



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

Τ. Ε. Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΔΟΣ, Ομότιμος Καθηγητής

Συνεπιβλέπουσα: ΕΡΙΕΤΤΑ Ι. ΖΟΥΝΤΟΥΡΙΑΔΟΥ, Παν. Υπότροφος

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΟΥ**

**STUDY OF ELECTRICAL INSTALATION AND LIGHT LUMINANCE
OF A RESIDENCE AND OFFICE**

**Πτυχιακή εργασία:
Βασιλείου Βούλγαρη
Α.Μ 37453**

ΑΙΓΑΛΕΩ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή διαπραγματεύεται την ηλεκτρολογική εγκατάσταση και τη φωτομετρική μελέτη ενός ισόγειου γραφείου και ενός οροφωδιαμερίσματος πάνω από το γραφείο.

Για το μέρος των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων χρησιμοποίησα το πρόγραμμα AUTOCAD και για τη φωτομετρική μελέτη το πρόγραμμα DIALUX.

ΑΚNOWLEDGEMENTS/ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής υλοποιήθηκε με την υποστήριξη ενός αριθμού ανθρώπων στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου. Πρώτον από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Π. Βερνάρδο που με βοήθησε με τις γνώσεις και την εμπειρία του να επιλέξω το κατάλληλο θέμα πτυχιακής και που με ενθάρρυνε καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Εργαστηριακή Συνεργάτιδα Ε.Ζουντουρίδου που με καθοδήγησε στο πως θα γράψω αυτήν την πτυχιακή εργασία. Τέλος τον Καθηγητή Γ.Ιωαννίδη που αφιέρωσε μέρος του πολύτιμου χρόνου του για να μου λύσει απορίες πάνω στο φωτοτεχνικό μέρος

The completion of this dissertetion was made with the support of a few people which I would like to thank.First of all ,Prof P.Vernardos who helped me with his knowlegde and his experience to choose the right subject and encouraged me during the creation of it.

Also I would like to thank Dr E.Zoudouridou who guided me how to write this dissertation.Finally I would like to thank Proff G.Ioannidis who spent a lot of time to answer my questions and helped me with the dialux programm

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΗΕ
- 1.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΗΕ
- 1.3. ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΕΗΕ
- 1.4. ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΕΗΕ
- 1.5. ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΑΣ ΣΩΣΤΗΣ ΕΗΕ
- 1.6. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΗΕ

2. ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

- 2.1. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ
- 2.2. ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ
- 2.3. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ Ή ΚΑΛΩΔΙΟΥ
- 2.4. ΜΟΝΩΣΗ ΑΓΩΓΟΥ Ή ΚΑΛΩΔΙΟΥ
- 2.5. ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ
- 2.6. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

3. ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

- 3.1. ΣΩΛΗΝΕΣ ΕΗΕ
- 3.2. ΚΟΥΤΙΑ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ
- 3.3. ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ
- 3.4. ΛΥΧΝΙΟΛΑΒΕΣ
- 3.5. ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ
- 3.6. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

4. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΑΓΩΓΟΥ (ΜΕΣΦ)

- 4.1. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΓΩΓΩΝ
- 4.2. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ
- 4.3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
- 4.4. ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ Η ΜΕΣΦ ΑΝ ΓΝΩΡΙΣΩ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ
- 4.5. ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ Η ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΝ ΓΝΩΡΙΣΩ ΤΗΝ ΜΕΣΦ

5. ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

- 5.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΙΣ
- 5.2. ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ
 - 5.2.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
 - 5.2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ
 - 5.2.3. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ
- 5.3. ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΙ (ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ)
 - 5.3.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΥ
 - 5.3.2. ΕΙΔΗ ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΩΝ
- 5.4. ΤΑΣΗ ΕΠΑΦΗΣ
- 5.5. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΗ ΕΠΑΦΗ (ΔΔΕ)

6. ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ

- 6.1. ΦΥΣΗ ΦΩΤΟΣ-ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΣ
- 6.2. ΠΗΓΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

- 6.3. ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ
 - 6.3.1. ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ
 - 6.3.2. ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΠΗΓΗΣ
 - 6.3.3. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
 - 6.3.4. ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΑ
- 6.4. ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ Ε.Η.Ε.

Με τον όρο εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.) εννοούμε την τοποθέτηση ,τον έλεγχο και τον χειρισμό διαφόρων ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων , που εξυπηρετούν τις ανάγκες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ηλεκτρισμός μας εξυπηρετεί ακίνδυνα, μόνο όταν η Ε.Η.Ε. μελετηθεί και κατασκευαστεί σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

1.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ Ε.Η.Ε.

Τις Ε.Η.Ε τις διακρίνουμε σε:

Ανάλογα με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος:

- Οικιακές εγκαταστάσεις ή εγκαταστάσεις φωτισμού (συνήθως μονοφασικές)
- Εγκαταστάσεις κίνησης ή βιομηχανικές (απαιτούν τριφασική παροχή)

Ανάλογα με το είδος χώρου σε:

- Εγκαταστάσεις υπαίθρου (Εξωτερικών χώρων)
- Εγκαταστάσεις κλειστού χώρου

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο ,σε εγκαταστάσεις :

- Ξηρών χώρων (υπνοδωμάτια ,σαλόνια ,γραφεία κτλ)
- Πρόσκαιρα υγρών χώρων (τουαλέτες ,κακώς αεριζόμενα υπόγεια)
- Βρεγμένων χώρων (πλυντήρια ,λουτρά ,ψυκτικοί θάλαμοι κτλ)
- χώρων με κίνδυνο εκρήξεων (αποθήκες ξύλου, χάρτου ,καυσίμων ,χημικών κτλ)
- Σκονισμένων χώρων(κλωστήρια ,αποθήκες αλεύρου κτλ)
- Ρυπαρών χώρων (χημικά εργοστάσια, βαφεία κτλ)
- Χώρων συγκέντρωσης πολλών ατόμων(θέατρα, κινηματογράφοι, εκθεσιακοί χώροι χώροι εκδηλώσεων κτλ)
- Σταύλων, κτηνοστασίων κτλ

Για κάθε κατηγορία Ε.Η.Ε πρέπει να χρησιμοποιείται το κατάλληλο ηλεκτρολογικό υλικό και να εφαρμόζονται οι σχετικοί κανονισμοί

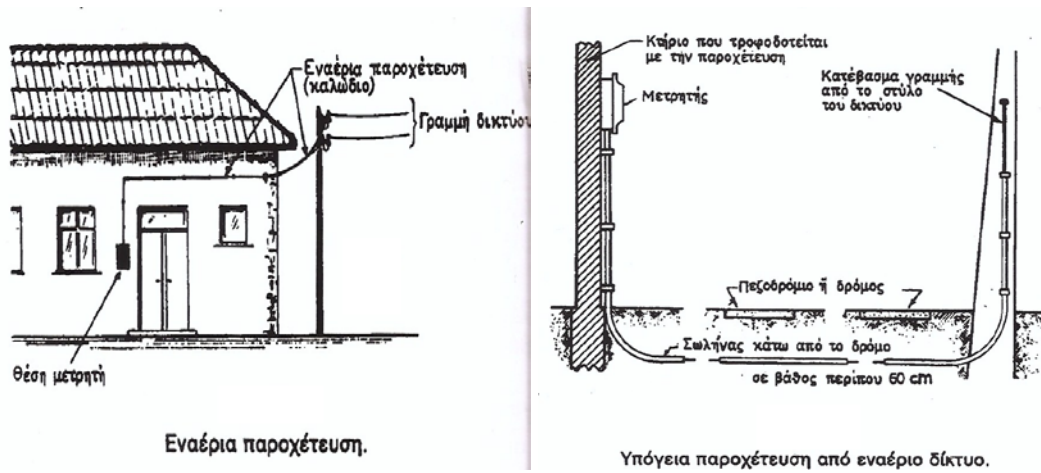
Στην πράξη έχουν καθιερωθεί οι όροι

- Εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων**, για εκείνες που λειτουργούν με τάση 230/400 V (Έως 1000 V).Ενδεικτικά αναφέρουμε τα κυκλώματα φωτισμού ,πριζών κίνησης, υποστήριξης δικτύων ασθενών ρευμάτων κτλ
- Εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων**, για εκείνες που λειτουργούν με τάσεις μέχρι 65V .Ενδεικτικά αναφέρουμε τα τηλεφωνικά δίκτυα ,τις ενδοεπικοινωνίες

(θυροτηλεόραση-θυρομεγάφωνα –κουδούνια ,τα καλωδιακά κυκλώματα ήχου,εικόνας κτλ),τους Η/Υ.

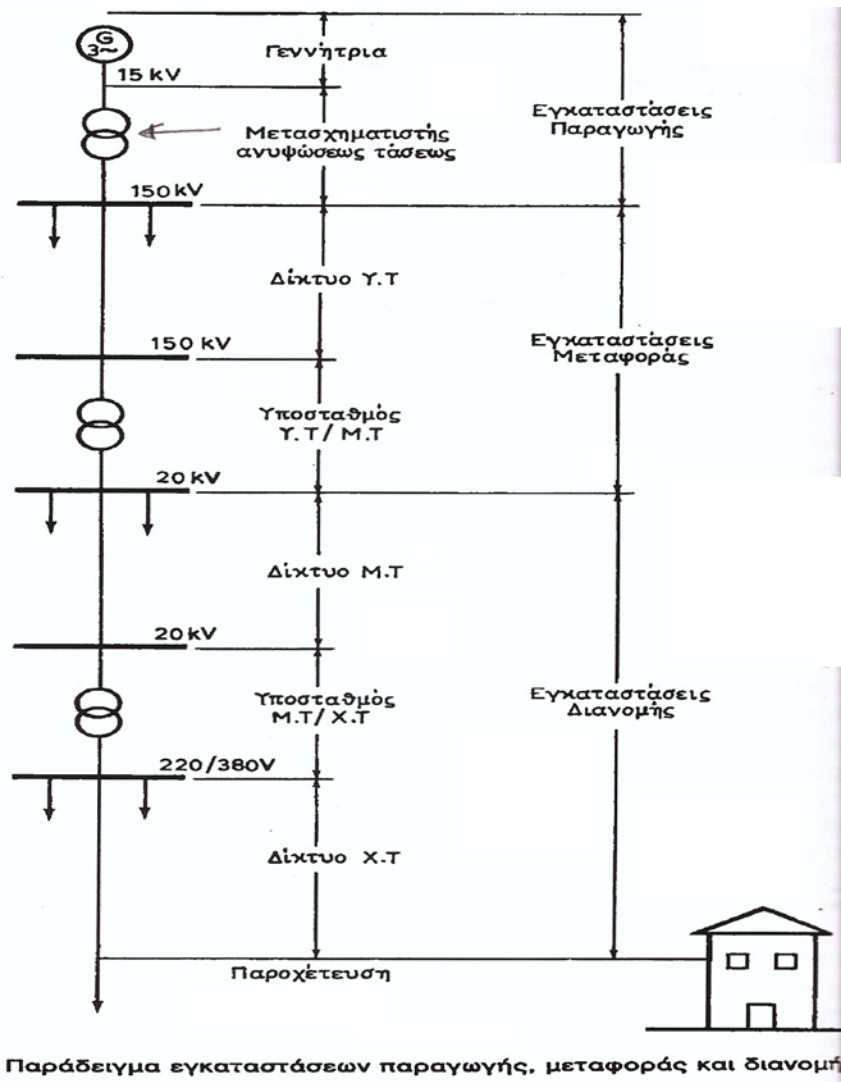
1.3 ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ Ε.Η.Ε.

Μια Ε.Η.Ε. τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ από το οποίο τροφοδοτούνται και οι Ε.Η.Ε. άλλων καταναλωτών. Η παροχέτευση από τη ΔΕΗ μπορεί να είναι εναέρια (τότε το καλώδιο της στερεώνεται στον στύλο του δικτύου και στον τοίχο του κτηρίου)ή υπόγεια (το καλώδιο είναι τοποθετημένο στη γή) Στο σημείο της τροφοδότησης της Ε.Η.Ε. από το δίκτυο της ΔΕΗ τοποθετείται ο μετρητής για να μετρά την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η ΔΕΗ στον καταναλωτή.



[5]

Η τάση με την οποία η ΔΕΗ τροφοδοτεί τις ΕΗΕ των καταναλωτών εξαρτάται από την ισχύ που έχει συμφωνηθεί να τους παρέχει . Για σχετικά μικρές ισχύες η τροφοδότηση γίνεται από τα δίκτυα χαμηλής τάσης (Χ.Τ),που είναι τριφασικά και λειτουργούν με ονομαστική τάση 220/380 V και συχνότητα 50Hz .Για ακόμα μεγαλύτερες ισχύες ο καταναλωτής τροφοδοτείται από τα δίκτυα μέσης τάσης Μ.Τ ενώ σε πολύ μεγάλες ισχύες η τροφοδότηση μπορεί να γίνει από τα δίκτυα υψηλής τάσης Υ.Τ



[5]

Η τροφοδότηση των καταναλωτών από τα δίκτυα Χ.Τ της ΔΕΗ μπορεί να γίνει είτε με μια φάση(δηλαδή συνδέεται μια φάση και ο ουδέτερος), είτε και με τις 3 φάσεις (συνδέονται και οι 3 φάσεις και ο ουδέτερος) .Η μονοφασική τροφοδότηση γίνεται συνήθως σε κατοικίες και καταστήματα και η τριφασική όταν ο καταναλωτής χρειάζεται μεγαλύτερη ισχύ ή όταν έχει συσκευές που χρειάζονται τριφασική τροφοδότηση (π.χ τριφασικοί κινητήρες)

1.4 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΕΗΕ

Κάθε ΕΗΕ κτηρίου αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

1. Την κύρια γραμμή (ονομάζεται και παροχή), δηλαδή τη γραμμή που αναχωρεί από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και καταλήγει στον πίνακα διανομής της εγκατάστασης, όταν πρόκειται για οικιακό καταναλωτή.

Στην περίπτωση καταναλωτή ΧΤ είναι η γραμμή που συνδέει τον μετασχηματιστή ΜΤ/ΧΤ με το γενικό πίνακα διανομής της εγκατάστασης.

2. Το γενικό πίνακα και τους υποπίνακες διανομής, εάν υπάρχουν. Για τους οικιακούς καταναλωτές απαιτείται συνήθως μόνο ο γενικός πίνακας. Όμως, σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος (π.χ. βιοτεχνικές και βιομηχανικές

εγκαταστάσεις, εμπορικά κέντρα κλπ.) απαιτείται η ξεχωριστή τροφοδότηση ομοειδών φορτίων (φωτισμού, ρευματοδοτών κίνησης), κάτι που επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση αντίστοιχων υποπινάκων διανομής.

3. Τα ηλεκτρικά φορτία(λέγονται και καταναλώσεις), όπως οι ηλεκτρικές μηχανές και οι συσκευές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία τροφοδοτούνται από τους πίνακες με τα κυκλώματα διακλάδωσης.

4. Τις διατάξεις γείωσης προστασίας της εγκατάστασης

1.5 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΑΣ ΣΩΣΤΗΣ Ε.Η.Ε.

Μια σωστή ΕΗΕ πρέπει να παρέχει ασφάλεια έναντι ηλεκτροπληξίας και πυρκαγιάς ,να είναι καλαίσθητη και να έχει λογικό ανταγωνιστικό κόστος .Για να εξασφαλιστούν τα παραπάνω πρέπει:

→Να γίνει ουσιαστική μελέτη της εγκατάστασης κατά τρόπο που εξασφαλίζεται η κάλυψη όχι μόνο των σημερινών λειτουργικών αναγκών αλλά και των μελλοντικών (επεκτασιμότητα –εφαρμογή νέων τεχνολογιών)

→Να εφαρμοστεί η μελέτη λαμβάνοντας υπόψη τους κανονισμούς

→Να χρησιμοποιηθούν υλικά κατάλληλης ποιότητας (σύμφωνα με προδιαγραφές)

Μια ολοκληρωμένη μελέτη μιας ΕΗΕ πρέπει να περιλαμβάνει

→Την τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης ,τα ηλεκτρολογικά σχέδια των διάφορων κυκλωμάτων

→τους κατάλογους των υλικών και τις προδιαγραφές τους

→Το κόστος εγκατάστασης και ενδεχομένως εναλλακτικές λύσεις

Με τα παραπάνω ο πελάτης αποκτά σαφή εικόνα το έργου και ο κατασκευαστής έχει τη δυνατότητα να αντλήσει κάθε δυνατή πληροφορία για αυτό.

1.6 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ Ε.Η.Ε.

Πριν το 2004 υπήρχε ένας κανονισμός εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ο λεγόμενος ΚΕΗΕ, αλλά στις 5 Μαρτίου 2004 δημοσιεύθηκε η απόφαση του υπουργού ανάπτυξης (ΦΕΚ470Β/5-3-04) με την οποία αντικαθίσταται ο παλαιός

κανονισμός από το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384. Η εφαρμογή του πρότυπου ΕΛΟΤ HD384 είναι υποχρεωτική από τις 28 Φεβρουαρίου 2006.

Το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384 περιλαμβάνει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται κατά τη μελέτη, την κατασκευή, την επιθεώρηση και την συντήρηση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Οι απαιτήσεις, οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται, αποσκοπούν στην ασφαλή λειτουργία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων με την προϋπόθεση βέβαια της ορθής χρησιμοποίησής τους.

2. ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Αγωγοί ονομάζονται τα αγωγή σύρματα που διοχετεύουν ηλεκτρικό ρεύμα .

Διακρίνονται σε γυμνούς ή μονωμένους (όταν φέρουν μονωτικό περίβλημα)

Το υλικό κατασκευής των αγωγών ΕΗΕ είναι συνήθως ο ανοπτημένος χαλκός .Ανάλογα με τον αριθμό των συρμάτων ή κλώνων από τα οποία αποτελούνται οι αγωγοί τους διακρίνουμε σε

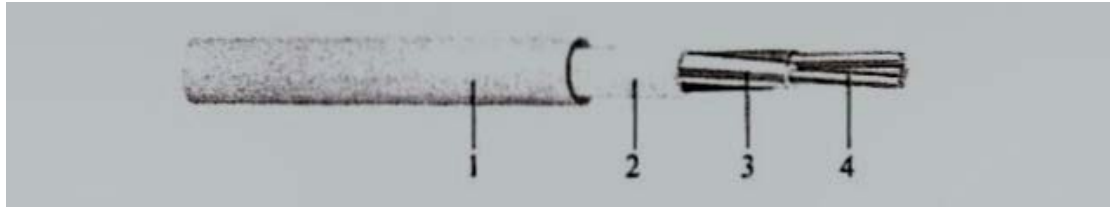
- μονόκλωνους αγωγούς(αποτελούνται από 1 μόνο σύρμα)
- πολύκλωνους αγωγούς (αποτελούνται από συνεστραμμένα συρματίδια)
- Λεπτοπολύκλωνους (πολύ εύκαμπτοι αγωγοί που αποτελούνται από πολύ λεπτά συρματίδια)

Καλώδιο ονομάζουμε το σύνολο 2 τουλάχιστον μονωμένων αγωγών (μονόκλωνων ή πολύκλωνων) , που λέγονται πόλοι , μέσα στο ίδιο περίβλημα (μανδύα).

Ο μανδύας έχει σκοπό να συγκρατεί τους αγωγούς σε ένα ενιαίο σύνολο και να τους προστατεύει από μηχανικές βλάβες, από την είσοδο υγρασίας κτλ .Συγχρόνως ο μανδύας αποτελεί πρόσθετη ηλεκτρική μόνωση προς το περιβάλλον, παρέχοντας περισσότερη ασφάλεια. Μεταξύ των μονώσεων των πόλων και του μανδύα του καλωδίου υπάρχουν πολλές φορές ορισμένα υλικά για να συμπληρώνουν τα κενά.

Ανάλογα με τον αριθμό των μονωμένων αγωγών (πόλων)διακρίνουμε τα καλώδια σε

- διπολικά (2 αγωγοί)
- τριπολικά (3 αγωγοί) κτλ



Σχήμα 2.1

ΚΑΛΩΔΙΟ [5]

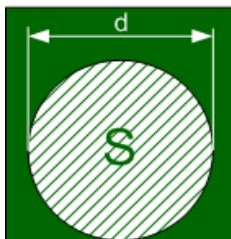
- 1.Μανδύας
- 2.Συμπληρωματικό υλικό
- 3.Μόνωση
- 4.Μονόκλωνος ή πολύκλωνος αγωγός χαλκού

2.1.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ

Το κύριο χαρακτηριστικό ενός αγωγού ή καλωδίου είναι η διατομή του που εκφράζεται σε mm^2 . Η διατομή είναι ένας τυποποιημένος αριθμός που δίνεται από πίνακες.

Η διατομή των αγωγών υπολογίζεται ως εξής

Για μονόκλωνους αγωγούς

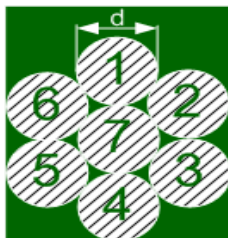


$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

[6]

Σχήμα 2.2 ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΟΝΟΚΛΩΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

Για πολύκλωνους αγωγούς



$$S = \frac{\pi d^2}{4} n$$

[6]

Σχήμα 2.3 ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

- Όπου S = η διατομή
 d = η διάμετρος
 n = ο αριθμός των κλώνων

2.1.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ Ή ΚΑΛΩΔΙΟΥ

Η αντίσταση δίνεται από τον τύπο $R=\rho(L/S)$

Όπου R η αντίσταση, ρ η ειδική αντίσταση(εξαρτάται από το υλικό του αγωγού και την θερμοκρασία), L μήκος του αγωγού και S η διατομή του αγωγού.

2.1.3 ΜΟΝΩΣΗ ΑΓΩΓΟΥ Ή ΚΑΛΩΔΙΟΥ

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για τις μονώσεις και τους μανδύες των καλωδίων των ΕΗΕ είναι χλωριούχο πολυβινύλιο PVC και το ελαστικό (φυσικό ή τεχνητό)

Το PVC αντέχει στην υγρασία και σε διάφορα υλικά (όπως βενζίνη, λάδια) σε χαμηλές όμως θερμοκρασίες (κάτω των 3°C) σκληραίνει και μπορεί να πάθει ρωγμές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Συνήθη μονωτικά υλικά και μέγιστη διαρκής επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας σε °C		
Μονωτικά Υλικά	Μέγιστη επιτρεπόμενη συνεχής θερμοκρασία αγωγών σε °C	Μέγιστη μεταβατική θερμοκρασία σε °C
P.V.C. Πολυβινυλοχλωρίδιο	70	160
Φυσικό λάστιχο	60	160
Ελαστικό EPR	90	250
Διασυνδεδεμένο πολυαιθυλένιο (XLPE)	90	250
Χαρτί εμποτισμένο, πολυουρεθάνη	80	180
Βαμβάκι, συνθετικό και φυσικό μετάξι	90	
Ίνες γυαλιού, προϊόντα μίκας	155	>400
Λάστιχο σιλικόνης, ίνες γυαλιού εμποτισμένες σε ρητίνη σιλικόνης, αλουμινόχαρτο πολυαμιδίου, PTFE	180	
Μίκας, Πορσελάνη, Γυαλί	>180	


[2]

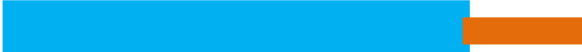
2.1.4 ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Για την διευκόλυνση των συνδέσεων κατά την εγκατάσταση αγωγών και καλωδίων αλλά και για τις επεμβάσεις που ενδεχομένως θα χρειαστεί να γίνουν μεταγενέστερα, οι μονώσεις των αγωγών έχουν διάφορα χρώματα που διευκολύνουν την αναγνώριση των αγωγών. Οι κανόνες που ισχύουν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2

Χρωματισμοί μεμονωμένων αγωγών και πόλων καλωδίων							
Μονωμένοι αγωγοί	ΠΡ/ΚΙ, ΜΠΛΕ, άλλα χρώματα ^(α)						
	Με αγωγό προστασίας				Χωρίς αγωγό προστασίας		
	ΠΡ/ΚΙ	ΜΠΛΕ	ΚΑΦΕ	ΜΑΥΡΟ	ΜΠΛΕ	ΚΑΦΕ	ΜΑΥΡΟ
Καλώδια για μόνιμη εγκατάσταση							
2					1		1
3	1	1		1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	2
5	1	1	1	2	1	1	3
Εύκαμπτα καλώδια							
2					1 (β)	1 (β)	
3	1	1	1		1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	2
5	1	1	1	2			
Σημειώσεις: (α) Όλα τα χρώματα, εκτός από το πράσινο, το κίτρινο και οποιοδήποτε συνδυασμό δύο χρωμάτων. (β) Δεν είναι απαραίτητο να έχουν χρωματισμό οι μονώσεις των διπολικών ευκάμπτων καλωδίων χωρίς μανδύα.							
ΠΡ/ΚΙ: Πράσινο, κίτρινο.							


 Αγωγός προστασίας (γείωση) – (ΚΙΤΡΙΝΟΠΡΑΣΙΝΟ)


 Αγωγός του ουδέτερου (ΜΠΛΕ)







Αγωγοί Φάσεων (ΚΟΚΚΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ...)

[6]

Σχήμα 2.4 ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

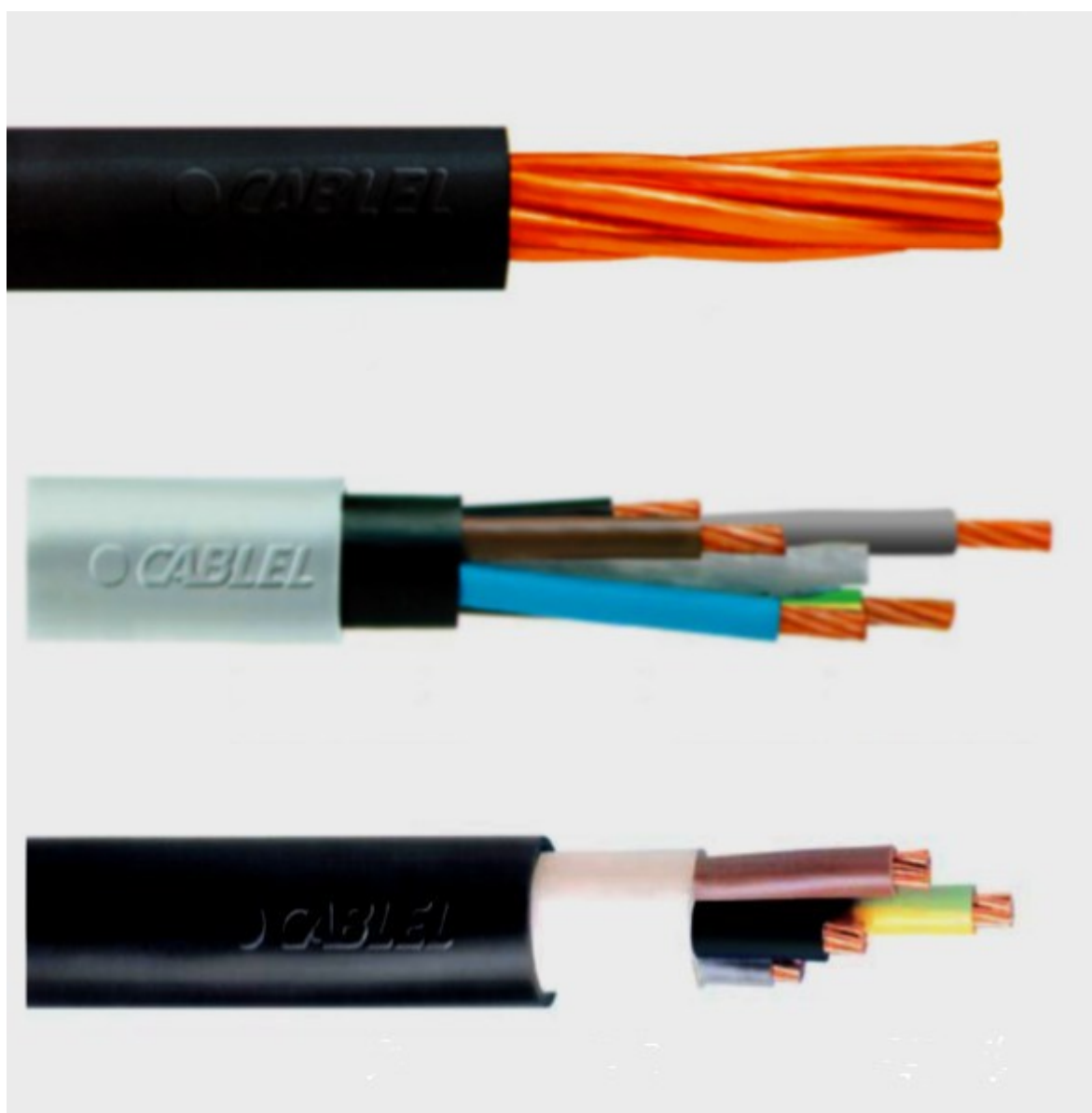
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3

Διαπίστωση ταυτότητας αγωγών σύμφωνα με DIN 40705 & IEC 446

	Αγωγοί Φάσεων		Χρώματα		Για συνδεδεμένο φορτίο π.χ. τριφασικό κινητήρα
	Παλαιά	Νέα	Παλαιά	Νέα	
Φάση 1 ^η	R	L ₁	Μαύρο	Μαύρο	U
Φάση 2 ^η	S	L ₂	Κόκκινο	Καφέ	V
Φάση 3 ^η	T	L ₃	Καφέ	Μαύρο ή γκρι	W
Ουδέτερος Αγωγός	M _P	N	Γκρι	Ανοιχτό Μπλε	N
Αγωγός προστασίας	S _L	PE, PEN	Κίτρινο	Πρασινο-Κίτρινο	
Προσγείωση στο έδαφος		E			

Παρατήρηση: Τα παλαιά χρώματα και συμβολισμοί χρησιμεύουν στις επισκευές παλαιών εγκαταστάσεων.

[2]

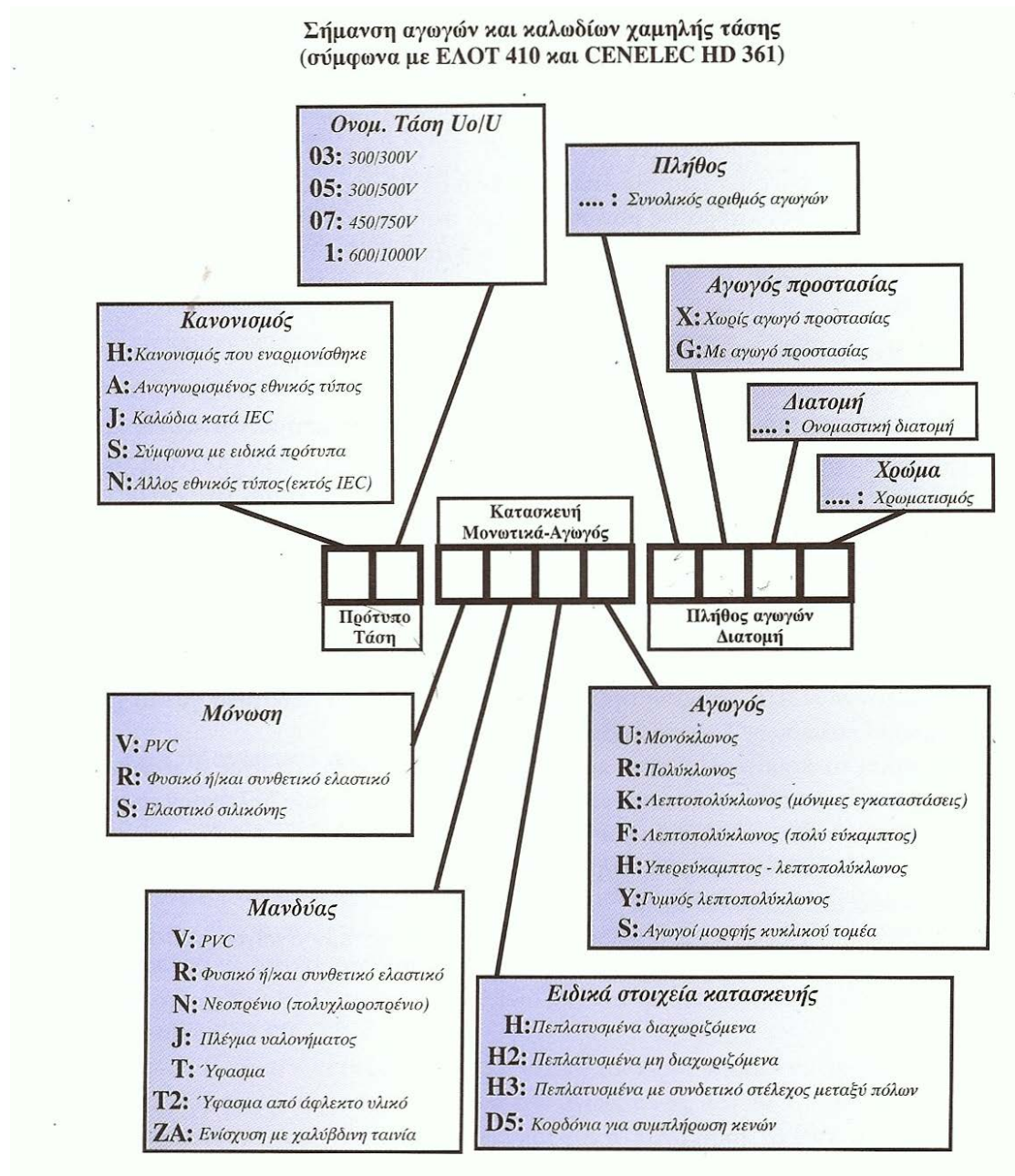


[6]

Σχήμα 2.5 ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

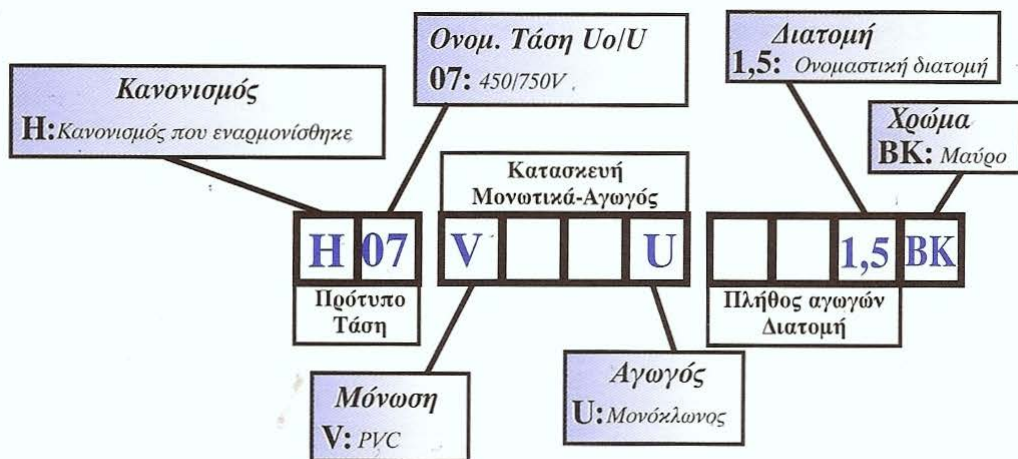
2.2 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Κάθε μονωμένος αγωγός ή καλώδιο έχει ως ονομασία του ένα σύμβολο που αποτελείται από γράμματα και αριθμούς που δείχνουν τα χαρακτηριστικά του. Το σύμβολο του καλωδίου είναι συνήθως τυπωμένο ανά διαστήματα πάνω στον μανδύα του [1]

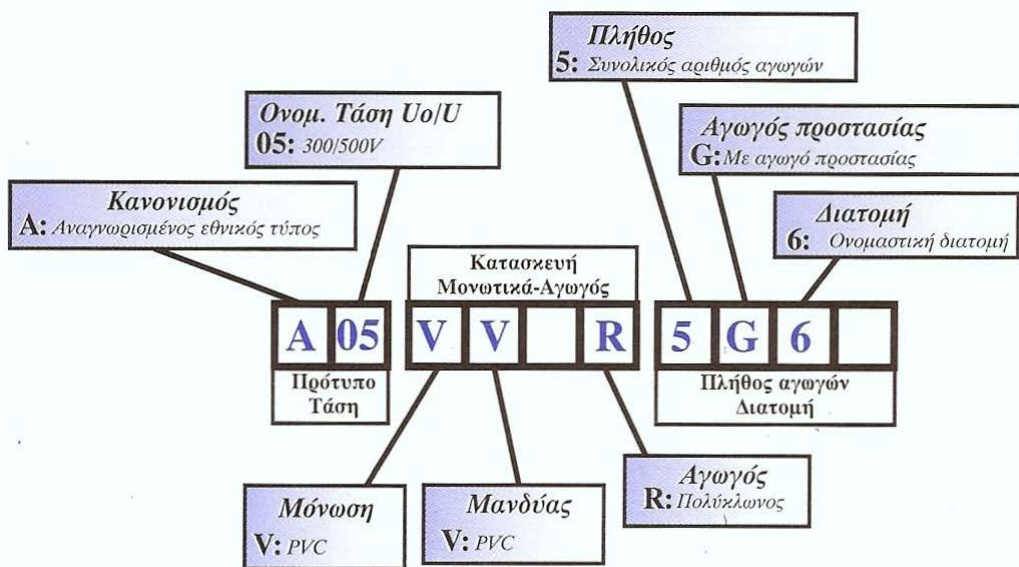


Σχήμα 2.6 ΣΗΜΑΝΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ Χ.Τ.

[1]




Σχήμα 3.14 Παράδειγμα ονομασίας μονόκλωνου μονωμένου με PVC αγωγού, διατομής 1,5mm² (παλαιά ονομασία NYA).



Σχήμα 3.15 Παράδειγμα ονομασίας πενταπολικού καλωδίου με αγωγό προστασίας και διατομή πολύκλωνων αγωγών 6mm² με μόνωση αγωγών και μανδύα από PVC (παλαιά ονομασία NYM-J).


Σχήμα 2.7 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΟΝΟΜΑΣΙΑΣ (α) ΜΟΝΟΚΛΩΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ (β) ΠΕΝΤΑΠΟΛΙΚΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

H05VV ή A05VV (πρώην NYM κατά VDE 250)				
				
H05VV-U (μονόκλωνος) H05VV-R (πολύκλωνος)	ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ	300/500V		
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	Ελαφρύ καλώδιο με μόνωση PVC και μανδύα PVC		
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ: ΕΛΟΤ 563.4, HD 21.4				
ΧΡΗΣΕΙΣ: Σταθερές εγκαταστάσεις σε εσωτερικούς (ξηρούς ή υγρούς) χώρους, εφόσον δεν υπόκεινται σε μηχανικές καταπονήσεις. Ακατάλληλο για εξωτερική χρήση ή μέσα σε σκυρόδεμα.				
A/A	Περιγραφή	Βάρος [kg/km]	Διάμετρος [mm]	Ωμική αντίσταση (20°C) [Ω/km]
1	H05VV-U 2x1,5	110	10	12,1
2	H05VV-U 2x2,5	150	11,5	7,41
3	H05VV-U 2x4	195	12,5	4,61
4	H05VV-U 2x6	250	13,5	3,08
5	H05VV-R 2x10	435	17,5	1,83
6	H05VV-R 2x16	600	20	1,15
7	H05VV-U 3G1,5	130	10,5	12,1
8	H05VV-U 3G2,5	175	12	7,41
9	H05VV-U 3G4	230	13	4,61
10	H05VV-U 3G6	320	14,5	3,08
11	H05VV-R 3G10	535	19	1,83
12	H05VV-R 3G16	750	21,5	1,15
13	H05VV-U 4G1,5	155	11,5	12,1
14	H05VV-U 4G2,5	215	13	7,41
15	H05VV-U 4G4	300	14,5	4,61
16	H05VV-U 4G6	400	16	3,08
17	H05VV-R 4G10	665	20,5	1,83
18	H05VV-R 4G16	940	23,5	1,15
19	H05VV-U 5G1,5	175	12	12,1
20	H05VV-U 5G2,5	255	14	7,41
21	H05VV-U 5G4	360	16	4,61
22	H05VV-U 5G6	470	17,5	3,08
23	H05VV-R 5G10	785	22	1,83
24	H05VV-R 3G10+1,5	550	19	1,83
25	H05VV-R 3G16+1,5	765	21,5	1,15
26	H05VV-R 5G10+1,5	790	21	1,83
27	H05VV-R 5G16	1205	26	1,15
28	H05VV-R 5G16+1,5	1235	26	1,15

H07V, H05V (πρώην NYA κατά VDE 250)



H05V-U (μονόκλωνος)	ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ	300/500V			
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	Μονοπολικά μονόκλιωνα καλώδια με μόνωση PVC χωρίς μανδύα για εσωτερικές χρήσεις			
H07V-R (πολύκλωνος) H07V-U (μονόκλωνος)	ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ	450/750V			
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	Μονοπολικά καλώδια με μόνωση PVC χωρίς μανδύα για γενικές χρήσεις			
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ: ΕΛΟΤ 563.3, BS 6004, HD 21.3					
ΧΡΗΣΕΙΣ: Εγκατάσταση σε σωλήνες ορατούς ή εντοιχισμένους ή σε παρόμοια κλειστά συστήματα					
A/A	Περιγραφή	Βάρος [kg/km]	Διάμετρος [mm]	Ωμική αντίσταση (20°C) [Ω/km]	
1	H05V-U 1×1	15	2,8	18,1	
2	H07V-U 1×1,5	20	3,2	12,1	
3	H07V-U 1×2,5	30	3,9	7,41	
4	H07V-U 1×4	45	4,4	4,61	
5	H07V-U 1×6	65	4,6	3,08	
6	H07V-U 1×10	105	6,4	1,83	
7	H07V-R 1×6	70	5,2	3,08	
8	H07V-R 1×10	115	6,7	1,83	
9	H07V-R 1×16	170	7,8	1,15	
10	H07V-R 1×25	270	9,7	0,727	
11	H07V-R 1×35	365	10,9	0,524	
12	H07V-R 1×50	485	12,8	0,387	
13	H07V-R 1×70	685	14,6	0,268	
14	H07V-R 1×95	940	17	0,193	

ΕΙΥΥ (πρώην ΝΥΥ κατά VDE 250)					
					
ΕΙΥΥ-U (μονόκλωνος) ΕΙΥΥ-R (πολύκλωνος) ΕΙΥΥ-S (κυκλικού τομέα)	ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ	600/1000V			
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	Καλώδια ενέργειας με μόνωση PVC και μανδύα PVC			
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ: ΕΛΟΤ 843					
ΧΡΗΣΕΙΣ: Για τοποθέτηση σε εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες, στην ύπαιθρο, σε σταθμούς παραγωγής και διανομής, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εφόσον δεν υπόκεινται σε μηχανικές καταπονήσεις					
A/A	Περιγραφή	Βάρος [kg/km]	Διάμετρος [mm]	Ωμική αντίσταση (20°C) [Ω/km]	
1	ΕΙΥΥ-R 1×16	220	10	1,15	
2	ΕΙΥΥ-R 1×25	325	11,5	0,727	
3	ΕΙΥΥ-R 1×35	450	12,5	0,524	
4	ΕΙΥΥ-R 1×50	560	14,5	0,387	
5	ΕΙΥΥ-R 1×70	765	16	0,268	
6	ΕΙΥΥ-R 1×95	1050	18,5	0,193	
7	ΕΙΥΥ-R 1×120	1285	20	0,153	
8	ΕΙΥΥ-R 1×150	1600	22	0,124	
9	ΕΙΥΥ-R 1×185	1975	25	0,0991	
10	ΕΙΥΥ-R 1×240	2555	28	0,0754	
11	ΕΙΥΥ-R 1×300	3175	30	0,0601	
12	ΕΙΥΥ-U 2×1,5	140	11,5	12,1	
13	ΕΙΥΥ-U 2×2,5	175	12,5	7,41	
14	ΕΙΥΥ-U 2×4	245	14,5	4,61	
15	ΕΙΥΥ-U 2×6	310	15,5	3,08	
16	ΕΙΥΥ-R 2×10	465	17,5	1,83	
17	ΕΙΥΥ-R 2×16	630	19,5	1,16	
18	ΕΙΥΥ-R 2×25	940	22	0,727	
19	ΕΙΥΥ-R 2×35	865	20	0,524	
20	ΕΙΥΥ-S 2×50	1145	23	0,387	
21	ΕΙΥΥ-U 3G1.5	160	12	12,1	
22	ΕΙΥΥ-U 3G2.5	205	13	7,41	
23	ΕΙΥΥ-U 3G4	290		4,61	
24	ΕΙΥΥ-U 3G6	365	16	3,08	
25	ΕΙΥΥ-R 3G10	565	18	1,83	
26	ΕΙΥΥ-R 3G10+1,5	610	18	1,83	

[1]

Σχήμα 2.8 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ
(α) Η05VV ή Α05VV (πρώην ΝΥΜ)
(β) Η07V Η05V (πρώην ΝΥΑ)
(γ) ΕΙΥΥ (πρώην ΝΥΥ)

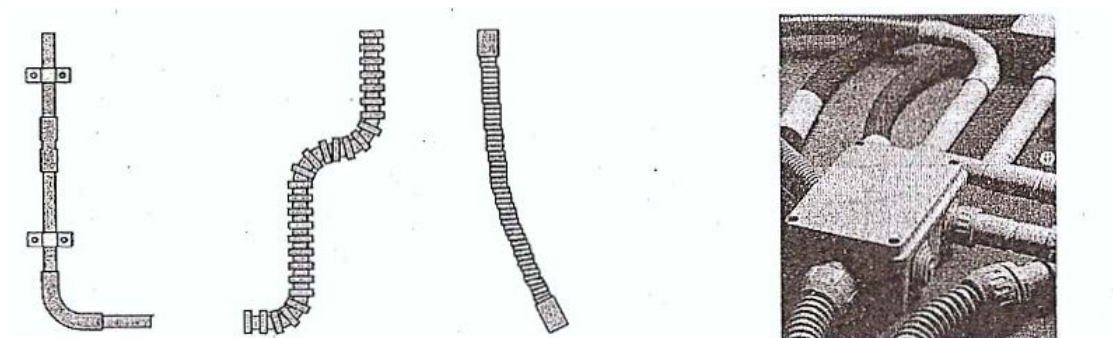
3. ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

3.1 ΣΩΛΗΝΕΣ Ε.Η.Ε.

Οι μονωμένοι αγωγοί (που δεν έχουν μανδύα) και τα καλώδια (που έχουν μανδύα) τοποθετούνται ορισμένες φορές σε σωλήνες όταν χρειάζεται η μηχανική προστασία ή όταν δεν ενσωματώνονται στα δομικά υλικά του κτηρίου (σοβάς, μπετόν)

Οι σωλήνες διακρίνονται

1. Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασής τους σε χωνευτούς (κάτω από σοβά) και ορατούς (πάνω σε τοίχο ή οροφή)
2. Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους σε
 - Μεταλλικούς
 - Πλαστικούς
3. Ανάλογα με τη συμπεριφορά τους στην κάμψη, σε άκαμπτους (κατάλληλοι για ευθείες διαδρομές γραμμών), καμπτόμενους & εύκαμπτους οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε σημεία που οι ηλεκτρικές γραμμές αλλάζουν κατεύθυνση



Άκαμπτοι, καμπτόμενοι και εύκαμπτοι σωλήνες - εφαρμογές [2]

Σχήμα 3.1 ΑΚΑΜΠΤΟΙ, ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΟΙ ΚΑΙ ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

Το μέγεθος των σωλήνων των ΕΗΕ χαρακτηρίζεται από την εσωτερική διάμετρο τους. Η επιλογή της διαμέτρου του σωλήνα γίνεται ανάλογα με το πλήθος και την διατομή των μονωμένων αγωγών που τοποθετούνται σε αυτούς όπως φαίνεται στον πίνακα

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Διάμετρος (mm) σωλήνων ανάλογα με το πλήθος και τη διατομή των αγωγών							
		Ορατή εγκατάσταση			Χωνευτή εγκατάσταση		
s \ n		2	3	4	2	3	4
1,5		11	13,5	13,5	13,5	16	16
2,5		13,5	13,5	16	16	16	16
4		13,5	16	16	16	23	23
6		16	16	23	16	23	23
10		23	23	29	23	23	29
16		23	29	29	23	29	29
		$(5 + 7) \times 1,5 : d = 16 \text{ mm}$			} σε ορατή ή χωνευτή ηλεκτρική εγκατάσταση		
		$(8 + 12) \times 1,5 : d = 23 \text{ mm}$					
Όταν πρόκειται για χαλυβδοσωλήνες, αντί $d = 23 \text{ mm}$ επιτρέπεται $d = 21 \text{ mm}$							
n: πλήθος αγωγών							
s: διατομή αγωγών (mm ²)							

[2]



[6]

Σχήμα 3.2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΔΙΑΦΕΡΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ

3.2 ΚΟΥΤΙΑ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Οι συνδέσεις και οι διακλαδώσεις των αγωγών ΕΗΕ γίνονται μόνο μέσα στα κουτιά διακλάδωσης .

Σε κουτιά διακλάδωσης τοποθετούνται επίσης και οι ρευματοδότες



[6]



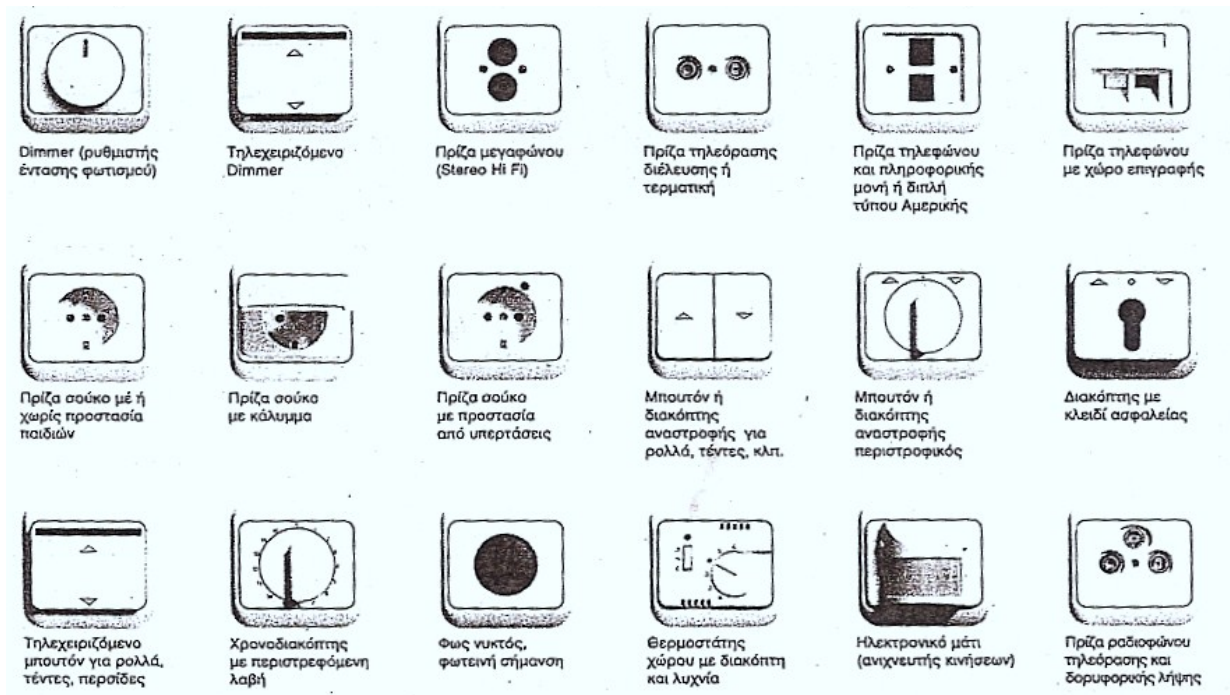
[6]

Σχήμα 3.3 ΚΟΥΤΙΑ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ

3.3 ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ (ΠΡΙΖΕΣ)

Οι ρευματοδότες πρέπει να είναι πάντοτε τριπολικοί δηλαδή πρέπει να έχουν μια υποδοχή για τον αγωγό φάσης , μια για τον ουδέτερο και μια για τον αγωγό προστασίας

Στους ρευματοδότες τύπου Schuko η σύνδεση του αγωγού προστασίας γίνεται μέσω ελασμάτων που υπάρχουν στις δύο πλευρές



[2] Σχήμα 3.4 ρευματοδότες

3.4 ΛΥΧΝΙΟΛΑΒΕΣ

Λυχνιολαβές είναι τα εξαρτήματα που επιτρέπουν τη σύνδεση μιας λάμπας και είναι μαγιονέτ ή βιδωτή.





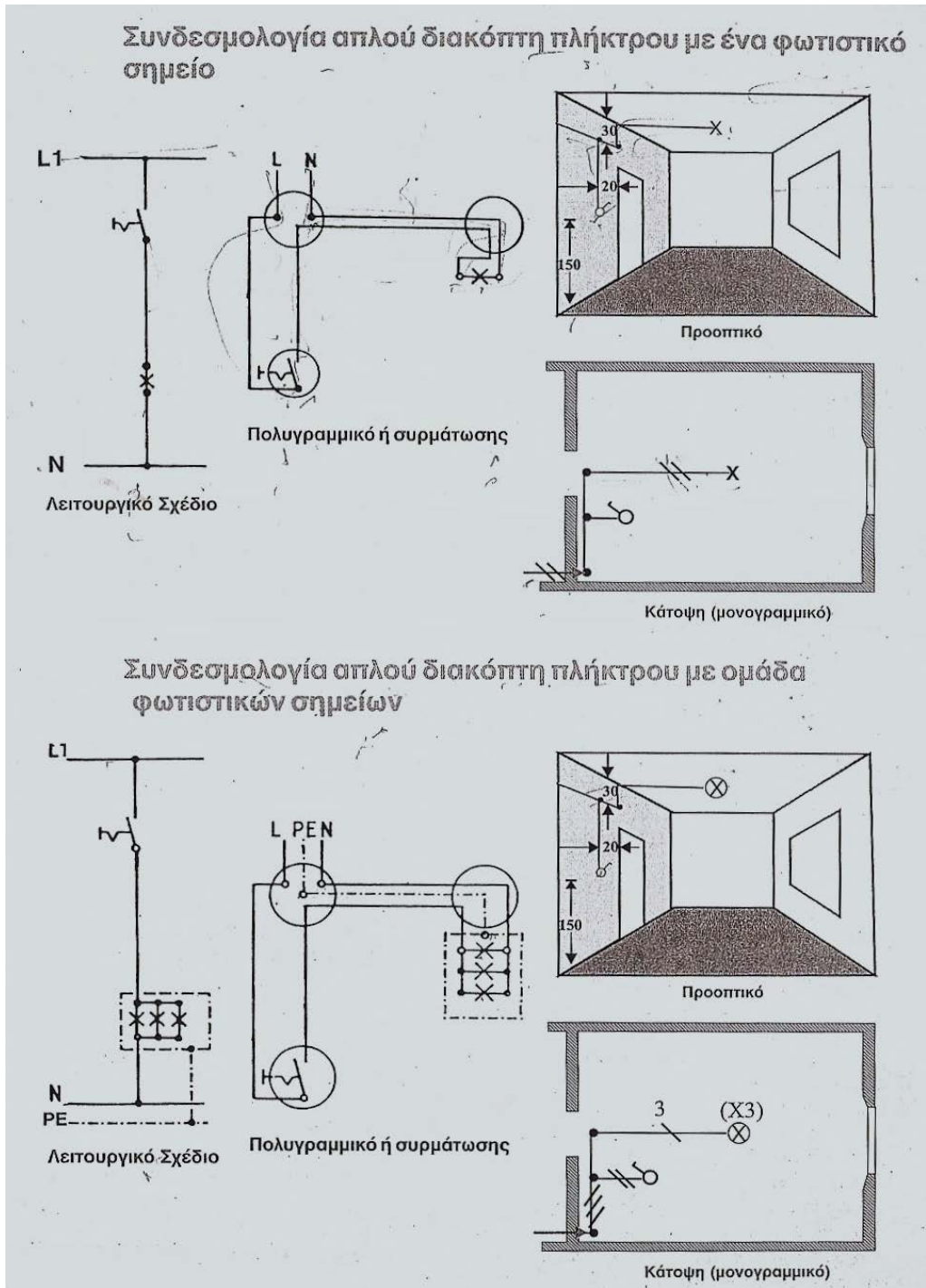
Οι λυχνιολαβές μπορεί να είναι ενσωματωμένες σε σπότ χωνευτά που τοποθετούνται στο ταβάνι ή σε ψευδοροφή ή σε χελώνες για υγρούς χώρους ή σε αρματούρες λουτρού

3.5 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

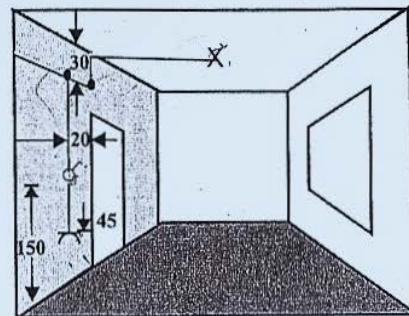
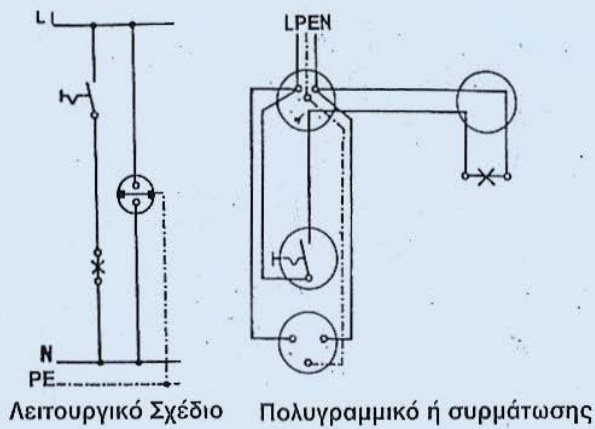
Οι διακόπτες είναι όργανα που μας δίνουν την δυνατότητα να τροφοδοτούμε ή να διακόπτουμε την τροφοδότηση ενός κυκλώματος

Βασικά είδη διακοπών φωτισμού			
Συνήθης εξωτερική μορφή	Συνδεσμολογία	Σύμβολο	Περιγραφή-Χρήση
			Διακόπτης απλός Έλεγχος φωτιστικού σημείου (λυχνίας) ή ομάδας φωτιστικών σημείων από ένα σημείο. Μπορεί να φέρει και φωτεινή ένδειξη για να εντοπίζονται τα αναμμένα φώτα που δεν είναι άμεσα ορατά. Μπορεί επίσης να έχει χώρο αναγραφής του κυκλώματος που ελέγχει.
			Διακόπτης εναλλαγής ή αλέ-ρετούρ ακραίος (με λυχνία) Έλεγχος φωτιστικού σημείου από δυο θέσεις π.χ. φως κρεβατοκάμαρας ελεγχόμενο από την είσοδο του δωματίου και από το κρεβάτι. Υπάρχει μονός, διπλός και ρυθμιζόμενης φωτεινότητας (ντίμερ).
			Διακόπτης εναλλαγής ή αλέ-ρετούρ μεσσίος Με αυτόν γίνεται έλεγχος φωτιστικού σημείου ή ομάδας φωτιστικών (παράλληλα συνδεδεμένων) από τρεις θέσεις. Εφαρμογή: φωτισμός διαδρόμου ή χώρου με 3 εισόδους -εξόδους
			Διακόπτης κομτατέρ Ανεξάρτητος έλεγχος δύο ομάδων φωτιστικών σημείων από ένα σημείο. Συνήθης χρήση στα πολύφωτα.
			Μπουτόν απλό Με ένα πλήκτρο και αντίστοιχα σύμβολα π.χ. φως, κλειδί, κουδούνι. Χωρίς ή με φωτεινή ένδειξη προσανατολισμού για να εντοπίζονται στα σκοτεινά.
			Διακόπτης ρολών (αναστροφείας) Για τον έλεγχο της λειτουργίας ρολών, τεντών, περσίδων, θυρών γκαράζ κλπ. Διαθέτει σύστημα προστασίας για την αποφυγή της ταυτόχρονης ενεργοποίησης των δύο κατευθύνσεων.

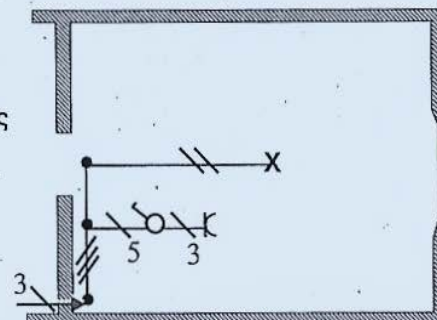
3.6 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



Συνδεσμολογία απλού διακόπτη πλήκτρου με ρευματοδότη, σε μία γραμμή

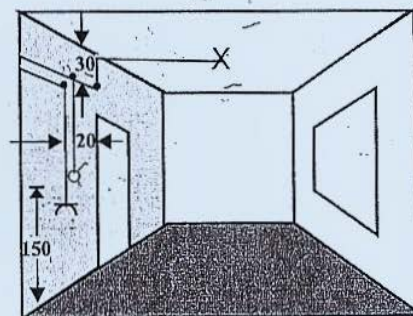
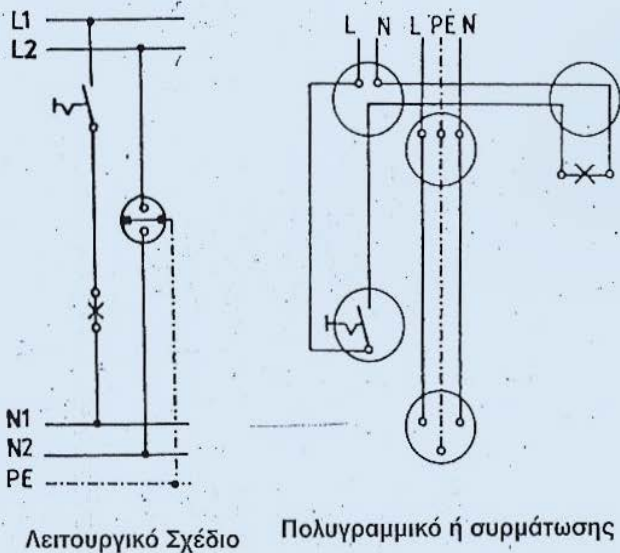


Προοπτικό

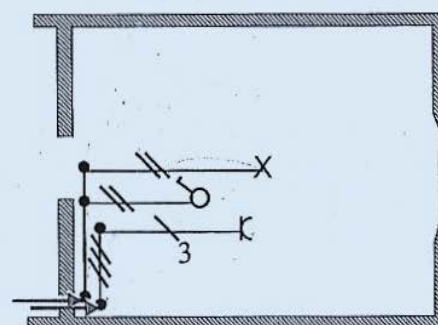


Κάτοψη (μονογραμμικό)

Συνδεσμολογία απλού διακόπτη και ρευματοδότη σε ανεξάρτητες γραμμές (τυχόν προβλήματα στη γραμμή των ρευματοδοτών δεν έχουν επίπτωση στα κυκλώματα φωτισμού)

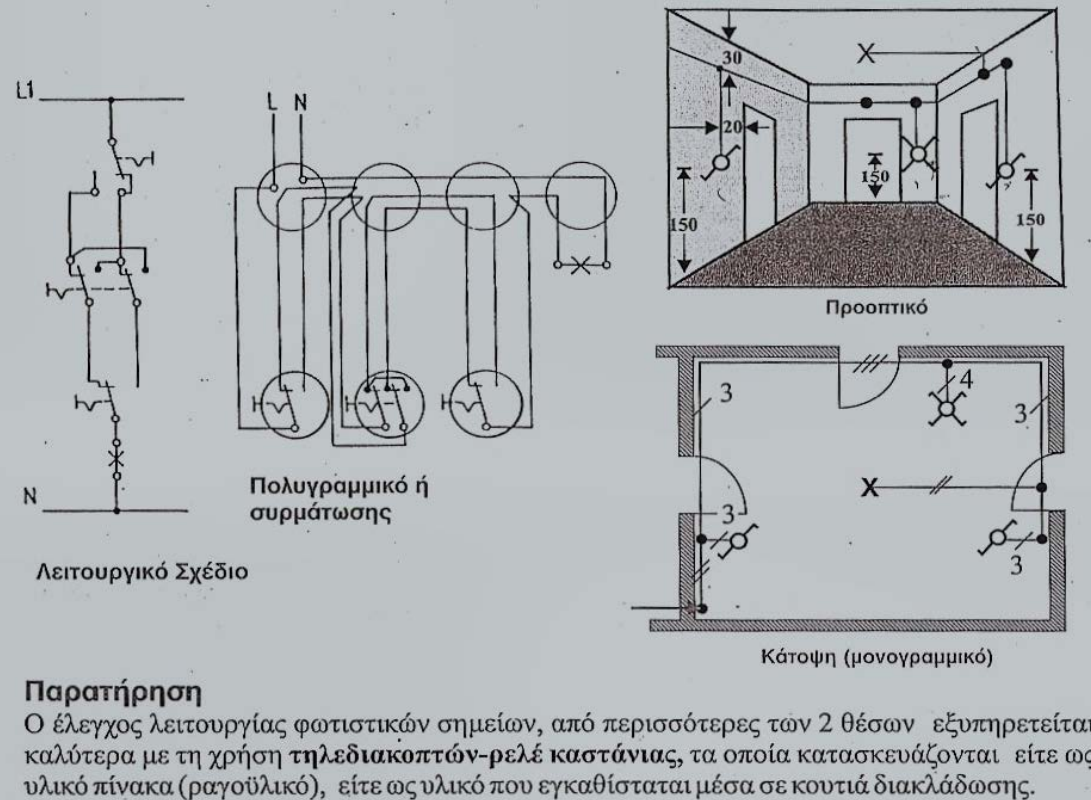


Προοπτικό

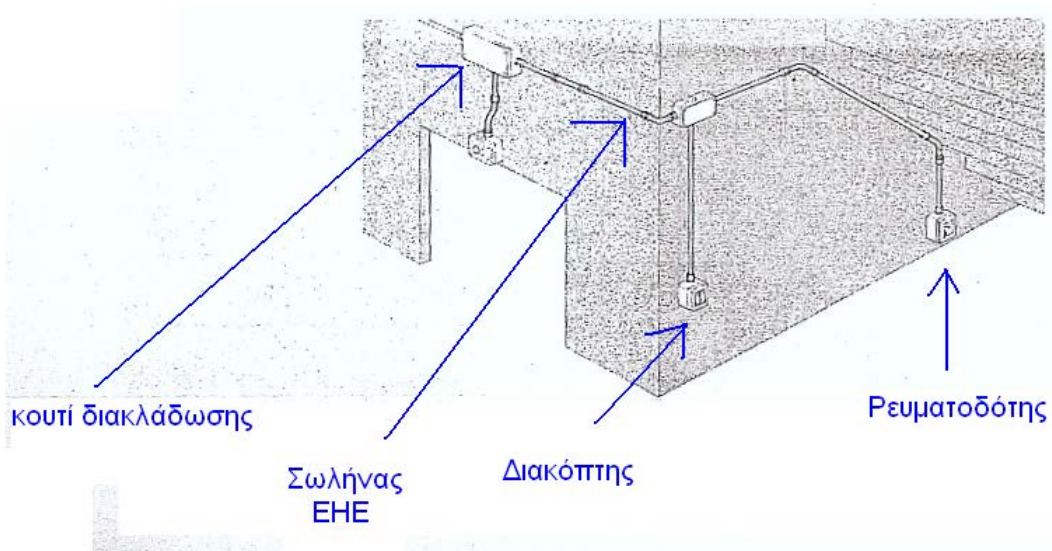


Κάτοψη (μονογραμμικό)

Συνδεσμολογία με δύο διακόπτες αλε-ρετούρ ακραίους και ένα μεσαίο



Σχήμα 3.6 συνδεσμολογίες φωτισμού [2]



Σχήμα 3.7 Εσωτερική ηλεκτρική επίτοιχη εγκατάσταση [2]

4. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ (ΜΕΣΦ)

4.1. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

Όταν ρεύμα έντασης I περνά από ένα αγωγό αντίστασης R μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα (φαινόμενο JOULE). Αυτή η θερμότητα ανεβάζει την θερμοκρασία του αγωγού.

Όταν ο αγωγός έχει θερμοκρασία θ_2 μεγαλύτερη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος θ_1 , συμβαίνει μεταφορά θερμότητας από τον αγωγό στο περιβάλλον. Η ποσότητα της θερμότητας που απάγεται προς το περιβάλλον ανά μονάδα χρόνου είναι:

$$(Q/t) = a(\theta_2 - \theta_1)$$

Ο συντελεστής a εξαρτάται από την εξωτερική επιφάνεια του αγωγού, το είδος και το πάχος των μονώσεων, μανδύων, από την γειννίαση καλωδίων κτλ.

Ο αγωγός τελικά θα αποκτήσει εκείνη τη θερμοκρασία στην οποία θα υπάρχει ισορροπία μεταξύ παραγόμενης και απαγόμενης θερμότητας

4.2. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ (ΜΕΣΦ) ΚΑΛΩΔΙΟΥ

Για να μην υπάρχει κίνδυνος να πάθουν βλάβη οι μονώσεις ή να αλλοιωθούν τα χαρακτηριστικά τους, πρέπει η θερμοκρασία του αγωγού να μη ξεπεράσει ένα όριο.

Έτσι λαμβάνοντας υπ' όψιν τις διάφορες συνθήκες εγκατάστασης των αγωγών υπάρχει για κάθε διατομή του αγωγού ένα ρεύμα που αν τον διαρρέει συνεχώς ανεβάζει την θερμοκρασία του στο ανώτατο όριο που επιτρέπεται. Αυτό το ρεύμα λέγεται μέγιστη επιτρεπόμενη συνεχής φόρτιση αγωγού (ΜΕΣΦ).

Η φόρτιση των καλωδίων πρέπει να περιορίζεται, έτσι ώστε σε κάθε θέση της εγκατάστασης η θερμότητα απωλειών Joule να μπορεί να απάγεται στο περιβάλλον χωρίς υπέρβαση των επιτρεπόμενων μέγιστων θερμοκρασιών λειτουργίας των αγωγών.

4.3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1)Θερμοκρασία περιβάλλοντος .Όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 30°C ,οι τιμές της ΜΕΣΦ μειώνονται

2)Πρόσθετη θέρμανση που προκαλείται από γειτονικά καλώδια σωλήνες θέρμανσης κτλ

3)Συσσωρευτές θερμότητας σε αέρια στρώματα τα οποία δημιουργούνται μέσα σε προστατευτικές επικαλύψεις κανάλια ,σωλήνες κτλ.(η τοποθέτηση των καλωδίων μέσα σε σωλήνα παρέχει πρόσθετη μηχανική προστασία και ευχέρεια αντικατάστασης τους).

Υπερένταση είναι κάθε ρεύμα που διαρρέει ένα αγωγό και είναι μεγαλύτερο από την επιτρεπόμενη φόρτιση.

Μία υπερένταση μπορεί να οφείλεται

4. Υπερφόρτιση ενός κυκλώματος όταν αυτό τροφοδοτεί φορτία μεγαλύτερα απ ότι είχε προβλεφτεί.

5. Βραχυκύκλωμα όταν υπάρχει σφάλμα μονώσεων στο κύκλωμα . Σφάλμα είναι η βλάβη ή η γεφύρωση των μονώσεων ,με αποτέλεσμα να έχουν ενωθεί με αμελητέα αντίσταση δύο σημεία ανάμεσα στα οποία σε κανονική λειτουργία υπάρχει τάση

Η υπερφόρτιση των καλωδίων μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση των χαρακτηριστικών της μόνωσης τους και πρόωρη γήρανση της .

Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος λόγω της αναπτυσσόμενης θερμότητας υπάρχει σοβαρός κίνδυνος ακόμα και για εκδήλωση πυρκαγιάς

Είναι επιτρεπτό να περνούν από τον αγωγό μεγαλύτερα ρεύματα (υπερένταση)από εκείνα που ορίζει η ΜΕΣΦ αλλά για πολύ μικρό χρονικό διάστημα

Στις ΕΗΕ οι διατομές των αγωγών επιλέγονται με βάση τα φορτία, που προβλέπεται να τροφοδοτήσει η γραμμή.

Το αναμενόμενο ρεύμα πρέπει να είναι μικρότερο από την ΜΕΣΦ .

Όμως όσο μικρό και εάν είναι το αναμενόμενο ρεύμα οι διατομές των αγωγών δεν επιτρέπεται να είναι

- Μικρότερες από 1,5mm² για σταθερές γραμμές
- Μικρότερη από 6 mm² για τη γραμμή μετρητή πίνακα

Ο τύπος που δίνει την ΜΕΣΦ (I_{max}) είναι: $I_{max}=I_0K_1K_2K_3$

Όπου:

I_0 = ρεύμα συνεχούς λειτουργίας υπό κανονικές συνθήκες

K_1, K_2, K_3 =συντελεστές διόρθωσης

A) Για καλώδια αέρα

K_1 = Συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30 °C

K_2 =Συντελεστής διόρθωσης I_0 λόγω ομαδοποίησης καλωδίων

K_3 =Συντελεστής διόρθωσης μόνο για καλώδια σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά υλικά

B) Για καλώδια εδάφους

K_1 = Συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 20 °C
 K_2 = Συντελεστής διόρθωσης για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους διαφορετική από 2,5 Km/w
 K_3 = Συντελεστής διόρθωσης λόγω ομαδοποίησης καλωδίων. Είτε κατευθείαν στο έδαφος είτε σε οχετούς μέσα στο έδαφος

4.4 ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ Η ΜΕΣΦ ΑΝ ΓΝΩΡΙΖΩ ΤΗΝ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ (ΧΡΗΣΗ ΕΛΟΤ 384)

A1 καλώδια αέρα

Από πιν.52K1&52K2 → Βρίσκουμε I_0 για την δεδομένη S
Από πιν.52Δ1 → Βρίσκουμε K_1
Από πιν.52E1 → Βρίσκουμε K_2
Από πιν.52E4&52E5 → Βρίσκουμε K_3

A2 καλώδια εδάφους

Από πιν.52K3 → Βρίσκουμε I_0
Από πιν.52Δ2 → Βρίσκουμε K_1
Από πιν.52Δ3 → Βρίσκουμε K_2
Από πιν.52E2&52E3 → Βρίσκουμε K_3

$$\text{Άρα } I_{\max} = I_0 K_1 K_2 K_3$$

Αν έχω φορτίο κίνησης $I_{\max} = 1,25 I_0 K_1 K_2 K_3$

4.5 ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ Η ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΝ ΓΝΩΡΙΖΩ ΤΗΝ ΜΕΣΦ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΧΡΗΣΗ ΕΛΟΤ 384)

Σκοπός μας είναι να υπολογίσουμε ένα ρεύμα I^* το οποίο μετά την εφαρμογή των κατάλληλων , ανάλογα με την περίπτωση , συντελεστών διόρθωσης να προκύψει τουλάχιστον ίσο με το ρεύμα φορτίου το οποίο πρόκειται να φέρει το καλώδιο δηλαδή

$$I = I^* K_1 K_2 K_3 \Rightarrow I^* = I / (K_1 K_2 K_3)$$

Επιλέγουμε διατομή S με ικανότητα μεταφοράς ρεύματος

I_0 μεγαλύτερο ή ίσο του I^*

Τελικά το ρεύμα που πραγματικά θα μεταφέρεται από την επιλεγμένη διατομή θα είναι $I_{\max} = I_0 K_1 K_2 K_3$

Εκτός από την ΜΕΣΦ των αγωγών, που αφορά τη θέρμανσή τους, πρέπει να έχουμε υπόψη, όταν επιλέγουμε τη διατομή τους, ότι η πτώση τάσης Δu δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια. Για μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας πρέπει $\Delta u < 9.2V$
Η πτώση τάσης υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπο

$$\Delta u = 2 * \rho * l * I * \cos\phi / S$$

ρ = ειδική αντίσταση χαλκού $\rho=0.017 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$

l = μήκος γραμμής σε m

I =ρεύμα σε A

S =διατομή σε mm^2

Επομένως για να υπολογίσουμε την διατομή ενός αγωγού ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα

ΒΗΜΑ 1°

Υπολογίζουμε το ρεύμα I κάθε κατανάλωσης αν γνωρίζουμε την ισχύ της

Μονοφασικό δίκτυο $P = V I \cos\phi$

Τριφασικό δίκτυο $P = 3V_\phi I_\phi \cos\phi$ και $P = \sqrt{3}V_\pi I_\pi \cos\phi$

Όπου

P η ισχύς της κατανάλωσης

$V_\phi I_\phi$ φασική τάση ,ένταση

$\cos\phi$ = συντελεστής ισχύος

Αν δεν γνωρίζουμε την ισχύ της κατανάλωσης ο υπολογισμός γίνεται κατά προσέγγιση έως εξής

1)Για κάθε απλό φωτιστικό θεωρούμε ρεύμα φορτίου 0,5 A

2)Αν έχουμε συνδεσμολογία κομμιατέρ θεωρούμε 2A ανά πολύφωτο

3)Για φωτισμό ισχύος 200W θεωρούμε φορτίο 1A .Για κάθε 1^η από 4 πρίζες θεωρούμε φορτίο 1,5 A και για κάθε μια από τις υπόλοιπες 0,5 A

ΒΗΜΑ 2°

Υπολογίζουμε το ρεύμα $I^* = (I / (K_1 K_2 K_3))g$ όπου g συντελεστής ταυτοχρονισμού.

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση δεν λειτουργούν όλες οι καταναλώσεις μαζί. Για παράδειγμα είναι σπάνιες οι περιπτώσεις. Πχ το ηλ.μαγειρείο να δουλεύει σε πλήρη ισχύ ,δηλαδή όλες οι ηλεκτρικές εστίες του να λειτουργούν στη μέγιστη ισχύ τους

ενώ συγχρόνως να είναι ενεργοποιημένος σε μέγιστη ισχύ ο φούρνος της συσκευής ,ο ανεμιστήρας της κλπ

Επίσης είναι ελάχιστη η πιθανότητα ταυτόχρονης λειτουργίας όλης της εγκαταστάσεως ισχύος φωτισμού σε ένα κτίριο. Ο συντελεστής g εκφράζει το μέγιστο ποσοστό εγκαταστημένης ισχύος σε μια γραμμή τροφοδοσίας το οποίο μπορεί να ζητηθεί για κάποιο χρονικό διάστημα .Ισχύει $g < 1$

Τα K_1 K_2 K_3 υπολογίζονται από τους κατάλληλους πίνακες (προηγούμενη παράγραφος)

ΒΗΜΑ 3^ο

Βρίσκω από τον πίνακα 52K1 ή 52 K2 για καλώδια αέρα ή 52K3 για καλώδια εδάφους τη διατομή για I_0 μεγαλύτερο ή ίσο του I^*

ΒΗΜΑ 4^ο

Υπολογίζουμε την πτώση τάσης και εξετάζουμε αν είναι επιτρεπτή. Σε αντίθετη περίπτωση επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Κ1

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)
εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχείων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν					
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		γ) Πολυπολικό καλώδιο			
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε σωλήνα	
				Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο
PVC	2	3	5	3	6	2	4
	3	2	4	2	5	1	3
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8
	3	5	7	5	8	4	6

ΔΙΑΤΟΜΗ		Στήλες								
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
	240	261	286	321	346	380	424	-	500	599
	300	298	328	367	396	435	486	-	576	693
Αλουμίνιο	16	41	43	48	53	58	64	71	72	79
	25	53	57	62	70	73	84	90	90	101
	35	65	70	77	86	90	103	110	112	126
	50	78	84	92	104	110	124	140	136	154
	70	98	107	116	131	140	156	179	174	198
	95	118	129	139	157	170	188	217	211	241
	120	135	149	160	180	197	216	251	245	280
	150	155	170	189	206	226	253	-	283	324
	185	176	194	215	233	256	288	-	323	371
	240	207	227	252	273	300	338	-	382	439
300	237	261	289	313	344	387	-	440	508	

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Κ2

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) ηλεκτρικών γραμμών με καλώδια στον αέρα (σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά υλικά)
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Πολυπολικά καλώδια	Μονοπολικά καλώδια							
			Σε επαφή μεταξύ τους				Σε απόσταση μεταξύ τους			
			Διάταξη επίπεδη οριζόντια ή κατακόρυφη		Διάταξη τριγωνική		Διάταξη επίπεδη οριζόντια		Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη	
PVC	2	2	5	-	-	-	-	-	-	-
	3	1	4	4	7	5				
EPR ή XLPE	2	3	8	-	-	-	-	-	-	-
	3	2	7	6	9	8				
		Στήλες								
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	18,5	22	26	-	-	-	-	-	-
	2,5	25	30	36	-	-	-	-	-	-
	4	34	40	49	-	-	-	-	-	-
	6	43	51	63	-	-	-	-	-	-
	10	60	70	86	-	-	-	-	-	-
	16	80	94	115	-	-	-	-	-	-
	25	101	119	149	110	130	135	141	161	182
	35	126	148	185	137	162	169	176	200	226
	50	153	180	225	167	196	207	216	242	275
	70	196	232	289	216	251	268	279	310	353
	95	238	282	352	264	304	328	341	377	430
	120	276	328	410	308	352	383	396	437	500
	150	319	379	473	356	406	444	456	504	577
	185	364	434	542	409	463	510	521	575	661
	240	430	514	641	485	546	607	615	679	781
	300	497	593	741	561	629	703	709	783	902
400	-	-	-	656	754	823	852	940	1085	
500	-	-	-	749	868	946	982	1083	1253	
630	-	-	-	855	1005	1088	1138	1254	1454	
Αλουμίνιο	16	61	73	91	-	-	-	-	-	-
	25	78	89	108	84	98	103	107	121	138
	35	96	111	135	105	122	129	135	150	172
	50	117	135	164	128	149	159	165	184	210
	70	150	173	211	166	192	206	215	237	271
	95	183	210	257	203	235	253	264	289	332
	120	212	244	300	237	273	296	308	337	387
	150	245	282	346	274	316	343	356	389	448
	185	280	322	397	315	363	395	407	447	515
	240	330	380	470	375	430	471	482	530	611
	300	381	439	543	434	497	547	557	613	708
400	-	-	-	526	600	663	671	740	856	
500	-	-	-	610	694	770	775	856	991	
630	-	-	-	711	808	899	900	996	1154	

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Κ3

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) καλωδίων τοποθετημένων στο έδαφος
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Αγωγός	mm ²	Μόνωση			
		PVC		EPR ή XLPE	
		Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών			
		2	3	2	3
Χαλκός	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	
Αλουμίνιο	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
	300	313	260	364	308

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Δ1

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται
στους Πίνακες 52-Κ1, και 52-Κ2

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

ΠΙΝΑΚΑΣ 52 -Δ2

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία εδάφους διαφορετική από 20 °C
 Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στο
 Πίνακα 52-K3

Θερμοκρασία εδάφους °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

ΠΙΝΑΚΑΣ 52 -Δ3

Συντελεστές διόρθωσης για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους
 διαφορετική από 2.5 K.m/W
 Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος
 που δίνονται στον Πίνακα 52-K3

Ειδική θερμική αντίσταση K.m/W	1	1.5	2	2.5	3
Συντελεστής διόρθωσης	1,18	1,10	1,05	1	0,96

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E1

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που στους Πίνακες 52-K1 και 52-K2

α/α	Τρόπος τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή καλωδίων	Πλήθος κυκλωμάτων ή πολυπολικών καλωδίων											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	- Ελεύθερα στον αέρα ή - επάνω στην επιφάνεια δομικού υλικού ή - επιτοίχια γυμνά ή σε σωλήνα ή - εντοιχισμένα γυμνά ή σε σωλήνα	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Σε απλή στρώση, σε επαφή με τοίχο ή με δάπεδο ή επάνω σε συμπαγή φορέα καλωδίων	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Σε απλή στρώση, στερεωμένη απευθείας κάτω από οροφή	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E2

Συντελεστές διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια θαμμένα κατευθείαν στο έδαφος. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52-K3.

Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια

Πλήθος κυκλωμάτων	Απόσταση μεταξύ καλωδίων (α)*				
	Μηδενική (σε επαφή)	Μια διάμετρος καλωδίου	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

*Απόσταση α

Πολυπολικά καλώδια



Μονοπολικά καλώδια



Σημείωση: Οι τιμές ισχύουν για βάθος εγκατάστασης 0,70 m και θερμική αγωγιμότητα εδάφους 2,50 K.m/W

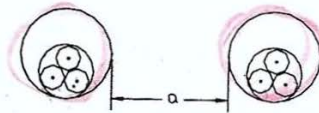
ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E3

Συντελεστές διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια τοποθετημένα σε οχετούς μέσα στο έδαφος. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52-K3

A) Πολυπολικά καλώδια σε οχετούς

Πλήθος καλωδίων	Απόσταση μεταξύ οχετών (α)*			
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 m	0,50 m	1,00 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

*Απόσταση α



B) Μονοπολικά καλώδια σε οχετούς

Πλήθος κυκλωμάτων δύο ή τριών καλωδίων	Απόσταση μεταξύ οχετών (α)*			
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 m	0,50 m	1,00 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

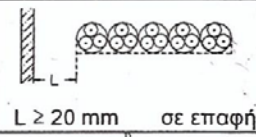
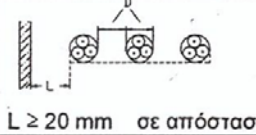
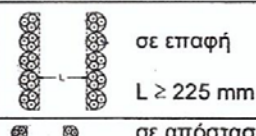
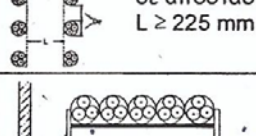
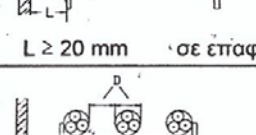
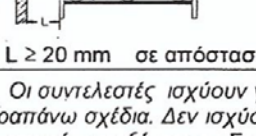
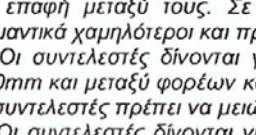
Απόσταση α



Σημείωση: Οι τιμές ισχύουν για βάθος εγκατάστασης 0,70 m και θερμική αγωγιμότητα εδάφους 2,50 K.m/W

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Ε4

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των πολυπολικών
καλωδίων που δίνονται στον Πίνακα 52-Κ2

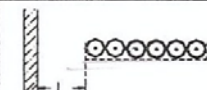
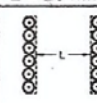
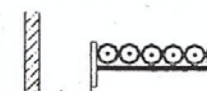
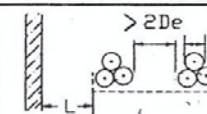
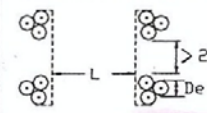
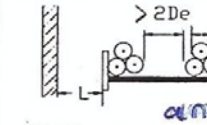
Τρόπος εγκατάστασης	Πλήθος φορέων	Πλήθος καλωδίων					
		1	2	3	4	6	9
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (βλ σημείωση 2)  $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
	2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
	2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (βλ σημείωση 3)  σε επαφή $L \geq 225 \text{ mm}$	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
	2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
 σε απόσταση $L \geq 225 \text{ mm}$	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
	2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες, κλπ (βλ. σημείωση 2)  $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
	2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
	2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

- Σημειώσεις:
1. Οι συντελεστές ισχύουν για απλές σειρές (στρώσεις) καλωδίων όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Δεν ισχύουν για καλώδια τοποθετημένα σε περισσότερες στρώσεις σε επαφή μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότεροι και πρέπει να προσδιορίζονται με μια κατάλληλη μέθοδο.
 2. Οι συντελεστές δίνονται για κατακόρυφη απόσταση μεταξύ φορέων τουλάχιστον 300mm και μεταξύ φορέων και τοίχου τουλάχιστον 20 mm. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.
 3. Οι συντελεστές δίνονται για οριζόντια απόσταση μεταξύ φορέων 225 mm με τους φορείς τοποθετημένους όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E5

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα μονοπολικών καλωδίων.

Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των μονοπολικών καλωδίων που δίνονται στον Πίνακα 52-K2.

Τρόπος εγκατάστασης	Πλήθος φορέων	Πλήθος τριφασικών κυκλωμάτων (Βλ. σημείωση 4)			
		1	2	3	
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 2)		1	0,98	0,91	0,87
	2	0,96	0,87	0,81	
	3	0,95	0,85	0,78	
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 3)		1	0,96	0,86	-
	2	0,95	0,84	-	
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες (Βλ. σημείωση 2)		1	1,00	0,97	0,96
	2	0,98	0,93	0,89	
	3	0,97	0,90	0,86	
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 2)		1	1,00	0,98	0,96
	2	0,97	0,93	0,89	
	3	0,96	0,92	0,86	
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 3)		1	1,00	0,91	0,89
	2	1,00	0,90	0,86	
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες (Βλ. σημείωση 2)		1	1,00	1,00	1,00
	2	0,97	0,95	0,93	
	3	0,96	0,94	0,90	

Σημειώσεις: 1. Οι συντελεστές ισχύουν για απλές σειρές (στρώσεις) καλωδίων σε τριγωνικές διατάξεις όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Δεν ισχύουν για καλώδια τοποθετημένα σε ανήκουν περισσότερες στρώσεις σε επαφή μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότεροι και πρέπει να προσδιορίζονται με μια κατάλληλη μέθοδο.

2. Οι συντελεστές δίνονται για κατακόρυφη απόσταση μεταξύ φορέων τουλάχιστον 300mm. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

3. Οι συντελεστές δίνονται για οριζόντια απόσταση μεταξύ 225 mm με τους φορείς τοποθετημένους όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

4. Για κυκλώματα με περισσότερα από ένα καλώδια σε παράλληλη σύνδεση σε κάθε φάση, κάθε ομάδα τριών αγωγών, πρέπει, για την εφαρμογή αυτού του Πίνακα, να θεωρείται ως ένα κύκλωμα.

5. ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

5.1 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΙΣ

Η μελέτη μιας εγκατάστασης ΕΗΕ γίνεται με βάση τα φορτία που προβλέπεται να τροφοδοτηθούν από κάθε γραμμή (δηλαδή τις ισχύες των συσκευών κατανάλωσης). Με αυτόν τον τρόπο καθορίζεται η διατομή των αγωγών έτσι ώστε το ρεύμα που θα διαρρέει να μην υπερβεί την ΜΕΣΦ, γιατί τότε υπάρχει κίνδυνος η θερμοκρασία των αγωγών να υπερβεί το όριο πέρα από το οποίο θα ήταν δυνατό να πάθει βλάβη ο αγωγός ή η μόνωση του.

Όμως κατά τη λειτουργία μιας εγκατάστασης μπορεί να συμβεί να περάσει από τους αγωγούς ένα μεγαλύτερο ρεύμα και τότε λέμε ότι υπάρχει μια υπερένταση. Για να μη πάθουν βλάβη οι αγωγοί ή οι μονώσεις τους πρέπει να διακόπτεται η τροφοδότηση αυτόματα (χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση) πριν ανέβει η θερμοκρασία τόσο ώστε να τους θέσει σε κίνδυνο.

Ο χρόνος μέσα στον οποίο πρέπει να γίνει η διακοπή τροφοδότησης εξαρτάται από το μέγεθος της υπερέντασης. Στην περίπτωση υπερφόρτισης η διακοπή πρέπει να γίνει σε χρόνο μερικών sec ή min. Αντίθετα αν εμφανιστεί ρεύμα βραχυκυκλώματος η διακοπή πρέπει να γίνει πολύ σύντομα σε χρόνο 10^{-2} sec

5.2 ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ





Οι ασφάλειες τήξης αποτελούν την πιο παλιά διάταξη προστασίας. Σήμερα η χρήση τους έχει περιοριστεί στο ελάχιστο και τη θέση τους έχουν πάρει οι αυτόματες ασφάλειες. Τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα είναι η ονομαστική τάση, το ονομαστικό ρεύμα και ο χρόνος ενεργοποίησής τους, ανάλογα με τον οποίον διακρίνονται σε:

- Ασφάλειες ταχείας τήξης
- Ασφάλειες βραδείας τήξης

5.2.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ

Οι ασφάλειες έχουν στο εσωτερικό τους ένα λεπτό σύρμα (τηκτό) που σε περίπτωση υπερέντασης θερμαίνεται τόσο, ώστε λιώνει και έτσι διακόπτεται το ρεύμα. Για να διευκολυνθεί η διακοπή του τόξου που ακολουθεί αμέσως μετά την τήξη του τηκτού, αυτό βρίσκεται στο εσωτερικό ενός κυλίνδρου από προσελάνη, ο οποίος είναι γεμάτος με ειδική ψιλή άμμο. Όταν το ρεύμα είναι μεγάλο, δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο. Τότε η άμμος λιώνει από την θερμότητα του τόξου και παρεμβάλλεται στο διάκενο που δημιουργήθηκε από την τήξη και σβήνει το τόξο.

Μια ασφάλεια αποτελείται από τη βάση, τη μήτρα και το φυσίγγιο. Η βάση είναι το σταθερό μέρος στο οποίο συνδέονται οι αγωγοί του κυκλώματος. Το φυσίγγιο τοποθετείται στη βάση και περιλαμβάνει τον κύλινδρο από προσελάνη, το τηκτό, την άμμο και τα μεταλλικά μέρη που είναι αναγκαία για την επαφή προς τη βάση. Στις βιδωτές ασφάλειες υπάρχει επιπλέον το πώμα.

	<p>Πόμα:</p> <p>Βιδώνεται στην ασφαλειοθήκη και έτσι συγκρατεί το φουσίγγι στη θέση του.</p>
	<p>Φουσίγγι:</p> <p>Περιέχει το νήμα και ένα δείκτη. Ο Δείκτης μένει στη θέση του όσο το νήμα δεν έχει καεί και έχει συγκεκριμένο χαρακτηριστικό χρώμα, ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας. Το φουσίγγι κατασκευάζεται από πορσελάνη και στο εσωτερικό φέρει άμμο χαλαζία.</p>
	<p>Μήτρα:</p> <p>Τοποθετείται ανάμεσα στο φουσίγγι και την ασφαλειοθήκη και έχει συγκεκριμένη εσωτερική διάμετρο, αντίστοιχη για κάθε φουσίγγιο.</p>
	<p>Ασφαλειοθήκη ή βάση:</p> <p>Στερεώνεται πάνω στον πίνακα και στο εσωτερικό της εφαρμόζεται το φουσίγγιο.</p>

Σχήμα 5.1 Μέρη μιας ασφάλειας [7]

Το τηκτό έχει υπολογιστεί ώστε να αντέχει το ονομαστικό ρεύμα για το οποίο έχει κατασκευαστεί

Σκοπός της μήτρας είναι να εμποδίζεται η τοποθέτηση φουσιγγιού μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος σε βάση που προορίζεται για μικρότερο ρεύμα. Έτσι η μήτρα της ασφάλειας έχει τέτοια διάμετρο ώστε να δέχεται ένα συγκεκριμένο ονομαστικό ρεύμα. Αυτό για παράδειγμα σημαίνει ότι μια μήτρα για φουσίγγι των 10 A δε μπορεί να δεχτεί φουσίγγι των 16 A, όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στη συνέχεια



Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα χαρακτηριστικά των ασφαλειών τήξης που ανάλογα με την διατομή του αγωγού και τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του ρεύματος που πρέπει να τον διαρρέει ,καθορίζεται το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών

ΠΙΝΑΚΑΣ 5,1 [7]

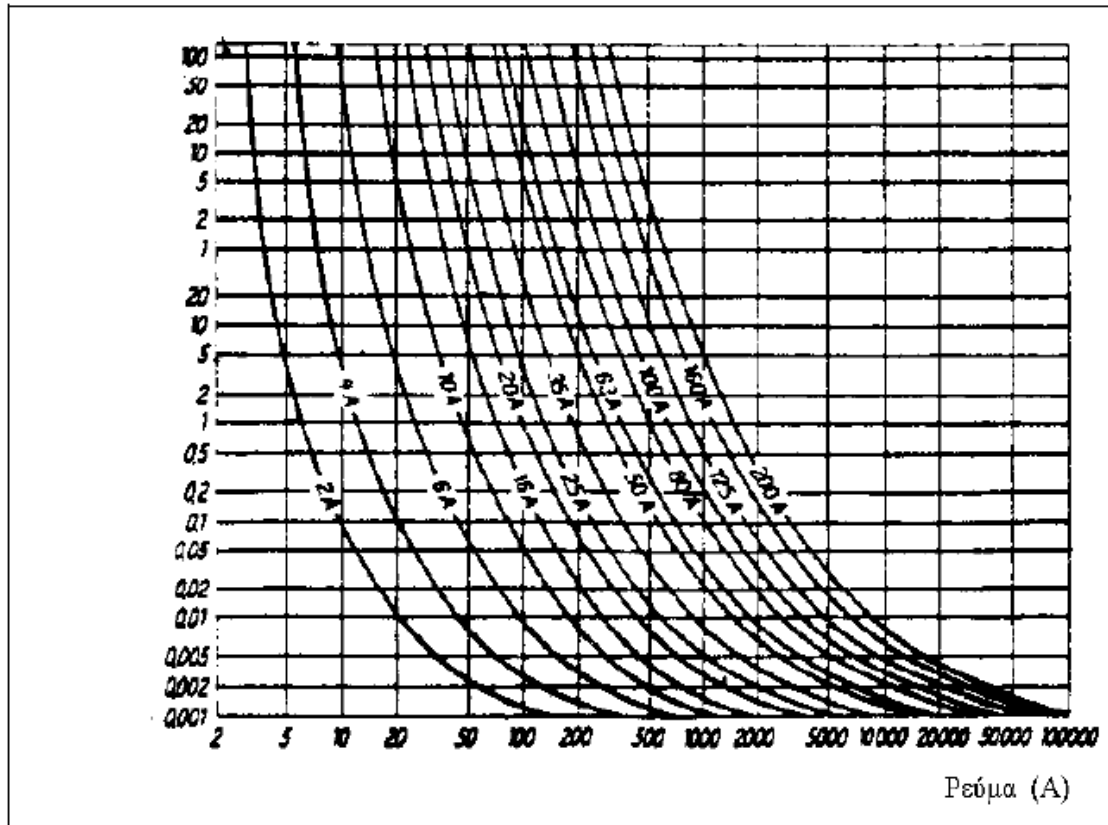
Πίνακας 4.2.β	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού και Ονομαστική τιμή ρεύματος ασφαλειών σε Αμπέρ				
	Διατομή του αγωγού σε mm ²	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση σε Αμπέρ (Α)	Φυσίγγι ασφάλειας σε Αμπέρ (Α)	Χρώμα φυσίγγιου	Μήτρα σε Αμπέρ (Α)
1,5 2,5 4 6	14 20 25 33	10 16 (20) 20 (25) 25	κόκκινο γκρι μπλε κίτρινο	των 10 κόκκινη 16 γκρι 20 μπλε 25 κίτρινη	των 25
10 16 25	43 60 83	35 50 (63) 63 (80)	μαύρο άσπρο χάλκινο	των 35 μαύρο 50 άσπρο 63 χάλκινο	των 63
35 50	100 125	80 (100) 100 (125)	ασημί κόκκινο	Δεν χρησιμοποιείται	των 100 Γολιάθ

5.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ

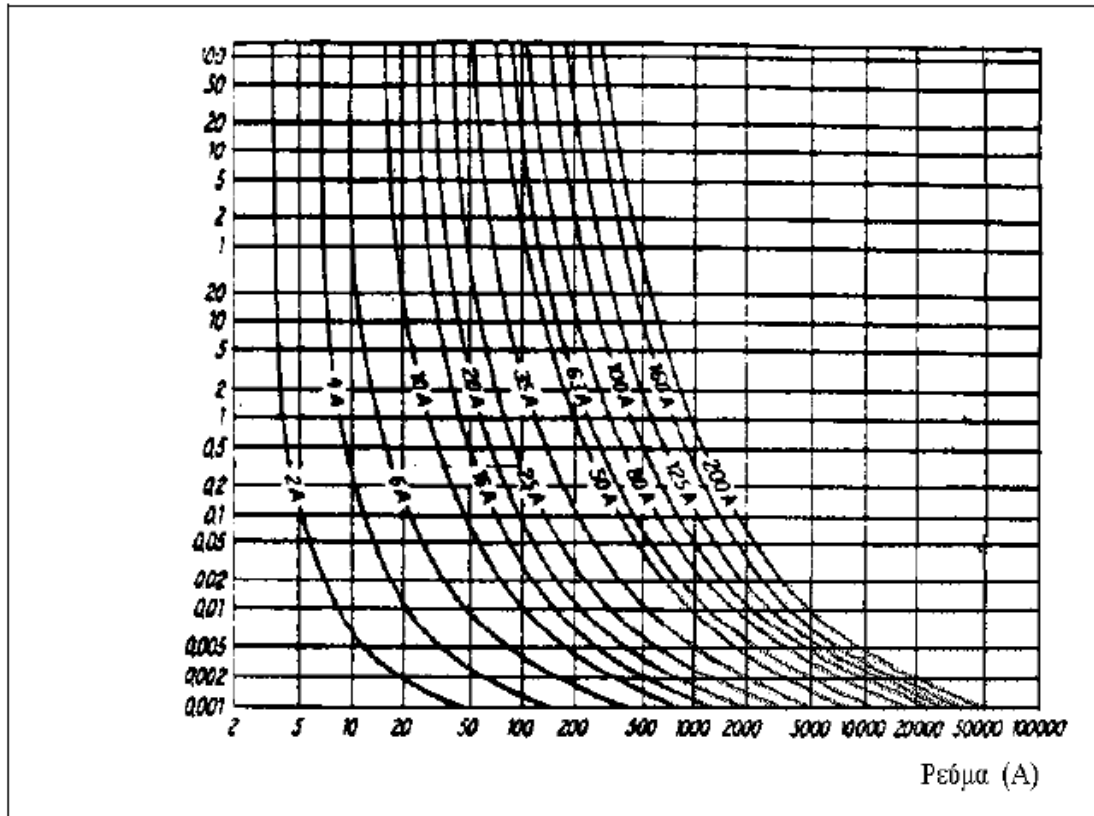
Το χρονικό διάστημα από την στιγμή που εμφανίζεται η υπερένταση ως τη στιγμή που γίνεται η διακοπή (χρόνος λειτουργίας) είναι τόσο συντομότερο, όσο μεγαλύτερη είναι η υπερένταση.

Για τα φυσίγγια που έχουν ένα ορισμένο ονομαστικό ρεύμα ,μπορούμε να παραστήσουμε σε ένα διάγραμμα το χρόνο λειτουργίας τους σε συνάρτηση με το ρεύμα που προκάλεσε την τήξη του τηκτού.

Στα επόμενα σχήματα δίνονται για ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξης οι χρόνοι ενεργοποίησης τους συναρτήσει του ρεύματος βραχυκύκλωσης ή υπερφόρτισης ,(υπο μορφή καμπυλών) για διάφορες τιμές ονομαστικών ρευμάτων των ασφαλειών .Από τις καμπύλες αυτές για κάποια συγκεκριμένη τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης ή υπερφόρτισης και συγκεκριμένο ονομαστικό ρεύμα ασφαλείας ,προκύπτει ο χρόνος ενεργοποίησης της συγκεκριμένης ασφαλείας



Χρόνος ενεργοποίησης ασφαλειών βραδείας τήξης συναρτήσει του ρεύματος βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτισης, για διάφορα ονομαστικά ρεύματα των ασφαλειών.



Χρόνος ενεργοποίησης ασφαλειών ταχείας τήξης συναρτήσει του ρεύματος βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτισης, για διάφορα ονομαστικά ρεύματα των ασφαλειών.

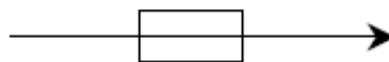
Σχήμα 5.2 Χαρακτηριστικές λειτουργίας ασφαλειών [7]

Έτσι ως παράδειγμα για ρεύμα βραχυκύκλωσης 100 A και ασφάλεια με ονομαστικό ρεύμα 25 A, προκύπτει χρόνος ενεργοποίησης 4sec για ασφάλεια βραδείας τήξης και 0,35 sec για ασφάλεια ταχείας τήξης

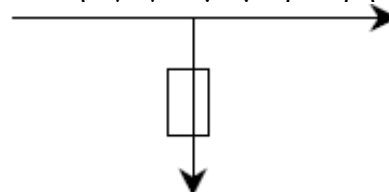
5.2.3 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ

Οι ασφάλειες τήξης συνδέονται πάντοτε στη φάση του κυκλώματος που πρόκειται να προστατέψουν, ώστε από αυτές να περνάει όλο το ρεύμα του κυκλώματος. Πιο συγκεκριμένα οι ασφάλειες τήξης τοποθετούνται

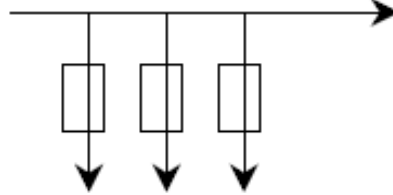
- 1) Στην αρχή κάθε ηλεκτρικής γραμμής



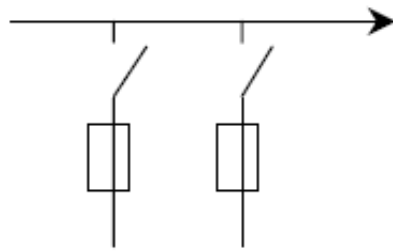
- 2) Διακλάδωση αγωγών με μικρότερη διάμετρο



3) Σε κεντρικές διακλαδώσεις



4) Σε διακλαδώσεις μετά από τους διακόπτες



Δεν τοποθετούνται

1) Σε αγωγούς γείωσης

2) Στον ουδέτερο αγωγό

3) Σε διακλαδώσεις εναέριων αγωγών και υπογείων καλωδίων

5.3 ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΣ (ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ)

Οι αυτόματες ασφάλειες με κατάλληλα χαρακτηριστικά λειτουργίας μπορούν να υποκαταστήσουν τις ασφάλειες τήξης (άρθρα 50 ή 52 Κ.Ε.Η.Ε). 5

5.3.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΟΥ

Ο χρόνος λειτουργίας των μικροαυτομάτων καθορίζεται από την διάταξη πτώσης τους , η οποία αποτελείται από δυο στοιχεία το θερμικό και το ηλεκτρομαγνητικό.

Το θερμικό στοιχείο αποτελείται από ένα διμεταλλικό έλασμα, που είναι συνδυασμός δυο ελασμάτων από μέταλλα με διαφορετικούς συντελεστές γραμμικής διαστολής. Λόγω των διαφορετικών συντελεστών διαστολής.

Μια αντίσταση που διαρέεται από το ρεύμα που περνά από τον διακόπτη , θερμαίνει το διμεταλλικό έλασμα. Λόγω των διαφορετικών συντελεστών διαστολής, τα μεταλλικά ελάσματα διαστέλλονται διαφορετικά το ένα από το άλλο, με αποτέλεσμα το διμεταλλικό έλασμα να κάμπτεται και το κύκλωμα ανοίγει.

Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο αποτελείται από ένα ηλεκτρομαγνήτη, που το πηνίο του διαρέεται από το ίδιο ρεύμα που περνά από την αντίσταση του θερμικού στοιχείου. Όταν περάσει ρεύμα μεγαλύτερο από ένα όριο, ο ηλεκτρομαγνήτης έλκει χωρίς καμιά χρονική καθυστέρηση τον οπλισμό του, προκαλώντας την πτώση του διακόπτη.

Δύο είδη σφαλμάτων προκαλούν αντίδραση ενός μικροαυτόματου

A. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο ανοίγει τις επαφές της ασφάλειας σε ελάχιστο χρόνο, της τάξης των χιλιοστών του δευτερολέπτου

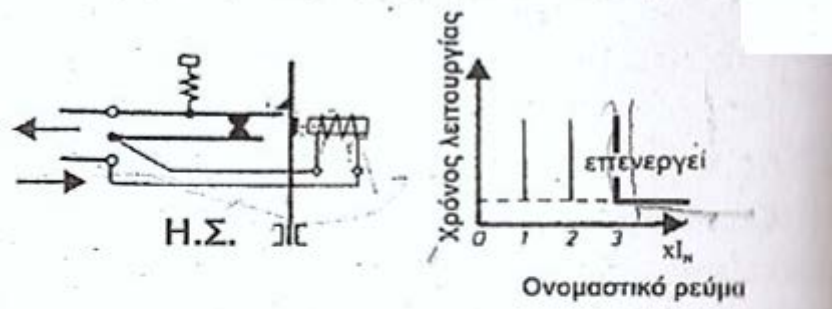
Η καμπύλη απόζευξης κάθε αυτόματης ασφάλειας πρέπει να περιέχεται σε μια ζώνη που προσδιορίζεται από τις προδιαγραφές της

B. Σε περίπτωση υπερφόρτισης ή υπερθέρμανσης, το θερμικό(διμεταλλικό)στοιχείο ανοίγει τις επαφές της ασφάλειας. Ο χρόνος διέλευσης του αυξημένου ρεύματος είναι αντιστρόφως ανάλογος της έντασης του

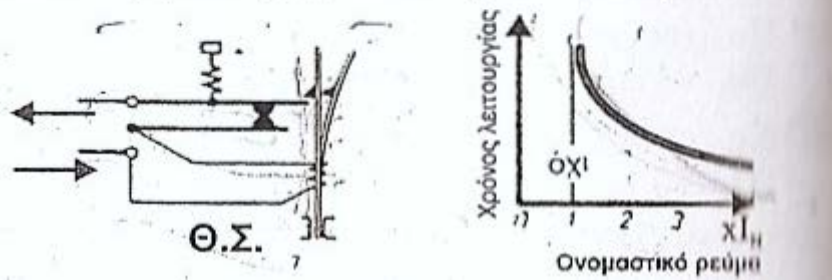
Συνδυασμός λειτουργίας A και B

Η καμπύλη απόζευξης του μικροαυτόματου αποτελεί συνδυασμό των 2 παραπάνω καμπυλών A και B

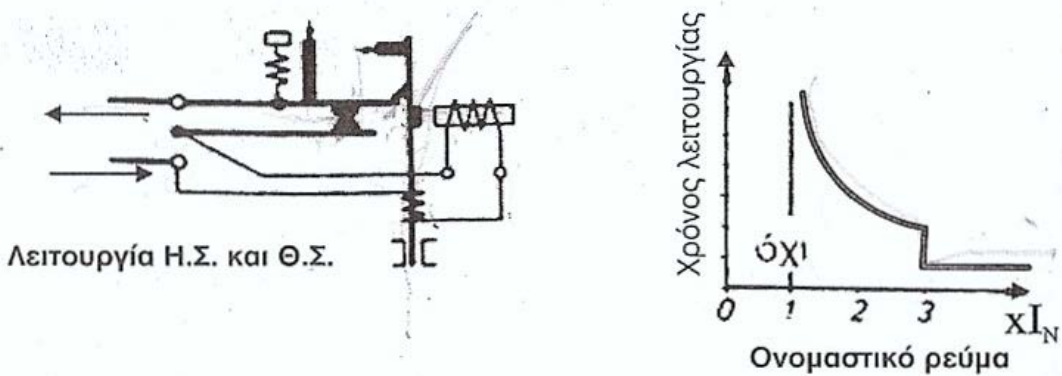
Λειτουργία ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου (Η.Σ.)



Λειτουργία θερμικού στοιχείου (Θ.Σ.)



Ηλεκτρομαγνητικό και Θερμικό Στοιχείο



Σχήμα 5.3 Λειτουργία μικροαυτόματου [7]

Οι μικροαυτόματοι "μπαίνουν" σε λειτουργία, όταν φέρουμε το μοχλό χειρισμού στην πάνω θέση, ένδειξη «I» (ή ON).

Εάν ο μικροαυτόματος είναι σε θέση να οπλίσει μετά από μία απόζευξη, σημαίνει ότι η αιτία της απόζευξης ήταν υπερφόρτιση. Εάν ο μικροαυτόματος δεν οπλίζει μετά από μια απόζευξη, περιμένουμε λίγο και ξαναπροσπαθούμε. Επαναλαμβανόμενες αποζεύξεις υποδηλώνουν βραχυκύκλωμα ή διαρροή προς τη γη.

5.3.2 ΕΙΔΗ ΜΙΚΡΟΑΥΤΟΜΑΤΩΝ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι αυτόματες ασφάλειες διακρίνονται σε

1)Μονοπολικές : Προστατεύουν και διακόπτουν πάντα τον αγωγό της **φάσης** ,ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος ,για παροχή ισχύος όχι μεγαλύτερη από 1,5κW

2)Διπολικές: Προστατεύουν και διακόπτουν την **φάση** και τον **ουδέτερο** ,ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος για παροχή ισχύος μεγαλύτερη από 1,5 kW (Ηλ.κουζίνες, θερμοσίφωνες, πλυντήρια, κτλ)

3)Μονοπολικές+N : Προστατεύουν και διακόπτουν μόνο τη **φάση** και διακόπτουν χωρίς να προστατεύουν τον **ουδέτερο** ,ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος

4)Τριπολικές: Προστατεύουν και διακόπτουν 3 αγωγούς και αυτοί είναι **οι τρεις φάσεις** ,ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν ,σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις

5)Τετραπολικές: Προστατεύουν και διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι **οι τρεις φάσεις** και ο **ουδέτερος** , ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν ,σε οικιακές ή βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις

→Οι αυτόματες ασφάλειες κατασκευάζονται από τις διάφορες εταιρίες στην Ελλάδα ,σύμφωνα με τους **διεθνείς κανονισμούς (IEC)** και με ικανότητα διακοπής (ή αλλιώς με αντοχή σε ρεύμα βραχυκύκλωσης)**3000 A (3kA),6000A(6kA)** και **1000A (10 kA)**. Σε μερικές περιπτώσεις κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες με ικανότητα διακοπής μέχρι και **25 kA**

Για παράδειγμα όταν χρησιμοποιούμε αυτόματη ασφάλεια **6kA**,αυτό σημαίνει ότι εάν έχουμε ρεύμα ,από βραχυκύκλωμα μεγαλύτερο από **6000A**,τότε η αυτόματη ασφάλεια δε θα μπορέσει να διακόψει το κύκλωμα και θα καταστραφεί (δεν μπορεί ο μηχανισμός τους να διακόψει μεγαλύτερο ρεύμα)και επομένως μόνο για μικρότερο ρεύμα θα λειτουργήσει σωστά

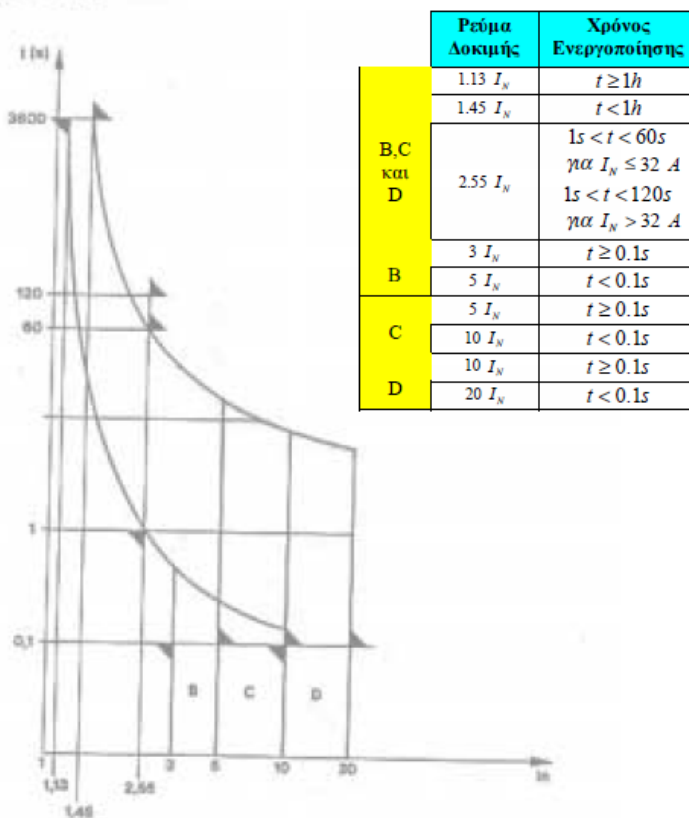
→Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που χαρακτηρίζει τις αυτόματες ασφάλειες σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές IEC , είναι κάποιες χαρακτηριστικές καμπύλες που εκφράζουν το χρόνο ενεργοποίησης του μηχανισμού διακοπής της ασφάλειας από τη στιγμή που θα εμφανιστεί το βραχυκύκλωμα συναρτήσει αυτού του ρεύματος . Έτσι για κάθε ικανότητα διακοπής έχουμε 3 χαρακτηριστικούς τύπους ασφαλειών που προσδιορίζονται με τα γράμματα **“B”** , **“C”** , **“D”** και αναφέρονται σε μια περιοχή ρευμάτων βραχυκύκλωσης που είναι πολλαπλάσια του **ονομαστικού ρεύματος** I_N της ασφάλειας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 [7]

Χαρακτηριστική καμπύλη	“B”	“C”	“D”
Περιοχή ρευμάτων βραχυκύκλωσης	$3 \div 5 I_N$	$5 \div 10 I_N$	$10 \div 20 I_N$

Στη συνέχεια δίνονται σαν παράδειγμα τα χρονικά όρια ενεργοποίησης αυτομάτων ασφαλειών, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς **IEC 898**, για τους τρεις τύπους αυτομάτων ασφαλειών “B”, “C”, “D” τα οποία προκύπτουν με συγκεκριμένες **Standard** τιμές ρευμάτων σαν πολλαπλάσιες του ονομαστικού ρεύματος I_N των ασφαλειών, και για θερμοκρασία λειτουργίας $30^{\circ}C$.

IEC 898



Χαρακτηριστικές “B”, “C”, “D” και χρονικά όρια ενεργοποίησης αυτόματων ασφαλειών σύμφωνα με τους **IEC 898** κανονισμούς

Σημείωση :

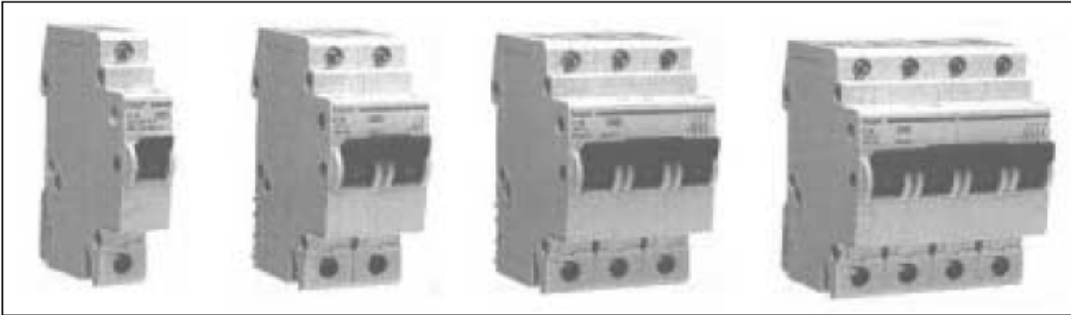
Τα χρονικά όρια ενεργοποίησης των αυτόματων ασφαλειών, όπως προκύπτουν από τον παραπάνω πίνακα δοκιμών, δείχνονται με έντονα βελάκια επάνω στις χαρακτηριστικές χρόνου – ρεύματος ($t(s)-I_n$), για τους τρεις τύπους ασφαλειών.

Σχήμα 5.4 Χαρακτηριστικές λειτουργίας μικροαυτόματων [7]

→Οι εταιρίες κατασκευής αυτομάτων ασφαλειών δίνουν για κάθε σειρά ικανότητας διακοπής (3kA,6kA,10kA κτλ),το χαρακτηριστικό τύπο (“B”, “C”, “D), τις εφαρμογές τους και τα ονομαστικά ρεύματα για μονοπολικές , μονοπολικές+N ,διπολικές ,τριπολικές ή τετραπολικές αυτόματες ασφάλειες

Παρακάτω δίνονται σαν παράδειγμα όλα τα παραπάνω στοιχεία ,για αυτόματες ασφάλειες 3kA (ικανότητα διακοπής)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3



<p>Ικανότητα διακοπής : 3kA Χαρακτηριστικός τύπος αυτόματης ασφάλειας : “C” (5 +10 I_N) Εφαρμογές : Φωτισμός, προστασία μετασχηματιστών και μικρών κινητήρων, κυκλώματα ρευματοδοτών.</p>					
Είδος	Μονοπολικές	Μονοπολικές + N	Διπολικές	Τριπολικές	Τετραπολικές
Ονομαστικό Ρεύμα (A)	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40
Ονομαστική τάση (V)	230/400	400	400	400	400

Η εκλογή των αυτομάτων ασφαλειών γίνεται με βάση την διατομή και τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του αγωγού που πρόκειται να προστατέψουν. Ο επόμενος πίνακας μας δίνει το ονομαστικό ρεύμα των αυτομάτων ασφαλειών ,ανάλογα με τη διατομή του αγωγού και τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει αυτόν

ΠΙΝΑΚΑΣ 5,4

Διατομή αγωγού σε mm ²	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του αγωγού σε Αμπέρ (A)	Ονομαστικό ρεύμα I _N αυτόματης ασφάλειας σε Αμπέρ (A)
1,5	14	10
2,5	20	16
4	25	20
6	33	25
10	43	32 (40)
16	60	50 (63)
25	83	80
35	100	100
50	125	125

Οι μικροαυτόματοι “μπαίνουν” σε λειτουργία , όταν φέρουμε το μοχλό χειρισμού στην πάνω θέση , ένδειξη «I» (ή ON).

Εάν ο μικροαυτόματος είναι σε θέση να οπλίσει μετά από μία απόξευση ,σημαίνει ότι η αιτία της απόξευξης ήταν υπερφόρτιση .Εάν ο μικροαυτόματος δεν οπλίζει μετά απ μια απόξευση ,περιμένουμε λίγο και ξαναπροσπαθούμε .Επαναλαμβάνομενες αποξεύξεις υποδηλώνουν βραχυκύκλωμα ή διαρροή προς τη γή

Οι μικροαυτόματοι έχουν ικανότητα διακοπής 3kA .6KA,10kA.Όμως το ρεύμα βραχυκυκλώματος μπορεί να είναι ακόμα μεγαλύτερο από αυτά τα όρια. Για να μην υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί ο μικροαυτόματος, γιατί δεν θα μπορεί να διακόψει το ρεύμα βραχυκυκλώματος ,πρέπει να είναι τοποθετημένη πριν από αυτόν μια ασφάλεια, με ονομαστικό ρεύμα πολύ μεγαλύτερο από το ρεύμα του μικροαυτόματου .(προτασόμενη ασφάλεια)

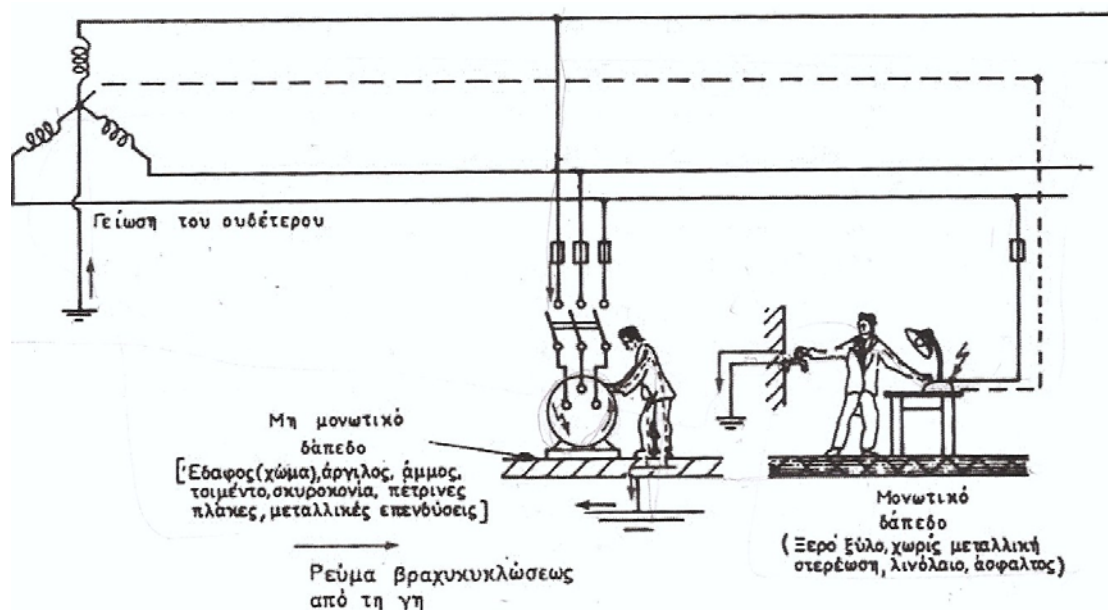
5.4 ΤΑΣΗ ΕΠΑΦΗΣ

Ονομάζουμε ηλεκτροπληξία το παθολογικό αποτέλεσμα της διόδου του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα.

Το αίτιο που μπορεί να προκαλέσει την ροή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η ύπαρξη μιας τάσης ανάμεσα σε 2 σώματα, προς τα οποία θα ερχόταν συγχρόνως σε επαφή 1 άτομο. Από αυτό προκύπτει η έννοια της τάσης επαφής, είναι δηλαδή μια τάση που υπάρχει ανάμεσα σε 2 σημεία ταυτοχρόνως προσιτά. Μόνο εάν έχει συμβεί 1 σφάλμα μονόσεων μπορούν να αποκτήσουν 1 τάση ως προς την γή τα λεγόμενα «εκτεθημένα αγωγία μέρη»

Εκτεθημένο αγωγίμο μέρος μπορεί να είναι το μεταλλικό περίβλημα ενός ηλεκτρικού μαγειριού ή το μεταλλικό σώμα ενός πίνακα διανομής έτσι εάν κάποιος πατάει σε δάπεδο ή ακουμπάει σε τοίχο που δεν είναι μονωτικός, έλθει σε επαφή με αγωγίμο μέρος που έχει μια τάση ως προς την γή, γεφυρώνει μια τάση επαφής και επομένως θα περάσει το ρεύμα μέσα από το σώμα του. Το ίδιο θα συμβεί εάν το δάπεδο ή ο τοίχος είναι από μονωτικό υλικό, αλλά το άτομο έρθει σε επαφή συγχρόνως με το αγωγίμο μέρος που χει τάση και με ένα άλλο αγωγίμο αντικείμενο που έχει το δυναμικό της γής (έμμεση επαφή)

Όταν ένα άτομο έρθει σε επαφή με ένα μέρος που έχει τάση προς την Γή π.χ αγωγό φάσης και με δάπεδο ή τοίχο μη μονωτικά πάλι γεφυρώνει με το σώμα του μια τάση επαφής (άμμεση επαφή)



Σχήμα 5.4 Ταυτόχρονη επαφή με δυο μέρη, μεταξύ των οποίων υπάρχει τάση [5]

5.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΗ ΕΠΑΦΗ ΜΕ Δ.Δ.Ε.

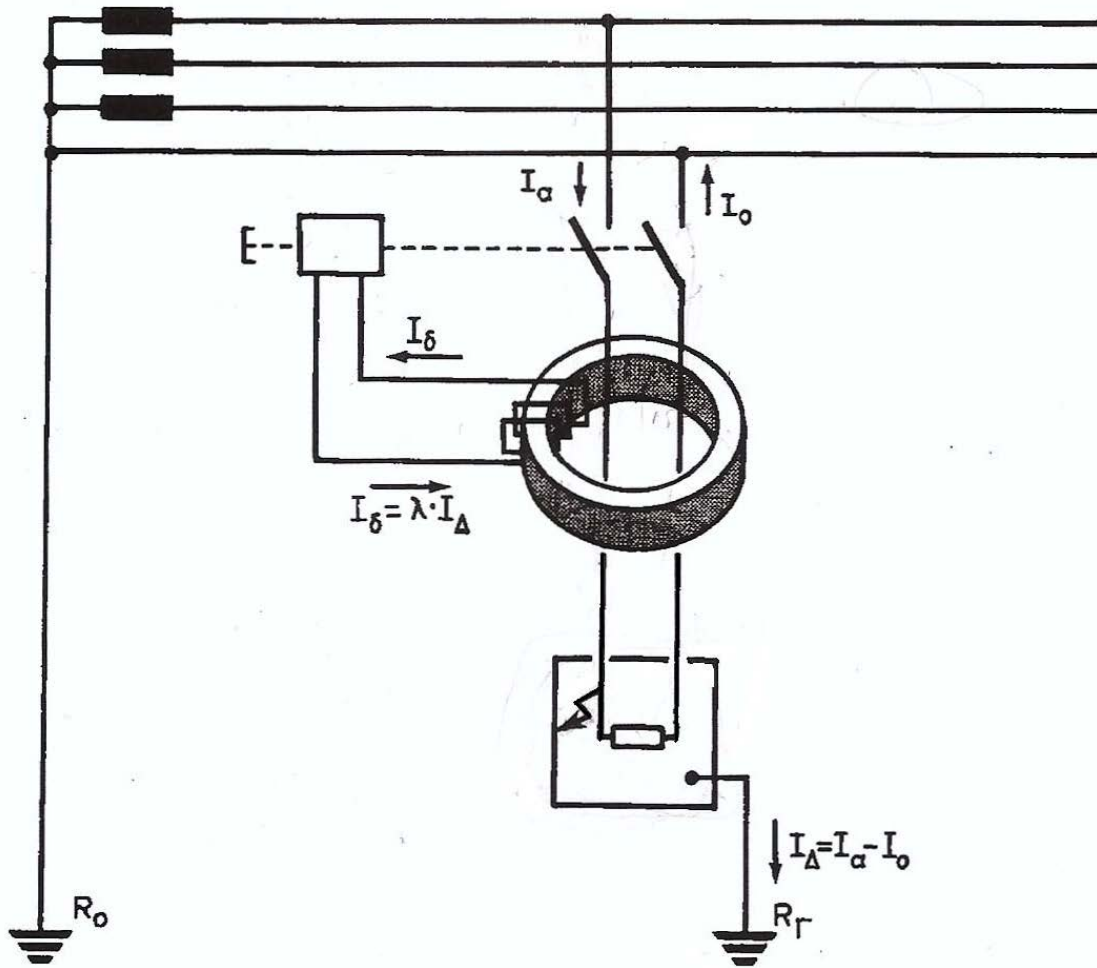
ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ	Ή
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ	Ή
ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	Ή
ΑΝΤΙΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	Ή
ΡΕΛΕ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	

Ο Δ.Δ.Ε γνωστός και ως αντιηλεκτροπληξιακός διακόπτης τοποθετημένος σε μια Ε.Η.Ε μας παρέχει προστασία από άμεση επαφή με μέρη υπό τάση ή από επικίνδυνες τάσεις που θα μπορούσαν να εμφανιστούν στο μεταλλικό περίβλημα των συσκευών λόγω βλάβης π.χ από καταστροφή ή από λανθασμένη σύνδεση

Ο Δ.Δ.Ε στηρίζει την λειτουργία του στη διαφορά 2 ρευμάτων ,του ρεύματος που περνά από τον αγωγό φάσης και του ρεύματος που περνά από τον ουδέτερο.Αυτά τα 2 ρεύματα είναι ίσα σε κανονική κατάσταση λειτουργίας .

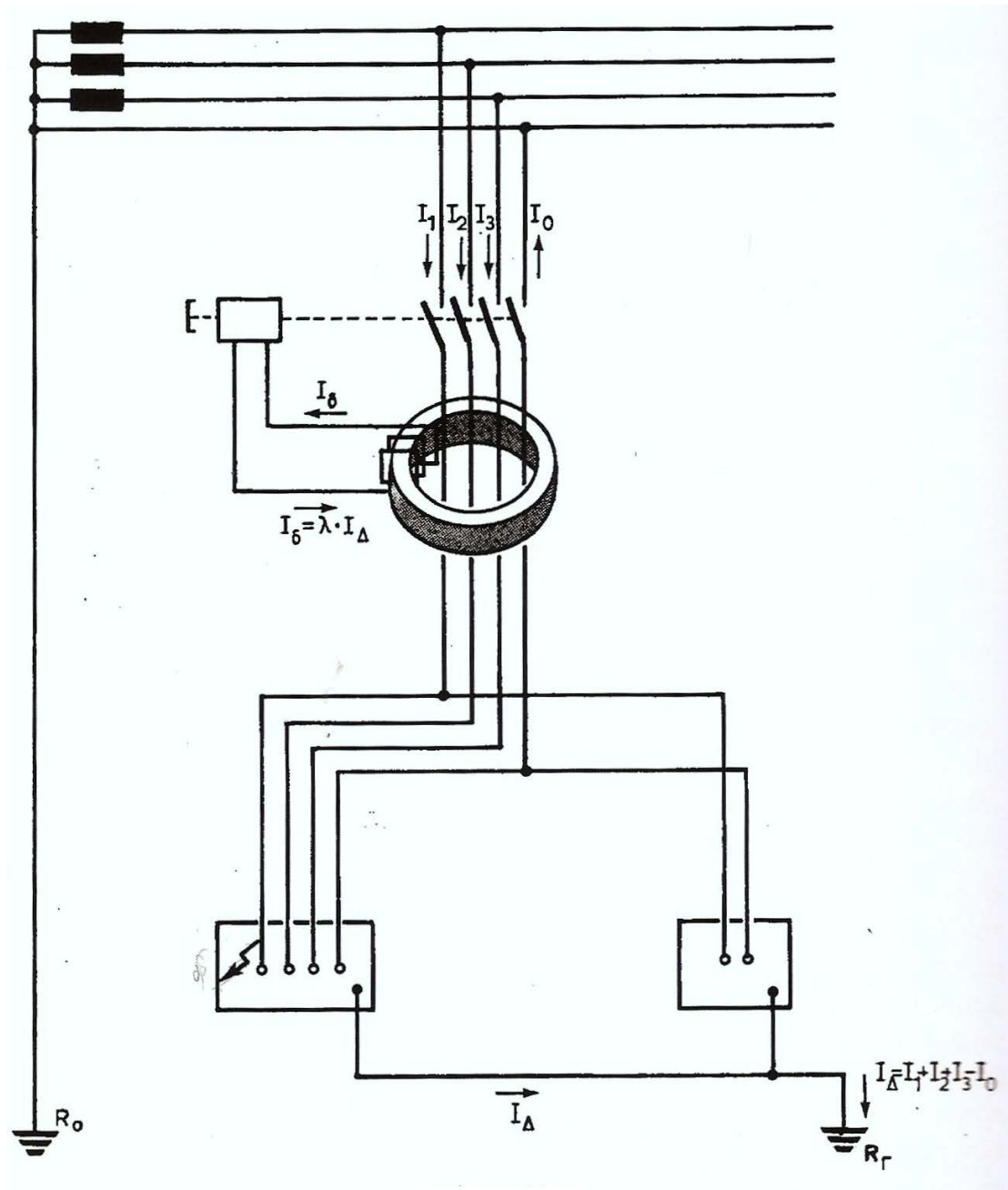
Όταν συμβεί όμως ένα σφάλμα που διοχετεύει ένα ρεύμα προς τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη και μέσω αυτών προς την γη , υπάρχει μια διαφορά μεταξύ του ρεύματος φάσεως και του ρεύματος ουδέτερου , ίση ακριβώς με το ρεύμα που λόγω σφάλματος διαφεύγει προς την γη .

Ο Δ.Δ.Ε έχει στο εσωτερικό του ένα δακτύλιο από μαγνητικό υλικό μέσα από το οποίο περνούν ο αγωγός φάσης και ο ουδέτερος .Όταν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο ρευμάτων , ο δακτύλιος μαγνητίζεται και δημιουργείται μια τάση από επαγωγή σε ένα βοηθητικό τύλιγμα , με αποτέλεσμα να τροφοδοτείται με ρεύμα το πηνίο ενός μικρού ηλεκτρομαγνήτη ,που προκαλεί την πτώση του διακόπτη.



Αρχή λειτουργίας μονοφασικού διαφορικού διακόπτη διαφυγής.

Παρόμοια είναι η λειτουργία του τριφασικού Δ.Δ.Ε



Σχήμα 5.6 Αρχή λειτουργίας τριφασικού ΔΔΕ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΟΦΟΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

(1) ΓΡΑΜΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ

$$P=300W \quad l=2.03m \quad \cos\varphi=1 \quad V=230V$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 300/230 \Rightarrow I=1,3A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 1,3/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=1,73A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 \cdot 0,017 \cdot 2,03 \cdot 1,73 \cdot 1)/1,5 = 0,08 < 9,2V$$

$$\text{Άρα } S=1,5 \text{ mm}^2 \text{ Δεκτό}$$

$$NYM \ 3X1,5\text{mm}^2 \quad \text{Μικροαυτόματος } 10A$$

(2) ΓΡΑΜΜΗ ΗΛ.ΜΑΓΕΙΡΕΙΟΥ

$$P=8950W \quad l=6,4m \quad \cos\varphi=1 \quad g=0,8 \quad V=230V$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 8950/(230 \cdot 1) \Rightarrow I=38,91A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 38,91/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=51,74A$$

$$I^{**} = I^* \cdot g = 51,74 \cdot 0,8 \Rightarrow I^{**} = 41,39A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=10 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 \cdot 0,017 \cdot 6,4 \cdot 41,39 \cdot 1)/10 = 1,125 < 9,2V$$

$$\text{Άρα } S=10 \text{ mm}^2 \text{ Δεκτό}$$

$$NYM \ 3X10\text{mm}^2 \quad \text{Μικροαυτόματος } 32A \quad \text{Διακόπτης } 2x50A$$

(3) ΓΡΑΜΜΗ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ ΡΟΥΧΩΝ

$$P=2600W \quad l=11,55 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 2600/(230 \cdot 1) \Rightarrow I=11,304 \text{ A}$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 11,304 / (0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=15,032 \text{ A}$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=2,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 \cdot 0,017 \cdot 11,55 \cdot 15,032 \cdot 1) / 2,5 = 0,204 < 9,2V$$

Άρα $S=2,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X2,5 mm² Μικροαυτόματος 16A

(4) ΓΡΑΜΜΗ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ Α

$$P=3000W \quad l=3 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=220 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 3000/(220 \cdot 1) \Rightarrow I=13,6363A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 13,6363 / (0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=18,1333A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=4 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 \cdot 0,017 \cdot 3 \cdot 18,1333 \cdot 1) / 4 = 0,4623 < 9,2V$$

Άρα $S=4 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X4mm² Μικροαυτόματος 20A Διακόπτης 2X25A

(5) ΓΡΑΜΜΗ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ Β

$$P=3600W \quad l=14 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=220 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 3600/(220 \cdot 1) \Rightarrow I=16,3636A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 16,3636 / (0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=21,7601A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=4 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 \cdot 0,017 \cdot 14 \cdot 21,7601 \cdot 1) / 4 = 2,5894 < 9,2V$$

Άρα $S=4 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X4mm² Μικροαυτόματος 20A Διακόπτης 2X25A

(6) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 1
3 Μονοί κουζίνα & 1 βεράντα κουζίνας

$$P=2200W \quad l=12 \text{ m} \quad \cos\phi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 12 * 12,720 * 1)/4 = 1,29744 < 9,2V$$

Άρα S= 1,5 mm² Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(7) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 2
2 διπλοί κουζίνα

$$P=2200W \quad l=9,2 \text{ m} \quad \cos\phi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 9,2 * 12,720 * 1)/1,5 = 2,6525 < 9,2V$$

Άρα S= 1,5 mm² Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(8) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 3
1 διπλος Δωμάτιο Β, και 2 μονοί ο ένας σαλόνι

$$P=2200W \quad l=17,75 \text{ m} \quad \cos\phi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 17,75 * 12,720 * 1) / 1,5 = 5,1176 < 9,2V$$

$$\text{Άρα } S=1,5 \text{ mm}^2 \text{ Δεκτό}$$

$$NYM \ 3X1,5\text{mm}^2 \quad \text{Μικροαυτόματος } 10A$$

(9) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 4
2 μονοί σαλόνι 2 μονοί βεράντα

$$P=2200W \quad l=33 \text{ m} \quad \cos\phi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 33 * 12,720 * 1) / 1,5 = 9,5 < 9,2V$$

$$\text{Άρα } S=1,5 \text{ mm}^2 \text{ Δεκτό}$$

$$NYM \ 3X1,5\text{mm}^2 \quad \text{Μικροαυτόματος } 10A$$

(10) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 5
2 μονοί σαλόνι 2 μονοί βεράντα

$$P=2200W \quad l=33 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 33 * 12,720 * 1) / 1,5 = 9,5 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(11) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 6
4 Μονοί κρεβατοκάμαρα Γ

$$P=2200W \quad l=32,50 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 32,50 * 12,720 * 1) / 1,5 = 9,3704 > 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Μη δεκτό

$$\text{Δοκιμάζουμε } S=2,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 32,50 * 12,720 * 1) / 2,5 = 3,74816 < 9,2 \text{ V}$$

Άρα NYM 3X2,5mm² Μικροαυτόματος 16A

(12) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 7
4 μονοί κρεβατοκάμαρες

$$P=2200W \quad l=12,50 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 12,50 * 12,720 * 1) / 1,5 = 3,604 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(13) ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 8
2 μονοί κρεβατοκάμαρα 1 μονός βεράντα

$$P=2200W \quad l=20,50 \text{ m} \quad \cos\varphi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 2200/(230*1) \Rightarrow I=9,565A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=9,565/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=12,720A$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 20,50 * 12,720 * 1) / 1,5 = 5,91056 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(14) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑ

$$P=600W \quad l=23,75 \text{ m} \quad \cos\phi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 600/(230*1) \Rightarrow I=60,8695A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 60,8695/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=3,4690 \text{ A}$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 23,75 * 3,4690 * 1)/1,5 = 1,8674 < 9,2V$$

$$\text{Άρα } S=1,5 \text{ mm}^2 \text{ Δεκτό}$$

$$NYM \ 3X1,5\text{mm}^2 \quad \text{Μικροαυτόματος } 10A$$

(15) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΔΩΜΑΤΙΟ Β -ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

$$P=300W \quad l=13,25 \text{ m} \quad \cos\phi=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 300/(230*1) \Rightarrow I=1,30434A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 1,30434/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=1,7345 \text{ A}$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 13,25 * 1,7345 * 1)/1,5 = 0,521 < 9,2V$$

$$\text{Άρα } S=1,5 \text{ mm}^2 \text{ Δεκτό}$$

$$NYM \ 3X1,5\text{mm}^2 \quad \text{Μικροαυτόματος } 10A$$

(16) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΒΕΡΑΝΤΑΣ

$$P=600W \quad l= 27,75 \text{ m} \quad \text{συνφ}=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \text{ συνφ}) = 600/(230*1) \Rightarrow I=2,60869A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}= 2,60869/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=3,4690 \text{ A}$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 27,75 * 3,4690 * 1)/1,5 = 2,18200 < 9,2V$$

Άρα $S= 1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαντόματος 10A

(17) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ 2 ΚΡΕΒΑΤΟΚΑΜΑΡΕΣ

$$P=220W \quad l= 21,50 \text{ m} \quad \text{συνφ}=1 \quad V=230 \text{ V}$$

$$I=P/(V \text{ συνφ}) = 220/(230*1) \Rightarrow I=0,95A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}= 0,95/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=1,2632 \text{ A}$$

$$\text{Πίνακας 52-K1} \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 21,50 * 1,2632 * 1)/1,5 = 0,615599 < 9,2V$$

Άρα $S= 1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαντόματος 10A

(18) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΠΑΝΙΟ

$$P=120W \quad l=7m \quad \cos\varphi=1 \quad V=230V$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 120/(230*1) \Rightarrow I=0,5217A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=0,5217/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=0,69375 A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 7 * 0,69375 * 1) / 1,5 = 0,110075 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό
NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(18) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΑΛΟΝΙ

$$P=600W \quad l=18,50m \quad \cos\varphi=1 \quad V=230V$$

$$I=P/(V \cos\varphi) = 600/(230*1) \Rightarrow I=2,6086A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\}=2,6086/(0,94 \cdot 0,80) \Rightarrow I^*=3,4690 A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 18,50 * 3,4690 * 1) / 1,5 = 1,45466 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαυτόματος 10A

(19) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΠΑΝΙΟ 2

$$P=200W \quad l=22m \quad \cos\phi=1 \quad V=230V$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 200/(230*1) \Rightarrow I=0,8695 A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 0,8695 / (0,94 * 0,80) \Rightarrow I^*=1,15633 A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 22 * 1,15633 * 1) / 1,5 = 0,576623 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαντόματος 10A

(20) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ Γ

$$P=300W \quad l=28m \quad \cos\phi=1 \quad V=230V$$

$$I=P/(V \cos\phi) = 300/(230*1) \Rightarrow I=1,30434 A$$

$$I^*=\{I/(K_1 K_2)\} = 1,30434 / (0,94 * 0,80) \Rightarrow I^*=1,81158 A$$

$$\text{Πίνακας } 52-K1 \rightarrow S=1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta u = (2 * 0,017 * 28 * 1,81158 * 1) / 1,5 = 1,14977 < 9,2V$$

Άρα $S=1,5 \text{ mm}^2$ Δεκτό

NYM 3X1,5mm² Μικροαντόματος 10A

6.1 ΦΥΣΗ ΦΩΤΟΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΟΣ

Το φως εμφανίζει διπλή φύση. Άλλοτε συμπεριφέρεται σαν ηλεκτρομαγνητικό κύμα και άλλοτε σα σωματίδιο.







Το ορατό φως είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκος κύματος λ από 400 nm έως 700nm και αποτελεί ένα πολύ μικρό μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος . (μια κατάταξη όλων των ακτινοβολιών που παράγουμε με διάφορα κυκλώματα ή παράγονται από τη φύση)

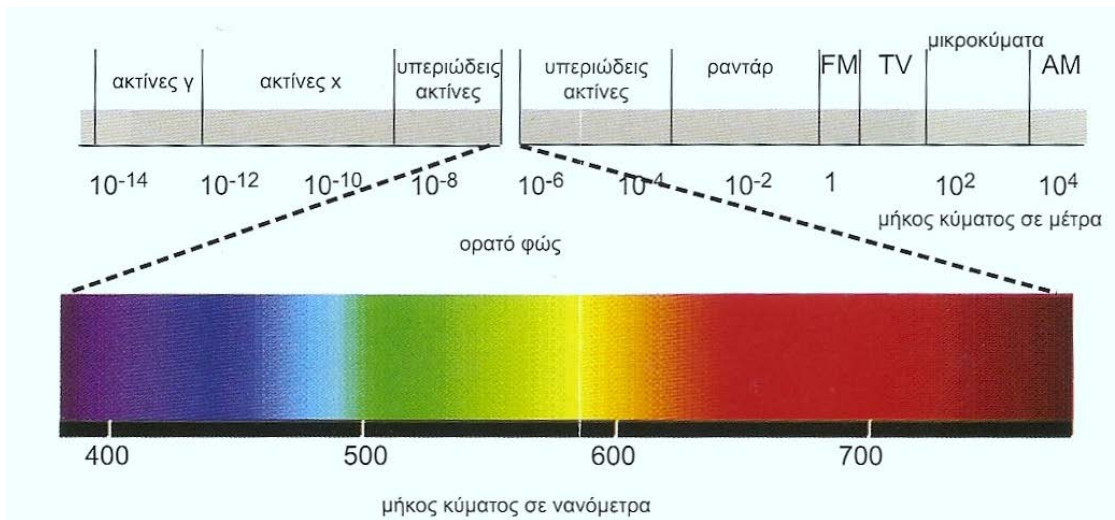
Το φως αποτελείται από φωτόνια τα οποία είναι πακέτα ενέργειας $E = hf$

Η ύλη αποτελείται από άτομα, που στο κέντρο τους υπάρχει ο πυρήνας ο οποίος αποτελείται από τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα ουδέτερα νετρόνια .Γύρω από τον πυρήνα περιφέρονται τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια σε καθορισμένες τροχιές. Όταν πάνω στο άτομο πέσει ακτινοβολία ή κάποιο σωματίδιο (π.χ. ηλεκτρόνιο) το άτομο διεγείρεται, δηλαδή ένα ηλεκτρόνιο εγκαταλείπει την τροχιά του και μεταβαίνει σε τροχιά μεγαλύτερης ενέργειας. Στην κατάσταση αυτή το άτομο δεν παραμένει επί πολύ. αλλά επανέρχεται στην προηγούμενη σταθερή του κατάσταση(αποδιέγερση) ενώ το ηλεκτρόνιο επιστρέφει στην τροχιά του δίνοντας την ενέργεια που προσέλαβε προηγουμένως.

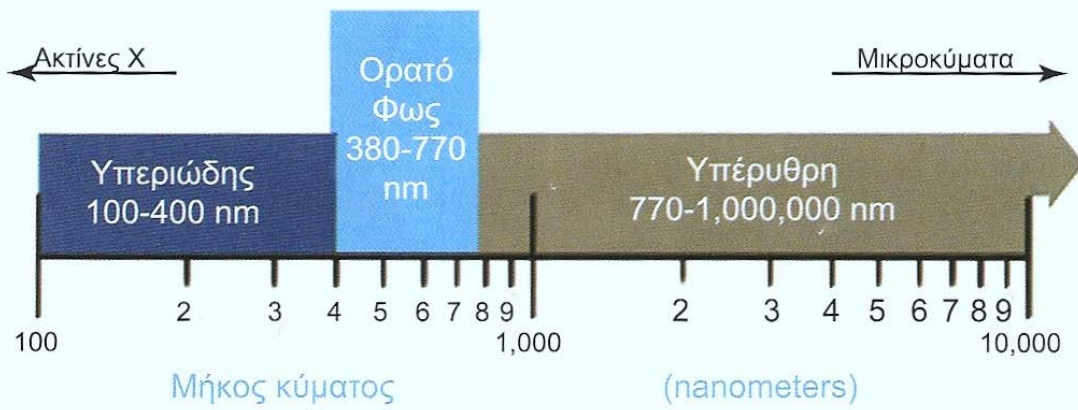
Η απόδοση αυτής της ενέργειας γίνεται με την μορφή ενός φωτονίου .Τα φωτόνια αυτά που δραπετεύουν κατά κάποιο τρόπο από τα άτομα συνιστούν αυτό που αντιλαμβανόμαστε ως φως.

Τα χρώματα του ορατού φάσματος.

Μήκος κύματος		Όνομα χρώματος
380-450 nm		Ιώδες
450-490 nm		Κυανό
490-560 nm		Πράσινο
560-590 nm		Κίτρινο
590-630 nm		Πορτοκαλί
630-780 nm		Κόκκινο



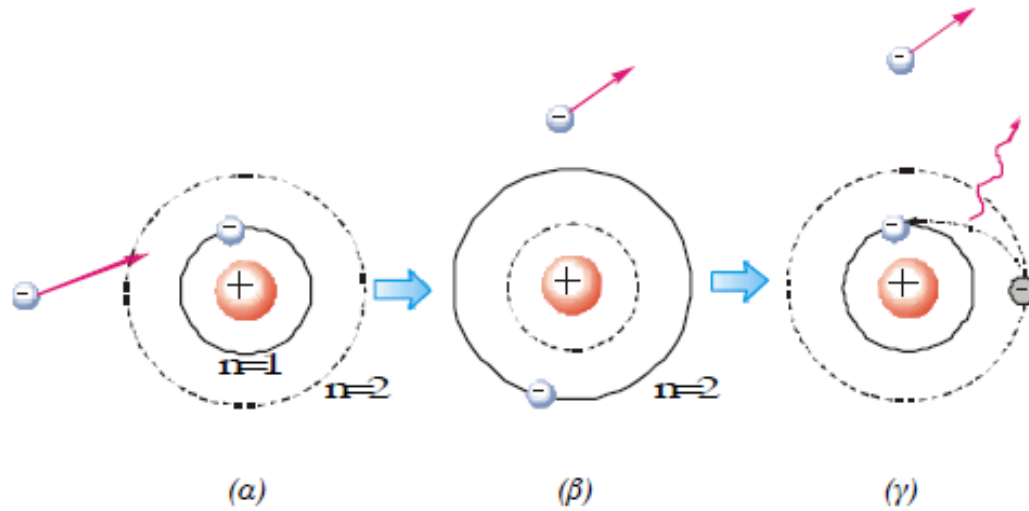
Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.



Το ορατό φως και οι γείτονες του.

ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΑΤΟΜΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

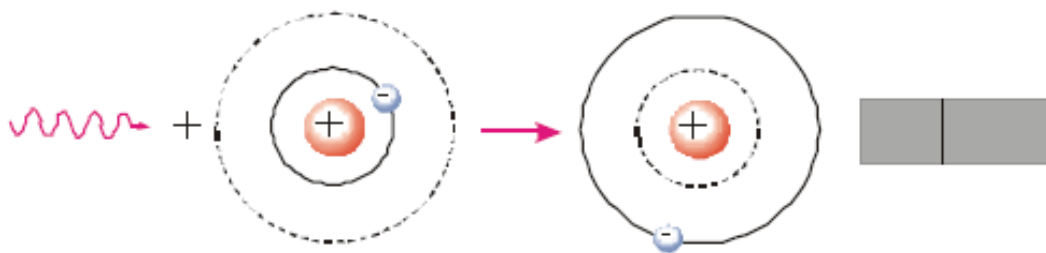
A) ΜΕ ΚΡΟΥΣΗ



- (α) Το άτομο του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση πριν από την κρούση με το ηλεκτρόνιο.
(β) Το άτομο σε διεγερμένη κατάσταση.
(γ) Το άτομο επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο.

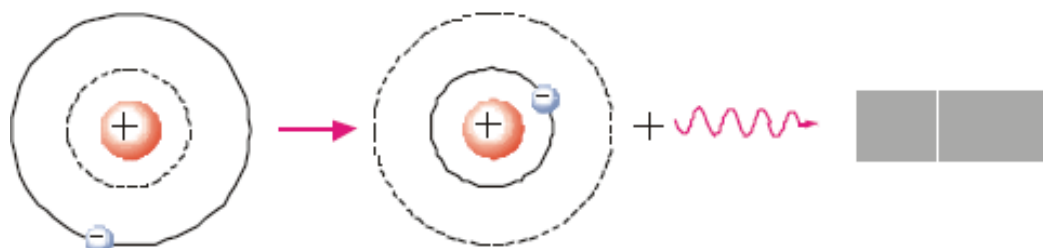
[9]

B) ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

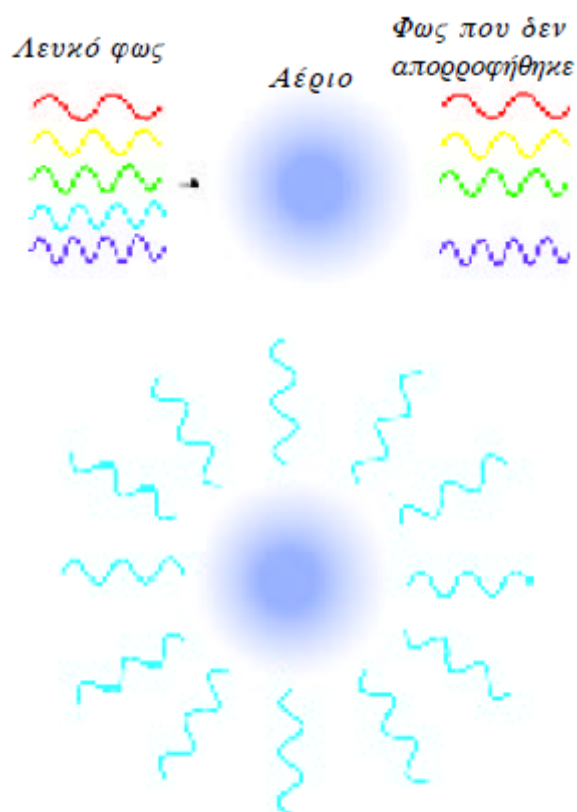


Εξηγεία του φάσματος απορρόφησης. Το άτομο απορροφά ένα φωτόνιο και μεταβαίνει από τη θεμελιώδη κατάσταση στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση. Η σκοτεινή γραμμή του φάσματος απορρόφησης αντιστοιχεί στο μήκος κύματος του φωτονίου που απορροφήθηκε.

[9]



Ερμηνεία του φάσματος εκπομπής. Το άτομο εκπέμπει ένα φωτόνιο και μεταβαίνει στη θεμελιώδη κατάσταση. Η φωτεινή γραμμή αντιστοιχεί στο μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται.



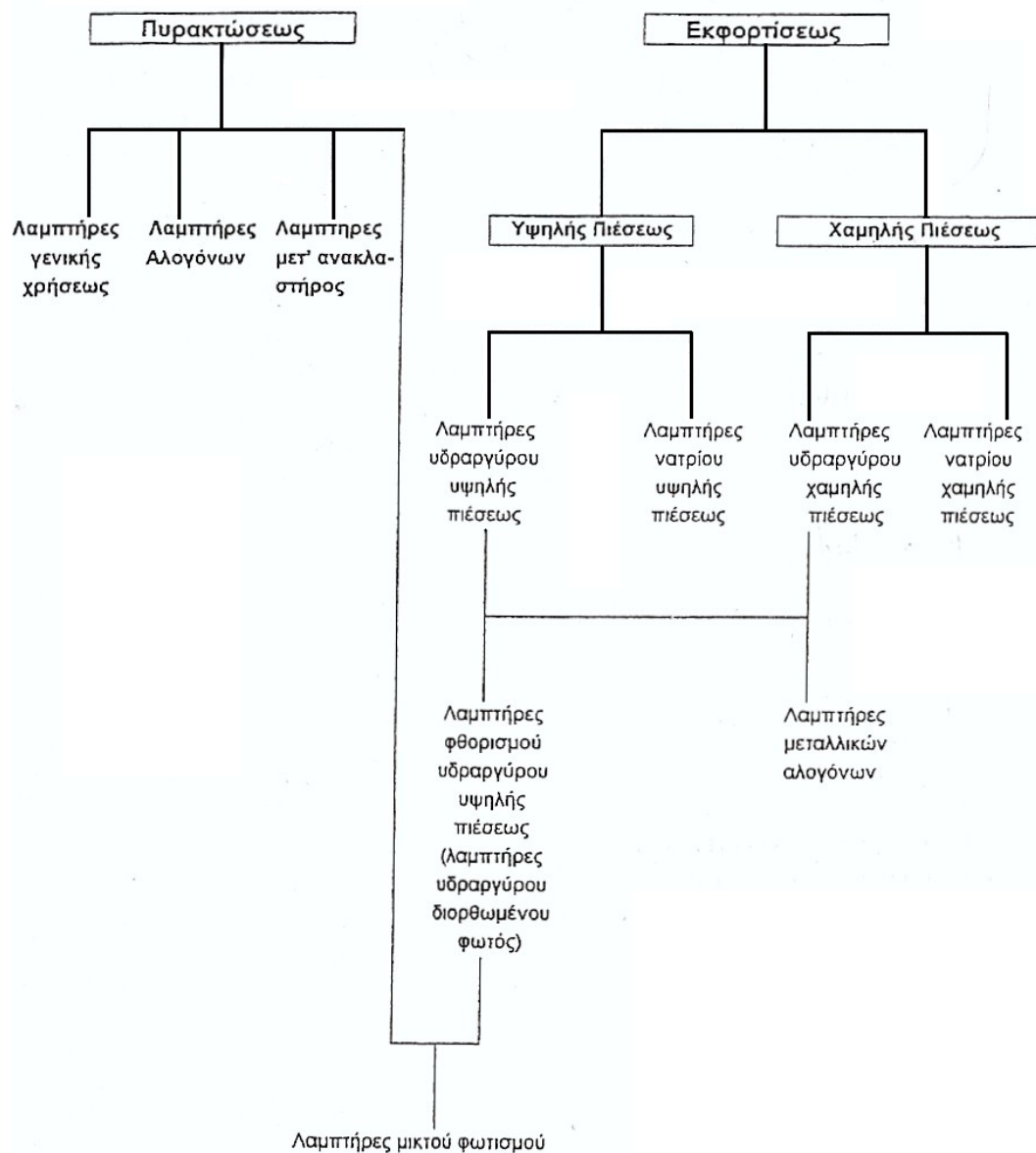
Το φως που απορροφήθηκε από το αέριο επανεκπέμπεται προς όλες τις κατευθύνσεις.

6.2 ΠΗΓΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Σήμερα υπάρχουν περίπου 6000 και πλέον διαφορετικοί τύποι λαμπτήρων , οι οποίοι μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες .Στους λαμπτήρες **πυρακτώσεως** και **εκφορτίσεως** .

Το φως από τους **πυρακτώσεως** παράγεται από την θέρμανση ενός νήματος σε υψηλή θερμοκρασία , με την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος δια μέσω αυτού ,ενώ στους **εκφορτίσεως** δεν υπάρχει νήμα ,αλλά το φως παράγεται από την διέγερση του αερίου που περιέχεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων .

Γενική ταξινόμηση των ηλεκτρικών λαμπτήρων.



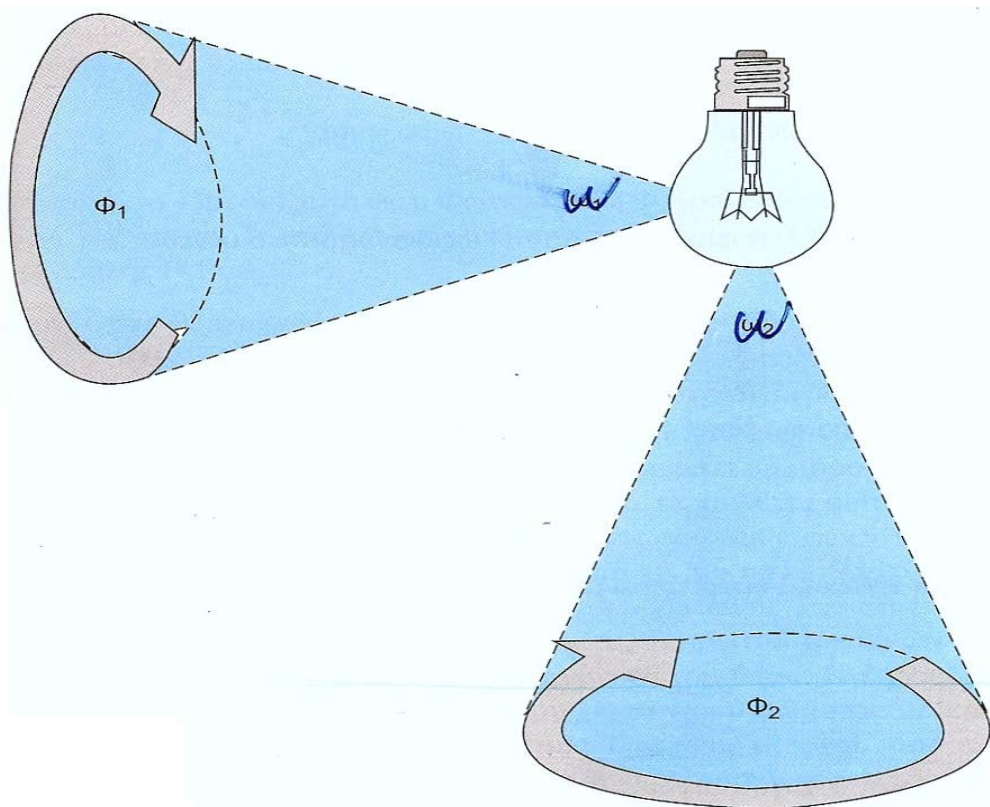
6.3 ΒΑΣΙΚΑ ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Τα κύρια χαρακτηριστικά μεγέθη που περιγράφουν μια φωτεινή πηγή-λαμπτήρα είναι

Α) ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ Φ (Luminus flux)

Η φωτεινή πηγή ορίζεται ως το ποσό της ακτινοβολούμενης ισχύος επι τη βάσει της φωτεινής εντύπωσης που δημιουργεί στον οφθαλμό. Είναι γνωστό ότι ο ανθρώπινος οφθαλμός δεν αντιλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο ίσης ενέργειας, αλλά διαφορετικού χρώματος (άρα μήκους κύματος) φωτεινά ερεθίσματα. Στην ουσία αποδίδει διαφορετικό βάρος σε κάθε συχνότητα του ορατού φάσματος (§ 6.4). Μετριέται σε lumen L

Μια φωτεινή πηγή δεν εκπέμπει ομοιόμορφα το φως που παράγει. Για παράδειγμα σε 1 λαμπτήρα πυράκτωσης, η φωτεινή ροή Φ_1 που εκπέμπεται σε μια στερεά γωνία ω προς το πάνω μέρος του λαμπτήρα είναι πολύ μικρότερη από την ροή Φ_2 που εκπέμπεται στην ίδια στερεά γωνία προς τα κάτω



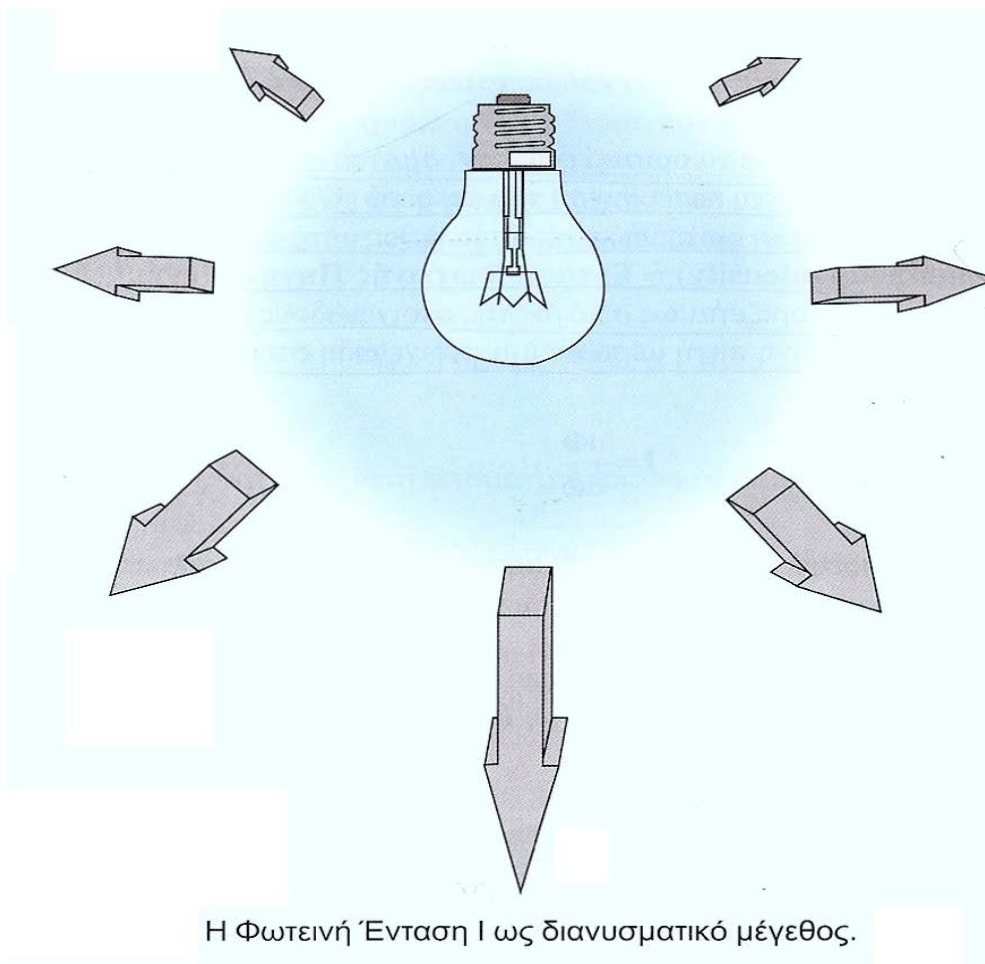
Φωτεινή ροή σε δύο ίσες στερεές γωνίες με διαφορετικό προσανατολισμό.

B) ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΤΑΣΗ I (luminus intensity)

Μια πηγή φωτός εκπέμπει φωτεινή ροή σε διαφορετικές κατευθύνσεις . Ορίζεται ως φωτεινή ένταση μιας πηγής φωτός σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση , το πηλίκο της φωτεινής ροής $d\Phi$ που εκπέμπεται από την πηγή σε μια στοιχειώδη στερεά γωνία $d\omega$ γύρω από την θεωρούμενη κατεύθυνση ,προς τη στοιχειώδη στερεά γωνία $d\omega$ δηλαδή

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Μονάδα μέτρησης της φωτεινής έντασης είναι η candela [cd]



[7]

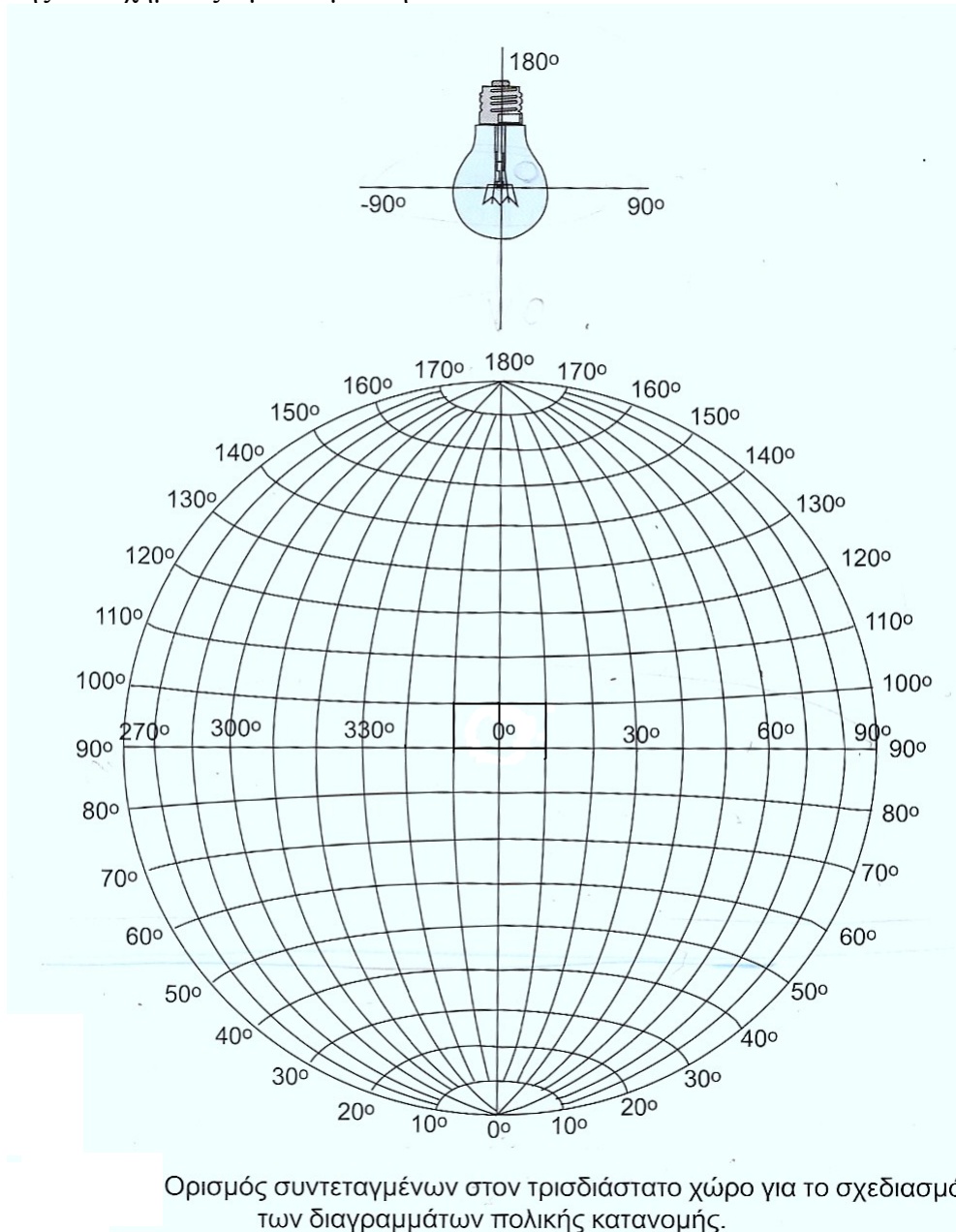
Διαγράμματα κατανομής φωτεινής έντασης

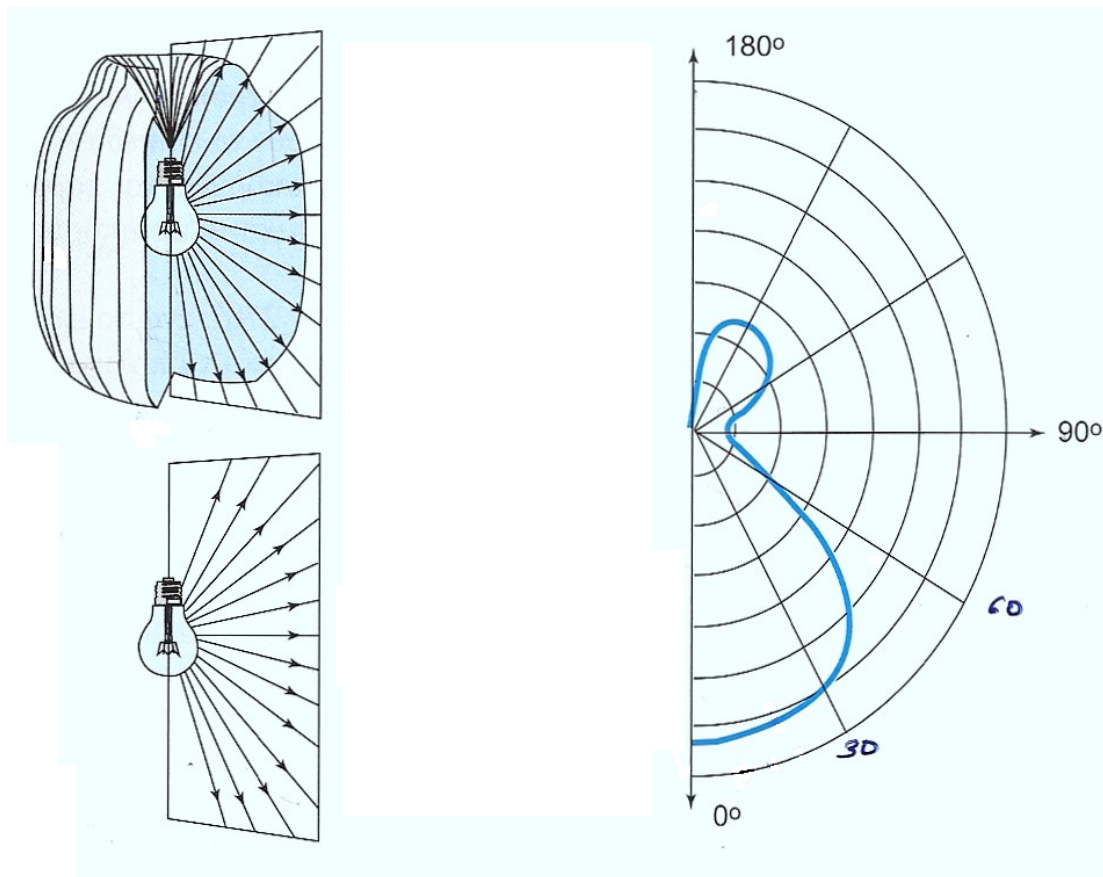
Κάθε φωτιστικό σώμα που χρησιμοποιούμε εκπέμπει το φως ανομοιόμορφα στον χώρο και χαρακτηρίζεται από το διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης

Για να προκύψουν τα διαγράμματα αυτά θεωρούμε το φωτιστικό σώμα αναρτημένο στην κανονική του θέση. Η κατακόρυφος που διέρχεται από το κέντρο συμμετρίας του φωτιστικού σώματος με κατεύθυνση αυτή προς την οποία φωτίζει το σώμα

(συνήθως προς τα κάτω) αποτελεί το σημείο αναφοράς, δηλαδή ο κατακόρυφος άξονας με αρχή το κέντρο συμμετρίας του φωτιστικού σώματος και κατεύθυνση προς τα κάτω αντιστοιχεί στην τιμή των 0° . Η οριζόντια επιφάνεια που διέρχεται από το κέντρο συμμετρίας αντιστοιχεί στις γωνίες 90° και 270° .

Σε κάθε επιφάνεια που ορίζεται από κατακόρυφα επίπεδα που διέρχονται από το κέντρο συμμετρίας του φωτιστικού σώματος, προβάλλεται η κατανομή της φωτεινής έντασης και σχηματίζει μια καμπύλη





Διάγραμμα Πολικής Κατανομής της Φωτεινής Έντασης I ενός απλού λαμπτήρα.

[7]

Γ) ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ E (illuminance)

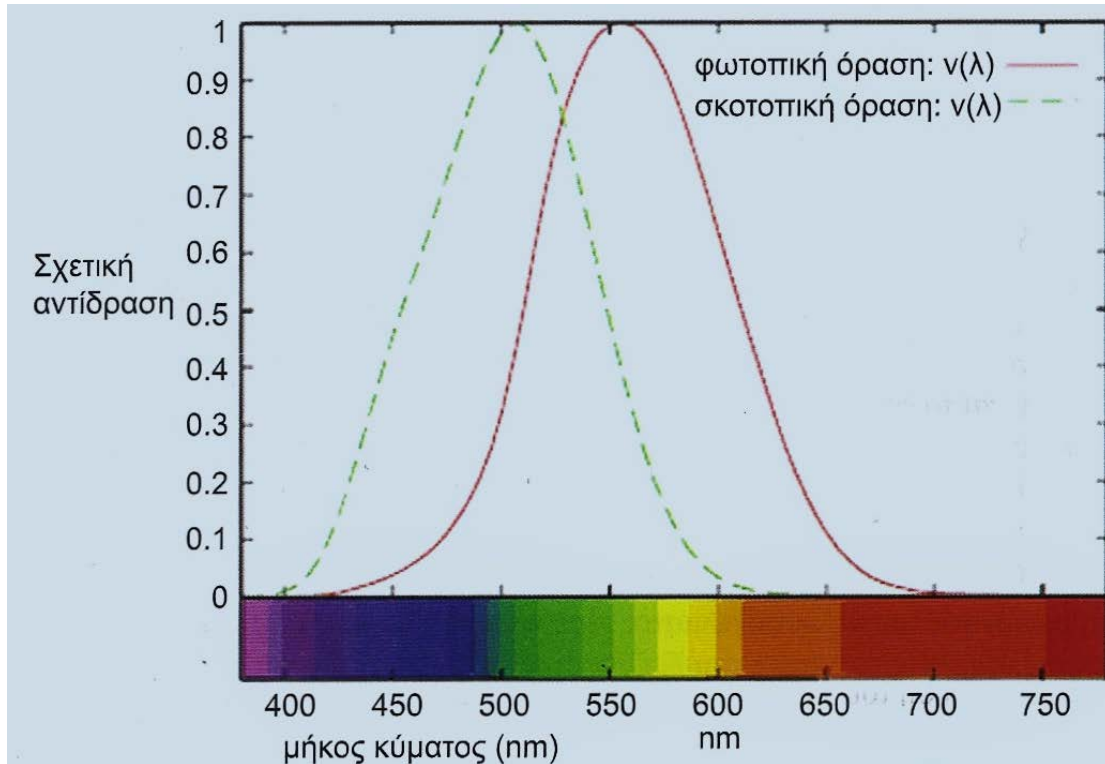
Η ένταση φωτισμού E σε ένα σημείο μιας επιφάνειας είναι το πηλίκο της φωτεινής ροής $d\Phi$ που λαμβάνει στοιχειώδης επιφάνεια εμβαδού dA η οποία περιέχει το σημείο αυτό προς το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής δηλαδή

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού ή απλά του φωτισμού είναι το 1 Lux

6.4 ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

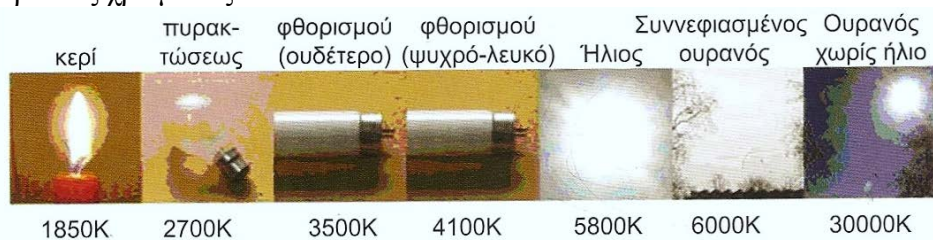
Ο ανθρώπινος οφθαλμός δε διακρίνει με την ίδια ευκολία οποιαδήποτε ακτινοβολία του ορατού φάσματος. Δεν παρουσιάζει δηλαδή μια αιφνιδιαστική αλλαγή ευαισθησίας στις οριακές θέσεις των 380nm και 780nm, ώστε με τη μεταπήδηση για παράδειγμα κάποιας ακτινοβολίας από μήκος κύματος μικρότερη από 380nm σε μήκος κύματος μεγαλύτερη από 380nm αυτή να γίνεται ορατή. Ο ανθρώπινος οφθαλμός εμφανίζει κατά την ημέρα, τη μέγιστη του ευαισθησία στο πρασινοκίτρινο χρώμα και την ελάχιστη στο μπλε και στο κόκκινο



[7]

6.5 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Η θερμοκρασία χρώματος (σε Kelvin K) είναι το μέτρο για να περιγραφεί το χρώμα των φωτεινών πηγών. Εκφράζεται με την ισοδύναμη θερμοκρασία στην οποία εάν βρεθεί το μέλαν σώμα (το σώμα που απορροφά όλη την ακτινοβολία που πέφτει πάνω του) θα παράγει φως του ίδιου χρώματος με την πηγή. Όταν ένα σώμα θερμαίνεται το φως του μεταβάλλεται από κόκκινο σε πορτοκαλί, κίτρινο, άσπρο και τελικά μπλε καθώς βαίνει ολοένα προς το θερμότερο. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία χρώματος τόσο ψυχρότερη είναι η απόχρωση της φωτεινής πηγής. Όσο υψηλότερος είναι ο φωτισμός, τόσο πιο άνετα νιώθει ο άνθρωπος με τις ψυχρές θερμοκρασίες χρώματος.



Θερμοκρασία χρώματος διάφορων φωτεινών πηγών.

Κατηγορίες χρώματος.

Θερμοκρασία	Απόχρωση
Κάτω από 3300 K	Ζεστή
3300 ... 5300 K	Ενδιάμεση
Πάνω από 5300 K	Ψυχρή

[7]

Η συναισθηματική αντίδραση εξαρτώμενη από το περιβάλλον επίπεδο φωτισμού.

Ένταση φωτισμού (lux)	Χρώμα φωτεινής πηγής		
	ζεστό	ουδέτερο	ψυχρό
	Συναισθηματική αντίδραση		
κάτω από 500	ευχάριστη	ουδέτερη	ψυχρή
500 ... 1000			
1000 ... 2000	διεγερτική	ευχάριστη	ουδέτερη
2000 ... 3000			
πάνω από 3000	μη φυσική	διεγερτική	ευχάριστη

[7]

6.6 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕΘΩΔΟΣ ΖΩΝΙΚΩΝ ΚΟΙΛΟΤΗΤΩΝ

Η ολική φωτεινή ροή (Im) που φτάνει στο επίπεδο εργασίας αποτελείται από 2 συνιστώσες .

- 1) Τη ροή που έρχεται κατευθείαν από τα φωτιστικά στο επίπεδο εργασίας και
- 2) Την ροή που φτάνει στο επίπεδο εργασίας αφού ανακλαστεί από τις επιφάνειες του δωματίου

Ενδιαφερόμαστε να εξασφαλίσουμε ένα μέσο επίπεδο εντάσεως φωτισμού E(lux) που να διατηρηθεί με την πάροδο του χρόνου σταθερά. Ορίζουμε συντελεστή χρησιμοποίησης CU το κλάσμα των αρχικών Im τα οποία τελικά φτάνουν στο επίπεδο εργασίας τόσο απ'ευθείας όσο και από ανακλάσεις.

Τα Im του λαμπτήρα όμως ελαττώνονται με την ηλικία των λαμπτήρων .Επίσης τα φωτιστικά και οι επιφάνειες του δωματίου λερώνονται με την πάροδο του χρόνου ,ενώ ταυτοχρόνως μερικοί λαμπτήρες καίγονται και δεν αντικαθίστανται αμέσως .Το αποτέλεσμα όλων αυτών των παραγόντων συμπεριλαμβάνονται στο συντελεστή LLF που λέγεται παράγων απωλειών φωτός .

Έτσι για την μέση διατηρούμενη ένταση φωτισμού E στο επίπεδο εργασίας έχουμε τη σχέση

$$E = \frac{(\Phi_L * CU * LLDF)}{A}$$

Φ_L αρχικά Im λαμπτήρα

A επιφάνεια στο επίπεδο εργασίας

Ο εσωτερικός χώρος που θα φωτιστεί ορίζεται ως κοιλότητα δαπέδου ,ο χώρος πάνω απο τα φωτιστικά κοιλότητα οροφής , ο χώρος ανάμεσα στους δυο προηγούμενους κοιλότητα δωματίου

Για καθεμία απο τις κοιλότητες αυτές ορίζουμε το λόγο κοιλότητα

$$C_R = \frac{5h(1+w)}{l*w}$$

l = μήκος

w = πλάτος

h = ύψος κοιλότητας

Έτσι έχουμε

$$\rightarrow \text{Λόγος κοιλότητας οροφής } CCR = \frac{5hc(1+w)}{l*w}$$

$$\rightarrow \gg \gg \text{ δωματίου } RCR = \frac{5hr(1+w)}{l*w}$$

$$\rightarrow \gg \gg \text{ δαπέδου } FCR = \frac{5hf(1+w)}{l*w}$$

Ορίζουμε ενεργό ανάκλαση μιας κοιλότητας τον παρακάτω λόγο

$$\rho_{\text{eff}} = \frac{\text{εξερχόμενη απο την κοιλότητα φωτεινή ροή}}{\text{εισερχόμενη στην κοιλότητα φωτεινή ροή}}$$

$$\rho_{\text{eff}} = \frac{1}{1 + \frac{A_s * (1 - \rho)}{A_o * \rho}}$$

A_s = εμβαδό επιφανειών κοιλότητας

A_o = \gg ανοίγματος \gg

ρ = συντελεστής ανάκλασης επιφανειών κοιλότητας

Η κοιλότητα του δωματίου δεν έχει βάσεις και έτσι δεν ορίζεται ο ρ_{eff} . Για τον χώρο αυτό χρησιμοποιούμε τον συντελεστή ανάκλασης των τοίχων του δωματίου επομένως έχουμε

Ενεργό ανάκλαση	οροφής	ρ_{cc}
>>	>>	δαπέδου
>>	>>	σωμάτων
		ρ_{fc}
		ρ_w

Η ενεργός ανάκλαση αναφέρεται πάντα σε κοιλότητα και καθορίζεται από τη γεωμετρία της κοιλότητας και τους συντελεστές ανάκλασης των επιφανειών της (υλικό και χρώμα).

Έτσι οι κοιλότητες οροφής ή δαπέδου που χαρακτηρίζονται από τους CCR και FCR με την εισαγωγή των ενεργών ανακλάσεων ρ_{cc} ρ_{fc} ισοδυναμούν με τις πραγματικές ανακλάσεις των δύο κοιλοτήτων. Η κοιλότητα οροφής επειδή βρίσκεται κοντά στα φωτιστικά και είναι πάντα καθαρότερη και φωτεινότερη από την κοιλότητα δαπέδου συμβάλλει περισσότερο στο φωτισμό.

Ο παράγοντας LLF προσδιορίζεται ως εξής

- 1) Κάθε φορά που καταστρέφεται ένας λαμπτήρας δεν αντικαθίστανται αμέσως με αποτέλεσμα ο φωτισμός E να μειώνεται (παράγοντας LBO)
- 2) Τα υλικά κατασκευής των λαμπτήρων γηράσκουν με την αύξηση του χρόνου λειτουργίας τους γιατί υφίστανται θερμική καταπόνηση με αποτέλεσμα να ελαττώνεται ο φωτισμός E (παράγοντας LLD)
- 3) Στα φωτιστικά και στους λαμπτήρες συσσωρεύεται σκόνη με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανακλαστικότητα και η απόδοση τους επομένως και ο φωτισμός E (παράγοντας LDD)

Η ρύπανση στις επιφάνειες της αίθουσας μειώνει την ανακλώμενη φωτεινή ροή άρα και το φωτισμό E (παράγοντας RSDD)

LLD = Φωτεινή ροή στο 70% του χρόνου ζωής του λαμπτήρα

LLD = e^{-AtB} t χρόνος μεταξύ καθαρισμών σε χρόνια. A,B από πίνακα

RSDD από πίνακα

LLF = LBO*LLD*LDD*RSDD

Προκειμένου να κάνουμε μια μελέτη φωτισμού εσωτερικού ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα .

1) Επιλέγουμε τον επιθυμητό φωτισμό E από πίνακα I

2) Επιλέγουμε τον ρ_w από πίνακα II

3) Υπολογίζουμε το λόγο RCR

4) >> ρ_{cc} και ρ_{fc}

5) Από τον πίνακα III αφού επιλέξουμε τον τύπο φωτιστικού και βάσει των τιμών των RCR, ρ_{cc} , ρ_w . προσδιορίζουμε τον συντελεστή CU

Ο πίνακας ισχύει για $\rho_{fc}=20\%$

Για διαφορετική τιμή ρ_{fc} γίνεται διόρθωση από τον πίνακα IV

6) Υπολογίζω Φ_L από τη σχέση $\Phi_L = \frac{(E * A)}{(CU * LLF)}$

7) Υπολογίζω αριθμό $n = \frac{\Phi_L}{n\Phi}$

n αριθμός λαμπτήρων κάθε φωτιστικού
 Φ αρχικά l_m λαμπτήρα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

→Κτιριακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις Νίκου Μ.Κιμουλάκη εκδόσεις Παπασωτηρίου [1]

→Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις Τόμος Α' Φίλιππου Δημόπουλου εκδόσεις Αθήνα [2]

→Ηλεκτρολογικό σχέδιο Μέρος 1 Ανδρέας Γούτης εκδόσεις ΙΩΝ [3]

→Σημειώσεις εργαστηρίου ΕΗΕ 1 ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Σ.Καμινάρης, Γ.Κιόκας , Κ.Κουκοβίνος [4]

→Εσωτερικές Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις τόμος 1^{ος} Αντωνίου Κ.Φαλακρού Ίδρυμα Ευγενίδου 1954 [5]

→Ίντερνετ[6]

[6.1]

<http://www.electroimpex.gr/ns/products/41/%CE%9A%CE%BF%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%AC-%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.html>

[6.2] http://alpha6.gr/wp/?page_id=337

[6.3] <http://www.thelab.gr/cases-psu-and-mods/dimiourgia-x-mikous-kalodio-reymatos-98970-2.html>

→Φωτοτεχνία εκδόσεις Τζιόλα των Φρ.Β.Τόπαλη , Λ.Οικονόμου , Στ.Κουρτέση [7]

→φωτοτεχνια του Α.Τσακίρη [8]

→Φυσική Γ' λυκείου γεν.κατεύθυνσης [9]

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη
Abstract
Ευχαριστίες
Περιεχόμενα
Σχήματα
Πίνακες

