

## **10. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

### **10.1 Βασικές έννοιες**

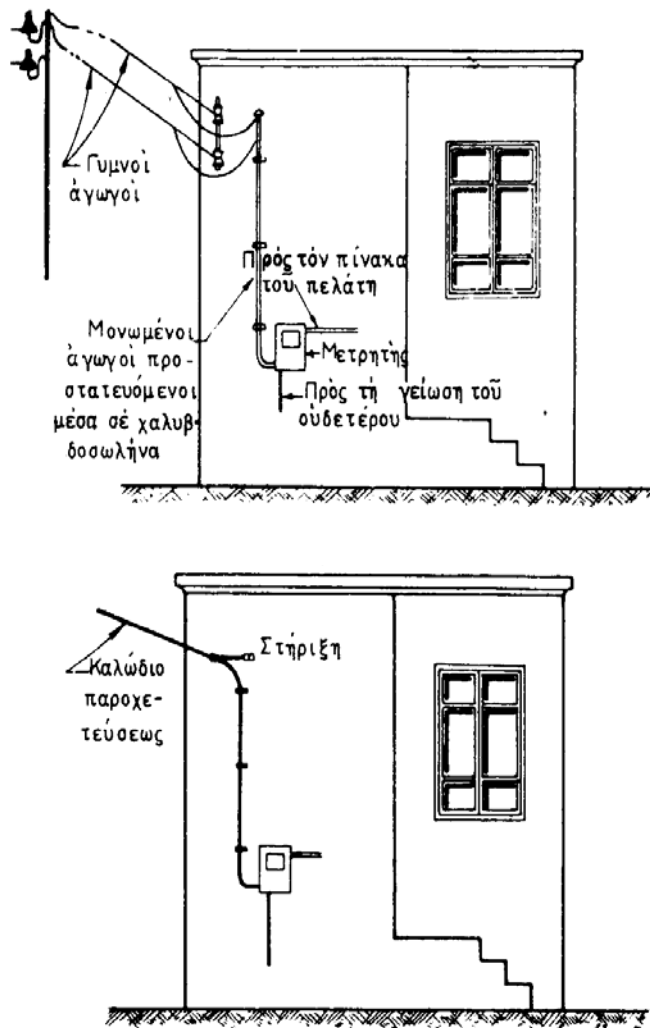
Στα προηγούμενα κεφάλαια εξετάστηκαν τα μέσα και οι διατάξεις με τα οποία η ηλεκτρική ενέργεια φθάνει στον τελικό καταναλωτή και πιο συγκεκριμένα στον μετρητή της ηλεκτρικής ενέργειας που αποτελεί το τελευταίο εξάρτημα του συστήματος που ανήκει στην ηλεκτρική εταιρεία παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην συνέχεια θα εξετασθούν με εξαιρετική συντομία όλες οι εγκαταστάσεις που είναι απαραίτητες για την ασφαλή μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στις συσκευές του κάθε καταναλωτή. Το τμήμα αυτό της ηλεκτρικής εγκατάστασης ανήκει στον καταναλωτή και αυτός είναι υπεύθυνος για την λειτουργία του.

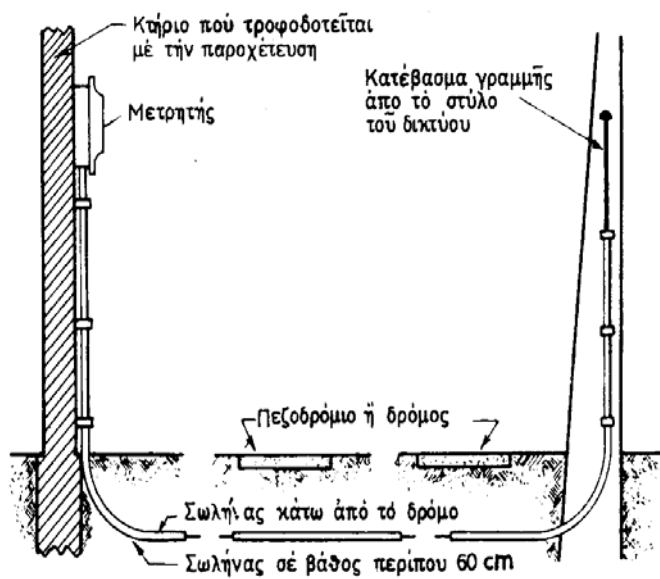
Οι εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις υποδιαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τον προορισμό τους (ισχυρών ρευμάτων ή ισχύος και ασθενών ρευμάτων ή τηλεπικοινωνιών), ανάλογα με τον χώρο (υπαίθριες ή κλειστού χώρου), ανάλογα με τις συνθήκες του χώρου (ξηρών χώρων, υγρών χώρων, χώρων με κίνδυνο έκρηξης, χώρων με κίνδυνο πυρκαγιάς κλπ) και ανάλογα με το ύψος της χρησιμοποιούμενης τάσης (χαμηλής τάσης – μέχρι 1000V, υψηλής τάσης – πάνω από 1000V, πολύ χαμηλής τάσης – μέχρι 50V).

Η τροφοδότηση των καταναλωτών γίνεται με καλώδιο ή αγωγούς που διακλαδίζεται από το δίκτυο της ηλεκτρικής εταιρείας και φθάνει κοντά στην είσοδο του πελάτη. Από εκεί, το καλώδιο αυτό καταλήγει στο κιβώτιο του μετρητή που περιλαμβάνει ασφάλειες σε κάθε φάση και έναν μετρητή της ενέργειας που φθάνει στην είσοδο του καταναλωτή. Το κιβώτιο του μετρητή σφραγίζεται από την ηλεκτρική εταιρεία, αποτελεί ιδιοκτησία της και έτσι δεν υπάρχει δυνατότητα λήψης ρεύματος από σημείο πριν τον μετρητή. Τα παραπάνω ισχύουν ανεξάρτητα από το είδος της παροχής (χαμηλής, μέσης ή υψηλής τάσης), απλώς ο καταναλωτής είναι υπεύθυνος να μετασχηματίσει την τάση στο επίπεδο που θα την χρησιμοποιήσει αλλά πάντα μετά τον μετρητή.

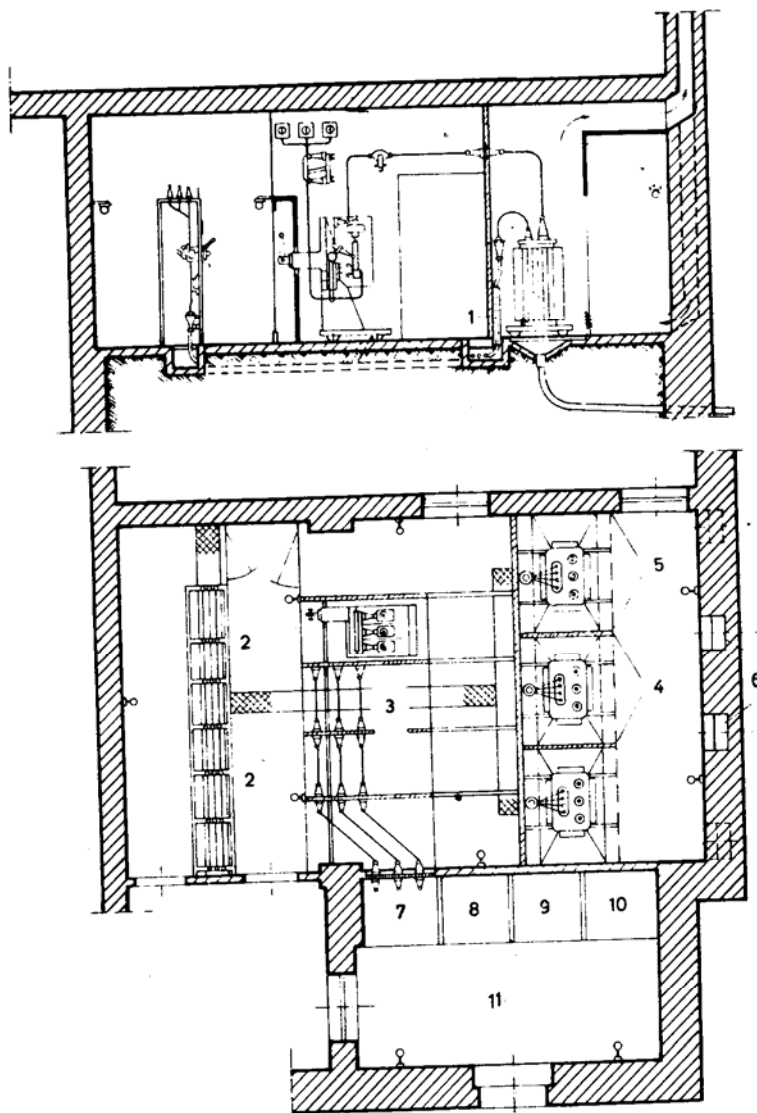
Στο Σχήμα 10.1 φαίνεται η παροχέτευση καταναλωτών χαμηλής τάσης από εναέριο ή υπόγειο δίκτυο, ενώ στο Σχήμα 10.2 φαίνεται η μορφή της παροχέτευσης ενός πελάτη μέσης τάσης με ιδιωτικό υποσταθμό διανομής.



Σχ. 1.2α.



Σχήμα 10.1 Παροχέτευση χαμηλής τάσης



Σχ. 1.2γ.

1) Προστατευτικός σωλήνας. 2) Πίνακες χαμηλής τάσεως. 3) Ζυγοί υψηλής τάσεως. 4) Χώρος μετασχηματιστών. 5) Έξοδος αέρα. 6) Είσοδος αέρα. 7) Κυψέλη όργάνων. 8) Αυτόματος διακόπτης. 9,10) Υπόγεια καλώδια. 11) Θάλαμος υψηλής τάσεως τής Έπιχειρήσεως ήλεκτρισμού.

### Σχήμα 10.2 Παροχέτευση μέσης τάσης με ιδιωτικό υποσταθμό διανομής

Κάθε Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση αποτελείται από τα εξής στοιχεία

Α) την κύρια γραμμή, δηλαδή το καλώδιο που αναχωρεί από τον μετρητή και καταλήγει στον Πίνακα διανομής μαζί με τις τυχόν παρεμβαλλόμενες διατάξεις μετασχηματισμού της τάσης (υποσταθμός διανομής)

Β) τον Πίνακα ή τους Πίνακες διανομής

Γ) τα τοπικά κυκλώματα διακλάδωσης

Δ) τις ηλεκτρικές μηχανές και συσκευές κατανάλωσης

### Ε) τις διατάξεις γείωσης προστασίας

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κατασκευάζονται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς ΕΗΕ έτσι ώστε να λειτουργούν με ασφάλεια και οικονομία. Συνήθως στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια με την μορφή τριφασικού ή μονοφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος 50 Hz με τάση 380/220V.

### **10.2 Αγωγοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων**

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στις ΕΗΕ είναι ανάλογα με την περίπτωση γυμνοί, μονωμένοι ή ακόμα και καλυμμένοι με προστατευτικό μανδύα αγωγοί ή υπόγεια καλώδια. Οι χρησιμοποιούμενες ποικιλίες αγωγών εξαρτώνται από τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρο εγκατάστασης. Για την κατασκευή των αγωγών χρησιμοποιούνται δύο βασικά υλικά, ο χαλκός (το πιο ηλεκτραγωγό υλικό, με υψηλή μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα στη διάβρωση και εύκολη κατεργασία) και το αλουμίνιο (μικρότερη αγωγιμότητα, πολύ πιο ελαφρύ, μικρότερο κόστος).

Οι αγωγοί αλουμινίου χρησιμοποιούνται πολύ στις εναέριες γραμμές (μικρό βάρος) και ελάχιστα στις εγκαταστάσεις κλειστού χώρου (οξείδωση άκρων, εύκολος τραυματισμός, παραμόρφωση υπό πίεση).

#### **Γυμνοί αγωγοί**

Χρησιμοποιούνται στις γραμμές υπαίθρου σε περίπτωση εναέριων γραμμών και σε ορισμένες περιπτώσεις εγκαταστάσεων κλειστών χώρων όταν οι γραμμές βρίσκονται σε μονωτήρες (γενικά πρέπει να αποφεύγονται). Οι γυμνοί αγωγοί μπορεί να είναι από χαλκό ή αλουμίνιο, μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι.

#### **Μονωμένοι αγωγοί**

Το μονωτικό υλικό είναι θερμοπλαστικό συνθετικό υλικό (σχεδόν αποκλειστικά χλωριούχο πολυβινύλιο – PVC – που αντέχει στην επίδραση νερού, λαδιών και βενζίνης αλλά προσβάλλεται από το βενζόλιο. Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα συνήθως ακολουθούν την γερμανική τυποποίηση και έχουν διάφορα ονόματα που προκύπτουν από τα αρχικά γερμανικών λέξεων.

Οι αγωγοί τοποθετούνται είτε στην επιφάνεια των τοίχων (ορατές γραμμές) ή μέσα στους τοίχους (χωνευτές γραμμές) συνήθως μέσα σε σωλήνες.

#### **Καλώδια και σειρίδες**

Καλώδιο είναι το σύνολο δύο τουλάχιστον μονωμένων αγωγών γύρω από τους οποίους υπάρχει ένα ή περισσότερα κοινά περιβλήματα από διάφορα υλικά που προστατεύουν τους μονωμένους αγωγούς από διάφορες επιδράσεις και καταπονήσεις. Ανάλογα με τον αριθμό των μονωμένων αγωγών το καλώδιο ονομάζεται διπολικό, τριπολικό κ.ο.κ. Τα υπόγεια καλώδια κατεξίαιρεση μπορεί να αποτελούνται και από έναν αγωγό οπότε λέγονται μονοπολικά.

Οι σειρίδες (κορδόνια) είναι εύκαμπτα σύνολα δύο τουλάχιστον μονωμένων αγωγών είτε απλά συνεστραμμένων ή μέσα σε ελαφρύ κοινό περίβλημα.

Οι επιμέρους ονομασίες, χρήσεις και προδιαγραφές των παραπάνω αγωγών και σειρίδων δίνονται από ειδικούς πίνακες.

Οι αγωγοί των ΕΗΕ τυποποιούνται και ως προς το μέγεθος που χαρακτηρίζεται βασικά από την διατομή τους. Με την τυποποίηση θεσπίζεται σειρά διατομών σε κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχούν ορισμένα χαρακτηριστικά του αγωγού ή του καλωδίου (εξωτερική διάμετρος, ηλεκτρική αντίσταση, πάχος μόνωσης κλπ. Το μέγεθος του αγωγού που θα χρησιμοποιηθεί επιλέγεται μετά από υπολογισμό.

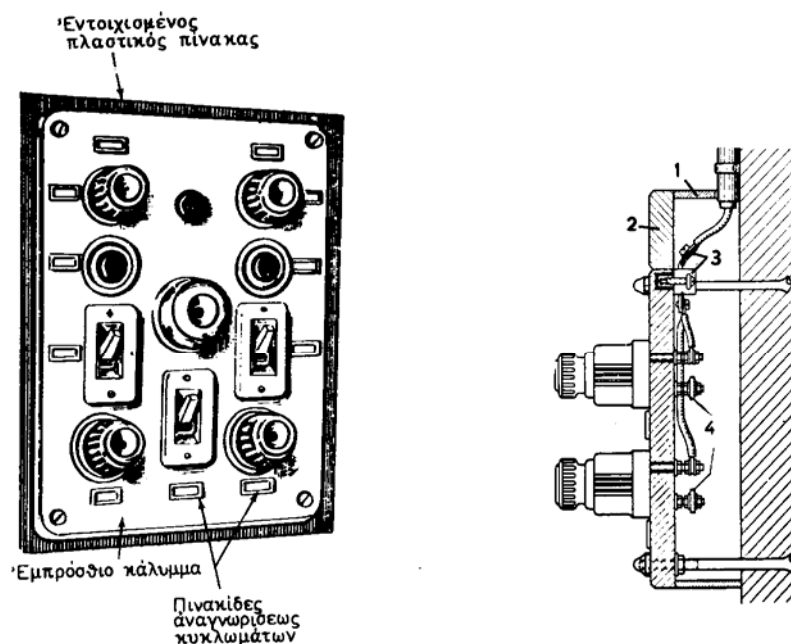
Λόγω του ότι οι συνηθισμένοι μονωμένοι αγωγοί που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των σταθερών γραμμών δεν έχουν μεγάλη αντοχή, οι αγωγοί αυτοί τοποθετούνται σε σωλήνες που τους προστατεύουν από μηχανικές ζημιές. Οι προστατευτικοί σωλήνες των μονωμένων αγωγών είναι διαφόρων ειδών, ανάλογα με τις καταπονήσεις που ενδέχεται να υποστούν οι αγωγοί, και διακρίνονται στους μονωτικούς (από μονωτικό υλικό ή με εσωτερική μονωτική επένδυση) και τους μη μονωτικούς (μεταλλικοί χωρίς εσωτερική μονωτική επένδυση). Τα μεγέθη των σωλήνων είναι τυποποιημένα.

### **10.3 Ηλεκτρικοί Πίνακες Διανομής**

Το καλώδιο που έρχεται από τον μετρητή καταλήγει στο εσωτερικό του κτιρίου σε έναν πίνακα. Οι πρώτοι πίνακες ήταν ξύλινοι, αργότερα χρησιμοποιήθηκε μάρμαρο και σήμερα οι περισσότεροι κατασκευάζονται εντοιχισμένοι, ώστε η εξωτερική τους επιφάνεια να αποτελεί συνέχεια της επιφάνειας του τοίχου. Αποτελούνται από μεταλλικό σκελετό που περιβάλλεται από άκαυστο πλαστικό υλικό. Ένας τέτοιος πίνακας λέγεται πίνακας διανομής και διάφορες μορφές φαίνονται στο Σχήμα 10.3. Πάνω στον πίνακα τοποθετούνται τα όργανα προστασίας και ελέγχου της ΕΗΕ. Όλες οι συνδέσεις γίνονται από μπροστά και είναι προσιτές ώστε να επιτρέπουν εύκολα τον έλεγχο ή την τροποποίηση του πίνακα.

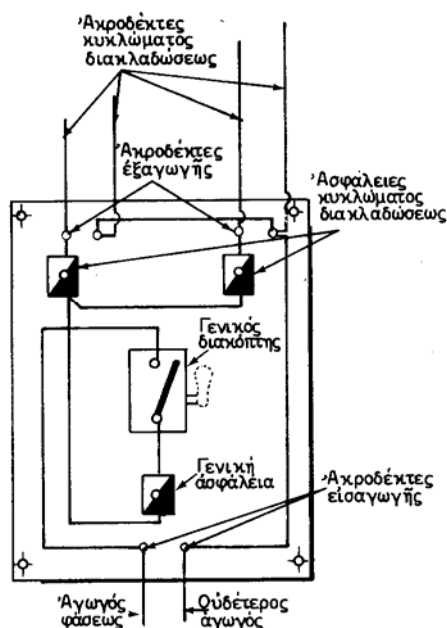
Το καλώδιο που έρχεται από τον μετρητή της ηλεκτρικής ενέργειας (κύρια γραμμή), αποτελείται από τρεις αγωγούς φάσεων, έναν ουδέτερο αγωγό και συνήθως έναν αγωγό προστασίας σε τριφασική παροχή ή έναν αγωγό φάσης και τούς άλλους δύο σε μονοφασική παροχή.

Οι αγωγοί των φάσεων συνδέονται στους ακροδέκτες ενός διακόπτη (γενικός διακόπτης) που βρίσκεται πάνω στον πίνακα διανομής και διακόπτη ολόκληρη την ηλεκτρική εγκατάσταση του καταναλωτή από την τροφοδοσία. Ο γενικός διακόπτης συνδέεται στη συνέχεια με τρεις ή μία αντίστοιχα ασφάλειες (γενικές ασφάλειες) που χρησιμεύουν για την προστασία των ηλεκτρικών γραμμών. Η γενική ασφάλεια συνδέεται στην συνέχεια με μια σειρά ακροδεκτών από τους οποίους διακλαδίζονται οι δευτερεύουσες γραμμές για την τροφοδοσία των διαφόρων κυκλωμάτων της εγκατάστασης. Οι αγωγοί φάσεως αυτών των γραμμών οδηγούνται πρώτα στις μερικές ασφάλειες και από αυτές αναχωρούν είτε για την τροφοδοσία των κυκλωμάτων διακλάδωσης ή για την τροφοδοσία άλλων μερικότερων πινάκων που λέγονται υποπίνακες.



Σχ. 4.1α.

1) Ξύλινο κάλυμμα. 2) Μαρμάρινος πίνακας. 3) Ακροδέκτης πίνακα. 4) Ζυγοί.



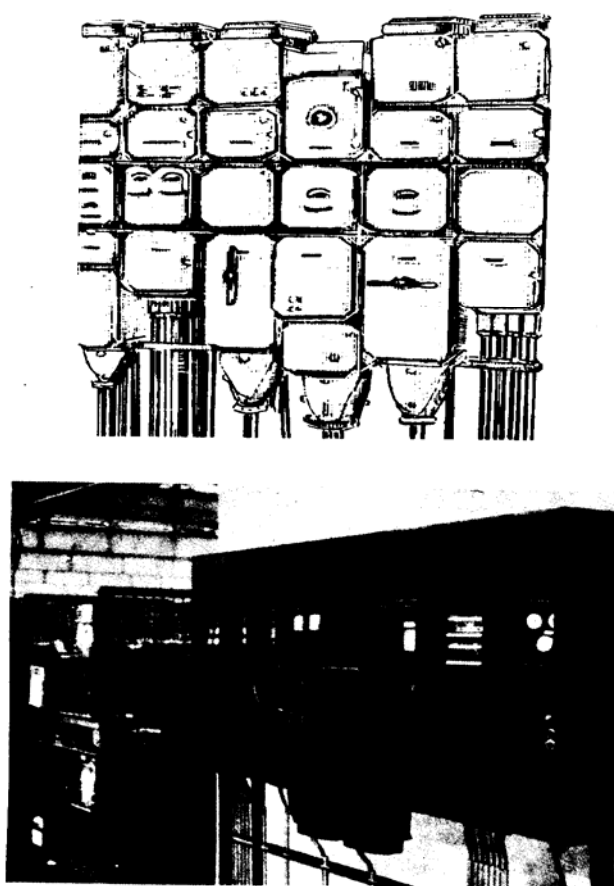
Σχήμα 10.3 Πίνακες διανομής

Τα κυκλώματα των οικιακών καταναλωτών συνήθως είναι μονοφασικά και αποτελούνται από τον αγωγό φάσης, τον ουδέτερο αγωγό και τον αγωγό προστασίας. Μόνο ο αγωγός φάσης περνά από διακόπτη και ασφάλεια. Τα κυκλώματα τροφοδοτούν τις συσκευές φωτισμού, τους ρευματοδότες και τις διάφορες οικιακές συσκευές.

Τα κυκλώματα διακλάδωσης των βιομηχανικών ΕΗΕ είναι τριφασικά και αποτελούνται από τους τρεις αγωγούς φάσης, τον ουδέτερο αγωγό και τον αγωγό προστασίας. Μόνο οι τρεις αγωγοί φάσεων περνούν από διακόπτη και ασφάλεια. Τα κυκλώματα αυτά τροφοδοτούν τριφασικές μηχανές και συσκευές.

Πολλές φορές οι δευτερεύουσες γραμμές καταλήγουν σε υποπίνακα που συγκεντρώνει τα κυκλώματα κατά κατηγορίες (πχ. υποπίνακας φωτισμού, υποπίνακας κίνησης) ή τροφοδοτεί ομάδες κυκλωμάτων που εξυπηρετούν ανεξάρτητους χώρους ενός κτιρίου.

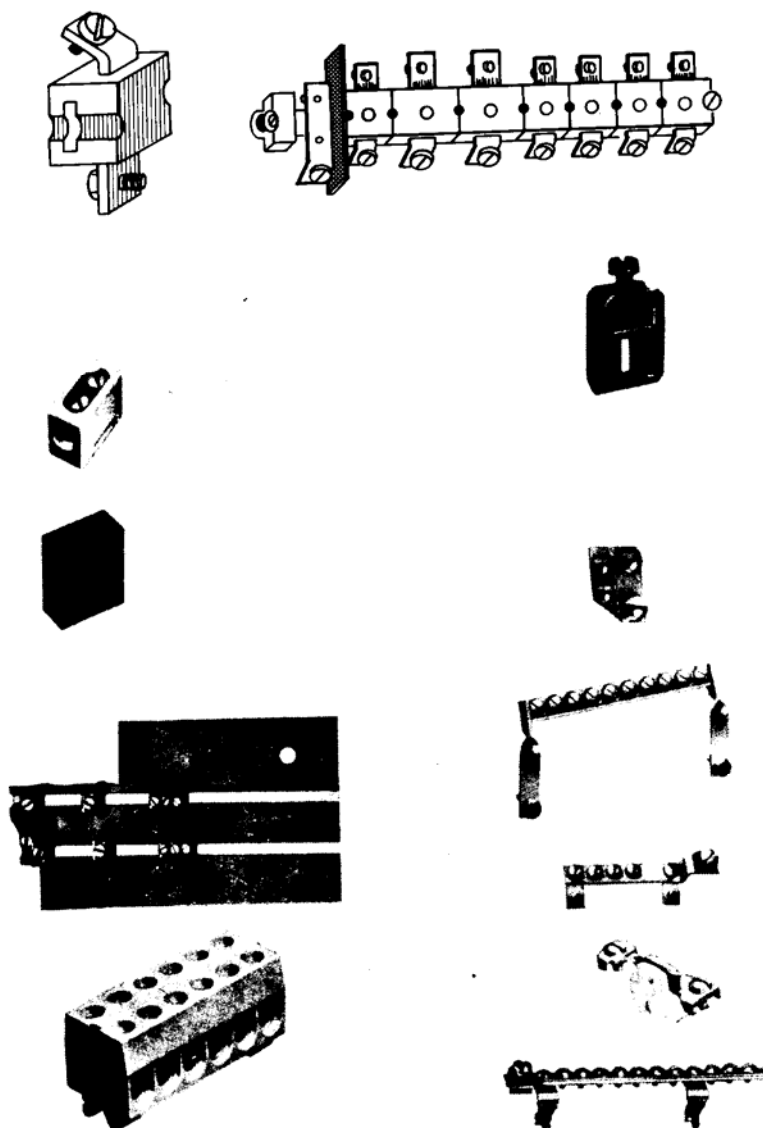
Υπάρχουν διαφόρων ειδών πίνακες διανομής ανάλογα με τις επιμέρους χρήσεις και συνθήκες του περιβάλλοντος πχ. στεγανοί πίνακες εξωτερικών χώρων ή πίνακες βιομηχανικών χώρων όπου υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης (Σχήμα 10.4). Οι διάφορες συνδέσεις στους πίνακες πραγματοποιούνται με τους ακροδέκτες (μπόρνες, κλέμενες) που βρίσκονται πάνω στα διάφορα όργανα και σε σειρές πάνω σε μεταλλικούς ζυγούς (συλλεκτήριοι αγωγοί ορθογωνικής διατομής) (Σχήμα 10.5)



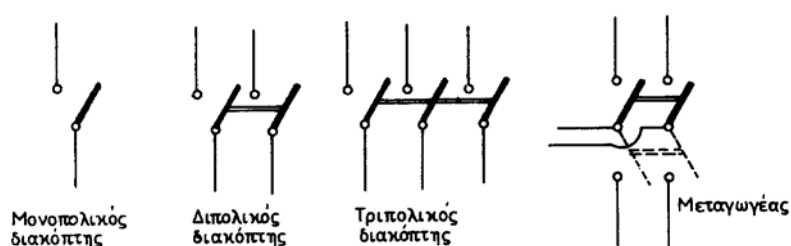
Σχήμα 10.4 Πίνακες Βιομηχανικών χώρων

### Όργανα διακοπής και ελέγχου

Στους πίνακες διανομής υπάρχουν μεταξύ των άλλων και οι διακόπτες πίνακα που είναι όργανα με τα οποία διακόπτονται και αποκαθίστανται τα διάφορα κυκλώματα. Ανάλογα με τον αριθμό των αγωγών που διακόπτονται οι διακόπτες διακρίνονται σε μονοπολικούς, διπολικούς, τριπολικούς.



Σχήμα 10.5 Διάφοροι τύποι ακροδεκτών



Σχήμα 10.6 Διάφοροι τύποι διακοπών

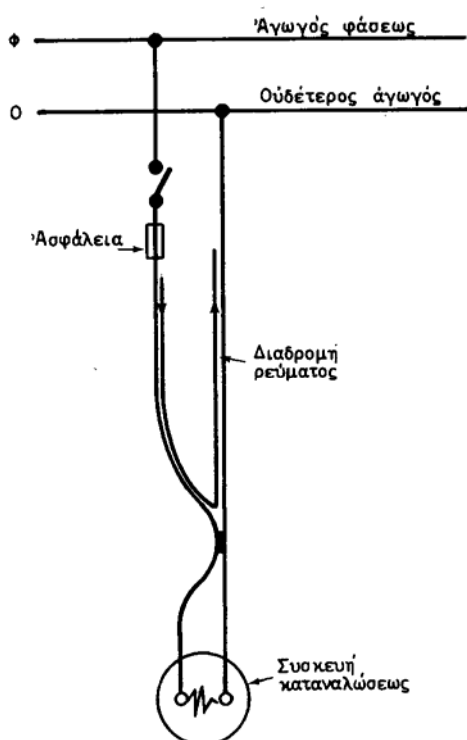
Οι πιο συνηθισμένοι διακόπτες πίνακα ήταν οι μαχαιρωτοί διακόπτες που στην συνέχεια εκτοπίστηκαν από τους διακόπτες τύπου τυμπάνου με μικρότερες διαστάσεις και διάρκεια ζωής και τους περιστροφικούς τύπου Racco που εκτοπίζονται από τους ασφαλειοδιακόπτες.

Στους πίνακες μπορεί να συναντήσει κανείς και ειδικούς διακόπτες (πχ. εκκίνησης ηλεκτροκινητήρων) αλλά και τους αυτόματους διακόπτες που ανοίγουν και κλείνουν ανάλογα με προκαθορισμένες συνθήκες (πχ. θερμοστατικοί διακόπτες, χρονοδιακόπτες)

### Όργανα προστασίας

Οι αυτόματοι διακόπτες χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν το κύκλωμα από βραχυκυκλώματα στις γραμμές τροφοδοσίας. Έτσι ο αυτόματος διακόπτης διαθέτει ειδικό μαγνητικό στοιχείο που ακαριαία ανοίγει τον διακόπτη (πολύ μεγαλύτερο ρεύμα του κανονικού σε ελάχιστο χρόνο) ενώ ο ίδιος διακόπτης μπορεί να ανοίξει και σε περιπτώσεις υπερφόρτισης (λίγο μεγαλύτερο ρεύμα του κανονικού για σχετικά μεγάλο χρόνο) μέσω θερμικού στοιχείου και να διακόψει το κύκλωμα προστατεύοντας από κινδύνους πυρκαγιάς στην εγκατάσταση. Το κύκλωμα παραμένει ανοικτό μέχρι να επαναφερθεί χειροκίνητα ο διακόπτης στην θέση λειτουργίας εφόσον έχει αποκατασταθεί η βλάβη που προκάλεσε το άνοιγμα του διακόπτη.

Στο Σχήμα 10.7 φαίνεται η αρχή δημιουργίας του βραχυκυκλώματος



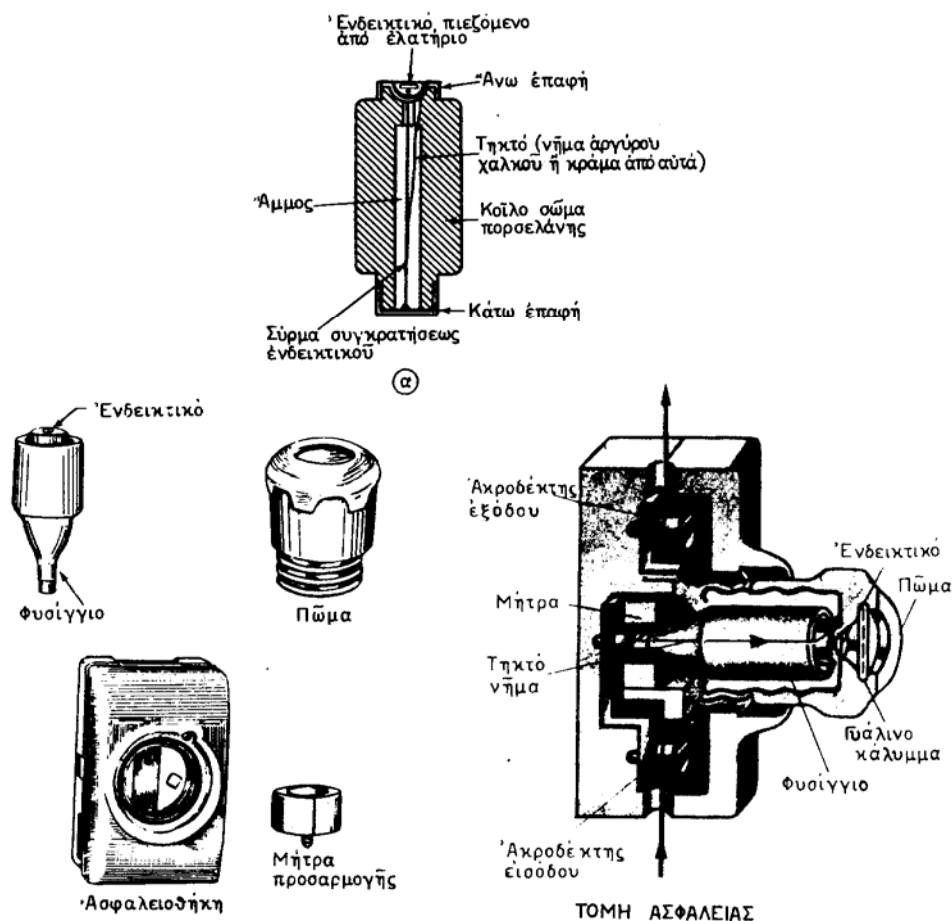
Σχήμα 10.7 Δημιουργία βραχυκυκλώματος

Οι αυτόματοι διακόπτες διακρίνονται στους αυτόματους λαδιού (για μεγάλες ισχύς διακοπής η διακοπή γίνεται σε θάλαμο λαδιού) και στους αυτόματους αέρα (οι επαφές αποχωρίζονται σε θάλαμο αέρα).

Εκτός των αυτομάτων που προστατεύουν από υπερβολικά ρεύματα υπάρχουν και οι αυτόματοι που προστατεύουν από άλλες ανωμαλίες όπως η έλλειψη τάσης, η

υπέρταση, το αντίστροφο ρεύμα, η αντίστροφη διαδοχή φάσεων και οι αυτόματοι διακόπτες διαρροής.

Εκτός από τους αυτόματους διακόπτες, όργανα προστασίας είναι και οι ασφάλειες τηκτών. Τοποθετούνται σε σειρά με τον αγωγό φάσης ώστε να περνά από αυτή ολόκληρο το ρεύμα του κυκλώματος. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος το μεγάλο ρεύμα προκαλεί την τήξη ενός λεπτού σύρματος στο εσωτερικό της ασφάλειας και έτσι διακόπτεται μόνιμα το κύκλωμα. Υπάρχουν διαφόρων ειδών ασφάλειες όπως είναι οι βιδωτές, οι μαχαιρωτές και οι κυλινδρικές. Στο Σχήμα 10.8 φαίνονται τα χαρακτηριστικά τμήματα μιας βιδωτής ασφάλειας.

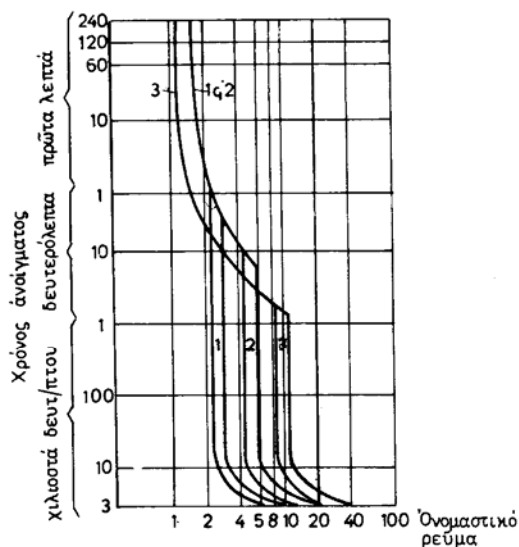


Σχήμα 10.8 Βιδωτή ασφάλεια

Οι αυτόματοι διακόπτες και οι ασφάλειες χαρακτηρίζονται, όπως άλλωστε και ο άλλος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, από την ονομαστική τάση και το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας τους. Οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος είναι τυποποιημένες σε τιμές 6, 10, 16, 20 A κλπ. Εκτός των παραπάνω δύο χαρακτηριστικών οι αυτόματοι διακόπτες και οι ασφάλειες χαρακτηρίζονται και από την ένταση διακοπής, δηλαδή την μέγιστη ένταση που μπορούν να διακόψουν χωρίς να παθαίνουν ζημιά. Ετσι με βάση αυτό το χαρακτηριστικό οι αυτόματοι διακόπτες διαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες όπως πχ.

Αυτόματοι διακόπτες προστασίας γραμμών φωτισμού οικιακών εγκαταστάσεων που προστατεύουν οικιακά κυκλώματα και διακόπτουν σε τριπλάσιο ρεύμα του ονομαστικού τους σχεδόν ακαριαία (το πολύ σε 0.2sec).

Αυτόματοι διακόπτες προστασίας γραμμών κυκλωμάτων φωτισμού και συσκευών βιομηχανικών εγκαταστάσεων που προστατεύουν βιομηχανικά κυκλώματα και διακόπτουν σε πενταπλάσιο ρεύμα του ονομαστικού τους σε χρόνο 0.2sec. Οι ίδιοι διακόπτες διακόπτουν και μικρότερα ρεύματα αλλά σε χρόνους μεγαλύτερους των 0.2sec. Στους διακόπτες αυτούς υπάρχει και το χαρακτηριστικό του χρόνου διακοπής. Οι αυτόματοι χαρακτηρίζονται από μία καμπύλη λειτουργίας όπως αυτή του σχήματος 10.9.



Σχ. 4.3η.

Μέσες καμπύλες λειτουργίας αυτόματων διακοπών προστασίας γραμμών οικιακών εγκαταστάσεων (1) βιομηχανικών εγκαταστάσεων (2) και προστασίας συσκευών και μηχανών (3).

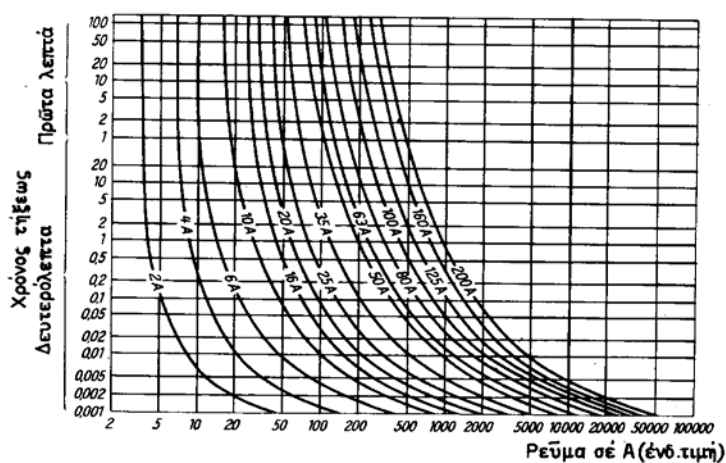
### Σχήμα 10.9 Καμπύλες λειτουργίας αυτόματων διακοπών

Αυτόματοι προστασίας συσκευών ή μηχανών που προστατεύουν τις αντίστοιχες συσκευές και διακόπτουν σε ρεύματα από 8-10 φορές μεγαλύτερα του ονομαστικού. Για λόγους προστασίας και ασφαλούς σβέσης του δημιουργούμενου τόξου μέσα στον διακόπτη τοποθετούνται σε σειρά ασφάλειες κατάλληλης έντασης.

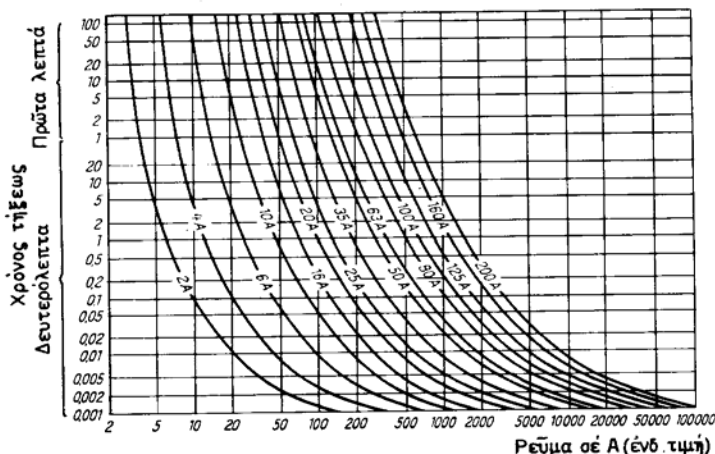
Αυτόματοι διακόπτες ισχύος που είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να μπορούν να διακόπτουν με ασφάλεια πολύ μεγάλα ρεύματα βραχυκύκλωσης χωρίς να χρειάζεται να συνδέονται ασφάλειες σε σειρά. Οι αυτόματοι ισχύος με ονομαστική ένταση μέχρι 25A μπορούν να διακόψουν ρεύματα βραχυκύκλωσης τουλάχιστον μέχρι 1500A. Οι διακόπτες αυτοί χαρακτηρίζονται και από την ισχύ διακοπής που είναι το γινόμενο της ονομαστικής τάσης επί την ένταση διακοπής πχ. 500V, 1500A δίνουν ισχύ διακοπής 750KVA.

Οι ασφάλειες χαρακτηρίζονται, όπως και οι αυτόματοι από μία καμπύλη λειτουργίας που είναι διαφορετική για τις διάφορες ονομαστικές εντάσεις και διακρίνονται στις ασφάλειες ταχείας τήξεως και βραδείας τήξεως. Οι ασφάλειες ταχείας τήξεως διακόπτουν σε χρόνο 0.2 ως 0.5sec όταν το ρεύμα ξεπεράσει 3.5 φορές την ονομαστική ένταση και προστατεύουν το κύκλωμα σε κάθε περίπτωση υπέρ έντασης. Σε περιπτώσεις όμως που αναμένονται υπερεντάσεις είτε στιγμιαίες είτε παροδικές (πχ. ρεύματα εκκίνησης κινητήρων) χρησιμοποιούνται ασφάλειες διαφορετικού

τύπου που λέγονται βραδείας τήξεως και διακόπτουν μόνο όταν κινδυνεύει η μόνωση των αγωγών. Ετσι οι ασφάλειες βραδείας τήξεως χρησιμοποιούνται για την προστασία κυκλωμάτων κινητήρων και μετρητών. Ενδεικτικές καμπύλες λειτουργίας ασφαλειών ταχείας και βραδείας τήξεως φαίνονται στο Σχήμα 10.10



Ασφάλειες ταχείας τήξεως



Ασφάλειες βραδείας τήξεως

Σχήμα 10.10 Καμπύλες λειτουργίας ασφαλειών

### Όργανα μέτρησης και ενδεικτικές λυχνίες

Στους πίνακες διανομής τοποθετούνται σε ορισμένες περιπτώσεις και διάφορα όργανα μέτρησης που χρησιμεύουν για τον έλεγχο και την παρακολούθηση της λειτουργίας των μηχανών ή συσκευών που συνδέονται στα κυκλώματα που αναχωρούν από τον πίνακα. Τα πιο συνηθισμένα είναι τα βολτόμετρα και τα αμπερόμετρα και σε ορισμένες περιπτώσεις βαττόμετρα. Σε περιπτώσεις που είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται σε κάποιο τμήμα του κυκλώματος χρησιμοποιούνται μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ενδεικτικές λυχνίες συνδέονται παράλληλα σε τμήμα κυκλώματος και όταν φωτοβολούν δείχνουν την λειτουργία του κυκλώματος χωρίς την ύπαρξη οργάνων μέτρησης.