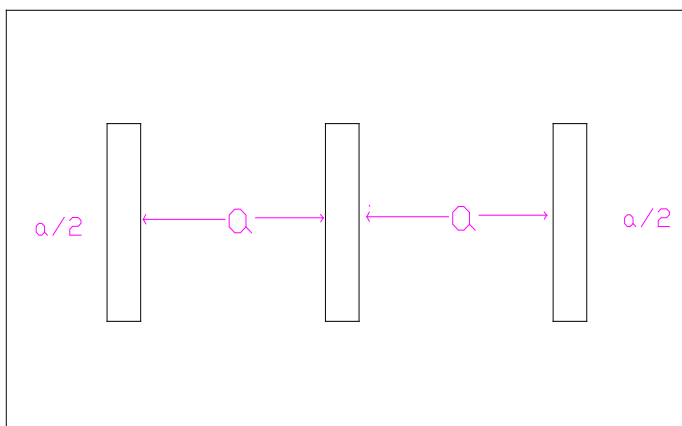
$$N = 22458 / 8000 = 2,80 \Rightarrow \text{άρα 3 φωτιστικά.}$$

Οπότε λαμβάνουμε 3 φωτιστικά σώματα που φέρουν 2 λαμπτήρες φθορισμού το καθένα και τα τοποθετούμε στη κάτωψη

$$\alpha_1 = 1 / 4 = 8 / 4 = 2 \text{ m} ,$$

$$\alpha_2 = 1 / 2 = 2 / 6 = 1,5 \text{ m} ,$$

Επίσης βλέπουμε ότι εκπληρούται και ο περιορισμός.



Ελέγχουμε την κατά πλάτος και κατά μήκος τοποθέτηση των φωτιστικών συμβουλευόμενοι και τις συστάσεις του πίνακα 3 (παράρτημα Β) οπότε έχουμε:

Κατά μήκος

$$\alpha_1 / h = 2 / 3,1 = 0,64 \leq 1,35h$$

Κατά πλάτος

$$\alpha_2 / h = 1,5 / 3,1 = 0,48 \leq 1,35h$$

3. Μελέτη Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης Γηπέδου

3.1. Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας είναι ο σχεδιασμός ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός γηπέδου στην Κύπρο, έτσι ώστε να εξυπηρετεί τους θεατές αλλά και τους ποδοσφαιριστές όσο το δυνατό καλύτερα. Λήφθηκαν υπόψη οι ανάγκες του γηπέδου, δηλαδή η ανάγκη για φωτισμό στο γήπεδο αλλά και στα αποδυτήρια. Σημαντικό παράγοντα αποτέλεσε η ασφάλεια.

Ο σχεδιασμός αφορά τα κυκλώματα ισχύος, τα κυκλώματα φωτισμού, τα κυκλώματα πριζών, τους Θερμολουτήρες και την ασφάλεια των κυκλωμάτων (επιλέγοντας κατάλληλες συσκευές).

3.2. Γενικά

Η τάση της εγκατάστασης θα είναι 400/230V, 3ph 50Hz, τεσσάρων καλωδίων.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα γίνει με βάση την 16^η έκδοση των κανονισμών του Βρετανικού Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και όλους τους υπάρχοντες τοπικούς κανονισμούς που αφορούν τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις. Επίσης όλα τα υλικά εξαρτήματα και μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις Βρετανικές ή άλλες διεθνώς αποδεκτές προδιαγραφές και πρέπει να είναι εγκεκριμένα από την Ηλεκτρομηχανολογική Υπηρεσία Κύπρου.

3.2.1. Πίνακες Διανομής (M.C.B. Distribution Boards)

Οι πίνακες διανομής θα είναι τριφασικοί ή μονοφασικοί, ανάλογα με το μονογραμμικό σχέδιο και θα συμπεριλαμβάνουν το κατάλληλο αριθμό αυτομάτων μικροδιακοπών (miniature circuit breakers) και το γενικό διακόπτη (main isolator). Οι πίνακες διανομής θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από υλικό που να μπορούν να αντέξουν τις μηχανικές και θερμικές εντάσεις, όπως επίσης και τις επιδράσεις της υγρασίας που μπορούν να συμβούν στο χώρο όπου θα εγκατασταθούν. Οι ζυγοί διανομής φορτίου (μπάρες) πρέπει να είναι από χαλκό και σύμφωνα με το πρότυπο DIN 43671/9.53. Πρέπει επίσης να είναι κατάλληλα χρωματισμένοι με το χρώμα καφέ, μαύρο, γκριζό για τις 3 φάσεις, το μπλε για τον ουδέτερο και το πράσινο-κίτρινο (green-yellow) για τη γείωση. Οι ζυγοί διανομής θα πρέπει να είναι σταθερά προσαρμοσμένοι πάνω σε κατάλληλους μονωτήρες και με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να αφαιρεθεί ένας αυτόματος διακόπτης (M.C.B.), χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθεί ή να μετακινηθεί άλλος αυτόματος διακόπτης. Οι μπάρες θα είναι εντάσεως τουλάχιστον ίσης με τον κεντρικό διακόπτη του πίνακα. Όπου γίνεται αναφορά σε ηλεκτρονόμους (contactors)

και χρονοδιακόπτες (time switches) θα πρέπει να περικλείονται μέσα στο πίνακα διανομής και όπου αυτό είναι αδύνατο, θα περικλείονται σε ξεχωριστό μεταλλικό κατασκευάσμα δίπλα από τον πίνακα διανομής.

Οι γενικοί διακόπτες που θα είναι πάνω στους πίνακες διανομής θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα τεχνικά στοιχεία:

1. Τάση λειτουργίας
2. Ένταση λειτουργίας που να καλύπτει το εγκατεστημένο φορτίο και όπως φαίνεται στους πίνακες.

Οι γενικοί διακόπτες πρέπει να είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το BS 5419:57. Η γενική κατασκευή των Πινάκων Διανομής θα πρέπει να συνάδει με το πρότυπο BS 5486 part 1, part 12 και part 13. Ο βαθμός προστασίας θα είναι όπως φαίνεται στους πίνακες.

3.2.2. Μικροαυτόματοι Διακόπτες (Miniature Circuit Breakers)

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες πρέπει να είναι έτσι τοποθετημένοι μέσα στον πίνακα διανομής, ώστε να μπορούν να μπουν στην θέση λειτουργίας (ON Position) ή στην θέση διακοπής (OFF Position) με το χέρι όπως επίσης να λειτουργήσουν κανονικά σε περίπτωση βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτωσης. Η θέση λειτουργίας και διακοπής του αυτόματου διακόπτη: ON και OFF πρέπει να φαίνονται καθαρά και μετά την εγκατάσταση των αυτόματων διακόπτων μέσα στον πίνακα διανομής. Οι μικροαυτόματοι διακόπτες πρέπει να έχουν σημεία σύνδεσης κατάλληλα να δεχτούν τα καλώδια. Η κατηγορία λειτουργίας: (category of duty) των μικροαυτόματων διακόπτων πρέπει να είναι τουλάχιστον M6 (6000 Αμπέρ) με συντελεστή ισχύος 0.75-0.8 ή όπως αναφέρεται στους πίνακες. Η ονομαστική ένταση των μικροαυτόματων διακόπτων θα είναι αυτή που αναφέρεται στο μονογραμμικό διάγραμμα. Οι μικροαυτόματοι διακόπτες πρέπει να συνάδουν με τα VDE 0641 και 0643 και να είναι κατάλληλοι για τάση 400 V E.P. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στον πίνακα διανομής πρέπει να είναι του ίδιου κατασκευαστή. Τα miniature circuit breakers (mcb's), σύμφωνα με τα Βρετανικά πρότυπα, χρησιμοποιούνται ως προστατευτικές συσκευές υπερφόρτωσης για τα διάφορα κυκλώματα της εγκατάστασης. Η κατάταξη τέτοιων mcb διαφέρει ανάλογα με τον τύπο κυκλώματος. Η ικανότητα αποκοπής δεν πρέπει να είναι λιγότερη από το προσδοκώμενο ρεύμα βραχυκυκλώσεως στο σημείο εγκατάστασης της συσκευής (5KA).

3.2.3. Ηλεκτρονόμοι Ισχύος (contactors)

α) Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος να είναι μονοφασικοί, διφασικοί ή τριφασικοί 400V/230V 50Hz, για θερμοκρασία περιβάλλοντος 45 C, ένταση όπως φαίνεται στα σχέδια.

β) Η τάση πηνίου του ηλεκτρονόμου θα είναι 230V 50Hz ή 24V όπως φαίνεται στα σχέδια.

γ) Οι ηλεκτρονόμοι θα είναι εφοδιασμένοι με 4 βοηθητικές επαφές (2 ηρεμίας και 2 εργασίας).

δ) Οι ηλεκτρονόμοι που δεν ενσωματώνονται σε πίνακες διανομής θα εγκαθίστανται πάνω σε ράγα σύμφωνα με το DIN 46277.

3.2.4. Αυτόματοι Διακόπτες Διαρροής (RCDs)

Οι αυτόματοι διακόπτες διαρροής θα είναι τριφασικοί ή μονοφασικοί ανάλογα με την περίπτωση και σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που φαίνονται στους πίνακες και τα μονογραμμικά διαγράμματα. Οι αυτόματοι διακόπτες διαρροής θα είναι αμπερομετρικού τύπου και η ευαισθησία τους θα είναι όπως φαίνεται στους πίνακες. Θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το πρότυπο BS4293 ή ισοδύναμο.

3.2.5. Διακόπτες Φωτισμού (Lighting Switches)

Όλοι οι διακόπτες πρέπει να εγκατασταθούν σε ύψος 1.20 μ από το τελικό πάτωμα, εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά πάνω στα σχέδια. Όλοι οι διακόπτες φωτισμού θα είναι ονομαστικής έντασης 5A ή 15A 230V ανάλογα με την περίπτωση και θα έχουν κάλυμμα χρώματος άσπρου. Όσοι διακόπτες εγκατασταθούν σε εξωτερικό χώρο ή σε χώρο με υγρασία θα πρέπει να είναι υδατοστεγής (water proof) και σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS5420. Η κατασκευή των διακοπών φωτισμού θα είναι βιομηχανικού τύπου, χρώματος ασημί.

3.2.6. Ρευματοδότες (Sockets Outlets)

Όλοι οι ρευματοδότες θα είναι των 13A, 240V. Οι ρευματοδότες που θα εγκατασταθούν σε εξωτερικούς χώρους θα πρέπει να είναι υδατοστεγείς. Όλοι οι ρευματοδότες θα είναι βιομηχανικού τύπου, χρώματος ασημί. Η κατασκευή των ρευματοδοτών θα πρέπει να είναι σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS1363 και να συνάδουν με τον τύπο και το χρώμα των διακοπών φωτισμού.

3.2.7. Διακόπτες Ελέγχου με Ασφάλεια (Fuses Spur Unit)

Όλοι οι διακόπτες ελέγχου θα έχουν κάλυμμα χρώματος άσπρου και θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS1362, με ονομαστική ένταση 13A 230V. Θα έχουν ενδεικτική λυχνία, ασφαλειοθήκη και ασφάλεια σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS1362 και έξοδο για ευλύγιστο καλώδιο όπου καθορίζεται στα σχέδια.

3.2.8. Διπολικοί Διακόπτες 20A (Double-Pole Switches)

Οι διπολικοί διακόπτες θα είναι ονομαστικής έντασης 20A, 230V. Θα έχουν κάλυμμα χρώματος άσπρου και θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS3676. Οι διπολικοί διακόπτες θα έχουν ενδεικτική λυχνία λειτουργίας.

3.2.9. Υδατοστεγείς Ρευματοδότες 13A

Οι ρευματοδότες 13A για υγρούς και εξωτερικούς χώρους θα πρέπει να είναι υδατοστεγείς, να μην οξειδώνονται και να είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS1363 με βαθμό προστασίας IP54.

3.2.10. Σύστημα Γείωσης / Γεφυρώσεις

1. Ολόκληρη η ηλεκτρική εγκατάσταση θα γειωθεί σύμφωνα με την 16^η έκδοση των κανονισμών IEE, και τους περί ηλεκτρισμού κανονισμούς 1941-1980, τους γενικούς όρους παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και τους κανονισμούς της ΑΗΚ.
2. Σε χώρους μπάνιου και ντους θα χρησιμοποιείται συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση (supplementary bonding) που θα συνδέει μαζί όλες τις συσκευές και τις εκτεθειμένες και άλλες αγώγιμες επαφές.
3. Όλα τα προσεγγίσιμα, εκτεθειμένα και άλλα αγώγιμα σημεία της εγκατάστασης θα συνδέονται μεταξύ τους με συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση.

Χρησιμοποιήθηκε σύστημα γείωσης TT, στο οποίο γειώνεται ένα σημείο της πηγής ενέργειας, και τα εκτεθειμένα μέρη της εγκατάστασης ενώνονται με τα ηλεκτρόδια της γείωσης ανεξάρτητα από τα ηλεκτρόδια γείωσης της πηγής.

3.2.11. Καλώδια

1. Τα θωρακισμένα καλώδια (XLPE/SWA/PVC) θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS5467: 1989 με χάλκινους αγωγούς.
2. Τα θωρακισμένα καλώδια (PVC/SWA/PVC) θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS 3446 με χάλκινους αγωγούς.
4. Τα μονόκλινα χάλκινα καλώδια (single core copper conductors) που θα χρησιμοποιηθούν μέσα σε σωλήνες θα πρέπει να είναι μονωμένα με μονωτικό υλικό PVC με τάση μόνωσης 600/1000 volts και να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το σχετικό βρετανικό πρότυπο BS 6004/1984.
5. Τα ευλύγιστα καλώδια θα είναι σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS 3456 και η ονομαστική ένταση των αγωγών θα είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE.
6. Τα ευλύγιστα καλώδια θα είναι αντιθερμικού τύπου και θα χρησιμοποιούνται συνήθως για την τελική ένωση προς τα φωτιστικά σώματα ή κινούμενες συσκευές.

3.2.12. Κουτιά Συνδέσεων και Εξαγωγών

Κουτιά συνδέσεων και εξαγωγών θα μπουν όπου είναι ανάγκη, να ενωθούν ή να τοποθετηθούν διακόπτες, ρευματοδότες και φωτιστικά σώματα. Τα κουτιά αυτά αν εκεί που θα εγκατασταθούν είναι εκτεθειμένα σε ατμοσφαιρικές συνθήκες ή μηχανοστάσια κλπ, θα πρέπει να είναι υδατοστεγή και να μην οξειδώνονται. Η εγκατάσταση και στερέωση των κουτιών θα γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς και ο αριθμός των ενώσεων θα περιοριστεί στο ελάχιστο. Σε περίπτωση που θα υπάρχουν διαδρομές σωληνώσεων μεγαλύτερες από 12 μέτρα θα πρέπει να τοποθετούνται βοηθητικά κουτιά. Όπου περνούν πολλά κεντρικά καλώδια από κουτιά διέλευσης, αυτά θα πρέπει να ρυθμίζονται για σκοπούς αναγνώρισης, όσον αφορά την αρχή, το τέλος και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους.

Τα μεταλλικά κουτιά για την τοποθέτηση διακοπών φωτισμού και ρευματοληπτών θα πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον στο 1.5 χιλ. και να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS 4662. Τα μεταλλικά στρογγυλά κουτιά θα εγκατασταθούν κυρίως για τα φωτιστικά σώματα που θα είναι στερεωμένα στην ψευδοροφή, θα είναι χυτού τύπου Meleable και είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το βρετανικό πρότυπο BS 4568.

3.2.13. Πλαστικές Σωλήνες (PVC)

Οι πλαστικές σωλήνες θα είναι τύπου τάξης «Α» και θα είναι σύμφωνα με τις Βρετανικές Προδιαγραφές BS 54607. Σε κάθε σημείο που θα τερματίζονται οι πλαστικές σωλήνες όπως διακόπτες φωτισμού, ρευματοδότες, πίνακες διανομής, θα χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα εξαρτήματα όπως adaptors και bushings. Οι πλαστικές σωλήνες θα χρησιμοποιούνται μέσα σε τοίχους, πατώματα και οροφές από μπετόν. Επιφανειακές πλαστικές σωλήνες δεν θα χρησιμοποιούνται χωρίς την προηγούμενη γραπτή έγκριση του Μηχανικού. Η διάμετρος των πλαστικών θα είναι τέτοια, που να επιτρέπει το εύκολο πέρασμα των καλωδίων μετά την εγκατάσταση των σωλήνων. Σε κάθε πλαστική σωλήνα θα περνά ένας κιτρινοπράσινος αγωγός (γείωση) ο οποίος θα ενώνεται στο σημείο των μεταλλικών πινάκων και υποπινάκων διανομής κλπ. Όπου οι πλαστικές σωλήνες περνούν από αρμούς διαστολής θα χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα εξαρτήματα όπως expansion coupler. Για φωτιστικά σημεία δύναται να χρησιμοποιούνται πλαστικά κουτιά υπό την προϋπόθεση ότι θα χρησιμοποιούνται μεταλλικά δακτυλίδια μόνιμα στερεωμένα πάνω στα πλαστικά κουτιά προτού αυτά εγκατασταθούν μέσα στο μπετόν.

3.3. Υπολογισμοί

Για κάθε κύκλωμα της εγκατάστασης εκτελούνται πέντε υπολογισμοί-έλεγχοι:

1. Μέγεθος καλωδίων και προστατευτικών συσκευών
2. Έλεγχος πτώσης τάσης
3. Υπολογισμοί προστασίας από ηλεκτρικό σοκ.

4. Έλεγχος θερμικών περιορισμών
5. Διάμετρος σωλήνας

Σε όλες τις περιπτώσεις ελέγχθηκε η χειρότερη κατάσταση, είτε πληροί είτε όχι τις απαιτήσεις των κανονισμών.

Όσο αφορά τους υπολογισμούς για το μέγεθος των καλωδίων, υποθέτουμε ότι όλοι οι παράγοντες διόρθωσης είναι ίσοι με ένα (1):

- C_a = Παράγοντας Θερμοκρασίας Περιβάλλοντος: ορίζεται ότι C_a είναι 30°C και ο διορθωτικός παράγοντας είναι 1.
- C_g = ομαδοποίηση: είναι μια ομαδοποίηση και ο παράγοντας είναι 1.
- C_i = θερμική μόνωση: υποθέτουμε ότι τα καλώδια δεν έχουν θερμική μόνωση και επομένως ο παράγοντας είναι 1.
- Z_{ext} = η εξωτερική αντίσταση είναι 1.

Στη μορφοποίηση των κυκλωμάτων πριζών σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ορίζεται ότι για οικιακές εγκαταστάσεις, ένα δαχτυλίδι (Ring) μπορεί να εξυπηρετήσει μια περιοχή 100m^2 χρησιμοποιώντας καλώδια 2.5mm^2 και 20, 30 ή 32A μικροαυτόματος (mcb). Η διαδικασία των διάφορων υπολογισμών για τα κυκλώματα πριζών είναι παρόμοια με τους άλλους υπολογισμούς. Πρέπει να σημειωθεί ότι:

- για το δαχτυλίδι (Ring) κυκλωμάτων πριζών, η χειρότερη περίπτωση φορτίου συμβαίνει όταν η κοντινότερη πρίζα της μιας πλευράς είναι πλήρως φορτισμένη.
- Στο δαχτυλίδι (Ring) η χειρότερη συνθήκη πτώσης τάσης συμβαίνει όταν φορτίσουμε την πιο μακρινή πρίζα γύρω από το μεσαίο σημείο του κυκλώματος δαχτυλιδιού (Ring).
- το μέγιστο ρεύμα σφάλματος προς τη γη θα συμβεί όταν το ρεύμα σφάλματος είναι στην κοντινότερη, προς το μικροαυτόματο mcb, πρίζα επειδή ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης θα έχει την μικρότερη τιμή.

3.4. Φύλλο Υπολογισμού Τοπικού Φορτίου Πίνακα Αποδυτηρίων

Ονομασία Ηλεκτρικού Πίνακα :

DB-B

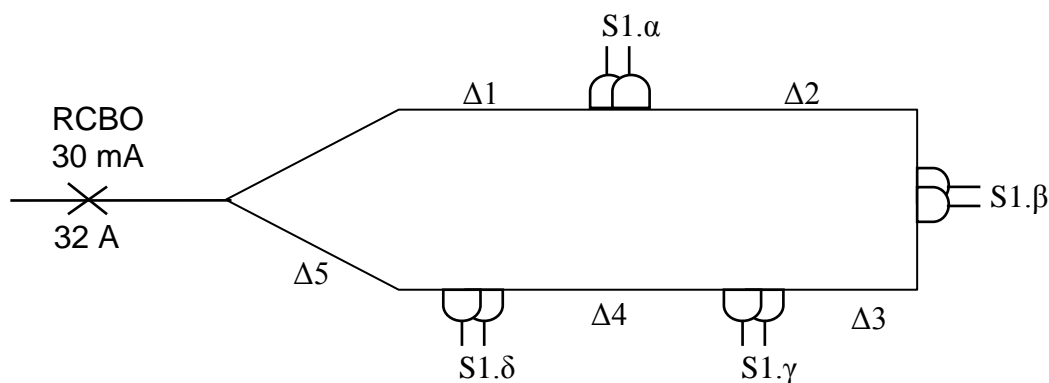
Αποδυτήρια 1:

- *Λαμπτήρες φθορισμού:*
 - 4 λαμπτήρες 2 x 36W: $4 \times (2 \times 36W) = 288W$
 - 6 λαμπτήρες 1 x 18W: $6 \times 18W = 108W$
- *Ρευματοδότες:*
 - 4 Ρευματοδότες μονοφασικοί (200W): $4 \times 200W = 800W$
- *Λοιπά φορτία:*
 - Θερμοσίφοντας: $1 \times 3000W = 3000W$
 - Κλιματιστικό: $1 \times 1700W = 1700W$
 - Πιεστικό: $1 \times 350W = 350W$

$$P1 = 288W + 108W + 800W + 3000W + 1700W + 350W = 6246W$$

Ring πριζών αποδυτηρίων 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει 4 ρευματοδότες με μέγιστη ζήτηση $800W = 3,48A$



Σύμφωνα με τους υπολογισμούς η πρίζα πρέπει να είναι 0,5 μέτρα πάνω από το πάτωμα και ο Γενικός Διακόπτης 1,5 μέτρα πάνω από το πάτωμα. Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα ring πριζών μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $2,5 \text{ mm}^2$ αν το εμβαδό είναι μικρότερο από 100 m^2 . Το εμβαδό στο κύκλωμα 1 είναι μικρότερο από 100 m^2 επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο $2,5 \text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 20 A ή 32 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 32 A BS3871 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 3,5 \text{ m}$, $\Delta_2 = 5,5 \text{ m}$, $\Delta_3 = 8 \text{ m}$, $\Delta_4 = 10 \text{ m}$, $\Delta_5 = 3,5 \text{ m}$.

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Αυτό συμβαίνει όταν ο πλησιέστερος ρευματοδότης, στον διακόπτη προστασίας είναι φορτισμένος. Το καλώδιο πρέπει να έχει ικανότητα ρεύματος (I_b) μεγαλύτερη του ρεύματος (I_x) της χειρίστης περίπτωσης που περνά από τον αγωγό.

Σύμφωνα με το νόμο του Kirckoff παίρνουμε:

$$I_x * \Delta_1 + (I_x - 13) * \Delta_2 + (I_x - 26) \Delta_3 + (I_x - 32) * (\Delta_4 + \Delta_5) = 0$$

$$I_x * 3,5 + (I_x - 13) * 5,5 + (I_x - 26) 8 + (I_x - 32) * (10 + 3,5) = 0$$

$$3,5I_x + 5,5I_x - 71,5 + 8I_x - 208 + 13,5I_x - 432 = 0$$

$$30,5 I_x - 711,5 = 0$$

$$30,5 I_x = 711,5$$

$$I_x = 711,5 / 30,5 \quad \rightarrow \quad I_x = 23,32 \text{ A} \quad , \quad I_b = 30 \text{ A}$$

Επομένως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε $2,5 \text{ mm}^2$ καλώδια για το ring των πριζών.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Το ολικό μήκος του κυκλώματος είναι $30,5 \text{ m}$. και ο ρευματοδότης στη μέση της διαδρομής είναι ο $S_{1,\gamma}$ με απόσταση από την μια κατεύθυνση των 17 m και από την άλλη $13,5 \text{ m}$.

Σύμφωνα με το νόμο του Kirckoff:

$$17 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * \Delta_3 + (I_x - 32) * (\Delta_1 + \Delta_2) = 0$$

$$17 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * 8 + (I_x - 32) * (3,5 + 5,5) = 0$$

$$17 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * 8 + (I_x - 32) * 9 = 0$$

$$17 I_x + 1I_x - 13 + 8I_x - 208 + 9I_x - 288 = 0$$

$$35 I_x = 509 \quad \rightarrow \quad I_x = 14,54 \text{ A}$$

Άρα έχουμε:

$$V.D = K * I_x * 17 + K * (I_x - 13) * 1$$

$$V.D = 18 * 14,54 * 17 + 18 * (14,54 - 13) * 1$$

$$V.D = 4449,24 + 261,72 - 234 =$$

$$V.D = 4449,24 + 27,72 =$$

$$V.D = 4476,96 \text{ mV} = 4,48 \text{ V} = 1,95 \%$$

Άρα:

$$1,95 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου Κ ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 18 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η περίπτωση του πλέον απομακρυσμένου ρευματοδότη S1.γ στα 17 m.

$$X = L_f / L_t = 17 / 30,5 = 0,56$$

$$Z_s = Z_e + (x + 1) x * L_t * 1,2 * (m + 1) * R_1 * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + (0,56 + 1) 0,56 * 30,5 * 1,2 * (m + 1) * 7,41 * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 236,92 \text{ mV} * (m+1)$$

$$0,75 \Omega = 0,0382 \Omega + 236,92 \text{ mV} * (m+1)$$

$$0,75 \Omega = 0,0382 \Omega + 0,2369 \text{ V} * (m+1)$$

$$(m+1) = (0,75-0,0382) / 0,2369$$

$$(m+1) = 0,7118 / 0,2369$$

$$m + 1 = 3,00 \rightarrow m = 2,00$$

Διατομή προστατευτικού αγωγού :

$$m = A_{\text{live}} / A_{\text{cpc}} \rightarrow A_{\text{cpc}} = A_{\text{live}} / m = 2,5 / 2,00 = 1,25 \text{ mm}^2 \approx 1,5 \text{ mm}^2$$

Όπου:

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη = 0,0382 Ω

Μήκος κυκλώματος $L_t = 30,5 \text{ m}$.

Απόσταση μακρινού ρευματοδότη από Γενικό διακόπτη $L_f = 17 \text{ m}$.

Όπου Z_s = Αντίσταση στο ρευματοδότη που εξετάζεται.

m = Αποτέλεσμα της διατομής αγωγού / Διατομής προστατευτικού αγωγού.

$Z_s = 0,75\Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελεγχθούν οι περιορισμοί αυτοί πρέπει να υπολογιστεί το ρεύμα βλάβης, I_{sc} , στον κοντινότερο ρευματοδότη προς το διακόπτη προστασίας.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 12,1 = 19,51 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $x = L_x / L_t = 3,5 / 30,5 = 0,115$

$L_t = 30,5 \text{ m}$ (μήκος κυκλώματος).

$L_x = 3,5 \text{ m}$ (μήκος κοντινότερου ρευματοδότη).

- $m = A_{live} / A_{cpc} = 2,5 / 1,5 = 1,66$

- $R_L = (R_1 + R_2) * 1,2 * L_t * 10^3$

$$R_L = 19,51 * 1,2 * 30500 = 714,07 \text{ m}\Omega$$

- $Z_s = Z_e + x * (1 - x) * [(m + 1) / m] * R_L$

$$Z_s = 38,2 \text{ m}\Omega + 0,56 * (1 - 0,56) * (2,66/1,66) * 714,07 \text{ m}\Omega$$

$$Z_s = 38,2 + 281,93 = 320,13 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το ρευματοδότη

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

$$I_{sc} = V / Z_s = 230 / 320,13 = 0,718 \text{ KA}$$

$$S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{718^2 * 0,05}) / 143 = 1,12 \text{ mm}^2$$

Όπου

$t = 0,05 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

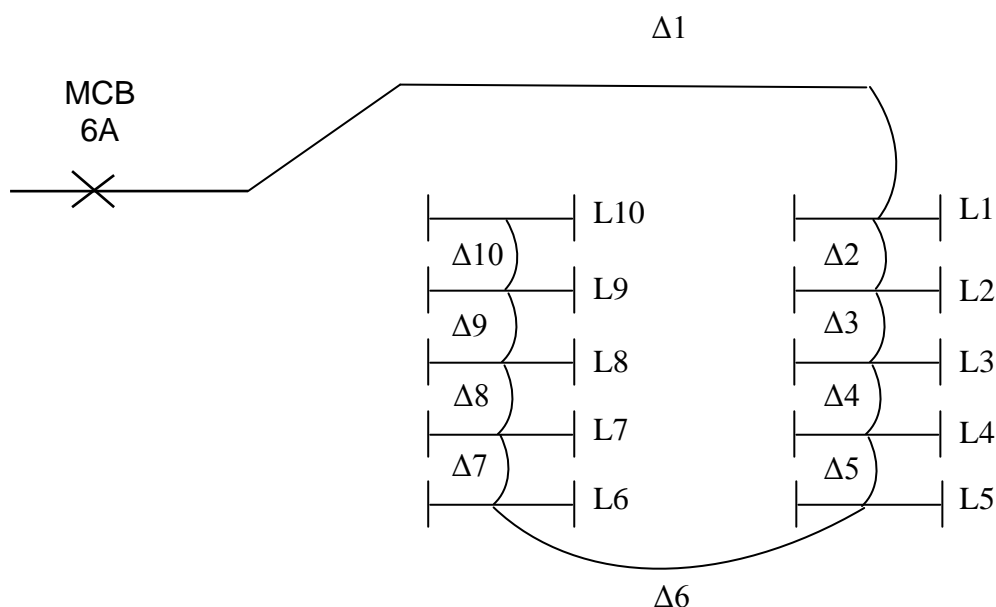
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 10 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 3 αγωγοί, 2 αγωγοί των $2,5 \text{ mm}^2$ και ένας αγωγός $1,5 \text{ mm}^2$.

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Ακτινωτό κύκλωμα φωτισμού αποδυτηρίων 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει 10 λαμπτήρες φθορισμού με μέγιστη ζήτηση 396W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα φωτισμού μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $1,5 \text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 6 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 6 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 6 \text{ m}$, $\Delta_2 = 1,5 \text{ m}$, $\Delta_3 = 1,5 \text{ m}$, $\Delta_4 = 4 \text{ m}$, $\Delta_5 = 6 \text{ m}$, $\Delta_6 = 4 \text{ m}$, $\Delta_7 = 4 \text{ m}$, $\Delta_8 = 4 \text{ m}$, $\Delta_9 = 6 \text{ m}$, $\Delta_{10} = 4 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 396 / 230 = 1,72 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 6 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και επιλέγεται με $I_t = 17,5 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε τον πιο μακρινό λαμπτήρα στο κύκλωμα. Σε αυτή την περίπτωση είναι ο λαμπτήρας L10 με μήκος 41 m.

Για τον αγωγό $1,5 \text{ mm}^2$ η πτώση Τάσης είναι $K = 29 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για τον φωτισμό είναι $1,72 \text{ A}$.

$$V.D. = D * K * I_b = 41 * 0,029 * 1,72$$

$$V.D. = 2,04 \text{ V} = 0,87 \%$$

Άρα:

$$0,87 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 29 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρίστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος.

Ο πιο μακρινός είναι ο λαμπτήρας L10 με μήκος 41 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 41 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$4 \Omega = 0,0382 \Omega + 41 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (4 - 0,0382) / (41 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 3,9618 / 0,0492$$

$$(R_1 + R_2) = 80,52 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1+R_2 = 24,20 \text{ } \Omega/\text{Km}$.

Όπου:

$Z_e = \text{Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη} = 0,0382 \text{ } \Omega$

$Z_s = 4 \text{ } \Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

Μήκος μακρινού λαμπτήρα $L_t = 41 \text{ m}$.

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 6 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 12,1 + 12,1 = 24,20 \text{ } \Omega/\text{Km}$

όπου

$R_1 = \text{αντίσταση Αγωγού και}$

$R_2 = \text{αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \text{ } \Omega + (0,0242 \text{ } \Omega/\text{m}) * 6 = 0,01834 \text{ } \Omega = 183,4 \text{ m}\Omega$$

Όπου

$Z_s = \text{Αντίσταση μέχρι το λαμπτήρα}$

$Z_e = \text{Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας}$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 183,4 = 1,25 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1250^2 * 0,01}) / 143 = 0,874 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

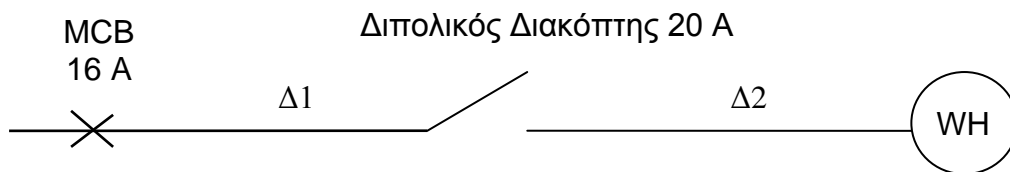
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 6 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 3 αγωγοί των 1,5 mm².

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 16 mm.

Κύκλωμα θερμοσίφωνα αποδυτηρίων I:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει τον θερμοσίφωνα με ισχύ 3000 W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα θερμοσίφωνα μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια 2,5 mm². Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 16 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 16 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 4 \text{ m}$, $\Delta_2 = 12 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρόστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 3000 / 230 = 13,04 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 16 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι 2,5 mm² και επιλέγεται με $I_t = 24,0 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε το μήκος του κυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση είναι 16 m.

Για τον αγωγό 2,5 mm² η πτώση Τάσης είναι $K = 18 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για τον θερμοσίφωνα είναι 13,04 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 16 * 0,018 * 13,04$$

$$V.D. = 3,76 \text{ V} = 1,63 \%$$

Άρα:

$$1,63 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 18 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρότερη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος.

Το πιο μακρινό σημείο είναι 16 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 16 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$1,50 \Omega = 0,0382 \Omega + 16 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (1,50 - 0,0382) / (16 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 1,4618 / 0,00192$$

$$(R_1 + R_2) = 761,35 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι 1,5 mm² και είναι εντάξει με τιμή R1+R2 = 19,51 Ω/Km.

Όπου:

$$Z_e = \text{Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη} = 0,0382 \Omega$$

$$Z_s = 1,50 \Omega \text{ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)}$$

$$\text{Μήκος κυκλώματος } L_t = 16 \text{ m.}$$

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι Δ₁ = 4 m.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 12,1 = 19,51 \text{ } \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \text{ } \Omega + (0,01951 \text{ } \Omega/\text{m}) * 4 = 0,11628 \text{ } \Omega = 116,28 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το θερμοσίφωνα

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 116,28 = 1,977 \text{ KA}$
- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1977^2 * 0,01}) / 143 = 1,382 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

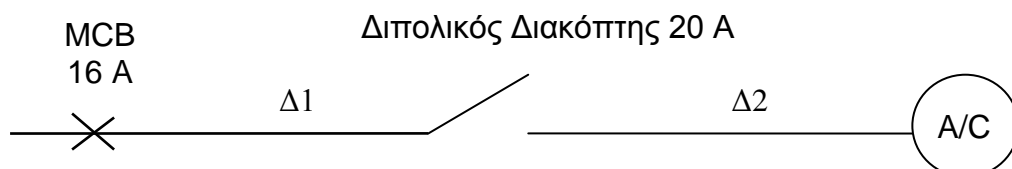
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 12 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 2 αγωγοί των $2,5 \text{ mm}^2$ και 1 αγωγός των $1,5 \text{ mm}^2$

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Κύκλωμα κλιματιστικού αποδυτηρίων 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει το κλιματιστικό με ισχύ 1700 W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα κλιματιστικού μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια 2,5 mm². Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 16 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 16 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 8 \text{ m}$, $\Delta_2 = 2 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρότερη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 1700 / 230 = 7,4 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 16 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι 2,5 mm² και επιλέγεται με $I_t = 24,0 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε το μήκος του κυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση είναι 10 m.

Για τον αγωγό 2,5 mm² η πτώση Τάσης είναι $K = 18 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για το κλιματιστικό είναι 7,4 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 10 * 0,018 * 7,4$$

$$V.D. = 1,332 \text{ V} = 0,58 \%$$

Άρα:

$$0,58 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 18 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρίστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος.

Το πιο μακρινό σημείο είναι 10 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 10 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$1,50 \Omega = 0,0382 \Omega + 10 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (1,50 - 0,0382) / (10 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 1,4618 / 0,012$$

$$(R_1 + R_2) = 121,81 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1+R_2 = 19,51 \Omega/\text{Km}$.

Όπου:

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη = $0,0382 \Omega$

$Z_s = 1,50 \Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

Μήκος κυκλώματος $L_t = 10 \text{ m}$.

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 8 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 12,1 = 19,51 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \Omega + (0,01951 \Omega/\text{m}) * 8 = 0,19428 \Omega = 194,28 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το κλιματιστικό

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 194,28 = 1,183 \text{ KA}$
- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1183^2 * 0,01}) / 143 = 0,827 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

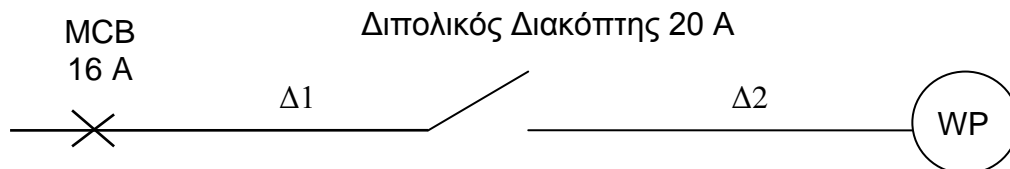
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 8 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 2 αγωγοί των $2,5 \text{ mm}^2$ και 1 αγωγός των $1,5 \text{ mm}^2$

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Κύκλωμα πιεστικού αποδοτηρίων 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει το πιεστικό με ισχύ 350 W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα κλιματιστικού μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $1,5 \text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 6 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 6 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 12 \text{ m}$, $\Delta_2 = 2 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 350 / 230 = 1,52 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 6 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και επιλέγεται με $I_t = 17,5 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε το μήκος του κυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση είναι 14 m.

Για τον αγωγό $1,5 \text{ mm}^2$ η πτώση Τάσης είναι $K = 29 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για το πιεστικό είναι 1,52 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 14 * 0,029 * 1,52$$

$$V.D. = 0,617 \text{ V} = 0,268 \%$$

Άρα:

$$0,268 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 29 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρίστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος.

Το πιο μακρινό σημείο είναι 14 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 14 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$4 \Omega = 0,0382 \Omega + 14 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (4 - 0,0382) / (14 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 3,9618 / 0,0168$$

$$(R_1 + R_2) = 235,82 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1+R_2 = 24,20 \text{ } \Omega/\text{Km}$.

Όπου:

$Z_e = \text{Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη} = 0,0382 \text{ } \Omega$

$Z_s = 4 \text{ } \Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

Μήκος κυκλώματος $L_t = 14 \text{ m}$.

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 12 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 12,1 + 12,1 = 24,20 \text{ } \Omega/\text{Km}$

όπου

$R_1 = \text{αντίσταση Αγωγού και}$

$R_2 = \text{αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \text{ } \Omega + (0,02420 \text{ } \Omega/\text{m}) * 12 = 0,3286 \text{ } \Omega = 328,6 \text{ m}\Omega$$

Όπου

$Z_s = \text{Αντίσταση μέχρι το πιεστικό}$

$Z_e = \text{Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας}$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 328,6 = 0,699 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{699^2 * 0,01}) / 143 = 0,488 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 12 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 3 αγωγοί των $1,5 \text{ mm}^2$.

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Οι πιο πάνω υπολογισμοί ισχύουν και για τα 3 αποδυτήρια τα οποία είναι ακριβώς τα ίδια.

Τα σχέδια των αποδυτηρίων, όπως και τα σχέδια των ηλεκτρικών πινάκων των αποδυτηρίων εμφανίζονται στο παράρτημα Γ.

3.5. Φύλλο Υπολογισμού Τοπικού Φορτίου Πίνακα Προβολέων

Ονομασία Ηλεκτρικού Πίνακα :

DB-F

Πυλώνας 1:

• *Προβολείς:*

➤ 14 προβολείς 2000 W: $14 \times 2000 \text{ W} = 28000 \text{ W}$

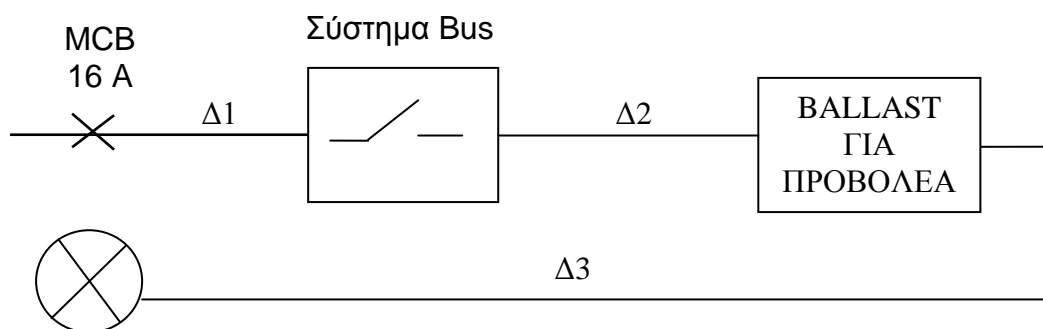
• *Φωτισμός ασφαλείας:*

➤ 1 λαμπτήρας 100 W: $1 \times 100 \text{ W} = 100 \text{ W}$

$$P_4 = 28000 \text{ W} + 100 \text{ W} = 28100 \text{ W}$$

Κύκλωμα προβολέα 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει τον προβολέα με ισχύ 2000 W



Ένα κύκλωμα προβολέα 2000 W μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια 4 mm². Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 16 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 16 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 3 \text{ m}$, $\Delta_2 = 2 \text{ m}$, $\Delta_3 = 26 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

$$I_b = P / V = 2000 / 230 = 8,7 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 16 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι $4,0 \text{ mm}^2$ λόγω και της απόστασης και επιλέγεται με $I_t = 28 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε το μήκος του κυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση είναι 31 m.

Για τον αγωγό $4,0 \text{ mm}^2$ η πτώση Τάσης είναι $K = 11 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για τον προβολέα είναι 8,7 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 31 * 0,011 * 8,7$$

$$V.D. = 2,97 \text{ V} = 1,24 \%$$

Άρα:

$$1,24 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 11 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρίστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου με το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος.

Το πιο μακρινό σημείο είναι 29 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 31 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$1,5 \Omega = 0,0382 \Omega + 31 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (1,5 - 0,0382) / (31 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 1,4618 / 0,0372$$

$$(R_1 + R_2) = 39,3 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 3 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $2,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1+R_2 = 12,02 \text{ m}\Omega$.

Όπου:

$Z_e =$ Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη $= 0,0382 \Omega$

$Z_s = 1,5 \Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

Μήκος κυκλώματος $L_t = 29 \text{ m}$.

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστο, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 3 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 4,61 = 12,02 \Omega/\text{Km}$

όπου

$R_1 =$ αντίσταση Αγωγού και

$R_2 =$ αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \Omega + (0,01202 \Omega/\text{m}) * 3 = 0,07426 \Omega = 74,26 \text{ m}\Omega$$

Όπου

$Z_s =$ Αντίσταση μέχρι το προβολέα

$Z_e =$ Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 400 / 74,26 = 5,386 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{5386^2 * 0,01}) / 143 = 3,77 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού 4 mm^2 είναι ικανοποιητική.

Οι πιο πάνω υπολογισμοί ισχύουν για όλα τα καλώδια, όλων των προβολέων τα οποία είναι ακριβώς τα ίδια, έχοντας τις ίδιες αποστάσεις.

Τα σχέδια των πυλώνων, όπως και τα σχέδια των ηλεκτρικών πινάκων των πυλώνων εμφανίζονται στο παράρτημα Γ.

3.6. Φύλλο Υπολογισμού Τοπικού Φορτίου Πίνακα Καντίνας

Όνομασία Ηλεκτρικού Πίνακα :

DB-E

- *Λαμπτήρες φθορισμού:*

Δωμάτιο 1:

➤ 3 λαμπτήρες 2 x 36W: $3 \times (2 \times 36W) = 216W$

Δωμάτιο 2:

➤ 3 λαμπτήρες 2 x 36W: $3 \times (2 \times 36W) = 216W$

- *Ρευματοδότες:*

Δωμάτιο 1:

➤ 3 Ρευματοδότες μονοφασικοί (200W): $3 \times 200W = 600W$

Δωμάτιο 2:

➤ 3 Ρευματοδότες μονοφασικοί (200W): $3 \times 200W = 600W$

- *Λοιπά φορτία:*

Δωμάτιο 1:

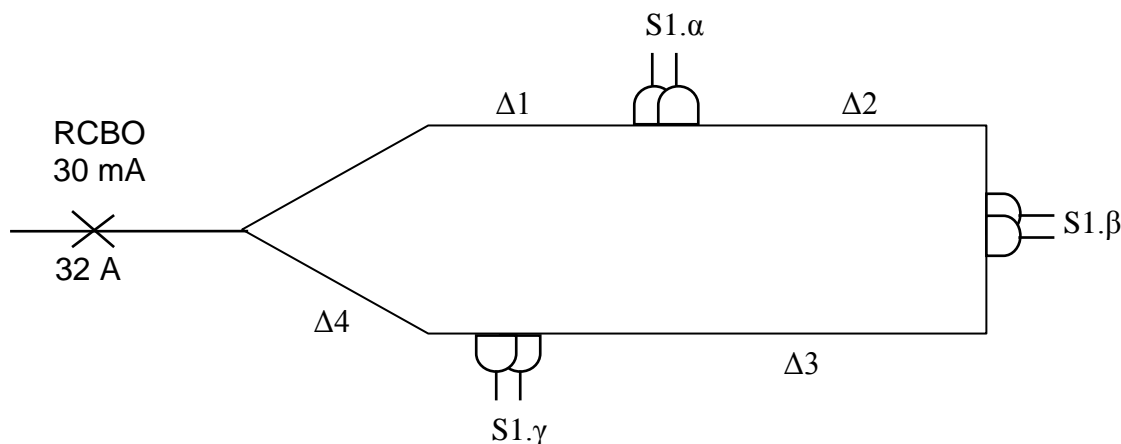
➤ Κλιματιστικό: $1 \times 1700W = 1700W$

Δωμάτιο 2:

➤ Κλιματιστικό: $1 \times 1700W = 1700W$

Ring πριζών Καντίνας, Δωματίου 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει 3 ρευματοδότες με μέγιστη ζήτηση $600\text{W} = 2,61\text{ A}$



Σύμφωνα με τους υπολογισμούς η πρίζα πρέπει να είναι 0,5 μέτρα πάνω από το πάτωμα και ο Γενικός Διακόπτης 1,5 μέτρα πάνω από το πάτωμα. Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα ring πριζών μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $2,5\text{ mm}^2$ αν το εμβαδό είναι μικρότερο από 100 m^2 . Το εμβαδό στο κύκλωμα 1 είναι μικρότερο από 100 m^2 επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο $2,5\text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 20 A ή 32 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 32 A BS3871 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 5\text{ m}$, $\Delta_2 = 11\text{ m}$, $\Delta_3 = 8\text{ m}$, $\Delta_4 = 1,5\text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Αυτό συμβαίνει όταν ο πλησιέστερος ρευματοδότης, στον διακόπτη προστασίας είναι φορτισμένος. Το καλώδιο πρέπει να έχει ικανότητα ρεύματος (I_b) μεγαλύτερη του ρεύματος (I_x) της χειρίστης περίπτωσης που περνά από τον αγωγό.

Σύμφωνα με το νόμο του Kirckoff παίρνουμε:

$$I_x * \Delta_1 + (I_x - 13) * \Delta_2 + (I_x - 26) * \Delta_3 + (I_x - 32) * \Delta_4 = 0$$

$$I_x * 5 + (I_x - 13) * 11 + (I_x - 26) * 8 + (I_x - 32) * 1,5 = 0$$

$$5I_x + 11I_x - 143 + 8I_x - 208 + 1,5I_x - 48 = 0$$

$$25,5 I_x - 399 = 0$$

$$25,5 I_x = 399$$

$$I_x = 399 / 25,5 \quad \rightarrow \quad I_x = 15,65 \text{ A} \quad , \quad I_b = 30 \text{ A}$$

Επομένως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε 2,5 mm² καλώδια για το ring των πριζών.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Το ολικό μήκος του κυκλώματος είναι 25,5 m. και ο ρευματοδότης στη μέση της διαδρομής είναι ο S_{1,β} με απόσταση από την μια κατεύθυνση των 16 m και από την άλλη 9,5 m.

Σύμφωνα με το νόμο του Kirckoff:

$$16 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * \Delta_2 + (I_x - 32) * \Delta_1 = 0$$

$$16 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * 11 + (I_x - 32) * 5 = 0$$

$$16 I_x + 1I_x - 13 + 11I_x - 286 + 5I_x - 160 = 0$$

$$33 I_x = 459 \quad \rightarrow \quad I_x = 13,9 \text{ A}$$

Άρα έχουμε:

$$V.D = K * I_x * 16 + K * (I_x - 13) * 1$$

$$V.D = 18 * 13,9 * 16 + 18 * (13,9 - 13) * 1$$

$$V.D = 4003,2 + 250,2 - 234 =$$

$$V.D = 4003,2 + 16,2 =$$

$$V.D = 4019,4 \text{ mV} = 4,02 \text{ V} = 1,74 \%$$

Άρα:

$$1,74 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 18 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η περίπτωση του πλέον απομακρυσμένου ρευματοδότη S1.β στα 16 m.

$$X = L_f / L_t = 16 / 25,5 = 0,63$$

$$Z_s = Z_e + (x + 1) x * L_t * 1,2 * (m + 1) * R_1 * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + (0,63 + 1) 0,63 * 25,5 * 1,2 * (m + 1) * 7,41 * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 232,84 \text{ mV} * (m+1)$$

$$0,75 \Omega = 0,0382 \Omega + 232,84 \text{ mV} * (m+1)$$

$$0,75 \Omega = 0,0382 \Omega + 0,2328 \text{ V} * (m+1)$$

$$(m+1) = (0,75-0,0382) / 0,2328$$

$$(m+1) = 0,7118 / 0,2328$$

$$m + 1 = 3,06 \rightarrow m = 2,06$$

Διατομή προστατευτικού αγωγού :

$$m = A_{\text{live}} / A_{\text{cpc}} \rightarrow A_{\text{cpc}} = A_{\text{live}} / m = 2,5 / 2,06 = 1,21 \text{ mm}^2 \approx 1,5 \text{ mm}^2$$

Σύμβολα:

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη = 0,0382 Ω

Μήκος κυκλώματος $L_t = 25,5 \text{ m}$.

Απόσταση μακρινού ρευματοδότη από Γενικό διακόπτη $L_f = 16 \text{ m}$.

Όπου Z_s = Αντίσταση στο ρευματοδότη που εξετάζεται.

m = Αποτέλεσμα της διατομής αγωγού / Διατομής προστατευτικού αγωγού.

$Z_s = 0,75 \Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελεγχθούν οι περιορισμοί αυτοί πρέπει να υπολογιστεί το ρεύμα βλάβης, I_{sc} , στον κοντινότερο ρευματοδότη προς το διακόπτη προστασίας.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 12,1 = 19,51 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $x = L_x / L_t = 1,5 / 25,5 = 0,059$

$L_t = 25,5$ m (μήκος κυκλώματος).

$L_x = 1,5$ m (μήκος κοντινότερου ρευματοδότη).

- $m = A_{live} / A_{cpc} = 2,5 / 1,5 = 1,66$

- $R_L = (R_1 + R_2) * 1,2 * L_t * 10^3$

$$R_L = 19,51 * 1,2 * 25500 = 597,01 \text{ m}\Omega$$

- $Z_s = Z_e + x * (1 - x) * [(m + 1) / m] * R_L$

$$Z_s = 38,2 \text{ m}\Omega + 0,63 * (1 - 0,63) * (2,66/1,66) * 597,01 \text{ m}\Omega$$

$$Z_s = 38,2 + 222,99 = 261,2 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το ρευματοδότη

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 261,2 = 0,881 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{881^2 * 0,05}) / 143 = 1,38 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,05$ sec (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

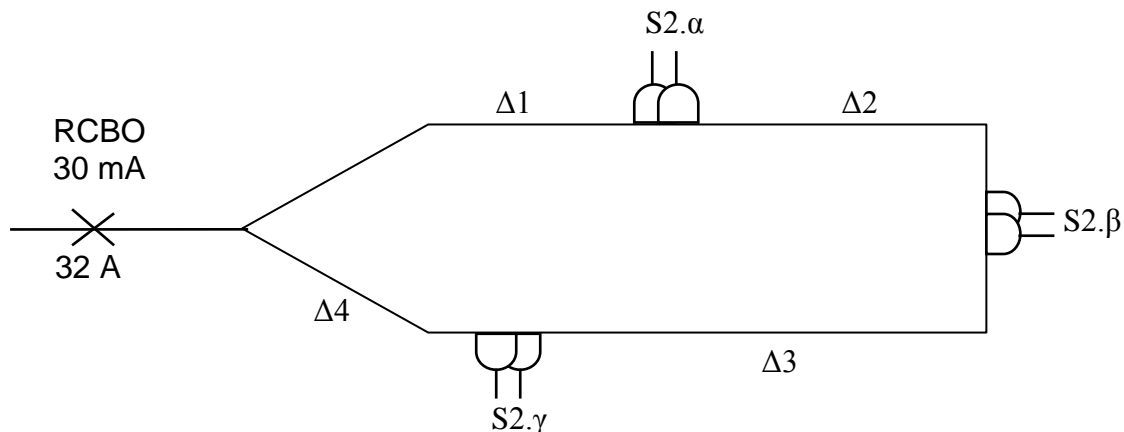
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 11 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 3 αγωγοί, 2 αγωγοί των $2,5 \text{ mm}^2$ και ένας αγωγός $1,5 \text{ mm}^2$.

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Ring πριζών Καντίνας, Δωματίου 2:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει 3 ρευματοδότες με μέγιστη ζήτηση $600\text{W} = 2,61\text{ A}$



Αποστάσεις: $\Delta_1 = 13\text{ m}$, $\Delta_2 = 11\text{ m}$, $\Delta_3 = 8\text{ m}$, $\Delta_4 = 16\text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Αυτό συμβαίνει όταν ο πλησιέστερος ρευματοδότης, στον διακόπτη προστασίας είναι φορτισμένος. Το καλώδιο πρέπει να έχει ικανότητα ρεύματος (I_b) μεγαλύτερη του ρεύματος (I_x) της χειρίστης περίπτωσης που περνά από τον αγωγό.

Σύμφωνα με το νόμο του Kirckoff παίρνουμε:

$$I_x * \Delta_1 + (I_x - 13) * \Delta_2 + (I_x - 26) * \Delta_3 + (I_x - 32) * \Delta_4 = 0$$

$$I_x * 13 + (I_x - 13) * 11 + (I_x - 26) * 8 + (I_x - 32) * 16 = 0$$

$$13I_x + 11I_x - 143 + 8I_x - 208 + 16I_x - 512 = 0$$

$$48 I_x - 863 = 0$$

$$48 I_x = 863$$

$$I_x = 863 / 48 \quad \rightarrow \quad I_x = 17,98\text{ A} \quad , \quad I_b = 30\text{ A}$$

Επειδή το μέγιστο φορτίο του καλωδίου με διατομή $2,5\text{ mm}^2$ είναι 20 A (πίνακας 5) εμείς διαλέγουμε το καλώδιο με διατομή 4 mm^2 .

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Το ολικό μήκος του κυκλώματος είναι 48 m. και ο ρευματοδότης στη μέση της διαδρομής είναι ο S_{2.β} με απόσταση από την μια κατεύθυνση των 24 m και από την άλλη 24 m.

Σύμφωνα με το νόμο του Kirckoff:

$$24 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * \Delta 2 + (I_x - 32) * \Delta_1 = 0$$

$$24 I_x + (I_x - 13) * 1 + (I_x - 26) * 11 + (I_x - 32) * 13 = 0$$

$$24 I_x + 1I_x - 13 + 11I_x - 286 + 13I_x - 416 = 0$$

$$49 I_x = 715 \quad \rightarrow \quad I_x = 14,59 \text{ A}$$

Άρα έχουμε:

$$V.D = K * I_x * 24 + K * (I_x - 13) * 1$$

$$V.D = 11 * 14,59 * 24 + 11 * (14,59 - 13) * 1$$

$$V.D = 3851,76 + 160,49 - 143 =$$

$$V.D = 3851,76 + 17,49 =$$

$$V.D = 3869,25 \text{ mV} = 3,87 \text{ V} = 1,68 \%$$

Άρα:

$$1,68 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 11 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η περίπτωση του πλέον απομακρυσμένου ρευματοδότη S_{2.β} στα 24 m.

$$X = L_f / L_t = 24 / 48 = 0,5$$

$$Z_s = Z_e + (x + 1) x * L_t * 1,2 * (m + 1) * R_1 * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + (0,5 + 1) 0,5 * 48 * 1,2 * (m + 1) * 4,61 * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 199,15 \text{ mV} * (m+1)$$

$$0,75 \Omega = 0,0382 \Omega + 199,15 \text{ mV} * (m+1)$$

$$0,75 \Omega = 0,0382 \Omega + 0,1992 \text{ V} * (m+1)$$

$$(m+1) = (0,75-0,0382) / 0,1992$$

$$(m+1) = 0,7118 / 0,1992$$

$$m + 1 = 3,57 \rightarrow m = 2,57$$

Διατομή προστατευτικού αγωγού :

$$m = A_{\text{live}} / A_{\text{cpc}} \rightarrow A_{\text{cpc}} = A_{\text{live}} / m = 4 / 2,57 = 1,56 \text{ mm}^2 \approx 2,5 \text{ mm}^2$$

Σύμβολα:

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη = 0,0382 Ω

Μήκος κυκλώματος $L_t = 48 \text{ m}$.

Απόσταση μακρινού ρευματοδότη από Γενικό διακόπτη $L_f = 24 \text{ m}$.

Όπου Z_s = Αντίσταση στο ρευματοδότη που εξετάζεται.

m = Αποτέλεσμα της διατομής αγωγού / Διατομής προστατευτικού αγωγού.

$Z_s = 0,75\Omega$ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελεγχθούν οι περιορισμοί αυτοί πρέπει να υπολογιστεί το ρεύμα βλάβης, I_{sc} , στον κοντινότερο ρευματοδότη προς το διακόπτη προστασίας.

- $R_1 + R_2 = 4,61 + 7,41 = 12,02 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $x = L_x / L_t = 13 / 48 = 0,27$

$L_t = 48 \text{ m}$ (μήκος κυκλώματος).

$L_x = 13 \text{ m}$ (μήκος κοντινότερου ρευματοδότη).

- $m = A_{\text{live}} / A_{\text{cpc}} = 4 / 2,5 = 1,6$

- $R_L = (R_1 + R_2) * 1,2 * L_t * 10^3$

$$R_L = 12,02 * 1,2 * 48000 = 692,35 \text{ m}\Omega$$

- $Z_s = Z_e + x * (1 - x) * [(m + 1) / m] * R_L$

$$Z_s = 38,2 \text{ m}\Omega + 0,5 * (1 - 0,5) * (2,6/1,6) * 692,35 \text{ m}\Omega$$

$$Z_s = 38,2 + 281,27 = 319,47 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το ρευματοδότη

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 319,47 = 0,720 \text{ KA}$
- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{720^2 * 0,05}) / 143 = 1,12 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,05 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $2,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

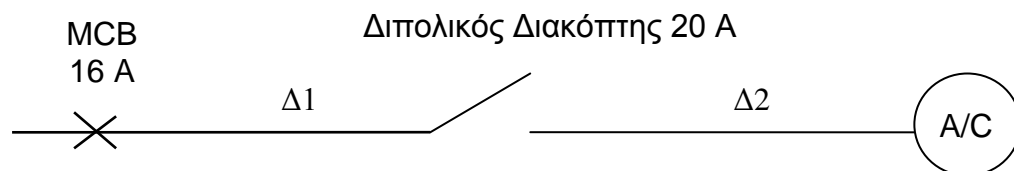
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 16 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 3 αγωγοί, 2 αγωγοί των 4 mm^2 και ένας αγωγός $2,5 \text{ mm}^2$.

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Κύκλωμα κλιματιστικού Καντίνας, Δωματίου 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει το κλιματιστικό με ισχύ 1700 W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα κλιματιστικού μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $2,5 \text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 16 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 16 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 11 \text{ m}$, $\Delta_2 = 2 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 1700 / 230 = 7,4 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 16 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι $2,5 \text{ mm}^2$ και επιλέγεται με $I_t = 24,0 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε το μήκος του κυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση είναι 13 m.

Για τον αγωγό $2,5 \text{ mm}^2$ η πτώση Τάσης είναι $K = 18 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για το κλιματιστικό είναι 7,4 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 13 * 0,018 * 7,4$$

$$V.D. = 1,7316 \text{ V} = 0,75 \%$$

Άρα:

$$0,75 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 18 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρίστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος.

Το πιο μακρινό σημείο είναι 13 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 13 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$1,50 \Omega = 0,0382 \Omega + 13 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (1,50 - 0,0382) / (13 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 1,4618 / 0,0156$$

$$(R_1 + R_2) = 93,71 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1+R_2 = 19,51 \text{ } \Omega/\text{Km}$.

Σύμβολα:

$$Z_e = \text{Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη} = 0,0382 \text{ } \Omega$$

$$Z_s = 1,50 \text{ } \Omega \text{ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)}$$

$$\text{Μήκος κυκλώματος } L_t = 13 \text{ m.}$$

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 11 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 12,1 = 19,51 \text{ } \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \text{ } \Omega + (0,01951 \text{ } \Omega/\text{m}) * 11 = 0,25281 \text{ } \Omega = 252,81 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το κλιματιστικό

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 252,81 = 0,910 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{910^2 * 0,01}) / 143 = 0,636 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

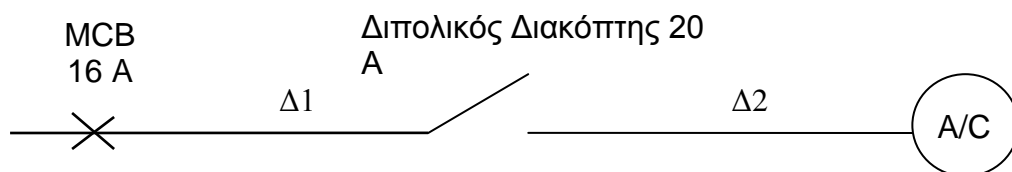
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 11 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 2 αγωγοί των 2,5 mm² και 1 αγωγός των 1,5 mm²

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Κύκλωμα κλιματιστικού Καντίνας, Δωματίου 2:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει το κλιματιστικό με ισχύ 1700 W



Αποστάσεις: $\Delta_1 = 22 \text{ m}$, $\Delta_2 = 2 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρόστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 1700 / 230 = 7,4 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 16 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι 2,5 mm² και επιλέγεται με $I_t = 24,0 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε το μήκος του κυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση είναι 24 m.

Για τον αγωγό 2,5 mm² η πτώση Τάσης είναι $K = 18 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για το κλιματιστικό είναι 7,4 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 24 * 0,018 * 7,4$$

$$V.D. = 3,1968 \text{ V} = 1,39 \%$$

Άρα:

$$1,39 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 18 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα Β).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρόστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος. Το πιο μακρινό σημείο είναι 24 m .

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 24 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$1,50 \Omega = 0,0382 \Omega + 24 \text{ m} * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (1,50 - 0,0382) / (24 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 1,4618 / 0,0288$$

$$(R_1 + R_2) = 50,76 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1 + R_2 = 19,51 \Omega/\text{Km}$.

Σύμβολα:

$$Z_e = \text{Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη} = 0,0382 \Omega$$

$$Z_s = 1,50 \Omega \text{ σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)}$$

$$\text{Μήκος κυκλώματος } L_t = 24 \text{ m.}$$

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρόστη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 22 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 7,41 + 12,1 = 19,51 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \Omega + (0,01951 \Omega/m) * 22 = 0,46742 \Omega = 467,42 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το κλιματιστικό

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 467,42 = 0,492 \text{ KA}$
- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{492^2 * 0,01}) / 143 = 0,344 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

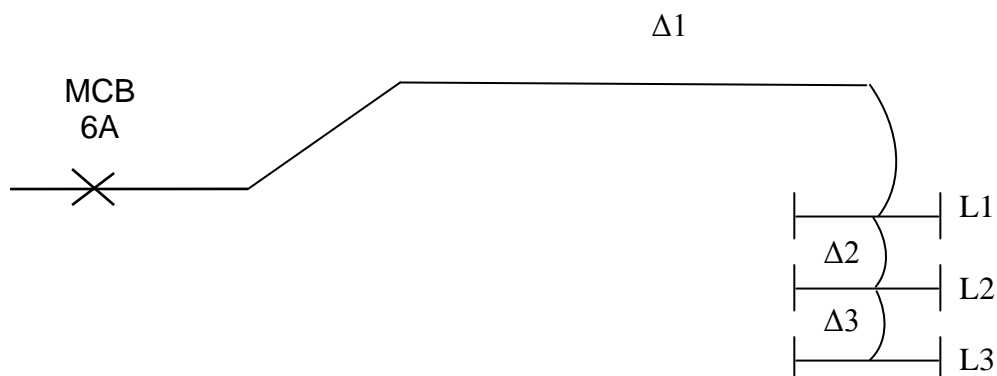
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 22 m με δύο γωνιές και περνούν από μέσα 2 αγωγοί των $2,5 \text{ mm}^2$ και 1 αγωγός των $1,5 \text{ mm}^2$

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 20 mm.

Ακτινωτό κύκλωμα φωτισμού καντίνας δωματίου 1:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει 3 λαμπτήρες φθορισμού με μέγιστη ζήτηση 216 W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα φωτισμού μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $1,5 \text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 6 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 6 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 6 \text{ m}$, $\Delta_2 = 1,5 \text{ m}$, $\Delta_3 = 1,5 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρόστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 216 / 230 = 0,94 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 6 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και επιλέγεται με $I_t = 17,5 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε τον πιο μακρινό λαμπτήρα στο κύκλωμα. Σε αυτή την περίπτωση είναι ο λαμπτήρας L3 με μήκος 9 m.

Για τον αγωγό $1,5 \text{ mm}^2$ η πτώση Τάσης είναι $K = 29 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για τον φωτισμό είναι 0,94 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 9 * 0,029 * 0,94$$

$$V.D. = 0,245 \text{ V} = 0,11 \%$$

Άρα:

$$0,11 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 29 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα B).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρόστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος. Ο πιο μακρινός είναι ο λαμπτήρας L3 με μήκος 9 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 9 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$4 \Omega = 0,0382 \Omega + 9 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (4 - 0,0382) / (9 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 3,9618 / 0,0108$$

$$(R_1 + R_2) = 366,83 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1 + R_2 = 24,20 \Omega/\text{Km}$.

Σύμβολα:

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη = $0,0382 \Omega$

Z_s = 4Ω σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

Μήκος μακρινού λαμπτήρα $L_t = 9 \text{ m}$.

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρόστη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 6 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 12,1 + 12,1 = 24,20 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \Omega + (0,02420 \Omega/\text{m}) * 6 = 0,1834 \Omega = 183,4 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το λαμπτήρα

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 183,4 = 1,25 \text{ KA}$
- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1250^2 * 0,01}) / 143 = 0,874 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

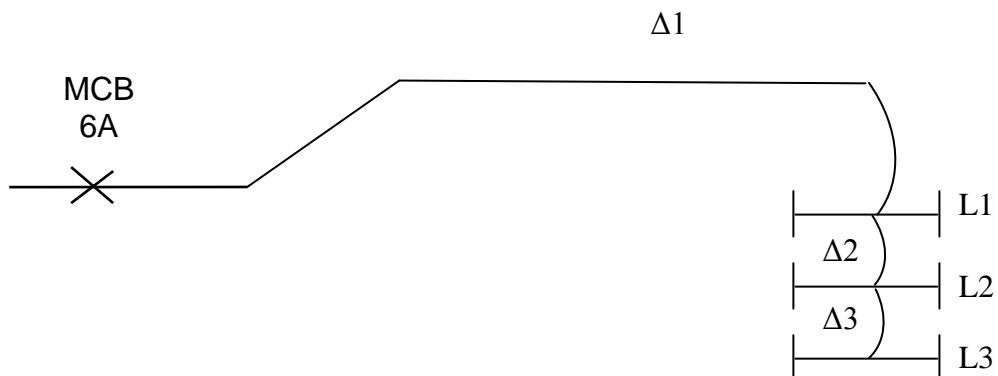
5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 6 m με μια γωνιά και περνούν από μέσα 3 αγωγοί των $1,5 \text{ mm}^2$.

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 16 mm.

Ακτινωτό κύκλωμα φωτισμού καντίνας δωματίου 2:

Το κύκλωμα περιλαμβάνει 3 λαμπτήρες φθορισμού με μέγιστη ζήτηση 216 W



Σύμφωνα με τους κανονισμούς IEE, ένα κύκλωμα φωτισμού μπορεί να καλωδιωθεί χρησιμοποιώντας καλώδια $1,5 \text{ mm}^2$. Ο προστατευτικός διακόπτης μπορεί να είναι 6 A. Για το κλειστό αυτό κύκλωμα ο 6 A BS3871 type 1 προστατευτικός αυτόματος διακόπτης προτείνεται.

Αποστάσεις: $\Delta_1 = 20 \text{ m}$, $\Delta_2 = 1,5 \text{ m}$, $\Delta_3 = 1,5 \text{ m}$

1. Προστασία έναντι Υπερφόρτωσης

Θα εξεταστεί η χειρόστη περίπτωση υπερφόρτωσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς I_b , το ρεύμα σχεδιασμού, πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το I_n (ονομαστικό ρεύμα), διότι το ονομαστικό ρεύμα θα είναι αυτό του προστατευτικού διακόπτη.

$$I_b = P / V = 216 / 230 = 0,94 \text{ A}$$

$$I_n \geq I_b \rightarrow I_n = 6 \text{ A MCB type C}$$

Επομένως, από τον πίνακα 8 και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο 3, επιλέγουμε το μέγεθος του καλωδίου το οποίο πρέπει να είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και επιλέγεται με $I_t = 17,5 \text{ A}$.

2. Έλεγχος για μέγιστη Πτώση Τάσης του Κυκλώματος

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση, παίρνουμε τον πιο μακρινό λαμπτήρα στο κύκλωμα. Σε αυτή την περίπτωση είναι ο λαμπτήρας L3 με μήκος 23 m.

Για τον αγωγό $1,5 \text{ mm}^2$ η πτώση Τάσης είναι $K = 29 \text{ mV/A/m}$.

Το φορτίο του κυκλώματος για τον φωτισμό είναι 0,94 A.

$$V.D. = D * K * I_b = 23 * 0,029 * 0,94$$

$$V.D. = 0,63 \text{ V} = 0,27 \%$$

Άρα:

$$0,27 \% \leq 2,5 \% \text{ (2,5\% of 230 V)}$$

Όπου K ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού = 29 mV/A/m

Σύμφωνα με τον πίνακα 4 (Παράρτημα B).

Διατομή αγωγού ικανοποιητική

3. Προστασία από ηλεκτροπληξία

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Εξετάζεται η χειρίστη περίπτωση του πιο μακρινού σημείου από το διακόπτη προστασίας του κυκλώματος. Ο πιο μακρινός είναι ο λαμπτήρας L3 με μήκος 23 m.

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$Z_s = 0,0382 + 23 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$4 \Omega = 0,0382 \Omega + 23 * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

$$(R_1 + R_2) = (4 - 0,0382) / (23 * 1,2 * 10^{-3})$$

$$(R_1 + R_2) = 3,9618 / 0,0276$$

$$(R_1 + R_2) = 143,54 \Omega/\text{Km}$$

Από τον πίνακα 6 η διατομή του προστατευτικού αγωγού θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και είναι εντάξει με τιμή $R_1+R_2 = 24,20 \Omega/\text{Km}$.

Σύμβολα:

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη = $0,0382 \Omega$

Z_s = 4Ω σύμφωνα με το πίνακα 5 (Παράρτημα Β)

Μήκος μακρινού λαμπτήρα $L_t = 23 \text{ m}$.

4. Περιορισμός λόγω Θερμοκρασίας

Για να ελέγξουμε την χειρότερη περίπτωση παίρνουμε το κοντινότερο σημείο στο αρχικό σημείο του κυκλώματος, όπου ο βρόχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο. Το κοντινότερο σημείο είναι $\Delta_1 = 20 \text{ m}$.

- $R_1 + R_2 = 12,1 + 12,1 = 24,20 \Omega/\text{Km}$

όπου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 0,0382 \Omega + (0,02420 \Omega/\text{m}) * 20 = 0,5222 \Omega = 522,2 \text{ m}\Omega$$

Όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το λαμπτήρα

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 522,2 = 0,44 \text{ KA}$
- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{440^2 * 0,01}) / 143 = 0,308 \text{ mm}^2$

Όπου

$t = 0,01 \text{ sec}$ (Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας)

$K = 143$ (Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου)

Σύμφωνα με τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β).

Άρα η διατομή του προστατευτικού αγωγού $1,5 \text{ mm}^2$ είναι ικανοποιητική.

5. Μέγεθος Πλαστικής σωλήνας

Το μεγαλύτερο μέρος του σωλήνα είναι 20 m με μια γωνιά και περνούν από μέσα 3 αγωγοί των $1,5 \text{ mm}^2$.

Η κατάλληλη διάμετρος του σωλήνα είναι 16 mm.

3.7. Φύλλο Υπολογισμού Παροχών Πινάκων Διανομής

Πίνακες Διανομής:

- *DB-B:*

➤ 6246W: 1 x 6246W = 6246W

- *DB-C:*

➤ 6246W: 1 x 6246W = 6246W

- *DB-D:*

➤ 6246W: 1 x 6246W = 6246W

$P_{\text{ολικό}} = DB-B + DB-C + DB-D = 12588W$

Παράμετροι:

1. Ικανότητα καλωδίου, Μέγιστη ζήτηση
2. Ατμοσφαιρική θερμοκρασία 40°C. Συντελεστής 0,8
3. Πτώση Τάσης $\leq 1,5 \% = 6,00 V$
4. Διατομή Αγωγού \geq Διατομής Προστατευτικού Αγωγού

Διαδικασία:

1. Υπολογισμός έντασης του αγωγού I_b
2. Επίλογή έντασης του μηχανισμού προστασίας έναντι υπερφόρτωσης, I_n
Όπου $I_b \leq I_n$
3. Υπολογισμός ονομαστικής έντασης αγωγού, όπου: $I_t = I_n / (C_a + C_i + C_g)$, όπου:
 $C_a =$ Συντελεστής θερμοκρασίας υπεράνω 25 °C ($45^\circ C = 0.88$)
 $C_i =$ Συντελεστής θερμικής μόνωσης αγωγού = (1)
 $C_g =$ Συντελεστής ομαδοποίησης καλωδίων = (1)
- 4.

Προστατευτικοί αγωγοί παροχών:

Για τον υπολογισμό του προστατευτικού αγωγού τα παρακάτω σύμβολα θα χρησιμοποιηθούν:

1. Z_s = Σύνθετη αντίσταση στο πίνακα Διανομής υπό μελέτη.
2. R_1 = Αντίσταση αγωγού φάσης.

3. R_2 = Αντίσταση προστατευτικού αγωγού.
4. Z_e = Σύνθετη αντίσταση των εγκαταστάσεων της Α.Η.Κ.
5. L = Μήκος καλωδίων
6. I_{sc} = Ρεύμα βραχυκυκλώματος.
7. t = Χρόνος λειτουργίας του διακόπτη προστασίας.
8. S = Διατομή του προστατευτικού αγωγού.
9. K = Συντελεστής αγωγιμότητας υλικού. (Πίνακας 7, Παράρτημα Β)

Εξωτερική σύνθετη αντίσταση όπως, δίδεται από το τεχνικό μνημόνιο της Α.Η.Κ., περίπτωση 8, είναι 19,8 mΩ.

3.7.1. Υπολογισμός μέγιστης ζήτησης φορτίου διακοπών

DB-B

<u>ΦΟΡΤΙΑ</u>	<u>ΣΥΝΟΛΟ ΣΗΜΕΙΩΝ</u>	<u>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ</u>	<u>ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ (W)</u>	<u>ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (W)</u>	<u>ΦΟΡΤΙΟ (A)</u>
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	12	0,6	200	1440	6,26
ΘΕΡΜΟΣΙΜΦΩΝΑΣ	3	1	3000	9000	39,13
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	3	1	1700	5100	22,17
ΦΩΤΑ	30	1	12 x (2 x 36W), 18 x 18W	1188	5,17
ΠΙΕΣΤΙΚΟ	3	1	350	1050	4,57
				1Φ	77,3 A

ΟΛΙΚΟ

				1Φ	77,3 A
				3Φ	25,77 A
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ				10%	28,35 A
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				90%	31,5 A
ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΦΑΣΕΩΝ				95%	33,16 A

DB-C

ΦΟΡΤΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΣΗΜΕΙΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ (W)	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (W)	ΦΟΡΤΙΟ (A)
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	8	0,6	200	960	4,17
ΘΕΡΜΟΣΙΜΦΩΝΑΣ	2	1	3000	6000	26,09
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	2	1	1700	3400	14,78
ΦΩΤΑ	20	1	8 x (2 x 36W), 12 x 18W	792	3,44
ΠΙΕΣΤΙΚΟ	2	1	350	700	3,04
				1Φ	51,52 A

ΟΛΙΚΟ

				1Φ	51,52 A
				3Φ	17,17 A
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ				10%	18,89 A
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				90%	20,99 A
ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΦΑΣΕΩΝ				95%	23,00 A

DB-D

ΦΟΡΤΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΣΗΜΕΙΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ (W)	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (W)	ΦΟΡΤΙΟ (A)
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	4	0,6	200	480	2,09
ΘΕΡΜΟΣΙΜΦΩΝΑΣ	1	1	3000	3000	13,04
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	1	1	1700	1700	7,39
ΦΩΤΑ	10	1	4 x (2 x 36W), 6 x 18W	396	1,72
ΠΙΕΣΤΙΚΟ	1	1	350	350	1,52
				1Φ	25,76 A

ΟΛΙΚΟ

				1Φ	25,76 A
				3Φ	8,59 A
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ				10%	9,45 A
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				90%	10,5 A
ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΦΑΣΕΩΝ				95%	11,05 A

ΣΥΝΟΛΟ	33,16 A + 23,00 A + 11,05 A = 67,21 A				
					SAY≈70A

DB-E

<u>ΦΟΡΤΙΑ</u>	<u>ΣΥΝΟΛΟ ΣΗΜΕΙΩΝ</u>	<u>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ</u>	<u>ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ (W)</u>	<u>ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (W)</u>	<u>ΦΟΡΤΙΟ (A)</u>
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	6	0,6	200	720	3,13
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	2	1	2100	4200	18,26
ΦΩΤΑ	6	1	6 x (2 x 36W)	432	1,88
				1Φ	23,27 A

ΟΛΙΚΟ

ΙΣΟΓΕΙΟ				1Φ	23,27 A
				3Φ	7,76 A
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ				10%	8,54 A
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				90%	9,49 A
ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΦΑΣΕΩΝ				95%	9,99 A
					SAY≈10 A

DB-F, DB-G, DB-H και DB-I

<u>ΦΟΡΤΙΑ</u>	<u>ΣΥΝΟΛΟ ΣΗΜΕΙΩΝ</u>	<u>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ</u>	<u>ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ (W)</u>	<u>ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (W)</u>	<u>ΦΟΡΤΙΟ (A)</u>
ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ	14	1	2000	28000	121,74
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	1	1	100	100	0,44
				1Φ	122,18 A

ΟΛΙΚΟ

				1Φ	122,18 A
				3Φ	40,73 A
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ				10%	44,80 A
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				90%	49,78 A
ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΦΑΣΕΩΝ				95%	52,4 A
					SAY≈55 A

Τα ίδια ισχύουν και για τους 4 διακόπτες των προβολέων

Κυρίως πίνακας διανομής

DB-A

<u>ΦΟΡΤΙΑ</u>					<u>ΦΟΡΤΙΟ (Α)</u>	
					<u>1Φ</u>	<u>3Φ</u>
DB-B					100	70
DB-C					70	
DB-D					40	
DB-E					30	10
DB-F					165	55
DB-G					165	55
DB-H					165	55
DB-I					165	55
					900 Α	300 Α

ΟΛΙΚΟ

				1Φ	900 Α
				3Φ	300 Α
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ				10%	330 Α
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				90%	366,7 Α
ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΦΑΣΕΩΝ				95%	386 Α

3.7.2. Υπολογισμός διατομής παροχής πινάκων Διανομής

DB-B:

Το καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-B είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 50 mm² και ένα καλώδιο διατομής 25 mm² για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείτε για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Το μήκος των καλωδίων είναι 100 μέτρα.

Τα καλώδια πρέπει να υπολογιστούν το κάθε ένα ξεχωριστά.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-B	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	I _b = 70 Α
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	100 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	50 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	I _z = 151 Α
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C (I _z *0,8)	I _z = 120,8 Α
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	0,80 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (I _b *K*L= 0,0008*70*100)	5,6V = 1,40 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 0,387 + 0,727 = 1,114 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (1,114) * 100 = 131,2 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 131,2 = 1,753 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1753^2 * 0,01}) / 143 = 1,226 \text{ mm}^2$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-C:

Το καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-C είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 10 mm^2 και ένα καλώδιο διατομής 6 mm^2 για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείτε για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Το μήκος των καλωδίων είναι 12 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-C	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	$I_b = 35 \text{ A}$
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	12 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	$10 \text{ mm}^2 \text{ PVC}$
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	$I_z = 58 \text{ A}$
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C ($I_z * 0,8$)	$I_z = 46,4 \text{ A}$
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	$3,8 \text{ mV/A/m}$
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ($I_b * K * L = 0,0038 * 35 * 12$)	$1,60 \text{ V} = 0,40 \%$
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 1,83 + 3,08 = 4,91 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (4,91) * 12 = 78,72 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 78,72 = 2,922 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{2922^2 * 0,01}) / 143 = 2,043 \text{ mm}^2$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-D :

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-D είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 4 mm² και ένα καλώδιο διατομής 2,5 mm² για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείτε για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 12 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-D	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	I _b = 12 A
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	12 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	4 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	I _z = 33 A
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C (I _z *0,8)	I _z = 26,4 A
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	9,5 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (I _b *K*L= 0,0095*12*12)	1,37 V = 0,34 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 4,61 + 7,41 = 12,02 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_c + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (12,02) * 12 = 164,04 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 164,04 = 1,402 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1402^2 * 0,01}) / 143 = 0,98 \text{ mm}^2$

όπου t = 0,01 sec και K = 143

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-E:

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-E είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 6 mm² και ένα καλώδιο διατομής 4 mm² για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείτε για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 20 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-E	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	I _b = 10 A
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	20 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	6 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	I _z = 42 A
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C	I _z = 33,6 A
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	6,4 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (I _b *K*L= 0,0064*10*20)	1,28 V = 0,32 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 3,08 + 4,61 = 7,69 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (7,69) * 20 = 173,6 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 173,6 = 1,324 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1325^2 * 0,01}) / 143 = 0,93 \text{ mm}^2$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-F:

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-F είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 16 mm² και ένα καλώδιο διατομής 10 mm² για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείται για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 25 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-F	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	I _b = 55 A
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	25 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	16 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	I _z = 77 A
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C	I _z = 61,6 A
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	2,4 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (I _b *K*L= 0,0024*55*25)	3,3 V = 0,83 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 1,15 + 1,83 = 2,98 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (2,98) * 25 = 94,3 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 94,3 = 2,439 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{2439^2 * 0,01}) / 143 = 1,706 \text{ mm}^2$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-G:

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-G είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 50 mm^2 και ένα καλώδιο διατομής 25 mm^2 για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείται για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 130 μέτρα .

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-G	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	$I_b = 55 \text{ A}$
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	130 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	$50 \text{ mm}^2 \text{ PVC}$
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	$I_z = 151 \text{ A}$
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C	$I_z = 120,8 \text{ A}$
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	$0,8 \text{ mV/A/m}$
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ($I_b * K * L = 0,0008 * 55 * 130$)	$5,72 \text{ V} = 1,43 \%$
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 0,387 + 0,727 = 1,114 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (1,114) * 130 = 164,62 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 164,62 = 1,397 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1397^2 * 0,01}) / 143 = 0,977 \text{ mm}^2$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-H:

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-H είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 25 mm^2 και ένα καλώδιο διατομής 16 mm^2 για

προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείτε για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 55 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-H	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	Ib = 55 A
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	55 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	25 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	Iz = 102 A
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C	Iz = 81,6 A
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	1,5 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (Ib*K*L= 0,0015*55*55)	4,54 V = 1,14 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

- $R_1 + R_2 = 0,727 + 1,15 = 1,877 \Omega/\text{Km}$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

- $Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (1,877) * 55 = 123,04 \text{ m}\Omega$

- $I_{sc} = V / Z_s = 230 / 123,04 = 1,869 \text{ KA}$

- $S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1869^2 * 0,01}) / 143 = 1,307 \text{ mm}^2$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

DB-I:

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-I είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 70 mm² και ένα καλώδιο διατομής 35 mm² για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείτε για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 165 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-I	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	Ib = 55 A
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	165 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	70 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	Iz = 192 A
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C	Iz = 153,6 A
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	0,55 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (Ib*K*L= 0,00055*55*165)	5,00 V = 1,25 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

$$\bullet R_1 + R_2 = 0,268 + 0,524 = 0,792 \Omega/\text{Km}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$\bullet Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (0,792) * 165 = 150,48 \text{ m}\Omega$$

$$\bullet I_{sc} = V / Z_s = 230 / 150,48 = 1,528 \text{ KA}$$

$$\bullet S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{1528^2 * 0,01}) / 143 = 1,069 \text{ mm}^2$$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

Κυρίως πίνακας διανομής

Το Καλώδιο παροχής μέχρι τον DB-A είναι ένα οπλισμένο καλώδιο αποτελούμενο από τέσσερα χάλκινα καλώδια διατομής 400 mm^2 και ένα καλώδιο διατομής 240 mm^2 για προσγείωση, όλα με PVC μόνωση. Ο οπλισμός του καλωδίου χρησιμοποιείται για προσγείωση τερματίζοντας σε ένα τερματικό (gland). Μήκος καλωδίου 20 μέτρα.

ΠΑΡΟΧΗ ΠΙΝΑΚΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ DB-A	
ΦΟΡΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	Ib = 386 A
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	20 m
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	400 mm ² PVC
ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 25°C	Iz = 540 A
ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 45°C	Iz = 432 A
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ mV/A/m	0,160 mV/A/m
ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (Ib*K*L= 0,00016*386*20)	1,24 V = 0,31 %
ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	

Προτεινόμενη διατομή αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 10 (Παράρτημα Β)

Προτεινόμενη διατομή προστατευτικού αγωγού σύμφωνα με τον πίνακα 9 (Παράρτημα Β)

Προστατευτικός αγωγός:

$$\bullet R_1 + R_2 = 0,0470 + 0,0754 = 0,1224 \Omega/\text{Km}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 6 (Παράρτημα Β).

$$\bullet Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L = 19,8 \text{ m}\Omega + (0,1224) * 20 = 22,248 \text{ m}\Omega$$

$$\bullet I_{sc} = V / Z_s = 230 / 22,248 = 10,338 \text{ KA}$$

$$\bullet S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K = (\sqrt{10338^2 * 0,01}) / 143 = 7,230 \text{ mm}^2$$

όπου $t = 0,01 \text{ sec}$ και $K = 143$

Επομένως η διατομή του προστατευτικού αγωγού είναι ικανοποιητική.

4. Μέθοδοι και μέσα προστασίας ηλεκτρικής εγκατάστασης

4.1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με τους κυπριακούς περί ηλεκτρικούς κανονισμούς, σε ηλεκτρικές εγκατάστασης πρέπει να συμμορφώνονται προς τις πρόνοιες της 16ης αγγλικής έκδοσης των κανονισμών ‘‘IEE wiring regulations ‘‘ .

Οι κανονισμοί αυτοί έχουν εναρμονιστεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποιήσεων (Comite Europeen de Normalization Electrotechigue- CENELEC).

Συγκεκριμένα λήφθηκε υπόψη η κανονισμοί HD 384

Η 16^η έκδοση έχει υιοθετηθεί από το 1992 ως Βρετανικό πρότυπο ‘‘BS 7671’’

Το πρότυπο αυτό περιέχει τους κανονισμούς για μελέτη, το σχεδιασμό και την εκτέλεση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ούτως ώστε να προσφέρουν ασφάλεια και σωστή λειτουργία για τους σκοπούς για τον οποίο προορίζεται

4.2. Προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας

4.2.1. Εισαγωγή

Ο άνθρωπος μπορεί να υποστεί ηλεκτροπληξία όταν έρθει σε επαφή με δύο μεταλλικά ή αγωγίμα μέρη που έχουν διαφορά δυναμικού. Αυτά είναι κυρίως:

- Οι ενεργοί αγωγοί ενός κυκλώματος δηλαδή οι αγωγοί φάσεων ή ο ουδέτερος με τη γη ή με γειωμένα αντικείμενα
- Τα εκτεθειμένα, προσβάσιμα μεταλλικά μέρη όπως τα μεταλλικά κελύφη συσκευών,, π.χ. το περίβλημα μιας ηλεκτρικής κουζίνας που έχει βραχυκυκλωθεί με ένα ενεργό αγωγό, με τη γη ή με γειωμένα αντικείμενα.

Επομένως, η ηλεκτροπληξία επέρχεται με άμεση ή έμμεση επαφή του ανθρώπου με ένα κύκλωμα. Άμεση επαφή έχουμε όταν ακουμπήσει κάποιος ένα ηλεκτροφόρο αγωγό ενώ στέκεται . Έμμεση επαφή έχουμε, όταν λόγω καταστροφής της μόνωσης μεταλλικά αγείωτα μέρη βρεθούν υπό τάση οπότε η επαφή μαζί τους μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία. Επικίνδυνη επίσης έμμεση επαφή θεωρείται αν λόγω καταστραμμένης μόνωσης μεταλλικά προσβάσιμα μέρη όπως π.χ. σωλήνες τεθούν υπό τάση ενώ δίπλα τους βρίσκονται μεταλλικά γειωμένα αντικείμενα. Έτσι ακουμπώντας κανείς τα δύο αυτά μεταλλικά μέρη, τα γεφυρώνει

και τίθεται υπό τάση. Μία άλλη περίπτωση ηλεκτροπληξίας με άμεση επαφή είναι όταν μετά από σφάλμα στην εγκατάσταση τα ρεύματα που ρέουν προς τη γη επάγουν μεγάλες πτώσεις τάσης στο έδαφος. Αν ένα άτομο που πατάει στο έδαφος, κοντά στο σημείο που έχει γίνει το σφάλμα, υποβάλλεται σε μια τάση μεταξύ των ποδιών του, τη βηματική τάση, η οποία μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία.

Το μέγεθος που καθορίζει την ηλεκτροπληξία είναι η τάση επαφής VT και είναι η τάση που εμφανίζεται μεταξύ δυο αγώγιμων μερών.

Τα μέτρα που εφαρμόζονται διεθνώς έναντι της ηλεκτροπληξίας κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες {12} :

1. Μηδενική τάση επαφής εξασφαλίζεται με τα εξής μέσα:

- Ισχυρή μόνωση
- Φράγματα ή περιβλήματα
- Εμπόδια
- Χωροθέτηση σε απρόσιτη θέση
- Χώροι με μη αγώγιμο δάπεδο
- Χώροι με ισοδυναμικές συνδέσεις
- Συστήματα χωρίς γείωση (γαλβανικά απομονωμένα)

2. Χρήση πολύ χαμηλών τάσεων

Δηλαδή για τάσεις λειτουργίας αρκετά κάτω από τα 50V EP ή 120V ΣΡ. Οι τιμές αυτές πρέπει να εξασφαλίζονται και σε ανώμαλες καταστάσεις.

3. Ταχεία απόζευξη επικίνδυνων τάσεων.

4.2.2. Επιλογή μέσων προστασίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιλογή μεθόδων, και μέσων προστασίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι η σωστή γνώση και κατανόηση του συστήματος μεταφοράς της ενέργειας που θα τροφοδοτήσει την εγκατάσταση. Υπάρχουν 5 βασικά είδη τριφασικών συστημάτων ανάλογα με τον τρόπο γείωσης τους και συμβολίζονται ως εξής:

TN-C, TN-S TN-C-S, TT ,TI

Η ερμηνεία των γραμμάτων είναι η εξής:

Το πρώτο γράμμα:

T άμεση σύνδεση με την γη του κόμβου του αστέρα της πηγής (ουδέτερου κόμβου)

I Μόνωση του ουδέτερου κόμβου ως προς την γη ή σύνδεση με την γη μέσω υψηλής φαινόμενης αντίστασης (εμπέδησης)

Το δεύτερο γράμμα:

N Όλα τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης είναι άμεσα συνδεδεμένα, μέσω του αγωγού προστασίας, με την γείωση της πηγής

T Όλα τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης είναι συνδεδεμένα μέσω ανεξάρτητου ηλεκτροδίου γείωσης της εγκατάστασης

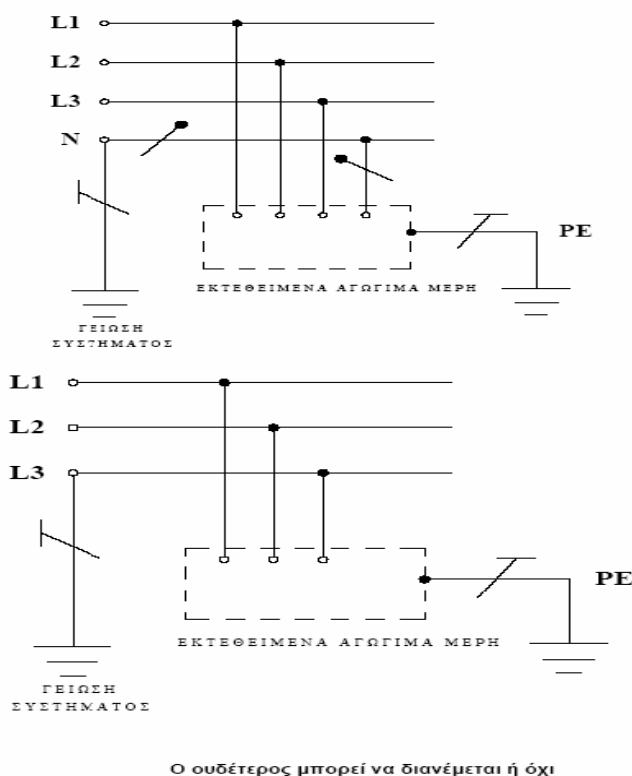
C Οι λειτουργίες του αγωγού προστασίας και του αγωγού ουδέτερου εξυπηρετούνται από ένα μόνο αγωγό

S Υπάρχει ξεχωριστός αγωγός ουδέτερου και ξεχωριστός αγωγός προστασίας.

C-S Ο αγωγός ουδέτερου και αγωγός προστασίας είναι κοινοί στην παροχή και ξεχωριστή στην εγκατάσταση.

Πήραμε ως δεδομένο ότι στη Κύπρο η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου παρέχει σύστημα μεταφοράς TT, τάσης 230/400V και συχνότητας 50HZ.

Τα συστήματα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα TT, έχουν τον ουδέτερο άμεσα γειωμένο προς τη γη, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με ηλεκτρόδια γείωσης ηλεκτρικώς ανεξάρτητα από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:



4.2.3. Κατασκευή Ηλεκτροδίου Γείωσης

Σύμφωνα με τα πιο πάνω θεωρείται επιτακτική η ανάγκη κατασκευή ηλεκτροδίου γείωσης ανεξαρτήτου από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης. Έχοντας δεδομένες τις απαιτήσεις για προστασία έναντι έμμεσης επαφής στο σύστημα TT λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Τα εκτεθειμένα μεταλλικά μέρη συνδέονται με αγωγό προστασίας ο οποίος γειώνεται.
- Γειώνεται επίσης ο ουδέτερος της πηγής ή αν δεν υπάρχει ουδέτερος γειώνεται η μια φάση, δηλαδή γειώνεται ο ουδέτερος του Μ/Σ ή της γεννήτριας.
- Η απόξευξη γίνεται κατά προτίμηση με RCD ή με διακόπτη προστασίας έναντι υπερεντάσεων οι οποίοι ανοίγουν στο ρεύμα απόξευξης I_a .
- Η συνθήκη που πρέπει να πληρούται είναι ο χρόνος απόξευξης να είναι για τον RCD αυτός που αντιστοιχεί στο διαφορικό ρεύμα I_a . Για το διακόπτη προστασίας έναντι υπερεντάσεων αντίστοιχα ο χρόνος να είναι μικρότερος των 5sec για στοιχεία θερμικά και ακαριαίος για στοιχεία μαγνητικά στιγμιαία. Το ρεύμα I_a που προκαλεί την παραπάνω απόξευξη πρέπει, όταν πολλαπλασιαστεί με την αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης του αγωγού προστασίας, να προκαλεί τάση επαφής έως 50V, δηλαδή

$$RGP * I_a < 50V$$

- Από 50 A και άνω αντίσταση γείωσης **RGP** είναι δύσκολο να επιτευχθεί για διακοπτικά μέσα προστασίας έναντι υπερεντάσεων. Για το λόγο αυτό προτιμάται η χρήση RCD. Αν δεν μπορούν να ικανοποιηθούν οι παραπάνω συνθήκες είναι απαραίτητο να γίνει συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση, δηλαδή όλα τα εκτιθέμενα μεταλλικά μέρη που μπορούν να έλθουν ταυτόχρονα σε επαφή με τον άνθρωπο πρέπει να ενωθούν με ισοδυναμικές συνδέσεις.

Η αντίσταση γείωσης

Αντίσταση γείωσης είναι η αντίσταση από το ηλεκτρόδιο γείωσης μέχρι την άπειρη γη, όταν δεν υπάρχουν άλλα ηλεκτρόδια στο έδαφος. Άπειρη γη είναι ένα σημείο στην επιφάνεια σε άπειρη απόσταση από τον γειωτή. Λαμβάνεται σα σημείο αναφοράς των δυναμικών και θεωρείται ότι είναι μηδέν.

Αν ένας γειωτής τεθεί υπό τάση V ως προς την άπειρη γη, δημιουργείται ένα πεδίο ροής και δυναμικού γύρω από τον γειωτή. Όσο περισσότερο απομακρυνόμαστε από τον γειωτή τόσο μειώνεται η τάση. Το διάγραμμα τάσης – απόστασης ονομάζεται χοάνη δυναμικού του

γειωτή. Η τάση επαφής είναι ίση με την πτώση τάσης σε απόσταση στο έδαφος μήκους 1 m από τον γειωτή. Η βηματική τάση είναι η μέγιστη πτώση τάσης σε μήκος 1 m κατά μήκος του πεδίου ροής του ρεύματος στην περιοχή του εδάφους που μας ενδιαφέρει. Η χοάνη δυναμικού δίνει επίσης την περιοχή επίδρασης του γειωτή ή την απόσταση της άπειρης γης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χοάνη δυναμικού δεν εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους εφόσον φυσικά το έδαφος είναι ομοιογενές. Εξαρτάται μόνο από τη γεωμετρία του γειωτή.

Η αντίσταση γείωσης εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους. Αυτή επηρεάζεται από τα εξής:

- Είδος του εδάφους. Ελώδες έδαφος έχει π.χ. πολύ μικρότερη αντίσταση απ' ό τι ο ξηρός βράχος.
- Υγρασία. Η αντίσταση μειώνεται όταν αυξάνεται η υγρασία του εδάφους.
- Θερμοκρασία. Η μεταβολή της αντίστασης του εδάφους με τη θερμοκρασία φθάνει περίπου τα 30% κατά τη διάρκεια του έτους.
- Μορφή της τάσης. Σε κρουστικές τάσεις και για γειωτές με μήκος μεγαλύτερο από τα 10 m έχει παρατηρηθεί άνοδος της αντίστασης.
- Έχει μετρηθεί ότι η επίδραση της υγρασίας και της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη σε μικρά βάθη (0.5-1m) παρά σε μεγάλα βάθη. Έτσι ο γειωτής ράβδου που είναι σε μεγάλο βάθος σε σύγκριση με ένα επιφανειακό γειωτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα της σταθερότητας της αντίστασης κατά τη διάρκεια του έτους.

4.2.4. Επιλογή τρόπου γείωσης

Σύμφωνα με την μελέτη, το σύστημα τροφοδοσίας που χρησιμοποιούμε είναι TT .

Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι ότι ο κύριος αγωγός προστασίας (PE) καταλήγει στη διάταξη γείωσης προστασίας που έχει ως την τοπική γείωση – θεμελιακή – του καταναλωτή και ο ουδέτερος (N) καταλήγει στην διάταξη γείωσης λειτουργία που έχει ως γείωση, την γείωση του μετασχηματιστή διανομής. Στο σύστημα TT οι δυο αγωγοί δεν πρέπει να συνοδεύονται σε καμιά θέση την ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Για να επιλέξουμε τον τρόπο γείωσης πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη:

- Το γεγονός ότι έχουμε αρκετές κατασκευές με μπετόν και καθιστά εύκολη την χρήση θεμελιακής γείωση εντός στεγανολεκάνης
- Στο σύστημα γείωσης θα συνδεθεί αντικεραυνικό σύστημα
- Επιβάλετε τιμή αντίστασης κοντά στα 2Ω

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, κατάλληλη επιλογή γείωσης θεωρείται η θεμελιακή γείωση

4.2.4.1. Θεμελιακή γείωση

Η θεμελιακή γείωση είναι ένας γειωτής ταινίας που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων των κτηρίων, μέσα στο σκυρόδεμα. Η τοποθέτηση γίνεται στη βάση των εξωτερικών τοίχων και είναι ένας κλειστός βρόχος. Επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα των θεμελίων είναι υγρό όλο το έτος συνήθως, ο θεμελιακός γειωτής έχει σχετικά μικρή αντίσταση γείωσης. Τιμές ίσες ή μικρότερες από 2Ω δεν είναι σπάνιες ενώ σε συνήθειες πασαλογειωτές έχουμε περί τα 30Ω . Ο αγωγός του γειωτή μπορεί να είναι :

- Ταινίες γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστων διαστάσεων 30×3.5 mm ή 25×4 mm
- Βέργα γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστης διαμέτρου 10 mm.
- Το χαλύβδινο ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο περιμετρικό θεμέλιο του κτηρίου. Σε περιπτώσεις που υπάρχει μόνωση κατά της υγρασίας, πρέπει το ηλεκτρόδιο να τοποθετείται προς τη πλευρά του εδάφους. Για μεγάλες διαστάσεις των κτηρίων >10 m συνιστώνται και εγκάρσιες συνδέσεις του περιμετρικού γειωτή όπως στο σχ.7.9 {12} έτσι ώστε κανένα σημείο του υπογείου να μην απέχει πάνω από 10 m από τον γειωτή.

Ο γειωτής πρέπει να περιβάλλεται παντού από δομημένο συμπακνωμένο σκυρόδεμα. Τοποθετείται σε ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 5cm γιατί αλλιώς διαβρώνεται. Μετά από την εκσκαφή των θεμελίων κατασκευάζεται μια στρώση από σκυρόδεμα πάχους 6-10 cm. Πάνω στη στρώση από σκυρόδεμα τοποθετείται μία από τις ταινίες με την πλατιά της πλευρά όρθια ή μια χαλύβδινη βέργα κυκλικής διατομής. Στη συνέχεια τοποθετείται ο οπλισμός των θεμελίων και ακολούθως εκχύνεται γεμίζοντας με σκυρόδεμα όλο το θεμέλιο. Η τοποθέτηση του γειωτή μέσα στο σκυρόδεμα στη βάση των θεμελίων εξασφαλίζει αντοχή στη διάβρωση και στις μηχανικές καταπονήσεις. Επιπλέον ο γειωτής είναι σε υγρό έδαφος όπου η αγωγιμότητα είναι μεγάλη. Συνίσταται να συνδέεται στον γειωτή ο οπλισμός του σκυροδέματος του κτηρίου. Οι απολήξεις του γειωτή έχουν την ίδια διατομή με το ηλεκτρόδιο του γειωτή. Το μήκος τους είναι 1,5m κατά VDE 0100 και τοποθετούνται στον τοίχο του κτηρίου εσωτερικά. Η απόληξη απέχει στο κάτω μέρος της στην έξοδό της από τον τοίχο, 30cm από το έδαφος. Η σύνδεση με την υπόλοιπη εγκατάσταση γίνεται με χάλκινο αγωγό διατομής 16mm^2 . Αν υπάρχει σύστημα αντικεραυνικής προστασίας, συνδέεται αυτό στη θεμελιακή γείωση και τα αλεξικέρανα ενδεχομένως μέσω σπινθηριστών.



Σχήμα : Εγκατάσταση θεμελιακής γείωσης

4.2.5. Κριτήρια για την επιλογή ενός RCD

Χρήση διακοπών προστασίας από ρεύματα διαφυγής (RCD)



Ο RCD χρησιμοποιείται ως προστασία για την έμμεση επαφή (προστασία ατόμων).

Σύμφωνα με το πρότυπο DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41Q2005), ένα μέτρο προστασίας αποτελείται από δύο κανονισμούς προστασίας:

- Βασική προστασία: Προστασία από άμεση επαφή
- Προστασία από σφάλματα: Προστασία σε περίπτωση εμφάνισης ενός σφάλματος (= προστασία κατά την έμμεση επαφή), δηλ. προστασία μετά το πρώτο σφάλμα, ώστε να μην προκύψουν σωματικές βλάβες.

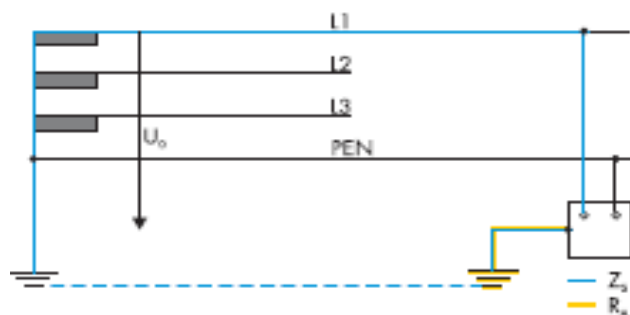
Αυτός ο κανονισμός προστασίας τίθεται σε ισχύ, όταν δεν υφίσταται πλέον η βασική προστασία. Ως μέτρο προστασίας για την τοποθέτηση ενός συστήματος εναλλασσόμενου ρεύματος σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση, συνήθως προβλέπεται η αυτόματη απενεργοποίηση της τροφοδοσίας ρεύματος.

Παράλληλα με την απομόνωση ενεργών εξαρτημάτων ως βασική προστασία, χρησιμοποιείται η προστασία από τα σφάλματα μέσω της εξισορρόπησης του δυναμικού προστασίας και μιας διάταξης απενεργοποίησης.

Αυτή πρέπει να απενεργοποιείται εντός των προδιαγραφόμενων χρόνων μετά την εμφάνιση του σφάλματος (με 230 VAC: 0,2 s στα δίκτυα TT-Netzen ή/και 0,4 s στα δίκτυα TN).

4.3. Ορισμοί εννοιών

- LS: Διακόπτης προστασίας αγωγών Σύμβολα για διακόπτη προστασίας αγωγών
- RCD: Διακόπτης προστασίας από ρεύματα διαφυγής / διάταξη προστασίας από ρεύματα διαφυγής
- RCMU (ευαίσθητη σε όλους τους τύπους ρεύματος): Μονάδα επιτήρησης ρεύματος διαφυγής
- I_a : Ρεύμα, το οποίο προκαλεί την αυτόματη απενεργοποίηση εντός του απαιτούμενου χρόνου (προστασία από βραχυκύκλωμα). Στο χαρακτηριστικό B του διακόπτη προστασίας αγωγών είναι το 5πλάσιο του ονομαστικού ρεύματος (I_{nenn}) του LS. Στο χαρακτηριστικό C είναι το 10πλάσιο, π.χ. LS C16A $\Rightarrow I_a = 160$ A.
- $I_{\Delta f}$: Παραμένον ρεύμα μέτρησης του RCD.
- RA: Άθροισμα αντιστάσεων της γείωσης και του αγωγού προστασίας του (προστατευόμενου) σώματος.
- U_0 : Ονομαστική εναλλασσόμενη τάση εξωτερικού αγωγού προς το έδαφος.
- Z_s : Σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος (αποτελείται από πηγή ρεύματος, εξωτερικό αγωγό έως το σημείο σφάλματος και τον αγωγό προστασίας ανάμεσα στο σημείο σφάλματος και την πηγή ρεύματος).
- Δίκτυο TT



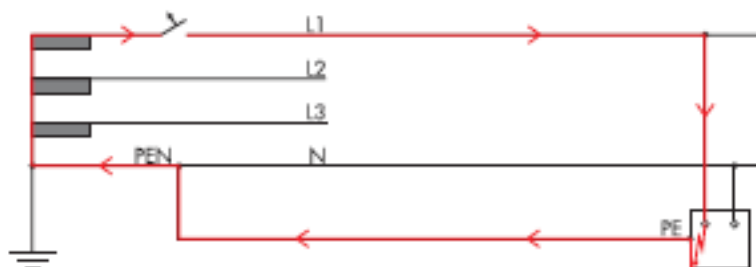
4.3.1. Δυνατότητες απενεργοποίησης

Η αυτόματη απενεργοποίηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εξισορρόπησης του δυναμικού προστασίας και ενός από τα παρακάτω μέτρα [σύμφωνα με DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41:2005)]:

α) Διακόπτης προστασίας αγωγών (LS)

Ένας διακόπτης προστασίας αγωγών μπορεί να διασφαλίσει την αυτόματη απενεργοποίηση, όταν πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Δίκτυα TT: Ως προστασία από τα σφάλματα προβλέπεται κυρίως ένας RCD.
- Όταν $Z_0 = V_0 / I_0$, ο LS μπορεί και σε αυτή την περίπτωση να παρέχει προστασία μέσω της αυτόματης απενεργοποίησης.



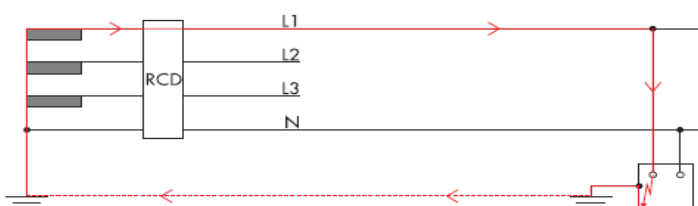
Σχήμα : Απενεργοποίηση μέσω του διακόπτη προστασίας αγωγών σε περίπτωση σφάλματος στο δίκτυο TN-C-S

β) Διακόπτης προστασίας από ρεύματα διαρροής (RCD)

Ένας διακόπτης προστασίας από ρεύματα διαρροής μπορεί να διασφαλίσει την αυτόματη απενεργοποίηση, όταν πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Δίκτυο TN: Στο δίκτυο TN, τα ρεύματα σφάλματος είναι σημαντικά υψηλότερα από το παραμένον ρεύμα μέτρησης ($I_{\Delta f}$) του RCD. Επομένως, οι χρόνοι απενεργοποίησης τηρούνται πάντα με τον RCD.
- Δίκτυα TT: Ως προστασία από τα σφάλματα προβλέπεται κυρίως ένας RCD.

Όταν $R < 50V / I_M$ ο RCD μπορεί να παρέχει προστασία μέσω της αυτόματης απενεργοποίησης.



Σχήμα : Απενεργοποίηση μέσω του RCD σε περίπτωση σφάλματος στο δίκτυο TT

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, πρέπει να ελέγχεται, αν ο προβλεπόμενος διακόπτης για την προστασία των αγωγών είναι κατάλληλος για την αυτόματη απενεργοποίηση σύμφωνα με το παραπάνω κριτήριο.

- Αν ισχύει αυτό, μέσω του βρόχου σφάλματος ρέει ένα ρεύμα (ανάλογα με το ύψος της σύνθετης αντίστασης βρόχου), το οποίο είναι υψηλότερο από το ρεύμα απελευθέρωσης Ia (της προστασίας από βραχυκύκλωμα). Ο LS μπορεί επομένως να απενεργοποιηθεί εντός των απαιτούμενων χρόνων.
- Αν η σύνθετη αντίσταση βρόχου είναι πολύ υψηλή, πρέπει να χρησιμοποιείται ένας πρόσθετος RCD εκτός από το δίκτυο TN-C).

Επίσης, σημαντικό είναι ότι στα δίκτυα TN-C δεν επιτρέπεται η χρήση RCD.

4.3.2. Περαιτέρω λόγοι για τη χρήση ενός RCD

Παράλληλα με την προστασία από τα σφάλματα μέσω της αυτόματης απενεργοποίησης, ως πρόσθετη προστασία προβλέπεται ένας RCD.

α) Εγκαταστάσεις στην εξωτερική περιοχή

Συνήθως επικρατεί η άποψη, ότι για τις εγκαταστάσεις στην εξωτερική περιοχή πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα ένας RCD. Σύμφωνα με το DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41:2005) αυτό εφαρμόζεται μόνο στα τελικά κυκλώματα για τα φορητά μέσα λειτουργίας στην εξωτερική περιοχή με ονομαστικό ρεύμα έως 32 A.

β) Απαιτήσεις του φορέα εκμετάλλευσης δικτύου

Ορισμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύου προσαρμόζουν τις τεχνικές προϋποθέσεις σύνδεσης που ισχύουν γενικά στο δικό τους δίκτυο και συνεπώς, αποκλίνουν από τις βασικές προδιαγραφές. Σε αυτές τις ειδικές τεχνικές προϋποθέσεις σύνδεσης μπορεί επομένως να περιλαμβάνεται η χρήση ενός RCD. Σε περίπτωση που από την πλευρά του φορέα εκμετάλλευσης δικτύου απαιτείται ένας RCD, ο τρόπος και οι προϋποθέσεις χρήσης ρυθμίζονται στις δικές του ειδικές τεχνικές προϋποθέσεις σύνδεσης. Συνήθως, ο φορέας εκμετάλλευσης δικτύου δεν έχει κάποια ιδιαίτερη απαίτηση για έναν RCD, αλλά απαιτεί μια εγκατάσταση σύμφωνα με τα πρότυπα.

γ) Ανάγκες λόγω άλλων προτύπων

Ανάλογα με την τοποθεσία εγκατάστασης ή/και τις τοπικές συνθήκες, μπορεί να χρειάζεται ένας RCD λόγω άλλων προτύπων ή προδιαγραφών. Αν για παράδειγμα η εγκατάσταση πραγματοποιείται σε μία αποθήκη ή σε ξύλινα σπίτια, ισχύει επίσης το DIN VDE 0100-482 (IEC 60364-4-42:2001-08). Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται ένας RCD με παραμένον

ρεύμα μέτρησης 300 mA το μέγιστο, για λόγους προστασίας από πυρκαγιά. Οι διάφορες επιδράσεις πρέπει να εκτιμώνται μόνο από τον τοπικό τεχνικό εγκατάστασης.

4.3.3. Παράδειγμα υπολογισμού 1:

1. Ασφάλεια με LS B16A· Δίκτυο TN·

Σύνθετη αντίσταση βρόχου $Z_s = 1,5 \text{ Ohm}$:

- Ο LS B16A έχει ρεύμα απελευθέρωσης βραχυκυκλώματος 80 A (χαρακτηριστικό B: Συντελεστής 5· I_{nenn} του LS = 16 A $\Rightarrow 5 \times 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$).
- Με 230 V μπορεί να διαρρεύσουν 153 A μέσω του βρόχου σφάλματος ($230\text{V}/1,5\Omega = 153,3\text{A}$).
- Τα 153 A είναι παραπάνω από τα απαιτούμενα 80 A ρεύματος απελευθέρωσης του LS. Έτσι, ο LS απενεργοποιείται με ασφάλεια εντός του προδιαγραφόμενου χρόνου.
- Ο LS B16A αρκεί ως προστασία από τα σφάλματα για την έμμεση επαφή.
- Επειδή όμως πρόκειται για μία αποθήκη, σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εγκαθίσταται ακόμη ένας RCD Τύπου A με παραμένον ρεύμα μέτρησης 300 mA το μέγιστο. Αυτό θα ήταν απαραίτητο για λόγους προστασίας από πυρκαγιά σύμφωνα με το DIN VDE 0100-482 (IEC 60364-4-42:2001-08).

2. Ασφάλεια με κάθε LS C50A· Δίκτυο TT·

Σύνθετη αντίσταση βρόχου $Z_s = 0,5 \text{ Ohm}$ · $R_A = 5 \text{ Ohm}$:

- Ο LS C50A έχει ρεύμα απελευθέρωσης βραχυκυκλώματος 500 A (χαρακτηριστικό C: Συντελεστής 10· I_{nenn} του LS = 50 A $\Rightarrow 10 \times 50 \text{ A} = 500 \text{ A}$)
- Με 230 V μπορεί να διαρρεύσουν 460 A μέσω του βρόχου σφάλματος (). Τα 460 A είναι παρακάτω από τα απαιτούμενα 500 A ρεύματος απελευθέρωσης του LS. Έτσι, ο LS **δεν απενεργοποιείται με ασφάλεια** εντός του προδιαγραφόμενου χρόνου.
- Ο LS C50A **δεν** αρκεί ως προστασία από τα σφάλματα για την έμμεση επαφή!

Η πρώτη δυνατότητα περιλαμβάνει την χρήση ενός άλλου LS (εφόσον είναι δυνατό).

- Κατά τη χρήση ενός LS B50A, το ρεύμα απελευθέρωσης βραχυκυκλώματος θα βρίσκεται στα 250 A (χαρακτηριστικό B: Συντελεστής 5· I_{nenn} του LS = 50 A $\Rightarrow 5 \times 50 \text{ A} = 250 \text{ A}$).
- Κατά τη χρήση ενός LS C40A, το ρεύμα απελευθέρωσης βραχυκυκλώματος θα βρίσκεται στα 400 A (χαρακτηριστικό C: Συντελεστής 10· I_{nenn} του LS = 40 A $\Rightarrow 10 \times 40 \text{ A} = 400 \text{ A}$).
- Το ρεύμα απελευθέρωσης και στις δύο εκδόσεις LS (B50A, C40A) θα είναι κάτω από 460 A και σε περίπτωση σφάλματος ενδέχεται να προκύψει διαρροή. Έτσι, οι

διακόπτες προστασίας αγωγών απενεργοποιούνται εντός του προδιαγραφόμενου χρόνου.

- Ο LS B50A ή ο LS C40A αρκούν ως προστασία από τα σφάλματα για την έμμεση επαφή.

Η δεύτερη δυνατότητα περιλαμβάνει την χρήση ενός RCD:

- Σε περίπτωση που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άλλος διακόπτης προστασίας αγωγών, πρέπει για την προστασία από τα σφάλματα να χρησιμοποιείται ένας RCD.
- Επειδή χρησιμοποιούνται 3 μετατροπείς χωρίς μετασχηματιστή, το παραμένον ρεύμα μέτρησης πρέπει να είναι τουλάχιστον 500 mA
- Επιλέγεται ένας RCD με $I_{\Delta f} = 500 \text{ mA}$.
- Επιπλέον, πρέπει σύμφωνα με τη συνθήκη από το 4 β (συγκρ. σελίδα 9) να ελέγχεται, αν αρκεί το αποτέλεσμα προστασίας:

Επομένως ένας RCD τύπου A με παραμένον ρεύμα μέτρησης 500 mA είναι κατάλληλος για την προστασία από τα σφάλματα στην έμμεση επαφή.

$$R_A = 5 \Omega < \frac{50 \text{ V}}{1,3 \times I_{\Delta f}}$$

$$R_A < \frac{50 \text{ V}}{1,3 \times 0,5 \text{ A}} = 76,9 \Omega$$

4.4. Προστασία από βραχυκύκλωμα και υπερένταση

Για να προστατέψουμε την ηλεκτρική μας εγκατάσταση από βραχυκύκλωμα και από υπερένταση τοποθετούμε στη αφετηρία του κάθε κυκλώματος ξεχωριστά ασφάλεια τύπου MCB. Οι μικροαυτόματοι διακόπτες (mcb) χρησιμοποιούνται κυρίως, για προστασία καλωδίων και ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων. Οι μικροαυτόματοι διακόπτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα είδη συστημάτων διανομής, σε κατοικίες και σε δημόσια κτήρια καθώς επίσης και σε βιομηχανικές εφαρμογές.. Οι διάφορες εκδόσεις και η μεγάλη σειρά εξαρτημάτων (βοηθητικές επαφές κι επαφές σήματος βλάβης, μοχλού απελευθέρωσης ανοικτού-κλειστού κυκλώματος κ.τ.λ) δίνουν την δυνατότητα στους μικροαυτόματους διακόπτες να εκπληρώσουν τις διάφορες περιοχών της εφαρμογής.

4.4.1. Επιλογή διατάξεων προστασίας σε συσχετισμό με τους προστατευμένους αγωγούς

Τα χαρακτηριστικά λειτουργία μιας διάταξης η οποία προστατεύει μια γραμμή έναντι υπερφόρτισης πρέπει να ικανοποιούν τις ακόλουθες συνθήκες

$$1. I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2. I_b \leq 1,45 \cdot I_z$$

Όπου:

I_b: είναι το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος

I_z: είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα γραμμής

I_n: είναι το ονομαστικό ρεύμα της διάταξης προστασίας (Σημειώνεται ότι για ρυθμιζόμενες διατάξεις προστασίας I_n είναι επιλεγόμενο ρεύμα ρύθμισης)

I_z: είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία της διάταξης προστασίας στο συμβατικό συμφωνά με τα αντίστοιχα πρότυπα.

4.4.2. Επιλογή διατάξεων προστασίας σε συσχετισμό με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας A είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για την προστασία των μετασχηματιστών στα κυκλώματα μετρήσεων καθώς και για ηλεκτρικά κυκλώματα με μεγάλα μήκη αγωγών όπου, συμφωνά με τα πρότυπα HD 384,4,41 S2 IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410, θα πρέπει να γίνεται διακοπή μέσα σε 0,4s.

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας B αποτελούν τη τυπική χαρακτηριστική καμπύλη για κυκλώματα ρευματοδοτών σε κατοικίες και επαγγελματικά κτίρια

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας C είναι κατάλληλες για κινητήρες και φορτία με ωμικό επαγωγικό φορτίο

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας D είναι κατάλληλες για υψηλά επαγωγικά φορτία

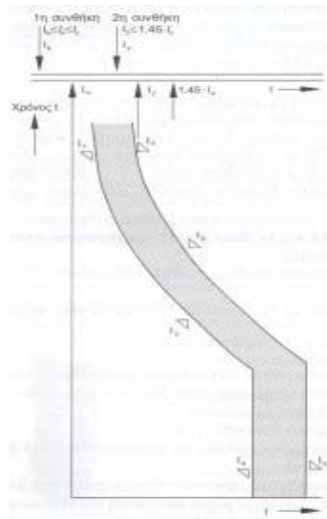
I₁: μικρό ρεύμα δοκιμής δηλαδή το ρεύμα που δεν ενεργοποιεί το θερμικό για Χρόνο $t > 1h$

I₂: μεγαλύτερο ρεύμα δοκιμής, δηλαδή το ρεύμα που ενεργοποιεί το θερμικό για Χρόνο $t > 1h$

I₃: όρια αντοχής του θερμικού

I₄: ρεύμα συγκράτησης του μαγνητικού στοιχείου

I₅: ρεύμα λειτουργίας του μαγνητικού στοιχείου



Άρα, σύμφωνα με την μελέτη των πιο πάνω, για την επιλογή διάταξης προστασία λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Τα πρότυπα HD 384,4,41 S2 IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410/ BS 5419
- Επιλογή των διατάξεων προστασίας σε συσχετισμό με τους προστατευμένους αγωγούς
- Επιλογή των διατάξεων προστασίας σε συσχετισμό με την Χαρακτηριστικά λειτουργίας

4.5. Αντικεραυνική Προστασία

4.5.1. Εισαγωγή

Τα κεραυνικά πλήγματα αποτελούν σημαντικό κίνδυνο τόσο για την ηλεκτρική εγκατάσταση όσο και για την σωματική ακεραιότητα των ανθρώπων στο γήπεδο. Λόγω της φύση του υποστατικού, της αυξημένης ανθρώπινης παρουσίας των πολύ ψηλών ιστών, απαιτείται μεγάλη προσοχή στη μελέτη των αντικεραυνικών μέτρων.

4.5.2. Επιπτώσεις από πλήγματα κεραυνών

Πολλές φορές παρατηρούνται επικίνδυνες επιπτώσεις σε μια κατασκευή και στο περιεχόμενο της ως αποτέλεσμα άμεσου ή έμμεσου πλήγματος κεραυνού. Ως άμεσο πλήγμα θεωρείται η περίπτωση κατά την οποία ο κεραυνός πλήττει κατευθείαν την κατασκευή ή το συλλεκτήριο

σύστημα αντικεραυνικής προστασίας της. Το έμμεσο πλήγμα κεραυνού σε μια κατασκευή αναφέρεται στην περίπτωση που ο κεραυνός πλήττει τη κοντινή περιοχή της (το έδαφος ή γειτνιάζουσα κατασκευή) ή τις εισερχόμενες παροχές υπηρεσιών κοινής ωφέλειας.

4.5.3. Επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή

Ο κεραυνός μπορεί να προκαλέσει σημαντική βλάβη ή απώλεια της ανθρώπινης ζωής:

- Άμεσο πλήγμα: Σ' αυτή τη περίπτωση το ανθρώπινο σώμα δέχεται απευθείας τον κεραυνό αποτελώντας την άμεση διαδρομή όδευσης της εκκένωσης προς τη γη. Αν και έχει παρατηρηθεί θεωρείται ιδιαίτερα σπάνια περίπτωση εφόσον η συχνότητα άμεσων κεραυνικών πληγμάτων σε έναν άνθρωπο εκτεθειμένο συνεχώς σε επίπεδη περιοχή μπορεί να υπολογιστεί περίπου ως ένα άμεσο πλήγμα κεραυνού ανά 2000 χρόνια.
- Άμεση επαφή: Εδώ το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σε επαφή με κάποιο αντικείμενο που πλήττεται από κεραυνό.
- Υπερπήδηση: Το ανθρώπινο σώμα ευρισκόμενο αρκετά κοντά σε κάποιο αντικείμενο που πλήττεται από κεραυνό παροχετεύει παράλληλα τμήμα της εκκένωσης προς τη γη ως αποτέλεσμα της ηλεκτρικής διάσπασης του διακένου αέρα που παρεμβάλλεται μεταξύ τους.
- Βηματική τάση: Σ' αυτή τη περίπτωση το ανθρώπινο σώμα υπόκειται σε υψηλή τάση λόγω της εμφάνισης διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στα πόδια η οποία οφείλεται στην ακτινική διάχυση του ρεύματος του κεραυνού στο έδαφος. Το δυναμικό του εδάφους στη περιοχή πτώσης του κεραυνού φθίνει με την απόσταση από το σημείο πλήγματος.
- Επιφανειακή διάσπαση του εδάφους: Σ' αυτή τη περίπτωση το ανθρώπινο σώμα ευρισκόμενο αρκετά κοντά στο σημείο πλήγματος του κεραυνού αποτελεί τμήμα της διαδρομής του ηλεκτρικού τόξου της επιφανειακής διάσπασης του εδάφους. Η επιφανειακή διάσπαση του εδάφους δεν παρατηρείται σε κάθε περίπτωση που ο κεραυνός πλήττει ένα αντικείμενο ή το έδαφος. Το φαινόμενο είναι συνάρτηση των παραμέτρων του κεραυνού καθώς και της κατάστασης της επιφάνειας του εδάφους όπως η μορφολογία, η φύση, το ποσοστό υγρασίας, κ.α.
- Τυφλό τραύμα: Το ανθρώπινο σώμα εκτινάσσεται σε απόσταση είτε λόγω των έντονων μυϊκών συσπάσεων που προκαλούνται από τη ροή του ρεύματος διαμέσου του είτε του κρουστικού κύματος πίεσης που συνοδεύει την εκκένωση του κεραυνού.
- Η απώλεια της ανθρώπινης ζωής από πλήγμα κεραυνού οφείλεται σε καρδιακή ανακοπή. Τα συμπτώματα που μπορεί να παρατηρηθούν σε επιζώντες είναι παρόμοια με αυτά που παρατηρούνται σε θύματα ηλεκτροπληξίας ωστόσο γενικότερα θεωρείται ότι είναι ασθενέστερα και μικρής χρονικής διάρκειας. Τα συμπτώματα διακρίνονται σε

ψυχοσωματικά και οργανικά, παροδικά ή μόνιμα όπως διαταραχή ή απώλεια μνήμης, δυσκολία ή ανικανότητα συγκέντρωσης, μειωμένη διανοητικότητα, διαταραχή ύπνου, ίλιγγος, κεφαλαλγία, ευερεθιστότητα, εύκολη ή χρόνια κόπωση, κατάθλιψη, αγοραφοβία, φωτοφοβία, ακαμψία στις αρθρώσεις, μυϊκές συσπάσεις, απώλεια ακοής, επιφανειακά εγκαύματα, μερική παράλυση.

4.5.4. Επιπτώσεις σε κατασκευές

Οι επιπτώσεις του πλήγματος του κεραυνού σε μια κατασκευή οφείλονται είτε στο ίδιο το ηλεκτρικό τόξο της εκκένωσης είτε σε δευτερογενή φαινόμενα που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της εκκένωσης.

Θερμικές επιδράσεις: Οι θερμικές επιδράσεις σχετίζονται με την ειδική ενέργεια του κεραυνού σε περίπτωση ωμικής ζεύξης και με το ολικό φορτίο ή το κρουστικό φορτίο του όταν αναπτύσσονται τόξα στην εγκατάσταση. Παρατηρούνται ρήγματα σε δομικά στοιχεία, διάτρηση ή και τήξη των υλικών της κατασκευής ως αποτέλεσμα της μεγάλης απότομης αύξησης της θερμοκρασίας τους λόγω του φαινομένου Joule και της μεταφοράς μεγάλης ποσότητας ενέργειας μεταξύ του ηλεκτρικού τόξου και της περιοχής του σημείου πλήγματος του κεραυνού στη κατασκευή. Το φαινόμενο Joule εκδηλώνεται ιδιαίτερα έντονο στη περιοχή του σημείου πλήγματος καθώς και κατά τη ροή του ρεύματος του κεραυνού σε σημεία μεγάλης ωμικής αντίστασης όπως κακές επαφές ή σε υλικά μεγάλης ειδικής αντίστασης.

4.6. Μελέτη και εγκατάσταση συστήματος αντικεραυνικής προστασίας σε γήπεδο ποδοσφαίρου

4.6.1. Κανονισμοί

Για την μελέτη της εγκατάστασης θα εφαρμοστούν οι εξής κανονισμοί :

1. Κτιριολογικός κανονισμός
2. Κανονισμός Ε.Η.Ε
3. Προδιαγραφές DIN 57185
4. Προδιαγραφές ΗΠΑ ANSI

Λαμβάνοντας υπόψη τους πιο πάνω κανονισμούς προκύπτει ότι ένα σύστημα αντικεραυνικής προστασίας αποτελείται από το εσωτερικό και το εξωτερικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας. Τα δύο αυτά συστήματα (εσωτερικό και εξωτερικό) χρησιμοποιούνται ή ξεχωριστά ή σε συνδυασμό ανάλογα με τη προστασία που χρειάζεται. Η εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας (εξωτερική ΕΑΠ) σκοπό έχει να συλλάβει το κεραυνό πριν πλήξει την υπό προστασία περιοχή και να διοχετεύσει το ρεύμα με ασφάλεια

στο έδαφος περιορίζοντας στο ελάχιστο τις θερμικές και μηχανικές επιδράσεις του. Η εσωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας (εσωτερική ΕΑΠ) να προστατέψει το εσωτερικό της εγκατάστασης και να μειώσει στο ελάχιστο τις ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του ρεύματος του κεραυνού.

4.6.2. Εξωτερική ΕΑΠ

Η εξωτερική ΕΑΠ αποτελείται από:

- Το συλλεκτήριο σύστημα που προορίζεται να δέχεται τους κεραυνούς.
- Το σύστημα αγωγών καθόδου το οποίο εξασφαλίζει την όδευση του ρεύματος του κεραυνού από το συλλεκτήριο σύστημα προς τη γη.
- Το σύστημα γείωσης που άγει και διαχέει το ρεύμα του κεραυνού στο έδαφος. Επίσης ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης του συλλεκτήριου συστήματος και του συστήματος των αγωγών καθόδου σε σχέση με τη κατασκευή που χρήζει προστασίας διακρίνεται σε δύο τύπους:
- Τη μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ, όπου το συλλεκτήριο σύστημα και το σύστημα των αγωγών καθόδου είναι τοποθετημένα έτσι ώστε η οδός ροής του ρεύματος του κεραυνού να μην έρχεται σε επαφή με την κατασκευή.
- Τη μη μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ, όπου το συλλεκτήριο σύστημα και το σύστημα των αγωγών καθόδου είναι τοποθετημένα έτσι ώστε η οδός ροής του ρεύματος του κεραυνού να μπορεί να έρχεται σε επαφή με τη κατασκευή.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η εξωτερική ΕΑΠ μπορεί να είναι σε επαφή με την κατασκευή που χρήζει προστασίας. Μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ πρέπει να εγκαθίσταται όταν οι θερμικές επιπτώσεις στο σημείο πλήγματος ή στους αγωγούς που διαρρέονται από ρεύμα κεραυνού μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στη κατασκευή που χρήζει προστασία ή στο περιεχόμενό της. Τυπικές περιπτώσεις είναι κατασκευές με εύφλεκτη επικάλυψη, εύφλεκτοι τοίχοι και χώροι με κίνδυνο έκρηξης ή πυρκαγιάς.

4.6.3. Συλλεκτήριο σύστημα

Συλλεκτήριο σύστημα ορίζεται το τμήμα της εξωτερικής ΕΑΠ που προορίζεται να δέχεται τους κεραυνούς. Η σχεδιάσή του εξαρτάται από τη γεωμετρία της κατασκευής που χρήζει προστασία, την απαιτούμενη στάθμη προστασίας καθώς και τη μέθοδο που λήφθηκε υπόψη για το καθορισμό της ζώνης προστασίας. Το συλλεκτήριο σύστημα μπορεί να αποτελείται από οποιουδήποτε συνδυασμό στοιχείων όπως ράβδοι, τεταμένα σύρματα ή πλέγματα αγωγών. Ο σχεδιασμός του συλλεκτήριου συστήματος του ΣΑΠ είναι κατάλληλος εάν η κατασκευή που χρήζει προστασίας βρίσκεται εξ' ολοκλήρου μέσα στη ζώνη προστασίας που αυτό παρέχει.

4.6.4. Ζώνη προστασίας

Για τον προσδιορισμό της ζώνης προστασίας που παρέχει το συλλεκτήριο σύστημα ενός ΣΑΠ χρησιμοποιούνται κυρίως τρεις μέθοδοι:

- Η μέθοδος της γωνίας προστασίας
- Η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας
- Η μέθοδος πλέγματος αγωγών

Για τα περισσότερα κτίρια απλής μορφής η μέθοδος της γωνίας προστασίας είναι πιο εύχρηστη, αλλά για σύνθετες μορφές συνιστάται η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας. Η μέθοδος πλέγματος αγωγών χρησιμοποιείται για να προστατέψει επίπεδες επιφάνειες.

Επιλέγοντας την μέθοδο της γωνίας προστασίας μελετούμε τον σχεδιασμό του ΕΑΠ στο γήπεδο. Η επιλογή έγινε λόγω της φύσης τη κατασκευής. Οι ψηλοί ιστοί που εγκατασταθήκαν για την τοποθέτηση το φωτιστικών σωμάτων καθώς και το μέγεθος της κατασκευή ήταν οι κυριότερη λόγοι για την επιλογή της μεθόδου

4.6.4.1. Μέθοδος της γωνίας προστασίας

Με τη μέθοδο της γωνίας προστασίας η ζώνη προστασίας μίας κατακόρυφης ράβδου ύψους h έχει τη μορφή ενός ορθού κυκλικού κώνου με κορυφή την απόληξη της ράβδου. Παρακάτω θα μελετήσουμε το συλλεκτήριο συστήματος με τη μέθοδο της γωνίας προστασίας.

Ακολουθώντας την πιο κάτω εξίσωση

$$N_d = N_g \cdot \pi \cdot (3 \cdot h)^2 \cdot 10^{-6} \Leftrightarrow N_d = N_g \cdot \pi \cdot 9 \cdot h^2 \cdot 10^{-6} \quad [1]$$

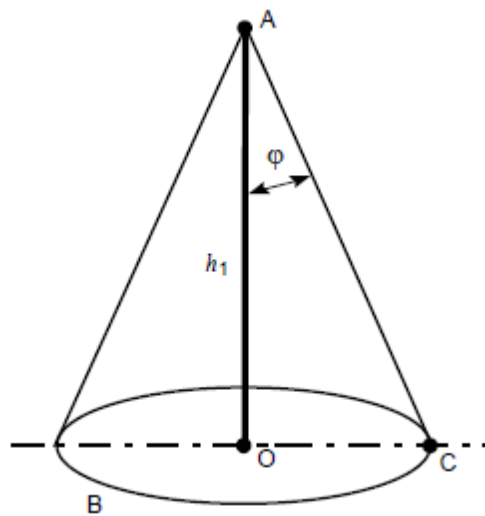
Και όπου

h : Το ύψος ιστού

N_d : ο μέσος ετήσιος αριθμός άμεσων πληγμάτων κεραυνών στο έδαφος

N_g : Η μέση πυκνότητα τοπικής πτώσης κεραυνού ανά 1 Kg^2

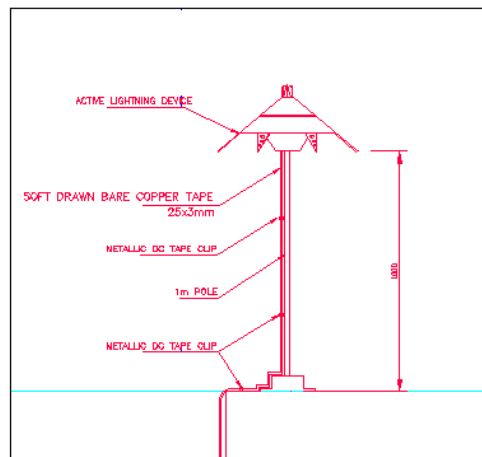
Από τα πιο πάνω προκύπτει $R = 3h$.



Σχήμα : Περιοχή προστασίας Ράβδου Φράνκλιν, με την μέθοδο της γωνίας προστασίας

4.6.5. Συλλεκτήριο Ακίδας

Η ακίδα θα τοποθετηθεί στο ψηλότερο σημείο του ιστού και έχει σκοπό την διαχύσει ιόντων μέσα στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας και δημιουργεί ένα διάυλο μειωμένης ηλεκτρικής αντίστασης διαμέσου του οποίου συλλέγεται ο επερχόμενος κεραυνός



ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΑ "Α"
ΤΥΠΙΚΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΥ
Scale : N.T.S

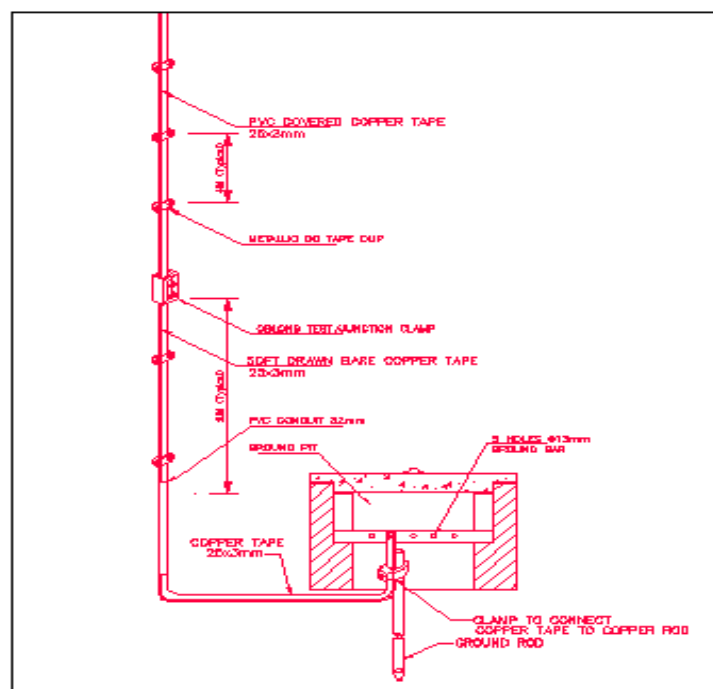
4.6.6. Αγωγός Καθόδου

Οι αγωγοί καθόδου έχουν σκοπό να οδηγήσουν το κεραυνικό ρεύμα από το συλλεκτήριο, με ασφάλεια στο σύστημα γείωσης. Αποτελείται από αγωγούς διατεταγμένους συνήθως

περιμετρικά της κατασκευής ορατούς ή μη. Η κάθοδος διασταυρώνεται με το συλλεκτήριο σύστημα με σφικτήρα διασταύρωσης, στρέφεται προς τα κάτω και οδεύει κατακόρυφα στηριζόμενη κάθε ένα μέτρο σε επίτοιχο στήριγμα. Σε ύψος 1,5m περίπου από το έδαφος ο αγωγός καθόδου διακόπτεται και παρεμβάλλεται λυόμενος σύνδεσμος ελέγχου γειώσεως που τον συνδέει με την αναμονή της γείωσης που έχει κατασκευαστεί. Όταν δεν έχει κατασκευαστεί θεμελιακή γείωση αλλά περιμετρική ή έχουν τοποθετηθεί ράβδοι γειώσεως, συνιστάται να τοποθετείται προστατευτικός αγωγός για να ενισχύεται η μηχανική αντοχή της

4.6.7. Σύστημα Γείωσης

Το σύστημα γείωσης, έχει ως σκοπό να επιτευχθεί η διάχυση του κεραυνικού ρεύματος μέσα στη γη, με ασφάλεια χωρίς να δημιουργούνται επικίνδυνες υπερτάσεις. Αποτελείται από οριζόντια ή κατακόρυφα ηλεκτρόδια γείωσης, τοποθετημένα εντός του εδάφους ή εγκιβωτισμένα σε σκυρόδεμα.



ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΑ Β

4.6.8. Ολοκληρωμένο Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας για κάθε Ιστό

Στο πάρα κάτω σχήμα φαίνεται ολοκληρωμένη η εγκατάσταση της αντικεραυνικής προστασίας για κάθε ιστό όπως και η ακριβή θέση το λεπτομερειών Α και Β



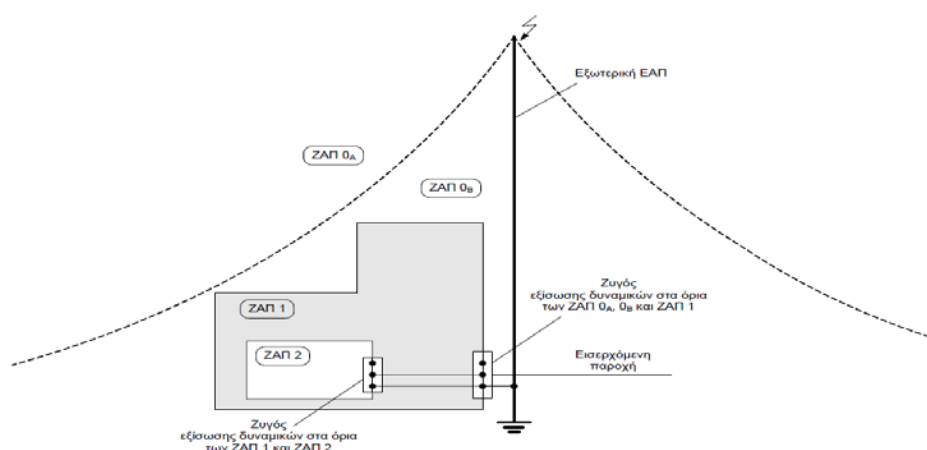
4.6.9. Ζώνες αντικεραυνικής προστασίας (ΖΑΠ)

Οι ζώνες αντικεραυνικής προστασίας είναι περιοχές εκτός και εντός της κατασκευής που χρήζει προστασίας όπου οι αναμενόμενες ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του κεραυνού είναι καθορισμένες σε σχέση με την επικινδυνότητά τους και επομένως μπορούν να περιοριστούν. Οι ζώνες αντικεραυνικής προστασίας οριοθετούνται από σημαντικές αλλαγές των ηλεκτρομαγνητικών συνθηκών αποτελώντας περιοχές αυξανόμενης απαίτησης ηλεκτρομαγνητικής προστασίας βαίνοντας από την εξωτερική περιοχή της κατασκευής όπου υπάρχει κίνδυνος άμεσου πλήγματος προς το εσωτερικό της όπου πρέπει να εξασφαλίζεται η

ηλεκτρομαγνητική ατρωσία συσκευών. Αναλυτικότερα για τις ζώνες αντικεραυνικής προστασίας έχουμε:

- ΖΑΠ 0Α: Ζώνη που περιέχει στοιχεία της κατασκευής εκτεθειμένα σε άμεσο κεραυνικό πλήγμα, οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του κεραυνού είναι μη περιορισμένες.
- ΖΑΠ 0Β: Ζώνη που περιέχει στοιχεία της κατασκευής μη εκτεθειμένα σε άμεσο κεραυνικό πλήγμα, οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του κεραυνού είναι μη περιορισμένες.
- ΖΑΠ 1: Ζώνη που περιέχει στοιχεία της κατασκευής μη εκτεθειμένα σε άμεσο κεραυνικό πλήγμα και όπου το τμήμα του ρεύματος του κεραυνού που μπορεί να τα διαρρεύσει είναι περιορισμένο σε σχέση με τη ΖΑΠ 0Β. Στη ζώνη αυτή οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του κεραυνού μπορούν να περιοριστούν ανάλογα με τα μέτρα θωράκισης που λαμβάνονται.
- ΖΑΠ 2: Ζώνες όπου απαιτείται περαιτέρω μείωση του τμήματος του ρεύματος του κεραυνού καθώς και περαιτέρω εξασθένιση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου σε σχέση με την αμέσως προηγούμενη ΖΑΠ.

Στο εσωτερικό καθώς και στα όρια των ΖΑΠ πρέπει να γίνονται ισοδυναμικές συνδέσεις είτε μέσω συνδετήριων αγωγών είτε μέσω εκτροπέων υπέρτασης. Σε κάθε ΖΑΠ οι ισοδυναμικές συνδέσεις πρέπει να γίνονται σύμφωνα με την ανάλυση του παρακάτω σχήματος ενώ ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στο συντονισμό των μονώσεων της εγκατάστασης.

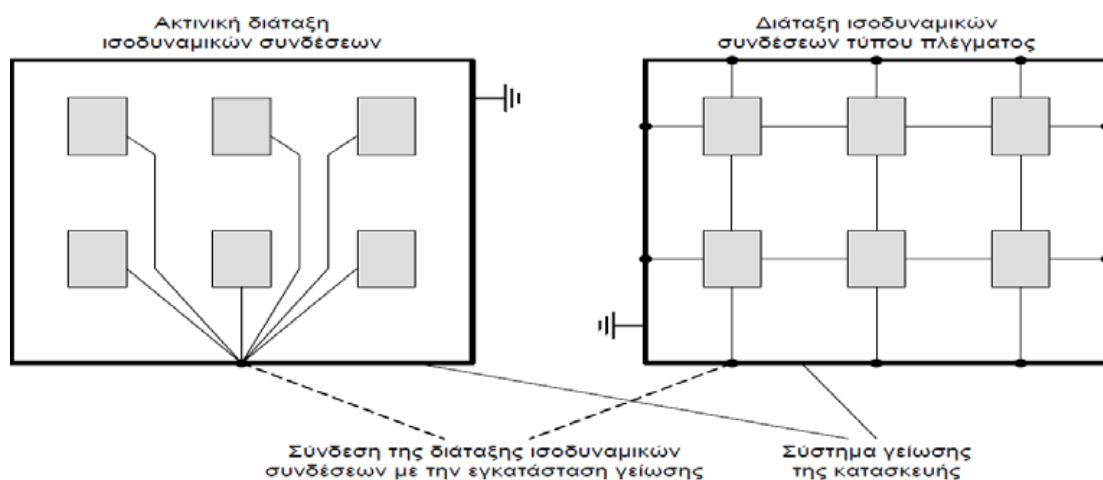


Σχήμα : Διαχωρισμός της περιοχής μιας κατασκευής σε Ζώνες Αντικεραυνικής Προστασίας και ισοδυναμικές συνδέσεις [2]

4.6.10. Ισοδυναμικές συνδέσεις σε ηλεκτρονικά συστήματα

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ηλεκτρονικά συστήματα είναι δύο, η ακτινική διάταξη και η διάταξη τύπου πλέγματος. Σύμφωνα με την ακτινική διάταξη όλα τα μεταλλικά στοιχεία συνδέονται μέσω συνδετήριων αγωγών ακτινικά, ανεξάρτητα μεταξύ τους σε ένα μόνο σημείο. Στο σημείο αυτό, σημείο αναφοράς γείωσης γίνεται η σύνδεση με το σύστημα γείωσης της κατασκευής. Τα καλώδια τροφοδοσίας και μεταφοράς σημάτων πρέπει να οδεύουν παράλληλα για την αποφυγή βρόχων ενώ στο σημείο αναφοράς γείωσης συνδέονται εάν απαιτούνται οι εκτροπείς υπέρτασης.

Η ακτινική διάταξη ισοδυναμικών συνδέσεων χρησιμοποιείται σε σχετικά μικρά συγκεντρωμένα ηλεκτρονικά συστήματα όπου όλες οι παροχές εισέρχονται στο σύστημα από ένα μόνο σημείο. Το ένα και μόνο σημείο σύνδεσης των στοιχείων του συστήματος μεταξύ τους εξασφαλίζει την αποφυγή βρόχων καθώς και των ρευμάτων επιστροφής μέσω κοινής γης. Από την άλλη στη διάταξη ισοδυναμικών σταθμών τύπου πλέγματος τα μεταλλικά στοιχεία του συστήματος συνδέονται μεταξύ τους μέσω ισοδυναμικών συνδέσεων και επιπλέον σε πολλά σημεία με το σύστημα γείωσης της κατασκευής. Η διάταξη αυτή χρησιμοποιείται γενικότερα σε σχετικά μεγάλα ηλεκτρονικά συστήματα όπου πολλά καλώδια τροφοδοσίας και μεταφοράς σημάτων οδεύουν μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και οι παροχές εισέρχονται στο σύστημα από πολλά σημεία. Το πυκνό πλέγμα των ισοδυναμικών συνδέσεων περιορίζει το μαγνητικό πεδίο στην περιοχή της εγκατάστασης. Σε πολύπλοκα ηλεκτρονικά συστήματα οι δύο διατάξεις ισοδυναμικών συνδέσεων μπορούν να συνδυαστούν προκειμένου να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα.



Σχήμα : Βασικές διατάξεις ισοδυναμικών συνδέσεων σε ηλεκτρονικά συστήματα [2]

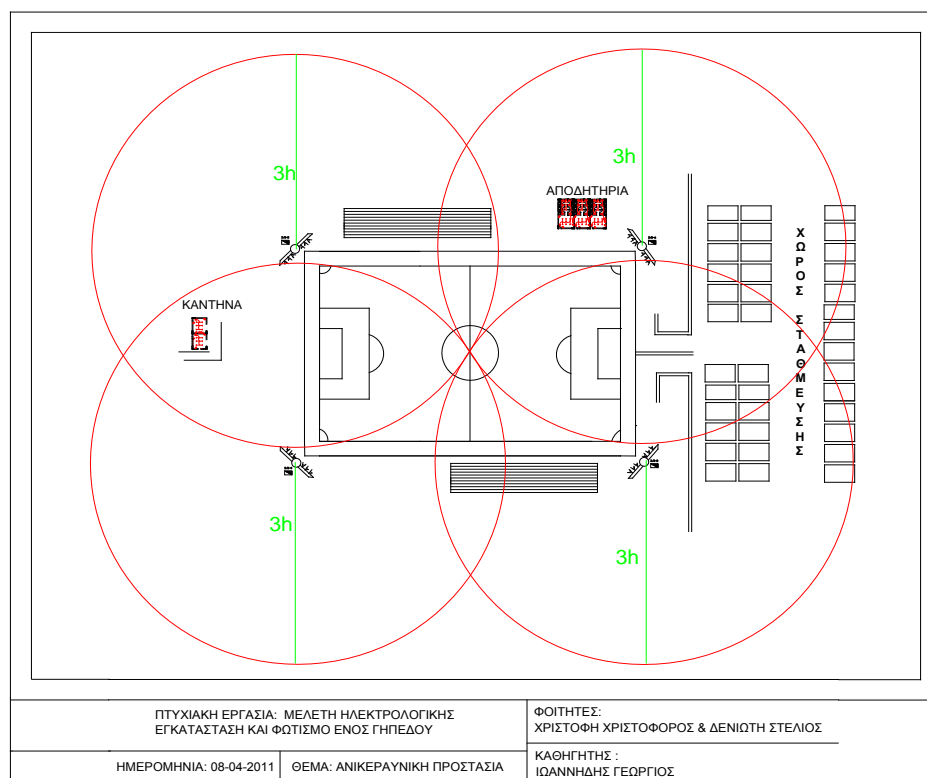
4.6.11. Εφαρμόζοντας την μέθοδο της γωνίας προστασίας μελέτη τον σχεδιασμό του ΕΑΠ στο γήπεδο

Σύμφωνα με την μέθοδο της γωνιακής προστασίας καθώς επίσης και με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του γηπέδου, ο καταλληλότερο σημείο εγκατάστασης του αντικεραυνικού συλλέκτη είναι ο ιστό στον οποίο τοποθετηθήκαν η προβολείς. Έχοντα ως δεδομένο την γεωμετρική θέση των ιστών εφαρμόσαμε την μέθοδο της γωνιακή προστασίας. Κατά την διαδικασία την μελέτης λάβαμε υπόψη τα ποιο κάτω δεδομένα:

Το ύψος των ιστών $h=26m$

Τις διαστάσεις του γηπέδου

Στο πιο κάτω σχέδιο εγκαταστήσαμε αντικεραυνικούς συλλέκτες (ακίδες) και στους τέσσερις ιστούς. Έχοντας σαν κέντρο την αντικεραυνική ακίδα διαγράψαμε κύκλο με ακτίνα R τρεις φορές μεγαλύτερη ύψος h . Με την βοήθεια του σχήματος παρατηρούμε ότι έχουμε πλήρη αντικεραυνική κάλυψη.



4.6.12. Φωτισμοί ασφαλείας

4.6.12.1. Φωτισμός ασφαλείας για ελικόπτερα

Λόγο των πολύ ψηλών ιστών που είναι εγκατεστημένοι στο γήπεδο, υπάρχει ο κίνδυνος ατυχημάτων από ελικόπτερα ή άλλα πτητικά μέσα. Ο κίνδυνος γίνεται ακόμα μεγαλύτερος την νύχτα λόγω της περιορισμένης ορατότητας. Έτσι, εγκαταστήσαμε ενδεικτικό φωτισμό. Ο φωτισμός αυτός είναι συνδεδεμένος με το σύστημα αυτοματισμού του γηπέδου. Το σύστημα αυτοματισμού ενεργοποιεί το φωτισμό ασφαλείας με τη βοήθεια φωτοκύτταρου όταν ανιλήφθη σκότος και αν δεν είναι αναμμένοι οι προβολείς. Ο φωτισμός ασφαλείας έχει συνήθως κόκκινο χρώμα για να γίνεται αντιληπτό από πολύ μακριά

4.6.12.2. Φωτισμός ασφαλείας αδιάλειπτου ενέργεια και εξόδου

Σύμφωνα με τους κανονισμούς της πυροσβεστικής υπηρεσίας και την πολεοδομίας πρέπει σε κάθε κτήριο μαζικής χρήσεις να παρέχει φωτεινή σηματοδότηση στις εξόδους. Επίσης να παρέχει στοιχειώδη φωτισμό στους διαδρόμους και στις σκάλες.

4.7. Πυρανίχνευση

Με την εγκατάσταση αυτή εξασφαλίζεται:

- η έγκαιρη προειδοποίηση έναρξης της πυρκαγιάς και ο εντοπισμός της
- η ειδοποίηση του προσωπικού και της πυροσβεστικής
- η ενεργοποίηση συστήματος πυρόσβεσης.

4.7.1. Αντικείμενο

Αντικείμενο της εργολαβίας είναι η εγκατάσταση:

- του κεντρικού πίνακα αγγελιών και ελέγχου
- των πυρανιχνευτών
- των ηλεκτρικών αγγελτήρων πυρκαγιάς
- του μπουτόν συναγερμού
- των σειρήνων μεγάφωνα
- των οπτικών μέσων

4.7.2. Κανονισμοί

Για την μελέτη λήφθηκαν υπόψη:

- Ο κανονισμός πυροπροστασίας κτιρίων
- Ο κτιριολογικός κανονισμός.

4.7.3. Σύστημα

1. Το σύστημα πυρανίχνευσης – αγγελίας αποτελείται από :
 - τον κεντρικό πίνακα
 - τον υποπίνακα του κτιρίου εγκαταστάσεων
 - τις περιφερειακές μονάδες
 - τις καλωδιώσεις
2. Οι δύο εγκαταστάσεις έχουν κοινό πίνακα
3. Η αγγελία της πυρκαγιάς θα είναι χειροκίνητη και η ανίχνευση θα είναι αυτόματη

4.8. Κεντρική Μονάδα Πυρανίχνευσης – Αναγγελίας

4.8.1. Εγκατάσταση

Το κέντρο αναγγελίας θα εγκατασταθεί στον ισόγειο στο χώρο όπου θα εγκατασταθεί και το τηλεφωνικό κέντρο και θα περιλαμβάνει:

- Πίνακα πυρανίχνευσης
- Μονάδα μεγαφωνική

Το κέντρο αναγγελίας θα συνδεθεί με τις περιφερειακές μονάδες.

Η μεγαφωνική μονάδα θα εξυπηρετεί και τις ανάγκες του αξιωματικού υπηρεσίας. Η σύνδεση της κονσόλας αυτής και της μεγαφωνικής μονάδας θα πραγματοποιηθεί με ένα θωρακισμένο καλώδιο 2x0,5 και ένα τηλεφωνικό JYY 16''x 0,6mm²

4.8.2. Διανομή

Ο πίνακας πυρανίχνευσης θα είναι 21 ζωνών, από τις οποίες 15 ζώνες θα είναι διαθέσιμες για πυρανιχνευτές και 6 για την μεταφορά από τον υποπίνακα πυρανίχνευσης του κτιρίου

- γενικού σήματος συναγερμού.
- του γενικού σήματος βλάβης .
- του σήματος ενεργοποίησης των ζωνών επιτήρησης .

4.9. Περιφερειακές Μονάδες

4.9.1. Υποπίνακας Πυρανίχνευσης Κτιρίου

Ο υποπίνακας πυρανίχνευσης κτιρίου αποτελείται από 8 ζώνες οι οποίες ελέγχουν 4 χώρους και ενεργοποιούν το σύστημα αυτόματης πυρόσβεσης για τον κάθε χώρο ξεχωριστά .

4.9.2. Μπουτόν πυρκαγιάς

Η χειροκίνητη ειδοποίηση γίνεται με μπουτόν συναγερμού, τα οποία θα τοποθετηθούν σε θέσεις έτσι ώστε να μην απέχουν μεταξύ τους πάνω από 30 m.

4.9.3. Σειρήνες – Μεγάφωνα

Η ακουστική αναγγελία πυρκαγιάς θα γίνεται με σειρήνες και μεγάφωνα που θα **μεταδίδουν** το σήμα προς το κοινό μέσω του κεντρικού πίνακα πυρανίχνευσης.

4.9.4. Φωτεινοί Επαναλήπτες

Η αναγγελία πυρκαγιάς θα γίνεται με φωτεινούς επαναλήπτες που θα ενεργοποιούνται από τον πίνακα ελέγχου και θα εγκατασταθούν κοντά στα μπουτόν .

4.9.5. Φωτεινές Ενδείξεις (LED)

Τα LED θα εγκατασταθούν έξω από κάθε χώρο που θα εγκατασταθούν πυρανιχνευτές έτσι ώστε να εντοπίζεται ο ακριβής χώρος πιθανής εκδήλωσης φωτιάς .

4.9.6. Πυρανιχνευτές

Υπάρχουν τρία είδη πυρανιχνευτών:

α) Πυρανιχνευτές καπνού φωτοηλεκτρικού τύπου: Πυρανιχνευτές τέτοιου τύπου θα τοποθετηθούν στα γραφεία, στις αποθήκες, στα καταστήματα, στην αίθουσα αναμονής , στο κυλικείο και στους διαδρόμους .

β) Θερμικοί ανιχνευτές: Τέτοιοι ανιχνευτές τοποθετούνται στους χώρους του κτιρίου εγκαταστάσεων .

4.9.7. Ηλεκτρονικός Πίνακας Πυρανίχνευσης Ψηφιακού Τύπου

4.9.7.1. Εισαγωγή

Ο πίνακας πυρανίχνευσης θα είναι ηλεκτρονικός , προγραμματιζόμενος και περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες των εγκαταστάσεων πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης .

4.9.7.2. Κατασκευή

Ο ηλεκτρονικός πίνακας θα είναι μεταλλικός με πόρτα από PLEXIGLAS και κλειδαριά και θα είναι κατάλληλος για επιτοίχια τοποθέτηση. Στο εσωτερικό υπάρχουν βάσεις για να τοποθετηθούν οι πλακέτες με τα τυπωμένα κυκλώματα και θα έχει οθόνη υγρών κρυστάλλων στο μπροστινό μέρος για την αναγραφή μηνυμάτων ελέγχου και εντολών.

4.9.7.3. Λειτουργίες – Δυνατότητες

Ο πίνακας θα διαθέτει όλα τα απαραίτητα κυκλώματα και συνδεσμολογίες ώστε να εξασφαλίζονται οι παρακάτω λειτουργίες:

- Όλες οι μεταβιβάσεις πληροφοριών θα γίνονται ψηφιακά.
- Θα επιβεβαιώνει τον συναγερμό σε κάθε ζώνη.
- Το λογισμικό του θα ενεργοποιείται σε κάθε αλλαγή κατάστασης των ανιχνευτών και θα έχει δυνατότητα σύνδεσης σημάτων ανίχνευσης με τις κατάλληλες εντολές.
- Θα διαθέτει θύρα σύνδεσης με το τηλεφωνικό κέντρο.
- Θα διαθέτει ψηφιακή γεννήτρια φωνής – τόνων
- Θα έχει ενσωματωμένο μικρόφωνο
- Θα διαθέτει ενισχυτή 50 w
- Θα έχει δυνατότητα μετάδοσης μηνυμάτων συναγερμού.
- Θα διαθέτει μεγάφωνο.
- Θα έχει δυνατότητα επέκτασης
- Θα υπάρχει δυνατότητα κάθε κύκλωμα να ενεργοποιείται/απενεργοποιείται ξεχωριστά.

4.9.8. Θερμικός Ανιχνευτής

4.9.8.1. Εισαγωγή

Ο θερμικός ανιχνευτής είναι σύνθετος, δηλαδή θερμοδιαφορικός και συγκεκριμένα σταθερού ορίου. Έχει δύο ανεξάρτητα ηλεκτρονικά κυκλώματα σχεδιασμένα για την διπλή λειτουργία του ανιχνευτή.

4.9.8.2. Λειτουργία

Ο ανιχνευτής δίνει σήμα πυρκαγιάς σε δύο περιπτώσεις .

- Απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας με ρυθμό μεγαλύτερο από 6,5 C / min.
- Αύξηση της θερμοκρασίας μεγαλύτερη από το προκαθορισμένο όριο (57 C).

Ο ανιχνευτής θα φέρει μεταλλικό διάφραγμα, που θα ενεργοποιεί τον διακόπτη με την αύξηση της πίεσης μέσα στον θάλαμο αέρα. Η ενεργοποίηση αυτή επιτυγχάνεται :

- Με αύξηση της πίεσης στον θάλαμο αέρα του ανιχνευτή.
- Με αύξηση της πίεσης λόγω της μεγάλης θερμοκρασίας, που αναπτύσσεται στον χώρο που ελέγχει ο ανιχνευτής .

4.9.8.3. Εξοπλισμός

Όλα τα ηλεκτρονικά κυκλώματα είναι στερεάς κατάστασης και είναι ερμητικά σφραγισμένα, για να προφυλάσσονται από σκόνη, ακαθαρσίες και υγρασία .

4.9.8.4. Λειτουργικές Απαιτήσεις

- Τάση λειτουργίας 18 έως 27 V DC
- Κατανάλωση ρεύματος 1 mA
- Σήμα εξόδου 2 έως 30 mA
- Ρεύμα επαναρύθμισης 12mA στους 40 C
- Θερμοκρασία λειτουργίας -10 έως 100 C

4.10. Ανιχνευτές Καπνού Φωτοηλεκτρικού Τύπου

4.10.1. Γενικά

Ο ανιχνευτής τοποθετείται σε βάση . Οι συνδέσεις των καλωδίων γίνονται σε ακροδέκτες ενσωματωμένους στην βάση έτσι ώστε η αφαίρεση του ανιχνευτή από την βάση να είναι ευχερής. Ο ανιχνευτής προσαρμόζεται πάνω στην βάση σταθερά έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η μεταφορά του.

4.10.2. Λειτουργία

Ο ανιχνευτής διεγείρεται από μεγάλα σωματίδια καπνού και η λειτουργία του βασίζεται στην αρχή TYNDALL. Ο ανιχνευτής περιλαμβάνει τον θάλαμο μέτρησης , την ηλεκτρονική διάταξη και την ενδεικτική λυχνία LED διεγέρσεως .Στον θάλαμο μέτρησης μια LED υπέρυθρης ακτινοβολίας εκπέμπει κάθε 3sec μια δέσμη επί 0.3 sec.

4.10.3. Εξοπλισμός

Για την αποφυγή ψευδών συναγερμών ο ενισχυτής θα είναι εφοδιασμένος με μια από τις ακόλουθες διατάξεις :

- Κύκλωμα χρονικής καθυστέρησης
- Κύκλωμα τριπλής επιβεβαίωσης

Ακόμα θα φέρει ειδική προστασία που θα εξασφαλίζει την καλή λειτουργία των ηλεκτρονικών μερών χωρίς ψευδοσυναγερμούς που να οφείλονται σε ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα . Ο θάλαμος δείγματος του ανιχνευτή θα φέρει προστατευτικό πλέγμα, κατάλληλο να συγκρατεί την σκόνη και τα έντομα. Ο ανιχνευτής θα φέρει ειδικό δείκτη LED. αναγγελίας σημάτων. Επίσης , θα φέρει διακόπτη ελέγχου των ηλεκτρονικών μερών .

4.10.4. Λειτουργικές Απαιτήσεις

- Τάση λειτουργίας 18 έως 27 VDC
- Κατανάλωση ρεύματος 0.7 mA
- Εύρος αναλογικής εξόδου 4 έως 30 mA
- Πυκνότητα καπνού 0% έως 6%
- Θερμοκρασία λειτουργίας -10 C έως + 50 C

4.11. Μπουτόν Συναγερμού

4.11.1. Γενικά

Το μπουτόν συναγερμού είναι ηλεκτρικά συμβατό με την σειρά των ανιχνευτών, ώστε να μπορεί να συνδεθεί σε κάθε ζώνη ανίχνευσης. Το μπουτόν συναγερμού είναι κατάλληλο για χωνευτή η επιτοίχια τοποθέτηση.

4.11.2. Μέρη της Συσκευής

Το μπουτόν συναγερμού αποτελείται από την πλάκα της βάσης, το ηλεκτρονικό στοιχείο και το κάλυμμα. Η πλάκα της βάσης έχει έτοιμα ανοίγματα για να περάσουν τα καλώδια. Το κάλυμμα τοποθετείται βυσματικά στην βάση. Το μπουτόν συναγερμού είναι εξοπλισμένο με κατάλληλο ηλεκτρονικό στοιχείο.

4.11.3. Λειτουργικές Απαιτήσεις

- Τάση λειτουργίας 220 VAC n 24 VDC
- Μέγιστο φορτίο επαφής 10 A
- Διατομή Καλωδίων 1,5mm
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος - 10 C έως 50 C
- Σχετική υγρασία 95 % χωρίς συμπυκνωτή
- Κατηγορία προστασίας IP – 30
- Χρώμα καλύμματος κόκκινο

4.12. Σειρήνα Συναγερμού

4.12.1. Γενικά

Η σειρήνα θα είναι ηλεκτρονικού τύπου. Θα πρέπει να έχει την δυνατότητα παραγωγής σήματος συναγερμού. Το σήμα συναγερμού θα μεταδίδεται σε δύο τόνους σύμφωνα με τους κανονισμούς.

4.12.2. Κατασκευαστικά

Η σειρήνα συναγερμού θα πρέπει να είναι στεγανού τύπου. Θα πρέπει να τοποθετείται σε διάφορα κουτιά έτσι ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις σε ότι αφορά την εγκατάσταση και την αισθητική των χώρων. Θα πρέπει να έχουν διαφορετική υποδοχή εισόδου – εξόδου ώστε σε περίπτωση συνδεσμολογίας ζώνης πολλών όμοιων μονάδων σε ένα κύκλωμα να διατηρείται ο έλεγχος της γραμμής.

4.12.3. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

- Τάση τροφοδοσίας 12 και 24 VDC
- Κατανάλωση 30 έως 40 mA, στα 24 VDC

- Έξοδος 2 έως 15 w
- Ηχητική απόδοση 95 έως 100 db στα 3 m

4.13. Σειρήνα – Μεγάφωνο Συναγερμού

4.13.1. Γενικά

Η σειρήνα – μεγάφωνο θα είναι ηλεκτρονικού τύπου . Θα πρέπει να έχει την δυνατότητα αναπαραγωγής φωνής και σήματος συναγερμού. Το σήμα συναγερμού θα μεταδίδεται με δύο εναλλασσόμενους τόνους σύμφωνα με τους κανονισμούς.

Η σειρήνα – μεγάφωνο πρέπει να είναι πολλαπλών εξόδων ώστε να προσαρμόζονται σε ενδεχόμενες αλλαγές του σήματος της εγκατάστασης .

4.13.2. Κατασκευαστικά

Η σειρήνα – μεγάφωνο συναγερμού θα πρέπει να είναι στεγανού τύπου και να τοποθετείται σε διάφορα κουτιά ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις σε ότι αφορά την εγκατάσταση και την αισθητική των χώρων .

Θα πρέπει να έχουν διαφορετική υποδοχή εισόδου – εξόδου , ώστε σε περίπτωση συνδεσμολογίας πολλών μονάδων σε ένα κύκλωμα , να διατηρείται ο έλεγχος της γραμμής .

4.13.3. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

- Τάση τροφοδοσίας 12 και 24 VDC
- Κατανάλωση 30 έως 40 mA , στα 24 VDC
- Έξοδος 2 έως 15 w
- Ηχητική απόδοση 95 έως 100 db στα 3m

4.14. Φωτεινή Ένδειξη

4.14.1. Γενικά

Αποτελείται από πλαστική η μεταλλική βάση και κάλυμμα από κατάλληλο πλαστικό τζάμι τύπου LEXAN πυραμιδοειδούς κατασκευής. Το κάλυμμα δρα σαν φακός και μεγεθύνει την ένδειξη ΦΩΤΙΑ που βρίσκεται πίσω από αυτό. Η ένδειξη είναι εύκολα ορατή από οποιαδήποτε γωνία ή κατεύθυνση αναφοράς

4.14.2. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

- Τάση λειτουργίας 24 VDC
- Κατανάλωση ρεύματος 50 ~ mA

- Απόδοση 4,5 / 5,0 cand/sc
- Ρυθμός αφής – σβέσης 40 / 50 min

4.15. Ηλεκτρονικός Πίνακας Πυρανίχνευσης Ψηφιακού Τύπου

4.15.1. Γενικά

Ο πίνακας Πυρανίχνευσης θα είναι ηλεκτρονικός, προγραμματιζόμενος και θα περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες για την λειτουργία των εγκαταστάσεων πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης.

4.15.2. Κατασκευή

Θα είναι μεταλλικός με θύρα από PLEXIGLAS και κλειδαριά. Θα είναι κατάλληλος για επίτοιχη τοποθέτηση. Στο εσωτερικό θα φέρει βάσεις για την συγκράτηση των πλακετών με τα τυπωμένα κυκλώματα. Θα έχει οθόνη υγρών κρυστάλλων στο μπροστινό μέρος για την αναγραφή μηνυμάτων ελέγχου και εντολών. Θα φέρει συστοιχία συσσωρευτών τουλάχιστον 20 Ah με αυτόματη διάταξη φόρτισης τους, την σωστή λειτουργία του πίνακα.

4.15.3. Λειτουργίες - Δυνατότητες

- Ο πίνακας θα διαθέτει όλα τα απαραίτητα κυκλώματα και συνδεσμολογίες ώστε να εξασφαλίζονται οι παρακάτω λειτουργίες.
- Όλες οι μεταβιβάσεις πληροφοριών θα γίνονται ψηφιακά.
- Θα επιβεβαιώνει των συναγεμμό σε κάθε ζώνη.
- Το λογισμικό του θα ενεργοποιείται με κάθε αλλαγή κατάστασης των ανιχνευτών και θα έχει δυνατότητα σύνδεσης σημάτων ανίχνευσης με κατάλληλα σήματα εντολών.
- Θα διαθέτη θύρα σύνδεσης με το τηλεφωνικό δίκτυο της πόλης.
- Θα διαθέτει ψηφιακή γεννήτρια φωνής / τόνων.
- Θα έχει ενσωματωμένο μικρόφωνο.
- Θα διαθέτη ενισχυτή 50 w.
- Θα έχει την δυνατότητα μετάδοσης έτοιμων μηνυμάτων για συναγεμμό, εκκένωση χώρου, τέλος συναγεμμού.
- Θα διαθέτει megάφωνο για επιβεβαίωση αποστολής μηνυμάτων.
- Θα έχει δυνατότητα επέκτασης.
- Θα φέρει ενδεικτικές και μπουτόν για επικοινωνία με των χρήστη.
- Θα υπάρχει δυνατότητα ενεργοποίησης / απενεργοποίησης κάθε κυκλώματος ξεχωριστά.

4.16. Θερμικός Ανιχνευτής

4.16.1. Γενικά

Ο θερμικός ανιχνευτής είναι σύνθετος, δηλαδή θερμοδιαφορικός και συγκεκριμένου σταθερού ορίου. Έχει δύο ανεξάρτητα ηλεκτρονικά κυκλώματα σχεδιασμένα για την διπλή λειτουργία του ανιχνευτή .

4.16.2. Λειτουργία

Ο ανιχνευτής δίνει σήμα πυρκαγιάς σε δύο περιπτώσεις .

- Απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας με ρυθμό μεγαλύτερο από 6,5 C / min.
- Αύξηση της θερμοκρασίας μεγαλύτερη από προκαθορισμένο άνω όριο (57C)

Ο ανιχνευτής θα φέρει μεταλλικό διάφραγμα , το οποίο με την αύξηση της πίεσης μέσα στον θάλαμο αέρα , θα ενεργοποιεί ένα διακόπτη .

Η ενεργοποίηση αυτή επιτυγχάνεται :

- Με αύξηση της πίεσης στον θάλαμο αέρα του ανιχνευτή, λόγω της μη αντιστάθμισης από την οπή αερισμού.
- Με αύξηση της πίεσης λόγω της μεγάλης θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στον χώρο που ελέγχει ο ανιχνευτής .

4.17. Εξοπλισμός

Όλα τα ηλεκτρονικά κυκλώματα είναι στερεάς κατάστασης και είναι σφραγισμένα έτσι ώστε να προφυλάσσεται η απρόσκοπτη λειτουργία τους από σκόνη , βρωμιές και υγρασία . Όλα τα κυκλώματα προστατεύονται από ηλεκτρικές μεταπτώσεις και ηλεκτρομαγνητικά παράσιτα . Είναι δυνατός ο έλεγχος καλής λειτουργίας του ανιχνευτή ενώ είναι τοποθετημένος . Η ενεργοποίηση του ανιχνευτή εντοπίζεται και ορατά από μια φωτοδίοδο λυχνία στην βάση του ανιχνευτή , η οποία αναβοσβήνει. Ο ανιχνευτής προσαρμόζεται ή αφαιρείται από την βάση με ένα απλό μηχανισμό για να μειωθεί ο χρόνος αντικατάστασης για καθάρισμα η συντήρηση.

4.18. Ανιχνευτής Καπνού Φωτοηλεκτρικού Τύπου (Οπτικός)

4.18.1. Γενικά

Ο ανιχνευτής τοποθετείται σε βάση . Οι συνδέσεις των καλωδίων γίνονται σε ακροδέκτες ενσωματωμένους στην βάση, έτσι ώστε η αφαίρεση του ανιχνευτή από την βάση να είναι ευχερής.

Ο ανιχνευτής προσαρμόζεται πάνω στην βάση σταθερά, έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η αφαίρεση του και να δίνει σήμα βλάβης στον κεντρικό πίνακα, σε περίπτωση επέμβασης από μη εξουσιοδοτημένο πρόσωπο .

4.18.2. Λειτουργία

Ο ανιχνευτής διεγείρεται κυρίως από σχετικά μεγάλα σωματίδια καπνού. Ο ανιχνευτής περιλαμβάνει τον θάλαμο μέτρησης , την ηλεκτρονική διάταξη και την ενδεικτική λυχνία Led. Εάν στο θάλαμο υπάρχει καπνός, η δέσμη διαθλάται πάνω στα σωματίδια του καπνού και προσπίπτει στον δέκτη υπέρυθρης ακτινοβολίας, που είναι φωτοηλεκτρική δίοδος πυριτίου.

4.18.3. Εξοπλισμός

Προς αποφυγή ψευδών συναγεργμών ο ανιχνευτής θα είναι εφοδιασμένος με μια από τις ακόλουθες διατάξεις:

- Κύκλωμα χρονικής καθυστέρησης
- Κύκλωμα τριπλής επιβεβαίωσης

Ακόμα θα φέρει ειδική προστασία που θα εξασφαλίζει την καλή λειτουργία των ηλεκτρονικών μερών χωρίς ψευδοσυναγεργμούς που να οφείλονται σε ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα ή παρουσία ραδιοσυχνότητων. Ο θάλαμος δείγματος του ανιχνευτή θα φέρει προστατευτικό πλέγμα , κατάλληλο να συγκρατεί την σκόνη και τα έντομα. Ο ανιχνευτής θα φέρει διακόπτη ελέγχου των ηλεκτρονικών μερών. Ο ανιχνευτής προσαρμόζεται ή αφαιρείται από την βάση μέσω απλού μηχανισμού μαγιονέτ.

4.19. Κομβίο Συναγεργμού

4.19.1. Γενικά

Το μπουτόν συναγεργμού είναι ηλεκτρικά συμβατό με την σειρά των ανιχνευτών ώστε να μπορεί να συνδεθεί σε μια διπολική ή τετραπολική ζώνη ανίχνευσης .Το μπουτόν συναγεργμού είναι καλαίσθητο και κατάλληλο για χωνευτή ή επιτοίχια τοποθέτηση .

4.19.2. Μέρη της Συσκευής

Το μπουτόν συναγεργμού αποτελείται από την πλάκα της βάσης, το ηλεκτρονικό στοιχείο και το κάλυμμα. Η πλάκα της βάσης έχει έτοιμα ανοίγματα για την διέλευση των καλωδίων. Το

κάλυμμα τοποθετείται βυσματικά στην βάση και προστατεύεται από τυχόν αφαίρεση. Το κομβίο συναγερμού είναι εξοπλισμένο με κατάλληλο ηλεκτρονικό στοιχείο .

4.20. Σειρήνα Συναγερμού

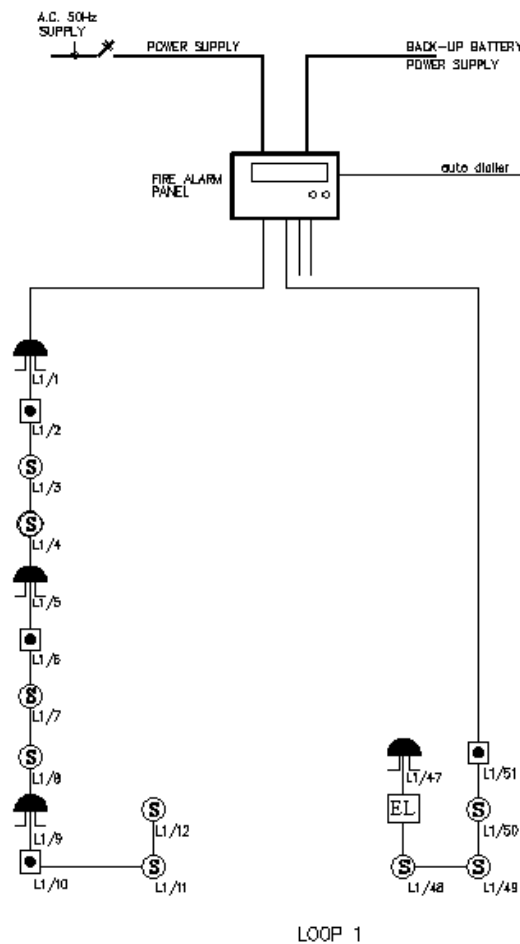
4.20.1. Γενικά

Η σειρήνα θα είναι ηλεκτρονικού τύπου .Θα πρέπει να έχει την δυνατότητα παραγωγής σήματος συναγερμού. Το σήμα συναγερμού θα μεταδίδεται με δύο εναλλασσόμενους τόνους συμφωνά με τους διεθνείς κανονισμούς.

4.20.2. Κατασκευαστικά

Η σειρήνα συναγερμού θα πρέπει να είναι στεγανού τύπου. Θα πρέπει να τοποθετείται σε διάφορα κουτιά ,ώστε να καλύπτονται διαφορετικού τύπου απαιτήσεις σε ότι αφορά την εγκατάσταση και την αισθητική των χώρων.

Θα πρέπει να έχουν διαφορετική υποδοχή εισόδου εξόδου ώστε σε περίπτωση συνδεσμολογίας ζώνης πολλών μονάδων σε ένα κύκλωμα να διατηρείται ο έλεγχος της γραμμής



ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

5. Αυτοματισμοί Σταδίου

5.1 Εισαγωγή

Λόγω του ότι στις συμβατικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουμε αυξημένο πλήθος γραμμών ελέγχου, χρονοβόρο και δαπανηρό σχεδιασμό καθώς επίσης περιπλοκή συντήρηση και ανίχνευση βλαβών, επιλέξαμε την αυτοματοποίηση της εγκατάστασης με bus. Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν πολλές εταιρίες που προσφέρουν ολοκληρωμένα συστήματα bus όπως C-bus EIB bus κ.α.

5.2 Επιλογή Συστήματος Αυτοματισμού

5.2.1 Τεχνική Περιγραφή Συστήματος Αυτοματισμού

Το σύστημα αυτομάτου ελέγχου, τηλεχειρισμού και τηλεειδοποίησης θα πρέπει να είναι τεχνολογίας bus με ενσωματωμένο GSM modem και να επιτρέπει τον έλεγχο και την επίβλεψη της κατάστασης λειτουργίας των πιο κοινά χρησιμοποιούμενων καταναλώσεων (φωτισμός, ρολά, εξαερισμός, κλιματιστικά κλπ).

Το σύστημα αυτομάτου ελέγχου θα πρέπει να προσφέρει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Χειρισμός των καταναλώσεων από σημεία ελέγχου (μπουτονιέρες) με χρήση χαμηλής τάσεως <12Vdc
- Οπτική ένδειξη της λειτουργικής κατάστασης των ελεγχόμενων φορτίων με λαμπτήρες χαμηλής τάσης 12 ή 24Vdc
- Εκτέλεση σεναρίων με το πάτημα ενός μπουτόν
- Αυτόματη, χειροκίνητη ή μέσω τηλεχειρισμού ενεργοποίηση του συστήματος πυρόσβεσης.
- Αυτόματη απενεργοποίηση ανεμιστήρων – κλιματιστικών σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς.
- Δυνατότητα ελέγχου και επίβλεψης της εγκατάστασης μέσω τοπικού δικτύου H/Y και διαδικτύου και υποστήριξη κάμερας.
- Αυτόματος έλεγχος στάθμης νερού στην δεξαμενή ποτίσματος
- Διακοπή λειτουργίας μη κρίσιμων ενεργοβόρων μηχανημάτων σε ώρες αιχμής της ηλεκτρικής κατανάλωσης
- Αυτόματη ρύθμιση της υγρασίας γρασιδιού ανάλογα με τη χρονική περίοδο της ημέρας, συμπεριλαμβανομένων των μη εργάσιμων ημερών και των επίσημων αργιών.

- Άμεση ανίχνευση σημάτων alarm και γρήγορος εντοπισμός του χώρου εκδήλωσης από το προσωπικό συντήρησης (π.χ. πυρκαγιά, διαρροή νερού, διαρροή αερίου, σφάλματα μηχανημάτων και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, αύξηση θερμοκρασίας σε πίνακες ή control rooms, στάθμες υγρών κλπ)

5.2.2 Κριτήρια Επιλογής Συστήματος

Η επιλογή ενός συστήματος θα πρέπει να γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

A) Αρχιτεκτονική - Τοπολογίες

1. Να διαθέτει αποκεντρωμένη και ανοικτή αρχιτεκτονική τύπου διαύλου αυτοματισμού bus
2. Να είναι ευέλικτο στις επεκτάσεις και δομημένο σε φατνώματα (τύπου modular)
3. Το bus του να είναι ελεύθερης τοπολογίας
4. Να μπορεί να μεταδίδει το σήμα του χωρίς αναμετάδοση για τουλάχιστον 1χλμ.
5. Να διαθέτει δυνατότητα μεταφοράς του σήματος bus μέσω:
 - i. Μη συνεστραμμένου ζεύγους (ακόμη και NYA – NYM)
 - ii. Οποιοδήποτε συνεστραμμένου ζεύγους διατομής $\geq 0,5 \text{ mm}^2$
6. Η φέρουσα συχνότητα του να μην ξεπερνά τα 2KHz, ενώ η ψηφιακή του αρχιτεκτονική να βασίζεται σε τεχνολογία time-division, με ανώτερη τάση της στάθμης λειτουργίας που να μην υπερβαίνει τα 12V.
7. Να μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε PC ή PLC στον κόσμο καθώς και να ανταλλάσσει δεδομένα κατάστασης μέσω Ethernet, Lonbus, Modbus, Profibus, κλπ.
8. Να μπορεί να στέλνει τα γεγονότα βασισμένα σε μηνύματα SMS μέσω ενσωματωμένου GSM modem
9. Οι περιφερειακές του μονάδες εισόδων – εξόδων (I/O) να επιδέχονται οποιοδήποτε κοινό αισθητήριο του βιομηχανικού αυτοματισμού (αναλογικό ή ψηφιακό).
10. Να μπορεί να συνδεθεί με HMI's ώστε να γίνεται δυνατή η οπτικοποίηση και ο έλεγχος των καταστάσεων (Text Displays, LED, Μιμικά Panels, Touch panels). Επίσης όλες οι καταστάσεις να είναι επιτηρούμενες από οποιοδήποτε σημείο του συστήματος.
11. Να διαθέτει driver ActiveX για χειρισμό σειριακής επικοινωνίας και πρωτοκόλλου Modbus.
12. Να μπορεί είτε μόνο του, είτε σε συνεργασία με οποιοδήποτε PLC να ελέγξει και να διαχειριστεί όλα τα υποσυστήματα που διέπουν την ενεργειακή αποδοτικότητα του

κτιρίου, ώστε να συμπληρώνει την εφαρμογή των προτύπων περί ενεργειακών μετρήσεων του ΕΛΟΤ: 896, 1364 και να καθίσταται ένα αποδοτικό εργαλείο παρακολούθησης και σύγκρισης θερμικών καταναλώσεων σύμφωνα με το ΤΕΕ 2427/83 περί κατανομής δαπανών θέρμανσης κτιρίων

13. Να μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε πληροφοριακό σύστημα ανώτερης ευφυΐας
14. Να συνδέεται άμεσα με μετρητές ενέργειας, νερού και αερίου και δύναται να μεταφέρει τις μετρήσεις είτε το alarm μέσω Διαδικτύου είτε μέσω GSM modem σε απομακρυσμένο υπολογιστή ο οποίος θα λειτουργεί ως κέντρο λήψης σημάτων

B) Ευκολία Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης – Διάγνωση Βλαβών

1. Οι περιφερειακές μονάδες I/O να είναι προγραμματιζόμενες από εγκαταστάτη μη εξειδικευμένο σε χρήση H/Y, ώστε οποιαδήποτε αντικατάσταση τους να γίνεται εύκολα χωρίς την ανάγκη επαναπρογραμματισμού όλου του συστήματος με (H/Y) και ιδιαίτερα χωρίς τη διακοπή λειτουργίας του συστήματος.
2. Να διαθέτει ανοσία έναντι θορύβου χωρίς την απαίτηση για εγκατάσταση, μέσω ειδικών καλωδίων, του ζεύγους bus.
3. Οι ψηφιακοί μετατροπείς εισόδων του να ταιριάζουν σε οποιοδήποτε κουτί της Ελληνικής αγοράς διακοπτικού υλικού και να είναι τύπου Universal
4. Να διαθέτει υλικά και εξαρτήματα εισόδων – εξόδων που θα συμφωνούν πλήρως με τον HD 384 του ΕΛΟΤ και έχουν κατά την εγκατάστασή τους και την δυνατότητα της 3^{ης} περίπτωσης (για κυκλώματα διαφορετικών τάσεων) της παραγράφου 4-11.1.3.2 του εν λόγω κανονισμού.
5. Οι έξοδοι του συστήματος να διαθέτουν διαγνωστικό Led ως ένδειξη για την ομαλή ή όχι λειτουργία τους, ώστε να γίνεται εύκολος ο εντοπισμός βλαβών
6. Το σύστημα να διαθέτει εξωτερική συσκευή χειρός ελέγχου αποκρίσεως των σημάτων

Γ) Γενικά Χαρακτηριστικά Αυτοματισμού

1. Να είναι σε θέση να ελέγχει σε δίκτυο περισσότερα από 4000 σήματα κατάστασης και να επιμερίζεται σε τουλάχιστον 32 υποσυστήματα
2. Κάθε υποσύστημα bus θα πρέπει να ελέγχει τουλάχιστον 128 διευθύνσεις
3. Δυνατότητα εκτέλεσης σεναρίων
4. Να διαθέτει δυνατότητα τηλεχειρισμού IR-RF
5. Ο προγραμματισμός του να είναι σε παραθυρικό περιβάλλον και ευέλικτος ώστε οποιαδήποτε αλλαγή στην παραμετροποίηση του να διαρκεί ελάχιστα.

6. Να είναι Ευρωπαϊκής προελεύσεως και να χρησιμοποιείται εδώ και τουλάχιστον 16 χρόνια στη βιομηχανία και τα κτίρια

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, για την συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε η TELETASK, καθώς πληρεί όλα τα πάρα πάνω κριτήρια. Είμαστε πιστοποιημένοι εγκαταστάτες basic MICROS με άριστη γνώση prosoft 3 και έχουμε την βοήθεια και την στήριξη της εταιρίας.

5.3 Ανάλυση Συστήματος

5.3.1 Τοπολογίες BUS

- A) Τι σημαίνει τοπολογία bus

Η τοπολογία bus προσδιορίζεται από τα δύο παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Στοιχεία από τα οποία αποτελείται το BUS

1.1. Ενεργά Στοιχεία:

Κεντρικά

Μονάδα Παραγωγής Συστήματος Bus

Δικτυακή Μονάδα Παραγωγής Σήματος Bus

Λειτουργιών

Μονάδες-Εντολές ή Είσοδοι ή Πομποί

Μονάδες-Ελεγκτές ή Έξοδοι ή Δέκτες

Μετατροπείς

Μονάδες Μετασηματισμού Σημάτων (προς PC, PLC, Οπτικές Ίνες, Leased Line, Ethernet, Lonbus, Profibus, Modbus)

Περιφερειακές

Μονάδες Ένδειξης & Χειρισμού (PDI, LCD, Ενδεικτικά)

Μονάδες - Μετρητές (Ενέργειας, Ροής, Απαριθμητές)

1.2. Παθητικά Στοιχεία

Κλέμα BUS

Καλώδιο BUS (ή ζεύγος πόλων ή λεωφόρος πληροφορίας κατάστασης εισόδων/εξόδων ή διάυλος μεταφοράς σημάτων αυτοματισμού)

2. Όλες οι Μονάδες Εισόδων (διακόπτες, κουμπιά - buttons, αισθητήρια υγρασίας, θερμοκρασίας, δέκτες υπερύθρων, φωτόμετρα κλπ, πληκτρολόγια, και άλλες

περιφερειακές μονάδες bus) είναι συνδεδεμένες σε μία λεωφόρο πληροφορίας που λέγεται bus, η οποία αποτελείται πρακτικά από ένα ζεύγος.

Όλες οι Μονάδες Εξόδου είναι συνδεδεμένες πάνω στο ζεύγος αυτό, όπως φαίνεται στο Σχ.1. Το ζεύγος αυτό έχει πολικότητα (+) και (-) και θα πρέπει να αποφεύγεται η επαφή μεταξύ των πόλων σε όλα τα σημεία της εγκατάστασης.

Όταν μία Μονάδα Εισόδου δώσει μία πληροφορία (π.χ. μέσω του πατήματος ενός button) στο bus, όλα τα στοιχεία του bus την διαβάζουν, αλλά την εκτελούν μόνο εκείνα που έχουν την ίδια διεύθυνση.

Όλες οι Μονάδες Εξόδου (ρολών, 8 ρελέ, dimmers, transistor και άλλες μονάδες, συνήθως ράγας) είναι συνδεδεμένες με το bus, και κατά κανόνα τοποθετούνται στον ηλεκτρολογικό πίνακα.

Όταν οι Μονάδες Εισόδου δώσουν μέσω του bus μία πληροφορία-εντολή, τότε η εντολή αυτή θα εκτελεστεί μόνο από τη Μονάδα Εξόδου, που έχει μία έξοδο, προγραμματισμένη στην ίδια διεύθυνση με την συγκεκριμένη εντολή. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να επιστρέφουν όλες οι φάσεις των ανεξάρτητα ελεγχόμενων φορτίων ή κλάδων φωτισμού προς τον πίνακα και να συνδέονται πάνω στις Μονάδες Εξόδου.

Αναλυτικότερα:

1. Για να κατανοήσετε καλύτερα το τι σημαίνει καλώδιο bus φανταστείτε το πώς λειτουργεί ο ουδέτερος σε μια κοινή συμβατική εγκατάσταση (είναι κοινός σε όλη την εγκατάσταση). Τώρα φέρτε στο μυαλό σας, ότι ο κάθε ανεξάρτητος πόλος του bus είναι ένας προστατευμένος και ανεξάρτητος ουδέτερος, και ότι, αντί για ρεύμα τάσεως 220V, μεταφέρει πληροφορία μέσω μίας μόνιμα φορτισμένης στάθμης μικρότερης των 12V. Η διαφορά έγκειται στο ότι οι δυο ανεξάρτητοι πόλοι του bus + και - είναι μεταξύ τους συνεστραμμένοι ή μη και αποτελούν το λεγόμενο ζεύγος bus. Το ζεύγος bus ή απλώς bus περιβάλλει όλη την εγκατάσταση και σε κανένα της σημείο δεν πρέπει να βραχυκυκλώνονται μεταξύ τους οι ανεξάρτητοι πόλοι του.
2. Όλες οι μονάδες που μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω της λεωφόρου-Bus συνδέονται με αυτό το ζεύγος και μεταφέρουν μέσα από αυτό την κατάσταση, στην οποία βρίσκονται. Η κατάσταση αυτή των μονάδων που ανήκουν στο Bus προσδιορίζεται είτε από κάποιο ερέθισμα του εξωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, κίνηση, φωτεινότητα, μέτρηση ενέργειας, στάθμη νερού, πίεση, πάτημα ενός button κ.α.), είτε από χρονική διάθεση, είτε από μία λογική πράξη που έχει προγραμματιστεί να εκτελείται σε συγκεκριμένο σενάριο.

3. Οι κεντρικές μονάδες είναι αυτές που αναλαμβάνουν περιοδικά τη δρομολόγηση των παραπάνω μεταβολών καταστάσεων ή αλλιώς διευθύνσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δικτυακές κεντρικές μονάδες μπορούν να τοποθετηθούν 32 σε σειρά και να ανταλλάσσουν μεταξύ τους δεδομένα μέσα από το ίδιο ζεύγος του bus. Η δρομολόγηση αυτών των μεταβολών κατάστασης των διευθύνσεων γίνεται ως εξής:

Η κεντρική μονάδα συλλέγει περιοδικά όλες τις μεταβολές κατάστασης των διευθύνσεων από τις μονάδες εισόδων, μονάδες μετασχηματισμού σημάτων, μονάδες-μετρητές, μονάδες χειρισμού και ενεργοποιεί τις μονάδες εξόδου, τις μονάδες μετασχηματισμού σημάτων, τις μονάδες ένδειξης και τις μονάδες-μετρητές που έχουν την ίδια διεύθυνση.

5.4 Όρια και Δυνατότητες του συστήματος

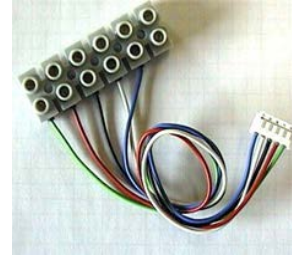
Λειτουργίες/ interface	MICROS (2.75 and higher)	COMPACT (2.75 and higher)	PROJECT (2.75 and higher)	MICROS+ (PROSOFT 3.0 and higher)
Μέγιστος αρ. interfaces	31	62	99	124 (4x31)
Μέγιστος αρ. εξόδων				500
Ρελέ (εσωτ. εξωτ. και bus – όλα μαζί)	96	120	240	Βλέπε μέγιστο αρ. εξόδων και μεγ. αρ. interfaces
Interfaces κινητήρων	8 (=32 κινητήρες)	14 (=56 κινητήρες)	22 (= 88 κινητήρες)	Βλέπε μέγιστο αρ. εξόδων και μεγ. αρ. interfaces
Dimmers	24	56	120	Βλέπε μέγιστο αρ. εξόδων και μεγ. αρ. interfaces
'I' interfaces εισόδων	30 (διευθ. 6 – 35)	50	99	Βλέπε μέγιστο αρ. interfaces
Χρονολειτουργίες	30	40	70	250
Διαφανείς λειτουργίες	25	25	25	250
Λειτουργίες εξαερισμού	10	10	10	250
Λειτουργίες Process	20	30	40	250
Λειτουργίες κινητήρων	32	56	88	Απεριόριστες

5.5 Καλωδίωση του συστήματος

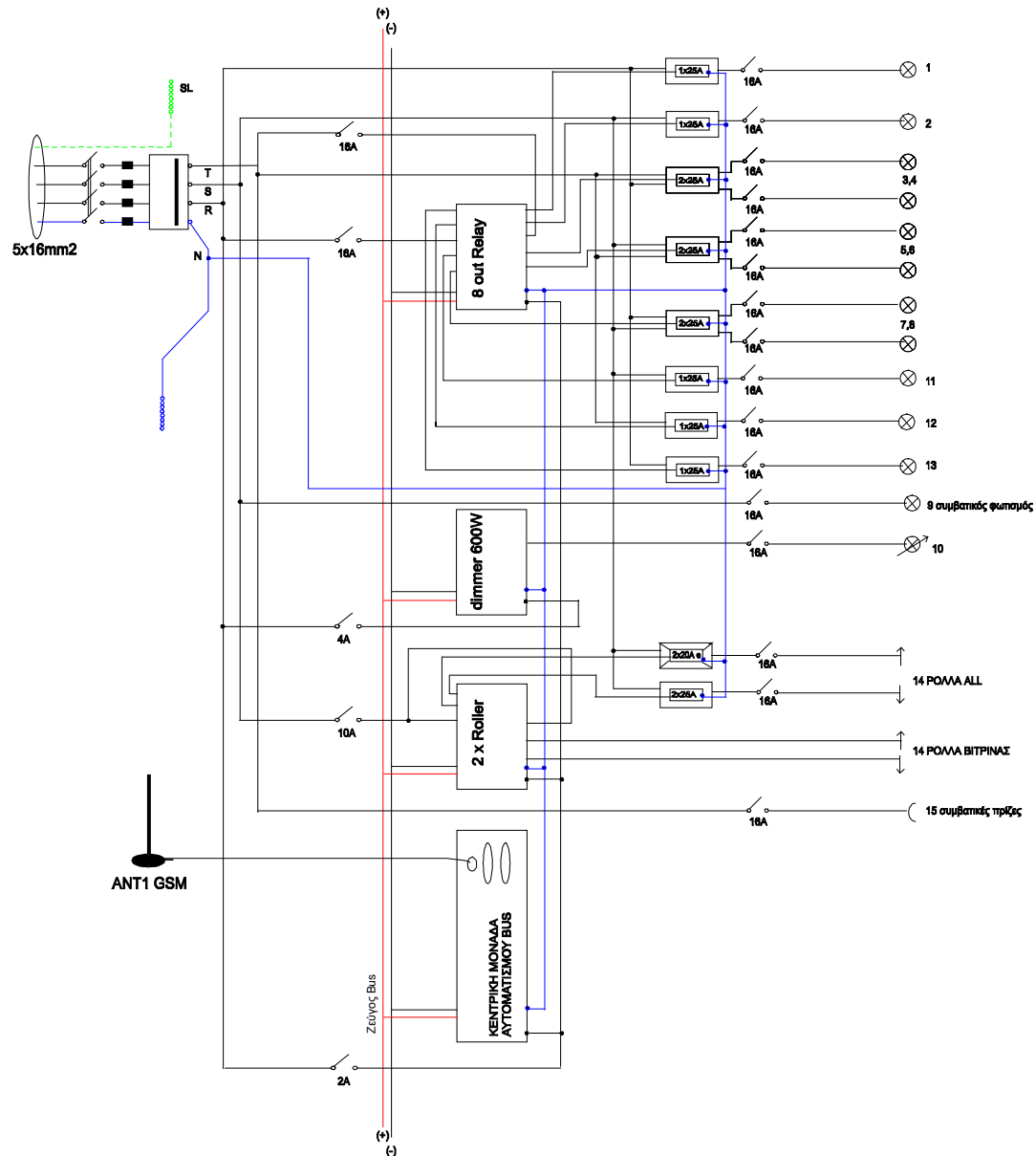
- Καλώδιο Autobus
- 6 καλώδια + θωράκιση
- 12V, κόκκινο, 1mm²
- 0V, μαύρο, 1mm²
- Σήμα A, μαύρο, 0.25mm²
- Σήμα B, λευκό, 0.25mm²



- IR- link, πράσινο, 0.25mm²
- Εφεδρικό (IR- link 2) κίτρινο, 0.25mm²
- 4 KV Θωράκιση (διαθέσιμη παντού)
- Αμφίδρομο bus (μέχρι και 1 Mbps)



5.6 Συνδεσμολογία



5.7 Περιγραφή των υλικών

Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε για την εγκατάσταση του συστήματος θα είναι τύπου ράγας. Με αυτό τον τρόπο έχουμε μεγαλύτερη ευελιξία και μικρότερο όγκο, καθώς επίσης και μεγαλύτερη ευκολία στην εγκατάσταση.

5.7.1 Τροφοδοτικό



Τροφοδοτικό για τροφοδοσία της κεντρικής μονάδας NANO αλλά και για επιπρόσθετη τροφοδοσία για πάνω από 20 interfaces σε ένα δίκτυο Bus

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Τάση εισόδου 85-240VAC
- Συχνότητα 50HZ
- Τάση εξόδου 12V
- Ρεύμα εξόδου 3,6A

5.7.2 Κεντρική μονάδα



Η NANOS είναι μια compact κεντρική μονάδα OoLP INSIDE (Domotics over IP) με standard USB και Ethernet συνδέσεις, περιλαμβάνοντας συνδέσεις και με τροφοδοσία 12VDC για την ίδια την μονάδα αλλά και για την τροφοδοσία του δικτύου AUTOBUS 1. Διαθέτη και μια δεύτερη είσοδο τροφοδοσίας 12VDC για τροφοδοσία του δεύτερου AUTOBUS, η οποία είναι γαλβανικά μονωμένη από την πρώτη σε περίπτωση που ένα από ένα ξεχωριστό τροφοδοτικό (που αναφέραμε πιο πάνω) χρησιμοποιηθεί γι' αυτό. Το δίκτυο AUTOBUS μπορεί επεκταθεί με την χρήση interface επέκτασης το οποίο προσφέρει 2 επιπλέον συνδέσεις AUTOBUS. Άρα μπορούμε να έχουμε συνολικά 4 δίκτυα AUTOBUS με

124(4X31) AUTOBUS interface συνδεδεμένα. Μπορούμε έτσι να ελέγχουμε μέχρι 500 έξοδοι (δηλαδή φορτία). Επιπρόσθετα τροφοδοτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγαλύτερα και περισσότερα AUTOBUS φορτία σε μεγάλες εγκαταστάσεις ή για να πετύχουμε γαλβανική μόνωση μεταξύ διαφορετικών δικτύων. Η NANOS ενδείκνυται για μεγάλες εγκαταστάσεις υψηλών απαιτήσεων για μεγάλη χωρητικότητα αξιοπιστία και λειτουργικότητα. Η NANOS προσφέρει μια 100% modular εγκατάσταση. Είναι επίσης ιδανική για επαγγελματικά έργα χάρη στην υψηλή την χωρητικότητα και στην ιεραρχική της προσέγγιση AUTOBUS με απομονωμένα δίκτυα bus και LAN/WAN χαρακτηριστικά για απομακρυσμένο έλεγχο και διάγνωση μέχρι 10 NANOS μονάδες μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους ώστε να δημιουργηθεί ένα δίκτυο μέχρι 1240(!) interface που θα ελέγχει μέχρι και 500 εξόδους. Ένα τέτοιο δίκτυο συμπεριφέρεται σαν μια μεγάλη εγκατάσταση με μέχρι 40 γαλβανικά μονωμένα AUTOBUS δίκτυο και 10 ανεξάρτητες μονάδες NANOS που επικοινωνούν μέσω LAN-IP .Εάν μια ή περισσότερες μονάδες δυσλειτουργήσουν τότε οι εναπομείναντες θα αναλάβουν την λειτουργία όλου του συστήματος σε κλάσματα δευτερολέπτου. Η λειτουργικότητα του εναπομείναντος δικτύου είναι 100% εγγυημένη από τη μοναδική σύλληψη

Η της DoIP διανεμημένη νοημοσύνη. Από τη μικρότερη έως τη μεγαλύτερη εγκατάσταση μπορούν να προγραμματιστούν με μεγάλη ευκολία μέσω του PROSOFT suite . Μόνο ένα πλήρης απομακρυσμένος έλεγχος καθώς και service είναι διαθέσιμο μέσω IP DoIP

5.7.3 Interface με relay



Interface με ρελέ ισχύος (8 μονοπολικές επαφές των 16 A/ 250V η καθεμιά) κάθε ρελέ έχει το δικό του χειροκίνητο διακόπτη πάνω στο προστατευτικό περίβλημα.

Σε περίπτωση αστοχία την χαμηλή ισχύος ή δυσλειτουργία του κεντρικού συστήματος, ο χρήστης μπορεί να χειριστεί της επαφή του κάθε ρελέ μέσω του αντίστοιχου διακόπτη. Μόλις η οποιαδήποτε βλάβη αποκατασταθεί, το σύστημα παίρνει αυτομάτως τον έλεγχο των τελικά αλλαγμένων ρυθμίσεων των ρελέ. Στο interface καταχωρείται διεύθυνση και συνδέεται στην ΑΥΤΟΒUS.

5.7.4 Αισθητήριο νερού

Αισθητήριο νερού τοποθετείται στο δάπεδο με σκοπό τον εντοπισμό νερού. Τροφοδοτείται με 12VDC και έχει μια NC (Normal Closed) επαφή εξόδου.

Η επαφή ανοίγει σε περίπτωση εντοπισμού νερού. Η επαφή συνδέεται σε μια ψηφιακή είσοδο του συστήματος



5.7.5 Αισθητήρας φωτός

Αισθητήρας φωτός (μέτρηση από σκοτάδι μέχρι έντονο ηλιακό φως). Για σύνδεση σε μία αναλογική είσοδο της κεντρικής μονάδας . Τοποθετείται και σε εξωτερικούς χώρους που είναι προστατευμένοι από νερό και χιόνι.



5.8 Λογισμικό

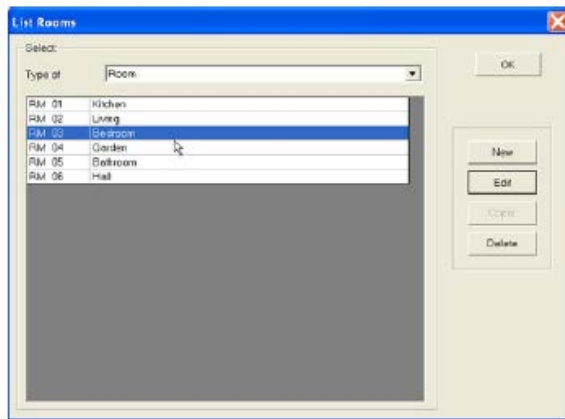
Για σύνδεση μεταξύ θύρας COM ή Ethernet ενός PC και της R5232 ή ETHERNET θύρας TDS κεντρική μονάδας. Το πακέτο περιέχει τον editor και την άδεια λειτουργίας για ένα PC. Το καλώδιο R5232 σε Ethernet μετατροπέας (DS10118). Αν



5.9 Σχεδιασμός του συστήματος

Αφού γίνουν όλες η αναγκαίες μελέτες, όπως μελέτη φωτισμού, ηλεκτρολογική μελέτη με βάση την μελέτη φωτισμού και τις ανάγκες του γηπέδου, μελέτη προστασίας και ασφάλειας του γηπέδου, έχοντας το τελικό ηλεκτρολογικό σχέδιο (κάτοψης και πινάκων διανομής) ορίζουμε όλους του χώρους, όπως φαίνεται στον Πίνακα.

→ List of rooms



Τύπος	Χώροι
RM01	Αποδυτήρια φιλοξενούμενο
RM02	Αποδυτήρια διαιτητών
RM03	Αποδυτήρια γηπεδούχων
RM04	Περίφραξη
RM05	Χώρος στάθμευση
RM06	Ιστοί προβολέων
RM07	Καντίνα
RM08	Γραφεία

5.10 Προδιαγραφές Μονάδων Αυτοματισμού

5.10.1 Κεντρική Μονάδα Αυτοματισμού

- Ενσωματωμένο GSM modem Dual Band
- Ενσωματωμένες Εισόδους / Εξόδους: $\geq 4/4$
- Σειριακές Θύρες: RS232, RS485
- Διαστάσεις: ≤ 8 Θέσεων (Πίνακος)
- Τάση Τροφοδοσίας: 230Vac $\pm 15\%$
- Συχνότητα: 45...65 Hz
- Αντοχή σε κρουστική τάση: ≥ 4 kV
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: 0...50 °C
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.2 Μονάδα Εξόδων Relay

- Πλήθος εξόδων / μονάδα: ≥ 8
- Μέγιστο Ρεύμα / έξοδο: 16A (AC1)
- Μηχανική διάρκεια ζωής εξόδου: $\geq 5 \times 10^6$
- Ηλεκτρική διάρκεια ζωής εξόδου: $\geq 1 \times 10^5$ (250V, 12A)
- Διαστάσεις: ≤ 4 Θέσεων (Πίνακα)
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -5...50 °C
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.3 Μονάδα Εξόδου Relay

- Πλήθος εξόδων / μονάδα: 1
- Μέγιστο Ρεύμα / έξοδο: 13A (AC1)
- Μηχανική διάρκεια ζωής εξόδου: $\geq 5 \times 10^6$
- Ηλεκτρική διάρκεια ζωής εξόδου: $\geq 1 \times 10^5$ (250V, 12A)
- Διαστάσεις: $\leq 30 \times 40 \times 20$ mm
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -20...50 °C
- Τοποθέτηση: Χωνευτή
- Σήμανση CE

5.10.4 Μονάδα Εξόδων

- Πλήθος ελεγχόμενων μοτέρ / μονάδα: ≥ 2 (με εσωτερική μηχανική μανδάλωση)
- Μέγιστο Ρεύμα / έξοδο: 5A (AC1)
- Μηχανική διάρκεια ζωής εξόδου: $\geq 30 \times 10^6$
- Ηλεκτρική διάρκεια ζωής εξόδου: $\geq 2 \times 10^5$ (250V, 5)

- Διαστάσεις: ≤ 4 Θέσεων (Πίνακα)
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: $-5 \dots 50$ °C
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.5 Μονάδα Εξόδων Transistor

- Πλήθος εξόδων / μονάδα: ≥ 8
- Μέγιστο ρεύμα / έξοδο: ≥ 100 mA
- Μέγιστη τάση εξόδου: ≥ 30 Vdc
- Διαστάσεις: $\leq 80 \times 35 \times 75$ mm
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: $-20 \dots 50$ °C
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.6 Μονάδα Dimmer Λαμπτήρων Πυρακτώσεως

- Πλήθος εξόδων / μονάδα: ≥ 2
- Μέγιστη Ισχύς Εξόδου: ≥ 200 W
- Διαστάσεις: ≤ 4 Θέσεων (Πίνακα)
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: $0 \dots 50$ °C
- Προστασίες: Υπερθέρμανση - Βραχυκύκλωμα
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.7 Μονάδα Dimmer Λαμπτήρων Πυρακτώσεως (Master)

- Πλήθος εξόδων / μονάδα: ≥ 1
- Μέγιστη Ισχύς Εξόδου: ≥ 600 W
- Μέγιστος πλήθος Slave Dimmer: ≥ 10
- Μέγιστη συνολική ισχύ Slave Dimmer: ≥ 12000 W
- Διαστάσεις: ≤ 4 Θέσεων (Πίνακα)
- Υγρασία: 20-85%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: $-10 \dots 45$ °C
- Προστασίες: Υπερθέρμανση - Βραχυκύκλωμα
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.8 Μονάδα Dimmer Λαμπτήρων Φθορίου

- Πλήθος εξόδων / μονάδα: ≥ 2
- Μέγιστη Ισχύς Εξόδου: ≥ 50 mA

- Διαστάσεις: ≤ 4 Θέσεων (Πίνακα)
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: 0...50 °C
- Τοποθέτηση: Ράγας
- Σήμανση CE

5.10.9 Μονάδα Εισόδων τύπου Universal (για οποιοδήποτε διακοπτικό υλικό)

- Πλήθος εισόδων / μονάδα: ≥ 4
- Διαστάσεις: $\leq 30 \times 30 \times 10$ mm
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: 0...50 °C
- Τοποθέτηση: Χωνευτή
- Σήμανση CE

5.10.10 Μονάδα Μέτρησης Παλμών (μετρητών ενέργειας, νερού, αερίου)

- Πλήθος εισόδων / μονάδα: ≥ 4
- Μέγιστη Ταχύτητα Μέτρησης: ≥ 14 Hz
- Διαστάσεις: $\leq 36 \times 90 \times 60$ mm
- Υγρασία: $\leq 95\%$
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -20...60 °C
- Τοποθέτηση: Πίνακα
- Σήμανση CE

5.10.11 Ανιχνευτής Διαρροής Νερού

- Βαθμός Προστασίας: IP67
- Διαστάσεις: $\leq 70 \times 50 \times 20$ mm
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -20...50 °C
- Τοποθέτηση: Επίτοιχη
- Σήμανση CE

5.10.12 Αισθητήρας Φωτεινότητας

- Εύρος μέτρησης: 0,1 Lux ... 100 kLux
- Βαθμός Προστασίας: IP44
- Διαστάσεις: $\leq 40 \times 85 \times 45$ mm
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -10...60 °C
- Τοποθέτηση: Επίτοιχη
- Σήμανση CE

5.10.13 Αισθητήρας Θερμοκρασίας Εξωτερικού Χώρου

- Εύρος μέτρησης: -30...60 °C
- Βαθμός Προστασίας: IP67
- Διαστάσεις: ≤ 70 x 40 x 20 mm
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -30...60 °C
- Τοποθέτηση: Επίτοιχη
- Σήμανση CE

5.10.14 Αισθητήρας Θερμοκρασίας Εσωτερικού Χώρου

- Εύρος μέτρησης: -30...60 °C
- Βαθμός Προστασίας: IP20
- Διαστάσεις: ≤ 85 x 85 x 35 mm
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: -30...60 °C
- Τοποθέτηση: Επίτοιχη ή χωνευτή
- Σήμανση CE

ΑΓΩΝΑΣ :

1. Βηματική ενεργοποίηση όλων των προβολέων με ρυθμιζόμενα νεκρά χρονικά διαστήματα για αποφυγή ηλεκτρικής καταπόνησως της εγκατάστασης.
2. Ενεργοποίηση όλων το περιφερειακών φωτιστικών σωμάτων (αποδυτηρίων 1-2 και 3, καντίνας, κτλ)
3. Ενεργοποίηση των θερμόλουτρων σε όλα τα αποδυτήρια
4. Ενεργοποίηση του συστημάτων ήχου και εικόνας
5. Απενεργοποίηση του αυτόματου ποτίσματος
6. Ενεργοποίηση περιμετρικού φωτισμού

ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ :

1. Βηματική ενεργοποίηση του 70% προβολέων με ρυθμιζόμενα νεκρά χρονικά διαστήματα για αποφυγή ηλεκτρικής καταπόνησως της εγκατάστασης
2. Ενεργοποίηση φωτισμού μόνο των αποδυτηρίων γηπεδούχων
3. Ενεργοποίηση του θερμόλουτρου μόνο των αποδυτηρίων των γηπεδούχων
4. Απενεργοποίηση του αυτόματου ποτίσματος
5. Ενεργοποίηση περιμετρικού φωτισμού

ΩΡΕΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ :

1. Ενεργοποίηση περιμετρικού φωτισμού
2. Ενεργοποίηση φωτισμού ασφαλείας πάνω από τους ιστούς
3. Ενεργοποίηση του αυτόματου ποτίσματος

6. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή ασχολείται με τον φωτισμό και ηλεκτρολογική εγκατάσταση ενός ποδοσφαιρικού γηπέδου. Για την εκπόνηση αυτής της μελέτης λήφθηκαν υπόψη κατά κύριο λόγο οι κανονισμοί περί ηλεκτρικών εγκαταστάσεων BS7671 και συγκεκριμένα 16^η έκδοση, καθώς επίσης οι κανονισμοί υποδομής της UEFA. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίσαμε την ορθή μελέτη, το σχεδιασμό και την εκτέλεση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων του γηπέδου για την ομαλή και ασφαλή διεξαγωγή των αγώνων. Στη μελέτη υπεισέρχεται και η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συγκεκριμένα γίνεται χρήση του προγράμματος Calculux για την μελέτη φωτισμού και του προγράμματος AUTOCAD για το σχεδιασμό του αρχιτεκτονικού και ηλεκτρολογικού σχεδίου. Χρησιμοποιώντας τα πιο πάνω προγράμματα καταφέραμε να εκμεταλλευτούμε τους ακριβείς υπολογισμούς έτσι ώστε να επιλέξουμε και να εντάξουμε στην μελέτη μας τα κατάλληλα υλικά και εξαρτήματα, όπως ορίζουν οι κανονισμοί. Ο σχεδιασμός του αρχιτεκτονικού σχεδίου έγινε για να μας βοηθήσει στην απεικόνιση και κατ' επέκταση να υπολογιστούν οι διαστάσεις του γηπέδου και των κτηριακών εγκαταστάσεων. Ως εκ τούτου τα αρχιτεκτονικά σχέδια δεν πληρούν οποίες προδιαγραφές ή κανονισμούς. Η εργασία πραγματοποιείται στα πλαίσια της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Στο **κεφάλαιο 1** ασχοληθήκαμε με τους όρους και κανονισμούς για τον φωτισμό γηπέδων κατηγορίας 1 (UEFA, KOA) καθώς επίσης και με τους κανονισμούς ηλεκτρικών εγκαταστάσεων I.E.E (16^η Έκδοση των B.S). Μελετώντας αυτούς του κανονισμούς διαπιστώσαμε ότι αναφέρονται σε ένα πολύ μεγάλο εύρος κατηγοριών και δραστηριοτήτων. Λαμβάνοντας υπόψη το θέμα της πτυχιακής εργασίας, διαχωρίσαμε τους κανονισμούς με βάση το αντικείμενο της μελέτης μας. Κατά την εξέλιξη της μελέτης ανατρέχαμε στους κανονισμούς για την ορθότερη και ασφαλέστερη εργασία.

Στο **κεφαλαίο 2** μελετήσαμε το φωτισμό γηπέδου ποδοσφαίρου κατηγορίας 1. Κατά την μελέτη λάβαμε υπόψη τους κανονισμούς της UEFA. Παρατηρώντας τους κανονισμούς που σχετίζονται με τον φωτισμό, η UEFA κατηγοριοποιεί τα γήπεδα της σε 1,2,3 ή ελίτ. Είναι σημαντικό η κατηγορία του γηπέδου να προσδιοριστεί εκ των προτέρων. Σημαντικό δεδομένο είναι τα αρχιτεκτονικά σχέδια τα οποία παρέχουν δεδομένα απαραίτητα για την μελέτη μας. Διαχωρίσαμε την μελέτη φωτισμού σε εσωτερικό (αποδυτήρια) και εξωτερικό φωτισμό (γήπεδο). Στον εσωτερικό φωτισμό λάβαμε υπόψη όλες τις θεμελιώδεις αρχές φωτισμού και με την βοήθεια της μεθόδου Favie υπολογίσαμε τον εσωτερικό φωτισμό. Στον εξωτερικό φωτισμό ποδοσφαίρου, οι φωτιστικές απαιτήσεις είναι διαφορετικές για τους αθλητές, του διαιτητές τους θεατές. Επίσης, η UEFA δίνει μεγάλη σημασία στις τηλεοπτικές κάμερες αναμετάδοση του αγώνα. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον οικονομοτεχνικό σχεδιασμό του συστήματος εσωτερικού φωτισμού αλλά ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στον εξωτερικό φωτισμό, καθώς εκεί παρατηρούμε ιδιαίτερα ενεργοβόρα φωτιστικά σώματα.

Στο **κεφαλαίο 3** ασχοληθήκαμε με τον σχεδιασμό και υπολογισμό μέγιστης ζήτησης φορτίου των διακοπών, τον σχεδιασμό και υπολογισμό διατομής των παροχών των διακοπών καθώς και τον υπολογισμό όλων των καλωδίων των κυκλωμάτων και των προστατευτικών αγωγών. Σε κάθε καλώδιο υπολογίσαμε την πτώση τάσης, την προστασία από ηλεκτρικό σοκ, τις θερμικές απώλειες και την διάμετρο των σωλήνων από' που θα περάσουν τα καλώδια. Οι υπολογισμοί αυτοί έγιναν με βάση τους κανονισμούς περί ηλεκτρικών εγκαταστάσεων BS7671 (16^η και 17^η έκδοση). Με τους υπολογισμούς αυτούς συμπεράναμε ότι για μια σωστή μελέτη χωρίς προβλήματα χρειάζεται να γίνουν υπολογισμοί στα καλώδια, στις ασφάλειες και στα υλικά ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση του γηπέδου.

Στο **κεφάλαιο 4** ασχοληθήκαμε με μεθόδους και μέσα προστασίας της ηλεκτρικής μας εγκατάστασης. Οι μέθοδοι και τα μέσα προστασίας της εγκατάστασης δεν περιλαμβάνουν μόνο την προστασία της ηλεκτρικής εγκατάστασης από σφάλματα ή από κεραυνούς αλλά και την προστασία γενικά των εγκαταστάσεων του γηπέδου από φωτιά. Ασχοληθήκαμε με την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας, προστασίας έναντι βραχυκυκλώματος και υπερέντασης και προστασίας έναντι πυρκαγιάς με σύστημα πυρανίχνευσης. Αυτό είναι το σημαντικότερο κεφάλαιο της εργασίας στο οποίο αναφέρουμε την επιλογή των μέσων και των μεθόδων προστασίας με βάση τους κανονισμούς, ούτως ώστε να μπορέσουμε να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα οποιουδήποτε ατυχήματος.

Στο **κεφάλαιο 5** ασχοληθήκαμε με την επιλογή συστήματος αυτοματισμού για το χειρισμό των προβολέων και άλλων συστημάτων, για ευκολία στη χρήση, για ευκολότερο σχεδιασμό, για ευκολότερη συντήρηση και ευκολότερη ανίχνευση βλαβών. Για την μελέτη μας χρησιμοποιήσαμε το σύστημα αυτοματισμού TELETASK. Η λειτουργία του συστήματος μας επιτρέπει να χειριζόμαστε διάφορα σενάρια με σχετική ευκολία με την δυνατότητα της αλλαγής των σεναρίων όποτε εμείς το θελήσουμε.

Βιβλιογραφία

Βιβλία, Διπλωματικές εργασίες ή μελέτες

- Τσακίρη Α., (2004), *Φωτοτεχνία*, Αθήνα
- Μιγάλης Π., (2003), *Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις*, Εκδόσεις ΙΟΝ, Περιστέρι, Αθήνα
- Κόκκινος Δ., (2006), *Θεμελιακή Γείωση*, Εκδόσεις ΕΛΕΜΚΟ, Αθήνα
- Ιωαννίδης Γ., (2006), *Σημειώσεις εργαστηρίου φωτοτεχνίας*, Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, Τμήμα ηλεκτρολογίας, ΤΕΙ Πειραιά, Αιγάλεω
- Παπαγιαννόπουλος Φ., *Ανάπτυξη λαμπτήρων ηλεκτρικών εκκενώσεων φιλικών προς το περιβάλλον*, Παρουσίαση
- The institution of electrical engineers and BSI, (2004), *Requirements for electrical installations, IEE wiring regulations, 16th edition, British Standards BS 7671:2001*, London, UK
- John Wiley & Sons Ltd, (2008), *Guide to the wiring regulations, 17th edition IEE wiring regulations (BS 7671:2008)*, Chichester, England.
- Lennart Johansson, Lars-Christer Olsson, (2006), *Κανονισμός Υποδομής Γηπέδων της UEFA*, Nyon, Switzerland.

Παράρτημα Α:

Για να εκπονήσουμε μια ηλεκτρολογική μελέτη βασικά πρέπει να έχουμε τα αρχιτεκτονικά σχέδια υπο κλίμακα. Πρέπει να επιλέξουμε την κατηγορία του γηπέδου με βάση τα κριτήρια της UEFA.

Στη συνέχεια εκπονήσαμε την μελέτη φωτισμού με τη βοήθεια του calculux. Σχεδιάσαμε στα αρχιτεκτονικά σχέδια τα ηλεκτρολογικά σημεία που απαιτούνται για την λειτουργικότητα και την ασφάλεια του γηπέδου.

Πήραμε ως δεδομένο ότι στη Κύπρο η ΑΗΚ παρέχει σύστημα μεταφοράς TT, τάσης 230V/400V συχνότητας 50 Hz. Με βάση το σύστημα μεταφοράς TT και τους κανονισμούς BS 7671 16th έκδοσης, επιλέξαμε:

- τα μέσα προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας,
- έναντι βραχυκυκλώματος
- μέθοδο γείωσης

(το θέμα περιγράφεται με λεπτομέρεια στο κεφάλαιο 4)

Λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία των προβολέων από τη μελέτη φωτισμού και τις αποστάσεις των κυκλωμάτων από τα αρχιτεκτονικά σχέδια, κάναμε τους εξής ελέγχους:

• Προστασία έναντι υπερφόρτωσης

Για την επιλογή του προστατευτικού διακόπτη λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Τα πρότυπα HD 384,4,41 S2 IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410/ BS 5419
- Η Χαρακτηριστική λειτουργίας (το θέμα περιγράφεται με λεπτομέρεια στο κεφάλαιο 4, 4.4.2, σελ. 110)
- Το ονομαστικό ρεύμα του προστατευτικού διακόπτη (MCB, Μικροαυτόματου διακόπτη).

Σύμφωνα με τους κανονισμούς το ρεύμα σχεδιασμού I_b (ρεύμα κανονικής λειτουργίας κυκλώματος), πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από το ονομαστικό ρεύμα I_n (ρεύμα προστατευτικού διακόπτη).

$$I_b \leq I_n$$

Το I_b υπολογίζεται με την σχέση:

$$I_b = P/V$$

$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ (Ολική Ισχύς κυκλώματος)

V = Τάση κυκλώματος

Το ονομαστικό ρεύμα του προστατευτικού διακόπτη επιλέγεται σαν το πλησιέστερο διαθέσιμο ονομαστικό μέγεθος σε Α μεγαλύτερο ή ίσο του ρεύματος σχεδιασμού της εγκατάστασης I_b . (ρεύμα κανονικής λειτουργίας κυκλώματος).

• **Επιλογή και έλεγχος αγωγών-καλωδίων κυκλωμάτων ηλεκτρολογικής εγκατάστασης**

Για την επιλογή της ελάχιστης διατομής αγωγού-καλωδίου λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος,
- ο τύπος του αγωγού-καλωδίου,
- η θερμοκρασία περιβάλλοντος και θερμοκρασία λειτουργίας αγωγού-καλωδίου και
- ο τρόπος εγκατάστασης του αγωγού-καλωδίου

Με την βοήθεια του πίνακα 8 (Παράρτημα Β) που περιέχεται στην πτυχιακή εργασία και ξέροντας το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος (φορτίο), επιλέγουμε αγωγό-καλώδιο σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες (περιβάλλοντος και λειτουργίας) με την ανάλογη μέθοδο.

Αφού επιλεγεί ο αγωγός-καλώδιο γίνονται οι εξής έλεγχοι:

Έλεγχος μέγιστης πτώσης τάσης του κυκλώματος

Η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης λογίζεται ανηγμένη στην ονομαστική τάση και είναι 2,5 %. Κατά τον έλεγχο της πτώσης τάσης, επιλέγουμε το πιο μακρινό σημείο ούτως ώστε να εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση.

Με την βοήθεια του πίνακα 4 (Παράρτημα Β) που περιέχεται στην πτυχιακή εργασία και ξέροντας τον τύπο αγωγού-καλωδίου σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες (περιβάλλοντος και λειτουργίας) επιλέγουμε την πτώση τάσης ανά Αμπέρ ανά μέτρο(K), με την ανάλογη μέθοδο.

Χρησιμοποιώντας την σχέση:

$$V.D. = D * K * I_b$$

Όπου

V.D. = Πτώση τάσης

D = απόσταση του πιο μακρινού σημείου

K = ο συντελεστής mV/A/m του αγωγού

I_b = φορτίο κυκλώματος

Αν η πτώση τάσης είναι μεγαλύτερη του 2,5 % τότε επιλέγουμε καλώδιο μεγαλύτερης διατομής.

- **Προστασία από ηλεκτροπληξία**

Υπολογισμός και έλεγχος της διατομής προστατευτικού αγωγού

➤ Έλεγχος αντίστασης βρόγχου σφάλματος

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Κατά τον έλεγχο, επιλέγουμε το πιο μακρινό σημείο ούτως ώστε να εξεταστεί η χειρίστη περίπτωση. Εξετάζεται η περίπτωση της διέλευσης ρεύματος σφάλματος στον αγωγό προστασίας. Σημειώνεται ότι η ενέργεια στην οποία πρέπει να αντέξει ο αγωγός προστασίας δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από την ενέργεια η οποία διέρχεται από τις διατάξεις προστασίας.

Έχοντας σαν δεδομένο το μέγεθος και τον τύπο του προστατευτικού διακόπτη και με την βοήθεια του πίνακα 5 (Παράρτημα Β) που περιέχεται στην πτυχιακή εργασία, επιλέγουμε την αντίστοιχη μέγιστη αντίσταση επαναληψιμότητας σφάλματος γείωσης Z_s .

Χρησιμοποιώντας την σχέση:

$$Z_s = Z_e + L_t * 1,2 * (R_1 + R_2) * 10^{-3}$$

Υπολογίζουμε το $R_1 + R_2$, δηλαδή την αντίσταση βρόγχου σφάλματος.

Όπου

Z_s = μέγιστη αντίσταση επαναληψιμότητας σφάλματος γείωσης

Z_e = Εξωτερική Αντίσταση μέχρι τον Γενικό Διακόπτη(σταθερά)

L_t = απόσταση του πιο μακρινού σημείου

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

➤ Περιορισμός λόγω θερμοκρασίας

Η προστασία προσφέρεται από τον προστατευτικό αγωγό του κυκλώματος. Κατά τον έλεγχο, επιλέγουμε το πιο κοντινό σημείο όπου ο βρόγχος σφάλματος αντίστασης γείωσης είναι ελάχιστος, επομένως το σφάλμα είναι μέγιστο.

Με την βοήθεια του πίνακα 6 και γνωρίζοντας από τα πιο πάνω τις διατομές των αγωγών, επιλέγουμε την μέγιστη αντίσταση του χαλκού στους 20⁰ C.

Στην περίπτωση σφάλματος έχουμε άμεση επαφή του αγωγού γείωσης με τον αγωγό της φάσης άρα έχουμε

$$R_1 + R_2$$

R_1 = αντίσταση Αγωγού και

R_2 = αντίσταση Προστατευτικού Αγωγού.

Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις:

$$Z_s = Z_e + (R_1 + R_2) L$$

όπου

Z_s = Αντίσταση μέχρι το πιο κοντινό σημείο

Z_e = Εξωτερική αντίσταση μέχρι το διακόπτη προστασίας (σταθερά)

$$I_{sc} = V / Z_s$$

όπου

I_{sc} = ρεύμα βραχυκύκλωσης

V = τάση

Z_s = Αντίσταση μέχρι το πιο κοντινό σημείο

$$S = (\sqrt{I_{sc}^2 * t}) / K$$

όπου

S = Διατομή προστατευτικού αγωγού

I_{sc} = ρεύμα βραχυκύκλωσης

t = Χρόνος λειτουργίας διακόπτη προστασίας

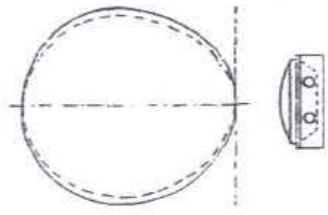
K = Συντελεστής αγωγιμότητας ολικού καλωδίου

Η τιμή του K δίνεται από τον πίνακα 7 (Παράρτημα Β)

Παράρτημα Β:

Πίνακας 1: Συντελεστές χρησιμοποίησης και συντελεστές συντήρησης για

ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	v%	k	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΑ						ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ		
				0.7		0.5		0.3		d^A	d^B	d^C
ΔΑΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΝ ΣΩΜΑ ΜΕΤ ΑΚΡΥΛΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ	1	0.24	0.19	0.16	0.23	0.19	0.16	0.23	0.19	0.16	ΒΑΘΜΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΧΑΜΗΛΟΣ 1.30 1.45 1.65 ΒΑΘΜΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕΣΙΟΣ 1.55 1.90 2.15 ΒΑΘΜΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΥΨΗΛΟΣ X X X	
	1.2	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20		
	1.5	0.33	0.29	0.25	0.32	0.29	0.25	0.32	0.28	0.25		
	2	0.40	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32	0.38	0.35	0.32		
	2.5	0.44	0.40	0.37	0.43	0.40	0.37	0.42	0.39	0.37		
	3	0.47	0.43	0.40	0.46	0.43	0.40	0.45	0.42	0.40		
	4	0.51	0.48	0.45	0.50	0.47	0.45	0.49	0.47	0.45		
	5	0.53	0.51	0.48	0.53	0.50	0.48	0.52	0.50	0.48		
	6	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.50	0.54	0.52	0.50		
	8	0.57	0.55	0.54	0.57	0.55	0.54	0.56	0.55	0.53		
10	0.59	0.57	0.56	0.58	0.57	0.55	0.58	0.56	0.55			
				ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ								
1	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18			
1.2	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.24	0.30	0.26	0.24			
1.5	0.37	0.34	0.31	0.37	0.33	0.31	0.36	0.33	0.31			
2	0.46	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40			



λαμπτήρες φθορισμού με ακρυλικό κάλυμμα

ΤΥΠΟΣ	WATT	ΑΠΟΧΡ. ΦΩΤΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΧΛΣΤ.			ΚΑΛΥΚΑΣ	ΘΕΡΜΟΚ. ΧΡΩΜΑΤ. %K	ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΡΩΜΑΤ. ΑΠΟΔΟΣ.	ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ (LUMEN)	ΦΩΤΕΙΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ LmW
			ΔΙΑΜ.	ΜΗΚΟΣ						
				A	B					
TLD	36-1	33	26	970	984	G13	4100	63	2800	→ 78
TLD	36-1	54	26	970	984	G13	6200	72	2400	→ 67
TLD	36-1	83	26	970	984	G13	3000	85	3000	→ 83
TLD	36-1	84	26	970	984	G13	4000	85	3000	→ 83
TLD	36	33	26	1200	1214	G13	4100	63	2500	→ 83
TLD	36	54	26	1200	1214	G13	6200	72	3250	→ 69
TLD	36	82	26	1200	1214	G13	2700	85	3450	→ 90
TLD	36	83	26	1200	1214	G13	3000	85	3450	→ 96
TLD	36	84	26	1200	1214	G13	4000	85	3250	→ 96
TLD	36	86	26	1200	1214	G13	6500	85	2250	→ 90
TLD	36	92	26	1200	1214	G13	2700	95	2250	→ 62
TLD	36	93	26	1200	1214	G13	3000	95	2300	→ 64
TLD	36	94	26	1200	1214	G13	3800	95	2350	→ 65
TLD	36	95	26	1200	1214	G13	5000	98	2350	→ 65
TLD	38	83	26	1047	1061	G13	3000	85	3200	→ 84
TLD	38	84	26	1047	1061	G13	4000	85	3200	→ 84
TLD	58	33	26	1500	1514	G13	4100	63	4800	→ 83
TLD	58	54	26	1500	1514	G13	6200	72	4000	→ 69
TLD	58	82	26	1500	1514	G13	2700	85	5200	→ 90
TLD	58	83	26	1500	1514	G13	3000	85	5400	→ 93
TLD	58	84	26	1500	1514	G13	4000	85	5400	→ 93
TLD	58	86	26	1500	1514	G13	6500	85	5200	→ 62
TLD	58	92	26	1500	1514	G13	2700	95	3550	→ 62
TLD	58	93	26	1500	1514	G13	3000	95	3600	→ 62
TLD	58	94	26	1500	1514	G13	3800	95	3750	→ 65
TLD	58	95	26	1500	1514	G13	5000	98	3750	→ 65

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά αποχρώσεων λαμπτήρων φθορισμού

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟ- ΜΕΝΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ
1. Άμεσος και ημιάμεσος φωτισμός κλειστής δέσμης (λαμπτήρες σκληρής υάλου spot)	$a \leq 0,4h$
2. Άμεσος-ημιάμεσος φωτισμός ανοικτής δέσμης (λαμπτήρες σκληρής υάλου Flood)	$a \leq 0,7h$
3. Άμεσος-ημιάμεσος φωτισμός για κλειστά φωτιστικά σώματα μετά περσιδών ή πλάστικού καλύμματος	$a \leq 1,35h$
4. Άμεσος-ημιάμεσος φωτισμός για φωτιστικά σώματα βιομηχανικού τύπου μετ' ανακλαστήρων.	$a \leq 1,5h$
5. Διάχυτος άμεσος ή έμμεσος φωτισμός από φωτιστικά σώματα μετά καταλλήλων σκιάδων.	$a \leq 1,7h$
6. Άμεσος-έμμεσος φωτισμός για φωτιστικά σώματα οροφής άνευ σκιάδων, λαμπτήρες φθορισμού. Λαμπτήρες πυρακτώσεως, λαμπτήρες μικτού φωτισμού κ.τ.λ	$a \leq 1,7h$
7. Έμμεσα-άμεσα φωτιστικά τοποθετούμενα στην οροφή καθώς και φωτιστικά σώματα με γυμνούς λαμπτήρες φθορισμού τοποθετούμενοι στην οροφή.	$a \leq 1,5h$
8. Ημιάμεσος φωτισμός	$a \leq 3b$
9. Έμμεσος φωτισμός	$a \leq 3b$
10. Κρυφός φωτισμός με έμμεσα ημιάμεσα φωτιστικά σώματα	$a \leq 3u$

Πίνακας 3: Διάταξη φωτιστικών σωμάτων με οικονομικά – φωτομετρικά κριτήρια

VOLTAGE DROP (per ampere per metre):

Conductor operating temperature: 70 °C

Conductor cross-sectional area	2 cables, single-phase a.c.						3 or 4 cables, three-phase a.c.					
	Reference Methods 3 & 4 (enclosed in conduit etc. in or on a wall)	Reference Methods 1 & 11 (clipped direct or on trays, touching)	Reference Method 12 (spaced*)	Reference Methods 3 & 4 (enclosed in conduit etc. in or on a wall)	Reference Methods 1, 11 & 12 (in trefoil)	Reference Methods 1 & 11 (flat and touching)	Reference Method 12 (flat spaced*)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
(mm ²)	(mV/A/m)	(mV/A/m)	(mV/A/m)	(mV/A/m)	(mV/A/m)	(mV/A/m)	(mV/A/m)	(mV/A/m)				
1	44	44	44	44	38	38	38	38				
1.5	29	29	29	29	25	25	25	25				
2.5	18	18	18	18	15	15	15	15				
4	11	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5				
6	7.3	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	6.4	6.4				
10	4.4	4.4	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.8				
16	2.8	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4				
25	1.75	1.80	1.80	1.75	1.50	1.50	1.50	1.50				
35	1.25	1.30	1.30	1.25	1.10	1.10	1.10	1.10				
50	0.93	0.95	0.95	0.93	0.80	0.80	0.80	0.80				
70	0.63	0.65	0.65	0.63	0.55	0.55	0.55	0.55				
95	0.46	0.49	0.49	0.47	0.41	0.41	0.41	0.41				
120	0.36	0.39	0.39	0.37	0.33	0.32	0.32	0.32				
150	0.29	0.31	0.31	0.30	0.27	0.26	0.26	0.26				
185	0.23	0.25	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21	0.21				
240	0.180	0.195	0.195	0.185	0.17	0.160	0.160	0.160				
300	0.145	0.160	0.160	0.150	0.14	0.130	0.130	0.130				
400	0.105	0.130	0.130	0.115	0.12	0.105	0.105	0.105				
500	0.086	0.110	0.110	0.098	0.10	0.086	0.086	0.086				
630	0.068	0.094	0.094	0.081	0.08	0.072	0.072	0.072				
800	0.053	-	-	0.068	-	0.060	0.060	0.060				
1000	0.042	-	-	0.059	-	0.052	0.052	0.052				

NOTE: * Spacings larger than those specified in Method 12 (see Table 4A1) will result in larger voltage drop.

Πίνακας 4: Πτώση τάσης μονοπύρηνων μονωμένων θερμοπλαστικών καλωδίων 70°C, μη σπλισμένων, με ή χωρίς περίβλημα (Χάλκινοι αγωγοί).

(e) Type B circuit-breakers to BS EN 60898 and RCBOs to BS EN 61009													
Rating (amperes)	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	I_n
Z_s (ohms)	8.00		3.00		1.92		1.20		0.76		0.48		$48/I_n$
		4.80		2.40		1.50		0.96		0.60		0.38	

(f) Type C circuit-breakers to BS EN 60898 and RCBOs to BS EN 61009													
Rating (amperes)	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	I_n
Z_s (ohms)	4.00		1.50		0.96		0.60		0.38		0.24		$24/I_n$
		2.40		1.20		0.75		0.48		0.30		0.19	

(g) Type D circuit-breakers to BS EN 60898 and RCBOs to BS EN 61009													
Rating (amperes)	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	I_n
Z_s (ohms)	2.00		0.75		0.48		0.30		0.19		0.12		$12/I_n$
		1.20		0.60		0.38		0.24		0.15		0.10	

NOTE: The circuit loop impedances given in the table should not be exceeded when the conductors are at their normal operating temperature. If the conductors are at a different temperature when tested, the reading should be adjusted accordingly.

Πίνακας 5: Μέγιστη αντίσταση επαναληψιμότητας σφάλματος γείωσης (Z_s) για διακόπτες προστασίας με $U_0 = 230$ V, για στιγμιαία λειτουργία έτσι ώστε να επιτυγχάνεται χρόνος αποσύνδεσης 0,4 δευτερόλεπτα σύμφωνα με τους κανονισμούς 413-02-11 και χρόνος αποσύνδεσης 5 δευτερόλεπτα σύμφωνα με τους κανονισμούς 413-02-12 και 413-02-14

Conductor nominal cross-sectional area (mm ²)	Maximum resistance of copper conductors at 20°C (Ω/km)
0.5	36
0.75	24.5
1	18.1
1.5	12.1
2.5	7.41
4	4.61
6	3.08
10	1.83
16	1.15
25	0.727
35	0.524
50	0.387
70	0.268
95	0.193
120	0.153
150	0.124
185	0.0991
240	0.0754
300	0.0601
400	0.0470
500	0.0366
630	0.0221
1000	0.0176
2000	0.0090

Notes:

Values are for stranded conductors but solid conductors are nearly identical.

Taken from BS 6360: 1991.

Πίνακας 6: Αντίσταση καλωδίων χαλκού στους 20 °C

Material of conductor	Insulation of protective conductor or cable covering			
	70 °C thermoplastic (general purpose pvc)	90 °C thermoplastic (pvc)	85 °C thermosetting (rubber)	90 °C thermosetting
Copper	143/133*	143/133*	166	176
Aluminium	95/88*	95/88*	110	116
Steel	52	52	60	64
Assumed initial temperature	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
Final temperature	160 °C/140 °C*	160 °C/140 °C*	220 °C	250 °C

* Above 300 mm²

Πίνακας 7: Τιμές του K για μονωμένους προστατευτικούς αγωγούς που δεν συμπεριλαμβάνονται σε καλώδια και ομάδες καλωδίων, ή για μεμονωμένους γυμνούς αγωγούς που έρχονται σε επαφή με το περίβλημα καλωδίων αλλά δεν είναι ομαδοποιημένοι με καλώδια όπου η αρχική θερμοκρασία είναι 30⁰C.

Ambient temperature: 30 °C
Conductor operating temperature: 70 °C

CURRENT-CARRYING CAPACITY (amperes):

Conductor cross-sectional area	Reference Method 4 (enclosed in conduit in thermally insulating wall etc.)		Reference Method 3 (enclosed in conduit on a wall or in trunking etc.)		Reference Method 1 (clipped direct)		Reference Method 11 (on a perforated cable tray horizontal or vertical)		Reference Method 12 (free air)		
	2 cables, single-phase a.c. or d.c.	3 or 4 cables, three-phase a.c.	2 cables, single-phase a.c. or d.c.	3 or 4 cables, three-phase a.c.	2 cables, single-phase a.c. or d.c. flat and touching	3 or 4 cables, three-phase a.c. flat and touching or trefoil	2 cables, single-phase a.c. or d.c. flat and touching	3 or 4 cables, three-phase a.c. flat and touching or trefoil	2 cables, single-phase a.c. or d.c. or 3 cables three-phase a.c.	2 cables, single-phase a.c. or d.c. or 3 cables three-phase a.c.	3 cables trefoil, three phase a.c.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(mm ²)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
1	11	10.5	13.5	12	15.5	14	-	-	-	-	-
1.5	14.5	13.5	17.5	15.5	20	18	-	-	-	-	-
2.5	20	18	24	21	27	25	-	-	-	-	-
4	26	24	32	28	37	33	-	-	-	-	-
6	34	31	41	36	47	43	-	-	-	-	-
10	46	42	57	50	65	59	-	-	-	-	-
16	61	56	76	68	87	79	-	-	-	-	-
25	80	73	101	89	114	104	126	112	146	130	110
35	99	89	125	110	141	129	156	141	181	162	137
50	119	108	151	134	182	167	191	172	219	197	167
70	151	136	192	171	234	214	246	223	281	254	216
95	182	164	232	207	284	261	300	273	341	311	264
120	210	188	269	239	330	303	349	318	396	362	308
150	240	216	300	262	381	349	404	369	456	419	356
185	273	245	341	296	436	400	463	424	521	480	409
240	320	286	400	346	515	472	549	504	615	569	485
300	367	328	458	394	594	545	635	584	709	659	561
400	-	-	546	467	694	634	732	679	852	795	656
500	-	-	626	533	792	723	835	778	982	920	749
630	-	-	720	611	904	826	953	892	1138	1070	855
800	-	-	-	-	1030	943	1086	1020	1265	1188	971
1000	-	-	-	-	1154	1058	1216	1149	1420	1337	1079

Πίνακας 8: Μέγιστο μεταφερόμενο φορτίο, μονοπύρηνων μονωμένων θερμοπλαστικών καλωδίων 70⁰C, μη σπλισμένων, με ή χωρίς περίβλημα (Χάλκινοι αγωγοί).

Table E 6.1 TN-S, PNB, TT main protective bonding conductor sizes.

	Line conductor size (mm ²)												
	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	600
Earthing conductor min. size (mm ²)	16	16	25	35	50	70	95	95	120	150	240	300	300
Bonding conductor min. size (mm ²)	10	10	16	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Notes:

Smaller sizes are possible by using $S = (I\sqrt{t})/k$ to calculate earthing conductor size; main bonding is half the size of this up to a maximum of 25 mm². A minimum conductor size of 6 mm² shall be used and conductors of 10 mm² or less shall be copper.

For conductors of other material, the material must be sized to achieve the equivalent conductance of the copper of the relevant size. See Appendices for data.

IT system earthing conductors may be sized using this table.

Πίνακας 9: TN-S, PNB, TT μεγέθη κύριας σύνδεσης προστατευτικών αγωγών

CURRENT-CARRYING CAPACITY (amperes):		Ambient temperature: 30 °C Conductor operating temperature: 70 °C		
Conductor cross-sectional area	Reference Method 1 (clipped direct)		Reference Method 11 (on a perforated horizontal or vertical cable tray) or Reference Method 13 (free air)	
	1 two-core cable, single-phase a.c. or d.c.	1 three- or four-core cable, three-phase a.c.	1 two-core cable, single-phase a.c. or d.c.	1 three- or four-core cable, three-phase a.c.
1	2	3	4	5
(mm ²)	(A)	(A)	(A)	(A)
1.5	21	18	22	19
2.5	28	25	31	26
4	38	33	41	35
6	49	42	53	45
10	67	58	72	62
16	89	77	97	83
25	118	102	128	110
35	145	125	157	135
50	175	151	190	163
70	222	192	241	207
95	269	231	291	251
120	310	267	336	290
150	356	306	386	332
185	405	348	439	378
240	476	409	516	445
300	547	469	592	510
400	621	540	683	590

Πίνακας 10: Μέγιστο μεταφερόμενο φορτίο, πολυπύρηνων οπλισμένων θερμοπλαστικών μονωμένων καλωδίων 70°C (Χάλκινοι αγωγοί).

VOLTAGE DROP (per ampere per metre):

Conductor operating temperature: 70 °C

Conductor cross-sectional area	Two-core cable, d.c.	Two-core cable, single-phase a.c.			Three- or four-core cable, three-phase a.c.		
1	2	3			4		
(mm ²)	(mV/A/m)	(mV/A/m)			(mV/A/m)		
1.5	29	29			25		
2.5	18	18			15		
4	11	11			9.5		
6	7.3	7.3			6.4		
10	4.4	4.4			3.8		
16	2.8	2.8			2.4		
		r	x	z	r	x	z
25	1.75	1.75	0.170	1.75	1.50	0.145	1.50
35	1.25	1.25	0.165	1.25	1.10	0.145	1.10
50	0.93	0.93	0.165	0.94	0.80	0.140	0.81
70	0.63	0.63	0.160	0.65	0.55	0.140	0.57
95	0.46	0.47	0.155	0.50	0.41	0.135	0.43
120	0.36	0.38	0.155	0.41	0.33	0.135	0.35
150	0.29	0.30	0.155	0.34	0.26	0.130	0.29
185	0.23	0.25	0.150	0.29	0.21	0.130	0.25
240	0.180	0.190	0.150	0.24	0.165	0.130	0.21
300	0.145	0.155	0.145	0.21	0.135	0.130	0.185
400	0.105	0.115	0.145	0.185	0.100	0.125	0.160

Πίνακας 11: Πτώση τάσης πολυπύρηνων σπλισμένων θερμοπλαστικών μονωμένων καλωδίων 70°C (Χάλκινοι αγωγοί).